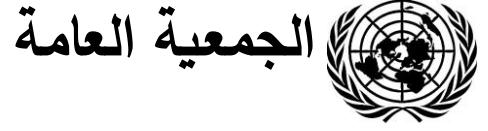


Distr.: General
5 November 2024
Arabic
Original: English



لجنة استخدام الفضاء الخارجي
في الأغراض السلمية
اللجنة الفرعية العلمية والتقنية
الدورة الثانية والستون
فيينا، 3-14 شباط/فبراير 2025
البند 5 من جدول الأعمال المؤقت
الحطام الفضائي

البحوث المتعلقة بالحطام الفضائي وأمان الأجسام الفضائية التي تحمل على متنها مصادر قدرة نووية والمشاكل المتصلة باصطدامها بالحطام الفضائي

مذكرة من الأمانة

أولاً - مقدمة

1- اتفقت اللجنة الفرعية العلمية والتقنية التابعة للجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية، في دورتها الحادية 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 التي تحمل على متنها مصادر قدرة نووية والمشاكل المتصلة باصطدام تلك الأجسام بالحطام الفضائي، والسبل التي يجري بها تنفيذ المبادئ التوجيهية لتخفيف الحطام الفضائي (الوثيقة A/AC.105/1307، الفقرة 82). وبناءً على ذلك، دُعيت الدول الأعضاء والمنظمات الدولية التي لها صفة مراقب دائم، في خطاب أرسل إليها في 18 أيلول/سبتمبر 2024، إلى تقديم تقاريرها بحلول 31 تشرين الأول/أكتوبر 2024، لكي يتسنى إتاحة المعلومات الواردة فيها للجنة الفرعية العلمية والتقنية في دورتها الثانية والستين.

2- وقد أعدت الأمانة هذه الوثيقة على أساس المعلومات الواردة من ثلاث دول أعضاء هي البحرين واليابان وميانمار. وستتاح معلومات أخرى مقدمة من اليابان، تشمل أرقاماً عن الحطام الفضائي، في شكل ورقة اجتماع عند انعقاد الدورة الثانية والستين للجنة الفرعية.

ثانياً - الردود الواردة من الدول الأعضاء

* A/AC.105/C.1/L.418



الرجاء إعادة استعمال الورق

031224 031224 V.24-20284 (A)



البحرين

[الأصل: بالإنكليزية]

[27 تشرين الأول/أكتوبر 2024]

يشكل الحطام الفضائي خطراً كبيراً على البعثات الفضائية، ويهدد سلامة المركبات الفضائية ورواد الفضاء. وتشارك الهيئة الوطنية لعلوم الفضاء (NSSA) بنشاط في البحث والتطوير من أجل وضع حلول مبتكرة تهدف إلى التخفيف من هذه المخاطر وضمان استدامة استكشاف الفضاء. ومن أمثلة هذه الحلول وضع نظام قائم على الذكاء الاصطناعي على متن المركبة الفضائية للكشف عن الحطام الفضائي وتحديد موقعه. ويكمن التحدي في أن الحطام الفضائي الأصغر من 2 ملليمتر لا يمكن اكتشافه من الأرض. ومن ثم، يركز هذا البحث على نظام قائم على الذكاء الاصطناعي على متن المركبة الفضائية للكشف عن الحطام الفضائي وتقسيمه طبقاً للحجم، ويمكنه حساب العناصر الكبيرة في المدار الأرضي المنخفض. وسيقوم النظام المقترح بتحليل الصور للكشف عن الأجسام باستخدام التعلم العميق. وإذا كُشِفَ عن حطام، يلفت الانتباه إلى ذلك ويجري تنزيل الصورة إلى جانب نتائج التحليل، مثل عرض الجسم وارتفاعه وموقعه، بالإضافة إلى الوقت الذي تم فيه الكشف. ويمكن الاستفادة من مخرجات النظام المقترح من خلال استخدام المعالجة الأرضية لحساب جميع البارامترات المدارية للحطام الفضائي والتنبؤ بحركته وما يرتبط بذلك من مخاطر. وأظهر النظام المقترح نتائج واعدة، حيث أسهم في الجهود العالمية لتتبع الحطام الفضائي وتجنب الاصطدام.

ومن الأمثلة الأخرى على الجهود التي تبذلها الهيئة لوضع حلول مبتكرة للتخفيف من مخاطر تخفيف الحطام الفضائي للكشف عن الحطام الفضائي وتصنيفه باستخدام بيانات الكشف باستخدام الرادار من أجل نظام محسن منخفض التعقيد ومنخفض التكلفة. وجرى وضع نموذج للذكاء الاصطناعي والتعلم العميق باستخدام شبكة عصبية عميقة لكشف الأهداف وتصنيف الحطام الفضائي في الوقت الحقيقي. ونظراً لأن بنية النموذج تستند إلى إدراج الهدف وتصنيفه وتسمية البيانات وتصنيفها، فقد تبين أن النظام يميز الأجسام ويصنفها بشكل ملائم. وأجري بعد ذلك تحليل لنموذج التعلم العميق، ينطوي على التجميع بدلاً من التصنيف. ويمكن دمج هذا النموذج في العديد من الحمولات من أجهزة الاستشعار وغيرها من أجهزة الرادار التي ستساعد في رصد الحطام الفضائي وتجنب الاصطدام واتخاذ القرارات، كما ستساهم في استدامة أنشطة الفضاء الخارجي في الأمد البعيد.

ولا تزال لدى الهيئة عدة مبادرات ومشاريع مكرسة لاستدامة الفضاء والحد من الحطام الفضائي لصالح الأجيال القادمة.

اليابان

[الأصل: بالإنكليزية]

[31 تشرين الأول/أكتوبر 2024]

لمحة عامة

يقدم هذا التقرير عرضاً للأنشطة المتصلة بالحطام التي تضطلع بها أساساً الوكالة اليابانية لاستكشاف الفضاء الجوي، رداً على الطلب الوارد من الأمانة. وحتى تشرين الأول/أكتوبر 2024، يجري الاضطلاع بأنشطة البحث والتطوير المتصلة بالحطام التالية:

- (أ) الإزالة النشيطة للحطام؛
- (ب) مناورات تجنب الحطام والبحوث المتعلقة بتكنولوجيا معرفة أحوال الفضاء؛
- (ج) البحوث بشأن تكنولوجيا رصد الأجسام في المدار الأرضي المنخفض والمدار الثابت بالنسبة للأرض 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.

الحالة

الإزالة النشيطة للحطام

وضعت الوكالة اليابانية لاستكشاف الفضاء الجوي (الوكالة اليابانية) برنامجاً بحثياً بهدف تنفيذ بعثات منخفضة التكلفة للإزالة النشيطة للحطام. وتتناول أنشطة البحث والتطوير الخاصة بالتكنولوجيات الرئيسية للإزالة النشيطة للحطام المواضيع الرئيسية الثلاثة التالية: الالتقاء بالأجسام غير المتعاونة، وتكنولوجيا النقاط الأهداف غير المتعاونة، وتكنولوجيا إخراج الأجسام من المدار لإزالة أجزاء الحطام الفضائي الكبيرة السليمة. وفي محاولة لتوفير هذه التكنولوجيات الرئيسية الأساسية، تتعاون الوكالة اليابانية مع شركات يابانية خاصة لتمكين القيام ببعثات منخفضة التكلفة للإزالة النشيطة للحطام على أساس تجاري.

وعلاوة على ذلك، تولت الوكالة اليابانية الدور القيادي في البرنامج الاستعراضي لإزالة الحطام تجارياً (CRD2). ويتألف هذا البرنامج من مرحلتين ويهدف إلى تنفيذ بعثات إزالة نشيطة للحطام بالشراكة مع شركات القطاع الخاص. وفي المرحلة الأولى من البرنامج، عرضت في عام 2024 التكنولوجيات الرئيسية في هذا المجال، مثل الالتقاء بالأجسام غير المتعاونة وعملية التقارب وفحص جاهزية المرحلة الثانية من مركبة الإطلاق H-IIA. وقد نجحت المركبة الفضائية ADRAS-J، التي طورتها شركة AstroScale Japan Inc. بدعم من حكومة اليابان، في الاقتراب من الحطام المستهدف إلى مسافة 50 متراً تقريباً، كما نجحت في عمليات الرصد من نقطة ثابتة على تلك المسافة. وفي المرحلة الثانية، من المقرر أن تُعرض عملية الإزالة النشيطة للحطام للمرحلة الثانية من مركبة الإطلاق H-IIA بعد السنة المالية اليابانية 2026. وقد وقع الاختيار على شركة AstroScale Japan Inc. لتكون الشريك من خلال مسابقة مفتوحة.

ونشرت اليابان "المبادئ التوجيهية بشأن ترخيص تشغيل مركبة فضائية لتقديم الخدمات في المدار" في تشرين الثاني/نوفمبر 2021، والتي تنص على الاشتراطات اللازمة لضمان أداء الخدمات في المدار بشكل مأمون وآمن وشفاف. وتقتضي المبادئ التوجيهية من المشغلين المعنيين بتقديم الخدمات في المدار، بما في ذلك الإزالة النشيطة للحطام، الحصول على موافقة الجهة التي لها سلطة على الجسم المعني وتقديم معلومات بشأن خطة التشغيل والإدارة حتى يتسنى لحكومة اليابان أن تعلن مسبقاً عن الخدمات في المدار، مما يضمن الشفافية. وقد نُفذت المرحلة الأولى المذكورة أعلاه من البرنامج الاستعراضي لإزالة الحطام تجارياً (CRD2) بالامتثال للمبادئ التوجيهية، وأُتيحَت المعلومات الخاصة بالبعثة على الموقع الشبكي للحكومة منذ شباط/فبراير 2024.

مناورات تجنب الحطام والبحوث المتعلقة بتكنولوجيا معرفة أحوال الفضاء

تتلقى الوكالة اليابانية لاستكشاف الفضاء الجوي (الوكالة اليابانية) بانتظام من مركز العمليات الفضائية المشتركة إشعارات بشأن التقارب. وفي عام 2022، نفذت الوكالة اليابانية مناورتين لتجنب اصطدام إحدى مركباتها الفضائية بحطام فضائي في المدار الأرضي المنخفض. وتتعرف الوكالة اليابانية، بوصفها مشغلا نشطا للسواتل، بالمخاطر المتصاعدة للتقارب الناجم عن الحطام الفضائي، في بيئة الفضاء الآخذة في التدهور باستمرار.

التكنولوجيا الأساسية للتوعية بأحوال الفضاء

وضعت وزارة الدفاع والوكالة اليابانية لاستكشاف الفضاء الجوي نظاما للتوعية بأحوال الفضاء، يعمل بكامل طاقته منذ نيسان/أبريل 2023. ويشمل النظام العناصر التالية:

- (أ) الرادار: وضعت الوكالة اليابانية تصميمًا هندسيًا لرادار جديد للمدار الأرضي المنخفض، يمكنه اكتشاف الأجسام من فئة الـ 10 سنتيمترات على ارتفاع 650 كيلومترا؛
- (ب) المقارِب: قامت الوكالة اليابانية بتجديد مقارِبها 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: أدخلت الوكالة اليابانية نظاما جديدا لتحليل بيانات الرصد المستمدة من أجهزة الرادار والمقارِب. وهذا النظام مفيد في إجراء تقييمات للمخاطر وصوغ خطط تجنب الاصطدام في الحالات التي يقترب فيها الحطام الفضائي من سواتل الوكالة اليابانية.

وقد استحدثت الوكالة اليابانية أيضا أداة لدعم تخطيط مناورات تجنب الحطام بمجرد تلقيها رسائل بيانات تفيد بوجود تقارب، من مركز العمليات الفضائية المشتركة. ومنذ آذار/مارس 2021، أتاحت الوكالة اليابانية الأداة، دون أي تكلفة، لجميع مشغلي السواتل عبر موقعها الشبكي.

ومن المتوقع أن تبسط هذه الأداة عملية مناورات تجنب الحطام وأن تقلل من عبء العمل ذي الصلة. وما زالت الوكالة اليابانية ملتزمة بتقديم الدعم المستمر لهذه المبادرة.

البحوث بشأن تكنولوجيا رصد الأجسام في المدار الأرضي المنخفض والمدار الثابت بالنسبة للأرض 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. وتبعًا لذلك، تم تطوير جهاز استشعار مكمل كبير يستخدم أشباه الموصلات المصنوعة من أكسيد فلزي (CMOS) لرصد المدار الأرضي المنخفض. وتحليلات البيانات التي يوفرها الجهاز الاستشعار المذكور المزود بتكنولوجيات قائمة على وحدات معالجة الرسوم ومعالجة الصور، يمكن أن تساعد على اكتشاف الأجسام الكائنة في مدار أرضي منخفض التي يبلغ حجمها 10 سنتيمترات أو أقل. ومن أجل زيادة القدرات على رصد الأجسام الموجودة في مدار أرضي منخفض وفي مدار ثابت بالنسبة للأرض، أنشئ موقعان للرصد عن بُعد في أستراليا. وسيمكّن موقع الرصد الإضافيان المذكوران، إلى جانب مرصد جبل نيوكاسا في اليابان، من إجراء عمليات دقيقة لتحديد المدارات وتقدير ارتفاعات الأجسام الموجودة في مدار أرضي منخفض باستخدام البيانات المستمدة من 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 (ملي) متر في المدار. وقد أجريت آخر تجربة طيران باستخدام مركبة النقل من نوع H-II المسماة (HTV-5) Kounotori-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 مهيماً 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. ويتألف جهاز رصد الحطام الفضائي من مكونين رئيسيين هما: منطقة الكشف عن الحطام، ومناطق الدارات. وتُصنَع منطقة الكشف عن الحطام من مادة بوليميد رقيقة جداً مزودة بالآلاف من خيوط الشبكة الموصلة على نطاق 50 ميكرومتر التي يمكنها كشف قطر الحطام المتصادم الذي يتراوح حجمه بين 100 ميكرومتر وبضعة مليمترات. ويقاس حجم الحطام المتصادم بالكشف عن عدد خطوط الشبكة التي تُقَطَع عندما يصطدم الحطام ويخترق الطبقة الرقيقة.

وتتعاون الوكالة اليابانية حالياً مع المكتب المعني ببرنامج الحطام المداري التابع للإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (وكالة ناسا) بالولايات المتحدة الأمريكية بهدف تطوير جهاز جديد لرصد الحطام الفضائي. وتتيح هذه المبادرة الفرصة الأولى لإدماج جهاز رصد حطام فضائي مع أجهزة استشعار أخرى، من قبيل جهاز استشعار الحطام التابع لوكالة ناسا، وستشتمل على قياس الحطام ليس من حيث حجمه فحسب، بل أيضاً من حيث سرعته والمواد التي يتكون منها وجوانب أخرى مختلفة ذات صلة.

تطوير خزان وقود داسر مركب

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

وما برحت الوكالة اليابانية تعمل على مدى عدة سنوات على تطوير خزان مبطن بالألمنيوم ومغلف بمركبات كربونية ينصهر في درجات حرارية أدنى. ومن أجل إثبات جدوى ذلك الخزان، أجرت الوكالة اختبارات أساسية شملت اختباراً لمعرفة ما إذا كانت بطانة الألمنيوم 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 الكامل الحجم. وشكّل الخزان EM-2 مطابقاً لشكل الخزان العادي، الذي يتضمن جهازاً لإدارة الوقود الداسر. وباستخدام الخزان EM-2، أُجريت اختبارات للضغط، واختبار للاهتزاز (في ظروف رطبة وجافة)، واختبار للتسرب الخارجي، واختبار لدورة الضغط، واختبار لضغط الانفجار، وقد أظهرت جميعها نتائج إيجابية. واكتمل بذلك استعراض التصميم الحاسم.

وتجدر الإشارة إلى أن خزان الوقود الداسر المصنوع من تركيبية من المواد يتسم بمدة صنع أقصر وتكلفة أقل مقارنة بخزان الوقود الداسر المصنوع من التيتانيوم. ويجري حالياً تقييم تجريبي وتحليلي لإمكانية تلاشيته 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

ما برحت الوكالة اليابانية تركز على قياس المسافات الفاصلة عن السواتل بالليزر باعتباره الطريقة الثالثة لرصد الحطام الفضائي بعد الرصد بالرادارات والمقاريب. ومن هذا المنطلق، بدأت محطة تسوكوبا لقياس المسافات الفاصلة عن السواتل بالليزر عملها في حزيران/يونيه 2023.

وفي السنوات الأخيرة، أصبح من المهم بشكل متزايد تحسين رؤية الأجسام المدارية. وتلبية لهذا الاحتياج، طورت الوكالة اليابانية عاكسا مصغرا سعره معقول لقياس المسافات الفاصلة عن السواتل بالليزر يسمى Mt.FUJI، يمكن استخدامه عالميا في المدار الأرضي المنخفض. وجرى تركيب العاكس على الساتل الصغير (CE-SAT-IE) وأطلق بواسطة رحلة الاختبار الثانية لمركبة الإطلاق H3 في شباط/فبراير 2024. وفي آب/أغسطس من نفس العام، تم التأكد من أن العاكس يعمل كما هو متوقع في المدار. ومن أجل التمكن من تركيب العاكس في العديد من المركبات الفضائية (السواتل والمراحل العليا من الصواريخ، وما إلى ذلك)، تقوم الوكالة اليابانية حاليا بنقل التكنولوجيا المتعلقة بالتصنيع إلى العديد من الشركات. وتروج الوكالة اليابانية لتطبيقه على الصعيد الدولي من أجل تحسين إمكانية تتبع الأجسام الموجودة في المدار، مما يسهم مساهمة مجدية في الاستخدام المستدام للفضاء الخارجي.

ميانمار

[الأصل: بالإنكليزية]

[31 تشرين الأول/أكتوبر 2024]

حضر ممثل عن ميانمار الجزء الرفيع المستوى من فعالية اليونيسبيس+50 التي عقدت يومي 20 و21 حزيران/يونيه 2018. وكانت هذه المشاركة في الذكرى التاريخية لمؤتمر الأمم المتحدة الأول المعني باستكشاف الفضاء الخارجي واستخدامه في الأغراض السلمية، التي دعما 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 قامت بالفعل حكومة جمهورية اتحاد ميانمار، باعتبارها من البلدان النامية، بصياغة منظومتي ميانمار الساتليتين وهما ميانمارسات-1 وميانمارسات-2، بهدف تحقيق تطلعاتها إلى إطلاق ساتل ميانمار الوطني في الفضاء واكتساب القدرة على التحكم في أنشطة الاتصالات والبنث 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.

وبالنظر إلى أن مشروع ساتل ميانمار الوطني ميانمارسات-3 ما زال في مرحلة التخطيط، فإن البلد لم يواجه مسائل الحطام الفضائي ومصادر القدرة النووية والمشاكل ذات الصلة. وعلى الرغم من أن ميانمار لم تنظر بعد في إجراء بحوث بشأن تلك المسائل، فإنها ستتركز على التعاون مع المجتمع الدولي والمنظمات الدولية من أجل تطوير وتنفيذ عمليات تخفيف الحطام الفضائي، بالنظر إلى أهمية بناء بيئة آمنة وسلمية في الفضاء في الوقت الذي تعمل فيه على إحراز تقدم بشأن نظام السواتل الخاص بها.