

Departament d'Enginyeria



Informàtica i
Matemàtiques



UNIVERSITAT
ROVIRA I VIRGILI

ENGINYERIA D'INFORMÀTICA

ROBÒTICA INDUSTRIAL

Curs 2008-2009

PRÀCTICA 2

Joc de nens

PROFESSOR:

ALUMNES:

Índex

	Pàgina
1. Descripció	3
2. Anàlisi	4
3. Disseny	5
4. Implementació.....	7
5. Conclusions	9
6. Joc de proves.....	10

1. Descripció

Aquesta pràctica tracta de treballar en format Host+UC, de manera que el control del programa es faci des del PC, i no en la U.C. com es habitual treballant en RAPL i el ROBCOMM. La tasca consisteix en treure una de les peces de fusta que estan a la taula i deixar-la a una posició determinada, la que vosaltres vulgueu.

Evidentment, hem de tenir informació de l'entorn de treball per conèixer exactament quina és la situació del taulell i la configuració de les peces. Aquesta informació ens la proporciona un sistema de visió per computador el qual, mitjançant una càmera de vídeo en posició zenital respecte a la zona de treball, obté i analitza una imatge del taulell i les peces, i ens proporciona un fitxer d'informació. Aquesta informació es compon d'una sèrie de característiques dels objectes que es veuen a la imatge (posició, forma, ...). Amb aquest fitxer heu de poder distingir les diferents peces i les seves alçades respectives per tal de construir un "graf de restriccions", en el que tindrem la informació de quines peces estan afectades. Se suposa que a una peça no més pot estar afectada, com a màxim, per les 4 peces que té als seus costats.

La informació de la posició de les peces s'obté del sistema de visió que aporta informació de entorn al sistema robòtic. Aquest sistema està format per una càmera, una placa capturadora de vídeo i un software de tractament i anàlisi d'imatges. Aquest sistema captura una imatge de la càmera de vídeo i la processa de manera que genera un fitxer text amb la informació de les peces del taulell. Aquest fitxer serà una informació d'entrada en el programa que controla el robot.

OFF_LINE:

- Agafar posicions de referència (3 punts són suficients).
- Càlcul del frame {Càmera} i la transformació necessària al frame base {Robot} $\rightarrow {}^{\text{robot}}T_{\text{càmera}}$.
- Captura d'imatge de taulell de peces i obtenció del fitxer-de-peces

2. Anàlisi

A partir de tres peces situades en tres punts sobre un taulell, agafar les seves respectives posicions de referència i amb una captura d'imatge extreure el fitxer de característiques, on ens indicarà el centre de masses corresponents a les tres peces.

Amb la informació obtinguda anteriorment s'ha de trobar la matriu que permet passar de coordenades càmera a coordenades robot.

Aquesta matriu s'obté de la següent manera:

$$\begin{bmatrix} Xr \\ Yr \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b & x \\ c & d & y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} fil \\ col \\ 1 \end{bmatrix}$$

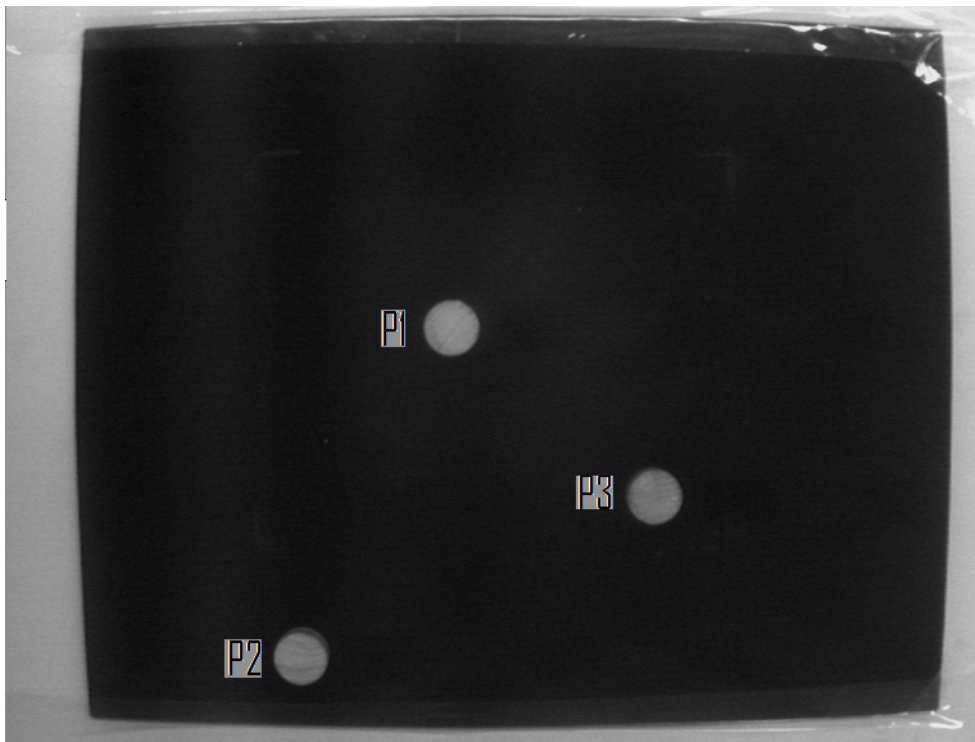
On

- Xr, Yr : són les coordenades robot
- fil, col : les coordenades obtingudes amb la càmera

Un cop resolt el sistema d'equacions s'obtinran els valors de a, b, c, d, x i y i podrem passar de coordenades de la càmera a coordenades del robot.

3. Disseny

S'ha decidit col·locar les peces de la següent manera per tal d'obtenir les coordenades per poder fer el procés de calibració. Per tal de que aquest procés de col·locació de les peces en els punts P1, P2 i P3 sigui més ràpid, hem realitzat un programa que mou el robot a una posició determinada P0 a on anirà a buscar una peça i seguidament la col·loca en un dels tres punts. Aquest procés el realitza tres cops fins tindre col·locades les tres peces en els tres punts.



<u>ROBOT</u>	<u>CÀMERA</u>
P1: x = -8,2679 y = 483,3376	fil: 344 col: 241
P2: x = -91,2325 y = 297,5720	fil: 228 col: 499
P3: x = 102,2317 y = 388,4406	fil: 503 col: 378

Un cop tenim la captura d'imatge, procedim a obtenir la matriu que ens permet passar de coordenades càmera a coordenades robot.

Aquesta matriu l'obtenim resolent el sistema d'equacions següent:

$$x_1 = a \cdot f_1 + b \cdot \text{col}_1 + x$$

$$y_1 = c \cdot f_1 + d \cdot \text{col}_1 + y$$

$$x_2 = a \cdot f_2 + b \cdot \text{col}_2 + x$$

$$y_2 = c \cdot f_2 + d \cdot \text{col}_2 + y$$

$$x_3 = a \cdot f_3 + b \cdot \text{col}_3 + x$$

$$y_3 = c \cdot f_3 + d \cdot \text{col}_3 + y$$

Per tant, un cop resolt el sistema d'equacions obtenim la següent matriu:

$$\begin{pmatrix} 0,7008 & -0,00648 & -247,8 \\ 0,01925 & -0,7114 & 648,2 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

4. Implementació

- P1: Programa que va a buscar una peça a la posició p0. Aquesta peça la col·loquem manualment i executem el procés p2.

```
OPEN  
FINISH  
SPEED 50  
MOVE P00  
SPEED 50  
APPRO P0, 20  
SPEED 10  
MOVE P0  
RETURN  
$
```

- P2: Programa que col·loca una peça a la posició p1 i torna a p0 a buscar un altre peça que s'haurà de col·locar manualment per tal d'executar p3

```
CLOSE  
FINISH  
SPEED 50  
MOVE P00  
MOVE P11  
SPEED 50  
APPRO P1, 20  
SPEED 10  
MOVE P1  
FINISH  
OPEN  
FINISH  
MOVE P11  
SPEED 50  
MOVE P00  
SPEED 50  
APPRO P0, 20  
SPEED 10  
MOVE P0  
RETURN  
$
```

- P3: Programa que col·loca una peça a la posició p2 i torna a p0 a buscar un altre peça que s'haurà de col·locar manualment per tal d'executar p4

```
CLOSE
FINISH
SPEED 50
MOVE P00
MOVE P22
SPEED 50
APPRO P2, 20
SPEED 10
MOVE P2
FINISH
OPEN
FINISH
MOVE P22
SPEED 50
MOVE P00
SPEED 50
APPRO P0, 20
SPEED 10
MOVE P0
RETURN
$
```

- P4: Programa que col·loca l'última peça a la posició p3 i aparta el braç per tal de realitzar la captura d'imatge.

```
CLOSE
FINISH
SPEED 50
MOVE P00
MOVE P33
SPEED 50
APPRO P3, 20
SPEED 10
MOVE P3
FINISH
OPEN
FINISH
MOVE P33
READY
RETURN
```

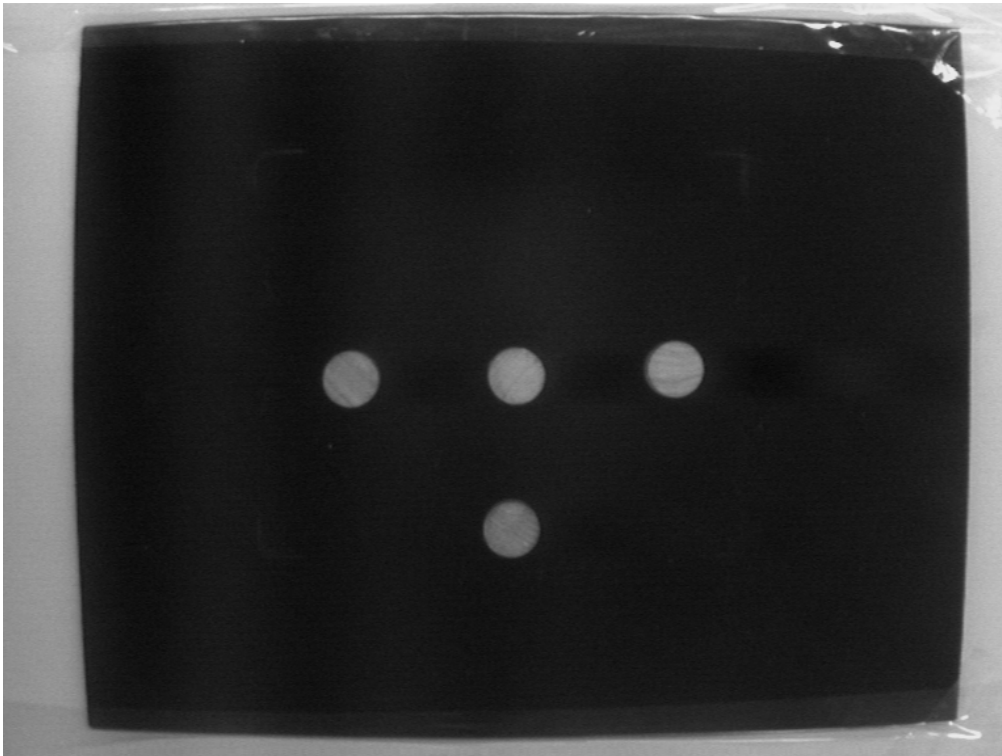

5. Conclusions

Hem pogut observar que en unes zones del taulell el sistema funciona amb més precisió i amb menys error. No obstant, en totes les proves fetes el robot ha anat als punts indicats de manera correcta.

6. Joc de proves

Joc de proves1:

Hem realitzat la següent captura d'imatge:



A partir del fitxer de característiques de la imatge anterior i de la matriu de transformació de coordenades càmera a coordenades robot hem obtingut les següents equacions:

PROVA 1: fila = 512 columna = 279

$$\begin{aligned}x &= 0,7008 * 512 - 0,00648 * 279 - 247,8 \\y &= 0,01925 * 512 - 0,7114 * 279 + 648,2\end{aligned}$$

PROVA 2: fila = 391 columna = 284

$$\begin{aligned}x &= 0,7008 * 391 - 0,00648 * 284 - 247,8 \\y &= 0,01925 * 391 - 0,7114 * 284 + 648,2\end{aligned}$$

PROVA 3: fila = 264 columna = 286

$$x = 0,7008 * 264 - 0,00648 * 286 - 247,8$$
$$y = 0,01925 * 264 - 0,7114 * 286 + 648,2$$

PROVA 4: fila = 387 columna = 401

$$x = 0,7008 * 387 - 0,00648 * 401 - 247,8$$
$$y = 0,01925 * 387 - 0,7114 * 401 + 648,2$$

Aquestes equacions ens han permès obtenir les coordenades del robot, que són les següents:

PROVA 1: $x = 109.2$ $y=459.6$

PROVA 2: $x = 24.37$ $y = 453.7$

PROVA 3: $x = -64.64$ $y = 449.8$

PROVA 4: $x = 20.81$ $y = 370.4$