GABRIEL PANKOW

Laser zamiast prowizorycznego rozwi□zania: „Znale□li□my rozwi□zanie problemu kosmicznych □mieci”

Na orbicie robi si□ coraz bardziej ciasno z powodu wszystkich □mieci kosmicznych. Kto□ powinien wymy□li□ co□, co pozwoli w przysz□o□ci unikn□□ kolizji z satelitami i stacjami kosmicznymi. Wolfgang Riede chce rozwi□za□ ten problem za pomoc□ laserów. W zasadzie jest to bardzo proste.

Panie Riede, jak bardzo powa□ny jest ten problem na orbicie?

Riede: Obecnie oko□o pó□tora razy wi□kszy od Wie□y Eiffla. Tak ogromna masa, a mianowicie oko□o 13 000 ton niepor□cznego z□omu kr□□y nieustannie wokó□ Ziemi. Poniewa□ orbita jest coraz bardziej i coraz szybciej wype□niana infrastruktur□ satelitarn□, spodziewamy si□, □e ca□kowita masa □mieci i satelitów podwoi, a mo□e nawet potroi si□ do 2030 r. – czyli w ci□gu zaledwie pi□ciu lat!

Czym w□a□ciwie s□ □mieci kosmiczne?

Riede: Rozmiary obiektów s□ ró□ne – od wielko□ci ziarenka piasku po naprawd□ du□e: to przede wszystkim oko□o 50 du□ych obiektów, takich jak wyrzucone fragmenty rakiet z 68 lat historii lotów kosmicznych, na przyk□ad ogromny satelita obserwacyjny Envisat Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA), który w 2012 roku z niewyja□nionych przyczyn po prostu przesta□ dzia□a□. A do tego jeszcze mnóstwo ma□ych, zepsutych satelitów. Do tego dochodzi oko□o 40 000 ma□ych fragmentów o wielko□ci ponad dziesi□ciu centymetrów, które mo□emy □ledzi□ z Ziemi. Ponadto s□ to miliony mniejszych cz□□ci, o których zazwyczaj nawet nie wiemy, gdzie si□ znajduj□.

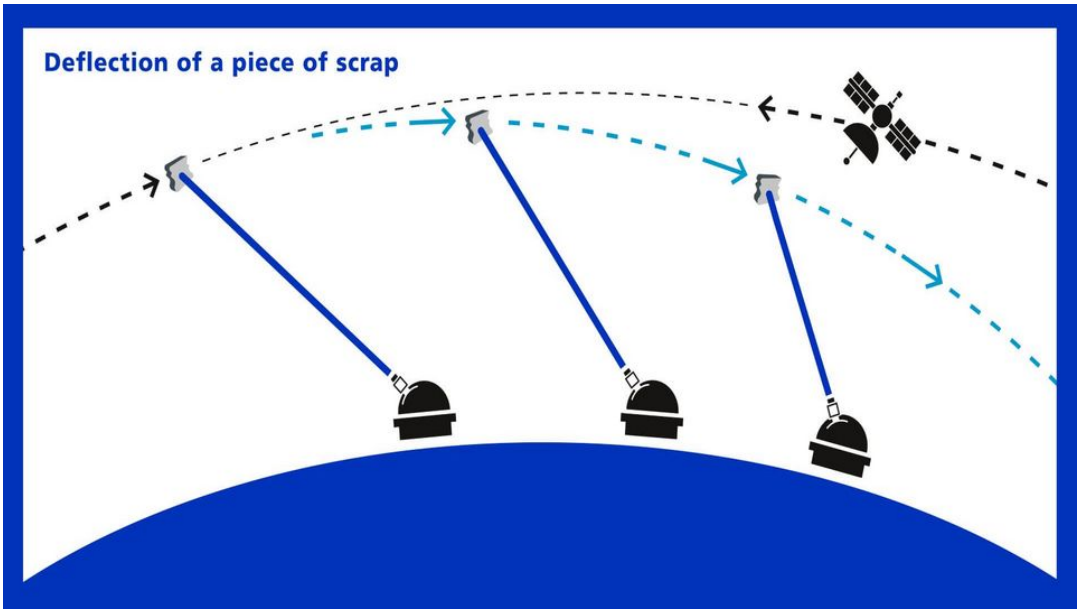
To z rakietami i uszkodzonymi satelitami ma sens. Ale sk□d si□ bior□ te wszystkie ma□e □mieci?

Riede: Przyczyn□ s□ zarówno niekontrolowane, jak i kontrolowane kolizje: wiele z nich wynika z tak zwanych testów antysatelitowych. W czasie zimnej wojny Amerykanie i Sowieci chcieli udowodni□ sobie nawzajem, □e potrafi□ zestrzeli□ satelity za pomoc□ rakiet. Tak dzieje si□ równie□ dzisiaj. W 2007 roku Chiny zestrzeli□y jednego ze swoich satelitów, a w 2021 roku zrobi□a to Rosja. Obie eksplozje pozostawi□y ogromne chmury gruzu na orbicie.

No có□, tam na górze jest du□o miejsca…

Riede: Miejsce jest, ale cz□□ci s□ w ruchu i p□dz□ wokó□ Ziemi z pr□dko□ci□ do 28 000 kilometrów na godzin□ – dla

wyja□nienia: to prawie osiem kilometrów na sekund□! Ka□da cz□□□ znajduje si□ na w□asnej orbicie, nie lec□ one synchronicznie obok siebie, jak mo□na to zaobserwowa□ w przypadku pier□cieni Saturna, ale w chaotycznym porz□dku. Ponadto cz□□ci obracaj□ si□, zmieniaj□c nieznacznie swoj□ orbit□. Zdarza si□, □e Mi□dzynarodowa Stacja Kosmiczna ISS lub jeden z wielu dzia□aj□cych satelitów znajduje si□ na kursie kolizyjnym z którym□ ze □mieci kosmicznych. Kiedy si□ spotykaj□, uwalnia si□ ogromna energia, której nie jeste□my w stanie odtworzy□ na Ziemi. Technicy laserowi b□d□ w stanie zrozumie□ te warto□ci: cz□stka o □rednicy jednego milimetra – czyli male□ka – podczas zderzenia na orbicie wytwarza energi□ 70 d□uli na milimetr kwadratowy – to naprawd□ du□o! Krótko mówi□c: trafione satelity zostan□ w przypadku kolizji przebite lub ca□kowicie zniszczone. Tracimy miliony euro, a infrastruktura, z której korzystamy na Ziemi, ulega zniszczeniu. I w tym tkwi problem.



SCENARIUSZ: Od□amek □mieci kosmicznych na orbicie zbli□a si□ do satelity i grozi jego uszkodzeniem lub zniszczeniem. Dziesi□□ po□□czonych ze sob□ stacji naziemnych na Ziemi na□wietla od□amek □mieci kosmicznych i zmienia jego trajektori□ lotu, dzi□ki czemu satelita pozostaje nienaruszony.

Uff, a co mo□na z tym zrobi□?

Riede: Dwie mo□liwo□ci: je□li przewidujemy kolizj□, satelita musi wykona□ manewr unikowy. ISS robi to praktycznie ca□y czas. Ale ISS jest tankowana, a satelity nie. W przypadku satelitów liczba manewrów unikowych jest ograniczona, a ka□dy z nich skraca ca□kowit□ □ywotno□□ satelity, co oznacza spore koszty. Po drugie, regularnie odbywaj□ si□ misje kosmiczne, podczas których roboty chwytaj□ pó□metrowie fragmenty z□omu i wyrzucaj□ je w atmosfer□, gdzie ulegaj□ spaleniu. Jest to kosztowne i w przypadku wi□kszo□ci □mieci nie wchodzi w gr□. Jak wida□, obie metody s□ jedynie rozwi□zaniami awaryjnymi. Potrzebujemy wi□c w□a□ciwego rozwi□zania!

I Pan znalaz□ to w□a□ciwe rozwi□zanie?

Riede: Tak s□dz□. Laser Momentum Transfer, nazywany przez nas pieszczotliwie „laserowym popychaniem". Nasz zespó□ w Niemieckim Centrum Lotnictwa i Kosmonautyki (DLR) opracowa□ koncepcj□ dzia□ania. Zasada dzia□ania jest naprawd□ □atwa do zrozumienia: fotony w □wietle lasera wywieraj□ nacisk, tzw. nacisk □wietlny. Jest on bardzo niski. Jednak w przypadku p□dz□cego z□omu na orbicie mo□e mie□ decyduj□ce znaczenie. Uderzaj□c w niego od przodu za pomoc□ lasera o du□ej mocy, spowolnimy jego p□d. Je□li uderzymy w ty□, popchniemy go. Ma to nast□puj□cy sens: gdy hamuje, si□a spada. Gdy przyspiesza, wzrasta. W ten sposób mo□emy z Ziemi zepchn□□ taki z□om z trajektorii ewentualnego zderzenia.

Musi by□ w tym jaki□ haczyk!

Riede: Potrzebujemy nie jednej stacji laserowej, ale dziesi□□. Rozstawionych na ca□ej kuli ziemskiej.

Dlaczego?

Riede: Nacisk □wietlny jest niski. Mo□emy zmienia□ pr□dko□□ z□omu tylko o dziesi□□ mikrometrów na sekund□. Oznacza to, □e musimy d□ugo czeka□, aby osi□gn□□ efekt. Prosz□ sobie wyobrazi□, □e obiekt docelowy pojawia si□ na horyzoncie, a przy pr□dko□ci przelotu wynosz□cej osiem kilometrów na sekund□ mamy oko□o dziesi□ciu minut widoczno□ci, zanim zniknie on po drugiej stronie. Nie mo□emy jednak o□wietla□ go ju□ w momencie pojawienia si□ na horyzoncie, poniewa□ k□t jest wtedy p□aski, a promie□ przechodzi□by przez bardzo du□□ przestrze□ powietrzn□. Mo□emy jednak korzysta□ wy□□cznie z przestrzeni powietrznej zamkni□tej dla ruchu cywilnego, a wi□c tylko w okre□lonym promieniu wokó□ stacji naziemnej. Musimy wi□c poczeka□, a□ obiekt si□ odpowiednio zbli□y. Nast□pnie musimy uderzy□ w obiekt albo od przodu, albo od ty□u, w zale□no□ci od tego, czy chcemy wyhamowa□ czy popchn□□. Tym samym czas ponownie si□ skraca o po□ow□ i otrzymujemy rzeczywisty czas kontaktu wynosz□cy zaledwie dwie do trzech minut. To za ma□o, aby faktycznie zmieni□ kierunek obiektu. Procedura zadzia□a tylko wtedy, gdy dziesi□□ stacji naziemnych zostanie po□□czonych szeregowo i b□dzie na□wietla□ obiekt podczas dziesi□ciu przelotów. Mo□na powiedzie□, □e jest to swego rodzaju eskadra laserowa.

Je□li wszystko pójdzie zgodnie z planem, za pi□□ lat przedstawimy dowód funkcjonalno□ci.

Wolfgang Riede, fizyk laserowy i kierownik dzia□u aktywnych systemów optycznych w Instytucie Fizyki Technicznej Niemieckiego Centrum Lotnictwa i Kosmonautyki w Stuttgarcie

Rozumiem. Ale jak w□a□ciwie zamierzaj□ Pa□stwo trafi□ w ten malutki element kr□□□cy po orbicie?

Riede: To nie stanowi ju□ problemu. W przemy□le kosmicznym od dawna stosujemy niezwykle precyzyjne technologie laserowe na takich odleg□o□ciach. Na przyk□ad, aby w ogóle móc wykry□ takie elementy z□omu. Jest co□ jeszcze, co mo□e by□ trudne.

Mianowicie?

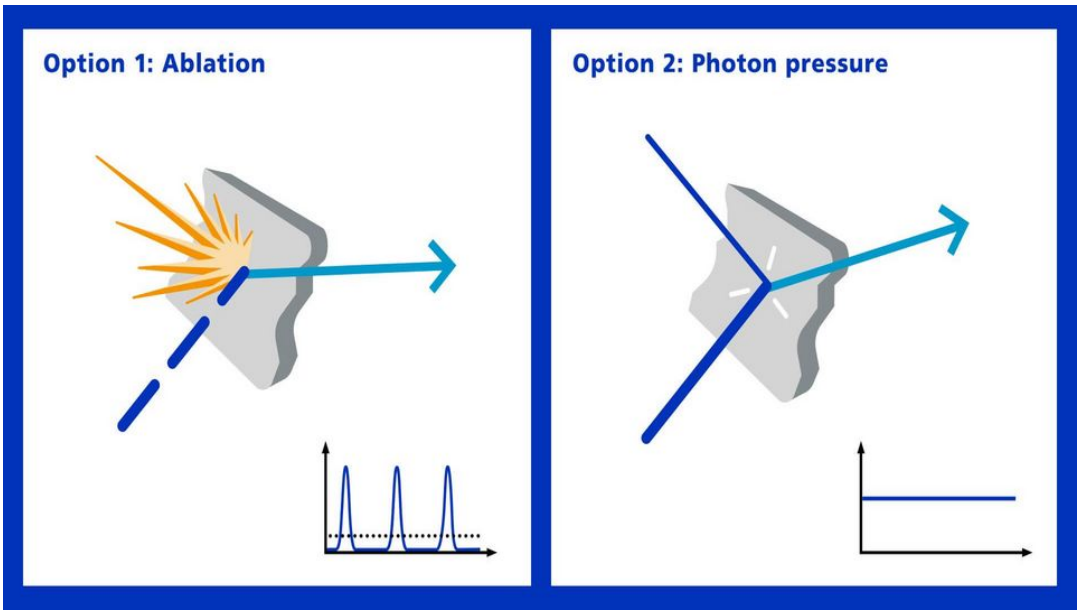
Riede: To, z jakim wyprzedzeniem mo□na precyzyjnie przewidzie□ kolizj□. Nie jest to □atwe. Podobnie jak w przypadku pogody, im dalej w przysz□o□□ chcemy spojrze□, tym trudniej jest to zrobi□. Nasze stacje potrzebowa□yby jednak kilku dni na przygotowanie si□. Pracujemy nad tym problemem.

Czy popychanie laserowe kiedykolwiek si□ uda□o?

Riede: Nigdy nie próbowali□my tego w rzeczywisto□ci, ale jest to normalne w przypadku projektu kosmicznego. Prosz□ zauwa□y□, □e oprócz stacji naziemnych potrzebne s□ dwa satelity w konstelacji – to znaczy wspó□pracuj□ce ze sob□ – aby podczas na□wietlania mierzy□ efekt i przekazywa□ nam informacje. Te satelity jeszcze nie istniej□.

W takim razie to wszystko jest tylko teori□…

Riede: Absolutnie nie! Szczerze mówi□c, sam jestem zaskoczony, jak szybko nasz projekt DLR nabiera tempa. ESA zaj□□a si□ t□ spraw□ i zleci□a nam zaprojektowanie stacji naziemnej. Jako partnera w zakresie □ród□ laserowych pozyskali□my TRUMPF Scientific Lasers. Je□li wszystko pójdzie zgodnie z planem – finansowanie, budowa, wybór stacji naziemnych – za pi□□ lat przedstawimy zasadniczy dowód funkcjonalno□ci. Jasne, prawdopodobnie nie wszystko pójdzie idealnie. Jednak□e nadal mówimy tutaj o przewidywalnym okresie czasu do realizacji.



Po lewej: Impulsowy promie□ lasera uderza w obiekt z tak□ si□□, □e wytwarza smug□ plazmy, która go odchyla. Zaleta: wystarczy jeden przelot obiektu, wi□c czas przygotowania jest krótszy. Wada: istnieje ryzyko, □e obiekt si□ rozbije i z jednego niebezpiecznego fragmentu powstanie kilka.
Po prawej: Ci□g□y promie□ lasera wykorzystuje ci□nienie fotonów, aby delikatnie zepchn□□ obiekt z trajektorii. Zaleta: nie ma ryzyka rozbicia obiektu. Wada: aby uzyska□ wystarczaj□cy efekt, potrzeba nawet dziesi□ciu przelotów obiektu. Czas przygotowania jest wi□c d□u□szy.

Jak wyja□ni Pan tak nag□e zainteresowanie tym projektem?

Riede: Jak ju□ wspomnia□em: ludzko□□ znacznie rozbuduje infrastruktur□ na orbicie, na przyk□ad jako □ród□o mobilnego Internetu, czego przyk□adem jest sie□ satelitów Starlink. Problem z□omu stanowi przeszkod□ i ma tendencj□ do pog□□biania si□ – w□a□nie z powodu rozbudowy, która z kolei powoduje powstawanie nowych odpadów. W zwi□zku z tym wkrótce konieczne b□dzie znalezienie rozwi□zania.

Kto mia□by zap□aci□ za popychanie laserowe?

Riede: Obecnie rozwój projektu wspieraj□ kraje cz□onkowskie ESA. Ostatecznie jednak planujemy oferowa□ us□ug□ Laser Momentum Transfer na rynku: dla prywatnych firm, organizacji lub pa□stw, które chc□ chroni□ swoj□ infrastruktur□ orbitaln□. Je□li wszyscy zainteresowani zrozumiej□, jakie warto□ci s□ tutaj stawk□, finansowanie wdro□enia tej technologii powinno by□ najmniejszym problemem. Co wi□cej, po raz pierwszy w Niemczech mamy ministerstwo, które ma w nazwie s□owo „kosmiczny", wi□c mo□emy spodziewa□ si□ wsparcia ze strony polityków krajowych.

GABRIEL PANKOW
RZECZNIK DZIAŁU TECHNIKA LASEROWA