



École Polytechnique de l'Université de Tours
64, Avenue Jean Portalis
37200 TOURS, FRANCE
Tél. +33 (0)2 47 36 14 14
www.polytech.univ-tours.fr

Département Informatique
4^e année
2012 - 2013

Rapport de mini-projet Robotique

**Test de l'accessibilité d'un point par un
bras manipulateur**

Encadrants

Pierre Gaucher
pierre.gaucher@univ-tours.fr

Université François-Rabelais, Tours

Étudiants

Zheng LIU
zheng.liu@etu.univ-tours.fr
Lei SHANG
lei.shang@etu.univ-tours.fr

DI4 2012 - 2013

Version du 4 janvier 2013

Table des matières

1	Introduction	5
2	Présentation de l'algorithme IAA	6
2.1	Problème réel concerné	6
2.2	Catégories des solutions existantes	6
2.3	Algorithme IAA	7
3	Implémentation de l'algorithme IAA	8
4	Test de l'algorithme IAA	9
5	Difficultés rencontrées	10
6	Conclusion	11

Table des figures

Introduction

Ce projet est développé dans le cadre du mini-projet robotique en quatrième année du département informatique. Le but du projet est de pratiquer les connaissances que nous avons acquises durant les séances du cours Robotique.

Pour cela, dizaine mini-projets sont proposés, et sont distribués aux autant de binômes. Nous avons obtenu ce sujet qui consiste des travaux autour un algorithme : "Algorithme à Approximation Incrémentale"(IAA). Etant donné un bras manipulateur et les coordonnées d'un point dans l'espace, cet algorithme sert à vérifier si ce point est atteignable par ce bras. Et si oui, il peut trouver au moins un ensemble des valeurs articulaires possibles du bras pour que son organe terminale puisse atteindre ce point.

Nous avons commencé notre travail par l'étude de l'article[1], qui a présenté cet algorithme ainsi que l'arrière-plan du problème concerné. Après comprendre cet algorithme, nous avons l'implémenté en C++, et l'avons testé en utilisant une configuration d'un bras manipulateur donné en TD.

Présentation de l'algorithme IAA

2.1 Problème réel concerné

Après obtenir ce sujet, nous avons tout d'abord étudié l'article[1] proposé par notre encadrant. Nous nous apercevons que le sujet de notre projet est une modélisation de plein de problèmes réels. Dans l'article nous avons lu, le problème concret est d'évaluer l'accessibilité dans un environnement bâti lors que les capacités physique de la personne ne correspondent plus aux nécessité de l'habitat ce qui suivient en général après un accident de la vie.

Ce problème, selon les auteurs de cet article, peut alors formulé comme un problème de résolution de l'inverse cinématique d'une structure articulée composée de la personne et de son dispositif de mobilité en considérant l'amplitude de ses capacités physiques résiduelles.

2.2 Catégories des solutions existantes

Trois types de méthodes sont disponible actuellement pour établir l'existence d'une inverse cinématique de la chaîne articulaire par rapport au point à atteindre :

- Les méthodes analytiques.
- Les méthodes de linéarisation.
- Les méthodes d'optimisation.

Le troisième catégorie est le plus intéressant et souvent utilisée lorsque le nombre de variables est important et si l'on désire obtenir des solutions respectant certains critères. Le principe consiste à formuler le problème comme un problème d'optimisation par minimisation d'une fonction de coût. Ici la fonction de coût est de forme :

$$\epsilon = |f([\Theta]) - [X]|$$

Dans cette fonction :

- Θ représente l'ensemble des variables articulaires qu'on cherche.
- $f([\Theta])$ représente le point qu'on peut atteindre avec les variables Θ .
- $[X]$ représente le point qu'on veut tester l'accessibilité.
- ϵ est donc la distance entre le point cible et le point qu'on peut atteindre pour le moment, et donc la valeur de ϵ est à minimiser.

Si on peut obtenir, à la fin de l'algorithme, un ensemble de Θ qui peut assurer que la valeur de ϵ est inférieur à une valeur prédéfini, alors on peut dire que le point cible est atteignable avec les variables Θ . Et l'algorithme doit aussi traiter correctement le cas où le point n'est pas atteignable.

Dans le problème réel, il faut aussi prendre en compte que les variables articulaires qu'on obtient sont bien raisonnable. Par exemple, le joint coude humain n'a (normalement) pas de degré de liberté entre $[0, 2\pi]$.

Dans la section suivante, on va présenter l'algorithme IAA, qui nous permet de résoudre ce problème.

2.3 Algorithme IAA

L'algorithme IAA[1] est représenté ci-dessous.

Initialiser les variables Θ_i de manière aléatoire;

repeat

 Définir l'incrément $Inc(i)$ (Incrément par variable articulaire);

foreach *variable* Θ_i **do**

$\Theta_i = \Theta_i + Inc(i)$;

 Calculer la distance entre la position courante et le but tel que $\epsilon = |f([\Theta]) - [X]|$;

if ($\Delta\epsilon < 0$) **then**

 garder Θ_i (On est plus proche que le point cible)

else

$\Theta_i = \Theta_i - 2 * Inc(i)$ (chercher vers l'autre sens);

 Calculer $\epsilon = |f([\Theta]) - [X]|$;

if ($\Delta\epsilon < 0$) **then**

 garder Θ_i

else

$\Theta_i = \Theta_i + Inc(i)$ (garder la valeur d'origine)

end

end

end

until les condition d'arrêts sont vérifiées;

Selon l'article [2], nous avons pu trouver une définition possible de la fonction $Inc(i)$:

$$Inc(i) = (max(i) - min(i)) * IncrementRate$$

avec $max(i)$ et $min(i)$ sont les limites maximales et minimales de l'articulation i . La valeur de $IncrementRate$ ajuste la vitesse de convergence de l'algorithme. La convergence est rapide au départ et ensuite devient plus faible à proximité de la solution. Une modification de $IncrementRate$ est aussi proposée :

$$\text{If}(\Delta\epsilon = 0) \text{ Alors } IncrementRate = IncrementRate/2$$

Implémentation de l'algorithme IAA

Test de l'algorithme IAA

Difficultés rencontrées

Conclusion

Bibliographie

- [1] Otmani R., Pruski A., Belarbi K., *La réalité virtuelle comme outil pour l'évaluation, la visualisation et la validation de l'accessibilité d'un lieu de vie*. Conférence Handicap 2010, juin 2010, Paris.
- [2] Abdelhak MOUSSAOUI, *Prise en charge de psychothérapie et du handicap par la réalité virtuelle*

Test de l'accessibilité d'un point par un bras manipulateur

Département Informatique
4^e année
2012 - 2013

Rapport de mini-projet Robotique

Résumé : Ce mini projet s'agit d'étudier, puis implémenter et tester l'Algorithme à Approximation Incrémentale (IAA), qui est une méthode permettant de vérifier si un point situé dans l'espace est atteignable par un bras manipulateur. Nous avons réalisé cet algorithme en C++.

Mots clefs : bras manipulateur, accessibilité d'un point

Abstract: This project is about our study of the Incremental Approximation Algorithm(IAA), which is a method telling whether a point in the space is reachable by a robot arm. We have studied, implemented and tested this method using C++.

Keywords: robot arm, accessibility of a point

Encadrants

Pierre Gaucher
pierre.gaucher@univ-tours.fr

Université François-Rabelais, Tours

Étudiants

Zheng LIU
zheng.liu@etu.univ-tours.fr
Lei SHANG
lei.shang@etu.univ-tours.fr

DI4 2012 - 2013