

Posudek vedoucího diplomové práce

Autor práce: Ondřej Mička
Název práce: Applications of Gray codes in cache-oblivious algorithms
Studijní program: Informatika
Studijní obor: Teoretická informatika
Rok odevzdání: 2019

Student ve své práci studuje možnosti použití Grayových kódů v cache-oblivious algoritmech. Pro cache-oblivious algoritmy není podstatná jen časová a paměťová složitost jako u klasických algoritmů, ale hledí se i na počet přenesených bloků mezi dvěma úrovněmi paměti. Tato analýza je důležitá pro dnešní počítače, protože doba přenosu dat z paměti RAM může trvat i tisíce taktů procesoru, které jsou proto vybaveny rychlou ale malou vyrovnávací pamětí zvanou cache. Aby tato cache byla efektivně využita, tak by program měl najednou využívat jen malou část dat a nemít dlouhé prodlevy v přístupech k datům v jednotlivých blocích paměti. Tato vlastnost je charakteristická pro Grayovy kódy, které lze obecně popsat jako posloupnosti objektů, ve kterých se dva po sobě jdoucí prvky liší co nejméně. Pokud tedy Grayův kód použijeme jako posloupnost přístupu k paměti, tak získáme velmi dobrou lokalitu.

V práci je tato posloupnost využita především pro transpozici matic. Matici v paměti lze snadno transponovat pomocí triviálního rekurzivního algoritmu, ale právě režie tohoto rekurzivního volání výrazně prodlužuje dobu běhu programu. Je zde tedy přirozenou otázkou, zda by generování Grayova kódu nemělo menší režii. Student v podané práci nejprve srovnává posloupnost přístupů rekurzivního algoritmu do paměti s Grayovým kódem, pak upraví Grayův kód tak, aby jej bylo možné použít k transpozici matice, a nakonec porovná oba postupy na reálných počítačích.

V první kapitole práce je vysvětlen cache-oblivious model a jeho reálná motivace a jsou uvedeny příklady cache-oblivious analýzy algoritmů. Druhá kapitola definuje Grayův kód a vysvětluje loop-less algoritmus na jeho generování. Ve třetí kapitole student podává vlastní teoretické výsledky: popisuje modifikace Grayova kódu pro transpozici matice a důkladně analyzuje počet výpadků v cache. Okrajově se též věnuje násobení matic a konvoluci. Ve čtvrté kapitole student srovnává výsledky měření na reálných počítačích.

Ačkoliv program na transpozici matic založený na Grayově kódu je na běžných počítačích pomalejší než klasická rekurze, tak rozdíl není řádový. Práce ukazuje některé možnosti, které by mohli navržený algoritmus zrychlit. Například obrázek 4.6 ukazuje, že algoritmus založený na Grayově kódu má velký počet podmíněných skoků, jejichž výsledek procesor neumí efektivně predikovat. Zde by mohlo pomoci jiné kódování pozic matice či reprezentace pomocných datových struktur nebo hlubší znalosti moderních procesorů a překladačů potřebné k efektivnější implementaci. Teoretická analýza i experimenty ukázali, že by transpozice založená na Grayově kódu mohla být efektivnější při menší velikosti cache, což by mohlo být výhodné některých architekturách či méně výkonných mikročipech. Ale z časových důvodů nebylo možné se těmito otázkám věnovat a rozsah odevzdané práce překračuje požadavky kladené na diplomovou práci.

Student při přípravě této práce dokázal pracovat samostatně a zvládl si dohledávat potřebnou literaturu. V teoretické části prokázal, že umí pracovat s teorií na pomezí matematiky a in-

formatiky, a pro experimentální části zvládl implementovat navržené algoritmy a poradit si s řadou měření. Slabší stránkou práce větší počet jazykových chyb a na některých místech nepřesná argumentace.

Na základě všech uvedených skutečností doporučuji uznat práci za diplomovou.

Praha, 26. 8. 2019

Jiří Fink
KTIML MFF UK