

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

Diplomová práce

E-learningový systém pro podporu výuky algoritmů

Roman Hocke

Vedoucí práce: Mgr. Petr Matyáš

Studijní program: Elektrotechnika a informatika strukturovaný magisterský

Obor: Informatika a výpočetní technika

květen 2008

Poděkování

Zde můžete napsat své poděkování, pokud chcete a máte komu děkovat.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady uvedené v příloženém seznamu.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu §60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 27.4. 2008

.....

Abstract

The work represents the result of many and many days and nights of thinking over the problem of simulation of inhibition of backward catch process.

Abstrakt

Práce se snažila o implementaci e-learningového řešení výuky vybraných předmětů na Katedře počítačů FEL ČVUT. Srovnala výhody a nevýhody již existujících webových e-learningových systémů. Zamýšlela se nad rysy, potřebnými pro nasazení takového systému na Katedře počítačů a jejich implementací pod některým z existujících open-source systémů. V rámci práce byl systém důkladně otestován a naplněn zkušebními daty.

Obsah

Seznam obrázků	xi
Seznam tabulek	xiii
1 Úvod	1
1.1 Motivace	1
1.2 Specifikace cílů	2
2 E-learning	3
2.1 Historie e-learningu	3
2.1.1 40. léta 20. století	3
2.1.2 60. léta 20. století	3
2.1.3 80. léta 20. století	3
2.1.4 90. léta 20. století	4
2.1.5 Přelom 20-21. století	4
2.2 Používané pojmy	4
2.3 Klíčové vlastnosti	4
2.4 Výhody a nevýhody zavedení e-learningu	5
2.5 Standardy používané v e-learningu	6
2.5.1 SCORM	6
2.5.2 AICC	6
3 Analýza existujících řešení	7
3.1 E-learning na FEL ČVUT	7
3.2 Požadavky na e-learningové řešení	7
3.3 Analýza existujících řešení	7
3.3.1 A-Tutor	8
3.3.2 Claroline	8
3.3.3 Dokeos	9
3.3.4 Ilias	10
3.3.5 Moodle	10
3.3.6 Olat	11
3.4 Srovnání uvedených systémů	11
4 Výběr systému a jeho analýza	13
4.1 Volba systému	13
4.2 Práce s učebními texty	13
4.3 Slovník pojmů	13
4.4 Zápis matematických výrazů	14
4.5 Testy a jejich feedback	14
4.6 Podpora grafových algoritmů	15
5 Realizace	16
5.1 Instalace a nastavení Moodlu	16
5.2 Oprava některých chyb	16
5.3 Systém pro feedback testů	17
5.4 Podpora grafových algoritmů	17
6 Testování	17

7 Závěr	17
8 Seznam literatury	19

Seznam obrázků

2.1	Universal Digital Operational Flight Trainer, zařízení pro trénink letových dispečerů U. S. Navy	3
4.1	Hierarchická struktura kurzu v Moodle	13
4.2	Kurs, témata a výukové materiály v administraci Moodle	14
5.1	Moodle při instalaci zkontroluje nastavení PHP	16

Seznam tabulek

3.1 Srovnání open-source LMS	12
--	----

1 Úvod

Tato práce se zabývá implementací e-learningového systému pro výuku předmětů zaměřených na teoretickou informatiku a podobné obory. Snaží se stanovit a shrnout požadavky na takový systém, poté zvolit vhodné existující open-source e-learningové řešení a v něm nové požadavky implementovat.

1.1 Motivace

V posledním desetiletí jsme svědky rychlého a masivního rozšiřování informačních technologií, a to jak v oblastech odborných, tak i v běžném, každodenním životě. Informační technologie nám dnes pomáhají takřka ve všech vědních oborech a není tedy divu, že pronikají i do oblasti vzdělávání. Velké množství informací lze dnes nalézt v elektronické podobě (například na Internetu) a jistě není náhoda, že toto platí obzvláště v oboru informatiky a programování (programátoři mají k elektronické podobě technických materiálů a dokumentací nejblíže, často ani jinou formu dokumentace neprodukuje).

Nalézt tedy odpovědi na otázky z technických oborů není dnes obvykle velký problém, často postačí použití kvalitního vyhledávače informací na Internetu. Nalezené informace však často mají ryze technický, dokumentační charakter, který může zcela vyhovovat člověku, který si pouze doplňuje nebo rozšiřuje informace z oboru, ve kterém již má dostatečné znalosti na to, aby nové informace pochopil. Často jsou však tyto materiály méně schůdné pro lidi, kteří jsou v daném oboru nováčky a chtějí do oboru teprve proniknout. I těmto lidem popisovaný druh informací může pomoci, jejich cesta k poznání však může být zdoluhavá a krkolomná.

Řešení tohoto problému nabízí e-learning, tedy elektronická forma učení, konkrétně jeho webová podoba. Slučuje v sobě výhodu elektronické podoby učiva a přednosti pedagogického přístupu k předávání informací (oproti „obyčejné“ technické dokumentaci). Předpokladem je samozřejmě kvalitní příprava výukového kurzu. Mezi výhody (webové formy) e-learningu patří:

- Snadná dostupnost výukového kurzu studentům.
- Pedagogický přístup - student je učivem metodicky provázen (oproti „obyčejné“ technické dokumentaci).
- Snadná možnost aktualizace výukových materiálů (např. při zjištění chyby nebo při nutnosti rozšířit obsah).
- Možnost ověření svých znalostí formou testů, kvízů a podobně.
- Využití interaktivních a názorných prostředků (animací, výukových aplikací např. v podobě Java appletů, multimédií).

E-learning je dnes v ČR (a nejen tam) nasazován v různých oblastech. Od komerčních řešení nasazovaných v různých firmách na školení zaměstnanců (to zahrnuje mimo jiné školení řidičů i s testy na příslušné certifikáty, školení o BOZP nebo např. školení o protipožární ochraně) přes odborné kurzy (např. kurzy AutoCADu) až po výukové kurzy na některých univerzitách. Několik příkladů za všechny:

- Ostravská univerzita (<http://moodle.osu.cz/>)
- Česko-Moravská konfederace odb. svazů (http://www.cmkos.cz/lidske-zdroje_nove/e-learning)
- Filosofická fakulta Masarykovy univerzity (<http://www.phil.muni.cz/elf/>)
- Centrum pro otázky životního prostředí (<http://www.czp.cuni.cz/glob/>)

1.2 Specifikace cílů

Cílem této práce je zvolit a zprovoznit e-learningový systém pro Katedru počítačů FEL ČVUT a přizpůsobit tento systém specifickým potřebám pro výuku teoretické informatiky, algoritmů a příbuzných odvětví počítačové vědy.

V práci se budu zabývat otázkou co vlastně e-learning je a v čem může spočívat jeho přínos pro Katedru počítačů. Při tom budu přihlížet k tomu, že nasazení e-learningu budu chápat především jako doplněk stávající výuky, nikoli její úplnou náhradu. Také budu klást důraz na fakt, že výuka teoretické informatiky a příbuzných témat, klade na e-learningové řešení některé specifické nároky, jako například:

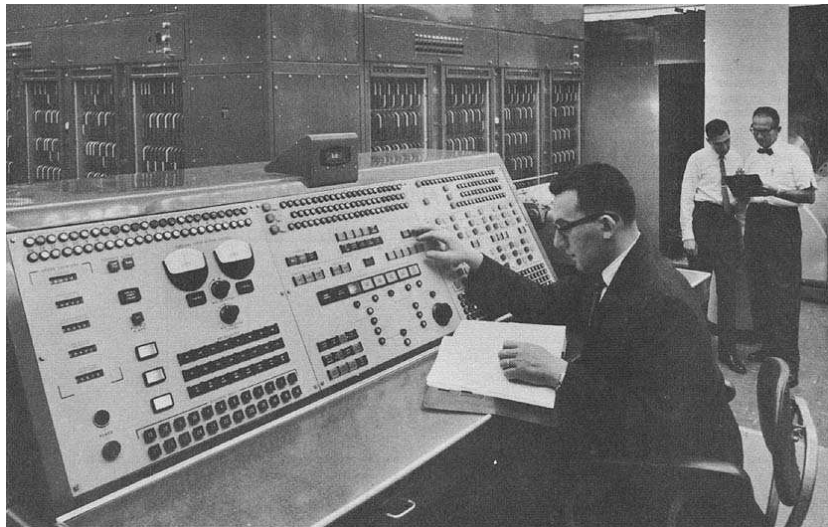
- schopnost zapisovat a zobrazovat složitější matematické a maticové zápisy
- možnost demonstrovat principy a algoritmy pomocí interaktivních prvků (animací, simulací)

2 E-learning

2.1 Historie e-learningu

2.1.1 40. léta 20. století

Jedna z prvních moderních metod výuky se objevila za druhé světové války. Tehdy byl jako výukový materiál použit film. Filmy sloužily k rychlé výuce základních vojenských dovedností, jakou byla například údržba zbraní, rozpoznávání letadel a podobně. Úspěch těchto filmů vedl ke spolupráci armády s univerzitami a k vedení výzkumu, který postupem času vedl k vývoji e-learningu.



Obrázek 2.1: Universal Digital Operational Flight Trainer, zařízení pro trénink letových dispečerů U. S. Navy

2.1.2 60. léta 20. století

Ve druhé polovině šedesátých let se začalo experimentovat se stroji na učení. Začalo se jim říkat vyučovací automaty. I u nás byl jeden vyvinut, jmenoval se Unitutor. Vykládaná látka byla v Unitutoru rozdělena na jednotlivé stránky, na konci stránky se nacházela kontrolní otázka s výběrem z několika možných odpovědí. Podle provedené volby bylo možné program dále větvit a pokračovat v libovolné další stránce. Informace o správném či chybném řešení představovala okamžitou zpětnou vazbu. Vyučovací automaty však byly příliš složité a ne příliš účinné. Proto se příliš neujaly.

2.1.3 80. léta 20. století

V druhé polovině osmdesátých let dvacátého století se objevují první šestnáctibitové počítače, trh ovládají osobní počítače PC. Zároveň s tím můžeme sledovat obrovský rozmach kancelářských aplikací. Počítače se konečně začínají objevovat i v domácnostech. Ve školství dochází v souladu s celosvětovým vývojem kybernetiky a umělé inteligence k pokusu o zdokonalení vyučovacích automatů. Počítač se začíná používat jako učící a zkoušející stroj. Za pomoci počítače se začínají prověřovat teorie, které tvrdí, že by počítač měl částečně nahradit učitele.

2.1.4 90. léta 20. století

Ve světě začalo několik (převážně univerzitních) vědeckých týmů vyvíjet inteligentní výukové systémy (Intelligent Tutoring Systems). Cílem těchto výukových systémů bylo vytvářet aplikace s dlouhodobou kontrolou nad výukovým procesem. Systémy v sobě vhodně spojovaly výklad učiva, procvičování probrané látky a testy. Dokázaly využívat grafiku, animace, zvuk a byly schopny v sobě integrovat i zcela nezávislé programy. Tempo i obsah výuky byl individualizován. Dosažené výsledky studujícího se ukládaly a vyhodnocovaly. Tím se automaticky rozhodovalo o dalším postupu. Role učitele se omezila na kontrolu a obsluhu.

Postupem času se k testu se přidával výklad látky a procvičování. Z těchto prvků byly sestavovány jednotlivé lekce a z nich pak celé kurzy. Postup studentů byl individualizován a řídil se jejich výsledky. To ale znamenalo, že počítač musel předvídat všechny možné reakce studenta a situace, do kterých se mohl studující během práce dostat. Princip umělé inteligence u výukových programů spočívá ve vytvoření určitého modelu umělého studenta, na kterém je funkce programu založena.

2.1.5 Přelom 20-21. století

Vývoj na univerzitách pokračoval rychle kupředu. Sylaby, knihovní zdroje, obsahy přednášek začaly být přemísťovány z klasických učeben na multimediální zdroje a na místní sítě. Soukromé společnosti začaly hledat možnosti potencionálního E-learningu. Na www vznikly virtuální univerzity, které nabízely všechny své kurzy a získání certifikátů přes internet. Koncem devadesátých let již E-learningové nástroje umožňovaly zkoušení on line v reálném čase, hry v reálném čase, pomocí nástrojů bylo možné okamžitě určit slabosti a silné stránky jednotlivých studentů. Student tak mohl získat vysokoškolský titul, aniž by byl někdy fyzicky přítomen ve třídě. Plně zaměstnaní dospělí mohli studovat na vysoké škole svým vlastním tempem bez toho, aby museli řešit problémy spojené se svou fyzickou přítomností ve škole.

2.2 Používané pojmy

- *Tutor*
- *Výukový kurz*
- *LMS, Learning Management System* je software, který v sobě zahrnuje funkcionalitu potřebnou pro elektronickou formu vzdělávání. Obsahuje jak nástroje pro studenta (prohlížení výukových materiálů, procházení jimi, podstupování testů a kvízů, fórum, chat...), tak i nástroje zjednodušující samotnou tvorbu kurzů učitelem. Tyto systémy zpravidla fungují online, umožňují tedy kromě samotného učení z materiálů také komunikaci mezi studenty a tutory. Za běžné funkce LMS se považuje správa tříd a žáků, správa výukových kurzů a témat v rámci kurzů, testování a zkoušení studentů, nástroje pro komunikaci mezi žáky a studenty a další.

2.3 Klíčové vlastnosti

Podle [3] si studenti zapamatují jen na krátkou dobu informaci, kterou pouze slyší, uchovají si 40% informace, kterou vidí a slyší a uchovají si 75% informace, kterou vidí a slyší a také si ji interaktivně ověří (vyzkouší). Elektronická podoba výuky nabízí studentovi možnost si probíranou látku ihned vyzkoušet, ať už prostřednictvím interaktivních simulací či krátkého opakovacího testu, který studentovi okamžitě poskytne zpětnou vazbu, například s detailnějším vysvětlením nesprávně zodpovězené otázky.

Z toho mimo jiného také vyplývá, že e-learning by měl těžit ze své možnosti podávat látku zábavně a zajímavě a měl by se tedy vyhýbat dlouhým, monolitickým textům a měl by spíše využívat atraktivní a heslovitější formy.

Za důležitou také považují studentovu možnost vyzkoušet si souhrnné znalosti z celého výukového kurzu. Kurz se skládá z jednotlivých témat (viz 2.2) a student si pomocí testu ověří, kterým tématům rozumí a kterým ne, zjistí tak, která témata by si měl zopakovat například před závěrečnou zkouškou.

2.4 Výhody a nevýhody zavedení e-learningu

Proč nasazovat e-learning na škole, kde výuka probíhá primárně formou přednášek a pravidelných cvičení? Důvodů může být několik.

- Možnost okamžitého vyzkoušení právě probírané látky (viz 2.3) může studentovi nabídnout právě e-learning s použitím různých virtuálních nástrojů, interaktivních simulací a podobně. Možnost vyzkoušet si fungování věci v praxi samozřejmě nabízí i klasická školní cvičení, to však není možné vždy, například nemusí být pro danou demonstraci dostupné vybavení. Při klasickém cvičení je student také časově omezen.
- Elektronické řešení umožňuje využití hypertextu, tedy odkazů do jiných kapitol, případně odkazů na další (vnější) zdroje informací. Umožňuje také spravovat obsáhlý slovník často používaných pojmů a v učebním textu se mohou vyskytovat odkazy přímo na krátká vysvětlení těchto pojmů, místo odkazů do jiných kapitol, kde jsou tyto pojmy vysvětlovány příliš detailně.
- Elektronická forma umožňuje atraktivnější prezentaci probírané látky, například používání barev, zvýrazňování klíčových slov, používání obrázků, animací, zvukových nahrávek a videozáznamů.
- E-learning je z principu prostředkem k distančnímu vzdělávání, může tedy najít své uplatnění u dálkové nebo kombinované formy studia na VŠ.

E-learning tedy má některé nesporné výhody. Jaké však mohou být jeho nevýhody? Jaká úskalí s sebou přináší?

- Vysoké nároky na kvalitní přípravu výukového kurzu. E-learningový výukový kurs by měl plně využívat možností elektronické formy. Měl by být poutavý a motivovat studenta - na začátku tématu studentovi oznámit, co se nového naučí, jaké vědomosti na konci tématu získá, jaké dovednosti si osvojí. Měl by se vyhýbat dlouhým, jednotvárným odstavcům textu. Tato práce si neklade za cíl přesně formulovat pravidla a zásady pro vytváření e-learningových kurzů, s touto problematikou se může čtenář blíže seznámit například ve videozáznamu [2].
- Pokud student látku nepochopí, má při klasické formě výuky (přednáška, cvičení) možnost požádat vyučujícího, aby zkusil látku vyložit jinak nebo může vhodnými dotazy docílit pochopení látky. Při použití e-learningu se sice může student obrátit na tutora nebo na ostatní studenty (pomocí diskuzního fóra, chatu...), avšak odpovědi nebo vysvětlení se mu nemusí dostat hned, ale až například druhý den.
- Některé zdroje [1] se zabývají myšlenkou, že e-learning by mohl kromě některých svých úskalí představovat dokonce hrozbu:

Při nadměrném používání počítačů mizí běžný společenský život, který člověk nutně potřebuje. Snižuje se míra sociability v procesu poznávání a vzdělávání.

To může jistě představovat závažný problém, nicméně cílem této práce není *nahradit* tradiční výuku na ČVUT e-learningem, ale *doplnit* ji. Běžný „akademický společenský život“ tedy nevyumizí.

2.5 Standardy používané v e-learningu

Ve světě e-learningu bylo vytvořeno mnoho standardů, z nichž některé se ujaly a běžně se dnes používají, jiné zanikly nebo nejsou dostatečně rozšířené. V oblasti e-learningu byly vytvořeny především standardy popisující strukturu výukových materiálů, typy a složení testů a testových otázek, různé způsoby jejich bodování či hodnocení a podobně. Používání těchto standardů je výhodné kromě jiného proto, že umožňuje přenos dat (výukových materiálů, testů, výsledků testů...) mezi různými výukovými systémy (ať už webovými, desktopovými atd.). Následující dva standardy patří v e-learningu k nejpoužívanějším, a tedy má smysl brát v potaz, zda mnou vybraný systém některý z nich podporuje.

2.5.1 SCORM

Sharable Content Object Reference Model je referenční model pro e-learning. Je souborem specifikací a standardů, jejichž hlavním úkolem je, aby umožnily provozovat obsah vytvořený v souladu se SCORMem v libovolném LMS (Learning Management System), který také musí pravidlům SCORM vyhovovat. Jak vyplývá z názvu, jde o model sdílitelných obsahových objektů (SCO – Shareable Content Object), který umožňuje znovupoužití vzdělávacích materiálů na všech SCORM přizpůsobených produktech a platformách. Pro popis výukových objektů SCORM používá manifest. Je to popisný soubor napsaný v rozšiřitelném značkovacím jazyku XML. Aplikační profil metadat popisujících SCORM objekty má 64 prvků, ale jen malá část z nich je povinně vyžadována pro dosažení shody s referenčním modelem. Tento model je vytvářen americkou iniciativou ADL (Advanced Distributed Learning Initiative) a odvolává se na normy vytvořené konzorcií IEEE a IMS Learning Technology Standards.

Viz <http://en.wikipedia.org/wiki/SCORM>.

2.5.2 AICC

Aviation Industry Computer-Based Training Committee. Jedná se o standard vytvořený v r. 1988 velkými výrobci letadel, vzniklý ze zájmu o využití multimédií ve výuce pilotů a leteckého personálu. Standard není založen na XML a údajně je mnohými považován za bezpečnější a spolehlivější než SCORM. Je využívám řadou e-learningových systémů a produktů.

Viz [http://en.wikipedia.org/wiki/AICC_\(CBT\)](http://en.wikipedia.org/wiki/AICC_(CBT))

3 Analýza existujících řešení

3.1 E-learning na FEL ČVUT

3.2 Požadavky na e-learningové řešení

Při zkoumání vlastností jednotlivých LMS považuji za důležité (viz sekci 1.2) především tyto vlastnosti:

- Systém umožňuje studentovi si pomocí správně vytvořených testů ověřit své znalosti.
- Tyto testy nemají za cíl studenta hodnotit, jejich účelem má být pouze feedback – student zjistí, čemu nerozumí a test mu na základě nesprávných odpovědí doporučí kapitoly, které by si měl student znovu projít, případně mu objasní důvod správných řešení a podobně.
- Možnost vytváření učební osnovy – seznamu témat jednotlivých týdnů s odkazy do příslušných výukových materiálů.
- Snadné přizpůsobení funkčnosti a vzhledu.
- Možnost rozšíření systému pomocí uživatelských pluginů, modulů apod.

Naopak věci, které u LMS pro použití na ČVUT považuju za poměrně zbytečné, jsou:

- Organizování studentů do virtuálních tříd (na ČVUT stejně probíhají reálná cvičení a LMS nemá za úkol je nahrazovat).
- On-line hodnocené testy (v teple domova může student podvádět, může mít problém s internetovým připojením atd.).

3.3 Analýza existujících řešení

V dnešní době existuje nespočet webových open-source CMS (Content Management System) a mezi nimi lze nalézt i systémy specializované na elektronickou podporu výuky (LMS - Learning Management System). Vzhledem k tomu, že jsou tyto systémy volně k dispozici, rozhodl jsem se svou implementaci založit na některém z nich. V následující rešerši tedy zhodnotím kladné a záporné vlastnosti vybraných systémů a budu se zamýšlet nad tím, jak vhodné jsou pro implementaci mých požadavků.

Kandidáty na vhodné LMS jsem hledal několika způsoby. Jednak jsem procházel webové stránky různých škol a univerzit používajících e-learning a zkoumal, který systém (pokud nějaký) používají. Dále jsem hledal weby zaměřené přímo na porovnávání LMS, kde jsem našel celé seznamy dostupných systémů. A nakonec jsem vyhledával a procházel různé internetové diskuze na téma e-learningu, ze kterých jsem si mohl o používaných systémech také utvořit představu. Z takto posbíraných kandidátů jsem vyřadil ty, které nebyly open-source, nebyly rozšiřitelné, nebyly zdarma nebo se nějakým jiným způsobem zřetelně lišily od mnou vytyčených požadavků. Tím mi zbyl užší výběr kandidátů.

Mezi zdroje patřily například adresy:

- http://www.unesco.org/cgi-bin/webworld/portal_freesoftware/cgi/page.cgi?d=1&g=Software/Courseware_Tools/index.shtml
- http://en.wikipedia.org/wiki/Learning_management_system
- <http://www.lmstalk.com/>

- <http://google.com/?q=open%20source%20lms>

Takto vytríděné nejlepší systémy jsem postupně instaloval na lokálním serveru a testoval zevrubně práci s nimi. Hodnotil jsem uživatelskou přívětivost, přehlednost, jednoduchost obsluhy jak z hlediska „učitele“, tak z hlediska „studenta“. Vytvořil jsem tedy učební osnovu, několik výukových materiálů („přednášek“) a testů a z pozice studenta jsem potom kurs navštěvoval, výukové materiály četl a testy absolvoval. Dále jsem hodnotil jak snadná je instalace a údržba celého systému a jak náročný problém představuje přizpůsobení vzhledu a funkčnosti mým požadavkům. Na základě zkušeností z krátkého testování jsem u každého systému z tohoto užšího výběru určil jeho klady a zápory a nastínil svůj celkový dojem z daného LMS.

3.3.1 A-Tutor

<http://www.atutor.ca/>

Klady:

- přehledná, jednoduchá instalace
- diskuzní fóra, chat, FAQ
- umožňuje vytvářet slovník pojmů pro daný kurs
- řízení přístupu uživatelů ke kursu (někdo smí výukový kurs používat, někdo ne, někdo jen bez testů atd.)
- vytváření seznamu doporučené literatury studentům
- tvorba testů z náhodně vybíraných otázek
- feedback u jednotlivých otázek v testu

Zápory:

- nemá dosud Český překlad (pracuje se na něm, ale pomalu)
- nepřiliš uživatelsky přívětivé rozhraní pro učitele
- nepodporuje SCORM
- nepodporuje AICC

Celkový dojem: Jedná se o standardní LMS. Z uživatelského hlediska má nepřiliš přívětivé ovládání. Znatelným nedostatkem je absence českého překladu a též je jistou nevýhodou, že nepodporuje uznávané LMS standardy, ani jejich zjednodušené verze.

3.3.2 Claroline

<http://www.claroline.net/>

Klady:

- Čeština (občas nepřesná, chybná, nedokončená...)
- rozšiřitelnost pomocí extensions
- kvalitní on-line dokumentace, tutoriály
- vytváření výukových cest (kapitola následovaná cvičením atd.)
- diskuzní fóra, chat...
- import SCORM souborů
- systém umožňuje v jedné otázce zobrazovat náhodnou podmnožinu odpovědí

Zápory:

- nepracuje při zapnutém safe-módu na serveru
- málo druhů otázek ve cvičeních (neexistuje tu např. otázka typu přiřazení)
- místy relativně složitá administrace
- nepodporuje AICC

Celkový dojem: Na pohled jednoduchý, přesto poměrně silný LMS. Administrace je docela přehledná, ale ne moc intuitivní (člověk musí předem vědět, co dělá, například pro vložení nového testu do učebního plánu se musí nejdřív vrátit a vytvořit test, nemůže ho nechat tvořit rovnou do daného učebního plánu a podobně).

3.3.3 Dokeos

<http://www.dokeos.com/>
(vývojová větev Clarolinu)

Klady:

- spousta drobností nad Clarolinem (především co se týče správy tříd, agendy atd.)
- výuková cesta se může skládat z objektů libovolného typu (nejen z textů a testů jako v Claroline, ale též z prezentací, diskuzí atd.)
- videokonference
- podpora SCORM
- podpora AICC
- konverze PPT prezentací do výukových online materiálů

Zápory:

- není Český překlad
- velmi špatná on-line dokumentace
- špatná práce s kódováním češtiny (předvyplňuje do INPUTů zápis entity místo samotného znaku apod.)
- bez podpory DHTML editoru prohlížečem má tvůrce kurzu hodně ztíženou práci

Celkový dojem: Pěkný a přehledný LMS s užitečnými funkcemi (konverze PowerPointové prezentace do výukového materiálu), který bohužel trpí několika podstatnými nevýhodami – špatná práce s kódováním znaků se projeví nejen na samotném kursu, ale i na tom, že výukové materiály nelze rozumně exportovat a podobně. Navíc PHP kód systému produkuje spoustu chybových hlášek typu *Warninga Notice*, což obecně svědčí o nepříliš kvalitním a bezpečném programování.

3.3.4 Ilias

<http://www.ilias.de/>

Klady:

- podporuje SCORM (pouze 1.2, což není nejnovější verze)
- podporuje AICC
- umožňuje vytvářet pro celý kurs slovník pojmů
- fóra, chat
- Český překlad

Zápory:

- problematická instalace (vyžaduje instalaci různých potřebných balíčků na serveru, které na průměrném webhostingu zdaleka nemusí být k dispozici – např. ImageMagick, libxslt...)
- mohutná instalace (pres 200MB...)
- málo obsáhlá dokumentace a nápověda

Celkový dojem: Standardní výukový systém s obvyklou sadou funkcí. Na kráse mu však ubírají přemrštěné nároky na software na serveru a i přes to mohutná instalace, u které je až s podivem, jak velký prostor zabírá v porovnání s ostatními LMS, které navíc tak náročné nároky na server nekladou.

3.3.5 Moodle

<http://moodle.org/>, <http://moodle.cz/>

Klady:

- kvalitní Český překlad
- kvalitní on-line dokumentace a podpora, bohatá nápověda
- podpora SCORM
- široká škála rozšíření a plug-inů, možnost rozšířit systém o vlastní
- početná česká komunita uživatelů
- diskuzní fóra, chat

Zápory:

- nemusí pracovat správně při zapnutém safe-módu na serveru
- neintuitivní a trochu matoucí ovládání (z pohledu tvůrce kursu)
- nepodporuje AICC
- mizí hlavní menu v administraci, administrátor se pak hůře orientuje

Celkový dojem: Jednoduchý a přitom velmi silný a snadno rozšiřitelný LMS, o který se stará početná a aktivní komunita vývojářů a uživatelů. Mezi jeho největší přednosti patří jeho rozšiřitelnost a velmi dobrá a bohatá dokumentace a výstižná nápověda.

3.3.6 Olat

<http://www.olat.org/>

Klady:

- podpora SCORM
- tvorba učebních materiálů na bázi wiki
- diskuzní fóra
- bohatá on-line dokumentace, slušná nápověda

Zápory:

- nevhodný způsob reprezentace výsledků testů (uživatel se doví, kolik otázek zodpověděl špatně, ale nedoví se které a podobně, tedy v podstatě žádný feedback)
- chaotická práce s jazykovými verzemi systému (přepnutí do jiného jazyka se někdy projeví, někdy ne...)
- celkově nepřehledné uživatelské rozhraní s nedostatečně popisnými chybovými hláškami a podobně

Celkový dojem: Systém Olat nepřináší oproti výše uvedeným žádná vylepšení. Práce s ním se mi jevila ne moc příjemná, systém se nechoval uživatelsky přívětivě. Celý systém na mě zapůsobil jako jakási betaverze, ačkoli jí zřejmě není.

3.4 Srovnání uvedených systémů

Pro přehlednost si shrňme hlavní rysy, klady a zápory jednotlivých systémů ve společné tabulce (3.1). Vraťme se nyní k nejdůležitějším požadavkům, které jsme na hledaný LMS kladli v kapitole 3.2.

- *Snadné přizpůsobení funkčnosti a vzhledu.* Z tohoto hlediska mají velkou nevýhodu systémy s nedostatečnou vývojářskou dokumentací. Pokud neexistuje použitelná dokumentace popisující strukturu a význam souborů, aplikační rozhraní (API), strukturu volitelných vzhledů, základní kostru a principy uživatelských rozšíření, je pro vývojáře velmi časově náročné (ne-li nemožné) vytvořit ve všech směrech správně fungující rozšíření systému. Z tohoto hlediska si nejhůře stojí systémy Dokeos a Ilias, jejichž vývojářská dokumentace je chudá a málo přehledná.

Systém	Použitelnost	Dokumentace	Standardy	Čeština
A-Tutor	nepřívětivé rozhraní pro učitele	ano, použitelná	-	zatím ne
Claroline	neintuitivní administrace	kvalitní, tutoriály	SCORM	ano
Dokeos	přehledné rozhraní, ale špatná práce s kódováním znaků	nepřehledná vývojářská dokumentace	SCORM, AICC	ne
Ilias	přehledné rozhraní	málo obsáhlá	(SCORM), AICC	neúplná
Moodle	místo neintuitivní rozhraní	kvalitní dokumentace, aktivní komunita	SCORM	kvalitní
Olat	nepřívětivé rozhraní	bohatá dokumentace	SCORM	ano

Tabulka 3.1: Srovnání open-source LMS

- *Ověřování znalostí pomocí testů.* Toto umožňují v různé míře všechny zkoumané systémy. Ve všech systémech je možné vytvářet balíky testových otázek různých druhů („zaškrtávací“, přiřazovací, seřazovací atd.) a sestavovat testy a ty potom předkládat k plnění studentům. Všechny tyto LMS také nabízejí možnost testy omezovat časově nebo počtem pokusů studenta, vést klasifikaci atd. Pro účely doplnění klasického studia na ČVUT se na testy dívám především jako na prostředek, jímž by si studenti měli ověřovat, oživovat a testovat své znalosti. Proto možnosti klasifikace nebo omezování počtu pokusů (či omezování časové) považuji pro naše účely za nedůležité. Mnohem důležitější je *odezva*, jíž se studentovi dostane na špatně zodpovězené otázky.

V tomto směru nejvíc zaostává systém Olat, jehož možnost feedbacku vůči studentovi při testu je minimální (viz 3.3.6).

Ostatní systémy umožňují přidat ke každé otázce vysvětlení správné odpovědi, toto vysvětlení student uvidí (při patřičném nastavení testu), pokud zodpoví na otázku špatně.

Systémy Claroline, Dokeos a Moodle navíc umožňují také přidávat vysvětlující komentář ke každé z možných odpovědí, student se tedy při zaškrtnutí nesprávné odpovědi doví, proč je ta konkrétní odpověď nesprávná.

- *Možnost vytvořit učební osnovu.* Tuto funkci nabízejí všechny jmenované systémy, patří to k jejich základním funkcím. LMS umožňují vytvářet buď *časovou* osnovu, odpovídající jednotlivým časovým úsekům (například týdnům) kurzu, nebo osnovu *tematickou*, kde nehraje roli čas, ale studentův vlastní pokrok ve studiu.

Do studijní osnovy lze přidávat materiály různého druhu - od přednáškových textů a odborných článků (ne tolik vhodných pro e-learning - viz 2.3) přes interaktivní výukové materiály (animace, applety, zvukové nahrávky, simulace) až po již zmiňované testy. V tomto jsou si všechny zmiňované systémy v podstatě rovny, liší se jen například škálou toho, jak bohatě a komfortně lze editovat text, jaké druhy animací lze vkládat (Java, Flash, gif...) a podobně.

Na základě tohoto shrnutí vyberu v další kapitole nejvhodnějšího kandidáta na LMS k nasazení na Katedře počítačů, nainstaluji jej na školním serveru a přizpůsobím specifickým potřebám.

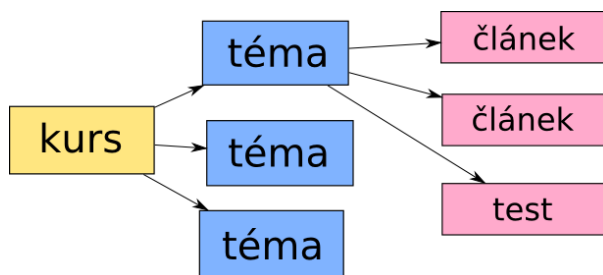
4 Výběr systému a jeho analýza

4.1 Volba systému

Při shrnutí poznatků z 3.4 vychází pouze několik málo možných kandidátů na LMS. Dokeos a Ilias mají příliš chudou vývojářskou dokumentaci, Dokeosu navíc chybí Český překlad. Olat má jen velmi minimální možnost feedbacku pro studenta u testu a spolu s A-Tutorem trpí neintuitivním uživatelským rozhraním. Zbývá Claroline a Moodle. Vzhledem k tomu, že v ČR je Moodle rozšířený a často používaný a pohybuje se kolem něj široká (nejen Česká) komunita vývojářů a uživatelů a i jeho dokumentace je o něco bohatší než u Claroline, zvolil jsem jako vítězného kandidáta právě Moodle.

4.2 Práce s učebními texty

Jedním z požadavků na LMS byla možnost členit hierarchicky učební texty a materiály. Toto je v Moodle řešeno tak, jako ve většině jiných LMS - totiž pomocí *kurzů*, *témat* jednotlivých *materiálů*.



Obrázek 4.1: Hierarchická struktura kurzu v Moodle

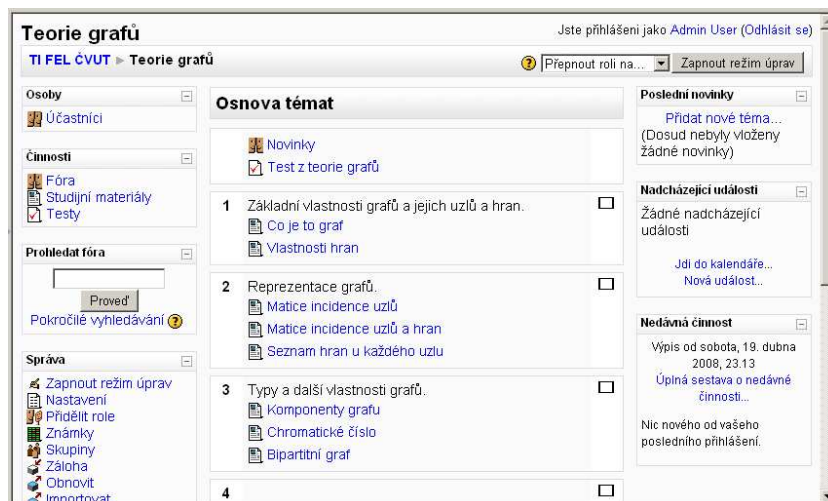
Na vrcholku hierarchie stojí kategorie kurzů. Každá kategorie obsahuje výukové kurzy. Ty svým záběrem odpovídají jednomu školnímu předmětu. Každý kurs se uvnitř rozděluje do témat (viz obr. 4.1). Ta mohou být členěna buď časově, kdy každé téma odpovídá například jednomu týdnu nebo čistě tematicky, nezávisle na čase. V principu se jedná o stejný způsob dělení, akorát v případě časového dělení je možné učební materiály zpřístupňovat až od určitého data.

A konečně, do každého tématu je možné umisťovat libovolné množství učebních materiálů, ať už se jedná o přednášky, články, soubory jakéhokoli druhu, testy, Wiki stránky atd. Jak taková hierarchie vypadá v administraci Moodle lze vidět na obr. 4.2. Touto třívrstvou hierarchií je tedy realizováno hierarchické členění textů a výukových materiálů v Moodle.

4.3 Slovník pojmů

Dalším požadavkem byla přítomnost přehledného slovníku pojmů. Má existovat možnost odkazovat se na definované pojmy přímo z učebních textů. Moodle disponuje modulem *glossary* (česky *Heslo ze slovníku*), který takový slovník realizuje. Slovník lze vytvořit na více úrovních hierarchie - lze ho vytvořit pouze pro dané téma (týden) nebo pro celý kurs, případně slovník použít jako globální pro celý web. Na vytváření slovníku se navíc mohou spolupodílet sami studenti.

V učebních textech lze potom nastavit, aby se pojmy v učebním textu automaticky odkazovaly rovnou do slovníku.



Obrázek 4.2: Kurs, témata a výukové materiály v administraci Moodle

4.4 Zápisy matematických výrazů

4.5 Testy a jejich feedback

Vzhledem k tomu, že testy znalostí chápou v našem řešení především jako prostředek, kterým si student ověřuje své znalosti, kladu velký důraz na to, aby nesprávné odpovědi v testu poskytly studentovi co nejkvalitnější zpětnou vazbu.

V systému Moodle k tomu slouží několik mechanismů:

- U každého testu lze definovat bodové ohodnocení jednotlivých otázek, resp. odpovědí. Celý test pak lze slovně ohodnotit podle počtu dosažených bodů. Vzhledem k tomu, že body může student ztratit na kterýchkoli otázkách, je jedinou zpětnou vazbou tohoto mechanismu informace o tom, jak dalece student dané téma ovládá, což pro něj jistě není dostačující informace. Mnohem užitečnější pro studenta je, když se doví, které pojmy nebo dokonce která celá témata by si měl zopakovat a podobně.
- U každé otázky lze definovat *celkovou reakci* (*general feedback*), která studentovi může celou otázku ozřejmit v případě nesprávné odpovědi. To je jistě užitečná vlastnost.
- Předchozí možnost dává studentovi dobrou zpětnou vazbu při odpovědích na konkrétní jednotlivé otázky. Co když chce ale student (například před závěrečným testem psaným na cvičení) otestovat své celkové znalosti a zjistit, ve kterých tématech má například celkové znalostní mezery? K tomu již nestačí zpětná vazba na jednu nebo dvě otázky z, řekněme, deseti. Moodle umí připravit test náhodným výběrem stanoveného počtu z celé banky otázek. Dejme tomu, že student odpoví nesprávně na dvě otázky z deseti a z *celkové reakce* se poučí, jaké jsou správné odpovědi. Co když ale tyto dvě otázky blízce souvisely a nesprávné odpovědi by mohly naznačovat, že student nerozumí celému jednomu tématu? Touto otázkou se chcí zabývat a jako její řešení implementovat rozšíření, které by mělo na základě studentových nesprávných odpovědí určit, která témata by neměl student podcenit a znovu si je projít.

4.6 Podpora grafových algoritmů

Implementace frameworku pro demonstraci a simulaci grafových algoritmů je závěrečnou prací jiného řešitele. Výsledkem jeho práce bude Java applet, který studentovi zprostředkuje a názorně předvede principy a průběh jednotlivých algoritmů. Je tedy třeba, aby systém Moodle dokázal zobrazovat Java applety. To je ovšem jeho standardní vlastnost, v rámci výukového kursu si jeho správce může vytvořit celou adresářovou strukturu a do ní nahrávat libovolné soubory. Java applety lze potom vkládat přímo do výukových materiálů (do HTML stránky) použitím správného HTML kódu.

5 Realizace

5.1 Instalace a nastavení Moodlu

Pro instalaci a přizpůsobení systému Moodle jsem dostal k dispozici účet na webovém serveru Katedry počítačů FEL ČVUT - <http://webdev.felk.cvut.cz/~hocker1>. Základní parametry tohoto webservru jsou následující (viz <http://webdev.felk.cvut.cz/~hocker1/phpinfo.php>):

- http server Apache 2.2.4
- skriptovací jazyk PHP 5.2.4
- databázový server MySQL 5.0.45
- vypnutý safe-mode

Z download sekce domovského webu systému Moodle (<http://www.moodle.org/>) jsem stáhl jeho nejnovější verzi 1.9. Archiv s celým systémem jsem dekomprimoval do kořenové složky svého účtu na webservru. Poté jsem v administračním rozhraní serveru katedry (<https://webdev.felk.cvut.cz/db/>) vytvořil prázdnou databázi s kódováním znaků v utf-8. Pak už stačilo pouze spustit (přesně podle pokynů na webu Moodle) automatický instalátor zadáním adresy <http://webdev.felk.cvut.cz/~hocker1> do webového prohlížeče.



Obrázek 5.1: Moodle při instalaci zkontroluje nastavení PHP

Během instalace Moodle spolupracuje s uživatelem. Zjistí od něj, v jakém jazyce se má nainstalovat, jaká cesta vede k datovému adresáři (který může být pro větší bezpečnost naprosto oddělen od samotné instalace Moodle na webservru), zkontroluje nastavení PHP (viz obr. 5.1) a zjistí od uživatele parametry použité databáze. Poté vytvoří na disku a v databázi všechny potřebné struktury a nakonec nechá uživatele vytvořit administrátorský účet. Poté je připraven k použití.

5.2 Oprava některých chyb

Brzy po nainstalování systému na webserver Katedry počítačů jsem zjistil, že Moodle při některých akcích vypisuje chybovou hlášku typu *Strict Standards*, obvykle s dodatkem, že se

Moodle pokouší vracet hodnotu z funkce odkazem nebo že se pokouší předefinovat již existující konstruktor nějaké třídy. Tyto chybové hlášky jsou vesměs upozorněním, že takto používané techniky jsou *zastaralé* a že by se neměly používat. Systém Moodle je totiž psaný pro PHP verze 4, zatímco na webserveru je nainstalováno PHP 5. Na samotnou funkčnost systému Moodle však nemají vliv.

5.3 Systém pro feedback testů

5.4 Podpora grafových algoritmů

6 Testování

- Způsob, průběh a výsledky testování.
- Srovnání s existujícími řešeními, pokud jsou známy.

7 Závěr

- Zhodnocení splnění cílů DP a vlastního přínosu práce (při formulaci je třeba vzít v potaz zadání práce).
- Diskuse dalšího možného pokračování práce.

8 Seznam literatury

- [1] D. I. Čeněk Celer; CSc. Může nahradit e-learning klasickou výuku?
- [2] J. Vejvodová. Tvorba a tutorování on-line kurzu.
- [3] P. Zídek. Mixování tradičního přístupu s novými technikami pro zvýšení efektivity e-learningu.