

Agnieszka KONYS¹
Jarosław WĄTRÓBSKI²

TECHNIKI SEMANTYCZNE W DOBORZE SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH LOGISTYKI

W artykule podjęto problem analizy dostępnych technik semantycznych wspomagających dobór systemów informatycznych logistyki. W szczególności zidentyfikowano problemy związane z procesem pozyskiwania informacji na temat systemów informatycznych logistyki oraz zaprezentowano i scharakteryzowano wybrane techniki semantyczne. W następstwie umożliwiło to budowę przykładowego modelu rozwiązania opartego na ontologii dziedzinowej wspomagającej dobór systemu informatycznego logistyki dla klasy WMS. Całość kończą wnioski z przeprowadzonych badań.

SEMANTIC TECHNIQUES SUPPORTING LOGISTICS INFORMATION SYSTEMS SELECTION

This article presents the problem of analysis available semantic techniques supporting logistics information systems selection. The problems of information retrieval process of logistics information systems and components were introduced. Next, the selected semantic techniques were proposed and characterized as well. Further the domain-ontology model for logistics information systems of WMS class was presented. The conclusions finish the article.

1. WSTĘP

Podstawą efektywnego funkcjonowania każdej organizacji jest posiadanie określonych informacji, stanowiących jej zasoby niematerialne, które można by było w sposób efektywny wymieniać pomiędzy pojedynczymi komórkami przedsiębiorstwa, co niewątpliwie przełożyłoby się na poprawę funkcjonowania danej jednostki organizacyjnej. Właściwe nią zarządzanie pozwala osiągnąć znaczącą przewagę nad konkurencją. Informacja dla logistyki i zarządzania jest szczególnym rodzajem informacji. Pozwala ona bowiem na realizację takich funkcji zarządzania jak: planowanie, organizowanie,

¹ Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, Wydział Informatyki, 71-210 Szczecin, ul. Żołnierska 49, tel: +48 91 449 567, Fax: +48 91 48 708 42, e-mail: akonys@wi.ps.pl

² Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, Wydział Informatyki, 71-210 Szczecin, ul. Żołnierska 49, tel: +48 91 449 567, Fax: +48 91 48 708 42, e-mail: jwatrobki@wi.ps.pl

przewodzenie i kontrolowanie [17]. Wśród czynników, które decydują o efektywności łańcucha logistycznego można wskazać na ogromną rolę, jaką odgrywa w przedsiębiorstwie sprawny system informacyjny. Samo posiadanie informacji nie zapewnia przewagi konkurencyjnej – istotnym jest również sposób posługiwania się nią. System informacyjny stanowi zaprojektowaną i stosowaną w przedsiębiorstwie organizację pracy. W nowoczesnym, konkurencyjnym przedsiębiorstwie logistycznym sprawny system informacyjny jest koniecznością.

Logistykę niewątpliwie wyróżnia tempo zmian jakim uległa na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat i jakim ciągle podlega. Nieustannie powiększająca się konkurencja powoduje, że coraz większego znaczenia dla przedsiębiorstw nabiera właśnie ta branża. Wskutek ciągłych zmian zachodzących na rynku oraz pojawienia się nowych technologii koniecznym jest zapewnienie takiego rozwiązania informatycznego, które w pełni wspomagałoby bieżące potrzeby przedsiębiorstwa. W nowoczesnym, konkurencyjnym przedsiębiorstwie logistycznym sprawny system informacyjny jest koniecznością [17]. Jednocześnie istnienie ogromnej liczby systemów informatycznych na rynku powoduje, że wskazanie właściwego dla danego przedsiębiorstwa rozwiązania może być zarówno czasochłonnym jak i nakładochłonnym procesem. Ponadto, wybór właściwych składników oprogramowania (spośród wielu rozwiązań dostępnych na rynku) odgrywa kluczową rolę w procesie doboru i rozwoju systemu informatycznego przedsiębiorstwa. Jedną z trudności związanych z procesem wyboru jest ogromna ilość rozproszonych informacji, mogących przyczynić się do wzrostu ryzyka związanego z podjęciem właściwej decyzji.

Celem podjętym w artykule jest przedstawienie i dokonanie charakterystyki wybranych technologii semantycznych wspomagających dobór systemów informatycznych logistyki, a następnie zaprezentowanie przykładowej ontologii dziedzinowej wspomagającej wybór systemów informatycznych logistyki dla systemów klasy WMS.

2. PROBLEMY ZWIĄZANE Z WYBOREM I POZYSKIWIANIEM WIEDZY O SKŁADNIKACH SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH LOGISTYKI

Jednym z istniejących problemów współczesnego przedsiębiorstwa logistycznego jest dokonanie właściwego wyboru systemu informatycznego wspomagającego jego działalność. Niejednokrotnie system informatyczny logistyki jest budowany bądź rozwijany w oparciu o dostępne składniki oprogramowania. Ograniczeniem związanym z procesem wyboru składników jest dostęp do informacji na temat charakterystyk funkcjonalnych poszczególnych komponentów. Zbiór składników poddawanych ocenie zależy od posiadanych przez decydenta informacji oraz dostępnych źródeł wiedzy na temat poszczególnych rozwiązań. Częstym źródłem wiedzy są informacje zdobyte z użyciem zasobów sieciowych. Jednakże są to informacje najczęściej dostarczane przez sprzedawcę (często o charakterze subiektywnym) bądź gromadzone na bazie dokumentacji oprogramowania (często niepełnej) [11]. Jako sposób pozyskiwania informacji o zasobach wiedzy na temat składników ponadto można wyróżnić wykorzystanie taksonomii. Jednakże bardzo często informacje o składnikach zawarte w taksonomii są rozpowszechniane, zawierając jedynie ograniczony i niewłaściwie zorganizowany opis na temat zebranych składników. Analogiczna sytuacja może mieć miejsce w przypadku, gdy decydent jako źródło wiedzy o komponentach wykorzysta niezależny raport. Jego szczegółowy zakres bazyje także na dostarczonych przez sprzedawcę informacjach na temat funkcjonalności,

a testy składników nie charakteryzują się wysokim poziomem szczegółowości, dostarczając jedynie ogólnych danych o składniku. Zastosowanie opinii i ocen w oparciu o wiedzę ekspercką również wymaga posiadania szczegółowej informacji o składnikach [12]. Dokonując próby oceny powszechnie stosowanych podejść do wyboru systemu informatycznego wspomagającego logistykę wskazać należy szereg występujących niedostatków. Przede wszystkim informacje dostarczane przez producentów/sprzedawców oprogramowania wspomagającego logistykę są bardzo często niekompletne, ukierunkowane na wypuklenie tylko mocnych stron rozwiązania, jednocześnie nie dostarczając wiedzy na temat niedociągnięć lub braków poszczególnych funkcjonalności przez dany składnik. Ponadto dokonując próby wskazania składników o szczególnych funkcjonalnościach bardzo często trudno dotrzeć do wyspecjalizowanych informacji charakteryzujących te komponenty, gdyż wymagana jest szczegółowa wiedza osób oceniających składniki.

3. WYBRANE TECHNIKI SEMANTYCZNE WSPOMAGAJĄCE DOBÓR SYSTEMU INFORMATYCZNEGO LOGISTYKI

Sieć Semantyczna ma za zadanie utworzenie i rozpowszechnienie standardów opisywania treści w Internecie w taki sposób, aby umożliwić maszynom i różnym programom (w tym agentom) przetwarzanie informacji w sposób automatyczny [14]. Proces przekazywania danych przebiegać ma w taki sposób, aby umożliwić dokonanie powiązań ich znaczeń między sobą również w ramach odpowiedniego kontekstu [8]. Zastosowanie technik semantycznych wspomagających dobór systemów informatycznych dla logistyki ma na celu przedstawienie ujednoczonej reprezentacji zróżnicowanych danych na temat poszczególnych systemów logistycznych oraz funkcjonalności oferowanych przez nie usług. Ponadto, ma miejsce zastosowanie formalnego modelu wiedzy zawierającego informacje w dziedzinie logistyki przy użyciu ontologii.

Poniższa tabela przedstawia wybrane techniki semantyczne, koncentrujące się głównie na problemach związanych z dopasowaniem ontologii do wymagań wskazanych przez użytkownika, narzędzia usprawniające daną ontologię (ONTOMANAGER) [5], wspomagających ekspertów podczas modelowania meta-przypadków biznesowych (SymOntoX, PLIB) [1, 6], hierarchicznego grupowania danych (HAC) [2], rekomendujących systemów agendowych (RASCAL Users Web Mining) [10], techniki wspomagające identyfikację składników oraz ich klasyfikację w oparciu o rodzajową dziedzinę taksonomii i wygenerowane semantyczne dane wejściowe użytkownika (Sema-SC) [1], narzędzia usprawniające proces wyszukiwania oraz pozyskiwania informacji w rozbudowanych repozytoriach składników oraz w sieci WWW (Semantic Based Technique) [3], techniki wspomagające utworzenie dopasowanych rozwiązań, obejmujących charakterystykę jakości poszczególnej dziedziny (NFR) [4] oraz narzędzie - prototyp wyspecjalizowanego aparatu wyszukiwania dla oprogramowania COTS sprzedawanego w sieci (MoreCOTS) [7], a także technikę wspomagającą rozwijanie otwartego portalu informacyjnego dla oprogramowania COTS oraz składników non software, w którym poszczególne istniejące repozytoria COTS mogą zostać zintegrowane wykorzystując rodzajową (ogólną) ontologię (IPSCom) [1, 9].

Tab. 1. Wybrane techniki semantyczne

Nazwa	Zastosowanie
ONTOMANAGER	<p>W skład wchodzi trzy komponenty: Moduł Integracji Danych, Moduł Wizualizacji oraz Moduł Analizujący. Celem jest dopasowanie ontologii do wymagań. Jako kryteria wybrane są potrzeby użytkownika. Pierwszy z modułów - Moduł Integracji Danych spełnia trzy główne zadania: gromadzi dane z różnych serwerów oraz tworzy centralny dziennik ontologii. Ponadto gromadzi dane z uprzedniego procesu, uwzględniając oddzielenie danych wskutek zapisywania słów przez dziennik, nie zaś pojęć, a także przeprowadza porządkowanie dzienników w sposób umożliwiający szybki i efektywny dostęp. Z kolei Moduł Wizualizacji łączy zintegrowaną ontologię używanych danych z ontologią samą w sobie. Tym samym umożliwia przedstawienie tych samych informacji w różny sposób. Natomiast Moduł Analizujący dostarcza wskazówek do menadżera ontologii w jaki sposób ulepszyć daną ontologię. Proces usprawnienia powinien być prowadzony zgodnie z potrzebami użytkownika.</p>
SymOntoX	<p>Zapewnia identyfikację i kategoryzację wybranych przypadków biznesowych. Dostarcza wielu możliwości modelowania (meta-przypadki) wspomagających ekspertów. Model ontologii w SymOntoX jest przedstawiany jako OPAL (Object, Process, and Actor modelling Language).</p>
Hierarchical Agglomerative Clustering (HAC)	<p>Stosowany jest hierarchiczny proces grupowania danych za pomocą punktów. Grupowanie elementów podobnych (punkty) ma na celu dostarczenie identyfikacji tematów w drzewie binarnym, na podstawie których obliczany jest węzeł rozbieżności.</p>
PLIB	<p>Celem jest budowa menadżera ontologii, dostarczającego użytkownikowi środków koniecznych do zdefiniowania i rozwijania ontologii. Opiera się na trzech podstawowych założeniach:</p> <ul style="list-style-type: none"> • W każdej z dziedzin występuje szczegółowy słownik, należący do danej dziedziny oraz istnieje możliwość wyrażenia, a także określenia właściwości umożliwiających międzypersonalną komunikację (context explicit ontology). • Użytkownicy ciągle rozwijają pojęcia, jednocześnie je stosując, więc koniecznym staje się fakt posiadania takiego narzędzia, które pozwalałoby użytkownikowi budowę jego własnej ontologii jako kierunku podziału ontologii. • Koniecznym jest dostarczenie decydom oraz maszynom (komputerom) jednoznacznych i zrozumiałych danych. <p>W wyniku tego, że został wykreowany nowy model danych</p>

	określany jako Ontology-Based Database (OBDB), w którym każda baza danych zawiera ontologię.
INSEAS	Technika ta wykorzystuje język XML oraz technologie agentowe. Dane wejściowe są przekształcane do postaci dokumentów XML, następnie gromadzone są w repozytorium przy użyciu modułów: Component Agent oraz User Agent w celu dalszego procesu wyszukiwania. INSEAS wykorzystuje format XML w celu nadania semantycznego znaczenia aktorom uczestniczącym w procesie. Moduł User Agent jest odpowiedzialny za dostarczenie właściwego i efektywnego środowiska dla procesu wyszukiwania. Z kolei moduł Component Agent wspomaga gromadzenie składników w repozytorium INSEAS, przedstawiając informacje na temat składnika w formacie opartym na XML. Ponadto, wykorzystuje cztery różne metody wyszukiwania: wyszukiwanie w oparciu o słowa kluczowe, wyszukiwanie kontekstowe, wyszukiwanie przeglądowe oraz interaktywne wyszukiwanie przy użyciu agenta.
RASCAL - Users Web Mining	Technika oparta na rekomendującym systemie agentowym, którego zadaniem jest wskazanie rekomendowanych składników oprogramowania poszukiwanych przez użytkownika. System przyjmuje założenie, że użytkownik posiada określone wymagania, ale nie posiada dostatecznej wiedzy na temat istnienia tych składników oprogramowania. System działa w celu zapewnienia monitorowania i aktualizacji historii zastosowań przez użytkownika. Ponadto, użytkownik nie musi precyzować wskaźników dotyczących poszczególnych składników. W dalszym etapie ma miejsce automatyczne wnioskowanie w oparciu o głosy użytkownika dla danej pozycji, poprzez monitorowanie jak często dany składnik jest używany przez użytkownika, a także analizując historię użycia poszczególnych składników (które są automatycznie gromadzone i przechowywane w bazie danych preferencji użytkownika). Następnie rekomendacja jest oparta na takim wskaźniku oraz wspólnie opracowanej technice filtracji, która zakłada możliwość wspólnego pogrupowania użytkowników z użyciem o zbiorów podobieństw.
Sema-SC (Semantic Component Selection)	Stanowi częściowo zautomatyzowaną metodę wspomagającą identyfikację składników oraz ich klasyfikację w oparciu o rodzajową dziedzinę taksonomii i wygenerowane semantyczne dane wejściowe użytkownika. Każde zapytanie jest semantycznie dopasowywane do tego, co ma być wyszukiwane, a osiągnięcie lepszych wyników jest możliwe wykorzystując dostępny zautomatyzowany system kategoryzacji.
Semantic-Based Technique	Celem jest usprawnienie procesu wyszukiwania oraz pozyskiwania informacji w rozbudowanych repozytoriach

	<p>składników, także w sieci WWW. System działa następująco: w wyniku pytań wyrażonych przez użytkownika w naturalnym języku, technologia przetwarzania naturalnego języka dokonuje analizy tych zapytań w oparciu o semantykę. Następnie zapytanie jest przełożone do postaci konceptualnych grafów, w dalszym etapie zaś na WSDL/RDF. WSDL jest stosowany do opisu serwisów webowych pod względem interfejsów informacji, dostępnych metod, typów danych, przesyłanych informacji, łączenia informacji w protokoły transportowe, informacje teleadresowe umożliwiające lokalizację serwisu.</p>
NFR	<p>NFR umożliwia utworzenie dopasowanych rozwiązań, obejmujących charakterystykę jakości poszczególnej dziedziny. Jednocześnie pozwala uwzględnić priorytety, powiązane metody operacyjne oraz wnioskowanie odnośnie wpływu niefunkcjonalnego wyboru do projektu systemu. Koncepcja NFR opiera się na idei miękkich celów, nie posiadających dokładnej definicji oraz kryteriów, stanowiących o poziomie osiągniętej satysfakcji (bądź nie) z danego rozwiązania. Framework NFR porządkuje podobne wymagania jakościowe w NFR Type Catalogues w postaci hierarchii typów (rozwiązania bardziej ogólne są umiejscowione na wyższym poziomie, niż te bardziej wyspecjalizowane). Typy katalogów NFR mogą być dopasowywane celem odzwierciedlenia charakterystyk specyfiki danej dziedziny.</p>
MoreCOTS	<p>Stanowi prototyp wyspecjalizowanego aparatu wyszukiwania dla produktów COTS sprzedawanych w sieci. MoReCOTS jest oparty na taksonomii składników dostępnych w skatalogowanych produktach COTS. Dostarcza on uszczegółowienia obejmującego listę kategorii COTS i wyspecjalizowany interfejs wyszukiwania wraz z określonymi zakresami wyszukiwania powiązanych z charakterystykami produktów COTS.</p>
IPSCom (Intelligent Portal for Searching Components)	<p>Prototyp otwartego portalu informacyjnego dla oprogramowania COTS oraz składników non software, w którym poszczególne istniejące repozytoria COTS mogą zostać zintegrowane wykorzystując rodzajową (ogólną) ontologię. Celem rodzajowej ontologii jest dostarczenie wytycznych do zdefiniowania składników, które unifikują występujące różnice pomiędzy różnymi modelami jako standardowy interfejs do wyszukiwania składników. W rezultacie ontologia ta jest w stanie utrzymywać informacje dla każdego ze składników odnośnie: ogólnych informacji (nazwa, wersja, język itp.), cechy (właściwości, metody, przypadki), projektu (opisuje w jaki sposób zbudować złożony składnik łączący uprzednio już istniejące składniki.</p>

Bibliografia [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10]

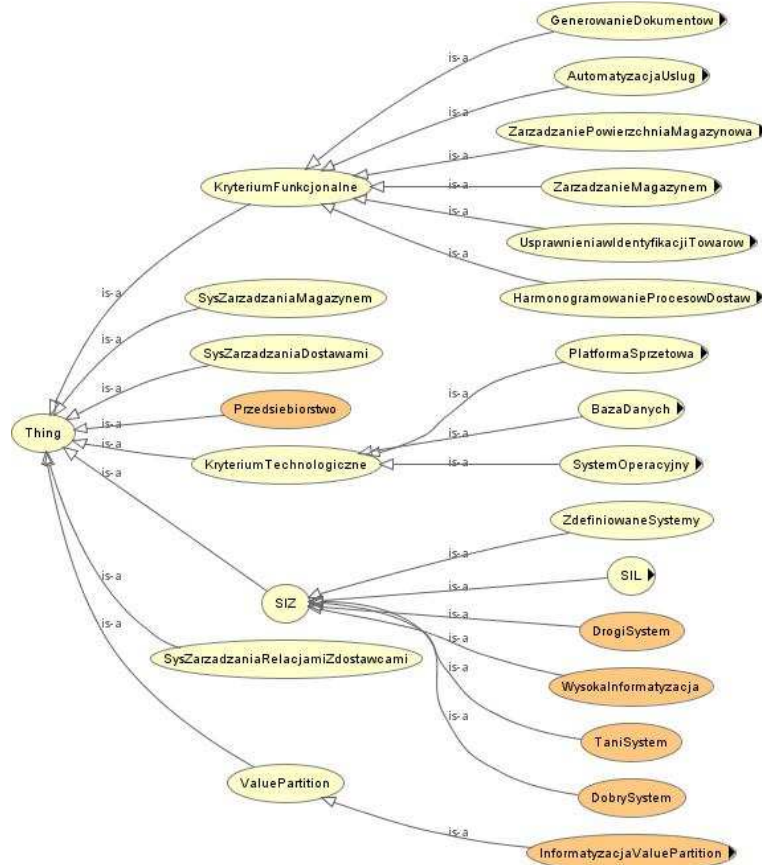
Przedstawione techniki semantyczne wspomagające wybór systemów informatycznych logistyki w dużej mierze odnoszą się do rozwiązań ogólnych. Pozwalają na wyszukanie wybranych składników systemów informatycznych logistyki przy użyciu odpowiednio przystosowanych do tego celu mechanizmów wyszukiwania. Wykorzystanie zwyczajnych mechanizmów wyszukiwania (np. Google czy Yahoo) może nie uwzględniać szczegółowych specyfikacji charakteryzujących dany składnik, dostarczając jedynie ogólnych wyników wyszukiwania.

Zastosowanie technik semantycznych dla przykładowej ontologii dziedzinowej wspomagającej wybór systemów informatycznych logistyki pozwala na dokonywanie przekształceń oraz usprawnień istniejących ontologii w określonym przez daną technikę zakresie [16]. Zaprezentowane techniki semantyczne dostarczają jedynie ogólnych wyników wyszukiwania, w pełni zależnych od umieszczanych przez producentów systemów informacji na temat funkcjonalności rozwiązań logistycznych. Przedstawione rozwiązania nie biorą pod uwagę dopasowania składnika do istniejącego systemu informatycznego logistyki. Zapewniają jedynie mechanizmy identyfikacji składników oraz systemów informatycznych. Większość z nich opiera się na pół-automatyzowanych lub całkowicie zautomatyzowanych mechanizmach wyszukiwania, używając do tego celu odmiennych technologii [1].

4. ZASTOSOWANIE ONTOLOGII JAKO TECHNIKI SEMANTYCZNEJ DO OCENY SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH LOGISTYKI

Przedsiębiorstwa poszukujące systemów informatycznych wspierających logistykę w oparciu o dostępne na rynku rozwiązania niejednokrotnie nie posiadają kompletnych danych na temat funkcjonalności i możliwości technologicznych poszczególnych systemów [16]. Ponadto, trudno jest uzyskać informacje odnośnie właściwości danego produktu oraz możliwości zestawiania ze sobą poszczególnych składników systemów wspomagających różne segmenty przedsiębiorstwa logistycznego (m.in. zarządzanie magazynem, zarządzanie relacjami z dostawcą czy zarządzanie łańcuchem dostaw). Zastosowanie mechanizmów semantycznych wspomagających proces wyszukiwania rozwiązań informatycznych dla logistyki ma za zadanie dostarczyć odpowiednich informacji potencjalnemu użytkownikowi na temat dostępnych produktów.

Przykładowa ontologia dla systemów informatycznych logistyki klasy WMS dokonuje charakterystyki rozwiązań uwzględniając podział na kryteria technologiczne (np. platforma sprzętowa, baza danych, system operacyjny) oraz kryteria funkcjonalne (np. generowanie dokumentów, automatyzacja usług, zarządzanie powierzchnią magazynową, zarządzanie magazynem, usprawnienia w identyfikacji towarów, harmonogramowanie procesów dostaw).



Rys. 1. Przykładowa ontologia dla systemów klasy WMS.

Zastosowanie ontologii jako narzędzia wspomagającego wybór składników bądź systemów informatycznych dla logistyki pozwala na dopasowanie rozwiązania z uwzględnieniem określonych przez użytkownika parametrów, na podstawie których zostaje wskazane rozwiązanie bądź grupa rozwiązań spełniających wskazane cechy funkcjonalne i technologiczne. Jednocześnie wykorzystanie ontologii skraca czas, jaki użytkownik musi przeznaczyć na pozyskiwanie wiedzy o danych składnikach lub systemach informatycznych logistyki. Ontologia dziedzinowa dla systemów informatycznych logistyki klasy WMS została zbudowana przy użyciu programu Protege 4.0, z wykorzystaniem standardu OWL (Ontology Web Language) [13, 15]. Zostały zamodelowane przykładowe klasy oraz zachodzące pomiędzy nimi relacje dla wybranych systemów klasy WMS. W związku z ograniczeniem objętości artykułu zostały przedstawione tylko ogólnie przykładowe cechy wybranych systemów. Poszczególne relacje *is-a* wskazują na obustronne powiązania zachodzące pomiędzy poszczególnymi instancjami. Ponadto, zaprezentowane zostały relacje i własności występujące pomiędzy

poszczególnymi instancjami (indywidualnościami) oraz występujące pomiędzy nimi inwersje. Wykorzystanie narzędzia wnioskującego Reasoner z programu Protege 4.0 umożliwia automatyczne wnioskowanie w oparciu o wprowadzone parametry poszczególnych systemów oraz wskazanie tych rozwiązań, które spełniają wskazane przez decydenta wymagania. Przedstawiona na schemacie (Rys.1.) klasa nadrzędna *Thing* stanowi klasę główną wszystkich ontologii, reprezentującą zbiór wszystkich indywidualności (obiektów). Wszystkie instancje klasy systemów WMS są jednocześnie instancjami klasy systemów informatycznych logistyki oraz klasy systemów informatycznych zarządzania oraz klasy *Thing*. Zastosowanie ontologii może zostać wykorzystane również dla innych klas systemów informatycznych logistyki.

5. WNIOSKI

W artykule podjęto problem wykorzystania technik semantycznych podczas procesu doboru systemów informatycznych logistyki. Zaprezentowano charakterystykę wybranych technik semantycznych. Ponadto został przedstawiony przykładowy model ontologii dziedzinowej dla systemów klasy WMS. Przedstawione rozważania potwierdzają celowość budowy ontologii systemów informatycznych logistyki. Dostępne systemy różnią się między sobą pod względem stopnia spełnienia poszczególnych kryteriów. Stosując ontologię, decydent – analityk nie musi posiadać szczegółowej wiedzy odnośnie wartości poszczególnych kryteriów oceny konkretnego rozwiązania (np. technologicznych czy funkcjonalnych), a mimo to ma możliwość dokonania racjonalnego wyboru.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] Ayala C., Franch, X.: *A Goal-Oriented Strategy for Supporting Commercial Off-The-Shelf Components Selection*, In Proceedings of the 9th International Conference on Software Reuse (ICSR). Torino, Italy 2006. Lecture Notes in Computer Science. Volumen: 4039-2006, 1-15.
- [2] Nanni M.: *Speeding-up Hierarchical Agglomerative Clustering in Presence of Expensive Metrics*, [ed:] Ho T.B., Cheung D., Liu H. (Eds.): PAKDD 2005, LNAI 3518, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 378–387.
- [3] Leukel J., Schmitz V., Hepp M.: *A Critical Assessment of ISO 13584 Adoption by B2B Data Exchange Specification*, [in] Frontiers in Artificial Intelligence and Applications; Vol. 143 Proceeding of the 2006 conference on Leading the Web in Concurrent Engineering: Next Generation Concurrent Engineering 2006, 362-370.
- [4] Anandha Mala G.S., Uma G.V.: *Object Oriented Visualization of Natural Language Requirement Specification and NFR Preference Elicitation*, IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security 2006, Vol.6 No.8.
- [5] Stojanovic N., Hartmann J., Gonzalez J.: *The OntoManager – a system for the usage-based ontology management*, [w:] In Proc. of FGML Workshop. SIG of German Information Society, Springer Verlag 2003, 858-875.
- [6] Missikoff M., Taglino F.: *SymOntoX: A Web-Ontology Tool for eBusiness Domains*, Proceedings of the Fourth International Conference on Web Information Systems Engineering, IEEE Computer Society Washington 2003, DC, USA.

- [7] Nacim Y., Sihem B.S, Lamia L.J.: *MoReCOTS: A Specialized Search Engine for COTS Components on the Web*, Fifth International IEEE Conference on Commercial-off-the-Shelf (COTS)-Based Software Systems (ICCBSS'06), Orlando, Florida 2006.
- [8] Berners-Lee T., Hendler J., Lassila O.: *The semantic web*, Scientific American 2001, 29-37.
- [9] Aguirre J.: *IPSComp: Intelligent Portal for Searching Components*, Vrije Universiteit Brussel – Belgium Faculty of Sciences In Collaboration with Ecole des Mines de Nantes – France 2005.
- [10] McCarey F., Kushmerick N.: *RASCAL: A Recommender Agent for SoftwComponents in an Agile Environment*, Proceedings of the 15th Artificial Intelligence and Cognitive Science Conference, Castlebar, Ireland 2004.
- [11] Li J.: *Process improvement and risk management in Off-the-Shelf Component-based development (PhD Thesis)*, Norwegian University of Science and Technology (NTNU) 2006. <http://www.idi.ntnu.no/grupper/su/publ/phd/li-phdthesis-22jun06.pdf>
- [12] Morisio M., Torchiano M.: *Definition and classification of COTS: a proposal*, Accepted at ICCBSS, Orlando (FL) 2002.
- [13] Horridge M. (red.): *A Practical Guide To Building OWL Ontologies Using Protege 4 and CO-ODE Tools Edition 1.2*, The University of Manchester, Manchester 2009. <http://protege.stanford.edu>
- [14] Smith B.: *Preprint version of chapter "Ontology"*, [w:] Floridi L. (red.), Blackwell Guide to the Philosophy of Computing and Information, Oxford: Blackwell, 2003.
- [15] Web Ontology Language OWL Guide Version, <http://www.w3.org/TR/owl-guide/>
- [16] Fensel D., Groenboom R.: *Specifying knowledge-based systems with reusable components*, In Proceedings of the 9th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE'97), Madrid 1997.
- [17] Adamczewski P.: *Informatyczne wspomaganie łańcucha logistycznego*, Wyd. Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 2001.