

ต้นแบบเชิงหลักการชุดเครื่องแม่ข่าย ความปลอดภัยสูงและระบบเครือข่ายไร้สาย แบบตาข่าย

Secure Server Suite and Wireless Mesh Network Conceptual Prototype

บทคัดย่อ

การใช้งานระบบเทคโนโลยีสารสนเทศกับหน่วยทางยุทธวิธี หรือหน่วยทหารที่ต้องเคลื่อนย้าย ที่ตั้งหน่วยในระหว่างปฏิบัติงานมักประสบปัญหาการติดตั้งระบบ การเริ่มระบบใหม่ และขีดจำกัดของแหล่งพลังงานที่จะใช้กับระบบ เพื่อให้สามารถใช้งานระบบได้อย่างปลอดภัย มีความรวดเร็ว และมีความเชื่อถือได้ ระบบเครือข่ายไร้สายเป็นระบบการเชื่อมต่อการสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์ที่มีความเหมาะสมในการใช้งานกับหน่วยปฏิบัติการดังกล่าว เนื่องจากมีความง่ายในการติดตั้ง และสามารถปรับแต่งให้เพิ่มระยะทางในการติดต่อระหว่างจุดได้ตามลักษณะของสายอากาศที่ใช้ อีกทั้งยังมีขีดความสามารถในการส่งต่อข้อมูลในลักษณะตาข่ายซึ่งส่งผลให้มีการดำรงสภาพการติดต่อที่ดีกว่าระบบเชื่อมต่อแบบจุดต่อจุด โครงการวิจัยนี้ได้พัฒนาต้นแบบเชิงหลักการของระบบคอมพิวเตอร์และเครือข่ายไร้สายสำหรับหน่วยทางยุทธวิธี โดยประกอบด้วยชุดเครื่องแม่ข่ายความปลอดภัยสูงและระบบเครือข่ายไร้สายแบบตาข่าย ซึ่งบูรณาการการประยุกต์ใช้ระบบปฏิบัติการแบบรหัสเปิดคอมพิวเตอร์แบบฝังตัว คอมพิวเตอร์ที่ใช้งานสำหรับยานพาหนะ ระบบการจ่ายไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ และระบบเครือข่ายไร้สายแบบใช้ระบบปฏิบัติการรหัสเปิด รวมถึงเทคนิคการเพิ่มระยะของสายอากาศ ผลการวิจัยเบื้องต้นพบว่า ระบบมีความเชื่อถือได้ในด้านความปลอดภัย ความง่าย ความเสถียรของระบบ และการใช้ต้นทุนที่ต่ำมาก เมื่อเทียบกับฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์สำเร็จรูปที่ออกแบบมาสำหรับปฏิบัติการทางทหาร ทั้งนี้เนื่องจากซอฟต์แวร์ที่ใช้เป็นแบบรหัสเปิดที่ไม่มีค่าใช้จ่ายในด้านลิขสิทธิ์ การนำผลการดำเนินการไปขยายผลให้สามารถนำไปใช้งานได้จริงนั้นต้องผ่านการทดสอบในภาคสนาม การปรับปรุงระบบฮาร์ดแวร์เพิ่มเติมและการพัฒนาระบบสนับสนุนการทำงานในสภาพแวดล้อมที่ไม่ปกติ รวมถึงการพัฒนากรอบโครงสร้างความปลอดภัยทางเทคโนโลยีสารสนเทศทางทหารเป็นสำคัญ

Abstract

Application of information technology for military tactical or mobile units generally encounters problems in setup time, system establishment, power source, stability, as well as security of open network. Wireless network is suitable for such requirements due to its ease of use, setup time, and control range that depends on type antennas. Moreover, wireless network can be setup to work in a mesh fashion which can maintain connectivity of the network and introduce flexibility in connection patterns. This research developed conceptual prototype of secure server suite and wireless mesh network for tactical units. The system consists of battery-powered embedded computers, mobile computers and wireless mesh routers which utilizes Linux open source operating systems. Experiments have been conducted to investigate techniques for wireless range extension and stability of embedded and server computers. Initial results reveal system reliability, ease of use, security, and low-cost production compared to proprietary computer hardware and software available in the market. This is because the software cost has been eliminated by applying license-free open source operating system and related software. This conceptual prototype can be extended by further modifying hardware and software for practical use in the field if the field test has been conducted successfully. The by product of this research is a security guideline for application of information technology in military operations.

Keywords : Information technology, Wireless mesh network, Tactical network, Secure server suite, Open source software

1. กล่าวนำ

ความนิยมใช้ระบบปฏิบัติการแบบรหัสเปิด (open source) สำหรับเครื่องแม่ข่ายในระบบอินเทอร์เน็ตและอินเทอร์เน็ตมีจำนวนสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในเครื่องแม่ข่ายถูกพัฒนาแยกจากระบบปฏิบัติการทำให้การติดตั้งเครื่องแม่ข่ายสำหรับอินเทอร์เน็ตและอินเทอร์เน็ตนั้นมีความยุ่งยาก และมีขั้นตอนในการเพิ่มความแข็งแกร่งให้กับระบบปฏิบัติการที่ผู้ใช้ทั่วไปสามารถปฏิบัติได้ยาก ทำให้บางครั้งเครื่องแม่ข่ายไม่ผ่านกระบวนการเสริมสร้างความแข็งแกร่งและไม่ทำงานอยู่ภายใต้กรอบแนวความคิดเรื่องความปลอดภัย

ช่องโหว่ของเครื่องแม่ข่ายที่ไม่ได้รับการปรับแต่งให้มีความปลอดภัยสูงจึงเสี่ยงต่อภัยคุกคามจากผู้ไม่ประสงค์ดี รวมถึงโปรแกรมหนอนและไวรัสต่างๆ โดยที่ผู้ใช้ทั่วไปมักไม่คำนึงถึงกระบวนการเสริมสร้างความแข็งแกร่งเนื่องจากไม่มีความรู้พื้นฐานเพียงพอหรือไม่เข้าใจระบบการรักษาความปลอดภัยและมักไม่มีการตรวจสอบความปลอดภัยของระบบตนเอง นอกจากนี้ระบบเฝ้าตรวจทางกายภาพของเครื่องแม่ข่ายมักถูกละเลยการเก็บหลักฐานการเข้าถึงในลักษณะที่เป็นวิดีโอหรือภาพเพื่อยืนยันตัวบุคคลอีกชั้นหนึ่ง

วัตถุประสงค์ของการพัฒนาด้านแบบดังกล่าวมีดังนี้

1. สร้างต้นแบบชุดเครื่องแม่ข่ายที่มีความปลอดภัยสูง และทำงานร่วมกันอย่างมีระบบจากการบูรณาการการออกแบบที่ใช้พื้นฐานความปลอดภัยเป็นกรอบแนวความคิด
2. มีส่วนติดต่อผู้ใช้ (user interface) ที่ง่ายต่อการติดตั้ง ควบคุมและสั่งการ
3. มีระบบสถิติเก็บข้อมูลส่วนกลางเพื่อการวิเคราะห์ และระบบเฝ้าตรวจผ่านกล้องที่

สามารถควบคุมได้ในระยะไกล

4. มีระบบบันทึกส่วนกลาง (log server) เพื่อรองรับผลบังคับใช้ของกฎหมาย
5. มีระบบสำรองข้อมูลและระบบแผนที่ออนไลน์ที่มีประสิทธิภาพ และสามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติ
6. มีระบบเข้ารหัสการส่งข้อมูลระหว่างเครื่องแม่ข่ายและผู้ใช้งาน
7. สามารถติดตั้งในยานพาหนะ และทำงานได้ภายใต้สภาพแวดล้อมในปฏิบัติการทางทหาร
8. ใช้อุปกรณ์ที่มีตามท้องตลาด (COT: commodity off-the-shelf) และใช้ซอฟต์แวร์รหัสเปิด (open source software) เป็นหลักในการพัฒนา
9. พัฒนาโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ ขึ้นส่วนอุปกรณ์ การติดตั้งสำหรับการทำงานในสนาม ระบบสำรองไฟฟ้า แบบแสงเครื่อง

2. ทฤษฎีพื้นฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้เป็นการสืบต่อแนวความคิดในการมุ่งเน้นการพัฒนาศักยภาพองค์ความรู้ด้านความมั่นคงปลอดภัยทางเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งได้มีการจัดตั้งห้องปฏิบัติการเพื่อความมั่นคงปลอดภัยทางเทคโนโลยีสารสนเทศ โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า โดยได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก NECTEC ซึ่งโครงการดังกล่าวเป็นการมุ่งเน้นสร้างฐานความรู้และองค์ความรู้ในภาพรวม ส่วนโครงการที่นำเสนอนี้เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและพัฒนาไปสู่การนำไปใช้งานจริงในสนาม ซึ่งนักวิจัยมีความรู้พื้นฐานเพียงพอในการพัฒนาเครื่องแม่ข่ายที่มีความปลอดภัยสูงโดยใช้ระบบปฏิบัติการลินุกซ์ รวมถึงการประยุกต์ใช้ระบบเครือข่ายไร้สายแบบตาข่าย

เทคโนโลยีที่นำมาใช้ในระบบปฏิบัติการฝังตัวเป็นซอฟต์แวร์รหัสเปิด (open source software) ซึ่งสามารถนำมาดัดแปลงให้เหมาะสมกับความต้องการได้ ในส่วนของฮาร์ดแวร์คณะนักวิจัยได้ทำการทดสอบความเป็นไปได้ของการใช้ iBoard ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ใช้ระบบปฏิบัติการลินุกซ์ และมีความมั่นใจว่าจะประสบความสำเร็จในการนำมาใช้งานอย่างเต็มรูปแบบในโครงการที่นำเสนอ นอกจากนั้นการนำคอมพิวเตอร์สำหรับติดในรถยนต์ (Car PC) มาประยุกต์ใช้จะสามารถเสริมให้ระบบเครื่องแม้ข้ามีความสมบูรณ์มากขึ้นเนื่องจากคอมพิวเตอร์แบบฝังตัวมีขีดจำกัดในด้านความจุของหน่วยความจำ แต่มีความเร็วในด้านการส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย

ระบบค้นหาตำแหน่งจากดาวเทียม (GPS) ที่นำมาใช้ในโครงการเป็นระบบที่สามารถหาซื้อได้ตามท้องตลาดมีราคาถูก สามารถเชื่อมต่อเข้ากับพอร์ตของคอมพิวเตอร์ได้ง่ายและมีโปรโตคอล (NMEA) ที่เข้าใจได้ง่าย แต่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ นักวิจัยได้ทำการทดสอบกับตัวอย่างขั้นต้นด้วยการนำมาสนธิเข้ากับระบบ MapServer ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์รหัสเปิดเช่นกัน และมีความมั่นใจในการนำมาประยุกต์ใช้งาน นอกจากนั้นระบบยังสามารถเชื่อมต่อการให้บริการแผนที่และภาพถ่ายดาวเทียมของบริษัทกูเกิ้ล ผ่าน API (application programming interface) ซึ่งเรียกว่า OpenLayer ทำให้มีความอ่อนตัวในการเลือกใช้แผนที่ หรือการผสมผสานแผนที่เพื่อการวิเคราะห์ประกอบการปฏิบัติการ โดยที่เครื่องลูกข่ายไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมเพิ่มเติมใดๆ เนื่องจากการใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์

ระบบเครือข่ายไร้สายแบบตาข่ายที่พัฒนาบนซอฟต์แวร์รหัสเปิดซึ่งใช้ฐานการพัฒนาบนอุปกรณ์เชื่อมต่อเครือข่ายไร้สาย (access point)

ของบริษัท LinkSys รุ่น WRT54GL ซึ่งมีซอฟต์แวร์ที่เป็น firmware สนับสนุนการทำงานแบบเครือข่ายไร้สายแบบตาข่ายได้ (www.openwrt.org) โดยเฟิร์มแวร์ที่จะนำมาประยุกต์ใช้คือ Freifunk (1) ซึ่งสามารถนำมาติดตั้งในอุปกรณ์ได้สะดวก มีการควบคุมการทำงานผ่านเว็บทำให้ง่ายในการบริหารจัดการระบบ และสามารถพัฒนาปรับปรุงให้เหมาะสมกับการใช้งานทางทหารได้



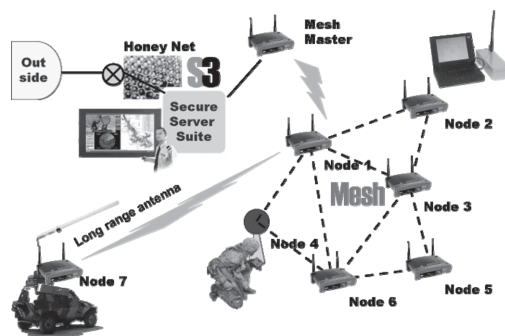
รูปที่ 1 อุปกรณ์เชื่อมต่อเครือข่ายไร้สาย (access point) ของ LinkSys รุ่น WRT54GL ซึ่งใช้เป็นโหนดของระบบ Mesh

อย่างไรก็ตามสายอากาศที่ติดตั้งมาจากโรงงานมีประสิทธิภาพต่ำ ถึงแม้ว่าจะสามารถปรับระดับความแรงของสัญญาณได้จากเฟิร์มแวร์ที่ติดตั้งใหม่ก็ยังไม่สามารถเพิ่มระยะได้มากนัก การพัฒนาสายอากาศสำหรับ access point นั้นมีทั้งแบบระยะไกลซึ่งมักเป็นแบบรอบทิศทาง (omni) ส่วนการเชื่อมต่อระยะไกลมักใช้สายอากาศแบบควบคุมทิศทาง เช่น Yagi หรือแบบ Cantenna ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้กระป๋องโลหะช่วยในการเพิ่มสัญญาณ (แบบควบคุมทิศทาง) ซึ่งเทคโนโลยีเหล่านี้มีอยู่ในระบบข้อมูลของอินเทอร์เน็ต และสามารถซื้อมาใช้งานได้ทันที อย่างไรก็ตามส่วนหนึ่งของงานวิจัยของห้องปฏิบัติการเพื่อการวิจัยด้านความมั่นคงปลอดภัยทางเทคโนโลยีสารสนเทศ ได้มีการพัฒนาสายอากาศ

แบบบังคับทิศทางที่สามารถเพิ่มระยะการติดต่อแบบ point-to-point ได้มากกว่า 5 เท่าของระยะติดต่อปกติ และหากพัฒนาเสาอากาศแบบ Yagi จะสามารถเพิ่มระยะการเชื่อมต่อได้ประมาณ 15 กิโลเมตร (2) นอกจากนี้ เสาอากาศเชิงพาณิชย์ที่สามารถส่งสัญญาณแบบ point-to-point ซึ่งมีลักษณะการออกแบบเป็นกริด มีระยะติดต่อได้ไกลถึง 50 กิโลเมตรแต่มีราคาค่อนข้างสูง

3. ต้นแบบเชิงหลักการชุดเครื่องแม่ข่ายความปลอดภัยสูงและระบบเครือข่ายไร้สายแบบตาข่าย

ความรู้และประสบการณ์จากการวิจัยด้านความมั่นคงปลอดภัยของระบบเทคโนโลยีสารสนเทศจากโครงการที่ผ่านมาถูกนำมาใช้ในเชิงบูรณาการเพื่อออกแบบชุดเครื่องแม่ข่ายที่มีความปลอดภัยสูง โดยทำการติดตั้งและเสริมสร้างความแข็งแกร่งให้กับระบบปฏิบัติการของเครื่องแม่ข่ายสำหรับอีเมล การกรองเมลขยะ การตรวจสอบไวรัส เครื่องแม่ข่ายดีเอ็นเอส เครื่องแม่ข่ายให้บริการไฟล์และฐานข้อมูล ซึ่งจะได้มาซึ่งต้นแบบของระบบที่ต้องการในขั้นต้น การปรับเปลี่ยนซิดีสำหรับการติดตั้งชุดเครื่องแม่ข่ายให้สามารถติดตั้งได้ง่าย และมีความปลอดภัยสูงพร้อมสำหรับทำงานได้ทันที สามารถปฏิบัติแบบคู่ขนาน จากนั้นทำการทดสอบความปลอดภัยของระบบเพื่อให้มั่นใจได้ว่ามีความปลอดภัยสูง ได้มาตรฐานความปลอดภัยสำหรับใช้ในปฏิบัติการทางทหารโดยทำงานร่วมกับคณะนักวิจัยจาก ThaiCERT (3)



รูปที่ 2 สถาปัตยกรรมการเชื่อมต่อของชุดเครื่องแม่ข่าย S3 และระบบเครือข่ายไร้สายแบบตาข่าย MN (Mesh Network)

สถาปัตยกรรมการเชื่อมต่อของชุดแม่ข่าย 3S (Secure Server Suite) และระบบเครือข่ายไร้สายแบบตาข่าย MN (Mesh Network) แสดงในรูปที่ 2 ในเอกสารนี้ ผู้เขียนจะใช้คำย่อ 3S-MN เพื่อแทนคำเรียกต้นแบบที่น่าเสนอ ชุดเครื่องแม่ข่าย 3S จะติดตั้งอยู่ ณ ศูนย์บัญชาการของหน่วย ซึ่ง ณ จุดนี้สามารถเชื่อมต่อเข้ากับระบบเครือข่ายภายนอก เช่น อินเทอร์เน็ตได้ ศูนย์กลางการให้บริการเทคโนโลยีสารสนเทศนี้จะเชื่อมต่อกับหน่วยอื่นๆ ด้วยระบบเครือข่ายไร้สาย MN ซึ่งสร้างขึ้นจากเราเตอร์ WRT54GL ที่ได้กล่าวข้างต้น เสาอากาศแบบต่างๆ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ตามสภาพการใช้งาน เช่น อาจใช้เสาส่งระหว่างจุดถึงจุดเพื่อเพิ่มระยะให้กับหน่วยที่ไม่อยู่ในรัศมีของระบบตาข่าย เป็นต้น

แผนการทดสอบประกอบด้วย การทดสอบในสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น ในอุณหภูมิสูง มีความชื้นสัมพัทธ์สูง ทดสอบการใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ การทดสอบขั้นต้นจะดำเนินการในภาคที่ติดตั้ง หลังจากนั้นจะทำการทดสอบกับหน่วยในสนามเพื่อเก็บข้อมูล ชีตจำกัดและปัญหาการใช้

งานจริง ดำเนินการคู่มือเพื่อออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ให้สามารถติดตั้งง่าย ควบคุมและปรับเปลี่ยนตัวแปรต่างๆ ได้จากเว็บที่มีการเข้ารหัสเผยแพร่ข้อมูลในรูปแบบของเว็บ แจกจ่ายซีดีให้กับสาธารณะเพื่อการติดตั้ง จัดสัมมนาเชิงปฏิบัติการเพื่อให้ผู้ใช้สามารถนำไปใช้งานได้จริงและมีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลเพื่อการพัฒนา โดยผลเป้าหมายที่เป็นไปได้อาจรวมถึงการรับผลิตภัณฑ์ฮาร์ดแวร์สำเร็จรูปที่สามารถนำไปขยายผลในทางอุตสาหกรรมและเชิงพาณิชย์ได้

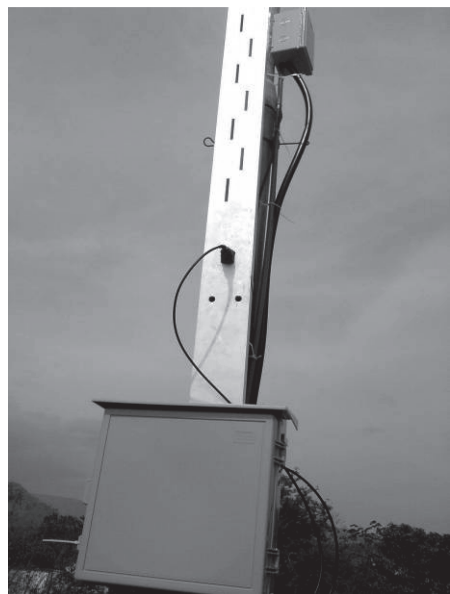


รูปที่ 3 การติดตั้ง Mesh Master โหนด ณ หลังคาอาคารแฟลต E3 โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า

รูปที่ 3 ถึง 5 เป็นกิจกรรมร่วมกับทีมนักวิจัย ThaiCERT จาก NECTEC เพื่อติดตั้งโหนด Master ของ Mesh สำหรับการทดสอบขั้นต้น สายอากาศแบบ Planar ถูกติดตั้งไว้บนหลังคาของอาคารแฟลต E3 เพื่อกระจายสัญญาณไปยังลูกข่ายรอบๆ วงจรของ WRT54GL ถูกถอดและดัดแปลงใส่กล่องสำหรับติดตั้งภายนอกอาคาร และอยู่ติดกับสายอากาศบนหลังคา



รูปที่ 4 สายอากาศและชุด Mesh Master ติดตั้งบนหลังคาแฟลตเพื่อทำการทดสอบการเชื่อมต่อแบบไร้สาย



รูปที่ 5 ต้นแบบสายอากาศแบบ Planar พัฒนาโดยนักวิจัยทีม ThaiCERT จาก NECTEC ติดตั้งบนหลังคาของอาคาร

รูปที่ 6 และ 7 เป็นสายอากาศแบบพิเศษ แคนเทนนา (Cantenna) และยาگی (Yagi) ตามลำดับ ใช้เพื่อบังคับทิศทางและเพิ่มระยะการติดต่อให้ไกลกว่าสายอากาศแบบรอบทิศ สายอากาศแบบแคนเทนนา พัฒนาโดยนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 4 สำหรับโครงการวิศวกรรมไฟฟ้า

ทำขึ้นจากกระป๋องโลหะ ที่เปิดด้านหน้าให้คลื่นวิทยุถูกรวมสัญญาณแล้วสะท้อนไปยังทิศทางที่ต้องการ ใช้ต้นทุนในการผลิตที่ต่ำมากเมื่อเทียบกับราคาของสายอากาศที่มีขายในท้องตลาด สายอากาศแบบยาคี เป็นสายอากาศแบบบังคับทิศทางซึ่งใช้ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการรับส่งสัญญาณ สายอากาศแบบนี้อาศัยหลักการสะท้อนคลื่นวิทยุไปกับชิ้นส่วนของสายอากาศเล็กที่วางในแนวระนาบเพื่อทวีสัญญาณให้เพิ่มขึ้นตามทิศทางของสายอากาศ

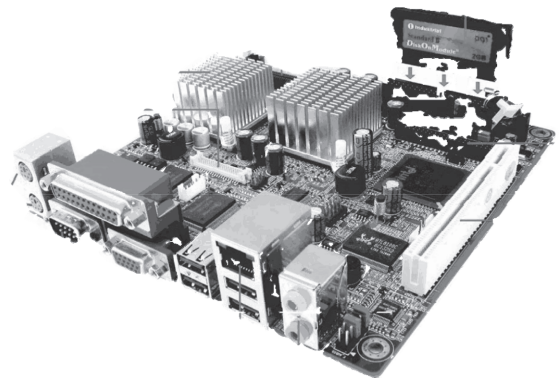


รูปที่ 6 สายอากาศแบบกระป๋อง (Cantenna) ซึ่งสร้างโดยนักเรียนนายร้อย ชั้นปีที่ 4 ร่วมโครงการสามารถส่งได้ระยะไกลประมาณ 300 เมตร



รูปที่ 7 สายอากาศแบบ Yagi ทำงานร่วมกับเราเตอร์ของ LinkSys

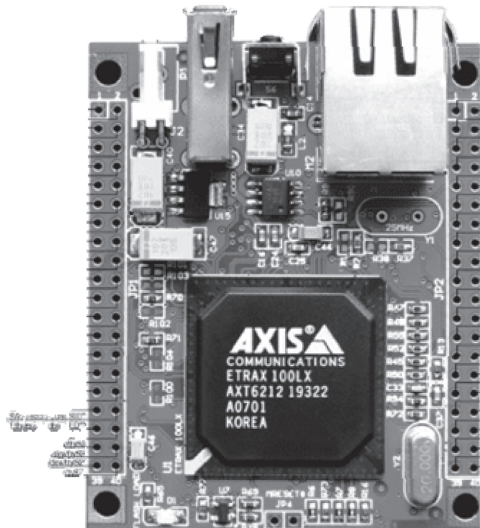
รูปที่ 8 เป็นชุดคอมพิวเตอร์ซึ่งใช้หน่วยความจำแบบ CF (Compact Flash) แทนการทำงานของฮาร์ดดิสก์เพื่อให้มีความคงทนต่อสภาพการใช้งาน หน่วยความจำแบบ CF เป็นหน่วยความจำที่ใช้ในกล้องดิจิทัลมีจำหน่ายทั่วไป ขนาดของหน่วยความจำที่ใช้เป็นขนาด 2 Gbytes ซึ่งมีขนาดใหญ่พอที่จะติดตั้งระบบปฏิบัติการลินุกซ์และใช้งานเป็นเครื่องแม่ข่ายหลักของระบบ 3S-MN การใช้ CF แทนฮาร์ดดิสก์ทำให้ระบบนอกจากใช้พลังงานน้อยลงแล้ว ยังมีความเสถียรมากกว่าการใช้ฮาร์ดดิสก์แบบปกติ ซึ่งมีอัตราเสี่ยงต่อการเสียหายจากแรงสั่นสะเทือนจากการเคลื่อนย้ายหรือปฏิบัติการในสนาม



รูปที่ 8 ชุดคอมพิวเตอร์ซึ่งใช้หน่วยความจำแบบ CF แทนการทำงานของฮาร์ดดิสก์เพื่อให้มีความคงทนต่อสภาพการใช้งาน

รูปที่ 9 แสดงบอร์ดคอมพิวเตอร์แบบฝังตัว (Embedded Computer) ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ผลิตโดยบริษัท iBoard มีฟังก์ชันในการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย และพอร์ตยูเอสบี มีความคงทนต่อการใช้งานสูงมากเมื่อเทียบกับบอร์ดหลักของคอมพิวเตอร์ทั่วไป นอกจากนั้นยังใช้พลังงานน้อยมาก ในระบบของ 3S-MN จะใช้คอมพิวเตอร์จิ๋วนี้ทำหน้าที่เป็น DNS (Domain

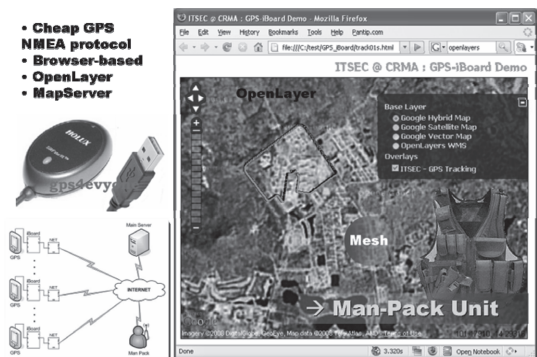
Name Server) เนื่องจากการให้บริการที่ต้องการความเชื่อถือได้สูง และมีความต้องการในการคำนวณต่ำมากเมื่อเทียบกับเครื่องแม่ข่ายประเภทอื่นๆ



รูปที่ 9 คอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก iBoard ซึ่งใช้ระบบปฏิบัติการ Linux แบบฝังตัว (Embedded OS)

รูปที่ 10 แสดงการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ค้นหาตำแหน่งจากสัญญาณดาวเทียม (GPS: Global Positioning System) ทำงานร่วมกับระบบแผนที่ออนไลน์ซึ่งพัฒนามาจากการประยุกต์ใช้ OpenLayer ของ Google อุปกรณ์ GPS นี้สามารถนำมาติดตั้งกับเครื่องคอมพิวเตอร์ในชุด 3S-MN เพื่อบอกตำแหน่งและทำการสื่อสารกลับมายังศูนย์บัญชาการเพื่อให้ทราบตำแหน่งของหน่วยต่างๆ ที่อยู่ในระหว่างปฏิบัติการ

อุปกรณ์ที่กล่าวข้างต้นถูกนำมาบูรณาการเพื่อสร้างต้นแบบเชิงหลักการของชุดเครื่องแม่ข่ายความปลอดภัยสูงและระบบเครือข่ายไร้สายแบบตาข่ายสำหรับหน่วยทางยุทธวิธี โดยในแต่ละส่วนจะมีนักวิจัยของ “โครงการจัดตั้งห้องปฏิบัติการเพื่อการวิจัยด้านความมั่นคงปลอดภัยทางเทคโนโลยีสารสนเทศโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า” รับผิดชอบในการวิจัยและพัฒนาแต่ละส่วนเพื่อให้สามารถนำมาประกอบกันเป็นชุดต้นแบบดังกล่าวได้



รูปที่ 10 อุปกรณ์ค้นหาตำแหน่งจากสัญญาณดาวเทียม (GPS) ทำงานร่วมกับระบบแผนที่ออนไลน์

ตารางที่ 1 สรุปรายการอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างต้นแบบเชิงหลักการของ 3S-MN ซึ่งส่วนใหญ่เป็นอุปกรณ์ที่สามารถจัดหาได้จากร้านจำหน่ายอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ทั่วไป ยกเว้น iBoard คอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์ค่อนข้างเฉพาะ แต่ก็สามารถจัดหาได้จากผู้ผลิตภายในประเทศ (บริษัท Embes) จำนวนของเจาท์เตอร์ WRT54GL นั้นมีจำนวน 10 ตัว ทั้งนี้เพื่อใช้ในการทดสอบในสนามและค้นหาข้อมูลทางเทคนิคอื่นๆ เช่น รูปแบบของการเชื่อมต่อ และขีดความสามารถในการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดของการเชื่อมต่อ

ตารางที่ 1 สรุปรายการอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้าง ต้นแบบ 3S-MN

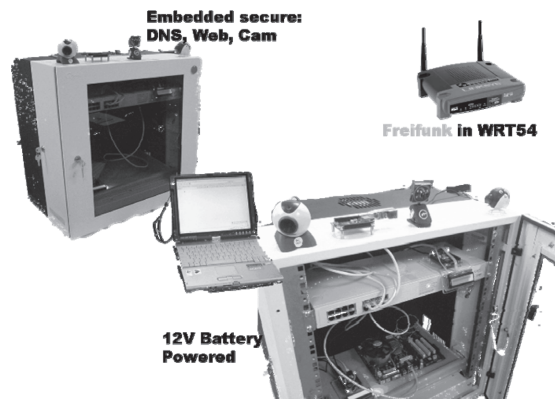
รายการ	จำนวน	หมายเหตุ
บอร์ดวงจรหลัก	1	เครื่องแม่ข่ายหลัก
หน่วยความจำ CF	2	หน่วยความจำหลัก, สำรอง
IBoard คอมพิวเตอร์	3	ใช้เป็น DNS, WWW, WebCam
10/00 สวิตช์	1	เชื่อมระบบเครือข่าย
เราเตอร์ WRT54GL	10	โหนดของ Mesh Network
กล่องอุปกรณ์	1	กล่องบรรจุหลักมีล้อ
แบตเตอรี่ 12 V	1	แหล่งจ่ายไฟหลัก
เครื่องแปลงไฟ 220V	2	แปลง 12V ให้เป็น 220V
กล่องเว็บแคม	2	ใช้ตรวจสอบสถานการณ์
GPS	1	ติดตั้งเพื่อทดสอบระบบ
สายอากาศ Cantenna	2	เชื่อมต่อระยะไกล
สายอากาศ Yagi	2	เชื่อมต่อระยะไกลมาก
สายอากาศ Omin	2	แบบพิเศษ 9 dBm
จอภาพ LCD	1	จอมอนิเตอร์หลัก
เครื่องชาร์จแบตเตอรี่	1	ใช้ไฟ 220V

4. ผลการทดลองขั้นต้น

การทดลองของต้นแบบ 3S-MN นี้ยังไม่แล้วเสร็จ เนื่องจากมีส่วนที่เกี่ยวข้องหลายส่วน ซึ่งรับผิดชอบโดยนักวิจัยเฉพาะด้าน เช่น การพัฒนาความปลอดภัยของ DNS ระบบแผนที่ออนไลน์ร่วมกับ GPS ระบบเครือข่ายไร้สายแบบตาข่าย และระบบจ่ายพลังงานจากแบตเตอรี่ อย่างไรก็ตาม ผลลัพธ์ของการวิจัยแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของต้นแบบที่มีความเชื่อถือได้และมีความปลอดภัยสูง รวมถึงได้ข้อมูลทางเทคนิคเกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้เครือข่ายทางยุทธวิธี ข้อมูลความคงทนต่อสภาพแวดล้อม และการใช้พลังงาน ต้นแบบของระบบปฏิบัติการและซอฟต์แวร์สำหรับเครื่องแม่ข่ายที่ได้รับการเสริมสร้างความแข็งแกร่งแล้วจะถูกบรรจุลงในซีดีเพื่อการแจกจ่ายสำหรับการใช้งานในองค์กร หรือสามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ของโครงการ (4)

เพื่อนำไปติดตั้งใช้งานสำหรับองค์กร เว็บไซต์ให้คำแนะนำสำหรับการใช้งานชุดเครื่องแม่ข่าย หรือสามารถผลิตชุดเครื่องแม่ข่ายสำเร็จรูปที่พร้อมใช้งานให้แก่องค์กรในราคาถูกลง โดยไม่มีค่าใช้จ่ายเรื่องลิขสิทธิ์ซอฟต์แวร์

ต้นแบบแรกของ 3S-MN แสดงในรูปที่ 11 การประกอบต้นแบบชุดนี้ใช้โครงของตู้ใส่อุปกรณ์เครือข่ายขนาด 15U ซึ่งสามารถบรรจุอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และสวิตช์เข้าไปในตู้ได้ อย่างไรก็ตามต้นแบบนี้มีน้ำหนักมาก ทำให้เคลื่อนย้ายลำบาก ผู้เขียนจึงได้พัฒนาต้นแบบรุ่นที่สอง (รูปที่ 12 และรูปที่ 13) ซึ่งดัดแปลงจากกล่องเครื่องมือช่างที่สามารถแยกได้เป็นสองส่วน ส่วนบนใช้ใส่ชุดคอมพิวเตอร์และระบบเครือข่าย ส่วนล่างเก็บแบตเตอรี่และชุดแปลงไฟ 12V ให้เป็น 220V เพื่อใช้สำหรับอุปกรณ์ในส่วนบน กล่องดัดแปลงนี้มีล้อสำหรับการเคลื่อนย้ายได้สะดวก



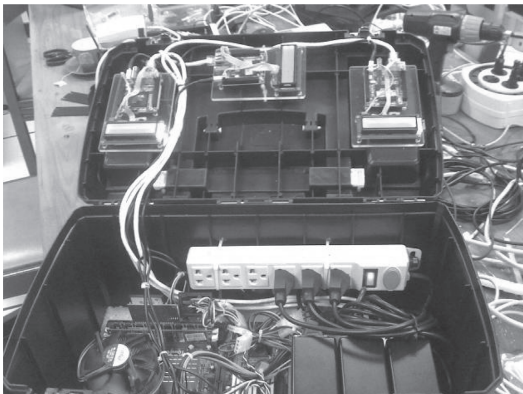
รูปที่ 11 ชุดคอมพิวเตอร์ซึ่งใช้หน่วยความจำแบบ CF แทนการทำงานของฮาร์ดดิสก์ เพื่อเพิ่มความคงทนต่อสภาพการใช้งาน

รูปที่ 14 แสดงการสาธิตของระบบ 3S-MN ในงานมหกรรมวิทยาศาสตร์ ณ ศูนย์ประชุมไบเทค บางนา ในระหว่างวันที่ 8 ถึง 22 สิงหาคม 2551 ซึ่งได้รับความสนใจจากผู้เข้าชมทั่วไป รวมถึง

นักเรียนนักศึกษาที่เข้าชมงาน ในการสาธิตได้ติดตั้งระบบกล้องวงจรปิดผ่านระบบเครือข่ายไร้สายแบบตาข่าย ระบบมีการทำงานที่เชื่อถือได้ตลอดระยะเวลาการสาธิตทั้งสองสัปดาห์ แสดงให้เห็นถึงเสถียรภาพของระบบและศักยภาพในการนำไปใช้งานในสนาม ซึ่งจะมีการทดสอบต่อไป



รูปที่ 12 ต้นแบบ 3S-MN รุ่นที่สอง ประกอบด้วยเข้ากับกล่องที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย และใช้พลังงานจากแบตเตอรี่



รูปที่ 13 ภายในส่วนบนบรรจุคอมพิวเตอร์ใช้ระบบปฏิบัติการฝังตัวและคอมพิวเตอร์ใช้ CF แทนฮาร์ดดิสก์ติดตั้งในกล่องสำหรับการเคลื่อนย้าย ประกอบขึ้นเป็นต้นแบบ



รูปที่ 14 ต้นแบบ 3S-MN แสดงในงานมหกรรมวิทยาศาสตร์ ณ ศูนย์ประชุมไบเทค บางนา 8 ถึง 22 สิงหาคม 2551 ได้รับความสนใจจากเยาวชนจำนวนมาก

5. สรุป

ผลลัพธ์ของการวิจัยคือต้นแบบเชิงหลักการของชุดเครื่องมือข่ายที่มีความปลอดภัยสูง รวมถึงได้ข้อมูลทางเทคนิคเกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้เครือข่ายทางยุทธวิธี ข้อมูลความคงทนต่อสภาพแวดล้อม และการใช้พลังงาน ต้นแบบของระบบปฏิบัติการและซอฟต์แวร์สำหรับเครื่องมือข่ายที่ได้รับการเสริมสร้างความแข็งแกร่งแล้วจะถูกบรรจุลงในซีดีเพื่อการแจกจ่ายสำหรับการใช้งานในองค์กร หรือสามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ของโครงการเพื่อนำไปติดตั้งใช้งานสำหรับองค์กร เว็บไซต์ให้คำแนะนำสำหรับการใช้งานชุดเครื่องมือข่าย หรือสามารถผลิตชุดเครื่องมือข่ายสำเร็จรูปที่พร้อมใช้งานให้แก่องค์กรในราคาถูก โดยไม่มีค่าใช้จ่ายเรื่องลิขสิทธิ์ซอฟต์แวร์

ผลผลิตของการวิจัยได้ดำเนินการตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้เพื่อแก้ไขปัญหาที่กล่าวข้างต้น อีกทั้งยังส่งเสริมให้เกิดความปลอดภัยในการใช้งานระบบสารสนเทศสำหรับองค์กรที่ต้องการมาตรฐานความปลอดภัยในการใช้ข้อมูลสูง ซึ่ง

สอดคล้องกับยุทธศาสตร์หลักของชาติในการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานขององค์กร โดยมุ่งเน้นที่การปฏิบัติการทางทหารสำหรับหน่วยทางยุทธวิธี เพื่อให้ได้ข้อมูลทางเทคนิคที่มีประโยชน์ต่อการขยายผลการใช้งานไปยังหน่วยงานอื่นๆ ต่อไป ในส่วนของการดำเนินการวิจัยในอนาคต จะมีการทดสอบในภาคสนามร่วมกับหน่วยใช้จริง เช่น การฝึกภาคสนามของหน่วยทางยุทธวิธี

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการจัดตั้งห้องปฏิบัติการเพื่อการวิจัยด้านความมั่นคงปลอดภัยทางเทคโนโลยีสารสนเทศ โรงเรียน

นายร้อยพระจุลจอมเกล้า ซึ่งได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และได้รับความร่วมมือทางวิชาการจาก NECTEC ภายใต้รหัสโครงการ NT-B-22-I5-99-48-11

บรรณานุกรม

- (1) Freifunk Mesh Network, URL: <http://wiki.freifunk.net/Ideas>
- (2) Yagi commercial antenna, URL: <http://store.auctiva.com/innovativedevice>
- (3) ThaiCERT, URL: <http://thaicert.nectec.or.th>
- (4) ITSEC, URL: <http://research.crma.ac.th>