

VILNIAUS UNIVERSITETAS
MATEMATIKOS IR INFORMATIKOS FAKULTETAS
PROGRAMŲ SISTEMŲ BAKALAURO STUDIJŲ PROGRAMA

**Šilumos laidumo uždavinio lygiagrečio tyrimas
naudojant centrinius ir grafinius procesorius**

**Steady-state heat equation parallization analysis on CPU and
GPU**

Bakalauro baigiamojo darbo planas

Atliko: Mantas Petrikas (parašas)

Darbo vadovas: dr. Rokas Astrauskas (parašas)

Vilnius – 2022

Darbo planas

Bakalauriniame darbe bus tiriamos šilumos lygties paralelizavimo galimybės naudojant centrinis(ang. CPU) ir grafinių procesorius (ang. GPU). 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.

Darbo tikslas ir uždaviniai

Darbo tikslas - įvertinti ir palyginti šilumos laidumo uždavinio lygiagretinimo algoritmo efektyvumą naudojant centrinius ir grafinius procesorius.

Uždaviniai:

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

Laukiami rezultatai

- Šilumos laidumo uždavinio algoritmo implementacija naudojanti centrinius procesorius
- Šilumos laidumo uždavinio sprendimo implementacija naudojanti grafinius procesorius
- Algoritmų teorinių ir praktinių pagreitėjimų analizė
- Grafinius ir centrinius procesorius naudojančių algoritmų pagreitėjimo palyginimas

Darbo metodai

- Algoritmų veikimo laiko matavimas, keičiant jo parametrus MIF klasteriuose
- Algoritmų praktinių ir teorinių pagreitėjimų palyginomiji analizė
- Susijusios literatūros analizė

Darbo eiga

Darbo teorinėje dalyje bus atžvelgiamas šilumos laidumo uždavinys, jo pritaikymo ir praplėtimo galimybės. Darbe bus nagrinėjami CPU ir GPU architektūriniai skirtumai, siekiant apžvelgti ir įvertinti technologijų pritaikomumą, privalumus ir trūkumus spendžiant šilumos pasiskirstymo pastovios būsenos sistemose (ang. steady-state heat distribution) uždavinį. Darbo metu bus nagrinėjamas ir įgyvendinamas šilumos lygties sprendimas apribotoje dvimatinėje erdvėje, kurioje kraštų temperatūros yra žinomos ir nekintančios. Darbe bus apžvelgiami vertimo kriterijai, kurias galima įvertinti ir palyginti algoritmo našumą, praktines taikymo galimybes ir kaštus. Bus įvedami kriterijai reikalingi palyginti algoritmo našumą naudojant centrinius ir grafinius procesorius. Taip pat bus apžvelgiamas vienodos atminties prieigos (ang. UMA - uniform memory access) [RF13] [BIM⁺01] ir nevienodos atminties prieiga (ang. NUMA - non uniform memory access) [Lam13] programų architektūra, įvertinant jų trūkumus ir privalumus.

Darbo praktinėje dalyje bus įgyvendimas nuoseklus algoritmas naudojant 1 centrinį procesorių, įvertinamas algoritmo našumas. Taip pat bus įgyvendimas paralelizuotas šilumos lygties sprendimo algoritmas, naudojant NUMA architektūra, įvertimas algoritmo teorinis ir praktinis pagreitėjimas testuojant algoritmą MIF klasteryje keičiant programos parametrus ir procesorių skaičių. Apžvelgiami lygiagretino technologijos ir algoritmo pakeitimai reikalingi paleisti algoritmą naudojant grafinius procesorius. Įgyvendimas lygiagretus algoritmas naudojant 1 grafinį procesorių. Įvertimas algoritmo pagreitėjimas, keičiant algoritmo parametrus. Palyginimas algoritmo veikimas naudojant centrinis ir grafinius procesorius. Apžvelgiamos lygiagretinimo algoritmo galimybės naudojant kelis grafinius procesorius, su galimybe įgyvendinti ir ištirti algoritmo našumą naudojant kelis grafinius procesorius MIF klasteryje.

Literatūra

- [BE01] Fredrik Berntsson ir Lars Eldén. Numerical solution of a cauchy problem for the laplace equation. *Inverse Problems*, 17(4):839, 2001.
- [BIM⁺01] David A Bader, Ajith K Illendula, Bernard ME Moret ir Nina R Weisse-Bernstein. Using pram algorithms on a uniform-memory-access shared-memory architecture. *International Workshop on Algorithm Engineering*, p. 129–144. Springer, 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.
- [Lam13] Christoph Lameter. An overview of non-uniform memory access. *Communications of the ACM*, 56(9):59–54, 2013.
- [RF13] Phil Rogers ir CORPORATE FELLOW. Amd heterogeneous uniform memory access. *AMD Whitepaper*, 2013.