

Piotr PAŁKA, Tomasz TRACZYK, Rafał WILK  
Politechnika Warszawska, Instytut Automatyki i Informatyki Stosowanej

## SCENTRALIZOWANE NEGOCJACJE MULTILATERALNE W HANDLU WIELOTOWAROWYM Z WYKORZYSTANIEM STANDARDÓW M<sup>3</sup> I EBXML<sup>1</sup>

**Streszczenie.** Negocjacje wielostronne mają duże znaczenie, gdy przedmioty negocjacji są ze sobą powiązane pewnymi warunkami, np. w handlu wielotowarowym. Wówczas struktura przedmiotów handlu może wymusić negocjacje multilateralne. Przedstawiono przykład ilustrujący taką sytuację. Do implementacji wykorzystano elementy standardu ebXML, język BPEL oraz model M<sup>3</sup> (*Multi-commodity Market Model*). Pokazano także wyniki symulacji procesu negocjacji.

**Słowa kluczowe:** negocjacje wielostronne, handel B2B, handel wielotowarowy

## CENTRALIZED MULTILATERAL NEGOTIATIONS IN MULTICOMMODITY TRADE USING THE M<sup>3</sup> AND EBXML STANDARDS

**Summary.** Multilateral negotiations are necessary when subjects of negotiations are related to each other with some constraints, e.g. in multi-commodity market. In such case, a structure of the subjects may enforce multilateral negotiations. An example is described, implemented using some elements of ebXML standard, BPEL language and M<sup>3</sup> (*Multi-commodity Market Model*). Results of simulations of the decision process are presented.

**Keywords:** multilateral negotiations, B2B e-commerce, multi-commodity trade

---

<sup>1</sup> Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2009-2011, jako projekt badawczy nr N N516 375736.

## 1. Wprowadzenie

Handel bilateralny (dwustronny), w którym dwaj uczestnicy rynku dochodzą do porozumienia, w wyniku którego następuje wymiana pewnych dóbr, jest powszechnie spotykany, stanowi zatem ważny przedmiot zainteresowania badaczy oraz organizacji zajmujących się projektowaniem rynków, definiowaniem procesów biznesowych czy komunikacją. Jednakże istnieje też bardziej złożony problem negocjacji, który nie jest równie często poruszany w literaturze. Negocjacje takie, w których jednocześnie uczestniczy wielu uczestników, noszą nazwę negocjacji wielostronnych bądź multilateralnych. Negocjacje wielostronne będziemy rozumieć jako proces niepodzielny (ze względu na liczbę biorących w nim udział uczestników), którego uwarunkowania powodują konieczność uczestnictwa w nim więcej niż dwóch stron. Uwarunkowania te mogą być związane z ograniczeniami istniejącymi pomiędzy różnymi uczestnikami żądającymi jednego towaru. Konieczność wystąpienia negocjacji wielostronnych może też być związana z preferencjami uczestników, którzy mogą pożądać zakupu lub sprzedaży więcej niż jednego towaru jednocześnie. Jeśli zainteresowane handlem podmioty posiadają preferencje dotyczące wymiany niepodzielnych wiązek pewnych towarów, wówczas negocjacje wielostronne mogą być najlepszym z rozwiązań, zapewniającym podmiotom bezpieczne spełnienie ich preferencji. Taka sytuacja zostanie opisana szerzej w części 2, niniejszego artykułu.

### 1.1. Motywacja

W handlu elektronicznym na złożonych rynkach (np. rynkach infrastrukturalnych, gdzie wymiana dóbr odbywa się w pewnej złożonej strukturze sieciowej) występują liczne ograniczenia i inne powiązania między podmiotami-uczestnikami rynku oraz między przedmiotami handlu. Te ograniczenia i powiązania mogą powodować niemożność dojścia do satysfakcjonujących rezultatów w negocjacjach bilateralnych. Sytuacja ta wymusza konieczność negocjowania wielostronnego. Równocześnie dla wielu tego typu rynków (np. dla rynku energii) charakterystyczna jest struktura scentralizowana, gdzie istnieje centralny operator sieci, który zarządza infrastrukturą i zapewnia spełnianie związanych z nią ograniczeń, jednocześnie będąc organizatorem handlu. Zatem, choć dla negocjacji multilateralnych naturalne wydaje się środowisko wieloagentowe [9], zagadnienie takich negocjacji w strukturze scentralizowanej jest równie ważne i ma znaczenie praktyczne. Mimo centralizacji zarządzania handlem, negocjacje przebiegają między różnymi podmiotami, mamy tu zatem do czynienia ze środowiskiem heterogenicznym i rozproszonym, kluczowe znaczenie mają więc odpowiednie mechanizmy komunikacji.

Ponieważ przedmiotem przedstawionych tu badań są takie przypadki, gdzie handluje się wiązkami powiązanych towarów, do wymiany informacji między podmiotami zastosowano dedykowany dla handlu wielotowarowego model danych  $M^3$ . Model ten zapewnia odpowiedni język do opisu środowiska handlu, towarów i ofert, jednak sam w sobie nie zawiera mechanizmów komunikacji. Chcąc uczynić prace możliwie bliskimi rzeczywistości, zdecydowano się użyć pewnych rozwiązań wziętych z dość dobrze ugruntowanego standardu handlu elektronicznego B2B (*business to business*), jakim jest ebXML (*Electronic Business using XML*).

Głównym celem badań przedstawionych w niniejszym artykule było sprawdzenie, czy mechanizmy negocjacji multilateralnych mogą być w sensownie łatwy sposób zaimplementowane w środowisku scentralizowanym, przy użyciu standardowych mechanizmów komunikacji, oraz czy model  $M^3$  może być pomocny w takich negocjacjach. Ponieważ w centrum uwagi są tu zagadnienia komunikacji i negocjacji, dla uproszczenia badano przypadek handlu wielotowarowego, niewymagający specyficznej infrastruktury sieciowej.

### 1.2. Handel wielotowarowy i $M^3$

Handel wielotowarowy [4] to jednoczesny handel wieloma dobrami (wiązkami dóbr); sprzyja on spełnieniu złożonych preferencji uczestników rynku. Dobrym modelem danych dla takiego handlu jest  $M^3$  (*Multi-commodity Market Model*) [1]. Dostarcza on bogatych mechanizmów dotyczących wymiany wielotowarowej, zwłaszcza dla handlu w sieciach infrastrukturalnych, ale też dla rynków rozproszonych. Umożliwia także standaryzację komunikacji pomiędzy uczestnikami rynku. Model  $M^3$  pozwala realizować wiele różnych sposobów wymiany towarów: poza rynkami aukcyjnymi oraz giełdy scentralizowanej także rynki rozproszone oraz oparte na negocjacjach rynki kontraktów bi- i multilateralnych. W ramach standardu  $M^3$  został opracowany język opisu danych rynkowych M3-XML. W tej pracy użyjemy zapisów w M3-XML do wymiany ofert wielotowarowych pomiędzy uczestnikami negocjacji wielostronnych w środowisku scentralizowanym.

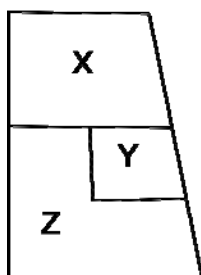
### 1.3. Podobne prace

Negocjacje wielostronne często występują w sytuacjach, gdy zbiegają się interesy różnych grup społecznych, firm, organizacji, partii politycznych lub nawet państw, a zasób lub zasoby, których dotyczą negocjacje, są dobrem wspólnym. Przykładem negocjacji wielostronnych mogą być negocjacje dotyczące ustalenia limitów emisji gazów cieplarnianych. W trakcie konferencji w Kioto w 1997 r. przedstawiciele państw ustalili konieczność przeciwdziałania globalnemu ociepleniu. Każde państwo musiało zadeklarować poziom redukcji emisji  $CO_2$ , tak aby zapewnić spełnienie globalnych ograniczeń. Praca [2] opisuje negocjacje

wielostronne, dotyczące rozdziału wody pomiędzy rolników w dorzeczu rzeki Adour w południowo-zachodniej Francji. Ponieważ pobór wody w górnym biegu rzeki wpływa na przepływ w jej biegu dolnym, proces negocjacji, polegający na przypisywaniu uczestnikom różnych wartości poboru wody, a także obciążaniu ich opłatami, jest procesem wymagającym aktywności wszystkich uczestników. Z kolei w pracy [3] autorzy przedstawiają model negocjacji wielostronnych na przykładzie negocjacji pomiędzy trzema podmiotami. Negocjacje dotyczą lokalizacji pewnego punktu (np. usługowego). Innym obszarem, w którym można wykorzystywać potencjał negocjacji wielostronnych, jest handel wielotowarowy [4].

## 2. Opis problemu

W tej pracy do ilustracji problemu handlu wielotowarowego, który wymaga negocjacji wielostronnych, użyjemy dość prostego przykładu. Załóżmy istnienie na rynku nieruchomości pewnego układu trzech działek budowlanych (rys. 1).



Rys. 1. Plan działek będących przedmiotem przykładowych negocjacji  
Fig. 1. Plan of parcels which are subject to exemplary negotiations

Właścicielem działki X jest podmiot B, natomiast właścicielem działek Y i Z jest podmiot C. Podmiot B chce wymienić działkę X na działkę Z, gdyż jej układ bardziej odpowiada jego planom budowlanym. Dopuszcza on możliwość sprzedaży działki X, a następnie kupna działki Z, ale podmiot C nie chce zgodzić się na sprzedaż samej działki Z, gdyż wie, że zostanie z działką Y, która jest zbyt mała, aby ktoś chciał ją zakupić osobno. Tak więc podmiot C chce sprzedać działki Y i Z jednocześnie, natomiast podmiot B nie dysponuje odpowiednimi środkami, aby kupić razem działki Y i Z, poza tym działka Y jest mu niepotrzebna. Na rynku pojawia się jednak podmiot A, który chce kupić działki X i Y, ale tylko obie jednocześnie, gdyż jest zainteresowany budową domu na działce X, zaś budynku gospodarczego na działce Y. Zauważmy, że żadna konfiguracja dwóch podmiotów nie zapewni spełnienia oczekiwań, zaś wymiana trzech działek pomiędzy trzema podmiotami jednocześnie może spełnić preferencje wszystkich uczestników. Tak więc przeprowadzenie negocjacji wielostronnych jest uzasadnione preferencjami uczestników co do struktury towarów.

### 3. Negocjacje

#### 3.1. Scenariusz negocjacji

W tej części przedstawiony zostanie przebieg negocjacji wielostronnych w środowisku scentralizowanym. Zakłada się, że do centralnego rejestru zgłaszają się kolejno poszczególni uczestnicy. Zapisują oni swoje oferty, które mogą dotyczyć wiązek towarów. Po każdym zgłoszeniu oferty jednostka centralna, występując w roli brokera, próbuje skojarzyć oferty w taki sposób, aby uczestnicy mogli potencjalnie dojść do porozumienia i zawrzeć kontrakt; korzysta ona w tym celu z pewnego prostego algorytmu. Algorytm ten tworzy kolekcję macierzy indeksowanych identyfikatorami towarów i uczestników. Gdy zostaje złożona kolejna oferta, wówczas do kolekcji dodawana jest nowa macierz (rys. 2), a także wyszukiwane są wszystkie macierze, w których występuje przynajmniej jeden towar zawarty w dodanej ofercie. Algorytm dodaje do każdej takiej macierzy informację, że dany towar jest na sprzedaż lub że jest na niego zapotrzebowanie (dodawane są liczby +1 lub -1 na pozycjach dotyczących danego uczestnika). Gdy po dodaniu oferty algorytm wykryje, że jest możliwość zawarcia kontraktu (czyli, gdy w co najmniej jednej macierzy jest spełniony warunek, że dla każdego towaru suma po uczestnikach jest równa zero), wówczas te oferty należy uznać za skojarzone. Algorytm nie uwzględnia cen ofert, gdyż traktuje je jako przedmiot dalszych negocjacji pomiędzy uczestnikami.

Gdy pewna liczba ofert zostanie skojarzona ze sobą, jednostka centralna wysyła do odpowiednich uczestników powiadomienie o możliwych partnerach, z którymi warto przeprowadzić negocjacje. Zakładamy, że negocjacje te mogą być wielostronne. Szczegóły kontraktu są negocjowane w konfiguracji scentralizowanej, tj. za pośrednictwem centrali. Centrala wysyła kolejno do uczestników negocjacji żądanie zgłoszenia swoich propozycji, a następnie rozsyła je do pozostałych uczestników. Uczestnik otrzymujący propozycję partnera może ją zaakceptować bądź nie. Jeśli nie zaakceptuje zgłoszonej przez partnera propozycji, negocjacje toczą się dalej. Jeśli wszyscy uczestnicy zaakceptują przesłaną propozycję, negocjacje kończą się sukcesem. Jeśli któryś uczestnik zrezygnuje z dalszego udziału w negocjacjach, są one zrywane.

Szczegóły negocjacji, dotyczące sposobów zgłaszania propozycji, mogą być różne. Uczestnicy mogą zgłaszać oferowane ceny za towary, którymi handlują, czyli przykładowo uczestnik A zgłasza, że za działki X i Y jest w stanie zapłacić 1,5 mln. zł. Może też istnieć możliwość, że uczestnik musi zaproponować osobne ceny za poszczególne towary, przykładowo uczestnik A zgłasza, że za działkę X zapłaci 1 mln zł, a za działkę Y zapłaci 0,5 mln. zł. Uczestnicy mogą też proponować wypłaty dla wszystkich uczestników, przykładowo uczestnik A otrzymuje wypłatę -1,5 mln. zł (znak minus oznacza, że musi zapłacić), uczestnik B

otrzymuje wypłatę równą -0,5 mln. zł, zaś uczestnik C otrzymuje wypłatę 2 mln. zł. Innym możliwym wariantem negocjacji jest sytuacja, gdy poszczególni uczestnicy zgłaszają, ile jest wart według nich towar przez nich oferowany (na sprzedaż) lub ile są w stanie zapłacić za dany towar.

A składa propozycję

	A
X	-1
Y	-1

B składa propozycję

	A
X	-1
Y	-1

	B
X	1
Z	-1

	A	B
X	-1	1
Y	-1	
Z		-1

C składa propozycję

	A
X	-1
Y	-1

	B
X	1
Z	-1

	C
Y	1
Z	1

	A	B
X	-1	1
Y	-1	
Z		-1

	B	C
X	1	
Y		1
Z	-1	1

	A	C
X	-1	
Y	-1	1
Z		1

	A	B	C
X	-1	1	
Y	-1		1
Z		-1	1

skojarzone

Rys. 2. Algorytm kojarzenia ofert: przyjmowanie nowych ofert  
Fig. 2. Offer associating algorithm: accepting new offers

W dalszej części artykułu przedstawiono wyniki symulacji dla tego typu negocjacji; wykorzystany tu został wariant, gdzie uczestnicy kolejno zgłaszają kwoty, które są w stanie zaoferować lub których uzyskania oczekują w wyniku przeprowadzanej transakcji. Każdy z uczestników modyfikuje tylko kwotę dotyczącą własnej oferty.

Jeśli uczestnicy dojdą do porozumienia, czyli jeśli wszyscy zaakceptują propozycję, wówczas centrala proponuje zatwierdzenie wielostronnej transakcji, do czego niezbędne jest użycie protokołu zatwierdzania dwufazowego (*two phase commit*). Protokół ten zapewnia bezpieczeństwo transakcji, tj. nie dopuści do częściowego zatwierdzenia transakcji w sytuacji, gdyby któryś z kontrahentów wycofał się w ostatniej chwili (por. [5]).

### 3.2. Model danych – zastosowanie M<sup>3</sup>

Chcąc zunifikować dane wymieniane przez uczestników, wykorzystane zostały model M<sup>3</sup> i notacja M3-XML (por. [1]). Propozycje negocjacyjne są przedstawiane właśnie w języku M3-XML. Wymienia się w nich towary stanowiące składniki wiązki, którą uczestnik chce handlować. Uczestnik specyfikuje, czy chce sprzedać, czy kupić odpowiedni towar, ustawiając atrybut `shareFactor` przy odpowiednim towarze. Zakładamy, że w centralnym rejestrze znajdują się dokumenty z opisem wszystkich towarów w systemie; dlatego w ofercie wystarczy odwołanie do odpowiedniego identyfikatora (problem zgłaszania nowych definicji towarów w tej pracy nie będzie poruszany). Cena jednostkowa (za całą wiązkę) jest zapisywana

przez uczestnika w atrybucie *offeredPrice*. Uczestnik powinien też zapisać w elemencie *volumeRange* maksymalną i minimalną ilość towaru, jaką dopuszcza do wymiany.

W opisywanym tu przykładzie, w czasie negocjacji dotyczących cen, uczestnicy przesyłają swoje kolejne oferty zapisane w M3-XML, w formacie pokazanym poniżej:

```
<m3:Offers xmlns:m3="http://www.openM3.org/m3"
           xmlns:ex="http://www.ia.pw.edu.pl/m3/bdas11">
  <m3:Offer id="ex:OID-1218748114" offeredPrice="-1000000.0">
    <m3:name>Pierwsza propozycja uczestnika A</m3:name>
    <m3:offeredBy ref="ex:A"/>
    <m3:volumeRange maxValue="1.0" minValue="1.0"/>
    <m3:BundledOffer>
      <m3:offeredCommodity ref="ex:X" shareFactor="-1.0"/>
      <m3:offeredCommodity ref="ex:Y" shareFactor="-1.0"/>
    </m3:BundledOffer>
  </m3:Offer>
</m3:Offers>
```

Uczestnik A oferuje tu chęć zakupu (dlatego współczynniki udziału w wiązce oraz cena są ujemne) działek X i Y za łączną cenę 1 mln. zł; oferta dotyczy jedynie zakupu łącznego (wiązanego – dokładnie jednej wiązki) obu działek. Do identyfikacji oferty, oferenta oraz dóbr użyto identyfikatorów w dedykowanej przestrzeni nazw o prefiksie *ex*.

### 3.3. Komunikacja w środowisku scentralizowanym

Do komunikacji między uczestnikami negocjacji użyto środowiska zbudowanego na podstawie koncepcji pochodzących ze standardu ebXML [6, 7]. Standard ten, będący jednym z wiodących rozwiązań dla handlu elektronicznego typu B2B (*business to business*), zakłada pewną centralizację, mianowicie wymaga on istnienia centralnego rejestru/repozytorium, w którym uczestnicy handlu umieszczają dane o sobie, swojej ofercie oraz stosowanych procedurach handlowych. Na potrzeby tych badań założono dodatkowo, że istnieje jednostka centralna, pełniąca rolę brokera, która jest zlokalizowana razem z rejestrem i zarządza negocjacjami.

Oferty handlowe uczestników rynku umieszczono zatem w rejestrze ebXML (na potrzeby tej pracy rejestr symulowano jako prostą usługę sieciową), a do wymiany informacji zastosowano mechanizmy właściwe dla tego środowiska. W szczególności do komunikacji między uczestnikami użyto usług sieciowych (*Web Services*) opartych na protokole SOAP. Do sterowania przebiegiem negocjacji zastosowano bezpośrednio język BPEL (*Business Process Execution Language*), który nie jest wprawdzie częścią środowiska ebXML, ale możliwa i stosunkowo łatwa jest w nim implementacja procesów handlu, opisanych np. we właściwym dla ebXML języku BPSS (*Business Process Specification Schema*) (por. [8]). Procesy biznesowe, zapisane w języku BPEL, stanowiące poszczególne moduły zaimplementowanego środowiska, wykonywano na serwerze aplikacyjnym z wbudowanym silnikiem BPEL. Dodatkowo, w celu zapewnienia prostej wymiany informacji pomiędzy procesami BPEL

a innymi składnikami zaprojektowanego środowiska (bazy danych, kolejki JMS (*Java Message Service*), wykorzystano szynę integracyjną ESB (*Enterprise Service Bus*).

Ponieważ mamy do czynienia ze środowiskiem scentralizowanym, komunikacja jest zawsze dwustronna: jednostka centralna pośredniczy w kontaktach między uczestnikami rynku. To ograniczenie przyjęto tu całkiem świadomie, ponieważ w rozważanym przykładzie nie jest ono niezbędne, to taka centralizacja jest charakterystyczna dla wielu ważnych rynków (np. rynku energii), chciano więc zbadać taki właśnie przypadek.

## 4. Ocena rozwiązania

Na ocenę zaproponowanego rozwiązania składają się dwa elementy: ocena (z natury rzeczy jakościowa) łatwości implementacji prostego scenariusza negocjacji oraz wnioski z wyników symulacji takich negocjacji.

### 4.1. Implementacja scenariusza negocjacji

Na początku procesu negocjacji uczestnik A twierdzi, że działki X i Y są dla niego warte 1 mln zł. W rzeczywistości jest w stanie zapłacić za nie 1,6 mln. zł. Z kolei uczestnik B chce otrzymać 200 tys. zł za wymianę działki X na Z. W rzeczywistości jest on w stanie dopłacić 100 tys. zł za wymianę tych działek. W końcu uczestnik C, który twierdzi, że chce zarobić na sprzedaży działek 2,8 mln. zł, jest w stanie sprzedać je za 1,5 mln. zł. Biorąc pod uwagę pierwotne ceny, transakcja nie mogłaby być sfinalizowana, jednak, gdy weźmiemy pod uwagę rzeczywiste preferencje uczestników, transakcja może dojść do skutku. Każdy z uczestników, w razie konieczności modyfikacji swojej oferty zmienia swoją cenę ofertową o pewną wartość. I tak uczestnik A, w razie braku porozumienia, w każdym kroku negocjacji podwyższa własny wkład o 100 tys. zł. Uczestnik B obniża swoje wymagania o 50 tys. zł. Uczestnik C obniża cenę w każdym kroku o 250 tys. zł.

Symulacja powyższego scenariusza negocjacji została przeprowadzona przy wykorzystaniu platformy wymiany informacji handlowych, bazującej na koncepcji ebXML, a zaimplementowanej, jak wspomniano wcześniej, w języku BPEL. Architektura platformy przewiduje istnienie jednej jednostki centralnej, połączonej z rejestrem/repozytorium ebXML. Jednostka centralna pośredniczy w każdej wymianie informacji w systemie. Na potrzeby prowadzonej symulacji jednostka centralna została wzbogacona o moduł koordynujący proces negocjacji pomiędzy użytkownikami. Platforma zaimplementowana została przy wykorzystaniu narzędzia Netbeans ze zintegrowanym serwerem aplikacyjnym GlassFish, posiadającym zarówno wbudowany silnik BPEL, jak i szynę integracyjną OpenESB. Zastosowanie połączenia języ-



ka BPEL z funkcjonalnością oferowaną przez szynę integracyjną pozwoliło kompletnie wyeliminować jawne użycie języka programowania ogólnego przeznaczenia (Java), a implementacja została wykonana w całości z wykorzystaniem języków XML i SQL.

Proces negocjacji zostaje rozpoczęty w momencie otrzymania przez koordynatora negocjacji, umieszczonego w jednostce centralnej, zbioru dopasowanych do siebie ofert (będącego wynikiem algorytmu dopasowywania, opisanego w części 3.1). Koordynator, za pośrednictwem platformy komunikacyjnej, dokonuje wymiany informacji w trzech fazach. Pierwsza faza polega na kolejnym odpytaniu potencjalnych uczestników o chęć przystąpienia do procesu negocjacji. Uczestnicy otrzymują zbiór dopasowanych ofert, na podstawie których podejmują decyzję. Drugą fazę stanowi proces iteracyjnego odpytywania uczestników o akceptację oferty lub jej ewentualną modyfikację. Po akceptacji oferty przez wszystkich uczestników następuje ostatni etap negocjacji, czyli wymiana komunikatów procesu dwufazowego zatwierdzenia wynegocjowanej transakcji.

#### 4.2. Symulacja negocjacji

Symulacja procesu negocjacji, wykonana według powyższego scenariusza, zakończona została powodzeniem. Uczestnicy negocjacji koordynowanych przez jednostkę centralną, osiągnęli porozumienie pozwalające na finalizację transakcji. W wyniku porozumienia uczestnicy A i B zgodzili się zapłacić odpowiednio 1,5 mln. i 50 tys. zł, natomiast uczestnik C otrzymał za sprzedane działki sumę obu tych kwot, tj. 1,55 mln. zł.

Tabela 1

Sprzęt użyty w procesie symulacji

Lp.	Charakterystyka sprzętowa	System operacyjny
1	Apple Macbook Pro 17"; procesor Intel Core 2 Duo 2,66GHz; 8GB pamięci RAM	Mac OS X Snow Leopard
2	Dell Latitude E5410; procesor Intel Core i5 2,4GHz; 4GB pamięci RAM	Windows 7 Enterprise
3	Toshiba Satellite A100-847; procesor Intel Core 2 T7200 2GHz; 3GB pamięci RAM	Ubuntu 10.04 LTS
4	Dell Latitude D530; procesor Intel Celeron 1,86GHz; 1GB pamięci RAM	Microsoft Windows XP Professional

W procesie negocjacji wymienione zostały 52 komunikaty, z czego 34 użyto podczas właściwych negocjacji warunków, 6 komunikatów wymienionych zostało podczas weryfikacji chęci uczestnictwa w procesie, pozostałe 12 przesłano w procesie dwufazowego zatwierdzenia transakcji. Uczestnicy dokonali 15 modyfikacji własnych ofert zanim osiągnięte zostało porozumienie. Cały proces symulujący opisaną sytuację handlową został zakończony w czasie 1 minuty i 3 sekund. Po odjęciu czasu przetwarzania danych przez uczestników, otrzymany czas potrzebny na wymianę komunikatów oraz koordynację procesu negocjacji

przez jednostkę centralną wyniósł 29 sekund. Średnia długość wiadomości SOAP, wymianej przez uczestników i jednostkę centralną, wyniosła 2567 znaków.

Symulacja została przeprowadzona na czterech komputerach połączonych za pośrednictwem sieci bezprzewodowej, w heterogenicznym środowisku czterech różnych systemów operacyjnych (dane w tabeli 1). Na każdym komputerze zainstalowano bazę danych MySQL, serwer aplikacyjny GlassFish z wbudowaną szyną OpenESB i silnikiem BPEL oraz środowisko wykonawcze Java w wersji 1.6.

### 4.3. Ocena wyników

Jak się okazało, implementacja procesu negocjacji wielostronnych w zaproponowanej architekturze i za pomocą wybranych narzędzi była stosunkowo prosta; całość procesów dała się zrealizować za pomocą języka BPEL, nie było potrzeby tworzenia specjalnego, dodatkowego oprogramowania. Zastosowanie języka M3-XML pozwoliło też łatwo zapisać oferty wiązane i wymieniać kolejne pozycje negocjacyjne.

Symulacja pokazała ponadto, że proces takich negocjacji może przebiegać sprawnie, gdyż narzuty czasowe związane z formowaniem komunikatów, ich przesyłaniem przez sieć, analizą oraz koordynacją nie są duże; w normalnej praktyce handlowej takie sekundowe opóźnienia nie mają żadnego znaczenia.

Choć głównym celem symulacji było zbadanie kwestii technicznych: sprawdzenie łatwości implementacji oraz potwierdzenie, że przyjęte rozwiązania nie sprawiają problemów wydajnościowych, przy okazji potwierdzono skuteczność przyjętego scenariusza negocjacji wielostronnych w przypadku rozważanego prostego, ale realistycznego przykładu problemu handlowego.

## 5. Podsumowanie

Zaproponowano pewien sposób prowadzenia elektronicznych negocjacji wielostronnych w środowisku scentralizowanym z użyciem elementów ebXML i języka BPEL. Ponieważ interesujące problemy handlowe, wymagające transakcji multilateralnych, mogą dotyczyć handlu wielotowarowego (wiązanego), zaproponowano także użycie modelu  $M^3$  (*Multi-commodity Market Model*) i języka M3-XML do zapisu problemów handlowych i wymiany informacji, w szczególności ofert. Przedstawiono prosty, ale mający realny sens przykład problemu handlowego, którego rozwiązanie wymaga użycia mechanizmów handlu wielotowarowego i negocjacji wielostronnych, oraz pokazano wyniki symulacji takich negocjacji.

Oczywiście opisane tu badania dotyczą bardzo prostego przykładu, pozwoliły one jednak stwierdzić przydatność zaproponowanego podejścia: negocjacje wielostronne w elektronicznym handlu wielotowarowym, w środowisku scentralizowanym, mogą być skutecznie prowadzone za pomocą względnie prostych środków technicznych, które nie wprowadzają istotnych, dodatkowych ograniczeń, w szczególności nie ograniczają znacząco wydajności (narrzuty na komunikację są bardzo małe). Złożoność samego problemu handlowego daje się zaś „ukryć” w sposobie zapisu, jakim jest M3-XML.

Równolegle prowadzone są obiecujące badania nad negocjacjami multilateralnymi w handlu wielotowarowym prowadzonym w środowisku wieloagentowym; użyte są tam inne mechanizmy komunikacji, ale rozważa się podobne problemy handlowe zapisane za pomocą tego samego środka: modelu M<sup>3</sup>.

Prace te, podobnie jak wyniki przedstawione w niniejszym artykule, wskazują na przydatność użycia modelu handlu wielotowarowego i negocjacji wielostronnych do rozwiązywania trudnych problemów handlowych oraz na możliwość realizacji takich negocjacji elektronicznych za pomocą względnie prostych środków technicznych.

## BIBLIOGRAFIA

1. Kacprzak P., Kaleta M., Pałka P., Smolira K., Toczyłowski E., Traczyk T.: M<sup>3</sup> – model danych dla otwartego systemu obrotu wielotowarowego, [w:] Kozielski S. (red.): Bazy danych. Nowe technologie. WKiŁ, Warszawa 2007, s. 289÷300.
2. Simon L., Goodhue R., Rausser G., Thoyer S., Morardet S., Rio P.: Structure and power in multilateral negotiations: an application to French water policy. University of California, Davis, Giannini Foundation, 2007.
3. Adams G., Rausser G. C., Simon, L. K.: Modelling multilateral negotiations: An application to California water policy. *Journal of Economic Behavior and Organization*, No. 30 (1), 1996, s. 97÷111.
4. Toczyłowski E.: Optymalizacja procesów rynkowych przy ograniczeniach. Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2003.
5. Kacprzak P., Kaleta M., Pałka P., Smolira K., Toczyłowski E., Traczyk T.: Modeling distributed multilateral markets using Multi-commodity Market Model. *Information Systems Architecture and Technology: Decision Making Models*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2007, s. 15÷20.
6. ebXML – Enabling a global electronic market, <http://www.ebxml.org/>.
7. Chiu E.: ebXML Simplified, Wiley, 2002.

8. Kim J. H., Huemer C.: From an ebXML BPSS choreography to a BPEL-based implementation. ACM SIGecom Exchanges, Vol. 5, Issue 2, November 2004.
9. Woolridge M.: Introduction to multiagent systems. John Wiley & Sons, 2001.

Recenzenci: Dr inż. Henryk Josiński  
Dr hab. inż. Mirosław Zaborowski

Wpłynęło do Redakcji 16 stycznia 2011 r.

### Abstract

The article describes an implementation of a multilateral negotiation process in a centralized environment. In multilateral negotiations, more than two partners participate simultaneously. Multilateral negotiation processes are important when objects of the negotiations are linked with by certain constraints (e.g. physical constraints), or if the participants trade with bundles of commodities. The commodities structure may then force the necessity of multilateral negotiations. A simple, yet representative example is presented to illustrate this case. To implement the multilateral negotiation process, elements of ebXML standard, which defines vocabularies for business transactions, and describes business processes, are used. For description of market data, M<sup>3</sup> model (Multi-commodity Market Model) is used, which supplies market data models and XML-based notation for data exchange, allowing easy flow of information between market participants in complex electronic markets. Finally, we present results of computer simulations of the proposed negotiation process. The results show, that multilateral negotiations in centralized multi-commodity trade can be quite easily implemented with relatively simple and standard technical means, and that the proposed solution does not imply significant constraints to the negotiation process, nor performance issues.

### Adresy

Piotr PAŁKA: Politechnika Warszawska, Instytut Automatyki i Informatyki Stosowanej, ul. Nowowiejska 15/19, 00-665 Warszawa, Polska, P.Palka@ia.pw.edu.pl.

Tomasz TRACZYK: Politechnika Warszawska, Instytut Automatyki i Informatyki Stosowanej, ul. Nowowiejska 15/19, 00-665 Warszawa, Polska, T.Traczyk@ia.pw.edu.pl.

Rafał WILK: Politechnika Warszawska, Instytut Automatyki i Informatyki Stosowanej, ul. Nowowiejska 15/19, 00-665 Warszawa, Polska, R.Wilk@stud.elka.pw.edu.pl.