SISTEMAS OPERATIVOS DISTRIBUÍDOS

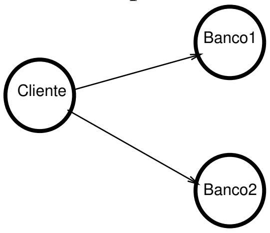
1ªChamada (97/98) - 11 de fevereiro de 1998

Nota prévia

- O exame tem duração de duas horas e trinta minutos.
- Não se esqueça de identificar todas as folhas com o seu nome e número.

Considere o seguinte exemplo

O Tonecas decidiu fazer uma pequena aplicação bancária distribuída usando o modelo cliente servidor. Nesta aplicação existem dois servidores, que representam bancos diferentes, e um cliente que pretende transferir valores de uma conta para outra.



O Tonecas decidiu fazer o seguinte código (talvez um pouco inocente):

```
// Interface comunicacao
typedef struct Ender ...;

envia (char* dados, int tam, Ender* para);
recebe (char* dados, int* tam, Ender* de);

// Constantes
Ender banco1 = ...;
Ender banco2 = ...;

#define C_DE   111
#define C_PARA 222

#define OP_LEV   1
#define OP_DEP   2

typedef struct Oper {
    char   op;
    int    conta;
    int    valor;
};

cliente () {
  Oper lev = {OP_LEV, C_DE, 0};
  Oper dep = {OP_DEP, C_PARA, 0};
  int valor;

  printf ("Valor a transferir?");
  scanf  ("%d", &valor);

  lev.valor = dep.valor = valor;
  envia (&lev, sizeof(lev), &banco1);
  envia (&dep, sizeof(dep), &banco2);
}

servidor (Ender *banco) {
  Oper      ped;
  int       tam;
  Ender     cliente;

  while(1) {
    recebe (&ped, &tam, &cliente);
    if (ped.op==OP_LEV)
      levanta (ped.conta, ped.valor);
    else
      deposita (ped.conta, ped.valor);
  }
}
```

Comunicação

As primitivas "envia" e "recebe" fornecem uma interface a um serviço de comunicação datagrama não fiável. O Tonecas compilou o cliente para executar num PC (processador Intel) e os servidores numas máquinas com processadores SPARC. Curiosamente, a aplicação não funcionou (os servidores só depositavam, e sempre em contas "estranhas").

Questão 1 *(*1 valor*) Que razões podem explicar este estranho comportamento?*

Depois de corrigido o problema anterior, o Tonecas verificou que por vezes, embora raramente, alguns pedidos se perdiam. Alguém disse ao Tonecas que isso se devia à qualidade de serviço que ele estava a utilizar e sugeriu que ele usasse confirmações. O tonecas alterou o servidor para enviar uma confirmação de recepção e o cliente para retransmitir o pedido passados 2 minutos (caso a confirmação não chegasse).

Questão 2 *(*2 valores*) Apesar do problema anterior ter ficado resolvido, começaram a ser detectadas* *operações duplicadas nos servidores. Sugira uma solução para este problema.*

Outro colega sugeriu ao Tonecas que ele usasse "um pacote de RPC".

Questão 3 *(*2 valores*) Em que medida um pacote de RPC poderia ajudar o Tonecas? Justifique, indicando os serviços fornecidos por estes pacotes.*

Questão 4 *(*1 valor*) Escreva uma possível especificação da interface do serviço que o Tonecas pretende concretizar (numa linguagem de IDL à sua escolha).*

Serviço de nomes e sistemas de ficheiros

Com o decorrer do tempo, o Tonecas verificou que ter sempre os servidores a executar nas mesmas máquinas não era muito flexível. Impulsivo como sempre, decidiu fazer um pequeno serviço de nomes, que consistia simplesmente num ficheiro onde colocava um par "nome, endereço". As primitivas de registo e resolução de nomes foram concretizadas através da escrita e leitura do ficheiro. Para permitir o acesso ao ficheiro de qualquer ponto da rede decidiu usar um sistema de ficheiros distribuído, neste caso o NFS.

Questão 5 *(*2 valores*) Discuta esta solução por comparação com a utilização de um serviço de nomes distribuído como, por exemplo, o DNS. Assuma que pretendia usar o serviço de nomes também para outras aplicações.*

Questão 6 *(*2 valores*) Em que medida a utilização do sistema de ficheiros "Coda" melhoraria a solução encontrada pelo Tonecas?*

Transacções

Perante a falha de um servidor, por vezes acontece que se concretiza um levantamento sem realizar o respectivo depósito (ou vice-versa). O Tonecas decidiu resolver este problema usando Transacções atómicas.

Questão 7 *(*2 valores*) Diga o que são transacções atómicas e como resolveriam o problema.*

Questão 8 *(*1 valor*) Que alterações seria necessário fazer ao código do cliente?*

O Tonecas veio posteriormente a realizar diversas outras aplicações "cliente" confiando nos mecanismos transaccionais para executar o controlo de concorrência.

Questão 9 *(*2 valores*) Neste contexto, indique o que entende por "strict two-phase locking".*

Migração

O Tonecas decidiu melhorar o seu sistema introduzindo um mecanismo que permitia "migrar" um servidor de uma máquina para outra. A política de migração é a seguinte:

Um processo monitor verifica a carga de cada máquina. Caso a carga da máquina exceda um valor pré definido, o servidor contacta uma-a-uma as restantes máquinas obtendo a carga destas, até encontrar uma menos carregada. A migração é feita para a primeira máquina encontrada que tiver uma carga inferior à da maquina de origem.

Questão 10 *(*2 valores*) Comente esta política de migração.*

Questão 11 *(*1 valor*) Discuta a integração da migração com o serviço de nomes.*

O sistema Emerald permite realizar a migração de objectos de pequeno porte quando estes são passados como parâmetros de uma chamada remota. Os autores referem-se a esta funcionalidade do seguinte modo: "*A rentabilidade da mobilidade depende de: (1) o tamanho do (objecto) argumento, (2) actuais ou futuras invocações sobre esse objecto, (3) futuras invocações a realizar pelo objecto remoto sobre o argumento, e (4) o custo relativo entre a migração e a invocação remota.*".

Questão 12 *(*1 valor*) Para cada un destes aspectos, enuncie condições favoráveis à migração.*

Ordenação

Finalmente, para facilitar a depuração do código, o Tonecas decidiu manter em cada máquina um histórico das acções realizadas. Cada entrada do histórico contém uma estampilha temporal e a descrição da acção. Inicialmente, o Tonecas usou os relógios locais a cada máquina mas, dado que estes não estavam sincronizados, por vezes os depósitos tinham estampilhas inferiores aos respectivos levantamentos ou mesmo ao início da aplicação cliente. Para resolver este problema, o Tonecas decidiu usar relógios lógicos.

Questão 13 *(*1 valor*) Diga quais a regras de actualização dos relógios lógicos de modo a que os históricos representem as potenciais relações de causa-efeito.*