

Modelowe rozwiązania inteligentnego środowiska uczenia opartego na współpracy

W opracowaniu przedstawiono rolę interaktywnych relacji między uczestnikami realizowanych procesów zdalnego uczenia. Omówiono znaczenie grupowego rozwiązywania problemów w odkrywaniu i budowaniu osobistego modelu wiedzy. Przedstawione zasady stanowią nowe reguły e-pedagogiki, które łącznie z modelowaniem wiedzy w oparciu o ontologię tworzą podstawy koncepcyjne systemów klasy CSCL – Computer Supported Collaborative Learning. W opracowaniu przedstawiono także modelowe rozwiązania implementacyjne wykorzystujące technologie wieloagenckie do modelowania personalnych zasobów wiedzy w trakcie zdalnych procesów grupowego rozwiązywania problemów.

Pojęcie współpracy w procesie uczenia

Rozwój Internetu i technologii mobilnych wywiera swój ogromny wpływ na kształt aksjomatów modelujących nową wizję e-pedagogiki. W szczególności rodzi się nowa dziedzina wiedzy związana z teorią i praktyką procesów interaktywnych i ich wpływem na metodologię rozwiązywania problemów. O ile można było dotąd spotkać w systemach nauczania zdalnego rozwiązania zmierzające do indywidualizacji procesów uczenia opartych na technikach adaptatywnych, o tyle metodyka ta oparta była na **prostej interakcji**, toczącej się między uczącym się a reaktywnymi obiektami uczenia, z przypisanymi im akcjami z repozytoriów wiedzy. Czasem interakcja ta miała charakter bezpośrednio prowadzonej sieciowej sesji między studentem i tutorem. Ten model interakcji występującej w procesach zdalnego nauczania można scharakteryzować jako **model klasycznej interakcji** opartej o podejście bodziec – reakcja. Model ten odpowiada behawiorystycznym technikom uczenia. Może on sprawdzać się w uczeniu prostych skojarzeń, wiedzy encyklopedycznej. Prezentacje materiału edukacyjnego wymagające nawet zaangażowania uczącego się w konstruowanie wariantów odpowiedzi i idące za tym indywidualizowanie dalszego przebiegu uczenia – nie wychodzi jednak poza schemat wspomnianego modelu interakcji, prowadzącego jedynie do wzmacniania reakcji (*The Response Strengthening Model*).

Stan wiedzy uczącego się osiągnąć jest jednak jako proces nadania znaczenia przyswojonym wiadomościom i ich głębokiego zrozumienia, czyli przeżycia efektu „aha!”. Tworzenie środowiska uczenia, które ma prowadzić do **pozyskiwania i wzbogacania wiedzy** za pośrednictwem technologii sieciowych, musi zatem przyjąć bardziej holistyczne podejście analityczne do przebiegu procesu uczenia. Podejście to ujmuje całość rozpatrywanego zjawiska rozumienia określonego pojęcia, w kontekście jego związków zarówno z innymi skojarzonymi pojęciami i zjawiskami szerszymi, jak również w aspekcie jego wewnętrznej zawartości. Bez takiej fragmentarycznej analizy poszczególnych

obrazów rzeczywistości i ich wzajemnych powiązań nie można zrozumieć globalnych zjawisk dzisiejszego świata – nie da się budować wiedzy – w głębokim rozumieniu. Jeśli systemy zdalnego nauczania pozostaną jedynie na etapie prostej interakcji związanej z prezentowaniem sztywnych lub bardziej elastycznych struktur kursów dziedzinowych, wówczas może okazać się zaskakująca prawda, iż tradycyjne metody pedagogiki pracy grupowej, realizowane w stosunku do nauczania problemowego w warunkach tradycyjnej klasy – są bardziej efektywną i lepszą jakościowo metodą budowania wiedzy. Zaangażowanie najnowocześniejszych rozwiązań technologicznych i software'owych nie musi przynieść oczekiwanego efektu, o ile nie zostaną one wprężnięte w służbę nowych metodologii pedagogicznych związanych ze stymulowaniem procesów przypisywania znaczenia, rozumienia i w efekcie rozwiązywania postawionych problemów. To właśnie umiejętność rozwiązywania problemów dowodzi procesu nabycia lub posiadania oraz właściwego wykorzystywania wiedzy. W trakcie rozwiązywania problemu następuje także proces budowania nowej wiedzy i ewoluowania jej dotychczasowego kształtu. Stąd tak wielka rola nauczania problemowego, które często przekracza bariery jednej dyscypliny naukowej i zatacza szeroki krąg podejścia systemowego. Rozwiązanie problemu wymaga budowy pewnej konstrukcji myślowej przez uczącego się, uwzględniającej całe bogactwo jego indywidualnej wiedzy, doświadczeń. Takie podejście – zwane **konstruktywizmem**, bazuje na inspirowaniu przez tutora sposobu pozyskania wiedzy przez uczącego się. W konsekwencji uczący się musi wykształcić w sobie refleksyjny sposób budowania własnej wiedzy i jej strukturalizowania, a więc winien dojść do metapoznania (*metacognition*) swoich zdolności poznawczych.

Budowanie indywidualnego obrazu mentalnego nie może jednak ograniczać się jedynie do procesów interaktywnych relacji z tutorem. Poznanie prowadzące do wiedzy jest procesem negocjacji pomiędzy różnymi wizjami tego samego fragmentu opisywanej rzeczywistości. Stąd musi ono zachować charakter stosunków międzyludzkich i mieć swój socjologiczny wymiar. Zdalna edukacja nie może zatem sprowadzać się do projekcji jedynie słusznego obrazu przekazu informacji, lecz musi zawierać elementy odtwarzające warunki **wspólnego negocjowania modelu odkrywanej wiedzy**.

Nowa e-pedagogika powinna skierować swoje kroki właśnie w tym kierunku i połączyć, zmodyfikowane metody indywidualizacji nauczania zdalnego z grupowymi metodami analizy i kooperacji w zakresie rozwiązywania problemów. To połączenie jest jednak niemożliwe bez odwołania się do technik sztucznej inteligencji i jej narzędzi, pozwalających zbudować zupełnie nową jakościowo platformę rozwoju wzbogaconej wizji interakcji w procesach indywidualnego modelowania wiedzy uczestników zdalnego nauczania problemowego. Pojawia się nieśmiało pojęcie *Cognitive Ecology*, bazujące na podejściu, iż wiedza stanowi określony kontekst, w którym osadzono pewne rozbudowane pojęcia (*concepts*), silnie ze sobą skorelowane w oparciu o interakcje o charakterze kognitywnym i socjologicznym. Wiedza zawiera w sobie efekt finalny inteligencji grupowej, powstałej w wyniku wzajemnych interakcji członków określonej społeczności. Przeżycie efektu „aha!” nie stanowi jedynie osobistego aktu zrozumienia zjawiska, lecz zawiera w sobie cały bogaty aspekt wcześniejszych interakcji międzyludzkich, interpretacji pojęć dokonywanych przez członków danej społeczności, odkrywania skojarzeń, wnioskowania, kreowania wizji, intelektualnego penetrowania problemu. Na tym polega socjologiczny wymiar budowania wiedzy. Jest on znacznie bogatszy niż

indywidualne próby scalania opisu problemu i wizji jego rozwiązania na podstawie fragmentarycznych informacji.

Socjologiczne interakcje odgrywają niezwykle ważną rolę w indywidualnym kognitywnym rozwoju uczącego się. To ostatnie stwierdzenie winno stać się jednym z głównych aksjomatów e-pedagogiki ukierunkowanej na budowanie wiedzy za pośrednictwem systemów zdalnego nauczania.

Strategie kognitywne realizowane w procesie uczenia definiowane są jako *operacje umysłowe w stosunku do przedmiotów poznania, czy związane z przetwarzaniem i percepcją informacji przez mózg*¹. Jednak w kontekście nauczania zdalnego szczególnie istotne są te akty strategiczne, które odnoszą się do refleksji nad własnymi procesami poznawczymi i działaniami mającymi na celu osiągnięcie jak najwyższego stopnia wiedzy w określonej dziedzinie. Stąd strategie te, zwane metakognitywnymi, obejmują pewne charakterystyczne etapy działań²:

- analizowanie i planowanie celów działań i środków związanych z pozyskaniem poszukiwanych informacji,
- przyswajanie, kojarzenie, nadawanie znaczenia pozyskanym wiadomościom,
- prowadzenie systematycznej samooceny wartości kojarzonych treści,
- prowadzenie systematycznej kontroli poziomu przyswojenia analizowanych treści.

Proces uczenia można utożsamiać z poszukiwaniem znaczenia pojęć i zjawisk konstruowanych wokół rozwiązywanych problemów. Analiza własnych doświadczeń realizowana przez uczestnika procesów zdalnego uczenia pozwala identyfikować i rozumieć modele mentalne związane z postrzeganiem i interpretacją zjawisk analizowanych na tle kształtowanych opinii innych współuczestników procesu uczenia.

Ten socjologiczny wymiar uwydatnia się w szczególności w formie interakcji realizowanej za pośrednictwem sieci Internet, opartej na eksploracji zasobów globalnych i tworzącej specjalne warunki realizacji koncepcji konstruktywistycznej. Wskazanie uczestnikowi procesu uczenia metody rozwiązywania problemu, opierającej się na grupowej wymianie poglądów, dyskusji, korzystaniu i interpretowaniu wspólnych materiałów edukacyjnych, ale także na zachęceniu do samodzielnego poszukiwania i eksplorowania niezbędnych informacji w sieci globalnej, prowadzi w efekcie do procesu wspólnego modelowania rozwiązania problemu. Jest to proces „społecznego tworzenia wiedzy” w oparciu o interakcje online. W nim leży istota i zasady **nauczania opartego na współpracy**, odpowiadającego angielskiemu terminowi *Collaborative Learning*.

Środowisko technologiczne wspomagające koncepcję nauczania opartego na współpracy oznacza z jednej strony rozwiązania sprzętowe, z drugiej strony możliwości programowe związane z różnymi formami komunikacji oraz interakcji. Tworzy ono warunki implementacyjne systemów klasy **CSCL – Computer Supported Collaborative Learning**. Systemy te stanowią implementacje idei głoszonych przez Jeana Piageta, który twierdził, iż nowa wiedza powstaje dopiero w efekcie jej pozyskania ze skoordynowanych działań wszystkich uczestników procesu rozwiązywania problemu i nie może być jedynie wynikiem indywidualnie postrzeganych faktów, obserwacji czy poznawanych

¹ S. Juszczyk, J. Janczyk, D. Morańska, M. Musioł, *Dydaktyka informatyki i technologii informacyjnej*, Multimedialna Biblioteka Pedagogiczna, Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń 2004, s.42.

² Ibidem.

pojęć. Zatem myśląc o systemach wspomagających uczenie – należy zmierzać w kierunku rozwiązań kreujących współpracę uczestników procesów interaktywnych, w trakcie których istnieje możliwość wspólnego modelowania i rozwiązywania zagadnień problemowych oraz przypisywania im właściwego znaczenia. Jest to podstawowa zasada systemów zdalnych opartych na współpracy. Powinna ona zostać przetransponowana na nowe zasady e-pedagogiki tak, by przekształcić dotychczasową rolę nauczyciela – w tutora stymulującego każdego z uczestników pracy grupowej do osobistego wysiłku intelektualnego w trakcie przyswajania materiałów dydaktycznych, udostępnianych na platformie e-learningowej zgodnie z planem pedagogicznym. Równocześnie winien on również zachęcać do analizy postawionych zagadnień problemowych i próby identyfikacji luk informacyjnych w rozwiązaniu określonego zadania.

To właśnie tutorowi przypada moderowanie interaktywnych dyskusji prowadzonych przez uczestników wirtualnej klasy w trakcie rozwijania wariantów rozwiązań rozpracowywanego grupowo problemu. Tutor nie prowadzi uczestnika przez zaplanowany scenariusz dydaktyczny, lecz jedynie pomaga zidentyfikować obszary do wykorzystania w trakcie indywidualnej i grupowej eksploracji problemu i konstruowania wiedzy na jego temat. Ten proces konstruowania wiedzy jest procesem dynamicznych przemian stanu wiedzy poszczególnych członków grupy – klasy wirtualnej, którzy dokonując przyswojenia wyselekcjonowanych wiadomości z sieci i z materiałów dydaktycznych, dokonują ich refleksyjnej oceny, wspólnego wartościowania i interpretacji. Można powiedzieć, że współpraca interaktywna członków wirtualnej klasy, pracujących nad rozwiązaniem określonego problemu, ma charakter toczącego się procesu, w trakcie którego pojawiają się kolejne produkty, wytwory koncepcyjne, modelowane przez grupę, będące wynikiem etapowo realizowanych prac. Etapy podejmowanych działań indywidualnych i grupowych mają charakter odcinkowych procesów ewolucyjnego modelowania wiedzy związanej z danym problemem. Taką wizję interaktywnego nauczania problemowego można rozpatrywać w kontekście **metodologii workflow** wykorzystywanej w stosunku do procesów biznesowych. Uczenie się w wirtualnej grupie o podobnych kompetencjach merytorycznych, realizowane za pośrednictwem inteligentnego interaktywnego środowiska negocjacji modelu wiedzy, może być traktowane jako forma zarządzania wiedzą członków grupy.

Ontologie edukacyjne

Zarysowane problemy współpracy członków wirtualnej klasy dotyczyły zasadniczo aspektów organizacji metod współpracy. Inteligentne Środowisko Uczenia jest nie tylko platformą negocjacji w ramach pracy grupowej, lecz przede wszystkim miejscem indywidualnego rozwoju wiedzy, realizacji personalizowanej koncepcji pedagogicznej i eksploracji webowych zasobów wiedzy. Poruszanie się po tym środowisku wymaga stosowania jednolitych standardów danych oraz metadanych. Standardy takie były rozwijane w ramach komercyjnych systemów edukacji zdalnej: Angel 5.5, Bazar 7, Blackboard 6, CourseWork, FirstClass, WebCT. W celu stworzenia warunków wymiany zasobów dydaktycznych między różnymi systemami należało dokonać skonsolidowania powstających specyfikacji danych w ramach różnych międzynarodowych instytucji, w jeden wspólny standard – *Sharable Content Object Reference Model (SCORM)*.

Jednakże wobec omawianej wcześniej wartości procesów budowania wiedzy w oparciu o współpracę – wspomniane komercyjne platformy edukacji zdalnej nie są ani przygotowane do spełniania oczekiwań nowej formuły e-pedagogicznej, ani nie zawierają rozwiązań środowiska technologicznego umożliwiających realizację tej koncepcji. Nie oferują bowiem szkoleniowych narzędzi analizy procesów, jak również nie uwzględniają poziomu metadanych opisujących hierarchiczny projekt zawartości zasobów dydaktycznych (wewnętrznych i webowych). Problem stanowi także brak możliwości odwzorowania relacji między aksjomatami opisujących semantykę występujących pojęć.

Rozwój Inteligentnego Środowiska Ucznia wymaga wstępnie rozwiązań w zakresie modelowania projektu konceptualnego, opisu dynamicznie zmieniających się zasobów wiedzy. Jest to dopiero rozważany aspekt rozwoju SCORMu.

Tę niezwykle ważną rolę pełnią **ontologie**. O ich roli w modelowaniu webowej wiedzy dla potrzeb edukacji zdalnej pisałam już wcześniej³. Warto ponownie przypomnieć definicję ontologii T. Grubera, który rozumie pod tym pojęciem (...) *formalną specyfikację wspólnej warstwy pojęciowej*⁴. Ontologia ma zatem za zadanie specyfikować pojęcia w postaci formalnych definicji, opisujących klasy, typy obiektów i relacje między nimi, tworzących swoiste standardowe słowniki opisu istniejącej rzeczywistości. Ontologie zmieniają się dynamicznie w czasie, adekwatnie do zmian, jakie pojawiają się w zakresie modelowanych pojęć i procesów, składających się na obraz wiedzy.

W dziedzinie systemów edukacji zdalnej ontologie są wykorzystywane do specyfikacji rozwiązań w zakresie⁵:

- opisu zawartości merytorycznej systemu uczenia – treści (learning contents);
- modelowania elementów związanych z projektem analizy i ewaluacji interakcji między uczącymi się w ramach systemów uczenia opartych na współpracy;
- specyfikacji niezbędnej wiedzy do budowy nowych scenariuszy dydaktycznych wzajemnej współpracy uczestników;
- formalizacji semantycznej obiektów uczenia, opartej na standardach metadanych.

Budowane ontologie edukacyjne odwołują się do wymienionych wcześniej standardów SCORMu. Środowisko **procesów uczenia opartych na współpracy** wymaga, by specyfikacje metadanych pozwoliły odwzorować całe bogactwo toczących się procesów interaktywnych między uczącymi i to dodatkowo w kontekście ich powiązań z eksplorowanymi wewnętrznymi i zewnętrznymi repozytoriami wiedzy. Problem ten rozwiązano projektując na bazie tego standardu **ontologię edukacyjną** – *The Learning Design Ontology*.

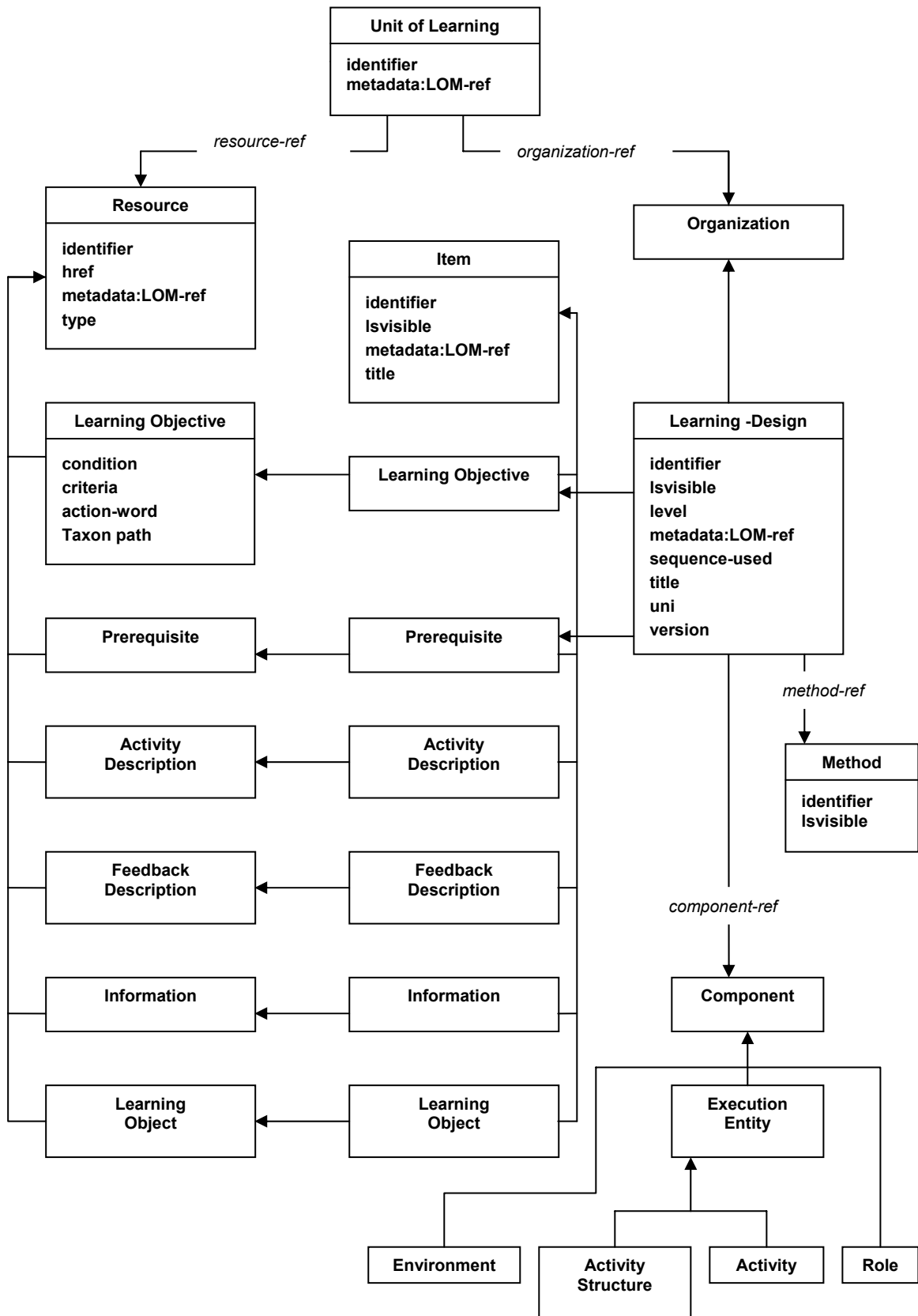
W pierwszym etapie definiowania tej ontologii wykorzystano elementy modelu IMS LD – model konceptualny i model informacyjny, na bazie których utworzono, w oparciu o objaśnienia pojęć w języku naturalnym, koncepcję schematu klasyfikacji pojęć (rys.1).

³ A. Rokicka-Broniatowska, *Wybrane aspekty zastosowań ontologii w zarządzaniu wiedzą webowych systemów uczenia*, [w:] Cz. Daniłowicz (red.), *Multimedialne i sieciowe systemy informacyjne*, MISSI'2004, Vol.1. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2004.

⁴ T. Gruber, *A Translation Approach to Portable Ontologies*, "Knowledge Acquisition" 1993, nr 5(2), s. 193.

⁵ M. Lama, E. Sánchez., R. Amorin, X.A. Vila, *Semantic Description of the IMS Learning . Design Specification*, University of Santiago de Compostela, 2005, <http://www.eume.net> [15.10.2005].

Rysunek 1. Górna warstwa ontologii edukacyjnej opartej na standardzie IMS LD



Źródło: M. Lama, E. Sánchez., R. Amorin, X.A. Vila, *Semantic Description of the IMS Learning. Design Specification*, University of Santiago de Compostela, 2005, <http://www.eume.net> [15.10.2005]

W przedstawionej na rysunku 1 klasyfikacji pojęć utworzono wzajemne relacje między wyspecyfikowanymi pojęciami. Sercem tego schematu jest projekt procesów uczenia – *Learning Design*. W ontologii powiązано wszystkie pozostałe występujące pojęcia z ich procesowym wymiarem. Zatem *Learning Design* jest powiązany z obiektami uczenia (*Learning Objective*), z obiektami występującymi wcześniej w koncepcji pedagogicznej – prerekwizytami (*Prerequisite*) i innymi pojęciami należącymi do hierarchii zasobów dydaktycznych (*Resource*). Każdy realizowany proces, w kontekście związanego z nim pojęcia, ma w przedstawionej klasyfikacji powiązanie z wykonaniem określonej aktywności (*Execution Entity*). Aktywność ta charakteryzowana jest pewną strukturą (*Activity Structure*) i swoją istotą (*Activity*). Jednocześnie jest ona kształtowana przez możliwości technologiczne i metodologiczne środowiska, w którym określona aktywna współpraca uczestników jest realizowana. Podobnie na charakter realizowanej aktywności w określonym środowisku ma wpływ instancja roli. Wyraża ona konkretną rolę, jaką uczestnik odgrywa w toczącym się procesie uczenia. Instancję może stanowić uczący się lub mentor. Projekt realizacji procesów uczenia jest także silnie związany z koncepcją projektowanej metodologii uczenia (*Metod*), odzwierciedlającą całą dynamikę procesów uczenia.

Projektując ontologię uczenia poruszamy się w świecie wyspecyfikowanych pojęć i dokonujemy ich formalnego opisu wyrażanego w formie encji, atrybutów, relacji i akcji. Taki łączny zapis przedstawiony wstępnie w języku naturalnym przekładany jest na postać **aksjomatów** w języku formalnym. Projekt ontologii uczenia powstaje zatem w postaci formalnych definicji ontologii aksjomatów opisujących model IMS LD⁶. Model ten może być definiowany i rozwijany w środowisku narzędzi platformy *Protégé*, będącej rozwiązaniem klasy open source.

Próbę implementacji zarysowanych rozwiązań teoretycznych modelowania i projektowania dynamicznych procesów uczenia dla potrzeb zdalnej edukacji opartej na współpracy stanowi projekt EUME – *Ubiquitous and Multimedia Environment for Education*⁷, rozwijany w *University of Santiago de Compostela*. Projekt ten wykorzystuje koncepcje ontologii do modelowania procesów budowania wiedzy i wzajemnych interakcji między uczestnikami wirtualnej klasy. Koncepcje te stanowią podłoże bazy wiedzy systemu ILMS – *Intelligent Learning Management System*. Ontologia systemu – *EUME Onto* – bazuje na następujących standardach metadanych: IMS EML (2003), LOM 1484 (LTSC, 2003), OASIS DocBook (DocBook, 2003) oraz FIPA Ontology Devices (FIPA, 2003). *EUME Onto* jest zespolonym rozwiązaniem: ontologii LD – *Learning Design*, ontologii zasobów – *Learning Contents* z ontologiami dydaktycznymi – *Educational/Didactical Ontologies*⁸ oraz ontologii środowiska sprzętowego, bazującej na *FIPA Ontology Devices*. *EUME Onto* kojarzy wszystkie występujące obiekty uczenia z warunkami ich użytkowania i ich właściwościami. W stosunku do obiektów określono strukturę i sekwencje wszystkich możliwych rodzajów aktywności, co sprawia, iż system ten wykazuje cechy *learning workflow*.

⁶ Ibidem.

⁷ Strona projektu <http://www.eume.net>.

⁸ Graficzną interpretację zależności tych elementów można znaleźć w pracy R. Amorin, M. Lama, E. Sánchez, X.A Vila., *An Educational Ontology based on Metadata Standards*, University of Santiago de Compostela, <http://www-gsi.dec.usc.es/~eume/publications/2ecl.pdf> [08.10.2005].

Ontologia środowiska sprzętowego odwzorowuje zasoby sprzętowe niezbędne do funkcjonowania systemu zdalnego nauczania. W budowie tej ontologii oparto się na ontologii zaproponowanej przez *FIPA(2003)*⁹ – *Foundation for Intelligent Physical Agents*, uwzględniając szczegółowo wszystkie rodzaje urządzeń fizycznych wykorzystywane na dowolnym etapie procesu uczenia i komunikowania się. Współpraca tych wszystkich urządzeń fizycznych (komputery osobiste, laptopy, komunikatory sprzętowe, kamery, urządzenia audio, wspólny pulpit pracy, projektory multimedialne, pióra cyfrowe itd.) musi być właściwie koordynowana, co wymaga sprawnego systemu komunikowania się i wymiany informacji. Rolę tego sprawnego rozwiązania spełnia oprogramowanie oparte na pracy agentów programowych, o których będzie mowa w dalszej części opracowania.

Komunikacja w systemie opartym na współpracy

Praca uczestników wirtualnej klasy nad wspólnym projektem toczy się zarówno w aspekcie rozwoju personalnego modelu wiedzy, jak również we wspomnianej już warstwie uwarunkowań wzajemnych interakcji. Obie te płaszczyzny zawierają w sobie charakter negocjacji właściwego wariantu decyzyjnego, dotyczącego albo doboru najlepszej strategii dydaktycznej i zasobów wiedzy zgodnie z potrzebami wynikającymi z Modelu Studenta, albo wybrania rozwiązania problemu spośród propozycji przedstawianych przez członków grupy. Sprawność komunikacji między uczestnikami, jak również sprawność komunikacji dotyczącej metainformacji w systemie opartym na współpracy, staje się kluczowym problemem, związanym z potrzebą równoległego i zsynchronizowanego przetwarzania informacji pochodzących z obszaru ontologii zasobów, ontologii procesów uczenia, ontologii sprzętowych oraz ontologii procesów komunikacyjnych.

Trudno wyobrazić sobie rozwiązanie tego problemu bez odwołania się do modelu negocjacji opartych na klasycznej teorii gier. Znaczenie tego podejścia w budowaniu indywidualnego modelu wiedzy w nauczaniu wspomaganym komputerem przedstawiłam już wcześniej¹⁰ – jednak wówczas nie zwrócono szerszej uwagi na zaprezentowane rozwiązania. W międzyczasie rozwinęły się bardzo nie tylko możliwości technologiczne, ale także programistyczne koncepcje architektoniczne dotyczące prowadzenia negocjacji. Negocjacje oznaczają proces, w trakcie którego ostateczna decyzja jest ustalana między dwoma lub między większą liczbą agentów programowych, z których każdy stara się zapewnić najlepszą realizację powierzonego mu zadania, zgodnie z funkcją użyteczności i przypisanym systemem wypłat. Agenci zatem porozumiewają się między sobą i ustalają postacie umów, jakie mogą ze sobą negocjować, począwszy od najbardziej radykalnego wariantu braku jakiegokolwiek płaszczyzny porozumienia, aż po wariant korzystny dla wszystkich. Specjalną klasę rozwiązań stanowią **inteligentni agenci**, których cechuje elastyczne zachowanie i umiejętność reagowania w odpowiednim czasie na pojawiające się zmiany otoczenia, tak aby zrealizować założony wcześniej cel, budując zupełnie samodzielnie nowe zadania, nowe inicjatywy negocjacyjne i w sumie nowy obraz wiedzy. Współpraca agentów może mieć charakter scentralizowany lub rozproszony.

⁹ FIPA (2003) <http://www.fipa.org/repository/byyear.html>

¹⁰ A. Rokicka-Broniatowska, *Wykorzystanie teorii gier do komputerowego wspomaganie nauczania na przykładzie języka programowania COBOL*, rozprawa doktorska, Szkoła Główna Planowania i Statystyki, Warszawa 1989.

W modelu scentralizowanym jeden agent analizuje wszystkie propozycje, jakie otrzymał od innych agentów i buduje z niego wspólny wieloagencki plan działania pozbawiony konfliktów.

W modelu rozproszonym każdy z agentów sam prowadzi swoje strategie działania, dostosowując je w kolejnych krokach do działań innych agentów, tak aby wyeliminować wszystkie konflikty i zrealizować założony cel. W trakcie tego procesu następuje wzajemna wymiana rozwiązań, ich synchronizacja. Aktualizacja własnych rozwiązań agentów trwa tak długo, aż powstanie jeden wspólny plan globalny.

System wieloagencki (*MultiAgent System – MAS*) stanowi zatem wspólną platformę działania wielu agentów i jest szczególnie interesującą koncepcją z punktu widzenia rozwiązywania problemów zarządzania wiedzą i negocjowania wariantów decyzyjnych w inteligentnym środowisku uczenia opartym na współpracy. Modelowa architektura warstwowa takiej platformy opracowana została przez *FIPA (Federation of Intelligent Physical Agents)*, będącą organizacją *non-profit*, zajmującą się standardami wzajemnej współpracy oprogramowania agenckiego¹¹. Architektura ta zakłada istnienie trzech podstawowych komponentów¹²:

- **Systemu zarządzania agentami** (*Agent Management System – AMS*), który jest odpowiedzialny za prowadzenie katalogu unikalnych nazw agentów i ich adresów oraz zarządzanie nim, a także zarządzanie działaniem poszczególnych agentów na wspólnej platformie (*Agent Platform*);
- **Systemu transportu wiadomości** (*Message Transport System – MTS*), stanowiącego kanał wymiany wiadomości między agentami lub między całymi platformami agenckimi;
- **Systemu DF** (*Directory Facilitator*) odpowiedzialnego za realizację usługi *Yellow Pages*, będącej swoistą książką adresową agentów świadczących na rzecz innych jakieś swoje usługi.

Powyższa architektura daje możliwość realizacji koncepcji współpracy uczestników wirtualnych grup problemowych pod warunkiem wdrożenia możliwości interpretacji zbudowanych ontologii edukacyjnych. Zespolenie tych dwóch platform może stanowić modelowe środowisko rozwoju zaawansowanych dydaktycznie rozwiązań. Takiej konsolidacji koncepcyjnej dokonano z powodzeniem w ramach systemu *EUME*⁵. Wieloagencki system zespolono z ontologią *EUME Onto* i zaimplementowano go w języku *Java* przy użyciu platformy *JADE (Java Agent DEvelopment Framework*¹³), będącej darmową biblioteką (licencja *GNU*), służącą do tworzenia systemów wieloagenckich, zgodnych ze standardami *FIPA*. Platforma ta zawiera środowisko uruchomieniowe agentów, biblioteki klas wspomagających obsługę agentów, narzędzia zarządzania i koordynowania pracą agentów, obsługę kanałów komunikacyjnych oraz narzędzia implementacji ontologii.

Model inteligentnego środowiska uczenia opartego na współpracy

Przedstawione doświadczenia systemu *EUME* posłużyły do zbudowania jeszcze bardziej zaawansowanej koncepcji rozwiązania, stanowiącej wizję dynamicznej architektury klas wirtualnych w otwartym, webowym, inteligentnym środowisku uczenia. Koncepcja ta zakłada maksymalne

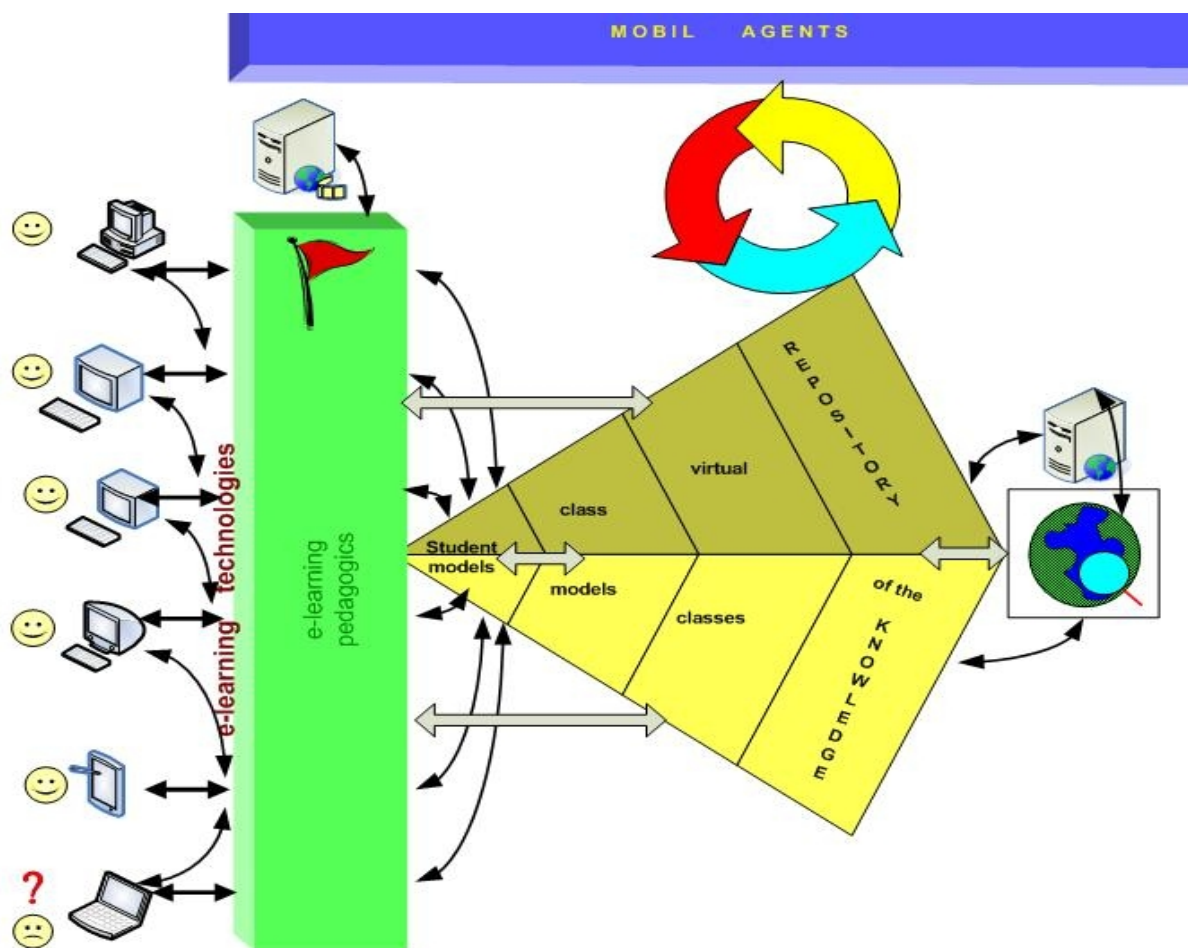
¹¹ *Foundation for Intelligent Physical Agents*, <http://www.fipa.org/>

¹² A. Riera, M. Lama, E. Sánchez, R. Amorin, X.A. Vila, S. Barro, *Study of Communication in a Multi-Agent System for Collaborative Learning Scenarios*, http://www.gsi.dec.usc.es/~eume/publications/eume_pdp2004l.pdf, [08.10.2005].

¹³ <http://jade.ceselt.it>, [07.10.2005].

wzajemne przenikanie się efektów merytorycznego działania współpracujących studentów wirtualnych klas, korzystających z udostępnianych zasobów wiedzy zgodnych z bieżącym Modelem Studenta. Jednocześnie przyjmuje się, że całokształt procesu kreowania klas wirtualnych, obejmujący dobór uczestników oraz właściwe kategorie wiedzy – kształtowany jest w ramach inteligentnej platformy wieloagencyjnej. Oznacza to, iż zarówno skład klasy wirtualnej, jak i zakres studiowanych w jej ramach problemów jest kształtowany dynamicznie w oparciu o środowisko kooperujących agentów, którzy wykazują cechy samouczenia się. Nie trzeba zatem definiować początkowego profilu klasy. Agenci mobilni wyszukują studentów o podobnym profilu i utworzą z nich odpowiednią kategorię w formie wirtualnej klasy oraz przypiszą jej właściwie wyszukane kategorie problemowe do studiowania z webowego repozytorium wiedzy. Aby jednak taka akcja była możliwa, student musi kiedyś rozpocząć jakąkolwiek aktywność, by można było automatycznie zdefiniować jego początkowy Model Studenta. Zarysowaną koncepcję nazwaną **IMLE – Intelligent Multiagent Learning Environment** ilustruje rysunek 2.

Rysunek 2. Model inteligentnego wieloagencyjnego środowiska uczenia IMLE



Źródło: opracowanie własne

Warto zauważyć, że student przynależący w danym momencie do określonej klasy, studiując bieżące problemy, dokonuje nieustannych zmian w swoim profilu użytkownika – w Modelu Studenta. Jeśli zmiany te są poważne, może okazać się, że w trakcie procesu uczenia został przekwalifikowany przez agentów do innej klasy wirtualnej, lepiej odpowiadającej jego aktualnym możliwościom intelektualnym.

Uczestnictwo w zajęciach wirtualnej klasy oznacza aktywne interakcje między uczestnikami, wzajemne dzielenie się doświadczeniami, wiedzą, wspólne rozwiązywanie problemów. Zbyt niska aktywność jest sygnałem nieadekwatności poziomu rozwiązywanych problemów w klasie, w stosunku do Modelu Studenta. W tej sytuacji agent uczy się nowych reakcji studenta, analizuje przyczyny spowolnienia procesu przyswajania wiedzy, spadku aktywności i rekomenduje nowe moduły wiedzy, o zmodyfikowanym poziomie problemowym, jednak mieszczące się w oszacowanych wcześniej kategoriach wiedzy. Struktura tych kategorii może jednak podlegać procesom reinżynierii, w oparciu o odpowiednio ważone statystyki użytkowania określonych jednostek informacji, w ramach webowych zasobów wiedzy.

W wyniku współpracy uczestników wirtualnej klasy webowej oraz równoczesnej współpracy kooperatywnego środowiska agencckiego następuje sprzężenie zwrotne w stosunku do profilu wirtualnej klasy, prowadzące do jego lepszego „dostrojenia”.

Takie dostrojenie oznacza w konsekwencji zastosowanie jakiejś metody obliczeniowej pozwalającej dokonać bardziej precyzyjnego kategoryzowania grup uczestników klas, jak również modyfikacji reguł kategoryzacyjnych w stosunku do repozytorium wiedzy. Otwartym pozostaje badanie problemu doboru najlepszej metody obliczeniowej dla środowiska wzajemnie współpracującego i uczącego się swoich zachowań. Zasadniczo można szukać rozwiązań tego problemu w oparciu o tradycyjne metody statystyczne, sieci neuronowe, algorytmy ewolucyjne.

Podsumowanie

Systemy nauczania zdalnego klasy **CSCL – Computer Supported Collaborative Learning** stanowią nową generację rozwiązań opartych o poszerzone koncepcje e-pedagogiki. Ich implementacja wymaga współpracy zarówno inżynierów wiedzy i metodyków nauczania zdalnego, którzy wspólnie powinni modelować postać ontologii edukacyjno-dydaktycznych. Zastosowanie środowiska wieloagenckiego tworzy zaawansowane warunki personalizowanego zdobywania wiedzy i grupowego rozwiązywania problemów.

Bibliografia

- A. Borkowska, *Architektura i zastosowania oprogramowania agencckiego*, praca magisterska, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Warszawa 2004.
- T. Gruber, *A Translation Approach to Portale Ontologies*, „Knowledge Acquisition” 1993, 5(2), s.193-220.
- S. Juszczak, J. Janczyk, D. Morańska, M. Musioł, *Dydaktyka informatyki i technologii informacyjnej*, Multimedialna Biblioteka Pedagogiczna, Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń 2004.

A. Rokicka-Broniatowska, *Wybrane aspekty zastosowań ontologii w zarządzaniu wiedzą webowych systemów uczenia*, [w]: Cz. Daniłowicz (red.), *Multimedialne i sieciowe systemy informacyjne, MISSI'2004*, Vol.1. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2004.

Netografia

B. Alderman, *Get Real! Collaborative Learning in Higher Education*, „TEXT – The Journal of Australian Association of Writing Programs” 2000, tom 4, nr 1, kwiecień, <http://www.griffith.edu.au/school/art/text/april00/alderman.htm>, [08.10.2005].

R. Amorin, M. Lama, E. Sánchez, X.A Vila, *An Educational Ontology based on Matadata Standards*, University of Santiago de Compostela, <http://www-gsi.dec.usc.es/~eume/publications/2ecl.pdf>, [08.10.2005].

D.L. Brien, T. Brady, *Collaborative Practice: Categorising forms of collaboration for practitioners*, in: „TEXT – The Journal of Australian Association of Writing Programs” 2003, tom 7, nr 2, październik, <http://www.griffith.edu.au/school/art/text/oct03/brienbrady.htm>, [25.10.2005].

M. Lama, E. Sánchez, R. Amorin, Vila X.A., *Semantic Description of the IMS Learning. Design Specification*, University of Santiago de Compostela, 2005, <http://www.eume.net>, [15.10.2005].

A. Riera, M. Lama, E. Sánchez, R. Amorin, X.A. Vila, S. Barro, *Study of Communication in a Multi-Agent System for Collaborative Learning Scenarios*, http://www-gsi.dec.usc.es/~eume/publications/eume_pdp2004l.pdf, [08.10.2005].

Abstract

The article presents most important observations related to the Computer Supported Collaborative Learning Systems. The article contains information about possibilities of using an educational ontology and a Multi-Agent System (MAS) communication protocol for an Intelligent Multi-Agent Learning Environment that provides, among others, collaborative didactical services.

Nota o autorze

Autorka jest pracownikiem naukowym Katedry Informatyki Gospodarczej Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie, gdzie od 2001 roku kieruje Zakładem Multimedialnych Systemów Wiedzy. Problematyką nauczania wspomaganego technologiami komputerowymi zajmuje się od ponad 20 lat. Swoje interdyscyplinarne podejście i nowatorskie rozwiązania w tym zakresie zaprezentowała w doktoracie (1989) oraz w licznych publikacjach naukowych. W ciągu czterech ostatnich lat kierowała ponad 10 projektami badawczymi z zakresu różnych aspektów nauczania zdalnego.