

Paralelné programovanie – zadanie úloh

prof. Ing. Ján Kollár, CSc., 2019

Pre získanie zápočtu je potrebné vyriešiť aspoň jednu z troch nasledujúcich úloh:

1. Realizácia príkladov sample1.c a sample2.c v jazyku C v systéme MPICH.
2. Paralelný výpočet počtu výskytov písmena v textovom reťazci.
3. Paralelný výpočet tenzorového súčinu matíc.

Úlohy je potrebné riešiť samostatne a aj čiastočne vyriešená úloha sa uznáva.

Riešenie je potrebné spracovať do jedného dokumentu a odovzdať vo formáte pdf do systému Moodle.

Najskorší termín odovzdania je 1.november, najneskorší je 6. december. Čím skoršie odovzdanie pred 6. decembrom bude zohľadnené pozitívne pri hodnotení.

Úloha 1: Realizácia príkladov sample1.c a sample2.c v jazyku C v systéme MPICH

Je potrebné inštalovať implementáciu MPICH, pochopiť vzorové príklady sample1.c a sample1.c a pretransformovať ich do funkčných riešení pod systémom MPICH. Potom je potrebné spracovať dokumentáciu, ktorá má obsahovať

1. spôsob inštalácie implementácie MPICH, s uvedením operačného systému pod ktorým je MPICH inštalovaný.
2. komentovaný zdrojový text sample1.c pretransformovaný pod MPICH
3. komentovaný zdrojový text sample2.c pretransformovaný pod MPICH

Úloha 2: Paralelný výpočet počtu výskytov písmena v textovom reťazci

Na vstupe sa predpokladá textový reťazec známej dĺžky n a písmeno, ktorého počet výskytov v reťazci treba nájsť.

Z funkčného hľadiska napr. pre reťazec "supercombinator form" dĺžky $n = 20$ (obsahuje 20 znakov) a zvolené písmeno 'o' na vstupe, algoritmus dáva výsledok 3 na výstupe, pretože 'o' sa vyskytuje v reťazci 3 krát.

Je zrejmé, že zložitosť sekvenčného algoritmu je $\mathcal{O}(n)$, pretože všetky znaky reťazca treba prezrieť, ak chceme dostať výsledok výpočtu.

Pri paralelnom výpočte sa predpokladá na vstupe reťazec veľkej dĺžky (napr. 1000, 10000, apod., z praktického hľadiska sa odporúča $n = 2^k$), ktorý je možné rozložiť (dekomponovať) na podreťazce, prípadne až na znaky. Upozorňujeme, že táto dekompozícia, i keď je nevyhnutná, nie je súčasťou paralelného algoritmu, teda neurčuje jeho zložitosť.

Paralelný algoritmus má teda na vstupe dekomponovaný reťazec a spôsob jeho dekompozície určuje, aký druh paralelizmu paralelný algoritmus využije.

Dokumentácia tejto úlohy má teda obsahovať:

1. Spôsob dekompozície, prípadne spôsoby dekompozície (ak je využitých viacero druhov dekompozície), s uvedením príkladu.
2. Návrh algoritmu vo forme neformálneho opisu, s uvedením príkladu.
3. Vyhodnotenie zložitosti $\mathcal{O}(n)$ navrhnutého paralelného algoritmu.
4. Odhad počtu procesorov, prípadne redukovaného počtu procesorov v prípade využitia expanzívneho paralelizmu.
5. Zdrojový text komentovaného paralelného programu v jazyku C v systéme MPICH, ak algoritmus bol overený funkčným programom

Úloha 3: Paralelný výpočet tenzorového súčinu matic

Sekvenčný algoritmus tenzorového súčinu \otimes matic $X^{p \times q}$ a $Y^{r \times s}$ produkujúci maticu $M^{p.r \times q.s}$, teda

$$M^{p.r \times q.s} = X^{p \times q} \times Y^{r \times s}$$

má zložitosť $\mathcal{O}(n^4)$ a je nasledovný:

```

for iX =1 to p do
  for jX =1 to q do
    for iY = 1 to r do
      for jY = 1 to s do
        iM = iX + (iY-1)*p
        jM = jX + (jY-1)*q
        M[iM,jM] = X[iX,jX] * Y[iY,jY]
      end
    end
  end
end
end

```

Pre paralelný výpočet tenzorového súčinu je lepšie vychádzať z nasledujúceho príkladu, ktorý ukazuje princíp:

Ak

$$X^{2 \times 2} = \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 0 & 2 \end{pmatrix} \quad Y^{3 \times 2} = \begin{pmatrix} 3 & -1 \\ 2 & 2 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

potom

$$M^{6 \times 4} = X^{2 \times 2} \otimes Y^{3 \times 2} = \begin{pmatrix} 2Y & 1Y \\ 0Y & 2Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \begin{pmatrix} 3 & -1 \\ 2 & 2 \end{pmatrix} & 1 \begin{pmatrix} 3 & -1 \\ 2 & 2 \end{pmatrix} \\ 0 \begin{pmatrix} 3 & -1 \\ 2 & 2 \end{pmatrix} & 2 \begin{pmatrix} 3 & -1 \\ 2 & 2 \end{pmatrix} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6 & -2 & 3 & -1 \\ 4 & 4 & 2 & 2 \\ 0 & 2 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 6 & -2 \\ 0 & 0 & 4 & 4 \\ 0 & 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}$$

Úlohou je vypočítať paralelným spôsobom tenzorový súčin štvorcových matíc rovnakých rozmerov $n \times n$,

$$X^{n \times n} \otimes Y^{n \times n}$$

odporúča sa $n = 2^k$, napr. $n = 8$, pričom **dokumentácia má obsahovať to isté, čo v úlohe 2, teda**

1. Spôsob dekompozície, prípadne spôsoby dekompozície (ak je využitých viacero druhov dekompozície), s uvedením príkladu.
2. Návrh algoritmu vo forme neformálneho opisu, s uvedením príkladu.
3. Vyhodnotenie zložitosti $\mathcal{O}(n)$ navrhnutého paralelného algoritmu.
4. Odhad počtu procesorov, prípadne redukovaného počtu procesorov v prípade využitia expanzívneho paralelizmu.
5. Zdrojový text komentovaného paralelného programu v jazyku C v systéme MPICH, ak algoritmus bol overený funkčným programom

Forma spracovaného zadania

Spracovaná dokumentácia vo forme súboru pdf má obsahovať tieto položky

1. Paralelné programovanie, KPI, FEI TUKE
2. Meno a priezvisko, študijná skupina, dátum odovzdania
3. Úloha 1: jej názov, jej dokumentácia (v 3 bodoch)
4. Úloha 2: jej názov, jej dokumentácia (v 5 bodoch)
5. Úloha 3: jej názov, jej dokumentácia (v 5 bodoch)

Pri spracovaní možno použiť formálnu aj neformálnu špecifikáciu, ako aj grafické zobrazenia podľa vlastného uváženia.