

# Classifying, Improving and Evaluating Indoor Tracking Systems

Thesis summary – Alpha Diallo

HEC Lausanne/January – 2025

In recent decades, there has been growing interest in location-based services using Global Satellite Navigation Systems (GNSS) such as the Global Positioning System (GPS) or Galileo. These systems require a direct line of sight to the satellites to operate. Although we spend most of our time indoors, there is no standard solution for tracking people or assets in indoor environments. This is mainly because existing Indoor Tracking Systems (ITS) are complex to deploy or offer low accuracy under real-life conditions.

In this thesis, we present five papers divided into three chapters. The first chapter reviews the literature and proposes a unified conceptual model to classify and compare the existing ITS.

In the second chapter, we propose solutions to reduce infrastructure costs while improving the accuracy of ITS. To achieve this, we rely on an inertial-based ITS, accumulating errors over time and leading to drifting trajectories. We propose novel error correction algorithms complemented by fixed Bluetooth Low Energy (BLE) beacons positioned at strategic locations. Our algorithms use a collaborative approach, enabling mobile devices to correct their location estimates by opportunistically exchanging data in a peer-to-peer manner.

The third chapter addresses the challenges of devising, evaluating, and fine-tuning tracking algorithms. Our aim is to speed up research and bring transparency to experiments to guarantee their reproducibility. To achieve this, we propose MobiXIM, a novel framework that aims to standardise the processes for building tracking algorithms. We aim to further research and innovation in ITS by providing open access to all our experimental data.

---

Ces dernières décennies ont été marquées par un intérêt croissant pour des services de localisation utilisant des systèmes de positionnement par satellites comme le GPS ou Galileo. Toutefois, ces systèmes ne fonctionnent que dans des environnements extérieurs avec une ligne de vue directe avec les satellites. Bien que nous passions la majeure partie de notre temps à l'intérieur de bâtiments, il n'existe aucune solution de positionnement utilisée de façon universelle dans des environnements non couverts par des systèmes de positionnement par satellites. Cela est principalement dû au fait que les alternatives aux systèmes de positionnement par satellites sont complexes à déployer ou offrent une faible précision dans des conditions réelles d'utilisation.

Dans cette thèse, nous présentons cinq articles repartis en trois chapitres. Dans le premier chapitre, nous faisons une revue de la littérature et proposons un modèle conceptuel unifié afin de classer et comparer les nombreuses solutions de positionnement utilisées pour localiser des personnes et des objets à l'intérieur des bâtiments.

Dans le deuxième chapitre, nous proposons des solutions pour réduire le coût lié aux infrastructures tout en améliorant la précision des systèmes de positionnement. Pour cela, nous nous basons sur un système de navigation inertielle ayant pour principal défaut d'accumuler de l'erreur. Nous proposons des algorithmes de correction de l'erreur en utilisant des balises *Bluetooth Low Energy* positionnées à des emplacements stratégiques. Ensuite, nous introduisons une approche collaborative permettant à des appareils mobiles de corriger leur erreur de positionnement en échangeant des données de façon opportuniste.

Dans le dernier chapitre de cette thèse, nous nous focalisons sur les défis liés à l'uniformisation des processus de conception, d'évaluation et d'ajustement des algorithmes de positionnement. Notre but étant d'accélérer la recherche et d'apporter de la transparence dans les expérimentations afin de garantir leur reproductibilité. Pour cela, nous proposons MobiXIM, un *framework* conçu pour uniformiser les processus de conception, d'évaluation et d'optimisation des algorithmes de suivi.