

Zapewnienie semantycznej interoperacyjności otwartych systemów edukacji dorosłych za pośrednictwem agentowo-ontologicznego podejścia

prof. dr hab. Siergiej Nikołajewicz Prijma
Państwowy Uniwersytet Pedagogiczny im. Bogdana Cmielnickiego
w Melitopolu (Ukraina)

Ensuring the semantic interoperability of open systems for adults' education through agent-ontological approach

Abstract: In the publication the author has performed the theoretical study and demonstration of practical use of agent-ontological approach to ensure the semantic interoperability of open systems for adult's education. The choice of the intelligent software systems based on the use of software agents and web services as a functional basis of open educational systems has been grounded. It has been shown that the use of intelligent software systems will help adult learners to build a strategy for their own training, to assess the amount of knowledge of a particular subject area, to obtain the necessary competence. The importance of such requirements for intelligent software systems as ensuring a high level of interoperability that provides the possibility to interact with different systems in the conditions of open information space creation has been demonstrated. It has been proved that the majority of existing training systems implements interoperability by access interface openness to its services through the use of a single form for the data exchange, i.e. XML and object model of documents representation. This approach helps to resolve the problem of syntactic interoperability. For ensuring the semantic interoperability of open systems for adult's education it is necessary to develop such a method of knowledge representation, which would automatically work it through by means of software agents and web services. The author has given reasons for the choice of computer ontology as a single approach to the subject knowledge representation, its clear semantic determining when any information connected with certain inherent context, effective means to ensure semantic interoperability of open systems for adult's education. The article deals with the description of the stages of computer ontology development, specialized editors and ontology development framework. The possibilities of ontology editor Protege – OWL for domain-specific ontology building have been shown. As a practical demonstration of the use of intelligent software systems with a high level of semantic interoperability, a prototype developed by the author of the

Intellectual system that allows to correlate the levels of European and national qualification frameworks has been evidenced. This system has been designed for international comparison and recognition of qualifications which is one of the most important tasks in adults' open educational space creating. It has been proved that by using the agent-ontological approach, which lies in the basis of the developed system, the European and national structures qualifications levels can be effectively compared, that makes the process of comparing qualifications easier for all social partners, helps to simplify the procedure of their recognition.

ogólne określenie problemu, jego aktualność i związek z ważnymi zadaniami naukowymi lub praktycznymi

Wzrost i wyeliminowanie zjawisk kryzysowych, powstających powszechnie we współczesnym społeczeństwie, może być możliwe dzięki zbudowaniu systemu permanentnej edukacji dorosłych. Determinantą powstania i rozwoju systemu edukacji dorosłych jest zasada otwartości, związana z ideą fenomenem wolności oraz sprzyjająca zbudowaniu otwartej przestrzeni edukacyjnej.

Pierwszorzędnym zadaniem przy utworzeniu otwartej przestrzeni edukacyjnej, według badaczy E. Łukowskiej i W. Tarasowa, jest zbudowanie otwartego, elastycznego, decentralizowanego systemu edukacyjnego, zdolnego do sprawnego funkcjonowania w środowisku złożonym i niewłaściwie strukturalizowanym. W odróżnieniu od systemów zamkniętych, które w niewielkim stopniu współdziałają ze środowiskiem zewnętrznym, systemy otwarte charakteryzuje okresowa intensywna wymiana ze środowiskiem zewnętrznym. Tutaj granice między systemem a otoczeniem są dosyć płynne i niejasne. Otwarty system ma większe możliwości adaptacji do zmian otoczenia, w tym poprzez zmienianie swojej struktury i parametrów. Innymi słowy, otwarty system edukacyjny jest zdolny do samorozwoju dzięki usunięciu starych i tworzeniu nowych struktur wewnętrznie. [1]

Funkcjonalną podstawą otwartego systemu edukacyjnego mogą się stać inteligentne systemy programowe, bazujące na użytkowaniu agentów programowych (ang. – software agent) i usług internetowych (ang. – web service). Właśnie agenty programowe i usługi internetowe, które będą w stanie razem współpracować z innymi agentami i usługami internetowymi dla osiągnięcia celu, potrafią wykonywać zadania użytkownika, przykładowo

dotyczące wyszukiwania informacji lub wyboru optymalnych wariantów rozwiązania.

Stosowanie inteligentnych systemów programowych jest możliwe pod warunkiem spełnienia szeregu wymogów, stawianych wobec otwartych systemów edukacji dorosłych. Jednym z ważniejszych wymogów jest zabezpieczenie wysokiego poziomu interoperacyjności (ang. – interoperable), co przewiduje możliwość współdziałania z różnymi systemami w warunkach utworzenia otwartej przestrzeni informacyjnej. Spełnienie takiego wymogu możliwe jest pod warunkiem jednolitego podejścia do prezentacji wiedzy merytorycznej z dziedziny, jej wyraźnego określenia semantycznego, gdy każda informacja jest powiązana z pewnym kontekstem. Jak zaznaczają badacze A. Kuczek, W. Sokoł, N. Lesnaja i A. Boczarow, na skutek takiego opisu semantycznego dziedziny merytorycznej, ta ostatnia będzie przedstawiona jako złożony hierarchiczny zasób wiedzy, podlegający operacjom „intelektualnym”, takim jak wyszukiwanie semantyczne oraz ustalenie całościowości i wiarygodności danych. [2, s. 437] Taki opis określany jest terminem ontologia.

Współczesne wyobrażenia dotyczące ontologii pozwalają wywnioskować, że rozpracowanie ontologii będzie sprzyjało zbudowaniu tak zwanego Semantycznego Webu (Semantic Web), którego wiodąca koncepcja polega na przejściu od dokumentów, które „mogą zostać odczytywane przez komputery”, do dokumentów, które „mogą zostać zrozumiałe przez komputery”. [3, s. 422] Ontologia treści stron Web jest niezbędna do ulepszenia jakości wyszukiwania w Internecie. Specyfikacja formalna treści dokumentu Web daje wyszukiwarce możliwość wnioskowania o odpowiedniości Web-dokumentu parametrom wyszukiwania nie tylko na podstawie informacji syntaktycznej, ale również na podstawie semantyki zawartości danego dokumentu. [4] Całkowicie zgadzamy się z opinią autorów pracy Andona i kolegów [3] co do definicji ontologii jako technologii kluczowej względem rozwoju Sieci Semantycznej i zdolnej do odegrania krytycznie ważnej roli w organizacji opracowywania wiedzy na bazie Sieci [4 s. 422] oraz zapewnienia semantycznej interoperacyjności otwartych systemów edukacji dorosłych.

Z uwagi na powyższe, badanie możliwości agentowo-ontologicznego podejścia do zabezpieczenia semantycznej interoperacyjności otwartych systemów edukacji dorosłych jest zadaniem aktualnym i nagłym.

Analiza ostatnich badań i publikacji, na podstawie których rozpatruje się prezentowany problem.

Problem projektowania i funkcjonowania otwartego systemu edukacyjnego na podstawie agentowo-ontologicznego modelu stał się przedmiotem badań pedagogów, twórców kursów edukacji na odległość, specjalistów od technologii informacyjnych i sztucznej inteligencji. W szczególności na temat stosowania ontologicznego modelu ucznia, kursu i standardu edukacyjnego w celu budowania indywidualnej ścieżki kształcenia była poświęcona praca Kuczera, Sokoła, Lesnoj, Boczarowa. [2] Problem wypracowania ontologicznego modelu kursu edukacji na dystans stał się przedmiotem badań A. Danczenki. [5] Stosowanie wieloagentowego ontologicznego podejścia w tworzeniu rozproszonych systemów kształcenia na odległość zostało przeanalizowane w badaniach I. Kielebierdy, N. Lesnoj i B. Rzepki. [6] Opis podstawowych koncepcji i architektury Sieci Semantycznej jako podstawy funkcjonowania otwartych systemów edukacyjnych poczyniono w pracy Andona, Grisanowej i Riezniczenki. [3] Problem ontologii oraz ich zastosowania w systemach komputerowych analizował w swej pracy W. Łapszyn. [4] Szczegółowo proces wypracowania ontologii rozpatrzono w pracy takich badaczy jak Noy i McGuinness. [7]

Przytoczone prace, chociaż są ukończonymi badaniami poszczególnych aspektów zastosowania podejścia agentowo-ontologicznego w projektowaniu i funkcjonowaniu otwartych systemów, jednak nie dają całościowej wizji zapewniania semantycznej interoperacyjności otwartych systemów edukacji dorosłych. Z uwagi na powyższe, zadanie naukowe niniejszej publikacji polega na teoretycznym uzasadnieniu i zademonstrowaniu praktycznego używania agentowo-ontologicznego podejścia w celu zabezpieczenia semantycznej interoperacyjności otwartych systemów edukacji dorosłych.

Podstawowy materiał badań

Jednym z wymogów stawianych wobec systemów edukacji dorosłych jest zapewnienie wysokiego poziomu interoperacyjności (interoperable). To zakłada możliwość współdziałania wspólnie z różnymi systemami w warunkach tworzenia rozproszonych systemów dydaktycznych w internecie. Większość z istniejących systemów kształcenia realizują ten wymóg poprzez otwartość interfejsu dostępu do swoich serwisów dzięki stosowaniu jednolitej formy wymiany danych, a mianowicie XML i obiektowego modelu przedstawiania dokumentów DOM (Document Object Model). Podejście takie, zdaniem A. Kuczera i innych, daje możliwość rozwiązania problemu syntaktycznej interoperacyjności. [2, s. 472] Jednak, dla otwartych systemów edukacji dorosłych nie wystarczy mieć tylko syntaktyczną interoperacyjność.

Tłumaczy się to tym, że tę samą informację można podawać różnie w sensie syntaktycznym, stąd na bieżącą chwilę nagromadziło się sporo materiałów w różnych formatach, nieraz całkowicie niekompatybilnych.

W celu zapewnienia semantycznej interoperacyjności otwartych systemów edukacji dorosłych należy wypracować taki sposób przekazu wiedzy, który pozwoliłby na automatyczne przetwarzanie jej przez agentów programowych i sieci obsługujące. Taki sposób bazuje na wykorzystaniu agentowo-ontologicznego podejścia.

Przyjrzyjmy się podstawowym założeniom agentowo-ontologicznego podejścia do projektowania i funkcjonowania otwartych systemów edukacji dorosłych. Jak podkreślają w swoich badaniach F. Andon i inni, programowy agent jest istotą programową funkcjonującą autonomicznie w konkretnym środowisku, często wspólnie z innymi agentami. Agenty mogą być wyspecjalizowane, muszą komunikować się z innymi agentami w celu znalezienia usług internetowych, produktów, informacji lub innych agentów. [3, s. 426] Dla wykonania postawionych zadań agenty programowe powinny mieć możliwość korzystania ze standardowej listy usług, przedstawionych w Semantic Web w postaci usług internetowych. Usługa internetowa (Web-service) – jest to system programowy, świadczący pewną usługę i charakteryzujący się abstrakcyjnym zestawem funkcjonalnych możliwości. W wielu przypadkach realizacja zapytania użytkownika wymaga rekombinacji zwrotów do większej ilości usług internetowych. Oto dlatego usługi internetowe powinny mieć możliwość podtrzymania współpracy z innymi usługami internetowymi jako dodatku do standardowych procedur obróbki danych. Ponadto, proces przedstawiania agregatu rozproszonych informacji może zawierać takie czynności, jak: rozbicie na zestaw wzajemnie powiązanych etapów obróbki danych, współdziałanie kilku sieci serwisowych, ingerencja człowieka w proces obróbki zapytań użytkownika. W rozwiązywaniu takich złożonych rozproszonych zadań najbardziej przydatne są technologie wieloagentowe.

Jak zaznaczono wyżej, semantyczna interoperacyjność otwartych systemów edukacyjnych jest zapewniana dzięki przedstawianiu wiedzy w postaci ontologii. Ontologia, według T. Grujera, jest opisem deklaratywnych wiadomości w postaci klas i zachodzących między nimi relacji. Ułożenie opisu deklaratywnej wiedzy zazwyczaj wymaga dużego nakładu pracy i określonych umiejętności. Dla określenia tej pracy, jak również jej wyników, T. Gruber wprowadził specjalny termin „konceptualizacja”. Natomiast sam

opis określił terminem „specyfikacja”. W ten sposób ontologia jest określana przez Grujera jako specyfikacja konceptualizacji. [8]

Zdaniem N. Noy'a i D. McGuinnessa, ontologia jest formalnym jawnym opisem pojęć (j.inf. – class) dziedziny merytorycznej, właściwości każdego pojęcia, które opisuje różne właściwości i atrybuty pojęć (właściwości, role, sloty), ograniczeń, które są odnoszone do właściwości (facet, z j.informat. – facet – obiekt obsługujący pracę pewnego aspektu internacjonalizacji). Ontologia wraz z zestawem indywidualnych egzemplarzy klas tworzy bazę wiedzy. [7]

Należy zaznaczyć, że podstawowymi przyczynami tworzenia ontologii są:

- konieczność analizy dziedziny merytorycznej;
- konieczność powszechnego użytkowania przez ludzi i agentów programowych;
- konieczność powtórnego używania wiedzy w dziedzinie merytorycznej.

Często ontologia dziedziny merytorycznej sama w sobie nie jest celem. Jak odnotowują wspomniani badacze N. Noy i D. McGuinness, tworzenie ontologii podobne jest do określenia zestawu danych i ich struktury w celu wykorzystania przez inne programy. Merytorycznie niezależne agenty programowe korzystają z metod rozwiązywania zadań jako danych ontologii bazy wiedzy, które powstały na podstawie tej ontologii.

Proces tworzenia ontologii przewiduje kilka etapów:

- określenie dziedziny i skali ontologii;
- rozpatrzenie wariantów powtórnego wykorzystania istniejącej już ontologii;
- wymienienie ważnych terminów w ontologii;
- określenie klas (ang. – class) i hierarchii klas;
- określenie właściwości klas - slotów;
- określenie *facetów* właściwości;
- tworzenie egzemplarzy. [7]

Wśród najbardziej znanych języków projektowania ontologii wymienia się KIF (Knowledge Interchange Format), DAML+OIL (DARPA Agent Markup Language) oraz OWL (Ontology Web Language). Jak zaznaczają jednak badacze F. Andon, I. Griszana i W. Reznenko, językiem prezentowania ontologii najbardziej rozwiniętym na dziś jest OWL (Web Ontology Language). Ontologia, zbudowana na OWL, jest sekwencją aksjomatów i reguł z dodatkiem odsyłaczy do innej ontologii, którą uważa się za włączoną do tej ontologii.

W celu utworzenia i redagowania ontologii wypracowano szereg specjalistycznych środowisk rozwiązywania, redaktorów, parserów i środków połączenia ontologii, z których za najbardziej skuteczne uważa się:

- KAON [<http://kaon.semanticweb.org/>],
- OntoStudio [<http://www.ontoprise.de/en/products/ontostudio/>],
- Ontosaurus [<http://www.isi.edu/isd/ontosaurus.html>],
- OpenCyc [<http://www.opencyc.org/>].

Wśród tych narzędzi budowania zorientowanej merytorycznie ontologii wyodrębnimy redaktor Protege – OWL [<http://protege.stanford.edu/overview/protege-owl.html>]. Redaktor Protege – OWL jest elastycznym, niezależnym od platformy środowiskiem z własnymi właściwościami i zaletami, które zapewnia użytkownikowi interfejs poglądowy i wygodny w korzystaniu, realizuje skalowanie, tj. modułowe rozbudowywanie systemu w ramach zunifikowanej architektury. Dodatkowo Protege – OWL daje możliwość opisanie klas z wykorzystaniem nowych możliwości. W szczególności, język OWL (Ontology Web Language) ma wielki zestaw operatorów i bazuje na modelu logicznym, który pozwala dawać definicje pojęciom, ponieważ są one opisane, stąd złożone pojęcia kompleksowe w definicjach mogą być utworzone z prostszych. Do tego model logiczny daje możliwość wykorzystania mechanizmu rozumowania (*Reasoner*), który z kolei daje możliwość sprawdzenia czy twierdzenia i definicje w ontologii są wzajemnie uzgodnione, jak również rozpoznania zgodności definicji z odpowiednimi pojęciami. Ten mechanizm podtrzymuje prawidłowość hierarchii ontologii. [9, s. 71]

Po opisie wszystkich klas, właściwości, ograniczeń i obiektów dziedziny merytorycznej otrzymujemy bazę wiedzy, która jest podstawą funkcjonowania agentowych systemów ontologicznych, które są zdolne do wykonania operacji na informacjach.

Należy zaznaczyć, że inteligentne systemy programowe zbudowane na zasadzie agentowo-ontologicznej mają znaczny potencjał w sferze nieformalnej i informalnej edukacji dorosłych. Wszystkie te typy edukacji są mało podatne na systematyzację, tak z punktu widzenia form kształcenia, jak i treści. Wykorzystanie inteligentnych systemów programowych pozwoli dorosłemu uczącemu się na samodzielne zbudowanie strategii swojego kształcenia, ocenianie zasobu wiedzy takiej czy innej dziedziny merytorycznej, otrzymanie niezbędnych kompetencji, które w ostatecznym rozrachunku będą sprzyjały polepszeniu jakości życia człowieka.

W celu poglądowego zademonstrowania wykorzystania inteligentnych systemów programowych o wysokim poziomie zapewnienia semantycznej interoperacyjności zastosujemy opracowany przez nas wcześniej prototyp inteligentnego systemu, [10] który pozwala nawiązywać korelację poziomów struktur kwalifikacji europejskich i narodowych. Omawiany system jest przeznaczony do zapewniania międzynarodowego porównania i uznawania kwalifikacji, a to jest jednym z ważniejszych zadań w budowaniu otwartej przestrzeni edukacyjnej dorosłych. Właśnie z pomocą podejścia agentowo-ontologicznego, który leży w podstawie opracowanego systemu, możliwe jest zestawienie poziomów kwalifikacji struktur europejskiej i narodowej, co pozwoli ułatwić wszystkim partnerom społecznym proces zestawienia kwalifikacji, uprościć procedurę ich uznawania.

Wnioski z niniejszej rozprawy i perspektywa dalszego poszukiwania w tym kierunku

W artykule zostało zaprezentowane teoretyczne uzasadnienie i praktyczna demonstracja możliwości podejścia agentowo-ontologicznego w zapewnieniu semantycznej interoperacyjności otwartych systemów edukacji dorosłych. W dalszych poszukiwaniach planuje się rozpatrzenie praktycznych aspektów wykorzystania inteligentnych systemów programowych w budowaniu otwartej przestrzeni edukacyjnej.

Literatura:

[1] Луговская Е.А., Тарасов В.Б. (2001), Многоагентные системы поддержки открытого образования в техническом университете, „Программные продукты и системы” № 2, <http://www.swsys.ru/index.php?page=article&id=829>

[2] Кучер А.В., Сокол В.В., Лесная Н.С., Бочаров А.В. (2010), Архитектура системы построения индивидуальной траектории обучения, базирующейся на образовательном стандарте, „Вестник ХНТУ Проблемы высшей школы” № 2 (38)

[3] Андон Ф.И., Гришанова И.Ю., Резниченко В.А. (2008), Semantic Web как новая модель информационного пространства интернет, „Проблемы программирования. Специальный выпуск” № 2-4

[4] Лапшин В.А., Онтологии в компьютерных системах, <http://www.rsdn.ru/article/philosophy/what-is-onto.xml>

[5] Данченко А.Л., Разработка онтологической модели представления знаний дистанционных курсов, http://semanticfuture.net/index.php/Разработка_онтологической_модели_представления_знаний_дистанционных_курсов

[6] Келеберда И.Н., Лесная Н.С., Репка В.Б. (2004), Использование мультиагентного онтологического подхода к созданию распределенных систем дистанционного обучения, „Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society)” V.7, N2, <http://ifets.ieee.org/russian/periodical/journal.html>

[7] Noy N., McGuinness D. (2001), Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology. Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL – 01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI – 2001-0880, <http://protege.stanford.edu/publications/ontologydevelopment/ontology101.pdf>

[8] Gruber T.R., The role of common ontology in achieving sharable, reusable knowledge bases, www.cin.ufpe.br/~mtcfa/files/10.1.1.35.1743.pdf

[9] Досин Д.Г., Даревич Р.Р., Шкутяк Н.В. (2008), Разработка онтологий материаловедения методами Protégé, „Штучний інтелект” № 3

[10] Прийма С.Н., Панин А.В. (2013), Использование компьютерных онтологий в качестве инструмента обеспечения прозрачности европейской и национальных структур квалификаций, „Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society)” V.16, N3, <http://ifets.ieee.org/russian/periodical/journal.html>