

# Paralelní redukce, prefixový součet, segmentový prefixový součet na PRAM, ortogonálních a hyperkubických sítích, v OpenMP a MPI

## Paralelní redukce

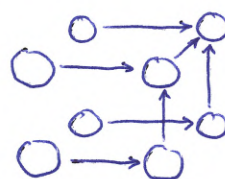
- vstup je pole a asociativní (a kumulativní) operace  $\oplus$
- výstupem globální redukovaná hodnota

Paralelní čas:  $\alpha \frac{n}{p} + \beta \cdot \log p = T(n, p)$

Dolní mez:  $L(n, n) = \Omega(\log n)$

- normální hyperkubický algoritmus

## SF Hyperkubekle



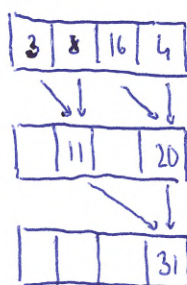
## OpenMP:

#pragma omp reduction (+:result)

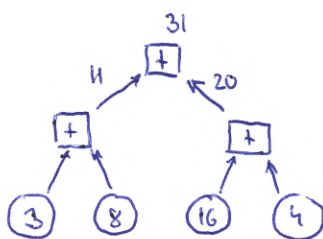
- může se končit rekursivně, nebo ~~rekursivně~~ logaritmicky

$$T(n, p) = \alpha \frac{n}{p} + \beta' \cdot p$$

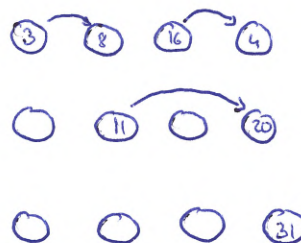
## EREW PRAM:



napříčný - tj. hodnoty pouze v listech  
vstup binařní stream:



## WH 1-D množka



## MPI\_Reduce:

- dedukují operace ode všech přehráváme
- MPI\_IN\_PLACE - vše se děje rovnou v new bufferu
- MPI\_SUM, MPI\_MAX, ....

(+ MPI\_Allreduce)

## Paralelní prefixový součet

- asymptoticky jako redukce, ale více operací

EREW PRAM:

3 2 4 7

3 5 6 11

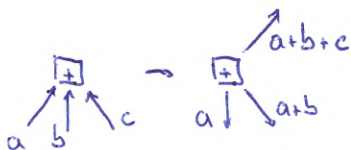
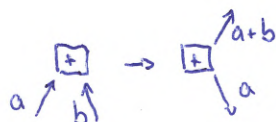
3 5 9 16

- mají hodnoty v minimálním interním dřevě
- postupně sčítám čísla ve vzdálenostech  $2^0, 2^1, 2^2$

neprávní strom:

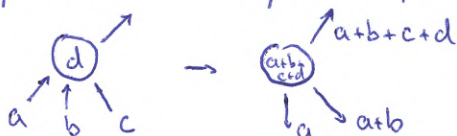
- úplný binární strom:  $O(\log n)$  vrcholů

→ 2 × úplný strom



PPS na prímém stromu:

- předcházíme strom v postředu příchodu (linearizace)



- lze aplikovat na jakoukoliv kopologii

→ rekonstruujeme kosku do řádky a postředu ....

Hyperkrychle

- uzly uspořádané lexicograficky

- postupně procházíme dimenze po dimenzi a děláme upravený AAB

- dvě proměnné - v první máme hodnotu, v druhé můžeme součet

→ k mají přičítám pouze pokud přijde křovina z lexicograficky nižšího uzlu

→ k máme vždy, protože si má

SF Mřížky

- řádkové lexicograficky po sloupcích

2 5 1

7 8 3

4 1 2

2 7 3

7 15 18

4 5 7

2 7 8

7 15 26

4 5 33

2 7 8

7 15 26

4 5 33

2 7 8

7 15 26

4 5 33

2 7 8

7 15 26

4 5 33

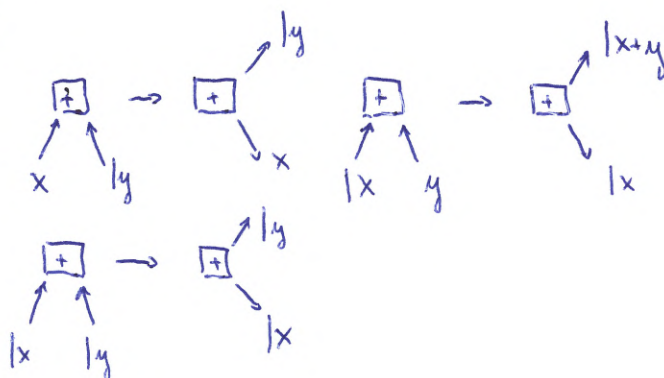
škálovatelnost na více CPU

- lokální součty  $\rightarrow$  paralelní globální prefix součet  
 $\rightarrow$  přechem k lokálním součtům

### Segmentovaný PPS

- PPS má několik segmentů
- upravená operace  $\oplus$

$\oplus$	b	b
a	$a \oplus b$	b
a	$ a \oplus b$	b



MPI\_Scan - PPS implementace

MPI\_Exscan - exkluzivní (bez první hodnoty)

- fungují jinak stejně jako MPI\_Reduce