Autonoma farkoster - planering, reglering och lärande system

Programkurs

6 hp

Autonomous Vehicles - Planning, Control, and Learning Systems

TSFS12

Gäller från: 2021 VT

Fastställd av
Programnämnden för elektroteknik, fysik och matematik, EF

Fastställandedatum
2020-09-29

Huvudområde
Datateknik, Elektroteknik

Utbildningsnivå
Avancerad nivå

Fördjupningsnivå
A1X

Kursen ges för
- Civilingenjörsprogram i datateknik
- Civilingenjörsprogram i informationsteknologi
- Civilingenjör i datateknik
- Civilingenjör i industriell ekonomi - internationell
- Civilingenjör i industriell ekonomi
- Civilingenjör i informationsteknologi
- Civilingenjör i mjukvaruteknik
- Civilingenjör i maskinteknik
- Civilingenjör i teknisk fysik och elektroteknik - internationell
- Civilingenjör i teknisk fysik och elektroteknik

Rekommenderade förkunskaper
Reglerteknik, grundläggande mekanik och programmering

Lärandemål

Att ge en teoretisk, teknisk och praktisk grund för hur planering och reglering för autonoma farkoster kan realiseras i komplexa scenarier. Det övergripande målet är förståelse för hur metoder från olika fält kan samverka och integreras för att tillämpas på autonoma farkoster.

Efter genomförd kurs skall studenten kunna

- förklara och identifiera möjligheter och svårigheter med autonoma farkoster i samhället.
- beskriva, använda, och värdera vanliga systemarkitekturer för autonoma farkoster.
- välja nödvändig instrumentering och förklara hur olika komponenter används samt hur dessa samverkar inom planering, reglering, kartering, perception och andra centrala delar av en autonom farkost.
- beskriva och jämföra moderna algoritmer för rörelseplanering och reglering av farkoster med kinematiska och dynamiska begränsningar samt att kunna motivera val av metod i ett specifikt scenario.
- beskriva och föreslå strategier för hur robusthet i systemen kan uppnås genom återkoppling samt kunna tillämpa optimal styrning och modellprediktiv reglering för autonoma farkoster.
- förklara och utvärdera interaktionen mellan rörelseplanering och reglering av en autonom farkost.
- identifiera hur lärande kan användas för en autonom farkost.
- implementera enklare regulatorer och planerare för system av samarbetande autonoma farkoster.
- implementera funktioner på existerande hårdvaruplattform med hjälp av tillgängliga kodbibliotek för att lösa problem för autonoma farkoster i labbmiljö.
- beskriva delar av den senaste forskningen inom fältet samt kunna läsa och tillgodogöra sig ny metodik som presenteras i vetenskapliga artiklar.

Kursinnehåll

- Introduktion till autonoma system och farkoster; identifiering av möjligheter och svårigheter.
- Vanliga systemarkitekturer för autonomt beslutsfattande, maskininlärning, planering och reglering.
- Dynamiska modeller för planering och styrning av autonoma farkoster.
- Grundläggande planeringsalgoritmer i grafer och träd för rörelser hos enkla robotar.
- Avancerade algoritmer för rörelseplanering för icke-holonoma farkoster beskrivna av dynamiska rörelseekvationer med differentiella bivillkor.
- Introduktion till och användande av metoder för lokalisering och kartering för autonoma farkoster.
- Reglering av autonoma farkoster; vägföljning, modell-prediktiv reglering (MPC) och reglering av banhastighet.
- Lärande system inom autonoma farkoster: reinforcement learning, maskininlärning medelst djupa neurala nätverk och Markov-beslutsprocesser (MDP).
- Samarbetande autonoma farkoster, inklusive markfordon och flygande farkoster, samt erforderlig kommunikation.

Undervisnings- och arbetsformer

Kursen består av föreläsningar, lektioner, inlämningsuppgifter, samt avslutande projekt.

Examination

UPG2	Inlämningsuppgift för högre betyg	0 hp	U, 3, 4, 5
PROJ	Projekt	2 hp	U, G
UPG1	Inlämningsuppgifter	4 hp	U, 3, 4, 5

För godkänd kurs med betyget 3, fordras att studenten:

- Slutför de fem obligatoriska inlämningsuppgifterna och presenterar dem i antingen muntlig eller skriftlig form (examinationsformen varierar mellan de olika uppgifterna).
- Slutför ett avslutande projekt, typiskt innehållande experiment på en hårdvaruplattform, och presenterar det i form av en muntlig presentation och i form av en kort skriftlig rapport.

För att erhålla betyg 4 eller 5, fordras att studenten utöver det som krävs för betyg 3:

- Slutför ytterligare mindre inlämningsuppgifter som breddar kursens innehåll i någon del eller går djupare in på utvalda teoretiska frågeställningar i kursen.

Betygsskala
Fyrgradig skala, LiU, U, 3, 4, 5

Övrig information

Om undervisnings- och examinationsspråk

Undervisningsspråk visas på respektive kurstillfälle på fliken "Översikt". Examinationsspråk relaterar till undervisningsspråk enligt nedan:

- Om undervisningsspråk är Svenska ges kursen i sin helhet eller till stora delar på svenska. Observera att även om undervisningsspråk är svenska kan delar av kursen ges på engelska. Examinationsspråk är svenska.
- Om undervisningsspråk är Svenska/Engelska kan kursen i sin helhet ges på engelska vid behov. Examinationsspråk är svenska eller engelska.
- Om undervisningsspråk är Engelska ges kursen i sin helhet på engelska. Examinationsspråk är engelska.

Övrigt

Kursen bedrivs på ett sådant sätt att både mäns och kvinnors erfarenhet och kunskaper synliggörs och utvecklas.

Planering och genomförande av kurs skall utgå från kursplanens formuleringar. Den kursvärdering som ingår i kursen skall därför genomföras med kursplanen som utgångspunkt.

Institution
Institutionen för systemteknik

Studierektor eller motsvarande
Johan Löfberg

Examinator
Erik Frisk

Kurshemsida och andra länkar
http://www.fs.isy.liu.se/Edu/Courses/TSFS12

Undervisningstid
Preliminär schemalagd tid: 40 h
Rekommenderad självstudietid: 120 h

Kurslitteratur

Böcker

LaValle, S.M., (2006) *Planning Algorithms,* Cambridge University Press.
Siciliano, Bruno, Khatib, Oussama, (2016) *Handbook of Robotics* Springer
ISBN: 9783319325507
Sutton, R. S., and Barto, A. G, (2018) *Reinforcement Learning: An Introduction,* 2nd Ed. Cambridge, MA: MIT Press.

Artiklar

Paden, B., Cap, M., Yong, S. Z., Yershov, D., and Frazzoli, E., A survey of motion planning and control techniques for self-driving urban vehicles, *IEEE Trans. Intell. Vehicles* 1:1 (2016) 33–55.

Övrigt

Kurslitteraturen består av bokkapitel, vetenskapliga artiklar i tidskrifter och konferenser i fältet, samt kursmanuskript. Ovanstående böcker och artiklar utgör en delmängd av den litteratur som kommer att användas i kursen. En komplett litteraturlista kommer att finnas tillgänglig via kursens hemsida.