การพัฒนารูปแบบเครือข่าย และการเชื่อมต่อเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G) กับอุปกรณ์ทางทหารของกองทัพไทย

โดย

พลตรี ศิริพงษ์ พุ่มพวง
หัวหน้านายทหารฝ่ายเสนาธิการ
ประจำรองเสนาธิการทหาร (๑)
กองบัญชาการกองทัพไทย

นักศึกษาวิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร
หลักสูตรการป้องกันราชอาณาจักร รุ่นที่ ๖๒
ประจำปีการศึกษา พุทธศักราช ๒๕๖๒ – ๒๕๖๓

หนังสือรับรอง

วิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ ได้อนุมัติให้เอกสารวิจัยส่วนบุคคล เรื่อง “การพัฒนารูปแบบเครือข่าย และการเชื่อมต่อเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G) กับอุปกรณ์ทางทหารของกองทัพไทย” ลักษณะวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของ พลตรี ศิริพงษ์ พุ่มพวง เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการป้องกันราชอาณาจักร รุ่นที่ ๖๒ ประจำปีการศึกษา ๒๕๖๒ – ๒๕๖๓

พลโท

(พิสัณห์ ปฐมเอม)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร
สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

บทคัดย่อ

เรื่อง การพัฒนารูปแบบเครือข่าย และการเชื่อมต่อเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G) กับอุปกรณ์ทางทหารของกองทัพไทย

ลักษณะวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ผู้วิจัย พลตรี ศิริพงษ์ พุ่มพวง **หลักสูตร** วปอ. **รุ่นที่** ๖๒

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ๑) เพื่อศึกษา วิเคราะห์ ขีดความสามารถ และข้อจำกัดของเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G) สำหรับใช้เป็นเครือข่าย (Network) ในการเชื่อมต่อ (connect) เข้ากับอุปกรณ์ทางทหารสมัยใหม่ในรูปแบบของอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Thing: IOT) ๒) เพื่อนำเสนอรูปแบบเครือข่าย (Network) เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G) และรูปแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทางทหารสมัยใหม่ของอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Thing: IOT) ในการเตรียมความพร้อมการป้องกันราชอาณาจักรยามปกติ โดยอ้างอิงแนวคิดการปฏิบัติการที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลาง (Network Centric Operations : NCO) รวมทั้งการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่าย 5G ของกองทัพไทยกับภาคเอกชน ทั้งเครือข่าย 5G และเครือข่ายการสื่อสารอื่นๆ ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ ผู้บริหาร และเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการด้านการสื่อสารของกองทัพไทย ระเบียบวิธีวิจัยที่ใช้เป็นดำเนินการวิจัยเชิงคุณภาพ ในรูปแบบการวิจัยเชิงพรรณนา โดยศึกษาข้อมูลจาก ข้อมูลทุติยภูมิ ดำเนินการโดยการศึกษาจากตำราและเอกสารต่างๆ และข้อมูลปฐมภูมิ ดำเนินการโดยการสัมภาษณ์เชิงลึก ผู้บริหาร และเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการด้านการสื่อสารของกองทัพไทย จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Context Analysis) ผลการวิจัย รูปแบบเครือข่าย 5G ที่เหมาะสมของกองทัพไทย ควรเป็นการสร้างและใช้เครือข่าย 5G เครือข่ายเดียวร่วมกับบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) โดยการนำคลื่นความถี่ในย่าน 2300 – 2400 MHz มาใช้งานด้วยกัน และโหมดการสื่อสาร ควรให้บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) เป็นผู้ดำเนินการในภาพรวม ยกเว้นในพื้นที่ปฏิบัติการที่สำคัญ กองทัพไทย ควรดำเนินการด้วยตนเอง ในส่วนงานด้านสาธารณูปโภคพื้นฐาน เช่น หอเสาอากาศ อาคาร สถานที่ ในการติดตั้งอุปกรณ์เครือข่าย 5G และอุปกรณ์การเข้าถึงเครือข่ายทางวิทยุ (RAN) ทั้งกองทัพไทย และบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) สามารถใช้งานร่วมกันได้ สำหรับเครือข่ายสื่อสัญญาณความเร็วสูง ทั้งกองทัพไทย และบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) สามารถใช้งานเครือข่ายทดแทนซึ่งกันและกันได้ ด้านอุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งทางทหาร (IoMT/IoBT) แต่ละหน่วยงานในกองทัพไทย ควรพิจารณาเลือกใช้ตามคุณลักษณะที่ต้องการด้วยตนเองบนมาตรฐาน Air Interface เดียวกัน และพิจารณาจัดหาและติดตั้งสถานีฐานขนาดเล็ก แบบเคลื่อนที่/กึ่งประจำที่ สำหรับภารกิจและพื้นที่ที่ได้กำหนดตามแผนงานของหน่วยได้ด้วย

Abstract

Title Network model development and the connection of the 5th generation wireless communication technology (5G) with military equipment of the Royal Thai Armed Forces

Field Science and Technology

Name Major General Siripong Poompuang **Course** NDC **Class** 62

This research aims 1) to studying and analyzing capability and limitation of the 5th generation wireless communication technology (5G) that uses a network for connecting with the Internet of Things : IoT. And also 2) to present the 5th Generation wireless communication technology network and Internet of Things platform refer to network centric operation model. To connect the private sector Both the 5G network and the existing network. The population in this study are executives and communications operations officers of the Royal Thai Armed Forces. For the research methodology, qualitative research is manipulated in the term of descriptive research by using document analysis as primary data, and in-depth interview as secondary data. Content analysis is the research method that use to analyze data. The result is the suitable 5G network model of the Royal Thai Armed Forces should create and use the same 5G network with TOT Public Company Limited by using the frequency band in the 2300 - 2400 MHz band together. It should allow TOT Public Company Limited to act as the overall except in important operations areas; the Royal Thai Armed Forces should perform on their own. For fundamental public utilities such as towers, antennas, premises for installation of 5G network equipment and radio network access (RAN) devices, both the Royal Thai Armed Forces and TOT Public Company Limited can be used together. Besides, high-speed media networks Both the Royal Thai Armed Forces and TOT Public Company Limited can use each other's replacement networks. Finally, internet of military things/internet of battlefield things (IoMT/IoBT), each unit under the Royal Thai Armed Forces should consider manual selection based on the same Air Interface standards and consider procurement and installation of a small mobile base station/Semi-stationary base station for missions and areas that have been defined under the unit's plans.

คำนำ

โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบเครือข่าย และการเชื่อมต่อเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G) กับอุปกรณ์ทางทหารของกองทัพไทย นั้น เป็นการวิจัยที่มุ่งเน้นศึกษา วิเคราะห์ ขีดความสามารถ ข้อจำกัด ของเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G) สำหรับใช้เป็นเครือข่าย (Network) ในการเชื่อมต่อ (Connect) เข้ากับอุปกรณ์ทางทหารสมัยใหม่ในรูปแบบของอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Thing: IoT) เช่น เรดาร์ (Radar) อุปกรณ์กล้องวงจรปิด (CCTV) แบบติดตั้งอิสระ (Standalone) อุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) แบบติดตั้งอิสระ (Standalone) อุปกรณ์ชุดควบคุมยุทโธปกรณ์ต่างๆ และอุปกรณ์ชุดควบคุมยานรบแบบไร้คนขับ เพื่อนำข้อมูลที่ได้รับมาประมวลผล สำหรับการเตรียมการในการป้องกันราชอาณาจักรยามปกติ รวมทั้งใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนารูปแบบเครือข่าย (Network) และการเชื่อมต่อเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G) เข้ากับอุปกรณ์ทางทหารสมัยใหม่ของอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Thing: IoT) ของกองทัพไทย โดยอ้างอิงแนวคิดการปฏิบัติการที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลาง (Network Centric Operations : NCO) รวมทั้งการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่าย 5G ของกองทัพไทยกับภาคเอกชน ทั้งเครือข่าย 5G และเครือข่ายการสื่อสารอื่นๆ

อย่างไรก็ตาม โครงการวิจัยฉบับนี้ยังคงตองการการปรับปรุงอยางตอเนื่อง จากการดำเนินงานที่มีรากฐานอยู่บนเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วมีลักษณะเป็นพลวัตที่จะต้องปรับให้ทันสมัยเสมอ เพื่อนำไปใช้ในการดำเนินงานของกองทัพไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

พล.ต.

(ศิริพงษ์ พุ่มพวง)
นักศึกษาวิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร
หลักสูตร วปอ. รุ่นที่ ๖๒
ผู้วิจัย

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยในลักษณะวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G) กับการป้องกันราชอาณาจักร สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจากพลเอก ปริพัฒน์ ผลาสินธุ์ รองเสนาธิการทหาร และ พลโท สุเมธ นิลมัย เจ้ากรมการสื่อสารทหาร กองบัญชาการกองทัพไทย ที่กรุณาให้คำแนะนำและอนุเคราะห์ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ด้วยมุ่งหวังว่า โครงการวิจัยนี้จะก่อเกิดประโยชน์ต่อการดำเนินงานของกองบัญชาการกองทัพไทยต่อไป

ขอขอบพระคุณนายเลิศรัตน์ รตะนานุกูล ผู้อำนวยการอาวุโสฝ่ายประสานงานภาครัฐ บริษัท โทเทิ่ล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน) ที่สนับสนุนข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้อง อันทำให้งานวิจัยนี้มีความสมบูรณ์

อนึ่ง ผู้วิจัยหวังว่า งานวิจัยฉบับนี้จะมีประโยชน์ จึงขอมอบส่วนดีทั้งหมดนี้ให้แก่เหล่าคณาจารย์ที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาจนทำให้ผลงานวิจัยเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้อง และขอมอบความกตัญญูกตเวทิตาคุณ แด่บิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่าน สำหรับข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นนั้น ผู้วิจัยขอน้อมรับผิดเพียงผู้เดียว และยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่านที่ได้เข้ามาศึกษา เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัยต่อไป

พล.ต.

(ศิริพงษ์ พุ่มพวง)
นักศึกษาวิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร
หลักสูตร วปอ. รุ่นที่ ๖๒
ผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	**ก**
Abstract	**ข**
กิตติกรรมประกาศ	**ค**
คำนำ	**ง**
สารบัญ	**จ**
สารบัญแผนภาพ	**ฉ**
บทที่ ๑ บทนำ	**๑**
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	๑
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	๓
ขอบเขตการวิจัย	๔
วิธีดำเนินการวิจัย	๔
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	๕
คำจำกัดความ	๖
บทที่ ๒ หลักการ และแนวคิดการใช้งานเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G)	**๗**
การสื่อสารไร้สาย (Wireless Communication)	
เทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สายที่กองทัพไทยใช้งานในปัจจุบัน	๘
ทฤษฎีเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๑ (1G)	๙
ทฤษฎีเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๒ (2G)	๑๐
ทฤษฎีเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๓ (3G)	๑๑
ทฤษฎีเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๔ (4G)	๑๒
ทฤษฎีเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G)	๑๔
ช่วงคลื่นความถี่สำหรับเครือข่ายเทคโนโลยี 5G	๒๐
คุณสมบัติของเครือข่ายของ 5G เปรียบเทียบกับ 4G	๒๓
สถาปัตยกรรมเครือข่าย 5G (5G Network Architecture)	๒๔
ส่วนประกอบหลักในระบบเครือข่าย 5G	๒๗
เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายหรือเซิร์ฟเวอร์ 5G (5G Server)	๒๙
เทคโนโลยีสนับสนุนเทคโนโลยีเครือข่าย 5G	๒๙
การบูรณาการเครือข่ายเทคโนโลยี 5G ร่วมกับ 4G	๓๒
การเชื่อมต่อที่ดีกว่า – การเชื่อมต่ออยู่เสมอ	๓๓
LATENCY ต่ำกว่า – เวลาตอบสนองเร็วขึ้น	๓๓
MIMO Beamforming	๓๔
Massive MIMO (Massive Multiple-Input Multiple-Output)	๓๕

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
Smart RF	๓๕
Network Slicing	๓๕
เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Thing: IoT)	๓๗
การเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT เข้าเครือข่าย 5G	๓๘
อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งทางทหาร (Internet of Military Things/Internet of Battlefield Things: IoMT/IoBT)	๔๐
ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligent: AI)	๔๑
แนวคิดการปฏิบัติการที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลาง (Network Centric Operations: NCO)	๔๒
แนวความคิดการป้องกันราชอาณาจักร	๔๒
กรอบแนวคิดของการวิจัย	๔๔
บทที่ ๓ แนวคิดการพัฒนารูปแบบเครือข่าย 5G เข้ากับอุปกรณ์ทางทหารของกองทัพไทย	**๔๕**
แนวความคิดการบริหารคลื่นความถี่ สำหรับเครือข่าย 5G	๔๕
แนวความคิดการออกแบบเครือข่าย 5G	๔๗
แนวความคิดการติดตั้งเซิร์ฟเวอร์ (Server)	๕๑
แนวความคิดการบริหารเครือข่าย (Network Management)	๕๓
แนวความคิดการเครือข่าย 5G ร่วมกับบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน)	๕๔
รูปแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งทางทหาร (Internet of Military Things/Internet of Battlefield Things: IoMT/IoBT)	๕๕
สรุป	๕๘
บทที่ ๔ การวิเคราะห์รูปแบบเครือข่าย และการเชื่อมต่อเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G) กับอุปกรณ์ทางทหารของกองทัพไทย	**๖๐**
ด้านการบริหารคลื่นความถี่ (Frequency Management)	๖๐
ด้านโหนดการสื่อสาร (gNB)	๖๑
ด้านการบริหารเครือข่าย (Network Management)	๖๑
ด้านการใช้งนร่วมกับหน่วยงานอื่น (Network Sharing)	๖๒
ด้านการเชื่อมต่อเครือข่าย 5G เข้ากับอุปกรณ์ทางทหารของกองทัพไทย	๖๒
สรุป	๖๒
บทที่ ๕ สรุป และข้อเสนอแนะ	**๖๓**
สรุป	๖๓
ข้อเสนอแนะ	๖๕

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม	๕๙
ประวัติผู้วิจัย	๖๐

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่		หน้า
๒ - ๑	โทรศัพท์มือถือ ยุค 1G	๑๐
๒ - ๒	โทรศัพท์มือถือ ยุค 2G	๑๑
๒ - ๓	โทรศัพท์มือถือ ยุค 3G	๑๒
๒ – ๔	โทรศัพท์มือถือ ยุค 4G	๑๔
๒ – ๕	โทรศัพท์มือถือ ยุค 5G	๑๕
๒ - ๖	ปริมาณการรับส่งข้อมูลในอนาคต	๑๖
๒ - ๗	การสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับอุปกรณ์ต่างๆ	๑๗
๒ – ๘	เทคนิคการแบ่งเวลา (time-slicing)	๑๘
๒ - ๙	Massive Machine-Type Communication	๒๐
๒ - ๑๐	ช่วงคลื่นความถี่ใช้งาน 5G	๒๑
๒ - ๑๑	ช่วงคลื่นความถี่สำหรับเครือข่ายเทคโนโลยี 5G	๒๒
๒ - ๑๒	ข้อเปรียบเทียบระหว่างเทคโนโลยี 5G กับ 4G	๒๓
๒ - ๑๓	แผนผังสถานีฐานแบบ Non-Standalone (NSA) และแบบ Standalone (SA)	๒๕
๒ - ๑๔	สถาปัตยกรรมเครือข่าย 5G	๒๖
๒ - ๑๕	การเข้าถึงเครือข่ายทางวิทยุ (Radio Access Network: RAN)	๒๘
๒ - ๑๖	การบูรณาการเครือข่ายเทคโนโลยี 5G ร่วมกับ 4G	๓๓
๒ - ๑๗	MINO Beam forming	๓๔
๒ - ๑๘	Massive MINO	๓๕
๒ - ๑๙	Network Slicing	๓๖
๒ - ๒๐	การเชื่อมต่ออุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งทางทหารเข้ากับเครือข่าย	๔๐
๓ - ๑	คุณลักษณะสถานีฐาน (Base Station/Cell Site) ชนิดต่างๆ	๔๘
๓ - ๒	โหมดการสื่อสาร (gNB)	๕๐
๓ – ๓	เส้นทางการสื่อสาร	๕๒
๓ - ๔	แผนผังเครือข่าย 5G	๕๔
๓ - ๕	อุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งบุคคลทางทหาร	๕๖
๓ - ๖	อุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งหน่วยงานทางทหาร	๕๗
๓ - ๗	อุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งในการรบ	๕๘
๕ - ๑	IoMT/IoBT processing via 5G Network	๖๔

บทที่ ๑
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๑ (1G) เป็นยุคที่ใช้สัญญาณวิทยุส่งคลื่นเสียงเป็นแบบแอนะล็อก(Analog) เกิดขึ้นครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. ๒๕๒๒ ต่อมามีการพัฒนาการใช้สัญญาณวิทยุส่งคลื่นเสียงจากแบบแอนะล็อกเป็นแบบดิจิทัล (Digital) ทำให้การสื่อสารมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น สามารถรับส่งข้อความ(Text)ได้ จึงได้กำหนดให้เป็นเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๒ (2G) ต่อมาเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายได้มีการพัฒนาเป็นยุคที่ ๓ (3G) โดยมีขีดความสามารถในการรับส่งข้อมูลแบบมัลติมีเดีย (Multi media) และมีความเร็วในการรับส่งข้อมูลเพิ่มมากขึ้น สามารถเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต(Internet)ได้ตลอดเวลาและสามารถเชื่อมต่อดู TV Streaming ได้ ต่อมาเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายได้มีการพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพ ให้สามารถรับส่งข้อมูลได้เร็วสูงยิ่งขึ้นแบบความเร็วสูงพิเศษ สามารถเชื่อมต่อเสมือนจริงในรูปแบบสามมิติ (Three-dimensional) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๔ (4G) และในปัจจุบัน เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายได้พัฒนาขึ้นอีกหนึ่งระดับ เข้าสู่ยุคที่ ๕ (5G) ซึ่งมีความเร็วสูงกว่ายุคที่ ๔ หลายเท่าตัว และรองรับอุปกรณ์โทรศัพท์อัจฉริยะ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สมัยใหม่ได้เป็นจำนวนมาก ซึ่งจะเป็นการทำให้โลกเดินทางเข้าสู่ยุคของอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) หรือ โลกที่มีทุกสิ่งทุกอย่างเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต

วิวัฒนาการของเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายนั้น มีหัวใจหลักคือการส่งข้อความในรูปแบบต่างๆ ที่มีขนาดใหญ่ และปริมาณมากๆ ไปยังเครื่องรับปลายทางได้เป็นจำนวนมากและรวดเร็ว โดยใช้คลื่นความถี่เป็นตัวกลาง และมีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ในระบบเป็นตัวช่วยในการแปลงข้อความเป็นรหัสแล้วฝากไปกับคลื่นความถี่ และเครื่องรับปลายทางก็จะทำหน้าที่ถอดรหัสแล้วแปลงเป็นข้อความให้ผู้รับปลายทาง ดังนั้น สิ่งสำคัญที่ทำให้เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเรื่อยๆ คือการพัฒนาเทคโนโลยีของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ที่ทำหน้าที่แปลงข้อความ เช่น อุปกรณ์มัลติเพล็กเซอร์ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เรารู้จักกันในนามเครื่องรับส่งวิทยุคมนาคมแบบต่างๆ นั่นเอง

ในปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายเข้าสู่ยุคที่ ๕ หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า ยุค 5G นั้น ประสิทธิภาพและขีดความสามารถในการสื่อสารมีหลายรูปแบบ ทั้งความรวดเร็วในรับส่งข้อมูล ความเร็วในการตอบสนอง และความสามารถในการรองรับอุปกรณ์ปลายทางได้จำนวนมาก ซึ่งขีดความสามารถต่างๆ เหล่านี้ ได้ถูกนำมาใช้กับเครื่องมือต่างๆ รวมทั้งยุทโธปรณ์ที่ใช้ในการป้องกันประเทศ เช่น การนำสัญญาณเรดาร์จากแนวชายแดน ส่งผ่านระบบ 5G ไปประมวลผลที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ส่วนหลัง ในลักษณะเดียวกันนี้ก็สามารถใช้กับกล้องวงจรปิด (CCTV) และอุปกรณ์ตรวจจับ (sensor) ต่างๆ ทั้งที่ติดตั้งประจำที่ และติดตั้งกับคน สัตว์ สรรพสิ่งที่มีการเคลื่อนที่

ในขณะเดียวกันเรายังสามารถส่งคำขอข่าวแบบอิเล็กทรอนิกส์จากหน่วยงานในพื้นที่ส่วนหลัง ไปยังอุปกรณ์ต่างๆ ตามแนวชายแดนหรือพื้นที่เป้าหมาย โดยผ่านเครือข่ายเทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สายยุคที่ ๕ ให้ทำงานตามที่ต้องการได้เช่นกัน อีกแนวทางหนึ่งคือการควบคุมบังคับบัญชา (Command/Control) ให้ยุทโธปกรณ์หรือสิ่งอุปกรณ์ต่างๆ ในระยะไกล รวมทั้งอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aviation Vehicle: UAV) หรือโดรน (Drone) ก็สามารถควบคุมและสั่งการยุทโธปกรณ์เหล่านั้นโดยผ่านระบบ 5G ได้เช่นกัน

ในด้านการป้องกันราชอาณาจักรในยามปกติ กองทัพไทย มีหน้าที่หนึ่งคือการเตรียมกำลัง ทั้งกำลังทหารและกำลังที่ไม่ใช่ทหาร การเตรียมกำลังในรูปแบบหนึ่งคือ การเตรียมสนามรบด้านการข่าว เช่น การจัดทำและพัฒนาข้อมูลภูมิประเทศ ภูมิอากาศ และขีดความสามารถของข้าศึก รวมถึงการเตรียมความพร้อมของยุทโธปกรณ์และสิ่งอุปกรณ์ต่างๆ และการเตรียมความพร้อมในยามปกติอีกประการหนึ่งคือ การฝึกตามแผนป้องกันประเทศ แต่สิ่งสำคัญสิ่งหนึ่งซึ่งไม่สามารถละเลยหรือมองข้ามได้คือ ระบบการสื่อสารซึ่งเป็นตัวกลางที่ใช้กับเครื่องมือในการเตรียมกำลัง หรือระบบการสื่อสารที่ใช้ในการควบคุมบังคับบัญชาไปยังหน่วยรองและกองกำลังต่างๆ

ระบบการสื่อสาร ประกอบด้วย อุปกรณ์รับส่งข่าวสาร และเครือข่ายการสื่อสาร ทั้งแบบใช้สายและแบบไร้สาย แต่ระบบการสื่อสารนั้นมีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาขีดความสามารถอย่างต่อเนื่องไปตามเทคโนโลยี ดังนั้น ระบบการสื่อสารที่ทันสมัย เป็นส่วนทำให้กำลังรบที่ใช้ในการป้องกันราชอาณาจักรมีประสิทธิภาพ และอำนาจกำลังรบสูงขึ้นตามลำดับ

ในการเตรียมกำลังหรือการเตรียมความพร้อมในการใช้กำลังนั้น มีงานหนึ่งในหลายๆงานที่ต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่องและพัฒนาให้ทันสมัยตลอดเวลา คือ งานด้านการข่าว ซึ่งมีระบบงานและเครื่องมือมากมายที่ต้องนำมาใช้ในกระบวนการผลิตข่าวกรอง หรือการดำเนินการตามวงรอบข่าวกรอง ระบบเฝ้าตรวจเป็นระบบหนึ่งที่ใช้ในการรวบรวมข่าวสาร และรวบรวมข่าวกรองทางอิเล็กทรอนิกส์ ชุดอุปกรณ์หรือเครื่องมือในระบบเฝ้าตรวจ ต้องการระบบการสื่อสารที่มีความมั่นคง คล่องตัว และตอบสนองความต้องการได้อย่างรวดร็ว และการฝึกการใช้กำลังในการป้องกันราชอาณาจักรตามแผนป้องกันประเทศก็เช่นเดียวกัน ยุทโธปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในอนาคต จะเป็นยุทโธปกรณ์ที่สามารถควบคุม/สั่งการได้ระยะไกล รวมทั้งอากาศยานและยานรบต่างๆ ก็เช่นกัน ก็จะเป็นอากาศยานและยานรบแบบไร้คนขับที่สามารถควบคุม/สั่งการได้ระยะไกล ซึ่งก็ต้องการระบบการสื่อสารที่มีความมั่นคง คล่องตัว และมีความไวในการตอบสนองต่ออุปกรณ์ทั้งหลายเหล่านั้น

ในปัจจุบันมีระบบการสื่อสารที่ใช้สนับสนุนภารกิจการป้องกันราชอาณาจักร ยังเป็นเครื่องมือสื่อสารในยุคที่ ๑ หรือยุคที่ ๒ เป็นจำนวนมาก ซึ่งในขณะเดียวกันระบบเฝ้าตรวจ ระบบป้องกันภัยทางอากาศ ระบบอาวุธ และระบบประมวลผล ในการป้องกันราชอาณาจักร เทคโนโลยีได้พัฒนาไปมากแล้ว ทำให้เกิดปัญหาการสื่อสารไม่สัมพันธ์กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ดังกล่าว

ดังนั้น จึงเป็นที่มาของงานวิจัยฉบับนี้ ที่มุ่งเน้นจะศึกษา วิเคราะห์ ขีดความสามารถข้อจำกัด ของเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G) สำหรับใช้เป็นเครือข่าย (Network) ในการเชื่อมต่อ (Connect) เข้ากับอุปกรณ์ทางทหารสมัยใหม่ในรูปแบบของอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Thing: IoT) เช่น เรดาร์ (Radar) อุปกรณ์กล้องวงจรปิด (CCTV) แบบติดตั้งอิสระ (Standalone) อุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) แบบติดตั้งอิสระ (Standalone) อุปกรณ์ชุดควบคุม

ยุทโธปกรณ์ต่างๆ และอุปกรณ์ชุดควบคุมยานรบแบบไร้คนขับ เพื่อนำข้อมูลที่ได้รับมาประมวลผลสำหรับการเตรียมการในการป้องกันราชอาณาจักรยามปกติ รวมทั้งใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนารูปแบบเครือข่าย (Network) และการเชื่อมต่อเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G) เข้ากับอุปกรณ์ทางทหารสมัยใหม่ของอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Thing: IoT) ของกองทัพไทย โดยอ้างอิงแนวคิดการปฏิบัติการที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลาง (Network Centric Operations : NCO) รวมทั้งการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่าย 5G ของกองทัพไทยกับภาคเอกชน ทั้งเครือข่าย 5G และเครือข่ายการสื่อสารอื่นๆ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

๑. เพื่อศึกษา วิเคราะห์ ขีดความสามารถ และข้อจำกัด ของเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G) สำหรับใช้เป็นเครือข่าย (Network) ในการเชื่อมต่อ (connect) เข้ากับอุปกรณ์ทางทหารสมัยใหม่ในรูปแบบของอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Thing: IoT) เช่น เรดาร์ (Radar) อุปกรณ์กล้องวงจรปิด (CCTV) แบบติดตั้งอิสระ (Standalone) อุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) แบบติดตั้งอิสระ (Standalone) อุปกรณ์ชุดควบคุมยุทโธปกรณ์ต่างๆ และอุปกรณ์ชุดควบคุมยานรบแบบไร้คนขับ เพื่อนำข้อมูลที่ได้รับมาประมวลผล สำหรับการเตรียมการในการป้องกันราชอาณาจักรยามปกติ

๒. เพื่อนำเสนอรูปแบบเครือข่าย (Network) เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G) และรูปแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทางทหารสมัยใหม่ของอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Thing: IoT) ของกองทัพไทย โดยอ้างอิงแนวคิดการปฏิบัติการที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลาง (Network Centric Operations : NCO) รวมทั้งการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่าย 5G ของกองทัพไทยกับภาคเอกชน ทั้งเครือข่าย 5G และเครือข่ายการสื่อสารอื่นๆ

ขอบเขตการวิจัย

๑. ขอบเขตด้านเนื้อหา

๑.๑ การวิจัยนี้เน้นศึกษา วิเคราะห์ ขีดความสามารถ และข้อจำกัด ของเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G) สำหรับใช้เป็นเครือข่าย (Network) ในการเชื่อมต่อ (connect) เข้ากับอุปกรณ์ทางทหารสมัยใหม่ในรูปแบบของอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Thing: IoT) เช่น เรดาร์ (Radar) อุปกรณ์กล้องวงจรปิด (CCTV) แบบติดตั้งอิสระ (Standalone) อุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) แบบติดตั้งอิสระ (Standalone) อุปกรณ์ชุดควบคุมยุทโธปกรณ์ต่างๆ และอุปกรณ์ชุดควบคุมยานรบแบบไร้คนขับ เพื่อนำข้อมูลที่ได้รับมาประมวลผล สำหรับการเตรียมการในการป้องกันราชอาณาจักรยามปกติ

๑.๒ การวิจัยนี้เน้นหารูปแบบเครือข่าย (Network) เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G) และรูปแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทางทหารสมัยใหม่ของอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Thing: IoT) ของกองทัพไทย โดยอ้างอิงแนวคิดการปฏิบัติการที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลาง (Network Centric Operations : NCO) รวมทั้งการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่าย 5G ของกองทัพไทยกับภาคเอกชน ทั้งเครือข่าย 5G และเครือข่ายการสื่อสารอื่นๆ

๒. ขอบเขตด้านประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ ผู้บริหาร และเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการด้านการสื่อสารของกองทัพไทย

วิธีดำเนินการวิจัย

ดำเนินการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) ร่วมกับใช้การวิจัยเชิงพรรณนา (Descriptive Research) ดังนี้

๑. การรวบรวมข้อมูล

๑.๑ ข้อมูลทุติยภูมิ ดำเนินการโดยการศึกษาจากตำราและเอกสารต่างๆ

๑.๒ ข้อมูลปฐมภูมิ ดำเนินการโดยการสัมภาษณ์เชิงลึก ผู้บริหาร และเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการด้านการสื่อสารของกองทัพไทย เช่น พลโท สุเมธ นิลมัย นาวาอากาศโท วัชระ วงศ์สุขโข พลอากาศโท อนุวัฒน์ เพ็ชรวงศ์ นาวาอากาศเอก ชัยรัตน์ ทองประไพ พลโท วสันต์ สวนแก้ว พันโท เปรมปราโมช ชุ่มชื่น

๒. การวิเคราะห์ข้อมูล

ดำเนินการโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Context Analysis) และการวิเคราะห์เปรียบเทียบ และสังเคราะห์ข้อมูลทฤษฎี หลักการต่างๆ

๓. การนำเสนอข้อมูล

นำเสนอข้อมูลแบบรายงานวิจัยเชิงพรรณนาและวิเคราะห์ นำเสนอแนวคิดใหม่ๆ จากการวิจัย

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

๑. ทำให้ทราบถึงขีดความสามารถ และข้อจำกัด ของเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G) สำหรับใช้เป็นเครือข่าย (Network) ในการเชื่อมต่อ (connect) เข้ากับอุปกรณ์ทางทหารสมัยใหม่ในรูปแบบของอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Thing: IoT) เช่น เรดาร์ (Radar) อุปกรณ์กล้องวงจรปิด (CCTV) แบบติดตั้งอิสระ (Standalone) อุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) แบบติดตั้งอิสระ (Standalone) อุปกรณ์ชุดควบคุมยุทโธปกรณ์ต่างๆ และอุปกรณ์ชุดควบคุมยานรบแบบไร้คนขับ เพื่อนำข้อมูลที่ได้รับมาประมวลผล สำหรับการเตรียมการในการป้องกันราชอาณาจักรยามปกติ

๒. ได้รูปแบบเครือข่าย (Network) เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G) และรูปแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทางทหารสมัยใหม่ของอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Thing: IoT) ของกองทัพไทย โดยอ้างอิงแนวคิดการปฏิบัติการที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลาง (Network Centric Operations : NCO) รวมทั้งการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่าย 5G ของกองทัพไทยกับภาคเอกชน ทั้งเครือข่าย 5G และเครือข่ายการสื่อสารอื่นๆ

คำจำกัดความ

เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G)	หมายถึง	ระบบการสื่อสารแบบไร้สายสมัยใหม่ ซึ่งมีความสามารถในการส่งข้อมูลในปริมาณที่มากกว่าระบบการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๔ (4G) ถึง 1,000 เท่า
อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT)		หมายถึง เครือข่ายของวัตถุ อุปกรณ์ พาหนะ สิ่งปลูกสร้างและสิ่งของอื่นๆที่มีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซอฟต์แวร์ เซ็นเซอร์ และการเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่าย ฝังตัวอยู่ และทำให้วัตถุเหล่านั้นสามารถเก็บบันทึก และแลกเปลี่ยนข้อมูลได้
อุปกรณ์ตรวจจับ (sensor)	หมายถึง	อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณหรือปริมาณทางฟิสิกส์ต่างๆ เช่น อุณหภูมิ เสียง แสง การสัมผัส เป็นต้น
เครือข่าย (Network)	หมายถึง	กลุ่มของคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์สื่อสารชนิดต่างๆ ที่นำมาเชื่อมต่อกันเพื่อให้ผู้ใช้ในเครือข่าย สามารถติดต่อสื่อสาร แลกเปลี่ยนข้อมูลและใช้อุปกรณ์ต่างๆ ร่วมกันในเครือข่ายได้ เช่น เครือข่ายโทรศัพท์ เครือข่ายดาวเทียม เครือข่ายวิทยุ เป็นต้น

บทที่ ๒
หลักการ และแนวคิดการใช้งานเทคโนโลยี การสื่อสารไร้สาย ยุคที่ ๕ (5G)

การสื่อสารไร้สาย (Wireless Communication)

การสื่อสารไร้สาย หมายถึงการถ่ายโอนข้อมูลสารสนเทศระหว่างจุดสองจุดหรือมากกว่า โดยไม่ได้เชื่อมต่อกันด้วยตัวนำไฟฟ้า เทคโนโลยีไร้สายที่พบมากที่สุดใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น คลื่นวิทยุ ซึ่งอาจใช้งานในระยะทางสั้นๆ ในระดับเมตร จนถึงในระดับล้านกิโลเมตรลึกไปในอวกาศ การสื่อสารไร้สาย ที่แบ่งตามชนิดของการใช้งาน เช่น แบบอยู่กับที่ แบบเคลื่อนที่ และแบบพกพา ได้แก่ วิทยุสองทาง, โทรศัพท์มือถือ, ผู้ช่วยดิจิตอลส่วนตัว (personal digital assistants หรือ PDAs) และการสื่อสารไร้สายในทั่วๆ ไป เช่น ระบบ GPS, รีโมตประตูโรงรถ เม้าส์คอมพิวเตอร์ไร้สาย, แป้นพิมพ์และชุดหูฟังไร้สาย, หูฟังไร้สาย, เครื่องรับวิทยุไร้สาย, โทรทัศน์ผ่านดาวเทียมไร้สาย, เครื่องรับโทรทัศน์ทั่วไป เป็นต้น สำหรับการสื่อสารไร้สายที่ไม่ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ได้แก่ การใช้แสง, เสียง, สนามแม่เหล็กหรือสนามไฟฟ้า

การสื่อสารข้อมูลแบบไร้สายเป็นองค์ประกอบสำคัญของการประมวลผลแบบเคลื่อนที่ เทคโนโลยีที่สามารถใช้ได้มีความหลากหลายแตกต่างกันในแต่ละท้องถิ่น บางสถานการณ์ที่ผู้ใช้หลายคนจะเชื่อมต่ออุปกรณ์หลายประเภท หรือเชื่อมต่อเข้ากับหลายเครือข่าย เพื่อทำให้ง่ายในการเชื่อมต่อและประมวลผล จำเป็นต้องมีซอฟแวร์จัดการให้เป็นเครือข่ายเสมือนเดี่ยวที่มีการรักษาความปลอดภัยอย่างดี สำหรับเทคโนโลยีที่ใช้สนับสนุน เช่น

Wi-Fi (Wireless Fidelity) เป็นเครือข่ายท้องถิ่นไร้สายที่ช่วยให้อุปกรณ์การคำนวณแบบพกพาสามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้อย่างง่ายดาย (มาตรฐาน IEEE 802.11 b, g, n) Wi-Fi ให้ความเร็วเท่ากับบางชนิดของสายอีเธอร์เน็ต

บริการข้อมูลมือถือที่จะใช้ได้ภายในระยะ ๑๐ – ๑๕ กิโลเมตร จากสถานีฐาน ความเร็วในการรับส่งข้อมูลเพิ่มสูงขึ้นตามเทคโนโลยี

การสื่อสารเคลื่อนที่ผ่านดาวเทียม มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการขนส่ง การบิน การเดินเรือ การทหาร เป็นต้น

เทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สายที่กองทัพไทยใช้งานในปัจจุบัน

กองทัพไทย มีการสื่อสารแบบไร้สาย และการสื่อสารข้อมูลแบบไร้สาย ใช้งานหลากหลายชนิด และหลากหลายเทคโนโลยี ทั้งแบบที่ใช้มาตรฐานทางทหารและแบบมาตรฐานเชิงพาณิชย์ ขึ้นอยู่กับภารกิจการใช้งาน พื้นที่การใช้งาน ประเภทของยุทโธปกรณ์

กองทัพไทย มีสวนราชการ ดังนี้ (๑) กองบัญชาการกองทัพไทย (๒) กองทัพบก (๓) กองทัพเรือ (๔) กองทัพอากาศ (๕) สวนราชการอื่นตามที่กำหนดโดยพระราชกฤษฎีกา

กองบัญชาการกองทัพไทย มีหนาที่ควบคุม อำนวยการ สั่งการและกำกับดูแล การดำเนินงานของสวนราชการในกองทัพไทยในการเตรียมกำลัง การปองกันราชอาณาจักร และการดำเนินการเกี่ยวกับการใชกำลังทหาร ตามอำนาจหนาที่ของกระทรวงกลาโหมใหเกิดประสิทธิภาพสูงสุด มีผูบัญชาการทหารสูงสุดเปนผูบังคับบัญชารับผิดชอบ การสื่อสารที่ใช้งานเพื่อให้บรรลุประสงค์ตามหน้าที่มีทั้งการสื่อสารแบบสายและแบบไร้สาย แต่การสื่อสารหลักของกองบัญชาการกองทัพไทย คือระบบโทรคมนาคมทหาร เป็นเครือข่ายสื่อสารข้อมูลแบบปิด เครื่องมือสื่อสารที่ใช้ในการเชื่อมโยงข้อมูล มีทั้งแบบใช้สายคือสายใยแก้วนำแสง และแบบไร้สายคือวิทยุไมโครเวฟแบบจุดต่อจุด สำหรับการเชื่อมโหนดการสื่อสารเข้าด้วยกัน และเชื่อมต่อจากโหนดการสื่อสารไปยังหน่วยใช้งานทั้งส่วนราชการภายในกองบัญชการกองทัพไทย และเหล่าทัพ รวมทั้งส่วนราชการอื่น

กองทัพบก มีหนาที่เตรียมกำลังกองทัพบก การปองกันราชอาณาจักร และดำเนินการเกี่ยวกับการใชกำลังกองทัพบก ตามอำนาจหนาที่ของกระทรวงกลาโหม มีผูบัญชาการทหารบกเปนผูบังคับบัญชารับผิดชอบ การสื่อสารที่ใช้งานเพื่อให้บรรลุประสงค์ตามหน้าที่มีทั้งการสื่อสารแบบสายและแบบไร้สาย แต่การสื่อสารหลักของกองทัพบก คือ ข่ายวิทยุสื่อสารประเภทต่างๆ ทั้งในระดับกองพลและหน่วยรองของกองพลลงไป เช่น ข่ายวิทยุกองพล เป็นต้น สำหรับเครือข่ายสื่อสารข้อมูลของกองทัพบก ที่ใช้ในการควบคุมบังคับบัญชาหน่วยรองในส่วนภูมิภาค ใช้เครือข่ายระบบโทรคมนาคมทหารเป็นหลัก และกองทัพบกจัดดำเนินการด้วยตนเองในบางพื้นที่

กองทัพเรือ มีหนาที่เตรียมกำลังกองทัพเรือ การปองกันราชอาณาจักร และดำเนินการเกี่ยวกับการใชกำลังกองทัพเรือตามอำนาจหนาที่ของกระทรวงกลาโหม มีผูบัญชาการทหารเรือเปนผูบังคับบัญชารับผิดชอบ การสื่อสารที่ใช้งานเพื่อให้บรรลุประสงค์ตามหน้าที่มีทั้งการสื่อสารแบบสายและแบบไร้สาย แต่การสื่อสารหลักของกองทัพเรือ คือ ข่ายวิทยุสื่อสารประเภทต่างๆ ในการติดต่อสื่อสารระหว่างเรือ และระหว่างเรือกับสถานีชายฝั่ง ส่วนใหญ่จะใช้วิทยุสื่อสาร ย่านความถี่ HF/SSB สำหรับเครือข่ายสื่อสารข้อมูลของกองทัพเรือ ที่ใช้ในการควบคุมบังคับบัญชาหน่วยรองในส่วนภูมิภาค ใช้เครือข่ายระบบโทรคมทหารเป็นหลัก และกองทัพเรือจัดดำเนินการด้วยตนเองในบางพื้นที่

กองทัพอากาศ มีหนาที่เตรียมกำลังกองทัพอากาศ การปองกันราชอาณาจักร และดำเนินการเกี่ยวกับการใชกำลังกองทัพอากาศตามอำนาจหนาที่ของกระทรวงกลาโหม มีผูบัญชาการทหารอากาศเปนผูบังคับบัญชารับผิดชอบ การสื่อสารที่ใช้งานเพื่อให้บรรลุประสงค์ตามหน้าที่มีทั้งการสื่อสารแบบสายและแบบไร้สาย แต่การสื่อสารหลักของกองทัพอากาศ คือ ระบบโทรคมนาคม

กองทัพอากาศและระบบโทรคมนาคมทหาร ที่ใช้ในการเชื่อมโยงข้อมูลจากระบบเฝ้าตรวจ เช่น สัญญาณเรดาร์จากสถานีต่างๆ ทั่วทุกภูมิภาค และข่ายวิทยุติดต่ออากาศยาน

จะเห็นได้ว่า รูปแบบการสื่อสารไร้สายของกองทัพไทย ทั้งในส่วนกองบัญชาการกองทัพไทยและเหล่าทัพ จะใช้เครื่องมือสื่อสารไร้สายมี ๒ แบบ คือ การสื่อสารข้อมูลแบบไร้สาย ในลักษณะเครือข่ายสื่อสารข้อมูลร่วมกองทัพไทย ใช้วิทยุไมโครเวฟเทคโนโลยี SDH (Synchronous Digital Hierarchy) และชุดวิทยุเชื่อมโยงแบบ WiFi เป็นอุปกรณ์เชื่อมโยงแบบไร้สาย ในลักษณะการใช้งานเป็นลักษณะจุดต่อจุด(Point-to-Point) ทำให้การติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ปลายทางได้จำนวนน้อย ความเร็วต่ำ และสิ้นเปลืองช่องสัญญาณ และการสื่อสารอีกประเภทหนึ่ง คือการสื่อสารไร้สายที่เป็นข่ายวิทยุสื่อสาร (Radio Net) สำหรับงานการควบคุมบังคับบัญชา และการประสานงานของหน่วยขนาดเล็ก ที่มีที่พื้นที่ปฏิบัติการไม่กว้างขวางมากนัก

สำหรับการสื่อสารไร้สายประเภทโทรศัพท์ ในยุคต่างๆ กองทัพไทยใช้บริการของผู้ประกอบการภาคเอกชน ใช้สำหรับงานบังคับบัญชาและงานธุรการในสถานการณ์ภาวะปกติ สำหรับอุปกรณ์เฝ้าตรวจในระดับต่างๆ ทั้งในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ยังไม่มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย

ทฤษฎีเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๑ (1G)

เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๑ (First Generation: 1G) เป็นยุคที่ใช้สัญญาณวิทยุในการส่งคลื่นเสียง โดยใช้วิธีการปรับสัญญาณแอนะล็อก (Analog) เข้าช่องสื่อสาร ซึ่งแบ่งความถี่ออกเป็นช่องเล็กๆ สามารถใช้งานทางด้านเสียง(voice) ได้อย่างเดียว คือ ใช้โทรออก-รับสายเท่านั้น ถือเป็นยุคแรกของการพัฒนาระบบโทรศัพท์แบบเซลลูลาร์โดยไม่รองรับการส่งผ่านข้อมูลใดๆ จึงมีข้อจำกัดหลายๆ เรื่อง ใช้งานช่องสัญญาณไม่เต็มประสิทธิภาพ คุณภาพเสียงไม่ดี ตัวเครื่องใหญ่ เปลืองแบตเตอรี่ รองรับเลขหมายและพื้นที่บริการได้ค่อนข้างน้อย และส่งข้อมูล ได้จำกัดเพียง 2 Kbps เป็นต้น ดังแผนภาพที่ ๒.๑ โทรศัพท์มือถือ ยุค 1G

ยคุที่ ๑ ได้รับการพัฒนาขึ้นในเวลาใกล้เคียงกัน ๓ – ๔ ระบบ แต่ระบบที่ ได้รับความนิยมสูงที่สุดในช่วงนั้นชื่อว่า AMPS (Advanced Mobile Phone System) ซึ่งใช้เทคนิคการมอดูเลตสัญญาณแบบ FDMA (Frequency Division Multiple Access) และใช้ช่วงความถี่ย่าน 800 - 900 MHz

แผนภาพที่ ๒ - ๑ โทรศัพท์มือถือ ยุค 1G

ที่มา : “เทคโนโลยี 1G - 5G”. http://thunjiraromruen.blogspot.com (ออนไลน์),2563.

ทฤษฎีเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๒ (2G)

เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๒ (Second Generation: 2G) เป็นยุคที่เปลี่ยนจากการส่งคลื่นแบบแอนะล็อก (Analog) มาเป็นการใช้สัญญาณดิจิทัล (Digital) โดยส่งผ่านทางคลื่นไมโครเวฟ (Microwave) ทำให้สามารถใช้งาน ทางด้านข้อมูลได้นอกเหนือจากการใช้งานทางเสียงเพียงอย่างเดียว โดยสามารถส่งข้อมูลต่างๆ เช่น รับส่งข้อมูลได้ 64-144 Kbps บริการรับส่งข้อความสั้น (Short Message Service: SMS) ภาพและมัลติมีเดีย (Multimedia Message Service: MMS) ได้ และเชื่อมโยงได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นเรื่อยๆ จนเกิดการกำหนดเส้นทางการเชื่อมกับสถานีฐาน หรือที่เรียกว่า cell site และก่อให้เกิดระบบ GSM (Global System for Mobilization) ซึ่งทำให้เราสามารถถือโทรศัพท์เครื่องเดียวไปใช้ได้เกือบทั่วโลก หรือที่เรียกว่า โรมมิ่ง (Roaming) ยุค 2G นี้ ถือเป็นยุคเริ่มต้นแห่งการเฟื่องฟูของโทรศัพท์มือถือ ทำให้ปริมาณผู้ใช้โทรศัพท์มือถือมีมากขึ้น การส่งข้อมูลของยุค 2G นี้ เป็นยุคที่มีการเริ่มของ Download Ringtone , Wallpaper , Graphic ต่างๆ แต่ก็จะจำกัดอยู่ที่การ Download Ringtone แบบ Monotone และ ภาพ Graphic ต่างๆ ก็เป็นเพียงแค่ภาพขาว-ดำที่มีความละเอียดต่ำเท่านั้น ดังแผนภาพที่ ๒.๒ โทรศัพท์มือถือยุค 2G

ยุค 2.5G เป็นยุคก้ำกึ่งระหว่าง 2G และ 3G ซึ่งยุคนี้เป็นยุคที่กำเนิดเทคโนโลยี GPRS (General Packet Radio Service) นั่นเอง ตามหลักการแล้วเทคโนโลยี GPRS นี้สามารถส่งข้อมูลได้ที่ความเร็วสูงสุดที่ 115 Kbps แต่ในความเป็นจริง ความเร็วของ GPRS จะถูกจำกัดให้อยู่ที่ประมาณ 40 kbps เท่านั้น

ยุค 2.75G เป็นยุคก่อนจะมาถึงยุค 3G เราก็ยังมี 2.75G ด้วย ซึ่งเป็นช่วงที่เริ่มมีการใช้เทคโนโลยี EDGE (Enhanced Data rates for Global Evolution) นั่นเอง EDGE นั้นถือเป็นเทคโนโลยีต่อยอดของ GPRS และถูกเรียกกันว่าเทคโนโลยียุค 2.75 G (อย่างไม่เป็นทางการ) ลักษณะการทำงานของ EDGE นั้นจะเป็นการพัฒนาปรับปรุงคุณภาพความเร็วจากพื้นฐานของ GPRS ให้มีความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูลได้สูงขึ้น

แผนภาพที่ ๒ - ๒ โทรศัพท์มือถือ ยุค 2G

ที่มา : “เทคโนโลยี 1G - 5G”. http://thunjiraromruen.blogspot.com (ออนไลน์),2563.

ทฤษฎีเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๓ (3G)

เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๓ (Third Generation: 3G) ตรงกับมาตรฐาน IMT-2000 (International Mobile Telecommunications-2000) ของ สหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศหรือ ITU (International Telecommunication Union) ยุค 3G ได้ถูกพัฒนาและใช้งานในช่วงต้นทศวรรษ 2000 ในยุโรปเรียกระบบนี้ว่า UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) ตามแผนภาพที่ ๒.๓ โทรศัพท์มือถือ ยุค 3G

3G นี้สามารถใช้ได้อย่างกว้างขวางและแพร่หลายครอบคลุมการสื่อสารได้ทั้งหมด เทคโนโลยีที่ถูกนำมาใช้ในขณะนั้นคือ CDMA (Code Division Multiple Access) โดย 3G UMTS ใช้แบบ Wideband CDMA (WCDMA) ถือเป็นคู่แข่งขันกับเทคโนโลยีที่ใช้สายสัญญาณสำหรับธุรกิจหรือภาคอุตสาหกรรมอย่าง ISDN (Integrated Services Digital Network) ที่ใช้สายโทรศัพท์หรือสายใยแก้วนำแสง เพื่อการสื่อสารทั้งเสียงและข้อมูล รวมทั้งแข่งกับ DSL (Digital Subscriber Line) สำหรับการใช้งานอินเตอร์เน็ตบรอดแบนด์ตามบ้าน

คุณสมบัติเด่นของระบบนี้คือ การบริการรับส่งข้อมูลแบบมัลติมีเดียได้ด้วยความเร็ว 2 Mbps จึงสามารถรองรับบริการและแอปพลิเคชั่นต่างๆ ได้หลากหลายขึ้น เช่น วิดีโอสตรีมมิง ทีวีสตรีมมิ่ง วิดีโดคอลล์และ เกมออนไลน์แบบ ๓ มิติ เป็นต้น

คุณสมบัติหลักที่เด่นๆ อีกอย่างหนึ่งของระบบ 3G ก็คือ Always On นั่นคือ มีการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายของ 3G ตลอดเวลาที่เราเปิดโทรศัพท์ด้วย

แผนภาพที่ ๒ - ๓ โทรศัพท์มือถือ ยุค 3G

ที่มา : “เทคโนโลยี 1G - 5G”. http://thunjiraromruen.blogspot.com (ออนไลน์),2563.

ทฤษฎีเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๔ (4G)

เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๔ (Forth Generation: 4G) เป็นเครือข่ายไร้สายความเร็วสูงชนิดพิเศษ หรือเป็นเส้นทางด่วนสำหรับข้อมูลแบบไร้สาย โดยที่ไม่ต้องอาศัยสายสัญญาณ รวมถึงคุณสมบัติการเชื่อมต่อเสมือนจริงในรูปแบบสามมิติ (three-dimensional) ระหว่างผู้ใช้โทรศัพท์ด้วยกันเอง สามารถส่งผ่านข้อมูลแบบไร้สายด้วยระดับความเร็วสูงที่เพิ่มขึ้นถึง 100 Mbps เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๔ นี้ ตามแผนภาพที่ ๒.๔ โทรศัพท์มือถือ ยุค 4G มี ๓ เทคโนโลยี ดังนี้

๑. เทคโนโลยี LTE (Long Term Evolution) เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่ถูกนำมาทดลองใช้ในยุค 4G โดยเกิดจากความร่วมมือของ 3GPP (3rd Generation Partnership Project) ที่มีการพัฒนาให้ LTE มีความเร็วมากกว่ายุค 3G ถึง ๑๐ เท่า โดยมีความสามารถในการส่งถ่ายข้อมูลและมัลติมีเดียสตรีมมิ่งที่มีความเร็วอย่างน้อย 100 Mbps และมีความเร็วสูงสุดถึง 1 Gbps โดยใช้เทคนิคการทำงานเดิม แต่ใช้เทคโนโลยีการเพิ่มสายอากาศรับ-ส่ง แบบหลายเส้นทาง เรียกว่า Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) ทำให้ช่องทาง DL มีจำนวนมากขึ้น โดยแบ่งเป็น ๒ ชื่อมาตรฐาน คือ 4G LTE (UL 50 Mbps DL 100 Mbps) และ LTE Advanced (UL 500 Mbps DL 1,000 Mbps)

LTE ได้แบ่งใช้ช่วงกว้างคลื่นที่ 20 หรือ 40 MHz ไว้ในแต่ละความถี่ที่ถูกนำมาวางระบบให้ใช้งานกลายเป็นข้อจำกัดหนึ่ง ในแง่ที่หากต้องการช่วงความถี่ที่กว้างขึ้นเพื่อเพิ่มความเร็วในการสื่อสารจะไม่สามารถทำได้หากมีแบนด์วิธจำกัด

เทคนิคหนึ่งที่ LTE นำมาใช้ในการเพิ่มความเร็วคือการรวมหลายคลื่นที่รองรับการทำงานมาใช้ร่วมกันเรียกว่า Carrier Aggregation (CA) โดยตั้งแต่ cat-6 ขึ้นมาเริ่มมีการนำเอา CA มาใช้ทำให้ความเร็วเพิ่มขึ้นมาก และถูกตั้งชื่อเรียกใหม่ว่า LTE Advanced (LTE-A) และตั้งแต่ Cat-

12 ขึ้นมา ถูกเรียกว่า LTE-A Pro (LTE Advanced Pro) ดังนี้ (๑) cat-6 ที่ DL 300 Mbps รองรับ 2 x CA (๒) cat-12 ที่ DL 600 Mbps รองรับ 3 x CA (๓) cat-18 ที่ DL 1.2 Gbps รองรับ 5 x CA

ความโดดเด่นของ 4G คือ ถูกออกแบบมาเพื่อการใช้งานบนเครือข่ายที่กินพื้นที่กว้างก็ได้ หรือจะทำเป็นเครือข่ายขนาดย่อม ๆ แบบ WLAN ได้อีกด้วย นั่นเป็นเหตุให้หลายคนมองว่า 4G จะมาเบียดเทคโนโลยีของ Wi-Fi เพราะสามารถใช้งานได้ทั้งสองแบบ

LTE ใช้เทคโนโลยี Quadrature Amplitude Modulation (QAM) เริ่มต้นใช้งานที่ 16-QAM (4-bit) ถึงแม้ QAM เป็นเทคโนโลยีเก่ากว่า ๒๐ ปี แต่มีความสามารถรับ-ส่งข้อมูลได้จำนวนบิตข้อมูลต่อความถี่ (bit per hertz) สูง และใน categories ใหม่ๆ ของ LTE ที่ต้องการความเร็วสูงขึ้นก็สามารถเพิ่ม QAM ให้สูงขึ้น เช่น 64-QAM (6-bit) 256-QAM (8-bit) เป็นต้น ทำให้ยิ่งสามารถส่งบิตข้อมูลต่อความถี่ได้มากขึ้นโดยช่วงกว้างคลื่นเท่าเดิม ซึ่งการทำงานตรงนี้ต้องอาศัยความสามารถของตัวอุปกรณ์สื่อสารที่ประมวลผลสัญญาณดิจิตอลได้รวดเร็วโดยใช้ตัว Digital Signal Processor (DSP) คำนวณเวกเตอร์และสมการทางคณิตศาสตร์ โพรเซสเซอร์ที่ออกแบบด้วยสถาปัตยกรรม RISC (Reduced Instruction Set Computer) สามารถจัดการและประมวลผล QAM ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง ทำให้บริษัท ARM ผู้ที่คิดค้น ออกแบบ และจำหน่ายสิทธิ์การผลิตโพรเซสเซอร์ (IP Core) นั้นก้าวขึ้นมาเป็นบริษัทที่เติบโตอย่างมากในยุคเฟื่องฟูของโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ทโฟนรวมถึงอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับเครือข่าย LTE ที่ต้องมีโพรเซสเซอร์เพื่อใช้รับ-ส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายแทบทุกตัวจะใช้ชิพที่มีโครงสร้างภายในเป็น ARM

๒. เทคโนโลยี UMB (Ultra Mobile Broadband) ที่พัฒนามาจากมาตรฐาน CDMA2000 ซึ่งเป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในยุค 3G นั่นเอง

๓. เทคโนโลยี Wimax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) เป็นเทคโนโลยีบรอดแบนด์ไร้สายความเร็วสูง โดยพัฒนามาจากมาตรฐาน IEEE 802.16 ซึ่งเป็นมาตราฐานเดียวกันกับ Wi-Fi แต่มาตรฐาน Wimax สามารถส่งสัญญาณได้ไกลถึง ๔๐ ไมล์ ด้วยความเร็ว 70 Mbps และมีความเร็วสูงสุด 100 Mbps

ปัจจุบันนี้มีเพียง ๒ เทคโนโลยีที่ถูกนำมาใช้ในยุค 4G คือ เทคโนโลยี LTE และ Wimax ซึ่งเกือบทุกประเทศทั่วโลกใช้เทคโนโลยี 4G LTE แต่มีเพียงบางประเทศเท่านั้นที่ใช้เทคโนโลยี 4G Wimax เช่น ประเทศญี่ปุ่น ไต้หวัน บังคลาเทศ เป็นต้น ในยุค 4G นี้ถือว่าเป็นยุคที่ถูกพัฒนาก้าวมาอีกขั้นโดยมีความเร็วในการรับส่งข้อมูลมากกว่ายุค 3G ที่ช่วยตอบสนองการใช้งานผ่านอินเตอร์เน็ตไร้สายให้ดีขึ้น ทำให้สามารถส่งรับข้อมูลได้รวดเร็วกว่าเดิม และสามารถใช้โปรแกรมมัลติมีเดียได้อย่างเต็มที่ เช่น การสนทนาผ่านโปรแกรม Video Conference ในระดับความคมชัดแบบ HD โหลดหนัง ฟังเพลง โดยไม่สะดุด และยังสามารถอัพโหลด – ดาวน์โหลดข้อมูลที่มีขนาดไฟล์ใหญ่ๆ ซึ่งใช้เวลาเพียงไม่นาน นอกจากนี้เทคโนโลยี 4G LTE ได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายมากกว่า ๑๓๐ ประเทศทั่วโลก ทำให้สามารถใช้งานบนมาตรฐานเดียวกันทั่วโลก

แผนภาพที่ ๒ - ๔ โทรศัพท์มือถือ ยุค 4G

ที่มา : “เทคโนโลยี 1G - 5G”. http://thunjiraromruen.blogspot.com (ออนไลน์),2563.

ทฤษฎีเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G)

เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (Fifth Generation: 5G) เป็นเทคโนโลยีที่พัฒนามาจากเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายรุ่นที่ 4G LTE ในปัจจุบัน 5G ได้ออกแบบมาเพื่อรองรับสังคมสมัยใหม่ ซึ่งมีการสื่อสารข้อมูลเป็นไปด้วยความรวดเร็ว ในลักษณะการเชื่อมต่ออุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) นับพันล้านรายการเข้าด้วยกัน และนวัตกรรมในอนาคต เครือข่ายเทคโนโลยี 5G ดังแผนภาพที่ ๒.๕ เทคโนโลยีเครือข่าย 5G จะต้องดำเนินการร่วมกับเครือข่ายเทคโนโลยี 4G ที่มีอยู่ก่อนแล้ว ข้อเด่นของเทคโนโลยี 5G คือ การรับส่งข้อมูลปริมาณมากขึ้น และความเร็วมากขึ้น ข้อเด่นที่สำคัญมากของเทคโนโลยี 5G คือเวลาในการตอบสนองของอุปกรณ์ปลายทางที่เชื่อมต่อใช้งานในเครือข่ายที่รวดเร็ว หรือที่เรียกว่าเวลาหน่วง (Latency) เครือข่ายเทคโนโลยี 3G เวลาตอบสนองประมาณ ๑๐๐ มิลลิวินาที เครือข่ายเทคโนโลยี 4G เวลาตอบสนองประมาณ ๓๐ มิลลิวินาที และเครือข่ายเทคโนโลยี 5G เวลาตอบสนองประมาณ ๑ มิลลิวินาที ซึ่งเป็นเวลาที่ต่ำมากแบบต่อเนื่องจนแยกไม่ออก นี่เป็นการเปิดโลกใหม่ของแอปพลิเคชั่น

แผนภาพที่ ๒ - ๕ เทคโนโลยีเครือข่าย 5G

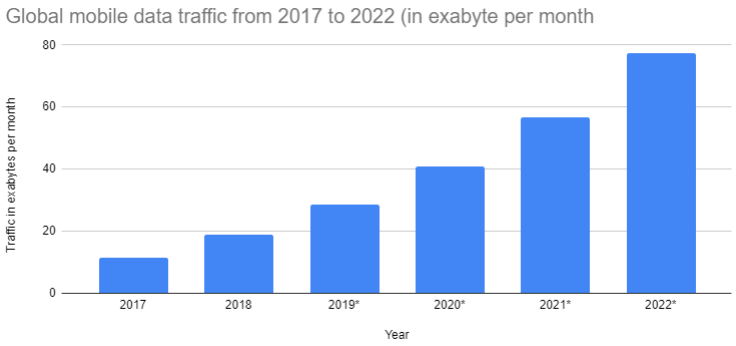
ที่มา : “เทคโนโลยี 1G - 5G”. http://thunjiraromruen.blogspot.com (ออนไลน์),2563.

สำหรับเทคโนโลยี 5G นั้น ไม่มีความหมายแตกต่างจากเทคโนโลยี 4G เดิม โดยยังคงสื่อถึงว่า "เราเดินมาถึงยุคการติดต่อสื่อสารในยุคที่ ๕ แล้วเท่านั้น" ซึ่งมีเป้าหมายพัฒนาเพื่อตอบโจทย์โลกหมุนเปลี่ยนไป รวมถึงการมาของ Internet of Things อย่างเช่น Smart Home, Smart Infrastructure, Smart City, Smart Car เป็นต้น ตามคอนเซ็ปต์ “Anything that can be connected, will be connected.” หรือสิ่งใดที่สามารถเชื่อมต่อกันได้ก็จะถูกเชื่อมต่อด้วยระบบอินเทอร์เน็ต แต่เพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพสูงสุด และสิ่งใดที่ต้องการแสดงผลแบบเรียลไทม์จำเป็นต้องมีความรวดเร็วในการรับส่งข้อมูล เช่น การศึกษา การขนส่ง การแพทย์ เป็นต้น โดยเทคโนโลยี 5G นั้นได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อก้าวข้ามขีดจำกัดในเรื่องเวลาตอบสนองการใช้งานในเครือข่ายเทคโนโลยีการสื่อสารข้อมูลไร้สายในปัจจุบัน สิ่งสำคัญนี้สามารถตอบสนองความต้องการทางด้านธุรกิจและการดำเนินชีวิตในอนาคต โดยเทคโนโลยี 5G นี้มีคุณสมบัติและขีดความสามารถ แบ่งเป็น ๓ ประเภท ดังนี้

๑. การเพิ่มสมรรถนะการสื่อสารเคลื่อนที่แบบบรอดแบนด์ (Enhanced Mobile Broadband : eMBB)

เป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการรับส่งข้อมูลของเครือข่ายให้เร็วขึ้น หรือได้ปริมาณข้อมูลมากขึ้นในเวลาที่น้อยลง จากความเร็วสูงสุดที่ตัวเลขระดับ Mbps ใน 3G ก้าวขึ้นมาสู่ตัวเลขระดับ Gbps ใน 4G แล้วสิ่งที่คาดหวังใน 5G คือระดับ ๑๐-๑๐๐ Gbps ดังแผนภาพที่ ๒.๖ ปริมาณการรับส่งข้อมูลในอนาคต

แผนภาพที่ ๒ - ๖ ปริมาณการรับส่งข้อมูลในอนาคต



ที่มา : “เทคโนโลยี 1G - 5G”. http://thunjiraromruen.blogspot.com (ออนไลน์),2563.

จากการเก็บสถิติการใช้งานข้อมูลบนเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั่วโลก พบว่าความต้องการในการรับ-ส่งข้อมูลเพิ่มขึ้นอย่างมาก ในปี ๒๐๑๗ การใช้งานข้อมูลโดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 11.5 exabytes ต่อเดือน (ข้อมูลจาก Cisco) ส่วนสิ้นปีนี้คาดว่าตัวเลขจะอยู่ที่ประมาณ 28.5 exabytes ต่อเดือน ซึ่งเป็นตัวเลขที่เพิ่มขึ้นจากเมื่อ ๒ ปีที่ผ่านมาประมาณเกือบ ๓ เท่า และในปี ๒๐๒๒ ปริมาณการใช้งานเฉลี่ยอาจถึง 80 exabytes ต่อเดือน แสดงว่า ปัจจุบันความต้องการในการใช้งานข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตนั้นสูงมาก และเครือข่าย LTE ไม่น่าจะเพียงพอที่จะรองรับความต้องการที่จะกำลังเกิดขึ้น

เทคโนโลยี 5G จะตอบสนองความต้องการที่เพิ่มขึ้นเหล่านี้ได้ และตอบสนองได้เกินกว่าความต้องการที่คาดไว้มาก นี่อาจเป็นช่องทางที่จะใช้ทดแทนเครือข่ายสาย (Wired) ที่ให้บริการอยู่ได้ และในปัจจุบันได้มีการนำเครือข่าย 4G มาประยุกต์ใช้งานอยู่บ้างแล้วในรูปแบบที่เราเรียกกันว่า Mobile Broadband โดยใช้อุปกรณ์ Mobile Router หรือ Pocket Wireless Access Point เป็นตัวเชื่อมต่อกับผู้ให้บริการเครือข่ายเพื่อใช้บริการอินเตอร์เน็ต ซึ่งใน 4G นั้นสามารถทำได้ในระดับหลาย Mbps อยู่แล้ว และในเทคโนโลยี 5G จะมีความเร็วในการรับ-ส่งเพิ่มขึ้นเป็นระดับ Gbps เป็นการเข้าสู่ความเป็น Enhanced Mobile Broadband สามารถนำมาเปรียบเทียบและแข่งขันกับบริการ High Speed Internet ตามบ้านที่ใช้เทคโนโลยี Fiber to the Home (FTTH)

๒. การสื่อสารที่มีความน่าเชื่อถือสูงความหน่วงต่ำ (Ultra-Reliable Low-Latency Communication : URLLC)

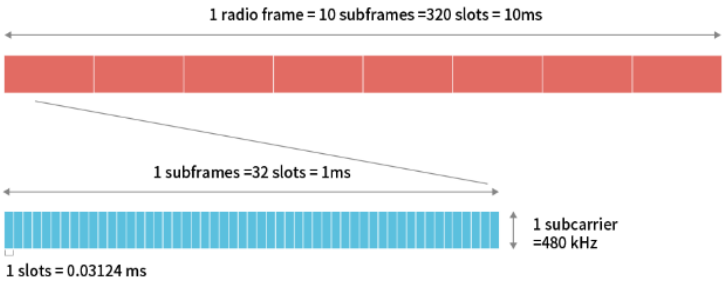
เป็นการรับส่งข้อมูลที่เสถียร เวลาตอบสนอง (Response Time) ที่รวดเร็ว และมีความน่าเชื่อถือสูง คือเมื่อเราส่งข้อมูลแล้วเครือข่ายใช้เวลามากแค่ไหนในการส่งไปถึงยังปลายทาง หรือข้อมูลใช้เวลามากแค่ไหนถึงจะส่งกลับมาที่เรา ในทางการสื่อสารเรียกว่า ความหน่วง (Latency) ของเครือข่าย บางครั้งเราอาจจะเคยได้ยินว่าค่า PING เครือข่ายสูง หรือใช้งานแล้วมันแล็ค (Lack) มันช้า

แผนภาพที่ ๒ - ๗ การสื่อสารระหว่างยานพาหะกับอุปกรณ์ต่างๆ

ที่มา : “เทคโนโลยี 1G - 5G”. http://thunjiraromruen.blogspot.com (ออนไลน์),2563.

การออกแบบ 5G นั้นต้องการที่จะสร้างเครือข่ายที่ตอบสนองได้อย่างรวดเร็วมาก หรือมีความหน่วงต่ำ เรียกว่า Low-Latency นอกเหนือไปกว่านั้นยังต้องการความน่าเชื่อถือของระบบที่สูงมาก มีเสถียรภาพ โดยใช้คำว่า Ultra-Reliable คือ สามารถใช้งานได้ต่อเนื่อง การเชื่อมต่อไม่หลุดหรือขาดจากกัน เพื่อให้สามารถรองรับงานที่มีความสำคัญสูงมาก (Mission-Critical) ตัวอย่างเช่น งานควบคุมระยะไกลผ่านเครือข่าย (Remote Control) ควบคุมเครื่องจักรในโรงงาน หรือในโรงไฟฟ้า หรือแอพพลิเคชันในอนาคตที่กำลังถูกพัฒนาอยู่ในขณะนี้ ตัวอย่างเช่น รถยนต์อัตโนมัติไร้คนขับ (Autonomous Driving Car) ที่จำเป็นต้องประสานการติดต่อสื่อสารกันระหว่างตัวยานพาหนะเองกับสภาพแวดล้อมรอบตัว ผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่เรียกว่า Cellular Vehicle-to-Everything (C-V2X) ที่ต้องอาศัยข้อมูล ทั้งสภาพการจราจร รถยนต์คันอื่นที่ใช้ทางร่วมกัน ผู้ใช้ถนนที่อาจเดินข้ามถนน เครื่องหมายจราจรและสัญญาณไฟจราจร รวมทั้งแผนที่และเส้นทางการเดินรถ ซึ่งต้องใช้เครือข่ายที่มีการตอบสนองที่รวดเร็วทันเวลาและมีความน่าเชื่อถือสูง เพื่อป้องกันและลดความผิดพลาดในการเกิดอุบัติเหตุลงได้

แผนภาพที่ ๒ - ๘ เทคนิคการแบ่งเวลา (time-slicing)



ที่มา : “เทคโนโลยี 1G - 5G”. http://thunjiraromruen.blogspot.com (ออนไลน์),2563.

เครือข่าย 5G นั้น ออกแบบให้สามารถตอบสนองได้ในระดับต่ำกว่าหนึ่งส่วนพันวินาที (millisecond: ms) โดยใช้เทคนิคการแบ่งเวลา (time-slicing) เพื่อลดเวลาการตอบสนองลง ตัวอย่างเช่น ในช่วงของความถี่ย่อย (subcarrier) หนึ่งของเครือข่าย 5G ที่มีขนาด ได้ตั้งแต่ 15 - 480 kHz การรับ-ส่งข้อมูลของ 5G จะถูกแบ่งเป็นเฟรม (frame) ซึ่งสามารถตอบสนองการทำงานได้อย่างรวดเร็วอยู่ที่ 10 ms จากนั้นในแต่ละเฟรมยังถูกแบ่งออกเป็น ๑๐ เฟรมย่อย (sub frame) ซึ่งทำให้ในแต่ละเฟรมย่อยนี้ สามารถตอบสนองได้อย่างรวดเร็วที่ 10/10 = 1 ms มากไปกว่านั้น ในแต่ละเฟรมย่อยยังสามารถแบ่งช่อง (slot) ลงไปได้อีกเป็นจำนวนสูงสุดถึง ๓๒ ช่อง ส่งผลให้แต่ละช่องนี้สามารถตอบสนองได้รวดเร็วขึ้นอีก โดยหากแบ่งย่อยที่สุดจะใช้เวลาทำงานเพียง ๑ ใน ๓๒ ส่วนของเวลา 1 ms ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1/32 = 0.03125 ms ซึ่งเฟรมย่อยนี้ สามารถกำหนดช่องให้มีค่าต่างกันได้ ๑ ๒ ๔ ๘ ๑๖ หรือ ๓๒ ช่อง ขึ้นกับความต้องการและความเหมาะสมกับการใช้งาน ยังมีแอพพลิเคชันอื่นๆ ที่มีความต้องการใช้งาน URLLC เพื่อตอบสนองการทำงานที่รวดเร็วอีก เช่น การผ่าตัดระยะไกล (Remote Surgery) ในวงการแพทย์ที่บุคลากรขาดแคลนในถิ่นธุรกันดาร อาจมีเพียงเครื่องมือและเจ้าหน้าที่คอยช่วยเหลือให้ แต่แพทย์ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านรักษาผ่านระบบทางไกล การเกษตร อุตสาหกรรม การสำรวจ การผลิต หรืองานควบคุมในโรงงานอัจฉริยะ (Intelligent Factory) ที่ต้องมีการใช้หุ่นยนต์แบบแขนกล (Robotics Arm) หรืออากาศยานไร้คนขับ (Drone) เชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายและระบบคลาวด์ ให้สามารถควบคุมและสั่งการทั้งจากมนุษย์เองหรือใช้ระบบปัญญาประดิษฐ์

๓. การเชื่อมต่ออุปกรณ์ไร้สายจำนวนมากโดยใช้พลังงานต่ำ (Massive Machine-Type Communication : mMTC)

เป็นการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ จำนวนมาก หลากหลายชนิด ทั้งแบบอยู่กับที่ในพื้นที่ที่ไม่สะดวก หรือมีต้นทุนในการเดินสายสัญญาณสูง หรือแอพพลิเคชันที่ตัวอุปกรณ์มีการเคลื่อนที่ไปยังที่ต่างๆ ที่ไม่สามารถใช้สายได้ การใช้งานแอพพลิเคชันแบบนี้มีมาตั้งแต่ยุค 2G ภายใต้ชื่อที่เรียกว่า M2M (Machine-to-Machine) ที่ใช้ตรวจสอบการทำงานรับ-ส่งข้อมูล หรือสถานะของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ในการผลิต รวมถึงเครื่องที่ทำงานอัตโนมัติต่างๆ เรื่อยมาจนถึงยุค 3G ก็เริ่มเป็นที่นิยมเพิ่มขึ้น สำหรับงานที่ต้องการความเร็วที่สูงขึ้น และการตอบสนองที่รวดเร็วขึ้นในระดับหนึ่ง

จนมาถึงยุค 4G เป็นช่วงเวลาสอดคล้องกันกับการเติบโตของคำว่า Internet of Things (IoT) ที่ขยายต่อยอดมาจากการใช้งานอุปกรณ์หรือเครื่องมือ เพื่อตรวจจับและส่งข้อมูลบางอย่างที่เคยถูกเรียกกันว่า Wireless Sensor Network (WSN) หรือ Ubiquitous Network ทำให้ความต้องการในการใช้งานของอุปกรณ์เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากในพื้นที่หนึ่งๆ แบบที่ไม่เคยเป็นมาก่อน อาจถึงหลัก ๑,๐๐๐ หรือ ๑๐,๐๐๐ อุปกรณ์ต่อพื้นที่ ๑ ตารางกิโลเมตร การใช้งานในรูปแบบดังกล่าวนี้ มีเทคโนโลยีที่หลากหลายจัดอยู่ในกลุ่มที่เรียกว่า LPWAN (Low Power Wide Area Network) ในส่วนของ 4G LTE ได้มีมาตรฐานมารองรับออกมาใน Release 13 จาก 3GPP ได้แก่ มาตรฐาน NB-IoT (Narrowband IoT) cat-nb1 และ LTE-M (LTE for Machine) หรือ eMTC (Enhanced Machine-Type Communication) cat-m1 เพื่อมารองรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้ากับเครือข่าย LTE ที่สามารถรองรับได้สูงสุดถึง ๕๐,๐๐๐ อุปกรณ์ต่อพื้นที่ ๑ ตารางกิโลเมตร ซึ่ง NB-IoT นั้นเหมาะสำหรับอุปกรณ์ที่ต้องการประหยัดพลังงานอย่างมาก และมีการรับ-ส่งข้อมูลจำนวนไม่มาก

ในเวลาหนึ่งด้วย ความเร็วต่ำระดับ 100 Kbps สามารถออกแบบให้รองรับการทำงานด้วยแบตเตอรี่ได้นานสูงสุดถึง ๑๐ ปี สำหรับ eMTC นั้นเหมาะสมกับอุปกรณ์ที่ต้องการรับ-ส่งข้อมูลที่ความเร็วสูงขึ้นถึงระดับ 1 Mbps แต่ยังคงประหยัดพลังงานอยู่พอสมควร และทั้งสองเทคโนโลยีนี้ยังมีการอัพเดทใน Release 14 เป็น cat-nb2 ซึ่งเพิ่มคุณสมบัติในการทำงานเพิ่มขึ้น เช่น รองรับการ Roaming ข้าม Cell Site ของอุปกรณ์ NB-IoT รองรับจำนวนอุปกรณ์เพิ่มขึ้นของทั้ง NB-IoT และ eMTC ขึ้นเป็น ๑๐๐,๐๐๐ อุปกรณ์บน Cell Site ในพื้นที่ต่อตารางกิโลเมตร

แผนภาพที่ ๒ - ๙ Massive Machine-Type Communication

ที่มา : “เทคโนโลยี 1G - 5G”. http://thunjiraromruen.blogspot.com (ออนไลน์),2563.

เครือข่าย 5G ยกระดับความสามารถในการรองรับและสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ขึ้นเป็นส่วนประกอบหลักภายใน mMTC เพื่อที่จะรองรับการขยายตัวของจำนวนอุปกรณ์ ที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้นอีกมากในกลุ่มที่ใช้งานแบบ LPWAN ซึ่งเทคโนโลยี mMTC ของ 5G นั้นจะออกแบบมาให้รองรับ จำนวนอุปกรณ์ได้สูงถึง ๑,๐๐๐,๐๐๐ อุปกรณ์ต่อตารางกิโลเมตร โดยจากการคาดการณ์ว่าประมาณร้อยละ ๕ (ประมาณ ๑,๕๐๐ ล้านตัว) ของอุปกรณ์ IoT ทั้งหมดในปี ๒๐๒๒ (จาก ๓๐,๐๐๐ ล้านตัว) จะเป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ และเมื่อใช้งานบนเครือข่าย 5G ที่มีความเป็น URLLC ที่สามารถตอบสนองได้อย่างรวดเร็วด้วยแล้ว การทำงานร่วมกับอุปกรณ์ที่ต้องการรับ-ส่งข้อมูลและการตอบสนองที่รวดเร็วขึ้นจะมีความเป็นจริงได้มากขึ้น ซึ่งเทคโนโลยีของ 4G ทั้ง NB-IoT และ eMTC จะถูกควบรวมเข้าเป็นส่วนหนึ่งของเครือข่าย 5G อยู่ภายใต้ส่วนที่เป็น mMTC นี้ด้วย

ช่วงคลื่นความถี่สำหรับเครือข่ายเทคโนโลยี 5G

ในทางทฤษฎีแล้ว เครือข่ายเทคโนโลยี 5G นั้น ผู้ประกอบการหรือหน่วยงานที่ใช้งานเครือข่ายเทคโนโลยี 4G อยู่แล้ว สามารถติดตั้งใช้งานเครือข่ายเทคโนโลยี 5G ได้เลย แต่ในความเป็นจริงแล้ว ต้องเผื่อระยะเวลาให้ผู้ประกอบการหรือหน่วยงานที่ใช้งานเครือข่ายเทคโนโลยี 4G ได้มีเวลาการวางแผนและการติดตั้งระบบ รวมทั้งให้ผู้ใช้บริการมีเวลาในการเปลี่ยนผ่านอุปกรณ์ ในเทคโนโลยีเดิม เป็นเทคโนโลยี 5G เพราะผู้ใช้แต่ละรายมีความพร้อมไม่เท่ากัน ทาง 3GPP ได้ออกแบบให้

เครือข่ายเดิมและเครือข่ายใหม่ สามารถออกแบบและติดตั้งเครือข่ายใหม่แบบผสมผสาน กับเครือข่ายเดิม ด้วยอุปกรณ์วิทยุรับ-ส่งสัญญาณ ที่มีคลื่นความถี่ในย่านต่างๆ ที่แตกต่างกันเพื่อให้สามารถเข้าถึงได้ โดยแบ่งเป็น ๓ ช่วงใหญ่ๆ ดังนี้

ตารางที่ ๒ - ๑ ช่วงคลื่นความถี่ใช้งาน 5G

	Low Frequency	Medium Frequency	NR Frequency/ High Frequency
Band	600-700 MHz	3.3 - 3.8 GHz 3.3 - 4.2 GHz 2.6 - 3.8 GHz 1.8, 2.1, 2.3, 2.6 GHz	mmWave 26 - 28 GHz
Recommended Bandwidth	20 MHz (paired/unpaired)	100 MHz	400-800 MHz
Expected Use	Wide Area Mobile Broadband Deep Indoor coverage and URLLC	Between best coverage and high data rate	eMBB Extremely High Data Rate

ที่มา : “เทคโนโลยี 1G - 5G”. http://thunjiraromruen.blogspot.com (ออนไลน์),2563.

๑. คลื่นความถี่ต่ำ (Low Frequency)

คลื่นความถี่ ในย่านที่ต่ำกว่า 1 GHz หรือที่เรียกว่า sub - 1 GHz (บางเอกสารระบุว่าต่ำกว่า 2 GHz หรือ sub - 2 GHz) โดยติดตั้งเครื่องวิทยุรับ-ส่งสัญญาณ ในเครือข่ายเทคโนโลยี 5G ในย่านความถี่ 600 MHz และย่านความถี่ 700 MHz สำหรับรับส่งสัญญาณ ณ สถานีฐาน (Base Station) เพื่อให้สามารถแพร่กระจายสัญญาณการสื่อสาร ไปได้ไกลกว่าการใช้คลื่นความถี่ที่สูงขึ้น นอกจากนี้ ยังสามารถทะลุผ่านสิ่งกีดขวางได้ดีกว่า รวมทั้งยังมีขีดความสามารถใช้งานในภายในอาคาร (Indoor) ได้ และรองรับความสามารถ URLLC ด้วย

แต่เนื่องจากมีข้อจำกัดในการใช้งาน เพราะคลื่นความถี่ในย่านเหล่านี้ อาจถูกนำไปใช้ในสื่อสารรูปแบบอื่นแล้ว และยังกำหนดให้มีความกว้างของแถบความถี่ใช้งานเพียง 20 MHz เท่านั้น ทำให้ความสามารถในด้านความเร็วจะลดต่ำลง ยังไม่ถึงระดับ eMBB แต่ก็สามารถนำมาใช้ในรูปแบบ Wide Area Mobile Broadband ที่ต้องการให้ครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้างได้

๒. คลื่นความถี่กลาง (Medium Frequency)

คลื่นความถี่ในช่วงตั้งแต่ 1 – 6 GHz (หรือ 2 – 6 GHz) ถือเป็นช่วงที่เหมาะสมระดับกลางในการวางโครงข่ายให้ครอบคลุมพื้นที่ สามารถทะลุทะลวงได้ปานกลาง ใช้ในอาคารที่มีโครงสร้างไม่หนาแน่นมาก เช่น ที่พักอาศัยได้ แล้วยังสามารถรองรับการเชื่อมต่อในความเร็วที่สูงขึ้น

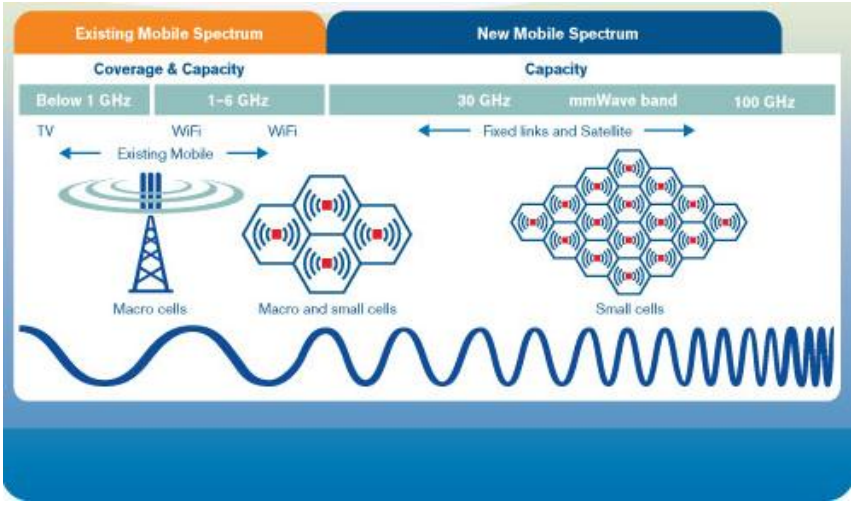
ด้วยการกำหนดให้มีความกว้างของแถบความถี่กว้างถึง 100 MHz โดยความถี่ที่เลือกมาใช้ อยู่ในช่วง 3.3 – 3.8 GHz เรียกว่าช่วง 3.5 GHz (band n78)

นอกจากนั้นยังมีการพูดถึงการใช้งานคลื่นความถี่ในช่วงที่กว้างขึ้น เช่น ย่านความถี่ 3.3 – 4.2 GHz หรือช่วงความถี่ที่แคบลงมา เช่น ย่านความถี่ 3.4 – 3.6 GHz และช่วงความถี่ที่กว้างมากๆ เช่น 2.6 – 3.8 GHz รวมทั้งอาจมีการดึงหรือปันคลื่นความถี่เดิมในช่วงที่ 4G LTE ใช้อยู่มาให้ใช้งานด้วย เช่น 1.8 GHz 2.1 GHz 2.3 GHz 2.6 GHz เป็นต้น

๓. คลื่นความถี่ใหม่/ความถี่สูง (NR Frequency/High Frequency)

ความต้องการแถบความถี่ที่กว้างมาก เพื่อให้รองรับความต้องการการรับส่งข้อมูลปริมาณมากๆ ในเวลาสั้นๆ หรือ enhance Mobile Broadband (eMBB) ทำให้ 3GPP ต้องมองหาและพิจารณาใช้งานคลื่นความถี่ใหม่ที่พอจะมีแถบความถี่ที่กว้างมากพอ จนได้ข้อสรุป และตกลงเลือกใช้คลื่นความถี่ที่เรียกว่า Millimeter Wave Band (mm Wave) ในย่านความถี่ 26 GHz (band n258) กับในย่านความถี่ 28 GHz (band n257) ทำให้สามารถแบ่งความกว้างแถบความถี่ ได้ถึง 400 ความถี่ แถบความถี่ในย่านนี้ เพราะว่าย่านความถี่แถบนี้เองเป็นที่มาทำให้ 5G ถูกเรียกในชื่อเล่นว่า New Radio หรือ NR แม้จะสามารถรับ-ส่งข้อมูลได้ในปริมาณมหาศาล แต่ก็มีข้อจำกัดที่ต้องใช้ในรูปแบบ Line-of-Sight ที่ตัวรับกับตัวส่งจะต้องอยู่ในแนวเดียวกัน เหมือนกับการใช้ระบบวิทยุเชื่อมโยงย่านไมโครเวฟ โดยคุณสมบัติของตัวคลื่นเองที่ความถี่ระดับนี้นั้น ไม่สามารถทะลุผ่านอาคารหรือสิ่งกีดขวาง แม้แต่ต้นไม้ได้ หากมีสิ่งกีดขวางก็จะลดทอนสัญญาณลงไปอย่างมาก การหยิบเอาความถี่สูงขนาดนี้มาใช้ ถือเป็นความท้าทายทางด้านวิศวกรรม ในการออกแบบภาครับ-ส่งของอุปกรณ์และสายอากาศ เพื่อให้รองรับการทำงานได้ การยกระดับช่วงกว้างความถี่จาก 20 MHz เป็น 100 MHz จนถึง 400 MHz หรือ 800 MHz หรือมากกว่านี้ ตัวอย่างเช่น 2 GHz ในอนาคตนั้นทำให้ความเร็วที่สามารถทำได้ของ 5G จะสูงขึ้นอย่างมาก ความเร็วในระดับ 20 Gbps นั้นอยู่บนพื้นฐานที่สามารถทำได้และมีการทดสอบแล้ว

แผนภาพที่ ๒ - ๑๐ ช่วงคลื่นความถี่สำหรับเครือข่ายเทคโนโลยี 5G



ที่มา : “เทคโนโลยี 1G - 5G”. http://thunjiraromruen.blogspot.com (ออนไลน์),2563.

คุณสมบัติของเครือข่ายของ 5G เปรียบเทียบกับ 4G

ดังแผนภาพที่ ๒-๑๐ ข้อเปรียบเทียบระหว่างเทคโนโลยี 5G กับ 4G ดังนี้

๑. อัตราการรับ-ส่งข้อมูลสูงสุด (Peak Data Rate) ไม่น้อยกว่า 20 Gbps (คิดเป็น ๒๐ เท่า เมื่อเทียบกับ 4G)

๒. อัตราการรับ-ส่งข้อมูลเฉลี่ย ไม่น้อยกว่า 100 Mbps (ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ๑๐ เท่า เมื่อเทียบกับ 4G)

๓. ประสิทธิภาพการใช้งานคลื่นความถี่วิทยุได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ โดยจะต้องมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นไม่น้อยกว่า 3 เท่า เมื่อเทียบกับ 4G

๔. สามารถรับ-ส่งข้อมูลบนยานพาหนะที่เคลื่อนที่ ด้วยความเร็วไม่ต่ำกว่า ๕๐๐ กม./ชม. เช่น รถไฟฟ้าหัว กระสุนได้ซึ่งดีกว่า 4G ที่รองรับได้สูงสุด ๓๕๐ กม./ชม.

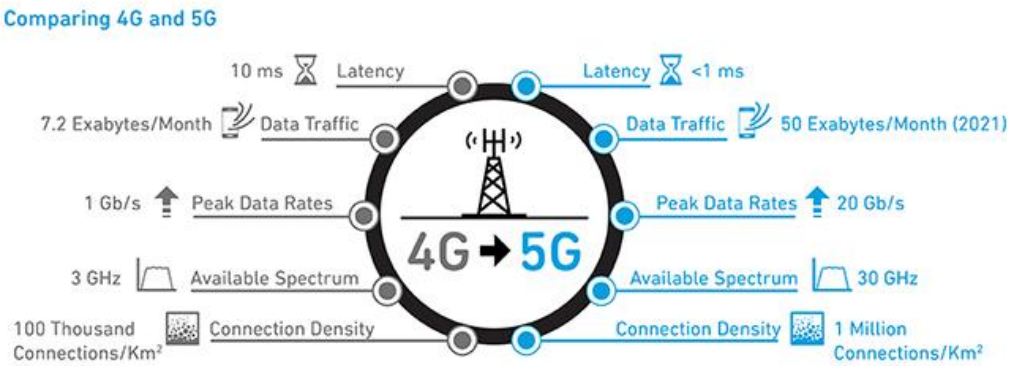
๕. ค่าความหน่วงภายในเครือข่ายไม่เกิน 1 มิลลิวินาที ซึ่งดีขึ้น ๑๐ เท่า เมื่อเทียบกับ 4G

๖. ความหนาแน่นของอุปกรณ์ในการเชื่อมต่อเครือข่าย ไม่น้อยกว่า ๑ ล้านตัว/ตารางกิโลเมตร ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์เดิมของ 4G คิดเป็น ๑๐ เท่า

๗. ประสิทธิภาพด้านการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น ๑๐๐ เท่า เมื่อเทียบกับสมรรถนะของเทคโนโลยี 4G (เช่น กินไฟน้อยลง)

๘. อัตราการรับ-ส่งข้อมูลไม่น้อยกว่า 10 Mbps ในพื้นที่ ๑ ตารางเมตร ซึ่งเพิ่มขึ้น ๑๐๐ เท่า เมื่อเทียบกับ 4G

แผนภาพที่ ๒ - ๑๑ ข้อเปรียบเทียบระหว่างเทคโนโลยี 5G กับ 4G



ที่มา : “เทคโนโลยี 1G - 5G”. http://thunjiraromruen.blogspot.com (ออนไลน์),2563.

สถาปัตยกรรมเครือข่าย 5G (5G Network Architecture)

สถาปัตยกรรมเครือข่าย 5G ได้เปลี่ยนแปลงเครือข่ายการสื่อสารไร้สายใหม่ที่ยิ่งใหญ่ที่สุด เพื่อสนองตอบความต้องการที่หลากหลายของผู้ใช้งาน โดยเพิ่มขีดความสามารถในการเข้าถึงเครือข่าย ด้วยความคล่องตัวความยืดหยุ่นและความยืดหยุ่นที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน และทำให้รองรับจำนวนผู้ใช้งานเป็นจำนวนมาก ให้สามารถรับ-ส่งข้อมูลได้เป็นจำนวนมากอย่างรวดเร็ว และการรับ-ส่งข้อมูลต้องเชื่อถือได้มีความหน่วงต่ำ และรองรับจำนวนอุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งมีจำนวนมาก ดังนั้น จึงเกิดการออกแบบระบบใหม่ที่มีเครือข่ายย่อยๆ ในเครือข่ายหลัก โดยใช้โครงสร้างพื้นฐานที่กำหนดโดยซอฟต์แวร์ (Software Defined Infrastructure: SDI) ซึ่งเป็นแนวคิดที่ย้ายการควบคุมและการจัดการทรัพยากรไปยังชั้นซอฟต์แวร์ SDI เปิดใช้งานการกำหนดค่าทรัพยากรแบบไดนามิกและสามารถใช้งานได้โดยใช้ฮาร์ดแวร์เชิงพาณิชย์ เป็นผลให้สถาปัตยกรรมแบบ SDI สามารถช่วยบรรเทาความท้าทายสำหรับการอัปเกรดแบบเรียลไทม์ และในอนาคตที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างพื้นฐานเฉพาะฮาร์ดแวร์ โครงสร้างพื้นฐานเครือข่าย 5G ที่ทันสมัยเหล่านี้ยังง่ายต่อการอัพเกรด เพียงแค่ดาวน์โหลดซอฟต์แวร์ใหม่เท่านั้นเอง Network function virtualization (NFV) ใช้ประโยชน์จาก SDI โดยการจัดการและการจัดเตรียมความจุเครือข่าย ความสามารถในการจำลองเครือข่ายเสมือนนี้ประโยชน์เพื่อเครือข่ายการสื่อสารคล่องตัว และปรับขนาดได้มากขึ้น ด้วย SDI และ NFV ฮาร์ดแวร์จะถูกแยกออกจากบริการระบบเครือข่ายที่รันบนซอฟต์แวร์เพื่อให้สามารถจัดการแต่ละฟังก์ชั่นของเครือข่าย (เช่นสมดุลภาระ) ได้อย่างอิสระ สถาปัตยกรรมเครือข่าย 5G อีกด้านหนึ่งคือ การเข้าถึงเครือข่ายด้วย RAN (Radio Access Netwok) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทราฟฟิกด้วยการแบ่งส่วนเครือข่าย (Network Slicing) ให้รองรับกรณีการใช้งานที่หลากหลาย ซึ่งบางกรณีต้องการเวลาแฝงต่ำมาก เช่น การสื่อสารระหว่างเครื่องจักรกับเครื่องจักร หรือในกรณีการใช้งานที่แตกต่างกันเพิ่มขึ้นก็จะใช้การแบ่งส่วนเครือข่าย โดยสร้างเครือข่ายเสมือนจริงแบบครบวงจรที่ได้รับการปรับแต่ง เพื่อตอบสนองความต้องการที่หลากหลายสำหรับแอปพลิเคชันเฉพาะอุตสาหกรรม การใช้การแบ่งส่วนเครือข่ายธุรกิจจะได้รับประโยชน์จากความสามารถที่ดีขึ้นในการตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน ดังนั้น สถาปัตยกรรมเครือข่าย 5G ได้มีการเปลี่ยนแปลงและออกแบบใหม่ จนกระทั่งมีคุณสมบัติและเอกลักษณ์เป็นของตัวเอง ประกอบด้วย ๓ สถาปัตยกรรม คือ

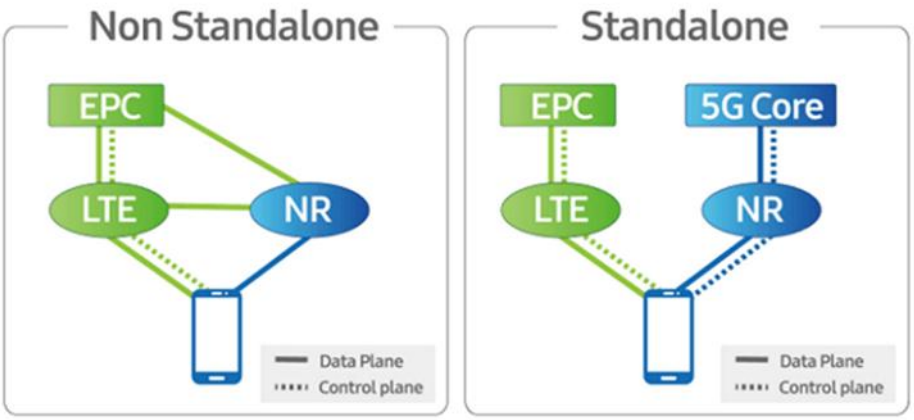
๑. สถาปัตยกรรมการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี 5G แบบ end-to-end คือ การเปลี่ยนแปลงของอุปกรณ์ปลายทางในเครือข่าย 5G ก็ให้มีกำลังส่งสูงกว่าอุปกรณ์ปลายทางในเครือข่าย 4G ให้มีกำลังส่งสูงขึ้นเป็น 26 dBm และอีกการเปลี่ยนแปลงหนึ่ง คือ การมีสายอากาศในอุปกรณ์ แบบ 2T4R (สองสายอากาศสำหรับการส่งและสี่สำหรับการรับ) อุปกรณ์ปลายทางดังกล่าว ได้แก่ แว่นตา VR / AR, โทรศัพท์, จอแสดงผลแบบติดหัว, ฮอตสปอต, CPE ในร่ม, CPE กลางแจ้ง, แล็ปท็อป, โมดูล, สแน็ปอินดองเกิล / อะแดปเตอร์, เราเตอร์องค์กร, เราเตอร์ IoT, โดรน, หุ่นยนต์, ทีวี จอแสดงผลที่ยึด, สวิทช์, ขั้วต่อ USB และเครื่องหยอดเหรียญ

๒. สถาปัตยกรรมของเครือข่าย 5G การเปลี่ยนแปลงชุดวิทยุรับ-ส่งสัญญาณระยะไกล (Remote Radio Unit: RRU) มาเป็น New Radio (NR) ซึ่งมีขนาดความกว้างของแถบความถี่ (Bandwidth) มากขึ้น ในย่านความถี่ต่ำกว่า 6 GHz สามารถเข้าถึงด้วยความกว้างของแถบความถี่ที่

100 MHz และย่านความถี่สูงกว่า 6 GHz จะสามารถเข้าถึงด้วยความกว้างของแถบความถี่ที่ 400 MHz ซึ่งเป็นการปรับปรุงที่ใหญ่กว่า 4G LTE มาก สำหรับสายอากาศ ใช้แบบ Massive MIMO (หลายอินพุตและหลายเอาท์พุท) ใช้เสาอากาศจำนวนมาก สามารถเข้าถึงที่ 64 Ch. และ 192 Arrays คุณสมบัติทางเทคนิคใหม่อีกอย่างคือ การกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่ยืดหยุ่น รวมถึงการกำหนดค่าเฟรมที่สั้นกว่า และพารามิเตอร์ minislot สำหรับการกำหนดตารางเฟรมที่สั้นกว่า สถาปัตยกรรมเครือข่ายใหม่นี้ ต่างจาก 4G คือ เครือข่ายส่วนกลาง (Centralized Unit: CU) แยกออกจากเครือข่ายกระจาย (Distributed Unit: DU) นอกจากนี้ยังมีการเปลี่ยนแปลง เช่น เครือข่ายการส่งสัญญาณ, เครือข่ายหลัก, ธุรกิจใหม่, เป็นต้น

๓. สถาปัตยกรรมสถานีฐานเครือข่าย 5G แบบสองโหมด คือ แบบ Non-Standalone (NSA) และแบบ Standalone (SA) ดังแผนภาพที่ ๒.๑๓ แผนผังสถานีฐานแบบ Non-Standalone (NSA) และแบบ Standalone (SA)

แผนภาพที่ ๒ - ๑๒ แผนผังสถานีฐานแบบ Non-Standalone (NSA) และแบบ Standalone (SA)



ที่มา : “เทคโนโลยี 1G - 5G”. http://thunjiraromruen.blogspot.com (ออนไลน์),2563.

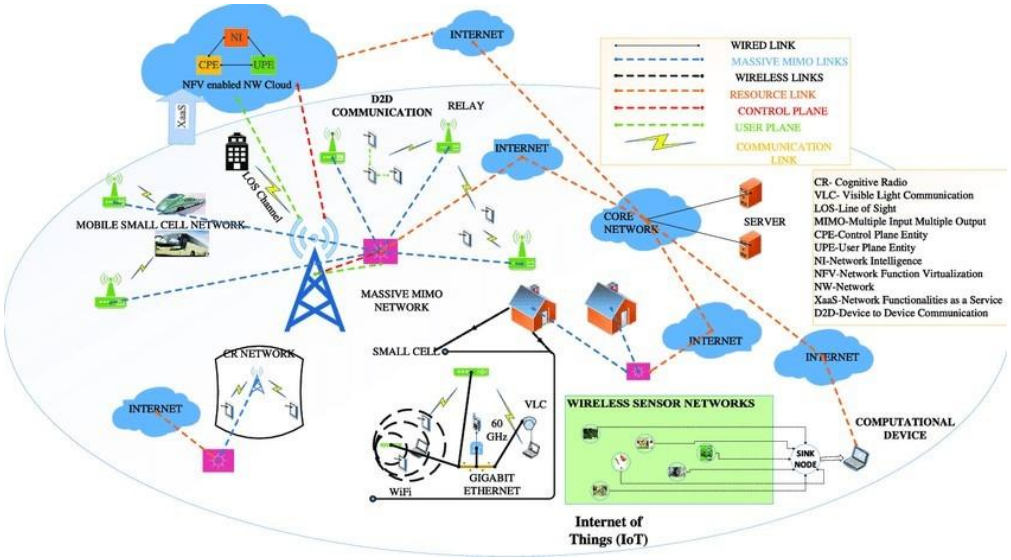
NR 5G แบบนอนสแตนด์อโลน (Non-Standalone: NSA) เป็นเทคโนโลยีที่ใช้งานในช่วงการเปลี่ยนผ่านของเทคโนโลยี 4G ไปสู่เทคโนโลยี 5G ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่นำสัญญาณ 4G ไปสนับสนุนการทำงานของเครือข่าย 5G เพื่อเพิ่มความเสถียรในการรับ-ส่งข้อมูลของตัวอุปกรณ์ มุ่งเน้นไปที่การเพิ่มสมรรถนะการรับ-ส่งข้อมูลเป็นหลัก ซึ่งโทรศัพท์มือถือที่รองรับ 5G จะใช้ความถี่ mm-Wave เพื่อเพิ่มความจุข้อมูล แต่จะใช้โครงข่าย 4G ที่มีอยู่สำหรับการสื่อสารด้วยเสียง Non-Standalone 5G NR จะให้แบนด์วิดธ์ข้อมูลเพิ่มขึ้น โดยใช้ช่วงความถี่วิทยุใหม่สองช่วง:

ช่วงความถี่ 1 (450 MHz ถึง 6000 MHz) – ย่านความถี่นี้ซ้อนทับกับความถี่ 4G LTE และเรียกว่า sub - 6 GHz และ Band นี้จะมีหมายเลขตั้งแต่ ๑ ถึง ๒๕๕

ช่วงความถี่ 2 (24 GHz ถึง 52 GHz) - นี่คือย่านความถี่ mm-Wave และ Band นี้จะมีหมายเลขตั้งแต่ ๒๕๗ ถึง ๕๑๑

5G NR แบบสแตนด์อโลน (Standalone : SA) เป็นเทคโนโลยีที่ใช้งานคลื่นความถี่สูง (High Frequency) หรือเรียกว่า Millimeter Wave Band (mm Wave) ในย่านความถี่ 26 GHz (band n258) กับในย่านความถี่ 28 GHz (band n257) ซึ่งไม่ใช้เครือข่าย 4G LTE ที่มีใช้อยู่ เทคโนโลยี 5G NR แบบ Standalone จะมีเทคโนโลยี sub - 6 ที่ใส่ไว้ในอุปกรณ์ 5G เพื่อรองรับการใช้งานคลื่นความถี่ที่ต่ำกว่า 6 GHz ที่ใช้ในการรับสัญญาณที่มีความเสถียรและครอบคลุมพื้นที่ได้กว้างกว่า

แผนภาพที่ ๒ - ๑๓ สถาปัตยกรรมเครือข่าย 5G



ที่มา : “เทคโนโลยี 1G - 5G”. http://thunjiraromruen.blogspot.com (ออนไลน์),2563.

ส่วนประกอบหลักในระบบเครือข่าย 5G

เครือข่าย 5G เป็นเครือข่ายสื่อสารไร้สายยุคใหม่ที่ถูกออกแบบ เพื่อให้สามารถทำงานร่วมกับเครือข่าย 4G ได้อย่างเสถียร ซึ่งเครือข่าย 5G จะมี Applications และ Database ติดตั้งอยู่ ณ เครื่องแม่ข่าย (Server) สำหรับการประมวลผล และจัดเก็บข้อมูล ส่งถึงผู้ใช้ด้วยความรวดเร็ว โดยใช้เวลาหน่วงที่ต่ำ เครือข่าย 5G และเครือข่ายการสื่อสารแบบเคลื่อนที่ มีส่วนประกอบหลัก ๒ ส่วน คือ การเข้าถึงเครือข่ายทางวิทยุ (Radio Access Network: RAN) และเครือข่ายหลัก (Core Network) ดังแผนภาพที่ ๒.๑๔ สถาปัตยกรรมเครือข่าย 5G

๑. การเข้าถึงเครือข่ายทางวิทยุ (Radio Access Network: RAN) เป็นส่วนหนึ่งของระบบการสื่อสารไร้สาย ดังแผนภาพที่ ๒.๑๕ การเข้าถึงเครือข่ายทางวิทยุ (Radio Access Network: RAN) จะเป็นส่วนที่ตรงกลางระหว่างอุปกรณ์สื่อสารไร้สายทั้งหลาย เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่ คอมพิวเตอร์ ฯ กับเครือข่ายหลัก (Core Network) ทำหน้าที่ นำสัญญาณการสื่อสารจากอุปกรณ์ปลายทางเข้าสู่เครือข่าย โดยการแปลงสัญญาณทั้งสัญญาณเสียงและสัญญาณข้อมูลเป็นสัญญาณดิจิตอล และค้นหาอุปกรณ์ปลายทางที่ต้องการ แล้วเลือกเส้นทางเพื่อส่ง

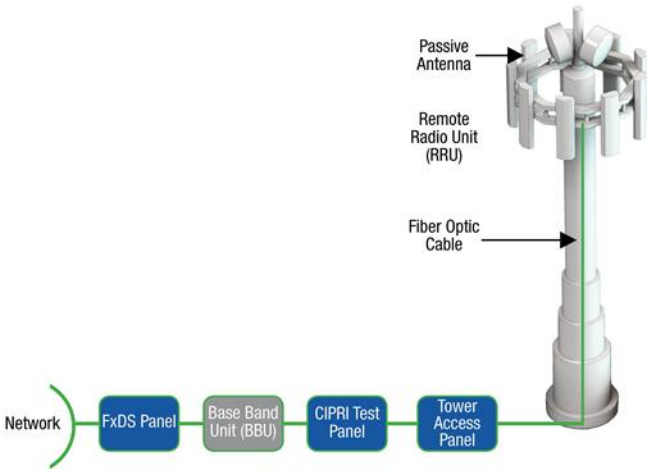
สัญญาณเสียงหรือสัญญาณข้อมูลไปยังที่ที่กำหนดต่อไป ส่วนใหญ่การเข้าถึงเครือข่ายทางวิทยุ จะติดตั้งอยู่ ณ สถานีฐาน (Base Station) ซึ่งภายในสถานีฐานจะมีอุปกรณ์หลักๆ ประกอบด้วย

๑.๑ ชุดวิทยุรับ-ส่งสัญญาณระยะไกล (Remote Radio Unit: RRU) เป็นเครื่องวิทยุรับ-ส่งสัญญาณการสื่อสารไร้สาย มีหลายชุดวิทยุรองรับทุกย่านความถี่ที่ใช้ในเทคโนโลยีเครือข่าย 5G ระหว่างเครือข่าย 5G กับ อุปกรณ์ผู้ใช้งาน (User Equipment: UE) เช่น โทรศัพท์มือถือ (มือถือ) โทรศัพท์ WLL คอมพิวเตอร์ที่มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตไร้สาย อุปกรณ์ WiFi และ WiMAX เครือข่ายสามารถเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สาย เช่น 4G LTE GSM CDMA เครือข่ายท้องถิ่นแบบไร้สาย WAN WiFi WiMAX ฯลฯ ชุดวิทยุรับ-ส่งสัญญาณ 5G อีกชนิดหนึ่งที่ใช้กับเครื่องรับส่งวิทยุแบบคลื่นความถี่มิลลิเมตร (mmWave) หรือ New Radio (NR) ซึ่งเป็นชุดวิทยุรับ-ส่งสัญญาณสมัยใหม่ ใช้ความถี่ช่วง 26 – 90 GHz มีรัศมีการรับส่งสัญญาณสั้นมาก ประมาณ ๑๐ - ๒๐๐ เมตร

๑.๒ Baseband Unit (BBU) เป็นโมเด็มสำหรับประมวลผลสัญญาณโทรคมนาคมและข้อมูล ระหว่างชุดวิทยุรับ-ส่งสัญญาณระยะไกล (Remote Radio Unit: RRU) แต่ละสถานีฐานกับเครือข่ายหลัก (Core Network) โดยเชื่อมต่อด้วยระบบเส้นใยแก้วนำแสง หรือเครือข่ายวิทยุเชื่อมโยงความเร็วสูง (Broadband Radio) จะติดตั้งบนชั้นมาตรฐาน ๑๙ นิ้ว ในห้องอุปกรณ์ แต่ละ BBU มีขีดความสามารถ รองรับการเชื่อมต่อของสถานีฐานแบบต่างๆ ได้ประมาณ ๓ - ๖ สถานีฐาน

๑.๓ เสาอากาศ MIMO (Multi Input Multi Output) ที่ใช้สายอากาศแบบ Passive มี array antenna จำนวนมาก เพื่อให้การรับ-ส่งสัญญาณได้หลายย่านความถี่ ซึ่งจะประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน คือผู้ใช้งานสามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายพร้อมกันเป็นจำนวนมาก และความเร็วในการรับส่งข้อมูลยังคงเดิม ลักษณะของสายอากาศโดยทั่วไปทางกายภาพนั้นคล้ายคลึงกับเสาอากาศสถานีฐาน 3G และ 4G ที่มีอยู่เดิม

แผนภาพที่ ๒ - ๑๔ การเข้าถึงเครือข่ายทางวิทยุ (Radio Access Network: RAN)



ที่มา : “เทคโนโลยี 1G - 5G”. http://thunjiraromruen.blogspot.com (ออนไลน์),2563.

๒. เครือข่ายหลัก (Core Network) เป็นส่วนหลักของเครือข่ายโทรคมนาคม และเป็นศูนย์กลางของเครือข่ายทั้งหมด หน้าที่ของเครือข่ายหลักคือ การเลือกและกำหนดเส้นทางการสื่อสารข้อมูลจากเครือข่ายหนึ่งไปยังเครือข่ายหนึ่ง หรือเป็นตัวเชื่อมเข้ากับเครือข่ายขนาดใหญ่ (WAN) และเชื่อมต่อเข้ากับเซิร์ฟเวอร์ต่างๆ โดยใช้ Switch L3 เป็น Core Switch จัดการ และมี Distribute Network ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้รวบรวมอุปกรณ์ในระดับ Access Network เข้ามา โดยใช้ Switch layer 3 หรือ Router ในการเลือกและกำหนดเส้นทางการสื่อสารข้อมูล ระหว่าง VLAN ที่เชื่อมต่อเข้ากับ Distribute Network อันเดียวกัน ซึ่งจะรวมถึง Security ในระดับ Access Network ด้วย เครือข่ายหลักถูกออกแบบมาสำหรับการทำงานร่วมกับอินเทอร์เน็ตและการบริการบนคลาวด์ให้ดีขึ้น และยังรวมถึงเซิร์ฟเวอร์แบบกระจายทั่วทั้งเครือข่ายเพื่อปรับปรุงเวลาตอบสนอง (ลดเวลาหน่วง) และใช้ระบบเส้นใยแก้วนำแสง (Fiber Optic) ขนาดความเร็ว 10 Gbps เป็นสื่อกลางการสื่อสาร

เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายหรือเซิร์ฟเวอร์ 5G (5G Server)

เครื่องพิวเตอร์แม่ข่ายหรือเซิร์ฟเวอร์ 5G เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งทำงานให้บริการแก่ลูกข่าย 5G ในระบบเครือข่าย 5G เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์นี้ จะมีประสิทธิภาพสูง มีความเสถียร สามารถให้บริการแก่ผู้ใช้งานได้เป็นจำนวนมาก ภายในเซิร์ฟเวอร์ให้บริการด้วยโปรแกรมบริการ (applications) ซึ่งทำงานอยู่บนระบบปฏิบัติการอีกชั้นหนึ่ง ซึ่งโปรแกรมบริการนั้น มีหลากหลายอย่างด้วยกัน โดยสามารถแบ่งได้เป็น ๔ หน้าที่หลักๆ ดังต่อไปนี้

๑. Web server คือโปรแกรมที่มีหน้าที่ให้บริการด้านการจัดการเว็บไซต์ โดยส่วนมากโปรแกรมที่นิยมใช้เป็น Web server จะเป็น Apache web server

๒. Mail server คือโปรแกรมที่มีหน้าที่ให้บริการด้าน E-mail โปรแกรมที่ใช้ในด้าน Mail server มีอยู่หลายโปรแกรมด้วยกันแต่ที่นิยมกันจะมีอยู่ ๓ โปรแกรมคือ Postfix, qmail, courier

๓. DNS server คือโปรแกรมที่มีหน้าที่ให้บริการด้านโดเมนเนมที่จะค่อยเปลี่ยนชื่อเว็บไซต์ที่เราต้องการให้เป็น IP Address โปรแกรมที่นิยมใช้คือ bind9

๔. Database server คือโปรแกรมที่ทำหน้าที่ให้บริการด้านการจัดการดูแลข้อมูลต่างๆ ภายในเว็บไซต์ โปรแกรมที่มีการใช้งานส่วนใหญ่จะเป็น mysql, postgresql, DB2

ในเครือข่าย 5G จะติดตั้งเซิร์ฟเวอร์ไว้หลายแห่ง ซึ่งแต่ละแห่งจะมีโปรแกรมบริการและฐานข้อมูลที่เหมือนกัน สามารถทำงานและสนับสนุนข้อมูลซึ่งกันและกันได้อย่างต่อเนื่อง ตลอดเวลา

เทคโนโลยีสนับสนุนเทคโนโลยีเครือข่าย 5G

๑. เทคโนโลยีเอสดีเอ็น (Software Defined Networking: SDN) คือ เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเครือข่ายที่กำหนดโดยซอฟต์แวร์ เทคโนโลยีนี้ไม่ใช่เทคโนโลยีใหม่ แต่ถือว่าได้ว่าเป็นซอฟต์แวร์การจัดการอุปกรณ์เครือข่ายรูปแบบใหม่ ที่มีการแยกส่วนของการควบคุมเครือข่ายออกจากส่วนที่ทำหน้าที่อนุญาตหรือส่วนที่ทำหน้าที่บริการรับ-ส่งข้อมูลบนเครือข่ายตามการตัดสินใจของภาคควบคุม โดยเอสดีเอ็นอนุญาตให้ผู้ดูแลระบบ สามารถทำการตั้งค่าและการบริหารจัดการจากส่วนกลางได้ นอกจากนี้เอสดีเอ็นยังมีหลักการสำคัญหรือรูปแบบสถาปัตยกรรมเครือข่ายที่มีการแยกระบบควบคุม หรือระบบบริการเครือข่ายออกจากอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นสถาปัตยกรรมที่ไม่มีการยึดติดกับอุปกรณ์ใดอุปกรณ์หนึ่ง โดยที่ผู้ดูแลเครือข่าย สามารถบริหารจัดการและตั้งค่าอุปกรณ์ ณ จุดเดียวได้ ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์ที่มีติดตั้งอยู่เดิมหรืออุปกรณ์ที่ติดตั้งเพิ่มขึ้นมาใหม่ จุดเด่นอีกข้อของเอสดีเอ็น คือการมีโครงสร้างเครือข่ายที่มีความยืดหยุ่นและมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังเอื้อต่อการขยายตัวเมื่อต้องเพิ่มอุปกรณ์ใหม่ๆ

๒. เทคโนโลยีเอ็นเอฟวี (Network Function Virtualization: NFV) เป็นเทคโนโลยีที่มีหลักการทำงานบนพื้นฐานของระบบเวอร์ชวลแมชีน (Virtual Machine) ที่ใช้การบริหารจัดการภายในเครื่องแม่ข่าย (Server) ในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ที่สามารถให้บริการเครือข่ายแบบเสมือน ที่สามารถใช้ซอฟต์แวร์จำลองการทำงานของคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเพียงเครื่องเดียวให้เสมือนเป็นคอมพิวเตอร์หลายเครื่องทำงานแยกกันได้ การทำงานเอ็นเอฟวีโดยปกติจะใช้เซิร์ฟเวอร์ในการรองรับการทำงานของซอฟต์แวร์เวอร์ชั่นต่างๆ ของบริการเครือข่าย ที่เดิมเคยอาศัยฮาร์ดแวร์เป็นพื้นฐาน บริการที่ใช้ซอฟต์แวร์เป็นพื้นฐานเหล่านี้ มีชื่อเรียกว่าวีเอ็นเอฟ (Virtual Network Functions : VNF) และจะทำงานในสภาพแวดล้อมแบบเอ็นเอฟวี ตัวอย่างของฟังก์ชั่นการให้บริการบนเครือข่ายผ่านเทคโนโลยีเอ็นเอฟวี ได้แก่ การกำหนดเส้นทางในเครือข่าย การทำไฟร์วอลล์การกระจายงาน และการเข้ารหัสข้อมูล เป็นต้น ด้วยการทำให้บริการเครือข่ายเหล่านี้เป็นแบบเสมือน ทั้งนี้ ผู้ดูแลระบบสามารถตั้งค่า หรือเปลี่ยนแปลงการให้บริการต่างๆ ดังที่กล่าวมาแล้ว ได้ตามต้องการ

๓. เทคโนโลยีเอสดีอาร์ (Software Defined Radio: SDR) หรือเทคโนโลยีการกำหนดสัญญาณวิทยุด้วยซอฟต์แวร์ เป็นระบบสื่อสารทางวิทยุที่สามารถกระทำการมอดูเลต (Modulation) และการดีมอดูเลต (Demodulation) สัญญาณวิทยุหรือคลื่นความถี่ด้วยซอฟต์แวร์ (Software) ซึ่งถือเป็นการเปลี่ยนแปลง ระบบสื่อสารจากรูปแบบเดิม ที่ฟังก์ชั่นการทำงานหลักอยู่บนฮาร์ดแวร์เป็นหลัก ย้ายไปอยู่บนซอฟต์แวร์แทน นั่นหมายความว่า เอสดีอาร์เป็นระบบที่สามารถสื่อสารบนย่านความถี่ใดก็ได้ แบนด์วิดท์ขนาดเท่าใดก็ได้ ใช้เทคนิคสื่อสารใดก็ได้ หรือความเร็วในการสื่อสารเท่าใดก็ได้ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่กล่าว จะอยู่บนพื้นฐานของซอฟต์แวร์เป็นหลัก เอสดีอาร์มีหลักการทำงานคือ สัญญาณวิทยุจะถูกประมวลผลผ่านทางอุปกรณ์หรือเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมชุดอุปกรณ์ที่ภาคส่ง ก่อนที่จะส่งสัญญาณจำเป็นที่จะต้องแปลงสัญญาณดิจิทัลไปเป็นสัญญาณแอนะล็อก แล้วส่งออกไปผ่านทางสายอากาศ ส่วนที่ภาครับสัญญาณ สายอากาศจะรับและส่งสัญญาณไปแปลงจากสัญญาณแอนะล็อกไปเป็นดิจิทัล ก่อนนำไปประมวลผลที่คอมพิวเตอร์ต่อไป แน่นอนว่า กระบวนการประมวลผลสัญญาณต่างๆ จะดำเนินการผ่านซอฟต์แวร์ จึงกลายเป็นจุดเด่นของเทคโนโลยีนี้คือ ระบบมีความยืดหยุ่นสูง เนื่องจากเป็นการกำหนดสัญญาณวิทยุด้วยซอฟแวร์

๔. เทคโนโลยีซี-แรน (Cloud Radio Access-Network: C-RAN) หรือ Centralized-Radio-Access Network เป็นแนวคิดใหม่ ที่นำเสนอเกี่ยวกับการประมวลผลจากส่วนกลาง (แบบรวมศูนย์) คลื่นความถี่วิทยุที่มีการทำงานร่วมกัน การประมวลผลคลาวด์แบบเรียลไทม์ (Real-Time Cloud Computing) และโครงสร้างพื้นฐานที่มีประสิทธิภาพด้านพลังงาน โดยสถาปัตยกรรมใหม่นี้รวบรวมทรัพยากรการประมวลผล ของสถานีฐานทั้งหมดไว้ที่ส่วนกลาง ส่วนสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุจากสายอากาศที่กระจายตามจุดต่างๆ จะถูกรวบรวมด้วยส่วนควบคุมวิทยุระยะไกล (Remote Radio Heads: RRHs) และส่งไปยังแพลตฟอร์มแบบคลาวด์ผ่านทางเครือข่ายการสื่อสารแบบเส้นใยแก้วนำแสง (Optical Transmission Network: OTN) กล่าวโดยสรุป ซีแรน คือ สถาปัตยกรรมที่รวมการส่งสัญญาณมาไว้ที่ศูนย์กลาง แล้วใช้เซลล์ไซต์ (Cell site) ขนาดเล็กในการกระจายคลื่นความถี่ออกไปให้ครอบคลุมพื้นที่ที่ต้องการ ทั้งนี้เพื่อลดจำนวนเซลล์ไซตข์นาดใหญ่ดังที่ใช้งานในเครือข่าย 2G/3G/4G และลดต้นทุนที่เกี่ยวข้อง เช่น ต้นทุนในการวางระบบ ต้นทุนในการดำเนินการ และต้นทุนด้านพลังงาน แต่สามารถให้บริการที่ดีกว่าเดิม เช่น ครอบคลุมพื้นที่มากขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ตามพื้นที่อับสัญญาณ ในอาคารสำนักงาน ซึ่งเซลล์ไซต์แบบดั้งเดิมอาจครอบคลุมได้ไม่ทั่วถึง

๕. เทคโนโลยีแมสสีฟไมโม (Massive Multiple-Input Multiple-Output: Massive MIMO) เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ในการใช้งานทรัพยากรความถี่เป็นอย่างมาก เทคโนโลยีนี้ใช้แผงสายอากาศ (Antenna arrays) ที่ประกอบด้วยสายอากาศหลายร้อยตัว ติดตั้งบนเสาส่งสัญญาณโทรศัพท์ เพื่อให้บริการแก่ผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่หลายสิบคนพร้อมๆ กัน โดยใช้ทรัพยากรคลื่นความถี่ ณ ช่วงเวลาเดียวกัน อย่างไรก็ดี แม้เทคโนโลยีนี้จะมีข้อจำกัด เช่น การประมวลผลสัญญาณมีความซับซ้อน แต่ได้ช่วยเพิ่มคุณสมบัติต่างๆ เช่น ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นอย่างน้อย 10% และยังปรับปรุง ประสิทธิภาพในการใช้พลังงานสำหรับการแพร่กระจายคลื่นความถี่ให้ดีขึ้นไม่น้อยกว่า 100 เท่า ใช้พลังงานต่ำ และราคาไม่แพง ลดเวลาในการเชื่อมต่อสัญญาณผ่านอากาศได้อย่างมีนัยสำคัญ ทนทานต่อการรบกวนสัญญาณ นอกจากนี้ยังเพิ่มประสิทธิภาพของอุปกรณ์ขยายสัญญาณ ด้วยคุณสมบัติของแมสสีฟไมโม ซึ่งจะทำให้เกิดการรับ-ส่งข้อมูลปริมาณมาก นั่นหมายความว่า เทคโนโลยีแมสสิฟไมโม มีความสามารถที่เหมาะสมมาก สำหรับสนับสนุนเครือข่ายโทรศัพท์ 5G

๖. เทคโนโลยีคลื่นมิลลิเมตร (Millimeter-Wave) เทคโนโลยีนี้ถือเป็นเทคโนโลยีความหวังสำหรับ เครือข่าย 5G ที่จะช่วยทำให้เครือข่าย 5G สามารถรองรับซุปเปอร์วายด์แบนด์วิดท์ (Super Wide Bandwidth) ได้ เพราะคลื่นความถี่นี้มีย่านความถี่ ระหว่าง 26.5 – 300 GHz นอกจากนี้ ด้วยคุณสมบัติของคลื่นมิลลิเมตร ทำให้สายอากาศที่ใช้งานมีขนาดเล็กลงมาก เมื่อเทียบกับระบบวิทยุเชื่อมโยงไมโครเวฟ อย่างไรก็ดี สิ่งที่อาจเป็นข้อจำกัดในการนำเทคโนโลยีนี้มาใช้ก็คืออุปกรณ์ที่ทำงานกับคลื่นมิลลิเมตร จะต้องมีความเที่ยงตรงสูงมาก นอกจากนี้ยังมีประเด็นที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของคลื่นมิลลิเมตร เช่น มีข้อจำกัดเกี่ยวกับการสูญเสียหรือการลดทอนเมื่อคลื่นเดินทางในอากาศ มีข้อจำกัดเกี่ยวกับการเลี้ยวเบนเมื่อเจอสิ่งกีดขวาง เช่น กำแพง ภูเขาหรืออาคารสูง ตลอดจนปัญหาที่เกิดจากผลกระทบจากสิ่งแวดล้อม เช่น ความชื้นในอากาศ หมอก และหยาดฝน เป็นต้น

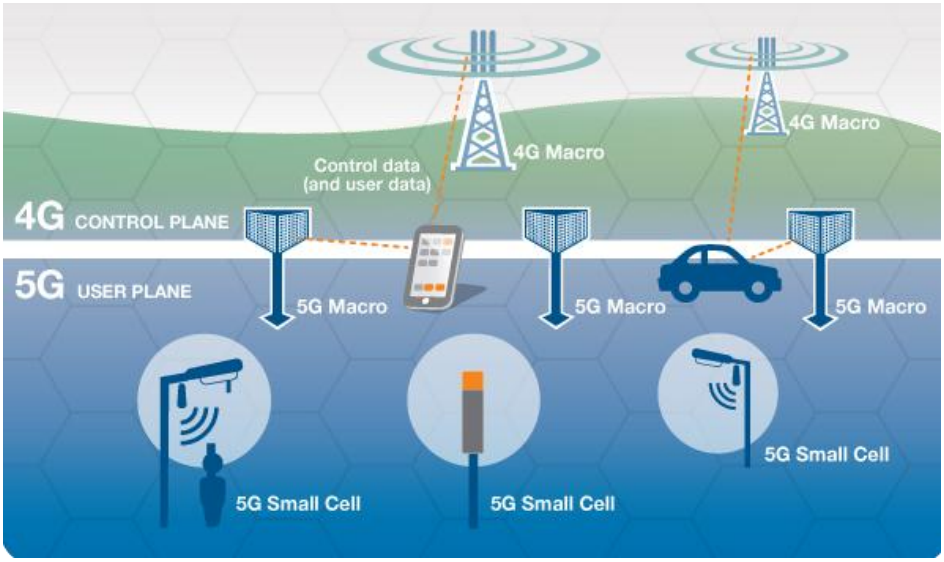
๗. เทคโนโลยีเครือข่ายเฮ็ตเทอโรจีเนียส หรือ เฮ็ตเน็ต (Heterogeneous Networks: HetNets) หากแปลตามตัว คือเครือข่ายที่แตกต่างกัน ซึ่งในที่นี้หมายถึงเครือข่ายแบบมัลทิเปิลเทียร์ (Multi-Tier Network) ที่ผสมผสาน เทคโนโลยีไร้สายแบบต่างๆ ที่มีสถานีฐานติดตั้งอยู่ในบริเวณเดียวกันหรือใกล้เคียงกันให้สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ นั่นก็คือเป็นเครือข่ายที่มีระบบการบริหารจัดการแบบองค์รวม โดยสถานีฐานของเครือข่ายไร้สายในเฮ็ตเน็ตอาจเป็นเซลล์ไซต์ (Cell site) แบบหรือขนาดต่างๆ เช่น แบบแมคโคร (Macro) ไมโคร (Micro) พิโค (pico) และ เฟ็มโต (Femto) (อาจครอบคลุมอุปกรณ์เครือข่ายไร้สายแบบไวไฟ (WiFi) ด้วย ปัจจุบันเทคโนโลยีนี้ได้ถูกรวมไว้เป็นส่วนหนึ่งของมาตรฐาน LTE-A (Long-Term Evolution Advance) เฮ็ตเน็ตถูกพัฒนาขึ้น เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรคลื่นความถี่ โดยการใช้ความถี่ที่มีอยู่เดิมซ้ำเพื่อเพิ่มความความจุหรือความสามารถของเครือข่าย ตลอดจนการครอบคลุมพื้นที่ให้บริการ ทั้งนี้ก็เพื่อสนองตอบต่อความต้องการของผู้ใช้งานที่เพิ่มสูงขึ้น

การบูรณาการเครือข่ายเทคโนโลยี 5G ร่วมกับ 4G

เมื่อสัญญาณเชื่อมต่อเครือข่าย 5G ถูกสร้างขึ้น อุปกรณ์ปลายทางจะเชื่อมต่อเข้ากับทั้งเครือข่าย 4G (เพื่อให้สัญญาณการควบคุม) และเครือข่าย 5G (เพื่อช่วยให้การเชื่อมต่อข้อมูลรวดเร็ว) โดยเพิ่มขีดความสามารถเครือข่าย 4G ที่ใช้งานอยู่

พื้นที่ครอบคลุมของ 5G ที่มีจำกัด ข้อมูลจะถูกนำไปใช้ในเครือข่าย 4G ที่ให้การเชื่อมต่ออย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การออกแบบเครือข่ายแบบนี้ เป็นการรวมเครือข่ายทั้ง 5G และ 4G ที่มีอยู่แล้วให้สมบูรณ์ที่สุด ดังแผนภาพที่ ๒.๑๕ การบูรณาการเครือข่ายเทคโนโลยี 5G ร่วมกับ 4G

แผนภาพที่ ๒ - ๑๕ การบูรณาการเครือข่ายเทคโนโลยี 5G ร่วมกับ 4G



ที่มา : “เทคโนโลยี 1G - 5G”. http://thunjiraromruen.blogspot.com (ออนไลน์),2563.

การเชื่อมต่อที่ดีกว่า – การเชื่อมต่ออยู่เสมอ

เครือข่าย 5G ได้รับการออกแบบให้ทำงานร่วมกับเครือข่าย 4G โดยใช้เซลล์มาโครช่วงเซลล์ขนาดเล็ก และระบบภายในอาคารโดยเฉพาะ เซลล์ขนาดเล็กเป็นสถานีฐานขนาดเล็กที่ออกแบบมาเพื่อการครอบคลุมที่มีการแปลเป็นภาษาท้องถิ่นโดยทั่วไปจาก ๑๐ เมตรถึงไม่กี่ร้อยเมตร เพื่อเติมเต็มสำหรับเครือข่ายมาโครขนาดใหญ่ เซลล์ขนาดเล็กจำเป็นสำหรับเครือข่าย 5G เนื่องจากความถี่ mmWave มีช่วงการเชื่อมต่อที่สั้นมาก

LATENCY ต่ำกว่า - เวลาตอบสนองเร็วขึ้น

เวลาแฝงที่ต่ำกว่าด้วย 5G สามารถทำได้ผ่านความก้าวหน้าที่สำคัญในเทคโนโลยีอุปกรณ์มือถือและสถาปัตยกรรมเครือข่ายมือถือ

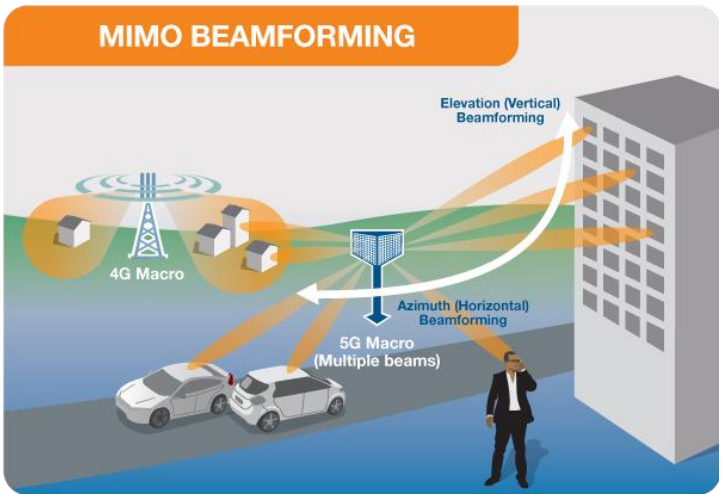
เทคโนโลยี	**เวลาตอบสนอง (มิลลิวินาที)**
ระบบ 4G - LTE	20-30 ms
5G - บรอดแบนด์มือถือที่พัฒนาแล้ว	4-5 ms
5G - ระบบ URLLC (การสื่อสารความหน่วงแฝงต่ำที่เชื่อถือได้สูง)	1 ms

MIMO Beamforming

เป็นเทคนิคการประมวลผลสัญญาณที่ใช้ในสายอากาศแบบอาร์เรย์ (Array antenna) สำหรับการรับ-ส่งสัญญาณหลายทิศทาง โดยไม่คำนึงถึงตำแหน่งของผู้ใช้หรืออุปกรณ์ปลายทาง ด้วยการใช้อาร์เรย์แบบหลายอินพุต, หลายเอาต์พุต (MIMO) ที่มีเสาอากาศขนาดเล็กจำนวนมากรวมกันในรูปแบบเดียว สามารถใช้อัลกอริธึมการประมวลผลสัญญาณ เพื่อกำหนดเส้นทางการส่งสัญญาณที่มีประสิทธิภาพสูงสุดให้กับผู้ใช้แต่ละคน เป็นความสามารถในการปรับรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศแบบอาร์เรย์ให้เข้ากับสถานการณ์เฉพาะ ในพื้นที่การสื่อสารของโทรศัพท์มือถือ เป็นการนำรูปแบบแสง แต่เป็นเพียงการนำไปใช้งานอย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะ สามารถใช้สำหรับวิทยุหรือคลื่นเสียง พบว่ามีการใช้งานจำนวนมากในเรดาร์ โซนาร์ seismology การสื่อสารไร้สายวิทยุ ดาราศาสตร์อะคูสติก และ biomedicine Adaptive

ด้วยการส่งข้อมูล 5G ที่ครอบครองคลื่นมิลลิเมตร การสูญเสียการแพร่กระจายของพื้นที่ว่างสัดส่วนกับขนาดเสาอากาศที่เล็กลง และการสูญเสียการเลี้ยวเบน ซึ่งเกิดจากความถี่ที่สูงขึ้นและการไม่มีการเจาะทะลุกำแพง ในทางกลับกันขนาดของเสาอากาศที่เล็กลงยังช่วยให้อาร์เรย์ที่มีขนาดใหญ่กว่า สามารถใช้พื้นที่ทางกายภาพเดียวกันได้ ด้วยเสาอากาศขนาดเล็กเหล่านี้ แต่ละอันอาจกำหนดทิศทางของลำแสงได้หลายครั้งต่อมิลลิวินาที การใช้ลำแสงขนาดใหญ่เพื่อรองรับความท้าทายของแบนด์วิดธ์ 5G จะเป็นไปได้มากขึ้น ด้วยความหนาแน่นของเสาอากาศที่ใหญ่ขึ้นในพื้นที่ทางกายภาพเดียวกันลำแสงที่แคบ สามารถทำได้ด้วย MIMO ขนาดใหญ่ ดังนั้น จึงเป็นหนทางในการรับส่งข้อมูลที่สูง ด้วยการติดตามผู้ใช้ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังแผนภาพที่ ๒.๑๗ MIMO Beam forming

แผนภาพที่ ๒ - ๑๖ MIMO Beam forming



ที่มา : “เทคโนโลยี 1G - 5G”. http://thunjiraromruen.blogspot.com (ออนไลน์),2563.

Massive MIMO (Massive Multiple-Input Multiple-Output)

เป็นเทคนิคการเพิ่มและใช้สายอากาศหรือเสาอากาศซึ่งมีใช้อยู่ในระบบไร้สายทั้ง 4G และ Wi-Fi โดยการเพิ่มจำนวนสายรับหรือสายส่งให้มากขึ้นเพื่อรองรับการรับ-ส่งข้อมูลได้พร้อมกับ ตัวอย่างเช่น ในมาตรฐาน LTE มีการใช้ 2x2 MIMO เพิ่มสายอากาศรับสัญญาณเป็น ๒ เส้น และสายอากาศส่งสัญญาณเป็น ๒ เส้น มาตั้งแต่ cat-3 ช่วยเพิ่มอัตราการรับ-ส่งข้อมูล และยังสนับสนุนให้การเชื่อมต่อมีหลายช่องทางขึ้น เพิ่มสเถียรภาพของเครือข่ายให้มากขึ้น ในเทคโนโลยีเครือข่าย 5G นี้จะเรียกว่า Massive MIMO คือมีการออกแบบให้รองรับสายอากาศจำนวนมาก ตั้งแต่หลัก ๑๐ ไปถึงหลัก ๑๐๐ ต้น ตัวอย่างเช่น Huawei และ ZTE ร่วมกับ Facebook ได้จำลองการทำสอบ MIMO ด้วยสายอากาศจำนวน ๙๖ ต้น และ ๑๒๘ ต้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรับ-ส่ง ดังแผนภาพที่ ๒.๑๘ Massive MIMO

แผนภาพที่ ๒ - ๑๗ Massive MIMO

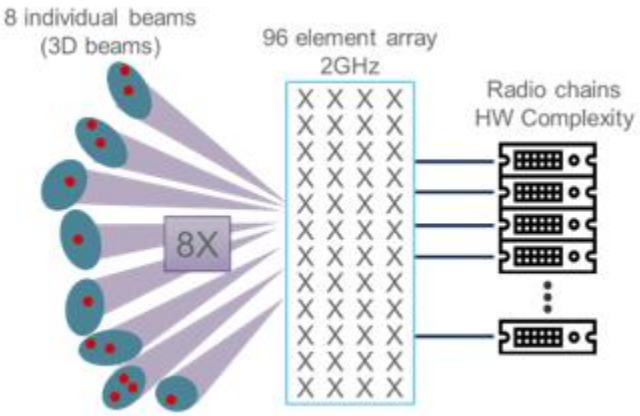


Figure 2: Massive MIMO

ที่มา : “เทคโนโลยี 1G - 5G”. http://thunjiraromruen.blogspot.com (ออนไลน์),2563.

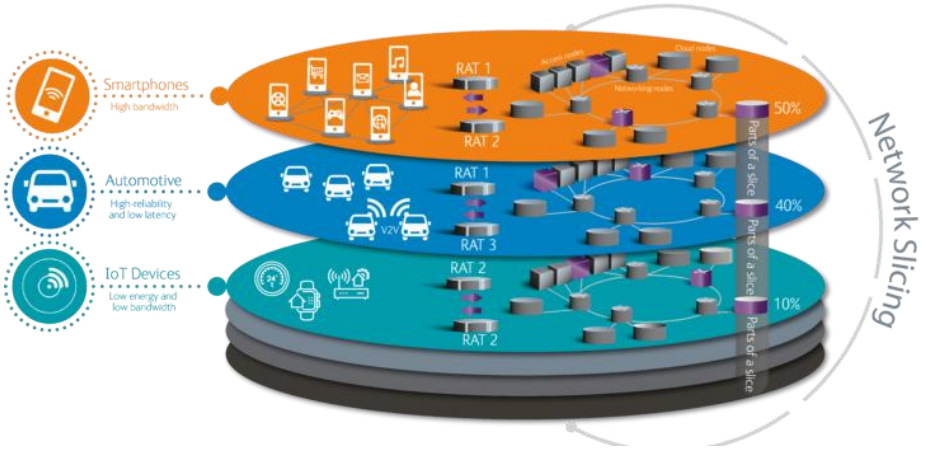
Smart RF

การใช้ช่วงความถี่เดียวทำให้ตัวอุปกรณ์ สามารถจัดการภาครับ-ส่งวิทยุของตัวมันเองได้ชาญฉลาดขึ้น สามารถปิดหรือตัดการทำงานเมื่อไม่ต้องการใช้งานเป็นเทคนิคช่วยประหยัดพลังงาน

Network Slicing

เป็นการจัดแบ่งทรัพยากรระบบประมวลผล ระบบสื่อสารทางกายภาพ ให้กับเครือข่ายที่ได้รับการจัดแบ่งให้เป็นเครือข่ายย่อยๆ เหมือนกันกับที่เราเอา Server ตัวหนึ่งมาติดตั้ง Server เล็กๆ ภายในหลายตัว ในรูปแบบ Virtualization โดย Server เหล่านี้เราเรียกว่า Virtual Machine ซึ่งจะได้รับการแบ่งปันทรัพยากร ระบบประมวลผลทางกายภาพ มาให้กับ Virtual Machine ต่างๆ เหล่านี้ ดังนั้น Network virtualization ในระบบของเทคโนโลยีเครือข่าย 5G คือ การนำเอาทรัพยากรทางกายภาพต่างๆ มาแจกจ่ายให้กับเครือข่ายต่างๆ ที่ได้ถูกจัดแบ่งออกมาเพื่อ ให้บริการแบบต่างๆ ภายใต้เทคโนโลยีเครือข่าย 5G ในการจัดแบ่งเครือข่ายภายใต้เทคโนโลยีเครือข่าย 5G มีจุดประสงค์คือ การใช้ทรัพยากรโครงสร้างพื้นฐานที่มีอยู่ ไม่ว่าจะเป็นระบบประมวลผลใน Data Center รวมทั้งโครงสร้างพื้นฐานต่างๆ เช่น สถานีฐาน เสาอากาศ คลื่นความถี่ ช่องสัญญาณ นำมาใช้เพื่อสร้างเครือข่ายย่อยที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน โดยแต่ละเครือข่ายย่อยให้บริการที่ไม่เหมือนกัน แต่สามารถใช้ระบบประมวลผล ระบบโครงข่ายสื่อสารหรือโครงสร้างพื้นฐานทางกายภาพ เดียวกันได้ Network Slice ประเภทที่หนึ่ง ใช้กับระบบเครือข่ายย่อยที่เน้นค่าดีเลย์ต่ำเป็นกรณีพิเศษ และมีความน่าเชื่อถือสูง เช่น ยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยตัวเอง หรือ URRLC, Network Slice อีกประเภทหนึ่งนั้นถูกกำหนดให้ใช้กับอุปกรณ์ที่ไม่มีแบตเตอรี่ขนาดใหญ่ เช่น อุปกรณ์เซ็นเซอร์ต่างๆ หรือ mMTC และยังต้องการประสิทธิภาพที่ดี ส่วน Network Slice อีกประเภทหนึ่งคือ ที่เน้นการให้บริการข้อมูลข่าวสาร ความเร็วสูงเป็นพิเศษ หรือ eMBB สำหรับการให้บริการสำหรับ 4K หรือ 3D Video ที่ให้

ภาพเสมือนจริง โดยมาตรฐานจะเริ่มต้นใช้งานได้เพียงสามประเภทนี้เท่านั้น ส่วนของโครงสร้างก็มีความพร้อมที่จะจัดแบ่งเครือข่ายย่อย เพื่อให้บริการชนิดอื่นๆ ในอนาคต Network Slicing จะทำให้มีการแยกระหว่าง Control Plane และ User Plane ออกจากกัน ดังนั้น ผู้ใช้งานจะได้รับประสบการณ์หรือความรู้สึกว่า มันเป็นเครือข่ายที่แยกจากกัน ดังแผนภาพที่ ๒.๑๘ Network Slicing
แผนภาพที่ ๒ - ๑๘ Network Slicing



ที่มา : “เทคโนโลยี 1G - 5G”. http://thunjiraromruen.blogspot.com (ออนไลน์),2563.

เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT)

“อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง” (Internet of Things: IoT) คือ การนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ มาเชื่อมโยง เพื่อรับส่งข้อมูลซึ่งกันและกันด้วยอินเทอร์เน็ต โดยไม่ต้องป้อนข้อมูล IoT มีชื่อเรียกอีกอย่างว่า M2M ย่อมาจาก Machine to Machine คือเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตที่เชื่อมต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หรือเครื่องมือต่างๆ เข้าไว้ด้วยกัน การเชื่อมโยงนี้จะสามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หรือเครื่องมือต่างๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ตได้ไปจนถึงการเชื่อมโยงการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หรือเครื่องมือต่างๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเข้ากับการใช้งานอื่นๆ จนเกิดเป็นบรรดา Smart ต่างๆ ได้แก่ Smart Device Smart Grid Smart Home Smart Network Smart Intelligent Transportation เป็นต้น

เทคโนโลยี IoT มีความจำเป็นต้องทำงานร่วมกับอุปกรณ์ประเภท RFID และ Sensors ซึ่งเปรียบเสมือนการเติมสมองให้กับอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อให้อุปกรณ์สามารถรับ-ส่งข้อมูลถึงกันได้ เทคโนโลยี IoT มีประโยชน์ในหลายด้าน แต่ก็มาพร้อมกับความเสี่ยง เพราะหากระบบรักษาความปลอดภัยของอุปกรณ์ และเครือข่ายอินเตอร์เน็ตไม่ดีพอ ก็อาจทำให้มีผู้ไม่ประสงค์ดีเข้ามาขโมยข้อมูลหรือละเมิดความเป็นส่วนตัวของเราได้ ดังนั้น การพัฒนา IoT จึงจำเป็นต้องพัฒนามาตรการ และระบบรักษาความปลอดภัยไอทีควบคู่กันไปด้วย ปัจจุบัน Internet of Things แบ่งการใช้งานเป็น ๒ กลุ่ม คือ

๑. Industrial IoT คือ แบ่งจาก local network ที่มีหลายเทคโนโลยีที่แตกต่างกันในโครงข่าย Sensor nodes โดยตัวอุปกรณ์ IoT Device ในกลุ่มนี้จะเชื่อมต่อแบบ IP network เพื่อเข้าสู่อินเตอร์เน็ต

๒. Commercial IoT คือ แบ่งจาก local communication ที่เป็น Bluetooth หรือ Ethernet (wired or wireless) โดยตัวอุปกรณ์ IoT Device ในกลุ่มนี้จะสื่อสารภายในกลุ่ม Sensor nodes เดียวกันเท่านั้นหรือเป็นแบบ local devices เพียงอย่างเดียวอาจไม่ได้เชื่อมสู่อินเตอร์เน็ต

“อุปกรณ์ดังกล่าวอาจสามารถรวบรวมข้อมูลบริบทการปฏิบัติงานได้ ข้อมูลเหล่านี้สามารถนำไปใช้ในการตรวจสอบสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ และการตรวจสอบอย่างต่อเนื่องของสภาพจิตของทหารในสถาปัตยกรรมคำนวณเฉพาะ”

การเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT เข้าเครือข่าย 5G

แบ่งเป็น ๔ กลุ่ม ดังนี้

๑. อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งขนาดใหญ่ (Massive IoT)

เป็นการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่มีแบนด์วิดท์แคบจำนวนมาก ราคาประหยัด รับ-ส่งข้อมูลปริมาณน้อย อุปกรณ์เหล่านี้ต้องสามารถตั้งอยู่ในพื้นที่ต้องการคลื่นวิทยุที่ครอบคลุมพื้นที่ที่กว้างมาก และอาจใช้พลังงานจากแบตเตอรี่เพียงอย่างเดียว

ในช่วงต้นปี ๒๐๒๐ เครือข่ายการค้ากว่า ๑๒๐ แห่งสนับสนุนการเข้าถึง NB-IoT และ Cat-M ทั่วโลก กับผู้ใช้งานเชิงพาณิชย์นับล้านคน การคาดการณ์บ่งชี้ว่ามีการเชื่อมต่อมากกว่า ๒.๕ พันล้านครั้งในปี ๒๕๖๘ อุปกรณ์เชิงพาณิชย์ครอบคลุมหลายประเภทของเซ็นเซอร์ เครื่องติดตาม และอุปกรณ์สวมใส่ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ รวมถึงระบบสาธารณูปโภค ยานยนต์ การขนส่ง การเกษตรการผลิต การดูแลสุขภาพ คลังสินค้า และการทำเหมือง

อย่างไรก็ตาม สิ่งนี้จะเป็นสิ่งที่ท้าทายกลุ่มผู้ใช้งาน Massive IoT ที่มีความอ่อนไหวด้านต้นทุน เนื่องจากไม่เพียงแค่เพิ่มความซับซ้อน แต่ยังรวมถึงการกระจายตัวของกลุ่มผู้ใช้งาน

๒. อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งความเร็วสูงมาก (Broadband IoT)

เป็นการเชื่อมต่อที่ใช้ความสามารถของ Mobile Broadband (MBB) เพื่อให้อัตราการส่งข้อมูลที่สูงขึ้น และเวลาแฝงที่ต่ำกว่า Massive IoT ในขณะที่เปิดใช้งาน ความสามารถเพิ่มเติมสำหรับ IoT เช่น อายุการใช้งานแบตเตอรี่ของอุปกรณ์ที่ยาวนานขึ้น เป็นต้น

Broadband IoT นั้นมีความเกี่ยวข้องกับทุกอุตสาหกรรม มีผู้ใช้ Broadband IoT มากกว่า ๕๐๐ ล้านคนในปี ๒๕๖๓ โดยส่วนใหญ่มีการเข้าถึง LTE เชิงพาณิชย์ ในปัจจุบันถูกครอบงำโดยรถยนต์ส่วนบุคคล รถยนต์เพื่อการพาณิชย์ รถไฟ เครื่องแต่งตัว อุปกรณ์กล้อง เซ็นเซอร์ แอคชูเอเตอร์ และเครื่องติดตาม อุปกรณ์เหล่านี้สามารถใช้ประโยชน์จากการเชื่อมต่อ MBB อย่างไรก็ตาม ข้อกำหนดและรูปแบบการรับ-ส่งข้อมูลของผู้ใช้นั้น แตกต่างจากการใช้งาน MBB ทั่วไปมากตัวอย่างเช่น รูปแบบการรับ-ส่งข้อมูล อาจเป็นสัญญาณอัปลิงค์หนักและ/หรือเป็นระยะๆ ในขณะที่ข้อกำหนดเกี่ยวกับอายุการใช้งานแบตเตอรี่ การครอบคลุมสัญญาณ และการกำหนดตำแหน่งอุปกรณ์อาจมีความท้าทายมากกว่า MBB

๓. อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งที่สำคัญ (Critical IoT)

เป็นการช่วยให้การสื่อสารมีความน่าเชื่อถือสูง และ/หรือการสื่อสารที่มีความหน่วงต่ำในอัตราข้อมูลที่หลากหลาย ความน่าเชื่อถือ หมายถึง ความน่าจะเป็นของการส่งข้อมูลที่ประสบความสำเร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด ในทางตรงกันข้ามกับ Broadband IoT ซึ่งมีความหน่วงต่ำในความพยายามอย่างดีที่สุด Critical IoT สามารถส่งข้อมูลภายในขอบเขตเวลาแฝงที่เข้มงวด พร้อมระดับการรับประกันที่จำเป็นแม้ในเครือข่ายที่มีการโหลดจำนวนมาก

ในการเปิดใช้งาน Critical IoT ที่มีความจำเป็นต้องใช้เคสส่วนประกอบทั้งหมด (เครือข่ายอุปกรณ์และแอพพลิเคชั่น) อาจต้องเพิ่มระดับความหน่วงและความน่าเชื่อถือ จากมุมมองเครือข่ายที่บริสุทธิ์ ความหน่วงจากต้นทางถึงปลายคือผลรวมของการสนับสนุนความหน่วงส่วนตัวจากวิทยุ การขนส่ง และเครือข่ายหลัก และความน่าเชื่อถือโดยรวม ไม่สามารถสูงกว่าความน่าเชื่อถือของจุดอ่อน

๔. อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งในระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม (Industrial Automation IoT)

มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้สามารถเชื่อมต่อการเชื่อมต่อโทรศัพท์มือถือ เข้ากับโครงสร้างพื้นฐานอุตสาหกรรมแบบใช้สาย ซึ่งใช้สำหรับระบบอัตโนมัติขั้นสูงแบบเรียลไทม์ มีความสามารถในการรวมเครือข่าย 5G กับ Ethernet และ Time-Sensitive Networking (TSN) ที่ใช้ในเครือข่ายอัตโนมัติอุตสาหกรรม

การเชื่อมต่อมือถือให้ประโยชน์ที่ยอดเยี่ยม ทั้งในด้านความคล่องตัวความยืดหยุ่น ลดต้นทุน และการทำให้เป็นดิจิทัลเมื่อเทียบกับการสื่อสารแบบใช้สาย อย่างไรก็ตาม ในการปรับใช้ในอุตสาหกรรมบางเครือข่ายแบบใช้สาย อาจโยกย้ายไปยังการเชื่อมต่อแบบไร้สาย ในลักษณะที่ส่วนต่างๆ ของระบบอุตสาหกรรม อาจเปลี่ยนเป็นการเชื่อมต่อแบบไร้สายแบบค่อยเป็นค่อยไป แม้ว่าระบบอุตสาหกรรมจะอยู่ในขอบเขต 5G ส่วนประกอบบางอย่างของระบบ อาจเชื่อมต่อกับสายเคเบิลเนื่องจากปัจจัยต่างๆ ตัวอย่างเช่น ไม่มีความต้องการที่สำคัญสำหรับโซลูชันไร้สาย มีวงจรชีวิตที่ยาวนาน หรือมีความต้องการประสิทธิแผนแผนภาพที่เหนือกว่าขีดความสามารถ ในปัจจุบันของ 5G (ตัวอย่างเช่นศักยภาพแฝงระดับไมโครวินาทีที่กำหนด) มันเป็นสิ่งสำคัญที่ 5G รองรับการเชื่อมต่อที่ราบรื่นในโครงสร้างพื้นฐานแบบใช้สายและที่พัฒนาอยู่ในปัจจุบัน

อุตสาหกรรมจำนวนมาก ใช้การสื่อสารแบบมีสายสำหรับ Industrial Automation IoT เช่น การขุด การสาธารณูปโภค การก่อสร้างท่าเรือน้ำมันและก๊าซ มีโซลูชั่นอีเธอร์เน็ตอุตสาหกรรมจำนวนมากที่สนับสนุนการสื่อสารที่กำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับการทำงานอัตโนมัติแบบเรียลไทม์ เช่น PROFINET, EtherCAT, Sercos, EtherNet / IP, Powerlink และ Modbus 3GPP

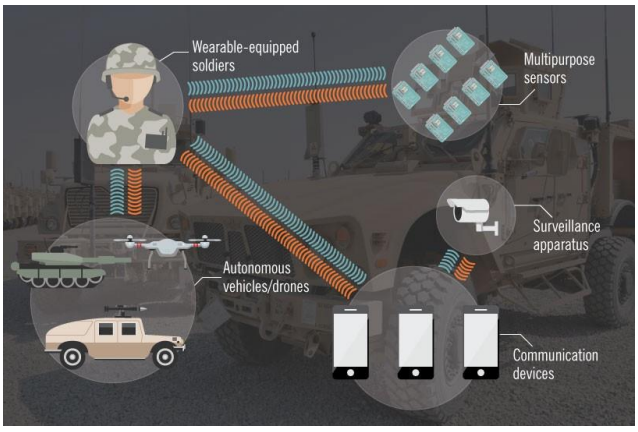
อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งทางทหาร (Internet of Military Things/Internet of Battlefield Things : IoMT/IoBT)

อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งทางทหาร เป็นเครือข่ายอุปกรณ์เซ็นเซอร์แบบสวมใส่ และอุปกรณ์ IoMT/IoBT ใช้การประมวลผลแบบ cloud and edge เพื่อเพิ่มอำนาจกำลังรบ และ IoMT/IoBT มีโปรแกรมสำเร็จรูปทางทหารที่แข็งแกร่ง ใช้เชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายของเรือรบ เครื่องบิน รถถัง โดรนทหาร และฐานปฏิบัติการ เพื่อเพิ่มการรับรู้สถานการณ์การประเมินความเสี่ยง และเวลาตอบสนอง และยังสามารถสะสมข้อมูลได้เป็นจำนวนมาก

“Internet of Battlefield Things (IoBT) เกี่ยวข้องกับการรับรู้อย่างเต็มรูปแบบของการใช้การตรวจจับ การประมวลผล และการสื่อสารที่แพร่หลาย เพื่อพัฒนาฐานข้อมูลให้แม่นยำและทันสมัย”

“การบูรณาการสัญญาณ จากอุปกรณ์ตรวจจับที่หลากหลายและมีพลวัต รวมถึงอุปกรณ์ตรวจจับภาคพื้นดินแบบสแตติกและอุปกรณ์ตรวจจับที่สวมใส่โดยทหาร นับเป็นหนึ่งในความท้าทายที่สำคัญหลายประการที่เผชิญกับการใช้งานโซลูชั่น IoT ในสนามรบ” ดังแผนภาพที่ ๒.๑๙ การเชื่อมต่ออุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งทางทหารเข้ากับเครือข่าย

แผนภาพที่ ๒ – ๑๙ การเชื่อมต่ออุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งทางทหารเข้ากับเครือข่าย



ที่มา : “เทคโนโลยี 1G - 5G”. http://thunjiraromruen.blogspot.com (ออนไลน์),2563.

ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligent: AI)

ปัญญาประดิษฐ์ คือ เครื่องจักร (Machine) ที่มีฟังก์ชันทีมีความสามารถในการทำความเข้าใจ เรียนรู้องค์ความรู้ต่างๆ อาทิเช่น การรับรู้ การเรียนรู้ การให้เหตุผล และการแก้ปัญหาต่างๆ เพราะฉะนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่า AI ถือกำเนิดขึ้นเมื่อเครื่องจักรมีความสามารถที่จะเรียนรู้นั่นเอง ซึ่ง AI ก็ถูกแบ่งออกเป็นหลายระดับตามความสามารถหรือความฉลาด โดยจะวัดจากความสามารถในการให้เหตุผล การพูด และทัศนคติของ AI ตัวนั้นๆ เมื่อเปรียบเทียบกับมนุษย์อย่างเราๆ AI ถูกจำแนกเป็น ๓ ระดับ ตามความสามารถหรือความฉลาด ดังนี้

๑. ปัญญาประดิษฐ์เชิงแคบ (Narrow AI) หรือ ปัญญาประดิษฐ์แบบอ่อน (Weak AI) คือ AI ที่มีความสามารถเฉพาะทางได้ดีกว่ามนุษย์ (เป็นที่มาของคำว่า Narrow (แคบ) ก็คือ AI ที่เก่งในเรื่องแคบๆ หรือเรื่องเฉพาะทางนั่นเอง) อาทิ เช่น AI ที่ช่วยในการผ่าตัด (AI-assisted robotic surgery) ที่อาจจะเชี่ยวชาญเรื่องการผ่าตัดกว่าคุณหมอยุคปัจจุบัน แต่แน่นอนว่า AI ตัวนี้ไม่สามารถที่จะทำอาหาร ร้องเพลง หรือทำสิ่งอื่นที่นอกเหนือจากการผ่าตัดได้นั่นเอง ซึ่งผลงานวิจัยด้าน AI ณ ปัจจุบัน ยังอยู่ที่ระดับนี้

๒. ปัญญาประดิษฐ์ทั่วไป (General AI) คือ AI ที่มีความสามารถระดับเดียวกับมนุษย์ สามารถทำทุกๆ อย่างที่มนุษย์ทำได้และได้ประสิทธิแผนแผนภาพที่ใกล้เคียงกับมนุษย์

๓. ปัญญาประดิษฐ์แบบเข้ม (Strong AI) คือ AI ที่มีความสามารถเหนือมนุษย์ในหลายๆ ด้าน

ปัจจุบัน ได้มีการนำ AI มาใช้ในอุตสาหกรรมจำนวนมาก โดย "แมคคินซีย์แอนด์คอมปะนี (McKinsey & Company)" ซึ่งเป็นบริษัทที่ปรึกษาด้านการบริหารชั้นนำของโลก ได้กล่าวไว้ว่า "AI มีศักยภาพในการทำเงินได้ถึง ๖๐๐ ล้านดอลล่าร์สหรัฐในการขายปลีก สร้างรายได้มากขึ้น ๕๐ เปอร์เซนต์ ในการธนาคาร เมื่อเทียบกับการใช้เทคนิควิเคราะห์แบบอื่นๆ และสร้างรายได้มากกว่า ๘๙ เปอร์เซนต์ ในการขนส่งและคมนาคม" ยิ่งไปกว่านั้น หากฝ่ายการตลาดขององค์กรต่างๆ หันมาใช้ AI จะเป็นการเพิ่มศักยภาพให้กับการทำงานด้านการตลาดอย่างมาก เพราะว่า AI สามารถที่จะทำงานที่ซ้ำซากได้อย่างอัตโนมัติ ส่งผลให้ตัวแทนจำหน่าย สามารถที่จะโฟกัสไปที่การสนทนากับลูกค้า อาทิ เช่น บริษัทนามว่า "Gong" มีบริการที่เรียกว่า "conversation intelligence" โดยทุกๆครั้งที่ตัวแทนจำหน่ายต่อสายคุยโทรศัพท์กับลูกค้า AI จะทำหน้าที่ในการบันทึกเสียงและวิเคราะห์ลูกค้า ในขณะเดียวกัน มันสามารถแนะนำได้ว่าลูกค้าต้องการอะไร ควรจะคุยแบบไหน ถือเป็นการซื้อใจลูกค้าอย่างหนึ่ง

โดยสรุป ปัญญาประดิษฐ์หรือ AI เป็นเทคโนโลยีที่ล้ำสมัยที่สามารถรับมือกับปัญหาที่ซับซ้อนเกินกว่าที่มนุษย์จะสามารถรับมือได้ และ AI ยังเป็นเครื่องมือที่สามารถทำงานที่ซ้ำซากน่าเบื่อแทนมนุษย์ได้อย่างดีเยี่ยม ช่วยให้เราสามารถมีเวลาไปโฟกัสงานที่สำคัญและสามารถสร้างมูลค่าได้มากกว่า นอกจากนี้การประยุกต์ใช้ AI ในระดับอุตสาหกรรม ยังช่วยลดต้นทุนและเพิ่มรายได้มหาศาล

แนวคิดการปฏิบัติการที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลาง (Network Centric Operations: NCO)

การปฏิบัติการที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลาง เป็นแนวคิดที่ถูกพัฒนาขึ้น เพื่อตอบสนองทฤษฎีการสงครามที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลาง (NCW) เป็นการประยุกต์ใช้ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) สนับสนุนให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่าง 3 Layers ประกอบด้วย Sensor Layer Decision Maker Layer และ Effector Layer โดยใช้เครือข่าย (Network) เป็นศูนย์กลาง ทั้งภายในและระหว่างหน่วยทหาร ทั้งระดับยุทธวิธี ยุทธการ และยุทธศาสตร์ เพื่อให้ข้อมูลข่าวสาร ภาพสถานการณ์ มีความเที่ยงตรง ทั้งแบบเวลาจริง (Real Time) หรือใกล้เคียงเวลา

จริง (Near Real Time) และคำสั่งผ่านการสื่อสารได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว แม่นยำ และทั่วถึง ทำให้ผู้บังคับบัญชาสามารถตกลงใจและสั่งการไปยังผู้ปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง และทันต่อสถานการณ์ และทำให้ทุกระดับหน่วยเห็นภาพสถานการณ์เดียวกัน ทราบสถานภาพในภาพรวมของทั้งหน่วย

ดังนั้น คำว่า "Network" คือ เครือข่ายที่ต้องสามารถเชื่อมโยง/เชื่อมต่อทั้ง 3 Layers เข้าด้วยกัน โดยมุ่งเน้นการแลกเปลี่ยนข้อมูลแบบ End to End Users ในทุกระดับ ทั้งระดับยุทธศาสตร์ระดับยุทธการ และระดับยุทธวิธีแบบบูรณาการ เครือข่ายนั้นจะต้องมีความคล่องตัวในการติดตั้งและรองรับอุปกรณ์ปลายทางได้เป็นจำนวนมาก รวมทั้งจะต้องมีความง่ายในการเข้าถึงเครือข่ายและมีความรวดเร็วในการแลกเปลี่ยนข้อมูล หัวใจสำคัญอีกประการหนึ่งของการปฏิบัติการโดยใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลาง คือ ทั้ง ๓ ส่วนหลัก

แนวความคิดการป้องกันราชอาณาจักร

การป้องกันราชอาณาจักร โดยอ้างอิงแนวคิดการปฏิบัติการที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลาง (Network Centric Operations : NCO) เป็นการประยุกต์ใช้ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) สนับสนุนให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่าง 3 Layers คือ Sensor Layer , Decision Maker Layer และ Effector Layer จุดเด่นคือ เครือข่ายที่ตอบสนองความต้องการแลกเปลี่ยนข้อมูล ข้อมูลที่มาจากอุปกรณ์ทางทหารสมัยใหม่ ในรูปแบบของอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) ที่มี Sensor ในการตรวจจับแล้วประมาลผลข้อมูลเบื้องต้น แล้วส่งผ่านเครือข่าย 5G เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปประมวลผลกับข้อมูลอ้างอิงทั้งระบบ ที่เซิร์ฟเวอร์ส่วนกลางและใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) ช่วยในการประมวลผล เพื่อช่วยให้ผู้บังคับบัญชาจะสามารถตกลงใจได้ด้วยความรวดเร็วและแม่นยำ

ในทางกลับกัน เครือข่ายนี้ยังเป็นส่วนสำคัญให้คณะผู้บังคับบัญชา และฝ่ายเสนาธิการใช้ในการควบคุม และกำกับดูแลการปฏิบัติ ให้เป็นไปตามสั่งการ

การป้องกันราชอาณาจักรในยามปกติ ในมิติของการเตรียมกำลังในด้านการเตรียมสนามรบด้านการข่าว ซึ่งเป็นการข่าวในระดับยุทธศาสตร์ จะเป็นการมุ่งเน้นในเรื่องข้อมูลและการพัฒนาข้อมูลในด้านต่างๆ ให้ทันสมัยตลอดเวลา เพื่อใช้ในการประเมินสถานการณ์ ดังนั้น การเตรียมข้อมูลและการพัฒนาข้อมูล จะดำเนินการในลักษณะลาดตระเวณ และการเฝ้าตรวจพื้นที่สำคัญต่างๆ ตามห้วงเวลาที่กำหนด ตัวอย่างเช่น

๑. การเก็บข้อมูลด้านภูมิอากาศ โดยการติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประจำที่พื้นที่ต่างๆ ที่สนใจ เพื่อใช้ตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้น แสงสว่าง ความกดอากาศ ความเร็วลม ปริมาณฝน เมฆ หมอก โดยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เหล่านั้นจะเป็นอุปกรณ์แบบ IoT ซึ่งจะมี sensor สำหรับตรวจจับและวัดค่า แล้วรายงานกลับมายังเซิร์ฟเวอร์ส่วนกลางโดยอัตโนมัติ และจะใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการวิเคราะห์ ประมวลผล และรายงาน

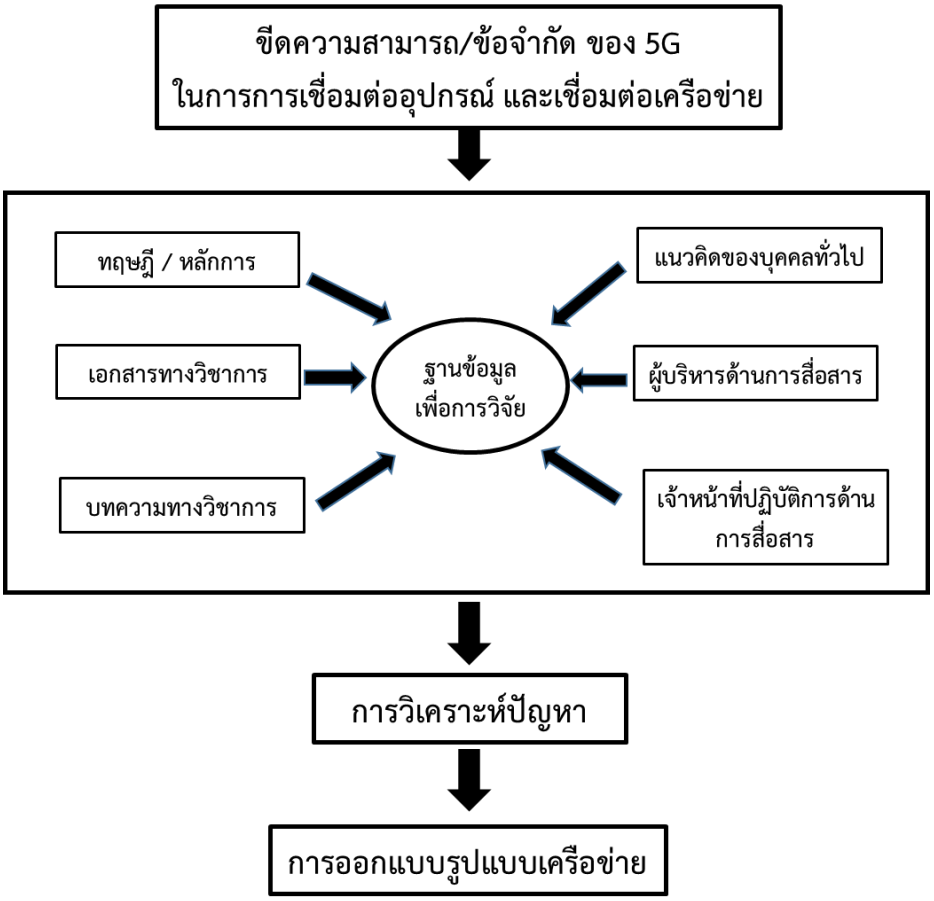
๒. การเก็บข้อมูลด้านภูมิประเทศ และสภาพแวดล้อม ซึ่งรวมถึงช่องทาง เส้นทาง และพื้นที่สำคัญต่างๆ ใช้การเฝ้าตรวจโดยใช้กล้องวงจรปิด (CCTV) บันทึกภาพและใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการวิเคราะห์ ประมวลผล และรายงาน สำหรับการการลาดตระเวณพื้นที่

เป้าหมายที่กำหนด เพื่อบันทึกภาพ ใช้โดรน (Drone) บินสำรวจและบันทึกภาพอัตโนมัติ และจะใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการวิเคราะห์ ประเมินผล และรายงาน

๓. การรักษาความปลอดภัยสถานที่ เช่น คลัง สป. อาคาร/สิ่งปลูกสร้าง เป็นต้น ใช้การเฝ้าตรวจโดยใช้กล้องวงจรปิด (CCTV) บันทึกภาพและใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการวิเคราะห์ ประเมินผล และรายงาน

๔. ระบบป้องกันภัยทางอากาศ เช่น อุปกรณ์เรดาร์ เป็นต้น

กรอบแนวคิดของการวิจัย



บทที่ ๓
แนวคิดการพัฒนารูปแบบเครือข่าย 5G เข้ากับอุปกรณ์ทางทหารของกองทัพไทย

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลทางเทคนิค ทั้งในด้านทฤษฎี หลักการ และเอกสารวิชาการ เกี่ยวกับเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G) และอุปกรณ์ทางทหารของอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งทางทหาร (Internet of Military Things/Internet of Battlefield Things : IoMT/IoBT) ทำให้ทราบถึงขีดความสามารถ และข้อจำกัด รวมทั้งรูปแบบเครือข่าย 5G และเทคนิคการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทางทหารของอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งทางทหาร เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ด้านการสื่อสารข้อมูลในมิติต่างๆ และได้รับทราบข้อมูลเชิงลึกจากการสัมภาษณ์ผู้บริหาร และเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติด้านการสื่อสารของกองทัพไทย หลายๆ ท่าน ทำให้ทราบถึงแนวคิดการนำขีดความสามารถของเครือข่าย 5G มาพัฒนารูปแบบเครือข่ายการสื่อสารทางทหารใหม่ ให้ทันสมัย ขีดความสามารถสูงขึ้นกว่าเครือข่ายการสื่อสารเดิม และทำให้ทราบว่าเทคโนโลยีเครือข่าย 5G นี้ มีข้อจำกัดในการออกแบบเครือข่ายและเทคนิคในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทางทหารของอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งทางทหาร

ดังนั้น ข้อจำกัดในด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นข้อจำกัดทางเทคโนโลยี ข้อจำกัดการรักษาความปลอดภัย ข้อจำกัดในด้านงบประมาณ จะทำให้การออกแบบเครือข่าย และการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทางทหารของอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งทางทหารมีหลากหลายแนวความคิด สามารถรวบรวม และแยกประเภท แล้วจัดกลุ่มข้อมูลในการนำเสนอ ดังนี้

แนวความคิดการบริหารคลื่นความถี่ สำหรับเครือข่าย 5G

3GPP (The 3rd Generation Partnership Project) ได้ออกแบบให้เครือข่ายเดิมและเครือข่ายใหม่ สามารถออกแบบและติดตั้งเครือข่ายใหม่แบบผสมผสานกับเครือข่ายเดิม ด้วยอุปกรณ์วิทยุรับ-ส่งสัญญาณที่มีคลื่นความถี่ในย่านต่างๆ ที่แตกต่างกันเพื่อให้สามารถเข้าถึงได้ โดยแบ่งเป็น ๓ ช่วงใหญ่ๆ ดังที่กล่าวมาแล้วในบทที่ ๒ นั้น ด้วยข้อจำกัดในสิทธิการใช้งานคลื่นความถี่ของกองทัพไทย จึงมีแนวความคิดการใช้งานคลื่นความถี่ สำหรับชุดวิทยุรับ-ส่งสัญญาณระยะไกล (Remote Radio Unit: RRU) ของสถานีฐาน (Base Station) ของเครือข่าย 5G ของกองทัพไทย ดังนี้

๑. คลื่นความถี่ต่ำ (Low Frequency) ย่านความถี่ต่ำกว่า 1 GHz ปัจจุบันประเทศไทยมีการใช้งานอย่างหนาแน่น และใช้งานในเครือข่ายเดิมเป็นหลัก ทั้งในภาครัฐและในเชิงพานิชย์ของภาคเอกชน สำหรับกองทัพไทย คลื่นความถี่ต่ำในย่านความถี่นี้ มีจำนวนน้อยและนำไปใช้งานด้านการสื่อสารในกิจการอื่นแล้ว จึงไม่มีคลื่นความถี่ในย่านนี้เหลือปริมาณเพียงพอ ใช้งานเครือข่าย 5G และตามตารางการกำหนดคลื่นความถี่แห่งชาติ ๒๕๖๒ (National Table of Frequency Allocation) คลื่นความถี่ต่ำมีการถือครองและนำไปใช้งานหมดแล้ว ไม่สามารถจัดสรรให้หน่วยงานใดได้

๒. คลื่นความถี่กลาง (Medium Frequency) ย่านความถี่ 1 - 6 GHz กองทัพไทยมีการใช้งานในระบบการสื่อสารไร้สายเดิมอยู่แล้ว จำนวน ๒ ย่านความถี่ ซึ่งกองทัพไทย สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานในเครือข่าย 5G ได้ คือ

๒.๑ ย่านความถี่ 2370 - 2400 MHz. มีความกว้างแถบความถี่ 30 MHz. ไม่เพียงพอต่อการใช้งานในเครือข่าย 5G ในขณะเดียวกัน บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) ถือครองคลื่นความถี่ย่าน 2310 - 2370 MHz. มีความกว้างแถบความถี่ 60 MHz. ซึ่งก็ไม่เพียงพอต่อการใช้งานในเครือข่าย 5G ผู้บริหาร และเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานด้านการสื่อสารของกองทัพไทย ได้ให้แนวความคิดการใช้งานคลื่นความถี่กลาง ย่านความถี่ 1 – 6 GHz สำหรับเครือข่าย 5G ของกองทัพไทย สรุปได้ดังนี้

๒.๑.๑ ใช้งานคลื่นความถี่เฉพาะย่านความถี่ 2370 – 2400 MHz. ความกว้างแถบความถี่ 30 MHz. โดยใช้ร่วมกับคลื่นความถี่สูง สำหรับสถานีฐานขนาดใหญ่ (5G Macro Cell) และใช้งานแบบ Non Standalone Mode (NSA) แต่มีข้อกัดคือ จะทำให้ไม่สามารถใช้งานเทคโนโลยีเครือข่าย 5G ไม่เต็มประสิทธิภาพ โดยเฉพาะประสิทธิภาพในด้านการเพิ่มสมรรถนะการสื่อสารเคลื่อนที่แบบบรอดแบนด์ (Enhanced Mobile Broadband : eMBB) ซึ่งจะทำให้ขีดความสามารถในการรับ-ส่งข้อมูลขนาดใหญ่มีความล่าช้า และประสิทธิภาพในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไร้สายจำนวนมากโดยใช้พลังงานต่ำ (Massive Machine-Type Communication : mMTC) จะทำให้การเชื่อมต่ออุปกรณ์ไร้สายได้จำนวนน้อยลง

๒.๑.๒ ใช้งานคลื่นความถี่ ย่านความถี่ 2370 – 2400 MHz. ร่วมกับย่านความถี่ 2310 – 2370 MHz. ของบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) จะทำให้ความกว้างแถบความถี่รวม 90 MHz. จะทำให้การใช้งานเทคโนโลยีเครือข่าย 5G เต็มประสิทธิภาพ และเพิ่มประสิทธิภาพเครือข่ายด้วย 5G NR โดยใช้ร่วมกับคลื่นความถี่สูง สำหรับสถานีฐานขนาดใหญ่ (5G Macro Cell)

๒.๒ ย่านความถี่ 4400 – 5000 MHz. เป็นคลื่นความถี่ในกิจการโทรคมนาคมทหาร และเป็นคลื่นความถี่ที่ใช้งานในกิจการทหาร ทั้งในกองทัพประเทศสหรัฐอเมริกา และกองทัพกลุ่มประเทศนาโต้ ดังนั้น ย่านความถี่นี้จึงมีการนำมาใช้งานเชิงพานิชย์อย่างจำกัด ในทางเทคนิคสามารถสั่งผลิตอุปกรณ์เครือข่าย 5G สำหรับการใช้งานในย่านความถี่นี้ได้ แต่จะเป็นอุปสรรคในการงานร่วมกับเครือข่าย 5G อื่นๆ

๓. คลื่นความถี่ใหม่/ความถี่สูง (New Spectrum/High Frequency) ย่านความถี่ 26 - 28 GHz กองทัพไทย ยังไม่มีการใช้งานคลื่นความถี่ในย่านนี้ และยังไม่ได้รับการจัดสรรในภารกิจด้านความมั่นคงของรัฐ สำหรับเทคโนโลยีเครือข่าย 5G จำเป็นต้องใช้งานคลื่นความถี่ในย่านนี้แบบแถบความถี่กว้างไม่น้อยกว่า 400 MHz. ซึ่งกองทัพไทย สามารถขออนุญาตใช้งานในภารกิจด้านความมั่นคงของรัฐ จาก กสทช. ต่อไป

แนวความคิดการออกแบบเครือข่าย 5G

การออกแบบเครือข่าย 5G ของกองทัพไทย เป็นการกำหนดรูปแบบและจุดติดตั้งกลุ่มอุปกรณ์เครือข่ายหลัก (Core Network) หรือศูนย์กลางบริหารเครือข่าย กลุ่มอุปกรณ์การเข้าถึงเครือข่ายทางวิทยุ (Radio Access Network: RAN) ซึ่งเราจะเห็นอุปกรณ์ต่างๆ ที่โหนดการสื่อสาร (gNB) และเส้นทางการสื่อสาร ทั้งระบบเส้นใยแก้วนำแสงและระบบวิทยุเชื่อมโยงสื่อสัญญาณความเร็วสูง เพื่อให้เห็นภาพเส้นทางการเชื่อมต่อระหว่างโหนดการสื่อสาร (gNB) เข้าด้วยกัน และเชื่อมต่อเครือข่าย 5G เข้ากับเครือข่ายอื่น และเชื่อมต่อเครือข่าย 5G เข้ากับเครื่องแม่ข่าย (Server) ในระดับต่างๆ ดังนี้

๑. ศูนย์กลางบริหารเครือข่าย เป็นศูนย์รวมอุปกรณ์และซอฟท์แวร์ต่างๆ ของเครือข่าย ทำหน้าที่กำหนดและเลือกเส้นทางการรับ-ส่งข้อมูล จากเครือข่ายหนึ่งไปยังเครือข่ายหนึ่ง หรือจากโหนดการสื่อสารไปยังเครื่องแม่ข่าย และเป็นจุดเชื่อมต่อเครือข่ายเข้ากับเครือข่ายอินเตอร์เน็ต (Internet Gateway) ดังนั้น พื้นที่ที่ติดตั้งอุปกรณ์ศูนย์กลางการบริหารเครือข่าย ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในทุกๆ ด้าน เช่น ปลอดภัยภัยพิบัติทั้งปวง ปลอดภัยจากการก่อการร้าย ปลอดภัยจากการก่อวินาศกรรม เป็นต้น ในปัจจุบัน กรมการสื่อสารทหาร ได้จัดวางระบบโทรคมนาคมทหารที่ระบบการรักษาความปลอดภัยทุกด้านไว้แล้ว ทั้งระบบเส้นใยแก้วนำแสงและระบบวิทยุเชื่อมโยงสื่อสัญญาณความเร็วสูงไว้ทั่วประเทศแล้ว และมีศูนย์กลางบริหารเครือข่ายอยู่ที่สถานีโทรคมนาคมศูนย์การโทรคมนาคมทหาร สามารถให้บริการเชื่อมต่อสัญญาณจากโหนดการสื่อสารต่างๆ ทั่วประเทศเข้าด้วยกัน และเพื่อเป็นหลักประกันการสื่อสาร กรมการสื่อสารทหาร ได้จัดตั้งศูนย์กลางบริหารเครือข่ายสำรอง ไว้ตามศูนย์กลางภูมิภาคต่างๆ อีก ๓ แห่ง คือ สถานีโทรคมนาคมทหารพิษณุโลก สถานีโทรคมนาคมโคราช และสถานีโทรคมนาคมนครศรีธรรมราช ซึ่งทุกศูนย์กลางบริหารเครือข่ายทุกศูนย์ สามารถทำงานทดแทนซึ่งกันและกันได้ ตลอดเวลาอย่างต่อเนื่อง

จากรูปแบบและความพร้อมของเครือข่ายโทรคมนาคมทหาร ณ ปัจจุบันนี้ ผู้บริหารและเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานด้านการสื่อสารของกองทัพไทย ได้ให้ข้อคิดเห็นในลักษณะคล้ายกัน คือ ให้กรมการสื่อสารทหาร ซึ่งมีความพร้อมเรื่องเครือข่ายและการบริหารเครือข่าย เป็นหน่วยรับผิดชอบและพิจารณากำหนดสถานที่ตั้งเครือข่ายหลัก โดยให้พิจารณาจากสิ่งที่กรมการสื่อสารทหาร ได้ดำเนินการไว้แล้ว ดังนี้

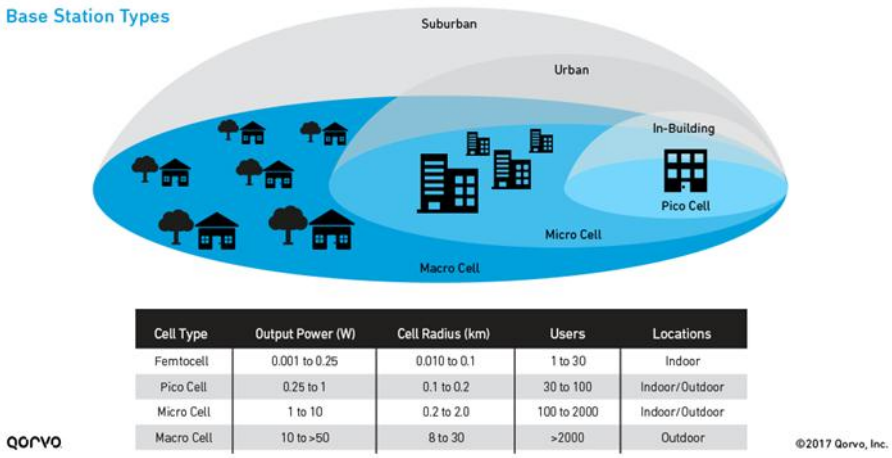
๑.๑ สถานีโทรคมนาคมศูนย์การโทรคมนาคมทหาร

๑.๒ สถานีโทรคมนาคมทหารพิษณุโลก

๑.๓ สถานีโทรคมนาคมโคราช

๑.๔ สถานีโทรคมนาคมนครศรีธรรมราช

แผนภาพที่ ๓ - ๑ คุณลักษณะสถานีฐาน (Base Station/Cell Site) ชนิดต่างๆ



ที่มา : “เทคโนโลยี 1G - 5G”. http://thunjiraromruen.blogspot.com (ออนไลน์),2563.

๒. โหนดการสื่อสาร (gNB) หรือสถานีฐาน (Base Station หรือ Cell Site)

เครือข่าย 5G เรียกชื่อสถานีฐานว่า “gNB” มี ๔ ขนาด คือ Macro Cell, Micro Cell, Pico Cell และ Femtocell ดังนั้น การติดตั้งสถานีฐานจะต้องพิจารณาปัจจัยแวดล้อมด้านการใช้งาน โดยพิจารณาจำนวนอุปกรณ์ปลายทาง และลักษณะอุปกรณ์ปลายทาง รวมทั้งด้านการใช้งานคลื่นความถี่ ดังแผนภาพที่ ๓.๑ คุณลักษณะสถานีฐาน (Base Station/Cell Site) ชนิดต่างๆ

ผู้บริหาร และเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานด้านการสื่อสารของกองทัพไทย ได้ให้ข้อคิดเห็นดังนี้

๒.๑ Macro Cell เป็นสถานีฐานขนาดใหญ่ แบบ Non Standalone (NSA) ติดตั้งนอกอาคาร กำลังส่ง ๑๐-๕๐ วัตต์ รัศมีปฏิบัติการ ๘-๓๐ กิโลเมตร รองรับอุปกรณ์ปลายทางได้มากกว่า ๒,๐๐๐ อุปกรณ์ เหมาะสำหรับการให้บริการในพื้นที่ขนาดใหญ่ มีอุปกรณ์ปลายทางจำนวนมาก มีแนวความคิดให้ติดตั้งในพื้นที่ ดังนี้

๒.๑.๑ ติดตั้งประจำที่ในพื้นที่ที่ตั้งหน่วยปกติ

๒.๑.๒ ติดตั้งประจำที่ตามแนวเส้นทางเคลื่อนที่

๒.๑.๓ ติดตั้งแบบเคลื่อนที่กึ่งประจำที่ในพื้นที่ปฏิบัติการในห้วงระยะเวลา

๒.๒ Micro Cell เป็นสถานีฐานขนาดเล็กระดับไมโคร แบบ Standalone (SA) ติดตั้งนอก/ในอาคาร กำลังส่ง ๐.๒๕-๑.๐ วัตต์ รัศมีปฏิบัติการ ๐.๒-๒.๐ กิโลเมตร อุปกรณ์ เหมาะสำหรับการให้บริการในพื้นที่ขนาดไม่ใหญ่มาก มีอุปกรณ์ปลายทางจำนวนมากรองรับอุปกรณ์ปลายทางได้ ๑๐๐- ๒,๐๐๐ อุปกรณ์ มีแนวความคิดให้ติดตั้งในพื้นที่ ดังนี้

๒.๒.๑ ติดตั้งประจำที่ในพื้นที่ที่ตั้งหน่วยปกติ ที่มีอุปกรณ์ทางทหารของอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งทางทหาร ใช้งานเป็นจำนวนมาก

๒.๒.๒ ติดตั้งแบบเคลื่อนที่กึ่งประจำที่ในพื้นที่ปฏิบัติการในห้วงระยะเวลา

๒.๓ Pico Cell เป็นสถานีฐานขนาดเล็กระดับพิโค แบบ Standalone (SA) ติดตั้งนอก/ในอาคาร กำลังส่ง ๐.๒๕-๐.๑ วัตต์ รัศมีปฏิบัติการ ๐.๑-๐.๒ กิโลเมตร รองรับอุปกรณ์ปลายทางได้ ๓๐-๑๐๐ อุปกรณ์ เหมาะสำหรับการให้บริการในอาคารหรือพื้นที่โล่งแจ้งขนาดเล็ก มีแนวความคิดให้ติดตั้งในพื้นที่ ดังนี้

๒.๓.๑ ติดตั้งประจำที่ในพื้นที่ที่ตั้งหน่วยปกติ ที่มีอุปกรณ์ทางทหารของอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งทางทหาร ใช้งานเป็นจำนวนไม่มาก

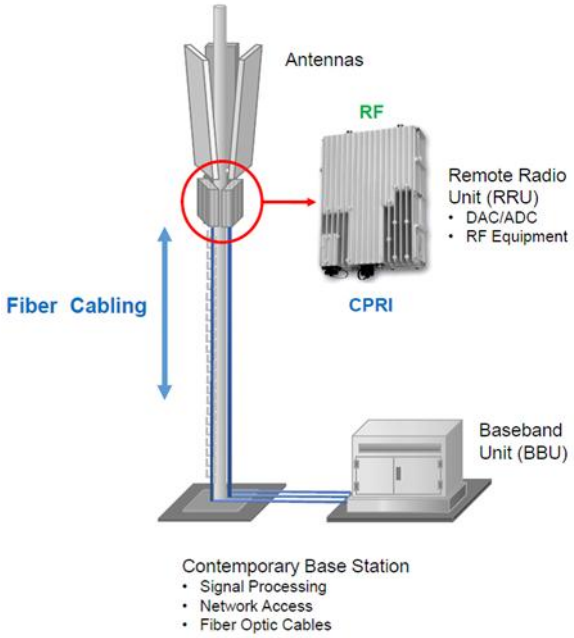
๒.๓.๒ ติดตั้งแบบเคลื่อนที่กึ่งประจำที่ในพื้นที่ปฏิบัติการในห้วงระยะเวลา

๒.๔ Femtocell เป็นสถานีฐานขนาดเล็กในอาคาร แบบ Standalone (SA) ติดตั้งในอาคาร กำลังส่ง ๐.๐๐๑-๐.๒๕ วัตต์ รัศมีปฏิบัติการ ๐.๐๐๑-๐.๑ กิโลเมตร รองรับอุปกรณ์ปลายทางได้ ๑-๓๐ อุปกรณ์ มีแนวความคิดให้ติดตั้งในพื้นที่ ดังนี้

๒.๔.๑ ติดตั้งประจำที่ในพื้นที่ที่ตั้งหน่วยปกติ ที่มีอุปกรณ์ทางทหารของอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งทางทหาร ใช้งานเป็นจำนวนไม่มาก

๒.๔.๒ ติดตั้งแบบเคลื่อนที่กึ่งประจำที่ในพื้นที่ปฏิบัติการในห้วงระยะเวลา

แผนภาพที่ ๓ - ๒ โหนดการสื่อสาร (gNB)



ที่มา : “เทคโนโลยี 1G - 5G”. http://thunjiraromruen.blogspot.com (ออนไลน์),2563.

๓. เส้นทางการสื่อสาร เป็นเส้นทางหรือแนวทางของสื่อสัญญาณความเร็วสูง ในการสื่อสารข้อมูลระหว่างโหนดการสื่อสารด้วยกัน และเส้นทางสื่อสัญญาณความเร็วสูงที่เชื่อมต่อเข้ากับสถานีแม่ข่าย (Server) เส้นทางการสื่อสารนี้ เป็นเส้นทางการติดตั้งเส้นใยแก้วนำแสง และแนวทางการแพร่กระจายคลื่นความถี่รับ-ส่งสัญญาณระหว่างโหนดการสื่อสาร ดังแผนภาพที่ ๓.๓ เส้นทางการสื่อสาร

การใช้งานเส้นทางการสื่อสาร สามารถเลือกใช้ได้ทั้งระบบเส้นใยแก้วนำแสงของกรมการสื่อสารทหาร และระบบเส้นใยแก้วนำแสงของเหล่าทัพ และระบบวิทยุเชื่อมโยงสื่อสัญญาณความเร็วสูงของกรมการสื่อสารทหาร และระบบวิทยุเชื่อมโยงสื่อสัญญาณความเร็วสูงของเหล่าทัพ

ผู้บริหาร และเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานด้านการสื่อสารของกองทัพไทย ให้ความเห็นไม่ต่างกันคือ เครือข่าย 5G ของกองทัพไทย ควรเลือกใช้เส้นทางการสื่อสารระบบเส้นใยแก้วนำแสงเป็นเส้นทางหลัก และใช้เส้นทางการสื่อสารระบบวิทยุเชื่อมโยงสื่อสัญญาณความเร็วสูงเป็นเส้นทางสำรอง ในกรณีบางเส้นทางการสื่อสารที่มีระบบส้นใยแก้วนำแสงมากกว่า ๑ ระบบ ให้ใช้ระบบเส้นใยแก้วนำแสงของกรมการสื่อสารทหารเป็นหลัก ในบางกรณีที่มีเส้นทางการสื่อสารมีระบบวิทยุเชื่อมโยงสื่อสัญญาณความเร็วสูงของกรมการสื่อสารทหาร และมีระบบเส้นใยแก้วนำแสงของเหล่าทัพให้เลือกใช้ระบบเส้นใยแก้วนำแสงของเหล่าก่อน

แนวความคิดการติดตั้งเซิร์ฟเวอร์ (Server)

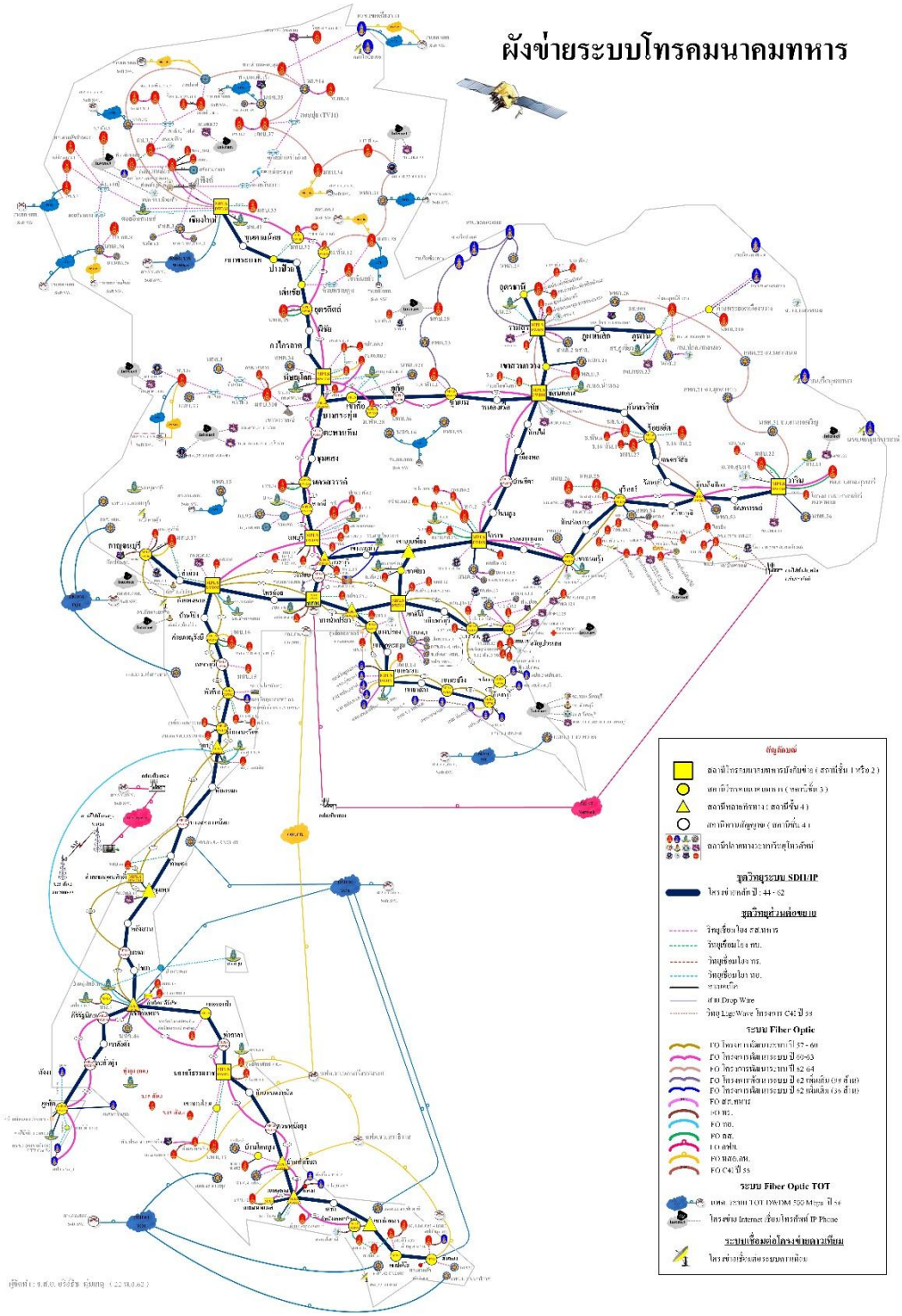
การสื่อสารที่มีความเร็วสูงความหน่วงต่ำ คือจุดเด่นหนึ่งของเครือข่าย 5G ซึ่งมีสาเหตุหลักอย่างหนึ่งคือ การบริหารจัดการเซิร์ฟเวอร์ในลักษณะการติดตั้งเซิร์ฟเวอร์หลายๆ เครื่อง ให้กระจายไปทั่วทุกภูมิภาค และทุกๆ เซิร์ฟเวอร์ให้บริการเหมือนกัน ด้วยโปรแกรมบริการ (applications) ซึ่งทำงานอยู่บนระบบปฏิบัติการอีกชั้นหนึ่ง ซึ่งโปรแกรมบริการนั้น มีหลากหลายอย่างด้วยกัน

ผู้บริหาร และเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานด้านการสื่อสารของกองทัพไทย มีความคิดเห็นไม่ต่างกัน ดังนี้

๑. เซิร์ฟเวอร์กลาง (Central Server) ทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลและประมวลผล Application ต่างๆ ตามความต้องการของผู้ใช้ เช่น Web Server, Database Server, Application Server, Mail Server, Virtual Server, File Server, DNS Server เป็นต้น ควรติดตั้งที่ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศทหาร กรมการสื่อสารทหาร เนื่องจากศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศทหารมีพื้นที่และเจ้าหน้าที่ที่มีความรู้ความสามารถเป็นจำนวนมาก และหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์และเครือข่ายของกองทัพไทยโดยตรงอยู่แล้ว รวมทั้งมีเครือข่ายระบบเส้นใยแก้วนำแสงของกองทัพไทย เป็นเส้นทางการสื่อสารหลัก และเส้นทางการสื่อสารสำรอง เชื่อมต่อไปยังสถานีโทรคมนาคมศูนย์การโทรคมนาคมทหาร ซึ่งเป็นที่ตั้งของศูนย์กลางการบริหารเครือข่ายอยู่แล้ว และมีจุดเชื่อมต่อเข้ากับอินเตอร์เน็ตเกตเวย์ด้วย

๒. เซิร์ฟเวอร์ท้องถิ่น (Local Server) ทำหน้าที่แบ่งเบาภาระงาน และลดความซ้ำซ้อนของการรันโปรแกรมหรือ Application ต่างๆ รวมทั้งการจัดเก็บสำเนาหรือ 'แคช' ของเนื้อหายอดนิยมของเซิร์ฟเวอร์ส่วนกลาง ดังนั้น เพื่อความปลอดภัยของระบบและเครือข่าย ควรติดตั้งให้กระจัดกระจายทั่วทุกภูมิภาค เช่น สถานีโทรคมนาคมทหารพิษณุโลก สถานีโทรคมนาคมโคราช และสถานีโทรคมนาคมนครศรีธรรมราช เป็นต้น

แผนภาพที่ ๓ - ๓ เส้นทางการสื่อสาร



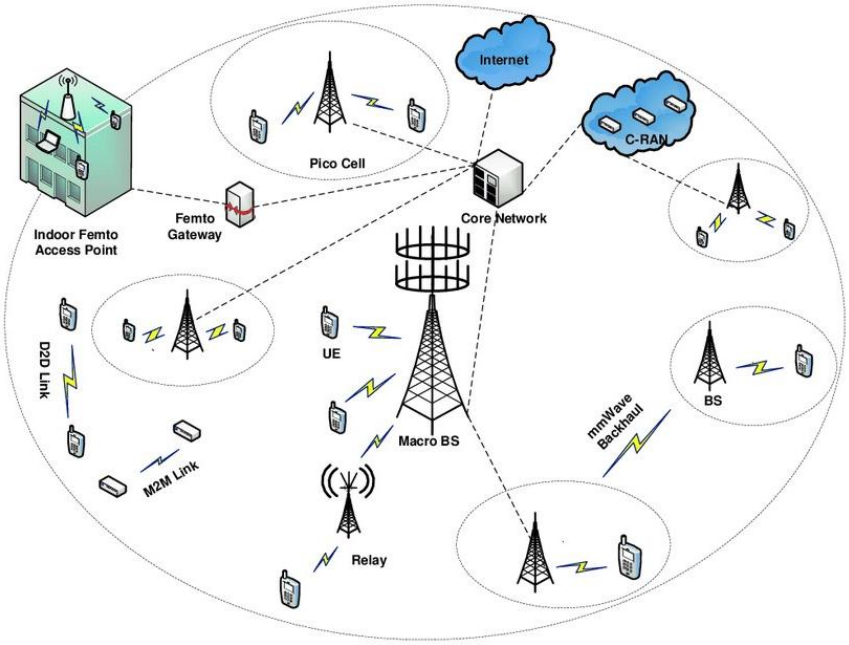
ที่มา : http://www.dsdw2016.dsdw.go.th/doc_pr/ndc_2560-2561/PDF/m8519/8519TRML-3D32-6.pdf, (ออนไลน์), 2563.

แนวความคิดการบริหารเครือข่าย (Network Management)

การบริหารเครือข่ายขนาดใหญ่ มีการใช้งานเครือข่ายเดียวกันนี้ร่วมกันหลายหน่วยงาน และสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งคือแต่ละหน่วยงานมีหน้าที่ความรับผิดชอบที่ต่างกัน ต้องการความคล่องตัว และความส่วนตัว (privacy) จากการสัมภาษณ์ผู้บริหาร และเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานด้านการสื่อสารของกองทัพไทย มีความคิดเห็นที่เหมือนกัน คือ หน่วยงานในระดับเหล่าทัพ ควรจะแยกบริหารเครือข่ายและฐานข้อมูลด้วยตนเอง ในรูปแบบ Network Slicing ซึ่งเครือข่าย 5G นี้ สามารถใช้เทคโนโลยีเอสดีเอ็น (Software Defined Networking: SDN) ในการจัดการอุปกรณ์เครือข่าย ให้มีการแยกส่วนของการควบคุมเครือข่ายออกจากส่วนที่ทำหน้าที่อนุญาต หรือส่วนที่ทำหน้าที่บริการรับ-ส่งข้อมูลบนเครือข่าย ตามการตัดสินใจของภาคควบคุม โดยให้ผู้ดูแลระบบทำการตั้งค่า และบริหารจัดการจากส่วนกลางได้เลย รวมทั้งการใช้เทคโนโลยีเอ็นเอฟวี (Network Function Virtualization : NFV) บริหารจัดการภายในเครื่องแม่ข่าย (Server) ให้บริการเครือข่ายแบบเสมือน จำลองการทำงานของคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเพียงเครื่องเดียว ให้เสมือนเป็นคอมพิวเตอร์หลายเครื่องทำงานแยกกันได้ อีกเทคโนโลยีหนึ่งซึ่งมีประโยชน์และจำเป็นต้องนำมาใช้ คือ เทคโนโลยีเครือข่ายเฮ็ตเทอโรจีเนียส หรือเฮ็ตเน็ต (Heterogeneous Networks: HetNets) เพื่อให้เครือข่ายเดิมของแต่ละหน่วยงานซึ่งหลากหลาย และแตกต่างกัน ซึ่งเป็นเทคโนโลยีไร้สายแบบต่างๆ ที่มีสถานีฐานติดตั้งอยู่ในบริเวณเดียวกัน หรือใกล้เคียงกัน ให้สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้น ด้วยเหตุผลและปัจจัยสภาวะแวดล้อมพื้นฐานของหน่วยงาน เทคโนโลยีเครือข่าย 5G มีเทคโนโลยีดังกล่าวเป็นเครื่องมือช่วยแก้ไขปัญหา ซึ่งแต่ละหน่วยงานสามารถกำหนดหรือสร้างเครือข่ายของตนเองได้

แผนภาพที่ ๓ - ๔ แผนผังเครือข่าย 5G



ที่มา : “เทคโนโลยี 1G - 5G”. http://thunjiraromruen.blogspot.com (ออนไลน์),2563.

แนวความคิดการใช้เครือข่าย 5G ร่วมกับบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน)

อุปกรณ์หลักของเครือข่าย 5G คือ อุปกรณ์การเข้าถึงเครือข่ายทางวิทยุ (Radio Access Network: RAN) หรือโหนดการสื่อสาร ซึ่งเป็นตัวกลางในการรับ-ส่งข้อมูลด้วยคลื่นวิทยุ และใช้เครือข่ายระบบเส้นใยแก้วนำแสงและระบบวิทยุเชื่อมโยงสื่อสัญญาณความเร็วสูง เป็นตัวกลางในการเชื่อมโยงข้อมูล ระหว่างโหนดการสื่อสาร และอุปกรณ์การเข้าถึงเครือข่ายทางวิทยุนี้ จะต้องจัดหาอุปกรณ์ใหม่ทั้งหมด และจะต้องใช้งบประมาณจำนวนมาก

ผู้บริหาร และเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานด้านการสื่อสารของกองทัพไทย มีความคิดเห็นต่างกัน ดังนี้

๑. การสร้างเครือข่าย 5G ด้วยตนเอง ข้อเสียคือ จะต้องจัดหาอุปกรณ์การเข้าถึงเครือข่ายทางวิทยุใหม่ทั้งหมด จะต้องใช้งบประมาณจำนวนมาก แต่มีข้อดีคือ เป็นเครือข่ายของตนเอง มีความเป็นส่วนตัว และมีความปลอดภัยทางไซเบอร์

๒. การสร้างเครือข่าย 5G ร่วมกับบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) ข้อดี คือ จัดหาอุปกรณ์การเข้าถึงเครือข่ายบางส่วน (เฉพาะสถานีฐานขนาดเล็ก) งบประมาณ ไม่สิ้นเปลือง ข้อเสีย คือ ความปลอดภัยทางไซเบอร์มีน้อย และจะต้องสร้างระบบการรักษาความปลอดภัยด้วยตนเอง

รูปแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งทางทหาร (Internet of Military Things/Internet of Battlefield Things: IoMT/IoBT)

อุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งทางทหาร ส่วนใหญ่จะเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เทคโนโลยีการเข้าถึงเครือข่ายทางวิทยุ (RAN) ด้วยเทคโนโลยีไร้สายยุคที่ 5 สำหรับอุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งทางทหาร ที่ใช้เทคโนโลยีการเข้าถึงเครือข่ายทางวิทยุ (RAN) ด้วยเทคโนโลยีอื่น เช่น Wi-Fi WiMax ฯลฯ สามารถปรับเปลี่ยนการเข้าถึงเครือข่ายทางวิทยุใหม่ได้ด้วยระบบวิทยุ 5G NR ดังนั้น สามารถนำอุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งทางทหาร มาใช้งานร่วมเครือข่าย 5G ได้ทุกรุ่น ทุกแบบ

ผู้บริหาร และเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานด้านการสื่อสารของกองทัพไทย มีข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ ดังนี้

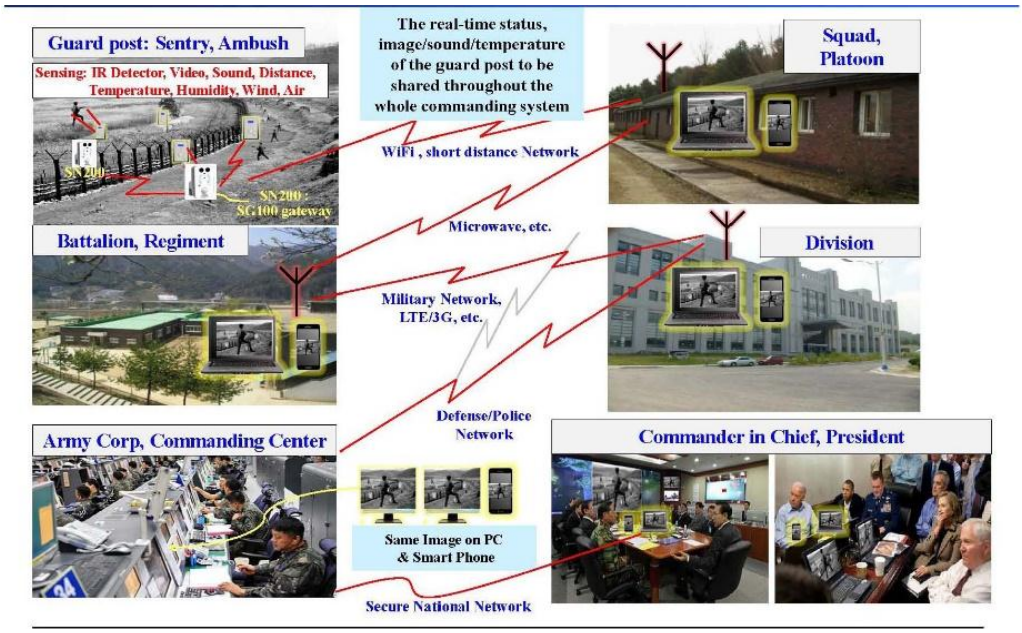
๑. อุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งบุคคลทางทหาร อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เหล่านี้ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานต่ำในการรับ-ส่งข้อมูล กำลังพล ๑ นาย จะต้องติดตั้งอุปกรณ์เหล่านี้ไม่น้อยกว่า ๗ อุปกรณ์ ในการปฏิบัติภารกิจแต่ละครั้งจะต้องใช้กำลังพลกี่นาย และยุทโธปกรณ์กี่อุปกรณ์ในพื้นที่ ๑ ตารางกิโลเมตร การเชื่อมต่ออุปกรณ์เหล่านี้พร้อมๆ กัน เป็นการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไร้สายจำนวนมากโดยใช้พลังงานต่ำ (Massive Machine-Type Communication: mMTC) ในระยะห่างไม่เกิน ๑๐๐ เมตร สถานีฐานที่ใช้สำหรับการเข้าถึงเครือข่ายทางวิทยุ ควรเป็นแบบสถานีฐานเคลื่อนที่ขนาดเล็ก แบบ Standalone (SA) ติดตั้งบนยานยนต์ จำนวนสถานีฐานขึ้นอยู่กับระยะการติดต่อสื่อสาร

แผนภาพที่ ๓ - ๕ อุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งบุคคลทางทหาร

ที่มา : http://www.dsdw2016.dsdw.go.th/doc_pr/ndc_2560-2561/PDF/m8519/8519TRML-3D32-6.pdf, (ออนไลน์), 2563.

๒. อุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งหน่วยงานทางทหาร อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เหล่านี้ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานต่ำในการรับ-ส่งข้อมูล ใช้สำหรับการเฝ้าตรวจพื้นที่ระวังป้องกัน พื้นที่สนใจ ช่องทางสำคัญ เส้นทางการย้าย เส้นทางการส่งกำลังบำรุง ฯลฯ อุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งหน่วยงานทางทหารเป็นอุปกรณ์ติดตั้งประจำที่ถาวร ควบคุมระยะไกลใช้ซอฟต์แวร์ปัญญาประดิษฐ์ (AI) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์และประมวลผล การติดตั้งอุปกรณ์เป็นกลุ่มจำนวนมาก หลายพื้นที่แต่ละกลุ่มอุปกรณ์อยู่ห่างไกลกัน การเชื่อมต่ออุปกรณ์เหล่านี้พร้อมๆ กัน เป็นการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไร้สายจำนวนมากโดยใช้พลังงานต่ำ (Massive Machine-Type Communication: mMTC) อุปกรณ์ในกลุ่มระยะห่างไม่เกิน ๑๐๐ เมตร กลุ่มอุปกรณ์จะอยู่ห่างกันเกิน ๑๐๐ เมตร สถานีฐานที่ใช้สำหรับการเข้าถึงเครือข่ายทางวิทยุ ควรเป็นแบบสถานีฐานประจำที่ขนาดเล็ก แบบ Standalone (SA) สัญญาณและข้อมูลจากอุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งหน่วยงานทางทหาร จะถูกส่งเข้าเข้าเครือข่าย 5G ทางสถานีฐานต่างๆ และประมวลผลที่เซิร์ฟเวอร์ที่ใกล้ที่สุด แล้วส่งผลนำเสนอ ณ จุดที่ต้องการ

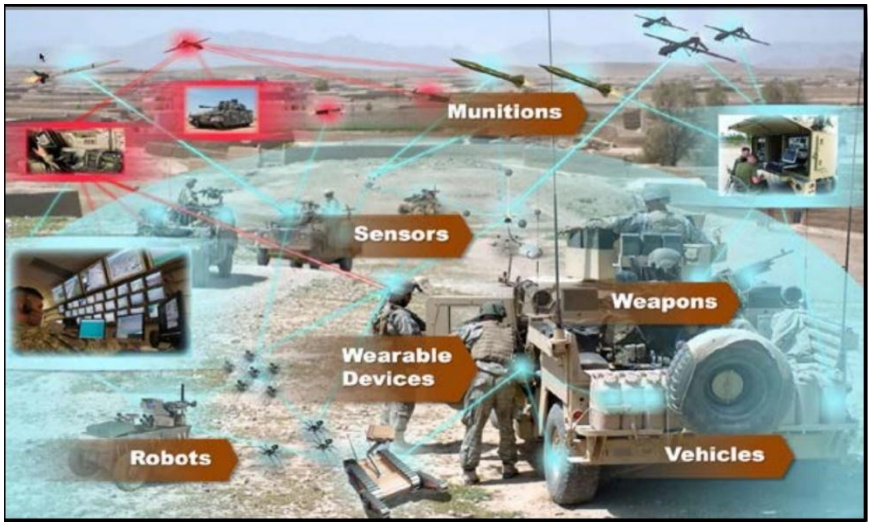
แผนภาพที่ ๓ - ๖ อุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งหน่วยงานทางทหาร



ที่มา : http://www.dsdw2016.dsdw.go.th/doc_pr/ndc_2560-2561/PDF/m8519/8519TRML-3D32-6.pdf, (ออนไลน์), 2563.

๓. อุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งในการรบ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เหล่านี้เป็นอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานต่ำในการรับ-ส่งข้อมูล ใช้ติดตั้งกับอาวุธยุทโธปกรณ์ สำหรับรายงานสถานภาพของยุทโธปกรณ์ ใช้ซอฟต์แวร์ปัญญาประดิษฐ์ (AI) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์และประมวลผล การติดตั้งอุปกรณ์เป็นกลุ่มจำนวนมาก เป็นการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไร้สายจำนวนมากโดยใช้พลังงานต่ำ (Massive Machine-Type Communication: mMTC) ในระยะห่างไม่สม่ำเสมอ เคลื่อนที่กระจัดกระจาย ระยะห่าง ๐.๐๐๑ – ๑.๐ กิโลเมตร สถานีฐานที่ใช้สำหรับการเข้าถึงเครือข่ายทางวิทยุ ควรเป็นแบบสถานีฐานเคลื่อนที่ขนาดเล็ก แบบ Standalone (SA) ติดตั้งบนยานยนต์ จำนวนสถานีฐานขึ้นอยู่กับระยะการติดต่อสื่อสาร และพื้นที่ปฏิบัติการ

แผนภาพที่ ๓ – ๗ อุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งในการรบ



ที่มา : http://www.dsdw2016.dsdw.go.th/doc_pr/ndc_2560-2561/PDF/m8519/8519TRML-3D32-6.pdf, (ออนไลน์), 2563.

สรุป

การออกแบบเครือข่าย 5G ของกองทัพไทย เป็นการนำข้อมูล ขีดความสามารถ ข้อจำกัด จุดเด่น และจุดด้อย ของเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (Fifth Generation: 5G) ทั้งสถานีฐาน (Base Station) อุปกรณ์เครื่องแม่ข่าย (Server) จากเอกสาร Website และบทความ รวมทั้งความรู้ และประสบการณ์ ของผู้บริหารและเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานด้านการสื่อสารของกองทัพไทย มาคิด วิเคราะห์ และประมวลผล เพื่อหาหนทางนำอุปกรณ์ 5G มาออกแบบเป็นเครือข่าย โดยการเชื่อมต่อโหนดการสื่อสาร (gNB) เข้ากัน ด้วยเครือข่ายสื่อสัญญาณความเร็วสูง เช่น ระบบเส้นใยแก้วนำแสง และระบบวิทยุเชื่อมโยงสื่อสัญญาณความเร็วสูง และเชื่อมต่อเข้ากับอินเตอร์เน็ตเกตเวย์ ในการออกแบบเครือข่าย 5G ของกองทัพไทยนั้น ได้นำคุณสมบัติและขีดความสามารถเทคโนโลยีเครือข่าย 5G ในด้านการเพิ่มสมรรถนะการสื่อสารเคลื่อนที่แบบบรอดแบนด์ (Enhanced Mobile Broadband: eMBB) ด้านการสื่อสารที่มีความน่าเชื่อถือสูงความหน่วงต่ำ (Ultra-Reliable Low-Latency Communication: URLLC) และด้านการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไร้สายจำนวนมากโดยใช้พลังงานต่ำ (Massive Machine-Type Communication: mMTC) มาใช้งานกับอุปกรณ์ของอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งทางทหาร

รูปแบบของเครือข่าย 5G ของกองทัพไทย จะเป็นการติดตั้งระบบการสื่อสารสมัยใหม่ทดแทนระบบการสื่อสารเดิม ซึ่งจะทำให้ระบบการสื่อสารของกองทัพไทย ทันสมัย และขีดความสามารถสูง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย และจะช่วยทำให้รูปแบบงานป้องกันราชอาณาจักรเปลี่ยนแปลงไป ทั้งงานด้านการป้องกันภัยทางอากาศ ด้านการข่าว ด้านการอำนวยการยุทธ ด้านการส่งกำลังบำรุง และงานบริการอื่นๆ ขีดความสามารถของเครือข่าย 5G รวมกับอุปกรณ์

อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งทางทหาร (IoBT) จะทำให้งานการป้องกันราชอาณาจักรในภาพรวม มีความรอบคอบ รัดกุม รวดเร็ว ทันเวลา และแม่นยำยิ่งขึ้น

ด้วยคุณลักษณะและขีดความสามารถของเทคโนโลยีเครือข่าย 5G เราสามารถออกแบบเครือข่าย 5G และการเข้าถึงเครือข่ายทางวิทยุ (Radio Access Network: RAN) เพื่อรองรับอุปกรณ์สื่อสารปลายทาง และอุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งทางทหารได้หลายแนวทาง อีกปัจจัยหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงคือ คลื่นความถี่สำหรับเทคโนโลยี 5G ที่จะใช้งาน โดยสถานภาพการถือครองคลื่นความถี่กองทัพไทย และคลื่นความถี่ที่ กสทช. จัดสรรตามตารางกำหนดคลื่นความถี่แห่งชาติ ทำให้กองทัพไทยมีคลื่นความถี่ไม่เพียงพอ และไม่สามารถจัดทำระบบการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ ได้เต็มประสิทธิภาพ ถ้าหากต้องการให้เครือข่าย 5G ของกองทัพไทย มีประสิทธิภาพ สามารถกระทำได้โดยการนำคลื่นความถี่สำหรับเทคโนโลยี 5G ของกองทัพไทย รวมกับคลื่นความถี่สำหรับเทคโนโลยี 5G ของ บริษัท ทีโอ ที จำกัด (มหาชน) แล้วใช้งานร่วมกัน

สำหรับการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบเครือข่าย 5G ของกองทัพไทย เช่น สถานีฐานเครือข่าย และเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) กองทัพไทย ซึ่งหมายรวมถึง กองบัญชาการกองทัพไทย กองทัพบก กองทัพเรือ และกองทัพอากาศ สามารถใช้พื้นที่ที่ตั้งสถานีฐานและสาธารณูปโภคต่างๆ ร่วมกันได้ โดยยึดถือและอ้างอิงสถานที่ที่ใช้ติดตั้งอุปกรณ์การสื่อสารในระบบเดิม และต้องพิจารณาสถานที่สำหรับติดตั้งเซิร์ฟเวอร์ และอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลให้แต่ละเหล่าทัพ ในลักษณะกระจายตามภูมิภาค เพื่อความปลอดภัยและเป็นหลักประกันความเสี่ยงต่างๆ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเป็นเงื่อนไขในการติดตั้งสถานีฐานแบบต่างๆ

รูปแบบการบริหารเครือข่ายและการใช้งาน applications ของกองทัพไทย ด้วยภารกิจหน้าที่และคุณลักษณะของหน่วยขึ้นตรงกองทัพไทยที่มีความแตกต่างกัน ดังนั้น สามารถใช้เทคโนโลยีเอสดีเอ็น (Software Defined Networking : SDN) และเทคโนโลยีเอ็นเอฟวี (Network Function Virtualization : NFV) ในการแยกเครือข่าย เพื่อการบริหารเครือข่ายด้วยตนเองโดยอิสระ

สิ่งสำคัญที่สุดคือเครือข่าย 5G ของกองทัพไทย จะต้องมีระบบการรักษาความปลอดภัยทั้งระบบ ตั้งแต่ความปลอดภัยของอุปกรณ์และสถานที่ติดตั้ง ความปลอดภัยในการนำเข้า-ส่งออกข้อมูล ทั้งแบบอัตโนมัติและแบบนำเข้าข้อมูลโดยเจ้าหน้าที่ ระบบรักษาความปลอดภัยฐานข้อมูล และระบบรักษาความปลอดภัยบนเครือข่าย (Cyber Security)

บทที่ ๔
การวิเคราะห์รูปแบบเครือข่าย และการเชื่อมต่อเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G) กับอุปกรณ์ทางทหารของกองทัพไทย

จากการศึกษา รวบรวมข้อมูลทางเทคนิคและได้รับทราบข้อมูลเชิงลึกจากการสัมภาษณ์ผู้บริหารและเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติด้านการสื่อสารของกองทัพไทยหลายๆ ท่าน ด้วยเหตุและผลหลายๆ ด้าน จึงเกิดแนวคิดการพัฒนารูปแบบเครือข่าย 5G เข้ากับอุปกรณ์ทางทหารของกองทัพไทยได้หลายรูปแบบ เพื่อให้เกิดความง่าย และชัดเจนในรูปแบบของเครือข่าย สามารถแยกการวิเคราะห์ในแต่ละด้าน คือ ด้านการบริหารคลื่นความถี่ ด้านโหนดการสื่อสาร ด้านการบริหารเครือข่าย และด้านการใช้งานร่วมกับหน่วยงานอื่น

ด้านการบริหารคลื่นความถี่ (Frequency Management)

คลื่นความถี่เป็นเรื่องแรกและสิ่งสำคัญ สำหรับเครือข่าย 5G ในงานการเข้าถึงเครือข่ายทางวิทยุ (RAN) ในย่านความถี่ 2300 – 2400 MHz มีข้อพิจารณา ๒ กรณี ดังนี้

๑. ในกรณีนำคลื่นความถี่ย่าน 2370 – 2400 MHz ความกว้างแถบความถี่ 40 MHz ซึ่งได้รับอนุญาตให้ใช้งานกิจการประจำที่ สำหรับเชื่อมโยงสื่อสัญญาณความเร็วสูง (Broadband Wireless Access : BWA) แบบ Point to Point (PtP) ขนาดความกว้างแถบความถี่ 40 MHz นี้ สามารถนำไปใช้งานในเครือข่าย 5G ได้ แต่มีประสิทธิภาพน้อย ไม่สนองตอบขีดความสามารถหลักของเครือข่าย 5G ด้าน eMBB, URLLC, mMTC ได้

๒. ในกรณีใช้งานร่วมกับ บริษัท ที โอ ที จำกัด (มหาชน) ในย่านความถี่ 2310 – 2370 MHz จะได้คลื่นความถี่ในย่านความถี่นี้ รวม 90 MHz ทำให้เครือข่าย 5G มีประสิทธิภาพสูง สนองตอบขีดความสามารถหลักของเครือข่าย 5G ด้าน eMBB, URLLC, mMTC ได้เป็นอย่างดี

คลื่นความถี่สูง ย่านความถี่ 26 - 28 GHz สำหรับ 5G New Radio กองทัพไทย ยังไม่มีการใช้งาน ต้องได้รับอนุญาตใช้งานในกิจการ BWA ในภารกิจความมั่นคงของรัฐ จาก กสทช. ก่อน ซึ่งคลื่นความถี่สูงนี้ มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการเชื่อมต่ออุปกรณ์อินเตอร์ของสรรพสิ่งทางทหาร (IoMT/IoBT)

ดังนั้น การบริหารคลื่นความถี่เครือข่าย 5G ของกองทัพไทย ในย่านความถี่ 2300 – 2400 MHz ควรใช้งานร่วมกับ บริษัท ที โอ ที จำกัด (มหาชน) และขออนุญาตใช้งานคลื่นความถี่สูงย่านความถี่ 26 - 28 GHz ต่อไป

ด้านโหนดการสื่อสาร (gNB)

โหนดการสื่อสารของเครือข่าย 5G (gNB) หรือสถานีฐาน หรือเซลไซต์ ซึ่งเป็นสถานที่ติดตั้งอุปกรณ์การเข้าถึงเครือข่ายทางวิทยุ (RAN) แบ่งเป็น ๒ ส่วน คือ ส่วนของอุปกรณ์การเข้าถึงเครือข่ายทางวิทยุ (RAN) และส่วนของสาธารณูปโภคพื้นฐาน (Infrastructure) เช่น หอเสาอากาศ ห้องเครื่องมือสื่อสาร ห้องเครื่องไฟฟ้าและอุปกรณสำรองไฟ ในส่วนโหนดการสื่อสารนี้มีข้อพิจารณา ๒ กรณี คือ

๑. กรณีกองทัพไทย สร้างเครือข่าย 5G ของตนเอง โหนดการสื่อสารของหน่วยงานกองทัพไทย จะมีสถานีโทรคมนาคมในพื้นที่ต่างๆ ทั่วภูมิภาค ซึ่งจะตั้งอยู่เฉพาะพื้นที่ที่มีการปฏิบัติการทางทหาร และแนวเส้นทางการเคลื่อนย้ายหรือแนวเส้นทางการส่งกำลังบำรุง ไม่ครอบคลุมพื้นที่ทางธุรการอื่น ซึ่งจะทำให้การสื่อสารเคลื่อนที่แบบไร้สายยุค 5G ไม่สามารถให้บริการได้อย่างทั่วถึง

๒. กรณีกองทัพไทย ใช้งานร่วมกับ บริษัท ที โอ ที จำกัด (มหาชน) จะทำให้การสื่อสารเคลื่อนที่แบบไร้สายยุค 5G สามารถให้บริการได้อย่างทั่วถึง

ดังนั้น ด้านโหนดการสื่อสาร ควรใช้งานร่วมกับ บริษัท ที โอ ที จำกัด (มหาชน) จะเป็นประโยชน์แก่ทั้งสองฝ่าย เพราะจะทำให้การสื่อสารเคลื่อนที่แบบไร้สายยุค 5G สามารถให้บริการได้อย่างทั่วถึง และกองทัพไทย ให้การสนับสนุนสาธารณูปโภคพื้นฐาน เช่น หอเสาอากาศ อาคาร สถานที่ ในการติดตั้งอุปกรณ์เครือข่าย 5G และอุปกรณ์การเข้าถึงเครือข่ายทางวิทยุ (RAN)

ด้านการบริหารเครือข่าย (Network Management)

การบริหารเครือข่าย 5G กรณีกองทัพไทยสร้างเครือข่าย 5G ของตนเอง หรือใช้เครือข่ายร่วมกับหน่วยงานอื่น สามารถดำเนินการได้ทั้ง ๒ กรณี เนื่องจากเครือข่าย 5G สามารถแยกการบริหารได้หลายเครือข่ายย่อย แต่ละเครือข่ายย่อย สามารถตั้งค่าพารามิเตอร์เครือข่ายของตนเอง สามารถสร้าง cloud database และบริหารข้อมูลได้ด้วยตนเอง ในด้านการรักษาความปลอดภัยเครือข่าย เป็นการดำเนินการเป็นภาพรวม

ด้านการใช้งานร่วมกับหน่วยงานอื่น (Network Sharing)

การใช้งานร่วมกับหน่วยงานอื่น เป็นการใช้ทรัพยากรทางการสื่อสารร่วมกัน ทั้งคลื่นความถี่ โหนดการสื่อสาร (gNB) สาธารณูปโภค ระบบสื่อสัญญาณความเร็วสูง ทั้งระบบเส้นใยแก้วนำแสง และระบบวิทยุเชื่อมโยงสื่อสัญญาณความเร็วสูง โดยการทำหน้าที่แทนซึ่งกันและกัน ทำให้ประหยัดทรัพยากร และเวลาในการติดตั้ง แต่มีข้อห่วงใยคือความส่วนตัวและความปลอดภัย ในการสื่อสารและการแลกเปลี่ยนข้อมูล ดังนั้น เมื่อมีการใช้งานเครือข่ายร่วมกัน ต้องสร้างความเชื่อถือความมั่นใจซึ่งกันและกัน โดยจัดให้มีการบริหารเครือข่ายร่วมกัน เพื่อกำหนดแนวทาง กฎ ระเบียบข้อบังคับ ในการใช้งานเครือข่าย การเข้าถึงเครือข่ายร่วมกัน

ด้านการเชื่อมต่อเครือข่าย 5G เข้ากับอุปกรณ์ทางทหารของกองทัพไทย

อุปกรณ์ทางทหารของกองทัพไทยหรืออุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งทางทหาร ส่วนใหญ่จะเป็นอุปกรณ์ในระบบเฝ้าตรวจ (Surveillance System) ระบบป้องกันภัยทางอากาศ (Air Defense System) ระบบกล้องวงจรปิด อุปกรณ์ใช้งานส่วนมากเป็นอุปกรณ์แบบไร้สาย

ดังนั้น การเลือกใช้อุปกรณ์และพื้นที่ใช้งาน ควรให้แต่หน่วยงานในกองทัพไทยพิจารณาเลือกใช้ด้วยตนเองบนมาตรฐาน Air Interface เดียวกัน รวมทั้งให้ดำเนินการจัดหาและติดตั้งสถานีฐานขนาดเล็ก แบบเคลื่อนที่/กึ่งประจำที่ สำหรับภารกิจและพื้นที่ที่ได้กำหนดตามแผนงานของหน่วย

สรุป

รูปแบบเครือข่าย 5G ที่เหมาะสมของกองทัพไทย ควรเป็นการสร้างและใช้เครือข่าย 5G เครือข่ายเดียวร่วมกับบริษัท ที โอ ที จำกัด (มหาชน) โดยการนำคลื่นความถี่มาใช้ด้วยกัน แล้วแบ่งเครือข่ายย่อยให้แต่ละหน่วยงานในกองทัพไทย ดำเนินงานในรายละเอียดด้วยตนเอง สำหรับการบริหารในระดับนโยบาย ควรดำเนินการร่วมกันการ back up 5G network ด้วย

บทที่ ๕
สรุป และข้อเสนอแนะ

สรุป

รูปแบบเครือข่าย 5G ที่เหมาะสมของกองทัพไทย ควรเป็นการสร้างและใช้เครือข่าย 5G เครือข่ายเดียวร่วมกับบริษัท ที โอ ที จำกัด (มหาชน) โดยการนำคลื่นความถี่ในย่าน 2300 – 2400 MHz มาใช้งานด้วยกัน สำหรับใช้กับสถานีฐานแบบ Non Standalone (NSA) แล้วแบ่งเครือข่ายย่อยให้แต่ละหน่วยงานในกองทัพไทย ดำเนินการในรายละเอียดด้วยตนเอง เช่น การตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ การกำหนดการเข้าถึงเครือข่าย การบริหารเลขหมายโทรคมนาคม สำหรับคลื่นความถี่สูงย่านความถี่ 26 - 28 GHz สำหรับ 5G NR นั้น กองทัพไทยควรขออนุญาตใช้งานคลื่นความถี่สูงเพิ่มเติมจาก กสทช. ต่อไป

ด้านโหนดการสื่อสาร ในส่วนงานการเข้าถึงเครือข่ายทางวิทยุ (RAN) ทั้งแบบ Non Standalone (NSA) และแบบ Standalone (SA) ควรให้บริษัท ที โอ ที จำกัด (มหาชน) เป็นผู้ดำเนินการในภาพรวม ยกเว้นในพื้นที่ปฏิบัติการที่สำคัญ กองทัพไทย สามารถดำเนินการได้เอง โดยใช้คลื่นความถี่สูงที่ได้รับอนุญาตจาก กสทช. ในส่วนงานด้านสาธารณูปโภคพื้นฐาน เช่น หอเสาอากาศ อาคาร สถานที่ ในการติดตั้งอุปกรณ์เครือข่าย 5G และอุปกรณ์การเข้าถึงเครือข่ายทางวิทยุ (RAN) ทั้งกองทัพไทย และบริษัท ที โอ ที จำกัด (มหาชน) สามารถใช้งานร่วมกันได้ สำหรับเครือข่ายสื่อสัญญาณความเร็วสูง ทั้งระบบเส้นใยแก้วนำแสง และระบบวิทยุเชื่อมโยงสื่อสัญญาณความเร็วสูง ทั้งกองทัพไทย และบริษัท ที โอ ที จำกัด (มหาชน) สามารถใช้งานทดแทนซึ่งกันและกันได้ ด้านอุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งทางทหาร (IoMT/IoBT) แต่ละหน่วยงานในกองทัพไทย ควรพิจารณาเลือกใช้ตามคุณลักษณะที่ต้องการด้วยตนเองบนมาตรฐาน Air Interface เดียวกัน รวมทั้งให้ดำเนินการจัดหาและติดตั้งสถานีฐานขนาดเล็ก แบบเคลื่อนที่/กึ่งประจำที่ สำหรับภารกิจและพื้นที่ที่ได้กำหนดตามแผนงานของหน่วยได้ด้วย

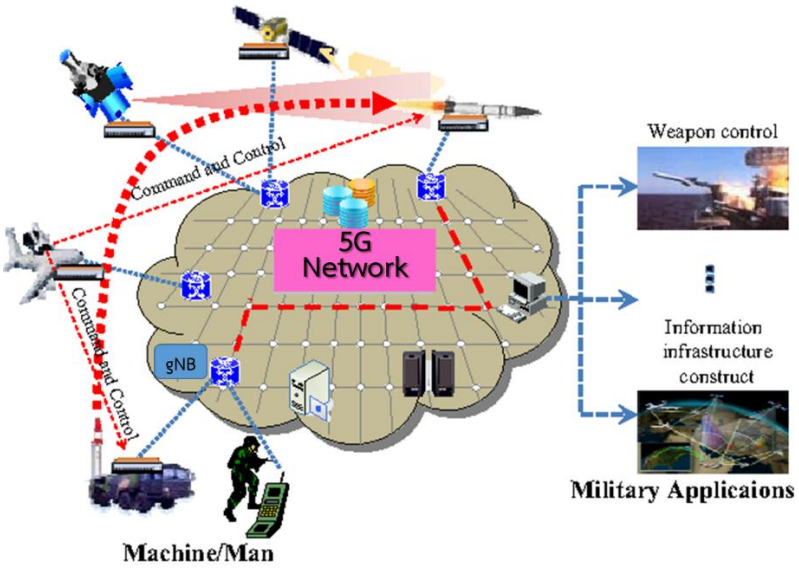
สำหรับการบริหารเครือข่าย 5G ในระดับนโยบาย กองทัพไทย และ บริษัท ที โอ ที จำกัด (มหาชน) ควรดำเนินการร่วมกันในรูปแบบคณะกรรมการบริหาร เพื่อกำหนดแนวทาง กฎระเบียบ ข้อบังคับ ในการใช้งานเครือข่าย การเข้าถึงเครือข่ายร่วมกัน ผลที่ได้รับเมื่อมีการดำเนินการตามผลการวิจัยนี้คือ

๑. อุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งทางทหาร ทั้งแบบบุคคลทางทหาร แบบหน่วยงานทางทหาร แบบในการรบ เช่น อุปกรณ์เรดาห์ (radar) อุปกรณ์เฝ้าตรวจ (sensor) กล้องวงจรปิด (cctv) เป็นต้น จะรับสัญญาณในพื้นที่ปฏิบัติการ

๒. ส่งสัญญาณข้อมูลที่ได้รับผ่านเครือข่าย 5G กลับมาประมวลผลที่เครื่องแม่ข่าย (Server) ด้วย application เฉพาะ

๓. ส่งผลที่ได้รับกลับเข้าเครือข่าย 5G ไปยังผู้รับผิดชอบดำเนินการต่อไป หรือถ้าผลนั้นได้กำหนดค่าการปฏิบัติเป็นอัตโนมัติ ก็จะแปลงเป็นคำสั่ง ส่งผ่านเครือข่าย 5G เครื่องมือ หรือหุ่นยนต์หรือยานรบไร้คนขับ ดำเนินการตามขั้นตอนการปฏิบัติที่ได้กำหนดไว้

แผนภาพที่ ๕ - ๑ IoMT/IoBT processing via 5G Network



ที่มา : http://www.dsdw2016.dsdw.go.th/doc_pr/ndc_2560-2561/PDF/m8519/8519TRML-3D32-6.pdf, (ออนไลน์), 2563.

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเกี่ยวกับเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G) เป็นเรื่องใหม่ในปัจจุบันเครือข่าย 5G ยังไม่มีการใช้งานแพร่หลายอย่างเป็นรูปธรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำเครือข่าย 5G มาใช้ในทางทหาร โดยการเชื่อมต่อเข้ากับอุปกรณ์ทางทหารสมัยใหม่แบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งทางทหาร เนื่องจากข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลเชิงทฤษฎี ผลการวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบเครือข่าย 5G และการเชื่อมต่ออุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งทางทหารเข้าเครือข่าย 5G อาจจะไม่สัมฤทธิ์ผลตามทฤษฎีเท่าที่ควร ดังนั้น เมื่อมีเครือข่าย 5G ที่สมบูรณ์แล้ว ควรมีการทดสอบผลการวิจัยในเชิงปฏิบัติใหม่ เพื่อเป็นการยืนยันผลการวิจัย ก่อนการนำผลการวิจัยในครั้งนี้ไปปฏิบัติจริง

ข้อแนะนำ นายฐากร ตัณฑสิทธิ์ ผู้ทรงคุณวุฒิ

๑. กรณีคลื่นความถี่ 5G นั้น กสทช. สามารถจัดสรรให้กองทัพไทยใช้งานในภารกิจเพื่อความมั่นคงของรัฐได้

๒. กรณีการใช้เครือข่าย 5G ร่วมกับ บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) นั้น ไม่สามารถดำเนินการได้ เนื่องจาก บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) ใช้งานคลื่นความถี่ในเชิงพานิชย์ เป็นองค์กรประกอบธุรกิจ ในส่วนของกองทัพไทย เป็นหน่วยงานที่ใช้งานคลื่นความถี่เพื่อความมั่นคงของรัฐ ไม่ประกอบกิจการโทรคมนาคม จึงทำให้ไม่สามารถนำคลื่นความถี่มาบริหารร่วมกันได้

ดังนั้น กองทัพไทย ควรสร้างเครือข่ายด้วยตนเอง โดยขอรับการจัดสรรคลื่นความถี่ 5G เพื่อภารกิจด้านความมั่นคงของรัฐต่อไป และพัฒนา I cloud application ของตนเอง

ข้อแนะนำ พลตรี กิติชาติ นิลขำ ที่ปรึกษาฯ

การมีเครือข่าย 5G ของกองทัพไทยเป็นสิ่งดี แต่จะต้องพิจารณาหาเครือข่ายสำรองสำหรับการ back up 5G network ด้วย

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

วารสาร

เทอดพงษ์ แดงสี และ พิสิฐ พรพงศ์ตชวาณิช. “5G: เทคโนโลยีการสื่อสารแห่งทศวรรษหน้า”. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ปีที่ ๑๕ ฉบับที่ ๒ พฤษภาคม-สิงหาคม ๒๕๖๒, หน้า ๑๖๒.

เสมอ นิ่มเงิน. “เทคโนโลยี 5G จุดเปลี่ยนของเทคโนโลยีครั้งใหญ่ของไทย”. วารสารประจำไตรมาสที่ ๒/๒๕๖๑. กรุงเทพฯ : กสทช., ๒๕๖๑.

เอกสารวิจัย

ฐานัตถ์ จันทร์อำไพ. “การปฏิบัติการที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลางกับการบรรเทาสาธารณภัย”. เอกสารวิจัยส่วนบุคคล, วิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร, ๒๕๖๐.

กฎหมาย

“พระราชบัญญัติ จัดระเบียบราชการกระทรวงกลาโหม พ.ศ. ๒๕๕๑”. ราชกิจจานุเบกษา, 135 (ตอนพิเศษ 42 ง), 2551, หน้า 7-19.

ฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์

“เทคโนโลยี 1G - 5G”. (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : http://thunjiraromruen.blogspot.com, 2563.

ไทยอีซี่อิเล็ก. “5G คืออะไร”. (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : https://www.thaieasyelec.com/article-wiki/basic-electronics/introduction-to-5g.html, 2563.

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. “การสื่อสารไร้สาย”. (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : https://th.wikipedia.org/wiki/การสื่อสารไร้สาย, 2563.

Cameron, Lori. “Internet of Things Meets the Military and Battlefield”. (Online) Available : https://www.computer.org/publications/tech-news/research/internet-of-military-battlefield-things-iomt-iobt, 2020.

ประวัติย่อผู้วิจัย

ยศ-ชื่อ-นามสกุล	พลตรี ศิริพงษ์ พุ่มพวง
วัน เดือน ปีเกิด	๘ กันยายน 2507
การศึกษา	- ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) โรงเรียนนายร้อย จปร. - ปริญญาโท มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ (วศ.ม.) การจัดการโทรคมนาคม
ประวัติการทำงานโดยย่อ	- ผู้อำนวยการ กองการสื่อสาร สำนักแผนและอำนวยการ กรมการสื่อสารทหาร - ผู้อำนวยการ กองเทคโนโลยีโทรคมนาคม ศูนย์โทรคมนาคมทหาร กรมการสื่อสารทหาร - รองผู้อำนวยการ สำนักแผนและอำนวยการ กรมการสื่อสารทหาร - รองผู้อำนวยการ ศูนย์โทรคมนาคมทหาร กรมการสื่อสารทหาร - ผู้อำนวยการสำนักแผนและอำนวยการ กรมการสื่อสารทหาร
ตำแหน่งปัจจุบัน	หัวหน้าฝ่ายเสนาธิการทหาร (รองเสธ.ทหาร)

สรุปย่อ

ลักษณะวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เรื่อง การพัฒนารูปแบบเครือข่าย และการเชื่อมต่อเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G) กับอุปกรณ์ทางทหารของกองทัพไทย

ผู้วิจัย พลตรี ศิริพงษ์ พุ่มพวง **หลักสูตร** วปอ. **รุ่นที่** ๖๒

ตำแหน่ง หัวหน้าฝ่ายเสนาธิการ ประจำ รองเสนาธิการทหาร (๑)

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายเข้าสู่ยุคที่ ๕ หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า ยุค 5G นั้น ประสิทธิภาพและขีดความสามารถในการสื่อสารมีหลายรูปแบบ และมีความรวดเร็วในการสื่อสารอย่างมาก และขีดความสามารถต่างๆ เหล่านี้ ได้ถูกนำมาใช้กับเครื่องมือต่างๆ รวมทั้งยุทโธปรณ์ที่ใช้ในการป้องกันประเทศ เช่น การนำสัญญาณเรดาร์จากที่ต่างๆ ส่งผ่านเครือข่าย 5G ไปประมวลผลที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ส่วนหลัง ในลักษณะเดียวกันนี้ก็สามารถใช้กับกล้องวงจรปิด (CCTV) และอุปกรณ์ตรวจจับ (sensor) ต่างๆ ทั้งที่ติดตั้งประจำที่ และติดตั้งกับคน สัตว์ สรรพสิ่งที่มีการเคลื่อนที่ ในขณะเดียวกันเรายังสามารถส่งคำขอข่าวแบบอิเล็กทรอนิกส์ จากหน่วยงานในพื้นที่ส่วนหลังไปยังอุปกรณ์ต่างๆ ตามแนวชายแดนหรือพื้นที่เป้าหมาย โดยผ่านเครือข่าย 5G ให้ทำงานตามที่ต้องการได้เช่นกัน อีกแนวทางหนึ่งคือการควบคุม/สั่งการ (command/control) ให้ยุทโธปกรณ์หรือสิ่งอุปกรณ์ต่างๆ ในระยะไกล รวมทั้งอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aviation Vehicle : UAV) หรือโดรน (Drone) ก็สามารถควบคุมและสั่งการยุทโธปกรณ์เหล่านั้นโดยผ่านระบบ 5G ได้เช่นกัน

ด้านการป้องกันราชอาณาจักรในภาวะปกติ ในรูปแบบหนึ่งคือการเตรียมสรรพกำลัง ทั้งกำลังทหารและกำลังที่ไม่ใช่ทหาร ในรูปแบบการเตรียมสนามรบด้านการข่าว เช่น การจัดทำและพัฒนาข้อมูลภูมิประเทศ และขีดความสามารถของข้าศึก รวมถึงการเตรียมความพร้อมของยุทโธปกรณ์และสิ่งอุปกรณ์ต่างๆ และการเตรียมความพร้อมในภาวะปกติอีกประการหนึ่งคือ การฝึกตามแผนป้องกันประเทศ แต่สิ่งสำคัญสิ่งหนึ่งซึ่งไม่สามารถละเลยหรือมองข้ามได้คือ ระบบการสื่อสาร ซึ่งเป็นตัวกลางที่ใช้กับเครื่องมือในการเตรียมกำลัง หรือระบบการสื่อสารที่ใช้ในการควบคุม/สั่งการไปยังกองกำลังต่างๆ ดังนั้น ระบบการสื่อสารที่ทันสมัย ไว้ใจได้ เป็นส่วนที่ทำให้อำนาจกำลังรบสูงขึ้น

ในปัจจุบันมีระบบการสื่อสารที่ใช้สนับสนุนภารกิจการป้องกันราชอาณาจักร ยังเป็นเครื่องมือสื่อสารในยุคที่ ๑ หรือยุคที่ ๒ เป็นจำนวนมาก ซึ่งในขณะเดียวกันระบบเฝ้าตรวจ ระบบป้องกันภัยทางอากาศ ระบบอาวุธ และระบบประมวลผล ในการป้องกันราชอาณาจักร เทคโนโลยีได้พัฒนาไปมากแล้ว ทำให้เกิดปัญหาการสื่อสารไม่สัมพันธ์กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ดังกล่าว ดังนั้น จึงเป็นที่มาของงานวิจัยฉบับนี้ ที่มุ่งเน้นจะศึกษา วิเคราะห์ ขีดความสามารถ ข้อจำกัด ของเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G) มาใช้ประโยชน์ในการเชื่อมต่อ (connect) เข้ากับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สมัยใหม่ เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เช่น อุปกรณ์กล้องวงจรปิด (CCTV) อุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) ในระบบเฝ้าตรวจตามแนวชายแดนหรือในพื้นที่เป้าหมาย เพื่อรับส่ง

ข้อมูล ข่าวสาร ระหว่างหน่วยงานข่าว รวมทั้งอุปกรณ์ชุดควบคุมยุทโธปกรณ์ต่างๆ และอุปกรณ์ชุดควบคุมยานรบแบบไร้คนขับ เช่น UAV Drone ของหน่วยงานในกองทัพไทย ในภาวะปกติ และการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่ายกับภาคเอกชน ทั้งเครือข่าย 5G และเครือข่ายเดิม เพื่อการออกแบบรูปแบบของเครือข่าย (Network) ของเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G) ของกองทัพไทย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

๑. เพื่อศึกษา วิเคราะห์ ขีดความสามารถ และข้อจำกัด ของเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G) ในการเชื่อมต่อ (connect) อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น อุปกรณ์กล้องวงจรปิด (CCTV) อุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) อุปกรณ์ชุดควบคุมยุทโธปกรณ์ต่างๆ และอุปกรณ์ชุดควบคุมยานรบแบบไร้คนขับ เช่น UAV Drone ของหน่วยงานในกองทัพไทย ในภาวะปกติ รวมทั้งการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่ายกับภาคเอกชน ทั้งเครือข่าย 5G และเครือข่ายเดิม

๒. เพื่อนำเสนอรูปแบบของเครือข่าย (Network) ของเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G) และรูปแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น อุปกรณ์กล้องวงจรปิด (CCTV) อุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) อุปกรณ์ชุดควบคุมยุทโธปกรณ์ต่างๆ และอุปกรณ์ชุดควบคุมยานรบแบบไร้คนขับ เช่น UAV Drone ของหน่วยงานในกองทัพไทย ในภาวะปกติ ตามเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G) รวมทั้งการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่ายกับภาคเอกชน ทั้งเครือข่าย 5G และเครือข่ายเดิม

ขอบเขตการวิจัย

๑. ขอบเขตด้านเนื้อหา

๑.๑ การวิจัยนี้เน้นการศึกษา วิเคราะห์ ขีดความสามารถ และข้อจำกัด ของเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G) ในการเชื่อมต่อ (connect) อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น อุปกรณ์กล้องวงจรปิด (CCTV) อุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) อุปกรณ์ชุดควบคุมยุทโธปกรณ์ต่างๆ และอุปกรณ์ชุดควบคุมยานรบแบบไร้คนขับ เช่น UAV Drone ของหน่วยงานในกองทัพไทย ในภาวะปกติ รวมทั้งการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่ายกับภาคเอกชน ทั้งเครือข่าย 5G และเครือข่ายเดิม

๑.๒ การวิจัยนี้เน้นหารูปแบบเครือข่าย (Network) ของเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G) และรูปแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น อุปกรณ์กล้องวงจรปิด (CCTV) อุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) อุปกรณ์ชุดควบคุมยุทโธปกรณ์ต่างๆ และอุปกรณ์ชุดควบคุมยานรบแบบไร้คนขับ เช่น UAV Drone ของหน่วยงานในกองทัพไทย ในภาวะปกติ ตามเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G) รวมทั้งการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่ายกับภาคเอกชน ทั้งเครือข่าย 5G และเครือข่ายเดิม

๒. ขอบเขตด้านประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ ผู้บริหาร และเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการด้านการสื่อสารของกองทัพไทย

วิธีดำเนินการวิจัย

ดำเนินการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) ร่วมกับใช้การวิจัยเชิงพรรณนา (Descriptive Research) ดังนี้

๑. การรวบรวมข้อมูล

๑.๑ ข้อมูลทุติยภูมิ ดำเนินการโดยการศึกษาจากตำราและเอกสารต่างๆ

๑.๒ ข้อมูลปฐมภูมิ ดำเนินการโดยการสัมภาษณ์เชิงลึก ผู้บริหาร และเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการด้านการสื่อสารของกองทัพไทย เช่น พลโทสุเมธ นิลมัย นาวาอากาศโทวัชระ วงศ์สุขโข พลอากาศโทอนุวัฒน์ เพ็ชรวงศ์ นาวาอากาศเอกชัยรัตน์ ทองประไพ พลโทวสันต์ สวนแก้ว พันโทเปรมปราโมช ชุ่มชื่น

๒. การวิเคราะห์ข้อมูล

ดำเนินการโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Context Analysis) และการวิเคราะห์เปรียบเทียบ และสังเคราะห์ข้อมูลทฤษฎี หลักการต่างๆ

๓. การนำเสนอข้อมูล

นำเสนอข้อมูลแบบรายงานวิจัยเชิงพรรณนาและวิคราะห์ นำเสนอแนวคิดใหม่ๆ จากการวิจัย

ผลการวิจัย

รูปแบบเครือข่าย 5G ที่เหมาะสมของกองทัพไทย ควรเป็นการสร้างและใช้เครือข่าย 5G เครือข่ายเดียวร่วมกับบริษัท ที โอ ที จำกัด (มหาชน) โดยการนำคลื่นความถี่ในย่าน 2300 – 2400 MHz มาใช้งานด้วยกัน สำหรับใช้กับสถานีฐานแบบ Non Standalone (NSA) แล้วแบ่งเครือข่ายย่อยให้แต่ละหน่วยงานในกองทัพไทย ดำเนินการในรายละเอียดด้วยตนเอง เช่น การตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ การกำหนดการเข้าถึงเครือข่าย การบริหารเลขหมายโทรคมนาคม สำหรับคลื่นความถี่สูงย่านความถี่ 26 - 28 GHz สำหรับ 5G NR นั้น กองทัพไทยควรขออนุญาตใช้งานคลื่นความถี่สูงเพิ่มเติมจาก กสทช. ต่อไป

ด้านโหนดการสื่อสาร ในส่วนงานการเข้าถึงเครือข่ายทางวิทยุ (RAN) ทั้งแบบ Non Standalone (NSA) และแบบ Standalone (SA) ควรให้บริษัท ที โอ ที จำกัด (มหาชน) เป็นผู้ดำเนินการในภาพรวม ยกเว้นในพื้นที่ปฏิบัติการที่สำคัญ กองทัพไทย สามารถดำเนินการได้เอง โดยใช้คลื่นความถี่สูงที่ได้รับอนุญาตจาก กสทช. ในส่วนงานด้านสาธารณูปโภคพื้นฐาน เช่น หอเสาอากาศ อาคาร สถานที่ ในการติดตั้งอุปกรณ์เครือข่าย 5G และอุปกรณ์การเข้าถึงเครือข่ายทางวิทยุ (RAN) ทั้งกองทัพไทย และบริษัท ที โอ ที จำกัด (มหาชน) สามารถใช้งานร่วมกันได้ สำหรับเครือข่ายสื่อสัญญาณความเร็วสูง ทั้งระบบเส้นใยแก้วนำแสง และระบบวิทยุเชื่อมโยงสื่อสัญญาณความเร็วสูง ทั้งกองทัพไทย และบริษัท ที โอ ที จำกัด (มหาชน) สามารถใช้งานทดแทนซึ่งกันและกันได้ ด้านอุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งทางทหาร (IoMT/IoBT) แต่ละหน่วยงานในกองทัพไทย ควร

พิจารณาเลือกใช้ตามคุณลักษณะที่ต้องการด้วยตนเองบนมาตรฐาน Air Interface เดียวกัน รวมทั้งให้ดำเนินการจัดหาและติดตั้งสถานีฐานขนาดเล็ก แบบเคลื่อนที่/กึ่งประจำที่ สำหรับภารกิจและพื้นที่ที่ได้กำหนดตามแผนงานของหน่วยได้ด้วย

สำหรับการบริหารเครือข่าย 5G ในระดับนโยบาย กองทัพไทย และ บริษัท ที โอ ที จำกัด (มหาชน) ควรดำเนินการร่วมกันในรูปแบบคณะกรรมการบริหาร เพื่อกำหนดแนวทาง กฎระเบียบ ข้อบังคับ ในการใช้งานเครือข่าย การเข้าถึงเครือข่ายร่วมกัน

ผลที่ได้รับเมื่อมีการดำเนินการตามผลการวิจัยนี้คือ

๑. อุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งทางทหาร ทั้งแบบบุคคลทางทหาร แบบหน่วยงานทางทหาร แบบในการรบ เช่น อุปกรณ์เรดาห์ (radar) อุปกรณ์เฝ้าตรวจ (sensor) กล้องวงจรปิด (cctv) เป็นต้น จะรับสัญญาณในพื้นที่ปฏิบัติการ

๒. ส่งสัญญาณข้อมูลที่ได้รับผ่านเครือข่าย 5G กลับมาประมวลผลที่เครื่องแม่ข่าย (Server) ด้วย application เฉพาะ

๓. ส่งผลที่ได้รับกลับเข้าเครือข่าย 5G ไปยังผู้รับผิดชอบดำเนินการต่อไป หรือถ้าผลนั้นได้กำหนดค่าการปฏิบัติเป็นอัตโนมัติ ก็จะแปลงเป็นคำสั่ง ส่งผ่านเครือข่าย 5G เครื่องมือ หรือหุ่นยนต์ หรือยานรบไร้คนขับ ดำเนินการตามขั้นตอนการปฏิบัติที่ได้กำหนดไว้

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเกี่ยวกับเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุคที่ ๕ (5G) เป็นเรื่องใหม่ในปัจจุบันเครือข่าย 5G ยังไม่มีการใช้งานแพร่หลายอย่างเป็นรูปธรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำเครือข่าย 5G มาใช้ในทางทหาร โดยการเชื่อมต่อเข้ากับอุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งทางทหาร เนื่องจากข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลเชิงทฤษฎี ผลการวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบเครือข่าย 5G และการเชื่อมต่ออุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งทางทหารเข้าเครือข่าย 5G อาจจะไม่สัมฤทธิ์ผลตามทฤษฎีเท่าที่ควร ดังนั้น เมื่อมีเครือข่าย 5G ที่สมบูรณ์แล้ว ควรมีการทดสอบผลการวิจัยในเชิงปฏิบัติใหม่เพื่อเป็นการยืนยันผลการวิจัย ก่อนการนำผลการวิจัยในครั้งนี้ไปปฏิบัติจริง