

Ryszard Tadeusiewicz
rtad@agh.edu.pl
Katedra Automatyki
Akademia Górniczo-Hutnicza
Kraków

Wykorzystanie metod sztucznej inteligencji do usprawnienia nauczania wspomaganego techniką komputerową

Obserwowany obecnie rozwój środków technicznych wchodzących w zakres tzw. technologii informacyjnych (IT) jest naprawdę imponujący. Daje się go zaobserwować zarówno w zakresie sprzętu, jak i oprogramowania. Ma to określony wpływ na wszystkie sfery życia, zarówno indywidualnego, jak i zbiorowego, szczególnie doniosłe mogą być jednak konsekwencje postępu odniesione do sfery nauczania [Tadeusiewicz, 2008]. Postęp w tej dziedzinie warunkowany jest współwystępowaniem wielu czynników, wśród których niebagatelną rolę odgrywa fakt, że e-learning warto rozwijać z powodów – między innymi – ekonomicznych [Tadeusiewicz, 2007]. W związku z tym znacznej poprawie uległa też jakość materiałów do zdalnego nauczania, bowiem jakościowy czynnik zaczyna odgrywać coraz większą rolę, zarówno w praktycznych wdrożeniach procesu e-nauczania, jak i w uwarunkowaniach prawnych, limitujących możliwości tych wdrożeń [Kushtina, Zaikin, Ciszczyk, 2008]. Mimo zaostrzającej się walki konkurencyjnej na rynku produktów i usług wykorzystywanych do e-learningu toruje sobie także drogę idea otwartych zasobów edukacyjnych [Kushtina, Zaikine, Rozewski, 2006], która zyskuje coraz więcej zwolenników. Na bazie koncepcji otwartych zasobów przez wielu dystrybutorów oferowany jest już materiał nauczany i oprogramowanie umożliwiające prezentację nauczanych treści w maksymalnie wygodnej i atrakcyjnej formie (techniki multimedialne), z zapewnieniem wysokiego poziomu interaktywności (hipertekst i techniki pokrewne) i z możliwością korzystania z dowolnych zasobów informacji, bez względu na ich fizyczną odległość (sieć Internet i inne usługi teleinformatyczne).

Także dostępność tych środków, mogących służyć – między innymi – potrzebom komputerowego wspomaganie procesu nauczania jest dziś znacznie lepsza, niż kilka lat temu. Sytuacja w tym zakresie szczególnie widocznie poprawiła się po stronie uczniów, którzy obecnie z reguły posiadają własne (lub wypożyczone) komputery, a także prawie wszyscy i prawie zawsze mają dostęp do Internetu. Powszechne zatroskanie specjalistów budzi jednak to, że jedna z głównych zalet komputerowo wspomaganego nauczania – możliwość korzystania z procesu nauczania dokładnie dopasowanego do potrzeb oraz możliwości konkretnego ucznia – jest wciąż jeszcze raczej powtarzanym jak mantra postulatem, a nie realnie dostępnym atrybutem.

Sprawa warta jest wysiłku, jaki trzeba w nią włożyć, zwłaszcza jeśli weźmie się pod uwagę możliwości, wiążące się z nauczaniem komputerowo wspomaganym. Odpowiednio dobrany program umożliwia samodzielne powtarzanie, utrwalanie i pogłębianie wiadomości przez uczniów, daje możliwość uzupełniania demonstracji laboratoryjnych (na przykład

w zakresie fizyki, chemii czy biologii) przez symulacje komputerowe; liczne i ciekawe są możliwości wykorzystania komputera jako narzędzia zbierającego dane lub sterującego eksperymentem itd. Dostrzegalna jest jednak także skłonność autorów programów dydaktycznych do nadużywania środków symulacji i grafiki komputerowej bez próby zastanowienia nad tym, jakim celom dydaktycznym ma służyć program i dlaczego do osiągnięcia tych celów należy użyć komputera, a nie innych środków, często znacznie od niego skuteczniejszych dydaktycznie, a prostszych i tańszych. W dodatku zauważono, że przy nauczaniu nieinformatycznych przedmiotów nader często stosuje się komputer w podobny sposób i w podobnym zakresie, jak tradycyjne środki audiowizualne. W kilku pracach badawczych wskazywano, że trudno oczekiwać nowych jakościowo wyników stosowania komputerów, jeśli demonstracja na ekranie komputera niczym istotnym nie różni się od prezentacji filmu dydaktycznego – a tak bardzo często bywa.

W niniejszej pracy wskazano na podstawowe znaczenie wykorzystania w programie dydaktycznym czynnika interakcji między użytkownikiem (ucznem) i nauczającym programem komputerowym. Bez takiej interakcji są bardzo małe szanse na osiągnięcie znaczących korzyści dydaktycznych przy stosowaniu wspomagania komputerowego w nauczaniu różnych nieinformatycznych przedmiotów. W pracach studialnych wskazywano jednak także na bezwzględną konieczność oswojenia uczniów ze stosowaniem komputerów w tych przedmiotach nieinformatycznych, w których komputery stały się nieodłączną częścią praktyki pozaszkolnej. Wymieniano tu lekcje techniki, geografii (systemy GIS), rysunku technicznego (systemy CAD), a także języka polskiego (rola programów wspomagających pisanie i redagowanie tekstów).

Powszechne zatroskanie budzi jednak także problem, skąd czerpać dobre interaktywne programy przeznaczone do komputerowego wspomagania nauczania, zwłaszcza w przypadku nauczania przedmiotów nieinformatycznych. Aktualna podaż tego typu materiałów jest absolutnie niewspółmierna w stosunku do potrzeb, a ogromna pracochłonność przygotowywania nowych CBTM (*Computer Based Teaching Materials*), w połączeniu z nadal dość rozpowszechnionym „piractwem”, pozbawiającym twórców znacznej części należnych im tantiem, są przesłankami implikującymi pesymistyczne oceny perspektyw i możliwości szybkiego nasycenia rynku wartościowymi produktami tego typu. W pewnej kategorii materiałów CBTM, nazwanych w skrócie elektronicznymi książkami, sytuacja może się stosunkowo szybko poprawić, ponieważ do produkcji takich elektronicznych leksykonów, encyklopedii czy podręczników przystąpiły obecnie różne firmy. Dzięki wydawaniu elektronicznych książek w formie CD-ROM-ów ograniczony (choć z pewnością nie rozwiązany) może być problem piractwa, zaś potencjał produkcyjny i finansowy firm angażujących się w proces tworzenia multimedialnych podręczników może stanowić siłę napędową, tak bardzo potrzebną przy rozwoju techniki komputerowego wspomagania nauczania. Z merytorycznego punktu widzenia te elektroniczne książki rzadko wnoszą jednak istotnie nowe treści w stosunku do tradycyjnych papierowych podręczników, a z punktu widzenia metodyki nauczania też operują bardzo klasycznym asortymentem środków, nawiązującym do stosowanej jeszcze w latach 70. koncepcji nauczania i podręcznika programowanego. Jednak dzięki multimedialnej oprawie mogą one podnieść atrakcyjność procesu uczenia się w takim stopniu, że możliwe będzie

trwalsze i skuteczniejsze przywiązanie uwagi uczniów do nauczanych treści, a w ślad za tym możliwe stanie się istotne zwiększenie skuteczności uczenia, szczególnie w zakresie przyswojenia konkretnych szczegółowych wiadomości. Można tu odnotować bardzo korzystną rolę nawet najprostszych czynników interakcyjności komputerowo nauczanych treści – między innymi w wielu pracach badawczych wskazywano na wysoką użyteczność odnośników hipertekstowych, które w istotny (i korzystny!) sposób odróżniają technikę pracy z elektroniczną książką od techniki stosowanej przy korzystaniu z tradycyjnych książek papierowych i aktualnie używanych podręczników. Jednak mimo tych uwag i mimo zdecydowanie pozytywnej oceny już opracowanych multimedialnych pakietów nauczających, zwraca uwagę oczywisty, ale bardzo istotny i dlatego godny przytoczenia fakt. Na rynku księgarskim jest mnóstwo książek i tradycyjnych podręczników, dotyczących różnych zagadnień i różnych dyscyplin naukowych. Poszukujący podręcznika uczeń lub nauczyciel – potrzebujący książki metodycznej – zaspokoją więc swoje potrzeby szybko i bez trudu. Natomiast w zakresie programów edukacyjnych do tych samych przedmiotów sytuacja jest zgoła odmienna – wybór jest mały, a do wielu zagadnień i wielu przedmiotów odpowiednich programów po prostu nie ma wcale. Z tego powodu szanse na skorzystanie przez ucznia czy nauczyciela z dobrego programu edukacyjnego są niewielkie. To ograniczenie po stronie podaży odpowiednich komputerowych materiałów dydaktycznych jest limitujące nawet wtedy, gdy pominie się i przezwycięży wszystkie inne utrudnienia i ograniczenia – takie na przykład, jak utrudniony dostęp w domu czy w klasie szkolnej do komputerów o wyposażeniu (karta dźwiękowa, karta graficzna, szybki CD-ROM itp.) oraz o mocy obliczeniowej wystarczającej do tego, by nowoczesne multimedialne systemy wspomagające nauczanie mogły w pełni zademonstrować swoje możliwości. Oznacza to, że przez dość długi jeszcze czas książka elektroniczna będzie na przegranej pozycji w stosunku do książki tradycyjnej, technika komputerowa w przekazywaniu edukacyjnym będzie domeną zapalonych fantastów, a rzeczowe dyskusje o jakości i kryteriach oceny programów edukacyjnych będą zastępowane przez zbiorowe lamente na temat totalnej niemożności.

Ogromny brak oprogramowania edukacyjnego nie powinien jednak prowadzić do bezkrytycznej aprobaty wszystkiego, co w tej dziedzinie powstaje i jest udostępniane. Budując lub (część) pozyskując z różnych źródeł (na przykład z Internetu) zbiory danych i programy, których celem jest nauczanie różnych przedmiotów, trzeba dbać o ich poziom merytoryczny i o właściwie dobraną do potrzeb formę dydaktycznego przekazu. Rola nauczyciela jako selekcyjnego dostępnym uczniom wiadomości staje się – wobec szumu informacyjnego zagrażającego m.in. ze strony wielu nie recenzowanych i często wręcz fałszywych informacji nadchodzących z Internetu – jeszcze bardziej doniosła i odpowiedzialna, niż w przypadku selekcji lektur szkolnych i informacji pochodzących z periodyków. Przy tej selekcji zwracać też trzeba uwagę na walory wychowawcze rekomendowanych programów, które muszą być szczególnie pieczołowicie zachowywane w związku z ogromną siłą oddziaływania techniki komputerowej na młode umysły. Warto zwrócić uwagę na znane z literatury przykłady młodych ludzi tak dalece uzależnionych od gier komputerowych (których antydydaktyczna rola dla nikogo już nie ulega wątpliwości),

że konieczna była w stosunku do nich terapia, podobna jak w przypadku alkoholików lub narkomanów.

Dodatkowo zaniepokojenie budzi kolejny, bardzo znamieny fakt. Obserwując prawdziwą feerię różnych multimedialnych „cudów” oferowanych w ramach programów edukacyjnych odnosi się chwilami wrażenie, że w tym całym zamieszaniu i zgiełku zagubił się jednak podstawowy i najważniejszy element: człowiek, który tymi wszystkimi „cudami techniki” ma być uszczęśliwiany. Tymczasem doświadczeni nauczyciele wiedzą, że w procesie nauczania najważniejszy był, jest i będzie **uczeń**. To jego preferencje, ograniczenia, zdolności i umiejętności decydować powinny o metodach i formach przekazywania wiedzy, niezależnie od tego, czy przekaz realizowany jest w kontaktach z żywym nauczycielem, czy też w przekazie tym wykorzystywany jest komputer.

Jak wiadomo, ludzie są różni i różnych wymagają podejść ze strony partnera, który pomaga im w zdobywaniu wiedzy. Żywy nauczyciel w bezpośrednim kontakcie z uczniem modyfikuje zawsze swoje postępowanie nawiązując – mniej lub bardziej świadomie – do pewnego swojego wyobrażenia o możliwościach i cechach osobowości tego właśnie konkretnego człowieka. Natomiast system komputerowy, wykorzystywany do nauczania, traktuje każdego człowieka, z którym przychodzi mu pracować, w sposób identyczny, uniformizowany, dopasowany raczej do **wyobrażenia** programisty o potrzebach i preferencjach ucznia, a nie do jego rzeczywistych cech osobowości i wynikających z nich indywidualnych wymagań. W rezultacie obserwuje się bardzo często, że w programach wspomagających proces nauczania i uczenia się preferowany jest styl myślenia odpowiadający osobowości uczniów o uzdolnieniach w zakresie nauk ścisłych, zafascynowanych różnymi komputerowymi błyskotkami (podobnie jak tworzący program informatycy). Tymczasem, nie każdy uczeń ma tego typu cechy charakteru, w związku z czym bardzo często użytkownikowi trudno jest podążać za prezentowanym przez komputer wywodem, wprowadzając się do bezbłędnej logiki i ścisłego systematycznego myślenia, nie odpowiadającym jednak sposobowi myślenia i temperamentowi ucznia i przez to nieakceptowanym. Podobnie bywa z nachalnie upychanymi w programach audiowizualnymi gadżetami. W przypadku niektórych typów osobowości liczne kolorowe rysunki, ruchome symbole graficzne i zaskakujące dźwięki zamiast ułatwiać i uprzyjemniać naukę – powodują poczucie przytłoczenia i zagubienia, a ponadto rozpraszają uwagę i spowalniają proces nauki.

Nie rozwijając tu tego tematu (który sam w sobie warto jest obszerniejszych badań i pogłębionej naukowej refleksji) trzeba stwierdzić jedno: w dziedzinie komputerowego wspomagania procesu dydaktycznego dokonano ogromnego postępu w zakresie tworzenia programów komputerowych efektywnie przekazujących wiedzę i sprawnie kontrolujących (za pomocą różnych testów) stopień jej przyswojenia, natomiast fatalnie zaniedbano sferę związaną z oceną i uwzględnianiem w procesie nauczania cech osobowości uczniów. W związku z tym, nierzadko z dużym wysiłkiem i nakładem kosztów, serwuje się uczniom różne wbudowane w programy multimedialne (i inne) udogodnienia – wbrew ich naturalnym upodobaniom, a przez to nieefektywne i nieskuteczne. Z tego samego powodu prawie nagminnie dochodzi w programach nauczających do wyraźnego rozmijania się tempa

i sposobu prezentacji uczonych wiadomości z naturalnymi preferencjami uczniów. Stan ten trudno uznać za zadowalający.

Warto może w tym miejscu odnotować i zdementować znany mit głoszący, że skoro program jest interaktywny i w szerokim zakresie obsługuje życzenia użytkownika – to może zostać łatwo dopasowany do jego indywidualnych wymagań. Nic bardziej mylącego! Mało który z użytkowników programu nauczającego zada sobie trud parametrycznego dopasowania wybranych cech programu do swoich – nie zawsze w pełni uświadomionych – preferencji. W związku z tym, bogata i modna ostatnio parametryzacja oprogramowania w istocie w niewielkim tylko stopniu ogranicza wspomniane mankamenty – a już z całą pewnością nigdy całkowicie ich nie eliminuje. Co więcej – iluzoryczna jest także nadzieja, że w trakcie prostych interakcji z użytkownikiem (na przykład w trakcie rutynowych testów na bieżąco kontrolujących postępy procesu uczenia się) uda się naprawdę dopasować dynamikę procesu automatycznego nauczania do indywidualnie zróżnicowanych i w dodatku zmiennych w czasie właściwości i możliwości psychiki każdego konkretnego ucznia. Trzeba tu czegoś więcej, potrzebny jest mechanizm, który mógłby stanowić informatyczny odpowiednik mądrości życiowej nauczyciela, jego intuicji, doświadczenia, spostrzegawczości.

Prezentowany artykuł koncentruje uwagę na propozycji wykorzystania wybranych metod i technik sztucznej inteligencji do tego, by gromadząc i odpowiednio interpretując specjalnie pozyskiwane i na bieżąco uzupełniane dane o cechach osobowości i o naturalnych preferencjach poszczególnych uczniów – uzyskiwać w efekcie swoiste modele użytkowników korzystających z programu dydaktycznego. Modele takie, które są obecnie przedmiotem intensywnych badań (m.in. rozprawa doktorska M. Zająć) budowane są z użyciem jednej z najbardziej „klasycznych” technik sztucznej inteligencji – metody *pattern recognition* (rozpoznawania obrazów). Dzięki tworzeniu naturalnych grup sylwetek psychologicznych uczniów i automatycznie wypracowywanym kryteriom zaliczania konkretnych uczniów do poszczególnych grup, możliwe jest precyzyjniejsze dobieranie wybranych cech realizowanego przez komputer przekazu edukacyjnego – indywidualnie dla każdego z uczniów. Przewiduje się, że automatyczna adaptacja dotyczyć będzie następujących aspektów:

- zakresu przekazywanych w trakcie automatycznego uczenia merytorycznych treści (w zależności od wykrytego poziomu zdolności ucznia); unika się w ten sposób stawiania zbyt wysokich, frustrujących wymagań uczniom mało zdolnym, ale także znudzenia i dekoncentracji uczniów wysoce utalentowanych;
- formy przekazywanych wiadomości, ukierunkowanej – zależnie od tego, jaki typ percepcji ustalono jako preferowany przez ucznia – bądź to bardziej na przekaz tekstowy, bądź na obrazy, animacje, sekwencje wideo, dźwięki itp.;
- sposobu nauczania, dopasowanego do cech osobowości ucznia (możliwości wyboru obejmują albo koncentrację na bardziej abstrakcyjnym ujmowaniu ogólnych zagadnień i reguł, z wtórną egzemplifikacją i ilustracją ogólnych praw odpowiednio dobieranymi przykładami, albo prezentację nowych zagadnień najpierw w postaci szczegółowych przykładów, ze stopniowym uogólnianiem i dedukcyjnym wprowadzaniem generalnych reguł.

Wymienione wyżej postulaty są bardzo trudne do spełnienia w praktyce. Po pierwsze, trzeba zaproponować narzędzie, z użyciem którego można zbierać dane o psychologicznych profilach poszczególnych uczniów i tworzyć stosowne modele. Tego właśnie obszaru dotyczy artykuł. Sformułowany problem wydaje się ważny, ponieważ potencjalnie stwarza możliwość dokonania jakościowej rewolucji w technologii komputerowego kształcenia, polegającej na wyposażeniu informatycznych środków przekazu dydaktycznego w zdolność automatycznego dostosowywania swoich właściwości do indywidualnych cech ucznia – podobnie, jak to czynią doświadczeni i staranni nauczyciele. Problem ten jest także atrakcyjny naukowo, jako nowe zastosowanie dla dobrze już rozwiniętych metod sztucznej inteligencji, związane z adaptacją ich do funkcjonowania w dziedzinie, w której metody te do tej chwili stosowane nie były.

Trzeba jednak podkreślić, że nawet pełne rozwiązanie sformułowanego problemu daje zaledwie częściowe rozwiązanie pojawiających się tu zagadnień. Zastosowanie technik sztucznej inteligencji do analizy i grupowania wektorów cech, opisujących psychologiczne profile poszczególnych uczniów, nie rozwiązuje problemu, w jaki sposób i na podstawie jakich danych te profile mają być tworzone. Na etapie badań naukowych można sobie pozwolić na poddawanie uczniów specjalnym dodatkowym testom i ankietom, mającym ustalić ich zdolności, preferencje, możliwości percepcyjne itp. Jednak w odniesieniu do oprogramowania użytkowego, wykorzystywanego przez wielu uczniów różnorodnych szkół, dodatkowo przez samouków korzystających z kopii odpowiednich programów w domach, użytkowników korzystających z oprogramowania edukacyjnego w sposób zdalny (za pośrednictwem Internetu) itp. – niemożliwe jest zakładanie, że każdorazowo dostępna będzie możliwość poddawania ich wszystkim testom psychologicznym celem utworzenia profili. Bardzo ważnym zadaniem metod i środków sztucznej inteligencji będzie w związku z tym utworzenie specjalnej metodyki pozyskiwania, analizy i wykorzystywania danych świadczących o cechach osobowości ucznia podczas normalnej pracy z programem nauczającym. W odróżnieniu od wcześniej omówionego zagadnienia tworzenia, grupowania i rozpoznawania wektorów cech osobowości uczniów, które to zagadnienie jest już od pewnego czasu przedmiotem intensywnych prac badawczych – problem automatycznego i nie zakłócającego nauki pozyskiwania danych o profilach psychologicznych uczniów jest jeszcze daleki od rozwiązania. Stworzono już wprawdzie wstępną koncepcję struktury i zasad działania tego modułu, a także wykonano tytułem próby kilka testowych modułów rozważanego oprogramowania, jednak koncepcja ta i wzmiankowane moduły nie będą w swoich szczegółowych elementach tutaj opisane. Nie wnikając w szczegóły można powiedzieć, że przy budowie tych modułów zakłada się korzystanie ze środków i metod tzw. identyfikacji biernej, praktykowanej w automatyce i robotyce przy zbieraniu danych o statycznych i dynamicznych cechach obiektów regulacji w skomplikowanych systemach sterowania automatycznego. Dzięki użyciu wspomnianych modułów docelowy schemat pracy rozważanych tu systemów komputerowego wspomaganie nauczania przewiduje, że po rozpoczęciu współpracy z nowym uczniem program edukacyjny śledzić będzie automatycznie jego zachowanie, rejestrując i poddając analizie – między innymi – następujące zachowania ucznia:

- czas „przebywania” w poszczególnych typach fragmentów lekcji (czas czytania objaśnień tekstowych, częstość korzystania z łączników hipertekstowych, rodzaj używanych łączników hipertekstowych, czas śledzenia i analizowania rysunków, stopień zainteresowania rejestracjami wideo i dźwiękowymi – wyrażający się częstością sięgania do nich, gdy są opcjonalnie oferowane, ewentualnym ponawianiem przeglądania czy przesłuchiwania odpowiednich zapisów itp.);
- sposób rozwiązywania testów i zadań z wyodrębnieniem grup o zróżnicowanych zdolnościach i motywacjach – np. mierząc jakość odpowiedzi i czas potrzebny do jej udzielenia można wyodrębnić grupę uczniów szczególnie zdolnych (rozwiązują szybko i poprawnie), mało zdolnych ale pilnych (rozwiązują wolno, ale poprawnie), mało zdolnych leni (rozwiązują szybko i źle) oraz zdecydowanie mało zdolnych (rozwiązują wolno i źle).

W miarę rozwoju systemu do oceny profilu psychologicznego ucznia włączane będą dalsze przesłanki możliwe do wywiedzenia z samej tylko obserwacji jego zachowania podczas normalnej eksploatacji programu nauczającego, a przydatne przy budowie „modelu” ucznia, wspomagającego proces indywidualizacji metod i form nauczania w kolejnych krokach. Na podstawie w ten sposób zbieranych, systematyzowanych i analizowanych danych program nauczający będzie mógł optymalizować i dostosowywać formy, środki, zakres i sposób nauczania do indywidualnych preferencji i cech osobowości ucznia – posługując się opisanymi wcześniej technikami i algorytmami sztucznej inteligencji.

Bibliografia

- Kushtina E., Zaikin O., Ciszczyk M., Tadeusiewicz R.: *Quality factors for knowledge repository: based on e-Quality project*, Proceedings of EUNIS 2008 VISION IT – Vision for IT in higher education, 2008, <http://www.eunis.dk/papers/> [dostęp 10.06.2008]
- Kushtina E., Zaikine O., Rozewski P., Tadeusiewicz R.: *Competency Framework in Open and Distance Learning*. [W:] *Is Information Technology Shaping the Future of Higher Education*. Red. T. Lillemaa. Proceedings of the 12th International Conference of Europe University Information Systems, University of Tartu, Tartu 2006, s. 186-193
- Tadeusiewicz R.: *Motywacje rozwijania e-edukacji i ich konsekwencje*. Materiały VI Konferencji „Uniwersytet Wirtualny – model, narzędzia, praktyka”, Wydawnictwo PJWSTK, Warszawa 2007, s. 18-22
- Tadeusiewicz R.: *Rozwój technik informacyjnych jako czynnik determinujący postęp cywilizacji oraz formy i metody kształcenia*. Materiały VIII Konferencji „Uniwersytet Wirtualny”, Politechnika Warszawska 2008 (tekst referatu obejmujący 15 stronic druku oraz pełną prezentację przygotowaną do wystąpienia, obejmującą 41 stronic, udostępniono na CD, ISBN 978-83-927469-0-4)