

Guia docent

Identificació de l'assignatura

Assignatura / Grup	11765 - Navegació i Modelatge de l'Entorn en Robòtica Mòbil / 1
Titulació	Màster Universitari en Sistemes Intel·ligents
Crèdits	6
Període d'impartició	Primer semestre
Idioma d'impartició	

Professors

Professor/a	Horari d'atenció als alumnes					
	Hora d'inici	Hora de fi	Dia	Data d'inici	Data de fi	Despatx / Edifici
Javier Antich Tobaruela javier.antich@uib.es	15:00	16:00	Dilluns	09/09/2019	20/12/2019	238
	10:30	11:30	Dimarts	17/02/2020	05/06/2020	238
Antonio Burguera Burguera antoni.burguera@uib.es	12:40	13:40	Dimecres	19/02/2020	03/06/2020	Despatx 236

Contextualització

El principal objectiu d'un robot mòbil és el de desplaçar-se entre dos punts de forma ràpida i segura. Per tal d'assolir aquest objectiu és necessari resoldre dos problemes estretament relacionats: el modelat autònom de l'entorn que envolta el robot i la presa de decisions en base al model.

El modelat de l'entorn implica dur a terme dues tasques. D'una banda, s'ha de construir una representació d'allò que envolta el vehicle a mesura que aquest es mou. El resultat d'aquesta representació s'anomena mapa i la tasca que el du a terme es coneix com a construcció de mapes o *mapping*. D'altra banda, el robot també ha de construir una representació d'ell mateix dins del mapa. Aquesta representació habitualment es concentra en l'estimació de la pròpia posició del robot. Aquestes dues tasques estan estretament relacionades: no és possible construir un mapa sense conèixer la posició de qui el construeix, i no és útil determinar la posició del robot si no és en relació a un mapa. Per aquest motiu, és comú que les dues tasques es duguin a terme de forma simultània, definint així el concepte de SLAM (*Simultaneous Localization and Mapping*).

Una vegada disposam d'un model/mapa de l'entorn i coneixem la posició en la qual es troba el robot, podem començar a prendre decisions de *Navegació*. Aquestes decisions han d'aconseguir que el robot es mogui fins al punt destí que s'ha fixat sense que es produeixin col·lisions amb obstacles. Es distingeixen dos tipus d'algorismes de navegació: *locals* i *globals*. Els algorismes de navegació local prenen les seves decisions fent servir únicament la informació que els sensors del robot proporcionen en aquell moment, és a dir, no fan servir cap tipus de model/mapa de l'entorn. Per una altra banda, els algorismes de navegació global prenen les seves decisions raonant damunt un model/mapa de l'entorn; d'aquesta manera, poden prendre millors decisions i poden fer que el robot arribi al seu punt destí més ràpidament.

En aquesta assignatura es descriuran tots aquests conceptes i es plantejaran les solucions que permeten a un robot mòbil operar de forma autònoma, sempre des d'un punt de vista pràctic.

L'assignatura serà impartida per:

* **Dr. Javier Antich Tobaruela:** Ha impartit en nombroses ocasions docència sobre l'estructura dels computadors, informàtica industrial i robòtica mòbil tant a nivell de grau com a nivell de màster. També ha

Guia docent

dirigit diversos projectes de final de carrera i treballs de final de grau sobre aquestes temàtiques. Les seves línies de recerca es centren en el desenvolupament de nous algorismes per a la navegació de robots mòbils tant en entorns terrestres com submarins com aeris emprant sensors d'ultrasons i laser. Ha participat com a investigador en diversos projectes nacionals i europeus finançats a través de convocatòries competitives, tots ells relacionats amb robòtica mòbil.

* **Dr. Antoni Burguera Burguera:** Ha impartit en nombroses ocasions docència sobre automatització industrial, robòtica mòbil, mètodes d'estimació probabilística i aprenentatge automàtic tant a nivell de grau com a nivell de màster. També ha dirigit diversos projectes de final de carrera, treballs de final de grau i treballs de final de màster sobre aquestes temàtiques. Les seves línies de recerca es centren en aspectes de localització, construcció de mapes i SLAM tant en entorns terrestres com submarins emprant sensors acústics i visuals. Ha participat, com a investigador i com a investigador principal, en varis projectes nacionals i europeus finançats a través de convocatòries competitives, tots ells relacionats amb robòtica mòbil.

Requisits

Recomanables

És recomanable tenir coneixements de programació C/C++, Python i Matlab, així com de l'entorn de programació ROS (Robot Operating System) i de biblioteques com OpenCV, skimage, ... Es facilitarà material complementari a aquells estudiants que no disposin d'aquests coneixements.

Competències

Específiques

- * RMO1 - Capacitat per a comprendre els principis bàsics de funcionament de les diferents tecnologies de robòtica mòbil (maquinari i programari) existents avui en dia.
- * RMO2 - Capacitat per a determinar si, en una aplicació concreta, adquirir un cert grau d'automatització (mitjançant robots) suposa un benefici.
- * RMO3 - Capacitat per a identificar les tecnologies de robòtica mòbil més adients per a una determinada aplicació.
- * RMO4 - Capacitat per a integrar les tecnologies de robòtica mòbil més adequades per a una determinada aplicació.

Genèriques

- * CE1 - Capacitat per a analitzar les necessitats d'informació que es plantegen en un entorn en el context de sistemes intel·ligents.
- * CE2 - Capacitat per a dur a terme el procés de disseny d'un sistema automàtic d'adquisició d'informació en l'àmbit dels sistemes intel·ligents.
- * CE3 - Capacitat de modelització, simulació i interpretació de resultats en l'àmbit dels sistemes intel·ligents.
- * CE4 - Capacitat per a aplicar mètodes matemàtics i estadístics per tal de dissenyar aplicacions i serveis en l'àmbit dels sistemes intel·ligents.

Transversals

- * Es poden consultar les competències bàsiques que l'estudiant ha d'haver adquirit en finalitzar el màster a la següent adreça: http://estudis.uib.cat/es/master/comp_basiques/

Guia docent

Bàsiques

- * Podeu consultar les competències bàsiques que l'estudiant ha d'haver assolit en acabar el màster a l'adreça següent: http://estudis.uib.cat/master/comp_basiques/

Continguts

Continguts temàtics

T1. Localització i construcció de mapes

En aquest tema es treballaran els conceptes bàsics de localització i construcció de mapes, tant pel que fa a la sensorització necessària com als algorismes més rellevants.

T2. SLAM

En aquest tema es presentarà el concepte de SLAM (*Simultaneous Localization and Mapping*) fent èmfasi en les distintes representacions i tècniques de fusió sensorial i optimització de trajectòries.

T3. Navegació

En aquest tema veurem diferents solucions a l'anomenat *Problema de Navegació*. Més concretament, presentarem dos tipus d'algorismes, locals i globals, que tenen per objectiu moure a un robot de forma autònoma des d'una determinada posició inicial a una determinada posició final evitant qualsevol obstacle que pugui trobar en el seu camí.

Metodologia docent

El contingut teòric s'exposarà tant a les classes presencials de teoria, basades en les notes de classe a disposició dels alumnes, com en textos de referència als quals l'alumne tindrà accés a través de la biblioteca. Els conceptes teòrics presentats seran aplicats a la resolució de problemes o pràctiques, tant durant les classes teòriques (quan sigui adient) com en classes específiques de problemes o en tutories de grup reduït o individual.

L'alumne resoldrà problemes o pràctiques senzilles per tal de reforçar els conceptes i tècniques vistes a classe. Així mateix, per tal d'aprofundir en aquestes tècniques, es proposaran problemes i pràctiques de complexitat lleugerament superior. El seguiment d'aquesta feina es durà a terme tant en classe com mitjançant tutories a les quals, en grup reduït o de manera individual, es procedirà a la discussió i intercanvi d'informació entre alumnes i professor. Aquest tipus d'activitat pot dur associada l'exposició oral de treballs per part dels alumnes.

Amb el propòsit d'afavorir l'autonomia i el treball personal de l'alumne, l'assignatura forma part del projecte Aula Digital. Aquest projecte incorpora l'ús d'eines telemàtiques per aconseguir un ensenyament universitari flexible i a distància. D'aquesta manera l'alumne disposarà de documents electrònics i enllaços relacionats amb els continguts de l'assignatura, així com enunciats de problemes i pràctiques.

Activitats de treball presencial (1,92 crèdits, 48 hores)

Modalitat	Nom	Tip. agr.	Descripció	Hores
Classes teòriques	Classes magistrals	Grup gran (G)	Mitjançant el mètode expositiu el professor establirà els fonaments teòrics i pràctics dels diferents aspectes tractats	24

Guia docent

Modalitat	Nom	Tip. agr.	Descripció	Hores
			a les unitats didàctiques que componen l'assignatura. Les classes teòriques consistiran en sessions que podran alternar l'exposició de continguts amb la resolució de problemes o pràctiques.	
Seminaris i tallers	Seminaris i tallers	Grup mitjà (M)	Aquesta activitat s'implementarà en forma de sessions monogràfiques supervisades amb participació compartida.	2
Classes pràctiques	Classes pràctiques (a l'aula o a laboratori específic)	Grup mitjà (M)	Els alumnes s'organitzaran en grups de pràctiques de major o menor grandària (depenent dels llocs de treball disponibles) o bé individualment depenent del nombre d'alumnes matriculats. Mitjançant el mètode d'aprenentatge basat en problemes els alumnes hauran de resoldre un conjunt de problemes o pràctiques. L'objectiu és el de facilitar la comprensió dels conceptes teòrics vistos a classe així com introduir a l'alumnat en els aspectes pràctics del disseny i la implementació de les tècniques analitzades a classe. Aquestes activitats es duran a terme a classe o a un laboratori habilitat per a aquest efecte.	22
Avaluació	Treballs i projectes (I)	Grup petit (P)	Al llarg del període lectiu de l'assignatura l'alumne durà a terme distintes activitats relacionades amb el disseny i la implementació d'algorismes de localització, construcció de mapes i SLAM. S'utilitzaran conjunts de dades pregravades (<i>datasets</i>). L'avaluació d'aquestes activitats permetrà valorar si l'alumne ha comprès tant la teoria com els aspectes pràctics relacionats amb els procediments i tècniques vistes a classe.	0
Avaluació	Treballs i projectes (II)	Grup petit (P)	Al llarg del període lectiu de l'assignatura l'alumne durà a terme distintes activitats relacionades amb el disseny i la implementació d'algorismes de navegació. S'utilitzaran tant dades simulades com, si és possible, robots reals. L'avaluació d'aquestes activitats permetrà valorar si l'alumne ha comprès tant la teoria com els aspectes pràctics relacionats amb els procediments i tècniques vistes a classe.	0

A començament del semestre hi haurà a disposició dels estudiants el cronograma de l'assignatura a través de la plataforma UIBdigital. Aquest cronograma inclourà almenys les dates en què es faran les proves d'avaluació contínua i les dates de lliurament dels treballs. A més, el professor o la professora informará els estudiants si el pla de treball de l'assignatura es durà a terme a través del cronograma o per una altra via, inclosa la plataforma Aula digital.

Activitats de treball no presencial (4,08 crèdits, 102 hores)

Modalitat	Nom	Descripció	Hores
Estudi i treball autònom individual	Estudi per a assimilar la teoria exposada a classe i resolució d'exercicis i problemes	Cada alumne haurà de dedicar un cert temps personal a assimilar els continguts teòrics impartits pel professor a les classes magistrals i a resoldre els exercicis i problemes proposats a les unitats didàctiques. Part d'aquests problemes o pràctiques seran resolts pel professor o pels alumnes a classe.	75
Estudi i treball autònom individual	Tutories	Aquesta activitat implementa una relació personalitzada d'ajuda a la qual un professor atén, facilita i orienta a un o varis estudiants en el procés formatiu.	2

Guia docent

Modalitat	Nom	Descripció	Hores
Estudi i treball autònom individual o en grup	Informes / memòries de pràctiques (I)	Cada grup de pràctiques haurà de dedicar cert temps addicional fora de classe a resoldre els problemes i pràctiques proposats relacionats amb localització, construcció de mapes i SLAM. La solució proporcionada per a cada grup als problemes i pràctiques que s'indiquin haurà d'esser entregada per a la seva posterior avaluació per part del professor.	12.5
Estudi i treball autònom individual o en grup	Informes / memòries de pràctiques (II)	Cada grup de pràctiques haurà de dedicar cert temps addicional fora de classe a resoldre els problemes i pràctiques proposats relacionats amb navegació de robots mòbils. La solució proporcionada per a cada grup als problemes i pràctiques que s'indiquin haurà d'esser entregada per a la seva posterior avaluació per part del professor.	12.5

Riscs específics i mesures de protecció

Les activitats d'aprenentatge d'aquesta assignatura no comporten riscos específics per a la seguretat i salut dels alumnes i, per tant, no cal adoptar mesures de protecció especials.

Avaluació de l'aprenentatge dels estudiants

L'assignatura contempla un únic itinerari avaluatiu ("A"). Els alumnes es comprometen a realitzar totes les activitats incloses en aquest itinerari.

L'alumne obtindrà una qualificació numèrica entre 0 i 10 per a cada activitat avaluable. Aquesta serà ponderada segons el seu pes per tal d'obtenir la qualificació global de l'assignatura.

Per tal de superar l'assignatura, l'alumne s'ha de presentar a totes les activitats avaluables, obtenir un mínim de 4 punts a cada una d'elles i una nota global igual o superior a 5 punts.

Pel que fa al període de recuperació, aquell alumne que no hagi superat alguna de les activitats podrà intentar la seva recuperació mitjançant la corresponent activitat de recuperació.

Pel que fa a la qualificació de No presentat, el Capítol IV, Article 34, Punt 2 del Reglament Acadèmic indica que 'es considera que un estudiant és "no presentat" quan hagi realitzat o lliurat un terç o menys de les activitats d'avaluació previstes a la guia docent'. En el cas d'aquesta assignatura, es considerarà Presentat a tot alumne que entregui dues o més activitats avaluables. Cal tenir present que cada activitat "Treballs i Projectes" està relacionada amb una "Informes/memòries de pràctiques". Per tant, l'entrega d'un treball/pràctica i el corresponent informe ja impedeix la qualificació de No Presentat.

Frau en elements d'avaluació

D'acord amb l'article 33 del Reglament acadèmic, "amb independència del procediment disciplinari que es pugui seguir contra l'estudiant infractor, la realització demostradorament fraudulenta d'algun dels elements d'avaluació inclosos en guies docents de les assignatures comportarà, a criteri del professor, una menysvaloració en la seva qualificació que pot suposar la qualificació de «suspens 0» a l'avaluació anual de l'assignatura".

Guia docent

Treballs i projectes (I)

Modalitat	Avaluació
Tècnica	Treballs i projectes (recuperable)
Descripció	Al llarg del període lectiu de l'assignatura l'alumne durà a terme distintes activitats relacionades amb el disseny i la implementació d'algorismes de localització, construcció de mapes i SLAM. S'utilitzaran conjunts de dades pregravades (datasets). L'avaluació d'aquestes activitats permetrà valorar si l'alumne ha comprès tant la teoria com els aspectes pràctics relacionats amb els procediments i tècniques vistes a classe.
Criteris d'avaluació	Correcció de la solució proporcionada a l'activitat avaluable relacionada amb localització, construcció de mapes i SLAM. Aquells treballs que, a judici del professor, presentin una similitud gran amb un altre treball o amb projectes provinents d'altres fonts es consideraran còpia i s'avaluaran amb zero punts, sense detriment de que es puguin prendre altres mesures acadèmiques o administratives.

Percentatge de la qualificació final: 30% amb qualificació mínima 4

Treballs i projectes (II)

Modalitat	Avaluació
Tècnica	Treballs i projectes (recuperable)
Descripció	Al llarg del període lectiu de l'assignatura l'alumne durà a terme distintes activitats relacionades amb el disseny i la implementació d'algorismes de navegació. S'utilitzaran tant dades simulades com, si és possible, robots reals. L'avaluació d'aquestes activitats permetrà valorar si l'alumne ha comprès tant la teoria com els aspectes pràctics relacionats amb els procediments i tècniques vistes a classe.
Criteris d'avaluació	Correcció de la solució proporcionada a l'activitat avaluable relacionada amb navegació. Aquells treballs que, a judici del professor, presentin una similitud gran amb un altre treball o amb projectes provinents d'altres fonts es consideraran còpia i s'avaluaran amb zero punts, sense detriment de que es puguin prendre altres mesures acadèmiques o administratives.

Percentatge de la qualificació final: 30% amb qualificació mínima 4

Informes / memòries de pràctiques (I)

Modalitat	Estudi i treball autònom individual o en grup
Tècnica	Informes o memòries de pràctiques (recuperable)
Descripció	Cada grup de pràctiques haurà de dedicar cert temps addicional fora de classe a resoldre els problemes i pràctiques proposats relacionats amb localització, construcció de mapes i SLAM. La solució proporcionada per a cada grup als problemes i pràctiques que s'indiquin haurà d'esser entregada per a la seva posterior avaluació per part del professor.
Criteris d'avaluació	* Correcció i completitud dels resultats inclosos a l'informe. * Legibilitat del codi font del programa, si escau. * Completitud, claredat i ordre en l'exposició de l'informe descriptiu. * Correcció ortogràfica i gramatical de l'informe descriptiu. * Aquells informes que, a judici del professor, presentin una similitud gran amb un altre informe o amb textos d'altres fonts es consideraran còpia i s'avaluaran amb zero punts, sense detriment de que es puguin prendre altres mesures acadèmiques o administratives.

Percentatge de la qualificació final: 20% amb qualificació mínima 4

Guia docent

Informes / memòries de pràctiques (II)

Modalitat	Estudi i treball autònom individual o en grup
Tècnica	Informes o memòries de pràctiques (recuperable)
Descripció	Cada grup de pràctiques haurà de dedicar cert temps addicional fora de classe a resoldre els problemes i pràctiques proposats relacionats amb navegació de robots mòbils. La solució proporcionada per a cada grup als problemes i pràctiques que s'indiquin haurà d'esser entregada per a la seva posterior avaluació per part del professor.
Criteris d'avaluació	<ul style="list-style-type: none">* Correcció i completitud dels resultats inclosos a l'informe.* Legibilitat del codi font del programa, si escau.* Completitud, claredat i ordre en l'exposició de l'informe descriptiu.* Correcció ortogràfica i gramatical de l'informe descriptiu.* Aquells informes que, a judici del professor, presentin una similitud gran amb un altre informe o amb textos d'altres fonts es consideraran còpia i s'avaluaran amb zero punts, sense detriment de que es puguin prendre altres mesures acadèmiques o administratives.

Percentatge de la qualificació final: 20% amb qualificació mínima 4

Recursos, bibliografia i documentació complementària

Bibliografia bàsica

Thrun S. and Burgard W. and Fox D. "Probabilistic Robotics". MIT Press 2005
Howie Choset, Kevin M. Lynch, Seth Hutchinson, George A. Kantor, Wolfram Burgard, Lydia E. Kavraki and Sebastian Thrun. "Principles of Robot Motion: Theory, Algorithms, and Implementations". MIT Press, 2005

Bibliografia complementària

Steven M. LaValle. "Planning Algorithms". Cambridge University Press, 2006 (accessible des de <http://planning.cs.uiuc.edu/>)

