

BOGUMIŁA MROZEK*, SŁAWOMIR OLEKSY**

E-LEARNINGOWY KURS INŻYNIERII WIEDZY

E-LEARNING COURSE ON KNOWLEDGE ENGINEERING

Streszczenie

W artykule opisano pojęcia dotyczące e-learningu i możliwości stosowania platform e-learningowych w kształceniu akademickim. Przedstawiono podstawowe zagadnienia związane z inżynierią wiedzy i budową systemów ekspertowych. Opisano koncepcję e-learningowego kursu „Inżynieria wiedzy”, zaprojektowanego i zrealizowanego na platformie Moodle, dostępnej bezpłatnie. Opracowano strukturę wykładów, ćwiczeń i zadań do wykonania przez studentów. Opisano narzędzia Moodle do tworzenia testów i kolokwiów, łącznie z systemem ich oceny. Platformę edukacyjną z kursem „Inżynieria wiedzy” zainstalowano na serwerze uczelnianym PK. Z jej wersją demonstracyjną można się zapoznać bez logowania do systemu. Jest dostępna pod adresem: <http://riad.usk.pk.edu.pl/~inwie/>.

Słowa kluczowe: kurs e-learningowy, inżynieria wiedzy, systemy ekspertowe

Abstract

This article focused on the concept of e-learning and potentiality of e-learning platforms for academic use. The basics of “Knowledge engineering” and expert systems construction were characterized. The “Knowledge engineering” e-learning course includes lectures, frameworks, exercises and assessments for students were described in details. Tools for editing tests and exams and evaluation of results were discussed as well. What is important this course was designed and implemented on Moodle e-learning platform. Finally Moodle and “Knowledge engineering” course were installed on our university server and are available with this link: <http://riad.usk.pk.edu.pl/~inwie/>. The demo version can be used without logging.

Keywords: e-learning course, knowledge engineering, expert systems

* Dr inż. Bogumiła Mrozek, Instytut Modelowania Komputerowego, Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki Stosowanej, Politechnika Krakowska.

** Mgr inż. Sławomir Oleksy, Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki Stosowanej, Politechnika Krakowska.

1. E-learning – nowa forma edukacji

E-learning (e-nauczanie) oznacza proces nauczania wspomagany technologią informatyczną (internetową, multimedialną itp.). Wspomagane przez Internet systemy edukacyjne zapewniają zazwyczaj szybsze efekty przyswajania wiedzy przy niższych kosztach [12] oraz lepszy i bardziej atrakcyjny dostęp do treści nauczania dla wszystkich uczestników procesu dydaktycznego.

Celem e-learningu jest stworzenie systemu skupionego wokół studenta (kursanta), pozwalającego na zorganizowane, zindywidualizowane i zróżnicowane nauczanie. Studenci mogą komunikować się z instruktorami (nauczycielami) oraz współpracować między sobą z każdego miejsca na świecie i w dowolnym czasie. Studenci mogą mieć dostęp do bardziej interaktywnych treści dydaktycznych.

1.1. Wprowadzenie

Do realizacji zajęć e-learningowych można używać tzw. Sieci 2.0 (ang. *Web 2.0*). Jednak platforma e-learningowa jest wygodniejszym narzędziem wspomagającym prowadzenie zajęć i przekazywanie multimedialnych treści dydaktycznych według przemyślanej koncepcji. Ułatwia też zarządzanie kursami, uczestnikami i procesem uczenia się.

Platforma e-learningowa to specjalnie oprogramowana strona internetowa, która umożliwia zdalną naukę. Oferuje ona takie możliwości, jak:

- udostępnianie treści dydaktycznych (pliki tekstowe, graficzne, dźwiękowe, wideo),
- komunikacja pomiędzy uczestnikami procesu dydaktycznego,
- tworzenie raportów dotyczących aktywności studentów, ich bieżących postępów w nauce, automatyczne generowanie ocen ze sprawdzianów oraz oceny końcowej i in.

Każdy przedmiot nauczania, do którego materiały są zamieszczane na platformie e-learningowej, określany jest jako kurs. Z kursu mogą korzystać tylko ci studenci, którzy zostaną zapisani na ten kurs (chyba, że jest on ogólnie dostępny). W obrębie kursu można tworzyć grupy studentów (np. ćwiczeniowe). **Kursem zarządza użytkownik mający uprawnienia autora treści kursu.** Zazwyczaj to on określa uprawnienia innych użytkowników, którzy prowadzą zajęcia w ramach kursu jego autorstwa. Do osób tych należy wykonywanie ściśle określonych zadań związanych z kursem.

Pojęcie internetowego e-learningu jest traktowane w praktyce bardzo szeroko i może przyjmować zróżnicowane formy [13]. **Podstawowe formy e-learningu realizowane z wykorzystaniem platform e-learningowych to:**

- **Wspomaganie tradycyjnych form kształcenia** systemem wykorzystującym platformę e-learningową. Umożliwia to łatwe publikowanie materiałów do wykładów, ćwiczeń i laboratoriów, takich jak tekst, wideo, dźwięk, animacje itp. Ponadto zapewnia ochronę własności intelektualnej i łatwy kontakt ze studentami, co jest szczególnie istotne w wypadku studiów niestacjonarnych. Jest to formuła całkowicie bierna.
- **Kursy e-learningowe** – forma e-learningu wykorzystująca platformę e-learningową w sposób bardziej interaktywny. Treści zajęć są przygotowane w postaci plików tekstowych, graficznych, wideo itp. i są wzbogacone o zadania interaktywne, testy oraz zadania do wykonania i pytania problemowe, opracowywane np. poprzez forum dyskusyjne. Daje to możliwość prowadzenia zajęć bez konieczności ich koordynacji pod względem miejsca i czasu. Dzięki temu możliwa jest nauka we własnym tempie (tzw. szkolenie asynchroniczne).

- **Prowadzenie pełnych zajęć online** (ang. *distance learning, online courses*) – są to zajęcia prowadzone w czasie rzeczywistym przez instruktora. Każdy uczestnik dołącza do wybranej formy zajęć o określonej porze i komunikuje się z instruktorem oraz innymi uczestnikami kursu. Zajęcia takie przeprowadza się najczęściej przez Internet jako telekonferencję, czat, wideokonferencję lub przekaz audio (tzw. szkolenie synchroniczne).

1.2. Platformy e-learningowe

Platformy e-learningowe udostępniają wiele udogodnień dla wykładowców, takich jak:

- zaawansowane narzędzia do tworzenia testów i kursów,
- automatyczne generowanie arkuszy ocen powiązanych z danym kursem,
- łatwe umieszczanie materiałów dla uczestników kursów,
- zaawansowane sterowanie kursem według wcześniej ustalonych planów,
- łatwy kontakt ze wszystkimi studentami poprzez fora tematyczne, fora ogólne, komunikatory, pocztę itp.
- systemy zarządzania pracą grupową – podziały na grupy, podgrupy itp.,
- terminarze ułatwiające organizację zajęć,
- wiele innych, w zależności od funkcjonalności dostępnej platformy e-learningowej.

Zajęcia prowadzone z użyciem platform e-learningowych niosą ze sobą korzystne dla studentów unowocześnienie metod nauczania, np.:

- zajęcia mogą być prowadzone przez najlepszych specjalistów, niekoniecznie wykładowców danej uczelni,
- multimedialne wykłady, nagrane w formie filmu wideo lub ścieżki dźwiękowej, które są dostępne online w każdej chwili i z każdego miejsca,
- wszelkie zadania i przykłady są umieszczone na stronach kursu,
- dużo ciekawsza i bardziej multimedialna forma przekazywanej wiedzy,
- dostęp studentów na bieżąco do swoich ocen i wyników nauki, niekiedy uzyskiwanych automatycznie zaraz po ukończeniu części kursu, testu, kolokwium itp.
- możliwości komunikowania się ze wszystkimi uczestnikami zajęć i wykorzystywania najnowszych technologii,
- możliwość utrwalania wiedzy na każdym etapie jej zgłębiania.

Oprogramowanie wykorzystywane w e-nauczaniu ogólnie można podzielić następująco:

- komercyjne, np. Blackboard [1],
- darmowe (ang. *free software*), np. Moodle jest rozprowadzany za darmo jako oprogramowanie *open-source* zgodnie z licencją *GNU GPL*.
- platforma e-learningowa stworzona na potrzeby dydaktyczne danej instytucji [12].

Każde z tych rozwiązań ma wady i zalety. Oczywiście, głównym czynnikiem decydującym o wyborze platformy e-learningowej są koszty jej zakupu i eksploatacji oraz funkcjonalność i możliwości realizacji zajęć e-learningowych.

Wybór platformy jest decyzją istotną, lecz jakość prowadzonych kursów e-learningowych jest zależna nie tyle od samej platformy, ile od ich zaprojektowania i wdrożenia. Narzędzie samo w sobie jest ważne, jeżeli chodzi o ogólną funkcjonalność i możliwości. Nie ma jednak większego wpływu na jakość prowadzonych zajęć.

Wykorzystując do e-learningu oprogramowanie typu *open-source*, można stworzyć równie wartościowy kurs jak na oprogramowaniu komercyjnym. Dlatego wiele uczelni [2, 3] stawia na narzędzia *open-source*, skupiając się na tworzeniu jak najlepszych wykładów, przykładów i na to przeznaczają środki finansowe.

2. Inżynieria wiedzy

Inżynieria wiedzy jest stosunkowo nowym działem nauki. Jej podstawowe zadania to zbieranie i formalizacja wiedzy pozyskanej od ekspertów z danej dziedziny. Wiedzę przedstawia się w specyficznej formie, używanej w systemach ekspertowych.

W dzisiejszych czasach obserwujemy natłok informacji trudnych do ogarnięcia przez człowieka. Rośnie zapotrzebowanie na systemy ekspertowe, wspomagające podejmowanie decyzji w różnych dziedzinach życia. Przykładowo, może to być wspomaganie oceny kondycji finansowej firm lub wiarygodności kredytobiorców albo w zastosowaniach medycznych diagnozowanie chorób wraz z propozycją terapii i in.

2.1. Logiczna reprezentacja wiedzy

Wiedza oznacza zbiór wiadomości z określonej dziedziny, który obejmuje wszelkie zobiektywizowane i utrwalone formy kultury umysłowej powstałe w wyniku kumulowania doświadczeń i uczenia się. Do najczęstszych metod reprezentowania wiedzy (technik organizowania baz wiedzy) zalicza się:

- **Metody bazujące na bezpośrednim zastosowaniu logiki** (np. rachunek zdań, rachunek predykatów), w których opis cech formułowany jest w postaci zdań. Zdania oznaczane są symbolami A, B, C itd. i przypisuje się im wartość 0, gdy przekazują informację fałszywą oraz wartość 1, gdy są prawdziwe.
- **Metody regułowej reprezentacji wiedzy**. Zbiór stwierdzeń nie jest wystarczający do opisanego jakiejś dziedziny wiedzy. Zbiór reguł daje się rozpatrywać jako szczególnie sposób zapisu pewnej sieci stwierdzeń, ponieważ z prawdziwości jednego stwierdzenia mogą wynikać inne.
- **Metody zapisu faktów w postaci tzw. uporządkowanej trójki OAW**: ({Obiekt}, {Atrybut}, {Wartość}) lub ({Obiekt}, {Atrybut}, {Wartość}, {CF}), gdzie CF to stopień pewności, który pozwala stworzyć stwierdzenie przybliżone.
- **Metody wykorzystujące sieci semantyczne**, reprezentowane przez grafy. W grafie węzłami są stwierdzenia, a gałęziami wzajemne relacje i asocjacje między nimi. Ponadto węzły i gałęzie mogą mieć przypisane wagi, określające pewne właściwości.
- **Metody oparte na ramach**. Ramy umożliwiają deklaratywną i proceduralną reprezentację wiedzy. Stwarzają możliwość organizowania baz wiedzy w taki sposób, że reguły, które reprezentują wiedzę z danej dziedziny, są wyraźnie oddzielone od reguł niezbędnych do prawidłowego działania systemu ekspertowego.
- **Metody używające modeli obliczeniowych**, które składają się ze zbiorów relacji i zbiorów zmiennych. Modele obliczeniowe można przedstawić w postaci sieci semantycznych, w których węzłami są relacje oraz zmienne [9].

Zdecydowana większość powstałych do tej pory systemów ekspertowych jest oparta na regułach. Regułowa reprezentacja wiedzy często jest wykorzystywana w systemach dedukcyjnych, w których zbiór faktów początkowych jest przekształcany w pewien zbiór faktów końcowych. W zależności od przeznaczenia system może spełniać różne funkcje, takie jak np. klasyfikowanie, diagnozowanie, dowodzenie, ustalanie przyczyn, najlepszy dobór, planowanie, prognozowanie itp.

2.2. Budowa systemu ekspertowego

System ekspertowy jest specyficznym rodzajem oprogramowania komputerowego, które wykonuje złożone zadania o dużych wymaganiach intelektualnych i odwzorowuje pracę człowieka będącego ekspertem w danej dziedzinie.

Ogólnie przyjmuje się, że system ekspertowy składa się z następujących elementów:

- **Modułu pozyskiwania wiedzy**, który umożliwia pozyskiwanie oraz modyfikowanie wiedzy z danej dziedziny. Wszelkich danych do modułu wiedzy dostarczają bezpośrednio eksperci, którzy starają się przekazać swą pełną wiedzę na dany temat. Wywiad, który jest przeprowadzany w fazie wstępnej z ekspertami, jest jednym z bardziej istotnych etapów tworzenia systemu. Od jego jakości zależą przydatność i funkcjonalność końcowego projektu.
- **Bazy wiedzy** (ang. *knowledge base*). Jest to część systemu zawierająca wiedzę o dziedzinie i o podejmowaniu decyzji przez eksperta – jego intuicję. Wiedza ta musi być kompletna, niesprzeczna i spójna. Sprzeczność i niespójność mogą się pojawić przy modyfikowaniu bazy wiedzy lub przy wprowadzaniu nowych reguł. Dlatego system ekspertowy powinien zawierać mechanizmy kontrolujące kompletność i spójność wiedzy.
- **Mechanizmów wnioskowania** (ang. *inference engine*), które są odpowiedzialne za poprawne stosowanie wiedzy zgromadzonej w bazie wiedzy. Podstawowe metody wnioskowania to „wnioskowanie wstecz” (ang. *backward chaining*) oraz „wnioskowanie wprzód” (ang. *forward chaining*).
- **Modułu objaśniająco-wyjaśniającego** (ang. *explanation facility*), który jest odpowiedzialny zarówno za wprowadzanie danych do systemu, jak i za wyprowadzanie na zewnątrz rezultatów wnioskowania. Moduł ten daje użytkownikowi rady, sugestie, ale nie podejmuje decyzji. Można w nim wyróżnić procedury sterowania dialogiem i procedury objaśniające [7].

Systemy ekspertowe mogą być tworzone od podstaw jako efekt pracy informatyka i inżyniera wiedzy. Do budowy takich aplikacji stosuje się popularne języki programowania, takie jak: C, C++, Basic, Fortran itp.

Innym sposobem jest użycie języków specjalnie stworzonych i dedykowanych do tworzenia systemów ekspertowych. Pewną niedogodnością jest fakt, że aby w pełni wykorzystać takie możliwości, trzeba się nauczyć jednego z nich, np. Clips, Flops, OPS5. Uzyskuje się w ten sposób większe możliwości aplikacyjne.

System ekspertowy można też zbudować z wykorzystaniem języków sztucznej inteligencji, takich jak LISP lub Prolog. Oba języki są potężnymi narzędziami i mają możliwości aplikacyjne porównywalne z językami systemów ekspertowych.

Jednak najprostszym sposobem jest stosowanie techniki szkieletowego systemu ekspertowego. Jest to aplikacja dedykowana, która udostępnia inżynierowi wiedzy mechanizm wnioskowania, moduły objaśniające oraz struktury kontrolujące przetwarzanie i reprezentację wiedzy.

PC-Shell jest polskim komercyjnym szkieletowym systemem ekspertowym i głównym elementem pakietu SPHINX. Jedną z ważniejszych cech tego pakietu jest możliwość podziału dużej bazy wiedzy na mniejsze moduły, tzw. źródła wiedzy, dzięki czemu łatwiej jest zapanować nad rozrastającym się programem.

PC-Shell dysponuje własnym językiem programowania wiedzy, co ułatwia dopisywanie dodatkowych formuł i zmianę już istniejących. W jego kodzie są wydzielone dwie części. Jedna z nich jest odpowiedzialna za sterowanie, druga zawiera tylko wiedzę ekspercką.

3. Kurs inżynierii wiedzy

Kurs został w całości oparty na platformie e-learningowej Moodle w wersji 1.9+ [4, 5]. Składa się on z wykładów, ćwiczeń, przykładów i testów, które umożliwiają ocenę wiedzy zdobytej przez studenta.

Interfejs e-learningowego kursu „Inżynieria wiedzy” pokazano na rys. 1, na którym wydzielono trzy główne obszary:

- **Menu główne kursu** wraz z dodatkowymi modułami umieszczono po lewej stronie ekranu.
- **Moduły ułatwiające pracę na platformie edukacyjnej** są widoczne po stronie prawej ekranu, np. kalendarz z aktualnymi terminami ćwiczeń, testów i in.
- Centralną część ekranu zajmują **ikony modułów tematycznych**, które składają się na kurs „Inżynieria wiedzy”.

The screenshot shows the Moodle interface for the 'Platforma Edukacyjna Inżynierii Wiedzy' course. At the top, there is a header with the course title, a quote: "Powiedz mi, a zapomnę. Pokaż mi, a może zapamiętam. Zaangażuj mnie, a zrozumiem." and a 'Przetestuj Nas!' button. Below the header, there is a main menu on the left with links like 'Strona główna', 'Jak zacząć?', 'Słownik Pojęć', and 'Literatura'. The main content area displays five course modules with cartoon icons: 'Wprowadzenie do Sztucznej Inteligencji', 'Wprowadzenie do Systemów Ekspertowych', 'Języki Logiki', 'Wprowadzenie do Sphinx'a', and 'Wprowadzenie do Dialog Edytora'. On the right side, there is a calendar for March 2009 and a 'Przetestuj Nas!' button.

Rys. 1. Widok głównego okna dla kursu „Inżynieria wiedzy” na platformie edukacyjnej Moodle
Fig. 1. Main window of “Knowledge engineering” course in Moodle e-learning platform

Interfejs zminimalizowano do podstawowych i najbardziej istotnych elementów. Kolory dobrano tak, by dłuższe obcowanie z narzędziem nie męczyło wzroku. Nawigacja po platformie jest przyjazna użytkownikowi.

Celem szybkiego wdrożenia uczestników kursu w podstawy obsługi platformy i całego kursu przygotowano kilka dodatkowych narzędzi i modułów.

- Moduł „Jak zacząć...” zawiera opis minimumów programowych oraz sprzętowych, które trzeba spełnić, by w pełni korzystać z platformy e-learningowej Moodle.
- Moduły kursu: „Kurs obsługi Moodle dla wykładowców” oraz „Kurs obsługi Moodle dla studentów” (rys. 2).



Rys. 2. Ikony kursów obsługi platformy Moodle dla wykładowców i dla studentów
Fig. 2. Icons of “Using Moodle” courses for academic staffs and students

Platforma edukacyjna została opracowana w taki sposób, aby umożliwić studentom dobry kontakt z prowadzącym zajęcia i na odwrót. W celu usprawnienia komunikacji z wykładowcą udostępniono wiele narzędzi, takich jak:

- **Moduł „Skype kontakt”**, który jednym „kliknięciem” umożliwia kursantowi rozpoczęcie rozmowy z prowadzącym zajęcia, napisanie wiadomości lub pozostawienie wiadomości głosowej w „skrzynce” wykładowcy.
- **Moduł „DimDim”** umożliwia grupie zainteresowanych osób komunikowanie się z użyciem takich narzędzi, jak kamera, mikrofon, czat, współdzielenie pulpitu, udostępnienie prezentacji Power Point lub korzystanie z tzw. białej tablicy, za pomocą której uczący może przekazywać dowolne informacje np. poprzez rysunki, pisanie wzorów itp.
- **Moduł „Wirtualne spotkania”** – jest to typowy czat, czyli narzędzie do komunikacji „na żywo”, pozwala na zadawanie pytań i udzielanie na nie odpowiedzi w czasie rzeczywistym.
- **Moduł „Nagraj odpowiedź”** pozwala na nagrywanie pytań lub odpowiedzi (maksymalnie 8 MB) i przesyłanie ich do prowadzącego kurs.

Ponadto istnieje możliwość kontaktu pomiędzy studentami lub pomiędzy studentami i wykładowcą poprzez dyskusje na forum albo tradycyjne wiadomości e-mail. Takie fora są dostępne w ramach każdego modułu kursu oraz na stronie głównej jako moduł „Aktualności” (nieдоступny w wersji demonstracyjnej).

Dodatkowo w kursie istnieją dwa moduły wyjaśniające: „Słownik pojęć” i „Literatura”. Mogą z nich korzystać wszyscy użytkownicy kursu, niezależnie od uprawnień. „Słownik pojęć” zawiera wyjaśnienia ważniejszych pojęć i treści kursu.

Moduł „Literatura” jest typową bibliografią zawierającą tytuły książek, nazwiska autorów, spis artykułów, opracowań oraz wykaz linków do stron WWW, z których autor kursu korzystał podczas tworzenia treści dydaktycznych. Można sięgać do tych źródeł w celu uzupełnienia lub poszerzenia wiedzy, której dany kurs nie obejmuje.

3.1. Zakres uprawnień

Uprawnienia są istotnym elementem zapewniającym poprawne użytkowanie każdej aplikacji, która jest udostępniona szerszej grupie użytkowników. W opisywanym kursie wykorzystano zakresy uprawnień wbudowane w platformę Moodle. Są to kolejno:

- Administrator: administrator platformy Moodle.
- Autor treści kursu (ang. *course creator*): osoba tworząca treści dydaktyczne.
- Nauczyciel (ang. *teacher*): prowadzący kurs z uprawnieniami edytowania i modyfikowania treści kursu.
- Nauczyciel bez uprawnień do edytowania treści kursu (ang. *non-editing teacher*).
- Student: uczestnik kursu, zapisany na kurs.
- Użytkownik (ang. *authenticated user*): osoba mająca konto i zalogowana.
- Gość (ang. *guest*): użytkownik zalogowany jako „Gość” (konto wbudowane w Moodle). Ma on dostęp tylko do tych modułów i materiałów kursu, dla których administrator ustawi najniższy poziom dostępu.

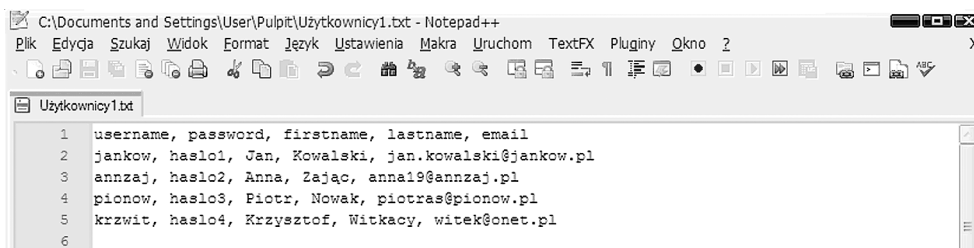
Autor treści kursu (prowadzący kurs – wykładowca) decyduje o finalnym podziale ról w procesie dydaktycznym (m.in. określa uprawnienia nauczycieli, którzy wraz z nim prowadzą zajęcia w ramach danego kursu). Kolejnym ważnym elementem jest tworzenie kont. W omawianym kursie jest to możliwe na dwa sposoby:

- studenci rejestrują się na platformie i sami sobie zakładają konta – prowadzący kurs tylko je aktywuje.
- prowadzący kurs lub administrator tworzy konta dla studentów.

Zalecanym sposobem jest utworzenie kont studenckich przez prowadzących zajęcia. Znacząco minimalizuje to niepożądane sytuacje i zdarzenia (np. fikcyjne dane itp.).

Platforma Moodle oferuje możliwość prostego importu danych ze specjalnie sformatowanych plików tekstowych (rys. 3), które mogą być generowane przez oprogramowanie obsługujące dziekanat.

Plik taki powinien mieć wymagane nazwy kolumn (*username, password, firstname, lastname, e-mail*) oraz dane użytkowników, które wypełniają te kolumny. Dane w wierszach powinny być odseparowane przecinkiem (,) lub średnikiem (;). Wybór separatora nie ma większego znaczenia dla importu do systemu wymaganych informacji o użytkownikach.



Rys. 3. Plik importujący dane o użytkownikach
Fig. 3. The file for importing of users data

Dostęp do każdego modułu wykładów i każdego wykładu z osobna jest chroniony hasłem, które prowadzący kurs stopniowo przekazuje jego uczestnikom. W ten sposób wiedza jest przekazywana studentowi etapami. Wykładowca ma wpływ na tempo realizacji

kursu i kontroluje stopień zaawansowania wiedzy kursantów. Jest to bardzo efektywny model edukacyjny.

Prowadzący kurs ma możliwość sprawdzenia, czy studenci nie pominią istotnych elementów kursu. Wyłącznie od prowadzącego kurs zależy, czy hasła będą tworzone i czy wiedza będzie porcjowana. Istnieje też możliwość rzucenia studenta na głęboką wodę i udostępnienie mu od razu całej zawartości kursu.

3.2. Wykład

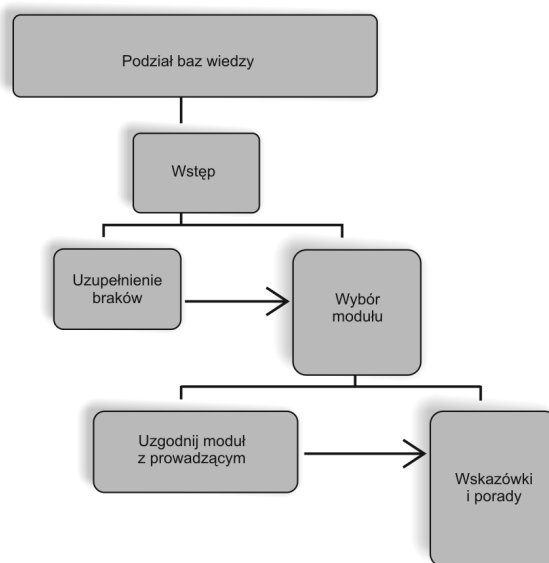
Wykłady są głównym elementem kursu, który ma za zadanie przekazanie treści dydaktycznych (podstaw teoretycznych) studentowi. Pogrupowano je tematycznie, aby ułatwić poruszanie się po kursie i wyszukiwanie potrzebnych informacji. Podział ten jest sugerowany kolorem przycisków na stronie głównej kursu. Podstawowe elementy to:

- **„Inżynieria wiedzy”** – zawiera podstawowe informacje z tej dziedziny. W tej części wydzielono następujące zagadnienia:
 - a. „Wprowadzenie do sztucznej inteligencji” – zawiera 5 bloków tematycznych, które podają informacje wstępne, słownik pojęć, historię i podstawy sztucznej inteligencji.
 - b. „Wprowadzenie do systemów ekspertowych” – zawiera 5 bloków, które dotyczą podstaw systemów ekspertowych, ich rodzajów i budowy, zakresu zastosowania itp.
 - c. „Języki logiki” (5 bloków) – opisano tu podstawowe zasady logiki, operatory i działania na liczbach oraz zasady programowania w językach logiki na przykładzie języka Prolog.
- **„Pakiet SPHINX”** – zawiera przykład szkieletowego systemu ekspertowego. Wydzielono tu trzy mniejsze zagadnienia tematyczne:
 - a. „Wprowadzenie do pakietu SPHINX” – zawiera 4 bloki. Opisano tu główne elementy pakietu i przykłady ich praktycznych zastosowań. Podano instrukcje instalacji i deinstalacji oprogramowania.
 - b. „Dialog Edytor” – zawiera 6 bloków. Jest to element składowy pakietu SPHINX, który umożliwia tworzenie interfejsów w systemach ekspertowych. W tej części student jest prowadzony krok po kroku po wszystkich funkcjach dostępnych w „Dialog Edytor”. Pokazano, jak wykorzystać to narzędzie do budowy interfejsów w systemach ekspertowych. Poznawane funkcje są poparte multimedialnymi przykładami. Ostatni element to wymagania projektowe, które student musi spełnić, aby zaliczyć ten blok wykładowy.
 - c. „PC-Shell” – zawiera 10 bloków. Student poznaje szkieletowy system ekspertowy, stosowany do budowy systemów ekspertowych. W ramach tego działu opisano strukturę środowiska i język wewnętrzny PC-Shell. Jest dostępny kurs programowania oraz wiele zadań i dokładnie opisanych przykładów. Moduł ten kończy się testem obejmującym wiedzę zawartą w całości kursu i projektem głównym, który każdy student obowiązkowo musi wykonać.

Wykłady są udostępniane w postaci zasobów HTML, lekcji oraz dokumentów PDF:

- Zasoby HTML zawierają stosunkowo proste teksty. Najczęściej są to zwarte, krótkie opisy na pewien wybrany temat.
- Lekcje to bardziej zwarte formy dydaktyczne, składają się one z co najmniej trzech stron oraz prostej nawigacji. Każda lekcja ma dokładną strukturę (rys. 4), która jest

- przedstawiona w postaci schematu na stronie pierwszej. W lekcjach mogą znaleźć się zadania i pytania testowe, dzięki którym student zdobywa dodatkowe punkty.
- Dokumenty PDF najczęściej zawierają wiedzę laboratoryjną, czyli zwarte opisy oraz zadania do wykonania. Są w takiej postaci, aby student miał możliwość pobrania pliku na dysk lokalny i wykonania zadanych tam ćwiczeń w dowolnym czasie, już bez dostępu do platformy.



Rys. 4. Przykład schematu lekcji „Podział baz wiedzy”
 Fig. 4. An example scheme of lesson “Partition of knowledge base”

Podział wykładów na trzy różne zasoby nie oznacza, że student może wykonywać jedynie same lekcje. Wszystkie treści zamieszczone w kursie muszą być przez niego „przerobione” niezależnie od formy, jaką mają.

W kursie zastosowano typowy przekaz multimedialny – równoczesne oddziaływanie na zmysły człowieka różnymi środkami przekazu, do których można zaliczyć:

- obraz ruchomy (wideo),
- dźwięk (audio),
- animację,
- grafikę,
- tekst.

Najlepsze wyniki osiąga się poprzez równoległość przekazu [6], tj. oddziaływanie na studenta kilkoma różnorodnymi formami multimedialnymi. Oczywiście, nie można popadać w skrajności, gdy np. w jednej chwili na ekran monitora przesyłane są wideo, dźwięk, grafika, tekst.

W praktyce powinno się wykorzystywać kombinację dwóch lub trzech wybranych form przekazu multimedialnego, oddziałujących z odpowiednią intensywnością [6].

Ważną cechą kursów multimedialnych jest także ich interaktywność, która ułatwia przyswajanie materiału. Interaktywność jest tu rozumiana jako zdolność do odbierania

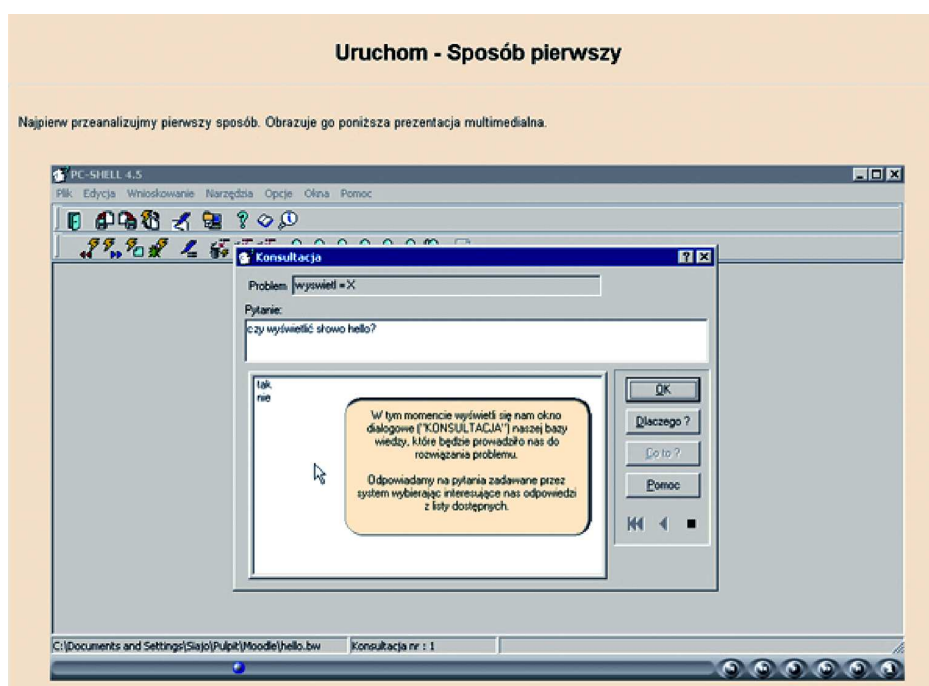
informacji z równoczesnym reagowaniem na nią. Do form interaktywności, adresowanej zarówno do prowadzących zajęcia, jak i studentów, należą:

- możliwość decydowania o tym, jak często i jak długo student będzie oglądał określony element kursu,
- możliwość określenia zarówno przez wykładowcę, jak i studenta kolejności i zakresu realizacji treści programowych kursu,
- student może zmieniać elementy kursu (np. uzupełniać słownik lub dołączyć własne materiały).

W literaturze przedmiotu [6] przyjmuje się, że przekaz multimedialny jest realizowany, gdy spełnione są następujące warunki:

- jednoczesne stosowanie różnych form multimedialnego przekazu treści dydaktycznych,
- wszystkie formy przekazu znajdują się w postaci cyfrowej na tej samej platformie technicznej (serwer i platforma e-learningowa), co gwarantuje szybki dostęp do tych treści,
- wszystkie formy przekazu multimedialnego są połączone w jedną prezentację,
- student może interaktywnie wpływać na przebieg oraz treść kursu (np. pomijając znane mu zagadnienia i uzupełniając wiedzę ze wskazanych źródeł i przykładów zewnętrznych).

Przy tworzeniu wykładów dla kursu „Inżynieria wiedzy” uwzględniono wszystkie powyższe zalecenia. Typowo teoretyczna treść wykładów jest uzupełniana odpowiednio dobranymi fotografiami oraz multimedialnymi przykładami.



Rys. 5. Widok multimedialnego samouczka
Fig. 5. View of the multimedial tutorial

„Samouczki wideo” wizualizują ważne elementy praktycznych zastosowań, które student musi sobie przyswoić (rys. 5). Materiały te są dostępne w formie multimedialnych, interaktywnych animacji Flash. Przedstawiają one kolejne etapy tworzenia projektów oraz zastosowania omawianego oprogramowania. Podstawowym elementem przekazywania informacji kursantowi są strzałki i „chmurki”, które opisują i pokazują każdy wykonany krok. Animacje te mają własny pasek nawigacyjny.

Kolejne narzędzie multimedialne, z którego może korzystać kursant, to całkowicie interaktywne obrazy. Student, wskazując kursorem myszy kolejne elementy prezentacji, może dowiedzieć się o ich zastosowaniu. W ten sposób użytkownik w każdym momencie wie, co dzieje się w prezentowanym materiale pomocniczym.

W kursie istnieją również materiały, które zawierają obie ww. możliwości multimedialne. Materiały te są animacjami, które pozwalają studentowi w każdym momencie projekcji pozyskać informacje o danym obiekcie lub aktualnie prezentowanym obszarze tematycznym. Ten rodzaj prezentacji jest stosowany do bardzo ważnych treści dydaktycznych, które muszą być zauważone i zapamiętane.

3.3. Ćwiczenia

Ćwiczenia zostały opracowane dla istotnych treści w poszczególnych wykładach. Ich zakres jest równie szeroki, jak zakres przekazywanej wiedzy. Mogą obejmować:

- rozwiązanie prostych zagadnień z logiki matematycznej,
- pytania podczas trwania wykładu, na które trzeba udzielić szybkiej odpowiedzi,
- pisanie i tworzenie aplikacji wzorowanych na przykładowych programach,
- pisanie własnych rozbudowanych aplikacji w pakiecie SPHINX i w Prologu.

Większość tych ćwiczeń ma za zadanie przekazać studentowi wiedzę praktyczną. Do ćwiczeń mogą być wykorzystane:

- przykładowe programy, które student może pobrać bezpośrednio z serwera wraz z dokładnym opisem i dokumentacją,
- ćwiczenia do samodzielnego wykonania na podstawie zamieszczonych przykładów,
- zadania do samodzielnego przemyślenia i zrealizowania,
- laboratoria, które zawierają ciąg zadań o rosnącym stopniu trudności.

Każda z powyższych form ćwiczeń jest specjalnie opracowana i zawiera dokładne polecenia, które trzeba wykonać, aby ukończyć zadanie. Dodatkowo zadania i ćwiczenia, w zależności od stopnia trudności, są punktowane i mają wpływ na końcową ocenę studenta.

Prowadzący zajęcia może ingerować w opis zadań oraz w ich punktację. Ma też możliwość, podobnie jak w wypadku wykładów, dodawania nowych zadań i ćwiczeń, wpływając tym samym na ciągłą rozbudowę treści dydaktycznych kursu.

3.4. Przykładowe programy

Do każdego zamieszczonego w wykładach opisu ćwiczenia dołączony jest przykładowy program. Jest on dostępny dopiero w chwili, gdy student dotrze do treści, których ten program dotyczy. Dodatkowo po zakończeniu całego zagadnienia lub bloku wykładów pojawia się opcja umożliwiająca pobranie pełnego zbioru aplikacji (spakowane archiwum).

Przykładowe programy zamieszczone w kursie przedstawiają praktyczne zastosowania omawianych treści. Opisy programów znajdują się bezpośrednio w ich kodzie. Natomiast

ich krótką charakterystykę i opis działania zamieszczono w plikach tekstowych spakowanych w archiwach wraz z plikami aplikacji.

Przykładowe programy ilustrują:

- tworzenie okien dialogowych: przykłady, pliki wideo, opisy,
- pisanie programów w Prologu: przykłady, opisy, gry, zagadki,
- tworzenie aplikacji w języku pakietu SPHINX: przykłady, opisy,
- projekt programu ekspertowego „Test twórczego myślenia”, który diagnozuje zdolności twórczego myślenia za pomocą testu rysunkowego, opracowanego przez psychologa (opis i dokumentacja) [10].

W większości zamieszczonych programów dostępny jest plik wideo, który zawiera objaśnienia, krok po kroku, co i w jakiej kolejności trzeba wykonać, aby w rezultacie uzyskać efekt działania podobny do załączonego w przykładzie.

Jako wzór dużego projektu udostępniono studentowi dokumentację i kod źródłowy aplikacji, która powstała w ramach pracy inżynierskiej [10]. Jest to przykład bardziej skomplikowanego programu ekspertowego, korzystającego z kilku modułów oferowanych w pakiecie SPHINX, takich jak: Neuronix, PC-Shell, CAKE, Dialog Edytor. Aplikacja ta była testowana w zastosowaniach praktycznych, do celów badawczych.

Student może pobrać tę aplikację bezpośrednio ze strony kursu i wzorując się na niej, może wykonać projekt końcowy, wykorzystujący wszystkie elementy wiedzy nabytej podczas kursu.

Ponadto zamieszczono linki do trzech dużych aplikacji, które zostały wyróżnione przez twórców pakietu SPHINX – firmę AITECH [7].

3.5. Zadania

Zadania służą do utrwalenia świeżo nabytej wiedzy i jej sprawdzenia oraz uzyskania oceny częściowej, uwzględnianej w końcowej ocenie zaliczenia kursu przez studenta.

Zadania dla uczestników kursu są stopniowane w skali trudności i zależne od aktualnie prezentowanych treści dydaktycznych. Każde z zadań jest dokładnie opisane i często poprzedzone przykładami. Istnieją także takie zadania, w których należy samodzielnie przeanalizować problem i zrealizować postawiony cel (bez pomocy przykładów). Za każde takie zadanie, w zależności od jego trudności, jest przypisywana odpowiednia liczba punktów, którą ustala prowadzący zajęcia.

Zadania są uzupełnieniem wykładów i pokazują kursantom zastosowania praktyczne wiedzy teoretycznej. Zadania bywają umieszczane jako:

- elementy treści wykładów w postaci prostych problemów do rozwiązania wynikających bezpośrednio z tematu wykładu,
- osobne bloki podsumowujące pewien etap nauki,
- większy projekt w ramach praktycznego zaliczenia zajęć.

3.6. Testy i kolokwia

W procesie dydaktycznym student (kursant) powinien przyswoić sobie wiedzę teoretyczną oraz nabyć pewne umiejętności. Aby ocenić wiedzę i umiejętności nabyte w trakcie kursu, należy przeprowadzić wiele testów i kolokwium, które umożliwią tzw. ewaluację wiedzy.

Platforma Moodle oferuje narzędzie do tworzenia różnego rodzaju sprawdzianów wiedzy. Można je z grubsza podzielić na:

- testy wyboru: krótkie pytania ze skończoną liczbą odpowiedzi,
- kolokwia: pytania różnego typu, dotyczące określonej części wykładów.

Test wyboru zawiera wyłącznie pytania zamknięte z pewną ustaloną liczbą możliwych odpowiedzi. Pytania te pojawiają się na ekranie monitora pojedynczo, w kolejności losowej. Aby przejść do kolejnego pytania, należy podać odpowiedź, której jest przypisywana pewna liczba punktów.

Odpowiedzi są punktowane według odpowiednich wag (punkty dodatnie za dobrą odpowiedź, ujemne za odpowiedź błędną). Odpowiedzi są wielokrotnego wyboru. Cały test jest ograniczony czasowo. Wszystkie opcje testu są udostępnione osobie prowadzącej kurs i możliwe do modyfikowania.

Forma kolokwium jest bardziej skomplikowana. Ten rodzaj sprawdzianu ma wszelkie zalety testów i może być poszerzony o dodatkowe typy pytań [5], takie jak:

- pytanie obliczeniowe,
- pytanie opisowe,
- dłuższa wypowiedź,
- dopasuj odpowiedź,
- odpowiedzi załączane w pliku,
- krótka odpowiedź,
- odpowiedź numeryczna,
- prawda/fałsz.

Kolokwium jest ograniczone w czasie, a pytania wybrane do kolokwium pojawiają się losowo. Narzędzia do tworzenia sprawdzianów są często wykorzystywane w trakcie kursu. Student musi zaliczyć kolokwium po każdym głównym temacie wykładów. Natomiast test jest narzędziem pomocniczym. Stosuje się go zazwyczaj przy dużej ilości informacji teoretycznych, które należy utrwalić i sprawdzić.

Testy i kolokwia są chronione hasłem. Sprawdziany mogą być modyfikowane i rozbudowywane przez prowadzącego zajęcia. Test i kolokwium można wykonać tylko jeden raz (jednokrotne podejście). Jeśli zajdzie taka konieczność, prowadzący zajęcia może umożliwić poprawę testu lub kolokwium albo ponowne jego wykonanie w nowym terminie, ustalonym ze studentami.

Bezpośrednio po wykonaniu całego testu lub kolokwium student ma możliwość uzyskania informacji o wynikach sprawdzianu, takich jak ocena, liczba uzyskanych punktów i in. Student ma dostęp do rozbudowanych statystyk, które podsumowują poszczególne etapy nauki. Może uzyskać informację, która część treści dydaktycznych sprawia mu najwięcej trudności i jakie ma zaległości.

W kursie „Inżynieria wiedzy” przewidziano dwa kolokwia – w modułach „Języki logiki” i „PC-Shell”. Każde z nich znajduje się na końcu modułu i weryfikuje nabytą wiedzę:

- w module „Języki logiki” sprawdzenie wiedzy z zakresu inżynierii wiedzy,
- w module „PC-Shell” sprawdzenie wiedzy z zakresu obsługi wybranych elementów wchodzących w skład pakietu SPHINX.

Kurs „Inżynieria wiedzy” zawiera zestaw pytań, z którego prowadzący zajęcia może wybrać pytania do testu lub kolokwium. Prowadzący może też dopisać do tego zestawu swoje pytania. Do sprawdzianu są wybierane te pytania, które zaznaczono (rys. 6).

The screenshot displays the Moodle quiz editing interface. It is divided into two main panes: 'Pytania tego quizu' (Quiz questions) on the left and 'Baza pytań' (Question bank) on the right. The top navigation bar includes 'Wyniki', 'Podgląd', and 'Modyfikuj' tabs, along with 'Quiz', 'Pytania', 'Kategorie', 'Import', and 'Eksport' buttons. The 'Pytania tego quizu' pane contains a table with columns for 'Kolejność #', 'Nazwa pytania', 'Typ', 'Ocena', and 'Akcja'. It lists 13 questions related to PC-Shell and Turing tests. The 'Baza pytań' pane shows a 'Kategoria' dropdown set to 'Domyślnie dla PC-Shell (13)', checkboxes for 'Pokaz pytania z podkategorii', 'Pokaz takze stare pytania', and 'Pokaz tekst pytania na liście pytań', and a section for 'Utwórz nowe pytanie' with a 'Wybierz...' dropdown and a 'Sortuj według typu, nazwy' button. Below this is a table with columns 'Akcja', 'Nazwa pytania', and 'Typ', listing 13 questions from the question bank. At the bottom of the quiz pane, it says 'Razem: 13'.

Rys. 6. Edytowanie testu na platformie Moodle
Fig. 6. Editing of test in Moodle

Osoba przygotowująca test lub kolokwium może również:

- określić czas na wykonanie sprawdzianu (może go zwiększać lub zmniejszać),
- ustalić dokładny czas wykonywania sprawdzianu (dzień, miesiąc, godzina),
- ustalić punktację za każde z zadanych pytań,
- wprowadzić tzw. punkty ujemne za błędne odpowiedzi,
- importować lub eksportować pytania,
- śledzić na bieżąco postępy i oceny studentów,
- określić algorytm oceny końcowej (najwyższa, średnia itp.) oraz liczbę terminów poprawkowych,
- wyświetlać po pytaniach własne informacje zwrotne.

3.7. Egzamin

Przyjęto, że warunki zaliczenia przedmiotu określa prowadzący kurs, a nie system lub kreator kursu. Egzamin odbywa się w sposób tradycyjny i jest to najczęściej egzamin pisemny w obecności wykładowcy (osoba prowadząca kurs). Od wykładowcy zależą m.in. stopień trudności pytań, liczba zadań, wybór typu pytań itp.

Zrezygnowano z przygotowania i wdrożenia egzaminu z wykorzystaniem platformy edukacyjnej, głównie ze względu na trudności związane z weryfikacją tożsamości kursanta

na odległość. Egzamin jako najważniejsze narzędzie weryfikacji wiedzy powinien odbywać się z udziałem czynnika ludzkiego, jakim jest osoba prowadząca kurs.

Istnieje możliwość wykorzystania do przeprowadzenia egzaminu modułu platformy Moodle stosowanego do tworzenia kolokwium. W tym wariantcie formuła egzaminu jest podobna do kolokwium. Oczywiście jest, że tylko od prowadzącego kurs zależy, w jaki sposób tę możliwość wykorzysta i czy w ogóle ją uwzględni.

Zaleca się jednak, aby w takim wypadku studenci odbywali egzamin w sali laboratoryjnej, w obecności wykładowcy lub asystenta. Egzamin może się składać np. z 10 różnego typu zadań i pytań. Mogą to być pytania z jedną odpowiedzią lub pytania, na które trzeba udzielić dłuższej pisemnej odpowiedzi.

3.8. Punktacja i skala ocen

Punktacja i skala ocen są bardzo ważnymi elementami kursu i całej platformy edukacyjnej. Na ogólną ocenę, którą student otrzyma za cały kurs, składają się oceny częściowe. Cztery z sześciu głównych modułów kursu zawierają szczegółowe opisy sposobu ich zaliczenia. Student powinien spełnić te wymagania, aby zaliczyć każdy z nich.

Oceny z zaliczeń modułu są przeliczane, natomiast ich wyniki sumują się na końcową ocenę z całego kursu. Ocena, na jaką student zaliczy kurs „Inżynierii wiedzy”, zależy znacząco od prowadzącego zajęcia. To on określa sposób przeliczania punktów na oceny, jakie student uzyskuje za zaliczenie w każdym module.

Jednym z elementów, które pozwalają na manipulowanie ocenami studentów, są skale. Prowadzący określa skalę oraz punktację w obrębie kursu, który prowadzi. Może ustalić nawet kilka różnych skal i to od niego zależy, która skala i kiedy jest stosowana.

Grade letters	
Nazwa stopnia 1	CEL
Letter grade boundary 1	97 %
Nazwa stopnia 2	CEL-
Letter grade boundary 2	96 %
Nazwa stopnia 3	BDB+
Letter grade boundary 3	90 %
Nazwa stopnia 4	BDB
Letter grade boundary 4	85 %
Nazwa stopnia 5	BDB-
Letter grade boundary 5	80 %
Nazwa stopnia 6	DB+
Letter grade boundary 6	75 %
Nazwa stopnia 7	DB
Letter grade boundary 7	70 %

Rys. 7. Widok skali utworzonej dla oceny testów
Fig. 7. View of scale mark for test evaluation

Skale te mogą służyć do oceniania, lekcji, testów, postów na forum lub zadań, które student powinien wykonać i w wyznaczonym terminie przesłać prowadzącemu.

Typową skalę określa się jako ocenę/stopień (nazwę) oraz próg procentowy, który trzeba osiągnąć, aby uzyskać określoną ocenę (rys. 7). Utworzoną w ten sposób skalę można zastosować np. do każdego testu. Liczba procentowa ustalona jako próg jest automatycznie przeliczana na ocenę, która jest prezentowana studentowi.

Prowadzący zajęcia może obserwować osiągnięcia swoich studentów za pomocą dziennika ocen. Ma on dostęp do ocen wszystkich studentów zapisanych na kurs. Oceny mogą być wyświetlane w różnych zestawieniach.

Oceny częściowe uzyskiwane przez poszczególnych kursantów z testów i kolokwiów, wykonanych zadań itp. są automatycznie wpisywane do dziennika ocen. Wszystkie oceny widzą zarówno prowadzący zajęcia, jak i kursant, którego te oceny dotyczą. Jest też wyświetlana ocena średnia, którą oblicza się ze wszystkich sprawdzianów i zadań wykonanych przez studenta w danym etapie kursu.

4. Uwagi końcowe

Zaprojektowany i zrealizowany na platformie e-learningowej Moodle kurs „Inżynieria wiedzy” jest kompletnym narzędziem wspomagającym zajęcia dydaktyczne z zakresu inżynierii wiedzy, sztucznej inteligencji, języków logiki i systemów ekspertowych.

Kurs zawiera szereg opisów, ćwiczeń, przykładowych zadań itp. Dostępnych jest wiele plików multimedialnych, które znacząco ułatwiają przyswajanie poznawanego materiału – szczególnie w części praktycznej.

Szata graficzna platformy z kursem „Inżynieria wiedzy” i pliki multimedialne wykonano w ramach pracy magisterskiej, obronionej w Instytucie Modelowania Komputerowego PK [11].

Studentom platforma edukacyjna oferuje zestaw różnorodnych treści dydaktycznych, dostępnych na bieżąco z każdego miejsca i o każdej porze. Daje możliwość łatwego kontaktu z wykładowcą lub prowadzącym zajęcia oraz między zainteresowanymi studentami.

Dla wykładowców platforma edukacyjna jest bardzo pomocnym narzędziem do kontroli przebiegu procesu dydaktycznego. Ponadto testy i zadania pozwalają na szybkie i w miarę obiektywne sprawdzenie i ocenę wyników nauczania. Istotna jest też możliwość szybkiego kontaktu z całą grupą wykładową i z każdym studentem, na kilka różnych sposobów.

Platformę edukacyjną z kursem „Inżynieria wiedzy” zainstalowano na serwerze uczelnianym PK i jest ona dostępna pod adresem: <http://riad.usk.pk.edu.pl/~inwie/>. Z jej wersją demonstracyjną można się zapoznać bez logowania się do systemu.

Literatura

- [1] <http://blackboard.cyfronet.pl/>, Krakowski Kampus Wirtualny, odczyt z dnia 3.11.2009.
- [2] <http://pl.cel.agh.edu.pl/>, Centrum e-learningu AGH, odczyt z dnia 3.11.2009.
- [3] <http://www.czn.uj.edu.pl/>, Centrum zdalnego nauczania UJ, odczyt z dnia 3.11.2009.
- [4] <http://moodle.org/>, Strona domowa platformy e-learningowej Moodle, odczyt z dnia 3.11.2009.

- [5] http://docs.moodle.org/en/Teacher_documentation, Moodle – Teacher documentation, odczyt z dnia 3.11.2009.
- [6] B e d n a r z J. et al., *Multimedia w dydaktyce*, Siemens AG, 2002, podręcznik do kursu realizowanego w ramach projektu „Młodzież i wiedza” przez firmę Simens.
- [7] <http://www.aitech.pl/>, Wortal „Sztuczna inteligencja”, Witryna firmy AITECH, odczyt z dnia 3.11.2009.
- [8] *Dokumentacja pakietu SPHINX*, produkt firmy AITECH.
- [9] M i c h a l i k K., *PC-Expert: Szkieletowy system ekspercki w języku logiki*, [w:] *Systemy wspomaganie decyzji – aspekty metodologiczne*, red. H. S r o k a, AE, Katowice 1988.
- [10] O l e k s y S., O l e j a r z K., *Analiza możliwości zastosowania pakietów SPHINX*, praca inżynierska, promotor dr hab. inż. Antoni Ligęza, Tarnów 2006.
- [11] O l e k s y S., *E-nauczanie inżynierii wiedzy w systemie Moodle*, praca magisterska, promotor dr inż. Bogumiła Mrozek, recenzent prof. Tadeusz Burczyński, Kraków 2009.
- [12] K u z a k T., *E-learning we współczesnej szkole wyższej*, materiały konferencyjne nt. „E-learning w społeczeństwie wiedzy”, red. A. C h r z ą s z c z, J. K u s i a k, Łódź 2005.
- [13] N o j s z e w s k i D., *Platformy e-learningowe w polskich instytucjach edukacyjnych*, http://www.e-mentor.edu.pl/arttykul_v2.php?numer=2&id=20, E-mentor 2/2003, czasopismo wydane przez SGH, dostępne w wersji internetowej, odczyt z dnia 3.11.2009.