

## INTEGRAÇÃO DAS ÁREAS COMPUTAÇÃO UBÍQUA, COMPUTAÇÃO CIENTE DE CONTEXTO E REALIDADE VIRTUAL PARA INTERPRETAÇÃO E REPRESENTAÇÃO VIRTUAL DE SITUAÇÕES FÍSICAS CAPTURADAS DO MUNDO REAL

Gislaine Cristina MICHELOTI\*

### RESUMO

A sociedade presencia atualmente o nascimento da revolução dos paradigmas de computação, que prometem efeitos profundos na interação com computadores, dispositivos, ambientes e outras pessoas. Estas novas tecnologias pressentem um mundo onde processadores embarcados, computadores, sensores e comunicação digital são artigos baratos que estão disponíveis em todos os lugares. Isto elimina barreiras de tempo e lugar disponibilizando serviços para os usuários em qualquer lugar a qualquer momento. Informações capturadas, por sensores, do mundo real podem ser interpretadas e visualizadas virtualmente em ambientes virtuais 3D que refletem o ambiente real. Neste sentido, o presente artigo apresenta as vantagens da intersecção entre as áreas de Computação Ubíqua, que auxiliam na captura de informações do ambiente real; a Computação Ciente de Contexto, que auxilia na interpretação e representação de situações a partir das informações capturadas; e a Realidade Virtual que auxilia a reprodução virtual das ações tomadas no ambiente real.

**PALAVRAS-CHAVE:** Computação Ubíqua. Computação Ciente de Contexto. Dispositivos Embarcados. Realidade Virtual.

### INTRODUÇÃO

A computação ubíqua promete uma proliferação de dispositivos embarcados especializados em tarefas específicas. Esses objetos podem ser uma casa, uma pessoa, uma sala de aula; e as informações capturadas podem ser: presença de pessoas no ambiente e sua posição geográfica, presença e localização de objetos, presença de sons, temperatura, pressão interna. Estes dispositivos estão presentes em todos os lugares: provendo novas funcionalidades, aumentando a produtividade de usuários e simplificando suas tarefas diárias. Uma das principais características da computação ubíqua é a invisibilidade que permite aos usuários perceberem as funcionalidades, mas não quais dispositivos provêm estas funcionalidades, Román (2000).

De acordo com Dey e Abowd (2000) a computação ciente de contexto tem o propósito de adquirir e utilizar informações de contexto capturadas de dispositivos computacionais, a fim de fornecer serviços que são apropriados para uma determinada pessoa, ambiente, tempo, eventos, etc. Por exemplo, pode-se determinar que um telefone celular nunca emita som durante uma reunião, caso o sistema possa reconhecer a localização do telefone e o horário da reunião. Informações de contexto são úteis quando se pode interpretá-las.

Inicialmente discutida por Schilit e Theimer (1994), a computação ciente de contexto foi definida como estudo de aplicações que se adaptam de acordo com a localização do usuário, grupo de pessoas, objetos próximos ao usuário e as mudanças ocorridas com esses objetos ao longo do tempo. A primeira informação contextual usada computacionalmente foi a localização espacial. Pesquisadores de dois grandes centros de

\* Docente da Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga. Mestre em Ciência da Computação. Docente do Centro Universitário Claretiano, Rua Dom Bosco, 466 – Bairro Castelo – 14300-000 - Batatais – SP, Brasil. gicristina@claretiano.edu.br.



pesquisa em computação, o *Olivetti Research Lab's*, com seu *Active Badge*, Want *et. al.* (1992), e o XEROX PARC, com seu PARCTab, Want *et. al.* (1995), foram os pioneiros no desenvolvimento de aplicações cientes de contexto baseado em localização, possibilitando a implementação de facilidades tais como transferências automáticas de chamadas telefônicas e atualizações automáticas de mapas com a localização de usuários em um escritório.

Atualmente a visualização de experiências capturadas do mundo físico, em tempo-real, por meio de sensores é, normalmente, disponibilizada na forma de hiperdocumentos ou dados multimídia sincronizados, conforme Cattelan (2003), o que caracteriza um grande avanço em termos tecnológicos. Todavia, quando as experiências do mundo real são muito complexas, em que ações têm que ser tomadas de forma rápida, a utilização de hiperdocumentos se torna limitada e a utilização de tecnologias que oferecem interface natural, mais próxima daquilo que o ser humano está acostumado a experimentar, podem oferecer um retorno mais rápido e preciso ao usuário. Uma tecnologia que vem de encontro a este ensejo é a Realidade Virtual.

A realidade virtual pode ser definida como uma interface mais natural e poderosa de interação homem-máquina, por permitir ao usuário imersão em um ambiente virtual<sup>1</sup> tridimensional gerado por computador, conforme proposto por Araújo (1996).

A integração de informação de contexto capturadas do ambiente físico com dados em tempo-real permite usuários visualizarem objetos e eventos que variam em tempo-real e projetarem tendências no futuro. A visualização virtual pode refletir as ações físicas tomadas por usuários no ambiente real, 3D altamente interativo e imersivo, a partir da interpretação das informações de contexto que foram capturadas pelos dispositivos computacionais, Krum *et. al.* (2001).

## 1. Evolução da Computação

O conceito de computação ubíqua foi introduzido em 1991 pelo pesquisador Mark Weiser (1991) que visualizou pessoas e ambientes acrescidos de recursos computacionais que forneceriam informações e serviços quando e onde as pessoas e os ambientes assim os desejassem.

Uma divisão sobre a evolução da computação, apresentada por Weiser e Brown (1996), mostra que em 1970 (era do *mainframe*) existiu o conceito de um único recurso computacional compartilhado para várias pessoas, enquanto que em 1980 (era do computador pessoal) um computador para cada pessoa. A partir da década de 90, houve uma proliferação de dispositivos variando em tamanho e formato, os avanços da computação distribuída e da computação móvel alavancaram para uma nova era, a da Computação Ubíqua, caracterizada pela disponibilidade de vários recursos computacionais para uma única pessoa em um ambiente. Essa afirmação foi confirmada mais tarde, em 2002, como apresentada por Lyytinen *et. al.* (2002) e descreve que a computação ubíqua amplia as capacidades do dispositivo para obter informações do ambiente que está incorporado onde o ambiente também é “inteligente” a ponto de detectar outros dispositivos computacionais que estão “entrando” nele. Esta dependência e interação entre ambiente e dispositivos, resulta em uma nova capacidade de computadores agirem inteligentemente dentro e fora dos ambientes em que nos movemos.

Villate (2002) propõe que num futuro próximo, os dispositivos que hoje nos cercam serão enriquecidos de

---

<sup>1</sup>Ambiente Virtual refere-se à modelagem tridimensional geométrica de objetos e a simulação em si, permitindo a interação do usuário.



novas facilidades de uso, pouca manutenção, serão leves e portáteis, e terão capacidades ilimitadas em termos de tamanho, poder de consumo e conectividade intermitente.

## 2. Computação Ciente de Contexto

A computação ciente de contexto integra atividades humanas e serviços computacionais no sentido de expandir e facilitar tais atividades, Dey (2000). Seres humanos naturalmente fornecem informações de contexto na sua forma própria de comunicação, seja por sinais de frustração, confusão, alegria ou outros quaisquer. Computadores não possuem a capacidade de sentir, perceber e utilizar esses sinais de maneira independente. Por isso, se fazem necessárias as informações de contexto.

Na literatura encontram-se muitas definições para contexto. Schilit e Theimer (1994) definem contexto como localização, identidade de pessoas e objetos próximos e mudanças nesses objetos. Em uma definição similar, Brown *et al.* (1997) definem contexto como localização e identidade de pessoas próximas do usuário, adicionando as informações de hora, período e temperatura do ambiente.

Dentre as definições existentes, a mais abrangente é a dada em Dey (2001), onde “*contexto é qualquer informação que possa ser utilizada para caracterizar a situação de uma entidade, onde uma entidade é uma pessoa, um lugar, ou um objeto considerado relevante para a interação entre um usuário e uma aplicação, incluindo o próprio usuário e a aplicação*”. Em ambientes de monitoramento de condições críticas, por exemplo, informação de contexto pode ser baseada em exemplos como localização e orientação do usuário, identificação das pessoas e objetos próximos ao usuário e temperatura.

Embora ainda não exista uma definição completa de contexto, Abowd e Mynatt (2000) descrevem como obter informações de contexto com base em cinco dimensões, as quais são chamadas de “cinco W’s”:

- *Who* (quem): Sistemas atuais focam suas interações na identidade de um usuário em particular, desconsiderando informações relativas a outros usuários presentes no ambiente. Entretanto, os seres humanos realizam suas atividades e recordam-se de fatos passados baseados na presença de outras pessoas. Deve-se, portanto, prover informações de contexto de todas as pessoas envolvidas em uma dada atividade assistida por computador;
- *Where* (onde): A noção de localização é a mais utilizada pelos sistemas cientes de contexto. Pesquisas na área de computação ubíqua exploram a utilização dessa informação contextual associada a outras dimensões, principalmente com a dimensão temporal (*when*) e com a dimensão de identificação (*who*), no sentido de prover novas funcionalidades às aplicações. Ainda, nessa dimensão é explorada a mobilidade dos usuários, os quais poderão estar utilizando dispositivos portáteis e interagir com ambientes suportados por computador, seguindo a tendência de computação ubíqua proposta por Weiser (1991). Em ambientes móveis, o contexto do usuário, como sua localização e pessoas e objetos que estão ao seu redor são dinâmicos, possibilitando numerosas situações diferentes para o usuário;
- *When* (quando): O contexto temporal tem sido utilizado para indexar um registro capturado ou para informar por quanto tempo um usuário esteve em um determinado local;
- *What* (o quê): Tem como função perceber e interpretar o que o usuário está fazendo. Alguns sistemas de propósito geral assumem a atividade do usuário em função do próprio projeto do sistema. No entanto, em



sistemas onde atividades variadas podem ser desenvolvidas, identificar o que um usuário está fazendo em um determinado momento pode ser uma tarefa complexa;

- *Why* (porquê): Mais complexo que perceber o que o usuário está fazendo é entender o porquê de sua ação. Obter informações de contexto que possam caracterizar o estado de uma pessoa é talvez o mais complexo desafio da computação ciente de contexto.

Devido à complexidade para a obtenção de informações relativas à dimensão *Why*, geralmente utiliza-se a combinação das quatro primeiras dimensões na definição das informações que irão compor essa importante dimensão. Geralmente, associa-se a dimensão *What* com uma sexta dimensão (*How*) para inferir informações sobre *Why*. Para domínios de aplicação específicos, como captura e acesso posterior, a dimensão *How* é importante e pode definir como os dados foram capturados e como eles podem ser acessados.

### **3. Realidade Virtual**

A Realidade Virtual - RV proporciona um nível mais refinado de interação homem máquina e pode ser caracterizada como uma junção de três idéias básicas: interação, navegação e imersão no ambiente tridimensional sintético, que é gerado pelo computador através de canais multisensoriais, tais como, visão, audição, tato, olfato e paladar, Araújo (1996). Isoladamente, essas idéias não são exclusivas de realidade virtual, mas aqui elas coexistem.

### **4. Integração das Áreas Computação Ubíqua, Computação Ciente de Contexto e Realidade Virtual**

A integração entre as áreas de Computação Ubíqua, que oferece a captura de informações do ambiente físico; a Computação Ciente de Contexto, que interpreta as informações capturadas do ambiente físico em situações que poderão ser representadas de diversas formas; e a Realidade Virtual, possibilita a representação de acontecimentos do mundo real em um ambiente altamente interativo e imersivo.

Aplicações deste tipo podem envolver serviços de referência, por exemplo: falar para o usuário onde e em quais direções estão localizados restaurantes, pontos de parada de ônibus, teatros; ou os serviços podem ser baseados na localização atual. Outras aplicações podem envolver anotações e atualizações de bases de dados sincronizadas por observações do mundo real feitas pelos usuários. Este tipo de observações pode incluir pontos de acesso impedidos, notificação de posições de objetos, locais onde poderiam ser inseridos novos objetos e então captura de imagens para ligar aos modelos e captura da localização dos objetos.

Há também aplicações colaborativas de visualização situacional, aos estudos da convergência entre realidade virtual e computação ubíqua, tem se dado o nome de Visualização Situacional, Krum *et. al.* (2001). Quando dois usuários investigam um edifício, por exemplo, e coordenam suas informações de forma que sejam complementadas. Outro exemplo pode envolver usuários móveis e sua localização física, e um terceiro usuário que acompanha a operação de outra localidade dá instruções direcionando os usuários móveis e enviando e recebendo informações relevantes (por exemplo, em situações de operações policiais em favelas), como ilustra a figura 1.

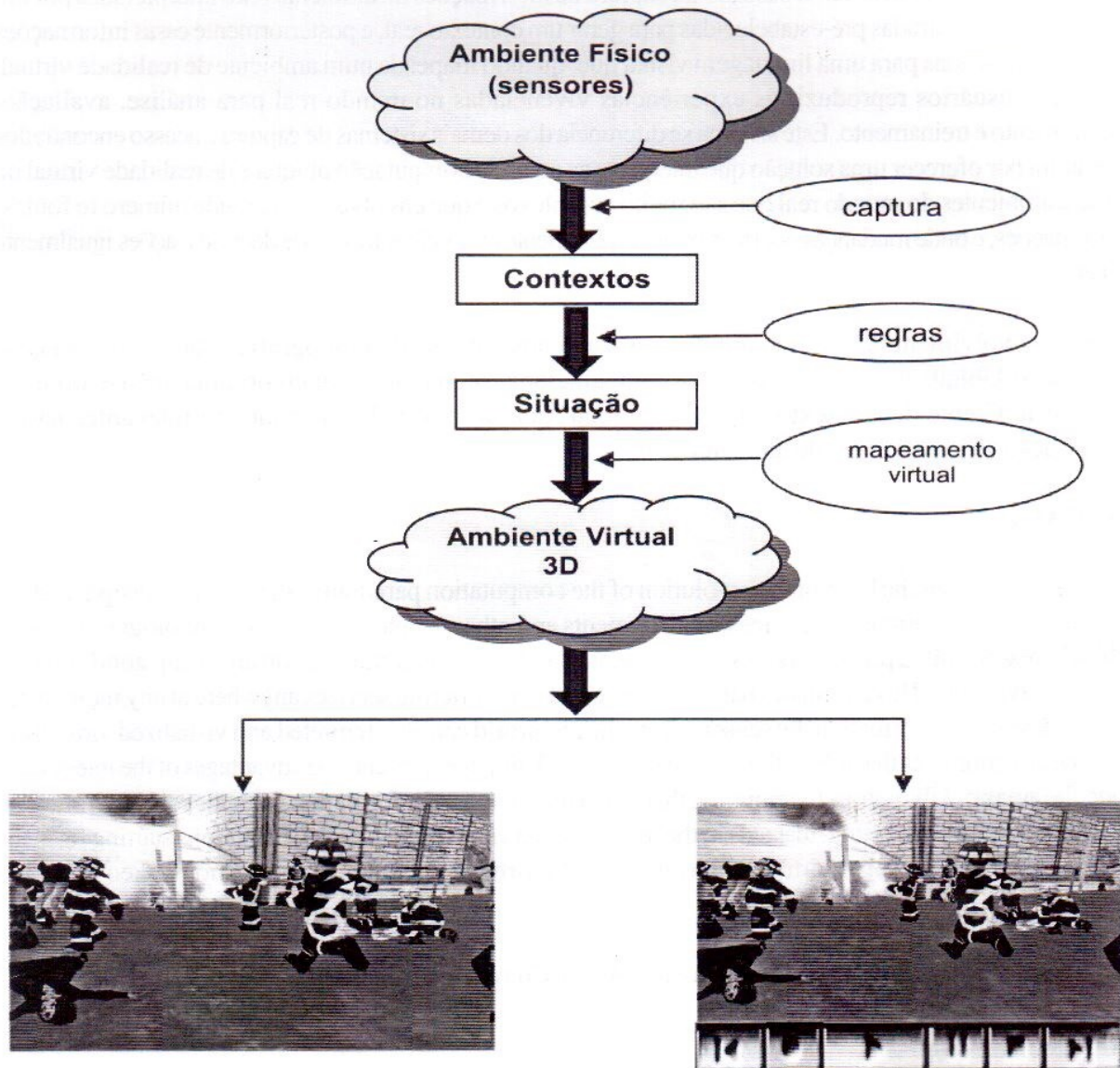


Figura 1 – Aplicação colaborativa de visualização situacional

Fonte: Micheloti (2003), adaptação

A integração entre as áreas de Computação Ubíqua, Ciência de Contexto e Realidade Virtual, possibilita um novo estilo de visualização, chamado visualização situacional, permite aos usuários aumentar a qualidade da visualização pela entrada de observações de seu interesse para o próprio usuário e para outros que podem estar trabalhando colaborativamente, uma vez que o ambiente de visualização pode ser altamente interativo e imersivo.

Aplicações podem prover um espaço rico de informações, Krum et. al. (2001), usadas para aumentar as capacidades dos usuários e dar maior ciência do mundo à sua volta.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo descreveu um sistema baseado na captura de informações do ambiente real, interpretadas por um sistema a partir de entradas pré-estabelecidas para gerar um contexto real, e posteriormente essas informações são então codificadas para uma linguagem visual que, quando mapeada num ambiente de realidade virtual, permite aos usuários reproduzir as experiências vivenciadas no mundo real para análise, avaliação, monitoramento e treinamento. Este sistema se diferencia dos demais sistemas de captura e acesso encontrados na literatura por oferecer uma solução que intersecta as áreas de computação ubíqua e de realidade virtual no suporte a ambientes do mundo real que são muito complexos e que envolvem um grande número (e fontes) de informações, e onde mudanças ocorrem muito rapidamente exigindo tomadas de decisão e ações igualmente rápidas.

Para o desenvolvimento deste trabalho foi realizada uma análise da bibliografia sobre tecnologias de Computação Ubíqua existentes e o poder computacional oferecido, bem como uma análise do tema Computação Ciente de Contexto e formas de identificação dos dados de contexto relevantes para a representação virtual de ações do ambiente real.

## ABSTRACT

The society witnesses the birth of the revolution of the computation paradigms, that promise deep effects in the interaction with computers, devices, environments and other people. These new technologies foresee a world where embedded processors, computers, sensor and digital communication are cheap goods that are every place available. This eliminates barriers of time and place offering services anywhere at any moment for the users. Captured information, by sensors, from the real world can be interpreted and visualized virtually in 3D virtual environments that reflect the real environment. This paper presents the advantages of the intersecção among the areas of Ubiquitous Computing, that aid in the capture of information from the real environment; the Context-Aware Computing, that aids in the interpretation and representation of situations starting from the captured information; and the Virtual Reality that aids the virtual reproduction of the actions taken in the real environment.

**KEYWORDS:** Ubiquitous Computing. Context Aware Computing. Embeded Devices. Virtual Reality.

## REFERÊNCIAS

- ABOWD, G.D., MYNATT, E. D. Charting Past, Present and Future Research in Ubiquitous Computing, ACM Transactions on Computer-Human Interaction, pp. 29-58, March 2000.
- ARAUJO, R.B. Especificação e Análise de um Sistema Distribuído de Realidade Virtual, Tese Doutorado, EPUSP, 1996.
- BROWN, P.J., BOVEY, J.D, CHEN, X. Context-aware applications: From the laboratory to the marketplace. IEEE Personal Communications, p.58-64. Outubro/1997.
- CAMPBELL, R., AL-MUHTADI, J., NALDURG, P., Sampemane, G., Mickunas, M.D. Towards Security and Privacy for Pervasive Computing, University of Illinois at Urbana Champaign, pp. 1-15, 2002.
- CATTELAN, R.G., ANDRADE, A.R., ROCHA, C.F.P. E PIMENTEL, M.G.C. (2003) "iClass: um Sistema para Captura e Acesso de Sessões em Ambiente Educacional". Revista Eletrônica de Iniciação Científica da SBC (REIC), 3 (1):19p.

- DEY, A.K., ABOWD, G.D. Towards a Better Understanding of Context and Context Awareness, In CHI 2000 Workshop on the What, Who, Where, When, and How of Context Awareness, April 2000.
- DEY, A.K. Understanding and Using Context. *Personal and Ubiquitous Computing*, p.4-7, 2001.
- KRUM, D., M., RIBARSKY, W., SHAW, C., D., HODGES, L., F., FAUST, N., Situational Visualization, *Communications of the ACM*, pp. 1-8, November 2001.
- LYYTINEN, K., YOO, Y. Issues and Challenges in Ubiquitous Computing, *Communications of the ACM*, Vol. 45, No. 12, pp. 62-65, December 2002.
- MICHELOTI, G. C., KUDO, T. N., PAZZI, R. W. N., ARAÚJO, R. B. Um Sistema de Captura e Acesso para Ambientes de Segurança Crítica, *Latin American Symposium on Dependable Computing*,
- ROMÁN, M., HESS, C.K., CAMPBELL, R.,H. Gaia: Enabling Active Spaces, *Science*, University of Illinois at Urbana Champaign, pp. 1-6, 2000.
- SCHILIT, B.N., THEIMER, M.M. Disseminating Active Map Information to Mobile Hosts, *IEEE Network*, September 1994.
- VILLATE, Y., ILLARRAMENDI, A, PITOURA, E. Keep Your Data Safe and Available While Roaming, *Mobile Networks and Applications*, pp. 315-329, 2002.
- WANT, R., HOPPER, A., FALCAO, V., GIBBONS, J. The active badge location system, *ACM Transactions on Information Systems*, vol. 10, pp. 91-102, January 1992.
- WANT, R., SCHILIT, B., ADAMS, N., GOLD, R., PETERSEN, K., GOLDBERG, D., ELLIS, J., WEISER, M. The ParcTab Ubiquitous Computing Experiment, Xerox Parc technical report, 1995.
- WEISER, M. The computer for the 21st century, *Scientific American*, vol. 265, no. 3, pp. 94-104, September 1991.
- WEISER, M., BROWN, J. The Coming Age of Calm Technology. Xerox PARC, Outubro/1996.