

Computação Ubíqua: Lidando com a Volatilidade

Prof. Carlos Ferraz

Equipe: André, Estêvão e Monique

Lidando com a Volatilidade

Na computação **móvel** e na
computação **ubíqua**,
o conjunto de usuários, dispositivos
e componentes de software em
um ambiente tende a **mudar**
constantemente.

Dispositivos Móveis



Dispositivos Móveis

- PDA
- Notebook
- GPS / PNA
- Smartphone
- Netbook
- Tablet
- Handheld game console
- Portable media player
- Digital camera

Outros Dispositivos Conectados

7ª Geração



PlayStation Portable - 2004



Nintendo DS Lite - 2006



Nintendo DSi - 2008



Nintendo DS - 2004



Xbox 360 - 2005



Nintendo Wii - 2006



PlayStation 3 - 2006



Outros Dispositivos Conectados

- Smart TV
- Vídeo-games da 7ª geração
- Blu-ray
- Refrigerador
- Termostato
- Máquina de lavar/secar
- Aquecedor de água
- Vehicular media player

Conectividade sem Fio

- Wi-Fi
- Bluetooth
- IrDA
- 3G

Conectividade sem Fio

- Principais problemas de conectividade [Stojmenovic 2002]:
 - Continuidade da conectividade para dispositivos que entram e saem das estações-base;
 - Conectar sem fio dispositivos em locais sem tal infra-estrutura.

Conectividade sem Fio

- Raramente ocorre conectividade sem fio direta entre dispositivos
 - Comunicação através de múltiplos segmentos com ou sem fio.
- Quanto maior o alcance:
 - Maior a disputa por banda;
 - Mais potência necessária.

Em **Sistemas Distribuídos**, pouco se distinguem:

- Computação Móvel
- Computação Ubíqua
- Computação Tangível
- Realidade Aumentada

VOLÁTIL

[Figurado] Que muda de forma fácil
ou frequente. = INCERTO,
INCONSTANTE, INSTÁVEL,
VOLÚVEL ≠ ESTÁVEL, PERMANENTE
(priberam)

Sistemas Voláteis

- Características:
 - Falhas de dispositivos e conexões;
 - Mudanças em propriedades das conexões (banda etc.);
 - Formação e dissolução de associações entre componentes de software.

Sistemas Voláteis

- Tratamento tradicional desses eventos supõe que sejam raros, portanto novas estratégias são requeridas.
- Integração ao mundo físico não pertine a SD, mas volatilidade sim.

Sistemas Voláteis

- Espaços inteligentes
 - **São os ambientes dentro dos quais sistemas voláteis subsistem;**
 - Serviços embutidos;
 - Sala, veículo, praça, etc;
 - Interação com dispositivos móveis;
 - Mobilidade física e lógica.

Sistemas Voláteis

- Diferenças entre tipos de conectividade:
 - Largura de banda;
 - Latência;
 - Custo energético;
 - Custo financeiro.

Sistemas Voláteis

- Problemas de alcance e oclusão:
 - Desconexão
 - Variação de banda e latência

Sistemas Voláteis

- Timeout
 - Difícil adaptar a condições dramaticamente mutáveis;
 - Se grande demais, prejudica latência e throughput;
 - Se pequeno demais, congestionava e desperdiça energia.

Associação
x
Interoperação
x
Conexão

Associações Voláteis

- Pré-configurada: cliente/servidor de e-mails;
- Espontânea:
 - Provocada por humano: cliente/servidor web;
 - Provocada por dados: compartilhamento P2P;
 - Provocada fisicamente: sistemas móveis e ubíquos.

Associações Voláteis

- Confiança e privacidade
- Comunicações costumam ocorrer dentro de redes locais

Associações Voláteis

- Designação dinâmica de endereços, DNS etc.
 - DHCP
 - Sem servidor:
 - Métodos baseados em broadcast ou multicast;
 - IPv6;
 - Zero Configuration Networking (IETF)
 - Apple Bonjour.

Associações Voláteis

- Escala: Quantos dispositivos? Quantos componentes? Como selecionar as interações?
- Escopo: Como delimitar a gama de interações? Quais as fronteiras administrativas e territoriais?

[Kindberg & Fox 2001]

Associações Voláteis

- Serviços de descoberta
 - Diretório determinado em tempo de execução;
 - Diretório sensível a contexto;
 - Pode não existir servidor de diretório no espaço inteligente;
 - Os serviços são voláteis;
 - Protocolos eficientes em energia e banda.

Associações Voláteis

Descoberta de Dispositivos

X

Descoberta de Serviços

Bluetooth: ambos

Focaremos em serviços

Associações Voláteis

- Interfaces do serviço
 - Registrar serviços a disponibilizar;
 - Excluir tais registros;
 - Consultar serviços disponíveis.

Associações Voláteis

- Jini
- Protocolo de localização de serviços [Guttman 1999]
- Sistema de Nomeação Intencional [Adjie-Winoto et al. 1999]
- Protocolo de descoberta de serviços simples (Universal Plug and Play)
- Serviço de Descoberta Segura de Serviços [Czerwinski et al. 1999]
- Serviço de Descoberta do Bluetooth (camada de enlace)

Associações Voláteis

- Requisitos de um serviço de descoberta:
 - Associação relevante e de baixo esforço;
 - Linguagens da descrição de serviços e da consulta compatíveis entre si;
 - Descoberta específica a espaço inteligente, sem identificação prévia;
 - Implementação eficiente de diretórios (agilidade, banda e energia);
 - Volatilidade de serviços (tolerância a sumiços).

Associações Voláteis

- Acesso *bootstrap* ao serviço de descoberta local em tempo de execução sem configuração manual:
 - Multicast/broadcast solicitações para um endereço IP multicast previamente conhecido

Associações Voláteis

- Frequency hopping (Bluetooth):
 - Sequência pré-determinada de saltos de frequência;
 - Dispositivos "servidores" mudam de faixa lentamente;
 - Dispositivos "clientes" mudam de faixa rapidamente até estabelecer conexão.

Associações Voláteis

- Servidor de diretório
 - Cliente procura o servidor via multicast;
 - Identificando o servidor, conexão unicast;
 - O servidor poderia ser eleito entre os dispositivos presentes, mas poderia sumir e exigir implementação complexa dos clientes.

Associações Voláteis

- Descoberta sem servidor
 - Serviço distribuído;
 - Modelo push: serviços fazem multicast regularmente
 - Casts desnecessários;
 - Modelo pull: clientes buscam por multicast
 - Respostas redundantes;
 - Cada multicast consome energia e banda.

Associações Voláteis

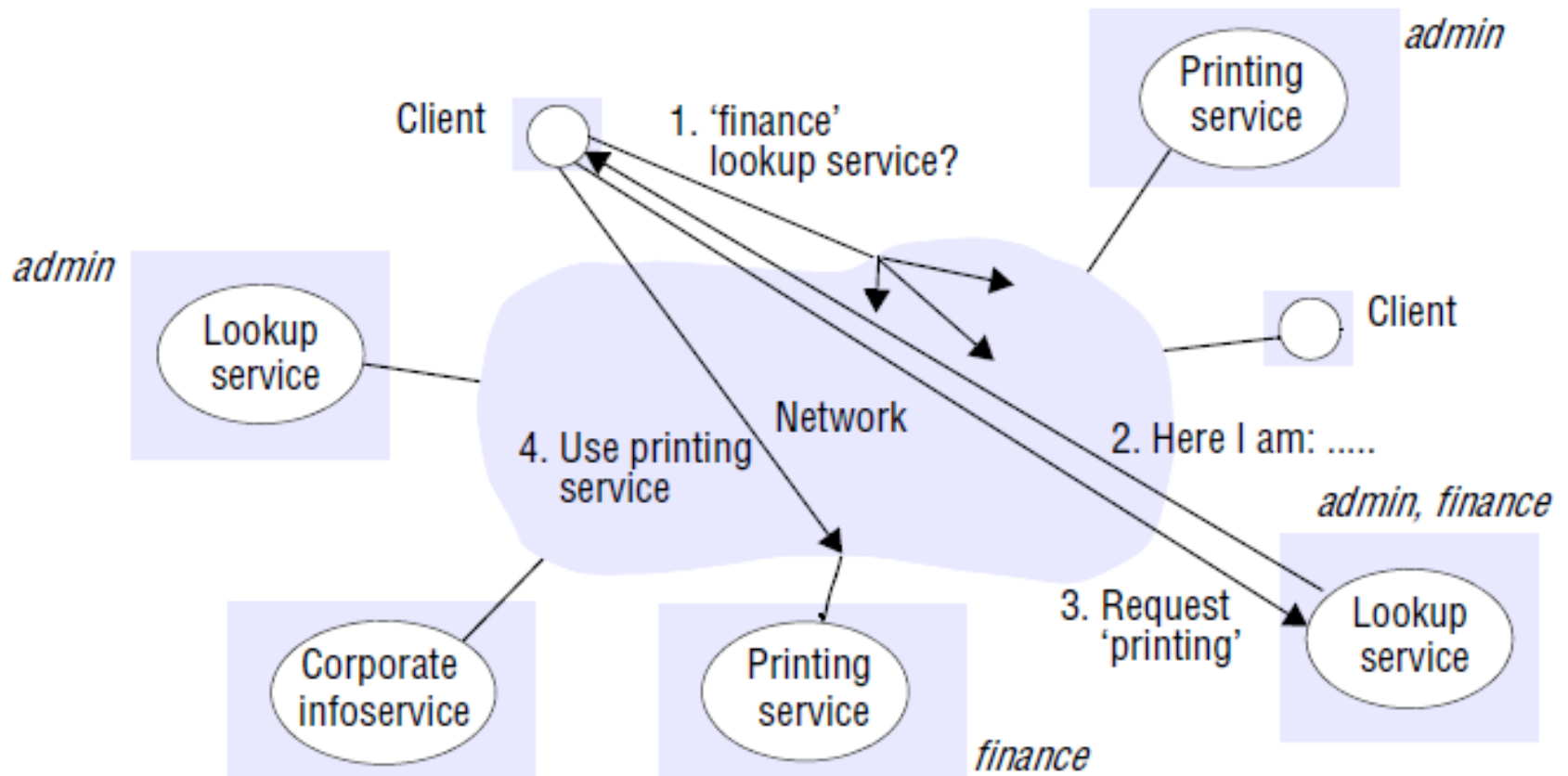
- Mecanismo *lease*
 - Aloca recursos a serviços
 - Prazo de expiração, renovável
 - Desregistro

Associações Voláteis

- Jini - Componentes:
 - Serviços de lookup;
 - Serviços Jini;
 - Clientes Jini.

Associações Voláteis

Service discovery in Jini



Associações Voláteis

- Jini - Mecanismos:
 - Clientes baixam objetos Java;
 - Lookup pode ser via string ou via interfaces conhecidas;
 - Joining: ato de registrar;
 - Endereço multicast IP conhecido intermedia os componentes;
 - Instâncias de lookup possuem nomes de grupo (ex.: admin, finanças, vendas, etc.).

Associações Voláteis

- Onde estamos até agora?
 - Escala OK
 - Volatilidade OK
 - Princípio da fronteira?
 - Subnet: não OK! Invasão de outros espaços inteligentes;
 - Descrição de serviços: não OK! Forma de escrever, perda de oportunidades.

Associações Voláteis

- Associação física
 - Resolve algumas limitações da descoberta via rede;
 - Maior envolvimento humano.

Associações Voláteis

- Descoberta de escopo:
 - Entrada humana
 - Sensor: glifos (QRCode?), GPS
 - Canal fisicamente limitado: som, onda infravermelha
 - Associação direta: sem serviço de descoberta; um ou poucos serviços.

Associações Voláteis

- Descoberta de escopo:
 - Associação direta
 - Sensor de endereço: codificado em barras; proximidade física - Near Field Communication, infravermelho
 - Estímulo físico: laser modulado
 - Correlação temporal/física:
 - Apertar simultaneamente botões nos dispositivos [SWAP-CA 2002]
 - Sacudir simultaneamente dois dispositivos [Holmqvist et al. 2001]

Associações Voláteis

Problemas de escala são mitigados por fortes expectativas de limites territoriais e administrativos

Interoperação Volátil

Idealmente, evitar oportunidades perdidas, fazendo associações o mais genéricas possível.

- Minimizar a complexidade do protocolo
- Interfaces heterogêneas porém adaptáveis [Ponnekanti & Fox 2004]
 - N^2 adaptações
- Analogia com pipes em UNIX: read, write
- HTTP: get, post

Interoperação Volátil

Programação orientada a dados /
orientada a conteúdo

- interface imutável
- serviços diferentes através de dados diferentes
- Web x CORBA
- pouco robusto, difícil verificar compatibilidade
 - tipos MIME

Interoperação Volátil

Sistemas de eventos [Bates et al. 1996]

- Interface genérica fixa
- Publicadores registram dados estruturados (eventos)
- Assinantes recebem eventos relevantes
- one.world [Grimm 2004]
- Active Badge [Harter & Hopper 1994]
- Eventos compostos: rastreamento
- Publicação, assinatura e tratamento

Interoperação Volátil

Sistemas de eventos [Bates et al. 1996]

- Interação requer mesmos serviço e tipos de atributos de eventos
 - XML
 - JSON
- Publicadores e assinadores não precisam se identificar

Interoperação Volátil

Espaços de tuplas

- Paradigma de comunicação indireta
- Incluir e recuperar tuplas de um espaço
- Contrato de teor de tuplas

Publicação:

<'The leaning tower', 'image/jpeg', <jpeg data>>

Consumo:

<*, 'image/jpeg', *>

Interoperação Volátil

Espaços de tuplas

- Event heap [Johanson & Fox 2004]
- LIME - Linda in a Mobile Environment [Murphy et al. 2001]
- TOTA - Tuples On The Air [Mamei & Zambonelli 2009]
- L²imbo [Davies et al. 1998)

Interoperação Volátil

Interoperação direta entre dispositivos

- JetSend [Williams 1998]
- Speakeasy [Edwards et al 2002]

Associações indiretas e soft state

Referência

- Coulouris, G. DISTRIBUTED SYSTEMS: Concepts and Design. (5th Edition)