

2 Serviços Baseados em Localização

Serviços Baseados em Localização (SBL) podem ser definidos como quaisquer serviços com valor agregado oferecidos em um ambiente sem fio que exploram a informação de localização de um terminal móvel (Schiller & Voisard, 2004).

Sua origem data da década de 80, com a liberação do GPS (*Global Positioning System*), pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos, para uso civil. GPS é uma rede de satélites que informa a posição, em coordenadas geográficas, de um ponto qualquer da superfície terrestre. Com o uso do GPS, surgiram várias aplicações que usavam a informação de localização de um indivíduo para lhe prover serviços personalizados. Na década de 90, o desenvolvimento de SBL ganhou um impulso maior com as operadoras de telefonia celular, que usam uma tecnologia de localização baseada na rede ao invés do GPS. Apesar de sua precisão ser muito menor que a provida pelo GPS, o seu custo é uma fração deste.

Atualmente, o desenvolvimento e aperfeiçoamento de novas tecnologias de localização para uso *indoor* estão contribuindo ainda mais para o surgimento de aplicações que integram informação de localização com serviços. Além disso, empresas passaram a oferecer serviços altamente personalizados para seus usuários baseados não apenas em sua localização, mas também no seu perfil e outras informações de contexto, como, por exemplo, tempo/hora do dia.

Doravante, utilizaremos os termos *região*, *localidade*, *local* e *área* como sinônimos.

2.1. Tecnologias de apoio

Os Serviços Baseados em Localização surgiram da convergência de três tecnologias: computação móvel, redes sem fio e tecnologias de localização.

A miniaturização dos componentes eletrônicos permitiu o desenvolvimento de computadores que cabem na palma da mão. Esses computadores caracterizam-se por apresentar várias limitações quanto ao poder de processamento, capacidade de armazenamento, autonomia da bateria, tamanho da tela e meios de entrada de dados. Apesar de todos esses problemas, sua mobilidade e portabilidade superam suas desvantagens.

A união de dispositivos computacionais móveis em redes sem fio possibilitou o acesso à informação a qualquer hora e em qualquer lugar. As redes sem fio estão se tornando cada vez mais ubíquas devido à diminuição do seu custo. Algumas das mais populares são as WLANs (Bantz & Bauchot, 94), que funcionam de forma similar às LANs cabeadas.

As tecnologias de localização (ou posicionamento) informam a localização de um dispositivo móvel. Elas podem ser classificadas em duas categorias: as centradas na rede (*network centric*) e as centradas no dispositivo (*device centric*). Na primeira, a rede determina a localização e a informa de forma automática para o SBL. Por exemplo, em redes celulares é possível calcular a posição relativa do aparelho celular a uma estação-base. Outro exemplo dessa categoria são as tecnologias que inferem a localização baseada em sinais de radio-freqüência de pontos de acesso WLAN. Por outro lado, as centradas no dispositivo são aquelas em que o próprio aparelho, ou algum dispositivo atrelado a ele, informa a sua localização. Um exemplo clássico dessa categoria é o GPS.

Existem ainda outras formas de se obter a informação de localização:

- *Entrada manual*: o usuário encontra sua posição e informa manualmente ao serviço toda vez que ela mudar significativamente.
- *Entrada inferida*: é obtida de forma automática sendo baseada no perfil do usuário, como informações sobre sua localização em determinados horários, consultas à sua agenda de compromissos, etc. Por exemplo, das 8 às 12hs pode-se inferir que um indivíduo está no trabalho.
- *Informação em redes cabeadas*: é obtida através do endereço IP do computador, que é único em toda a rede. Usando um banco de dados que contenha a posição geográfica do computador com base em seu IP, o serviço pode prover essa informação de localização ao usuário.

O uso de uma determinada tecnologia de localização depende de uma série de fatores, como custo, precisão da informação de localização e o ambiente onde é utilizada. Por exemplo, aparelhos de GPS são mais precisos, mas seu uso é limitado a ambientes abertos e seu custo ainda é muito alto. Já a inferência de posição em redes locais sem fio (WLAN) tem um custo relativamente menor, mas funciona melhor em ambientes fechados. A precisão da informação de localização é uma característica importante, pois, quanto mais precisa esta for, menores poderão ser as regiões geográficas mapeadas para regiões simbólicas. Por exemplo, no caso de aplicativos que postam mensagens em regiões simbólicas, mais específicos podem ser o conteúdo das mensagens, além destas poderem ser mais direcionadas a um público-alvo (por ex., somente aos alunos que se encontram em um dos laboratórios e não a todos os presentes no quarto andar).

Uma outra tecnologia que vem se desenvolvendo rapidamente, principalmente devido à forte demanda comercial, e cujo custo vem decaindo, é a identificação por rádio frequência (*Radio Frequency Identification - RFID*) (Ni et al., 2004). Através de etiquetas RFID, praticamente qualquer objeto pode ser transformado em uma fonte “inteligente” de informação, que é capaz de enviar pelo meio sem fio informações sobre sua posição, em que estado se encontra e quais serviços oferece.

2.2. Conceitos gerais

Alguns conceitos comuns à área de SBL serão apresentados a seguir:

- **Modelos de Interação**

Existem dois modelos de interação do usuário com o SBL (Chen et al., 2003): iniciado pelo usuário ou modelo *pull*, e iniciado pelo serviço ou modelo *push*. No primeiro, o próprio usuário envia a requisição ao servidor e este responde com informação dependente da localização do usuário. Por exemplo, uma pessoa dirigindo um carro pode requisitar a localização do posto de gasolina mais próximo. Já no modelo *push*, o servidor envia a informação dependente de localização para o dispositivo do usuário de forma automática, que eventualmente é filtrada segundo as preferências definidas no perfil do usuário. Por exemplo, um

serviço de mensagens pode informar um motorista que mais a frente está havendo uma passeata, e sugerir uma rota alternativa. A grande desvantagem do modelo *push* é que este consome muitos recursos da rede com a atualização da posição dos dispositivos móveis. Além disso, o gerenciamento dos dados do perfil do usuário (verificar se aceita esse tipo de mensagem, armazenamento do histórico das mensagens para evitar duplicação, etc) torna-se mais complexo à medida que o número de usuários aumenta.

- **Regiões Simbólicas**

Uma região simbólica é a representação (mapeamento) de uma região geográfica em um SBL. Tais como no mundo físico, as regiões simbólicas têm relações entre si, por exemplo, um prédio é composto por várias salas. Daí surge o problema de como representar tais relacionamentos. Uma solução é usar uma hierarquia de áreas. Assim, todos os usuários que se encontrarem em uma subárea receberão todas as mensagens postadas nela e nas suas áreas superiores. Entretanto, isso pode trazer problemas de gerenciamento da grande quantidade de mensagens que as regiões-folha (as últimas da hierarquia) vão receber. Por outro lado, ao invés de usar uma estrutura hierárquica, poderia optar-se por uma plana, onde cada região teria um nome exclusivo. No entanto, essa estratégia traz também outros problemas. Sendo assim, os programadores das aplicações devem analisar e escolher qual estrutura melhor se adequa a seus serviços.

- **Posição X Localização**

É necessário distinguir os termos *posição* e *localização*. O primeiro está relacionado com as coordenadas geográficas de um ponto da superfície terrestre. Já o segundo, está relacionado à noção de região simbólica. Geralmente, as tecnologias de localização informam a *posição* de um dispositivo móvel. Para obter sua *localização* é necessário que haja um mapeamento dessas coordenadas físicas para uma região simbólica correspondente.

- **Perfis de usuários**

Perfis de usuários são entidades que armazenam atributos que representam informação completa sobre um usuário, tendo partes estáticas (como nome, idade, etc) e dinâmicas (como localização, status de alcançabilidade, etc). Além dos

atributos, podem ter regras que gerenciam os acessos, privilégios, privacidade e preferência dos usuários sob algum contexto. Uma importante parte do perfil são as listas de amigos (*buddy lists*), que servem para limitar o acesso às informações de um determinado usuário e para especificar os recipientes das mensagens.

Além das informações dos perfis dos usuários, outros tipos de dados comumente encontrados nas aplicações para SBL são os seguintes (Leung et al., 2003):

- *Informação geográfica estática*: é um tipo de informação que não se altera freqüentemente, tal como localização de pontes, estradas, prédios, etc.
- *Informação da posição de dispositivos móveis*: são as coordenadas físicas informadas pelas tecnologias de localização. É uma informação dinâmica que, dependendo da precisão da tecnologia, pode ser freqüentemente atualizada.
- *Conteúdo dinâmico*: este tipo de informação depende da aplicação, é dinâmica e muda freqüentemente, além de ser dependente da localização. Por exemplo, condições do tempo ou do tráfego em uma estrada.

2.3.

Aplicações para comunicação baseada em localização

Dentre os SBL, existe uma classe de aplicações, que chamamos de *Aplicações para Comunicação baseada em Localização (ACBL)*, cuja principal funcionalidade é prover mecanismos de comunicação entre usuários de dispositivos móveis.

Nas próximas seções, serão descritas duas ACBL que possuem funcionalidades de *chat* (*Nita* e *BuddySpace*), permitindo o envio de mensagens instantâneas (síncronas) entre grupos de usuários co-localizados (*Nita*) ou não (*BuddySpace*), e outras ACBLs que permitem postar mensagens/recados em locais pré-definidos (*Nita*, *Hanging Messages*, *GeoNotes*, *comMotion* e *Stick-e Notes*), de forma que todos os usuários que estejam ou passem por aquele local recebem tais mensagens, possibilitando assim uma forma de comunicação assíncrona.

2.3.1. NITA

Notes in the Air (Nita) (Gonçalves et al., 2004) é um aplicativo para comunicação baseada em localização. Esse aplicativo foi desenvolvido pelo Autor como parte de um projeto do *Laboratório de Colaboração Avançada (LAC¹)*, da PUC-Rio.

Nita utiliza a informação sobre a localização de usuários para permitir que estes enviem mensagens para um local específico e recebam mensagens que foram postadas nos lugares por onde passa. Esse aplicativo utilizou o *middleware MoCA* (Sacramento et al., 2004), uma plataforma de software que oferece APIs para comunicação síncrona e assíncrona, bem como um conjunto de componentes e serviços para a coleta e o acesso à informações de contexto dos dispositivos móveis. Dentre esses serviços, destaca-se o serviço de localização *LIS* (Rubinsztein et al., 2004), que infere a localização aproximada de dispositivos móveis equipados com uma interface de rede 802.11 a partir da intensidade dos sinais de radio frequência que o dispositivo percebe dos pontos de acesso em sua vizinhança.

O aplicativo *Nita* provê dois modos de comunicação baseada em localização: o síncrono e o assíncrono. No modo assíncrono, *Nita* é uma aplicação para postar mensagens em regiões simbólicas. Ou seja, qualquer usuário que esteja posicionado (ou entre) em uma região contendo mensagens as receberá. Portanto, regiões simbólicas poderão ser usadas como quadros de avisos virtuais. O remetente de uma mensagem pode escolher seu destino (uma região simbólica), os usuários autorizados a lerem a mensagem e o período de tempo que a mensagem ficará disponível para recebimento por novos usuários. Além disso, pode-se procurar por regiões simbólicas existentes (configuradas pelo administrador da aplicação) e quaisquer outros usuários visíveis em cada uma dessas regiões. Um usuário pode ainda ajustar seu status de visibilidade, escolher quais tipos de mensagens ele deseja receber e escolher entre ler imediatamente a mensagem ou salvá-la para leitura futura.

Já no modo síncrono, a cada região simbólica está associada uma sala de bate-papo associada a ela, possibilitando que os usuários enviem/recebam

¹ *Laboratory for Advanced Collaboration*, em inglês.

mensagens síncronas para/de pessoas na mesma localidade. Essa funcionalidade é interessante para regiões que contêm muitas pessoas, como, por exemplo, uma sala de conferência, onde usuários podem se comunicar sem incomodar o palestrante, ou em um bar, onde uma pessoa tímida quer primeiro interagir com outra pessoa por meio de um *chat* antes de conversar pessoalmente com ela. Além disso, o usuário não precisa necessariamente estar localizado na região alvo de suas mensagens. Quando executa o aplicativo *Nita* pela primeira vez, o usuário é automaticamente incluído na sua atual região simbólica e na sala de bate-papo correspondente. No entanto, também pode selecionar outra região simbólica para entrar em outras salas de bate-papo e assim se comunicar com amigos/colegas de outras localizações. Nesse caso, seu ícone aparece na interface gráfica dos demais usuários de uma forma diferente para que estes saibam que ele não está fisicamente presente naquela região. É também possível enviar mensagens para um usuário específico, como numa comunicação *peer-to-peer* convencional.

Salas de bate-papo podem ser criadas e associadas a regiões simbólicas ou a assuntos. Neste último caso, usuários podem encontrar-se e conversar sobre tópicos de seus interesses, não importando onde eles estejam. Neste caso, *Nita* pode ser usada como uma aplicação de bate-papo para usuários móveis em redes sem-fio.

2.3.2. Hanging Messages

Hanging Messages (Chang & Maes, 2001) é um serviço de mensagens assíncronas que permite que usuários especifiquem o local e o momento da entrega de uma mensagem.

O foco do trabalho, no entanto, é assegurar que tal serviço não sobrecarregue o usuário com uma enxurrada de mensagens que não são de seu interesse. Para isso, conta com um agente que reside no dispositivo móvel cliente e filtra as mensagens recebidas de acordo com a análise dos seus atributos e com as informações do perfil do usuário.

Hanging Messages fornece um conjunto de categorias de mensagens, organizadas de forma hierárquica por assunto, que pode ser estendido pelo usuário. Antes que o emissor envie uma mensagem, ele deve indicar a categoria à

qual esta pertence. Assim, o destinatário pode, por exemplo, definir no seu perfil que deseja receber somente mensagens da categoria “Promoções” que tenham “DVD” como subcategoria.

As mensagens de uma categoria podem ser classificadas também como ativas, passivas ou ignoradas. O usuário será alertado quando uma mensagem ativa for recebida no dispositivo móvel, enquanto que as passivas somente serão lidas se o usuário fizer explicitamente uma consulta à localidade. Já as mensagens ignoradas não são visualizadas pelo usuário, mas são armazenadas no dispositivo cliente para serem mostradas caso o usuário mude o perfil das mensagens que deseja receber. Por exemplo, quando um usuário estiver em reunião, ele pode estar interessado em manter ativas as mensagens da categoria *Pessoal*, subcategoria *Urgente*, mas que todas as demais sejam ignoradas. Quando a reunião terminar, ele pode modificar o seu perfil para que as mensagens de todas as categorias passem a estar ativas. Assim, as mensagens que antes eram ignoradas agora poderão ser visualizadas pelo usuário.

Através do *Hanging Messages*, os autores criam e enviam mensagens especificando o local e a hora em que estas ficam disponíveis. Os destinatários somente recebem as mensagens se estiverem naquela localidade durante o período de tempo especificado. Entretanto, nem todas as mensagens recebidas serão visualizadas, pois podem ser bloqueadas por seu agente de software de acordo com a sua classificação pelo usuário.

2.3.3. GeoNotes

GeoNotes (Espinoza et al., 2001) é um aplicativo que permite criar anotações digitais e postá-las em localidades. O projeto baseou-se em dois princípios:

- i) Qualquer usuário pode criar tantas anotações quanto quiser e postá-las em qualquer lugar; e
- ii) Todo o conteúdo é acessível a todos os usuários.

Esses princípios baseiam-se na visão de que se todos pudessem criar e ter acesso às anotações digitais sem restrições, um rico espaço de informação seria criado. Entretanto, como efeito colateral desse direito, cada um seria exposto a

uma sobrecarga de informações. Para resolver esse problema, julgou-se necessário criar ferramentas que permitissem navegar, filtrar e classificar as informações de acordo com os interesses dos usuários.

GeoNotes foi criado com o objetivo de lidar com esses problemas, permitindo que usuários criem, visualizem e pesquisem anotações de uma maneira simples e intuitiva. Como esse sistema promove uma “anarquia” na produção de anotações, estas possuem alguns atributos (como autor, data de criação, local em que foi postada, etc) que facilitam a estruturação do espaço de informação criado pelo *GeoNotes*.

Toda anotação possui uma assinatura digital do seu autor. Entretanto, como não há nenhuma forma de *login* no sistema, o autor pode escolher qualquer nome como assinatura, o que na prática torna possível o anonimato. Além disso, o sistema é completamente transparente, pois não há como o autor restringir a leitura das anotações que cria.

Para lidar com a precisão da tecnologia de informação utilizada (análise da intensidade de sinais 802.11 em WLAN), que geralmente é muito baixa, *GeoNotes* utiliza o conceito de rótulos de lugar (*place labels*). Estes provêem uma ligação semântica entre a mensagem e o local ao qual o autor deseja associar uma mensagem, local este que pode ser independente daquele definido pela tecnologia de localização. Assim, *place labels* são utilizadas para especificar mais precisamente a qual lugar ou objeto uma mensagem se refere. Por exemplo, apesar da tecnologia de localização indicar apenas que o usuário se encontra no laboratório de pós-graduação, o autor pode aumentar a acuracidade da informação de localização definindo que a nota está relacionada ao computador “Bandit”. Dessa forma, uma nota com o conteúdo “*Favor não desligar, pois estou executando um algoritmo*” e com uma *place label* “*Computador Bandit*” facilitaria o entendimento da mensagem.

GeoNotes permite que se façam comentários sobre as anotações postadas, sendo que cada uma possui um contador que indica a quantidade de pessoas que a leram. Além disso, o autor da anotação pode determinar se deseja receber uma notificação cada vez que for feito um comentário sobre uma de suas anotações.

Como os demais serviços, também aqui é possível navegar pelo espaço de informação e fazer consultas sobre as anotações de uma determinada região. *GeoNotes* permite ainda que os usuários criem e salvem tipos especiais de

pesquisa, chamadas de *queries* (consultas). Estas executam pesquisas continuamente enquanto os usuários se movem por diferentes localidades, e seus resultados podem ser acessados *a posteriori*.

2.3.4. comMotion

comMotion (Marmasse & Schmandt, 2000) é um sistema de comunicação baseado em localização que permite ao usuário enviar mensagens contendo lembretes, lista de afazeres ou notícias, para localidades onde essas informações poderão lhe ser úteis. Quando ele se locomover posteriormente para tais localidades, receberá as mensagens que postou. Além disso, o usuário pode visualizar a sua localização corrente em um mapa.

comMotion obtém a localização do usuário através de um aparelho de GPS conectado ao dispositivo móvel. O cliente da aplicação, que executa no dispositivo móvel, possui um agente de software que traduz as coordenadas fornecidas pelo GPS para localidades simbólicas. Possui também um módulo chamado de *message engine*, que permite ao usuário registrar-se no servidor da aplicação, executando na rede fixa, para receber notícias da Internet dependentes da sua localização corrente, como, por exemplo, condições de tráfego, boletins meteorológicos e etc. O cliente *comMotion* possui ainda um módulo chamado *query engine*, que permite consultar a localização de outros usuários. Entretanto, por questões de privacidade, apenas pessoas autorizadas pelo usuário têm acesso à sua informação de localização.

2.3.5. Stick-e Notes

Esse aplicativo (Pascoe & Ryan, 1998) é uma versão eletrônica dos conhecidos *Post-It* (pequenos papéis auto-colantes usados para lembrar a pessoa de determinada tarefa). *Stick-e Notes* permite que o usuário de um dispositivo móvel poste “notas virtuais” nos lugares onde passa. Posteriormente, quando passar novamente por aquele mesmo lugar, o usuário receberá essa nota. *Stick-e Notes* obtém a posição de um usuário móvel através de um aparelho de GPS conectado ao dispositivo móvel.

O conteúdo das notas pode ser texto ASCII, HTML e até mesmo ações. Essas ações, chamada pelos autores de *Stick-e actions*, são disparadas quando o usuário entrar numa região onde previamente postou a ação. Por exemplo, um usuário pode postar uma ação na sua sala de trabalho, a qual inicia um programa que conecta seu dispositivo móvel à rede sem-fio da empresa tão logo ele entre nesse recinto.

2.3.6. BuddySpace

BuddySpace (Vogiazou et al., 2003) é um programa de mensagens instantâneas que se diferencia dos outros encontrados no mercado (ICQ, MSN, Yahoo, etc) por informar também a localização geográfica dos usuários. *BuddySpace* foi desenvolvido como software livre² pela instituição de pesquisa britânica Knowledge Media Institute, da The Open University. Seu nome deriva da palavra ‘lista de amigos’ (*buddylist*) e da idéia de ‘espaço geográfico’ (*geographic space*). Isso porque, além das tradicionais listas de amigos encontradas nessa classe de aplicativos, permite também a visualização da localização de tais amigos em mapas.

BuddySpace foi criado sobre um protocolo de mensagens instantâneas chamado *Jabber* (<http://www.jabber.org>). *Jabber* é um conjunto de protocolos de *streaming* baseados em XML que permitem que duas entidades quaisquer na Internet troquem, em tempo real, mensagens, status de presença e outras informações estruturadas. Seu uso oferece ao *BuddySpace* suporte à comunicação e à percepção de presença (*presence awareness*, além de torná-lo interoperável com diversos outros programas de mensagens instantâneas conhecidos, como ICQ, MSN e Yahoo..

O objetivo dos desenvolvedores de *BuddySpace* era construir mais do que um simples programa de mensagens instantâneas. Através de estudos sobre a melhor maneira de caracterizar *presença* (grau de participação) e como facilitar seu gerenciamento e visualização, seu intuito era criar um aplicativo que

² Ver página da sua comunidade de desenvolvimento no endereço <http://buddyspace.sourceforge.net>

aumentasse o *gerenciamento e a percepção de presença* para auxiliar na colaboração e no ensino a distância.

Entre as principais funcionalidades do *BuddySpace*, destacam-se:

- i) gerenciamento de grupos;
- ii) transferência de arquivos;
- iii) *chat* individual e em grupo;
- iv) visualização da localização dos amigos em mapas; e
- v) compartilhamento de mapas e de planos (*plans*).

Planos são um meio que permite aos usuários guardar em um simples arquivo de texto informações sobre suas próximas atividades. Tais arquivos podem ser compartilhados com amigos ou grupo de trabalho.

BuddySpace utiliza mapas que provêem múltiplas visões da localização de um usuário. Essas visões têm granularidades que variam desde o país ou a região até o andar ou a sala onde se encontra o indivíduo. Os mapas são gerados por uma aplicação à parte, usando para isso um banco de dados com as coordenadas das localidades mapeadas. Para mapas mundiais ou regionais, os usuários podem informar o código de área (CEP) onde se encontram. Entretanto, para mapas locais, os usuários informam manualmente o nome da localização em que se encontram.

2.4. Frameworks para Serviços Baseados em Localização

A seguir, descrevemos dois frameworks para a instanciação de SBLs que foram propostos na literatura.

2.4.1. Framework Nimbus

O framework *Nimbus* (Roth, 2004) foi criado com o objetivo de apoiar o desenvolvimento de serviços baseados em localização. Ele provê uma interface para acesso às informações de localização, escondendo do desenvolvedor os mecanismos específicos usados para a obtenção da informação de localização. Com *Nimbus*, os usuários móveis podem trocar a tecnologia de localização utilizada em tempo de execução sem afetar o serviço baseado em localização.

Nimbus foi desenvolvido em três camadas. A primeira, chamada de camada base (*base layer*), provê serviços básicos relacionados com a tecnologia de localização. O framework pode utilizar tecnologias de localização arbitrárias, como sistemas de navegação por satélite, sistemas baseados na infra-estrutura de rede celular ou sistemas de posicionamento *indoor* (infravermelho, ultra-som, etc). Para alcançar essa flexibilidade, a tecnologia de localização é conectada ao sistema através de uma interface. É essa interface que possibilita que o framework troque de tecnologia de localização em tempo de execução. Nessa camada, encontram-se ainda o modelo da localidade (*location model*), que relaciona as localidades físicas com as simbólicas (chamadas de *localidades semânticas* pelos autores) e a *Location Server Infrastructure*, que guarda os dados de localização e provê serviços de acesso a esses dados.

A segunda camada, chamada de camada de serviços (*service layer*), provê serviços de localização de alto nível. O mais importante serviço é o *location resolution*, que permite a uma aplicação requisitar a localização corrente de um usuário móvel. Se mais de uma tecnologia de localização estiver acessível, o framework seleciona a tecnologia apropriada de acordo com os parâmetros especificados. Outro importante serviço dessa camada é o *semantic geocast*, que informa a aplicação quando uma certa localidade for alcançada pelo usuário.

Finalmente, a última camada, chamada de camada de aplicação (*application layer*), é composta pela aplicação. Um *middleware* de comunicação chamado *Network Kernel Framework* foi especialmente projetado para dispositivos móveis, como *handhelds*, e oferece primitivas de comunicação para acesso aos servidores *Nimbus*.

2.4.2. LSM

Location Services Module (LSM) (Agre et al., 2002) é uma arquitetura que facilita a construção de novos serviços baseados em localização provendo uma interface simples que esconde os detalhes da tecnologia de localização a ser utilizada. *LSM* é particionada em duas camadas: *Location Adaptation Layer (LAL)* e *Location Dependent Layer (LDL)*.

A primeira serve de interface entre a aplicação (serviço baseado em localização) e a arquitetura. *LAL* é responsável por entregar a informação de localização obtida de uma tecnologia de localização arbitrária em um formato padrão para a aplicação. Além disso, executa outras funções, tais como substituição de tecnologias de localização de forma transparente, fusão dos dados de posição de múltiplas fontes, cálculo das estimativas de erro de localização, dentre outras.

LDL, por sua vez, é dependente da tecnologia de localização a ser utilizada. Essa camada possui rotinas de conversão que escondem os detalhes dos *drivers* para os múltiplos dispositivos/sensores usados para a localização, tais como GPS, porta de infravermelho e etc, que estão conectados ao dispositivo móvel. Assim, as informações de localização obtidas desses aparelhos são convertidas e passadas para a *LAL* em um formato padrão.

2.5. Análise comparativa das aplicações

Os aplicativos descritos nas seções anteriores têm como característica comum o uso do contexto de localização para prover serviços de comunicação aos usuários de dispositivos móveis. Por outro lado, possuem diversas características que os diferenciam uns dos outros.

Todas as aplicações associam mensagens a localidades de forma a prover comunicação assíncrona, com exceção de *BuddySpace*, que apenas incorpora a informação de localização como forma de estimular a comunicação síncrona entre usuários da ferramenta. *Nita*, por sua vez, é o único que provê suporte a ambos os modos de comunicação. Grande parte dos aplicativos provê mecanismos para a comunicação entre usuários. Já *comMotion* e *Stick-e Notes* permitem o envio de mensagens para localidades apenas para uso pessoal, não havendo interação entre os usuários dessas aplicações.

Quanto às mensagens postadas nas localidades, *Nita* e *Hanging Messages* permitem que os usuários definam um tempo de validade para as mensagens, ao fim do qual elas são apagadas. Por outro lado, no *GeoNotes*, que tem como principal objetivo a criação de um rico espaço de informação compartilhado, as mensagens permanecem indefinidamente na localidade. Os artigos que descrevem

os aplicativos *comMotion* e *Stick-e Notes* não informam nada a respeito do período de existência das mensagens. No *BuddySpace*, essa questão não se aplica, pois todas as mensagens são síncronas.

A aquisição da informação de localização é feita de forma automática em todos os aplicativos, com exceção de *BuddySpace*, onde a localização é informada pelo usuário. No entanto, foram desenvolvidas algumas extensões dessa aplicação que utilizam tecnologias de localização para obter a localização de forma automática. Por exemplo, o *BuddySpaceLive*³, versão do *BuddySpace* desenvolvido no LAC/PUC-Rio, utiliza o serviço *LIS*, do *middleware MoCA*. Quanto à tecnologia de localização, todas as centradas no dispositivo usam GPS, enquanto que nas centradas na rede, a localização é inferida através da análise de sinais 802.11 de redes sem fio (WLAN).

Os protocolos utilizados para comunicação entre os clientes e o servidor da aplicação são a característica que mais diferencia os aplicativos. As aplicações usam desde protocolos orientados à conexão, como, por exemplo, TCP, SOAP ou *streaming XML*, além de protocolos específicos de redes celulares (CDPD⁴), bem como protocolos para comunicação baseada em eventos (*publish/subscribe*) (Eugster et al., 2003).

Nita, *comMotion* e *BuddySpace* provêem percepção de presença (*presence awareness*) dos usuários ativos (*online*), informando suas localizações correntes. *BuddySpace* distingue-se dos demais por permitir que essa informação seja visualizada em mapas. Para garantia da privacidade do usuário a ser localizado, todos os aplicativos exigem que este dê uma permissão prévia para que outros usuários conheçam a sua localização.

Em sua maioria, os serviços baseados em localização possuem uma arquitetura cliente/servidor. Geralmente, o servidor da aplicação é incumbido das tarefas mais complexas. Já o cliente é responsável pela visualização das informações e entrada de comandos, ou seja, serve apenas como uma interface para os serviços oferecidos. Dessa forma, normalmente tais serviços localizam-se no componente servidor. Isso se justifica pelo fato de os dispositivos móveis

³ Ver site <http://www.lac.inf.puc-rio.br/moca/applications/buddyspacelive/>.

⁴ *Cellular Digital Packet Data* é uma especificação para acesso sem fio, a partir de uma rede de telefonia celular, à Internet e a outras redes por comutação de pacotes.

terem diversas limitações quanto ao poder de processamento, capacidade de armazenamento e fonte de energia limitada pela bateria. Todavia, aplicações como o *comMotion* e o *Stick-e Notes* não seguem esse padrão e deixam a cargo do cliente da aplicação a execução das funcionalidades principais enquanto que o servidor se incumbem das acessórias. Uma explicação para isso é que essas aplicações não permitem que seus usuários interajam uns com os outros, não necessitando, portanto, de um componente central que sirva como intermediário na comunicação ou na descoberta mútua de usuários para a comunicação. Contribui para isso também o fato de usarem uma tecnologia de localização centrada no dispositivo (GPS).

A Tabela 1 resume as principais características das aplicações analisadas nesta seção.

	Nita	Hanging Messages	GeoNotes	comMotion	Stick-e Notes	BuddySpace
Tecnologia de Localização	WLAN	GPS	WLAN	GPS	GPS	Manual
Protocolo de Comunicação	Middleware Pub/Sub	Sockets TCP	SOAP	CDPD	(?)	Streaming XML(Jabber)
Modo de Comunicação	Síncrono/ Assíncrono	Assíncrono	Assíncrono	Assíncrono	Assíncrono	Síncrono
Componente com a lógica da aplicação	Servidor	Servidor	Servidor	Cliente	Cliente	Servidor
Interação entre usuários	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim
Mensagens com tempo de validade	Sim	Sim	Não	(?)	(?)	-
Associação de mensagens a localizações	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Percepção de presença	Sim	Não	Não	Sim	Não	Sim

Tabela 1 - Comparação de algumas ACBLs.

Os dois frameworks descritos na seção anterior têm como objetivo principal esconder os detalhes da tecnologia de localização a ser utilizada pelas aplicações

instanciadas a partir deles. Como o *Nimbus* e o *LSM*, grande parte dos frameworks para serviços baseados em localização encontrados na literatura concentra-se em um único aspecto. Dessa forma, eles aparentam ser muito mais um *serviço* do que um *framework* propriamente dito, pois normalmente este último deve prover uma infra-estrutura que satisfaça ou flexibilize vários aspectos de um domínio de aplicações, e não apenas um único.

Apesar das aplicações analisadas terem objetivos similares, as mesmas diferem com relação a diversos aspectos, tais como a tecnologia de localização, o protocolo de comunicação e forma de associar mensagens a localidades. Isso nos motivou a desenvolver uma infra-estrutura genérica que flexibilize tais aspectos, servindo de base para a criação de novas aplicações. No próximo capítulo, propomos uma infra-estrutura desse tipo, que chamamos de *FLoCS* (*Framework for Location-based Communication Services*).