

Exercícios Práticos: Sincronização e Eleição em Sistemas Distribuídos

Exemplo 1

Considere um sistema distribuído com 3 processos (P1, P2, P3). Os eventos (ações internas e envios/recebimentos de mensagens) ocorrem na seguinte ordem:

Tempo	Processo	Evento	Descrição
t1	P1	a	Evento interno
t2	P2	b	Evento interno
t3	P1	send(m1)	P1 envia mensagem para P2
t4	P3	c	Evento interno
t5	P2	recv(m1)	P2 recebe m1
t6	P2	send(m2)	P2 envia mensagem para P3
t7	P3	recv(m2)	P3 recebe m2

Atribua os valores dos relógios lógicos de Lamport para cada evento. Considere que todos os processos começam em 0.

Solução:

Vamos aplicar as regras dos relógios lógicos de Lamport:

- Cada evento interno incrementa o relógio em 1.
- Envio de mensagem: incrementa o relógio antes de enviar.
- Recebimento: relógio local = $\max(\text{local}, \text{valor recebido na mensagem}) + 1$.

Vamos passo a passo:

- **t1** (P1, a): $0 \rightarrow 1$
- **t2** (P2, b): $0 \rightarrow 1$
- **t3** (P1, send(m1)): $1 \rightarrow 2$ (P1 envia m1 com timestamp 2)
- **t4** (P3, c): $0 \rightarrow 1$
- **t5** (P2, recv(m1)):
 - P2 está em 1. Recebe m1 (timestamp 2), então $\max(1,2)+1 = 3$
- **t6** (P2, send(m2)): $3 \rightarrow 4$ (P2 envia m2 com timestamp 4)
- **t7** (P3, recv(m2)):
 - P3 está em 1. Recebe m2 (timestamp 4), então $\max(1,4)+1 = 5$

Resumindo, os valores de relógios Lamport em cada evento:

Tempo	Processo	Evento	Lamport
t1	P1	a	1
t2	P2	b	1
t3	P1	send(m1)	2
t4	P3	c	1
t5	P2	recv(m1)	$\max(1,2)+1=3$
t6	P2	send(m2)	4
t7	P3	recv(m2)	$\max(1,4)+1=5$

Exemplo 2

Dado um sistema distribuído com cinco processos (ID: 1 a 5, sendo 5 o de maior prioridade), o processo 3 detecta que o coordenador (5) falhou.

- Descreva os passos do algoritmo do Valentão até a eleição do novo coordenador.
- Quem será o novo coordenador se apenas o processo 4 está ativo, além do processo 3?

Solução:

Passos do Algoritmo do Valentão:

1. Processo 3 percebe a falha do coordenador (5).
2. Processo 3 envia mensagem "Eleições" para todos os processos com ID maior (4 e 5).
3. Processo 4 responde (pois está ativo). Processo 5 não responde (falhou).
4. Processo 3 para o processo de eleição e espera o resultado da eleição dos processos de maior ID.
5. Processo 4, ao receber a mensagem, inicia sua própria eleição (envia mensagem para o 5).
6. Como o 5 está falho, o 4 não recebe resposta e se declara coordenador, informando todos os outros.
7. O novo coordenador é o processo 4.

Exemplo 3

Considere um sistema com 6 processos organizados em um anel (IDs: 10, 20, 30, 40, 50, 60). O processo 30 detecta que o coordenador (60) falhou e inicia uma eleição.

- Explique como a eleição ocorre até a definição do novo coordenador.
- Supondo que o processo 50 também falhou, quem será eleito coordenador?

Solução:

Passos do Algoritmo do Anel:

1. Processo 30 inicia eleição, enviando uma mensagem de eleição ao próximo no anel (40), incluindo seu próprio ID.
2. 40 recebe, acrescenta seu próprio ID (mensagem: [30,40]), repassa ao 50.
3. 50 está falho, então mensagem é passada diretamente para 60.
4. 60 está falho, então mensagem é passada para 10.
5. 10 recebe, acrescenta ID ([30,40,10]), repassa ao 20.
6. 20 recebe, acrescenta ID ([30,40,10,20]), repassa ao 30.
7. Quando a mensagem retorna ao processo que iniciou (30), este identifica que todos os processos ativos participaram.
8. O maior ID da lista é 40. Portanto, processo 40 é eleito coordenador.
9. O processo 30 informa a todos os outros sobre o novo coordenador (mensagem de coordenador circula no anel).

Novo coordenador: Processo 40.

Exercícios Propostos

1 - Considere um sistema distribuído com 2 processos, P1 e P2. Os eventos ocorrem nesta ordem:

Tempo	Processo	Evento	Descrição
t1	P1	d	Evento interno
t2	P1	send(m3)	P1 envia mensagem para P2
t3	P2	e	Evento interno
t4	P2	recv(m3)	P2 recebe mensagem de P1
t5	P2	send(m4)	P2 envia mensagem para P1
t6	P1	recv(m4)	P1 recebe mensagem de P2

Atribua os valores dos relógios lógicos de Lamport para cada evento. Considere que todos começam em 0.

2 - Em um sistema com processos de ID 1 a 4, suponha que o processo 2 percebe que o coordenador (ID 4) falhou. Apenas os processos 1, 2 e 3 estão ativos. Descreva o que acontece e quem será o novo coordenador.

3 - No anel composto pelos processos com IDs 7, 14, 21 e 28, o processo 14 detecta que o coordenador (28) falhou. Descreva como a eleição acontece e qual será o novo coordenador.