

Mi az a probléma, kihívás, amire a projekt megoldást kínál?

Az űrtörmelék problémája rendkívüli kihívást jelent az űrkutatás és űripar számára, és komoly fenyegetést jelent az űr környezetére és az emberi tevékenységekre az űrben. Az űrszemét folyamatos növekedése és a potenciális ütközések súlyos következményekkel járhatnak mind az aktuális űrutazásokra, mind a jövőbeli űrkutatásra nézve.

Az elhagyott és összeütközött űreszközök, valamint azok törmelékei veszélyeztetik a Föld körüli pályák biztonságát. Az ütközések során keletkező fragmentumok még kisebb űrszemét darabokat hoznak létre, amelyek további ütközéseket idézhetnek elő, létrehozva egy ördögi kört, amely az űr környezetének további szennyezéséhez és az űrhasználat ellehetetlenüléséhez vezethet.

A Kessler-szindróma, melyet Donald J. Kessler nevéhez kötünk, egy olyan potenciális katasztrófaforgatókönyvet ír le, amelyben az összeütköző űrszemét és műholdak exponenciálisan növekvő ütközésszámot és űrszemét-sűrűséget generálnak. Az ilyen láncreakciók megakadályozása kiemelten fontos, mivel ezek komoly veszélyt jelentenek az űrinfrastruktúrára és az űrhajósok biztonságára.

2009-ben az Iridium 33 műhold ütközött a Kosmosz-2251 szovjet műhoddal. Az ütközés mindkét műhold megsemmisüléséhez vezetett, és több ezer darab űrszemét keletkezett. Ez a baleset rávilágított arra, hogy az űrszemét ütközések láncreakciót indíthatnak el.

2016-ban az International Space Station űrállomásnak kitérő manővert kellett végrehajtania, hogy elkerülje az űrszeméttel való ütközést. Ez az eset is jól mutatja, hogy az űrszemét komoly veszélyt jelent az űrhajósok számára.

2021-ben egy kínai rakéta kontrollálatlanul visszatért a Föld légkörébe, és több darabra tört. Szerencsére a roncsok nem okoztak kárt, de ez az eset is rávilágított arra, hogy az űrszemét nem csak az űrállomásokat és műholdakat, de a Földön tartózkodó embereket is veszélyezteti.

Korábbi tudományos eredmények vagy piacon létező megoldások a témához köthetően

A jelenlegi űrszemét-befogási technológiák továbbfejlesztése során a mágneses befogás, hálós befogás, robotkaros befogás és lézeres megsemmisítés terén kutatások folynak. Erősebb mágnesek, nagyobb és erősebb hálók, precízebb robotkarok és hatékonyabb lézertechnológia fejlesztése a cél.

Az **Astroscale** japán vállalat befogó űrjárművei az inaktív műholdakat és űrszeméteket visszahozzák a Földre. Az Európai Unió támogatott **RemoveDEBRIS projektje** különböző technológiákat tesz fel az űrszemét eltávolítására. Az amerikai **NanoRacks** szolgáltatásai közé tartozik az űrszemét megfigyelése és kezelése. Az **Airbus Defence and Space** fejlesztése, a SpaceTug, műholdak mozgatását és eltávolítását teszi lehetővé. A **SpaceX**, különösen a Starlink műholdflottája, figyelembe veszi az űrszemét minimalizálását és a pályák aktív megfigyelését.

A projekt bemutatása, ismertetése, különös tekintettel az újdonságtartalomra, innovációs potenciálra

Az Astroscale, a ClearSpace és az Airbus által fejlesztett AI vezérelt űrrobotok forradalmi megoldásokat kínálnak az űrszemét egyre növekvő problémájára.

- Astroscale: Japán cég, amely űrszemét-eltávolító robotkarokat fejleszt, amelyek mesterséges intelligenciát használnak a szemét felismeréséhez és befogásához.
- ClearSpace: Svájci cég, amely űrszemét-befogó hálókat fejleszt, amelyek mesterséges intelligenciát használnak a háló navigálásához és a szemét befogásához.
- Airbus: Európai repülőgépgyártó cég, amely űrszemét-gyűjtő űrhajót fejleszt, amely mesterséges intelligenciát használ a szemét felderítéséhez és a misszió optimalizálásához.

Az Astroscale által bemutatott ELSA-d misszió példátlanul úttörő módon teremt lehetőséget a kereskedelmi műholdas szervizelésre. Az ELSA-d két műholdból áll, amelyek közül az egyik célpontokat távolít el a pályáról, míg a másik a szemét mintázatát elemzi. Az abszolút és relatív navigációs képességekkel, valamint az autonóm manőverezéssel rendelkező ELSA-d egyértelműen megmutatja az űrszemét-eltávolítás jövőjét.

A ClearSpace által fejlesztett űrszemét-befogó hálók új szintre emelik az eltávolítási technológiát. Ezek az MI vezérelt hálók képesek hatékonyan és biztonságosan eltávolítani a pályán keringő törmelékeket. A speciális anyagból készült hálók, melyek ellenállnak a nagy sebességű ütközéseknek, valamint az MI által irányított befogási folyamat, jelentős előrelépést jelent az űr körüli pálya tisztításában és a jövőbeli űrmissziók biztonságosságában.

Az Airbus SpaceTug projektje további innovációkat hoz az űrtechnológia területén. Az autonóm navigáció és dokkolás, az elektromos hajtás és a robotkarok precíz műveleteket tesznek lehetővé a műholdakon. Az elektromos hajtás környezetbarátabb és hatékonyabb alternatívát kínál a hagyományos kémiai hajtóanyagokkal szemben, míg a robotkarok és manipulátorok segítségével a műholdakon végzett feladatok nagyobb hatékonysággal végezhetők.

Ezek a projektek együttesen új mérföldköveket jelentenek az űrszemét-eltávolítás területén. Az Astroscale, a ClearSpace és az Airbus által fejlesztett robotok és technológiák összehangolt működése révén a Föld körüli pályák tisztábbá és biztonságosabbá válhatnak. Az AI vezérlésű megoldások, az autonóm navigáció és a precíz műveletek lehetővé teszik a hatékonyabb és fenntarthatóbb űrhasználatot, miközben új utakat nyitnak az űrtechnológia fejlesztésében. Ez a projekt nemcsak az űrszemét-eltávolítás terén hozhat forradalmi változásokat, hanem inspirációt adhat az űrtechnológia szélesebb körű fejlesztéséhez és alkalmazásához is.

Lehetséges megvalósítási lépések, folyamatok bemutatása

A robot felépítése

- **Hardver:** Az AI robotnak strapabírónak kell lennie, hogy ellenálljon a zord űrkörnyezetnek. Megfelelő mechanikai szerkezettel kell rendelkeznie a mozgáshoz és a szemét összegyűjtéséhez.
- **Szoftver:** fejlett mesterséges intelligenciára van szüksége a szemét felismeréséhez, a navigációhoz és a mozgásvezérléshez. A szoftvernek képesnek kell lennie a különböző típusú űrszemét azonosítására, a méretük, alakjuk és anyaguk alapján.

- **Erőforrás**

Etikai megfontolások:

- **Környezeti hatások:** Az űrszemét eltávolítása során fontos figyelembe venni a robot tevékenységének lehetséges környezeti hatásait, mint a űrszemét további fragmentálódása, vagy a Föld légkörébe történő visszajuttatása.
- **Egyenlő hozzáférés az űrhöz:** Biztosítani kell, hogy az űrszemét eltávolítása ne korlátozza az űrhöz való egyenlő hozzáférést a különböző nemzetek és entitások számára.

Hátrányok:

- **Magas költségek:** Az AI robot fejlesztése, indítása és üzemeltetése rendkívül költséges lehet.
- **Hulladékkezelés:** A begyűjtött űrszemét biztonságos tárolása és eltávolítása a Földön komoly kihívást jelent.

1. Astroscale Sun Catcher:

Az Astroscale Sun Catcher egy konceptuális űrszemét-befogási projekt, amely napelemet használ a napenergia tárolására és a lézerek működtetésére az űrszemét elpusztításához vagy befogásához. A Sun Catcher egy 10 méter átmérőjű hálót használna az űrszemét befogására, majd a napenergiát arra használná, hogy lézerrel elolvasztja vagy meghajtja a befogott űrszemetet a Föld légkörébe, ahol elégne.

1. Napelemek: Több napelemmel rendelkezne, amelyek a napenergiát elektromos árammá alakítanák. Ez az energia lenne a projekt működésének alapja.

2. Lézerek: A projekt nagy teljesítményű lézereket használna kétféle célra:
Elpusztítás: A lézerek nagy energiájú impulzusokat bocsátanak ki, amelyek elpárologtatnák a kisebb űrszemétdarabokat.
Befogás: A lézerek irányított energiasugarakat bocsátanak ki, hogy megolvasszák egy nagyobb űrszemét darab egyik oldalát, és így lehetővé tegyék a háló általi befogását.

3. 10 méteres háló: A projekt egy nagy, 10 méter átmérőjű hálót használna az űrszemét befogására. A lézer segítségével megolvasztott oldal lehetővé tenné a hálónak, hogy "befogja" az űrszemétdarabot.

4. Manőverező képesség: manőverező képességekre lenne szüksége, hogy az űrszemétet üldözhesse és a megfelelő pozícióba kerüljön a lézeres műveletekhez vagy a hálóval történő befogáshoz

5. Selejtkezés: Miután az űrszemétet elpusztították vagy befogták, a Sun Catchernek valamilyen módszerre lenne szüksége arra, hogy a hulladékot a Föld légkörébe irányítsa. Ez elérhető lenne a manőverező képességek vagy egy kiegészítő meghajtási rendszer segítségével.

Az űrszemét befogására egy kifinomult hálórendszer lenne alkalmazva, melynek célja a nagyobb objektumok hatékony összegyűjtése. A napenergiát lézerrel használják fel a kisebb űrszemétdarabok megsemmisítésére, vagy segítik a nagyobb darabok befogását egy hálóval. A hálóval befogott hulladékot a Föld légkörébe irányítják, ahol elégnek.

Azonban érdemes szem előtt tartani, hogy az űrszemét elégetése a Föld légkörében környezeti és biztonsági veszélyeket jelent. Jobb alternatíva lehetne az eltávolított űrszemét visszahozása a Földre, ahol biztonságosan megsemmisíthető vagy újrahasznosítható. Az is egy lehetőség, hogy az űrszemétet a világűrben egy biztonságosabb helyre, például egy olyan pályára helyezzük, ahol már nem jelent kockázatot.

Természetesen a megelőzés kiemelten fontos az űrszemét kezelésében. Az űrmissziók tervezésében és végrehajtásában is egyre nagyobb hangsúlyt kapnak az űrszemét-kezelési szempontok, így reményeink szerint hatékonyabb és fenntarthatóbb megoldások jelennek meg a jövőben.