

# MODELOWANIE WIEDZY O UŻYTKOWNIKU W SYSTEMACH WSZECHOBECNYCH

Mariusz Żytniewski

**Streszczenie:** W niniejszej pracy zaprezentowano elementy rozwoju koncepcji modelowania systemów wszechobecných w kontekście użytkownika. W rozdziale pierwszym zaprezentowano zagadnienia wprowadzające do teorii systemów wszechobecných. W rozdziale drugim przedstawiono aktualne techniki modelowania wiedzy na temat użytkownika. W rozdziale trzecim wskazano przykład zastosowania ontologii w modelowaniu wiedzy o użytkowniku.

**Słowa kluczowe:** systemy wszechobecne, ambitne Intelligence, ontologie, modelowanie wiedzy o użytkowniku

## 1. Wprowadzenie

Stosowane obecnie rozwiązania technologiczne, wykorzystywane w życiu codziennym, zmierzają w kierunku coraz większej miniaturyzacji i integracji. Urządzenia przenośne w postaci np. smartfonów, tabletów swoimi możliwościami technicznymi oraz wydajnością dorównują już komputerom osobistym z przed kilku lat i oferują łatwość tworzenia dedykowanego oprogramowania poprzez różnego rodzaju otwarte platformy programistyczne. Powoduje to, pojawienie się nowych możliwości ich zastosowania i związane jest z wykorzystanymi w nich standardami WiFi, GPS, Bluetooth.

Jedną z koncepcji, która wskazuje, iż rozwój technologiczny wymaga szerszego spojrzenia na wykorzystywane obecnie rozwiązania techniczne oraz określa konieczność standaryzacji tych rozwiązań, jest koncepcja systemów wszechobecných. Zakłada ona zastosowanie rozwiązań informatycznych w celu integracji i współprzetwarzania danych, którymi operują, dzięki czemu możliwe staje się użytkowanie rozwiązań technicznych w otoczeniu człowieka, bez świadomości ich obecności (Weiser, 1999), co w literaturze określane jest pod pojęciem cichej technologii (ang. calm technology). Technologia ta, pozwala wybrać użytkownikowi informacje, które są w jego centrum zainteresowania, równocześnie dalej przetwarzając dane z otoczenia. Podejście to, wskazuje konieczność rozpatrywania obecnie stosowanych technologii w kontekście ich wielorakiego zastosowania, gdzie różne urządzenia współpracując ze sobą, będą pozwalały na osiągnięcie szerszego spektrum funkcjonalności, niż w przypadku ich samodzielnej pracy.

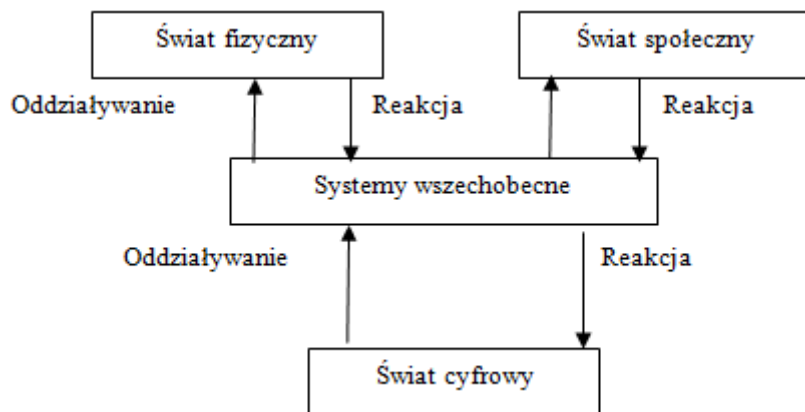
Najbardziej znanymi przykładami takich rozwiązań są np. inteligentne domy, które w swoich założeniach mają na celu polepszać standard życia mieszkańców, poprzez integrowanie ze sobą otaczających ich urządzeń. W takim wypadku użytkownik otoczony jest przez "inteligentne" urządzenia komunikujące się ze sobą. Dzięki temu np. temperatura dostosowywana jest do jego preferencji, następuje automatyczne uruchamianie świateł oraz podlewanie roślin, wykorzystywana jest energia słoneczna. Nowoczesne standardy w postaci np. RFID pozwalają także na monitorowanie bliskiego otoczenia. Dla przykładu, zastosowanie RFID pozwala na kontrolowanie stanu zapasów lub określanie położenia samochodu w garażu.

Jak już wskazano, systemy wszechobecne powinny wspierać działania człowieka bez konieczności jego bezpośredniego udziału lub absorbowania jego uwagi w czasie realizacji codziennych czynności. Wskazane podejście do budowy rozwiązań wszechobecnych ukazuje ich statyczność, niezmienną otoczenia w którym rezydują. Większym wyzwaniem staje się modelowanie środowiska, gdy jest ono zmienne, dynamiczne, gdy nie jesteśmy w stanie przewidywać jego struktury w danym punkcie czasu. Zadanie takie nasyca wielu problemów. Głównym z nich jest kontekstowość użycia danego urządzenia, zmieniająca się w zależności od podejmowanych działań użytkownika oraz sieci urządzeń z którymi współpracuje. Ukierunkowanie tych rozwiązań na człowieka powoduje, iż konieczne staje się określenie sposobów definiowania o nim wiedzy w kontekście realizowanych przez niego zadań.

W niniejszej pracy ukazane zostały elementy rozwoju koncepcji modelowania systemów wszechobecnych w kontekście użytkownika. W rozdziale pierwszym zaprezentowano zagadnienia wprowadzające do teorii systemów wszechobecnych. W rozdziale drugim przedstawiono aktualne techniki modelowania wiedzy na temat użytkownika. W rozdziale trzecim zaprezentowano przykład zastosowania ontologii w modelowaniu wiedzy o użytkowniku.

## 2. Systemy wszechobecne

Nie zdając sobie z tego sprawy, żyjemy w czasach systemów wszechobecnych. Można wskazać, iż koncepcja ta odnosi się do wszechobecności jednostek obliczeniowych w urządzeniach codziennego użytku. Na rysunku 1 zaprezentowano zależności między systemami wszechobecnymi, a ich otoczeniem.



Rys. 1. Systemy wszechobecne i ich otoczenie

Źródło: opracowanie własne na podstawie (Hilera & Ruiz, 2006).

Świat fizyczny (ang. physical world) odnosi się do realnego otoczenia człowieka. W takim przypadku systemy wszechobecne mogą zbierać informacje o otoczeniu jak temperatura, jasność, odległość. W przypadku świata cyfrowego (ang. digital world) mowa o oprogramowaniu, jego logice oraz zasobach. Świat społeczny (ang. social world) to wiedza o użytkowniku, jego zachowaniach, procesach jakie realizuje. Metody modelowania wiedzy o użytkowniku zaprezentowane zostaną w dalszej części pracy.

Badania ukierunkowane na zastosowanie metod sztucznej inteligencji zmierzają w kierunku budowy rozwiązań, które posiadałyby różnorodne cechy związane z autonomią, rekatywnością, proaktywnością, ciągłością działań, zdolnością do kooperacji. Dzięki temu rozwiązania informatyczne stają się bardziej "przyjazne" użytkownikowi poprzez dostosowywanie się do jego preferencji.

Celem takich rozwiązań jest budowa modelu zachowań człowieka, analiza jego wyborów oraz samodzielne dostosowywanie się do jego potrzeb. Pojawia się tutaj pojęcie świadomości kontekstu (ang. *context-awareness*) (Brey, 2005), określane jako dostosowywanie, adaptacji się do kontekstu działania użytkownika. Dzięki jego zastosowaniu oraz profilowaniu użytkowników możliwe staje się dostarczanie informacji lepszych, bardziej dopasowanych do konkretnej sytuacji.

Rozwijanie obecnie standardy w postaci bezprzewodowego Internetu, semantycznych usług sieciowych, technologii agentowych ukierunkowanych procesowo sprawiają, iż naturalnym etapem ich rozwoju jest integracja. To właśnie ona sprawia, iż poszczególne rozwiązania techniczne stają się częścią systemów wszechobecnych.

Problematyka systemów wszechobecnych związana jest z pojawieniem się kilku kierunków jego rozwoju do których należą (Stanek i inni, 2012):

- otaczająca nas "inteligencja" (ang. *ambient intelligence*) – w centrum tego podejścia znajduje się użytkownik. Zakłada ona iż, elektronika jest czuła na potrzeby ludzi. Dostosowana do ich osobistych wymagań, potrafi przewidywać ich zachowanie i reaguje na ich obecność.
- wszechobecna komunikacja (ang. *ubiquitous communication*) - dotyczy możliwości nawiązywania komunikacji między urządzeniami. Urządzenia te są zdolne do wymiany informacji na temat preferencji konkretnych osób i uzyskiwania danych dotyczących najlepszego sposobu zaspokajania potrzeb tychże osób.
- inteligentne interfejsy użytkownika (ang. *intelligent user interface*) – dzięki tym rozwiązaniom ludzie zdolni są do komunikacji ze środowiskiem, za pomocą słów i gestów w ramach indywidualnie określanego kontekstu. Interfejs tego typu ma dwie podstawowe funkcje: profilowanie i świadomość kontekstu. Profilowanie odnosi się do dostosowywania sposobu interakcji do indywidualnych preferencji danego człowieka. Natomiast świadomość kontekstu to zdolność do adaptacji.

Analizując działanie systemów wszechobecnych można wskazać, iż rozwiązania te są nastawione na kilka zasadniczych typów działań. Zaliczmy do nich zbieranie informacji o użytkowniku i ich przetwarzanie, gdzie zadaniem takiego oprogramowania jest zbieranie informacji, komunikacja, odpowiedzialna za współprzetwarzanie danych z innymi urządzeniami w celu wspierania działań użytkownika oraz oddziaływanie, polegające na zmianie stanu otoczenia człowieka w kontekście decyzji podejmowanych przez system.

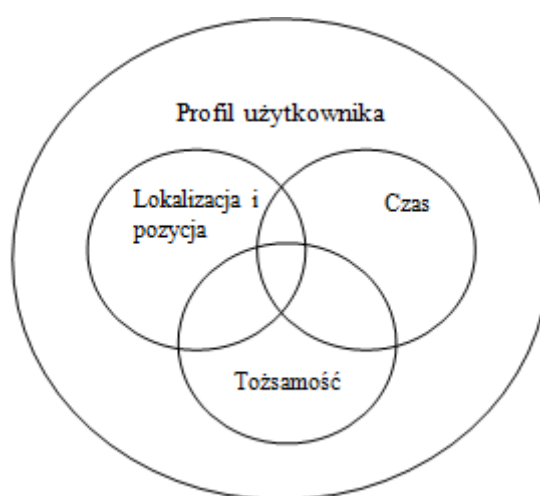
Dzięki ich zastosowaniu przekaz formułowany do użytkownika przestaje być jedynie numerycznym odzwierciedleniem informacji, staje się spersonalizowany i multimedialny. Tym samym mieszkaniec staje się częścią takiego "aktywnego otoczenia" (ang. *active environment*), które analizuje nasze zachowania i podejmuje odpowiednie działania w danym kontekście.

Kontekst działania takiego systemu jest tutaj istotny. Systemy wszechobecne mają za zadanie oddziaływać w danej chwili w zakresie niezbędnym użytkownikowi i w czasie realizowanych przez niego konkretnych działań, a jednocześnie nie powinny ich zakłócać. Wyróżnić możemy różne rodzaje kontekstów oddziaływania (Kolos-Mazuryk i inni, 2005):

- przestrzenny i temporalny - gdzie kontekst odnosi się do czasu, ruchu, lokalizacji,

- otoczenia użytkownika - dotyczy usług, procesów z którymi wchodzi w kontakt,
- personalny - odnoszący się do fizycznych i mentalnych stanów użytkownika,
- zadaniowy - definiujący aktualne cele, zadania, podejmowane akcje,
- społeczny - dotyczący zależności, związków z innymi użytkownikami. Także jego roli społecznej i statusu,
- informacyjny - odnoszący się do informacji znajdujących się w dalekim i bliskim otoczeniu użytkownika.

Kontekst określany może być na podstawie działań i sytuacji w której znajduje się użytkownik oraz może być przedstawiony jako wypadkowa jego lokalizacji, czasu, tożsamości osoby. W efekcie możliwe staje się określenie profilu użytkownika (rysunek 2).



Rys. 2. Kontekst opisujący użytkownika  
 Źródło: opracowania własne na podstawie (Mannings, 2008)

Podstawowym problemem budowy rozwiązań wszechobecných, jest tworzenie mechanizmów sztucznej inteligencji oraz reprezentacja wiedzy na temat użytkownika. W dynamicznym systemie, gdzie użytkownicy czasowo korzystają z usług danego urządzenia, niezbędne jest posiadanie odpowiednio skodyfikowanej wiedzy na jego temat. Jedną z koncepcji modelowania mechanizmów przetwarzania i reprezentacji wiedzy jest podejście określane mianem wszechobecnego modelowania użytkownika (ang. ubiquitous user modeling).

### **Modelowanie wiedzy o użytkowniku w systemach wszechobecných**

Konieczność modelowania wiedzy o użytkowniku wynika z faktu, iż aby dostarczyć użytkownikowi odpowiednią usługę musimy posiadać na jego temat jakąś informację. Problemem jaki pojawia się w tym przypadku jest (Kuffik i inni, 2012):

- niewielka ilość informacji o użytkowniku korzystającym z danej usługi,
- heterogeniczność informacji opisujących użytkownika,
- konieczność monitorowania i adaptowania modelu użytkownika w sposób ciągły w danym otoczeniu.

Jako rozwiązania tego problemu, wskazać można różnorodne techniki w obszarze modelowania wiedzy o użytkowniku do których zaliczymy (Kuffik i inni, 2012):

- bazujące na cechach oraz zawartości modelowanie użytkownika (ang. feature-based and content-based user modeling) - podejście to zakłada charakteryzowanie użytkownika poprzez szereg zmiennych. Pozwala na wskazywanie stopnia ich podobieństwa w oparciu o wektory oraz przestrzeń n wymiarową. Zastosowanie tego podejścia pozwala na generowanie rekomendacji na podstawie przyjętych kryteriów. Może być także zastosowane w ocenie dokumentów tekstowych będących przedmiotem zainteresowania użytkowników,
- modelowanie użytkownika poprzez analizę przypadków (ang. case-base user modeling) - podejście to pozwala na dopasowanie preferencji użytkownika do istniejących przypadków w bazie i zaproponowanie najlepszego rozwiązania na podstawie rozwiązań już istniejących,
- modelowanie użytkownika na bazie współpracy (ang. collaborative user modeling) - podejście to zakłada podobieństwo gustów użytkowników, dzięki czemu dokonywane historyczne decyzje, mogą być wykorzystane przy rekomendowaniu np. towarów innym osobom. W szczególności wykorzystuje się tutaj mechanizmy oceniania, które pozwalają w sposób ilościowy definiować podobieństwo dokonywanych wyborów przez użytkowników,
- demograficzne modelowanie użytkownika (ang. demographics user modeling) - zakłada ono, iż użytkownicy o podobnym tle demograficznym będą posiadali podobne preferencje. Problemem tego podejścia jest bazowanie na stereotypie danej grupy, co w przypadku człowieka może nie przynosić oczekiwanych wyników,
- oparte na wiedzy modelowanie użytkownika (ang. knowledge-based user modeling) - wymaga definiowania bazy wiedzy dotyczącej danej problematyki oraz zastosowania przygotowanego mechanizmu wnioskującego, który na podstawie wiedzy eksperta, będzie określał dane rekomendacje. Przykładem takich rozwiązań są systemy ekspertowe,
- hybrydowe modelowanie użytkownika (ang. hybrid user modeling) - podejście to zakłada łączenie wskazanych podejść w celu stworzenia systemu minimalizującego ich wady i ukierunkowanego na wykorzystanie ich zalet,
- aktywowanie/hamowanie sieci (ang. activation/inhibition networks) - podejście to związane jest z modelowaniem wiedzy o użytkowniku przy użyciu taksonomii, semantyki. W takim wypadku zdefiniowana wiedza o użytkowniku stanowić może element szerszego zbioru conceptów, dotyczących otoczenia w którym się znajduje. Takie podejście pozwala na zastosowanie odpowiednich mechanizmów wnioskujących, pozwalających odkrywać nowe zależności,
- modelowanie użytkownika na bazie stereotypów (ang. stereotypes and user modeling) - wskazuje, iż już na podstawie niewielkiej wiedzy na temat użytkownika można generować wnioski pozwalające na jej rozszerzenie np. dotyczące jego wieku, pracy, płci. Jego zastosowanie może mieć miejsce w przypadku budowy nowych rozwiązań, kiedy zasób informacji na temat użytkownika jest niewielki.

Wskazane koncepcje modelowania wiedzy o użytkowniku, ukazują różnorodność reprezentacji wiedzy kontekstowej, która może znaleźć swoje zastosowanie w systemach wszechobecnych.

### 3. Przykład zastosowania ontologii

Wskazane wcześniej podejścia mogą być wspierane przez różne metody reprezentacji, kodyfikacji wiedzy. Z punktu widzenia reprezentowania wiedzy w systemach wszechobecnym możemy wyróżnić:

- wiedzę faktualną, deklaratywną (często określana jako „wiedza że”) – odnosi się do rzeczy, zdarzeń oraz relacji między nimi. Wskazuje na fakty, reguły, stwierdzenia na bazie których podejmowane są decyzje w systemie wszechobecnym,
- proceduralną (często określana jako „wiedza, jak”) – wskazuje ona w jaki sposób działać i realizować zadania. Odnosi się ona do sposobu przetwarzania posiadanej wiedzy. Definiuje sposób zachowania systemu. Traktowana jest jako zbiór procedur realizowanych przez urządzenia w takim systemie,
- długoterminową – związana jest z wiedzą dziedzinową oraz bezpośrednio wiedzą o użytkowniku danego środowiska. Dotyczy celu jaki powinien zostać osiągnięty w danym systemie. W dużej mierze odnosi się ona całości realizowanego procesu,
- krótkoterminową – jest to wiedza o zmiennym otoczeniu, która musi być na bieżąco aktualizowana. Szczególnie znajduje ona zastosowanie w analizie świata fizycznego, gdzie otoczenie podlega stałym zmianą.

Wiedza w systemach informatycznych reprezentowana może być wielorako. Można wskazać np. rachunek zdań, rachunek predykatów, stwierdzenia, wektory wiedzy (reguły), rami, sieci semantyczne. Z punktu widzenia systemów wszechobecnym zasadne jest zastosowanie semantyki opartej o koncepcje sieci semantycznych Quilliana, który zdefiniował podstawy teoretyczne budowy sieci semantycznych, bez wskazywania na ich syntaktykę. Na tej podstawie zdefiniowane zostały ontologie stanowiące “(...) formalny opis konceptów, ich właściwości oraz atrybutów i ich ograniczeń. Ontologia razem z zapisaną za jej pomocą wiedzą stanowi bazę wiedzy” (Web2, 2012).

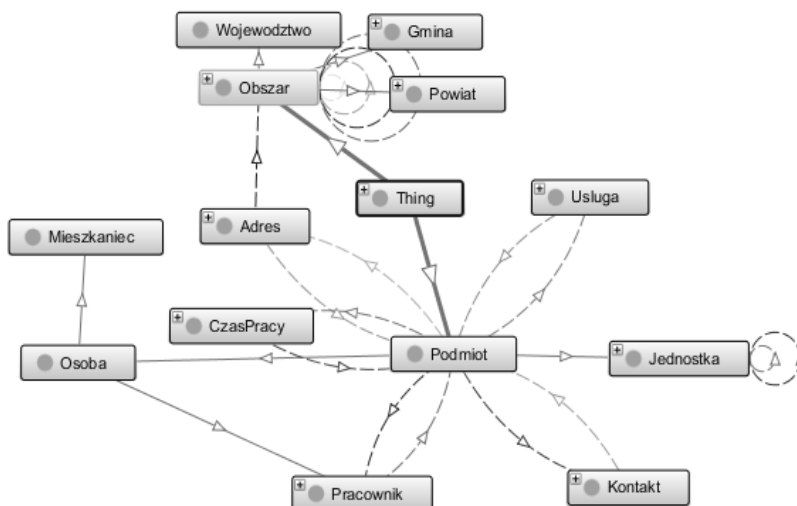
Zastosowanie ontologii jako elementu opisu wiedzy w systemie wszechobecnym pozwala na:

- Współdzielenie bazy pojęciowej i umożliwia łatwość zrozumienia stosowanych pojęć,
- zapewnia możliwość ponownego użytkowania wiedzy, dzięki jej zapisaniu w postaci uniwersalnego zbioru pojęć oraz przy pomocy języków posiadających zdefiniowaną syntaktykę,
- pozwala zdefiniować różnorodne zbiory wiedzy, które mogą być łączone poprzez zdefiniowane powiązania między ontologiami,
- wspiera analizowanie wiedzy, odkrywanie nowej wiedzy na bazie wiedzy już posiadanej oraz zapewnia możliwość definiowania ograniczeń, pozwalających unikać błędów w czasie kodowania wiedzy.

Z punktu widzenia zastosowania ontologii w systemach wszechobecnym wskazać można dwa rodzaje ontologii: domenową, także określaną dziedzinową oraz ontologię aplikacji (Hilera & Ruiz, 2006). Pierwsza z nich opisuje dziedzinę, dla której system został przygotowany. Można ją podzielić na ogólną, opisującą cały zakres wiedzy wykorzystywany przez dany system oraz częściową, która wspiera wybrane aspekty pracy systemu np. dotyczące określonych celów. Druga z nich tworzona jest dla wspierania aplikacji stosowanej w danym urządzeniu. Tutaj wskazuje się aplikacje ukierunkowane na ontologie (ang. ontology-driven applications), gdzie ontologia wykorzystywana jest w trakcie pracy systemu oraz aplikacje świadome ontologii (ang. ontology-aware application),

gdzie ontologia jest wykorzystywana przez system, ale nie jest jego integralną częścią.

Prezentowanymi w literaturze ontologiami dziedzinowymi są np. SOUPA (Chen 2004) (ang. Standard Ontology for Ubiquitous and Pervasive Systems), CONON (Wang i inni, 2004) (ang. Context Ontology) lub FIPA Device Ontology (Web3, 2012). Przykładem ontologii aplikacji, jest ontologia opisująca proces realizacji usługi wspierająca obsługę mieszkańca ukazana na rysunku 3.



Rys. 3. Model powiązań zastosowanych konceptów  
Źródło: opracowania własne

Ontologia ta może wspomagać mieszkańców danego regionu poprzez zapewnienie im wiedzy na temat możliwych spraw, jakie mogą zrealizować w urzędach. Dodatkowo zapewnia możliwość określania przez mieszkańca, jakie działania musi wykonać i jakie dokumenty musi przygotować, aby zrealizować daną sprawę.

#### 4. Podsumowanie

Ukazane w pracy zagadnienia modelowania systemów wszechobecnych, wskazują na ich rosnącą rolę i coraz większy udział w życiu codziennym człowieka. Budowane obecnie systemy zmierzają do zapewnienia rozwiązaniom technicznym coraz większej autonomii przy wykorzystaniu sztucznej inteligencji. W tym celu konieczne jest jednak, odpowiednie zdefiniowanie modelu wiedzy systemu wszechobecnego w kontekście wspierania działań użytkownika, które to zagadnienia zaprezentowane zostały w niniejszej pracy.

Przykładem obecnie tworzonych rozwiązań może być opracowany prototyp autonomicznego samochodu (Web1, 2012). Rozwiązania takie w przyszłości, będą stanowiły element systemów wszechobecnych, wspierających aktywnie działania człowieka. Już teraz możemy sobie wyobrazić, iż rozwiązanie tego typu powiązane z harmonogramem dnia użytkownika, podejmuje decyzję o przeprowadzeniu badania technicznego w czasie jego pracy lub odwiedza myjnię. Zastosowanie takich rozwiązań znaleźć można także w medycynie, gdzie systemy te wspomagać mogą nadzór nad osobami, poprzez ciągły monitoring osób starszych lub osób chorych. Zastosowanie

czujników ruchu, czujników monitorujących stan pacjenta w otoczeniu codziennym, wspomagać może proces ich rekonwalescencji.

Projektowanie i budowa wskazanych w pracy rozwiązań stanowi jeden z ciekawszych nurtów rozwoju technologii informatycznych dzisiejszych czasów, wskazując jak technologia i nauka oddziałuje na sferę Naszego życia codziennego.

## Literatura

1. (Brey, 2005) - Brey, P. "Freedom and privacy in ambient intelligence" (w:) Ethics and Information Technology, 2005, s. 157–166.
2. (Kuffik i inni, 2012) - Kuffik T., Kay J., Kummerfeld B. "Challenges and Solutions of Ubiquitous User Modeling" w: Kruger A., Kufik T. "Ubiquitous Display Environments" Springer, 2012.
3. (Weiser, 1999) - Weiser M. "The computer for the 21st century" SIGMOBILE Mob. Comput. Commun. Rev. 3(3), 1999, s. 3–11.
4. (Koloz-Mazuryk i inni 2005) - L. Koloz-Mazuryk, G. J. Poulisse und P. A. T. van Eck. Requirements Engineering for Pervasive Services. In Second Workshop on Building Software for Pervasive Computing. Position Papers., San Diego, California, USA. No publisher, 2005, s. 18–22.
5. (Stanek i inni, 2012) - Stanek S., Zadora P., Żytniewski M., Kowal R. "Systemy wszechobecne oraz technologie agentowe" Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji, Zakopane 2012.
6. (Hilera & Ruiz, 2006) - Hilera J. R., Ruiz F. "Ontologies in Ubiquitous Computing", International Conference Of Ubiquitous Computing, Hiszpania, 2006.
7. (Chen i inni, 2004) Chen H., Perich F., Finin T., Joshi A. "SOUPA: Standard Ontology for Ubiquitous and Pervasive Applications" International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Networking and Services, Boston, 2004, s. 258-267.
8. (Wang i inni, 2004) - Wang X.H., Gu T., Zhang D.Q., Pung H.K. "Ontology Based Context Modeling and Reasoning using OWL" Pervasive Computing and Communications,, IEEE CS Press, 2004, s. 18–22.
9. (Mannings, 2008) - Mannings R. „Ubiquitous Positioning” Artech House, Norwood, MA 2008.

## Źródła sieciowe

1. (Web1, 2012) <http://googleblog.blogspot.com/2012/08/the-self-driving-car-logs-more-miles-on.html>, data dostępu 2012-09-12
2. (Web2, 2012). - Noy N.F., McGuinness D.L. "Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology" [[http://protege.stanford.edu/publications/ontology\\_development/ontology101-noy-mcguinness.html](http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101-noy-mcguinness.html)], data dostępu 2012-10-03
3. (Web3, 2012) <http://www.fipa.org/assets/XC00091D.pdf>, data dostępu 2012-10-03

Mariusz Żytniewski  
Zakład Inżynierii Systemów  
Informatycznych Zarządzania  
Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach  
40-287 Katowice ul. 1 Maja 50  
email: mariusz.zytniewski@ue.katowice.pl