
I. Introduction

Toujours plus nombreux, les objets connectés imprègnent notre quotidien. Ils nous aident à mieux gérer notre domicile, nos déplacements ou notre santé et facilitent la transformation digitale des entreprises. Les technologies utilisées varient avec l'utilisation que l'on a de différents dispositifs. Pour ne citer que les plus connus on peut retrouver GSM, Wifi, ZigBee, Bluetooth. L'IoT est confronté à de nombreux challenges tels que l'efficacité énergétique, la sécurité ou le déploiement.

II. De l'internet à l'informatique ubiquitaire

1. Comment internet a transformé le monde

Dans une société toujours plus connectée, internet est devenu un système essentiel au quotidien. En passant par les emails, le téléchargement de musique, les recherches internet, les vidéos streaming ou la téléphonie IP, internet est devenu un outil à tout faire dont on ne sait plus se passer.

Pour accéder à internet il faut disposer d'un équipement IP ainsi que d'une connexion à un fournisseur d'accès. Une fois connecté à l'internet, un terminal peut accéder à l'information à tout moment et ceux peu importe sa localisation.

Le DNS (Domain Name System) est le système informatique distribué utilisé pour traduire les noms de domaine Internet en adresse IP. Cela permet une grande transparence d'accès à des services variés. C'est cette transparence qui a incité une migration de nombreux services dans l'internet, comme le courrier (email, chat...) ou les journaux (moteurs de recherche, e-library...).

Cette transparence a également permis l'accès à internet par des dispositifs divers et variés: ordinateur, smartphone, tablette... Les technologies sans fil ont également accéléré le développement de dispositifs utilisant l'internet.

Nous pouvons aujourd'hui accéder à une quantité colossale d'information avec des dispositifs variés via des réseaux filaires ou non.

2. « Ubicomp » ou l'informatique ubiquitaire

L'informatique ubiquitaire (ou plus succinctement « ubicomp ») est la troisième ère de l'histoire de l'informatique, qui succède à l'ère des ordinateurs personnels et celle des ordinateurs centraux.

« Ubiquitous computing is the method of enhancing computer use by making many computers available throughout the physical environment, but making them effectively invisible to the user » Mark Weiser, 1993

Aujourd'hui les ordinateurs sont partout. Tableaux de bord des voitures, smartphones, montres connectées... les terminaux sont de plus en plus attractifs. Et ceux,

grâce à un design et une interface utilisateur optimisé. Les technologies sans fil comme le wifi, bluetooth, Zigbee, UWB... on permet un accès simple aux services de l'internet (email, web browsing...) par beaucoup de dispositifs.

3. Internet vs. Ubicomp

On peut noter dans la citation de Mark Weiser l'importance de l'environnement physique. C'est à dire que contrairement à l'internet, qui est complètement indépendant de la dimension spatiale et du réel, Ubicomp utilise différents paramètres comme la localisation, l'orientation, l'activité humaine. D'où l'importance de l'interface technologique pour Ubicomp. Car c'est cette interface qui permet d'intégrer le virtuel et le réel.

Pour conclure, les réseaux d'ordinateurs devraient être capable d'intégrer une dimension spatiale pour supporter Ubicomp, car les informations physiques en sont la clé. Et les réseaux de capteurs sans fil sont des infrastructures importantes pour rassembler ses informations.

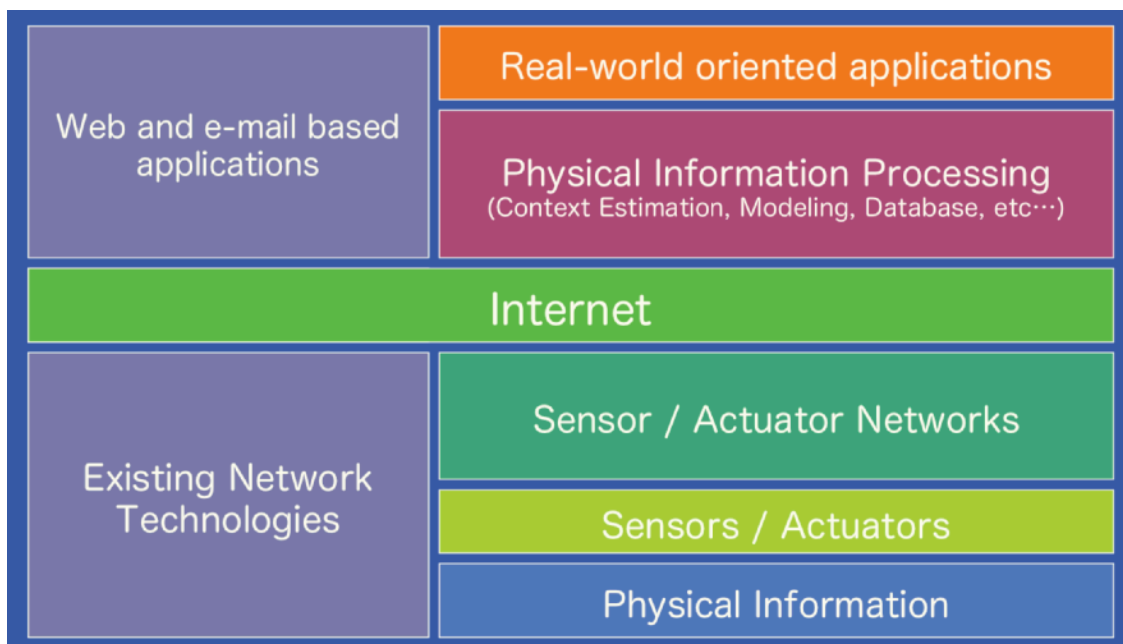


Fig 1 - Architecture de l'internet (Poly_WSN_2019)

III. Les réseaux de capteurs sans fil

1. Qu'est-ce qu'un réseau de capteurs sans fil (WSN) ?

Un réseau de capteurs sans fil est un réseau ad hoc d'un grand nombre de nœuds, qui sont des micro-capteurs capables de recueillir et de transmettre des données d'une manière autonome.

Ces noeuds de capteurs sont composés de micro-capteurs, d'un module de communication et d'un microprocesseur.

Il existe de nombreux domaines de recherche liée aux WSN: réseau, localisation, synchronisation, stockage, déploiement et applications.

2. Les dispositifs et technologies

Il existe plusieurs types de dispositifs, on peut retrouver: Telos, U-Cube, OKI, NEC, Yokogawa... Et il existe également plusieurs technologies de communication. Dans les technologies filaires on retrouve Ethernet, LON Works... Et dans les technologies sans fil on retrouve: Zigbee, Bluetooth, Cellulaire...

3. Problèmes majeurs

Les technologies sans fil consomment beaucoup d'énergie. Et des solutions sont développées pour optimiser la consommation énergétique: système sur puce, tinyOS, protocoles de routage à faible consommation, couche MAC optimisé, alimentation intégrée aux dispositifs (solaire, éolien)... Mais il y a également des problèmes liés à la durée de vie de la batterie et à son remplacement.

On peut également mentionner le problème de la localisation. En effet, chaque noeud devrait connaître sa position car les informations physiques sont dépendantes de la localisation. Mais comment connaître la position exacte de chaque noeud sans investir dans des dispositifs trop coûteux (récepteurs GPS) ?

Finalement les deux problèmes majeurs auxquels sont confrontés les WSN sont les problèmes de batterie et de localisation.

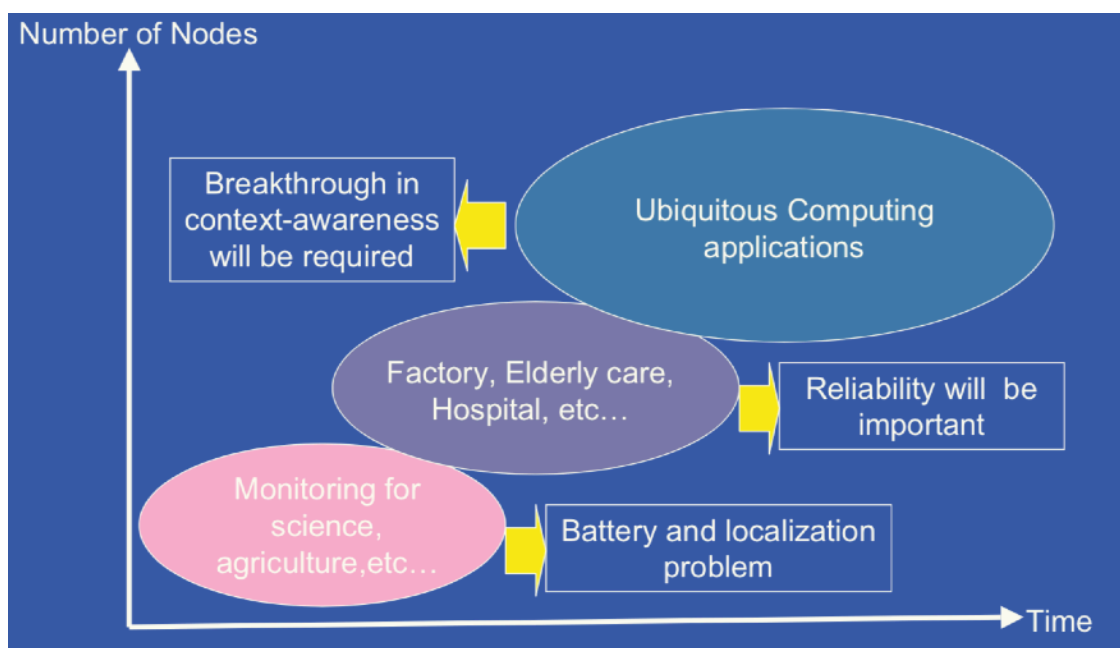


Fig 2 - Roadmap de l'informatique ubiquitaire (Poly_WSN_2019)

IV. Réseaux de capteurs sans fil: Étude de cas dans l'aéronautique

Les défis de l'aéronautique sont multiples. On peut penser à l'amélioration de l'empreinte environnementale de l'aviation grâce à des systèmes plus efficient énergiquement, moins polluants, moins émetteurs d'émissions de CO₂, plus légers, plus performants... Le délai de commercialisation est également un challenge important.

Les applications des réseaux de capteurs sans fil dans l'aéronautique sont nombreuses: instrumentation de test de vol, communication de l'équipage, surveillance de la structure, divertissements en vol...

La surveillance de la structure de l'appareil ou SHM (Structural health monitoring), permet de réduire les efforts de maintenance et d'augmenter la disponibilité des appareils. Par ailleurs le temps de déploiement étant problématique, il semble pertinent d'utiliser les technologies sans fil.

Pour ce qui est des tests en vol, les capteurs sans fil vont remplacer les systèmes filaires existant, ce qui permettra une forte réduction du coût, du poids et de la complexité des installations. Néanmoins l'utilisation de cette technologie dans le cadre des tests en vol est un challenge technique. En effet de nombreux points de mesures et un haut débit de données sont requis. Par ailleurs il est important qu'il n'y ai aucune interférence avec les systèmes critiques de l'appareil.

La recherche et l'innovation dans le domaine des réseaux de capteurs sans fil se retrouvent sur plusieurs plans: au niveau de l'architecture réseau, de la couche physique, de la couche MAC...

Finalement, une recherche qui s'appuie sur l'implémentation des systèmes est nécessaire pour relever les défis rencontrés par les réseaux de capteurs sans fil. Les deux principaux défis étant l'efficacité énergétique et l'élaboration de protocoles capables de supporter un grand nombre de noeuds.

Les technologies de réseaux de capteurs sans fil ont déjà fortement impacté l'aéronautique et il n'y a aucun doute, ces technologies vont être déterminante pour le future de l'aviation.

V. Conclusion

L'avancée de l'IoT est accélérée par l'apparition de réseaux de plus en plus agiles, par des capacités de déploiement grandissante et par le développement de l'intelligence artificiel. Le potentiel de l'IoT ne réside pas uniquement dans sa capacité à déployer un grand nombre de dispositifs simultanément mais également dans sa capacité à tirer parti des énormes volumes de données exploitables qui peuvent automatiser divers processus métier. Le futur de l'IoT est sans limites.