

localisation indoor Technologies...sss

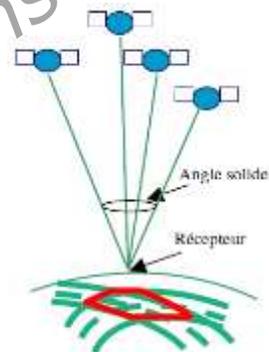
GPS (Global Positioning System)

Le signal GPS a une puissance très faible qui est rapidement absorbé par le relief, la végétation

Contraintes sur l'angle solide:

Trop restreint => chevauchement d'ondes

Trop grand => perturbation de la ionosphère
et de la troposphère (chargée en eau)



GPS (Global Positioning System)

Erreurs inhérentes au système GPS

- Incertitude relative à l'orbite exacte des satellites,
- Qualité du récepteur utilisé importante (SIRF III)
- Perturbations causées par le relief environnant (réflexions multiples)
- La configuration des satellites ne permet pas une couverture intégrale de la planète à chaque instant : dans 5% des cas la mesure de positionnement n'est possible qu'avec trois satellites
- Indisponible à l'intérieur des bâtiments

Géolocalisation par « pseudolites » (pseudo satellites)

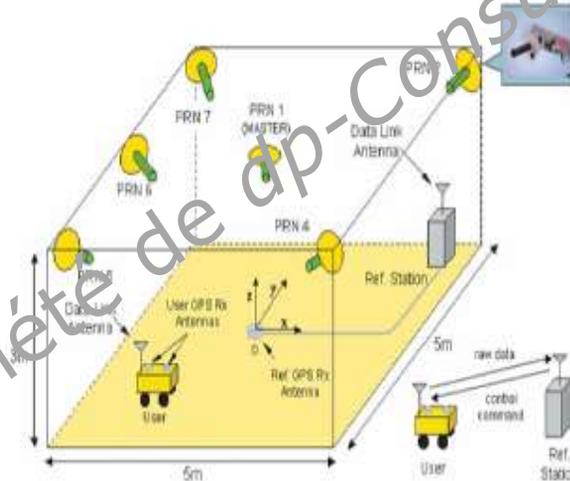
- Localisation basée sur l'utilisation de pseudo satellites GPS terrestres, pouvant corriger les imperfections du signal GPS
- Les pseudolites installés dans le bâtiment produisent un signal semblable au signal GPS sur des fréquences soit identiques au GPS (indoor) soit différentes (900 MHz, 2,4GHz par exemple)

Un récepteur GPS standard est capable de recevoir le signal, mais avec une modification du firmware Near/Far problem: les pseudolites ne doivent pas perturber le signal GPS qui pourrait être capté

Dominique Paret

Les mercredis de FILRFID

Géolocalisation par pseudolites (pseudo satellites)



© 2009 - toute reproduction, même partielle est interdite

Dominique Paret

Les mercredis de FILRFID

Géolocalisation par pseudolites (pseudo satellites)

Avantages:

- Peut fonctionner indépendamment du GPS
- Offre une précision de quelques dizaines de centimètres
- Adapté à des environnements en intérieur vastes (hall d'exposition...)

Inconvénients:

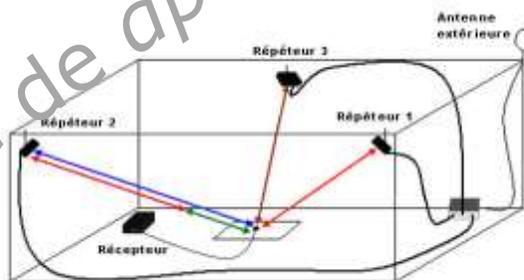
Multipath: source d'erreur, impact se fait plus sentir dans des environnements très cloisonnés

Exactitude pouvant aller jusqu'à quelques cm.

© 2009 - toute reproduction, même partielle est interdite

Les répéteurs GPS

Rendre les signaux GPS disponibles à l'intérieur
Amplification du signal GPS
Exactitude: 1 à 2 m



Les répéteurs GPS

Une très bonne prise en compte des retards liés à la retransmission du signal GPS conditionnent l'exactitude du positionnement

Temps satellite

- >antenne de toit
- >antenne de retransmission
- >antenne du récepteur

Les répéteurs GPS

Avantages

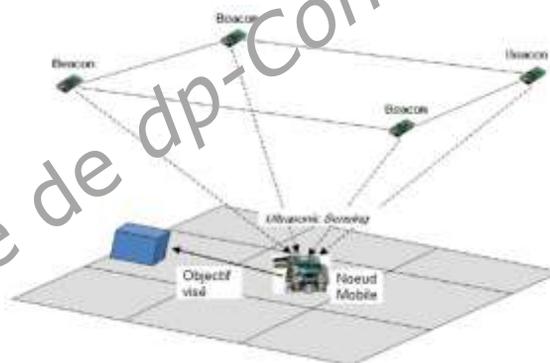
- Continuité du service GPS.

Limites

- Adaptation des récepteurs GPS afin de calculer la position en intérieur
- Infrastructure importante (câblage).

Ultrasound

Ultra Sound techno is often used in indoor localization.



Ultrasound - Physics

- low propagation speed
- **sound speed is significantly affected by temperature changes.**

$$\text{Vitesse} = (331,5 + 0,6 \cdot \theta) \text{ m/s,}$$

θ température en degrés Celcius

The most commonly used – and therefore most inexpensive – ultrasound transducers operate at a center frequency of 40 kHz.

Naturally, transducers operating at higher frequencies can be employed. Unfortunately these devices are more expensive. Furthermore they demand higher transmit power levels because the attenuation of sonic waves in air increases with frequency.

Ultrasound

Advantages

- Due to the low propagation speed highly accurate range measurements can be accomplished without much effort and multipath components can be separated easily.

Drawbacks

- Depending on the desired accuracy, temperature changes must be combated in the design of a localization system.
- Less robust than EM propagation waves against ambient changes in air.
- the range of these signals is rather limited. (10m). Ultrason ne traverse pas les murs
- Infrastructure dense à déployer si l'on souhaite une bonne couverture

Géolocalisation par ultrason

- Très adaptée à une mesure de distance basée sur le temps de parcours du signal (ToA ou TDoA)
- Exactitude: 0.5 cm à 50 cm, selon l'implémentation du système
- Utilisation délicate en contexte domestique (fréquences 40 à 60 kHz captées par les animaux domestiques)

vision based localization systems

Considerable advances have also been achieved in **vision based localization systems**.

With the increasing sales of digital cameras and pervasive integration of cameras in mobile phones, components like CCD sensors and additional simple optics became inexpensive. However, vision systems still require significant computational and power resources for image processing, feature extraction etc. As a consequence, in spite of relatively inexpensive sensors, cost for vision based localization systems are remarkable, especially when multiple units must be equipped.

Furthermore, **these systems can be abused for a detailed observation of people**.

Infrared components

IR are compact and give rise to very low cost.

One of the major challenges is suppressing interfering noise, mainly resulting from ambient light sources.

Depending on the wavelength, IR reflects off most surfaces of indoor environments.

The typical range is up to 5 m.

Usually, due to scattering, only the first reflection must be considered in multipath considerations. Furthermore, equal wavelengths can be used in adjacent rooms without interference because the entire infrared signal is blocked by obstacles or walls.

Infrared components

Infrared can roughly be subdivided into active and passive approaches.

- **Active infrared** denotes systems where objects or beacons are equipped with IR transmitters such as light emitting diodes.
- In **passive systems**, objects are localized as a result of their natural emission of radiation.

Of course, radiation is not only emitted by target objects but also by the environment. Therefore, only objects at a temperature other than that of the environment (e.g. humans in a room at 25.) can be detected. The indoor infrared channel has found good coverage among communication technology researchers in recent years.

Géolocalisation par Infra Rouge

Avantages:

- Positionnement par ToA très précis
- Faible coût
- Exactitude: quelques cm

Inconvénients:

- Portée limitée (5m), l'IR ne traverse pas les murs
- Très sensible aux perturbations lumineuses ambiantes

magnetic fields

Using for positioning magnetic field has the advantage that any nonmagnetic material can be penetrated by the field with no loss of position accuracy.

These systems utilize sensors placed on the target objects to measure the DC magnetic field generated by a nearby transmitter source.

Field propagation is usually limited to about 3m.

magnetic fields

Unfortunately this technology is extremely sensitive to interference from a number of sources

- CRT monitors.
- the field can be affected by nearby objects comprised of magnetic materials.

As a result, these localization systems require precise calibration and a static environment.

Localisation par mesure du champ magnétique terrestre

Analyse de perturbations du champ magnétique terrestre modifié par les armatures métalliques des bâtiments

Solutions militaires et civiles

Hypothèse: champ magnétique stationnaire en l'absence de sources magnétiques

Le champ magnétique devient fonction de la position uniquement.
Exactitude: 50 cm

Solution étudiée dans la thèse de D. Vissière (Mines de Paris, 2009) (prix de la meilleure thèse Paristech 2009). Développée par la société SysNav.

Dominique Paret

Les mercredis de FILRFID

Localisation par mesure du champ magnétique terrestre

Reconstruction de la vitesse et estimation de la position du porteur à partir d'un réseau de capteurs magnétiques qui mesurent le gradient du champ terrestre

Couplage à des capteurs inertiels bas-coût de type MEMS (accéléromètres, gyromètres)

Fusion de données issues des différents capteurs (par un filtre de Kalman étendu)

 Consulting

© 2009 - toute reproduction, même partielle est interdite

Dominique Paret

Les mercredis de FILRFID

Localisation: Radio Tomographic Imaging (RTI)

Principe du RADAR mais en RF (moins couteux) – Exactitude <1m

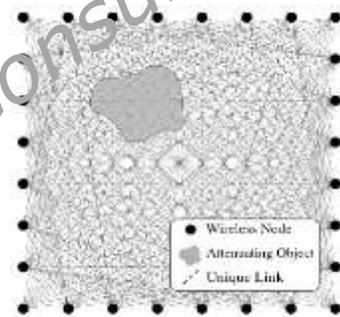
Construction d'une image basée sur la zone d'ombre générée par la personne en déplacement

Permet de détecter des personnes à travers les murs ("murs transparents")

- Applications: militaires et civiles
- Aucun dispositif électronique sur la personne en mouvement

 Consulting

© 2009 - toute reproduction, même partielle est interdite



RF technology

RF techno can further be split according to the frequency range used, i.e. narrow band and wideband systems.

Narrow band systems often used for localization are

- **RFID** (Radio frequency identification).
- **Wireless LAN** (IEEE 802.11b/g),
- **Bluetooth** (IEEE 802.15),

Wide band systems often used for localization are

- **UWB** (IEEE 802.15.4.a),

RFID

- RFID tags

RFID can be active or passive, and battery assisted or act as a battery-less transponder.

Accordingly, their range is limited to a few meters for active and passive tags.

RFID tags are inexpensive and – if passive – need no maintenance like battery charging or replacement. RFID is mostly used to obtain proximity information rather than true localization.

That is, we can only tell that a tag is within range of an RFID reader, but not where.

RF technology

WLAN

operates in the 2.4 GHz ISM band at a range of 50 - 100m. These systems have been installed in thousands of office buildings, homes and public places. Hence it seems worthwhile to employ these infrastructures for localization

Bluetooth

It operates in the 2.4 GHz band, but at lower data rate and – depending on the device class – at shorter range. Bluetooth has achieved considerable coverage, particularly in mobile appliances like laptops and PDAs. Neither WLAN nor Bluetooth provide localization capabilities. Commonly, RSS and signal to noise ratio information are exploited to deduce location.

802.15.4 ZigBee

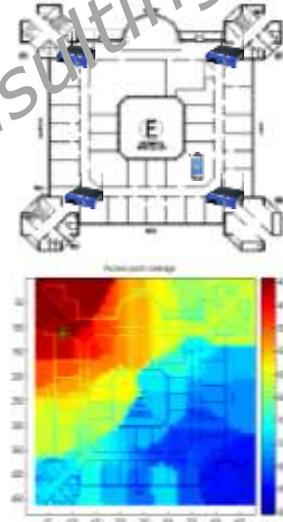
ZigBee is the name of a specification for a suite of high level communication protocols using small, low-power digital radios based on the IEEE 802.15.4 standard for wireless personal area networks (WPANs), such as wireless headphones connecting with cell phones via short-range radio.

The technology is intended to be simpler and cheaper than other WPANs, such as Bluetooth.

ZigBee is targeted at radio-frequency (RF) applications which require a low data rate, long battery life, and secure networking.

Comment se localiser en WiFi ?

- Informations temporelles indisponibles dans les produits commerciaux
- Emissions de balises à partir desquelles on mesure la puissance
 - Mesure effectuée par le terminal
 - Mesure effectuée par le réseau
- Techniques d'exploitation de la puissance du signal
 - Utilisation d'un modèle de propagation
 - Triangulation
 - Utilisation de la méthode de finger printing
- Le modèle de propagation simple ne rend pas bien compte de la complexité de la propagation des ondes dans le milieu



Couverture radio d'un AP

$$P_{received}(d) = P_{received}(d_0) - 10 \cdot \alpha \cdot \log\left(\frac{d}{d_0}\right)$$

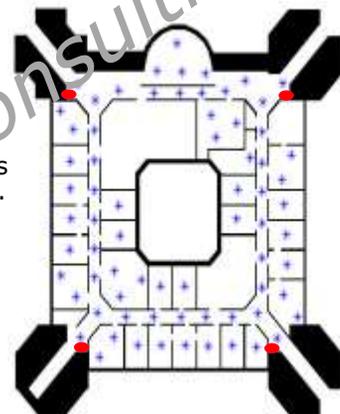
La technique du fingerprinting

Utilisation d'une base de données qui à certaines positions de l'espace associe un n-uplet de puissances captées

- Contrainte :
 - Réalisation d'une base de donnée la plus représentative possible de l'environnement radio.
- Extraction de la position du mobile

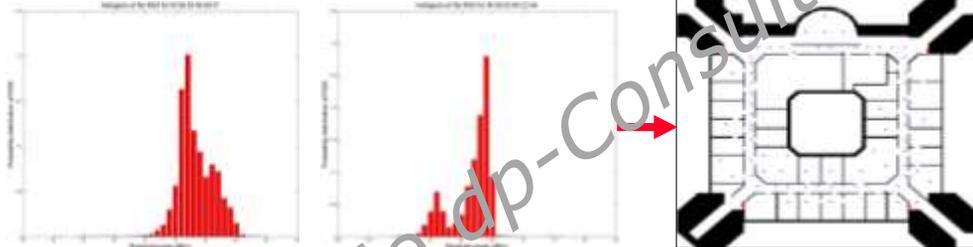
$$(x_{opt}, y_{opt}) = \arg \min_{x_k, y_k} \left(\sum_{i=1}^N (P_{\eta}(x, y) - P_{\eta}(x_k, y_k))^2 \right)$$

- Problème :
 - Fluctuations des mesures de puissance au cours du temps
 - Fluctuations sur la position extraite de la base de données



Les limites du fingerprinting

- Les mesures WiFi sont assez fortement bruitées



- La précision est dépendante du maillage de couverture / de l'amplitude des fluctuations instantanées

Saut sur les positions traitées de la base de données

Variations de

Tous les points de la base de données sont extraits au cours d'un trajet à travers le bâtiment

Précision moyenne autour de 3.5m

Influence du nombre de points d'accès captés

Short pulse ultra wideband (UWB)

A wide frequency spectrum can be achieved by

- classic spread spectrum approaches like DSSS (direct sequence spread spectrum).
- The alternative idea in UWB is the usage of electromagnetic pulses with an extremely short pulse width in the order of a 1 ns.

Short pulse ultra wideband (UWB)

Two physical layers for high and moderate data rates (IEEE 802.15.3a /4a) are specified.

This approach is suitable particularly advantageous for localization in a cluttered indoor environment, localization. where severe multipath fading occurs. Due to the short pulse length, the direct path can be discriminated from echoes more easily.

Localisation d'un nœud à l'aide de l'UWB

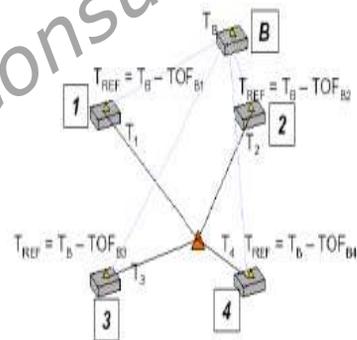
La localisation d'un nœud avec un système UWB passe habituellement par l'enregistrement des signaux radio émis entre un nœud, qualifié de cible, et un certain nombre de nœuds de référence, qualifiés de points d'accès.

Suivant la technique de localisation employée, les **métriques** sont constituées

- de mesures de puissances de signal,
- d'angles d'incidence
- ou de temps de vol.

Géolocalisation par UWB

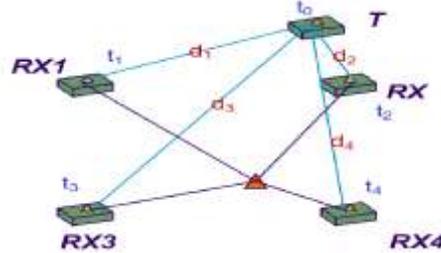
- Transmission d'impulsions courtes d'une durée de l'ordre de la nano seconde sur une large bande
- Localisation basée sur ToA
- Offre un positionnement avec une exactitude de l'ordre de 15 centimètres



technologie UWB (IEEE 802.15.4a)

- Technologie radio avec émission d'impulsions large bande
 - Durée de l'ordre de quelques centaines de picosecondes
 - Emission à faible densité spectrale de puissance (-41.3 dBm/MHz) dans la bande allant de 3 GHz à 10 GHz
 - Fort pouvoir séparateur des multi-trajets
- Mise en place d'un système permettant d'accéder à la couche PHY
 - Récupération de la réponse impulsionnelle du canal radio
- Mise en place d'algorithmes pour remonter à l'information de trajet direct
- Exploitation d'un algorithme TDoA (Time Difference of Arrival)
 - 4 récepteurs pour une localisation 2D
 - Synchronisation nécessaire entre les récepteurs

$$\left[(t_i - t_0) - (t_{ref} - t_0) \right] \cdot c = (t_i - t_{ref}) \cdot c$$



Caractéristiques intéressantes :

- Faible susceptibilité à l'évanouissement dû à la propagation par trajets multiples
- Insensibilité au brouillage
- Communications protégées
- Simplicité relative des systèmes
- Architectures sans oscillateurs, architectures bas coût
- Faible consommation électrique
- Bonnes propriétés de pénétration
- Fort pouvoir séparateur des multi-trajets
- Permet une localisation avec une grande précision

Géolocalisation par UWB

Avantages

- Couverture radio offrant le même système pour la localisation et la remonté d'information.
- Résiste mieux au problème de trajets multiples qu'une modulation standard
- Capable de traverser des obstacles.

Limites

- Réglementation contraignante pour l'UWB
- Émetteur/Récepteur avec horloge très précise
- Coût élevé du matériel (ex. Kit Atmel 10000 euros)
- Technologie plutôt militaire actuellement

Fin de la revue des technos

... et de leurs limites