

Computação Móvel e Ubíqua

Instituto de Informática - UFG

Prof. Fábio M. Costa — 2023/1



to be best in all
point of view.
Ubiquitous [ju-
everywhere at the
existing or being

Conceitos fundamentais

Ciência de contexto (*context awareness*)

Contexto

- Preferências do usuário (configuradas manualmente ou "aprendidas")
- Gostos (e desgostos)
- Localização (geográfica ou lógica)
- Atividade em curso
- Consciência do ambiente à sua volta — condições meteorológicas, clima, tráfego, horário local, posição ocupada pelo usuário no ambiente
- Informação sobre os dispositivos computacionais do usuário — nível de bateria, memória disponível, capacidade de processamento e armazenamento, largura de banda da rede, infraestrutura de Wi-Fi disponível etc.

Contexto de ambiente vs Contexto de sistema

Computação ciente de contexto

- Quando o ambiente computacional é ciente do contexto dos dispositivos, da infraestrutura e do usuário e **adapta-se em resposta a mudanças nesse contexto**
- Dispositivos: smartphones, tablets, wearables, dispositivos tradicionais (laptops e desktops)
- Infraestrutura: hardware, software, aplicações, rede, fontes de energia

Se estiver em um ambiente movimentado (rodoviária, aeroporto), ativa cancelamento de ruído

Aumenta ou diminui o volume dependendo do tipo do local onde está (reunião, escritório, casa, cinema...)

Sugerir POIs (ex.: restaurantes, clubes, hospitais) dependendo da localização

Resposta automática se usuário dirigindo ou em uma reunião



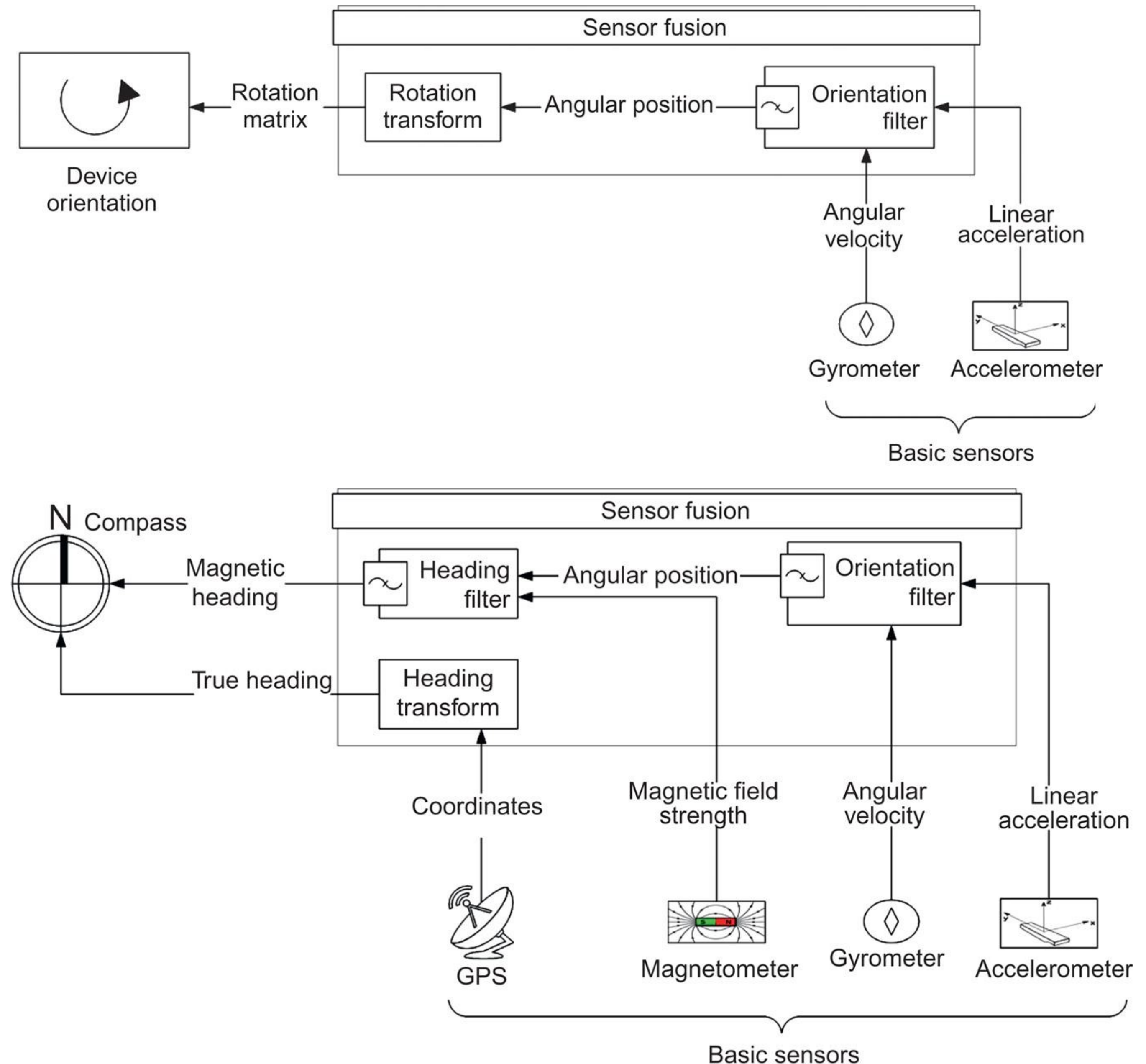
Sistema operacional adquire, armazena e processa informação de contexto

- Responde ao contexto mudando ou adaptando sua funcionalidade e/ou comportamento
- Isto é feito com um mínimo de interação do usuário

Considere: SO ciente de contexto X apps sensíveis ao contexto

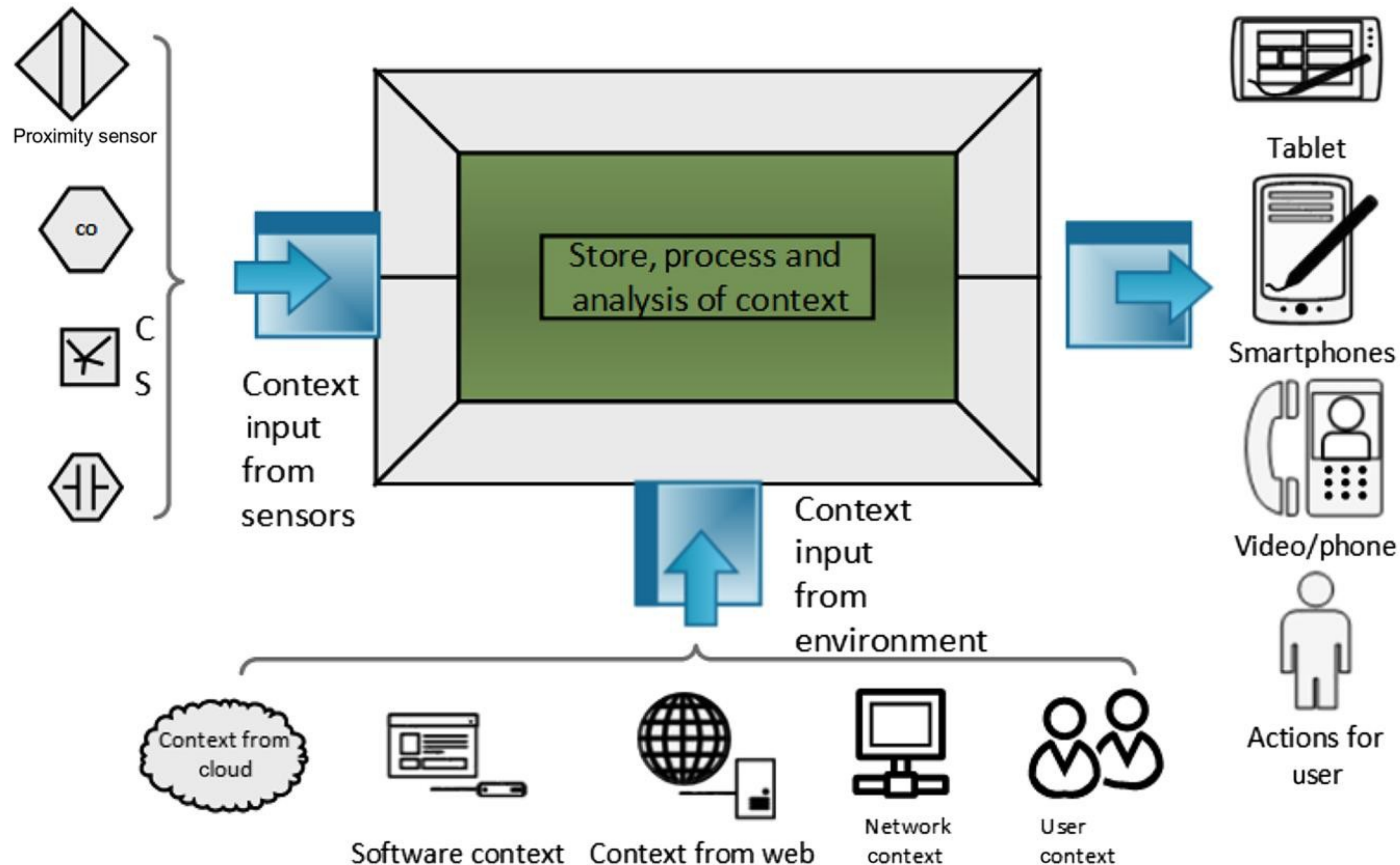
Aquisição de contexto

- Sensores físicos (luminosidade, giroscópio, acelerômetro, magnetômetro)
- GPS, localização indoors
- Histórico (logs, decisões passadas, locais visitados, ações)
- Serviços acessíveis na Internet, redes sociais (ex.: trending hashtags)
- Sensores lógicos (derivam seus dados a partir de múltiplos sensores de hardware)



Aquisição, processamento e provisão de contexto

Para tomada de decisões, predição das ações do usuário, alteração das funcionalidades do dispositivo



Níveis de interação do usuário para ciência de contexto

- **Personalização:** usuário especifica ajustes que controlam a forma como uma infra ciente de contexto se comporta ou responde em dadas situações
- **Ciência de contexto passiva:** infra ciente de contexto provê informação do contexto atual ou de mudanças em relação ao contexto anterior; o usuário decide o curso de ação
- **Ciência de contexto ativa:** a infra ciente de contexto coleta, processa e reage às mudanças de contexto; sem intervenção do usuário

Exemplos de aplicações e serviços cientes de contexto

Em função do nível de interação com o usuário

Serviço / Aplicação	Nível de interação com o usuário		
	Personalização	Ciência de contexto passiva	Ciência de contexto ativa
Perfis de tons de chamada	Usuário ajusta os perfis manualmente	Dispositivo sugere diferentes ajustes para o usuário em função da localização ou atividade em curso	Dispositivo ajusta os tons de chamada automaticamente em função da localização ou atividade
Busca de documentos	Usuário realiza uma busca manual por documentos no dispositivo	Dispositivo apresenta opções de documentos com base nas preferências do usuário	O dispositivo carrega o documento automaticamente com base na localização, preferências, horário...
Serviços baseados em localização	Usuário busca serviços locais manualmente; configura os ajustes de informação de localização	Dispositivo provê para busca de serviços com base na localização; consulta o usuário sobre os ajustes de informações de localização	Dispositivo realiza buscas automáticas por serviços na localização atual; provê informação de localização do usuário para outros usuários e serviços próximos

Os 5 Ws da computação sensível ao contexto

- **When** — informação de tempo (atual, passado)
- **Where** — localização
- **Who** — identidade (dos usuários e dispositivos)
- **What** — atividade
- **Why** — finalidade, uso

Desafios (do ponto de vista de computação ubíqua)

Incerteza

- **Incerteza de localização** — sensores reportam a localização com uma probabilidade (ou margem de erro)
- **Incerteza na identificação** — sensores de reconhecimento facial reportam a identificação do usuário com uma probabilidade
- **Incerteza no reconhecimento** de objetos e atividades

Desafios (do ponto de vista de computação ubíqua)

Gerenciamento de energia

- Fontes de energia devem estar “sempre” disponíveis (com carga suficiente)
- Requer o gerenciamento do consumo de energia — para economia
 - **Processamento** — redução de voltagem, desligamento de blocos ociosos
 - **Comunicação** — protocolos diferentes, com diferentes níveis de consumo de energia; gerenciamento do ciclo de trabalho (“duty cycle”) para economia de energia
 - **Armazenamento** — SRAM, DRAM, flash, discos (todos com diferentes perfis de consumo de energia)

Descoberta de recursos em redes sem fio

- O contexto de um dispositivo consiste (também) dos demais dispositivos presentes no ambiente
- Precisam ser descobertos — identidade, tipo, funcionalidade, localização, usuário associado
- Autenticação e outras preocupações de segurança

Adaptação da interface de usuário

- Contexto de uma aplicação: entre outras coisas, o dispositivo em que ela está rodando atualmente
 - Contexto inter-dispositivo: mudança de dispositivo
 - Contexto intra-dispositivo: p. ex., mudança da orientação da tela
- Mudanças de contexto do usuário (ex.: localização) podem implicar na mudança da interação para um outro dispositivo
- Em todos estes casos, a interface de usuário da aplicação precisa se adaptar ao contexto
- UI especificada em uma linguagem independente de dispositivo/layout (ex.: IFML)
 - Com um gerador de interface para o dispositivo/contexto atual

Computação ciente de localização

Localização como um dos principais elementos de contexto

- Customizar os serviços oferecidos ao usuário — p. ex., localizando dispositivos próximos e permitir seu acesso após a devida autenticação
- Contexto de localização:
 - Onde o usuário está
 - Quem é o usuário
 - Quem está próximo do usuário
 - Histórico de uso (de aplicações em cada local por onde o usuário costuma passar)
- Compensar a falta de acurácia por meio da fusão de várias fontes de informação de localização (GPS, sinal de Wi-Fi etc.)

Contexto

Revisitando a definição

- Cognição situacional (*situation awareness*)
- Informações sobre o ambiente ou situação em torno de um usuário ou dispositivo

Categorias de contexto:

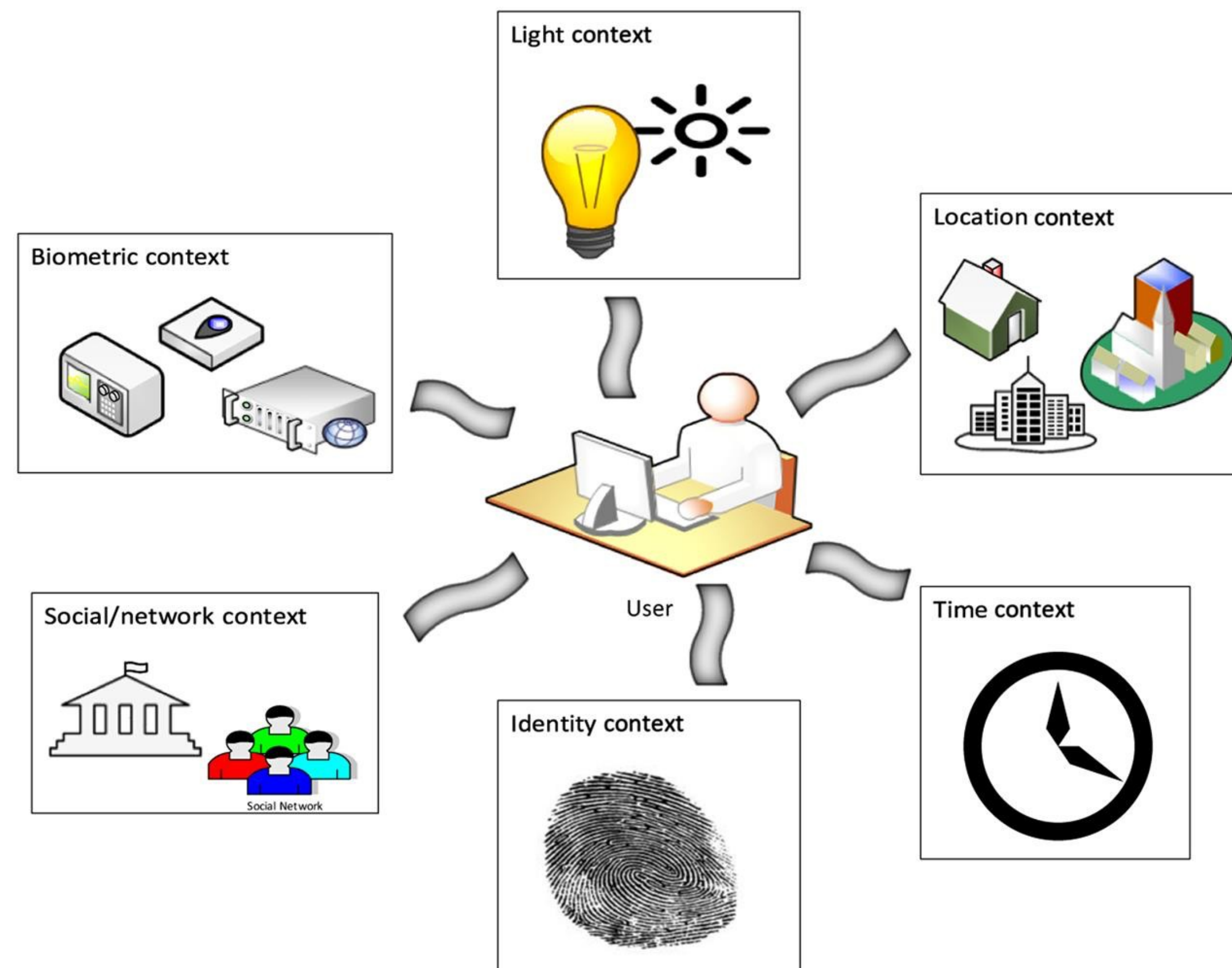
- Localização do usuário ou dispositivo
- Identidade do usuário
- Atividade desempenhada pelo usuário ou dispositivo
- Tempo em que ocorre uma tarefa, aplicação ou processo
- **Pode ser usado para:** autenticação, autorização (ex.: baseada em localização, função ou dados extraídos do ambiente), e para prover serviços

Contexto computacional

- Informação sobre uma situação, localização, ambiente, identidade, tempo
- Concernente a um usuário (ou usuários), lugar ou coisas
- Concernente ao dispositivo: memória, bateria, carga de processamento etc.
- Usada por dispositivos cientes de contexto para
 - Antecipar os requisitos do usuário
 - Oferecer conteúdos, funções ou experiências mais ricas e apropriadas à situação atual e com melhor usabilidade

Categorização de contexto

- **Contexto físico:** iluminação, nível de ruído, condições de tráfego, temperatura etc.
- **Contexto do usuário:** perfil do usuário, informação biométrica, localização, pessoas próximas, situação social atual
- **Contexto temporal:** hora ou período do dia, data, estação do ano, feriados ou datas comemorativas, agenda (pessoal ou social)



Aplicações cientes de contexto

Principais motivações:

- Melhorar a experiência de usuário
- Facilitar o uso efetivo do hardware e do software
- Personalizar a UI
- Adicionar ou remover drivers, aplicações, módulos de software
- Respostas contextualizadas para consultas do usuário
- Ações guiadas por contexto

Exemplos:

- UI mostra objetos ou informação nas proximidades do usuário, e.g., nos resultados de uma consulta
- Configuração contextual da aplicação (componentes, fluxo de interação) — personalização
- Filtra os comandos disponíveis para mostrar apenas aqueles que se aplicam ao contexto atual
- Executa certas ações automaticamente com base em regras do tipo “if-condition-then-action”

Ciência de localização

Dispositivo capaz de determinar sua localização

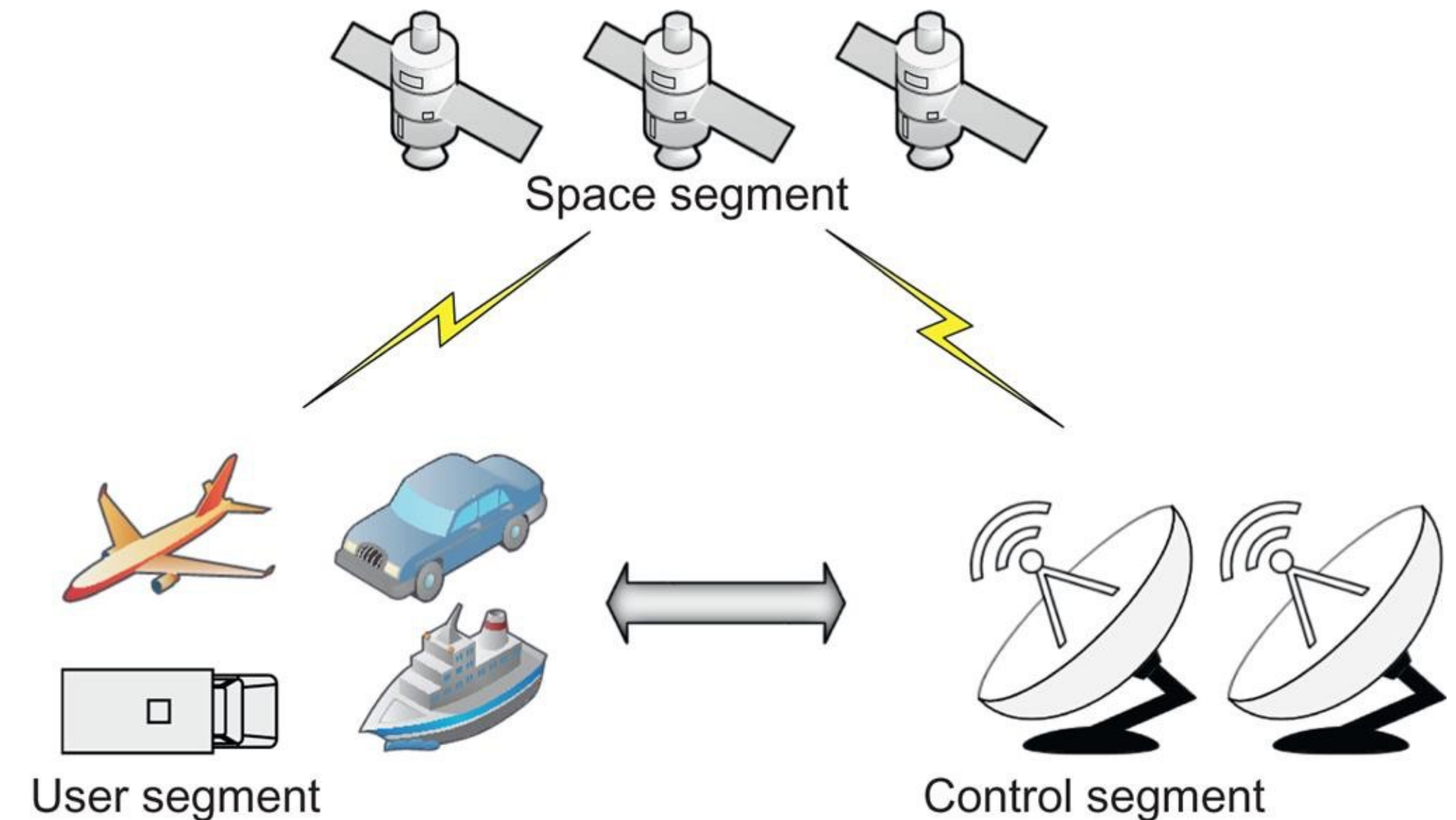
Algumas aplicações

- Serviços de emergência, navegação, rastreamento de bens, reconhecimento de terreno
- Localização simbólica como proxy para detecção de atividade
- Aprendizado de papéis sociais e interações
- Padrão de mobilidade para determinar atividade ou modo de transporte

Fontes de informação de localização

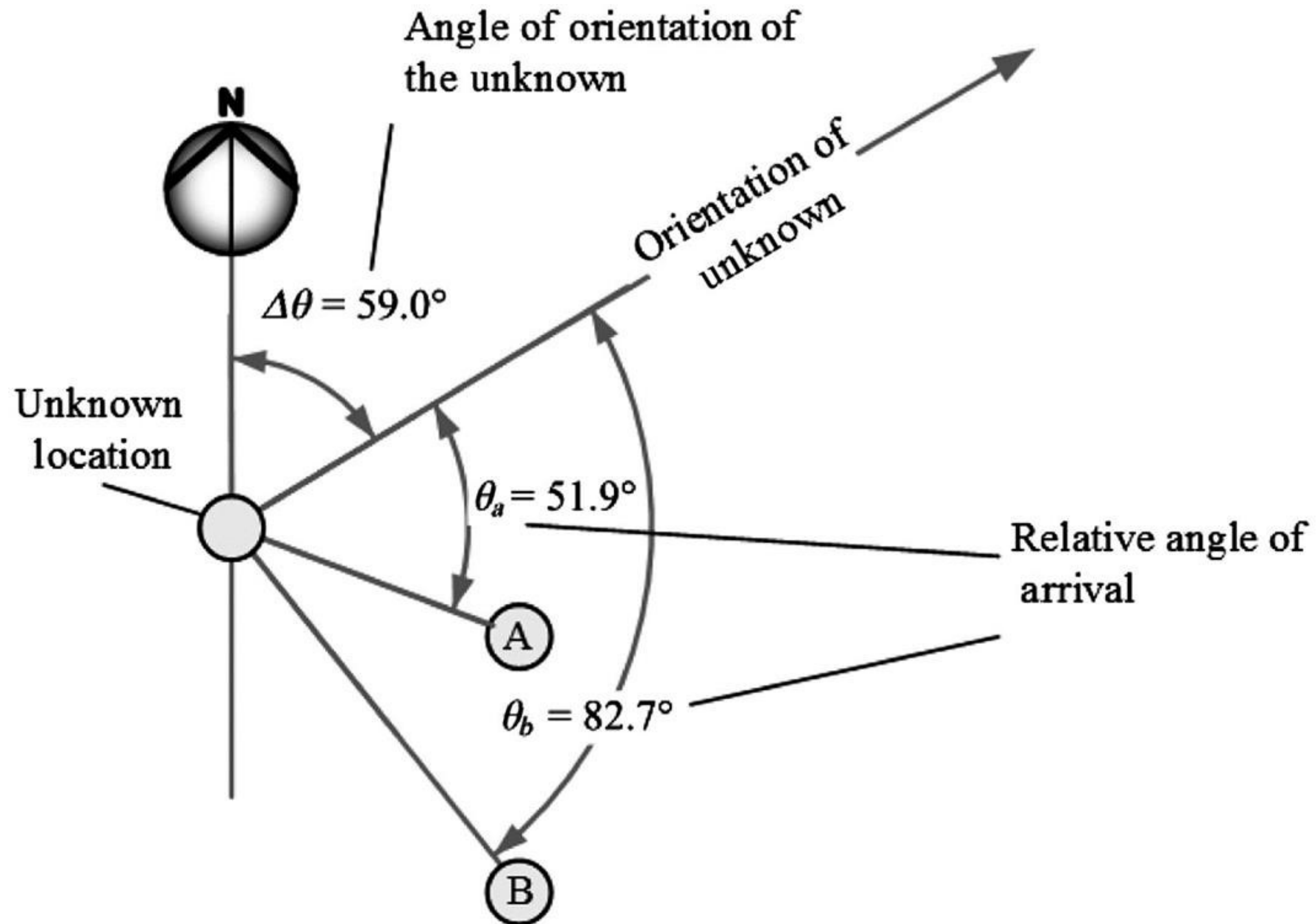
Por exemplo, em smartphones

- Global navigation satellite system (GPS, GLONASS, GALILEO)
- Localização em redes sem fio, por exemplo, com base no identificador da célula (torre de celular)
- Sensores — beacons, pontos de acesso Wi-Fi para estimar a posição do dispositivo com base em localizações de referência, potência do sinal, tempo de propagação



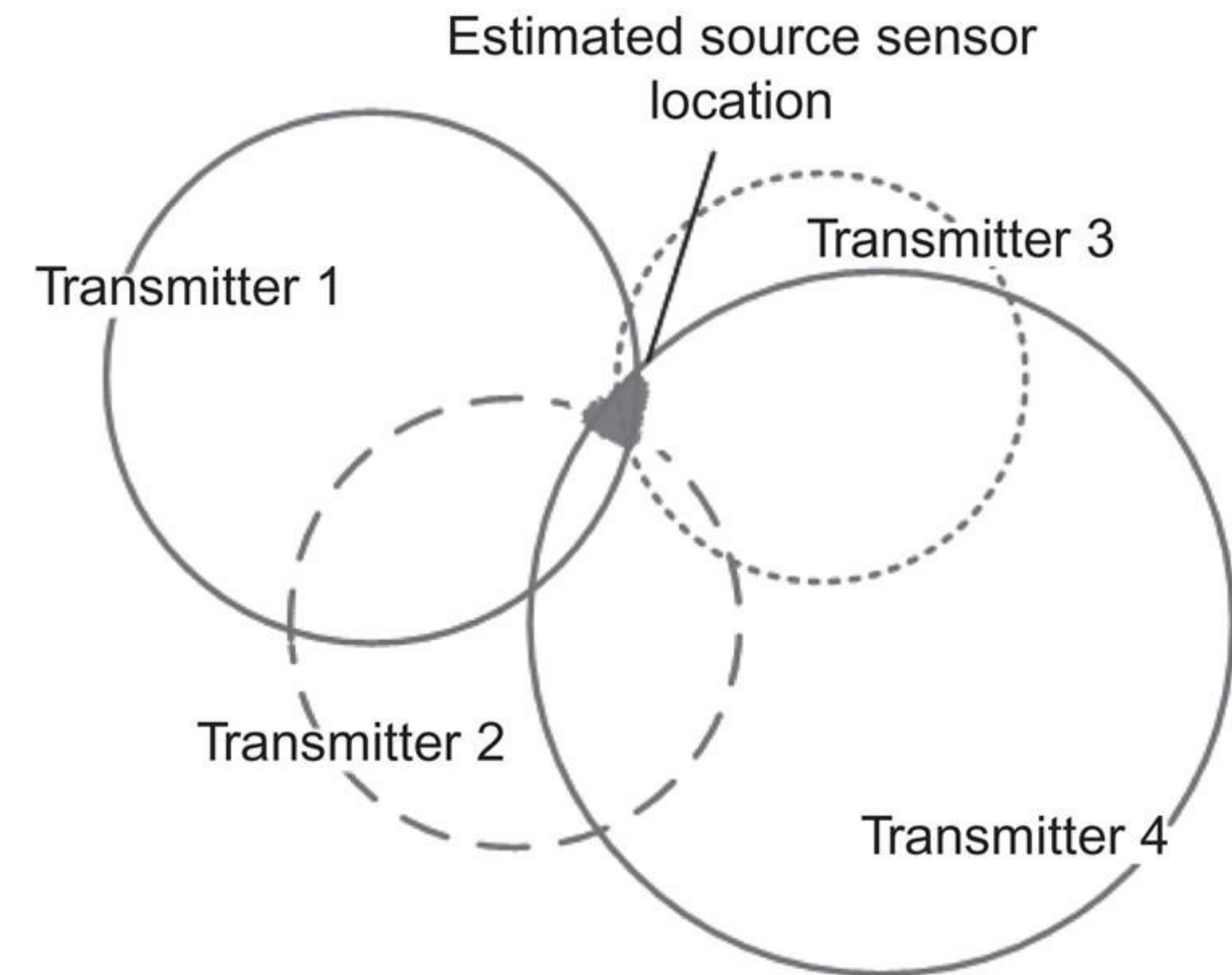
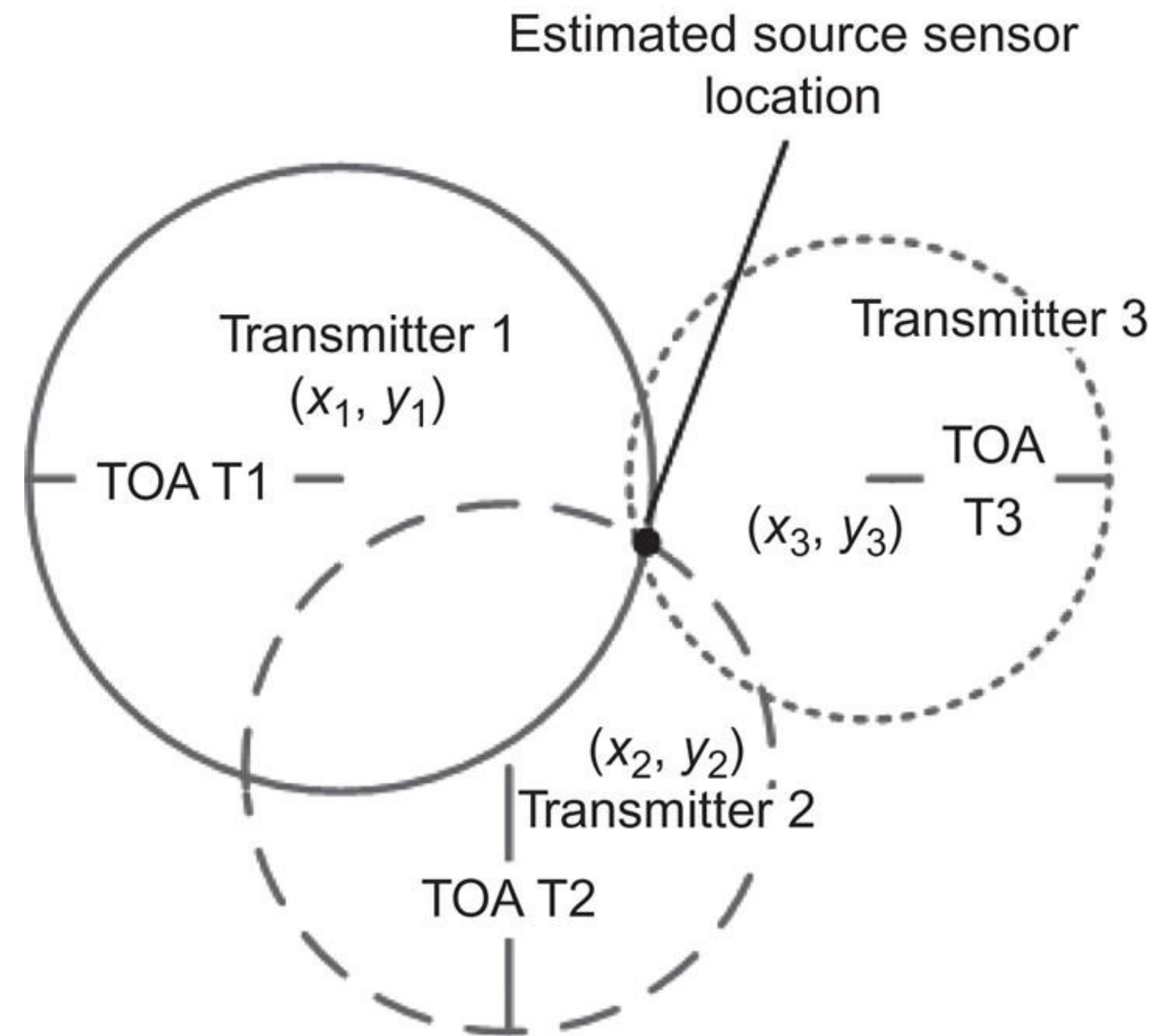
Algoritmos de Localização

Angle of arrival



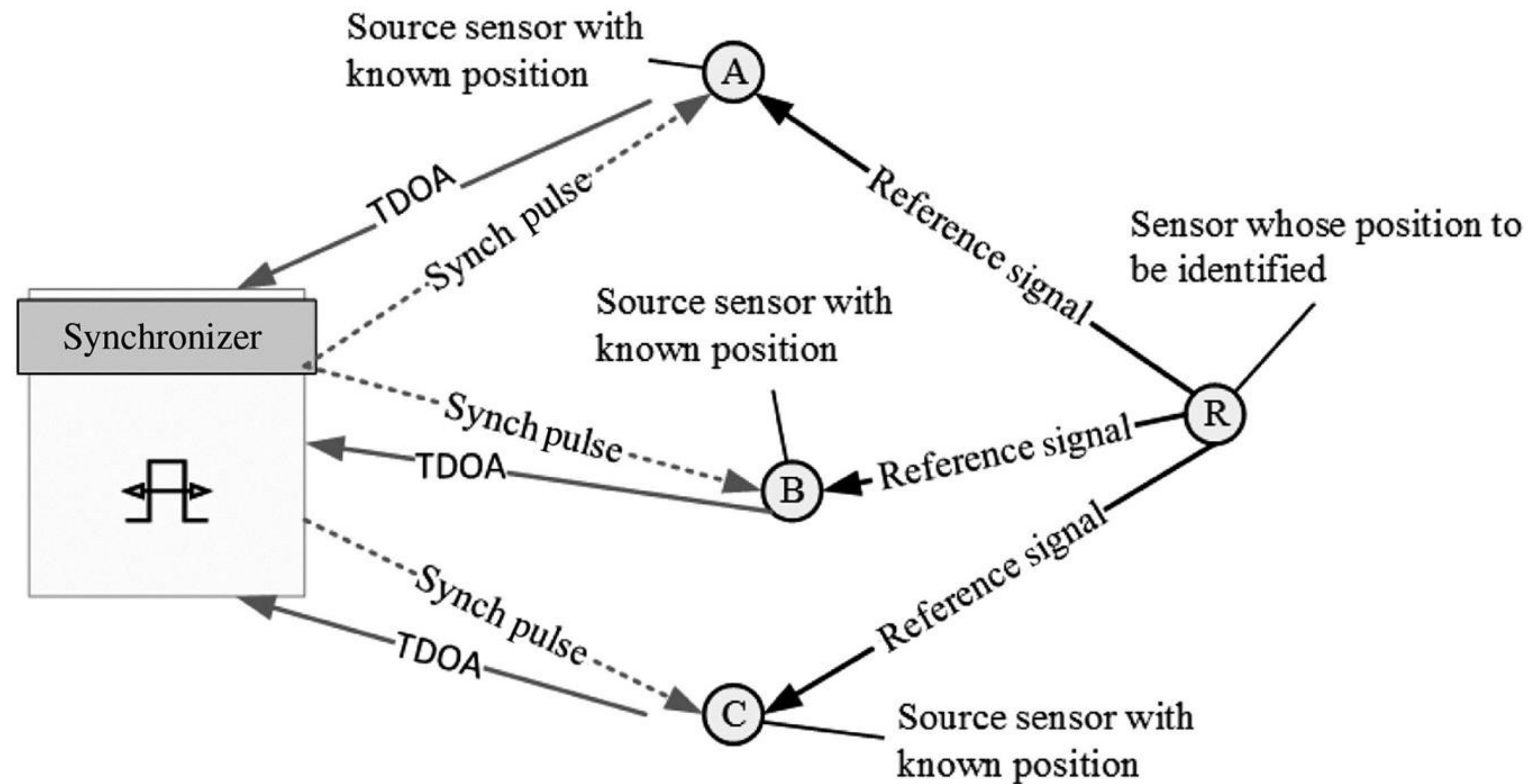
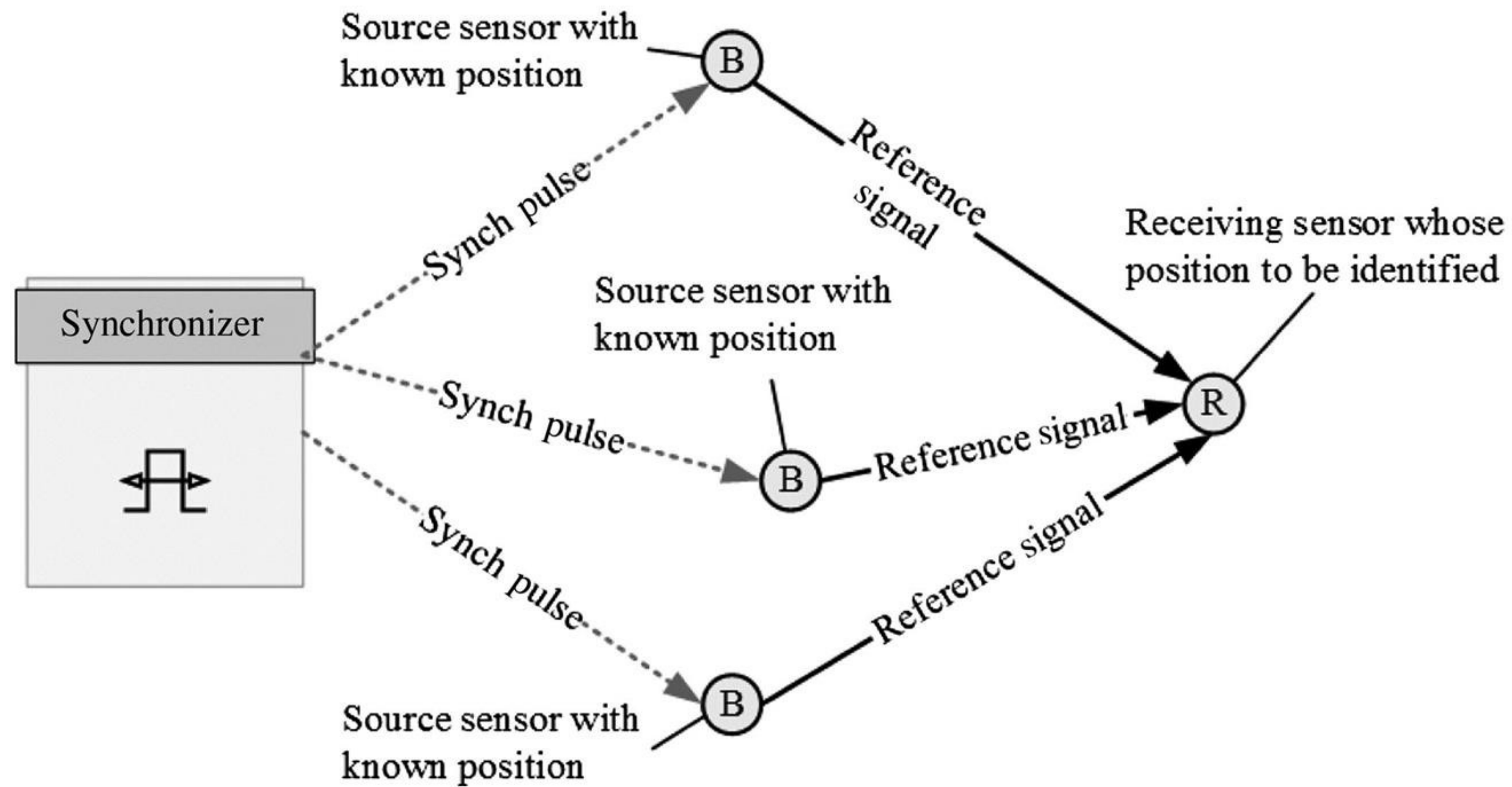
Algoritmos de Localização

Time of arrival



Algoritmos de Localização

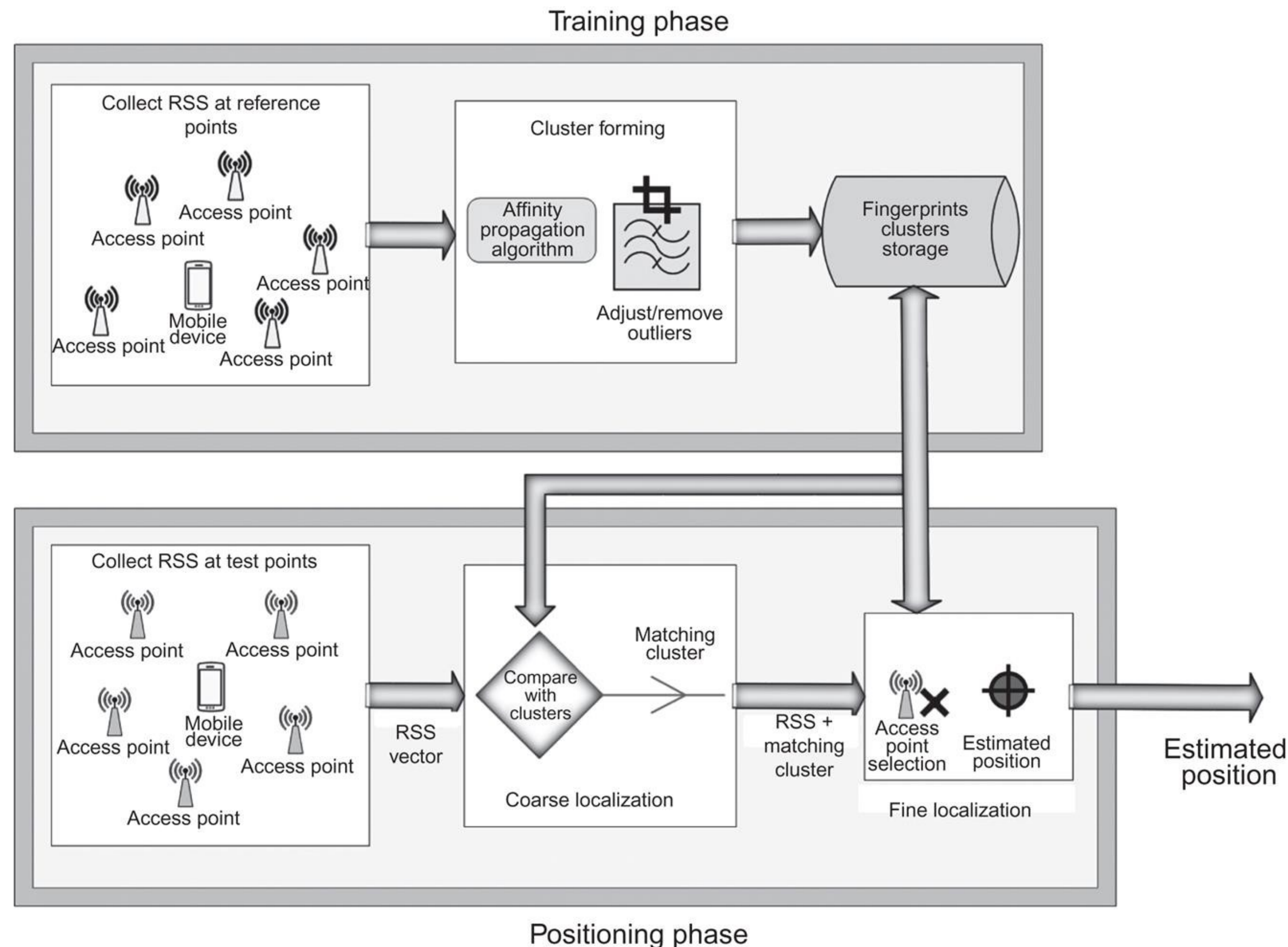
Time difference of arrival



Algoritmos de Localização

Received signal strength

- **RSS** — média da potência do sinal recebido dos APs por meio de múltiplos caminhos
- **Treinamento:** Medir RSS em vários pontos de referência, filtrar e clusterizar as medidas (cada cluster corresponde a uma localização)
- **Localização:** comparar RSS atual do dispositivo com os vários clusters para estimar a localização atual



Tarefa

- Pesquisar (em alguma app store) aplicações para localização *indoors*
- Se possível, instalar e testar
- Relatar a experiência

Projeto

Idéias

- Construir um “*digital twin*” de um ambiente físico.
- Construir uma aplicação ubíqua — continuidade transparente entre dispositivos.
- Controle autônomo de dispositivos do ambiente com base em sensores e regras
- Aplicação móvel que se adapta à localização do usuário
- *Offloading* the computação entre dispositivo móvel, fog e cloud
- Localização *indoors* como contexto para uma aplicação adaptativa
- Aplicação móvel adaptativa baseada em contexto