Computação Distribuída

Arquiteturas de Sistemas Distribuídos

CHAPTER 2

ARCHITECTURES

Emilio Francesquini

CMCC - Universidade Federal do ABC

Disclaimer

- Estes slides foram adaptados daqueles originalmente preparados (e gentilmente cedidos) pelo professor **Daniel Cordeiro, da EACH-USP** que por sua vez foram baseados naqueles disponibilizados online pelos autores do livro "Distributed Systems", 3ª Edição em: https://www.distributed-systems.net.
- Passaram por uma segunda adaptação feita pelos professores **Emilio Francesquini e Vladimir Rocha para o curso de Sistemas Distribuídos da Universidade Federal do ABC.**
- Este material pode ser usado livremente desde que sejam mantidos, além deste aviso, os créditos aos autores e instituições.

Agenda

- Estilos arquiteturais
- Arquiteturas de software
- Arquiteturas versus middleware
- Sistemas distribuídos autogerenciáveis

Agenda

- Estilos arquiteturais
- Arquiteturas de software
- Arquiteturas versus middleware
- Sistemas distribuídos autogerenciáveis

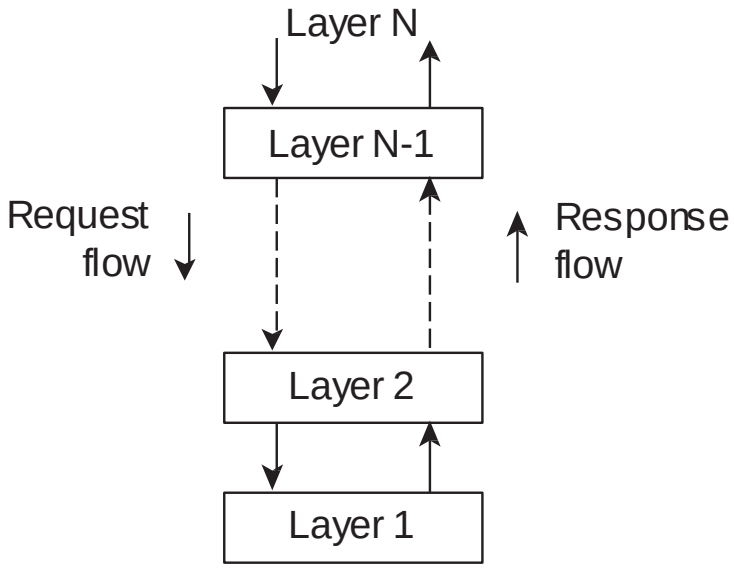
Estilos arquiteturais

1. Arquiteturas em camadas
2. Arquiteturas baseadas em objetos
3. Arquiteturas baseadas em eventos e dados
4. Arquiteturas centradas em recursos

1. Estilo arquitetural: camadas

Ideia básica

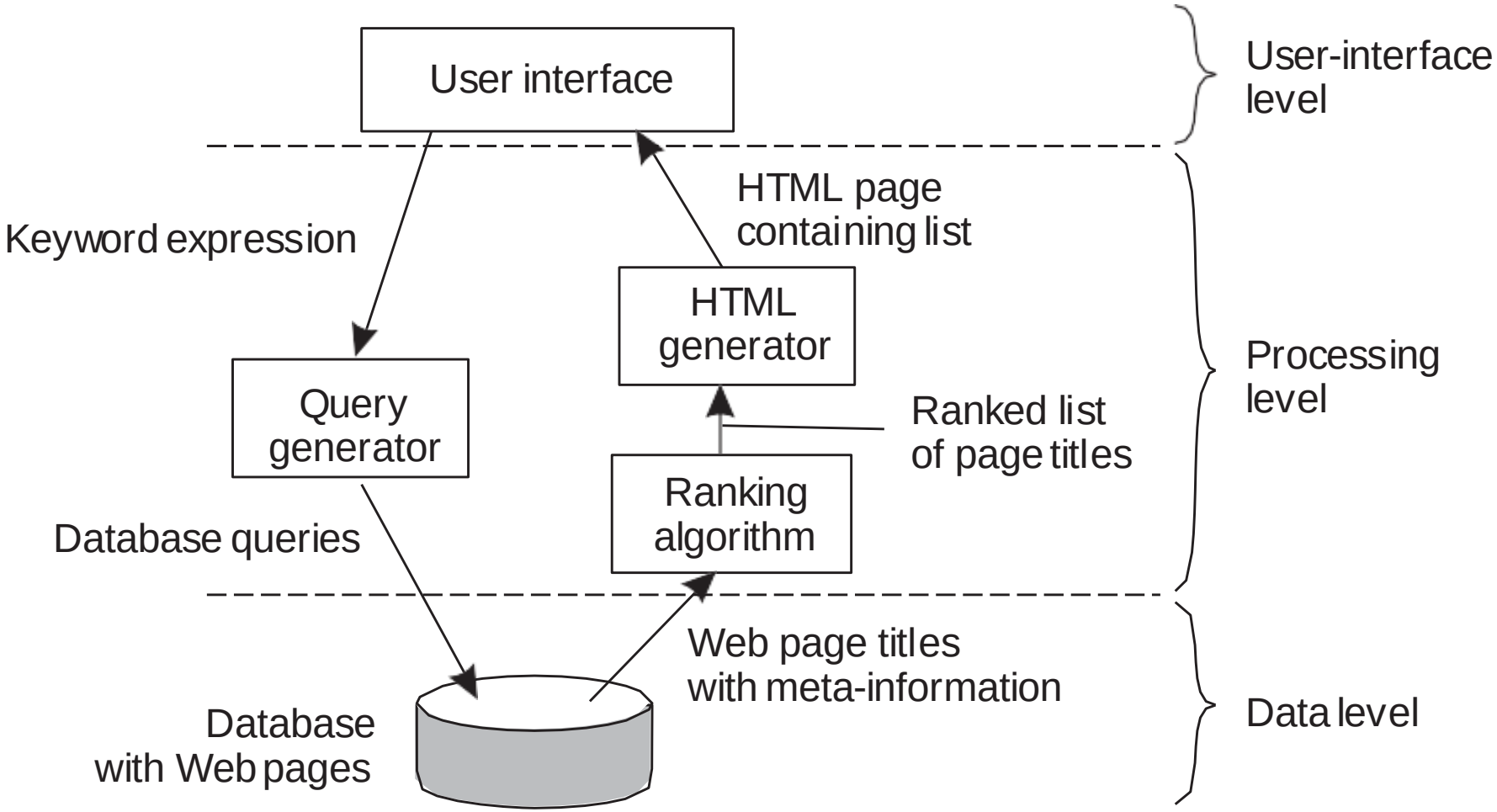
Organize em componentes logicamente diferentes e os distribua entre as máquinas disponíveis.



(a)

(a) Estilo em camadas é usado em sistemas cliente-servidor

Estilo arquitetural: exemplo de camadas

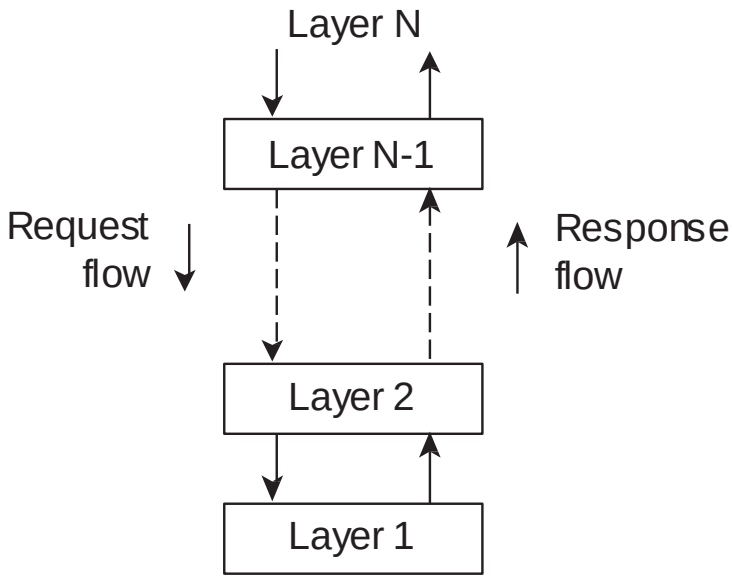


Several servers / layers

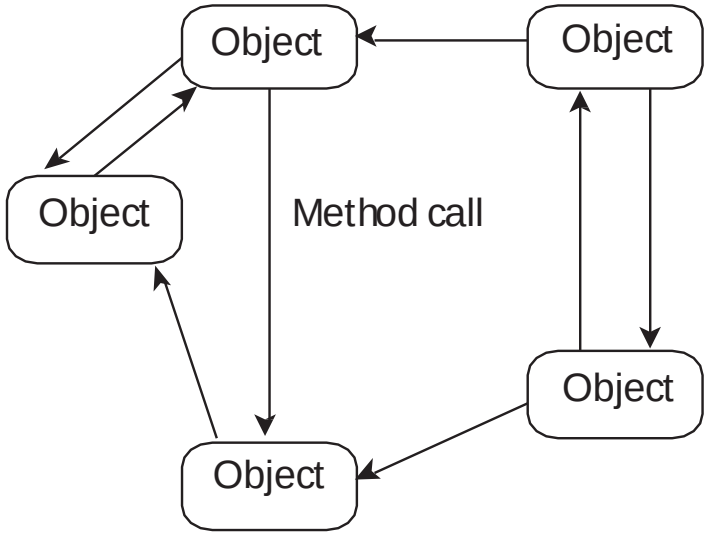
2. Estilo arquitetural: objetos

Ideia básica

Organize em componentes logicamente diferentes e os distribua entre as máquinas disponíveis.



(a)

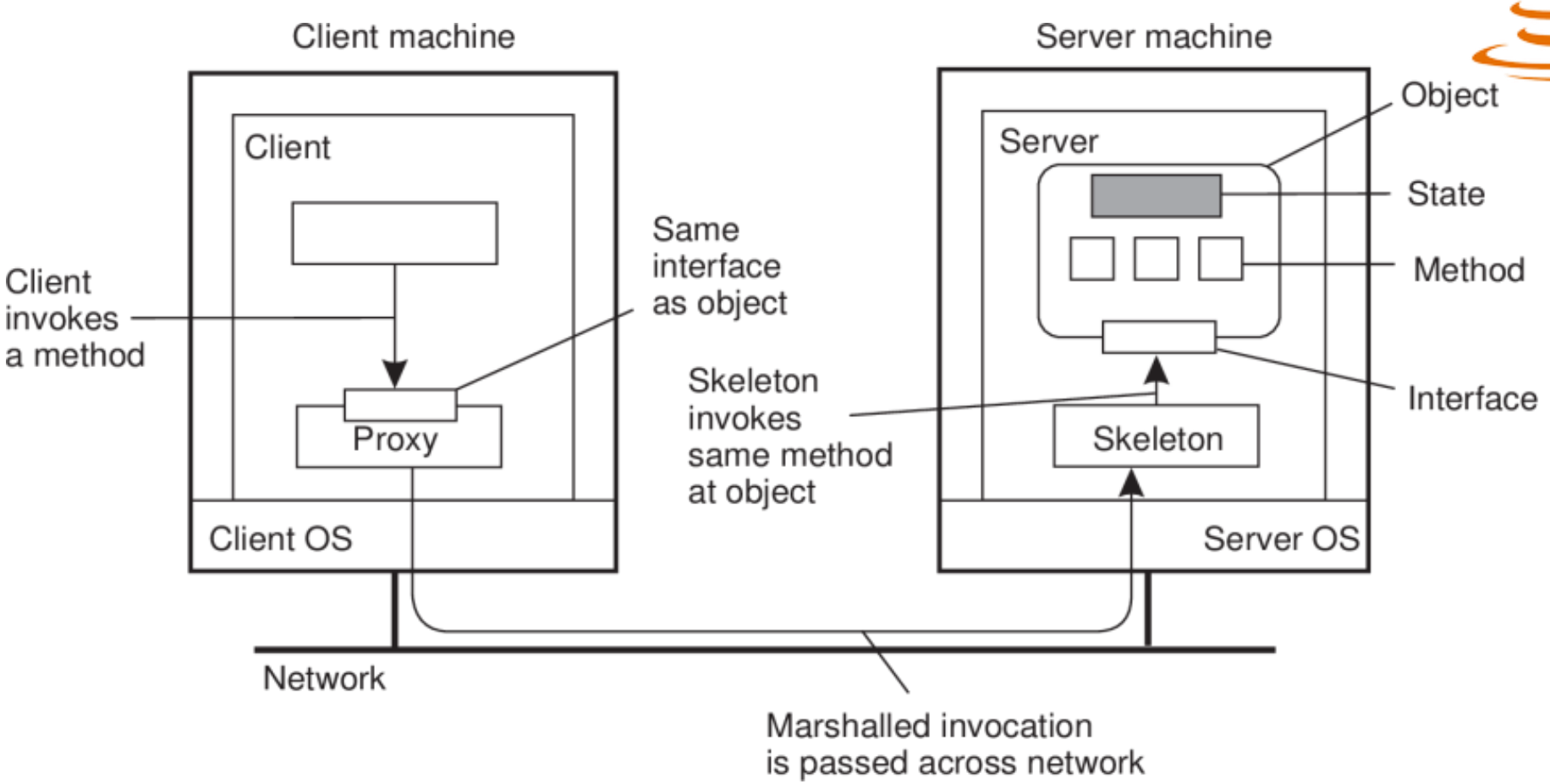


(b)

(a) Estilo em camadas é usado em sistemas cliente-servidor

(b) Estilo orientado a objetos usado em sistemas de objetos distribuídos e **microsserviços**.

Estilo arquitetural: exemplo de objetos distrib. (RMI)



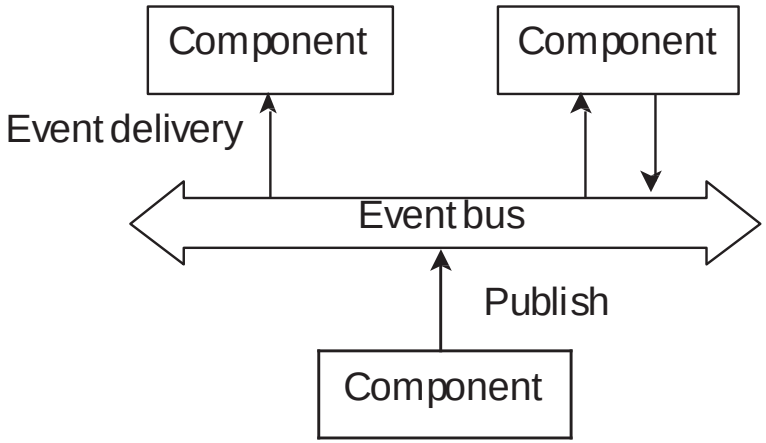
Encapsulamento

Os objetos ficam distribuídos pelo sistema (servidores). Apesar do usuário fazer chamadas que são equivalentes a chamadas locais, elas podem estar sendo feitas em objetos remotos.

3. Estilo arquitetural: eventos e dados

Ideia básica

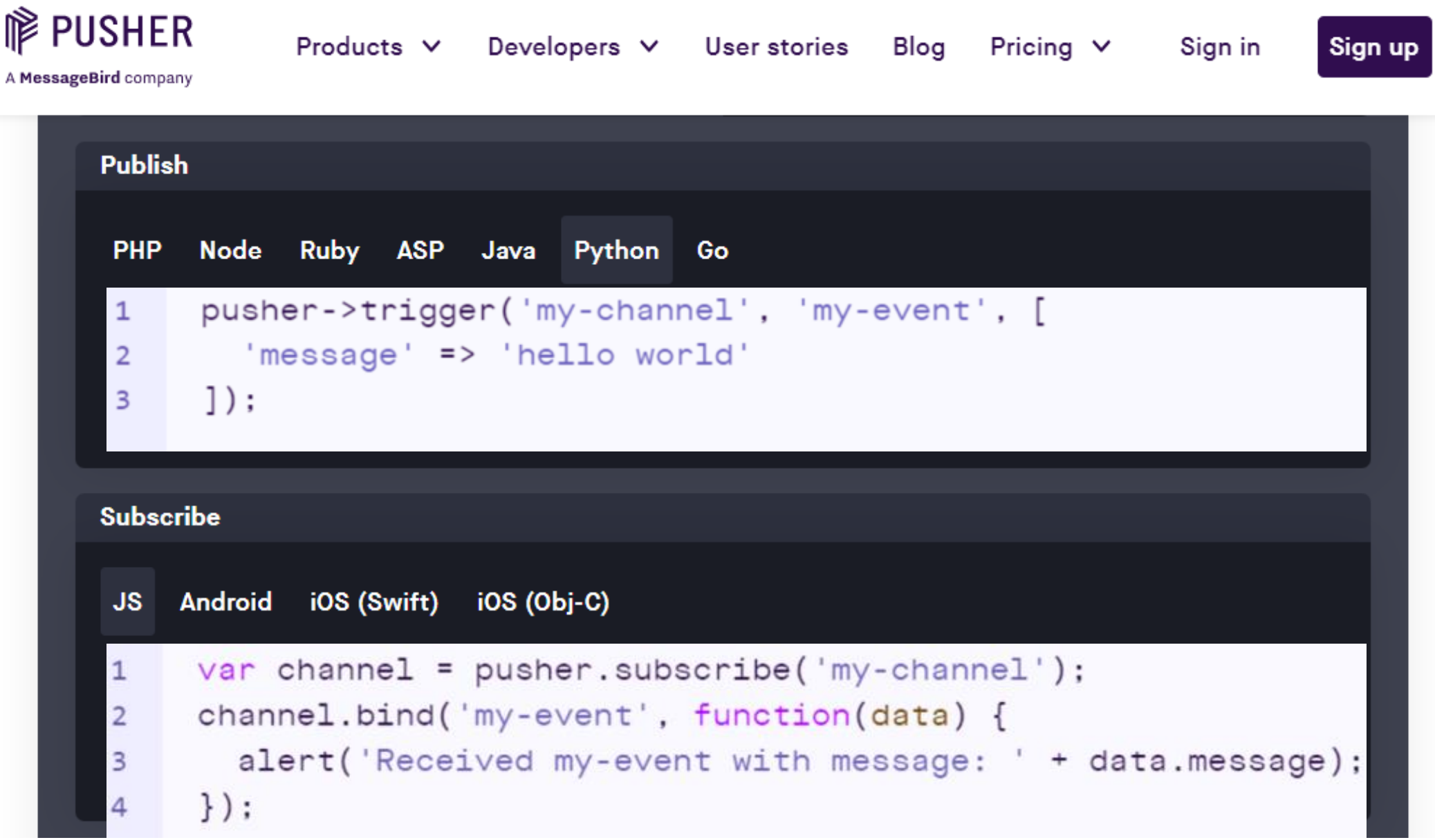
Desacoplar processos na referência (anônimos)



(a)

(a) Publish/subscribe [desacoplado na referência]

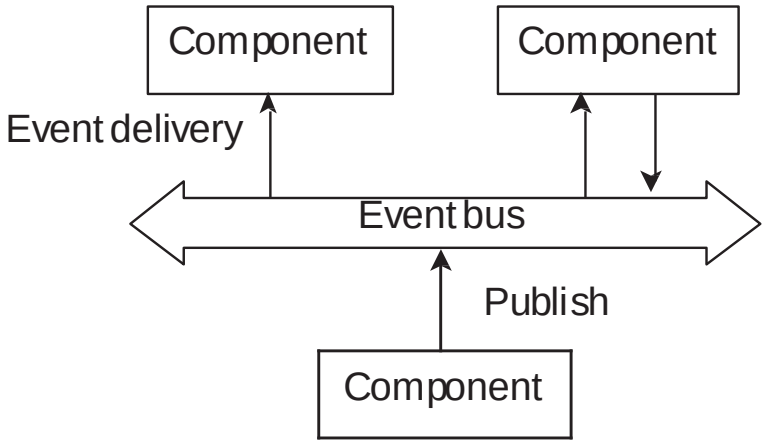
Estilo arquitetural: exemplo eventos (publish/subscribe)



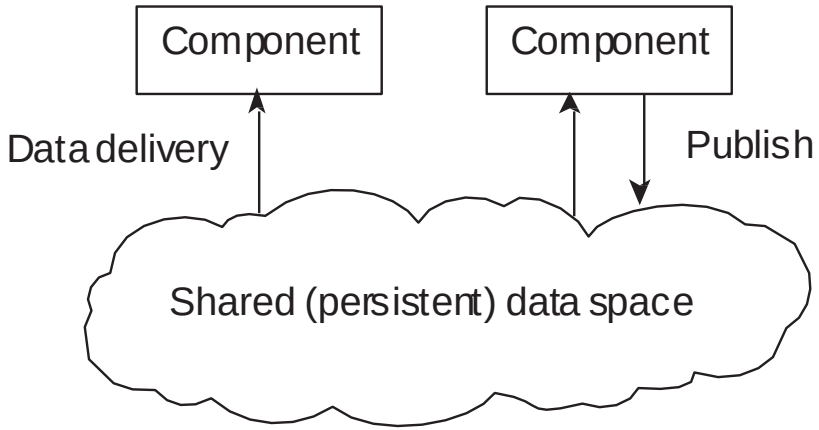
3. Estilo arquitetural: eventos e dados

Ideia básica

Desacoplar processos na referência (anônimos) e tempo (assíncronos)



(a)

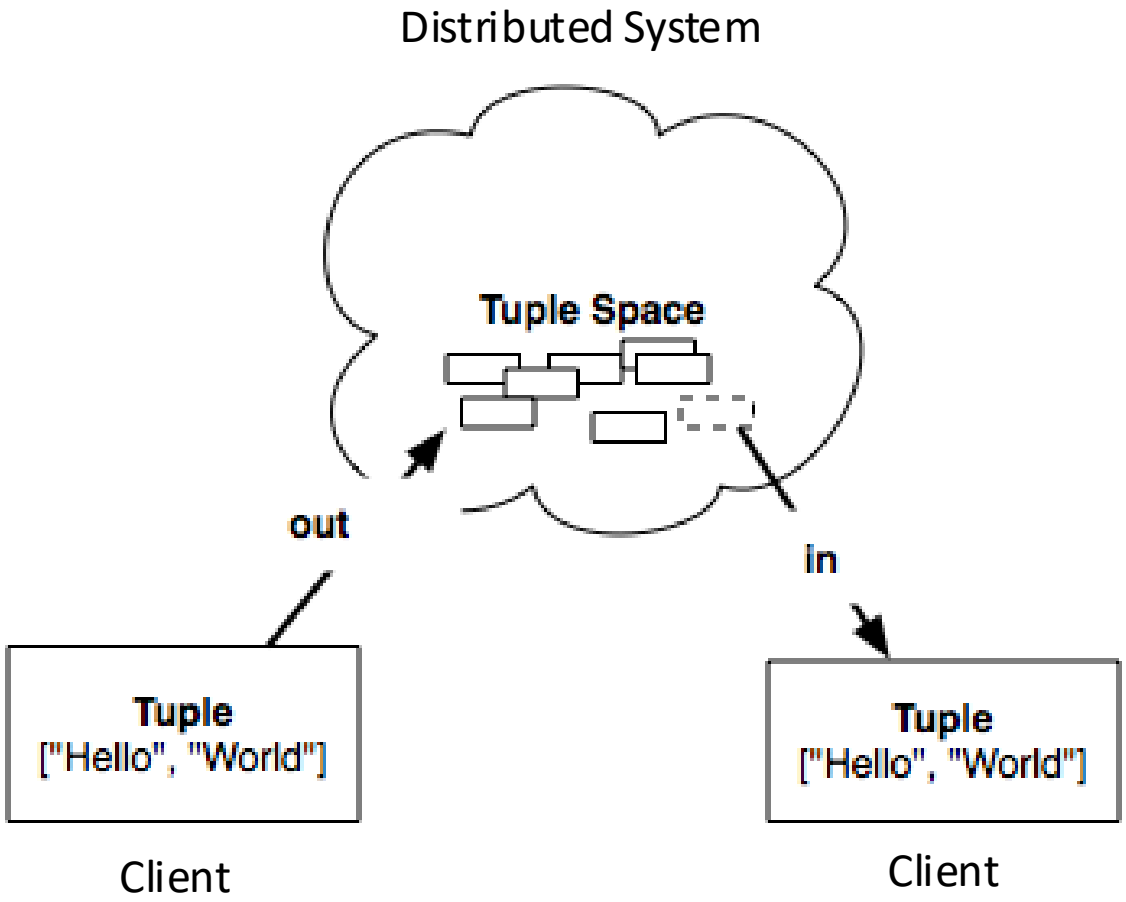


(b)

(a) Publish/subscribe [desacoplado na referência]
(b) Espaço de dados compartilhados [desacoplado na ref. e tempo]

Estilo arquitetural: exemplo de dados compartilhados

GIGASPACES
innovate with confidence



https://www.druby.org/sidruby/6-1-introducing-linda-and-rinda.html

4. Estilo arquitetural: recursos

Vê um sistema distribuído como uma coleção de recursos gerenciados individualmente por componentes. Recursos podem ser adicionados, removidos, recuperados e modificados por aplicações remotas - REST [Fielding 2000].

1. Recursos são identificados usando um único esquema de nomeação
2. Todos os serviços oferecem a mesma interface
3. Após a execução de uma operação em um serviço, o componente esquece tudo sobre quem chamou a operação

Operações básicas

Operação	Descrição
PUT	Cria um novo recurso
GET	Recupera o estado de um recurso usando um tipo de representação
DELETE	Apaga um recurso
POST	Modifica um recurso ao transferir um novo estado

Estilo arquitetural: exemplo de recursos

Essência

Objetos (arquivos) são armazenados em buckets (diretórios).
Operações em ObjectName em BucketName requerem o seguinte identificador:

http://BucketName.s3.amazonaws.com/ObjectName

Todas as operações são realizadas com requisições HTTP:

- Criar um bucket/objeto: PUT + URI
- Listar objetos: GET em um nome de bucket
- Ler um objeto: GET em uma URI completa

Agenda

- Estilos arquiteturais
- Arquiteturas de software
- Arquiteturas versus middleware
- Sistemas distribuídos autogerenciáveis

Arquiteturas

- Arquiteturas centralizadas e multicamadas (multidivididas)
- Arquiteturas decentralizadas
- Arquiteturas híbridas

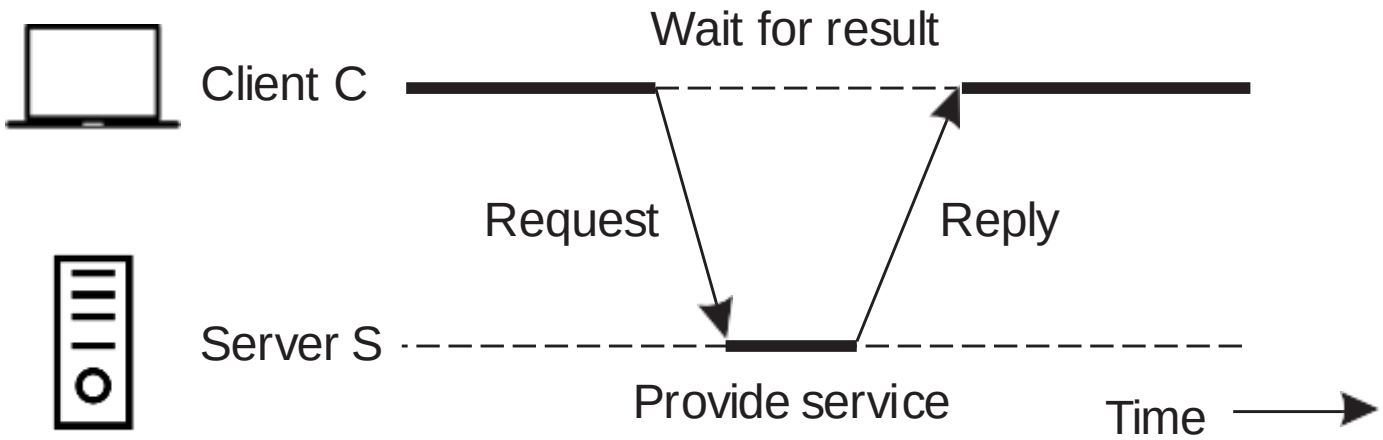
Arquiteturas

- Arquiteturas centralizadas e multicamadas (multidivididas)
- Arquiteturas decentralizadas
- Arquiteturas híbridas

Arquiteturas centralizadas

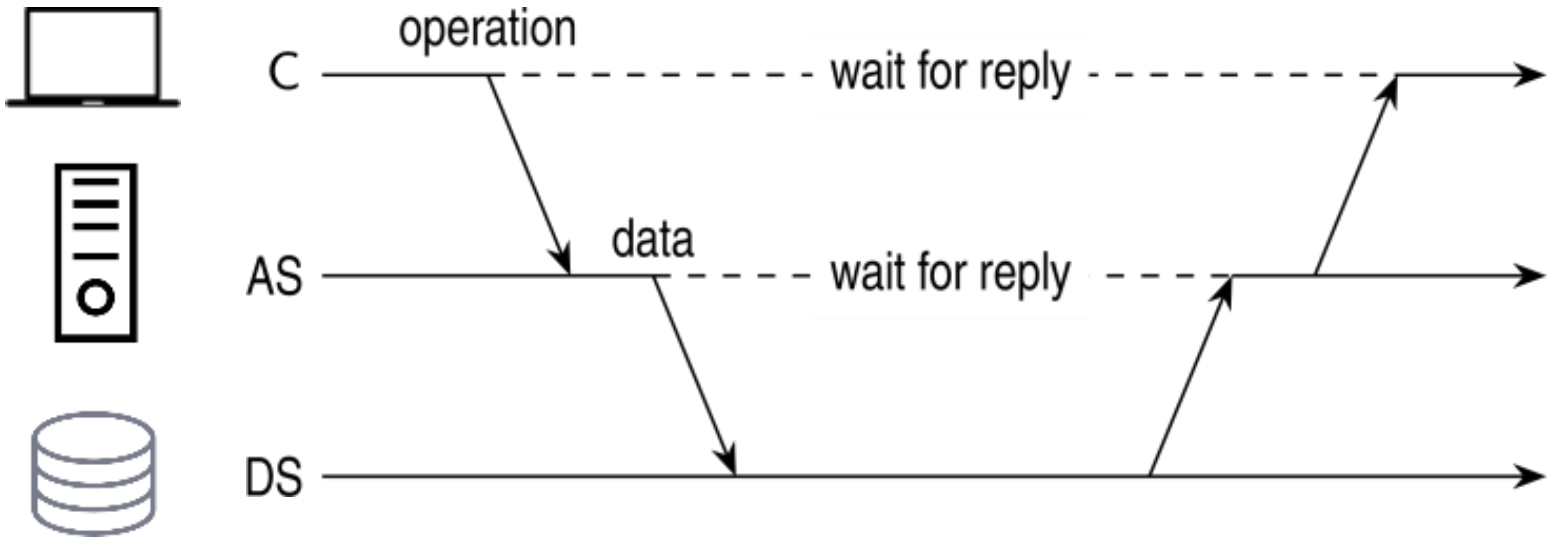
Características do modelo Cliente–Servidor [desde os anos 70]

- Existem processos que oferecem serviços (servidores)
- Existem processos que usam esses serviços (clientes)
- Clientes e servidores podem estar em máquinas diferentes
- Clientes seguem um modelo requisição/resposta ao usar os serviços



Arquiteturas centralizadas

Sendo Cliente e Servidor ao mesmo tempo



Arquiteturas multicamada

Visão tradicional em três camadas lógicas

- A camada de apresentação (user interface) contém o necessário para a aplicação poder interagir com o usuário
- A camada de negócio (application) contém as funções de uma aplicação
- A camada de dados (database) contém os dados que o cliente quer manipular através dos componentes da aplicação

Observação

Estas camadas são encontradas em muitos sistemas de informação distribuídos, que usam tecnologias de bancos de dados tradicionais e suas aplicações auxiliares.

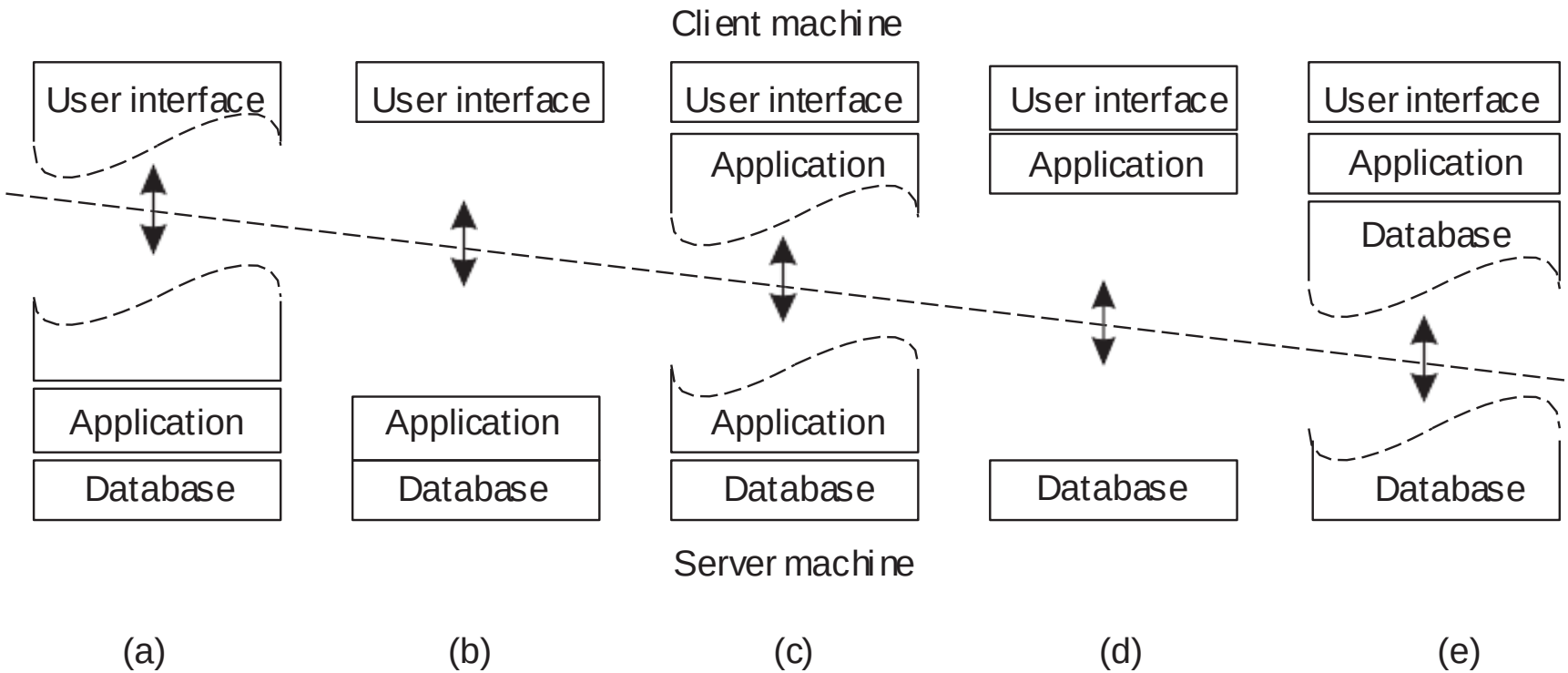
Arquiteturas multicamada

uma camada física: configurações de terminal burro/mainframe

duas camadas físicas: configuração cliente–servidor único.

três camadas físicas: cada camada em uma máquina separada

Configurações tradicionais em 2 camadas físicas + 3 lógicas:



Arquiteturas

- Arquiteturas centralizadas e multicamadas (multidivididas)
- Arquiteturas decentralizadas
- Arquiteturas híbridas

Arquiteturas decentralizadas

P2P estruturado os nós são organizados seguindo uma estrutura de dados distribuída específica

amazon DynamoDB

P2P não-estruturado os nós selecionam aleatoriamente seus vizinhos

P2P híbrido alguns nós são designados, de forma organizada, para executar funções especiais

Nota:

Praticamente todos os casos são exemplos de redes overlay: dados são roteados usando conexões definidas pelos nós

Arquiteturas decentralizadas

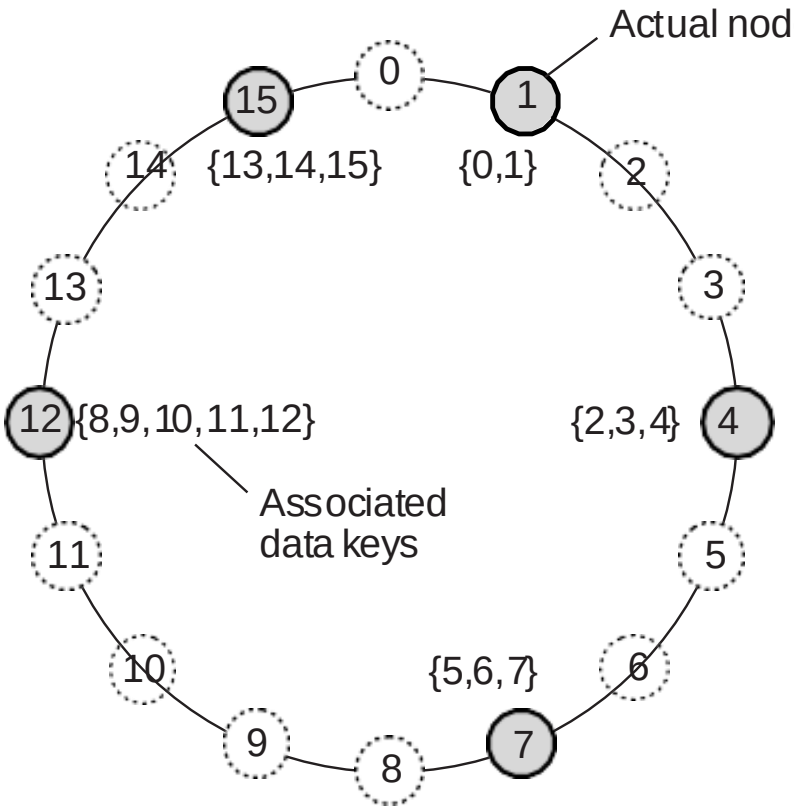
P2P estruturado os nós são organizados seguindo uma estrutura de dados distribuída específica

[Amazon 2012]

Sistemas P2P estruturados

Ideia básica

Organizar os nós em uma rede overlay estruturada, tal como um anel lógico, e fazer com que alguns nós se tornem responsáveis por alguns serviços baseado unicamente em seus Ids [Stoica 2001].



Nota

O sistema provê uma operação LOOKUP(key) que irá fazer o roteamento de uma requisição até o nó correspondente usando as conexões lógicas.

Arquiteturas decentralizadas

P2P estruturado os nós são organizados seguindo uma estrutura de dados distribuída específica

P2P não-estruturado os nós selecionam aleatoriamente seus vizinhos

[NullSoft 2000]

[2003]

P2P híbrido alguns nós são designados, de forma organizada, a executar funções especiais

Sistemas P2P não-estruturados

Observação

Muitos sistemas P2P não-estruturados tentam manter um grafo aleatório.

Princípio básico

Cada nó deve contactar um outro nó selecionado aleatoriamente:

- Cada participante mantém uma visão parcial da rede, consistindo de c outros nós (denominados vizinhos)
- Cada nó P seleciona periodicamente um nó Q de sua visão parcial
- P e Q trocam informação e participantes de suas respectivas visões parciais

Sistemas P2P não-estruturados

Observação

Muitos sistemas P2P não-estruturados tentam manter um grafo aleatório.

Princípio básico

Cada nó deve contactar um outro nó selecionado aleatoriamente:

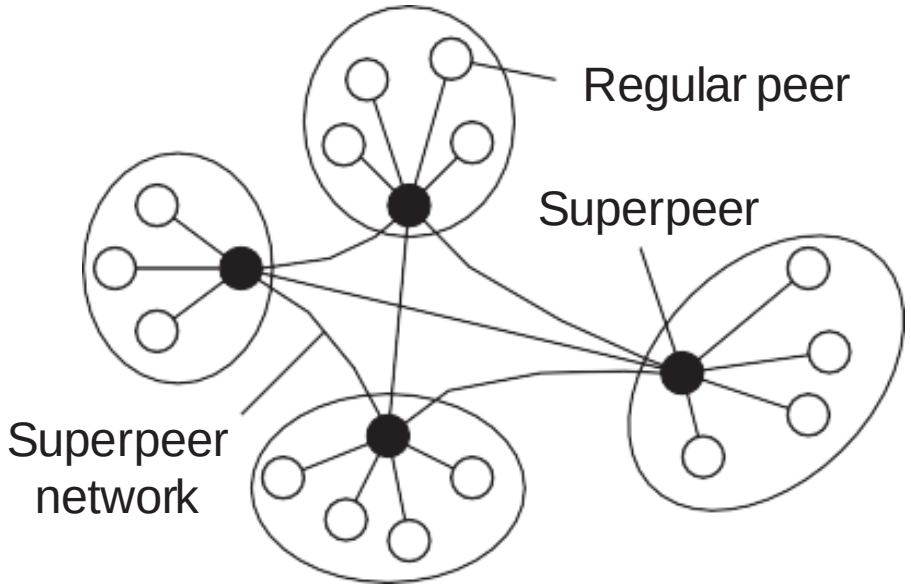
- Cada participante mantém uma visão parcial da rede, consistindo de c outros nós (denominados vizinhos)
- Cada nó P seleciona periodicamente um nó Q de sua visão parcial
- P e Q trocam informação e participantes de suas respectivas visões parciais

Gossip

Sistemas P2P não-estruturados: Superpeers

Observação

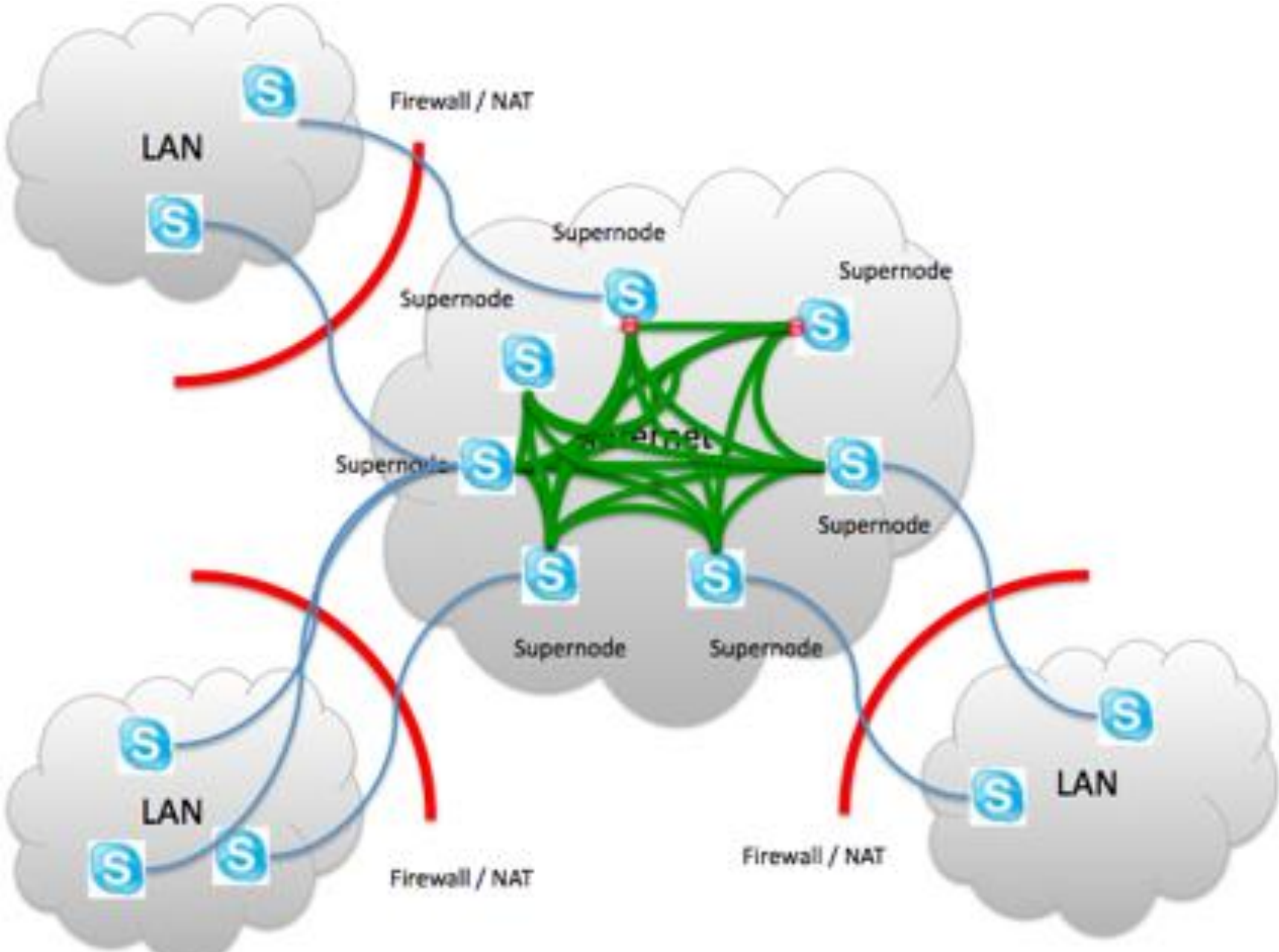
Às vezes, selecionar alguns nós para realizar algum trabalho específico pode ser útil.



Exemplos:

- Peers para manter um índice (para buscas)
- Peers para monitorar o estado da rede
- Peers capazes de configurar conexões

Princípio de operação do Skype: A quer contactar B



https://www.disruptivetelephony.com/2010/12/understanding-todays-skype-outage-explaining-supernodes.html

Arquiteturas decentralizadas

P2P estruturado os nós são organizados seguindo uma estrutura de dados distribuída específica

P2P não-estruturado os nós selecionam aleatoriamente seus vizinhos

P2P híbrido alguns nós são designados, de forma organizada, a executar funções especiais

Cliente-Servidor + P2P

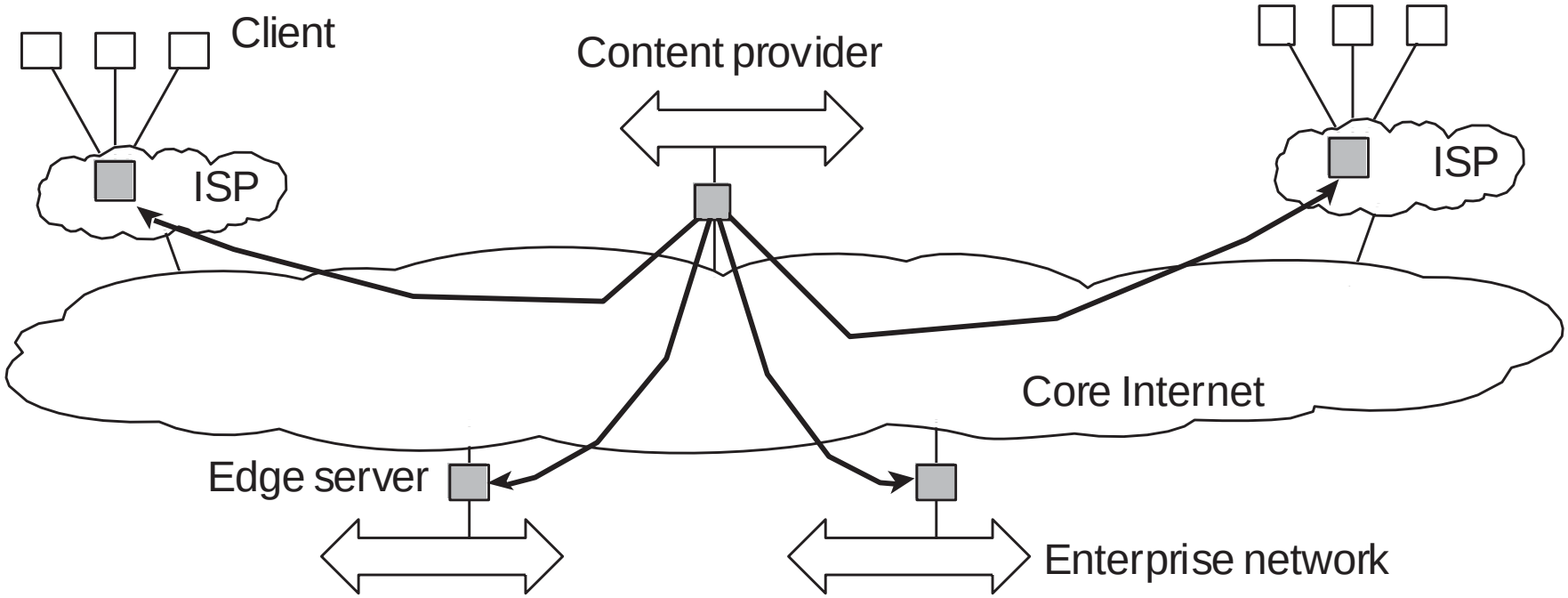
[Amazon 2012]

[2015]

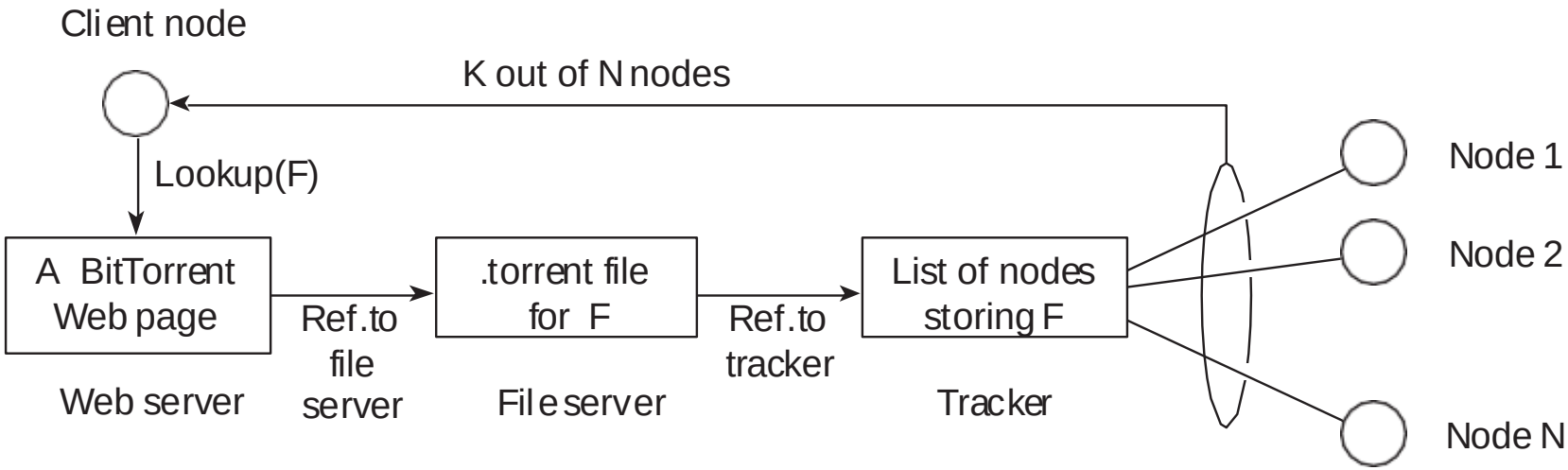
Arquiteturas híbridas: C–S com P2P – CDNs

Exemplo:

Arquiteturas de servidores de borda (*edge-servers*), utilizados com frequência como Content Delivery Networks (redes de distribuição de conteúdo).



Arquiteturas híbridas: C–S com P2P – BitTorrent



Ideia básica

Assim que um nó identifica de onde o arquivo será baixado, ele se junta a uma swarm (multidão) de pessoas que, em paralelo, receberão pedaços do arquivo da fonte e redistribuirão esses pedaços entre os outros [Cohen 2001].

Agenda

- Estilos arquiteturais
- Arquiteturas de software
- Arquiteturas versus middleware
- Sistemas distribuídos autogerenciáveis

Arquiteturas versus Middleware

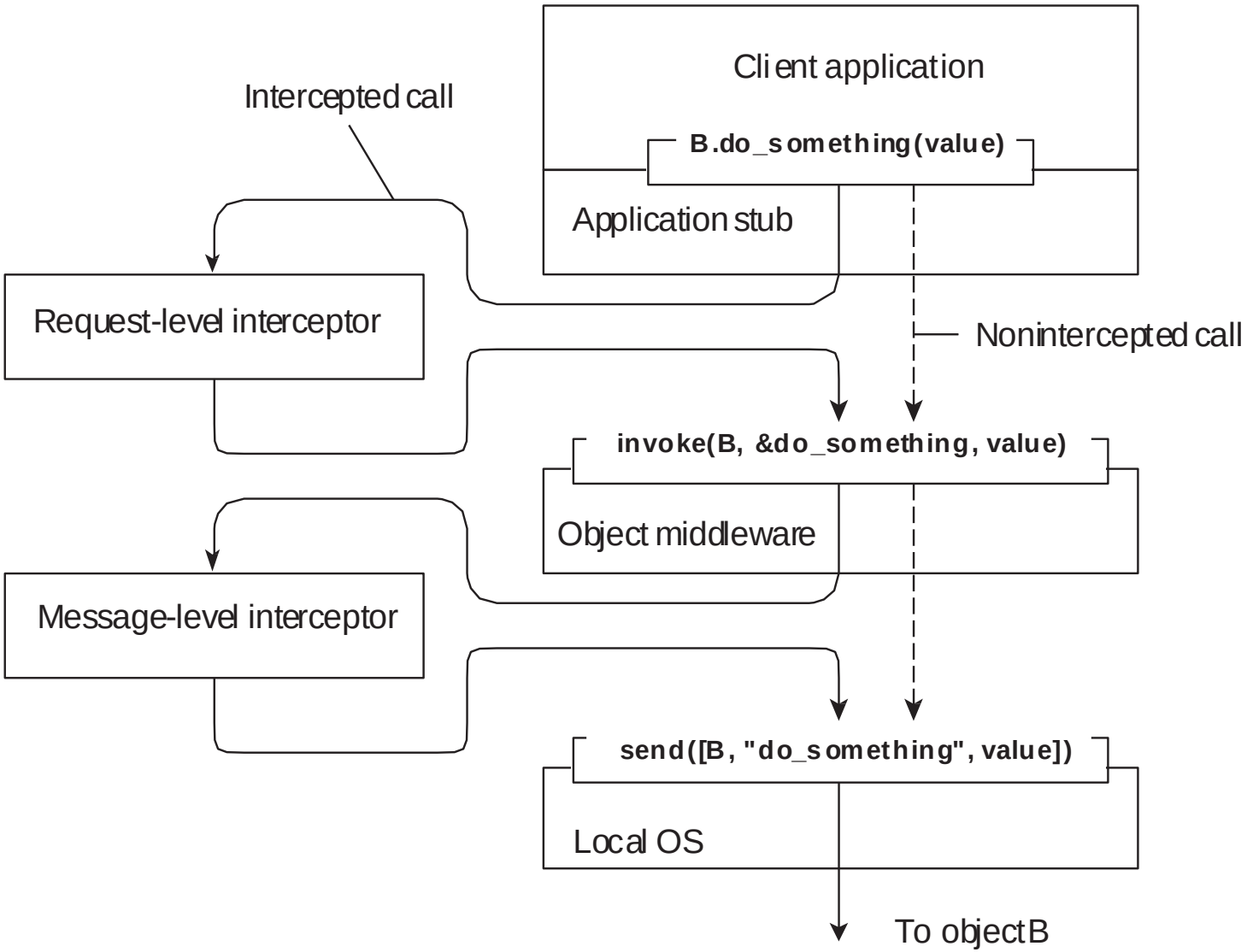
Problema

Em muitos casos, arquiteturas/sistemas distribuídos são desenvolvidos de acordo com um estilo arquitetural específico. O estilo escolhido pode não ser o melhor em todos os casos $\Rightarrow$ é necessário adaptar o comportamento da arquitetura usando um middleware (dinamicamente).

Interceptors

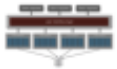
Interceptam o fluxo de controle normal quando um objeto remoto for invocado.

Interceptors



Estilos Arquiteturais (Mark Richards)

Fundamentals of Software Architecture: An Engineering Approach (2021)

	 layered	 modular monolith	 microkernel	 microservices	 service-based	 service-oriented	 event-driven	 space-based
agility	★	★★	★★★	★★★★★	★★★★	★	★★★	★★
abstraction	★	★	★★★	★	★	★★★★★	★★★★	★
configurability	★	★	★★★★	★★★	★★	★	★★	★★
cost	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★	★★★★	★	★★★	★★
deployability	★	★★	★★★	★★★★★	★★★★	★	★★★	★★★
domain part.	★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★	★	★★★★★
elasticity	★	★	★	★★★★★	★★	★★★	★★★★	★★★★★
evolvability	★	★	★★★	★★★★★	★★★	★	★★★★★	★★★
fault-tolerance	★	★	★	★★★★★	★★★★	★★★	★★★★★	★★★
integration	★	★	★★★	★★★	★★	★★★★★	★★★	★★
interoperability	★	★	★★★	★★★	★★	★★★★★	★★★	★★
performance	★★★	★★★	★★★	★★	★★★	★★	★★★★★	★★★★★
scalability	★	★	★	★★★★★	★★★	★★★	★★★★★	★★★★★
simplicity	★★★★★	★★★★★	★★★★	★	★★★	★	★	★
testability	★★	★★	★★★	★★★★★	★★★★	★	★★	★
workflow	★	★	★★	★	★	★★★★★	★★★★★	★

Conceitos adquiridos

- Arquitetura em camadas, objetos, eventos e recursos.
- Acoplamento na referência e no tempo.
- Arquitetura cliente-servidor.
- Arquitetura de 3 camadas.
- P2P (Peer-to-Peer).
- Interceptor.