



EPS

Escola Politècnica

UdG

Superior

Projecte/Treball Fi de Carrera

Estudi: Eng. Tècn. Informàtica de Sistemes. Pla 2001

Títol: Odometria i planificació de trajectòries amb el robot e-puck

Document: Resum

Alumne: Arnau Carrera Viñas

Director/Tutor: Marc Carreras Pèrez

Departament: Arquitectura i Tecnologia de Computadors

Àrea: ATC

Convocatòria (mes/any): 04/09

1. INTRODUCCIÓ

En el laboratori docent de robòtica s'utilitzen robots mòbils autònoms per treballar aspectes relacionats amb el posicionament, el control de trajectòries, la construcció de mapes... Es disposa de cinc robots comercials anomenats "e-puck", que es caracteritzen per les seves dimensions reduïdes, dos motors i un conjunt complet de sensors. Aquests robots es programen en C++ utilitzant el simulador Webots, que disposa d'un conjunt de llibreries per programar el robot. També es disposa d'un entorn de proves on els robots es poden moure i evitar obstacles. Donat el poc temps que disposen els estudiants que realitzen pràctiques en aquest laboratori, és d'interès desenvolupar un software que contingui ja el posicionament del robot mitjançant odometria i també varis algoritmes de control de trajectòries. Per últim, en el laboratori es disposa de càmeres i targes d'adquisició de dades.

Així doncs els objectius que s'han proposat per el projecte són:

1. Estudi de la documentació i software proporcionats pels fabricants del robot i de l'entorn Webots.
2. Programació del software de l'odometria i realització de proves per comprovar-ne la precisió
3. Disseny, programació i verificació del software dels algoritmes de planificació de trajectòries. Realització d'experiments per a comprovar-ne el funcionament.
4. Disseny, programació i verificació d'un sistema de visió artificial que permeti conèixer la posició absoluta del robot en l'entorn.

2. Eines de desenvolupament

Per programar el robot e-puck s'utilitzarà el Webots, que és un software per programar i simular robots mòbils. El llenguatge de programació que s'utilitzarà és el llenguatge C amb les llibreries proporcionades pel software del Webots (veure figura 1) .

El robot e-puck és un robot de baix cost creat per utilitzar en la docència i investigació en robòtica mòbil ,veure figura 2.

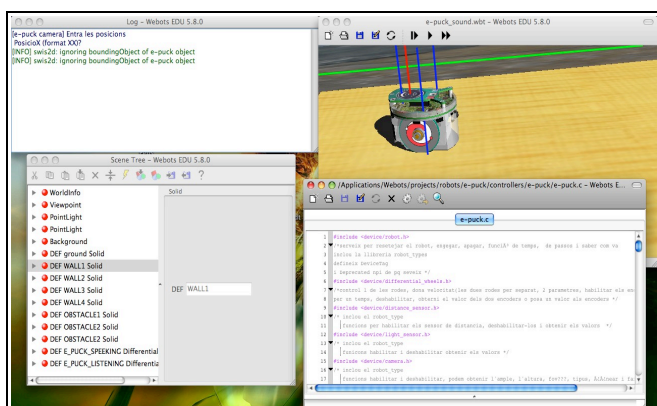


Figura 1: Simulador Webots en funcionament.

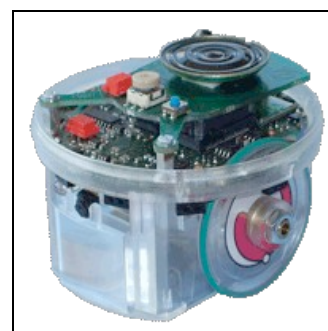


Figura 2: El roboto e-puck.

Aquest robot disposa d'un ampli ventall de sensors i actuadors. Els sensors que disposem són:

- Sensors d'infrarojos, el robot disposa de 8 sensors per detectar els obstacles.
- Encoders, simulats per el firmware

- Acceleròmetre, que mesura acceleracions lineals en tres eixos.
- Càmera CMOS, col·locada a la part frontal del robot.
- Micròfons, és disposa de 3 micròfons.

Respecte els actuadors:

- Leds, el robot disposa de 8 leds en l'anell superior, col·locats al voltant del robot, un altre interior per il·luminar el robot i un led més potent al costat de la càmera.
- Altaveu, col·locat a la part superior del robot.
- Motors, dos motors pas a pas connectats cadascun amb un reductor.

Una altre eina és el sistema de visió artificial, on es segmentaran les imatges provinents d'una càmera situada sobre de l'entorn i és calcularà la posició absoluta on es troba el robot dins d'aquest entorn. Per processar les imatges s'utilitzaran funcions desenvolupades en el PFC *Entorn de programació pel robot Staubli mitjançant Matlab, aplicació a un sistema de recol·lecció de peces basat en visió artificial*, d'en Ricard Batllori desenvolupat l'any 2008 en la titulació d'Enginyeria Informàtica.

3.Posicionament i control de trajectòries

Per conèixer la posició del robot s'utilitzarà l'odometria. L'odometria és una estimació de la posició d'un vehicle a partir del moviment de les seves rodes durant la navegació. Aquesta posició és una estimació i no una posició absoluta, ja que és molt fàcil acumular errors. S'utilitza en desplaçaments curts perquè és molt senzill d'implementar i permet una freqüència molt alta, així l'error que es pot acumular és molt petit.

Per realitzar el control de trajectòries s'utilitzaran els algorismes bug. Aquests algorismes basats en el moviment dels insectes, permeten anar a una posició global sense tenir un coneixement global de l'entorn. Existeixen 4 tipus d'Algorismes bug, en el projecte només se n'utilitzaran dos, que són el bug 1 i el bug 2.

El bug1 és un algorisme de cerca exhaustiva, ja que considera totes les possibilitats per prendre la millor solució. En aquest cas això vol dir que al trobar un obstacle, l'algorisme de bug 1 rodejarà tot l'objecte i escollirà la millor posició per on reprendre el camí cap a l'objectiu (veure figura 3).

El bug 2 és un algorisme que escull la primera solució que sembla correcta. En aquest cas això vol dir que l'algorisme disposa d'una línia imaginària que va des de la posició d'origen fins a la posició final. El robot segueix aquesta línia i quan es troba un obstacle rodeja aquest obstacle fins a tornar-se a trobar la línia, sempre que la distància fins a l'objectiu sigui més petita que la que tenia quan ha trobat l'obstacle (veure figura 4).

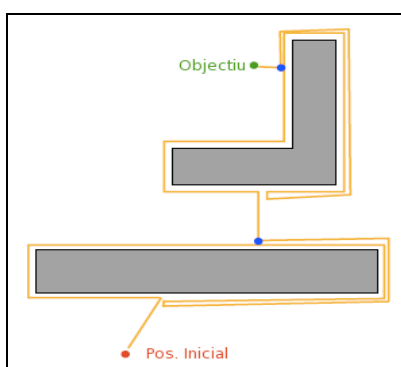


Figura 3: Exemple del bug 1.

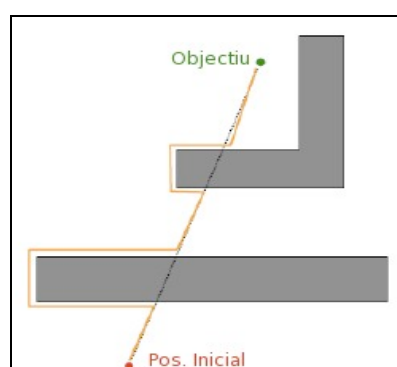


Figura 4: Exemple del bug 2.

4.Sistema de posicionament absoluta

Per tal de conèixer la posició absoluta i tenir la trajectòria real que realitza el robot, s'ha decidit utilitzar una càmera i una targeta d'adquisició. Per tal de poder segmentar la imatge s'han marcat els tres objectes principals de l'entorn amb colors que es poden diferenciar amb gran facilitat. Les parts marcades són les 4 cantonades de l'espai de treball, els obstacles i el robot (veure figura 5, veure tot l'entorn amb la càmera veure figura 6).

Per poder segmentar la imatge d'una manera més còmode s'ha utilitzat el model de color HSV (to, saturació i valor) en lloc del RGB (vermell, verd i blau) amb que s'obté la imatge. Per segmentar la imatge s'ha utilitzat una funció que genera una "Look up table" (LUT) per detectar 3 colors diferents dins la imatge. Aquesta funció que crea la LUT és la creada en el PFC d'en Ricard Batllori. Veure figura 7 per veure el resultat.

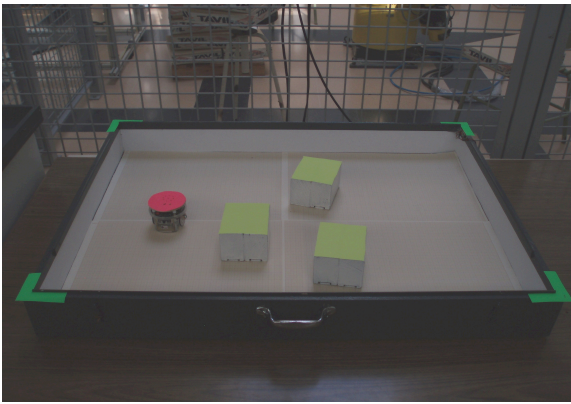


Figura 5: Entorn de treball amb totes les parts marcades.



Figura 6 : Entorn de treball des d'una perspectiva més llunyana i així es pot observa la posició de la càmera.

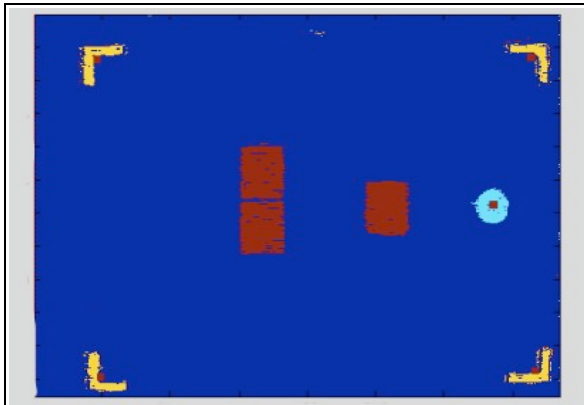


Figura 7: Imatge segmentada.

Un cop es coneixen les posicions de les cantonades i del robot en la imatge, es pot transformar la distància entre les cantonades a cm enlloc de píxels i a partir d'aquí conèixer la posició del robot.

5. Control de trajectòries en l'e-puck

Un cop ja s'han desenvolupat les dues parts anteriors s'ha creat un sistema de comunicació entre els dos programes, amb l'objectiu que es puguin enviar les dades de la posició absoluta al programa del robot i així es pugui conèixer la diferència que hi ha entre les dues trajectòries. També s'utilitza perquè el robot pugui conèixer exactament la posició d'origen.

Per tal de comprovar que la odometria funciona correctament s'han dissenyat diferents experiments i s'han resolt utilitzant els diferents algorismes de control de trajectòries. A continuació podem observar la trajectòries tant odomètrica com absoluta de dues proves amb una configuració semblant però resoltes amb diferents estratègies. La trajectòria odomètrica està representada amb al línia continua i la discontinua es la descrita per la posició absoluta (veure figures 8 i 9 pel bug 1 i les figures 10 i 11 pel bug 2).

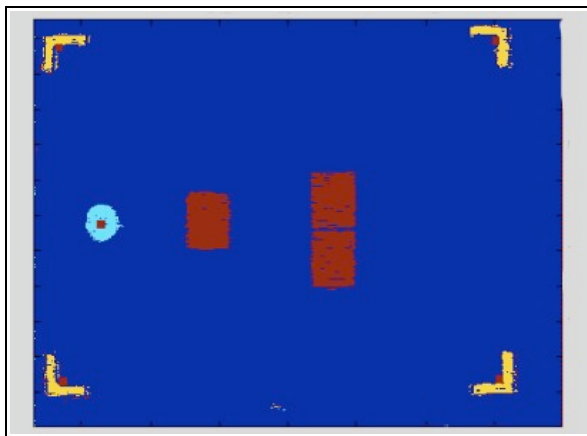


Figura 8: Imatge inicial segmentada de l'entorn de treball.

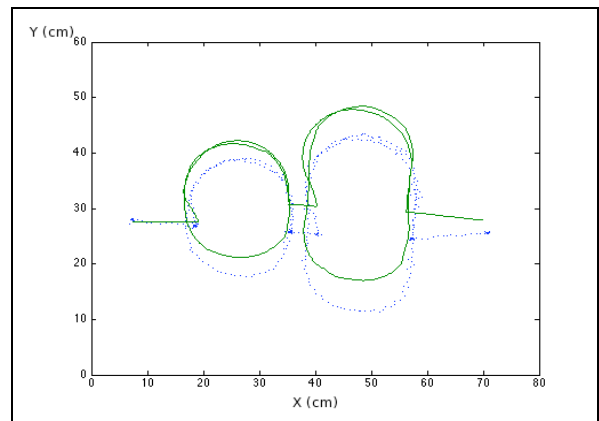


Figura 9: Trajectòries descrites per el bug1 al evitar els obstacles.

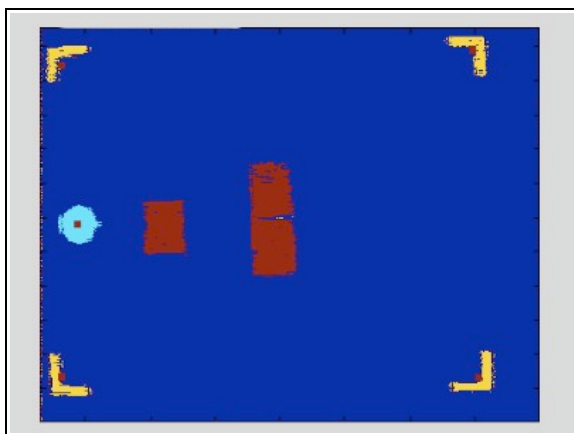


Figura 10: Imatge inicial segmentada de l'entorn de treball per el bug 2.

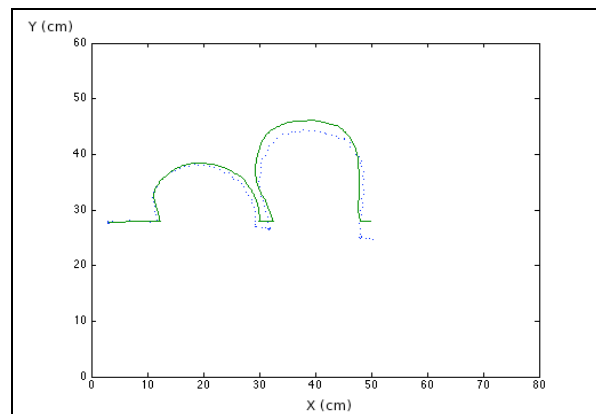


Figura 11: Trajectòries descrites per el bug 2 al evitar els obstacles.

6. CONCLUSIONS

Durant el transcurs d'aquest projecte s'han adquirit coneixements i experiència en molts camps diferents de la informàtica.

En primer lloc, s'ha treballat en robòtica mòbil en la localització mitjançant odometria i en control de trajectoris de control trajectòries.

En segon lloc, la utilització d'un sistema de visió artificial per tal de poder obtenir la posició absoluta. Ha significat utilitzar un altre entorn de treball completament diferent programa el robot.

En tercer i últim lloc, s'ha pogut fer treballar conjuntament els dos programes, i s'ha pogut comparar els resultats de cadascun.

Així doncs, al acabar el projecte s'ha aconseguit portar a terme tots els objectius que s'havien plantejat en un inici de manera satisfactòria. A partir d'aquest projecte es poden continuar un conjunt de treballs futurs, com serien el fet de crear un sistema perquè el robot fos capaç de calibrar-se automàticament, algorismes per evitar més tipus d'obstacles i altres possibilitats.