الأمم المتحدة

A/AC.105/C.1/123

الجمعية العامة

Distr.: Limited
17 November 2022
Arabic
Original: English

لجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية

اللجنة الفرعية العلمية والتقنية

الدورة الستون

فيينا، 6-17 شباط/فبراير 2023

البند 7 من جدول الأعمال المؤقت*

الحطام الفضائي

البحوث المتعلقة بالحطام الفضائي، وبأمان الأجسام الفضائية التي تحمل على متنها مصادر قدرة نووية، وبالمشاكل المتصلة باصطدامها بالحطام الفضائي

مذكرة من الأمانة

أولا- مقدمة

1- اتفقت لجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية، في دورتها الخامسة والستين، على مواصلة دعوة الدول الأعضاء والمنظمات الدولية التي لها صفة المراقب الدائم لدى اللجنة، إلى تقديم تقارير عن البحوث المتعلقة بالحطام الفضائي وأمان الأجسام الفضائية المزودة بمصادر قدرة نووية على متنها والمشاكل المتصلة باصطدام تلك الأجسام بالحطام الفضائي والسبل التي يجري بها تنفيذ المبادئ التوجيهية لتخفيف الحطام الفضائي (الوثيقة A/77/20، الفقرة 102). وبناءً على ذلك، دُعيت الدول الأعضاء والمنظمات الدولية التي لها صفة مراقب دائم، في خطاب أُرسل إليها في 19 آب/أغسطس 2022، إلى تقديم تقاريرها بحلول 28 تشرين الأول/أكتوبر 2022، لكي يتسنى إتاحة المعلومات الواردة فيها للجنة الفرعية العلمية والتقنية في دورتها الستين.

2- وقد أعدت الأمانة هذه الوثيقة على أساس المعلومات الواردة من عشر دول أعضاء هي ألمانيا وإيطاليا وبوليفيا (دولة-المتعددة القوميات) والجزائر وسلوفاكيا والمكسيك وميانمار والنمسا والهند واليابان. وستتاح معلومات أخرى مقدمة من اليابان، تشمل أرقاماً عن الحطام الفضائي، في شكل ورقة اجتماع عند انعقاد الدورة الستين للجنة الفرعية.

* A/AC.105/C.1/L.405.

081222 081222 V.22-26025 (A)

الرجاء إعادة استعمال الورق

ثانيا- الردود الواردة من الدول الأعضاء

الجزائر

[الأصل: بالفرنسية]
[11 تشرين الأول/أكتوبر 2022]

تكتسي هذه الشواغل أهمية خاصة بالنسبة للجزائر بسبب حجم أراضيها وكثافة سكانها وتزايد عدد الأجسام الفضائية التي تدور في المدار فوق أراضيها.

بيد أن البلد لم يجر بعد بحوثا عن الحطام الفضائي ولم يضع آلية وطنية لتخفيف الحطام الفضائي، بسبب حداثة أنشطته الفضائية وضآلة عدد السواتل الجزائرية الموجودة في المدار.

وترحِّب الجزائر بالعمل الذي يضطلع به مكتب شؤون الفضاء الخارجي من أجل تعزيز التعاون الدولي ودعم التقدُّم في هذا المجال، وتعرب من جديد عن تأييدها لجهود المجتمع الدولي الرامية إلى تخفيف الحطام الفضائي وحماية البيئتين المدارية ودون المدارية.

وفيما يتعلق بأمان الأجسام الفضائية التي تحمل على متنها مصادر قدرة نووية، فإن الجزائر، التي تشارك بنشاط في عمل لجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية وهيئتيها الفرعيتين وتؤيد المبادئ المتصلة بذلك، يساورها القلق بشأن العواقب المحتملة لاستخدام مصادر قدرة من هذا النوع في الفضاء الخارجي، مما من شأنه أن يقوض أي شكل من أشكال استدامة أنشطة الفضاء الخارجي في الأمد البعيد والحفاظ على الفضاء الخارجي كتراث بشري مشترك للأجيال المقبلة.

ولهذا السبب، تستذكر الجزائر أحكام المادة الرابعة من معاهدة المبادئ المنظمة لأنشطة الدول في ميدان استكشاف واستخدام الفضاء الخارجي، بما في ذلك القمر والأجرام السماوية الأخرى، التي تنص على أن تتعهَّد الدول الأطراف في المعاهدة بعدم وضع أي أجسام تحمل أسلحة نووية أو أي نوع آخر من أسلحة التدمير الشامل في مدار حول الأرض، أو وضع مثل هذه الأسلحة على أي أجرام سماوية أو في محطة في الفضاء الخارجي بأي طريقة أخرى.

وترى الجزائر أن من الضروري أن تولي الدول اهتماماً أكبر للعواقب المحتملة لاستخدام مصادر القدرة النووية، وتؤيد جميع المبادرات المتعلقة بنقل الخبرات في هذا المجال، لكي تتمكن جميع الدول التي ترغب في استخدام مصادر القدرة في الفضاء من القيام بذلك على نحو آمن.

النمسا

[الأصل: بالإنكليزية]
[25 تشرين الأول/أكتوبر 2022]

إلى جانب إجراء القياسات الروتينية للمسافات الفاصلة عن السواتل النشيطة المجهزة بالعاكسات الارتجاعية المكعبية الركنية، تشارك محطة قياس المسافات الفاصلة عن السواتل بالليزر التابعة لمعهد البحوث الفضائية بالأكاديمية النمساوية للعلوم، في الوقت الحالي، في عدة أنشطة تتصل بالسلامة الفضائية[1]. وسيلعب تصميم وتجميع العاكسات الارتجاعية الاحتياطية من أجل استخدامها في البعثات الساتلية المقبلة دورا حاسما في تحديد الاتجاه وفي بعثات الإزالة في المستقبل. ويعكف معهد البحوث الفضائية على تطوير أداة لمحاكاة

(1) يمكن الاطلاع على مزيد من المعلومات عن محطة قياس المسافات الفاصلة عن السواتل بالليزر على الموقع: www.oeaw.ac.at/en/iwf/institute/infrastructure/slr-station.

بقايا قياس المسافات الفاصلة عن السواتل بالليزر مع تغيير المدار، أو التدحرج، أو تكوين العاكس الارتجاعي المكعبي الركني. وبالإضافة إلى ذلك، تحدد حركة التدحرج والاتجاه عن طريق تحليل المنحنيات الضوئية بالفوتونات المنفردة، التي تعرض ضوء الشمس المنعكس من السواتل أو قطع الحطام الفضائي. وقد أنشئت قاعدة بيانات كبيرة تصف وتقيس أكثر من 20 قطعة مختلفة من الحطام الفضائي. ويجري أيضا التحقيق في الجمع بين تقنيات مختلفة (مثل المنحنيات الضوئية، وقياس المسافة الفاصلة عن السواتل بالليزر، وقياس المسافات الفاصلة عن الحطام الفضائي بالليزر، ورادار التصوير) ويشار إلى هذه العملية باسم "دمج البيانات". كما يشارك معهد البحوث الفضائية في تصميم ومحاكاة وتطوير حُزم الليزر والكشف من أجل تحسين مستوى المحطات القائمة لقياس المسافات الفاصلة عن السواتل بالليزر أو المحطات الناشئة حديثا لقياس المسافات الفاصلة عن الحطام الفضائي بالليزر.

بوليفيا (دولة-المتعددة القوميات)

[الأصل: بالإسبانية]
[24 تشرين الأول/أكتوبر 2022]

وفقا للوظائف الموكلة إلى وكالة الفضاء البوليفية بموجب المرسوم الأعلى رقم 423 المؤرخ 10 شباط/فبراير 2010، تقوم الوكالة بتوفير الخدمات ذات الصلة بالاتصالات الساتلية وتحليل الصور الساتلية. ومن ثم، فإن الوكالة لا تجري أبحاثا بشأن المواضيع التي أشار إليها مكتب شؤون الفضاء الخارجي التابع للأمانة.

ألمانيا

[الأصل: بالإنكليزية]
[27 تشرين الأول/أكتوبر 2022]

تُجرى أنشطة بحثية بشأن المسائل المتصلة بالحطام الفضائي في ألمانيا في جميع الميادين ذات الصلة. ويشمل ذلك نمذجة بيئة الحطام الفضائي، ورصد الحطام الفضائي، وتطوير التكنولوجيا لأغراض الرصد، وإجراء دراسات بشأن آثار الاصطدام الفائق السرعة على المركبات الفضائية، وحماية المنظومات الفضائية من ارتطام النيازك الدقيقة والحطام الفضائي، فضلا عن تكنولوجيات التصميم بغرض تحقيق التلاشي. ويشارك الخبراء الألمان بنشاط في المحافل الدولية المعنية في ميدان بحوث الحطام الفضائي وأمان الفضاء، بما في ذلك لجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات والمعنية بالحطام الفضائي والأكاديمية الدولية للملاحة الفضائية، وفي أنشطة توحيد المقاييس الدولية في ميدان الحطام الفضائي، وفي الجوانب المتعلقة بتنسيق حركة المرور في الفضاء. وتشارك الصناعة والأوساط الأكاديمية الألمانية أيضا في التطورات التكنولوجية الرامية إلى خدمة استدامة استخدام الفضاء الخارجي في الأمد البعيد وحماية الأرض.

وفي الآونة الأخيرة، قامت وكالة الفضاء الألمانية، من خلال المركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي، بإدخال مزيد من التحسينات على جهود تخفيف الحطام الفضائي في إطار مشاريع السواتل الصغيرة التي تُجرى في الجامعات ومعاهد البحوث، بدعم من المركز. وتكفل التغييرات المدخلة على العمليات الداخلية في وكالة الفضاء الألمانية تنفيذ شروط تخفيف الحطام الفضائي الصادرة عن المركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي بوصفها شروطا إلزامية في المنح البحثية للبعثات الفضائية. وعلاوة على ذلك، ما برح الحوار مستمرا مع مبادرة السواتل الصغيرة التي أطلقتها الجامعات الألمانية. والهدف من هذا الحوار هو الحفاظ على مستوى عال من الاستدامة في الأنشطة الفضائية الآخذة في النمو بسرعة في الجامعات، ودعم تبادل المعارف وأفضل الممارسات في إطار الساحة الجامعية. وتقدم وكالة الفضاء الألمانية الدعم للمشاريع الجارية، ونظمت حلقات

عمل يقدمها خبراء عبر الإنترنت تتعلق بمواضيع تخفيف الحطام الفضائي، وأجريت دراسة استقصائية عن عمليات البعثات الفضائية في جامعات في ألمانيا. وقد صدر تقرير عن نتائج هذه الدراسة الاستقصائية في آذار/مارس 2022.

القياسات

يلزم تنمية القدرات على توليد واستخدام بيانات الاستشعار من أجل ترسيخ الكفاءة الوطنية في مجال مراقبة الفضاء، لأغراض منها، على سبيل المثال، وضع قائمة بالأجسام الفضائية وإجراء عمليات تحديد المدار. وقائمة الأجسام هذه هي العمود الفقري لعمليات التوعية بأحوال الفضاء. ولذلك، شرعت وكالة الفضاء الألمانية، من خلال برنامجها الوطني الممول من الوزارة الاتحادية الألمانية للشؤون الاقتصادية والعمل المناخي، في تطوير الرادار الألماني التجريبي لعمليات المراقبة والتتبع الفضائية (GESTRA). وتولى تطوير هذا النظام معهد فراونهوفر للفيزياء العالية التردد وتقنيات الرادار. وهو نظام تجريبي لمسح وتحديد المعلومات المدارية للأجسام الفضائية الكائنة في مدار أرضي منخفض. وفي عام 2020، نُقل اثنان من واقيات الرادارات إلى موقع التشغيل وبدأ عملهما، وأجريت هناك أنشطة أخرى لإدماجهما واختبارهما والتحقق من صلاحيتهما منذ ذلك الوقت. ويمكن للمركز الألماني للتوعية بأحوال الفضاء (GSSAC) تشغيل النظام عن بعد بالكامل. ويهدف الرادار الألماني التجريبي أيضا إلى أن يكون بمثابة منصة تجريبية لتشغيل الرادار من موضعين أو مواضع متعددة، وتوفير البيانات لمؤسسات البحوث في ألمانيا من أجل إجراء مزيد من البحوث في هذا المجال.

وقد أنشأ المركز الألماني للتوعية بأحوال الفضاء قاعدة بيانات واستضافها وقام بتشغيلها منذ عام 2019 لجمع وتبادل القياسات الواردة من اتحاد المراقبة والتتبُّع الفضائيين (SST) التابع للاتحاد الأوروبي، الذي يعمل بوصفه المنصة الرئيسية لتبادل البيانات بالنسبة لاتحاد المراقبة والتتبُّع الفضائيين. وكخطوة ثانية، شُرع في وضع قائمة أوروبية بسلائف الأجسام بالاستناد إلى قاعدة البيانات تلك.

وقد استبينت خيارات متعددة لزيادة أداء قياسات رادارات المراقبة الأرضية للحطام الفضائي. ويتمثل أحد الخيارات الواعدة في استخدام رادارات مراقبة متعددة في مواقع منفصلة تعمل بتكوينات ثنائية ومتعددة المواضع. ومن المتوقع أن تؤدي هذه الشبكة من الرادارات ليس إلى زيادة حجم منطقة المراقبة فحسب، بل أن تؤدي أيضا إلى قياسات أفضل للأجسام المفردة. وتجري حاليا دراسة لمواصلة تحليل أساليب التشغيل هذه من خلال التعاون بين معهدين من معاهد فراونهوفر. وقد وضع إطار محاكاة يتيح إمكانية نمذجة مختلف تكوينات أنظمة رادار المراقبة من مواضع متعددة.

وفي الوقت الحالي، تتألف شبكة دولية من المقاريب البصرية، تسمى شبكة المقاريب الروبوتية ذات الفتحة الصغيرة (SMARTnet)، من أربع محطات مقاريب بما مجموعه تسعة مقاريب. وتقع هذه المحطات في سويسرا وإسبانيا وجنوب أفريقيا وأستراليا، ويقوم المركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي بتشغيل المحطتين الموجودتين في جنوب أفريقيا وأستراليا. ومن المقرر إنشاء محطة ثالثة تابعة للمركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي في أمريكا الجنوبية في عام 2023. وينظم المركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي هذه الشبكة بالتعاون الوثيق مع معهد علوم الفلك التابع لجامعة برن، سويسرا، وهي مفتوحة لعموم الجمهور. وتتألف محطات المقاريب من عدة مقاريب ذات فتحات تتراوح بين 20 و80 سنتيمترا. وترصد الشبكة المنطقة الثابتة بالنسبة للأرض والمدارات ذات الصلة لدعم البحوث المتعلقة بتجنب الاصطدام وغير ذلك من المواضيع العلمية، وتشمل بيانات عن الأجسام التي يزيد حجمها عن 30 سنتيمترا تقريبا والتي توجد في مدارات متزامنة مع الأرض. وقد اكتُشفت بالفعل أجسام يقل حجمها عن 18,5، وتم قياس مواقعها وحساب مداراتها. وثبت حدوث

تحسن كبير في دقة المعلومات المدارية المستمدة في المدار الأرضي المتزامن مع الأرض. وتم أيضا تحديد تشكيلات السواتل بوضوح تام.

ويعكف المركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي أيضا على تطوير نظام معلومات بواسطة الفهرس الرئيسي للمعلومات التفاعلية للحطام، وهو قاعدة بيانات مدارية للأجسام الموجودة في مدار أرضي، وهو أمر محوري في هذا المشروع. وتعمل حاليا وظائف رئيسية في هذا النظام بكامل طاقتها، مثل ربط الأجسام ببعضها باستخدام ملاحظات مستمدة من أجهزة استشعار مختلفة (مثل SMARTnet)، لتوفر بذلك أول بيانات رصدية يجهزها النظام، وكذلك تحديد المدارات واستقراء المدارات. وتطبق خوارزمية تجميع للرسوم البيانية من أجل الكشف عن الأجسام الفضائية المقيمة الجديدة. ويستطيع النظام أن يعالج أنواعا مختلفة من القياسات، بما في ذلك قياس المسافات باستخدام الرادار والتقنيات الضوئية وقياس المسافات الفاصلة عن السواتل بالليزر. ويمكن أيضا دمج بيانات المدخلات المختلفة وضمها معا فيما يتعلق بالأجسام لكي تسفر عن حل أفضل لتحديد المدار. وعلاوة على ذلك، يجري تطوير خوارزمية فحص كاملة للكشف عن حالات التقارب الشديد بين الأجسام. وتُبرمَج جميع الخوارزميات بحيث يمكن معالجة بيانات الرصد المتعلقة بما يصل إلى 000 100 جسم آنيا. وتشمل موضوعات البحوث الجارية حاليا الكشف عن المناورة واستخلاص التخطيط الأمثل من قاعدة البيانات لتمكين أجهزة الاستشعار من إبقاء جميع الأجسام ضمن حدود دقيقة محددة. وعلاوة على ذلك، طورت واجهة خاصة بالمستخدم تسمح بتصدير البيانات من قاعدة البيانات بغية استخدامها من قبل برامج حاسوبية أخرى أو من قبل كيانات أخرى.

وقد وضع المركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي في جنوب ألمانيا مقرابا كبيرا من نوع Ritchey-Chrétien يبلغ قطره 1,75 متر لرصد وتحليل قطع الحطام الفضائي الصغيرة التي يبلغ حجمها بضع سنتيمترات، في مرصد يوهانيس كيبلر. وقد جهِّز هذا المقراب بأربع بؤر من طراز ناسميت (Nasmyth) ومسار كوعي. وإضافة إلى ذلك، يمكن استخدامه كأحد أجهزة إرسال الليزر أو أجهزة استقبال الفوتونات المشترِكة في حملات قياس المسافات بالليزر من موقعين، باستخدام أجهزة إرسال الليزر القابلة للنقل والمحوَّاة (containerized). وبصفة عامة، يعمل المقراب كمنصة بحث لتطوير تكنولوجيات بصرية ليزرية جديدة ومبتكرة لتطبيقات أمان الفضاء لجميع المدارات الأرضية، بما يشمل نطاق ارتفاع المدار الأرضي المنخفض جدا. وسينصب تركيز تكنولوجيا الليزر المطبقة على النطاق الطيفي القريب من الأشعة تحت الحمراء، بما في ذلك، على وجه الخصوص، نطاق الطول الموجي الليزري الآمن للعين. وبالإضافة إلى تطبيق التكنولوجيات البصرية الليزرية النشيطة، سيجري تناول التحليل الطيفي البصري السلبي للأجسام المدارية.

وقد طور المركز الألماني لشؤون الفضاء الجوي نظاما مدمجا يعمل آليا لقياس المسافات الفاصلة عن السواتل بالليزر. ويوفر هذا النظام دقة في قياس المسافات بالليزر بما يصل إلى بضع سنتيمترات في البيانات الموضعية المستمدة من السواتل الموجودة في المدارات الأرضية المنخفضة والمدارات الأرضية المتوسطة والمجهزة بعاكسات ارتجاعية. ولهذه البيانات تطبيقات عديدة في الجيوديسيا ورصد الأرض وتشغيل السواتل ورصد السواتل التي توقف تشغيلها. وقد طُور عنصر مُناظِر في المدار قائم على تصميم عاكس ارتجاعي خزفي غير حراري، ويمكن أن يستخدمه مشغلو السواتل كأحد حلول رصد حركة المرور في الفضاء بواسطة الليزر. وإضافة إلى ذلك، فإن استخدام عاكسات ارتجاعية جديدة سلبية للقياس الاستقطابي يمكن تمييزها يسمح بوسم السواتل، وهو أمر مفيد، على سبيل المثال، في حالة إطلاق مجموعات من السواتل الصغيرة وداخل تشكيلات السواتل. وتكيف المحطة الأرضية البصرية التي تعمل بالليزر وذات النظام الصغير الذي يعمل آليا لقياس المسافات الفاصلة عن السواتل بالليزر كجهاز محدَّد لإرسال الليزر بالنسبة لمكونات حمولة العاكس الارتجاعي ذي المقياس الاستقطابي.

النمذجة وتقييم المخاطر في المدار وعلى الأرض

الهدف الرئيسي للمشروع الجديد المنفذ في جامعة براونشفايغ التقنية هو تطوير مقاييس مختلفة لتقييم معايير الاستدامة للقيام، على الخصوص، باستخدام المدار الأرضي المنخفض، فيما يتعلق باحتمالات الاصطدام المتزايدة في هذه المنطقة. وتتسم هذه التحقيقات بأهمية خاصة في الوقت الحاضر، بالنظر إلى أن سياسات التخفيف القائمة ليست مصممة خصيصا لإدارة الأعداد الاستثنائية الهائلة من الأجسام المتوقعة مع دخول التشكيلات الساتلية الضخمة. ومن ثم، فالمعايير الموضوعية لتقييم "الحالة الصحية" العامة لبيئة الحطام الفضائي المداري، التي تشبه في مفهومها، على سبيل المثال، معايير مؤشر صحة المحيطات، يمكن أن توفر أدوات لا لقياس الحالة العالمية لتلك البيئة فحسب، بل أيضا لتحديد معايير موضوعية لتحقيق استدامتها.

وتساهم ألمانيا أيضا إسهاما كبيرا في البحوث المتعلقة بآثار الاصطدامات في المدار وارتطام الحطام الفضائي من خلال معهد إرنست ماخ (Fraunhofer EMI) التابع لمعهد فراونهوفر للديناميات العالية السرعة. وتُجرى محاكاة تجريبية للاصطدامات الفائقة السرعة باستخدام معجلات الغازات الخفيفة والأدوات التشخيصية العالية السرعة في الحدود الحالية للاختبارات الأرضية. وجرى اختبار مكونات المركبات الفضائية، مثل هياكل البلاستيك المقوى بألياف الكربون، والمواد الشفافة، وأوعية الضغط، ومحركات الوقود الدامر للإنزال من المدار، ليس لتقييم آثار الضرر وحدود التصميم الكمية فحسب، بل أيضا لاشتقاق نماذج لتقييم عواقب ارتطام الحطام الفضائي على مستوى المنظومة. وتُستكمل تجارب الارتطام، التي تجرى أساسا بموجب عقد مع وكالة الفضاء الأوروبية، بعمليات محاكاة عددية لتوسيع نطاق بارامترات ظروف الاصطدام وإجراء تجارب عددية على مستوى المركبات الفضائية. وتوضع أكواد متخصصة لمنظومات التدفقات السائلة (hydrocodes) وطرائق مبنية على العناصر المتفردة وتطبق لتنفيذ عمليات محاكاة معقدة للاصطدامات الفائقة السرعة في معهد إرنست ماخ التابع لمعهد فراونهوفر. ومن الأمثلة على هذه الأخيرة مشروع DEM-O الذي استكمل مؤخرا، والذي تدعمه وكالة الفضاء الألمانية. ويوضح هذا المشروع مدى ملاءمة استخدام إحدى طرائق العناصر المتفردة لمحاكاة تأثير اصطدام فائق السرعة. وباستخدام نماذج قائمة على الجسيمات، يمكن محاكاة سيناريوهات اصطدام فائقة السرعة بدقة، ولا سيما التشظي الناتج عن هذه الاصطدامات. والطبيعة المتفردة لهذه الطريقة تمنحها ميزة متميزة لنمذجة تشظي السواتل في المدار وتحطمها بالمقارنة بأكواد منظومات التدفقات السائلة التقليدية. وقد انصب التركيز، في المرحلة الأخيرة من المشروع، على تحسين نمذجة الاصطدامات الثانوية التي تحدث داخل ساتل مباشرة بعد وقوع اصطدام فائق السرعة.

وقد تزايدت المخاوف خلال العقد الماضي بشأن ما تشكله عودة شظايا المركبات الفضائية المتبقية إلى الغلاف الجوي من مخاطر على الأرض، مما أدى إلى اضطلاع الأوساط الفضائية بأنشطة عديدة مثل تطوير أدوات محاكاة العودة إلى الغلاف الجوي وتحسينها والتحقق من صلاحيتها، فضلا عن إجراء البحوث المتعلقة بالتصميم بغرض ضمان التلاشي. والغرض من المجموعة الأولى من الأنشطة هو زيادة الثقة في التنبؤات العددية بمخاطر العودة إلى الغلاف الجوي، في حين أن النوع الثاني من الأنشطة يرمي إلى تطوير تقنيات جديدة لتصميم المركبات الفضائية من شأنها تحسين سلوك التلاشي بشكل كبير.

وبدأ المركز الألماني لعمليات الفضاء في تطوير وتشغيل نظام برمجي لتقييم الاصطدام بين المركبات الفضائية التي يديرها هذا المركز في عام 2009 واستمر منذ ذلك الحين في تطوير هذا النظام وصيانته وتشغيله. وإلى جانب تقييم التقارب، يتميز نظام تجنب الاصطدام التابع للمركز الألماني لعمليات الفضاء أيضا بتخطيط مناورات تجنب الاصطدام وتوليد منتجات تتعلق بتجنب الاصطدام. كما يدعم المركز الألماني لعمليات الفضاء الكيانات الأخرى في تقييم التقارب وتجنب الاصطدام. وهو يتقاسم البيانات الساتلية المتعلقة بالتقويم الفلكي مع مقدمي الخدمات المتعلقة بالتقارب مثل اتحاد المراقبة والتتبُّع الفضائيين التابع للاتحاد الأوروبي

ورابطة البيانات الفضائية وسرب الدفاع الفضائي الـ18 التابع للقوات الفضائية الأمريكية ويتصل بنشاط بمشغلي الأقمار الصناعية الآخرين من أجل تنسيق تدابير تفادي الاصطدام عند الحاجة.

الهند

[الأصل: بالإنكليزية]
[28 تشرين الأول/أكتوبر 2021]

الهند بصدد القيام رسميا باعتماد سياسة وطنية بشأن الأنشطة الفضائية تتناول جملة أمور منها متطلبات تخفيف الحطام الفضائي من أجل ضمان سلامة أنشطة الفضاء الخارجي واستدامتها.

واستهلت المؤسسة الهندية لأبحاث الفضاء عدة أنشطة بحثية في المجالات ذات الصلة بالحطام الفضائي، بما في ذلك نمذجة بيئة الحطام الفضائي، وتحليل العودة إلى الغلاف الجوي، وتحليل الشظايا، والإزالة النشيطة للحطام.

وقد أنشئ نظام العمليات المأمونة والمستدامة (IS4OM) التابع للمؤسسة الهندية لأبحاث الفضاء من أجل تنسيق إدارة جميع أنشطة التوعية بأحوال الفضاء وإنشاء مرافق رصد لتتبع الأجسام الفضائية. ويجري بالفعل إنشاء مرافق رصد مخصصة لتتبع ورصد الأجسام الفضائية الموجودة في مدار أرضي منخفض ومدار أرضي متزامن مع الأرض، بما في ذلك تتبع ورصد الحطام الفضائي في إطار شبكة تتبُّع الأجسام الفضائية وتحليلها. ويجري إنجاز خطط لإنشاء مقاريب بصرية إضافية.

وقد أنشئ مركز مراقبة في إطار نظام العمليات المأمونة والمستدامة التابع للمؤسسة الهندية لأبحاث الفضاء من أجل معالجة معلومات الرصد المستمدة من مرافق رصد مختلفة بغية وضع قائمة وطنية للحطام الفضائي، ضمن أنشطة أخرى تتعلق بالتوعية بأحوال الفضاء.

وما فتئت المؤسسة الهندية لأبحاث الفضاء تجري بحوثا لتحسين التنبؤ بعودة الأجسام الفضائية إلى الغلاف الجوي، ونمذجة التشظي عند العودة إلى الغلاف الجوي وتحليله. وتشارك هذه المؤسسة بنشاط في حملات التنبؤ السنوية بعودة الأجسام التي تنظمها لجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات والمعنية بالحطام الفضائي. وتُبذل حاليا جهود لزيادة تعزيز المنهجيات الموجودة لتجنب اصطدام الموجودات الفضائية بالحطام الفضائي، أي تحليل قرب الأجسام الفضائية وتحليل تجنب الاصطدام أثناء الإطلاق.

وتسهم المؤسسة الهندية لأبحاث الفضاء بنشاط في عدة أنشطة ودراسات دولية تتعلق بالحطام الفضائي، بوصفها عضوا في لجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات والمعنية بالحطام الفضائي، ولجنة الحطام الفضائي التابعة للأكاديمية الدولية للملاحة الفضائية، واللجنة التقنية لإدارة حركة المرور في الفضاء التابعة للاتحاد الدولي للملاحة الفضائية، والفريق العامل 7 التابع للمنظمة الدولية لتوحيد المقاييس، والفريق العامل المعني باستدامة أنشطة الفضاء الخارجي على المدى الطويل التابع للجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية.

ولا يوجد لدى المؤسسة الهندية لأبحاث الفضاء حاليا أي أجسام فضائية تعمل بالقدرة النووية يمكن أن تشكل تهديدا للأمان في الفضاء الخارجي. وإذا تقرر استخدام مثل هذا الجسم الفضائي في أي بعثة مقبلة، فإن المؤسسة الهندية لأبحاث الفضاء ستتناول المسائل ذات الصلة المتعلقة بالأمان على نحو يتماشى مع المبادئ التوجيهية المقبولة دوليا.

إيطاليا

[الأصل: بالإنكليزية]
[2 تشرين الثاني/نوفمبر 2022]

برزت أوجه التآزر الموجودة في دراسة المخاطر التي تشكلها الأجسام الفضائية الطبيعية والاصطناعية أكثر من أي وقت مضى في عام 2022. وتتمتع الأوساط العلمية والتكنولوجية الإيطالية بخبرة طويلة الأمد فيما يتعلق بكلا النوعين من المخاطر، كما تشهد على ذلك مشاركتها النشيطة في بعض المبادرات الوطنية والدولية الرئيسية، التي أسفرت عما يلي:

(أ) التقدم المحرز في تحقيق ونشر ما يسمى بمقاريب "Flyeye"، المكرسة لمسح الأجسام القريبة من الأرض ومجموعات الحطام الفضائي؛

(ب) المشاركة في اتحاد المراقبة والتتبُّع الفضائيين (SST) التابع للاتحاد الأوروبي وتوقيع اتفاق الشراكة ذي الصلة، بهدف الوصول إلى مستوى عالٍ من الاستقلالية في رصد مجموعات الحطام الفضائي؛

(ج) تنسيق مبادرات البحث والتطوير على الصعيدين الوطني والدولي؛

(د) الانتهاء بنجاح من بعثة LICIACube (وهو كيوبسات إيطالي خفيف لتصوير الكويكبات) إلى الكويكب الثنائي Didymos.

ومقراب Flyeye هو جهاز استشعار واسع المجال وعالي الحساسية له مجال رؤية كبير بشكل غير مسبوق، صمم بشكل مشترك من قبل المؤسسات البحثية والصناعية في إيطاليا. وشبكة من مقاريب Flyeye قادرة على مراقبة السماء المرئية بأكملها كل ليلة، وبالتالي يمكن أن تكون فعالة للغاية في الكشف في الوقت المناسب عن "الاصطدامات الوشيكة" (أي الكويكبات من فئة 50 مترا التي توجد في مسار تصادمي مع كوكبنا)، وكذلك في مسح منطقة المدار الأرضي المتوسط، حيث توجد تشكيلات الملاحة، والمنطقة الموجودة فوق ارتفاع 500 1 كيلومتر. وقد أنجز أول مقراب Flyeye بالتعاون مع وكالة الفضاء الأوروبية لأغراض الدفاع الكوكبي، ومن المقرر نشره قريبا في مركز الجيوديسيا الفضائية التابع لوكالة الفضاء الإيطالية، والموجود في ماتيرا، إيطاليا، من أجل مرحلة التشغيل والتحقق العلمي. وقد اضطلعت وكالة الفضاء الإيطالية بمبادرة موازية في عام 2022 لشراء أربعة مقاريب من طراز Flyeye من أجل استخدامها في رصد الحطام الفضائي.

وتتولى إيطاليا، ضمن اتحاد المراقبة والتتبُّع الفضائيين (SST) التابع للاتحاد الأوروبي، مسؤولية تقديم خدمات العودة إلى الغلاف الجوي والتشظِّي. وفي عام 2022، أدى هذا النشاط التشغيلي إلى مراقبة دقيقة لأهم الأحداث غير المراقبة للعودة إلى الغلاف الجوي (بالتنسيق مع الإدارة الإيطالية للحماية المدنية)، بالإضافة إلى أحداث التشظِّي في المدار.

وتشارك إيطاليا بعمق في مشروعين للبحث والتطوير في الاتحاد الأوروبي.

ويهدف مشروع الرصد السريع للأجسام القريبة من الأرض وتحديد خصائصها ومحاكاتها الرئيسية (NEOROCKS)، الذي يقوده المعهد الوطني الإيطالي للفيزياء الفلكية، إلى معالجة التوصيف المادي للأجسام القريبة من الأرض، التي تؤدي معرفتها دورا حاسما في تقييم شدة ارتطام الكويكبات. ونفذت حملات رصد موسعة بالوصول إلى مقاريب ذات فتحة كبيرة، وأعدت قاعدة بيانات منقحة للخصائص الفيزيائية للأجسام القريبة من الأرض، وأجريت بنجاح "تجربة استجابة سريعة" مع تتبع السلسلة بأكملها، من الاكتشاف إلى متابعة القياسات الفلكية وتحديد الخصائص الفيزيائية للجسم المكتشف حديثا.

وفي تشرين الثاني/نوفمبر 2022، نظم مشروع شبكة أبحاث الحطام الفضائي والكويكبات (ستاردست) المؤتمر الدولي الثاني لهذه الشبكة من أجل تبادل الأساليب والنتائج التي توصل إليها المشروع وتعريف المشاركين، ولا سيما الباحثين في المراحل المبكرة، بالبحوث التي تجرى بنشاط في جميع أنحاء العالم في مجالي الحطام الفضائي والكويكبات.

وتشكل الحاجة إلى استخدام الأساليب المتقدمة في مجال الميكانيكا الفلكية عاملا مشتركا بين مشكلتي الأجسام القريبة من الأرض والحطام الفضائي. وفي هذا الصدد، شاركت أوساط الميكانيكا الفلكية الإيطالية على أعلى مستوى في العديد من الاجتماعات التي نظمت على مدار السنة من أجل معالجة مجموعة كبيرة ومتنوعة من المسائل، من الجوانب النظرية البحتة إلى التطبيقات الفضائية. وتجدر الإشارة إلى الاجتماع الدولي الثامن حول الميكانيكا الفلكية، الذي نظمته جامعة روما تور فيرغاتا، وورشة العمل الدولية حول الحركة المدارية المشتركة (COOMOT) في معهد الرياضيات التطبيقية وتكنولوجيا المعلومات "Enrico Magenes" التابع للمجلس الوطني للبحوث في إيطاليا في ميلانو، إيطاليا، ومدرسة كورتينا الصيفية رقم 14 حول نظرية الميكانيكا الفلكية وتطبيقاتها (CELTA) التي استضافتها جامعة المرتفعات والجزر، اسكتلندا، المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وأيرلندا الشمالية. وقد سجلت المشاركة الحماسية لجيل جديد من الطلاب والباحثين الشباب المهرة في جميع الحالات.

وأخيرا، تم الحصول على نتيجة رائعة بفضل التعاون الوثيق بين المجتمعات العلمية والصناعية الإيطالية، بتنسيق من وكالة الفضاء الإيطالية. وفي 11 أيلول/سبتمبر 2022، انفصل الساتل LICIAcube عن المركبة الفضائية لاختبار إعادة توجيه الكويكب المزدوج (DART)، التابعة للإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء في الولايات المتحدة الأمريكية، التي كانت تهدف إلى الارتطام بالساتل Dimorphos الذي يبلغ طوله 140 مترا والتابع لكويكب Didymos، من أجل إجراء أول تجربة على الإطلاق لتقنية تحويل مسار الكويكبات. وقد عملت جميع الأنظمة الفرعية للساتل LICIAcube ظاهريا. وفي 26 أيلول/سبتمبر 2022، نجح المسبار الإيطالي في تصوير العمود الناتج عن ارتطام المركبة الفضائية DART، وبالتالي توفير بيانات فريدة لتحسين معرفتنا بتكوين الكويكب وبنيته الداخلية ونمذجة ديناميكيات ارتطام جسم سماوي صغير.

اليابان

[الأصل: بالإنكليزية]
[20 تشرين الأول/أكتوبر 2022]

لمحة عامة

يشمل هذا التقرير الأنشطة المتصلة بالحطام التي تضطلع بها أساسا الوكالة اليابانية لاستكشاف الفضاء الجوي، بناء على طلب مكتب شؤون الفضاء الخارجي التابع للأمانة.

ويجري الاضطلاع بأنشطة البحث والتطوير التالية المتعلقة بالحطام اعتبارا من تشرين الأول/أكتوبر 2022:

(أ) الإزالة النشيطة للحطام؛

(ب) حالة مناورات تجنب الحطام والبحوث المتعلقة بالتكنولوجيا الأساسية للتوعية بأحوال الفضاء؛

(ج) البحوث المتعلقة بتكنولوجيا رصد الأجسام في المدار الأرضي المنخفض والمدار الثابت بالنسبة للأرض (المدار المتزامن مع الأرض) وتحديد مدارات هذه الأجسام؛

(د) نظام قياس الحطام المتناهي الصغر في الموقع؛

(هـ) تطوير خزان وقود داسر مركب؛

(و) رصد الحطام الفضائي باستخدام قياس المسافات الفاصلة عن السواتل بالليزر، وتطوير عاكس لقياس المسافات الفاصلة عن السواتل بالليزر للأغراض العامة.

وترد معلومات إضافية بهذا الشأن في الأقسام الواردة أدناه.

الحالة

الإزالة النشيطة للحطام

نظمت الوكالة اليابانية لاستكشاف الفضاء الجوي برنامجا بحثيا ووضعت هيكليته بهدف تنفيذ بعثات منخفضة التكلفة للإزالة النشيطة للحطام. وتتناول أنشطة البحث والتطوير الخاصة بالتكنولوجيا الرئيسية للإزالة النشيطة للحطام المواضيع الرئيسية الثلاثة التالية: الالتقاء بالأجسام غير المتعاونة، وتكنولوجيا اصطياد الأهداف غير المتعاونة، وتكنولوجيا إخراج الأجسام من المدار لإزالة أجزاء الحطام الفضائي الكبيرة السليمة. وتتعاون الوكالة اليابانية مع الشركات اليابانية الخاصة من أجل تنفيذ عمليات إزالة نشيطة للحطام منخفضة التكلفة على أساس تجاري، وهي تعمل على توفير هذه التكنولوجيات الرئيسية الضرورية لهذا الغرض.

كما تقود الوكالة البرنامج الاستعراضي التجاري لإزالة الحطام (CRD2). ويتألف هذا البرنامج من مرحلتين ويهدف إلى إزالة نشيطة للحطام بالشراكة مع مؤسسات القطاع الخاص. وخلال المرحلة الأولى من البرنامج، من المقرر أن تُعرض التكنولوجيات الرئيسية في هذا المجال، مثل الالتقاء بالأجسام غير المتعاونة وعملية التقارب وفحص جاهزية المرحلة الثانية من مركبة الإطلاق H-IIA، في السنة المالية اليابانية 2022. وخلال المرحلة الثانية، من المقرر أن تُعرض عملية الإزالة النشيطة للحطام وعودة المرحلة الثانية من مركبة الإطلاق H-IIA إلى الغلاف الجوي، بعد السنة المالية اليابانية 2025. واختيرت شركة Astroscale Japan Inc. من خلال مسابقة مفتوحة في شباط/فبراير 2020 كشريك للمرحلة الأولى.

حالة مناورات تجنب الحطام والبحوث المتعلقة بالتكنولوجيا الأساسية للتوعية بأحوال الفضاء

تتلقى الوكالة اليابانية لاستكشاف الفضاء الجوي (الوكالة اليابانية) بانتظام من مركز العمليات الفضائية المشتركة إشعارات بشأن التقارب. وفي عام 2021، نفذت الوكالة اليابانية مناورتين لتجنب اصطدام مركبة فضائية بحطام فضائي في المدار الأرضي المنخفض. وقد أدركت الوكالة اليابانية، بوصفها مشغلا للسواتل، أن خطر التقارب الذي يشكله الحطام الفضائي ما زال مرتفعا، مع تدهور البيئة الفضائية عاما بعد عام.

التكنولوجيا الأساسية للتوعية بأحوال الفضاء

طورت الوكالة اليابانية نظاما جديدا للتوعية بأحوال الفضاء، وهو يوجد حاليا قيد التشغيل التجريبي من أجل التحقق من أدائه قبل أن يبدأ تشغيله بالكامل في نيسان/أبريل 2023. ويشمل هذا النظام ما يلي:

(أ) الرادار: طورت الوكالة اليابانية رادارا جديدا خاصا بالمدار الأرضي المنخفض، يمكنه مراقبة الأجسام من فئة 10 سنتيمترات على ارتفاع 650 كيلومترا؛

(ب) المقراب: قامت الوكالة اليابانية بتجديد مقاريبها من فئة 1 متر و50 سنتيمترا من أجل زيادة قدرتها على رصد الحطام الفضائي في المدار المرتفع، بما في ذلك المدار الثابت بالنسبة للأرض؛

(ج) نظام التحليل: طورت الوكالة اليابانية نظاما جديدا لتحليل بيانات الرصد المستمدة من مرفقي الرادار والمقراب، يستخدم بعد ذلك لإجراء تقييمات للمخاطر ووضع خطط لتجنب الاصطدام في الحالات التي يقترب فيها الحطام الفضائي من سواتل الوكالة.

كما طورت الوكالة اليابانية أداة لدعم التخطيط لمناورات تجنب الحطام عند تلقي رسالة ببيانات التقارب من مركز العمليات الفضائية المشتركة وأتاحتها مجانا لجميع مشغلي السواتل على الموقع الشبكي للوكالة منذ آذار/مارس 2021.

ومن المتوقع أن تبسط هذه الأداة الإجراءات الخاصة بمناورات تجنب الحطام وأن تقلل من عبء العمل ذي الصلة. وستواصل الوكالة اليابانية هذا النشاط.

البحوث المتعلقة بتكنولوجيا رصد الأجسام في المدار الأرضي المنخفض والمدار الثابت بالنسبة للأرض (المدار المتزامن مع الأرض) وتحديد مدارات هذه الأجسام

عادة ما تُرصد الأجسام في المدار الأرضي المنخفض بواسطة نظام رادار بصورة رئيسية، ولكن الوكالة اليابانية شرعت منذ فترة في تطوير نظام بصري لخفض تكاليف تشييد نظم الرادارات وتكاليف تشغيلها. وتم تطوير جهاز استشعار مكمِّل كبير يستخدم أشباه الموصلات المصنوعة من أكسيد فلزّي (CMOS) لرصد المدار الأرضي المنخفض. وتحليلات البيانات التي يوفرها جهاز الاستشعار المذكور، المزود بتكنولوجيات معالجة الصور بالاستناد إلى صفائف البوابات القابلة للبرمجة ميدانيا، تمكِّن من اكتشاف الأجسام الكائنة في مدار أرضي منخفض التي تبلغ 10 سنتيمترات أو أقل. ومن أجل زيادة فرص رصد الأجسام في المدارات الأرضية المنخفضة والمدارات المتزامنة مع الأرض، أنشئ موقعان للرصد عن بعد في أستراليا، أحدهما في مرصد زادكو في غرب أستراليا، والآخر مزود بتركيبة من أربعة مقاريب قطرها 18 سنتيمترا في مرصد سايدينغ سبرينغ في نيو ساوث ويلز، بالإضافة إلى مرصد جبل نيوكاسا في اليابان. وسيمكن هذان الموقعان المخصصين للرصد من إجراء عمليات دقيقة لتحديد المدارات وتقدير ارتفاعات الأجسام الكائنة في مدار أرضي منخفض باستخدام البيانات المستمدة من كلا الموقعين في أستراليا.

نظام قياس الحطام المتناهي الصغر في الموقع

جهاز رصد الحطام الفضائي عبارة عن جهاز استشعار للحطام المتناهي الصغر في الموقع يركز على الحطام الذي يتراوح حجمه بين واحد من المليون (ميكرو) متر وواحد من الألف (مللي) متر في المدار. وقد أجريت آخر تجربة طيران باستخدام مركبة النقل من نوع H-II المسماة Kounotori-5 (HTV-5). والمعلومات المستمدة من القياسات الفعلية لقطع الحطام الصغيرة هذه ضرورية لفهم الكميات الهائلة من الحطام الصغير الموجودة في مدارات قريبة من الأرض فهما سليما، لا سيما وأن هذا الحطام أصبح عامل خطر مهيمناً في المدار.

وتتمثل الخصائص الفريدة لجهاز رصد الحطام الفضائي في بساطة نظام الكشف الذي يعتمده والذي لا يحتاج إلى أي معايرة خاصة قبل الطيران، بالإضافة إلى سهولة تعاونه مع أجهزة الاستشعار الأخرى. وتتألف شاشة جهاز رصد الحطام الفضائي من منطقة للكشف عن الحطام ومناطق الدارات. وتُصمَّم منطقة الكشف عن الحطام من مادة بوليميد رقيقة جداً، وهناك الآلاف من خيوط الشبكة الموصلة على نطاق 50 ميكرومتراً القادرة على كشف قطر الحطام المتصادم الذي يتراوح حجمه بين 100 ميكرومتر وبضعة مليمترات.

وتتعاون الوكالة اليابانية مع المكتب المعني ببرنامج الحطام المداري التابع للإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (وكالة ناسا) بالولايات المتحدة الأمريكية بهدف تطوير نظام جديد لقياس الحطام المتناهي الصغر في الموقع

من أجل فهم عدد قطع الحطام الصغيرة التي تدور على مسافة تقل عن 000 1 كيلومتر. وبالتعاون بين ناسا والوكالة اليابانية، تجري سلسلة من اختبارات الارتطام الفائق السرعة باستخدام نموذج لوح التجارب.

تطوير خزان وقود داسر مركب

يُصنع خزان الوقود الداسر عادة من سبائك التيتانيوم ذات النوعية الفائقة نظراً لخفة وزنها وتوافقها الكيميائي الجيد مع الوقود الداسر. إلا أن درجة انصهار تلك السبائك عالية إلى حدٍّ يمنع تلاشي الخزان أثناء عودته إلى الغلاف الجوي، مما يشكل خطرا على الناس على الأرض.

وقد أجرت الوكالة اليابانية بحوثا على مدى عدة سنوات بهدف تطوير خزان مبطن بالألمنيوم ومغلف بمركبات كربونية ينصهر في درجات حرارية أدنى. وكجزء من دراسة الجدوى، أجرت الوكالة اختبارات أساسية شملت اختباراً لمعرفة ما إذا كانت بطانة الألومنيوم متوافقة مع وقود الهيدرازين الداسر، فضلاً عن اختبار تسخين بالقوس الكهربائي.

وبعد صنع واختبار نموذج الخزان الهندسي الأقصر EM-1، صنعت الوكالة خزان EM-2 كامل الحجم. وشكّل الخزان EM-2 مطابق لشكل الخزان العادي، الذي يتضمن جهازا لإدارة الوقود الداسر. وباستخدام الخزان EM-2، أُجري اختبار للضغط، واختبار للاهتزاز (في ظروف رطبة وجافة)، واختبار للتسرب الخارجي، واختبار لدورة الضغط، واختبار لضغط الانفجار، وقد أظهرت جميعها نتائج جيدة. واكتمل بذلك استعراض التصميم الحاسم.

ويتسم خزان الوقود الداسر، المصنوع من تركيبة من المواد، بقصر مدة صنعه كما أن تكلفته أقل من تكلفة خزان الوقود الداسر المصنوع من التيتانيوم. ويجري حاليا تقييم تجريبي وتحليلي لإمكانية تلاشيه أثناء عودته إلى الغلاف الجوي.

رصد الحطام الفضائي باستخدام قياس المسافات الفاصلة عن السواتل بالليزر، وتطوير عاكس لقياس المسافات الفاصلة عن السواتل بالليزر للأغراض العامة

تركز الوكالة اليابانية على قياس المسافات الفاصلة عن السواتل بالليزر باعتباره الطريقة الثالثة لرصد الحطام الفضائي بعد الرصد بالرادارات والمقاريب.

ومن المقرر أن تبدأ محطة تسوكوبا لقياس المسافات الفاصلة عن السواتل بالليزر في العمل في نيسان/أبريل 2023.

وفي السنوات الأخيرة، أصبح من المهم بشكل متزايد تحسين رؤية الأجسام المدارية. وطورت الوكالة اليابانية عاكسا صغيرا سعره معقول لقياس المسافات الفاصلة عن السواتل بالليزر (يسمى Mt.FUJI) يمكن استخدامه عالميا في المدار الأرضي المنخفض. وسوف تعزز الوكالة اليابانية تطبيقه على الصعيد العالمي من أجل تحسين إمكانية تتبع الأجسام الموجودة في المدار، مما يسهم في الاستخدام المستدام للفضاء الخارجي.

المكسيك

[الأصل: بالإسبانية]
[28 تشرين الأول/أكتوبر 2022]

لا تزال كمية الحطام الفضائي الموجودة في المدار تتزايد نتيجة لعمليات الإطلاق الجديدة وتشظِّي الأجسام الموجودة، وليس هناك رصد منتظم لمعظم الحطام المداري الذي يحتمل أن يكون ضارا. ورغم أن الامتثال للمبادئ التوجيهية القائمة لتخفيف الحطام الفضائي قد تحسن إلى حد ما، فإن معدلات الامتثال الحالية (بين 40 و60 في المائة، تبعا للنظام المداري) بعيدة كل البعد عن معدلات الامتثال اللازمة لمنع الزيادة المطردة في حالات الاصطدام بالحطام.

ويشكل تزايد عدد السواتل الصغيرة، وتناقص عمر السواتل، وإمكانية إنشاء تشكيلات تجارية كبيرة مكونة من آلاف السواتل، تحديات جديدة. وفي الوقت نفسه، فإن الزيادة في الخيارات التجارية للتوعية بأحوال الفضاء وخدمة السواتل في المدار والإزالة النشيطة للحطام يمكن أن تحقق بعض الفوائد، رغم أن هذه الأنشطة تطرح تحدياتها الخاصة من الناحيتين السياسية والقانونية.

وأيدت المكسيك مبادرة كندا وألمانيا وتشيكيا التي تتمثل في وضع خلاصة وافية للإجراءات الرامية إلى تخفيف ذلك الحطام، والتي قدمت لكي تنظر فيها اللجنة الفرعية القانونية التابعة للجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية في دورتها الثالثة والخمسين، وكانت أول وثيقة على الإطلاق تتضمن معلومات مباشرة من الدول الأعضاء بشأن التدابير الرقابية التي اتخذتها من أجل خفض الحطام الفضائي وإزالته[2].

وقد سقط الحطام الفضائي بالفعل على الأرض في المكسيك، دون التسبب حتى الآن في ضرر للناس ولكنه مع ذلك يشكل خطرا كبيرا، بدأت وكالة الفضاء المكسيكية العمل على معالجته. ووقع آخر حادث من هذا النوع في 25 نيسان/أبريل 2016، عندما سقط حطام فضائي من المركبة الفضائية التابعة للاتحاد الروسي Soyuz-2-1A، في ماهاهوال، بولاية كوينتانا رو، المكسيك. وفي نفس العام وفي نفس المكان، عثر على شظايا من المركبة الفضائية الأوروبية أريان 5. وأصبح اتخاذ التدابير اللازمة ممكنا بفضل وحدة الحماية المدنية التابعة لولاية كوينتانا رو والسكان المحليين[3].

وتساقط الحطام الفضائي حقيقة واقعة ليس فقط في المكسيك ولكن أيضا في جميع أنحاء العالم. ولذلك يجب البحث عن حل لمعالجة هذا الوضع قبل حدوث عواقب وخيمة.

وبناء على ذلك، ونظرا لأهمية هذه المسألة، اتخذت المكسيك، من خلال وكالة الفضاء المكسيكية، خطوات لتصبح عضوا في لجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات والمعنية بالحطام الفضائي. وبدأت أيضا، على الصعيد الوطني، في تنسيق الأنشطة المتعلقة بمشاكل الحطام الفضائي.

وبغية تنسيق تجربة المكسيك على الصعيد الوطني، اضطلعت الجامعات العمومية والخاصة على حد سواء بمهمة وضع نماذج لاستبانة الحطام ورصد الحطام الفضائي والأضرار التي تلحق السواتل من خلال المراصد من أجل ضمان سلامة المرافق الفضائية، وكذلك الأنشطة والبحوث والطرائق التي أثبتت فعاليتها في الحد من تولد الحطام الفضائي.

(2) www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/topics/space-debris/compendium.html.

(3) يمكن الاطلاع على مزيد من المعلومات حول هذا الحادث على الرابط: https://elquintanaroo.mx/cae-basura-espacial-en-mahahual (باللغة الإسبانية).

ومن هذه الأنشطة بعثة كوليبري التي أوفدت مؤخرا، وهي مشروع جامعي يهدف إلى المساعدة على تخفيف الحطام الفضائي بواسطة كيوبسات قادر على تحديد موقع الحطام الفضائي، بإحداثيات دقيقة، على أن يُستكمل ذلك بسلسلة من النماذج القائمة على الجاذبية والغلاف الجوي والسرعة والعديد من المتغيرات الأخرى[4].

وسيبقى ساتل "بعثة كوليبري" في المدار لمدة عام واحد. وهو يوجد حاليا في مرحلة التصميم، التي تم خلالها تحديد خصائص البعثة من الناحية التقنية، وعملية التنفيذ جارية الآن.

وأخيرا، يرد في مرفق هذه الوثيقة جدول إرشادي يبين الأنشطة والبحوث الرئيسية التي تضطلع بها الجامعات العمومية والخاصة في المكسيك فيما يتعلق بالحطام الفضائي.

ميانمار

[الأصل: بالإنكليزية]
[20 تشرين الأول/أكتوبر 2022]

كانت ميانمار إحدى الدول التي حضرت الجزء الرفيع المستوى لليونيسبيس+50 الذي انعقد يومي 20 و21 حزيران/يونيه 2018. وكانت مشاركتها تلك في الذكرى التاريخية لمؤتمر الأمم المتحدة الأول المعني باستكشاف الفضاء الخارجي واستخدامه في الأغراض السلمية، التي دعمها مكتب شؤون الفضاء الخارجي، موضع ترحيب وإشادة. وستبقى ميانمار عضواً في المجتمع الدولي المعني بالفضاء من أجل تعزيز استخدامات الفضاء في تحقيق أهداف التنمية المستدامة.

وقد صاغت حكومة جمهورية اتحاد ميانمار، باعتبارها من البلدان النامية، برنامجا فضائيا يرمي إلى تحقيق تطلعاتها إلى إطلاق ساتل وطني في الفضاء واكتساب القدرة على التحكم في أنشطة الاتصالات والبث الوطنية الاستراتيجية. وستركز ميانمار أثناء تشغيل نظامها الساتلي على علوم وتكنولوجيا الفضاء وقانون الفضاء والسياسات المعنية بالفضاء لصالح المجتمع الإقليمي والمتعدد الأقاليم، وسوف تساهم أيضاً في إنجاز مبادرات عالمية مثل خطة التنمية المستدامة لعام 2030.

وبما أن مشروع ميانمار المتعلق بالساتل الوطني ما زال في مرحلة التخطيط، فهي لم تواجه مسائل الحطام الفضائي ومصادر القدرة النووية والمشاكل ذات الصلة. ومع أن ميانمار لم تنظر بعد في إجراء بحوث بشأن تلك المسائل، إلا أنها ستركز على التعاون مع المجتمع الدولي والمنظمات الدولية من أجل تطوير وتنفيذ عمليات تخفيف الحطام الفضائي نظرا لأهمية ضمان أمن وسلامة بيئة الفضاء في الوقت الذي تعمل فيه على إحراز تقدم بشأن نظام السواتل الخاص بها.

سلوفاكيا

[الأصل: بالإنكليزية]
[28 تشرين الأول/أكتوبر 2022]

عمليات الرصد التي تقوم بها أجهزة الاستشعار البصرية السلوفاكية للأجسام التي يمكن أن تكون أهدافا لبعثات الإزالة النشيطة للحطام ولرصد ظروف ما قبل العودة

يقوم قسم علوم الفلك والفيزياء الفلكية، التابع لكلية الرياضيات والفيزياء والمعلوماتية بجامعة كومينيوس في براتيسلافا، بشكل منتظم وباستخدام مقراب نيوتن التابع لها الذي يبلغ قطره 0,7 متر (AGO70)، بمراقبة

(4) يمكن الاطلاع على مزيد من المعلومات عن بعثة كوليبري على الرابط: https://colibrimission.com.

الأجسام التي توجد في مدار أرضي منخفض والتي يحتمل أن تكون هدفا لبعثات الإزالة النشيطة للحطام، بما يشمل أهدافا مثل محوِّل فيسبا التابع لوكالة الفضاء الأوروبية. وبالإضافة إلى ذلك، أجريت حملات مكثفة لرصد الخصائص الديناميكية والدورانية للأجسام قبل أشهر وأسابيع من عودتها إلى الغلاف الجوي من أجل التنبؤ بدقة أكبر بتلاشيها.

تطبيق شبكة شُهُب كل السماء السلوفاكية لرصد أحداث العودة

تُعنى كلية الرياضيات والفيزياء والمعلوماتية بجامعة كومينيوس بالتحقق من إمكانية استخدام منظومة الكاميرا في نظامها الآلي لمدارات الشُّهُب (آموس "AMOS") في أداء قياسات عودة الحطام الفضائي. ويُستخدَم هذا النظام لكشف الشُّهُب آليا، وتحديد مداراتها واستخراج الأطياف الخاصة بها. وقد طورت جامعة كومنيوس، وتشغِّل الآن، ما مجموعه 23 آلة تصوير من كاميرات آموس في جميع أنحاء العالم، منها كاميرات طيفية، توجد 7 كاميرات منها في جمهورية سلوفاكيا، و3 كاميرات في جزر الكناري (إسبانيا)، و4 كاميرات في شيلي، و3 كاميرات في هاواي (الولايات المتحدة الأمريكية)، و6 كاميرات في أستراليا، ونشرت 4 كانيرات مؤخرا في جنوب أفريقيا. وتقوم شبكة AMOS باكتشاف أحداث العودة إلى الغلاف الجوي، مما يسمح للكلية بنمذجة مسارات الشظايا التي نشأت في الغلاف الجوي وتحليل خواصها الطيفية. ويفترض أن يؤدي التحليل إلى تحسين التنبؤ بفرص بقاء الشظايا وتقدير المخاطر على السكان على الأرض.

توصيف الحطام الفضائي من خلال القياس الضوئي والتنظير الطيفي

تجري كلية الرياضيات والفيزياء والمعلوماتية بجامعة كومينيوس عدة دراسات مخصصة لتصنيف وتوصيف قطع الحطام الفضائي من أجل فهم منشأ الحطام الفضائي وآليات نشأته بشكل أفضل. ويستخدم المقراب AGO70 للحصول على منحنيات الضوء الخاصة بالحطام الفضائي. وتستخدم هذه البيانات لتحديد الخواص العاكسة للأجسام وحجمها وشكلها. وتدرُس الكلية تطبيق أساليب التعلم الآلي لتمييز الأجسام وفقا لخصائص سطوعها وتصنيف الأجسام الفضائية وفقا لشكلها وخصائص الانعكاس السطحي. وباستخدام مرشحات ضوئية مختلفة من النوع الطيفي، تقوم الكلية باستكشاف خصائص الانعكاس السطحي للأجسام الفضائية كدالة للطول الموجي، وهو ما يرتبط مباشرة بخصائص المواد. وتستخدم الكاميرات الطيفية لنظام AMOS للحصول على الوميض المرآوي من الأجسام الموجودة في المدارات الأرضية المنخفضة وأطيافها. وتوفر الأطياف المستمدة من ذلك معلومات عالية الاستبانة بشأن الخواص السطحية كدالة للطول الموجي.

المرفق

المكسيك: الجامعات العمومية والخاصة في المكسيك المشاركة في أنشطة وبحوث تتعلق بالحطام الفضائي

الجامعات العمومية

المشاريع أو المراصد التابعة لمشروع الشبكة الدولية للأرصاد البصرية العلمية (ISON):

الشبكة الدولية للأرصاد البصرية العلمية عبارة عن مشروع دولي يتكون حاليا من 30 مقرابا في 20 مرصدا، توجد في عدد من البلدان، وتُستخدم لكشف الأجسام في الفضاء ورصدها وتتبعها. والمشروع موجود في 50 دولة ويعمل به حوالي 200 باحث.

الجامعة أو مركز البحوث	*اسم المعهد*	*المشروع*	*المسؤول عن المشروع*	*وصف المشروع*	*ملاحظات*
جامعة نويفو ليون المستقلة (UANL)	كلية العلوم الفيزيائية والرياضية (FCFM)	المرصد الدولي لرصد الحطام الفضائي – مشروع الشبكة الدولية للأرصاد البصرية العلمية	إنريكي بيريز ليون	في إطار مشروع الشبكة الدولية للأرصاد البصرية العلمية، وبدعم من مرصد جامعة نويفو ليون المستقلة، يجري إنشاء شبكة رصد فضائية لرصد الحطام الفضائي والكويكبات وحتى انفجارات أشعة غاما من أجل تحسين فهم الظروف الأصلية للكون.	افتتح مرصد جامعة نويفو ليون المستقلة في 7 آذار/مارس 2017 واستمر في العمل حتى الآن. ويشكل المرصد حاليا جزءا من برنامج الماجستير في كلية العلوم الفيزيائية والرياضية، حيث يدعم البحث
		www.milenio.com/cultura/inauguran-observatorio-uanl-monitorear-clima-espacial			
جامعة سينالوا المستقلة (UAS)	مركز علم الفلك (CA)	المرصد الفلكي التابع لجامعة سينالوا المستقلة – مشروع الشبكة الدولية للأرصاد البصرية العلمية	تاتيانا نيكولاييفنا كوكينا يوروفا	في إطار مشروع الشبكة الدولية للأرصاد البصرية العلمية، وبدعم من المرصد الفلكي التابع لجامعة سينالوا المستقلة، يجري إنشاء شبكة لرصد الفضاء من أجل رصد الكويكبات القريبة من الأرض والحطام الناتج عن تكنولوجيا الفضاء، والحصول على الصور وتحليل المعلومات.	افتتح مرصد جامعة سينالوا المستقلة في 3 أيار/مايو 2012 واستمر في العمل حتى الآن. وفي حالة جامعة سينالوا المستقلة، تجرى البحوث والتحليلات القائمة على الرصد بالتعاون مع معهد كيلديش للرياضيات التطبيقية التابع لأكاديمية العلوم الروسية.
		http://reserva.uas.edu.mx/index.php?p=2 www.noroeste.com.mx/buen-vivir/detecta-observatorio-de-la-uas-basura-espacial-KANO451478 https://direcciondecomunicacion.unison.mx/presentan-monitoreo-de-basura-espacial-en-aniversario-del-area-de-astronomia-del-difus/			

مشاريع ذات انتماءات أخرى

الجامعة أو مركز البحوث	*اسم المعهد*	*المشروع*	*المسؤول عن المشروع*	*وصف المشروع*	*ملاحظات*
جامعة المكسيك الوطنية المستقلة (UNAM) وجامعة نويفو ليون المستقلة (UANL)	معهد علم الفلك (IA) وكلية العلوم الفيزيائية والرياضية (FCFM)	البرنامج الجامعي لتطوير الفيزياء الفلكية والفضاء – مرصد سان بيدرو مارتير الفلكي الوطني (OAN-SPM)	إدواردو بيريز تيجيرينا	سيشارك المرصد في البرنامج الحكومي للسياحة العلمية، عن طريق تقديم أنشطة رصد فلكية موجهة، وسيواصل المشاركة، في إطار مشروع برنامج الجامعة بشأن التعاون الدولي، في رصد الحطام الفضائي وانفجارات أشعة غاما وطقس الفضاء.	افتتح مرصد سان بيدرو مارتير الفلكي الوطني مؤخرا، في عام 2020، في ذروة جائحة مرض فيروس كورونا (COVID-19). والمرصد هو المختبر الذي يستخدمه طلاب برنامج درجة البكالوريوس في الفيزياء المتخصصين في علم الفلك وطلاب برنامج درجة الماجستير في الفيزياء الفلكية الكوكبية والتقنيات ذات الصلة، والذي يلبي معيار التميز الذي وضعه المجلس الوطني للعلوم والتكنولوجيا

https://puntou.uanl.mx/noti-u/abriria-en-julio-observatorio-astronomico-universitario-uanl/

www.astrossp.unam.mx/es/

www.planeacion.unam.mx/Memoria/2014/PDF/7.2-IA.pdf

المشاريع السابقة

الجامعة أو مركز البحوث	*اسم المعهد*	*المشروع*	*المسؤول عن المشروع*	*وصف المشروع*	*ملاحظات*
جامعة المكسيك الوطنية المستقلة	مركز التكنولوجيا المتقدمة (CAT) وكلية الهندسة (FI)، الحرم الجامعي خوريكويلا، كويريتارو	استراتيجيات خفض الحطام الفضائي	ساؤول سانتيلان غوتييريز	الأنشطة البحثية ووضع استراتيجيات تهدف إلى تخفيف الحطام الفضائي، ومعالجة مسائل مثل كشف الجسيمات الفضائية، ووضع نماذج رياضية لتوليد الحطام، والقياسات وخطط الحماية	بدأت أنشطة البحث وتطوير الاستراتيجيات في عام 2013 ومن غير المعروف ما إذا كانت هذه الأنشطة لا تزال قيد التنفيذ. وضم فريق البحث باحثين وطلاب دراسات عليا وطلابا جامعيين متخصصين في التكنولوجيا والهندسة

www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2013_129.html

www.zonacentronoticias.com/2013/02/desarrollan-en-la-unam-estrategias-para-reducir-la-basura-espacial/

www.equilibriummedicinanatural.com/a-limpiar-el-espacio-sideral/

المشاريع التي تركز على البحث والتوعية (الحالية)

الجامعة أو مركز البحوث	*اسم المعهد*	*المشروع*	*المسؤول عن المشروع*	*وصف المشروع*	*ملاحظات*
المعهد الوطني للفنون التطبيقية (IPN)	كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية (ESIME) ورابطة إيسيمي تيكومان للفضاء الجوي (AAET)	البحوث العامة المتعلقة بالحطام الفضائي والتوعية	غير متاح	أسَّس المعهد الوطني للفنون التطبيقية، من خلال وحدة تيكومان للهندسة الميكانيكية والكهربائية (إيسيمي)، رابطة إيسيمي تيكومان للفضاء الجوي، ويتمثل أحد أهدافها في إجراء بحوث بشأن مواضيع مثل الحطام الفضائي. وكثيرا ما تنشر هذه الهيئات مقالات عن هذا الموضوع، وتعمِّم المعلومات داخل المعهد وعلى عامة الجمهور.	منذ افتتاح الرابطة، أنتجت هذه الهيئات ونشرت معلومات عن الحطام الفضائي ومواضيع أخرى. وليس لديها حاليا مشروع من هذا القبيل في هذا المجال، لأنها توجد في طور التوسع. www.unoosa.org/documents/pdf/copuos/stsc/2020/statements/2020-02-05-PM-Item08-04-MexicoS.pdf www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/ActividadesCulturales/NocheEstrellas/BasuraEspacial.pdf
جامعة المكسيك الوطنية المستقلة	معهد الفلك (IA)	البحوث العامة المتعلقة بالحطام الفضائي والتوعية	غير متاح	من بين أهداف معهد علم الفلك إجراء بحوث في مجال الفيزياء الفلكية وتطوير الأجهزة الفلكية. كما يضطلع المعهد بأنشطة التوعية وينشر المعلومات المتعلقة بعلم الفلك والعلوم عموما، بما في ذلك المعلومات المتعلقة بموضوع الحطام الفضائي (انظر الروابط أدناه).	أجرى المعهد بحوثا حول الفضاء منذ إنشائه، حيث ساهم في التوعية العلمية من خلال مجلة تعليم العلوم التابعة لجامعة المكسيك الوطنية المستقلة *¿Cómo ves? – Revista de Divulgación de la Ciencia*. وهدفها هو توفير تدريب عالي الجودة في مستويات البكالوريوس والماجستير والدكتوراه. www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/170/basura-espacial www.comoves.unam.mx/numeros/retos/261

الجامعات الخاصة

الجامعة أو مركز البحوث	*اسم المعهد*	*المشروع*	*المسؤول عن المشروع*	*وصف المشروع*	*ملاحظات*
جامعة عموم أمريكا (UP)	كلية الهندسة في الحرم الجامعي أغواسكالييتس ومكسيكو سيتي	مشروع بعثة كوليبري (الساتل النووي-الكيوبسات باكال)	بقيادة نفس المجموعة من الطلاب المذكورين في الملاحظات (انظر الرابط الثاني للحصول على معلومات حول قادة كل مجال في إطار هذا المشروع)	مشروع الساتل النانوي-الكيوبسات باكال قادر على الحصول على قياسات لكثافة الغلاف الجوي في المدار الأرضي المنخفض من أجل دراسة الظواهر الجوية والمساهمة في حل مشكلة الحطام الفضائي على الصعيد العالمي	افتتح مشروع بعثة كوليبري في عام 2018 وهو لا يزال قيد التطوير حاليا. ويجري تطوير المشروع بمشاركة أكثر من 50 طالبا من جامعة عموم أمريكا من مختلف مجالات الدراسة وبالتعاون مع مختبر الدسر في الفضاء التابع لمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، الذي أصبح من خلاله جزءا من برنامج المبادرات الدولية للعلم والتكنولوجيا. www.sinembargo.mx/04-07-2021/3994408 www.colibrimission.com/