

Corso di Laurea in Informatica - Ingegneria del Software 2 1



## 8. Software reattivo. Software interattivo

Docente: Tullio Vardanega  
[tullio.vardanega@math.unipd.it](mailto:tullio.vardanega@math.unipd.it)

Software reattivo. Software interattivo - Tullio Vardanega - 2003

Corso di Laurea in Informatica - Ingegneria del Software 2 Pagina 2



## Perché distinguere

- ◆ Significative differenze, sia funzionali che non-funzionali, intercorrono tra sistemi software definiti come *reattivi* e quelli definiti come *interattivi*
  - ◆ Le differenze funzionali delineano i diversi domini di applicazione e le diverse modalità di servizio
  - ◆ Le differenze non funzionali caratterizzano le diverse architetture di sistema e le diverse modalità di sviluppo e verifica

Software reattivo. Software interattivo - Tullio Vardanega - 2003

Corso di Laurea in Informatica - Ingegneria del Software 2 Pagina 3



## Definizione: sistema reattivo

- ◆ I sistemi reattivi non possono essere adeguatamente descritti in termini puramente funzionali o relazionali
  - ◆ La visione funzionale o relazionale descrive un programma come una trasformazione da uno stato *iniziale* ad uno stato *finale*
  - ◆ I sistemi reattivi agiscono *permanentemente* su (od interagiscono con) un ambiente circostante
    - ◆ Tale interazione non ha, normalmente, uno stato terminale

Software reattivo. Software interattivo - Tullio Vardanega - 2003

Corso di Laurea in Informatica - Ingegneria del Software 2 Pagina 4



## Caratterizzazione - 1

- ◆ I sistemi reattivi devono avere conoscenza dettagliata delle caratteristiche della piattaforma hardware sulla quale eseguono
- ◆ Tali caratteristiche possono avere influenza determinante sull'architettura e sul comportamento del programma
  - ◆ Tipo di processore
  - ◆ Struttura e mappa di memoria
  - ◆ Tipo ed interfaccia dei dispositivi collegati
  - ◆ Sorgenti, forme e modalità di interruzione
  - ◆ Gestione dell'orologio

Software reattivo. Software interattivo - Tullio Vardanega - 2003

Corso di Laurea in Informatica - Ingegneria del Software 2 Pagina 5



## Caratterizzazione - 2

- ◆ Il software di un sistema reattivo è parte integrante ed essenziale dell'ambiente di sistema
  - ◆ L'uno ha bisogno dell'altro
    - ◆ Il software senza l'ambiente di sistema perde la sorgente e la destinazione dei propri stimoli e delle proprie attività
    - ◆ Il sistema (l'ambiente) senza il software perde il suo elemento di integrazione e di governo

Software reattivo. Software interattivo - Tullio Vardanega - 2003

Corso di Laurea in Informatica - Ingegneria del Software 2 Pagina 6



## Caratterizzazione - 3

- ◆ Il software reattivo è normalmente soggetto a vincoli di tempo reale
  - ◆ Altro rispetto alle velocità di esecuzione
  - ◆ Il flusso di controllo all'interno del programma è regolato dall'arrivo di eventi che richiedono un trattamento (di controllo, di risposta) da completarsi entro un preciso limite temporale (*deadline*)
  - ◆ Questo rende necessaria la conoscenza dei meccanismi e delle politiche di ordinamento (*schedulazione*) delle attività

Software reattivo. Software interattivo - Tullio Vardanega - 2003

Corso di Laurea in Informatica - Ingegneria del Software 2 Pagina 7

### Caratterizzazione - 4

- ◆ Il software reattivo può interagire *anche* con dispositivi convenzionali quali schermo, mouse e tastiera, ma con azioni a bassa priorità
  - ◆ Basse frequenze di arrivo ed ampi intervalli di risposta
- ◆ La principale attività di interazione si svolge però con dispositivi *non* guidati da operatore umano (p.es.: sensori, attuatori)

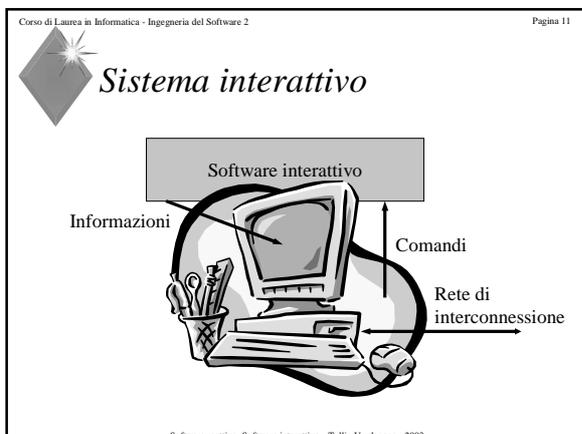
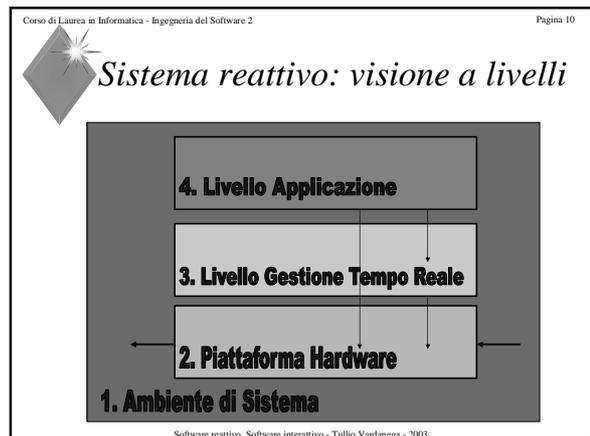
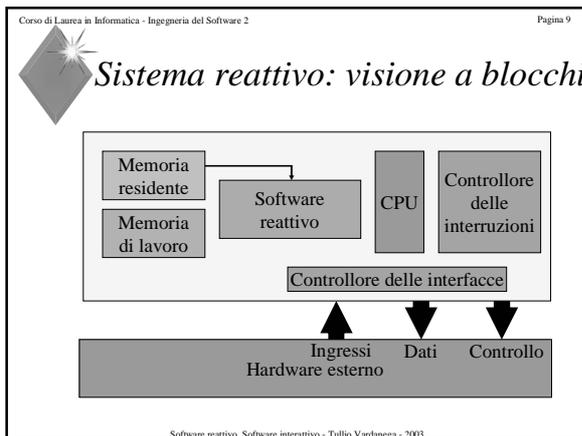
Software reattivo. Software interattivo - Tullio Vardanega - 2003

Corso di Laurea in Informatica - Ingegneria del Software 2 Pagina 8

### Definizione: sistema interattivo

- ◆ Il software interattivo è generalmente soggetto a vincoli temporali laschi od inesistenti
  - ◆ Limitate conseguenze da tempi di risposta variabili o non predicibili
- ◆ Non gestisce la piattaforma hardware del sistema
  - ◆ La piattaforma è prevalentemente di tipo *general-purpose*
  - ◆ La sua gestione è demandata ad un sistema operativo indipendente dal programma
- ◆ Opera in stretto contatto con (in risposta ai comandi di un) operatore

Software reattivo. Software interattivo - Tullio Vardanega - 2003



Corso di Laurea in Informatica - Ingegneria del Software 2 Pagina 12

### Definizione: sistemi a tempo reale

- ◆ Dall' *Oxford Dictionary of Computing*
  - ◆ Si definisce "sistema a tempo reale" qualunque sistema nel quale l'istante nel quale i valori di uscita sono prodotti è significativo
- ◆ Ulteriore precisazione significativa:
  - ◆ Il tempo di reazione agli stimoli provenienti dall'ambiente (incluso il trascorrere del tempo) è determinato dalle caratteristiche ed i requisiti dell'ambiente

Software reattivo. Software interattivo - Tullio Vardanega - 2003

Corso di Laurea in Informatica - Ingegneria del Software 2 Pagina 13



## Conseguenze della definizione

- ◆ La correttezza di un sistema a tempo reale (da dimostrare mediante validazione) dipende *non soltanto* dal risultato logico prodotto da una computazione, *ma anche* dall'istante nel quale esso sia stato prodotto
  - ◆ Correttezza (di comportamento) funzionale
    - ◆ Rispetto al *valore* della risposta
  - ◆ Correttezza (di comportamento) temporale
    - ◆ Rispetto al *tempo* di risposta
- ◆ Una risposta ritardata equivale ad una risposta errata

Software reattivo. Software interattivo - Tullio Vardanega - 2003

Corso di Laurea in Informatica - Ingegneria del Software 2 Pagina 14



## Importanza del tempo di risposta

- ◆ Sistemi a criticità massima (*hard*)
  - ◆ Quelli nei quali é assolutamente necessario che la risposta venga fornita entro la scadenza (*deadline*) assegnata
- ◆ Sistemi a criticità elevata (*firm*)
  - ◆ Quelli nei quali la degradazione di servizio causata da risposte *occasionalmente* ritardate é tollerabile entro limiti fissati
- ◆ Sistemi a criticità contenuta (*soft*)
  - ◆ Quelli nei quali le risposte possono essere ritardate entro limiti fissati senza causare danno al sistema

Software reattivo. Software interattivo - Tullio Vardanega - 2003

Corso di Laurea in Informatica - Ingegneria del Software 2 Pagina 15



## Aspetti architetturali

- ◆ Un sistema reattivo (a tempo reale) è tipicamente composto da uno o più computer collegati a diversi dispositivi esterni indipendenti, con ciascuno dei quali il programma interagisce *concorrentemente*
  - ◆ Questo riflette la natura del mondo reale, dove ciascun elemento costitutivo esiste ed opera *concorrentemente* agli altri
  - ◆ Può essere conveniente rappresentare *direttamente* tale concorrenza nell'architettura del programma

Software reattivo. Software interattivo - Tullio Vardanega - 2003

Corso di Laurea in Informatica - Ingegneria del Software 2 Pagina 16



## Esecuzione ciclica o concorrente

- ◆ La rappresentazione della concorrenza inerente ad un sistema reattivo può essere
  - ◆ Diretta (*esplicita*): tanti flussi di controllo concorrenti quante le entità concorrenti del sistema
  - ◆ Indiretta (*sequenziale*): un solo flusso di controllo che, ciclicamente, determina la sequenza di attività da eseguire

Software reattivo. Software interattivo - Tullio Vardanega - 2003

Corso di Laurea in Informatica - Ingegneria del Software 2 Pagina 17



## Raffronto tra strategie

- ◆ La rappresentazione *indiretta* presenta svantaggi non trascurabili
  - ◆ Comporta la creazione e la gestione di sovrastrutture non appartenenti al problema (ma solo alla sua rappresentazione)
  - ◆ Complica la fase di costruzione laddove il comportamento delle attività da serializzare sia inizialmente incerto, rendendolo difficilmente modificabile
  - ◆ Comporta una decomposizione artificiale del problema e del sistema
  - ◆ Causa bassa scalabilità ed elevato accoppiamento, specie in relazione al trattamento dei guasti

Software reattivo. Software interattivo - Tullio Vardanega - 2003

Corso di Laurea in Informatica - Ingegneria del Software 2 Pagina 18



## Strumenti linguistici

- ◆ La rappresentazione *diretta* di concorrenza richiede l'ausilio del linguaggio di programmazione e del suo supporto a tempo di esecuzione per
  - ◆ Specificare l'istante temporale di attivazione di date attività
  - ◆ Specificare l'istante temporale di completamento (i.e. *il tempo non oltre il quale*) di tali attività
  - ◆ Rilevare e gestire la violazione dei vincoli temporali
  - ◆ Consentire, dove richiesto, la modifica dinamica dei vincoli temporali

Software reattivo. Software interattivo - Tullio Vardanega - 2003

Corso di Laurea in Informatica - Ingegneria del Software 2 Pagina 19



## Criteri guida - 1

- ◆ Modello di rappresentazione della concorrenza (*computational model*)
  - ◆ Raccoglie, in modo organico, i criteri ed i vincoli per la progettazione e la codifica del programma
  - ◆ Consente di assicurare che il programma avrà, *per costruzione*, un comportamento predicibile, misurabile, analizzabile e gestibile in modo coerente e sistematico
  - ◆ Consente il disaccoppiamento dei componenti del sistema e, conseguentemente, il loro sviluppo parallelo

Software reattivo. Software interattivo - Tullio Vardanega - 2003

Corso di Laurea in Informatica - Ingegneria del Software 2 Pagina 20



## Criteri guida - 2

- ◆ Un modello di rappresentazione adeguato definirà
  - ◆ Il tipo dei componenti a partire dai quali il sistema potrà essere costruito
    - ◆ Il comportamento temporale che li caratterizza ed i corrispondenti requisiti loro assegnati dal sistema
    - ◆ Le loro regole d'uso ai fini di una costruzione consistente del sistema
  - ◆ Le modalità ed i meccanismi di comunicazione e sincronizzazione tra componenti e con l'ambiente esterno
  - ◆ Le modalità di esecuzione ed il corrispondente algoritmo di schedulazione
    - ◆ Le caratteristiche (p.es.: accuratezza, politica) dell'implementazione dell'algoritmo di schedulazione
    - ◆ Le tecniche di analisi statica dell'ordinamento conseguente

Software reattivo. Software interattivo - Tullio Vardanega - 2003

Corso di Laurea in Informatica - Ingegneria del Software 2 Pagina 21



## Esempio - 1

- ◆ Un modello di rappresentazione reale
  - ◆ Tipo dei componenti
    - ◆ Ciclico : ad attivazione su base temporale periodica
    - ◆ Sporadico : ad attivazione su evento interno (software) od esterno (interruzione)
    - ◆ Singolo evento di attivazione per componente, seguito da attività indivisa
  - ◆ Modalità di comunicazione e sincronizzazione
    - ◆ Asincrona a strutture condivise protette mediante regioni critiche (monitor) con priorità superiore

Software reattivo. Software interattivo - Tullio Vardanega - 2003

Corso di Laurea in Informatica - Ingegneria del Software 2 Pagina 22



## Esempio - 2

- ◆ (segue)
  - ◆ Modalità di esecuzione e schedulazione
    - ◆ Esecuzione pseudo-parallela su singola CPU
    - ◆ Schedulazione a flussi di controllo concorrente con selezione secondo priorità statica con prerilascio
    - ◆ Orologio accurato, con espressione di tempo di attesa assoluto
  - ◆ Tecniche di analisi statica associate
    - ◆ Analisi del tempo di risposta
      - ◆ Dato il tempo di esecuzione indipendente di ciascun componente, determina le interferenze che esso causa e subisce dagli altri componenti di sistema, sia indipendenti che cooperanti (i.e.: tempo di attesa su risorsa bloccata), ed il tempo di completamento (di risposta) che ne deriva

Software reattivo. Software interattivo - Tullio Vardanega - 2003

Corso di Laurea in Informatica - Ingegneria del Software 2 Pagina 23



## Java: carenze di modello

- ◆ Permette concorrenza mediante `thread` con priorità
  - ◆ Inadeguati livelli di priorità
- ◆ Permette comunicazione e sincronizzazione mediante metodi `synchronized` con innalzamento di priorità
  - ◆ Inefficace la strategia di innalzamento di priorità
- ◆ Permette attese temporali, mediante `sleep`, o su evento
  - ◆ Consente solo attese inaccurate (non meno di; esattezza non garantita) su tempi relativi
- ◆ Prevede schedulazione a priorità (statica) con prerilascio

Software reattivo. Software interattivo - Tullio Vardanega - 2003