

Robòtica, Llenguatge i Planificació

Codi: 102785
Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2502441 Enginyeria Informàtica	OB	3	2
2502441 Enginyeria Informàtica	OT	4	2

Professor/a de contacte

Nom: Fernando Luis Vilariño Freire
Correu electrònic: FernandoLuis.Vilarino@uab.cat

Utilització d'idiomes a l'assignatura

Llengua vehicular majoritària: espanyol (spa)
Grup íntegre en anglès: No
Grup íntegre en català: No
Grup íntegre en espanyol: Sí

Prerequisits

- Programació en Python, C i C++.
- Anglès a nivell escrit bàsic.

Objectius

L'evolució de les tècniques de Visió per Computador i Intel·ligència Artificial ha facilitat el desenvolupament de sistemes autònoms capaços de prendre decisions i interactuar amb el seu entorn. Això ha tingut un impacte directe a l'àrea de la robòtica moderna en un ventall que va des de la robòtica industrial clàssica a la domòtica experimental. Els mencionats sistemes estan cada cop més presents a les nostres vides i la seva complexitat i autonomia són cada vegada més grans. En aquesta assignatura s'afronta la temàtica de la Robòtica, Planificació i Llenguatge des d'aquesta perspectiva de cara a assolir els següents objectius:

- L'alumne assimilarà les nocions bàsiques de la robòtica (tan industrial com ara de servei) i assolirà un coneixement genèric dels mòduls components d'un robot (hardware i software).
- S'estudiaran metodologies àgils orientades a la resolució de problemes.
- S'aprendrà a dissenyar i a programar un robot i avaluar el seu funcionament de manera qualitativa i quantitativa a partir de simuladors i sistemes electrònics.
- S'assoliran els coneixements per tal de crear estratègies amb l'objectiu de guiar un robot real a partir de la informació adquirida per una càmera.

Competències

- Enginyeria Informàtica
- Adquirir hàbits de treball personal.
 - Capacitat per a adquirir, obtenir, formalitzar i representar el coneixement humà en una forma computable per a la resolució de problemes mitjançant un sistema informàtic en qualsevol àmbit d'aplicació, particularment els relacionats amb aspectes de computació, percepció i actuació en ambients o entorns intel·ligents.
 - Capacitat per a conèixer els fonaments, paradigmes i tècniques pròpies dels sistemes intel·ligents i analitzar, dissenyar i construir sistemes, serveis i aplicacions informàtiques que utilitzin les tècniques esmentades en qualsevol àmbit d'aplicació.

- Capacitat per definir, avaluar i seleccionar plataformes de maquinari i programari per al desenvolupament i l'execució de sistemes, serveis i aplicacions informàtiques.
- Tenir una actitud personal adequada.

Resultats d'aprenentatge

1. Avaluar de manera crítica el treball dut a terme.
2. Conèixer diferents tipus de sensors/actuadors: utilitat i limitacions.
3. Desenvolupar la curiositat i la creativitat.
4. Dissenyar processos de presa de decisions per a la millora de la capacitat d'un algoritme d'actuar en circumstàncies no previstes.
5. Escollir i implementar comportaments adequats en diferents circumstàncies.
6. Gestionar la informació incorporant de manera crítica les innovacions del propi camp professional, i analitzar les tendències de futur.
7. Prevenir i solucionar problemes.
8. Seleccionar plataformes hardware/software per al tractament i modelatge de sistemes cognitius.

Continguts

TEMA 1

- 1.1 Definicions fonamentals.
- 1.2 Exemples de robots.

TEMA 2

- 2.1 Components modulars hardware.
- 2.2 Plaques controladores.
- 2.3 Sensors multimodals.

TEMA 3

- 3.1 Components modulars software.
- 3.2 Gestió d'actuadors.
- 3.2 Introducció a l'electrònica de control.

TEMA 4

- 4.1 Cinemàtica de robots.
- 4.2 Control cinemàtic.

TEMA 5

- 5.1 Representació de l'espai i descomposició espacial.
- 5.2 Representacions geomètriques i topològiques.

TEMA 6

- 6.1 Planning: Definició de l'espai de configuració i l'espai lliure.
- 6.2 Algorismes de planning: Grid-based Search, Geometric Algorithms, Potential Fields and Sampling based algorithms.

TEMA 7

- 7.1 Introducció a SLAM (Simultaneous Localization and Mapping).
- 7.2 Estratègies de resolució dels principals problemes: Mapping, Sensing, Locating and Modeling.
- 7.3 Visual SLAM.

Metodologia

L'assignatura estarà fonamentada en una metodologia d'aprenentatge basat en resolució de projectes. Les sessions de teoria, problemes i pràctiques aniran orientades a la resolució d'un projecte de robot, que serà triat lliurement per l'alumne, i que s'haurà de desenvolupar en un grup de treball de 4 alumnes durant 3 mesos.

El sistema triat haurà d'estar basat en una controladora Arduino o RaspberryPi, a més de com a mínim un sensor i un actuator. Els components electrònics d'aquest robot seran proporcionats per l'Escola, dintre d'un pressupost al qual l'alumne s'haurà d'ajustar. A més, es podran fer servir totes les peces 3D necessàries, la impressió de les quals serà proporcionada també per l'Escola.

L'alumne podrà escollir lliurement la complexitat del seu projecte, essent la qualificació final més alta en funció de l'ambició, l'interès i la creativitat de la proposta, la qual atacarà 4 pilars: 1) Arquitectura de components, 2) Disseny 3D, 3) Algorísmica, 4) Integració i validació. D'igual manera, l'alumne podrà decidir si desitja focalitzar el seu projecte més en la part algorísmica o en l'electrònica, amb l'objectiu de poder desenvolupar un projecte el més personalitzat possible en relació a l'interès de l'alumne.

Per al desenvolupament del projecte se seguirà una metodologia àgil basada en 5 sprints. En cada sprint s'avançarà en les etapes del projecte per atacar els 4 pilars descrits anteriorment. El resultat de l'últim sprint serà un robot físic capaç d'implementar les funcionalitats proposades en el projecte.

Classes de fonaments teòrics. Durant aquestes sessions a l'aula, s'hi presentaran i s'hi discutiran els continguts de la matèria i es farà seguiment dels projectes. Es proporcionarà a l'alumne materials digitals, impressions i referències bibliogràfiques. Seran classes de discussió activa en les que s'anirà avançant de manera constructiva en la identificació dels principals objectius, donant respostes i propostes de solució a mida que evoluciona l'assignatura. Tots els materials estaran identificats a la web Caronte (<http://caronte.uab.es>)

Seminaris de problemes. En aquestes activitats els alumnes s'endinsaran en l'anàlisi de les principals problemàtiques tècniques associades a la robòtica. Per això treballaran un conjunt d'exercicis, la resolució dels quals els permetrà assolir la capacitat d'implementar de manera eficient els reptes generats als seus projectes i els proporcionarà una perspectiva contextualitzada dels continguts treballats a les classes de fonaments teòrics. El conjunt d'exercicis estarà orientat de manera constructiva, i així els alumnes començaran primer per exercicis més conceptuals, per finalitzar en anàlisis qualitius i quantitius particulars.

Sessions pràctiques. Durant les sessions de pràctiques, els alumnes implementaran a Laboratori el seu robot físic i testejaran el programari generat. Els lliuraments de pràctiques estaran associats als 5 sprints de l'assignatura.

Exemples de reptes que els alumnes podran afrontar són:

- 1.- Control de motors DC a partir de modulació d'amplitud de polsos, de motors pas-a-pas.
- 2.- Quantificació de la distància d'objectes a partir de sensors de proximitat, infra-roig, ultra so, càmeres, etc.
- 3.- Control de moviment a partir de senyals de só, imatge, giroscopis, etc.
- 4.- Posicionament a partir de sensors de GPS, magnetòmetres, imatge, etc.
- 5.- Integració de reconeixement de patrons i d'objectes, a partir de seqüències de vídeo.
- 6.- Conducció autònoma.

Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
CLASSES DE FONAMENTS TEÒRICS	26	1,04	2, 4, 5
SEMINARIS DE PROBLEMES	12	0,48	2, 5

SESSIONS DE PRÀCTIQUES	12	0,48	5, 8
Tipus: Autònomes			
ESTUDI INDIVIDUAL	26	1,04	2, 4
PROGRAMACIÓ DE ROBOTS (individual i col·lectiva)	36	1,44	2, 4, 5, 8
RESOLUCIÓ DE PROBLEMES (individual i col·lectiva)	30	1,2	2, 4, 5

Avaluació

L'avaluació de l'alumne es farà en un procés continu que tindrà en compte els lliuraments dels sprints en pràctiques (distribuïdes al llarg de l'assignatura, i que suposen el 50% de la nota final). Hi haurà un examen de conceptes teòrics (25%) i un examen de problemes (25%). Les discussions portades a terme durant les sessions teòriques, de problemes i de pràctiques i totes les contribucions dels estudiants al coneixement col·lectiu contarán positivament en la qualificació final.

Els lliuraments previstos són:

1. PRÀCTIQUES

LL.1.1 Lliurament de l'sprint (S1)

LL.1.2 Lliurament de l'sprint (S2)

LL.1.3 Lliurament de l'sprint (S3)

LL.1.4 Lliurament de l'sprint (S4)

LL.1.5 Lliurament de l'sprint (S5)

$S = S1+S2+S3+S4+S5$

2. Les activitats d'avaluació previstes són (TEORIA i PROBLEMES):

A.2.1 Examen final Teoria (Teor).

A.2.2 Examen final Problemes (P).

La NOTA FINAL serà calculada de la següent manera: $NOTA\ FINAL = 0.25 * Teor + 0.25 * P + 0.5 * S$

Per aprovar és necessari que l'avaluació de cadascuna de les parts superi el mínim exigít (5) i que l'avaluació total superi els 5 punts. En cas de no superar l'assignatura, la nota numèrica de l'expedient serà el valor menor entre 4.5 i la mitjana ponderada de les notes.

Les contribucions positives en les discussions arrodoniran els decimals de la nota cap amunt. Per tal d'optar a la Matrícula d'Honor és necessari haver tingut una actitud participativa en les discussions de classe. Es concediran globalment les matrícules d'honor resultants de calcular el cinc per cent o fracció dels alumnes matriculats en tots els grups de docència de l'assignatura. Només es podran atorgar a estudiants que hagin obtingut una qualificació final igual o superior a 9.

Els lliuraments seran, de manera orientativa, cada 2 setmanes. Tots els lliuraments són obligatoris. En cas de suspendre'l, els alumnes tindran l'oportunitat de recuperar la nota parcial tornant a enviar el document corregit abans del dia de l'examen final. Els estudiants repetidors podran convalidar les parts aprovades anys anteriors.

La no presentació a l'examen final (EF) implica un "No Avaluable" a les actes.

Finalment, hi haurà una prova extraordinària que permetrà els alumnes obtenir un aprovat a la part de Teoria en cas d'haver suspès l'examen final (EF), la qual permetrà concedir la qualificació d'aprovat.

Tots els exàmens seran ajustats segons el calendari de l'Escola.

Les dates d'avaluació continuada i lliurament de treballs es publicaran a la web Caronte (<http://caronte.uab.es>) i poden estar subjectes a canvis de programació per motius d'adaptació a possibles incidències. Sempre s'informarà a la web Caronte sobre aquests canvis ja que s'entén que la web Caronte és el mecanisme habitual d'intercanvi d'informació entre professor i estudiants.

Per a cada activitat d'avaluació, s'indicarà un lloc, data i hora de revisió en la que l'estudiant podrà revisar l'activitat amb el professor. En aquest context, es podran fer reclamacions sobre la nota de l'activitat, que seran avaluades pel professorat responsable de l'assignatura. Si l'estudiant no es presenta a aquesta revisió, no es revisarà posteriorment aquesta activitat.

Sense perjudici d'altres mesures disciplinàries que s'estimin oportunes, i d'acord amb la normativa acadèmica vigent, es qualificaran amb un zero les irregularitats comeses per l'estudiant que puguin conduir a una variació de la qualificació d'un acte d'avaluació. Per tant, plagiar, copiar o deixar copiar una pràctica o qualsevol altra activitat d'avaluació implicarà suspendre-la amb un zero i no es podrà recuperar en el mateix curs acadèmic. Si aquesta activitat té una nota mínima associada, aleshores l'assignatura quedarà suspesa.

Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Defensa dels problemes	0,25	2	0,08	2, 5, 6
Examen Final	0,25	2	0,08	2, 4, 5, 8
Lliurament de pràctiques	0,5	4	0,16	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8

Bibliografia

Tot el material de l'assignatura es referenciarà a: <http://cerbero.uab.es>

Els llibres de text bàsics són:

- Craig, J.J. "Introduction to Robotics. Mechanics and Control". Pearson, Prentice Hall. Third Edition. 2005.
- Choset, H., et al. "Principles of Robot Motion". The MIT press. 2005.

Altres referències:

- Siciliano, B, Sciacco, L. et al. "Robotics. Modelling, Planning and Control". Springer. 2010.
- Siciliano, B., Khatib, O. "Handbook of Robotics", Springer. 2008.

Enllaços web d'interès:

- Stanford Artificial Intelligence | Introduction to robotics.
<http://see.stanford.edu/see/courseInfo.aspx?coll=86cc8662-f6e4-43c3-a1be-b30d1d179743>
- Kragic, D., Vicze, M. "Vision for Robotics". *Foundations and Trends in Robotics*: Vol. 1: No. 1, pp 1-78.
<http://dx.doi.org/10.1561/2300000001>
- Project "Robot Planning Tasks and Methods" <http://idm-lab.org/project-f-content.html>
- SLAM for Dummies
<http://ocw.mit.edu/courses/aeronautics-and-astronautics/16-412j-cognitive-robotics-spring-2005/projects/1>
- SceneLib Homepage <http://www.doc.ic.ac.uk/~ajd/Scene/index.html>