

Percepção de Contexto e Localização

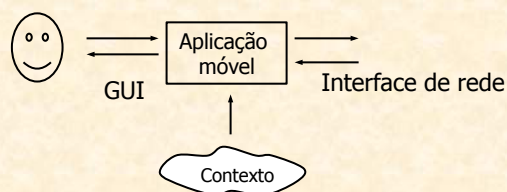
Referências:

- G.Chen, D.Kotz: A Survey of Context-Aware Mobile Computing Research, Dartmouth CS Technical Report TR2000-381.
- A.Harter, et al.: The Anatomy of a Context-Aware Application, Wireless Networks 1 (2001), citeseer.nj.nec.com/harter02anatomy.html

Por que Percepção de Contexto?

Mobilidade implica em ...

- ◆ Condições de execução podem variar
- ◆ Atenção do usuário pode variar
- ◆ Usuário pode precisar de informações relacionadas ao ambiente em que se encontra



Roteiro

- Definições de Contexto, Taxonomia, etc
- Modelagem de Contexto
 - ◆ Localização
- Middleware processador de contexto
- Arquitetura em Camadas
- Sensoriamento de Localização
- Sistemas e Aplicações

Introdução

Duas abordagens opostas:

- garantir mobilidade transparente vs.
fazer com que aplicações estejam cientes da mobilidade

Aplicações cientes do contexto (context-awareness):

- podem se adaptar dinamica- e automaticamente a mudanças no ambiente e às necessidades correntes do usuário sem exigir a sua atenção
- Podem explorar características do ambiente tais como a posição do usuário, pessoas próximas, hora do dia, níveis de ruído, etc. para fornecer serviços e informações adequadas à situação ou sua atividade

O que significa ciência do contexto (awareness)?

Awareness: é mais do que conhecimento: é um conhecimento mantido consistente com o ambiente externo.

Exemplo:

- conhecimento = mapa de uma cidade;
- awareness = mapa e a localização das obras/vias interditadas

Para awareness, precisa-se de um modelo que represente o ambiente externo do qual o sistema precisa estar ciente.

Esse modelo/ representação interna pode ter diferentes graus de detalhe (quanto mais detalhado, não necessariamente melhor)

Qualidade da awareness:

- O quão preciso é o modelo + o quão rápido ele pode ser atualizado para refletir o ambiente externo

Pode-se formalizar o grau de awareness através de uma função

- ♦ f: ModeloInterno -> Ambiente externo, e
- ♦ uma função que meça a distância(aspecto_modelo, aspecto_realidade)

Matthias M. Hözl and Martin Wirsing. Towards a System Model for Ensembles. In Agha, Danvy, and Meseguer (Eds.), *Formal Modeling: Actors, Open Systems, Biological Systems - Essays Dedicated to Carolyn Talcott on the Occasion of Her 70th Birthday*, LNCS, vol.7000, pages 241–261. Springer, 2011.

Definições de Contexto (1)

Schilit (e outros) identificaram 4 categorias:

- ♦ Contexto de sistema (computacional): rede, conectividade, custo da comunicação, banda passante, recursos (impressoras, estações, etc.)
- ♦ Contexto do usuário: perfil do usuário, posição, velocidade, pessoas próximas, situação social, estado de espírito, etc.
- ♦ Contexto físico: luminosidade, nível de ruído, temperatura, humidade,
- ♦ Contexto de tempo: hora do dia, dia/mes/ano, dia da semana, época do ano

Definições de Contexto (2)

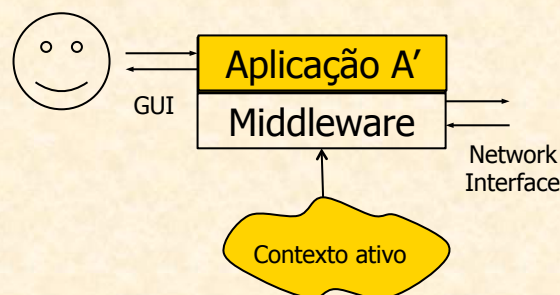
- Chen/Kotz definem contexto em função de seu efeito sobre uma aplicação:

"Contexto é o conjunto de estados do meio ambiente que:

- ◆ *ou determina o comportamento/funcionamento de uma aplicação, ou*
- ◆ *causa a ocorrência de um evento específico da aplicação que é relevante para o usuário"*

O Primeiro denominaram **contexto ativo**, e o segundo **contexto passivo**.

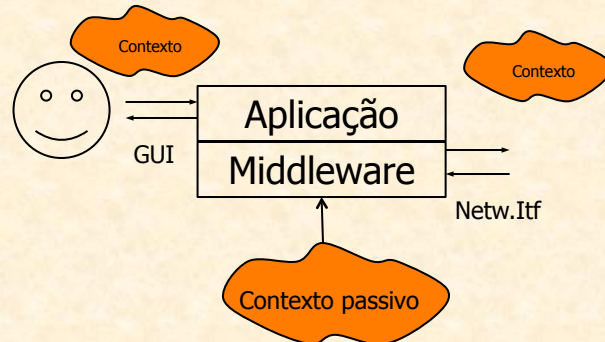
Contexto Ativo vs Passivo



Contexto ativo: proporciona adaptação transparente da aplicação ou do middleware

Contexto passivo: faz com que usuário fique ciente do mesmo

Contexto Ativo vs Passivo



Contexto ativo: proporciona adaptação transparente da aplicação ou do middleware

Contexto passivo: faz com que usuário fique ciente do mesmo

© Markus Endler:

9

Context-aware Computing

De acordo com a sua classificação de contexto, Chen/Kotz definem:

- **CC Ativa**: uma aplicação que adapta o seu comportamento automaticamente ao contexto percebido
 - **CC Passiva**: uma aplicação que mostra ao usuário informação de acordo com o contexto, ou registra o contexto em memória persistente para futura consulta
- ➔ CC Ativa leva a novas aplicações e requer infraestrutura específica

© Markus Endler

12

Sensores no Smartphone

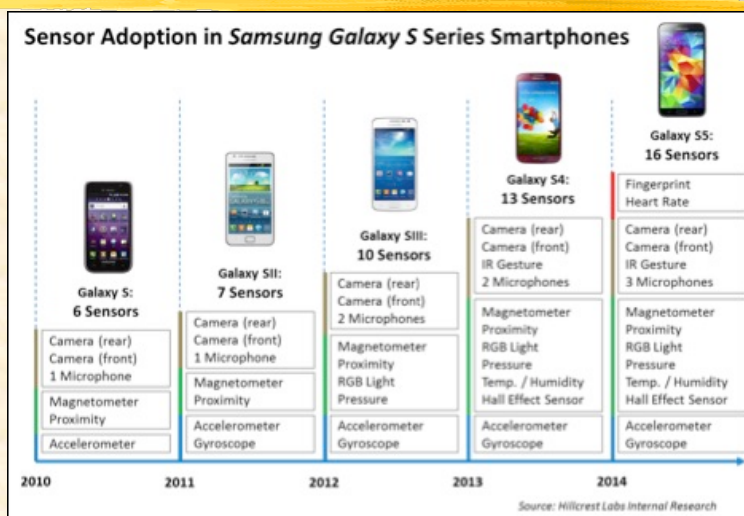


Tendência é aumentar...

© Markus Endler

13

Exemplo da evolução...



© Markus Endler

14

Sensoriamento de Contexto

"You interact with many more sensors every day than you do with people"

A etapa mais básica da ciência do contexto é a leitura de sensores.

Exemplos:

- Localização
 - ◆ Outdoor: GPS (erro até 30 metros), triangulação em redes celulares (erro até 300 metros)
 - ◆ Indoor: existem várias tecnologias (a seguir)
- Hora e calendário
- Proximidade de objeto ou ambiente (por WiFi, Bluetooth ou RFID)
- Largura de Banda Passante
- Orientação do dispositivo (Magnetômetro e Acelerômetro)
- Ruído e Luminosidade e Ambiente
- Nivel de Bateria
- ...

© Markus Endler

15

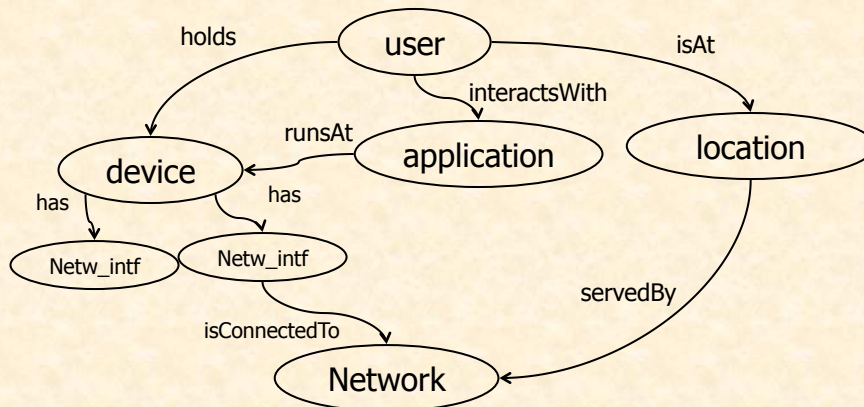
Modelagem de Informação de Contexto

- Um elemento central de toda plataforma
- Define tipos, nomes, propriedades e atributos de todas as entidades que são relevantes para a aplicação:
 - ◆ Pessoas, dispositivos, objetos inteligentes (e não), locais geográficos, domínios administrativos, etc.
- O grau de refinamento & precisão do modelo determina a *percepção do ambiente* pela aplicação
- Técnicas de modelagem:
 - ◆ Orientada a objetos
 - ◆ Modelo de Entidade-Relacionamentos
 - ◆ Ontologias

© Markus Endler

16

Exemplo de Modelo



Obs: O modelo deve representar somente as entidades e relacionamentos relevantes

© Markus Endler

17

Modelagem de Localização

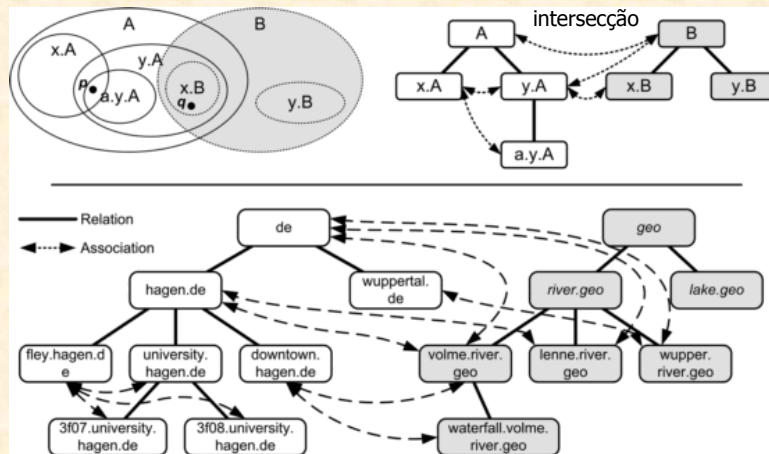
- A maior parte de pesquisa trata da modelagem e do acesso a **informações de localização**
- Existem dois modelos de localização:
 - ◆ geográficos (localização = coordenada)
 - ◆ simbólico/lógico (localização = símbolo abstrato)
- Enquanto o primeiro é mais orientado a aplicações com mapas e rastreamento, o segundo é mais orientado às necessidades de aplicações que dependem da **semântica da localização** (i.e. escritório, bar, restaurante, auditório, etc.)
- Existem também modelos híbridos: localização com nome simbólico + coordenadas geométricas [Leonard98]

© Markus Endler

18

Modelagem Simbólica/ Lógica

Baseado na Teoria dos Conuntos -> relação de subconjuntos, união e intersecção

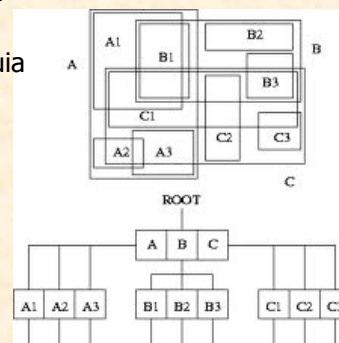


Fonte: Nimbus Project

19

Modelagem de Localização

- Para garantir escalabilidade e abstração localizações simbólicas são representadas hierarquicamente:
 - ◆ Aplicação ActiveMap (Schilit95): hierarquia de regiões aninhadas para modelos lógicos
 - ◆ R-tree ou Quad-tree index: permite consulta & atualizações eficientes em modelos geométricos (usa-se propriedades geométricas para definir relações de distância relativa ou proximidade)



Exemplo de R-tree

Obs: Quando a região da aplicação é pequena, basta uma modelagem não-hierarquica (Projeto EasyLiving- Microsoft)

© Markus Endler

20

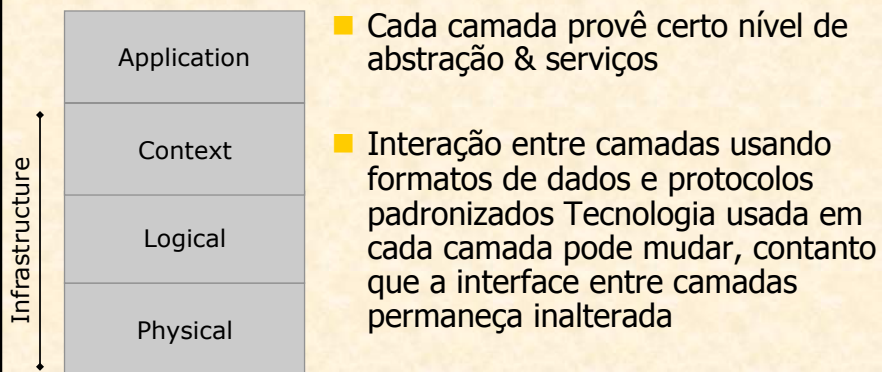
Modelagem de Localização

- Ainda não existe um padrão para a representação/modelagem de localização, mas existem algumas iniciativas:
 - ◆ GPSml: esquema XML para anotação de coordenadas GPS independente de dispositivo
 - ◆ Geospatial eXtensible Access Control (GeoXACML)
 - ◆ Geography *Markup Language* (GML)
 - ◆ KML (Keyhole Markup Language) para descrição de geo-dados em GoogleEarth e GoogleMap
- Isto dificulta interoperabilidade

Middleware: Abordagens

- Tarefas básicas de um Middleware com suporte a ciência de contexto:
 - ◆ Coletar & agregar dados de sensores
 - ◆ Traduzi-los para propriedades das entidades modeladas (features)
 - ◆ Distribuir eventos relacionados para aplicações interessadas
- Possíveis Arquiteturas:
 - ◆ Centralizada: Servidor de contexto (ex. Mobile Customization Server [Schilit, Theimer, Welch:93])
 - ◆ Distribuída: Rome System [Huang et al:99] – baseado no conceito de gatilhos = (condição+ação) que podem ser distribuídos em qualquer nó da rede (inclusive, no dispositivo móvel)
 - ◆ Baseado em Agentes: um User-agent gerencia e difunde os dados sobre a localização de um usuário
- Modo de Propagação:
 - ◆ Baseado em Multicast [Spreitzer, Theimer:93]
 - ◆ Publish-Subscribe

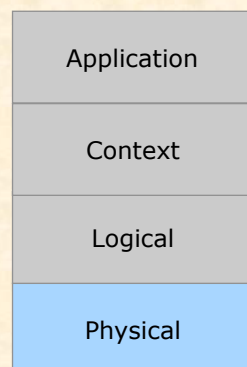
Arquitetura em Camadas



© Markus Endler

23

Camada Física

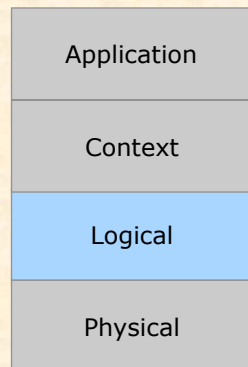


- Sensores captam sinais puros
- Exemplos
 - ◆ GPS (localização)
 - ◆ Active Badges (identidade +localização)
 - ◆ Sensores de pressão, temperatura
 - ◆ Cameras ou microfones

© Markus Endler

24

Camada Lógica



- A camada Lógica é a modelagem da camada física em SW
 - ◆ Codificação de sinais para dados e eventos primitivos (objetos com atributos e *timestamp*)
 - ◆ Interpretação básica de valores (TempSensor=110 → 32 graus)
 - ◆ Presença de beacon 54 → Sala 246L
 - ◆ Volume Mic = 82 → ruído em alto volume
- Precisa-se modelar
 - ◆ Precisão
 - ◆ Granularidade
 - ◆ Variabilidade (erro)
 - ◆ Confiabilidade (várias coletas)

© Markus Endler

25

Camada de Contexto

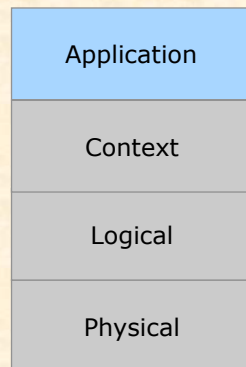


- Transformação de dados de sensores em dados de contexto
- Fusão/Interpretação de dados de sensores
 - ◆ Combinação de dados sensoriais de diferentes tipos
 - ◆ Leitura de vários dados de sensores ao longo do tempo e análise de padrões
 - ◆ A partir de precisão, granularidade e confiabilidade inferir probabilidade de alguma situação
 - ◆ *Envio da informação de contexto para o consumidor*
- Definição de contextos complexos
 - ◆ no carro, em movimento => dirigindo
 - ◆ na sala de cinema => se divertindo
 - ◆ no restaurante & 11-14 hs => almoçando

© Markus Endler

26

Camada de Aplicação



- Definição do contexto apropriado/relevante para a aplicação

- ◆ Combinação de contextos de diferentes naturezas, p.ex.

- * posição
- * Luminosidade
- * Taxa de movimentação

- ◆ Definição das ações a serem tomadas usando:

- * regras,
- * Gatilhos (triggers),
- * Aprendizado de máquina,
- * estatísticas,

Sensoriamento de Localização

Sensoriamento de Localização

Abordagens para obtenção da localização diferem nos seguintes aspectos:

- Parâmetros necessários para cálculo da posição
- Fenômeno físico utilizado
- Gasto de Energia
- Infra-estrutura necessária
- Complexidade de tempo dos algoritmos utilizados

Serviços Baseados em Localização (Location Based Services –LBS)

- Fornecem informações e/ou funcionalidades dependentes da posição física do usuário no momento da invocação do serviço
- Exemplos:
 - ◆ Mapas/Informações sobre a região corrente (Salas de um Museu, Shopping, Parque Temático)
 - ◆ Restaurantes próximos
 - ◆ Interação com os aparelhos de uma sala

LBS: Principais Componentes

- Usuário móvel: precisa ter dispositivo com interface sem fio + elemento para inferência de localização (ou sinalização de identificação)
- Provedor: entidade que provê o LBS (para redes específicas, em determinada região, etc.)
- Protocolo de comunicação
- Método e Infra-estrutura para determinar a localização de um usuário (através de seu dispositivo de comunicação ou identificação)

© Markus Endler

31

Aplicações de LBS

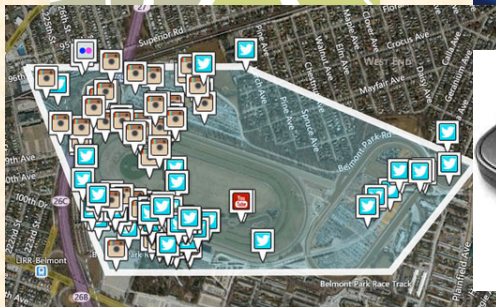
- Serviços de Emergência (chamadas 911)
- Assistência em estradas
- Check-ins em redes sociais
- Escritório sem Fio
- Informação sobre eventos/atrações em uma cidade/região
- Rastreamento de veículos
- Monitoramento de propriedade
- etc.

■ Aplicações LBS já são uma realidade!

© Markus Endler

32

Aplicações LBS



33

Técnicas de Localização

■ Etapas:

1. Estimativa de distância, ângulo ou sinal
2. Cálculo de Coordenadas

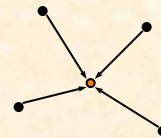
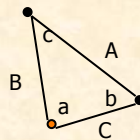
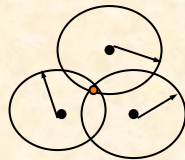
■ Técnicas:

- ◆ Triangulação
- ◆ Proximidade
- ◆ Análise de Cenas (*Fingerprinting*)

Triangulação

- Uso das propriedades geométricas de triângulos para calcular a posição do objeto

- ◆ Trilateração Hiperbólica
- ◆ Angulação
- ◆ Multilateração



© Markus Endler

35

Lateração

- Usa medidas de distância

Técnicas mais comuns:

- ◆ *Time-of-Flight* – mede o tempo gasto para atingir um objeto a uma velocidade conhecida
Ex: ondas de som: 344 m/s a 21° C.
Em alguns casos mede-se o Round Trip Delay (ponto base é transmissor e receptor)

© Markus Endler

36

Lateração

Técnicas (cont.)

- Atenuação: A intensidade de um sinal emitido diminui inversamente proporcional ao quadrado da distância

Parâmetros:

- ◆ Função de atenuação
- ◆ Potência original de transmissão
- ◆ Tipo de ambiente (indoor, outdoor livre/
outdoor obstruído)

© Markus Endler

37

Multilateração

- Calcula a posição de um objeto pela medição de sua distância a múltiplos pontos de referência
 - ◆ Para 2D são necessários 3 pontos não-colineares
 - ◆ Para 3D são necessários 4 pontos não-coplanares

© Markus Endler

38

Multilateração

- Solução do sistema de equações para determinar as coordenadas (x_i, y_i, z_i)

$$(x_1 - x_i)^2 + (y_1 - y_i)^2 + (z_1 - z_i)^2 = d_1^2$$

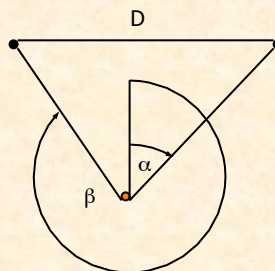
$$(x_2 - x_i)^2 + (y_2 - y_i)^2 + (z_2 - z_i)^2 = d_2^2$$

$$(x_3 - x_i)^2 + (y_3 - y_i)^2 + (z_3 - z_i)^2 = d_3^2$$

$$(x_4 - x_i)^2 + (y_4 - y_i)^2 + (z_4 - z_i)^2 = d_4^2$$

Angulação

- Faz uso de medidas de ângulo
- Para 2D:
bastam 2 ângulos e distância D entre os pontos de referência



Análise de Cenas (*Fingerprinting*)

- Mede-se a intensidade de sinal em vários pontos (no espaço e tempo)
- Compara-se a intensidade de sinal atual com os padrões armazenados em um banco de dados
- Google faz isso com o sinal RF de access points WiFi para aumentar a precisão de localização

© Markus Endler

41

Tipos de Soluções para Redes Celulares

- Centralizada vs. Distribuída
 - ◆ Dispositivos enviam as informações para um único nó que faz o cálculo das posições, ou
 - ◆ cálculo da posição é feito no dispositivo
- Baseada em rede vs. no terminal:
 - ◆ Uso de equipamentos de localização em rede para a detecção de posição (TDOA, AOA,..)
 - ◆ Dispositivos têm componentes especializados em detectar sinais e calcular posição (GPS, AFTL,...)

© Markus Endler

42

Algumas Técnicas

Baseadas na Rede:

- *Cell of Origin*: ID da Celula + Tempo decorrido
- *Received Signal Strength Indicator (RSSI)*: Atenuação
- *Multipath Fingerprinting*: o padrão de ondas de rádio refletidas determina o local aproximado
- *Angle of Arrival (AoA)*: Angulação
- *Time of Arrival (ToA)*: Lateração
- *Time Difference of Arrival (TDoA)*: Lateração

Baseadas no terminal (Handset-based):

- *Enhanced Observed Time Difference (E-OTD)*: TDoA no dispositivo
- *Global Positioning System*: Multilateração NAVSTAR
- *Assisted GPS (A-GPS)*:
- *Advanced Forward Link Trilateration (A-FLT)*: Lateração p/ CDMA

Técnicas de Localização Indoor: Exemplos de Sistemas

- Infra-estrutura de sensores RF
 - ◆ Active Badge
 - ◆ Active BAT (AT&T Labs)
- Combina RF com Ultra-som
 - ◆ Cricket (Projeto Oxygen, MIT)
- Baseado em intensidade de sinal 802.11
 - ◆ RADAR (Microsoft)
 - ◆ Ekahau Positioning Engine (Ekahau)
- Reconhecimento de imagens
 - ◆ Easy Living
- Sensoriamento de Pressão
 - ◆ Smart Floor (Georgia Inst. Of Technology)

Técnicas de Localização Indoor

Principais Diferenças:

- Se há (ou não) necessidade de sensores/transmissores especiais
- Se identificação é de usuário vs. dispositivo
- Se permite a detecção/ rastreamento de usuários
- Região de cobertura (poucos metros, ou grandes áreas)
- Precisão: erro da posição obtida e estabilidade
- Se é necessário um *scanning* prévio
- Tratamento de interferências

© Markus Endler

45

Compartilhamento de Informações de Contexto

- Automática vs user-driven
- Através de redes sociais vs infra-estrutura de software
- Precisa ser escalável e garantir transmissão em tempo real (baixa latência)
- Requer um modelo de confiança mútua (trust model) e de segurança da informação

P. BELLAVISTA, A. CORRADI, M. FANELLI, L. FOSCHINI, A Survey of Context Data Distribution for Mobile Ubiquitous Systems, ACM Computing Surveys, 2013

© Markus Endler

60

Arquitetura Genérica

production of new knowledge from pre-existing context data by aggregation (data matching, first-order logic aggregation, semantic-based techniques etc); and filtering techniques on context data

all the required coordination and dissemination protocols (flooding, gossiping, ...) to carry the context data to the interested consumer

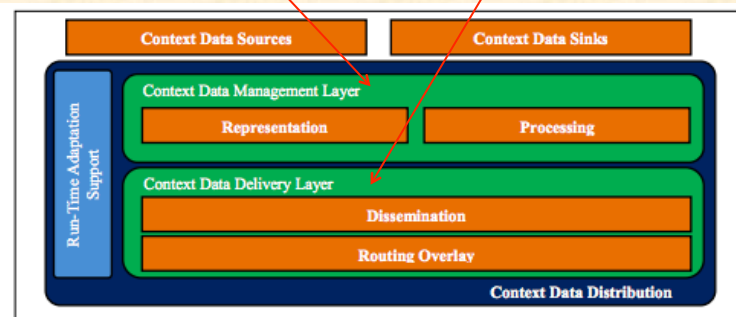


Fig. 1. Context data distribution system logical architecture

Fonte: P. BELLAVISTA *et al*, A Survey of Context Data Distribution for Mobile Ubiquitous Systems, ACM Computing Surveys, 2013

© Markus Endler

61

Outros Projetos

- Mobisac Web Browser (U. Washington, 94)
 - ◆ Location-aware browser
- People and Object Finder (U. Kent, 98)
 - ◆ envio de mensagens para pessoa mais proxima a um visitante
- Fieldwork (U. Kent, 98)
 - ◆ Anotação de informação a localidades
- Adaptive GSM phone (Starlab, 99)
 - ◆ Adaptação de fonte de texto e intensidade do display de um PDA dependendo da atividade e luminosidade do ambiente
- Office Assistant (M.I.T., 2000)
 - ◆ Ao se aproximar da porta (fechada) de uma pessoa, um agente indica hora de retorno e permite agendar um encontro
- Location-Aware Information delivery (M.I.T., 2000)
 - ◆ Associação de lembretes (notas pessoais) a localidades
- Do-Co-Navi (NTT, 2000)
 - ◆ Informação sobre mapas e atrações para usuários de celulares i-mode

© Markus Endler

62

Conclusões

- O acesso à informação de contexto + comunicação sem fio permite:
 - ◆ a criação de muitas novas aplicações
 - ◆ a adaptação da aplicação ao ambiente (situação) em que o usuário se encontra
- Em um ambiente de computação móvel a *localização do usuário* é uma variável:
 - ◆ Relevante
 - ◆ Relativamente fácil de ser monitorada/captada

Em um futuro próximo, outras informações de contexto devem se tornar importantes para *Computação ciente do Contexto*.

→ Depende do aprimoramento tecnológico de sensores.

© Markus Endler

63

Conclusões

Problemas em aberto no processamento de informação de contexto:

- Privacidade
 - ◆ Usuário precisa disponibilizar sua informação de contexto, mas não quer que outros usem esta informação para prejudica-lo
- Precisão e atualidade
 - ◆ Se processamento de contexto é muito demorado ou impreciso, então é de pouco valor para a maioria das aplicações
- Autenticidade
 - ◆ Como garantir que inf. de contexto de um usuário é autêntica (não foi manipulada por ele ou outros) ?

© Markus Endler

64