Ouvrir la voie à l'Internet des objets et à l'Industrie 4.0

Avner Goren, General Manager, Marketing stratégique, Systèmes embarqués, Texas Instruments

Un matériel et des logiciels simples d'accès sont la clé de la réussite des réalisations IdO

L'Internet des objets (IdO) et l'Industrie 4.0 sont des domaines de technologie émergente qui ont un impact considérable sur le monde de l'électronique aujourd'hui. Avant de regarder de plus près comment ces deux concepts sont liés et ce qu'est leur véritable impact, il vaut la peine d'expliquer la signification des deux termes.

L'IdO est le concept de l'utilisation d'Internet pour connecter des objets (par exemple des terminaux, machines ou appareils ménagers), des personnes et des services de *cloud*, ce qui en retour crée des opportunités pour de nouvelles applications et de nouveaux modèles économiques.

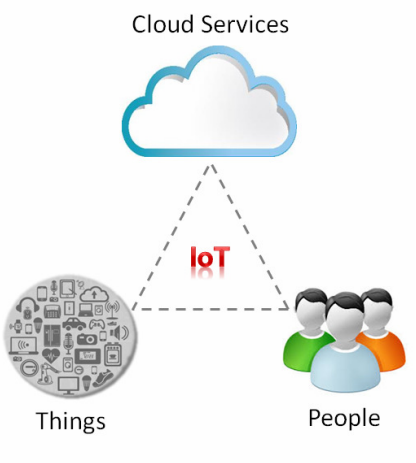


Figure 1 : illustration du concept d'IdO

Cependant, les nombreux avantages attendus de cette approche soulèvent une question : qu'est-ce qui empêchait l'industrie d'adopter cette technologie dans le passé ? La réponse est simple. Certaines conditions spécifiques techniques, économiques et peut-être même sociales devaient être advenues avant qu'il ne soit possible de faire de l'IdO une réalité.

Des conditions optimales

Les microcontrôleurs d'aujourd'hui fournissent les renseignements nécessaires relatifs aux objets qui sont à la périphérie du réseau, et l'ajout de la connectivité est moins

coûteux et plus simple que jamais. En outre, la disponibilité de dispositifs semi-conducteurs de faible puissance permet une utilisation plus répandue de l'alimentation par batterie. Un autre facteur facilitant les applications de l'IdO est la prévalence de l'accès à Internet, qui ouvre de nouvelles options de connectivité. Outre la collecte de données de capteurs et la commande d'actionneurs dans les nœuds, cette connectivité à large bande omniprésente permet des mises à jour logicielles à distance des systèmes distribués.

Les applications peuvent ainsi être mises à niveau sur le terrain pour éliminer les bogues, pour mettre en œuvre des fonctionnalités supplémentaires ou pour combler les failles de sécurité. Enfin, la disponibilité de services de *cloud* public à faible coût réduit les barrières à l'entrée pour les FEO et autres entreprises cherchant à opérer dans ce domaine prometteur. Il est donc justifié de dire que nous sommes arrivés à un point crucial dans le développement de l'IdO.

La taille potentielle du marché des activités liées à l'IdO est significative. Alors que le marché des PC a atteint un volume de 300 millions d'unités par an, le marché du téléphone cellulaire est arrivé à près de deux milliards d'unités par an[1]. Le marché de l'IdO, cependant, devrait relever d'un tout autre ordre de grandeur, avec plus de 50 milliards d'unités[2] d'ici 2020. La raison de ce volume est que l'IdO peut constituer un véritable changement de paradigme. En effet, les applications de l'IdO permettront aux entreprises de générer de nouvelles sources de revenus avec leurs produits et services existants, ayant pour seules limites l'imagination de leurs concepteurs. En outre, de nouvelles pratiques de travail seront inspirées par l'IdO, apportant les dernières modifications substantielles aux stratégies et modèles commerciaux existants.

---

1 Source : Forecast: PCs, Ultramobiles and Mobile Phones, Worldwide, 2012-2019, 2Q15 Update. Gartner

2 Source : The Internet of Things : How the next evolution of the Internet is changing everything. Cisco.

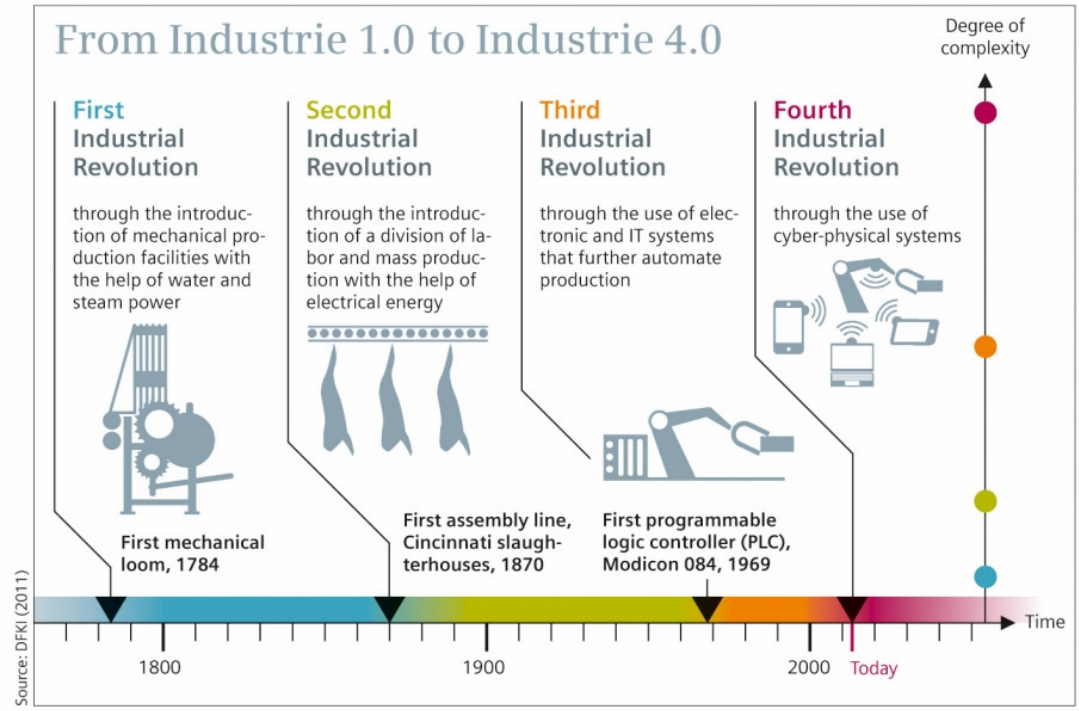


Figure 2: de l'Industrie 1.0 à l'Industrie 4.0. Graphismes : DFKI, tous droits réservés (2011)

IdO et Industrie 4.0

L'Industrie 4.0 est à l'origine un projet initié par le gouvernement allemand. Après l'invention de la machine à vapeur, l'introduction de lignes d'assemblage et l'utilisation d'automates programmables industriels (API), l'arrivée des systèmes cyber-physiques marque la quatrième révolution industrielle, celle des usines intelligentes et adaptables, qui utilisent leurs ressources de manière efficace et offrent des avantages ergonomiques. Les clients et les partenaires sont intégrés dans le processus. Dans l'ensemble, une augmentation de la productivité de jusqu'à 30 % peut être réalisée sur la base des estimations actuelles. Le fondement de cette quatrième évolution consiste en des systèmes de production cyber-physiques : capteurs, processeurs, logiciels et systèmes de communication qui permettent l'architecture en « 5 C » (connexion, conversion, cyber, cognition et configuration).

L'Industrie 4.0 présuppose également que tout un pan de l'usine se trouve sur le *cloud* ; l'IdO fait donc également partie des fondamentaux de l'Industrie 4.0. D'une certaine manière, l'Industrie 4.0 peut être considérée comme un cas particulier au sein de l'IdO. Des initiatives similaires ont également été lancées aux États-Unis, notamment par la Smart Manufacturing Leadership Coalition (SMLC) et l'Industrial Internet Consortium.

L'automatisation de l'usine et l'automatisation des processus constituent la clé de voûte de la quatrième révolution industrielle permise par l'IdO, mais les mêmes concepts pourraient être étendus à des marchés tels que la gestion technique des bâtiments et

les réseaux intelligents. Loin d'être une fin en soi, l'Industrie 4.0 est un concept axé sur l'avenir qui conduit à l'amélioration des fonctions de commande, à une efficacité énergétique accrue, à une plus grande fiabilité et à une sécurité améliorée.

Les applications dans la vie quotidienne

Illustrons maintenant ce concept au moyen d'un exemple concret. Dans une application de fabrication, l'équipement situé dans l'usine utilisera de nombreux capteurs et actionneurs connectés à des nœuds de microcontrôleurs activés où les données sont prétraitées et agrégées. Ces nœuds, à leur tour, utilisent des passerelles, des ponts ou des routeurs pour communiquer avec un nuage de l'IdO afin de stocker des données. Cet ensemble de données en nuage peut être utilisé pour la surveillance et la visualisation de l'état de l'usine dans son ensemble ainsi que l'analyse et les statistiques. En outre, les opérateurs peuvent utiliser leurs terminaux mobiles (smartphones ou tablettes) pour se connecter au *cloud* à des fins de contrôle à distance. Ainsi, les données fournies par les capteurs sont stockées dans le nuage afin d'être disponibles pour la visualisation, l'analyse, la prise de décision et le contrôle.

La maintenance prédictive est un concept attrayant permis par ce nouvel environnement. Au lieu d'attendre la défaillance de l'équipement, la surveillance d'état, par comparaison aux données recueillies sur la même machine, pourrait être utilisée pour identifier les premières indications sur les défaillances à venir. Dans le cas d'un moteur électrique, les données recueillies par le courant, la pression, la température, les vibrations et les capteurs sonores sont envoyées vers le cloud via un réseau secondaire IdO en temps non réel pour éviter de surcharger le réseau principal Industrial Ethernet (IE), qui est orienté vers la commande en temps réel avec données de diagnostic (limitées). Une fois dans le nuage, les données peuvent être utilisées pour l'analyse, la génération de l'ordre des événements et des tâches, la notification et la visualisation. Sur la base de l'analyse de cet ensemble de données, le personnel de maintenance peut être informé chaque fois que des travaux de maintenance préventive sont nécessaires.

Comment les objets se connectent-ils à l'IdO?

Les capteurs et actionneurs, qui sont les objets phares du scénario de l'IdO, peuvent utiliser une technologie de connectivité sans fil telle que ZigBee®, Bluetooth Low Energy, connexions pour fréquences inférieures à 1 GHz ou des nœuds filaires pour se connecter à une passerelle IdO, qui à son tour utilise un agent IdO pour se connecter à un routeur Internet agissant comme le dernier maillon vers l'Internet. Une approche plus simple est possible avec une connexion Wi-Fi®, 6LoWPAN et des nœuds Ethernet qui supportent le protocole Internet et peuvent donc avoir à bord des agents IdO pour une connectivité directe à un routeur Internet, sans besoin d'une passerelle.

Prenons l'exemple d'un débitmètre basé sur un microcontrôleur MSP430™, et une solution analogique de chaîne de signaux et de gestion d'énergie Texas Instruments (TI).

Grâce à l'utilisation d'un dispositif pour fréquences inférieures à 1 GHz, cette pièce d'équipement communique avec une passerelle basée sur un processeur Sitara™, qui est ici complété par des fonctionnalités de gestion de l'alimentation, un dispositif pour fréquences inférieures à 1 GHz pour la connectivité aux nœuds et un dispositif Wi-Fi pour la connectivité au *cloud*.

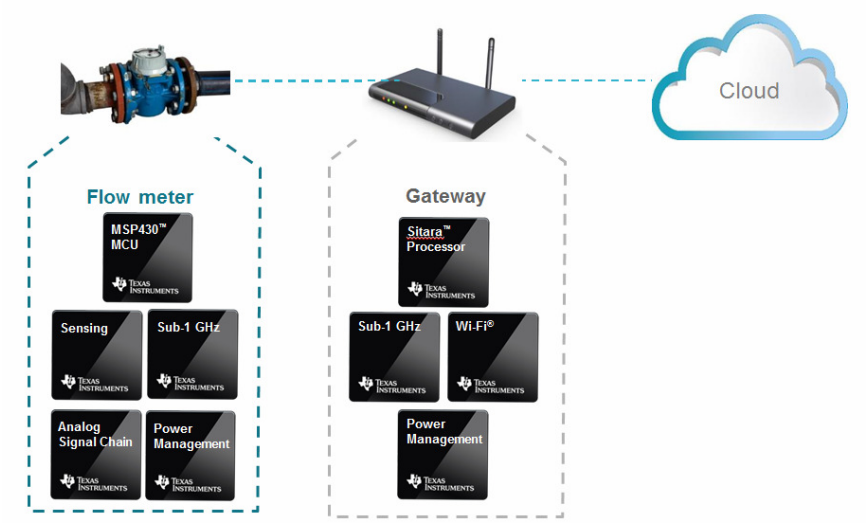


Figure 3 : Exemple d'un débitmètre connecté

Quels sont les défis à relever ?

Il ne faut cependant pas négliger les nombreux défis que pose l'IdO. Par exemple, l'IdO consiste à représenter dans le nuage une vue détaillée du monde physique, ce qui permet une meilleure analyse et une meilleure prise de décision. Détecter des paramètres critiques dans un environnement complexe n'est pas une tâche aisée et peut nécessiter l'utilisation d'un large éventail de technologies de détection. En outre, la meilleure option de connectivité doit être choisie pour chaque application. Wi-Fi, ZigBee, 6LoWPAN, Bluetooth Low Energy, Ethernet et autres ont chacun leurs points forts et leurs inconvénients, et chaque solution devra être élaborée au cas par cas. ZigBee est souvent utilisé pour les applications de commande d'éclairage, alors que Bluetooth Low Energy est assez fréquemment utilisé pour se connecter à des téléphones ou tablettes. La connectivité Wi-Fi est un choix populaire pour les thermostats et autres applications de domotique. Les connexions pour fréquences inférieures à 1 GHz sont un excellent choix pour les déploiements nécessitant une couverture étendue avec une consommation d'énergie très faible. Dans un premier temps, il convient de choisir entre une solution sans fil ou filaire. Si les solutions sans fil présentent flexibilité et facilité d'installation, une connectivité filaire peut être plus robuste dans des environnements bruyants. L'alimentation est également un point

critique. Très souvent, les capteurs et les actionneurs seront placés dans des endroits éloignés, ce qui fait du remplacement de la batterie une tâche laborieuse et coûteuse. Une faible consommation d'énergie est donc incontournable, et la récupération d'énergie peut être une option intéressante pour atteindre une meilleure durée de vie de la batterie ou même un fonctionnement entièrement autonome. Une gestion intelligente de l'alimentation et des circuits intégrés analogiques de précision constituent une première étape dans la quête d'une exploitation à faible puissance. Par ailleurs, des microcontrôleurs de faible puissance peuvent contribuer grandement à faire durer une seule batterie durant des mois, voire des années.

La sécurité est une autre question qui gagne en importance. Les systèmes IdO doivent mettre en œuvre des mesures de sécurité efficaces pour les rendre plus à l'abri des cyber-attaques et d'autres types de menaces à la sécurité. Ces mesures de sécurité mises en place par le fournisseur du système IdO tirent parti des fonctionnalités de sécurité existant au niveau de l'appareil. La protection est nécessaire à tous les niveaux, mais en ce qui concerne le circuit intégré, il s'agit de protéger le logiciel (code), les données, l'identité de l'appareil et la clé de sécurité, tous ces éléments devant être protégés lorsqu'ils sont stockés, traités ou transmis. Un démarrage sécurisé, la sécurité de débogage, l'accélération cryptographique, l'identité de l'appareil et la programmation initiale sécurisées comptent parmi les fonctions de sécurité les plus courantes que TI propose pour aider à mettre en œuvre les mesures de sécurité. Les interfaces filaires externes et sans fil méritent une attention particulière, car elles peuvent constituer un dangereux point faible, exploité par des personnes mal intentionnées pour infiltrer un code malveillant ou voler des données. En outre, la sécurité de bout en bout, du nœud vers le *cloud*, suppose l'utilisation de mesures spéciales de sécurité requises par les différents fournisseurs de services en nuage. Dans l'ensemble, la sécurité est d'une importance vitale pour protéger les appareils, les solutions et services des fabricants, prestataires de services, clients et consommateurs.

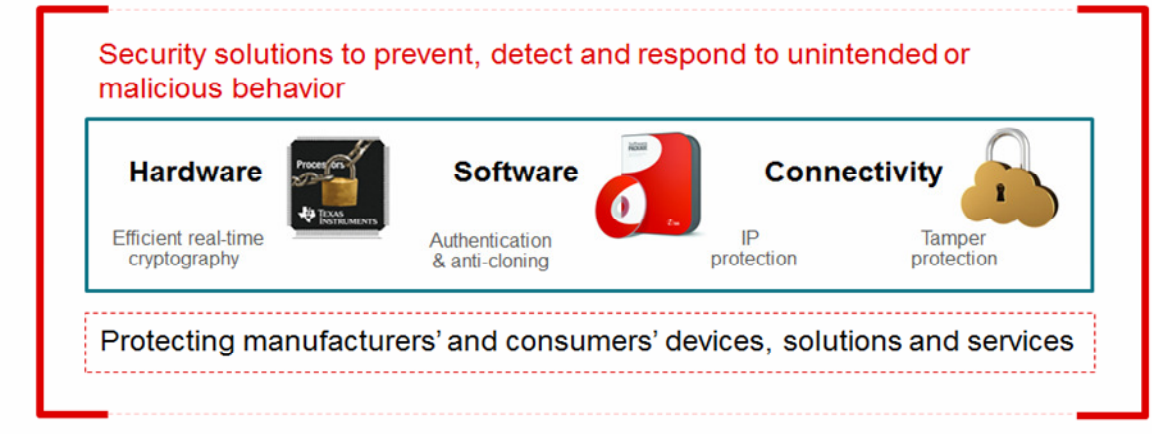


Figure 4 : exemples de solutions de sécurité à plusieurs niveaux

Quelle est la voie royale pour aborder l'IdO ?

À la lumière de ces considérations, il pourrait sembler que le travail de conception relatif à l'IdO est un processus complexe, obscur et ardu, nécessitant une grande expertise et du matériel méconnu. Pour utiliser l'IdO dans une application grand public, les concepteurs de systèmes doivent avoir accès à des solutions simples. À cette fin, TI a mis l'accent sur la facilité d'utilisation comme attribut clé de nos solutions. Elle commence par la richesse du portefeuille d'appareils, se poursuit avec un environnement de développement logiciel très robuste et se termine par un large éventail de modèles de référence TI Design qui montrent comment implémenter différents sous-systèmes de produits de la vie réelle. Pour relever les défis des modèles de connectivité sans fil, TI a préchargé un dossier complet d'applications réseau sur certains de ses appareils Wi-Fi, fournissant ainsi la solution Internet-on-a-chip™. Pour relever les défis de la conception RF, TI fournit certains de ses microcontrôleurs sans fil en modules prétestés (ainsi que des dispositifs discrets).

Le point de départ idéal pour essayer le concept IdO est d'utiliser les kits SensorTag de TI. Ces kits fonctionnant sur batterie intègrent différents types de capteurs et incluent un support d'accès au *cloud* préchargé, qui peut instantanément montrer la représentation des données du capteur dans le nuage. Lors du développement des applications prototypes, les kits de développement TI LaunchPad™ fournissent les éléments de base essentiels pour le prototypage rapide. En plus des microcontrôleurs filaires et sans fil TI, les kits LaunchPad sont fournis avec une interface de module d'extension standardisée compatible broche à broche, afin d'améliorer la fonctionnalité de votre conception. Des modules sans fil BoosterPack sont disponibles pour les connexions pour fréquences inférieures à 1 GHz, NFC / RFID, Wi-Fi, ZigBee, Bluetooth et plus encore. En outre, il existe un grand nombre de modules d'extension BoosterPack de TI et de fournisseurs tiers pour thermocouples, sondes de température MEMS et concentrateurs de capteurs. Plusieurs modules d'extension BoosterPack peuvent être connectés à un même kit LaunchPad afin de créer des applications et des démonstrations sophistiquées.

TI compte parmi ses partenaires un large éventail de fournisseurs de services en nuage afin d'optimiser son écosystème *cloud* et de permettre aux fabricants utilisant les technologies TI de connecter plus d'appareils rapidement et aisément à l'IdO, tout en bénéficiant de services uniques à forte valeur ajoutée.

Pour en savoir plus sur notre vision IdO, sur nos applications, produits et services en nuage, rendez-vous sur www.ti.com/iot. Pour découvrir comment notre technologie connecte les sites et les fait gagner en intelligence, rendez-vous sur www.ti.com/industry40.