



Mariusz Żytniewski

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach
Wydział Informatyki i Komunikacji
Katedra Informatyki
mariusz.zytniewski@ue.katowice.pl

MODELOWANIE KONTEKSTOWEJ WIEDZY O UŻYTKOWNIKU PRZY WYKORZYSTANIU JĘZYKÓW OPISU ONTOLOGII*

Streszczenie: Celem niniejszego opracowania jest analiza problematyki dotyczącej modelowania kontekstowej wiedzy o użytkowniku z zastosowaniem rozwiązań semantycznych, w szczególności języków opisu ontologii. W pierwszym rozdziale zaprezentowano techniki modelowania wiedzy o użytkowniku. W rozdziale drugim ukazano typologię kontekstu, w jakim taka wiedza może być kodyfikowana. W końcowej części opracowania podjęto problematykę zastosowania języków opisu ontologii w modelowaniu kontekstowej wiedzy o użytkowniku oraz zaprezentowano propozycję ontologii pozwalającej opisać kontekst przestrzenny w języku OWL.

Słowa kluczowe: wiedza, ontologia, OWL, wiedza kontekstowa.

Wprowadzenie

Zastosowanie systemów informatycznych w dzisiejszych czasach jest ukierunkowane na poprawę efektywności i skuteczności działań organizacji i decydentów. Aby było to możliwe, konieczne jest tworzenie rozwiązań wspierających przetwarzanie już nie tylko danych i informacji, ale także wiedzy. W szczególności wiedzy o użytkowniku, której kontekst wynika z warunków i celów, dla jakich jest ona stosowana. Rozwiązania informatyczne mogą być odpowiedzialne za zbieranie wiedzy o użytkowniku, jej przetwarzanie, alokację, udostępnianie. Dzięki ich zastosowaniu przekaz formułowany do użytkownika

* Podjęte w artykule zagadnienia dotyczą realizowanego przez autora grantu 2011/03/D/HS4/00782, finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki.

przestaje być jedynie numerycznym odzwierciedleniem informacji, staje się spersonalizowany i multimedialny. Uczestnik tym samym staje się częścią takiego aktywnego otoczenia (*active environment*), które analizuje nasze zachowania i podejmuje odpowiednie działania w danym kontekście.

Celem niniejszego opracowania jest analiza problematyki dotyczącej modelowania kontekstowej wiedzy o użytkowniku z zastosowaniem rozwiązań semantycznych, w szczególności języków opisu ontologii. W pierwszym punkcie zaprezentowano techniki modelowania wiedzy o użytkowniku. W punkcie drugim ukazano typologię kontekstu, w jakim taka wiedza może być kodyfikowana. Na koniec podjęto problematykę zastosowania języków opisu ontologii w modelowaniu kontekstowej wiedzy o użytkowniku oraz zaprezentowano propozycję ontologii pozwalającej opisać kontekst przestrzenny w języku OWL.

1. Techniki modelowania wiedzy o użytkowniku

Odnosząc się do podstawowych pojęć danych, informacji i wiedzy, można wskazać, iż wiedza stanowi informację zastosowaną w danym kontekście. Taka wiedza kontekstowa może być rozpatrywana jako wiedza, która jest istotna oraz może być zastosowana dla zrozumienia problemu decyzyjnego w określonych okolicznościach [Brezillon, Pomerol, 1999]. Wymiar zastosowania informacji z punktu widzenia rozwiązań informatycznych dotyczy ich użycia dla celu realizacji określonych zadań, które zostały mu powierzone lub które ma on wspomagać. W literaturze można spotkać propozycje podziału wiedzy dotyczącej kontekstu na wskazaną wiedzę kontekstową (*contextual knowledge*) oraz kontekst proceduralizowany (*proceduralized context*) [Pomerol, Brezillon, 2001]. Pierwszy rodzaj wiedzy odnosi się do wiedzy ogólnej, pozwalającej na identyfikację kontekstu oraz określenie akcji, jakie może podjąć system informatyczny lub decydent. Stanowi ona swoiste tło dla procesów decyzyjnych, które określa zakres możliwych działań. Drugi rodzaj wiedzy to wiedza na temat czynności i związanych z nimi procedur, jakie są możliwe do wykonania na podstawie zidentyfikowanych akcji. Oba rodzaje wiedzy mogą zostać wykorzystane w procesie modelowania wiedzy o użytkowniku oraz w podejmowanych w tym celu działaniach.

Konieczność modelowania kontekstowej wiedzy o użytkowniku wynika z tego, że aby dostarczyć użytkownikowi odpowiednią usługę, trzeba posiadać na jego temat informacje, które pozwolą twórcom systemu informatycznego stworzyć rozwiązanie reagujące na potrzeby, np. określić jego preferencje. Do wspomaganego budowy rozwiązań informatycznych stosuje się różne techniki w obszarze modelowania wiedzy o użytkowniku [Kuflik, Kay, Kummerfeld,

2012]. Pierwszą z nich jest opierające się na cechach oraz zawartości modelowanie użytkownika (*feature-based and content-based user modeling*). Podejście to zakłada charakteryzowanie użytkownika poprzez szereg zmiennych, które pozwalają go opisać. Zastosowanie tego podejścia pozwala na generowanie rekomendacji na podstawie przyjętych kryteriów. Może być także wykorzystane w ocenie dokumentów tekstowych będących przedmiotem zainteresowania użytkowników. Kolejnym podejściem jest modelowanie użytkownika na podstawie współpracy (*collaborative user modeling*). Podejście to zakłada podobieństwo gustów użytkowników, dzięki czemu dokonywane wcześniej 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. Podejście to nawiązuje do stosowanej obecnie koncepcji WEB 2.0 i społecznego ukierunkowania budowy portali internetowych. Stosowane jest np. w systemach rekomendacji książek i filmów. Kolejnym wskazywanym podejściem jest modelowanie użytkownika oparte na wiedzy (*knowledge-based user modeling*), które wymaga definiowania bazy wiedzy dotyczącej danej problematyki oraz zastosowania przygotowanego mechanizmu wnioskującego. Przykładem takich rozwiązań są systemy ekspertowe. Jest to związane bezpośrednio z podejściem dotyczącym modelowania wiedzy o użytkowniku przy użyciu taksonomii, semantyki. W takim wypadku zdefiniowana wiedza o użytkowniku może stanowić element szerszego zbioru conceptów, dotyczących otoczenia użytkownika. Takie podejście umożliwia zastosowanie odpowiednich mechanizmów wnioskujących, pozwalających odkrywać nowe zależności.

Wskazane koncepcje modelowania wiedzy o użytkowniku ukazują różnorodność reprezentacji wiedzy kontekstowej, sposobów jej pozyskiwania i modelowania, które mogą znaleźć swoje zastosowanie w systemach informatycznych. W kolejnym punkcie ukazano problematykę dotyczącą typologii wiedzy kontekstowej oraz budowania profilu użytkownika, do których wskazane tutaj podejścia mogą się odnosić.

2. Kontekst działania systemu informatycznego w obszarze modelowania wiedzy o użytkowniku

W przypadku kiedy użytkownik wykorzystuje dane rozwiązanie informatyczne działające samodzielnie, autonomicznie, to do zadań stosowanego oprogramowania należy określenie kontekstu zastosowania posiadanej wiedzy. W szczególności jest to widoczne w teorii systemów wszechobecnym, które 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. Problemem jaki pojawia się w tym przypadku jest [Kuflik, Kay, Kummerfeld, 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.

Złożoność koncepcji systemów wszechobecnych powoduje, iż kontekst oddziaływania tych rozwiązań może być wieloraki. Jednym z nich może być chęć profilowania działań użytkownika. Z punktu widzenia tego zagadnienia konieczne jest określenie szeregu czynników dotyczących działań i sytuacji, w których użytkownik się znajduje. W efekcie profil użytkownika może być traktowany jako wypadkowa lokalizacji, czasu i tożsamości osoby [Mannings, 2008]. W omawianym przypadku lokalizacja i pozycja użytkownika dotyczy jego umiejscowienia przestrzennego. Aktualnie stosowane urządzenia przenośne pozwalają na ustalenie pozycji danej osoby, która może być wykorzystana np. dla celu personalizacji przekazywanych informacji. Kolejnym wskazanym czynnikiem jest czas, który pozwala na uchwycenie zmian w profilu użytkownika. Ostatnim elementem budowy profilu uczestnika jest tożsamość, oznaczająca informacje na temat jego osoby, w szczególności informacje pozwalające na jego jednoznaczny identyfikację.

Bardziej dokładną typologię kontekstu wiedzy można odnaleźć w pracy Requirements Engineering for Pervasive Services [Kolos-Mazuryk, Poulisse, van Eck, 2005], gdzie autorzy rozróżniają sześć typów kontekstu dotyczącego oddziaływania systemu na użytkownika, które mogą zostać przetransponowane na kontekst wiedzy, jaką musi posiadać system. W efekcie można wyróżnić kontekst [Żytniewski, 2013]:

- przestrzenny i temporalny – odnosi się do czasu, ruchu, lokalizacji. Przykładem takiego podejścia jest kontekst stosowany w profilowaniu użytkowników,
- otoczenia użytkownika – dotyczy usług, procesów, z którymi użytkownik wchodzi w kontakt,
- personalny – odnoszący się do fizycznych i mentalnych stanów użytkownika, gdzie kontekst pozwala opisać dany podmiot,
- zadaniowy – definiujący aktualne cele, zadania, podejmowane akcje. Tutaj głównymi elementami podlegającymi opisowi są działania i procesy, w których uczestniczy użytkownik,
- społeczny – dotyczący zależności, związków z innymi użytkownikami oraz jego roli społecznej i statusu,
- informacyjny – odnoszący się do informacji znajdujących się w dalekim i bliskim otoczeniu użytkownika.

Z punktu widzenia modelowania wiedzy dotyczącej konkretnego kontekstu jej zastosowania, konieczne jest wykorzystanie odpowiednich form jej kodyfikacji. Jednym z rozwiązań mogących znaleźć tutaj swoje zastosowanie są ontologie.

3. Rodzaje ontologii oraz ich charakterystyka

Jak wskazuje M. Owoc [2006] „(...) reprezentowanie wiedzy można określić jako specyficzny sposób odwzorowania faktów, właściwości i stanów obiektów z pewnej dziedziny, umożliwiający wnioskowanie”. Wiedzę można traktować jako zestaw informacji zebranych i zrozumiałych dla odbiorcy, dotyczącą określonego tematu. Wskazane wcześniej podejścia mogą być wspierane przez różne metody reprezentacji, kodyfikacji wiedzy. Z punktu widzenia reprezentowania wiedzy w systemach informatycznych można wyróżnić wiedzę faktualną, deklaratywną (często określaną jako „wiedza że”), która odnosi się do rzeczy, zdarzeń oraz relacji między nimi, proceduralną (często określaną jako „wiedza jak”) wskazującą w jaki sposób działać i realizować zadania. Inne podziały wymieniają wiedzę długookresową oraz krótkookresową oraz wiedzę głęboką i płytką [Pomerol, Brezillon, 2001].

Jednym z rozwiązań, które mogą zostać zastosowane w modelowaniu wiedzy kontekstowej, są języki opisu ontologii. Można wyróżnić kilka podejść do budowy ontologii [Sobczak, 2006]. W opracowanym przykładzie w kolejnym punkcie wykorzystano podejście syntetyczne.

Z punktu widzenia zastosowania ontologii w systemach wszechobecnym, można wskazać dwa rodzaje ontologii: domenową, określaną także jako dziedzinową, oraz ontologię aplikacji [Ruiz, Hiler, 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 (*ontology-driven applications*), gdzie ontologia wykorzystywana jest w trakcie pracy systemu oraz aplikacje świadome ontologii (*ontology-aware application*), gdzie ontologia jest wykorzystywana przez system, ale nie jest jego integralną częścią. Oprócz takiego podziału w literaturze [Guarino, 1998; Chandrasekaran, Josephson, Benjamins, 1998; Gomez, 2008], można także odnaleźć ontologie ogólne (*Top-level/upper level/core ontologies*), ontologie domeny/dziedzinowe (*Domain ontologies*), ontologie zadaniowe/procedur (*Taks ontologies*). Inne typologie ontologii można znaleźć w pracy An Ontology-Driven Software Development Framework [Mavetera, Koreze, 2010].

Zastosowanie semantycznego sposobu reprezentacji wiedzy wspomaga jej współdzielenie między systemem informatycznym a decydentem. Można wskazać wiele zalet semantycznego reprezentowania wiedzy systemu. Zastosowanie określonego języka opisu ontologii umożliwia jej ponowne użycie, ułatwia wprowadzanie zmian oraz daje możliwość jej łączenia z innymi istniejącymi ontologiami. Zastosowanie ontologii jako elementu opisu wiedzy w systemie informatycznym pozwala na współdzielenie bazy pojęciowej i umożliwia łatwość zrozumienia stosowanych pojęć. To współdzielenie może dotyczyć zarówno człowieka, jak i oprogramowania, które korzysta z tego samego zbioru pojęć i zależności między nimi. Wiedza tak przygotowana w ograniczonym zakresie może być reprezentowana w formie grafów, co wspomaga jej interpretację na poziomie zależności pojęciowych. Zapewnia możliwość ponownego użytkownika wiedzy dzięki jej zapisaniu w postaci uniwersalnego zbioru pojęć oraz przy pomocy języków posiadających zdefiniowaną syntaktykę. Przykładem takiego języka jest zastosowany w opisywanym dalej przykładzie język OWL. Dzięki kodyfikacji może być ona stosowana w budowie baz wiedzy. Pozwala zdefiniować różnorodne zbiory wiedzy, które mogą być łączone poprzez zdefiniowane powiązania między ontologiami. Jedną z cech ontologii jest możliwość stosowania już istniejących w procesie tworzenia nowych. Powoduje to łatwiejsze ich współużytkowanie i rozbudowywanie systemów informatycznych. Efektem tego jest interoperacyjność stosowanej bazy pojęciowej, umożliwiająca współdzielenie wiedzy przez różne organizacje oraz użytkowników. Języki opisu ontologii wspierają analizowanie wiedzy, odkrywanie nowej wiedzy na podstawie wiedzy już posiadanej oraz zapewniają możliwość definiowania ograniczeń, pozwalających unikać błędów w czasie kodowania wiedzy. Dzięki temu już na etapie kodowania nowej wiedzy możliwe staje się wykrycie potencjalnych błędów.

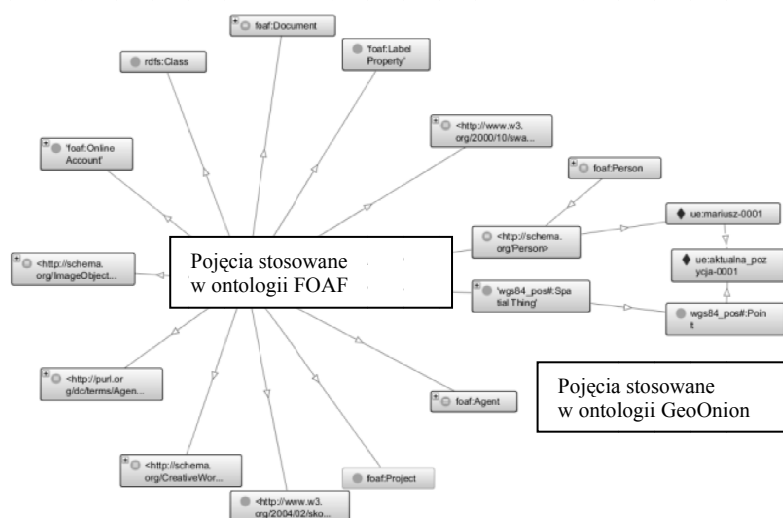
Z punktu widzenia procesu budowy danego rodzaju ontologii, w szczególności ontologii opisującej wiedzę o użytkowniku, konieczne jest zastosowanie określonego języka. Dodatkowo w czasie opracowywania własnej ontologii koniecznym staje się jej budowanie na podstawie już istniejących standardów. W kolejnym punkcie zaproponowano ontologię opracowaną w celu reprezentacji kontekstowej wiedzy o użytkowniku z zastosowaniem języka OWL.

4. Zastosowanie ontologii w budowie kontekstowej wiedzy o użytkowniku

Jednym ze standardów dającym możliwość budowania bazy wiedzy dotyczącej tożsamości użytkownika jest FOAF (*Friend of a Friend*) [www 1], pozwalający na zdefiniowanie właściwości na temat danej osoby. Ontologia ta po-

zwala nie tylko definiować wiedzę o użytkowniku, ale także zapewnia możliwość przypisywania go do projektów, które realizuje lub wskazywania na inne osoby, z którymi jest związany.

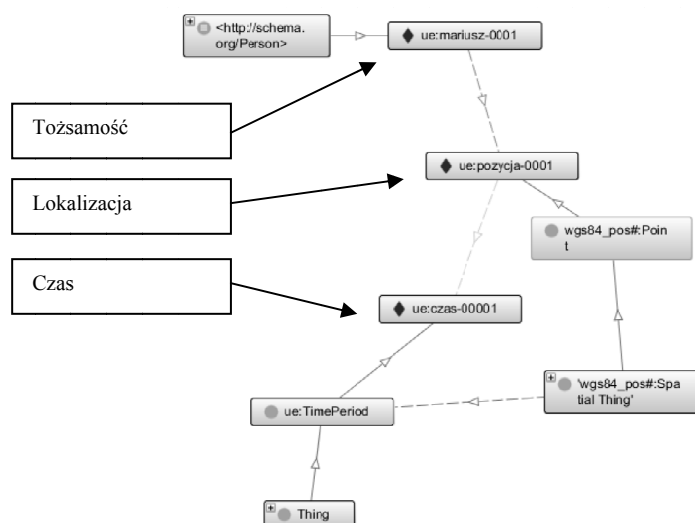
W celu rozszerzenia wiedzy o użytkowniku standard ten może zostać rozwinięty o dane geograficzne. W tym celu w niniejszym opracowaniu zaproponowano zastosowanie ontologii GeoOnion [www 2], zapewniającej możliwość definiowania punktów geolokacyjnych. Powiązanie ontologii FOAF z ontologią GeoOnion ukazuje rys. 1.



Rys. 1. Powiązanie ontologii FOAF i GeoOnion w modelowaniu kontekstu użytkownika

Źródło: Opracowanie własne.

Aby zdefiniować wskazany wcześniej kontekst użytkownika, konieczne jest rozszerzenie opisanej ontologii o nowy koncept definiujący okres, w którym osoba znajdowała się w danej lokalizacji. W tym celu do ontologii dodano nową klasę TimePeriod. Fragment opracowanej ontologii opisującej wskazany na rys. 1 przykład definiowania profilu użytkownika ukazano na rys. 2.



Rys. 2. Propozycja ontologii wspomagającej definiowanie kontekstu temporalno-przestrzennego

Źródło: Opracowanie własne.

Tak opracowana ontologia charakteryzuje się możliwością jej dalszego rozszerzania, łatwą interpretowalnością oraz przenośnością. Zgodnie z ukazaną w punkcie 1 koncepcją budowy profilu użytkownika, pozwala ona na definiowanie wiedzy na jego temat z uwzględnieniem danych geolokalizacyjnych oraz temporalnych, co może zostać zastosowane w modelowaniu zmian w preferencjach użytkownika.

Podsumowanie

Przedstawione typy ontologii oraz przykład zastosowania języka OWL w procesie definiowania wiedzy kontekstowej wskazują, iż w przypadku systemów ukierunkowanych na kontekst użytkownika, ontologie mogą być zastosowane dla celów definiowania zarówno wiedzy dziedzinowej, jak i proceduralnej, wspomagając specyfikację zasobów wiedzy o użytkowniku. Ukazane w opracowaniu zagadnienia dotyczące mechanizmów semantycznego reprezentowania danych oraz ontologii wskazują, iż w przypadku Web 2.0 jego treści oraz forma przekazu ukierunkowana jest na użytkowników. To oni tworzą informacje oraz to do nich są one skierowane. O ile w takim wypadku stosowane obecnie technologie są akceptowalne, o tyle w przypadku maszynowego przetwarzania takich treści niezbędne jest odniesienie się do odpowiednich standardów opisu zasobów Internetu. W przypadku Web 3.0 takimi standardami są języki opisu ontologii.

Ukazany w pracy przykład ontologii dotyczącej przestrzennej wiedzy kontekstowej o użytkownika może podlegać dalszemu rozszerzaniu w zależności od potrzeb. Oprócz wskazanego kontekstu przestrzennego i temporalnego, możliwe jest np. dodanie do niego elementów ontologii definiującej procesy biznesowe i wskazania zadań realizowanych przez daną osobę w określonej lokalizacji i czasie.

Literatura

- Brezillon P., Pomerol J.Ch. (1999), *Contextual knowledge and proceduralized context*, AAAI Technical Report WS-99-14.
- Chandrasekaran B., Josephson J.R., Benjamins V.R. (1998), *Ontology of tasks and methods*, [w:] Proceedings of the 11th Knowledge Acquisition Modeling and Management Workshop, Canada.
- Guarino N. (1998), *Formal ontology and information systems*, [w:] Proceedings of FOIS'98, Trento, Italy.
- Kolos-Mazuryk L., Poulisse G.J., van Eck P.A.T. (2005), *Requirements engineering for pervasive services*, Second Workshop on Building Software for Pervasive Computing. Position Papers, San Diego, California, USA.
- Kuflik T., Kay J., Kummerfeld B. (2012), *Challenges and solutions of ubiquitous user modeling* [w:] Kruger A., Kuflik T. (eds.), *Ubiquitous display environments*, Springer, Berlin, Heidelberg.
- Mannings R. (2008), *Ubiquitous positioning*, Artech House, Norwood, Massachusetts, USA.
- Mavetera N., Kroeze J.H. (2010), *An ontology-driven software development framework* [in:] Proceedings of the 14th International Business Information Management Association Conference, Soliman K.S. (ed), *Business transformation through innovation and knowledge management*, An Academic Perspective.
- Owoc M.L. (2006), *Elementy systemów ekspertowych. Cz. I – Sztuczna inteligencja i systemy ekspertowe*, Wydawnictwo AE, Wrocław.
- Pomerol J.-Ch., Brézillon P. (2001), *About some relationships between knowledge and context modeling and using context*, Lecture Notes in Computer Science, No. 2116.
- Ruiz F., Hilera J.R. (2006), *Using ontologies in software engineering and technology* [w:] Calero C., Ruiz F., Piattini M. (ed.), *Ontologies for software engineering and software technology*, Springer Verlag.
- Sobczak A. (2006), *Analiza wybranych metod budowy ontologii* [w:] Porębska-Miąc T., Sroka H. (red.), *Systemy Wspomagania Organizacji – SWO 2006*, Wydawnictwo AE, Katowice, s. 183-191.
- Żytniewski M. (2013), *Modelowanie wiedzy o użytkowniku w systemach wszechobecných* [w:] Knosala R. (red.), *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole.
- [www 1] <http://www.foaf-project.org> (dostęp: 23.06.2014).
- [www 2] <http://www.w3.org/wiki/GeoOnion> (dostęp: 23.06.2014).

**MODELING OF CONTEXTUAL KNOWLEDGE ABOUT THE USER
WITH THE USE OF THE ONTOLOGY DESCRIPTION LANGUAGES**

Summary: The use of computer systems today is focused on improving the effectiveness and efficiency of the organization and decision-makers. To make this possible it is necessary to create solutions that support the processing of not only data and information but also knowledge. IT solutions may be responsible for collecting the knowledge about the user, its processing, allocation, sharing. Thanks to their use the message formulated to the user cease to be merely a reflection of numerical information, it becomes personalized and multimedia. Thus, the participant becomes a part of such an "active environment", which examines our behavior and take appropriate action in a given context. The purpose of this study is to analyze the issues concerning user modeling knowledge using semantic solutions in particular ontology description languages. The first chapter will present the modeling techniques of knowledge about the user. The second chapter will concentrate on typology of the context in which this knowledge can be codified. At the end of the issue of ontology description languages for modeling contextual knowledge about the user will be taken, and the proposal of allowing ontologies to describe the spatial context of the system of knowledge in OWL will be presented.

Keywords: knowledge, ontology, OWL, context knowledge.