SISTEMAS DISTRIBUÍDOS

Capítulo 1

Introdução

Nota prévia

A apresentação utiliza algumas das figuras do livro de base do curso

G. Coulouris, J. Dollimore and T. Kindberg,
Distributed Systems - Concepts and Design,
Addison-Wesley, 5th Edition, 2011

Organização do capítulo

Definição, exemplos

Características essenciais dos sistemas distribuídos

Desafios: heterogeneidade, abertura, segurança, escala, falhas, concorrência, transparência

Sistemas Distribuídos ?

Exemplos?

- Serviços web
- Email
- Multibanco
- Etc.

O que é importante?

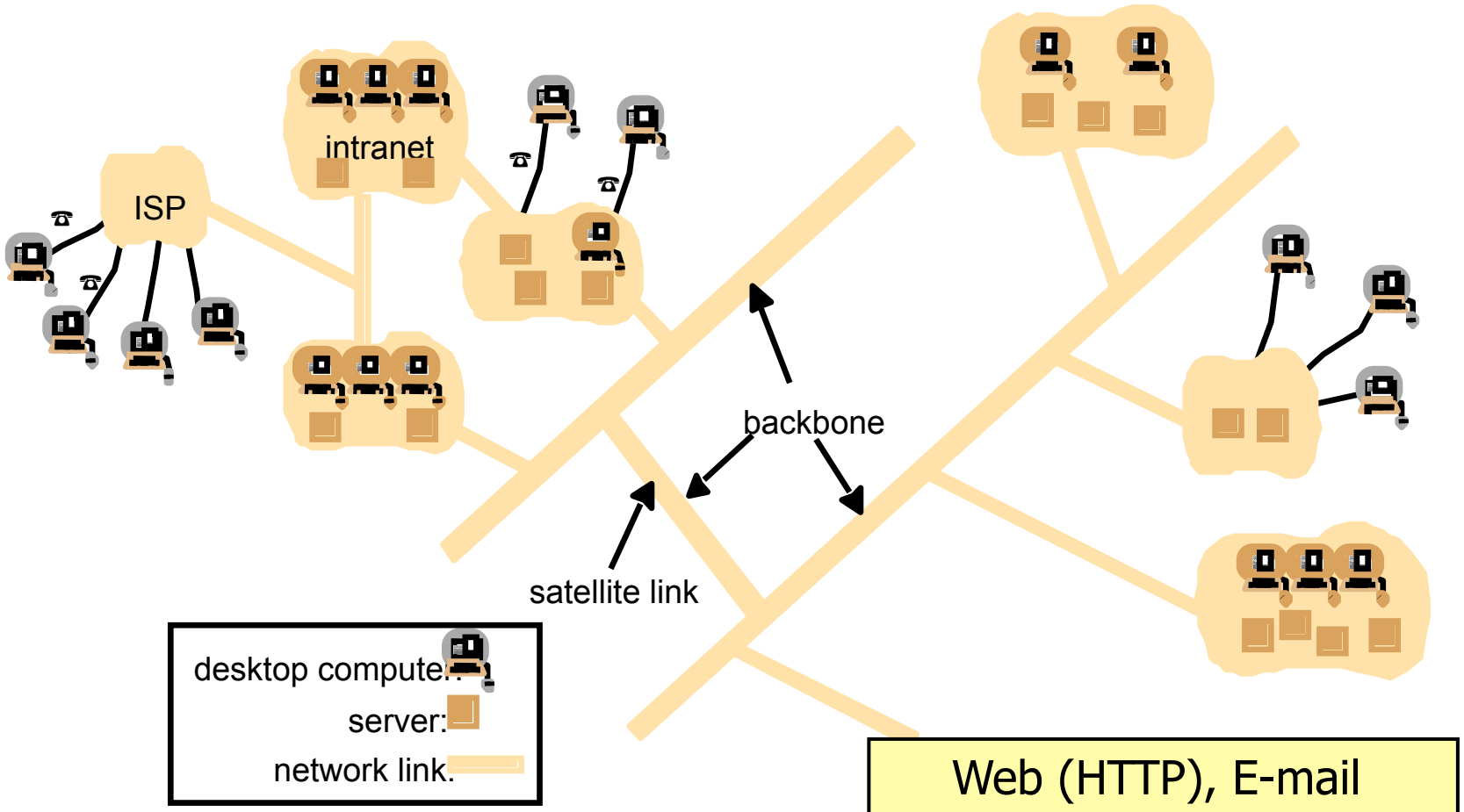
- Conjunto de nós / máquinas
- Utilização duma rede de comunicações para troca de mensagens

O QUE É UM SISTEMA DISTRIBUÍDO ?

Um sistema distribuído é um conjunto de componentes hardware e software interligados através de uma infra-estrutura de comunicações, que cooperam e se coordenam entre si apenas pela troca de mensagens, para execução de aplicações distribuídas

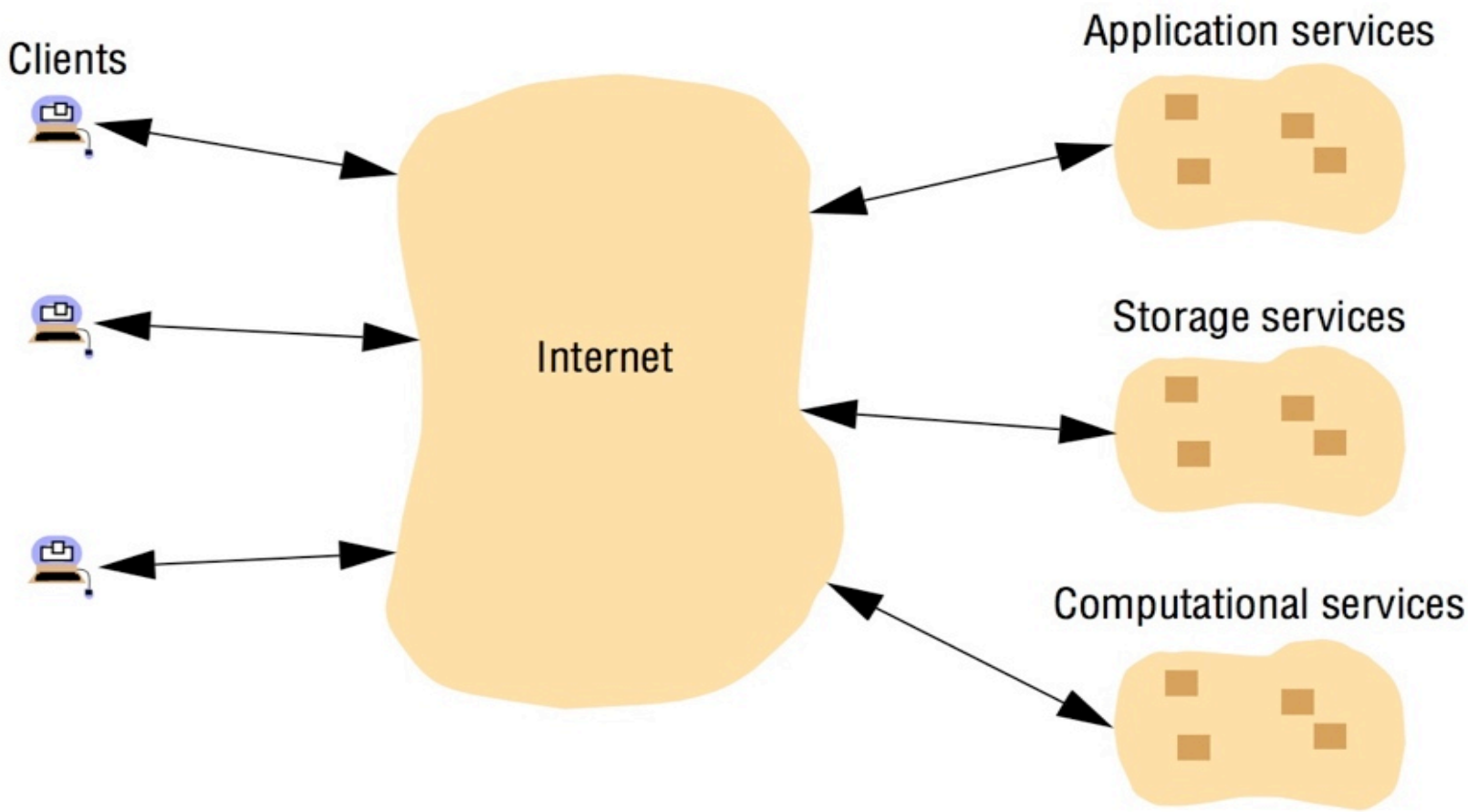
Assim, no âmbito desta cadeira, não estamos interessados nos sistemas que cooperam e se coordenam pela partilha de memória física comum (essa temática é abordada inicialmente na disciplina de Concorrência e Paralelismo)

EXEMPLO: SERVIÇOS NA INTERNET



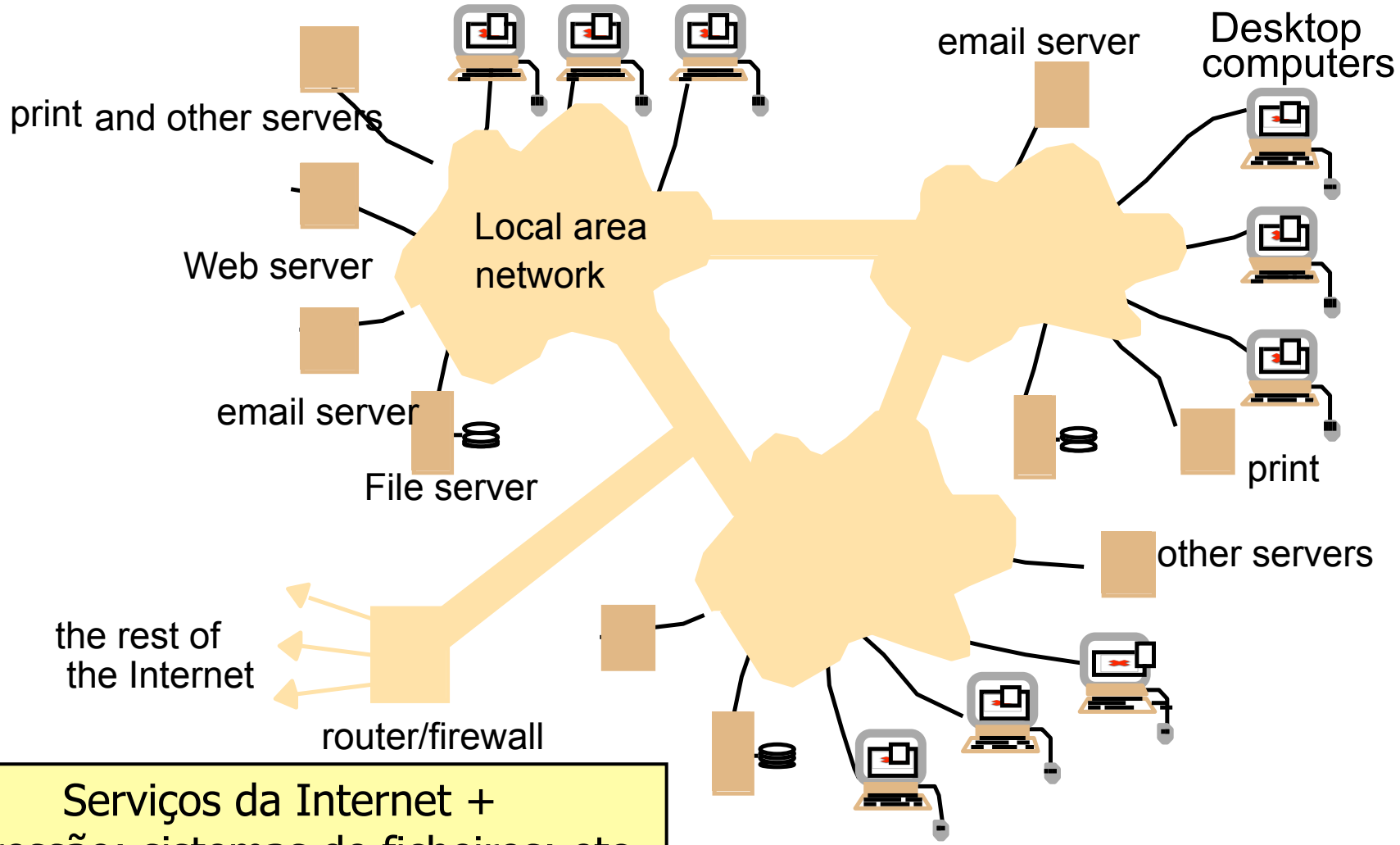
Web (HTTP), E-mail (SMTP); instant-messaging (e.g. Msn); VoIP (e.g.Skype); etc.

EXEMPLO: CLOUD COMPUTING



EXEMPLO: SERVIÇOS EM INTRANETS

Intranets: redes isoladas fisicamente, redes isoladas logicamente (private virtual network), ligação à Internet através de firewalls, etc.



Serviços da Internet + impressão; sistemas de ficheiros; etc.

OUTROS EXEMPLOS

Sistemas de computação ubíqua

Sistemas de controlo de processos industriais em fábricas (por exemplo, linhas de montagem)

Dispositivos ou máquinas especiais controlados através de conjuntos de computadores embebidos (por exemplo: um avião ou um carro, uma fábrica)

Clusters de computadores interligados através de redes de alta velocidade para cálculo paralelo

Motivações dos Sistemas Distribuídos

Acesso generalizado sem restrições de localização

- Acessibilidade ubíqua (suporte para utilizadores fixos, móveis)

Partilha dos recursos distribuídos pelos diferentes utilizadores

- Exemplos: impressores, ficheiros

Distribuição da carga – melhoria do desempenho

Tolerância a falhas – melhoria do disponibilidade

Flexibilidade e adaptabilidade

- Decomposição de um sistema complexo num conjunto de sistemas mais simples

CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTAIS

Componentes do sistema executam de forma concorrente – paralelismo real

- Necessidade de coordenação entre os vários componentes

Falhas independentes das componentes e das comunicações

- Impossível determinar se existe uma falha dum componente ou do sistema de comunicações
- Necessidade de tratar as falhas

Ausência de relógio global – existem limites para a precisão da sincronização dos relógios locais

- Impossível usar relógios locais para ordenar globalmente todos os eventos

IMPLICAÇÕES

Nenhum componente tem uma visão exacta instantânea do estado global de todo o sistema

Os componentes têm uma visão parcial do estado global do sistema

- Os componentes do sistemas estão distribuídos e só podem cooperar através da troca de mensagens, as quais levam um tempo não nulo a propagarem-se

Na presença de falhas, o estado global pode tornar-se incoerente, i.e., as visões parciais do estado global podem tornar-se incoerentes

- Por exemplo, réplicas de um objecto podem ficar incoerentes

DESAFIOS

Heterogeneidade

Abertura

Transparência

Segurança

Escala

Tratamento das falhas

HETEROGENEIDADE

Hardware: smartphones, tablets, portáteis, workstations, servidores, clusters, ...

Diferentes características dos processadores, da memória, da representação dos dados, dos códigos de caracteres,...

Redes de interligação e protocolos de transporte: Redes móveis (4G, 3G, GSM), WLANs, wired LANs,..., TCP/IP, ...

Sistema de operação: Windows, MacOS, iOS, Android,...

Diferentes interfaces para as mesmas funcionalidades

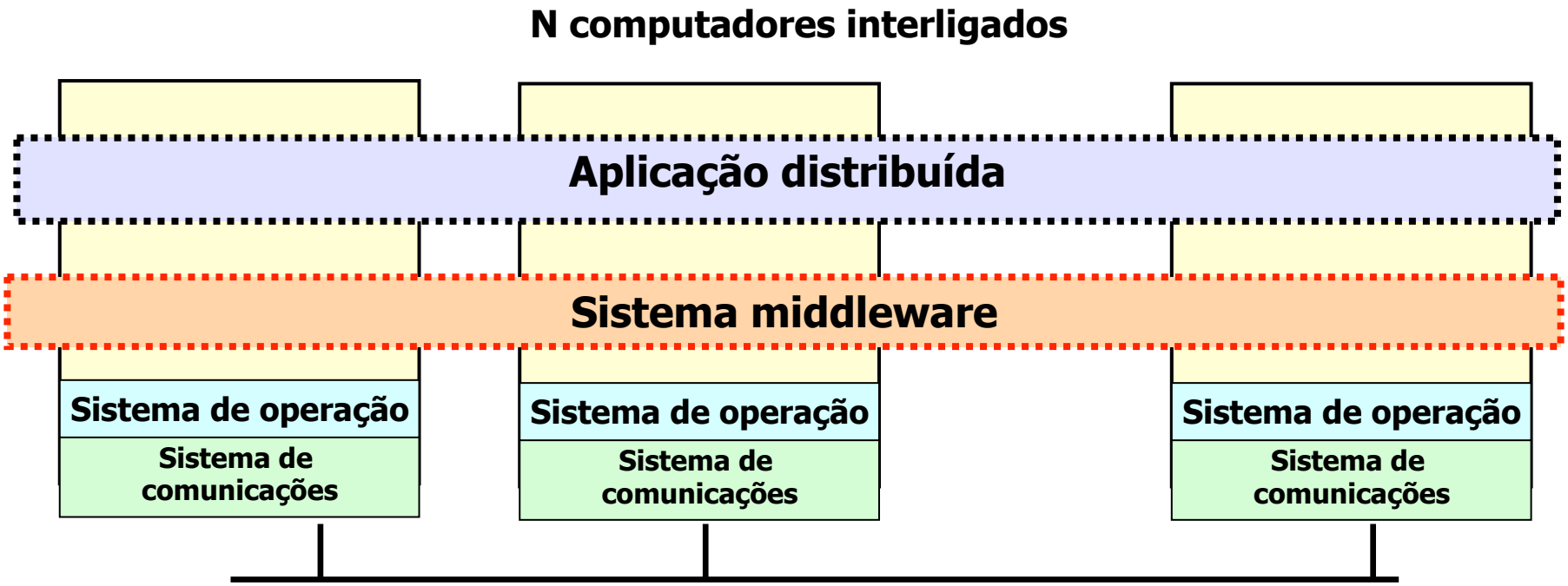
Linguagens de programação...

Lidar com esta heterogeneidade é muito complexo

As seguintes soluções podem ajudar:

- Sistemas de Middleware
- Máquinas Virtuais

MIDDLEWARE



Sistemas operativos

- Interfaces heterogénea
- Serviços básicos

- Sistema *middleware*
  - Interface homogénea
  - Serviços mais complexos (invocação remota: RMI, Web-services; comunicação em grupo: JGroups, etc)
  - Verdadeira interoperabilidade requer idênticos interface e protocolos

MÁQUINA VIRTUAL

Objectivo: permitir executar os mesmos programas em máquinas com diferentes características

Máquina virtual sistema: virtualiza máquina física

E.g.: VmWare, VirtualBox, etc.

Máquina virtual aplicação: virtualiza ambiente de execução independentemente do sistema de operação

E.g.: programas escritos numa única linguagem (JavaVM) ou em múltiplas linguagens (Microsoft CLR)

Num sistema distribuído permite simplificar o *deployment* de uma aplicação e a utilização de *código móvel* (applets, agentes)

ABERTURA

A abertura de um sistema determina o modo como pode ser estendido e re-implementado

Sistemas abertos

- Interfaces e modelo (incluindo protocolos de comunicação) conhecidos
- Evolução controlada por organismos de normalização independentes ou consórcios industriais
- Permite a interoperação de componentes com diferentes implementações

Sistemas proprietários

- Podem ser modificados pelo seu "dono"

Vantagens e desvantagens de cada aproximação?

TRANSPARÊNCIA

A transparência (da distribuição) é a propriedade relativa a esconder ao utilizador e ao programador das aplicações a separação física dos elementos que compõem um sistema distribuído

- Simplicidade e flexibilidade são objectivos

Em certas circunstâncias, a transparência total é indesejável

- Que fazer em caso de falha?

SEGURANÇA

Necessidade de proteger os recursos e informação gerida num sistema distribuído

- Recursos têm valor para os seus utilizadores

Segurança tem três componentes:

- Confidencialidade: indivíduos não autorizados não podem obter informação
- Integridade: dados não podem ser alterados ou corrompidos
- Disponibilidade: acesso aos dados deve continuar disponível

Aspectos envolvidos

- Autenticação dos parceiros
- Canais seguros
- Prevenção de ataques de "negação de serviço" (denial of service attacks)

ESCALA

A escala de um sistema distribuído é o âmbito que o mesmo abrange assim como o número de componentes.

A escala de um sistema tem várias facetas:

- recursos e utilizadores
- âmbito geográfico (rede local, país, mundo, ...)
- âmbito administrativo (uma organização, inter-organizações)

Um sistema capaz de escalar (escalável) é um sistema que continua eficaz quando há um aumento significativo do número de recursos e utilizadores

- i.e., em que não é necessário alterar a implementação dos componentes e da forma de interacção dos mesmos

COMO LIDAR COM A ESCALA ?

Para reduzir o número de pedidos tratados por cada componente

- Divisão de um componente em partes e sua distribuição
- Replicação e caching (problema da consistência entre réplicas e caches)

Para reduzir dependências entre componentes

- Meios de comunicação assíncronos

Para simplificar o sistema

- Uniformidade de acesso aos recursos e dos mecanismos de cooperação, sincronização, etc.
- Meios de designação universais (independentes da localização e dos recursos)

AVARIAS, ERROS E FALHAS

Os componentes de um sistema podem falhar, i.e., comportar-se de forma não prevista e não de acordo com a especificação devido a erros (por exemplo a presença de ruído num canal de comunicação ou um erro de software) ou avarias (mecanismo que que entra em mau funcionamento)

Num sistema distribuído, as falhas são geralmente parciais (num componente do sistema) e independentes

- Um componente em falha pode induzir uma mudança de estado incorrecta noutro componente, levando eventualmente o sistema a falhas, i.e., a ter um comportamento não de acordo com a sua especificação.

COMO LIDAR COM AS FALHAS

Detectar falhas

- Possível: e.g.: mensagens corrompidas através de checksums
- Pode ser impossível: Falha (crash) num computador remoto
  - Desafio: Funcionar através da suspeição das falhas

Mascarar falhas (após a sua detecção)

- Exemplos: retransmissão de mensagens, redundância

Tolerar falhas

- Definição do comportamento na presença de falhas
  - Parar até falhas serem resolvidas; recorrer a componentes redundantes para continuar a funcionar

Recuperação de falhas

- Mesmo num sistema que tolere falhas é necessário recuperar os componentes falhados. Porquê?
- Problema: recuperar estado do serviço

PARA SABER MAIS

G. Coulouris, J. Dollimore and T. Kindberg, Distributed Systems – Concepts and Design, Addison-Wesley, 5th Edition, 2011

Capítulo 1.