

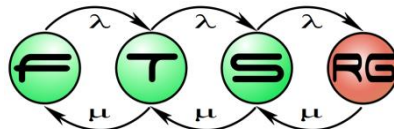
MapReduce alapok

„Big Data” elemzési módszerek

Kocsis Imre, Salánki Ágnes

lkocsis, salanki@mit.bme.hu

2013.10.09.



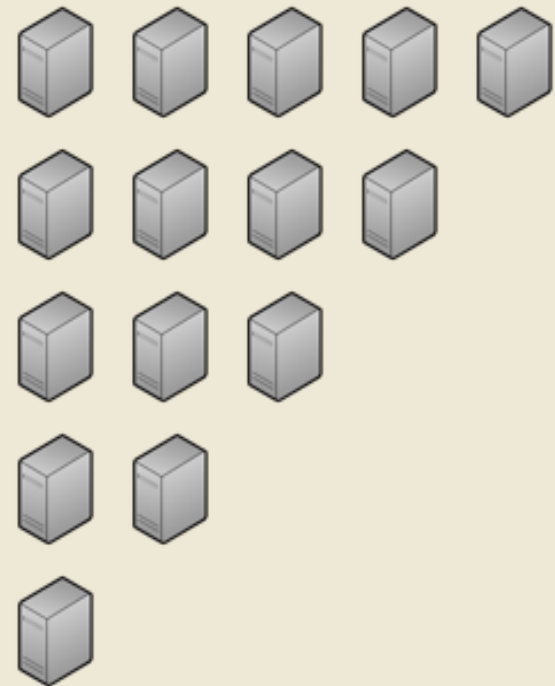
Vertikális és horizontális skálázás



Vertical

vs.

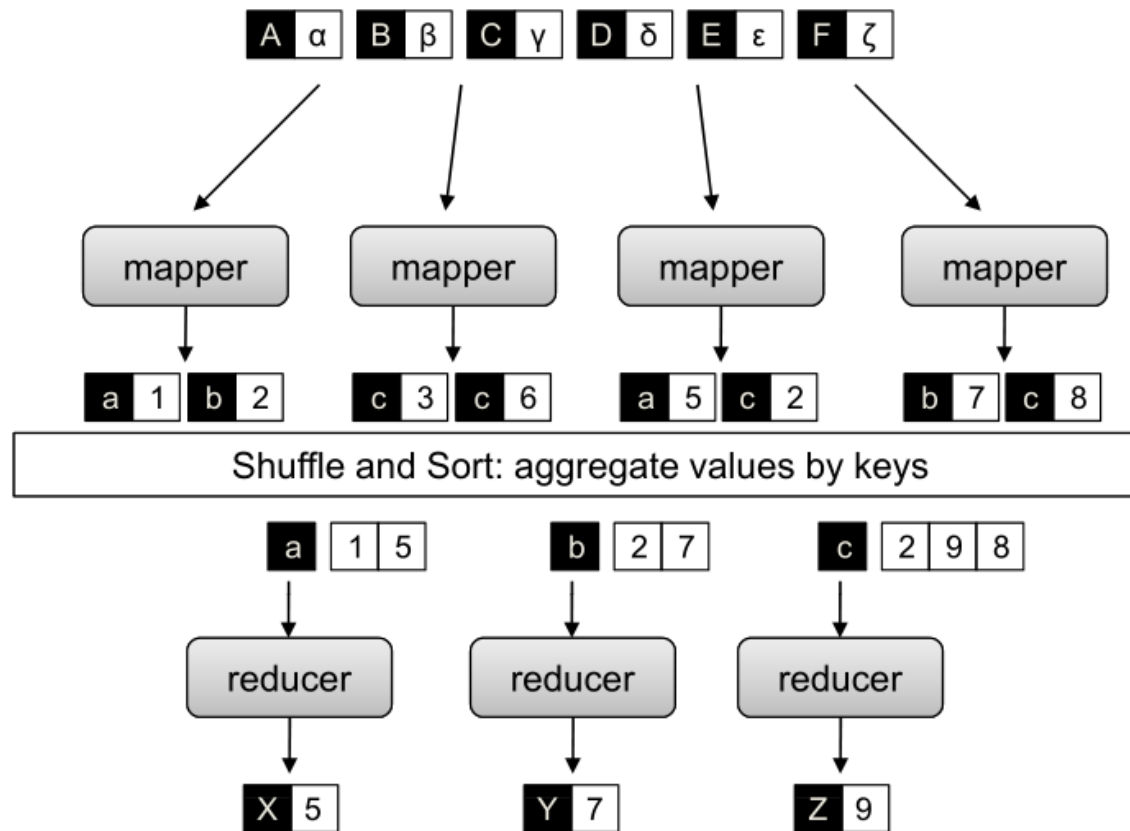
Horizontal



„Summation form”-ban felírható problémák [9]

- Locally Weighted Linear Regression
- Naive Bayes
- Gaussian Discriminative Analysis
- k-means
- Logistic regression
- Neural network
- Principal Component Analysis
- Independent Component Analysis
- Expectation Maximization
- Support Vector Machine

Alapséma



Wordcount - R

```
wordcount =  
function(  
  input,  
  output = NULL,  
  pattern = " "){  
  
  wc.map =  
    function(., lines) {  
      keyval(  
        unlist(  
          strsplit(  
            x = lines,  
            split = pattern)),  
        1))  
    }  
  
  wc.reduce =  
    function(word, counts ) {  
      keyval(word, sum(counts))  
    }  
  
  mapreduce(  
    input = input ,  
    output = output,  
    input.format = "text",  
    map = wc.map,  
    reduce = wc.reduce,  
    combine = T)}  
}
```

Map output:
kulcs-érték
párok

Reduce input:
kulcs, érték lista

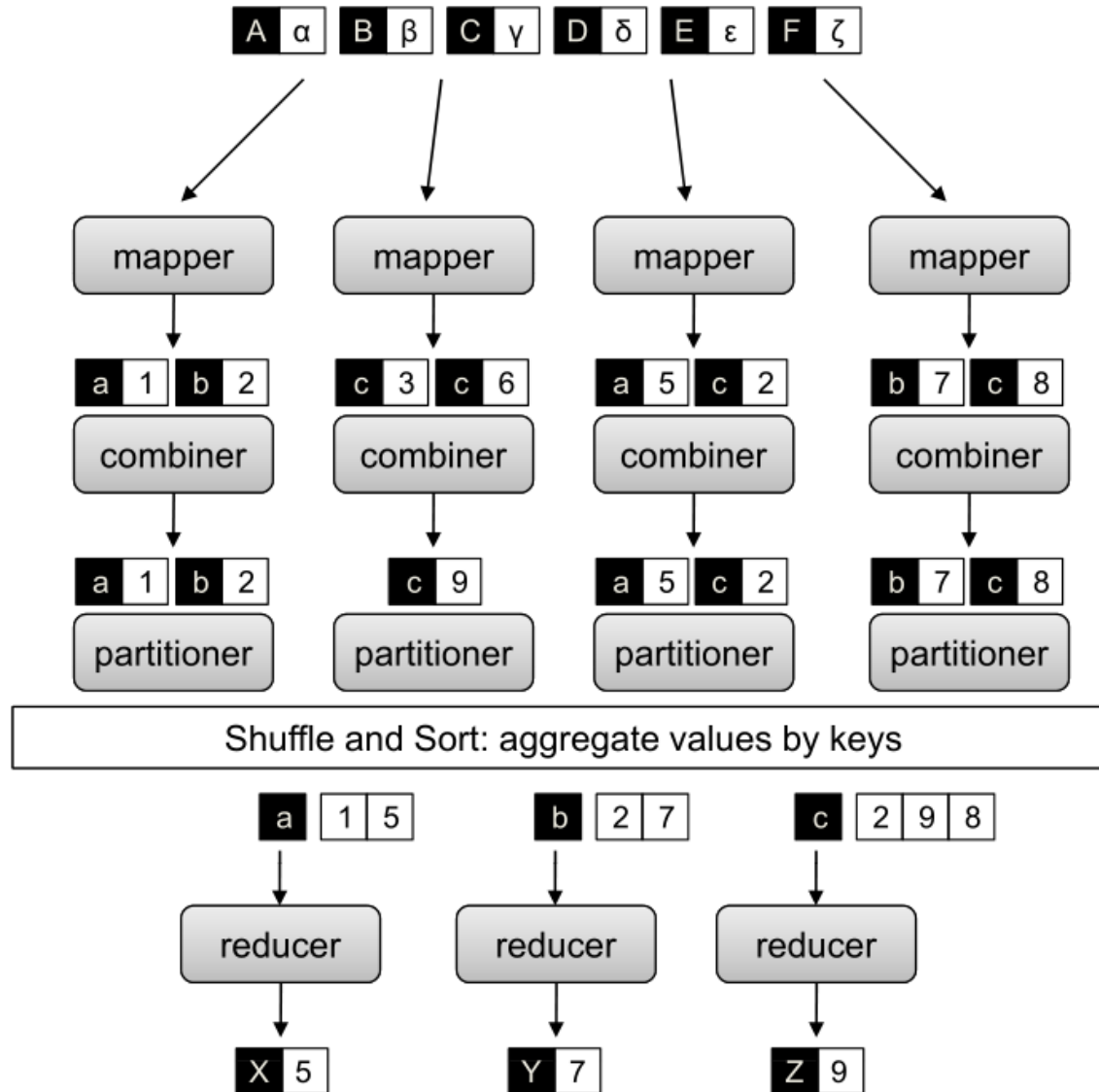
MapReduce: a keretrendszer feladatai [1]

- „What” és „how” szétválasztása
- Job: „kód”
 - Mapper, reducer, (partitioner, combiner)
 - Egy kijelölt csomópontnak adjuk ki („JobTracker”)
- Ütemezés (scheduling)
 - „task”-okra szétválasztás; pl bemeneti (k,v) párok blokkja
 - task-ok csomóponthoz rendelése
 - Szükség lehet várakozási sorra is
 - „stragglers” → spekulatív végrehajtás
 - map és reduce is a leglassabb task-tól függ
 - Kulcseloslás miatt reduce esetén nem mindenképp megoldás

MapReduce: a keretrendszer feladatai [1]

- Adat és kód kolokáció
 - „kódot visszük az adathoz”
- Szinkronizáció
 - Map és Reduce között
 - „shuffle and sort” (nagy, elosztott GROUP BY key)
- Hibakezelés!

MapReduce: a teljes kép



Forrás: [1], p 30

Partíciók és Kombinálás

- Legegszerűbb part.: $\text{hash}(\text{kulcs}) \bmod \#\text{reducer}$
 - $f: \text{kulcs} \rightarrow \text{reducer}$
- Kombinálás: lokális aggregálás
 - „mini-reducer”
 - Hálózati kommunikáció redukálása
 - Általánosságban nem „csereszabatos” a reducer-rel
 - Word countnál?

PageRank

The anatomy of a large-scale hypertextual Web search engine

S Brin, L Page - Computer networks and ISDN systems, 1998 - Elsevier

In this paper, we present Google, a prototype of a **large-scale search engine** which makes heavy use of the structure present in **hypertext**. Google is designed to crawl and index the **Web** efficiently and produce much more satisfying **search** results than existing systems. ...

Idézetek száma: 11052 Kapcsolódó cikkek Mind a(z) 349 változat Idézés

PageRank

- Keresés a weben: találatok sorrendezése?
 - „spam farm”, „term spam”, „spider traps”, ...
- „random surfer” modell
 - látogatás valószínűsége
 - d csillapító paraméter
- Egy oldal PageRank-je magas, ha
 - sok oldal linkeli vagy
 - Magas PageRank-ű oldalak linkelik

PageRank

- A oldalt linkeljék T_1, T_2, \dots, T_n oldalak.

- $0 < d < 1$.

- Eredeti, publikált default: 0.85

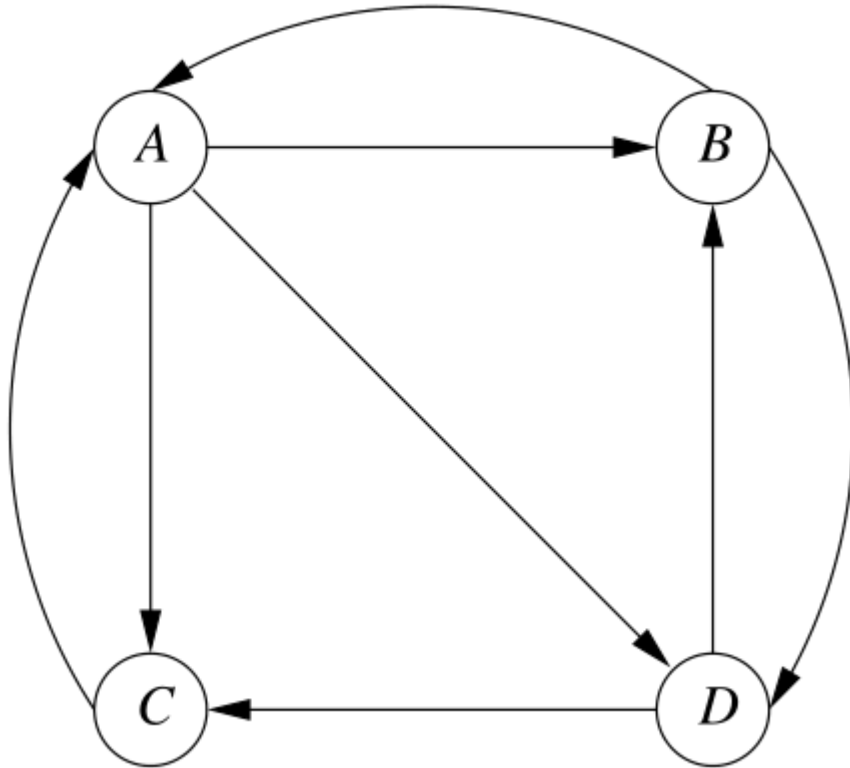
- $C(A)$: kimenő fokszám

- Definíció:

$$PR(A) = (1 - d) + d \left(\frac{PR(T_1)}{C(T_1)} + \dots + \frac{PR(T_n)}{C(T_n)} \right)$$

- \sim random látogató helyének val. eloszlása

Tranzíciós mátrix



$$M = \begin{bmatrix} 0 & 1/2 & 1 & 0 \\ 1/3 & 0 & 0 & 1/2 \\ 1/3 & 0 & 0 & 1/2 \\ 1/3 & 1/2 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

PageRank számítása

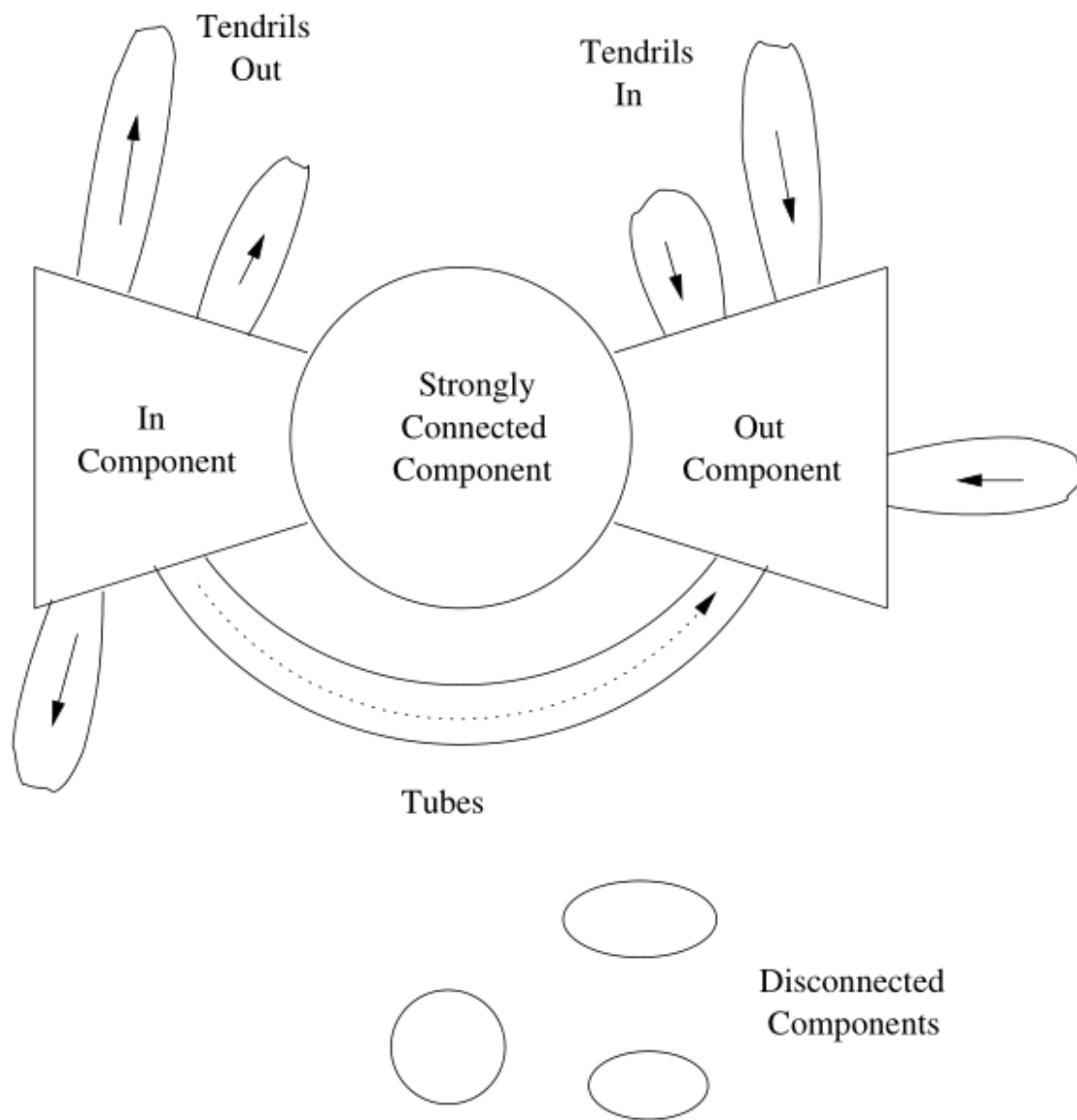
- \mathbf{v}_0 kezdeti eloszlás
- Egy lépés után: $M\mathbf{v}_0$
- Két lépés után: $M(M\mathbf{v}_0) = M^2\mathbf{v}_0$

- De ez egy Markov folyamat!
 - Van \mathbf{v} stacionárius eloszlása,
 - Ha a gráf erősen összefüggő és nyelőmentes

PageRank számítása

- Gyakorlatban: iterálás
 - de max. a normál lebegőpontos aritmetika határáig (50-75 iteráció a webre)
- Ez is négyzetes minden lépésben...
- ... de M ritka volta kihasználható

„teleportálás”: „spider traps” és „dead ends”



MapReduce?

- t db mátrix-vektor szorzás
- N.B. a külső ciklus lehet probléma
 - Job indítási overhead!
 - Mátrix újra felolvasása minden iterációban
 - ...

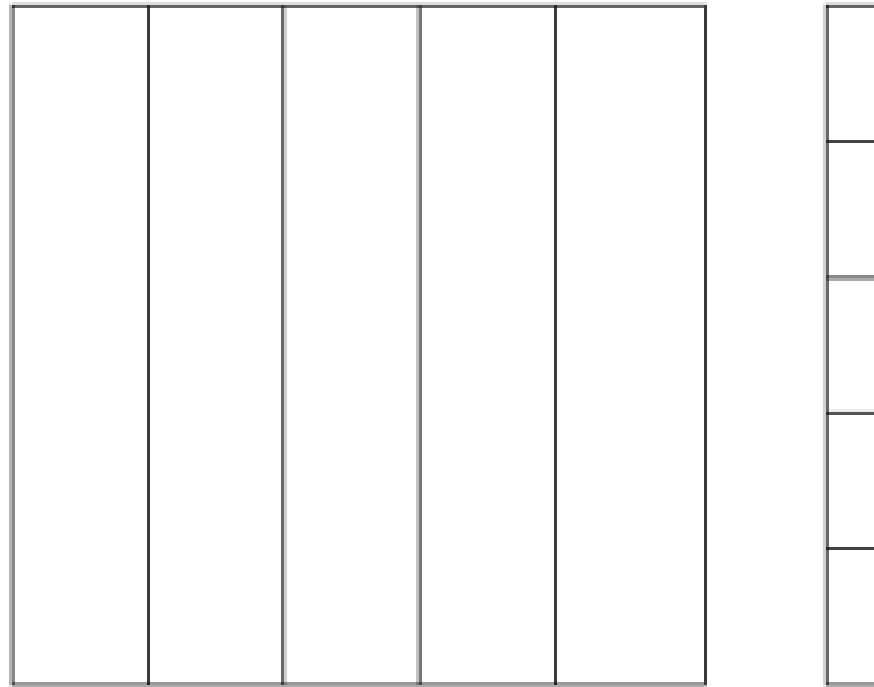
- M legyen $n \times n$ -es mátrix

$$x_i = \sum_{j=1}^n m_{ij} v_j$$

- $n = 100$ nem Big Data...
- Mapper, ha a vektor befér a memóriába: $(i, m_{ij} v_j)$

MapReduce mátrix-vektor szorzás

- Ha a vektor nem fér el a memóriában: „csíkozás” (*striping*)



Matrix M

Vector v

PageRank k^2 mapperrel

$$\begin{bmatrix} \mathbf{v}'_1 \\ \mathbf{v}'_2 \\ \mathbf{v}'_3 \\ \mathbf{v}'_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M_{11} & M_{12} & M_{13} & M_{14} \\ M_{21} & M_{22} & M_{23} & M_{24} \\ M_{31} & M_{32} & M_{33} & M_{34} \\ M_{41} & M_{42} & M_{43} & M_{44} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{v}_1 \\ \mathbf{v}_2 \\ \mathbf{v}_3 \\ \mathbf{v}_4 \end{bmatrix}$$

Általánosítás: a GIM-V primitív

- „Generalized Iterative Matrix-Vector multiplication”
- A szokásos feladat:

$$M \times v = v', \text{ ahol } v'_i = \sum_{j=1}^n m_{ij} v_j$$

- Valójában három operátor:
 - combine2: a szorzás
 - combineAll: a szumma
 - assign: vektorelemek frissítése

Hivatkozások

- [1] Lin, J., & Dyer, C. (2010). Data-Intensive Text Processing with MapReduce. *Synthesis Lectures on Human Language Technologies*, 3(1), 1–177. doi:10.2200/S00274ED1V01Y201006HLT007
- [2] <http://www.slideshare.net/jeffreybreen/big-data-stepbystep-using-r-hadoop-with-rhadoops-rmr-package>
- [3] <http://www.cloudera.com/content/support/en/downloads.html>
- [4] <http://hortonworks.com/products/hortonworks-sandbox/>
- [5] http://hadoop.apache.org/docs/r1.2.1/mapred_tutorial.html
- [6] [http://home.mit.bme.hu/~ikocsis/notes/2013/10/23/\(r\)hadoop-sandbox-howto/](http://home.mit.bme.hu/~ikocsis/notes/2013/10/23/(r)hadoop-sandbox-howto/)
- [7] <http://home.mit.bme.hu/~ikocsis/notes/2013/10/28/rhadoop-sandbox-with-the-cloudera-quickstart-vm/>
- [8] Iványi, A. "Informatikai algoritmusok." *ELTE Eötvös Kiadó, Budapest* (2004).
- [9] Chu, C. T., Kim, S. K., Lin, Y. A., Yu, Y., Bradski, G. R., Ng, A. Y., & Olukotun, K. (2006). Map-reduce for machine learning on multicore. In B. Schölkopf, J. Platt, & T. Hofmann (Eds.), *Advances in Neural Information Processing Systems 19: Proceedings of the 2006 Conference* (pp. 281–288). MIT Press.