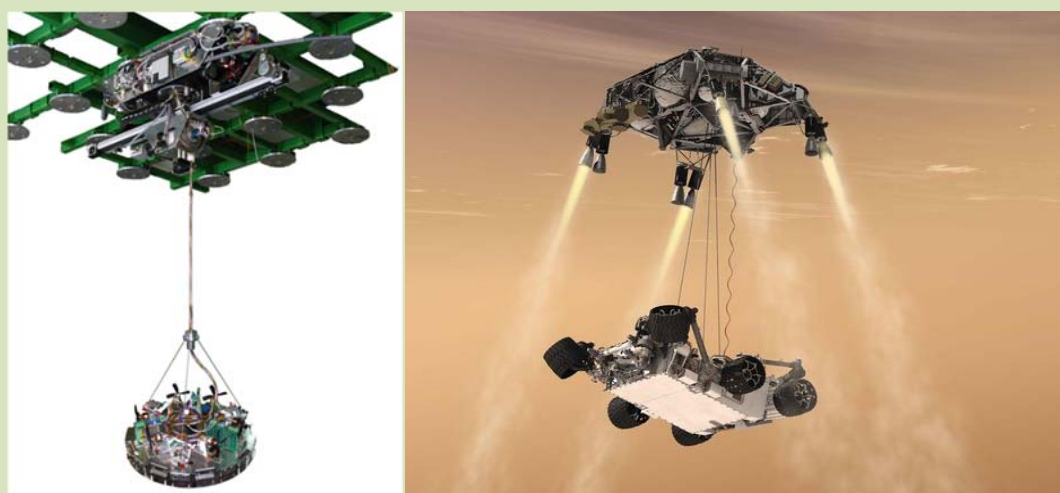


A kutatócsoport szerepe az űrkutatásban – többtest-dinamikai problémák megoldása

A többtest-dinamikai kutatások szerepe

Magyarország legkésőbb 2015 november 15.-ig az Európai Űrügynökség (ESA) tagja lesz, emiatt is fontos a kutatócsoport űrkutatásban és az ahhoz kapcsolódó alapkutatásokban elért eddigi sikereinek bemutatása. A többtest-dinamikai problémák modellezése és szabályozása jelenleg is igen aktívan kutatott terület, mind mechanikai, mind szabályozástechnikai szempontból. A feladatok megoldása azonban lényegesen nehezebb az űrben, mint földi körülmények között. A fő problémát az jelenti, hogy mechanikai modelljeink bonyolultabbá válnak, hiszen a Föld körüli térben keringve a mágneses tér mellett a gravitációs tér is pontról pontra változik. További nehézséget jelent a szabályozni kívánt eszköz helyének és helyzetének meghatározása az űrben. De a legnehezebb feladatot általában a beavatkozás megvalósítása jelenti, hiszen nincs mibe „kapaszkodni”, nincs egy fix pont, amitől a világűrben lévő egység közvetlenül ellökhetné magát. Világszerte egyre több egyetem foglalkozik kisműholdak világűrbe juttatásának lehetőségével. Ilyen például a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem által tervezett MASAT műhold is, mely több mint ezer napig sikeresen működött a világűrben. Ennek a speciális igényű szerkezetnek a működéséhez szükséges volt az eszköz orientációjának folyamatos meghatározása és szabályozása. További nehézségeket jelent, ha a világűrben lévő műholdnak vissza is kell térnie a Földre vagy le kell szállnia egy idegen égitesten.

Az MTA-BME Gépek és Járművek Dinamikája Kutatócsoportban több éves múltra tekint vissza a többtest-dinamikai problémák vizsgálata. A téma kutatását nagy részben a kutatócsoport vezetésével készült ACROBOTER szervizrobot szabályozásának megtervezése és megépítése motiválta.



1. ábra: Az ACROBOTER platform és a NASA Curiosity leszálló egysége.

Mint ahogy az 1. ábra is mutatja, az ACROBOTER platform működési elve nagyon hasonlít az ettől teljesen függetlenül a NASA által tervezett Curiosity landolási egységének megoldásához, melynek célja egy felderítőegység Mars bolygóra juttatása volt. Mindkét esetben kötelek, illetve fűvókák segítik a szabad térben történő mozgást.

A kutatócsoport eredményei

A korábbi tudományos eredményeket felhasználva a kutatócsoport tagjai által vezetett, a BME hallgatóiból álló csapat részt vett a 2014-es ARLISS programban. Ez egy meghívásos verseny, melynek célja, hogy a résztvevő – akár egymással kooperációban működő – csapatok olyan eszközt építsenek, mely végre tud hajtani egy önálló landolást, majd bármilyen külső segítség nélkül a kijelölt helyre tud menni. Egy ilyen feladat végrehajtása nagyon jól szimulálja a műholdak földi visszatérését, vagy különböző eszközök idegen égitestre való érkezését. A nevadai sivatagban minden évben megrendezésre kerül egy teszt sorozat, ahol ez és ehhez hasonló földi és űripari technológiák szervezeten kipróbálhatók. A tesztek során az eszközöket közel 3000 m magasságba juttatják rakétával, majd ejtőernyős ereszkedés közben végeznek méréseket, szimulálva a landolást.

A kutatócsoport az elmúlt évben a Georgia Institute of Technology csapatával közösen vett részt a versenyben. A kilövés után az eszköznek önállóan kell a GPS koordinátákra hagyatkozva a megadott helyre navigálnia. A verseny a földfelszíntől körülbelül 3 km magasságban levő pontból indul, ahol a robot kioldódik a rakétából. A kilövési ponttól hozzávetőleg 1500 m távolságban van a célpont, azonban erős szél esetén a rakéta nagymértékben elsodródhat emelkedése során vízszintes irányban.

A résztvevő robotok számos paraméterére szigorú előírások vonatkoznak. Ezek egy része abból adódik, hogy a szerkezetnek bele kell férnie az azt kilövő rakétába, tehát adottak a kilövés során a robotot tartalmazó kapszula méretei. Emellett a szerkezet tömege is korlátozott. A megmérettetés helyszíne egy kiszáradt sóstó, melyen belül a tengerszint fölötti magasság ingadozása csupán pár méter. Talaja alapvetően keményre száradt homokhoz hasonlítható, amelyen a versenyzők és szervezők autói mély keréknyomokat hagynak, mely további akadályt jelent a robotoknak. Feltételezhető, hogy a közeljövőben kutatási céllal elérni kívánt bolygók felszíne is nagyon hasonló ehhez.



2. ábra: A megvalósított kétkerekű jármű a nevadai sivatagban.

A küldetés során a robotok nagy mechanikai terheléseknek vannak kitéve, mivel a kilövés pillanatában nagyjából 20 g nehézségi gyorsulás hat rájuk. Ezt követően gyakran 50 °C –ot meghaladó hőmérsékletű poros közegben kell üzemelniük és elérniük a célt. A felsorolt követelmények teljesítésére egy ejtőernyős kétkerekű terepjáró „rovert” terveztek a kutatócsoport tagjai (lásd 2. ábra). A megtervezett eszköz felépítése egyszerű, csak minimális számú mozgó alkatrészt tartalmaz. Működtetéséhez szükséges a két kerék meghajtása, valamint a haladási irány – így végső soron a kerekek fordulatszámának – szabályozása. Ezzel a koncepcióval a rakétában rendelkezésre álló hely kihasználtsága maximális lehet, hiszen a kapszulák felépítése is hengeres. Megfelelő kialakítással az elektronika, valamint a sérülékeny szenzorok könnyen elhelyezhetővé váltak mechanikailag védett helyen. A landolás során a robot detektálja, hogy kiszabadult a rakétából, majd megfelelő magasságban kinyitja az ejtőernyőt. Ehhez érzékelnie kell a földfelszín feletti magasságot is zuhanás közben. A földet érés után a megépített rover elhagyja az ejtőernyőtartó és –nyitó szerkezetet, nehogy beleakadjon az ejtőernyő kötélzetébe. Annak érdekében, hogy a rover a megtervezett célba eljusson, különböző pályatervező algoritmusok kerültek kidolgozásra melyek képesek a jelentősebb terepakadályok megkerülésére is.

A többtest-dinamikai kutatások további ígéretes területe a kisműholdak szabályozása. A kutatócsoport munkatársai sikeres hallgatói projektet is vezettek, melynek témája a 3. ábrán látható MASAT1 műhold orientációjának meghatározása volt. A projekt során több javaslatot dolgoztunk ki az ilyen nagyságú műholdak orientációjának giroszkópos szabályozására.



3. ábra: A MASAT1 műhold és egy kisméretű giroszkóp (www.astrofein.com).

Az ismertetett projektek nagyon jól mutatják, hogy a kutatócsoport eddigi elméleti eredményei mennyire jól hasznosíthatóak gyakorlati problémák megoldására, akár olyan távolinak tűnő területen is, mint az űrkutatás. A nemzetközi projekteken való részvétel eredményeképpen a kutatócsoport munkáját más intézetek is jól ismerik és – tapasztalataink szerint – keresik az együttműködés lehetőségét.