

# Primerjava vzporednega programiranja v programskih jezikih C, Julia in Golang za reševanje NP-polnih problemov

Gabrijel Okorn  
go7745@student.uni-lj.si

MENTOR: doc. dr. Boštjan Slivnik  
Fakulteta za računalništvo in informatiko  
Univerza v Ljubljani

11. julij 2024

## 1 Motiv za diplomsko nalogo

Ljudje si z računalniki želimo prihraniti čas in olajšati delo. Ti morajo torej delo opraviti hitro in učinkovito. Reševanje problemov s pomočjo računalnikov nam vedno vendarle ne pohitri rešitve zadosti. V takih primerih lahko probleme rešujemo z vzporednim programiranjem oziroma z več procesorskimi jedri hkrati.

Pri tovrstnem programiranju nam na višjem (abstraktnem) nivoju pomagajo programski jeziki in njihovi prevajalniki, ki skrbijo za porazdeljevanje problemov na več procesorskih jeder. V diplomski nalogi bom raziskal, kako to delo opravljajo različni pomembnejši programski jeziki.

Rezultati moje diplomske naloge bodo služili programerjem, akademikom in razvijalcem ki uporabljajo, analizirajo ali razvijajo programske jezike C, Julia ali Golang.

## 2 Ali je že bila kakšna diplomska ali magistrska naloga na podobno temo?

V preteklosti so se nekateri študentje že posvetili raziskovanju vzporednega programiranja.

Aleksander Gomišček je napisal diplomsko delo o uporabi jezika Golang, kot orodje za vzporedno programiranje.[1]. Najbolj sorodna raziskava pa je gotovo diplomsko delo Janeza Pintarja [2], ki je na drugačen, pretežno

praktičen način, analiziral vzporedno programiranje v več programskih jezikih, med katerimi je tudi Julia.

### **3 Ali se je s to tematiko že ukvarjal kakšen učitelj na FRI?**

Na Fakulteti za računalništvo in informatiko (FRI) Univerze v Ljubljani se več profesorjev ukvarja s tematiko vzporednega računalništva. Nekateri ključni raziskovalci na tem področju vključujejo Romana Trobeca, Boštjana Slivnika, Patricio Bulića in Boruta Robiča. Ti avtorji so tudi soavtorji učbenika "Introduction to Parallel Computing: From Algorithms to Programming on State-of-the-Art Platforms"[3]. Glavno odkritje te knjige je celovita analiza in primerjava treh glavnih metod vzporednega računalništva (OpenMP, MPI in OpenCL), ki omogočajo optimizacijo računalniške zmogljivosti na večjedrnih računalnikih, povezanih sistemih in GPU-jih. Knjiga poudarja pomembnost učinkovite zasnove, analize in programiranja vzporednih algoritmov za doseganje visoko zmogljivih računalniških operacij. Poleg tega je prof. dr. Borut Robič že preučeval večnitnost v svojem članku, kjer je ugotovil, da lahko simultano večnitjenje v kombinaciji s superskalarno arhitekturo znatno poveča izkoriščenost procesorskega pasu s hkratnim izdajanjem ukazov iz različnih niti.[4]

### **4 Kaj je konkretni cilj diplomske naloge in kateri so glavni koraki do tega cilja?**

Cilj diplomske naloge je raziskati kako različni programski jeziki izvajajo vzporedne programe, kaj nudijo in kako pomagajo programerju pri delu. Ob tem bom za vsakega od jezikov implementiral probleme tako v vzporednem kot v zaporednem programu iterativno in rekurzivno in na koncu za vsako od možnosti poskušal analizirati vpliv klicanja funkcij na učinkovitost programa.

Do smislenih rezultatov bom poskusil priti z naslednjimi koraki:

1. Za jasnost in pravilnost problemov bom rešitve sprva napisal v zaporednih programih
2. Vzporedne implementacije bodo razvite za vsak jezik posebej, pri čemer bom uporabil ustrezne jezikovne konstrukte in knjižnice, ki omogočajo vzporedno izvajanje.
3. Analiza vpliva klicanja funkcij znotraj vzporednih in zaporednih izvedb, da ugotovim, kako različne metode klicanja vplivajo na splošno zmogljivost in odzivnost programov.

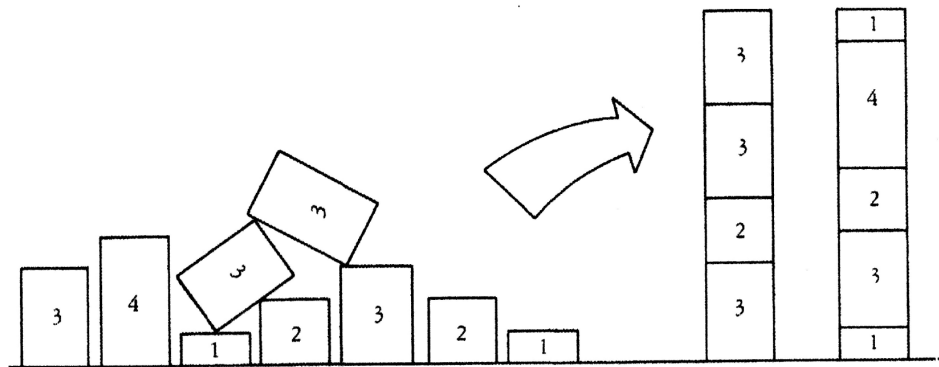
4. Dokumentacija vseh faz projekta, vključno s tehničnimi detajli implementacij, metodami testiranja in analizo rezultatov, da podpre zaključke in priporočila za prihodnjo uporabo.

Ta načrt zagotavlja temeljit pristop k analizi in primerjavi vzporednega programiranja v izbranih jezikih, kar bo omogočilo globlje razumevanje njihovih lastnosti in učinkovitosti v realnih aplikacijah.

## 5 S kakšnimi orodji boš prišel do cilja?

Vzporedne programe v različnih programskih jezikih bom primerjal na podlagi lastne implementacije različnih NP-polnih problemov:

- problem particij (angl. partitioning problem) [5]



Slika 1: Vizualizacija pariticijskega problema [6]

- algoritem Fruchterman Reingold.

Našteti problemi niso popularni, vendar so po svoji naravi zapleteni in časovno kompleksni, kar pomeni, da lahko dobro izkoristijo prednosti vzporednega programiranja. Pri reševanju teh problemov je pogosto potrebnih veliko računalniških virov in optimizacije kode, kar omogoča, da se pokažejo razlike v načinu, kako programski jeziki obvladujejo vzporedne operacije in upravljanje z viri.

Glede na to, da bom za pridobivanje rezultatov uporabil testiranje različnih programov, je nujno potrebno, da vse željene teste izvajam na istem računalniku večkrat. Tako bodo rezultati neodvisni od strojne opreme in zaradi povprečenja manj občutljivi na enkratne anomalije, kot so sistemski procesi v ozadju, upravljanje pomnilnika in drugi pojavi sistema.

## 6 Kako boš preizkusil rešitev ali ustreza zadanim ciljem?

Preizkus ustreznosti rešitev bom izvedel s celovito analizo, ki vključuje tako merjenje časa izvajanja kot tudi merjenje porabe sistemskih virov, kot sta procesorska moč in poraba pomnilnika. Ti kazalci bodo dopolnjeni z oceno robustnosti in odpornosti vzporednih implementacij pri obdelavi velikih in zahtevnih nizov podatkov.

## 7 Zaključek: zakaj je izbrani oz. željeni mentor primeren za predlagano temo?

Doc. dr. Boštjan Slivnik je priznan strokovnjak na področju programskih jezikov. Prav tako pa je tudi nosilec predmetov Programiranje 2 in Prevaljalniki. Tudi sam sem bil udeleženec pri teh predmetih. Profesor nam je poglobil znanje o ozadju izvajanja programov v različnih programskih jezikih in njihovi implementaciji.

Poleg tega je bil v preteklosti že mentor študentom, ki so se v diplomskem delu posvetili vzporednem programiranju.

## Literatura

- [1] Aleksander Gomišček. »Jezik go za programiranje vzporednih in porazdeljenih sistemov«. Diplomaska naloga. Fakulteta za računalništvo in informatiko, Univerza v Ljubljani, 2023.
- [2] Janez Pintar. »Programski jeziki za vzporedno programiranje«. Diplomaska naloga. Fakulteta za računalništvo in informatiko, Univerza v Ljubljani, 2019.
- [3] Roman Trobec in sod. »Programming Multi-core and Shared Memory Multiprocessors Using OpenMP«. V: *Introduction to Parallel Computing: From Algorithms to Programming on State-of-the-Art Platforms*. Cham: Springer International Publishing, 2018, str. 47–86. ISBN: 978-3-319-98833-7. DOI: 10.1007/978-3-319-98833-7\_3. URL: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-98833-7\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-98833-7_3).
- [4] V: *ACM Computing Surveys* 35.1 (2003). ISSN: 0360-0300.
- [5] *Partitioning Problem*. 2024. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Partition\\_problem](https://en.wikipedia.org/wiki/Partition_problem) (pridobljeno 2. 10. 2024).
- [6] *The Partition Problem - Sorting Stacks of Boxes*. URL: <https://i.sstatic.net/TWabQ.jpg> (pridobljeno 11. 7. 2024).