

การสำรวจเทคนิคการสร้างภาพนามธรรม:  
ความก้าวหน้าและการนำมาใช้งานสำหรับบริบททางทหาร  
A Survey on Visualization Techniques:  
Recent Advances and Implementations for Military Context

พันโทหญิง รุ่งรัศมี สุวรรณวัฒนา<sup>1\*</sup>  
ผศ.ดร.สุรศักดิ์ มั่งสิงห์<sup>2</sup>

<sup>1</sup>อาจารย์ กองวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า

E-mail: jayjay8599@hotmail.com

<sup>2</sup>ผู้อำนวยการหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: surasak.mu@spu.ac.th

**บทคัดย่อ :** บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและจำแนกการนำเทคนิคการสร้างภาพนามธรรมเข้ามาประยุกต์ใช้งานในบริบททางทหาร ด้วยวิธีการสำรวจ รวบรวมข้อมูล และทบทวนวรรณกรรม ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1998 – 2015 โดยใช้แหล่งข้อมูลเอกสารทางวิชาการและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทางด้านวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ และสาขาที่เกี่ยวข้อง ที่มีความน่าเชื่อถือสูงจากดัชนีผลกระทบการอ้างอิงวารสารในฐานข้อมูล Scopus และ ISI จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลและจำแนกเทคนิคการสร้างภาพนามธรรมตามลักษณะการใช้งานในบริบททางทหาร จำนวน 57 ฉบับ ผลการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า สามารถจำแนกเทคนิคการสร้างภาพนามธรรมเข้ามาประยุกต์ใช้งานในบริบททางทหารออกได้เป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มการสร้างภาพนามธรรมรูปแบบการจำลองการรบ กลุ่มแผนที่ภูมิประเทศแบบสามมิติ กลุ่มการวิเคราะห์เครือข่ายด้านความมั่นคง กลุ่มการจำลองการบิน และกลุ่มชุดข้อมูลทางทหารขนาดใหญ่ในแง่มุมมองของการควบคุมและการบังคับบัญชา และพบว่ามีการวิจัยส่วนใหญ่ให้ความสนใจต่อการสร้างภาพนามธรรมแบบการจำลองการรบ (Battlefield Visualization) จำนวน 29 ฉบับ ผลการวิเคราะห์พบว่า การนำไปใช้งานแต่ละกลุ่มนั้นเน้นความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เป็นสำคัญ ทั้งนี้การสร้างภาพนามธรรมข้อมูลความสำคัญอย่างยิ่งที่จะนำมาใช้เป็นเครื่องมือการนำเสนอข้อมูลด้วยภาพในรูปแบบกราฟ เส้นตรง เส้นโค้ง กระแสข้อมูล มิติข้อมูลที่มีความหลากหลาย การให้สีและรูปร่าง การนำเสนอนี้เป็นตัวแทนข้อมูลก่อให้เกิดการรับรู้ การขยายความ และความเข้าใจง่ายขึ้นด้วยการมองเห็นภาพที่มีความชัดเจน ดังนั้น ผลการสำรวจและรวบรวมข้อมูลจากงานวิจัยนี้สามารถนำไปพัฒนาระบบในการดำเนินงานวิจัยการนำเทคนิคการสร้างภาพนามธรรมเข้ามาประยุกต์ใช้งานในบริบททางทหารในอนาคต จะนำไปสู่การคาดการณ์และนำมาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยสนับสนุนในการตัดสินใจสำหรับผู้บังคับบัญชาได้เป็นอย่างดีต่อไป

**คำสำคัญ :** การสร้างภาพนามธรรม การสร้างภาพนามธรรมรูปแบบสนามรบ ภูมิประเทศ การวิเคราะห์เครือข่าย การจำลองการบิน

**Abstract :** This article aims to survey the visualization techniques used in military applications by gathering information and review of literature of papers and journals from 1998 – 2015 (total 57 papers and journals). The authors found that the techniques of visualization in the context of military can be categorised into five groups: 1) Battlefield Visualization, 2) 3D Terrain, 3) Security Network Analysis, 4) Fight Simulations 5) Massive Military Dataset. We also found that most of researchers (30 papers) are interested in battle field visualization. Each group is described in terms of usage goals. The ability to analyse data, to represent a recognition, and to understand with visualization will lead to forecasting and to support military decision making process. The authors also further identify the challenges of existing techniques to bring to the directions of future research.

**keywords :** Visualization, Battlefield Visualization, Terrain, Network Analysis, Fight Simulations

## 1. บทนำ

แนวคิดหลักของ “การสร้างภาพนามธรรม” มีความสำคัญอย่างยิ่งในการนำมาวิเคราะห์ข้อมูล ตัวเลข ข้อความ รูปภาพ สตรีมมิ่ง หรือเสียง ลดขั้นตอนและความซับซ้อนของจำนวนข้อมูลสารสนเทศที่มีปริมาณมากขึ้นจากการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบเอกสาร ตาราง ไฟล์ หรือฐานข้อมูล โดยการนำข้อมูลสารสนเทศเหล่านั้นมาผ่านกระบวนการของระบบคอมพิวเตอร์การแปลงข้อมูลสารสนเทศ และองค์ความรู้ จากนั้นแสดงผลลัพธ์ในลักษณะโต้ตอบหรือมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลสารสนเทศกับมนุษย์ซึ่งมีความครอบคลุม ส่งผลให้มนุษย์เกิดการรับรู้และเข้าใจได้ในทันทีที่มองเห็นภาพ โดยจุดมุ่งหมายที่สำคัญอีกประการคือ ช่วยให้ผู้ใช้งานเกิดความเข้าใจนำไปสู่กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล [1]–[4] ในแขนงต่างๆ ทั้งนี้เทคนิคหรือวิธีการนี้ได้รับความนิยมอย่างสูงในการนำไปประยุกต์ในการวิจัยทาง

ด้านวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การวิเคราะห์ข้อมูลทางการเงิน การศึกษาการควบคุมการผลิตภัณฑ์ การวิเคราะห์ตลาด และด้านการทหาร โดยการถ่ายทอดข้อมูลสารสนเทศให้มองเห็นด้วยภาพนั้น สื่อความเข้าใจในข้อมูลที่มีความง่ายขึ้นต่อการใช้งาน การรับรู้และความเข้าใจในเนื้อหาที่ต้องการจะถ่ายทอดไปยังผู้ชมหรือผู้ใช้งาน [5], [6] ซึ่งผลลัพธ์นั้นเป็นพื้นฐานของการคาดการณ์และช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการวิเคราะห์งานต่างๆ ในทางปฏิบัติได้จริงต่อไป

คำนิยามของคำว่า “Visualization” อ่านว่า “วิซวลไลเซชัน” หรือ การสร้างภาพนามธรรม [7] คือ การนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยสนับสนุนในระบบงานที่สามารถโต้ตอบการทำงานกับมนุษย์ได้ การนำเสนอภาพแทนข้อมูลนั้นเป้าหมายสำคัญคือ ต้องการจะขยายความสื่อความหมาย จากแหล่งข้อมูล ข้อความ ภาพหรือกราฟิก เสียง การใช้สี รูปร่างหรือรูปทรง

สัญลักษณ์ จนกระทั่งเกิดแรงบันดาลใจ การดึงดูด และโน้มน้าวใจ ที่ทำให้มนุษย์เกิดการรับรู้ และเข้าใจได้จากการมองเห็นด้วยภาพที่มีความง่ายและชัดเจน [8] การสกัดความรู้จากงานหรือชุดข้อมูลที่ผ่านกระบวนการทำงานของเทคนิคนี้และแสดงผลลัพธ์ผ่านทางหน้าจอแสดงผลการสร้างภาพนามธรรมหรือแนวคิดภายในประกอบด้วย วัตถุ (Object) ฉากหรือภาพ (Scene) คน (Person) และ กระบวนการแสดงแนวความคิดกับวัตถุที่ได้ออกแบบสำหรับการสร้างคลาส (Class) โดยมองที่การใช้งานเป็นสิ่งสำคัญ การสร้างภาพนามธรรมเป็นตัวแทนกราฟิกที่ดีที่สุดเทคนิคหนึ่ง ที่บ่งบอกถึงความคิดที่ซับซ้อนได้อย่างชัดเจน (Clearly) แม่นยำ (Precisely) และมีประสิทธิภาพ [2], [5], [9]

วัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมข้อมูลและจำแนกประเภทของเทคนิคการสร้างภาพนามธรรมในบริบททางทหาร (Visualization Technique for Military Context) ตามลักษณะการใช้งานทางทหาร เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินงานวิจัยต่อไป

## 2. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey) และการวิจัยเอกสาร (Documentary) งานวิจัยเทคนิคการสร้างภาพนามธรรมในบริบททางทหาร (Visualization Technique for Military Context) จากเอกสารงานวิจัย เริ่มตั้งแต่ ปี ค.ศ.1998 – ค.ศ.2015 มีจำนวนทั้งสิ้น 57 ฉบับ โดยกำหนดขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

### 2.1 รวบรวมข้อมูลเพื่อจัดกลุ่มจำแนกข้อมูล เทคนิคการสร้างภาพนามธรรมข้อมูลตามลักษณะการใช้งานในบริบททางทหาร ดังนี้

2.1.1 ข้อมูลปฐมภูมิเชิงปริมาณจากการบันทึกข้อมูลลงตารางการจำแนกกลุ่มข้อมูลตามลักษณะของการใช้งาน

2.1.2 ข้อมูลทุติยภูมิจากเอกสารวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

1) แหล่งข้อมูลจาก ACM (Association for Computing Machinery) Digital Library ฐานข้อมูลทางด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ

2) แหล่งข้อมูลจาก IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineer) Publications ฐานข้อมูลทางด้านสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ เทคโนโลยีสารสนเทศ คอมพิวเตอร์ กราฟิก การสร้างภาพนามธรรมและสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, IEEE Access, Communications Society Journals, IEEE Journal of Translational Engineering in Health and Medicine, IEEE Military Communications Conference, IEEE Simulation Conference

3) แหล่งข้อมูลจาก ICCSIT (International Conference on Computer Science and Information Technology) ฐานข้อมูลทางด้านสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ

4) แหล่งข้อมูลจาก International Conference on Cyber Conflict ฐานข้อมูลด้านไซเบอร์

5) แหล่งข้อมูลจาก journals of equinox ฐานข้อมูลเอกสารวิชาการและงานวิจัยหลากหลายแขนงวิชา

6) แหล่งข้อมูลจาก Springer – Verlag ฐานข้อมูลหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วารสารในสาขาวิชาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และทางการแพทย์ เป็นต้น

7) แหล่งข้อมูลจาก Science Direct – Elsevier ฐานข้อมูลเอกสารฉบับเต็มทางด้านสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ เทคโนโลยีสารสนเทศ คอมพิวเตอร์ กราฟิก และสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง

แหล่งข้อมูลที่ใช้อ้างอิงในการสำรวจและรวบรวมข้อมูลจากเอกสารวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตั้งแต่ปี ค.ศ. 1998 – 2015 โดยใช้แหล่งข้อมูลเอกสารวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทางด้านวิศวกรรม คอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ และสาขาที่เกี่ยวข้องที่มีความน่าเชื่อถือสูงจากดัชนีผลกระทบการอ้างอิงวารสาร (Journal Impact Factors, JIF) ในฐานข้อมูล Scopus และ ISI (Institute for Scientific Information) ในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ ACM, IEEE, ICCSIT, International Conference on Cyber Conflict, Springer และ Science Direct

2.2 *ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเทคนิคการสร้างภาพนามธรรมข้อมูลตามลักษณะการใช้งานในบริบททางทหาร เพื่อจัดกลุ่มและจำแนกข้อมูลเทคนิคการสร้างภาพนามธรรมข้อมูลสารสนเทศตามลักษณะการใช้งานในบริบททางทหาร*

2.3 *จำแนกข้อมูลเทคนิคการสร้างภาพนามธรรมข้อมูลสารสนเทศตามลักษณะการใช้งานในบริบททางทหาร แบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม*

ได้แก่ กลุ่มการสร้างภาพนามธรรมรูปแบบการจำลองการรบ กลุ่มการวิเคราะห์เครือข่ายด้านความมั่นคง กลุ่มแผนที่ภูมิประเทศแบบสามมิติ กลุ่มการจำลองการบิน และกลุ่มชุดข้อมูลทางทหารขนาดใหญ่ ในแง่มุมของการควบคุมและการบังคับบัญชา พร้อมแสดงผลการบันทึกข้อมูลในแต่ละกลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 1

2.4 *สรุปและอภิปรายผล* จากการสำรวจเอกสารวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ด้วยวิธีการรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล เริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. 1998 – 2015 โดยใช้แหล่งข้อมูลเอกสารวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า คอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ และสาขาที่เกี่ยวข้องที่มีความน่าเชื่อถือสูงจากดัชนีผลกระทบการอ้างอิงวารสาร (Journal Impact Factors, JIF) ในฐานข้อมูล Scopus และ ISI และสามารถจำแนกข้อมูลการนำเทคนิคการสร้างภาพนามธรรมข้อมูลสารสนเทศตามลักษณะการใช้งานในบริบททางทหารจากแหล่งข้อมูล ดังตารางที่ 1 จำนวนเอกสารงานวิจัย 57 ฉบับ

### 3. ผลที่ได้จากการวิจัย

จากการสำรวจเอกสารวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. 1998 – 2015 จำนวน 57 ฉบับ นั้น สามารถจำแนกข้อมูลเทคนิคการสร้างภาพนามธรรมในบริบททางการทหารออกได้เป็น 5 กลุ่ม ตามลักษณะการใช้งาน ได้แก่ กลุ่มการสร้างภาพนามธรรมรูปแบบการจำลองการรบ (Battlefield Visualization) กลุ่มแผนที่ภูมิประเทศแบบสามมิติ (3D Terrain) กลุ่มการวิเคราะห์เครือข่ายด้านความมั่นคง (Security Network Analysis) กลุ่มการ

จำลองการบิน (Fight Simulations) และกลุ่มชุดข้อมูลทางทหารขนาดใหญ่ในแง่มุมมองของการควบคุมและการบังคับบัญชา (Massive Military Dataset) โดยผู้เขียนได้เน้นที่จุดมุ่งหมายของการใช้งานเป็นสำคัญ ดังภาพที่ 1

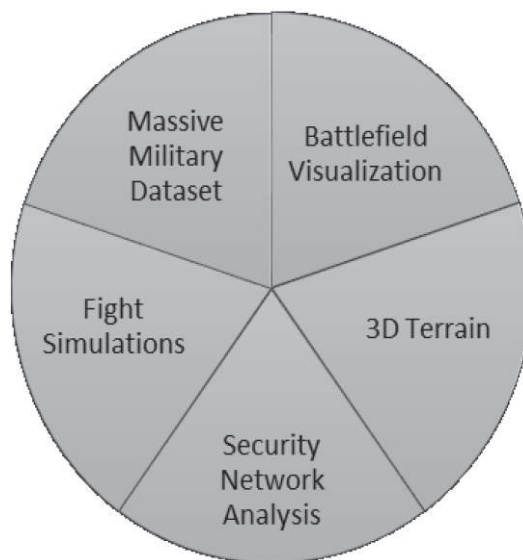
การจำแนกข้อมูลเทคนิคการสร้างภาพนามธรรมในบริบททางการทหาร แบ่งออกได้เป็น 5 กลุ่ม มีรายละเอียดดังนี้

### 3.1 การสร้างภาพนามธรรมรูปแบบการจำลองการรบ

การจำลองสถานการณ์การรบ (Battlefield Visualization or Environment) Wood (1996) ได้กล่าวว่า "การสร้างภาพนามธรรมข้อมูลสารสนเทศที่ประสบความสำเร็จจะช่วยให้นักวิเคราะห์รับมือกับการโอเวอร์โหลดของข้อมูลในปัจจุบัน และบนหลักการเปลี่ยนแปลงนั้นเกิดการเรียนรู้วิธีจัดสรรเวลาในขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล" Aleva (2006) [10] ได้กล่าวว่า คลังข้อมูลช่วยให้เกิดความตระหนักในการพยากรณ์ขอบเขตของพื้นที่ทำการรบ (Battlespace) ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความถูกต้องและทันเวลาช่วยในเรื่องการวางแผนที่จะต้องสามารถคาดการณ์ผลกระทบการดำเนินงานได้ โมเดลการจำลองโปรแกรมโดยมีระบบปฏิบัติการเป็นศูนย์กลาง และการออกแบบการสร้างภาพนามธรรมได้สื่อความหมายของข้อมูลที่จะส่งออกไปยังผู้ที่มีอำนาจในการตัดสินใจ ผู้ใช้ ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการมีส่วนร่วมทุกขั้นตอน ด้วยวิธีการสร้างภาพนามธรรมแบบจุดศูนย์กลาง (Center of Gravity (COG) Visualization)

วัตถุประสงค์ของการจำลองสถานการณ์การรบเพื่อใช้ในการฝึก การจำลองสถานการณ์รบในภาคพื้น แสดงแผนที่ภูมิประเทศ การเชื่อมโยง

ข้อมูล การแทนที่ข้อมูลให้สามารถมองเห็นด้วยภาพหรือการนำเสนอข้อมูลในแง่มุมมองต่างๆ ต่อผู้บังคับบัญชา ผู้มีอำนาจในการตัดสินใจ ผู้ใช้ หรือผู้ชม เช่น ระบบเดินเรือ การจำลองการฝึกในพื้นที่ภูมิประเทศโดยสามารถบ่งบอกฟังก์ชันระบุตำแหน่งของวัตถุ คน ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกัน



ภาพที่ 1 การจำแนกการสร้างภาพนามธรรมในบริบททางการทหาร ตามลักษณะการใช้งานทางการทหาร แบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม จากการสำรวจเอกสารวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของเริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. 1998 – ค.ศ. 2015

### 3.2 แผนที่ภูมิประเทศแบบสามมิติ

การสร้างภาพนามธรรมข้อมูลเชิงภูมิประเทศหรือแบบสองมิติ สามมิติ (3D Terrain) สำหรับการประยุกต์ใช้งานทางการทหาร ประกอบด้วย การแสดงให้เห็นพื้นผิว พื้นที่ หรือบริเวณโดยรอบพื้นที่ที่ต้องการจะนำเสนอ Fong (2006) [11] ได้พัฒนาต้นแบบการสร้างภาพ

นามธรรมเพื่อการติดตามการเคลื่อนไหวของหน่วยงานทางทหารบนพื้นผิวในช่วงเวลาหนึ่ง และการติดตามการเกิดขึ้นของสงครามจำนวนมากจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น การออกแบบโปรแกรมที่มีส่วนประสานงานกับผู้ใช้ได้ทดสอบการใช้งานจากการดำเนินงานและได้รับการยืนยันการปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ

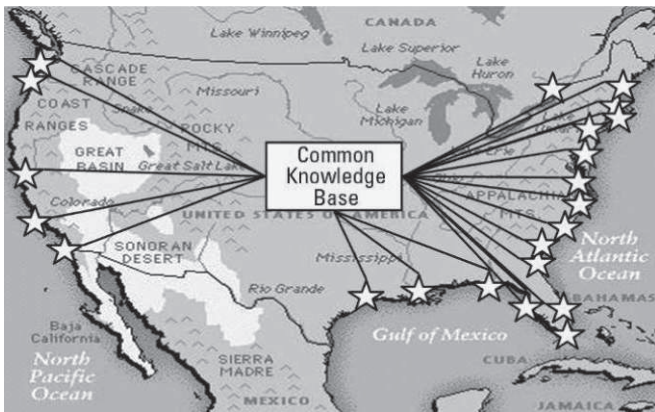
จากภาพที่ 2 Faulkner และคณะ, 2009 [12] แสดงให้เห็นว่าการแสดงภาพนามธรรมมีบทบาทสำคัญประการหนึ่งในแผนที่เส้นทางการเดินเรือในทะเลที่เชื่อมโยงกัน เพื่อเตรียมระวังป้องกันหากมีเหตุการณ์ ภาพ 3 มิติ โดย (ก) การจัดเก็บข้อมูลฐานข้อมูลสำหรับการเปรียบเทียบหรือข้อมูลสารสนเทศนำไปใช้ในการวิเคราะห์ และ (ข) ระบบเดินเรือระบุพิกัดอัตโนมัติได้



(ข) ระบบเดินเรือระบุพิกัดอัตโนมัติ

ภาพที่ 2 (ก) การจัดเก็บข้อมูลฐานข้อมูลสำหรับการเปรียบเทียบหรือข้อมูลสารสนเทศนำไปใช้ในการวิเคราะห์ และ (ข) ระบบเดินเรือระบุพิกัดอัตโนมัติ

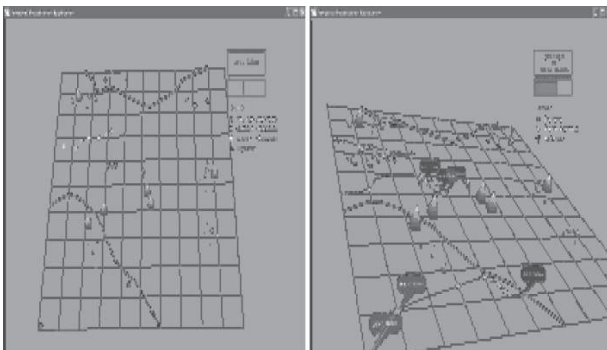
ที่มา: Faulkner และคณะ, 2009 (อ้างอิงใน [12])



(ก) การจัดเก็บข้อมูลฐานข้อมูลสำหรับการเปรียบเทียบหรือข้อมูลสารสนเทศนำไปใช้ในการวิเคราะห์

ภาพที่ 3 (ก) กราฟจุด พิกัด แสดงภาพรวมของการกระจายและความแข็งแกร่งของข้าศึกแต่ละหน่วยบนแผนที่ภูมิประเทศในช่วงเวลาหนึ่ง โดยจุดต่างๆ เป็นตัวแทนของศัตรูหรือข้าศึกและเครื่องหมายแสดงพิกัดสถานที่ภูมิประเทศและสีของจุดได้อธิบายถึงความแข็งแกร่งของแต่ละหน่วย จุดบนแผนที่จะเปลี่ยนสีและเพิ่มขึ้นของจำนวนในช่วงเวลาหนึ่งเมื่อมีการแบ่งหน่วยที่ตั้ง [11] ซึ่งแผนที่แสดงจุดและสีจึงเป็นตัวอย่างของแผนที่เฉพาะเรื่อง (Choropleth Map) [13] ในขณะที่ภาพ (ข) แสดงภาพรวมโดยบ่งบอกเส้นทางพร้อมแสดงพิกัดของสถานที่ทางประวัติศาสตร์แต่ละหน่วยของข้าศึกในช่วงเวลาที่กำหนดขึ้น และทำเครื่องหมายจุดหรือป้อมกุดที่ตั้งของหน่วยในภูมิประเทศ เส้นโค้งและเส้นทางเชื่อมโยงหน่วยงานสถานที่ทางประวัติศาสตร์และปัจจุบันเข้าด้วยกัน แสดงให้เห็นภาพนามธรรม

ข้อมูลการเคลื่อนไหวนบนเส้นทางเมื่อมีการเคลื่อนที่ของข้าศึก



ภาพที่ 3 (ก) กราฟจุด พิกัด (ข) กราฟแสดงเส้นทางพร้อมแสดงพิกัด

ที่มา: Fong และคณะ, 2006 (อ้างอิงใน [11])



ภาพที่ 4 ต้นแบบการสร้างภาพนามธรรมสำหรับการตรวจสอบความผิดปกติในการจราจรทางทะเล [14]

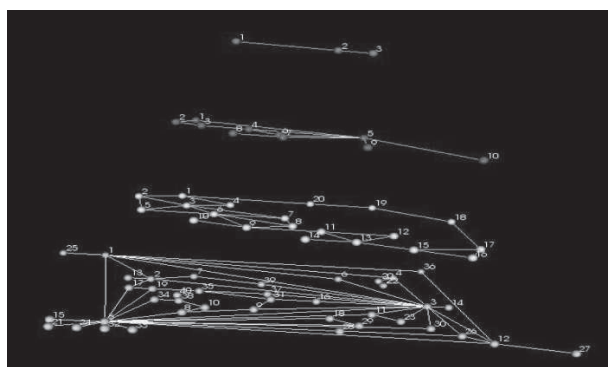
ที่มา: Riveiro, 2014 (อ้างอิงใน [14])

จากภาพที่ 4 ตัวอย่างต้นแบบการสร้างภาพนามธรรมสำหรับการตรวจสอบความผิดปกติในการจราจรทางทะเล นั้นแสดงภาพนามธรรม

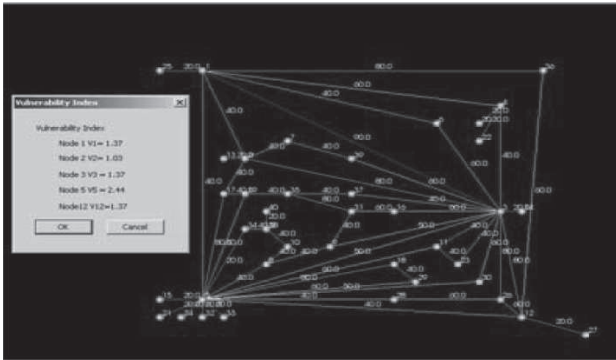
ข้อมูลสารสนเทศให้เห็นเส้นทางการจราจรทางทะเลบนแผนที่ทางทะเล และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการสังเกตจากหน้าต่างแสดงผลในมิติขั้นสูงและนำเสนอข้อมูลภาพในรูปแบบต่างๆ เพื่อช่วยในการพยากรณ์และช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ

### 3.3 การวิเคราะห์เครือข่ายด้านความมั่นคง

ประสิทธิภาพการทำงานสำหรับเครือข่ายการสื่อสารช่วยในการแสดงผลและกำหนดสถานะของระบบเครือข่าย โหนดหรือจุดเชื่อมต่อบนเครือข่าย [15]–[20] เป็นการผสมผสานเทคโนโลยีการสื่อสาร ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และสารสนเทศเข้ามาประยุกต์ใช้งานบริบททางทหาร ได้แก่ การเชื่อมต่อระบบเครือข่าย “Internet of Things หรืออินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง” คือ แนวคิดการนำคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีเชื่อมต่อระบบคอมพิวเตอร์อัจฉริยะได้อัตโนมัติ จากการมีเทคโนโลยีระบบเครือข่ายและอินเทอร์เน็ต ทำให้การเชื่อมต่ออุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ เชื่อมต่อกันได้ทันทีทุกเวลาและพร้อมใช้งาน



(ก) การนำเสนอภาพ 3 มิติเชิงลึก ตัวอย่างเครือข่ายที่มีความยืดหยุ่น ผ่านกระบวนการ LNA



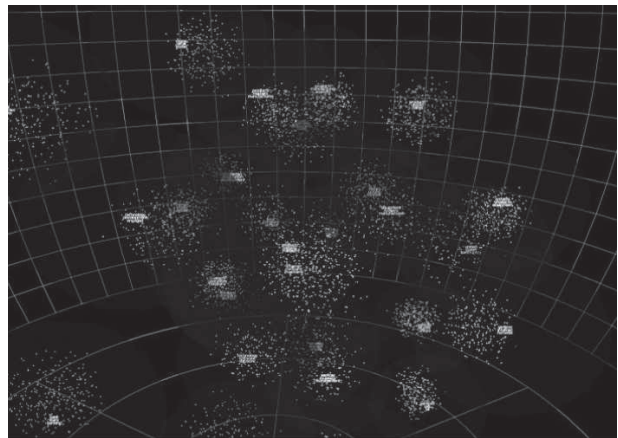
(ข) ช่องโหว่โหนดในเครือข่าย

ภาพที่ 5 ตัวอย่างการสร้างภาพนามธรรมแบบเครือข่าย ด้วยกระบวนการ LNA

ที่มา: Arvanitis และคณะ, 2005 (อ้างอิงใน [21])

Arvanitis (2005) [21] ได้สรุปทางสถิติของการกำหนดเส้นทางประสิทธิภาพการทำงานสำหรับเครือข่ายการสื่อสารของเมืองด้านสุขภาพในการแสดงผลและกำหนดสถานะของเครือข่ายการสื่อสาร ความยืดหยุ่น ความสามารถที่แท้จริงโดยรวมของเครือข่าย ขั้นตอนนี้เรียกว่าการสรุปเครือข่ายเชิงตรรกะแบบย่อ (Logical Network Abridgment: LNA) ในบริบทของคำสั่งทางทหารและการควบคุม การทำงานของระบบขนาดใหญ่มีข้อหนดโปรโตคอล R3: (ความยืดหยุ่น (Resilient) การวนซ้ำ (Recursive) การกำหนดเส้นทาง (Routing)) ผ่านขั้นตอน LNA ที่มีความรวดเร็วและเชื่อถือได้ดังภาพที่ 5 การผสมผสานการสร้างภาพนามธรรมเชิงความรู้และแบบการมีส่วนร่วมในการวิเคราะห์การเชื่อมโยงเครือข่ายกลุ่มผู้ก่อการร้ายบนฐานความรู้จากชุดข้อมูลจากตำรวจและทหาร ด้วยวิธีการจัดกลุ่มสัมพัทธ์ เอกสาร การวิเคราะห์เครื่องมือ และซอฟต์แวร์ เพื่อปรับปรุงการบริหารจัดการความรู้

และวิธีการไฮบริดช่วยให้เกิดความเข้าใจทฤษฎี Boundary Object ด้วยการระบุนการสร้างภาพนามธรรมแบบทำงานร่วมกันในแง่คุณภาพแบบไดนามิก [22]

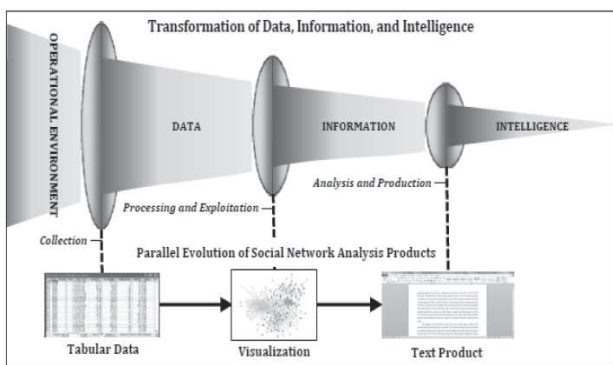


ภาพที่ 6 การแสดงผลภาพฐานข้อมูลหลายชุดข้อมูล โดย Starlight ที่มา: Faulkner และคณะ, 2011 (อ้างอิงใน [17])

วิวัฒนาการแบบขนานในการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม [20] นั้นทำให้ทักวิจยมองประเด็นงานวิจัยการสร้างภาพนามธรรมมีความชัดเจนยิ่งขึ้น โดยเริ่มกระบวนการจากการนำเข้าข้อมูล (จากการเก็บรวบรวมข้อมูล การสำรวจเอกสารในรูปแบบต่างๆ และตารางข้อมูล) ไปสู่ขั้นสารสนเทศ (ผ่านการประมวลผลและการแสวงหาผลประโยชน์แล้ว) โดยขั้นตอนนี้มีรูปแบบขนานในวิธีการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม ในลักษณะการเชื่อมโยงกันในโหนดต่างๆ ดังภาพที่ 6 เป็นการทดลองการตรวจสอบการเชื่อมโยงข้อมูลและเทคนิคการสร้างภาพนามธรรมแบบเมทริกซ์ในการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม ซึ่งสารสนเทศนั้นมีความสัมพันธ์ต่อกัน และการสร้างภาพนามธรรม ไปสู่ขั้นตอนการข่าวกรอง



ที่ความชาญฉลาดของข้อมูล (การวิเคราะห์และการผลิต หรือผลลัพธ์ที่ได้มีความชาญฉลาดมากขึ้น) [20] โดยประสิทธิภาพสำหรับงานหน่วยสืบราชการลับการข่าวกรองนั้น สามารถระบุผู้นำและระบุกลุ่มแบบคลัสเตอร์ ในการวิเคราะห์ข่าวกรองของกองทัพอากาศได้เป็นอย่างดี ดังภาพที่ 7

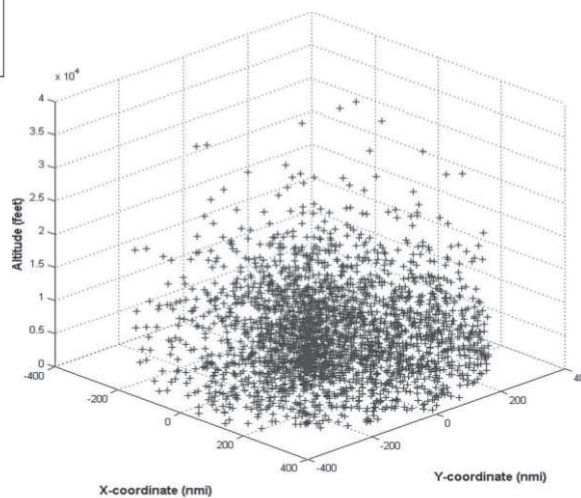


ภาพที่ 7 วิวัฒนาการแบบขนานในการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม ที่มา: Christopher W. และคณะ, 2013 (อ้างอิงใน [20])

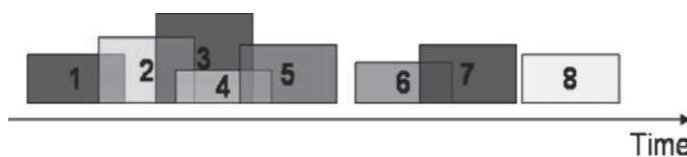
เป้าหมายที่สำคัญอย่างยิ่งคือ คนและเทคโนโลยีสามารถทำงานร่วมกันให้เกิดประโยชน์สูงสุด [23] วัตถุประสงค์เพื่อนำเทคนิคสร้างภาพนามธรรมผสมผสานกับวิธีการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม แสดงผลภาพ จากการออกแบบที่ดี มีความง่าย ชัดเจน ความยืดหยุ่น การเชื่อมโยงกันระหว่างข้อมูลสารสนเทศกับมนุษย์ และมีประสิทธิภาพ เกิดศักยภาพยิ่งขึ้น จากการนำเทคนิคการสร้างภาพนามธรรมและการวิเคราะห์เครือข่ายมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยในบริบทต่างๆ

### 3.4 การจำลองการบิน

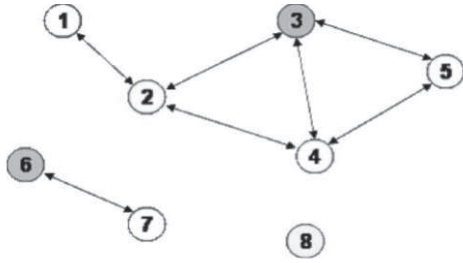
Nguyen (2007) [24] ได้อธิบายวิธีการแปลงสัญญาณรบกวนในแง่การทับซ้อนกันนั้น ด้วยเทคนิคการแสดงผลภาพนามธรรมแบบเมทริกซ์ จากข้อความหรือการส่งสัญญาณในการรับ - ส่งมีความคาบเกี่ยวกัน สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่พบพบว่า ผลลัพธ์ทางสถิติในการประมาณการณที่ตีค่อนข้างแม่นยำด้วยวิธีการแจจแจงคะแนนสะสม ทำให้ความสามารถในการส่งข้อความเพื่อถอดรหัสชนิดพิเศษของเครื่องรับแสดงผลทางสถิติจากการที่ข้อความมีทับซ้อนกัน และช่วยกำหนดวิธีการที่ดีที่สุดสำหรับการลดสัญญาณรบกวนได้ ดังภาพที่ 8



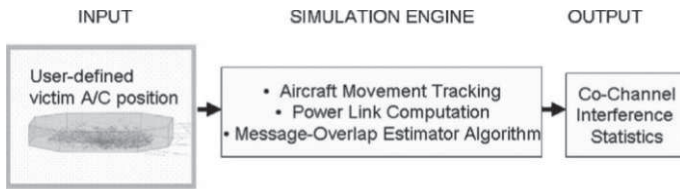
(ก) สภาพแวดล้อมความหนาแน่นการจราจรการบินแบบ 3 มิติ



(ข) ตัวอย่างข้อความที่คาบเกี่ยวกัน



(ค) แนวคิดข้อความคาบเกี่ยวกันโดยใช้การแสดงภาพ



(ง) กระบวนการจำลองระบบการบิน

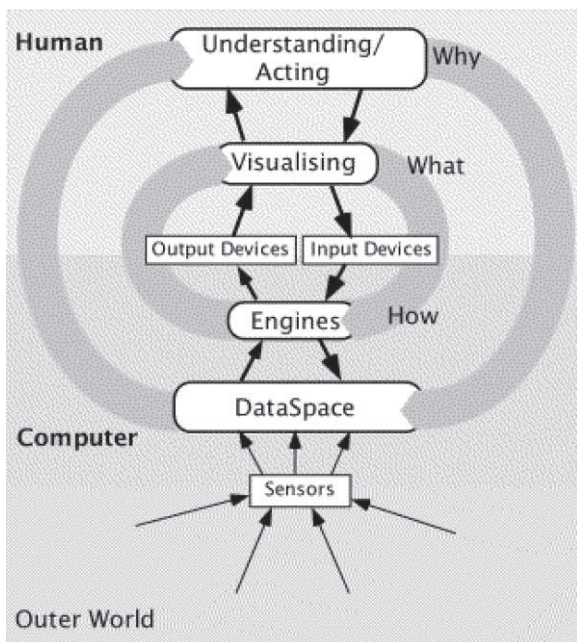
**ภาพที่ 8** (ก) สภาพแวดล้อมความหนาแน่นการจราจร การบินแบบสามมิติ (ข) ตัวอย่างข้อความที่คาบเกี่ยวกัน (ค) แนวคิดข้อความคาบเกี่ยวกันโดยใช้การแสดงภาพ และ (ง) กระบวนการจำลองระบบการบิน

ที่มา: Nguyen และ Zaghoul, 2007 (อ้างอิงใน [24])

วิธีการนี้ช่วยแก้ไขความทับซ้อนการรับ – ส่งข้อความ สัญญาณของระบบการสื่อสาร การบินให้มองเห็นช่องทางหรือเส้นทางการบินที่ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะการดำเนินงานในสภาพแวดล้อมการบินที่มีการจราจรหนาแน่น การจำลองและการวิเคราะห์การบินโดยใช้การสร้างภาพนามธรรมข้อมูลช่วยสนับสนุนข้อมูลให้มองเห็นและตัดสินใจได้ง่ายขึ้น [25]–[29]

### 3.5 ชุดข้อมูลทางทหารขนาดใหญ่

การนำทฤษฎีการสร้างภาพนามธรรมสำหรับสนับสนุนการจัดการอุปกรณ์ การบำรุงรักษาอุปกรณ์ อากาศยาน อุปกรณ์ เป็นปัจจัยที่สำคัญและส่งผลต่อความสามารถในการต่อสู้ โดยการวิเคราะห์และออกแบบพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อการจัดการด้วยเทคนิคการสร้างภาพนามธรรม ในการสนับสนุนข้อมูลสารสนเทศ การบำรุงรักษาอุปกรณ์หรืออากาศยาน โดยผู้ที่มีอำนาจในการตัดสินใจ และผู้ที่มีหน้าที่ติดตาม จัดการ และวางแผนการบำรุงรักษาให้อุปกรณ์ อากาศยาน มีประสิทธิภาพ มีความพร้อมใช้งาน การควบคุม บังคับบัญชา การสื่อสาร คอมพิวเตอร์ และการข่าวกรอง (C4I) [30] [31] ดังภาพที่ 9 โมเดล NATO IST-05 สำหรับการสร้างภาพนามธรรม เพื่อตอบโต้ภัยและแก้ปัญหาของมนุษย์ในสามประเด็นหลัก ได้แก่ ทำไม (Why?), อะไร (What?), และอย่างไร (How?)



ภาพที่ 9 โมเดล NATO IST-05 สำหรับการสร้างภาพนามธรรม

ที่มา: J.G. Hollands, 2000 (อ้างอิงใน [31])

การสั่งการและการควบคุมเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน พบตัวแปรจำนวนมากที่จะต้องได้รับตรวจสอบโดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ทั้งนี้ การพัฒนาระบบและระบบนั้นมีส่วนช่วยสนับสนุนในการตัดสินใจของมนุษย์ ในรูปแบบที่สามารถรับรู้และเข้าใจได้ โดยมีความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงกัน

ท้ายที่สุดผู้มีอำนาจตัดสินใจสามารถพิจารณา รูปแบบหรือข้อมูลนั้นอย่างถูกต้อง รวดเร็ว ทันสถานการณ์ และทันเวลา ส่งผลให้กองกำลังฝ่ายเรามีประสิทธิภาพและมีความพร้อมอยู่เสมอ

Taylor (2001) [32] ได้กล่าวว่า การสร้างภาพนามธรรมชุดข้อมูลทางทหารขนาดใหญ่ในแง่มุมมองปัจจัยทางด้านบุคลากร การประยุกต์ใช้งาน และเทคโนโลยี มีวัตถุประสงค์เพื่อเตรียมความพร้อมและความสามารถในการรับรู้ และเกิดความรู้ความเข้าใจได้จากวัตถุประสงค์สี่ข้อ ได้แก่ การตรวจสอบ การควบคุมแจ้งเตือน การค้นหา และการสำรวจ โดยขั้นของการตรวจสอบและการควบคุมนั้นแสดงความเคลื่อนไหวของข้อมูลในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ส่งผลให้เกิดความน่าเชื่อถือและการนำเสนอข้อมูลทุกส่วน

จากการสำรวจพบว่ากลุ่ม 3.1 และ 3.2 มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงและเกี่ยวเนื่องกัน ในแง่มุมมองการแสดงผลด้วยการระบุตำแหน่ง ที่อยู่ หรือพิกัด บนแผนที่ภูมิประเทศ และสามารถผสมผสานวิธีการต่างๆ เข้าด้วยกันเพื่อให้การดำเนินงานวิจัยได้ผลลัพธ์ที่มีความน่าเชื่อถือ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับมุมมองของนักวิจัยที่จะกำหนดวัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายของงานวิจัย

**ตารางที่ 1** รายการจำแนกการสร้างภาพนามธรรมในบริบททางทหารตามลักษณะการใช้งาน 1) การสร้างภาพนามธรรมรูปแบบการจำลองการรบ 2) แผนที่ภูมิประเทศแบบสามมิติ 3) การวิเคราะห์เครือข่ายด้านความมั่นคง 4) การจำลองการบิน และ 5) ชุดข้อมูลทางทหารขนาดใหญ่ ในแง่มุมมองของการควบคุมและการบังคับบัญชา

ปี ค.ศ.	งานวิจัย	ตามลักษณะการใช้งาน					เอกสาร อ้างอิง
		Battle- field Vis.	3D Terrain	Security Network Analysis	Fight Simula- tions	Massive Military Dataset	
2015	Sentiment Analysis in Monitoring Software Development Processes: An Exploratory Case Study on Github's Project Issues	●		●		●	[18]
2014	Content Centric Battlefield Visualization Mechanism and Solutions	●	●				[33]
2014	Study on the Application of RFID in the Visible Military Logistics		●		●		[34]
2014	Evaluation of Normal Model Visualization for Anomaly Detection in Maritime Traffic	●	●				[14]
2013	An Extensible Framework for Provenance in Human Terrain Visual Analytics		●				[35]
2013	Best of Both Worlds: Hybrid Knowledge Visualization in Police Crime Fighting and Military Operations			●			[22]
2013	Improving Coalition Planning by Making Plans Alive				●	●	[36]
2013	Investigating the Efficacy of Terrorist Network Visualizations By Investigating the Efficacy of Terrorist Network Visualizations			●			[20]
2013	Towards a Cyber Common Operating Picture			●			[37]
2013	Localization Services for Online Common Operational Picture and Situation Awareness	●	●				[19]
2013	Transparency of Military Threat Evaluation through Visualizing Uncertainty and System Rationale					●	[38]
2013	Data For All: A Systems Approach to Accelerate the Path from Data to Insight					●	[39]
2013	Construction and Applicability of Military Ontology for Semantic Data Processing					●	[40]
2012	Application of Internet of Things in Combined Operation Logistics Support			●		●	[23]
2012	Flight Data Visualization for Simulation & Evaluation: A General Framework				●		[27]
2012	ISO and OGC Compliant Database Technology For The Development Of Simulation Object Databases				●		[28]
2012	Challenges in Computer Applications for Ship and Floating Structure Design and Analysis				●	●	[41]
2012	Fully Burdened Cost of Energy in Military Operations					●	[42]
2012	Visualization Design for Immediate High-Level Situational Assessment	●	●	●			[43]
2011	Human-Centered Network Visualizer: Visual Abstractions of Network Operations in A Tactical Environment	●	●	●			[16]
2011	Security Infrastructure for Commercial and Military Ports			●			[17]
2011	Exploring the Benefits of Augmented Reality Documentation for Maintenance and Repair				●		[44]
2011	Coevolving Collection Plans for UAS Constellations				●		[26]
2011	Research on Service-Oriented Equipment Maintenance Support				●		[30]
2011	Usability Evaluation of A Flight-Deck Airflow Hazard Visualization System				●		[45]

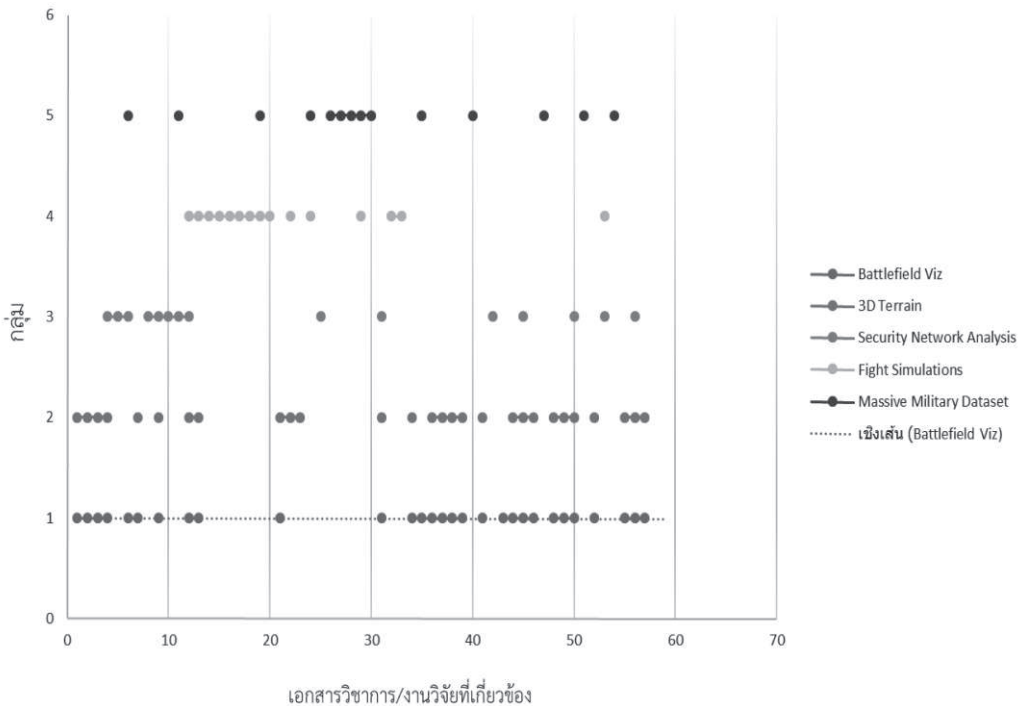
**ตารางที่ 1** (ต่อ) รายการจำแนกการสร้างภาพนามธรรมในบริบททางทหารตามลักษณะการใช้งาน 1) การสร้างภาพนามธรรมรูปแบบการจำลองการรบ 2) แผนที่ภูมิประเทศแบบสามมิติ 3) การวิเคราะห์เครือข่ายด้านความมั่นคง 4) การจำลองการบิน และ 5) ชุดข้อมูลทางทหารขนาดใหญ่ ในแง่มุมมองของการควบคุมและการบังคับบัญชา

ปี ค.ศ.	งานวิจัย	ตามลักษณะการใช้งาน					เอกสารอ้างอิง
		Battle-field Vis.	3D Terrain	Security Network Analysis	Fight Simulations	Massive Military Dataset	
2010	A Military Path Planning Algorithm Using Visualization and Dynamic GIS				•		[29]
2010	GeoDec: A framework to visualize and Query Geospatial Data for Decision-Making	•	•				[46]
2010	Commanders Dashboard: Overview of Tactical Changes to Improve Situated Decision Making in The Field	•				•	[47]
2010	TanGeoMS: Tangible Geospatial Modeling System	•	•				[48]
2010	A 3D Non-Regular Military Symbol Deformation Method Along the Battlefield Terrain	•	•				[49]
2009	Harbor Shield: A New Technique for Inspection of Vessels Below the Waterline	•	•				[50]
2009	Using Lanchester combat models to aid battlefield visualization	•	•				[51]
2009	Analysis of Relief Impact on Transport During Crisis Situations					•	[52]
2009	Cartographic Visualization of Relief Impact on Transport During Crisis Situations	•	•				[53]
2009	Study On Advanced Visualization Tools in Network Monitoring Platform			•			[54]
2008	Research and Analysis of Simulation-based Networks through Multi-Objective Visualization	•	•		•		[25]
2008	Development and Assessment of Battlefield Visualization Training for Battalion Commanders	•					[55]
2007	Chronoscopes: A Theory of Underspecified Temporal Representations	•	•				[13]
2007	On the Characterization of Cochannel Interference in an Aeronautical Mobile Environment	•	•	•	•		[24]
2007	Survey on Semi-Regular Multiresolution Models for Interactive Terrain Rendering	•	•				[56]
2006	Visualization of The Battlespace: A Cornerstone of Modeling For Anticipatory Behavior	•	•				[10]
2006	Spatio-Temporal Visualization of Battlefield Entities and Events	•	•	•			[57]
2006	Smart Sensor Web: Tactical Battlefield Visualization Using Sensor Fusion	•	•				[58]
2006	JEDI – An Executive Dashboard and Decision Support System for Lean Global Military Medical Resource and Logistics Management					•	[59]
2005	Network Visualization and Analysis Tool Based on Logical Network Abridgment	•	•	•			[21]
2005	Building a Tool for Battle Planning: Challenges, Tradeoffs, and Experimental Findings	•	•				[60]
2004	A Showcase of Visualization Approaches for Military Decision Makers	•	•				[61]
2004	Uncertainty Evaluation of Military Terrain Analysis Results by Simulation and Visualization	•	•	•			[62]
2004	Massive Military Data Fusion and Visualization: Users Talk with Developers					•	[63]
2003	The Human Dimension of Battlespace Visualization: Research and Design Issues	•	•				[64]
2002	Visualization of ALEGRA-MHD Kinked Wire Validation Simulation			•	•		[65]
2002	Multimedia Visualization of Massive Military Datasets					•	[66]
2001	Visualization of Massive Military Datasets: Human Factors, Applications, and Technologies				•		[32]
2001	Smart Sensor Web Web-Based Exploitation of Sensor Fusion for Visualization of the Tactical Battlefield	•	•				[67]
2000	Performance Measurement for Visualization				•	•	[31]
2000	Visualization for Situational Awareness	•	•	•			[68]
1998	ERDAS Imagine and Military Applications	•	•				[69]

#### 4. สรุปผล

การสำรวจครั้งนี้จากแหล่งข้อมูลเอกสารวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทางด้านวิศวกรรม คอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ และสาขาที่เกี่ยวข้องที่มีความน่าเชื่อถือสูงจากดัชนีผลกระทบการอ้างอิงวารสาร (Journal Impact Factors, JIF) มีมาตรฐานอยู่ในระดับสากลจากฐานข้อมูล Scopus และ ISI ในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ ACM, IEEE, ICCSIT, International Conference on Cyber Conflict, Springer และ Science Direct เริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ.1998 – 2015 พบว่า มีเอกสารวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในครั้งนี้นับจำนวน 57 ฉบับ

สามารถจำแนกข้อมูลเทคนิคการสร้างภาพนามธรรมข้อมูลสารสนเทศตามลักษณะการใช้งานในบริบททางทหาร ออกได้เป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มการสร้างภาพนามธรรมรูปแบบการจำลองการรบ (Battlefield Visualization) กลุ่มแผนที่ภูมิประเทศแบบสามมิติ (3D Terrain) กลุ่มการวิเคราะห์เครือข่ายด้านความมั่นคง (Security Network Analysis) กลุ่มการจำลองการบิน (Fight Simulations) และกลุ่มชุดข้อมูลทางทหารขนาดใหญ่ในแง่มุมมองของการควบคุมและการบังคับบัญชา (Massive Military Dataset) และพบว่ามึนักวิจัยส่วนใหญ่ให้ความสนใจหัวข้อวิจัยในกลุ่มการสร้างภาพนามธรรม



แบบการจำลองการรบ (Battlefield Visualization) จำนวน 29 ฉบับ ดังภาพที่ 10 จากกลุ่มงานวิจัยนี้ ผลของการวิจัยนั้นช่วยให้มองเห็นภาพการฝึกซ้อมรบ การจำลองสถานการณ์บน

ภาคพื้นที่มีความเสี่ยง จนเกิดความตระหนักขึ้นเมื่อจำเป็นต้องไปปฏิบัติหน้าที่ในพื้นที่จริง และข้อมูลภาพนั้นสามารถนำมาช่วยในการวางแผนสำหรับการปฏิบัติทางทหาร ซึ่งต้องอาศัยทักษะ

ความชำนาญความรู้ความสามารถอย่างสูง การทำงานร่วมกัน การดำเนินการก่อน ระหว่าง และ ผลหลังการดำเนินการนั้น ประกอบด้วยบุคลากร ทางทหาร ผู้เชี่ยวชาญ ผู้บังคับบัญชา ในสังกัด กองทัพเรือ กองทัพอากาศ หรือกองทัพบก [36] ในแต่ละสังกัดมีฝ่ายที่ปฏิบัติหน้าที่ด้านการ ซ่อมรบ หน่วยสืบราชการลับ การข่าว โลจิสติก หรือการส่งกำลังบำรุงทางทหาร และงานด้าน กำลังพล เป็นต้น [30], [34], [41]

## 5. การอภิปรายผล

จากการศึกษาและสำรวจงานวิจัยครั้งนี้ เป็นการนำร่องในการนำผลการวิเคราะห์จาก งานวิจัยการนำเทคนิคการสร้างภาพนามธรรม นำมาใช้ในงานในบริบททางการทหารนี้มาใช้ในการ พัฒนาโครงการวิจัยในอนาคตให้สามารถปฏิบัติ ได้จริง เพิ่มพูนความรู้และมีประสิทธิภาพ การนำ เสนอข้อมูลและงานมีความน่าสนใจและดึงดูดใจ เป็นวิธีการกระตุ้นให้เกิดการปฏิบัติที่สะดวกและ ง่ายขึ้น และยังพบว่า ปัจจุบันเทคนิคการนำเสนอ ข้อมูลที่ตื้นเขินนอกจากลดความซับซ้อนของข้อมูล ให้มองเห็นด้วยภาพนั้นเป็นศิลปะที่สะท้อนข้อมูล สารสนเทศ และองค์ความรู้ให้เห็นเป็นภาพ กราฟิกทางสายตามนุษย์ เกิดปฏิภิกิริยาโต้ตอบ กันระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้ใช้และสามารถปรับ แต่งในรายละเอียดได้เมื่อถูกร้องขอ

แนวโน้มในการนำแนวคิดและเทคนิค การสร้างนามธรรมข้อมูลหรือสารสนเทศมา ประยุกต์ใช้ในงานด้านการทหาร การศึกษา การ เงินการธนาคาร หรือกระทั่งงานด้านสุขภาพ หรือการแพทย์ ได้เข้ามามีบทบาทอย่างยิ่งใน การจัดการกับข้อมูลสารสนเทศให้มองเห็นด้วย ภาพ กราฟิก เส้น สี ในมิติที่มีความซับซ้อนขึ้น

และมีความชาญฉลาดตอบสนองความต้องการ ง่ายในการค้นหา มีความยืดหยุ่น และมีความ พร้อมใช้งาน ถูกต้อง ตรงกับวัตถุประสงค์ของ งานให้เกิดประโยชน์สูงสุด ส่งผลให้เกิดการรับ รู้ความเข้าใจและขยายความรู้ต่อผู้บังคับบัญชา เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจได้อย่างทันเวลา ทัน สมัย ทันเหตุการณ์ สามารถทำนายแนวโน้มหรือ ประเมินการณ์แง่มุมต่างๆ และในส่วนของผู้ใช้ งานนั้นมีความง่ายในการเข้าถึงข้อมูลตามภารกิจ ที่ได้รับมอบหมาย

## บรรณานุกรม

- (1) R. Kosara and J. Mackinlay, "Storytelling: The next step for visualization," Computer (Long Beach, Calif.), vol. 46, no. 5, pp. 44–50, 2013.
- (2) S. Liu, W. Cui, Y. Wu, and M. Liu, "A Survey on Information Visualization: Recent Advances and Challenges," Vis. Comput., pp. 1–21, 2014.
- (3) M. Khan and S. S. Khan, "Data and Information Visualization Methods , and Interactive Mechanisms : A Survey," Int. J. Comput. Appl., vol. 34, no. 1, pp. 1–14, 2011.
- (4) S. Wexler, "Visualizing Survey Data," 2013.
- (5) R. Suwanwattana and สุ รศักดิ์ มังสิงห์ , "Data Visualization: Basic Concept, Processes and Techniques," APHEIT journals, pp. 73–83, 2015.
- (6) L. Chittaro, "Visualizing information on mobile devices," Computer (Long Beach, Calif.), vol. 39, pp. 1–10, 2006.
- (7) สำนัก งานราชบั ณฑิ ตยสภา, "ศั พท์ บั ญ ญั ติ ราชบั ณฑิ ตยสถาน สาขาวิ ชาคอมพิ วเตอร์ ," 2001. (Online). Available: <http://rirs3.royin.go.th/coin-ages/webcoinage.php>.
- (8) S. K. Card, J. Mackinlay, and B. Shneiderman, "Information Visualization," Readings Inf. Vis. Using Vis. to Think, pp. 1–34, 1999.

- (9) Colin Ware, INFORMATION Perception for Design, vol. 22. 2004.
- (10) D. Aleva and J. Miller, "Visualization of the Battlespace: A Cornerstone of Modeling for Anticipatory Behavior," Proc. 2006 Winter Simul. Conf., pp. 1216–1221, 2006.
- (11) Q. Y. Fong, F. M. Ng, and Z. Y. Huang, "Spatio-temporal visualization of battlefield entities and events," Adv. Comput. Graph. Proc., vol. 4035, pp. 622–629, 2006.
- (12) L. Faulkner, R. Granger, P. Hurst, W. Jankowski, D. Steinbrecher, and J. Tattersall, "Harbor Shield: A new technique for inspection of vessels below the waterline," 2009 IEEE Conf. Technol. Homel. Secur., pp. 221–226, 2009.
- (13) I. Mani, "Chronoscopes: A theory of under-specified temporal representations," Annot. Extr. Reason. About Time Events, vol. 4795, pp. 127–139, 2007.
- (14) M. Riveiro, "Evaluation of Normal Model Visualization for Anomaly Detection in Maritime Traffic," ACM Trans. Interact. Intell. Syst. ( ...), vol. 4, no. 1, pp. 1–24, 2014.
- (15) D. W. H. Ten, S. Manickam, S. Ramadass, and H. a. Al Bazar, "Study on advanced visualization tools in network monitoring platform," EMS 2009 - UKSim 3rd Eur. Model. Symp. Comput. Model. Simul., pp. 445–449, 2009.
- (16) C. T. Cannon, D. A. Pellegrino, T. T. Hewett, W. C. Regli, and G. Oddo, "Human-Centered Network Visualizer: Visual abstractions of network operations in a tactical environment," 2011 - MILCOM 2011 Mil. Commun. Conf., pp. 1291–1296, 2011.
- (17) L. L. Faulkner, B. P. Kritzstein, and J. J. Zimmerman, "Ports," 2011.
- (18) F. Jurado and P. Rodriguez, "Sentiment Analysis in monitoring software development processes: An exploratory case study on GitHub's project issues," J. Syst. Softw., vol. 104, no. 0, pp. 82–89, 2015.
- (19) M. Bjorkbom, J. Timonen, H. Yigitler, O. Kattiokallio, J. M. Vallet Garcia, M. Myrsky, J. Saarinen, M. Korkalainen, C. Cuhac, R. Jantti, R. Virrankoski, J. Vankka, and H. N. Koivo, "Localization Services for Online Common Operational Picture and Situation Awareness," IEEE Access, vol. 1, pp. 742–757, 2013.
- (20) C. W. Berardi and P. Jones, "Investigating the Efficacy of Terrorist Network Visualizations By Investigating the Efficacy of Terrorist Network Visualizations," pp. 278–283, 2013.
- (21) T. N. Arvanitis, C. C. Constantinou, A. S. Stepanenko, Y. Sun, B. Liu, and K. Baughan, "Network Visualisation and Analysis Tool Based on Logical Network Abridgment," MILCOM 2005 - 2005 IEEE Mil. Commun. Conf., vol. 2005, pp. 1–7, 2005.
- (22) M. J. Eppler and R. Pfister, "Best of Both Worlds : Hybrid Knowledge Visualization in Police Crime Fighting and Military Operations," 2013.
- (23) K. Zhang, Z. Ao, C. Tang, Y. Wang, W. Zhu, and B. Feng, "Application of internet of things in combined operation logistics support," Proc. - 4th Int. Conf. Comput. Inf. Sci. ICCIS 2012, pp. 388–391, 2012.
- (24) M. a. Nguyen and A. I. Zaghoul, "On the characterization of cochannel interference in an aeronautical mobile environment," IEEE Trans. Veh. Technol., vol. 56, no. 2, pp. 837–848, 2007.
- (25) J. M. Belue, S. H. Kurkowski, S. R. Graham, K. M. Hopkinson, R. W. Thomas, and J. W. Abernathy, "Research and analysis of simulation-based networks through multi-objective visualization," 2008 Winter Simul. Conf., pp. 1216–1224, 2008.
- (26) D. W. Stouch, E. Zeidman, M. Richards, K. D. McGraw, and W. Callahan, "Coevolving Collection Plans for UAS Constellations," Proc.



- Genet. Evol. Comput. Conference, GECCO 2011, vol. 1, no. 617, pp. 1691–1698, 2011.
- (27) H. Guo, J. Pang, L. Han, and Z. Shan, "Flight Data Visualization for Simulation & Evaluation: A General Framework," 2012 Fifth Int. Symp. Comput. Intell. Des., no. 717, pp. 497–502, 2012.
- (28) M. Kruckhans, "ISO and OGC compliant database technology for the development of simulation object databases," Proc. - Winter Simul. Conf., 2012.
- (29) M. K. Jha, G. a Karri, and M.-W. Kang, "A military path planning algorithm using visualization and dynamic GIS," 4th WSEAS Int. Conf. Comput. Eng. Appl., pp. 188–193, 2010.
- (30) J. Wu, J. Zhang, G. Yang, and Y. Xu, "Research on service-oriented equipment maintenance support," ICEOE 2011 - 2011 Int. Conf. Electron. Optoelectron. Proc., vol. 4, no. Iceoe, pp. 219–222, 2011.
- (31) S. Dietz, "Performance Measurement for," no. June, pp. 1–24, 2012.
- (32) Nato Rto, "Visualisation of Massive Military Datasets : Human Factors , Applications , and Technologies," RTO Tech. Rep. 30, vol. 323, no. May, 2001.
- (33) G. Tripathi, D. Singh, and H. Lee, "Content Centric Battlefield Visualization Mechanism and Solutions," 2014.
- (34) J. Luo, "Proceedings of the 13th International Conference on Man-Machine-Environment System Engineering," Lect. Notes Electr. Eng., vol. 259, pp. 593–601, 2014.
- (35) R. Walker, A. Slingsby, J. Dykes, K. Xu, J. Wood, P. H. Nguyen, D. Stephens, B. L. W. Wong, and Y. Zheng, "An extensible framework for provenance in human terrain visual analytics," IEEE Trans. Vis. Comput. Graph., vol. 19, no. 12, pp. 2139–2148, 2013.
- (36) J. Patel, M. C. Dorneich, D. Mott, A. Bahrami, and C. Giammanco, "Improving coalition planning by making plans alive," IEEE Intell. Syst., vol. 28, no. 1, pp. 17–25, 2013.
- (37) G. Conti, J. Nelson, and D. Raymond, "Towards a cyber common operating picture," Int. Conf. Cyber Confl., pp. 1–17, 2013.
- (38) T. Helldin, G. Falkman, M. Riveiro, A. Dahlbom, and M. Lebram, "Transparency of Military Threat Evaluation through Visualizing Uncertainty and System Rationale," pp. 263–272, 2013.
- (39) E. Kandogan, M. Roth, C. Kieliszewski, F. Ozcan, B. Schloss, and M.-T. Schmidt, "Data for All: A Systems Approach to Accelerate the Path from Data to Insight," 2013 IEEE Int. Congr. Big Data, pp. 427–428, 2013.
- (40) M. Ra, D. Yoo, and S. No, "Construction and Applicability of Military Ontology for Semantic Data Processing," Proc. 3rd Int. Conf. Web Intell. Min. Semant., vol. Madrid, Sp, pp. 15:1–15:7, 2013.
- (41) R. Sharma, T. W. Kim, R. L. Storch, H. Hopman, and S. O. Erikstad, "Challenges in computer applications for ship and floating structure design and analysis," CAD Comput. Aided Des., vol. 44, no. 3, pp. 166–185, 2012.
- (42) A. Ghanmi, "Fully burdened cost of energy in military operations," 2012 First Int. Conf. Renew. Energies Veh. Technol., pp. 405–414, 2012.
- (43) R. F. Erbacher, "Visualization design for immediate high-level situational assessment," Proc. Ninth Int. Symp. Vis. Cyber Secur. - VizSec '12, pp. 17–24, 2012.
- (44) S. Henderson and S. Feiner, "Exploring the benefits of augmented reality documentation for maintenance and repair," IEEE Trans. Vis. Comput. Graph., vol. 17, no. 10, pp. 1355–1368, 2011.

- (45) J. Chan, K. G. Shojania, A. C. Easty, and E. E. Etchells, "Usability evaluation of order sets in a computerised provider order entry system," *BMJ Qual. Saf.*, vol. 20, no. 11, pp. 932–940, 2011.
- (46) C. Shahabi, F. Banaei-Kashani, a. Khoshgozaran, L. Nocera, and S. X. S. Xing, "GeoDec: A framework to visualize and query geospatial data for decision-making," *IEEE Multimed.*, vol. 17, no. 3, pp. 14–23, 2010.
- (47) N. J. J. M. Smets, J. W. Streefkerk, and M. A. Neerinx, "Commanders Dashboard," *Proc. 28th Annu. Eur. Conf. Cogn. Ergon. - ECCE '10*, no. August, p. 193, 2010.
- (48) L. Tateosian, H. Mitsova, B. Harmon, B. Fogleman, K. Weaver, and R. Harmon, "TanGeoMS: Tangible geospatial modeling system," *IEEE Trans. Vis. Comput. Graph.*, vol. 16, no. 6, pp. 1605–1612, 2010.
- (49) R. L. Xu, "A 3D Non-Regular Military Symbol Deformation Method Along the Battlefield Terrain," 2010.
- (50) L. Faulkner, R. Granger, P. Hurst, W. Jankowski, D. Steinbrecher, and J. Tattersall, "Harbor shield: A new technique for inspection of vessels below the waterline," *2009 IEEE Conf. Technol. Homel. Secur. HST 2009*, pp. 221–226, 2009.
- (51) B. Koyuncu and E. Bostanci, "Using Lanchester combat models to aid battlefield visualization," *Proc. - 2009 2nd IEEE Int. Conf. Comput. Sci. Inf. Technol. ICCSIT 2009*, no. 7, pp. 290–292, 2009.
- (52) M. Rybanský and M. Vala, "Analysis of relief impact on transport during crisis situations," *Morav. Geogr. Reports*, vol. 17, no. 3, pp. 19–26, 2009.
- (53) C. Turkay, A. Slingsby, H. Hauser, J. Wood, and J. Dykes, "Attribute Signatures : Dynamic Visual Summaries for Analyzing Multivariate Geographical Data," vol. 20, no. 12, pp. 2033–2042, 2014.
- (54) D. W. H. Ten, S. Manickam, S. Ramadass, and H. a. Al Bazar, "Study on advanced visualization tools in network monitoring platform," *EMS 2009 - UKSim 3rd Eur. Model. Symp. Comput. Model. Simul.*, pp. 445–449, 2009.
- (55) S. Shadrack, J. Bell, D. Manning, D. K. Leedom, and C. Lickteig, "Development and Assessment of Battlefield Visualization Training for Battalion Commanders," *Interservice/Industry Training, Simulation, Educ. Conf.*, 2008.
- (56) R. Pajarola and E. Gobbetti, "Survey of semi-regular multiresolution models for interactive terrain rendering," *Vis. Comput.*, vol. 23, no. 8, pp. 583–605, 2007.
- (57) Q. Y. Fong, F. M. Ng, and Z. Y. Huang, "Spatio-temporal visualization of battlefield entities and events," *Adv. Comput. Graph. Proc.*, vol. 4035, pp. 622–629, 2006.
- (58) J. L. Paul, "Smart sensor Web: tactical battlefield visualization using sensor fusion," *IEEE Aerosp. Electron. Syst. Mag.*, vol. 21, no. 1, pp. 13–20, 2006.
- (59) E. B. Sloane, E. Rosow, J. Adam, and D. Shine, "JEDI - an executive dashboard and decision support system for lean global military medical resource and logistics management," *Conf. Proc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc.*, vol. 1, pp. 5440–3, 2006.
- (60) A. Kott, R. Budd, L. Ground, L. Rebbapragada, and J. Langston, "Building a tool for battle planning: Challenges, tradeoffs, and experimental findings," *Appl. Intell.*, vol. 23, no. 3, pp. 165–189, 2005.

- (61) D. Gouin, P. Evdokiou, and R. Vernik, "A Showcase of Visualization Approaches for Military Decision Makers," Nato, no. September 2002, pp. 10–13, 2004.
- (62) P. Hottanainen and K. Virrantaus, "Uncertainty Evaluation of Military Terrain Analysis Results By Simulation and Visualization," no. June, pp. 7–9, 2004.
- (63) N. A. Treaty, Massive Military Data Fusion and Visualisation : Users Talk with Developers, vol. 323, no. April. 2004.
- (64) M. J. Barnes, "The Human Dimension of Battlespace Visualization: Research and Design Issues," Army Res. Lab., no. February, p. 40, 2003.
- (65) C. J. Garasi, A. C. Robinson, P. Kingman, and S. Filbey, "Visualization of ALEGRA-MHD kinked wire validation simulation," IEEE Trans. Plasma Sci., vol. 30, no. 1, pp. 104–105, 2002.
- (66) N. Atlantic, T. Organisation, and T. Organisation, Multimedia Visualization of Massive Military Datasets Atelier OTAN sur la visualisation multiméd, vol. 323, no. August. 2002.
- (67) J. L. Paul, "Smart sensor web web-based exploitation of sensor fusion for visualization of the tactical battlefield," IEEE Aerosp. Electron. Syst. Mag., vol. 16, no. 5, pp. 29–36, 2001.
- (68) E. Feibush, N. Gagvani, and D. Williams, "Visualization for situational awareness," IEEE Comput. Graph. Appl., vol. 20, no. 5, pp. 38–45, 2000.
- (69) W. Paper, "ERDAS IMAGINE and Military Applications," no. October, 1998.