**Aplicações Móveis**

Exercícios de Revisão

**Coordenação de Engenharia Informática**

Departamento de Engenharias e Tecnologias

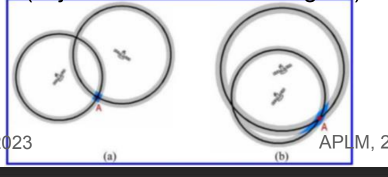
Instituto Superior Politécnico de Tecnologias e Ciências

**Nome :** Marcelo Rocha - 20210032

# Localização

1. **Considere o GPS para localizar um utilizador. Como a área de incerteza é afectada (aumenta ou diminui) se a distância entre os satélites aumenta? Apresente uma figura que ilustre sua resposta.**

**R:** O tamanho da área de incerteza onde o receptor poderia estar localizado diminui à medida que a distância entre os satélites aumenta.



1. **No contexto dos sistemas de localização, descreva a noção de exactidão (*accuracy*). Ilustre esta noção com um exemplo.**

**R:** No contexto dos sistemas de localização, a exatidão (accuracy) refere-se ao quão próxima a localização calculada (a posição estimada) está da localização real de um usuário ou objeto. Em outras palavras, a exatidão mede a precisão com que o sistema consegue determinar a posição verdadeira.

**Exemplo:** Imagine que um sistema de GPS está sendo usado para localizar um usuário em um parque, onde a posição real da pessoa é marcada em um ponto específico (o alvo). Agora, suponha que o sistema GPS indique a posição do usuário com uma margem de erro de 5 metros.

**Alta Exatidão:** Se o GPS aponta a localização a apenas 1 metro de distância da posição real do usuário, então essa medição tem alta exatidão, pois está muito próxima do ponto real.

**Baixa Exatidão:** Se o GPS aponta a posição do usuário a 20 metros de distância do ponto real, essa medição tem baixa exatidão, pois há um desvio significativo em relação à localização verdadeira.

1. **Considere um sistema de localização baseado em GPS. Tal sistema é feito de três componentes distintos. Quais componentes são esses? Que características e função tem cada componente?**

**R:** É composto por três partes distintas:

* **uma constelação de satélites em órbita da Terra que transmitem um**

**sinal de alcance contínuo ( enviam sinais de rádio que contêm informações de posicionamento e tempo )**

* 31 satélites organizados em seis órbitas circulares não geoestacionárias 26.560 km acima da Terra com um período de 12 horas
* cobertura GPS completa requer 24 satélites GPS
* os satélites adicionais operam como sobressalentes activos para acomodar o tempo de inactividade de manutenção ocasional e para garantir a robustez do sistema
* Cada satélite possui um relógio atômico de alta precisão para marcar a hora exata do envio do sinal, o que é essencial para calcular distâncias com precisão.
* **estações terrestres que actualizam as projecções de coordenadas e**

**relógios dos satélites**

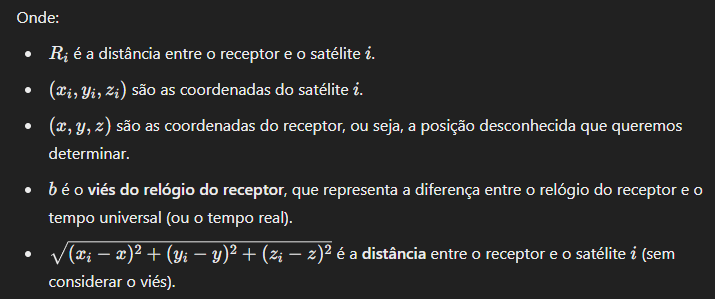
* responsável por monitorar as posições dos satélites e fornecer aos satélites correcções de relógio e actualizações de órbita de satélite
* existem estações de monitoramento terrestre suficientes para permitir que cada satélite seja rastreado simultaneamente por pelo menos duas estações de monitoramento
* rastreamento de satélite simultâneo melhora a precisão dos cálculos de órbita aumentando a exactidão da localização
* **os receptores que utilizam os sinais de GPS para estimar sua posição**
* são dispositivos que captam os sinais enviados pelos satélites e os utilizam para calcular a posição do usuário
* determinar sua posição ao rastrear simultaneamente pelo menos 4, mas geralmente até 12, satélites
* pode ser aumentado com outros sensores (por exemplo, altímetros, acelerômetros e giroscópios) para compensar lacunas na cobertura do GPS

1. **A localização do receptor no espaço tridimensional (x, y, x) e o viés b do relógio do receptor são determinados resolvendo a seguinte equação para pelo menos quatro satélites (seriam necessários apenas três satélites com relógios perfeitos):**



**Explique a fórmula acima.**

**R:** A fórmula fornecida descreve o processo de trilateração para determinar a posição do receptor no espaço tridimensional, considerando também o viés do relógio do receptor , onde :



**Distância Real entre o Receptor e o Satélite**: A fórmula ​ é a fórmula padrão para calcular a distância entre dois pontos no espaço tridimensional. Ela calcula a distância entre as coordenadas do receptor (x,y,z) e as coordenadas do satélite (xi​,yi​,zi​).

**Viés do Relógio do Receptor (b)**: O termo b representa o erro do relógio do receptor, ou seja, o desvio entre o relógio do receptor e o tempo real ou universal (GPS). O relógio do receptor não é perfeitamente sincronizado com os relógios atômicos dos satélites, então esse viés precisa ser corrigido.

Quando um sinal de GPS é transmitido de um satélite, o tempo de viagem do sinal pode ser afetado pelo viés do relógio do receptor, o que causa um erro na medição da distância entre o receptor e o satélite. A correção desse erro é feita subtraindo 𝑏 da distância medida entre o satélite e o receptor.

Para calcular a posição do receptor (x,y,z) e o viés do relógio b, o sistema precisa resolver essas equações para pelo menos quatro satélites. Por que quatro e não três? Porque, idealmente, com três satélites e relógios perfeitos, a posição poderia ser determinada. No entanto, como os relógios dos receptores não são perfeitamente precisos, é necessário usar quatro satélites para levar em consideração o erro do relógio do receptor, permitindo que o sistema corrija tanto a posição do receptor quanto o viés do relógio. Resumindo e concluindo com três satélites, o receptor pode determinar a posição em duas dimensões (latitude e longitude), mas a altitude não seria precisa , logo o quarto satélite é necessário para corrigir o erro do relógio do receptor (que geralmente não é tão preciso quanto o relógio atômico dos satélites), além de fornecer a medida da altitude de forma mais precisa , obtendo assim no final a posição precisa do receptor no espaço tridimensional .

1. **O sistema de localização GPS tem alguns erros que são tratados. Quais são estes erros?**

**R:**

* **O atraso ionosférico é a fonte dominante de erro de alcance do GPS:**
  + interação do sinal de GPS com gases ionizados na atmosfera superior,
  + varia com a hora do dia, época do ano, actividade de explosão solar e o ângulo de entrada do sinal que afecta o comprimento do caminho através da ionosfera
  + modelos de atraso ionosférico foram desenvolvidos, deixando um atraso residual com uma média de 4 m,
    - **Erros de coordenadas de satélite:**
* na ordem de 2m
* resultado da falha dos modelos de posição do satélite em contabilizar todas as forças que actuam no satélite
* isso pode ser eliminado quase completamente usando dados de órbita precisos (com exactidão de alguns centímetros) que são disponibilizados na Internet
  + - **Os relógios atómicos do satélite são muito estáveis:**
* ainda pode acumular até 17 ns de erro por dia, o que se traduz em um erro de alcance de 5 m
* para corrigir isso, o relógio do satélite é monitorado continuamente pelas estações de monitorização terrestre e as correcções do relógio são transmitidas periodicamente
  + - **A qualidade da estimativa de localização do GPS depende de:**
* quão bem os satélites rastreados estão espalhados pelo céu, e
* em geral, a geometria do satélite melhora à medida que a distância entre os satélites aumenta

1. **O quê que o GPS diferencial aproveita? E como isso é feito?**

**R:** O GPS diferencial aproveita o fato de que erros de relógio e coordenadas dos satélites, bem como atrasos ionosféricos e troposféricos, apresentam alta correlação temporal e espacial, sendo muito semelhantes até mesmo a centenas de quilômetros de distância. Técnicas diferenciais aproveitam isso coordenando múltiplos receptores GPS que rastreiam simultaneamente os mesmos satélites. Ao ter um ou mais receptores GPS fixos em posições conhecidas, os erros observados por esses receptores podem ser transmitidos para receptores GPS móveis nas proximidades. Essas unidades móveis podem então reduzir seus erros em proporção à proximidade do local onde a correção foi medida.

1. **Explique o que é GPS diferencial em tempo real (DGPS – Real-time differential GPS) e dê alguns exemplos.**

**R:** O GPS diferencial em tempo real (DGPS) é uma técnica de posicionamento relativo que fornece precisão submétrica. No DGPS, um receptor fixo determina as correções DGPS comparando suas faixas de satélite medidas com as faixas calculadas usando suas coordenadas conhecidas e as coordenadas de satélite obtidas da mensagem de navegação. As correções DGPS são então transmitidas por um link terrestre ou sem fio baseado em satélite para o receptor, que as utiliza para ajustar suas medidas de alcance. O DGPS é oferecido tanto como um serviço local quanto como um serviço de área ampla. O DGPS marítimo é um exemplo do primeiro e consiste em uma rede de estações instaladas em faróis ao longo de áreas costeiras em vários países ao redor do mundo. Cada estação opera transmitindo de forma independente correções DGPS na faixa de frequência de 285 a 325 kHz. Essas correções estão disponíveis sem custo, mas requerem um receptor GPS aumentado para recebê-las.

O Sistema de Aumento de Área Ampla (WAAS) é uma implementação de DGPS de área ampla que determina erros de alcance de GPS em 25 estações base terrestres. Essas correções são transmitidas a partir de quatro satélites geoestacionários. Medições de 27 aeroportos dos EUA mostram que o WAAS fornece precisão de 1,8 m em 95% do tempo. Outros exemplos de sistemas DGPS de área ampla incluem o Sistema de Sobreposição de Navegação Geoestacionária da Europa (EGNOS), o Sistema de Aumento de Satélite Multifuncional do Japão (MSAS) e a Navegação GPS e GEO Aumentada da Índia (GAGAN).

1. **Qual a possível vantagem de ter vários sistemas de localização semelhantes ao GPS?**

**R:** A vantagem de ter múltiplos sistemas de localização semelhantes ao GPS, é aumentar a precisão, confiabilidade e cobertura global do posicionamento . Eles oferecem redundância, maior precisão em áreas de difícil acesso (como cidades e montanhas), resiliência contra interferências, e garantem que o serviço continue disponível mesmo se um sistema falhar. Isso resulta em uma navegação mais precisa e segura globalmente.

1. **Como compara os vários sistemas baseados em GPS em termos de exactidão**

**(*accuracy*), cobertura, custo da infraestrutura, custo por cliente e privacidade? Explique sua resposta.**

**R:**

