

## Amélioration de la localisation « indoor » par fingerprint

Michel Terré, Iness Ahriz (LAETITIA/CEDRIC)

### Contexte

**Localisation « indoor »** : La capacité de se localiser par rapport aux points d'intérêt dans son environnement est d'une valeur considérable pour les consommateurs et les utilisateurs de services, ainsi que pour les compagnies de transport et les entreprises commerciales. Cette possibilité constitue un intérêt considérable également dans les services à la personne tels que le guidage des personnes malvoyantes. Dans le cadre de cette application l'entreprise N-Vibe propose des bracelets de guidage basés sur les techniques de localisation. D'une manière générale, la position s'obtient par le biais d'outils géo-analytiques basés sur différents types de capteurs. Lorsqu'un signal GPS est disponible – en générale à l'extérieur des bâtiments – il est aujourd'hui possible, avec un récepteur simple et à bas coût, de réaliser des solutions de localisation très performantes. Quant à la localisation en intérieur « indoor », un cas de très grande importance, malgré des années de recherche, il n'existe pas aujourd'hui de solution performante dans toutes les de situations. En intérieur, le signal GPS est remplacé par d'autres sortes de signaux radio (ou parfois par la lumière, les ultrasons, etc.). La littérature décrit des exemples de systèmes utilisant une infrastructure spécifique, par exemple la Ultra Wide Bande ou UWB (UWB) [1] ou les tags Bluetooth Low Energy, BLE, [2] ainsi que d'autres basées sur les réseaux radio terrestres existants, tels que WiFi ou les réseaux de radiocommunication mobile comme les 2G, 3G et 4G [3]. La combinaison de ces signaux avec capteurs inertiels (accéléromètre, par exemple), d'altitude, champs magnétiques, etc., est également courant. Néanmoins, une localisation « indoor » performante est toujours un sujet actif de recherche [4]. L'évolution de la technologie Bluetooth et particulièrement avec sa norme 5.0 font d'elle une potentielle candidate pour assurer de bonnes précisions de localisation. La plupart des approches à la localisation en intérieur exploite, comme grandeur physique, l'intensité du signal radio capté, appelée en anglais *Received Signal Strength Indicator*, RSSI. C'est un paramètre facile à obtenir puisque la plupart des technologies de communication intègrent aujourd'hui cette information dans les normes. Permettant ainsi d'accéder au RSSI sans complexité supplémentaire. Bien qu'ayant un rapport avec la distance émetteur-récepteur, la nature Rayleigh de l'onde électromagnétique (EM) dans des environnements obstrués, rend les RSSI bruts peu fiables. D'où la nécessité de mettre en œuvre des algorithmes de localisation capable d'extraire l'information pertinente sur la position à partir des RSSI. C'est dans ce contexte que s'inscrit le projet de recherche.

Presque depuis le début des études sur la localisation « indoor », les techniques « AI » de réseaux neuronaux *Multi-Layer Perceptron* ou MLP et *Support Vector Machine* SVM ont été proposées pour créer un *mapping* entre les signaux des capteurs et la position [5-6]. Aujourd'hui, avec la disponibilité des boîtes d'outils AI puissants, les techniques plus récentes comme les réseaux *Deep* DNN et de convolution CNN (*Convolutional Neural Networks*) font également leur apparence dans le domaine [7-8].

**Problématique** : Bien qu'innovante et prometteuse, l'étude de la localisation « indoor », à base de fingerprint souffrent encore de plusieurs contraintes :

1. Pour accéder aux grandeurs physiques qui serviront d'entrées au système, il est nécessaire, soit :

- a. D'adapter un système de télécommunications à une tâche pour laquelle il n'était pas destiné – la localisation.
  - b. De développer des systèmes spécifiques d'acquisition de données, ce qui peut demander des compétences poussées en électronique et qui peuvent également revenir très chers.
2. Grand nombre de systèmes de localisation aujourd'hui exploitent les techniques récentes de l'apprentissage statistique. Pour pouvoir en tirer un bon résultat, il faut donc être capable d'adapter ces méthodes aux spécificités de la localisation. En particulier, comme cité plus haut, le caractère Rayleigh des ondes EM dans les environnements amène à une variabilité importante des grandeurs physique mesurés qui peut se manifester sur une échelle temporelle de plusieurs mois. Les solutions à explorer durant ce projet de recherche sont
- a. D'extraire l'information pertinente contenues dans les RSSI par la sélection des sources BLE à utiliser. Ceci nécessite la mise en œuvre d'algorithme de sélection tels que Grams Schmidt ou par des critères d'entropie par exemple.
  - b. D'intégrer des informations complémentaires afin de palier au problème de variabilité temporelle. La norme Bluetooth envisagée dans le cadre de ce projet de recherche intègre dans sa version 5.0 l'information de la direction d'arrivée du signal qui combiné au RSSI peut fournir une meilleure précision de localisation.

### Références

- [1] A. Alarifi, A. Al-Salman, M. Alsaleh, A. Alnafessah, S. Al-Hadhrami, M.A. Al-Ammar, H.S. Al-Khalifa, Ultra Wideband Indoor Positioning Technologies: Analysis and Recent Advances, *Sensors*, vol. 16, no. 5, p. 707, 2016.
- [2] F.S. Daniş, A.T. Cemgil, Model-Based Localization and Tracking Using Bluetooth Low-Energy Beacons, *Sensors*, vol. 17, no. 11, p. 2484, 2017.
- [3] P. A. Zandbergen, Accuracy of iPhone Locations: A Comparison of Assisted GPS, WiFi and Cellular Positioning, *Transactions in GIS*, 2009, vol. 13(s1), pp. 5–26, 2009.
- [4] F. Zafari, A. Gkelias, K.K. Leung, A Survey of Indoor Localization Systems and Technologies, arXiv:1709.01015v3 [cs.NI], 2019.
- [5] Full-Band GSM Fingerprints for Indoor Localization using a Machine Learning Approach, I. Ahriz, Y. Oussar, B. Denby, G. Dreyfus, *International Journal of Navigation and Observation*, Hindawi, vol. 2010.
- [6] Y. Tian, B. Denby, I. Ahriz, P. Roussel, G. Dreyfus, Robust indoor localization and tracking using GSM fingerprints, *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, vol. 157, 2015.
- [7] H. Chen, Y. Zhang, W. Li, X. Tao, P. Zhan, ConFi: Convolutional Neural Networks Based Indoor Wi-Fi Localization Using Channel State Information, *IEEE Access*, vol. 5, p. 18066–18074, 2017.
- [8] W. Njima, I. Ahriz I, R. Zayani, M. Terre, R. Bouallegue, Deep CNN for Indoor Localization in IoT-Sensor Systems, *Sensors*, vol. 19, no. 14, p. 3127, 2019.