

Ontologia de Contexto e Qualidade de Contexto

Débora Cabral Nazário^{1,2}, Mário Antônio Ribeiro Dantas¹, José Leomar Todesco¹

¹Engenharia e Gestão do Conhecimento (EGC)
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
Florianópolis – SC – Brasil

²Departamento de Ciência da Computação (DCC)
Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)
Joinville – SC – Brasil

debora.nazario@gmail.com, mario.dantas@ufsc.br, tite@egc.ufsc.br

Abstract. *This paper approaches Context Knowledge Representation and Quality of Context (QoC) through the development of an ontology in this domain. It is thereby intended to improve knowledge sharing between humans and machines, and allow knowledge reuse between applications. A QoC assessment can contribute in order to enable context-aware applications to detect anomalies in sensors, generate alerts, discard data with low QoC, choose an appropriate provider, activate backup sensors, and other actions. It is also expected that the use of ontology will help identify potential QoC problems.*

Resumo. *Este artigo aborda a representação de conhecimento de Contexto e Qualidade de Contexto (QoC) através do desenvolvimento de uma ontologia neste domínio. Desta forma, pretende-se melhorar o compartilhamento de conhecimento entre humanos e máquinas e permitir o reúso de conhecimento entre aplicações. A avaliação de QoC pode contribuir para que aplicações sensíveis ao contexto sejam capazes de detectar anomalias nos sensores, gerar alertas, descartar dados com QoC insuficientes, escolher um provedor adequado, ativar sensores backup, entre outras ações. Espera-se ainda, que a utilização de ontologia auxilie na identificação de possíveis problemas de QoC.*

1. Introdução

A computação ubíqua é um paradigma que está cada vez mais fazendo parte das atividades diárias das pessoas, através do uso de dispositivos móveis ou portáteis. Este tipo de computação possui forte ligação com as características do mundo físico e dos perfis de seus usuários. Estas informações são chamadas de contextos e representam o elemento de entrada para a computação ciente ou sensível ao contexto.

Desta forma, um sistema pode utilizar estas informações de contexto relevantes e conseqüentemente prover serviços mais otimizados e personalizados, aumentando a satisfação dos usuários. Também é possível minimizar o consumo de recursos como energia, processamento e comunicação através da utilização do contexto, disponibilizando serviços mais precisos e dinâmicos [Loureiro et al. 2009].

Em ambientes ubíquos, um dos muitos fatores importantes é a sensibilidade de contexto. Mas as informações de contexto podem não ser confiáveis ou úteis, apresentando um problema de qualidade da informação de contexto. Sendo assim, um ponto importante na sensibilidade de contexto é que a informação de contexto seja confiável [Kim and Lee 2006]. Ou seja, é necessário que a qualidade das informações de contexto ou possíveis problemas sejam conhecidos.

A qualidade das informações de contexto utilizadas na adaptação de serviços tem um impacto significativo sobre as experiências dos usuários com serviços sensíveis ao contexto, que pode ser positivo ou negativo, dependendo da Qualidade de Contexto (QoC). Desta forma, a QoC pode auxiliar o usuário a estimar o comportamento de um serviço sensível ao contexto, também pode servir como um indicador para a seleção de um provedor de contexto mais adequado.

Neste trabalho de pesquisa é abordada a representação de conhecimento de contexto e QoC através do desenvolvimento de uma ontologia neste domínio. O artigo está organizado da seguinte forma: A seção 2 aborda os conceitos relacionados a Contexto e QoC, a seção 3 descreve a ontologia proposta, a seção 4 apresenta alguns resultados iniciais, os resultados esperados e trabalhos futuros, finalmente têm-se as referências utilizadas.

2. Contexto e Qualidade de Contexto

O contexto é qualquer informação que possa ser utilizada para caracterizar a situação de entidades como: pessoa, lugar ou objeto, que sejam consideradas relevantes para interação entre um usuário e uma aplicação [Dey 2000].

Para Chen and Kotz (2000), o contexto apresenta quatro dimensões. O contexto computacional lida com os aspectos técnicos, relacionados com capacidades e recursos computacionais; o contexto físico é acessível por meio de sensores e recursos como: localização, condição de tráfego, velocidade, temperatura, iluminação entre outros; contexto de tempo capta informações de tempo, como de um dia, semana, mês, estação do ano, ano, etc.; o contexto do usuário está relacionado à dimensão social do usuário, como seu perfil, pessoas nas proximidades, situação social, preferências.

A Qualidade de Contexto (QoC) é qualquer informação que descreve a qualidade da informação que é usada como informação de contexto [Buchholz et al. 2003]. QoC não está exigindo informação de contexto perfeita, com a maior precisão possível e atualidade, mas é necessária uma estimativa correta da qualidade da informação [Bellavista et al. 2012].

Informações de contexto de alta qualidade desempenham um papel fundamental na adaptação de um sistema que apresente mudanças repentinas. No entanto, a diversidade das fontes de informação de contexto e as características dos dispositivos de computação impactam fortemente na qualidade de informações de contexto em ambientes de computação pervasiva [Manzoor et al. 2008].

Na etapa inicial deste estudo foi realizada uma detalhada revisão da literatura sobre Qualidade de Contexto, gerando uma taxonomia das publicações que abordam QoC [Nazário et al. 2012a].

Na sequência, outro trabalho abordou a Representação de Conhecimento de Contexto e Qualidade de Contexto, onde foram identificados modelos que utilizam notação gráfica, marcação XML (*Extensible Markup Language*), UML (*Unified*

Modelling Language) e ontologias e OWL (*Ontology Web Language*) [Nazário et al. 2012b].

Destas abordagens para representação de contexto destaca-se a ontologia, por permitir o compartilhamento de conhecimento entre humanos e agentes de *software*, além de possibilitar a reutilização de conhecimento entre aplicações e a sua utilização por motores de inferência.

Dando continuidade ao trabalho, uma ontologia de contexto considerando QoC é proposta, conforme descrito a seguir.

3. Ontologia de Contexto e QoC

Com base nos estudos realizados, optou-se pelo uso de ontologia, pois alguns trabalhos desta área já utilizam esta abordagem, e no que se referem à QoC, os trabalhos são iniciais, pouco aprofundados, como em [Tang et al. 2007] [Toninelli and Corradi 2009], [Filho et al. 2010]. Sendo assim, se percebe oportunidade para avanço nas pesquisas, com possíveis contribuições, principalmente aprimorando a ontologia com os benefícios de um modelo ontológico.

O processo de construção de ontologia empregado nessa pesquisa foi baseado na Metodologia 101 [Noy and Deborah L. McGuinness 2001]. Para o desenvolvimento da ontologia foi utilizada a plataforma Protégé-OWL.

Com relação ao domínio e escopo da ontologia, é considerado o contexto, a QoC e focado em um cenário de ambiente ubíquo assistido, onde é monitorada a saúde do usuário.

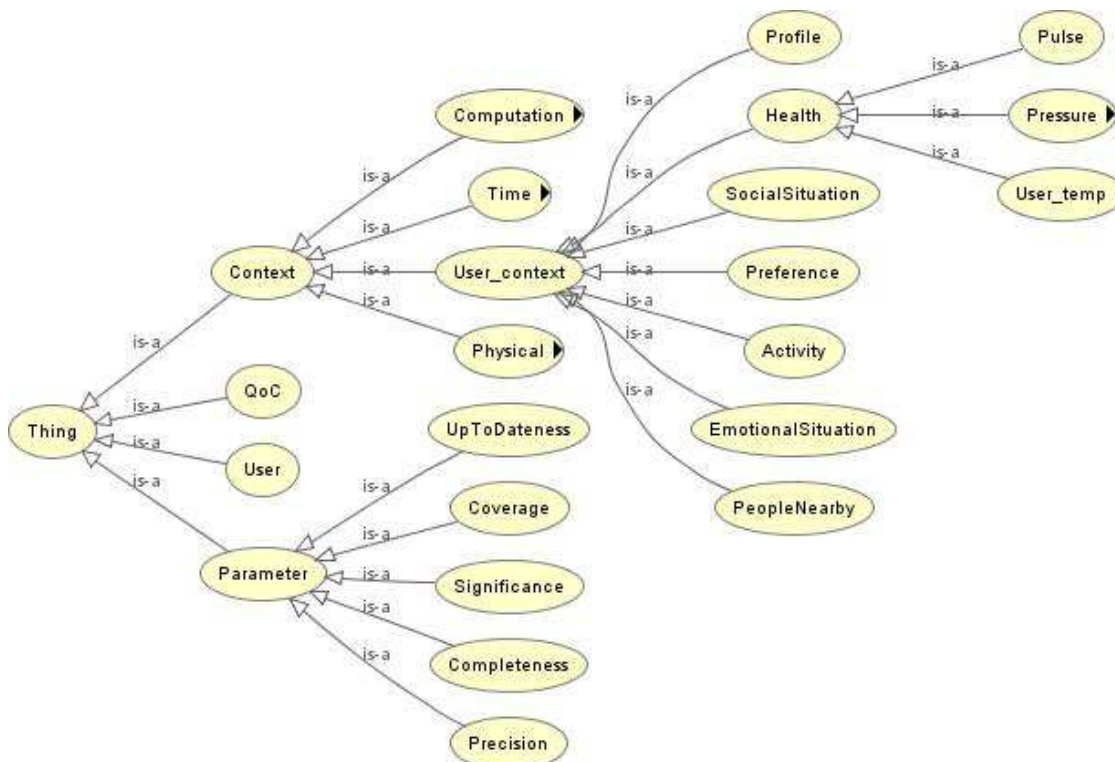


Figura 1. Hierarquia de Classes

No desenvolvimento desta ontologia utilizou-se a classificação de contexto de Chen and Kotz (2000) para definição das classes, além de outras ontologias de contexto da literatura como: [Kim and Choi 2006], [Escobedo 2008] e ontologias de QoC: [Toninelli and Corradi 2009], [Filho et al. 2010].

Na Figura 1 está representada a hierarquia de algumas classes criadas, como: *Context*, *QoC*, *User*, *Parameter* e suas respectivas subclasses. Algumas subclasses ocultas da figura são: *Computation* (*Device*, *Network*, *Resource*), *Physical* (*Humidity*, *Location*, *Luminosity*, *Noise*, *Pollution*, *Temperature*, *Traffic*), *Time* (*Day*, *Hour*, *Minute*, *Month*, *Second*, *Year*).

Os parâmetros de QoC foram selecionados da literatura de acordo com a sua relevância e forma de quantificação. Em síntese, pode-se dizer que as informações de QoC do sensor representam o quanto a informação fornecida é:

- Atual, através do parâmetro *Up-to-dateness*;
- Válida, parâmetro *Coverage*;
- Significante, parâmetro *Significance*;
- Completa, parâmetro *Completeness*;
- Precisa, parâmetro *Precision*;

A Figura 2 apresenta o relacionamento entre as Classes da ontologia. As relações criadas entre os indivíduos das classes são: *hasUserContext*: classe *User* e classe *User_context*; *hasTime*: classe *User_context* e classe *Time*; *hasQoC*: classe *Context* e classe *QoC*; *hasParameter*: classe *QoC* e classe *Parameter*; *hasSignificance*: classe *Parameter* e classe *Significance*.

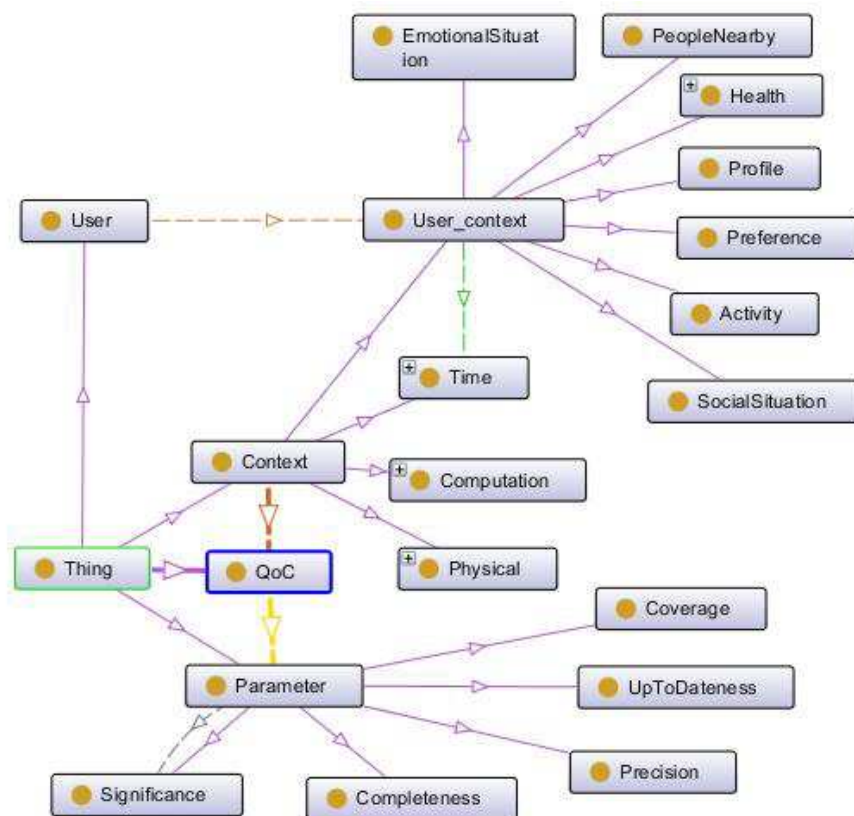


Figura 2. Relacionamento entre as Classes

4. Resultados e Considerações

Algumas instâncias foram criadas na ontologia, baseadas em uma simulação de um ambiente ubíquo assistido, onde foram consideradas nesta etapa as informações: nome do usuário, sua temperatura corporal, o tempo, valor da QoC e de seus parâmetros. Alguns testes foram realizados com a ferramenta SPARQL *query*, como o exemplo do Quadro 1, que seleciona instâncias com valor de QoC inferior a 0.5.

Quadro 1. Exemplo de Busca por Instâncias

```
SELECT ?name ?user_temp ?valueQoC ?P ?value
WHERE { ?user ont:hasUserContext ?temp.
?user ont:name ?name.
?temp ont:f_value ?user_temp.
?temp ont:hasQoC ?QoC.
?QoC ont:f_value ?valueQoC.
?QoC ont:hasParameter ?P.
?P ont:f_value ?value
FILTER (?valueQoC < 0.5) }
```

Na Figura 3, tem-se o resultado de uma busca onde são selecionadas instâncias com o parâmetro *Significance* igual a 1, o que indica um sinal de alerta a ser investigado. No primeiro caso a QoC é alta (0.99), indicando boa QoC, a alerta está no valor da temperatura, acima de 38 graus, indicando febre. Já no segundo caso, a QoC está baixa (0.66), indicando QoC não adequada ou insuficiente. Percebe-se um valor de temperatura não esperado (12.0), este é o motivo da alerta, o que sugere problema no sensor de temperatura. Nestes casos, os valores dos parâmetros de QoC podem ajudar a confirmar esta suspeita, como por exemplo através da precisão do equipamento.

name	user_temp	
"Debora"@	"38.1"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>	"0.99"^^<http://w
"Debora"@	"12.0"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>	"0.66"^^<http://w

Figura 3. Exemplo de Resultado de busca

Como resultados práticos espera-se que através da ontologia de QoC, uma aplicação sensível ao contexto possa: detectar anomalias ou inconsistências nos sensores, gerar alertas, ativar sensores *backup*, descartar dados com QoC insuficientes, escolher provedor adequado, entre outras ações.

Como trabalhos futuros pretende-se adicionar outras informações de contexto do usuário, assim como contextos de ambiente e dispositivos móveis, avaliar outros parâmetros de QoC, além de desenvolver a ontologia utilizada explorando mais os benefícios de um modelo ontológico. Espera-se que a ontologia aprimorada possa ser utilizada como modelo de dados em um sistema sensível ao contexto.

Agradecimento. Esta pesquisa é apoiada pelo *Programa do Fundo de Apoio à Manutenção e ao Desenvolvimento da Educação Superior – FUMDES*.

Referências

- Bellavista, P., Corradi, A., Fanelli, M. and Foschini, L. (2012). A Survey of Context Data Distribution for Mobile Ubiquitous Systems. *ACM Computing Surveys*, v. 44, n. 4, p. 1–45.
- Buchholz, T., Küpper, A. and Schiffers, M. (2003). Quality of Context : What It Is And Why We Need It. In *10th International Workshop of the HP OpenView University Association(HPOVUA)*.
- Chen, G. and Kotz, D. (2000). A survey of context-aware mobile computing research. Technical Report.
- Dey, A. K. (2000). Providing Architectural Support for Building Context-Aware Applications. Georgia Institute of Technology.
- Escobedo, E. P. P. (2008). Modelagem de contexto utilizando ontologias. Universidade de São Paulo.
- Filho, J. B., Miron, A. D., Satoh, I., Gensel, J. and Martin, H. (2010). Modeling and Measuring Quality of Context Information in Pervasive Environments. In *24th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications*.
- Kim, E. and Choi, J. (2006). An ontology-based context model in a smart home. *Computational Science and Its Applications-ICCSA: LNCS*, v. 3983, p. 11–20.
- Kim, Y. and Lee, K. (nov 2006). A Quality Measurement Method of Context Information in Ubiquitous Environments. In *International Conference on Hybrid Information Technology*. IEEE.
- Loureiro, A. A. F., Augusto, R., Oliveira, Rabelo, et al. (2009). Computação Ubíqua Ciente de Contexto: Desafios e Tendências. In *27º Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos*.
- Manzoor, A., Truong, H. and Dustdar, S. (2008). On the Evaluation of Quality of Context. In *3rd European Conference on Smart Sensing and Context*.
- Nazário, D. C., Dantas, M. A. R. and Todesco, J. L. (2012a). Taxonomia das publicações sobre Qualidade de Contexto. *Sustainable Business International Journal*, v. 20, p. 1–28.
- Nazário, D. C., Dantas, M. A. R. and Todesco, J. L. (2012b). Representação de Conhecimento de Contexto e Qualidade de Contexto. In *Jornada Iberoamericana de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento*.
- Noy, N. F. and Deborah L. McGuinness (2001). Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology. Technical Report.
- Tang, S., Yang, J. and Wu, Z. (sep 2007). A Context Quality Model for Ubiquitous Applications. In *2007 IFIP International Conference on Network and Parallel Computing Workshops (NPC 2007)*. IEEE.
- Toninelli, A. and Corradi, A. (2009). A Quality of Context-Aware Approach to Access Control in Pervasive Environments. *MobileWireless Middleware, Operating Systems, and Applications: LNCS*, v. 7, p. 236–251.