Università degli Studi di Padova

Correttezza temporale

SCD

Anno accademico 2003/4
Corso di Sistemi Concorrenti e Distribuiti

Tullio Vardanega, tullio.vardanega@math.unipd.it

Premesse - 1

- La correttezza funzionale di un programma concorrente non dovrebbe dipendere dall'ordine d'esecuzione dei suoi processi
- Può essere però necessario dimostrare che il non-determinismo dell'esecuzione non possa condurre a situazioni di stallo (*deadlock*) o di avanzamento senza progresso (*livelock*)
- Il nostro modello è non-deterministico rispetto a:
  - L'ordinamento d'esecuzione dei processi (*dispatching*)
  - La scelta di una tra più alternative di selezione aperte
  - La scelta di una tra più operazioni possibili entro una risorsa protetta

Premesse - 2

- I sistemi a tempo reale, intrinsecamente concorrenti, devono assicurare correttezza temporale oltre che funzionale
- Questo richiede che il programma sia capace di controllare il proprio grado di non-determinismo
  - Implicitamente, per selezione di politiche di accodamento e/o selezione ed assegnazione di attributi (configurazione)
  - Esplicitamente, in forma algoritmica

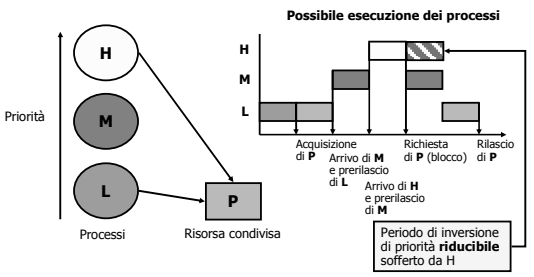
Priorità d'esecuzione - 1

- I processi hanno un attributo predefinito, priorità di base, con effetto sull'ordinamento
- Assegnabile tramite comando di configurazione `pragma Priority (N)`
  - Dove `N` è un valore intero in un intervallo fissato
  - Se non configurata esplicitamente viene assunta essere uguale alla priorità di base del processo padre
  - L'unità `main` a tempo d'esecuzione viene vista come un processo implicito (dunque possibile padre di processi)

Priorità d'esecuzione - 2

- La mutua esclusione in accesso a risorse protette può confliggere con le politiche di ordinamento
- Un regime di ordinamento a priorità si impegna a garantire che, ad ogni istante, il processo in esecuzione sia sempre quello a priorità maggiore
- Se ciò non accade la situazione viene detta di "inversione di priorità"
  - Altamente indesiderabile per sistemi a tempo reale

Priorità d'esecuzione - 3



Università degli Studi di Padova

Correttezza temporale

Priorità d'esecuzione - 4

- **Il processo H dell'esempio è ritardato da 2 componenti di inversione di priorità**
  - **Il blocco della risorsa condivisa P da parte di L, meno importante di H → durata irriducibile (nel modello)**
  - **L'esecuzione di M, meno importante di H, ma più importante di L, che ritarda il rilascio di P a discapito di H → durata riducibile**
- **Il modello deve essere capace di ridurre al minimo la durata riducibile**
  - **Varie tecniche consentono di farlo con diversa efficacia, tutte ispirate all'ereditarietà della priorità maggiore**
  - **Esercizio 13**
    Mostrare come questa tecnica risolva il problema di pagina 6

Università degli Studi di Padova

Correttezza temporale

Priorità d'esecuzione - 5

- **Ereditarietà immediata della priorità più elevata**
  - ***Immediate priority ceiling (inheritance) protocol → ICPP***
  - **Ad ogni risorsa protetta viene attribuita una priorità non inferiore alla priorità maggiore fra quella dei suoi processi cliente (*priority ceiling*)**
  - **Ogni volta che un processo cliente esegue all'interno della risorsa, esso assume immediatamente la priorità della risorsa per tutta (e sola) la durata dell'esecuzione protetta**
- **Questa politica azzera la durata riducibile del periodo di inversione di priorità**

Università degli Studi di Padova

Correttezza temporale

Priorità d'esecuzione - 6

- **In ambiente monoprocessore, ICPP da solo è sufficiente a garantire mutua esclusione**
  - **Quando un processo è in esecuzione entro una risorsa protetta, per definizione, esso esegue in preferenza a tutti gli altri processi cliente ed anche a tutti i processi non cliente a priorità non superiore a quella della risorsa**
  - **Priorità della risorsa strettamente maggiore di quella dei suoi clienti → garanzia assoluta di mutua esclusione**
  - **Priorità della risorsa uguale alla maggiore tra quelle dei suoi clienti → garanzia assoluta di mutua esclusione, ma solo in assenza di prerilascio tra processi a pari priorità**

Università degli Studi di Padova

Correttezza temporale

Priorità d'esecuzione - 7

- **ICPP ha altre 2 proprietà importanti in ambiente monoprocessore**
  - **Ogni processo subisce ≤1 ritardo (blocco) da inversione di priorità irriducibile e solo al suo rilascio**
  - **Se tutte le risorse condivise sono accedute sotto regime ICPP e le loro priorità sono coerentemente assegnate, allora non si può verificare stallo**
    - **Esercizio 14**: Individuare le precondizioni di stallo impedite da ICPP su monoprocessore
- **Il programma diventa erroneo se un processo tenta di accedere un risorsa avendo priorità superiore ad esso (*ceiling violation*)**

Università degli Studi di Padova

Correttezza temporale

Priorità d'esecuzione - 8

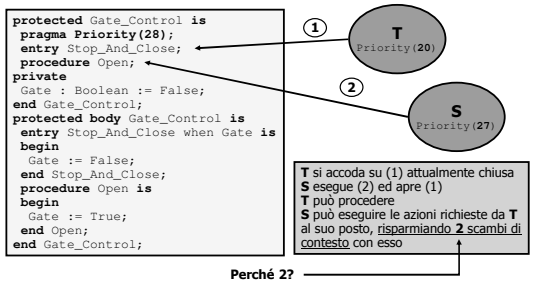
- **L'implementazione del regime ICPP si presta ad una interessante ottimizzazione**
  - **Il processo che esegue entro una risorsa protetta può eseguire le azioni richieste su di essa da altri processi, attualmente accodate, se eventualmente abilitate dalle modifiche apportate allo stato della risorsa**
    - ***Proxy model***
- **Questa ottimizzazione**
  - **Preserva l'esecuzione in mutua esclusione nella risorsa**
  - **Riduce l'onere di cambio di contesto tra processi clienti**

Università degli Studi di Padova

Correttezza temporale

Priorità d'esecuzione - 9

```
protected Gate_Control is
 pragma Priority(28);
 entry Stop_And_Close;
 procedure Open;
private
 Gate : Boolean := False;
end Gate_Control;
protected body Gate_Control is
 entry Stop_And_Close when Gate is
 begin
  Gate := False;
 end Stop_And_Close;
 procedure Open is
 begin
  Gate := True;
 end Open;
end Gate_Control;
```



Università degli Studi di Padova

Correttezza temporale

Priorità d'esecuzione - 10

- **L' ereditarietà di priorità (PE) comporta che ogni processo abbia 2 attributi di priorità**
  - **Priorità di base → assegnata alla definizione del processo**
  - **Priorità attiva → a fini di ordinamento, `max`{PB,PE}**
- **Si ha PE**
  - **All'accesso in risorsa protetta**
  - **All'attivazione di un processo figlio (PF) il padre ne assume la priorità (se >) per limitare il suo tempo di blocco**
  - **Durante un *rendezvous* il servente assume la priorità del cliente (se >) per la durata della sincronizzazione**
    - Ma il servente esegue alla sua priorità fuori dalla sincronizzazione

Università degli Studi di Padova

Correttezza temporale

Politiche di accodamento

- **Coda dei processi pronti → politica di ordinamento**
  - **A priorità maggiore e FIFO tra priorità uguali**
    - Ogni processo che diventa pronto viene posto in fondo alla coda tra i processi pronti alla sua stessa priorità
    - Un processo in esecuzione scalzato da prerilascio viene posto in testa alla coda dei processi pronti alla sua stessa priorità
- **Coda su canale tipato con guardia**
  - **FIFO**
  - **A priorità (attiva) tra tutti processi in tutte le code attualmente aperte della stessa entità (servente o risorsa protetta)**