

# **Analisi di dati su larga scala**

Prof. Malchioni dario  
5 CFU

**Luca Cappelletti**

Lectures Notes  
Year 2017/18



Magistrale Informatica LM-18  
Università statale di Milano  
Italy  
October 6, 2017

# Contents

<b>1</b>	<b>Chapter 2</b>	<b>2</b>
1.1	Analisi di complessità di un job map-reduce . . . . .	2
1.1.1	Es: moltiplicazione di matrici . . . . .	2
1.1.2	Join multi-way . . . . .	2
1.1.3	Rilassamento lagrangiano . . . . .	2
1.1.4	Es: Join sui nodi di facebook . . . . .	3
1.1.5	Es: Google pagerank . . . . .	3

# Chapter 1

# Chapter 2

## 1.1 Analisi di complessità di un job map-reduce

### 1.1.1 Es: moltiplicazione di matrici

$$A_{m \times n} \times B_{n \times o}(i, j, a_{ij}) \mapsto M_A((i, j), (A, k, a_{ik})) \forall j = 1, \dots, o(k, j, b_{kj}) \mapsto M_B((i, j), (B, k, b_{ik})) \forall i = 1, \dots, m(i, j)[(A, 1, a_{i1}), \dots, (A, m, a_{im})]$$

$$R(A, B) \bowtie S(B, C) \bowtie T(C, D)(a, b) \mapsto_{M_R} (b, (R, a))(b, c) \mapsto_{M_S} (b, (S, a))$$

Quale è il costo di questo algoritmo. Indichiamo con  $r, s, t$  i rispettivi numeri di tuple delle tabelle  $R, S, T$ . Il primo processo  $M_R$  riceve tutte e sole le tuple di  $R$ , quindi ha costo  $r$ . Il secondo, similmente, ha costo  $s$ .

Il risultato del costo di complessità sarà quindi un  $O(r + s)$ . Ma questo è tra due relazioni. Se volessi farlo da 3 relazioni (**join in cascata**) cosa andrei ad ottenere?

$$(R \bowtie S) \bowtie T$$

Otengo il costo  $O(r + s + t + r s p)$ , con  $p$  rappresentante la probabilità che due valori di  $R$  e  $S$  hanno un attributo uguale.

### 1.1.2 Join multi-way

Date due funzioni di hash, una  $h$  per l'attributo  $B$  ed una  $g$  per l'attributo  $C$ , con  $b$  **bucket** e  $c$  **bucket**, avendo che  $bc = k$ .

Nel caso di una tupla  $(u, v) \in R$  viene inviata ad un'unica colonna verticale, riducendo i nodi (**c reducer**).

Nel caso di una tupla  $(w, z) \in T$  viene inviata ad un'unica colonna orizzontale, riducendo i nodi (**b reducer**).

Nel caso di una tupla  $(v, w) \in S$  viene inviata ad un'unica cella, riducendo i nodi ad uno soltanto (**1 reducer**).

Il costo quindi risulta essere:

$$O(r + 2s + t + cr + bt)$$

### 1.1.3 Rilassamento lagrangiano

N.B. Il parametro  $\lambda$  non può essere negativo.

$$L(b, c) = cr + br - \lambda(bc - k)$$

$$\frac{dL(b, c)}{db} = 0$$

$$\frac{dL(b, c)}{dc} = 0$$

Ottengo quindi un sistema:

$$\begin{cases} t - \lambda c = 0 \\ r - \lambda b = 0 \end{cases} \implies \begin{cases} t = \lambda c \\ r = \lambda b \end{cases}$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{rt}{k}}$$

$$c = \sqrt{\frac{kt}{r}}$$

$$b = \sqrt{\frac{kr}{t}}$$

Il **costo ottimizzato** della **join multiway** risulta quindi essere:

$$O(r + 2s + t + 2\sqrt{kr t})$$

#### 1.1.4 Es: Join sui nodi di facebook

Prendiamo ad esempio il grafo dei nodi facebook, dotato di  $10^9$  nodi.

$R(U_1, U_2), |R| = r = 3 \times 10^1$  (dati arbitrari)

$$R \bowtie R \bowtie R$$

Approccio Multi-way:  $r + 2r + r + 2r\sqrt{k} = 4r + 2r\sqrt{k} = 1 \times 2 \times 10^1 2 + 6 \times 10^1 1\sqrt{k}$

Approccio cascata (nell'ipotesi che  $absR \bowtie R = 30r$ ):  $r + r + r + r^2 \times p = \dots = 2r + 60r = 1 \times 2 \times 10^1 2 + 1 \times 86 \times 10^1 3$

Ottengo quindi che:  $6 \times 10^1 1\sqrt{k} \leq 1 \times 86 \times 10^3 3 \implies k \leq 961$ , e risulta quindi migliore utilizzare l'approccio multi way quando si hanno meno di 961 nodi da allocare a dei reducer.

#### 1.1.5 Es: Google pagerank

Come funziona **pagerank**:

	A	B	C	D
A	0	$\frac{1}{2}$	1	0
B	$\frac{1}{3}$	0	0	$\frac{1}{2}$
C	$\frac{1}{3}$	0	0	$\frac{1}{2}$
D	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	0	0

$$v_j(t+1) = P(\text{Trovarsi in } j \text{ al tempo } t+1) = \sum_i P(\text{trovarsi in } i \text{ al tempo } t) \cdot P(\text{spostarsi da } i \text{ a } j \mid \text{trovarsi in } i \text{ al punto } t)$$

$$\sum_i v_i(t) m_{ji} = \sum_i m_{ji} v_i(t) = (Mv(t))_j$$

con  $M_{ij} = P(\text{spostarsi da } j \text{ a } i)$ .

$$\vec{V}(t+1) = M\vec{v}(t)$$