

AUTONOMICZNE SYSTEMY W NEGOCJACJACH

Studia Ekonomiczne

ZESZYTY NAUKOWE

WYDZIAŁOWE

UNIWERSYTETU EKONOMICZNEGO

W KATOWICACH

AUTONOMICZNE SYSTEMY W NEGOCJACJACH

Redaktorzy naukowi
Stanisław Stanek
Tomasz Wachowicz



Katowice 2013

Komitet Redakcyjny

Krystyna Lisiecka (przewodnicząca), Anna Lebda-Wyborna (sekretarz),
Florian Kuźnik, Maria Michałowska, Antoni Niederliński, Irena Pyka,
Stanisław Swadźba, Tadeusz Trzaskalik, Janusz Wywiół, Teresa Żabińska

Komitet Redakcyjny Wydziału Informatyki i Komunikacji

Tadeusz Trzaskalik (redaktor naczelny), Mariusz Żytniewski (sekretarz),
Grażyna Trzpiot, Małgorzata Pańkowska, Andrzej Bajdak

Rada Programowa

Lorenzo Fattorini, Mario Glowik, Gwo-Hsiung Tzeng,
Zdeněk Mikoláš, Marian Noga, Bronisław Micherda, Miloš Král

Redaktor

Beata Kwiecień

Skład tekstu

Urszula Grendys

© Copyright by Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego
w Katowicach 2013

ISSN 2083-8611

Wersją pierwotną „Studiów Ekonomicznych” jest wersja papierowa

Wszelkie prawa zastrzeżone. Każda reprodukcja lub adaptacja całości
bądź części niniejszej publikacji, niezależnie od zastosowanej
techniki reprodukcji, wymaga pisemnej zgody Wydawcy

WYDAWNICTWO UNIwersYTETU EKONOMICZNEGO W KATOWICACH

ul. 1 Maja 50, 40-287 Katowice, tel.: +48 32 257-76-35, faks: +48 32 257-76-43
www.wydawnictwo.ue.katowice.pl e-mail: wydawnictwo@ue.katowice.pl

SPIS TREŚCI

WSTĘP	7
Stanisław Stanek, Tomasz Wachowicz	
NEGOCJACJE W DOBIE INTERNETU	9
Summary	30
Jakub Brzostowski, Tomasz Wachowicz	
WYKORZYSTANIE IDEI AUTOMATYCZNEGO GENEROWANIA POWIERZCHNI INDYFERENCJI DO BUDOWY SYSTEMU OCENY OFERT NEGOCJACYJNYCH W SYSTEMIE WSPOMAGANIA NEGOCJACJI NegoManage	31
Summary	50
Donata Kopańska-Bródka, Tomasz Wachowicz	
POSTNEGOCJACYJNA OPTIMALIZACJA KOMPROMISU NEGOCJACYJNEGO	51
Summary	77
Jerzy Korczak, Maciej Bac, Krzysztof Drelczuk, Aleksander Fafuła	
A-TRADER – DORADCZA PLATFORMA AGENTOWA DLA GRACZY GIEŁDOWYCH.....	79
Summary	93
Ewa Roszkowska	
ANALIZA PROCESU NEGOCJACJI Z WYKORZYSTANIEM PROCEDURY TOPSIS.....	95
Summary	108
Aleksandra Sabo	
CECHY DEMOGRAFICZNE I SPOŁECZNE NEGOCJATORÓW A ICH WPŁYW NA WYNIK I PRZEBIEG NEGOCJACJI.....	109
Summary	140
Stanisław Stanek, Mariusz Żytniewski	
NEGOCJACJE W SYSTEMACH WIELOAGENTOWYCH Z ZASTOSOWANIEM STANDARDÓW FIPA.	141
Summary	159

WSTĘP

W polskiej tradycji naukowej, dzięki pracom m.in. Mariana Mazura, można odnaleźć mocne podstawy teoretyczne dla badań nad systemami autonomicznymi. System autonomiczny (autonom, system samodzielny), zgodnie z propozycją Mazura¹, to system mający: zdolność sterowania oraz zdolność przeciwdziałania utracie sterowania. Do koncepcji naszego rodaka nawiązują późniejsze rozważania nad agentami oprogramowania² rozumianymi jako podmioty postrzegające swoje środowisko za pomocą sensorów i działające na to środowisko za pomocą efektorów. Agent oprogramowania posiada kod złożony z ciągów bitów, w których zawierają się zarówno jego percepcje, jak i działania³. Tego typu systemy znajdują zastosowanie w wielu dziedzinach gospodarki, nie sposób również nie doceniać ich potencjalnego znaczenia w zakresie sterowania, wspomagania czy proaktywnego stymulowania negocjacji. Negocjacje są bowiem stosunkowo skomplikowanym procesem dochodzenia do porozumienia przez strony o częściowo zbieżnych i częściowo przeciwstawnych celach, podejmujących wiele decyzji o sposobie podziału zasobów stanowiących przedmiot negocjacji⁴. Oprócz umiejętności analizy decyzyjnej, strony muszą wykazać się również umiejętnościami natury organizacyjnej, komunikacyjnej, interpersonalnej i innymi. W ferworze rozmów skuteczna kontrola nad wszystkimi elementami składowymi procesu negocjacji może okazać się niewykonalna. W związku z tym istnieje potrzeba implementacji zaawansowanych rozwiązań informatycznych, takich jak systemy autonomiczne, do wspomagania procesu negocjowania. Konstruując autonomiczne systemy negocjacji, napotyka się na potrzeby w zakresie adekwatnych algorytmów/heurystyk oraz w zakresie rozwiązań informatycznych. Wokół tych dwóch potrzeb koncentruje się siedem artykułów zamieszczonych w niniejszej publikacji.

Stanisław Stanek
Tomasz Wachowicz

¹ M. Mazur: *Cybernetyka i charakter*. PIW, Warszawa 1975.

² S. Russell, P. Norvig: *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Prentice-Hall, Saddle River 1994.

³ S. Stanek et al.: *Rozwój informatycznych systemów wieloagentowych w środowiskach społeczno-gospodarczych*. Placet, Warszawa 2008, s. 34.

⁴ Ang. *Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution*.

Stanisław Stanek

Wyższa Szkoła Oficerska Wojsk Lądowych

Tomasz Wachowicz

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

NEGOCJACJE W DOBIE INTERNETU

Wprowadzenie

Gospodarka elektroniczna na początku drugiego dziesięciolecia XXI w. obejmuje swym zakresem już prawie wszystkie dziedziny życia gospodarczego świata. Jest obecna w bankowości, handlu, turystyce, usługach czy edukacji i nie spełnia jedynie funkcji informacyjnej czy prezentacyjnej, lecz dostarcza coraz to bardziej zaawansowane narzędzia wspomagające interakcję między stronami potencjalnego kontraktu handlowego. Jedną z dziedzin, w której rozwiązania internetowe zaczynają odgrywać coraz większą rolę są negocjacje. Przez negocjacje rozumie się zazwyczaj rozłożony w czasie sekwencyjny proces komunikacji i interakcji między zainteresowanymi stronami, zmierzający do podjęcia wspólnych oraz akceptowanych przez wszystkich negocjatorów decyzji dotyczących podziału pewnych rzadkich zasobów (specyfikowanych za pomocą kwestii negocjacyjnych)¹. Intuicyjne pojmowanie negocjacji buduje obraz procesu, w którym strony spotykają się bezpośrednio, twarzą w twarz, przy stole negocjacyjnym, prowadzą rozmowy na ogół w sposób burzliwy, wykorzystując pewne elementy manipulacji psychologicznej oraz specjalnie dobrane strategie i taktyki, starają się wprowadzić partnera (często utożsamianego z przeciwnikiem) w błąd, dezinformując go co do własnych potrzeb, stanowisk i zamierzeń, zaś celem tak prowadzonego spotkania jest niejako wymuszenie na drugiej stronie (lub stronach) zaakceptowania proponowanych przez negocjatora warunków kontraktu. Jednocześnie sugeruje się, iż najważniejszym elementem procesu negocjacji jest jego warstwa behawioralna, tj. zdolności (nabyte lub wrodzone) komunikacyjne, socjologiczne, cechy osobowe i profile psychologiczne negocjatorów, determinujące ich zachowania oraz ustawiające atmosferę i klimat roz-

¹ Takie ujęcie negocjacji jest syntezą trzech różnych definicji: Nęckiego [1995], Mastenbroek'a [1996] i Thompsona [1998].

mów, a także wyuczone umiejętności posługiwania się trikami negocjacyjnymi. Tymczasem rozwijana od lat 80. ubiegłego stulecia analiza negocjacyjna [Raiffa 1982] tworzy całkiem inny obraz negocjacji, tj. procesu dającego się formalnie opisać, modelować i skutecznie wspomagać za pomocą narzędzi matematycznych i informatycznych. Formalizacja i ujęcie modelowe (matematyczne) pozwala dobrze przyjrzeć się każdemu etapowi procesu negocjowania [por. Greenhalgh 1999] oraz skonstruować narzędzia opierające się na elementach teorii podejmowania decyzji, pozwalające negocjatorowi (bez względu na jego umiejętności i zdolności psychologiczno-komunikacyjne) odpowiednio przygotować się do procesu negocjowania, a potem, w fazie bezpośredniej wymiany ofert i argumentów, podejmować racjonalne decyzje oraz uzasadniać je nie na podstawie własnych odczuć i intuicji, ale opierając się na konkretnych wyliczeniach i udokumentowanych analizach. Co więcej, wykorzystanie wybranych elementów teorii gier pozwala również ocenić uzyskany przez negocjatorów kompromis [por. Straffin 2004] i w razie konieczności zaproponować pewne jego usprawnienia [por. Raiffa et al. 2002]. Ujęcie formalne analizy negocjacyjnej daje się łatwo implementować w postaci rozwiązań software'owych, czyli systemów wspomagania negocjacji (SWN) lub rezydujących w sieci systemów negocjacji elektronicznych (SNE). W zależności od architektury takiego systemu, przyjętych rozwiązań i zaimplementowanych funkcji, SWN mogą całkiem skutecznie wspomagać zarówno poszczególne przygotowawcze zadania negocjacyjne, jak i całe procesy negocjowania [por. Hordijk 1991; Thiessen i Shakun 2009].

Głównym celem niniejszej pracy jest przybliżenie problematyki prowadzenia negocjacji za pomocą systemów wspomagania negocjacji. Praca ma w znacznej mierze charakter systematyzujący i porządkujący dotychczasowy stan wiedzy w zakresie analizy negocjacyjnej i SWN. W rozdziale pierwszym zostanie przybliżona struktura procesu negocjacyjnego, będą wskazane pewne fazy i czynności jakie czekają negocjatorów na każdym z etapów negocjacji. W rozdziale drugim zostaną z kolei przedstawione różne idee SWN, rozwiązania architektoniczne oraz podstawowe cechy i funkcje tych rozwiązań. Jednocześnie zostanie przeprowadzona analiza możliwości wykorzystania różnego typu narzędzi formalnych i SWN do wspomagania czynności negocjacyjnych w kolejnych fazach negocjacji. W rozdziale trzecim zostaną pokazane również przykłady takich narzędzi i systemów wraz z omówieniem zakresu wspomagania jakie oferują dla całego procesu negocjacyjnego. Pracę zakończy podsumowanie reasumujące materiał przedstawiony w pracy oraz dokonujące pewnych interpretacji i omówienia wyników przeprowadzonych porównań.

1. Proces negocjacji

Negocjacje nie są, wbrew pozorom i powszechnie utartym opiniom, homogenicznym, prostym procesem o jasnej, iteracyjnej strukturze, złożonej tylko z sekwencyjnie przesyłanych przez strony informacji i kolejno składanych propozycji porozumienia (ofert). To proces skomplikowany złożony z pewnych etapów (faz), z których część nabiera szczególnego znaczenia lub staje się szczególnie widoczna w określonym kontekście negocjacyjnym lub przy specyficznej problematyce. W literaturze przedmiotu istnieje wiele typologii faz negocjacji, ich wyczerpujący przegląd można znaleźć w opracowaniu Roszkowskiej [2011, s. 83-106]. Nie można jednak oprzeć się wrażeniu, iż proponowane kolejno przez badaczy klasyfikacje faz negocjacji różnią się w zdecydowanej większości jedynie stopniem szczegółowości spojrzenia na cały proces negocjowania. Za podstawowy i najbardziej ogólny podział można uznać jedną z pierwszych klasyfikacji, zaproponowaną przez Gullivera [1979], który po uogólnieniu pozwala wyróżnić jedynie trzy główne fazy²: prenegocyjną, negocjacji właściwych oraz postnegocyjną. Dla tak zdefiniowanej typologii w ramach każdej z faz da się wyróżnić charakterystyczne elementy i zadania, jakie czekają negocjatorów [Wachowicz 2010].

Faza prenegocyjna

Jest to faza przygotowawcza złożona z kilku etapów, które powinny zostać zrealizowane przez negocjatora w celu opracowania planu działania na nadchodzące negocjacje. Pierwszym etapem jest próba identyfikacji problemu oraz partnera. Negocjatorzy powinni zebrać wszystkie możliwe informacje o konflikcie i zaangażowanych w niego stronach, a następnie dokonać analizy zebranych danych [etap 2], tj. zidentyfikować słabe i mocne strony negocjatorów, cele, zamierzenia, oczekiwania, aspiracje, poziomy rezerwacji, BANTA [por. Raiffa 1982]. Pozwoli to zdefiniować przestrzeń negocjacyjną, zbiór potencjalnych ofert negocjacyjnych oraz tzw. ZOPA³, czyli strefę porozumienia [por. Raiffa et al. 2002]. W ostatnim etapie fazy prenegocyjnej następuje agregacja zgromadzonych i przetworzonych informacji oraz stworzenie kompletnego planu działania, łączącego cele z taktykami i działaniami operacyjnymi w postaci szczegółowej strategii negocjacyjnej [Kuhn 1999].

² Oryginalny model Gullivera wyróżniał aż 8 faz procesu negocjacyjnego.

³ Akronim z ang. *Zone Of Possible Agreement*.

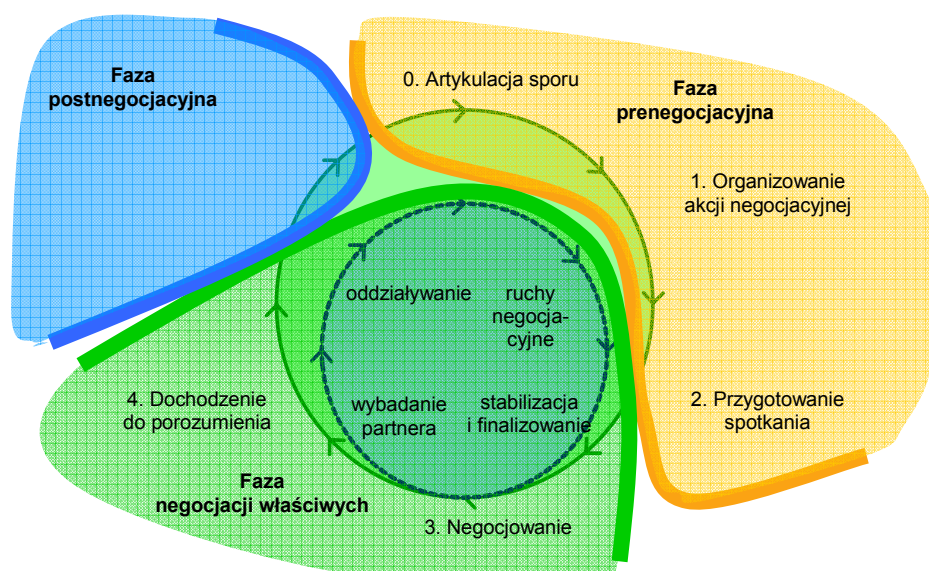
Faza negocjacji właściwych

Jest to faza obejmująca rozmowy między negocjatorami, wymianę ofert, dokonywanie ustępstw oraz tworzenie ostatecznego rozwiązania kompromisowego. Faza negocjacji właściwych jest sama w sobie procesem iteracyjnym. Cały cykl tej fazy dobrze oddaje propozycja typologii opracowana przez Zbiegień-Maciąg [2001], wyróżniająca cztery powtarzające się etapy: wybadanie partnera (odczytanie intencji, zamierzeń, emocji), oddziaływanie (odkrywanie własnych celów, ujawnianie poglądów), ruchy negocjacyjne (wykorzystanie zagrań taktycznych, technik i trików negocjacyjnych), próby stabilizacji (finalizacja sytuacji spornej, wygaszanie konfliktu). Konsekwencją skutecznie zrealizowanego (i często kilkakrotnie powtórnego) cyklu jest etap piąty – dochodzenie do porozumienia, w którym następuje końcowe ustalenie wspólnych punktów widzenia oraz jawne zaakceptowanie przyjętych rozwiązań dla wszystkich kwestii negocjacyjnych.

Faza postnegocjacyjna

Ostatnia faza procesu negocjacji obejmuje przygotowanie finalnego protokołu negocjacyjnego wraz z ostateczną postacią kontraktu. Z behawioralnego punktu widzenia jest to również etap wygaszania emocji i stabilizowania się atmosfery między stronami rozmów. Ważnym, lecz niedocenianym etapem tej fazy jest również analiza postoptymalizacyjna, którą może przeprowadzić bezstronny arbiter lub mediator, zmierzająca do oceny końcowego porozumienia pod kątem jego efektywności i znalezienia ewentualnych możliwości jego poprawy, czyli próba poszukiwania tzw. korzyści pozostawionych przez strony na stole negocjacyjnym. W tej fazie następuje także ocena oraz podsumowanie całego procesu i postępowania stron, a także wyciągnięcie wniosków na przyszłość (ang. *lessons learned*).

Ogólny schemat opisanej powyżej typologii faz negocjacyjnych, będący autorską syntezą klasyfikacji Gullivera [1979] i Zbiegień-Maciąg [2001] przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Podstawowe fazy procesu negocjacyjnego

2. Metody i narzędzia wspomagania negocjacji

Przedstawiony w poprzednim rozdziale opis procesu negocjacyjnego pozwala zidentyfikować pewne zadania negocjacyjne stojące przed uczestnikiem negocjacji. W przypadku tradycyjnie pojmowanych negocjacji, tj. rozmów bezpośrednich, nad realizacją poszczególnych zadań czuwa sam negocjator lub zespół jego ekspertów i analityków. Jeśli przyjąć, iż negocjacje mogą być wspomagane komputerowo i/lub prowadzone za pomocą medium elektronicznego (Internetu), wówczas nad realizacją wszystkich lub części zadań będzie czuwać stosowny system udostępniający pewne funkcjonalności i realizujący pewne czynności. W zależności od filozofii działania i zakresu wspomagania można mówić o różnego typu modelach i narzędziach komputerowych wspomagających proces negocjowania.

2.1. Informatyczne narzędzia wspomagania negocjacji

Do lat 70. XX w. nie istniała osobna, dedykowana grupa narzędzi informatycznych obsługująca i wspomagająca proces negocjacji. Jeżeli do wspomagania czynności negocjacyjnych wykorzystywano jakieś systemy komputerowe, były to zazwyczaj zwykłe systemy wspomagania decyzji (SWD). SWD były jednak zorientowane (i są) tylko na decydenta i na problem [Kersten i Lai 2007]. Pomagają użytkownikom zrozumieć i sformalizować ich własne cele oraz preferencje, jak również ogarnąć strukturę problemu, poszukiwać rozwiązania i dokonać analizy jego wrażliwości. Brakuje w nich pewnych elementów kluczowych związanych z interakcją między partnerami i koordynacją tej interakcji, które są ważnym czynnikiem determinującym sukces negocjacji [Lim i Benbasat 1992; Lai 1989]. W związku z tym w połowie lat 80. ubiegłego stulecia zaczęto konstruować pierwsze samodzielne systemy wspomagania negocjacji⁴ (SWN), które można zdefiniować jako pewnego rodzaju oprogramowanie implementujące modele i procedury formalne, posiadające udogodnienia komunikacyjne i koordynacyjne, zaprojektowane do wspomagania dwóch lub więcej stron negocjacji i/lub stron trzecich [Kersten i Lai 2007]. Jak łatwo wywnioskować z powyższej definicji, SWN wykorzystują technologie SWD. Przykładami takich systemów są HIPRE [Mustajoki i Hamalainen 2000] czy NegoCalc [Wachowicz 2008].

Wraz z rozwojem sieci globalnej zaczynał zmieniać się jednak sposób pojmowania narzędzi wspomagania negocjacji. Zaczęto tworzyć systemy negocjacji elektronicznych⁵ (SNE), które dają się zdefiniować jako oprogramowanie rezydujące w sieci i wykorzystujące technologię internetową w celu wspomagania, organizowania i/lub automatyzowania aktywności podejmowanych przez negocjatorów i/lub strony trzecie [Bichler et al. 2003]. Należy zauważyć, iż definicja ta obejmuje już nie tylko systemy wykorzystujące technologie SWD (czyli internetowe SWN, z ang. *web-based NSS*), tj. nie tylko systemy wspomagające decyzje negocjacyjne, ale w ogólności systemy wspomagania procesu negocjacyjnego (komunikację, wizualizację danych itp.), stąd też do klasy SNE będzie można zaliczyć nawet narzędzia opierające się na zwykłej poczcie elektronicznej czy wykorzystujące technologię *online messaging*. Przykładami SNE są takie systemy dedykowane, jak INSPIRE [Kersten i Noronha 1999], ale również powszechnie wykorzystywane systemy aukcji elektronicznych, jak Allegro⁶.

⁴ Ang. *negotiation support systems* (NSS).

⁵ Ang. *e-negotiation systems* (ENS).

⁶ <http://www.allegro.pl>.

Mimo że idea SNE jest stosunkowo młoda, obserwowany w ostatnich latach pęd w kierunku implementacji innowacyjnych rozwiązań w biznesie – zaowocował stworzeniem nowego rodzaju narzędzia wspomagającego negocjacje elektronicznego stołu negocjacyjnego (ESN). ESN można zdefiniować jako oprogramowanie zapewniające negocjatorom wirtualną przestrzeń (analogia tradycyjnego stołu negocjacyjnego) oraz narzędzia, które mogą wykorzystać w celu podjęcia działań negocjacyjnych [Stroebe 2003]. ESN jest zatem formą serwisu integrującego potencjalnych klientów, tworzącego potencjalną giełdę ofert i oferującego narzędzia komunikacyjne oraz (w miarę potrzeb) analityczno-decyzyjne. Przykładem takiego środowiska może być prototypowy serwis Autozakup.com⁷ dający możliwość przeszukiwania i wielokryterialnej analizy ofert handlowych oraz interakcji nabywca-sprzedawca, dostarczającej danych na potrzeby narzędzi analitycznych.

Nieustanne dążenie do usprawnienia i przyspieszenia procesów negocjacji połączone z rozwojem technologii agentowych doprowadziło do powstania agentów negocjacyjnych⁸ (AN). Zgodnie z definicją AN to oprogramowanie zdolne do prowadzenia znacznej części procesu negocjacyjnego w imieniu swojego ludzkiego bądź systemowego zwierzchnika [Kersten i Lai 2007]. Agenci, wyposażeni w podstawowe informacje o celach, zamierzeniach i preferencjach negocjatorów, są w stanie prowadzić cały proces negocjacyjny, poczynając od poszukiwania potencjalnego partnera rozmów w serwisach typu ENS lub e-marketplace, poprzez fazę negocjacji właściwych, tj. wymianę ofert i dokonywanie ustępstw zgodnie z predefiniowaną strategią negocjacyjną, aż do zawarcia ostatecznego kompromisu z partnerem. Odrębną grupę agentów stanowią agenci-asystenci negocjacyjni⁹ (AAN). AAN to specyficzne oprogramowanie, które dostarcza ludzkiemu negocjatorowi lub stronie trzeciej negocjacji (arbitrowi, mediatorowi) bieżącej, merytorycznej informacji na temat procesu negocjacyjnego i jego postępów oraz zaangażowanych stron, poddaje ją analizie i krytyce oraz na ich podstawie wspomaga stronę (lub strony) w dalszych działaniach negocjacyjnych [Chen et al. 2004]. Celem działania takich agentów jest pomoc w osiągnięciu satysfakcjonujących rezultatów w zadanym kontekście i zmieniających się realiach negocjacyjnych. AN różnią się od SWN i SNE tym, iż nie muszą w sposób kompletny wspomagać całego procesu, mogą być wykorzystywane tylko przez jedną ze stron do wspomagania wybranych zadań lub czynności negocjacyjnych. W związku z tym wprowadzono rozróżnienia między pewnymi typami AN [Braun et al. 2006], wyróżniając:

⁷ <http://www.autozakup.com>.

⁸ Z ang. *negotiation software agent* (NSA).

⁹ Z ang. *negotiation agent-assistant* (NAA).

- agenta profilu użytkownika¹⁰, zaprojektowanego do przeprowadzenia analizy preferencji negocjatora oraz pomocy w określaniu celów i strategii, a także śledzenia ich zmian i modyfikowania w toku negocjacji;
- agenta informacyjnego¹¹, zaprojektowanego w celu poszukiwania przetwarzania, filtrowania oraz dostarczania negocjatorom adekwatnej i niezbędnej do prowadzenia negocjacji informacji;
- agenta profilowania partnera¹², zaprojektowanego do rozpoznawania celów, preferencji i strategii partnera negocjacyjnego. Podobnie jak agent profilu użytkownika, może śledzić zmiany parametrów opisujących partnera w toku negocjacji;
- agenta proponującego rozwiązania¹³, zaprojektowanego do generowania ofert, które użytkownik może przedkładać partnerowi w procesie negocjacji;
- agenta analityczno-oceniającego¹⁴, zaprojektowanego do oceny ofert przedstawianych przez partnera i prezentowania wyników analizy jakości (wad, zalet) tych propozycji;
- agenta negocjatora¹⁵, zaprojektowanego do prowadzenia negocjacji (ekwiwalentu rozmów negocjacyjnych) w sposób samodzielny. Agent prowadzi negocjacje na podstawie danych strategicznych o celach, preferencjach i strategiach negocjatora ludzkiego oraz zgodnie z przyjętym protokołem negocjacji;
- agenta mediatora¹⁶, zaprojektowanego w celu koordynowania czynności wszystkich stron negocjacji oraz poszukiwania i sugerowania rozwiązań satysfakcjonujących wszystkich uczestników rozmów.

Powyższa klasyfikacja oprogramowania przedstawia wszystkie projektowane obecnie narzędzia informatyczne wspomagania negocjacji. W ramach ich zestawienia i podsumowania na rys. 2 przedstawiono omówione wcześniej rodzaje narzędzi oraz zaznaczono pewne związki, jakie mogą zachodzić między nimi oraz narzędziami i technologiami formalnymi, na których się opierają.

Cztery rodzaje oprogramowania, zaprojektowane bezpośrednio w celu wspomagania negocjacji, tj. SWN, ESN, AN i AAN oraz SWD w negocjacjach, wykorzystują kombinację różnych modeli formalnych oraz podobne komponenty wspomagające interakcję. SNE z kolei można traktować jako pewien klaster rozpięty nad wszystkimi narzędziami informatycznymi wykorzystywanymi

¹⁰ Ang. *user profile agent*.

¹¹ Ang. *information agent*.

¹² Ang. *opponent profiling agent*.

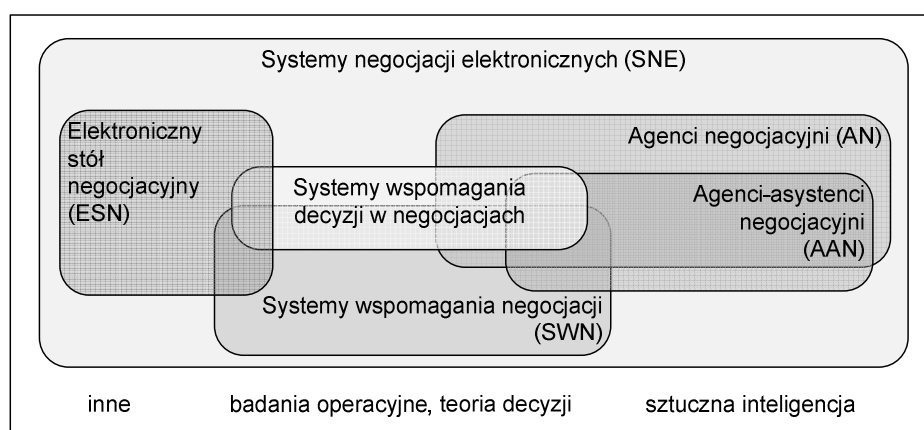
¹³ Ang. *proposer agent*.

¹⁴ Ang. *critic agent*.

¹⁵ Ang. *negotiator agent*.

¹⁶ Ang. *mediator agent*.

w negocjacjach prowadzonych przez Internet i integrujący wszystkie możliwe modele formalne i procedury wspomaganie. W kolejnym podrozdziale zostanie przybliżona właśnie problematyka modeli formalnych i ich wykorzystania przez SNE do wspomaganie czynności różnych faz negocjacyjnych.



Rys. 2. Narzędzia informatyczne we wspomaganiu negocjacji

Źródło: [Kersten i Lai 2007].

2.2. Modele i procedury formalne wspomaganie procesu negocjacji

Głównym zadaniem SNE jest ogólnie pojęte wspomaganie pracy negocjatora. System realizuje jakąkolwiek funkcję wspomaganie¹⁷ na podstawie zaprojektowanego wcześniej i zaimplementowanego modelu danego procesu lub zjawiska. Postać takiego modelu może być różna. Przykładowo, w przypadku realizacji funkcji komunikacji SNE wystarczającym może się okazać model informatyczny w postaci diagramu sekwencji języka UML. Jeżeli jednak SNE ma realizować pewne funkcje decyzyjne, wspomagać negocjatora w ocenie i wyborze ofert lub symetrycznie obydwu negocjatorów w konstrukcji satysfakcjonującego ich kompromisu, wówczas potrzebny jest model formalny, zazwyczaj matematyczny, opisujący procedurę wspomaganie i dający się łatwo algorytmizować. Zwykle w realizacji funkcji doradczych wykorzystuje się modele badań operacyjnych, w szczególności zaś narzędzia teorii podejmowania decyzji i teo-

¹⁷ Szczegółowe informacje na temat różnych funkcji SNE oraz możliwych typologii SNE ze względu na zakres i rodzaj udzielanego negocjatorom wsparcia można znaleźć w pracach: Kersten i Lai [2007], Wachowicz [2006].

rii gier oraz, w przypadkach gdy metody dokładne nie są wystarczające, hurystyki i opierające się na nich narzędzia sztucznej inteligencji. Oczywistym jest, iż do wspomagania różnych czynności na różnych etapach negocjacji potrzebne są inne modele, stąd też omawiając rodzaje narzędzi formalnych wykorzystywanych w SNE, zastosowano ich kategoryzację ze względu na fazy procesu negocjacyjnego.

Wspomaganie fazy prenegocjacyjnej

Z omówionych w podrozdziale 2 czynności fazy prenegocjacyjnej najczęściej wspomaganiu podlegają zadania związane z identyfikacją problemu negocjacyjnego i przestrzeni negocjacyjnej oraz analizą preferencji negocjatora prowadzoną w celu budowy systemu oceny ofert negocjacyjnych. Ten ostatni jest niezbędny w ocenie potencjalnych wariantów porozumienia.

W definiowaniu problemu negocjacyjnego stosuje się metody zaczerpnięte bezpośrednio z teorii decyzji. Są to zazwyczaj pierwsze kroki metod porządkowania lub rankingowania wariantów decyzyjnych, jak na przykład metody PrOACT¹⁸ [Hammond et al. 1998]. Zgodnie z algorytmem metody w pierwszym kroku rozwiązywania problemu decyzyjnego (tutaj – negocjacyjnego) należy zdefiniować istotę problemu (co jest problemem, co trzeba rozwiązać), a następnie określić i skwantyfikować cele decydenta (w kontekście negocjacyjnym rozumiane jako kwestie negocjacyjne). Takie ujęcie problemu negocjacyjnego pozwala w następnym kroku poszukać jego możliwych rozwiązań alternatywnych i w kolejnym etapie zidentyfikować konsekwencje tych wariantów wyrażone ilościowymi (lub jeśli nie jest to możliwe jakościowymi) oszacowaniami poziomów realizacji celów¹⁹. Zdefiniowana w ten sposób przestrzeń negocjacyjna oraz zbiór dopuszczalnych przez negocjatora wariantów decyzyjnych pozwala w ramach kolejnego zadania fazy prenegocjacyjnej zbudować system oceny ofert negocjacyjnych.

System oceny ofert negocjacyjnych jest efektem przeprowadzonej analizy preferencji negocjatora. Analizę taką prowadzi się na podstawie pewnych klas metod: scoringowych, syntetycznego przewyższania, rankingowych itp. Najpopularniejszą metodą analizy preferencji negocjatorów jest prosty scoring addytywny [Keeney i Raiffa 1976], polegający na punktowej ocenie wszystkich opcji dyskretnego problemu negocjacyjnego oraz przypisaniu wag kwestiom ne-

¹⁸ Akronim angielskich słów *Problem, Objectives, Alternatives, Consequences, Trade-offs* oznaczających kolejne fazy tej metody podejmowania decyzji wielokryterialnych.

¹⁹ Dokładny opis metody PrOACT wraz z proponowanymi rozwiązaniami informatycznymi do wspomagania negocjacji można znaleźć w pracy Wachowicza [2008].

gocjacyjnym. Otrzymana w ten sposób numeryczna ocena przestrzeni negocjacyjnej pozwala na wyznaczenie oceny globalnej (scoringu) oferty za pomocą sumy ważonej ocen opcji składających się na tę ofertę, tj.:

$$o(a) = \sum_{k=1}^K w_k o_k^a, \quad [*]$$

gdzie $o(a)$ – jest scoringiem oferty, K oznacza liczbę kwestii negocjacyjnych, w_k opisuje wagę k -tej kwestii, a o_k^a jest oceną poziomu realizacji wariantu a dla k -tej kwestii.

Scoring addytywny jest najprostszym narzędziem, które znalazło wiele zastosowań w SNE, jak w Inspire [Kersten i Noronha 1999], Imbins²⁰ czy Negoisst [Schoop et al. 2003]. Istnieją jednak alternatywne propozycje dla budowy systemów oceny ofert negocjacyjnych, np. opierające się na metodzie AHP [Musa-joki i Hamalainen 2000] czy metodach syntetycznego przewyższania, jak ELECTRE-TRI [Wachowicz 2010].

Do wspomagania pozostałych zadań fazy prenegocjacyjnej, np. związanych z identyfikacją i oceną pozycji własnej oraz partnera, jak również słabych i silnych stron każdego negocjatora, niezbędnych do przygotowania strategii negocjowania wykorzystuje się inne metody. W identyfikacji postaw i zachowań pomocnymi narzędziami są wszelkiego rodzaju testy psychometryczne, wśród których najpopularniejszym jest test Thomasa-Kilmanna [Kilman i Thomas 1983] pozwalający rozpoznać styl rozwiązywania konfliktów negocjatora i stworzyć jego profil negocjacyjny. Analizy formalne, związane z identyfikacją potencjalnych zachowań dla wyróżnionych profili i grupowanie ich w klasy podobieństwa są z kolei prowadzone za pomocą metod statystycznych, zaczerpniętych z statystycznej analizy wielowymiarowej. Przykłady wykorzystania metod hierarchicznego grupowania w identyfikowaniu stylu negocjacyjnego można przykładowo znaleźć w pracy Trzpiot i Wachowicza [2001].

Wraz z rozwojem technik wykorzystujących elementy sztucznej inteligencji stało się również możliwe rozpoznawanie i predykcja zachowań negocjatorów na podstawie ich opisu demograficzno-socjologicznego oraz historii wcześniej prowadzonych negocjacji. Modele sztucznych sieci neuronowych mogą zostać wykorzystane, np. do predykcji strategii negocjowania partnera [Carbonneau et al. 2008], a podejście *case-based reasoning* do identyfikacji wybranych cech profilu psychologicznego partnera [Brzostowski i Wachowicz 2011].

²⁰ <http://invite.concordia.ca/maran/imbins/>

Wspomaganie fazy negocjacji właściwych

Głównym elementem fazy negocjacji właściwych jest iteracyjny proces wymiany ofert i komunikatów oraz ich ocena przez negocjatorów. W związku z tym w tej fazie narzędzia wspomaganie ograniczają się do wykorzystania formalnych systemów oceny ofert (skonstruowanych na podstawie narzędzi teorii decyzji w fazie prenegocjacyjnej) do bieżącej ewaluacji propozycji partnera. Wspomaganie opiera się tutaj przede wszystkim na narzędziach wizualizacji danych (wykorzystanie grafów, wykresów itp.) i umiejętnym prezentowaniu historii negocjacji oraz postępów procesu negocjacyjnego, skali i jakości ustępstw, a także budowania obrazu tańca negocjacyjnego [Raiffa 1982]. Możliwe jest również wykorzystanie pewnych narzędzi teoriogrowych lub heurystyk implementujących procedury sprawiedliwego podziału, np. idei rozwiązania przetargowego Nasha [1950], do sugerowania przez silniki agentowe kolejnych propozycji ofert negocjacyjnych lub postaci finalnego porozumienia, jak w systemach Imbins²¹, SmartSettle [Thiessen i Soberg 2003] czy ESN eAgora [Chen et al. 2004].

W przypadku prowadzenia przez SNE działań mediacyjnych czy arbitrażowych, mających na celu wyłonienie sprawiedliwego i satysfakcjonującego wszystkie strony konfliktu kontraktu można stosować bezpośrednio metody programowania matematycznego. W zależności od postaci funkcji oceny zdefiniowanej przez graczy, która zazwyczaj przyjmuje formę liniową (jak we wzorze (*)) są budowane zadania wielokryterialnego programowania liniowego, a w przypadku bardziej skomplikowanych funkcji scoringowych – nieliniowego [Kersten et al. 1991]. W przypadku zastosowania metod oceny opierających się na punktach referencyjnych, jak np. TOPSIS [Hwang i Yoon 1981], koniecznym już będzie opracowanie modelu programowania celowego, pozwalającego stworzyć ofertę minimalizującą odległości od punktów idealnych i maksymalizującą odległość od punktów antyidealnych wszystkich negocjatorów.

Podczas procesu komunikacji możliwe jest także wykorzystanie modeli sztucznej inteligencji do predykcji zachowań partnera w kolejnych etapach cyklu wymiany ofert oraz weryfikacja i ewentualna korekta stworzonego w poprzedniej fazie profilu negocjacyjnego i towarzyszącej mu strategii negocjacyjnej [Carbonneau et al. 2008].

²¹ <http://invite.concordia.ca/maran/imbins/>

Wspomaganie fazy postnegocjacyjnej

W fazie postnegocjacyjnej jedynym zadaniem analitycznym jest analiza efektywności osiągniętego kompromisu; zawiązane przez strony porozumienie może bowiem okazać się zdominowane w sensie wypłat (ocen) przez jakiś inny kontrakt ze zbioru wariantów dopuszczalnych. W przypadku małych, dyskretnych problemów negocjacyjnych możliwe jest zastosowanie zwykłego przeszukiwania zbioru wyników i porównywanie ich wektorów wypłat z wypłatami wynegocjowanego kontraktu. W dużych problemach dyskretnych stosuje się analityczne metody generowania granicy krańcowo-efektywnej zbioru rozwiązań dopuszczalnych tzw. metodą *ruler sliding* [Raiffa et al. 2002]. Z wygenerowanego zbioru rozwiązań efektywnych odcina się warianty dające gorsze wypłaty dla któregośkolwiek z negocjatorów, a pozostałe proponuje się do re-negocjacji²².

W przypadku proaktywnego wspomagania negocjatorów w usprawnieniu osiągniętego kompromisu można zastosować narzędzia teoriogrowe, tj. metody sprawiedliwego podziału lub różne koncepcje rozwiązań arbitrażowych [por. Brams 1990]. Pozwalają one wygenerować pojedyncze rozwiązanie, zgodne z przyjętą aksjomatyką wyznaczającą definicję „sprawiedliwości” oraz zasugerować je stronom jako alternatywę dla wynegocjowanego kompromisu.

2.3. Realizacja funkcji wspomagania przez SNE

Przedstawione w poprzednich podrozdziałach rodzaje informatycznych narzędzi wspomagania negocjacji oraz modeli i narzędzi formalnych, które mogą być w nich implementowane, postawione dodatkowo kontekście ciągłego procesu negocjacyjnego wyznaczającego pewne zadania uczestnikom negocjacji (a tym samym narzędziom, które mają ich wspomagać) nasuwają pytanie o funkcje, jakie muszą spełniać SNE, aby skutecznie wspomagać proces negocjowania. Wyczerpującą analizę funkcji SNE przedstawiają Kersten i Lai [2007]. Ich podsumowanie daje się przedstawić syntetycznie w formie tabelarycznej (tab. 1).

²² Jak w systemie Inspire [Kersten i Noronha 1999].

Tabela 1

Funkcje i zadania SNE

Funkcja	Zadania
<i>Komunikacja, prezentacja i interakcja</i>	
1. Przekazywanie i magazynowanie	Przekazywanie informacji pomiędzy niejednorodnymi systemami, magazynowanie jej w systemach rozproszonych, ochrona danych
2. Poszukiwanie i odzyskiwanie	Wydobywanie, wybór, porównywanie i agregacja rozproszonej informacji
3. Opracowanie, prezentacja i interakcja	Formatowanie danych na potrzeby innych systemów, wizualizacja danych, alternatywna prezentacja danych, interakcja między użytkownikiem i systemem
<i>Problem decyzyjny i negocjatorzy</i>	
4. Formułowanie problemu decyzyjnego	Formułowanie i analiza problemu decyzyjnego, dopuszczalnych wariantów decyzyjnych, przestrzeni decyzyjnej, miar
5. Opis decydenta	Specyfikacja cech opisujących decydenta, preferencji, kryteriów wykorzystywanych do porównywania wariantów decyzyjnych, modeli negocjatora
6. Definicja strategii i taktyk	Ocena i wybór początkowych strategii i taktyk negocjowania
<i>Proces</i>	
7. Konstrukcja i ocena ofert i komunikatów	Formułowanie ofert i ustępstw, analiza komunikatów i argumentów, tworzenie modeli argumentacji
8. Analiza partnera	Konstrukcja i weryfikacja modeli zachowań partnera, predykcja i ocena działań partnera
9. Analiza wrażliwości i stabilności	Analiza ofert i kontrofert, analiza równowagi, oszacowanie potencjalnego porozumienia
<i>Wiedza</i>	
10. Ocena procesu i jego historii	Konstrukcja historii negocjacji, analiza procesu, ocena postępów, predykcja opierająca się na ocenie historii
11. Poszukiwanie wiedzy i jej wykorzystanie	Dostęp do i wykorzystanie zewnętrznej informacji i wiedzy na temat negocjacji i kwestii podnoszonych podczas rozmów, analiza porównawcza
12. Czuwanie nad protokołem negocjacji	Określenie i kontrola trzymywania się zasad i przyjętego planu negocjacji
13. Analiza strategii i taktyk	Ocena strategii i taktyk wykorzystywanych przez partnera, modyfikacja przyjętych w fazie planowania strategii i taktyk wspomagane negocjatora

Źródło: [Kersten i Lai 2007].

Znając z kolei typologię AN, którzy w przedstawionej w podrozdziale 2.1 formie mogą być utożsamiani z pewnymi modułami lub silnikami składowymi SNE, można zadania i funkcje przypisać różnym typom agentów, lokując je jednocześnie (podobnie jak przedstawione w podrozdziale 2.2 narzędzia formalne)

na różnych etapach procesu negocjacyjnego. Takie uporządkowanie modułów funkcjonalnych SNE (czy też agentów) z uwzględnieniem faz negocjacji i realizowanych zadań zaprezentowano w tab. 2.

Tabela 2

Moduły SNE/AN i ich zadania w różnych fazach negocjacji

Agent/moduł SNE	Fazy negocjacji		
	Prenegocjacyjna	Negocjacji właściwych	Postnegocjacyjna
Profil użytkownika	Analiza preferencji, pomoc w doborze strategii negocjowania	Śledzenie zachowania negocjatora, analiza i korekta preferencji użytkownika	Ocena poprawności i zapisanie (przechowywanie) informacji o preferencjach użytkownika
Informacyjny	Zgromadzenie i przetworzenie adekwatnej informacji do planowania strategii działania	Dostarczanie niezbędnych, aktualnych informacji do prowadzenia negocjacji	
Profilowania partnera	Identyfikacja wyjściowego profilu partnera negocjacyjnego	Śledzenie i aktualizacja profilu negocjacyjnego i struktury preferencji partnera	Ocena poprawności i zapisanie (przechowywanie) informacji o preferencjach i profilu partnera
Proponujący rozwiązania	–	Analiza historii ofert i generowanie propozycji rozwiązań	–
Analizy i oceny	–	Ocena i krytyczna analiza ofert i kontrofert wymienianych przez negocjatorów	–
Negocjator	–	Prowadzenie negocjacji (wymiana ofert) w imieniu negocjatora	–
Mediator	Koordinowanie definiowania problemu, kwestii, ustalenie protokołu negocjowania	Koordinowanie procesu negocjowania, generowanie propozycji porozumienia na podstawie informacji o preferencjach wszystkich negocjatorów (zachowanie poufności informacji o preferencjach)	Oferowanie propozycji usprawnienia kompromisu

Źródło: Na podstawie [Braun et al. 2006].

3. Wybrane przykłady narzędzi informatycznych wspomagania negocjacji

Istnieje bardzo bogata literatura przedstawiająca idee SNE ze strony teoretycznej, metodologicznej i conceptualnej. Wraz z rozwojem teorii nastąpił również rozwój fizycznych narzędzi webowych wspomagających negocjacje. Niektóre z nich stanowią jedynie prototypowe czy przykładowe implementacje propozycji teoretycznych, część jednak funkcjonuje obecnie w Internecie i jest wykorzystywana zarówno do prowadzenia rzeczywistych procesów negocjacji, jak i do celów badawczych, edukacyjnych i treningowych.

Jednym z najczęściej wykorzystywanych obecnie SNE jest system Inspire [Kersten i Noronha 1999], działający w ramach platformy Invite²³ opracowanej przez InterNeg Research Centre²⁴. Inspire jest głównie wykorzystywany w dużych eksperymentach edukacyjnych i treningach negocjacyjnych. Jest kompleksowym SNE wspomagającym wszystkie fazy procesu negocjacyjnego, całkowicie rezydującym w sieci. Posiada zaimplementowane narzędzia analizy preferencji, wizualizacji danych, analityczny moduł postoptimalizacji oraz narzędzia psychometryczne do identyfikacji profilu negocjacyjnego.

Opierający się na tym samym rdzeniu analitycznym i protokole inny system InterNeg Research Centre – Imbins²⁵ – służy do wspomagania negocjacji typu jeden-do-wielu. Oprócz narzędzi zaczerpniętych z Inspire system ten został wyposażony w agenta proponującego rozwiązania. Negocjator składając ofertę, może skorzystać z propozycji przedstawianych przez system, zawierających oferty zbliżone w sensie oceny jakości (a różne, jeśli chodzi o postać proponowanego kontraktu) do złożonej ostatnio.

SmartSettle [Thiessen i Soberg 2003] jest komercyjnym narzędziem, które może być wykorzystywane do wspomagania negocjatorów na wiele sposobów. Może działać jako: proste dwustronne narzędzie wspomagające negocjacje cenowe; system wspomagania jednostronnych decyzji negocjatora; system organizujący i wspomagający negocjacje online; system komputerowy wspomagany ludzkim analitykiem dla lepszej obsługi negocjatorów oraz jako mediator lub arbiter, działający na podstawie informacji o preferencjach negocjatorów. Działa w konfiguracji uwzględniającej rdzeń rezydujący w sieci, komunikujący się z podsystemami instalowanymi na stacjach roboczych negocjatorów. Ma zaimplementowane procedury analizy preferencji oraz teoriogrowe narzędzia wyznaczania rozwiązania równowagi. Dysponuje również prostym agentem proponującym rozwiązania.

²³ <http://invite.concordia.ca/>.

²⁴ <http://interneg.concordia.ca/>.

²⁵ <http://invite.concordia.ca/maran/imbins/>.

Negoisst [Schoop et al. 2003] to system stworzony pierwotnie do analizy możliwości wykorzystania teorii aktów mowy we wspomaganiu formułowania kontraktów. W związku z tym posiada interesujący, zaawansowany moduł negocjowania na podstawie tworzonego na bieżąco tekstu finalnego porozumienia. Obecnie narzędzie to posiada również rozwinięty moduł profilu użytkownika pozwalający na analizę preferencji z wykorzystaniem różnych modeli formalnych. Zawiera również moduł pozwalający na prowadzenie wielokryterialnych aukcji. Ponadto zaimplementowano w nim zintegrowanego agenta negocjacyjnego pozwalającego na automatyzację części zadań negocjacyjnych. Podobnie jak Inspire, jest wykorzystywany w projektach edukacyjnych i badawczo-rozwojowych.

Negotiator Assistant [Druckman et al. 2004] to specyficzny SNE zaprojektowany do diagnozowania sytuacji konfliktowych. System operuje serią kwestionariuszy zbierając informacje o źródle konfliktu, partnerach, problemie i kwestiach negocjacyjnych. Posiada zaimplementowany moduł regułowy, który dokonuje analizy odpowiedzi wyznaczając stopień elastyczności stron. Głównym produktem wspomagania jest diagnoza konfliktu i predykcja jego rezultatu, wahająca się od pełnego kompromisu do agresywnego zerwania rozmów.

NegoCalc²⁶ [Wachowicz 2008] to prosty system o architekturze zbliżonej do systemu SmartSettle. Indywidualny moduł decyzyjny oprogramowano jako dodatek do aplikacji MS Excel. Komunikacja między negocjatorami jest prowadzona za pomocą e-mail'a lub eNegoCalc Centre, czyli asynchronicznego komunikatora rezydującego w sieci. System posiada zaimplementowaną procedurę definiowania problemu negocjacyjnego za pomocą metody PrOACT [Hammond et al. 1998] oraz stosunkowo rozwinięty moduł profilowania użytkownika. Do analizy preferencji mogą być wykorzystane trzy metody – scoring addytywny, AHP [Saaty 2001] i Even Swaps [Hammond et al. 1998].

System agentowy o prostej nazwie Fuzzy e-Negotiation Agents [Kowalczyk 2002] jest inteligentnym narzędziem prototypowym do prowadzenia integracyjnych, automatycznych negocjacji wielokryterialnych. System jest wyposażony w narzędzie agentowe analizujące preferencje partnera w formie rozmowy. Jest platformą integrującą wielu agentów reprezentujących różnych negocjatorów (nabywców i sprzedawców), którzy mogą dobierać się samodzielnie w negocjujące pary na podstawie zaimplementowanych przez użytkowników strategii negocjacyjnych.

System eAgora [Chen et al. 2004] jest serwisem działającym na podobieństwo giełdy elektronicznej zawierającej elementy ESN. Pozwala on kupującym i sprzedającym na prowadzenie negocjacji wieloatrybutowych. Udostępnia dwa rodzaje narzędzi agentowych wykorzystywane w fazie negocjacji właści-

²⁶ <http://web.ae.katowice.pl/wachowicz/enegocalc.php>.

wych: agenta proponującego rozwiązania i agenta analityczno-oceniającego. W generowaniu ofert agenci posługują się zarówno historią dotychczasowych ofert złożonych w toku negocjacji, jak również zdefiniowaną przez negocjatora ludzkiego strategią negocjowania. Dodatkowo w systemie zaimplementowano oryginalne narzędzie agentowe pozwalające na analizę i krytykę oferty własnej negocjatora, wygenerowanej przez niego z pominięciem agenta proponującego rozwiązania.

Ostatnim omówionym narzędziem jest prototypowy system NegoManage [Brzostowski i Wachowicz 2009] o architekturze zbliżonej do systemów Smart-Settle i NegoCalc. Rezydujący w sieci rdzeń stanowi centrum komunikacyjne. Wyposażono go w specyficzny typ agenta profilującego partnera, w którym zaimplementowano dwa silniki: budujący profil negocjatora i jego partnera na podstawie analizy i oceny aktów mowy zarejestrowanych w wątkach komunikacyjnych prowadzonych negocjacji; oraz wyznaczający profil na podstawie narzędzi metaheurystycznych z danych demograficzno-socjologicznych negocjatora. Indywidualne stacje robocze negocjatorów komunikują się z rdzeniem za pomocą instalowanych agentów: profilowania użytkownika i proponującego rozwiązania. System posiada zaawansowany moduł informacyjny wykorzystywany w analizie i wizualizacji preferencji negocjatorów.

Podsumowanie

W niniejszej pracy starano się dokonać syntezy podstawowych informacji o prowadzeniu negocjacji przez Internet za pomocą SNE. Autorzy mają świadomość, że opracowanie nie wyczerpuje problematyki, jaka wiąże się z SNE w ogólności, w szczególności zaś nie odnosi się do takich zagadnień, jak projektowanie (architektura i konfiguracja SNE), wdrażanie (wnioski wdrożeniowe), oraz praktyczne wykorzystywanie SNE (eksperymenty i wnioski badawcze z analizy użyteczności SNE), jest to jednak tak kompleksowa, a przede wszystkim interdyscyplinarna dziedzina, iż nie sposób dokonać całościowego jej omówienia w opracowaniu o charakterze artykułu naukowego. Wiele interesujących informacji na ten temat czytelnik może znaleźć w opracowaniach Kersten i Lai [2007] oraz Braun et al. [2006]. Niemniej jednak z przedstawionych w pracy materiałów można wyciągnąć ciekawe spostrzeżenia i wnioski.

Jak starano się pokazać, większość SNE oferujących kompleksowe wspomaganie pełnego procesu negocjacyjnego opiera się na podstawowych i strategicznych informacjach zebranych w fazie prenegocjacyjnej. Trudno więc odmówić znaczenia temu właśnie etapowi przygotowania do negocjacji. SNE

wykorzystują bowiem informacje o zdefiniowanych w sposób analityczny preferencjach negocjatorów, ich sposobie postrzegania problemu negocjacyjnego oraz zamierzonej strategii działania w wielu agentowych rozwiązaniach mających na celu usprawnienie samego procesu wymiany ofert oraz proaktywnym dążeniu do zapewnienia negocjatorowi (lub obydwu stronom) satysfakcjonującego kompromisu.

Co równie ciekawe, a początkowo nawet i sprzeczne z intuicyjnym pojmowaniem narzędzia agentowego, AN w praktyce nie muszą wykorzystywać wyłącznie modeli formalnych opierających się na metaheurystycznym podejściu proponowanym przez ideę sztucznej inteligencji. W wielu przykładach działania (np. w Imbins, SmartSettle) agenci proponujący rozwiązania wykorzystują techniki analityczne, jak np. metodę *ruler sliding* [por. Raiffa et al. 2002]. Część agentów, w szczególności informacyjni i profilowania partnera (np. zaimplementowane w Negotiator Assistant i NegoManage), wykorzystują natomiast informacje historyczne o przeszłych negocjacjach oraz wyniki badań naukowych o konkluzjach definiowanych zazwyczaj regałowo, stąd wykorzystują wyłącznie techniki sztucznej inteligencji pozwalające na heurystyczną agregację zebranych danych różnego typu i wysnuwanie na tej podstawie wniosków i sugestii dla wspomaganych negocjatorów.

Mimo iż SNE posiadają zaimplementowane bardzo zaawansowane narzędzia analizy preferencji oraz sprzęgają z nimi agentów proponujących rozwiązania i analityczno-oceniających, w większości przypadków nie proponują jednak całkowitego przejęcia kontroli nad procesem negocjacji, czyli wykorzystania agenta negocjatora. Wszystkie wykorzystywane narzędzia formalne mają na celu intensywne wspomaganie ludzkiego negocjatora w zakresie wyboru ofert czy strategii działania, dostarczenie mu wszystkich niezbędnych i aktualnych informacji w każdej fazie negocjacji i każdym cyklu wymiany ofert, aby zredukować sytuację niepewności, która w normalnych warunkach towarzyszy podejmowaniu decyzji negocjacyjnych, a nawet zmienić ją w sytuację ryzyka lub, w skrajnych przypadkach, pewności co do konsekwencji podejmowanych decyzji. Ostateczny wybór pozostawiają jednak samemu negocjatorowi.

Nie jest wykluczone, iż w niedalekiej przyszłości SNE zaczną jednak coraz powszechniej oferować moduły agentów negocjatorów i mediatorów. Szybkie tempo życia gospodarczego, potrzeba analizy terabajtów informacji niezbędnych do podjęcia kluczowych decyzji handlowych nie tyle wymuszają na decydentach, co po prostu rodzą w nich rzeczywistą potrzebę wykorzystania narzędzi analitycznych w rzetelny sposób prezentujących wszelkie możliwe informacje o potencjalnym kontrakcie i partnerze handlowym oraz pomagających im przeprowadzić z kontrahentem rozmowy w sposób sprawny, szybki (a w przypad-

kach rutynowych zakupów wręcz automatyczny) i dający szansę na osiągnięcie satysfakcjonującego kompromisu. Rozwiązania SNE znalazły już bowiem zastosowania w systemach wspomagających zarządzania łańcuchem dostaw takich firm, jak IBM, SAP czy Ariba.

Literatura

- Bichler M., Kersten G., Strecker S. (2003): *Towards the Structured Design of Electronic Negotiation Media*. „Group Decision and Negotiation”, 12(4).
- Brams S.J. (1990): *Negotiation Games: Applying Game Theory to Bargaining and Arbitration*. Routledge, New York.
- Braun P., Brzostowski J., Kersten G., Kim J.B., Kowalczyk R., Strecker S., Vahidov R. (2006): *e-Negotiation Systems and Software Agents: Methods, Models, and Applications*. In: *Intelligent Decision-making Support Systems Foundations, Applications and Challenges. Part II*. Eds. J. Gupta, G. Forgionne, M. Mora. Springer, London.
- Brzostowski J., Wachowicz T. (2009): *Conceptual Model of eNS For Supporting Preference Elicitation and Counterpart Analysis*. In: *Proceedings of GDN 2009: An International Conference on Group Decision and Negotiation*. Eds. D.M. Kilgour, Q. Wang. Wilfried Laurier University.
- Brzostowski J., Wachowicz T. (2011): *Applying Case-based Reasoning for Identifying the Negotiation Profile of Electronic Negotiation System Users*. ICORES'2012 – International Conference on Operations Research and Enterprise Systems, Vilamoura.
- Carbonneau R., Kersten G., Vahidov R. (2008): *Predicting Opponent's Moves in Electronic Negotiations using Neural Networks*. „Expert Systems with Applications”, 34(2).
- Chen E., Kersten G., Vahidov R. (2004): *Agent-supported Negotiations on E-marketplace*. „International Journal of Electronic Business”, 3(1).
- Druckman D., Harris R., Ramberg B. (2002): *Computer-Assisted International Negotiation: A Tool for Research and Practice*. „Group Decision and Negotiation”, 11.
- Greenhalgh L. (1999): *Managing Conflict*. In: *Negotiation*. Eds. R.J. Lewicki, D.M. Saunders, J.W. Minton. Irwin/McGraw-Hill, Boston.
- Gulliver P. (1979): *Disputes and Negotiations: A Cross-Cultural Perspective*. Academic Press, New York.
- Hammond J.S., Keeney R.L., Raiffa H. (1998): *Even Swaps: A Rational Method for Making Trade-offs*. „Harvard Business Review”, No. 76(2).
- Hordijk L. (1991): *Use of the RAINS Model in Acid Rain Negotiation in Europe*. „Environmental Science Technology”, 25 (4).
- Hwang C.L., Yoon K. (1981): *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Springer-Verlag, Berlin.
- Keeney R.L., Raiffa H. (1976): *Decisions with Multiple Objectives*. Wiley, New York.
- Kersten G., Michalowski W., Cray D., Lee I. (1991): *An Analytic Basis for Decision Support in Negotiations*. „Naval Logistic Research”, 38.

- Kersten G.E., Lai H. (2007): *Negotiation Support and E-Negotiation Systems*. „Group Decision & Negotiation” Nov 2007, Vol. 16, Iss. 6.
- Kersten G.E., Noronha S.J. (1999): *WWW-Based Negotiation Support: Design, Implementation And Use*. „Decision Support Systems”, 25.
- Kilman R., Thomas K.W. (1983): *The Thomas-Kilman Conflict Mode Instrument*. The Organizational Development Institute. Cleveland.
- Kowalczyk, R. (2002): *Fuzzy eNegotiation Agents*. „Journal of Soft Computing” Special Issue on Fuzzy Logic and the Internet, 6(5).
- Kuhn R. (1999): *How to Plan the Strategies*. In: *Negotiation. Reading, Exercises and Cases*. Eds. R.J. Lewicki, D.M. Saunders, J.W. Hintin. Irwin/McGraw-Hill, Boston.
- Lai H. (1989): *A Theoretical Basis for Negotiation Support Systems*. Purdue University, West Lafayette.
- Lim L.H., Benbasat H. (1992): *A Theoretical Perspective of Negotiation Support Systems*. „Journal of Management Information Systems”, No. 9.
- Mastenbroek W. (1996): *Negocjowanie*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Mustajoki J., Hamalainen R.P. (2000): *Web-HIPRE: Global Decision Support by Value Tree and AHP Analysis*. „INFOR”, No. 38(3).
- Nash J. (1950): *The Bargaining Problem*. „Econometrica”, No. 18.
- Nęcki Z. (1995): *Negocjacje w biznesie*. Wydawnictwo Profesjonalnej Szkoły Biznesu, Kraków.
- Raiffa H. (1982): *The Art and Science of Negotiation*. Harvard University Press, Cambridge.
- Raiffa H., Richardson J., Metcalfe D. (2002): *Negotiation Analysis*. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge.
- Saaty T. (2001): *The Seven Pillars of the Analytic Hierarchy Process*. In: *Multiple Criteria Decision Making in the New Millennium. Proceedings of the 15th International Conference, MCDM*. Ed. M Köksalan. Springer. Lect. Notes Econ. Math. Syst. 507, Berlin.
- Schoop M., Jertila A., List T. (2003): *Negoisst: A Negotiation Support System for Electronic Business-to Business Negotiations in Ecommerce*. „Data Knowledge Engineering”, 47.
- Straffin P.D. (2004): *Teoria gier*. Wydawnictwo Naukowe Scholar, Warszawa.
- Stroebe M. (2003): *Engineering Electronic Negotiations*. Kluwer, New York.
- Thiessen E.M., Shakun M.F. (2009): *First Nations Negotiations in Canada: Action research using Smartsettle*. In: *Proceedings of GDN 2009: An International Conference on Group Decision and Negotiation*. Eds. D.M. Kilgour, Q. Wang. Wilfried Laurier University.
- Thiessen E.M., Soberg A. (2003): *Smartsettle Described with the Montreal Taxonomy*. „Group Decision and Negotiation”, 12.
- Thompson L. (1998): *The Mind and Heart of the Negotiator*. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey.
- Trzpiot G., Wachowicz T. (2001): *Metody statystycznej analizy wielowymiarowej w ocenie stylu negocjacji*. W: *Modelowanie Preferencji a Ryzyko '01*. Red. T. Trzaskalik. Wydawnictwo AE, Katowice.
- Wachowicz T. (2006): *E-negocjacje. Modelowanie, analiza i wspomaganie*. Wydawnictwo AE, Katowice.

- Wachowicz T. (2008): *NegoCalc: Spreadsheet Based Negotiation Support Tool with Even-Swap Analysis*. In: *Group Decision and Negotiation 2008: Proceedings – Full Papers*. Eds. J. Climaco, G. Kersten, J.P. Costa. INESC Coimbra.
- Wachowicz T. (2010): *Decision Support In Software Supported Negotiations*. „Journal of Business Economics and Management”, 11(4).
- Zbiegień-Maciąg L. (2001): *Taktyki i techniki negocjacyjne*. Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków.

NEGOTIATIONS IN THE AGE OF INTERNET

Summary

In this paper we address the problem of conducting negotiations via Web. We discuss the notion of negotiation support systems and electronic negotiation systems describing in details their functionalities. The discussion is framed by the three-phase negotiation process model, which distinguished different tasks and activities at each negotiation stage that requires different tools for their support or facilitation. We also show the examples of negotiation support systems considering both their advantages and disadvantages. We conclude with summary, in which we try to compare and evaluate the current software solutions.

Jakub Brzostowski

Politechnika Śląska

Tomasz Wachowicz

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

WYKORZYSTANIE IDEI AUTOMATYCZNEGO GENEROWANIA POWIERZCHNI INDYFERENCJI DO BUDOWY SYSTEMU OCENY OFERT NEGOCJACYJNYCH W SYSTEMIE WSPOMAGANIA NEGOCJACJI NegoManage

Wprowadzenie

W procesie wielokryterialnego podejmowania decyzji decydent staje przed bardzo trudnym problemem porównywania wariantów decyzyjnych opisanych pewną liczbą kryteriów, które zwykle pozostają ze sobą w konflikcie. Konflikt między kryteriami sprawia, że zazwyczaj polepszenie wartości (poziomu realizacji) jednego kryterium odbywa się kosztem pogorszenia poziomów realizacji innych kryteriów. Uchwycenie tych zależności oraz wycena różnic w poziomach realizacji poszczególnych kwestii nie są sprawą prostą, stąd też w analizie takich problemów decydenta niejednokrotnie stosuje się formalne metody i modele podejmowania decyzji. Istnieje wiele metod wielokryterialnego wspomaganie decyzji, różniących się założeniami, ograniczeniami czy też metodologią analizy preferencji. Wśród metod tych można wyróżnić np. MAUT (Multi Attribute Utility Theory) – [Keeney i Raiffa 1976], AHP [Saaty 1980], metody syntetycznego przewyższania ELECTRE [Roy 1968], PROMETHE [Brans 1982], czy metody opierające się na statystycznym pomiarze odległości, jak TOPSIS [Hwang i Yoon 1981] czy VIKOR [por. Opricovic i Tzeng 2004].

Metoda AHP opiera się na dekompozycji wyjściowego problemu decyzyjnego na elementy składowe oraz wielokrotnym porównaniu wszystkich tych elementów parami. W najprostszym przypadku dekomponujemy problem poprzez osobną specyfikację kryteriów oceny, które muszą zostać porównane parami w celu wyznaczenia ich wag (istotności) oraz wariantów decyzyjnych, które są porównywane parami ze względu na każde z kryteriów oceny z osobna, w celu wyznaczenia ich rankingów jednokryterialnych. Następnie AHP dokonuje agregacji tych wyników i wyznacza globalny wektor skali odzwierciedlający ranking wariantów. Metoda ta, choć powszechnie stosowana, ma poważną wadę, zmusza bowiem decydenta do dokonywania oceny wielu par elementów procesu decyzyjnego, co w dużych problemach decyzyjnych może być kłopotliwe, uciążliwe i skutkować brakiem spójności oceny. Metody wywodzące z MAUT, jak proste modele liniowe, sprowadzają się do wyznaczenia systemu scoringowego, w ramach którego decydent określa wagi kryteriów oraz użyteczności każdego poziomu realizacji (opcji) tych kryteriów. Do obliczenia scoringu wariantu trzeba obliczyć średnią ważoną poziomów realizacji wszystkich kryteriów, gdzie wartość opcji każdego kryterium jest wyznaczana z jednokryterialnej funkcji użyteczności uprzednio skonstruowanej dla każdego kryterium z osobna. Choć proste, metody opierające się na MAUT wymagają od decydenta arbitralnego przypisania ocen do opcji, co nie jest intuicyjne i wymaga uprzedniego przygotowania matematycznego. Metody z klasy ELECTRE oraz PROMETHE opierają się na koncepcji przewyższenia. W metodach tych określa się poziom przewyższenia jednego wariantu przez drugi dzięki badaniu różnic w poziomach realizacji poszczególnych wariantów. Po określeniu poziomu przewyższenia (np. za pomocą pewnych predefiniowanych funkcji preferencji – por. PROMETHEE) dla każdej pary wariantów, te poziomy są agregowane, aby stworzyć częściowy lub pełny ranking rozpatrywanych wariantów. Metody AHP, ELECTRE oraz PROMETHE konstruują rankingi dla z góry danych zbiorów wariantów i nie budują systemu scoringowego. Opierając się na idei porównań parami, metody te są bardzo wrażliwe na postać predefiniowanego zbioru wariantów decyzyjnych i przy najdrobniejszych jego zmianach mogą skutkować odwróceniem rankingów [por. De Keyser i Peeters 1996]. Metody TOPSIS i VIKOR wymagają z kolei od decydenta zdecydowanie najmniejszej ingerencji w procedurę obliczeniową. W wyznaczaniu rankingów wariantów operują one pewnym systemem punktów referencyjnych oraz statystyczną ideą pomiaru odległości między wariantami a punktami referencyjnymi. Kontrowersyjny na ogół jest jednak dobór wykorzystywanej metryki (bądź miary) odległości, która zastępuje tutaj funkcję

oceny (preferencji) decydenta, a która może determinować ranking uzyskany w wyniku zastosowania metody. Nie tylko ona może wpływać na uporządkowanie wariantów decyzyjnych, gdyż podobny efekt ma wybór stosowanej formuły normalizacji zmiennych, wymagany we wcześniejszych krokach algorytmu obliczeniowego tych metod. Wybór właściwej dla danego zagadnienia metody wielokryterialnego podejmowania decyzji nie jest więc sprawą prostą.

Sytuacja wspomagania negocjacji, w szczególności zaś budowy systemu oceny ofert negocjacyjnych, ma również swoją specyfikę. W fazie prenegocjacyjnej negocjatorzy przygotowują się do procesu negocjacyjnego, definiując w sposób mniej lub bardziej sformalizowany przestrzeń negocjacyjną, co pozwala w jakimś stopniu określić zbiór kwestii negocjacyjnych oraz potencjalnych zakresów zmienności poziomów realizacji tych kwestii [por. Lewicki et al. 1999]. Formalnie, wariant negocjacyjny może być opisany zestawem pewnych cech, co pozwala na zapisanie takiego wariantu w postaci wektora: $\bar{a} = (a_1, a_2, \dots, a_k) \in D^k$. W fazie strukturyzacji problemu negocjatorzy muszą natomiast wydzielić zestaw kwestii, które podlegają negocjacjom. Wariant jest więc odwzorowywany w przestrzeń kwestii, która zwykle będzie przedziałem liczbowym: $g_i : D^k \rightarrow [c_i, d_i] (g_i(\bar{a}) \in [c_i, d_i])$ (gdzie g_i jest funkcją przekształcającą wariant w poziom realizacji i -tej kwestii negocjacyjnej).

Oferty proponowane przez strony w toku negocjacji będą właśnie pochodzić z tak zdefiniowanego zbioru wariantów. W związku z tym negocjatorzy oczekują, iż wynikiem analizy ich preferencji będzie konstruowany formalnie system oceny ofert negocjacyjnych, a więc z punktu widzenia teorii decyzji – pewien system scoringowy. Klasyczne algorytmy metody porównywania parami oraz TOPSIS i VIKOR generują jedynie rankingi wariantów decyzyjnych, dlatego też nie znajdują tutaj zastosowania. Jedynie klasyczna metoda MAUT pozwala na wygenerowanie takiego scoringu. Wymaga ona jednak od decydenta określenia wag dla wszystkich kryteriów oceny (w kontekście negocjacji rozumianych jako kwestie negocjacyjne) oraz arbitralnego oceniania zdekomponowanych elementów problemu decyzyjnego. W problemie negocjacyjnym taka sytuacja nie jest pożądana, gdyż zbiory potencjalnych ofert, choć skończone, mogą być nieprzeliczalnie duże, co czyni proces definiowania ocen chociażby jedynie wybranych opcji istotnych, czasochłonnym i uciążliwym, o ile nie – z punktu widzenia praktyki zastosowania – niewykonalnym.

We wcześniejszej pracy Autorów [Brzostowski i Wachowicz 2011a], przedstawiającej badania nad analizą preferencji w negocjacjach, omówiono sposób generowania systemu scoringowego ofert negocjacyjnych, który na

etapie analizy preferencji pozwala na wyeliminowanie konieczności ważenia kryteriów oceny oraz na oceny pojedynczych opcji składowych tych ofert. Podejście to znalazło zastosowanie w systemie wspomagania negocjacji NegoManage [Brzostowski i Wachowicz 2009]. W zaproponowanej metodzie decydent konstruuje system scoringowy poprzez określenie zbiorów wariantów równoważnych (indyferentnych) oraz przypisanie tymże zbiorom poziomów użyteczności poprzez operowanie oceną jakościową (z predefiniowanej skali lingwistycznej). Zestaw tak określonych zbiorów wariantów indyferentnych wraz z przypisanymi do nich użytecznościami składa się na system scoringowy ofert negocjacyjnych, który następnie może być wykorzystany w trakcie negocjacji właściwych do oceny propozycji przedstawianych przez strony. System NegoManage buduje nad każdym zbiorem wariantów indyferentnych rozkład prawdopodobieństwa w taki sposób, aby dla dowolnego wariantu można było określić prawdopodobieństwo przynależności tego wariantu do danej warstwy (zbioru wariantów indyferentnych). W metodzie analizy preferencji systemu NegoManage rozróżniono dwie czynności o zgoła odmiennym charakterze, mianowicie: proces konstrukcji systemu scoringowego, jako określenie zbioru warstw z przypisaniem do nich użyteczności oraz proces oceny wariantu w trakcie negocjacji właściwych. Ocena wariantu odbywa się poprzez obliczenie prawdopodobieństw przynależności wariantu do wszystkich predefiniowanych wcześniej przez negocjatora warstw i obliczenia spłotu tychże prawdopodobieństw z użytecznościami przypisanymi do warstw. Jest to etap kalkulacji, realizowany automatycznie i nie wymaga jakiegokolwiek interwencji ze strony negocjatora. Proces konstrukcji systemu scoringowego wymaga jednakże już zaangażowania ze strony decydenta, konieczne jest bowiem zdefiniowanie, na podstawie subiektywnych przeświadczeń, zbiorów wariantów indyferentnych. Im więcej tych zbiorów i przykładów wariantów opisujących te zbiory, tym bardziej precyzyjny i adekwatnie opisujący preferencje negocjatora system oceny otrzymamy.

W niniejszej pracy zostanie przedstawiona propozycja automatycznej konstrukcji zbiorów wariantów indyferentnych na potrzeby systemu oceny ofert negocjacyjnych, opierająca się na koncepcji przedstawionej przez Keeney'a i Raiffę [1976]. W kolejnych częściach pracy zostaną przedstawione podstawowe elementy teorii związane z metodologicznym uzasadnieniem wykorzystania idei powierzchni indyferencji do wspomagania negocjacji. W części pierwszej zostanie omówiony warunek odpowiedniości współczynników trade-off, co pozwoli później – wykorzystując skalowanie conjoint – formalnie przedstawić algorytm generowania krzywych indyferencji. W dalszych częściach pracy dokonano uogólnień procedury na trzy lub większą liczbę kwestii negocjacyjnych.

W ostatniej sekcji, na przykładzie systemu NegoManage, zostanie przedstawiona kompletna procedura budowy systemu oceny ofert negocjacyjnych wykorzystujących kompletny mechanizm formalny omówiony we wcześniejszych częściach pracy.

1. Warunek odpowiedniości współczynników trade-off – addytywna funkcja użyteczności

Jednym z istotnych elementów związanych z generowaniem powierzchni (czy zbiorów) indyferencji jest zagadnienie analizy trade-off i interpretacji współczynników trade-off¹. W analizie preferencji współczynniki te definiują relacje między zmieniającymi się wartościami poziomów realizacji pewnych kryteriów oceny. Dzięki ich określeniu decydent jest świadomy tego, w jaki sposób słabe poziomy realizacji niektórych kwestii mogą zostać zrekomensowane przez wyższe (lepsze, bardziej preferowane) opcje innych kryteriów. W tej części pracy zostanie przytoczona koncepcja warunku odpowiedniości współczynników trade-off Keeney'ego i Raiffy [1976]. Warunek ten ma zastosowanie w automatycznym generowaniu zbioru wariantów nierozróżnialnych (indyferentnych) na podstawie koncepcji wariantów marginalnych. Wariant marginalny jest wariantem, w którym poziomy realizacji wszystkich kwestii przyjmują wartości rezerwacji² (tj. najgorsze poziomy realizacji tej kwestii akceptowane przez decydenta³) poza jedną kwestią, której poziom realizacji jest różny od poziomu rezerwacji. Wartość i -tej kwestii (X_i) należy do zbioru poziomów rozdzielczości ograniczonego poziomem rezerwacji oraz poziomem aspiracji: $X_i = [l_i, r_i] \subset R$.

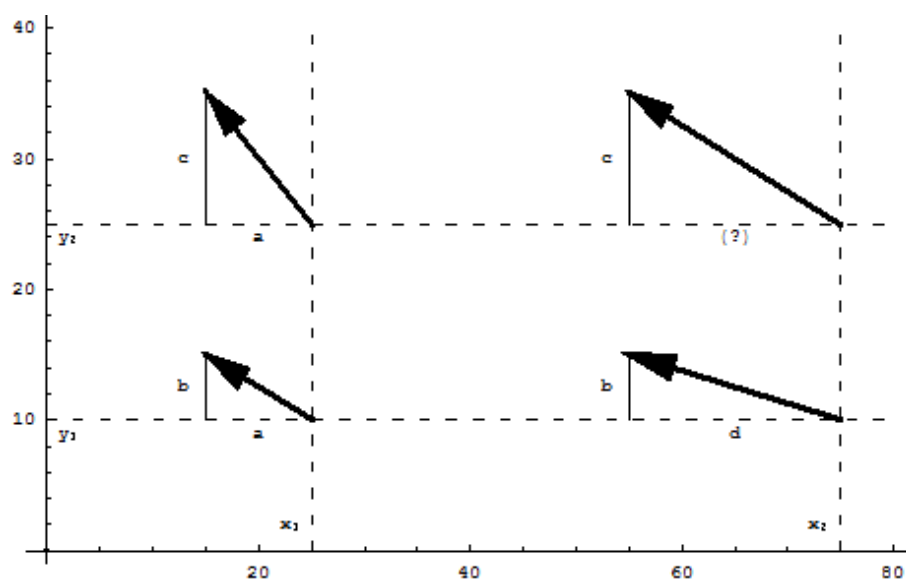
Wariant jest natomiast reprezentowany przez element ze zbioru $\prod_{i=1}^n X_i$ (gdzie n jest liczbą rozpatrywanych kwestii).

Analizę odpowiedniości współczynników trade-off przeprowadzimy na prostym przykładzie. Rozważmy cztery punkty w przestrzeni wariantów decyzyjnych, opisane dwoma kwestiami negocjacyjnymi X i Y , tj. $A(x_1, y_1)$, $B(x_1, y_2)$, $C(x_2, y_1)$, $D(x_2, y_2)$, przedstawione na rys. 1.

¹ Współczynniki te są również zwane współczynnikami wymiany lub kompensacji, lub stopami zastąpienia.

² Poziomy rezerwacji są również zwane w literaturze poziomami zastrzeżonymi decydenta.

³ W problemie maksymalizacji będą to najniższe wartości kwestii na jakie negocjator (decydent) jest się w stanie zgodzić, podczas gdy w problemie minimalizacji – najwyższe dopuszczalne i akceptowalne przez decydenta wartości tej kwestii.



Rys. 1. Współczynniki trade-off zgodnie z addytywną funkcją użyteczności

Źródło: Keeney i Raiffa [1976].

Analizując rys. 1 i przedstawione na nim informacje o możliwej kompensacji wartości ocen, łatwo odczytamy, że:

1. W punkcie A (x_1, y_1) zwiększenie poziomu realizacji kwestii Y o wartość b jest równe zapłaceniu wartości a w przestrzeni kwestii X.
2. W punkcie B (x_1, y_2) zwiększenie poziomu realizacji kwestii Y o wartość c jest równe zapłaceniu wartości a w przestrzeni kwestii X.
3. W punkcie C (x_2, y_1) zwiększenie poziomu realizacji kwestii Y o wartość b jest równe zapłaceniu wartości d w przestrzeni kwestii X.

W konsekwencji tak przedstawionych informacji pojawia się pytanie, ile warto jest (w przestrzeni kwestii X) w punkcie D (x_2, y_2) zwiększenie poziomu realizacji kwestii Y o c jednostek?

(*) Mówimy, że warunek odpowiedniości współczynników trade-off jest spełniony, jeśli ów przyrost jest wart zapłacie d w przestrzeni kwestii X i to bez względu na wartości $x_1, y_1, x_2, y_2, a, b, c$ oraz d . Okazuje się, że warunek ten jest spełniony, jeśli funkcja użyteczności jest określonej postaci.

Definicja 1.1. Struktura preferencji jest addytywna wtedy i tylko wtedy, gdy istnieje funkcja użyteczności odzwierciedlająca tę strukturę preferencji, która może być wyrażona w następującej postaci:

$$v(x, y) = v_X(x) + v_Y(y). \quad (1)$$

Twierdzenie 1.1. Struktura preferencji jest addytywna i wyraża się w postaci formuły (1), wtedy i tylko wtedy, gdy warunek odpowiedniości współczynników trade-off jest spełniony.

2. Generowanie krzywych indyferencji – skalowanie conjoint

Założmy, że mamy addytywną postać funkcji użyteczności postaci (1), co implikuje spełnienie warunku odpowiedniości współczynników trade-off. Rozpatrzmy teraz zagadnienie generowania krzywych indyferencji dla kolejnych wartości funkcji użyteczności. Niech x_0 oraz y_0 będą najniższymi możliwymi poziomami realizacji kolejno dla kwestii X oraz Y , najgorszymi dla decydenta. Wobec tak określonego punktu początkowego całą tę procedurę da się zapisać etapami w zgrubnym algorytmie:

1. Definiujemy $v(x_0, y_0) = u_0$, gdzie u_0 jest najniższą wartością użyteczności przypisaną do najgorszego rozważanego wariantu.
2. Następnie określamy wartość u_1 , która jest pewnym wybranym przez decydenta poziomem użyteczności. Prosimy decydenta o zidentyfikowanie dwóch wariantów marginalnych (x_0, y_1) oraz (x_1, y_0) , które zapewnią mu użyteczność (jakość) na poziomie u_1 . Decydent określa zatem dwa nierozróżnialne warianty, dla których poziom realizacji jednej z kwestii przyjmuje wartość minimalną, natomiast wartość poziomu realizacji drugiej kwestii zostaje odpowiednio zwiększona do takiego poziomu, aby warianty osiągnęły wartość użyteczności u_1 . Warianty te są indyferentne, a wypłaty z nimi związane, w sensie użyteczności, równe, co można zapisać

$$(x_1, y_0) \approx (x_0, y_1), \quad v(x_1, y_0) = u_1 = v(x_0, y_1). \quad (2)$$

3. Analizujemy teraz kolejną wartość użyteczności równą u_2 . Decydent wybiera taką wartość użyteczności u_2 , którą zapewnia wariant (x_1, y_1) , zbudowany z niezastrzeżonych poziomów realizacji wariantów marginalnych określonych w pierwszym kroku. Wzorem poprzedniego kroku, dla nowo zdefiniowanego poziomu użyteczności u_2 decydent określa dwa warianty marginalne, indyferentne między sobą i jednocześnie indyferentne z wariantem (x_1, y_1) , tj.

$$(x_2, y_0) \approx (x_1, y_1) \approx (x_0, y_2) \quad v(x_1, y_1) = u_2. \quad (3)$$

4. Na podstawie wcześniejszych definicji decydenta dokonujemy skalowania, przyjmując, że

$$(x_1, y_2) \approx (x_2, y_1). \quad (4)$$

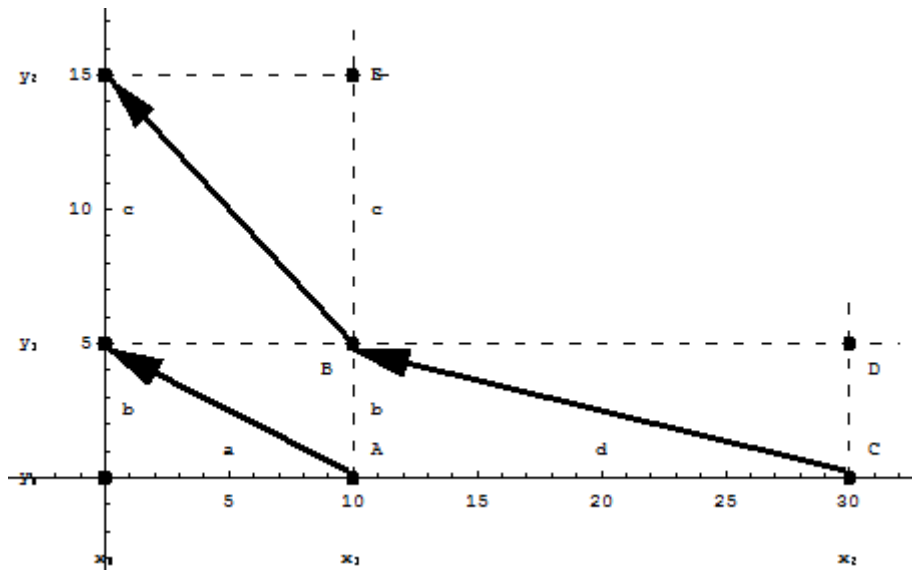
Powyższa równoważność jest spełniona, jeśli zachodzi warunek odpowiedniości współczynników trade-off. Jeśli porównamy rys. 1 oraz 2 możemy zaobserwować, że warunek odpowiedniości współczynników trade-off implikuje, że odległość w przestrzeni kwestii X pomiędzy punktami B i D musi być równa d i dlatego też punkty D i E są indyferentne.

5. Zakładając, że indyferentność między punktami D i E zachodzi, decydent określa poziom użyteczności u_3 dla następnej krzywej indyferencji, zawierającej warianty (x_1, y_2) oraz (x_2, y_1) . Następnie decydent definiuje warianty marginalne dla tego poziomu wartości użyteczności, tj.

$$(x_3, y_0) \approx (x_2, y_1) \approx (x_1, y_2) \approx (x_0, y_3) \quad v(x_2, y_1) = u_3. \quad (5)$$

6. Kolejne krzywe indyferencji (dla zwiększających się wartości użyteczności) są generowane w sposób analogiczny.

Powyższy proces generowania krzywych indyferencji zilustrowano w formie graficznej na rys. 2.



Rys. 2. Generowanie krzywych indyferencji z warunku odpowiedniości współczynników trade-off

Źródło: Keeney i Raiffa [1976].

3. Powierzchnie indyferencji w przypadku trzech kwestii negocjacyjnych

Obecnie będzie omawiane zagadnienie rozszerzenia koncepcji definiowania krzywych indyferencji z poprzedniej części pracy na zagadnienie decyzyjne (negocjacyjne), uwzględniające trzy kryteria oceny (kwestie).

Definicja 3.1. [Keeney i Raiffa 1976]. Wariant decyzyjny o konsekwencjach (x', y') jest warunkowo preferowany względem wariantu o konsekwencjach (x'', y'') przy danym z' wtedy i tylko wtedy, gdy (x', y', z') jest preferowane od (x'', y'', z') .

Warunkowa indyferencja jest definiowana w sposób analogiczny do preferencji z definicji 2, dlatego też można mówić o warunkowych krzywych indyferencji w przestrzeni $X \times Y$ przy danym z' . Prowadzi to w konsekwencji do następującej definicji:

Definicja 3.2. [Keeney i Raiffa 1976]. Para kwestii X i Y jest preferencyjnie niezależna od kwestii Z , jeśli preferencje warunkowe w przestrzeni $X \times Y$ przy danym z' nie zależą od z' .

Założmy, że para kwestii $\{X, Y\}$ jest preferencyjnie niezależna od Z . Jeśli spełnione jest następujące zdanie:

$$(x_1, y_1, z') \approx (x_2, y_2, z'), \quad (6)$$

wtedy jest również spełnione zdanie:

$$(x_1, y_1, z) \approx (x_2, y_2, z) \quad \forall z \in Z. \quad (7)$$

Mając zdefiniowane zależności preferencyjne między kryteriami oceny wariantów decyzyjnych, możemy przystąpić do zdefiniowania funkcji użyteczności dla problemu decyzyjnego o trzech kryteriach.

Twierdzenie 3.1. [Keeney i Raiffa, 1976]. Funkcja użyteczności v może zostać wyrażona w postaci addytywnej:

$$v(x, y, z) = v_X(x) + v_Y(y) + v_Z(z), \quad (8)$$

gdzie v_X , v_Y oraz v_Z są jednokryterialnymi funkcjami użyteczności, wtedy i tylko wtedy, gdy $\{X, Y\}$ jest preferencyjnie niezależne od Z , $\{X, Z\}$ jest preferencyjnie niezależne od Y oraz $\{Y, Z\}$ jest preferencyjnie niezależne od X .

Definicja 3.3. [Keeney i Raiffa 1976]. Jeśli każda para kwestii jest preferencyjnie niezależna od swojego dopełnienia, to kwestie są parami preferencyjnie niezależnymi.

W poprzedniej części pracy omówiono konstrukcję krzywych indyferencji w przestrzeni dwóch kryteriów (kwestii negocjacyjnych). Procedurę rozpoczęto od ustalenia wartości x_0 , y_0 oraz odpowiadającej im użyteczności zerowej. Następnie pytaliśmy decydenta o określenie x_1 i y_1 , budując na ich podstawie warianty marginalne, a w kolejnym etapie o x_2 oraz y_2 . Warunek odpowiedniości współczynników trade-off został wykorzystany po to, by uzasadnić indyferencję wariantów (x_1, y_2) i (x_2, y_1) . Teraz użyjemy idei preferencyjnej niezależności parami, aby dokonać analogicznej procedury budowy zbiorów wariantów indyferentnych w przestrzeni trzech kwestii:

1. Decydent dobiera wartości x_0 , y_0 oraz z_0 , aby zachodził warunek:

$$v(x_0, y_0, z_0) = u_0, \quad (9)$$

gdzie u_0 jest najniższą możliwą wartością użyteczności.

2. Decydent określa wartości x_1 , y_1 oraz z_1 w celu skonstruowania wariantów marginalnych takich, że:

$$(x_1, y_0, z_0) \approx (x_0, y_1, z_0) \approx (x_0, y_0, z_1), \quad (10)$$

$$u_1 = v(x_1, y_0, z_0) = v(x_0, y_1, z_0) = v(x_0, y_0, z_1). \quad (11)$$

3. Z kroku drugiego wiemy, że $(x_1, y_0) \approx (x_0, y_1)$ przy danym z_0 , dlatego też punkty (x_1, y_0) , (x_0, y_1) muszą być warunkowo indyferentne również przy danym z_1 . Jako konsekwencję tej obserwacji otrzymujemy następujące stwierdzenie:

$$(x_1, y_0, z_1) \approx (x_0, y_1, z_1). \quad (12)$$

Podobnie, drugi krok skutkuje indyferencją $(x_1, z_0) \approx (x_0, z_1)$ przy danym y_0 . Z preferencyjnej niezależności $\{X, Z\}$ od Y wynika również indyferencja $(x_1, z_0) \approx (x_0, z_1)$ przy danym y_1 , czyli: $(x_1, y_1, z_0) \approx (x_0, y_1, z_1)$.

4. Prosimy decydenta o określenie takich wartości x_2 , y_2 oraz z_2 , aby dla określonego u_2 zachodziło:

$$(x_2, y_0, z_0) \approx (x_0, y_2, z_0) \approx (x_0, y_0, z_2) \approx (x_1, y_1, z_0) \quad (13)$$

$$u_2 = v(x_2, y_0, z_0) = v(x_0, y_2, z_0) = v(x_0, y_0, z_2) = v(x_1, y_1, z_0) \quad (14)$$

Aby konstruować kolejne zbiory wariantów indyferentnych, musimy odpowiedzieć na pytanie, skąd wiemy (bez warunku odpowiedniości współczynników trade-off), że prawdziwe będzie następujące stwierdzenie:

$$(x_2, y_1, z_0) \approx (x_1, y_2, z_0). \quad (15)$$

Najpierw musimy wykazać, że zachodzi $(x_2, y_1, z_0) \approx (x_1, y_1, z_1)$ oraz $(x_1, y_2, z_0) \approx (x_1, y_1, z_1)$, a wówczas korzystając z przechodniości relacji indyferencji potwierdzimy prawdziwość naszego stwierdzenia (15).

Wiemy, że zachodzi:

$$(x_2, y_0, z_0) \approx (x_1, y_0, z_1). \quad (16)$$

Jako że $\{X, Z\}$ jest preferencyjnie niezależne od Y , możemy zamienić y_0 na y_1 w stwierdzeniu (16), co skutkuje prawdziwością stwierdzenia:

$$(x_2, y_1, z_0) \approx (x_1, y_1, z_1). \quad (17)$$

W sposób analogiczny wykażemy również, że

$$(x_1, y_2, z_0) \approx (x_1, y_1, z_1). \quad (18)$$

Z podstawienia prawych stron stwierżeń (16) i (17) udowadniamy prawdziwość (15).

Powyższa procedura pokazuje, jak w przestrzeni trzech kwestii można skonstruować powierzchnie indyferencji w przypadku addytywnej struktury preferencji.

4. Uogólnienie procedury generowania powierzchni indyferencji na przypadek z dowolną liczbą kwestii

Rozpatrzmy teraz przypadek decyzyjny z większą liczbą kryteriów oceny. Przyjmiemy, że dysponujemy zestawem kwestii $X_1, X_2, \dots, X_s, X_{s+1}, \dots, X_n$. Dzielimy ten zestaw na dwa podzestawy Y oraz Z , tj.

$$Y = \{X_1, \dots, X_s\} \quad Z = \{X_{s+1}, \dots, X_n\}. \quad (19)$$

Podział (19) może być jakimkolwiek podziałem wyjściowego zestawu kwestii (indeksy mogą być permutowane bez utraty ogólności), dlatego też będziemy zakładać, że zestaw Y zawiera jakiejkolwiek s kwestii z całego zestawu wyjściowego, a Z jest jego dopełnieniem.

Definicja 4.1. [Keeney i Raiffa 1976]. Jeśli $\bar{y}', \bar{y}'' \in Y$ oraz $\bar{z}' \in Z$, wówczas będziemy mówić, że $\bar{y}'$ jest warunkowo indyferentne z $\bar{y}''$ przy danym $\bar{z}'$, wtedy i tylko wtedy, gdy

$$(\bar{y}', \bar{z}') \approx (\bar{y}'', \bar{z}'). \quad (20)$$

Definicja 4.2. [Keeney i Raiffa 1976]. Zestaw Y jest preferencyjnie niezależny od swojego dopełnienia Z , wtedy i tylko wtedy, gdy warunkowa struktura preferencji w przestrzeni Y przy danym $\bar{z}'$ ($\bar{z}' \in Z$) nie zależy od $\bar{z}'$. Symbolicznie, Y jest preferencyjnie niezależne od Z , wtedy i tylko wtedy, gdy dla pewnego $\bar{z}'$ zachodzi:

$$(\bar{y}', \bar{z}') \approx (\bar{y}'', \bar{z}') \Rightarrow (\bar{y}', \bar{z}) \approx (\bar{y}'', \bar{z}), \quad \forall \bar{z} \in Z, \forall \bar{y}', \bar{y}'' \in Y. \quad (21)$$

Definicja 4.3. [Keeney i Raiffa 1976]. Kwestie $X_1, X_2, \dots, X_n$ są wzajemnie preferencyjnie niezależne, jeśli każdy podzbiór Y tychże kwestii, jest preferencyjnie niezależny od uzupełniającego zbioru kwestii (od swojego dopełnienia w zbiorze wszystkich kwestii).

Twierdzenie 4.1. [Keeney i Raiffa 1976]. Przy danych kwestiach $X_1, X_2, \dots, X_n$, gdzie $n \geq 3$, addytywna funkcja użyteczności

$$v(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^n v_i(x_i), \quad (22)$$

gdzie v_i jest funkcją użyteczności w zbiorze X_i istnieje wtedy i tylko wtedy, gdy kwestie są wzajemnie preferencyjnie niezależne.

W poprzednich częściach pracy przedstawiono procedurę skalowania conjoint służącą do generowania krzywych indyferencji w przestrzeni dwóch kwestii oraz analogiczną procedurę służącą do generowania powierzchni indyferencji w przestrzeni trzech kwestii. Warunek wzajemnej preferencyjnej niezależności pozwala na generowanie powierzchni indyferencji w przestrzeni dowolnej liczby kwestii. Przy założeniu addytywnej struktury preferencji powierzchnie te mogą zostać wygenerowane w następujący sposób:

1. Definicję rozpoczynamy od powierzchni indyferencji z najniższym poziomem użyteczności. Zakładając, że rozpatrujemy n kwestii (kryteriów) decydujemy najpierw dobiera punkty marginalne $x_0^1, x_0^2, \dots, x_0^n$, takie, że

$$v(x_0^1, x_0^2, \dots, x_0^n) = u_0, \quad (23)$$

gdzie u_0 jest najniższą możliwą wartością użyteczności.

Pierwsza powierzchnia indyferencji składa się zatem z jednego punktu.

2. Decydent jest proszony o określenie wariantów marginalnych, dla drugiej powierzchni indyferencji.

$$(x_1^1, x_0^2, \dots, x_0^n)$$

$$(x_0^1, x_1^2, \dots, x_0^n)$$

$\vdots$

$$(x_0^1, x_0^2, \dots, x_1^n)$$

W przypadku tworzonych wariantów marginalnych, zgodnie z definicją, wszystkie kwestie zostały ustawione na wartość x_0^i z wyjątkiem jednej kwestii, której wartość została ustawiona na x_1^i . Kolejnych n wariantów marginalnych stanowi następną powierzchnię indyferencji, do której decydent przypisuje poziom użyteczności u_1 . W związku z tym:

$$v(x_1^1, x_0^2, \dots, x_0^n) = v(x_0^1, x_1^2, \dots, x_0^n) = \dots v(x_0^1, x_0^2, \dots, x_1^n) = u_1. \quad (24)$$

3. Do kolejnej (trzeciej) powierzchni indyferencji dodaje się nowe warianty, na podstawie wiedzy zdobytej podczas generowania drugiej powierzchni indyferencji. Warianty trzeciej powierzchni indyferencji są tworzone w sposób następujący:

- a) używamy punktów marginalnych pierwszych dwóch powierzchni:

$$x_0^1, x_0^2, \dots, x_0^n, x_1^1, x_1^2, \dots, x_1^n;$$

- b) tworzymy zbiór wariantów S_3 , taki że:

$$S_3 = \{(x_{k_1}^1, x_{k_2}^1, \dots, x_{k_n}^1) \mid k_1 + k_2 + \dots + k_n = 2 \wedge \forall i \mid k_i \in \{0,1\}\}. \quad (25)$$

Zbiór S_3 stanowi część powierzchni trzeciej i zawiera wszystkie warianty, dla których dolne indeksy sumują się do dwójki oraz indeksy te są ze zbioru $\{0,1\}$. Taka metoda generowania wariantów jest uogólnieniem metody generowania wariantów przedstawionej w poprzednich rozdziałach.

4. Decydent jest proszony o dodanie wariantów marginalnych do trzeciej powierzchni indyferencji:

$$\begin{aligned} &(x_2^1, x_0^2, \dots, x_0^n) \\ &(x_0^1, x_2^2, \dots, x_0^n) \\ &\vdots \\ &(x_0^1, x_0^2, \dots, x_2^n) \end{aligned}$$

Te warianty powinny być indyferentne do wariantów wygenerowanych przez procedurę uprzednio dla tej powierzchni.

5. Dodajemy do czwartej powierzchni warianty, na podstawie wartości punktów marginalnych $x_0^1, x_0^2, \dots, x_0^n, x_1^1, x_1^2, \dots, x_1^n, x_2^1, x_2^2, \dots, x_2^n$ pierwszych trzech powierzchni. Warianty dla czwartej powierzchni indyferencji są generowane w sposób następujący:

$$S_4 = \{(x_{k_1}^1, x_{k_2}^1, \dots, x_{k_n}^1) \mid k_1 + k_2 + \dots + k_n = 3 \wedge \forall i \mid k_i \in \{0, 1, 2\}\}. \quad (26)$$

Zbiór S_4 stanowi zbiór wariantów indyferentnych dla czwartej powierzchni.

Ten zbiór zawiera warianty, dla których dolne indeksy sumują się do trójki i nie zawiera jeszcze wariantów marginalnych.

6. Decydent jest proszony o dodanie do czwartej powierzchni wariantów marginalnych następującej postaci:

$$\begin{aligned} &(x_3^1, x_0^2, \dots, x_0^n) \\ &(x_0^1, x_3^2, \dots, x_0^n) \\ &\vdots \\ &(x_0^1, x_0^2, \dots, x_3^n) \end{aligned}$$

7. Decydent kontynuuje procedurę dodawania wariantów marginalnych do następnych powierzchni, kończąc na powierzchni m -tej, która jest ostatnią powierzchnią zawierającą warianty marginalne.
8. Automatycznie uzupełniamy kolejne powierzchnie, dodając do każdej z nich warianty w następujący sposób:

$$S_l = \{(x_{k_1}^1, x_{k_2}^1, \dots, x_{k_n}^1) \mid k_1 + k_2 + \dots + k_n = l - 1 \wedge \forall i \mid k_i \in \{0, 1, 2, \dots, m\}\}. \quad (27)$$

Zbiór S_l ($m \leq l \leq p$) stanowi powierzchnię indyferencji zawierającą warianty, dla których dolne indeksy sumują się do $l - 1$ oraz dolne indeksy nie przekraczają m . S_{p+1} jest ostatnią powierzchnią indyferencji.

Powyższa procedura jest odpowiednia dla struktury preferencji, dla której zachodzi warunek wzajemnej preferencyjnej niezależności. Ponadto warunek ów zachodzi, gdy struktura preferencji jest addytywna. Mimo że w tej pracy nie zakłada się wzajemnej preferencyjnej niezależności, procedura nadaje się do wygenerowania wstępnej postaci zestawu powierzchni indyferencji, a następnie korekty wariantów w ramach tychże powierzchni tak, aby warianty były zgodne z ogólniejszą formą nieaddytywnej struktury preferencji decydenta.

5. System oceny ofert negocjacyjnych opierających się na deklarowanych powierzchniach indyferencji

W poprzednich rozdziałach przedstawiono procedurę automatycznego generowania powierzchni indyferencji, którą wykorzystuje się w systemie wspomagania negocjacji NegoManage. Ręczne generowanie zbiorów wariantów indyferentnych jest uciążliwe, lecz zwykle, automatycznie wygenerowane powierzchnie indyferencji są zgodne jedynie z addytywną postacią funkcji użyteczności. Jako że we wspomaganiu negocjacji w systemie NegoManage nie zakłada się addytywności, powierzchnie po automatycznym wygenerowaniu muszą być ręcznie zmodyfikowane, by odzwierciedlać nieliniowe preferencje.

W systemie NegoManage negocjator definiuje preferencje, określając najpierw odwzorowanie poziomów skali lingwistycznej w wartości numeryczne, a następnie liczbę kwestii negocjacyjnych oraz liczbę powierzchni indyferencji. Są to podstawowe dane niezbędne do zidentyfikowania ogólnej struktury problemu negocjacyjnego. Dalsza strukturyzacja problemu wymaga od negocjatora zdefiniowania zakresów zmienności poziomów realizacji wszystkich kwestii negocjacyjnych wraz z określeniem monotoniczności tychże kwestii. W obecnej wersji systemu w negocjacjach są dopuszczane jedynie kwestie ilościowe lub jakościowe, o zdefiniowanych ekwiwalentach numerycznych. Dwa główne okna definiowania struktury problemu negocjacyjnego w NegoManage przedstawiono na rys. 3.

Lewa formatka z rys. 3 pozwala na kalibrację przyjętej skali lingwistycznej, zdefiniowanie ekwiwalentów numerycznych skali⁴ oraz określenie liczby warstw – powierzchni indyferencji (klas jakości potencjalnych ofert negocjacyjnych) – oraz liczby kwestii. Druga formatka (prawa) pozwala na identyfikację z nazwy kwestii negocjacyjnych oraz – poprzez określenie skrajnych wartości

⁴ Podstawy teoretyczne takiego i innych sposobów kalibracji skali lingwistycznej można znaleźć np. w pracy [Jadidi et al. 2008]. Dokładny opis podwójnej, zintegrowanej skali lingwistycznej wykorzystanej w NegoManage można znaleźć w pracy: [Brzostowski i Wachowicz 2011b].

poziomów realizacji kwestii – wyznaczenie dopuszczalnej przestrzeni negocjacyjnej. Negocjator określa również w sposób ogólny pożądaną porządek wartości poziomów realizacji tej kwestii (oznaczenie monotoniczności).

Kalibracja skali

Wartość lingwistyczna	Wartość numeryczna
Bardzo Słabo	0
Słabo	10
Nisko	20
Średnio	30
Średnio Zadowolająco	40
Zadowolająco	50
W Pełni Zadowolająco	60

Wartość lingwistyczna	Wartość numeryczna
Równy z	0
Nieznacznie Wyżej niż	10
Trochę Wyżej niż	20
Wyżej niż	30
Znacznie Wyżej niż	40
Dużo Wyżej niż	50
O Wiele Wyżej niż	60

Liczba powierzchni [5,24] 22
Liczba kwestii negocjacyjnych [3,5] 3

Language: ☐ English ☒ Polish

Zatwierdź Pobierz dane z pliku

Atrybuty negocjacyjne

Cel nr 1: Cena
Wartość dolna: 50
Wartość górna: 500
Monotoniczność: ☒ dodatnia ☐ ujemna

Cel nr 2: Gwarancja
Wartość dolna: 30
Wartość górna: 60
Monotoniczność: ☐ dodatnia ☒ ujemna

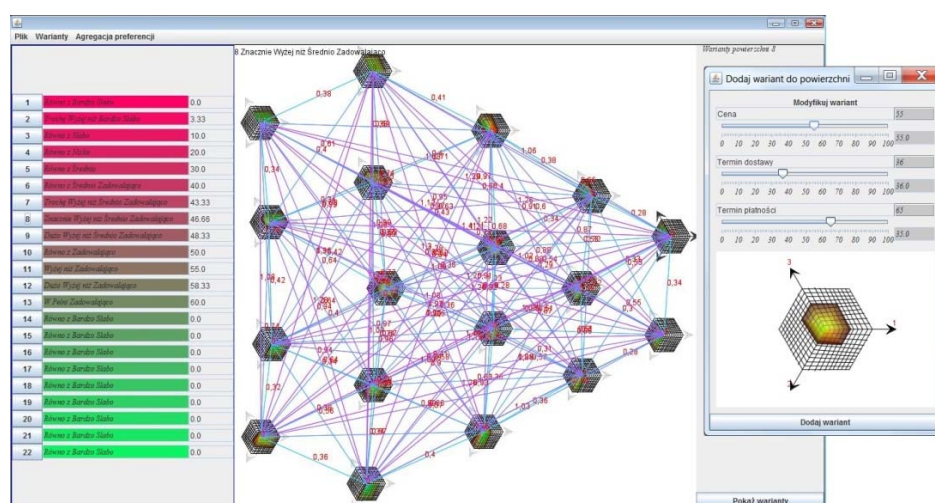
Cel nr 3: Czas dostawy
Wartość dolna: 7
Wartość górna: 21
Monotoniczność: ☐ dodatnia ☒ ujemna

Zatwierdź

Rys. 3. Formatki definiowania struktury problemu w NegoManage

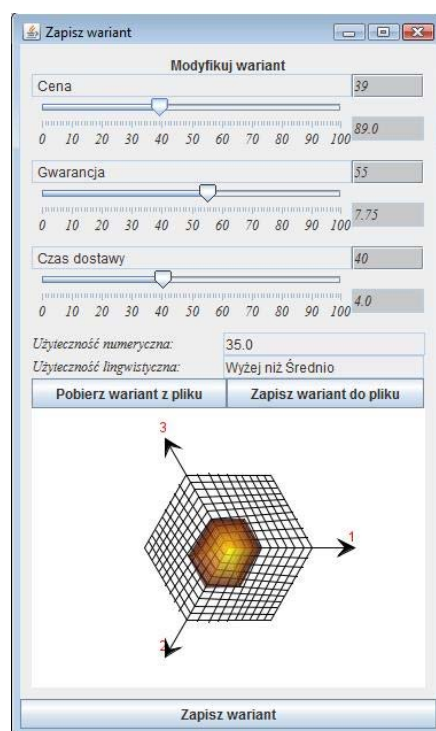
W kolejnym kroku analizy preferencji negocjator jest proszony o podanie przykładów ofert reprezentujących każdą z zadeklarowanych przez niego warstw. Posługując się narzędziem graficznym, negocjator buduje hiperkostkę o kształcie zależnym od wybranych przez niego poziomów realizacji wszystkich kwestii z jakich ma się składać oferta. Po dodaniu jednej oferty do warstwy jest proszony o zadeklarowanie jeszcze kilku wariantów należących do tej samej warstwy (o tej samej jakości), a różniących się poziomami realizacji kwestii od oferty pierwszej. Im więcej takich hiperkostek zadeklaruje negocjator, tym bardziej precyzyjny system oceny otrzyma w efekcie. Takie operacje negocjator powtarza dla wszystkich zadeklarowanych powierzchni indyferencji. Następnie dla każdej klasy jakości ofert negocjacyjnych system konstruuje rozkład prawdopodobieństwa nad odpowiadającą tej klasie powierzchnią indyferencji [Brzostowski i Wachowicz 2011]. Najpierw zbiór wariantów indyferentnych jest dzielony na klastry na podstawie algorytmu statystycznej klasteryzacji, a następnie dla każdego klastra jest budowany rozkład normalny prawdopodobieństwa przynależności wariantów do klastra. Ostatecznie rozkłady dla wszystkich klastrów są agregowane, by stworzyć wielomodalny rozkład prawdopodobieństwa nad

całym zbiorem wariantów indyferentnych. Obliczenia te są realizowane przez system z pominięciem interakcji z użytkownikiem (negocjatorem). Użytkownik przypisuje jedynie do każdego zbioru wariantów indyferentnych poziom lingwistycznej użyteczności. W efekcie otrzymuje się więc zestaw rozkładów prawdopodobieństwa wraz z lingwistycznymi ocenami jakości (użytecznościami) przypisanymi do każdej z powierzchni indyferencji. Taki zestaw danych stanowi system scoringowy, który może być użyty do oceny dowolnej oferty negocjacyjnej z predefiniowanej wcześniej przestrzeni negocjacyjnej (zbioru ofert dopuszczalnych). Przykład definiowania oferty na potrzeby danej klasy oraz kompletnie zdefiniowaną klasę z ofertami ją reprezentującymi (hiperkostkami) z wystymowanym dla niej poziomem użyteczności przedstawiono na rys. 4.



Rys. 4. Deklaracja oferty i obraz powierzchni indyferencji w systemie NegoManage

W fazie negocjacji właściwych system scoringowy może zostać użyty do oceny dowolnego wariantu wybranego przez negocjatorów ze zbioru wariantów dopuszczalnych. Aby ocenić proponowaną ofertę negocjacyjną, NegoManage najpierw wyznacza poziomy przynależności wybranego wariantu do poszczególnych warstw, czyli prawdopodobieństwa lokalizacji wariantu na poszczególnych powierzchniach indyferencji. W następnym kroku jest wyznaczany spłot sekwencji prawdopodobieństw z sekwencją użyteczności (suma iloczynów prawdopodobieństw i poziomów użyteczności dla wszystkich warstw). Taka agregata stanowi wartość oczekiwaną użyteczności dla ocenianego wariantu i w formie oceny numerycznej jest prezentowana negocjatorowi (rys. 5).



Rys. 5. Formatka oceny jakości (użyteczności) wybranej oferty negocjacyjnej

Podsumowanie

Przedstawione w niniejszej pracy rozważania miały na celu przybliżenie idei budowy systemu oceny ofert negocjacyjnych (systemu scoringowego w ogólności), opierającego się na koncepcji powierzchni indyferencji. Taki system powstaje na podstawie danych wejściowych wprowadzanych przez negocjatora w postaci przykładów kompletnych ofert negocjacyjnych, którym towarzyszą pewne oceny (opis użyteczności), np. definiowane z użyciem skali lingwistycznej. Warianty podobne tworzą warstwy (klastry) tej samej jakości. Aby z tak zdefiniowanej struktury preferencji można było wnioskować o ocenie dowolnej oferty negocjacyjnej, pobranej z predefiniowanego zbioru wariantów dopuszczalnych, muszą być jednak spełnione pewne założenia co do postaci preferencji i współczynników wymiany (trade-off). W związku z tym w niniejszej pracy skupiono się na przypomnieniu wybranych idei wieloatrybutowej teorii użyteczności, wykorzystywanych do tworzenia systemu oceny ofert negocjacyjnych. Wywodząc z warunku odpowiedniości współczynników trade-off w kla-

sycznym ujęciu wielokryterialnym, przedstawiono kolejno sposób generowania krzywych indyferencji dla tego przypadku oraz jego uogólnienie na przypadek trzech lub więcej kwestii negocjacyjnych (kryteriów). Przybliżono również system oceny ofert opierających się na tym uogólnieniu, zaimplementowany w postaci modułu analizy preferencji systemu wspomagania negocjacji NegoManage.

Proponowana procedura analizy preferencji może być alternatywą do klasycznych systemów opierających się na prostych, addytywnych funkcjach scoringowych. Procedura ta nie wymaga bowiem od negocjatorów żmudnego i nieintuicyjnego przypisywania abstrakcyjnych punktów oceny (użyteczności) do wszystkich kwestii negocjacyjnych i ich poziomów realizacji – co w przypadku dużych problemów negocjacyjnych może być wręcz niewykonalne w rozsądnym, przeznaczonym na przygotowanie do negocjacji czasie. Wymaga ona jedynie od negocjatora zdefiniowania przykładów ofert (kontraktów) – reprezentantów pewnych klas jakości (np. wariantów bardzo dobrych, średnich, miernych itp.). Klasom tym są przypisywane oceny lingwistyczne, których ekwiwalenty numeryczne (w postaci oceny liczbowej) można otrzymać dzięki wcześniejszej kalibracji tej skali. Analizując następnie podobieństwo zgłaszanych w toku negocjacji wariantów do klas (reprezentowanych w postaci warstw – powierzchni indyferencji) zaproponowane w pracy narzędzie informatyczne jest w stanie, poprzez stosowne uogólnienia, wyznaczyć ocenę końcową wyrażoną zarówno w postaci termów lingwistycznych użytej skali zintegrowanej, jak i poprzez numeryczne oceny. Potwierdzenie aplikacyjności i użyteczności takiej metody analizy preferencji wymaga jednakże stosownych testów na eksperymentalnych grupach negocjatorów. Symulacje negocjacyjne planuje się przeprowadzić na grupach negocjujących studentów kierunków informatycznych i matematycznych.

Literatura

- Brans J.P. (1982): *L'ingenierie de la decision. Elaboration dinstruments daide a la decision. Methode PROMETHEE*. In: *Laide a la Decision: Nature, Instruments et Perspectives Davenir*. Eds. R. Nadeau, M. Landry. Presses de Universite Laval, Quebec, Canada.
- Brzostowski J., Wachowicz T. (2009): *Conceptual Model of eNS For Supporting Preference Elicitation and Counterpart Analysis*. In: *Proceedings of GDN 2009: An International Conference on Group Decision and Negotiation*. Eds. D.M. Kilgour, Q. Wang. Wilfried Laurier University.
- Brzostowski J., Wachowicz T. (2011a): *Preference Consistency Analysis in the Negotiation Offers' Evaluation System based on the Concept of Indifference Set and Extended Linguistic Scales*. IWoMCDM – Ustroń 2011.

- Brzostowski J., Wachowicz T. (2011b): *Użycie skal lingwistycznych do opisu użyte czności w procesie analizy preferencji*. Ogólnopolska Konferencja Naukowa Modelowanie Preferencji a Ryzyko – Ustroń 2011.
- De Keyser W., Peeters P. (1996): *A Note on the Use of PROMETHEE Multicriteria Methods*. „European Journal of Operational Research”, No. 89.
- Hwang C.L., Yoon K. (1981): *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Springer-Verlag, Berlin.
- Jadidi O., Hong T.S., Firouzi F., Yusuff R.M., Zulkifli N. (2008): *TOPSIS and Fuzzy Multi-Objective Model Integration for Supplier Selection Problem*. „Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering”, 31(2).
- Keeney R., Raiffa H. (1976): *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs*. Cambridge University Press.
- Lewicki R., Saunders D., Minton J. (1999): *Negotiation*. The MacGraw-Hill Companies, Boston.
- Opricovic S., Tzeng G.H. (2004): *Compromise Solution by MCDM Methods: A Comparative Analysis of VIKOR and TOPSIS*. „European Journal of Operational Research”, No. 156 (2).
- Roy B. (1968): *Classement et choix en présence de points de vue multiples (la méthode ELECTRE)*. „La Revue d'Informatique et de Recherche Opérationnelle” (RIRO), No. 8.
- Saaty T. (1980): *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw Hill, New York.
- Saaty T.L., Alexander J.M. (1989): *Conflict Resolution: The Analytic Hierarchy Approach*. Praeger, New York.

AUTOMATED GENERATION OF INDIFFERENCE SURFACES FOR THE FORMATION OF NEGOTIATION OFFER'S SCORING SYSTEM IN THE NEGOTIATION SUPPORT SYSTEM NegoManage

Summary

In this paper we discuss the mechanism for building the negotiation offers' scoring system by means of the automatically generated indifference surfaces. We introduce the classic approach based on trade-off analysis first, that derives from multiple attribute value theory and present its application for the simplest case of two- and three-criteria decision problem. Then we analyze its generalization for the cases with more than three decision criteria, which involves also the interaction with decision maker. Finally we present the models software implementation that is applied in the negotiation support system called NegoManage.

Donata Kopańska-Bródka

Tomasz Wachowicz

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

POSTNEGOCJACYJNA OPTIMALIZACJA KOMPROMISU NEGOCJACYJNEGO¹

Wprowadzenie

Począwszy od lat 80. ubiegłego stulecia, kiedy to narodziła się odrębna dyscyplina zwana analizą negocjacyjną [Raiffa 1982], negocjacje stały się przedmiotem intensywnego zainteresowania nauk ścisłych. Zaproponowana wówczas ogólna metodologia opisu formalnego negocjacji stała się punktem wyjścia dla tworzenia różnorodnych modeli procesów negocjacji opierających się na odmiennych założeniach oraz wykorzystujących różną aparaturę matematyczną. Z perspektywy minionych czterech dekad można wyróżnić trzy grupy narzędzi formalnych najczęściej wykorzystywanych do wspomagania negocjacji: teorię gier [por. Brams 1990], teorię podejmowania decyzji [por. Raiffa et al. 2002] oraz programowanie matematyczne [Kersten et al. 1991]. Zakres wspomagania negocjacji, związany z powyższymi narzędziami, obejmuje przede wszystkim realizację funkcji doradczych w zakresie strukturyzacji problemu negocjacyjnego, analizy preferencji negocjatorów i budowy systemu oceny ofert negocjacyjnych, analizy i oceny propozycji kompromisów (ofert negocjacyjnych), proaktywne sugerowanie negocjatorom ofert, poszukiwanie rozwiązań arbitrażowych, sprawiedliwych i satysfakcjonujących wszystkie strony konfliktu. Wraz z rozwojem narzędzi informatycznych we wspomaganiu negocjacji pojawiła się możliwość wykorzystania dodatkowych metod i narzędzi, takich jak metody heurystyczne czy elementy sztucznej inteligencji, implementacyjnie wymagających zastosowania systemów cyfrowych oraz elektronicznych generatorów liczb pseudolosowych do realizacji niezbędnego procesu obliczeniowego. Wykorzystanie tych narzędzi pozwoliło jednak rozszerzyć zakres wspomagania negocjacji o takie elementy, jak projekcja profilu negocjacyjnego/psychologicz-

¹ Praca naukowa częściowo finansowana ze środków na naukę w latach 2009-2012 jako projekt badawczy Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego numer N N111 234936.

nego partnera, rozpoznanie jego struktury preferencji oraz strategii negocjacyjnej czy też przewidywania atmosfery rozmów i wyniku negocjacji [por. Druckman et al. 2002]. Rozwój informatyki przyczynił się również do powstania dedykowanych, komputerowych narzędzi obsługujących proces negocjacji, czyli systemów wspomagania negocjacji, nierzadko działających w architekturze rozproszonej i wykorzystującej Internet jako medium komunikacyjne oraz bazę danych niezbędną do realizacji działań wspomagających [por. Kersten i Lai 2007]. Projektowane obecnie systemy wspomagania negocjacji są w większości systemami procesowymi, czyli mają na celu wspomaganie wszystkich faz procesu negocjacji. W literaturze przedmiotu wiele miejsca poświęca się fazom prenegocjacyjnej i negocjacji właściwej, w ramach których dokonuje się analizy preferencji oraz, wykorzystując różne modele podejmowania decyzji, wspomaga negocjatorów w zakresie oceny i wyboru ofert negocjacyjnych [Raiffa 2002; Gimpel 2007]. Realizowana w ten sposób funkcja doradcza jest najbardziej rozpoznawalnym i docenianym przez negocjatorów narzędziem wspomagania implementowanym w systemach wspomagania negocjacji. Mniej uwagi poświęca się fazie postnegocjacyjnej, w której następuje zamknięcie rozmów i podpisanie wynegocjowanego kontraktu. Tymczasem implementacja modeli decyzyjnych do wspomagania pierwszych dwóch faz negocjacji pozwala również i w tej fazie wspomagać negocjatorów w zakresie analizy jakości osiągniętego porozumienia. W niewielkiej liczbie narzędzi informatycznych dokonujących analizy fazy postnegocjacyjnej wspomaganie to ogranicza się jedynie do identyfikacji rozwiązań dominujących (w sensie Paerto) uzyskany przez negocjatorów kompromis. W niektórych przypadkach narzędzia te pozwalają na ewentualną jego renegocjację, jak np. w systemie Inspire [Kersten i Noronha 1999]. Nie wykorzystuje się powszechnie rozwiązań pozwalających systemom wspomagania negocjacji na proaktywne sugerowanie lepszych, efektywnych, ale jednocześnie w jakiś sposób sprawiedliwych (tj. uwzględniających różne czynniki negocjacyjne, jak siłę, czy pozycję negocjatorów) rozwiązań. Prace dotyczące efektywności wyniku negocjacji są zazwyczaj prowadzone jedynie w kontekście efektywności całego procesu negocjacji realizowanego za pomocą autonomicznych agentów negocjacyjnych [por. Park i Yang 2007].

W niniejszej pracy autorzy podejmują próbę wskazania pewnych rozwiązań, które mogłyby zostać wykorzystane do wspomagania fazy postnegocjacyjnej negocjacji dwustronnych w zakresie poprawy wynegocjowanego przez strony negocjacji kompromisu. Głównym celem pracy jest usystematyzowanie wiedzy z zakresu narzędzi analizy negocjacyjnej, w tym budowy systemu oceny ofert negocjacyjnych, zaczerpniętych z teorii gier metod wyznaczania obszaru negocjacji gry, identyfikacji wariantów efektywnych i granicy efektywnej oraz metod wyznaczania rozwiązań arbitrażowych. Autorzy starają się również po-

kazać jak niektóre z tych narzędzi można wykorzystać do wspomagania fazy postnegocjacyjnej w zakresie proaktywnego poszukiwania rozwiązania sprawiedliwego poprawiającego wynegocjowany przez strony kompromis. Przedstawiają schemat arbitrażowy Nasha oraz własny pomysł rozwiązania, opierający się na rozwiązaniu proporcjonalnych przyrostów.

Praca składa się z 4 części. W części pierwszej przybliżono idee budowy systemów oceny ofert negocjacyjnych. W części drugiej pokazano, jak wykorzystać system oceny ofert do identyfikacji rozwiązań dopuszczalnych procesu negocjacyjnego oraz jak zidentyfikować zbiór ofert Paerto-optymalnych, tj. granicę efektywną. Następnie w części trzeciej przybliżono ideę wybranych rozwiązań, które można wykorzystać w arbitrażu lub mediacji między stronami negocjacji. W ostatniej części pracy autorzy omawiają możliwość wykorzystania zaproponowanych rozwiązań do analizy postnegocjacyjnej oraz pokazują możliwość zastosowania tych rozwiązań w systemie wspomagania negocjacji Inspire.

1. Ocena jakości ofert negocjacyjnych

Spośród wielu narzędzi analizy negocjacyjnej najczęściej wykorzystywanymi w praktyce są modele formalne służące analizie preferencji negocjatorów. Dzięki tej analizie jest tworzony system oceny ofert negocjacyjnych. Postać takiego systemu może być różna i zależy od zaimplementowanej metody analizy preferencji. Wiele systemów wspomagania negocjacji wykorzystuje najprostszy w konstrukcji system oceny opierający się na liniowym modelu scoringowym [Keeney i Raiffa 1976], aczkolwiek znane są również inne rozwiązania, np. opierające się na metodzie AHP [por. Saaty i Alexander 1989], interaktywnych metodach definiowania krzywych indyferencji [Teich 1991] czy metodach syntetycznego przewyższania, jak ELECTRE [Roy i Bouyssou 1993]. Przegląd wybranych metod budowy systemów oceny ofert negocjacyjnych można znaleźć w pracach Wachowicza [2010a, 2010b].

W niniejszej pracy zostanie przybliżony scoringowy model liniowy (SAW²), który z formalnego punktu widzenia daje się przedstawić w postaci prostej, liniowej funkcji oceny dopuszczalnych ofert negocjacyjnych, a przy tym pozwala na prowadzenie stosunkowo zaawansowanych analiz symetrycznych całego procesu negocjacyjnego. SAW pozwala jednoznacznie ocenić jakość ofert negocjacyjnych za pomocą skalarnego kryterium syntetycznego. W klasycznej postaci może być wykorzystywany jedynie do analizy dyskretnych pro-

² Z ang. *Simple Additive Weighting*.

blemów negocjacyjnych, czyli takich, w których predefiniowano wszystkie kwestie negocjacyjne oraz skończone i przeliczalne zbiory poziomów realizacji tych kwestii. Chcąc zbudować system oceny opierający się na AMS, trzeba zatem dysponować zbiorem I kwestii negocjacyjnych (np. cena, termin dostawy, warunki gwarancji itp.) oraz zbiorami X_i opcji (poziomów realizacji) zdefiniowanych dla każdej kwestii ($i=1, \dots, |I|$)³. Filozofia budowy systemu oceny z AMS zakłada, iż każda kwestia i opcja będzie osobno oceniona przez negocjatora za pomocą pewnych abstrakcyjnych w interpretacji punktów oceny (lub użyteczności). Negocjatorzy oceniają istotność kwestii negocjacyjnych, przypisując każdej kwestii $i=1, \dots, |I|$ wagę w_i tak, aby suma wag była równa pewnej puli punktów P wykorzystywanych w ocenie, tj.:

$$\sum_{i=1}^{|I|} w_i = P. \quad (1)$$

Następnie negocjator ocenia wszystkie opcje każdej kwestii. Opcja $x_i^k \in X_i$ otrzymuje ocenę $u_i(x_i^k)$ zgodną z subiektywnymi odczuciami negocjatora (im bardziej preferowana opcja, tym wyższa ocena), określającą jej jakość wyrażoną procentowo:

$$u_i(x_i^k) \in [0;1], \text{ dla } k = 1, \dots, |X_i|. \quad (2)$$

Najmniej preferowana opcja, x_i^{least} , otrzymuje ocenę 0 (daje negocjatorowi zerową satysfakcję), a najbardziej preferowana, x_i^{most} , ocenę równą 1 (daje pełną, stuprocentową satysfakcję).

Powyższe dwa etapy, ważenia kwestii i oceny opcji, tworzą główną strukturę systemu oceny ofert negocjacyjnych i pozwalają wyznaczyć ocenę każdej oferty będącej pakietem kompletnym, tj. specyfikującej poziomy realizacji wszystkich kwestii ze zbioru I . Ocena taka jest sumą jakości opcji tworzących daną ofertę $a = [x_1^a, x_2^a, \dots, x_{|I|}^a]$ ważonych ocenami kwestii i daje się wyrazić wzorem:

$$u(a) = \sum_{i=1}^{|I|} w_i u_i(x_i^a), \quad (3)$$

gdzie x_i^a jest poziomem realizacji kwestii i zapewnianym przez ofertę a .

³ Opcjami dla kwestii ceny może być zbiór przykładowych poziomów realizacji: {„5 zł”, „10 zł”, „15 zł”}.

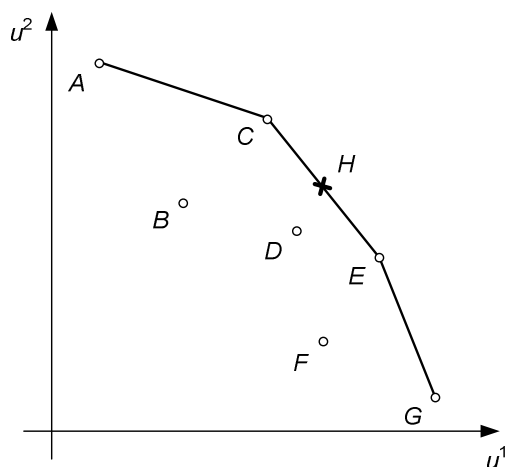
Skonstruowany w powyższy sposób system oceny ofert negocjacyjnych pozwala wspomagać negocjatora w dalszych fazach negocjacji. Daje możliwość prowadzenia tzw. analizy trade-off, uzmysławiającej „koszty” ustępstw dokonywanych na poszczególnych kwestiach i potencjalne możliwości ich rekompensaty poprzez żądania zgłaszane wobec innych kwestii. Dzięki temu w fazie prenegocjacyjnej negocjator może przygotować kilka wariantów kompromisu o zróżnicowanych poziomach realizacji kwestii, zachowując zbliżone oceny, tj. niewymagających czynienia zbyt wielkich ustępstw. Znajomość szczegółów oceny każdego wariantu jest również przydatna w fazie negocjacji właściwych, gdyż pozwala na bieżąco oceniać oferty składane przez partnera. Umożliwia również budowanie korzystnych dla wspomaganego negocjatora odpowiedzi (kontrpropozycje), gdyż analizując różnicę ocen poszczególnych opcji (prowadząc analizę trade-off) jest on w stanie zbudować ofertę wymagającą najmniejszych ustępstw z jego strony.

Znajomość systemów oceny ofert obydwu negocjatorów pozwala z kolei na prowadzenie mediacji i odpowiednią stymulację procesu negocjacyjnego (realizowaną np. przez systemy wspomaganie negocjacji). Daje ona bowiem możliwość zidentyfikowania zbioru negocjacyjnego w przestrzeni oceny obydwu stron, dokonania na nim projekcji poziomów aspiracji i poziomów zastrzeżonych oraz zidentyfikowania tych propozycji porozumienia, które mogłyby być postrzegane przez obu negocjatorów jako satysfakcjonujące. Proces identyfikacji tych wariantów zostanie przedstawiony w kolejnym rozdziale pracy.

2. Identyfikacja rozwiązań efektywnych i akceptowalnych w procesie negocjacji

Dysponując systemami oceny ofert negocjacyjnych obydwu negocjatorów, każdy kontrakt (ofertę) można przedstawić jako punkt w dwuwymiarowej przestrzeni kryterialnej. Taka przestrzeń nie jest znana negocjatorom z osobna, gdyż żaden z nich nieprzymuszony nie przekaze strategicznych informacji o swych preferencjach drugiej stronie. Jakakolwiek strona trzecia (mediator, system wspomaganie negocjacji, arbiter) poproszona o wspomaganie sytuacji negocjacyjnej i której w sposób poufny strony przekazały te informacje może jednak taką przestrzeń na potrzeby własnych analiz wyznaczyć. Należy dalej przyjąć, że będzie prowadzona analiza strony trzeciej zmierzająca do wskazania negocjatorom pewnych rozwiązań jako potencjalnie atrakcyjnych kompromisów.

Racjonalność grupowa sugeruje, aby ze zbioru zidentyfikowanych w przestrzeni kryterialnej wariantów odrzucić te, które są zdominowane w sensie Pareto, tj. takie, dla których wypłaty (reprezentowane w formie wektorów o dwóch składowych u^1 i u^2) są jednocześnie gorsze dla negocjatora 1 i 2. Nie istnieją bowiem racjonalne przesłanki, aby akceptować pewien kontrakt a , podczas gdy inny kontrakt b będzie dawał wyższe wypłaty jednocześnie obydwu negocjatorom. Akceptacja wariantu a wiązałaby się z sytuacją, która w żargonie analizy negocjacyjnej jest określana mianem *pozostawienia zysków na stole negocjacyjnym* [por. Lewicki et al. 1999]. Co więcej, jeśli dysponuje się systemem oceny ofert działającym na podstawie użyteczności kardynalnych [por. Raiffa et al. 2002], wówczas należy również akceptować znaną z teorii gier ideę wariantów mieszanych [por. Watson 2004], efektem której jest stworzenie strategii mieszanej zakładającej wybór pewnego wariantu a z prawdopodobieństwem (częstością) p i wariantu b z prawdopodobieństwem $1 - p$. Akceptując ideę wariantów mieszanych, można w konsekwencji wykreślić ze zbioru potencjalnych wariantów porozumienia negocjacyjnego wszystkie te punkty, które leżą poza tzw. granicą efektywną⁴, czyli pewną krzywą wyznaczoną z punktów reprezentujących oferty czyste lub mieszane, które są niezdominowane w sensie Pareto. Taką sytuację zobrazowano na rys. 1.



Rys. 1. Warianty czyste i mieszane oraz granica efektywna

⁴ W literaturze anglojęzycznej analizy negocjacyjnej krzywą tę nazywa się nawet granicą krańcowo efektywną (ang. *extreme efficient frontier*).

Wszystkie punkty od A do G z rys. 1 reprezentują warianty czyste (wyjściowy zbiór ofert negocjacyjnych) w przestrzeni ocen negocjatora 1 (u^1) i negocjatora 2 (u^2). Zgodnie z ideą Pareto-optymalności za zdominowany (nawet jeśli negocjatorzy posługują się ocenami ze skali porządkowej) należy uznać wariant B (dominuje go C), natomiast wariant D nie jest w tej sytuacji zdominowany ani przez C, ani przez E. Dopuszczając ideę wariantów mieszanych, można jednak wyznaczyć granicę efektywną (łamana ACEG), a wówczas pewien wariant H, będący mieszkanką wariantów C i E (każdego z częstością 0,5) dominuje wariant D i ten ostatni przestaje być wariantem efektywnym.

Z punktu widzenia strony trzeciej, wspomagającej proces negocjowania, jedynymi wariantami godnymi polecenia negocjatorom jako propozycje kompromisu są tylko oferty z granicy efektywnej. W małych problemach negocjacyjnych wyznaczenie wariantów efektywnych jest proste, jednakże gdy liczba wariantów dopuszczalnych rośnie, zadanie to staje się bardziej skomplikowane. Czasochłonne może być bowiem przeglądanie całego zbioru wariantów dopuszczalnych złożonego z kilku tysięcy obiektów. W wyznaczaniu wariantów efektywnych można posłużyć się prostą analizą opierającą się na wnioskach z geometrycznej interpretacji przestrzeni wyników [por. Raiffa 1982]. Dla dowolnego kontraktu można wyznaczyć bowiem pewną sumę ważoną ocen postaci:

$$u^1(\circ) + z \cdot u^2(\circ), \quad (4)$$

gdzie $u^n(\circ)$ oznacza ocenę tego wariantu w przestrzeni wyników negocjatora n , a z jest pewną dodatnią stałą.

Gdyby przyjąć, że przez punkt reprezentujący pewien kontrakt a przeprowadzono prostą, to współczynnik z można uznać za współczynnik kierunkowy takiej prostej. W związku z tym, jeśli dla danej stałej z kontrakt a maksymalizuje wartość formuły (4), wówczas kontrakt ten jest kontraktem efektywnym.

W przypadku negocjacji wielokryterialnych składniki sumy wyrażonej formułą (4) są same w sobie sumami ważonymi ocen opcji składowych analizowanego wariantu i wag kwestii negocjacyjnych, zadanymi wzorem (3). Mamy zatem:

$$\begin{aligned} u^1(\circ) + z \cdot u^2(\circ) &= \sum_{i=1}^{|I|} w_i^1 u_i^1(x_i^\circ) + z \cdot \sum_{i=1}^{|I|} w_i^2 u_i^2(x_i^\circ) = \\ &= \sum_{i=1}^{|I|} [w_i^1 u_i^1(x_i^\circ) + z \cdot w_i^2 u_i^2(x_i^\circ)]. \end{aligned} \quad (5)$$

W związku z tym, jeżeli poszukujemy wariantu maksymalizującego (4) przy pewnej stałej z , należy znaleźć takie opcje składowe x_i° tego wariantu, które maksymalizują:

$$w_i^1 u_i^1(x_i^\circ) + z \cdot w_i^2 u_i^2(x_i^\circ), \quad (6)$$

dla każdego $i = 1, \dots, |I|$.

Problem polega na tym, że liczba opcji danej kwestii może być duża (w tym przypadku dla każdego i jest ich $|X_i|$), a wskazanie tego efektywnego – żmudne i uciążliwe. Z pomocą w identyfikacji właściwego x_i^k , maksymalizującego (6) przyjsć może tzw. analiza przyrostów⁵ [por. Raiffa et al. 2002]. Przypuśćmy, że opcje $x_i^k \in X_i$ zostały uporządkowane rosnąco ze względu na ocenę negocjatora 1 (a malejąco dla negocjatora 2). W związku z tym, negocjatorzy chcąc zmaksymalizować (6), powinni przejść z opcji x_i^j do x_i^{j+1} , jeśli zachodzi:

$$w_i^1 u_i^1(x_i^{j+1}) + z \cdot w_i^2 u_i^2(x_i^{j+1}) \geq w_i^1 u_i^1(x_i^j) + z \cdot w_i^2 u_i^2(x_i^j). \quad (7)$$

Jeżeli formuła (7) zostanie odpowiednio zmodyfikowana, otrzyma się:

$$\frac{w_i^1 u_i^1(x_i^{j+1}) - w_i^1 u_i^1(x_i^j)}{w_i^2 u_i^2(x_i^j) - w_i^2 u_i^2(x_i^{j+1})} \geq z. \quad (8)$$

Lewa strona nierówności (8) nosi nazwę krytycznego współczynnika przejścia (KWP). Jeśli bowiem opcje każdej kwestii zostaną uporządkowane według malejącego KWP, otrzyma się listę kolejnych opcji efektywnych dla całego zakresu zmienności $z \in (0; +\infty)$.

Poniżej przedstawiono prosty przykład analizy przyrostów dla przykładowej kwestii ceny, dla której zdefiniowano jedynie trzy opcje {„5 zł”, „10 zł”, „15 zł”}. Dane zawierające oceny tych opcji dokonane przez obydwie strony negocjacji oraz analizę przyrostów przedstawia tab. 1.

Tabela 1

Przykładowa analiza przyrostów w identyfikowaniu opcji efektywnych

Opcja	Ocena		Przyrost oceny dla negocjatora 1	Spadek oceny dla negocjatora 2	KWP	Zakres	
	Negocjator 1	Negocjator 2				Od	Do
5 zł	0	1	–	–	–	1,667	$+\infty$
10 zł	0,5	0,7	0,5	0,3	1,667	0,714	1,667
15 zł	1	0	0,5	0,7	0,714	0	0,714

⁵ Ang. *incremental analysis*.

W tab. 1 uporządkowano opcje ze względu na rosnące oceny negocjatora 1. W kolumnach 2 i 3 przedstawiono oceny opcji zgodne z systemem oceny opierającym się na AMS (por. podrozdział 1). Następnie wyznaczono przyrosty ocen negocjatora 1 (i spadki ocen negocjatora 2) związane z przejściem pomiędzy kolejnymi opcjami, a na ich podstawie KWP (kolumna 6). Z ich analizy wynika, że dla stałej $z \geq 1,667$ w kontrakcie efektywnym powinna znaleźć się opcja ceny na poziomie 5 zł. Jeśli $z \in \langle 0,714; 1,667 \rangle$, wówczas kontrakt efektywny powinna tworzyć opcja ceny na poziomie 10 zł. W pozostałych przypadkach do konstrukcji wariantu efektywnego należy użyć ceny równej 15 zł. Podobną analizę trzeba wykonać dla opcji pozostałych kwestii negocjacyjnych tworzących kontrakt.

Identyfikacja kompromisów efektywnych, której jedną z metod przedstawiono w niniejszym podrozdziale, jest istotna z punktu widzenia sugerowania rozwiązań kompromisowych usprawniających wynegocjowany przez strony kompromis. Schematy arbitrażowe, omówione w kolejnym podrozdziale pracy jako rozwiązanie kompromisowe będą proponować bowiem tylko te kontrakty, które są efektywne.

3. Rozwiązania arbitrażowe

Idea rozwiązań arbitrażowych jest związana z teorią gier w ogólności. Była rozwijana w celu poszukiwania rozwiązań dobrze ustrukturyzowanych problemów strategicznych, w których gracze sami, kierując się racjonalnością indywidualną, nie potrafili osiągnąć porozumienia i dojść do efektywnego wyniku. Aczkolwiek pierwsze koncepcje wyznaczania takiego rozwiązania można znaleźć już u Zeuthena [1930], czyli zanim jeszcze powstała cała aksjomatyka teorii gier [von Neumann i Morgenstern 1944]. Literatura teorii gier podaje wiele propozycji wyznaczania rozwiązań gier [por. Brams 1990; Raiffa et al. 2002], jak na przykład rozwiązanie egalitarne, rozwiązanie maksymalizujące minimalną wypłatę negocjatorów lub maksymalizujące iloczyn ich wypłat [Nash 1953], czy rozwiązania opierające się na punktach groźby – Kalai–Smorodinsky’ego [1975] czy Gupty–Livne’a [1988]. W dalszej części podrozdziału zostaną przybliżone dwie wybrane koncepcje wyznaczania rozwiązania, możliwe do wykorzystania w proaktywnym wspomaganiu negocjacji.

3.1. Schemat arbitrażowy Nasha

Najpopularniejszym, dobrze opisanym i uzasadnionym jest schemat arbitrażowy Nasha [1950]⁶. Formułując swoją koncepcję rozwiązania Nash przyjął, iż wszystkie wyniki analizowanej gry dają się przedstawić na płaszczyźnie kartezjańskiej w postaci zbioru reprezentowanego przez wypukły wielobok⁷. Dodatkowo założył, iż w przestrzeni tej istnieje jasno zdefiniowany pewien punkt *status quo*, który będzie uznany za wynik gry w przypadku, gdy gracze nie dojdą do porozumienia samodzielnie. Nash sformułował również cztery aksjomaty jakie powinien spełniać schemat arbitrażowy: racjonalności, niezależności od przekształceń liniowych, symetrii oraz niezależności od wariantów niezwiązanych, a następnie udowodnił, iż istnieje tylko jeden schemat arbitrażowy spełniający te aksjomaty.

Zgodnie z twierdzeniem Nasha, jeżeli w przestrzeni wyników graczy jest zdefiniowany punkt *status quo* SQ o współrzędnych (s^1, s^2) , to rozwiązaniem arbitrażowym Nasha jest taki punkt N należący do wieloboku wyników, o współrzędnych (n^1, n^2) , gdzie $n^1 \geq s^1$ i $n^2 \geq s^2$, który maksymalizuje wartość iloczynu:

$$(n^1 - s^1)(n^2 - s^2). \quad (9)$$

Schemat arbitrażowy Nasha ma również zaletę implementacyjną. Jest stosunkowo prosty obliczeniowo i łatwo go wykorzystać w analizie każdej gry dwuosobowej, dla której dało się wyznaczyć wielobok wypłat. W dyskretnych problemach negocjacyjnych, w których jest akceptowana koncepcja wariantów mieszanych (przestrzeń wyników jest ciągła – por. rozdział 2), mogą pojawić się jednak pewne kłopoty z interpretacją wyniku arbitrażowego Nasha. Jeśli punkt N okaże się wynikiem mieszanym, a część kwestii negocjacyjnych ma charakter jakościowy, wówczas trudno wskazać konkretną opcję tej kwestii jako rozwiązanie arbitrażowe, a mieszanie między nimi może nie mieć w ogóle sensu. Gdyby bowiem przyjąć, iż jedną z kwestii negocjowanej fuzji między dwoma przedsiębiorstwami jest ustalenie nowego znaku firmowego, a rozwiązanie arbitrażowe wymaga mieszania między znakiem ryby a znakiem konia (w częstości: 0,5; 0,5), to jak ma zatem wyglądać sugerowany przez arbitraż znak firmowy? Jeśli nawet wyobrażenia analityka sugeruje np. wykorzystanie połowy wizerunku

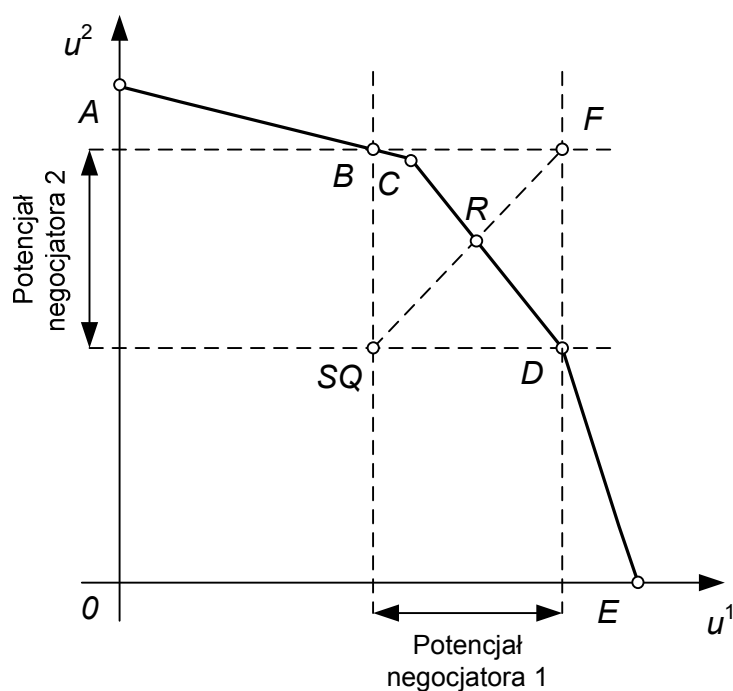
⁶ Przystępny opis arbitrażu Nasha można znaleźć w opublikowanej w języku polskim pracy Strafina [2001].

⁷ Analizując sytuację negocjacyjną za pomocą narzędzi zaprezentowanych w rozdziale 1 i 2, zbiór wyników negocjacyjnych można przedstawić właśnie w wymagany przez Nasha sposób.

konia i połowy ryby, to czy na nowym znaku powinna znaleźć się głowa ryby, czy jej ogon albo czy też powinny go tworzyć obydwie zwierzęta jednocześnie, każde pomniejszone dwukrotnie?

3.2. Rozwiązanie proporcjonalnych przyrostów (RPP)⁸, opierające się na potencjale negocjacyjnym

Inną, ciekawą koncepcją rozwiązania sformalizowanej sytuacji negocjacyjnej jest wykorzystanie informacji o potencjale negocjacyjnym uczestniczących stron [Raiffa 1953]. Schemat tego rozwiązania sugeruje wybór takiego kontraktu efektywnego, który pozwala obydwu negocjatorom zrealizować swoje potencjały (wyznaczone wobec punktu *status quo*) w tej samej proporcji. Ogólną ideę takiego działania zobrazowano na rys. 2.



Rys. 2. Rozwiązanie arbitrażowe opierające się na potencjale negocjacyjnym

Źródło: Na podstawie Raiffa [1982] i Raiffa et al. [2002].

⁸ Ang. *balanced-increments solution* [Raiffa 1982].

Przez potencjał negocjacyjny rozumie się tutaj wartość wyrażoną w jednostkach oceny danego negocjatora, będącą różnicą pomiędzy maksymalną wypłatą, którą ten negocjator mógłby uzyskać przy wypłacie partnera na poziomie punktu *status quo* i jego wypłatą *status quo*. Raiffa⁹ proponuje, aby sprawiedliwie negocjatorzy otrzymali maksymalny możliwy¹⁰, lecz jednocześnie równy procent swojego potencjału. Siłą rzeczy poszukiwanie sprawiedliwego rozwiązania ograniczy się do fragmentu granicy efektywnej (krzywa ACDE) odciętego przez wyniki punktu *status quo* negocjatorów, zwanego zbiorem negocjacyjnym gry (łamana BCD). Na rys. 2, gdzie *status quo* oznaczono przez punkt SQ rozwiązaniem proporcjonalnych przyrostów (opierających się na potencjalne negocjacyjnym) będzie zatem kontrakt reprezentowany przez punkt R.

Wyznaczenie RPP jest proste, podobnie jak wyznaczenie rozwiązania arbitrażu Nasha. Niestety, podobnie jak i w poprzednim przypadku, tak i rozwiązanie proporcjonalnych przyrostów może wskazywać na kontrakt mieszany.

W kolejnym podrozdziale pracy zostanie zaproponowane podejście polegające na wykorzystaniu dwóch powyższych metod wyznaczania rozwiązania sprawiedliwego do poprawy kontraktu wynegocjowanego przez strony w toku negocjacji właściwych.

4. Wykorzystanie narzędzi arbitrażowych we wspomaganiu fazy postnegocjacyjnej

4.1. Sformułowanie problemu i sposoby wykorzystania metod arbitrażu

Przedstawione w poprzednim rozdziale metody wyznaczania rozwiązań arbitrażowych odnoszą się do sytuacji, w której graczom proponuje się pewne rozwiązanie całego problemu strategicznego jako alternatywę do prowadzenia rozmów negocjacyjnych lub gdy rozmowy takie zakończyły się fiaskiem. W takiej sytuacji opierając się na punkcie *status quo*, wyznaczonym na podstawie strategii gróźb [Nash 1953], cen zastrzeżonych [Lewicki i Litterer 1985] lub BATNA [Fisher et al. 1991], dokonuje się identyfikacji rozwiązania, które przedstawia się do akceptacji (a w niektórych przypadkach narzuca) negocjatorom. W analizowanym przez nas problemie analizy postnegocjacyjnej sytuacja jest jednak inna.

⁹ Idea Raiffy jest tu bliska rozwiązaniu zaproponowanemu przez Kalai i Smorodinsky'ego [1975].

¹⁰ Ograniczony jedynie granicą efektywną.

Zakładamy, że negocjatorzy byli w stanie samodzielnie wynegocjować pewien kompromis, a naszym zadaniem (jako mediatora, arbitra czy systemu wspomagania negocjacji) jest dokonanie jego poprawy, jeśli to możliwe. Aby dokonać takiej analizy negocjacyjnej, będziemy musieli założyć, iż negocjatorzy przystępując do negocjacji w fazie prenegocjacyjnej dokonali identyfikacji własnych preferencji i zbudowali indywidualne systemy oceny ofert negocjacyjnych zgodne z AMS, tak jak to pokazano w rozdziale 1. W zależności od przyjętej metody wyznaczania rozwiązania arbitrażowego proponujemy dwa scenariusze wspomagania postnegocjacyjnej optymalizacji kompromisu:

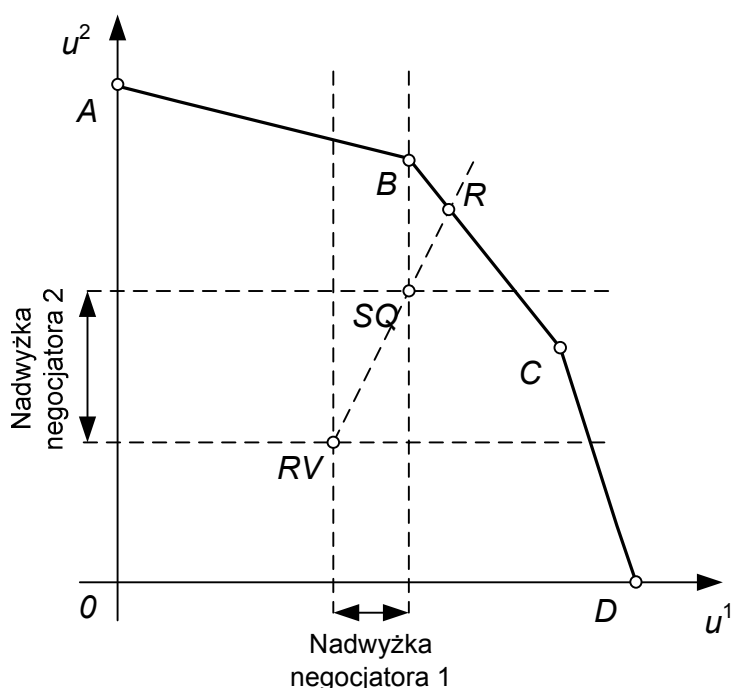
Dla arbitrażu Nasha:

Proponujemy zmianę punktu *status quo*, zwyczajowo wyznaczanego w negocjacjach przez poziomy rezerwacji wynikające z BATNA. Jako *punkt status quo* sugerujemy uznać punkt reprezentujący wynegocjowany przez strony kompromis. W fazie postnegocjacyjnej jest on bowiem ekwiwalentem wyniku negocjacji, który zostanie ostatecznie usankcjonowany, w przypadku gdy propozycja postnegocjacyjna nie będzie zaakceptowana przez obydwu negocjatorów. Następnie wyznaczamy zbiór negocjacyjny gry, korzystając z metody zaprezentowanej w podrozdziale 2 oraz sprawdzamy, który z punktów tego zbioru maksymalizuje iloczyn (9), badając kolejne odcinki łamanej tworzącej interesujący nas fragment granicy efektywnej. Wyznaczony w ten sposób punkt przekształcamy na propozycję (lub propozycje) kontraktu i prezentujemy negocjatorom.

Dla rozwiązania proporcjonalnych przyrostów:

Można zaproponować dwa alternatywne sposoby sugerowania rozwiązania postnegocjacyjnego opierającego się na RPP:

1. Pierwszy polega na zastosowaniu podejścia podobnego, jak w przypadku arbitrażu Nasha, czyli uznaniu za punkt *status quo* wynegocjowanego przez negocjatorów kompromisu, skonstruowaniu zbioru negocjacyjnego i wyznaczeniu punktu zapewniającego negocjatorom jednakowy procent ich potencjałów i maksymalizującego jednocześnie ich wypłaty.
2. Drugie podejście modyfikuje nieco ideę RPP i zamiast analizy potencjałów opiera się na analizie poziomów zastrzeżonych negocjatorów. Taka filozofia wyznaczania rozwiązania arbitrażowego odnosi się do proporcjonalnego nagradzania stron za wynegocjowanie kompromisu lepszego od przyjętych w fazie prenegocjacyjnej akceptowalnych minimów (za nadwyżkę w stosunku do poziomów zastrzeżonych). Ideę tę dobrze ilustruje rys. 3.



Rys. 3. Rozwiązanie arbitrażowe opierające się na premii za wynegocjowaną nadwyżkę

Punkt RV oznacza kontrakt minimalny, czyli poziomy zastrzeżone negocjatorów odwzorowane w przestrzeni wyników, SQ to z kolei odwzorowanie wynegocjowanego kontraktu. Chcąc zatem sprawiedliwie nagrodzić negocjatorów za wynegocjowanie kontraktu lepszego od założonego minimum, powinniśmy poszukać na granicy efektywnej punktu, w którym zbiór negocjacyjny przecina się z prostą poprowadzoną przez punkty RV i SQ. Na rys. 3 jest to punkt R.

Warto zauważyć, iż w proponowanym rozwiązaniu przyjmuje się, że wynegocjowany kompromis zapewnia stronom nieujemne nadwyżki. W przeciwnym bowiem razie racjonalny negocjator powinien nie godzić się na kompromis, gdyż zgodnie z ideą BATNA odchodząc od stołu negocjacyjnego jest w stanie zapewnić sobie wynik na poziomie RV.

Zaproponowana idea rozwiązania bazującego na premii za wynegocjowaną nadwyżkę opiera się na tej samej koncepcji sprawiedliwości, co oryginalna metoda RPP. Wynagradza ona negocjatorów w tej samej proporcji, tj. zapewnia równy odsetek nadwyżki, co jednak nie oznacza tej samej liczby punktów oceny, gdyż nadwyżki te negocjatorzy mogą mieć różne. Zmienia jedynie punkt odniesienia, wykorzystywany do wyznaczenia samego rozwiązania arbitrażowego.

W zaproponowanym przez autorów rozwiązaniu jest on niezależny od postaci granicy efektywnej i opiera się jedynie na określonych indywidualnie¹¹ najgorszych możliwych do zaakceptowania poziomach wyników.

4.2. Implementacja rozwiązań arbitrażowych do rozwiązania problemu postnegocjacyjnego systemu Inspire

Zaproponowane przez autorów metody poprawy wynegocjowanego kompromisu można zastosować do analizy postnegocjacyjnej w systemach wspomagania negocjacji, które realizują funkcję doradczą m.in. poprzez tworzenie systemu oceny ofert negocjacyjnych zgodnego z AMS. Jednym z takich systemów jest system negocjacji elektronicznych Inspire [Kersten i Noronha 1999]. Na wybranym przykładzie negocjacyjnym systemu Inspire pokażemy obecnie działania omówionych w podrozdziale 4.1 propozycji rozwiązań arbitrażowych.

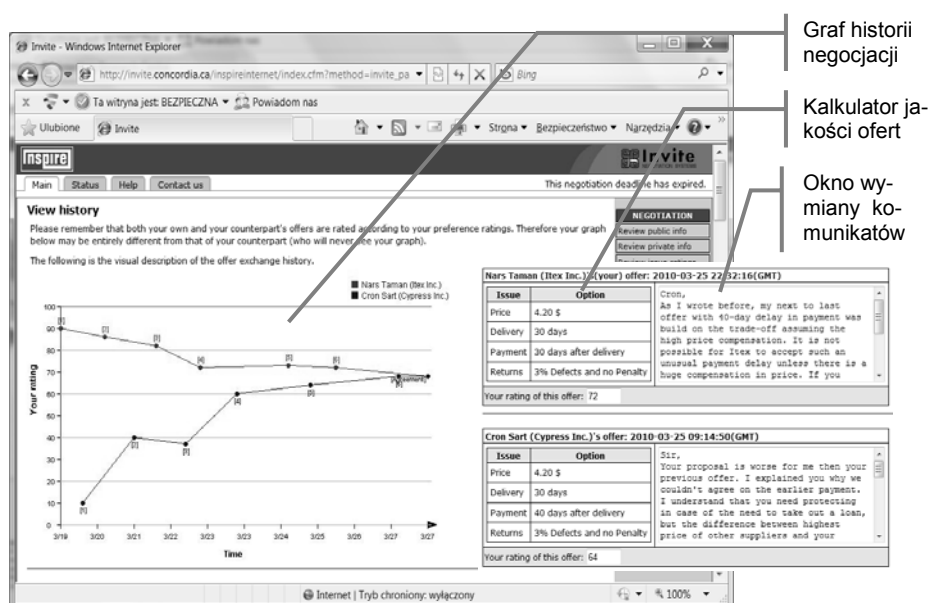
4.2.1. Przykład sesji negocjacyjnej systemu Inspire

W latach 2009-2010 w ramach międzynarodowego projektu GRIN [Paradis et al. 2010] przeprowadzono serię eksperymentów negocjacyjnych z wykorzystaniem systemu Inspire. Eksperyment był prowadzony na predefiniowanym, dyskretnym przykładzie dwustronnych negocjacji handlowych między przyszłymi kontrahentami¹². Negocjacje miały charakter wielokryterialny, w toku rozmów ustalano zakres: ceny, terminu dostawy, terminu płatności i warunków gwarancji. System udostępniał negocjatorom narzędzia wspomagania fazy prenegocjacyjnej, które pozwalały na stworzenie systemu oceny ofert negocjacyjnych za pomocą hybrydowej metody pomiarów połączonych [por. Kersten i Kersten 1998]. Metoda ta opiera się na głównych ideach AMS i pozwala na ocenę wariantów wielokryterialnych za pomocą skalarnej oceny jakości oraz dekompozycyjną weryfikację spójności tej oceny. System Inspire w fazie negocjacji właściwych wspomaga komunikację między stronami, udostępnia negocjatorom kalkulator jakości tworzonych ofert, ocenia oferty składane przez partnera oraz wizualizuje postępy negocjacji na grafie historii negocjacyjnej. Główne elementy interfejsu systemu Inspire przedstawiono na rys. 4.

¹¹ Subiektywnie opierając się na własnych preferencjach lub obiektywnie, na podstawie rzeczywistości negocjacyjnej.

¹² Pełny opis funkcjonalności systemu Inspire oraz predefiniowanych przykładów negocjacyjnych wykorzystywanych przez ten system można znaleźć w pracach: [Kersten i Kersten, 1998; Wachowicz 2006].

W fazie postnegocjacyjnej, gdy negocjatorzy zakończą rozmowy kompromisem, Inspire analizuje jego efektywność i prezentuje negocjatorom możliwe usprawnienia tego porozumienia. Jeżeli lista wariantów dominujących wynegocjowane przez strony rozwiązanie¹³ jest większa niż 7, wówczas system przedstawia jedynie 7 rozwiązań, które tworzy z kilku ofert faworyzujących każdą stronę z osobna, jak również z ofert proporcjonalnie poprawiających wyniki stron. Sam system Inspire nie dokonuje proaktywnej sugestii rozwiązania końcowego, pozostawiając sprawę ostatecznego wyboru rozwiązania postnegocjacyjnego dalszym ustaleniom między stronami (tzw. postnegocjacja).



Rys. 4. Inspire – narzędzia wspomagające negocjatora w fazie negocjacji właściwych

Źródło: Dane projektu GRIN.

Poniżej zostanie przedstawiony przykład proaktywnego wygenerowania rozwiązania arbitrażowego dla pewnej pary negocjacyjnej, która ukończyła negocjacje w systemie Inspire i stoi przed problemem wyboru rozwiązania postnegocjacyjnego. Struktury preferencji wspomaganych stron, tj. sprzedawcy części rowerowych – firmy Itex (ID94) oraz producenta rowerów – firmy Cypress (ID93)¹⁴ przedstawiono w załączniku 1 (kolumny 1, 2, 3 i 4 tab. Z1). Strony korzystając z modułu komunikacyjnego systemu wynegocjowały kompromis przedstawiony w tab. 2.

¹³ Inspire prezentuje jedynie rozwiązania czyste i nie przedstawia negocjatorom rozwiązań mieszanych.

¹⁴ ID93 i ID94 to nazwy systemowe negocjatorów w bazie danych projektu GRIN.

Tabela 2

Kompromis negocjacyjny negocjatorów ID93 i ID94

Kwestie	Kompromis	Ocena Itex (ID94)	Ocena Cypress (ID93)
Cena	4,02 USD	35	30
Termin dostawy	20 dni	0	25
Termin płatności	40 dni po dostawie	5	14
Warunki zwrotów	przy 3% uszkodzeń, bez kary	8	2
Ocena kompromisu:		48	71

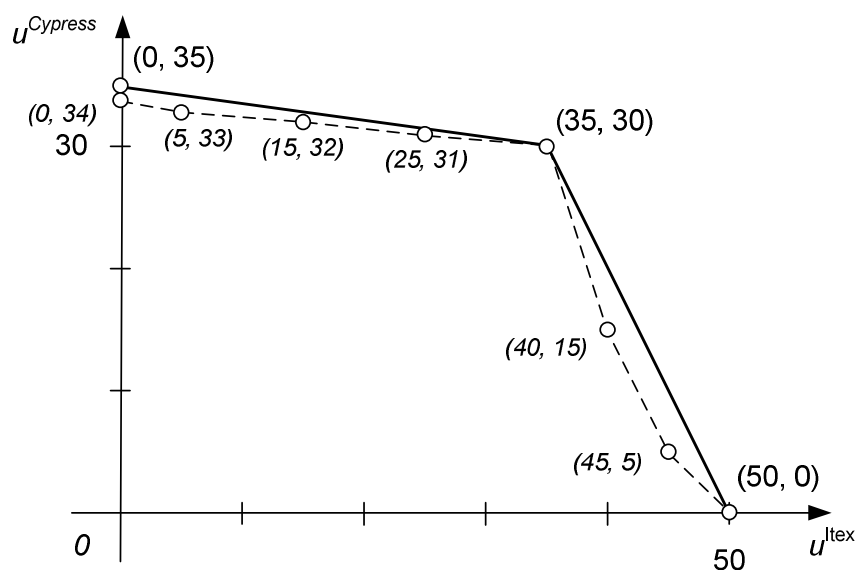
Źródło: Dane projektu GRIN.

Mimo przedstawionych przez Inspire możliwości poprawy wyniku (system zidentyfikował 14 innych kontraktów dominujących wynegocjowany kompromis), negocjatorzy nie podjęli postnegocjacji i postanowili pozostać przy wynegocjowanym wcześniej kompromisie. System Inspire, wobec braku zaimplementowanych narzędzi postnegocjacyjnych, nie mógł zasugerować żadnego rozwiązania arbitrażowego negocjatorom.

4.2.2. Analiza postnegocjacyjna uzyskanego wyniku

W podrozdziale tym zostanie przeprowadzona identyfikacja granicy krańcowo efektywnej dla przedstawionego wcześniej problemu negocjacyjnego, ustalony zbiór negocjacyjny oraz zasugerowana postnegocjacyjna poprawa tego kompromisu. Korzystając z procedury identyfikacji granicy krańcowo efektywnej (podrozdział 2) i opierając się na systemach oceny ofert obydwu negocjatorów (załącznik 1), wyznaczamy krytyczny współczynnik przejścia (KWP), porządkując uprzednio opcje w ramach kwestii według rosnących ocen negocjatora ID94. Jeśli na tak uporządkowanej liście znajdują się opcje zdominowane wektorowo, lub które nie zachowują porządku malejącego dla KWP – co oznacza, że taka opcja również jest zdominowana – należy usunąć je z listy opcji efektywnych¹⁵. Szczegółowe wyniki analizy przedstawiono w załączniku 1 (kolumna 5 tab. Z1). Wynika z nich przykładowo, iż dla kwestii ceny są zdominowane wszystkie opcje z wyjątkiem trzech: 3,45 USD, 4,20 USD i 5,00 USD. Sytuację tę dobrze obrazuje wykres granicy efektywnej dla tej kwestii (rys. 5), gdzie punkty reprezentujące opcje zdominowane (połączone linią przerywaną) znalazły się pod krzywą granicy efektywnej (linia ciągła).

¹⁵ Po każdorazowym usunięciu opcji zdominowanej konieczna jest rekalkulacji KWP dla pozostałych na liście opcji.



Rys. 5. Granica efektywna i opcje zdominowane dla kwestii ceny

Mając zidentyfikowane opcje efektywne porządkujemy je wszystkie na jednej liście według przeliczonego dla opcji efektywnych, malejącego KWP. Otrzymana w ten sposób lista ma tę właściwość, iż zawiera kolejne opcje, które włączone do kontraktu negocjacyjnego wywołują przyrost oceny negocjatora Itex (spadek dla Cypress). Jeśli więc założyć, iż rozpoczynamy identyfikację wariantów efektywnych od kontraktu, który przypisuje negocjatorowi Itex najgorsze dla niego rozwiązanie (w naszym przypadku skutkuje oceną 0) i konsekwentnie daje Cypress wypłatę 100, wówczas wskazana przez listę kolejność opcji wyznacza jednocześnie zasady modyfikacji wyjściowej oferty pozwalające uzyskać kolejne kontrakty efektywne. Listę uporządkowanych opcji i odpowiadające im kontrakty efektywne przedstawiono w tab. 3.

Tabela 3

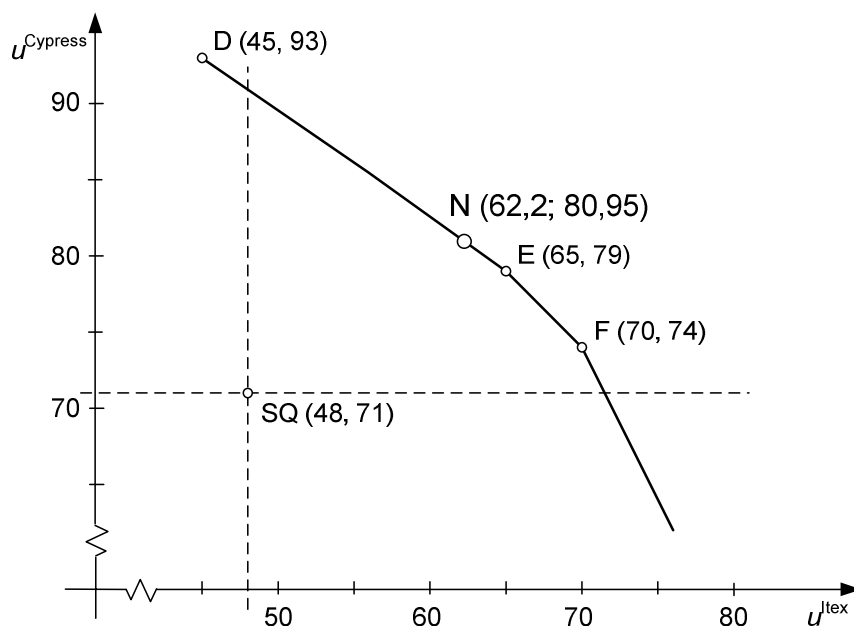
Opcje efektywne i skojarzone z nimi kolejne kontrakty efektywne

Lp.	Kwestia	Opcja	KWP	Kontrakt krańcowo efektywny				Ocena kontraktu	
				Cena	Termin dost.	Termin płatn.	Zwroty	Itex	Cypress
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A				3,45	20	60 dpd	5% usz. 4% kar.	5	100
B	Cena	4,20 USD	7,00	4,20	20	60 dpd	5% usz. 4% kar.	35	95

cd. tabeli 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C	Termin dostawy	30 dni	5,00	4,20	30	60 dpd	5% usz. 4% kar.	40	94
D	Termin płatności	40 dni po dostawie	5,00	4,20	30	40 dpd	5% usz. 4% kar.	45	93
E	Termin płatności	Przy dostawie	1,43	4,20	30	Przy dostawie	5% usz. 4% kar.	65	79
F	Zwroty	5% uszkodzeń, 2% kary	1,00	4,20	30	Przy dostawie	5% usz. 2% kar.	70	74
G	Cena	5,00 USD	0,50	5,00	30	Przy dostawie	5% usz. 2% kar.	85	44
H	Termin dostawy	60 dni	0,42	5,00	60	Przy dostawie	5% usz. 2% kar.	95	20
I	Zwroty	Jakiegolwiek uszk. bez kary	0,26	5,00	60	Przy dostawie	Jak. usz. bez kary	100	1

Zgodnie z ideą poszukiwania rozwiązań arbitrażowych (podrozdział 3) z listy 9 powyższych czystych kontraktów efektywnych interesować nas będą jedynie dwa warianty znajdujące się w zbiorze negocjacyjnym (tj. dominujące wynegocjowany kompromis $SQ = (48, 71)$), czyli E i F, wraz z niektórymi kontraktami mieszanymi wariantów D i G (por. rys. 6 i tab. 3).



Rys. 6. Zbiór negocjacyjny gry i rozwiązanie arbitrażowe Nasha

Postnegocjacyjne rozwiązanie arbitrażowe Nasha

Poszukiwanie pierwszej propozycji rozwiązania arbitrażowego, opierającego się na rozwiązaniu przetargowym Nasha, polega na sprawdzeniu, który ze zidentyfikowanych czystych wariantów efektywnych maksymalizuje formułę (9). Z prostych obliczeń otrzymuje się:

- dla E: $(65 - 48) \cdot (79 - 71) = 17 \cdot 8 = 136$,
- dla F: $(70 - 48) \cdot (74 - 71) = 22 \cdot 3 = 66$.

Najwyższą wartość iloczynu uzyskano dla punktu E. Należy zatem jeszcze sprawdzić, czy na odcinkach dochodzących do punktu E (DE i EF) nie znajdują się kontrakty mieszane, które maksymalizowałyby iloczyn (9). Znajdujemy zatem postacie funkcji liniowych opisujących zależność wartości:

$$u^{Cypress} = X \cdot u^{Itex} + Y. \quad (10)$$

KWP dla odcinka DE wynosi 1,43 (por. tab. 3), zatem współczynnik kierunkowy prostej przechodzącej przez DE będzie równy $X = -\frac{1}{1,43} = -0,7$.

Podstawiając dalej współrzędne punktu E do wzoru (10) wyznaczamy parametr Y i ostateczną postać przebiegającej przez DE:

$$u_{DE}^{Cypress} = -0,7 \cdot u_{DE}^{Itex} + 124,5. \quad (11)$$

W analogiczny sposób wyznaczamy postać prostej przebiegającej przez EF i otrzymujemy:

$$u_{EF}^{Cypress} = -u_{EF}^{Itex} + 144. \quad (12)$$

Chcąc znaleźć maksimum iloczynu (9) podstawiamy do niego zależność (11) i (przyjmując $n^1 = u^{Itex}$ oraz $n^2 = u^{Cypress}$) otrzymujemy, a następnie wyznaczmy pierwsze pochodne otrzymanych wyrażeń i przyrównujemy je do 0:

- dla DE:

$$(u_{DE}^{Itex} - 48) \cdot (-0,7u_{DE}^{Itex} + 124,5 - 71) = -0,7u_{DE}^{Itex^2} + 87,1u_{DE}^{Itex} + 2568, \quad (13)$$

$$\left(-0,7u_{DE}^{Itex^2} + 87,1u_{DE}^{Itex} + 2568 \right)' = -1,4u_{DE}^{Itex} + 87,1 = 0. \quad (14)$$

Z rozwiązania równania (14) i z podstawienia do (11) otrzymujemy:

$$u_{DE}^{Itex} = 62,2 \text{ oraz } u_{DE}^{Cypress} = 80,95.$$

– dla EF:

$$(u_{EF}^{I\text{tex}} - 48) \cdot (-u_{EF}^{I\text{tex}} + 144 - 71) = -u_{EF}^{I\text{tex}^2} + 121u_{EF}^{I\text{tex}} + 3504, \quad (15)$$

$$\left(-u_{EF}^{I\text{tex}^2} + 121u_{EF}^{I\text{tex}} + 3504 \right)' = -2u_{EF}^{I\text{tex}} + 121 = 0. \quad (16)$$

Z rozwiązania równania (16) i z podstawienia do (12) otrzymujemy:
 $u_{DE}^{I\text{tex}} = 60,5$ oraz $u_{DE}^{Cypress} = 63,5$.

Z obliczeń wynika, iż punkt maksymalizujący (15) leży poza odcinkiem EF, zatem rozwiązaniem arbitrażowym Nasha będzie kontrakt N wyznaczony ze wzoru (14), zapewniający stronom wypłaty (62,2; 80,95). Jest to kontrakt mieszany składający się w 0,14 części z kontraktu D i w 0,86 części z kontraktu E (mieszmamy warianty D i E w stosunku 1:6,14). Jako że rozwiązaniem Nasha jest kontrakt mieszany, mogą zająć problemy interpretacyjne mieszanki opcji jakościowych składających się na kontrakty D i E. W naszym przypadku przejście z wariantu D do E polega na wymianie opcji kwestii terminu płatności z poziomu realizacji „40 dni po dostawie” na „przy dostawie”. Jest to kwestia ilościowa, wobec której (zakładając liniową postać funkcji oceny między opcjami dyskretnymi) możemy zastosować ideę opcji mieszanej wynikającej z rozwiązania arbitrażowego. Mieszmamy termin 40-dniowy z częstością 0,14, z terminem 0-dniowym (płatność natychmiast), z częstością 0,86. Otrzymujemy wynik 5,6 dnia, co można zinterpretować, iż płatność musi nastąpić w 6 dniu po dostawie. Proponowany przez arbitraż Nasha kontrakt postnegocjacyjny będzie miał zatem postać przedstawioną w tab. 4 i taki właśnie mógłby zostać zaproponowany negocjatorom przez system Inspire.

Tabela 4

Arbitrażowe rozwiązanie postnegocjacyjne według arbitrażu Nasha

Kwestie	Kompromis	Ocena Itex (ID94)	Ocena Cypress (ID93)
Cena	4,20 USD	35	30
Termin dostawy	30 dni	5	24
Termin płatności	6 dni po dostawie	22,2	1,95
Warunki zwrotów	przy 5% uszkodzeń, 4% kary	0	25
Ocena kompromisu:		62,2	80,95

Postnegocjacyjne rozwiązanie arbitrażowe proporcjonalnych przyrostów

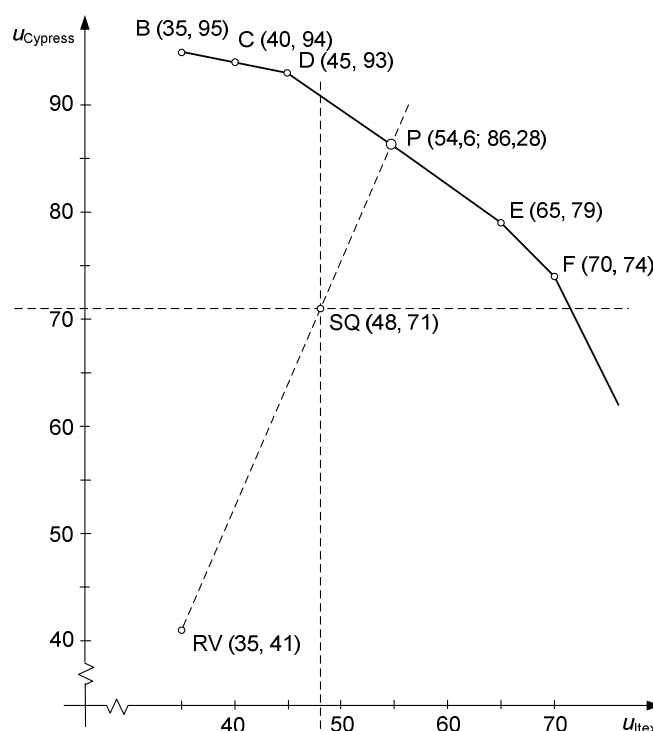
Do wyznaczenia RPP konieczna jest znajomość poziomów zastrzeżonych, czyli założeń co do minimalnych progów opłacalności negocjacji. W systemie Inspire negocjatorzy w fazie prenegocjacyjnej definiują tzw. oferty odejścia, które później system przelicza na punkty oceny zgodne z systemem oceny ofert negocjacyjnych. W przypadku negocjatorów ID94 i ID93 punkt poziomów zastrzeżonych RV będzie miał współrzędne (35, 41) i wobec niego zastosujemy procedurę proporcjonalnego wynagradzania za nadwyżkę.

Znając współrzędne punktów RV i SQ wyznaczamy, korzystając ze wzoru (10), postać prostej przebiegającej przez te punkty. Da się ją zapisać formułą:

$$u_{Cypress}^{RV-SQ} = 2,31u_{Itex}^{RV-SQ} - 39,85. \quad (17)$$

Chcąc wyznaczyć RPP wystarczy zbadać, w którym miejscu prosta (17) przecina się ze zbiorem negocjacyjnym gry. Okazuje się, iż ma to miejsce na odcinku DE, który wyznacza prosta (11). Budując układ równań z formuł (11) i (17) ustalamy punkt przecięcia P (54,6; 86,28). Kontrakt odpowiadający punktowi P będzie podobny w konstrukcji do rozwiązania postnegocjacyjnego przedstawionego w tab. 4, różnić się będzie jedynie poziomem rozwiązania dla kwestii terminu płatności. Rozwiązanie P jest rozwiązaniem mieszanym kontraktów D i E w proporcji 10,4:9,6, zatem wymaga terminu płatności na poziomie $20,8 \approx 21$ dni po dostawie. Interpretację graficzną procedury poszukiwania RPP dla negocjatorów systemu Inspire przedstawiono na rys. 7.

Rozwiązanie w postaci punktu P mogłoby być zaproponowane negocjatorom w systemie Inspire alternatywnie do rozwiązania Nasha, w zależności od przyjętego przez system kryterium rekomendacji. W porównaniu z rozwiązaniem Nasha RPP faworyzuje nieco bardziej stronę Cypress (wydłuża termin płatności, co jest mniej korzystne dla dostawcy), jeżeli jednak przyjąć, iż system ma wynagradzać negocjatorów za ich osiągnięcia i zaangażowanie negocjacyjne, wówczas RPP byłoby rekomendowane w miejsce rozwiązania Nasha.



Rys. 7. Zbiór negocjacyjny gry i rozwiązanie proporcjonalnych przyrostów

Podsumowanie

W niniejszej pracy usystematyzowano pewien obszar wiedzy z zakresu analizy negocjacyjnej i postnegocjacyjnej poprzez zaprezentowanie najczęściej stosowanych narzędzi analitycznych służących realizowaniu funkcji doradczej lub mediacyjnej w negocjacjach dwustronnych. Są to głównie narzędzia wielokryterialnej analizy decyzyjnej i teorii gier, gdyż dobrze nadają się do opisywania sytuacji strategicznych, w których ważną rolę odgrywa zarówno asymetryczny (indywidualny) aspekt procesu związany z analizą decyzyjną i modelowaniem preferencji indywidualnych negocjatorów, jak również aspekt symetryczny – związany z organizowaniem współpracy i stymulowaniem negocjatorów do osiągania efektywnych i sprawiedliwych rezultatów. Omawiając zarówno metody analizy preferencji, jak i arbitrażu skupiono się na najpopularniejszych narzędziach: addytywnym modelu scoringowym oraz schemacie arbi-

trażowym Nasha, aczkolwiek starano się również zaproponować pewne bardzo proste rozwiązanie alternatywne, wynikające z innych podejść do wyznaczania rozwiązania kooperacyjnego gry.

W opinii autorów rozwijanie podobnych narzędzi postnegocjacyjnych jest niezwykle istotne. Jak pokazują bowiem wyniki projektu GRIN [Paradis et al. 2010] jedynie 7% par negocjacyjnych, które zakończyły fazę negocjacji właściwych nieefektywnym kompromisem decyduje się na renegocjację i próbę jego poprawy na etapie postnegocjacyjnym. Jak tłumaczy większość z nich, nie chcą rezygnować z postaci kontraktu, o który walczyli w negocjacjach. W połączeniu z sytuacją, kiedy to strona trzecia (system wspomagania negocjacji, mediator) nie wskazuje im jednoznacznie konkretnego usprawnienia wynegocjowanego kompromisu, nie wydaje się więc dziwne, iż negocjatorzy wolą pozostawić pewne korzyści na stole negocjacyjnym i odejść w poczuciu dobrze wykonanej pracy niż oddawać się analizie innych wariantów i po raz kolejny doprowadzać do konfrontacji z partnerem. Wydawać się może, iż gdyby strona trzecia rekomendowała z uzasadnieniem pewne rozwiązania lepsze, wówczas łatwiej byłoby negocjatorom zaangażować się w proces postnegocjacji.

Autorzy mają świadomość, iż zaproponowane rozwiązania, zastosowane do dyskretnych problemów negocjacyjnych, mogą w rezultacie prowadzić do wyników kłopotliwych w interpretacji. Problem ten jest mniej istotny, gdy ma się do czynienia z kwestiami negocjacyjnymi natury ilościowej, przy kwestiach jakościowych jednak idea wariantów mieszanych może być trudna do obronienia, w szczególności, jeśli danej kwestii nie sposób zamienić pewnym ekwiwalentem chociażby natury porządkowej. Wobec tego autorzy będą zmierzać do weryfikacji aplikacyjności, użyteczności i działania zaproponowanych narzędzi, implementując je w prototypowym systemie wspomagania negocjacji TOBANS [Wachowicz 2011] jako alternatywne narzędzie wspomagające postnegocjację.

Literatura

- Brams S.J. (1990): *Negotiation Games: Applying Game Theory to Bargaining and Arbitration*. Routledge, New York.
- Druckman D., Harris R., Ramberg B. (2002): *Computer-Assisted International Negotiation: A Tool for Research and Practice*. „Group Decision and Negotiation”, No. 11.
- Fisher R., Ury W., Patton B. (1991): *Getting to Yes*. 2nd ed. Penguin, New York.
- Gimpel H. (2007): *Preferences in Negotiations. The Attachment Effect*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg.

- Gupta S., Livne Z.A. (1988): *Resolving a Conflict Situation with a Reference Outcome: An Axiomatic Model*. „Management Science”, No. 34(11).
- Kalai E., Smorodinsky M. (1975): *Other Solutions to Nash's Bargaining Problem*. „Econometrica”, No. 43(3).
- Keeney R.L., Raiffa H. (1976): *Decisions with Multiple Objectives*. Wiley, New York.
- Kersten G., Kersten M. (1998): *Komputerowe wspomaganie i badanie procesów negocjacyjnych*. „Zagadnienia Naukoznawstwa”, No. 2 (136).
- Kersten G., Michalowski W., Cray D., Lee I. (1991): *An Analytic Basis for Decision Support in Negotiations*. „Naval Logistic Research”, 38.
- Kersten G.E., Lai H. (2007): *Negotiation Support and E-Negotiation Systems*. „Group Decision and Negotiation”, No. 16(6).
- Kersten G.E., Noronha S.J. (1999): *WWW-Based Negotiation Support: Design, Implementation And Use*. „Decision Support Systems”, 25.
- Lewicki R., Saunders D., Minton J. (1999): *Negotiation*. MacGraw-Hill, Boston.
- Lewicki R.J., Litterer J. (1985): *Negotiation*. Irwin, Homewood.
- Nash J. (1950): *The Bargaining Problem*. „Econometrica”, No. 18.
- Nash J. (1953): *Two-Person Cooperative Games*. „Econometrica”, No. 21.
- Neumann J. von, Morgenstern O. (1944): *Theory of Games and Economic Behaviour*. Princeton University Press, Princeton.
- Paradis N., Gettinger J., Lai H., Surboeck M., Wachowicz T. (2010): *E-Negotiations via Inspire 2.0: The System, Users, Management and Projects*. In: *Group Decision and Negotiations 2010. Proceedings*. Ed. de G.J. Vreede. The Center for Collaboration Science, University of Nebraska at Omaha.
- Park S., Yang S.B. (2008): *An Efficient Multilateral Negotiation System for Pervasive Computing Environments*. „Engineering Applications of Artificial Intelligence”, 21.
- Raiffa H. (1953): *Arbitration Schemes for Generalized Two-Person Games*. In: *Contributions to the Theory of Games*. Vol II. Eds. H.W.Kuhn, A.W. Tucker. Princeton University Press, Princeton.
- Raiffa H. (1982): *The Art and Science of Negotiation*. Harvard University Press, Cambridge.
- Raiffa H., Richardson J., Metcalfe D. (2002): *Negotiation Analysis*. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge.
- Roy B., Bouyssou D. (1993): *Aide multicritère à la decision: Méthodes et cas*. Economica, Paris.
- Saaty T.L., Alexander J.M. (1989): *Conflict Resolution: The Analytic Hierarchy Approach*. Praeger, New York.
- Straffin P.D. (2001): *Teoria gier*. Wydawnictwo Naukowe Scholar, Warszawa.
- Teich J. (1991): *Decision Support for Negotiation*. Sunny Bufflo, Bufflo.
- Wachowicz T. (2006): *E-negocjacje. Modelowanie, analiza i wspomaganie*. Wydawnictwo AE, Katowice.
- Wachowicz T. (2010a): *Metody i narzędzia wspomagania fazy prenegocjacyjnej*. „Decyzje”, 14.
- Wachowicz T. (2010b): *Decision Support In Software Supported Negotiations*. „Journal of Business Economics and Management”, 11(4).

- Wachowicz T. (2011): *TOPSIS Based Negotiation Offers' Scoring Approach For Negotiation Support Systems*. *Proceedings of the EWG-DSS London-2011 Workshop on Decision Support Systems*. Eds. F. Dargam, B. Delibasic, J.E. Hernández, S. Liu, R. Ribeiro, P. Zaraté. London, June 23-24, 2011.
- Watson J. (2004): *Strategia. Wprowadzenie do teorii gier*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- Zeuthen F. (1930): *Problems of Monopoly and Economic Warfare*. Routledge, London.

ZAŁĄCZNIK 1

Struktura preferencji uczestników eksperymentu negocjacyjnego

W tab. Z1 przedstawiono oceny opcji i kwestii negocjatorów ID94 (Itex) i ID93 (Cypress) dla dyskretnego problemu negocjacyjnego w systemie Inspire. W systemie tym negocjatorzy dokonują oceny punktowej opcji w sposób nieco inny od przedstawionego w podrozdziale 1 pracy. Zamiast oceniać procentowo jakość każdej opcji, dokonują oni dystrybucji punktów (wag) przypisanych w kroku pierwszym do kwestii negocjacyjnych. Pula punktów przypisywanych kwestiom w Inspire wynosi 100. W takiej sytuacji oceny opcji są wartościami z przedziału $[0, w_i]$. Na przykład, ocena opcji 4,45 USD przez stronę Itex w systemie Inspire przybrała wartość 45, a waga kwestii ceny (ocena opcji najkorzystniejszej) wyniosła 50. W strukturze systemu oceny ofert przedstawionym w podrozdziale 1 ocena tej opcji wynosiłaby wówczas $\frac{45}{50} = 0,9$.

W kolumnie 5 tabeli opcje, dla których KWP oznaczono symbolem „–” są opcjami zdominowanymi.

Tabela Z1

Struktura ocen opcji negocjatorów ID94 i ID93 wraz z KWP opcji niezdominowanych

1	2	3	4	5
Kwestia	Opcja	Ocena Itex (ID94)	Ocena Cypress (ID93)	KWP
Cena (USD)	3.45	0	35	
	3.60	0	34	–
	3.75	5	33	–

cd. tabeli Z1

1	2	3	4	5
	3.90	15	32	–
	4.05	25	31	–
	4.20	35	30	7,00
	4.35	40	15	–
	4.45	45	5	–
	5.00	50	0	0,50
Termin dostawy (dni)	20	0	25	
	30	5	24	5,00
	45	10	10	–
	60	15	0	0,42
Termin płatności (dni)	60 dni po dostawie	0	15	
	40 dni po dostawie	5	14	5,00
	30 dni po dostawie	15	2	–
	15 dni po dostawie	20	1	–
	Przy dostawie	25	0	1,43
Warunki zwrotu (gwarancja)	5% uszkodzeń, 4% kary	0	25	
	7% uszkodzeń, 4% kary	0	20	–
	5% uszkodzeń, 2% kary	5	20	1
	3% uszkodzeń, bez kary	8	2	–
	5% uszkodzeń, bez kary	10	0	–
	jakikolwiek uszkodzenia bez kary	10	1	0,26

Źródło: Dane projektu GRIN.

POSTNEGOTIATION OPTIMIZATION OF THE NEGOTIATION COMPROMISE

Summary

In this paper we discuss the possibility of applying the various game-theoretic mechanisms to support the postnegotiation analysis of the multi-issue two-party negotiation. We analyze the negotiation problem structured and evaluated by parties by means of the simple additive weighting model, which is typical approach implemented in very many negotiation support systems. In particular, we focus on such negotiation processed that result in an inefficient negotiation outcome. We show how to identify the set of efficient solutions for each negotiation problem and then, how to find the efficient improvements of the agreement that the parties have agreed on. We propose a novel mechanism of finding such improvements, that stems from Nash

bargaining solution and some previous concepts of Raiffa's potentials of the negotiators. We show an example of how this mechanism works when applied to find an improvement in bilateral negotiation supported by Inspire negotiation support system.

Jerzy Korczak

Maciej Bac

Krzysztof Drelczuk

Aleksander Fafuła

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

A-TRADER – DORADCZA PLATFORMA AGENTOWA DLA GRACZY GIEŁDOWYCH

Wprowadzenie

Problem eksploracji danych giełdowych od lat spotyka się z niesłabnącym zainteresowaniem. Opracowano wiele metod, mniej lub bardziej skutecznych, mających na celu analizę rynku i wspomagających proces podejmowania decyzji [Allen 1999; Barbazon 2007; Dempster 2002; Luna 2002; Stanek et al. 2008; Raudys i Zliobaite 2006]. Metody te opierają się na statystyce, ekonomii, sztucznej inteligencji, wiedzy finansowej. W pracy skoncentrowano się jedynie na systemach wieloagentowych i zaproponowano rozwiązanie technologiczne wspomagające podejmowanie decyzji kupna-sprzedaży na rynku papierów wartościowych.

Jednym z pierwszych rozwiązań tego typu jest system wieloagentowy zaproponowany przez K.P. Sycarę, D. Zenga i K. Dechera [Sycara et al. 2002]. System ten umożliwiał użytkownikowi współpracę z wieloma wyspecjalizowanymi agentami, którzy mają dostęp do modeli finansowych i nadzorują na bieżąco pracę systemu, sytuację na rynku, otoczenie oraz realizację priorytetów użytkownika. W ostatnich latach opublikowano wiele interesujących koncepcji systemów wieloagentowych. C. Chiarella, R. Dieci i L. Gardini [Chiarella 2006] opisują system, w którym dwie grupy agentów korzystających z metod analizy fundamentalnej i technicznej modelują dynamikę rynku. Podobne badania przeprowadził F. Westerhoff [Westerhoff 2004]. V. Bohm i J. Wenzelburger [2005] przedstawiają ocenę strategii optymalizacji portfela akcji przez trzech agentów: agenta racjonalnego, agenta z zakłóceniem i agenta analizy technicznej. Spośród

wielu innych prac w zakresie zastosowań systemów wieloagentowych należy również wyróżnić przegląd aktywnych i pasywnych form uczenia agentów działających na rynkach finansowych przez B. LeBarona [2011].

Istnieje kilka standardów opisujących zasady projektowania systemów opierających się na technologiach agentowych. Jednym z nich jest standard stworzony przez organizację FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents). Opisuje on sposoby zarządzania, komunikacji i współpracy pomiędzy agentami. Kolejnym standardem jest MAF (Mobile Agent Facility) zdefiniowany przez Object Management Group – Agent Working Group. Standaryzacją technologii agentowych zajmowały się również The Agents Society oraz Knowledge Sharing Effort. Wyniki prac wyżej wymienionych stowarzyszeń ułatwiają implementację i integrowanie agentów oraz przenoszenie ich pomiędzy istniejącymi systemami. Dostępne implementacje niektórych standardów są w większości implementacjami eksperymentalnymi i niektóre nie są już utrzymywane. Najpopularniejsza z platform JADE jest utrzymywana w dwóch wersjach jako platforma open-source [WWW4] i niezależnie jako platforma komercyjna – JADE 7 [WWW5]. Komercyjna odmiana JADE jest pozycjonowana jako bazowy Framework, dostarczający podstawowe mechanizmy do zastosowań biznesowych. Cechuje się większą szybkością i skalowalnością niż darmowa odmiana. Niestety ta profesjonalna wersja JADE jest darmowa tylko do użytku niekomercyjnego, a jej licencja użytkowania nie dopuszcza modyfikowania kodu źródłowego. Platforma mająca być podstawą do budowy wieloagentowego otwartego systemu do analizy finansowych szeregów czasowych musi być szybka, lekka i łatwa w wykorzystaniu. Ważne są też aspekty bezpieczeństwa i możliwości ulepszenia silnika. Szybkość to nie tylko błyskawiczny protokół komunikacji, ale także natychmiastowe wywołanie reakcji agentów, którzy powinni żadaną informację przetworzyć. Lekkość platformy to niski narzut zużycia zasobów związany z samym procesem odbierania i wysyłania informacji. Niestety wyżej wymienione platformy, mimo iż dostarczają wielu narzędzi i funkcjonalności, które z pewnością byłyby bardzo przydatne, nie spełniają warunków koniecznych, aby posłużyć jako baza dla otwartego systemu wieloagentowego do analizy finansowych szeregów czasowych.

Celem tej publikacji jest przedstawienie projektu i implementacji skalowalnego oraz otwartego systemu wieloagentowego, który dzięki integracji i współpracy agentów opierających się na dowolnych metodach, umożliwiłby jak najlepsze wspomaganie decyzji inwestycyjnych. Istotnymi wymaganiami w realizacji systemu były trafność predykcji, orientacja na ciągłe zdobywanie informacji, niekończące doskonalenie własnej bazy wiedzy oraz zdolność adaptacji do zmieniającego się otoczenia rynku finansowego.

Prototypem proponowanego rozwiązania wspomagającego podejmowanie decyzji inwestycyjnych na rynku papierów wartościowych był system internet Bourse Expert-Agent Technology (iBE-AT) opracowany w laboratorium LSIIT-CNRS w Strasburgu [Korczak i Lipiński 2002; Lipiński 2004]. W systemie iBE-AT zaprojektowano kilka typów agentów: agenty zajmujące się rejestrowaniem i wstępnym przetwarzaniem informacji z rynku papierów wartościowych, agenty szybkiego reagowania bezpośrednio obserwujący rynek w celu natychmiastowego wykrycia anomalii, agenty analizujące zgromadzone dane finansowe i opracowujące decyzje inwestycyjne proponowane użytkownikowi, agenty zarządzające bazą wiedzy i sztucznymi ekspertami finansowymi używanymi do analizy danych finansowych, agenty analizujące dane tekstowe, zwłaszcza informacje prasowe, dotyczące spółek giełdowych, agenty wizualizujące dane finansowe i opracowane decyzje inwestycyjne oraz agenty bezpieczeństwa monitorujące dostęp użytkowników do systemu. Sztuczni eksperci finansowi wskazujący na decyzje kupna-sprzedaży byli wybranymi poprzez algorytm genetyczny podzbiorami reguł analizy technicznej. Każda reguła była funkcją, proponującą jedną z trzech decyzji inwestycyjnych: KUP, SPRZEDAJ lub TRZYMAJ, obliczaną na podstawie ostatnich notowań i wolumenów akcji. Algorytm genetyczny poszukiwał takich podzbiorów reguł, które optymalizowały funkcję celu określającą sprawność finansową danego eksperta w danym okresie.

Innym przykładem zastosowania technologii agentowych przy wspomaganiu podejmowania decyzji inwestycyjnych był system Evolutionary Multi Agent System (EMAS) – [Adamczyk 2007; Korczak 2008], opracowany w Instytucie Informatyki Uniwersytetu Wrocławskiego, składający się z agentów, podobnych funkcjonalnie do agentów iBE-AT analizujących sytuację na rynku i sugerujących decyzje inwestycyjne. W procesie obliczeniowym zbiór agentów podlegał ewolucji, sterowanej przez kilku agentów systemowych, dzięki czemu agenty o słabych umiejętnościach inwestycyjnych były eliminowane i zastępowane agentami lepiej przystosowanymi do warunków rynkowych. System EMAS był oparty na standardach FIPA i zaimplementowany z wykorzystaniem biblioteki JADE, co m.in. umożliwiało uruchomienie systemu na wielu komputerach i prowadzenie obliczeń rozproszonych. Systemy iBE-AT i EMAS zostały przetestowane na rzeczywistych danych pochodzących m.in. z giełdy paryskiej, nowojorskiej i warszawskiej.

Przedstawione powyżej rozwiązania iBE-AT i EMAS nie do końca spełniały oczekiwania użytkowników. Aplikacje cechowało zbyt wolne działanie oraz kosztowne utrzymanie. Ponadto z powodu zastosowania nieaktualnych dzisiaj technologii powstały problemy związane z ich rozwojem czy integrowaniem z aplikacjami innych graczy giełdowych. W celu usprawnienia systemu i usunięcia niedogodności rozpoczęto prace nad platformą A-Trader. W projekcie

A-Trader założono integrację platformy z systemem MetaTrader zasilanym danymi online obejmującymi ticki dowolnych walorów, towarów czy też par walutowych. Tworzone agenty mają dostęp do wybranych danych surowych, jak i danych wstępnie przetworzonych. Opisane w artykule rozwiązanie zostało przetestowane na danych rzeczywistych notowań głównych par walutowych rynku FOREX.

Artykuł został podzielony na trzy zasadnicze części. W pierwszej przedstawiono szkic architektury fizycznej i logicznej proponowanego rozwiązania. Omówiono poszczególne elementy systemu oraz sposób komunikacji pomiędzy nimi. W części drugiej scharakteryzowano problem wstępnej obróbki danych wraz z opisem działania przykładowego agenta odpowiedzialnego za przygotowanie informacji. Przybliżono koncepcję realizacji procesu niekończącego się uczenia. Opisano również nową ideę agenta modelowania zachowań graczy giełdowych i sposób przełożenia zamodelowanych wzorców na sygnały otwarcia i zamknięcia pozycji. W części ostatniej – w podsumowaniu dokonano opisu wyników prowadzonych badań oraz wskazano kierunek ich dalszego rozwoju.

1. Architektura systemu

Prezentowany system ma charakter wieloagentowego rozwiązania wspierającego analizę szeregów czasowych o wysokiej frekwencji, takich jak np. notowania instrumentów finansowych. Podstawowymi jego cechami są otwartość, umożliwiająca integrację i rozwój nowych funkcjonalności systemu oraz zapewnienie odpowiedniej komunikacji między poszczególnymi agentami. Dzięki zorientowaniu na serwisy i przetwarzanie w chmurze rozwiązano problem mocy obliczeniowej. Otwarty i prosty w implementacji protokół komunikacji (SOAP) znacząco ułatwił integrację indywidualnych rozwiązań [WWW1; WWW2; WWW3]. Docelowo protokół ten zostanie zamieniony na własny szybki protokół komunikacji zapewniający wymaganą szybkość przesyłu danych. Popularna w systemach rozproszonych technologia PUSH znacząco przyspieszyła propagację informacji wewnątrz systemu [Agarwal 2011]. Wieloagentowość systemu pozwoliła na personalizację rozwiązania, umożliwiając obserwację dowolnych układów metod użytkownikom końcowym i implementowanym inteligentnym agentom nadzorującym. Agenty oceniające istniejące rozwiązania, przygotowujące zestawy danych uczących oraz metody posiadające zdolność uczenia i dostosowywania się zapewniają ciągłą ewolucję wiedzy opisującej zachowanie rynków finansowych.

W architekturze A-Tradera wyróżniono następujące komponenty:

- a) agenta powiadomień (Notify Agent, NA),
- b) agenta danych historycznych (Historical Data Agent, HDA),
- c) chmurę agentów obliczeniowych (Cloud of Computing Agents, CCA),
- d) agenta komunikacji z rynkiem (Market Communication Agent, MCA),
- e) agenta komunikacji z użytkownikiem (User Communication Agent, UCA),
- f) agenta nadzorującego (Supervisor, S),
- g) bazę danych (System Database, SD).

Agent powiadomień (Notify Agent, NA) zapewnia sprawną komunikację wewnątrz systemu. Jest pośrednikiem w przesyłaniu sygnałów pomiędzy agentami zgodnie z zadeklarowanymi wskazaniem (patrz rys. 1). Każdy agent, którego stan się zmienia powiadamia swojego agenta powiadomień. Agent powiadomień przekazuje informację o zmianie stanu danego agenta wszystkim agentom, którzy są zapisani w rejestrze powiadomień jako klienci/obserwatorzy jego sygnałów. Powiadomienie odbywa się poprzez wywołanie odpowiedniej metody webowej (SOAP) u wszystkich agentów z listy nasłuchujących wskazanych sygnał. Następnie zapisuje informację o zmianie stanu agenta powiadamiającego w bazie danych. Tak pomyślana funkcjonalność agenta powiadomień czyni system elastycznym i skalowalnym, daje możliwość prostego dodawania i usuwania agentów oraz zapewnia uniezależnienie systemu od fizycznego położenia agenta.

Kolejny agent systemu pobiera dane z bazy danych (System Database, SD) i dostarcza je do nowo tworzących lub uczących się agentów, zgodnie z ich potrzebami. Jest nim agent danych historycznych (Historical Data Agent, HDA). Agent ten ma za zadanie zasilenie agentów danymi historycznymi pozwalającymi na ich inicjację bądź wykorzystywani w procesie uczenia się.

Kolejny element systemu stanowi chmura agentów obliczeniowych (Cloud of Computing Agents, CCA), na którą składają się (patrz rys. 1):

- agenty obliczeniowe (Simple Agents Cloud, SAC),
- agenty inteligentne (Intelligent Agents Cloud, IAC),
- agenty własne użytkowników (User Agents Cloud, UAC).

Proste agenty obliczeniowe (Simple Agents Cloud, SAC) to grupa agentów wstępnie przetwarzających dane oraz liczących podstawowe wskaźniki analizy technicznej. Agenty te najczęściej korzystają z nieprzetworzonych danych, rzadziej z danych już przekształconych przez inne agenty CCA. Wykonują one predefiniowane operacje o niskiej złożoności pamięciowej i obliczeniowej. Umożliwia to szybkie uzyskanie wyników i przekazanie ich dalej do użytku agentów o bardziej zaawansowanej logice. Wynikiem działania prostych agentów obliczeniowych jest stały zestaw danych opisujących rynek, które są wykorzystane

przez pozostałych agentów. Z punktu widzenia implementacji rozwiązania, SAC mogą być integralną częścią agenta powiadomień, co pozwoli zaoszczędzić czas przesyłania danych i grupowania ich przy wysyłaniu do agentów docelowych.

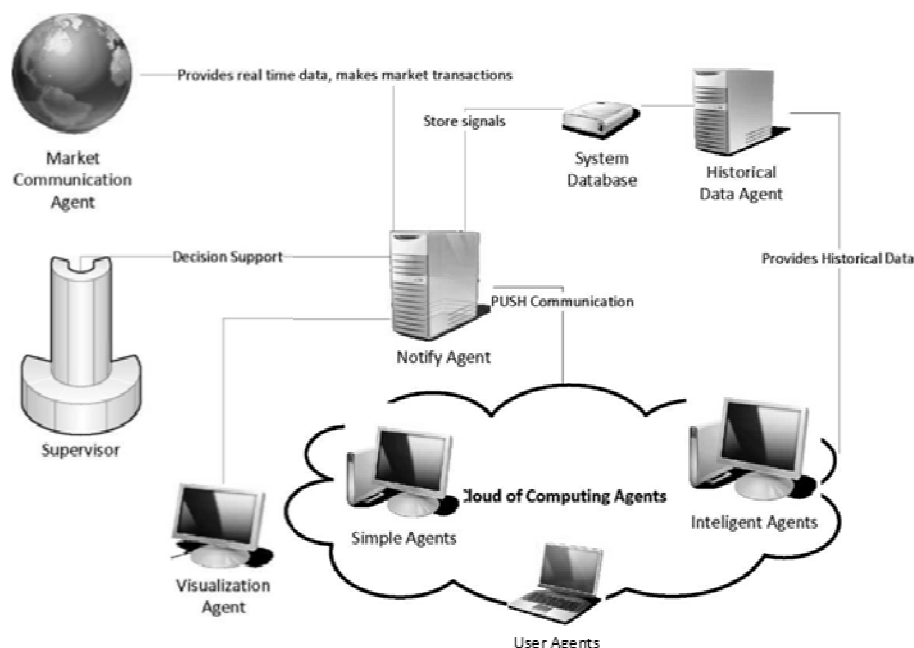
Agenty posiadające własną bazę wiedzy, mogące się uczyć, zmieniać swoje parametry oraz zmieniać swój stan wewnętrzny tworzą kolejny element chmury agentów, zwanych agentami inteligentnymi (Intelligent Agents Cloud, IAC). Możliwość obserwacji wyników dostarczanych przez innych agentów, przetwarzania ich „zapamiętywania” oraz uczenia się powoduje, że agenty te mogą nieustannie zmieniać swoją logikę działania i poprawiać skuteczność. Do tej grupy agentów zalicza się wszystkie rozwiązania opierające się na sztucznej inteligencji (algorytmy genetyczne, sieci neuronowe, systemy ekspertowe itd.), agenty analizujące komunikaty tekstowe, agenty obserwacji zachowań użytkownika. Wśród tych agentów należy wyróżnić: agenty wstępnej transformacji szeregów finansowych, agenty modelowania zachowań graczy giełdowych, agenty opierające się na niekończącym się uczeniu.

Agenty własne użytkowników (User Agents Cloud, UAC) to z kolei chmura agentów, w której znajdują się agenty utworzone przez użytkowników zewnętrznych. Wydzielenie tej części systemu otwiera możliwość integracji własnych agentów z całym rozwiązaniem bez konieczności instalacji agenta na serwerach zespołu badawczego. Takie podejście zapewnia, że z jednej strony badacz z poza zespołu nie musi zdradzać tajemnicy działania swojego agenta, a mimo to odbiera i wysyła sygnały. Z drugiej strony zewnętrzny agent nie zagraża stabilności działania charakteryzowanego systemu. Dzięki temu zewnętrzni użytkownicy mogą swobodnie dołączać do systemu swoich agentów, a dołączone agenty mogą korzystać ze wszystkich informacji/sygnałów dostarczanych przez system. Agenty inteligentne mogą otrzymywać i interpretować sygnały dostarczane przez UAC. Po uzyskaniu odpowiedniej stabilności agenty własne mogą być przeniesione do chmury agentów inteligentnych.

Komunikacja systemu z otoczeniem zewnętrznym jest zapewniana dzięki agentom komunikacji z rynkiem (Market Communication Agents, MCA). Z jednej strony agenty te dostarczają wiadomości z rynków finansowych oraz notowania dostępnych walorów. Z drugiej strony są odpowiedzialne za realizację zleceń otwarcia bądź zamknięcia pozycji. W tej grupie znajdują się agenty analizujące informacje ze spółek oraz przeglądające treści portali piszących o rynkach finansowych. Mogą one m.in. dostarczyć informacji na temat nastrojów inwestorów/spekulantów poprzez analizę blogów ekspertów finansowych lub przeglądanie odpowiednich wpisów na portalach społecznościowych.

Szybka i łatwa wizualizacja wyników pracy agenta, czy też całego systemu, jest ważnym aspektem w weryfikacji poprawności jego działania. W systemie jest ona możliwa dzięki agentom komunikacji z użytkownikiem (User Communication Agents, UCA). Narzędzia wizualizacyjne pozwalają na szybką analizę działania agenta, co może znacząco przyczynić się do ułatwienia prac nad poprawą jego skuteczności. Jest to również sposób przedstawienia wyników platformy użytkownikom końcowym. Agent komunikacji pozwala użytkownikowi na przekazanie własnych sugestii agentom inteligentnym. Umożliwia zmianę parametrów wybranego agenta, czy też sugestie dla agenta nadzorującego, dotyczącą mechanizmów i tego w jakim stopniu mają one wpływać na decyzje inwestycyjne. UCA pozwala użytkownikowi na przygotowanie i analizę zestawów uczących dla agentów inteligentnych. Prezentacja sygnałów dostarczonych przez agentów charakteryzowanego systemu nie wymaga implementacji własnych narzędzi, ale jest możliwa dzięki integracji agentów z oprogramowaniem dostarczonym przez brokerów.

System wieloagentowy charakteryzuje się tym, że agenty mogą generować niezależne decyzje. Mogą to być decyzje zgodne lub zupełnie przeciwstawne. Takie wykluczające się decyzje to np. sugestia otwarcia i zamknięcia pozycji wygenerowane przez dwóch niezależnych agentów w tym samym czasie. Następuje wtedy konflikt pomiędzy agentami. Rozwiązywaniem konfliktów zajmują się agenty nadzorujące (Supervisor, S), które obserwują decyzje wszystkich agentów obliczeniowych i inteligentnych, oceniają ich skuteczność w inwestowaniu oraz ryzyko. Są odpowiedzialne za rozwiązanie konfliktu. Na podstawie zgromadzonych informacji decydują, które agenty są brane pod uwagę w podejmowaniu decyzji inwestycyjnej, a których podpowiedź jest pomijana. Do rozwiązywania konfliktów mogą być zastosowane drzewa decyzyjne lub metody negocjacji [Korczak 2006]. Skuteczne może też się okazać zaimplementowanie agenta supervisora opierającego się na metodzie konsensusu [Hernes 2011]. Należy zaznaczyć, że decyzja podjęta przy pomocy metody konsensusu uwzględnia sygnały wszystkich agentów, co zmniejsza ilość błędnych decyzji. Agent nadzorujący poza podejmowaniem ostatecznej decyzji reguluje wielkość pozycji i czas ich utrzymywania. Odpowiada za bezpieczeństwo inwestycyjne całego systemu i w razie wystąpienia na rynku sytuacji wyjątkowych lub nieprzewidywanych przez system, zaprzestaje inwestycji.



Rys. 1. Architektura systemu A-Trader

Zaproponowana architektura jest zgodna ze standardem FIPA. Wszystkie wymagane komponenty i usługi zapewnia agent powiadomień. Agent powiadomień jest systemem zarządzania agentami (Agent Management System). Przechowuje informacje o dostępnych agentach, o ich lokalizacji (White Pages) i o udostępnianych usługach (Yellow Pages), pełni rolę usługi katalogowej (Directory Facilitator). Pośredniczy w przekazywaniu wiadomości pomiędzy poszczególnymi agentami (Message Transport). Specyfika rozwiązywanego problemu (generowanie sygnałów otwarcia i zamknięcia pozycji), ze względu na dynamicznie zmieniające się środowisko, wymaga bardzo wysokiej sprawności systemu. Zaawansowana komunikacja pomiędzy agentami występuje jedynie w procesie uczenia całego systemu lub jego poszczególnych agentów. Agent rozpoczynając pracę w trybie online uczy się bądź korzysta ze swojej bazy wiedzy i uzupełnia potrzebne dane historyczne. Gdy jest już przygotowany do działania, jego praca sprowadza się do analizy nadsyłanych danych od agentów powiadomień, przy wykorzystaniu wcześniej zgromadzonej wiedzy i przekazywaniu swojej decyzji do swojego agenta powiadomień. Kiedy trzeba natychmiast podjąć decyzję nie występuje proces zaawansowanej negocjacji międzyagentowej, takiej jak ustanowienie połączenia czy też uzgodnienie protokołu komunikacji.

W celu ułatwienia implementacji każdy agent jest uruchamiany w obrębie swojego kontenera izolującego od środowiska i enkapsulującego komunikację z centralną częścią systemu: agentem powiadomień. Wiele kontenerów może być uruchomionych na jednej maszynie. Priorytety przy projektowaniu kontenera były następujące:

- maksymalne uproszczenie procesu tworzenia agenta i jego integracji z systemem, praktycznie przezroczystej dla użytkownika,
- maksymalne uproszczenie uruchomienia już stworzonego agenta oraz włączenie go do chmury.

Celem wyizolowania agentów i przeniesienia ich do chmury jest z jednej strony zapewnienie asynchronicznej współpracy, z drugiej umożliwienie wykonywania wyspecjalizowanych działań na dedykowanych do tego środowiskach, np. algorytmy obliczeniowe, które mogą być wykonywane współbieżnie na komputerach wyposażonych w wieloprocesorowe karty graficzne NVIDIA. Agenty wizualizacyjne mogą być też natomiast uruchamiane na urządzeniach mobilnych ułatwiających dostęp użytkownikom do wyników obliczeń chmury.

W ramach prototypu został zaimplementowany kontener na platformie .NET, co umożliwia uruchomienie agentów na komputerach z systemami rodziny Windows i Unix. W kolejnych etapach planuje się utworzenie kontenerów dla agentów JAVA oraz umożliwiających integrację z popularnymi środowiskami, takimi jak np. MATLAB.

2. Charakterystyka funkcjonalna wybranych agentów

2.1. Agenty wstępnego przetwarzania danych

Wstępna obróbka danych zgodnie z metodologią CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining) – [Chapman et al. 2000] opracowana przez analityków Daimler-Chrysler, SPSS i NCR, jest zaliczana do drugiego i trzeciego etapu procesu eksploracji danych, czyli „zrozumienia danych” i „przygotowania danych”.

Większość danych przechowywanych w bazach danych jest nieobrobiona, niekompletna i zaszumiona. Przykładowo baza może zawierać:

- wartości, które są przestarzałe lub zbędne,
- notowania z brakującymi wartościami,
- notowania nietypowe (ang. *outliers*),
- dane w nieodpowiednim formacie,
- wielowymiarowe zmienne zależne itp.

Nadrzędnym celem procesu jest minimalizacja danych nieistotnych, które dostają się do modelu i powodują często błędne wyniki.

Bardzo dużym problemem przy wstępnej analizie i obróbce szeregów finansowych o dużej frekwencji jest minimalizacja czasu przygotowania danych. Należy zaznaczyć, że algorytmy te przygotowują dane dla modeli, których czas predykcji musi też być bardzo krótki. Projektanci modeli eksploracji danych bardzo często, balansując pomiędzy tymi dwoma wytycznymi, muszą godzić się na kompromisy odnośnie do jakości danych, aby udostępnić je w akceptowalnym czasie reakcji systemu.

Agenty odpowiedzialne za wstępne przetwarzanie danych, w prezentowanym systemie, są elementem chmury agentów obliczeniowych. Istotnym kryterium postawionym przed takimi agentami jest szybkość przetwarzania. Wyekstrahowanie takiej grupy agentów, a co z tym idzie oddelegowanie zadań związanych z wstępnym przetwarzaniem danych do wyspecjalizowanych agentów, stwarza możliwość efektywnego zarządzania procesem wstępnej analizy danych, m.in. poprzez równoległą realizację algorytmów w celu uzyskania danych o wysokiej jakości w akceptowalnym czasie.

2.2. Agenty niekończącego się uczenia

Agenty odpowiedzialne za niekończące się uczenie są elementem charakteryzowanej wcześniej chmury agentów, a konkretnie grupy agentów inteligentnych. Koncepcja „never ending learning” jest w tym przypadku realizowana na podstawie czterech grup agentów: agentów grupujących, agentów trenerów, agentów oceniających i grupy agentów, którzy mają być podmiotem działań algorytmu.

Zaproponowana metoda niekończącego się uczenia opiera się na następujących założeniach:

- a) metoda nie ogranicza użytkownika w wyborze instrumentów finansowych. W projekcie platformy wykorzystuje się dane rzeczywiste z rynku walutowego, jednak algorytm będzie sprawnie działać na wszystkich innych szeregach czasowych o wysokiej frekwencji;
- b) liczba agentów jest nieograniczona;
- c) algorytm agenta może opierać się na dowolnym algorytmie, który można dostosowywać do zmieniających się warunków rynku finansowego poprzez zmianę parametrów, do których można m.in. zaliczyć sieci neuronowe [Bac 2010], algorytmy ewolucyjne [Bac i Kwaśnicka 2009], reguły asocjacyjne, czy systemy ekspertowe [Dymova et al. 2010]. Algorytmy parametryzowane to też np. funkcje analizy technicznej (np. RSI, MACD, średnia krocząca

z parametrem wielkości okna czasowego) lub też inne algorytmy niezmienniejące swojego stanu wiedzy, lecz dające się modyfikować poprzez parametry wejściowe.

Na grupę agentów niekończącego się uczenia składają się: agent grupujący, agent trener, agenty oceniające i grupa agentów samouczących. Agent grupujący (asocjacji) wyróżnia agentów, którzy skutecznie ze sobą współdziałają. Część agentów będzie miała wyższą skuteczność podejmowanych decyzji przy aktywności (konkretnej wartości sygnału wyjściowego) innych agentów. W ten sposób agent grupujący będzie w stanie wyróżnić agentów, którzy skutecznie działają przy dużej lub małej zmienności albo też przy rynku wysprzedanym lub wykupionym. Ponadto agent grupujący dzieli okresy na obserwowanych szeregach czasowych na klastry, opisując je przy pomocy konkretnych wartości sygnałów wyjściowych poszczególnych agentów. Następnie agent trener tworzy na podstawie klastrów nowe instancje agentów znacznie skuteczniejszych w wyznaczonych warunkach. Takie działanie powoduje wytworzenie się bardzo wyspecjalizowanych agentów, którzy mają ponadprzeciętną skuteczność inwestycyjną dla konkretnych sytuacji/faz, w których znajdzie się rynek. Agenty oceniające weryfikują skuteczność agentów i wskazują przyczynę niskiej efektywności (zbyt duża liczba transakcji, przedwczesne lub zbyt długie przetrzymywanie pozycji, nieprawidłowy TP – Take Profit lub SL – Stop Loss). Przyspiesza to znacząco specjalizację agentów posiadających zdolności autoadaptacyjne. Powstawanie nowych agentów wykrywających zupełnie nowe fazy rynku pozwoli agentowi grupującemu na stworzenie nowych klastrów, z kolei zgodnie z koncepcją „never ending learning” umożliwi ewolucję systemu.

2.3. Agent Modelowania Zachowań Graczy

Jednym z elementów systemu A-Trader jest nowatorski komponent – system eksploracji zachowań inwestorów z danych giełdowych. Podejście to jest próbą formalnego ujęcia elementów finansów behawioralnych, a w szczególności automatycznego wykrywania błędów poznawczych.

Algorytmy agenta są efektem kilkuletnich badań, prowadzonych przy użyciu specjalistycznego symulatora giełdowego Etoile [Fafuła 2010]. Agent jest wciąż w fazie doskonalenia i rozbudowy. Obecnie możliwe do rozpoznania są cztery sytuacje:

- a) paradoks hazardzisty (podczas sprzedaży i kupna) – wiara w zmianę trendu wynikająca z błędnego obliczania prawdopodobieństw, w szczególności szacowania regresji do średniej [Tversky 1974],

b) efekt *hot hand* (podczas kupna) – [Sundali i Croson 2006] i *cold hand* (podczas sprzedaży) – w uproszczeniu: przeświadczenie o kontynuacji, np. „dobre spółki zawsze zarabiają”, „słabe firmy nigdy się nie wybiją”.

Podczas konstrukcji tego złożonego, wykorzystującego liczne technologie, platformy i algorytmy, agenta przeprowadzono wiele eksperymentów z zakresu psychologii inwestowania. Decyzje i stany emocjonalne przeszło stu osób zostały naniesione maszynowo na przestrzeń opisywaną przez analizę techniczną. Łącznie zebrano kilka tysięcy sygnałów kupna i sprzedaży. Doświadczenia odbywały się w różnych fazach rynku i na kilkuset spółkach. Następnie, opierając się na pozyskanych danych, a przy wykorzystaniu indukcyjnych drzew decyzyjnych, zostały wygenerowane reguły decyzyjne. Ostatecznie agent modelowania zachowań korzysta z wybranych reguł, wysyłając sygnały kupna i sprzedaży. Przykładowo, w działaniu, Agent Modelowania Zachowań w wariacie Gambler's Fallacy sygnalizuje zwiększone prawdopodobieństwo pobudzenia się kontrarian.

Dotychczas system ten był testowany autonomicznie na giełdzie NASDAQ, gdzie zaprezentował obiecujące wyniki. Sprawdza się najlepiej na notowaniach o dużej płynności. Zarówno do obliczeń, jak i mapowania sytuacji agent korzysta z danych dziennych.

Podsumowanie

Pierwsze próby zaimplementowanego środowiska wieloagentowego okazały się bardzo zachęcające. Agent nadzorujący zmniejszył ryzyko inwestycyjne ograniczając samodzielne działania bardziej ryzykownych agentów na rzecz wspólnych decyzji całego środowiska. Współpracujące agenty dawały częściej rentowne decyzje i znacznie wcześniej zamykały pozycje przynoszące straty.

Przyjęty do komunikacji protokół SOAP pozwolił na szybką implementację pojemników na agenty w środowisku C#. Autorzy w dalszych pracach planują implementację kontenerów w języku Java, PHP oraz środowiska dla rozwiązań tworzonych w oprogramowaniu Matlab. Zastosowanie kontenerów umożliwi zamianę protokołu komunikacji SOAP na standard binarny gwarantujący szybszą komunikację.

Platforma pozwala na integrację nowych rozwiązań i metod inteligentnych działających w obszarze analizy szeregów finansowych. Pozwala na wykorzystanie sygnałów generowanych przez już zaimplementowanych agentów, dzięki czemu można testować skuteczność własnych metod w powiązaniu z algorytmami zaimplementowanymi dotychczas. Budując własne agenty, można korzystać z informacji agentów oceniających w celu poprawiania własnych rozwiązań.

Opisany system wieloagentowy ułatwia testowanie i walidację nowych algorytmów poprzez dostarczenie podstawowych funkcjonalności oraz danych. Umożliwia to koncentrację prac na budowaniu kolejnych agentów, nie dbając o podstawowe mechanizmy dostarczania danych oraz komunikacji.

Innowacyjnym pomysłem wykorzystania infrastruktury jest stworzenie agentów symulujących zachowania uczestników handlu na rynku. Stworzenie przekroju poprzez „typy” inwestorów, uwzględnienie proporcji pomiędzy liczebnością inwestorów każdego typu oraz uwzględnienie zasobów kapitałowych poszczególnych kategorii inwestorów umożliwi przewidywanie przepływów kapitału. Ideę tę można spróbować zastosować do zmian alokacji kapitału na obserwowanym walorze oraz zmian pomiędzy walorami na wybranym rynku i alternatywnymi możliwościami inwestycyjnymi (papiery wartościowe, obligacje, towary, waluty).

Platforma A-Trader jest w fazie testowania i rozbudowy. Ilość i zakres wykorzystywanych metod jest przez cały czas rozszerzany. Powstają nowe agenty opierające się na najnowszych metodach sztucznej inteligencji. Na podstawie przeprowadzanych badań są rozwijane rozwiązania działające na różnych rynkach i wykorzystujące dostępne algorytmy. Jest to otwarta platforma do testowania modeli wykorzystywanych w pracach naukowych zespołu badawczego oraz pracach dyplomowych studentów.

Literatura

- Adamczyk I. (2007): *Ewolucyjny system wieloagentowy*. Praca magisterska, Uniwersytet Wrocławski, Wrocław 2007.
- Agarwal S. (2011): *Toward a Push Scalable Global Internet*. Proc. Global Internet Symposium. IEEE Infocom, Shanghai.
- Allen F., Karjalainen R. (1999): *Using Genetic Algorithms to Find Technical Trading Rules*. „Journal of Financial Economic”, No. 51.
- Bac M. (2010): *Self Organizing Map (SOM) Network Application Support for Short-term Investment Decisions*. W: *Data Mining and Business Intelligence*. Red. J. Korczak. Wydawnictwo UE, Wrocław.
- Bac M., Kwaśnicka H. (2009): *Możliwości zastosowania algorytmów genetycznych w systemach informacyjnych wspomagających proces podejmowania decyzji gracza giełdowego*. W: *Inżynieria i systemy ekspertowe*. Red. A. Grzech, K. Juszczyszyn, H. Kwaśnicka. Akademicka Oficyna Wydawnicza Exit, Warszawa 2009.
- Barbazon A., O'Neill M. (2007): *Biologically Inspired Algorithms for Financial Modeling*. Springer, 2005.
- Bohm V., Wenzelburger J. (2005): *On the Performance of Efficient Portfolios*. „Journal of Economic Dynamics and Control” April, Vol. 29, Iss. 4.

- Chapman P., Clinton J., Kerber R., Khabaza T., Reinart T., Shaerer C., Wirth R. (2000): *CRISP-DM Step-by-step Data Mining Guide*, <http://www.crisp-dm.org>.
- Chiarella C., Dieci P., Gardini L. (2006): *Asset Price and Wealth Dynamics in a Financial Market with Heterogeneous Agents*. „Journal of Economic Dynamics and Control”, Vol. 30.
- Dempster M., Jones C. (2001): *A Real Time Adaptive Trading System using Genetic Programming*. „Quantative Finance”, No. 1.
- Dymova L., Sevastianov P., Bartosiewicz P. (2010): *A New Approach to the Rule-based Evidential Reasoning: Stock Trading Expert System Application*. „Expert Systems with Applications”, Vol. 37, Iss. 8.
- Fafuła A. (2010): *A Prototype of Platform for Data-driven Approach to Detection of Cognitive Biases*. W: *Data Mining and Business Intelligence*. Red. J. Korczak. Wydawnictwo UE, Wrocław.
- Hernes M. (2011): *Metody konsensusu w rozwiązywaniu konfliktów wiedzy w wieloagentowym systemie wspomagania decyzji*. Praca doktorska. Wydawnictwo UE, Wrocław.
- Korczak I., Lipiński P. (2008): *Systemy agentowe we wspomaganiu decyzji na rynku papierów wartościowych*. W: *Rozwój informatycznych systemów wieloagentowych w środowiskach społeczno-gospodarczych*. Red. S. Stanek et al. Placet, Warszawa.
- Korczak J., Lipiński P. (2002): *Design of Stock Trading System Based on Intelligent Agents*. Internat. Conf. ACs'2002, Międzyzdroje.
- Korczak J., Lipiński P. (2006): *Technology of Intelligent Agents used in Financial Data Analysis*. Proceedings of 5th Ogólnopolska Konferencja Naukowa Nowoczesne Technologie Informacyjne w Zarządzaniu, NTIZ2006. Wydawnictwo AE, Wrocław.
- Le Baron B. (2011): *Active and Passive Learning in Agent-based Financial Markets*. „Eastern Economic Journal”, Vol. 37.
- Lipiński P. (2004): *Evolutionary Data-Mining Methods in Discovering Stock Market Expertise from Financial Series*. PhD thesis, Université Louis Pasteur, Strasbourg 2004.
- Luna F., Perrone A., eds (2002): *Agent-based Methods in Economics and Finance: Simulations in Swarms*. Springer.
- Raudys S., Zliobaite I. (2006): *The Multi-Agent System for Prediction of Financial Time Series*. Proc. ICAISC, LNAI4029.
- Stanek S., Sroka H., Paprzycki M., Gannzha M. (2008): *Rozwój informatycznych systemów wieloagentowych w środowiskach społeczno-gospodarczych*. Placet, Warszawa.
- Sundali J., Croson P. (2006): *Biases in Casino Betting: The Hot Hand and the Gambler's Fallacy*. „Judgment and Decision Making”, Vol. 1, No. 1.
- Sycara K.P., Decker K., Zeng D. (2002): *Intelligent Agents in Portfolio Management, Agent Technology. Agent Technology: Foundations, Applications, and Markets*. Eds. N. Jennings, M. Wooldridge. Springer, Heidelberg.
- Tversky A., Kahneman D. (1974): *Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases*. „Science” 185 (4157).
- Westerhoff F.H. (2004): *Multiasset Market Dynamics. Macroeconomic*. „Dynamics”, No. 8.

-
- [WWW1] <http://www.w3.org/TP/2003/WD-soapl2-mtom-20030721/>
[WWW2] <http://www.w3.org/TP/soap/>
[WWW3] <http://www.xml.com/pub/a/2003/02/26/binaryxml.html>
[WWW4] <http://iade.tilab.com/>
[WWW5] <http://www.jade.co.nz/jade/index.htm>

A-TRADER – ADVISORY MULTI-AGENT PLATFORM FOR STOCK TRADERS

Summary

The authors of this paper present the architecture of a multi-agent system which supports investment decisions on the stock market. The individual components of the system, the manner of communication between them, the mechanism of assessing the individual agents are discussed. New methods of pre-processing financial series, the concept of never-ending learning, the behavioural model of stock exchange traders and the manners of translating the modelled patterns into the open and close position signals are described. The results of the research are described and the directions of the further development of the platform are provided in the conclusion.

Ewa Roszkowska

Uniwersytet w Białymstoku

ANALIZA PROCESU NEGOCJACJI Z WYKORZYSTANIEM PROCEDURY TOPSIS*

Wprowadzenie

Negocjacje mogą być traktowane jako sposób rozwiązywania konfliktów między stronami w sytuacji, gdy interesy obu stron są częściowo sprzeczne i częściowo wspólne oraz strony mają przeświadczenie, że prowadzone rozmowy są najlepszą metodą dojścia do porozumienia akceptowanego przez strony. Celem negocjacji jest podjęcie wspólnej decyzji, która przyniesie korzyść wszystkim zaangażowanym w proces negocjacyjny, umożliwiając im realizację własnych interesów [Carnevale i Pruitt 1992; Roszkowska 2011].

Istotnym problemem jest zdefiniowanie i dokonanie dokładnej analizy charakteru przedmiotu sporu, czyli przygotowanie szczegółowej listy zagadnień, które mogą być podniesione w czasie negocjacji przez każdą ze stron, określenie hierarchii ich ważności, własnych celów dla każdego negocjowanego zagadnienia. Wyznacza się warunki brzegowe dla wszystkich zagadnień poruszanych w czasie negocjacji, tzn. cel maksymalny (idealny wynik) oraz cel minimalny (dolna granica), a także dokonuje się oceny wartości ofert i możliwości ustępstw.

Główną trudność przy wyborze, klasyfikacji czy porządkowaniu ofert negocjacyjnych polega na uwzględnieniu oceny wartości wariantów z różnych punktów widzenia, czyli oceny wielokryterialnej. Przegląd literatury [Galas et al. 1987; Hwang i Yoon 1981; Kersten 2001; Kersten i Szapiro 1986; Roszkowska 2011; Szapiro 1991; Wachowicz 2010a, 2010b] wskazuje na bardzo dużą różnorodność procedur i metod wielokryterialnego wspomagania decyzji, które mogą mieć zastosowanie w analizie negocjacji.

Celem niniejszej pracy jest pokazanie możliwości zastosowania klasycznej metody TOPSIS do modelowania preferencji i agregacji ocen pakietów negocjacyjnych, a także do wspomagania procesu negocjacji. Metoda TOPSIS (Tech-

* Praca powstała w ramach projektu finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki przyznanych na podstawie decyzji numer DEC-2011/03/B/HS4/03857.

nique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution) pozwala na uporządkowanie pakietów negocjacyjnych względem ich podobieństwa do najbardziej preferowanego z nich za pomocą syntetycznego miernika oceny wartości pakietu negocjacyjnego będącego funkcją agregującą wartości opcji poszczególnych zagadnień negocjacyjnych [Hwang i Yoon 1981; Jahanshahloo et al. 2006; Walesiak 2002]. Podobieństwo jest determinowane na podstawie minimalizacji odległości pakietu negocjacyjnego do najbardziej pożądanego, a maksymalizacji odległości do najmniej pożądanego.

W pracy wykorzystano klasyczną metodę TOPSIS, gdzie wagi poszczególnych kryteriów oraz ich oceny są wyrażone precyzyjnie za pomocą rzeczywistych wartości, pokazano także możliwości wykorzystania skal lingwistycznych. W przypadku konieczności uwzględnienia nieprecyzyjności danych, czy braku kompletnej informacji odpowiednie procedury obliczeniowe metody TOPSIS mogą zostać przeniesione w dziedzinę liczb rozmytych (FUZZY TOPSIS) – [Chen i Hwang 1992; Jahanshahloo et al. 2006], a zmienne lingwistyczne reprezentowane np. przez trójkątne czy trapezowe liczby rozmyte [Jadidi et al. 2008].

1. Wykorzystanie klasycznej procedury TOPSIS do oceny pakietów negocjacyjnych

Przyjęto następujące określenia i oznaczenia:

Pakiet negocjacyjny – oferta, którą negocjator może przedstawić jako ofertę lub otrzymać od oponenta w toku negocjacji.

Zagadnienie – punkt do uzgodnienia, czyli aspekt przedmiotu negocjacji (atrybut oferty).

Opcja – wartość atrybutu.

Niech $Z = \{Z_1, Z_2, \dots, Z_n\}$ oznacza zbiór rozważanych zagadnień negocjacyjnych, $P = \{P_1, P_2, \dots, P_m\}$ zbiór pakietów negocjacyjnych. Dowolny pakiet P_i jest reprezentowany przez wektor $P_i = [x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}]$, gdzie x_{ij} oznacza wartość atrybutu j -tego zagadnienia dla i -tego pakietu negocjacyjnego. Dla każdego zagadnienia ustala się opcję, która jest najgorszą z możliwych do zaakceptowania oraz opcję, która jest rozwiązaniem najlepszym z możliwych. Wartości te wyznaczają maksymalną granicę żądań oraz minimalną granicę ustępstw, czyli obszar targowania się dla negocjowanego zagadnienia. Wartości ocen wariantów ze względu na poszczególne zagadnienia są opisane przez macierz decyzyjną

postaci $X = [x_{ij}]_{n \times m}$. Wektor $\mathbf{w} = [w_1, w_2, \dots, w_m]$ jest wektorem wag, określających stopień ważności zagadnień negocjacyjnych, gdzie w_j – waga j -tego zagadnienia, $w_j \geq 0$, $\sum_{j=1}^m w_j = 1$. Niech dalej I oznacza zbiór zagadnień zyskowych (im więcej, tym lepiej), J zbiór zagadnień kosztowych (im mniej, tym lepiej).

Struktura negocjacji powoduje, że do pełnego jej opisu niezbędne jest użycie naturalnego języka, który operuje słowami, czyli wielkościami jakościowymi, pojęciami słabo zdefiniowanymi, często niedokładnymi. Przetwarzanie danych w procesie negocjacji jest oparte na zmiennych liczbowych oraz zmiennych lingwistycznych, które przyjmują jako swe wartości słowa, stąd procedura oceny pakietów negocjacyjnych powinna być dostosowana do uwzględnienia takiego charakteru danych. W klasycznej procedurze TOPSIS lingwistyczne podejście do procesu decyzyjnego wymaga określenia etykiet lingwistycznych dla opisów wariantów oraz wag zagadnień negocjacyjnych. Następnie, przy pomocy określonych skal lingwistycznych, negocjator nadaje wartości preferencji opcji dla poszczególnych zagadnień, czy też stopnie ważności zagadnieniom negocjacyjnym. Przykładowe skale ocen opcji jakościowych, dostosowane do klasycznej procedury TOPSIS zawiera tab. 1, a wag zagadnień negocjacyjnych tab. 2 [Jadidi et al. 2008].

Warto zaznaczyć, że w rozmytej procedurze TOPSIS (FUZZY TOPSIS) dla określenia wartości liczbowej wyrażen lingwistycznych, jak również reprezentacji wartości wariantów decyzyjnych są wykorzystywane np. trójkątne liczby rozmyte, które umożliwiają uwzględnienie oceny pesymistycznej, najbardziej prawdopodobnej oraz optymistycznej dla poszczególnych opcji [Jadidi et al. 2008; Wysocki 2010].

Tabela 1

Skalowanie opcji jakościowych

Ocena	Wartość
Odpowiednia (OD)	1
Dostateczna (DST)	3
Dobra (DB)	5
Bardzo dobra (BDB)	7
Wyróżniająca (W)	9
Wartości pośrednie między ocenami	2,4,6,8

Źródło: Na podstawie [Jadidi et al. 2008].

Tabela 2

Skalowanie wag zagadnień negocjacyjnych

Skala ważności zagadnienia	Waga
Bardzo bardzo słaba (BBS)	0,005
Bardzo słaba (BS)	0,125
Słaba (S)	0,175
Średnio-słaba (SS)	0,225
Średnia (S)	0,275
Średnio ważna (SW)	0,325
Ważna (W)	0,375
Bardzo ważna (BW)	0,425
Bardzo bardzo ważna (BBW)	0,475

Źródło: Na podstawie [Jadidi et al. 2008].

Do ustalenia końcowego rankingu ocen pakietów negocjacyjnych zostanie zastosowana klasyczna procedura TOPSIS [Hwang i Yoon 1981; Jahanshahloo et al. 2006; Roszkowska 2009]. Dla każdego pakietu ze zbioru P wyznacza się syntetyczny miernik oceny wartości pakietu negocjacyjnego, będący funkcją agregującą wartości opcji poszczególnych zagadnień. Podstawowe założenia procedury TOPSIS to identyfikacja najlepszego rozwiązania spośród skończonego zbioru pakietów negocjacyjnych. Według procedury TOPSIS najlepsze rozwiązanie to takie, które posiada najkrótszą odległość do rozwiązania najlepszego, a zarazem najdalszą od rozwiązania najgorszego. Przy wyznaczaniu wartości tego miernika wyróżnia się następujące etapy postępowania [Chen i Hwang 1992; Jahanshahloo et al. 2006]:

Etap 1. Ustalane wartości opcji dla poszczególnych zagadnień negocjacyjnych zestawia się w macierz danych:

$$X = [x_{ij}], \quad (1)$$

gdzie: x_{ij} – wartość opcji j -tego zagadnienia dla i -tego pakietu; $i = 1, 2, \dots, m$ – liczba pakietów; $j = 1, 2, \dots, n$ – liczba zagadnień.

Wyznaczenie zbioru zagadnień negocjacyjnych zyskowych (J) oraz zbioru zagadnień negocjacyjnych kosztowych (J).

Etap 2. Normalizacja wartości opcji zagadnień negocjacyjnych. Celem normalizacji jest ujednolicenie charakteru wartości opcji zagadnień oraz sprowadzenie tych wartości do porównywalności. Wykorzystuje się do tego celu następującą procedurę:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i \{x_{ij}\}}{\max_i \{x_{ij}\} - \min_i \{x_{ij}\}}, \quad (2)$$

gdzie: i – numer pakietu ($i = 1, 2, \dots, m$); j – numer zagadnienia ($j = 1, 2, \dots, n$); $\max_i \{x_{ij}\}$ – maksymalna wartość opcji j -tego zagadnienia; $\min_i \{x_{ij}\}$ – minimalna wartość opcji j -tego zagadnienia.

Etap 3. Wyznaczenie znormalizowanej macierzy decyzyjnej z uwzględnieniem wektora wag. Wartości znormalizowanej macierzy z uwzględnieniem wag wyznacza się następująco:

$$v_{ij} = w_j z_{ij} \text{ dla } i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n, \quad (3)$$

gdzie w_j jest wagą j -tego zagadnienia, $\sum_{j=1}^n w_j = 1$.

Etap 4. Wyznaczenie rozwiązania idealnego oraz antyidealnego.

Rozwiązanie idealne A^+ ma postać:

$$A^+ = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+\}, \quad \text{gdzie } v_j^+ = \begin{cases} \max_i v_{ij} & \text{gdy } j \in I \\ \min_i v_{ij} & \text{gdy } j \in J \end{cases} \quad (4)$$

Rozwiązanie antyidealne A^- ma postać:

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\}, \quad \text{gdzie } v_j^- = \begin{cases} \min_i v_{ij} & \text{gdy } j \in J \\ \max_i v_{ij} & \text{gdy } j \in I \end{cases} \quad (5)$$

$i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$.

Etap 5. Obliczenie odległości euklidesowej mierników oceny pakietów od pakietu idealnego (wzorca) A^+ oraz pakietu antyidealnego (antywzorca) A^- zgodnie ze wzorami:

$$d^+(P_i) = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}, \quad (6)$$

$$d^-(P_i) = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}, \quad (7)$$

dla ($i = 1, 2, \dots, m$).

Etap 6. Wyznaczenie wartości syntetycznego miernika oceny i -tego pakietu negocjacyjnego P_i zgodnie ze wzorem:

$$O(P_i) = \frac{d^-(P_i)}{d^-(P_i) + d^+(P_i)}, \text{ gdzie } (i = 1, 2, \dots, m) \quad (8)$$

Zachodzi przy tym $0 \leq O(P_i) \leq 1$. Wyższe wartości miernika $O(P_i)$ świadczą o wyższej pozycji w rankingu i -tego pakietu negocjacyjnego.

Etap 7. Uporządkowanie liniowe pakietów negocjacyjnych ze względu na wartość miernika oceny pakietu negocjacyjnego.

Różnica ocen wartości pakietów ($\Delta O_{i/j} = O(P_i) - O(P_j)$) stanowi ocenę ustępstwa lub korzyści w przypadku zmiany oferty z P_j na P_i , gdzie $i \neq j$.

Istotną zaletą klasycznej metody TOPSIS jest jej prostota obliczeniowa, możliwość analizy wielkości ilościowych oraz jakościowych, uwzględnienie zgodności oraz sprzeczności interesów stron ze względu na poszczególne zagadnienia negocjacyjne. Negocjator może wyselekcjonować ograniczoną liczbę pakietów w ten sposób, aby pozwoliły na zorientowanie się w zbiorze wszystkich rozwiązań. Możliwe jest także uogólnienie oceny pakietów wprowadzonych przez negocjatora na wszystkie pozostałe pakiety, czyli te, które nie zostały wybrane do oceny, czy też wprowadzanie nowych ofert bezpośrednio przez negocjatora w trakcie negocjacji. W sytuacji gdy rozważany pakiet nie zmienia granicy żądań i ustępstw ze względu na rozważane zagadnienia wystarczy tylko oszacować wartość syntetycznego miernika oceny tego pakietu zgodnie ze wzorami (1)-(8) oraz dołączyć jego ocenę rozbiór ocen pozostałych pakietów.

Podczas prowadzonych rozmów, w wyniku wzajemnego przekonywania się strony mogą wpływać zarówno na wartość punktów idealnych, minimalnych, czy wagi poszczególnych zagadnień negocjacyjnych. Wtedy strony po prze-definiowaniu sytuacji negocjacyjnej, przez ustalenie nowych zakresów opcji, ich ilości, zbiorów pakietów negocjacyjnych dokonują powtórnie ich oceny zgodnie ze wzorami (1)-(8) procedury TOPSIS.

2. Analiza porozumień z wykorzystaniem miernika oceny pakietu negocjacyjnego wyznaczonego klasyczną metodą TOPSIS

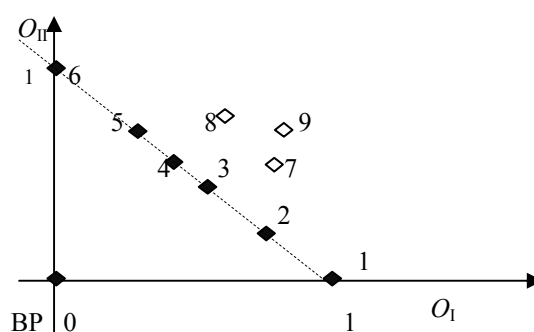
Negocjacje traktuje się jako wymianę ofert i kontrofert, które są kompletnymi pakietami, tzn. zawierają wszystkie opcje dla wszystkich punktów do uzgodnienia. Każdemu pakietowi przypisuje się dwie wartości, z których każda

odzwierciedla stopień satysfakcji odpowiednio I i II strony negocjacji z całego pakietu mierzony wartością miernika oceny wyznaczonego metodą TOPSIS. Negocjacje kończą się, gdy strony osiągną kompromis lub jedna ze stron zerwie negocjacje.

Dowolne porozumienie negocjacyjne może być przedstawione jako punkt na płaszczyźnie $(O_I(P_k), O_{II}(P_k)) \subseteq \mathbb{R}^2$, gdzie $O_i(P_k)$ oznacza wartość miernika oceny pakietu dla i -tej strony negocjacji, gdzie $i = I, II$. Załóżmy, że zbiór rozwiązań negocjacyjnych ma postać: $A = \{BP, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$. Punkty: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 przedstawiają wszystkie pakiety dostępne dla obu stron na początku negocjacji. Punkt BP reprezentuje pakiety, które nie są akceptowane przez co najmniej jedną ze stron. Negocjacje mogą zakończyć się na cztery sposoby [Por. Carnevale i Pruitt 1992]:

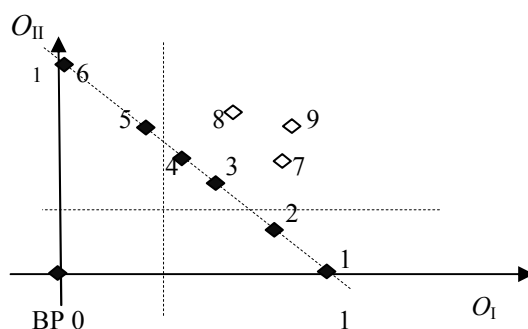
1. Brak porozumienia, czyli punkt BP .
2. Zwycięstwo tylko jednej strony – pakiet 1 zwycięstwo I strony, pakiet 6 zwycięstwo II strony.
3. Rozwiązanie kompromisowe – pakiet: 2, 3, 4, 6.
4. Integratywne porozumienie – pakiet: 6, 7, 8 oraz 9.

Rysunek 1 opisuje sytuację, gdy wszystkie rozwiązania są akceptowane przez strony negocjacji. Jeśli rozmowy są prowadzone zgodnie z procedurą negocjacji dystrybutywnych, (co oznacza, że zysk jednej ze stron jest stratą drugiej z nich o takiej samej wartości), możliwe rozwiązania to warianty: 1, 2, 3, 4, 5 oraz 6. W przypadku gdy strony wykorzystają potencjał integracyjny, negocjacje kończą się wyborem oferty: 7, 8 lub 9.



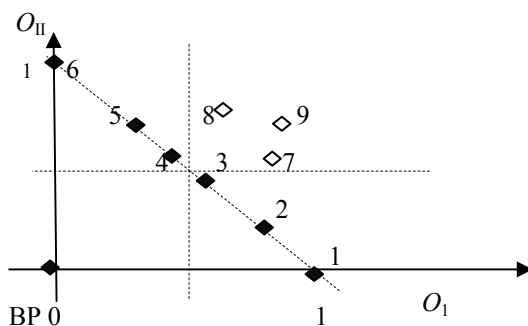
Rys. 1. Zbiór możliwych rozwiązań negocjacji w zależności od linii oporu negocjujących stron

Dodatkowo rozważymy sytuację, gdy każda ze stron przyjmuje określoną wartość z przedziału $(0,1)$, stanowiącą jej punkt oporu dla całego pakietu negocjacyjnego, czyli punkt, którego nie chce przekroczyć. Poziomy oporu są przedstawione za pomocą linii przerywanej. Tylko warianty, które leżą na prawo od linii oporu, są akceptowane przez I stronę, a warianty, które leżą powyżej linii oporu są akceptowane przez II stronę (rys. 2). W tym przypadku negocjacje mogą zakończyć się wyborem oferty 3, 4, 7, 8 lub 9.



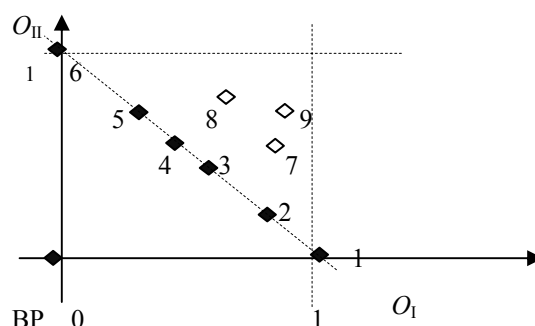
Rys. 2. Zbiór możliwych rozwiązań negocjacji w zależności od linii oporu negocjujących stron

Rysunek 3 pokazuje sytuację, gdzie linia oporu jest tak wysoko ustawiona, że tylko rozwiązania integracyjne są akceptowane przez strony negocjacji.



Rys. 3. Zbiór możliwych rozwiązań negocjacji w zależności od linii oporu negocjujących stron

Rysunek 4 pokazuje sytuację, gdy żaden z możliwych wariantów nie jest akceptowany przez strony negocjacji. Jeśli żadna ze stron nie zmieni swojego punktu oporu, negocjacje zakończą się brakiem porozumienia.



Rys. 4. Zbiór możliwych rozwiązań negocjacji w zależności od linii oporu negocjujących stron

3. Przykład obliczeniowy

Prezentowany przykład, oparty na danych umownych, nie wykorzystuje wszystkich potencjalnych zastosowań metody TOPSIS do analizy procesu negocjacji i służy jedynie jako jej ilustracja. Rozważamy negocjacje kupna-sprzedaży, gdzie zestawienie poszczególnych opcji negocjowanych zagadnień przedstawia tab. 3.

Tabela 3

Zestawienie poszczególnych opcji negocjowanych zagadnień

Zagadnienie		
Cena jednostkowa [w zł] Z_1	Termin dostawy po złożeniu zamówienia [w dniach] Z_2	Termin zapłaty po otrzymaniu towaru [w dniach] Z_3
20	5	3
30	10	7
40	15	30

Dla kupującego Z_1 , Z_2 są zagadnieniami kosztowymi, Z_3 zagadnieniem zyskowym. Dla sprzedającego Z_1 , Z_2 są zagadnieniami zyskowymi, Z_3 zagadnieniem kosztowym. Wybrane opcje dla poszczególnych zagadnień pozwalają na zbudowanie 27 pakietów negocjacyjnych. Rozważmy dwa przypadki:

I przypadek: wspólny wektor wag dla negocjujących stron:

$\mathbf{w}_1 = \mathbf{w}_2 = [0,5; 0,3; 0,2]$ – wektor wag kupującego (sprzedającego).

II przypadek: różne wektory wag dla negocjujących stron:

$w_1 = [0,5; 0,3; 0,2]$ – wektor wag kupującego,

$w_3 = [0,8; 0,1; 0,1]$ – wektor wag sprzedającego.

Zestawienie pakietów negocjacyjnych wraz z ich oceną otrzymaną metodą TOPSIS zgodnie ze wzorami (1)-(8) w obu przypadkach przedstawia tab. 4. Można rozważyć sytuację, gdy obie strony przyjmą podobną procedurę ustalenia rankingów poszczególnych ofert, poszukiwania rozwiązania opartego na tym rankingu, czy też procedurę usprawnienia porozumienia.

Tabela 4

Zestawienie wartości ocen pakietów negocjacyjnych otrzymanych metodą TOPSIS dla wybranych wektorów wag

Numer pakietu	Cena jednostkowa [w zł] Z_1	Termin dostawy po złożeniu zamówienia [w dniach] Z_2	Termin zapłaty po otrzymaniu towaru [w dniach] Z_3	Wartość oceny pakietu negocjacyjnego		
				kupujący (O_K)	sprzedający (O_S)	
				wektor wag $w_1 = [0,5; 0,3; 0,2]$	wektor wag $w_2 = [0,5; 0,3; 0,2]$	wektor wag $w_3 = [0,8; 0,1; 0,1]$
1	20	5	20	1,000	0,000	0,000
2	20	5	7	0,793	0,207	0,087
3	20	10	20	0,788	0,212	0,058
4	20	5	3	0,745	0,255	0,110
5	20	10	7	0,710	0,290	0,102
6	22	5	20	0,701	0,299	0,390
7	20	10	3	0,676	0,324	0,122
8	20	15	20	0,642	0,358	0,110
9	22	5	7	0,629	0,371	0,401
10	22	10	20	0,610	0,390	0,397
11	22	5	3	0,600	0,400	0,406
12	20	15	7	0,599	0,401	0,136
13	20	15	3	0,581	0,419	0,150
14	22	10	7	0,536	0,464	0,408
15	22	10	3	0,512	0,488	0,413
16	22	15	20	0,500	0,500	0,406
17	22	15	7	0,437	0,563	0,417
18	22	15	3	0,421	0,579	0,422
19	25	5	20	0,419	0,581	0,850
20	25	5	7	0,367	0,633	0,887
21	25	5	3	0,358	0,642	0,890
22	25	10	20	0,324	0,676	0,878
23	25	15	20	0,255	0,745	0,890
24	25	10	7	0,224	0,776	0,936
25	25	10	3	0,212	0,788	0,942
26	25	15	7	0,072	0,928	0,972
27	25	15	3	0,000	1,000	1,000

Tak przygotowana ocena poszczególnych pakietów ma istotne znaczenie przy ustalaniu strategii przedstawiania ofert, czynienia ustępstw. Zaczyna się od oferty idealnej lub najbliższej idealnej. Cenne jest również rozpoznanie ofert alternatywnych, czyli tych, które mają tę samą ocenę.

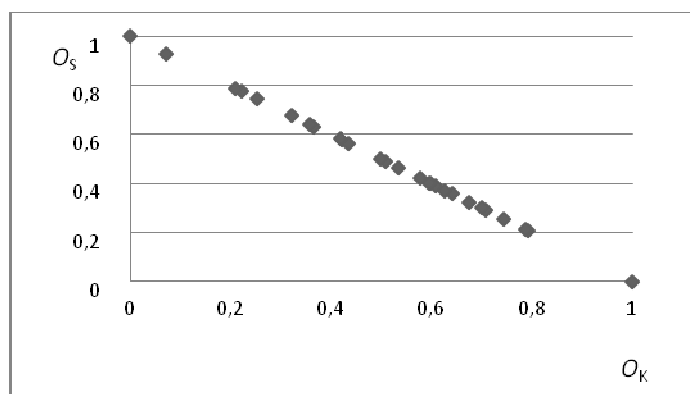
Negocjator może uzupełniać przedstawioną listę. Przyjmijmy przykładowo, że w trakcie negocjacji nastąpiła konieczność oceny danego pakietu: cena 25 zł, termin dostawy 8 dni, termin zapłaty 5 (tab. 5).

Tabela 5

Charakterystyka wybranego pakietu

Cena jednostkowa [w zł] Z_1	Termin dostawy po złożeniu zamówienia [w dniach] Z_2	Termin zapłaty po otrzymaniu towaru [w dniach] Z_3	Wartość oceny pakietu negocyjnego		
			kupujący (O_K)		sprzedający (O_S)
			wektor wag $w_1 = [0,5; 0,3; 0,2]$	wektor wag $w_2 = [0,5; 0,3; 0,2]$	wektor wag $w_3 = [0,8; 0,1; 0,1]$
25	8	5	0,282	0,718	0,919

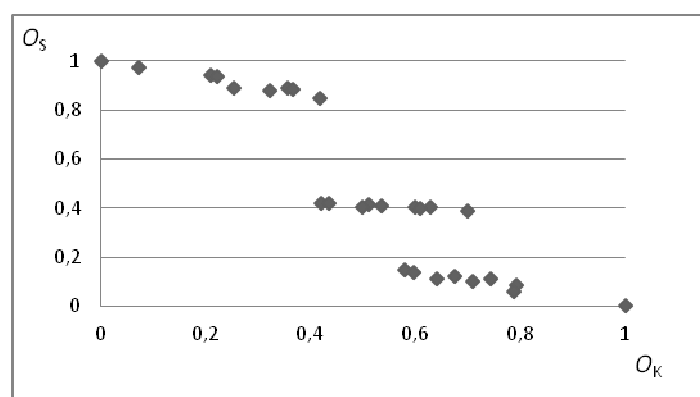
W przypadku I negocjacje mają charakter przetargu (tab. 4). Dla dowolnego pakietu P_i ($i = 1, \dots, 27$) zachodzi $O_K(P_i) + O_S(P_i) = 1$, czyli $\Delta_{ji}O_K = \Delta_{ij}O_S$ dla $i, j = 1, \dots, 27$, $i \neq j$. Oznacza to, że przy zmianie pakietu P_j na P_i wartość ustępstwa jednej ze stron jest równa wartości korzyści drugiej z nich (rys. 5). W zależności od siły negocjacyjnej stron, ich determinacji, umiejętności przekonywania, wywierania nacisku, skuteczności i siły argumentów porozumienie może być bliżej rozwiązania idealnego pierwszej strony, drugiej strony, bądź rozwiązaniem kompromisowym. Strony mogą np. zgodzić się na pakiet negocjacyjny gwarantujący każdej ze stron wartość miernika oceny w wysokości 0,5 (zgodnie np. z taktyką „spotkajmy się w połowie drogi”).



Rys. 5. Zestawienie pakietów negocjacyjnych z wykorzystaniem wskaźników oceny negocjujących stron (przypadek I)

W przypadku II negocjacje nie mają już charakteru przetargu pozycyjnego (tab. 4). Pakiety negocjacyjne P_i nie zawsze spełniają warunek $O_K(P_i) + O_S(P_i) = 1$ ($i = 1, \dots, 27$) – (rys. 6). W związku z tym przy zmianie pakietu P_i na P_j wartość ustępstwa jednej ze stron nie musi być równa wartości korzyści drugiej z nich. Przykładowo zmiana pakietu P_{18} na P_{19} oznacza duży zysk sprzedającego o wartości 0,428 punktu scoringowego, przy niewielkim ustępie kupującego o wartości 0,02 punktu scoringowego. Zmiana pakietu P_{18} na P_6 to z kolei niewielkie ustępstwo sprzedającego o wartości 0,032 punktu scoringowego, któremu odpowiada dość znaczny zysk kupującego o wartości 0,280 punktu scoringowego.

W tym przypadku możliwa jest też procedura usprawnienia rozwiązania przez poszukiwanie rozwiązań Pareto-optimalnych. Z pośród 27 pakietów aż 10 z nich (3, 5, 7, 8, 10, 12, 13, 16, 22, 23) nie jest Pareto-optimalnych, co oznacza istnienie pakietu o większej wartości dla co najmniej jednej ze stron, a nie mniejszej dla drugiej z nich (rys. 6).



Rys. 6. Zestawienie pakietów negocjacyjnych z wykorzystaniem wskaźników oceny negocjujących stron (przypadek II)

Podsumowanie

Po określeniu zestawu zagadnień negocjacyjnych, ich opcji oraz wag dalsze postępowanie związane z problemem wyboru czy rankingu pakietów negocjacyjnych mieści się w problematyce optymalizacji wielokryterialnej. Za pomocą klasycznej metody TOPSIS w prosty i przejrzysty sposób negocjator może dokonać oceny i rankingu pakietów negocjacyjnych składających się z wielu punktów do uzgodnienia, określić rozwiązania alternatywne, ocenić ustępstwa czy korzyści. Podstawę metody TOPSIS stanowi założenie, że wybrany wariant de-

cyzyjny powinien posiadać „najkrótszą odległość od idealnego rozwiązania oraz „najdłuższą odległość” od rozwiązania negatywnego – najgorszego. Należy jednak pamiętać, że klasyczna procedura TOPSIS wymaga precyzyjnego określenia wag kryteriów oraz ich ocen za pomocą rzeczywistych wartości. W sytuacji nieprecyzyjnych danych, czy braku kompletnej informacji można wykorzystać rozmytą procedurę TOPSIS (FUZZY TOPSIS) – [Chen i Hwang 1992; Wysocki 2010].

Literatura

- Carnevale P.J., Pruitt D.G. (1992): *Negotiation and Mediation*. „Annu. Rev. Psychol.”, No. 43.
- Chen S.J., Hwang C.L. (1992): *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Springer-Verlag, Berlin.
- Galas Z., Nykowski I., Żółkiewski Z. (1987): *Programowanie wielokryterialne*. PWE, Warszawa.
- Hwang C.L., Yoon K. (1981): *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Springer-Verlag, Berlin.
- Jadidi O., Hong T.S., Firouzi F., Yusuff R.M. (2008): *An Optimal Grey Based Approach Based on TOPSIS Concept for Supplier Selection Problem*. „International Journal of Management Science and Engineering Management”, Vol. 4, No. 2.
- Jahanshahloo G.R., Hosseinzadeh Lofti F., Izadikhah M. (2006): *An Algorithmic Method to Extend TOPSIS for Decision Making Problems with Interval Data*. „Applied Mathematics and Computation”, No. 175.
- Kersten G.E. (2001): *Modeling Distributive and Integrative Negotiations. Review and Revised Characterization*. „Group Decision and Negotiation”, Vol. 10.
- Kersten G.E., Szapiro T. (1986): *Generalized Approach to Modeling Negotiations*. „European Journal of Operational Research”, Vol. 26.
- Roszkowska E. (2009): *Application the TOPSIS Methods for Ordering Offers in Buyer-Seller Transaction*. „Optimum-Studia Ekonomiczne”, Vol. 3(43).
- Roszkowska E. (2011): *Wybrane modele negocjacji*. Wydawnictwo UwB, Białystok.
- Szapiro T. (1991): *Podejście interaktywne we wspomaganie podejmowania decyzji*. SGPIŚ, Warszawa.
- Wachowicz T. (2010a): *Analiza możliwości aplikacji metody TOPSIS do wspomaganie negocjacji*. W: *Metody i zastosowania badań operacyjnych'10*. Red. M. Nowak. Wydawnictwo UE, Katowice.
- Wachowicz T. (2010b): *Metody i narzędzia fazy prenegocjacyjnej*. „Decyzje” nr 14.
- Walesiak M. (2002): *Propozycja uogólnionej miary odległości w statystycznej analizie wielowymiarowej*. W: *Statystyka regionalna w służbie samorządu lokalnego i biznesu*. Red. J. Paradysz. Internetowa Oficyna Wydawnicza, Centrum Statystyki Regionalnej, Akademia Ekonomiczna, Poznań.
- Wysocki F. (2010): *Metody taksonomiczne w rozpoznawaniu typów ekonomicznych rolnictwa i obszarów wiejskich*. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego, Poznań.

THE APPLICATION OF TOPSIS PROCEDURE TO THE ANALYSIS OF THE NEGOTIATION PROCESS

Summary

With respect to the complex nature of negotiation situation, in analysis of the negotiation, mathematical tools of multi-criteria decision making can be used. The aim of the paper is presentation of some applications of the classical TOPSIS method in analysis of the process of negotiation. The TOPSIS method let us to order offers, according to the value of the result of synthesis of multi-criteria evaluation, with respect to their similarities to the most preferable one, assignment of the alternative offers, estimating the value of concessions, or the estimation of the negotiation agreement. The similarity is determined on basis of minimization of distance negotiation offer, to the most preferable, and maximization of distance to the least preferable one.

Aleksandra Sabo

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

CECHY DEMOGRAFICZNE I SPOŁECZNE NEGOCJATORÓW A ICH WPŁYW NA WYNIK I PRZEBIEG NEGOCJACJI¹

Wprowadzenie

„Negocjacje to dwustronny proces komunikowania się, którego celem jest osiągnięcie porozumienia, gdy przynajmniej jedna strona nie zgadza się z daną opinią lub z danym rozwiązaniem sytuacji” [Gesteland 2000]. Negocjacje są procesem wzajemnego poszukiwania takiego rozwiązania, które satysfakcjonowałoby zaangażowane w konflikt strony. Od lat są podejmowane próby tworzenia modeli postaw, odwzorowujące zachowania człowieka, przybierane podczas negocjacji. Do nauk behawioralnych podejmujących tematykę negocjacji należą przede wszystkim psychologia konfliktu oraz psychologia negocjacji [Birkenbihl 1997; Mastenbroek 1996; Rządca i Wujec 1998].

Praca ma charakter poznawczy, powstała na podstawie eksperymentu negocjacyjnego przeprowadzonego w 2009 r. pomiędzy kilkoma grupami studentów, zamieszkujących różne kontynenty. Uczestnicy zostali poddani próbie przeprowadzenia negocjacji w określonych ramach czasowych, przy użyciu szkoleniowego systemu wspomagania decyzji INSPIRE [Kersten i Kersten 1998]. Próbie zostało poddanych 210 obserwacji (negocjatorów).

W pracy zostaną postawione hipotezy badawcze, dotyczące istotności wpływu badanych zmiennych na osiągany wynik przeprowadzonych eksperymentów negocjacyjnych. Celem pracy jest weryfikacja hipotez wraz z przedstawieniem wyników badań, a także weryfikacja istnienia zależności pomiędzy różnymi cechami społecznymi i demograficznymi warunkującymi zachowanie

¹ Autorka składa podziękowania profesorowi Grzegorzowi Kerstenowi oraz InterNeg Research Centre za możliwość uczestnictwa w eksperymencie negocjacyjnym i udostępnienie do badań wyników symulacji negocjacyjnych prowadzonych w systemie Inspire.

się człowieka. Za zmienną zależną zostanie przyjęty SCORE, czyli osiągnięty wynik negocjacji, przy czym minimum wynosi 0 punktów, a maksimum 100 punktów.

Badaniu zostały poddane m.in. takie cechy demograficzne, jak: pochodzenie, wiek, poziom wykształcenia, znajomość języka angielskiego, doświadczenie w negocjacjach, czas reakcji na oferty, liczba wymienionych ofert.

Praca zostanie podzielona na dwie części: pierwszą poświęconą badaniu zależności pomiędzy czynnikami demograficznymi a osiąganym wynikiem oraz drugą weryfikującą jak przebieg negocjacji wpłynął na końcowy SCORE.

1. Czynniki społeczne i ich wpływ na wynik negocjacji

1.1. Przedmiot i techniki negocjacji

Negocjacje są poszukiwaniem wspólnych celów, wartości i interesów przez co najmniej dwie strony. Nie chodzi w nich jednak o to, aby otrzymać wszystko od przeciwnika, nie dając nic w zamian, ale o dogadywanie się odnośnie do przyszłych zysków i strat [Zbiegień-Maciąg 1997]. Negocjacje wymagają sporej wiedzy z zakresu wielu dziedzin oraz pewnych osobistych predyspozycji, takich jak zaangażowanie i chęć wygranej. Bez doskonałej znajomości przedmiotu problemu negocjacyjnego, skuteczne negocjacje są niemożliwe.

Styl negocjacji jest ściśle uzależniony od siły i postawy partnerów wobec siebie. Biorąc pod uwagę wzajemne zaufanie partnerów oraz podejście stron do negocjacji można wyróżnić styl kooperacji lub walki. W rzeczywistości postawa negocjacyjna oscyluje pomiędzy czterema podstawowymi strategiami: dominacją a uległością oraz współpracą a walką, w szczególności przybierane postawy negocjatorów pomiędzy biegunami to:

- ustępliwość – upór,
- aktywność – pasywność,
- plastyczność – sztywność,
- konkretność – ogólnikowość,
- uległość – dominacja,
- współpraca – rywalizacja,
- grzeczność – arogancja,
- życzliwość – wrogość,
- zgodność – napastliwość [Nęcki 1995].

W literaturze istnieją trzy zasadnicze style negocjacyjne, tj.: twardy, miękki i oparty na zasadach. **Styl twardy** polega na rywalizacji, nieustępliwości i zaciętości. Jest wyrażany przez strategie negocjacyjne *WYGRANY – PRZEGRANY* lub *PRZEGRANY – PRZEGRANY*.

Styl miękki jest oparty na utrzymywaniu dobrych relacji z partnerem, wyrażanych poprzez ustępliwość i skłonność do rezygnowania z własnych korzyści na rzecz partnera. Zachowania takie mają na celu pozyskanie sympatii i akceptacji partnera, co można tłumaczyć jako obawę przed reakcją partnera lub zwykajnie jako nieumiejętność odmawiania [Zbiegień-Maciąg 1997]. **Styl oparty na zasadach** stara się z kolei koncentrować na interesach stron oraz stosunkach międzyludzkich. Uczciwość i wysoki poziom negocjacji, powoduje osiągnięcie korzyści każdej ze stron. Styl ten odpowiada strategii *WYGRANY – WYGRANY* i polega na skupianiu się na meritum sprawy, a nie na tym czego nie zrobi każda ze stron.

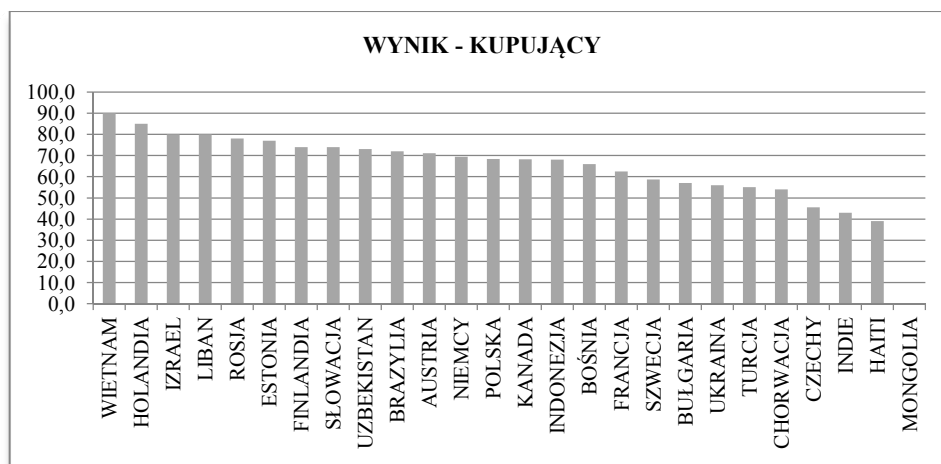
1.2. Pochodzenie i jego znaczenie

Jedną z podstawowych cech demograficznych jest pochodzenie, często rozumiane jako miejsce, z którego się wywodzimy. Miejszem tym jest zazwyczaj kraj, wówczas pochodzenie jest rozumiane jako etniczność. **Etniczność** z kolei (od gr. *ethnos* oznaczającego *rasę*) jest zasadniczą cechą określonej zbiorowości, stanowiącą zespół wzajemnie i silnie ze sobą powiązanych cech społeczno-kulturowych, określających odmienność i specyfikę konkretnej zbiorowości („swoich”) wobec zbiorowości innych („obcych”). Termin ten jednak nie jest jednoznacznie ujmowany i ciągle w naukach społecznych trwają próby jego odpowiedniego zdefiniowania. Czy to skąd jesteśmy, warunkuje to kim jesteśmy i jak postępujemy?

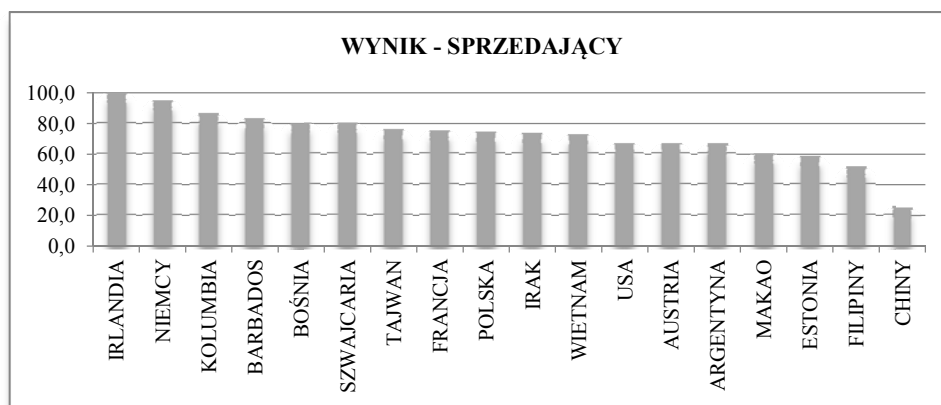
Uczestnicy negocjacji pochodzili z wielu krajów, można by zatem założyć hipotezę, że pochodzenie ma znaczenie i niektórzy negocjują lepiej od innych, a czynnikiem powodującym tę przewagę jest właśnie pochodzenie. Zostanie zbadana cecha – **POCHODZENIE** i zostanie ona poddana weryfikacji, czy ma ona wpływ na zmienną zależną, jaką jest osiągnięty wynik.

Na rys. 1-2 przedstawiono jak negocjowały osoby pochodzące z poszczególnych krajów. Wykresy przedstawiono z uwzględnieniem podziału stron negocjacji tj. **Cron Sart – kupujący** oraz **Nars Taman – sprzedający**.

Na rys. 1 można zaobserwować, że największe wyniki mają obywatele Wietnamu, Holandii, Izraela i Libanu, natomiast najgorsze mieszkańcy Mongolii, Czechów, Haiti, Indii. Z rys. 2 wynika, że najlepszymi negocjatorami okazali się Irlandczycy i Niemcy, a najmniej korzystne wyniki osiągnęli Filipińczycy, Chińczycy i Estończycy.



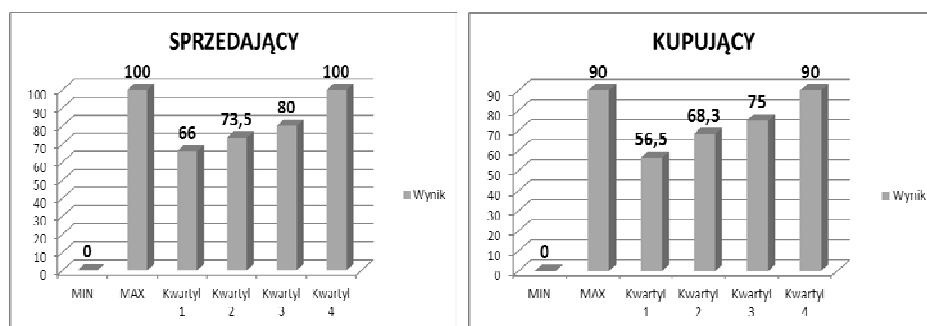
Rys. 1. Kraj pochodzenia a wynik negocjacji KUPUJĄCY



Rys. 2. Kraj pochodzenia a wynik negocjacji SPRZEDAJĄCY

Liczba kupujących była równa liczbie sprzedających, mimo to można stwierdzić, że pochodzenie osób pełniących rolę kupującego było bardziej zróżnicowane niż pochodzenie sprzedających. Dodatkowo rozrzut (różnica

między wynikiem max. a min.) jest większy w grupie sprzedających. Maksymalny osiągnięty wynik przez kupujących wyniósł 90, natomiast przez sprzedających 100.



Rys. 3. Kupujący – sprzedający, porównanie parametrów

Przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji dla prób niezależnych w celu zweryfikowania hipotezy o wpływie pochodzenia na osiągnięty wynik negocjacji [Sobczyk 2000]:

– Hipoteza zerowa

H_0 : Średnie w populacji są równe

$$m_1 = m_2 = m_3 = m_4$$

– Hipoteza alternatywna

H_1 : Co najmniej jedna para średnich nie jest sobie równa

$$m_1 \neq m_2 \neq m_3 \neq m_4$$

Za kryterium przyjęto poziom istotności dla testu statystycznego wartość sig. (ang. *Significance*), dla $\alpha = 0,05$. Jeżeli sig., czyli istotność, jest większa od zakładanego poziomu α , oznacza to, iż nie ma powodu do odrzucenia tzw. hipotezy zerowej H_0 , w przeciwnym wypadku odrzucamy H_0 .

Została postawiona hipoteza mówiąca o tym, że kraj pochodzenia uczestnika (zmienna niezależna) wpływa istotnie na wynik negocjacji (zmienna zależna). Tabela 1 przedstawia otrzymane wyniki. Można zaobserwować istotny wpływ zmiennej KRAJ na osiągnięty WYNIK.

Tabela 1

Analiza wariancji – WYNIK – POCHODZENIE

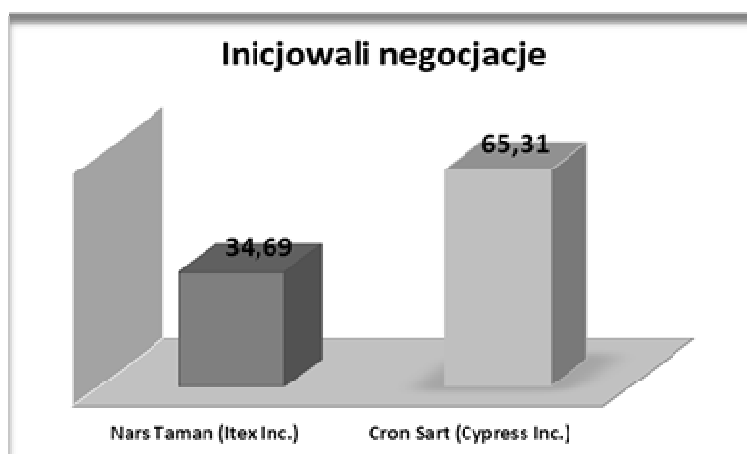
Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: WYNIK						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	21748,973 ^a	38	572,341	1,656	,016	,269
Intercept	211282,994	1	211282,994	611,340	,000	,781
KRAJ	21748,973	38	572,341	1,656	,016	,269
Error	59098,651	171	345,606			
Total	1042797,000	210				
Corrected Total	80847,624	209				

a. R Squared = ,269 (Adjusted R Squared = ,107)

1.3. Czy pierwszy znaczy lepszy?

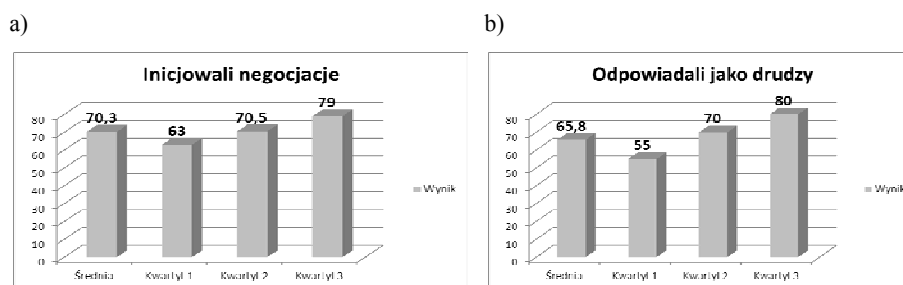
Drugą hipotezą, która została postawiona było założenie, że osoby inicjujące negocjacje osiągały niższe wyniki w negocjacjach niż te, które odpowiadały jako drugie. Aby zweryfikować, czy rzeczywiście wynik negocjacji jest zależny od inicjatora negocjacji, przeprowadzono analizę wariancji, a hipoteza została poddana weryfikacji.

W tym przypadku zbiorowość nie była dzielona na kupujących i sprzedających. Wszystkie obserwacje podzielono na te, które inicjowały negocjacje oraz na te, które odpowiadały na oferty.



Rys. 4. Średnio osiągnięty wynik negocjacji

Rysunek 4 przedstawia, jak procentowo rozkładały się udziały kupujących i sprzedających na podstawie tego, kto inicjował negocjacje. W 65% to sprzedający inicjowali negocjacje, składając ofertę kupującym, co analizując mechanizmy rynkowe zdaje się być prawidłowym zachowaniem.



Rys. 5. Parametry

Na rys. 5 przedstawiono parametry statystyczne (średnią oraz kwartale), jakie otrzymano dla poszczególnych grup. Na wykresie a oznaczono wyniki uzyskiwane przez inicjatorów negocjacji, a na wykresie b – wyniki osób, które odpowiadały na oferty. Można pokusić się o stwierdzenie, że osoby które rozpoczynały negocjacje otrzymywały lepsze wyniki końcowe. Różnica w średnio otrzymywanych wynikach wynosi ok. 5 pkt. Być może inicjatywa i zdeterminowanie na starcie warunkowały tzw. lepszy finisz?

Tabela 2

Analiza wariancji WYNIK – PIERWSZY

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: WYNIK						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	1944,386 ^a	1	1944,386	5,126	,025	,024
Intercept	961949,376	1	961949,376	2535,833	,000	,924
PIERWSZY	1944,386	1	1944,386	5,126	,025	,024
Error	78903,238	208	379,342			
Total	1042797,000	210				
Corrected Total	80847,624	209				

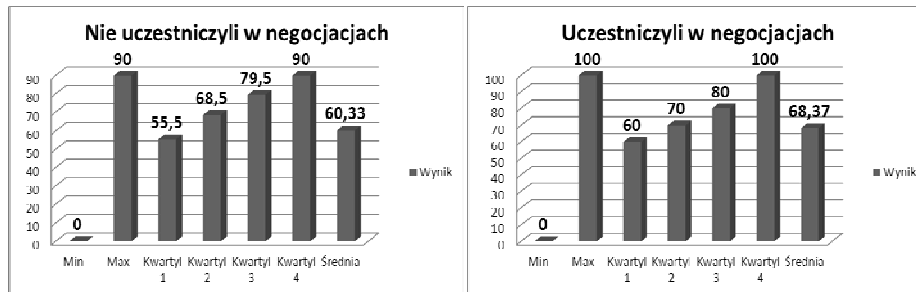
a. R Squared = ,024 (Adjusted R Squared = ,019)

Interpretując uzyskane wyniki przedstawione w tab. 2, można stwierdzić, że dla testu statystycznego wartość ($\alpha = 0,05$) występuje istotna zależność WYNIKU od czynnika PIERWSZY, skutkuje to oczywiście odrzuceniem hipotezy zerowej H_0 .

1.4. Już negocjowałem – potrafię więcej?

Z reguły w różnych dziedzinach wiedzy doświadczenie decyduje o tym, czy osiągamy lepsze wyniki od innych. Można by się zatem spodziewać, że osoby które uczestniczyły w negocjacjach posiadają pewną niezbędną wiedzę oraz umiejętności, której osobom bez doświadczenia brakuje. Miałoby to oznaczać, że ktoś kto już wcześniej negocjował osiągnie wyższy wynik niż nowicjusz w tej dziedzinie.

Na rys. 6 zostały zaprezentowane średnie wyniki otrzymywane przez osoby z doświadczeniem w negocjacjach oraz przez osoby bez doświadczenia. Można zaobserwować, że osoby bez doświadczenia osiągały lepsze rezultaty. Negocjatorzy, którzy posiadali doświadczenie osiągalni średnio rzecz biorąc wynik 60,3 pkt., wobec 68,4 pkt. osób bez doświadczenia. Różnica jest dość znaczna (ponad 8 pkt.).



Rys. 6. Doświadczenie w negocjacjach

Przeprowadzono analizę wariancji, aby zbadać istotność statystyczną zmiennej Doświadczenie na Wynik. Z interpretacji tab. 3 można wywnioskować, że Doświadczenie w negocjacjach nie wpływa istotnie na Wynik osiągany w negocjacjach.

Tabela 3

Analiza wariancji WYNIK – DOŚWIADCZENIE

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: WYNIK						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	1062,879 ^a	1	1062,879	2,771	,097	,013
Intercept	272604,250	1	272604,250	710,683	,000	,774
DOŚWIADCZENIE	1062,879	1	1062,879	2,771	,097	,013
Error	79784,745	208	383,581			
Total	1042797,000	210				
Corrected Total	80847,624	209				

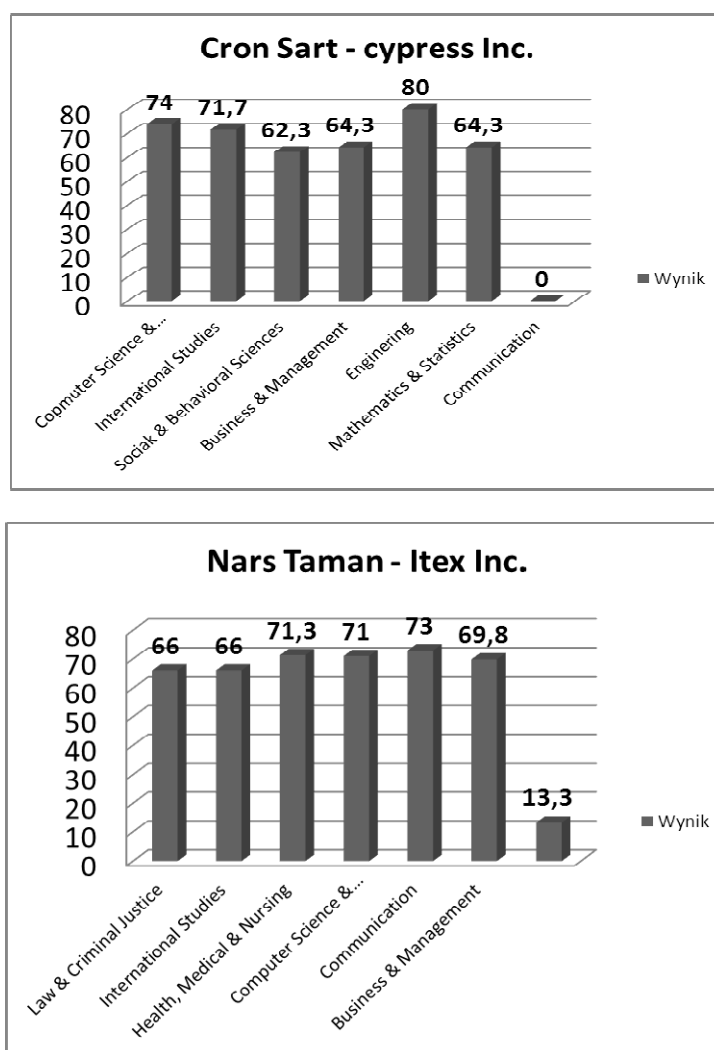
a. R Squared = ,013 (Adjusted R Squared = ,008)

1.5. Kierunek studiów – czy jest ważny?

Zostało przebadane jak profil/kierunek studiów wpływał na osiągnięty wynik negocjacji. Uczestnicy przed przystąpieniem do negocjacji w kwestionariuszu mogli zaznaczyć jeden z piętnastu dostępnych profili (rys. 7):

Name	Options	Value
ed_field	Arts and Fine Arts	1
	Business & Management	2
	Communication	3
	Computer Science & Information Technology	4
	Education	5
	Engineering	6
	Health, Medical & Nursing	7
	Humanities	8
	International Studies	9
	Law & Criminal Justice	10
	Mathematics & Statistics	11
	Psychology	12
	Public Affairs, Administration	13
	Social & Behavioral Sciences	14
	Others	15

Rys. 7. Profil/Kierunek studiów



Rys. 8. Wyniki uśrednione ukazujące zależność wyniku negocjacji od kierunku studiów

Na rys. 8 przedstawiono średnio osiągnane wyniki przez kupujących i sprzedających, z podziałem na profile studiów. Widać, że po stronie Cypress Inc. (kupujący) najlepszy rezultat otrzymali studenci Informatyki (średnio 74 pkt.), a najgorzej negocjowali studenci kierunków Społecznych i Psychologicznych (średnio 62,3 pkt.).

W przypadku negocjatorów reprezentujących Itex Inc. (sprzedający) najlepsi okazali się studenci Komunikacji, Medycyny oraz Informatyki, osiągając rezultaty powyżej 70 pkt. Najmniej skutecznie negocjowali studenci kierunków, które nie zostały zdefiniowane w Systemie Inspire, a także Studenci Prawa i studenci Studiów Międzynarodowych, co wydało się zaskakujące zważając na cechy, którymi powinni odróżniać się studenci tego profilu.

Tabela 4

Analiza wariancji WYNIK – ROLA – KIERUNEK STUDIÓW

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: WYNIK						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	13094,621 ^a	15	872,975	2,500	,002	,162
Intercept	209371,995	1	209371,995	599,504	,000	,756
KIERUNEK_STUDIÓW	5050,307	9	561,145	1,607	,116	,069
ROLA	25,284	1	25,284	,072	,788	,000
KIERUNEK_STUDIÓW * ROLA	7789,731	5	1557,946	4,461	,001	,103
Error	67753,003	194	349,242			
Total	1042797,000	210				
Corrected Total	80847,624	209				

a. R Squared = ,162 (Adjusted R Squared = ,097)

Z wyników przeprowadzonych testów statystycznych, zamieszczonych w tab. 4 można zaobserwować istotny wpływ zmiennych KIERUNEK STUDIÓW oraz ROLA na wynik negocjacji.

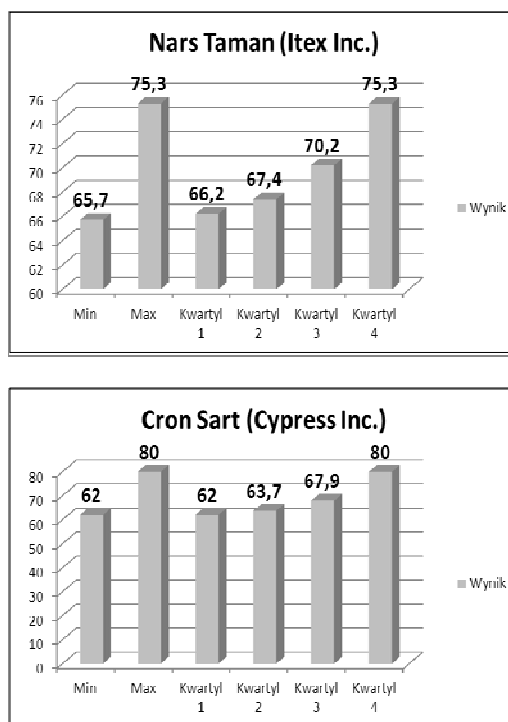
1.6. Czy wiek jest istotny?

Podział negocjatorów ze względu na wiek przedstawia rys. 9.

WIEK	20 i mniej	1
	21-25	2
	26-30	3
	31-40	4
	41-50	5
	51 i więcej	6

Rys. 9. Przedział wiekowy

20 lat lub mniej negocjatora oznaczono jako wartość 1, wiek 21-25 oznaczono jako 2, wiek 26-30 oznaczono jako 3, wiek 31-40 oznaczono jako 4, wiek 41-50 oznaczono jako 5 i wiek ponad 51 lat oznaczono jako wartość 6.



Rys. 10. Zależność wyniku negocjacji od przedziału wiekowego uczestników

W obu firmach w negocjacjach nie brały udziału osoby powyżej 51 roku życia. Dla Cypress Inc. najwyższe wyniki osiągały osoby w wieku 41-50 lat, a najniższe dla osób z przedziału wieku 26-30 lat. Niemniej jednak wśród kupujących wraz z wiekiem wzrastał wynik negocjacji. Inaczej było w przypadku sprzedających – Itex Inc. Największy wynik został osiągnięty przez osoby w wieku 31-40, a najniższy w wieku 41-50. Można zatem przypuszczać, że występuje tendencja spadkowa – im osoby starsze, tym niższe osiągane wyniki. Zależności te nie znalazły jednak uzasadnienia w przeprowadzonym teście na analizie wariancji (tab. 5).

Tabela 5

Analiza wariancji WYNIK – ROLA – WIEK

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: WYNIK						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	2086,331 ^a	9	231,815	,589	,806	,026
Intercept	206370,156	1	206370,156	524,040	,000	,724
WIEK	1533,405	5	306,681	,779	,566	,019
ROLA	239,165	1	239,165	,607	,437	,003
WIEK * ROLA	516,126	3	172,042	,437	,727	,007
Error	78761,293	200	393,806			
Total	1042797,000	210				
Corrected Total	80847,624	209				

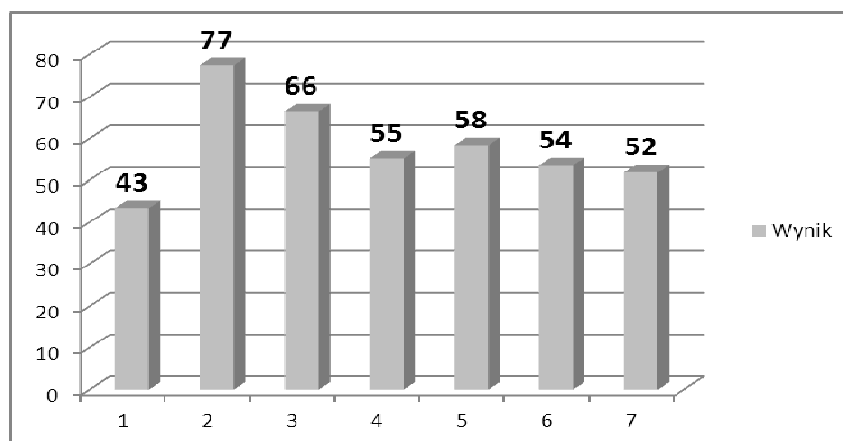
a. R Squared = ,026 (Adjusted R Squared = -,018)

1.7. English knowledge to podstawa?

Znajomość języka angielskiego została określona na początku negocjacji przez każdego negocjatorów. Stopień określenia znajomości języka angielskiego określała skala od 1 do 7, przy czym 1 oznaczało znajomość języka na bardzo niskim poziomie, a 7 na poziomie zaawansowanym.

English proficiency english	poor to excellent 1 to 7	How would you rate your English proficiency?
-----------------------------	--------------------------	--

Rys. 11. Stopień znajomości języka angielskiego



Rys. 12. Zależność wyniku negocjacji od stopnia znajomości języka angielskiego.

Analizując odpowiednio osiągnięte wyniki (rys. 12) w przypadku firmy Cypress Inc. oraz Itex Inc. jest zauważalny spadek osiąganych wyników wraz ze wzrostem znajomości języka angielskiego. W przypadku Itex Inc. można zauważyć większy spadek niż w przypadku Cypress Inc.

Analizując wyniki zamieszczone w tab. 6, można stwierdzić brak istotnego wpływu zmiennych ROLA, ZNAJOMOŚĆ ANGIELSKIEGO na zmienną WYNIK (zarówno każdej zmiennej z osobna, jak i zmiennych traktowanych łącznie).

Tabela 6

Analiza wariancji WYNIK – ROLA – ANGIELSKI

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: WYNIK						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	1785,939 ^a	12	148,828	,371	,972	,022
Intercept	363809,385	1	363809,385	906,513	,000	,821
ROLA	5,141	1	5,141	,013	,910	,000
ANGIELSKI	1010,048	6	168,341	,419	,866	,013
ROLA * ANGIELSKI	585,443	5	117,089	,292	,917	,007
Error	79061,685	197	401,328			
Total	1042797,000	210				
Corrected Total	80847,624	209				

a. R Squared = ,022 (Adjusted R Squared = -,037)

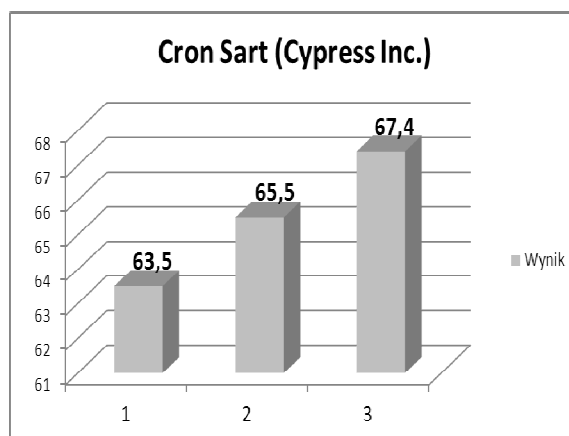
2. Przebieg negocjacji a wynik

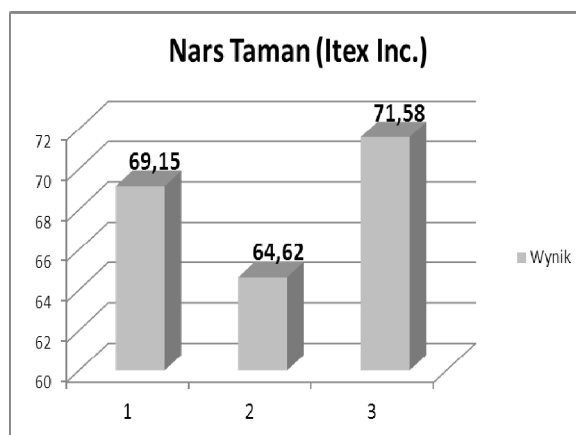
2.1. Jak poziom wykształcenia wpływa na wynik

Stopień wykształcenia (ed_level), według którego klasyfikowano uczestników negocjacji przedstawiono na rys. 13, wartości liczbowe odpowiadają kolejno poziomom: szkoła średnia (1), studia licencjackie (2), studia magisterskie (3). Rysunek 14 przedstawia z kolei graficzną ilustrację rozkładu osiąganego wyniku przez poszczególne grupy, z podziałem na kupujących i sprzedających.

ed_level	High school	1
	Undergraduate	2
	Graduate	3

Rys. 13. Poziom wykształcenia





Rys. 14. Zależność wyniku negocjacji od poziomu wykształcenia

W przypadku grupy kupujących, można zaobserwować tendencję rosnącą. Im wyższe wykształcenie, tym wyższe wyniki osiągnęto. W przypadku drugiej grupy największe wyniki towarzyszyły również studiom magisterskim (Graduate). Najniższe wyniki osiągnęto natomiast na studiach licencjackich (Undergraduate), a nie tak jak w przypadku Cypress Inc. szkoły średniej.

Test wariancji (tab. 7) nie wykazał istotnego wpływu poziomu wykształcenia na osiągnięte wyniki, zarówno biorąc pod uwagę podział na role uczestników negocjacji (kupujący-sprzedający), jak i wszystkich uczestników razem wziętych w badaniu.

Tabela 7

Analiza wariancji WYNIK – ROLA – WYKSZTAŁCENIE

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: WYNIK						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
1	2	3	4	5	6	7
Corrected Model	986,415 ^a	5	197,283	,504	,773	,012
Intercept	324442,193	1	324442,193	828,765	,000	,802
ROLA	114,651	1	114,651	,293	,589	,001
WYKSZTAŁCENIE	709,675	2	354,838	,906	,406	,009
ROLA * WYKSZTAŁCENIE	93,936	2	46,968	,120	,887	,001

cd. tabeli 7

1	2	3	4	5	6	7
Error	79861,208	204	391,477			
Total	1042797,000	210				
Corrected Total	80847,624	209				

a. R Squared = ,012 (Adjusted R Squared = -,012)

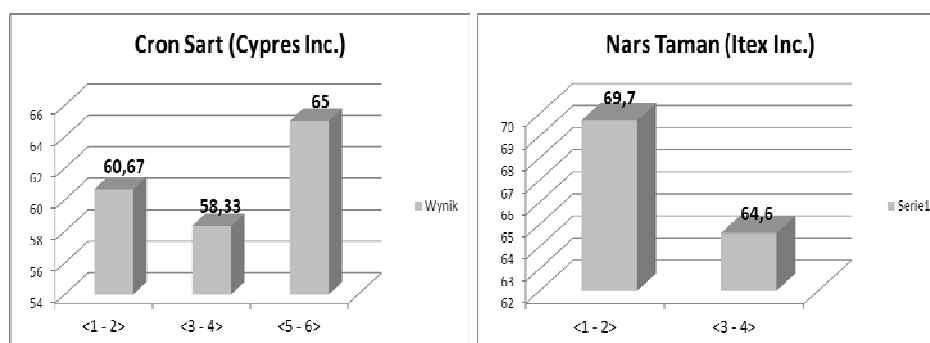
2.2. Jaki wpływ na negocjacje miała liczba wymienionych ofert

Skale przyjęte w tym punkcie przedstawia rys. 15, gdzie odpowiednio liczba wymienionych ofert z przedziału <1, 2> oznaczało „mało”, oferty <3, 4> można określić mianem „średnio”, natomiast gdy już uczestnicy wymienili pomiędzy sobą <5, 6> ofert było to już bardzo dużo.

Została postawiona hipoteza, że im więcej ofert się wymieni między stronami, tym niższy wynik negocjacji, co z kolei przyczynia się do potwierdzenia wpływu zmiennej LICZBA OFERT na zmienną WYNIK.

Liczba ofert	
<1,2>	Mało
<3,4>	
<5,6>	Dużo

Rys.15. Liczba ofert



Rys. 16. Zależność wyniku negocjacji od liczby wymienionych ofert

Interpretując graficzny rozkład zależności liczby wymienionych ofert od osiąganego wyniku, w przypadku Cypress Inc., sprawdza się zasada odwrotna od zakładanej – im więcej ofert, tym lepszy wynik negocjacji. W przypadku ITEX Inc. sytuacja jest natomiast odwrotna. Im większa liczba ofert, tym gorszy wynik finalny. Porównując obie strony, można zauważyć, że w przypadku Cron Sart jest wymienionych więcej ofert niż w przypadku Nars Taman.

Tabela 8

Analiza wariancji – WYNIK – ROLA – OFERTY

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: WYNIK						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	2431,255 ^a	10	243,126	,617	,798	,030
Intercept	136117,447	1	136117,447	345,430	,000	,634
ROLA	379,973	1	379,973	,964	,327	,005
OFERTY	1332,959	5	266,592	,677	,642	,017
ROLA * OFERTY	1069,066	4	267,267	,678	,608	,013
Error	78416,369	199	394,052			
Total	1042797,000	210				
Corrected Total	80847,624	209				

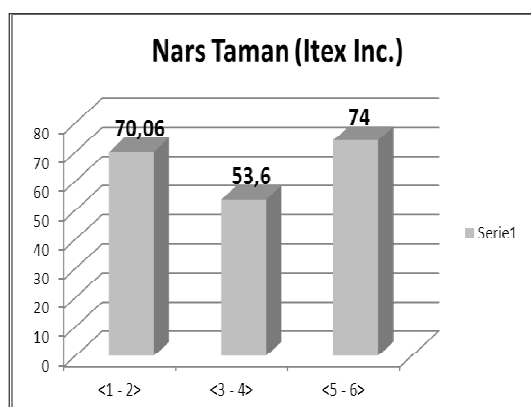
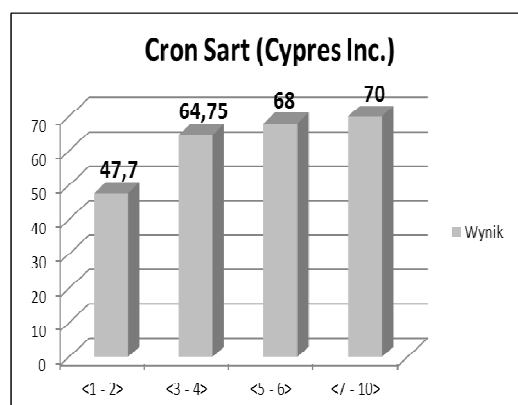
a. R Squared = ,030 (Adjusted R Squared = -,019)

2.3. Jaki wpływ na negocjacje miała liczba wymienionych wiadomości?

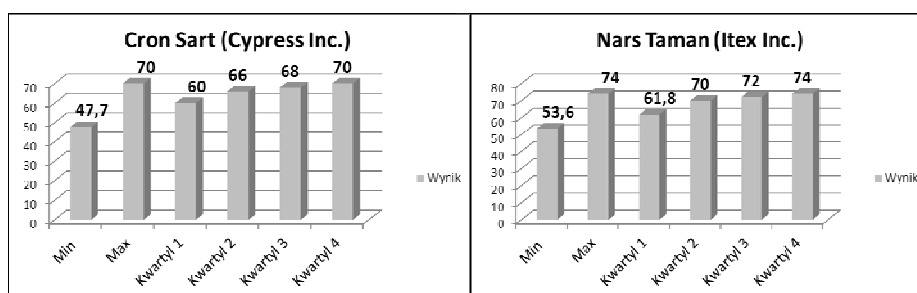
Skale przyjęte w tym punkcie przedstawia rys. 17.

Liczba wiadomości	
<1,2>	M mało
<3,4>	
<5,6>	
<7,10>	D dużo

Rys. 17. Liczba wymienionych wiadomości



Rys. 18. Zależność wyniku negocjacji od liczby wymienionych wiadomości



Rys. 19. Porównanie parametrów

Na rys. 18 (Cron Sart) można zauważyć tendencję rosnącą. Im więcej wysłanych wiadomości, tym lepszy osiągany wynik. Na rys. 18 (Nars Taman) można zaobserwować, że większa liczba wysłanych wiadomości również wiąże się z lepszym wynikiem osiąganym przez negocjatora. Po stronie Cypress Inc. została wysłana większa liczba wiadomości niż w przypadku Nars Taman.

Tabela 9

Analiza wariancji WYNIK – ROLA – WIADOMOŚCI

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: WYNIK						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	4677,717 ^a	13	359,824	,926	,527	,058
Intercept	158631,094	1	158631,094	408,189	,000	,676
ROLA	241,938	1	241,938	,623	,431	,003
WIADOMOŚCI	2735,852	7	390,836	1,006	,428	,035
ROLA * WIADOMOŚCI	2058,682	5	411,736	1,059	,384	,026
Error	76169,907	196	388,622			
Total	1042797,000	210				
Corrected Total	80847,624	209				

a. R Squared = ,058 (Adjusted R Squared = -,005)

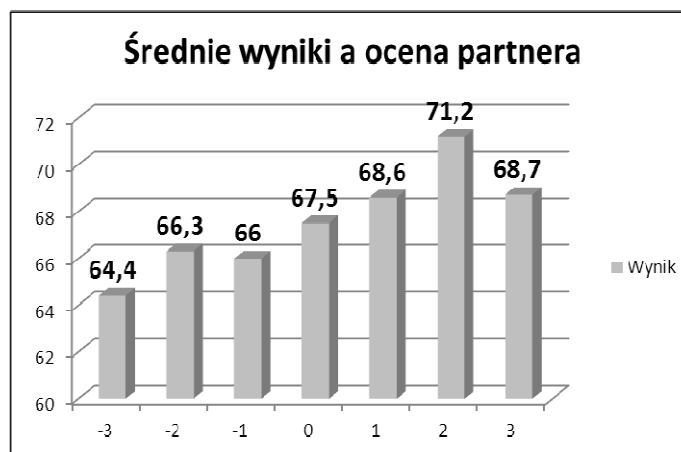
Jednoczynnikowa analiza wariancji (tab. 9) nie potwierdziła istotnego wpływu LICZBY WYMIENIONYCH WIADOMOŚCI na WYNIK negocjacji pomiędzy negocjatorami.

2.4. Wynik a opinia o partnerze negocjacyjnym

Postanowiono zbadać, czy na pytania zadane w fazie postnegocjacyjnej o partnera negocjacyjnego, mogą przyczynić się do odwzorowania uzyskanego wyniku. Zostało zadane pytanie, dotyczące tego czy partner negocjacyjny był miły i sympatyczny, czy wręcz przeciwnie. Celem tego badania było sprawdzenie, czy niepochlebne oceny partnera były deklarowane w przypadku osiągnięcia przez oceniającego słabego wyniku?

Skala ocen partnera jest podobna jak w poprzednim punkcie, gdzie -3 oznacza partnera niesympatycznego, a wartość 3 – bardzo miłego.

Można zauważyć, że pomimo przewagi pozytywnego oceniania osoby, z którą prowadziło się negocjacje, pojawiło się dużo opinii krytycznych. Na rys. 20 zostaną przedstawione uogólnione wyniki tych obserwacji.



Rys. 20. Wyniki uśrednione wraz z ukazaniem trendu

Można zauważyć, że istnieje zależność między wynikiem, jaki udało się osiągnąć a stopniem sympatii, jakim darzono drugą stronę negocjacji. Średni wynik osób surowo oceniających partnera negocjacyjnego to 64,4, natomiast dla oceniających go jako bardzo miłego – 68,7.

Hipoteza mówiąca o związku między wynikiem a srogością oceny partnera negocjacyjnego została więc potwierdzona.

Tabela 10

Analiza wariancji WYNIK – OCENA PARTNERA

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: OCENA_PARTNERA1						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	135,609 ^a	60	2,260	,837	,782	,252
Intercept	,117	1	,117	,043	,835	,000
WYNIK	135,609	60	2,260	,837	,782	,252
Error	402,391	149	2,701			
Total	538,000	210				
Corrected Total	538,000	209				

a. R Squared = ,252 (Adjusted R Squared = -,049)

Interpretacja wyników z tab. 10 pozwala stwierdzić, że brak jest istotnego wpływu WYNIKU negocjacji na OCENĘ partnera po zakończeniu negocjacji.

2.5. Wynik a zadowolenie negocjatora

Korzystając z odpowiedzi negocjatora po ukończeniu negocjacji, postanowiono zinterpretować czy istnieje związek pomiędzy stopniem jego zadowolenia a osiągniętym wynikiem negocjacji.

Zaobserwowano 152 przypadki, w których ocena stopnia satysfakcji z osiągniętego rezultatu została zestawiona z wynikiem końcowym, osiągniętym w toku negocjacji.

Ocena stopnia usatysfakcjonowania została przedstawiona na skali od -3 do 3, gdzie -3 oznaczało skrajne niezadowolenie, a 3 – pełne zadowolenie z osiągniętych rezultatów.

Największa liczba odpowiedzi (69) przypadła ocenie 2, wyrażającej zadowolenie z osiągniętego wyniku. Umiarkowane zadowolenie oraz skrajne zadowolenie również dominowały liczebnością nad ilością głosów, świadczących o braku satysfakcji z osiągniętych rezultatów negocjacji.



Rys. 21. Wyniki uśrednione wraz z ukazaniem trendu

Rysunek 21 jest potwierdzeniem założonej hipotezy, mówiącej o osiągnięciu lepszych wyników negocjacyjnych osób, które po negocjacjach były zadowolone z ich przebiegu. Również trend ukazuje, iż zadowolenie i dobry wynik negocjacji idą ze sobą w parze.

Tabela 11

Analiza wariancji ZADOWOLENIE – WYNIK

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: ZADOWALENIE_PO_NEG						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	113,014 ^a	60	1,884	1,381	,060	,357
Intercept	148,981	1	148,981	109,254	,000	,423
WYNIK	113,014	60	1,884	1,381	,060	,357
Error	203,181	149	1,364			
Total	621,000	210				
Corrected Total	316,195	209				

a. R Squared =

Interpretując wyniki badające zależność zmiennej ZADOWOLENIE negocjatorów po odbyciu negocjacji od osiągniętego WYNIKU, można by wnioskować, że ZADOWOLENIE jest zależne od otrzymanego wyniku, choć wyniki nie potwierdziły tego jednoznacznie, gdyż istotność na poziomie $\alpha = 0,06 > 0,05$. Gdyby poziom istotności zdefiniowano na poziomie wyższym o 0,01, wówczas hipoteza zostałaby potwierdzona.

2.6. Łączny czas negocjacji a wynik

Przyjrzyjmy się czasowi trwania negocjacji – od pierwszego do ostatniego kontaktu między stronami. Postawiona została hipoteza, mówiąca, iż dłuższy czas trwania negocjacji sprzyja osiągnięciu lepszego rezultatu.

Podczas analizy wyników zauważono, iż rozkład wyników jest dosyć równomierny, bez wyraźnej tendencji. Okazało się, że nawet rozpoczynając i kończąc negocjacje w przeciągu jednego dnia, można było osiągnąć wyniki od 0 aż do 95 pkt. Przyjrzyjmy się uśrednionym wynikom przedstawionym na rys. 22.



Rys. 22. Wyniki uśrednione wraz z ukazaniem trendu

Pomimo iż średnie wyniki różnią się między sobą, nie ma wyraźnej zależności między czasem trwania a osiąganym wynikiem. Hipoteza mówiąca o osiągnięciu lepszego wyniku dzięki dłuższemu czasowi trwania negocjacji została obalona. Można za to wysunąć wniosek, iż kończąc negocjacje w przeciągu jednego dnia oraz po okresie dłuższym niż 20 dni, można osiągnąć gorszy wynik niż dochodząc do porozumienia w innym czasie.

Tabela 12

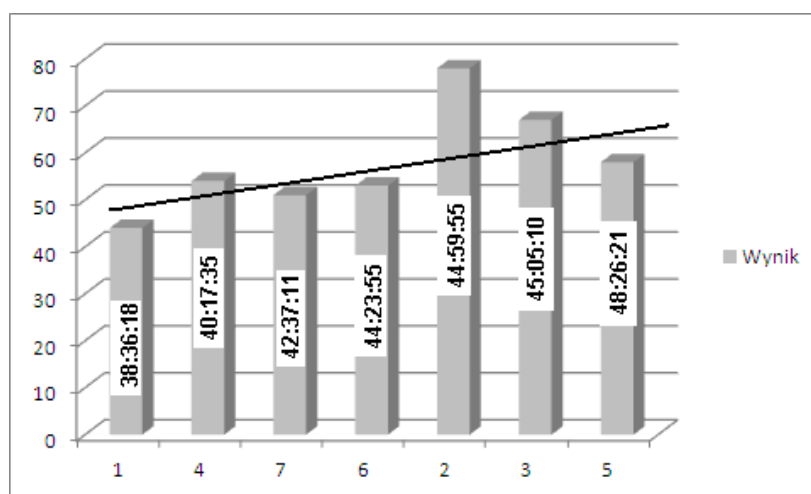
Analiza wariancji WYNIK – CZAS

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: WYNIK						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	70580,724 ^a	200	352,904	,309	,999	,873
Intercept	948981,289	1	948981,289	831,880	,000	,989
CZAS	70580,724	200	352,904	,309	,999	,873
Error	10266,900	9	1140,767			
Total	1042797,000	210				
Corrected Total	80847,624	209				

a. R Squared = ,873 (Adjusted R Squared = -,949)

2.7. Średni czas między ofertami a znajomość angielskiego

Postawiona została hipoteza, mówiąca, iż zarówno średni czas między ofertami, jak i osiągnięty wynik są lepsze w przypadku dobrej znajomości języka angielskiego przez negocjatora. Teza została sformułowana w ten sposób, ponieważ negocjacje były prowadzone tylko w języku angielskim. Uczestnik określał swoją znajomość języka angielskiego na 7-stopniowej skali, gdzie 1 oznaczało najslabszą znajomość języka a 7 – najlepszą. Wyniki zostały przedstawione na rys. 23.



Rys. 23. Zestawienie uśrednionych wyników wraz z ukazaniem trendu

Jak wynika z rys. 23, dobra znajomość angielskiego dawała średnie rezultaty jeśli chodzi o czas między ofertami oraz wynik końcowy. Widać, że osoby deklarujące najslabszy stopień znajomości języka angielskiego miały wyniki zbliżone do tych, których znajomość władania tym językiem była wzorowa. Najlepsze uśrednione wyniki uzyskały osoby, deklarujące swój stopień znajomości języka na 2 w 7-stopniowej skali. Nie ma zatem potwierdzenia hipotezy mówiącej, że lepsza znajomość języka angielskiego miała wpływ na skrócenie czasu między ofertami czy też zwiększała końcowy wynik (tab. 13).

Tabela 13

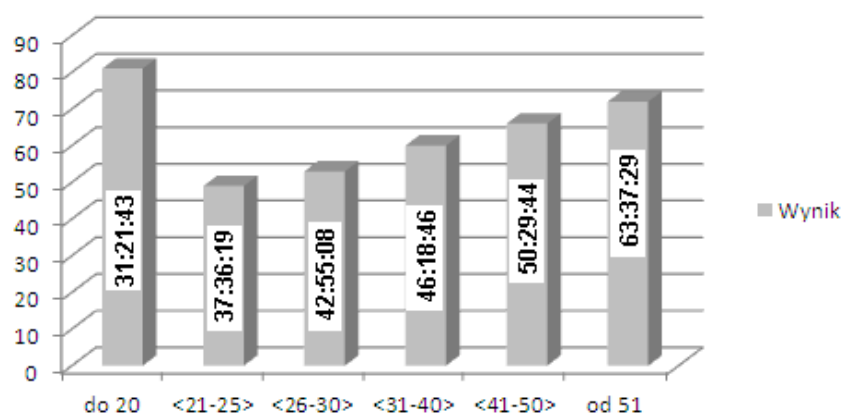
Analiza wariancji WYNIK – CZAS – ANGIELSKI

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: WYNIK						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	9141,442 ^a	17	537,732	1,440	,122	,113
Intercept	191513,300	1	191513,300	512,795	,000	,728
ANGIELSKI	2228,738	6	371,456	,995	,430	,030
CZAS_MIEDZY_OFERTAMI	2189,155	2	1094,577	2,931	,056	,030
ANGIELSKI * CZAS_MIEDZY_OFERTAMI	4014,766	9	446,085	1,194	,301	,053
Error	71706,182	192	373,470			
Total	1042797,000	210				
Corrected Total	80847,624	209				

a. R Squared = ,113 (Adjusted R Squared = ,035)

2.8. Czas między ofertami a wiek uczestnika

Przyjrzyjmy się hipotezie, mówiącej o zależności między wiekiem uczestnika a czasem trwania negocjacji i wynikiem. Rysunek 24 przedstawia wyniki badania hipotezy.



Rys. 24. Wyniki uśrednione ukazujące zależność wyniku negocjacji od wieku uczestnika oraz średniego czasu między składanymi ofertami

Najkrótszymi czasami pomiędzy ofertami oraz najlepszymi wynikami odznaczali się negocjatorzy poniżej dwudziestego roku życia – w tym wypadku średni czas na wymianę ofert to nieco ponad jedna doba. Również osoby powyżej 50 roku życia miały wysokie wyniki, jednakże średni czas między ofertami był z kolei najdłuższy – prawie trzy dni. Widać, że istnieje wyraźny związek między wiekiem a czasem odpowiedzi – wraz ze wzrostem wieku uczestnika, czas odpowiedzi wydłużał się. Można również zauważyć, iż wynik także zależał od wieku uczestnika – im starszy uczestnik, tym jego średni wynik był wyższy. Wyjątkiem była najmłodsza grupa, która osiągnęła najwyższy średni wynik negocjacji.

Tabela 14

Analiza wariancji WYNIK – WIEK – CZAS

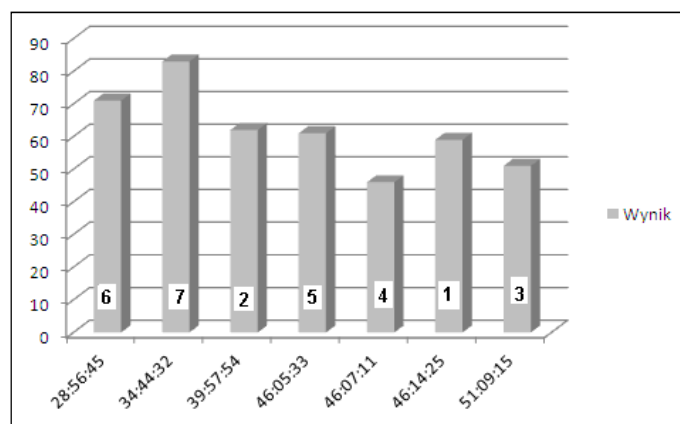
Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: WYNIK						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	8226,440 ^a	14	587,603	1,578	,088	,102
Intercept	127251,964	1	127251,964	341,693	,000	,637
CZAS_MIEDZY_OFERTAMI	1153,310	2	576,655	1,548	,215	,016
WIEK	1130,402	5	226,080	,607	,695	,015
CZAS_MIEDZY_OFERTAMI * WIEK	2688,382	7	384,055	1,031	,411	,036
Error	72621,183	195	372,416			
Total	1042797,000	210				
Corrected Total	80847,624	209				

a. R Squared = ,102 (Adjusted R Squared = ,037)

Test wariancji (tab. 14) nie potwierdził istotnego wpływu czasu między składanymi ofertami oraz wieku na osiągane wyniki.

2.9. Doświadczenie w negocjacjach a czas odpowiedzi

W następującej hipotezie sprawdzamy czy doświadczenie uczestnika w negocjacjach owocowało lepszymi wynikami negocjacji oraz krótszym czasem potrzebnym na odpowiedź. Rysunek 25 przedstawia zależność między tymi 3 zmiennymi uszeregowanymi ze względu na czas odpowiedzi.



Rys. 25. Znajomość negocjacji a uśrednione wyniki i średni czas odpowiedzi

Z interpretacji rys. 25 wynika, iż osoby o największym doświadczeniu w negocjacjach osiągnęły najkrótsze czasy wymiany ofert oraz najlepsze wyniki negocjacji. Można więc stwierdzić, iż pomimo mniej jednoznacznych wyników dla pozostałych grup, istnieje pewna zależność między doświadczeniem w negocjacjach a wynikiem i czasem negocjacji. Występuje brak istotnego wpływu doświadczenia w negocjacjach na czas, jaki upływał pomiędzy składanymi ofertami (tab. 15).

Tabela 15

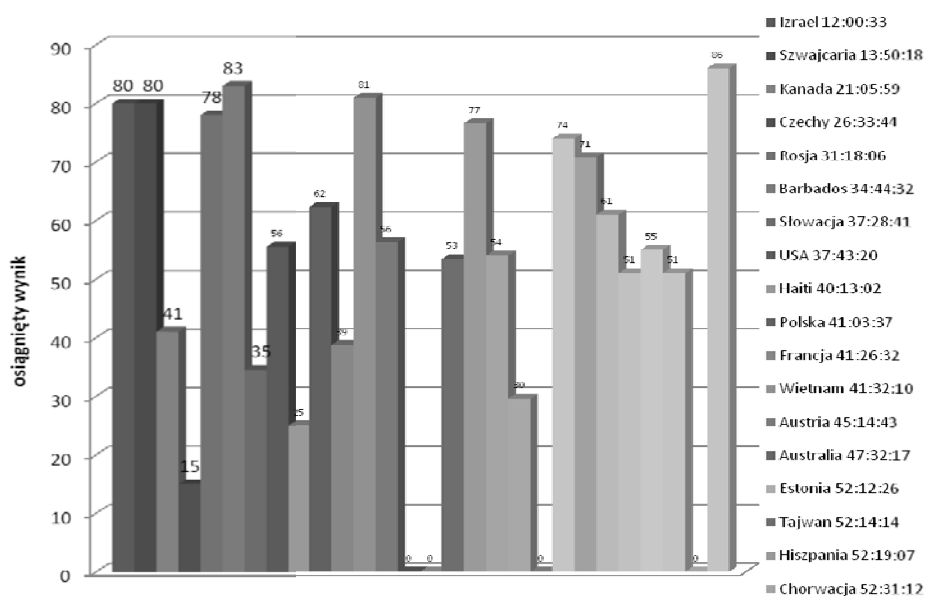
Analiza wariancji CZAS – DOŚWIADCZENIE

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: CZAS_MIEDZY_OFERTAMI						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	,264 ^a	1	,264	1,287	,258	,006
Intercept	276,036	1	276,036	1343,651	,000	,866
DOŚWIADCZENIE	,264	1	,264	1,287	,258	,006
Error	42,731	208	,205			
Total	879,000	210				
Corrected Total	42,995	209				

a. R Squared = ,006 (Adjusted R Squared = ,001)

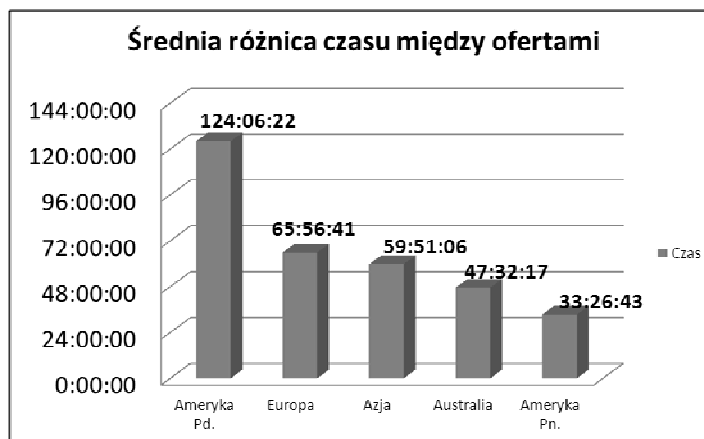
2.10. Kraj zamieszkania a średni czas odpowiedzi

Ostatnia hipoteza miała na celu zbadanie czy istnieje zależność między miejscem zamieszkania a średnim czasem odpowiedzi i osiągniętym wynikiem. Postanowiono zbadać ją zarówno uwzględniając kraj pochodzenia uczestnika, jak i bardziej ogólnie – kontynent, z którego pochodził dany negocjator. Rysunki 26 i 27 przedstawiają wyniki badań



Rys. 26. Uśrednione wyniki uczestników ze względu na kraj pochodzenia

Obserwując osiągnięte wyniki oraz czasy negocjacji, można zauważyć, iż w poszczególnych krajach zależności między czasem a wynikiem były różne. Nie można natomiast stwierdzić, iż jedne z krajów są wyraźnie lepsze w negocjacjach z uwagi na nierówną liczbę uczestników z poszczególnych krajów. Zdarzały się bowiem przypadki, iż tylko jeden uczestnik z danego kraju brał udział w negocjacjach.



Rys. 27. Uśrednione wyniki uczestników ze względu na kontynent pochodzenia

Interpretując parametry przedstawione na rys. 27, można podejrzewać, że czas odpowiedzi na ofertę ma związek z kontynentem, z którego pochodzi uczestnik. Najszybciej reagowali mieszkańcy Ameryki Północnej i Australii, a najdłużej z odpowiedzią zwlekali mieszkańcy Ameryki Południowej, co z kolei bezpośrednio przekłada się na liczbę wymienionych ofert. Wyniki z tab. 16 potwierdzają istotny wpływ POCHODZENIA na wynik, natomiast brak istotnej zależności WYNIKU od czasu pomiędzy składanymi ofertami.

Tabela 16

Analiza wariancji WYNIK – POCHODZENIE – CZAS

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: WYNIK						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	29289,063 ^a	51	574,295	1,760	,004	,362
Intercept	165156,804	1	165156,804	506,119	,000	,762
KRAJ	20866,782	38	549,126	1,683	,014	,288
CZAS_MIEDZY_OFERTAMI	16,173	2	8,086	,025	,976	,000
KRAJ * CZAS_MIEDZY_OFERTAMI	5747,215	11	522,474	1,601	,103	,100
Error	51558,561	158	326,320			
Total	1042797,000	210				
Corrected Total	80847,624	209				

a. R Squared = ,362 (Adjusted R Squared = ,156)

Podsumowanie

Analiza zebranych danych, a przede wszystkim otrzymane wyniki testów statystycznych, pozwoliły dojść do często niespodziewanych wniosków. Otóż okazało się, że wynik negocjacji zależy od pochodzenia negocjatora, a także od tego, czy jest inicjator negocjacji. Ponadto zostało dowiedzione, że doświadczenie nie zawsze idzie w parze z osiągniętymi wynikami, bowiem lepsze rezultaty osiągały osoby, które nigdy wcześniej nie negocjowały. Być może świadomość bycia nowicjuszem w dziedzinie negocjacji wzbudzała większe aspiracje uczestnika i nieustępliwość.

Najlepszymi negocjatorami byli studenci kierunku Informatyka, a nie jak się spodziewano studenci Stosunków międzynarodowych, którzy zajęli ostatnie miejsce w rankingu. Znajomość języka angielskiego nie warunkowała uzyskania wysokich wyników, choć były to negocjacje prowadzone właśnie w tym języku.

Przeprowadzone studium empiryczne pozwoliło na uzyskanie w dużej mierze nieprzewidywanych rezultatów, które mogą stać się bazą i bodźcem do przeprowadzenia dalszych badań oraz obserwacji w dziedzinie negocjacji i badania ludzkich zachowań w specyficznych warunkach, gdzie każdy z graczy posiada sprzeczne cele wobec siebie nawzajem.

Literatura

- Birkenbihl V.F. (1997): *Komunikacja werbalna: psychologia prowadzenia negocjacji*. Astrum, Wrocław.
- Gesteland R. (2000): *Różnice kulturowe a zachowania w biznesie*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Kersten G., Kersten M. (1998): *Komputerowe wspomaganie i badanie procesów negocjacyjnych*. „Zagadnienia naukoznawstwa”, nr 2.
- Mastenbroek W. (1996): *Negocjowanie*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Nęcki Z. (1995): *Negocjacje w biznesie*. Wydawnictwo Profesjonalnej Szkoły Biznesu, Kraków.
- Sobczyk M. (2000): *Statystyka. Podstawy teoretyczne, przykłady, zadania*. Wydawnictwo UMCS, Lublin.
- Rządca R., Wujec P. (1998): *Negocjacje*. PWE, Warszawa.
- Zbiegień-Maciąg L. (1997): *Negocjowanie i negocjacje – sposób na konflikty*. Centrum Kierowania Liderów, Warszawa.

**DEMOGRAPHIC AND SOCIAL CHARACTERISTICS OF NEGOTIATORS
AND THEIR IMPACT ON THE OUTCOME OF NEGOTIATIONS. DYNAMICS
OF NEGOTIATIONS, THE PASSAGE OF TIME, CONSEQUENCES
FOR OFFERS AND RESULTS**

Summary

Negotiation is a process of mutual exploration satisfactory solution involved in the conflict. The paper presents the results of negotiation experience, formed the basis of the negotiations conducted an experiment in 2009 between several groups of students, living in different continents. Participants were subjected to attempt to carry out negotiations within a certain timeframe, using training INSPIRE decision support system.

This paper presents the verification of the assumed hypotheses and their impact on the achieved results, taking into account various social and demographic characteristics, determining human behavior. Conducted an empirical study of factors contribute to the largely unexpected results that could be the basis for and stimulus to further research and observation in the field of negotiation and study human behavior in particular conditions, where each player has conflicting objectives against each other.

Stanisław Stanek

Wyższa Szkoła Oficerska Wojsk Lądowych

Mariusz Żytniewski

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

NEGOCJACJE W SYSTEMACH WIELOAGENTOWYCH Z ZASTOSOWANIEM STANDARDÓW FIPA

Wprowadzenie

Negocjacje stanowią obustronny proces komunikacji zorientowany na uzyskanie konsensusu, porozumienia, akceptacji w sytuacji, gdzie jedna ze stron nie zgadza się na postulowany wynik prowadzonych rozmów.

Procesy negocjacji stanowią fundament komunikacji w społecznościach ludzkich, jednak także w systemach informatycznych można odnaleźć standardy określające etapy procesu negocjacji międzysystemowych. Szczególnie dostrzegalne jest to w przypadku rozwiązań komunikujących się ze sobą na podstawie komunikatów i tworzonych w celu wspomagania lub zastępowania działań człowieka. Jednym z rozwiązań informatycznych, w którym można zaobserwować procesy negocjacji są systemy wieloagentowe, w których autonomiczne jednostki, realizując powierzone im zadania, mogą negocjować, komunikując się ze sobą. W przypadku systemów wieloagentowych negocjacje często są wykorzystywane w systemach aukcyjnych.

W systemach wieloagentowych, w których interakcji podlega minimum dwóch agentów, proces negocjacji wymaga zdefiniowania języka, w jakim agenci będą się komunikować, protokołu interakcji wskazującego rodzaje aktów komunikacji oraz ich kolejność, a także strategii integracji oddziałującej na efekt końcowy działań agentów. W przypadku budowy systemów wieloagentowych aktualnie uznawanymi standardami języków komunikacji są KQML oraz FIPA ACL [Luck et al. 2004], pozwalające na definiowanie aktów komunikacji między agentami oraz jednoznacznie określające jak powinna wyglądać syntak-

tyczna strona komunikatu. Z punktu widzenia negocjacji bardziej istotne jest jednak określenie protokołu interakcji między agentami, który definiuje efekty procesu komunikacji.

W niniejszej pracy zostaną zaprezentowane zagadnienia dotyczące negocjacji w systemach wieloagentowych z zastosowaniem standardów FIPA. W rozdziale pierwszym opracowania zostaną przedstawione podstawowe informacje na temat negocjacji w systemach wieloagentowych. W tym celu zostanie ukazane znaczenie negocjacji w modelowaniu interakcji agentów programowych, rodzaje komunikatów stosowanych w systemach wieloagentowych wykorzystujących standard FIPA ACL oraz możliwe rodzaje aukcji internetowych, które mogą być wspomagane przez agentów programowych. W rozdziale drugim zostaną zaprezentowane często stosowane protokoły interakcji zgodne ze specyfikacją FIPA. W tym celu zostanie omówione jedenaście diagramów przedstawiających modelowe sekwencje współdziałania agentów, które swoje zastosowanie mogą znaleźć w budowanych systemach wieloagentowych.

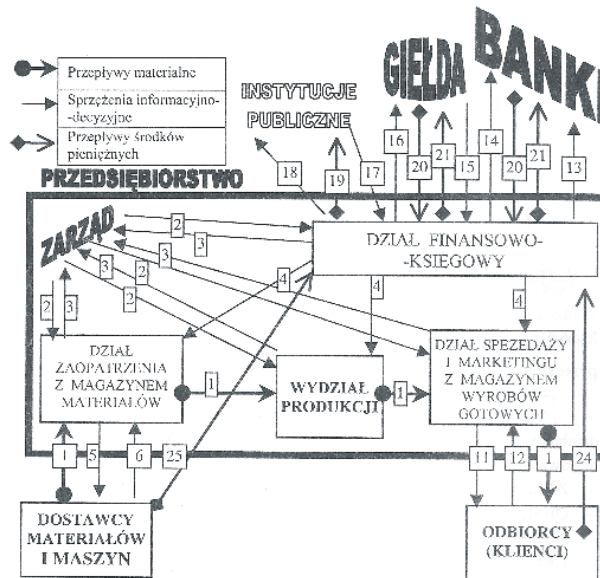
1. Negocjacje

„Negocjacje to proces wzajemnego poszukiwania takiego rozwiązania, które satysfakcjonuje wszystkie zaangażowane w konflikt strony. Dają one wszystkim uczestnikom szansę zrealizowania swojego interesu (potrzeby) w takim wymiarze, który jest możliwy do zaakceptowania. Oznacza to, że każdy ma prawo do realizacji swoich interesów, jednak ograniczone przez konieczność liczenia się z potrzebami drugiej strony. Negocjacja zakłada traktowanie rozmówcy jako partnera, który tak jak my nie lubi przegrywać (chce szacunku i uznania)” [Jamrożek i Sobczak 1997, s. 114-115].

Można także wskazać, iż negocjacje to „(...) proces, w którym zaangażowane są dwie lub więcej komunikujące się między sobą strony, które posiadają różne zbieżne, ale nie sprzeczne cele i które mają zamiar osiągnąć rozsądny kompromis w oparciu o obustronnie akceptowane porozumienie (...)” [Telesca et al. 2007].

Negocjacje stanowią podstawę interakcji międzyludzkiej i są dostrzegalne w różnych dziedzinach życia, jak dyplomacja, biznes, interakcja międzyludzka. W kontekście procesów negocjacji można wskazać dwa obszary teorii decyzji, które są z nim związane. Jest to wspomaganie decyzji wielokryterialnych w przypadku więcej niż jednego kryterium oceny decyzji oraz problematyka konkurencyjności decyzji związana z koncepcją teorii gier w obszarze, gdzie możliwe jest tworzenie rozwiązań informatycznych wspomagających procesy decyzyjne. Zastosowanie negocjacji ilustruje rys. 1, większość wskazanych na

tym rysunku powiązań wiąże się z potrzebą różnorodnych negocjacji. Odgrywanie różnorodnych ról przez agentów oprogramowania wiąże się z potrzebą wyposażenia ich w mechanizmy wspierające negocjacje.



Rys. 1. Ogólny model wzajemnych wewnętrznych i zewnętrznych powiązań obiektu przedsiębiorstwo

Źródło: Ingram i Stanek [1994].

Poszczególne strzałki ukazane na rys. 1 wskazują na różnorodność powiązań poszczególnych działów organizacji, które aby zapewnić prawidłowe działanie organizacji, komunikują się ze sobą.

2. Negocjacje w systemach agentowych

Rozwój koncepcji semantycznego Internetu jest nieodłącznie związany z koncepcją agentów programowych (autonomicznych oraz współdziałających w danym środowisku [Subercaze i Maret 2011]), których zadaniem jest wykorzystywać wiedzę zapisaną w postaci ontologii w procesie realizacji powierzonych im celów [Hasan i Gandon 2012]. Rozwój e-commerce aktualnie jest utożsamiany z zastosowaniem Internetu przez człowieka. Serwisy aukcyjne są ukierunkowane na prezentowanie treści i w niewielkim stopniu wspomagają semantyczną reprezentację danych w postaci ontologii. Zastosowanie technologii agentowych jest ukierunkowane na zautomatyzowanie procesu zakupów

przez Internet, wspomaganie informowania klientów i promowania produktów oraz firm, sterowania i nadzorowania realizacją procesów biznesowych. Agenty programowe pozwalają na redukcję ilości czynności podejmowanych przez użytkowników oraz ilości informacji, które musi przetworzyć człowiek [Vijaya-Lakshmi et al. 2011, s. 52-56]. W tym celu jednak muszą istnieć odpowiednie mechanizmy wspomagające współdziałanie agentów, a w szczególności zapewniające im możliwość komunikacji z otoczeniem. W przypadku technologii agentowych kluczowymi aspektami, na które należy zwrócić uwagę są protokoły negocjacji oraz strategię negocjacji [Jennings et al. 2000].

Protokoły negocjacji zarządzają procesem negocjacji, określając zasady jakimi mają kierować się agenci w procesie interakcji z innymi agentami. Strategię negocjacji określają ramy w sposobie prowadzenia negocjacji na podstawie przyjętych protokołów negocjacji agentów.

Oprócz tych dwóch aspektów, istotnym staje się także standard w jakim agenci komunikują się ze sobą, który musi być akceptowalny przez wszystkie jednostki agentów programowych. Wskazane trzy elementy w postaci standardu języka, w którym komunikują się agenci, protokołu oraz strategii negocjacji stanowią kluczowe elementy, które muszą zostać rozpatrzone w przypadku budowy systemu wieloagentowego.

Z punktu widzenia technologii agentowych negocjacje mogą być traktowane jako proces rozproszonego poszukiwania w przestrzeni potencjalnego porozumienia między autonomicznymi agentami programowymi. Każdy z zaangażowanych agentów w przypadku rozpoczęcia negocjacji posiada swoją przestrzeń, w której jest on skłonny zawrzeć porozumienie, oraz sposoby oceny w jakim stopniu jest on skłonny to porozumienie zawrzeć. W trakcie negocjacji przestrzeń ta może się rozszerzyć lub kurczyć w wyniku czynników zewnętrznych lub oddziaływania podmiotu, z którym negocjacje są prowadzone. Negocjacje kończą się kiedy oba podmioty znajdą wspólne akceptowalne dla obu rozwiązanie, należące do przestrzeni każdego z nich.

Koordinacja działań agentów polega na wspólnej realizacji zbieżnych lub rozbieżnych celów poszczególnych jednostek. W przypadku kiedy cele agentów są rozbieżne pojawia się współzawodnictwo, które z punktu widzenia technologii agentowych może mieć zastosowanie w systemach aukcyjnych. W tym przypadku można wskazać kilka rodzajów aukcji:

Aukcja angielska (ang. English auction) – w tym typie aukcji wystawiający towar (sprzedawca) oraz przynajmniej dwóch kupujących licytują najwyższą kwotę sprzedaży określonego towaru. Licytujący przebijają swoje oferty zakupu o określoną kwotę przebicia, której minimalna wartość jest z góry znana. Koniec aukcji następuje, kiedy nie ma już chętnych do dalszego podnoszenia oferowanej ceny lub wygaśnie czas przeznaczony na składanie kolejnych ofert.

Aukcja holenderska (ang. Dutch auction) – podczas aukcji tego rodzaju sprzedający ustala wysoką cenę wywoławczą, która następnie jest stopniowo obniżana do momentu zaakceptowania jej przez któregoś z kupujących.

Przetargi (ang. sealed bid first price auction) – w tym przypadku nie jest znana kwota, jaką oferują uczestnicy, aż do momentu zakończenia przetargu. Zwycięzcą jest ten uczestnik, który zaoferował największą kwotę.

Przetargi drugiej ceny (ang. sealed bid second-price auction) – jest to rodzaj przetargu, w którym wygrywa ten, który określił drugą co do wysokości kwotę za licytowany towar. Czasem jest ona zwana także aukcją Vickrey’a.

Negocjacje z ceną ustaloną (ang. fixed-price negotiation) – w tym przypadku sprzedający ustala stałą kwotę, za którą można nabyć wybrany towar. Kupujący muszą uiścić tę kwotę, aby stać się jego posiadaczami [Ganzha et al. 2008].

Z punktu widzenia realizacji systemu aukcyjnego na podstawie technologii agentowych konieczne jest określenie konwencji procesu negocjacji w kontekście jego protokołu interakcji między agentami. Aby taka komunikacja istniała, muszą być jednak spełnione określone wymagania dotyczące usługi transportu realizowanej w ramach danej platformy wieloagentowej:

- przesyłanie zakodowanej wiadomości odbywa się w postaci sekwencji bajtów;
- usługi transportu powinny być niezawodne, dokładne, uporządkowane (kolejność), niespełnienie tych własności powinno być sygnalizowane;
- agent ma opcję wyboru sposobu odebrania wiadomości: uśpienie lub oczekiwanie na wiadomość (tryb synchroniczny) lub wykonywanie innych czynności podczas oczekiwania na odpowiedź (tryb asynchroniczny);
- czas przeterminowania nie jest parametrem aktu komunikacyjnego, tylko systemowi usług transportu wiadomości;
- po wykryciu błędów, system może wysłać informację o tym fakcie do nadawcy w postaci wiadomości o błędzie;
- system zapewnia wybór poprawnego mechanizmu transportu (TCP/IP, SMTP, http etc.) – [Sosnowski 2007].

Jak wspomniano wcześniej, komunikacja agentów składa się z tzw. aktów komunikacji, które określają rodzaj wypowiedzi. Model referencyjny FIPA określa kilka takich aktów komunikacji.

Interpretację podstawowych aktów komunikacji FIPA ACL przedstawia poniższa tab. 1.

Tabela 1

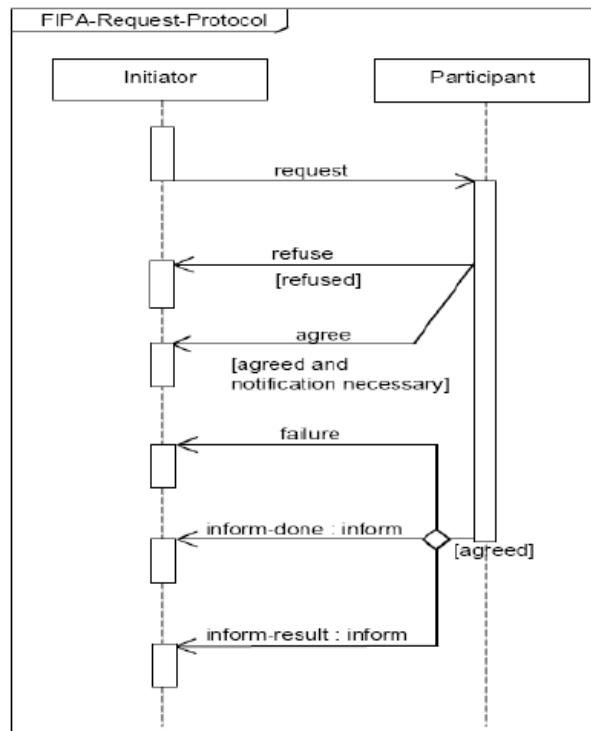
Opis aktów mowy w języku ACL

Język potoczny	Akt komunikacji
Pytanie: „Czy leci woda?”	query
Informacja: „Leci woda”	inform
Polecenie: „Puść wodę”	request
Aprobata: „Tak, puszcze wodę”	agree
Dysaprobata: „Nie, nie puszcę wody”	failure
Propozycja: „Mogę puścić wodę za 5 min”	propose
Zapytanie: „Kto puści wodę”	Cfp – (ang. Call for proposal)
Subskrypcja: „Poinformuj mnie jak ktoś puści wodę”	subscribe

W literaturze można wskazać protokoły negocjacji, których etapy realizacji składają się na fazę wstępną, fazę składania propozycji oraz fazę formułowania porozumienia [Bartolini et al. 2002]. W odniesieniu do procesu negocjacji agentów programowych najczęściej stosowanym rozwiązaniem jest jednak standard FIPA, w którym można wyróżnić następujące protokoły [www1]:

FIPA Request Interaction Protocol

Jest to prosty w zastosowaniu protokół, który pozwala na zgłaszanie przez jednego agenta potrzeby wykonania określonej akcji przez inną jednostkę. Adresat żądania może zatwierdzić (ang. *agree*) wykonanie zadania lub je odrzucić (ang. *not-understood*, *refuse*), informując agenta inicjującego żądanie o rezultacie swojej decyzji lub wynikach swoich działań (ang. *failure*, *inform-done*, *inform-result*). Dodatkowo istnieje możliwość zdefiniowania warunków, które mają być spełnione, aby akcja mogła zostać zainicjowana. Jest to związane z zastosowaniem FIPA Request When Interaction Protocol. Zależności te zostały przedstawione na rys. 2.

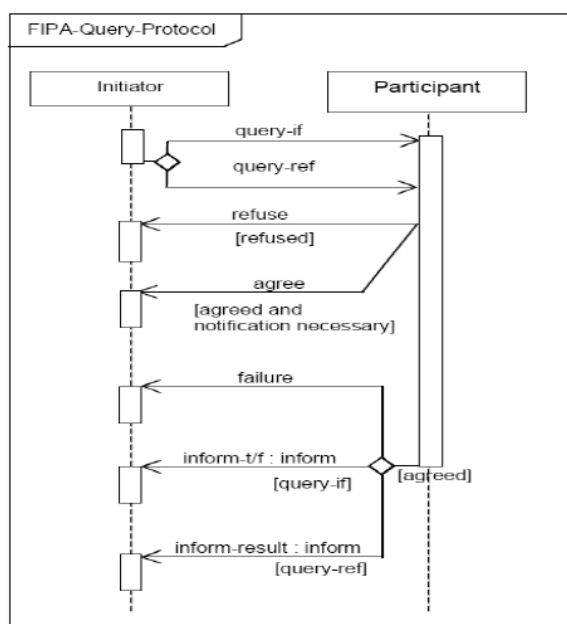


Rys. 2. Diagram prezentujący protokół FIPA-Request-Protocol

Źródło: [WWW1].

FIPA Query Interaction Protocol

Nadawca komunikatu żąda od jego odbiorcy wykonania akcji typu informacyjnego. Odbiorca może zgodzić się na wysłanie informacji *agree*. W takim przypadku po wysłaniu komunikatu *query-if* oczekuje odpowiedzi typu *inform* zwracającej prawdę lub fałsz. W przypadku *query-ref* oczekiwaną odpowiedzią jest *inform-result* wskazującą na obiekt, który był przedmiotem zapytania. W przypadku zwrócenia odpowiedzi odmownej *refuse*, dalsze akcje są pomijane. Zależności te zostały przedstawione na rys. 3.

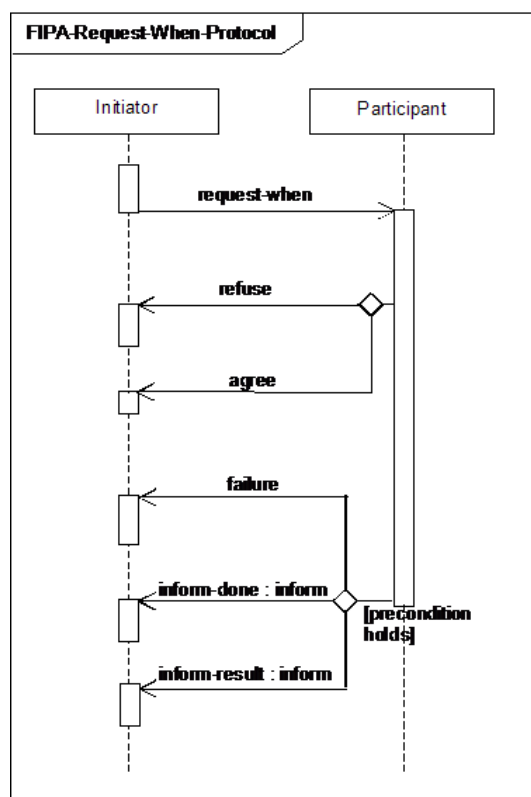


Rys. 3. Diagram prezentujący protokół FIPA Query Interaction Protocol

Źródło: [WWW1].

FIPA Request When Interaction Protocol

Ten typ protokołu jest stosowany wówczas, kiedy agent inicjujący żąda określonej akcji od agenta odbiorcy w przyszłości, kiedy zostaną spełnione określone warunki (ang. *request-when*). Agent odbierający żądanie może nie zrozumieć (ang. *not-understood*), przyjąć realizację działania (ang. *agree*) lub odmówić jego realizacji (ang. *refuse*). W przypadku kiedy warunki zostaną spełnione, agent odbierający akceptuje zadanie i informuje o tym nadawcę (ang. *agree*). Następnie poprzez komunikaty informacyjne (ang. *inform*) wysyła odpowiedź nadawcy. Może także wskazać, iż zadanie nie zostanie zrealizowane (ang. *failure*). W przypadku odrzucenia agent inicjujący nie będzie oczekiwał na rezultaty. Zależności zostały przedstawione na rys. 4.

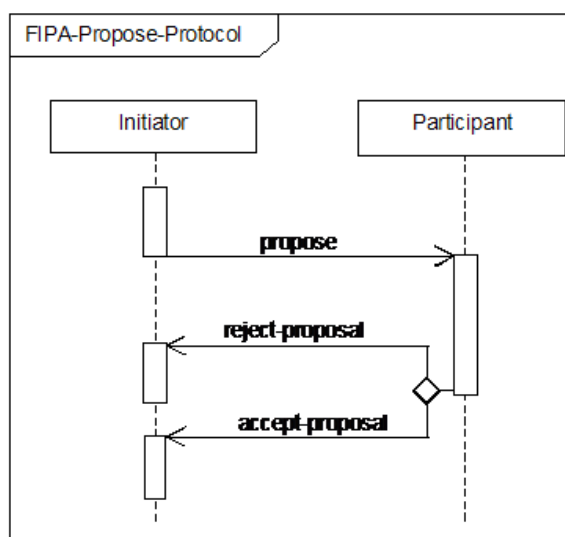


Rys. 4. Diagram prezentujący protokół FIPA Request When Interaction Protocol

Źródło: [WWW1].

FIPA Propose Interaction Protocol

W tym przypadku agent inicjujący składa ofertę określonego działania danej jednostce *propose*, która może zostać przyjęta *accept-proposal* bądź odrzucona *reject-proposal*. Efektem tych działań z reguły jest kolejny zestaw akcji podejmowanych przez agentów nieujęty na diagramie. Zależności zostały przedstawione na rys. 5.

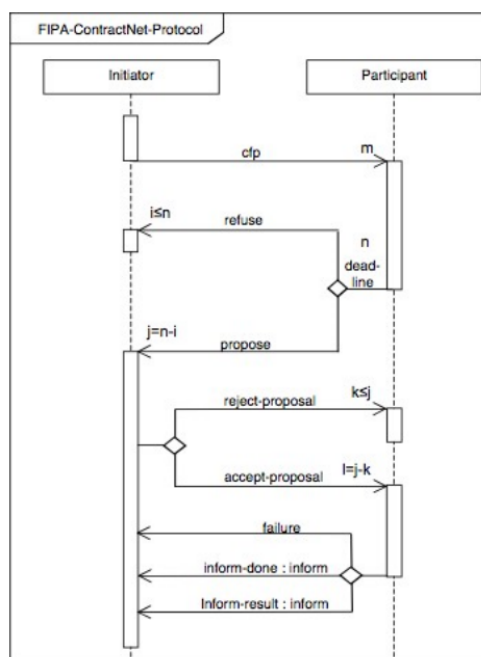


Rys. 5. Diagram prezentujący protokół FIPA Propose Interaction Protocol

Źródło: [WWW1].

FIPA Contract Net Interaction Protocol

Jest to przykład protokołu, w którym odbiorcami komunikatu może być wielu agentów. Agent inicjator zainteresowany realizacją pewnej usługi przez innego z agentów, rozsyła do wybranej grupy agentów zapytanie związane z jej realizacją oraz charakterystyką *cfp* (ang. *Call for Proposal*). Jeżeli propozycje zostaną zaakceptowane, poszczególni odbiorcy składają swoje oferty *propose*, z których agent inicjujący wybiera najlepszą i zleca wybranemu agentowi lub grupie agentów wykonanie określonych zadań *accept-propose* lub je odrzuca *reject-proposal*. W efekcie otrzymuje komunikat o wykonaniu zadania *inform-done* lub uzyskane wyniki *inform-result*. Możliwe jest także uzyskanie komunikatu o problemach z realizacją zadania *failure*. Zależności zostały przedstawione na rys. 6.

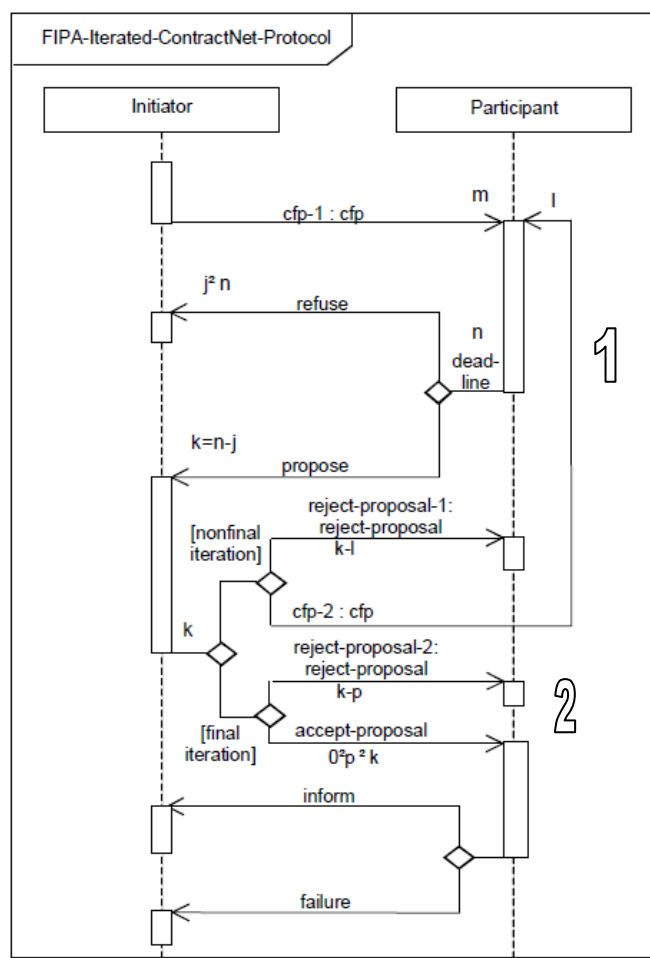


Rys. 6. Diagram prezentujący protokół FIPA Contract Net Interaction Protocol

Źródło: [WWW1].

FIPA Iterated Contract Net Interaction Protocol

Jest on rozszerzeniem protokołu FIPA Contract Net Interaction Protocol. W tym przypadku po wysłaniu komunikatów *cfp* oraz otrzymaniu odpowiedzi, agent inicjujący może dokonać ponownego rozesłania zmodyfikowanego komunikatu *cfp* do wybranych agentów (1) oraz odrzucić propozycje pozostałych agentów. Po otrzymaniu nowego zestawu propozycji jest dokonywany finalny wybór najlepszej (2). Daje to możliwość uzyskania lepszych ofert. Zależności zostały przedstawione na rys. 7.



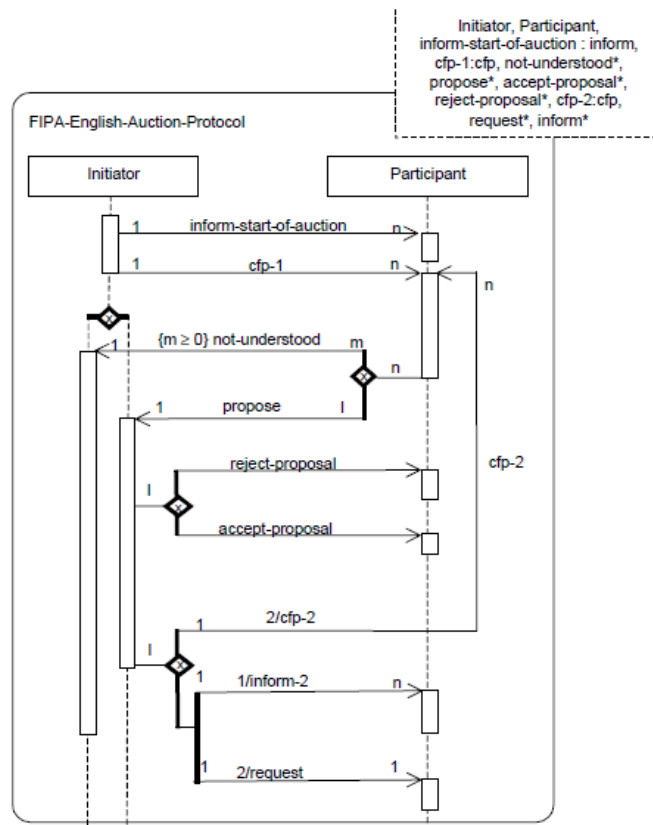
Rys. 7. Diagram prezentujący protokół FIPA Iterated Contract Net Interaction Protocol

Źródło: [WWW1].

FIPA English Auction Interaction Protocol

Jest to typowy rodzaj aukcji, w której podmiot wystawiający towar na licytację określa cenę początkową, za którą jest gotowy sprzedać towar. W kolejnych iteracjach licytujący podbijają oferowaną cenę, która aby towar został sprzedany, powinna przekroczyć założony przez sprzedającego określony pułap. Aukcja kończy się w momencie kiedy zakończy się zgłaszanie kolejnych ofert przez oferentów lub po wyznaczonym czasie. Ostatnia najwyższa oferta jest

traktowana jako cena sprzedaży towaru. W przypadku diagramu FIPA w pierwszej kolejności następuje poinformowanie uczestników o rozpoczęciu aukcji *inform-start-of-auction*, oferta definiowana jest jako wiadomość *cfp* i jest rozsyłana do wszystkich uczestników aukcji (na diagramie ujęte jest to jednorazowo). Z racji charakteru systemu wieloagentowego, agenty programowe mogą składać w tym samym czasie oferty kupna *propose*. Z tego względu każdy z nich oczekuje na otrzymanie komunikatu *accept-proposal* w przypadku zatwierdzenia oferty lub *reject-proposal* w przypadku jej odrzucenia. W przypadku przebicia ceny jest wysyłany kolejny komunikat *cfp* i następuje oczekiwanie na nowe propozycje. W efekcie następuje wysłanie komunikatu o wyniku aukcji *inform* do jej uczestników oraz komunikatu *request* do agenta, który aukcję wygrał. Zależności zostały przedstawione na rys. 8.



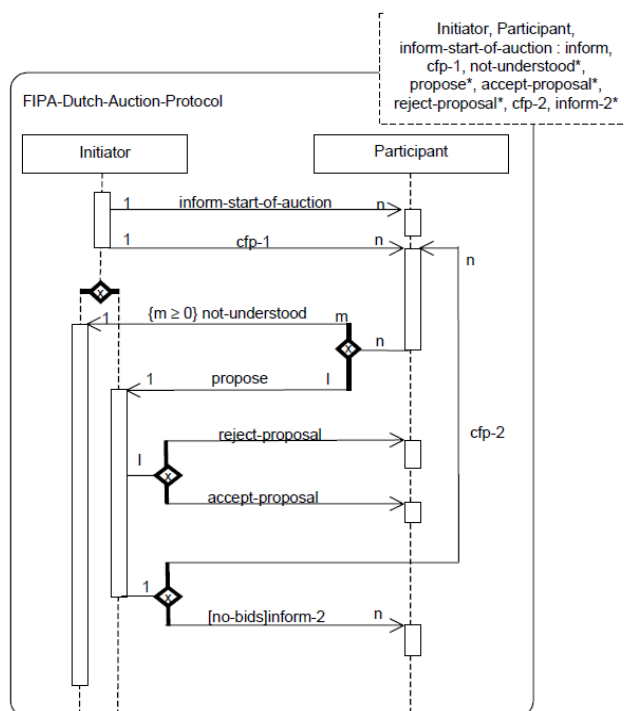
Rys. 8. Diagram prezentujący protokół FIPA English Auction Interaction Protocol

Źródło: [WWW1].

FIPA Dutch Auction Interaction Protocol

Aukcja typu holenderskiego jest odwrotnością aukcji typu angielskiego. Tutaj sprzedający stara się znaleźć cenę, za którą kupujący są chętni dokonać zakupu towaru, obniżając ją. W tym celu określa on wysoką cenę początkową, która jest w kolejnych iteracjach zmniejszana, do momentu pojawienia się kupującego chętnego aktualną cenę zapłacić. Cena jest obniżana do pewnego poziomu, który jest określany przez sprzedającego. Jeżeli cena zejdzie poniżej tego poziomu, aukcja jest przerywana.

Podobnie jak w poprzednim przykładzie następuje poinformowanie uczestników o rozpoczęciu aukcji. Każdy z uczestników może w dowolnej chwili złożyć propozycję zakupu *propose*. Opisany protokół nie określa zasad działania w przypadku pojawienia się kilku ofert, dlatego przyjmuje się, iż wygrywa pierwsza *accept-proposal*. Reszta ofert jest odrzucana *reject-proposal*. W przypadku braku ofert, cena ulega obniżeniu oraz jest rozsyłany nowy komunikat *cfp*. W przypadku braku ofert, aukcja jest kończona i wysyłany komunikat *inform*. Zależności zostały przedstawione na rys. 9.

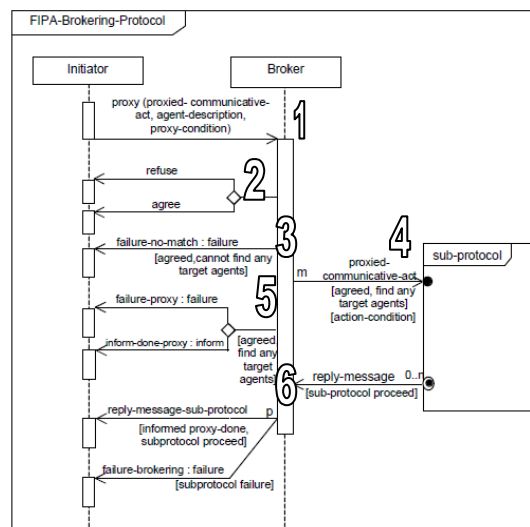


Rys. 9. Diagram prezentujący protokół FIPA Dutch Auction Interaction Protocol

Źródło: [WWW1].

FIPA Brokering Interaction Protocol

W przypadku procesu integracji systemów informatycznych istnieje możliwość zastosowania mechanizmu mediacyjnego, w którym rolę elementu integrującego i zarządzającego wymianą komunikatów w systemie pełni broker – pośrednik. Podobnie w systemach wieloagentowych, istnieje możliwość takiego zdefiniowania architektury systemu wieloagentowego, aby komunikacja w nim zachodziła na podstawie zdefiniowanego pośrednika. Jest to agent, którego zadaniem jest udostępnianie pozostałym agentom w systemie wieloagentowym zbioru usług komunikacyjnych oraz ich parametrów. W przypadku systemów aukcyjnych agent tego typu może przechowywać katalog sprzedawców oraz parametry towarów, które oferują. Oferent na tej podstawie może podjąć decyzję, w których aukcjach powinien uczestniczyć oraz jakie założenia dotyczące maksymalnej oferowanej ceny powinien przyjąć. Może także to zadanie powierzyć brokerowi, który samodzielnie rozesłże zapytanie ofertowe do odpowiednich sprzedawców. Na początku (1) agent inicjujący wysyła do agenta pośredniczącego specyfikację, opisującą agentów docelowych, komunikat jaki ma zostać im przesłany oraz dodatkowe parametry. Agent pośredniczący może wyrazić zgodę *agree* lub odrzucić zadanie *refuse* (2). Jeżeli zaakceptuje zadanie, następuje próba identyfikacji agentów docelowych. W przypadku niemożliwości ich odnalezienia proces jest przerywany (3). Po przesłaniu do wybranych agentów komunikatów (4), następuje poinformowanie agenta inicjującego o poprawności wykonanego zadania (5). Po zebraniu odpowiedzi od agentów docelowych wyniki są przekazywane do agenta inicjującego (6). Zależności zostały przedstawione na rys. 10.

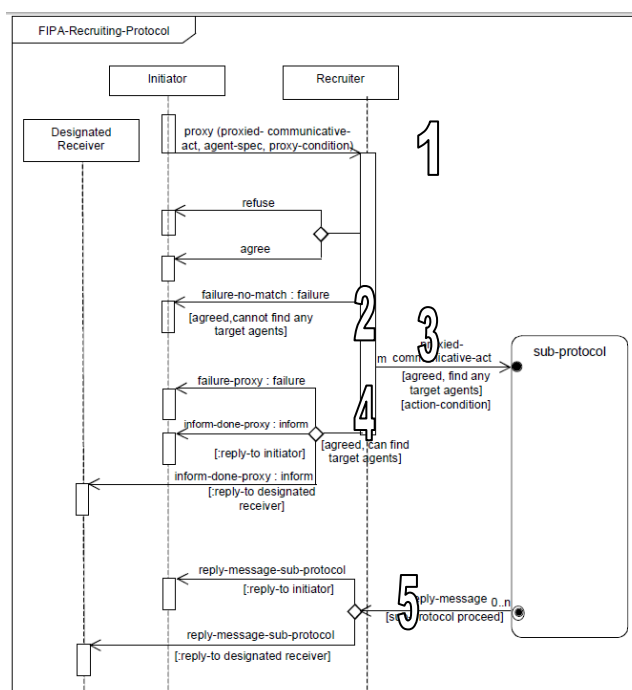


Rys. 10. Diagram prezentujący protokół FIPA Brokering Interaction Protocol

Źródło: [WWW1].

FIPA Recruiting Interaction Protocol

Protokół ten jest podobny do FIPA Brokering Interaction Protocol. W jego założeniach istnieje agent pośredniczący spełniający rolę brokera, którego zadaniem jest posiadać informacje na temat innych agentów. W odróżnieniu od FIPA Brokering Interaction Protocol agent broker nie pośredniczy w odbieraniu i wysyłaniu komunikatów między komunikującymi się agentami. Jego zadaniem jest określenie jacy agenci spełniają określone przez agenta inicjującego kryteria oraz przesłanie do nich zapytania. Odpowiedź jest kierowana nie do agenta brokera, ale do oryginalnego nadawcy lub innego zdefiniowanego odbiorcy. Na początku (1) agent inicjujący wysyła do agenta pośredniczącego specyfikację opisującą agentów docelowych, komunikat jaki ma zostać im przesłany oraz inne parametry. Agent pośredniczący może wyrazić zgodę *agree* lub odrzucić zadanie *refuse*. Jeżeli zaakceptuje zadanie, następuje próba identyfikacji agentów docelowych. W przypadku niemożliwości ich odnalezienia proces jest przerywany (2). Po przesłaniu do wybranych agentów komunikatów (3), następuje poinformowanie agenta inicjującego lub zdefiniowanego odbiorcę o wykonaniu zadania (4). Na tym kończy się działanie agenta pośredniczącego. Odpowiedzi od agentów docelowych bez jego pośrednictwa są przekazywane do zdefiniowanego odbiorcy lub agenta inicjującego (5). Zależności zostały przedstawione na rys. 11.

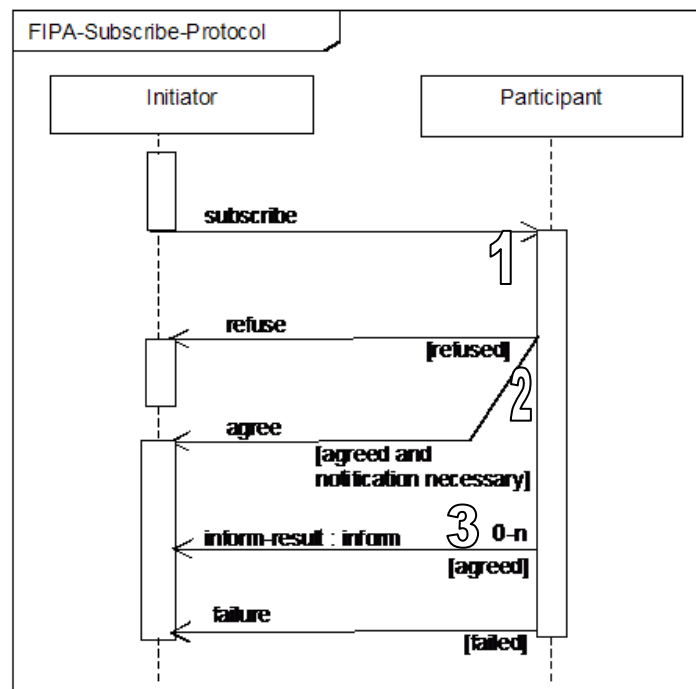


Rys. 11. Diagram prezentujący protokół FIPA Recruiting Interaction Protocol

Źródło: [WWW1].

FIPA Subscribe Interaction Protocol

Protokół umożliwiający wysłanie do agenta zadania podejmowania akcji w stosunku do innego agenta w przypadku, kiedy nastąpi zmiana stanu określonego obiektu (1). Agent adresat usługi może odmówić przyjęcia usługi lub zaakceptować jej realizację, informując nadawcę o swojej decyzji (2). Agent realizujący usługę informuje agenta wzbudzającego cały proces o wynikach wykonania usług oraz stanie agenta, który jest ich odbiorcą (3). Agent realizujący proces komunikacji może wysyłać komunikaty do różnych agentów, wykorzystując równocześnie różne wskazane protokoły. Zależności zostały przedstawione na rys. 12.



Rys. 12. Diagram prezentujący protokół FIPA Subscribe Interaction Protocol

Źródło: [WWW1].

Ukazane protokoły komunikacji agentów programowych w systemach wieloagentowych wskazują na wysoki stopień formalizacji procesu negocjacji agentów. Zastosowanie wskazanych protokołów wspomaga tworzenie systemów aukcyjnych oraz rozwiązań pośredniczących, wykorzystujących agentów programowych.

Podsumowanie

Ukazana problematyka negocjacji w systemach wieloagentowych jest związana z zastosowaniem określonych standardów, wzorców wskazujących jak powinna przebiegać interakcja dla celu uzyskania konkretnego efektu.

Zastosowanie sformalizowanych protokołów interakcji agentów wspomaga proces projektowania i budowy takich rozwiązań oraz ułatwia modelowanie współdziałania jednostek. Poszczególne ukazane w pracy akty komunikacji oraz protokoły FIPA pozwalają w łatwy sposób definiować działanie systemu wieloagentowego oraz wspomagają zachodzące w nim procesy negocjacji.

Różnorodność protokołów interakcji FIPA wskazuje, iż ich zastosowanie może wspierać tak proste procesy komunikacji agentów, polegające na określeniu zadań danej jednostki np. FIPA Request Interaction Protocol, jak i bardziej skomplikowane, wykorzystujące mechanizmy mediacyjne, a związane z koniecznością wykorzystania agentów pośredniczących, np. FIPA Brokering Interaction Protocol lub FIPA Recruiting Interaction Protocol.

Ukazane protokoły komunikacji mogą także wspierać budowę systemów aukcyjnych, wspomaganych przez agentów programowych. Przykładem może być tutaj omówiony przebieg aukcji angielskiej (FIPA English Auction Interaction Protocol) lub holenderskiej (FIPA Dutch Auction Interaction Protocol) w wykonaniu systemu wieloagentowego, gdzie przedstawiony w opracowaniu standard FIPA jednoznacznie wskazuje procedurę realizacji całego procesu.

Omówione w pracy koncepcje znajdują swoje zastosowanie w tworzonych obecnie platformach wieloagentowych. Przykładem takiej platformy jest rozwiązanie JADE, zapewniające możliwość zastosowania ukazanych aktów komunikacji oraz standardów interakcji w budowie systemu wieloagentowego.

Literatura

- Bartolini C., Preist C. and Jennings N.R. (2002): *A Generic Software Framework for Automated Negotiation*. In: Proceedings of the First International Joint Conference on Autonomous Agents and Multi-Agent Systems (AAMAS), Bologna.
- Ganzha M., Gawinecki M., Kobzdej P., Paprzycki M. (2008): *Modelowy agentowy system e-commerce*, http://www.ibspan.waw.pl/~paprzyck/mp/cvr/research/agent_papers/ECOM_2008_PL.pdf [02-07-2011].
- Hasan R., Gandon F. (2012): *Explanation in the Semantic Web: A Survey of the State of the Art*. Research Report RR-7974, INRIA, (Maj 2012), <http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/70/22/77/PDF/RR-7974.pdf>.

- Ingram, M., Stanek, S. (1994): *Formułowanie zakresu systemu informatycznego na przykładzie Inteligentnej Komputerowej Gry Strategicznej (IKGS)*. Wydawnictwo AE, Katowice.
- Jamrożek B., Sobczak J. (1997): *Komunikacja interpersonalna*. eMPi2, Poznań.
- Jennings N.R., Parsons S., Sierra C., Faratin P. (2000): *Automated Negotiation*. In: Proceedings of the 5th International Conference on The Practical Applications of Intelligent Agents and Multi-Agent Technology (PAAM 2000), Manchester, UK April 10-12.
- Luck M., Ashri R., d'Inverno M. (2004): *Agent-Based Software Development (Agent-Oriented Systems)*. Artech House Publishers.
- Sosnowski J.S. (2007): *Analiza rozwiązań i platform informatycznych dla systemów agentowych*. PAN, Warszawa.
- Subercaze J., Maret P. (2011): *Semantic Agent for Distributed Knowledge Management*. In: Atilla Elçi, Mamadou Tadiou Koné and Mehmet A. Orgun: *Semantic Agent Systems. Foundations and Applications*. Springer.
- Telesca L., Finnegan J., Ferronato P., Malone P., Ricci F., Stanoevska-Slabeva K. (2007): *Open Negotiation Environment: An Open Source Self-Learning Decentralised Negotiation Framework for Digital Ecosystems*. In: Proceedings of the 1st IEEE DEST Conference.
- VijayaLakshmi B., GauthamiLatha A., Srinivas Y., Rajesh K. (2011): *Perspectives of Semantic Web in E Commerce*. „International Journal of Computer Applications”, Vol. 25.
- [WWW1] <http://www.fipa.org/repository/ips.php3> [02-04-2011].

NEGOTIATIONS IN MULTI-AGENT SYSTEMS USING FIPA STANDARDS

Summary

The key standards for negotiation in multi agent systems are considered. Multi-agent systems represent one of the most promising technological paradigms for the development of autonomous, distributed, open and intelligent software systems. Particularly because the agents are autonomous and cannot be assumed to be benevolent negotiation is critical to resolve conflicts. Examples of conflicts include conflicts over the usage of joint resources or task assignments and conflicts between a buyer and a seller in electronic commerce. The process of negotiations may be of many different forms, such as auctions, protocols in the style of the contract net, and argumentation. The paper focuses on the analysis of specification standards provided by FIPA (Foundation of Intelligent Physical Agents). The first part of the study will present basic information about the negotiations in multi-agent systems. For this purpose, will be shown the importance of negotiations in modeling interactions software agents, types of messages used in multi-agent systems using standard FIPA ACL and options for online auctions, which

can be aided by software agents. The second part will present the commonly used protocols consistent with FIPA specifications. To this end, we will discuss eleven diagrams depicting the model sequences of interaction agents. Their use can be found in the construction of multi-agent systems.