1º LAB de CES-27 / CE-288 2022

CTA - ITA - IEC

Prof Hirata e Prof Juliana

Objetivo: Trabalhar com algoritmo de exclusão mútua para sistemas distribuídos.

Entregar (através do Google Classroom): Códigos dos exercícios (arquivos .go) e relatório. Favor NÃO compactar os arquivos. O relatório deve explicar particulares do código da tarefa solicitada, apresentar casos de testes realizados e comentar os resultados encontrados (comparando com os resultados esperados). Caprichem!

Tarefa:

Implemente o Algoritmo de Ricart-Agrawala para exclusão mútua.
Atenção: Esse algoritmo usa relógio lógico ESCALAR.

Obs: CS = *critical section*

Requisitos:

1) Vamos rodar o sistema como abaixo descrito. Neste exemplo, temos 3 processos (`Process.go`) e um recurso compartilhado (`SharedResource.go`):

- Terminal A: `SharedResource`
- Terminal B: `Process 1 :10002 :10003 :10004`
- Terminal C: `Process 2 :10002 :10003 :10004`
- Terminal D: `Process 3 :10002 :10003 :10004`

Obs: Temos sempre a mesma sequencia de portas. Cada processo tem seu *id*. De acordo com o *id*, o processo sabe sua porta e a dos colegas. Ex: o processo 1 "escuta" na porta 10002, o processo 2 "escuta" na porta 10003, e o processo 4 "escuta" na porta 10004.

Obs: O algoritmo de Ricart-Agrawala é implementado no processo (`Process.go`).

2) O recurso compartilhado será representado por um processo também, chamado `SharedResource.go`. Basicamente o `SharedResource` fica esperando alguém mandar uma mensagem para ele, através de uma porta fixa (ex: 10001). A mensagem recebida contém: o processo (*id*) que a enviou, o relógio lógico (atual) desse processo (o *sender*), e um texto simples (ex: "Oi"). O código do `SharedResource` é simples como indicado abaixo.

```
func main() {
        Address, err := net.ResolveUDPAddr("udp", ":10001")
        CheckError(err)
        Connection, err := net.ListenUDP("udp", Address)
        CheckError(err)
        defer Connection.Close()
        for {
            //Loop infinito para receber mensagem e escrever todo
            //conteúdo (processo que enviou, relógio recebido e texto)
            //na tela
           //FALTA FAZER
        }
}
```

3) O processo (`Process.go`) deve "escutar" o teclado (terminal).

   3.1) Caso receba a mensagem "x", o processo deve solicitar acesso à CS, em seguida usar a CS e liberar a CS.

   - Caso o processo receba "x" indevido, ele deve imprimir na tela "x ignorado". O "x" é indevido quando o processo já está na CS ou esperando para obter a CS.

   - O controle para acessar a CS deve justamente ser feito com o Algoritmo de Ricart-Agrawala!

   3.2) Caso receba o seu *id*, o processo executa uma ação interna (apenas um incremento do seu relógio lógico).

   - Depois isso vai servir para testarmos o algoritmo com relógios distintos para os processos.

4) "Usar a CS" (em `Process.go`) significa simplesmente enviar uma mensagem para o `SharedResource.go` e dormir um pouco.

   - Assim que conseguir o acesso a CS, o processo deve escrever na sua tela "Entrei na CS". Daí ele dorme um pouco.

   - Antes de liberar a CS, o processo deve escrever na sua tela "Sai da CS".

5) O processo deve sempre ser capaz de receber mensagens dos outros processos.

   - Assim o processo pode estar esperando a CS, mas receber a mensagem de outro processo solicitando a CS.
     - Provavelmente você terá que usar `goroutine` para a função `doServerJob`. E ainda essa função terá um loop infinito para receber mensagens dos outros processos.

Convenção sobre como atualizar o clock:

O algoritmo de Ricart-Agrawala usa relógio lógico escalar, mas não indica onde/como atualizá-lo. Existem diferentes formas de atualizar o *clock*. Abaixo segue uma proposta. A ideia é não aumentar o *clock* sem necessidade, e garantir que o processo esteja atualizado em relação aos demais.

a) Quando houver um ação interna, incrementar o *clock*.
b) Quando for enviar os *requests*, incrementar o *clock* uma vez apenas e mandar esse valor (T no algoritmo) para todos os demais processos. Obs: Todos vão receber o mesmo valor!
c) Quando receber um *request*, atualizar o *clock* para ficar coerente com quem enviou: *1+ maximum (my clock, received clock)*.
d) Quando enviar um *reply*, não incrementar o *clock*. Obs: Mande o seu *clock* atual mesmo.
e) Quando receber um *reply*, atualizar o *clock* para ficar coerente com quem enviou*: 1+*

maximum (my clock, received clock).

Atenção:

- Provavelmente você terá diferentes `goroutines` alterando o *clock*, logo convém utilizar um **mutex** para garantir a correta manipulação desta variável. Referências sobre mutex: https://golangbot.com/mutex/ e https://tour.golang.org/concurrency/9
- Outras variáveis de seu código podem precisar de mutex. Fique atento!

Casos de teste (para o relatório):

- **Caso 1**: Elabore um caso trivial com um processo solicitando a CS e, depois que ele liberar, outro processo solicita a CS.

- **Caso 2**: Elabore um caso com processos solicitando a CS "simultaneamente". A ideia é mostrar que somente um processo acessa por vez.

- **Caso 3**: Elabore um caso que caia especificamente na condição "`state=WANTED and` $(T, p_j) < (T_i, p_i)$". A ideia é mostrar que um processo que pediu a CS antes, terá a preferência.

Para cada caso:

- Use três ou mais processos.
- Mostre o esquema (figura) do resultado esperado. A figura 1 é um bom exemplo disso.
- Apresente o resultado obtido (*print* de suas telas).
- Explique/comente.

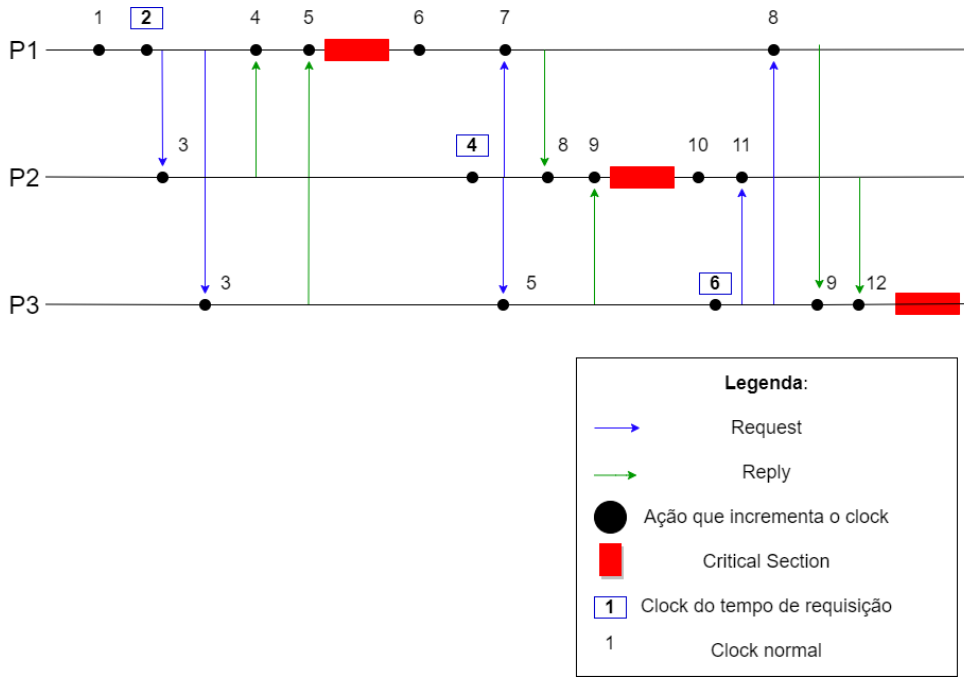
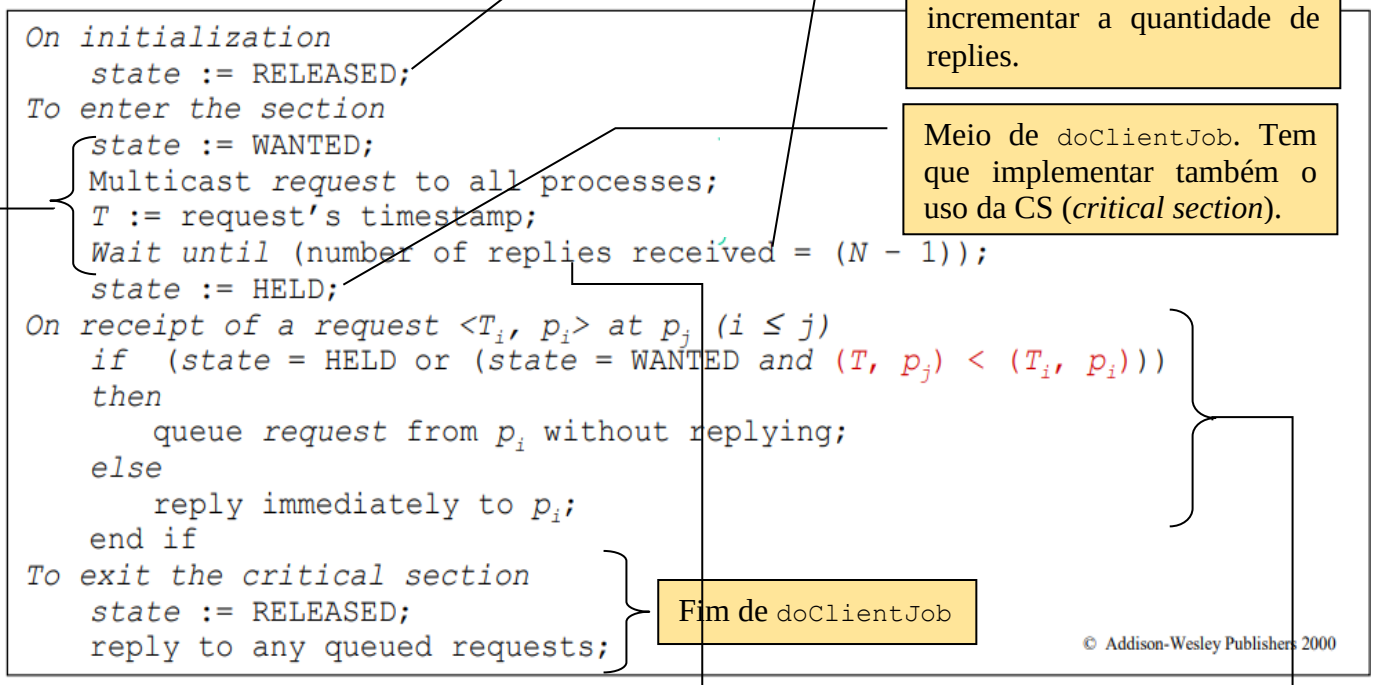


Figura 1: Exemplo de esquema testado

Dica: Relação entre algoritmo e código



```
On initialization
    state := RELEASED;
To enter the section
    state := WANTED;
    Multicast request to all processes;
    T := request's timestamp;
    Wait until (number of replies received = (N - 1));
    state := HELD;
On receipt of a request <T_i, p_i> at p_j (i ≤ j)
    if  (state = HELD or (state = WANTED and (T, p_j) < (T_i, p_i)))
    then
        queue request from p_i without replying;
    else
        reply immediately to p_i;
    end if
To exit the critical section
    state := RELEASED;
    reply to any queued requests;
```


Início da `main`

Para esperar, basta um loop vazio só com a condição, pois outra goroutine é quem vai incrementar a quantidade de replies.

Meio de `doClientJob`. Tem que implementar também o uso da CS (*critical section*).

Fim de `doClientJob`

Início de `doClientJob` acionada quando o loop da `main` detecta 'x' do teclado)

Parte de `doServerJob` responsável por sempre receber mensagens. No caso, aqui são *replies*.

Parte de `doServerJob` responsável por sempre receber mensagens. No caso, aqui são *requests*.