

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/268435975>

Computação Móvel: Novas Oportunidades e Novos Desafios

COMPUTAÇÃO MÓVEL: NOVAS OPORTUNIDADES E NOVOS DESAFIOS

Article · September 2015

CITATIONS

4

READS

4,637

3 authors, including:

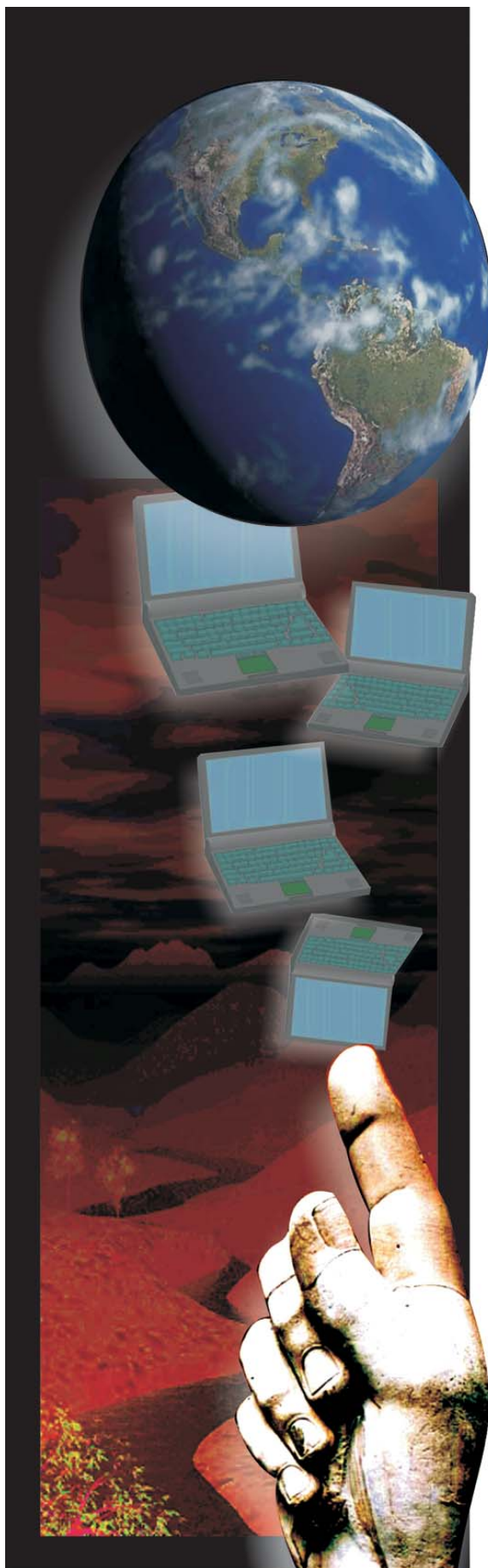


Eduardo Freire Nakamura

Federal University of Amazonas

106 PUBLICATIONS **1,691** CITATIONS

SEE PROFILE



COMPUTAÇÃO MÓVEL: NOVAS OPORTUNIDADES E NOVOS DESAFIOS

*Carlos Maurício Seródio Figueiredo**

*Eduardo Nakamura ***

INTRODUÇÃO

Dos anos 90 para cá, pudemos notar um grande crescimento no desenvolvimento de tecnologias para comunicação celular móvel, comunicação via satélite e redes locais sem fio. A popularização dessas tecnologias tem permitido o acesso a informações remotas onde quer que se esteja, abrindo um leque muito grande de facilidades, aplicações e serviços para os usuários.

Nota-se também, uma grande evolução e popularização de dispositivos computacionais móveis, tais como celulares, PDAs (Personal Digital Assistants) e laptops, que nos traz a estimativa de que em poucos anos milhares de pessoas espalhadas pelo mundo terão um desses tipos de dispositivos com a capacidade de comunicação com as redes fixas tradicionais e com outros computadores móveis. Esse ambiente propicia a criação do conceito de computação móvel.

Computação móvel pode ser representada como um novo paradigma computacional que permite que usuários desse ambiente tenham acesso a serviços independentemente de sua localização, podendo inclusive, estar em movimento. Mais tecnicamente, é um conceito que envolve processamento, mobilidade e comunicação sem fio. A idéia é ter acesso à informação em qualquer lugar e a qualquer momento.

Em [3], há a citação: “Computação móvel surge como uma quarta revolução na computação antecedida pelos grandes centros de processamento de dados da década de sessenta, o surgimento dos terminais nos anos setenta, e as redes de computadores na década de oitenta”. “Amplia o conceito tradicional de computação distribuída. Isso é possível graças à comunicação sem fio, o que elimina a necessidade do usuário manter-se conectado a uma infra-estrutura fixa e, em geral, estática”.

Este artigo tenta dar uma visão geral da área, caracterizando alguns tipos de dispositivos móveis existentes, mostrando alguns conceitos e tecnologias para infra-estrutura de computação móvel, relatando alguns problemas e desafios provenientes dos dois primeiros itens, especulando sobre novas possibilidades de desenvolvimento de aplicações e serviços, e apontando algumas pesquisas que mostram tendências no crescimento da área nos próximos anos.

DISPOSITIVOS PARA COMPUTAÇÃO MÓVEL

Devido à definição de computação móvel, um dispositivo para este fim deve ter a capacidade de realizar processamento, trocar informações via rede e ser capaz de ser transportado facilmente por seu usuário. Para isso, é importante que o dispositivo computacional tenha tamanho reduzido e não necessite de cabos para conectá-lo à rede de dados ou fonte de energia elétrica. Assim, equipamentos deste tipo devem ter as seguintes características: ser bem menor que as estações de trabalho que costumamos usar, geralmente manipulados no colo ou na palma das mãos; possuir uma bateria, para evitar a

necessidade de conexões à rede elétrica através de cabos que limitariam muito a mobilidade; e ter acesso a dados através de tecnologias de redes sem fio, pelo mesmo motivo anterior.

Alguns dispositivos têm sido usados para os fins da computação móvel, basicamente são laptops e palmtops, PDAs (Personal Digital Assistants) e celulares, e uma discussão sobre eles será apresentada a seguir:

Laptops e Palmtops

Laptops são computadores como os que costumamos usar como estações de trabalho (PCs – Personal Computers), porém, com dimensões bastante reduzidas, permitindo o seu transporte de um lugar para outro com certa comodidade e manipulação em praticamente qualquer lugar. Possuem capacidade de processamento, memória e armazenamento equiparáveis às de um PC comum. A forma de interação com o dispositivo também é bastante semelhante e confortável, pois dispõem de telas de cristal líquido (LCD), teclado e mouse, além de E/S (entrada e saída) padrão.

Apesar de ter capacidade e utilização comparadas à de um PC comum, um laptop ainda não é a melhor opção para uso ágil e em movimento, pois geralmente necessita que seu usuário pare em um lugar propício (com uma mesa ou apoio), tire-o de uma maleta ou case, inicialize-o (que pode ser um processo um pouco demorado), use-o e depois guarde-o. Além disso, esses aparelhos utilizam baterias um pouco grandes e com baixa autonomia (geralmente umas 3 horas de uso constante), o que faz com que o usuário necessite de acesso constante à rede elétrica para sua recarga.

Palmtops reduzem um pouco os problemas citados e são basicamente semelhantes aos laptops, porém, por possuírem dimensões ainda mais reduzidas, implicam em uma limitação maior na capacidade de processamento, memória, armazenamento, E/S e conforto no uso.

PDA's (Personal Digital Assistants)

São **handhelds** (dispositivos de mão) criados com o objetivo de serem organizadores pessoais. Seus usuários podem facilmente manter e consultar dados pessoais em qualquer lugar e a qualquer momento, pois os dispositivos têm tamanho bastante reduzido, cabem no bolso e podem ser operados na palma da mão. Informalmente, podemos interpretar esses dispositivos como sendo agendas eletrônicas evoluídas, onde há mais flexibilidade através da introdução da capacidade de processamento e programação, permitindo o desenvolvimento e uso de novos programas aplicativos, utilitários e entretenimento.

São computadores de mão, mas devido ao tamanho bastante reduzido, esses dispositivos possuem capacidade de processamento, memória, armazenamento e E/S restritos. Outro inconveniente é a falta de conforto em sua utilização, pois geralmente esses dispositivos não dispõem de teclado (quando possuem é bastante reduzido) ou mouse, na maioria deles a entrada de dados é feita através de uma caneta e um software de reconhecimento de escrita. A tela também é pequena (algumas poucas polegadas) e nem sempre possuem boa resolução e capacidade de cores.

O problema de energia também é limitante, pois esses dispositivos não possuem muito espaço para baterias. Geralmente são usadas pilhas ou pequenas baterias recarregáveis, mas como os dispositivos são bastante limitados e são construídos para que haja o menor consumo de energia possível, possibilitam autonomia de horas ou até dias.

Atualmente, os PDAs possuem capacidade razoável de processamento, E/S e comunicação em rede sem fio. Alguns agregam funções multimídia, com capacidade de reproduzir áudio, vídeo e tirar fotos; possuem interfaces de rede sem fio embutida, como 802.11 e **bluetooth** (essas tecnologias serão apresentadas posteriormente) ou possibilidade de se conectar cartões de expansão com essas funcionalidades ou capacidade de armazenamento adicional.

Telefones celulares

Originalmente, telefones celulares surgiram como dispositivos para conversação por voz, exclusivamente. Porém, com o avanço da tecnologia e a evolução das gerações da telefonia celular (ver Tabela 1), esses dispositivos adquiriram também capacidade de processamento e comunicação através da integração da rede celular com rede de dados, em especial a Internet.

Geração	1G	2G	2,xG	3G	4G
Características	<ul style="list-style-type: none"> - Transmissão de Dados Analógica (AMPS); - Taxas de 9600bps 	<ul style="list-style-type: none"> - Transmissão digital de dados (TDMA, CDMA e GSM); - Taxas de 9600bps a 14400bps; - Surgimento de aplicações WAP. 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilização de aplicações pré-3G. 	<ul style="list-style-type: none"> - Evolução CDMA e GSM; - Taxas de até 2Mbps; - Surgimento de aplicações multimídia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Elevação das taxas de transmissão de dados; - Tecnologias e aplicações ainda em discussão.

Tab. 1 – Gerações da telefonia celular.

As limitações e características dos telefones celulares atuais são semelhantes às dos PDAs, porém, a forma de interagir com o dispositivo é ainda mais restrita. Geralmente os celulares possuem telas de cristal líquido alfanuméricas com capacidade de umas quatro linhas de texto, o teclado é o numérico convencional e não há muitas possibilidades de expansão através de E/S. O que tem ocorrido é o surgimento de telefones celulares que têm incorporado funções de PDAs (ou vice-versa), o que possibilita o uso das funcionalidades deste último na infra-estrutura de comunicação da rede celular, além de permitir a conversa por voz em um único aparelho a ser usado. Esses dispositivos são chamados de SmartPhones.

INFRA - ESTRUTURA PARA COMPUTAÇÃO MÓVEL

Uma vez que dispomos de dispositivos computacionais móveis com capacidade de comunicação em rede, devemos manter uma infra-estrutura que permita a comunicação entre

dispositivos móveis e a rede fixa para troca de dados e acesso às informações desejadas. Está claro que toda a comunicação a ser realizada entre os dispositivos móveis deve se dar através de tecnologias de redes sem fio, porém, na maioria das vezes, existe uma estrutura fixa por trás que pode ou não utilizar comunicação sem fio. Essas redes são chamadas de infra-estruturadas, nelas a comunicação entre dispositivos móveis é provida pelos elementos fixos. No caso em que a rede não depende de uma infra-estrutura fixa, temos um tipo especial de rede chamada **Ad Hoc**, que será descrita posteriormente.

Redes Infra-Estruturadas

Basicamente, faz-se a divisão entre tecnologias de rede para infra-estrutura interna e externa, e há diferença entre elas devido ao tamanho da área de cobertura possível para a rede.

Infra-estrutura Interna – Limitada a

áreas de cobertura mais restritas. Geralmente permite a comunicação entre dispositivos móveis em um ambiente específico, como por exemplo, uma empresa, prédio ou fábrica. Alguns exemplos de tecnologias de rede sem fio para infra-estrutura interna são:

- **Redes Locais Sem Fio (WLAN – Wireless Local Area Network).** O padrão que vem sendo mais difundido é o IEEE 802.11 (Wi-Fi), para a formação de redes locais sem fio, e será melhor descrito posteriormente.
- **Infravermelho –** Mesma tecnologia adotada em controles remotos de eletrodomésticos. Possui baixa largura de banda e dificulta a comunicação com a existência de obstáculos, como uma parede, por exemplo.
- **Laser –** Permite comunicação com elevada largura de banda, porém, ela deve ocorrer com os dispositivos muito bem alinhados devido ao feixe extremamente direcional do laser.
- **HomeRF –** Especificação de um sistema de comunicação sem fio para o compartilhamento e troca de dados entre dispositivos de consumo, tais como PCs, periféricos, telefones e eletrodomésticos.

Infra-estrutura Externa – Tecnologias para este fim não se restringem a áreas muito pequenas. Aqui a cobertura pode estender-se a áreas metropolitanas (cidades) ou até globais (países ou mesmo todo o mundo). Alguns exemplos de tecnologias de rede para esse fim são:

- **Rádio-frequência –** Links de rádio podem ser formados entre estações

que desejam trocar dados. O alcance pode ser de quilômetros, porém, depende de visada direta, ou seja, sofre influência de barreiras (ex: prédios ou morros) ou da própria curvatura da terra.

- **Satélites –** Permite a comunicação a longas distâncias, uma vez que têm a capacidade de cobrir países e até continentes. Uma cadeia de satélites interligados torna possível cobrir todo o globo terrestre.
- **Redes celulares –** Infra-estrutura da telefonia celular. A área a ser coberta é dividida em células, e cada célula é atendida por uma estação rádio-base (ERB). Essas ERBs são interconectadas geralmente por fibras ópticas, formando uma rede fixa, e toda a comunicação entre dispositivos móveis passa por ela.
- **Aviões não tripulados e balões –** Alternativas às tecnologias anteriores. Um avião não tripulado equipado com uma antena pode sobrevoar uma cidade atuando como uma estação de rádio (ver projeto HALO). Ou então, balões a grandes altitudes podem atuar como satélites.

Na prática ocorre a combinação de várias tecnologias como as citadas anteriormente. Só para exemplificar, uma WLAN de uma filial de uma empresa pode estar conectada a WLAN da matriz através de um link de rádio. Ou ainda, uma rede celular de uma cidade pode estar interconectada à rede de outra cidade, não necessariamente do mesmo estado ou país, através de um link via satélite.

Redes Ad Hoc

Uma rede Ad Hoc é um tipo especial de rede que não depende de uma infra-estrutura fixa para a comunicação entre dispositivos móveis. Basicamente, a comunicação se dá ponto a ponto e esse tipo de rede traz grandes desafios devido à topologia altamente dinâmica da rede, pois todos os nodos podem estar em movimento e podem ter comunicação intermitente. Para ilustrar melhor essa situação, vamos fazer um comparativo entre redes celulares, exemplo típico de rede infra-estruturada, e redes Ad Hoc.

Em redes celulares há a disposição das ERBs de forma fixa e toda a comunicação entre os nodos móveis da rede deve ocorrer por intermédio das estações que cobrem a área onde estes estão localizados. Se um nodo se movimentar e entrar na área de cobertura de outra estação, ele passará a se comunicar através desta. Já em uma rede Ad Hoc, toda a comunicação ocorre diretamente entre os nodos, e se um nodo desejar se comunicar com um mais distante, ele usará os vizinhos para rotear as informações em um esquema multi-hop (onde os dados passam por diversos nodos até chegar ao destino).

Alguns exemplos de redes Ad Hoc são:

- PANs (Personal Area Networks) – Redes para a interconexão de dispositivos pessoais, como por exemplo, celulares, PDAs e periféricos.
- Redes de Sensores Sem Fio – Redes formadas por pequenos dispositivos computacionais com capacidade de sensoriamento, processamento e comunicação sem fio. Várias aplicações são vislumbradas para este tipo de rede, como aplicações militares e de monitoramento

ambiental onde nodos sensores espalhados em uma determinada região devem comunicar-se entre si para realizar alguma função colaborativa para coleta e processamento dos dados.

PRINCIPAIS TECNOLOGIAS DE REDES SEM FIO

A seguir serão apresentadas duas tecnologias promissoras de rede sem fio que têm sido empregadas em soluções de computação móvel e que representam grandes oportunidades para o desenvolvimento de novas soluções. Trata-se do padrão IEEE 802.11 (tipicamente para redes infra-estruturadas) e o padrão bluetooth (tipicamente para redes Ad Hoc).

IEEE 802.11 [16]

Também chamada de Wi-Fi, o IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) que padroniza as camadas física e de enlace para redes sem fio. O padrão IEEE 802.11 original prevê velocidades de operação de 1 e 2Mbps. A versão denominada IEEE 802.11b (High Rate), prevê velocidade de operação de até 11Mbps e versão 802.11g deve atingir 54 Mbps. O padrão provê mecanismo de autenticação e criptografia através do WEP (Wired Equivalent Privacy), porém, devido a problemas de segurança, já se estuda a adoção de uma nova versão chamada WPA (Wi-Fi Protected Access).

O padrão 802.11 é a tecnologia ideal para substituir infra-estrutura cabeada onde não for possível ou conveniente utilizá-la. Ex. Prédios históricos, teatros, chão de fábrica de indústrias e outros.

Bluetooth [15]

Sistema de telecomunicações de curto alcance (em torno de 10 metros) que permite a interconexão de dispositivos eletrônicos sem a utilização de cabos. Minúsculos rádios embutidos em chips, utilizando uma tecnologia chamada “transmissão por salto de frequência”, permitem uma comunicação confiável e à prova de interferências. Surgiu da necessidade de eliminação dos cabos de conexão entre os equipamentos. É regulamentado pelo “Bluetooth SIG” que é formado por empresas como 3Com, Ericsson, IBM, Intel, Lucent, Microsoft, Motorola, Nokia, Toshiba e mais de 2000 companhias associadas. Cada “equipamento Bluetooth” trará embutido um chip que nada mais é que um microrádio transceptor (“Bluetooth Radio”), operando na faixa de frequência de 2.4 GHz (gigahertz), na chamada banda ISM (Industrial, Scientific and Medical), disponível mundialmente. Opera no modo “full duplex” (recebe e transmite ao mesmo tempo), com taxas de transferência de até 1 Mb/s. Baixo consumo de energia (transmissões de 10 a 100mW). Criou o conceito de PAN (Personal Area Network).

Promete se tornar um dos padrões de mercado devido às novas possibilidades de aplicações que se pode ter nas mais diversas áreas, tais como empresariais, domésticas e sociais. Vários dispositivos têm sido fabricados com suporte a Bluetooth:

- PDAs;
- Celulares;
- Laptops;
- Periféricos diversos (Câmeras, projetores, visores, etc.);
- Previsão para eletrodomésticos diversos

(geladeiras, DVDs, fogões, televisores, etc.).

PRINCIPAIS PROBLEMAS E DESAFIOS

Em soluções de computação móvel, nos deparamos com vários problemas e desafios:

- **Características do Ambiente** – Redes sem fio possuem largura de banda limitada, elevadas taxas de erro de transmissão devido a interferências e a possibilidade de desconexões frequentes, seja por interferências ou por mobilidade.
- **Energia** - Devido à mobilidade, dispositivos móveis devem ter suas próprias fontes de energia. O problema é que as baterias existentes não são muito duráveis.
- **Interface com Dispositivos Móveis** – Dispositivos móveis geralmente têm telas pequenas, inexistência de teclados comuns ou mouse. As formas de interação com o dispositivo são diferentes e mais limitadas.
- **Capacidade dos Dispositivos Móveis** – Esses dispositivos possuem recursos restritos de processamento e memória.
- **Segurança** – Redes sem fio são mais sujeitas a ataques maliciosos. Como não há uma rede física, os dados são propagados pelo ar e podem ser interceptados facilmente se não houver um esquema de autenticação e criptografia.
- **Necessidade de Adaptação** – No desenvolvimento de soluções devem ser levadas em consideração:
 - Características físicas: Ambiente,

mobilidade, energia, limitação de recursos, dos dispositivos etc. Por exemplo, ao se desenvolver uma aplicação de m - commerce, deve ser considerada a desconexão do cliente no meio de uma transação devido à mobilidade ou problemas de comunicação. Ou ainda, no acesso a um *internet bank*, dependendo da energia disponível no dispositivo que está realizando a consulta, os dados de extrato podem ser enviados de forma mais completa ou sucinta.

- o Características pessoais, culturais e lógicas: Levar em consideração preferências pessoais, contextualizações, informações de localização, ambiente etc. Na maioria das vezes estamos lidando com dispositivos móveis pessoais para acesso a informações para uso pessoal, assim, soluções desenvolvidas devem lidar com as preferências de cada usuário individualmente, do ambiente ou localização onde ele se encontra. Por exemplo, no caso de uma situação de emergência, uma aplicação móvel pode prover informações sobre os hospitais mais próximos de onde o usuário se encontra.

- **Seamless Communication** – Para evitar limitação da cobertura da rede seria interessante que os dispositivos móveis fossem capazes de utilizar diferentes infra-estruturas de comunicação sem

que haja uma percepção dessa mudança. Esse é um desafio e atualmente não existe esse conceito na prática.

Nas soluções desenvolvidas para a computação móvel, um tratamento conjunto dos problemas e desafios apresentados anteriormente deve ser feito. Diante disso, vislumbra-se para essa área grandes oportunidades, tanto profissionais quanto acadêmicas, de forma que todos os aspectos de computação anteriormente existentes devam ser revistos. Por exemplo, desenvolvimento de novas arquiteturas de hardware que consumam pouca energia, desenvolvimento de arquiteturas de software que sejam flexíveis para fins de adaptação aos recursos limitados dos dispositivos móveis, novos conceitos e formas de interface com usuário, desenvolvimento de novas aplicações e serviços que explorem as possibilidades da computação móvel.

APLICAÇÕES E SERVIÇOS

Diante da possibilidade de acesso à informação em qualquer lugar e a qualquer momento, pode-se imaginar um leque enorme de possibilidades de novas aplicações e serviços para computação móvel. Na verdade, é aqui que se encontram as maiores oportunidades de desenvolvimento de novos produtos comerciais e que podem, além de tudo, impulsionar o crescimento da computação móvel e a evolução de tecnologias disponíveis para ela.

A seguir são exemplificadas algumas possibilidades de aplicações e serviços para áreas específicas que podem ser exploradas:

- **Aplicações Pessoais** - Ex: Organização

peçoal, acesso à informação, transferência de arquivos, Web, email, etc.

- **Aplicações Corporativas** - Ex: Acesso remoto a informações corporativas, apoio à tomada de decisão, vendas, distribuição, transportes, estoque, automação industrial, etc.
- **Aplicações Financeiras** - Ex: Transações eletrônicas, operações bancárias, etc.
- **Aplicações para Medicina** - Ex: Acesso a informações de pacientes, consulta a banco de dados de doenças, interação entre equipe médica, monitoração de informações clínicas de pacientes e outras.
- **Policiamento e Segurança** - Consulta de dados criminais de suspeitos, consulta de dados de roubos e furtos, informações de ocorrências, etc.
- **Aplicações Militares** - Ex: Coordenação de operações, treinamento e outras.
- **Serviços de Informação em geral** - Ex: Trânsito, tempo, eventos, etc.
- **Entretenimento** - Ex: Jogos pessoais e interativos.

Nas aplicações citadas, vale ressaltar a independência e flexibilidade do acesso às informações uma vez que podemos realizar essas atividades remotamente através de um dispositivo computacional como um PDA.

Na área de serviços, podemos citar duas grandes modalidades que podem representar a grande atração comercial para a área da computação móvel:

- **Serviços de Comércio Eletrônico Móvel (M-Commerce)** – Área bem

estudada para redes fixas, porém, para a computação móvel, possui novas questões a serem tratadas, como por exemplo: Modelagem da aplicação de M-Commerce levando em consideração características do ambiente de computação móvel tais como ambiente, energia, personalização, possibilidades de interrupções na comunicação, transações simplificadas, perfis de usuários etc. Um exemplo prático: Ao entrar em um shopping, um usuário pode receber em seu celular ou PDA todas as ofertas disponíveis dos produtos de seu interesse pessoal (perfil do usuário). A partir daí, depois de conferir o melhor produto e a melhor condição, ele pode realizar toda a transação eletronicamente, inclusive o pagamento da compra através de dinheiro eletrônico.

- **Serviços baseados na localização (LBS)** – Representa uma classe importante de serviços onde o resultado depende da localização do usuário. Obviamente, o sistema depende de informações de localização mantidas em uma base de dados. Possui muitas questões a serem resolvidas, tais como: técnicas de obtenção da localização do usuário conforme infra-estrutura de rede sem fio utilizada, ter uma base de dados georeferenciada e mecanismos de consulta. Exemplos de aplicações: Acesso a informações turísticas, consulta sobre serviços de transportes, serviços de emergência e de informação em geral.

DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES E SERVIÇOS

Existem muitos ambientes e ferramentas para o desenvolvimento de aplicação e serviços para computação móvel. Os principais segmentos onde eles se aplicam são: Celulares e PDAs.

Desenvolvimento para Celulares

Baseado em linguagens de marcação. Geralmente as aplicações são disponibilizadas em um servidor remoto, da operadora de telefonia ou na internet, e os celulares as acessam de forma semelhante a aplicações Web.

A tendência de aplicações desse tipo é o uso de XML (Extended Markup Language), linguagem de marcação extensível com ênfase de semântica nos dados.

O principal padrão existente é o WML (Wireless Markup language) e faz parte do padrão WAP (Wireless Application Protocol).

Algumas características:

- Baseada em XML;
- Utilização de Variáveis;
- Existência de eventos e tarefas;
- Vantagens: Adaptada e otimizada para ambiente sem fio (Ex. codificação binária);
- Desvantagens: Ainda restrita a celulares e possui recursos limitados.

Alguns outros padrões existentes são:

- HDML – HandHeld Markup Language, baseada no HTML;
- CHTML – Compact HTML;
- VoiceXML – Para aplicações baseadas em voz;
- XHTML Básico – Versão simplificada do XHTML.

Desenvolvimento para PDAs

Todos os fabricantes de PDAs disponibilizam seus SDKs (Software Development Kits) para o desenvolvimento de aplicações nativas, ou seja, próprias para o dispositivo em questão. Cada fabricante de PDAs também adota uma plataforma diferente. Os sistemas operacionais mais adotados são:

- PALM OS – Adotado pelos PDAs mais populares, como os da Sony e Palm;
- Windows CE – Adotado pelos chamados Pocket PCs, como o PDA iPaq da HP/Compaq
- Embedded Linux – Surge como possibilidade muito interessante tanto para PDAs quanto para SmartPhones devido à sua característica de ser aberto (software livre) e ajustável.

Além das ferramentas providas pelos fabricantes, existem outras desenvolvidas por terceiros. A tentativa é fornecer ambiente de desenvolvimento mais fácil e não muito específicas para dispositivos. Algumas delas são:

- Java 2 Micro Edition (J2ME) – Java para pequenos dispositivos (ver a seguir);
- OracleMobile – Ambiente para desenvolvimento de aplicações on-line;
- AVIDRapidTools – Pacote de classes Java. Adaptação de conteúdo para WML, Palm e outros;
- AnyDevice's GoAnyWhere Plataforma – Aplicações com formato proprietário SiteXML;
- Everypath Mobile Application Plataforma – Desenvolvimento com Java e XML;
- Waba e SuperWaba – Desenvolvimento Java para Palms e Pockets Pcs.

Alguns celulares que adquiriram capacidade de processamento e os SmartPhones (celulares com funções completas de PDAs) podem se enquadrar em ambos os esquemas de desenvolvimento descritos anteriormente.

Java 2 Micro Edition (J2ME)

No desenvolvimento de aplicações para PDAs, celulares ou outros dispositivos móveis encontramos dificuldades tais como: Variedade de plataformas, variedade de ferramentas e incompatibilidade entre dispositivos. Diante disso, uma solução muito interessante, e que tem se mostrado como sendo a grande tendência em ambiente de desenvolvimento para computação móvel, é a adoção do J2ME, que é a plataforma Java 2 para dispositivos móveis. Isso se deve à alta portabilidade das aplicações desenvolvidas nesse ambiente.

Algumas características do J2ME são:

- Modularidade e escalabilidade;
- Possibilidade de personalização;
- Possui um conjunto de tecnologias e ferramentas para o desenvolvimento de aplicação Java para os mais diversos dispositivos móveis.
- Facilidade de integração com outras soluções Java, como por exemplo, J2EE para aplicações corporativas e baseadas na Web.

Essas características são possíveis devido à arquitetura em três camadas do J2ME, que é composta de:

- Java Virtual Machine Layer - Máquina virtual Java;
- Configuration Layer - Bibliotecas mínimas para uma família de dispositivos

específica;

- Profile Layer - Interfaces de programação (API) para uma categoria de dispositivos específica.

TENDÊNCIAS E PERSPECTIVAS

Um termômetro que afere o aquecimento dessa área é uma pesquisa do Meta Group realizada nos Estados Unidos. O estudo mostra que, em 2003, as transações móveis e sem fio responderão por aproximadamente 20% de todo o volume de transações B2B e por 25% de todo o volume de negócios B2C.

Outra análise, desta vez do Gartner, revela que neste ano o mercado norte-americano alcançará a marca de 15 milhões de unidades de PDAs e, em 2004, saltará para cerca de 25 milhões.

Pesquisa realizada pelo Yankee Group apontou que as despesas mundiais com infraestrutura de redes sem fio vão chegar a 120 bilhões de dólares em 2004 e devem estabilizar a partir de 2006 em 114 bilhões de dólares. As tecnologias GSM, GPRS e WCDMA devem representar a maior parte dos gastos.

Algumas tecnologias foram consideradas “quentes” para 2002:

- Dispositivos com o chipset bluetooth;
- Tecnologia GSM (Global System for Mobile Communications) para aparelhos celulares;
- Aplicações SMS (short message service);
- Transmissão de dados em pacotes;
- Serviços baseados em localização do usuário;
- M-commerce;
- Integração com Internet.

Algumas delas percebemos que realmente se concretizaram, como por exemplo, o surgimento de vários dispositivos bluetooth, operadoras de telefonia celular com tecnologia GSM e GPRS com integração com Internet. Porém, a expansão dessas tecnologias e o surgimento de outras, como serviços baseados na localização do usuário e M-commerce, devem ser prorrogados para datas a partir de 2003.

Espera-se que as principais demandas para a computação móvel, onde podem ser encontradas grandes oportunidades acadêmicas e comerciais, sejam:

- Novas Aplicações e Serviços, inclusive alguns deles devem impulsionar as novas tecnologias para computação móvel;
- Evolução das tecnologias de comunicação sem fio;
- Expansão da infra-estrutura de comunicação sem fio;
- Integração das diversas tecnologias empregadas, principalmente, integração com a Internet.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A visão geral apresentada está longe de esgotar os assuntos relacionados à computação móvel. Também não foi feito um aprofundamento nos conceitos e tecnologias relacionadas pois estenderiam muito o artigo, e devem ficar para artigos complementares posteriores a este. Porém, esperamos que uma introdução à computação móvel tenha sido realizada dando uma boa compreensão do que é e como explorar essa nova área tecnológica promissora.

Vale destacar as oportunidades trazidas por esse novo paradigma, principalmente no

desenvolvimento de novas aplicações e serviços, pois em um país onde não há uma infra-estrutura adequada para o desenvolvimento de novos equipamentos e hardware, é o que nos resta para podermos empregar nossa criatividade em algo inovador.

Devemos estar atentos à explosão das tecnologias para computação móvel que deve acontecer nos próximos anos. Muitas oportunidades devem surgir, seja no desenvolvimento dessas tecnologias ou na utilização delas, tanto no setor comercial quanto no setor acadêmico.

REFERÊNCIAS

1. M.J. Feuerstein and T.S. Rappaport, editors. Wireless Personal Communications, Kluwer Academic Publishers, 1993.
2. U. Black. Mobile and Wireless Networks, Prentice-Hall, 1996.
3. Geraldo R. Mateus e Antonio A.F. Loureiro. Introdução a Computação Móvel. 11a Escola de Computação, Rio de Janeiro, RJ, 1998.
4. T. Imielinski and H.F. Korth. Mobile Computing. Kluwer Academic Publishers, 1996.
5. N.J. Muller. Wireless Data Networking, Artech House, 1995.
6. T.S. Rappaport. Wireless Communications: Principles and Practice, Prentice Hall PTR, 1996.
7. <http://www.mobilecomputing.com/> - Revista online.
8. <http://sites.uol.com.br/wirelessbr/> - Generalidades sobre wireless e telecomunicações.
9. <http://wireless.newsfactor.com/> - Artigos

- e notícias.
10. <http://www.networkcomputing.com.br/> - Revista online.
 11. <http://www.telecomnegocios.com.br/> - Revista online.
 12. <http://www.itweb.com.br/> - Revista online.
 13. <http://wireless.java.sun.com/> - Tecnologia Java para redes sem fio.
 14. HOMERF – Disponível em www.homerf.org.
 15. Bluetooth – Disponível em <http://www.bluetooth.org>.
 16. IEEE. Wireless Standards Zone. <http://standards.ieee.org/wireless>
 17. Brian Morrissey. 802.11 Takes Center Stage. June 7, 2002. <http://www.80211-planet.com/news/article.php/1355221>.

***Carlos Maurício Seródio Figueiredo** – Eng. Eletricista formado pela UFAM, M.Sc. em Ciência da Computação pela UFMG, trabalha na Fucapi como desenvolvedor de sistemas do Departamento de Desenvolvimento Tecnológico e professor de graduação e pós-graduação do CESF (Instituto de Ensino Superior Fucapi). Atualmente está realizando o doutorado em Ciência da Computação pela UFMG na área de computação móvel, mais especificamente, estudando algoritmos distribuídos para redes de sensores sem fio.

****Eduardo Freire Nakamura** – Eng. Eletricista formado pela UFAM, Mestre em Ciência da Computação pela UFMG, trabalha no Departamento de Desenvolvimento Tecnológico da Fucapi atuando também como professor de pós-graduação do CESF (Instituto de Ensino Superior Fucapi). Atualmente é aluno de

doutorado em Ciência da Computação na UFMG. Sua área de pesquisa é redes de sensores sem fio com particular interesse em arquiteturas e algoritmos distribuídos para gerenciamento e fusão de dados.