

Reti di Calcolatori I

Prof. Roberto Canonico

Dipartimento di Ingegneria Elettrica e delle Tecnologie dell'Informazione

Corso di Laurea in Ingegneria Informatica

A.A. 2019-2020

Algoritmo di Dijkstra

**I lucidi presentati al corso sono uno strumento didattico
che NON sostituisce i testi indicati nel programma del corso**

Nota di copyright per le slide COMICS

Nota di Copyright

Questo insieme di trasparenze è stato ideato e realizzato dai ricercatori del Gruppo di Ricerca COMICS del Dipartimento di Informatica e Sistemistica dell'Università di Napoli Federico II. Esse possono essere impiegate liberamente per fini didattici esclusivamente senza fini di lucro, a meno di un esplicito consenso scritto degli Autori. Nell'uso dovranno essere esplicitamente riportati la fonte e gli Autori. Gli Autori non sono responsabili per eventuali imprecisioni contenute in tali trasparenze né per eventuali problemi, danni o malfunzionamenti derivanti dal loro uso o applicazione.

Autori:

Simon Pietro Romano, Antonio Pescapè, Stefano Avallone,
Marcello Esposito, Roberto Canonico, Giorgio Ventre

Algoritmo di Dijkstra

- Ogni nodo ha a disposizione il grafo della rete:
 - i nodi sono i router
 - gli archi sono le linee di collegamento tra router:
 - agli archi è associato un costo
- Ogni nodo usa l'algoritmo di Dijkstra per costruire lo *Shortest Path Tree* del grafo, ovvero l'albero dei cammini di costo minimo
- Ad ogni nodo si assegna un'etichetta che rappresenta il costo massimo per raggiungere quel nodo
- L'algoritmo modifica le etichette cercando di minimizzarne il valore e di renderle permanenti

Algoritmo di Dijkstra: formalizzazione

- La Topologia della rete è nota a tutti i nodi:
 - la diffusione è realizzata via “link state broadcast”
 - tutti i nodi hanno la stessa informazione
- Si calcola il percorso minimo da un nodo a tutti gli altri:
 - l'algoritmo fornisce la **tavola di routing** per quel nodo
- **Iterativo:** un nodo, dopo k iterazioni, conosce i cammini meno costosi verso k destinazioni

Notazione:

- **$c(i,j)$** : costo collegamento da i a j : $c(i,j) \geq 0$
 - infinito se non c'è collegamento
 - per semplicità, **$c(i,j) = c(j,i)$**
- **$D(v)$** : costo corrente del percorso, dalla sorgente al nodo v
- **$p(v)$** : predecessore (collegato a v) lungo il cammino dalla sorgente a v
- **N** : insieme di nodi per cui la distanza è stata trovata

Algoritmo di Dijkstra (eseguito da A)

1 **Inizializzazione:**

2 $N = \{A\}$

3 per tutti i nodi v

4 if (v e' adiacente a A)

5 then $D(v) = c(A,v)$

6 else $D(v) = \infty$

7

8 **Loop**

9 sia w non in N tale che $D(w)$ è minimo

10 aggiungi w a N

11 aggiorna $D(v)$ per ogni v adiacente a w e non in N :

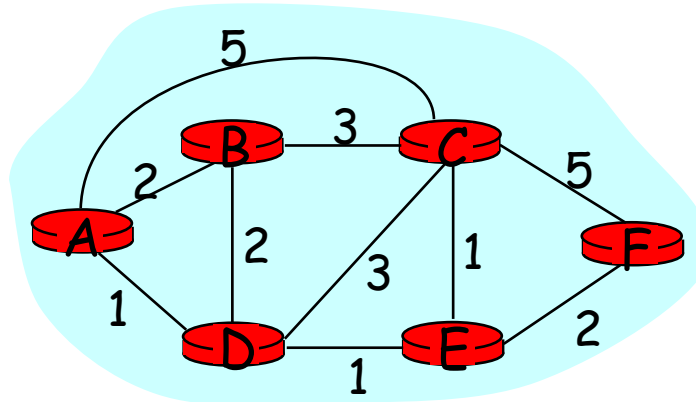
12 $D(v) = \min(D(v), D(w) + c(w,v))$

13 {il nuovo costo fino a v è o il vecchio costo, oppure il costo del cammino piu breve fino a w più il costo da w a v }

15 **fino a quando tutti i nodi sono in N**

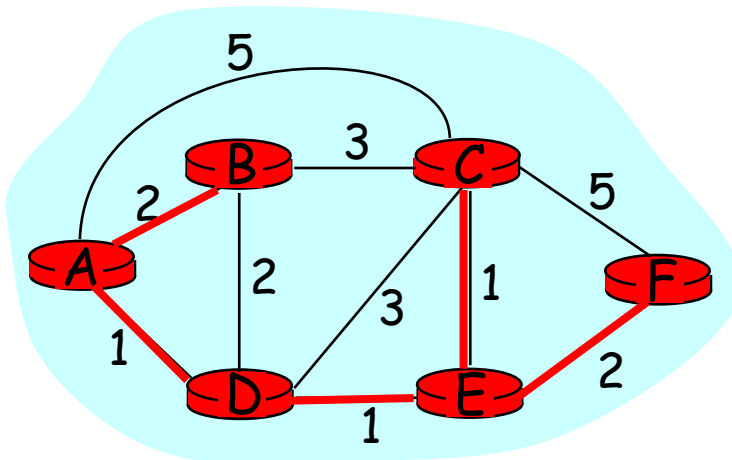
Algoritmo di Dijkstra: interpretazione

- L'algoritmo consiste in un passo di inizializzazione, più un ciclo di durata pari al numero di nodi della rete. Al termine avremo i percorsi più brevi dal nodo sorgente a tutti gli altri nodi
- **Esempio.** Calcoliamo sulla rete data i percorsi di costo minimo da A a tutte le possibili destinazioni. Ciascuna riga della tabella della slide seguente fornisce i valori delle variabili dell'algoritmo alla fine di ciascuna iterazione



Algoritmo di Dijkstra: esempio

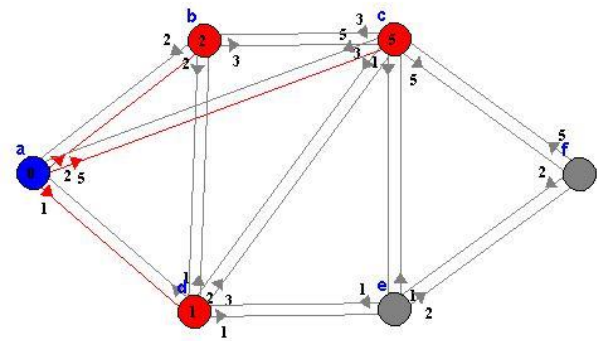
Step	start N	D(B),p(B)	D(C),p(C)	D(D),p(D)	D(E),p(E)	D(F),p(F)
→ 0	A	2,A	5,A	1,A	infinity	infinity
→ 1	AD	2,A	4,D	2,D	infinity	infinity
→ 2	ADE	2,A	3,E	3,E	4,E	infinity
→ 3	ADEB	2,A	3,E	3,E	4,E	4,E
→ 4	ADEBC	2,A	3,E	3,E	4,E	4,E
→ 5	ADEBCF	2,A	3,E	3,E	4,E	4,E



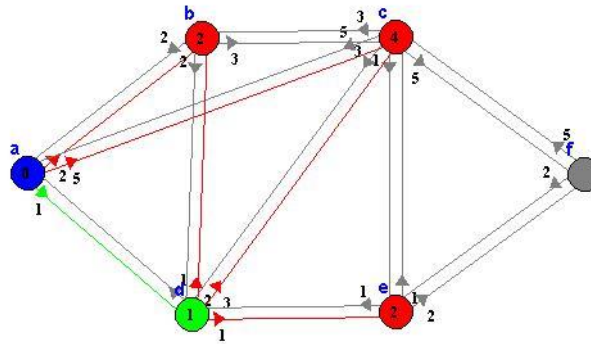
Notazione:

- $c(i,j)$: costo collegamento da i a j (infinito se non c'è collegamento e per semplicità $c(i,j) = c(j,i)$)
- $D(v)$: costo corrente del percorso, dalla sorgente al nodo v
- $p(v)$: predecessore (collegato a v) lungo il cammino dalla sorgente a v
- N : insieme di nodi per cui la distanza è stata trovata

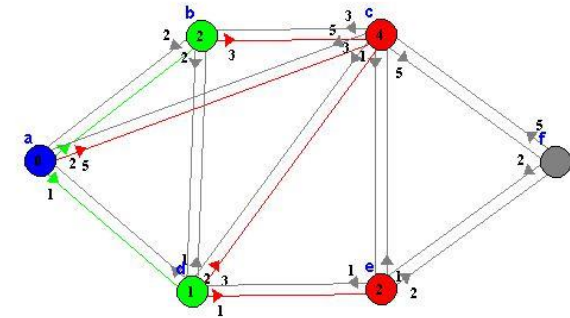
Dijkstra: esempio



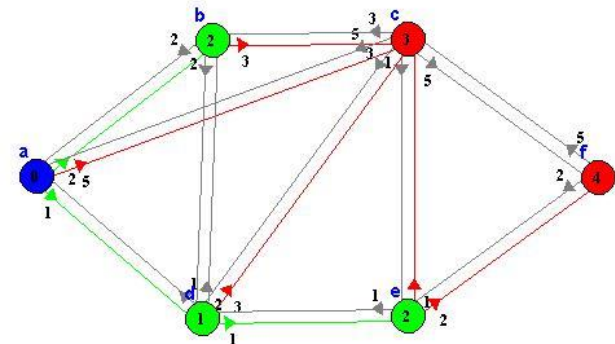
Passo 1



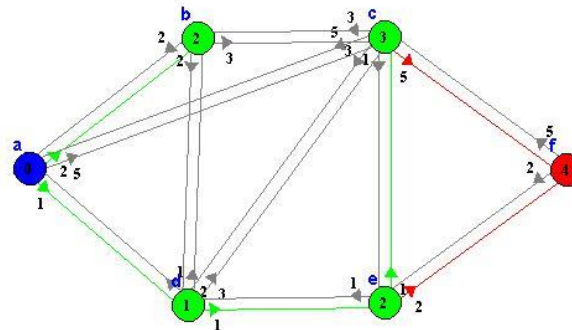
Passo 2



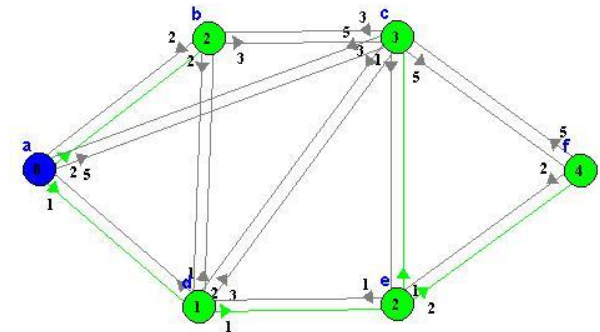
Passo 3



Passo 4

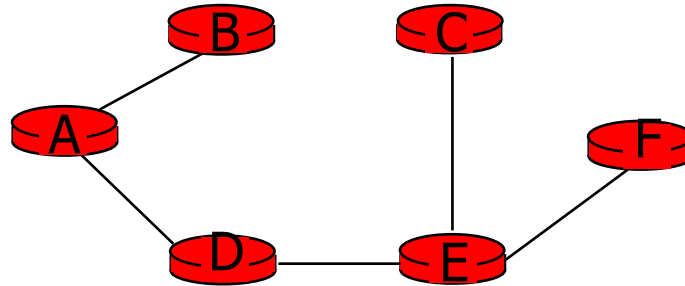


Passo 5



Passo 6

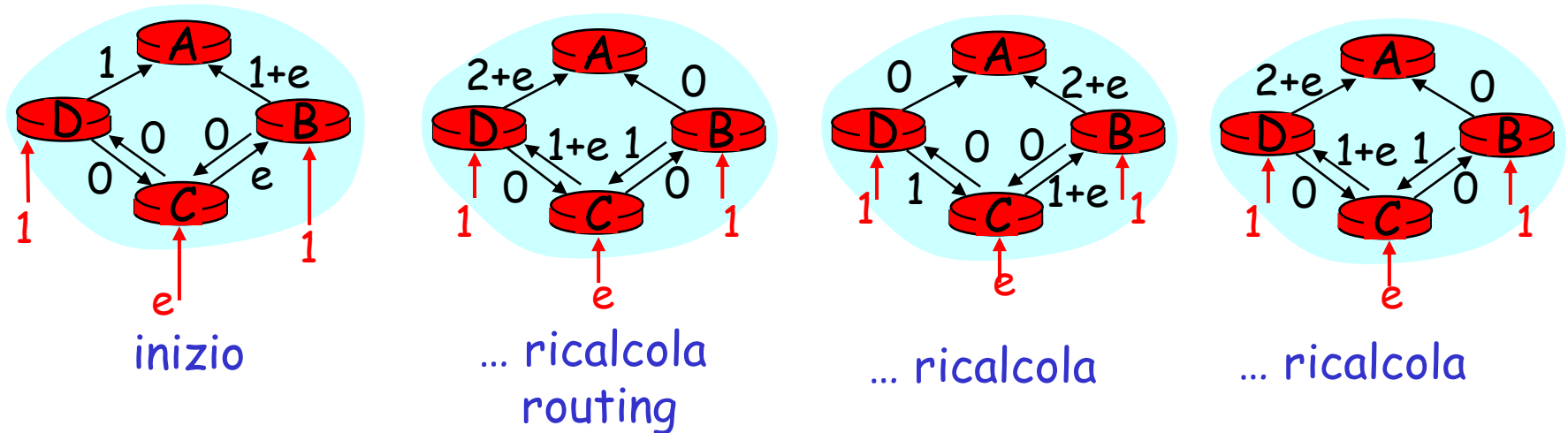
Esempio: tabella di instradamento in A



destination	link
B	(A,B)
C	(A,D)
D	(A,D)
E	(A,D)
F	(A,D)

Algoritmo di Dijkstra: discussione

Se il costo di un link è proporzionale al traffico su quel link, allora sono possibili oscillazioni



Soluzione: evitare la sincronizzazione nell'invio dei messaggi dei router