

UTILITZACIÓ DE CONCURSOS DE ROBÒTICA D'ÀMBIT INTERNACIONAL PER A L'ASSIGNATURA PROJECTE INTEGRAT II DEL GRAU EN ENGINYERIA MECATRÒNICA A LA UVIC

Ramon Reig-Bolaño
UVIC
ramon.reig@uvic.cat

Xavier Armengol
UVIC
xavier.armengol@uvic.cat

Carles Domènech
CDEI-UPC, UVIC
carles.domenech@uvic.cat

Jordi Serra
UVIC
jordi.serra@uvic.cat

Resum

Aquesta comunicació posa en comú la metodologia de treball de l'assignatura Projecte Integrat II del Grau en Enginyeria Mecatrònica de la UVIC, assignatura del segon semestre del 3r. curs que integra les diferents disciplines del grau: el disseny mecànic, el disseny electrònic, la programació de dispositius, la planificació i execució de projectes mecatrònics i el contacte amb la realitat empresarial. S'ha realitzat una combinació equilibrada de l'esperit i les formes dels concursos de robòtica Internacionals amb el fons i l'estructura dels projectes empresarials. Les conclusions preliminars són esperançadores, i l'amenaça per a poder-la generalitzar amb un nombre d'estudiants elevat són les restriccions econòmiques.

Objectius

- 1.- Aprofitar les dinàmiques pròpies dels concursos/demostracions de Robots en el desenvolupament de l'assignatura, com a element motivacional i com a vehicle per a una metodologia docent PBL (*Project-Based Learning*). Trobar les possibles solucions, per tal que el projecte no perdi el caire de projecte d'empresa.
- 2.- Eventualment, poder presentar els projectes desenvolupats a l'assignatura a un concurs internacional tipus Eurobot/RobotChallenge. Això reforça el domini de l'anglès en l'entorn de treball, i també serveix de contrast per als estudiants amb la realitat internacional del seu àmbit.
- 3.- Per part dels professors, difondre l'experiència viscuda en foros especialitzats i eventualment en una revista especialitzada, quan es disposi de suficient experiència. Per a contrastar-la amb altres experiències docents i millorar-ne la definició i execució.

Text de la comunicació

En el primer esbòs de l'assignatura, quan es va fer el disseny del pla d'estudis, es va convenir a centrar-la en l'aprenentatge col·laboratiu a partir del desenvolupament de projectes en equip (*Project-Based Learning*, PBL) amb una filosofia de l'anomenat *learning-by-doing*, basat en la pròpia execució de projectes, on es treballessin moltes de les competències transversals del grau a banda de consolidar algunes de les específiques. La raó principal és que tant les referències consultades com la pròpia experiència apuntaven a que aquest tipus d'aprenentatge era especialment adequat per a assignatures de cursos avançats de l'àmbit de les enginyeries (Mills, 2003), cosa confirmada en posteriors referències que s'han consultat a l'avançar el projecte (Capelleri, 2013). Quan es va configurar l'equip de professors per a l'assignatura, a les primeres reunions ja es va abordar quin tipus de projectes podien ser més indicats. Inicialment es van valorar dos tipus de projectes: projectes d'àmbit industrial o bé projectes més acadèmics per a cobrir necessitats dels laboratoris o d'altres assignatures. A partir de diverses experiències analitzades, va semblar que el factor motivacional era clau per a

que una assignatura d'aquest tipus fos reeixida, ja que si el projecte era prou ambiciós la implicació i compromís a fons dels estudiants era imprescindible, en aquest moment va començar a guanyar pes la possibilitat de plantejar com a projecte anual un repte similars als dels concursos de robots afegint-hi les metodologies i el fons d'un projecte d'enginyeria.

Dins l'àmbit de la robòtica i la mecatrònica existeixen antecedents propers i llunyans de concursos de robots de diferents modalitats per a engrescar i compartir experiències entre estudiants, aficionats, professionals i experts. De les que tenen ressó mediàtic, potser la *First Lego League* (First, 2013) orientada principalment a estudiants de primària i secundària, és la més coneguda (enguany a la UVIC ha aconseguit per primera vegada una de les eliminatòries nacionals, a la vegada que estudiants dels nostres graus han entrenat un parell d'equips que participaran a la convocatòria; en paral·lel també s'ha creat un equip que participarà a la *FTC First Tech Challenge*, concurs hereu de l'anterior per a estudiants de 18 a 23 anys, la primera vegada que es fa una edició a nivell europeu). Dins l'àmbit proper, el concurs *Robolot* (Robolot, 2013) és un referent per a estudiants de batxillerat, secundària i cicles formatius, amb diverses modalitats, el *Mercatec* que s'organitza també en l'àmbit català (*Mercat de tecnologia*, 2013), encara que més generalista, també compta en moltes edicions amb un apartat de demostració de robots per a estudiants de secundària i batxillerat. Dins l'àmbit Internacional i principalment universitari hi ha concursos molt variats com són les lligues *Robocup* (Robocup, 2013), centrades en robots que juguen a futbol i els de la modalitat de rescat, o bé els concursos de robots lluitadors, balladors, seguidors de línia, o el centrats en l'assoliment de missions predefinides, que estan agrupats en el *RobotChallenge Europeu* (Robot, 2013) o l'*Eurobot* (Eurobot, 2013), amb l'eliminatòria estatal d'*Alcabot* (Alcabot, 2013). A nivell català l'*AESSBOT* (Aessbot, 2013) és un dels referents consolidats en aquest àmbit. Tot i que, fins on tenim coneixement, cap d'aquests concursos tenen una vinculació directa amb una assignatura obligatòria d'un grau reglat, moltes vegades s'oferien alguns cursos de preparació com a activitats complementàries a la formació. En canvi si que vam trobar referències de la relació entre concursos i assignatures reglades en l'àmbit internacional, un exemple que ens va servir d'inspiració va ser l'assignatura *Autonomous Robot Design Competition* del MIT (USA), (Autonomous MIT, 2013).

A partir d'aquests antecedents us resumim les principals dades més rellevants dels projectes que s'han desenvolupat a la UVIC i la previsió per l'any vinent.

Els grups de treball s'organitzen com a un Despatx d'Enginyeria, a partir de l'encàrrec rebut, es fan càrrec del disseny íntegre del projecte, desde l'esbòs inicial, al disseny i desenvolupament de les parts amb tots els càlculs i les justificacions raonades de les decisions de disseny preses. Cal tenir en compte que els alumnes ja han cursat al curs previ una assignatura *Projecte Integrat I*, on treballen els aspectes teòrics de la gestió de projectes a la vegada que desenvolupen el disseny d'un primer projecte.

Taula 1: Nombre d'alumnes per grup de treball a PI - II

Nombre l'alumnes / grup	A	B	C	D
2011-2012	3	4		
2012-2013	3	4	4	
2013-2014*	4	4	4	4

*previsió a partir del nombre d'alumnes actuals a 2n curs i convalidacions

A les dues edicions de l'assignatura s'ha plantejat fer el disseny i la implementació d'un robot de zero. El primer any es va partir d'una missió, unes especificacions, un pressupost i un calendari orientatiu de treball. El segon any es va donar la missió i el calendari orientatiu,

deixant que les especificacions i el pressupost els definissin a la primera setmana de treball els propis grups. Aquest canvi va servir per a poder simular millor el concepte de client que encarrega al Despatx d'Enginyeria un disseny, que sap explicar les seves necessitats o el problema que vol resoldre però no té coneixements tècnics per definir unes especificacions detallades, en aquest cas els professors actuen com a clients i els orienten sobre què cal definir a les especificacions inicials, però són els propis alumnes els que fan la proposta d'especificacions concreta.

Taula 2: Tipus de projectes	
2011-2012	Robot mòbil seguidor de línia amb braç articulat amb pinça. Un grup fa el Robot mòbil i l'altre la part del braç articulat amb pinça que s'acopla al robot mòbil autònom.
2012-2013	Conjunt de 3 robots col·laboradors: Robot transportador amb plataforma elevadora; Robot rastrejador autònom que resolgui un laberint; Robot volador amb visió, guiat per control remot.

Durant l'execució dels projectes, cada grup es fa càrrec del seu projecte, però cal establir col·laboració amb els altres grups per dues qüestions: en primer lloc perquè les missions ja és dissenyen de manera que els robots interactuin entre ells, així els alumnes han coordinar-ne el disseny i la seva comunicació; en segon lloc perquè els estudiants estan avisats que a la meitat del curs es pot intercanviar el projecte sobre el que treballen, a la primera edició es va fer per tal que els estudiants practiquessin el treball de col·laboració i d'intercanvi d'informació entre grups de treball independents, tema fonamental i de gran importància dins l'entorn empresarial.

En quant a l'organització dels grups es fa que sigui dinàmica, de manera que tots els estudiants fan el paper de coordinadors de grup de manera rotativa (a la primera edició es feien torns d'una setmana, i en aquesta segona edició s'han fet de dues setmanes), l'objectiu es poder treballar aspectes de lideratge, de planificació i de gestió d'equips. També es posa un èmfasi especial en la qüestió de la documentació i gestió del projecte, de manera que setmanalment han de penjar a un lloc web un resum de la tasca realitzada i de la seva organització i distribució, a banda de compartir la informació i la documentació de treball desde l'aula del campus virtual. Enguany hem afegit que el coordinador de torn ha de fer una breu exposició setmanal de l'avenç del projecte a l'inici de la setmana, explicant la tasca realitzada la setmana passada i la previsió de feines per a la setmana entrant.

A cada una de les fases els professors els validem la feina feta, per a continuar endavant. Els estudiants també se n'encarreguen de fer la previsió de material, fent una selecció justificada i raonada dels components i els materials així com de la pròpia compra, passant la comanda i en algun cas fent les gestions de contacte amb els proveïdors i la compra directament. Un cop conclou la fase de disseny i amb tots els assajos per simulació realitzats, es passa a l'etapa de fabricació de components i el seu ensamblatge, tasca feta en paral·lel amb el desenvolupament i les proves de la part electrònica.

Un cop tot ensamblat, i amb els assajos de les parts per separat, el projecte conclou amb l'assamblatge conjunt de tot i els assajos finals, verificant i fent la validació del compliment de les especificacions.

Per a concloure es fa una presentació pública dels projectes i una demostració del seu funcionament. A la primera edició es va comptar amb la presència d'empresaris en aquesta sessió, que van adreçar preguntes i comentaris sobre els projectes. Els propis estudiants van valorar posteriorment com a molt positiva i enriquidora aquesta experiència de presentació pública i de poder rebre les valoracions i els comentaris desde la vessant professional externa.

Conclusions i prospectiva

La principal conclusió és que la experiència és molt enriquidora i positiva i que cal seguir-la treballant per tal de poder fer-la extensible a un nombre d'alumnes més elevat amb un cost econòmic que sigui sostenible.

Relacionat amb el primer objectiu cal concloure també que el plantejament com a concurs de robots permet que la motivació dels alumnes i per tant la seva implicació sigui molt alta, i per altra banda la participació dels empresaris en les presentacions dels projectes són un element de contrast molt adequat per afinar l'encaix entre la forma de concurs de robots i el fons dels projectes empresarials. Creiem que aquest és un dels punts claus i tenim el desig i la voluntat de mantenir el format a les edicions posteriors.

També trobem valuosa la manera d'organitzar els lideratges rotatius i la documentació de l'assignatura, a partir de les planes web i les aules virtuals. De la plana web en destaquem la extensa difusió que permet fer del treball de l'assignatura.

Respecte el segon objectiu dels concursos internacionals i l'idioma, encara no s'han pogut realitzar passes en ferm. Per tant queda com a objectiu a assolir i treballar en properes edicions. El tercer objectiu de difusió l'estem començant a treballar amb aquesta presentació, amb la intenció de seguir-hi treballant.

Un dels reptes més difícils de l'assignatura és que es pugui trobar la manera que sigui sostenible econòmicament quan el nombre d'estudiants sigui més elevat. Comptant amb laboratoris equipats i programes i recursos TIC disponibles, els primers anys hem necessitat comprar força material que per edicions posteriors serà reutilitzable (Controladors, motors, circuits, bateries,...). I per altra banda estem valorant quin tipus d'equipaments serien més idonis per a poder realitzar els suports i les peces mecàniques que formen els robots de manera autònoma.

Bibliografia

ALCABOT (2013). Departament d'Electrónica de la Universidad de Alcalá, a Alcalá de Henares, Madrid. <http://asimov.depeca.uah.es/robotica/>

Autonomous Robot Design Competition (2013). MIT course 6.270. USA. <http://spacecats.mit.edu/~6.270/>

Robot Challenge (2013). <http://www.robotchallenge.org/home/>

Robolot (2013). Concurs de Robòtica impulsat per IES La Garrotxa, Olot, <https://sites.google.com/site/robolot/>

Robocup (2013). <http://www.robocup.org/>

Eurobot (2013). <http://www.eurobot.org/>

Mercatec (2013). Catalunya. <http://www.tecnoetica.org/mercatec/MERCATEC/Inici.html>

First Lego League (2013). <http://www.firstlegoleague.es/>

Cappelleri, D. J.; Vitoroulis, N. (2013) , "The Robotic Decathlon: Project-Based Learning Labs and Curriculum Design for an Introductory Robotics Course," Education, IEEE Transactions on , vol.56, no.1, pp.73-81, Feb. 2013 doi: 10.1109/TE.2012.2215329

Gardner, H. (2004) *Frames of Mind. The theory of multiple intelligences*, 20th anniversary ed. Basic Books. ISBN: 978-0-465-02510-7

Macias-Guarasa, J.; Montero, J.M.; San-Segundo, R.; Araujo, A.; Nieto-Taladriz, O.(2006) "A project-based learning approach to design electronic systems curricula," *Education, IEEE Transactions on* , vol.49, no.3, pp.389-397, doi: 10.1109/TE.2006.879784

Mills, Julie E. i Treagust, David F. (2003) *Engineering Education- Is Problem or Project-Based Learning the answer*. Australia: The Australasian Association for Engineering Education Inc AAEE, Australasian Journal of Engineering Education. ISSN 1324-5821. http://www.aaee.com.au/journal/2003/mills_treagust03.pdf

Doppelt, Yaron (2005). Assessment of Project-Based Learning in a MECHATRONICS Context. *Journal of Technology Education*. Vol. 16 Issue 2, p7

Qüestions i/o consideracions per al debat

- 1.- Aquesta via de "competicions de robots" sembla que es pot "explotar" molts anys seguits? Cada any els grups generen tota la documentació detallada per a realització del seu projecte, és fàcilment previsible un "reaprofitament" massa descarat de projectes d'altres anys. Això ara ja passa amb projectes que es troben a Internet, ens quedarem limitats a fer un *hacking* d'uns projectes ja fets? Com evitar-ho o enfocar el reaprofitament per tal que sigui una tasca que aportï tan valor com fer un projecte.
- 2.- Com aconseguir un lliurament puntual de les tasques encarregades?
- 3.- Quan hi ha treball pràctic i treball de documentació, aquesta darrera part se'n ressenteix, i moltes vegades molt. Com resoldre-ho sense "renyar massa"?
- 4.- L'acompanyament dels estudiants sobre qüestions de lideratge, relacions dins el grup, repartiment de tasques, és molt complexa de realitzar i tutoritzar. Hi ha estratègies? Poden ajudar en el treball les múltiples intel·ligències de (Gardner, 2004)?
- 5.- Com resoldre la qüestió de l'idioma per a poder optar a la presentació a concursos internacionals?
- 6.- Com avaluem les competències transversals?
- 7.- Com fer una avaluació individual no subjectiva d'un treball col·laboratiu en grup? Cal fer-la?, en quina proporció si és que sí?