

# Bluetooth 5.1

## Com nova função de determinação de direção destinada à indústria

A Especificação Principal 5.1 para Bluetooth e a função de determinação de direção que a mesma agora inclui permite a detecção da direção e melhora o rigor do rastreamento de localização até apenas alguns centímetros. Graças a inúmeras melhorias nos cenários da automatização e nos serviços de rastreamento de localização em recintos fechados, o Bluetooth será no futuro uma opção séria para aplicações industriais complicadas.

Com a mais recente geração do Bluetooth Low Energy, a Especificação Principal 5.1, o *Bluetooth Special Interest Group* (Bluetooth SIG) abriu o caminho para serviços de rastreamento de localização ainda mais precisos com base na generalizada norma Bluetooth. A ABI Research prevê que sejam vendidos até 431 milhões de produtos que suportem serviços de rastreamento de localização por Bluetooth em 2023 [*Bluetooth Market Update* 2019].

Para além da conhecida funcionalidade de rastreamento de distância que utiliza o RSSI, a nova Especificação Principal proporciona também uma função de determinação de direção que permite determinar a direção de onde vem um sinal. Isto também permite um rastreamento de posição muito preciso, com um rigor até apenas alguns centímetros, e proporciona uma ampla variedade de novas aplicações potenciais, tanto no segmento de consumo como em aplicações industriais.

### SOLUÇÕES BASEADAS EM PROXIMIDADE E SISTEMAS DE POSICIONAMENTO

Os serviços de rastreamento de localização baseados em Bluetooth podem assumir a forma de soluções baseadas em proximidade ou de sistemas de posicionamento (Figura 1). As primeiras são frequentemente aplicações que são utilizadas para estimar a distância entre dois dispositivos Bluetooth ao alcance um do outro, muitas vezes *smartphones*. As aplicações típicas de soluções baseadas em proximidade já utilizadas incluem as soluções de pontos de interesse (POI, em inglês), por exemplo no comércio ou museus. Quando um visitante se aproxima de um POI, recebe informação detalhada acerca do objeto que está a ser visto. Muitas funções de objetos do dia a dia também são baseadas no conceito de solução baseada em proximidade. Nestas aplicações é colocada uma "etiqueta sinalizadora" no objeto a localizar (porta-chaves, palete, entre outros) que pode depois ser encontrada através da utilização do *smartphone*.

O segundo tipo, o sistema de posicionamento, determina a localização de objetos individuais num sistema fechado: uma área espacial definida, como por exemplo, um armazém, um museu ou o átrio de um aeroporto. As aplicações mais comuns

são os sistemas de localização em tempo real (RTLS, em inglês) e os sistemas de posicionamento em recintos fechados (IPS, em inglês).

Os RTLS permitem que várias pessoas ou objetos equipados com etiquetas adequadas sejam rastreados no interior de um sistema fechado. Isto torna-os adequados para aplicações como a localização e rastreamento de equipamento, paletes ou pessoal dentro de um armazém.

Os sistemas de posicionamento em recintos fechados são comparáveis ao GPS, mas ao contrário deste, também funcionam em espaços fechados. Sinalizadores de localização instalados de forma permanente transmitem regularmente sinais que podem ser recebidos por dispositivos como *smartphones*, os quais calculam a respetiva posição relativa com base na distância aos sinalizadores individuais. Isto permite que os passageiros ou os visitantes em aeroportos ou centros comerciais se orientem melhor.



Figura 1. Serviços de rastreamento de localização baseados em Bluetooth.

Antigamente, todos os sistemas de rastreamento de localização baseados em Bluetooth se baseavam em distâncias estimadas calculadas através da utilização do Indicador de Força do Sinal Recebido (RSSI). Utilizando um valor de referência e a força real medida do sinal, o recetor calcula a respetiva distância ao sinalizador com um rigor até apenas alguns metros (~1 m - 10 m).

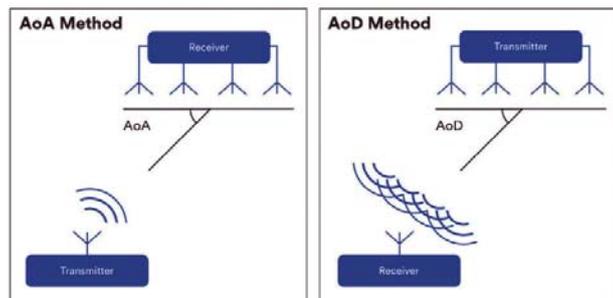
### MALHA DE ANTENAS PERMITE A DETERMINAÇÃO DE DIREÇÃO

A determinação de direção é uma nova função no Bluetooth 5.1 que permite determinar não só a distância de um sinal, mas também a direção de origem do mesmo. As soluções tradicionais baseadas em proximidade também tiram partido disto, dado que a direção de um sinal é informação essencial que, por exemplo, faz com que procurar um objeto se torne muito mais fácil.

Para determinar a direção de um sinal, o recetor (ângulo de chegada, AoA em inglês) ou o transmissor (ângulo de partida, AoD em inglês) de um sinal de localização tem de ter uma malha de antenas instalada de forma permanente (Figura 2). Em ambas as versões, o recetor determina a direção de onde o sinal vem.

No entanto, os algoritmos de determinação de direção não fazem parte da Especificação Principal do Bluetooth 5.1. Estes

podem ser determinados ao triangular um ou vários ângulos, medidos usando o AoA ou o AoD, em conjunto com a distância medida, usando o RSSI. Isto permite a determinação da localização com um rigor de até apenas alguns centímetros.



**Figura 2.** Esquerda: a malha de antenas está no recetor; Direita: a malha de antenas está no transmissor.

### AoA PARA RASTREAMENTO, AoD PARA NAVEGAÇÃO EM ESPAÇOS FECHADOS

Numa aplicação baseada no AoA, o transmissor é um sinalizador com uma única antena, como por exemplo, um smartphone ou uma etiqueta simples. Múltiplos recetores instalados de forma permanente (localizadores), cada um deles equipado com uma complexa malha de antenas, determinam a direção a partir da qual recebem o sinal. As aplicações AoA são especialmente adequadas para rastrear objetos (RTLS), como por exemplo, em unidades de produção automatizada ou armazéns. Também permitem maior rigor ao utilizar sinalizadores em pontos de interesse.

As aplicações baseadas no AoD utilizam malhas de antenas no transmissor de um sinal emissor para enviar o sinal através das diferentes antenas em sequência. Neste caso, o recetor – provavelmente, no futuro, será muitas vezes um smartphone – terá uma antena para receber os sinais sequenciais. Se a posição dos sinalizadores for conhecida, o recetor consegue determinar a respetiva posição relativamente aos transmissores. Isto torna as aplicações baseadas no AoD especialmente adequadas para sistemas de posicionamento em recintos fechados (IPS), para navegação simples em espaços fechados, tais como aeroportos. Ao contrário do que acontece com os atuais IPS, os utilizadores recebem agora não só a respetiva posição, mas também informações acerca da direção do seu destino. Ao contrário das aplicações baseadas no AoA, o método baseado no AoD é mais adequado para situações que dependem de comunicação sem conexão.

### CONCEÇÃO DAS MALHAS DE ANTENAS

Independentemente do método utilizado, um dos fatores de sucesso mais importantes para a função de determinação de direção é o número e a disposição das antenas. Uma série de antenas simplesmente dispostas numa fila apenas permite determinar o ângulo. Disposições mais complexas num espaço tridimensional permitem determinar ângulos quer horizontais quer verticais. A Bluetooth SIG ainda não disponibilizou quaisquer requisitos ou recomendações específicas em relação à disposição das antenas, embora seja provável que isto venha a

mudar quando mais perfis sobre os novos serviços de localização/rastreamento forem publicados.

### O BLUETOOTH 5.1 TEM UM ENORME POTENCIAL

Com a apresentação da mais recente geração da Especificação Principal 5.1 para Bluetooth e da sua função de determinação de direção, a Bluetooth SIG deu um grande passo rumo a uma maior precisão nos serviços de localização/rastreamento, o que poderá permitir melhorias significativas numa diversidade de cenários de aplicação. Contudo, existem alguns aspetos a considerar caso se pretenda aproveitar este potencial. Por exemplo, um cenário de aplicação ideal tem de minimizar a interferência de reflexões e de múltiplos caminhos. A constelação ideal é um sistema fechado com suficientes sinalizadores de localização instalados de forma permanente que têm a etiqueta à vista a todo o momento. Para a navegação em recinto fechado que utilize o *smartphone* para funcionar em toda a área, o Bluetooth 5.1 tem de ser integrado em todos os *smartphones* prontamente disponíveis. A polarização também tem de ser tida em consideração quando se utilizam *smartphones*, visto que a direção dos mesmos é quase impossível de controlar. O espaço limitado nos *smartphones* faz com que seja provável que apenas uma antena esteja disponível, mesmo no futuro, sendo por isso que os *smartphones* apenas serão utilizáveis como transmissores em aplicações baseadas no AoA ou como recetores em aplicações baseadas no AoD.

### ORIENTAÇÃO PARA O FUTURO

A Nordic Semiconductor é um dos primeiros fabricantes a disponibilizar um SoC (sistema em chip) multiprotocolo que suporta a nova Especificação Principal 5.1 de Bluetooth. O nRF52833 suporta não só Bluetooth Direction Finding e Bluetooth Long Range, mas também Bluetooth mesh, 802.15.4, Thread, ANT e ZigBee, bem como protocolos 2.4 GHz proprietários, permitindo aplicações que envolvem medições de distâncias com um rigor de centímetros e informações de direção. O SoC é baseado num processador ARM Cortex M4F a 64 MHz com 512 KB de memória flash e 128 KB de RAM. Outras características incluem uma velocidade máxima de 12 Mbps USB, alta velocidade de 32 MHz SPI e potência de saída de +8 dBm. As suas interfaces analógicas e digitais incluem NFC-A, ADC, UART/SPI/TWI, PWM, I2S e PDM. A sua gama de tensões de alimentação vai de 1,7 V a 5,5 V. O nRF52833 pode funcionar num intervalo de temperatura alargado dos -40°C aos 105°C.

O Nordic nRF5340 é o primeiro SoC sem fios a nível mundial com dois processadores arm Cortex-M33. As suas especificações também permitem até 105 °C, disponibiliza uma interface USB de alta velocidade e 1 MB Flash. Embora a sua sensibilidade de receção tenha aumentado de forma significativa comparativamente à série nRF52 series, exige cerca de menos 40% de energia. O Arm CryptoCell-312 oferece aceleração baseada em *hardware* para os cálculos criptográficos. A Arm TrustZone disponibiliza áreas de armazenamento protegidas para tarefas de Trusted Execution, Root-of-Trust e Secure Key Storage. Ambos os SoC nRF52 e nRF53 podem ser opcionalmente expandidos com um nRF21850 LNA/PA, de modo a que os 100 mW / 20 dBm permitidos pelo estado a partir da saída de antena sejam alcançados. 📡