

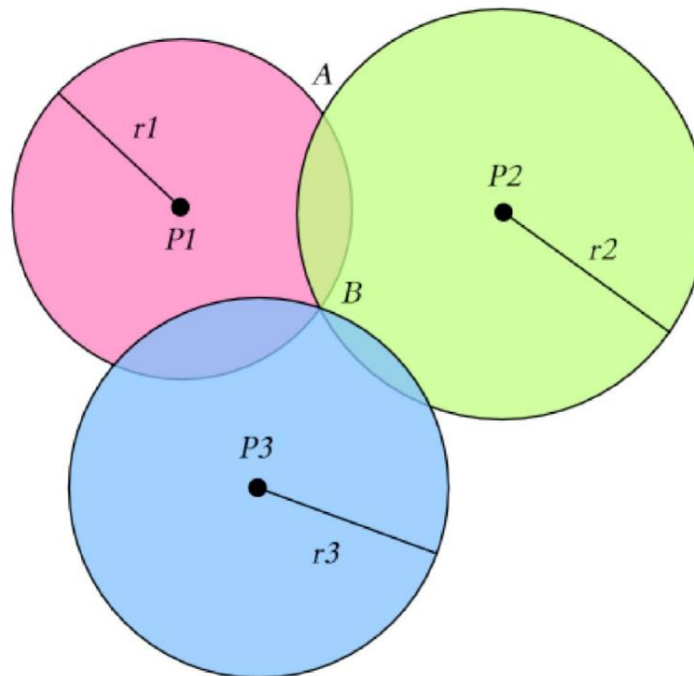
# **LFSAB 1508 – Projet P4**

## **MS1**

**C. Craeye, C. Oestges, L. Vandendorpe  
T. Feuillen, G. Monnoyer, M. Drouguet  
(EPL - ICTEAM/ELEN)**

# Trilatération

- Notations:  $s(t)$  est le signal émis par la cible,  $r_i(t)$  est le signal reçu par le récepteur  $i$
- La mesure du *time-of-arrival* (ou *time-of-flight*) permet d'obtenir la distance  $d_i$  entre la cible et le récepteur  $i$  (notée  $r_i$  sur la figure)



# Trilatération

- Les positions des récepteurs sont connues
- **Question 1:** on souhaite localiser une cible en 2 dimensions (dans le plan)
  - Q1.1: De combien de récepteurs ou de mesures  $d_i$  a-t-on besoin ?
  - Q1.2: Appelant  $\mathbf{z} = (x; y)$  la position de la cible à estimer,  $\mathbf{z}_i = (x_i; y_i)$  les coordonnées du récepteur  $i$ , établissez les équations qui unissent les vecteurs  $\mathbf{z}$ ,  $\mathbf{z}_i$  et les mesures (supposées idéales)  $d_i$
  - Q1.3: Proposez une méthode de résolution de ces équations
  - Q1.4: Représentez graphiquement les lieux qu'on obtiendrait en présence de bruit (l'épaisseur du trait représentant l'amplitude de l'erreur)

# Trilatération

- **Question 1 (suite):**

- Q1.5: Sur base du schéma, quelles sont des situations favorables/défavorables de positionnement des récepteurs par rapport aux émetteurs ?
- Q1.6: Comment pourrait-on traiter le cas de mesures non-parfaites (c.-à-d. comment résoudre les équations dans ce cas) ?

## Multilatération – TDOA

- On mesure cette fois la différence de temps d'arrivée ou *time-difference-of-arrival* (TDOA) entre les signaux parvenant à 2 récepteurs (ce qui revient à mesurer la différence de distance), et cela pour plusieurs paires de récepteurs
- Notations: on appelle  $\tau_{ij}$  la différence entre les temps d'arrivée du signal émis par la cible, au droit des récepteurs  $i$  et  $j$  (l'estimation de ces TDOA fera l'objet d'une étude ultérieure au MS2)
- **Question 2:** on souhaite (toujours) localiser une cible en 2 dimensions sur base des mesures de TDOA
  - Q2.1: pour un  $\tau_{ij}$  donné (ou mesuré), que peut-on déduire de la localisation de la cible vis-à-vis des 2 récepteurs  $i$  et  $j$  ?  
Autrement dit, quel est le lieu des points caractérisés par le fait qu'ils sont à même différence de temps ou de distance vis-à-vis des 2 récepteurs ?

## Multilatération – TDOA

- **Question 2 (suite):**
  - Q2.2: De combien de différences de temps/distance d'arrivée doit-on disposer au minimum pour une localisation 2-D ?
  - Q2.3: Proposez une méthode de résolution des équations établies à la Q2.1 (ne pas résoudre!), en supposant que les mesures  $\tau_{ij}$  soient parfaites
- **Question 3:** en réalité, les TDOAs seront affectés d'une erreur
  - Q3.1: Sur base des données fournies (synthétiques et mesurées), quel est l'ordre de grandeur de cette erreur ? Cette erreur est-elle acceptable ?
  - Q3.2: Représentez graphiquement les lieux qu'on obtiendrait en présence de bruit (l'épaisseur du trait représentant l'amplitude de l'erreur)

## Multilatération – TDOA

- **Question 3 (suite):**

- Q3.3: Sur base du schéma, quelles sont des situations favorables/défavorables de positionnement des récepteurs par rapport aux émetteurs ?
- Q3.4: Afin d'améliorer la précision, comment peut-on exploiter les TDOAs additionnels obtenus pour un émetteur de position connue ? Proposez une méthode de résolution des équations dans ce cas (avec la résolution) et illustrez vos résultats avec les données fournies