

Planification et décision

MENASRI Riad

01-2015

menasri.riad@gmail.com

Planification

Plusieurs formes :

- **La planification de mouvement** : Calculer un chemin sans collision en prenant en compte la géométrie et la cinématique
- **La planification sensorielle** : Quelle information est nécessaire pour la tâche en cours et à quel moment ?
comment on peut l'acquérir, où et avec quel capteur ?

Planification

Plusieurs formes :

- **La planification pour la navigation** : Organiser un ensemble de primitives de localisation et de mouvement asservi sur des capteurs en vue d'atteindre un but ou d'explorer l'environnement.
- **La planification pour la manipulation** : Élaborer une stratégie avec des primitives de prise, de manipulation, de reconnaissance d'objets et d'assemblage en utilisant des retours sensoriels.
- **La planification pour la communication** : Organiser les requêtes et le retour d'interaction (avec l'homme en cas de collaboration ou de coordination multirobots) pour l'activité en cours.

Planification

Plusieurs formes :

- **La planification de tâches** : Organiser l'ensemble des activités du robot dans le temps et à leur attribuer des ressources, compte tenu des évolutions prévisibles dans l'environnement.

La planification de mouvement

Problème :

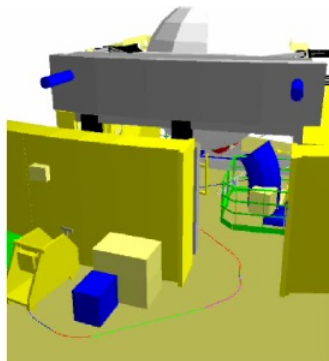
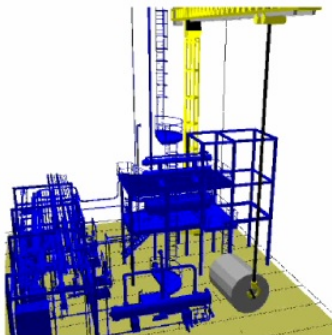
Calcul automatique de chemins sans collision pour un système mécanique évoluant dans un environnement encombré d'obstacle.

Solution :

Trajectoire : une suite continue de situations géométriques successivement occupées par le robot durant son déplacement.

La planification de mouvement

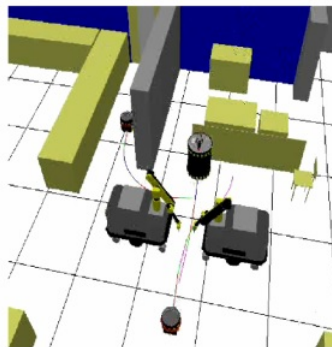
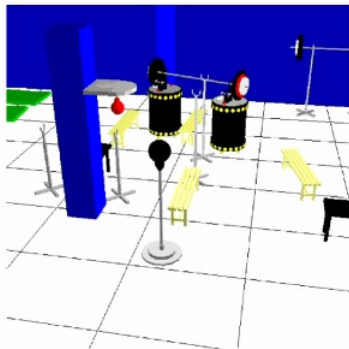
champs d'application



CAO-Logistique

La planification de mouvement

champs d'application



Robotique

La planification de mouvement

champs d'application

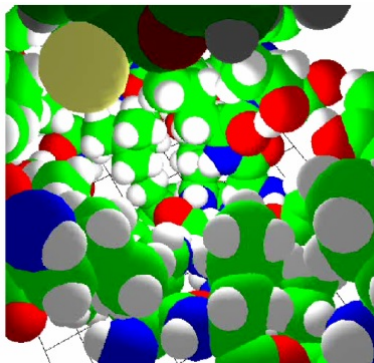


ET DEJA
LA REALISATION
DE GRANDS FILMS

Animation graphique

La planification de mouvement

champs d'application



Bio-informatique

Espace de recherche

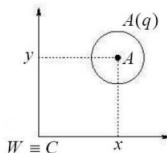
Configuration d'un robot :

Ensemble de paramètres précisant de façon unique la position et l'orientation de chaque corps formant le système robotisé par rapport à un repère fixe.

EXEMPLE : Disque en translation sur un plan ($W = R^2$) :

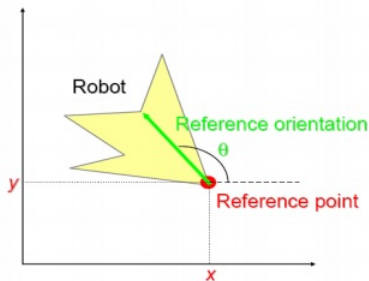
$q = (x, y)$

un vecteur d'orientation/position



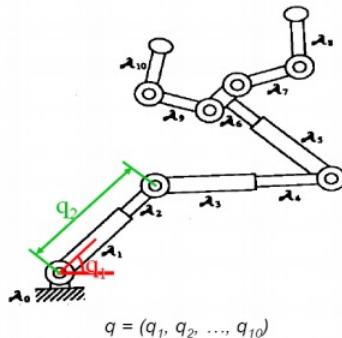
Espace de configuration = Espace de toutes les configurations

Exemple de configurations



$$W = R^2, q = (x, y, \theta)$$

$$W = R^3, q = (x, y, z, \alpha, \beta, \gamma)$$

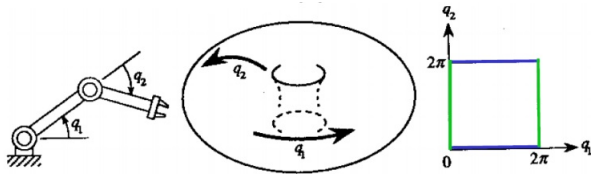


Topologie de l'espace des configurations

En général, la topologie de l'espace de configurations n'est pas celle d'un espace cartésien.

EXP :

un bras à 2 d.d.l : $W=R^2$, $q=(\theta_1, \theta_2)$ d'où $C=S^2$



Topologie de l'espace des configurations

L'espace de configurations est une variété.

Il doit être équipé d'une métrique, c-à-d une fonction de distance.

EXP : Dans le cas où $W=R^2$, $q=(x,y,\theta)$, $C=R^2 \times S^1$

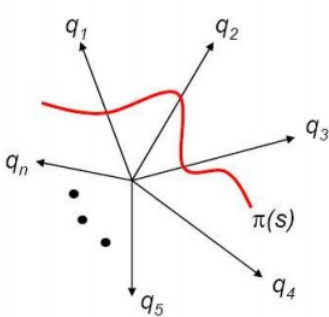
$$(1) d_1(q_1, q_2) = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + \alpha^2}$$

$$\text{avec } \alpha = \min(|\theta_2 - \theta_1|, 2\pi - |\theta_2 - \theta_1|)$$

$$(2) d_2(q_1, q_2) = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (\alpha/\rho)^2}$$

avec ρ la distance maximale entre un point de référence et un point du robot

Chemin dans l'espace de configuration



Un chemin est une fonction continue.

Une trajectoire est un chemin paramétré par le temps.

Configurations et obstacles

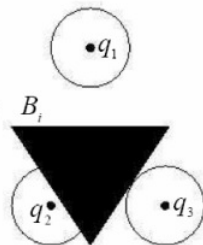
Les obstacles : un sous-ensemble de W , B_i , $i=1..m$

Trois types de configurations :

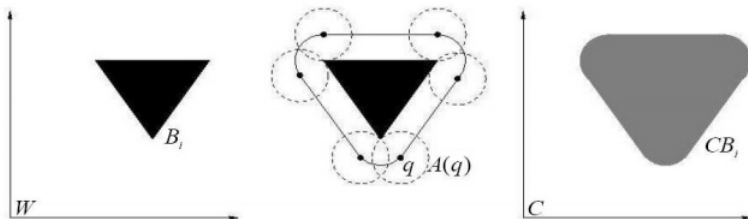
- q configuration de A est dite libre ssi $\forall i, A(q) \cap B_i = \emptyset$
- q est en collision ssi $\exists i, A(q) \cap \text{int}(B_i) \neq \emptyset$
- q est au contact ssi $\exists i, A(q) \cap \delta(B_i) \neq \emptyset$

C est composé de :

$$C = C_{\text{libre}} \cup C_{\text{contact}} \cup C_{\text{collision}}$$



Les obstacles dans l'espace de configurations



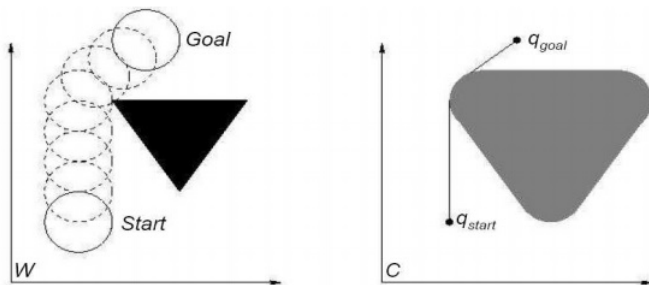
C -obstacle : image de B_i dans C , $CB_i = \{q \mid A(q) \cap B_i \neq \emptyset\}$

A et B_i sont des sous-ensembles fermés de $W \Rightarrow CB_i$ est un fermé de C

C_{libre} est un ouvert de C : $C_{\text{libre}} = C - \bigcup_i CB_i$ → chemin libre

$C_{\text{semi-libre}} = C_{\text{libre}} \cup C_{\text{contact}}$ est un fermé de C → chemin semi-libre

Planification de mouvement et espace de configurations



Planification de mouvement du robot A dans W

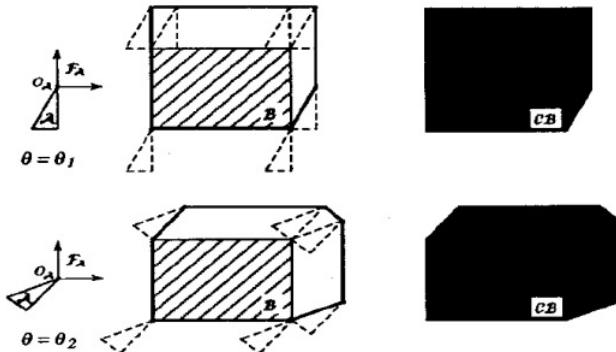
⇔ Planification de mouvement d'un point q dans C

⇔ Recherche d'un chemin libre, c-à-d, une courbe dans C_{libre} (ou $C_{semi-libre}$)

Calcul de l'espace de configurations (Exemple 1)

Robot polygonal en translation parmi des obstacles polygonaux

$$W=R^2, q=(x,y), C=R^2$$



Somme de Minkowski

- La somme de Minkowski de deux sous-ensembles P et Q , notée $P \oplus Q$ est définie par :

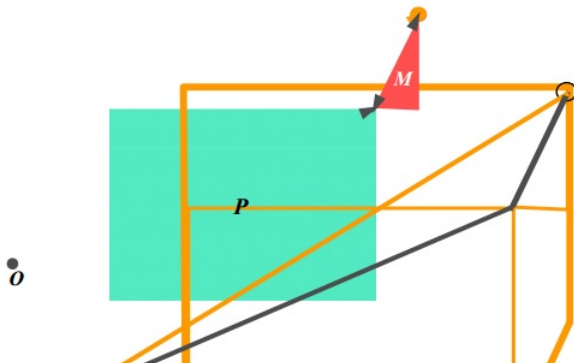
$$P \oplus Q = \{p+q \mid p \in P, q \in Q\}$$

- De la même façon, la différence de Minkowski est définie par :

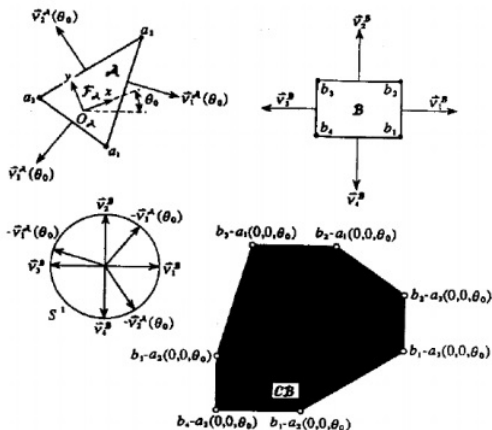
$$P \ominus Q = \{p - q \mid p \in P, q \in Q\}$$

Somme de Minkowski

Si P est un obstacle dans W et M est un robot
alors le C-obstacle correspondant à P est $P - M$



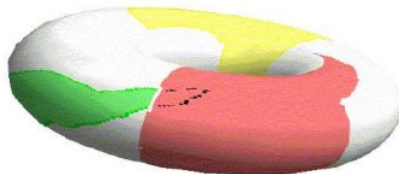
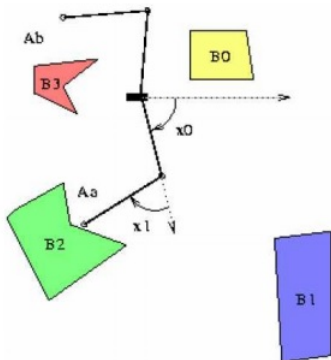
Calcul de C-obstacles



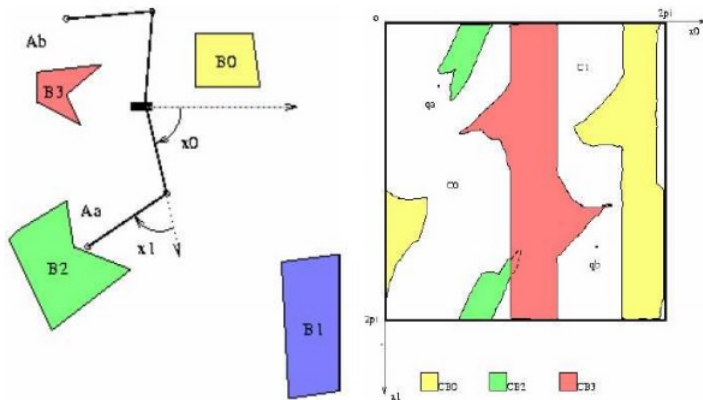
Calcul de l'espace de configurations (Exemple 2)

Bras à 2 d.d.l (plan) dans un environnement 2D

$$W = \mathbb{R}^2, q = (\theta_1, \theta_2) \Rightarrow C = S^2$$



Calcul de l'espace de configurations (Exemple 2)



Établir l'espace de configuration libre. Les bordures sont aussi considérées comme des obstacles. Le robot est représenté par un triangle. Les seuls mouvements possibles sont des translations horizontales ou verticales.

