

Aluno(a) : *Gabarito*

(38) 1ª Questão: Sobre o conceito de comunicação de grupos, escreva ao lado a soma das afirmativas corretas. Afirmativas erradas consideradas como corretas anulam afirmativas corretamente consideradas, logo, não chute !

- (01) Processos participantes de grupos fechados não aceitam mensagens de processos externos, e sim apenas de processos que fazem parte do grupo;
- (02) A utilização de endereços *unicast*, embora simplifique a implementação da comunicação de grupos, pode elevar demasiadamente o tráfego;
- (04) Mensagens de *broadcast* provocam sobrecarga nos receptores, já que todos precisam ler e analisar os endereços das mensagens;
- (08) As decisões em grupos hierárquicos são tomadas por votação de todos os membros do grupo;
- (16) O processo coordenador é eleito entre seus pares nos grupos igualitários;
- (32) Em grupos igualitários, as decisões são tomadas com base em 50% dos votos + 1;
- (64) Em grupos hierárquicos, uma falha no processo coordenador pode ser fatal, já que não há como recuperar a comunicação, pois todos dependem das funções do processo coordenador.

2ª Questão: Explique a diferença entre os conceitos de “Relógio Físico” e “Relógio Lógico”:

Um relógio físico é uma referência de tempo compatível com o sistema de referência de tempo humano, ou seja, astronômico, com dias, meses, anos compatíveis com os horários utilizados pelos seres humanos. Normalmente esse tipo de relógio é importante quando um dispositivo computacional precisa interagir com outros sistemas externos, e com definições de tempo diferentes.

Já um relógio lógico é uma referência de tempo, tipicamente interna, que não obrigatoriamente tem relação com o tempo humano. Ele apenas garante que as operações realizadas entre os dispositivos computacionais interligados ocorrerão na sequência correta.

3ª Questão: Em um sistema distribuído que utiliza um algoritmo de sincronismo baseado em relógios lógicos, é possível garantir a operação sincronizada? Por quê? Utilize o conceito de “happens-before” de Lamport na sua explicação.

O sincronismo baseado em algoritmos de sincronismo com relógios lógicos são baseados no conceito de “happens-before”. Esse conceito está relacionado à certeza de que uma mensagem não pode chegar ao receptor antes de ter sido enviada pelo transmissor. Sendo assim, a transmissão “acontece antes” da recepção. Se processos computacionais precisam obedecer a uma ordem pré-estabelecida entre dispositivos diferentes, pode-

se adotar esse conceito, sem nenhuma relação com o relógio físico, e garantir a operação adequada do sistema.

(45) 4ª Questão: Enquanto os computadores utilizam um relógio físico interno, às vezes sincronizado através de um algoritmo específico com outros computadores, os seres humanos utilizam um relógio astronômico ajustado ao movimento da Terra e do Sol. Com base nas diferenças entre esses dois tipos de relógio, escreva ao lado a soma das afirmativas corretas. Afirmativas erradas consideradas como corretas anulam afirmativas corretamente consideradas, logo, não chute !

- (01) O período de tempo correspondente a um dia terrestre tem mudado ao longo dos anos, se tornando cada vez maior, mesmo que a diferença seja pouca significativa para as referências humanas;
- (02) O relógio atômico, baseado nas transições do Césio, tem relação com o campo magnético da Terra, que também não é constante;
- (04) Alguns eventos históricos afetaram o calendário astronômico;
- (08) Para garantir o ajuste do calendário humano aos eventos astronômicos, são necessários ajustes irregulares, como os anos bissextos, e seculares;
- (16) Embora a adoção do calendário Gregoriano tenha sido uniforme em todos os países do mundo, este não foi planejado de forma adequada para garantir o sincronismo com os eventos astronômicos;
- (32) O relógio UTC (Universal Time Coordinated) foi criado para facilitar o ajuste dos relógios físicos dos computadores ao calendário astronômico;

5ª Questão: A implementação do sincronismo no tempo foi apresentada com base em três diferentes estratégias: Lamport, Cristian e Berkeley. Quais as diferenças entre elas, considerando o sincronismo entre os relógios dos diferentes dispositivos? Que característica fundamental todas as estratégias garantem?

O algoritmo de Lamport é baseado em um relógio "lógico", ou seja, não há nenhuma garantia de sincronismo com o tempo utilizado pelos humanos. O algoritmo de Cristian considera um servidor de tempo, que servirá de base para ajuste dos relógios de todos os dispositivos a ele conectados. Já o algoritmo de Berkeley utiliza os relógios de diversos dispositivos para calcular uma média que será adotada por todos. Todos os algoritmos garantem que as atividades executadas pelos dispositivos computacionais envolvidos ocorrerão na ordem correta.

6ª Questão : Para cada uma das afirmativas abaixo, utilize a letra "L" para identificar sua associação com o algoritmo de Lamport, "C" para o algoritmo de Cristian, "B" para Berkeley, e "T" para aquelas afirmativas que são verdadeiras para qualquer um dos três métodos:

- (B)** Os relógios são sincronizados, porém não há garantias de que os valores de data/hora terão relação com o horário físico.
- (L)** Embora exista um "sincronismo" que atende a maior parte das aplicações, não há garantia nem da compatibilidade dos relógios individuais de cada máquina com o relógio físico, nem da compatibilidade entre os diferentes relógios de cada máquina.
- (T)** Não se permite o ajuste "para trás" de um relógio eventualmente adiantado.
- (C)** A presença de um relógio central preciso é fundamental para garantir o sincronismo.
- (C)** Na determinação do horário correto, despreza-se o tempo de processamento no servidor entre a chegada do pedido de horário, e o devido tratamento da interrupção pelo servidor.
- (B)** Tipicamente despreza-se os horários muito afastados da média (muito atrasados ou muito adiantados).

Sistemas Distribuídos - UCSAL

Professor : **Marco Antônio C. Câmara** - 2ª Lista de Exercícios

7ª Questão : Em um sistema distribuído com sincronismo baseado no algoritmo de Berkeley, 3 dispositivos precisam ajustar os seus relógios. O dispositivo eleito como “mestre” (p1) possui a hora 1:10:15.005. A consultar o dispositivo p2, ele obtém, após 6 milissegundos, o tempo 1:10:15.026. Do dispositivo p3, ele obtém 1:10:14.995 após 8 milissegundos. Qual será a hora considerada como média? Qual será o ajuste encaminhado para p2 e p3?

Hora P1 (mestre) = 1:10:15.005

Hora P2: $1:10:15.026 + RTT/2 = 1:10:15.026 + .003 = 1:10:15.029$

Hora P3: $1:10:14.995 + RTT/2 = 1:10:14.995 + .004 = 1:10:14.999$

Média P1 / P2 / P3 = 1:10:15.011

Ajuste para P2 = - .018

Ajuste para P3 = + .012

8ª Questão : Como os relógios de dois computadores ligados por uma rede local podem ser sincronizados sem referência a uma fonte de hora externa? Quais fatores limitam a precisão do procedimento que você descreveu?

Os algoritmos consideram informações disponíveis nos próprios dispositivos, seja para garantir uma sequência correta, seja elegendo um dispositivo como “servidor de tempo”, ou mesmo calculando uma média dos relógios de todos os dispositivos.

O que pode afetar a precisão é o tempo de processamento dos pedidos de informação de clock, e o deslocamento dessas informações pela rede, além, obviamente, da precisão dos mecanismos internos de tempo dos dispositivos.

9ª Questão : Um clock está sujeito a uma taxa de desvio (*drift rate*) de -10^{-3} s/s. Em quanto tempo o clock estará 10s atrasado?

A taxa de desvio apresentada indica que o relógio atrasa um milésimo de segundo a cada segundo. Logo, para atrasar 10 seg, serão necessários 10.000 seg.

$10.000 \text{ seg} / 3600 = 2 \text{ horas, } 46 \text{ minutos e } 40 \text{ segundos.}$

10ª Questão : Um computador cliente quer sincronizar seu relógio com um servidor de tempo (método de Cristian). Ele então registra os RTTs e *timestamps* retornados pelo servidor como mostra a tabela abaixo. Com base nessas informações, responda:

RTT (ms)	Tempo (hh:mm:ss.ccc)
22	10:54:23.674
25	10:54:25.450
20	10:54:28.342

Sistemas Distribuídos - UCSAL

Professor : Marco Antônio C. Câmara - 2ª Lista de Exercícios

- a) Qual destes tempos deve ser usado pelo cliente para acertar o seu *clock* ?
- b) Qual o *clock* acertado pelo cliente?
- c) Qual a precisão do valor acertado?
- d) Sabendo-se que o tempo mínimo de transferência de mensagens na rede é de 8ms, as respostas acima mudam?

a) O cliente deve escolher, entre os registros existentes, aquele que possui o menor RTT, já que este tende a ser o mais preciso. Nesse caso, ele escolhe o último item da tabela (20 ms = 0,02s).

b) Para calcular o horário, ele acrescenta, ao horário fornecido pelo servidor, metade do RTT, desprezando o tempo de processamento para a resposta pelo servidor. Sendo assim, ele acerta o *clock* como sendo:

$$10:54:28.342 + 0.02 / 2 = 10:54:28.352$$

c) A precisão do *clock* do cliente depende fundamentalmente do tempo gasto com o processamento do pedido. Como ele não é conhecido, consideramos metade do RTT, desprezando o tempo de deslocamento. Sendo assim, a precisão é igual a 10 ms.

d) Se o tempo mínimo de transferência de mensagens na rede é de 8ms, podemos considerar que o tempo restante para a metade do RTT consiste na precisão. Sendo assim, o *clock* continua sendo o mesmo, mas a precisão agora passa a ser de apenas 2 ms.