**UNIVERSITA’ DEGLI STUDI DI MODENA**

**E REGGIO EMILIA**

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE DI INGEGNERIA INFORMATICA

Anno Accademico 2020/2021

Tesina - PROGETTAZIONE SISTEMI OPERATIVI

**Risoluzione di N 5 programmi**

**utilizzando il linguaggio C con l’ausilio**

**della libreria pthread.h e del costrutto**

**Monitor per la sincronizzazione tra processi**

Elaborato da:

Casalini Andrea

N matr: 162435

INDICE

CAPITOLO 1

CAPITOLO 2

CAPITOLO 3

**CAPITOLO 1 – INTRODUZIONE**

Questa tesina ha lo scopo di spiegare l’implementazione in linguaggio C di 5 esercizi sulla concorrenza.

I programmi sono stati forniti in pseudo-Pascal, e l’obiettivo è la corretta gestione delle risorse condivise attraverso il controllo della concorrenza e della cooperazione tra thread.

Quindi bisogna mantenere in uno stato consistente tutte le strutture dati del processo attraverso il costrutto monitor, cioè uno strumento di alto livello che nello standard POSIX è composto da un semaforo binario di mutua esclusione detto “mutex” e da “condition variables”. Queste ultime gestiscono la sincronizzazione tra processi attraverso un controllo su una condizione che se è soddisfatta permette l’accesso alla risorsa richiesta al processo corrente.

La sincronizzazione avviene attraverso due primitive “wait” e “signal”, dove solitamente la primitiva “wait” di una condition variable viene posta all’interno di un ciclo while che controlla una certa condizione. Finché questo controllo avrà esito “vero” il processo si bloccherà su questa “wait” quindi dovrà ancora attendere prima di poter aver accesso alla risorsa richiesta.

Per lo sviluppo del codice è stato scelto di utilizzare la libreria <pthread.h> in ambiente UNIX.

**CAPITOLO 2**

In ogni esercizio le funzioni di start routine presentano un ciclo infinito; quindi, i thread non ritorneranno mai un valore reale al main. All’interno di queste funzioni sono presenti delle funzioni di sleep() per simulare le varie attese/esecuzioni delle varie azioni.

Per avviare il programma bisognerà passare da riga di comando anche il numero di thread che si ha intenzione di creare per la simulazione corrente.

Per terminare le varie simulazioni bisogna eseguire un arresto forzato attraverso il comando ctrl-C.

Inoltre, in tutte le soluzioni sono state utilizzate le seguenti librerie.

* #include <pthread.h>
* #include <semaphore.h>
* #include <math.h>
* #include <stdio.h>
* #include <stdlib.h>
* #include <unistd.h>
* #include <stdbool.h>

**2.1 Rotonda Stradale**

2.1.1 TESTO

Si consideri una rotatoria nel mezzo di una confluenza tra un numero N (per esempio 6) di strade.

Secondo il vigente codice stradale

- il verso di rotazione è antiorario;

- un’auto ha la precedenza all’ingresso della rotonda e, una volta nella rotonda, deve dare la

precedenza alle auto che vogliono accedere dai rami intermedi.

Poiché la rotatoria ha un ovvio limite fisico di capacità (il numero massimo di auto contenute è

CMAX) è possibile una situazione di deadlock: la rotonda è piena di auto che non possono uscire

perché in attesa di fare entrare auto dai lati intermedi, le auto dai lati intermedi non possono

d’altronde entrare per problemi di capacità.

Si implementi una politica di gestione della rotonda, facendo uso del costrutto Monitor, che eviti

situazioni di deadlock. Descrivere la struttura dei processi macchine. Discutere eventuali soluzioni

dotate di maggiore parallelismo e i loro problemi.

2.1.2 IMPLEMENTAZIONE E STRATEGIE ADOTTATE

Riportiamo le variabili globali utilizzate per lo svolgimento corretto dell’esercizio 2.1 e la funzione di inizializzazione di tali variabili myInit().

Immagine che contiene testo

Descrizione generata automaticamente

Nel main vengono creati i “NUM\_THREADS” (valore passato come parametro al programma) attraverso la funzione pthread\_create().

Attraverso una #define andiamo a impostare il numero N di uscite/ingressi che avrà la nostra rotonda nella simulazione corrente.

E con la #define NMAX andiamo a settare il numero massimo di veicoli.

Ogni thread ad ogni iterazione andrà a definire in modo random a quale ingresso entrerà nella rotonda e a quale uscirà, attraverso la funzione rand().

Sono state utilizzate due tipi di coda per ogni ingresso/uscita dalla rotonda, una per gestire l’ingresso in rotonda e l’altra per gestire le precedenze da fornire agli altri thread che vogliono entrare in rotonda.

È stato utilizzato un mutex per gestire la mutua esclusione alle variabili condivise come “cont” che rappresenta il numero di auto all’interno della rotonda o i contatori dei processi sospesi.

Immagine che contiene testo

Descrizione generata automaticamente

La funzione “Auto” chiamata da ogni thread entra in un ciclo infinito che ricordiamo può essere interrotto solo attraverso l’esecuzione da terminale del comando ctrl-C. All’interno di ogni ciclo, ogni thread eseguirà tre operazioni attraverso tre differenti funzioni (“ingresso()”,”ruota()”,”esci()”).

Nella funzione “ingresso()” il processo corrente controlla di poter accedere alla rotatoria verificando che nel caso in cui entrasse anche l’auto corrente non si superi il numero massimo di veicoli. Nel caso in cui venga violato tale vincolo la funzione si arresterà su una “wait” in attesa di essere svegliata quando un veicolo già all’interno uscirà. Nel caso opposto invece viene aggiunto il veicolo che entrerà in rotatoria.

Nella funzione “ruota()” il processo corrente è già entrato in rotatoria e deve verificare ogni volta che passa davanti ad una uscita se ci sono dei veicoli in coda (in quella uscita) a cui dare la precedenza in ingresso.

Nella funzione “esci()” il processo corrente esce dalla rotatoria quindi viene aggiornato il numero di veicoli correntemente all’interno. Infine vengono segnalati i processi che possono essere riattivati che erano sospesi nella funzione “ingresso()”.

2.1.3 EVITARE STARVATION

Per evitare la starvation, la riattivazione dei processi esterni bloccati non è sempre nello stesso ordine così da non favorire i processi che entrano da rami della rotatoria con indice più basso.

La politica adottata prevede la riattivazione a partire sempre dal successivo rispetto all’uscita del processo corrente.

Immagine che contiene testo

Descrizione generata automaticamente

**2.2 Stanza con ingresso unico da due corridoi a senso unico**

2.2.1 TESTO

Un locale possiede due accessi o corridoi, per consentire l'ingresso e l’uscita degli utenti. La

protezione civile ha previsto un numero massimo di persone presenti nel locale (CAP).

Ogni accesso può, in un certo istante, permettere il passaggio o in ingresso o in uscita ad al

massimo un certo numero di utenti (MAX).

In un dato istante, i gruppi che stanno passando attraverso un corridoio sono tutti nello stesso

verso. Inoltre, se il corridoio è pieno, si ritarda ogni accesso a richieste ulteriori.

Gli utenti possono anche presentarsi in gruppi (di consistenza numerica inferiore a MAX). Si

noti che il gruppo entra tutto o aspetta: non è possibile quindi un passaggio frazionato di un

gruppo.

Si descriva la politica di sincronizzazione per i corridoi ed il locale, usando almeno uno dei

seguenti costrutti (facoltativamente più di uno):

\* monitor, regione critica condizionale.

La politica di sincronizzazione e la conseguente soluzione devono essere adeguatamente

commentata. Inoltre, si descriva la politica scelta discutendo adeguatamente riguardo:

- alle possibilità di starvation

- alla possibilità di lasciare sottoutilizzate le risorse.

2.2.2 IMPLEMENTAZIONE E STRATEGIE ADOTTATE

Riportiamo le variabili globali utilizzate per lo svolgimento corretto dell’esercizio 2.2 e la funzione di inizializzazione di tali variabili myInit().

Immagine che contiene testo

Descrizione generata automaticamente

Nel main vengono creati i “NUM\_THREADS” (valore passato come parametro al programma) attraverso la funzione pthread\_create().

Attraverso una #define andiamo a settare la capacità CAPC della stanza e la capacità MAX dei corridoi. Il numero di corridoi è fissato a 2 da specifiche del problema.

Ogni thread ad ogni iterazione andrà a definire in modo random con quale corridoio entreremo ed usciremo dalla stanza e il numero di componenti di ogni gruppo che entra/esce dalla stanza (deve essere minore di MAX) attraverso la funzione rand().

Sono state utilizzate 2 variabili per gestire le code generate in ingresso e in uscita da entrambi i corridoi.

È stato utilizzato un mutex per gestire la mutua esclusione alle variabili condivise come “cap” che rappresenta la capacità corrente della sala o i contatori dei processi sospesi delle due code.

Immagine che contiene testo

Descrizione generata automaticamente

La funzione “utente” chiamata da ogni thread entra in un ciclo infinito che ricordiamo può essere interrotto solo attraverso l’esecuzione da terminale del comando ctrl-C. All’interno di ogni ciclo, ogni thread eseguirà quattro operazioni attraverso quattro differenti funzioni (“INcorrAccesso()”, ”INcorrRilascio()”, ”OUTcorrAccesso()”, ”OUTcorrRilascio()”). Inoltre sono state inserite delle sleep() per simulare il tempo di transito nei corridoi e il tempo di permanenza nella stanza dei vari gruppi.

La funzione INcorrAccesso() controlla prima che il gruppo corrente ci stia nella sala e nel caso in cui tale condizione non fosse rispettata si blocca su una “wait”. Poi controlla di poter entrare nel corridoio, in quanto magari quest’ ultimo è già saturo oppure è adibito al senso opposto.

Quando si superano tutti i controlli si aggiornano le variabili che tengono traccia di quante persone ci sono nel corridoio e nella sala. Allo stesso tempo viene anche aggiornato il verso che ha assunto il corridoio preso.

Nella funzione INcorrRilascio () il gruppo abbandona il corridoio per entrare nella sala, quindi viene nuovamente aggiornato il numero di utenti che sono nel corridoio. Nel caso in cui il corridoio si fosse svuota, segnalo che tale corridoio lo si può usare per far uscire utenti dalla sala e al contrario se ci sono ancora utenti in transito verso la sala in quel corridoio si segnala che possono entrare altri utenti nel corridoio per entrare in sala.

La funzione OUTcorrAccesso() aggiorna il numero di utenti nella stanza e riattiva tutti i processi che si erano bloccati per mancanza di capacità della stanza. Poi controllo che gli utenti possano entrare nel corridoio, nel caso in cui non potessero mi blocco (ipoteticamente in quel momento il corridoio è adibito nel senso opposto cioè IN e stanno transitando degli utenti).

Se tutti i controlli vanno a buon fine aggiorno il numero di utenti nel corridoio e aggiorno la direzione del corridoio preso per uscire.

La funzione OUTcorrRilascio() aggiorna la capienza del corridoio usato per uscire e segnala che il corridoio può essere usato da altri gruppi per uscire e per altri gruppi per entrare.

2.2.3 SOLUZIONE ALTERNATIVA

Nella prima soluzione la sala è impegnata anche da utenti che non sono autorizzati ad entrare a causa della direzione opposta del corridoio quindi è stata proposta una soluzione alternativa dove i due controlli della “INcorrAccesso()” vengono svolti insieme per ovviare a questo problema.

Immagine che contiene testo, uccello, screenshot

Descrizione generata automaticamente

Utilizzando questa soluzione andiamo a ridurre anche il numero di variabili utilizzate in quanto non ci serve più avere una coda di attesa solo per l’ingresso in sala e allo stesso tempo il contatore dei sospesi per l’ingresso in sala.

2.2.4 EVITARE STARVATION

**2.3 Pompe di benzina**

2.3.1 TESTO

Un distributore di benzina ha a disposizione P pompe e una cisterna da L litri. Le automobili arrivano al distributore e richiedono un certo numero di litri di benzina (diverso per ogni automobile e minore di L). La cisterna è rifornita da una autobotte che la riempie fino alla capacità massima e solo se nessuna automobile sta facendo benzina, avendo comunque la priorità sulle automobili. La automobili possono fare benzina solo se c’è una pompa libera, se la quantità di benzina richiesta è disponibile nella cisterna e se

l’autobotte non sta riempiendo la cisterna. Dopo aver fatto benzina, liberano la pompa utilizzata.

Si implementi una soluzione usando il costrutto monitor per modellare il distributore di benzina e i processi per modellare le automobili e l’autobotte e si descriva la sincronizzazione tra i processi. Nel rispettare i vincoli richiesti, si cerchi di massimizzare l'utilizzo delle risorse. Si discuta se la soluzione proposta può presentare starvation e in caso positivo per quali processi, e si propongano modifiche e/o aggiunte per evitare starvation.

2.3.2 IMPLEMENTAZIONE E STRATEGIE ADOTTATE

Riportiamo le variabili globali utilizzate per lo svolgimento corretto dell’esercizio 2.3 e la funzione di inizializzazione di tali variabili myInit().

Immagine che contiene testo

Descrizione generata automaticamente

Nel main vengono creati i “NUM\_THREADS” di tipo automobile (valore passato come parametro al programma) e un solo thread di tipo autobotte attraverso la funzione pthread\_create().

Attraverso una #define andiamo a settare il numero di pompe che possiede il benzinaio e il numero di litri che può contenere la cisterna di benzina che possiede il benzinaio.

Ogni thread automobile ad ogni iterazione andrà a definire in modo random quanti litri andare a richiedere al benzinaio attraverso la funzione rand().

Sono state utilizzate due code per gestire i processi autobotte e i processi automobile.

È stato utilizzato un mutex per gestire la mutua esclusione alle variabili condivise come “benzdisp” e “pompedisp” che rappresentano quanta benzina è rimasta nella cisterna del benzinaio e quante pompe sono libere.

Immagine che contiene testo, pianta, screenshot

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo

Descrizione generata automaticamente

2.3.3 EVITARE STARVATION

**2.4 Il deposito bagagli**

2.4.1 TESTO

Si supponga di avere un deposito bagagli composto da V vani ognuno dei quali in grado di contenere N valigie. Gli utenti arrivano con un numero variabile (ma minore di N) di valigie, le depositano e, dopo un certo tempo, le ritirano. Tutte le valigie di uno stesso utente devono essere depositate all’interno di un unico vano, ma uno stesso vano può contenere le valigie di più utenti. Gli utenti che non riescono a

depositare le valigie per problemi di capacità si pongono in attesa che si liberi dello spazio.

Si discutano le possibili politiche di gestione del deposito bagagli e se ne implementi una usando il costrutto monitor. Si discuta se nella politica implementata sono possibili casi di starvation e, in caso affermativo, si propongano soluzioni per eliminarli.

2.4.2 IMPLEMENTAZIONE E STRATEGIE ADOTTATE

Riportiamo le variabili globali utilizzate per lo svolgimento corretto dell’esercizio 2.4 e la funzione di inizializzazione di tali variabili myInit().

2.4.3 EVITARE STARVATION

**2.5 Ingresso e uscita da uno stadio**

2.5.1 TESTO

Uno stadio ospita un torneo internazionale di calcio al quale partecipano squadre italiane e non

(quindi straniere). L'orario delle partite del torneo prevede il continuo susseguirsi di incontri

durante l'intero arco di ogni giornata. Si prevede quindi una continua affluenza di tifosi in ingresso

ed in uscita dallo stadio.

Lo stadio è accessibile attraverso due corridoi (Cancello Nord e Cancello Sud) utilizzabili sia per

l'ingresso che per l'uscita.

I tifosi accedono allo stadio in gruppi (ognuno dei quali deve essere considerato indivisibile

nell'accesso e nell'uscita): a gruppi di consistenza numerica maggiore deve essere associata una

maggiore priorità nell'accesso e nell'uscita dallo stadio.

Per motivi di sicurezza si è deciso di gestire ogni corridoio in modo tale che gruppi di tifosi di

squadre italiane non possano incrociarsi (nello stesso corridoio) con gruppi di tifosi di squadre

straniere: quindi, ogni corridoio può funzionare a doppio senso di percorrenza soltanto nel caso in

cui gli utenti che lo attraversano siano tutti tifosi dello stesso tipo (cioè tutti italiani, oppure tutti

stranieri). A questo proposito, si assuma che tutti i gruppi siano omogenei (o italiani o stranieri).

Per ragioni di ospitalità, inoltre, si è stabilito di favorire ragionevolmente (nell'accesso e nell'uscita

dallo stadio) i gruppi di tifosi stranieri.

Lo stadio ha una capienza massima MAX\_C (che esprime il numero massimo di tifosi consentito

all'interno dello stadio) oltre la quale non è permesso l'accesso di ulteriori persone.

Infine, nel tentativo di evitare situazioni di saturazione, tifosi che desiderano uscire dallo stadio

devono avere la precedenza sui tifosi che intendono entrare.

Si definisca una politica di gestione dello stadio che risponda alle specifiche date. Descrivere la

politica e la si implementi usando il costrutto monitor.

2.5.2 IMPLEMENTAZIONE E STRATEGIE ADOTTATE

Riportiamo le variabili globali utilizzate per lo svolgimento corretto dell’esercizio 2.1 e la funzione di inizializzazione di tali variabili myInit().

Immagine che contiene testo

Descrizione generata automaticamente

Immagine che contiene testo

Descrizione generata automaticamente

Nel main vengono creati i “NUM\_THREADS” (valore passato come parametro al programma) attraverso la funzione pthread\_create().

Attraverso una #define andiamo a impostare il numero MAX\_C cioè la capienza massima dello stadio e MAX\_G cioè la capienza massima dei corridoi (nord e sud).

Ogni thread ad ogni iterazione andrà a definire in modo random a quale ingresso entrerà nella stadio (se quello sud o quello nord) e a quale uscirà, il numero dei componenti del gruppo la nazionalità del gruppo attraverso la funzione rand().

Sono state utilizzate due strutture dati (una per l’ingresso e una per l’uscita) per gestire l’insieme di code individuate a seconda del cancello scelto, della tipologia di tifoso (italiano o straniero) e infine dal numero di tifosi che compongono quel gruppo che sta entrando/uscendo. Il numero di componenti del gruppo è fondamentale passarlo in quanto il problema esplicita l’esigenza di dare la priorità di ingresso/uscita agli stranieri, ma anche ai gruppi più consistenti.

È stato utilizzato un mutex per gestire la mutua esclusione alle variabili condivise come “tifosi\_in\_stadio” che rappresenta il numero totale di tifosi presenti all’interno dello stadio o le strutture dati dei contatori dei processi sospesi.

Immagine che contiene testo

Descrizione generata automaticamente

La funzione “Tifosi” chiamata da ogni thread entra in un ciclo infinito che ricordiamo può essere interrotto solo attraverso l’esecuzione da terminale del comando ctrl-C. All’interno di ogni ciclo, ogni thread eseguirà quattro operazioni attraverso quattro differenti funzioni (“acq\_in()”,”ril\_in()”,”acq\_out()”,”ril\_out()”).

Nella funzione “acq\_in()” il processo corrente verifica che il gruppo arrivato in ingresso in uno dei due cancelli possa entrare in relazione ai vincoli imposti dal problema:

* Lo stadio non deve sforare la sua capienza massima
* Nel corridoio non ci devono essere altri gruppi dell’altra tifoseria
* Non ci devono essere in attesa di uscire gruppi dell’altra tifoseria

Se i vincoli non sono soddisfatti la funzione si arresterà su una “wait” in attesa di essere riattivata da una “signal”.

Nel caso opposto il gruppo può entrare e vengono aggiornate le variabili che indicano quanti utenti ci sono nello stadio e quanti utenti stanno percorrendo i corridoi delle varie nazionalità.

Infine, viene rilasciata una “signal” verso un processo omologo per permettere il risveglio di più processi bloccati nelle stesse condizioni.

Nella funzione “ril\_in()” il processo corrente aggiorna le variabili che rappresentano lo stato del corridoio, e segnala ai possibili gruppi di tifoseria opposta che possono usare tale corridoio per uscire.

Nella funzione “acq\_out()” il processo corrente verifica che non ci siano gruppi di tifoseria opposta nel corridoio, se si ci si blocca su una “wait”. Nel caso opposto invece il gruppo uscirà dallo stadio e verranno aggiornate le variabili degli utenti all’interno dello stadio e degli utenti nel corridoio (il gruppo che deve uscire deve prima entrare nel corridoio).

Essendosi liberata della capacità nello stadio si procederà infine a segnalare in ingresso ai vari gruppi che possono entrare.

Come per la “acq\_in()” anche qui andiamo a chiamare una “signal” un processo omologo per permettere il risveglio di più processi bloccati nelle stesse condizioni.

Nella funzione “ril\_out()” il processo corrente esce dallo stadio definitivamente quindi viene aggiornata la variabile dello stato del corridoio usato per uscire e viene segnalato ai vari gruppi dell’altra tifoseria che possono entrare.

2.5.3 EVITARE STARVATION

Questa versione può presentare casi di starvation per i processi formati da gruppi piccoli, in quanto per specifiche del problema è richiesto che abbiano maggiore priorità i gruppi più grandi. Nel caso in cui si volesse risolvere il problema senza violare le specifiche del problema si può pensare che ad intervalli regolari di tempo andiamo a risvegliare i processi in ordine opposto quindi partiremmo dai gruppi più piccoli. Oppure si può pensare di aumentare il livello di priorità della coda dopo un certo numero di iterazioni dove il processo rimane sempre bloccato.