

Monitorowanie aktywności uczestników kursu e-learningowego na platformie Moodle

Barbara Dębska
Politechnika Rzeszowska
bjdebska@prz.rzeszow.pl

Agnieszka Kubacka
Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa
kubackaagnieszka@interia.pl

Streszczenie: W artykule omówione zostały metody pozyskiwania i gromadzenia danych o użytkownikach portali internetowych ze szczególnym uwzględnieniem portali edukacyjnych. Przedstawiono definicje, cele oraz zadania procesu personalizacji portali e-learningowych. Wskazano także techniki odkrywania wiedzy wykorzystywane w personalizacji, ze szczególnym uwzględnieniem metod sztucznej inteligencji.

Słowa kluczowe: personalizacja portalu edukacyjnego, sztuczna inteligencja, profilowanie jawne, profilowanie niejawne, strony adaptacyjne

1. Wprowadzenie

Platformę Moodle charakteryzuje takie wirtualne środowisko nauczania VLE (Virtual Learning Environment), które pozwala na zaprojektowanie najbardziej optymalnej struktury dostarczanej informacji i wspieranie procesu samokształcenia za pomocą standardowego interfejsu nawigacyjnego. Dzięki tej funkcjonalności możliwe jest stworzenie właściwej sekwencji udostępnianych materiałów szkoleniowych oraz opracowanie mechanizmów przechodzenia pomiędzy nimi. Stały i łatwo modyfikowalny interfejs użytkownika pozwala na właściwe zarządzanie informacjami o uczestnikach szkoleń i zapewnia autoryzację dostępu do zasobów poszczególnych kursów. Możliwa staje się realizacja podstawowych funkcji portalu edukacyjnego, na które składa się: kształcenie, sprawdzanie wiedzy studenta oraz monitorowanie postępów osób biorących udział w procesie dydaktycznym. Z reguły autorzy kursów internetowych wykorzystują dwie pierwsze z wymienionych, a mianowicie funkcję organizacji procesu nauczania oraz kontrolowania wiedzy. Monitorowanie aktywności i postępów studentów jest często niedoceniane, chociaż stanowi nieodzowny element procesu kształcenia oraz ma istotne znaczenie przy projektowaniu stopnia personalizacji portali (indywidualny, grupowy).

Oczywiście nie można zapominać, że projektowana sekwencja nauczania przedmiotu (kursu, szkolenia) musi być dopasowana do celu kursu, sposobu jego prowadzenia, rodzaju materiału edukacyjnego zawartego w kursie, a przede wszystkim do potencjalnych oczekiwań uczestników kursu. Podczas realizacji etapu projektowania e-kursów należy przewidzieć możliwość wystąpienia konieczności dostosowania ścieżki samokształcenia do potrzeb uczestników szkoleń. Najprostsze możliwe spersonalizowanie kursu polega na zezwoleniu studentom na dokonywanie zmian niektórych elementów interfejsu, a dotyczy to: kolorystyki, grafiki, czy układu części elementów (Driscoll, 2001). Bardziej złożony interfejs pozwala uczestnikom szkoleń tworzyć własny profil, który może zawierać dane osobiste (np. zdjęcie), co pomaga w nawiązywaniu kontaktów w grupie i przyczynia się do lepszego wzajemnego poznania się społeczności on-line.

Najbardziej zaawansowany proces personalizacji portali dydaktycznych polega na zaprojektowaniu indywidualnych ścieżek kształcenia dla grup studentów różniących się poziomem posiadanej wiedzy. Na takie ścieżki kierowani są studenci należący do ściśle określonych grup, które będą posiadać własną wirtualną przestrzeń obejmującą przydzielone zasoby i możliwość wspólnej komunikacji. Materiały udostępniane studentom danej grupy mają

strukturę modułową. Przez moduł rozumie się tutaj logicznie i tematycznie wydzieloną większą partię materiału, przygotowaną w formie przydatnej do prowadzenia procesu samokształcenia. Umożliwia to wielokrotne wykorzystywanie tych samych modułów do budowy różnych kursów po ewentualnej uprzedniej modyfikacji. Aby student został przypisany do określonej grupy, musi przejść etap klasyfikacji. Przeporządkowywanie uczestników do grup jest powszechnie stosowane w edukacji na poziomie akademickim. Wykorzystanie platformy Moodle pozwala nauczycielowi na tworzenie różnych kategorii grup oraz zdefiniowanie, w jaki sposób ich członkowie będą do nich przydzielani. Personalizacja wymaga wyznaczenia profilu uczestnika kursu i przebiega w oparciu o sprawdzenie zarówno wiedzy, jak i preferencji studenta. Na podstawie wyników oceny studentów ustala się licznosci i skład poszczególnych grup, dla których generowany jest odpowiedni materiał dydaktyczny.

Jako mechanizm wspierający proces dopasowywania kursu do profilu studenta bardzo często stosowane są testy (Driscoll, 2001). W takim przypadku mogą one występować w różnych miejscach sekwencji nauczania. Test wstępny (*pre-test*) występuje na początku jednostki modułu lub kursu i służy do określenia poziomu wiedzy uczestnika szkolenia. Uzyskanie poprawnych wyników z testu umożliwia studentowi podjęcie nauki. Test pomocniczy (*remediation*) określa, które partie materiału zostały gorzej przyswojone i przenosi uczestnika kursu do dodatkowych materiałów, bardziej szczegółowo opisujących zagadnienia, z których zrozumieniem student miał kłopoty. Ten rodzaj testu może występować w różnych miejscach sekwencji nauczania. Test dostosowawczy (*adaptation*) sprawdza stopień opanowania wcześniej przerobionego materiału i na tej podstawie ustala poziom trudności prezentowanych dalszych partii materiału.

Aby platformy e-learningowe mogły zrealizować proces oceny studenta, wyposażone zostały w szereg funkcji umożliwiających generowanie raportów kontrolujących przebieg procesu edukacji. Najczęściej wykorzystywane są te z nich, które odnoszą się do indywidualnego studenta. Dzięki procedurom monitorującym można zorientować się wprawdzie co do poziomu zaangażowania uczestnika w proces kształcenia, jednakże nie mogą być one wskaźnikiem wyznaczającym stopień opanowania przez niego materiału kursu. Parametr ten może zostać wykorzystany podczas planowania procesu personalizacji portalu, który jest niczym innym jak operacją dopasowania strony do indywidualnych potrzeb i preferencji zarówno pojedynczych użytkowników, jak i grup użytkowników. Dzięki temu użytkownik uzyskuje dostęp do możliwie optymalnej, spełniającej jego oczekiwania wiedzy (Eisenbardt, 2008).

W tej pracy przedstawione zostało nowe podejście do procesu personalizacji, w którym zaprojektowano moduł śledzenia aktywności studentów będących uczestnikami multimedialnego kursu wspomagającego kształcenie z przedmiotu *Algorytmy i struktury danych*, zaimplementowanego na portalu e-Student, będącym platformą edukacyjną PWSZ w Krośnie. Moduł ten umożliwia w pełni zautomatyzowaną indywidualizację procesu kształcenia studentów korzystających z w/w portalu. W rozwiązaniu postawionego zadania wykorzystano podejście agentowe. System agentowy jest wykorzystywany do śledzenia aktywności studentów, ich klasyfikowania oraz kierowania na odpowiednią ścieżkę kształcenia. Cały proces przebiega automatycznie, a wybór poziomu kształcenia zależy wyłącznie od poziomu grupy, do której został zakwalifikowany student. Skuteczność działania opracowanej metody sprawdzona została również w odniesieniu do innych przedmiotów udostępnionych na portalu e-Student.

2. Portal e-Student

Portal e-Student jest portalem wirtualnej edukacji Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Krośnie. Do jego budowy wykorzystano platformę Moodle. W repozytorium portalu znajdują się kursy przeznaczone do wspomagania procesu kształcenia na poszczególnych, prowadzonych w uczelni kierunkach studiów, w tym także dla studentów kierunku Informatyka. Jednym z pierwszych przedmiotów, dla którego opracowano multimedialne materiały edukacyjne, były

Algorytmy i struktury danych. Udostępnione materiały dydaktyczne są wykorzystywane od 2006 roku przez kolejne roczniki studentów (ok. 350 studentów). Były one poddawane kilkakrotnie wnikliwej weryfikacji i walidacji, przeprowadzonej zgodnie z wytycznymi Stowarzyszenia e-learningu Akademickiego (SEA, 2008). Omawiany kurs został poddany ocenie, w przeprowadzeniu której brali udział zarówno nauczyciele uczący tego przedmiotu, jak i studenci. Postawione pytania dotyczyły obszarów takich jak:

- organizacja kursu,
- opracowanie kursu,
- prowadzenie kursu,
- ewaluacja kursu.

Każdy z uczestników badania odpowiedział łącznie na 262 pytania obejmujące swoim zakresem wyżej wymienione kategorie. W ramach obszaru *Organizacja*, ocenie zostały poddane zasady realizacji kursu oraz zakres planowanego wsparcia technicznego i organizacyjnego dla studentów i nauczycieli. Za pomocą pytań dotyczących obszaru organizacji kursu postanowiono sprawdzić, czy stworzone zostały warunki do prawidłowego i efektywnego przeprowadzenia kursu internetowego, a w szczególności, czy infrastruktura informatyczna, w tym wirtualne środowisko nauczania, zostały odpowiednio dobrane i przygotowane. Sprawdzone, czy wszystkie zasoby (np. materiały dydaktyczne) kursu oraz narzędzia komunikacji zaplanowane do jego prowadzenia są prawidłowo udostępnione.

W ramach obszaru *Projektowanie kursu*, oceniano koncepcję metodyczną kursu (dobór celów i metod nauczania, technik motywacji i metod sprawdzania wiedzy) oraz organizację treści. W tym zakresie ocenie poddana została metodyczna koncepcja kursu, scenariusze zajęć i organizacja prezentowanych treści. Oceniono także jakość kursu w świetle zastosowanych technologii. Kryteria oceny jakości kursów pozwoliły na ocenę prawidłowości doboru metod nauczania, technik wspomagających percepcję, koncentrację, zapamiętywanie, utrwalanie i sprawdzanie nowej wiedzy oraz łączenie wiedzy teoretycznej z jej praktycznym zastosowaniem.

Ocena sposobu *Prowadzenia zajęć* pozwoliła na zweryfikowanie sposobu realizacji kursu pod względem jego dydaktycznej efektywności oraz jakości pracy nauczyciela i obsługi technicznej kursu (administratora). Udzielone przez respondentów odpowiedzi na pytania, które dotyczyły prowadzenia zajęć, pozwoliły ocenić prawidłowość realizacji kursu internetowego w określonym kontekście organizacyjnym i dla konkretnej grupy uczestników. Skupiły się na roli prowadzącego w przebiegu kursu. Zwrócono tutaj uwagę na przygotowanie nauczyciela do prowadzenia zajęć, zgodność jego działań z metodyką kursu, określoną na etapie jego opracowywania. Ocenie poddano także sposób komunikacji oraz typ interakcji występujących pomiędzy prowadzącym i uczestnikami kursu.

Odpowiedzi na pytania przygotowane dla obszaru *Ewaluacja* pozwoliły na ocenę zastosowanych form i metod ewaluacji kursu i pracy nauczyciela. Pozwoliło to na sprawdzenie poprawności przeprowadzania procesu oceniania (SEA, 2008). Celem badania w tym obszarze było poszukiwanie odpowiedzi na pytanie, czy kontynuować kształcenie zdalne w kolejnych latach oraz jakie poprawki należy wprowadzić w module oceny efektów pracy studentów.

Oprócz przeprowadzenia kompleksowej oceny kursu, poproszono studentów o wyrażenie opinii w zakresie:

- zalet e-learningu,
- wad e-learningu,
- oceny sposobu prowadzenia szkoleń,
- oceny atrakcyjność kursów,
- oceny poziomu merytorycznego kursów.

Do zalet kursów studenci zaliczyli:

- oszczędność czasu,
- możliwość samodzielnego ustalania miejsca, czasu nauczania, tempa i intensywności nauki,
- uzyskanie dostępu do dodatkowych, przydatnych informacji,
- oszczędność kosztów ponoszonych na naukę,
- brak konieczności sporządzania notatek.

Wśród wad kursu udostępnianego on-line studenci wymienili:

- problemy związane z wewnętrzną motywacją i samodyscypliną,
- konieczność posiadania odpowiedniego sprzętu i oprogramowania oraz umiejętność korzystania z niego.

Wyniki przeprowadzonych badań ankietowych wskazują, że e-learning stanowi cenne uzupełnienie i wzbogacenie dotychczasowych, tradycyjnych metod kształcenia. Natomiast dane zebrane podczas procesu oceny pracy studentów z materiałem lekcyjnym, zgromadzone w bazie, pozwoliły na zdefiniowanie profilu studenta i dokonanie ostatecznego wyboru zbioru cech, które będą go jednoznacznie kwalifikować do jednej z trzech grupy klasyfikacyjnych. Oceny, jakie uzyskiwali studenci, były eksportowane do arkusza kalkulacyjnego Excel lub baz systemu STATISTICA, co umożliwiło ich zewnętrzne przetwarzanie. Każdorazowa zmiana wyników klasyfikacji studenta uruchamia proces ich ponownego przesyłania na portal w postaci identyfikatora ścieżki kształcenia, do realizacji której zakwalifikowano studenta.

Proces wyznaczania profilu studenta wymaga budowy klasyfikatora, który powinien uwzględniać predyspozycje studenta do kształcenia metodą e-learningową. Miarą tego czynnika może być czas, jaki student poświęca na pracę z materiałem lekcyjnym, w szczególności czas, w którym udało mu się rozwiązać interaktywne zadania umieszczone w kursie lub test weryfikujący jego wiedzę i nabyte umiejętności.

3. Analiza czasu aktywności

Platforma Moodle daje wiele możliwości śledzenia zmian zachodzących w procesie przyswajania wiedzy przez uczestników kursów. Parametrami, których zmiany można monitorować, są wyniki testów, szybkość ich rozwiązania oraz czas spędzony nad materiałem lekcyjnym. Mówią one o postępach w nauce oraz tempie pracy studenta. Informacje zapisane w tabelach logów pozwalają szczegółowo monitorować, kiedy i z jakich zasobów kursu korzystał uczestnik. Logi dostępne w bazie platformy Moodle dostarczają drobiazgowego opisu aktywności użytkowników portalu i dzięki temu łatwo można zlokalizować kurs, datę czasu pracy studenta oraz typ dostępu do konkretnego zasobu.

W opisywanym w tym artykule modelu personalizacji portalu e-Student, monitorowanie jest także jedną z funkcji pozwalających na wprowadzenie indywidualizacji w proces kształcenia. Jednym z atrybutów, wykorzystywanych jako parametr oceny studenta, jest czas spędzony nad poszczególnymi modułami lekcyjnymi. We wcześniejszych wersjach platformy Moodle (ver. 6 oraz ver. 7) do pomiaru czasu wykorzystywano dostępny na platformie Moodle moduł Course Dedication Block. Jednak przeprowadzone testy wykazały, że czas aktywności użytkowników obliczany za pomocą tej aplikacji był błędnie wyznaczony. Badania wykazały, że zmierzony czas znacznie różnił się od czasu faktycznie spędzonego na portalu. Dlatego została utworzona nowa aplikacja Timestat. Jej głównym zadaniem jest takie obliczanie czasu aktywności użytkowników, aby jak najmniej różnił się od rzeczywistego czasu pracy studenta lub nauczyciela, korzystającego z portalu dydaktycznego.

Przeprowadzone badania, mające na celu sprawdzenie poprawności działania bloku Course Dedication Block, pokazały, że obliczony czas istotnie odbiega od rzeczywistego czasu spędzonego na portalu. Stwierdzono, że informacje dostępne w standardowym systemie Moodle, a dokładnie te, które można pobrać z istniejącej tabeli logów, są niewystarczające do precyzyjnego wyznaczenia czasu aktywności. Dzieje się tak, ponieważ nie gromadzą one kompletnej

wiedzy na temat różnych czynności wykonywanych przez użytkownika w czasie, jaki upłynął pomiędzy kolejnymi operacjami zarejestrowanymi w tabeli. Tabela logów przechowuje rekordy obrazujące procesy przeładowania strony w przeglądarce internetowej, natomiast nie ma w niej żadnych danych na temat tego, co działo się w czasie pomiędzy kolejnymi przeładowaniami. Może to doprowadzić do sytuacji, w której użytkownik „oszuka” aplikację w taki sposób, który pozwoli wykazać, że oszacowany czas jego pracy był znacznie dłuższy od czasu rzeczywistego. Z takim przypadkiem mamy do czynienia w sytuacji, gdy w chwilę po przejściu do pewnej podstrony portalu, użytkownik zaprzestaje pracy w systemie. Po pewnym czasie student wraca, aby np. przeładować stronę bądź przejść na inną stronę i całkowity czas operacji zostaje obliczony i zarejestrowany w systemie. Pomiędzy pierwszą a drugą operacją użytkownik nie musiał nawet przebywać przy komputerze, a pomimo tego do jego czasu pracy została dodana pewna stała wartość zwana interwałem. Dla porównania czasu pracy obliczone za pomocą obydwu aplikacji zostały przedstawione w Tabeli 1.

Czasy zapisane w pierwszym wierszu Tabeli 1 są czasami pracy nauczyciela prowadzącego zajęcia, który zalogował się na portalu i od czasu do czasu wykonał jakąś akcję. Dla przypadku tego użytkownika (nauczyciel) czas naliczony za pomocą aplikacji Course Dedication Block jest obliczony ze stosunkowo dużym błędem, który przeważnie wzrastał wraz z deklarowaniem coraz dłuższego interwału czasowego (czyli maksymalnego czasu, w którym nie było żadnej akcji). Można zauważyć, że dla interwału 10 minut, obliczony czas pracy nauczyciela jest trzykrotnie dłuższy niż czas obliczony wg aplikacji Timestat.

Tabela 1. Porównanie wyników czasu pracy nauczyciela i grupy studentów

Nr użytkownika	Timestat	Course Dedication Block		
		interwał 5 min	interwał 10 min	interwał 15 min
1	00:14:45	00:22:21	00:43:34	01:04:51
2	00:52:22	01:03:48	01:03:48	01:03:48
3	00:56:14	01:04:12	01:04:12	01:04:12
4	00:28:51	00:37:54	00:51:32	00:51:32
5	00:38:06	00:26:10	00:41:24	00:41:24
6	00:53:34	00:54:14	01:03:03	01:03:03
7	00:52:59	00:58:09	01:04:05	01:04:05
8	00:56:29	00:58:00	01:03:53	01:03:53
9	00:50:06	00:45:50	01:03:06	01:03:06

Wartości czasów podane w Tabeli 1 w wierszu nr 4 dotyczą studenta, który miał problem z zalogowaniem się na swoje konto. Komputer, przy którym pracował ów student, wykazywał błędy operacji łączenia się z serwerem i w związku z tym student rozpoczął pracę 20 minut później niż jego koledzy. Natomiast czasy zarejestrowane w piątym wierszu omawianej tabeli charakteryzują osobę, która ukończyła pracę po około 40 minutach, czyli przed upływem założonych 55 minut. Jak widać w tabeli, poszczególne czasy przypisane do jednego użytkownika różnią się między sobą. Czasy, które zostały zapisane w kolumnie Timestat, są najbliższe rzeczywistemu czasowi pracy studentów, który monitorowano w tym przedsięwzięciu. Czas podany w kolumnie oznaczonej w nagłówku „interwał 5 min” także jest bliski czasowi zadanemu przez nauczyciela (55 minut), po upływie którego studenci powinni byli przerwać naukę i wylogować się z portalu. Jednak, w większości przypadków jest on dłuższy niż rzeczywisty czas pracy studenta. Jak wynika z rezultatów zarejestrowanych w omawianej tabeli, najlepsze wyniki osza-

cowania czasu pracy osiągnięto dla najkrótszego interwału (5 minut). Obliczony czas pracy jest zbliżony do czasu rzeczywistego, jednak również i w tym przypadku, dane uzyskane w wyniku obliczeń opartych o taką wartość interwału czasowego mogą służyć jedynie jako dane szacunkowe. Wyniki obliczeń czasu pracy studentów dla interwałów czasowych wynoszących odpowiednio 10 i 15 minut są w przeprowadzonym teście w zasadzie takie same dla wszystkich studentów, gdyż ucząc się nie przerywali oni pracy i nie odchodzili od komputera.

Reasumując, wraz ze wzrostem zadanej z góry wartości interwału z pięciu do dziesięciu minut, w wyniku działania algorytmu obliczeniowego uzyskano zbyt dużą różnicę pomiędzy rzeczywistym a obliczonym czasem pracy studenta. Wartość czasu pracy obliczona zgodnie z algorytmem zaimplementowanym w module Course Dedication Block istotnie różni się od czasu rzeczywistego, podczas którego student uczył się korzystając z materiału udostępnianego na portalu i dlatego nie może być wykorzystana jako dana podczas ustalania profilu studenta.

W tej pracy, podczas tworzenia profilu studenta, do obliczania czasu jego aktywności korzystano z aplikacji Timestat.

4. Personalizacja portalu e-Student

Przedstawiona we wcześniejszej pracy (Dębska, Kubacka, 2011) definicja procesu personalizacji podaje, że zadaniem, jakie jest jej stawiane, to dostosowanie zawartości stron do indywidualnych potrzeb lub oczekiwań użytkowników. Personalizacja szkoleń e-learningowych ma na celu udzielenie pomocy osobom uczącym się w osiągnięciu oczekiwanego poziomu umiejętności po zakończeniu cyklu edukacyjnego. Oczywiście będzie to możliwe jedynie wtedy, gdy studentom w sieci zostaną udostępnione nie tylko materiały edukacyjne przygotowane przez pojedynczych nauczycieli akademickich czy wybrane katedry, ale wtedy, gdy system kształcenia zdalnego będzie wspomagał kształcenie na wybranym kierunku studiów, wydziale czy całej uczelni, dla której zostaną zaprojektowane wspólne rozwiązania technologiczne i organizacyjne. Personalizacja jest cechą charakterystyczną tych platform edukacyjnych, które pozwalają m.in. na:

- wybór metody (ścieżki) uczenia się, indywidualnie dobieranej dla każdego studenta lub grupy studentów, przy użyciu narzędzi klasyfikacyjnych,
- wykorzystanie przez studentów posiadanych umiejętności technicznych (między innymi: twórczości konstrukcyjnej, myślenia technicznego, wyobraźni technicznej, świadomej i celowej działalności technicznej, zastosowań w praktyce),
- zarządzanie czasem, np. poprzez samodzielne dobieranie czasu i tempa nauki,
- wykorzystanie zachowań interpersonalnych, poprzez aktywny udział w forum dyskusyjnym, czacie, czy pracy grupowej.

Generowanie indywidualnych ścieżek kształcenia jest możliwe w przypadku, gdy platforma edukacyjna zostanie wyposażona w szereg funkcjonalności pozwalających na monitorowanie różnorodnych zachowań studentów. Należą do nich funkcje:

- pomiaru aktywności w fazie nauki,
- oceny wyników testów,
- wyznaczania czasu rozwiązywania testów,
- personalizacji procesu kształcenia,
- badania zachowań studenta uczestniczącego w spotkaniach na czacie,
- oceny aktywności studenta w dyskusji na forum, którego temat zaplanował i które moderuje nauczyciel odpowiedzialny za proces kształcenia.

Funkcja pomiaru aktywności w fazie nauki zwraca wartość atrybutu jakim jest czas, który student poświęcił na zapoznanie się z wiedzą umieszczoną w poszczególnych modułach lekcyjnych i podczas którego udało się studentowi rozwiązać zadania czy test. Doświadczony nauczyciel akademicki potrafi określić minimalny czas, jaki student musi spędzić, przechodząc dany materiał lekcyjny, i porównać go z czasem rzeczywistym obliczonym na podstawie tabeli logów.

Dane tam zapisane pozwolą na bardziej szczegółową ocenę poziomu opanowania wiedzy przez studenta dzięki temu, że moduł analizy wyników testów pozwala uzyskać odpowiedź na pytania:

- jaki jest procent poprawnych odpowiedzi, które zostały udzielone przez zdającego?
- jaką ostateczną ocenę uzyskał student na zakończenie modułu lekcyjnego?
- ile razy podchodził do testu/quizu kończącego lekcję, zanim uzyskał ocenę pozytywną?
- w jakim czasie student rozwiązał zadania testowe?

Aplikacja stosowana do oceny wyników testów pozwala na wyznaczenie wartości najważniejszych cech branych pod uwagę przy wystawianiu studentowi oceny końcowej, na podstawie której następuje zaliczenie przedmiotu.

Kolejną funkcją, jaką posiada portal e-Student, jest możliwość zapisywania w bazach, gromadzących dane o studentach, zasad na jakich prowadzony będzie dobór indywidualnych ścieżek edukacyjnych. Wynikiem jej działania jest wartość atrybutu wskazującego grupę, do której zaklasyfikowany został student. Atrybuty brane pod uwagę przy określaniu profilu kształcenia studenta to:

- czas spędzony na pracy z modułem lekcyjnym,
- uzyskany wynik testu,
- warunku zakończenia lekcji.

Sposób definiowania reguł klasyfikacji studenta polega na wypełnieniu tabeli warunków (rys.1).

The image shows a Moodle form titled "W zależności od". It contains the following fields:

- "W zależności od" with a dropdown menu showing "Zaden".
- "Spędzony czas" with a text input field containing "0".
- "Skończono" with a checked checkbox.
- "Ocena wyższa niż (%)" with a text input field containing "66".

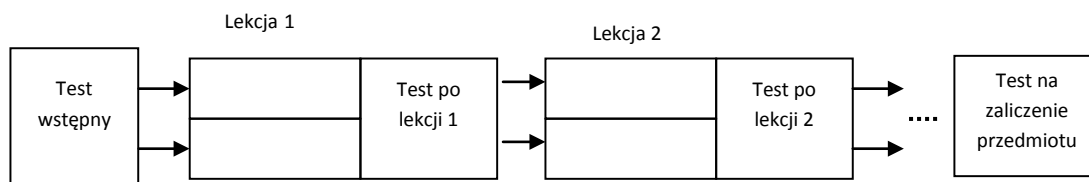
Rysunek 1. Definiowanie profilu studenta na platformie Moodle

W polu „w zależności od” wybierana jest lekcja, do której chcemy ograniczyć dostęp. W polu „spędzony czas” wpisujemy jest przewidywany przez nauczyciela minimalny czas (wyrażony w minutach), który student powinien spędzić pracując z modułem lekcyjnym, aby w wystarczającym stopniu opanować materiał lekcji. Pole „skończono” zaznaczane jest w sytuacji, gdy założono, że student ma przejrzeć cały materiał lekcyjny, a następnie rozwiązać test. Należy tu wspomnieć, że wybierając tę opcję konieczne jest wpisanie pytań egzaminacyjnych, na podstawie których oceniana będzie wiedza studenta, w momencie, w którym zakończy on zapoznanie się z treściami umieszczonymi w danym fragmencie lekcji. W ostatnim polu „ocena wyższa niż” określa się minimalną liczbę punktów, jaką student musi zdobyć w celu uzyskania częściowego zaliczenia przedmiotu i przejścia do kolejnej lekcji. Oczywiście nie ma konieczności deklarowania wszystkich parametrów jednocześnie. Można wybrać jedną, dwie lub trzy cechy na podstawie, których będzie prowadzona klasyfikacja.

Opracowany algorytm kreowania ścieżki dydaktycznej dla platformy e-Student został przedstawiony na rys. 2. Przed rozpoczęciem kursu student musi rozwiązać test wstępny. Dla określenia poziomu wiedzy wstępnej osób, które będą szkolone w dziedzinie objętej kursem, wykorzystuje się przede wszystkim testy wyboru. Sposoby prawidłowego konstruowania takich testów, jak również ocena wyników ich zastosowania są opisane w literaturze (Bizon, 2010). O zasadności stosowania testów wstępnych można się przekonać analizując wyniki, jakie na tym etapie uzyskują studenci. W przypadku przedmiotu *Algorytmy i struktury danych* test obejmuje pytania z następujących dziedzin: algebra, rachunek prawdopodobieństwa, podstawy budowy algorytmów oraz wstęp do programowania w języku Pascal. Szczegółowy zakres testu został określony

w wymaganiach wstępnych zapisanych na karcie przedmiotu. Nasze badania wykazały, że około połowa studentów nie zalicza testu wstępnego i kierowana jest do modułu, w którym zamieszczono materiał uzupełniający kurs, uwzględniający w/w wymagania. Po zapoznaniu się z tym materiałem, student przystępuje ponownie do rozwiązania testu wstępnego.

Jeśli wynik tego testu jest pozytywny, udostępnia się studentowi pierwszy z modułów lekcyjnych wspomagających nauczanie danego przedmiotu. Po zakończeniu lekcji pierwszej rozwiązywany jest kolejny test i ponownie ma miejsce klasyfikacja. Tak dzieje się po każdej lekcji, aż do momentu, gdy student rozwiąże test końcowy na podstawie którego uzyskuje zaliczenie przedmiotu.



Rysunek 2. Sposób kreowania ścieżki dydaktycznej na platformie Moodle

Ocenianie postępów w nauce jest integralną częścią procesu zdalnej edukacji i ma znaczenie zarówno dla studenta, jak i nauczyciela prowadzącego grupę, gdyż umożliwia stałe monitorowanie stopnia osiągania założonych celów. Dla studenta jest nieodłącznie związane z efektywnym pogłębianiem i poszerzaniem wiedzy oraz oceną nabytych umiejętności. Nauczyciel sprawdzający wyniki osiągnięte przez studentów może weryfikować strukturę lekcji i dokonywać implementacji nowych rozwiązań e-learningowych. Ocenianie odbywa się przy wykorzystaniu testów oraz zastosowaniu innych elementów kontaktu, np. pracy grupowej.

W tym momencie należy postawić jednak pytanie, czy te cechy (czas pracy i ocena z testu) są wystarczające do klasyfikacji studentów? Wyniki przeprowadzonych badań świadczą o tym, że zazwyczaj nie wystarczają one do prawidłowego zaklasyfikowania studenta na właściwą ścieżkę edukacyjną. Oczywiście jest, że im więcej atrybutów opisujących obiekt, tym klasyfikacja jest bardziej trafna. Do cech, które pozwolą na dokładniejszy opis profilu studenta, można zaliczyć:

- indeks określający dotychczasową ścieżkę kształcenia,
- wyniki kolejno rozwiązywanych testów,
- czas rozwiązywania poszczególnych testów,
- liczbę podejść, jakie miały miejsce podczas zaliczenia częściowych testów i testu ostatecznego,
- fakt korzystania z systemu pomocy podczas rozwiązywania zadań,
- czas spędzony nad materiałem umieszczonym w module lekcyjnym.

Zgromadzone, odpowiednio zinterpretowane i stale uzupełniane dane o cechach charakteryzujących poszczególnych uczniów pozwalają na automatyczną adaptację struktury portalu zgodnie z preferencjami jej użytkowników. Dzięki uwzględnieniu w ocenie studenta wymienionych cech portal e-Student spełnia wymagania stawiane spersonalizowanym platformom edukacyjnym, które powinny charakteryzować: dynamiczność, inteligencja oraz automatyczność (Stawarz, 2004).

Dynamiczność jest to dostosowanie materiału prezentowanego na stronie do indywidualnych potrzeb użytkownika, przy czym reakcja portalu na zachowanie użytkownika powinna odbywać się w czasie rzeczywistym. Inteligencja polega na zastosowaniu do personalizacji procesu kształcenia technik eksploracji i przetwarzania wiedzy. Natomiast automatyczność oznacza możliwość realizacji przez serwer funkcji zmieniających zawartości danej strony bez udziału nauczyciela. Ponadto, przyjmuje się, że personalizacja powinna odbywać się w sposób przezroczysty, tzn. niezauważalny przez użytkownika oraz nie wymagający od niego podejmowania jakichkolwiek dodatkowych czynności. Dlatego, aby zautomatyzować proces personalizacji portalu, podjęto próbę zbudowania modułu do monitorowania aktywności studentów korzystających z omawianego kursu. Aby umożliwić pełną automatyzację procesu oceny studenta, użyto podejścia

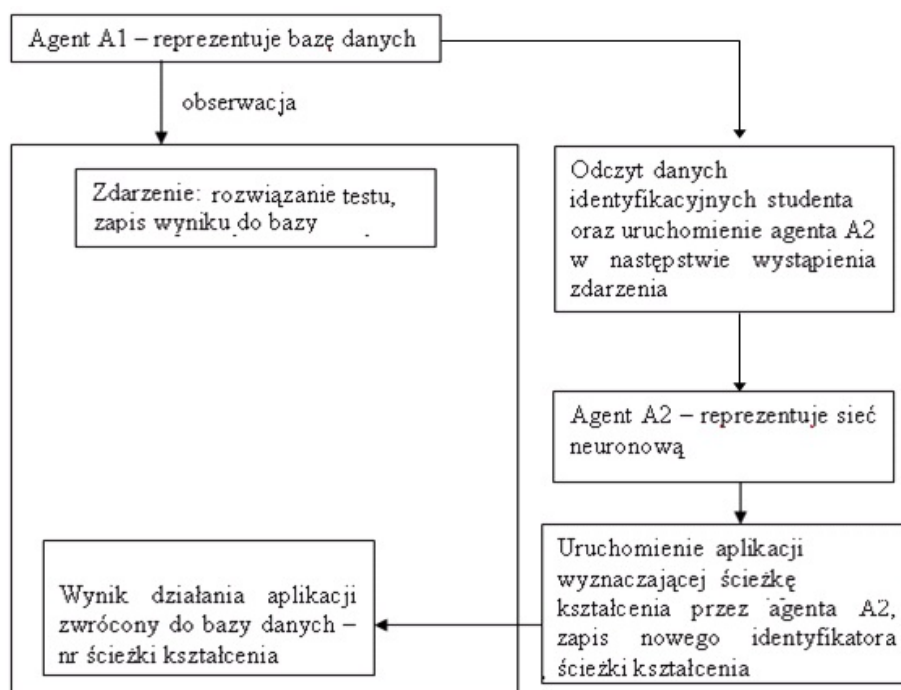
opartego na systemie wieloagentowym. Dzięki temu cały proces przebiega automatycznie, bez konieczności włączenia się nauczyciela akademickiego.

Systemy wieloagentowe są złożone z wielu agentów będących we wzajemnej interakcji. Pojedynczy agent jest to program komputerowy, który działa autonomicznie w swoim otoczeniu. System wieloagentowy z kolei jest zbiorowością agentów, które oddziałują wzajemnie na siebie, konkurując lub kooperując i dążąc do osiągnięcia indywidualnych lub wspólnych celów (Sosnowski, 2007).

Aby agent mógł zostać określony mianem inteligentnego, musi działać autonomicznie w pewnym otoczeniu i posiadać następujące właściwości:

- reaktywność (reakcja na zmiany) – obserwacja otoczenia i reakcja na zachodzące w nim zmiany,
- proaktywność – przejmuje inicjatywę w różnego rodzaju działaniach,
- współdziałanie – wchodzi w interakcję z innymi agentami, w tym także z użytkownikiem (Sosnowski, 2007).

Środowiskiem, w którym działa omawiany system agentowy, jest portal edukacyjny e-Student. Pojedynczy agent pełni tutaj funkcję obserwatora, który monitoruje aktywności użytkowników portalu. Jego zadaniem jest przechwycenie zdarzenia, jakim jest pozytywne rozwiązanie testu po module lekcyjnym. Następstwem tego zdarzenia jest uruchomienie aplikacji klasyfikującej studenta i wyznaczającej mu odpowiednią ścieżkę kształcenia. Schemat algorytmu działania systemu agentowego przedstawia rys. 3.

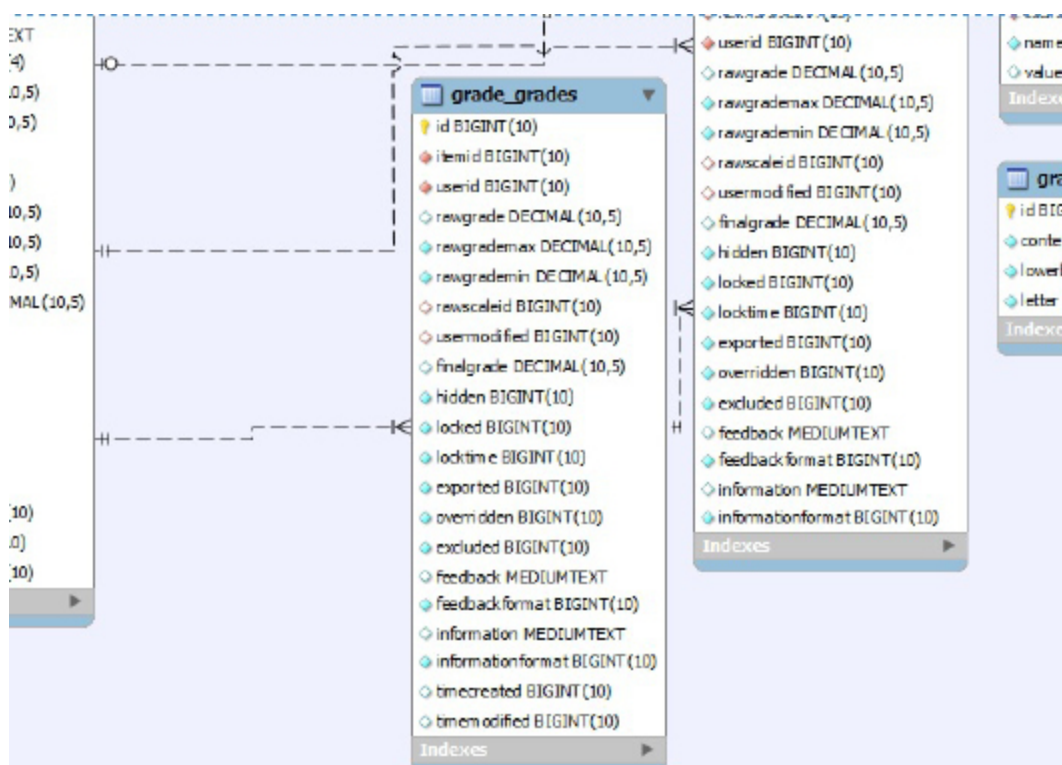


Rysunek 3. Schemat procesu współdziałania agentów – model systemu agentowego

Jak już wspomniano, agent zajmuje się obserwowaniem aktywności studentów, będących użytkownikami portalu edukacyjnego. Zadaniem agenta jest obserwowanie zmian zachodzących w zawartości bazy danych, w której zapisywane są wyniki rozwiązywanych testów. Pojawienie się nowego zapisu w tabeli wyników procesu oceny studenta (tabela *grades*, kolumna *finalgrade*; fragment schematu bazy zawierającej wymienione składowe przedstawia rys. 4) skutkuje odczytaniem numeru identyfikacyjnego studenta oraz wzbudzeniem drugiego agenta. Do zadań tegoż należy z kolei uruchomienie aplikacji wyznaczającej numer ścieżki kształcenia studenta.

Modele takie są obecnie przedmiotem badań naukowych i budowane są z użyciem technik sztucznej inteligencji, takich jak np. metody rozpoznawanie obrazów (Tadeusiewicz, 2008). Proponowane są również inne metody, np. wnioskowanie oparte na grupie reguł, które wybiera ustaloną ścieżkę kształcenia w kursie przedmiotu (Betlej, 2011) lub też zbuduje ją, jak z klocków, z obiektów wiedzy, jakimi są gotowe moduły lekcyjne o różnym stopniu trudności. Dzięki stworzeniu profili kształcących się studentów i automatycznie wypracowywanym kryteriom zaliczania ich do poszczególnych podgrup, możliwe jest indywidualne ustalenie dla każdego z uczniów zbioru wybranych cech realizowanego przez komputer przekazu edukacyjnego.

Opracowana aplikacja Klasyfikator jest zewnętrznym programem niezależnym od platformy Moodle. Jest to sieć neuronowa, wyznaczająca numer ścieżki kształcenia studenta. Sieć została nauczona na bazie danych, zawierającej wyniki klasyfikacji 200 studentów, którzy brali udział w kształceniu zdalnym.



Rysunek 4. Fragment tabeli zawierającej dane brane pod uwagę przy ocenie studenta

Cechy, które stanowią podstawę klasyfikacji studenta, jakie pobierane są z bazy danych Moodle to:

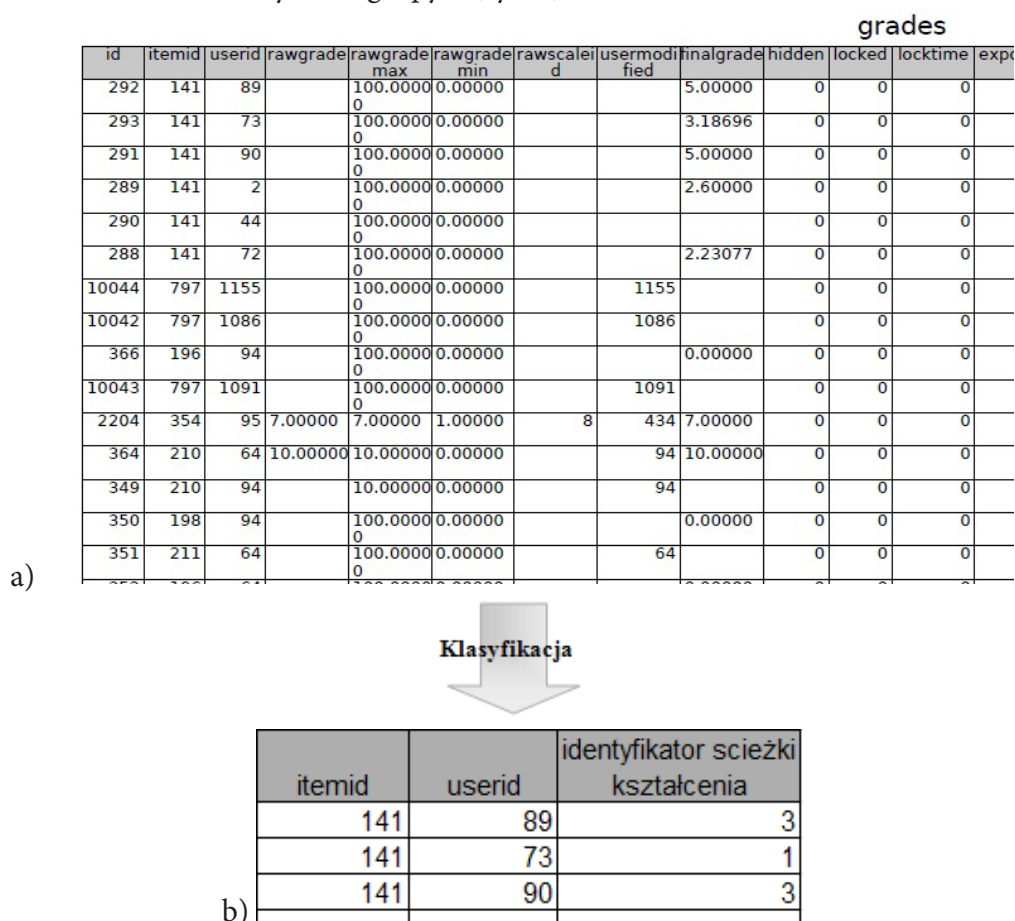
- czas nauki,
- wynik testu,
- liczba podejść do testu,
- aktualna ścieżka kształcenia.

Rezultatem działania programu Klasyfikator jest wskaźnik ścieżki kształcenia, którego wartość zostaje wpisana do tabeli w bazie danych portalu e-Student (rys. 5). Będzie on wykorzystany ponownie przy ustaleniu struktury kolejnej, udostępnianej studentowi jednostki lekcyjnej.

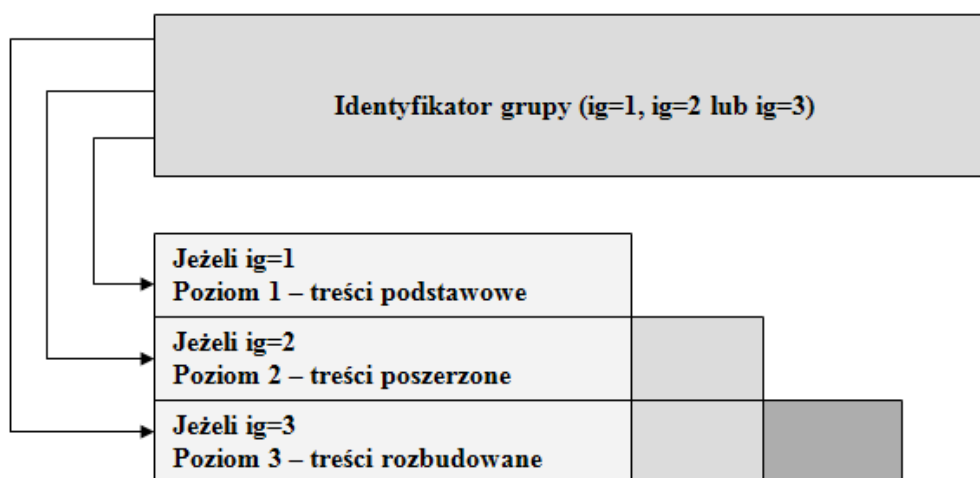
Na potrzeby działania programu klasyfikacyjnego baza danych platformy Moodle została rozbudowana o dodatkową tabelę, nazwaną *Education level*, która oprócz cech identyfikacyjnych studenta zawiera numer ścieżki kształcenia, na której się on aktualnie znajduje. Przypisany identyfikator grupy wykorzystywany jest następnie do udostępnienia studentowi odpowiednich modułów lekcyjnych. W zależności od identyfikatora grupy, udostępniane są studentowi

odpowiednio:

- treści podstawowe w przypadku, gdy został on przypisany do grupy 1, tj. studentów najsłabszych,
- treści lekcji poszerzonej, kiedy przypisano studenta do grupy 2 – studentów przeciętnych, lub
- treści rozbudowane o dodatkowe materiały i użyteczne linki, przygotowane dla najlepszych studentów zakwalifikowanych do grupy 3 (rys. 6).

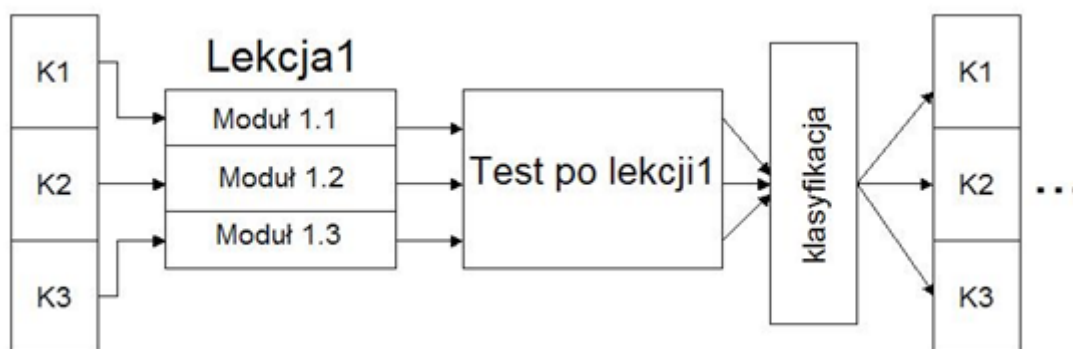


Rysunek 5. Tabela bazy danych portalu e-Student zawierająca: a) dane do klasyfikacji studenta, b) wynik działania klasyfikatora



Rysunek 6. Definiowanie wartości cech pozwalających na zaklasyfikowanie studenta do właściwej grupy, po zastosowaniu modułu Klasyfikacja

Przypisanie studenta do grupy nie jest na stałe. Po zakończeniu kolejnego modułu lekcyjnego prowadzona jest ponowna klasyfikacja i następuje kolejny etap przypisania do grupy. Schemat generowania ścieżki kształcenia na portalu e-Student dla przykładowej lekcji przedstawiony został na rys. 7.



Rysunek 7. Schemat generowania ścieżki kształcenia na portalu e-Student

Studentom zaklasyfikowanym do grupy pierwszej (podstawowa) udostępniany jest materiał lekcji zapisany w module 1.1. Osoby przypisane do grupy drugiej i trzeciej korzystają odpowiednio z modułów lekcyjnych oznaczonych 1.2 i 1.3. Jak widać z powiązań pokazanych na rysunku 7, ścieżka kształcenia zmienia się wraz ze zmianą poziomu wiedzy studenta. Dynamiczne i w pełni automatyczne dostosowywanie się platformy do poziomu wiedzy i możliwości percepcyjnych studenta stanowi niewątpliwie największą zaletę metody kształcenia zaprojektowanej dla portalu e-Student.

5. Podsumowanie

Zastosowanie technik pozwalających na monitorowanie zachowań studentów korzystających z portalów edukacyjnych przyczyniło się do takiej ich konfiguracji, która spełnia kryteria personalizacji. Dzięki niej portal charakteryzuje się dynamicznością, ma cechy portalu inteligentnego, a indywidualne ścieżki kształcenia dobierane są w sposób automatyczny. Wszystkie akcje są sterowane przez aplikację, której funkcje wykonywane są w czasie rzeczywistym, bez udziału nauczyciela. Omówione funkcjonalności zaimplementowano w portalu e-Student. Za najważniejsze zbudowane aplikacje uznano programy: Timestat – do szacowania czasu pracy studenta oraz Klasyfikator – do oceny poziomu wiedzy studenta i przypisania go do jednej z trzech grup osób uczących się, dla których zaplanowano różne ścieżki kształcenia. Uczestnik kursu jest informowany o wynikach klasyfikacji oraz o tym, jakie treści materiału są przez nauczyciela uznane za podstawowe, a które zostały przeznaczone dla osób znajdujących się na wyższych poziomach kształcenia. Stwierdzono pozytywny wpływ takiego podejścia. Student ma poczucie, że jego wysiłki zostają docenione, a to motywuje go do dalszej pracy.

6. Bibliografia:

1. Betlej, P., Piotrkowski, M. (2007). Narzędzie wspomagające personalizację szkoleń e-learningowych. *E-mentor* nr 1 (18).
2. Bizon, W. (2010). Trafność i rzetelność pomiarów poprzedzających badanie efektywności szkoleń e-learningowych, *E-mentor* nr 5 (37).
3. Dębska, B., Kubacka, A. (2011). *Metody personalizacji portali internetowych*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
4. Driscoll, M. (2001). „Building Better E-Assessments”, http://www.astd.org/LC/2001/0601_driscoll.htm.
5. Eisenbaradt, T. (2008). Zarządzanie czasem w systemach spersonalizowanych na przykładzie platformy e-learningowej, *E-mentor* nr 1 (23).
6. SEA (2008), www.sea.edu.pl.
7. Sosnowski, J.S. (2007). *Analiza rozwiązań i platform informatycznych dla systemów agentowych*, IBS PAN, Warszawa.
8. Stawarz, T. (2004). Teoretyczne podstawy adaptacyjnych stron, techniki odkrywania wiedzy stosowane do ich personalizacji oraz modułowa implementacja takich rozwiązań. <http://klubinformatyka.pl/arttykul.php>.
9. Tadeusiewicz, R., (2008). Wykorzystanie metod sztucznej inteligencji do usprawnienia nauczania wspomaganego techniką komputerową. <http://www.uci.agh.edu.pl/uczelnia/tad/publikacje.html>.

Personalization Methods for Internet Portals

Summary

Keywords: personalization of educational portals, artificial intelligence, public cross-section, secret cross-section, adaptive websites

The article presents methods of acquiring and gathering data about users of internet portals, with particular emphasis on educational portals. Definitions, aims and tasks related to the process of personalization of e-learning portals are thoroughly discussed. So are knowledge acquisition techniques applied in personalization, especially artificial intelligence methods.