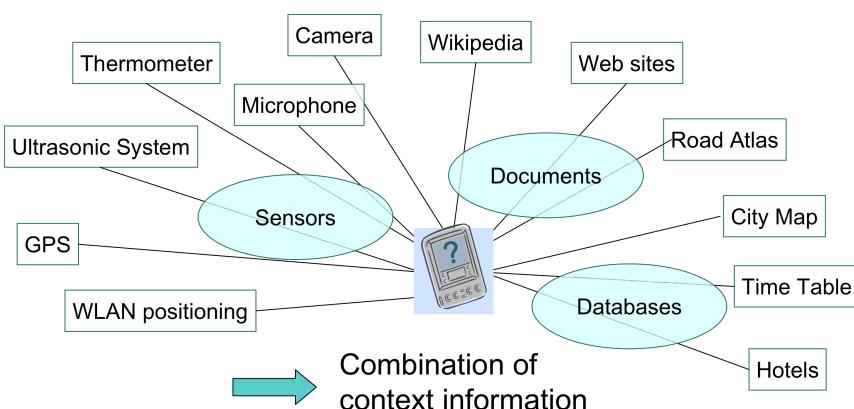


Modelagem de Contexto

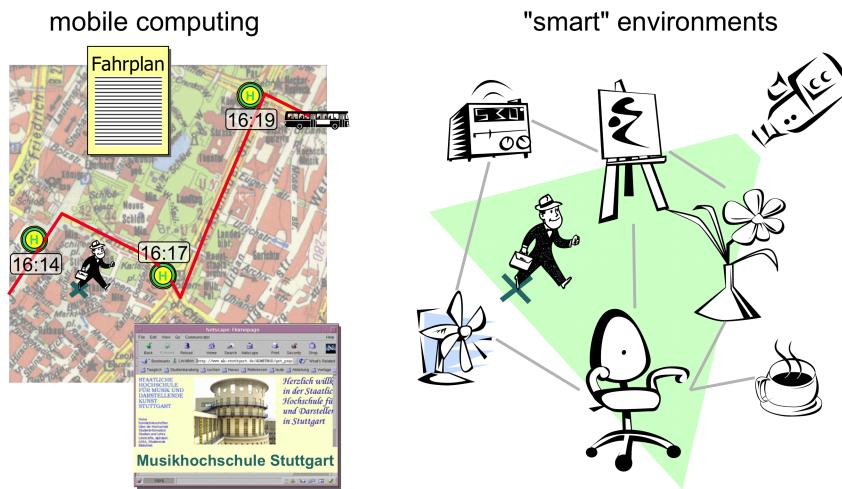
*Markus Endler
LAC/PUC-Rio*

*Baseado no Tutorial de Daniela
Nicklas no CoMoRea 2007*

Tipos de Informações de Contexto



Dois tipos de Aplicações Cientes do Contexto

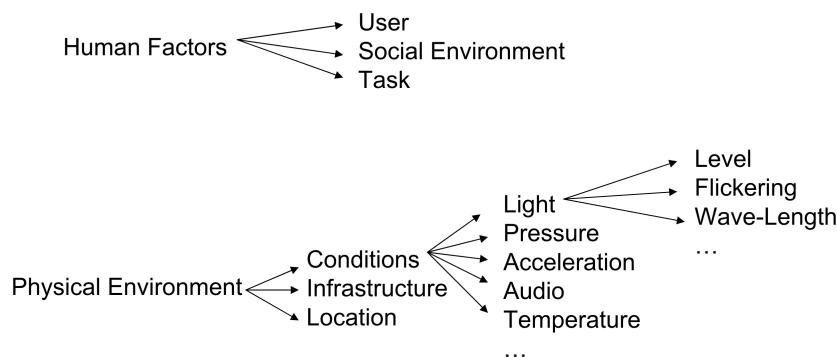


Quatro categorias de Adaptações baseadas no Contexto

- Seleção de informação e serviços
 - E.g. os restaurantes mais próximos
- Apresentação de informações e serviços ao usuário
 - E.g. navegação: visualização de uma rota por texto, mapa, setas, informação de distância e tempo, etc.
- Ação executada automaticamente a partir das preferências do usuário
 - E.g. escolha entre o tipo de conectividade wireless, ou, sistema de ar condicionado é ligado assim que usuário entra em sua casa
- Tagging de conteúdo (multimedia) com inf. de contexto para posterior recuperação
 - E.g. Stick-E-Note, Forget Me Not, etc.

Context Feature Space

Schmidt, Gellersen, Beigl



A. Schmidt, M. Beigl, and H.-W. Gellersen. There is more to context than location.
Computers & Graphics, 23(6):893–901, 1999.

Tipos de Contexto

Diferentes caracterizações:

- Natureza/ fonte
- Primário vs. Secundário
- Público vs. Privado
- Nível de Interpretação (low/ high)

Caracterização quanto a natureza

- Contexto geográfico (**estático**)
 - Dados de mapa, planta baixa, etc.
- Contexto obtido de sensores (**dinâmico**)
 - Temperatura, localização, aceleração, orientação, etc.
- Contexto de Informação (**derivado** ou **estático**)
 - Documentos compartilhados, perfil de acesso a um serviço (busca Web), objetos virtuais, etc.
- Contexto de sistema/técnico (**profiled** ou **estático**)
 - Recursos da plataforma de execução, interfaces para sensores, características do dispositivo
- Contexto do usuário (**profiled**)
 - Atividade corrente, disponibilidade para comunicação, estado de atenção/concentração, estado de espírito, etc.

Profiled: deduzido de análise temporal de dados de sensores

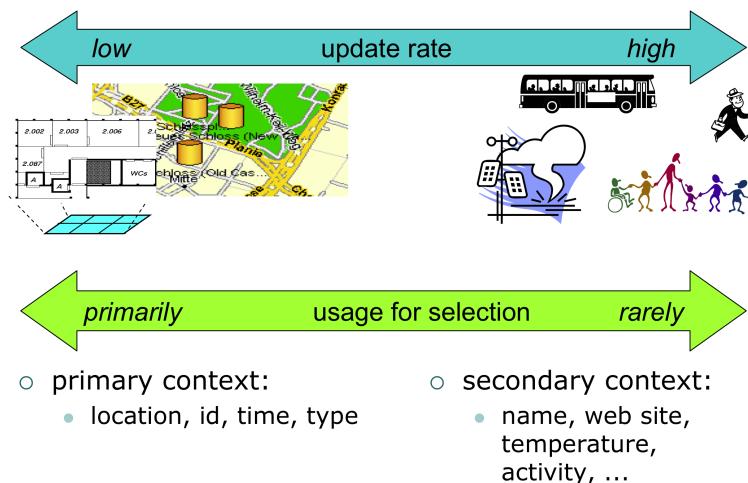
Contexto Primário vs. Secundário

Contexto primário é usado como índice para contexto secundário

- Primário
 - Localização
 - Identidade
 - Dia/Hora
 - Tipo
- Secundário
 - Endereço de Email
 - Atividade
 - Estado de uma entidade

Primário vs. Secundário

Primário = dado bruto; Secundário = derivado do primário, e já com uma semântica da aplicação



Contexto Privado vs. Público

- Público
 - É disponibilizado publicamente: e.g. web sites, mapas, informação meteorológica,...
 - Pode ser acessado através de uma URL/URI
- Privado
 - Dados sensíveis (relacionados a um usuário): localização exata, preferências, padrões de comportamento
 - Precisam de controle de acesso e privacidade
 - É preferível, manter no dispositivo do usuário
- Essa diferenciação varia com o usuário (jovens/adultos), as regras socio-culturais e as leis.

Contexto em diferentes níveis de interpretação

Ontology Tier 4: Cognitive Agents

Ontology Tier 3: Social Reality

Ontology Tier 2: Object World

Ontology Tier 1: Observable Reality

Ontology Tier 0: Physical Reality

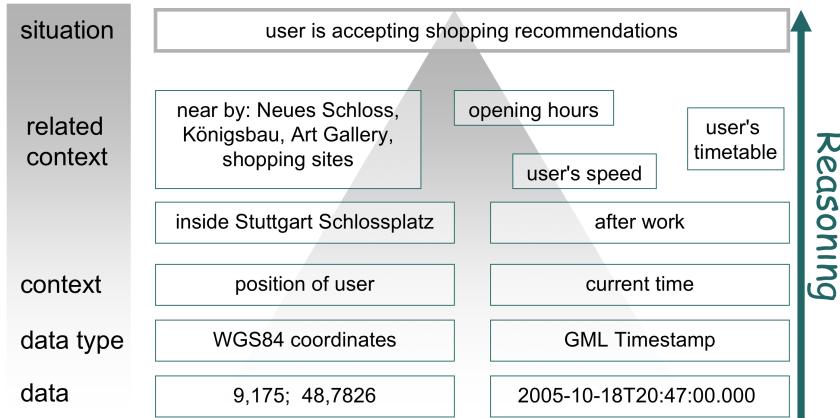
Interpretation ↑

A. Frank. Ontology for spatio-temporal databases. Spatiotemporal Databases: The Chorochronos Approach, 2520:9–77, 2003.

Contexto em diferentes níveis de interpretação

- Dados brutos: cada bit de informação obtida pela aplicação, sem qq interpretação, e.g. dados obtidos dos sensores e monitores
- Inf. de Contexto: informação relacinada a situação do usuário e/ou do ambiente físico, derivada dos dados brutos com certa conversão/interpretação
- Situação: informação que pode ser usada diretamente pela aplicação adaptativa

Contexto em diferentes níveis de interpretação: Exemplo



Situações

- Uma situação é uma interpretação semântica externa do contexto (focada na aplicação),
- Permite uma descrição mais alto nível de um comportamento humano em uma cena.
- Uma situação carrega significado para a aplicação e é mais estável do que informações de contexto.
- Devido aos seu alto grau de abstração, facilita o projeto e implementação de aplicações

Modelagem de Contexto

- Um modelo de contexto é necessário para:
 - definir a semântica dos dado, i.e. as relações entre as informações
 - Permitir alguma forma de raciocínio/ dedução de novas informações
 - Elaborar as situações a partir das informações de contexto

Abordagens para Modelagem de Contexto

- Modelos Chave-Valor
- Esquemas de Markup
- Modelos Gráficos
- Modelos Orientados a Objeto
- Modelos Baseados em Lógica Descritiva (DL)
- Modelos Relacionais
- Modelos Probabilísticos
- Modelos Híbridos

T. Strang and C. Linnhoff-Popien. A context modeling survey. Workshop on Advanced Context Modelling, Reasoning and Management (UbiComp 2004), 2004.

Esquema baseado em Markup

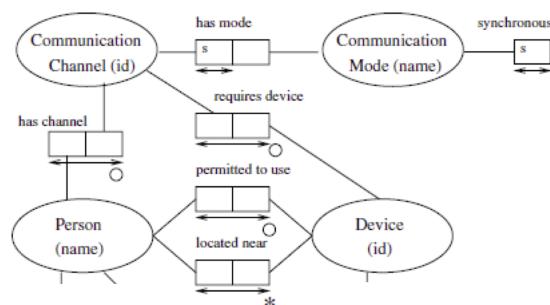
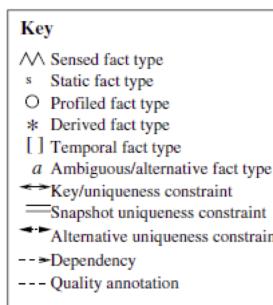
- Esquema simples define o modelo
- Possivelmente, também estruturado hierarquicamente como pares chave-valor
- Exemplos típicos: perfis
- Exemplo: CC/PP (baseado em RDF)

```
<ccpp:component>
  <rdf:Description
    rdf:about="http://www.example.com/profile#TerminalHardware">
    <rdf:type
      rdf:resource="http://www.example.com/schema#HardwarePlatform" />
    <ex:displayWidth>320</ex:displayWidth>
    <ex:displayHeight>200</ex:displayHeight>
  </rdf:Description>
</ccpp:component>
```

Cédric Kiss, W3C (Editor): Composite Capability/Preference Profiles (CC/PP): Structure and Vocabularies 2.0.
W3C Working Draft 30 April 2007

Modelos Gráficos

- Útil para fase de análise do sistema, mas geralmente não diretamente implementado
- Exemplo: Context Modeling Language (baseado em Object-Relation-Model – ORM)



K. Henricksen and J. Indulska. A software engineering framework for context-aware pervasive computing. In PerCom, pages 77–86. IEEE Computer Society, 2004.

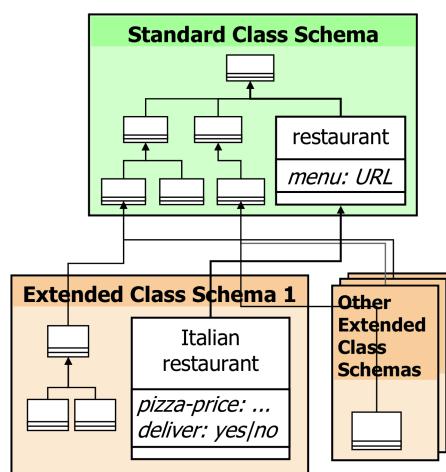
Modelos Orientados a Objeto

- Objetivo: encapsulamento, reuso e fácil especialização de novos tipos (usando herança)
- Exemplos:
 - Active Object Model e
 - Nexus Augmented World Model

K. Cheverst, K. Mitchell, and N. Davies. Design of an object model for a context sensitive tourist guide. *Computers & Graphics*, 23(6):883–891, 1999.

D. Nicklas and B. Mitschang. On building location aware applications using an open platform based on the Nexus Augmented World Model. *Software and System Modeling*, 3(4), 2004.

Nexus Augmented World Model



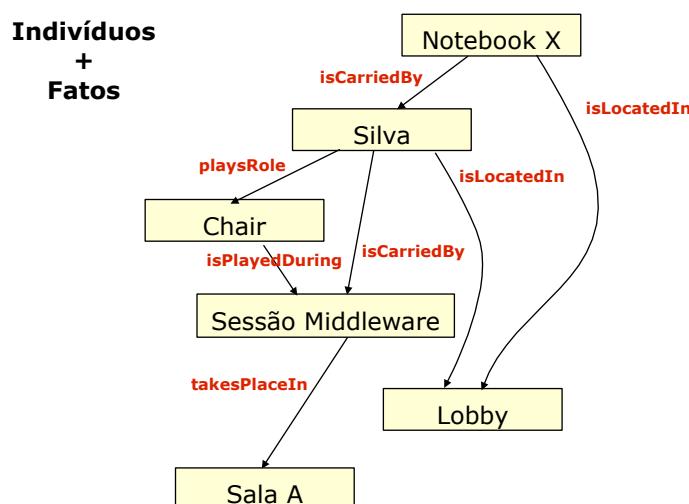
Modelos baseados em Lógica Descritiva (Ontologias)

- Ontologia é usada como uma especificação de uma conceitualização a ser compartilhada;
- Contexto é modelado através de conceitos e fatos;
- Conjunto de regras define o raciocínio em cima dos conceitos

Exemplos: SOUPA, COOL, CONON, CoBrA, ...

| |
|--|
| H. Chen, F. Perich, T. W. Finin, and A. Joshi. Soupa: Standard ontology for ubiquitous and pervasive applications. In MobiQuitous, pages 258–267. IEEE Computer Society, 2004 |
| T. Strang, C. Linnhoff-Popien, and K. Frank. CoOL: A context ontology language to enable contextual interoperability. DAIIS, volume 2893 of LNCS, Springer, 2003 |
| X. H. Wang, D. Zhang, T. Gu, and H. K. Pung. Ontology based context modeling and reasoning using OWL. In 2nd IEEE Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops |

Exemplo: Pesquisador em uma Conferência



Modelos Probabilísticos

Modelagem ontológica/relacional pura não é capaz de expressar a incerteza:

- Sobre informações de entidades/grandes físcas
- relação entre as entidades

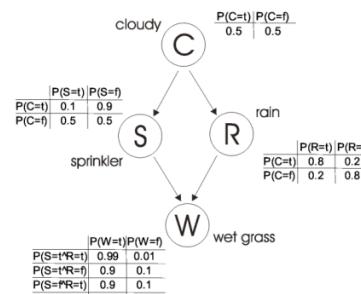
Redes Bayesianas (Rbay) são uma técnica útil para representação e dedução de fatos com incerteza.

É uma representação da dependência entre variáveis aleatórias.

Permite consultas sobre qualquer variável, dada a evidência (ocorrência) de outras.

Exemplo:

- Probabilidade de W, dado que S ocorreu, e R não ocorreu.



Exemplo de Rede Bayesiana simples

Modelos Probabilísticos

Uma RBay é criada por especialistas no domínio e é mapeada para predicados na ontologia pelos desenvolvedores. Cada predicado recebe um valor de confiança (probabilidade de ser verdadeiro/falso) que é dependente da probabilidade de outros predicados.

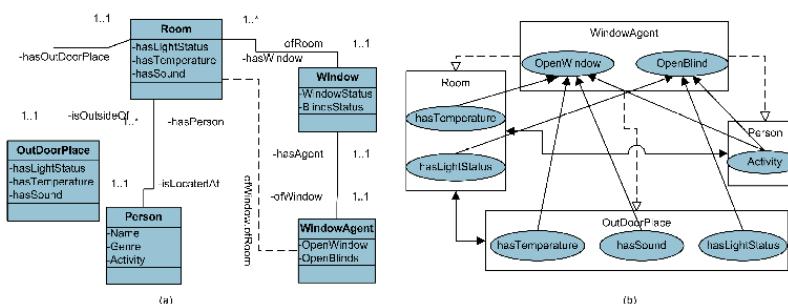


Fig. 1. (a) The relational schema and (b) the probabilistic model for the scenario

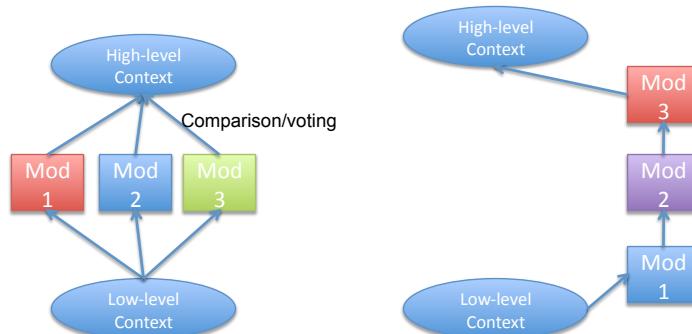
A Unified Context Model: Bringing Probabilistic Models to Context Ontology
B.A. Truong, Y.K.o Lee, S. Lee, Workshop on Embedded and Ubiquitous Computing (EUC 2005) LNCS 3823, 2005

Modelos Híbridos

- Considerados os mais promissores
- Combinam diferentes técnicas de modelagem, com diferentes graus de interpretação, para diferentes aspectos
- Aumentam o grau de precisão/certeza da inferência
- Exemplos:
 - CML separa fatos de regras
 - Bettini et al.: CC/PP e OWL
 - Roussaki et al.: Ontologias e modelo geográfico
 - Nexus: Dados, Contexto e Situações

Modelos Híbridos

- Abordagens de Composição de Modelos: em paralelo ou em sequência



Surveys

- “Context-aware computing applications”, B Schilit, N Adams, R Want - Mobile Computing Systems and Applications, 1994
- “A Survey of Context-Aware Mobile Computing Research”, G Chen, D Kotz, 2000
- “Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness”, AK Dey, GD Abowd - ... on the What, Who, Where, When, and How of Context-Awareness, 2000
- “Introduction to This Special Issue on Context-Aware Computing”, TP Moran, P Dourish-Human-Computer Interaction, 2001
- “Is context-aware computing taking control away from the user? Three levels of interactivity examined”, L Barkhuus, A Dey - Proceedings of Ubicomp 2003
- “A Survey of Research on Context-Aware Homes”, Sven Meyer, Andry Rakotonirainy, 2003
- “A Context Modeling Survey”, T Strang, C Linnhoff-Popien - Workshop on Advanced Context Modelling, Reasoning and ..., 2004
- “Developing context-aware pervasive computing applications: Models and approach”, K Henricksen, J Indulska - Pervasive and Mobile Computing, 2006
- “Research challenges in mobile and context-aware service development”, J Pauty, D Preuveeers, P Rigole, Y Berbers - Proceedings of Future Research Challenges in Software and ..., 2006
- “A survey on context-aware systems”, M Baldauf, S Dustdar, F Rosenberg - International Journal of Ad Hoc and Ubiquitous Computing, 2007

Modelagem e Ontologias

- “Modeling Context Information in Pervasive Computing Systems”, K Henricksen, J Indulska, A Rakotonirainy - Proceedings of the First International Conference on ..., 2002.
- “CoOL A Context Ontology Language”, T Strang, C Linnhoff-Popien, K Frank - LNCS, 2003
- “Ontology Based Context Modeling and Reasoning using OWL”, XH Wang, DQ Zhang, T Gu, HK Pung - Pervasive Computing and Communications Workshops, 2004
- “Ontology-Based Context Modeling”, XH Wang, DQ Zhang, T Gu, HK Pung - Pervasive Computing and Communications Workshops, 2004
- “An ontology for context-aware pervasive computing environments”, H CHEN, TIM FININ, A JOSHI - The Knowledge Engineering Review, 2004
- “An Ontology-based Context Model in Intelligent Environments”, T Gu, XH Wang, HK Pung, DQ Zhang - Proceedings of Communication Networks and Distributed ..., 2004
- “SOUPA: Standard Ontology for Ubiquitous and Pervasive Applications”. H Chen, F Perich, T Finin, A Joshi - Mobile and Ubiquitous Systems: Networking and Services, 2004
- “An Ontology for Context-Aware Pervasive Computing Environments”, H CHEN, TIM FININ, A JOSHI - The Knowledge Engineering Review, 2004
- “An Ontology-based approach to context modeling and reasoning in pervasive computing”, XH Wang, DQ Zhang, T Gu, HK Pung - Pervasive Computing and Communications Workshops, 2004
- [A Survey of Context Modeling and Reasoning Techniques](#), C. Bettini, O. Brdiczka, K. Henricksen, J Indulska, D Nicklas , A Ranganathan, D Riboni, CoMoRea 2010, March 2010