

Pendule inversé sur Robot Lego NXT

Systèmes Cyber-Physiques

INPT/ENSEEIH - 2IMA

Mars 2018

Plan

- 1 Prise en main de l'environnement
- 2 Implantation du pendule inversé sur le robot Lego NXT
- 3 Travail à effectuer

Plan

- 1 Prise en main de l'environnement
- 2 Implantation du pendule inversé sur le robot Lego NXT
- 3 Travail à effectuer

Prise en main de l'environnement I

Les étapes :

- ❶ Ajoutez l'environnement Trampoline-OSEK dans votre chemin d'accès :
 - > `source /mnt/n7fs/nxt/nxt.sh`
 - ▶ Testez si c'est ok : tapez `goil -help`
Vous devriez avoir la liste des options de la commande `goil`
 - ▶ Pour éviter de faire la manip. à chaque fois, ajoutez la commande précédente à la fin de votre fichier `.bashrc`
- ❷ Téléchargez l'archive `penduleNXT.tar` et décompressez la dans le répertoire que vous souhaitez.

Prise en main de l'environnement II

Fichiers présents dans l'archive :

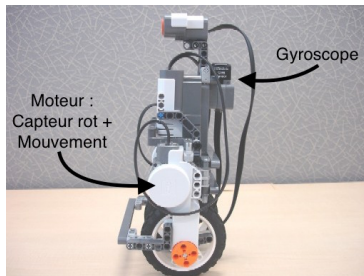
- `nxt_config.h` : paramètres de configuration du robot Lego
- `tools.c` et `tools.h` : boîte à outils
- `nxtSegway.oil` : configuration du système OSEK
- `nxtSegway.c` : application du contrôle du robot Lego (à compléter)

Plan

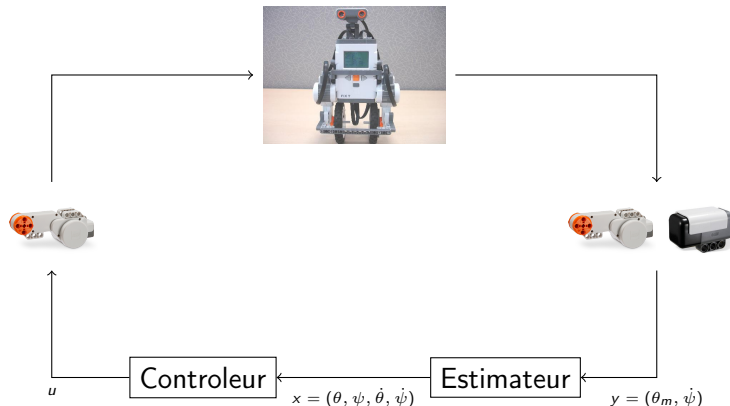
- 1 Prise en main de l'environnement
- 2 **Implantation du pendule inversé sur le robot Lego NXT**
- 3 Travail à effectuer

Implantation du pendule inversé sur le robot Lego NXT

- Objectifs : comprendre la mise en œuvre du pendule inversé sur le système physique : le robot NXT
- Le robot Lego Mindstorm NXT en configuration pendule inversé :



Le système du pendule inversé (rappel)



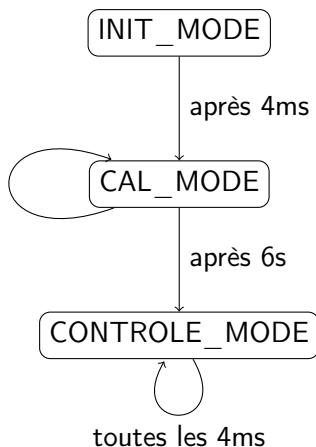
- y : Etat observé du pendule
- x : Etat du pendule
- u : Commande appliquée aux moteurs

Les outils à disposition

- Le système temps réel OSEK (Trampoline)
 - ▶ exécute des tâches de façon périodique
 - ★ les tâches sont exécutées à nouveau après un temps prédéfini
 - ▶ Ici, 2 tâches à exécuter : pendule (à compléter), affichage (fournie)
- La boîte à outils
 - ▶ La tâche affichage affiche les valeurs de θ et de $\dot{\psi}$ fournies respectivement par les moteurs et le gyroscope du robot ainsi que l'état courant du robot (valeur de x)
 - ▶ Les fonctions :
 - ★ `float getGyro(int gyro_offset)` : fournit en sortie la valeur de $\dot{\psi}$
 - ★ `float getMotorAngle()` : fournit en sortie la rotation des moteurs (i.e. θ_m)
 - ★ `void nxt_motors_set_command(float u)` : applique la commande aux moteurs du robot Lego NXT
 - ★ `float delta_t()` : fournit le pas temporel

La tâche pendule

- Le rôle de cette tâche est de contrôler la position verticale du robot Lego
- C'est une fonction exécutée **automatiquement** toutes les 4ms
- 3 états :
 - ▶ INIT_MODE : initialise le système (mise à zéro des variables, ...)
 - ★ 1ère exécution de la tâche pendule
 - ▶ CAL_MODE :
 - ★ calibre le gyroscope dans la position verticale (tenir le robot à la verticale pendant 6s au moins)
 - ★ $6s = 1500 \times 4ms$, la tâche s'exécute 1500 fois
 - ▶ CONTROLE_MODE :
 - ★ mode de fonctionnement du pendule inversé
 - ★ c'est la partie à compléter



Plan

- 1 Prise en main de l'environnement
- 2 Implantation du pendule inversé sur le robot Lego NXT
- 3 Travail à effectuer

Travail à effectuer

- ❶ Créez la fonction estimateur qui fournit l'état courant du système $x = (\theta, \psi, \dot{\theta}, \dot{\psi})$ à partir de l'état observé $y = (\theta_m, \dot{\psi})$ et du pas temporel, avec $\theta = \theta_m + \psi$
- ❷ Créez la fonction controleur qui calcule la commande u à appliquer au système en fonction de l'état courant du système
- ❸ Complétez l'état CONTROLE_MODE de la tâche pendule contrôlant le mouvement du robot
- ❹ Compilez et exécutez le programme sur le robot Lego
 - ▶ Vérifiez qu'il n'y a pas de Makefile déjà créé, sinon supprimez le :
 - ★ `make clean`
 - ★ `rm Makefile`
 - ▶ Générez un fichier Makefile à partir du fichier .oil présent dans l'archive :
`nxt_goil nxtSegway.oil`
 - ▶ Compilation :
`make`
 - ▶ Téléchargement sur le robot :
`nxt_send nxtSegway_exe.rxe`