33IRO - Inteligentní robotika
Plánování optimální trajektorie manipulátoru v neznámém prostředí

Pavel Jisl (jislp@kstudent.felk.cvut.cz)
Jindřich Očenášek (ocenasj@kstudent.felk.cvut.cz)
Radek Šmerák (xsmerak@kstudent.felk.cvut.cz)

24. října 2003

Abstrakt

Úkolem úlohy je přemístění předmětu z pozice **B** do pozice **A** tak, aby robot urazil co nejmenší dráhu a nenarazil předmětem do překážky. Překážky jsou kvádry libovolně umístěné v prostoru. Jejich polohu lze pouze zjistit pomocí proximitního čidla.

1 Úvod

Úlohu lze vyřešit ve třech krocích. Prvním krokem je vyjádření počátečního a koncového bodu trajektorie, které jsou pozorovány neznámou perspektivní kamerou umístěnou v neznámém bodě, pomocí souřadnic manipulátoru.

Druhým krokem je popsání kinematiky robota, tedy nalezení vztahu mezi kartézskými souřadnicemi chapadla a kloubovými souřadnicemi robota. Je tedy nutné vyřešit přímou a inverzní kinematickou úlohu.

Posledním krokem je vlastní plánování trajektorie, která přenese předmět z pozice **B** do pozice **A**. To je nutné vyřešit tak, aby přenesení bylo po nejkratší trase a bez koliz s překážkami.

1.1 Kinematika robota

1.1.1 Přímá kinematická úloha

Přímou kinematickou úlohu jsme vyřešili pomocí Denavitovy-Hartenbergovy metody (viz. [?]). Tato metoda je výhodná, protože využívá homogenních souřadnic a pomocí jedné matice se dá vyjádřit jak rotace, tak translace. Vzhledem k tomu, že manipulátor má 3 klouby, dostáváme následující matice.

$$\mathbf{A_{RG}} = \begin{bmatrix} cos\alpha & -sin\alpha & 0 & 0 \\ sin\alpha & cos\alpha & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\mathbf{A_{GF}} = \begin{bmatrix} cos\beta & 0 & -sin\beta & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ sin\beta & 0 & cos\beta & -a \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

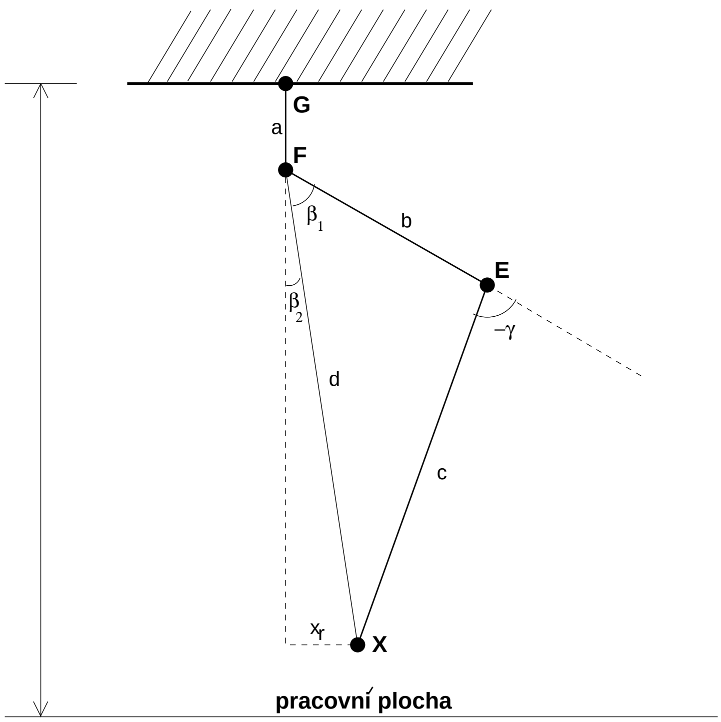
$$\mathbf{A_{FE}} = \begin{bmatrix} cos\gamma & 0 & -sin\gamma & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ sin\gamma & 0 & cos\gamma & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\mathbf{A_{ch}} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -c \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \tag{4}$$

Výsledkem je pak následující výraz.

$$\begin{bmatrix} x_r \\ y_r \\ z_r \\ 1 \end{bmatrix} = \mathbf{A_{RG}} \cdot \mathbf{A_{GF}} \cdot \mathbf{A_{FE}} \cdot \mathbf{A_{ch}} \cdot \begin{bmatrix} x_p \\ y_p \\ z_p \\ 1 \end{bmatrix} \tag{5}$$

1.2 Přímá kinematická úloha



Obrázek 1: Nákres ramen robota s vyznačením důležitých hodnot

$$x_r = \sqrt{x^2 + y^2} \tag{6}$$

$$d = \sqrt{x_r^2 + (z - a)} \tag{7}$$

$$\beta_1 = \arccos\left(\frac{d^2 - b^2 - c^2}{2bc}\right) \tag{8}$$

$$\beta_2 = \arctan\left(\frac{x_r}{d}\right) \tag{9}$$

$$\gamma = 180^o - \arccos\frac{b^2 + c^2 - d^2}{2bc} \tag{10}$$