



THÈSE / UNIVERSITÉ DE RENNES 1
sous le sceau de l'Université Européenne de Bretagne

pour le grade de
DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE RENNES 1
Mention : Traitement du Signal et Télécommunications
Ecole doctorale (MATISSE)

présentée par
Lei YU

préparée à l'unité de recherche (IETR-CPR)
(Institut d'Electronique et de Télécommunications de Rennes)
(Communication, Propagation, et Radar)

**Fingerprinting Based
Techniques for Indoor
Localization Exploiting
UWB Signal Properties**

**Thèse soutenue à Rennes
le 24 Novembre 2011**

devant le jury composé de :

Laurent Clavier

Professeur, TELECOM Lille1 / rapporteur

Rodolphe Vauzelle

Professeur, Université de Poitiers / rapporteur

Ghaïs El Zein

Professeur, INSA de Rennes / examinateur

Benoît Denis

PHD, Ingénieur de Recherche, CEA-LETI / examinateur

Yves Lostanlen

Professeur Affilié, Université de Toronto, VP, CTO, Siradel / examinateur

Bernard Uguen

Professeur, Université de Rennes1 / directeur de thèse

Mohamed Laaraiedh

PHD, Ingénieur de Recherche, Université de Rennes1 / co-directeur de thèse

Abstract Nowadays, wireless localization systems are considered as a potential technology for future services. Various techniques have been proposed for both indoor and outdoor localization systems. These techniques and systems allowed to conceive different LBSs. The two main processes a localization system must be able to do are the measurement of location-dependent parameters (RSSI, TOA,...) and the estimation of position using different localization techniques. In this manuscript, the estimation and measurement of LDPs such as RSSI and TOA are investigated using a provided UWB measurements campaign. Four different TOA estimation techniques are proposed. RSSI based ranging techniques are also introduced. The main goal of this thesis is the study of fingerprinting based techniques for indoor localization. The neural networks technique is used to learn the fingerprinting database and to locate the targeted points. The construction of the neural networks and the adopted approaches are described. Both the pre-measured and the pre-simulated fingerprinting databases are established to be used in the fingerprinting techniques. Different fingerprints and different sizes of the database are utilized to evaluate the positioning performances. The MultiWall model is proposed to predict the RSSI fingerprint depending on the real propagation environment. An adaptation of the classic MultiWall model to take into account the effect of diffraction for the metallic furniture shows that it can improve the quality of positioning.

Résumé Récemment, les systèmes de localisation sans fil sont considérés comme une technologie en pleine expansion. Beaucoup de techniques ont été proposées pour les systèmes de localisation en intérieur et en extérieur. Ces techniques et ces systèmes ont permis de concevoir différents services topo-dépendants. Un système de localisation doit être capable d'exécuter deux processus: la mesure des paramètres topo-dépendants (RSSI, TOA,...) et l'estimation de la position en utilisant les techniques de localisation appropriées. Dans ce manuscrit, l'estimation et la mesure des paramètres topo-dépendants sont étudiées en utilisant une campagne de mesures ULB. Quatre différentes techniques d'estimation de TOA sont proposées. Des techniques de ranging basées sur RSSI sont présentées. L'objectif principal de cette thèse est l'étude de localisation en intérieur basée sur une technique de fingerprinting. La technique des réseaux de neurones est utilisée pour apprendre la base de données de fingerprinting et pour localiser les points ciblés. La construction des réseaux de neurones et les approches adoptées sont introduites. La base de données pré-mesurée et la base de données pré-simulée sont établies et appliquées aux techniques de fingerprinting. Différents fingerprints et différentes tailles de la base de données sont utilisés pour évaluer les performances de positionnement. Le modèle MultiWall est proposé pour prévoir les fingerprints de RSSI selon l'environnement de propagation. Une adaptation du modèle classique MultiWall pour prendre en compte l'effet de la diffraction pour le mobilier métallique a montré qu'elle peut améliorer la qualité de positionnement.

Keywords Localization, Wireless Networks, Ultra Wideband, Location-dependent Parameters. Fingerprinting. Neural Networks.