

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

Títol: Robot i pràctiques per aprendre a programar sistemes encastats

Document: Resum

Alumne: Anna Planas Bahí

Tutor: Albert Figueras Coma

Departament: Enginyeria Elèctrica, electrònica i automàtica

Àrea: Enginyeria de sistemes i automàtica

Convocatòria (mes/any): Juny/2020

ÍNDEX

1	INTRODUCCIÓ	2
2	HARDWARE PER A LA CONNEXIÓ A INTERNET	3
3	ESTUDI D'AUTONOMIA I MILLORES MECÀNIQUES	4
4	PRÀCTIQUES	5
5	CONCLUSIONS	6

1 INTRODUCCIÓ

Un dels projectes que es van realitzar durant l'estada a l'entorn laboral al Grup Agents Reserch Laboratory (ARLab) de la Universitat de Girona, va ser el Disseny i realització d'un Ardubot millorat. En aquest projecte es va dissenyar el circuit electrònic i la placa de circuit imprès de l'Ardubot 4.1, que es va enviar a fabricar però no es van provar. Posteriorment a l'assignatura d'Aplicacions Industrials dels Microcontroladors, es van implementar el disseny de l'Ardubot 4.1 en alguna de les pràctiques. Per altra banda, cada dia és més freqüent trobar elements quotidians connectats a internet i que es poden controlar del de qualsevol punt del món, és el conegut internet de les coses.

Per aquest motiu s'ha decidit adaptar l'últim disseny de l'Ardubot 4.1 per facilitar la connexió del dispositiu a internet i que a més a més permeti fer pràctiques de més alt nivell, per exemple incorporant un Raspberry Pi. També s'aprofitarà per fer millores mecàniques en el sistema motor-roda i aprofitar les característiques específiques del nou microcontrolador. S'estudiaran mètodes per allargar l'autonomia del robot, ja sigui amb un altre sistema d'alimentació o reduint el consum. Per altra banda s'actualitzaran les pràctiques actuals i se'n dissenyaran de noves per a fer comunicacions entre el robot i internet.

Així doncs, s'haurà de dissenyar una placa que permeti adaptar el nou controlador al robot existent, de manera que es substituirà l'Arduino Uno per aquest nou dispositiu. Amb el nou controlador s'haurà de poder actuar sobre tots els actuadors i s'hauran de poder llegir tots els sensors de l'Ardubot 4.1. S'haurà d'adaptar el sistema d'alimentació al nou controlador i es faran les millores mecàniques imprimint en 3D una roda amb el codificador rotatiu incorporat. També s'han d'actualitzar les pràctiques actuals i se n'han de crear de noves per a poder ensenyar als alumnes a utilitzar el nou dispositiu i a comunicar-se amb internet.

2 HARDWARE PER A LA CONNEXIÓ A INTERNET

Després de comparar diversos element que es podrien utilitzar per a facilitar la connexió del robot a internet, s'ha escollit el Raspberry 0 W per a les laves característiques computacionals.

Per a poder utilitzar el Raspberry Pi 0 W es requereix crear una placa adaptadora per a connectar-lo amb el robot, Per una banda tindrà les sortides amb la forma de l'Arduino Uno i per l'altra la del Raspberry Pi 0 W. També es necessitarà incorporar un sistema per a adaptar l'alimentació als 5 V que necessita el Raspberry, un mòdul d'entades analògiques i adaptar les sortides per a no superar la intensitat màxima admissible. A més a més s'han de tenir en compte les limitacions d'espai i altres especificacions dels que requereix l'Ardubot.

A diferència de l'Arduino Uno, que permet alimentar tot l'aparell a través d'un dels seus pins, el Raspberry Pi només es pot alimentar a través del connector mini-USB amb 5 V rectificats. L'Ardubot s'alimenta a través de dues bateries 9 V i 800 mAh. Per a poder utilitzar aquestes mateixes bateries es regula la sortida a 5 V. A més a més, s'ha dissenyat un sistema per a poder alimentar paral·lelament la placa per no gastar bateria quan s'estigui programant o en cas que no es vulgui utilitzar l'Ardubot com a un robot mòbil.

Una de les entrades de l'Ardubot és l'estat de la bateria, per a poder llegir aquesta variable es necessita una entrada analògica i el Raspberry Pi no en té cap. S'utilitzarà el xip PCF8591, amb comunicació I2C.

El Raspberry Pi 0 W disposa de 26 pins d'entrada/sortida (anomenats GPIO), són sis més que l'Arduino Uno, per tant en sobran. Les necessitats específiques de cada element de l'Ardubot s'ha de tenir en compte per a distribuir les funcions assignades a cada pin del Raspberry Pi 0 W. Els pins sobrants s'han distribuït al voltant la de placa amb connectors separats per la teva funció.

3 ESTUDI D'AUTONOMIA I MILLORES MECÀNIQUES

Per a plantejar les millores mecàniques i d'autonomia, primer es realitza un estudi de l'autonomia de l'Ardubot amb la placa adaptadora. A més a més, es resoldrà el problema de desgast que es té actualment amb l'adhesiu de l'encoder.

Actualment, el robot s'alimenta a través de dues bateries de 9 V i 800 mAh cada una, connectades en paral·lel, per tant, la capacitat total de les bateries és de 1600 mAh. Es considera que el 100 % de la sessió de pràctiques s'està utilitzant el Raspberry, el 40 % només funcionen els LEDs i el 60 % restant també funcionarà el motor. D'aquest 60 %, un 70 % els motors tindran una càrrega normal, un 20 % no tindran càrrega i un 10 % els motors quedaran bloquejats. Utilitzant aquests percentatges el consum mitjà a les pràctiques és de 442 mA. Amb aquests dos paràmetres ja es pot saber quantes hores pot estar funcionant l'Ardubot durant una pràctica normal que és de 3,62 hores.

Una sessió de pràctiques de l'assignatura d'Aplicacions Industrials dels Microprocessadors és de 3 h, per tant, encara que s'augmenti el consum, es podrà fer tota la pràctica sense haver de canviar o recarregar les bateries. A més a més, la placa adaptadora, disposa d'un connector mini USB, per alimentar el robot en cas que no es facin servir els motors. Així doncs, no és necessari realitzar una millora d'autonomia del robot.

Pel que fa a la millora mecànica, es planteja canviar la roda i l'encoder. Actualment, les rodes de l'Ardubot es tallen d'un tub massís de PBC, es marquen, es foraden, se'ls hi adhereix la goma i finalment se'ls hi enganxa un paper amb el dibuix de l'encoder. Aquestes rodes s'uneixen al motor per pressió. Un dels problemes que apareix molt sovint a l'hora de fer les pràctiques és que els papers de l'encoder es desenganxen o es gasten i perden la seva funcionalitat.

Per evitar això s'ha dissenyat una roda amb l'encoder incorporat per a poder-la imprimir amb tecnologia 3D. S'ha fet amb el software OpenSCAD, un programa gratuït de disseny 3D de codi estructurat. Aquest programa permet crear els dissenys parametritzats, de forma que canviant algunes variables es poden modificar parts de l'element. En el cas de la roda, s'ha definit el número de forats que es volen a l'encoder, l'amplada de la roda i el gruix del pneumàtic.

4 PRÀCTIQUES

A l'assignatura de la UdG Aplicacions industrials dels microprocessadors s'utilitza l'ArduBot com a plataforma física d'aprenentatge. A la fitxa de l'assignatura es veu que 20 % dels crèdits de l'assignatura es dediquen a classes teòriques, un 50 % a les pràctiques i un 30 % al treball final amb els robots. Així doncs, el 80 % de l'assignatura gira entorn dels robots. Amb la placa adaptadora es vol augmentar el nivell de les pràctiques mantenint la corba d'aprenentatge.

Per a fer les pràctiques s'utilitzarà el llenguatge C i l'entorn de programació Code Blocks. Tot i que el Raspberry es pot programar amb molts de llenguatges (Python, Java, C++, C#...), s'ha decidit utilitzar el C, ja que és molt similar a l'Arduino i a més a més és el que s'aprèn a l'assignatura d'Informàtica Industrial. L'objectiu de l'assignatura d'Aplicacions industrials dels microprocessadors no és la d'ensenyar nous llenguatges de programació sinó la de consolidar coneixements apresos i aplicar-los en entorns nous. Per tant, s'utilitzarà la llibreria WiringPI que permet gestionar les entrades i sortides de propòsit general del Raspberry amb les mateixes funcions que s'utilitzarien amb l'Arduino.

Actualment a l'assignatura es realitzen 7 pràctiques. A la primera s'utilitzen les entrades i sortides digitals (LEDs, polsador i para-xocs) i la pantalla LCD, on s'utilitzarà un útil especialment creat per a la ocasió; a la segona s'introdueix l'entrada analògica i les conversions de l'ADC a voltatge; a la tercera el PWM i els encoders; a la quarta els seguidors de línia, a la cinquena s'implementa un control PID de velocitat, a la sisena es fa una comunicació amb un Bluetooth i a l'última s'ampliarà la comunicació I2C.

Un cop els estudiants hagin assimilat tots els conceptes bàsics de les pràctiques antigues es proposen un parell de pràctiques noves que aprofiten part del potencial del Raspberry. A la primera de les noves pràctiques s'enviaran dades a un broker MQTT per simular una connexió típica de l'IIoT. Amb aquesta pràctica, a part d'enviar informació a un servidor local, els robots podran rebre informació per a modificar el seu comportament i així poder crear una xarxa de comunicació entre ells. A la segona s'utilitzarà el Raspberry Pi i una càmera per a fer un petit sistema de videovigilància amb emmagatzemant d'imatges gràcies a la detecció de moviment, també es podrà visualitzar la imatge en directe a través de qualsevol navegades d'un ordinador que es trobi a la mateixa xarxa.

5 CONCLUSIONS

Per a facilitar la connexió a internet del robot es substitueix l'Arduino Uno per un Raspberry Pi 0 W. S'ha dissenyat una placa adaptadora que permet connectar el Raspberry Pi seleccionat a l'Ardubot 4.1. Amb aquesta placa es pot actuar sobre tots els actuadors i es poden llegir tots els sensors del robot. Per comprovar el correcte funcionament de la placa i el Raspberry s'han creat diversos testos unitaris i un test de funcionament.

S'ha comprovat que l'autonomia del robot és suficient per a fer una pràctica estàndard de 3 hores. S'ha dissenyat una roda per imprimir amb tecnologia 3D que soluciona el problema del desgast dels encoders.

També s'han adaptat les pràctiques actuals per el nou controlador i s'han creat dos pràctiques noves per mostrar el potencial del Raspberry. Aquestes noves pràctiques mostren l'ús d'una càmera i utilitzen la tecnòloga MQTT per enviar dades a un servidor i comunicar-se entre els robots de l'aula.