แนวทางการพัฒนาระบบจำลองสถานการณ์ระดับยุทธการร่วม (JTLS) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการฝึกและวางแผนทางทหาร
Approaches for Developing Joint Theater Level Simulation (JTLS) to Enhance Military Training and Planning Efficiency

บทความวิชาการ

วุฒิรงค์ คงวุฒิ
Wuttirong Kongwut
ศูนย์วิจัยพัฒนาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีการบินและอวกาศกองทัพอากาศ กรุงเทพฯ ประเทศไทย 10210
Research and Development Centre for Space and Aeronautical Science and Technology, Royal Thai Air Force, Bangkok, Thailand 10210
E-mail: wuttirong_k@rtaf.mi.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอแนวทางการพัฒนาระบบจำลองสถานการณ์ระดับยุทธการร่วม (Joint Theater Level Simulation: JTLS) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการฝึกและวางแผนทางทหาร โดยมุ่งเน้นการปรับปรุงความสมจริงของการจำลอง การเพิ่มประสิทธิภาพการประมวลผล และการรองรับสถานการณ์ทางทหารสมัยใหม่ การศึกษาครอบคลุมประเด็นสำคัญ ได้แก่ การปรับปรุงโมเดลทางคณิตศาสตร์และฟิสิกส์, การเพิ่มความละเอียดของสภาพแวดล้อมและภูมิประเทศในการจำลอง, การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่อย่าง AI, Big Data, VR และ AR, การพัฒนาระบบการเชื่อมต่อและการทำงานร่วมกับระบบอื่น และการปรับปรุงส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ นอกจากนี้ บทความยังอภิปรายถึงความท้าทายในด้านความปลอดภัยของข้อมูล การจัดการทรัพยากรและงบประมาณ ตลอดจนการฝึกอบรมบุคลากร พร้อมทั้งนำเสนอแนวโน้มและทิศทางในอนาคตของการพัฒนาระบบ JTLS เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีและสถานการณ์ทางทหาร บทสรุปเน้นย้ำความสำคัญของการพัฒนาระบบ JTLS อย่างต่อเนื่องและบูรณาการ เพื่อเสริมสร้างความพร้อมทางทหารและความมั่นคงของประเทศ ในยุคที่มีความท้าทายทางยุทธศาสตร์ที่ซับซ้อนและเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

คำสำคัญ : ระบบจำลองสถานการณ์ระดับยุทธการร่วม, การจำลองสถานการณ์รบ, การทหารสมัยใหม่

วันที่รับบทความ : 12 ส.ค. 67 วันที่แก้ไขบทความ : 15 ต.ค. 67 วันที่ตอบรับบทความ : 4 พ.ย. 67

Abstract

This article presents approaches for developing the Joint Theater Level Simulation (JTLS) system to enhance military training and planning efficiency. The focus is on improving simulation realism, increasing processing efficiency, and accommodating modern military scenarios. The study covers key aspects including the enhancement of mathematical and physical models, increasing the detail of environmental and terrain simulation, application of modern technologies such as AI, Big Data, VR, and AR, development of connectivity and interoperability with other systems, and improvement of user interfaces. Furthermore, the article discusses challenges in data security, resource and budget management, as well as personnel training. It also presents future trends and directions for JTLS development to accommodate technological changes and evolving military situations. The conclusion emphasizes the importance of continuous and integrated development of JTLS to strengthen military readiness and national security in an era of complex and rapidly changing strategic challenges.

Keywords: Joint Theater Level Simulation (JTLS), Combat Simulation, Modern Warfare

บทนำ

ในปัจจุบันระบบ JTLS เป็นเครื่องมือสำคัญในการฝึกและวางแผนทางทหารที่ได้รับการพัฒนาและใช้งานมาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ทศวรรษ ค.ศ. 1980 ระบบ JTLS ถูกออกแบบมาเพื่อจำลองการปฏิบัติการทางทหารในระดับยุทธการ ครอบคลุมทั้งการปฏิบัติการทางบก ทางทะเล ทางอากาศ และกองกำลังพิเศษ ในสภาพแวดล้อมที่ซับซ้อนและมีพลวัตสูง ความสามารถในการจำลองสถานการณ์เชิงซ้อนของระบบ JTLS ช่วยให้ผู้บังคับบัญชาระดับสูงได้ฝึกฝนการตัดสินใจในสภาวะที่มีข้อมูลไม่สมบูรณ์และมีความไม่แน่นอนสูง ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของสถานการณ์ทางทหารในโลกแห่งความเป็นจริง (Alim, Subramaniam, Mohamad Nor, & Abd Wahab, 2024; Hou & Yao, 2018)

ระบบ JTLS มีบทบาทสำคัญในการประเมินยุทธวิธีและแผนปฏิบัติการทางทหาร โดยเปิดโอกาสให้ผู้วางแผนสามารถทดสอบและปรับปรุงแนวคิดการปฏิบัติการก่อนนำไปใช้จริง นอกจากนี้ ระบบยังช่วยส่งเสริมการฝึกแบบบูรณาการระหว่างเหล่าทัพและหน่วยงานต่าง ๆ อันนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกันและการประสานงานระหว่างหน่วย ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการปฏิบัติการทางทหารสมัยใหม่ ประโยชน์อีกประการหนึ่งของระบบ JTLS คือการช่วยลดค่าใช้จ่ายในการฝึกภาคสนามขนาดใหญ่ ลดความเสี่ยงต่อบุคลากรและอุปกรณ์ รวมถึงช่วยประหยัดทรัพยากรอันมีค่า (Reznichenko, 1982; Sokolovskiy, 1982)

อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีทางทหารและรูปแบบการสู้รบสมัยใหม่ ทำให้เกิดความจำเป็นในการพัฒนาระบบ JTLS ให้มีประสิทธิภาพและมีความสมจริงมากยิ่งขึ้น ปัจจุบันระบบ JTLS กำลังเผชิญกับความท้าทายหลายประการ เช่น การเพิ่มความละเอียดและความแม่นยำในการจำลองปัจจัยต่าง ๆ เช่น ผลกระทบของสภาพอากาศ ภูมิประเทศ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างหน่วยทหาร การบูรณาการเทคโนโลยีสมัยใหม่อย่างปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) และการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการวิเคราะห์และตัดสินใจ รวมถึงการปรับปรุงประสิทธิภาพการประมวลผลเพื่อรองรับการจำลองสถานการณ์ที่ซับซ้อนมากขึ้นในเวลาจริง (Brown, 1991)

นอกจากนี้ยังมีความจำเป็นในการพัฒนามาตรฐานการเชื่อมต่อกับระบบปฏิบัติการจริงและระบบจำลองอื่น ๆ เพื่อรองรับการฝึกแบบผสมผสาน (Hybrid Training) ซึ่งเป็นแนวโน้มสำคัญในการฝึกทางทหารยุคใหม่ ประเด็นสำคัญอีกประการหนึ่งคือ การปรับปรุงระบบให้สามารถจำลองภัยคุกคามรูปแบบใหม่ที่ไม่ใช่การสู้รบแบบดั้งเดิม เช่น การโจมตีทางไซเบอร์ สงครามข้อมูล และการปฏิบัติการในพื้นที่เมือง (Urban Warfare) ซึ่งมีความซับซ้อนและท้าทายมากขึ้นในปัจจุบัน (Kozlov, 1982)

บทความนี้มุ่งนำเสนอแนวทางการพัฒนาระบบ JTLS เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการฝึกทางทหาร โดยวิเคราะห์ข้อจำกัดและความท้าทายปัจจุบันของระบบ JTLS เสนอแนวทางการเพิ่มความสมจริงและประสิทธิภาพของการจำลองสถานการณ์ อภิปรายการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในการพัฒนาระบบ และนำเสนอกรอบแนวคิดสำหรับการพัฒนาระบบ JTLS ให้สามารถรองรับการฝึกทางทหารในศตวรรษที่ 21

การนำเสนอแนวทางการพัฒนาที่เป็นรูปธรรมและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง จะช่วยยกระดับประสิทธิภาพของระบบ JTLS ในการฝึกและวางแผนทางทหาร โดยคำนึงถึงความท้าทายในการรักษาสมดุลระหว่างความสมจริงของการจำลอง ประสิทธิภาพการประมวลผล และความยืดหยุ่นในการปรับใช้กับสถานการณ์ที่หลากหลาย บทความนี้จะมีส่วนสำคัญในการเสริมสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับศักยภาพและข้อจำกัดของระบบ JTLS ตลอดจนเปิดมุมมองใหม่ในการพัฒนาระบบจำลองสถานการณ์ทางทหารให้ก้าวทันต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและภูมิทัศน์ด้านความมั่นคงในอนาคต

ภาพรวมของระบบ JTLS

ระบบ JTLS เป็นระบบจำลองสถานการณ์ทางทหารที่ซับซ้อนและมีประสิทธิภาพสูง ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อรองรับการฝึกและวางแผนทางทหารในระดับยุทธการระบบ JTLS ได้รับการออกแบบให้สามารถจำลองการปฏิบัติการทางทหารที่หลากหลาย ครอบคลุมทั้งการปฏิบัติการทางบก ทางทะเล ทางอากาศ และกองกำลังพิเศษ ในสภาพแวดล้อมที่มีความซับซ้อนและเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา องค์ประกอบหลักของระบบ JTLS ประกอบด้วย โมดูล (Module) ต่าง ๆ ที่ทำงานร่วมกันอย่างบูรณาการ โดยมีองค์ประกอบสำคัญ ดังนี้

1. โมดูลการจำลองสถานการณ์ (Simulation Module) เป็นแกนหลักของระบบที่ทำหน้าที่ประมวลผลและคำนวณผลลัพธ์ของการปฏิบัติการทางทหารตามข้อมูลนำเข้าและกฎเกณฑ์ที่กำหนด โมดูลนี้รวมถึงการจำลองการเคลื่อนที่ของหน่วยทหาร การใช้อาวุธยุทโธปกรณ์ และผลกระทบของสภาพแวดล้อม

2. ระบบฐานข้อมูล (Database System) เก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการจำลองสถานการณ์ เช่น ข้อมูลภูมิประเทศ ข้อมูลกำลังรบ และข้อมูลอาวุธยุทโธปกรณ์ ระบบฐานข้อมูลนี้ต้องสามารถรองรับการอัพเดตและการเข้าถึงข้อมูลแบบเกิดขึ้นในเวลาจริง (Realtime)

3. ส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface) เป็นส่วนที่ให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุมและมีปฏิสัมพันธ์กับระบบ รวมถึงการแสดงผลข้อมูลและสถานการณ์จำลองในรูปแบบที่เข้าใจง่าย เช่น แผนที่ดิจิทัล กราฟ และรายงานสรุป (Lekwilai, 2014)

4. ระบบการสื่อสารและเครือข่าย (Communication and Network System) ทำหน้าที่เชื่อมโยงองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบเข้าด้วยกัน รวมถึงการเชื่อมต่อกับระบบภายนอกเพื่อการฝึกแบบผสมผสาน

5. โมดูลการวิเคราะห์และประเมินผล (Analysis and Evaluation Module) ช่วยในการวิเคราะห์ผลลัพธ์ของการจำลองสถานการณ์ และประเมินประสิทธิภาพของแผนปฏิบัติการต่าง ๆ ระบบ JTLS เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูง ยังคงมีข้อจำกัดและปัญหาที่พบในปัจจุบัน ได้แก่

1. ความสมจริงของการจำลอง แม้ว่าระบบ JTLS จะมีความละเอียดสูง แต่ยังมีข้อจำกัดในการจำลองปัจจัยบางอย่าง เช่น ผลกระทบทางจิตวิทยาของทหาร หรือปัจจัยทางการเมืองที่ซับซ้อน

2. การประมวลผลที่ต้องการทรัพยากรสูง การจำลองสถานการณ์ที่ซับซ้อนต้องการกำลังการประมวลผลสูง ซึ่งอาจทำให้เกิดความล่าช้าในการตอบสนองแบบเรียลไทม์

3. การปรับตัวต่อภัยคุกคามรูปแบบใหม่ระบบ JTLS อาจยังไม่สามารถจำลองภัยคุกคามบางรูปแบบได้อย่างสมบูรณ์ เช่น การโจมตีทางไซเบอร์ หรือการปฏิบัติการข่าวสาร

4. ความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนสถานการณ์ การปรับเปลี่ยนค่าคงตัวเฉพาะสถานการณ์ (Parameter) หรือสถานการณ์ในระหว่างการจำลองอาจทำได้ยากหรือมีข้อจำกัด

5. การบูรณาการกับระบบอื่น การเชื่อมต่อระบบ JTLS กับระบบจำลองอื่น ๆ หรือระบบปฏิบัติการจริงอาจมีความท้าทายในด้านความเข้ากันได้และมาตรฐานการเชื่อมต่อ

6. การฝึกอบรมผู้ใช้งาน ความซับซ้อนของระบบ JTLS ทำให้ต้องใช้เวลาและทรัพยากรมากในการฝึกอบรมผู้ใช้งานให้สามารถใช้ระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การพัฒนาระบบ JTLS ในอนาคตจำเป็นต้องคำนึงถึงการแก้ไขข้อจำกัดเหล่านี้ ควบคู่ไปกับการเพิ่มขีดความสามารถใหม่ ๆ เพื่อให้ระบบสามารถตอบสนองต่อความต้องการในการฝึกและวางแผนทางทหารที่ซับซ้อนและเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในยุคปัจจุบัน

เป้าหมายในการพัฒนา

การพัฒนาระบบ JTLS มีเป้าหมายสำคัญในการยกระดับขีดความสามารถของระบบ ให้สอดคล้องกับความต้องการทางทหารที่เปลี่ยนแปลงไปและเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าขึ้น โดยมุ่งเน้นในสามด้านหลัก ได้แก่ การเพิ่มความสมจริงของการจำลอง การปรับปรุงประสิทธิภาพและความเสถียร และการเพิ่มความสามารถในการปรับใช้และขยายระบบ (Xu, Yang, Ju, Li, & Huang 2014; Zeigler, 2017)

การเพิ่มความสมจริงของการจำลอง

การพัฒนาในด้านนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้การจำลองสถานการณ์มีความใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด ซึ่งจะช่วยเพิ่มคุณค่าของการฝึกและการวางแผนทางทหาร แนวทางในการพัฒนา ประกอบด้วย

1. การปรับปรุงโมเดลทางคณิตศาสตร์และฟิสิกส์ พัฒนาสมการและอัลกอริทึมที่ใช้ในการคำนวณผลลัพธ์ของการปฏิบัติการทางทหารให้มีความแม่นยำมากขึ้น โดยคำนึงถึงปัจจัยที่หลากหลายและซับซ้อน

2. การเพิ่มความละเอียดของข้อมูลสภาพแวดล้อม ปรับปรุงฐานข้อมูลภูมิประเทศ สภาพอากาศ และปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ ให้มีความละเอียดและเป็นปัจจุบันมากขึ้น

3. การจำลองพฤติกรรมมนุษย์ พัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์ที่สามารถจำลองการตัดสินใจและพฤติกรรมของมนุษย์ได้อย่างสมจริง ทั้งในระดับผู้นำและระดับปฏิบัติการ

4. การรวมปัจจัยทางจิตวิทยาและการเมือง เพิ่มการจำลองผลกระทบของปัจจัยทางจิตวิทยาและการเมืองที่มีต่อการปฏิบัติการทางทหาร

การปรับปรุงประสิทธิภาพและความเสถียร

เป้าหมายนี้มุ่งเน้นการพัฒนาระบบให้สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว มีเสถียรภาพ และรองรับการใช้งานในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย แนวทางการพัฒนาประกอบด้วย

1. การเพิ่มประสิทธิภาพการประมวลผล ปรับปรุงอัลกอริทึมและโครงสร้างข้อมูลให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมถึงการใช้เทคโนโลยีการประมวลผลแบบขนานและการประมวลผลแบบกระจาย

2. การปรับปรุงการจัดการหน่วยความจำ พัฒนาระบบการจัดการหน่วยความจำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อรองรับการจำลองสถานการณ์ที่ซับซ้อนและมีขนาดใหญ่

3. การเพิ่มความเสถียรของระบบ ปรับปรุงกระบวนการทดสอบและการตรวจสอบคุณภาพ เพื่อลดข้อผิดพลาดและเพิ่มความน่าเชื่อถือของระบบ

4. การพัฒนาระบบการกู้คืนและสำรองข้อมูล เพิ่มความสามารถในการกู้คืนระบบและข้อมูลในกรณีที่เกิดปัญหา เพื่อลดการสูญเสียข้อมูลและเวลาในการฝึก

การเพิ่มความสามารถในการปรับใช้และขยายระบบ

เป้าหมายนี้มุ่งเน้นการทำให้ระบบ JTLS มีความยืดหยุ่นมากขึ้น สามารถปรับใช้กับสถานการณ์ที่หลากหลายและรองรับการขยายขีดความสามารถในอนาคต แนวทางการพัฒนา ประกอบด้วย

1. การพัฒนาสถาปัตยกรรมแบบระบบโมดูลาร์ (Modular System) ออกแบบระบบให้มีความเป็นโมดูลมากขึ้น เพื่อให้สามารถเพิ่มเติมหรือปรับเปลี่ยนฟังก์ชันการทำงานได้ง่าย

2. การพัฒนามาตรฐานการเชื่อมต่อ สร้างมาตรฐานการเชื่อมต่อที่เปิดกว้างและยืดหยุ่น เพื่อให้สามารถบูรณาการกับระบบอื่น ๆ ได้ง่ายขึ้น

3. การรองรับการทำงานบนแพลตฟอร์มที่หลากหลาย พัฒนาระบบให้สามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการและฮาร์ดแวร์ที่หลากหลาย รวมถึงการรองรับการทำงานบนคลาวด์

4. การพัฒนาเครื่องมือสำหรับการปรับแต่งระบบ สร้างเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถปรับแต่งและกำหนดค่าระบบได้ตามความต้องการเฉพาะ

5. การรองรับการขยายขนาดของการจำลอง พัฒนาระบบให้สามารถรองรับการจำลองสถานการณ์ที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อนมากขึ้นในอนาคต

การพัฒนาตามเป้าหมายเหล่านี้จะช่วยให้ระบบ JTLS มีความทันสมัย มีประสิทธิภาพสูง และสามารถตอบสนองต่อความต้องการทางทหารที่เปลี่ยนแปลงไปในอนาคต อย่างไรก็ตาม การพัฒนาดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยการลงทุนทั้งในด้านเทคโนโลยี บุคลากร และทรัพยากรอื่น ๆ อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้

แนวทางการพัฒนาด้านการจำลองสถานการณ์

การพัฒนาระบบ JTLS ในด้านการจำลองสถานการณ์มีความสำคัญอย่างยิ่งในการเพิ่มความสมจริงและประสิทธิภาพของการฝึกทางทหาร (Lee, Choi, Yoo, Koo, & Kim 2017; Qin, You, Liu, & Luo, 2024) โดยมีแนวทางการพัฒนาที่สำคัญ ดังนี้

การปรับปรุงโมเดลทางคณิตศาสตร์และฟิสิกส์

1. การพัฒนาสมการที่ซับซ้อนขึ้น ปรับปรุงสมการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการคำนวณผลลัพธ์ของการปฏิบัติการทางทหาร โดยคำนึงถึงปัจจัยที่หลากหลายมากขึ้น เช่น ผลกระทบของสภาพอากาศต่อประสิทธิภาพของอาวุธ หรือผลของภูมิประเทศต่อการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ

2. การใช้แบบจำลองฟิสิกส์ขั้นสูง นำแบบจำลองฟิสิกส์ที่มีความแม่นยำสูงมาใช้ในการคำนวณวิถีกระสุน ผลกระทบของการระเบิด หรือการแพร่กระจายของสารเคมี

3. การบูรณาการโมเดลสถิติและความน่าจะเป็น เพิ่มการใช้โมเดลทางสถิติและความน่าจะเป็นในการจำลองผลลัพธ์ที่ไม่แน่นอน เช่น ความแม่นยำของการยิง หรือประสิทธิภาพของระบบสื่อสาร

การเพิ่มความละเอียดของสภาพแวดล้อมและภูมิประเทศ

1. การใช้ข้อมูลภูมิสารสนเทศความละเอียดสูง นำเข้าและใช้งานข้อมูลภูมิสารสนเทศที่มีความละเอียดสูง เช่น แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model) ที่มีความละเอียดระดับเมตร

2. การจำลองสภาพแวดล้อมแบบไดนามิก พัฒนาระบบที่สามารถจำลองการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมแบบเรียลไทม์ เช่น การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ หรือผลกระทบจากการทำลายโครงสร้างพื้นฐาน

3. การเพิ่มรายละเอียดของพื้นที่เมือง พัฒนาการจำลองพื้นที่เมืองให้มีความละเอียดมากขึ้น รวมถึงการจำลองโครงสร้างอาคาร ระบบสาธารณูปโภค และการจราจร

4. การบูรณาการข้อมูลสิ่งแวดล้อมจากแหล่งข้อมูลจริง เชื่อมโยงระบบกับแหล่งข้อมูลสิ่งแวดล้อมจริง เช่น ระบบพยากรณ์อากาศ หรือระบบติดตามการจราจร เพื่อให้การจำลองมีความเป็นปัจจุบันมากที่สุด

การจำลองพฤติกรรมของหน่วยทหารและอาวุธยุทโธปกรณ์

1. การพัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์สำหรับการตัดสินใจ นำเทคโนโลยี AI และ Machine Learning มาใช้ในการจำลองการตัดสินใจของผู้บังคับบัญชาและหน่วยทหาร โดยคำนึงถึงหลักการทางทหาร ประสบการณ์ และสถานการณ์แวดล้อม

2. การจำลองพฤติกรรมกลุ่ม พัฒนาโมเดลที่สามารถจำลองพฤติกรรมของกลุ่มทหาร รวมถึงการประสานงาน การสื่อสาร และปฏิสัมพันธ์ระหว่างหน่วย

3. การปรับปรุงโมเดลประสิทธิภาพของอาวุธ พัฒนาโมเดลที่สามารถจำลองประสิทธิภาพของอาวุธยุทโธปกรณ์ได้อย่างแม่นยำ โดยคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ เช่น สภาพการใช้งาน การบำรุงรักษา และการต่อต้านจากฝ่ายตรงข้าม

4. การจำลองระบบโลจิสติกส์ พัฒนาระบบที่สามารถจำลองการส่งกำลังบำรุง การซ่อมบำรุง และการขนส่งได้อย่างสมจริง ซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพการรบของหน่วยทหาร

5. การรวมปัจจัยด้านความเหนื่อยล้าและขวัญกำลังใจ พัฒนาโมเดลที่คำนึงถึงผลกระทบของความเหนื่อยล้า ขวัญกำลังใจ และปัจจัยทางจิตวิทยาอื่น ๆ ต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของทหาร

6. การจำลองระบบการสื่อสารและสงครามอิเล็กทรอนิกส์ พัฒนาระบบที่สามารถจำลองการสื่อสาร การรบกวนสัญญาณ และการต่อต้านการรบกวนได้อย่างสมจริง

การพัฒนาในด้านเหล่านี้จะช่วยยกระดับความสมจริงของการจำลองสถานการณ์ในระบบ JTLS อย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม การพัฒนาดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยการวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง รวมถึงการร่วมมือกับผู้เชี่ยวชาญในสาขาต่าง ๆ ทั้งด้านวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ วิศวกรรมศาสตร์ และยุทธศาสตร์ทางทหาร เพื่อให้ได้ระบบที่มีประสิทธิภาพและตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานมากที่สุด

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่

ตารางที่ 1 แสดงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อพัฒนาระบบ JTLS

เทคโนโลยี	การประยุกต์ใช้	ประโยชน์	ความท้าทาย
AI และ Machine Learning (ปัญญาประดิษฐ์และการเรียนรู้ของเครื่องมือ)	- การจำลองการตัดสินใจของผู้บังคับบัญชา - การทำนายผลลัพธ์ของการปฏิบัติการ - การวิเคราะห์แผนยุทธการ	- เพิ่มความสมจริงของการจำลอง - ช่วยในการวิเคราะห์สถานการณ์ซับซ้อน - ปรับปรุงการฝึกอบรมอัตโนมัติ	- ต้องการข้อมูลฝึกสอนจำนวนมาก - ความน่าเชื่อถือของการตัดสินใจของ AI - การอธิบายเหตุผลของการตัดสินใจ
Big Data Analytics (การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่)	- การวิเคราะห์ข้อมูลจากการฝึกจำนวนมาก - การประมวลผลข้อมูลสภาพแวดล้อมแบบเรียลไทม์ - การวิเคราะห์แนวโน้มและรูปแบบการปฏิบัติการ	- เพิ่มความแม่นยำในการทำนาย - ช่วยในการตัดสินใจเชิงยุทธศาสตร์ - ปรับปรุงการวางแผนล่วงหน้า	- การจัดการและประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่ - ความปลอดภัยของข้อมูล - การแปลผลข้อมูลให้เป็นข้อมูลเชิงปฏิบัติ

VR (Virtual Reality) เทคโนโลยีเสมือนจริง	- การสร้างสภาพแวดล้อมการฝึกเสมือนจริง - การจำลองการปฏิบัติการในพื้นที่เฉพาะ - การฝึกการตัดสินใจในสถานการณ์วิกฤต	- เพิ่มความสมจริงในการฝึก - ลดค่าใช้จ่ายในการฝึกภาคสนาม - เพิ่มความปลอดภัยในการฝึก	- ต้นทุนของอุปกรณ์ VR - การพัฒนาเนื้อหา VR ที่สมจริง - ความเมื่อยล้าจากการใช้ VR เป็นเวลานาน
AR (Augmented Reality) เทคโนโลยีเสริมความเสมือนจริง	- การซ้อนทับข้อมูลทางยุทธวิธีบนภาพจริง - การแสดงข้อมูลสนามรบแบบเรียลไทม์ - การฝึกการใช้อุปกรณ์และอาวุธ	- เพิ่มการรับรู้สถานการณ์ - ช่วยในการตัดสินใจแบบเรียลไทม์ - ปรับปรุงประสิทธิภาพการฝึก	- ความแม่นยำในการซ้อนทับข้อมูล - การพัฒนาแอปพลิเคชัน AR ที่ใช้งานง่าย - การรักษาความปลอดภัยของข้อมูลที่แสดงผล

ตารางนี้แสดงให้เห็นถึงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในการพัฒนาระบบ JTLS พร้อมทั้งประโยชน์และความท้าทายที่อาจเกิดขึ้น (Artkin, 2022; Godefroy, 2015) การนำเทคโนโลยีเหล่านี้มาใช้อย่างเหมาะสมจะช่วยยกระดับประสิทธิภาพและความสมจริงของการฝึกทางทหารได้อย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 2 ข้อดีและข้อเสียของการใช้เทคโนโลยีในการพัฒนาระบบ JTLS

เทคโนโลยี	ข้อดี	ข้อเสีย
AI และ Machine Learning (ปัญญาประดิษฐ์และการเรียนรู้ของเครื่องมือ)	- เพิ่มความสมจริงในการจำลองพฤติกรรม - ปรับปรุงการวิเคราะห์สถานการณ์ซับซ้อน - เพิ่มประสิทธิภาพในการฝึกอบรม - สามารถปรับตัวตามสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลง	- ต้องการข้อมูลจำนวนมากในการฝึกสอน AI - อาจมีความลำเอียงในการตัดสินใจ - ความยากในการอธิบายเหตุผลของการตัดสินใจ - ต้นทุนสูงในการพัฒนาและบำรุงรักษา
Big Data Analytics (การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่)	- เพิ่มความแม่นยำในการวิเคราะห์และทำนาย - ช่วยในการตัดสินใจเชิงยุทธศาสตร์ - ปรับปรุงการวางแผนล่วงหน้า - สามารถค้นพบรูปแบบและแนวโน้มที่ซ่อนอยู่	- ต้องการทรัพยากรการประมวลผลสูง - ความท้าทายในการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล - อาจเกิดปัญหา *“ขยะเข้า ขยะออก”* หากข้อมูลไม่มีคุณภาพ (Rubbish in - Rubbish out) - ต้องการผู้เชี่ยวชาญในการวิเคราะห์และแปลผล

VR (Virtual Reality) เทคโนโลยีเสมือนจริง	- สร้างประสบการณ์การฝึกที่สมจริง - ลดค่าใช้จ่ายในการฝึกภาคสนาม - เพิ่มความปลอดภัยในการฝึกสถานการณ์อันตราย - สามารถจำลองสถานการณ์ที่หลากหลาย	- ต้นทุนสูงในการพัฒนาและจัดหาอุปกรณ์ - อาจทำให้เกิดอาการเมารถหรือไม่สบายตัวในการใช้งาน - ข้อจำกัดด้านความสมจริงของการสัมผัสและการเคลื่อนไหว - อาจแยกผู้ใช้ออกจากสภาพแวดล้อมจริงมากเกินไป
AR (Augmented Reality) เทคโนโลยีเสริมความเสมือนจริง	- เพิ่มการรับรู้สถานการณ์ในพื้นที่จริง - ช่วยในการตัดสินใจแบบเรียลไทม์ - สามารถใช้ร่วมกับอุปกรณ์จริงได้ - ยืดหยุ่นในการใช้งานทั้งในการฝึกและปฏิบัติการจริง	- ความท้าทายในการซ้อนทับข้อมูลอย่างแม่นยำ - อาจรบกวนสมาธิหรือบดบังวิสัยทัศน์ที่สำคัญ - ข้อจำกัดด้านแบตเตอรี่และการประมวลผลของอุปกรณ์พกพา - ความเสี่ยงด้านความปลอดภัยของข้อมูลที่แสดงผล

ตารางนี้แสดงให้เห็นถึงข้อดีและข้อเสียของแต่ละเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการพัฒนาระบบ JTLS การพิจารณาทั้งข้อดีและข้อเสียนี้จะช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม และวางแผนรับมือกับข้อจำกัดต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Park, Lee, & Kim, 2023)

การปรับปรุงประสิทธิภาพการประมวลผล

การปรับปรุงประสิทธิภาพการประมวลผลเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญในการพัฒนาระบบ JTLS ให้มีความสามารถรองรับการจำลองสถานการณ์ที่ซับซ้อนและมีขนาดใหญ่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีแนวทางการพัฒนาที่สำคัญ ดังนี้

การใช้ Cloud Computing และการประมวลผลแบบกระจาย

การนำเทคโนโลยี Cloud Computing มาใช้ในระบบ JTLS จะช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นในการขยายระบบและลดต้นทุนด้านฮาร์ดแวร์ โดยสามารถใช้ทรัพยากรการประมวลผลจากระบบคลาวด์ที่มีขนาดใหญ่และมีประสิทธิภาพสูง นอกจากนี้ การกระจายงานประมวลผลไปยังเซิร์ฟเวอร์หลายเครื่องจะช่วยเพิ่มความสามารถในการรองรับผู้ใช้จำนวนมากได้พร้อมกัน การใช้เทคโนโลยี containerization (การจำลองเสมือน) เช่น Docker จะช่วยในการจัดการและกระจายแอปพลิเคชันได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม การใช้ระบบคลาวด์อาจมีความท้าทายในด้านความปลอดภัยของข้อมูล และการจัดการเครือข่ายและแบนด์วิดท์ที่เพียงพอ

การปรับปรุงอัลกอริทึมและโครงสร้างข้อมูล

การพัฒนาและปรับปรุงอัลกอริทึมที่ใช้ในระบบ JTLS ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพการประมวลผล โดยอาจมีการใช้อัลกอริทึมที่ทันสมัยและเหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลและการคำนวณในระบบ JTLS นอกจากนี้ การปรับปรุงโครงสร้างข้อมูลให้เหมาะสม และการใช้เทคนิคการ Caching และ Indexing จะช่วยเพิ่มความเร็วในการประมวลผล ลดการใช้หน่วยความจำ และปรับปรุงการตอบสนองของระบบ

อย่างไรก็ตามการพัฒนาในส่วนนี้ต้องการทีมพัฒนาที่มีความเชี่ยวชาญสูง และอาจจำเป็นต้องมีการเขียนโค้ดใหม่บางส่วน

การใช้ระบบประมวลผลแบบขนาน

การนำระบบประมวลผลแบบขนานมาใช้ในระบบ JTLS จะช่วยเพิ่มความเร็วในการจำลองสถานการณ์ที่ซับซ้อนได้อย่างมาก โดยอาจมีการใช้ GPU สำหรับการคำนวณที่ต้องการประสิทธิภาพสูง หรือการแบ่งงานเป็นส่วนย่อยเพื่อประมวลผลพร้อมกันบนหน่วยประมวลผลหลายหน่วย (Blaess, Christie & Mitchell, 2021; Bayramov & Hashimov, 2019) นอกจากนี้ การใช้เฟรมเวิร์คการประมวลผลแบบขนาน เช่น Apache Spark จะช่วยในการจัดการการประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม การพัฒนาระบบประมวลผลแบบขนานมีความซับซ้อนในการออกแบบและพัฒนา รวมถึงอาจมีต้นทุนสูงในการจัดหาฮาร์ดแวร์ที่รองรับ

การปรับปรุงประสิทธิภาพการประมวลผลในระบบ JTLS จำเป็นต้องพิจารณาถึงความสมดุลระหว่างประสิทธิภาพ ต้นทุน และความซับซ้อนในการพัฒนาและบำรุงรักษา การเลือกใช้แนวทางใดหรือผสมผสานหลายแนวทางขึ้นอยู่กับความต้องการเฉพาะของระบบ งบประมาณ และทรัพยากรที่มีอยู่ การพัฒนาในด้านนี้จะช่วยให้ระบบ JTLS สามารถรองรับการจำลองสถานการณ์ที่ซับซ้อนและมีขนาดใหญ่ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพโดยรวมของการฝึกและวางแผนทางทหาร

การพัฒนาระบบการเชื่อมต่อและการทำงานร่วมกัน

การพัฒนาระบบการเชื่อมต่อและการทำงานร่วมกันเป็นปัจจัยสำคัญในการยกระดับประสิทธิภาพของระบบ JTLS โดยมุ่งเน้นการสร้างความสามารถในการแลกเปลี่ยนข้อมูลและทำงานร่วมกับระบบอื่น ๆ อย่างไร้รอยต่อ (Levin & Cheng, 2020; Chau, Grill, & Grieger, 2017) ซึ่งประกอบด้วย 2 ประเด็นหลัก ดังนี้

1. มาตรฐานการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างระบบ

การพัฒนามาตรฐานการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่มีประสิทธิภาพและเป็นที่ยอมรับในวงกว้างเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง โดยมีแนวทางการพัฒนา ดังนี้

1. การใช้มาตรฐานสากล นำมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากลมาประยุกต์ใช้ เช่น High Level Architecture (HLA) หรือ Distributed Interactive Simulation (DIS) ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ออกแบบมาเฉพาะสำหรับการจำลองทางทหาร

2. การพัฒนา API ที่เปิดกว้าง สร้าง Application Programming Interface (API) ที่มีปฏิสัมพันธ์ประกอบกับผู้ใช้ อีกทั้งเปิดกว้างและมีเอกสารประกอบที่ชัดเจน เพื่อให้ระบบอื่น ๆ สามารถเชื่อมต่อและแลกเปลี่ยนข้อมูลกับระบบ JTLS ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. การใช้รูปแบบข้อมูลที่เป็นมาตรฐานกำหนดรูปแบบข้อมูลที่เป็นมาตรฐาน เช่น JSON หรือ XML สำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างระบบ ซึ่งจะช่วยให้การแปลงและประมวลผลข้อมูลทำได้ง่ายขึ้น

4. การรักษาความปลอดภัยของข้อมูล พัฒนาระบบการเข้ารหัสและการยืนยันตัวตนที่มีความปลอดภัยสูง เพื่อปกป้องข้อมูลที่มีความอ่อนไหวระหว่างการแลกเปลี่ยน

2. การบูรณาการกับระบบจำลองและระบบปฏิบัติการอื่น ๆ

การทำให้ระบบ JTLS สามารถทำงานร่วมกับระบบอื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นสิ่งสำคัญในการเพิ่มความสามารถและความยืดหยุ่นของระบบ โดยมีแนวทางการพัฒนา ดังนี้

1. การสร้างความเข้ากันได้กับระบบจำลองอื่น ๆ พัฒนาความสามารถในการเชื่อมต่อและแลกเปลี่ยนข้อมูลกับระบบจำลองอื่น ๆ เช่น ระบบจำลองการรบทางอากาศหรือระบบจำลองการรบทางทะเล เพื่อสร้างการจำลองแบบบูรณาการที่ครอบคลุมทุกมิติของการปฏิบัติการทางทหาร

2. การเชื่อมต่อกับระบบปฏิบัติการจริง พัฒนาความสามารถในการรับข้อมูลจากระบบปฏิบัติการจริง เช่น ระบบติดตามกำลังพล หรือระบบข่าวกรองทางทหาร เพื่อให้การจำลองมีความเป็นปัจจุบันและสมจริงมากขึ้น

3. การรองรับการฝึกแบบผสมผสาน (Hybrid Training) พัฒนาระบบให้สามารถรองรับการฝึกที่ผสมผสานระหว่างการจำลองเสมือนจริงและการฝึกในสนามจริง

โดยสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างทั้งสองส่วนได้อย่างไร้รอยต่อ

4. การพัฒนา Middleware สร้างระบบตัวกลาง (Middleware) ที่ช่วยในการแปลงและประสานข้อมูลระหว่างระบบที่มีความแตกต่างกัน ทำให้สามารถเชื่อมต่อกับระบบที่หลากหลายได้โดยไม่ต้องปรับเปลี่ยนระบบหลักมากนัก

5. การรองรับการทำงานบนแพลตฟอร์มที่หลากหลาย พัฒนาระบบให้สามารถทำงานบนแพลตฟอร์มที่หลากหลาย ทั้งระบบปฏิบัติการ อุปกรณ์ และเครือข่ายที่แตกต่างกัน เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นในการใช้งาน

การพัฒนาระบบการเชื่อมต่อและการทำงานร่วมกันนี้จะช่วยให้ระบบ JTLS สามารถบูรณาการเข้ากับระบบอื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะนำไปสู่การฝึกและการวางแผนทางทหารที่มีความสมจริงและครอบคลุมมากขึ้น อย่างไรก็ตาม การพัฒนาในด้านนี้จำเป็นต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของข้อมูล ความเข้ากันได้ระหว่างระบบ และความซับซ้อนในการบริหารจัดการระบบที่เพิ่มขึ้นด้วย

การปรับปรุงส่วนต่อประสานกับผู้ใช้

การปรับปรุงส่วนต่อประสานกับผู้ใช้เป็นองค์ประกอบสำคัญในการพัฒนาระบบ JTLS ให้มีประสิทธิภาพและใช้งานได้ง่ายขึ้น โดยมุ่งเน้นการพัฒนา User Interface/User Experience (UI/UX) และการปรับปรุงระบบการแสดงผลและวิเคราะห์ข้อมูล

ในด้านการพัฒนา UI/UX ให้ใช้งานง่ายและมีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นต้องออกแบบโดยยึดผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง โดยทำการวิจัยเพื่อเข้าใจความต้องการและพฤติกรรมของผู้ใช้อย่างลึกซึ้ง จากนั้นนำข้อมูลมาออกแบบส่วนต่อประสานที่เรียบง่าย มีความสม่ำเสมอ และสามารถปรับแต่งได้ตามความต้องการของผู้ใช้ ระบบนำทางและการค้นหาควรได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพ ช่วยให้ผู้ใช้เข้าถึงฟังก์ชันต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ ควรออกแบบให้รองรับการใช้งานบนอุปกรณ์ที่หลากหลาย เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นในการใช้งาน

สำหรับการปรับปรุงระบบการแสดงผลและการวิเคราะห์ข้อมูล ควรมุ่งเน้นการพัฒนาการแสดงผลแบบ Real-time หรือแบบเกิดขึ้นในเวลาจริง ที่มีประสิทธิภาพสามารถแสดงข้อมูลที่เป็นปัจจุบันได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ การใช้เทคนิคการแสดงผลข้อมูลเชิงภาพขั้นสูง เช่น กราฟ แผนภูมิ และแผนที่แบบโต้ตอบได้ จะช่วยให้ผู้ใช้เข้าใจข้อมูลที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้น ควรเพิ่มเครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้งานง่าย เช่น การสร้างรายงานแบบกำหนดเอง หรือการใช้เทคนิค Machine Learning ในการวิเคราะห์แนวโน้ม

ระบบแผนที่ดิจิทัลควรได้รับการปรับปรุงให้มีความละเอียดสูงและสามารถซ้อนทับข้อมูลต่าง ๆ ได้ เช่น ข้อมูลหน่วยทหาร สภาพภูมิประเทศ หรือข้อมูลด้านการข่าว นอกจากนี้ การพัฒนาระบบแจ้งเตือนและรายงานอัจฉริยะที่สามารถปรับแต่งได้ จะช่วยให้ผู้ใช้ไม่พลาดข้อมูลสำคัญและสามารถตัดสินใจได้อย่างรวดเร็ว

การพัฒนาทั้งหมดนี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานระบบ JTLS อย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม สิ่งสำคัญคือต้องรักษาสมดุลระหว่างความสวยงาม ความใช้งานง่าย และประสิทธิภาพของระบบ รวมถึงต้องมีการทดสอบกับผู้ใช้จริงอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้มั่นใจว่าการพัฒนาตอบสนองความต้องการของผู้ใช้อย่างแท้จริง

การทดสอบและประเมินผล

การทดสอบและประเมินผลเป็นขั้นตอนสำคัญในการพัฒนาระบบ JTLS เพื่อให้มั่นใจว่าระบบมีประสิทธิภาพ ความแม่นยำ และตอบสนองความต้องการทางทหารได้อย่างแท้จริง กระบวนการนี้ ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก

1. วิธีการทดสอบประสิทธิภาพและความแม่นยำ

การทดสอบนี้มุ่งเน้นการตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์และประสิทธิภาพการทำงานของระบบ โดยอาจใช้วิธีการต่าง ๆ เช่น การทดสอบแบบหน่วยย่อย (Unit

Testing) เพื่อตรวจสอบการทำงานของแต่ละโมดูล การทดสอบการทำงานร่วมกัน (Integration Testing) เพื่อตรวจสอบการทำงานร่วมกันของหลายโมดูล และการทดสอบระบบโดยรวม (System Testing) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบทั้งหมด นอกจากนี้ ยังอาจใช้การทดสอบแบบ Stress Testing เพื่อประเมินความสามารถในการรองรับภาระงานสูง และ Performance Testing เพื่อวัดความเร็วในการประมวลผล

2. การประเมินผลโดยผู้เชี่ยวชาญทางทหาร

ผู้เชี่ยวชาญทางทหารมีบทบาทสำคัญในการประเมินความสมจริงและความเหมาะสมของระบบ JTLS ในบริบทของการใช้งานจริง โดยอาจทำการประเมินในด้านต่าง ๆ เช่น ความถูกต้องของแบบจำลองทางทหาร ความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์การจำลอง และความสอดคล้องกับหลักการและยุทธวิธีทางทหาร ผู้เชี่ยวชาญอาจใช้วิธีการประเมินแบบ Expert Review หรือการจัดทำ Workshop เพื่อรวบรวมความคิดเห็นและข้อเสนอแนะในการปรับปรุงระบบ

3. การเปรียบเทียบกับสถานการณ์จริงและการฝึกซ้อม

การเปรียบเทียบผลลัพธ์จากระบบ JTLS กับสถานการณ์จริงหรือการฝึกซ้อมภาคสนามเป็นวิธีการที่สำคัญในการประเมินความแม่นยำของระบบ (Barbosa, 2020; Hibberd, 2022) โดยอาจทำการจำลองสถานการณ์ที่เคยเกิดขึ้นจริงในอดีตและเปรียบเทียบผลลัพธ์กับเหตุการณ์จริง หรือจัดการฝึกซ้อมที่มีการใช้ระบบ JTLS ควบคู่ไปกับการปฏิบัติการจริง เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์และประเมินความแม่นยำของระบบ

กระบวนการทดสอบและประเมินผลนี้ควรดำเนินการอย่างต่อเนื่องตลอดวงจรการพัฒนาระบบ JTLS เพื่อให้สามารถระบุปัญหาและปรับปรุงระบบได้อย่างทันท่วงที ผลจากการทดสอบและประเมินผลจะนำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพ ความแม่นยำ และความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของการฝึกและการวางแผนทางทหารที่ใช้ระบบ JTLS

ความท้าทายและข้อควรพิจารณา

การพัฒนาและปรับปรุงระบบ JTLS นั้นมาพร้อมกับความท้าทายและประเด็นสำคัญที่ต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ โดยมี 3 ประเด็นหลักที่ต้องให้ความสำคัญ ดังนี้

1. ความปลอดภัยของข้อมูลและการรักษาความลับ

ในบริบทของการใช้งานทางทหาร ความปลอดภัยของข้อมูลและการรักษาความลับเป็นสิ่งที่มีความสำคัญสูงสุด ระบบ JTLS ต้องมีการป้องกันการเข้าถึงข้อมูลที่ไม่ได้รับอนุญาตอย่างเข้มงวด (Fidler, 2022; Tshivhase, 2016) ซึ่งรวมถึงการเข้ารหัสข้อมูล การตรวจสอบสิทธิ์ผู้ใช้ และการติดตามการใช้งานระบบ นอกจากนี้ ยังต้องมีการพิจารณาถึงความปลอดภัยในการส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย และการป้องกันการโจมตีทางไซเบอร์ที่อาจเกิดขึ้น การรักษาความลับของข้อมูลยุทธศาสตร์และยุทธวิธีทางทหารเป็นสิ่งที่ต้องให้ความสำคัญเป็นพิเศษ โดยอาจต้องมีการแยกระบบออกจากเครือข่ายภายนอกอย่างสิ้นเชิง (Air-Gapped System) ในบางกรณี

2. การจัดการทรัพยากรและงบประมาณ

การพัฒนาและบำรุงรักษาระบบ JTLS ที่มีความซับซ้อนสูงนั้นต้องการทรัพยากรและงบประมาณที่มากทั้งในด้านฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และบุคลากร การจัดสรรงบประมาณอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพเป็นสิ่งท้าทาย โดยต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายในการพัฒนาระบบ การอัพเดตฐานข้อมูล การบำรุงรักษาระบบ และการฝึกอบรมบุคลากร นอกจากนี้ ยังต้องพิจารณาถึงความคุ้มค่าในการลงทุนเมื่อเทียบกับประโยชน์ที่ได้รับในการฝึกและวางแผนทางทหาร การวางแผนระยะยาวและการจัดลำดับความสำคัญของการพัฒนาเป็นสิ่งจำเป็นในการบริหารทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ

3. การฝึกอบรมและพัฒนาบุคลากร

ระบบ JTLS ที่มีความซับซ้อนและมีประสิทธิภาพสูงนั้นต้องการผู้ใช้งานที่มีความเชี่ยวชาญ การฝึกอบรมบุคลากรให้สามารถใช้งานระบบได้อย่างเต็มประสิทธิภาพเป็นความท้าทายสำคัญ โดยต้องมีการพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมที่ครอบคลุมทั้งด้านเทคนิคและการประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ทางทหาร นอกจากนี้ ยังต้องคำนึงถึงการพัฒนาบุคลากรด้านการบำรุงรักษาและพัฒนาระบบ ซึ่งต้องมีทักษะทั้งด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและความเข้าใจในด้านยุทธศาสตร์ทางทหาร การรักษาบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญให้อยู่กับองค์กรเป็นอีกประเด็นหนึ่งที่ต้องให้ความสำคัญ เนื่องจากการสูญเสียบุคลากรที่มีความรู้เฉพาะทางอาจส่งผลกระทบต่อการพัฒนาและการใช้งานระบบในระยะยาว

การจัดการกับความท้าทายเหล่านี้จำเป็นต้องอาศัยการวางแผนอย่างรอบคอบ การสร้างความร่วมมือระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และการปรับตัวอย่างต่อเนื่องเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีและสถานการณ์ทางทหาร การบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพในประเด็นเหล่านี้จะช่วยให้การพัฒนาและการใช้งานระบบ JTLS เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน สามารถตอบสนองความต้องการในการฝึกและวางแผนทางทหารได้อย่างแท้จริง

แนวโน้มและทิศทางในอนาคต

การพัฒนาระบบ JTLS จำเป็นต้องมีวิสัยทัศน์ที่มองไปข้างหน้า เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านเทคโนโลยีและสถานการณ์ทางทหาร (Sloan, 2016a, 2016b; Rynning, 2012) โดยมี 2 ประเด็นหลักที่ต้องพิจารณา

1. การพัฒนาต่อยอดเทคโนโลยี

1. การใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) และการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning)

- พัฒนาระบบ AI ที่สามารถวิเคราะห์สถานการณ์และเสนอแนะการตัดสินใจทางยุทธวิธี
- ใช้ ML ในการปรับปรุงความแม่นยำของแบบจำลองและการทำนายผลลัพธ์

2. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Blockchain

- เพิ่มความปลอดภัยและความโปร่งใส ในการเก็บข้อมูลและการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างหน่วยงาน

3. การพัฒนาระบบ Cloud-native และ Edge Computing

- ปรับปรุงประสิทธิภาพและความยืดหยุ่นของระบบ
- รองรับการประมวลผลแบบกระจายและการใช้งานในพื้นที่ห่างไกล

4. การบูรณาการเทคโนโลยี Virtual Reality (VR) และ Augmented Reality (AR)

- สร้างประสบการณ์การฝึกที่สมจริงมากขึ้น
- เพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์และแสดงผลข้อมูล

2. การปรับตัวตามสถานการณ์ทางทหารที่เปลี่ยนแปลง

1. การรองรับการสงครามแบบ Multi-domain

- พัฒนาระบบให้สามารถจำลองการปฏิบัติการร่วมระหว่างมิติต่าง ๆ (บก น้ำ อากาศ อวกาศ และไซเบอร์)
- เพิ่มความสามารถในการวิเคราะห์ผลกระทบข้ามมิติ

2. การจำลองภัยคุกคามแบบไฮบริดและการสงครามแบบไม่สมมาตร

- ปรับปรุงระบบให้สามารถจำลองสถานการณ์ที่มีความซับซ้อนและไม่แน่นอนสูง
- รวมปัจจัยทางการเมือง เศรษฐกิจ และสังคมเข้าในการจำลอง

3. การรองรับเทคโนโลยีทางทหารสมัยใหม่

- ปรับปรุงฐานข้อมูลและแบบจำลองให้รองรับอาวุธและระบบใหม่ ๆ เช่น อากาศยานไร้คนขับ ระบบอาวุธอัตโนมัติ
- พัฒนาการจำลองผลกระทบของเทคโนโลยีใหม่ต่อยุทธวิธีและยุทธศาสตร์

การพัฒนาระบบ JTLS ให้ทันต่อแนวโน้มและทิศทางเหล่านี้จะช่วยให้ระบบยังคงมีความเกี่ยวข้องและมีประสิทธิภาพในการฝึกและวางแผนทางทหารในอนาคต อย่างไรก็ตาม การพัฒนาดังกล่าวต้องอาศัยการลงทุนอย่างต่อเนื่อง การวิจัยและพัฒนา และความร่วมมือระหว่างผู้เชี่ยวชาญในหลากหลายสาขา เพื่อให้ระบบ JTLS สามารถตอบสนองต่อความท้าทายทางทหารที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วในศตวรรษที่ 21

บทสรุป

การพัฒนาระบบ JTLS เป็นกระบวนการที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพการฝึกและวางแผนทางทหาร โดยมีเป้าหมายหลักในการสร้างระบบที่มีความสมจริง ยืดหยุ่น และตอบสนองต่อความต้องการทางทหารที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว

จากการวิเคราะห์แนวทางการพัฒนาในด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการปรับปรุงโมเดลทางคณิตศาสตร์และฟิสิกส์ การเพิ่มความละเอียดของสภาพแวดล้อมและภูมิประเทศ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่อย่าง AI และ Big Data การปรับปรุงประสิทธิภาพการประมวลผล การพัฒนาระบบการเชื่อมต่อ และการปรับปรุงส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ เราพบว่า การพัฒนาระบบ JTLS จำเป็นต้องเป็นไปอย่างรอบด้านและบูรณาการ

ความท้าทายสำคัญในการพัฒนาระบบ JTLS ไม่ได้จำกัดอยู่เพียงด้านเทคนิคเท่านั้น แต่ยังรวมถึงการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล การจัดการทรัพยากรและงบประมาณ ตลอดจนการฝึกอบรมและพัฒนาบุคลากร ซึ่งล้วนเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการพัฒนาและการใช้งานระบบ

เมื่อมองไปข้างหน้าแนวโน้มและทิศทางในอนาคตของระบบ JTLS จะต้องคำนึงถึงการพัฒนาต่อยอดเทคโนโลยีใหม่ ๆ และการปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ทางทหารที่เปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งการรองรับการสงครามแบบ Multi-domain และการจำลองภัยคุกคามรูปแบบใหม่

ในท้ายที่สุดการพัฒนาระบบ JTLS ให้มีประสิทธิภาพและตอบสนองต่อความต้องการทางทหารได้อย่างแท้จริงนั้น จำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือระหว่างผู้เชี่ยวชาญในหลากหลายสาขา ทั้งด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ วิศวกรรมศาสตร์รวมถึงยุทธวิธีและยุทธการทางทหาร รวมถึงการลงทุนอย่างต่อเนื่องในด้านการวิจัยและพัฒนา

การพัฒนาระบบ JTLS จึงไม่ใช่เพียงการปรับปรุงระบบซอฟต์แวร์เท่านั้น แต่เป็นกระบวนการที่มีผลกระทบโดยตรงต่อประสิทธิภาพในการเตรียมความพร้อมทางทหารและความมั่นคงของประเทศ ด้วยเหตุนี้ การให้ความสำคัญกับการพัฒนาระบบ JTLS อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการรับมือกับความท้าทายทางทหารในศตวรรษที่ 21

เอกสารอ้างอิง

Alim, H., Subramaniam, A., Mohamad Nor, N., & Abd Wahab, A. Y. (2024). Measuring operational cognitive readiness of military personnel using Joint Theater Level Simulation System (JTLS). *The Journal of Defense Modeling and Simulation: Applications, Methodology, Technology*. https://doi.org/10.1177/15485129241239669

Artkin, F. (2022). Obtaining of the Modal Frequency Parameters a Middle Class Armed Unmanned Combat Aerial Vehicle Using Engineering Simulation ANSYS Program. *European Journal of Science and Technology*. *2022*(45), 14-18. https://doi.org/10.31590/ejosat.1211104

Barbosa, J. (2020). Cyber Humanity in Cyber War. In *Proceedings of the 19th European Conference on Cyber Warfare and Security*, (p.20). https://doi.org/10.34190/ews.20.116

Bayramov, A. A., & Hashimov, E. G. (2019). Development of UAV SOS Flight Combat Reconnaissance Mission Program. *Advanced Information Systems*, *3*(1), 152-156. https://doi.org/10.20998/2522-9052.2019.1.25

Blaess, S. G., Christie, M. J., & Mitchell, J. L. (2021). Comet: A naval Combat Management System model for combat analysis. In R. W. Vervoort, A. A. Voinov, J. P. Evans, & L. Marshall (Eds.), *24th International Congress on Modelling and Simulation* (p.855-861). https://doi.org/10.36334/modsim.2021.m7.blaess

Brown, T. L. (1991). America's war: the strategy and tactics of the United States' military in Vietnam. In T. L. Brown (Ed.), *War and Aftermath in Vietnam*. London: Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003244257-9

Chau, W., Grill, A., & Grieger, D. (2017). Using combat simulation and sensitivity analysis to support evaluation of land combat vehicle configurations. In G. Syme, D. H. MacDonald, B. Fulton, & J. Piantadosi (Eds.)., *22nd International Congress on Modelling and Simulation* (p.536-542). https://doi.org/10.36334/modsim.2017.d1.chau

Fidler, D. P. (2022). Cyber war. In *Advanced Introduction to Cybersecurity Law* (p.104-141). https://doi.org/10.4337/9781800883352.ch006

Godefroy, A. B. (2015). Atomic War Games: Combat Development through Simulation, 1958–64. In *Peace Prepared: Innovation and Adaptation in Canada's Cold War Army (*p.151-185). University of British Columbia Press. https://doi.org/10.59962/9780774827041-009

Hibberd, G. (2022). Rewards of War. In *The Art of Cyber Security*: *A practical guide to winning the war on cyber crime* (p.123-128). https://doi.org/10.2307/j.ctv2hqrdb4.19

Hou, Q., & Yao, Y. (2018). Research on Modeling Maritime Patrol Behavior of Aircraft on Station in Theater-Level Operation Simulation. *DEStech Transactions on Computer Science and Engineering*.

Kozlov, S. N. (1982). Development of Soviet Military Science After the Second World War. In H. F. Scott, & W. F. Scott (Eds.), *The Soviet Art of War*. New York: Routledge. https://doi.org/10.4324/9780429314681-20

Lee, H. J., Choi, S.H., Yoo, H. D., Koo, J., & Kim, T. G. (2017). Development Of Air Combat HDEVS Model Implemented In HDEVSim++ Environment. In *SummerSim' 17: Proceeding of the Summer Simulation Multi-Conference* (p.1-12). San Diego, CA: Society for Computer Simulation International. https://doi.org/10.22360/summersim.2017.scsc.011

Lekwilai, P. (2014). Reader's Theater: An Alternative Tool to Develop Reading Fluency among Thai EFL learners. *PASAA*, *48*(1), 89-112. https://doi.org/10.58837/chula.pasaa.48.1.4

Levin, H., & Cheng, A. (2020). Curriculum Integration and Development. In M. A. Seropian, G. R. Keeler, & V. N. Naik (Eds.). *Comprehensive Healthcare Simulation: Program & Center Development* (p.83-87). https://doi.org/10.1007/978-3-030-46812-5_12

Park, S., Lee, Y., & Kim, K. (2023). Krav Maga Program to Combat Indiscriminate Violence. *International Journal of Martial Arts, 8*, 38-52. https://doi.org/10.22471/martialarts.2023.8.38

Qin, L., You, Z., Liu, B., & Luo, C. (2024). Development of virtual reality training system for combat musculoskeletal trauma care. *SIMULATION*. https://doi.org/10.1177/00375497241238025

Reznichenko, V. G. (1982). Tactics-A Component Part of Military Art. In H. F. Scott, & W. F. Scott (Eds.), *The Soviet Art of War*. New york: Routledge. https://doi.org/10.4324/9780429314681-52

Rynning, S. (2012). 3 NATO and Afghanistan. In *NATO in Afghanistan : The Liberal Disconnect* (p.41-68). Redwood City: Stanford University Press. https://doi.org/10.1515/9780804784948-005

Sloan, E. C. (2016a). Joint theory and Military Transformation. In *Modern Military Strategy*. London: Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315740034-17

_____. (2016b). *Modern Military Strategy* (2nd ed). London: Routledge: https://doi.org/10.4324/9781315740034

Sokolovskiy, V. D. (1982). Military-Strategic Features of a Future World War. In H. F. Scott, & W. F. Scott (Eds.), *The Soviet Art of War*. New York: Routledge. https://doi.org/10.4324/9780429314681-38

Tshivhase, A. E. (2016). The future of military summary trials in the modern age. In A. Duxbury, & M. Groves (Eds.). *Military Justice in the Modern Age* (p.347-364). Cambridge: Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/cbo9781107326330.018

Xu, X., Yang, S., Ju, R., Li, G., & Huang, K. (2014). Addressing the Joint Simulation of Engineering and Engagement Level over Heterogeneous Systems. In *2014 IEEE/ACM 18th International Symposium on Distributed Simulation and Real Time Applications* (p.3-10). Toulouse: IEEE. https://doi.org/10.1109/ds-rt.2014.9

Zeigler, B. P. (2017). Why should we develop simulation models in paris?. In *2017 Winter Simulation Conference (WSC)* (p.2). Las Vegas, NV: IEEE. https://doi.org/10.1109/wsc.2017.8247316