

Паралелно програмирање - II додатни поправни колоквијум

ИНСТИТУТ ЗА МАТЕМАТИКУ И ИНФОРМАТИКУ, ПМФ КРАГУЈЕВАЦ

24. август 2026.

Лавина у Абеловој пешчаној гомили (MPI) (16 поена)

Пешчана гомила представљена је матрицом H димензија $N \times M$. Вредност $H_{i,j} \geq 0$ представља број зрна песка на пољу (i, j) . Поље је *нестабилно* ако садржи најмање четири зрна. Са тастатуре се најпре учитавају N и M , а затим почетно стање матрице.

Симулација се одвија у дискретним временским корацима. У једном кораку свако поље које је било нестабилно на почетку тог корака обрушава се тачно једном:

- са тог поља уклањају се четири зрна;
- сваком од четири хоризонтално или вертикално суседна поља шаље се по једно зрно;
- зрно послато ван граница матрице трајно напушта систем.

Сва обрушавања у једном кораку су истовремена и рачунају се искључиво на основу стања матрице са почетка тог корака. Ако означимо

$$u_{i,j}^{(t)} = \begin{cases} 1, & H_{i,j}^{(t)} \geq 4, \\ 0, & H_{i,j}^{(t)} < 4, \end{cases}$$

онда за поља унутар матрице важи

$$H_{i,j}^{(t+1)} = H_{i,j}^{(t)} - 4u_{i,j}^{(t)} + u_{i-1,j}^{(t)} + u_{i+1,j}^{(t)} + u_{i,j-1}^{(t)} + u_{i,j+1}^{(t)},$$

при чему је $u_{i,j}^{(t)} = 0$ за позиције ван матрице.

Симулација се завршава када више нема нестабилних поља. У сваком временском кораку исписати:

- број поља која су се обрушила у том кораку;
- број зрна која су након тог корака остала у матрици;
- број зрна која су у том кораку напустила матрицу;
- највећи број зрна на једном пољу након тог корака.

На крају исписати коначно стабилно стање матрице, укупан број корака, укупан број обрушавања и број поља која су се бар једном обрушила. Одредити и да ли је лавина захватила више од 50% поља матрице.

Пример

За почетно стање

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

добијају се стања

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{и} \quad \begin{bmatrix} 0 & 2 & 0 \\ 2 & 0 & 2 \\ 0 & 2 & 0 \end{bmatrix}.$$

Друго добијено стање је стабилно, па се симулација завршава након два корака.

Додатни захтев (4 поена)

Потребно је извршити експериментално мерење убрзања програма за

$$r = 1, 2, 4, 8$$

МРІ процеса. За сваку конфигурацију измерити време T_r и израчунати

$$S_r = \frac{T_1}{T_r}.$$

Резултате представити у табеларној форми и приложити уз решење.

Бонус (3 поена)

Омогућити да почетна матрица садржи и унутрашње поноре означене вредношћу -1 . Понор се никада не обрушава и сва зрна која му пошаљу суседна поља трајно нестају. На крају засебно исписати број зрна која су напустила спољну границу и број зрна која су апсорбовали унутрашњи понори.

Напомена: Један процес учитава све податке са тастатуре. Решење 1.с сачувати у директоријуму `~/Desktop/Rad/Име_Презиме_индекс_година`. Време предвиђено за израду задатка је 120 минута.