

Les réseaux intelligents placent les objets connectés sur la carte

Avec la technologie LoRaWAN, il est désormais possible de disposer d'une géolocalisation instantanée reposant sur l'infrastructure réseau (et non sur l'objet connecté lui-même) et apte à supporter simultanément tous les terminaux connectés au réseau.

Même les appareils limités par des contraintes strictes de coût et de consommation peuvent maintenant tirer profit des informations de localisation pour mettre en œuvre une nouvelle génération d'applications IoT.

AUTEUR



Richard Lansdowne, responsable des services LoRa Cloud, Semtech.

Au fur et à mesure que l'Internet des objets (IoT) se déploie, les appareils connectés – ou les systèmes avec lesquels ils interagissent – doivent bien souvent intégrer un moyen de localisation. Cette fonctionnalité devient importante, y compris pour les appareils qui ne sont pas en principe prévus pour une utilisation nomade. En rendant possible la localisation physique d'un objet connecté au moment où il rejoint le réseau, le processus de mise en service et d'octroi de clé (provisioning) peut être quasiment entièrement automatisé. La seule intervention manuelle consiste en fait à placer l'appareil à l'emplacement prévu. A titre d'exemple, il ne doit en particulier n'exister aucun doute sur le fait

qu'un capteur environnemental enregistre des valeurs depuis un lieu bien particulier. En mettant à jour la localisation à intervalles réguliers, les opérateurs peuvent ainsi être sûrs que le capteur n'a pas été déplacé, que ce soit par inadvertance ou de façon intentionnelle, et peuvent s'assurer que les relevés envoyés ne sont pas faussés.

Pour d'autres types d'applications, la détermination régulière de la localisation peut s'avérer un aspect essentiel de la gestion d'actifs et du déploiement d'un service. Par exemple, les agriculteurs doivent être assurés que les distributeurs d'engrais et les systèmes de lutte contre les rongeurs fonctionnent correctement et qu'ils gèrent les champs comme il se doit. Dans ce cas, il est

possible à des fins de surveillance de déployer des capteurs fixes au sol ainsi que des traceurs sur les équipements mécaniques utilisés pour distribuer les différents traitements.

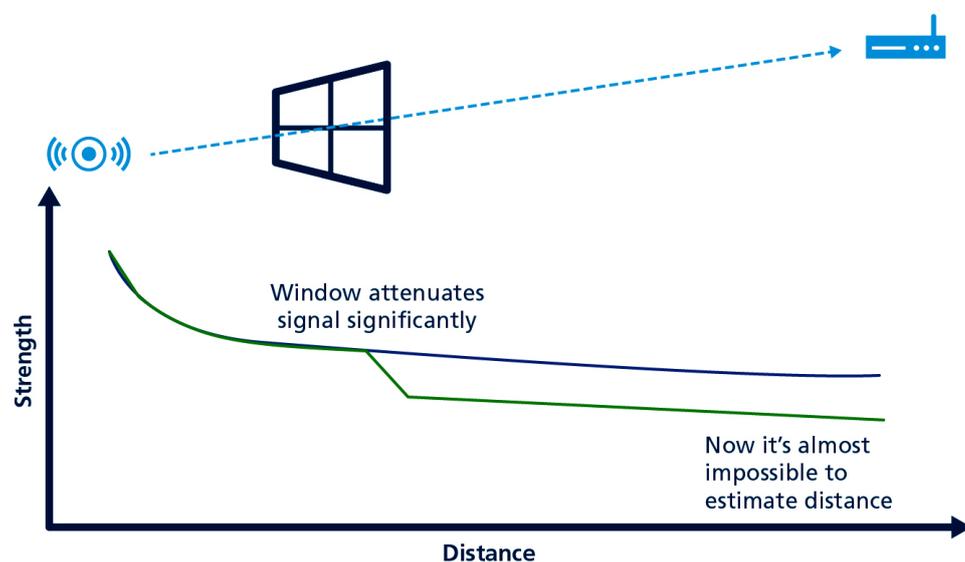
L'option du satellite

Certains intégrateurs ont opté pour diverses formes de récepteurs pour systèmes mondiaux de positionnement par satellite GNSS (Global Navigation Satellite System) afin de fournir les informations de localisation dont leurs appareils et les services IoT afférents ont besoin. Bien qu'il existe dorénavant de nombreuses constellations de satellites en orbite capables de fournir les signaux de localisation nécessaires, les protocoles GNSS reposent tous sur une approche similaire. Chaque satellite embarquant une horloge atomique ultraprécise, le récepteur peut comparer les temps d'arrivée des signaux d'horloge envoyés par ces satellites et utiliser des bases de données d'éphémérides pour déterminer leur localisation n'importe où dans le monde, et ce tant qu'un nombre suffisant de satellites est visible depuis sa position.

Il existe toutefois plusieurs inconvénients associés à la localisation de type GNSS. L'un d'entre eux est le coût des récepteurs. Le processeur GNSS doit être capable de recevoir les signaux de faible intensité envoyés par les satellites en orbite, déchiffrer les messages envoyés par chacun d'entre eux et comparer les signaux en temps réel sur une période donnée. Ces opérations étant très gourmandes en ressources de calcul, elles nécessitent soit un processeur hôte plus puissant dans le nœud de capteurs IoT, soit un

1 LES INCONVENIENTS DE LA LOCALISATION PAR MESURE DE LA FORCE DU SIGNAL

La propagation fait que les mesures de la force du signal perdent en précision avec la distance et qu'elles sont également affectées négativement par les obstacles tels que les fenêtres.



coprocesseur intelligent, sous quelque forme que ce soit. Le deuxième inconvénient concerne la consommation énergétique. Pour pouvoir déterminer la position avec précision, le récepteur GNSS doit être actif pendant de longues périodes, pendant lesquelles il écoute les canaux RF. Par conséquent, le nombre d'applications alimentées par batterie pouvant utiliser la technologie GNSS tout en restant économiques est fortement limité.

La localisation via les procédés Bluetooth, Wi-Fi ou cellulaires

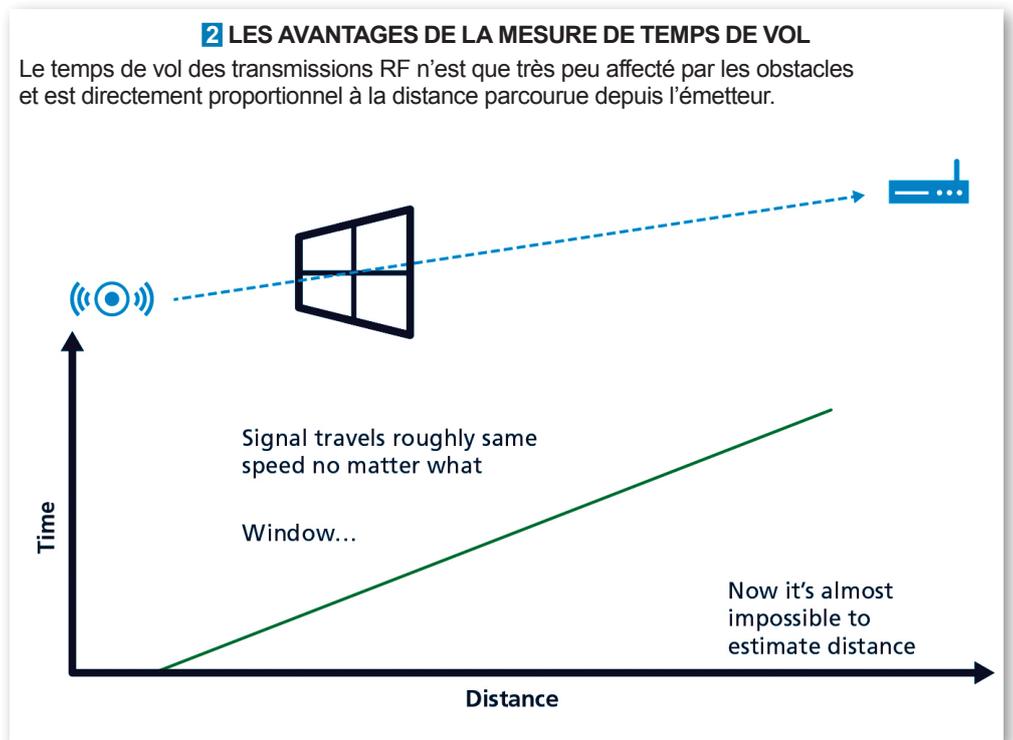
Une autre approche consiste à utiliser les systèmes de communication terrestres, tels que la technologie Bluetooth, les réseaux cellulaires ou le Wi-Fi. Cela est toujours possible, même si le protocole lui-même ne comprend pas de service de localisation de façon intrinsèque. Dans ce type de système, la force du signal fait office de donnée intermédiaire pour calculer la distance entre l'appareil IoT et chaque station de base susceptible d'envoyer des signaux à l'appareil. L'un des avantages majeurs de l'utilisation de la force du signal est que ce procédé n'a besoin d'aucune connexion effective avec le protocole utilisé par l'appareil, ce qui laisse toute latitude aux intégrateurs pour créer des systèmes de positionnement sans avoir besoin d'une coopération active de la part du logiciel mis en œuvre dans les stations de base. La seule condition clé est que l'intégrateur puisse avoir accès à la base de données des emplacements et des identifiants (ID) des stations de base connues. Cependant, la méthode de la force du signal présente aussi plusieurs inconvénients. L'un d'eux est lié à la façon dont les signaux RF se propagent (figure 1). En effet, au plus près de la station de base, le signal sera très fort. Mais au fur et à mesure que l'on s'en éloigne, il diminue très rapidement en intensité, pour se stabiliser sur une longue distance. A ces distances éloignées, une grande différence de distance avec la station de base n'affectera pas tellement la force du signal. En conséquence, lorsque l'appareil se trouve loin de toute station de base qu'il est en mesure de détecter, de grosses erreurs se produisent sur la distance estimée.

Loin des stations de base, la difficulté à déterminer la distance à partir de la force du signal se trouve accentuée par les obstacles du terrain, tels que les murs et les fenêtres. Un problème très courant pour les systèmes déployés dans des immeubles. De la même manière, si les signaux sont affectés par les réflexions et les interférences induites par les arbres ou tout autre obstacle extérieur, la précision de la mesure des signaux sera négativement impactée. En général, le système en déduira dans ce cas qu'il est plus éloigné de la source du signal qu'il ne l'est réellement. Néanmoins, il se peut qu'une interférence constructive due aux effets de la pro-

pagation par trajets multiples augmente légèrement la force apparente du signal et réduise ainsi la distance estimée. Loin des stations de base, la difficulté à déterminer la distance à partir de la force du signal se trouve accentuée par les obstacles du terrain, tels que les murs et les fenêtres. Un problème très courant pour les systèmes déployés dans des immeubles. De la même manière, si les signaux sont affectés par les réflexions et les interférences induites par les arbres ou tout autre obstacle extérieur, la précision de la mesure des signaux sera négativement impactée. En général, le système en déduira dans ce cas qu'il est plus éloigné de la source du signal qu'il ne l'est réellement. Néanmoins, il se peut qu'une interférence constructive due aux effets de la pro-

des bâtiments ou au sein de lieux clos (figure 2).

Par rapport au GNSS, l'un des avantages que revêt un système à temps de vol terrestre est que le signal principal peut également être beaucoup plus fort et plus facile à réceptionner. L'énergie nécessaire et le coût du terminal récepteur sont ainsi réduits, et il est possible de recevoir également des signaux de positionnement en intérieur, ce qui n'est pas toujours réalisable avec les systèmes reposant sur la technologie GNSS. Il reste toutefois des problèmes potentiels pour les signaux qui subissent les effets de la transmission par trajets multiples, mais ils peuvent être limités en utili-



pagation par trajets multiples augmente légèrement la force apparente du signal et réduise ainsi la distance estimée.

Entrée en scène du temps de vol (ToF)

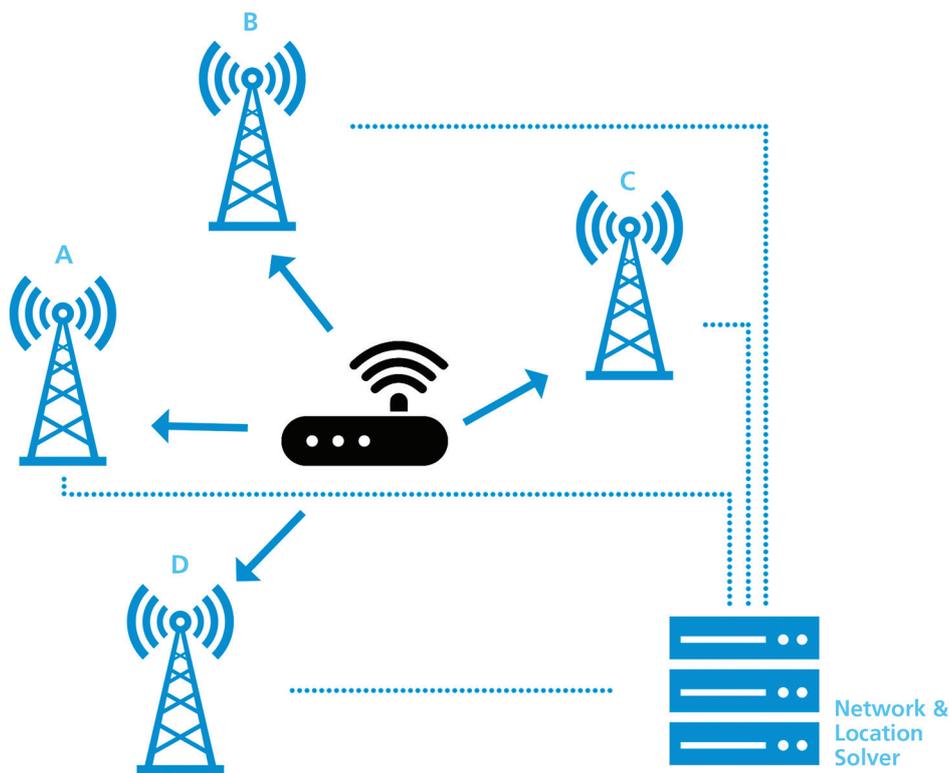
Tout comme pour la technologie GNSS, un système reposant sur le calcul du temps de vol a de fortes chances d'offrir une bien meilleure précision que celle obtenue avec la mesure de la force du signal. Les obstacles tels que les murs ou les fenêtres pour les communications en visibilité directe n'ont en effet pas d'effet mesurable sur le temps que le signal met à arriver à destination, ce qui réduit considérablement les erreurs pour les systèmes situés dans

sant la diversité d'antennes au niveau du récepteur. Il est en effet probable que chacune des antennes utilisent des signaux ayant subi un nombre différent de réflexions que les autres pendant leur trajet respectif depuis l'émetteur.

La mise en œuvre de systèmes à temps de vol terrestres comprend également d'autres avantages par rapport au GNSS. Ils peuvent mettre en œuvre des protocoles bidirectionnels, qui permettent de décharger le processus de calcul de la localisation sur les équipements dans le réseau plutôt que de dépendre entièrement de la puissance de traitement disponible sur l'appareil à localiser. Si l'on déplace le traitement du signal vers une passerelle, les techniques telles

3 PRINCIPE DU SERVICE CLOUD DE GEOLOCALISATION LORA

Les services de localisation reposant sur l'infrastructure réseau peuvent utiliser les comparaisons des paramètres des signaux détectés par plusieurs récepteurs à partir du signal émis par un seul appareil.



que l'utilisation de la diversité d'antennes prennent davantage de sens en termes de coûts relatifs. Les équipements réseau peuvent également bénéficier de techniques de cartographie avancées telles que l'apprentissage machine (machine learning) pour prendre en compte des facteurs locaux qui affectent non seulement le timing du signal mais aussi sa force. Ce genre de techniques implémentées au niveau d'une passerelle est au cœur des services de localisation actuellement disponibles via la technologie LoRaWAN.

Le service de géolocalisation LoRa Cloud Geolocation

Dans le service de géolocalisation LoRa dans le nuage (LoRa Cloud Geolocation Service), la seule chose que l'appareil doit faire pour déterminer sa localisation est simplement de transmettre une trame de données. Contrairement à de nombreux autres protocoles réseau sans fil dans lesquels l'équipement terminal est généralement associé à une seule station de base, toutes les passerelles LoRaWAN qui se trouvent à portée de l'appareil peuvent recevoir et trait

ter la trame de données (figure 3). Cette faculté fait partie du protocole cœur et constitue la principale raison pour laquelle la géolocalisation reposant sur l'infrastructure réseau se résume à un simple ajout sur les réseaux LoRaWAN, alors qu'elle s'avérerait trop chère et trop complexe pour les systèmes cellulaires.

Avec le service LoRa Cloud Geolocation, toutes les passerelles qui reçoivent et décodent la trame renvoient des informations essentielles telles que la force du signal et le rapport signal-sur-bruit, nombre d'entre elles étant dorénavant équipées de composants spécifiques leur permettant d'envoyer aussi des informations sur le moment d'arrivée de la trame. Ces informations sont envoyées au sein d'une requête vers un solveur tel que le service LoRa Cloud Geolocation, qui compare ensuite ces résultats afin de déterminer la localisation la plus probable de l'appareil en se fondant sur l'ensemble des données dont il dispose.

La position déterminée est ensuite envoyée aux systèmes cloud apte à la gérer selon la méthode requête/réponse API standard. Il est ainsi possible d'utiliser des techniques de

traitement de plus en plus avancées pour améliorer au fur et à mesure la précision sans aucun impact sur la base d'appareils IoT installés, et ce sans leur imposer une consommation supplémentaire autre que celle nécessaire à la transmission d'une trame de données...

Le service LoRa Cloud Geolocation Service s'appuie sur une technologie de solveur avancée, qui utilise la machine learning et des techniques statistiques pour offrir des estimations ultraprécises du positionnement des appareils IoT. Le solveur peut utiliser des variations dans les estimations dans le temps pour exclure des données de réception qui présentent un fort degré de probabilité d'avoir été impactées par le canal de transmission, entraînant de ce fait des erreurs dans les mesures effectuées. Par exemple, un signal excessivement bruité peut induire une incertitude assez élevée dans l'estimation du temps de vol par rapport à un signal qui l'est moins.

S'il existe plusieurs instances disponibles pour la mesure du chemin de transmission, par exemple grâce à l'utilisation de plusieurs antennes ou à la réception de plusieurs transmissions, alors les valeurs statistiques aberrantes peuvent être rejetées. Plus le nombre de signaux reçus est grand, plus le solveur peut en apprendre sur l'environnement local entourant chaque appareil et donner une meilleure idée de la manière dont la force du signal et le temps d'arrivée sont liés à la distance réelle avec chaque passerelle. Par ailleurs, le système peut appliquer ces mêmes connaissances aux nouveaux appareils à mesure qu'ils sont ajoutés au réseau. En conséquence, la précision du système s'améliore au fil des utilisations, d'une manière qu'il est presque impossible d'atteindre avec des algorithmes de positionnement intégrés dans les terminaux.

D'autres avantages du traitement dans le réseau

Le traitement effectué dans le réseau offre encore d'autres avantages. Contrairement au positionnement intégré au terminal, les services de localisation sont largement insensibles au brouillage, délibéré ou non. Dans l'absolu, tout signal radio peut être brouillé ou bloqué au niveau du

récepteur. C'est pourquoi, avec le positionnement intégré au terminal, un brouilleur unique, placé à une relative proximité de l'appareil, peut bloquer complètement tous les signaux de localisation. Avec la réception distribuée, telle que mise en œuvre dans la localisation réseau LoRaWAN, il s'avère extrêmement difficile de brouiller les transmissions, à moins que le brouillage soit effectué à des niveaux de puissance extrêmement élevés, ou que plusieurs brouilleurs coordonnés soient utilisés à proximité des passerelles LoRaWAN.

Bien que le service de géolocalisation LoRa Cloud Geolocation offre un positionnement faible consommation et ultraprécis pour de nombreux cas d'utilisation IoT, il existe un certain nombre de situations dans lesquelles un concepteur système peut souhaiter utiliser des stratégies de localisation hybrides. Prenons,

par exemple, un collier connecté pour animal de compagnie qui doit aider à suivre les déplacements de l'animal et à le localiser en intérieur comme en extérieur. Dans la maison, le collier peut tirer profit de la connectivité locale pour fournir les informations de localisation. Le collier peut en effet recevoir les signaux Bluetooth et Wi-Fi à proximité pour fournir des informations ultraprécises de localisation de l'animal.

Si l'animal sort de la maison, le Wi-Fi, le GPS ou bien encore les services de localisation LoRaWAN peuvent être utilisés. Le Wi-Fi s'avèrera toutefois moins utile si l'animal sort de sa niche et qu'il s'éloigne pour gambader dans une zone qui comporte peu de points d'accès Wi-Fi. Un système hybride permet d'être assuré que l'animal peut être suivi sur de plus grandes distances, car le GPS ou LoRaWAN continueront à fonctionner dans la

plupart des cas. Cependant, mieux vaut être conscient de la consommation énergétique relative de chaque type de requête de relevé de position. Pour la consommation énergétique d'une seule requête de relevé de position GPS, le collier peut effectuer environ 10 scans Wi-Fi. Et pour la même consommation, le collier peut envoyer 100 messages LoRaWAN, ce qui montre bien le degré d'éco-efficacité que peut atteindre une localisation reposant sur le réseau.

Maintenant qu'une géolocalisation instantanée reposant sur l'infrastructure réseau et apte à supporter simultanément tous les terminaux connectés au réseau, s'avère disponible, même les appareils limités par des contraintes strictes de coût et de consommation peuvent tirer profit des informations de localisation pour mettre en œuvre la nouvelle génération d'applications IoT. ■



La force d'un média numérique intégré

Site Internet + Newsletter + eMagazine

ACCÈS ILLIMITÉ

1 an
120 € HT*

6 mois
60 € HT*

*TVA applicable : 20%

Abonnez-vous ici !