



Mateusz Klement

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach
Wydział Informatyki i Komunikacji
Katedra Informatyki
mateusz.klement@ue.katowice.pl

ROLA KONTEKSTU W MODELACH ZARZĄDZANIA ZAUFANIEM SYSTEMÓW WIELOAGENTOWYCH

Streszczenie: Zaufanie odgrywa niezwykle istotną rolę w naszym codziennym życiu. W praktyce większość podejmowanych przez nas decyzji oraz działań jest uwarunkowana poziomem zaufania bądź też – w niektórych sytuacjach – jego brakiem. Samo zaufanie jest natomiast w głównej mierze zależne od kontekstu. Oba te elementy odgrywają także coraz ważniejszą rolę w sferze technologii i systemów komputerowych, zwłaszcza tych, które posiadają pewien poziom autonomii. Doskonałym przykładem wpływu kontekstu na poziom zaufania są systemy wieloagentowe. W społeczności agentów programowych mechanizmy i modele związane z zaufaniem odgrywają istotną rolę, a kontekst może wywierać wpływ na poziom wzajemnego zaufania agentów. Celem niniejszej pracy jest przedstawienie roli kontekstu w społecznościach agentów.

Słowa kluczowe: kontekst, społeczności agentów programowych, systemy wieloagentowe, zaufanie, modele zarządzania zaufaniem.

Wprowadzenie

Zaufanie odgrywa niezwykle istotną rolę w naszym codziennym życiu. W praktyce większość podejmowanych przez nas decyzji oraz działań jest uwarunkowana poziomem zaufania bądź też – w niektórych sytuacjach – jego brakiem. Samo zaufanie jest natomiast w głównej mierze zależne od kontekstu.

Przykłady wpływu zaufania na nasze życie można mnożyć. Na podstawie zaufania ludzie biorą udział w wyborach politycznych, opowiadając się po stronie któregoś z kandydatów. Większość osób oddaje swój głos na konkretną osobę, gdyż ufa, iż osoba ta będzie dobrze pełniła swoją rolę i wywiąże się ze złożonych w czasie kampanii wyborczej obietnic. Innym przykładem może być

dokonywanie zakupu produktu, zwłaszcza takiego, który ma wysoką cenę i ma służyć człowiekowi przez lata. W takiej sytuacji dokonuje się wyboru produktu marki x , a nie y , gdyż ufa się, iż jego twórca oferuje dobrej jakości produkt. Powodem takiego stanu rzeczy mogą być m.in. dobre doświadczenia związane z użytkowaniem produktów marki x czy dobra opinia producenta u innym konsumentów. Jeszcze innym przykładem wpływu zaufania na nasze życie i podejmowane przez nas decyzje jest podjęcie współpracy z inną osobą. Taką decyzję podejmuje się, gdyż ufa się, iż współpracownik nas nie zawiedzie, spełni nasze oczekiwania i przyczyni się do realizacji wspólnych celów.

Zaufanie oraz kontekst wpływają istotnie nie tylko na sferę społeczną naszego życia czy podejmowane przez nas decyzje. Elementy te odgrywają także coraz ważniejszą rolę w sferze technologii i systemów komputerowych, zwłaszcza tych, które posiadają pewien poziom autonomii. Doskonałym przykładem wpływu kontekstu na poziom zaufania są systemy wieloagentowe. W społeczności agentów programowych mechanizmy i modele związane z zaufaniem odgrywają coraz ważniejszą rolę, a kontekst może wywierać wpływ na poziom wzajemnego zaufania agentów. Tym samym agenci mogą podejmować decyzje dotyczące m.in. delegacji swoich zadań na innych agentów (gdy uważają innego agenta za lepszego wykonawcę konkretnej akcji) lub wejścia w ścisłą kooperację z innymi agentami działającymi w ramach systemu wieloagentowego.

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie roli kontekstu w systemach wieloagentowych, ze szczególnym naciskiem na aspekty związane z modelami zarządzania zaufaniem w tego typu środowiskach. W pierwszej części zdefiniowano pojęcia, takie jak agent programowy oraz systemy wieloagentowe. Pokróćce scharakteryzowano również główne architektury agentów, obowiązujące standardy i jedną z najpopularniejszych platform służących do budowy systemów wieloagentowych – JADE. W części drugiej zdefiniowano pojęcia zaufania oraz zarządzania zaufaniem, a także przedstawiono rolę kontekstu w popularnych modelach zarządzania zaufaniem stosowanych w systemach wieloagentowych.

1. Agenci programowi i systemy wieloagentowe

Termin „agent programowy” jest pojmowany bardzo szeroko, dlatego nie istnieje jedna ogólnie przyjęta definicja. Przyczyną jest dynamika, z jaką rozwijają się rozwiązania agentowe, spośród których warto wymienić chociażby agentów interfejsu, agentów mobilnych, agentów współpracujących czy agentów inteligentnych.

W 1995 r. Wooldridge i Jennings zaproponowali definicję agenta, głoszącą, iż jest to system komputerowy usytuowany w pewnym środowisku i zdolny do podejmowania autonomicznych działań w tym środowisku, aby zrealizować zaprojektowane cele [Wooldridge, Jennings, 1995]. Według autorów autonomia, czyli zdolność do podejmowania samodzielnych decyzji w celu realizacji celów, a także środowisko, to kluczowe aspekty każdego systemu agentowego.

Jedną z ciekawszych definicji przedstawił w 1999 r. Jacques Ferber, który określił agenta jako fizyczny lub wirtualny byt, który ma zdolność działania w pewnym środowisku, a przy tym posiada umiejętność komunikacji z innymi agentami, jest sterowany przez określone cele, a także posiada własne zasoby, ograniczoną możliwość postrzegania własnego środowiska i świadczenia usług oraz zdolność do reprodukcji [Ferber, 1999]. Ferber w swojej definicji zwrócił uwagę nie tylko na autonomię i środowisko agentów, ale również uwzględnił inne istotne cechy, takie jak komunikacja pomiędzy agentami.

Dokonując rozważań dotyczących agentów programowych i ich specyfiki, nie sposób pominąć trzech podstawowych koncepcji, zwanych także architektuрами. Na tej podstawie wyróżnia się agentów reaktywnych, agentów rozważnych oraz agentów hybrydowych.

Agent reaktywny nie posiada symbolicznej reprezentacji otoczenia, w którym funkcjonuje. Wszelkie decyzje, które podejmuje są realizowane na podstawie modelu bodziec-reakcja, w którym bodziec jest przekazywany przez sensory, natomiast reakcja następuje poprzez efektory.

Agent rozważny, określaný także mianem agenta klasycznego, w przeciwieństwie do agenta reaktywnego, posiada symboliczną reprezentację swojego otoczenia. Rozwiązania tego typu bardzo często nawiązują do paradygmatu BDI (Beliefs Desire Intention). Sensory wpływają na przekonania (*belief*) i wyrażają wiedzę na temat jego otoczenia. Efektem przetworzenia przekonań są pragnienia (*desire*), stanowiące możliwe cele agenta programowego. Następnie są one filtrowane i ewaluowane pod kątem ich atrakcyjności. Na tej podstawie powstają intencje, czyli trwałe cele, które nie zostaną porzucone aż do momentu ich realizacji (lub stwierdzenia, iż są one nieosiągalne).

Agent hybrydowy posiada zarówno cechy agenta reaktywnego, jak i agenta rozważnego. Z tego powodu architektura ta została zaproponowana do celów kontroli i koordynacji działania autonomicznych agentów w środowisku wieloagentowym [Stanek, Sroka, Paprzycki, Ganzha, 2008].

Systemy wieloagentowe (Multi-Agent Systems – MAS) tym różnią się od pojedynczych agentów programowych, iż środowisko, w którym funkcjonują może ulegać wpływom innych agentów, a tym samym dynamicznie się zmieniać

w niekontrolowany sposób. System wieloagentowy charakteryzuje się tym, iż pojedynczy agent wchodzący w jego skład nie posiada (i nie ma możliwości posiadania) kompletnej wiedzy na temat środowiska, a także nie ma możliwości rozwiązania wszystkich problemów w nim występujących. Możliwości pojedynczego agenta wchodzące w skład MAS są zatem mocno ograniczone. Główną przesłanką do tworzenia systemów tego typu jest złożoność problemów, która sprawia, iż pojedynczy agent programowy nie jest w stanie sprostać oczekiwaniom i osiągnąć założonego celu.

W pewnych sytuacjach systemy wieloagentowe mogą okazać się znacznie bardziej efektywne od standardowych, scentralizowanych systemów. Powodem takiego stanu rzeczy jest możliwość podziału realizowanych zadań na mniejsze elementy (podzadania) i równoległe ich wykonywanie przez wiele jednostek – agentów. Stosowanie obliczeń równoległych może być optymalnym rozwiązaniem w wielu dziedzinach, np. w logistyce.

Korzyścią płynącą z wykorzystania systemów agentowych jest ich wysoka odporność na awarie. W przypadku uszkodzenia agenta cały system nie przestanie działać, a on sam zostanie zastąpiony przez inną jednostkę, która będzie dalej realizowała powierzone zadania. Systemy tego rodzaju mogą funkcjonować nawet w sytuacji, gdy jednoczesnemu uszkodzeniu uległo wielu agentów. Standardowy system informatyczny, gdyby doznał podobnych uszkodzeń, uległby awarii, która uniemożliwiłaby jego dalsze funkcjonowanie [Ebadi, 2012].

Rozwiązania wieloagentowe są tworzone na podstawie specjalistycznych narzędzi i platform. Jedną z najpopularniejszych platform na rynku jest JADE (Java Agent DEvelopment Framework), która została stworzona w Telecom Italia Lab w 1998 r. Od 2000 r. platforma jest udostępniana jako rozwiązanie open source [Trillo, Ilarri, Mena, 2007]. Platforma jest ustawicznie aktualizowana i rozwijana (najnowsza wersja pochodzi z marca 2014 r.), a jej efektywność oraz liczba użytkowników stale rosną. Platforma agentowa JADE jest zgodna ze standardem FIPA [www 1]. Innymi znanymi i chętnie wykorzystywanymi platformami są m.in. Aglets, Cougaar, JANUS oraz MadKit.

Kończąc krótką charakterystykę agentów programowych, systemów wieloagentowych i platform służących do ich budowy, należy przybliżyć zagadnienie standaryzacji. Obecnie większość platform agentowych jest zgodna z przynajmniej jednym z dwóch standardów: FIPA i/lub MASIF. Standard FIPA został stworzony przez organizację Foundation for Intelligent Physical Agents. Standard ten skupia się w głównej mierze na procesach komunikacji zachodzących pomiędzy agentami, w tym na stosowanym języku. Standard MASIF (Mobile Agent System Interoperability Facility) został opracowany przez organizację

OMG (Object Management Group). W tym przypadku największy nacisk położono na mobilność agentów, czyli zdolność do przemieszczania pomiędzy platformami [Islam, Mallah, Shaikh, 2010].

2. Kontekst w modelach zarządzania zaufaniem

Słowo zaufanie (*trust*) pojawiło się w języku angielskim już w epoce średniowiecza. Etymologia słowa *trust* jest związana ze średnioangielskim, czyli pochodzącym z okresu między 1066 r. a 1440 r., rzeczownikiem *tryst*. W celu jego zdefiniowania należy zrozumieć sposób, w jaki polowano wówczas na mniejsze zwierzęta, np. króliki. W trakcie polowania większość mieszkańców danej wioski zajmowała miejsce na skraju lasu bądź łąki i próbowała przegonić zwierzęta na drugi koniec, gdzie pozostali łowcy próbowali osaczyć zwierzęta i trafić je w głowę pałką. Rola, jaką odgrywali wówczas łowcy z pałkami była określana przez angielskie słowo *tryst*, które oznaczało również schadzkę lub *trust* (zaufanie). Znalezienie powiązania między tymi dwoma wyrazami może początkowo wydawać się trudne, niemniej długie czatowanie na zwierzynę na drugim krańcu obszaru polowania wiązało się z posiadaniem zaufania reszty mieszkańców wioski, gdyż w przypadku niepowodzenia mogłoby zabraknąć żywności. W sferze społecznej ufać komuś to nic innego jak wierzyć, że dana osoba posiada dobre intencje, a także jest zdolna do realizacji tego, czego od niej oczekujemy [Hardin, 2009].

Diego Gambetta w 1990 r. zaproponował dwie definicje zaufania – niezależną i zależną od kontekstu. Z uwagi na tematykę niniejszej pracy przytoczono definicję zaufania zależnego od kontekstu. W tym ujęciu zaufanie to stopień, do którego dana jednostka x jest chętna zależeć od drugiej jednostki y (osoby, przedmiotu itp.) w konkretnej sytuacji z przekonaniem względnego bezpieczeństwa, mimo iż negatywne konsekwencje są możliwe [Gambetta, red., 1990, s. 213-238].

Równie istotnym z punktu widzenia niniejszych rozważań jest pojęcie zarządzania zaufaniem. Zostało ono zdefiniowane m.in. przez Grudzewskiego, który określił je jako „(...) zbiór działań kreowania systemów oraz metod, które umożliwiają uzależnionym jednostkom dokonywać ocen i decyzji odnoszących się do niezawodności potencjalnych operacji zawierających ryzyko, a także umożliwiających ich uczestnikom oraz właścicielom systemów wzrost i stosowane reprezentowanie wiarygodności własnej i ich systemów” [Grudzewski, Hejduk, Sankowska, Wańtuchowicz, 2007, s. 49]. Wcześniej, bo już w 2003 r., zdefiniowania pojęcia zarządzania zaufaniem podejmowała się m.in. Marianne Winslett [2003].

W otwartych środowiskach agenci programowi są zależni od mechanizmów zaufania, dzięki którym mogą oceniać inne jednostki działające w środowisku i na podstawie tej oceny decydować o tym, czy warto wejść z nimi w interakcje. Do tej pory na podstawie badań zaproponowano wiele modeli, które różnią się m.in. podejściem do kwestii związanych z kontekstem pozyskiwanych przez agentów informacji. W przypadku tych modeli poziom zaufania, jakim agent x darzy agenta y , jest zależny od konkretnej sytuacji [Pinyol, Sabater-Mir, 2013].

Takie podejście doskonale ilustruje przykład zaczerpnięty ze sfery społecznej. Osobę x można darzyć pewnym poziomem zaufania i na tej podstawie podjąć decyzję o pójściu z nią na spacer do parku. Nie znaczy to jednak, iż obdarzymy osobę x takim samym zaufaniem w sytuacji, gdy ma prowadzić samochód na trasie z Katowic do Warszawy. Można bowiem uważać, iż osoba x nie posiada odpowiednich umiejętności, aby dowieźć nas bezpiecznie do miejsca docelowego. Nasz poziom zaufania wobec osoby x w drugiej sytuacji będzie zatem niższy, aniżeli w pierwszym przypadku. Jak widać, kontekst ma ogromne znaczenie i wyraźnie wpływa na poziom zaufania, a w dalszej kolejności na podejmowane przez nas decyzje. Z podobnego założenia wyszli niektórzy twórcy, uwzględniając znaczenie kontekstu w proponowanych przez siebie modelach zaufania mających zastosowanie przy budowie społeczności agentów programowych.

Tab. 1 zawiera zestawienie popularnych modeli oraz określa, które z nich uwzględniają znaczenie kontekstu. Znak „+” oznacza, iż konkretny model uwzględnia znaczenie kontekstu w swoich założeniach, natomiast znak „-”, iż w modelu tym kontekst nie został uwzględniony. Wytluszczone w tabeli modele zostaną omówione w dalszej części niniejszej pracy.

Tabela 1. Kontekst w modelach zarządzania zaufaniem

Model	Kontekst
1	2
Marsh	+
eBay	-
Sporas	-
Histon	-
Schillo i in.	-
Abdul-Rahman i Hailes	+
Esfandiari i Falcone	+
Yu i Singh	-
Sen & Sajja	-
AFRAS	-

cd. tabeli 1

1	2
Carter i in.	–
Castelfranchi i in.	+
ReGret	+
Repage	+
Repage + BDI	+
ForTrust	+
Rasmusson i Jason	–
Regan i Cohen	–
Padovan i in.	–
Ripperger	–
LIAR	–
FIRE	+
Mui i in.	+
Dirichlet	–
Sierra i Debenhan	–

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: [Pinyol, Sabater-Mir, 2013].

Na podstawie tab. 1 można dojść do wniosku, iż większość modeli zaufania pomija znaczenie kontekstu. Niemniej jest to bardzo istotny aspekt, który powinien determinować poziom zaufania agenta x względem agenta y – szczególnie w otwartych i zróżnicowanych środowiskach.

Poszczególne modele ujęte w zestawieniu wyraźnie różnią się między sobą podejściem do kwestii związanych z kontekstem. W celu lepszego zrozumienia problemu warto dokonać syntezy kilku z nich.

Model Marsha to jeden z pierwszych modeli zaufania, które zostały zaproponowane w literaturze (1994). Autor modelu zdefiniował trzy rodzaje zaufania: zaufanie podstawowe (*basic trust*), zaufanie ogólne (*general trust*) oraz zaufanie sytuacyjne (*situational trust*). Zaufanie podstawowe określa poziom zaufania agenta x w czasie t . Zaufanie ogólne dotyczy poziomu zaufania agenta x wobec agenta y w czasie t , jednak bez uwzględniania konkretnej sytuacji i kontekstu. Zaufanie sytuacyjne to poziom zaufania agenta x wobec agenta y w sytuacji α , a więc uwzględnia ono kontekst. Dzięki odpowiednim obliczeniom agent x może podjąć decyzję czy w konkretnej sytuacji zaufać agentowi y i wejść z nim w interakcję [Marsh, 1994].

Jednym z głównych założeń **modelu Abdul-Rahmana i Hailesa** jest wyraźnie podkreślana zależność zaufania od kontekstu. Model opiera się na dwóch głównych źródłach, z których jest czerpana wiedza o innych agentach: bezpośrednich doświadczeniach oraz rekomendacjach innych agentów. Ponadto

w modelu tym są stosowane cztery stopnie mające na celu określenie stopnia wiarygodności agenta: bardzo wiarygodny (*very trustworthy* – vt), wiarygodny (*trustworthy* – t), niewiarygodny (*untrustworthy* – u) oraz bardzo niewiarygodny (*very untrustworthy* – vu). Agenci są zdolni do porównywania własnych doświadczeń w podobnym kontekście, natomiast rekomendacje dotyczące konkretnego agenta pełnią jedynie rolę mechanizmu wspierającego podejmowanie decyzji (rekomendacje zależą od doświadczeń innego agenta oraz kontekstu) [Abdul-Rahman, Hailes, 2000].

Esfandiari w swoim modelu zaproponował ewaluację zaufania na podstawie różnych źródeł, jednakże model ten nie uwzględnia sposobu w jaki informacje te powinny zostać połączone, aby agent mógł podjąć ostateczną decyzję. Pierwsze źródło wykorzystuje obserwacje i sieci bayesowskie. Drugie źródło opiera się na interakcjach z innymi agentami. W tym przypadku agenci wykorzystują specjalne protokoły w celu uzyskania informacji dotyczących sposobu oceny poziomu zaufania, a także prosząc zaufanych agentów o rekomendacje. Na podstawie zebranych informacji jest tworzony graf skierowany, w którym wierzchołki reprezentują agentów, a krawędzie poziom zaufania. W sytuacji gdy poziom zaufania jest nieznany, krawędzie są nieobecne. W tym modelu kontekst jest reprezentowany na grafie w postaci różnokolorowych krawędzi. Zaufanie będzie propagowane jedynie przez krawędzie o tym samym kolorze, czyli w przypadku, gdy kontekst jest zgodny [Esfandiari, Chandrasekharan, 2001].

Model zaprezentowany w 1999 r. przez **Castelfranchiego i Falconego** był pierwszym poznawczym modelem zaufania. Twórcy przyjęli, iż zaufanie jest stanem psychicznym, na który składają się zarówno postawy, jak i cele określające oczekiwania wobec zachowania innych agentów. W niniejszym modelu autorzy u agentów wyróżnili kilka elementów, zwanych przekonaniem, na podstawie których może być dokonywana ewaluacja zaufania agentów. Przekonania te można streścić następująco: agent x musi wierzyć, że agent y jest w stanie wykonać zadanie α , faktycznie wykona zadanie α i że jest niezbędny do wykonania zadania α . W przypadku tego modelu zaufanie opiera się na procesie rozumowania oraz kontekście (istotne są zarówno cele, które agent x chce zrealizować, jak i jego indywidualne przekonania agenta). W modelu tym jest widoczne silne powiązanie między zaufaniem a delegowaniem zadań na innych agentów [Castelfranchi, Falcone, 1998].

Jednym z ciekawszych i najbardziej kompleksowych modeli zaufania i reputacji jest model **ReGret**. W modelu tym są wykorzystywane trzy różne źródła informacji: bezpośrednie doświadczenie, rekomendacje innych agentów oraz socjogramy, które ilustrują poglądy społeczne agenta na temat otaczającego go

środowiska. Istotnym aspektem modelu jest także ontologia. Jej zastosowanie umożliwia przekazywanie wiedzy dotyczącej kontekstu, który tak naprawdę definiuje poziom zaufania agenta x w stosunku do agenta y . Cele i pragnienia agentów również są zależne od kontekstu, w tym przypadku kontekstu środowiska, w którym funkcjonują [Sabater, Sierra, 2001].

Podsumowanie

W niniejszej pracy zostały zdefiniowane podstawowe pojęcia związane z systemami wieloagentowymi oraz problematyką zaufania w tych środowiskach. Przedstawiono także najbardziej popularne modele zarządzania zaufaniem, wykorzystujące bardzo ważny aspekt każdych relacji, zarówno między ludzkich, jak i między wirtualnymi bytami: kontekst.

Większość prezentowanych w literaturze modeli marginalizuje lub wręcz odrzuca rolę kontekstu w procesie zarządzania zaufaniem. W praktyce tego typu modele mogą okazać się jednak nieefektywne w dużych, otwartych i mocno zróżnicowanych środowiskach agentów programowych. Z tego powodu koncepcje te powinny zostać rozwinięte i wzbogacone o mechanizmy pozwalające na optymalne wykorzystanie kontekstu w procesie zarządzania zaufaniem agentów programowych. Z pewnością zmiany tego typu pozytywnie wpłynęłyby na jakość rozwiązań agentowych. Przyczyniłyby się również do lepszego zrozumienia procesów zachodzących w systemach wieloagentowych, gdyż działanie agentów jeszcze bardziej przypominałoby interakcje międzyludzkie.

Literatura

- Abdul-Rahman A., Hailes S. (2000), *Supporting trust in virtual communities*, Proceedings of the Hawaii's international conference on systems sciences, Maui, Hawaii.
- Castelfranchi C., Falcone R. (1998), *Principles of trust for MAS: cognitive anatomy, social importance, and quantification*, Proceedings of the International Conference on Multi-Agent Systems (ICMAS'98), Paris, France.
- Ebadi T. (2012), *Facilitating cooperation in multi-agent robotic systems*, praca doktorska, University of Otago, Nowa Zelandia, Dunedin.
- Esfandiari B., Chandrasekharan S. (2001), *On how agents make friends: mechanisms for trust acquisition*, Proceedings of the fourth workshop on deception, fraud and trust in agent societies, Montreal, Canada.
- Ferber J. (1999), *Multi-agent systems – an introduction to distributed artificial intelligence*, Addison Wesley, Boston.

- Gambetta D. (red.), 1990, *Trust. Making and breaking cooperative relations*, Basil Blackwell, Oxford.
- Grudzewski W.M., Hejduk I.K., Sankowska A., Wańtuchowicz M. (2007), *Zarządzanie zaufaniem w organizacjach wirtualnych*, Difin, Warszawa.
- Hardin R. (2009), *Zaufanie, Sic!*, Warszawa.
- Islam N., Mallah G.A., Shaikh Z.A. (2010), *FIPA and MASIF standards: a comparative study and strategies for integration*, NSEC '10 Proceedings of the 2010 National Software Engineering Conference.
- Marsh S. (1994), *Formalising trust as a computational concept*, praca doktorska, Department of Mathematics and Computer Science, University of Stirling.
- Pinyol I., Sabater-Mir J. (2013), *Computational trust and reputation models for open multi-agent systems: a review*, „Artificial Intelligence Review”, Vol. 40.
- Sabater J., Sierra C. (2001), *Regret: a reputation model for gregarious societies*, Proceedings of the fourth workshop on deception, fraud and trust in agent societies, Montreal, Kanada.
- Stanek S., Sroka H., Paprzycki M., Ganzha M. (2008), *Rozwój informatycznych systemów wieloagentowych w środowiskach społeczno-gospodarczych*, Placet, Warszawa.
- Trillo R., Ilarri S., Mena E. (2007), *Comparison and performance evaluation of mobile agent platforms* [w:] *Autonomic and Autonomous Systems, 2007. ICAS07, Third International Conference on 19-25 June 2007*.
- Winslett M. (2003), *An introduction to trust negotiations* [w:] Nixon P., Terzis S. (red.), *Trust Management 2003*, LNCS 2692, s. 275-283.
- Wooldridge M., Jennings N.R. (1995), *Intelligent agents: theories, architectures and languages* [w:] *volume 890 of LNCS*, Springer, New York.
- [www 1] <http://jade.tilab.com/> (dostęp: 20.09.2014).

THE ROLE OF CONTEXT IN TRUST MANAGEMENT MODELS OF MULTI-AGENT SYSTEMS

Summary: Trust plays an significant role in our daily lives. In practice, most of our decisions and actions are conditioned by the level of trust or – in some cases, the lack of it. Trust itself, dependent’s largely on the context. Both of these elements also play an increasingly important role in the field of technology and computer systems, especially those that have a certain level of autonomy. An excellent example of the impact of context on the level of trust are multi-agent systems. In a community of software agents, mechanisms and models connected with trust play a central role in which context is a crucial element in the level of mutual trust between agents. The purpose of this paper is to present the role of context in multi-agent systems, with particular emphasis on aspects related to trust management models in this type of environment.

Keywords: context, agent societies, multi-agent systems, MAS, trust, trust management models.