

BeSpoon et l'homme Connecté

Paris 25 et 26 Mars

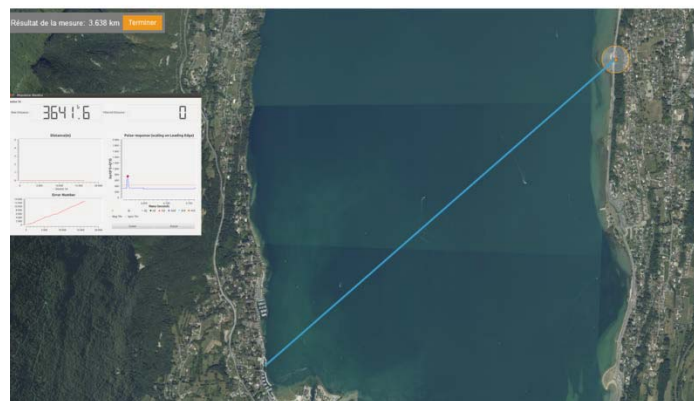
BeSpoon est une société « Fabless » qui a développé en collaboration avec le CEA-Leti un composant IR-UWB (Impulse Radio – Ultra Wide Band) dédié à la localisation des personnes et des objets.



En avril 2013, Bespoon a établi un record du monde de portée en UWB « Line of Sight » (LoS) en réussissant à localiser un objet situé à... 3641 mètres de distance. Ce record nous a permis de valider et d'optimiser l'architecture cohérente Rx de notre composant à des fins de localisation Indoor et Outdoor sur de très longues distances.

Atteindre ce type de performance représente une prouesse technologique, le standard UWB n'autorisant pas des puissances d'émission au-delà de -41.3dBm/MHz pour les applications grand public et de -21.3dBm/MHz en mode LAES (Location Tracking Application for Emergency Services), puissance utilisée pour établir notre record. Avec une bande passante de 500MHz , il faut donc pouvoir compenser les pertes aériennes sur ces distances et obtenir une sensibilité de notre récepteur inférieur à -110dBm . Un problème supplémentaire est que la réglementation en vigueur en Europe limite la taille des trames UWB à 5ms dans la bande $3,1$ à $4,8\text{GHz}$, ce qui limite l'émission contigüe à 78000 impulsions maximum pour une PRP (Pulse Repetition Period) à $15,6\text{MHz}$. Il a fallu donc optimiser le format des trames et des données échangées entre l'esclave et le maître pour garantir cette contrainte.

Record du Monde: 3 641m



Ce record a été établi sur le Lac du Bourget d'une berge à l'autre, la ligne bleue indiquant la distance parcourue, tandis que l'écran inséré à gauche représente une vue de notre outil PC indiquant la distance mesuré entre deux composants BeSpoon

Depuis cette date, Bespoon c'est efforcé d'intégrer son composant dans un smartphone Android, et des balises autonomes, pour proposer au grand public une première mondiale : une solution précise de localisation indoor sur son site spoonphone.com. Cette solution n'est rien d'autre qu'un téléphone mobile de dernière génération, avec l'ensemble de fonctionnalités demandées de nos jours à un smartphone, mais qui en plus permet de localiser et garder ses objets ou ses enfants de façon précise.



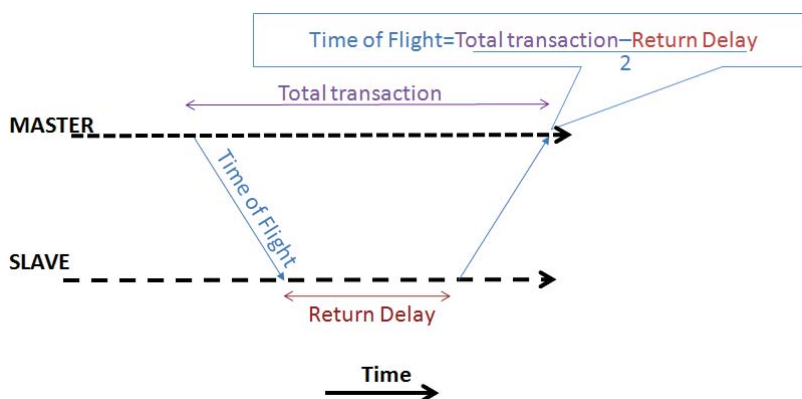
Cette intégration a été préparée tout au début du projet. La première difficulté est de pouvoir proposer une solution single chip (analog + digital sur un SOC). Le plus important a néanmoins été de définir une architecture qui soit compatible avec des systèmes d'exploitation non temps réel de type Linux, alors que le principe même d'une solution de mesure de distance basée sur IR-UWB est fondé sur la mesure du temps de propagation entre l'émetteur et le récepteur avec des précisions inférieures à la nanoseconde, dans notre cas la résolution est de 125ps. Notre composant est donc capable de gérer de façon autonome les solutions de ranging nécessaires pour obtenir des mesures précises, comme la technique dite de « three way ranging »

Technique de ranging

Pour réaliser une mesure de distance, entre un maître et un esclave il existe deux méthodes : « two way » ou « three way » ranging.

2 Way ranging

Ce mécanisme consiste à réaliser un échange entre le maître (le téléphone) et le tag (l'esclave), dans cet échange le maître envoie une trame de référence temporelle, l'esclave reçoit cette trame et la renvoie assez rapidement au maître.



Il est important de noter que le maître fait ce calcul avec une donnée « return delay » fournie par l'esclave soit dans la trame de donnée ou soit la valeur est connue à l'avance pour chaque tag. Cette valeur « return delay » est due au temps de traitement par l'esclave de la trame reçue, plus le délai pour envoyer sa réponse. Comme on peut le comprendre, ce temps de traitement est cadencé par l'horloge de

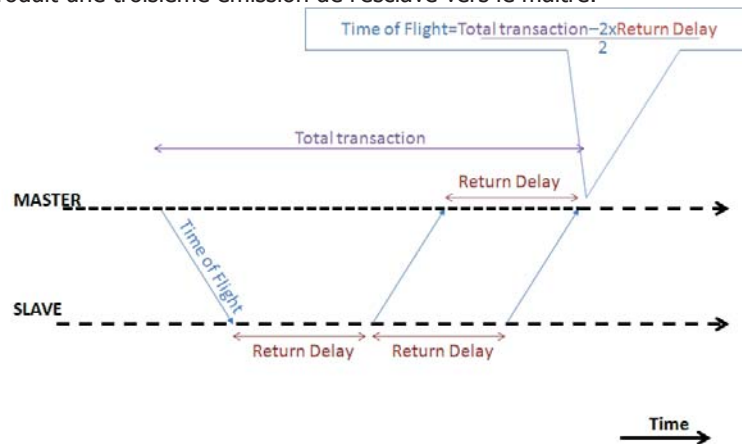
l'esclave. Ainsi, si les deux horloges du maître et de l'esclave ne sont pas synchrones, le temps « return delay » est entaché d'une erreur.

Avec un Return delay = 100ms et un temps de traitement instantané, l'erreur serait de 100ns (= 30m) si l'écart entre les deux horloges était de 1ppm.

Pour éliminer cette erreur, il existe une méthode qui permet au maître de ne pas faire d'hypothèse sur le temps « return delay »...

3 Way ranging

Cette méthode reprend le même principe que le « 2 way ranging », mais comme on peut le constater sur le schéma suivant, il introduit une troisième émission de l'esclave vers le maître:



Dans ce cas l'esclave émet ces deux trames avec un intervalle constant dans le temps « return delay », et le maître reçoit ces deux trames, et mesure le temps « return delay » qu'il est à même de soustraire dans la formule temps de vol ou « time of flight »



Spoonphone et les technologies concurrentes

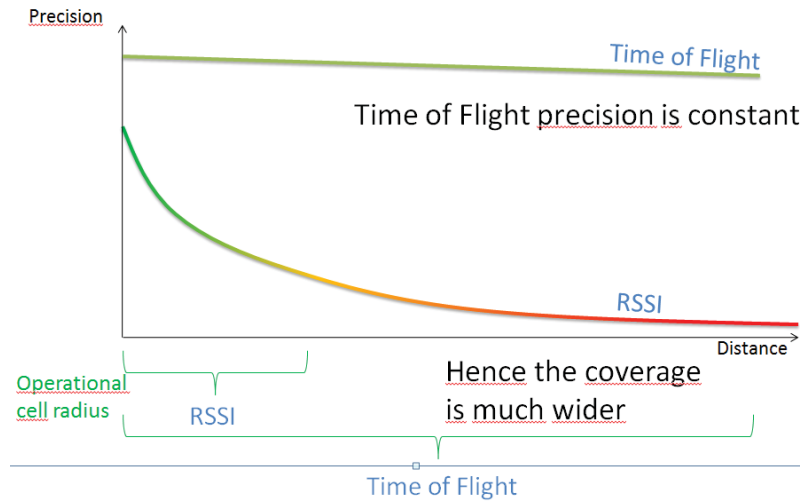
Le SpoonPhone est aussi un kit de développement qui permet à des sociétés et des laboratoires de recherche de tester la technologie BeSpoon et de la comparer à des solutions existantes comme iBeacon, Stickfind, Bluebee, ... la plupart basées sur des technologies « bande étroite » comme le Bluetooth 4.0, ou le wifi.

Alors que ces solutions classiques vous permettent difficilement d'atteindre 20m LoS pour les BTLE, la solution Bespoon permet d'atteindre plusieurs centaines de mètres, et sans perdre en précision.

Un test réalisé par BeSpoon avec une solution Bluetooth 4.0 (BLE) a montré de bonnes performances au niveau ranging LoS lorsque nous étions entre 1m et 3m de la base, par contre à 10m la solution nous indiquait une

distance de 20m (soit 10m d'erreur = +100% !), alors que notre solution garde sa précision (+/-10cm) que ce soit à une distance de 1m ou de plusieurs centaines de mètres.

Ceci est facilement compréhensible, les technologies concurrentes sont basées la plupart du temps sur des niveaux de signal reçus (RSSI), et les pertes sont proportionnelles à $1/d^2$, alors que le temps de vol n'est pas affecté par la distance.

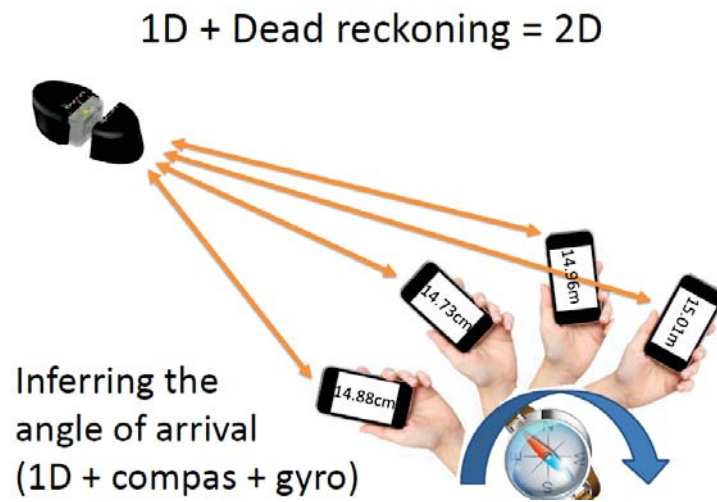


Spoonphone et la fusion de données

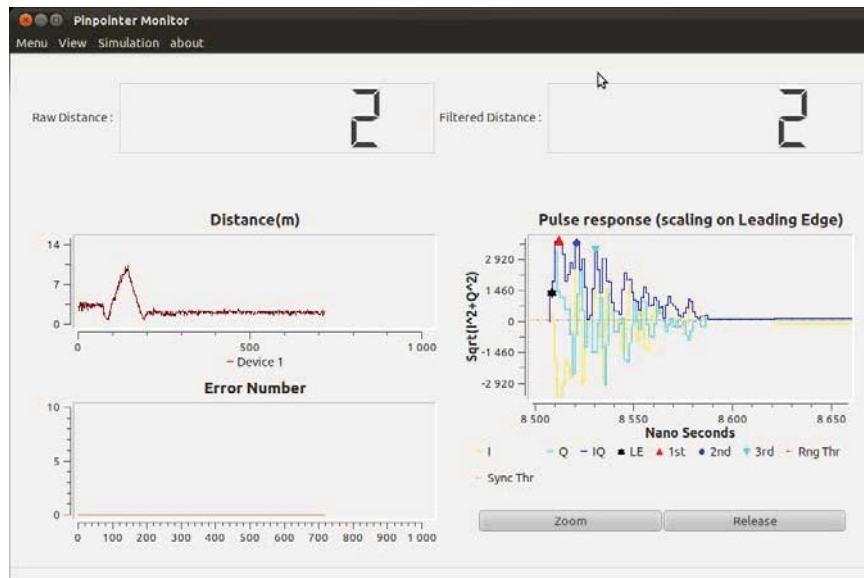
Ce smartphone permet aussi de bénéficier de la communauté Android, et de développer des applications Android innovantes, comme des jeux dont vous êtes le héros, et où vos déplacements sont suivis et retranscrits à l'écran.

Mais, l'aspect le plus important, c'est une base de développement qui permet de développer des nouveaux algorithmes intégrant la fusion de données avec l'UWB et les nombreux capteurs intégrés dans ce téléphone (accéléromètre, gyroscope, magnétomètre, baromètre, GPS...).

Avec la figure ci-dessous, nous imaginons facilement que nous pouvons passer d'une simple mesure 1D, à un positionnement de l'objet dans l'espace grâce à l'utilisation du magnéto et/ou de l'accéléromètre + gyroscope couplé aux mesures précise de notre système.



Pour faciliter l'élaboration de ces nouveaux algorithmes, Bespoon fournit une interface PC pour accéder directement aux mesures TOA pre et post algorithme de Kalman 1D, ainsi que la réponse impulsionnelle reçue. La sauvegarde de ces données pourra être utilisée pour définir et affiner ces algorithmes si besoin est.



La photo ci-dessus montre sur la droite la réponse impulsionnelle sur le lien UWB, en abscisse le temps avec des pas de 1ns, en ordonnée la puissance reçue sur les voies I et Q du récepteur $\sqrt{I^2 + Q^2}$. Sur la droite, deux graphes indiquent la distance et les erreurs en fonction du nombre de mesures, en haut la distance en entrée et en sortie du filtre de Kalman.