

Aplicação de aspectos de consciência da situação, colaboração social e grades pervasivas na construção de ambientes inteligentes.

Carlos Oberdan Rolim¹, Cláudio F. R. Geyer²

¹Universidade Regional Integrada (URI) – Campus Santo Ângelo

²Instituto de Informática – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

ober@urisan.tche.br, geyer@inf.ufrgs.br

Abstract. *This paper presents the state of the art in researching on a new approach of ubicomp in implementing smart environments. We redefines the current theoretical models exploring aspects of situation awareness, social collaboration and pervasive grids. Our objective is towards a novel architecture to support dynamic interaction of participating devices and pro-active support to users' engagement.*

Resumo. *Este artigo apresenta o estágio atual da busca de uma nova abordagem da ubicomp na construção de ambientes inteligentes. O trabalho redefine os modelos teóricos atuais de forma a explorar aspectos de consciência da situação, colaboração social e grades pervasivas. O objetivo é a proposta de uma arquitetura que possibilite a interação dinâmica entre os dispositivos participantes no sentido de ser pró-ativo às ações executadas pelos usuários.*

1. Introdução

A integração de redes sem fios com dispositivos cada vez menores permite a criação de ambientes dinâmicos e heterogêneos chamados de espaços pervasivos ou ambientes inteligentes (*smart spaces*) os quais visam automatizar e aperfeiçoar as soluções empregadas pelos usuários em problemas diários [Augustin et al. 2004]. Um dos desafios encontrados nesses ambientes diz respeito a como garantir a invisibilidade dos dispositivos ao mesmo tempo que aconteça a pró-atividade na prestação dos serviços.

Motivado por tal cenário, este trabalho propõe-se a apresentar uma nova abordagem que explora o aspecto realmente colaborativo e social dos dispositivos localizados em ambientes inteligentes. Ao mesmo tempo, espera-se gerenciar as suas ações e antecipar-se quanto as reais necessidades ali existentes.

Ainda em sua fase inicial, busca-se atacar os principais desafios envolvidos na construção de ambientes inteligentes através do emprego de aspectos de consciência da situação e colaboração social entre os dispositivos juntamente com conceitos de grades pervasivas. O objetivo é a obtenção de uma arquitetura de software que possa ser aplicada em ambientes que realmente atendam, e também entendam, aquilo que o usuário precisa de forma a aperfeiçoar a sua experiência com a ubicomp, diminuindo a distância entre a visão de Weiser e o cenário atual da computação distribuída.

No decorrer do seu desenvolvimento algumas das perguntas que pretende-se responder são: Como deverá ser um modelo de ambiente e de arquitetura que possam dar suporte ao *mix* de conceitos que pretende-se empregar? Como serão as interações entre

os dispositivos? O que é necessário para a arquitetura dar suporte a sensores? Será interessante o emprego de SOA no desenvolvimento da arquitetura? O emprego de algum modelo tipo DBI (Desire-Believe-Intention) utilizado em agentes é indicado para promover a colaboração? Como empregar aspectos de colaboração da Web 2.0 no trabalho? A consciência de situação deverá ser aplicada em todos os dispositivos ou somente na entidade que fará o papel de gerenciamento do ambiente? Em que momentos essa entidade deverá intervir no ambiente? Como proporcionar um framework que facilite ‘as aplicações explorar os aspectos de colaboração? Como deverá ser uma ontologia para lidar com consciência da situação? Como fazer para aplicar a consciência da situação aos dispositivos com menos recursos no que diz respeito a previsão de intenções futuras do usuário? Estes dispositivos devem usar a idéia de processamento remoto proporcionado pelo emprego de Cloud Computing?

Ao final, respondendo a essas perguntas, espera-se contribuir com a teoria computacional indicando como estender os modelos teóricos de ubicomp existentes, a fim de definir uma arquitetura de software que gerencie um ambiente inteligente e possibilite que os dispositivos ali existentes sejam capazes de interagir, de forma dinâmica, diretamente com os demais que estão a sua volta no sentido de ser pró-ativo às ações executadas pelos usuários e suas necessidades.

O texto possui a seguinte organização: na seção 2 são abordados alguns desafios encontrados na área da ubicomp e a visão utilizada por autores para atacá-los; a seção 3 apresenta o modelo conceitual do ambiente que será explorado por este trabalho; a seção 4 apresenta os trabalhos relacionados e; por fim as considerações finais e rumos que serão tomados são apresentadas na seção 5.

2. Desafios encontrados na ubicomp

O emprego da computação ubíqua e pervasiva, também chamada de ubicomp, nas atividades humanas de forma mais integrada e transparente possível com o mundo real acaba por gerar diversos desafios e problemas que são intrínsecos à área.

Desafios como heterogeneidade, escalabilidade, segurança, privacidade, comunicações espontâneas, mobilidade, sensibilidade ao contexto, interações transparentes do usuário e invisibilidade [Costa 2008] fazem com que pesquisadores envidem esforços visando superá-los de forma a ir em direção à visão de Mark Weiser. Segundo ele, para haver a perfeita integração de dispositivos com o mundo real, de forma transparente, é necessária uma “nova forma de pensar em computadores no mundo, uma forma que leve em conta o ambiente natural humano e que permita aos computadores ficarem ocultos por trás das coisas do dia-a-dia” [Weiser 1999].

Ainda segundo Weiser, o poder da computação ubíqua não reside na capacidade de um único dispositivo, mas sim na interação de todos os dispositivos. Essa linha de pensamento acaba conduzindo a idéia de que um ambiente inteligente que faz uso de computação ubíqua e pervasiva pode beneficiar-se de aspectos de colaboração e socialização das informações do ambiente, das aplicações que rodam nesse ambiente e também dos recursos ali existentes.

Diversos autores apresentam ambientes complexos e heterogêneos, que oferecem grande conectividade entre serviços e interação com o mundo físico. A conectividade entre serviços sensíveis ao contexto cria um ambiente dinâmico, em que as aplicações

não têm um comportamento determinístico, mas sim dependente do contexto que se apresenta. É justamente essa necessidade de adaptação ao contexto a principal preocupação dos autores nos seus trabalhos. Entretanto, acabam esquecendo, ou dando pouca importância, ao aspecto de interação dos dispositivos abordado por Weiser. A possibilidade de colaboração social entre as entidades existentes em um ambiente que faz uso de ubi-comp passa a ser então uma forma interessante de prestar serviços ao usuário e é justamente essa visão que pretende-se explorar no decorrer da pesquisa.

3. Modelo conceitual do ambiente

Para tornar mais fácil a compreensão do que está se propondo, pode-se imaginar um ambiente inteligente que faz uso de soluções de redes sem fios disponibilizadas por pontos de acesso, redes sem fios *ad hoc*, redes celular/GSM/3G, sistemas baseados em satélites e redes LAN convencionais interligadas por cabos. Os serviços são prestados aos usuários em todo o ambiente (o qual pode estar disperso em várias localidades) e podem ser acessados a qualquer momento, de forma transparente, por diversos tipos de dispositivos como celulares, PDAs, smart phones, desktops, notebooks, etc. Para o monitoramento dos acontecimentos do ambiente são utilizados sensores, atuadores e identificadores de rádio frequência (RFID) que podem ser posicionados de forma fixa (por exemplo nas paredes de uma casa), dispostos em objetos móveis (como em um automóvel) ou ainda ligados diretamente ao corpo dos usuários (através de implantes ou carregados na roupa).

O esboço de modelo conceitual do ambiente inteligente apresentado acima pode ser constituído por três **(i) entidades**: locais (prédios, salas, cidades), pessoas (usuários dos serviços do ambiente e coisas (dispositivos existentes) [Dey 2001]. Para conferir o dinamismo desse ambiente acredita-se que realmente devam existir tais entidades, porém somente elas não são suficientes. Torna-se necessária a inclusão de outros elementos que irão conferir o aspecto de “usabilidade cotidiana” ao ambiente de forma que seu modelo seja capaz de ser aplicado em condições de uso real. Dessa forma, no ambiente passam a existir também **(ii) eventos** que são alterações de estado das entidades. Podem ocorrer em pontos diversos e de forma simultânea. Os eventos merecem atenção especial, pois desencadeiam o dinamismo do ambiente. Segundo [Durso and Sethumadhavan 2008] eventos podem ser representados por: um nível superficial, que contém detalhes da percepção de seu acontecimento; a representação básica do evento que é composta por cenas e idéias envolvidas na ocorrência do mesmo e; um modelo de situação composto por conhecimentos/expectativas/influências que surge da aplicação de modelos mentais na situação específica da ocorrência de tal evento; **(iii) relacionamentos** que são as possíveis comunicações efetuadas entre entidades que visam a troca de informações ou interações entre estas; **(iv) operações** são ações de ajustes, reconhecimento ou intervenções (diretas ou indiretas) executadas no ambiente pelas pessoas e coisas que podem acabar gerando novos eventos, dando o aspecto cíclico e contínuo no dinamismo do ambiente; **(v) dados** são registros que representam conjuntos de fatos distintos, relativos a eventos, relacionamentos e operações. Existem em grandes volumes dispersos pelo ambiente e fornecem informações do estado das entidades.

Como pretende-se redefinir ou estender os modelos de ambientes inteligentes existentes, de forma a dar maior enfoque nos aspectos de *interações entre os dispositivos*, o item *(iii) relacionamentos* possui algumas particularidades que precisam ser melhor detalhadas. Tendo isso em mente, pode-se imaginar que no ambiente existam uma grande

quantidade, e diversidade, de dispositivos ali imersos. Devido as suas limitações de processamento, energia e comunicação, cada um reconhece apenas a área de atuação a sua volta e não o ambiente como um todo. Portanto, eles são capazes de analisar apenas o seu perímetro e perceber quais são os outros dispositivos que ali se encontram. Com o conhecimento dos seus vizinhos um dispositivo poderá ter a intenção de efetuar determinada ação visando satisfazer a necessidade do usuário. Entretanto, nem sempre esse dispositivo vai possuir os recursos necessários para desempenhar tal ação. Nesse caso, ele pode precisar do auxílio de outro dispositivo que possua as condições necessárias para desempenhá-la. Com base no seu conhecimento prévio do perímetro (e por consequência dos dispositivos que o cercam) ele sabe da existência ou não do recurso que necessita e quem o possui. Caso ele tenha acesso direto ao detentor do recurso é iniciado o primeiro contato com o outro, criando assim, uma espécie de *afinidade* entre eles. Após isso, começa um processo de *associação*. A associação pode ser considerada como a fase onde são definidos parâmetros para que a colaboração futura aconteça. Ressalta-se que a associação pode ser negada se um dos dispositivos envolvidos assim o desejar. Passado esse momento e ocorrendo a associação, o dispositivo que iniciou a comunicação exerce forte *influência* sobre o outro de forma a atingir o objetivo que foi o motivador do contato inicial. Sob a influência ambos os dispositivos passam a *colaborar* entre si, criando uma *interdependência recíproca* de tal forma que suas ações irão interagir diretamente no estado do ambiente. Essa pró-atividade, visando a colaboração, pode envolver mais dispositivos se assim for necessário fazendo com que se formem equipes responsáveis pela execução das tarefas de forma compartilhada em torno de objetivos.

Porém, pelo fato de cada dispositivo possuir uma visão limitada somente ‘a sua área de atuação, recursos escassos e não ter conhecimento de contextos passados, torna-se necessária a existência de uma *entidade superior de gerenciamento*, onnipresente, que seja responsável pelo gerenciamento completo do ambiente e de toda a sua dinamicidade. Tal entidade possui grande poder de processamento, é consciente daquilo que está acontecendo no ambiente todo e consegue compreender como o conjunto de acontecimentos ali existentes vão impactar nos objetivos dos serviços prestados por todos. Ou seja, a entidade de gerenciamento deve possuir capacidade de inferir o ambiente buscando informações para projetar em um futuro próximo quais as intenções e desejos do usuário, baseando-se em contextos passados e também nos recursos existentes no ambiente, podendo inclusive intervir na ação de cada dispositivo quando necessário. Essa percepção dos acontecimentos do ambiente dentro de um volume de espaço e de tempo, a compreensão de seus significados e a projeção de situações em um futuro próximo é conhecida como *consciência da situação* [Endsley 1995]. Em outras palavras a entidade superior de gerenciamento do ambiente usará consciência da situação para ser capaz de gerenciar a dinamicidade do ambiente e se antecipar as necessidades dos usuários (como por exemplo disparar um alarme quando determinado sensor fornecer dados de um situação considerada crítica no ambiente).

Uma dúvida que logo surge é como fazer para que dispositivos do ambiente que possuem várias limitações de processamento e energia possam manipular toda a quantidade de informações necessárias para as tomadas de decisões ? A resposta para isso pode ser o emprego de grade computacional. O uso de grade computacionais no ambiente possibilita um gerenciamento uniforme dos dispositivos (pois esse paradigma proporciona que cada equipamento seja visto como um nodo da grade, independente de suas

características), ao mesmo tempo que consegue-se explorar a possibilidade de poder de processamento computacional sendo feito remotamente por dispositivos com maior capacidade. Os dispositivos menores somente submetem os dados para serem processados remotamente e recebem como retorno o resultado da operação. Este conceito é utilizado por prestadores de serviços que utilizam *cloud computing* o que poder ser uma alternativa interessante para atender os requisitos de processamento impostos pelo ambiente, principalmente no que se refere a grande quantidade de inferências dos dados coletados que seriam efetuadas de forma centralizada.

Acredita-se que este modelo conceitual de ambiente, formado por (i)entidades, (ii)eventos, (iii)relacionamentos, (iv)operações e (v)dados juntamente com o uso de consciência da situação e conceitos de grades pervasivas promova a “sociabilidade dos dispositivos”, sendo esta uma forma inovadora de atacar os desafios envolvidos na construção de uma arquitetura de software que possa ser aplicada em diferentes tipos de ambientes inteligentes.

A próxima seção busca fazer uma análise comparativa dos trabalhos relacionados tentando identificar se estes levam em consideração os desafios encontrados no modelo proposto.

4. Análise das soluções existentes

Tendo como base o modelo conceitual de ambiente apresentado acima, acredita-se que a construção de ambientes inteligentes só poderá ser plenamente alcançada se mais alguns desafios (além daqueles apresentados anteriormente nesse trabalho) forem tratados. São eles: **emprego de grades pervasivas** visando o gerenciamento uniforme dos dispositivos existentes no ambiente **aspectos de colaboração social** para proporcionar o auxílio mútuo entre os dispositivos e também os desafios envolvidos no emprego de **consciência da situação** para que a entidade de gerenciamento seja capaz de inferir e interagir com o ambiente.

	Gaia	One. World	i-Room	Oxygen	Aura	Cooltown	CoBrA	MobiPADS	PERSIST	ConServ	CPSs	Continuum
Heterogeneidade	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Escalabilidade	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Segurança	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Privacidade	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓
Comunicações espontâneas	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✓	✓
Mobilidade	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Sensibilidade ao contexto	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Interações transparentes do usuário	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Invisibilidade	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Consciência da situação	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Grades pervasivas	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Aspectos de colaboração social	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗

Tabela 1. Análise comparativa dos trabalhos relacionados quanto aos desafios da ubicomp propostos

Dessa forma, a tabela 1 faz uma análise comparativa visando identificar se os principais trabalhos relacionados levam em consideração esse novo conjunto de desafios aqui definidos.

Como percebe-se nenhum dos trabalhos relacionados aborda todos os desafios que acredita-se serem necessários na construção de uma arquitetura de software para um ambiente inteligente.

Isso acaba conferindo ao trabalho o caráter inovador, demonstrando a necessidade de redefinição dos modelos de ubicomp existentes atualmente. Novamente ressalta-se que o trabalho está em fase inicial, sendo que os resultados finais esperados são promissores podendo colaborar efetivamente com o avanço do estado da arte.

A próxima seção apresenta as considerações finais e também aponta os rumos futuros da pesquisa.

5. Considerações finais

Ubicomp define uma realidade na qual as tarefas cotidianas são facilitadas pelo uso da computação na construção de ambientes inteligentes. Em tais ambientes, é mister a manutenção de premissas básicas que caracterizam a ubicomp, como a invisibilidade, que garante que toda orquestração entre serviços e dispositivos do meio seja regida sem a intervenção (e mesmo a ciência) do usuário, e a pró-atividade, que dentro das possibilidades de um conjunto de informações de contexto do ambiente, antecipa as necessidades do usuário, surpreendendo-o com a prestação otimizada de serviços.

À luz do estado da arte em ubicomp observa-se a necessidade da redefinição de como os dispositivos podem colaborar entre si, levando em considerações aspectos sociais e também de consciência de situação. Isso acabaria proporcionando novas formas de lidar com as informações de contexto do ambiente, de monitorar intenções atuais do usuário e também de projetar intenções futuras, visando tornar o uso de aplicações ubíquas uma realidade no dia-a-dia.

No estágio atual do trabalho diversas questões ainda precisam ser resolvidas quanto aos desafios apresentados, porém acredita-se que o emprego de aspectos de consciência da situação, colaboração social e grades pervasivas auxiliem na construção e gerenciamento de ambientes inteligentes, explorando o aspecto realmente colaborativo dos dispositivos (como apresentado por Weiser) ao mesmo tempo em que se consegue gerenciar de forma individual e homogênea as suas ações. Garantindo assim, que a orquestração entre serviços e dispositivos do meio seja regida sem a intervenção do usuário, visando a pró-atividade às suas necessidades. Desde já busca-se dar continuidade aos trabalhos desenvolvidos anteriormente pelo projeto ISAM [Yamin et al. 2002] (e seus derivados) e mais recentemente pelo Continuum [Costa 2008] porém com uma abordagem diferenciada que acredita-se ser promissora e que sem dúvida confere o caráter inovador à pesquisa.

Como rumos futuros espera-se empregar esforços em direção à aplicação dos conceitos apresentados no decorrer do artigo para que as seguintes contribuições a teoria computacional possam ser alcançadas: demonstrar a viabilidade no emprego dos conceitos abordados na construção e gerenciamento de ambientes inteligentes; proposição de um modelo de ambiente inteligente que contemple aspectos de colaboração social e consciência da situação; a definição (ou redefinição) de uma ontologia utilizada para dar suporte a consciência da situação; a definição de uma arquitetura de software capaz de trabalhar com consciência da situação utilizando SOA para emprego em ubicomp.

Por fim, pretende-se implementar a arquitetura de software resultante e demonstrar a sua funcionalidade em um ambiente de telemedicina visando o monitoramento e interação remota com pacientes ou ainda a sua aplicação em um ambiente doméstico ou clínico para o acompanhamento de pessoas idosas em suas atividades cotidianas.

References

- Augustin, I., Yamin, A., and Geyer, C. F. R. (2004). Isam, joining context-awareness and mobility to building pervasive applications. In Ilyas, M. and Mahgoub, I., editors, *Mobile Computing Handbook*, chapter 2, pages 73–94. Boca Raton (CRC Press). Invited contribution.
- Costa, C. A. (2008). *Continuum: A Context-aware Service-based Software Infrastructure for Ubiquitous Computing*. PhD thesis, UFRGS - Instituto de Informática, Porto Alegre. 170f.
- Dey, A. K. (2001). Understanding and using context. *Personal and Ubiquitous Computing*, 5:4–7.
- Durso, F. T. and Sethumadhavan, A. (2008). Situation Awareness: Understanding Dynamic Environments. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 50(3):442–448.
- Endsley, M. (1995). Toward a theory of situation awareness in dynamic systems: Situation awareness. *Human factors*, 37(1):32–64.
- Weiser, M. (1999). The computer for the 21st century. *SIGMOBILE Mob. Comput. Commun. Rev.*, 3(3):3–11.
- Yamin, A. C., Augustin, I., Barbosa, J. L. V., and Geyer, C. F. R. (2002). Isam: a pervasive view in distributed mobile computing. In *net-Con '02: Proceedings of the IFIP TC6 / WG6.2 & WG6.7 Conference on Network Control and Engineering for QoS, Security and Mobility*, pages 431–436, Deventer, The Netherlands, The Netherlands. Kluwer, B.V.