



Luca Cabibbo  
Architettura  
dei Sistemi  
Software

# Prestazioni

**dispensa asw220**  
ottobre 2024

*An ounce of performance  
is worth pounds of promises.*  
*Mae West*



## - Riferimenti

- Luca Cabibbo. **Architettura del Software: Strutture e Qualità**. Edizioni Efestò, 2021.
  - Capitolo 8, **Prestazioni**
  
- Liu, H.H. **Software Performance and Scalability: A Quantitative Approach**. Wiley, 2009.



## - Obiettivi e argomenti

### □ Obiettivi

- presentare la qualità delle prestazioni
- illustrare alcune attività e tattiche per la progettazione per le prestazioni
- fare delle considerazioni generali sulla progettazione per gli attributi di qualità – poiché questa è la prima qualità che viene discussa

### □ Argomenti

- prestazioni
- progettare per le prestazioni
- discussione



## \* Prestazioni

### □ **Prestazioni** (*performance*)

- la capacità del sistema di eseguire in modo prevedibile entro il profilo di prestazioni temporali richiesto
- Le prestazioni hanno a che fare con il *tempo* – con la capacità del sistema software di soddisfare dei requisiti temporali
  - le prestazioni misurano quanto velocemente un sistema può completare alcuni compiti di elaborazione [Liu]
  - in generale, si vuole che un sistema abbia delle prestazioni adeguate (rispetto a un profilo di prestazioni richiesto)
- Le prestazioni sono importanti anche perché possono avere un impatto su altre qualità del software
  - ad es., su usabilità e scalabilità



## Tipi di compiti e metriche per le prestazioni

- Due tipi principali di compiti computazionali – e le relative metriche più rilevanti per le prestazioni
  - *transazioni online* – di tipo interattivo
    - *tempo di risposta* (o *latenza*) – il periodo di tempo richiesto per gestire un evento o per completare l'esecuzione di un'operazione
  - *job* – non interattivi, di tipo batch
    - *throughput* – il numero di job o transazioni che possono essere completate in un'unità di tempo
  - esistono anche altre metriche (che qui non consideriamo)
- Qui ci concentriamo soprattutto sulla gestione di eventi e sul tempo di risposta richiesto per gestire un evento



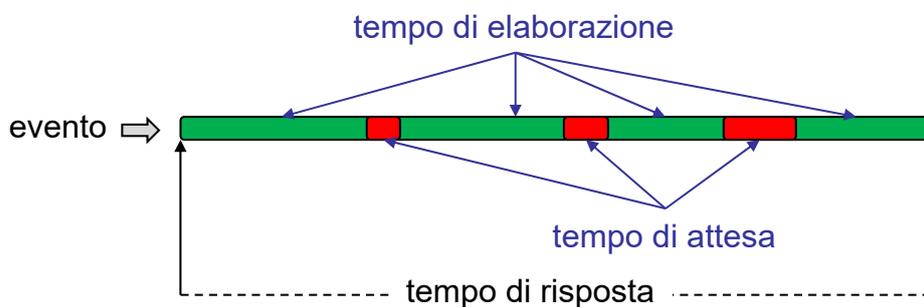
## Scenari per prestazioni

- Uno scenario per le prestazioni descrive, in genere, quanto rapidamente il sistema deve rispondere a una certa tipologia di eventi
  - può essere specificato da
    - tipo di eventi di interesse
    - distribuzione degli arrivi di questi eventi
    - risposta temporale desiderata
  - quando vanno considerate le tattiche per le prestazioni?



## - Considerazioni sulle prestazioni

- Due contributi principali al *tempo di risposta* a un evento
  - *tempo di elaborazione*
    - il tempo dedicato a generare la risposta all'evento, in cui vengono effettivamente consumate risorse computazionali
  - *tempo di attesa*
    - il tempo in cui la computazione è bloccata in attesa di qualche risorsa
- intuitivamente, il tempo di risposta può essere ridotto intervenendo su uno, sull'altro o su entrambi questi contributi



7

Prestazioni

Luca Cabibbo ASW



## Considerazioni sulle prestazioni

- Altre considerazioni sulle prestazioni
  - le prestazioni dipendono anche dall'hardware utilizzato, dalla sua capacità e quantità, e dal suo livello di utilizzazione
  - le prestazioni di un sistema dipendono anche dal suo carico – di solito le prestazioni variano in modo non lineare con il carico
  - nella progettazione per le prestazioni è necessario considerare la possibilità di eseguire computazioni in modo concorrente
    - la concorrenza ha in genere effetti benefici – ma può avere anche degli inconvenienti
      - ad es., richiede di considerare l'accesso e la contesa di risorse condivise e la sincronizzazione tra le computazioni

8

Prestazioni

Luca Cabibbo ASW



## \* Progettare per le prestazioni

- Alcune attività nella progettazione per le prestazioni [SSA]
  - specifica gli scenari e i requisiti più significativi per le prestazioni, e assegnagli delle priorità
  - crea e valuta modelli per le prestazioni
  - realizza e verifica praticamente dei prototipi – e anche il sistema stesso
  - analizza i risultati della valutazione
  - raffina l'architettura (se necessario)



## - Tattiche per le prestazioni

- [SAP] propone due categorie principali di tattiche per le prestazioni – per migliorare il tempo di risposta a un evento
  - tattiche per controllare la richiesta di risorse – *control resource demand*
    - cercano di ridurre il tempo dedicato alla gestione di un evento, dal lato della richiesta delle risorse che sono necessarie per elaborare l'evento
  - tattiche per gestire le risorse – *manage resources*
    - operano dal lato dell'offerta delle risorse, per gestire le elaborazioni in modo più efficace



## - Control resource demand

- ❑ Tattiche per ridurre la richiesta di risorse per elaborare un evento
- ❑ *Increase resource efficiency (Improve algorithm efficiency)*
  - l'elaborazione di un evento richiede l'esecuzione di un algoritmo – se ne miglioriamo l'efficienza temporale, soprattutto nelle aree più critiche, il tempo di risposta diminuisce
  - talvolta si può migliorare l'efficienza temporale scambiando il tempo con un'altra risorsa



## Control resource demand

- ❑ Tattiche per ridurre la richiesta di risorse per elaborare un evento
- ❑ *Reduce overhead*
  - l'uso di intermediari aumenta le risorse consumate nell'elaborazione di un evento – la loro eliminazione può ridurre il tempo di risposta
  - gli intermediari sono però spesso importanti per sostenere altre qualità – pertanto, è spesso necessario trovare dei compromessi sul loro utilizzo



- Per ridurre la richiesta di risorse, con lo scopo di migliorare il tempo di elaborazione, è talvolta possibile ridurre la quantità di elaborazioni da svolgere
  - limitare il tempo di elaborazione di un evento – ad es., calcolando un risultato approssimato anziché esatto
  - ridurre la frequenza degli arrivi al sistema – ad es., la frequenza di campionamento da un certo sensore
  - ignorare alcuni eventi dalla coda delle richieste – ad es., gestendo una coda degli eventi e limitandone la lunghezza
  - assegnare priorità agli eventi – per poter poi decidere di scartare degli eventi a bassa priorità quando le risorse iniziano a scarseggiare
- attenzione, non sempre è possibile o accettabile applicare queste tattiche



## - Osservazioni

- Prima di andare avanti nell'illustrazione di altre tattiche, è utile fare alcune osservazioni
  - applicabilità delle tattiche
    - non sempre è possibile o accettabile applicare tutte le tattiche a disposizione
  - applicazione delle tattiche
    - l'applicazione di una tattica può avere effetto su uno o più elementi architeturali – e/o su una o più relazioni tra elementi architeturali – in una o più viste architeturali



## Osservazioni

- Prima di andare avanti nell'illustrazione di altre tattiche, è utile fare alcune osservazioni
  - effetto *qualitativo* e *quantitativo* delle tattiche
    - l'applicazione di una tattica può portare a controllare un certo attributo di qualità
      - qui ci limitiamo a dare delle intuizioni circa l'effetto *qualitativo* delle tattiche
      - in alcuni casi è possibile (e utile) fare anche ragionamenti *quantitativi* sull'effetto dell'applicazione di una tattica
  - tattiche ed effetti collaterali – e compromessi
  - quando è necessario applicare una tattica?



## - Manage resources

- Tattiche per la gestione delle risorse
  - anche una gestione migliore delle risorse può portare a una riduzione del tempo di risposta
- *Increase resources*
  - risorse computazionali addizionali o più veloci hanno il potenziale per ridurre il tempo di risposta
  - è la tattica più semplice – ma è anche la più costosa, e non sempre è efficace



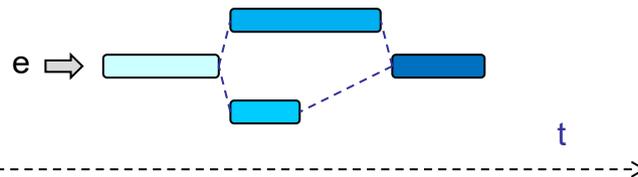
# Manage resources

- ❑ Tattiche per la gestione delle risorse basate sulla concorrenza
- ❑ *Introduce concurrency*
  - suddividere l'elaborazione relativa alla gestione di un singolo evento in più compiti distinti, da svolgere in parallelo e in modo concorrente, può ridurre il tempo di risposta per la gestione dell'evento
  - in questo caso la concorrenza è usata nella **gestione di un evento individuale**

elaborazione sequenziale di un evento



introduce concurrency



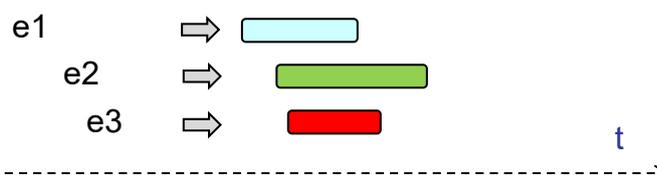
# Manage resources

- ❑ Tattiche per la gestione delle risorse basate sulla concorrenza
- ❑ *Maintain multiple copies of computations*
  - replicare risorse computazionali per consentire l'elaborazione di più eventi distinti, da svolgere in modo concorrente
    - ad es., replicare un server (serve anche un load balancer)
  - la replicazione delle risorse consente anche di ridurre la contesa
  - in questo caso la concorrenza è usata per la **gestione di un insieme di eventi concorrenti** tra di loro

elaborazione sequenziale di più eventi



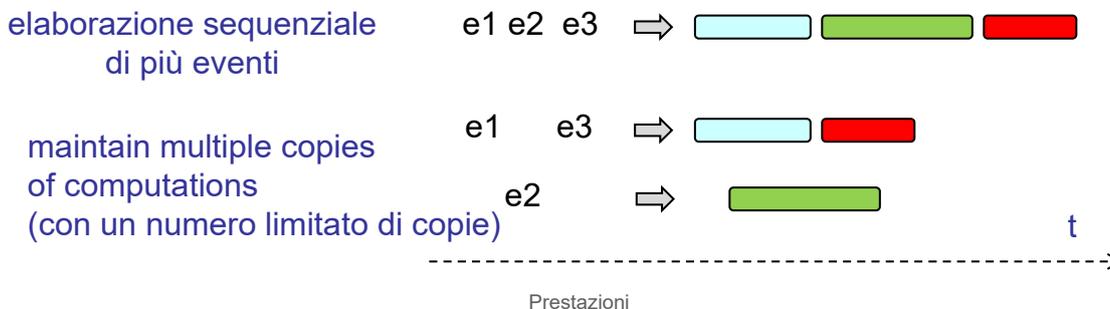
maintain multiple copies of computations





## Manage resources

- ❑ Tattiche per la gestione delle risorse basate sulla concorrenza
- ❑ *Maintain multiple copies of computations*
  - replicare risorse computazionali per consentire l'elaborazione di più eventi distinti, da svolgere in modo concorrente
    - ad es., replicare un server (serve anche un load balancer)
  - la replicazione delle risorse consente anche di ridurre la contesa
  - in questo caso la concorrenza è usata per la **gestione di un insieme di eventi concorrenti** tra di loro



19

Luca Cabibbo ASW



## Manage resources

- ❑ Tattiche per la gestione delle risorse
- ❑ *Maintain multiple copies of data*
  - è anche possibile replicare dei dati, e consentirne l'accesso in modo concorrente
    - ad es., mediante meccanismi di *data replication* o di caching – in questo caso potrebbe servire anche un meccanismo per “sincronizzare” le varie copie dai dati replicati
  - “replica” e “copia” non vanno sempre intesi in modo letterale – ma possono essere intesi anche come “dati ridondanti”, anche rappresentati in forme diverse

20

Prestazioni

Luca Cabibbo ASW



## Maintain multiple copies...

- Come vedremo più avanti nel corso, le tattiche *Maintain multiple copies of computations* e *Maintain multiple copies of data* sono tattiche importanti non solo per le prestazioni, ma anche per la disponibilità e la scalabilità



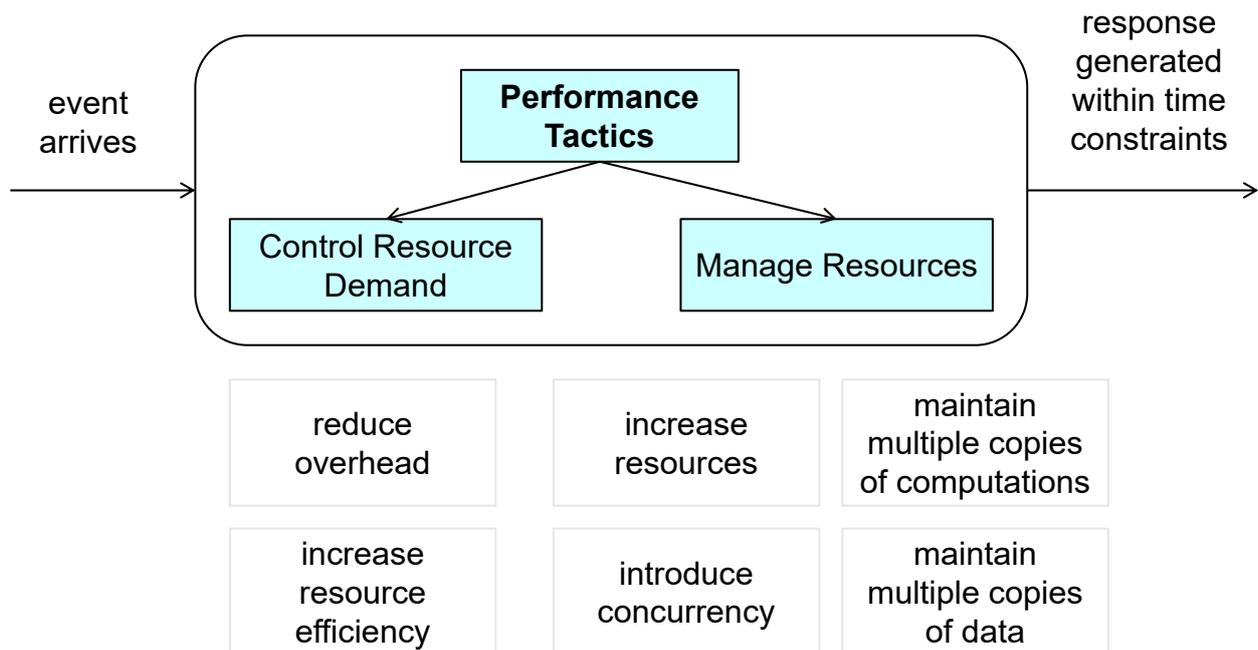
## Manage resources



- Altre tattiche per la gestione delle risorse
  - schedulare l'uso delle risorse
  - limitare la dimensione delle code



# Tattiche per le prestazioni



23

Prestazioni

Luca Cabibbo ASW



## - Altre opzioni di progettazione per le prestazioni



- Ecco alcuni ulteriori suggerimenti, tattiche e opzioni di progettazione per le prestazioni – proposti nel contesto della prospettiva delle prestazioni e della scalabilità di [SSA]
  - ottimizza le elaborazioni ripetute – *Increase resource efficiency*
  - riduci la contesa tramite replicazione – *Maintain multiple copies of computations* e *Maintain multiple copies of data*
  - partiziona e parallelizza – *Introduce concurrency*
  - usa elaborazioni asincrone
  - riduci le necessità di sincronizzazione
    - ad es., favorisci transazioni brevi e rilassa i requisiti di consistenza transazionale
  - ridistribuisci l'elaborazione nel tempo
    - ad es., posticipa l'esecuzione di attività meno importanti a momenti di carico minore per il sistema

24

Prestazioni

Luca Cabibbo ASW



## \* Discussione

- Le prestazioni riguardano la capacità di un sistema di soddisfare dei requisiti temporali
  - abbiamo discusso alcune attività legate alla progettazione per le prestazioni
  - abbiamo presentato alcune tattiche architettoniche e opzioni di progettazione per le prestazioni
  - alcune di queste tattiche e opzioni di progettazione per le prestazioni sono propedeutiche alla progettazione per la scalabilità
  - la presentazione è stata qualitativa e informale
  
- Abbiamo anche discusso ed esemplificato i seguenti aspetti
  - ciascuna tattica è una decisione di progetto per controllare un certo attributo di qualità
  - l'applicazione di una tattica consiste in una trasformazione dell'architettura