

## **This paper should be cited as:**

L. Banachowski, E. Mrówka-Matejewska, and J. P. Nowacki, "Czy bazy wiedzy i podręczniki inteligentne stanowią kolejną fazę rozwoju technologii edukacyjnych?," in *Postępy e-edukacji*, L. Banachowski, Ed. Warszawa: Wydawnictwo PJWSTK, 2013, pp. 9–23.

## Rozdział 1

---

# **Czy bazy wiedzy i podręczniki inteligentne stanowią kolejną fazę rozwoju technologii edukacyjnych?**

*Lech Banachowski, Elżbieta Mrówka-Matejewska,  
Jerzy Paweł Nowacki*

Polsko-Japońska Wyższa Szkoła Technik Komputerowych,  
ul. Koszykowa 86, 02-008 Warszawa

Celem tego rozdziału jest zbadanie możliwości użycia elektronicznych struktur wiedzy do wspomagania procesów uczenia się i nauczania. W pierwszej części przedstawimy przykłady stosowania elektronicznych struktur wiedzy. W drugiej części przedstawimy próby automatyzacji procesów udostępniania wiedzy przy użyciu metod logicznych i semantycznych. W trzeciej części zaproponujemy ewolucyjne podejście do budowy baz wiedzy i w szczególności podręczników inteligentnych w oparciu o struktury wspomagające uczenie się i prowadzenie zajęć online.

Słowa kluczowe: *baza wiedzy, podręcznik inteligentny, inteligentny system uczący, baza danych*

## **Wstęp**

Najważniejszym procesem uczelnianym jest proces kształcenia studentów. Dlatego tak ważne jest pytanie, co zrobić, aby był on realizowany jak najlepiej, z jak największymi korzyściami dla studentów i uczelni? W poprzednim roku, aby przybliżyć się do tego celu, autorzy zaproponowali [1] systematyczne stosowanie metod zarządzania wiedzą i metod związanych z e-edukacją. W tym roku autorzy rozważają stosowanie elektronicznych struktur wiedzy, badając w pracy, jak technologie informatyczne mogą wspomóc edukację. W szczególności zastanawiają się nad pytaniem, czy bazy wiedzy i podręczniki inteligentne stanowią kolejną fazę rozwoju technologii edukacyjnych?

Do szukania nowych rozwiązań skłaniają pojawiające się nowe wyzwania dydaktyczne, do których należą między innymi: przyjmowanie na studia osób, którym uznaje się kompetencje zdobyte poza formalnym systemem kształcenia akademickiego, konieczność indywidualizacji programów i trybów studiowania, przygotowanie studentów do egzaminów na zawodowe certyfikaty, społeczna potrzeba samokształcenia i uzupełniania wiedzy oraz coraz to nowsze formy e-nauczania.

Podstawą edukacji zawsze były materiały dydaktyczne. Teraz w dobie upowszechnienia się komputerów, multimediów i Internetu podstawą stały się ich elektroniczne

formy. Z jednej strony stanowią one zmianę nośnika w odniesieniu do tradycyjnych materiałów, ale z drugiej strony dostarczają nowych funkcjonalności, których wcześniej nie było.

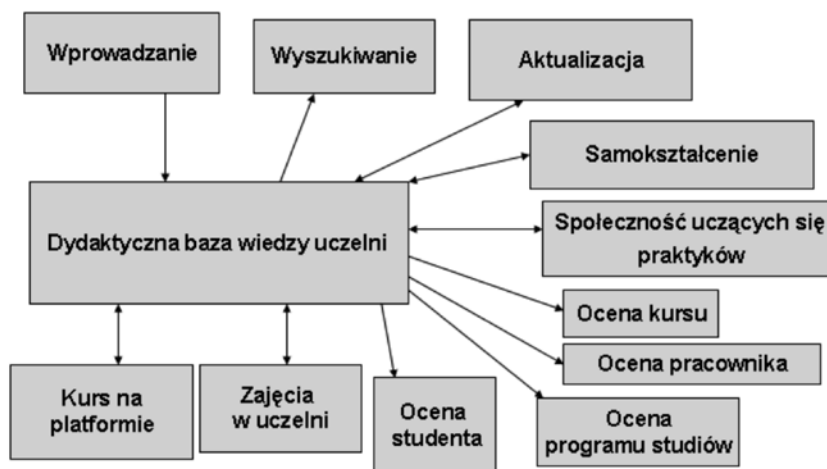
W tym rozdziale dokonamy przeglądu stosowanych w codziennej praktyce metod uzyskiwania informacji i wiedzy oraz nowych projektów badawczych takich jak amerykański *Elektroniczny Arystoteles*. Zbadamy podstawy wyraźnie pojawiającej się tendencji opierania systemów wiedzy na bazach danych. Zaproponujemy ewolucyjne podejście do budowy baz wiedzy i podręczników inteligentnych w oparciu o struktury wspomagające uczenie się i prowadzenie zajęć online.

## Dydaktyczna baza wiedzy na uczelni

Dydaktyczną bazę wiedzy na uczelni można oprzeć na platformie studiów przez Internet obejmującej wiele struktur dydaktycznych takich jak:

- repozytorium materiałów dydaktycznych i naukowych,
- repozytorium testów, gier i studiów przypadków (case studies),
- repozytorium e-portfolii.

Diagram na rysunku 1.1. obrazuje dydaktyczną bazę wiedzy uczelni i procesy jej używające.



Rysunek 1.1. Procesy użycia/zarządzania wiedzą dydaktyczną w uczelni

## **Rozwój wspomagania procesów uczenia przy użyciu materiałów dydaktycznych**

Materiały dydaktyczne zawsze pełniły istotną rolę w procesach nauczania i uczenia się. Przed erą technologii informatycznych używane były (i oczywiście dalej są używane) podręczniki papierowe, notatki z wykładów i ćwiczeń, zasoby biblioteczne czy ręcznie przygotowywane folie do wyświetlania przez rzutnik na ekranie. Gdy pojawiły się komputery, zaczęto ich używać w codziennych procesach edukacyjnych w uczelni, stosując wykładowe prezentacje Word i PowerPoint, publikując scenariusze, zadania i wyjaśnienia na ćwiczenia w postaci elektronicznej. Komputery zostały także z powodzeniem użyte do automatyzacji rutynowych szkoleń, jak diagnostyka medyczna czy usuwanie usterek w sprzęcie.

Wraz z upowszechnieniem się Internetu pojawiły się podręczniki multimedialne, materiały edukacyjne w Internecie, jak Wikipedia i repozytoria OER (Open Education Resources), w tym repozytoria materiałów do kursów akademickich, jak Open CourseWare w MIT. Kolejnym etapem wydaje się być wprowadzenie inteligentnych rozwiązań takich jak inteligentne podręczniki multimedialne i bazy wiedzy czy rozwiązań ogólnie związanych z inicjatywami uwzględnienia semantyki w produktach informatycznych. Jedną z bardziej obiecujących inicjatyw tego kierunku jest Semantic Web – budowa nowej semantycznej sieci internetowej.

## **Aktualne wyzwania dydaktyczne**

Nowe rozwiązania dotyczące materiałów dydaktycznych mogą się przydać w każdym trybie studiowania, ale szczególne znaczenie mają dla nowych wyzwań dydaktycznych, z którymi nie radzą sobie tradycyjne formy. Należy do nich problem przyjmowania na studia osób, którym uznaje się kompetencje zdobyte poza formalnym systemem kształcenia akademickiego, przez co ułatwia się im zdobycie stopnia akademickiego.

Według obowiązujących w Polsce do tej pory przepisów nie można uznać kandydatowi na studia I i II stopnia kwalifikacji uzyskanych poza formalnym systemem kształcenia. Zgodnie z planami zapowiadany przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego ma się to zmienić. Ułatwi to dostęp do studiów wyższych osobom dorosłym mającym więcej niż 25 lat i odpowiada potrzebom uczenia się przez całe życie. Jak to zostało podane w dokumencie [6], Ministerstwo zapowiada uruchomienie nowego systemu potwierdzania kompetencji zdobytych poza systemem szkolnictwa wyższego, a więc np. uzyskanych w procesie samodoskonalenia, wykonywania pracy zawodowej, uczestnictwa w kursach i szkoleniach oraz wdrożenie systemów zaliczania kwalifikacji nieformalnych w procesie uczenia się przez całe życie.

Dzięki proponowanemu rozwiązaniu osoba ubiegająca się o potwierdzenie efektów uczenia się będzie mogła uczestniczyć w mniejszej liczbie zajęć, a tym samym będzie mogła skrócić czas odbywanych studiów lub zmniejszyć ich intensywność. Może to stanowić decydujący argument zachęcający ją do podjęcia studiów i ułatwiający godze-

nie ich z życiem zawodowym i osobistym. Pozwoli również na osiągnięcie satysfakcji z pracy włożonej w podnoszenie kompetencji poza formalnym systemem kształcenia. Innych zachęci do podejmowania trudu samokształcenia dającego perspektywę uznania wyników przez uczelnię.

Kolejnym wyzwaniem jest indywidualizacja programów i trybów studiowania. Założenie, że każdy student ma mieć swój własny program studiowania (na przykład w ramach swoich studiów ustawicznych), wymaga zarówno podejścia modularnego do programu studiów, jak i odpowiednich materiałów dydaktycznych.

W ramach dostosowywania profilu absolwentów do potrzeb rynku pracy, bardzo ważne staje się przygotowanie studentów do egzaminów na zawodowe certyfikaty. Zarówno odpowiednie materiały dydaktyczne, jak i charakter modularny programu studiów mogą tu być bardzo pomocne.

Kolejny problem stanowi wspomaganie samokształcenia i uzupełniania wiedzy przez studentów i absolwentów oraz tworzenie w uczelni społeczności uczących się praktyków, w ramach której wszystkim członkom społeczności w równym stopniu zależy na poszerzaniu horyzontów wiedzy.

Uczelnie na całym świecie, w tym PJWSTK [7], w ramach ruchu Otwartych Zasobów Edukacyjnych (ang. *OER – Open Education Resources*) udostępniają wszystkim chętnym część swoich materiałów edukacyjnych. Kandydaci na studia mogą się z nimi zapoznać i w szczególności sprawdzić, czy posiadają już wiedzę wymaganą do zaliczenia przedmiotu, ewentualnie dokończyć się samemu. Co więcej, niektóre uczelnie jak angielski Open University dają dostęp do części swoich kursów edukacyjnych prowadzonych przez Internet. Ostatnio pojawiły się inicjatywy otwartego udostępniania kursów w ramach ruchu MOOC (ang. *Massively Open Online Courses*), takie jak Coursera, EdX czy Udacity.

E-nauczanie wymagało i wymaga nowych rozwiązań, różnych od metod tradycyjnej edukacji, związanych z koniecznością zastąpienia nauczyciela przez programy komputerowe w niektórych aktywnościach dydaktycznych: na ćwiczeniach, przy odpowiadaniu na pytania stawiane w trakcie wykładu i na konsultacjach. Istotnym problemem jest automatyzacja pewnych czynności wykonywanych przez nauczyciela, jak sprawdzanie prac domowych, kontrolnych i egzaminacyjnych (co jest poważnym problemem przy tysiącach studentów zapisanych na kurs w trybie MOOC).

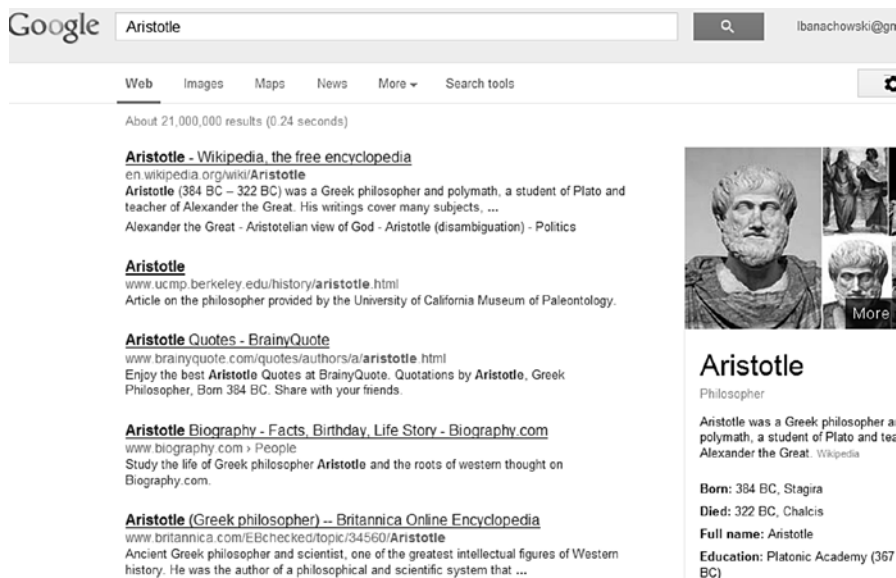
## **Przegląd stosowanych w praktyce struktur wiedzy**

Do tradycyjnych sposobów uzyskiwania wiedzy/informacji należą: rozmowa, książka, czasopismo, TV, udział w zorganizowanych formach kształcenia.

Wraz z rozwojem technik informatycznych powstały nowe formy:

1. Podręcznik multimedialny stanowiący rozszerzenie funkcjonalności książki.

2. Systemy LMS, PLE wprowadzające strukturę na materiały i procesy uczenia się.
3. Hierarchiczna struktura katalogów plików odwzorowująca określony schemat klasyfikacji wiedzy.
4. Repozytorium materiałów dydaktycznych i naukowych – zbiór artykułów z ich metadanymi/opisami i możliwościami wyszukiwania po wartościach metadanych i po słowach kluczowych.
5. Portal edukacyjny – zbiór artykułów z ich opisami i możliwościami wyszukiwania, komentowania, współpracy przy ich modyfikacjach, często w postaci portalu społecznościowego (jak Wikipedia).
6. System doradcy (ekspertki), bot – uzyskiwanie wiedzy/doradzanie przy podejmowaniu decyzji na zasadzie konwersacji użytkownika z systemem.
7. Baza danych – wiedza w postaci faktów reprezentowanych przez wiersze tabeli o ustalonych atrybutach, obejmujących duże obiekty tekstowe i binarne.
8. Hurtownia danych, eksploracja danych – możliwość wyciągania/wyprowadzania wiedzy z faktów składowanych w bazie danych.
9. Kolekcja e-portfolii studentów – dostarczająca wiedzy o zrealizowaniu przez studentów celów dydaktycznych.



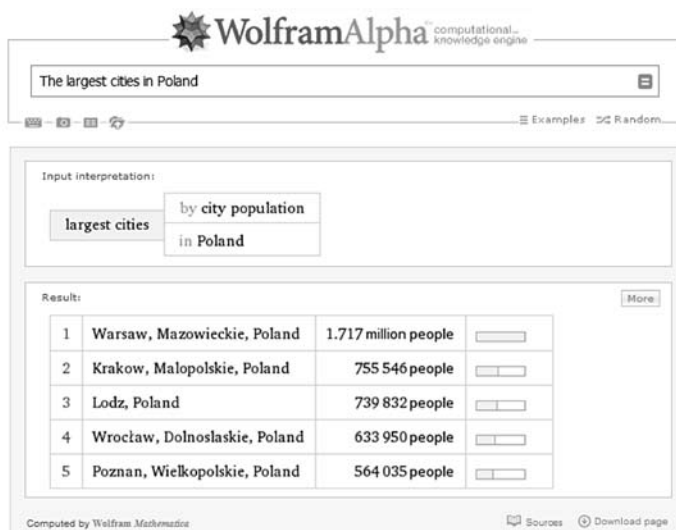
Rysunek 1.2. Wyszukiwarka Google Search

Oprócz Wikipedii i innych rozwiązań rodziny Wikimedii w codziennej praktyce do uzyskania wiedzy/informacji są stosowane rozmaite systemy, w tym:

1. Wyszukiwarki internetowe jak Google Search oparty na informacjach tekstowych dostępnych publicznie w Internecie. Stosowane są w nim metody statystyczne oraz struktura wiedzy o nazwie Knowledge Graph. Obok standardowej

prezentacji znalezionych stron dołączane są również artykuły na temat wpisanego przez użytkownika hasła – zobacz rysunek 1.2.

2. System WolframAlpha odpowiadający na pytania w sposób rozwinięty – zobacz rysunek 1.3. Korzysta on z własnej bazy danych, w oparciu o którą przygotowuje prezentację na wpisany przez użytkownika temat. Potrafi sam wykonywać złożone obliczenia matematyczne i fizyczne, korzystając z wbudowanego modułu Mathematica i budując wykresy. Trzeba podkreślić, że dane wprowadzane do bazy danych systemu są najpierw weryfikowane przez zatrudnionych specjalistów.



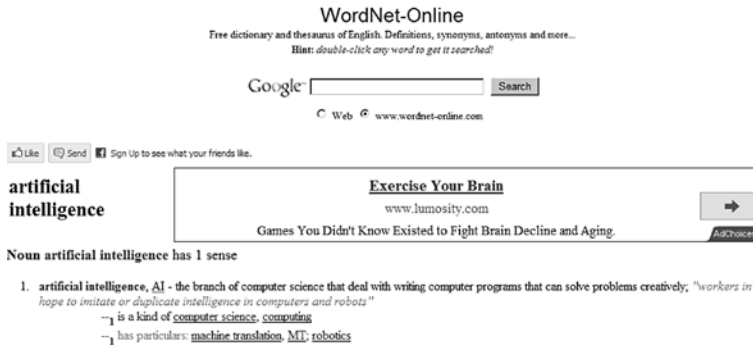
Rysunek 1.3. System WolframAlpha

3. Słownik i tezaurus – WordNet – zobacz rysunek 1.4. Aplikacja została przygotowana w Uniwersytecie w Princeton i współpracuje z wyszukiwarką Google Search. Polskim odpowiednikiem jest aplikacja SłowoSieć udostępniona w lutym 2013. Wyróżniającą cechą WordNet jest wspomaganie automatycznej analizy tekstów.

## Projekty badawcze dotyczące budowy baz wiedzy w Internecie

Celem projektów badawczych idących w kierunku oparcia systemów wiedzy na bazach danych jest umożliwienie dostępu do baz wiedzy zarówno ludziom, jak i programom komputerowym.

Szczególne znaczenie mają dwa projekty dotyczące budowy baz danych dla wiedzy zgromadzonej w Wikipedii. Celem pierwszego projektu Wikidata jest przekształcenie



Rysunek 1.4. System WordNet-Online

Wikimedii (w tym w szczególności Wikipedii) w bazę wiedzy o świecie, którą zarówno ludzie, jak i programy komputerowe będą mogły bezpośrednio odczytywać, edytować i zmieniać. Dodatkowym ważnym celem jest opracowanie jednolitej, wspólnej reprezentacji wiedzy z możliwością jej wyrażania w różnych językach narodowych. Z kolei celem drugiego projektu o nazwie DBPedia jest wyciągnięcie danych z Wikipedii, składowanie ich w formacie RDF w bazie danych i udostępnienie jej zarówno ludziom, jak i programom komputerowym. Poważnym problemem w przypadku obu tych projektów jest konieczność dokonywania aktualizacji w bazie danych, gdy zmienia się treść artykułów Wikipedii.

Celem grupy projektów dotyczących dodania semantyki do zasobów w sieci jest umożliwienie współdzielenia zasobów sieciowych przez wszystkie aplikacje, instytucje i społeczności. Podstawowymi projektami w tej grupie są:

1. Semantic MediaWiki, którego celem jest przekształcenie zasobów w formacie Wiki w sieciową bazę danych,
2. Semantic Web, którego celem jest przekształcenie całego Internetu z sieci dokumentów w globalną sieciową bazę danych.

Artykuły w formacie Wiki są używane zazwyczaj do reprezentowania wiedzy w postaci wygodnej dla człowieka. Celem projektu Semantic MediaWiki jest dołączenie do artykułów Wiki semantycznych adnotacji, które umożliwiłyby automatyczne wyszukiwanie wiedzy/informacji w zbiorze artykułów Wiki przy użyciu zapytań. Oto przykład zapytania, którego składnia przypomina składnię zapytań używanych w bazach danych: „Wyznacz miasta położone w Niemczech – podaj liczbę ludności i pole powierzchni”.

```
{{#ask: [[Category: City]] [[located in:: Germany]]
| ?population
| ?area#km2 = Size in km2}}
```

System znajduje pewną liczbę odpowiedzi (zobacz rysunek 1.5), dając użytkownikowi możliwość kontynuowania wypisywania informacji o kolejnych miastach.

▲	Population ◆	Size in km <sup>2</sup> ◆
Berlin	3,520,061	891.85 km <sup>2</sup>
Cologne		
Frankfurt	679,664	248.31 km <sup>2</sup>
Munich	1,353,186	310.43 km <sup>2</sup>
Stuttgart	606,588	207.36 km <sup>2</sup>

Rysunek 1.5. Realizacja zapytania „Wyznacz miasta położone w Niemczech – podaj liczbę ludności i pole powierzchni” w Semantic MediaWiki

Drugim projektem tego typu jest ogólnoświatowy projekt Semantic Web, znany też pod nazwą Web 3.0, którego celem jest przekształcenie Internetu z sieci dokumentów w sieciową bazę danych umożliwiającą współdzielenie danych i ich współużywanie przez wszystkie aplikacje, instytucje i społeczności. Jest on prowadzony przez organizację Wide Web Consortium (W3C), która ustala standardy nowej sieci. Podstawową reprezentacją opisu zasobów jest format **RDF** – Resource Description Framework. Natomiast właściwości zasobów są specyfikowane w terminach klas i ich instancji przy użyciu **OWL** – Web Ontology Language.

Warto jeszcze w tym miejscu wspomnieć o projektach budujących interfejsy głosowe między użytkownikami a programami komputerowymi takimi jak Siri w Apple iOS czy Google Android oraz o projektach budowy jednolitej platformy do obsługi różnych języków narodowych. Takim systemem jest Gellish – określający uniwersalny, formalny język, niezależny od języków naturalnych. W zamierzeniu ma posiadać swój wariant w każdym języku naturalnym. W tej chwili ma już kilka narodowych instancji, np. Gellish English. Jest już objęty standardem ISO.

## Inteligentne systemy uczące

Inteligentne systemy uczące (ang. Intelligent Tutoring Systems) są to aplikacje opracowywane w dziale informatyki o nazwie *Sztuczna inteligencja*. Słowa *inteligentny* i *inteligencja* oznaczają tu właściwość posiadania przez system cech charakteryzujących człowieka czy naśladowujących zachowanie ludzi. W przypadku systemów uczących chodzi tutaj o dostosowywanie się systemu do poziomu i do zachowania się studentów, identyfikowanie błędów i dostarczanie konstruktywnych komentarzy i wskazówek.

Pierwsze systemy uczące oparte jeszcze na zasadach mechanicznych powstały w latach dwudziestych ubiegłego wieku. Za pierwszy komputerowy, inteligentny system przyjmuje się (według [5]) LISPIT uczący studentów języka programowania LISP opracowany w roku 1983. Systemy tej kategorii znalazły zastosowania przy organizacji szkoleń, np. dotyczących diagnozowania usterek w sprzęcie, diagnozowania chorób i ustalania terapii, ćwiczeń w wojsku, jak również douczających uczniów szkół średnich z matematyki (np. Cognitive Tutor w USA).



Przykładem inteligentnego systemu uczącego, który jest stosowany w praktyce uczelnianej, jest system OpenStax Tutor [4] – korepetytor studenta – rozwijany przez amerykańskie uczelnie Rice University i Duke University. System OpenStax Tutor stanowi środowisko przeznaczone dla studenta, wspomagające opanowywanie materiału z danego kursu akademickiego. Opiera się na zleceniu studentowi zadań do wykonania – w ten sposób umożliwiając przypomnienie sobie i utrwalanie materiału kursu. W rezultacie następuje zwiększenie długoterminowego zapamiętania przerabianego materiału. System zbiera przy tym informacje o sposobie uczenia się studenta i stosuje je do indywidualizacji procesu jego nauczania. Aplikacja jest zaprojektowana do pracy z materiałami pochodzącymi z repozytoriów OER takich jak Connexions czy Quadbase (repozytorium testów). Prowadzący zajęcia mogą używać własnych zasobów dydaktycznych do tworzenia zadań domowych i mają możliwość dołączania cyfrowych przewodników, informatorów dotyczących nauki danego przedmiotu.

Inteligentne systemy uczące są w niewielkim stopniu (nie licząc standardowych szkoleń, o których była mowa powyżej) używane w szkolnictwie. Jako ich wady podaje się [5]:

1. Wysoki koszt badań i wdrożeń – ekonomicznie uzasadniony być może tylko przy dużej liczbie studentów i wielokrotnym powtarzaniu kursu, np. przy tworzeniu materiałów elektronicznych dla Cognitive Tutor – 1 godzina zajęć z matematyki wymagała co najmniej 200 godzin tworzenia materiałów elektronicznych. Również wysoki koszt ma wprowadzanie modyfikacji do wytworzonych wcześniej treści.
2. Studenci w zbyt dużym stopniu korzystają z możliwości uzyskania pomocy od systemu zamiast starać się samemu dojść do rozwiązania, np. próbują tak długo, aż zgadną prawidłową odpowiedź.
3. Studenci nie uczą się rozmawiać w języku dziedziny wiedzy i komunikować się w nim z innymi osobami.

## **Podręcznik inteligentny**

Sformułujemy teraz podstawowe wymagania, jakie powinien spełniać podręcznik inteligentny. Powinien wyglądać tak jak podręcznik multimedialny, dodatkowo powinien dostosowywać się do różnego poziomu wiedzy osób uczących się i stale je wspomagać, tak jak to czynią nauczyciele. Podręcznik inteligentny powinien mieć charakter programowany o strukturze nieliniowej, opartej na strukturze hipergrafu. Dla każdego użytkownika powinna się tworzyć jego własna, indywidualna ścieżka uczenia się w zależności od początkowej wiedzy i umiejętności oraz potrzeb edukacyjnych. Szybkość studiowania powinna być dopasowana do możliwości konkretnej osoby.

Podręcznik powinien posiadać cechę zmienności w czasie i dostosowania do deklarowanych oczekiwań studenta i dokonywanych przez niego postępów w nauce. Student powinien mieć możliwość dodawania notatek, materiałów oraz linków do zasobów, które rozszerzają treści podręcznika.

Zasoby wchodzące w skład podręcznika inteligentnego mogą znajdować się w różnych miejscach sieci Internet tak samo jak zasoby repozytoriów i baz wiedzy.

Podręcznik inteligentny może również służyć jako narzędzie do przeprowadzania procesu uznawania wcześniej zdobytej wiedzy i umiejętności. Po udostępnieniu go kandydatowi podręcznik powinien móc sprawdzić jego kompetencje, jednocześnie dając mu możliwość douczenia się tych części materiału, w których wykryje istniejące braki.

Podręcznik inteligentny powinien umożliwić studentowi studiowanie według indywidualizowanego programu nauczania ze sprawdzaniem wyników uczenia się i kontynuowanym nauczaniem w obszarach nieopanowanych jeszcze w pełni.

Jednym z problemów tradycyjnego nauczania jest nieuwzględnianie wyników badań pokazujących, jak faktycznie uczą się studenci, jak zapamiętują to, czego się nauczyli. Studenci stosują nieefektywne strategie: skupiają się na zdobywaniu wiedzy w krótkim czasie, co powoduje, że informacje nie są dobrze zachowywane w umyśle. Należy uczenie się rozłożyć na dłuższy czas, łącząc je z testowaniem i odświeżaniem wiedzy. Zasady te mogą być stosowane bez użycia technologii informatycznych, korzyść systemu elektronicznego stanowi ilość danych, które jest w stanie zgromadzić i użyć do dalszych ulepszeń procesu nauczania. Podstawowa innowacja polega na zmuszaniu studenta do wyszukiwania i używania swojej wiedzy wielokrotnie, jak najczęściej.

## Aktualne projekty badawcze

W dziedzinie budowy inteligentnych systemów uczących i baz wiedzy trwają intensywne prace badawcze. Z punktu widzenia zastosowań w edukacji najciekawszy z nich jest projekt budowy *Elektronicznego Arystotelesa* [2] – systemu wnioskującego zdolnego do odpowiadania na skomplikowane pytania i do rozwiązywania zaawansowanych problemów w szerokim zakresie dyscyplin naukowych ze zdolnością do przekazywania wiedzy studentom w sposób przez nich zrozumiały. Projekty te są prowadzone w amerykańskich instytutach badawczych i są koordynowane przez firmę Vulcan Inc., której właścicielem jest Paul Allen, współtwórca firmy Microsoft.

### U podstaw badań leży przesłanie:

*Aristotle, the ancient Greek teacher, scientist and philosopher, had an extraordinary command of all the scientific disciplines of his day, as well as an ability to teach that knowledge to his students in a way they could understand. Today, the sheer volume of knowledge existing in the world precludes a modern-day human Aristotle. But advanced knowledge systems and technologies may one day fill this role. [2]*

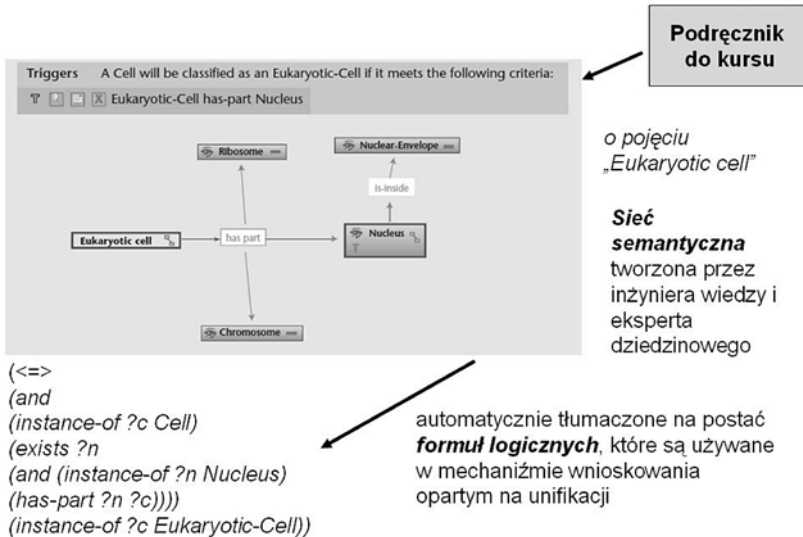
Przykładem podręcznika inteligentnego jest Inquire stanowiący wersję elektroniczną amerykańskiego podręcznika Campbell Biology. Zawiera on w sobie sieć semantyczną złożoną z ok. 5000 pojęć. Gromadzi reprezentacje wiedzy i zawiera system wnioskowania, który wspomaga wyznaczanie odpowiedzi na pytania studentów.

Gdy student przegląda podręcznik, system zachęca go do aktywnego czytania, udostępniając definicje kluczowych terminów, sugerując możliwe do zadania pytania, zachęcając do zastanawiania się nad poznawanym materiałem. Następnie system wspomaga rozwiązywanie zadań domowych, odpowiadając na zadawane przez studenta pytania.

Krytycznymi elementami inteligentnego podręcznika są: sposób reprezentacji wiedzy, tak by nadawała się do ponownego inteligentnego użycia oraz sposób jej składowania. W dalszej części rozdziału będą przedstawione rozwiązania tego problemu.

W ramach projektu Halo budowy *Elektronicznego Arystotelesa* powstał system AURA – Automated User-Centered Reasoning and Acquisition opracowany przez trzy instytucje: Stanford Research Institute, University of Texas at Austin i Boeing Company. System składa się z kilku części. Używając modułu wprowadzania wiedzy, ekspert dziedzinowy dodaje reprezentacje wiedzy przedmiotowej do systemu w postaci diagramów pojęć, które system transformuje na postać formuł logicznych. Wcześniej, zanim jeszcze ekspert dziedzinowy rozpocznie swoją pracę, wprowadzane są: komponenty niezależne od dziedziny wiedzy – standardowe klasy, związki między klasami, atrybutami oraz podstawowe pojęcia dziedziny, tak aby specjalista nie rozpoczynał pracy od pustego zbioru pojęć. Ekspert korzysta ze wspomagającego go środowiska obejmującego WordNet i tekst podręcznika, z którego wiedzę wprowadza akapit po akapicie.

Do wprowadzania reprezentacji wiedzy ekspert dziedzinowy używa notacji grafowej. Ta reprezentacja jest automatycznie tłumaczona na formalny język logiki (zobacz rysunek 1.6) i jest używana do znajdowania odpowiedzi na zadawane pytania – główną operacją jest próba znalezienia asocjacji między formułami, czyli ich unifikacja.



Rysunek 1.6. Wprowadzanie reprezentacji wiedzy do systemu Aura

Zapytania do systemu są formułowane w uproszczonym podzbiorze języka naturalnego CPL – Controlled Computer-Processable Language. Oto przykład z fizyki pochodzący z artykułu [2] przytoczony tutaj w wersji oryginalnej:

### **Original Question**

*A car accelerates from 12 m/s to 25 m/s in 6.0 s. How far did it travel in this time?*

### **Reformulation in CPL**

*A car is driving.*

*The initial speed of the car is 12 m/s.*

*The final speed of the car is 25 m/s.*

*The duration of the drive is 6.0 s.*

*What is the distance of the drive?*

### **Answer**

*s = 111 m*

### **Explanation**

*motion-with-constant-acceleration: A move of an object such that the acceleration of the object is constant throughout the move. Given:*

- *v1 = 25 m/s [the speed of the final-velocity]*
- *v2 = 12 m/s [the speed of the initial-velocity]*

Podsumowując omówione projekty badawcze, warto zwrócić uwagę na następujące ich cechy:

- Stosowanie kilku metod reprezentacji wiedzy:
  - *graficznej* – do użycia przez eksperta dziedzinowego,
  - *symbolicznej* – do użycia przez mechanizmy wnioskujące,
  - *tekstowej* – do użycia w kontaktach systemu z osobami uczącymi się (wskazane jest uwzględnienie komunikacji w różnych językach naturalnych).
- Konieczność składowania reprezentacji wiedzy,
  - naturalne odwzorowanie logicznych reprezentacji wiedzy w język relacyjnych baz danych.
- Udostępnienie reprezentacji wiedzy programom komputerowym.
- Interfejs oparty na podzbiorze języka naturalnego, w tym głosowy.

## **Związki z aktualną praktyką**

Przyszłość wydaje się należeć do metody podręcznika inteligentnego, który umożliwi realizację nowych wyzwań, o których była mowa na początku rozdziału. Na razie poważną przeszkodą jest duży koszt jego przygotowania i ciągle jego eksperymentalny charakter. W takiej sytuacji najlepsze jest podejście ewolucyjne polegające na przyrostowej jego budowie w oparciu o materiały i moduły programistyczne tworzone na edukacyjnej platformie elektronicznej.

Na kursach prowadzonych przez Internet materiały elektroniczne tworzą zaczątek inteligentnego podręcznika, obejmując opracowane dokumenty edukacyjne w forma-

tach HTML, PDF i FLASH, nagrane wykłady, testy, forum, czat. Potrzebna jest jeszcze dodatkowa praca, pozwalająca spiąć całość w jeden system, tak aby student mógł go używać w sposób w pełni samodzielny. Jeszcze raz potwierdza się znana prawda – wysiłek włożony w przygotowanie i prowadzenie studiów przez Internet zwraca się również w innych formach edukacji.

## **Najprostszy schemat bazy wiedzy – repozytorium materiałów dydaktycznych**

Najprostszą postacią bazy wiedzy jest repozytorium materiałów dydaktycznych zawierające zbiór artykułów opatrzonych metadanymi i adnotacjami. Przykładem zapytania do bazy wiedzy może być: „Jak wygląda realizacja postulatu *high availability* w bazach danych Oracle”, „Co to jest *bitmap join index* w bazach danych Oracle?” W odpowiedzi system przekazuje zbiór artykułów z repozytorium z podświetlonymi ich fragmentami, gdzie znajduje się wiedza na określony w zapytaniu temat.

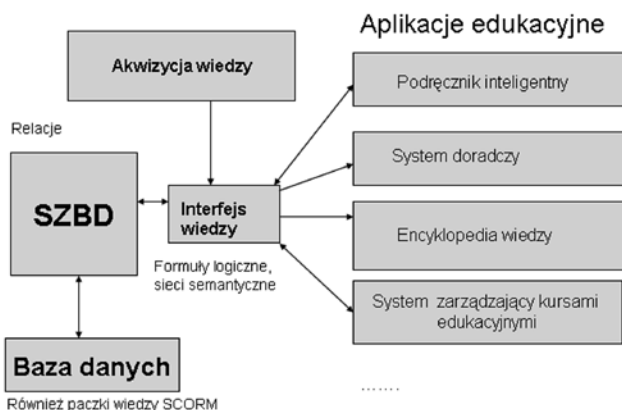
Repozytorium materiałów dydaktycznych jest przeznaczone do używania przez ludzi. Jest realizowane poprzez udostępnienie np. elektronicznych dokumentacji systemów informatycznych. W bazie danych zwykle znajdują się tylko metadane, a same artykuły składowane są poza nią.

## **Baza wiedzy i jej system zarządzania**

Aby zbudować pełną bazę wiedzy, trzeba udostępnić jej zawartość programom komputerowym. Zatem wiedzę trzeba przetłumaczyć na postać zrozumiałą dla tych programów. Schemat bazy wiedzy powinien określać jednolitą metodę składowania reprezentacji wiedzy. Różne aplikacje korzystają z niej, każda na swój sposób. Ten sam element wiedzy może być wykorzystywany, na przykład:

- raz jako element encyklopedii,
- raz jako element inteligentnego podręcznika,
- raz jako element odpowiedzi na zadawane pytania,
- raz jako element testu, ...

Diagram na rysunku 1.7 przedstawia możliwy schemat systemu bazy wiedzy korzystający z tradycyjnej, relacyjnej bazy danych jako miejsca składowania reprezentacji wiedzy odwzorowanej na struktury relacyjne oraz systemu zarządzania bazą danych do zarządzania dostępem do składowanych reprezentacji wiedzy. Na diagramie zostały uwzględnione paczki kontentu w postaci obiektów wiedzy (ang. *learning objects*). W bazie danych powinny one być składowane w całości jako duże obiekty LOB, tylko odpowiednio indeksowane – do użycia przez odpowiednio przygotowane aplikacje wiedzy takie jak np. systemy LMS.



Rysunek 1.7. Schemat systemu bazy wiedzy

## Podsumowanie

W rozdziale została przedstawiona charakterystyka stanu rozwoju informatycznych systemów: inteligentnych i uwzględniających semantykę, których celem jest wspomaganie procesów uczenia się i nauczania. Spróbowano nakreślić kierunek, w jakim podążają badania w tej dziedzinie. Reasumując, charakterystyczne dla tej dziedziny są:

Rozszerzanie zasobów elektronicznych o semantykę.

1. Udostępnianie zasobów elektronicznych zarówno ludziom, jak i programom komputerowym.
2. Użycie logicznej reprezentacji wiedzy umożliwiającej automatyczne wnioskowania prowadzące do inteligentnego zachowania programów uczących.
3. Zapis reprezentacji wiedzy w bazie danych.

W oparciu o przedstawione rozważania możemy się pokusić o udzielenie odpowiedzi na główne pytanie pracy „Czy bazy wiedzy i podręczniki inteligentne stanowią kolejną fazę rozwoju technologii edukacyjnych? ”. Odpowiedzią jest: „Tak, ale jeszcze nie dzisiaj”.

## Bibliografia

1. Lech Banachowski, Jerzy P. Nowacki, Zastosowanie zarządzania wiedzą i e-nauczania do ulepszenia procesu kształcenia studentów, Edu@kcja. Magazyn edukacji elektronicznej, nr 2 (4) 2012 s. 57–68.
2. David Gunning et. al., Project Halo Update — Progress Toward Digital Aristotle, AI Magazine, 2010, vol. 31 no 3, p. 33–58, <http://www.aaai.org/ojs/index.php/aimagazine/article/view/2302>.

3. Michael Reilly, The intelligent textbook that helps students learn, *New Scientist*, August 2012, magazine issue 2876, <http://www.newscientist.com/article/mg21528765.700-the-intelligent-textbook-that-helps-students-learn.html>.
4. David F.Carr, Rice University's OpenStax Tutor Tackles Personalized Learning, March 2013, <http://www.informationweek.com/education/instructional-it/rice-universitys-openstax-tutor-tackles/240150069>.
5. Intelligent tutoring system, Wikipedia, the free encyclopedia, May 2013, [http://en.wikipedia.org/wiki/Intelligent\\_tutoring\\_system](http://en.wikipedia.org/wiki/Intelligent_tutoring_system).
6. Projekt założeń projektu ustawy o zmianie ustawy – Prawo o szkolnictwie wyższym oraz niektórych innych ustaw, Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, listopad 2012.
7. Materiały do studiów internetowych z informatyki, PJWSTK, 2006, <http://edu.pjwstk.edu.pl/wyklady/>.