



EPS

Escola Politècnica

UdG

Superior

Projecte/Treball Fi de Carrera

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

Títol: Programació del robot e-puck amb Microsoft Robotics Studio.

Document: Resum

Alumne: Alex García Agustí

Director/Tutor: Marc Carreras Pèrez

Departament: Arquitectura i Tecnologia de Computadors

Àrea: ATC

Convocatòria (mes/any): 09/09

1. INTRODUCCIÓ

Microsoft Robotics Studio (MRS) és un entorn per a crear aplicacions per a robots utilitzant una gran varietat de plataformes hardware. Conté un entorn de simulació en el que es pot modelar i simular el moviment del robot. Permet també programar el robot, i executar-lo en l'entorn simulat o bé en el real. MRS resol la comunicació entre els diferents processos asíncrons que solen estar presents en el software de control d'un robot: processos per atendre sensors, actuadors, sistemes de control, comunicacions amb l'exterior,... MRS es pot utilitzar per modelar nous robots utilitzant components que ja estiguin disponibles en les seves llibreries, o també permet crear component nous.

Per tal de conèixer en detall aquesta eina, seria interessant utilitzar-la per programa els robots e-pucks, uns robots mòbils autònoms de petites dimensions que disposen de dos motors i un complet conjunt de sensors. El que es vol és simular-los, realitzar un programa de control, realitzar la interfície amb el robot i comprovar el funcionament amb el robot real.

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

- 1 Estudi de Microsoft Robotics Studio: aprendre a utilitzar els seus components i entendre el funcionament intern.
- 2 Modelar i simular el robot e-puck amb els seus actuadors (2 motors) i sensors bàsics (sensors d'infrarojos).
- 3 Realitzar un programa que controli el robot de forma autònoma en el simulador i comprovar-ne el seu funcionament. Aquest programa ha de moure el robot sense topar amb els objectes que trobi.
- 4 Dissenyar i implementar la interfície de comunicació entre el robot real i MRS.
- 5 Realitzar proves amb el robot real, analitzar i valorar el funcionament de MRS.

2. EINES DE DESENVOLUPAMENT

Microsoft Robotics Studio: és un entorn basat en Windows per a que els desenvolupadors puguin crear aplicacions robòtiques per a gran varietat de plataformes de hardware. MRS té un entorn d'execució lleuger, inclou una rutina orientada a serveis, un conjunt de eines de simulació, així com tutorials i codi d'exemple per a iniciar-se. També té una eina molt potent de simulació que l'utilitzarem per simular el robot e-puck.

Microsoft Visual C#: Com que MRS treballa sobre .NET Framework es pot triar qualsevol dels llenguatges que dona suport a aquest. Per fer aquest projecte s'ha optat per el llenguatge C#. Visual Studio C# és un editor de codi complet, plantilles de projecte, dissenyadors, assistents per a codi, un depurador eficaç i fàcil d'usar, a més d'altres eines (figura 1). La biblioteca de classes .NET Framework ofereix

accés a una àmplia gamma de serveis de sistema operatiu i a altres classes útils i adequadament dissenyades que acceleren el cicle de desenvolupament de manera significativa.

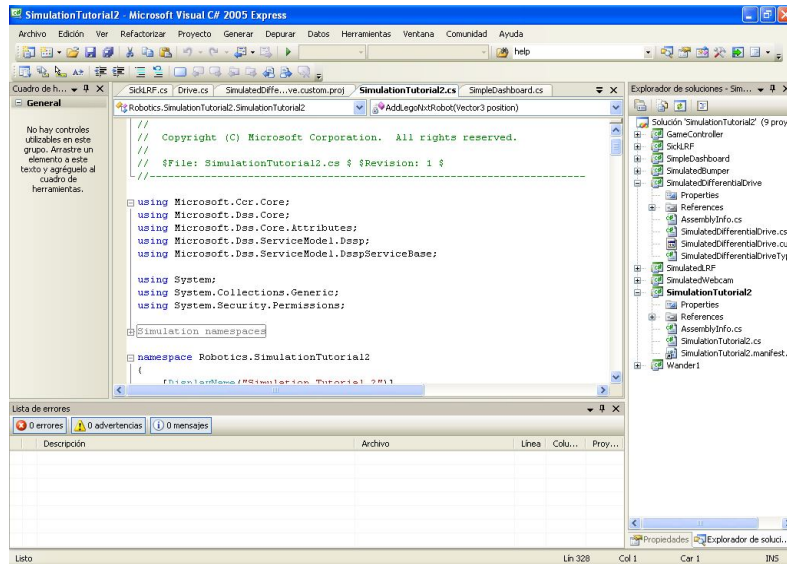


Figura 1: Interfície de programació Microsoft Visual C# 2005

Robot E-puck: 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 2: Robot e-puck

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

- Sensors d'infrarojos (IR), 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.

Els actuadors són:

- 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.

3. SIMULACIÓ DEL ROBOT E-PUCK

La simulació del robot e-puck és una de les parts més importants del projecte ja que tenir una bona simulació permet poder treballar i crear programes que puguin controlar un robot real, sense necessitat de tenir-lo durant el procés de disseny i programació, amb totes les proves i correcció d'errors, d'aquesta manera també s'eviten problemes com poden ser caigudes del robot o topaments amb altres elements. S'ha decidit simular el robot amb els elements bàsics: els motors de les rodes i els sensors IR.

Per la simulació s'ha creat un projecte on s'ha implementat un element de tipus *DifferentialDriveEntity* per simular el robot e-puck, aquest element crea una entitat en forma cubica, amb les mides del e-puck, amb dues rodes i els motors corresponents, a continuació s'ha creat una imatge en 3D i se li ha afegit per donar-li similitud amb el robot real. Per simular els sensors IR s'ha decidit utilitzar sensors *LaserRangeFinderEntity*, que llegeix les distàncies a 180°, ja que MRS no tenia previst aquest tipus de sensors.

També s'hi han afegit quatre parets per delimitar una zona de la mida de la caixa de practiques del laboratori de robòtica. Finalment s'han afegit el terra i el cel per donar més realitat. Veure figura 3.

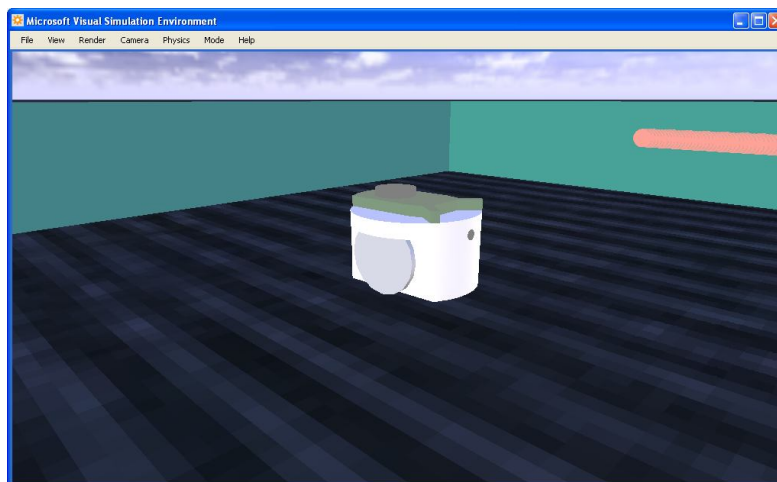


Figura 3: Simulació del robot e-puck i l'entorn

4. PROGRAMA DE CONTROL AUTOMÀTIC SOBRE LA SIMULACIÓ

Microsoft Robotics Developer Studio (RDS) pot implementar el comportament d'un robot escrivint un servei d'orquestració de serveis. Els serveis d'orquestració comuniquen amb serveis que realitzen funcions concretes i poden representar la interfície de software o hardware del robot.

S'ha creat un servei de orquestració que dóna un comportament de desplaçament aleatori per a la simulació de l'apartat anterior d'un robot e-puck equipat amb un dispositiu de mesurament de distància basat en làser, utilitzant la distància en els graus on enfoquen els sensors IR del robot real per tal d'emular-los.

El programa que s'ha decidit fer segueix el següent diagrama d'estats (figura 4):

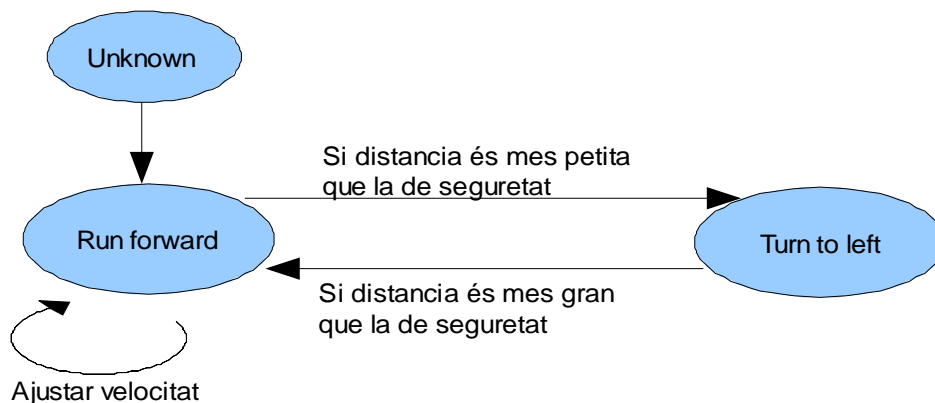


Figura 4: Diagrama d'estats del programa de control

El robot avançarà a velocitat màxima fins a acostar-se una mica a la paret, reduirà la velocitat fins arribar a la paret, s'aturarà i girarà cap a l'esquerre fins que la distància a la paret sigui superior a la de seguretat i torni a avançar en línia recta.

5. INTERFÍCIE DE CONNEXIÓ I COMUNICACIÓ ENTRE EL ROBOT E-PUCK I MRS

Un cop s'ha treballat amb simulacions el que es vol es treballar sobre el robot real per tal de poder afrontar problemes i situacions reals. Per fer això cal poder connectar i comunicar-se amb el robot e-puck mitjançant el bluetooth i s'ha decidit crear una classe on hi hagi:

- Una instància de la classe *SerialPort* per accedir al bluetooth a partir del port sèrie.

- Mètodes per connectar amb el robot i desconnectar.
- Mètodes que modifiquin l'estat dels actuadors, encendre i apagar leds, canviar la velocitat dels motors i reproduir sons a l'altaveu.
- Mètodes per obtenir els valors dels sensors, distàncies dels sensors IR, posició i velocitat dels motors, forces que detecta l'acceleròmetre, valors que obtenen els micròfons.
- Mètodes per obtenir informació del robot, versió del controlador i el text d'ajuda del robot.

A la implementació d'aquests mètodes s'envien cadenes de caràcters seguint el *advanced sercom protocol*, que utilitza el robot e-puck, i llegint les cadenes que retorna el robot.

6. APLICACIÓ GRÀFICA DE MONITORITZACIÓ I CONTROL DEL E-PUCK

Un cop tenim la possibilitat de connectar i comunicar ordres i peticions al robot e-puck real s'ha decidit crear una interfície gràfica d'usuari d'una aplicació. En aquesta interfície es podrà modificar els actuadors i obtenir el valor dels sensors a distància tan sols prement un boto.

Aquesta interfície estarà formada per diferents botons i quadres de text, on cada boto tindrà una funcionalitat determinada, uns serviran per modificar l'estat dels actuadors i d'altres serviran per obtenir valors dels sensors del robot real i retornant-los en un quadre de text de la mateixa plataforma. El resultat es pot veure en la figura 5.

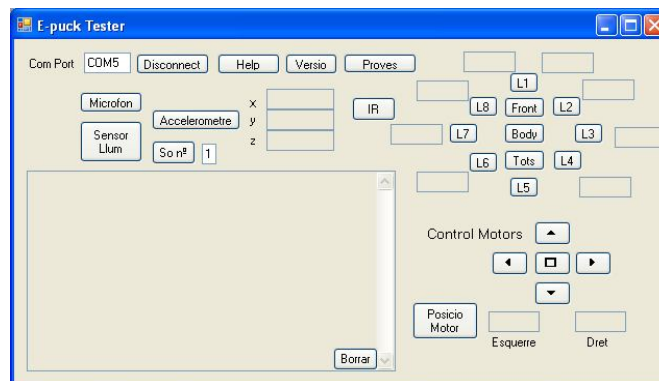


Figura 5: Distribució final de l'aplicació

En alguns casos el valor dels sensors s'actualitza contínuament com son l'acceleròmetre, els sensors IR i la posició del motor. També s'ha creat un boto que fa que el robot segueixi una petita rutina fins que es torni a prémer el boto:

- Girar a la dreta duran dos segons amb tots els leds encesos i reproduint el so 2.
- Aturar-se dos segons amb tots els leds apagats i reproduint el so 3.
- Girar a l'esquerre duran dos segons amb tots els leds encesos i reproduint el so 4.
- Aturar-se dos segons amb tots els leds apagats i reproduint el so 5.
- Tornar a començar

7.RESULTATS DEL PROGRAMA DE CONTROL AUTOMÀTIC SOBRE EL ROBOT REAL

Per tal de poder comparar el funcionament del robot en la simulació amb el robot real es va decidir que s'executaria el mateix algorisme que s'ha executat en l'apartat 4 d'aquest projecte com es pot veure en el diagrama de la figura 6.

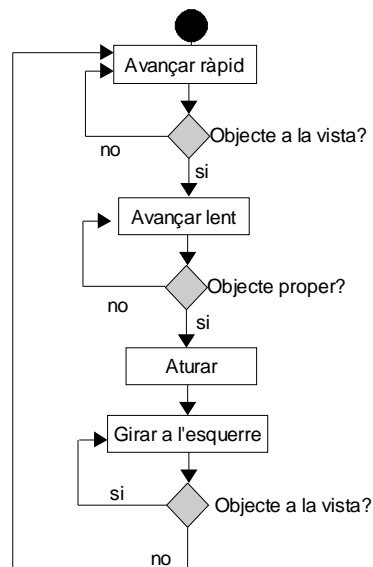


Figura 6: Diagrama de flux de l'algorisme que seguirà el robot e-puck real.

Després de provar el programa sobre el robot real s'ha vist que el robot no sempre s'atura avanç de topat a l'obstacle però la majoria de vegades ho fa sense problemes, això també passa alguns cops en la simulació.

També s'ha vist que en algunes ocasions es posa en l'estat dos massa aviat i va a poc a poc fins a trobar un obstacle, aturar-se, girar i tornar a la velocitat alta. Això no passava en la simulació ja que el sensor d'infrarojos sickLRF.Y2005 és molt més potent i fiable ja que pot veure objectes en un rang de distàncies més ampli i era més fàcil diferenciar entre tenir el camp lliure i tenir un obstacle a prop.

A part d'aquest errors que no sempre succeeixen la majoria de vegades funciona igual que en la simulació.

8. CONCLUSIONS

Primerament el que s'ha après en la realització d'aquest projecte es el funcionament d'un robot mòbil ja que fins a la realització del projecte només s'havia treballat amb braços robòtics. S'ha après el robot e-puck, el funcionament de tots els seus sensors i actuadors, s'ha estudiat el seu codi intern i el protocol de comunicació que utilitza. I finalment s'ha vist com treballar sobre el robot real veient els errors que es poden trobar i com solucionar-los.

En el transcurs del projecte també s'ha vist gran part del potencial de l'eina de programació de robots *Microsoft Robotics Studio*.

S'ha vist la potència del entorn de simulació, la possibilitat de simular robots, entorns, objectes, etc. de forma molt realista i fidel a la realitat. També s'ha pogut observar la fidelitat en que les forces són representades: gravetat, fregaments, rebots, etc. de manera que la simulació és molt similar a la realitat a diferència d'altres entorns de simulació que no cuiden tan aquests detalls, gràcies a això es podria arribar a substituir completament els robots reals per les simulacions.

Tot i que no s'ha utilitzat per la realització dels temes del projecte durant el transcurs del estudi dels elements de MRS s'ha utilitzat l'entorn de programació visual i s'han après alguns dels conceptes d'aquesta.

També s'ha après a treballar amb un llenguatge nou, el C#, orientat a serveis que no s'havia après durant la carrera, utilitzant l'entorn de programació *Microsoft Visual C#* on s'ha vist totes les facilitats que ofereix aquest entorn, llibreries, plantilles, disseny d'aplicacions Windows, manipulació de fitxers xml, la compilació de projectes i l'execució d'aquests, etc. Tot implementant els programes s'han vist tots els elements d'aquest llenguatge i que les parts més bàsiques tenen gran similitud amb el llenguatge C i s'han vist les diferències entre els dos. Una part molt important que s'ha après durant la implementació és la detecció, comprensió i correcció d'errors, ja que se n'han comès molts alguns durant la compilació i d'altres durant l'execució.

Finalment i no menys important s'ha après a escriure una memòria d'un projecte una mica llarg, que no resulta una tasca senzilla per algú que no és gens de lletres. Però s'ha vist la importància de documentar els treballs realitzats per poder facilitar la comprensió d'aquests.