Analyse cinématique des systèmes

TD 4

Compétences visées: B2-13, B2-18, B2-20, C2-13

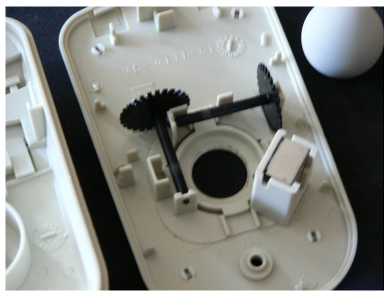
v1.5

Lycée La Fayette – 21 Bd Robert Schuman – 63000 Clermont-Ferrand – Académie de Clermont-Ferrand

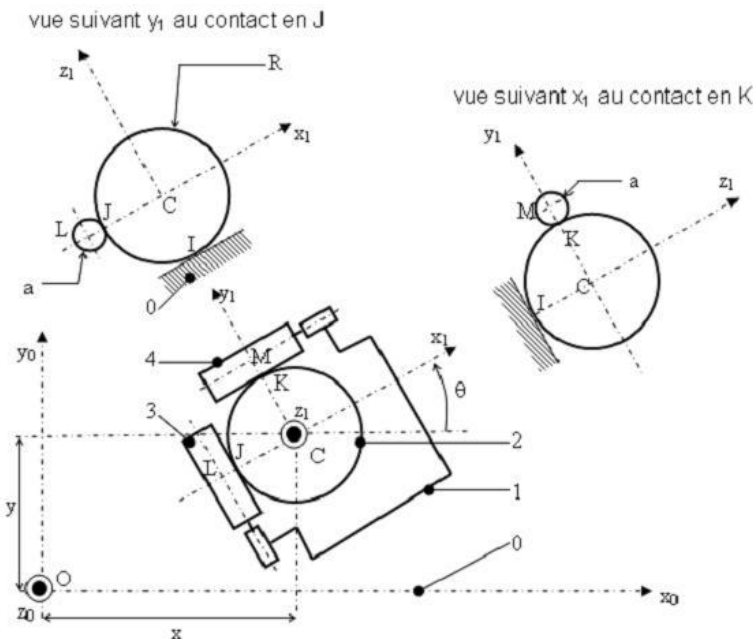
Souris d'ordinateur (old school)

1 Présentation

On se propose d'étudier le fonctionnement d'une souris mécanique associée à un micro-ordinateur et de comprendre les inconvénients liés à ce type de souris. Quand vous manipulez une souris mécanique en la faisant glisser sur une surface plane, une boule de caoutchouc – ou d'acier recouvert de caoutchouc – située sous la souris, tourne en suivant le même mouvement. Cette boule entraîne par friction deux rouleaux qui la touchent en deux points. Un des rouleaux obéit aux déplacements verticaux sur l'écran. Le second, perpendiculaire au premier, gère les mouvements horizontaux.



Chaque rouleau communique ses rotations à un petit disque, appelé encodeur (du type codeur incrémental). L'encodeur est constitué d'un disque dont sa périphérie est constituée d'alternance de dents (présence de matière et absence de matière), d'un émetteur de lumière (photodiode émettrice) et d'un récepteur de lumière (phototransistor récepteur). Le comptage des dents permet de mesurer le déplacement.



On considèrera le paramétrage suivante (cf. schéma page précédente) :

- Le plan de travail est indicé **0**. Il lui est associé le repère $R_0\,(O, \overrightarrow{x_0}, \overrightarrow{y_0}, \overrightarrow{z_0})$.
- Le cadre lié à la souris porte le numéro **1**, il lui est associé le repère $R_1\,(C, \overrightarrow{x_1}, \overrightarrow{y_1}, \overrightarrow{z_1})$.
- En fonctionnement normal, la bille **2** de rayon R roule sans glisser en I, sur le plan lié à $(O, \overrightarrow{x_0}, \overrightarrow{y_0})$.
- L'encodeur **3**, de rayon a, est en rotation d'axe $(L, \overrightarrow{y_1})$ avec le cadre **1**.
- L'encodeur **4**, de rayon a, est en rotation d'axe $(M, \overrightarrow{x_1})$ avec le cadre **1**.
- En fonctionnement normal, les encodeurs **3** et **4** roulent sans glisser, respectivement en J et K sur la bille **2**.
- On note $\overrightarrow{\Omega_{3/1}} = \omega_{31}.\overrightarrow{y_1}$ le vecteur taux de rotation de **3**/**1**, et $\overrightarrow{\Omega_{4/1}} = \omega_{41}.\overrightarrow{x_1}$ le vecteur taux de rotation de **4**/**1**.
- On suppose que le cadre **1** est en liaison appui-plan par rapport à **0**. On note $\overrightarrow{IC} = R.\overrightarrow{z_1} = R.\overrightarrow{z_0}$ (la souris ne décolle pas du plan !!!). La position de **1**/**0** est définie par : $\overrightarrow{OC} = x.\overrightarrow{x_0}+y.\overrightarrow{y_0}+R.\overrightarrow{z_0}$; $\theta = (\overrightarrow{x_0}, \overrightarrow{x_1}) = (\overrightarrow{y_0}, \overrightarrow{y_1})$; $\overrightarrow{z_0} = \overrightarrow{z_1}$.
- Le mouvement du cadre **1** par rapport au plan **0** est ainsi défini par le torseur cinématique : $\{\mathcal{V}_{1/0}\} = {}_C\left\{\begin{array}{c}\overrightarrow{\Omega_{1/0}}\\ \overrightarrow{V_{C\in 1/0}}\end{array}\right\} = {}_C\left\{\begin{array}{c}\dot{\theta}.\overrightarrow{z_0}\\ \dot{x}.\overrightarrow{x_0}+\dot{y}.\overrightarrow{y_0}\end{array}\right\}$
- Le mouvement de la bille **2** est décrit par le torseur cinématique suivant : $\{\mathcal{V}_{2/1}\} = {}_C\left\{\begin{array}{c}\overrightarrow{\Omega_{2/1}}\\ \overrightarrow{V_{C\in 2/1}}\end{array}\right\} = {}_C\left\{\begin{array}{c}p.\overrightarrow{x_0}+q.\overrightarrow{y_0}+r.\overrightarrow{z_0}\\ \overrightarrow{0}\end{array}\right\}$ où p, q, r sont des inconnues.

Objectif

L'objectif de ce problème est de relier la position de la souris x et y dans le plan aux rotations des encodeurs θ_{31} et θ_{41}. Ces relations seront utilisées pour programmer le pilote permettant à la souris de fonctionner sur le PC.

2 Travail demandé

Question 1 Tracer le graphe de liaisons de ce système. Donner la forme des torseurs cinématiques de chacune des liaisons en choisissant pour chaque torseur un point d'écriture et une base simples.

Question 2 Donner l'expression du torseur cinématique du mouvement de **2**/**0** en C en fonction des inconnues du mouvement **1**/**0** et **2**/**1**.

Question 3 Écrire en I le torseur cinématique du mouvement **2**/**0**.

Question 4 Expliciter la condition de roulement sans glissement en I. En déduire $\overrightarrow{\Omega_{2/1}}$ en fonction des données. Reste-t-il une composante inconnue ?

Question 5 Expliciter la condition de roulement sans glissement en J. En déduire $\overrightarrow{\Omega_{3/1}}$ en fonction des données. Que dire de la composante inconnue ?

Question 6 De même, expliciter la condition de roulement sans glissement en K et en déduire $\overrightarrow{\Omega_{4/1}}$ en fonction des données.

Question 7 Exprimer les vitesses de déplacement de la souris $\dot{x}$ et $\dot{y}$ en fonction de la mesure de la rotation des encodeurs ω_{31} et ω_{41}.

Question 8 Lorsque l'on utilise la souris, l'angle θ ne varie pas beaucoup. On fait donc l'hypothèse que l'angle θ est très petit. Que deviennent les relations précédentes ?