Les microcontrôleurs faible consommation et les radios Bluetooth préparent les appareils du quotidien à se connecter à des milliards d'objets

Jason Tollefson

Directeur Senior du Marketing produit

Microchip Technology Inc.

Maintenant que l'Internet des Objets (IoT) est devenu une réalité, les appareils du quotidien constituent un atout permettant aux consommateurs de contrôler leurs dépenses et leur temps, offrant aux fabricants de nouvelles sources de revenus et de nouveaux modèles de services. Les concepteurs d'appareils peuvent équiper leurs produits de capteurs surveillant les modèles d'utilisation et la consommation énergétique, d'écrans d'interface utilisateur lisses affichant les données d'utilisation tout en offrant un service rapide et des opportunités d'achat exclusives.

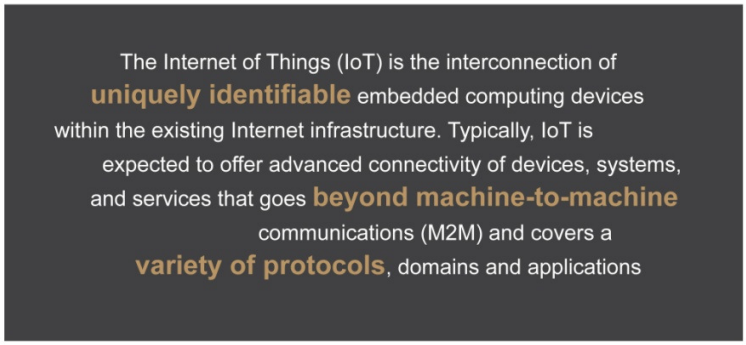
Avec le déploiement de l'Internet des Objets, dont l'ampleur devrait dépasser celle des smartphones, il y aura des dizaines de milliards d'objets à alimenter. Les concepteurs d'appareils voudront réduire, ou du moins maintenir, les niveaux de consommation actuels, afin de respecter les règlementations gouvernementales, tout en y ajoutant des possibilités de connexion IoT.

Pour répondre à ce besoin, les microcontrôleurs à très faible consommation et les radios Bluetooth® Smart sont nécessaires. En effet, ils représentent un moyen flexible et rentable de connecter les objets à l'orée de l'ère de l'Internet des Objets. Explorons les différents aspects d'un système d'objet connecté à faible consommation.

Définition de l'Internet des Objets

Il existe de nombreuses manières de définir l'Internet des Objets, qui dépendent souvent du secteur du marché concerné, mais la définition donnée par Wikipédia[1], reproduite sur la figure 1, résume bien le concept.

Figure 1 – Définition de l'Internet des Objets



Ainsi, en appliquant cette définition aux appareils, un appareil IoT serait identifiable de manière unique, offrirait une connectivité avancée, comme le Bluetooth Smart ou le Wi-Fi®, et pourrait se connecter au réseau Internet existant.

Services associés aux objets connectés

La possibilité de connecter les appareils du quotidien à l'Internet ouvre la voie à un nouveau paradigme pour les consommateurs comme pour les fabricants. Pour les consommateurs, en effet, cela leur donne la possibilité de contrôler leurs dépenses et de gérer leur temps. Pour les fabricants, cela leur permet de surveiller les performances de l'appareil, de résoudre de manière proactive les problèmes de maintenance, et offre des structures génératrices de revenus.

Tableau 1 – Top 5 des exemples des nouveaux services proposés par les appareils électroménagers

Consumer
Schedule Run Time during low energy cost periods
Utilize smart phone GPS position information to control HVAC systems autonomously
Remotely control and configure appliances via smart phone app
Utilize Bluetooth® Smart beacons to automatically provide interactive information
Utilize cloud applications to provide appliance usage trends and give recommendations
Producer
Record and upload parametric data to track component performance
Enable marketing automation tools, linked to product usage, that offer consumables when needed
Identify emerging performance issues and contact consumer to schedule maintenance
Provide remote diagnostic capability, limiting field service calls
Record appliance feature use patterns across various geographies and demographics to optimize product cost and R&D

Transformer votre Smartphone en passerelle pour vos objets connectés

Les smartphones, microcontrôleurs faible consommation et radio Bluetooth Smart offrent aux fabricants d'appareils des moyens très faciles de transformer leurs produits en objets connectés. Les Smartphones intègrent en effet dorénavant le Bluetooth Smart, offrant une passerelle instantanée vers le réseau Internet, avec l'atout supplémentaire de simplifier le jumelage avec l'appareil. L'utilisateur peut contrôler les paramètres grâce à une application de smartphone et gérer le transfert des données envoyées ou reçues par l'appareil. Le Wi-Fi constitue un autre moyen de faire des appareils du quotidien des objets connectés, en offrant un canal constant pour le transfert des données du capteur, le jumelage pouvant toutefois s'avérer plus complexe.

Le Bluetooth Smart, quant à lui, offre des capacités de collecte de données, ce qui simplifie largement le processus de jumelage. Les balises de collecte des données peuvent signaler[3] leur présence au smartphone quand elles se trouvent à proximité. Le jumelage Wi-Fi, de son côté, nécessite une pression sur le bouton Wi-Fi Direct sur le routeur, qui se trouve souvent dans une autre pièce.

Génération de données de valeur

Ce qui fait la valeur de la connexion IoT de l'appareil, c'est l'association des microcontrôleurs faible consommation à une radio Bluetooth Smart. Le microcontrôleur collecte les données des capteurs, comme la consommation électrique ou les heures de fonctionnement, générées au cœur de l'appareil, et les stocke sous un format exploitable. Quand un smartphone se connecte à l'appareil, les données sont téléchargées puis envoyées ou affichées. Le microcontrôleur faible consommation et la radio assurent par ailleurs le respect constant des règlementations gouvernementales en ajoutant la connectivité sans pour autant induire une consommation électrique supplémentaire.

Le bases du Bluetooth

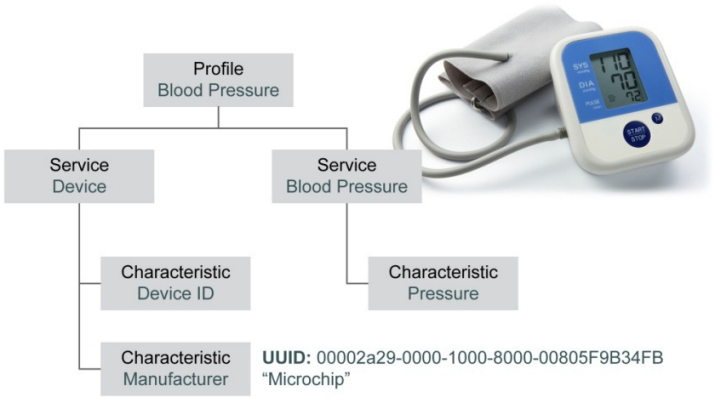
Vu la simplicité du système, il convient d'en explorer les composantes dans le détail. Commençons par le Bluetooth. Il y a de fortes chances pour que vous utilisiez déjà le Bluetooth d'une manière ou d'une autre depuis plusieurs années. En effet, vous possédez peut-être des écouteurs Bluetooth pour votre téléphone, tandis que de nombreux véhicules sont équipés du Bluetooth pour la diffusion audio. Cependant, le standard Bluetooth qui nous intéresse dans le cas des objets connectés est le Bluetooth Smart. Il s'agit d'un nouveau standard qui n'a été publié que récemment par le Bluetooth SIG. Ce nouveau standard permet le fonctionnement basse consommation, idéal pour les applications d'objets connectés. Sur le tableau 2[2], vous pouvez observer que le Bluetooth Classic offre une plus grande portée et un débit de 2,1 Mbit/s. Cependant, pour les applications à faible débit de données comme les objets connectés, un tel débit n'est pas nécessaire. L'avantage du Bluetooth Smart est qu'il se connecte rapidement, permet un débit qui convient aux besoins des objets connectés, et offre une consommation moindre.

Tableau 2 – Comparaison entre les standards Bluetooth

Technical Specification	Bluetooth® Classic	Bluetooth Smart
Frequency	2.4 GHz	2.4 GHz
Range	10-100 meters	10 meters
Throughput	0.7-2.1 Mbps	25 kbps
Max Nodes	7	No limit
Latency (Time between packets)	2.5 ms (Data) + 100 ms (Conn.)	Several ms (Data) <6 ms (Conn.)
Target Applications	High throughput & interoperability	Low power consumption

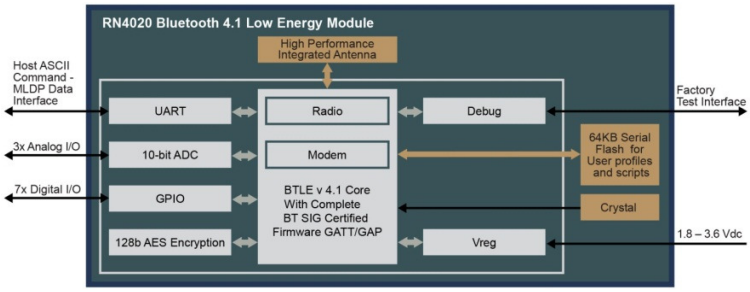
Le Bluetooth Smart a été spécialement conçu pour les appareils de pointe parmi les objets connectés. Rappelez-vous de la définition donnée par Wikipédia : un objet connecté doit pouvoir être identifié de manière unique. Eh bien, le Bluetooth Smart offre cette capacité. Par exemple, la figure 2 représente l'organisation d'une application médicale Bluetooth Smart.

Figure 2 – Hiérarchie du profil Bluetooth



La hiérarchie illustrée à la figure 2 concerne le profil Bluetooth de la pression sanguine (Blood Pressure). Ce profil possède des services qui lui sont attribués, comme le service Device et le service Blood Pressure. On remarque que le profil inclut des informations UUID (identifiant unique universel, ou *Uniquely Indentifiable Information*), obligatoires pour les objets connectés. Dans ce cas, l'identifiant concerne le fabriquant. Ceci n'est qu'un exemple parmi les profils Bluetooth Smart GATT (ou *Generic Attribute Profiles*). Les profils sont typiquement supportés directement dans l'appareil Bluetooth, comme le montre la figure 2. Il existe des profils pour de nombreuses autres applications, y compris des profils personnalisés[4]. Le profil personnalisé est idéal pour les appareils.

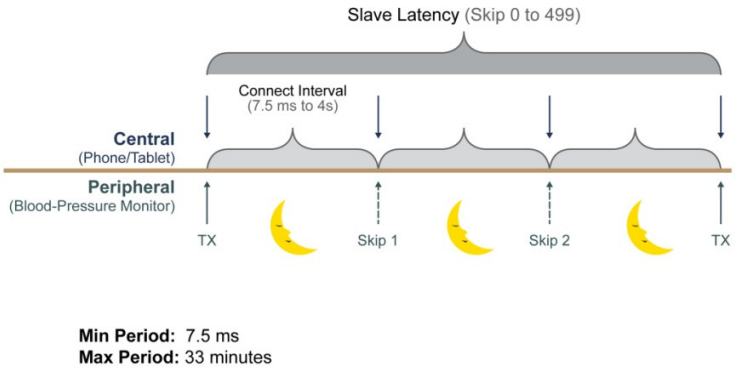
Figure 3 – Schéma électronique d'un module Bluetooth® Smart



Bluetooth Smart et économies d'énergie

Outre des attributs d'identifiant unique, ce qui rend les radios Bluetooth Smart idéales pour les applications d'objets connecté, ce sont leurs besoins en énergie. En effet, la radio possède la capacité de rester jumelée à un smartphone sans pour autant exiger une connexion permanente, et puisque les connexions nécessitent de l'énergie, cette caractéristique permet des économies d'énergie, rendues possibles par la présence d'un « intervalle de connexion » (Connect Interval) et d'une « latence de l'esclave » (Slave Latency) dans la radio Bluetooth. Sur la figure 4, on observe que l'intervalle de connexion est le laps de temps pendant lequel l'esclave ou « périphérique » émet vers le smartphone ou « central », avant de passer en mode faible consommation. Ce laps de temps peut varier de quelques millisecondes à plusieurs secondes, la régularité de la connexion étant déterminée par la latence de l'esclave. Ces paramètres, une fois combinés, permettent le transfert des données à une fréquence maximale de 7,5 millisecondes et à une fréquence minimale de 33 minutes, pour des économies d'énergies maximales.

Figure 4 - Période de communication Bluetooth Smart



Caractéristiques des microcontrôleurs faible consommation

Bien entendu, l'autre moitié du travail pour atteindre ce niveau de consommation est effectuée par le microcontrôleur. La consommation énergétique est largement déterminée par l'état du mode de consommation et par la vitesse d'horloge.

Modes de consommation

De nombreux microcontrôleurs faible consommation récents intègrent des modes de consommation, qui se traduisent par la possibilité de modifier les paramètres du microcontrôleur par configuration logicielle. Typiquement, on trouvera les modes : fonctionnement, sommeil, ralenti, veille basse tension et veille profonde. Chacun de ces modes possède des attributs clés qui affectent la consommation. Par exemple, le microcontrôleur PIC® possède des modes sommeil et veille basse tension. En mode sommeil, le microcontrôleur peut exécuter du code à une fréquence inférieure que ses périphériques

sur puce, ce qui réduit la consommation électrique, tout en permettant aux principaux périphériques, comme un UART, de communiquer au débit adéquat. Le mode veille basse tension active le régulateur intégré hautes performances comme régulateur à faible courant, permettant de maintenir le microcontrôleur en état de fonctionnement total en utilisant un courant de seulement quelques centaines de nano-ampères. Le passage de l'état de fonctionnement à l'état de veille basse tension réduit la consommation électrique de 99,9 %.

Commutation d'horloge

Les microcontrôleurs faible consommation permettent également la commutation d'horloge à la volée, qui consiste en la possibilité de modifier la fréquence d'horloge en fonction de la tâche en cours. Si vous exécutez des algorithmes complexes de filtrage pour filtrer des données issues de capteurs, mieux vaut fonctionner à plein régime. En revanche, si vous êtes dans une boucle simple et que vous attendez une interruption, il est judicieux de diminuer la vitesse d'horloge pour économiser de l'énergie. Grâce à ces méthodes, la consommation électrique est réduite de 5 milliampères à 26 microampères, soit une économie de 99 %. Conclusion : les microcontrôleurs faible consommation facilitent les économies d'énergie.

Prenez le train en marche

Rejoindre le train en marche des objets connectés est faisable pour un large éventail de systèmes. En utilisant les caractéristiques intégrées des microcontrôleurs faible consommation et des radios Bluetooth, il est désormais possible de créer une connexion vers un objet connecté à partir d'un appareil qui continuera de respecter les règlementations en matière de consommation énergétique. Cette connexion permet de collecter, traiter puis transmettre des données à des smartphones selon des conditions qui étaient inenvisageables il y a à peine quelques années. Les smartphones, devenus indispensables dans la vie quotidienne moderne, offrent une passerelle instantanée pour des applications à forte valeur ajoutée. La connectivité est très prisée des consommateurs car elle leur permet de gérer leurs vies bien remplies à partir d'un seul appareil, qu'ils ont toujours à portée de main, c'est-à-dire leur smartphone. Les fabricants tirent également parti de cette connectivité car elle leur apporte des informations précieuses sur les performances du produit et sur leur utilisation, permettant par ailleurs la mise en place de techniques modernes de marketing et de maintenance, réduisant les coûts d'exploitation et améliorant les revenus, tout en collectant les informations nécessaires au développement des appareils du futur.

L'avènement de l'Internet des Objets est arrivé, et il représente de nouvelles opportunités, alors montez vite dans le train !

Sources :

1. **http://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_Things**

2. **https://developer.bluetooth.org/TechnologyOverview/Pages/BLE.aspx (2013)**

3. **http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/70005191A%20(1).pdf (2014)**

4. **http://www.microchip.com//wwwAppNotes/AppNotes.aspx?appnote=en572728 (2014)**