# Simulazione distribuita

Lookahead

Deadlock Detection e Recovery

# Sommario

- Messaggi “null”, forma standard, variazione
- Lookahead
  - Cos’è e perché è così importante
  - Si può modificare il suo valore?
- Deadlock Detection e algoritmo di recovery (Chandy/Misra)

# Algoritmo basato su messaggi “null”

**WHILE** (simulation is not over)

wait until each FIFO contains at least one message

remove smallest time stamped event from its FIFO

process that event

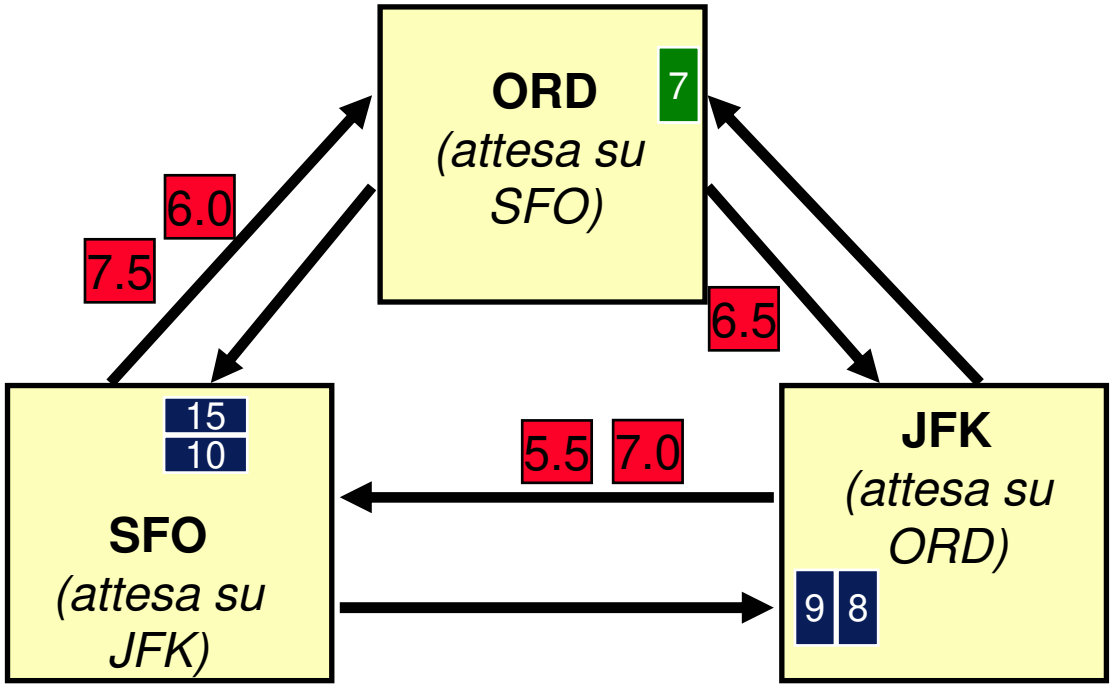
*send null messages to neighboring LPs with time stamp indicating a lower bound on future messages sent to that LP (current time plus minimum transit time between airports)*

**END-LOOP**

Variazione: gli LP richiedono esplicitamente un messaggio “null” quando una delle code diventa vuota

- meno messaggi da spedire e processare

# Problemi dell'algoritmo




**Messaggi "null":**

JFK: timestamp = 5.5

SFO: timestamp = 6.0

ORD: timestamp = 6.5

JFK: timestamp = 7.0

SFO: timestamp = 7.5

ORD: processa il messaggio con TS 7

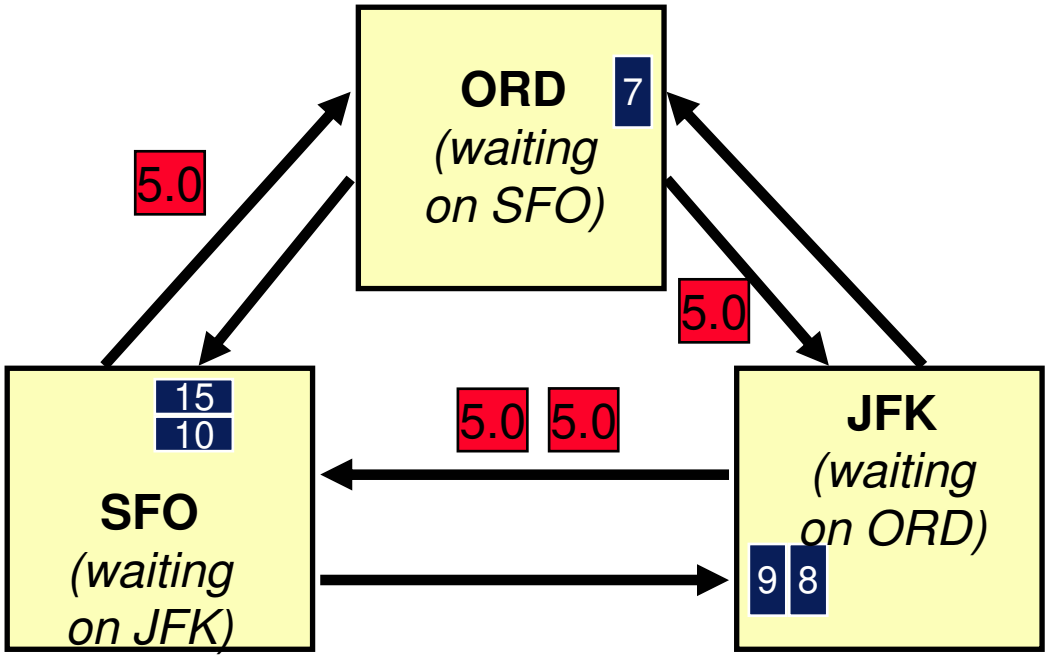
**Sono necessari 5 messaggi "null" per un solo evento**

**0.5**

| |
|---|
| Ritardo minimo tra gli aeroporti: ~~3~~ unità di tempo<br>JFK ha inizialmente tempo 5 |
| **Il numero dei messaggi "null" cresce con al ridursi del tempo minimo di volo.** |

# Invece di Deadlock: Livelock

**Cosa succederebbe se il ritardo minimo fosse ZERO?**




Livelock: ciclo senza fine di messaggi “null” attraverso i quali nessun LP è in grado di avanzare il proprio tempo simulato.

Nel sistema non possono esistere cicli con valore di lookahead pari a zero (zero lookahead cycle).

# Lookahead

L'algoritmo basato su messaggi "null" è fondato sulla capacità di predire la distanza del prossimo evento. Questa distanza temporale è detta lookahead.

- ORD è a tempo simulato 5, il tempo minimo di comunicazione tra due aeroporti è fissato a 3, quindi il prossimo messaggio proveniente da ORD deve avere tempo minimo 8

Approfondimento:

- **Link Lookahead (associato ad ogni link uscente)**
- **LP Lookahead (associato al Logical Process)**

Link Lookahead e LP Lookahead sono equivalenti qualora il lookahead su tutti I link uscenti sia uguale

# Lookahead e modello simulato

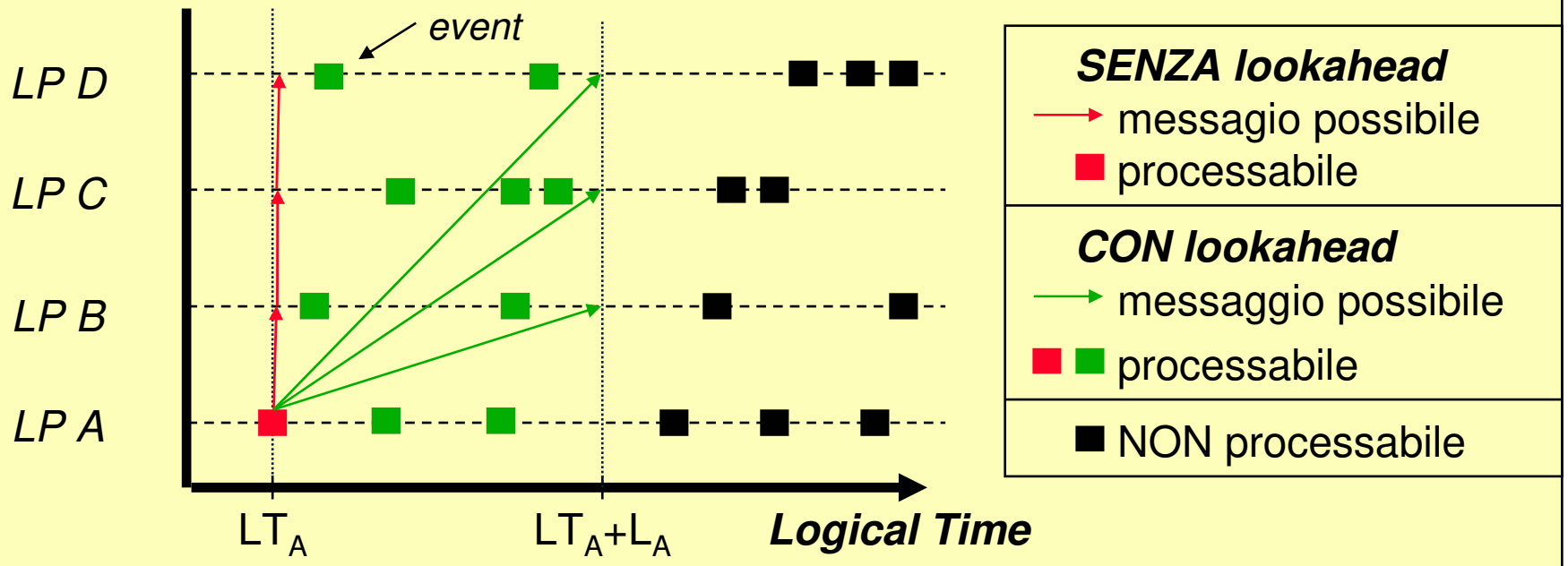
*Il Lookahead è dipendente dal modello simulato:*

- può derivare da vincoli fisici del sistema simulato, tempo minimo perchè un'entità possa modificare lo stato di un'altra (es. tempo di volo di un aereo, velocità di un proiettile ecc.)
- può derivare da caratteristiche delle entità simulate (es., nella simulazione non esiste nessun evento che possa modificare il comportamento di una certa entità per un determinato lasso di tempo futuro)
- può derivare da un margine di tolleranza (es., l'utente non è in grado di percepire differenze temporali di entità inferiore ad un certo valore
- la simulazione può essere in grado di precalcolare la prossima interazione che avverrà, la conoscenza all'interno del sistema è sufficiente per avere un controllo preciso su quanto deve ancora avvenire (es., si seguono delle tracce prefissate di comportamento).

Le simulazioni time-stepped hanno un uso implicito del lookahead; gli eventi a "tempo attuale" sono considerati come indipendenti (e quindi concorrenti), i nuovi eventi generati si riferiscono a time-step futuri.

# Importanza del Lookahead

*Ogni LP deve processare gli eventi in ordine non decrescente*




Ogni Logical Process A, dichiara un valore di lookahead $L_A$: il time stamp di ogni evento generato da LP deve essere ≥ $LT_A + L_A$

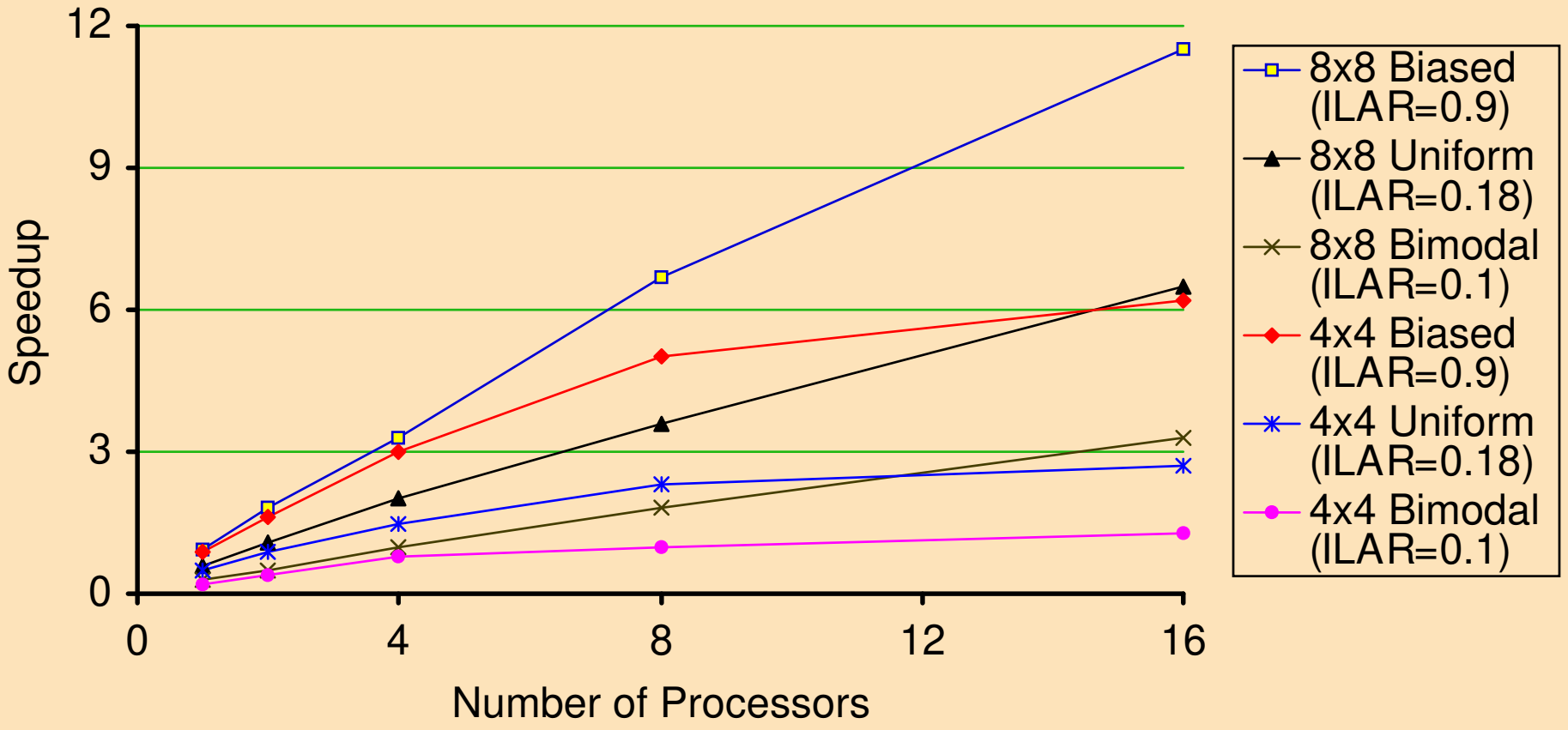
- Il lookahead è presente in modo "più o meno evidente" in tutti gli algoritmi di sincronizzazione pessimistici (detti anche conservativi)

Il lookahead è necessario per l'elaborazione concorrente dei messaggi con time-stamp diverso: grosso impatto sulle prestazioni!

# Esempio di simulazione

confronto dello speed-up in presenza di un numero crescente di processori e variazione di ILAR e densità

ILAR=lookahead / average time stamp increment




**Il lookahead ha un grosso impatto sulle prestazioni**

# Sommario

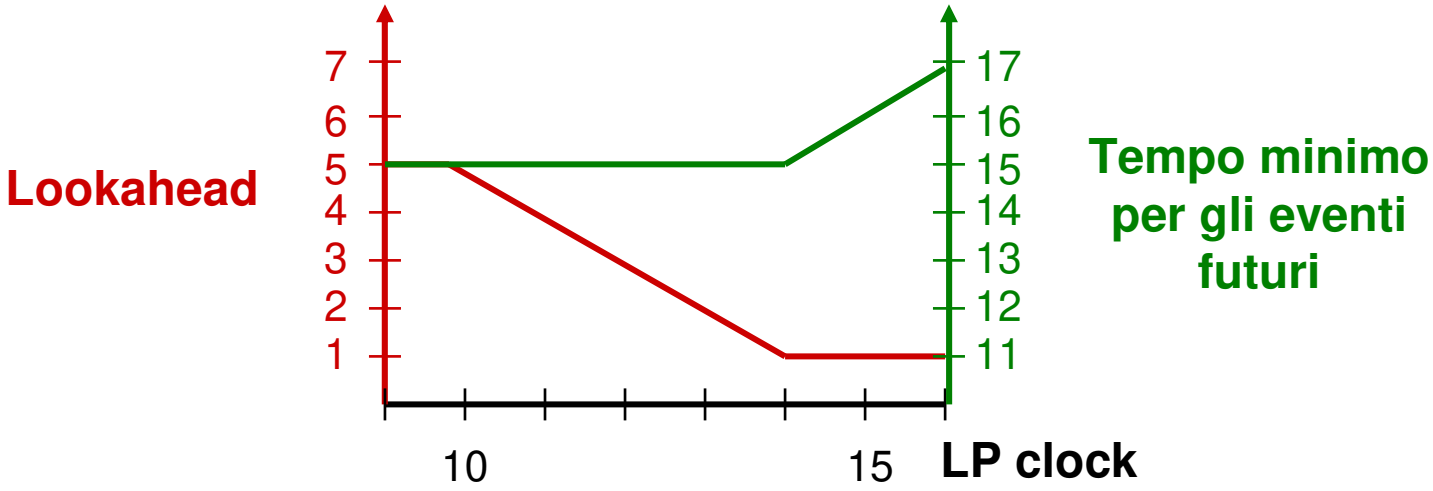
- Messaggi “null”, forma standard, variazione
- Lookahead
  - Cos’è e perché è così importante
  - Si può modificare il suo valore?
- Deadlock Detection e algoritmo di recovery (Chandy/Misra)

# Modificare il valore di lookahead

- Incremento
  - Nessun problema, la modifica può essere anche immediata
- Decremento
  - I diritti acquisiti vanno garantiti
  - Il decremento non può essere immediato
    - Se un LP si trova a tempo simulato 10, implica che ha garantito che il suo messaggio successivo avrà tempo minimo 15
    - Se il lookahead fosse immediatamente decrementato ad 1, potrebbe generare un evento con time stamp 11
  - Il lookahead può essere decrementato di K unità di tempo solo dopo che per l'LP è trascorso un tempo simulato di lunghezza minima pari a K

# Esempio

- SFO: tempo simulato = 10, lookahead = 5
- Tempo minimo per gli eventi futuri ≥ 15
- SFO: richiede una riduzione del lookahead ad 1



# Sommario

- Messaggi “null”, forma standard, variazione
- Lookahead
  - Cos’è e perché è così importante
  - Si può modificare il suo valore?
- Deadlock Detection e algoritmo di recovery (Chandy/Misra)

# Deadlock Detection & Recovery

**Algoritmo eseguito in maniera indipendente da ogni LP**

**WHILE** (simulation is not over)
    wait until each FIFO contains at least one message
    remove smallest time stamped event from its FIFO
    process that event
**END-LOOP**

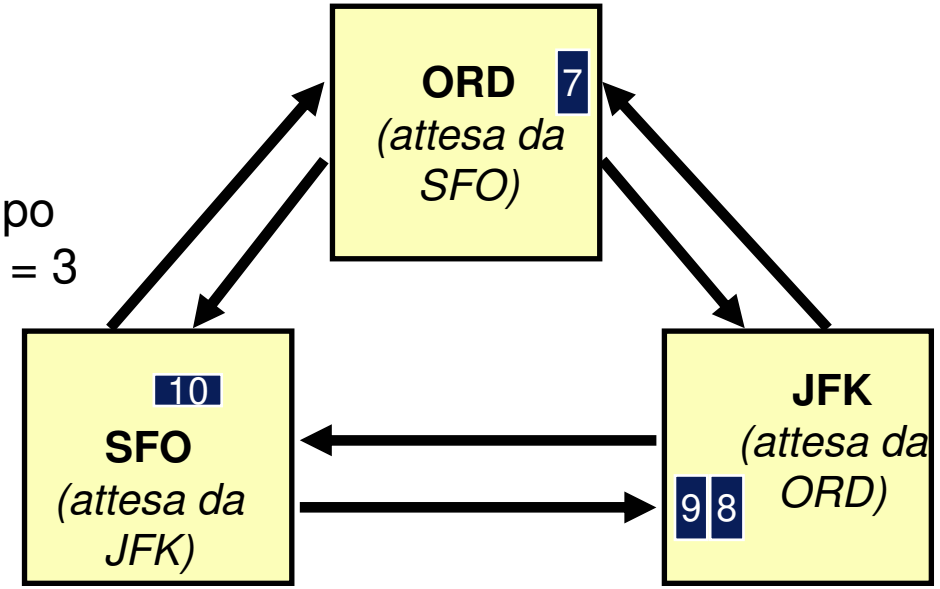
- Non ci sono messaggi “null”
- La simulazione procede fino al deadlock
- Meccanismo per rilevare il deadlock
- Meccanismo per il recovery dal deadlock

# Deadlock Recovery

Deadlock recovery: indentificare un evento “safe” (che può essere processato senza violare la causalità del sistema)

DEADLOCK!

Assumiamo tempo minimo “di volo” = 3




**Quali eventi sono “safe”?**

- Time stamp 7: evento “minimo” presente nel sistema
- Time stamp 8, 9: sono “safe” grazie al lookahead
- Time stamp 10: è “safe” anche questo evento (nota che ha lo stesso time stamp generabile da ORD)

# Sommario

- Messaggi “null”, forma standard, variazione
- Lookahead
  - Cos’è e perché è così importante
  - Si può modificare il suo valore?
- Deadlock Detection e algoritmo di recovery (Chandy/Misra)