

Quelles sont les options sans fil pour l'Internet des objets ?

Grâce à la grande variété de protocoles adaptés à l'Internet des objets, que le scénario d'usage s'appuie sur des portées réduites ou beaucoup plus longues, les développeurs et les intégrateurs peuvent être certains d'en trouver un qui convienne à l'application voulue. Les fournisseurs de modules indépendants comme Murata peuvent conseiller les utilisateurs sur ce qui convient le mieux dans chaque cas de figure et proposer des solutions reposant sur les meilleurs composants silicium disponibles.

AUTEURS



Samir Hennaoui, chef de produits LPWA, et **Rui Ramalho**, chef de produits WLAN/BT, Murata Europe.

La connectivité sans fil est l'outil stratégique pour les applications de l'Internet des objets (IoT). Elle offre la possibilité de disposer des nœuds de capteurs et des actionneurs là où ils sont nécessaires et de les faire communiquer avec des serveurs et les autres appareils avoisinants dès qu'ils sont en place. Mais la connectivité sans fil se présente sous de nombreuses formes. Choisir le bon protocole réseau peut paraître déconcertant au début, mais chacun d'eux a des fonctionnalités adaptées aux différents marchés et aux différentes applications. Maintenant que le marché de l'Internet des objets arrive à

maturité, certains protocoles commencent également à prendre une position dominante, particulièrement pour le sans fil à courte portée.

Le premier paramètre à prendre en compte est celui de la distance. Les appareils utilisés à l'intérieur des bâtiments peuvent souvent emprunter des réseaux à courte portée et tirer parti de la plus grande simplicité et de la consommation électrique réduite des protocoles adaptés à cet environnement. L'installateur peut généralement compter sur la présence de passerelles avoisinantes qui peuvent relayer les données sur Internet. Les capteurs destinés à l'agriculture intelligente ou destinés à contrô-

ler les services aux collectivités nécessitent une portée beaucoup plus importante puisqu'une passerelle ou une station de base peut se trouver à plusieurs kilomètres de distance.

Sur le créneau de la courte portée, il existe deux technologies qui sont en train d'occuper des positions dominantes dans les communications sans fil. Toutes deux profitent du fait qu'elles sont déjà des succès de masse sur le marché de l'électro-

- Choisir le bon protocole réseau pour une application IoT peut paraître déconcertant au début, mais chacun des protocoles candidats a des fonctionnalités adaptées aux différents marchés et aux différentes applications.



nique grand public. En outre, elles bénéficient toujours d'un programme continu d'améliorations.

Bluetooth Low Energy pour la courte portée

Bien que son prédécesseur ait été mis au point pour les réseaux personnels centrés sur le téléphone mobile, la création du Bluetooth Low Energy ouvre la voie à une gamme d'applications beaucoup plus étendue. Auparavant, les appareils IoT étaient confrontés à un choix de protocoles de niche comme le ZigBee, destiné à l'automatisation domotique, ou le 6LoWPAN, conçu pour l'automatisation industrielle. Bluetooth Low Energy offre désormais la compatibilité avec le 6LoWPAN et prend en charge plusieurs des caractéristiques principales mises au point à l'origine pour ZigBee.

- Des modules radio Bluetooth Low Energy (BLE) comme le modèle MBN52832 de Murata peuvent s'accommoder des applications IoT compatibles BLE les plus exigeantes.

L'une de ces caractéristiques est le maillage réseau. Bluetooth dispose depuis 2013 de l'option Scatternet qui fait basculer les nœuds entre les modes maître et esclave pour plus de flexibilité. Par exemple, un nœud intelligent pourra recueillir les données auprès de plusieurs appareils esclaves simples, puis relayer ces données sur un smartphone en faisant temporairement office d'esclave. La fonctionnalité de réseau maillé désormais disponible sur Bluetooth permet d'étendre la portée d'une seule passerelle en toute transparence en se servant des nœuds intermédiaires comme de points de relais pour les paquets de données.

Bluetooth 5, lancé à l'été 2016, a apporté des améliorations qui comprennent l'aptitude à trouver un compromis entre la portée et le débit maximal de données. En utilisant un protocole adaptatif, la portée peut ainsi passer à environ quatre fois celle de Bluetooth 4.2 à un débit de transmission de données de 125 kbit/s. En prenant pour hypothèse des conditions de visibilité directe en plein air, cette portée peut approcher les 200 mètres. Pour les appareils à espacement plus rapproché, le débit de données peut aller jusqu'à 2 Mbit/s, bien que le surdébit

réduise le débit de données utile maximum réalisable à environ 1,6 Mbit/s.

Le Wi-Fi pour de hauts débits

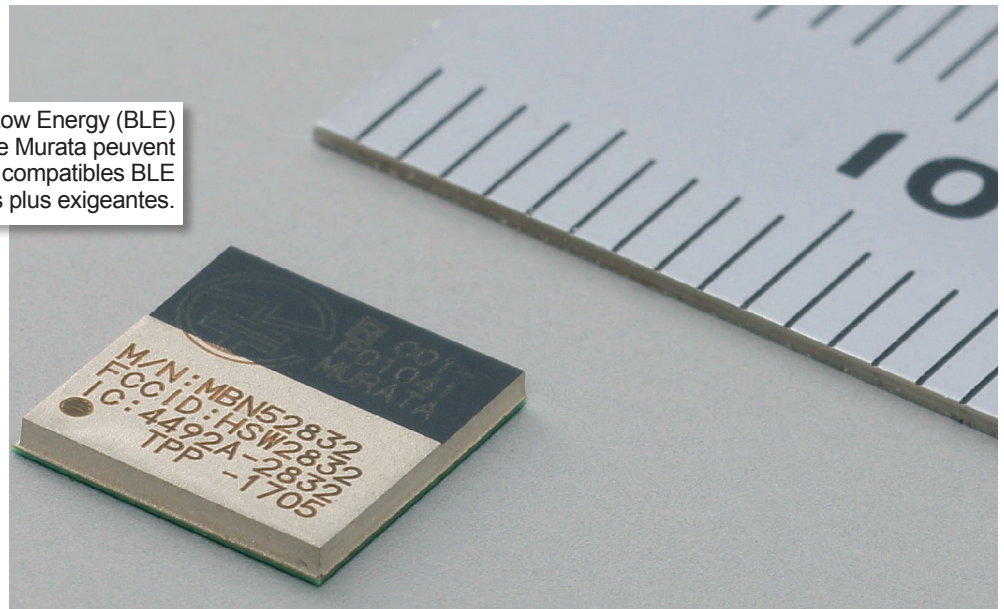
Pour un trafic IoT à haut débit, le Wi-Fi offre désormais une option viable. Les coûts des émetteurs-récepteurs ont baissé de manière spectaculaire et l'usage du protocole permet de tirer profit des routeurs domestiques traditionnels pour accéder à Internet au lieu de compter sur des passerelles spécialisées. Depuis le début, le Wi-Fi s'est attaché à fournir une communication à bande passante élevée aux appareils mobiles. La disponibilité de la bande des 5 GHz, en plus de la bande indus-

truelle/scientifique/médicale (ISM) de 2,4 GHz utilisée par le protocole Wi-Fi d'origine ainsi que par Bluetooth, 6LoWPAN et ZigBee, permet d'accéder à une partie moins encombrée du spectre des radiofréquences. C'est utile pour les applications qui nécessitent un transfert de données à haut débit en continu.

Il existe désormais de multiples versions du Wi-Fi. Bien que de nombreuses applications IoT, même celles qui nécessitent une communication à bande passante élevée pour la diffusion de signaux audio ou vidéo en temps réel, peuvent utiliser les variantes anciennes du Wi-Fi, il est souvent sensé de s'appuyer aujourd'hui sur la variante 802.11ac. Cette version prend en charge de multiples antennes pour augmenter les débits de transmission agrégés à au moins 1 Gbit/s dans

la bande des 5 GHz. Les appareils connectés à l'Internet des objets qui utilisent le 802.11ac peuvent contribuer à maintenir le débit de données le plus élevé possible en permettant au routeur domestique ou au routeur d'entreprise d'exploiter pleinement la diversité d'antennes. Se rabattre sur un ancien protocole plus lent peut ralentir l'ensemble du réseau lorsque l'appareil connecté à l'Internet des objets est en service.

De nombreux appareils connectés à l'Internet des objets peuvent néanmoins prendre en charge à la fois le Wi-Fi et le Bluetooth, le coût d'intégration des deux protocoles n'étant souvent supérieur qu'à la marge à celui d'un émetteur-récepteur n'utilisant que le Wi-Fi. Cette caractéris-

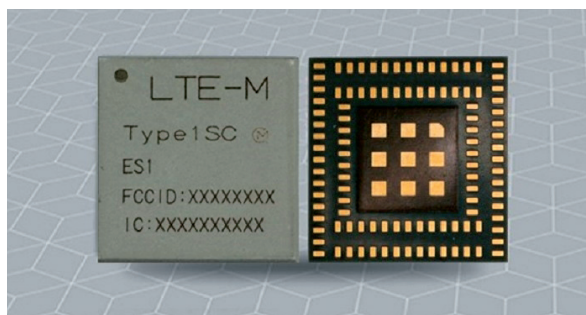


trique peut être utilisée pour faciliter des tâches comme l'installation. Dans un premier temps, une simple connexion Bluetooth à une appli hébergée par un terminal mobile peut servir à configurer l'appareil. Une fois configuré, ce dernier peut alors basculer sur le protocole Wi-Fi pour les transferts de données.

Autre option d'apparition récente : le DECT à ultrabasse consommation (ULE, Ultra Low Energy). Il présente, par rapport à de nombreux protocoles IoT de courte portée, l'avantage d'avoir un spectre de radiofréquences spécifique au lieu d'un accès partagé à la bande ISM des 2,4 GHz. La portée du DECT ULE peut aller jusqu'à 300 mètres à l'extérieur et 50 mètres

Ne pas négliger le DECT ULE

Autre option d'apparition récente : le DECT à ultrabasse consommation (ULE, Ultra Low Energy). Il présente, par rapport à de nombreux protocoles IoT de courte portée, l'avantage d'avoir un spectre de radiofréquences spécifique au lieu d'un accès partagé à la bande ISM des 2,4 GHz. La portée du DECT ULE peut aller jusqu'à 300 mètres à l'extérieur et 50 mètres



• Murata a fait le choix du circuit radio bimode LTE Cat-M1/NB1 (LTE-M/NB-IoT) ALT1250 de la société Altair Semiconductor pour son premier module cellulaire calibré pour le marché de l'Internet des objets, en l'occurrence le modèle Type 1SC qui ne mesure que 11,1x11,4x1,4mm, pour une superficie de 50% plus compacte que la plupart des offres concurrentes.

à l'intérieur des bâtiments. Par ailleurs, le protocole DECT permet à de multiples passerelles de coopérer pour étendre la portée d'un seul réseau bien au-delà des 300 mètres initiaux. Bien que le DECT ait été au départ mis au point pour la téléphonie sans fil, la version ULE offre une communication à basse consommation pour les nœuds de capteurs connectés à l'Internet des objets.

LoRa et Sigfox pour de longues portées

Dans un environnement à courte portée, la passerelle est normalement gérée par l'utilisateur. Dans un environnement réseau à longue portée et basse consommation (LPWAN), la passerelle peut aussi être détenue par un particulier, mais l'accès peut aussi passer par les réseaux publics. La technologie LoRa est protocole qui propose le choix entre l'un ou l'autre. Reposant sur un modèle d'émetteur-récepteur conçu par le fournisseur de semi-conducteurs Semtech, le procédé LoRa emprunte un spectre exploitable sans licence et offre aux utilisateurs la possibilité de déployer leurs propres passerelles ou de faire communiquer leurs appareils avec des réseaux tiers. Certaines métropoles ont aussi déployé des réseaux reposant sur LoRa qui sont en accès gratuit et des prestataires de services sont apparus qui louent l'accès à leurs passerelles.

Pour éviter les problèmes d'interférences provenant d'autres utilisateurs empruntant la même bande de fréquence, LoRa utilise un schéma de modulation à spectre étalé avec des débits de données compris entre 300 bits/s et 50kbit/s. La portée peut aller jusqu'à 10km et l'utilisation de

fréquences sous le gigahertz permet de joindre des appareils enterrés comme les compteurs d'eau.

De son côté, Sigfox utilise la transmission à bande ultra-étroite pour étendre sa portée jusqu'à 50 km en zones rurales. Là où LoRa est conçu pour des communications bidirectionnelles, Sigfox est optimisé pour les transferts à bas débit de données dans une seule direction, en général du nœud de capteurs vers le serveur. Les débits de transmission vont de 10bits/s à 1kbit/s. Mais la technologie Sigfox n'est pas totalement unidirectionnelle: ce protocole prend en charge les paquets d'accusé de réception pour permettre au nœud de capteurs de déterminer si une communication a bien été reçue, ce qui convient parfaitement aux applications comme les alarmes de sécurité.

Un avantage de la spécialisation du Sigfox sur les transferts de données unidirectionnels est que cela peut contribuer à conserver l'énergie au niveau du nœud de capteurs, prolongeant ainsi l'autonomie de la batterie. Si le nœud n'a qu'à attendre les accusés de réception, qui seront reçus très peu de temps après la transmission, il n'est pas nécessaire que le nœud s'éveille selon un cycle régulier pour écouter les liens descendants à partir de la passerelle.

Alors que LoRa offre aux utilisateurs la possibilité d'utiliser leurs propres passerelles, toutes les communications sur Sigfox passent par les passerelles appartenant à l'entreprise. Bien que cette caractéristique présente une flexibilité opérationnelle réduite, elle présente, pour les utilisateurs, l'avantage de passer par un seul fournisseur assurant le support réseau dans un grand nombre de pays.

La connectivité cellulaire s'est adaptée à l'IoT

La connectivité cellulaire est déjà largement utilisée pour les applications de communication de machine à machine. Au cours des années récentes, le secteur a étendu les offres GPRS de base avec divers protocoles assurant soit des débits de transmission accrus, soit un fonctionnement à basse consommation. Un avantage essentiel de la connectivité cellulaire est qu'elle permet aux opérateurs de gérer la congestion réseau et les interférences beaucoup plus facilement qu'avec un spectre exploitable sans

licence, améliorant la fiabilité à long terme. La nature ouverte des protocoles eux-mêmes garantit en outre une grande variété de semi-conducteurs et de modules RF compatibles.

La première évolution est arrivée avec le GSM à couverture étendue (EC-GSM), qui améliore l'aptitude des signaux cellulaires à joindre des nœuds plus distants ou à se connecter à des nœuds de capteurs enterrés. L'EC-GSM peut traiter des signaux qui sont de 20dB plus faibles que le GPRS standard et garantit des débits de transmission allant jusqu'à 10kbit/s.

L'arrivée de du procédé Long Term Evolution (LTE) a entraîné dans son sillage plusieurs options de connectivité pour l'Internet des objets (IoT) grâce à l'utilisation plus efficace que fait le protocole 4G du spectre de fréquence. La première à arriver a été l'option Cat-M, qui permet des débits de transmission de 1 Mbit/s à la fois pour la liaison montante et pour la liaison descendante par transmission en semi-duplex. Cat-M fournit également des améliorations en économie d'énergie. Par rapport au protocole cœur LTE utilisé par les téléphones mobiles, Cat-M peut fonctionner avec un nombre réduit de mises à jour provenant de la station de base. La fréquence des mises à jour peut être réduite au point où le nœud de capteurs n'a plus qu'à se réveiller toutes les dix minutes environ, ce qui permet de préserver considérablement l'autonomie de la batterie pour les appareils qui surveillent les conditions à évolution lente, comme l'humidité du sol. La technologie NarrowBand IoT (NB-IoT) améliore encore l'efficacité énergétique. Le NB-IoT utilise une bande de transmission beaucoup plus étroite que le Full LTE: 1,4MHz au lieu de 20MHz. Cela s'accompagne d'une réduction de la puissance d'émission pour améliorer encore l'autonomie de la batterie. Suivant un processus continu d'améliorations, la Release 14 du standard LTE par le 3GPP vient encore améliorer l'efficacité en y intégrant des techniques permettant aux nœuds de se déconnecter rapidement après une transmission afin de réduire la puissance de fuite. Il est possible de parvenir à des débits de transmission de 50kbit/s sur la liaison descendante et de 20kbit/s sur la liaison montante si l'on fait appel à la signalisation multi-tons pour la liaison montante. ■