



Universitat de Girona
Escola Politècnica Superior

Projecte/Treball Final de Carrera

Estudi: Enginyeria Tècn. Ind. Electrònica Ind. Pla 2002

Títol:

Sistema de manteniment de l'equilibri
per a un robot bípede

Document: RESUM

Alumne: Pere Amadó Codony

Director/Tutor: Marc Carreras i Pérez / Lluís Magí i Carceller

Departament: Electrònica, Informàtica i Automàtica

Àrea: Arquitectura i Tecnologia de Computadors

Convocatòria (mes/any): Gener 2006

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ.....	2
1.1. Objecte	2
2. DESCRIPCIÓ DEL ROBOT	3
3. SISTEMA D'ESTABILITZACIÓ.....	3
4. PLACA DE CONTROL.....	4
5. SOFTWARE DE CONTROL.....	4
6. CONCLUSIONS.....	5

1. INTRODUCCIÓ

Aquest projecte s'ha realitzat per donar un pas més en el desenvolupament de robots bípedes per part de la Universitat de Girona i, alhora, satisfer les necessitats de formació docent en l'àmbit de la robòtica en estudis d'enginyeria industrial en general i concretament en les especialitats d'electrònica i d'informàtica.

Dins el departament d'Electrònica, Informàtica i Automàtica de la Universitat de Girona s'han dissenyat i construït, fins a dia d'avui, dues plataformes bípedes per a l'ús docent. La més evolucionada d'elles, finalitzada l'any 1999, està composta per dues cames d'alumini amb tres actuadors lineals cada una, simulant la funció del turmell, del genoll i del maluc.

La principal deficiència d'aquesta plataforma bípede és la dificultat per mantenir l'equilibri. És força inestable i per tant, no és vàlida per a l'ús docent a la qual està destinada.

A part del problema de l'equilibri, també es detecten problemes de grandària a la placa de control i a la de potència, aquestes dimensions fan que sigui impossible imaginar que aquesta plataforma bípede sigui autònoma. A la mateixa placa de potència es detecten deficiències de robustesa, fet que obliga la continua substitució de components.

1.1. Objecte

Els objectius que es pretenen aconseguir amb aquest projecte són molt concrets i tots ells estan destinats a millorar el funcionament del robot bípede. Aquests objectius són: (1) dissenyar dos graus de llibertat lineals en forma de pla XY per moure el pes que convingui per assegurar l'equilibri durant el moviment de la plataforma bípede, (2) dissenyar una placa amb una FPGA que generi senyals PWM pels vuit motors disponibles, que llegeixi els dos encoders dels motors del pla XY i que es comuniqui amb un PC equipat amb una tarja d'adquisició de dades específica, (3) dissenyar una placa de potència adequada pel control dels motors, (4) finalment realitzar un programa per comprovar el correcte funcionament de les plaques, dels actuadors i dels sensors utilitzats en la plataforma bípede.

2. DESCRIPCIÓ DEL ROBOT

Estructuralment el projecte parteix de les dues extremitats inferiors creades en un projecte anterior (Salellas, 1999). Aquestes cames estan formades de diferents perfils d'alumini de dimensions 20x40mm. Cada cama disposa de tres parts diferenciades: el peu, el conjunt tíbia-peroné i la cuixa. Cada una d'aquestes parts disposa d'un actuator lineal que li proporciona moviment. L'altura total de cadascuna de les cames és de 800mm i estan unides per la part superior amb una planxa d'alumini que fa la funció de maluc.

Quan el robot aixeca una cama per fer un pas, perd l'equilibri, per això ha calgut dissenyar un sistema d'estabilització eficaç.

3. SISTEMA D'ESTABILITZACIÓ

L'anterior projecte (Salellas, 1999) disposava d'un sistema d'estabilització rotatiu, es disposava d'un contrapès acoblat a un motor-reductor. Aquest contrapès anava donant voltes amb l'objectiu d'estabilitzar el robot, però el seu funcionament no era l'òptim.

En aquest projecte s'ha dissenyat un sistema d'estabilització basat en un pla XY que permet posicionar un pes en qualsevol punt d'aquest pla amb l'objectiu de garantir l'estabilitat del conjunt. El pla XY té com a base la planxa d'alumini que fa la funció de maluc, en ella s'hi fixen dues guies de desplaçament lineal col·locades en paral·lel de 500mm de longitud. Per cadascuna d'aquestes guies s'hi desplaça un patí d'alumini. Gràcies a aquests patins, tota l'estructura superior, la que proporciona el moviment frontal, es pot desplaçar transversalment creant el pla XY esmentat anteriorment. El sistema de transmissió es basa en un mecanisme pinyó-cremallera accionat per un motor-reductor DC. Cada grau de llibertat disposa d'un sistema de transmissió adaptat a les necessitats de cada moviment, però amb el mateix sistema de desplaçament.

Cadascun dels motors del robot estan controlats gràcies a la placa de control.

4. PLACA DE CONTROL

Per poder governar i dirigir tots els actuadors del robot ha calgut dissenyar circuiteria electrònica específica. S'ha dissenyat una placa de dimensions el màxim de reduïdes possible i buscant la màxima simplicitat, però sense perdre de vista que l'objectiu principal és que funcioni perfectament.

El projecte anterior (Salellas, 1999) disposava d'una placa de potència i un altre de control que sumades ocupaven una superfície de 47cm². La superfície que ocupa la placa actual, que suma la part de potència i la part de control és d'aproximadament 28cm², per tant s'ha reduït la superfície molt considerablement, al voltant del 60%. A més, respecte les plaques anteriors, s'ha guanyat en fiabilitat buscant alternatives als elements que causaven deficiències.

El cervell de la placa és una FPGA programada convenientment. Per programar aquest component només cal fer el codi de programa que hi vols implementar amb el software facilitat pel fabricant. El software és el Quartus II i el fabricant Altera. Les funcions principals de la FPGA són: adequar el senyal del rellotge, generar els PWM i els sentits necessaris per alimentar els motors i llegir i interpretar els valors dels encoders.

La placa de control conté diversos components: relés bipolars pel canvi de sentit dels motors, MOSFET's per amplificar el PWM generat per la FPGA, un regulador L7805, transistors BC547, diferents tipus de diodes, diversos valors de resistències i condensadors, un rellotge i els connectors necessaris per a la comunicació amb el robot i el PC.

5. SOFTWARE DE CONTROL

Pel control del robot necessitem un software senzill que ens permeti visualitzar determinats resultats gràficament. Per exemple, el valor de l'angle de cada part de les cames o el valor de la posició del sistema d'estabilitat. Per això s'ha trobat convenient seleccionar el software de programació LabWindows CVI. El programa de control del robot està distribuït amb cinc arxius, quatre de text: Robot.h, Placa.h, Robot.c i Placa.c i un de gràfic el panell.uir.

Totes les dades que tracta el software de control han estat prèviament adquirides per la tarja multifunció PCL-812PG, que està connectada al bus ISA del PC. Aquesta tarja fa de connector entre la placa de control i el software de control.

S'ha creat una interfície gràfica, la pantalla de control on hi tenen cabuda tots els actuadors i sensors del robot. La informació mostrada per pantalla s'actualitza per tal de poder seguir tots els moviments que està fent el robot, pràcticament en temps real, gràcies a la constant lectura dels seus sensors.

Al centre de tots els indicadors de posició hi tenim una imatge frontal del robot, els indicadors estan col·locats d'acord amb la seva posició real en el robot, així doncs, hi ha l'articulació a governar pràcticament al costat del seu panell de control. Això facilita que en tot moment sapiguem amb quin actuator estem treballant.

Així doncs tenim el software dissenyat a partir de varis arxius amb la intenció de crear una estructura ordenada que facilita la modificació del programa.

6. CONCLUSIONS

S'han dissenyat dos graus de llibertat lineals en forma de pla XY per moure un contrapès. Per fer-ho s'ha construït un sistema de guies i patins d'alumini a dos nivells, un nivell pel desplaçament transversal i un altre pel frontal. Per donar tracció al conjunt s'ha utilitzat un mecanisme de pinyó cremallera que proporciona uns resultats molt òptims en quan a seguretat, precisió i suavitat de funcionament. Cadascun dels dos pinyons van accionats per un motor-reductor de corrent continu equipat amb un encoder digital incremental que proporciona molta precisió en la lectura de posició del contrapès.

S'ha dissenyat una placa amb una FPGA Altera que, a més de generar senyals PWM pels vuit motors, llegir els dos encoders i comunicar-se amb un PC, proporciona la potència necessària al robot bípede perquè aquest pugui funcionar perfectament. Respecte l'anterior projecte (Salellas, 1999), s'ha aconseguit reduir l'espai ocupat per les plaques de control i potència en aproximadament el 60%, aconseguint donar un pas més cap a l'autonomia total del robot bípede. A més, en quan al seu funcionament, després d'haver realitzat totes les proves necessàries, la placa no presenta cap tipus d'anomalia ni cap falta de fiabilitat. Gràcies al seu bon funcionament es pot dir que s'ha dissenyat una placa que supera els objectius del projecte.

Pel que fa a la realització del software de comprovació, aquest s'ha realitzat amb LabWindows. S'ha realitzat un programa de control ben estructurat que facilita la manipulació del mateix i permet veure gràficament i en temps real tots els moviments que

realitza el robot bípede. S'ha aconseguit verificar el funcionament òptim de tots els actuadors i sensors que té el robot bípede.

S'han confeccionat plànols de totes les parts mecàniques que formen la plataforma bípede, de l'esquemàtic de la placa de control i de les diferents capes que la formen.

Durant la realització del projecte han sorgit problemàtiques que s'han anat resolent aplicant, majoritàriament, nous coneixements, que s'han adquirit durant la realització del projecte i que s'han intentat reflectir en aquesta memòria. Podem dir doncs, que s'han complet satisfactòriament tots els objectius fixats en aquest projecte.

A la figura 1 podem veure l'aspecte final del robot amb el nou sistema d'estabilització.

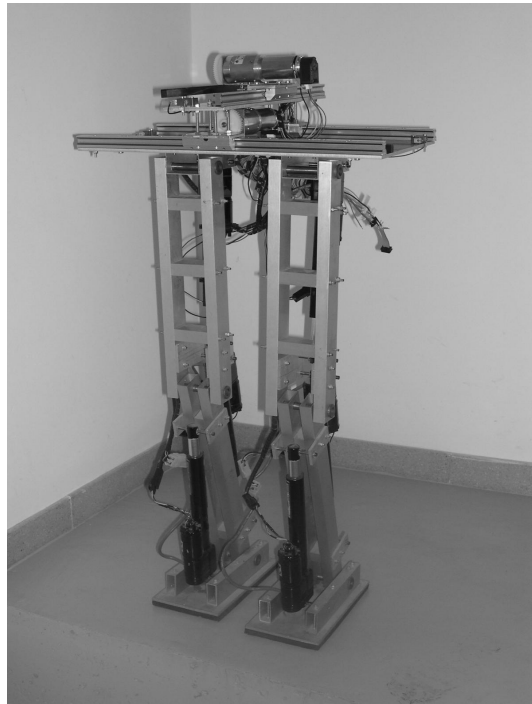


Figura 1. Robot bípede