

**Raport Badawczy**  
**Research Report**

**RB/66/2010**

**Negocjacje w procesach  
alokacji zasobów  
w środowisku gridowym**

**K. Wasielewska**

**Instytut Badań Systemowych**  
**Polska Akademia Nauk**

**Systems Research Institute**  
**Polish Academy of Sciences**



# NEGOCJACJE W PROCESACH ALOKACJI ZASOBÓW W ŚRODOWISKU GRIDOWYM

*Katarzyna Wasielewska*

*Studia Doktoranckie IBS PAN*

*The aim of this paper is to present an overview of issues concerning negotiations considered as a part of resource allocation processes in the Grid. Negotiations constitute one of the crucial phases of establishing the Service Level Agreement (SLA) between a client and a service provider. European research project that have been realized in the last few years, represent various approaches to integration of business processes and the Grid architecture as well as methods of establishing SLA between Grid users. Therefore, experience gained in these projects will be used in the project that utilizes programming agents as resource brokers in the Grid. As a part of the project a special module is being developed that provides generic mechanisms to conduct different variants of negotiations utilizing various negotiation strategies. Across the project an extended Grid ontology will be used to represent knowledge.*

## **Wprowadzenie**

### **Wykorzystanie zasobów w Gridzie**

Obecnie sieci typu Grid zyskują coraz większą popularność ze względu na nowe możliwości jakie zapewniają jeżeli chodzi o stworzenie powszechnie dostępnej infrastruktury obliczeniowej. Infrastruktura taka, obejmująca wielorakie, rozproszone geograficznie komputery, pozwalać ma również na wykorzystanie mocy obliczeniowej oraz zgromadzonych w niej zasobów jako źródła dochodów dla ich właścicieli. Po integracji rozwiązań biznesowych z infrastrukturą Gridową użytkowników (osoby prywatne, czy też instytucje, reprezentowane przez np. agenta programowego) będzie można podzielić na dwie grupy, ze względu na rolę jaką spełniają: (i) właścicieli - udostępniających swoje zasoby, oraz (ii) klientów - poszukujących zasobów dla wykonania określonego zadania. Z drugiej strony należy zwrócić uwagę na fakt, że (w odróżnieniu od obliczeń typu SETI@HOME) obliczenia „biznesowe” przeprowadzane w środowisku Gridowym zwykle muszą być wykonywane w określonej kolejności, oraz w określonym czasie. W wielu przypadkach niezbędna jest również możliwość monitorowania wykonywanych zadań oraz zapewnienia niezawodności.

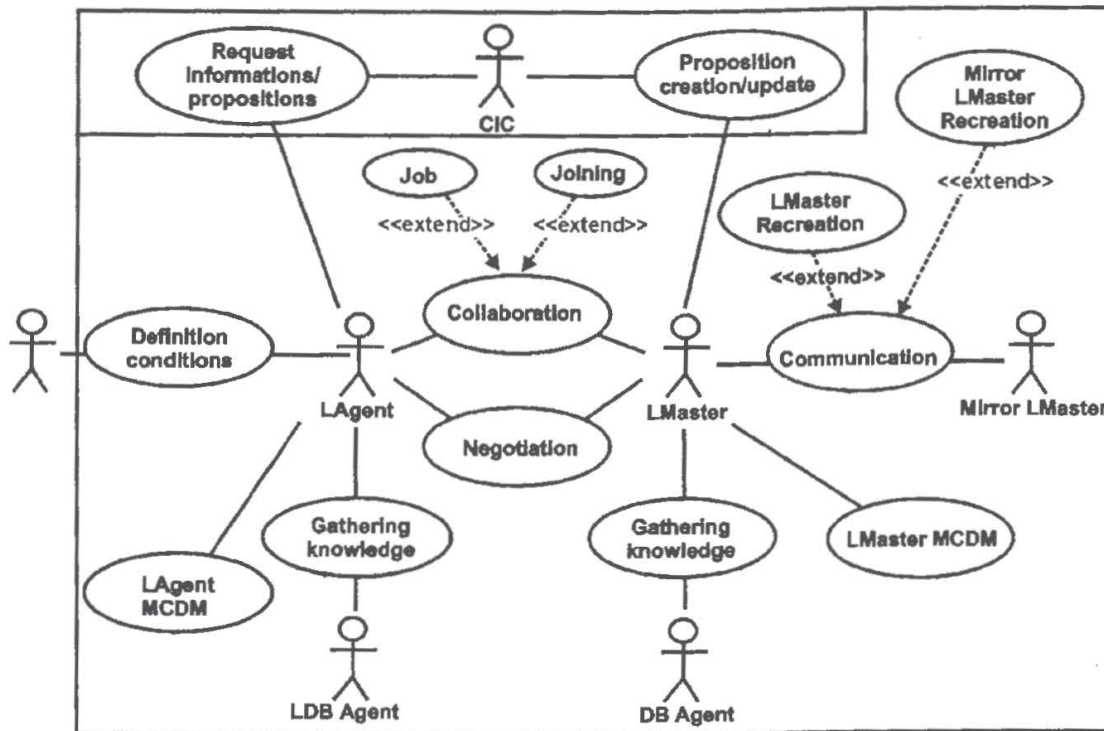
Tak więc przyszłościowe systemy Gridowe muszą uwzględnić zarządzanie *SLA* (*Service Level Agreement*), definiowanym jako kontrakt pomiędzy klientem a dostawcą usług. *SLA* określać będzie zakres usług oraz zasady współpracy oferowane na czas trwania kontraktu w celu zapewnienia QoS (*Quality of Service*). W poniższym opracowaniu omówione zostanie nowe podejście do zarządzania i udostępniania zasobów w Gridzie oraz wybrane ukończone projekty badawcze, z których doświadczeń projekt ten będzie korzystał.

### Projekt Agents in Grid

Zacznijmy od dokładniejszego omówienia zaproponowanego niedawno podejścia do problemu zarządzania zasobami w Gridzie (projekt *Agents in Grid; AiG*). Jak pokazano w pracy (Foster I., 2004) jednym z możliwych rozwiązań problemu nadmiernego skomplikowania oprogramowania obsługującego udostępnianie i zarządzanie zasobami jest wykorzystanie agentów programowych do dostarczenia inteligentnej infrastruktury, oraz ontologii jako formalnej reprezentacji wiedzy. Podejście takie zostało zastosowane np. we wspomnianym poniżej projekcie BREIN, ale również w rozwiązaniu zaproponowanym w (M. Dominiak, 2008), które traktuje Grid jako otwarte środowisko do którego każdy może się przyłączyć w celu uzyskania własnych zasobów lub wykorzystania zasobów oferowanych przez innych użytkowników (za określoną opłatą). Zauważmy, że w przypadku komputerów należących do indywidualnych użytkowników częstym problemem jest zagwarantowanie niezawodności oraz spełniania warunków zawartych w *SLA*. Dlatego zaproponowane rozwiązanie oparte jest o współdziałających pracowników (agentów) tworzących zespół (Wojciech Kuranowski, Vol. 4, No. 1 2008). Jest to nowatorskie podejście, w którym każdy zespół agentowy posiada lidera (*LMaster*), natomiast pracownicy (*LAgents*) przyłączają się do zespołów według własnych kryteriów (proces oparty na analizie wielokryterialnej). Po sprecyzowaniu kryteriów wyboru zespołu *LAgent* reprezentujący użytkownika odpytuje centralne repozytorium ofert (*Client Information Center; CIC*) o listę zespołów, które spełniają jego kryteria. *CIC* przechowuje dane na temat zarejestrowanych zespołów, takie jak: posiadane zasoby, meta dane opisujące sam zespół oraz wymagania dotyczące konfiguracji potencjalnych pracowników. Ponadto dla każdego agenta w systemie wymagana jest rejestracja w *CIC* zanim będzie on mógł skorzystać z dostępnych w systemie serwisów. Kandydat na nowego pracownika musi zostać zaakceptowany przez zespół (reprezentowany przez lidera) według jego własnych kryteriów.

Z drugiej strony klient (*LAgent*) chcący wykonać jakieś zadanie korzystając z zasobów zgromadzonych w Gridzie wyszukuje w *CIC* listę zespołów, które spełnią jego kryteria a następnie wybiera spośród nich wykonawcę

(wykorzystując również analizę wielokryteriową). Zauważmy, że *CIC* umożliwia przeprowadzenie wstępnej selekcji zespołów na podstawie parametrów przesłanych przez *LAgenta*, dzięki czemu następująca później faza negocjacji obejmuje ograniczoną grupę zespołów. Zastosowanie podejścia opartego na tworzeniu zespołów współpracujących agentów ma na celu również zwiększenie niezawodności systemu.



Rysunek 1 Diagram użycia systemu *AiG* (M. Dominiak, 2008)

Z przedstawionych rozważań wynika, w projekcie *AiG* istotną rolę odgrywają procesy negocjacji, oraz zarządzanie *SLA*. Mając na uwadze powyższe wymagania, przedyskutujmy teraz zrealizowane w ostatnim czasie projekty Europejskie pod kątem wykorzystania *SLA* do zarządzania zasobami na Gridzie.

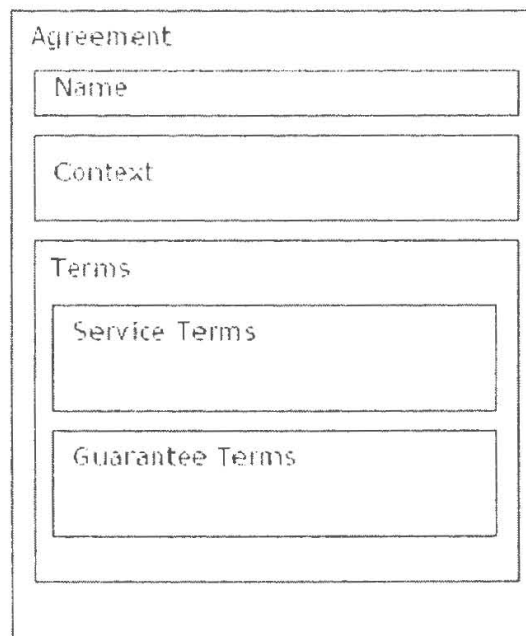
### Struktura *SLA*

Biorąc pod uwagę znaczenie *SLA* w ramach systemów zarządzających oraz udostępniających zasoby w Gridzie, zaczniemy rozważania od omówienia zagadnień związanych bezpośrednio z *SLA*.

Service Level Agreement może być zdefiniowany jako dokument zawierający uzgodnione warunki współpracy, będące wynikiem wcześniejszych negocjacji. Rysunek przedstawia strukturę *SLA* według specyfikacji protokołu WS-Agreement (Web Services Agreement Specification (WS-Agreement), 2007). Na rysunku tym sekcja *Name* pozwala na zdefiniowanie nazwy dla za-

wartego porozumienia, natomiast sekcja *Context* zawiera meta-dane opisujące porozumienie np. strony porozumienia, czas trwania, identyfikator szablonu porozumienia itp. Następna w kolejności sekcja *Terms*, zawierająca uzgodnione warunki stanowi kluczową część *SLA*. Można ją rozdzielić na dwie podsekcje:

- *Service Terms* – zawiera informacje umożliwiające identyfikację usługi.
- *Guarantee Terms* – zawiera informacje dotyczące uzgodnień pozwalające m.in. na monitorowanie usługi.



Rysunek 2 Struktura SLA wg WS-Agreement  
(*Web Services Agreement Specification (WS-Agreement)*, 2007)

### Dotychczasowe badania

W obszarze zastosowania rozwiązań biznesowych i przemysłowych w Gridzie zrealizowano do tej pory kilka projektów, które w różnym stopniu zajmowały się ustalaniem, monitorowaniem i oceną wypełnienia warunków zawartych w *SLA*. Należą do nich m.in. NextGrid (B. Mitchell, 2005), Akogrimo (Jürgen M. Jähnert, 2006), TrustCom, BEinGRID (T.Dimitrakos, 2007), BREIN (D.Laria, 2009) oraz ARGUGRID (Phan Minh Dung, 2006). Projekty te były zróżnicowane jeżeli chodzi o podejście do problemu, rozwiązania oraz zastosowane technologie, co wynikało ze specyficznych wymagań każdego z nich. Autorzy (Michael Parkin, 2008) przeprowadzili analizę niektórych z tychże podejść w celu wytypowania potencjalnych luk i problemów napotkanych w obszarze negocjacji *SLA*. Najważniejsze wyniki ich pracy to:

- widać wyraźne tendencje do reprezentowania *SLA* wykorzystując specyfikację opisanego powyżej protokołu WS-Agreement, jednakże brak jest zgodności jeżeli chodzi o używaną terminologię oraz sposób zapisywania informacji w ramach dokumentu,
- negocjacje są przeprowadzane zgodnie z prostymi jedno-rundowymi scenariuszami (poza projektem BREIN, gdzie negocjacje są wielorundowe) np. *offer-accept model*; większość rozwiązań nie przewiduje zaawansowanych negocjacji wielo-rundowych oraz możliwości renegocjacji tego samego *SLA*.

Przedyskutujmy teraz poszczególne projekty pod kątem zagadnień związanych z negocjacjami *SLA*, oraz w kontekście projektu *AiG*.

Projekt NextGrid, realizowany od września 2004 do września 2007, miał na celu stworzenie kompletnej architektury Gridowej na potrzeby biznesu. Autorzy traktują *SLA* jako dokument XML, wykorzystujący *własny* standard oparty na istniejących standardach WS-Agreement oraz WSLA (*Web Service Level Agreement*). Dokument WSLA stanowi kolejny (inny niż WS-Agreement) standard do reprezentacji zawartego kontraktu oraz wykorzystuje specyfikację języka WSLA opartego na XML. W projekcie NextGrid informacje zawarte w *SLA* zostały podzielone na trzy grupy: (a) dane na temat stron kontraktu, (b) parametry statyczne, oraz (c) parametry negocjowane. Do parametrów negocjowanych zaliczane są wartości mierzalne wraz z możliwymi ograniczeniami oraz metodami pozwalającymi stwierdzić czy nastąpiło naruszenie dopuszczalnej wartości. Podział na dwie kategorie parametrów jest ciekawym podejściem, które warto zastosować również w projekcie *AiG*. Należy jednak dodatkowo zapewnić możliwość zmiany klasyfikacji parametru, co umożliwiłoby przeprowadzanie renegocjacji *SLA*. Dodatkowo, w (P. Hasselmeyer) autorzy, na bazie doświadczeń w projektach NextGrid oraz TrustCom sugerują, że wielu przypadkach wykorzystanie niezależnego zewnętrznego modułu do negocjacji jest wydajniejsze niż wbudowanie mechanizmów negocjacyjnych w oprogramowanie klienta oraz dostawcy usług. Jest to podejście, które warto wykorzystać dla użytkowników Gridu, dla których utrzymywanie modułów negocjacyjnych może być zbyt kosztowne. Protokół negocjacyjny w NextGrid jest oparty na prostym modelu akceptacji/odrzuconiu oferty (*offer-accept model*). W *AiG* poza prostymi negocjacjami jedno-rundowymi przewidziane są również negocjacje iteracyjne, jak również możliwość renegocjacji kontraktu.

Projekt Akogrimo (Access to Knowledge through the Grid in a Mobile World) był realizowany od czerwca 2004 do września 2007 a jego celem było zdefiniowanie mobilnej architektury Gridowej biorąc pod uwagę różne typy urządzeń mobilnych (ALL-IP). Zgodnie z (A.Litke, 2005) zastosowana w pro-

W projekcie implementacja *SLA* jako dokumentu XML wykorzystuje standardy WS-Agreement oraz WSLA. Ciekawym rozwiązaniem opisanym w (G.Laria, 2007) jest zastosowanie parametrów wysoko-poziomowych oraz nisko-poziomowych. Pierwsze z nich są wykorzystywane przy specyfikacji wymagań przez klienta np. klient może wybrać parametr o nazwie „złoty” lub „srebrny”. Parametry wysoko-poziomowe są przez moduł negocjacyjny mapowane na transparentne dla użytkownika parametry nisko-poziomowe np. „złoty” może oznaczać wymagane wolne miejsce na dysku 2 GB i 2 GB RAM, „srebrny” może odpowiadać wymaganiu 1GB wolnego miejsca na dysku i 1024MB RAM. Konsekwencją takiego podejścia jest ustalenie dwóch odrębnych kontraktów: kontraktu zawartego z klientem ze zrozumiałymi dla niego parametrami wysoko-poziomowymi, oraz kontraktu z odpowiadającymi im parametrami nisko-poziomowymi (transparentnego dla użytkownika), który jest wykorzystywany wewnętrznie m.in. przez komponent monitorujący realizację zadania. Wadą projektu Akogrimo (w kontekście negocjacji) jest brak zaawansowanego scenariusza negocjacyjnego. Z (A.Litke, D4.3.3 Report on the Implementation of the Infrastructure Services Layer, 2007) wynika, że podczas doboru usługi, dla klienta wybierany jest pierwszy napotkany dostawca w grupie dostawców, który spełnia określone przez użytkownika kryteria. Dodatkowo, problemem może być również sposób w jaki alokowane są zasoby. Ma to miejsce w dwóch fazach, najpierw następuje wyszukanie zasobów a dopiero w następnym kroku ich rezerwacja. Oznacza to, że może wystąpić sytuacja gdzie nie wszystkie zasoby będą mogły być zaalokowane, ponieważ wyszukany zasób przed rezerwacją zostanie w międzyczasie zarezerwowany przez inny proces.

Projekt BEinGRID (Business in Grid) realizowany był od czerwca 2006 do września 2009 roku i obejmował szereg aplikacji pilotażowych zaprojektowanych do wykorzystania możliwości Gridowych w europejskich sektorach biznesu. W BEinGRID reprezentacja *SLA* jest zależna od aplikacji, jednak przeważnie stanowi dokument XML oparty na standardzie WS-Agreement. Protokół negocjacyjny wykorzystywany w tym projekcie jest najbardziej zbliżony (z pośród dotychczas przedstawionych projektów) do negocjacji wielorundowych. Można w nim wyodrębnić fazę iteracyjnego wyszukiwania dostawcy usług, oraz fazę zawarcia porozumienia. Potencjalnym problemem może być brak rezerwacji zasobów na czas trwania negocjacji. Jeżeli w momencie zawierania porozumienia okaże się, że w międzyczasie zostało zawarte inne *SLA* wykorzystujące wymagane zasoby, protokół nie przewiduje powrotu do fazy negocjacji ale następuje jego zakończenie.

Projektem badawczym wykorzystującym programowanie agentowe oraz wyłącznie semantyczną reprezentację wiedzy jest ARGUGRID. Zaproponowany w tym projekcie dwu-fazowy proces negocjacji jest oparty na argumentacji

(*argumentation-based negotiation*). Zgodnie z (Phan Minh Dung, 2006) negocjacje wykorzystują *Minimal Concession Protocol*, oraz umożliwiają przedkładanie przez negocjujących ofert, które są modyfikacją poprzednio złożonych ofert (wykorzystanie zasady wzajemności). Mechanizm modyfikacji istniejących ofert w ramach negocjacji wielo-runowych będzie wykorzystany również w *AiG*, natomiast jako wyjściowy protokół w *AiG* został wybrany *FIPA Contract Net Protocol*. Dodatkowo w ARGUGRID został opracowany *Reward-based Minimal Concession Protocol*, który umożliwia oferowanie nowych usług w pakiecie w trakcie procesu negocjacji bazując na potrzebach strony negocjującej. Jest to możliwe, ponieważ zgodnie z tym co twierdzą autorzy ARGUGRID, umożliwia to wartościowanie parametrów zgodnie z preferencjami strony negocjacyjnej jak również zakłada, że preferencje są znane stronie przeciwnej w negocjacji. Zasadność takiego założenia można podważyć, ponieważ istnieją sytuacje, w których użytkownik Gridu nie chce otwarcie prezentować swoich preferencji. W ARGUGRID reprezentacja *SLA* bazuje na module *SLA* zapewnionym przez GRIA (Gridowy middleware).

Kolejnym wartym uwagi projektem jest BREIN (Business Objective Driven Reliable and Intelligent Grids for Real Business) realizowany od września 2006 do stycznia 2010. Celem także tego projektu było stworzenie środowiska Gridowego, które będzie można łatwo zastosować w biznesie. Projekt koncentrował się na biznesowych potrzebach użytkowników i instytucji oraz wykorzystywał dotychczasowe osiągnięcia z dziedzin: obliczeń Gridowych, systemów agentowych i technik semantycznych. Podobnie jak w innych omawianych projektach reprezentacja *SLA* bazuje na standardach WS-Agreement oraz WSLA i stanowi nie semantyczny opis szablonów *SLA* (wykorzystanie XML). Ciekawym rozwiązaniem zastosowanym w BREIN jest możliwość definiowania semantycznych adnotacji dla kontraktów *SLA* w celu zapewnienia wstecznej kompatybilności ze standardami nie opartymi na opisie semantycznym a jednocześnie wprowadzenie do nich semantyki. Dodatkowo wykorzystanie warstwy mapującej zapewnienia spójne rozumienia pojęć występujących w szablonach *SLA*. Semantyczne adnotacje dla *SLA* pozwalają na mapowanie jego elementów na odpowiednie terminy semantyczne. Warstwa semantyczna może wykorzystywać platformy RDFS, OWL czy WSMO (baza wiedzy w BREIN jest jednak oparta na OWL). Podejście takie umożliwia operowanie pojęciami wysoko-poziomowymi w warstwie biznesowej oraz pojęciami nisko-poziomymi na poziomie infrastruktury (poprzez wykorzystanie mechanizmów mapujących). Moduł negocjacyjny w BREIN pozwala również na optymalizację negocjacji pod kątem konkretnych wymagań np. znalezienie usługi, która będzie możliwie najtańsza. W kontekście projektu *AiG*, istotna jest analiza ontologii wykorzystywanych w BREIN. W *AiG* baza wiedzy m.in. *SLA* będzie



opisana wyłącznie semantycznie (wykorzystując ontologię). Projekt BREIN stanowi więc etap pośredni pomiędzy projektami wykorzystującymi XML do reprezentacji *SLA* a podejściem w pełni semantycznym, które charakteryzuje *AiG*. Wykorzystywana w BREIN ontologia pozwala na definiowanie parametrów *SLA* oraz związanych z nimi metryk i jednostek, co pozwala na jednoznaczną reprezentację pojęć związanych z *SLA*. Zgodnie z (G.Laria, Annex D of Final BREIN Architecture: Building Blocks Detailed Design, 2009) BREIN zapewnia negocjacje wielo-rundowe oparte na FIPA Contract Net Protocol. Jednakże, można stwierdzić, że protokół wykorzystany w BREIN nie stanowi pełnych negocjacji wielo-rundowych (tak jak są one definiowane przez FIPA), ponieważ wprawdzie umożliwia akceptację lub odrzucenie oferty przesłanej przez dostawcę usług, natomiast nie ma możliwości modyfikacji już istniejącej oferty jeżeli została ona odrzucona. Sugeruje to, że negocjacje wielo-rundowe są oparte na wielokrotnym inicjowaniu jefno-rundowego FIPA Contract Net Protocol, gdzie każda iteracja rozpoczyna się od rozesłania komunikatu *Call-For-Proposal*.

## 1. Podejście proponowane w projekcie *AiG*

Powróćmy teraz do omawiana projektu *AiG* oraz rozwiązań w nim wykorzystanych. Należy zwrócić uwagę na fakt, że w przeciwieństwie do wcześniej omówionych projektów, w systemie *AiG* mamy do czynienia z dwoma scenariuszami negocjowania *SLA*:

- potencjalny pracownik negocjuje z liderem zespołu warunki przyłączenia się,
- klient negocjuje z liderem zespołu *SLA* dotyczące zadania którego wykonanie chce zlecić jego zespołowi.

### Protokół komunikacyjny dla negocjacji

Rozważmy teraz dokładniej przebieg procesu negocjacji w powyżej przedstawionych scenariuszach. Na proces negocjacji składa się wymiana komunikatów, pomiędzy agentami reprezentującymi strony (*LAgent*, i *LMaster*). Zakładamy, że komunikacja będzie oparta o protokół FIPA Contract Net Protocol (jednorundowy - FIPA Contract Net Protocol Specification, lub iteracyjny - FIPA Iterated Contract Net Interaction Protocol Specification). Jest to podejście zbliżone do tego wykorzystanego w projekcie BREIN (za wyjątkiem tego, że negocjacje iteracyjne nie będą polegać na wielokrotnym wykonywaniu negocjacji jedno-rundowych), natomiast ciekawy problem stanowi możliwość zapewnienia mechanizmu do renegocjacji istniejącej oferty lub *SLA*.

Komunikaty wspólne dla obydwu przedstawionych przypadków obejmują: inicjującą proces wiadomość ACL typu CFP (*Call-For-Proposal*), która zawiera kryteria użytkownika dotyczące poszukiwanego zespołu np. wymagane oprogramowanie, system operacyjny, procesor itp. (zauważmy, że w obu scenariuszach inicjatorem negocjacji jest *LAgent*), wiadomość ACL typu *Propose*, która stanowi odpowiedź na wiadomość inicjalną, wiadomości ACL typu *Accept-Proposal*, *Refuse-Proposal* przesyłaną odpowiednio do wybranego oraz odrzuconych zespołów, wiadomość typu *Inform-Done*, którą *LMaster* potwierdza otrzymanie komunikatu *Accept-Proposal*.

### Ontologia dla negocjacji

W pracy (M.Drozdowicz, 2009) zaprezentowano analizę istniejących języków oraz ontologii do opisu zasobów w Gridzie. Rezultatem była decyzja o wykorzystaniu ontologii zaprojektowanej w ramach projektu CoreGRID jako bazowej na potrzeby projektu *Agents in Grid*. Wymagała ona jednak pewnych modyfikacji oraz rozszerzenia szczególnie w zakresie negocjacji. Co za tym idzie opracowano dodatkowe ontologie modelujące komunikaty wymieniane w systemie (*AiG Messages Ontology*) oraz pojęcia związane z reprezentacją zawieranych kontraktów (*AiG Conditions Ontology*). Powstała ontologia powinna umożliwiać przeprowadzenie negocjacji jedno-rundowych oraz wielorundowych z wykorzystaniem różnych strategii negocjacyjnych.

Dodatkowo, w trakcie oceny ofert otrzymanych od zespołów przeprowadzona zostaje analiza wielokryterialna. Z tego względu, każde kryterium wykorzystywane w ewaluacji ofert powinno mieć swoją reprezentację w *AiG Conditions Ontology*. Podobnie jak w projekcie NextGrid parametry możemy podzielić na statyczne oraz podlegające negocjacji. W przypadku użytkownika poszukującego zespołu do wykonania zadania, kryteria wyboru podlegające negocjacji obejmują m.in. cenę, czas rozpoczęcia wykonywania zadania, czas zakończenia wykonywania zadania, karę za nie ukończenie zadania w wyznaczonym czasie. W przypadku poszukiwania zespołu do przyłączenia się, kryteria negocjacyjne obejmują np. wynagrodzenie (za dostępność lub użycie), długość kontraktu, możliwość przedłużenia kontraktu, częstotliwość zadań do wykonania. Poza wspomnianymi kryteriami przekazywane są również wymagania dotyczące sprzętu oraz oprogramowania, które jest niezbędne do wykonania zadania lub którym dysponuje *LAgent* będący kandydatem na członka zespołu.

Komunikaty poza wartościami parametrów powinny przekazywać także warunki na nie nałożone tj. maksimum i minimum (np. dla ceny za wykonanie zadania lub wynagrodzenia dla pracownika w zespole), zbiór dopuszczalnych wartości dla parametrów dyskretnych (np. akceptowalne CPU). Dodatkowo moduł negocjacyjny powinien obsługiwać wagi nadawane parametrów. Oby-

dwie strony biorące udział w negocjacjach mogą ustawić istotne dla nich parametry w hierarchii ważności np. pracownik w zespole może zdecydować, że częstotliwość gwarantowanych prac jest ważniejsza niż wynagrodzenie. Jest to funkcjonalność zbliżona do optymalizacji wykorzystywanej przy negocjacjach w projekcie BREIN.

Ontologia *AiG Messages Ontology* zawiera definicje komunikatów wymienianych w systemie, których zawartość jest oparta na terminologii wprowadzonej w powyżej opisanej ontologii. Szczegółowy jej opis można znaleźć w (M. Dozdowicz, 2010).

## Podsumowanie

Na bazie doświadczeń zakończonych to tej pory projektów integrujących ekonomię z infrastrukturą Gridową można wytypować dwa najczęściej występujące problemy. Po pierwsze, większość rozwiązań obsługuje proste jednorundowe modele negocjacyjne. W zaprezentowanym nowym podejściu, planowana jest również obsługa negocjacji wielorundowych: poprzez wykorzystanie iteracyjnego protokołu FIPA Contract Net oraz przystosowanie ontologii *AiG Messages Ontology*. Drugim napotkanym problemem była nieujednolicona terminologia oraz brak spójnego sposobu reprezentacji pojęć. Opracowana w ramach projektu ontologia częściowo rozwiązuje ten problem porządkując terminologię, definiując komunikaty wykorzystywane w systemie oraz ich zawartość. Jednym z celów pozostałych do realizacji w ramach projektu *AiG* jest zdefiniowanie szablonu dokumentu *SLA*. Większość zrealizowanych projektów do zapisu *SLA* wykorzystuje standardy WS-Agreement oraz WSLA, który wydaje się stanowić dobrą bazę dla definicji dokumentu *SLA* wykorzystanej w *AiG*. Jednakże w projekcie *AiG* wykorzystana zostanie ontologiczna reprezentacja *SLA*.

## Literatura

- [1] A.Litke. (2005): *D4.3.1 Architecture of the Infrastructure Services Layer VI*. Pobrano z lokalizacji <http://www.akogrimo.org/modulese73d.pdf?name=UpDownload&req=getit&lid=37>
- [2] A.Litke. (2007): *D4.3.3 Report on the Implementation of the Infrastructure Services Layer*.
- [3] B. Mitchell, P. M. (2005): P4.5.3: Management Framework Reference. NextGRID WP4.5 (Advanced Deployment, Service Management and Migration) Deliverable.
- [4] D.Laria. (2009): *D4.1.3 Final BREIN Architecture*.

- [5] *FIPA Contract Net Protocol Specification*. (brak daty): Pobrano z lokalizacji <http://www.fipa.org/specs/fipa00029/SC00029H.html>
- [6] *FIPA Iterated Contract Net Interaction Protocol Specification*. (brak daty): Pobrano z lokalizacji [www.fipa.org/specs/fipa00030/PC00030D.pdf](http://www.fipa.org/specs/fipa00030/PC00030D.pdf)
- [7] Foster I., J. N. (2004): Brain meets brawn: Why grid and agents need. *Proceedings of the Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 8-16.
- [8] G.Laria. (2009): *Annex D of Final BREIN Architecture: Building Blocks Detailed Design*.
- [9] G.Laria. (2007): *D4.4.4 Consolidated Report on the Implementation of the Application Support Service Layer*.
- [10] Jürgen M. Jähnert, S. W. (2006): *The Akogrimo Mobile Grid Reference Architecture - Overview*. Pobrano z lokalizacji <http://www.mobilegrids.org>
- [11] M. Dominiak, M. G. (2008): Utilizing Agent Teams in Grid Resource Brokering. *International Transactions on Systems Science and Applications* , Vol. 3, No. 4, 296-306.
- [12] M. Drozdowicz, M. (2010): *Utilization of Modified CoreGRID Ontology*. In: An Agent-based Grid Resource Management System. 25th International Conference on Computers and Their Applications, 240-246.
- [13] M.Drozdowicz, M. M. (2009): *Ontologies, agents and the grid: An overview*. In: W P. B.Topping, Parallel, Distributed and Grid Computing for Engineering, 117-140. Stirlingshire,UK: Saxe-Coburg Publications.
- [14] Michael Parkin, R. M. (2008): *A Comparison of SLA Use in Six of the European Commissions FP6 Projects*. Pobrano z lokalizacji <http://www.coregrid.net/mambo/images/stories/TechnicalReports/tr-0129.pdf>
- [15] P. Hasselmeyer, C. L. (brak daty): *Towards Autonomous Brokered SLA Negotiations*. Pobrano z lokalizacji [http://www.nextgrid.org/download/publications/Towards\\_Autonomous\\_Brokered\\_SLA\\_Negotiation.pdf](http://www.nextgrid.org/download/publications/Towards_Autonomous_Brokered_SLA_Negotiation.pdf)
- [16] Phan Minh Dung, P. M. (2006): *Deliverable D.4.1: Towards argumentation-based contract negotiation*.
- [17] T.Dimitrakos. (2007): *Design Patterns for SOA and Grid. BEinGRID Meta-Deliverable ACL*.
- [18] Wojciech Kuranowski, M. G. (2008): Forming and managing agent teams acting as resource brokers in the Grid -preliminary considerations. *International Journal of Computational Intelligence Research*, Vol. 4, No. 1, 9-16.

