

Mária Bieliková,
Pavol Návrat
a kol.

Štúdie vybraných tém softvérového inžinierstva **3**

Pokročilé metódy navrhovania
programových systémov
Pokročilé metódy získavania, vyhľadávania,
reprezentácie a prezentácie informácie

Edícia výskumných textov informatiky a informačných technológií

Štúdie vybraných tém softvérového inžinierstva (3)

Pokročilé metódy navrhovania programových systémov
Pokročilé metódy získavania, vyhľadávania, reprezentácie
a prezentácie informácie

Autorský kolektív:

Mária Bieliková
Pavol Návrat
Michal Barla
Peter Bartalos
Marek Ciglan
Jozef Hamar
Martin Kiselkov
Michal Laclavík
Jakub Mažgut
Ján Máté
Ján Suchal
Martin Šeleng
Michal Tvarožek
Peter Vojtek

Fakulta informatiky a informačných technológií
Slovenská technická univerzita v Bratislave
Ilkovičova 3
842 16 Bratislava

© Mária Bieliková, Pavol Návrat a kol., 2007

Text Design & Composition: Mária Bieliková
Copy Editor: Anton Andrejko
Cover Designer: Peter Kaminský

Vydala Slovenská technická univerzita v Bratislave
vo Vydavateľstve STU, Bratislava, Vazovova 5.

ISBN 978-80-227-2701-3

PREDHOVOR

Publikácia, ktorú dostávate do rúk, je v relatívne krátkom čase už treťou v poradí v *Edícii výskumných textov informatiky a informačných technológií* na témy z oblasti programových a informačných systémov. Všetky doterajšie *Štúdie vybraných tém softvérového inžinierstva* sa venujú dvom ťažiskovým okruhom. Prvým okruhom sú pokročilé metódy navrhovania programových systémov. Druhým okruhom sú pokročilé metódy získavania, vyhľadávania, reprezentácie a prezentácie informácií. Voľba oboch okruhov tém nebola náhodná. Všetky témy sú aktuálnymi témami súčasného výskumu v oblasti programových a informačných systémov. Ako také sú predmetom záujmu a štúdia výskumných študentov, t.j. najmä študentov doktorandského štúdia. Oni sú nielen prvými čitateľmi *Štúdií*, vybraní doktorandi sú aj autormi jednotlivých častí v každej z publikácií.

Prvé *Štúdie vybraných tém softvérového inžinierstva* sa zaoberali dvomi ťažiskovými témami. Prvou témou bola analýza návrhových vzorov, ktoré predstavujú jednu z kľúčových oblastí vyvíjajúcej sa disciplíny softvérového inžinierstva. Druhá časť obsahovala päť štúdií z vybraných tém programových a informačných systémov, ktoré diskutujú a analyzujú otvorené vedecké problémy v predmetnej oblasti aj v spojitosti so spracovaním informácií na internete.

Druhé *Štúdie vybraných tém softvérového inžinierstva* sa sústredili vo svojej prvej časti na analýzu rôznych aspektov toho, čo sa začalo nazývať webová inteligencia. V rámci druhej časti sme uviedli štyri štúdie, ktoré diskutujú a analyzujú vybrané otvorené vedecké problémy podobne ako v prvom zväzku.

Obdobný postup ako pri doterajších *Štúdiách* sme zvolili aj pri tomto zväzku. Vznikol na základe seminárov študentov doktorandského štúdia študijného programu programové systémy v odbore softvérové inžinierstvo na Fakulte informatiky a informačných technológií Slovenskej technickej univerzity v Bratislave. Semináre podporil projekt Európskych štrukturálnych fondov, ktorého hlavným cieľom je podpora vzdelávania prostredníctvom motivačných nástrojov pre doktorandov a zvyšovaním kvality vzdelávania v treťom stupni vysokoškolského štúdia v oblasti informatiky a informačných technológií.

Informatika a informačné technológie sú kľúčovým prvkom budovania modernej spoločnosti „založenej na vedomostiach“, ako je dnes módne vraviť. Mladí talentovaní absolventi druhého stupňa vysokoškolského štúdia v oblasti informatiky alebo príbuzných oblastiach majú v súčasnosti veľké možnosti uplatnenia sa v praxi. Súčasná spoločnosť však potrebuje aj špecializovaných odborníkov a vedeckých pracovníkov s ukončeným tretím stupňom vysokoškolského štúdia v študijných odboroch skupiny informatických vied, informačných a komunikačných technológií tak, aby bolo možné budovať ekonomiku založenú na najnovších vedeckých poznatkoch. V širšom kontexte ide o rozvoj spoločnosti (ak chcete, založenej na vedomostiach), nielen ekonomiky, schopnej vyrovnávať sa so zložitými výzvami, ktoré pred ňou stoja. S tým súvisí

potreba profesionálov v oblasti uchovávanía, spracúvanía a prezentácie informácií v bohatej palete reprezentácií ako základného prvku informačnej spoločnosti.

S rozvojom informatiky a informačných technológií sa posilňuje potreba odborníkov v špecializovaných oblastiach, schopných samostatne riešiť otvorené problémy, ktoré nemajú doteraz známe riešenia. Práve doktorandi sa na takúto úlohu pripravujú svojim doktorandským štúdiom. Z iného pohľadu ide totiž o výskum, ktorý je podstatnou náplňou ich štúdiá. Jedným z prejavov fungujúcej výskumnej činnosti na pracovisku je seminár. Seminára, ktoré sa uskutočňujú na Fakulte informatiky a informačných technológií Slovenskej technickej univerzity v Bratislave v rámci doktorandského štúdiá sa zameriavajú na rôzne oblasti programových a informačných systémov. Zatiaľ čo v prvom zväzku *Štúdií* sme podchytili seminár venovaný návrhovým vzorom a v druhom seminár venovaný webovej inteligencii, v tomto zväzku sme spracovali témy seminára, venovaného podstate softvérovej architektúry. Je to nová oblasť, ktorá sa začala veľmi rozvíjať v deväťdesiatych rokoch minulého storočia. Dnes prichádza čas zosumarizovať, preformulovať a nanovo premyslieť výsledky, ktoré sa medzitým v tejto oblasti podarilo dosiahnuť.

Našou ambíciou bolo sprístupniť záujemcom o softvérové inžinierstvo vybrané témy a tým zdieľať výsledky seminárov a tvorivého prístupu študentov k jednotlivým témam v rámci diskusií. Výskumné texty v tejto publikácii sú vhodné aj pre študentov ďalších študijných programov v odboroch ako napr. informatika, aplikovaná informatika, informačné systémy, či umelá inteligencia a to v študijných programoch uskutočňovaných na Slovenskej technickej univerzite v Bratislave a aj na iných univerzitách.

Publikácia pozostáva z dvoch dielov. V prvom (Diel 1: Podstata architektúry softvéru) sa sústreďujeme na opis a analýzu rôznych prístupov k navrhovaniu a tvorbe architektúry softvéru. Druhý (Diel 2: Vybrané témy programových a informačných systémov) obsahuje štyri štúdie, ktoré diskutujú a analyzujú vybrané otvorené vedecké problémy z dynamicky sa rozvíjajúcej oblasti programových systémov so špeciálnym dôrazom na programové informačné systémy aj v spojitosti s Internetom.

Diel 1: Podstata architektúry softvéru

Čo je to podstata architektúry softvéru? Je to dosť ambiciózná otázka, avšak nanajvýš primeraná. Ísť až na podstatu toho, čo je predmetom skúmania, je predsa základom vedeckého bádania. Preto ak sa doktorandi v odbore softvérové inžinierstvo, prípadne v príbuznom odbore, zaoberajú podstatou architektúry softvéru, je takýto seminár na mieste. Pre tento výber témy seminára nám veľmi pomohla vhodná monografia – podobne, ako v predchádzajúcich ročníkoch seminárov. Ian Gorton sa podujal napísať len „ešte jednu ďalšiu knižku“ o softvérovej architektúre, ale posunúť poznanie o kúsok dopredu. Jeho monografia *Essential Software Architecture* z roku 2006 (vydavateľstvo Springer) je cenným príspevkom k syntetizujúcemu pohľadu na architektúru softvéru so všetkými výdobytkami, ktoré priniesol výskum, vývoj a prax v období posledných zhruba desiatich rokov. Knižka sa snaží poskytnúť podrobný úvod a systematický prehľad rôznych prístupov k navrhovaniu a k tvorbe architektúry softvéru. Ponúka štúdie súčasného stavu výskumu jednotlivých problémov. Zaoberá sa tiež niektorými aplikačnými aspektami.

Práve toto boli hlavné dôvody, pre ktoré sme sa rozhodli zamerať doktorandský seminár na jar 2007 na architektúru softvéru v takom chápaní, v akom ho prezentuje uvedená knižka. Vybrané kapitoly sa stali základom pre referáty, ktoré boli úvodmi pre

seminárne diskusie. Seminár v rámci doktorandského štúdia viedol Pavol Návrat. Doktorandi, ktorí referáty predniesli, dopracovali ich textovú podobu potom do výsledného tvaru, ktorý máme možnosť čítať v tomto zväzku.

Každá kapitola je tak výsledkom tvorivej činnosti, ku ktorej prispeli viacerí. Samotný text každej z nich písal ten-ktorý doktorand a jeho autorský prínos treba čo najvýraznejšie zdôrazniť a oceniť. Na seminároch prebiehala diskusia, na ktorej sa zúčastňovala celá skupina doktorandov a ktorá v tom-ktorom prípade ovplyvnila definitívne znenie opisu. Napriek tomu považujeme za korektné, aby sme označili ako jediných autorov jednotlivých opisov doktorandov, ktorí im dali písomnú podobu.

Náš výber tém z architektúry softvéru, ktorý sme zaradili do seminára (a teda aj do tejto knihy), možno rozčleniť do troch okruhov (kapitol tejto publikácie): úvod do architektúry softvéru (2 témy), princípy a postupy návrhu architektúry softvéru (4 témy) a prístupy k tvorbe architektúry softvéru (4 témy).

Autori sa podieľali na jednotlivých kapitolách takto:

- *Úvod do architektúry softvéru:*
 - Pochopenie architektúry softvéru: Michal Barla
 - Predstavenie prípadovej štúdie: Jozef Hamar
- *Princípy a postupy návrhu architektúry softvéru:*
 - Atribúty kvality softvéru: Michal Tvarožek
 - Architektúry a technológie pre spojovací softvér: Ján Suchal
 - Proces tvorby architektúry softvéru: Peter Bartalos
 - Dokumentovanie architektúry softvéru: Peter Bartalos
 - Návrh prípadovej štúdie: Michal Tvarožek
- *Prístupy k tvorbe architektúry softvéru:*
 - Pohľad do budúcnosti: Jakub Mažgut
 - Rady softvérových produktov: Jakub Mažgut
 - Aspektovo-orientovaný vývoj softvéru: Peter Vojtek
 - Modelom riadená architektúra: Ján Suchal
 - Architektúry a technológie orientované na služby: Jozef Hamar
 - Web so sémantikou: Michal Barla
 - Softvérové agenty: Peter Vojtek

Naše *Štúdie* sú dielom, ktoré sa líši od Gortonovej monografie. Taký bol náš úmysel, Gortonova monografia bola cennou inšpiráciou a východiskovým zdrojom vedomostí. Sú to dve rozdielne diela. Naše *Štúdie* nemôžu Gortonovu monografiu nahradiť. Práve naopak, všetkým záujemcom ju vrelo odporúčame.

Diel 2: Vybrané témy programových a informačných systémov

Do druhej časti zaraďujeme štyri štúdie, ktoré sa venujú vybraným otvoreným vedeckým problémom, týkajúcim sa programových a informačných systémov. Ide o oblasti, v ktorých prebieha veľmi intenzívny vývoj. Programové systémy sa stávajú systémami, pôsobiacimi v čoraz rôznorodejšom prostredí, vrátane internetu. Stávajú sa súčasťou čoraz komplexnejších systémov – na jednej strane rozsiahlych informačných systémov, na druhej strane systémov, spolu určených technickou platformou, ktorou už dávno nie

je len počítač v klasickom slova zmysle, ale aj najrôznejšie vnorené systémy, (tele)komunikačné systémy a pod.

Informačné systémy sa stávajú univerzálnym modelom spôsobov vyhľadávania, získavania, sprístupňovania, uchovávaní, odovzdávania, spoločného používania, prezentovania informácií. I keď sa v zásade dá na ne nazerať odhliadnuc od toho, či sú operácie a procesy podporené počítačom alebo nie, čoraz viac sa zväčšuje praktický význam informačných systémov, ktoré sú realizované pomocou programových systémov (a tie samozrejme pomocou počítačových systémov alebo iných technických systémov, zahŕňajúcich počítače). Je to najmä preto, že softvérovo podporené informačné systémy majú vďaka možnostiam, ktoré poskytuje naprogramovaný počítač, výhody, ktoré sa ručným spracovaním nedajú dosiahnuť. Toto je súčasne aj argumentom pre úzke prepojenie výskumu v oboch oblastiach – ako softvérového inžinierstva, tak aj informačných systémov.

Štúdie sú výsledkom práce doktorandov v rámci ich doktorandského štúdia. Možno nezaškodí pripomenúť, že doktorandské štúdium sa koná pod vedením školiteľa. Na každej štúdií má preto podiel aj príslušný školiteľ. Napriek tomu však považujeme za korektné, aby sme označili ako jediných autorov jednotlivých štúdií doktorandov. Oni im dali písomnú podobu a prípadne aj predložili a úspešne obhájili ako písomnú časť svojej dizertačnej skúšky (J. Máté a M. Kiselkov) alebo ako časť svojej dizertácie (M. Láclavík).

Autori sa podieľali na jednotlivých kapitolách takto:

- Výskum vlastností súborových systémov: Ján Máté (školiteľ prof. Jiří Šafařík)
- Využitie znalostí z wikipédie pri hľadaní: Martin Kiselkov (školiteľ: prof. Pavol Návrat)
- Vyhľadávanie informácií: Michal Laclavík, Martin Šeleng, Marek Ciglan (školiteľ Dr. Ladislav Hluchý)
- FIPA compliant multi-agent systems: Michal Laclavík (školiteľ Dr. Ladislav Hluchý)

Poznamenajme, že v tomto zväzku *Štúdií* sa vyskytujú medzi autormi po prvýkrát aj výskumníci z Ústavu informatiky SAV v Bratislave. Je to nielen formálne a vecne odôvodnené (doktorandské štúdium sa tam uskutočňuje v spolupráci s FIIT STU a témy ich štúdií perfektne zapadajú do problematiky odboru), ale aj prirodzené, nakoľko s ústavom máme dlhoročnú intenzívnu spoluprácu.

Dúfame, že táto knižka poslúži záujemcom o poznanie programových a informačných systémov. Umožňuje spoločne využiť výsledky štúdia v tejto oblasti. Tešíme sa na prípadné odozvy alebo pripomienky.

Máj 2007,
Bratislava

Mária Bieliková a Pavol Návrat

OBSAH

DIEL I: PODSTATA ARCHITEKTÚRY SOFTVÉRU

1	ÚVOD DO ARCHITEKTÚRY SOFTVÉRU	3
1.1	Pochopenie architektúry softvéru.....	3
1.2	Predstavenie prípadovej štúdie.....	8
2	PRINCÍPY A POSTUPY NÁVRHU ARCHITEKTÚRY SOFTVÉRU	13
2.1	Atribúty kvality softvéru	14
2.2	Architektúry a technológie pre spojovací softvér.....	24
2.3	Proces tvorby architektúry softvéru	35
2.4	Dokumentovanie architektúry softvéru	50
2.5	Návrh prípadovej štúdie	58
3	PRÍSTUPY K TVORBE ARCHITEKTÚRY SOFTVÉRU	71
3.1	Pohľad do budúcnosti.....	71
3.2	Rady softvérových produktov	74
3.3	Aspektovo-orientovaný vývoj softvéru	81
3.4	Modelom riadená architektúra	88
3.5	Architektúry a technológie orientované na služby	93
3.6	Web so sémantikou	100
3.7	Softvérové agenty	107

DIEL II: VYBRANÉ TÉMY PROGRAMOVÝCH A INFORMAČNÝCH SYSTÉMOV

4	VÝSKUM VLASTNOSTÍ SÚBOROVÝCH SYSTÉMOV	117
4.1	Súborový systém	118
4.2	Plne aktívny súborový systém.....	144
4.3	Zhrnutie.....	147
	Použitá literatúra.....	147
5	VYUŽITIE ZNALOSTÍ Z WIKIPÉDIE PRI HĽADANÍ	151
5.1	Problémové prostredie	151
5.2	Pojmy – modely – metódy	160

5.3	Wikipédia a znalosti.....	170
5.4	Zhrnutie.....	173
	Použitá literatúra.....	174
6	VYHĽADÁVANIE INFORMÁCIÍ.....	179
6.1	Základné pojmy a architektúra vyhľadávacieho systému	179
6.2	Modely a indexovanie.....	181
6.3	Vyhľadávanie a prehliadanie	183
6.4	Usporiadanie	184
6.5	Textové operácie.....	191
6.6	Hodnotenie úspešnosti	195
6.7	Softvérové knižnice a systémy na podporu vyhľadávania.....	199
6.8	Zhrnutie.....	200
	Použitá literatúra.....	200
7	FIPA COMPLIANT MULTI-AGENT SYSTEMS	203
7.1	Agent Architectures and Models	204
7.2	Multi Agent Platforms	207
7.3	Communication and Ontology.....	208
7.4	Standardization in MAS.....	211
7.5	Agent Modeling	212
7.6	Summary and Conclusion.....	213
	References	215

**DIEL I:
PODSTATA
ARCHITEKTÚRY
SOFTVÉRU**

Edícia výskumných textov
informatiky a informačných technológií

Štúdie vybraných tém softvérového inžinierstva (3)

**Pokročilé metódy navrhovania programových systémov
Pokročilé metódy získavania, vyhľadávania,
reprezentácie a prezentácie informácie**

Kniha vznikla a bola vydaná s finančnou podporou projektu:

Projekt JPD 3 2004/1-022: Podpora vzdelávania mladých vedeckých pracovníkov s cieľom vychovať tvorivých expertov – profesionálov informatikov – pre modernú spoločnosť založenú na vedomostiach



*Európsky sociálny fond pomáha rozvíjať zamestnanosť
podporovaním zamestnateľnosti, obchodného ducha,
rovnakých príležitostí a investovaním
do ľudských zdrojov.*