



บทความวิจัย

แนวทางการพัฒนาเทคโนโลยี การจัดการจราจรอวกาศ เพื่อความปลอดภัยของประเทศไทย

Guidelines for the development of space traffic management and safety of Thailand

ปกรณ์ อาภาพันธุ์

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ

Pakorn Apaphant

Geo-Informatics and Space Technology Development Agency

E-mail: pakorn.apa@gmail.com

วันที่รับบทความ : 1 เมษายน 2566

วันที่แก้ไขบทความ : 6 พฤษภาคม 2566

วันที่ตอบรับบทความ : 6 พฤษภาคม 2566

บทคัดย่อ

เทคโนโลยีอวกาศมีความก้าวหน้าและพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ทำให้ต้นทุนของการสร้างดาวเทียมและการส่งดาวเทียมลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ส่งผลให้จำนวนขยะอวกาศ มีจำนวนเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ขยะอวกาศเหล่านี้โคจรด้วยความเร็วสูงมาก สามารถสร้างความเสียหายให้กับดาวเทียมส่งผลให้ดาวเทียมมีประสิทธิภาพการปฏิบัติการลดลงหรือไม่สามารถปฏิบัติการกิจต่อได้และกลายเป็นขยะอวกาศ ประเทศไทยจำเป็นต้องมีนโยบายและเทคโนโลยี ที่เกี่ยวข้องเพื่อป้องกันและบรรเทาภัยจากขยะอวกาศ ดังนั้นวัตถุประสงค์หลักของการวิจัยเรื่องนี้ คือ เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ทิศทางการกำหนดนโยบายและแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการจราจรอวกาศของสหภาพยุโรปและสหรัฐอเมริกาในเชิงพาณิชย์และนำมาปรับเป็นแนวทางนโยบายและการพัฒนาเทคโนโลยีของประเทศไทย

ผลการวิจัยพบว่าแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการจราจรอวกาศของประเทศไทย ยังขาดหลายองค์ประกอบที่สำคัญแม้ว่าจะมีแผนการดำเนินการวิจัยพัฒนาจากแผนวิจัยขั้นแนวหน้าและร่างแผนแม่บทกิจการอวกาศ จากการศึกษาวิเคราะห์ของผู้วิจัยสามารถสรุปแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการจราจรอวกาศสำหรับประเทศไทย ประกอบด้วย 4 ประเด็น ดังนี้ 1. การวางนโยบาย กฎระเบียบ และการควบคุมการจราจรอวกาศของประเทศไทย 2. แผนการวิจัย 3. การส่งเสริมให้ภาคเอกชนดำเนินธุรกิจทางด้านการจัดขยะอวกาศ 4. การพัฒนาขีดความสามารถของบุคลากรเฉพาะด้านทางเทคโนโลยีการจัดการจราจรอวกาศ นโยบายเหล่านี้จะช่วยส่งเสริมสร้างความปลอดภัยและความมั่นคงทางกิจกรรมอวกาศของประเทศไทย สนับสนุนการสร้างขีดความสามารถการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและสร้างโอกาสส่งเสริมการเติบโตอุตสาหกรรมอวกาศของประเทศไทย ซึ่งจะส่งผลให้ประเทศไทยเป็นที่ยอมรับทางด้านเทคโนโลยีการจัดการจราจรอวกาศจากนานาชาติ และส่งเสริมผลักดันยกระดับประเทศไทย เข้าสู่เศรษฐกิจอวกาศใหม่ หรือ new space economy

คำสำคัญ : เทคโนโลยีอวกาศ, จราจรอวกาศ, ดาวเทียม

Abstract

The Space Technology has been dramatically developed and grown over a decade. As a result, the budget for satellite manufacturing and launching is significantly reduced. In contrast, the number of hyper-speed orbital space debris is continually increased. A hyper-velocity collision of space debris will lower the mission efficiency of satellites; moreover, the satellites' mission might end early. Furthermore, the fragments of satellites will become space debris that damages other active satellites in the orbital. This circumstance indicates that it is essential to define and implement the relevant policies and technologies to prevent and mitigate the risks of space debris. The main objective of this research is to study and analyze the European and United States policy-making direction and the development of their space traffic management technology. The result of the research will be adapted to define policy and technology development plan for Thailand.

The results of this study show that direction of Thailand's space traffic management technology development is still lacking in some important elements and requires attention from decision makers in policy level. According to this research, the guidelines for developing space traffic management technology for Thailand can be summarized as follows: 1. Setting policies, regulations, and space traffic control of Thailand 2. Expanding research activities 3. Encouraging the private sectors to conduct business in space traffic management 4. Developing personnel capabilities in space traffic management technology. These policies will assist in promoting the safety and security of Thailand's space activities. They will support building research and development capabilities in space technology and create opportunities to promote the growth of Thailand's space industry. Finally, they will make Thailand to be recognized in space traffic management technology by all the nations and promote Thailand into the new space economy.

Keywords: The Space Technology, space traffic, satellite

บทนำ

นับตั้งแต่สหภาพโซเวียตประสบความสำเร็จในการส่งดาวเทียม Sputnik ขึ้นไปในอวกาศเมื่อ ค.ศ. 1957 นับว่าเป็นก้าวแรกและก้าวสำคัญของมวลมนุษยชาติของการพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศ หลังจากนั้นหลายประเทศประสบความสำเร็จในการส่งดาวเทียมและใช้ประโยชน์จากอวกาศตามภารกิจต่าง ๆ จนถึงปัจจุบันส่งผลให้จำนวนวัตถุอวกาศ (ดาวเทียม, ขยะอวกาศ, อุกกาบาต และอื่น ๆ) เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง นักวิทยาศาสตร์และนักวิจัยทางด้านอวกาศประมาณการว่ามีวัตถุอวกาศปัจจุบันที่มีขนาดระหว่าง 1 เซนติเมตร ถึง 10 เซนติเมตร มีจำนวนมากกว่า 500,000 ชิ้น ขนาดใหญ่กว่า 10 เซนติเมตร (ขนาดที่ขีดความสามารถตรวจจับด้วยเรดาร์ได้) มีจำนวนมากกว่า 23,000 ชิ้น และวัตถุอวกาศเหล่านี้มีแนวโน้มจะมีจำนวนมากขึ้นอย่างรวดเร็วในปัจจุบัน เทคโนโลยีอวกาศมีการพัฒนาล้ำหน้าอย่างรวดเร็ว ทำให้ดาวเทียมให้มีขนาดเล็กลงในขณะที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและสามารถปฏิบัติการได้หลากหลายมากขึ้น รวมทั้งจรวดนำส่งดาวเทียมสามารถใช้ซ้ำได้หลายครั้ง (reusable launch vehicle) ตามที่กล่าวมานี้ทำให้ต้นทุนการสร้างดาวเทียมลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ส่งผลให้ทั้งหน่วยงานรัฐและเอกชนทั้งในและต่างประเทศมีการส่งดาวเทียมเพื่อใช้ประโยชน์จากอวกาศอย่างมหาศาล อาทิ การปฏิบัติการในลักษณะ “กลุ่มดาวเทียม” (constellation) ในวงโคจรระดับต่ำ (Low Earth Orbit : LEO) และวงโคจรระดับกลาง (Medium Earth Orbit: MEO) การปฏิบัติการแบบกลุ่มดาวเทียม คือ การใช้ดาวเทียมหลาย ๆ ดวงโคจรลักษณะแบบเครือข่าย (network) ทำให้สามารถเก็บหรือส่งข้อมูลได้อย่างต่อเนื่องครอบคลุมทั่วโลก เช่น โครงการ Starlink ของบริษัท SpaceX มีแผนการส่งดาวเทียมจำนวน 4,425–11,943 ดวง เพื่อให้สามารถใช้อินเทอร์เน็ตผ่านดาวเทียม (Internet from the sky) ผู้ใช้สามารถเข้าถึงได้ทั่วทุกมุมโลกและรวดเร็ว นอกเหนือจากนี้ยังมีบริษัทด้านกิจการอวกาศชั้นนำระดับโลกอื่น ๆ ที่ใช้ประโยชน์กลุ่มดาวเทียมในภารกิจอื่น เช่น บริษัท Boeing บริษัท WorldVu หรือ OneWeb บริษัท Kepler

Communications บริษัท Telesat Canada และบริษัท Theia Holdings A, Inc. เป็นต้น

ผลของการเพิ่มจำนวนวัตถุอวกาศอย่างต่อเนื่องจะส่งผลกระทบต่อความเสี่ยงที่ดาวเทียมที่ปฏิบัติการกิจชนกับวัตถุอวกาศหรือดาวเทียมกันเองสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ การชนนี้จะส่งผลให้เกิดความเสียหายกับดาวเทียมทำให้ประสิทธิภาพลดลง หรือถ้าดาวเทียมเสียหายหนักมากจนไม่สามารถปฏิบัติการต่อได้ จะส่งผลให้สูญเสียดาวเทียมและกลายเป็นขยะอวกาศและเกิดต่อเนื่องเป็นลูกโซ่อย่างต่อเนื่องจนปริมาณขยะอวกาศมากขึ้นจนทำให้เราไม่สามารถส่งดาวเทียมขึ้นในอวกาศได้อีกต่อไป เราเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า “วิกฤตการณ์ Kessler หรือ Kessler syndrome” (Donald J.Kessler, 1991: 63-66) ในช่วงทศวรรษที่ 21 นี้มี 2 เหตุการณ์สำคัญที่สร้างจำนวนขยะอวกาศอย่างมหาศาล เหตุการณ์ที่ 1 ใน ค.ศ. 2007 สาธารณรัฐประชาชนจีนทดสอบยิงจรวดทำลายดาวเทียม Fengyun1C ที่ได้ปลดประจำการแล้ว เพื่อแสดงศักยภาพทางความมั่นคงของประเทศจีน ผลจากการยิงทำลายดาวเทียมให้เกิดขยะอวกาศมากกว่า 4,000 ชิ้น (T.S. Kelso, 2007: 321-330) ขยะอวกาศ Fengyun 1C นี้ สร้างความเสี่ยงการชนกับดาวเทียมไทยโชตของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (สทอภ.) อยู่บ่อยครั้ง เหตุการณ์ที่ 2 ใน ค.ศ. 2009 เกิดการชนระหว่างดาวเทียม Iridium 33 ของสหรัฐอเมริกา กับดาวเทียม Cosmos 2251 ของประเทศรัสเซียที่ปลดประจำการแล้ว ส่งผลให้ดาวเทียม Iridium 33 เสียหายหนักมากทำให้ไม่สามารถปฏิบัติการได้ต่อไปและจำนวนขยะอวกาศเพิ่มขึ้นมากกว่า 3,000 ชิ้น ตามที่กล่าวจะเห็นได้ว่าความเสี่ยงการชนในอนาคตมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นและสร้างความเสียหายให้กับผู้เป็นเจ้าของดาวเทียม

โดยที่ประเทศไทยเคยมีประสบการณ์การได้รับผลกระทบจากวัตถุอวกาศ 2 กรณี ได้แก่ 1. ความเสี่ยงการชนดาวเทียม ซึ่ง สทอภ. เคยมีประสบการณ์การหลบหลีกการชนวัตถุอวกาศของดาวเทียมไทยโชต 2. วัตถุอวกาศตกกลับส่งผืนแผ่นดินไทย ซึ่ง สทอภ. เคยมีประสบการณ์การติดตาม

สถานการณ์สถานีอวกาศเทียนกง-1 ตกกลับสู่โลก การวิเคราะห์หีบหาพบวัตถุอวกาศตกที่ อ.โขงเจียม จ.อุบลราชธานี ในวันที่ 15 พฤศจิกายน พ.ศ. 2560 การแจ้งเตือนวัตถุอวกาศตกประเทศเพื่อนบ้าน และบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในวันที่ 12 กันยายน พ.ศ. 2562

การติดตามเผ่าระวังและแจ้งเตือนตามที่กล่าวมา สทอภ. ได้ใช้ระบบวิเคราะห์ห้วงโคจรที่พัฒนาโดย สทอภ. ซึ่งระบบนี้มีชื่อเรียกว่า “EMERALD” (Manop Aorpimai, Veerachai Malayavej and Pornthep Navakitkanok, 2014; Manop Aorpimai and Pornthep Navakitkanok, 2015: 495-499; Sittiporn Channumsin et al. 2017: 123-139; Sittiporn Channumsin et al. 2019: 97-117; Manop Aorpimai, Pornthep Navakitkanok and Sujate Jantarang, Mar 2014, Sittiporn Channumsin and Seksan Jaturut, Mar 2019, Prakasit Udomthanatheera, Pornthep Navakitkanok and Manop Aorpimai, Nov 2014; Sittiporn Channumsin et al. Oct 2018) จุดประสงค์หลักเดิมของการพัฒนา EMERALD คือ การใช้วิเคราะห์ห้วงโคจรดาวเทียมไทยโชต (THEOS-1) แต่ด้วยสถานการณ์ฉุกเฉินตามที่กล่าวมาก่อนหน้านี้ ทีมนักวิจัย สทอภ. จึงได้ดำเนินการพัฒนาเพื่อเพิ่มขีดความสามารถของ EMERALD เป็นการชั่วคราวให้สามารถวิเคราะห์ ติดตาม เผ่าระวัง และแจ้งเตือนกับหน่วยงานรัฐ สื่อมวลชน และประชาชน ได้ทันต่อเหตุการณ์เพื่อความปลอดภัยและลดความตระหนกของประชาชน จากเหตุการณ์ดังกล่าวจะเห็นได้ว่าประเทศไทยยังไม่ได้เตรียมมีการความพร้อมทั้งทางแผนและแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีนวัตกรรมที่พร้อมรองรับสถานการณ์ภัยจากอวกาศ

จากข้อมูลและการศึกษาบททวนวรรณกรรม เทคโนโลยีนวัตกรรมอวกาศพัฒนาเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและเป็นประโยชน์อย่างมหาศาลต่อมวลมนุษยชาติ หลายประเทศที่เป็นผู้นำด้านเทคโนโลยีล้วนให้ความสำคัญและลงทุนการวิจัยทางด้านเทคโนโลยีอวกาศ โดยเฉพาะเทคโนโลยีการจัดการจราจรอวกาศ (Space Traffic Management: STM) เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่สำคัญตามที่กล่าวมา ดังนั้นจึงเป็นที่มาของการศึกษาวิจัยฉบับนี้ ที่จะมุ่งศึกษาแนวทางการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการจราจรอวกาศเพื่อให้ประเทศไทยมีขีดความสามารถเพียงพอต่อการเผ่าระวัง ติดตามสถานการณ์ที่มีความเสี่ยงและแจ้งเตือนให้กับผู้ที่มีส่วนรับผิดชอบ

ได้บรรเทาความเสียหายและความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนนอกเหนือจากนี้ แนวทางการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการจราจรอวกาศนี้ยังสนับสนุนการยกระดับขีดความสามารถอวกาศของประเทศไทย ลดภาระงบประมาณค่าใช้จ่ายการนำเข้าและลดการพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ และเป็นการเตรียมความพร้อมให้ประเทศไทยเข้าสู่การสร้างสรรค์ภูมิภาควัฒนธรรมใหม่ (New space economy) ในอนาคตอันใกล้

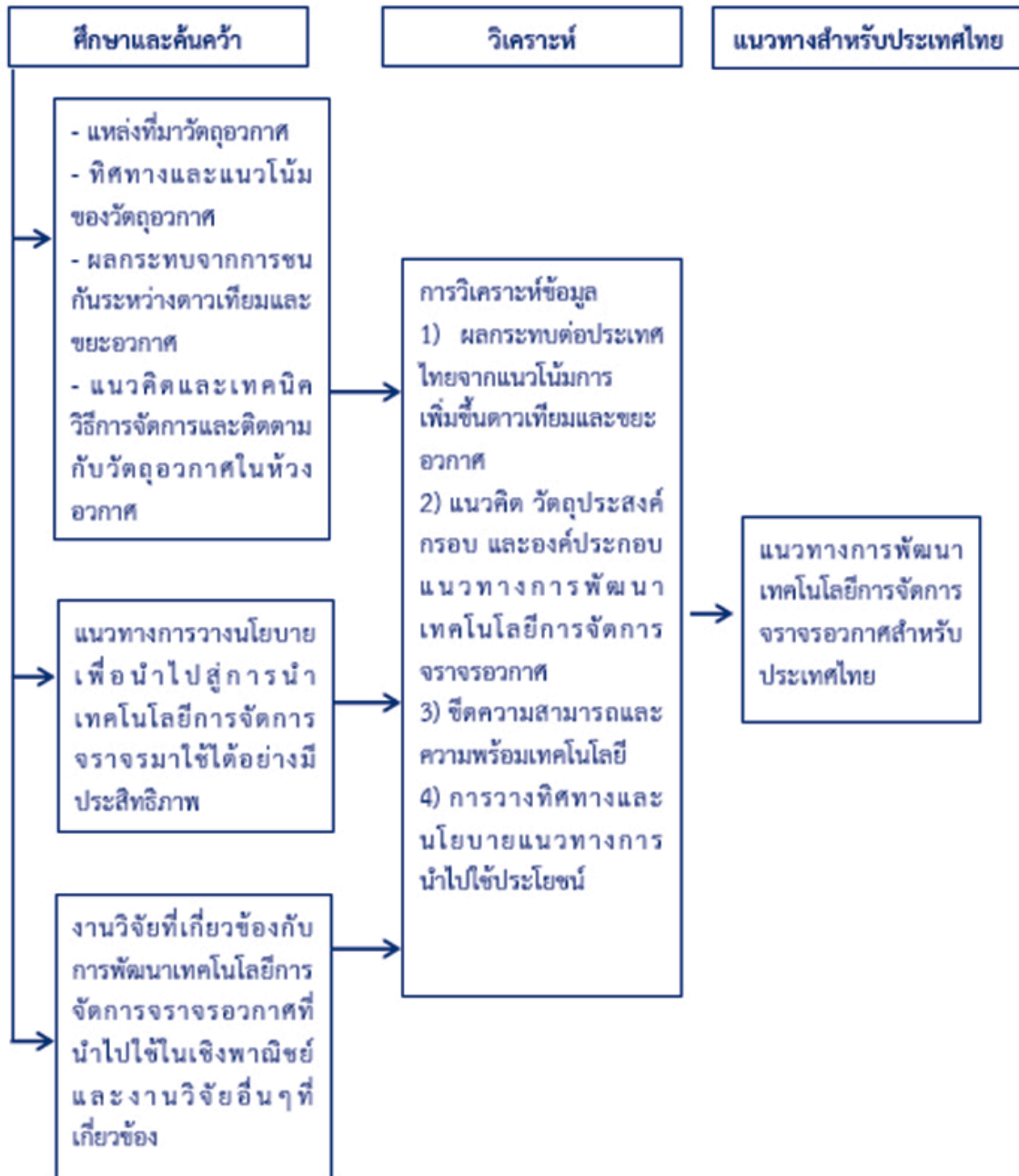
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาแนวทางการบูรณาการวิจัยและการพัฒนาเทคโนโลยี ตลอดจนการกำหนดนโยบายในการดำเนินการที่เกี่ยวข้องรวมถึงการจัดทำข้อเสนอแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการจราจรอวกาศภายในหน่วยงานประเทศไทย

ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษานี้ได้รวบรวมข้อมูลแหล่งที่มาของวัตถุอวกาศทิศทางและแนวโน้มของวัตถุอวกาศผลกระทบจากการชนกันระหว่างดาวเทียมและขยะอวกาศผลกระทบที่เกิดขึ้นในประเทศไทยแนวคิดและวิธีการจัดการดาวเทียมและติดตามกับวัตถุอวกาศในห้วงอวกาศวัตถุประสงค์ กรอบและองค์ประกอบแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการจราจรอวกาศจาก สหภาพยุโรป และ สหรัฐอเมริกาในเชิงพาณิชย์ ทั้งนี้ไม่รวมแนวเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับความมั่นคงและการทหารจากบทความวิชาการ เอกสาร และสื่อต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

กรอบแนวคิดของการวิจัย



วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพโดยมีการศึกษาทฤษฎีและการเก็บข้อมูลวรรณกรรมจากบทความวิชาการ วารสาร สื่อต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดแนวทางและเทคนิคการจัดการจราจรอวกาศและการสัมภาษณ์เชิงลึกจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนและแนวทางพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการจราจรอวกาศ จากนั้นจะประมวลผลข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลอภิปรายผลการศึกษาแล้วสรุปเป็นผลการศึกษา

ผลการวิจัย

ข้อสรุปและแนวทางที่เหมาะสมสำหรับผลักดันแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการจราจรอวกาศให้ประเทศไทยมีความปลอดภัยและมั่นคงทางด้านการจราจรอวกาศ โดยผลวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. จำนวนขยะอวกาศมีแนวโน้มที่สูงขึ้นอย่างรวดเร็วภายใน 5-10 ปีข้างหน้า ซึ่งส่งผลกระทบต่อดาวเทียมมีความเสี่ยงที่จะชนกับขยะอวกาศและได้รับความเสียหายและส่งผลร้ายแรงที่สุดคือ ดาวเทียมอาจจะต้องจบภารกิจทันที และกลายเป็นขยะอวกาศที่โคจรในอวกาศซึ่งเพิ่มความเสี่ยงการชนกับดาวเทียมดวงอื่นต่อไป นอกเหนือจากนี้ขยะอวกาศตกกลับมายังสู่โลกสามารถสร้างความเสียหายในชีวิตและทรัพย์สินหากตกลงสู่ในพื้นที่อยู่อาศัยของประชาชน ตัวอย่างกรณี ดาวเทียม THEOS-1 ที่รับผิดชอบโดย สทอภ. ได้รับการแจ้งเตือนความเสี่ยงการชนสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในแต่ละปี เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการควบคุมดาวเทียมต้องดำเนินการปรับวงโคจรเพื่อลดความเสี่ยงการชน ส่งผลให้สูญเสียเชื้อเพลิงซึ่งกระทบผลกระทบต่ออายุต่อการปฏิบัติการกิจดาวเทียม กรณีขยะอวกาศตกกลับมาสู่ลงประเทศไทยอย่างต่อเนื่องด้วยเช่นกัน ตามที่กล่าวมาเป็นภัยอันตรายที่สามารถสร้างผลกระทบต่อประเทศไทยอย่างมาก ปัจจุบันประเทศไทยไม่แผนเผชิญเหตุรองรับสถานการณ์ภัยจากขยะอวกาศและแนวทางปฏิบัติสำหรับการเรียกร้องสิทธิค่าเสียหายจากเจ้าของวัตถุอวกาศ

2. แนวทางการวางนโยบายและแนวทางพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการจราจรอวกาศเป็นเรื่องที่สหประชาชาติให้ความสำคัญ เนื่องจากเกี่ยวข้องโดยตรงกับแก้ไขหรือบรรเทาปัญหา

ขยะอวกาศ สหประชาชาติจึงได้มีการประชุมกับนานาชาติจัดทำแนวทางปฏิบัติการใช้อวกาศส่วนนอกอย่างยั่งยืน (Long-Term Sustainability of Outer Space Activities: LTS) ผ่านการหารือกับผู้เชี่ยวชาญและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากนานาชาติ ปัจจุบันในหลายประเทศมีการนำแนวทางปฏิบัตินี้มาปรับให้เข้ากับบริบทของประเทศของตน และดำเนินการกำหนดเป็นนโยบาย กฎระเบียบ และแนวทางการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการจราจรอวกาศให้ไปสู่ด้านการปฏิบัติ การศึกษาวิจัยนี้ผู้วิจัยศึกษาวิเคราะห์เลือกศึกษาแนวทางจากสหรัฐอเมริกาและสหภาพยุโรป เนื่องจากเป็นผู้นำทางด้านการวางนโยบายและเทคโนโลยีการจัดการจราจรอวกาศ โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

2.1 มีการกำหนดแนวทางปกป้องผลประโยชน์ที่สำคัญจากกิจกรรมอวกาศทั้งเชิงพาณิชย์และความมั่นคงของประเทศเพื่ออิสรภาพและเสรีภาพในการปฏิบัติการกิจในห้วงอวกาศ และเพื่อเป็นผู้นำโลกในการสร้างเงื่อนไขสำหรับสภาพอวกาศที่ปลอดภัย มั่นคง และยั่งยืนในการปฏิบัติการกิจในอวกาศ ทั้งสหรัฐอเมริกาและสหภาพยุโรปมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมจุดยืนที่ชัดเจนของระดับเวทีโลก และมีส่วนร่วมหารือในกรอบพหุภาคีและทวิภาคีที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง เหล่านี้จะช่วยส่งเสริมสถานะทั้งสหรัฐอเมริกาและสหภาพยุโรปคู่แข่งในตลาดเชิงพาณิชย์และมีส่วนร่วมในโครงการระดับนานาชาติ

2.2 เพิ่มขีดความสามารถทางเทคโนโลยีการจัดการจราจรอวกาศและแบ่งปันข้อมูลกับหน่วยงานต่าง ๆ เช่น การแบ่งปันข้อมูลระหว่างประเทศและผู้ปฏิบัติการควบคุมดาวเทียม ผ่านข้อตกลงความร่วมมือ ซึ่งจะสร้างจากความสามารถในการทำงานร่วมกันของข้อมูล SSA ทำให้ได้รับข้อมูลครอบคลุมและแม่นยำสูงขึ้น เพื่อให้ผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงการชนที่แม่นยำสูงขึ้นและทันเวลา ตามแผนงานการพัฒนาเทคโนโลยี STM ปัจจุบันสหภาพยุโรปจำเป็นต้องพึ่งพาเทคโนโลยีทางด้าน SSA จากสหรัฐอเมริกา สหภาพยุโรปมีประเด็นข้อกังวลคือการกำหนด แบ่งหน้าที่ และบทบาทความรับผิดชอบระหว่างหน่วยงานความมั่นคงและพลเรือนยังระบุไม่ชัดเจน ส่งผลต่อประสิทธิภาพความร่วมมือทางด้านการจัดการจราจรอวกาศในภาพรวมสหภาพอวกาศ

2.3 การนำแนวทางปฏิบัติความยั่งยืนอวกาศของกิจกรรมอวกาศ หรือ LTS มาปรับบริบทให้เหมาะสมกับ

ประเทศของตน เพื่อลด บรรเทา และแก้ไขปัญหาขยะอวกาศ

3. ประเทศไทยมีการพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการจรวดอวกาศ ตั้งแต่ระบบเฝ้าระวังวัตถุอวกาศ (SSA) โดยกองทัพอากาศและสถาบันดาราศาสตร์แห่งชาติ จนถึงระบบการจัดการจรวดอวกาศ หรือ ZIRCON ที่พัฒนาโดย สทอภ. ปัจจุบัน ZIRCON ถูกนำไปใช้ในการปฏิบัติการจัดการจรวดอวกาศของภารกิจดาวเทียม THEOS-1 เป็นเวลาเกือบ 2 ปี ZIRCON ช่วยลดความเสี่ยงการแจ้งเตือนที่ล่าช้าจากการใช้บริการจากต่างประเทศ หรือกรณีที่เลวร้ายที่สุดการยกเลิกการให้บริการ รวมไปถึงการลดค่าใช้จ่ายในการใช้บริการแจ้งเตือนจากหน่วยงานที่ให้บริการต่างประเทศที่มีมูลค่าสูงเกือบ 2 ล้านบาทต่อดาวเทียม ปัจจุบันประเทศไทยเริ่มมีกำหนดเป้าหมายและแผนการวิจัยเทคโนโลยีการจัดการจรวดอวกาศ ซึ่งถูกบรรจุอยู่ในแผนที่นำทางการวิจัยขั้นแนวระบบโลกและอวกาศ (National Roadmap ของ Earth Space System Frontier Research) และร่างแผนแม่บทกิจการอวกาศในยุทธศาสตร์ที่ 5 และยุทธศาสตร์ที่ 6 โดยทั้ง 2 แผนนี้มีระบุผลผลิต ผลลัพธ์ และผลกระทบ รวมไปถึงยุทธศาสตร์การดำเนินการให้บรรลุเป้าหมายที่วาง

4. จากการศึกษาวิจัยแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการจรวดอวกาศของสหรัฐอเมริกาและสหภาพยุโรป ประเทศไทยยังขาดหลายองค์ประกอบที่สำคัญแม้ว่าจะมีแผนการดำเนินวิจัยพัฒนาจากแผนวิจัยขั้นแนวหน้าและร่างแผนแม่บทกิจการอวกาศ จากการศึกษาวิเคราะห์ของผู้วิจัย สามารถสรุปแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการจรวดอวกาศสำหรับประเทศไทยประกอบด้วย 4 ประเด็น (รายละเอียดทั้ง 4 ประเด็นจะเพิ่มเติมอยู่ในหัวข้อเสนอแนะ)

4.1 นโยบาย กฎระเบียบและการควบคุมการจรวดอวกาศของประเทศไทย

4.2 แผนการวิจัย

4.3 การส่งเสริมให้ภาคเอกชนดำเนินธุรกิจทางด้านการจัดจรวดอวกาศ

4.4 การพัฒนาขีดความสามารถของบุคลากร

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการจรวดอวกาศของประเทศไทยตั้งแต่การวางแผนทางกฎระเบียบและการควบคุม การวิจัย การส่งเสริมให้เกิดอุตสาหกรรม ตลอดจนการพัฒนาขีดความสามารถของบุคลากร ผลจากการศึกษาวิจัยนี้สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะการวางนโยบาย กฎระเบียบ และการควบคุมการจรวดอวกาศของประเทศไทย

1.1 การจัดตั้งนโยบายและกรอบงานของประเทศไทย โดยร่วมมือทั้งหน่วยงานภาครัฐและเอกชนของทุกหน่วยงาน ในการแก้ปัญหาการบรรเทาผลกระทบปัญหาขยะอวกาศ โดยการส่งเสริมความพยายามพหุภาคีด้าน STM เพื่อมีการกำหนดเป้าหมายและหลักการร่วมกัน การสร้างกลไกที่มีประสิทธิภาพสำหรับประสานงานระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และสุดท้ายการคือการกำหนดบทบาท แบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบหน่วยงานรัฐและเอกชนของการดำเนินกิจกรรม STM ได้แก่ การตรวจสอบการจรวดในอวกาศ กฎระเบียบ และการประสานงาน นโยบายและกรอบการทำงาน ความรับผิดชอบระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้อง

1.2 วางนโยบายมุ่งเน้นสร้างขีดความสามารถของประเทศไทยลดระดับการพึ่งพาจากต่างประเทศ และสามารถรักษาขอบเขตการปฏิบัติการทางอวกาศโดยไม่ขัดกับเสรีภาพการดำเนินการ

1.3 การสร้างแนวทางให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียมีส่วนร่วมในการจัดการจรวดอวกาศ และสามารถส่งเสริมบทบาทประเทศไทยอย่างต่อเนื่อง รวมไปถึงการปกป้องผลประโยชน์ของประเทศไทย

1.4 การวางนโยบายระดมเงินทุนที่เหมาะสมผ่านแหล่งทุนต่าง ๆ ของภาครัฐ ตลอดจนเงินทุนของเอกชน การให้ข้อมูลและบริการ STM ที่นำไปสู่การปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสนับสนุนการดำเนินงานด้านความปลอดภัยและยั่งยืนถึงอวกาศ ทั้งนี้เป็นความท้าทายการวิจัยเทคนิคและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการจรวดอวกาศ

1.5 กำหนดและส่งเสริมมาตรฐานและแนวปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพในระดับสากล (LST, ISO standard, CCSDS, ECSS และมาตรฐานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง) เพื่อบรรเทาผลกระทบจากขยะอวกาศ ประสานความร่วมมือการจรวดอวกาศและส่งเสริมความรับผิดชอบในอวกาศของประเทศไทย รวมไปถึง

ถึงแนวทางกลยุทธ์ที่จะนำไปสู่การจัดตั้งแนวปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพที่สามารถนำไปปฏิบัติในระดับนานาชาติร่วมกันทั่วโลก

1.6 การกำหนดแนวทางความร่วมมือทางด้าน SSA และ STM ในประเทศไทย และวางแผนต่อยอดไปถึงภูมิภาคอาเซียน เพื่อสร้างขีดความสามารถความปลอดภัยและมั่นคงในภูมิภาคอาเซียน

2. แผนการวิจัย

2.1 สร้างโปรแกรมวิจัยด้านความปลอดภัยอวกาศของประเทศไทย (Thailand Space safety and security consortium) เพื่อบูรณาการวิจัยเทคโนโลยีการจัดการจราจรอวกาศระหว่างพลเรือนและความมั่นคง ให้มีทิศทางและเป้าหมายการวิจัยเทคโนโลยีการจัดการจราจรอวกาศร่วมกัน ทั้งระดับประเทศและระดับภูมิภาคอาเซียน

2.2 กำหนดกรอบวิจัยให้ครอบคลุมทั้ง 4 ด้าน ได้แก่

2.2.1 การเฝ้าระวังและติดตามอวกาศ (Space Surveillance & Tracking: SST) หรือ ความตระหนักสถานการณ์อวกาศ (Space Situational Awareness: SSA)

2.2.2 การจัดการจราจรอวกาศ (Space Traffic management: STM)

2.2.3 การวิจัยเทคนิคการเก็บขยะอวกาศ (Active debris removal)

2.2.4 การวิจัยการให้บริการต่าง ๆ ในอวกาศ (On-orbit servicing)

2.2.5 การป้องกันการชนด้วยความเร็วสูง (Shielding and protection)

2.3 การวิเคราะห์ความเสี่ยงของขยะอวกาศโดยอาศัยความร่วมมือระหว่างผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องจากสถาบันหรือหน่วยงานต่าง ๆ ในประเทศไทย เช่น หน่วยงานระดับชาติ และสถาบันวิจัยหรือปฏิบัติการอวกาศที่สำคัญในประเทศไทย และอุตสาหกรรมเอกชน (ผู้ปฏิบัติควบคุมดาวเทียม ผู้ให้บริการส่งดาวเทียม และ ผู้ผลิต) เพื่อระบุลักษณะความเสี่ยงในการดำเนินงานในปัจจุบันและแนวโน้มที่จะเกิดในอนาคตให้ได้มากที่สุดรวมถึงความต้องการของผู้ใช้งาน เพื่อประเมินประสิทธิภาพและแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการจราจรอวกาศและลดความเสี่ยงและเสริมสร้างการปลอดภัยและการใช้ในอวกาศ

2.4 สร้างระบบนิเวศการวิจัย ที่ประกอบด้วยการพัฒนาวิจัยขั้นสูงที่การร่วมวิจัยกับนานาชาติ เช่น การเข้าร่วมเป็นสมาชิกคณะกรรมการประสานงานระหว่างองค์กรเกี่ยวกับขยะอวกาศ (Inter-Agency Space Debris Coordination Committee: IADC) ซึ่งเป็นเวทีระดับนานาชาติของหน่วยงานภาครัฐสำหรับการประสานงานเกี่ยวกับกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับปัญหาของเศษซากขยะอวกาศทั้งที่สร้างขึ้นโดยมนุษย์และธรรมชาติในอวกาศ และให้แนวทางในการลดจำนวนขยะอวกาศและแนวทางปฏิบัติที่จะสร้างความยั่งยืนในการใช้อวกาศ รวมไปถึงการร่วมวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการจราจรอวกาศ

3. การส่งเสริมให้ภาคเอกชนดำเนินธุรกิจทางด้านการจัดการจราจรอวกาศ

3.1 การสร้างความตระหนักของวิกฤตและความเร่งด่วนของปัญหาขยะอวกาศและกระตุ้นการพิจารณาพื้นฐานเกี่ยวกับแนวทางที่เป็นไปได้ของประเทศไทยในโอกาสการทำธุรกิจอุตสาหกรรมเทคโนโลยีการจัดการจราจรอวกาศ

3.2 สร้างแผนงานทางเทคนิคเพื่อจัดระเบียบและวางแผนกิจกรรมที่จำเป็นต่อการพัฒนาที่สามารถประสานความร่วมมือ ประกอบด้วย แผนผังรวมขีดความสามารถภาครัฐและเอกชนและแนวทางปฏิบัติที่ดีเลิศ การวิเคราะห์ประเด็นปัญหาเพื่อระบุความต้องการด้านการปฏิบัติการอวกาศและการวิจัยและพัฒนา การกำหนดแผนงานเป็นโครงการรวมและงบประมาณที่เกี่ยวข้องผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในประเทศไทย

3.3 การพัฒนานโยบายและกรอบกิจกรรมหลายอย่างที่เกี่ยวข้องการดำเนินอุตสาหกรรมอวกาศทั้งทางตรงและทางอ้อมกับระบบการจัดการจราจรอวกาศ และเน้นถึงขอบเขตของการรักษาความปลอดภัยในอวกาศ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียได้ร่วมสร้างหลักการและเป้าหมายที่เกี่ยวข้องกับ STM

3.4 ดำเนินการสร้างความร่วมมือกับเอกชนโดยการสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการร่วมมือซึ่งมีบทบาทสำคัญในการสร้างขีดความสามารถและการพัฒนามาตรฐานและแนวปฏิบัติที่ดีเลิศ บทบาทที่สถาบันในประเทศไทยที่วางแผนจะดำเนินการปฏิบัติในอนาคตจะต้องสนับสนุนความก้าวหน้าที่สำคัญของโครงการอวกาศของประเทศไทยและเพิ่มพูนความสำคัญในมิติด้านความปลอดภัยและมั่นคง

4. การพัฒนาขีดความสามารถของบุคลากร

4.1 สร้างหลักสูตรระยะสั้น (Upskill/reskill) เพื่อการพัฒนาทักษะทางด้านการวิจัยเทคโนโลยีการจัดการจราจรอวกาศโดยร่วมมือกับหน่วยทั้งในและต่างประเทศ

4.2 จัดทำหลักสูตรเฉพาะด้านทางเทคโนโลยีเกี่ยวกับการจราจรอวกาศระดับปริญญาตรี-โท-เอก คู่ขนานกับหลักสูตรระยะสั้น โดยความร่วมมือระหว่างหน่วยงานวิจัยที่มีขีดความสามารถและสถาบันการศึกษาทั้งในและต่างประเทศ เพื่อเตรียมพร้อมผลิตบุคลากรเฉพาะทาง เพื่อให้มีความพร้อมรองรับอุตสาหกรรมทางด้านการจราจรอวกาศหรือที่เกี่ยวข้อง

4.3 สร้างแพลตฟอร์มสำหรับการพัฒนาบุคลากรผู้เชี่ยวชาญ ที่ร่วมกันระหว่างมหาวิทยาลัย ผู้เชี่ยวชาญสถาบันวิจัยทั้งในและต่างประเทศ และภาคอุตสาหกรรม จุดประสงค์ให้เกิดระบบนิเวศน์การแลกเปลี่ยนความรู้ ใจทย์ ทำท่าย และการสร้างบุคลากรให้ตรงความต้องการของอุตสาหกรรม เพื่อให้เกิดความยั่งยืนของการวิจัยและอุตสาหกรรมเทคโนโลยีการจัดการจราจรอวกาศของประเทศไทย

บรรณานุกรม

- พิเชษฐวรกุล, อรัชมน. (2022). “กฎหมายกับการจัดการขยะอวกาศ”. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : <https://www.bangkokbiznews.com/blog/detail/647730, 2562>. Association, Space data. “Space data association”. (Online). Available : <https://www.space-data.org/sda/participants/>.
- Channumsin, Sittiporn, Sreesawet, Suwat, Saroj, Tanin, Saingyen, Phasawee, Puttasuwan, Keerati, Udomthanatheera, Prakit and Jaturut, Seksan. (2020). “Collision avoidance strategies and conjunction risk assessment analysis tool at GISTDA”, Journal of Space Safety Engineering. 7(3), p.268-273.
- Channumsin, Sittiporn, Sreesawet, Suwat, Saroj, Tanin, Saingyen, Phasawee, Puttasuwan, Keerati, Udomthanatheera, Prakit and Jaturut, Seksan. (2019). “Development of Space Traffic Management System: ZIRCON”, Proceedings. 39(1), p.12.
- Commission, European. (2016). “Communication From The Commission To The European Parliament, The Council, The European Economic And Social Committee And The Committee Of The Regions. Space Strategy For Europe. COM (2016)”.
- Commission, European. (2017) “Dependence of the European Economy on Space Infrastructures: Potential Impacts of Space Assets Loss”.
- Contant-Jorgenson, Corinne, Lála, Petr and Kai-Uwe. (2006). “The IAA Cosmic Study on space traffic management”, Space Policy. 22(4): p.283-288.
- Contant-Jorgenson, Lála, Corinne, Schrogl, Petr and Kai-Uwe. (2006). “The IAA Cosmic Study on space traffic management”, Space Policy. 22(4): p.283-288.
- COPUOS, UN. (2018). “Guidelines for the Long-term Sustainability of Outer Space Activities”.
- Corporation, (2019). The Aerospace. “Space Traffic Management in the Age of New Space”.

- GOVSATCOM. (2021). “The European Union Governmental Satellite Communications”. (Online). Available : <https://www.euspa.europa.eu/european-space/govsatcom#:~:text=GOVSATCOM%20is%20one%20of%20the,and%20the%20EU%20Arctic%20Policy>.
- Harrington, J.D. (2020). “Orbital Debris Quarterly News”, N. A. a. S. Adminisatration, 2021.p.12. Technology, BRYCE Space and. “Bryce 2020 Year In Review”.
- IADC. (2021). “IADC Space Debris Mitigation Guidelines”.
- J. Kessler, Donald. (1991). “Collisional Cascading : The Limits of Population Growth in Low Earth orbit”, Advance Space in Research. 11(12): p63-66.
- Johnson, Nicholas. (2004). “Space Traffic Management Concepts and Practices”, Space Policy. 55: p.79-85.
- Kelso, T.S. (2009). “Analysis of the Iridium 33Cosmos 2251 Collision”, Proceedings of the 19th AIAA/AAS Astrodynamics Specialist Conference. 135.
- Kelso, T.S. (2007). “Analysis of the 2007 Chinese ASAT Test and the Impact of its Debris on the Space Environment”. “Uwe Wirt speech at the SSA Policy Forum Day 3 of the 2017 AMOS Conference”, (2017). International Perspectives on the Future of Space Traffic Management.
- Murakami, David D., Nag, Sreeja, Lifson, Miles and Kopardekar, Parimal H. (2019). “Space Traffic Management with a NASA UAS Traffic Management (UTM) Inspired Architecture”, AIAA Scitech 2019 Forum.
- Sittiporn Channumsin, Suwat Sreesawet, Tanin Saroj, Saingyen, Phasawee, Puttasuwan, Keerati and Jaturut, Seksan. (2020). “Development of Space Traffic Management System: ZIRCON”. Innovation Aviation & Aerospace Industry International Conference, Chumphon, Thailand.