

Posudek oponenta

diplomové práce Bc. Václava Řídkého:

Paralelní výpočty proudění

Stěžejním cílem práce bylo použití open-source aplikace OpenFOAM pro výpočet proudění v kontejneru na testování nanovláknových filtrů. Šlo o řešení úlohy v „prvním přiblížení“, tj. úloha byla zjednodušena na nalezení stacionárního proudění laminárního modelu bez filtrace. Přesto bylo třeba zvládnout problematiku síťování, zadávání počátečních a okrajových podmínek v zadané geometrii oblasti a porovnávání různých kombinací používaného hardwaru. Diplomant poměrně podrobně rozebral úvod do mechaniky tekutin od jednoduchých úvah až po nelineární Navier-Stokesovy rovnice pro Newtonovské proudění. Tyto rovnice byly použity při řešení zadaného problému pomocí aplikace OpenFOAM.

V odstavci numerických metod pro řešení proudění jsou uvedeny principy metody konečných objemů, týkající se prostorové diskretizace úlohy. Je zmíněna i časová diskretizace. Diskutuje se explicitní a implicitní schéma a kriteria konvergence. Na straně 30 dole je však chybně uvedeno, že implicitní schéma neklade žádné podmínky na časovou diskretizaci. V případě implicitního schématu je totiž nutné invertovat lineární operátor a podmínka aproximace přibližného řešení úlohy vede také k podmínce CFL, jako u explicitního schématu.

V kapitole 4, týkající se paralelních výpočtů, je uvedena Flynnova taxonomie, rozdělující paralelní počítače podle počtu instrukcí a toku dat. Úvod mohl být doplněn o základní zákony, týkající se odhadů zrychlení paralelních výpočtů, tedy Amdahlův a Gustafsonův. Zde snad jen poznámka k architektuře MIMD na straně 36. Pro intelovské vícejádrové procesory Xeon byla logicky opuštěna architektura s jedinou sběrnicí FSB, která se stala „úzkým hrdlem“ pro úlohy náročné na paměť a byl proto vyvinut procesor Xeon Nehalem, který pracuje s rychlým propojením jader nazývaném QPI a přístup k paměti není UMA, ale NUMA. Podobně tvrzení, že stroje SMP mají výrazně omezený počet jader také už neplatí. Firma SGI dodává SGI Altix UV 1000 s až 2048 jádry konfigurovaný jako „single image“. V clusterech bývá ovšem jader mnohem více. V následujícím odstavci 4.2 (chybně 4.3) jsou zmíněny knihovny pro psaní paralelních programů. Není zde však uvedena OpenMP, využívaná na SMP strojích.

Testy paralelních výpočtů byly provedeny na reálném příkladu proudění přes filtrační kontejner. Nejdříve byl otestován sériový běh aplikace OpenFOAM a po úspěšném zvládnutí úvodní problematiky, tj. geometrie problému, generování sítě, okrajových a počátečních podmínek, byl proveden výpočet stacionárního stavu a provedena vizualizace programem ParaView. Zvládnutí této části práce se dá považovat za klíčové, neboť testování parametrů paralelních výpočtů je jen technická záležitost, snad až na problematiku dekompozice oblasti,

které byl věnován úvodní odstavec kapitoly 6. Dále jsou diskutovány výsledky paralelních výpočtů pro různé metody rozkladu SIMPLE a METIS a tyto jsou srovnávány s výsledky sériových výpočtů.

Další srovnání jsou prováděna při různém vytížení jader v příslušných uzlech počítačů. Výsledky jsou v souladu s problémy řešení úloh náročných na paměť při použití starších typů vícejádrových procesorů Xeon s jednou společnou sběrnici. Viz výše. Stálo by za úvahu tyto výpočty výhledově provést na nových Xeonech Nehalem, např. ve VIC ČVUT. Za poznámku stojí též problematika superlineárního zrychlení výpočtu v grafu 6.4. V této souvislosti je zmíněn význam L2 cache. Ta je však příliš malá na rozdíl od datové L3 cache, která je v případě těchto procesorů 4MB. Pokud jsou tedy velká pole programu rovnoměrně distribuována na jednotlivé uzly, může mít ideální využití datové L3 cache významný vliv na rychlost výpočtu a vést až k superlineárnímu zrychlení.

V diskuzi nad prací prosím, aby diplomant osvětlil problém „silně neortogonální“ sítě, generované programem GMSH (strana 42 dole).

I přes výše uvedené připomínky považuji práci za kvalitní a z rozsahu práce je zřejmé, že ji diplomant věnoval odpovídající úsilí. Práce evidentně splňuje požadavky na udělení příslušného akademického titulu, doporučuji ji k obhajobě a navrhuji hodnotit stupněm **výborně (1)**.

V Praze dne 8.6.2011

Petr Pospíšil

