Choisir un protocole sans fil pour l'espace domotique

Mark Patrick, Mouser Electronics

Alors que l'Internet des Objets (IdO) commence à envahir nos espaces personnels et professionnels, l'un des premiers lieux affectés est notre foyer. L'omniprésence des réseaux sans fil, des smartphones et de la connectivité cloud a généré de riches opportunités pour les fabricants d'appareils, qui ajoutent de la valeur à nos foyers via des équipements domestiques plus intelligents et connectés que jamais.

Avec les opportunités vient toutefois la concurrence, et nous assistons à la prolifération des protocoles rivaux au sein de l'espace domotique sans fil. Au-delà de la confusion, réside néanmoins la logique : aucun protocole n'est actuellement optimal pour chaque cas d'utilisation, mais nombreux d'entre eux excellent dans une application spécifique de l'espace IdO. Penchons-nous sur les principaux protocoles sans fil utilisés pour la domotique intelligente aujourd'hui, ainsi que sur les nouvelles normes prometteuses aspirant à tous les unifier.



Illustration 1 : le foyer connecté

Z-Wave

Avec plus d'un millier d'appareils et bien plus de cent sociétés fabricant des produits compatibles, Z-Wave est actuellement le protocole sans fil le plus plébiscité pour la domotique, et il ne semble pas vouloir s'arrêter là. Z-Wave est un protocole sans fil propriétaire destiné à la domotique conçu pour répondre aux exigences de basse consommation et de limitation de bande passante de l'IdO.

Le protocole Z-Wave repose sur la norme radio physique IEEE 802.15.4 et sur une topologie maillée pour augmenter la portée de fonctionnement et la robustesse du réseau. Contrairement aux technologies Bluetooth et ZigBee, qui opèrent sur la bande 2,4 GHz, Z-Wave fonctionne à 868 MHz en Europe et à 915 MHz en Amérique du Nord. L'utilisation de fréquences inférieures à 1 GHz confère à Z-Wave un signal robuste, imperméable aux réseaux Bluetooth et Wi-Fi, ainsi qu'une portée de fonctionnement étendue, environ trois fois supérieure à celle de ZigBee.

La topologie d'un réseau Z-Wave est établie sous la forme d'un maillage au sein duquel chaque nœud agit comme un répéteur, augmentant la portée de fonctionnement et préservant la continuité des opérations réseau en cas de panne d'un nœud. Chaque réseau Z-Wave dispose d'au moins un contrôleur, généralement un concentrateur connecté via Wi-Fi, émettant les commandes sur le réseau et faisant fréquemment office de passerelle vers Internet.

Étant donné qu'il s'agit d'un protocole propriétaire, tous les fabricants d'appareils doivent utiliser une des puces SoC (System on Chip) délivrées par Sigma Designs. L'approche SoC permet d'implémenter la plupart des conceptions sur la puce radio sans nécessiter d'unités MCU (Master Control Unit) externes, simplifiant ainsi le développement matériel. Le développement logiciel, quant à lui, est réalisé via un kit SDK (Software Development Kit) standard disponible auprès de Sigma. Les dernières puces SoC Z-Wave de la gamme 500 series offrent une portée accrue jusqu'à 150 m, une autonomie supérieure de 50 % et une bande passante augmentée à 250 %, tout en préservant la compatibilité avec toutes les générations précédentes d'appareils Z-Wave. Suite à leur développement, les produits doivent être certifiés avant de pouvoir arborer le logo Z-Wave. Ce système fermé implique certes des prix légèrement supérieurs, mais signifie également que les produits Z-Wave peuvent interopérer facilement.

Offrant un signal robuste et exempt d'interférence, ainsi qu'une interopérabilité optimisée avec plus d'un millier de produits estampillés sur le marché, le protocole Z-Wave est une solution de référence pour les appareils connectés dans l'espace domotique.

ZigBee

Créé en 2005 en tant que norme ouverte reposant sur la couche physique IEEE 802.15.4, ZigBee a été le premier protocole sans fil majeur spécifiquement conçu pour l'IdO. Tout comme Z-Wave, il offre un fonctionnement basse consommation et utilise un

réseau maillé.

Conçus pour offrir une portée maximale de 100 m en plein air, les appareils ZigBee atteignent rarement cette distance, la configuration radio étant axée sur l'économie d'énergie plutôt que sur la portée de fonctionnement. Néanmoins, la topologie maillée de ZigBee permet d'utiliser des réseaux de grande envergure, dépassant de loin la portée d'un simple appareil ZigBee. Le maillage permet au réseau d'opérer bien au-delà du champ de vision, en contournant les angles et les obstacles ou à différents niveaux au sein d'un bâtiment.

L'avenir de ZigBee est incertain. Son rendement énergétique a été surpassé par la technologie Bluetooth Low Energy, ainsi que plusieurs autres protocoles récents ou émergents, notamment la nouvelle version du BLE, utilisant également un réseau maillé. La disponibilité de modules ZigBee performants à bas prix a préservé sa popularité jusqu'à aujourd'hui, et en fait un choix pertinent pour les projets exploitant l'IdO en réseau fermé ; toutefois, en raison de sa faible interopérabilité, il est peu probable qu'il devienne un protocole majeur pour la domotique de demain.

Thread

Lancé en juillet 2015, Thread est un protocole domotique sans fil IP très prometteur créé par Google Nest en collaboration avec de grandes figures sectorielles, telles que Samsung, Freescale et ARM. Thread vise à unifier les produits domotiques via un protocole unique et tourné vers l'avenir, capable de s'exécuter sur les composants matériels existants. Contrairement à Z-Wave et ZigBee, les appareils Thread intègrent une fonctionnalité d'adressage IP utilisant la technologie 6LowPAN au niveau de la couche réseau pour attribuer sa propre adresse IPv6 à chaque appareil. Cette caractéristique permet non seulement de relier très facilement les réseaux Thread à Internet, mais simplifie en outre considérablement l'intégration aux applications dans le cloud.

Plutôt que d'ajouter une nouvelle couche physique, Thread utilise la norme 802.15.4,

tout comme ZigBee et Z-Wave. Les modules radio Thread sont déjà disponibles sur le marché et de nombreux modules radio ZigBee existants peuvent également être mis à jour pour prendre en charge Thread. Outre le fait de simplifier la conception de nouveaux appareils Thread, cela signifie que certains produits ZigBee actuels peuvent facilement bénéficier d'une prise en charge Thread.

Thread prend en charge les messages très courts et les appareils à « fonctions limitées » pour réduire la consommation d'énergie. À l'instar de ZigBee et Z-Wave, Thread prend en charge la topologie de maillage pour renforcer les architectures réseau.

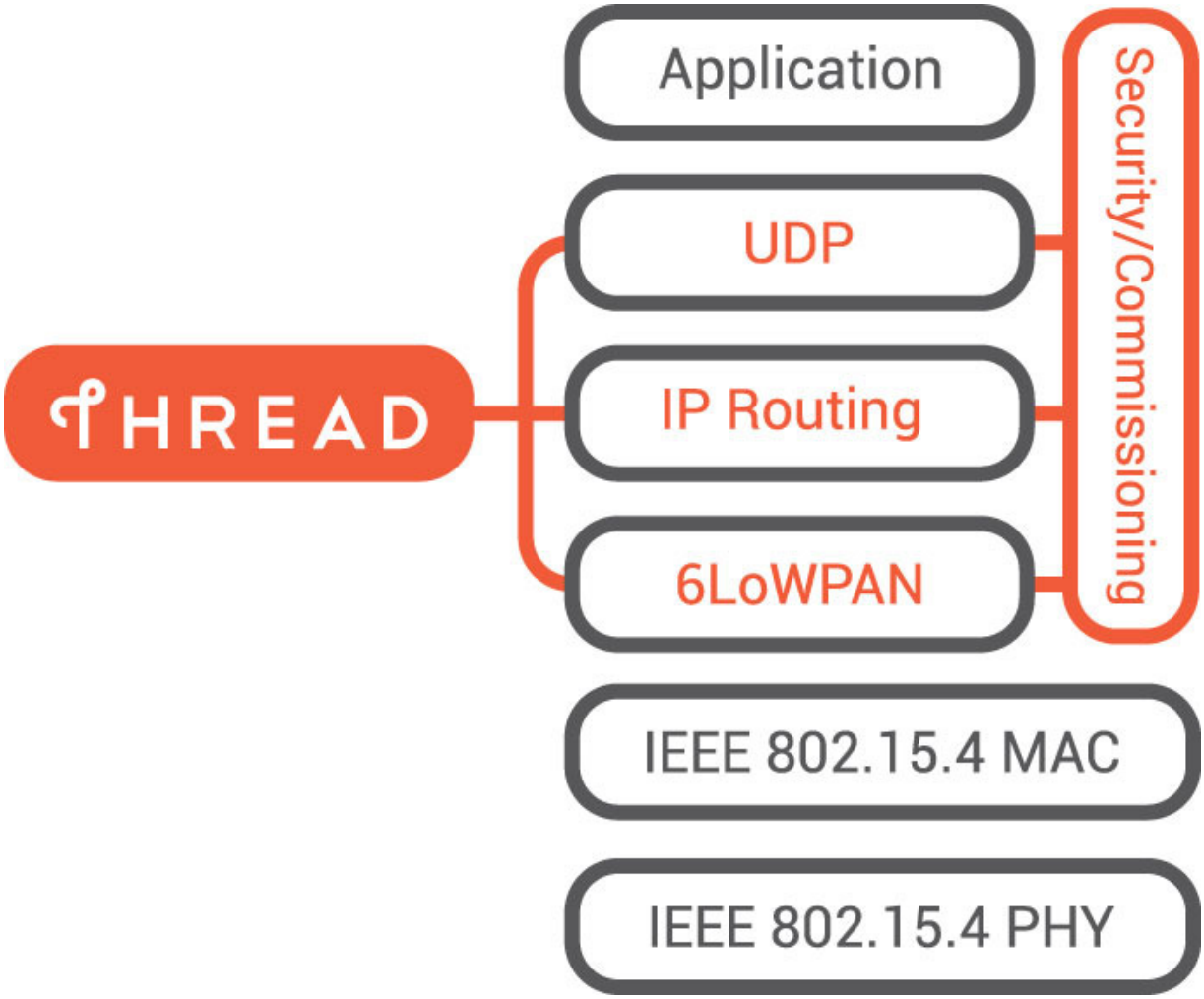


Illustration 2 : Pile Thread (image reproduite avec l'autorisation de All About Circuits)

La pile (ou stack) Thread définit principalement les couches physique et réseau, au détriment de la couche applicative. À ce jour, seul Nest Weave utilise Thread comme couche réseau native. La bibliothèque ZigBee Cluster Library (ZCL) a également annoncé une compatibilité avec ce nouveau protocole, ce qui signifie que les applications conçues pour la ZCL peuvent désormais s'exécuter sur les réseaux Thread.

Étant donné qu'il s'agit d'un protocole très récent, Thread n'a pas encore connu l'adoption majeure de Z-Wave ; toutefois, avec une conception optimisée intégrant l'adressage IP, une solide posture sectorielle et la capacité d'exploiter les technologies existantes, il s'agit d'une solution très prometteuse dont les fabricants d'appareils connectés devraient envisager la prise en charge.

Bluetooth Low Energy

Le protocole Bluetooth Low Energy (BLE) est entré en scène en 2010 dans le cadre de la spécification Bluetooth 4.0. La technologie Bluetooth étant intégrée aux systèmes d'exploitation Android et iOS, les smartphones actuels sont d'ores et déjà compatibles BLE, ce qui en fait un protocole extrêmement attractif pour les appareils grand public, notamment dans le domaine de la domotique. À la différence des appareils utilisant d'autres protocoles IdO (même Thread !) uniquement accessibles via une passerelle, les appareils BLE sont accessibles directement depuis un smartphone ou une tablette.

Contrairement à la technologie Bluetooth traditionnelle, conçue pour la diffusion de données en streaming, le protocole Bluetooth Low Energy est optimisé pour les communications à faible bande passante, peu fréquentes et en rafale. Cette caractéristique en fait une solution idéale pour la transmission d'informations de détection et de contrôle. Le protocole BLE peut être très performant en termes de consommation, et les capteurs sans fil BLE optimisés pour l'économie d'énergie peuvent offrir une autonomie de plusieurs semaines, mois, voire années.

Les connexions de type maître/esclave constituent la topologie BLE la plus courante, au sein de laquelle un appareil BLE maître peut se connecter à plusieurs esclaves, mais un esclave ne peut se connecter qu'à un seul maître. Cette topologie est parfaitement adaptée aux réseaux asymétriques de faible envergure, tels qu'un smartphone et ses périphériques, une voiture et ses composants électroniques ou encore un ordinateur industriel et les capteurs des équipements environnants. La topologie maître/esclave est toutefois moins performante pour connecter un grand nombre d'appareils via un réseau local.

Outre les connexions maître/esclave, les appareils Bluetooth Low Energy peuvent également communiquer en diffusant des données aux appareils situés à proximité. Dans ce mode, un appareil BLE diffuse des données à un nombre illimité d'appareils d'écoute : un thermostat peut par exemple l'utiliser pour diffuser des données de température à intervalles réguliers.

Étant donné la popularité de ce protocole, le prix des puces BLE a considérablement baissé et celles-ci sont désormais très abordables. De nombreuses puces BLE sont intégrées aux conceptions SoC avec processeur d'application embarqué, permettant ainsi de fabriquer des appareils et capteurs connectés basse consommation à bas prix.

L'omniprésence du protocole Bluetooth Low Energy dans les smartphones en fait une solution idéale pour les appareils domotiques, et sa basse consommation un choix pertinent pour les communications M2M (Machine to Machine). Exploitant le concept de saut de fréquence adaptatif pour éviter les interférences, il peut coexister avec d'autres protocoles sans fil, tels que le Wi-Fi ; notez toutefois que le BLE n'utilise pas de réseau maillé et que sa portée est ainsi directement soumise à la puissance du signal radio et aux obstacles environnementaux.

Wi-Fi

Le Wi-Fi n'a pas été conçu pour la domotique, et comparée à celle d'autres protocoles, sa consommation n'est pas optimisée pour les applications à faible bande passante. Il

reste néanmoins un protocole majeur dans le domaine de la domotique, car pratiquement chaque foyer est équipé d'un réseau sans fil.

Les appareils Wi-Fi peuvent exploiter les réseaux existants au lieu d'avoir à définir le leur, ce qui fait du Wi-Fi un protocole très attractif pour les appareils domotiques pouvant se connecter simplement aux réseaux domestiques existants.

En revanche, outre les préoccupations d'ordre énergétique, le Wi-Fi dispose également d'une pile relativement volumineuse, nécessitant une mémoire et une puissance de calcul supérieures à celles des autres protocoles. Pour les appareils disposant des ressources requises, la prolifération des réseaux sans fil reposant sur la technologie IP fait néanmoins de la prise en charge Wi-Fi l'une des meilleures méthodes pour garantir une connectivité et une interopérabilité simplifiées aux utilisateurs finaux.

Considérations relatives aux protocoles

Comme nous l'avons vu, chacun des principaux protocoles domotiques sans fil a ses atouts et ses faiblesses, offrant une solution plus adaptée à certaines applications qu'à d'autres.

Si l'interopérabilité est un facteur essentiel, Z-Wave est un protocole pertinent, car il dispose actuellement du plus vaste écosystème d'appareils interopérables. Z-wave offre un bon rendement énergétique, un réseau maillé doté d'une portée supérieure à celle de ZigBee, ainsi qu'un signal plus robuste, car il opère à des fréquences inférieures à 1 GHz.

Pour ce qui est de la connectivité cloud et de l'évolutivité, le récent protocole Thread dispose d'une conception optimisée avec adressage IP et du soutien des principaux acteurs du secteur. Il offre en outre une faible consommation, un réseau maillé et un adressage IPv6 pour une intégration simplifiée aux applications dans le cloud. Même s'il s'agit d'un nouveau protocole, il offre une prise en charge clé en main, car il repose sur la norme radio 802.15.4 et peut coexister avec ZigBee.

Pour les applications ultra basse consommation, Bluetooth Low Energy est à ce jour le protocole le plus performant du marché, mais également celui offrant la pile la moins volumineuse. Ces caractéristiques en font une solution adaptée aux petits appareils à bas prix nécessitant une autonomie étendue. En outre, les utilisateurs peuvent directement accéder à ces appareils via leur smartphone ou leur tablette, sans avoir à passer par un périphérique ou un concentrateur.

Enfin, en matière de simplicité d'utilisation, il est difficile de détrôner le Wi-Fi. Il s'agit du meilleur protocole pour les appareils pouvant être reliés au secteur, car le Wi-Fi n'est pas très performant en termes de rendement énergétique, mais compense cette faiblesse par sa rapidité. Le Wi-Fi excelle dans les applications à bande passante élevée, telles que les caméras de sécurité. En outre, l'omniprésence des réseaux Wi-Fi et l'adressabilité IP inhérente à ce protocole en font une solution attractive pour tous les appareils connectés capables de l'utiliser.

Mouser Electronics
Distributeur agréé
www.mouser.com