

Notions fondamentales de l'Internet des objets

Mark Zack, Vice-président, Global Semiconductors, Digi-Key

Le rôle d'Internet est amené à changer au cours des cinq prochaines années, à mesure que les systèmes deviendront plus intelligents. Selon le spécialiste réseau Cisco, 50 milliards de dispositifs seront connectés à Internet d'ici à 2020, contribuant à soutenir un marché de 14 billions USD. Les systèmes qui dominent Internet actuellement, tels que les ordinateurs, ordinateurs portables, tablettes et smartphones, seront éclipsés par les dizaines de milliards de machines avec connexions réseau qui se transmettront des données avec pour objectif d'optimiser la vie quotidienne.

Le concept de l'Internet des objets remonte à la fin des années 1990, lorsque les chercheurs ont proposé des idées telles que l'intelligence ambiante, où une nuée de capteurs intelligents surveille les conditions environnementales, pour alerter les systèmes de contrôle des changements. En tenant compte de ces changements, ces systèmes de contrôle peuvent améliorer l'efficacité d'un grand nombre de systèmes, du contrôle industriel à la domotique et aux soins de santé. Par exemple, un ensemble de capteurs intelligents placés sur le corps peut repérer des problèmes de santé et les signaler à l'utilisateur par téléphone. Dans le contrôle industriel, une série de capteurs montés le long d'une ligne de production peut détecter les conditions causant des problèmes, comme des variations soudaines de la température ou des vibrations excessives pouvant indiquer un problème dans un outil ou un processus dépassant ses limites.

Trois notions fondamentales se combinent pour former un nœud Internet des objets : intelligence, détection et communications sans fil. La connectivité sans fil est cruciale car elle permet aux nœuds de capteur d'être déployés rapidement et facilement sans recourir au routage des câbles réseau vers chaque emplacement.

Afin de résister à de longues périodes temporelles sur une seule charge de batterie, un nœud Internet des objets doit afficher une faible consommation énergétique. Typiquement, le nœud sera dormant pour des périodes étendues, et s'activera durant de courtes périodes pour recevoir une information et décider s'il doit envoyer une alerte selon le changement ou repasser en mode veille. Un grand nombre de microcontrôleurs sont conçus autour de cette exigence clé, affichant des modes de veille ultra basse consommation combinés à des pipelines d'instructions hautes performances pour rationaliser le traitement en mode actif.

Le type d'architecture constitue un facteur clé. Un nombre croissant de microcontrôleurs à bas coût de fournisseurs comme Atmel, Freescale, STMicroelectronics et Texas Instruments utilisent des cœurs 32 bits basés sur des architectures comme ARM pour offrir des performances élevées à basse

consommation et accéder à un ensemble croissant de logiciels open-source permettant aux applications d'être développées rapidement. Toutefois, les architectures telles qu'AVR d'Atmel démontrent qu'une plateforme 8 bits est capable de fournir une puissance élevée, en utilisant des périphériques intelligents avancés pour collecter les données des interfaces de capteur, pour un rapport coût-rendement élevé.

Il existe différentes approches possibles pour l'introduction des communications basse consommation dans un noeud Internet des objets, des protocoles spécifiquement conçus tels que ZigBee aux variantes basse consommation telles que Bluetooth et Wi-Fi. Certains de ces protocoles offrent une compatibilité directe avec le protocole IP. D'autres reposent sur une passerelle pour mappage entre les paquets IP et les protocoles rationalisés utilisés par les noeuds de capteurs Internet des objets.

ZigBee est une spécification réseau sans fil basse consommation basée sur la norme IEEE 802.15.4 (2003), qui a été développée par un groupe de 16 sociétés impliquées dans l'immotique et l'automatisation industrielle. Un nouvel aspect de ZigBee par rapport à de nombreux autres protocoles réseau réside dans son utilisation de réseau maillé. Cela permet aux noeuds Internet des objets éloignés d'un contrôleur central d'utiliser des noeuds intermédiaires pour transmettre les communications. La portée d'une passerelle centrale est ainsi étendue, et la robustesse est renforcée, car une transmission peut utiliser différents trajets dans le maillage.

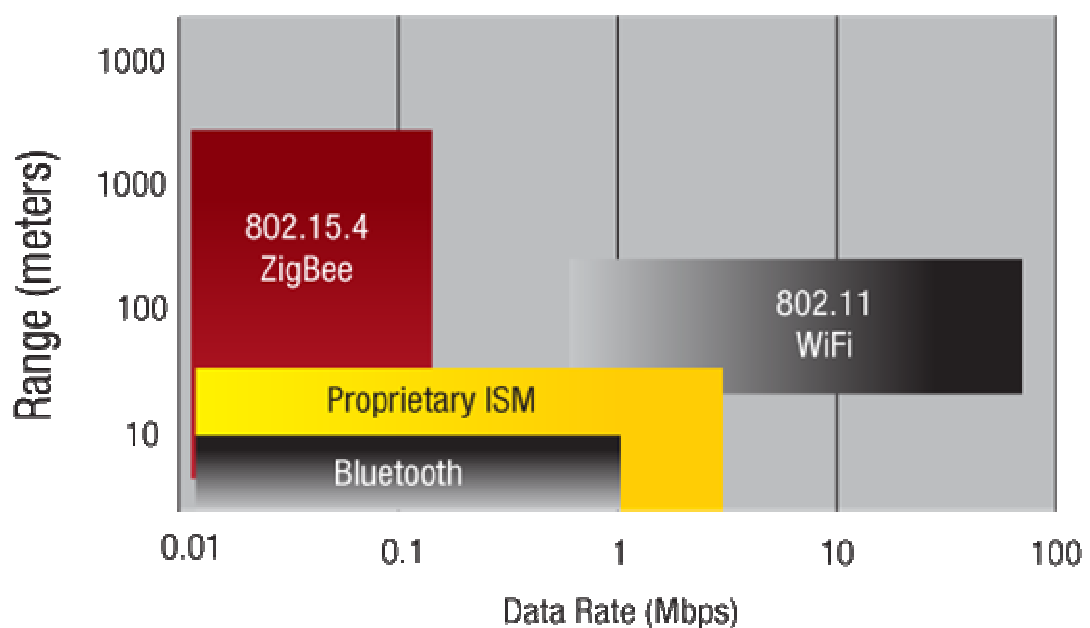


Figure 1 : Comparaison des débits de données des systèmes RF

Lancé à l'origine par Nokia en tant que Wibree en 2006, Bluetooth Low-Energy (BLE) ou Bluetooth Smart offre une portée similaire à celle du Bluetooth classique, mais avec une consommation énergétique inférieure. Au lieu des canaux 1 MHz utilisés par le protocole Bluetooth original, BLE utilise un ensemble plus petit de canaux à plus large bande de 2 MHz mais avec un débit de données maximal plus faible. La bande passante de canal est similaire à celle de ZigBee mais avec un espacement plus étroit.

L'un des avantages clés de BLE réside dans sa latence plus faible, juste 3 ms par rapport aux 100 ms du Bluetooth classique, et dans sa complexité réduite de manière à ce que sa pile logicielle puisse facilement être intégrée dans des microcontrôleurs à plus faibles coûts. BLE conserve la prise en charge pour le saut de fréquence du protocole Bluetooth original, qui le rend plus robuste que ZigBee en présence de forts signaux d'interférence.

L'une des principales zones d'application pour BLE est l'instrumentation médicale, dans laquelle plusieurs capteurs corporels pour surveiller la fréquence cardiaque, la pression artérielle et la posture relaient leurs mesures à intervalles réguliers à un contrôleur central, qui peut être un téléphone portable ou un instrument médical dédié.

Utilisé sous diverses formes depuis plus de 15 ans, le Wi-Fi présente l'avantage d'être la technologie radio réseau sans fil la plus avancée, convenant aux applications Internet des objets. Par le biais de protocoles tels que WPS, le Wi-Fi permet une intégration aisée dans un réseau existant pour des dispositifs sans interface utilisateur physique.

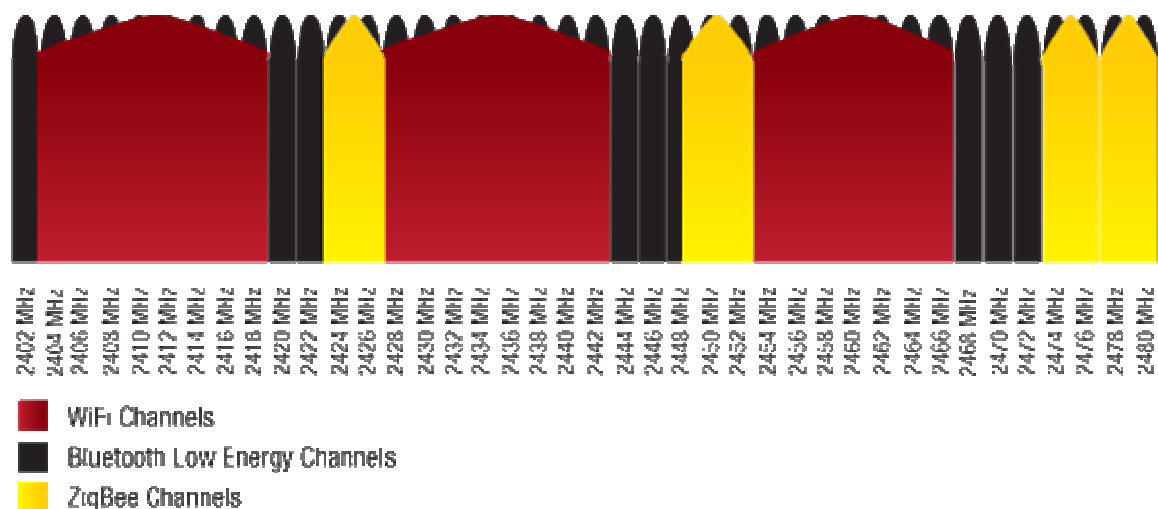


Figure 2 : Configuration des canaux pour ZigBee, Bluetooth LE et Wi-Fi

De toutes les technologies sans fil adaptées aux applications Internet des objets, le Wi-Fi affiche le meilleur rendement de transmission de puissance par bit. Les conceptions Wi-Fi traditionnelles tendent à utiliser plus d'énergie pour maintenir une connexion au repos que des protocoles tels que BLE, qui peuvent réduire le rendement énergétique si l'application ne requiert pas de bande passante élevée. Toutefois, des fournisseurs tels que GainSpan se sont attachés au rendement énergétique dans des conceptions comme GS2000, qui combinent la prise en charge pour ZigBee et Wi-Fi sur les bandes 2,4 GHz et 5 GHz. Ces conceptions placent la radio en mode de veille écoénergétique si le noeud de capteur n'a pas besoin de transmettre de données. Il ne s'active que pour envoyer des données ou des paquets de connexion d'entretien utilisés pour signaler aux contrôleurs centraux que le noeud n'a pas de problème.

En général, le Wi-Fi convient aux applications dans lesquelles la conformité avec la pile IP est un avantage, l'envoi de grandes quantités de données est requise, comme pour l'audio ou la vidéo, ou des dispositifs à distance peuvent être alimentés par des sources d'énergie externes.

L'utilisation du Wi-Fi est illustrée par Mernok Elektronik en Afrique du Sud, qui utilise des modules connectBlue pour intégrer un réseau sans fil dans ses systèmes de commande de locomotives et de gestion de la sécurité dans les systèmes ferroviaires utilisés dans les mines. Les modules sont utilisés pour collecter des données de fonctionnement en temps réel sur chaque véhicule, et ils offrent une connexion sans fil robuste sur les deux bandes de fréquence 2,4 GHz et 5 GHz avec prise en charge pour modifications des paramètres et mises à jour micrologicielles par radio.

BLE et Wi-Fi peuvent être utilisés conjointement de manière efficace, car ils prennent tous les deux en charge les protocoles de coexistence destinés à réduire les interférences entre eux sur leur bande de fréquence commune de 2,4 GHz. Cette capacité de coexistence se prête bien à l'implémentation de conceptions de passerelle dans lesquelles BLE est utilisé pour les connexions aux noeuds de capteur et le Wi-Fi pour relayer les données agrégées à un réseau fédérateur. L'APx4 de Bluegiga offre une solution prête à l'emploi à cet effet, avec prise en charge Wi-Fi et pile logicielle Bluetooth 4.0 complète incluant BLE, architecturée autour d'un puissant processeur ARM9 450 MHz.

Plusieurs microcontrôleurs intégrés et jeux de puces de support de fournisseurs comme Atmel, CSR, Freescale, STMicroelectronics et Texas Instruments offrent une prise en charge des protocoles tels que BLE, Wi-Fi et ZigBee. Pour les implémentations exigeant une grande flexibilité, les émetteurs-récepteurs radio configurables fabriqués par Lime Microsystems simplifient le déploiement des noeuds pouvant être programmés avec une personnalité d'interface RF spécifique

sur le lieu de fabrication pour convenir aux différentes exigences réseau requises dans le système cible.

À mesure que l'Internet des objets évolue, nous pouvons nous attendre à voir apparaître de nouvelles solutions intégrées sur le marché. Mais, même à ce stade préliminaire de développement, il existe de nombreux choix disponibles avec lesquels intégrer les trois notions clés de prise en charge de l'Internet des objets.