

Sistemas Distribuídos

6 Sincronização

- Introdução
- Sincronização Interna
- Sincronização Externa

Profª Ana Cristina B. Kochem Vendramin
DAINF/UTFPR

Introdução

- **Problema:** ausência de um relógio global em SDs;
- Em um sistema com n computadores, cada um dos n cristais terá uma frequência própria, fazendo com que os n relógios percam seu sincronismo gradualmente.
- Relógios divergem em relação a um tempo de referência - **Clock drift rate**
 - Relógio de Quartzo normal:
 - 10^{-6} → atraso de 1 segundo a cada 11,6 dias
 - Relógio de Quartzo de precisão:
 - 10^{-8} → atraso de 1 segundo a cada 3 anos e 2 meses
 - Relógio Atômico:
 - 10^{-11} = Atraso de 1 segundo a cada 3000 anos

Profª Ana Cristina B. Kochem Vendramin,
DAINF/UTFPR

2

UTC – Tempo Universal Coordenado

- Padrão internacional de tempo baseado no tempo atômico
- Eventualmente atualizado pelo horário astronômico;
- Difundido por estações de rádio por terra e satélite.
 - Computadores com receptores do sinal de rádio podem sincronizar seus relógios.

Acesse: <http://www.worldtimeserver.com/>

Profª Ana Cristina B. Kochem Vendramin,
DAINF/UTFPR

3

Sincronização Interna x Externa

- **Sincronização interna**
 - Quando os relógios estão sincronizados entre si dentro de um determinado limite.
- **Sincronização externa**
 - Quando os relógios estão sincronizados com uma autoridade externa dentro de um limite.

Profª Ana Cristina B. Kochem Vendramin,
DAINF/UTFPR

4

Sincronização Interna

- **Sincronização entre dois processos P1 e P2**
 - P1 envia o valor de seu relógio t em uma mensagem mediante requisição de P2 ou em um período pré-estabelecido.
 - P2 configura seu relógio para:
 - $t + T_{transmissão_mensagem}$
 - Precisão de $T_{transmissão_mensagem}$:
 - $Prec = T_{max} - T_{min}$

Profª Ana Cristina B. Kochem Vendramin,
DAINF/UTFPR

5

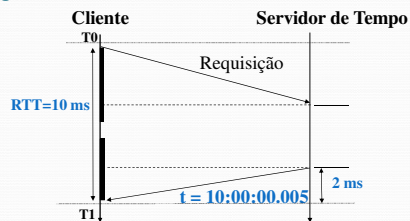
Sincronização Interna

- **Casos extremos**
 - Se P2 configurar seu relógio para $t + T_{min}$
 - $Clock\ Skew = prec(T_{max} - T_{min})$ se o tempo para transmitir a mensagem for de T_{max} ;
 - Se P2 configurar seu relógio para $t + T_{max}$
 - $Clock\ Skew = prec(T_{max} - T_{min})$ se o tempo para transmitir a mensagem for de T_{min} .
- **Caso médio**
 - P2 configura seu relógio para $t + (T_{max} + T_{min})/2$

Profª Ana Cristina B. Kochem Vendramin,
DAINF/UTFPR

6

Sincronização Externa em Sistemas Assíncronos Algoritmo de Christian

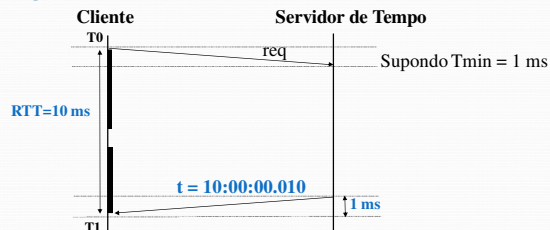


- Servidor conectado a uma fonte UTC responde com o tempo de seu relógio.
- Cliente configura seu relógio com $t + \text{RTT}/2 \rightarrow 10:00:00.010$
- Porém, o valor exato seria: 10:00:00.007. Erro: + 3ms

Profa. Ana Cristina B. Kochen Vendramin.
DAINF/UTFPR

7

Algoritmo de Christian



- Cliente configura seu relógio em $t + \text{RTT}/2 \rightarrow 10:00:00.015$
- Porém, o valor exato seria: 10:00:00.011
- Erro: + 4 ms. Precisão $\pm (\text{RTT}/2 - T_{\min})$

Profa. Ana Cristina B. Kochen Vendramin.
DAINF/UTFPR

8

Algoritmo de Christian

- Precisão $\rightarrow \pm (\text{RTT}/2 - T_{\min})$
 - Quanto mais o RTT se aproximar de T_{\min} , melhor será a precisão.
 - Clientes podem fazer n pedidos ao servidor de tempo e escolher o menor RTT para configurar seu relógio.
- Problemas do algoritmo:
 - Único servidor de tempo;
 - Solução: utilizar vários servidores. Clientes enviam requisição para um endereço *multicast* e guardam a primeira resposta recebida;
 - Servidores intrusos podem difundir horários falsos.

Profa. Ana Cristina B. Kochen Vendramin.
DAINF/UTFPR

9

Sincronização Interna em Sistemas Assíncronos Algoritmo de Berkeley

- Conjunto de computadores
 - 1 mestre e n escravos;
- A cada t unidades de tempo, o mestre faz *polling* nos seus escravos a fim de obter o valor do relógio de cada um.
- Mestre estima o valor do relógio dos escravos observando o RTT \rightarrow Método de Christian.
- Mestre calcula a média dos valores obtidos, inclusive do seu relógio.

Profa. Ana Cristina B. Kochen Vendramin.
DAINF/UTFPR

10

Algoritmo de Berkeley

- Mestre elimina todas as leituras maiores que o RTT máximo.
 - Elimina tendência causada por relógios que rodam mais rápido ou mais lento que outros;
- Mestre envia o valor de ajuste dos relógios aos escravos.
- Se o mestre falhar, outro assume seu papel;
- Possui formas de autenticação para evitar ajustes maliciosos.

Profa. Ana Cristina B. Kochen Vendramin.
DAINF/UTFPR

11

Algoritmo de Berkeley

- Exemplo: RTT máximo = 10 ms

Comp	Leitura	RTT (ms)	Estimado ($t + \text{RTT}/2$)	Média	Ajustes
Mestre	1:00:05.010	0	1:00:05.010	1:00:05.016	+0.006
P1	.031	6	.034		-0.015
P2	.000	8	.004		+0.016
P3	.070	20	.080		-0.054
				Desconsidera	

Profa. Ana Cristina B. Kochen Vendramin.
DAINF/UTFPR

12

Referências Bibliográficas

- Coulouris, George; Dollimore, Jean; Kindberg, Tim.
Distributed Systems: concepts and design. Third Edition.
Addison-Wesley 2001.
- Coulouris, George; Dollimore, Jean; Kindberg, Tim;
tradução João Tortello. Sistemas Distribuídos: conceitos e
projeto. 4. ed. Bookman 2007.