

UbiBus: Um Sistema de Informações Inteligentes para Transporte Público

Adriano de Oliveira Tito, Luana Martins dos Santos, Arley Ramalho Rodrigues Ristar, Miguel John Doherty, Patrícia Tedesco e Ana Carolina Salgado

Centro de Informática – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

50.733-970 – Recife – PE – Brasil

{aot, lms7, arrr2, mjd, pcart, acs}@cin.ufpe.br

Resumo - O tráfego nas grandes cidades brasileiras tem levado o transporte público a se tornar ineficiente dado o tempo gasto para se locomover de um ponto a outro. Isto é em parte causado pelo crescimento desenfreado do número de veículos nas ruas. Com a aproximação de grandes eventos esportivos como a Copa do Mundo em 2014 e os Jogos Olímpicos em 2016 é necessária uma alternativa que aumente a eficiência da locomoção das pessoas dentro das cidades, para melhor atender à população local e ao grande fluxo de turistas que se espera receber. Neste artigo apresentamos o UbiBus, um Sistema de Transporte Inteligente que faz uso de Informações Contextuais e Computação Ubíqua para melhor se adaptar as situações do trânsito e oferecer suporte aos usuários em qualquer lugar que eles se encontrem. A aplicação considera elementos dinâmicos como a mobilidade das pessoas e a ocorrência de mudanças no trânsito de determinada cidade, se adaptando também às necessidades do usuário.

Abstract - *Urban traffic in Brazilian large cities has made the public transportation system inefficient, due to long journey times. This is partly due to the increasing number of new vehicles on the streets. With the approach of great sports events, such as the 2014 FIFA World Cup and the 2016 Olympic Games, alternative solutions to provide better mobility in large cities is needed. Hence, in this article we present UbiBus, an Intelligent Transport System (ITS). This ITS makes use of Context information and Ubiquitous Computing to better adapt its services to the dynamic characteristics of traffic and offer online, just-in-time support to user wherever they are. The application takes in to consideration dynamic aspects (such as the mobility of people) as well as traffic events in order to better serve the user's needs.*

Palavras-chave - Sistema Inteligente de Transporte, Computação Ubíqua, Contexto, Ônibus.

1. Introdução

Nos próximos anos, em nosso país, serão realizados os dois maiores eventos esportivos do planeta: a Copa do Mundo de Futebol em 2014 e os Jogos Olímpicos em 2016. Um dos grandes desafios para os organizadores é melhorar os sistemas de transportes urbanos a fim de proporcionar um serviço de qualidade aos cidadãos locais e turistas em visita ao país.

Neste contexto os Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS, do inglês *Intelligent Transportation Systems*) têm por objetivo aplicar tecnologias para apoiar a infraestrutura e melhorar a qualidade dos sistemas de transporte (GÓMES et al., 2011). Uma das subáreas dos ITS são os chamados Sistemas de Transporte Público Avançado (APTS, do inglês *Advanced Public Transportation Systems*), que são voltados ao transporte público. Nesta categoria se inserem aplicações que tem por objetivo prover informações aos passageiros como, por exemplo, tempo de espera na parada e rotas de ônibus. Estas informações ajudam os usuários a definir seus trajetos e planejar melhor os deslocamentos (SUSSMAN, 2005).

Apesar de estar presente nos países desenvolvidos, esse tipo de sistema encontra maiores barreiras nos países em desenvolvimento, porque muitos deles ainda não possuem informações exclusivas sobre os ônibus, o que

resulta em problemas, por exemplo, para se estimar tempo de chegada nas paradas. Como muitas vezes não é possível determinar quanto tempo é necessário esperar um ônibus ou até mesmo descobrir qual o veículo indicado ao seu deslocamento, os passageiros perdem bastante tempo e acabam desistindo deste meio de transporte. Esta situação acaba tornando uma cidade menos atrativa para quem a visita, pois muitos turistas precisam usar o transporte público para se deslocar ao local dos jogos ou visitar pontos turísticos.

Neste artigo é apresentado um APTS ubíquo e sensível ao contexto, denominado UbiBus. Este procura auxiliar o usuário de ônibus oferecendo informações em tempo real, levando em consideração a mobilidade dos veículos e passageiros e os fatores dinâmicos que podem afetar o transporte. Os serviços fornecidos incluem recomendação de rotas, tempo estimado de chegada do transporte, dentre outros. Esses serviços poderão ser acessados de vários dispositivos como computador, celular e *displays* dentro dos ônibus e nas paradas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, apresentamos o referencial teórico, definindo e caracterizando os ITS, descrevendo Contexto Computacional, e apresentando conceitos sobre Computação Ubíqua.

2.1 Sistemas Inteligentes de Transportes - ITS

A sigla ITS surgiu nos Estados Unidos no final dos anos 80, por intermédio de um grupo que almejava proporcionar uma nova visão aos sistemas de transportes do país. Os congestionamentos, a segurança, o meio-ambiente e a produtividade foram os principais temas considerados por este grupo (SUSSMAN, 2005). Assim, o desejo de manter uma ascendente mobilidade urbana aliada a uma sustentabilidade ambiental e econômica fez surgir o conceito de sistemas de veículos e estradas inteligentes (IVHS, do inglês *Intelligent Vehicle-Highway Systems*), posteriormente conhecidos como ITS (ZAVERGIU, 1996 apud CALDAS, 2010).

Os ITS são ferramentas que integram informação, métodos de comunicação, e tecnologias a fim de subsidiar o sistema de transporte de determinada região, integrando pessoas, estradas e veículos (AN et al., 2011). Estes sistemas aumentam a eficiência, segurança e uso das vias das redes de transportes atuais. Um de seus principais objetivos é monitorar o tráfego para otimizar as viagens, evitando que os passageiros gastem um tempo demasiado no percurso.

Outros benefícios, relacionados ao meio ambiente, podem ser obtidos através da utilização de ITS, tais como diminuição de congestionamentos e dos índices de poluição do ar. Com a melhor fluidez do trânsito, as emissões de gases serão diminuídas, reduzindo os impactos ambientais (PILON, 2009).

De acordo os conceitos apresentados, percebe-se que a aplicação de tecnologias no transporte urbano por meio de sistemas ITS proporciona benefícios diretos e indiretos para os passageiros, para as empresas operadoras, para os organismos gestores e para a sociedade em geral.

2.2 Sistemas Sensíveis ao Contexto

Contexto computacional pode ser visto com um conjunto de condições e influências relevantes à aplicação e que tornam uma situação única e compreensível (BRÉZILLON, 1999). Os Sistemas Sensíveis ao Contexto são aplicações que se adaptam sem intervenção explícita do usuário, ou seja, levam em conta informações da situação onde o usuário está inserido para oferecer melhores serviços, aumentando assim sua usabilidade e efetividade (BALDAUF, 2007).

De acordo com (ZIMMERMANN et al., 2007), qualquer informação que descreva o contexto de determinada entidade faz parte de uma das seguintes categorias: individualidade, atividade, localização, tempo e relações. A categoria da individualidade engloba informações contextuais sobre a vinculação da entidade, desta forma podemos observar se a mesma é capaz de manipular outras entidades. Segundo (GROSS e SPECHT, 2001), o tempo é um aspecto vital para compreender o ser humano e classificar corretamente determinado contexto dado que muitas informações importantes para as aplicações estão na dimensão temporal, como por exemplo, aplicações dependentes

de fusos horários. A localização diz respeito à posição espacial de um determinado usuário ou dispositivo. Esta categoria ganhou importância com o crescimento da Computação Ubíqua. As informações contidas na categoria de atividade respondem a seguinte pergunta: “O que a aplicação quer alcançar e como?”, por exemplo, objetivos explícitos, tarefas e ações. A categoria de relações capta todas as relações que uma entidade pode estabelecer com outra entidade, como por exemplo, relações de vizinhança ou uso compartilhado de algum recurso (ZIMMERMANN et al., 2007).

Com o uso do contexto computacional diversos aplicativos inteligentes podem ser criados, capazes de se adaptar a determinada situação conforme o conjunto de informações contextuais válidas e suas interações (BALDAUF, 2007).

2.3 Computação Ubíqua

A Computação Ubíqua estuda o acesso ao ambiente computacional das pessoas, isto é, ao espaço do usuário, em qualquer lugar, a todo o tempo, com qualquer dispositivo. Isto proporciona um ambiente fortemente distribuído, heterogêneo, dinâmico, móvel, mutável e com intensa interação entre homem e máquina (AUGUSTIN et al., 2006).

As aplicações ubíquas necessitam se adaptar ao ambiente, compreendendo o contexto em que estão inseridas (MACIEL e ASSIS, 2004). Essa nova classe de sistemas computacionais, sensíveis ao contexto, abre perspectivas para o desenvolvimento de aplicações mais ricas, elaboradas e complexas, que exploram a natureza dinâmica e a mobilidade do usuário. Entretanto, o desenvolvimento de aplicações que se adaptem continuamente ao ambiente e permaneçam funcionando mesmo quando o indivíduo se movimentar ou trocar de dispositivo (COSTA et al., 2008), continua um desafio de pesquisa bastante explorado.

Devido ao grande avanço das Tecnologias da Informação e Comunicação – TIC, a Computação Ubíqua está cada vez mais presente em nossas atividades, dentre os fatores que contribuíram para este avanço, destaca-se o aumento do uso de *Smartphones* e *Tablets*, que conectados a internet de alta disponibilidade usando banda larga, *Wifi* e tecnologia 3G, proporcionam acesso à informação em qualquer lugar por meio de diferentes interfaces como: tela sensível ao toque e outras (KOMAR, 2009).

A ideia por trás da interação natural é que o computador forneça serviços, recursos ou informações sem que o usuário tenha que pensar sobre as regras de como usar o computador. Este terá também de ser capaz de compreender o suficiente a situação atual de um usuário para oferecer serviços relevantes para o contexto específico.

3. O SISTEMA UBIBUS

O UbiBus tem o objetivo de facilitar o dia a dia das pessoas que utilizam transporte público, oferecendo

acesso inteligente a informações de transporte público aos passageiros, em tempo real, baseado em informações dinâmicas de contexto relacionadas aos próprios meios de transporte.

A Figura 1 representa a arquitetura do sistema UbiBus. A *Camada de Dados* é a responsável pelo gerenciamento de informações como localização, velocidade, rota do ônibus, locais das paradas dos ônibus, localização dos passageiros, informações do fluxo do tráfego em tempo real, mapas e outras. As informações de congestionamento serão utilizadas para identificar obstruções no fluxo do tráfego e o seu nível (lento, moderado, congestionado).



Figura 1- Arquitetura do UbiBus .

A parte intermediária do sistema é composta por um *Middleware* que facilita a comunicação e coordenação entre os componentes de software distribuídos, tratando de modo transparente, as dificuldades e complexidades introduzidas pela comunicação sem fio e mobilidade.

O *Middleware* proposto é multiparadigma e extensível, pois tem de suportar um conjunto de paradigmas de comunicação, e pode ser adaptado e estendido para atender os diferentes tipos de aplicações (eg. *Mobile* e *Web*). Para otimizar o uso de recursos dos dispositivos móveis integrados ao projeto, o *Middleware* deve proporcionar o compartilhamento e reutilização de componentes de sua arquitetura. Esta será subdividida em três camadas: Camada de Comunicação, Camada de Aquisição e Camada de Processamento.

A *Camada de Comunicação* permite o acesso aos dados, assim como sua atualização em tempo real, pelos gestores, operadores, usuários e condutores. Os avanços e padronização das tecnologias de comunicação sem fio, tais como WiFi, Bluetooth, WiMAX, GPRS e 3G, permitem a comunicação de curto e de longo alcance, o que torna possível o desenvolvimento de aplicações para web, desktop, PDAs, celulares, terminais (e.g. nos pontos de ônibus) e quiosques (e.g. estações rodoviárias).

A *Camada de Aquisição* é responsável por reunir informações contextuais de diferentes fontes, encaminhando-as para a *Camada de Dados*. No UbiBus, as informações contextuais poderão ser adquiridas de fontes como redes sociais (e.g. *Twitter*), GPS, câmeras de monitoramento e outras. Tais informações podem ser dinâmicas (e.g. localização dos

ônibus) ou inferidas (e.g. presença e intensidade de congestionamento). Os usuários podem ainda utilizar o sistema *Web* ou dispositivo móvel para adicionar informações sobre seu contexto atual ou de contextos anteriores pelo qual tenham estado.

A *Camada de Processamento* tem por objetivo realizar o tratamento das informações de contexto adquiridas das diferentes fontes, visando transformá-las em informações úteis para as aplicações a serem desenvolvidas. Por exemplo, em relação à fonte de contexto GPS, a *Camada de Processamento* é responsável por receber arquivos com as localizações e velocidades dos ônibus a uma determinada frequência de tempo e processá-las de forma que sejam devidamente armazenadas na *Camada de Dados*.

A *Camada de Aplicações* conterá os diferentes tipos de aplicações desenvolvidas. Essas aplicações devem se ajustar a diferentes plataformas e dispositivos como *Web*, *desktop*, PDAs, celulares e *displays*. Algumas destas aplicações são descritas a seguir.

As *Aplicações Web* permitem uma fácil disseminação dos dados contextualizados relacionados com o trânsito. Uma aplicação *Web* do UbiBus deve prover: i) o horário de chegada de cada ônibus em cada parada; ii) a definição da melhor rota com base nas prioridades (custo, tempo, conforto) do usuário; iii) a intensidade de tráfego em cada rota ou região; iv) o histórico das viagens do usuário; v) o mapa com a intensidade de fluxo em diferentes regiões; vi) as linhas de ônibus que passam em determinada parada de ônibus; entre outros.

As *Aplicações Móveis* têm o grande benefício de serem portáteis e, com isso, o usuário pode tomar sua decisão sobre a rota a seguir de qualquer lugar, mesmo que não esteja na parada de ônibus ou em casa. Tais aplicações são similares às *Aplicações Web*, mas com a interface adaptada para dispositivos móveis e também a possibilidade de usar a posição georeferenciada do dispositivo para gerar mais informação contextualizada.

As *Aplicações dos Ônibus* são *displays* disponíveis dentro dos ônibus que fornecem informações sobre a situação atual deste. Passageiros podem, enquanto dentro do ônibus, visualizar informações sobre a viagem e tomar novas decisões devido a acontecimentos imprevistos. Algumas funcionalidades que podem estar disponíveis nessas aplicações são: i) estipular tempo de chegada do ônibus em cada parada na rota; ii) parada anterior e a seguinte; iii) O tráfego em cada trecho da rota; iv) e alertas para uma parada de ônibus, auxiliando as pessoas com deficiência cognitiva. As *Aplicações nos Pontos de Ônibus* devem fornecer informações para os passageiros que estão esperando pelo ônibus, tais como o tempo de chegada dos ônibus e a localização do veículo no mapa.

4. TRABALHOS RELACIONADOS

Há na literatura vários ITS que foram desenvolvidos com o propósito de auxiliar os usuários através do

provimento de informações, dentre os quais podemos citar:

A. OneBusAway¹: Um ITS open-source inicialmente desenvolvido na Universidade de Washington que utiliza informações contextuais como distância entre as paradas e localização geográfica dos ônibus para fornecer, em tempo real, informações aos usuários sobre: tempo de espera nas paradas, horários e rotas dos veículos. Este sistema é disponível para muitas interfaces entre elas Web, Mobile (Android, OIS e Microsoft) e SMS.

B. (HOAR, 2010): Apresenta um sistema de informações de trânsito baseado na Web que apresenta dados como: rotas, mapas, tempos de espera em paradas e localização de ônibus. A aplicação oferece ainda uma interface móvel onde o usuário pode colaborar com o sistema informando, em tempo real, se o veículo está cumprindo o horário anteriormente determinado. Tais dados são processados e permitem ao sistema ajustar informações que serão exibidas aos usuários.

Apesar das iniciativas mencionadas, obter informações dinâmicas do trânsito ainda é um desafio, uma vez que eventos inesperados, como engarrafamentos e acidentes podem acontecer. Nosso trabalho propõe a captura e processamento deste tipo de informação, a fim de prover informações mais realistas e adaptadas as reais necessidades dos usuários.

5. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

O projeto aqui proposto tem como principal contribuição a integração de métodos e técnicas de diversas áreas (Computação Ubíqua, *Middleware* e Contexto Computacional) para o desenvolvimento de uma solução computacional que, através de informações e recomendações personalizadas para os usuários, permite uma utilização mais eficiente dos serviços de transporte público urbano.

A solução proposta difere das outras existentes por ter seu foco principal voltado aos passageiros de transporte público e pelo uso de informações contextuais dinâmicas e diferentes dispositivos para suportar um uso ubíquo e sensível ao contexto.

Este trabalho apresentou a ideia geral do projeto, a arquitetura do sistema e a base teórica para o seu desenvolvimento. Atualmente estamos trabalhando nas especificações e desenvolvimento dos níveis indicados na arquitetura do UbiBus (Figura 1). Alguns resultados já foram obtidos como a aplicação “UbiBusRoute” descrita em (LIMA et al., 2012).

REFERÊNCIAS

AN, S.-H., LEE, B.-H. and SHIN, D.-R. “A Survey of Intelligent Transportation Systems” Communication Systems and Networks (CICSyN), 2011 Third International Conference, pp.332-337, 2011.

AUGUSTIN, I., YAMIN, A., SILVA, L., REAL, R., FRAINER G. and GEYER, C. “Isamadapt: abstractions and tools for designing general-purpose pervasive applications”. Software - Practice and Experience, 2006.

BALDAUF, M. “A survey on context-aware systems” V-Research, Industrial Research and Development, Stadtstrasse 33, 6850 Dornbirn, Austria 2007.

BRÉZILLON, P. “Context in Artificial Intelligence: IA Survey of the Literature”, Computer & Artificial Intelligence, v. 18, pp. 321-340, 1999.

CALDAS, L. R. “Desenvolvimento de Uma Solução Sensível ao Contexto Como Suporte a um Sistema de Transporte Público”. 89 f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Ciência da Computação) - Universidade Federal da Bahia. Salvador/BA, 2010.

COSTA, C. A., YAMIN, A. and GEYER, C. “Toward a general software infrastructure for ubiquitous computing”. IEEE Pervasive Computing, 7(1):64-73, 2008.

GÓMEZ, A., DIAZ, G. and BOUSETTA, K. “ITS Forecast: GIS Integration with Active Sensory System” In: Information Infrastructure Symposium, GIJS'09 Global, 2009.

GROSS, T. and SPECHT, M. “Awareness in Context-Aware Information Systems”. In: Oberquelle, Oppermann, pp. 173-182, 2001.

HOAR, R. “A Personalized Web Based Public Transit Information System with User Feedback”. In: 13th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, 2010.

PILON, J. A. “Sistema de Informação ao Usuário do Transporte Coletivo por Ônibus na Cidade de Vitória-ES”. 125 f. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Ponta Grossa/PR, 2009.

KOMAR, S. “Challenges for Ubiquitous computing”. In: 5th International Conference on Networking and Services, 2009.

MACIEL, R. e ASSIS, S. “*Middleware*: Uma solução para o desenvolvimento de aplicações distribuídas” In: CienteFico. Ano IV, v. I. Salvador, 2004.

SUSSMAN, J. “Perspectives on Intelligent Transportation Systems”. New York, USA: Springer, 2005.

ZIMMERMANN, A., LORENZ, A., OPPERMANN, R. “An Operational Definition of Context”, In: Proc. of the 6th International and Interdisciplinary Conference on Modeling and Using Context, pp. 558-571, Roskilde, Denmark, 2007.

LIMA, V., MAGALHÃES, F., TITO, A. O., SANTOS, R., RISTAR, A., SANTOS, L., VIEIRA V. e SALGADO, A. C. “UbiBusRoute: Um Sistema de Identificação e Sugestão de Rotas de Ônibus Baseado em Informações de Redes Sociais” In: Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação. 2012 (Aceito para Publicação).

¹ <http://www.onebusaway.org/>