

Utilização de QoC para melhorar o cenário experimental de sensores biomédicos para suporte às aplicações móveis distribuídas

Pedro José de Campos¹, Mario Antonio Ribeiro Dantas², Eduardo Camilo Inacio²

¹Instituto de Informática e Estatística – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
Florianópolis – SC – Brasil

²Laboratório de Pesquisa em Sistemas Distribuídos (LaPeSD)
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
Florianópolis – SC - Brasil

pedro.campos@grad.ufsc.br, mario.dantas@ufsc.br,
eduardo.camilo@posgrad.ufsc.br

Resumo. *Este artigo descreve como utilizar Qualidade de Contexto (QoC) em aplicações móveis distribuídas, mais especificamente em Ambient Assisted Living (AAL), e a partir de parâmetros de contexto encontrar problemas em determinadas situações e com isso poder melhorar cenário dos sensores envolvidos com o ambiente. Para a análise, foi utilizado dois ambientes: um com sensor de temperatura e outro com sensor de pressão. Além disso foi utilizado também três cenários, cada um com uma determinada configuração de sensor. Os resultados foram obtidos através da aplicação dos três cenários nos dois ambientes. E depois foi feita uma análise dos resultados.*

1. Introdução

Computação ubíqua é um termo usado para descrever a onipresença de um sistema computacional no cotidiano. O termo foi definido pelo cientista Mark Weiser (1991), para se referir a dispositivos conectados em todos os lugares de maneira transparente para o ser humano. Em outras palavras, são dispositivos, portáteis que fazem parte do nosso dia a dia, capturando e processando diversas informações.

Ambient Assisted Living (AAL) compreende conceitos interoperáveis, produtos e serviços, que combinam novas informações de comunicação e com o objetivo de melhorar e aumentar a qualidade de vida das pessoas. Tais produtos e serviços podem ser esses dispositivos pequenos, baratos, robustos e sem fio. Dessa forma, é possível, com um baixo custo, fazer um bom monitoramento, dados a capacidade de processamento, recursos de comunicação e o armazenamento de dados, de um determinado ambiente previamente conhecido.

O conceito de interoperabilidade é caracterizado por uma “atuação de pedido”, ou seja, uma entidade manda um pedido ou uma resposta para a entidade que a solicitou [Chen e Doumeings 2003][Cheng 2005].

Qualidade de contexto é o termo referente à qualidade da informação e depende do contexto no qual está inserido. Em outras palavras, significa o quão boa a informação

é. Assim, qualidade de contexto refere-se à informação e não ao processo, nem ao componente de hardware que fornece as informações[Nazário 2015].

Devido a tais importâncias dessas aplicações, é necessário um cenário experimental que melhore o desempenho dos sensores, essas configurações podem ser obtidas através de avaliações da qualidade de contexto.

2. Computação Ubíqua e AAL

2.1 Computação Ubíqua

A ideia de computação ubíqua surgiu recentemente. Há um pouco mais de uma década atrás Mark Weiser, considerado por muitos o pai da computação ubíqua, dissertava sobre o tema, dizendo que a computação sairia do âmbito do trabalho e dos PCs pessoais, e iria migrar para objetos mais comuns no cotidiano, de maneira imperceptível ao usuário como por exemplo, etiquetas de roupas, xícaras de café, interruptores de luz, canetas e etc. Nesse novo mundo proposto por Weiser, devemos aprender a conviver com computadores e não apenas a interagir com eles [Weiser 1991].

Daí pode-se observar o termo utilizado, computação ubíqua ou computação pervasiva. Pervasiva significa infiltrada, espalhada; já ubíqua significa onipresente. Somando-se as duas ideias temos que computação ubíqua é onde os computadores estão distribuídos pelo ambiente de maneira onipresente, ou seja, está em todo lugar, mas de forma imperceptível aos usuários.

A computação ubíqua é um paradigma caracterizado pela presença de dispositivos portáteis, que estão cada vez mais fazendo parte do dia-a-dia das pessoas. Estes dispositivos possuem uma considerável capacidade de processamento, recursos de comunicação sem fio e armazenamento de dados. Possuem funcionalidades diversificadas e interfaces como GPS, rádio e TV, tocadores de áudio, câmeras digitais entre outros, sendo utilizados em aplicações de diversas áreas como: indústria, comércio, turismo, saúde, entretenimento. Este tipo de computação possui forte ligação com as características do mundo físico, bem como aquelas apresentadas pelos perfis de seus usuários. Tais informações são chamadas de contextos e representam o elemento de entrada para a computação ciente ou sensível ao contexto [Loureiro 2009].

2.2 AAL

Ambientes monitorados ou Ambient Assisted Living (AAL) se baseia na interoperabilidade de conceitos, produtos e serviços, que combinados geram novas tecnologias de informação e comunicação (TIC) em ambientes sociais, com o objetivo de melhorar e aumentar a qualidade de vida das pessoas em todas as fases do ciclo de vida [Pieper; Antona e Cortés 2011].

AAL então nada mais é do que, um ambiente monitorado por computadores que possuem um sistema capaz de obter dados do ambiente e, a partir desses dados, oferece suporte aos usuários, que no caso usufruem deste ambiente. Com o conceito apresentado de computação ubíqua, imagina-se AAL com utilização de dispositivos pervasivos (sensores) para o usuário.

Com o aumento da idade chegam os novos desafios à população idosa devido ao declínio de suas funções cognitivas, doenças crônicas relacionadas à idade, bem como, limitações nas atividades físicas, visão e audição. As tecnologias de ambientes inteligentes podem ser usadas para monitorar o estado de saúde de idosos com doenças crônicas e fornecer um cuidado com assistência para indivíduos com limitações físicas ou mentais [Acampora 2013].

3. Qualidade de Contexto

A definição de QoC para [Krause e Hochstatter 2005] é qualquer informação inerente que descreve informação de contexto e pode ser usada para determinar o valor da informação para uma aplicação específica. Isso inclui informações sobre o processo de provisionamento que a informação foi submetida (“histórico”, “idade”), mas não tratam de estimativas sobre os passos de provisionamentos futuros.

No trabalho [Buchholz; Kupper e Schiffers 2003] a Qualidade de contexto (QoC) descreve a qualidade da informação que é usada como de contexto. Assim, QoC refere-se à informação e não ao processo, nem ao componente de hardware que fornece as informações.

Ainda relacionado à qualidade da informação, no trabalho de [Buchholz; Kupper e Schiffers 2003] é feita uma relação entre as dimensões de QI e parâmetros de QoC; os autores apresentam algumas justificativas para a necessidade de QoC. Uma delas é que QoC é um indicador valioso para selecionar um provedor de contexto apropriado. O Provedor de CAS pode selecionar um provedor de contexto adequado com base na QoC oferecida e no preço da informação de contexto. Outra justificativa é que QoC permite especificar as políticas de acesso de uma forma mais refinada. Sem QoC o proprietário do contexto só poderia determinar quem tem permissão para acessar parte de seu contexto. Com QoC, por exemplo, um proprietário de contexto pode conceder a permissão de que um determinado grupo pode acessar sua localização atual, mas apenas com uma precisão de 10 quilômetros e com um atraso de algumas horas. Assim, QoC permite políticas de privacidade mais sofisticadas.

4. Proposta

Utilizar o Siafu, que é um simulador de contexto open source. E a partir dos ambientes e cenários propostos neste trabalho, dentro desses ambientes realizar uma quantificação e uma avaliação dos parâmetros de QoC, analisando assim cada cenário, conforme a Figura 1.

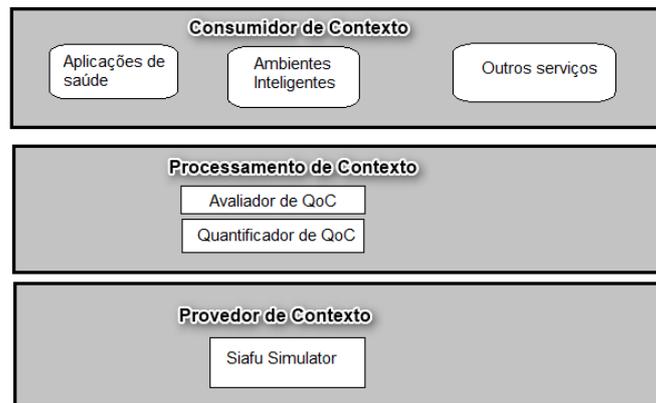


Figura 1. Método proposto. Adaptado de [Acampora 2013].

4.1. Parâmetros propostos

O trabalho [Kim e Lee 2006] mostra uma relação entre parâmetros de contexto e dimensões de qualidade de informação. E obtém os seguintes parâmetros: Trust-worthiness, Up-to-dateness, Accuracy.

Com base nesse trabalho foi proposto a utilização destes parâmetros em conjunto com o Completeness.

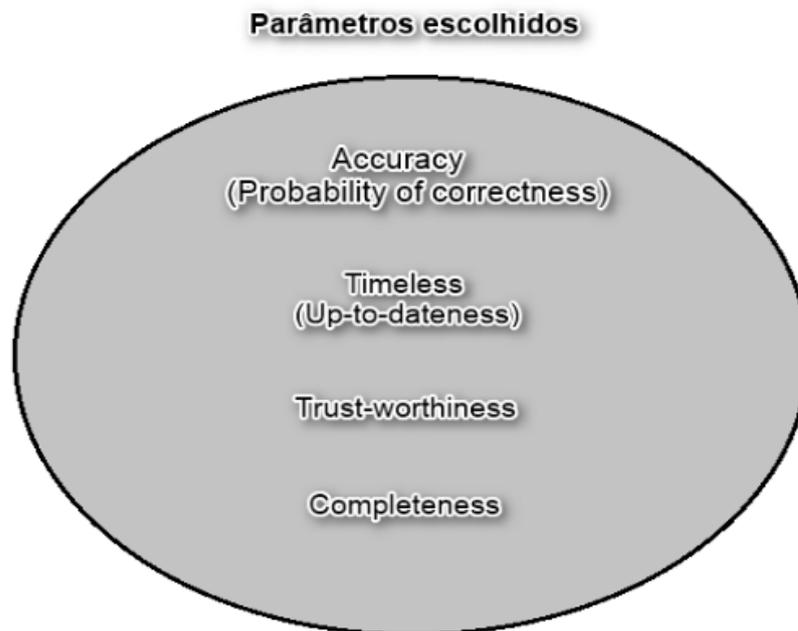


Figura 2. Parâmetros propostos

- 1. Accuracy:** uma medida dos dados serem corretos e confiáveis; probabilidade de uma parte da informação de contexto estar correta [Kim e Lee 2006] (outros autores utilizam Probability of correctness com este significado);
- 2. Timeliness:** é a faixa de erro em termos de tempo de alguns fenômenos [Gray e Salber 2001]; para os autores de [Ren e Seung 2009] está relacionado com a idade das

informações recebidas, onde informações mais recentes geralmente são mais relevantes em relação às mais velhas;

3. **Trustworthiness**: descreve a probabilidade da informação fornecida ser correta. É utilizado pelo provedor de contexto para avaliar a qualidade do agente a partir do qual o prestador de contexto originalmente recebe informação de contexto [Buchholz; Kupper e Schiffers 2003];

4. **Completeness**: é o grau em que as informações de contexto estão disponíveis, suficientes e não ausentes [Kim e Lee 2006].

4.2 Quantificação do QoC

Segundo o estudo de trabalho correlatos foi possível designar formulas matemáticas para quantifica cada um dos parâmetros de QoC.

$$Accuracy = PorcentagemDeAcerto \div MinPorcentagemDeAcerto$$

Onde, *PorcentagemDeAcerto* representa a porcentagem de acerto do provedor contexto (sensor) e *MinPorcentagemDeAcerto* representa a porcentagem mínima de acerto definida pelo usuário. Se a razão é maior do que 1, a acurácia pode ser boa [51].

Up-to-Dateness (Timeliness) [Manzoor; Truong e Dustdar 2008]:

$$idade = |tempo da informacao - tempo atual|$$

Se $idade < tempo de vida$

$$U(O) = 1 - \frac{idade}{tempo de vida}$$

Senão

$$U(O) = 0$$

A variável *tempo de vida* é definida com um valor em que a informação se torna desatualizada, obsoleta, por exemplo:

tempo_de_vida = 10;

Exemplos, aplicando a fórmula:

idade = 0 → U = 1;

idade = 5 → U = 0.5;

idade = 10 → U = 0;

Trust-worthiness:

O [Manzoor; Truong e Dustdar 2008] define também como calcular o trust-worthiness de um objeto de contexto, dado como T(O).

Se $d(S, \mathcal{E}) < d_{max}$

$$T(O) = \left(1 - \frac{d(S, \mathcal{E})}{d_{max}}\right) * \delta$$

Senão

$$T(O) = 0$$

Onde $d(S, \mathcal{E})$ é a distância entre o sensor e a entidade para onde o sensor envia os dados. E d_{max} é a distância máxima em que se pode confiar nos dados do sensor. O δ é a acurácia do sensor. Dessa forma, dependendo da distância do sensor os dados serão mais ou menos confiáveis.

Completeness:

De acordo com [Manzoor; Truong e Dustdar 2008], esta medida de qualidade indica a quantidade de informação provida por um objeto de contexto. É a relação entre o número de atributos disponíveis e o total de atributos de um objeto de contexto, neste caso um sensor. O cálculo leva em consideração os atributos disponíveis e o peso de cada um dos atributos e está representado a seguir

$$CM(O) = \frac{\sum(\text{Todos atributos disponiveis})}{\sum(\text{Peso de todos atributos})}$$

QoC geral:

Neste trabalho o cálculo do QoC geral vai ser baseado no trabalho [Nazário 2015], tirando a média dos valores calculados citados acima:

$$QoC = \frac{Ac + U + T + Cm}{4}$$

4.3 Avaliação do QoC

O valor geral de QoC quantificado deve indicar se a qualidade das informações obtidas é adequada, neste caso o contexto é utilizado provendo uma adaptação mais precisa [Nazário 2015].

Quando um problema de qualidade é detectado, ou seja, o valor de QoC geral não está adequado, espera-se que o conjunto de parâmetros utilizado possibilite uma análise para a identificação do problema ocorrido. Por exemplo, se os valores não estiverem dentro de uma faixa esperada é possível que a acurácia (parâmetro Accuracy) esteja com um valor baixo. Então possivelmente existe algum problema no sensor e/ou o sensor pode estar tão longe que a informação recebida pode não ser confiável (Trustworthiness). Informações não disponíveis (Completeness) podem indicar que um determinado sensor caiu da pessoa ou até mesmo parou de funcionar. desatualizadas (Timeless) podem indicar uma falha na comunicação do sensor.

5. Resultados

Previamente foi feito três cenários de possíveis configurações de sensores, como mostra a Tabela 1:

Tabela 1. Cenários prévios

	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Precisão do sensor	75%	90%	90%
Alcance (unidades)	10	30	30
Prob. de atualizar	40%	70%	15%
Prob. de ler zero	30%	5%	80%

Conforme a tabela acima, o cenário 2 é o que apresenta uma melhor configuração de sensor. Com uma precisão, alcance e chance de atualizar altos, e probabilidade de ler zero (falhar) pequena. Com isso espera-se uma melhor qualidade nos dados do cenário 2.

Foram feitas simulações de 2 horas para cada cenário, onde a cada 30 segundos o sensor de pressão e temperatura liam um novo valor; bem como a cada 30 segundos eram recalculados os valores de cada parâmetro de contexto e o valor geral do QoC.

Fazendo uma média, com arredondamento de três casas decimais, de cada um dos parâmetros e do valor geral do QoC nessas 2 horas simulados obteve-se os seguintes gráficos mostrados na Tabela 2:

Tabela 2. Resultados obtidos

	Média Ac	Média T	Média Up	Média Cm	Média QoC
Cenário 1 temperatura	0.273	0.317	0.982	0.346	0.489
Cenário 2 temperatura	0.7	0.699	0.994	0.737	0.783
Cenário 3 temperatura	0.098	0.668	0.559	0.108	0.358
Cenário 1 pressão sistólica	0.589	0.327	0.981	0.718	0.641
Cenário 1 pressão diastólica	0.558		0.986		
Cenário 2 pressão sistólica	0.901	0.655	0.987	0.946	0.858
Cenário 2 pressão diastólica	0.891		0.969		

Observando a tabela pode-se afirmar que o cenário 2 possui um QoC geral maior, conforme o esperado. Analisando os parâmetros, podemos perceber que accuracy foi baixa no cenário 1 e 3, detectando assim falhas no sensor, no cenário 1 a precisão do sensor era menor do que os demais cenários. Porém no cenário 3 a precisão era alta, mas a chance de falha era de 80%, ou seja, em 80% das leituras o valor era zero, o que diminui muito a accuracy. Além da accuracy, a alta chance de falha também deteriorou o valor do Completeness, já que em 80% dos casos o valor estava ausente/incompleto.

Trust-worthiness foi alta nos cenários 2 e 3, pois o alcance deles era o triplo do cenário 1. Up-to-Datness foi baixa apenas no cenário 3, pois esta tinha uma chance de 15% de atualizar, então, em 75% dos valores lidos pelo sensor estavam desatualizados.

O parâmetro Completeness agrega mais valor para o sensor de pressão, pois para a pressão ele não verifica somente se existe um valor ou não:

- Se (diastólica E sistólica disponíveis) $\rightarrow Cm(\text{pressão}) = 1$;
- Se (diastólica OU sistólica disponíveis) $\rightarrow Cm(\text{pressão}) = 0.5$;
- Se (diastólica E sistólica indisponíveis) $\rightarrow Cm(\text{pressão}) = 0$;

Pode-se perceber que nos dois cenários o parâmetro Completeness foi bem superior para o sensor de pressão, pois o parâmetro em si faz muito mais sentido, agrega mais valor de informação nesse contexto. Consequentemente o valor geral do QoC foi maior também para os sensores de pressão.

Além disso, é possível perceber também que o parâmetro Accuracy, também sofreu grande alteração entre os cenários. Sendo maior no caso de pressão. No caso do sensor de temperatura, sempre que o Completeness era igual a zero, Accuracy também era zero, pois se a informação não existia, ela estava incompleta e com “zero” de precisão. Portanto, é possível que haja uma certa semelhança entre esses parâmetros.

6. Conclusão e trabalhos futuros

Através do Siafu, foi desenvolvido um cenário de um parque com um agente caminhando no ambiente. O agente possui sensores de temperatura e pressão, lendo a cada 30 segundos um novo valor. Com isso, realizou-se uma pesquisa na base de dados feita pelo trabalho [Nazário 2015] para a escolha dos quatro parâmetros propostos, bem como suas respectivas quantificações e avaliações.

Para realização dos testes, escolheu-se alguns cenários (configurações do sensor) e diante dessa configuração, já era possível imaginar os resultados possíveis. Foi realizado nesses cenários, simulações de duas horas, gerando dados a cada 10 segundos em um arquivo CSV. Trabalhando no arquivo CSV tirou-se os valores médios de cada parâmetro, e em cima desses valores foi feita a avaliação de contexto, consolidando as configurações propostas previamente. Outras considerações feitas em cima desses arquivos CSV foram que a escolha dos parâmetros pode influenciar numa baixa qualidade de contexto.

Para trabalhos futuros pode ser feito uma mineração desses dados CSV, a fim de obter relações entre parâmetros de contextos, ou até mesmo quais parâmetros são mais significantes em determinados ambiente ou em determinados sensores; para efeitos de data mining seriam necessários conjuntos de dados maiores.

Também pode ser direcionado a consolidação do método de quantificação e avaliação de dados utilizando sensores, pessoas e ambientes reais, tendo em vista que o mundo real possui certas limitações que a simulação acaba por ocultar.

Por fim, testar outros parâmetros da literatura, podendo observar outras causas de problemas de QoC.

Referências

WEISER, Mark. The computer for the 21st century. **Scientific american**, v. 265, n. 3, p. 94-104, 1991.

CHEN, David; DOUMEINGTS, Guy. European initiatives to develop interoperability of enterprise applications basic concepts, framework e roadmap. **Annual Reviews in Control**, v. 27, n. 2, p. 153-162, 2003.

CHEN, David. Practices, principles e patterns for interoperability. 2005.

NAZÁRIO, Débora Cabral et al. Cuida: um modelo de conhecimento de qualidade de contexto aplicado aos ambientes ubíquos internos em domicílios assistidos. 2015.

LOUREIRO, Antonio Alfredo Ferreira et al. Computação ubíqua ciente de contexto: Desafios e tendências. **27o Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos. Anais**, p. 99-149, 2009.

PIEPER, Michael; ANTONA, Margherita; CORTÉS, Ulisses. Introduction to the Special theme Ambient Assisted Living. **Ercim News**, Londres, p.18-19, out. 2011. Mensal. Disponível em: <<http://ercim-news.ercim.eu/en87>>. Acesso em: 12 nov. 2016.

ACAMPORA, Giovanni et al. A survey on ambient intelligence in healthcare. **Proceedings of the IEEE**, v. 101, n. 12, p. 2470-2494, 2013.

KRAUSE, Michael; HOCHSTATTER, Iris. Challenges in modelling e using quality of context (qoc). In: **International Workshop on Mobile Agents for Telecommunication Applications**. Springer Berlin Heidelberg, 2005. p. 324-333.

BUCHHOLZ, T.; KUPPER, A.; SCHIFFERS, M. Quality of context: what it is e why it need. In: **Proc. of the Workshop of the HP OpenView University Association 2003 (HPOVUA2003)**. 2003.

KIM, Younghee; LEE, Keumsuk. A quality measurement method of context information in ubiquitous environments. In: **2006 International Conference on Hybrid Information Technology**. IEEE, 2006. p. 576-581.

GRAY, Philip; SALBER, Daniel. Modelling e using sensed context information in the design of interactive applications. In: **Engineering for Human-Computer Interaction**. Springer Berlin Heidelberg, 2001. p. 317-335.

REN, Lim Luo; SEUNG, Quah Jon Tong. Towards context information refinement for proximity mobile service using quality of context. In: **Proceedings of the 6th International Conference on Mobile Technology, Application & Systems**. ACM, 2009. p. 39.

MANZOOR, Atif; TRUONG, Hong-Linh; DUSTDAR, Schahram. On the evaluation of quality of context. In: **European Conference on Smart Sensing e Context**. Springer Berlin Heidelberg, 2008. p. 140-153.