

de desempenho, e os dados devem ser estruturados hierarquicamente para se obter os melhores tempos de acesso. Os dados acessados frequentemente podem ser replicados.

Tratamento de falhas: qualquer processo, computador ou rede pode falhar, independentemente dos outros. Portanto, cada componente precisa conhecer as maneiras possíveis pelas quais os componentes de que depende podem falhar e ser projetado de forma a tratar de cada uma dessas falhas apropriadamente.

Concorrência: a presença de múltiplos usuários em um sistema distribuído é uma fonte de pedidos concorrentes para seus recursos. Em um ambiente concorrente, cada recurso deve ser projetado para manter a consistência nos estados de seus dados.

Transparência: o objetivo é tornar certos aspectos da distribuição invisíveis para o programador de aplicativos, para que este se preocupe apenas com o projeto de seu aplicativo em particular. Por exemplo, ele não precisa estar preocupado com sua localização ou com os detalhes sobre como suas operações serão acessadas por outros componentes, nem se será replicado ou migrado. As falhas de rede e de processos podem ser apresentadas aos programadores de aplicativos na forma de exceções – mas elas devem ser tratadas.

Qualidade do serviço: Não basta fornecer acesso aos serviços em sistemas distribuídos. Em particular, também é importante dar garantias das qualidades associadas ao acesso aos serviços. Exemplos dessas qualidades incluem parâmetros relacionados ao desempenho, à segurança e à confiabilidade.

Exercícios

- 1.1 Cite cinco tipos de recurso de *hardware* e cinco tipos de recursos de dados ou de *software* que possam ser compartilhados com sucesso. Dê exemplos práticos de seu compartilhamento em sistemas distribuídos. *páginas 2, 14*
- 1.2 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? Como os relógios de um grande número de computadores conectados pela Internet poderiam ser sincronizados? Discuta a precisão desse procedimento. *página 2*
- 1.3 Considere as estratégias de implementação de MMOG (massively multiplayer online games) discutidas na Seção 1.2.2. Em particular, quais vantagens você vê em adotar a estratégia de servidor único para representar o estado do jogo para vários jogadores? Quais problemas você consegue identificar e como eles poderiam ser resolvidos? *página 5*
- 1.4 Um usuário chega a uma estação de trem que nunca havia visitado, portando um PDA capaz de interligação em rede sem fio. Sugira como o usuário poderia receber informações sobre serviços locais e comodidades dessa estação, sem digitar o nome ou os atributos da estação. Quais desafios técnicos devem ser superados? *página 13*
- 1.5 Compare e contraste a computação em nuvem com a computação cliente-servidor mais tradicional. O que há de novo em relação à computação em nuvem como conceito? *páginas 13, 14*
- 1.6 Use a World Wide Web como exemplo para ilustrar o conceito de compartilhamento de recursos, cliente e servidor. Quais são as vantagens e desvantagens das tecnologias básicas HTML, URLs e HTTP para navegação em informações? Alguma dessas tecnologias é conveniente como base para a computação cliente-servidor em geral? *páginas 14, 26*

- 1.7** Um programa servidor escrito em uma linguagem (por exemplo, C++) fornece a implementação de um objeto BLOB destinado a ser acessado por clientes que podem estar escritos em outra linguagem (por exemplo, Java). Os computadores cliente e servidor podem ter *hardware* diferente, mas todos eles estão ligados em uma rede. Descreva os problemas devidos a cada um dos cinco aspectos da heterogeneidade que precisam ser resolvidos para que seja possível um objeto cliente invocar um método no objeto servidor. *página 16*
- 1.8** Um sistema distribuído aberto permite que novos serviços de compartilhamento de recursos (como o objeto BLOB do Exercício 1.7) sejam adicionados e acessados por diversos programas clientes. Discuta, no contexto desse exemplo, até que ponto as necessidades de abertura do sistema diferem das necessidades da heterogeneidade. *página 17*
- 1.9** Suponha que as operações do objeto BLOB sejam separadas em duas categorias – operações públicas que estão disponíveis para todos os usuários e operações protegidas, que estão disponíveis somente para certos usuários nomeados. Indique todos os problemas envolvidos para se garantir que somente os usuários nomeados possam usar uma operação protegida. Supondo que o acesso a uma operação protegida forneça informações que não devem ser reveladas para todos os usuários, quais outros problemas surgem? *página 18*
- 1.10** O serviço INFO gerencia um conjunto potencialmente muito grande de recursos, cada um dos quais podendo ser acessado por usuários de toda a Internet por intermédio de uma chave (um nome de *string*). Discuta uma estratégia para o projeto dos nomes dos recursos que cause a mínima perda de desempenho à medida que o número de recursos no serviço aumenta. Sugira como o serviço INFO pode ser implementado de modo a evitar gargalos de desempenho quando o número de usuários se torna muito grande. *página 19*
- 1.11** Liste os três principais componentes de *software* que podem falhar quando um processo cliente chama um método em um objeto servidor, dando um exemplo de falha em cada caso. Sugira como os componentes podem ser feitos de modo a tolerar as falhas uns dos outros. *página 21*
- 1.12** Um processo servidor mantém um objeto de informação compartilhada, como o objeto BLOB do Exercício 1.7. Dê argumentos contra permitir que os pedidos do cliente sejam executados de forma concorrente pelo servidor e a favor disso. No caso de serem executados de forma concorrente, dê um exemplo de uma possível “interferência” que pode ocorrer entre as operações de diferentes clientes. Sugira como essa interferência pode ser evitada. *página 22*
- 1.13** Um serviço é implementado por vários servidores. Explique por que recursos poderiam ser transferidos entre eles. Seria satisfatório para os clientes fazer *multicast* (difusão seletiva) de todos os pedidos para o grupo de servidores, como uma maneira de proporcionar transparência de mobilidade para os clientes? *página 23*
- 1.14** Os recursos na World Wide Web e outros serviços são nomeados por URLs. O que denotam as iniciais URL? Dê exemplos de três diferentes tipos de recursos da Web que podem ser nomeados por URLs. *página 26*
- 1.15** Cite um exemplo de URL HTTP. Liste os principais componentes de um URL HTTP, dizendo como seus limites são denotados e ilustrando cada um, a partir de seu exemplo. Até que ponto um URL HTTP tem transparência de localização? *página 26*