

Repülőgép flexibilis szárnyalak becslés Extended Kalman-szűrő, illetve mesterséges intelligencia alapú KalmanNet implementációja által

t.v.: Luspay tamás, tud. főmunkatárs, SZTAKI, tluspay@sztaki.hu

A kutatási feladat célja a FLiPASED H2020 projekt keretében egy 7 m-es kísérleti repülőgépen gyűjtött szenzor adatokat és a fedélzeti kamera képén alapuló szárny deformáció méréseit összehangolni a hagyományos és gépi tanulás alapú becslő módszerekkel.

A szárny alakbecslésére létrehozott KalmanNet a hagyományos Kalman-szűrő és egy rekurrens neurális háló ötvöze, olyan értelemben, hogy a szűrő predikció lépése változatlanul kerül alkalmazásra, azonban az aktualizáció során a Kalman-erősítést egy neurális háló tanulja és állítja elő ezzel biztosítva, hogy nemlineáris, zajos, vagy részlegesen ismert modellek esetében is jó minőségű állapotbecslés adódjon.

A hallgató feladata együttműködni a KalmanNet tanítást végző és a repülési tesztek végző kollégákkal a már meglévő algoritmusok szimulációs környezeti futtatását átültetni valós repülési adatokra épülő tesztekre és ezáltal visszajelzést adni az algoritmusok teljesítményéről.

Terepi navigáció és pályatervezés a Clearpath Robotics Husky AGV számára ROS környezetben

t.v.: Vanek Bálint, tud. főmunkatárs, SZTAKI, vanek@sztaki.hu

A kutatási feladat célja autonóm terepi (off-road) járművek által bejárható útvonal megtervezése és irányítási komponenseinek fedélzeti implementációja úgy, hogy a földi jármű a saját térkép adatbázisát egy pilóta nélküli légi jármű segítségével közösen építi. Az összehangolt, közös térképezés célja a földi és légi platformok által látható foglaltsági háló (occupancy grid) közös építése. Az AGV irányítási feladat megoldása igényli az autonóm járműirányítások tervezési megoldásaiban való elmélyülést, egyes pályatervezési technikák megismerését és alkalmazását a jármű kötöttségeit figyelembe vevő lehetséges útvonalak vonatkozásában. Módszertani szempontból nem kizárólagos, de preferált a Model Predictive Control algoritmusokkal támogatott robusztus irányítástervezési megoldások alkalmazása, igazodva a SZTAKI laborkörnyezetéhez. Az irányítási feladat a SZTAKI kültéri demonstrációs platformján a Clearpath Robotics Husky AGV-n ROS környezetben valósítható meg.

Nagy pontosságú távérzékelési előfeldolgozásra képes drón fedélzeti rendszer fejlesztése

t.v.: Vanek Bálint, tud. főmunkatárs, SZTAKI, vanek@sztaki.hu

A kutatási feladat célja autonóm légi járművek fedélzetén keletkező képi információk pontos georeferálása és annak fedélzeti rendszeren közel valós idejű implementációja. A cél, hogy a hidrogén meghajtású távérzékelő drónok több órás küldetése közben a fedélzeten keletkező fényképeket precíz GPS koordinátákkal és orientációval lássuk el. Amennyiben a fedélzeti számítógép végezi el a képek georeferálását, úgy már repülés közben is továbbíthatóak a légifotók további utófeldolgozás számára, ezzel jelentősen rövidítve a képek készítése és azok

felhasználása között eltelt időt. A feladat ellátásához szükséges, a project során elsajátítandó ismeretek az alábbiak:

- RTK GPS rendszerek ismerete
- Inerciális szenzorok és szenzorfüziós (Kalman filter) módszerek ismerete
- Beágyazott számítógépes és ROS programozási ismeretek

A feladat elvégzése a SZTAKI pilóta nélküli repülőgépes avionikai platformján valósítható meg. A sikeres laboratóriumi tesztek után a rendszer terepi teszthez is sor kerül, a project folytatásaként.

Autonóm földi járművek kooperatív irányítása a forgalmi környezet figyelmebe vételével

t.v.: Németh Balázs, tud. főmunkatárs, SZTAKI, balazs.nemeth@sztaki.hu

A kutatási feladat célja autonóm földi járművek egyes irányítási komponenseinek tervezése úgy, hogy az egyes járművek egymás közötti mozgása összehangoltan valósuljon meg. Az összehangolás célja a forgalmi környezethez való alkalmazkodás, annak pozitív befolyásolása, például városi környezetben a torlódások kialakulásának megakadályozása, vagy hatásának csökkentése. Az irányítási feladat megoldása igényli az autonóm járműirányítások tervezési megoldásaiban való elmélyülést, egyes kooperatív irányítási technikák megismerését és alkalmazását a jármű-közlekedési feladat vonatkozásában. Módszertani szempontból nem kizárólagos, de preferált a gépi tanulási algoritmusokkal támogatott robusztus irányítástervezési megoldások alkalmazása, igazodva a SZTAKI laboratóriumához. Az irányítási feladat a SZTAKI beltéri demonstrációs platformján kisméretű robotjárműveken, illetve SUMO közlekedésmodellezési környezetben valósítható meg.

Autonóm járművek irányítástervezésének támogatása cloud segítségével

t.v.: Németh Balázs, tud. főmunkatárs, SZTAKI, balazs.nemeth@sztaki.hu

Autonóm járművek irányításának hatékonnyá tételéhez a járműtől és a környezettől (környező járművek adatai, forgalmi információk, infrastruktúra, emberi szereplők stb.) érkező minél több információ feldolgozása szükséges. Tekintetbe véve, hogy ezek tárolása, feldolgozása és a járműirányításba való beépítése nagy erőforrást igényel, célszerű ezeket a műveleteket járműhöz kapcsolt felhőben elvégezni. Ez egyúttal lehetővé teszi a feldolgozás során nyert járműcentrikus információk megosztását is a flottában lévő további autonóm járművekkel. Az irányítástervezés keretében a SZTAKI-ban hierarchikus megoldások kerültek kidolgozásra és beltéri demonstrációs platformon, illetve az ELKH Cloud-on implementálásra. A kutatási feladat célja az alkalmazott hierarchikus irányítási megoldások kiterjesztése úgy, hogy a cloud-ban előállt információ segítségével az egyedi járművek mozgása összehangolható legyen egy közös cél szerint. A feladat megoldása cloud-on implementálható gépi tanulási algoritmusok ismeretét, azokban való elmélyülést igényel, különösen is a megerősítéses tanulás vonatkozásában. A kidolgozott megoldás hatékonysága a kutatómunka során az említett robotjármű-cloud platformon vizsgálható.

Automated self-exploration of flight-dynamics for quadcopters

t.v.: Tóth Roland, tud. főmunkatárs, SZTAKI, roland.toth@sztaki.hu

Small scale unmanned flight vehicles are becoming increasingly wide spread in many application areas from entertainment to collaborative robotics. The flight controller that is responsible for the overall motion control of the vehicle is required to provide safe and reliable flying behaviour under rapidly changing environmental conditions (e.g., wind dynamics, turbulence, drag etc.) or substantial changes in vehicle conditions (e.g., load changes in case of transportation, mission specific load-outs and mods). To avoid deterioration of manoeuvrability by overly robust flight control design, hence there is an important need for quick and reliable self exploration by the vehicle of its own flight dynamics based on flight-data and dedicated calibration movements and re-adjusting the overall flight controller that depends on the vehicle dynamics. The project aims to develop and implement various methodologies to achieve this objective and study their characteristics on Crazyflie 2.1 nano-copters in the AIemotion Lab of SZTAKI.

Kvadrokopterek repülési dinamikájának automatizált tanulása

A kisméretű pilóta nélküli repülő járművek egyre szélesebb körben terjednek el számos alkalmazási területen a szórakoztatástól a kollaboratív robotikáig. A jármű általános mozgásszabályozásáért felelős repülésirányítási rendszernek biztonságos és megbízható repülési viselkedést kell biztosítania gyorsan változó környezeti feltételek (pl. széldinamika, turbulencia, légellenállás stb.) vagy a jármű körülményeinek jelentős változásai (pl. terhelés változása szállítás során, küldetésspecifikus rakomány és felszereltség változásai). A manőverezőképeség túlságosan robusztus repülésirányítási tervezés miatti romlásának elkerülése érdekében fontos szükség van arra, hogy a jármű gyorsan és megbízhatóan feltárja saját repülési dinamikáját repülési adatok és célzott kalibrációs mozgások alapján és ez által biztosítsa a repülésirányító rendszer újrahangolását. A projekt célja különböző módszerek kidolgozása és implementálása erre a célra, és ezek tulajdonságainak vizsgálata Crazyflie 2.1 nanokoptereken a SZTAKI AIemotion laborjában.

Learning based motion planning for robotic arms

t.v.: Tóth Roland, tud. főmunkatárs, SZTAKI, roland.toth@sztaki.hu

In industrial environments, there is a high-need for rapid and safe motion planning for robotic arms under high-number of obstacles and varying tasks. Besides of avoiding self collisions, unwanted interaction with the environment and violating mechanical limits, the corresponding motion planning is expected to also provide time or energy optimal movement of the arm. Furthermore, in collaborative tasks, motion planning is required to be accomplished in a dynamic environment with known or estimated movement trajectories of obstacles. Although there are many optimisation based solutions for the underlying planning problem, their real-time application in these problems quickly runs into computational limitations. Hence, an appealing

alternative is to employ artificial intelligence-based methods in terms of supervised-learning or reinforcement learning based motion polices that based on visual information (i.e., 3D occupancy map) about the environment can suggest nearly optimal motion plans which can be quickly refined by traditional optimisation in a few iteration. The objective of this project is to study existing solutions, implement them with further improvements on the Quanser Qarm robotic manipulator in in the AIemotion Lab of SZTAKI.

Tanulás alapú mozgástervezés robotkarokhoz

Ipari környezetben nagy szükség van a robotkarok gyors és biztonságos mozgástervezésére nagyszámú akadály és változó feladatok mellett. A mozgástervezésnek az önütközés, a környezettel való nem kívánt interakció és a mechanikai határok megsértésének elkerülése mellett a kar idő- vagy energiaoptimális mozgását is biztosítani kell. Továbbá a kollaboratív feladatoknál, a mozgástervezést dinamikus környezetben kell megvalósítani, az akadályok ismert vagy becsült mozgási pályáival. Bár számos optimalizálási alapú megoldás létezik az így előálló tervezési problémákra, ezek valós idejű alkalmazása gyorsan számítási korlátokba ütközik az akadályok számának növekedésével. Ezért vonzó alternatíva a mesterséges intelligencia alapú módszerek alkalmazása ellenőrzött tanulás tanulás vagy megerősített tanuláson alapuló mozgás-politik tekintetében, amelyek a környezetről szóló vizuális információk (pl. 3D-s foglaltsági térkép) alapján közel optimális mozgásterveket javasolhatnak. Ezen pálya javaslatok hagyományos optimalizálással néhány iterációban tovább finomíthatóak. A projekt célja a meglévő megoldások tanulmányozása, megvalósítása és további fejlesztése a Quanser Qarm robotmanipulátoron a SZTAKI AIemotion Labjában.

Learning based epidemic modeling

t.v.: Péni Tamás, tud. főmunkatárs, SZTAKI, tamas.peni@sztaki.hu

The COVID-19 epidemic has been making our daily lives difficult for two years. It has harmful effects not only on health, but on social life, economy as well. Control theory can help to decrease these effects by developing accurate dynamical models to describe the spread of the virus. These models can be applied to predict the future course of the epidemic and to design effective management strategies that make optimal use of available interventions (vaccination, social distancing, testing, etc.). The aim of the MSc project is to learn the methodology of system identification and epidemic modeling and to create models from measurement data specifically for analysis and control of COVID-19 pandemic. In order to extend the models to larger scale (multi-region, multi-age), machine learning based system identification methods are involved that are able to cope with the increased complexity and large data sets.

Járványmodellezés gépi tanulóval

A COVID-19 világjárvány közel két éve nehezíti életünket. Káros hatása nemcsak az egészségre, de a szociális életre és a gazdaságra is kiterjed. Ezen hatások csökkentéséhez a rendszerelmélet úgy tud hozzájárulni, hogy pontos matematikai (dinamikus) modelleket hoz létre, amelyek

leírják a vírusterjedés folyamatát. Ezen modellekkel egyrészt prediktálható a járvány jövőbeli lefolyása, másrészt alkalmasak arra, hogy megfelelő, a rendelkezésre álló beavatkozási eszközöket (szociális korlátozások, oltás, tesztelés, stb.) optimálisan felhasználó stratégiákat tervezzünk a járvány féken tartására. Az MSc projekt célja a járványmodellek valamint a rendszeridentifikáció módszertanának alaposabb megismerése, majd ezen ismeretekre épülve, mérési adatok felhasználásával különböző komplexitású modellek létrehozása a COVID-19 járvány lefolyásának vizsgálatára és beavatkozási stratégiák tervezésére. Annak érdekében, hogy részletesebb, több hatást figyelembe vevő modelleket (földrajzi régiókra, illetve korcsoportokra bontott modellek) hozzunk létre, gépi tanulásra épülő identifikációs eljárásokat is felhasználunk, mert ezek képesek megbirkózni a megnövekedett komplexitással és a nagy adatmennyiséggel.

Pilóta nélküli repülőgépek fedélzeti szoftvereinek összehangolt tesztelését lehetővé tevő módszer kidolgozása

t.v.: Tóth Szabolcs, fejlesztő, SZTAKI, szabolcs.toth@sztaki.hu

A SZTAKI Rendszer és Irányításelméleti Kutatólaboratóriumának avionikai fejlesztőcsapata mind nemzetközi, mind hazai kutatás-fejlesztési projekteknél fejleszt fedélzeti elektronika és telemetria rendszereket pilóta nélküli repülőgépekhez. Legtöbb esetben egy új funkció fejlesztése több szoftver változását is magában foglalja és ilyenkor a teljes rendszer tesztelése szükséges. A két telemetriaszoftver és a fedélzeti számítógépen egyszerre futó 4-5 beágyazott szoftver együttes tesztelése nagy kihívás a fejlesztést végző csapat számára. A tesztek Hardware-in-the-Loop környezetben végezzük, ahol a fedélzeti számítógép egy nagy teljesítményű célszámítógépre van kötve, ami szimulálja a repülőgép viselkedését. A hallgató feladata, hogy megismerje a beágyazott szoftverek és a telemetriaszoftverek alapvető működését, valamint a HIL tesztkörnyezetet, majd ezek alapján egységes metódust dolgozzon ki a tesztek elvégzésére és azok dokumentálására és amennyire lehetséges, automatizálja azt a HIL MatLab Simulink-ben implementált rendszerében.

Pilóta nélküli repülőgép fedélzeti számítógépéhez tartozó modul hardverének újratervezése

t.v.: Tóth Szabolcs, fejlesztő, SZTAKI, szabolcs.toth@sztaki.hu

A SZTAKI Rendszer és Irányításelméleti Kutatólaboratóriumának avionikai fejlesztőcsapata mind nemzetközi, mind hazai kutatás-fejlesztési projekteknél fejleszt fedélzeti elektronika és telemetria rendszereket pilóta nélküli repülőgépekhez. A változó igényekhez igazodva előfordul, hogy a fedélzeti elektronika egyes elemei újratervezést igényelnek. Egy hardver megtervezése a jelenlegi alkatrészpiaci viszonyok között különösen nagy kihívást jelent. A hallgató feladata, hogy megismerje a fedélzeti elektronikai rendszerünket és annak hardveres terveit, amik KiCad szoftverben készültek, majd a növekvő igényekhez és az alkatrészek elérhetőségéhez igazodva új hardvertervet készítsen, amik alapján további modulok gyártása válik lehetővé.

Képi adatokon alapuló biztonságos navigáció GPS kiesés vagy eltérítés esetén

t.v.: Bauer Péter, SZTAKI tudományos főmunkatárs, bauer@sztaki.hu

A GPS szenzorok elvesztése, vagy külső, zavaró források általi eltérítése problémát okoz a légieszköz navigációjában. Utóbbi esetben sokszor a szándék ártó és célja az eszköz feletti irányítás átvétele. Képi adatok felhasználásával első körben lehetséges a légieszköz előírt pályától való eltéréseinek detektálása, ez a szakirodalom alapján elsődlegesen íves pályák esetén megoldatlan. Másodszorra képi adatbázissal feltérképezett terület esetén magasabb szintű GPS funkciók, így a geofencing (földrajzi területi korlátozás) is megoldható fedélzeti képszennel. A témakiírás célja e területek kutatása irodalomkutatást követően először szimulációs eredményeket célozva, de később a módszereket a SZTAKI Sindy repülőgépén (<https://elkh.org/hirek/robotpilota-funkciokat-teszteltek-a-sztaki-kiserleti-repulogepen/>) vagy multikopter eszközön való repülésekben is kipróbálva. A téma terjedelmességét figyelembe véve nyilvánvalóan a kitűzött időhorizonthoz igazítjuk a tényleges megoldandó feladatokat.

Légieszköz fedélzeti szenzor fúziós algoritmusok kalibrációja, sodródás detektálása és javítása

t.v.: Bauer Péter, SZTAKI tudományos főmunkatárs, bauer@sztaki.hu

Légieszköz pontos képszennel alapú lokalizációjához, illetve a földön levő objektumok légieszköz képei szerint való lokalizációjához elengedhetetlen a fedélzeti szenzorok (IMU, képszennel) megfelelő kalibrációja beleértve az eszköz súlypontjához képesti pontos pozíció meghatározását és a több szenzor egymáshoz képesti pozícióját is. Ehhez speciális, ismert pozíciójú objektumok felett kell speciális manővereket repülni, illetve továbbfejlesztett rendszer esetén csak jellegzetes, ismert pozíciójú objektumok felett manőverezni.

A kalibrációt követően a szenzorfüziós algoritmusok képesek egyre növekvő eltérést adni (drift = sodródás) amennyiben a repülési manőverek nem gerjesztik őket megfelelően. Lineáris objektumok (vasútvonal, autópálya, kerítés) követése során előfordulhat ilyen eset, mely végül navigációs eltérésekhez vezethet. Ezt detektálása után lehetőleg a tervezett pályától minimális eltérést adó gerjesztő manőverekkel lehet korrigálni.

A feladat fokozatosan a fedélzeti szenzorrendszer kalibráció, a szenzor fúzió és sodródás detektálás releváns irodalmának áttekintése, majd módszerek kidolgozása a kalibrációra, a sodródás detektálásra és a megfelelő gerjesztő manőverezésre. Mindezek tesztelése először szimulációkban de később a SZTAKI Sindy repülőgépén (<https://elkh.org/hirek/robotpilota-funkciokat-teszteltek-a-sztaki-kiserleti-repulogepen/>) vagy multikopter eszközön tervezett. A téma terjedelmességét figyelembe véve nyilvánvalóan a kitűzött időhorizonthoz igazítjuk a tényleges megoldandó feladatokat.