

Autoreferat

1. Imię i nazwisko: Jacek Marciniak

2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej

1993: Dyplom studiów wyższych magisterskich na kierunku matematyka w zakresie metody numeryczne i programowanie, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Matematyki i Fizyki.

1993: Diplôme d'Etudes Supérieures Spécialisées D'Applications de la Télématicque (DESS), Uniwersytet Paris 7 (Paryż, Francja).

1999: Stopień doktora uzyskany na Uniwersytecie Paris Sud XI (Orsay, Francja), specjalność informatyka.
Tytuł rozprawy doktorskiej: *Langage, perception, action : raisonnement spatio-temporel dans le guidage d'un agent virtuel* (Język, percepcja, akcja : rozumowanie czasowo-przestrzenne w sterowaniu agentem wirtualnym).

1999: Uznanie stopnia naukowego doktora uzyskanego na Uniwersytecie Paris Sud XI za równorzędny ze stopniem naukowym doktora nauk matematycznych w zakresie informatyki nadawanym w kraju (decyzją Rady Wydziału Matematyki i Informatyki Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu w wyniku zwolnienia z postępowania nostryfikacyjnego).

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

1993-2000: Asystent w Zakładzie Lingwistyki Informatycznej i Sztucznej Inteligencji, Wydział Matematyki i Informatyki, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

od 2000: Adiunkt w Zakładzie Lingwistyki Informatycznej i Sztucznej Inteligencji, Wydział Matematyki i Informatyki, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule naukowym w zakresie sztuki (Dz.U. nr 65, poz. 595 ze zm.)

Prezentowanym osiągnięciem naukowym zgodnie z ustawą z dnia 14 marca 2003 r. (art. 16 ust. 2) jest monografia pt. *Intelligentne systemy e-learningowe wykorzystujące ontologie typu wordnet* (Wydawnictwo Naukowe UAM, 2015), stanowiąca syntetyczne podsumowanie prowadzonych przeze mnie badań w zakresie inteligentnych systemów e-learningowych operujących na dynamicznie przyrastających repozytoriach treści oraz traktująca o budowie i wykorzystaniu ontologii typu wordnet do opisywania tematyki treści, ze szczególnym uwzględnieniem materiałów e-learningowych oraz wniosku przy wyszukiwaniu pojęć podobnych i powiązanych.



W monografii zaproponowana została architektura nowej klasy systemów informatycznych, którą są inteligentne systemy e-learningowe. Łączą one charakterystykę inteligentnych systemów wspierających kształcenie (ang. Intelligent Tutoring Systems; ITS), jednocześnie zachowując funkcje systemu e-learningowego (LMS), pozwalającego na prowadzenie kształcenia w trybie zdalnym w środowisku Internetu. Budowa systemów tego typu nawiązuje do problemu badawczego, którym jest tworzenie systemów ITS mogących sięgać do wielotematycznych repozytoriów treści e-learningowych przyrastających dynamicznie. Spełniają one również oczekiwania dydaktyków, którzy muszą sprostać organizacji procesów kształcenia z wykorzystaniem narzędzi e-learningowych dużych grup uczących się, tak, jak to ma to miejsce np. w przypadku kursów MOOC (ang. Massive Open Online Course). W prezentowanym podejściu ontologia typu wordnet wykorzystywana jest podczas indeksowania zasobów w repozytorium oraz służy jako model wiedzy o świecie dostarczający wiedzę o charakterze ogólnym i dziedzinowym, który wykorzystywany jest przez system podczas przeszukiwania repozytorium oraz podejmowania decyzji w trakcie realizacji strategii dydaktycznych. Dzięki zorganizowaniu wiedzy w ten sposób, prezentowana klasa systemów może operować na repozytoriach o dowolnej tematyce dzięki temu, że ma dostęp do wiedzy o charakterze ogólnym, pochodzącej z leksykalnych baz danych typu wordnet. Ponadto, dzięki możliwości zintegrowania w ontologii wiedzy o charakterze dziedzinowym i eksperckim pochodzącej z zewnętrznych conceptualizacji (systemy klasyfikacyjne, tezaury, ontologie dziedzinowe), możliwe jest podczas indeksowania oraz prowadzenia wnioskowania odwoływanie się do wiedzy specjalistycznej. Zaprezentowana w monografii metoda indeksowania i przeszukiwania zasobów e-learningowych wpisuje się w aktualną tematykę badawczą dotyczącą indeksowania i przeszukiwania repozytoriów cyfrowych w sytuacji, w której utrudnione jest pozyskanie języków informacyjnych pozwalających na wyczerpujące opisywanie tematyki niejednorodnych repozytoriów, tzn. takich, w których składowane są treści z różnych dziedzin, o różnej tematyce oraz o różnym poziomie szczegółowości.

Badania dotyczące inteligentnych systemów wspierających kształcenie prowadzone są od lat osiemdziesiątych XX wieku (Sleeman, Brown, 1982), (Wenger, 1987). Systemy tego typu mają za zadanie dostarczyć uczącemu się treści w odpowiedzi na zidentyfikowane potrzeby, najczęściej bez interwencji dydaktyka. Pierwsze systemy ITS realizowane były jako jednostanowiskowe aplikacje adaptujące się do potrzeb uczącego się w oparciu o algorytmy i treści wbudowane w aplikację. Przykładem tego typu systemów są SOPHIE (Brown i inni, 1982), GUIDON (Clancey, 1986), Cognitive Tutor (Aleven i inni, 2006), Help Tutor (Roll i inni, 2006), Logicando (Lanzilotti, Roselli, 2007), ASSISTments Platform (Karlovces i inni, 2012), czy Fractions Tutor (Rau i inni, 2012). Takie podejście do budowy systemów ITS wynikało z tego, że były one przeznaczone do prowadzenia nauczania w dobrze zdefiniowanym obszarze tematycznym, bądź służyły jako narzędzie do prowadzenia badań nad zachowaniem człowieka w interakcji z systemem inteligentnym. Ponieważ w wielu kontekstach edukacyjnych zachodzi potrzeba wymiany i uzupełniania treści oraz modyfikacji algorytmów odpowiedzialnych za ich dostarczanie, prowadzone były również badania nad systemami na to pozwalającymi, np. KPP System (Zouaq i inni, 2008), czy ADAPT (Dias i inni, 2014). Badania nad inteligentnymi systemami wspierającymi kształcenie były również prowadzone z uwzględnieniem potrzeb e-learningu i systemów e-learningowych. Tworzone były systemy implementujące różne architektury, w tym takie, w których treści w postaci e-learningowej generowane były przy wykorzystaniu dostępnej bazy wiedzy (Zouaq i inni, 2008), wybierane z repozytorium zgodnie z predefiniowanym algorytmem (Gasevic i inni, 2004), bądź ITS osadzony był wprost w składowych treści (takich jak np. Learning object) i uruchamiany po dostarczeniu do przeglądarki uczącego się (Santos, Jorge, 2013). Wraz z

pojawieniem się SCORM 2004 oraz dostępnej w nim specyfikacji IMS Simple Sequencing przeznaczonej do sekwencjonowania treści, pojawiły się również architektury ITS implementowane bezpośrednio w treściach e-learningowych (kursach e-learningowych) (Sabbir Ahmed, 2004), (Kaznidis, Satratzemi, 2009), (Santos, Figueira, 2010). Ze względu na uwarunkowania specyfikacji IMS Simple Sequencing, ostatnie rozwiązanie ograniczone jest jedynie do podawania treści z pakietu SCORM, dla którego zapisana została strategia dydaktyczna. Nie jest możliwe przy pomocy tej specyfikacji zapisanie strategii dostarczania treści odwołując się w sposób swobodny do innych pakietów składowanych w repozytorium. W przypadku dynamicznie przyrastających repozytoriów zasilanych przez wielu autorów ograniczenie to jest poważne, gdyż uczącemu się nie będą dostarczane treści umieszczone w repozytorium później, a mogące być dla niego bardziej odpowiednie na danym etapie kształcenia.

W monografii zaprezentowana została architektura rozszerzająca system LMS w taki sposób, że realizowana jest tradycyjna architektura systemów ITS zaprezentowana przez Wengera (Wenger, 1987). System operuje na repozytorium treści e-learningowych zapisanych w SCORM (Marciniak, 2014b). Na architekturę wskazaną przez Wengera składają się: *model dziedzinowy* (ang. *domain model*), *model studenta* (ang. *student model*), *model pedagogiczny* (ang. *pedagogical model*) oraz *interfejs* (ang. *interface*). W zaprezentowanej architekturze jako interfejs traktowany jest sposób, w jaki treści są prezentowane w kursie e-learningowym, co pozwala na określanie postaci treści poza systemem ITS, dając tym samym możliwość jego wymiany gdy zajdzie taka potrzeba. Model studenta stanowią dane o uczącym się przechowywane w systemie LMS, np. zgodnie ze specyfikacją IMS ePortfolio, zapewniającą przenaszalność między platformami. Model dziedzinowy traktowany jest w systemie jako model wiedzy o świecie i budowany jest z wykorzystaniem ontologii typu wordnet (patrz dalej). Na model pedagogiczny składają się strategie dydaktyczne oraz Agent ITS. Strategie dydaktyczne budowane są w kursach e-learningowych z wykorzystaniem specyfikacji IMS Simple Sequencing, dzięki czemu zapewniona jest wymienialność algorytmów zachowania ITS oraz możliwość tworzenia ich poza systemem. Rozwiązanie to jest analogiczne do zaprezentowanego powyżej podejścia Kazanidisa i Satratzemi oraz Santosa i Figueiry (Kaznidis, Satratzemi, 2009), (Santos, Figueira, 2010). Jednakże, aby podczas określania strategii dostarczania treści możliwe było odwoływanie się do całego repozytorium a nie tylko do treści zawartych w kursie e-learningowym, w prezentowanej w monografii metodzie przejęte zostało założenie, że treści dydaktyczne budowane są z wykorzystaniem mechanizmów *Extension Points* oraz *Triggers*, przeznaczonych do przekazywania do ITS warunków przeszukiwania repozytorium oraz strategii działania ITS. Mechanizmy te nadają dodatkowe interpretacje mechanizmom SCORM 2004, bez rozszerzania ich (Marciniak, 2014c). Dzięki takiej architekturze kurs e-learningowy zapisany w SCORM działał będzie zgodnie ze specyfikacją SCORM RTE, bez potrzeby wprowadzania zmian w architekturze systemu LMS odpowiedzialnej za komunikację z treścią.

Za dostarczanie treści z repozytorium oraz realizowanie strategii dydaktycznej odpowiada Agent ITS. W zaproponowanej architekturze jest to moduł informatyczny rozszerzający architekturę systemu LMS, mający za zadanie wyszukać treści z repozytorium zgodnie z warunkami przekazanymi poprzez Trigger z kursu e-learningowego oraz wybrać spośród wyszukanych te, które odpowiadają potrzebom uczącego się wykorzystując wskazaną w Triggerze regułę rekomendacyjną determinującą strategię dydaktyczną. Agent ITS działa niezależnie od algorytmu podawania treści wynikającego z IMS Simple Sequencing. W prezentowanym podejściu Agent ITS może być traktowany jako agent inteligentny (Russel, Norvig, 2009), przy założeniu, że jako *środowisko* (ang. *environment*) traktowane jest

środowisko uruchomieniowe SCORM (Tracking Model, Activity Tree), jako *sensory* (ang. *sensors*) zdolność uzyskiwania informacji o postępach uczącego się zebranych podczas realizacji kursu e-learningowego, a jako *efektory* (ang. *actuators*) wprowadzenie nowych składowych treści (SCORM SCO, bądź SCORM Activity) do kursu, z którym pracuje uczący się. W monografii przedstawiono dwie architektury Agentu ITS: jedna realizująca model *prostego agenta odruchowego* (ang. *simple reflex agent*), a druga *agenta odruchowego z modelem* (ang. *model-base reflex agent*). W podejściu takim to, jakie treści zostaną dostarczone uczącemu się, jest wyznaczane przez reguły rekomendacyjne. W monografii zaprezentowano dwie przykładowe reguły (*Similar Content Strategy Recommendation Rule*, *Case Study Inclusion Strategy Recommendation Rule*) pokazujące, w jaki sposób na to, jakie materiały zostaną dostarczone, wpływa ich tematyka (z odwołaniem do pojęć podobnych i powiązanych uzyskiwanych dzięki ontologii typu wordnet), złożoność (poprzez odwołanie się do struktury materiałów opisanych przy pomocy UCTS) i inne parametry treści (język, autorstwo, trudność, poziom interaktywności, itp.) oraz jak wykorzystywane są informacje o uczącym się pochodzące z modelu studenta (np. znajomość języków obcych). Agent ITS oraz reguły zostały zaimplementowane w systemie Edumatic ITS i wykorzystane na potrzeby ewaluacji zaprezentowanej metody budowy inteligentnych systemów e-learningowych.

Na potrzeby prowadzonych badań przyjęte zostało założenie, że tematyka treści e-learningowych przechowywanych w repozytorium opisywana jest przy pomocy ontologii typu wordnet. Opisywanie tematyki treści jest zagadnieniem wpisującym się w nurt prac z zakresu organizacji informacji. Na potrzeby przechowywania i zarządzania informacją opracowane zostały narzędzia i metody takie jak systemy klasyfikacyjne, tezauryusy wprowadzone na potrzeby opisywania treści w postaci analogowej, czy też ontologie dziedzinowe, które zaczęły być rozwijane gdy pojawiły się zasoby cyfrowe. Rozwiązania te są przeznaczone do indeksowania zasobów w sposób systematyczny - w tym celu zakłada się, że indeksujący zna język informacyjny którym się posługuje. Innym podejściem jest znane z rozwiązań Web 2.0 (wortale, blogi, mikroblogi, itp.) tagowanie, polegające na przypisywaniu do zasobów słów i wyrażeń wybieranych przez użytkownika w sposób swobodny w miarę potrzeb. W podejściu tym trudno zachować systematyczność i jednoznaczność opisu. W przypadku wielotematycznych repozytoriów materiałów dydaktycznych o dużej granularności wykorzystanie tak języków informacyjnych, jak i tagowania jest problematyczne. W przypadku języków informacyjnych znalezienie jednego języka, który w pełni pozwoli na opisywanie wszystkich tematów zawartych w repozytorium może być trudne ze względu na fakt, że niektóre z nich mogą pochodzić spoza zakresu języka. Wynika to z tego, że języki informacyjne mają często charakter dziedzinowy, bądź są na tyle ogólne, że mogą okazać się niewystarczające przy indeksowaniu treści dotyczących zagadnień specjalistycznych. Wykorzystanie *tagowania* może generować problemy podczas przeszukiwania repozytorium ze względu na brak systematyczności podczas opisywania treści. Granularność treści, tzn. sytuacja, w której podzielone są one na małe składowe takie jak np. Learning objects, wpływa na to, że narzędzie opisu musi pozwolić na opisywanie tematów i podtematów, tematów powiązanych oraz relacji między nimi tak, aby podczas indeksowania można było opisać treści o zbliżonej tematyce z możliwością rozróżnienia ich. Podczas wyboru języka informacyjnego pojawi się ponadto problem braku akceptacji konceptualizacji pochodzących od jednych ekspertów i zapisanych w języku informacyjnym, przez innych ekspertów, ze względu na występowanie w nich pojęć nieaktualnych lub nieprzystających do potrzeb konkretnego środowiska, czy zastosowania (Hjørland, 2012), (Seidel-Grzesińska, Stanicka-Brzezicka, 2014). Problemem może być również to, że nie ma gwarancji, że zasoby opisywane przy pomocy języków informacyjnych indeksowane będą w sposób jednoznaczny (Maniez, 1997), (Lancaster, 2003), ponadto możliwe są różnice w interpretacji pojęć ze

względu na różnice kulturowe (Lakoff, 1987). Wskazywane są również problemy z rozróżnieniem między słownictwem szczegółowym a ogólnym, problemy z synonimią, przetwarzaniem terminów wielowyrazowych i fraz, przetwarzanie skrótów i akronimów, czy też problemy z rozróżnieniem pomiędzy terminami powszechnymi, a technicznymi (Taylor, Joudrey, 2009).

Wykorzystanie ontologii typu wordnet podczas indeksowania zasobów oraz przeszukiwania repozytoriów pozwala na połączenie podejścia eksperckiego ze swobodą znaną z tagowania. Ontologia typu wordnet opiera się na zasobach leksykalnych pochodzących z leksykalnych baz danych typu wordnet (inaczej wordnetów) oraz pozwala na integrowanie konceptualizacji eksperckich i dziedzinowych zaczerpniętych z tezaursów, ontologii dziedzinowych, czy systemów klasyfikacyjnych (Marciniak, 2014d). W ontologii typu wordnet wiedza ogólna o świecie zaczerpnięta jest z leksykalnej bazy danych typu wordnet, stanowiącej strukturę bazową ontologii. Oparcie się na zasobach leksykalnych daje indeksującemu swobodę znaną z tagowania, pozwalając na swobodne dobieranie słów i wyrażeń bez konieczności stosowania uproszczeń, czy uogólnień. Dzięki podstawowej składowej wordnetu, jaką jest synset, wykorzystywane do indeksowania słowa i wyrażenia są ujednoznacznione, ponadto możliwe jest rozróżnianie związków pomiędzy pojęciami, w tym tematów i podtematów dzięki relacjom o charakterze leksykalnym, takim jak hiperonimia/hiponimia, holonimia/meronimia, antonimia. Z drugiej strony, możliwość odwołania się w ontologii typu wordnet do konceptualizacji eksperckich pozwala na opisywanie treści w sposób systematyczny, podobnie jak w przypadku języków informacyjnych. Wiedza ekspercka i dziedzinowa może zostać zmapowana na ontologię z istniejących tezaursów, systemów klasyfikacyjnych, czy z ontologii dziedzinowych. Może być również dodana przez eksperta zarządzającego danym repozytorium w miarę potrzeb. Jest ona zapisywana poprzez mapowanie synsetów na hierarchie *kategorii dziedzinowych* (*ang. domain categories*) oraz relacji pomiędzy synsetami o charakterze dziedzinowym (Marciniak, 2014d). Kategorie dziedzinowe to etykiety semantyczne służące do reprezentowania pojęć zaczerpniętych z tezausa, systemu klasyfikacyjnego, czy ontologii. Pełnią funkcję analogiczną do *semantic domain* z WordNetu czy *domain labels* z EuroWordnetu, pozwalających na uporządkowanie (kategoryzowanie) synsetów oraz służące do grupowania synsetów z jednego pola semantycznego (Fellbaum, 1998), (Vossen, 2002). Relacje o charakterze dziedzinowym mają charakter asocjacyjny i mają za zadanie wskazać, że dwa pojęcia są połączone ze sobą w naturalny sposób w określonym kontekście. Relacje tego typu nie występują w sposób systematyczny w wordnetach ze względu na przyjęte założenie, że pomiędzy synsetami nie powinno być powiązań z poziomu semantyki tekstu, czy też dyskursu (tzw. „tennis problem”) (Fellbaum, 1998). Relacje o charakterze asocjacyjnym są za to dostępne w konceptualizacjach dziedzinowych, np. tezaursach - specyfikacja ISO 25964 Part 1 (ISO, 2011) oraz ontologiach dziedzinowych, czy aplikacyjnych. Ontologie typu wordnet posiadają strukturę polirelacyjno-polihierarchiczną. Ilość struktur hierarchicznych oraz typy relacji mogą różnić się w zależności od konkretnego zasobu. Zależą od tego, ile konceptualizacji dziedzinowych zostało zmapowanych na ontologię oraz jaka była ich struktura.

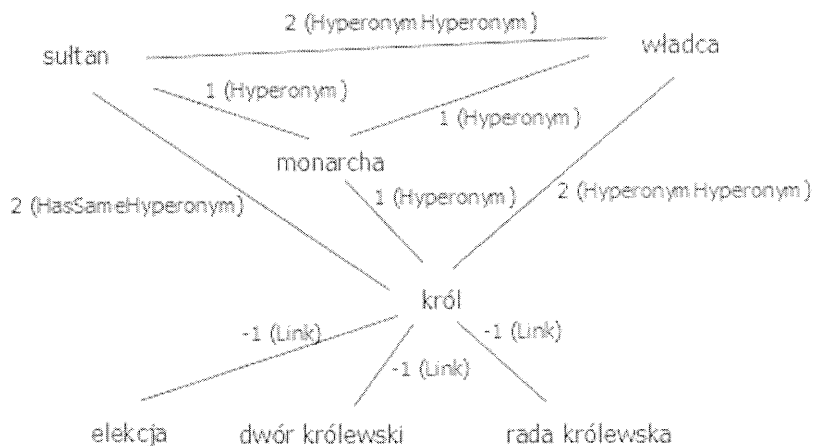
W monografii zaprezentowany został algorytm budowy ontologii typu wordnet oraz przeprowadzona została dyskusja dotycząca zależności pomiędzy strukturą ontologii, a potrzebami wynikającymi z indeksowania i przeszukiwania zasobów. Algorytm obejmuje sytuacje, w których ontologia tworzona jest dla istniejącego zestawu słów (np. wykorzystywanego podczas indeksowania zasobów) i pozwala na ich zmapowanie na strukturę wordnetu oraz konceptualizacji dziedzinowych i eksperckich pochodzących z tezaursów, systemów klasyfikacyjnych, czy ontologii dziedzinowych, które zostały zawarte

w ontologii. Algorytm zakłada istnienie wordnetu służącego jako bazowa struktura ontologii, jeżeli nie jest dostępny, bądź brak jest w nim potrzebnego synsetu, pozwala na jego utworzenie. Zaprezentowany w monografii algorytm jest rozszerzeniem wcześniejszego algorytmu (Marciniak, 2013a). W monografii przeprowadzona została dyskusja dotycząca tego, w jaki sposób na postać ontologii wpływają potrzeby wynikające z kontekstu w którym jest wykorzystywana, w wyniku czego w zależności od potrzeb w ontologii umieszczone zostaną określone pojęcia oraz relacje. Wskazano na potrzebę wyodrębniania konceptualizacji dziedzinowych o charakterze ogólnym oraz lokalnym, dzięki czemu na potrzeby indeksowania możliwe jest rozróżnianie pojęć oraz ich uporządkowanie z uwzględnieniem potrzeb oraz stopnia akceptacji przez indeksującego różnych konceptualizacji. Potrzeba taka wynika z sygnalizowanej przez użytkowników języków informacyjnych potrzeby rozróżnienia pomiędzy pojęciami i ich różnymi uporządkowaniami (Seidel-Grzesińska, Stanicka-Brzezicka, 2014). Metodologia tworzenia ontologii typu wordnet została zweryfikowana podczas budowy dwóch zasobów tego typu: ontologii dla języka polskiego *Historia i Kultura Staropolska* (8373 słów i wyrażen, 7060 synsetów, 379 kategorii dziedzinowych) oraz ontologii dla języka angielskiego *PMAH (Protection and Management of Archaeological Heritage)* (1758 słów i wyrażen, 1589 synsetów, 93 kategorie dziedzinowe).

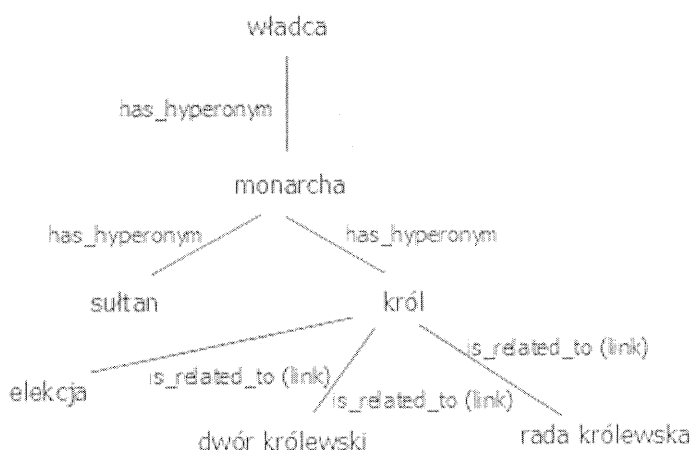
W prezentowanej w monografii metodzie ontologie typu wordnet tworzące model dziedzinowy systemu wykorzystywane są do przeszukiwania zasobów zaindeksowanych przy pomocy słów i wyrażen zmapowanych na ontologię. Strategia przeszukiwania repozytorium bazuje na wykorzystywaniu struktury ontologii przy poszerzeniu zakresu wyszukiwania o pojęcia synonimiczne, podobne i powiązane. Na potrzeby prowadzonych badań przyjęto założenie, że dwa pojęcia wyrażone leksykalnie są semantycznie podobne jeżeli relację między nimi rozpatrywać można w kategorii podobieństwa, co znaczy, że współdzielą one określoną charakterystykę (Budanitsky, Hirst, 2006). Jako powiązane uznaje się pojęcia które nie są podobne, ale które połączone są relacjami takimi jak antonimia, meronimia, czy relacjami asocjacyjnymi (Morris, Hirst, 2005). Podobieństwo i powiązanie semantyczne mogą być wyznaczone z wykorzystaniem zasobów leksykalnych, takich jak wordnety czy tezaury. WordNet wykorzystywany był np. w miarach zaproponowanych przez Resnika (Resnik, 1995), czy Hirsta i St-Onge'a (Hirst, St-Onge, 1998). Tezaury, w szczególności Roget's Thesaurus, w pracach Morrisa i Hirsta (Morris, Hirst, 1991), czy Jarmasza i Szpakowicza (Jarmasz, Szpakowicz, 2003). Podstawowe metryki bazują na pomiarze odległości w grafie pomiędzy dwoma pojęciami (Rada i inni, 1989), (Hirst, St-Onge, 1998), (Leacock, Chodrow, 1998), bądź na zawartości informacji (Resnik, 1995), (Jiang, Conrath, 1997), Lin (Lin, 1998). Metoda zaprezentowana w monografii opiera się na podejściu, w którym stopień powiązania pomiędzy pojęciami wyznaczany jest za pomocą reguł wykorzystujących relacje leksykalne oraz dziedzinowe. W monografii zaprezentowano 17 reguł, które mają charakter heurystyczny i zostały zbudowane w taki sposób, aby umożliwić wyszukiwanie z repozytorium treści, które w rozpatrywanym kontekście mogą zostać uznane za powiązane. Ze względu na regułowy charakter zaproponowana metoda nawiązuje do podejścia zaprezentowanego przez Hirsta i St-Onge'a (Hirst, St-Onge, 1998). W prezentowanej metodzie w inny sposób wykorzystywane są jednakże relacje o charakterze leksykalnym, ponadto część reguł odwołuje się do relacji o charakterze dziedzinowym.

W monografii zaprezentowane zostało również w jaki sposób w inteligentnym systemie e-learningowym wykorzystywany został model przetwarzania ontologii typu wordnet na dwóch poziomach, wprowadzony wcześniej na potrzeby poszerzonych systemów tagujących (Marciniak, 2014d). Rozwiązanie opiera się na założeniu, że w systemie informatycznym

osadzana jest ontologia zapisana w postaci znormalizowanej (rys. 1), która zawiera słowa i wyrażenia połączone w synsety, relacje pomiędzy nimi wraz z wagami wyliczonymi przy pomocy reguł służących do wyznaczenia stopnia powiązania pomiędzy pojęciami. Ontologia w tej postaci jest generowana z ontologii o postaci kanonicznej (rys. 2) zawierającej relacje pomiędzy pojęciami o charakterze leksykalnym i dziedzinowym. Przetwarzanie na dwóch poziomach determinuje procesy inżynierii ontologicznej poprzez rozdzielenie procesów budowy i utrzymania ontologii od procesów związanych z jej wykorzystaniem.



Rys. 1. Fragment ontologii typu wordnet w postaci znormalizowanej



Rys. 2. Fragment ontologii typu wordnet postaci kanonicznej

Jednym z celów zaprezentowanych w monografii badań było zaproponowanie architektury inteligentnego systemu e-learningowego, która pozwoli na jego zanurzenie w repozytorium treści dydaktycznych przyrastających dynamicznie oraz obejmującego niejednorodną tematykę. W pracy przyjęto strukturę treści e-learningowych w repozytorium, która została zaproponowana i zweryfikowana podczas tworzenia repozytoriów treści dydaktycznych do wykorzystania przez człowieka (Marciniak, 2014a). Metoda strukturyzowania treści opiera się na wykorzystaniu specyfikacji SCORM oraz na nadawaniu składowym treści interpretacji z wykorzystaniem UCTS. SCORM, poza dostarczeniem omawianej powyżej specyfikacji IMS Simple Sequencing pozwalającej na definiowanie strategii dydaktycznych, pozwala na wielokrotne użycie tych samych składowych treści oraz zapewnia wymienialność treści pomiędzy platformami e-learningowymi. Ponieważ SCORM jako specyfikacja ogólna pozwala na strukturyzowanie materiałów na wiele sposobów, podczas ich dostarczania uczącemu się niezbędny jest mechanizm ich podziału uwzględniający pełność przekazywanych treści

oraz ułatwiający zarządzanie repozytorium. Znanym z literatury sposobem strukturyzowania treści jest dzielenie ich na jednostki uczące (ang. Learning objects), czyli małe i spójne porcje wiedzy wyczerpująco omawiające wybrane zagadnienie (Sabau, 2007), (Balatsoukas i inni, 2008). Wykorzystanie przy strukturyzowaniu treści systemu UCTS (ang. Universal Curricular Taxonomy System), który poza Learning objects wyróżnia również inne typy składowych treści, pozwala na zarządzanie złożonością materiałów e-learningowych poprzez określenie ich miejsca w strukturze hierarchicznej, określającej złożoność z uwzględnieniem potrzeb dydaktycznych (Marciniak, 2012a), (Marciniak, 2014a). UCTS pozwala na rozróżnienie czterech poziomów złożoności materiałów zgodnie z hierarchią zaprezentowaną na rys. 3.

Curriculum

Module

Unit

Learning object

Exercise

Self assessment

Exam

References

Rys. 3. Hierarchia UCTS

Nadanie składowej treści interpretacji przy pomocy pojęcia z UCTS jednoznacznie rozstrzyga o wielkości tej składowej oraz jej miejscu w hierarchii materiałów. Dzięki temu możliwe jest wyodrębnianie ze struktur treści takich partii materiału, które mogą zostać dostarczone uczącemu się z gwarancją zachowania spójności oraz zapewniających osiągnięcie określonych celów dydaktycznych. Dzięki temu dydaktyk, czy inteligentny system, może podczas dostarczania treści wielokrotnie wykorzystywać te same komponenty i osadzać je w różnych materiałach dydaktycznych. Podczas dostarczania treści nie jest ograniczony do dostarczania materiałów jedynie w postaci jaką przyjmowały przed wgraniem do repozytorium. Podejście takie nie jest przyjęte w materiałach tradycyjnych, co wynika ze specyfiki stosowanego nośnika. Dla materiałów w postaci cyfrowej, z powodu braku ograniczeń technologicznych wyłączanie składowych z materiałów o określonej strukturze jest możliwe, a często wręcz oczekiwane przez dydaktyków. W przypadku inteligentnego systemu e-learningowego wyróżnienie podział treści na składowe opisane przy pomocy UCTS pozwala na określanie w warunkach wyszukania wielkości oczekiwanych materiałów. W regułach rekomendacyjnych informacja o strukturze materiałów jest jedną z podstawowych charakterystyk wpływających na to, jakie treści zostaną dostarczone uczącemu się. Metoda budowy repozytoriów materiałów dydaktycznych, w którym treści zostały ustrukturyzowane z wykorzystaniem UCTS, została zweryfikowana podczas budowy wielotematycznego i wielojęzycznego repozytorium, którym jest E-archaeology Content Repository (Marciniak, 2014a). Repozytorium zostało zbudowane z wykorzystaniem narzędzia Content Repository Tool, składa się na nie 4856 SCO, 24 programy szkoleniowe oznaczone jako UCTS Curriculum, 249 składowych oznaczonych jako UCTS Module oraz 794 składowe oznaczone jako UCTS Unit. Materiały składowe w repozytorium zostały użyte w środowisku eksperymentalnym, wykorzystanym do testowania zaproponowanego modelu budowy inteligentnego systemu e-learningowego.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

5.1. Budowa systemów z kompetencją językową

Badania dotyczące budowy systemów z kompetencją językową nawiązywały do tematyki badawczej, której dotyczyła rozprawa doktorska traktująca o modelowaniu autonomicznych agentów (np. robotów) posiadających kompetencję językową, a w szczególności kompetencję rozumienia opisów drogi (Marciniak, 1999). W ramach badań prowadzonych po doktoracie opracowany został iteracyjny model budowy systemów z kompetencją językową z wykorzystaniem eksperymentów kontrolowanych (Vetulani, Marciniak, 2000), (Vetulani i inni, 2010). Zaproponowany model uzupełniał i rozszerzał model przedstawiony wcześniej przez Vetulaniego (Vetulani, 1989). Wyniki badań zostały wykorzystane podczas budowy systemu POLINT-112-SMS (Vetulani i inni, 2008), (Vetulani i inni, 2010), (Vetulani, Marciniak, 2011). W ramach badań nad systemami z kompetencją językową prowadzone były również prace nad ontologią pojęć dotyczącą przestrzeni na potrzeby budowy interfejsów w języku naturalnym, pozwalających na sterowanie agentami mobilnymi (Marciniak, Vetulani, 2002).

5.2. Budowa leksykalnej bazy danych typu wordnet – „PolNet – Polish Wordnet”

Badania dotyczące budowy leksykalnych baz danych typu wordnet (inaczej wordnetów) prowadzone były w ramach projektu budowy PolNetu. PolNet to leksykalna baza danych typu wordnet dla języka polskiego, której budowa rozpoczęła się w Zakładzie Lingwistyki Informatycznej i Sztucznej Inteligencji, Wydział Matematyki i Informatyki UAM w 2006 roku (Vetulani, 2014). Współuczestniczyłem w badaniach nad opracowaniem algorytmu budowy wordnetów (Vetulani i inni, 2009), metodologii ich tworzenia (Pala i inni, 2007) oraz wykorzystania PolNetu w systemie Polint-112-SMS (Vetulani i inni, 2010).

5.3. Struktura materiałów e-learningowych oraz tworzenie repozytoriów treści dydaktycznych

Badania dotyczyły określenia zasad nadawania materiałom e-learningowym takiej struktury, aby móc w pełni wykorzystać możliwości dostępnych technologii, w szczególności specyfikacji SCORM. Postęp technologiczny udostępnił społeczności e-learningowej rozwiązania, które pozwalają na budowanie materiałów mogących agregować rozłączne logicznie treści oraz umożliwiają defragmentację materiałów bez potrzeby ich dekompilowania. Przy pełnym wykorzystaniu dostępnych specyfikacji możliwe jest tworzenie materiałów, które po defragmentacji stanowią autonomiczny materiał dydaktyczny mogący być uruchomiony na platformie e-learningowej (LMS) z pełną kontrolą interakcji uczącego się z materiałami (np. wyników uzyskiwanych w pracach kontrolnych). Podczas defragmentacji materiałów konieczny jest mechanizm pozwalający rozstrzygać, które partie materiałów są pełne i dydaktycznie użyteczne. Dla podejścia, w którym materiały dzielone są na Learning objects przyjmuje się, że utożsamiane są one w SCORM z najmniejszą manipulowaną składową, którą jest SCO (Balatsoukas i inni, 2008). W przypadku materiałów których nie planuje się dzielić podejście takie jest wystarczające. Jeżeli jednak materiały mają zostać umieszczone w repozytorium pozwalającym na ich defragmentację oraz budowanie (agregację) nowych struktur z wykorzystaniem dostępnych komponentów treści, wtedy podział materiałów jedynie na Learning objects jest niewystarczający. Ograniczeń tych nie ma przy wykorzystaniu zaproponowanego systemu UCTS, który pozwala na opisywanie materiałów z rozróżnieniem ich miejsca w strukturze hierarchicznej, wyznaczającej złożoność z uwzględnieniem potrzeb dydaktycznych (Marciniak, 2012a), (Marciniak, 2014a). Badania dotyczące tematyki tworzenia repozytoriów materiałów e-learningowych doprowadziły do zbudowania oprogramowania Content Repository Tool (Marciniak, 2012b), (Marciniak,

2014a). Badania te wpisują się w nurt prac nad budową repozytoriów materiałów dydaktycznych, zapisanych w technologiach pozwalających na wymianę i agregowanie treści zapoczątkowanych przez twórców SCORM (Dodds, 2008). Wyniki uzyskane podczas badań dotyczących budowy repozytoriów kierowanych do człowieka wykorzystane zostały w badaniach nad strukturą repozytoriów w inteligentnych systemach e-learningowych.

5.4. Budowa materiałów dydaktycznych oraz rozwiązań informatycznych wykorzystywanych w kształceniu na odległość

Badania dotyczące kształcenia na odległość koncentrowały się na tematyce zwiększenia efektywności wykorzystania dostępnych rozwiązań technologicznych. Rozwiązanie te nie zawsze są efektywnie wykorzystywane przez dydaktyków ze względu na ich ograniczone kompetencje techniczne. Prowadzone badania dotyczyły metodyki budowy materiałów e-learningowych (Marciniak, 2008), (Marciniak, 2010), kryteria wpływające na wybór platform e-learningowych (Marciniak, 2007), zasady wykorzystania materiałów e-learningowych w procesie kształcenia na odległość (Marciniak, 2009), (Marciniak, Marciniak, 2010), (Marciniak, 2012c), (Marciniak, Marciniak, 2012), (Marciniak, 2013b). Przedmiotem badań była również problematyka wytwarzania wielojęzycznych materiałów e-learningowych skutkująca określeniem metodologii prowadzenia prac oraz opracowaniem założeń do narzędzi informatycznych wspierających ten proces, zweryfikowanych podczas budowy oprogramowania Translator Tool (Marciniak, 2011).

5.5. Inżynieria ontologiczna

W ramach prac nad przetwarzaniem ontologii typu wordnet prowadzone były badania dotyczące procesu budowy i zarządzania ontologiami tego typu, które doprowadziły do zaproponowania modelu przetwarzania ontologii na dwóch poziomach, z wykorzystaniem dwóch postaci (postać kanoniczna, postać znormalizowana). Pierwsza z nich jest wykorzystywana podczas budowy ontologii oraz do jej utrzymania, druga przeznaczona jest do umieszczenia w systemie, w którym ma być wykorzystywana. Rozwiązanie zostało opracowane na potrzeby poszerzonych systemów tagujących (ang. enhanced tagging systems) (Marciniak, 2014d) i wykorzystane zostało podczas budowy dwóch systemów tego typu zasilonych ontologią Historia i Kultura Staropolska oraz ontologią PMAH. Ten model przetwarzania ontologii został następnie zaadaptowany na potrzeby inteligentnego systemu e-learningowego, w którym model dziedzinowy budowany jest z wykorzystaniem ontologii w postaci znormalizowanej.

5.6. Budowa systemów służących upowszechnianiu kultury i sztuki

W ramach prowadzonych badań zajmowałem się postacią rozwiązań informatycznych służących upowszechnianiu kultury i sztuki. W ramach prowadzonych prac analizie poddana została postać rozwiązań technologicznych, które służyć mogą prezentacji treści dotyczących kultury i sztuki w Internecie. Zaproponowany został model prezentacji treści z wykorzystaniem lekcji e-learningowych, multimediów edukacyjnych oraz wortali informacyjnych o dedykowanej architekturze informacji, tak, aby podczas prezentacji treści równoważona była warstwa merytoryczna wyrażona w tekście z prezentacjami graficznymi i multimedialnymi, niezbędnymi przy prezentacji sztuki (Marciniak, 2013c).

Bibliografia

Aleven, V., McLaren, B. Roll, I., Koedinger, K. (2006): Toward Meta-cognitive Tutoring: A Model of Help-Seeking with a Cognitive Tutor, [w:] *International Journal of Artificial Intelligence in Education 16 (2006)*, str. 101-130.

- Balatsoukas, P., Morris, A., O'Brien, A., (2008): Learning Objects Update: Review and Critical Approach to Content Aggregation, [w:] *Educational Technology & Society*, 11(2), str. 119-130.
- Brown, J. S., Burton, R. R., deKleer, J. D. (1982): Pedagogical, natural language and knowledge engineering techniques in SOPHIE I, II and III, [w:] *D. Sleeman and J. Brown (red.)*, *Intelligent tutoring systems*, Academic Press, New York.
- Budanitsky, A., Hirst, G. (2006): Evaluating WordNet-based Measures of Lexical Semantic Relatedness [w:] *Computational Linguistics, Volume 32, Number 1*, 2006.
- Clancey, W. J. (1986): From GUIDON to NEOMYCIN and HERACLES in Twenty Short Lessons: ORN Final Report 1979-1985, [w:] *AI Magazine*, vol. 7(3), str. 40-60.
- Dodds, P. (ed.) (2008): *The ADL Registry and CORDRA, Volume 1: General Overview*, The Advanced Distributed Learning Initiative, Alexandria, VA, May 2008.
- Dias, L., Faria, L., Martins, C., Marques, V., Pratas, E. (2014) Adaptive learning management system to support an intelligent tutoring module [w:] *L. Gómez Chova, A. López Martínez, I. Candel Torres (red.) EDULEARN14 Proceedings 6th International Conference on Education and New Learning Technologies July 7th-9th, 2014 — Barcelona, Spain*, IATED Academy, str. 598-607.
- Fellbaum, C. (red.) (1998): *WordNet: An Electronic Lexical Database*, MIT Press.
- Gasevic, D., Jovanovic, J., Devdzic, V. (2004): Ontologies for Creating Learning Object Content [w:] *Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems, Lecture Notes in Computer Science Volume 3213, 2004*, str. 284-291.
- Hirst, G., St-Onge, D. (1998): Lexical Chains as Representations of Context for the Malapropism [w:] *Fellbaum, C. (red.)*, *WordNet: An Electronic Lexical Database*, MIT Press.
- Pala, K., Horak A., Rambousek A., Vetulani Z., Konieczka P., Marciniak J., Obrębski T., Rzepecki P., Walkowska J. (2007): DEB Platform Tools for effective development of WordNets in application to PolNet [w:] *Zygmunt Vetulani (ed.) Proceedings of 3rd Language and Technology Conference, October 5-7, 2007, Poznań, Poland*.
- Hjørland, B. (2012): Is classification necessary after Google? [w:] *Journal of Documentation, Vo. 68, Iss:3*, str. 299-317.
- ISO 25964-1:2011 (2011): *Thesauri and interoperability with other vocabularies. Part 1: Thesauri for information retrieval*, Geneva: International Organization for Standards, August 8, 2011.
- Jarmasz, M., Szpakowicz, S. (2003): Roget's Thesaurus and semantic similarity [w:] *Proceedings of the International Conference on Recent Advances in Natural Language Processing (RANLP-2003), September*, str. 212-219.
- Jiang, J.J., Conrath, D.W. (1997): Semantic similarity based on corpus statistics and lexical taxonomy [w:] *Proceedings of International Conference on Research in Computational Linguistics (ROCLING X), Taiwan*, str. 19-33.
- Karlovcec, M., Cordova-Sanchez, M., Pardos, Z. A. (2012): Knowledge Component Suggestion for Untagged Content in an Intelligent Tutoring System. Stefano A. Cerri, William [w:] *J. Clancey, Giorgos Papadourakis, Kitty Panourgia (red.) Intelligent Tutoring Systems, LNCS, Volume 7315*, str.195-200.
- Kazanidis, I., Satratzemi, M. (2009): Applying learning styles to SCORM compliant courses [w:] *Ignacio Aedo, Nian-Shing Chen Kinshuk, Demtrios Sampson, Larissa Aitseva (red.) Proceedings of The Ninth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, str. 147-151.
- Lakoff, G. (1987) : *Women, Fire, and Dangerous Things : What Categories Reveal about the Mind*, University of Chicago Press.

- Lancaster, F.W. (2003): *Indexing and Abstracting in Theory and Practice. 3rd ed.* Champaign: University of Illinois, Graduate School of Library and Information Science.
- Lanzilotti, R., Roselli, T. (2007): An Experimental Evaluation of Logiocando, an Intelligent Tutoring Hypermedia System [w:] *International Journal of Artificial Intelligence in Education 17 (2007)*, str. 41-56.
- Leacock, D., Chodorow, M. (1998): Combining local context and WordNet similarity for word sense identification [w:] *Fellbaum, C. (red.), WordNet: An Electronic Lexical Database*, MIT Press.
- Lin, D. (1998): Automatic retrieval and clustering of similar words [w:] *Proceedings of the 36th annual meeting of the Association for Computational Linguistics and the 17th International Conference on Computational Linguistics (COLING-ACL'98)*, str. 768-774.
- Marciniak, J. (1999): *Langage, perception, action : raisonnement spatio-temporel dans le guidage d'un agent virtuel*, Notes et Documents LIMSI, no 99-09, Orsay, Francja.
- Marciniak J. (2007): Analiza jakościowa systemów e-learningowych na przykładzie platformy informatycznej Edumatic oraz systemu Moodle, *Z. Kramek (red.) Teoretyczno-metodyczne podstawy rozwoju e-learningu w edukacji ustawicznej*, Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji – PIB, Radom, 2007
- Marciniak J. (2008): Rôle des matériaux didactiques dans le processus de formation à distance dans l'environnement de l'internet, *Materiały konferencyjne VIth Europe-Latin America conference on cooperation and education for technology and professional training, Vina del Mar, Chile*.
- Marciniak J. (2009): Methodology and e-learning solutions in “Archaeological heritage in contemporary Europe” distance learning course, *van Londen H., Kok M. S.M., Marciniak A. (eds.) E-learning Archaeology, Theory and Practice*, University of Amsterdam, str. 56-89.
- Marciniak J. (2010): Narzędzia oraz metody prowadzenia szkoleń zdalnych w kształceniu ustawicznym na przykładzie kursu zdalnego „Dziedzictwo archeologiczne we współczesnej Europie”. *Banachowski L. (red.) Postępy e-edukacji*, Wydawnictwo PJWSTK, str. 296-305
- Marciniak J. (2011): Budowa materiałów dydaktycznych na potrzeby kształcenia na odległość w środowisku wielojęzycznym, *L. Ochnio, L. Orłowski (red.) Technologie i narzędzia e-learningu*, Wydawnictwo SGGW, str. 94-104.
- Marciniak, J. (2012a): Metody organizacji materiałów dydaktycznych w postaci elektronicznej zapisywanych w standardzie SCORM, [w:] *EduAkcja. Magazyn edukacji elektronicznej, nr 1(3)/2012*, str. 79-92.
- Marciniak J. (2012b): Budowa repozytoriów materiałów dydaktycznych: metoda i narzędzia. [w:] *EduAkcja. Magazyn edukacji elektronicznej, nr 2(4)/2012*, str. 110-125.
- Marciniak, J. (2012c): Organising effective distance training, using e-learning content and the content repository [w:] *Kok. M., van Londen H., Marciniak A. (red.) E-learning Archaeology, The Heritage Handbook*, University of Amsterdam, str. 16-23.
- Marciniak, J. (2013a): Building wordnet based ontologies with expert knowledge. [w:] *Zygmunt Vetulani & Hans Uszkoreit (red.) Proceedings of 6th Language and Technology Conference, December 7-9, 2013, Poznań, Poland*, str. 273-278.
- Marciniak, J. (2013b): Kształcenie na odległość z wykorzystaniem repozytoriów materiałów dydaktycznych dużych rozmiarów, [w:] *Banachowski, L. (red.) Postępy e-edukacji*, Wydawnictwo PJWSTK, Warszawa 2013, str. 149-167.
- Marciniak. J. (2013c): Muzeum w Internecie: e-learning, multimedia i wortale informacyjne w promocji kultury i sztuki, *Folga-Januszewska, D., Grygiel, E. (eds.) Edukacja w Muzeum Rzeczywistym i Wirtualnym*, Wydawnictwo Universitas, Kraków, str. 41-55.

- Marciniak, J. (2014a) Building E-learning Content Repositories to Support Content Reusability, [w:] *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, Volume 9, Issue 3 (2014), str. 45-52.
- Marciniak, J. (2014b): Building Intelligent Tutoring Systems Immersed in Repositories of E-learning Content [w:] *Procedia Computer Science 35 (2014)*, str. 541-550.
- Marciniak, J. (2014c): Creating pedagogical strategies for personalization in intelligent tutoring systems active in e-learning content repositories, [w:] *L. Gómez Chova, A. López Martínez, I. Candel Torres (red.) EDULEARN14 Proceedings 6th International Conference on Education and New Learning Technologies July 7th-9th, 2014 — Barcelona, Spain*, IATED Academy, str. 2053-2062.
- Marciniak, J. (2014d): Enhancing Tagging Systems by Wordnet Based Ontologies [w:] *Vetulani, Z. and Mariani, J.(red.): Human Language Technology. Challenges for Computer Science and Linguistics. LTC 2011. Revised Selected Papers. LNAI 8387, Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, str. 367-378.
- Marciniak, J. (2015): *Inteligentne systemy e-learningowe wykorzystujące ontologie typu wordnet*, Wydawnictwo Naukowe UAM.
- Marciniak A., Marciniak J. (2010): Technology & methodology in distance learning in archaeology. A case of e-learning course ‘Archaeological heritage in contemporary Europe’. *Proceedings of the 14th International Congress "Cultural Heritage and New Technologies" held in Vienna, Austria, November 2009*, str. 382-390.
- Marciniak J., Marciniak A. (2012), Innovative Vocational Training System in Archaeological Heritage, *Proceedings of International Conference The Future of Education 2nd Conference Edition, Vol. 2*, Simonelli Editore, str. 182-186.
- Marciniak, J. Vetulani, Z. (2002): Ontology of spatial concepts in a natural language interface for a mobile robot, *Applied Intelligence, November 2002, Volume 17, Issue 3*, str. 271-274.
- Maniez, J. (1997): Database merging and the compatibility of indexing languages [w:] *Knowledge Organization, Vol. 24 No. 4*, str. 213-224.
- Morris, J., Hirst, G. (1991): Lexical cohesion computed by thesaural relations as an indicator of the structure of text [w:] *Computational Linguistics, 17(1)*, str. 21-48.
- Morris, J., Hirst, G. (2005): The subjectivity of lexical cohesion in text [w:] *James G. Shanahan, Yan Qu, Janyce Wiebe (red.) Computing attitude and affect in text, Springer, New York*, str. 41-48.
- Rada, R., Mili, H., Bicknell, E., Blettner, M. (1989): Development and application of a metric on semantic nets [w:] *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 19(1)*, str. 17-30.
- Rau, M. A., Alevan, V., Rummel, N., Rohrbach, S. (2012): Sense Making Alone Doesn't Do It: Fluency Matters Too! ITS Support for Robust Learning with Multiple Representations, [w:] *Stefano A. Cerri, William J. Clancey, Giorgos Papadourakis, Kitty Panourgia (red.) Intelligent Tutoring Systems, 11th International Conference ITS 2012, Chania, Crete, Greece Proceedings, LNCS, nr 7315, Springer*, str. 174-184.
- Resnik, P. (1995): Using information content to evaluate semantic similarity in a taxonomy [w:] *Proceedings of the 14th International Joint Conference on Artificial Intelligence, Montreal, Canada*, str. 448-453.
- Roll, I., Alevan, V., McLaren, B. M., Koedinger, K. R. (2007): Designing for metacognition—applying cognitive tutor principles to the tutoring of help seeking [w:] *Metacognition and Learning, December 2007, Volume 2, Issue 2-3*, str 125-140.
- Russel, S.J, Norvig, P. (2009): *Artificial Intelligence: A modern approach*, Prentice Hall.
- Sabau, I., (2007): E-learning and Learning objects, [w:] *Harman, K., Koohang, A. (ed.) Learning objects: Applications, Implications and Further Directions, Informing Science Press, Santa Rosa, California*, str. 1-34.

- Sabbir Ahmed, K. (2004): A conceptual framework for web-based intelligent learning environments using SCORM-2004 [w:] *Proceedings of IEEE ICALT, 2004*, str. 12–15
- Santos, G., Figueira, A. (2010): Web-based intelligent tutoring systems using the SCORM 2004 specification: A conceptual framework for Implementing SCORM compliant intelligent web-based learning environments [w:] *Proceedings of ICALT, 2010*, str. 676–678.
- Santos, G., Jorge, J. (2013): Interoperable Intelligent Tutoring Systems as SCORM Learning Objects [w:] *A. Pena-Ayala (red.): Intelligent and Adaptive ELS, SIST 17, 2013*, str. 239–265.
- Seidel-Grzesińska, A., Stanicka-Brzezicka, K. (2014): Wielojęzyczne słowniki hierarchiczne w dokumentacji muzealnej w Polsce [w:] *Muzealnictwo 2014(55)*, str. 116-126.
- Sleeman, D., Brown, J. S. (1982): *Intelligent tutoring systems*, Academic Press, Cornell University.
- Taylor, A. G., Joudrey, D. N. (2009): *The Organization of Information, Third Edition*, Libraries Unlimited, Westport, Connecticut, London.
- Wenger, E. (1987): *Artificial Intelligence and Tutoring Systems: Computational and Cognitive Approaches to the Communication of Knowledge*, Morgan Kaufmann Publishers, Inc., Los Altos, CA.
- Vossen, P. (red.) (2002): *Euro WordNet General Document. Version 3*, University of Amsterdam.
- Zouaq, A., Nkambou, R., Frasson, C. (2008): Bridging the Gap between ITS and eLearning: Towards Learning Knowledge Objects [w:] *Wolf B. P., Aimeur E., Nkambou R., Lajoie S.(red.) Intelligent Tutoring Systems, LNCS, Volume 5091, 2008*, str. 448-458.
- Vetulani, Z. (1989): *Lingistic Problems in the Theroy of Man-Machine Communication in Natural Language. A study of Consultative Question Answering Dialogues*. Empirical Approach, Brockmeyer, Bochum.
- Vetulani, Z. (2014): PolNet - Polish WordNet., [w:] *Vetulani, Z. and Mariani, J.(red.): Human Language Technology. Challenges for Computer Science and Linguistics. LTC 2011. Revised Selected Papers. LNAI 8387, Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, str. 408-416.
- Vetulani, Z. Marciniak, J. (2000): Corpus Base Methodology in the Study and Design of Systems with Emulated Linguistic Competence. [w:] *D.N. Christodoulakis (red.): Natural Language Processing - NLP 2000, Second International Conference, Patras, Greece, June 2000, LNAI 1835, Springer Verlag*.
- Vetulani Z., Marciniak J. (2011): Natural Language Based Communication between Human Users and the Emergency Center: POLINT-112-SMS, *Z. Vetulani (Ed.): LTC 2009, LNAI 6562 Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, str. 303–314.
- Vetulani Z., Marciniak J., Konieczka P., Walkowska J. (2008): An SMS-based System Architecture (Logical Model) to Support Management of Information Exchange in Emergency Situations, *Z. Shi, E. Mercier-Laurant, D. Leake (ed). Intelligent Information Processing IV, 5th IFIP International Conference on Intelligent Information Processing, October 19-22, 2008 Beijing, China, Springer*.
- Vetulani Z., Marciniak J., Obrębski T., Vetulani G., Dąbrowski A., Kubis M., Osiński J., Walkowska J., Kubacki P., Witalewski K. (2010): *Zasoby językowe i technologie przetwarzania tekstu. POLINT-112-SMS jako przykład aplikacji z zakresu bezpieczeństwa publicznego*, Wydawnictwo Naukowe UAM.
- Vetulani Z., Walkowska J., Obrębski T., Marciniak J., Konieczka P., Rzepecki P. (2009): An Algorithm for Building Lexical Semantic Network and Its Application to PolNet - Polish WordNet Project [w:] *Human Language Technology. Challenges of the Information Society. LNAI Vol. 5603/2009, Springer Berlin / Heidelberg, 2009*, str. 369-381.