



LA LOCALISATION D'EMETTEURS DE RADIOCOMMUNICATION EN ZONE URBAINE

25 mars 2014

Dominique Heurguier
THALES TCS/HTE

dominique.heurguier@thalesgroup.com



Sommaire

- Contexte de la localisation d'émetteurs en zone urbaine
- Rapide classification des procédés de localisation d'émetteur
- Rapide panorama des procédés de localisation en zone urbaine
- Conclusion



Contexte de la localisation d'émetteurs en zone urbaine

● 2 besoins principaux

➤ **Contrôle du spectre**

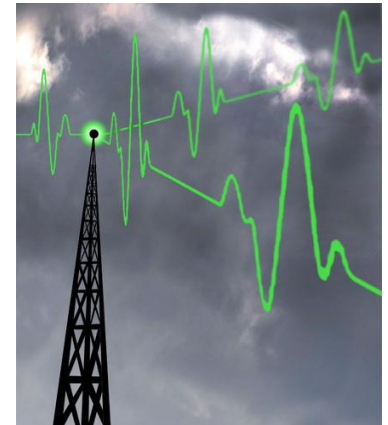
- ❖ Activité majoritairement civile assurée par des autorités de régulation (ex : ANFR)
- ❖ Localisation 2D : association /BD des licences & recherche d'illégaux
- ❖ Emetteurs fixes permanents/temporaires : Typiq. émetteurs infra « bien dégagés »
- ❖ Localisation instantanée / réseau de stations fixes + homing / station mobile (LSU)

➤ **Surveillance et renseignement**

- ❖ Activité majoritairement militaire : ROEM/COMINT
- ❖ Localisation 2D ou 3D : PV d'interception avec position
- ❖ Emetteurs principalement mobiles et « masqués »
- ❖ Localisation instantanée ou LSU / stations mobiles

● **Zone Urbaine : un environnement radio complexe**

- Densité des émetteurs -> pb de séparation des émetteurs
- Complexité canal (réflexions, diffusions ...) : pb de multi trajets et de trajets diffus





Sommaire

- Contexte de la localisation d'émetteurs en zone urbaine
- Rapide classification des procédés de localisation d'émetteur
- Rapide panorama des procédés de localisation en zone urbaine
- Conclusion



Rapide classification des procédés de localisation d'émetteurs 1/2

● Procédé passif / actif

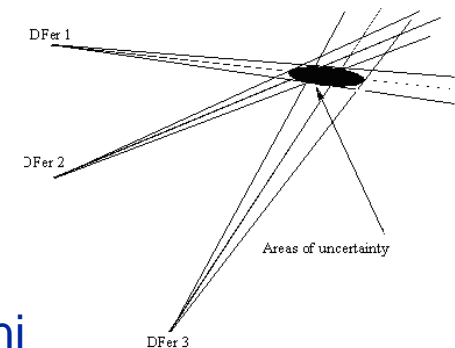
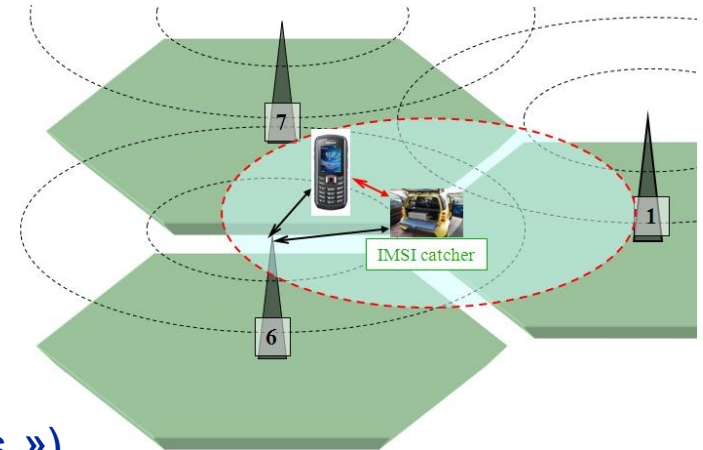
- Passif : interception sans aucune émission radio
- Actif : exemple : IMSI Catcher en leurrage GSM

● Mono / multi stations

- Mono station : Localisation à Station Unique LSU
 - ❖ Fixe ou par défilement (succession de « positions »)
- Multi stations :
 - ❖ Localisation instantanée à plusieurs stations

● Capacité du procédé à traiter des émissions multiples

- Procédé mono émetteur
 - ❖ => séparation en amont des émissions sur critères techni
- Procédé intrinsèquement multi émissions
 - ❖ => capacité de séparation spatiale





Rapide classification des procédés de localisation d'émetteurs 2/2

- Type de modèle physique sous-jacent
 - Propagation en trajet direct + méthode localisation « aveugle » classique
 - ❖ +/- robuste aux trajets réfléchis et diffus
 - Propagation multi trajets + localisation par inversion de canal
 - ❖ Suppose : 1 modèle urbain précis + 1 modèle propagation fiable
- Type de traitement de localisation
 - Global en 1 seule étape
 - ❖ Traitement centralisé des acquisitions //
 - Décentralisé en 2 étapes / paramètres intermédiaires
 - ❖ Mesure locale AOA, TOA, FOA, RSS, Vector Of Arrival, ...
 - ❖ Estimation position / algorithmes de localisation appropriés



Sommaire

- Contexte de la localisation d'émetteurs en zone urbaine
- Rapide classification des procédés de localisation d'émetteur
- Rapide panorama des procédés de localisation en zone urbaine
- Conclusion



Rapide panorama des procédés de localisation en zone urbaine 1/3

□ Localisation instantanée multi stations sur paramètres intermédiaires (décentralisée)

● Estimer la position géographique en 2 étapes

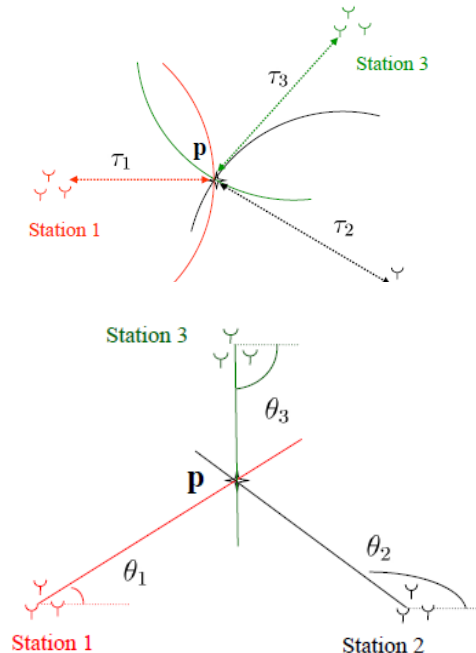
- Estimation de paramètres intermédiaires / modèle de signal
- Estimation de la position / modèle géométrique de localisation

● Exemples de paramètres intermédiaires et de localisation associée

- RSS puissance du signal
 - ❖ Trilateration / modèle atténuation
- AOA (azimut ou azimut + site)
 - ❖ Triangulation
 - ❖ ≥ 2 stations, 3D \Rightarrow AOA 2D
- TDOA (retard différentiel)
 - ❖ Multilateration - Localisation hyperbolique
 - ❖ 2D : ≥ 3 stations, 3D : ≥ 4 stations

● Localisation hybride

- ex : AOA + TDOA + RSS
 - ❖ Algorithme d'estimation mixte





Rapide panorama des procédés de localisation en zone urbaine 2/3

□ Localisation instantanée multi stations globale (centralisée)

- Estimer la position géographique en une seule étape

● Méthode de localisation globale :

- Estimation de p / signal reçu x (trajets directs) / N voies \times M stations

- => Estimation directe de p selon un critère $C(x,p)$ $\hat{p} = \arg \max_p C(x, p)$

- ❖ On dispose d'un modèle physique $x = a(p,s) + b$ (bruit)

- ❖ Cas Bande Etroite (BE) : $x = a(p).s + b$

- ➔ Critère $\rightarrow C(x,a(p))$: équivalent à estimer la réponse globale $a(p)$

- ➔ Suppose de disposer de toute l'observation (exploitation centralisée des signaux)

- Algorithme Direct Position Determination (DPD)

- ❖ $N, M > 1$ + hypothèse BE ($TxB \ll 1$ à l'échelle du réseau)

- ➔ Efficace si BE vérifiée mais peu robuste aux « trous » spectraux

- ➔ Amélioration : Méthode LOST (thèse THALES)

- Nécessite des liaisons très haut débit + référence temps

- Limitée aux réseaux de stations fixes (infra)



Rapide panorama des procédés de localisation en zone urbaine 3/3

❑ Localisation instantanée mono station (LSU)

- Estimer la position géographique de l'émetteur / seul point de mesure

- Méthode de localisation par « inversion » de canal :

- Maillage = { positions possibles de l'émetteur }

- Inversion du canal par approche directe

- ❖ Détermination des mesures attendues / maille / point de mesure

- > Calcul des mesures théoriques : logiciel de prédiction de la propagation

- ❖ Localisation par minimisation écart mesures réalisées / mesures attendues

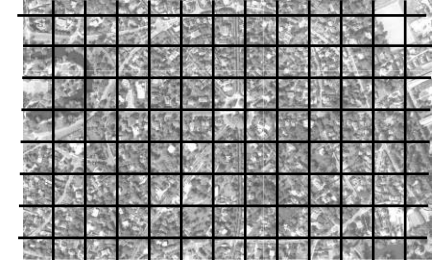
- Limitée en pratique aux environnements peu complexes et parfaitement connus

- Méthode intrinsèquement ambiguë et très peu robuste aux erreurs de mesures

- + Fort écart des modèles / réalités (impact fort des erreurs de modèles)

- + Fortement calculatoire (complexité numérique élevée)

- => Utilisable uniquement en situation très particulière





Sommaire

- Contexte de la localisation d'émetteurs en zone urbaine
- Rapide classification des procédés de localisation d'émetteurs
- Rapide panorama des procédés de localisation en zone urbaine
- Conclusion



Conclusion

- La ZU est un environnement complexe pour la localisation d'émetteurs
 - Emetteurs multiples
 - Canal de propagation complexe
- Pas de procédé LSU instantané disponible
 - Limitations des méthodes d'inversion de canal
- Utilisation possible de méthodes classiques de localisation en réseau
 - Avec adaptations aux spécificités de l'environnement ZU :
 - ❖ Localisation en deux étapes / mesures conjointes
 - ❖ Algorithme HR dédié aux environnements denses
 - ❖ Algorithme de localisation hybride



QUESTIONS ?

