Simulazione distribuita

Approccio ottimistico: Time Warp

Sommario

- Sincronizzazione ottimistica
- Time Warp
  - Local Control Mechanism
    - Rollback
    - Cancellazione di eventi
  - Global Control Mechanism
    - Global Virtual Time

Il problema della sincronizzazione

Vincolo di causalità locale: gli eventi in ogni LP devono essere processati in ordine di time stamp

Nota: se ogni LP rispetta il vincolo, la simulazione parallela avrà gli stessi risultati della corrispondente sequenziale

Algoritmi di sincronizzazione

- Approccio conservativo: evitare la violazione del vincolo
  - Null messages (Chandy/Misra/Bryant)
  - Reazione in caso di Deadlock
- Approcco ottimistico: permettere la violazione del vincolo, rilevare l'avvenuta violazione, recover per mezzo di roolback (ritorno allo stato "safe" precedente)
  - Time Warp (Jefferson)

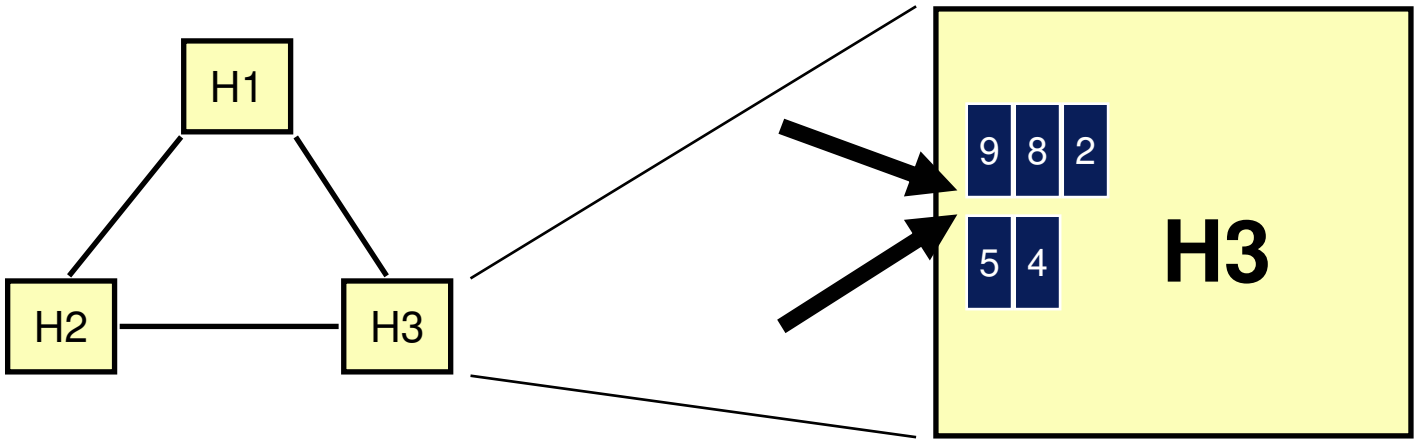
Time Warp (Jefferson)

Assunzioni

- i logical process (LPs) si scambiano eventi time stamped (messagi)
- la topologia della rete così come gli LP possono essere dinamici
- i messaggi spediti su un link non devono necessariamente essere in ordine di time stamp
- la rete è affidabile ma non necessariamente deve preseravare l'ordine

Idea:

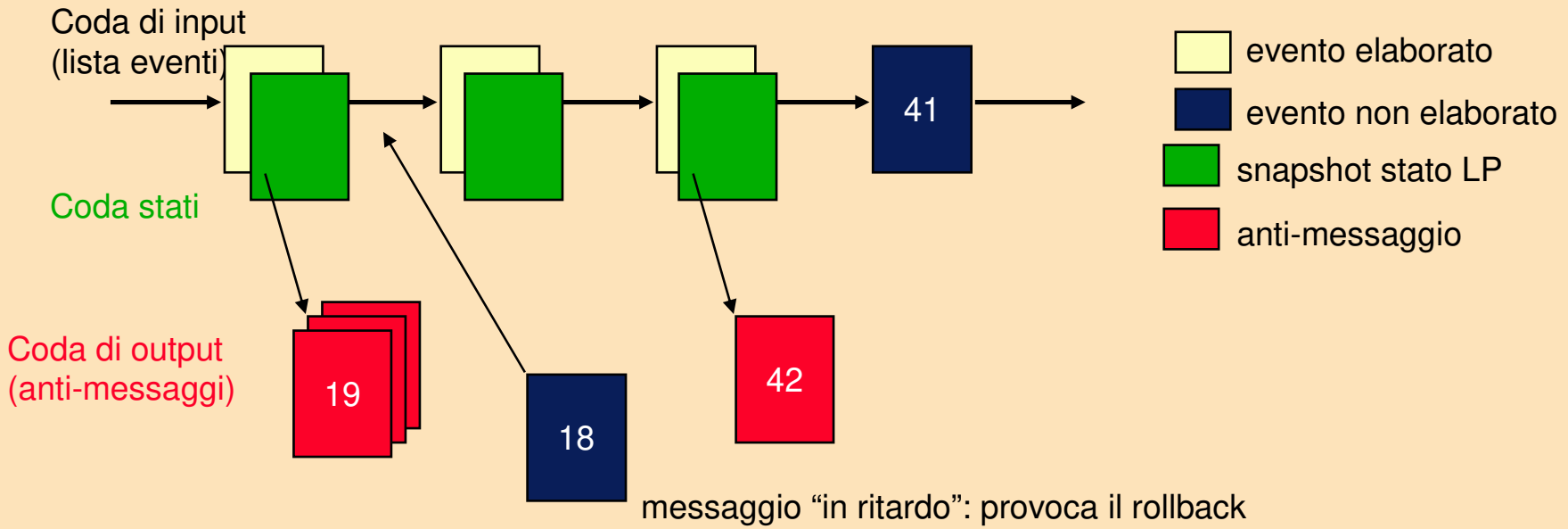
- processare gli eventi senza preoccuparsi di cosa avverà in seguito
- qualora avvenga una violazione di causalità, attuare un rollback per tornare ad uno stato consistente



Processa tutti gli eventi al momento disponibili (2, 4, 5, 8, 9)

Time Warp

Ogni LP processa gli eventi in ordine di time stamp, avendo cura di (1) NON cancellare gli eventi già processati, (2) attuare un meccanismo di roolback



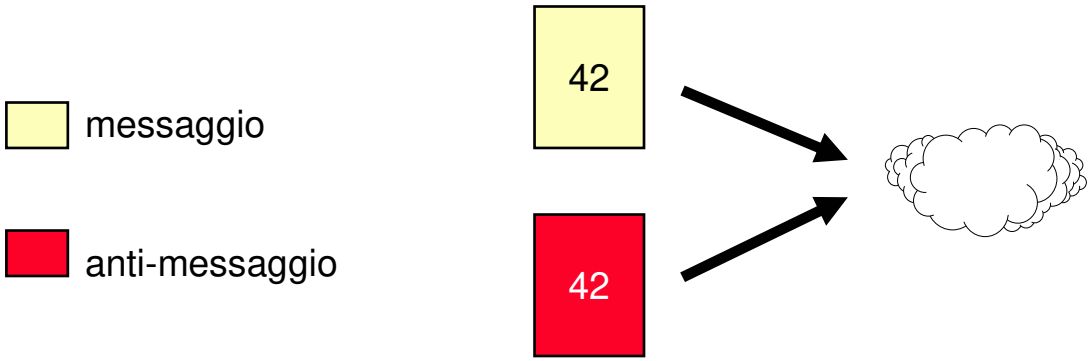
Implementazione del roolback:

- l’arrivo di un messaggio con “tempo passato” causa rollback nel LP
- il rollback di un evento computato consiste in
  - ripristinare le variabili di stato interessate dall’evento;

    Salvataggio di “stati incrementali”, gestione dei checkpoint
  - considerare i messaggi già spediti

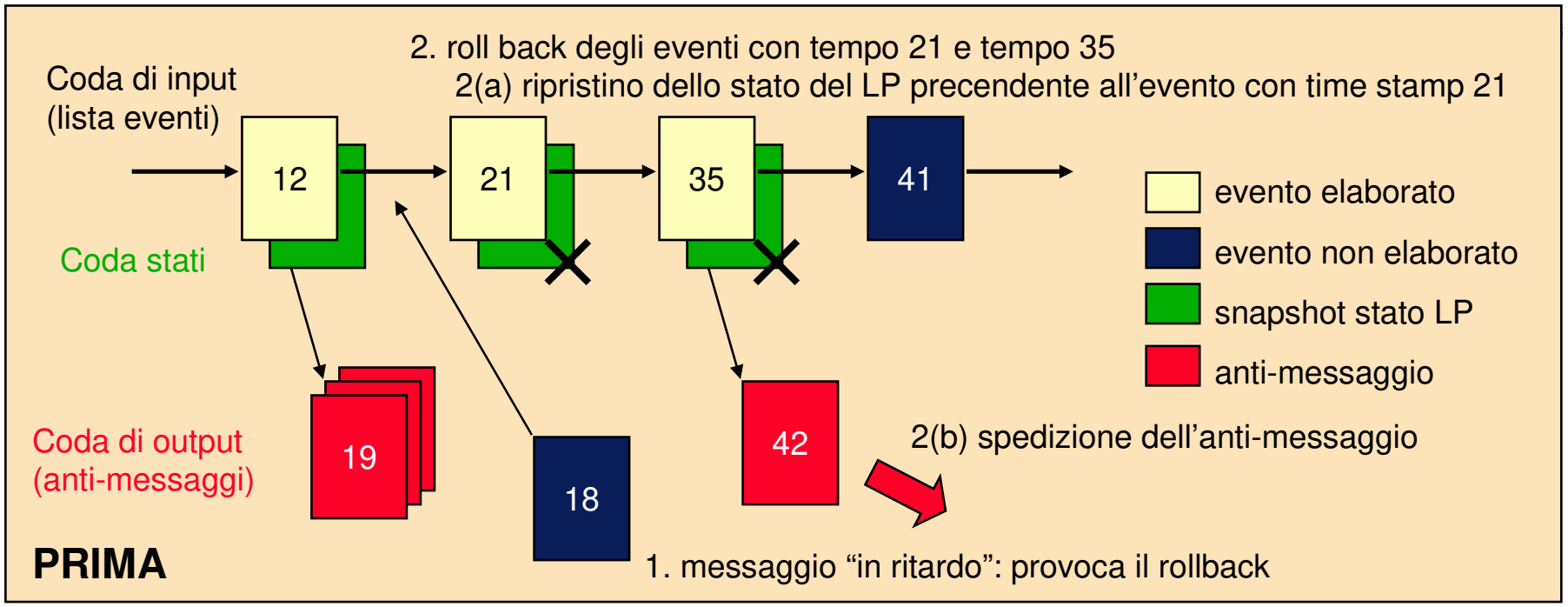
    Anti-messaggi e “annichilimento” dei messaggi

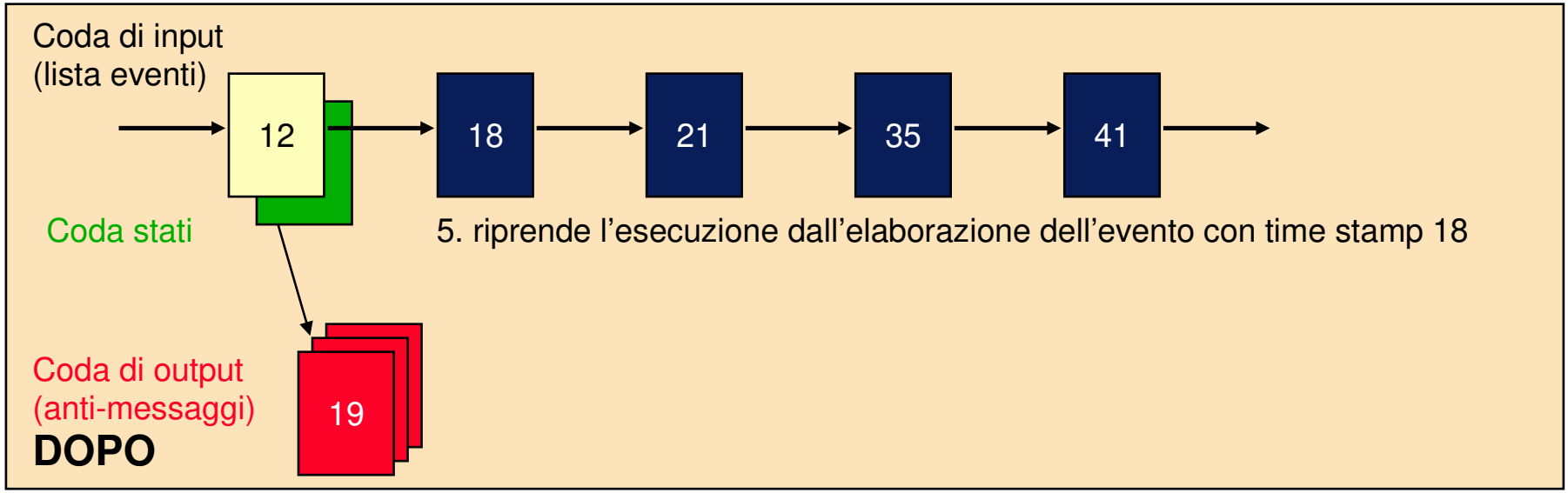
Anti-Messaggi



- Il loro scopo è quello di cancellare messaggi
- Ogni messaggio spedito da un LP ha un “pontenziale “ anti messaggio
- L’ anti messaggio ha contenuto identico al rispettivo messaggio, ad eccezione di un bit di segno
- Quando un anti messaggo e il rispettivo messaggio si incontrano nella stessa coda avviene un annichilimento di entrambi
- Per “rimediare gli effetti” dei messaggi precedentemente spediti, l’LP spedisce i corrispondenti anti messaggi
- La spedizione di un messaggio comporta anche una copia del messaggio con segno negativo mantenuta nella coda di output del LP (coda di anti messaggi che potrebbero servire durante un eventuale rollback)

Ricezione di un messaggio in ritardo





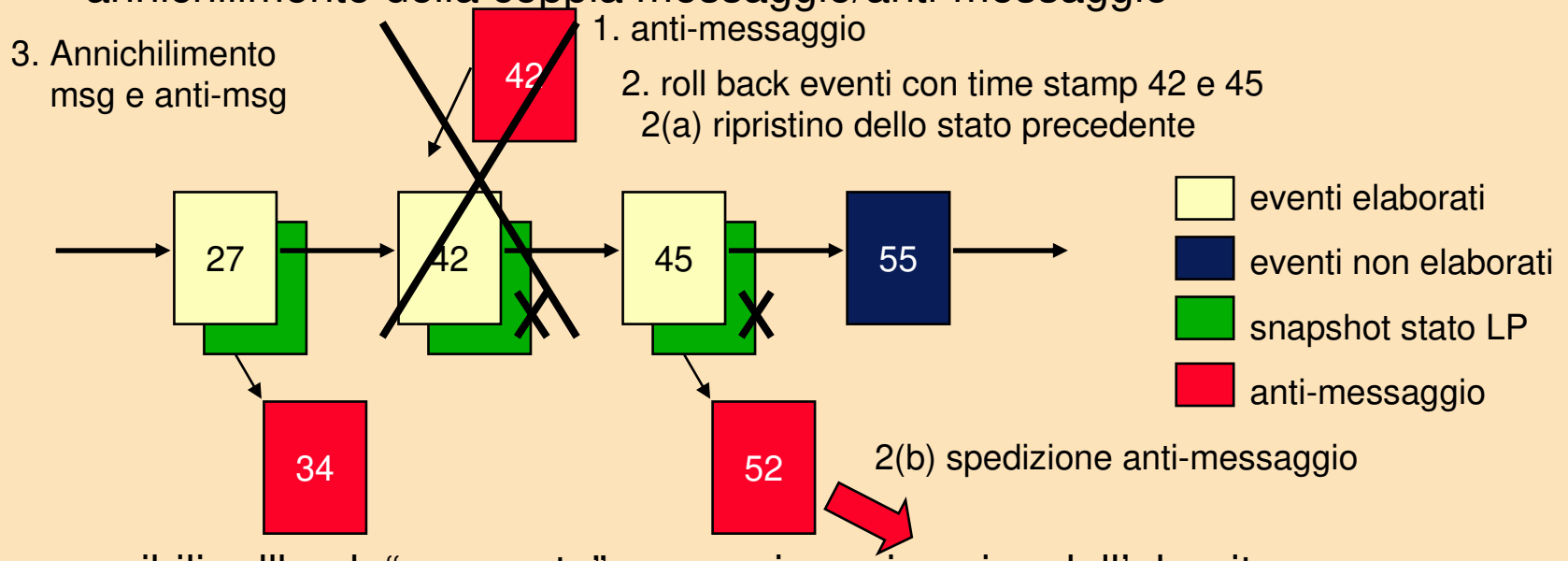
Ricezione di un Anti Messaggio

Caso I: l'evento corrispondente non è ancora stato elaborato

- annichilimento della coppia messaggio/anti-messaggio

Caso II: il messaggio corrispondente è già stato elaborato

- roll back al tempo precedente all'elaborazione del messaggio
- annichilimento della coppia messaggio/anti-messaggio



sono possibili rollback "a cascata": esecuzione ricorsiva dell'algoritmo

Case III: il messaggio corrispondente non è ancora stato ricevuto

- l'anti-messaggio viene mantenuto in coda
- l'annichilimento avverrà in futuro quando si sarà formata la coppia

Sommario

- Sincronizzazione ottimistica
- Time Warp
  - Local Control Mechanism
    - Rollback
    - Cancellazione di eventi
  - Global Control Mechanism
    - Global Virtual Time

Global Virtual Time

Abbiamo la necessità di un algoritmo che:

- liberi la memoria occupata (salvataggi di stato ed eventi)
- gestisca le operazioni “irrevocabili” (ad esempio I/O)

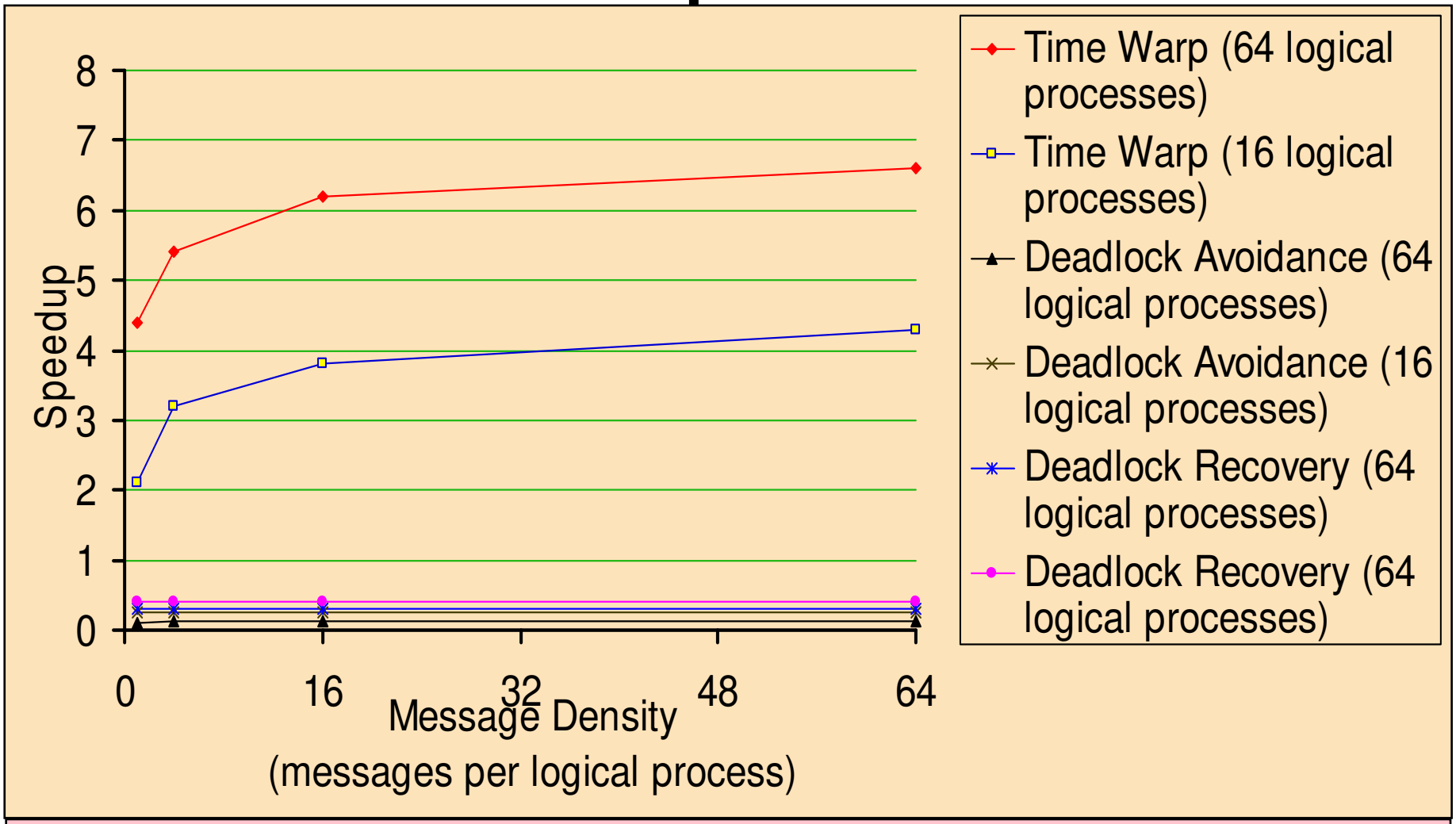
Soluzione: è necessario determinare un lower bound al time stamp dei rollback che possono avvenire in futuro

Global Virtual Time (GVT): il time stamp minimo di ogni messaggio o anti-messaggio, parzialmente o totalmente processato, all’interno del sistema in un dato momento. Il GVT fornisce un lower bound al time stamp dei rollback futuri

- lo spazio di memoria per eventi e salvataggi di stato, con tempo precedente al GVT, possono essere deallocati (nel caso dello stato deve comunque essere presente almeno un salvataggio)
- Le operazioni di I/O con time stamp minore del GVT possono essere eseguite

Il GVT ci fornisce uno stato del sistema dal quale si può solo evolvere

Confronto prestazionale



La simulazione mostra un caso particolarmente favorevole all'approccio ottimistica, la disparità rispetto al casso conservativo è molto ampia.

Le prestazioni del confronto dipendono fortemente dal tipo di modello

Sommario

- Sincronizzazione ottimistica
- Time Warp
  - Local Control Mechanism
    - Rollback
    - Cancellazione di eventi
  - Global Control Mechanism
    - Global Virtual Time