

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod do problematiky</b>	<b>5</b>
1.1	Úvod	5
1.1.1	Změny oproti předchozí verzi	5
1.1.2	Základní definice	6
1.2	Motivační příklad	7
1.2.1	Triviální algoritmus	7
1.2.2	Strassenův algoritmus	7
1.2.3	Coppersmith-Winogradův algoritmus	8
1.2.4	Srovnání algoritmů	8
1.3	Fourier-Motzkinova eliminace	8
1.3.1	Algoritmus FME	11
1.4	Krátký úvod do hlavních součástí architektury počítačů	15
1.4.1	CPU	16
1.4.2	Hlavní paměť	17
1.4.3	Virtuální paměť	17
1.4.4	Skrytá paměť	18
1.4.5	Sběrnice	19
1.5	Matematický koprocessor x87	20
1.5.1	Důvod vzniku x87	20
1.5.2	Vnitřní architektura x87	20
1.5.3	Reprezentace čísel v x87	21
1.5.4	Časování FPU instrukcí	21
1.5.5	Nevýhody výpočtů na FPU	22
1.6	Vektorizace výpočtů na procesorech x86	22
1.6.1	Technologie MMX	23
1.6.2	Technologie 3DNow!	25
1.6.3	Technologie SSE	26
1.6.4	Instrukční sada SSE3 a další	30
1.6.5	AVX	31
1.6.6	Ukázky použití vektorové sady SSE	31
1.6.7	Zjištění procesorem podporovaných vektorových sad	35
1.6.8	Zhodnocení přínosu vektorových sad	36
1.7	Postup optimalizace	37
1.7.1	Pokračování motivačního příkladu	37
1.7.2	Postup při optimalizaci	39

<b>2</b>	<b>Optimalizační techniky</b>	<b>41</b>
2.1	Transformace zdrojových kódů . . . . .	41
2.1.1	Obecné optimalizace . . . . .	41
2.1.2	Optimalizace zaměřené na cykly . . . . .	43
2.1.3	Ruční optimalizace . . . . .	46
2.2	Datové závislosti . . . . .	49
2.2.1	Vyhodnocení datových závislostí podle adresy . . . . .	52
2.2.2	Datové závislosti v úplně vnořených soustavách cyklů . . . . .	55
2.2.3	Legalita transformace cyklů . . . . .	57
2.3	Modely chování skryté paměti . . . . .	61
2.3.1	Parametry skrytých pamětí . . . . .	61
2.3.2	Typy výpadků ve skryté paměti . . . . .	61
2.3.3	Vztah úrovní skrytých pamětí . . . . .	62
2.3.4	Modely pro chování skryté paměti . . . . .	62
2.3.5	Model využívající přístupový interval . . . . .	64
2.3.6	Model využívající zobecněný přístupový interval . . . . .	65
2.3.7	Pravděpodobnostní model . . . . .	66
2.3.8	Model pomocí datových závislostí . . . . .	67
2.3.9	Výpočet RD . . . . .	68
2.3.10	Výpočet GRD . . . . .	68
<b>3</b>	<b>Paralelní zpracování</b>	<b>69</b>
3.1	Paralelní systémy a mechanismy . . . . .	69
3.1.1	Flynnova taxonomie paralelních architektur . . . . .	70
3.1.2	Metody programování paralelních systémů . . . . .	72
3.1.3	Vykonávání paralelních úloh . . . . .	73
3.1.4	Hodnocení kvality paralelních programů . . . . .	75
3.1.5	Vícevláknové programování . . . . .	76
3.2	OpenMP . . . . .	78
3.2.1	Základy OpenMP . . . . .	78
3.2.2	Paralelizace cyklů . . . . .	80
3.2.3	Další rysy OpenMP . . . . .	85
3.2.4	Základní OpenMP operace . . . . .	88
3.2.5	Operace flush . . . . .	88
3.2.6	Operace s OpenMP zámky . . . . .	89
3.2.7	Kritické sekce . . . . .	90
3.2.8	Funkční paralelismus v OpenMP . . . . .	90
3.2.9	OpenMP 4.0 + 4.5 . . . . .	95
3.2.10	Efektivita OpenMP kódů . . . . .	100
3.2.11	Neefektivní chování skrytých pamětí . . . . .	101
3.2.12	Proměnné prostředí . . . . .	102
3.3	Optimalizace a paralelizace některých důležitých algoritmů . . . . .	103
3.3.1	Násobení polynomů . . . . .	104
3.3.2	Levenshteinův algoritmus . . . . .	104
3.3.3	Radixsort . . . . .	105
3.3.4	Mergesort . . . . .	105
3.3.5	Quicksort . . . . .	106

3.3.6	LU faktorizace	106
<b>4</b>	<b>Případové studie optimalizace různých kódů a praktické rady</b>	<b>109</b>
4.1	Případové studie optimalizace algoritmů	109
4.1.1	Výpočet histogramu	109
4.1.2	Výpočet diferenciálního operátoru	110
4.1.3	Gaussova eliminace	111
4.1.4	Násobení řídké matice vektorem	112
4.1.5	Generování velkého množství náhodných čísel	114
4.1.6	Aktualizace globálního maxima	117
<b>5</b>	<b>Nastavení kompilátorů GCC a ICC</b>	<b>121</b>
5.1	Použití vektorizace v C/C++	121
5.1.1	Vložená část v JSA	121
5.1.2	Vložení části v JSA do C/C++	122
5.1.3	Použití MMX, SSE, AVX intrinsic funkcí	122
5.1.4	Automatická podpora vektorizace	123
5.2	Nastavení automatické vektorizace	123
5.2.1	GCC	123
5.2.2	ICC	123
5.3	Třífázová optimalizace	124
5.3.1	Postup pro GCC	124
5.4	Generování kódu	124
5.4.1	Použití FP čísel	124
5.4.2	Nastavení cílové architektury	125
5.4.3	Nastavení paměťového modelu	126
5.4.4	Předání parametrů	126