

VILNIAUS UNIVERSITETAS
MATEMATIKOS IR INFORMATIKOS FAKULTETAS
PROGRAMŲ SISTEMŲ BAKALAURO STUDIJŲ PROGRAMA

**Šilumos laidumo uždavinio lygiagretinimas MIF
klasteryje**

**Parallelization of the steady-state heat problem on the MIF
computing cluster**

Kursinis darbas

Atliko: Mantas Petrikas (parašas)

Darbo vadovas: dr. Rokas Astrauskas (parašas)

Vilnius – 2022

TURINYS

ĮVADAS	2
1. SPRENDŽIAMOS PROBLEMOS APRAŠYMAS	3
1.1. Praktiniai abribojimai	3
2. PROGRAMOS IMPLEMENTACIJA	4
2.1. Programos vykdymo aplinka	4
2.2. Nuoseklusis algoritmas	4
2.3. Lygiagretūs algortimai	4
2.4. Duomenų dalinimas eilutėmis	4
2.5. Duomenų dalinimas kvadratais	4
REZULTATAI IR IŠVADOS	5

Įvadas

Šiame darbe bus tiriamos šilumos lygties paralelizavimo galimybes naudojant centrinius(ang. CPU) procesorius. Šilumos uždavinys yra vienas iš Laplaso lygties pritaikymo galimybių. Šios antros eilės dalinės diferencialinės lygtys plačiai naudojamos fizikoje, sprendžiant elektrostatikos [Hou08], gravitacijos, magnetizmo [Bla96], pastovios būsenos temperatūrų [BE01] ir hidrodinamikos [Kad85] problemas. Darbe narginėjami algoritmo paderizavimo teorinis ir praktinis pagreitėjimai pasitelkiant skirtingas duomenų padalimo branduoliams strategijas. Visi praktiniai eksperimentai buvo vykdomi naudojant Vilniaus Universiteto Matemematikos ir Informatikos fakulteto Skaitmeninių tyrimų ir skaičiavimų centro paskirstytų skaičiavimų tinklo resursus.

Uždaviniai:

- implementuoti nuoseklų šilumos laidumo uždavinio algoritmą
- implementuoti lygiagretų šilumos laidumo uždavinio algoritmą pagreitėjimą naudojant centrinius procesorius
- suprojektuoti ir implementuoti šilumos laidumo uždavinio sprendimo algoritmą, naudojančią grafinių procesorių resursus
- įvertinti grafinius procesorius naudojančio algoritmo našumą ir praktiškumą lyginant su centrinius procesorius naudojančiu algoritmu
- palyginti gautus rezultatus su kitais panašiais problemas nagrinėjančių mokslinių darbų rezultatais

1. Sprendžiamos problemos aprašymas

Šilumos laidumo lygtis.

1.1. Praktiniai abribojimai

Šio darbo kontekste, temperatūros pakitimai vyksta dvimatinėje kvadratinėje erdvėje, kurios šoniniai taškai turi pastovią temperatūros vertę, kuri nekinta laikui bėgant. Kiekvienoje iteracijoje ne kraštinio taško temperatūra apskaičiuojama kaip jį supančių 4 taškų praėjusios iteracijos temperatūrų vidurkis.

2. Programos implementacija

2.1. Programos vykdymo aplinka

Siekiant išlaikyti vienodas sąlygas ir ištestuoti algoritmą turint didelį centinių procesorių kiekį, visi šiame darbe aprašyti praktiniai testai buvo vykdomi Vilniaus Universiteto Matematinės ir Informatikos fakulteto Skaitmeninių tyrimų ir skaičiavimų centro paskirstytų skaičiavimų tinkle. Konkrečiai šio darbo rašymo metu buvo naudojamas „beta“ telkinys, kurį sudaro 56 (testavimo metu praktiškai buvo pasiekiami tik 42) mazgai turinys po 2 Intel Xeon X5650 procesius, kurių kiekvienas turi po 6 branduolius. Kiekvieno jame mazge yra 24 GB operatyviosios atminties (ang. RAM) ir jie turi prieigą prie 20Gbit/s infiniband tinklo.

<http://mif.vu.lt/cluster/>

2.2. Nuoseklusis algoritmas

Nuoseklusis algoritmas įgyvendintas C++ kalba.

2.3. Lygiagretūs algortimai

Lygiagrečiam sprendimui įgyvendinti buvo naudota C++ programavimo kalbos OpenMPI biblioteka.

2.4. Duomenų dalinimas eilutėmis

2.5. Duomenų dalinimas kvadratais

Rezultatai ir išvados

Literatūra

- [BE01] Fredrik Berntsson ir Lars Eldén. Numerical solution of a cauchy problem for the laplace equation. *Inverse Problems*, 17(4):839, 2001.
- [Bla96] Richard J Blakely. *Potential theory in gravity and magnetic applications*. Cambridge university press, 1996.
- [Hou08] MG House. Analytic model for electrostatic fields in surface-electrode ion traps. *Physical Review A*, 78(3):033402, 2008.
- [Kad85] Leo P Kadanoff. Simulating hydrodynamics: a pedestrian model. *Journal of statistical physics*, 39(3):267–283, 1985.