

dr Maria Zając, dr Krzysztof Wójcik
Katedra Informatyki i Metod Komputerowych
Akademia Pedagogiczna
30-084 Kraków, ul. Podchorążych 2

Wykorzystanie technik sztucznej inteligencji do indywidualizacji procesu nauczania

O zastosowaniach sztucznej inteligencji w różnych dziedzinach życia słyszy się stosunkowo często. Jednym z pierwszych obszarów była medycyna, stosunkowo rzadko pojawiają się jej zastosowania w edukacji. Po części może to wynikać z faktu, że ciągle zbyt mało wiemy o pracy ludzkiego mózgu i o tym jak przechowuje on i przetwarza informacje. Nie są też wyjaśnione procesy związane z uczeniem się i zapamiętywaniem. Gdy zatem trudno jest coś opisać i sformalizować, jak mówić o przełożeniu tych zjawisk na język zrozumiały dla komputera? Uzasadnionym więc wydaje się być pytanie o miejsce i rolę sztucznej inteligencji w edukacji. Czy możemy tylko uczyć się czym jest sztuczna inteligencja i jakie są potencjalne obszary jej zastosowań czy też można ją wykorzystać w samym procesie uczenia się i nauczania?

Z drugiej strony od wielu już lat nie słabnie zainteresowanie wykorzystaniem komputera jako narzędzia wspomagającego proces uczenia się. Na przestrzeni kilku ostatnich dziesięcioleci pojawiały się różne postacie zastosowań i różne nazwy - od Computer Assisted Training (które miało sygnalizować tylko pomocniczą rolę komputera) po Computer Based Teaching – czyli nauczanie w oparciu o narzędzia komputerowe. W ostatnich latach minionego stulecia wraz z gwałtownym wzrostem popularności Internetu pojawił się nowy termin – nauczanie online lub ogólniej e-learning. Entuzjaści tego typu rozwiązań głośno mówią o korzyściach, wymieniając na pierwszym miejscu wyrównywanie szans w dostępie do edukacji dla osób z małych miejscowości odległych od ośrodków akademickich, dla niepełnosprawnych i matek wychowujących małe dzieci. Sceptycy wskazują na „odpersonalizowanie” procesu uczenia, na zanik kontaktów międzyludzkich i relacji mistrz-uczeń. Szczególnie ta ostatnia kwestia wydaje się mieć znaczenie fundamentalne. I chodzi tu nie tyle o zanik roli mistrza, gdyż ta zmieniała się niezależnie od rozwoju technik komputerowych, ale chodzi o uświadomienie sobie ograniczonej roli komputera jako narzędzia edukacyjnego. I w tym zarówno zwolennicy, jak i przeciwnicy wydają się być zgodni. Jednym z najważniejszych problemów jest przygotowanie odpowiednich materiałów dydaktycznych, takich, które pozwolą na możliwie naturalne przyswajanie wiedzy, tzn. zgodne z indywidualnymi preferencjami i przyzwyczajeniami ucznia. Wprawdzie w odniesieniu do systemów e-learningowych bardzo często słyszy się stwierdzenie, że pozwalają one na indywidualizację nauczania ale zazwyczaj rozumie się pod tym określeniem możliwość pracy w wybranym czasie i w indywidualnym tempie. Materiał edukacyjny dostarczony na krążku CD lub udostępniony na stronie internetowej można przeglądać dowolną ilość razy i w dowolnych „odcinkach”. Czy to jednak oznacza naukę dostosowaną do indywidualnych potrzeb czy tylko naukę samodzielną?

Inną kwestią często wskazywaną przez praktyków e-learningu jest problem motywacji do uczenia się. Niestety rezygnacje z podjętej nauki towarzyszą każdemu kursowi online i często stanowią poważny odsetek wśród podejmujących naukę. I znowu nasuwa się pytanie: czy jest to kwestia atrakcyjności materiałów? A jeżeli tak, to jak je zmieniać? Czy wystarczy dodać więcej grafiki, animacji, filmów? Odpowiedź na gruncie psychologii uczenia się znowu poprowadzi do indywidualnych predyspozycji ucznia. Choć bowiem nie wiemy, jak w

rzeczywistości przebiegają procesy przetwarzania informacji w ludzkim mózgu, potrafimy je tylko opisać w przybliżeniu, nie ulega wątpliwości, że pod względem stylów uczenia się ludzie wykazują bardzo duże zróżnicowanie. Wystarczy chociażby wziąć pod uwagę preferencje wzrokowe i słuchowe lub rozwinięte style myślenia – analityczny, empiryczny, teoretyczny i pragmatyczny [4].

Z powyższych, z konieczności bardzo skrótowych rozważań wynika potrzeba tworzenia bardzo elastycznych systemów uczących, tzn. takich, w których na życzenie można zmieniać np. sposób prezentowania treści. I to zadanie aktualnie jest już dość proste do zrealizowania. Przy współczesnych możliwościach komputerów multimedialnych bez problemu można przygotować materiał zarówno w postaci tekstu wyświetlanego na ekranie, jak i odczytywanego przez lektora. Osoba ucząca się naciśnięciem jednego przycisku włącza lub wyłącza lektora i zapoznaje się z tekstem w sposób jej odpowiadający. Preferencje związane z myśleniem syntetycznym bądź analitycznym jest już trudniej zróżnicować w przygotowywanym materiale, choć i to jest możliwe. Można sobie wyobrazić, że te same treści opracowano zarówno w formie tekstu, jak i schematów oraz ilustracji i znowu umożliwiałoby się studiującemu samodzielny wybór formy prezentacji materiału. Ale jak radzić sobie z tym, że często studiujący posiada już pewną wiedzę początkową, ale jest ona wyrwykowa i nieuporządkowana? Można przyjąć formę wstępnego sprawdzania wiadomości, które pozwoli ustalić, na jakim poziomie zaawansowania jest wiedza studiującego. Ale jeżeli jest ona, jak już było wspomniane nie usystematyzowana? Ideałem byłoby gdyby system komputerowy potrafił na bieżąco śledzić poziom posiadanej wiedzy i dostosowywać zakres przekazywanych treści. A jeszcze lepiej gdyby można było zaproponować różne metody uczenia się różnym uczniom. I tu właśnie jest ciekawy obszar zastosowań dla technik sztucznej inteligencji. Sieć neuronowa, która potrafi się uczyć może pobierać i przetwarzać informacje na temat aktualnego poziomu wiedzy, a odpowiednio zbudowany system ekspertowy pozwoli dobrać odpowiednią „ścieżkę” dla kolejnego etapu nauki. Rozwiązanie takie występuje już w praktycznie istniejącym systemie e-learningowym, aktualnie sprzedawanym pod nazwą Alatus LCMS. Autorzy tego rozwiązania wykorzystali system wielopoziomowych reguł decyzyjnych, aby zaprogramować możliwość śledzenia na bieżąco i dostosowywania wielkości oraz rodzaju oferowanych porcji wiedzy. W zależności od typu trudności, na jakie napotyka osoba ucząca się system prezentuje określoną wiedzę w sposób łatwiejszy lub trudniejszy. Wybór poziomu może być uzależniony np. od ilości popełnianych błędów lub od długości okresu czytania poszczególnych fragmentów. Np. długi czas czytania i dużo błędnych odpowiedzi wskazują na trudność w zrozumieniu materiału, a więc sugerują zmianę sposobu przekazywania wiedzy na łatwiejszy [3].

1 Proponowane metody nauczania

Znacznie trudniejszą jest kwestia oferowania różnych form przekazu wiedzy w zależności od np. posiadanych predyspozycji psychologicznych. W tym zakresie nie ma jeszcze chyba praktycznych rozwiązań, ale zostały opracowane założenia dla systemu komputerowego nauczania, który wykorzystując znane metody rozpoznawania obrazów potrafiłby analizować predyspozycje ucznia i dostosowywać nie tylko poziom, ale i zakres oraz formę prezentowanego materiału. System ten zakłada implementację kilku różnych metod nauczania. Dla potrzeb badań zdefiniowano cztery różne metody uwzględniające zdolności myślenia analitycznego i syntetycznego, preferencje wzrokowe i słuchowe oraz formy prezentacji opisowej i graficznej. Metody te zostały scharakteryzowane w następujący sposób:

A - Metoda hipertekstowa - oparta na technice hipertekstu, pozwalająca poruszać się po nauczonym materiale w sposób dość swobodny, z wykorzystaniem hiperłączy.

Wybrane słowa - łączniki prowadzą do miejsc zawierających informacje związane z poznawaniem tematem, często o charakterze podstawowym, a czasami też rozszerzającym. Metoda ta przeznaczona jest dla uczniów samodzielnych, nastawionych na aktywne poszerzanie posiadanej wiedzy, gotowych do poszukiwań, preferujących tekst jako formę przekazu treści;

B - Metoda **prezentacyjna** - tworzona przez sekwencję zaprogramowanych ekranów graficznych traktowanych jako ustalona seria przeźroczy, pozwalająca na zdobycie ogólnego poglądu na dane zagadnienie. Przewidziana dla osób biernych, preferujących raczej obraz niż tekst, lub też osób chcących nauczyć się szybko, choć może niezbyt szczegółowo;

C - Metoda **z przewodnikiem** - wzorowana na komputerowych asystentach lub samouczkach, polega na systematycznym prezentowaniu uczniowi poszczególnych fragmentów wiedzy i na sugerowaniu kolejnych kroków postępowania. Udział ucznia ogranicza się do odczytania bądź obejrzenia przekazywanych wiadomości i do wykonania sugerowanych działań. Nieco podobna do metody prezentacyjnej, choć pozwala na przekazanie większej liczby szczegółów. Oparta głównie o przekaz słowny, ilustracje pełnią tylko rolę pomocniczą. Przeznaczona raczej dla osób wygodnych i mało ambitnych, lub też dla mało samodzielnych;

D - Metoda **interakcyjna** - nastawiona na dialog z uczniem, zagadnienia prezentowane są głównie w formie zadań do rozwiązania, oferuje jednak możliwość skorzystania w razie potrzeby ze wskazówki. Uczeń wpisuje swoje odpowiedzi, decyzje i w zależności od nich rozwija się dalszy przebieg nauki.. Metoda ta wykorzystuje zarówno obraz, jak i tekst, przeznaczona jest dla ucznia aktywnego, samodzielnego, o rozwiniętych umiejętnościach myślenia abstrakcyjnego;

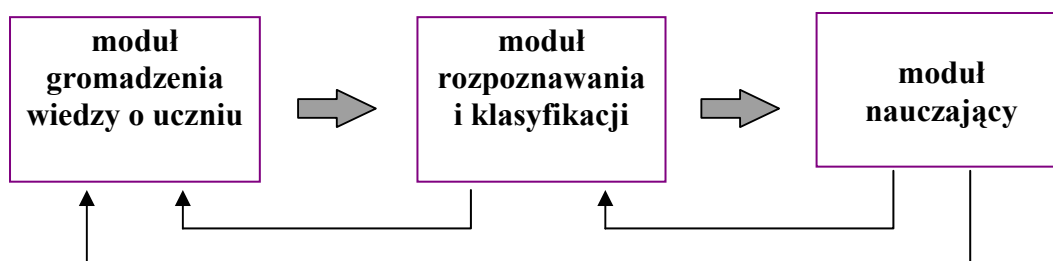
2 Struktura systemu

Aby jednak możliwe było efektywne wykorzystanie proponowanych metod potrzebne są narzędzia, które umożliwią zgromadzenie w systemie informacji dających podstawy do analizy, która z proponowanych metod jest najbardziej adekwatna dla konkretnego ucznia i daje szansę największej efektywności podejmowanego procesu uczenia. Zdecydowano zatem, że opracowywany system będzie miał budowę modułową i będzie się składał z trzech zasadniczych części (rys. 1):

Moduł I - **gromadzenie wiedzy o uczniu** - zawiera zestaw pytań i testów, których zadaniem jest zebranie informacji o osobie uczącej się, w kontekście jej indywidualnych preferencji, upodobań i przyzwyczajeń, związanych z procesem uczenia.

Moduł II - **rozpoznawanie i klasyfikacja** - dokonuje analizy danych zebranych w części pierwszej i podejmuje decyzję o tym, jaka metoda nauczania będzie najbardziej odpowiednia dla danego ucznia.

Moduł III - **nauczanie** - zawiera bogatą bazę wiedzy z danej dziedziny oraz zaprogramowane różne algorytmy przekazu tej wiedzy. W zależności od wprowadzonej bazy wiedzy możliwe jest nauczanie różnych przedmiotów, bądź różnych treści w obrębie tego samego przedmiotu.



Rys.1. Schemat struktury systemu.

System ma podstawową strukturę typu feed forward (z jednokierunkowym przepływem sygnałów), jednak dla badań i eksperymentów warto dopuścić także możliwość występowania zaznaczonych na rysunku 1 sprzężeń zwrotnych.

3 Narzędzia pomiaru badanych cech

Pomiar wartości poszczególnych cech był możliwy dzięki specjalnie przygotowanej **ankiecie** (przeprowadzanej również przy użyciu komputera). Część danych dostarczył także **test umiejętności studiowania**, opracowany specjalnie dla potrzeb prowadzonych badań, aczkolwiek wzorowany na podobnych testach stosowanych na przykład podczas egzaminów wstępnych na kierunek psychologii UJ. W wersji testowej każdy badany odpowiada na 74 pytania. Ankieta ma charakter zamkniętego testu wyboru, co oznacza, że należy wskazać jedną (i tylko jedną) z podanych odpowiedzi. Pytania ankiety są tak skonstruowane, aby pozwalały uzyskać informacje dotyczące wszystkich wymienionych powyżej grup czynników związanych z procesem uczenia się. Przed zakończeniem ankiety system sprawdza, czy któreś z pytań pozostało bez odpowiedzi i jeżeli tak, wyświetla kolejno wszystkie opuszczone pytania oczekując uzupełnienia wyboru. Przejście do części testowej następuje dopiero wówczas, gdy uczeń odpowiedział na wszystkie pytania ankiety. W ten sposób zostało zagwarantowane, że wszystkim cechom zostanie nadana niezerowa wartość.

Dodatkowe źródło informacji o uczniu stanowi dołączony **test umiejętności studiowania** znany także w psychologii pod nazwą **test rozumienia tekstu**. Ma on również postać testu zamkniętego, ale pytania dotyczą treści zawartych w tekście prezentowanym na ekranie. Istotą tego testu jest sprawdzenie umiejętności odnajdywania w tekście potrzebnych informacji. Uczeń ma bowiem odpowiedzieć na pytania nie w oparciu o wiadomości, które być może posiada już na dany temat, lecz dokładnie na podstawie tekstu wyświetlanego na ekranie. Zasadniczą trudność przy konstrukcji tego typu testów stanowi konieczność takiego sformułowania pytań, aby odpowiedź poprawna wymuszała zrozumienie tekstu, a równocześnie nie kolidowała z ewentualną wcześniejszą wiedzą ucznia na dany temat. Zaletą komputerowej wersji testu umiejętności jest możliwość oszacowania, na ile dla danej osoby forma przekazywania treści za pomocą ekranu komputera jest pomocą, a na ile utrudnieniem w przyswajaniu wiedzy. Wynikami tego testu są cztery parametry: ilość powrotów, ilość poprawek, czas wykonania oraz procent odpowiedzi poprawnych.

Uzyskane wyniki stanowią dane wejściowe dla modułu rozpoznającego. W kategoriach rozpoznawania obrazów zestaw informacji opisujących jeden obiekt (jednego ucznia) nazywany jest wektorem cech, zaś odwzorowanie przyporządkowujące badanym obiektom $(d^k \in \mathbf{D})$ punkty w n -wymiarowej przestrzeni cech określane jest mianem

repcji. Przyjmuje się następujące oznaczenia, używane w teorii rozpoznawania obrazów [5]:

$$\underline{x}^k = (x^k_1, x^k_2, \dots, x^k_n) - \text{wektor cech opisujących } k\text{-ty obiekt} \quad (1)$$

gdzie: n - wymiar przestrzeni cech

$$B: \mathbf{D} \rightarrow \mathbf{X} - \text{funkcja recepcji} \quad (2)$$

gdzie: \mathbf{D} - przestrzeń obiektów

\mathbf{X} - przestrzeń cech

4 Moduł rozpoznawania

W module rozpoznawania wykorzystywany jest zbiór danych nazywany ciągiem uczącym, którego elementami są również wektory cech opisujące poszczególnych osobników, ale rozszerzone o numer klasy, do której należy obiekt charakteryzowany przez dany wektor cech. Symbolicznie ciąg uczący można zapisać jako zbiór par:

$$C_U = \{(\underline{x}^k, i^k), k = 1 \dots m\} \quad (3)$$

gdzie: $m = \# C_U$

$$\underline{x}^k = B(d^k) \wedge d^k \in \mathbf{D}$$

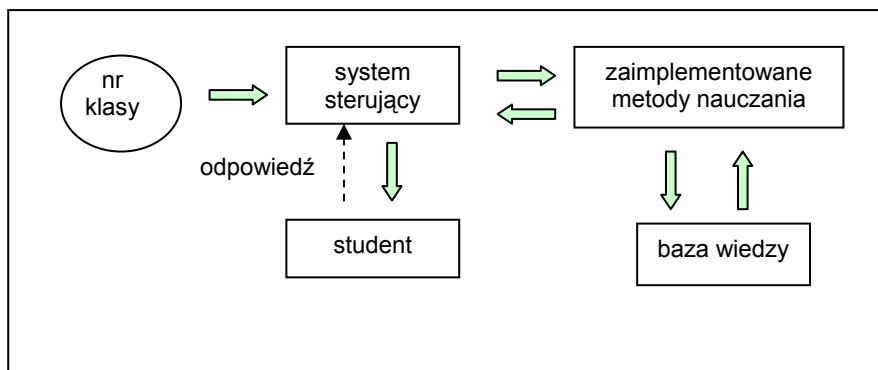
oraz: $i^k \in \mathbf{I} \wedge i^k = A(d^k)$

Zbiór \mathbf{I} jest zbiorem indeksów (identyfikatorów) klas, do których zaliczać będziemy rozpoznawane obiekty (czyli uczniów wykazujących określony typ osobowości i tym samym wymagających określonego podejścia w trakcie procesu nauczania). Odwzorowanie A użyte we wzorze (3) reprezentuje w sposób symboliczny idealną klasyfikację. Zakłada się (choć jest to założenie silnie idealizujące rzeczywistość), że dla elementów ciągu uczącego znane są prawidłowe klasyfikacje. Oznacza to, że dla uczniów, których cechy tworzą wektory \underline{x}^k możemy znaleźć idealne (prawdziwe) wartości identyfikatorów klas i^k , do których powinni być zaliczeni. Ponieważ uczniowie stanowiący elementy zbioru uczącego byli poddawani starannej obserwacji także w trakcie procesu uczenia, można przyjąć, że wartości i^k zebrane w bazie danych są dobrze zweryfikowane. Odwzorowanie A , ze względu na jego wyidealizowany charakter nie da się zrealizować, dlatego w praktyce buduje się odwzorowanie \hat{A} , nazywane algorytmem rozpoznawania. Algorytm \hat{A} aproksymuje (na tyle dokładnie, na ile to jest możliwe) idealne odwzorowanie A , zmierzając do ustalenia dla nieznanego obiektu $d \in \mathbf{D}$ jego klasy przynależności i . Porównuje on wektor cech opisujących badany obiekt z tymi, które są zapamiętane w ciągu uczącym i podejmuje decyzję o przynależności nowego obiektu do i -tej klasy na podstawie największego „podobieństwa” między porównywanymi wektorami. Słowo podobieństwo zostało ujęte w cudzysłów

dla zaznaczenia, iż jakkolwiek odwołujemy się tutaj do intuicyjnego rozumienia tego pojęcia, to jego ścisłe znaczenie wynika z przyjętej metody rozpoznawania i ze względu na szczupłość miejsca nie będzie tutaj precyzowana. Wynikiem pracy tego modułu jest, jak już powiedziano wcześniej, numer klasy, do której należy badany obiekt. Odpowiada on numerowi metody, która na podstawie dokonanej analizy została wybrana jako najbardziej odpowiednia dla ucznia o zbadanych właśnie predyspozycjach.

5 Moduł nauczający

Wskazany numer klasy, w tym wypadku odpowiadający wybranej metodzie nauczania stanowi z kolei sygnał wejściowy dla właściwego modułu nauczającego. Jego strukturę przedstawia rysunek 2.



Rys.2. Struktura modułu nauczającego

Baza wiedzy jest elementem, którego zawartość zależy od nauczanej dziedziny wiedzy. Podstawę tego modułu stanowią zaimplementowane algorytmy metod nauczania. Za koordynację przepływu informacji od modułu rozpoznającego (wskazuje metodę) do ucznia (odpowiednia wiedza) odpowiada system sterujący. Tu także jest wskazane zastosowanie elementów sztucznej inteligencji, a dokładniej odpowiedniego systemu ekspertowego, który będzie sprawnie koordynował przepływem potrzebnych informacji.

6 Podsumowanie i kierunki dalszych badań

Przedstawiony powyżej schemat można dodatkowo rozbudować i wzbogacić. W szczególności przewiduje się, że w przyszłości moduł III będzie mógł rejestrować i oceniać te cechy ucznia, które ujawnią się w trakcie procesu uczenia. Tak uzyskane informacje trafią wtedy do modułu I (gromadzenia danych) jako dodatkowe dane wejściowe. Także (oprócz pierwszej sesji) rezultat poprzedniego rozpoznawania w postaci numeru klasy może być dodatkowym źródłem informacji wejściowych pełniących jednak tylko rolę pomocniczą a nie rozstrzygającą w kolejnych etapach uczenia. Można także przyjąć opcję, w której uczeń rozpoczyna naukę bez poddawania się testowi wstępnemu. Wszystkie składowe wektora cech otrzymają wówczas wartość początkową równą zero. W tej sytuacji system nie podejmie rozpoznawania tylko przyjmie klasę 0, odpowiadającą metodzie "bez określonych preferencji" i ta właśnie informacja zostanie przekazana do modułu nauczającego. Takie ustawienie początkowe nie wyklucza oczywiście zbierania danych o uczniu w trakcie nauki. Przykład gromadzenia tego typu informacji wykorzystywanych następnie przez sieć neuronową zastosowaną w miejsce klasycznych metod rozpoznawania obrazów zawiera, wspomniany wcześniej system Alatus LCMS.

Interesującym przedmiotem dalszych badań byłoby porównanie wyników nauczania właśnie takimi dwiema metodami - tą dobraną do automatycznie wykrytych i ustalonych preferencji ucznia i tą odpowiadającą klasie zero. Będzie to jednak możliwe dopiero po opracowaniu i zaimplementowaniu modułu nauczającego, czyli po skompletowaniu całości systemu.

7 Literatura

1. Kubiak M.J., Wirtualna Edukacja, Wyd. MIKOM, Warszawa 2000.
2. Lotus Learning Space, Materiały informacyjne firmy Lotus Development Polska
3. Poloczek J., Nauczanie na odległość z elementami sztucznej inteligencji, Mat. z IV Międzynarodowej Konferencji „Kształcenie ustawiczne inżynierów i menadżerów”, Kielce 2002.
4. Rae L., Planowanie i projektowanie szkoleń, OE, Kraków 2003
5. Tadeusiewicz R., Flasiński M., Rozpoznawanie obrazów, PWN, Warszawa 1991.
6. Włodarski Z., Odbiór treści w procesie uczenia się, PWN, Warszawa 1985.