

# Biblioteca para comunicação ciente de localização geográfica entre dispositivos móveis

Renato A. Santos & Tonny C. Cordeiro

ravila.santos@gmail.com

costa.tonny@gmail.com



Departamento de  
Ciência da Computação  
IME – USP



# • Introdução

O GPS e a bússola digital são tecnologias que, embarcadas em dispositivos móveis, estão em crescente utilização.

**São raras as aplicações que permitem que um dispositivo envie uma mensagem a outro pelo simples fato de estar “apontando” para ele.**

O desenvolvimento de uma biblioteca pode, se bem sucedido, ser um agente motivador para criação de aplicativos com esse perfil por diversos programadores



# • Objetivos

- Permitir a comunicação entre dispositivos móveis baseada unicamente em referências geográficas, através de uma rede que dispense a utilização de um servidor externo.
- Criar a biblioteca *GeoCommunication* para facilitar o desenvolvimento de aplicações que utilizem as funcionalidades descritas no item anterior.



# Objetivos

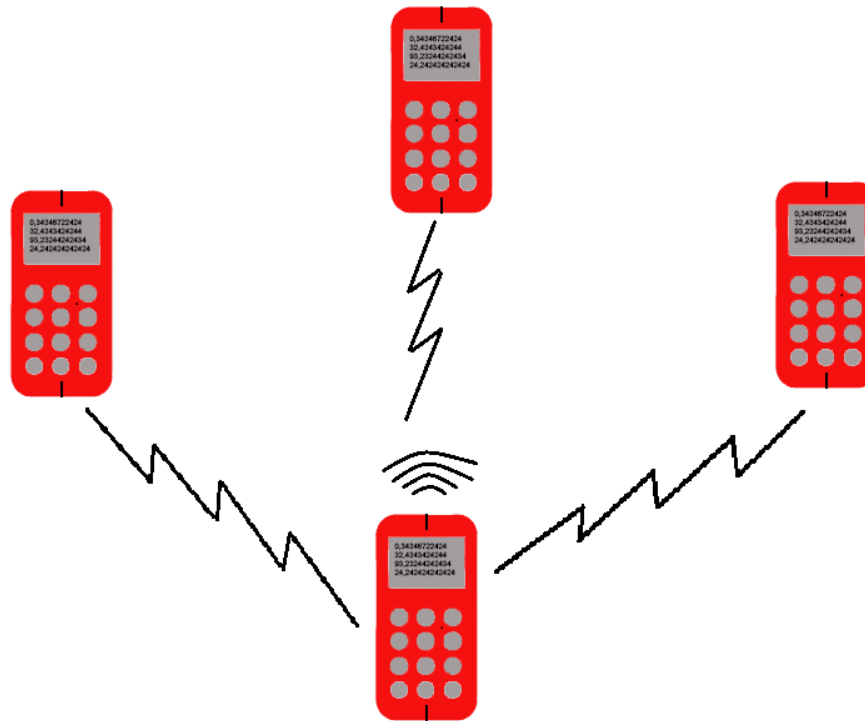
## Como alcançá-los?

- Estudar o funcionamento dos sensores de orientação do Android
- Estudar o funcionamento do GPS no Android
- Estudar como criar e acessar uma rede *wireless* no Android
- Padronizar a comunicação entre as aplicações



# • Rede no Android

Para realizar a comunicação entre os dispositivos foi criada uma rede local (WLAN - *Wireless Local Area Network*) entre os celulares, sendo um deles o **ponto de acesso**.



**Ponto de Acesso**

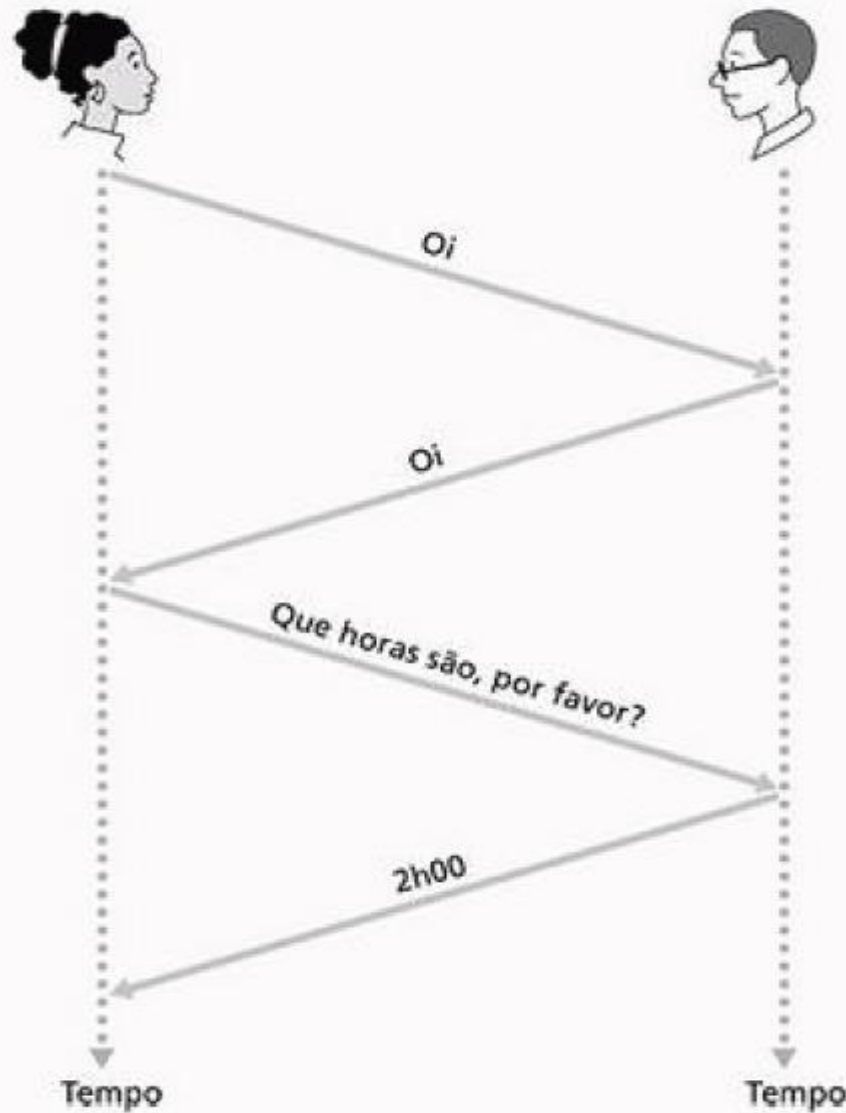
# • Rede no Android

## Por que ponto de acesso? •

- Diversos dispositivos Android possuem tal funcionalidade
- Não há necessidade de usar nenhuma infraestrutura externa
- Dificuldade de criar uma rede ad-hoc



# • Protocolo de Aplicação



# • Protocolo de Aplicação

## Sintaxe •

**ARV** [dados da aplicação]

Informar a presença de um novo dispositivo na rede

**ARVA** [dados da aplicação]

Responder a uma mensagem do tipo ARV

**IPMSG** [IP de destino] [dados da aplicação]

Envio de mensagem baseado no endereço IP

**GEOMSG** [latitude origem] [longitude origem] [*azimuth* origem]  
[dados da aplicação]

Envio de mensagem baseado em coordenadas geográficas e orientação





# • Global Positioning System

- Obtenção de latitude e longitude
- Há 6 satélites visíveis em qualquer lugar da Terra

“Posição + relógio” do GPS



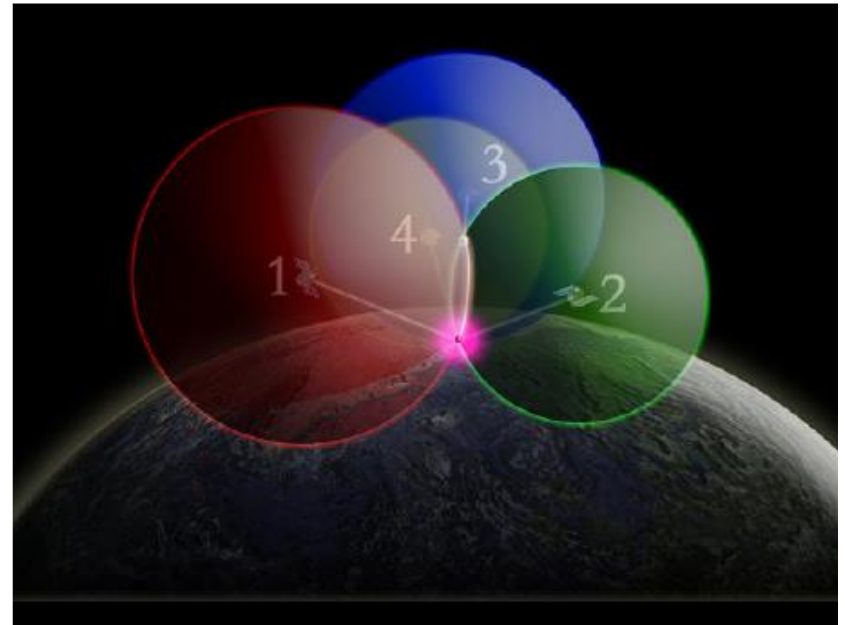
$\Delta t$  de transmissão da msg



$\Delta S$  do receptor ao GPS



Algoritmo de Trilateração  $\Rightarrow$

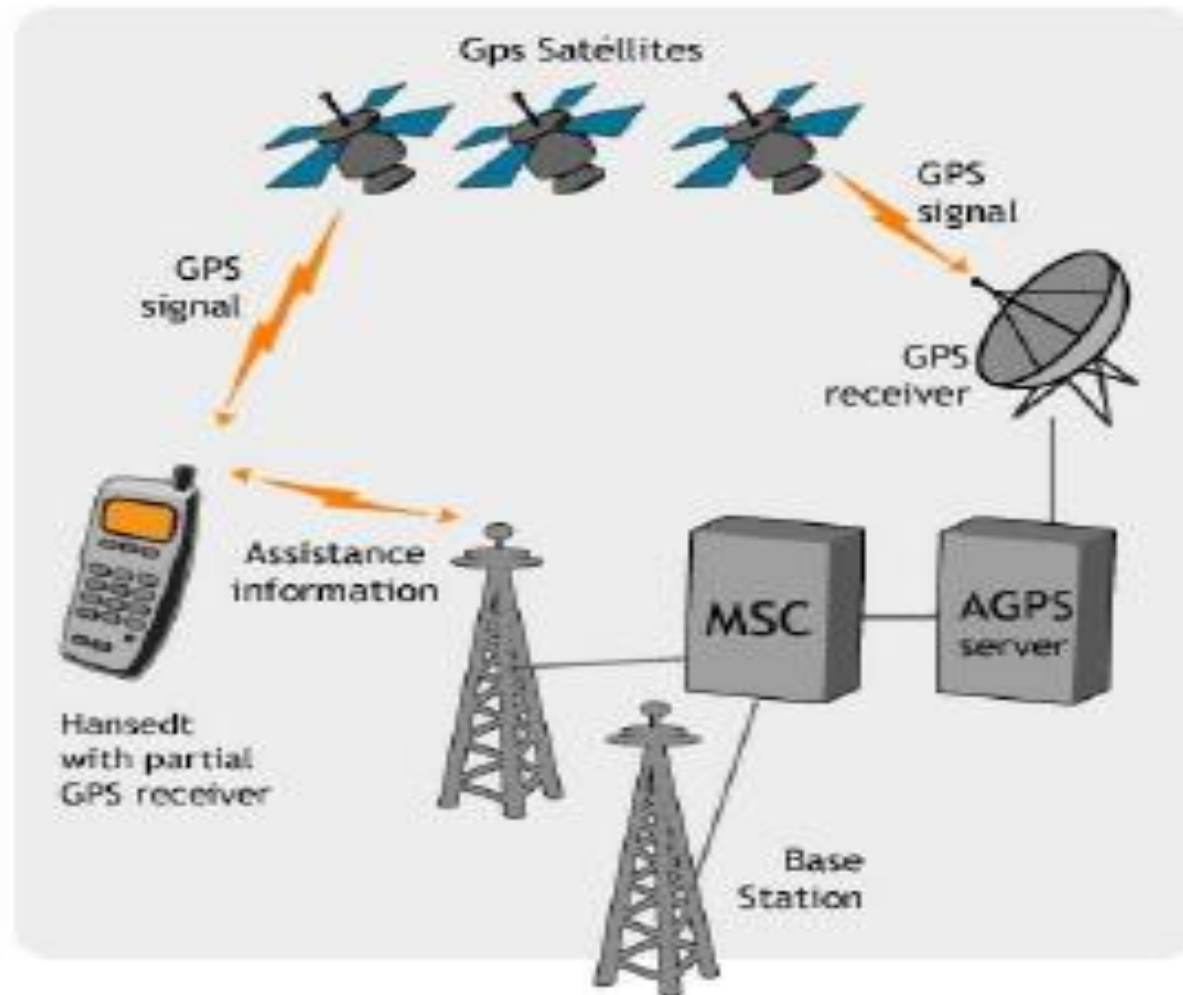


Fonte:

<http://www.lib.virginia.edu/scholarslab/resources/class/intro2GIS/introToGPS.pdf>



# Assisted GPS



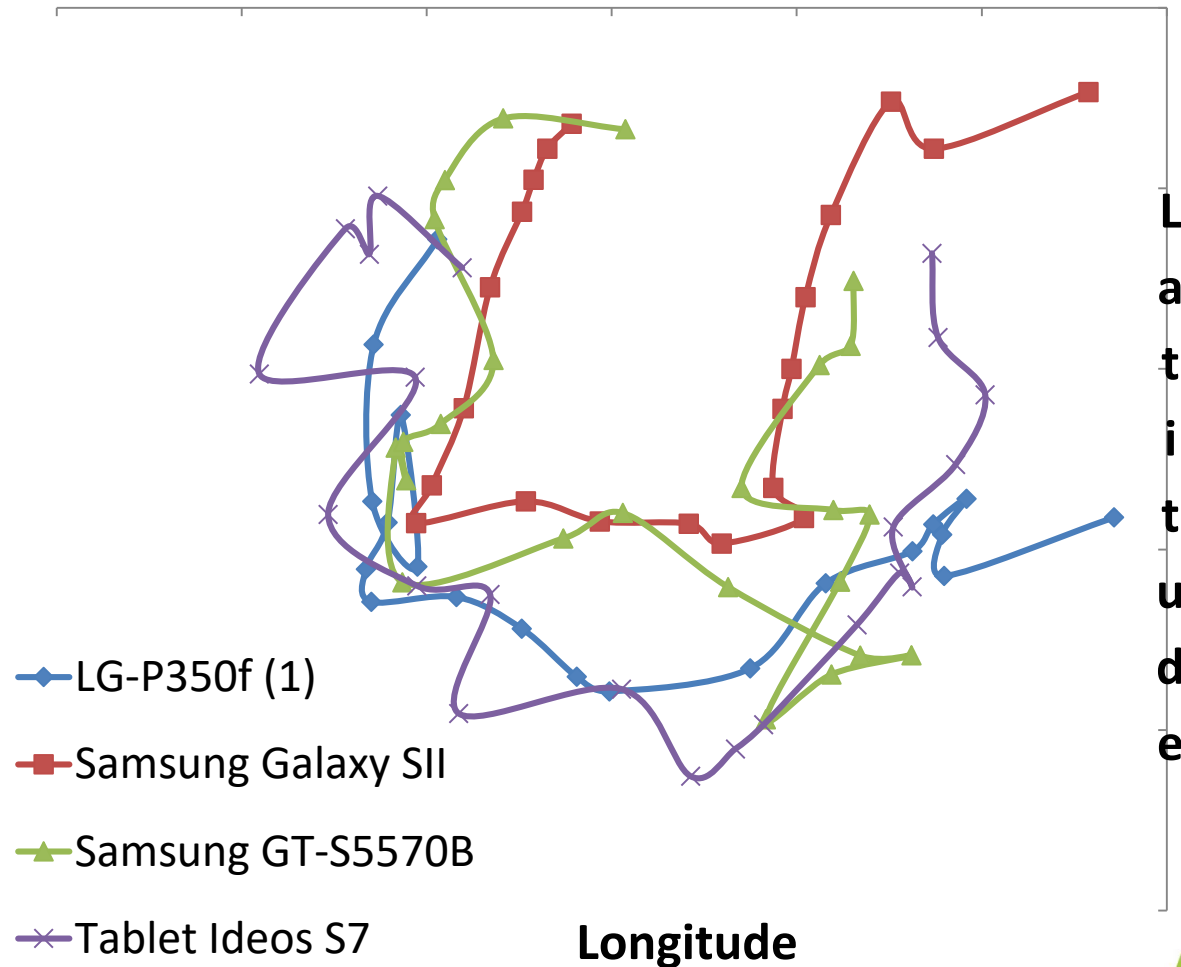
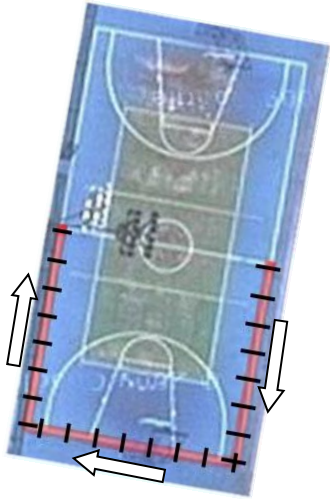
Fonte: <http://www.wpcentral.com/gps-vs-agps-quick-tutorial>



# GPS

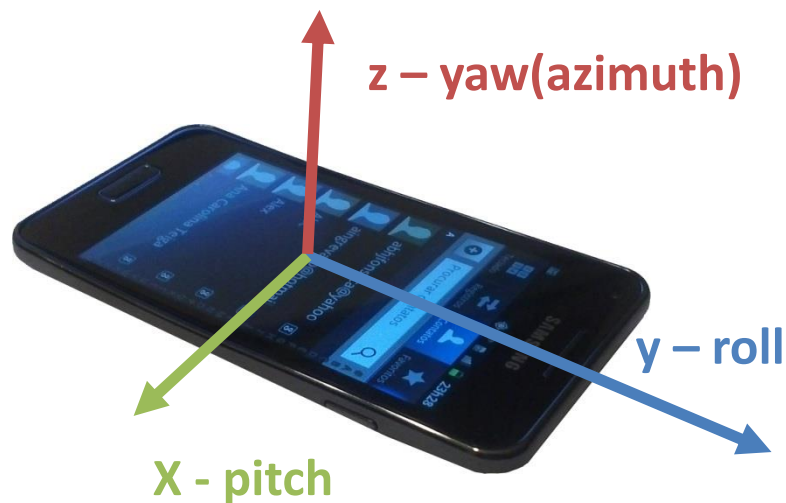
## Experimentos

Movimento com paradas a cada 2 metros



# • Sensores

- A API do Android permite obtenção de dados como acurácia e potência física, definição da frequência de amostragem etc.



	Frequência (SENSOR_DELAY_)	Atraso ( $\mu$ s)
	NORMAL	200.000
	GAME	20.000
	UI	60.000
	FASTEST	0
	Manual Android 3.0 (API Level 11)	?



# • Bússola Digital

- medida: campo geomagnético em  $\mu\text{T}$
- Possui um componente que aponta para o Polo Norte



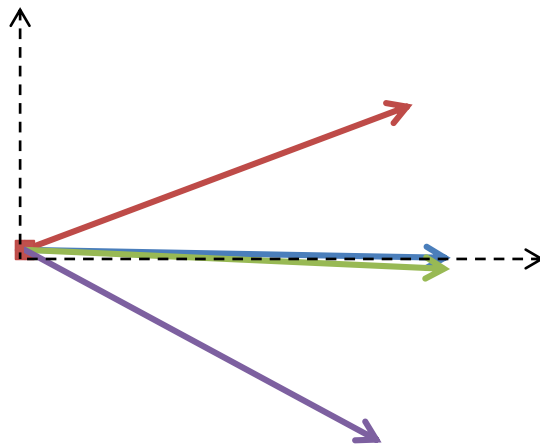
- Interferências magnéticas (muito comuns)
- Como distinguir um movimento abrupto de uma distúrbio magnético?



# Bússola Digital

## Experimentos

### Orientação da bússola de dispositivos



**LG-P350f(1):** **-1,26°**

**LG-P350f(2):** **24,39°**

**Samsung Galaxy SII:** **-03,12°**

**Samsung GT-S5570B:** **-33,14°**



# • Acelerômetro

- medida: aceleração em  $m/s^2$
- 1ª utilização em 2005, no celular Nokia 5500 sport device.
- Pode ser usado para detecção de movimento



- Força da gravidade é associada à medida, quando o dispositivo está em movimento
- Distúrbio no movimento de inclinação



# • Giroscópio

- medida: velocidade angular em radianos/s
- 1ª utilização em 2009, no acessório *Wii Motion Plus*. Em 2010, no celular Nexus S.
- Possui rápidas respostas a mudanças de ângulos

- Consome  $\pm 8$  vezes mais energia que o acelerômetro

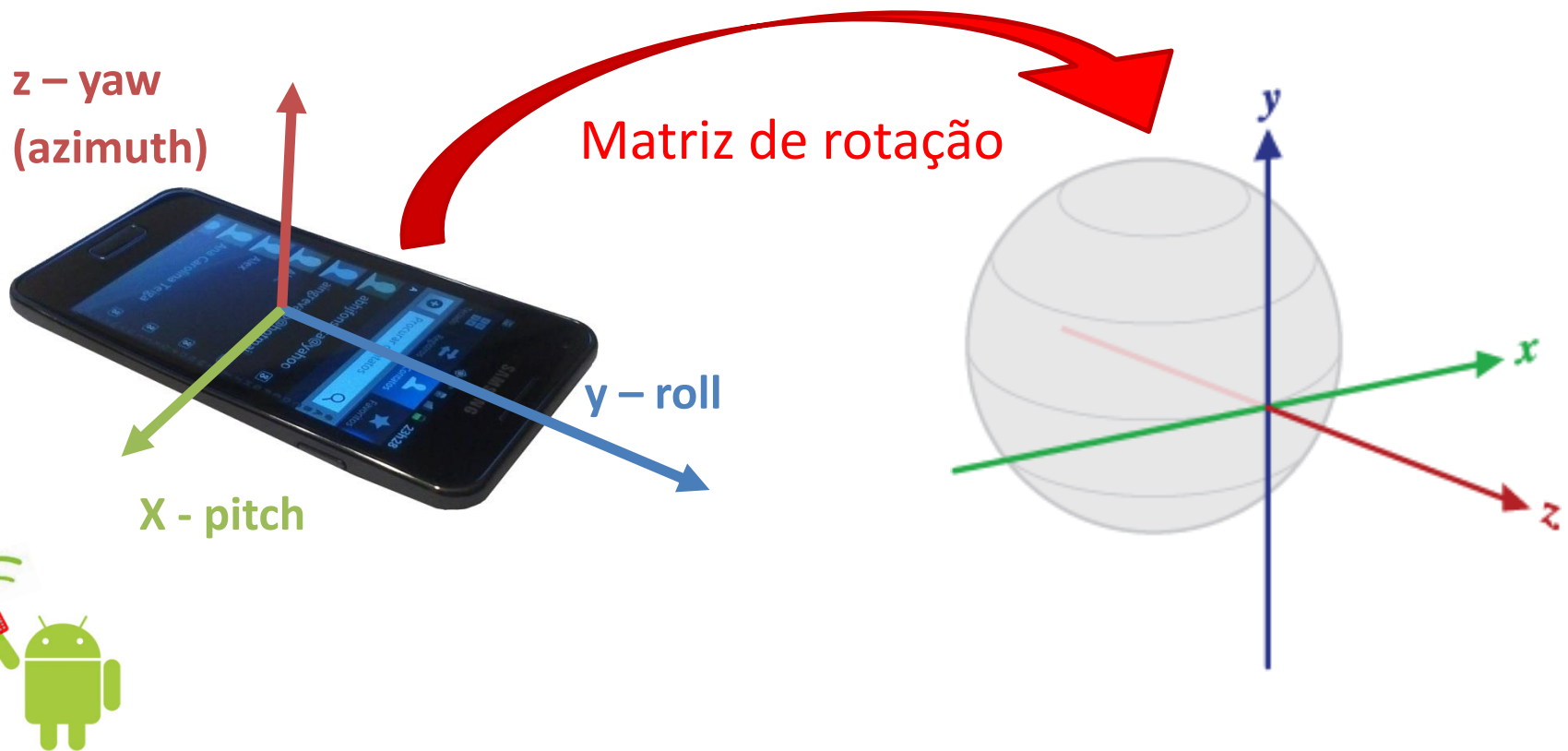
- Sujeito a erros de *bias* e *drift*.





# • Vetor de orientação

- Utilização de filtros para diminuição de ruídos



# • Filtros

- Filtro Kalman: estimador com bons resultados
- Filtro complementar:

$$\hat{\text{ângulo}} = (\alpha) \times (\hat{\text{ângulo}} + \text{giro} \times dt) + (1 - \alpha) \times (x_{\text{acc}});$$

Integração

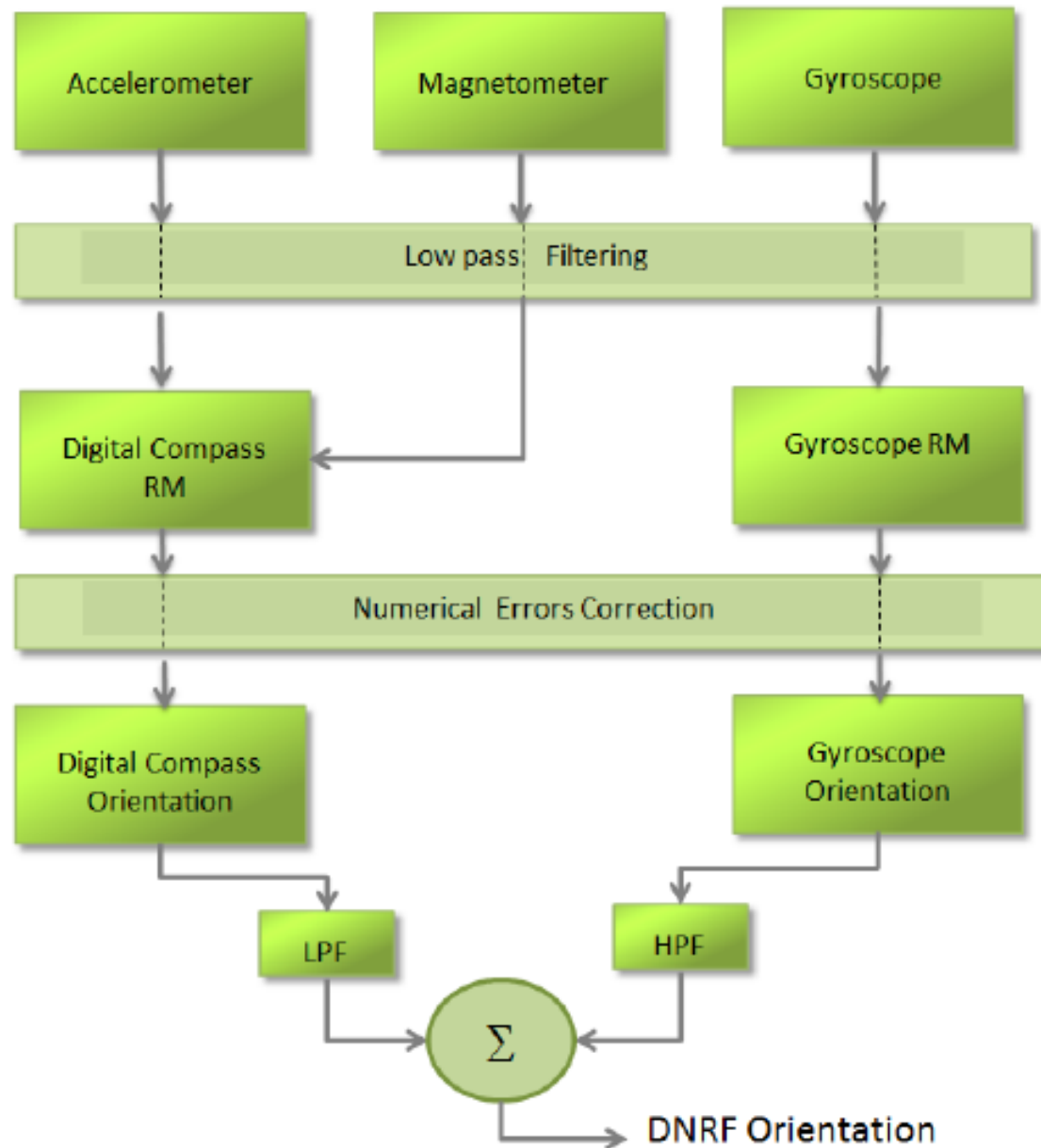
Filtro passa-baixa  
sobre o acelerômetro

Filtro passa-alta sobre a  
estimativa do ângulo do giro  
integrado

$$\alpha = 0,98 = \frac{\text{constTempo}}{\text{constTempo} + dt}$$



# • DNRF - Drift & Noise Removal Filter



# • Biblioteca

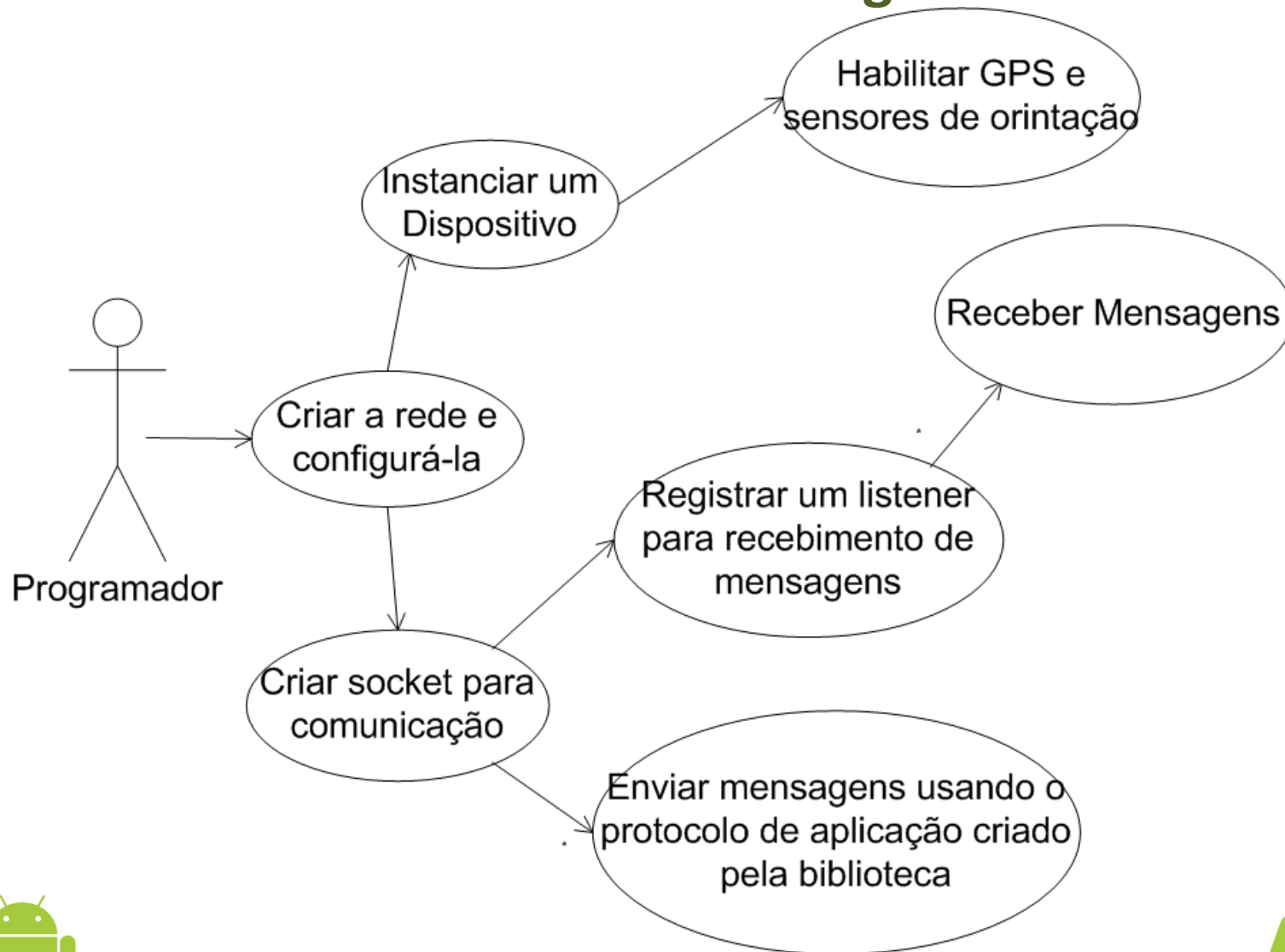
## *GeoCommunication* •

- Desenvolvida em Java, especificamente para Android
- Seu código é aberto
- Disponível em [http://www.github.com/ravila/TCC\\_Library](http://www.github.com/ravila/TCC_Library)



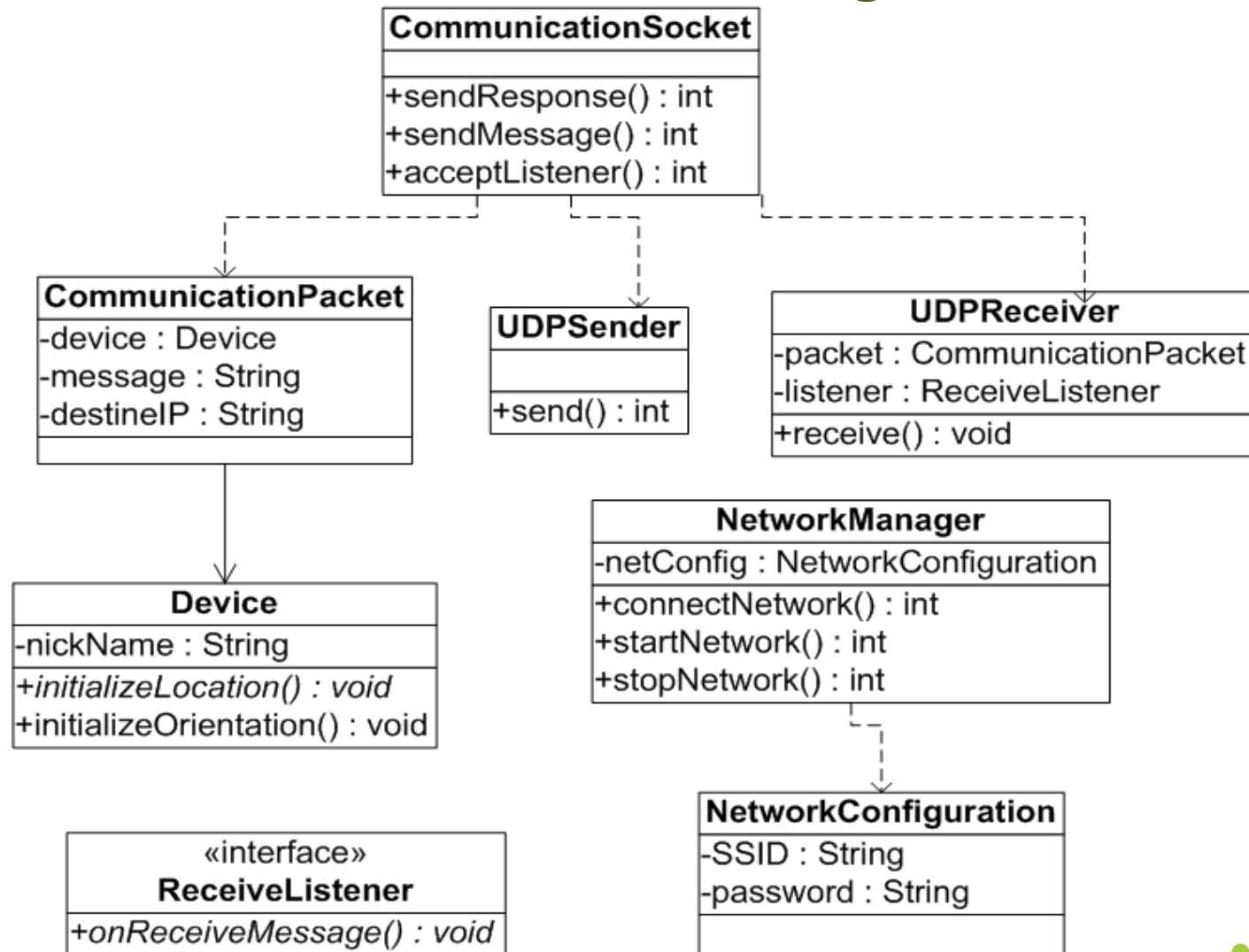
# Biblioteca

## Diagrama Caso de uso

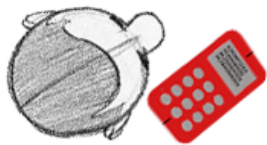


# Biblioteca

## Diagrama de classes



# • Caso de Uso



# • Agradecimentos

Primeiramente, gostaríamos de agradecer ao apoio financeiro da FAPESP por meio de projeto coordenado pelo Professor Roberto Marcondes do Departamento de Ciência da Computação do IME.

Agradecemos, também, ao Professor Daniel Macedo Batista por suas grandes contribuições ao longo deste trabalho.

Por fim, queremos agradecer ao Professor Carlos Eduardo Ferreira e todo corpo docente deste curso.

Um grande obrigado.

