VÝUKOVÝ SYSTÉM PRO APLIKOVANOU STATISTIKU

J. Homolová, I. Nagy

ÚTIA AV ČR, oddělení AS, Praha
FD ČVUT, Katedra aplikované matematiky, Praha

Klíčová slova: Matematická statistika, výukový systém, hyperref, volně přístupný software

1. Úvod

Výukové systémy, které jsou vhodné jako podklad pro samostudium, případně jako doplňkový učební materiál, a které jsou navíc snadno dostupné, jsou v současnosti velice populární. Takový systém ocení především ti studenti, kteří se buď přednášek nemohou či nechtějí účastnit nebo kteří nestačí tempu zvolenému na přednáškách a cvičeních. Mohou jej však ocenit i jiní, například pracovníci z praxe, a to především při osvěžování či prohlubování svých znalostí v daném oboru.

Takový systém však může prospět i vlastním pedagogům, neboť v něm mohou zohlednit tématickou návaznost, vytvořit optimální podmínky pro procvičení jak teoretických, tak praktických pojmů a příkladů daného předmětu. Při vlastní výuce pak například nemusí vysvětlovat základní pojmy, provádět modifikace základních příkladů, apod.

V současnosti již samozřejmě existují určité webové aplikace, které mohou sloužit jako podklad ke studiu. Zpravidla se však jedná pouze o méně či více kvalitní texty popisující odpovídající teorii, doplněné o případné testy znalostí. Pokud je však předmětem studia obor matematické povahy, je situace mnohem složitější. Nejen, že je nutné klást důraz na grafickou podporu matematického textu, ale studenti by měli mít možnost více proniknout do vlastní podstaty matematické teorie a realizovat řešení příkladů, příp. jejich výsledků pomocí počítače. Jinak pro ně mnohé rovnice budou nadále jen jakousi změtí písmenek a číslic, pod kterou si nedokáží nic konkrétního představit.

2. Formulace problému

Naším cílem v tomto příspěvku je proto popsat odpovídající výukový systém, a to konkrétně zaměřený na výuku aplikované matematické statistiky pro studenty doktorského studia na technicky zaměřené vysoké škole. Tato cílová skupina byla vybrána záměrně: rozsah výuky v doktorském programu je zpravidla mnohem menší než v magisterských kurzech a nemalá část studentů se nemůže výuky účastnit. Navíc tito studenti zpravidla mají velký zájem nejen absolvovat předmět, ale také mu dostatečně porozumět, aby jej případně mohli využít při své vlastní práci. Konkrétně se jedná o lekce základů bayesovské statistiky, která je po teoretické stránce značně rozsáhlá a náročná, ale která velmi často nachází své uplatnění právě při řešení praktických úloh.

Další podmínkou je možnost využití výpočetní techniky, bez které praktické řešení některých úloh již v současné době nelze vůbec provést. Studenti by proto už při počátečním vzdělávání měli mít možnost provádět různé simulace, programovat vlastní řešení problémů, porovnávat grafická řešení úloh, apod. Tak mohou nejen dobře poznat zákonitosti daných procesů, ale budou i alespoň v minimální možné míře připraveni na řešení reálných úloh.

Z výše uvedeného plyne hned několik problémů k řešení: i) jak co nejlépe připravit podklady pro samostudium náročné matematické teorie z hlediska jejich webové prezentace?, ii) jak vytvořit dostatečný návod pro algoritmickou interpretaci matematických vzorců?, iii) jak umožnit spouštění výpočetního programu v průběhu práce s textovými podklady pro ověřování

předkládané teorie?, iv) jak dostatečně objasnit kroky zvoleného algoritmu a interpretovat v něm odpovídající teorii? a nakonec v) jak umožnit studujícím vlastní aktivní práci s výpočetním programem?

3. Výukový systém

Systém pro výuku vyšší statistiky musí být schopný předkládat matematické texty ve vysoké kvalitě, dále musí být volně dosažitelný téměř odkudkoliv a použitý software musí být volně dostupný, tj. zdarma, otevřený ve smyslu možnosti jeho rozšiřování, a to i vlastními uživateli. V neposlední řadě pak celé výukové prostředí musí být přehledné, co nejjednodušší, velmi dobře popsané, s návody pro jeho obsluhu.

3.1. Hypertexty

Pro snadné pochopení náročného matematického textu, kterým bayesovské statistika bezesporu je, je nutné vytvořit efektivní, snadno ovladatelný a velmi dobře strukturovaný text. Z tohoto důvodu nutné, aby text obsahoval automatické odkazy, umožňující rychlý přechod k předchozímu textu, k základním rovnicím či stručnému výkladu potřebných matematických pojmů pro jejich připomenutí. Stejně tak musí být zajištěn rychlý návrat do studovaného textu, aby se minimalizovala možnost ztráty koncentrace studenta. Kromě toho je nutné umožnit uživateli nejen přejít k programovým ukázkám úloh, ale zajistit opět návrat k textu. Dále, jak už bylo řečeno, je potřeba zajistit možnost modifikovat stávající řešení a návrat k němu.

Navrhovaný systém proto obsahuje několik různých typů databází. První z nich je *Databáze pojmů*. Tato databáze obsahuje stručný, ale přesný výklad základních pojmů, včetně použitého matematického značení. Jejich znalost je nezbytným předpokladem k pochopení teorie a při větším množství nových či nezvyklých definic je zpravidla pro studenta velmi obtížné tak rychle si jejich význam zapamatovat. Do této databáze se můžeme dostat „prokliknutím“ zvýrazněného pojmu v textu teoretického výkladu či v zadání úloh nebo přímo skokem z jednoho pojmu databáze na jiný. Kromě toho tato databáze může samostatně sloužit jako zjednodušený učební text bez doprovodného popisu, tedy jako jakýsi výkladový slovník.

Další databází je *Databáze podprogramů*. Tyto podprogramy mohou být například algoritmy různých funkcí, procedur, apod., které se používají při řešení statistických úloh. Je zřejmé, že se mohou výrazně lišit svou složitostí i způsobem použití. Jelikož vnitřní komentáře algoritmů jsou nedostatečné a nepřehledné, bylo nutné vytvořit databázi matematických popisů těchto podprogramů. Z každého podprogramu se může méně zkušený uživatel a programátor dostat k podrobnějšímu popisu pomocí odkazu, které jsou navrženy opět „napříč“ celou databází, takže se lze učit i pouhým postupným proklikáváním mezi podprogramy. Stejně tak existuje také propojení na databázi pojmů.

Poslední databází je *Databáze úloh*, zahrnující popis a řešení úloh plynoucích z předložené teorie. Jednotlivé úlohy jsou vlastně specifickou kombinací určitých podprogramů, které vedou k řešení úlohy z popsaného zadání. V každém popisu je nejen zadání a algoritmické řešení, ale jsou zde popsány i očekávané výsledky, zdůrazněné případné zajímavosti či anomálie a návrh případných modifikací základního řešení (např. který parametr a v jakém rozsahu lze měnit a jaký vliv to bude mít na výsledek). Důraz je kladen také na význam konkrétní úlohy s odkazem na další podobné či rozšiřující.

3.2. Software

Pro daný systém potřebujeme software pro tvorbu matematického textu vysoké kvality, ve formátu vhodném pro publikování na internetu. Tyto podmínky ideálně splňuje matematický

editor Latex ve své pdf variantě. Umožňuje automatickou tvorbu odkazů na rovnice a kapitoly, ale dokáže také automaticky propojovat více pdf souborů vzájemně mezi sebou.

Dále potřebujeme výpočetní program, který dovoluje provádět a programovat statistické a další matematické výpočty. Tento software musí být jednak zdarma, jednak dostatečně kvalitní a z hlediska programovacího jazyka jednoduchý - cílem studentů je pochopit teorii a umět vypočítat příklad, ne se učit (lépe) programovat či ovládat nějaký speciální nástroj. Naším záměrem je, aby uživatel nebyl vázán na licenci, a tím pádem na učebnu, ale aby mohl výpočty provádět kdekoliv a kdykoliv, třeba i v době, kdy už nebude studentem dané fakulty. Pro tyto účely je ideální interaktivní programovací jazyk GNU Octave, který je poměrně jednoduchý, přesto však dostatečně výkonný.

3.3. Propojení teorie a softwaru

Jakmile student může provádět vlastní pokusy a v reálném čase a sledovat jejich výsledky, je pro něho výuka vždy mnohem příjemnější a snazší. Zvlášť k matematice mají lidé obvykle větší odstup než k jiným disciplínám právě pro její velkou abstraktnost. Výše navrženým způsobem si studenti mohou snáze osvojit předloženou teoretickou látku, ale stejně tak při vazbě na text lépe interpretovat dosažené výsledky.

Při výkladu daného teoretického problému lze tedy snadno přecházet mezi jednotlivými texty, ale také spouštět výpočet konkrétní úlohy s předem specifikovanými parametry v zadání. Po provedení výpočtu je nabídnuta volba pro opakovaný výpočet s případnou změnou parametrů nebo je možné se vrátit k textu úlohy. Pokud uživatel nemá zájem o provedení výpočtu, ale zajímá se především o algoritmické řešení, může si vyvolat pouze zdrojový kód programu, popřípadě si spustit pouze GNU Octane a zkoušet si navrhnout vlastní výpočet.

4. Závěr

V daném příspěvku byla předložena koncepce výukového systému matematické statistiky, konkrétně zaměřená na základy bayesovské statistiky pro studenty doktorského programu technické univerzity. Daný systém využívá pouze volně šiřitelný software, tudíž je snadno dostupný nejen studentům, ale i ostatním zájemcům. Systém předkládá teorii ve formě pdf textů s odkazy, které napomáhají snazší orientaci a efektivnější výuce ve vlastním tempu. Teoretické znalosti jsou ilustrovány řadou úloh, jejichž programové řešení si lze v průběhu práce s textem snadno spouštět i modifikovat.

5. Literatura

[1] *Edukalibre: Libre Software Methods for E-Education,* SOCRATES Programme, Minerva – Promotion of Open and Distance Learning – Information and Communications Technologies in the Field of Education, 110330-CP-1-2003-1-ES-MINERVA-M.

[2] E.Suzdaleva, I. Nagy, L. Pavelková and J. Homolová, *„Edukalibre Guide“,* Tech. Rep. 2145, ÚTIA AV ČR, Praha, 2005.

[3] E. Suzdaleva and I. Nagy, *„Bayesian decision making and e-learning: Interactive examples“*, Tech. Rep. 2133, ÚTIA AV ČR, Praha, 2005.

[4] M. Kárný, J. Bohm, T. V. Guy, L. Jirsa, I. Nagy, P. Nedoma and L. Tesař, *„Optimized Bayesian DynamicAdvising: Theory and Algorithms“*, Springer, London, 2005.

[5] V. Peterka, *„Bayesian approach to systém identification“*, in *Trends and Progress in Systém Identification*, P. Eykhoff, Ed., pp. 239 – 304, Pergamon Press, Oxford, 1981.