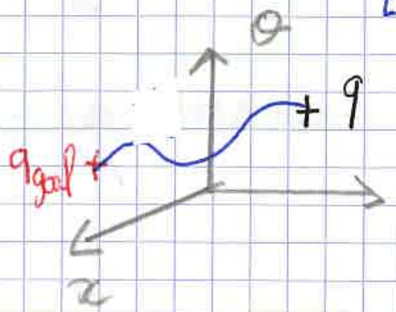
Commandabilité



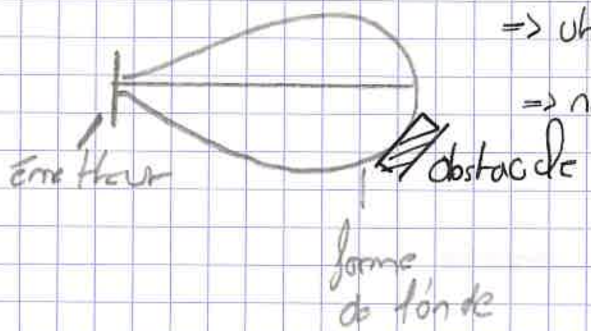
Existe-t-il une commande permettant d'atteindre q_{goal} en temps fini à partir de $\forall q$, configuration de départ ?

Mesure de distance :

. Télémètre acoustique => détecte l'obstacle le plus près

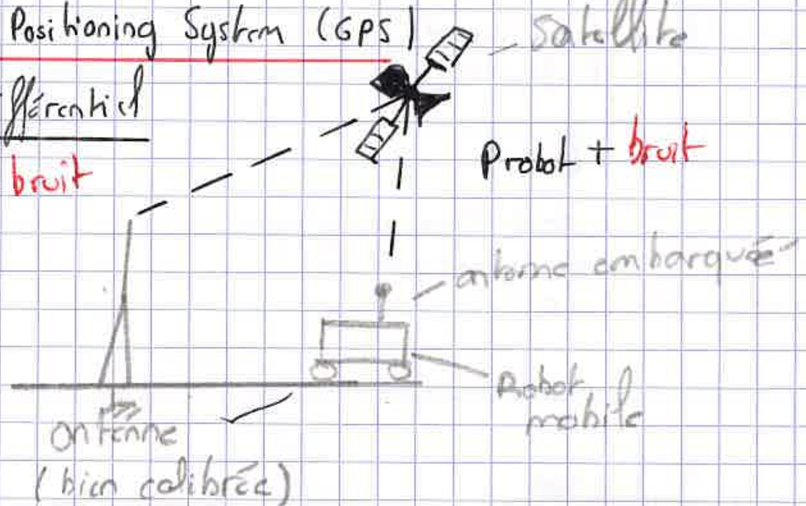
=> utilisé pour la détection d'obstacle imprévu

=> non adapté à la modélisation d'objet



Global Positioning System (GPS)

Mode différentiel

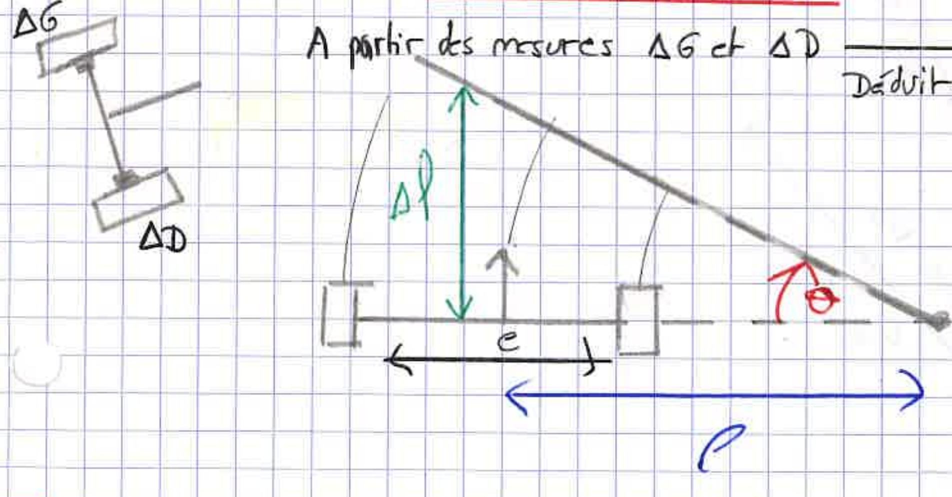


le bruit est le même que celui reçu par l'antenne => on peut le retrancher et retrouver la position

Méthode de localisation statique :

Exemple de localisation relative par odométrie :

A partir des mesures ΔG et ΔD $\xrightarrow[\text{Déduit}]{}$ $\begin{cases} \Delta P \\ \Delta \theta \end{cases}$



e = écartement entre les roues

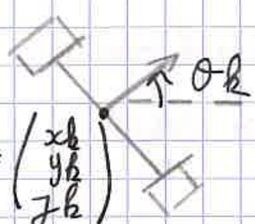
ρ = rayon de braquage inconnu

$$\left.\begin{aligned}\Delta G &= \left(\rho+\frac{e}{2}\right)\Delta\theta \\ \Delta D &= \left(\rho-\frac{e}{2}\right)\Delta\theta\end{aligned}\right\} \Rightarrow \Delta G-\Delta D = e\,\Delta\theta \iff \boxed{\Delta\theta = \frac{\Delta G-\Delta D}{e}}$$

On considère $\Delta\theta$ petit donc $\sin(\Delta\theta) = \dfrac{\Delta \ell}{\rho} \Rightarrow \tan(\Delta\theta) = \dfrac{\Delta \ell}{\rho} \simeq \Delta\theta$

$$\Delta G + \Delta D = 2\rho\,\Delta\theta \iff \boxed{\frac{\Delta D+\Delta G}{2} = \Delta \ell}$$

A l'instant k :



$$X_k = \begin{pmatrix} x_k \\ y_k \\ \theta_k \end{pmatrix}$$

Localisation absolue : On a un jeu de p-mesures

$m_1 ; m_2 ; \dots ; m_p$

$$\begin{cases} x = F(m_1, \dots ; m_p) \\ y = G(m_1 ; \dots ; m_p) \end{cases} \Rightarrow \text{donne un système d'équations non linéaires}$$

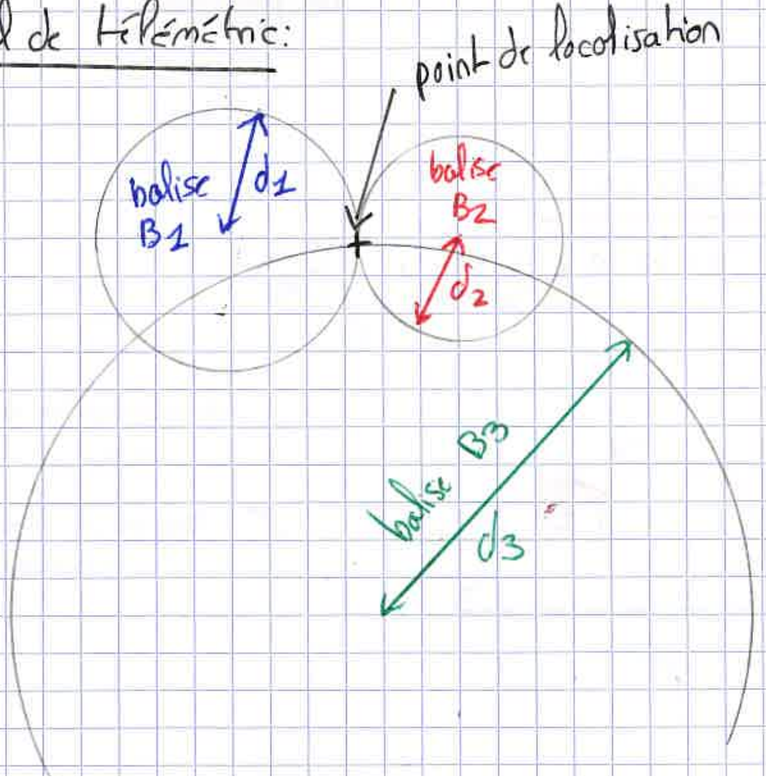
⇓

résoudre de façon analytique ou par optimisation

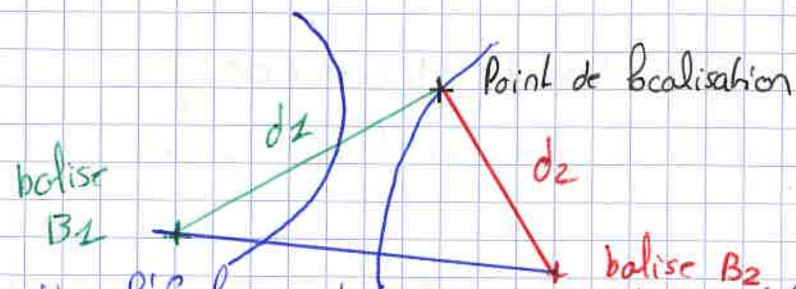
N.B : Toutes les mesures sont entachées d'erreurs

Exemple de localisation absolue :

Cas idéal de télémétrie :

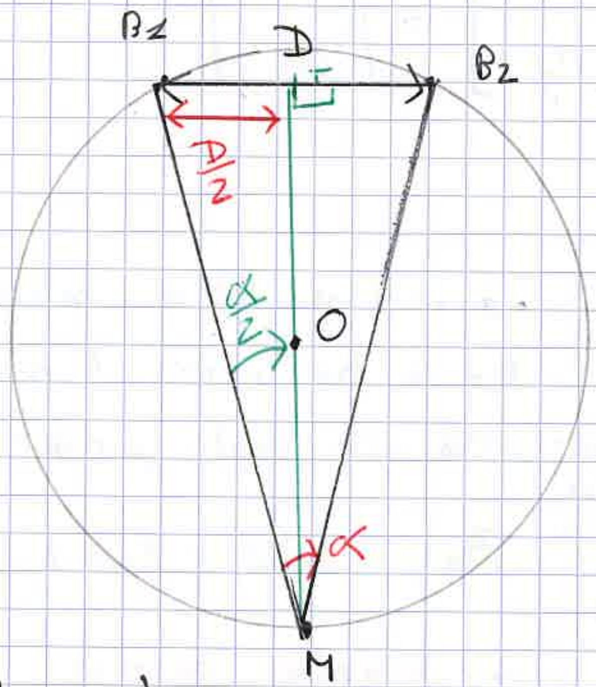


Cas hyperbolique de télémétrie :



On considère l'horloge entre B_1 et B_2 bien calibrée donc le bruit est le même pour les deux balises
On récolte $D = d_1 + d_2$

En utilisant des amers (élément de l'environnement servant de balise)



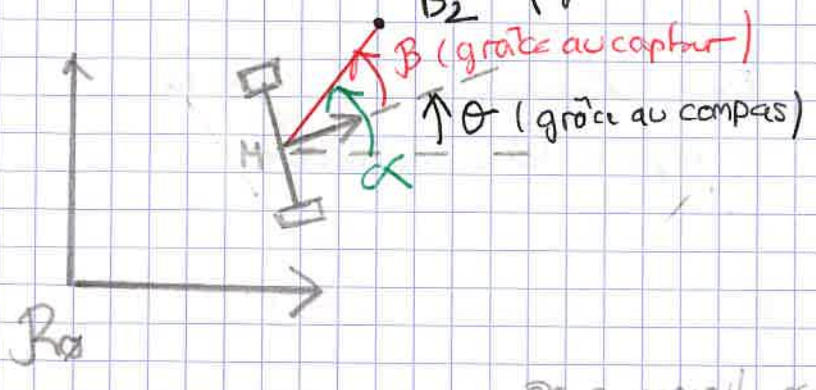
$\vec{TO} \cdot \vec{TB_2} = 0$

avec O centre du cercle

Exercice 1 : (diapo 37)

$B_1 = \begin{pmatrix} x_{B1} \\ y_{B1} \end{pmatrix}$

$B_2 = \begin{pmatrix} x_{B2} \\ y_{B2} \end{pmatrix}_{R_0}$



On ne connait pas la distance

$\vec{OM} = \vec{OB} + \vec{BM}$

$= \begin{pmatrix} x_{B2} \\ y_{B2} \end{pmatrix} + ($

Etape 1 : Quelles informations sont apportées par les mesures ?

On connait θ dans R_0

On connait d_{B2} la distance entre B_2 et le robot α

On connait $B_2 = \begin{pmatrix} x_{B2} \\ y_{B2} \end{pmatrix}$

Etape 2 : Ecrire l'équation non linéaire

Etape 3 : Résolution

$\alpha_i = \dfrac{y_i - y}{x_i - x} = \dfrac{\sin(\alpha_i)}{\cos(\alpha_i)}$ car $\alpha_i = \beta_i + \theta$

$\Leftrightarrow x.\sin(\alpha_i) - y\cos(\alpha_i) = x\sin(\alpha_i) - y_i\cos(\alpha_i)$

$\Leftrightarrow ax + by = c$ donne une infinité de point $\rightarrow$ il faut ajouter une autre balise.

Pour la balise 1 $x\sin(\alpha_1) - y\cos(\alpha_1) = C_1$

Pour la balise 2 $x\sin(\alpha_2) - y\cos(\alpha_2) = C_2$

$$\underbrace{\begin{bmatrix} \sin(\alpha_1) & -\cos(\alpha_1) \\ \sin(\alpha_2) & -\cos(\alpha_2) \end{bmatrix}}_{A} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \end{bmatrix}$$

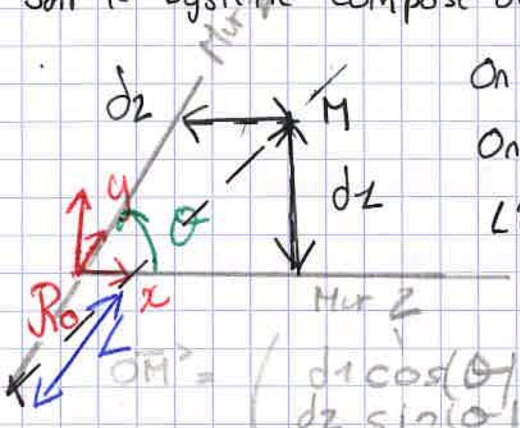
$\det(A) = \sin(\beta_2 - \beta_1)$

$|J| = \dfrac{\vdash\!\dashv \quad \vdash\!\dashv}{\sin(\beta_2 - \beta_1)}$ ← terme dépendant de la distance entre le robot et la balise $\Rightarrow \nearrow$ distance $\Rightarrow \nearrow$ sensibilité à l'erreur de mesure

• on voit que les deux balises B_1 et B_2 ne doivent pas être sur la même droite pour que $\det(A) \neq 0$

Exercice 2 :

Soit le système composé de deux murs



On dispose des mesures de distance d_1 et d_2

On souhaite localiser le robot au point M

L'angle entre les deux murs θ est connu.

$\overrightarrow{OM} = \begin{pmatrix} d_1\cos(\theta) \\ d_2\sin(\theta) \end{pmatrix}$ ✗

Ecrire l'équation inconnue par la représentation matricielle

Pour le mur 2 $y = d_1$ (équation de droite)

Pour le mur 1 $y = \tan(\theta) \cdot x - P$ (équation de droite)

avec $P = \dfrac{d_2}{\cos(\theta)}$

$\tan(\theta).x - P = d_1 \Leftrightarrow \tan(\theta).x - \dfrac{d_2}{\cos(\theta)} = d_1$ (intersection)

Existence d'un chemin solution :

Métrique :

Le choix d'une métrique mesurant la différence entre les coordonnées x, y n'est pas suffisante

Décomposition approchée

On teste chaque cellule :
- -> Libre d'obstacle
- -> Rempli d'obstacle
- -> Ni l'un ni l'autre

On développe un arbre où s'arrête si on tombe sur une cellule vide ou si rempli. On applique enfin un algorithme de recherche dans un arbre.

⚠ Ce n'est pas un algorithme complet.

On parle d'algorithme quasi-complet s'il aboutit à une solution pour un nombre de cellules infini.

En 3D dimensions, la ~~division~~ cellule est coupée à 8.

Champs de potentiel :

champ de vecteurs

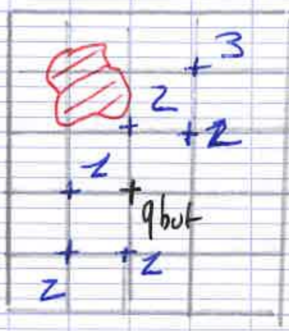
En dimension 2, on génère un potentiel attractif vers le but et un potentiel répulsif pour l'obstacle. Par exemple :

$$U_{att}(q) = \frac{1}{2}(q - q_{but})^2$$

$$U_{rep}(q) = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{(q - q_{obs})^2}$$

Champs de potentiel : exemple de méthode globale

On souhaite créer un seul minimum global



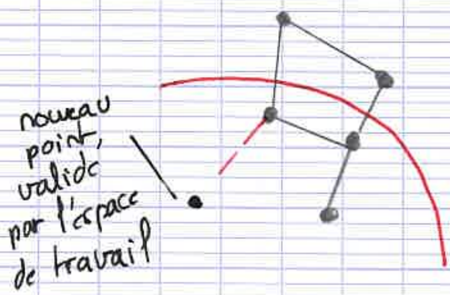
On réalise un maillage => discrétiser en n cellules
On fait grossir le potentiel à mesure que l'on s'éloigne de qbut.
Remarque : Utilisé pour des dimensions $n \leq 6$

Variante algorithme de base des méthodes probabilistes

voisinage de recherche
avec un seuil de distance

19/09/2022

Choix des voisins :



relié aux points voisins
pas à tout le graphe

Stratégie d'échantillonage :

On crée une paire de configurations proches

-> si en collision donc nous sommes sur un obstacle