

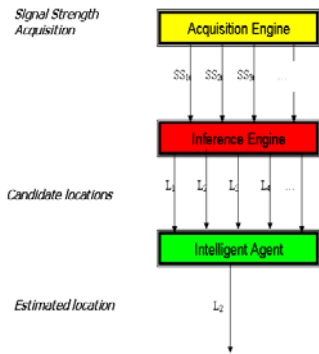
Projet F3M : Positionnement des utilisateurs des réseaux WiFi par l'analyse des signaux reçus

H. Glineur, F. Grenez, P. De Doncker

Département Ondes et Signaux, Faculté de Sciences Appliquées, Université Libre de Bruxelles, Bruxelles, Belgique
Projet financé par subvention de la Région Wallonne pour la recherche universitaire

Introduction du projet F3M « Fully Multi Modal Maintenance Methods »

- Projet multidisciplinaire d'optimisation des procédures de maintenance des avions
- « Intelligent suit » et réseaux sans fil de type WiFi
- Module ASR et TTS d'accès aux bases de données
- Positionnement des techniciens spécialisés ...
- Positionnement des techniciens via mesures des signaux WiFi sur systèmes légers et adaptation du service



Implémentation d'un système de positionnement par analyse des signaux WiFi reçus

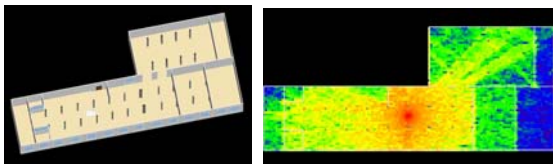
- Lecture des balises WiFi émises par les points d'accès
- Constitution préalable d'une carte synthétique des signaux reçus sur l'espace de tests (Radiomap)
- Estimation de la position de l'utilisateur par la recherche de concordances de formes entre les signaux WiFi

Etape 1 : choix de la méthode

- Méthodes sans apprentissage (trilatération, triangulation) non applicables (multi-path, fading)
- méthodes avec apprentissage (basées sur les mesures des signaux WiFi dans une radiomap)
- Méthodes retenues: K-NNSS, probabilités bayésiennes

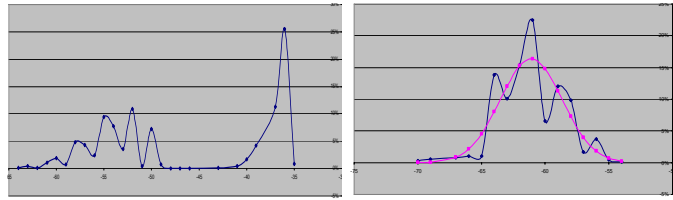
Etape 2 : analyse des caractéristiques des signaux WiFi reçus en une position donnée

- Choix de la zone de test : modélisation de hangar
 - Pas d'obstacle; objets métalliques et bruits possibles
 - Entre 3 et 5 points d'accès répartis uniformément



Répartition des puissances reçues sur l'espace de test

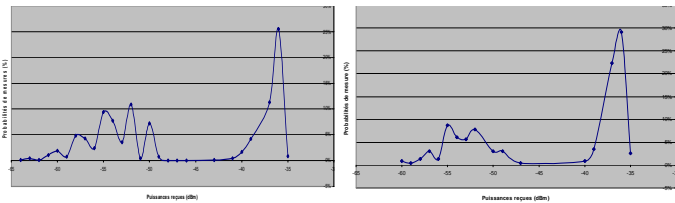
- Etude des distributions de probabilités des puissances reçues de chaque point d'accès (indépendants)
 - forme impulsionnelle (LOS) et gaussienne (NLOS)
 - Décroissance linéaire de la puissance moyenne reçue selon la distance entre l'émetteur et le récepteur
 - Discontinuité fixe sur les obstacles (murs, ...)



Distributions spatiales des puissances reçues d'un point d'accès (LOS et NLOS)

Etape 3 : création de la radiomap

- Méthodes numériques et paramétriques non applicables aux réseaux WiFi (variabilité des signaux)
- Méthode empirique
 - Etablissement de la radiomap à partir de mesures directes des signaux WiFi en site
 - Recherche d'estimateurs statistiques des distributions spatiales des probabilités des puissances reçues
 - Temps de mesure acceptable et précision suffisante



Comparaison mesures vs. estimations

Etape 4 : implémentation des algorithmes de positionnement

- K-NNSS : « K-nearest neighbours in signal space »
 - Utilisation des puissances moyennes reçues par zones

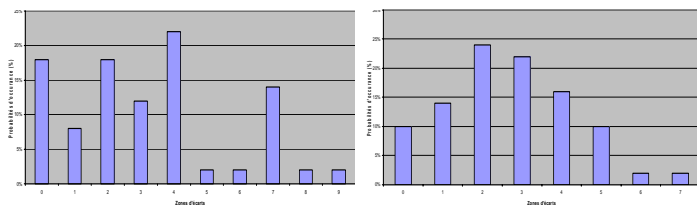
$$\operatorname{argmin}_p [D(SS_{mes.}, SS_p^{radiomap})] = \operatorname{argmin}_p \left[\sqrt{\prod_{i=1}^{nbreAPs} (SS_{mes.}^i - SS_p^i)^2} \right]$$

$$\operatorname{argmax}_p [P(P/SS)] = \operatorname{argmax}_p \left[\prod_{i=1}^{nbreAPs} P(SS/P) \right]$$

- Probabilités bayésiennes: algorithme de positionnement basé sur le calcul des probabilités conditionnelles
 - Utilisation des distributions spatiales de puissances

Etape 5 : test des algorithmes de positionnement

- Résultats globaux de positionnement indépendant de l'algorithme de sélection choisi
- Résultats de positionnement très fortement dépendant de la qualité de la radiomap (analyse des signaux)
- Sensibilité des résultats variable selon l'algorithme
 - K-NNSS: influence du nombre de points d'accès
 - Probabilités bayésiennes : influence du recouvrement des canaux et résultats centrés sur l'erreur moyenne
- Distribution des erreurs sur abscisse et ordonnée de forme gaussienne -> adaptation des tailles de zones ...



Distributions des écarts de positionnement (en mètre)