

# **Localização, Mapas e Contexto: Um Framework para Desenvolvimento de Aplicações baseadas em Mapas Contextuais**

**Heitor Menezes de O. Pereira<sup>1</sup>, Ricardo C. Antunes da Rocha<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Instituto de Informática – Universidade Federal de Goiás (UFG)  
Caixa Postal 131 – 74.001-970 – Goiânia – GO – Brasil

{heitor, ricardo}@inf.ufg.br

**Abstract.** *Frameworks for developing applications based on maps are strongly coupled to proprietary maps base that are based on fixed semantic location, typically geographic location (latitude and longitude). In a scenario more flexible of computing context-sensitive, could have several providers of location that use different location semantics, and providers of maps that act in particular scopes. This article presents an framework architecture that allows the construction of components for application sensitive to location and based on maps, using diverse semantic of location and sources of maps.*

**Resumo.** *Frameworks para desenvolvimento de aplicações baseadas em mapas são fortemente acoplados a base de mapas proprietárias e que se baseiam em uma semântica fixa de localização, tipicamente localização geográfica (latitude e longitude). Em um cenário mais flexível de computação sensível ao contexto, poderia haver diversos provedores de localização, com semânticas de localização diversas, e provedores de mapas que atuassem em escopos particulares. Este artigo apresenta uma arquitetura de framework que permite a construção de componentes para aplicações sensíveis à localização e baseadas em mapas, que utilizem diversas semânticas de localização e fontes de mapas.*

## **1. Introdução**

A popularização dos serviços baseados em localização tem produzido uma série de aplicações de rastreamento, identificação de rotas, além de promover o uso de localização em aplicações de presença móvel e de redes sociais. De fato, há um interesse evidente no desenvolvimento de aplicações baseadas em mapas e sensíveis à localização e, na pesquisa em computação ubíqua, que faça um uso dos mecanismos de computação sensível ao contexto para torná-las flexíveis, dinâmicas e adaptativas [Endler et al. 2010].

Existem diversas empresas e instituições que disponibilizam bases de mapas, tais como NASA, Microsoft, Yahoo e Google [Vaccari et al. 2009]. Associado a cada um desses provedores, tipicamente existe um framework para desenvolvimento de aplicações que permitem consultar e integrar seus mapas a aplicações de propósito específico. O Google Maps<sup>1</sup> é um exemplo de framework, disponível em plataformas como Android, iPhone OS e navegadores web<sup>2</sup>. Esses frameworks são fortemente acoplados à uma única

---

<sup>1</sup><http://code.google.com/apis/maps/>

<sup>2</sup>Plataformas que executam javascript.

base de mapas e com uma semântica de localização bem definida, tipicamente coordenadas geoespaciais. Embora esses frameworks e sua semântica de localização sejam adequadas à aplicações de propósito geral, eles limitam a sua aplicação em cenários de escopo geográfico restrito. Por exemplo, diversos museus, como o British Museum, oferecem um mapa aos visitantes baseado em salas de visitação, organizadas por diferentes critérios. Uma aplicação, apenas no escopo de localização daquele museu, deve ser capaz de utilizar outro tipo de inferência de localização, onde as informações para determinar a localização de um determinado dispositivo são dadas a partir de pontos de referências próprios do mapa e seguindo uma semântica própria. Como os frameworks de propósito gerais não permitem tratar as especificidades de tais ambientes, aplicações sensíveis a localização precisam ser construídas do zero. Além disso, elas não são flexíveis por não permitirem interagir com outras fontes de mapa em um contexto mais amplo.

O objetivo deste trabalho é propor um framework para desenvolvimento de aplicações sensíveis a contexto na plataforma Android que permita carregar e exibir mapas de múltiplas bases de mapas e selecionados dinamicamente dependendo do contexto de localização. Esses mapas são chamados *mapas contextuais*. Cada instância do framework implementa a interação com um tipo de base de mapas específico, interpretação dos mapas obtidos através dela e renderizar o conteúdo na interface do usuário. O framework deve ser integrado a um middleware para computação sensível ao contexto, de maneira que a descobertas dos mapas e provedores existentes em uma localização é feita por notificações assíncronas do middleware, além do próprio tratamento de localização.

## 2. Aplicações baseadas em Mapas Contextuais

Tipicamente, as aplicações baseadas em localização fazem o uso de mapas providos por bases de mapas pré-determinadas, baseada em coordenadas geoespaciais (latitude, longitude, altitude). Embora a pesquisa em aplicações sensíveis à localização tenha produzido uma série de mecanismos alternativos de localização [Hightower and Borriello 2001] e necessários para uma série de aplicações, como *smart rooms* [Roman et al. 2002], a maioria dessas soluções ficou limitada a protótipos de pesquisa. Uma das razões é a dificuldade de integração de tais aplicações com as aplicações tradicionais de localização baseadas em localização geoespacial, levando em conta aspectos como uso de diferentes semânticas de localização, múltiplos provedores de localização e mapas (usando diferentes protocolos de comunicação) e com mapas em diferentes formatos (vetoriais, bitmapeados, formato proprietário) [Hjelm 2002]. Na prática, uma aplicação que precise lidar com diversos tipos de localização e seus correspondentes mapas, deve interagir independentemente com cada uma das fontes de mapas, interpretando as semânticas dos mapas e localização.

### 2.1. Mapas como Informação Contextual

Mapas contextuais são informações de contexto que definem como um espaço físico é interpretado em uma representação e interface gráfica, dado um contexto de uso [Baus et al. 2005]. Se comparadas a outras informações de contexto, mapas contextuais possuem características específicas:

- O parâmetro grau de detalhamento ou precisão do mapa altera a informação retornada para a aplicação.
- Há um forte acoplamento entre a interação com o usuário e a interação com a base de mapas, quando o usuário pode solicitar diretamente operações de navegação.

- Os mapas são informações tipicamente estáticas ou que mudam com pouca frequência. No entanto, mapas de eventos possuem tempo de vida limitado.
- Mapas são informações dependentes de localização e que variam de acordo com a semântica de localização adotada. Um mapa para uma mesma localidade muda se a semântica de localização preferida muda.
- Diferentes bases de mapas podem possuir diferentes formatos de mapas, incluindo formatos proprietários. Associado a cada um desses formatos, está um mecanismo de renderização do mapa em uma interface gráfica.
- Cada semântica de localização e de mapa pode prover suas próprias primitivas sobre localização, como existência, interseção, etc.
- Dois ou mais mapas precisam ser baseados em um sistema de referência comum para permitir uma transição suave entre eles.

Todas essas características são ortogonais aos requisitos de adaptação dinâmica de aplicações baseadas em mapas em dispositivos móveis [Endler et al. 2010]. Essas características expõem uma forte dependência entre a base de mapas e a estrutura (que afeta a renderização) dos respectivos mapas.

## 2.2. Cenário

Considere o seguinte cenário: um usuário está na UFG para participar do evento “Espaço das Profissões”, no qual várias salas da universidade são alocadas durante alguns dias para demonstrações dos cursos de graduação. Para chegar ao local do evento, o usuário fez uso da aplicação de localização, presente seu dispositivo móvel, que utiliza o serviço do Google Maps e com o qual estabeleceu uma rota mais curta da sua casa até a universidade.

O usuário deseja agora se localizar dentro do evento e descobrir as salas onde ocorrerão atividades do seu interesse. Para isso, o usuário utiliza a mesma aplicação de localização do seu dispositivo, localizando-o no evento de acordo com um mapa próprio da UFG e que agrega informações do evento na forma de pontos de referência no mapa. Por exemplo, o evento “Palestra sobre mercado de trabalho em Ciência da Computação” é indicado no mapa da UFG como um ponto de referência com anotações como, por exemplo (“palestra”, “10/10/2009”, “14:00 horas”). O usuário utiliza a aplicação para estabelecer um caminho para o local da atividade. Neste cenário, a aplicação deverá lidar com dois tipos de localização e dois tipos de mapas:

- mapas providos pela base do Google Maps na qual usuários e dispositivos são localizados a partir de localização georeferenciada provida, por exemplo, por um sensor de GPS.
- mapas providos pela própria universidade e dependentes do evento em questão. A localização do usuário é determinada a partir dos locais semânticos no qual o mapa é dividido, por exemplo, “Auditório do Instituto de Informática”.

A aplicação deverá ser capaz de trabalhar com mapas fornecidos por provedores de uma determinada região geográfica (no cenário, isso se aplica à universidade), que são sobrepostos aos mapas consolidados do Google Maps. Para manter uma equivalência de posicionamento entre os mapas e permitir uma transição suave entre eles, é necessário adoção de mecanismo de mapeamento de localização entre os mapas, que permitirá ao usuário mudar entre os mapas, sem perder a consistência na localização informada.

As funções básicas de interação com uma base de mapas dependem do protocolo definido pelo provedor de mapas. Por exemplo, ao fazer o *zoom* em um mapa, uma aplicação poderia requisitar ao provedor uma imagem ampliada, ou até mesmo uma nova imagem com mais detalhes e pontos de referência (POI - *points of interest*).

O cenário apresentado ilustra a necessidade de desenvolver aplicações que utilizem *mapas contextuais*, ou seja, mapas que representam um escopo físico limitado e possuem uma semântica própria de localização. Entretanto, frameworks para desenvolvimento de aplicações baseadas em mapas são fortemente acoplados a base de mapas e não podem ser estendidos para acesso a diversas bases de mapas.

Dessa maneira, este cenário sugere a necessidade de um framework para aplicações baseadas em mapas, que permita aos provedores de mapas oferecerem componentes que permitam a integração dos seus mapas em aplicações e a troca suave de uma base de mapas para outra. O framework deve ainda ser integrado com um middleware sensível ao contexto que permita o tratamento de mapas como contexto, disparar descoberta e carregamento de mapas contextuais, de acordo com a localização, assim como o controle da informação de localização.

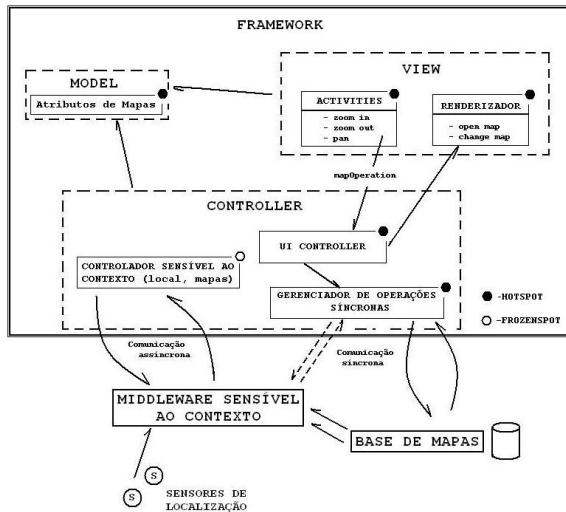
### **3. Framework de Desenvolvimento de Aplicações baseadas em Mapas Contextuais**

O objetivo do framework é permitir o desenvolvimento de aplicações baseadas em localização que façam o uso de mapas de diferentes provedores e com diferentes semânticas de localização, de acordo com o próprio contexto do usuário. A instanciação do framework proverá componentes para acesso a um provedor de mapas específico, incluindo a implementação do protocolo entre aplicação e base de mapas, interpretação e renderização de mapas. Dinamicamente, o framework selecionará os componentes que se aplicam aos mapas disponíveis no contexto atual, levando em conta localização ou de acordo com a preferência do usuário na utilização dos tipos de mapas.

Em certo contexto, mais de um provedor de mapas pode ser utilizado pela aplicação e, tanto aplicação como usuário, podem chavear de um mapa para outro ou querer estabelecer a correspondência entre eles. Para que isso seja possível, o projeto do framework adotou o sistema de coordenadas geoespaciais, baseada em (latitude, longitude) como referência comum entre os mapas. Dessa maneira é possível correlacionar mapas que correspondem a uma mesma região geográfica, por exemplo, mapas dos andares de um edifício, ou mapas de diferentes fontes, mas que representam a mesma região.

A Figura 1 mostra a arquitetura do framework implementado. Como sua funcionalidade incorpora tanto os mecanismos de comunicação entre aplicação e base de mapas, como de visualização dos mapas, o framework segue o padrão arquitetura MVC (Model-View-Controller) [Krasner and Pope 1988], com o intuito de separar as tarefas fundamentais de interação com o usuário, acesso aos dados, lógica de exibição entre outras tarefas necessárias para a criação de serviços baseados em mapas.

Os componentes de renderização e de interação com o usuário serão definidos no componente View. Tratando-se de operações com mapas algumas operações básicas são exigidas, tais como: navegação, *zoom in/out*. Para cada instância do Framework essas operações podem ser tratadas de formas diferentes. Por exemplo, a operação de *zoom in*



**Figura 1. Arquitetura do Framework**

pode ser implementada como uma alteração na escala da imagem, ou como uma nova requisição à Base de Mapas para obtenção de uma imagem mais detalhada.

No componente Controller são encontrados os elementos responsáveis pela comunicação com o middleware sensível ao contexto e com a Base de Mapas. A comunicação para obtenção das informações de mapas é definida por meio de um protocolo de comunicações síncronas para cada instância do Framework, identificado através do Gerenciador de Comunicação Síncrona.

O Controlador Sensível ao Contexto é responsável por interagir com o middleware sensível ao contexto, requisitando notificações assíncronas quando o contexto interfere no funcionamento da aplicação baseada em mapas. Há no mínimo duas informações contextuais: a localização e o mapa associado à localização. Do ponto de vista do funcionamento do framework, não há diferença entre obter a localização a partir de uma interação com a UI ou de uma notificação recebida por um middleware. Em um cenário estático, eventos de interface do usuário disparam a troca do mapa e/ou operações com a base de mapas. O controlador registra junto ao middleware o interesse em receber notificações de tipos de mapas para uma determinada localização. O framework utiliza as notificações para atualizar no componente View a interface que permite ao usuário selecionar entre os mapas para exibição. Portanto, uma requisição a novo mapa pode ser disparada de duas formas:

- *por interação do usuário* (eventos de UI): componente View atualiza na interface os tipos de mapas disponíveis para a localização coberta pela aplicação, e ele então pode selecionar qual tipo de mapa atende melhor aos seus requisitos. Neste caso, o middleware recebe o registro pelo interesse em todos os tipos de mapa que se aplicam a uma localidade.
- *programaticamente*: a aplicação baseada no framework recebe as notificações da existência ou alteração dos mapas existentes e decide exibir ou não um dos mapas disponíveis. A aplicação pode, por exemplo, se interessar apenas em um tipo de mapa e portanto, deve registrar no middleware um interesse que corresponda à sua necessidade. Neste caso, o framework deve permitir à aplicação alterar a regra de registro de interesse no middleware.

O código abaixo mostra um exemplo típico de registro de interesse no middleware sensível ao contexto, indicando que o framework deve ser notificado caso existam novos mapas (evento contextual MapEvent) em cuja área de localização se inclua a localização corrente (variável `currentLocation`). Esta primitiva segue uma sintaxe de descrição de interesse em contexto já adotada em [da Rocha 2009].

```
subscribe(MapEvent, "currentLocation in map.LocationArea");
```

Nesta interação podem ser realizadas comunicações síncronas ou assíncronas entre o controlador e o middleware sensível ao contexto. O controlador sensível ao contexto é o único *frozenspot*, isto é, o único elemento imutável presente em todas as instâncias do framework [Markiewicz and Lucena ].

#### 4. Conclusões e Próximos Passos

Este artigo apresentou a arquitetura de um framework para aplicação baseadas em mapas contextuais e heterogêneos, com o qual aplicações podem interagir com mapas de diversas fontes que se apliquem a um contexto de localização particular. No atual estágio da pesquisa, estamos implementando duas instâncias do framework: (i) baseada em um provedor de mapas estático, sem informação sobre precisão de mapas, e (ii) uma implementação do protocolo Google Maps. O próximo passo na pesquisa será implementar uma base de mapas que faça uso intensivo de localização simbólica, por meio da decomposição dos mapas da base estática em diversos sub-mapas. Este exemplo permitirá avaliar a incorporação de operações em localização simbólica, como vizinhança e interseção, na arquitetura provida. Outro aspecto que deverá ser explorado mais tarde, é a incorporação de OSGi na arquitetura para permitir o carregamento sob-demanda de instanciações do framework, de acordo com as fontes de mapas que se aplicam à localização do usuário.

#### Referências

- Baus, J., Cheverst, K., and Kray, C. (2005). A survey of map-based mobile guides.
- da Rocha, R. C. A. (2009). *Context Management for Distributed and Dynamic Context-Aware Computing*. PhD thesis, Departamento de Informática, PUC-RJ.
- Endler, M., Malcher, M., Aquino, J. F., Fonseca, H., and Valeriano, A. (2010). *Handbook of Research on Mobile Software Engineering: Design, Implementation and Emergent Applications*, chapter Developing Map-based and Location-aware Collaborative Applications for Mobile Users. IGI Global.
- Hightower, J. and Borriello, G. (2001). Location systems for ubiquitous computing. *Computer*, 34(8):57–66.
- Hjelm, J. (2002). *Creating Location Services for the Wireless Web*. Wiley.
- Krasner, G. E. and Pope, S. T. (1988). A description of the model-view-controller user interface paradigm in the smalltalk system. *Object-Oriented-Programming*, 1:26–49.
- Markiewicz, M. E. and Lucena, C. J. Object oriented framework development.
- Roman, M., Hess, C., Cerqueira, R., Ranganathan, A., Campbell, R., and Nahrstedt, K. (2002). A middleware infrastructure for active spaces. *Pervasive Computing, IEEE*.
- Vaccari, L., Shvaiko, P., and Marchese, M. (2009). A geo-service semantic integration in spatial data infrastructures. *Spatial Data Infrastructures Research*, 4:24–51.