

เครือข่าย คอมพิวเตอร์ และการสื่อสาร

เหมาะสำหรับ

- ▶ ประกอบการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีเครือข่ายและอินเทอร์เน็ต รวมถึงวิชาการจัดการและออกแบบเครือข่าย
- ▶ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ปริญญาโท
- ▶ ผู้ที่สนใจเกี่ยวกับการสื่อสารและระบบเครือข่าย
- ▶ ผู้ที่สนใจหาโอกาสในการทำงานวิจัยด้านระบบเครือข่าย
- ▶ ประกอบการเตรียมตัวสอบ Certification ยอดฮิต ด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เช่น Cisco Certified Network Associate (CCNA), Huawei Certification Network Associate (HCNA), CompTIA Network+ เป็นต้น

DATA MANAGEMENT
PLATFORM

Cisco
Certified Network

Inspiration Network

Networking

ผศ. พิสิฐ พรพงศ์เตชวานิช
รศ.ดร. พงษ์พิสิฐ วุฒินิษฐ์โชติ

เครือข่ายคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร

โดย ผศ.พิสิฐ พรพงศ์เตชวาณิช, รศ.ดร.พงษ์พิสิฐ วุฒิดิษฐ์โชติ

สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย โดย ผศ.พิสิฐ พรพงศ์เตชวาณิช, รศ.ดร.พงษ์พิสิฐ วุฒิดิษฐ์โชติ © พ.ศ. 2566
ห้ามคัดลอก ลอกเลียน ดัดแปลง ทำซ้ำ จัดพิมพ์ หรือกระทำการอื่นใด โดยวิธีการใดๆ ในรูปแบบใดๆ
ไม่ว่าส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือเล่มนี้ เพื่อเผยแพร่ในสื่อทุกประเภท หรือเพื่อวัตถุประสงค์ใดๆ
นอกจากจะได้รับอนุญาต

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ

พิสิฐ พรพงศ์เตชวาณิช.

เครือข่ายคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร. -- กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2566.
440 หน้า.

1. เครือข่ายคอมพิวเตอร์. 2. ระบบสื่อสารข้อมูล. I. พงษ์พิสิฐ วุฒิดิษฐ์โชติ, ผู้แต่งร่วม.
 - II. ชื่อเรื่อง.
- 004.6

Barcode (e-book) 9786160847891

ผลิตและจัดจำหน่ายโดย



บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
SE-EDUCATION PUBLIC COMPANY LIMITED

เลขที่ 1858/87-90 ถนนเทพรัตน แขวงบางนาใต้ เขตบางนา กรุงเทพฯ 10260

โทรศัพท์ 0-2826-8000

หากมีคำแนะนำหรือติชม สามารถติดต่อได้ที่ comment@se-ed.com

SE-ED
inspiration starts here



หนังสือเล่มนี้เรียบเรียงจากประสบการณ์การเรียนการสอนของผู้เขียนเอง ซึ่งพบว่าในการเรียนวิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์ให้มีประสิทธิภาพและสัมฤทธิ์ผลนั้น ผู้เรียนต้องสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้งานได้จริง โดยควรมีความรู้ทางทฤษฎีที่เพียงพอ และมีการฝึกปฏิบัติเพื่อส่งเสริมให้นักศึกษาออกไปปฏิบัติงานจริงได้

เนื้อหาของหนังสือเล่มนี้น้อยครอบคลุมวิชาเทคโนโลยีเครือข่ายและอินเทอร์เน็ต รวมถึงวิชาการจัดการและบริหารเครือข่าย ระดับปริญญาตรีของสถาบันศึกษาส่วนใหญ่ และยังใช้ประกอบเป็นตำราเรียนสำหรับระดับปริญญาโท และผู้สนใจทั่วไปสามารถศึกษาด้วยตนเอง นอกจากนี้ สามารถศึกษาวิดีโอ “วิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์” ที่ผู้เขียนได้ทำการบันทึกไว้ที่ <http://www.r-channel.net/video/category/8> มีจำนวน 29 ตอน ณ สถานีโทรทัศน์เพื่อการศึกษาและพัฒนาอาชีพ R-Channel แม้เนื้อหาในวิดีโอไม่ตรงกับหนังสือนี้ทั้งหมด แต่สามารถช่วยสนับสนุนการเรียนการสอนและความเข้าใจได้เป็นอย่างดี

อย่างไรก็ดี คงไม่มีหนังสือเล่มใดที่มีเนื้อหาที่สมบูรณ์ครอบคลุมทุกประเด็นในเรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เพราะเครือข่ายคอมพิวเตอร์มีเนื้อหามากมายมหาศาล และมีเทคโนโลยีใหม่ๆ ออกมาอยู่ตลอด จึงจำเป็นต้องศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมอยู่เสมอ ดังนั้นหนังสือแต่ละเล่มจึงมีเนื้อหาขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้เขียนแต่ละท่าน บางเล่มอาจเน้นทฤษฎี บางเล่มอาจเน้นปฏิบัติ แต่ผู้เขียนได้เรียบเรียงจากประสบการณ์ในการสอน การทำวิจัย และการทำงานโดยเน้นให้นำไปใช้งานได้จริง โดยมีองค์ความรู้พื้นฐานที่เพียงพอสำหรับการทำงานด้านเครือข่ายเบื้องต้น รวมทั้งในหนังสือเล่มนี้ได้มีการเสนองานวิจัยที่ได้นำระบบเครือข่ายไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัยอีกด้วย เมื่อมีความรู้เพียงพอ ผู้สนใจสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้ด้วยตนเอง และใช้สำหรับเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อเตรียมตัวสอบ Certification ยอดฮิตด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เช่น Cisco Certified Network Associate (CCNA), Huawei Certification Network Associate (HCNA), CompTIA Network+ เป็นต้น

เนื้อหาในหนังสือมีทั้งหมด 13 บท ซึ่งครอบคลุมพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนรู้ด้านเครือข่าย แต่ไม่เน้นการคำนวณที่ซับซ้อน โดยกล่าวถึงรายละเอียดของการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์, ในชีวิตประจำวัน, องค์ประกอบและการทำงานของเครือข่ายข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์, โพรโทคอลเครือข่ายและการสื่อสาร, ระบบตัวเลขบนระบบเครือข่าย, ฟิสิกส์เลเยอร์, ดาต้าลิงก์เลเยอร์, อีเทอร์เน็ต, โพรโทคอล ARP, IPv4 Address, IPv6 Address, ทรานสปอร์ตเลเยอร์, แอปพลิเคชันเลเยอร์ และการประยุกต์ใช้ระบบเครือข่ายในงานวิจัยด้านต่าง ๆ เช่น Cybersecurity, Esports, Education, QoE & QoS, TTS และ VoIP เป็นต้น เพื่อให้เห็นภาพการนำระบบเครือข่ายไปใช้งานให้มากที่สุด และแต่ละบทจะมีแบบฝึกหัดท้ายบทเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจให้แก่ผู้ศึกษา

อย่างไรก็ตาม การทำงานกับเครือข่ายนั้น จำเป็นต้องทำงานกับอุปกรณ์เครือข่าย (Network Devices) หรือที่เรียกว่าอุปกรณ์ตัวกลาง (Immediately Devices) เพื่อช่วยให้อุปกรณ์ปลายทาง (End Devices) หรือเครื่องคอมพิวเตอร์เหล่านั้นสื่อสารกันข้ามเครือข่ายได้ แต่อุปกรณ์เหล่านี้มีราคาค่อนข้างแพง ซึ่งทำให้ยากที่จะเข้าใจได้หากเรียนแต่ทฤษฎี ผู้ศึกษาควรต้องมีความชำนาญในการทำงานกับอุปกรณ์จริง ดังนั้น บริษัทซิสโก้จึงได้พัฒนาซอฟต์แวร์ที่ชื่อว่า Cisco Packet Tracer (ซิสโก้แพ็กเก็ตแทรซเซอร์) ขึ้นมาซึ่งเป็นฟรีแวร์ (Freeware) ใช้สำหรับการเรียนการสอนสำหรับสถาบันการศึกษาที่ทำความร่วมมือกับซิสโก้ภายใต้โครงการ Cisco Networking Academy โปรแกรม Cisco Packet Tracer นั้นมีประโยชน์มากมาย มีการทำงานใกล้เคียงกับอุปกรณ์เครือข่ายจริงของซิสโก้ ซึ่งจะได้อธิบายความสามารถบางส่วนของโปรแกรมนี้อย่างละเอียดด้วยตนเอง ด้วยวิธีการปฏิบัติกับโปรแกรมนี้อย่างสม่ำเสมอสามารถนำไปปรับใช้กับอุปกรณ์เครือข่ายอื่น ๆ ได้เช่นกัน แต่เนื้อหาในหนังสือนี้ไม่ครอบคลุมเนื้อหาดังกล่าว

หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะมีประโยชน์แก่ผู้อ่าน และบรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนตามที่คาดหวังไว้ หากหนังสือเล่มนี้มีคุณความดีอยู่บ้าง ผู้เขียนขออุทิศบุญคุณนี้แด่ มารดาบิดา ครอบครัวยุติธรรม ผู้มีพระคุณ ครูบาอาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชา ผู้เขียนหนังสือรวมถึงผู้ที่เผยแพร่ความรู้ผ่านทางอินเทอร์เน็ตที่ถูกใช้อย่างอิงในหนังสือเล่มนี้ และผู้ที่ให้การช่วยเหลือสนับสนุนทุกท่าน

หากมีข้อผิดพลาดประการใดในหนังสือเล่มนี้ คณะผู้เขียนพร้อมน้อมรับความผิดพลาดไว้ และพร้อมรับฟังคำแนะนำและติชมเพื่อปรับปรุงหนังสือเล่มนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นไป

ผศ.พิสิฐ พรพงศ์เตชวานิช
รศ.ดร.พงษ์พิสิฐ วุฒิดิษฐ์โชติ



บทที่ 1	การสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ในชีวิตประจำวัน	9
	การสื่อสาร.....	11
	การใช้งานเครือข่าย.....	11
	เทคโนโลยีในการเข้าถึงอินเทอร์เน็ต.....	16
	แพลตฟอร์มของเครือข่าย.....	19
	แนวโน้มของเครือข่าย.....	20
	บทสรุป.....	25
	แบบฝึกหัดท้ายบท.....	26
บทที่ 2	องค์ประกอบและการทำงานของการสื่อสารข้อมูล และเครือข่ายคอมพิวเตอร์	27
	เครือข่ายคอมพิวเตอร์.....	29
	แลน แวน อินเทอร์เน็ต อินทราเน็ต และเอกซ์ทราเน็ต.....	37
	เครือข่ายที่เชื่อมต่อได้.....	41
	บทสรุป.....	48
	แบบฝึกหัดท้ายบท.....	49
บทที่ 3	โพรโทคอลเครือข่ายและการสื่อสาร	51
	กฎของการสื่อสาร.....	53
	โพรโทคอลและมาตรฐานของเครือข่าย.....	59
	การย้ายข้อมูลในเครือข่าย.....	73

บทสรุป.....	85
แบบฝึกหัดท้ายบท.....	86

บทที่ 4 ระบบตัวเลข 87

ระบบเลขฐาน.....	89
ระบบเลขฐานสิบหก.....	95
บทสรุป.....	97
แบบฝึกหัดท้ายบท.....	98

บทที่ 5 ฟิสิคัลเลเยอร์ 99

ฟิสิคัลเลเยอร์โพรโทคอล (Physical Layer Protocols).....	101
สื่อเครือข่าย (Network Media).....	123
บทสรุป.....	150
แบบฝึกหัดท้ายบท.....	151

บทที่ 6 ดาต้าลิงก์เลเยอร์ 153

ดาต้าลิงก์เลเยอร์โพรโทคอล (Data Link Layer Protocols).....	155
การควบคุมการเข้าถึงสื่อ (Media Access Control).....	164
บทสรุป.....	211
แบบฝึกหัดท้ายบท.....	212

บทที่ 7 อีเทอร์เน็ต 213

อีเทอร์เน็ตโพรโทคอล (Ethernet Protocol).....	215
สวิตช์และเราเตอร์.....	233
สวิตช์สำหรับ LAN (LAN Switches).....	242
บทสรุป.....	249
แบบฝึกหัดท้ายบท.....	250

บทที่ 8 Address Resolution Protocol 251

Address Resolution Protocol.....	253
บทสรุป.....	265
แบบฝึกหัดท้ายบท.....	266

บทที่ 9 IPv4 Address**267**

IPv4 Address.....	269
การกำหนดไอพีแอดเดรส.....	278
การคำนวณแอดเดรส (Calculating Address).....	281
บทสรุป.....	296
แบบฝึกหัดท้ายบท.....	297

บทที่ 10 IPv6 Address**299**

IPv6 Addressing.....	301
เปรียบเทียบส่วนหัว (Header) ของ IPv6 และ IPv4.....	303
วางแผนการจัดการแอดเดรส.....	305
ประเภทของ IPv6 Address.....	311
ประเภทของ IPv6 Unicast Address.....	313
IPv6 Multicast Address.....	321
ICMPv4 Message และ ICMPv6 Message.....	324
บทสรุป.....	327
แบบฝึกหัดท้ายบท.....	328

บทที่ 11 ทรานสปอร์ตเลเยอร์**329**

บทบาทของทรานสปอร์ตเลเยอร์ (Roles of the Transport Layer).....	331
โพรโทคอล TCP - การสื่อสารที่มีความน่าเชื่อถือ.....	343
การจัดการ TCP Session.....	348
โพรโทคอล UDP - การสื่อสารที่ใช้โอเวอร์เฮดต่ำ.....	363
บทสรุป.....	367
แบบฝึกหัดท้ายบท.....	368

บทที่ 12 แอปพลิเคชันเลเยอร์**369**

แอปพลิเคชันเลเยอร์และแอปพลิเคชัน - การเชื่อมต่อระหว่างเครือข่าย.....	371
Application Layer - จัดทำข้อกำหนดสำหรับแอปพลิเคชันและบริการ.....	376
Application Layer ISO OSI Protocols and Services Examples.....	381
บทสรุป.....	407
แบบฝึกหัดท้ายบท.....	408

บทที่ 13 การประยุกต์ใช้ระบบเครือข่ายในงานวิจัย

409

ระบบเครือข่ายกับงานวิจัยด้านไซเบอร์ซีเคียวริตี้ (Cybersecurity)	411
ระบบเครือข่ายกับงานวิจัยด้านการศึกษา (Education).....	413
ระบบเครือข่ายกับงานวิจัยด้านอีสปอร์ต (Esports).....	416
ระบบเครือข่ายกับงานวิจัยด้านคุณภาพของประสบการณ์ และคุณภาพของการบริการ (QoE & QoS).....	418
ระบบเครือข่ายกับงานวิจัยด้านการสังเคราะห์เสียงข้อความ (Text-To-Speech Synthesis: TTS).....	420
ระบบเครือข่ายกับงานวิจัยด้านอื่นๆ	421
บทสรุป	428
แบบฝึกหัดท้ายบท.....	429

ดัชนีค้นคำ

431

บรรณานุกรม

435



SE-ED

inspiration starts here



การสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย คอมพิวเตอร์ในชีวิตประจำวัน

“

การสื่อสารถือเป็นสิ่งสำคัญทั้งในชีวิตประจำวัน และการดำเนินธุรกิจ วิธีการสื่อสารมีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาอยู่ตลอดเวลา ในอดีต มนุษย์ถูกจำกัดอยู่กับการสนทนาแบบตัวต่อตัวหรือซึ่งหน้า (Face-to-face Conversations) แต่เมื่อนวัตกรรมของสื่อ (Media) มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จากสำนักพิมพ์ไปสู่โทรทัศน์ ไปสู่เครือข่ายอินเทอร์เน็ต ไปสู่เมตาเวิร์ส (Metaverse) ได้พัฒนาและยกระดับการสื่อสารให้สะดวกและดียิ่งขึ้นเช่นเดียวกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีการสื่อสาร การสร้างและการเชื่อมต่อเครือข่ายข้อมูล (Data Network) ที่มีผลกระทบอย่างมาก เครือข่ายข้อมูลยุคแรกถูกจำกัดอยู่กับการแลกเปลี่ยนข้อมูลตัวอักษรระหว่างระบบคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกัน พัฒนาก่อนนำพาเสียง (Voice) วิดีโอสตรีม (Video Streams) ข้อความ (Text) และกราฟิก (Graphic) ระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่อาจจะเป็นชนิดเดียวกันหรือที่แตกต่างกันได้ เช่น สมาร์ทโฟนกับคอมพิวเตอร์

รูปแบบการสื่อสารที่แตกต่างกันและแยกต่างหากจากกัน เช่น โทรศัพท์ ข้อมูลหรือโทรทัศน์ ได้ถูกนำมาอยู่บนแพลตฟอร์มเดียวกันที่ใช้ร่วมกัน ซึ่งเรียกว่า Converged Platform ทำให้เรามีวิธีการสื่อสารที่หลากหลายบนเครือข่ายเดียวได้ เช่น อาจส่งเป็นเสียง ข้อความ หรือรูปภาพ วิธีการสื่อสารแบบใหม่ช่วยให้เราสามารถติดต่อได้โดยตรงกับบุคคลอื่นเกือบจะทันทีทันใดทั่วทุกมุมโลก

ในบทนี้ จะได้ศึกษาพื้นฐานของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ในประเด็นต่าง ๆ บางครั้งคำว่าเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network) และเครือข่ายข้อมูล (Data Network) สามารถใช้แทนกันได้ในความหมายของการใช้คอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต หรืออื่น ๆ สำหรับการสื่อสารข้อมูลผ่านเครือข่าย

”

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากศึกษาจบบทนี้ ท่านจะมีความสามารถดังนี้

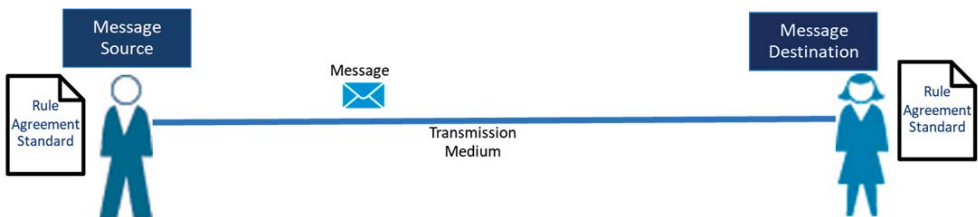
1. บอกความหมายของการสื่อสารได้
2. บอกการใช้งานเทคโนโลยีเครือข่ายจากอดีตถึงปัจจุบันได้
3. อธิบายถึงผลกระทบเครือข่ายที่มีในชีวิตประจำวันของเราได้
4. อธิบายบทบาทของเครือข่ายข้อมูลในเครือข่ายของมนุษย์ได้
5. ระบุโอกาสและความท้าทายที่มีโดยเครือข่ายที่บรรจบกัน (Converged Networks) ได้
6. อธิบายเทคโนโลยีในการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตได้
7. ระบุแนวโน้มของเครือข่ายได้

inspiration starts here

การสื่อสาร

1. การสื่อสารคืออะไร

การสื่อสาร (Communication) คือการส่งสาร (เช่น ข้อความ ข้อมูล รูปภาพ วิดีโอ ไฟล์) ระหว่างผู้ส่งและผู้รับผ่านสื่อกลางต่าง ๆ เช่น โทรศัพท์ วิทยุ โทรทัศน์ ดาวเทียม อินเทอร์เน็ต (รูปที่ 1.1) มีหลายรูปแบบการสื่อสารและเกิดขึ้นในหลายสภาพแวดล้อม เรามีความคาดหวังที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับว่ากำลังสนทนาผ่านทางอินเทอร์เน็ตหรือมีส่วนร่วมในการสัมภาษณ์งาน ในแต่ละสถานการณ์ มีพฤติกรรมและรูปแบบที่ถูกคาดหวังแตกต่างกัน เช่น ในการสัมภาษณ์งาน เราต้องแต่งตัวเรียบร้อย ใช้ภาษาที่เป็นทางการ แต่ในการสนทนาผ่านทางอินเทอร์เน็ต เราจะแต่งตัวอย่างไรก็ได้ ใช้ภาษาที่ไม่เป็นทางการก็ได้ ซึ่งเหล่านี้เรียกว่ากฎ หรือข้อตกลงในการสื่อสาร หรือเรียกว่าโพรโทคอล (Protocol) อย่างไรก็ตาม วัตถุประสงค์ในการสื่อสาร คือการที่ผู้รับได้รับข้อความและเข้าใจความหมายตามที่ผู้ส่งต้องการสื่อความหมาย



รูปที่ 1.1 องค์ประกอบของการสื่อสาร

การใช้งานเครือข่าย

inspiration starts here

1. เทคโนโลยีจากอดีตถึงปัจจุบัน

อินเทอร์เน็ต (Internet) มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายทั่วโลกและรวดเร็ว กลายเป็นส่วนหนึ่งของกิจวัตรประจำวันของเรา การเชื่อมต่อโครงข่ายที่ซับซ้อนของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และสื่อที่ประกอบเข้าด้วยกันนับล้านเครือข่าย ที่ผู้ใช้นับพันล้านคนทั่วโลกใช้งานโดยไม่รู้สึถึงจำนวนเครือข่ายมากมายที่เชื่อมต่อกัน แต่รู้สึกเพียงแค่เป็นเครือข่ายเดียวที่เชื่อมต่อกัน ทำให้อินเทอร์เน็ตมีมูลค่ามหาศาลและเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตเรา

เครือข่ายข้อมูล (Data Networks) ได้มีการพัฒนาเพื่อให้บริการกับผู้คนทั่วโลก ช่วยปรับปรุงคุณภาพชีวิตและการดำเนินการทางธุรกิจ ในตลอดหนึ่งวัน ทรัพยากรที่มีอยู่ผ่านทางอินเทอร์เน็ต จะช่วยให้

- ตัดสินใจว่าจะสวมใส่เสื้อผ้าแบบไหนโดยดูสภาพอากาศในปัจจุบันหรือสองวันล่วงหน้าแบบออนไลน์
- ค้นหาเส้นทางจราจรที่แออัดน้อยที่สุดที่จะไปยังปลายทางที่ต้องการ
- แสดงสภาพอากาศและวิดีโอการจราจรจากเว็บแคม
- ตรวจสอบยอดเงินในธนาคารและชำระค่าใช้จ่ายผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์
- รับและส่งอีเมลหรือโทรศัพท์ผ่านทางอินเทอร์เน็ตที่ร้านอินเทอร์เน็ตคาเฟ่ช่วงพักกลางวัน
- ได้รับข้อมูลด้านสุขภาพและคำแนะนำทางโภชนาการจากผู้เชี่ยวชาญทั่วทุกมุมโลก และโพสต์ฟอร์มที่จะแบ่งปันเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพหรือข้อมูลวิธีการรักษา
- ดาวน์โหลดสูตรอาหารใหม่และเทคนิคการทำอาหารที่จะสร้างอาหารค่ำสุดพิเศษ
- โพสต์และแบ่งปันภาพถ่ายวิดีโอที่บ้าน และแบ่งปันประสบการณ์กับเพื่อนทั่วโลก
- ทำงานจากที่ไหนก็ได้ เวลาไหนก็ได้
- เข้าสู่โลกเมตาเวิร์ส

2. ชุมชนระดับโลก

ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีเครือข่ายก่อให้เกิดชุมชนระดับโลก (Global Community) สร้างโลกที่ไร้ข้อจำกัดด้านพรมแดนทางภูมิศาสตร์ ทำให้ระยะทางและข้อจำกัดทางกายภาพอื่น ๆ มีผลกับการสื่อสารน้อยลง

อินเทอร์เน็ตมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นทางสังคม การค้า การเมือง และระหว่างบุคคล ธรรมชาติของการสื่อสารได้ทันทีผ่านทางอินเทอร์เน็ต ช่วยกระตุ้นการก่อตัวของชุมชนออนไลน์ แลกเปลี่ยนความคิดและข้อมูล ช่วยเพิ่มศักยภาพและโอกาสทั่วโลก ส่งเสริมให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ทางสังคมที่เป็นอิสระจากสถานที่หรือโซนเวลา (Time Zone) (รูปที่ 1.2) ก่อให้เกิดเครือข่ายของมนุษย์ (Human Network) ซึ่งเป็นศูนย์กลางที่มีผลกระทบต่อนเทอร์เน็ต และเครือข่ายเกี่ยวข้องกับผู้คนและธุรกิจ ตัวอย่างเช่น เราสามารถประชุมทางไกลกันได้ แม้ว่าจะอยู่คนละมุมโลกก็ตาม



รูปที่ 1.2 การปฏิสัมพันธ์ทางสังคมที่เป็นอิสระจากสถานที่หรือโซนเวลา (Time zone)

3. เครือข่ายสนับสนุนวิธีการที่เราเรียนรู้

ด้วยลักษณะของเครือข่ายที่มีความทนทานและน่าเชื่อถือ ได้สนับสนุนและเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น เราสามารถเตรียมบริการในรูปแบบต่าง ๆ สำหรับการเรียนรู้ รวมทั้งกิจกรรมแบบโต้ตอบได้ (Interactive Activities) การประเมินผล (Interactive Activities) และข้อเสนอแนะ (Feedback) เครือข่ายช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ในเรื่องต่าง ๆ เช่น

- สนับสนุนการสร้างห้องเรียนเสมือน (Virtual Classrooms) นักศึกษาจากหลาย ๆ ที่สามารถเรียนร่วมกันได้แม้ว่าจะอยู่กันคนละมุมโลก
- สนับสนุนการใช้วิดีโอตามความต้องการ (On-demand Video) ตามความสามารถของแต่ละคน นักศึกษาสามารถดูวิดีโอการสอนได้บ่อยตามต้องการ หากไม่เข้าใจก็สามารถดูซ้ำจนกว่าจะเข้าใจ หรือหาวิดีโอจากแหล่งอื่น ๆ ที่ช่วยให้เข้าใจได้ดีขึ้น หรือหากคนที่เข้าใจได้เร็ว ก็สามารถเรียนรู้เนื้อหาใหม่ ๆ ได้มากขึ้นตามต้องการ
- อนุญาตให้ใช้งานพื้นที่การเรียนรู้การทำงานร่วมกัน (Collaborative Learning Spaces)
- อนุญาตให้มีการเรียนรู้แบบเคลื่อนที่ (Mobile Learning) จะอยู่ตรงไหนก็สามารถเรียนได้ ไม่ว่าจะอยู่ที่บ้าน ที่ทำงาน สถานที่พักผ่อน หรือขณะเดินทาง

4. เครือข่ายสนับสนุนวิธีการที่เราสื่อสาร

อินเทอร์เน็ตก่อให้เกิดรูปแบบสื่อสารที่สามารถเข้าถึงได้โดยผู้ชมทั่วโลก เช่น

■ พอดคาสติ้ง (Podcasting)

พอดคาสติ้ง เป็นสื่อกลางเกี่ยวกับเสียง (Audio-based Medium) โดยต้นกำเนิดมาจากการทำให้ผู้รับบันทึกเสียงและแปลงเสียงนั้นไปใช้งานกับไอพอด (iPod) ซึ่งเป็นอุปกรณ์พกพาขนาดเล็กสำหรับการเล่นเสียงที่ผลิตโดยบริษัทแอปเปิล (Apple) ความสามารถในการบันทึกเสียงและบันทึก

ไปยังแฟ้มคอมพิวเตอร์ไม่ใช่เรื่องใหม่ แต่พอดcastดังช่วยให้สามารถกระจายการบันทึกเสียงไปยังผู้ฟังในวงกว้าง ไฟล์เสียงจะถูกวางอยู่บนเว็บไซต์ (หรือบล็อก หรือวิกิพีเดีย) ที่บุคคลอื่นสามารถดาวน์โหลดและเล่นไฟล์ที่บันทึกไว้นั้นบนคอมพิวเตอร์แล็ปท็อปและไอพอดได้

■ เว็บล็อก (Weblogs) บล็อก (Blogs)

เว็บล็อก เป็นหน้าเว็บ (Web Pages) ที่ง่ายในการปรับปรุงและแก้ไข ซึ่งแตกต่างจากเว็บไซต์เชิงพาณิชย์ที่ถูกสร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญมีอาชีพด้านการออกแบบเว็บ โดยบล็อกจะเตรียมวิธีการสื่อสารให้ทุกคนสามารถแสดงความคิดของตนเองต่อผู้ชมทั่วโลกโดยปราศจากความรู้ทางด้านเทคนิคของการออกแบบเว็บ มีบล็อกเกือบทุกเรื่องที่ใครคนใดคนหนึ่งสามารถคิดเกี่ยวกับเรื่องนั้นได้ และผู้เขียนบล็อกยอดนิยมก็จะมีชุมชนที่มีผู้คนคอยติดตามการปรับปรุงข้อมูลของบล็อกนั้น

■ ข้อความโต้ตอบแบบทันที (Instant Messaging: IM)

ข้อความโต้ตอบแบบทันที คือรูปแบบของการสื่อสารแบบเรียลไทม์ระหว่างสองคนหรือมากกว่านั้น โดยเป็นการสื่อสารผ่านข้อความที่พิมพ์และจะถูกถ่ายทอดผ่านคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อได้ทั่วทั้งเครือข่ายส่วนตัว (Private Network) หรือผ่านเครือข่ายสาธารณะ (Public Network) เช่น อินเทอร์เน็ต โดย IM เป็นสิ่งที่พัฒนามาจากบริการ Internet Relay Chat (IRC)

IM ยังมีคุณสมบัติเช่นการถ่ายโอนไฟล์เสียงและภาพวิดีโอ IM ก็คล้ายกับอีเมล โดย IM สามารถส่งบันทึกที่เขียนเป็นไฟล์ในระหว่างการสื่อสารได้ ข้อความของ IM จะได้รับทันที แต่ในขณะการส่งข้อความอีเมลบางครั้งอาจมีความล่าช้าที่ข้อความไปถึงผู้รับ รูปแบบการสื่อสาร IM เรียกว่าการสื่อสารแบบเวลาจริงหรือเรียลไทม์ ตัวอย่าง IM เช่น WhatsApp, WeChat, LINE, Kakao Talk

■ วิกิ (Wikis)

วิกิ เป็นหน้าเว็บที่กลุ่มคนสามารถแก้ไขและดู (View) ด้วยกันได้ ในขณะที่บล็อกเป็นของส่วนบุคคล เช่น การเดินทางของแต่ละบุคคล วิกิ คือการสร้างกลุ่ม (Group Creation) อาจจะเป็นเรื่องที่มีการทบทวนใหม่ (Review) และการแก้ไขอย่างกว้างขวางมากขึ้น วิกิก็เช่นเดียวกับบล็อก วิกิถูกสร้างขึ้นในหลายขั้นตอนจากแต่ละคน โดยไม่ได้รับการสนับสนุน (Sponsorship) จากองค์กรการค้าใด ๆ

ที่สำคัญ Public Wiki หรือเรียกว่า วิกิพีเดีย (Wikipedia) กลายเป็นทรัพยากรที่ให้สาธารณชนมีส่วนร่วม เช่น สารานุกรมออนไลน์ (Online Encyclopedia) เป็นของสาธารณะและเป็นหัวข้อที่ได้รับการสนับสนุน องค์กรเอกชนและประชาชนยังสามารถสร้างวิกิของตัวเองที่รวบรวมความรู้ในเรื่องเฉพาะ ธุรกิจจำนวนมากใช้วิกิเป็นเครื่องมือในการทำงานภายในร่วมกับอินเทอร์เน็ตทั่วโลก ที่ผู้คนทุกชีวิตได้มีส่วนร่วมในวิกิและเพิ่มมุมมอง (Perspectives) และความรู้ (Knowledge) ของตัวเองเพื่อใช้ทรัพยากรร่วมกัน

■ บริการเครือข่ายสังคม (Social Networking Service หรือ Social Media)

บริการเครือข่ายสังคมเป็นบริการออนไลน์ แพลตฟอร์ม หรือเว็บไซต์ ที่มุ่งเน้นไปที่การอำนวยความสะดวกในการสร้างเครือข่ายหรือความสัมพันธ์ทางสังคม ยกตัวอย่างเช่น แบ่งปันสิ่งที่มีความสนใจร่วมกัน กิจกรรม ฟันเฟ หรือความสัมพันธ์ในชีวิต บริการเครือข่ายสังคมประกอบด้วยตัวแทนของผู้ใช้แต่ละคน (โดยปกติ คือ Profile) ความเชื่อมโยงทางสังคมของแต่ละบุคคล และความหลากหลายของบริการเพิ่มเติม บริการเครือข่ายสังคมโดยส่วนใหญ่จะเป็นบนเว็บ (Web-based) และเตรียมวิธีการที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกันได้เช่น อีเมลและการส่งข้อความโต้ตอบแบบทันที บริการชุมชนออนไลน์

บริการเครือข่ายทางสังคมมักจะหมายถึงการให้บริการที่แต่ละบุคคลเป็นศูนย์กลาง (Individual-centered Service) ในขณะที่บริการชุมชนออนไลน์มีกลุ่มเป็นศูนย์กลาง (Group-centered) เว็บไซต์เครือข่ายสังคมอนุญาตให้ผู้ใช้สามารถแบ่งปันความคิด กิจกรรม เหตุการณ์และความสนใจของแต่ละบุคคลภายในเครือข่าย ตัวอย่างของบริการเครือข่ายสังคม เช่น Facebook และ Twitter เป็นต้น

■ เครื่องมือการทำงานร่วมกัน (Collaboration Tools)

เครื่องมือการทำงานร่วมกัน ให้โอกาสเราได้ทำงานบนเอกสารที่ใช้ร่วมกัน โดยไม่มีข้อจำกัดของสถานที่ (Location) หรือเวลาที่อยู่ (Time Zone) แต่ละคนถูกเชื่อมต่อเพื่อที่จะใช้ระบบร่วมกัน (Shared System) สามารถพูดคุยกับคนอื่น ๆ ได้ แชรข้อมูล กราฟิก และแก้ไขเอกสารร่วมกัน ด้วยเครื่องมือการทำงานที่มีให้ใช้อยู่ตลอดเวลา องค์กรสามารถขับเคลื่อนได้อย่างรวดเร็วโดยการแลกเปลี่ยนข้อมูลและไล่ตามเป้าหมาย การกระจายในวงกว้างของเครือข่ายข้อมูลซึ่งหมายความว่าคนที่อยู่ในสถานที่ห่างไกลสามารถมีส่วนร่วมบนพื้นฐานที่เท่าเทียมกับคนที่อยู่ใจกลางของศูนย์ประชากรขนาดใหญ่ เครือข่ายช่วยสนับสนุนวิธีการที่เราทำงาน เราไม่จำเป็นต้องอยู่ที่สำนักงาน เราสามารถทำงานจากที่ไหนก็ได้ขอเพียงแค่มีคอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์ที่มีความสามารถคล้ายคอมพิวเตอร์ และสามารถเข้าถึงเครือข่ายได้ เราก็จะสามารถเข้าถึงทรัพยากรต่าง ๆ ขององค์กรได้เสมือนว่าทำงานอยู่ที่สำนักงานนั้น ซึ่งช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงานให้กับเราเป็นอย่างมาก

■ การแชร์ไฟล์แบบเพียร์ทูเพียร์ (Peer-to-Peer: P2P)

การแชร์ไฟล์แบบเพียร์ทูเพียร์ ช่วยให้ผู้ใช้สามารถใช้ไฟล์ร่วมกับคนอื่น ๆ โดยไม่ต้องมีการจัดเก็บและดาวน์โหลดจากเซิร์ฟเวอร์กลาง ผู้ใช้เข้าร่วมเครือข่ายเพียร์ทูเพียร์ โดยเพียงแค่ติดตั้งซอฟต์แวร์เพียร์ทูเพียร์ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้ค้นหาและใช้ไฟล์ร่วมกับคนอื่น ๆ ในเครือข่ายเพียร์ทูเพียร์ได้ การเติบโตอย่างรวดเร็วของไฟล์ดิจิทัล เช่น ไฟล์เพลงและวิดีโอ ได้เพิ่มความสนใจในการแชร์ไฟล์แบบเพียร์ทูเพียร์ อย่างไรก็ตาม การแชร์ไฟล์แบบเพียร์ทูเพียร์นี้อาจจะทำให้มีความกังวลเกี่ยวกับการละเมิดกฎหมายของสื่อเหล่านั้น

5. เครือข่ายสนับสนุนวิธีการที่เราเล่น

เครือข่ายช่วยสนับสนุนวิธีการที่เราเล่น เราสามารถทำกิจกรรมต่าง ๆ ตามที่เราสนใจได้ในลักษณะต่าง ๆ กัน เราสามารถเล่นเกมออนไลน์ (Online Gaming) ชมภาพยนตร์หรือฟังเพลงออนไลน์ (Online Entertainment) เข้าร่วมกลุ่มที่เราสนใจ (Online Interest Groups) ชื้อของออนไลน์ (Online Shopping) เล่น IM (Instant Messaging) รวมถึงการเข้าใช้ข้อมูลหรือชมภาพยนตร์ขณะอยู่บนเครื่องบิน (Onboard Data Networks) ซึ่งเครือข่ายช่วยให้เราทำกิจกรรมต่าง ๆ ตามความสนใจของแต่ละคนได้ไม่จำกัดเวลาและสถานที่

เทคโนโลยีในการเข้าถึงอินเทอร์เน็ต

มีหลายวิธีที่จะเชื่อมต่อผู้ใช้และองค์กรเข้ากับอินเทอร์เน็ตบ้าน คนทำงานจากระยะไกล (Teleworkers) และสำนักงานขนาดเล็กมักจะต้องเชื่อมต่อกับผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต (Internet Service Provider: ISP) เพื่อที่จะเข้าถึงอินเทอร์เน็ต ตัวเลือกการเชื่อมต่อนั้นแตกต่างกันมากตามแต่ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตและสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ แต่ตัวเลือกที่นิยมประกอบไปด้วยการเชื่อมต่อด้วยสายเคเบิล บรอดแบนด์ DSL ความเร็วสูง (Broadband Digital Subscriber Line) เครือข่ายไร้สาย และบริการโทรศัพท์มือถือ

องค์กรมักจะต้องเข้าถึงอินเทอร์เน็ตและเว็บไซต์ของบริษัทอื่น ๆ ดังนั้น การเชื่อมต่อที่รวดเร็วจะช่วยสนับสนุนดำเนินการทางธุรกิจขององค์กร เช่น การใช้โทรศัพท์ IP การประชุมทางวิดีโอ และการเก็บรักษาข้อมูลแบบรวมศูนย์ เป็นต้น

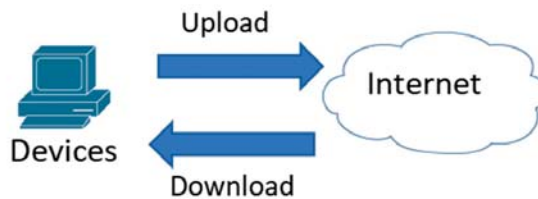
โดยปกติ ผู้ให้บริการ (Service Provider: SP) มักจะมีการเชื่อมโยงระดับที่ดีขึ้น หรือเรียกว่าระดับธุรกิจ (Business-class Interconnections) ที่เตรียมไว้ให้กับธุรกิจที่ต้องการการเชื่อมต่อแบบความเร็วสูง เช่น DSL, สายเช่าหรือลีสต์ไลน์ (Leased Line) และ Metro Ethernet สำหรับธุรกิจ

1. การเชื่อมต่อผู้ใช้จากระยะไกลเข้ากับอินเทอร์เน็ต

การเชื่อมต่อสำหรับผู้ใช้ที่บ้าน สำนักงานขนาดเล็ก และคนทำงานจากระยะไกล (Teleworkers) หรือที่เรียกกันเคยกันว่า Work From Home เราจะเรียกผู้ใช้เหล่านี้ว่าผู้ใช้จากระยะไกล (Remote Users) บริการในการเข้าถึงแบบต่าง ๆ เช่น

- **การหมุนโทรศัพท์ (Dial-up Telephone)** เป็นตัวเลือกแบบดั้งเดิมที่มีราคาไม่แพงอาศัยเพียงสายโทรศัพท์และโมเด็ม เพื่อเชื่อมต่อกับผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต โดยผู้ใช้เรียกหมายเลขโทรศัพท์ที่สามารถเข้าถึงผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตได้แต่จะมีแบนด์วิดท์ต่ำซึ่งมักจะไม่เพียงพอสำหรับการถ่ายโอนข้อมูลขนาดใหญ่ การเชื่อมต่อผ่านการหมุนโทรศัพท์ควรพิจารณาใช้เฉพาะเมื่อตัวเลือกการเชื่อมต่อความเร็วสูงไม่สามารถใช้ได้ ปัจจุบันไม่ค่อยมีการใช้วิธีนี้แล้ว

- **DSL (Digital Subscriber Line)** ให้แบนด์วิดท์สูง มีการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตอยู่ตลอดเวลา พัฒนามาจาก Dial-up Telephone โดยมีโมเด็มความเร็วสูงพิเศษที่แยกสัญญาณ DSL ออกจากสัญญาณโทรศัพท์แบบดั้งเดิม (Public Switched Telephone Network: PSTN) และให้การเชื่อมต่อกับโฮสต์คอมพิวเตอร์หรือระบบแลน โดยจะมีการเขียนในลักษณะ Upload/Download เช่น 10/100 หมายถึงอัปโหลด 10 Mbps และดาวน์โหลด 100 Mbps ซึ่งปกติผู้ใช้งานส่วนใหญ่มักทำการดาวน์โหลดมากกว่าอัปโหลด (รูปที่ 1.3) และเรียก DSL แบบนี้ว่า ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) ซึ่งหมายถึงความเร็วในการดาวน์โหลดและอัปโหลดที่ไม่เท่ากัน
- **Cable** โดยทั่วไปผู้ให้บริการเคเบิลทีวีจะมีการให้บริการการส่งสัญญาณข้อมูลอินเทอร์เน็ตบนคู่สายเดียวกันที่ให้เคเบิลทีวี และจะให้แบนด์วิดท์ที่สูง มีการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตอยู่ตลอดเวลา โดยจะมีเคเบิลโมเด็มพิเศษที่แยกสัญญาณข้อมูลอินเทอร์เน็ตจากสัญญาณอื่น ๆ และส่งสัญญาณอินเทอร์เน็ตให้กับโฮสต์คอมพิวเตอร์หรือระบบแลน
- **FTTH (Fiber to the Home)** เป็นเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ความเร็วสูงผ่านสายเคเบิลใยแก้วนำแสง ด้วยความเร็วสูงถึงระดับ 1,000 Mbps ทำให้การรับ-ส่งข้อมูลที่เร็วอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่า DSL
- **Cellular** การเข้าถึงอินเทอร์เน็ตโดยใช้เครือข่ายของโทรศัพท์มือถือหรือเซลลูลาร์ (Cellular) นั้นสามารถเข้าถึงได้ทุกที่ที่เราได้รับสัญญาณโทรศัพท์ แต่ประสิทธิภาพของการใช้งานจะถูกจำกัดโดยความสามารถของโทรศัพท์และขนาดของเซลล์ที่ทำการเชื่อมต่อ ความพร้อมของการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตโดยใช้เครือข่ายของโทรศัพท์มือถือ 3G, 4G หรือ 5G เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในบริเวณพื้นที่ที่ไม่ได้มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตด้วยวิธีการอย่างอื่นหรือสำหรับผู้ที่อยู่ในระหว่างการเดินทาง
- **ดาวเทียม (Satellite)** ดาวเทียมเป็นตัวเลือกที่ดีสำหรับบ้านหรือสำนักงานที่ไม่ได้ใช้ DSL หรือเคเบิล การรับสัญญาณด้วยจานดาวเทียมต้องมีเส้นทางการรับสัญญาณที่ชัดเจน (Clear Line of Sight) ไม่มีสิ่งขัดขวางไปยังดาวเทียม ดังนั้น อาจจะเป็นการยากในพื้นที่ป่าทึบหรือสถานที่ที่มีสิ่งกีดขวาง โดยความเร็วในการเชื่อมต่อจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับคุณภาพของสัญญาณ ซึ่งโดยปกติมักจะอยู่ในระดับดี ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งอุปกรณ์อาจจะสูงและมีค่าบริการรายเดือนในระดับปานกลาง ความพร้อมของการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตผ่านดาวเทียมเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในพื้นที่ที่ไม่ได้มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตตลอด หรือพื้นที่ห่างไกล แต่เริ่มมีการให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงผ่านดาวเทียมอย่าง Starlink ที่มีพื้นที่การใช้งานครอบคลุมทุกพื้นที่ทั่วโลก ข้อแตกต่างของอินเทอร์เน็ตจาก Starlink คือ การที่ดาวเทียมของ Starlink จะโคจรในวงรอบที่ต่ำมาก ๆ (Low Earth Orbit) ต่ำกว่าดาวเทียมทั่ว ๆ ไปที่เราใช้งานกันในปัจจุบันมากกว่า 60 เท่าตัว



รูปที่ 1.3 การดาวน์โหลดและการอัปโหลด

2. การเชื่อมต่อธุรกิจกับอินเทอร์เน็ต

ตัวเลือกการเชื่อมต่อขององค์กรนั้นแตกต่างจากตัวเลือกของผู้ใช้ตามบ้าน ธุรกิจอาจต้องใช้แบนด์วิดท์สูงเป็นแบนด์วิดท์เฉพาะ (Dedicated Bandwidth) ที่ไม่ต้องใช้ร่วมกับใครและบริการที่จัดการได้ ตัวเลือกการเชื่อมต่อที่มีแตกต่างกันขึ้นอยู่กับจำนวนของผู้ให้บริการที่อยู่ในบริเวณนั้น

ตัวเลือกการเชื่อมต่อโดยทั่วไปสำหรับองค์กรซึ่งรวมถึง

- สายเช่าหรือวงจรเช่า (Dedicated Leased Line)** ซึ่งเป็นเทคโนโลยีเก่า คือการเชื่อมต่อเฉพาะจากผู้ให้บริการไปยังลูกค้า โดยสายเช่าจะส่งวงจรที่เชื่อมต่อโดยมีการแยกสำหรับเสียงและข้อมูลเครือข่าย หรืออย่างใดอย่างหนึ่ง วงจรเช่าปกติจะคิดอัตรารายเดือนหรือรายปีซึ่งมีแนวโน้มราคาแพง ในทวีปอเมริกาเหนือจะใช้วงจรสายเช่า T1 (1.54 Mbps) และ T3 (44.7 Mbps) ในขณะที่ในส่วนอื่น ๆ ของโลก จะใช้วงจรสายเช่า E1 (2 Mbps) และ E3 (34 Mbps)
- เมโทรอีเทอร์เน็ตหรืออีเทอร์เน็ตระดับเมือง (Metro Ethernet)** โดยทั่วไปผู้ให้บริการจะเตรียมการให้บริการการเชื่อมต่อไปยังลูกค้าผ่านสายทองแดงหรือใยแก้วนำแสง โดยเฉพาะ ที่ให้แบนด์วิดท์จาก 10 Mbps ถึง 10 Gbps โดยอีเทอร์เน็ตบนสายทองแดง (Ethernet over Copper: EOC) จะมีราคาประหยัดมากกว่าบริการอีเทอร์เน็ตบนใยแก้วนำแสง มีการใช้งานอย่างกว้างขวาง และมีความเร็วสูงได้ถึง 40 Mbps อย่างไรก็ตามถึงแม้อีเทอร์เน็ตบนสายทองแดงจะมีราคาถูกกว่า แต่จะถูกจำกัดด้วยระยะทางในการให้บริการ ส่วนบริการอีเทอร์เน็ตบนใยแก้วนำแสงให้การเชื่อมต่อที่เร็วที่สุดในราคาประหยัดต่อเมกะบิต แต่ยังไม่ครอบคลุมในหลาย ๆ พื้นที่
- DSL** ระดับธุรกิจนี้สามารถใช้ได้ในรูปแบบต่าง ๆ และเป็นทางเลือกที่ได้รับความนิยมคือเทคโนโลยี Symmetric Digital Subscriber Lines (SDSL) ซึ่งคล้ายกับ Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) ที่นิยมใช้ตามบ้าน แต่ SDSL จะให้ความเร็วในการอัปโหลดและดาวน์โหลดในระดับเดียวกัน ส่วน ADSL นั้นถูกออกแบบมาโดยมีแบนด์วิดท์ในอัตราที่แตกต่างกันโดยดาวน์โหลดจะมีความเร็วสูงกว่าอัปโหลด

- **FTTH (Fiber to the Home)** เหมือนกับผู้ใช้งานทั่วไป แต่จะเพิ่มความเร็วในการอัปโหลดและดาวน์โหลดมากขึ้นให้เพียงพอกับการใช้งานขององค์กร
- **ดาวเทียม (Satellite)** บริการดาวเทียมสามารถให้บริการการเชื่อมต่อเมื่อมีปัญหาการเชื่อมต่อโดยใช้สายที่ไม่สามารถให้บริการได้ ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งอุปกรณ์จะมีราคาสูง และค่าบริการรายเดือนในระดับปานกลาง การเชื่อมต่อแบบนี้ค่อนข้างช้าและมีความน่าเชื่อถือน้อยกว่าการเชื่อมต่อแบบอื่น ๆ จึงไม่ค่อยได้รับความนิยมนัก แต่การมาของดาวเทียม Starlink ตามที่กล่าวไปก่อนหน้านี้ ส่งผลให้การใช้งานดาวเทียมมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น

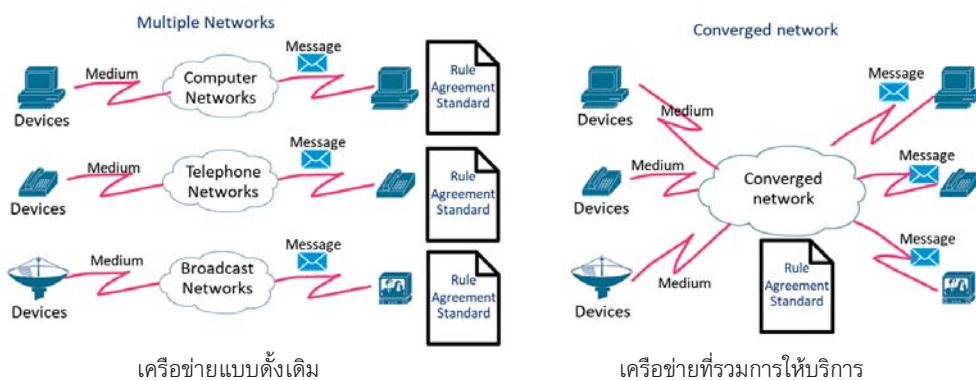
แพลตฟอร์มของเครือข่าย

1. หลายเครือข่าย-หลายบริการ

โทรศัพท์แบบดั้งเดิม วิทยุ โทรศัพท์ และเครือข่ายข้อมูลคอมพิวเตอร์ แต่ละเครือข่ายมีรูปแบบของตัวเองหลายเครือข่าย-หลายบริการ (Multiple Services-multiple Networks) ในอดีตแต่ละบริการเหล่านี้ต้องใช้เทคโนโลยีที่แตกต่างกันในการนำส่งสัญญาณการสื่อสารโดยเฉพาะ แต่ละบริการยังมีชุดของกฎและมาตรฐานของตัวเองเพื่อทำให้มั่นใจถึงการส่งสัญญาณข้ามสื่อกลางที่ทำให้การสื่อสารประสบความสำเร็จตามต้องการ เช่น สถานีโทรศัพท์กระจายสัญญาณผ่านคลื่นความถี่ฝั่งผู้รับสามารถรับได้โดยการใช้เสาอากาศและแปลงสัญญาณนั้นมาแสดงบนโทรศัพท์ได้อย่างถูกต้อง

2. เครือข่ายที่รวมการให้บริการ

ความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีทำให้เราสามารถรวม (Consolidate) เครือข่ายที่แตกต่างกันลงบนแพลตฟอร์มหนึ่ง เป็นเครือข่ายที่รวมการให้บริการหรือเรียกว่า “คอนเวอร์เจนต์เน็ตเวิร์ก (Converged Network)” ที่ช่วยให้เสียง วิดีโอ และข้อมูล เดินทางผ่านเครือข่ายเดียวกันโดยไม่จำเป็นต้องสร้างและดูแลรักษาเครือข่ายที่แยกจากกัน ตัวอย่างเช่น คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล โทรศัพท์ โทรศัพท์มือถือ และตัวลงทะเบียนที่จุดขายของร้านค้าปลีก แต่มีเพียงหนึ่งโครงสร้างพื้นฐานเครือข่ายที่ใช้ร่วมกัน (รูปที่ 1.4) ทำให้การทำงานของแอปพลิเคชันมีคุณภาพสูงขึ้นโดยต้นทุนลดลง



เครือข่ายแบบดั้งเดิม

เครือข่ายที่รวมการให้บริการ

รูปที่ 1.4 เครือข่ายแบบดั้งเดิมและเครือข่ายที่รวมการให้บริการ

แนวโน้มของเครือข่าย

เมื่อลองพิจารณาถึงวิธีการที่อินเทอร์เน็ตมีผลมากมายต่อการเปลี่ยนแปลงการดำรงชีวิตของเรา อินเทอร์เน็ตถือกำเนิดเมื่อวันที่ 1 มกราคม ค.ศ.1983 หรือเพียงไม่กี่สิบปีเท่านั้น แต่ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างแท้จริงกับวิธีการสื่อสารของแต่ละบุคคลและองค์กร ตัวอย่างเช่น ก่อนที่อินเทอร์เน็ตจะถูกใช้งานกันอย่างกว้างขวาง องค์กรและธุรกิจขนาดเล็กส่วนใหญ่จะอาศัยตลาดการพิมพ์เพื่อใช้ประชาสัมพันธ์ให้ผู้บริโภคตระหนักถึงผลิตภัณฑ์ของตน ซึ่งวิธีการนี้มีราคาแพงและประสิทธิภาพแตกต่างกันไปตามแต่ละสื่อ เปรียบเทียบกับวิธีเข้าถึงผู้บริโภคในทุกวันนี้ ธุรกิจส่วนใหญ่จะมีช่องทางอินเทอร์เน็ตที่ผู้บริโภคสามารถเรียนรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ของตน อ่านความคิดเห็นจากลูกค้ารายอื่น ๆ และสั่งซื้อสินค้าได้โดยตรงจากเว็บไซต์

เทคโนโลยีและอุปกรณ์ใหม่ ๆ ของผู้ใช้ทยอยออกมาสู่ตลาด ทำให้ธุรกิจและผู้บริโภคต้องมีการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา บทบาทของเครือข่ายที่จะเปลี่ยนไปเพื่อให้การเชื่อมต่อของผู้คน อุปกรณ์และข้อมูล โดยมีหลายแนวโน้มของเครือข่ายใหม่ที่จะมีผลกระทบต่อองค์กรและผู้บริโภค บางส่วนของแนวโน้มเหล่านี้รวมถึง

- อุปกรณ์ใด ๆ ที่สามารถเข้าถึงเนื้อหาต่าง ๆ โดยทางใดก็ได้ (Any device, to any content, anyway)
- การนำอุปกรณ์ส่วนตัวไปใช้ทำงานหรือเรียกว่า BYOD (Bring Your Own Device) (รูปที่ 1.5)
- การทำงานร่วมกันแบบออนไลน์ (Online Collaboration) (รูปที่ 1.6)
- การใช้วิดีโอ (Video) ที่มีแนวโน้มมากขึ้นเรื่อย ๆ เช่น Youtube, Tiktok
- คลาวด์คอมพิวติ้ง (Cloud Computing) (รูปที่ 1.7)



รูปที่ 1.5 การนำอุปกรณ์ส่วนตัวไปใช้ทำงาน (Bring Your Own Device)



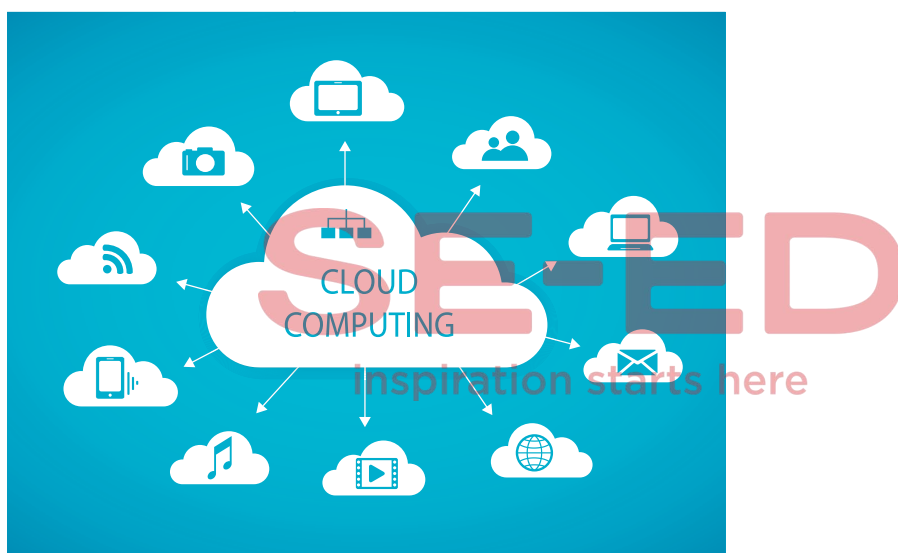
รูปที่ 1.6 การทำงานร่วมกันแบบออนไลน์ (Online Collaboration)

1. คลาวด์คอมพิวติ้ง (Cloud Computing)

คลาวด์คอมพิวติ้ง เป็นการใช้ทรัพยากรคอมพิวเตอร์ (ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์) ที่มีการส่งมอบเป็นบริการผ่านเครือข่าย โดยบริษัทที่ใช้ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ในกลุ่มคลาวด์และจ่ายค่าบริการตามที่ใช้ เหมือนกับการที่เราใช้ไฟฟ้าและน้ำประปา เราไม่ต้องผลิตเอง แต่เราเป็นผู้ใช้ ใช้เท่าไรก็จ่ายเท่านั้น

คอมพิวเตอร์ที่สำนักงานของเราไม่จำเป็นต้องทำทุกอย่างเมื่อต้องมีการใช้งานแอปพลิเคชันของเครือข่าย เครือข่ายของคอมพิวเตอร์จะสร้างเป็นกลุ่มคลาวด์ขึ้นมาและจะทำหน้าที่จัดการกับแอปพลิเคชันต่าง ๆ แทน ทำให้ความต้องการของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของเราลดลง เราไม่ต้องลงทุนสำหรับระบบคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงและราคาแพง ปล่อยให้ทำหน้าที่ของผู้ให้บริการในการจัดการเรื่องเหล่านั้น เราเพียงแค่เชื่อมต่อกับกลุ่มคลาวด์โดยใช้ซอฟต์แวร์ซึ่งอาจจะเป็นเว็บเบราว์เซอร์และเครือข่ายของกลุ่มคลาวด์จะดูแลส่วนที่เหลือเอง

คลาวด์คอมพิวเตอร์ เป็นอีกแนวโน้มหนึ่งที่ยืนยมนานทั่วโลกที่เปลี่ยนแปลงวิธีที่เราเข้าถึงและจัดเก็บข้อมูล คลาวด์คอมพิวเตอร์ครอบคลุมทุกบริการทั้งแบบจ่ายตามที่ใช้ (Subscription-based Service) หรือจ่ายตามที่ใช้จริง (Pay-per-use Service) เมื่อเราใช้งานโดยเชื่อมต่อผ่านอินเทอร์เน็ต เหมือนเราใช้บริการมือถือแบบรายเดือนหรือแบบเติมเงิน คลาวด์คอมพิวเตอร์ช่วยให้เราสามารถจัดเก็บไฟล์ส่วนบุคคล กระทั่งการสำรองข้อมูลในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ของเราทั้งหมดบนเซิร์ฟเวอร์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต นอกจากนี้เรายังสามารถใช้แอปพลิเคชันบนกลุ่มคลาวด์ เช่น การใช้งานโปรแกรมประมวลผลคำ (Word Processing) และการแก้ไขภาพ (Photo Editing) สามารถทำได้บนกลุ่มคลาวด์ (รูปที่ 1.7)



รูปที่ 1.7 คลาวด์คอมพิวเตอร์ (Cloud Computing)

สำหรับธุรกิจ คลาวด์คอมพิวเตอร์ช่วยขยายขีดความสามารถของไอทีโดยไม่ต้องมีการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานใหม่ การฝึกอบรมบุคลากรใหม่ หรือใบอนุญาตซอฟต์แวร์ใหม่ ให้บริการได้ตามความต้องการและส่งมอบทางบริการเหล่านั้นไปยังอุปกรณ์ใด ๆ ที่ใดก็ได้บนโลก

คำว่า “คลาวด์คอมพิวเตอร์” ในความเป็นจริงหมายถึงการประมวลผลบนเว็บ ตัวอย่างของการใช้งานบนคลาวด์คอมพิวเตอร์ เช่น ธนาคารออนไลน์ ร้านค้าปลีกออนไลน์ และการดาวน์โหลดเพลงออนไลน์ แอปพลิเคชันบนกลุ่มคลาวด์มักจะส่งมอบให้กับผู้ใช้งานผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีซอฟต์แวร์ที่ติดตั้งบนอุปกรณ์ของตนเอง ซึ่งนี้จะช่วยให้อุปกรณ์ต่างชนิดกันสามารถเชื่อมต่อไปยังกลุ่มคลาวด์

คลาวด์คอมพิวเตอร์มีประโยชน์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- **ความยืดหยุ่นขององค์กร** ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ตลอดเวลาและที่ใดก็ได้โดยใช้เว็บเบราว์เซอร์
- **ความคล่องตัวและการพัฒนาอย่างรวดเร็ว** แผนกไอทีไม่ต้องสนใจเรื่องของโครงสร้างหรือความสามารถของฮาร์ดแวร์ เพราะผู้ให้บริการเป็นผู้จัดการเรื่องเหล่านั้น ดังนั้นแผนกไอทีสามารถมุ่งเน้นในการส่งมอบเครื่องมือในการทำเหมืองข้อมูล วิเคราะห์ และแบ่งปันความรู้ที่ได้จากฐานข้อมูลไฟล์และคน
- **ลดค่าใช้จ่ายของโครงสร้างพื้นฐาน** เทคโนโลยีจะถูกย้ายจากสำนักงานของเรา (On-site) ไปไว้บนกลุ่มคลาวด์ ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายทางด้านฮาร์ดแวร์และแอปพลิเคชัน
- **การมุ่งจุดสนใจไปที่ทรัพยากรไอที** ประหยัดค่าใช้จ่ายของฮาร์ดแวร์และแอปพลิเคชันซึ่งสามารถใช้งานที่ไหนก็ได้
- **การสร้างรูปแบบทางธุรกิจใหม่** เราสามารถเข้าถึงแอปพลิเคชันและทรัพยากรได้อย่างง่ายดาย ดังนั้น บริษัทสามารถตอบสนองได้อย่างรวดเร็วต่อความต้องการของลูกค้า ซึ่งจะช่วยให้กำหนดกลยุทธ์ในการส่งเสริมให้เกิดนวัตกรรมใหม่ที่อาจเข้าสู่ตลาดใหม่ได้

2. ศูนย์ข้อมูล (Data Center)

เทคโนโลยีคลาวด์คอมพิวเตอร์ที่จะเป็นไปได้เนื่องจากความก้าวล้ำของเทคโนโลยีศูนย์ข้อมูล (Data Center) ซึ่งเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกที่ใช้สำหรับระบบคอมพิวเตอร์และมีองค์ประกอบที่สัมพันธ์กันที่สำคัญ (รูปที่ 1.8) ดังนี้

- การเชื่อมต่อการสื่อสารข้อมูลที่มีหลายช่องทาง
- เซิร์ฟเวอร์เสมือนความเร็วสูง บางครั้งเรียกว่าเซิร์ฟเวอร์ฟาร์ม (Server Farm) หรือกลุ่มเซิร์ฟเวอร์ (Server Cluster)
- ระบบจัดเก็บข้อมูลที่ซ้ำซ้อนกัน โดยปกติใช้เทคโนโลยี SAN (Storage Area Network)
- ระบบไฟฟ้าสำรองหรือมีหลายระบบ
- การควบคุมสิ่งแวดล้อม เช่น เครื่องปรับอากาศ อุปกรณ์ดับไฟ (Fire Suppression)
- อุปกรณ์รักษาความมั่นคงปลอดภัย



รูปที่ 1.8 ศูนย์ข้อมูล (Data Center)

พื้นที่ของศูนย์ข้อมูลอาจจะเป็นห้องหนึ่งของอาคารหนึ่ง ชั้นหนึ่งหรือหลาย ๆ ชั้น หรือทั้งอาคารหรือหลาย ๆ อาคารรวมกัน ศูนย์ข้อมูลสมัยใหม่สร้างขึ้นโดยใช้คลาวด์คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีแบบเสมือน (Virtualization) เพื่อจัดการข้อมูลขนาดใหญ่ที่ใช้ในการทำธุรกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเทคโนโลยีแบบเสมือนเป็นการสร้างสิ่งเสมือนจริงของบางสิ่งบางอย่าง เช่น แพลตฟอร์มฮาร์ดแวร์ ระบบปฏิบัติการ (Operating System: OS) อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล หรือทรัพยากรเครือข่าย ในขณะที่คอมพิวเตอร์ทางกายภาพเป็นอุปกรณ์จริง เครื่องเสมือน (Virtual Machine) ประกอบด้วยชุดของไฟล์และโปรแกรมที่ใช้ในระบบทางกายภาพจริง ซึ่งแตกต่างจากการทำงานแบบหลายงาน (Multitasking) ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานหลายโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการเดียวกัน แต่เทคโนโลยีแบบเสมือนเป็นการทำงานบนหลาย OS ที่แตกต่างกันแบบขนานกับ CPU ตัวเดียว ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการบริหารและรายจ่ายเป็นอย่างมาก

โดยทั่วไปศูนย์ข้อมูลจะมีราคาแพงมากในการสร้างและการบำรุงรักษา เนื่องจากเหตุผลนี้ จึงมีเฉพาะองค์กรขนาดใหญ่ที่สร้างศูนย์ข้อมูลส่วนตัวขึ้นมาใช้เองและให้บริการกับบุคลากรในองค์กร ตัวอย่างเช่นโรงพยาบาลขนาดใหญ่อาจเป็นเจ้าของศูนย์ข้อมูลที่แยกกระเปาะผู้ป่วยที่ได้รับการรักษา โดยกระเปาะเหล่านี้เก็บในระบบอิเล็กทรอนิกส์ องค์กรขนาดเล็กที่ไม่สามารถดูแลรักษาศูนย์ข้อมูลส่วนตัวของตนเองได้ สามารถที่ลดค่าใช้จ่ายโดยรวมในการเป็นเจ้าของ โดยการเช่าบริการเซิร์ฟเวอร์และบริการการเก็บรักษาข้อมูลจากองค์กรที่ให้บริการศูนย์ข้อมูลขนาดใหญ่ในกลุ่มคลาวด์ได้

บทสรุป

เครือข่ายและอินเทอร์เน็ตมีบทบาทต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์เป็นอย่างมาก เปลี่ยนแปลงวิธีที่เราสื่อสารเรียนรู้การทำงานและแม้กระทั่งการเล่น ทำให้แลกเปลี่ยนข้อความกันได้ แม้อยู่คนละมุมโลก คนละเวลา เมื่อใดก็ตามที่ต้องการ การใช้งานเครือข่ายมีแนวโน้มสูงมากขึ้นเรื่อย ๆ เพราะมีอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้ามาเชื่อมต่อเครือข่ายมากขึ้นเรื่อย ๆ เช่น คอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต โทรทัศน์ อุปกรณ์เซนเซอร์ รถยนต์ การให้บริการของเครือข่ายจึงมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว เครือข่ายเดียวสามารถให้บริการได้หลากหลายทั้ง วิดีโอ เสียง ข้อมูล ทำให้เราสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างง่ายดาย พร้อมกันนี้อุปกรณ์เครือข่ายอาจใช้ทั้งทำงานส่วนตัวและทำงานขององค์กร และสามารถเชื่อมต่อหรือทำงานจากที่ไหนก็ได้ และเวลาไหนก็ได้ จึงมีการพัฒนาสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้งาน เช่น เครื่องมือในการทำงานร่วมกัน ศูนย์ข้อมูล และคลาวด์คอมพิวติ้ง จะเห็นได้ว่าเราจะมีการใช้งานเครือข่ายกันเรียกว่าแทบจะตลอดเวลาเลยทีเดียว ดังนั้น การเรียนรู้เกี่ยวกับการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ในชีวิตประจำวันจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้เราสามารถใช้และบริหารเทคโนโลยีเหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและบรรลุวัตถุประสงค์



SE-ED

inspiration starts here



แบบฝึกหัดท้ายบท

1. จงอธิบายความหมายของการสื่อสาร
2. จงอธิบายการใช้งานเทคโนโลยีเครือข่ายจากอดีตถึงปัจจุบัน
3. จงอธิบายว่าเครือข่ายมีผลกระทบต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์อย่างไรบ้าง
4. จงอธิบายว่าเครือข่ายสนับสนุนวิธีการที่เราสื่อสารอย่างไรบ้าง
5. จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่าง 3 เทคโนโลยีสำหรับการเชื่อมต่อผู้ใช้จากระยะไกลเข้ากับอินเทอร์เน็ต
6. จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่าง 3 เทคโนโลยีสำหรับการเชื่อมต่อธุรกิจกับอินเทอร์เน็ต
7. จงอธิบายแนวโน้มต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการใช้งานเครือข่าย

SE-ED

inspiration starts here



องค์ประกอบและการทำงาน ของการสื่อสารข้อมูล และเครือข่ายคอมพิวเตอร์

“

SE-ED

การสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์จะสามารถทำงาน
ได้นั้น ต้องประกอบไปด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ทั้งฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์
และกระบวนการ ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้ต้องสามารถทำงานร่วมกันได้

ในบทนี้ จะได้ศึกษาองค์ประกอบและการทำงานพื้นฐาน
ของการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์

”

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากศึกษาจบบทนี้ ท่านจะมีความสามารถดังนี้

1. ระบุองค์ประกอบที่สำคัญของเครือข่ายข้อมูลใด ๆ ได้
2. อธิบายบทบาทของอุปกรณ์ที่ใช้สร้างเครือข่ายขึ้นมาได้
3. อธิบายถึงสื่อที่ใช้เชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ได้
4. อธิบายลักษณะของสถาปัตยกรรมเครือข่ายเกี่ยวกับความทนทานต่อความผิดพลาด (Fault Tolerance) ความสามารถในการขยายขนาด (Scalability) คุณภาพของการบริการ (Quality of Service) และความมั่นคงปลอดภัย (Security) ได้

inspiration starts here

เครือข่ายคอมพิวเตอร์

1. องค์ประกอบของเครือข่ายคอมพิวเตอร์

เครือข่ายคอมพิวเตอร์ คือคอมพิวเตอร์ตั้งแต่ 2 เครื่องขึ้นไป เชื่อมต่อกันโดยมีสื่อที่อาจจะเป็นสายเคเบิลที่มีแกนกลางเป็นสายทองแดง สายเคเบิลใยแก้วนำแสง หรือคลื่นวิทยุ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลหรือข้อความซึ่งกันและกัน การทำงานของเครือข่ายคอมพิวเตอร์นั้นจะมีกฎ (Rules) หรือโพรโทคอล (Protocol) ไว้สำหรับควบคุมการสื่อสารเพื่อให้การสื่อสารนั้นสำเร็จตามความมุ่งหมายของผู้ส่ง

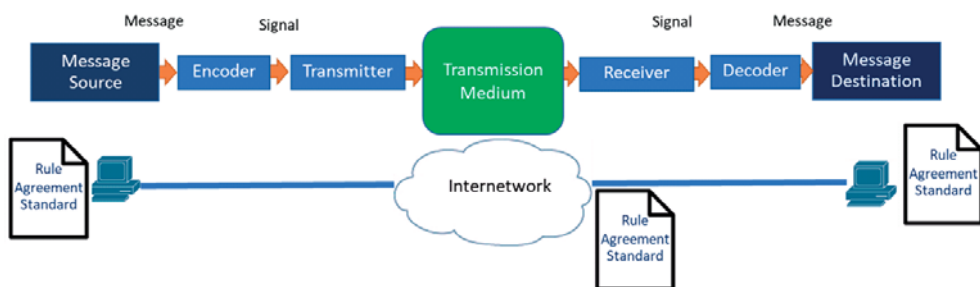
ในที่นี้คำว่า “ข้อความ (Message)” หรือ “ข้อมูล (Data)” เป็นคำศัพท์ที่ครอบคลุมทั้งเว็บเพจ อีเมล การส่งข้อความโต้ตอบแบบทันที (Instant Messages: IM) โทรศัพท์ ไฟล์ต่าง ๆ และรูปแบบอื่นของการสื่อสารที่ใช้งานได้นบนอินเทอร์เน็ตซึ่งเป็นที่ได้ทั้งรูปแบบแอนะล็อก (Analog) และดิจิทัล (Digital) เราจะเรียนรู้เกี่ยวกับความหลากหลายของข้อความ อุปกรณ์ สื่อและบริการที่ช่วยการสื่อสารของข้อความเหล่านั้น และเรียนรู้เกี่ยวกับกฎระเบียบหรือโพรโทคอลที่ผูกองค์ประกอบเครือข่ายเหล่านี้ร่วมกัน

การส่งข้อความจากต้นทางไปยังปลายทางสามารถส่งผ่านเส้นทาง (Pathway หรือ Channel) ที่อาจจะเป็นเส้นทางง่าย ๆ แบบเป็นสายเส้นเดียวที่เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งไปยังคอมพิวเตอร์อีกเครื่องหนึ่ง หรืออาจมีความซับซ้อนที่ต้องส่งผ่านเครือข่ายที่ครอบคลุมทั่วโลกผ่านโครงสร้างพื้นฐานของเครือข่าย (Network Infrastructure) ซึ่งได้เตรียมช่องทางที่มั่นคงและเชื่อถือได้สำหรับการสื่อสารที่สามารถจะเกิดขึ้นได้

การส่งข้อความไปบนเส้นทางนั้นต้องแปลงข้อความให้เหมาะกับเส้นทางที่ใช้งาน ดังนั้นบางครั้งจึงต้องทำการเข้ารหัส (Encoding) ให้เหมาะสมกับเส้นทาง เช่น โดยผู้ส่ง (Transmitter) แปลงสัญญาณเสียงให้เป็นคลื่นวิทยุเพื่อส่งไปในอากาศได้ เมื่อผู้รับ (Receiver) ได้รับคลื่นวิทยุนั้นก็จะทำการถอดรหัส (Decoding) กลับเป็นสัญญาณเสียงที่ผู้รับเข้าใจได้

แต่ละเครือข่ายข้อมูลอาจมีความแตกต่างกันไปในเรื่องขนาดและความสามารถ แต่ทุกเครือข่ายข้อมูลมี 4 องค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญเหมือนกัน (รูปที่ 2.1) เช่นเดียวกับการสื่อสารข้อมูล (รูปที่ 1.1 ของบทที่ 1) คือ

- **ข้อความ (Messages)** เป็นคำศัพท์ที่ครอบคลุมทั้ง เว็บเพจ อีเมล การส่งข้อความโต้ตอบแบบทันที เสียง โทรศัพท์ และรูปแบบอื่น ๆ ของการสื่อสารที่ใช้งานได้นบนอินเทอร์เน็ต เป็นได้ทั้งรูปแบบแอนะล็อกและดิจิทัล



รูปที่ 2.1 องค์ประกอบของเครือข่ายประกอบด้วยข้อความ อุปกรณ์ สื่อ และกฎ

- **อุปกรณ์หรือดีไวซ์ (Devices)** แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ อุปกรณ์ปลายทาง (End Devices) และอุปกรณ์เครือข่ายตัวกลาง (Intermediary Network Devices) โดยในแต่ละอุปกรณ์จะมีบริการหรือเซอร์วิส (Service) รวมถึงกระบวนการหรือโพรเซส (Processes) เพื่อทำงานบางอย่าง เช่น การนำส่งข้อมูล หรือการแจ้งเตือนข้อผิดพลาด เป็นต้น เซอร์วิสจะกระจายอยู่บนอุปกรณ์ตลอดทั้งเครือข่าย เซอร์วิสเหล่านี้อำนวยความสะดวกให้กับการสื่อสารออนไลน์ เช่น อีเมล ประชุมทางไกล สื่อสังคมออนไลน์ และการส่งข้อความโต้ตอบแบบทันที เช่น Line Application, Messenger หรือ Skype
- **สื่อหรือมีเดีย (Media หรือ Channel)** ใช้ขนส่งข้อความจากอุปกรณ์ตัวหนึ่งไปยังอุปกรณ์อื่น แบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ แบบมีสายใช้ทองแดง แบบมีสายใยแก้วนำแสงหรือพลาสติก และไร้สาย
- **กฎหรือข้อตกลง (Rules หรือ Agreements)** หรือเรียกว่าโพรโทคอล (Protocol) เป็นระเบียบวิธีหรือข้อตกลงในการสื่อสาร ที่คอยควบคุมการให้บริการหรือเซอร์วิส (Service) รวมถึงกระบวนการหรือโพรเซส (Processes) ที่มีอยู่ในแต่ละอุปกรณ์ ช่วยกำหนดขนาดและรูปแบบของข้อความที่จะส่ง หรือกำหนดทิศทางการส่ง ช่วยในการแก้ไขข้อผิดพลาดในการส่งข้อมูล วิธีการส่ง วิธีการรับและการตีความข้อมูล (จะอธิบายเพิ่มเติมในบทนี้)

อุปกรณ์และสื่อเป็นองค์ประกอบทางกายภาพ หรือฮาร์ดแวร์ของเครือข่าย ฮาร์ดแวร์มักจะเป็นส่วนที่มองเห็นเช่น แล็ปท็อป พีซี สวิตช์ เราเตอร์ จุดเชื่อมต่อไร้สายหรือแอ็กเซสพอยต์ (Wireless Access Point) หรือสายที่ใช้ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ บางครั้งบางส่วนอาจจะไม่สามารถมองเห็นได้ในกรณีของสื่อไร้สาย ข้อความจะถูกส่งผ่านทางอากาศโดยใช้คลื่นความถี่วิทยุที่มองเห็นไม่ได้ (Invisible Radio Frequency Wave) คลื่นอินฟราเรด (Infrared Wave) หรือไมโครเวฟ (Microwave)

อุปกรณ์เครือข่ายที่ใช้ในการเตรียมการให้บริการหรือเซอร์วิสและกระบวนการหรือโพรเซส มักจะเป็นโปรแกรมสำหรับการสื่อสารที่เรียกว่าซอฟต์แวร์ซึ่งทำงานบนอุปกรณ์เครือข่าย โดยบริการเครือข่ายจะเตรียมข้อมูลในการตอบสนองต่อการร้องขอบริการนั้น รวมถึงแอปพลิเคชันของเครือข่ายที่ผู้ใช้นิยมใช้กันทุกวัน เช่น บริการอีเมลโฮสติ้ง (Email Hosting Services) และเว็บโฮสติ้ง (Web

Hosting) ส่วนกระบวนการจะเตรียมฟังก์ชันการทำงาน (Functionality) ที่กำหนดและเคลื่อนย้ายข้อความผ่านเครือข่ายไป โดยกระบวนการเป็นส่วนที่เราเห็นได้น้อยที่สุด หรืออาจจะมองไม่เห็นเลย แต่มีความสำคัญต่อการดำเนินงานของเครือข่ายเป็นอย่างยิ่ง

เซิร์ฟเวอร์และโพรเซสเป็นโปรแกรมของการสื่อสาร ที่เรียกว่าซอฟต์แวร์ ที่ทำงานบนอุปกรณ์เครือข่าย บริการเครือข่ายเตรียมข้อมูลในการตอบสนองต่อการร้องขอการบริการรวมถึงหลาย ๆ แอปพลิเคชันของเครือข่ายที่คนทั่วไปใช้งาน เช่น อีเมลบริการโฮสติ้ง และบริการเว็บโฮสติ้ง โพรเซสเตรียมฟังก์ชันที่กำหนดทิศทางและย้ายข้อความผ่านเครือข่าย กระบวนการนี้มีความสำคัญกับเราน้อยมาก แต่มีความสำคัญกับการดำเนินงานของเครือข่าย

2. อุปกรณ์ปลายทางและบทบาทในเครือข่าย

อุปกรณ์ที่คนส่วนใหญ่คุ้นเคยจะเรียกว่าอุปกรณ์ปลายทางหรืออุปกรณ์ของผู้ใช้งาน (End Device หรือ End Point) อุปกรณ์เหล่านี้เป็นอินเทอร์เฟซหรือการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่ายของมนุษย์และเครือข่ายการสื่อสารพื้นฐาน คืออุปกรณ์ที่ผู้ใช้ใช้งานโดยตรง เช่น

- คอมพิวเตอร์ (Work Stations, Laptops, File Servers, Web Servers)
- เครื่องพิมพ์เครือข่าย
- โทรศัพท์ VoIP
- กล้องรักษาความมั่นคงปลอดภัย
- อุปกรณ์มือถือ (เช่น สแกนเนอร์บาร์โค้ดแบบไร้สาย, PDA)

ในบริบทของเครือข่าย อุปกรณ์ปลายทางจะเรียกว่า “โฮสต์ (Host)” หรือ “โหนด (Node)” ซึ่งเป็นได้ทั้งต้นทางหรือปลายทางของข้อความที่ถูกส่งผ่านเครือข่าย เพื่อให้แยกความแตกต่างของโฮสต์หนึ่งออกจากอีกโฮสต์ในเครือข่าย แต่ละโฮสต์บนเครือข่ายจะมีการระบุที่อยู่หรือแอดเดรส (Address) เมื่อโฮสต์เริ่มต้นการสื่อสารจะใช้แอดเดรสของโฮสต์ปลายทางเพื่อระบุตำแหน่งที่ข้อความจะถูกส่งไป

โฮสต์ทำหน้าที่เป็นเครื่องลูกข่ายหรือไคลเอนต์ (Client) เครื่องแม่ข่ายหรือเซิร์ฟเวอร์ (Server) หรือทั้งสองอย่าง โดยซอฟต์แวร์ที่ติดตั้งบนโฮสต์จะกำหนดบทบาทที่จะเป็นของโฮสต์บนเครือข่าย เซิร์ฟเวอร์เป็นโฮสต์ที่มีซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการติดตั้งที่ช่วยให้โฮสต์นั้นสามารถให้ข้อมูลและการบริการ เช่น อีเมล หรือเว็บเพจ กับโฮสต์อื่นในเครือข่าย ไคลเอนต์เป็นโฮสต์ที่ได้ติดตั้งซอฟต์แวร์ที่ช่วยให้โฮสต์เหล่านั้นสามารถขอและแสดงข้อมูลที่ได้รับจากเซิร์ฟเวอร์

3. อุปกรณ์ตัวกลางและบทบาทในเครือข่าย

นอกจากอุปกรณ์ปลายทาง เครือข่ายยังต้องพึ่งพาอุปกรณ์ตัวกลาง (Intermediary Devices) ที่เตรียมการเชื่อมต่อและการทำงานเบื้องหลังเพื่อให้แน่ใจว่าสตรีมข้อมูลส่งผ่านเครือข่ายไปได้ อุปกรณ์เหล่านี้เชื่อมต่อโฮสต์จากแต่ละเครือข่ายและสามารถเชื่อมต่อหลาย ๆ เครือข่ายเข้าด้วยกัน โดยจะ

สร้างเป็นอินเทอร์เน็ตเวิร์ก (Internetwork) (การเชื่อมต่อเครือข่ายเข้ากับเครือข่าย) หรือเรียกว่า “อินเทอร์เน็ต (Internet)” ซึ่งเป็นเครือข่ายที่ใหญ่ที่สุดในโลก อุปกรณ์ตัวกลางเหล่านี้ ผู้ใช้สามารถจับต้องได้ แต่ไม่สามารถใช้งานได้โดยตรง เช่น

- อุปกรณ์สำหรับการเข้าถึงเครือข่าย (Network Access Devices) เช่น ฮับ (Hub) สวิตช์ (Switch) และจุดเชื่อมต่อไร้สายหรือไวร์เลสแอกเซสพอยต์ (Wireless Access Point)
- อุปกรณ์เชื่อมต่อระหว่างเครือข่าย (Internetworking Devices) เช่น เราเตอร์ (Router)
- เซิร์ฟเวอร์สำหรับการสื่อสารและโมเด็ม (Communication Servers and Modems)
- อุปกรณ์รักษาความมั่นคงปลอดภัย (Security Devices) เช่น ไฟร์วอลล์ (Firewall)

บทบาทของตัวกลางอุปกรณ์ คือการจัดการข้อมูลขณะที่ข้อมูลไหลผ่านเครือข่าย โดยอุปกรณ์เหล่านี้ใช้แอตทริบิวต์ของโหนดปลายทางร่วมกับข้อมูลเกี่ยวกับการเชื่อมโยงเครือข่าย เพื่อกำหนดเส้นทางที่ข้อมูลควรใช้ผ่านเครือข่าย โดยมีหน้าที่และกระบวนการดังนี้

- สร้างและทวนส่งสัญญาณข้อมูล (Regenerate and Retransmit Data Signals)
- เก็บดูแลรักษาข้อมูลเกี่ยวกับเส้นทางที่มีอยู่โดยผ่านเครือข่ายและ Internetwork
- แจ้งอุปกรณ์อื่น ๆ ถึงข้อผิดพลาดและความล้มเหลวการสื่อสาร
- กำหนดทิศทางของข้อมูลไปตามทางเดินสำรองเมื่อมีความล้มเหลวการเชื่อมโยง
- จำแนกและกำหนดทิศทางของข้อความตามลำดับความสำคัญหรือ QoS (Quality of Service)
- อนุญาตหรือปฏิเสธการไหลของข้อมูลตามการตั้งค่าการรักษาความมั่นคงปลอดภัย

4. สื่อเครือข่าย

การสื่อสารผ่านเครือข่ายจะถูกนำส่งสื่อเดียวหรือสื่อกลาง (Media หรือ Medium) โดยสื่อกลางเตรียมช่องทาง (Channel) ที่ข้อความจะใช้เดินทางจากต้นทางไปยังปลายทาง สื่อกลางใช้เชื่อมต่ออุปกรณ์และเตรียมเส้นทางที่ข้อมูลสามารถส่งผ่านไปได้ สื่อเหล่านี้มี 3 ประเภท คือ

- สายโลหะภายในสายเคเบิล (Metallic Wires within Cables)
- ไผ่แก้วหรือพลาสติก (เคเบิลใยแก้วนำแสง) (Fiber Optic Cable)
- การส่งไร้สาย (Wireless Transmission)

การเข้ารหัสสัญญาณสำหรับข้อความที่ส่งจะแตกต่างกันไปตามแต่ละประเภทของสื่อ เช่น สำหรับสายไฟโลหะข้อมูลจะถูกเข้ารหัสเป็นแรงดันไฟฟ้า (Electrical Impulses) ที่ตรงกับรูปแบบเฉพาะ สำหรับใยแก้วนำแสงจะเป็นพัลส์ของแสง (Pulses of Light) ภายในช่วงทั้งแสงอินฟราเรด (Infrared) หรือแสงที่มองเห็น (Visible Light) สำหรับการส่งไร้สาย รูปแบบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะแทนค่าบิตต่าง ๆ

ชนิดที่ต่างกันของสื่อเครือข่ายมีคุณสมบัติและมีข้อดีที่แตกต่างกัน แต่ละสื่อเครือข่ายมีลักษณะและความเหมาะสมสำหรับจุดประสงค์ที่แตกต่างกัน เกณฑ์ในการเลือกสื่อของเครือข่ายคือ

- ระยะทางที่สื่อสามารถส่งสัญญาณประสบความสำเร็จ
- สภาพแวดล้อมที่สื่อจะต้องติดตั้ง
- ปริมาณของข้อมูลและความเร็วที่จะต้องส่งผ่านสื่อ
- ค่าใช้จ่ายของสื่อและการติดตั้ง

5. ประเภทของเครือข่าย

โครงสร้างพื้นฐานเครือข่ายอาจจะแตกต่างกันมากในแง่ของ

- ขนาดของพื้นที่ที่ครอบคลุม
- จำนวนผู้ใช้ที่เชื่อมต่อ
- จำนวนและประเภทของบริการที่มีอยู่

โครงสร้างพื้นฐานเครือข่าย 2 ชนิดที่พบมากที่สุดคือ

- Local Area Network (LAN) หรือแลน เป็นโครงสร้างพื้นฐานเครือข่ายที่เตรียมการเข้าถึงเครือข่ายกับผู้ใช้และอุปกรณ์ปลายทางในพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ที่มีขนาดเล็ก
- Wide Area Network (WAN) หรือแวน เป็นโครงสร้างพื้นฐานเครือข่ายที่เตรียมการเข้าถึงเครือข่ายกับเครือข่ายอื่น ๆ สำหรับพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ขนาดใหญ่

นอกจากนี้ ยังมีประเภทอื่น ๆ ของเครือข่ายรวมถึง

- Metropolitan Area Network (MAN) หรือแมน เป็นโครงสร้างพื้นฐานเครือข่ายที่ครอบคลุมพื้นที่ทางกายภาพที่มีขนาดใหญ่กว่าแลนแต่มีขนาดเล็กกว่าแวน (เช่น ในเมืองใหญ่อย่างกรุงเทพมหานคร อาจจะมีเครือข่ายของตนเองที่เชื่อมต่อหน่วยงานต่าง ๆ ภายใต้การกำกับดูแลเข้าด้วยกัน) โดยทั่วไป MAN จะดำเนินการโดยองค์กรเดียว เช่น องค์กรขนาดใหญ่
- Wireless LAN (WLAN) หรือแลนไร้สาย จะคล้ายกับแลน แต่จะเป็นการเชื่อมต่อแบบไร้สายกับผู้ใช้และมักใช้ในพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ที่มีขนาดเล็กเนื่องจากสื่อที่ใช้คือคลื่นวิทยุ ซึ่งมีพื้นที่ครอบคลุมค่อนข้างแคบเมื่อเทียบกับการใช้สายที่มีระยะทางไกลกว่า
- Storage Area Network (SAN) หรือแซน เป็นโครงสร้างพื้นฐานเครือข่ายที่ออกแบบมาเพื่อรองรับไฟล์เซิร์ฟเวอร์และเตรียมการจัดเก็บ (Storage) การเรียกดู (Retrieval) และการทำสำเนา (Replication) ข้อมูล โดย SAN จะเกี่ยวข้องกับเซิร์ฟเวอร์ระดับไฮเอนด์ที่มีหลายอาร์เรย์ดิสก์ (ที่เรียกว่าบล็อก) และใช้เทคโนโลยีในการเชื่อมต่อเครือข่ายด้วยการใช้สายใยแก้วนำแสงหรือ Fibre Channel

นอกจากนี้ เครือข่ายยังสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ลักษณะ คือ

- เครือข่ายขนาดเล็กในบ้าน (Small Home Network) เป็นเครือข่ายในบ้านที่ทำการแชร์ไฟล์ เครื่องพิมพ์ (Printer) รูปภาพ เพลง ระหว่างคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในบ้านของเรา ซึ่งจัดเป็นเครือข่ายแลน และทำการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต
- เครือข่ายสำนักงานที่บ้านหรือสำนักงานขนาดเล็ก (Small Office/Home Office (SOHO) Network) ทำให้คอมพิวเตอร์ภายในสำนักงานที่บ้าน (Home Office) หรือสำนักงานระยะไกล (Remote Office) สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายขององค์กรได้ หรือเข้าถึงทรัพยากรต่าง ๆ ขององค์กรได้ ซึ่งจัดเป็นเครือข่ายแลน
- เครือข่ายองค์กรขนาดกลางถึงใหญ่ (Medium to Large Networks) เช่น บริษัทขนาดใหญ่หรือโรงเรียน มหาวิทยาลัยที่มีหลายสาขา หลายอาคาร หลายที่ตั้ง โดยมีการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์จำนวนหลักร้อยถึงหลายพันเครื่องเข้าด้วยกัน และอาจให้บริการลูกค้าโดยผ่านการเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตซึ่งจัดเป็นเครือข่ายแวน
- เครือข่ายระดับโลก (World-wide Network) คือเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนั่นเอง ซึ่งอินเทอร์เน็ตนั้นเป็นเครือข่ายที่มีการเชื่อมต่อเครือข่ายทั่วโลกเข้าด้วยกัน

6. รูปแบบการจัดสรรทรัพยากรในเครือข่าย

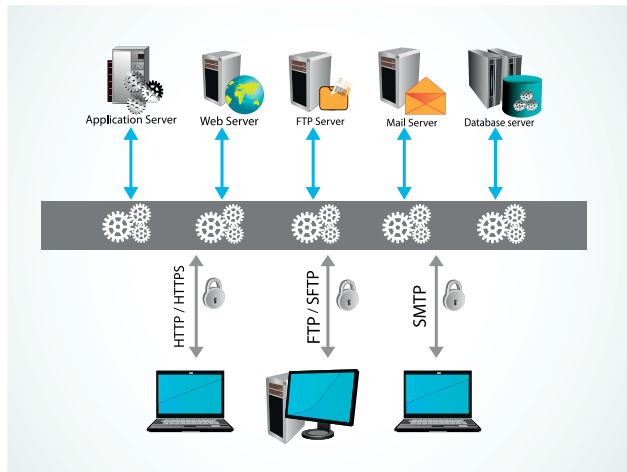
■ โคลเอนต์และเซิร์ฟเวอร์

คอมพิวเตอร์ทุกเครื่องที่เชื่อมต่อกับเครือข่ายที่มีส่วนร่วมโดยตรงในการสื่อสารผ่านเครือข่ายจะแบ่งออกเป็นโฮสต์ (Host) หรืออุปกรณ์ปลายทาง (End Device) โดยโฮสต์สามารถส่งและรับข้อความในเครือข่ายนั้นได้ โดยอุปกรณ์ปลายทางสามารถทำหน้าที่เป็นโคลเอนต์ หรือเซิร์ฟเวอร์ หรือทั้งสองอย่าง ซอฟต์แวร์ที่ติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่กำหนดบทบาทคอมพิวเตอร์เครื่องนั้น

เซิร์ฟเวอร์ (Server) คือโฮสต์ที่มีการติดตั้งซอฟต์แวร์ที่ช่วยให้บริการข้อมูลบนโฮสต์นั้นได้ เช่น อีเมลหรือหน้าเว็บเพื่อให้บริการกับโฮสต์อื่น ๆ ในเครือข่าย แต่ละบริการต้องการซอฟต์แวร์สำหรับเซิร์ฟเวอร์ที่แยกต่างหากจากกัน ตัวอย่างเช่น โฮสต์ต้องใช้ซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์เพื่อให้บริการเว็บผ่านเครือข่าย

โคลเอนต์ (Client) คือโฮสต์คอมพิวเตอร์ที่มีการติดตั้งซอฟต์แวร์ที่ช่วยให้สามารถร้องขอบริการและแสดงข้อมูลที่รับจากเซิร์ฟเวอร์ได้ ตัวอย่างของซอฟต์แวร์โคลเอนต์ที่เป็นเว็บเบราว์เซอร์ เช่น Microsoft Edge, Google Chrome, Mozilla Firefox เป็นต้น

คอมพิวเตอร์ที่มีซอฟต์แวร์เซิร์ฟเวอร์สามารถให้บริการกับโคลเอนต์ได้หนึ่งหรือหลายโคลเอนต์พร้อมกัน นอกจากนี้คอมพิวเตอร์เครื่องเดียวสามารถมีซอฟต์แวร์เซิร์ฟเวอร์ได้หลาย ๆ ตัวที่สามารถทำงานพร้อม ๆ กันได้ โดยเฉพาะเครือข่ายในบ้านหรือธุรกิจขนาดเล็ก เนื่องจากจำกัดด้วยงบประมาณ ซึ่งอาจจะเป็นสิ่งจำเป็นที่คอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งจะทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ให้บริการไฟล์ เว็บเซิร์ฟเวอร์ และเซิร์ฟเวอร์อีเมลพร้อม ๆ กัน (รูปที่ 2.2)



ไคลเอนต์และเซิร์ฟเวอร์หนึ่งเครื่องมีหนึ่งบริการ



เซิร์ฟเวอร์หนึ่งเครื่องมีหลายบริการในเครื่องเดียว

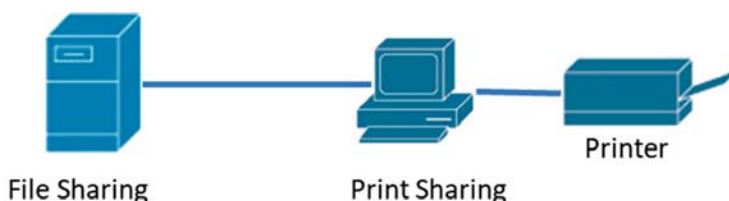
รูปที่ 2.2 ไคลเอนต์และเซิร์ฟเวอร์

นอกจากนี้ คอมพิวเตอร์ที่เป็นไคลเอนต์ยังสามารถเรียกใช้ซอฟต์แวร์ไคลเอนต์ได้หลายประเภทตามแต่ละบริการที่ไคลเอนต์ต้องการใช้งาน แต่ต้องมีซอฟต์แวร์ไคลเอนต์แต่ละประเภทสำหรับการบริการนั้น เช่น ต้องการเรียกดูเว็บต้องใช้เว็บเบราว์เซอร์ ต้องการเรียกใช้ไฟล์ต้องใช้โปรแกรม FTP ต้องการใช้บริการ Skype ต้องมีโปรแกรม Skype ต้องการใช้บริการ Line ต้องมีโปรแกรม Line Application เป็นต้น ไคลเอนต์ยังสามารถเชื่อมต่อกับเซิร์ฟเวอร์หลายเครื่องในเวลาเดียวกันได้ ตัวอย่างเช่น ผู้ใช้สามารถตรวจสอบอีเมลและดูหน้าเว็บในขณะที่มีการส่งข้อความโต้ตอบแบบทันทีผ่าน Line และการฟังเพลงบนอินเทอร์เน็ต

■ เพียร์ทูเพียร์ (Peer to Peer)

ซอฟต์แวร์ไคลเอนต์และเซิร์ฟเวอร์มักจะทำงานบนคอมพิวเตอร์คนละเครื่องกัน แต่ก็เป็นไปได้สำหรับคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งที่จะทำหน้าที่ทั้งไคลเอนต์และเซิร์ฟเวอร์ในเวลาเดียวกัน ในเครือข่ายสำหรับธุรกิจขนาดเล็กและบ้าน เครื่องคอมพิวเตอร์จำนวนมากมักจะทำงานเป็นเซิร์ฟเวอร์และไคลเอนต์ในเวลาเดียวกัน เรียกเครือข่ายประเภทนี้ว่า “เครือข่ายเพียร์ทูเพียร์ (Peer to Peer)” (Peer หมายถึงเท่าเทียมกัน Peer to Peer คือคอมพิวเตอร์ทั้งสองนั้นมีฐานะเท่ากัน คือเป็นได้ทั้งไคลเอนต์และเซิร์ฟเวอร์)

ตัวอย่างเครือข่ายเพียร์ทูเพียร์อย่างง่ายประกอบด้วยคอมพิวเตอร์สองตัวที่เชื่อมต่อโดยตรงโดยใช้การเชื่อมต่อแบบมีสายหรือไร้สาย ดังรูปที่ 2.3 โดยคอมพิวเตอร์ตัวหนึ่งทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ให้บริการเครื่องพิมพ์ และไคลเอนต์ร้องขอใช้ไฟล์ ในขณะที่คอมพิวเตอร์อีกตัวหนึ่งทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ให้บริการไฟล์ และไคลเอนต์ร้องขอใช้เครื่องพิมพ์



รูปที่ 2.3 เครือข่ายเพียร์ทูเพียร์แบบง่าย

นอกจากนี้ ยังสามารถใช้คอมพิวเตอร์หลายตัวเชื่อมต่อกันเพื่อสร้างเครือข่ายเพียร์ทูเพียร์ขนาดใหญ่ขึ้นมา แต่ต้องใช้อุปกรณ์เครือข่าย เช่น ฮับ (Hub) หรือสวิตช์ (Switch) สำหรับการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์เหล่านั้น ข้อเสียที่สำคัญของสภาพแวดล้อมแบบเพียร์ทูเพียร์ คือ ประสิทธิภาพการทำงานของโฮสต์จะชะลอตัวลง ถ้าโฮสต์ทำหน้าที่เป็นทั้งไคลเอนต์และเซิร์ฟเวอร์ในเวลาเดียวกัน และเมื่อเครือข่ายเพียร์ทูเพียร์มีขนาดใหญ่ขึ้น ก็ยังมีปัญหาเรื่องความมั่นคงปลอดภัย (Security) ตามมาด้วย เพราะจะบริหารจัดการยากขึ้น ดังนั้นในเครือข่ายของธุรกิจขนาดใหญ่ ซึ่งความเป็นไปได้อาจจะมีทรัพยากรจำนวนมากในเครือข่าย ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีเซิร์ฟเวอร์ที่ให้บริการเฉพาะ (Dedicated Server) (คือ ให้บริการเฉพาะเซิร์ฟเวอร์นั้นเท่านั้น) เพื่อรองรับการร้องขอบริการจำนวนมาก

แลน แวน อินเทอร์เน็ต อินทราเน็ต และเอกซ์ทราเน็ต

1. แลน

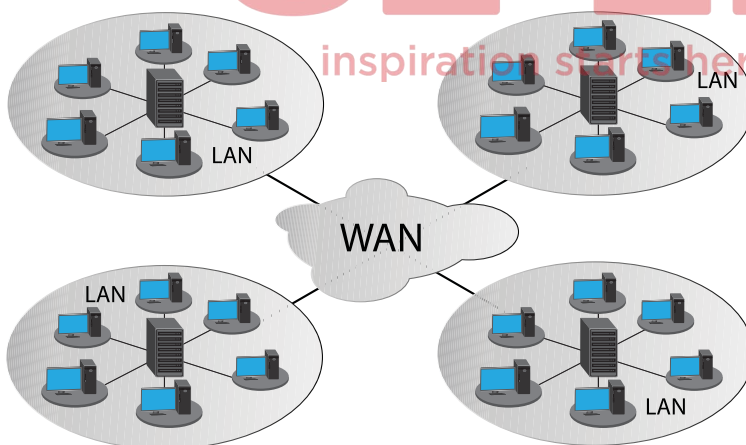
เครือข่ายท้องถิ่นหรือแลน (Local Area Networks: LAN) จะมีโครงสร้างพื้นฐานเครือข่ายที่ครอบคลุมพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ที่มีขนาดเล็ก และเครือข่ายมักจะมีพื้นที่ครอบคลุมทางภูมิศาสตร์เดียว (รูปที่ 2.4)

คุณลักษณะเฉพาะของระบบแลนได้แก่

- แลนจะทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ปลายทางในพื้นที่ที่จำกัด เช่น บ้าน โรงเรียน อาคาร สำนักงาน หรือมหาวิทยาลัย เป็นต้น
- แลนมักจะมีการบริหารงานโดยองค์กรเดียวหรือบุคคลเดียว การควบคุมบริหารระบบที่ควบคุมนโยบายเกี่ยวกับการรักษาความมั่นคงปลอดภัย และการควบคุมการเข้าถึงมีผลบังคับใช้ในระดับเครือข่ายนั้นเท่านั้น
- แลนจะมีแบนด์วิดท์ความเร็วสูงในการทำงานระหว่างอุปกรณ์ปลายทางภายในแลนและอุปกรณ์ตัวกลาง

จะเห็นว่าพื้นที่ที่ครอบคลุมนั้นแตกต่างกันมาก เช่น บ้านอาจมีขนาดเล็กมาก ส่วนมหาวิทยาลัยนั้นอาจมีขนาดได้ถึงกว่า 1 พันไร่ แต่ก็ยังเรียกว่าแลน เนื่องจากมีพื้นที่ครอบคลุมทางภูมิศาสตร์เดียว และมีการบริหารงานโดยองค์กรเดียวหรือบุคคลเดียว

WAN: Wide Area Network



รูปที่ 2.4 เครือข่าย LAN และ WAN

2. แวน

เมื่อบริษัทหรือองค์กรมีสถานที่ตั้งที่มีการแยกจากกันโดยระยะทางภูมิศาสตร์ขนาดใหญ่ก็อาจจำเป็นต้องใช้ผู้ให้บริการการสื่อสารโทรคมนาคม (Telecommunications Service Provider: TSP) ผู้ให้บริการ (Service Providers: SP) หรือผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต (Internet Service Providers: ISP) ในการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายในสถานที่ที่แตกต่างกัน (รูปที่ 2.4) ผู้ให้บริการโทรคมนาคมทำงานเครือข่ายในระดับภูมิภาคที่มีขนาดใหญ่ที่สามารถเชื่อมต่อระยะทางไกลได้ โดยดั้งเดิมแล้ว TSP ทำการขนส่งการสื่อสารด้วยเสียงและข้อมูลบนเครือข่ายที่แยกจากกัน แต่เมื่อมีการใช้บริการมากขึ้น ผู้ให้บริการเหล่านี้จะนำเสนอบริการเครือข่ายข้อมูลรวมกัน (Converged Information Network Services) ให้กับสมาชิก

แต่ละองค์กรมักจะเข้าการเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายผู้ให้บริการโทรคมนาคม เครือข่ายเหล่านี้ที่เชื่อมต่อระบบเครือข่ายในสถานที่แยกกันทางภูมิศาสตร์จะเรียกว่า เครือข่ายบริเวณกว้างหรือแวน (Wide Area Network: WAN) แม้ว่าองค์กรนั้นจะดูแลรักษาและกำหนดนโยบายและการบริหารทั้งหมดบนเครือข่ายแลนที่ปลายทั้งสองของการเชื่อมต่อ แต่นโยบายภายในเครือข่ายผู้ให้บริการการสื่อสารจะถูกควบคุมโดย TSP

“แวน” ใช้อุปกรณ์เครือข่ายที่ออกแบบมาโดยเฉพาะเพื่อสร้างการเชื่อมต่อระหว่าง (Interconnection) แลนเข้าด้วยกันเพราะต้องมีการกำหนดค่า (Configuring) การติดตั้ง (Installing) และการบำรุงรักษา (Maintaining) โดยผู้ให้บริการ

“แลน” และ “แวน” มีประโยชน์อย่างมากกับองค์กร ทำให้มีรูปแบบของการสื่อสารที่หลากหลาย รวมถึงการแลกเปลี่ยนอีเมล การฝึกอบรมขององค์กร และการแบ่งปันทรัพยากรอื่น ๆ

โดยสรุป คุณลักษณะเฉพาะของแวนได้แก่

- แวนจะทำการเชื่อมต่อแลนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยแลนเหล่านั้นอยู่ในพื้นที่ทางภูมิศาสตร์กว้างหรือภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน เช่น ระหว่างเมือง รัฐ จังหวัด ประเทศ หรือทวีป
- แวนมักจะดำเนินการโดยผู้ให้บริการหลายราย
- โดยปกติ แวนจะมีแบนด์วิดท์ที่ใช้การเชื่อมโยงต่ำ
- นอกเหนือจากนี้ ผู้ใช้งานไม่สามารถควบคุมอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อในแวนได้

3. อินเทอร์เน็ต

แม้ว่าการใช้แลนหรือแวนจะมีประโยชน์ แต่คนส่วนใหญ่ยังต้องการที่จะสื่อสารกับทรัพยากรบนเครือข่ายอื่นที่อยู่นอกเครือข่ายตนเองไม่ว่าจะเป็นเครือข่ายท้องถิ่น มหาวิทยาลัย หรือองค์กร ก็ล้วนต้องการเชื่อมต่อเครือข่ายภายนอกซึ่งสามารถทำได้โดยการใช้อินเทอร์เน็ต (The Internet) เพื่อจะเข้าถึงทรัพยากรของเครือข่ายอื่นบนอินเทอร์เน็ต เช่น การดูวิดีโอ การฟังเพลง การค้นหาข้อมูล การแลกเปลี่ยนไฟล์ การเล่นเกม เป็นต้น

อินเทอร์เน็ตเป็นการรวบรวมเครือข่ายทั่วโลกที่เชื่อมต่อกัน (เรียกว่าอินเทอร์เน็ตเวิร์กหรือเรียกย่อว่า “อินเทอร์เน็ต (internet)”) โดยได้รับความร่วมมือจากแต่ละเครือข่ายในการแลกเปลี่ยนข้อมูลโดยใช้มาตรฐานเดียวกัน ผ่านสายโทรศัพท์ สายเคเบิลทองแดง สายเคเบิลใยแก้วนำแสง การส่งสัญญาณไร้สาย และการเชื่อมโยงผ่านดาวเทียม ทำให้ผู้ใช้อินเทอร์เน็ตสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลในหลากหลายรูปแบบ

อินเทอร์เน็ตเป็นกลุ่มของเครือข่ายและไม่ได้เป็นเจ้าของโดยบุคคลใดหรือกลุ่มใด เพื่อความมั่นใจในการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพในโครงสร้างพื้นฐานที่มีความหลากหลายนี้ จำเป็นต้องมีเทคโนโลยีและมาตรฐานที่ใช้สอดคล้องและเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปซึ่งเป็นความร่วมมือของหน่วยงานการบริหารเครือข่ายจำนวนมาก องค์กรที่ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ในการให้ความช่วยเหลือในการบำรุงรักษาและดูแลโครงสร้างและมาตรฐานของโพรโทคอลและโพรเซสที่ใช้ในอินเทอร์เน็ต โดยองค์กรเหล่านี้รวมถึง Internet Engineering Task Force (IETF), Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN) และ Internet Architecture Board (IAB) และองค์กรอื่น ๆ อีกมากมาย ซึ่งจะอธิบายในบทที่ 3

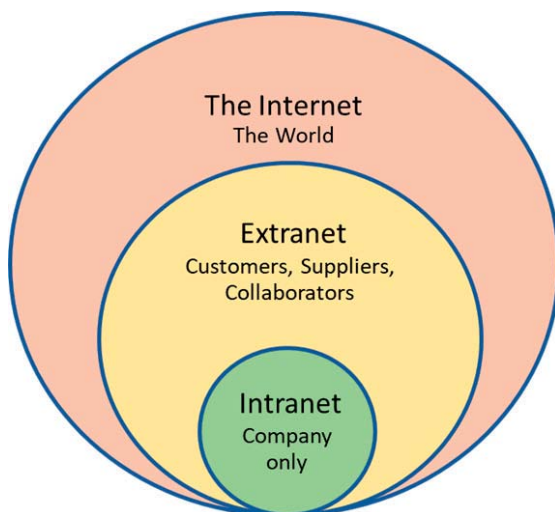


หมายเหตุ

1. อินเทอร์เน็ตใช้ตัวอักษร “i” ตัวเล็ก คือ internet ถูกนำมาใช้เพื่ออธิบายการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่ายต่าง ๆ แต่เมื่อก้าวถึงเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกันหรือเวปต์ไวต์เว็บในระดับโลกจะใช้ตัวอักษร “I” ตัวใหญ่ คือ Internet ซึ่งคือเครือข่ายของเครือข่าย (Network of Networks) ที่เชื่อมต่อกันทั่วโลก
2. คำต่อไปนี้อาจจะใช้แทนกัน: internetwork (เครือข่ายที่เชื่อมต่อกัน) data network (เครือข่ายข้อมูล) และ network (เครือข่าย) โดยการเชื่อมต่อของสองเครือข่ายหรือมากกว่านั้นเข้าด้วยกันจะสร้างรูปแบบ internetwork ขึ้น โดยอาจอ้างถึง internetwork ว่าเป็นเครือข่ายข้อมูล หรือเป็นเพียงเครือข่ายที่เชื่อมต่อกัน เมื่อพิจารณาการสื่อสารในระดับสูง การใช้งานคำศัพท์ (terms) นี้ขึ้นอยู่กับบริบทในเวลานั้นและคำศัพท์อาจมีการใช้สลับกันได้

4. อินทราเน็ตและเอกซ์ทราเน็ต

มีอีกคำศัพท์ที่เรียกประเภทของเครือข่ายอีกสองคำที่มีความคล้ายคลึงกับคำว่าอินเทอร์เน็ต คือ อินทราเน็ต ((Intranet) และเอกซ์ทราเน็ต (Extranet) (รูปที่ 2.5)



รูปที่ 2.5 อินเทอร์เน็ต อินทราเน็ต และเอกซ์ทราเน็ต

อินทราเน็ตเป็นคำที่มักจะใช้เพื่ออ้างถึงการเชื่อมต่อส่วนตัวของแลนและแวนที่เป็นขององค์กรหนึ่ง และถูกออกแบบมาให้สามารถเข้าถึงได้เฉพาะสมาชิกขององค์กร พนักงานหรือคนอื่น ๆ ที่ได้รับอนุญาต อินทราเน็ตโดยพื้นฐานคืออินเทอร์เน็ตที่จะสามารถเข้าถึงได้จากภายในองค์กรเท่านั้น

องค์กรอาจมีการเผยแพร่หน้าเว็บบนอินทราเน็ตเกี่ยวกับเหตุการณ์ภายใน นโยบายสุขภาพและความมั่นคงปลอดภัย จดหมายข่าวสำหรับเจ้าหน้าที่ และไต่เรกทอรีโทรศัพท์ของพนักงาน ตัวอย่างเช่น โรงเรียนอาจจะมีอินทราเน็ตที่มีข้อมูลเกี่ยวกับตารางเรียน หลักสูตรออนไลน์ และกระดานสนทนา อินทราเน็ตมักจะช่วยในการจัดการเอกสารกระดาษที่ไม่จำเป็นและเพิ่มความเร็วในการทำงาน พนักงานที่ทำงานนอกองค์กรอาจจะสามารถเข้าถึงอินทราเน็ตได้โดยใช้การเชื่อมต่อที่ปลอดภัยไปยังเครือข่ายภายในองค์กรโดยใช้วิธีการที่เรียกว่า VPN (Virtual Private Network)

ส่วนเอกซ์ทราเน็ตนั้น องค์กรอาจจะใช้เพื่อเตรียมการเข้าถึงที่มีความมั่นคงปลอดภัยให้กับบุคคลที่ทำงานให้กับองค์กรอื่น แต่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลขององค์กรของเรา ตัวอย่างของเอกซ์ทราเน็ตได้แก่ บริษัทเตรียมการเข้าถึงเครือข่ายให้กับซัพพลายเออร์/ผู้รับเหมาภายนอก โรงพยาบาลเตรียมบริการระบบการจองให้กับแพทย์เพื่อที่แพทย์จะสามารถจัดการการนัดหมายสำหรับผู้ป่วยของตนเอง สำนักงานการศึกษาท้องถิ่นเตรียมงบประมาณและข้อมูลส่วนบุคคลให้กับโรงเรียนในเขตพื้นที่ของตน

เครือข่ายที่เชื่อถือได้

เครือข่ายจะต้องสนับสนุนการใช้งานและการบริการที่หลากหลาย รวมถึงการทำงานบนความหลากหลายของสายเคเบิลและอุปกรณ์ที่ใช้สร้างโครงสร้างพื้นฐานทางกายภาพขึ้นมา สถาปัตยกรรมเครือข่าย (Network Architecture) ในบริบทนี้ หมายถึงเทคโนโลยีที่สนับสนุนโครงสร้างพื้นฐานและการให้บริการโปรแกรมและกฎระเบียบ หรือโพรโทคอลที่ใช้เคลื่อนย้ายข้อความในเครือข่าย

เราจะพบว่าในการพัฒนาเครือข่ายมี 4 ลักษณะพื้นฐานที่สถาปัตยกรรมต้องมีเพื่อตอบสนองความคาดหวังของผู้ใช้คือ

- การทนทานต่อความผิดพลาด (Fault Tolerance)
- ความสามารถในการขยายขนาด (Scalability)
- คุณภาพของบริการ (Quality of Service: QoS)
- รักษาความมั่นคงปลอดภัย (Security)

1. ความทนทานต่อความผิดพลาด

■ ความทนทานต่อความผิดพลาดในวงจรเปลี่ยนเครือข่าย

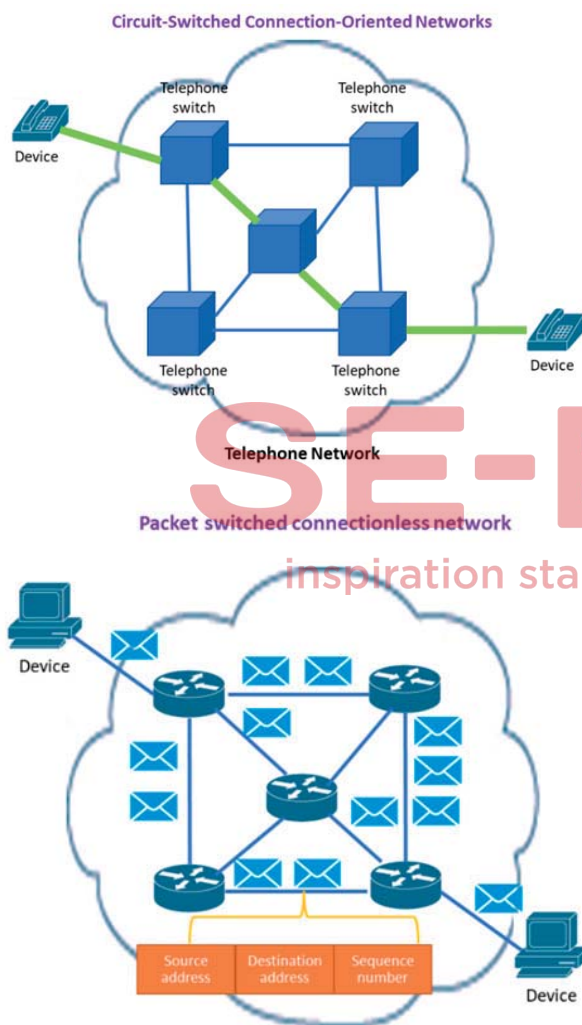
ผู้มีส่วนใหญ่คาดหวังว่าอินเทอร์เน็ตจะสามารถใช้ได้เสมอ ดังนั้น สถาปัตยกรรมเครือข่ายที่ถูกต้องสร้างขึ้นจะต้องมีความทนทานต่อความผิดพลาด ซึ่งหมายถึงความผิดพลาดที่เกิดขึ้น ณ จุดหนึ่งควรจะมิผลกระทบต่ออุปกรณ์จำนวนน้อยที่สุด และมีความสามารถในการฟื้นตัวของเครือข่ายที่ทำได้อย่างรวดเร็วเช่นเมื่อเกิดความล้มเหลวขึ้น โดยในเครือข่ายจะมีหลายเส้นทางระหว่างแหล่งต้นทางและปลายทางของข้อความ ถ้าเส้นทางหนึ่งล้มเหลว ข้อความก็สามารถเปลี่ยนไปส่งได้ทันทีบนการเชื่อมโยงที่แตกต่างกัน การมีหลายเส้นทางไปยังปลายทาง เรียกเส้นทางเหล่านั้นว่าเส้นทางสำรองหรือเส้นทางซ้ำซ้อน (Redundant Path)

เครือข่ายเชิงเชื่อมต่อที่ใช้วงจรสลับหรือสวิตซ์

(Circuit-Switched Connection-Oriented Networks)

เพื่อให้เข้าใจถึงความจำเป็นในการมีเส้นทางซ้ำซ้อน ลองพิจารณาวิธีการที่ระบบโทรศัพท์เริ่มต้นทำงาน เมื่อเราทำการโทรโดยใช้ชุดโทรศัพท์แบบดั้งเดิม เริ่มแรกจะผ่านขั้นตอนการสร้างการเชื่อมต่อ (Setup) ซึ่งกระบวนการนี้จะระบุตำแหน่งของสวิตซ์โทรศัพท์หรือวงจรสลับ (Telephone Switching Locations) ระหว่างผู้โทร. (ต้นทาง) และโทรศัพท์ที่รับสาย (ปลายทาง) โดยเส้นทางนั้นจะเป็นเส้นทางชั่วคราว หรือวงจรที่ถูกสร้างขึ้นในช่วงระยะเวลาของการสนทนานั้น หากการเชื่อมโยงหรืออุปกรณ์ใด ๆ ในวงจรล้มเหลว การโทร.นั้นก็จะหลุดไป ต้องมีการเชื่อมต่อใหม่ โดยการเรียกใหม่จะกำกับวงจรอื่น ขั้นตอนการเชื่อมต่อนี้จะเรียกว่าเป็นกระบวนการสลับวงจร (Circuit-switched Process) ดังแสดงในรูปที่ 2.6

เครือข่ายสลับวงจรให้ความสำคัญกับการรักษาการเชื่อมต่อวงจรที่มีอยู่ โดยไม่สนใจการร้องขอวงจรใหม่ หลังจากที่มีการสร้างวงจรการสื่อสารขึ้นเพื่อการสนทนานั้น แม้ว่าไม่มีการสื่อสารพูดคุยเกิดขึ้นเลย วงจรยังคงเชื่อมต่อและทรัพยากรนั้นยังมีการใช้งานอยู่จนกระทั่งมีฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งวางสายตัดการเชื่อมต่อ เนื่องจากมีวงจรจำนวนจำกัดที่สามารถใช้งานได้ในขณะเดียวกัน ดังนั้นก็เป็นไปได้ที่จะได้รับข้อความแจ้งว่าวงจรทั้งหมดไม่ว่างหรือคู่สายไม่ว่าง และไม่สามารถสร้างการสื่อสารได้ ค่าใช้จ่ายในการสร้างเส้นทางเลือกที่มีความจุมากพอที่จะรองรับการร้องขอจำนวนมากพร้อมกัน และเทคโนโลยีที่จำเป็นในการสร้างวงจรขึ้นมาใหม่ (Recreate) แบบไดนามิกในกรณีของความล้มเหลวเป็นเหตุผลที่เทคโนโลยีวงจรสลับไม่ได้เป็นทางเลือกที่ดีที่สุดสำหรับอินเทอร์เน็ตเพราะไม่ทนทานต่อความเสียหายและมีค่าใช้จ่ายสูงเมื่อเทียบกับจำนวนการสื่อสารที่ทำได้



รูปที่ 2.6 Circuit-Switched Connection-Oriented Networks และ Packet Switched Connectionless Network

■ ความทนทานต่อความผิดพลาดในการสลับแพ็กเก็ต

เครือข่ายที่ไม่มีการเชื่อมต่อโดยการสลับแพ็กเก็ต

(Packet Switched Connectionless Networks)

ในการค้นหาเครือข่ายที่สามารถทนต่อการสูญเสียที่มีนัยสำคัญของการส่งผ่านเครือข่าย นักออกแบบอินเทอร์เน็ตยุคต้นได้พบทฤษฎีงานวิจัยเริ่มต้นเกี่ยวกับเครือข่ายการสลับแพ็กเก็ต (Packet Switched Networks) โดยแบ่งข้อความขนาดใหญ่หนึ่งข้อความออกเป็นหลายบล็อกข้อความ (Block) ขนาดเล็ก ซึ่งเรียกว่าแพ็กเก็ต (Packet) แต่ละแพ็กเก็ตมีข้อมูลระบุที่อยู่ทั้งต้นทางและปลายทางซึ่งช่วยให้สามารถส่งผ่านทางเครือข่ายไปตามเส้นทางต่าง ๆ และสามารถประกอบเป็นข้อความต้นฉบับเมื่อมาถึงปลายทางของแพ็กเก็ตเหล่านั้น

การใช้แพ็กเก็ต (Utilizing Packets)

อุปกรณ์ภายในเครือข่ายนั้นไม่รู้จักเนื้อหาของแต่ละแพ็กเก็ต แต่สามารถทราบที่อยู่หรือแอดเดรส (Address) ของปลายทางสุดท้ายและอุปกรณ์ต่อไปในเส้นทางที่จะใช้ส่งต่อไปยังปลายทาง ไม่มีการสงวนวงจรที่ต้องถูกสร้างขึ้นระหว่างผู้ส่งและผู้รับ แต่ละแพ็กเก็ตจะถูกส่งเป็นอิสระจากสวิตช์หนึ่งไปยังอีกสวิตช์หนึ่ง ในแต่ละสวิตช์การตัดสินใจเลือกเส้นทาง (Routing Decision) จะมีการเลือกเส้นทางที่ใช้ในการส่งแพ็กเก็ตที่มีต่อไปยังปลายทาง ถ้าเส้นทางที่ใช้ก่อนหน้านี้ไม่สามารถใช้ได้ ฟังก์ชันการกำหนดเส้นทางแบบไดนามิกสามารถเลือกเส้นทางที่ดีที่สุดต่อไป เพราะข้อความจะถูกส่งในหลาย ๆ แพ็กเก็ตมากกว่าที่จะเป็นข้อความที่สมบูรณ์ขนาดใหญ่เพียงข้อความเดียว ซึ่งบางแพ็กเก็ตอาจจะหายเพราะมีความล้มเหลวของเส้นทาง แพ็กเก็ตเหล่านั้นสามารถถูกส่งซ้ำอีกครั้งหรือการรีทรานสมิชัน (Retransmission) ไปยังปลายทางตามเส้นทางที่แตกต่างกัน โดยที่อุปกรณ์ปลายทางไม่จำเป็นต้องรู้ว่ามีความผิดพลาด (Failure) หรือมีการหาเส้นทางใหม่ (Rerouting) เกิดขึ้นในระหว่างการเดินทางของแพ็กเก็ต

เครือข่ายที่ไม่มีการเชื่อมต่อโดยการสลับแพ็กเก็ต

(Packet-switched Connectionless Networks)

นักวิจัยของ DoD (The Department of Defense) ตระหนักว่า Packet-switched Connectionless Network (รูปที่ 2.6) มีคุณสมบัติที่จำเป็นที่จะสนับสนุนความยืดหยุ่น (Resilient) สถาปัตยกรรมเครือข่ายที่ทนทานต่อความผิดพลาด การทำงานของ Packet Switched Network จะไม่มีการจองวงจรสงวนจากแบบต้นทางไปยังปลายทาง (End-to-End) เพื่อใช้ส่งข้อมูล ดังนั้น ชิ้นส่วนใด ๆ ของข้อความสามารถส่งผ่านเครือข่ายโดยใช้เส้นทางใดก็ตามที่สามารถใช้ได้ที่ดีที่สุด ณ ขณะนั้น แพ็กเก็ตประกอบด้วยชิ้นส่วนของข้อความจากแหล่งที่แตกต่างกันสามารถเดินทางไปตามเครือข่ายเดียวกันในเวลาเดียวกันได้ ทำให้ปัญหาของการใช้งานต่ำกว่าประสิทธิภาพ (Underutilize) หรือวงจรว่าง (Idle Circuits) จะถูกกำจัดออก ทรัพยากรที่มีอยู่ทั้งหมดสามารถนำมาใช้ในเวลาใดก็ได้เพื่อส่งแพ็กเก็ตไปยังปลายทางที่ระบุในแพ็กเก็ต โดยการเตรียมวิธีการที่ใช้เส้นทางซ้ำซ้อน (Redundant Paths) แบบไดนามิก ซึ่งจะไม่มีการแทรกแซงโดยผู้ใช้นั้น อินเทอร์เน็ตจึงกลายเป็นเครือข่ายที่มีความทนทานต่อความผิดพลาด และวิธีการขยายขีดความสามารถของการสื่อสาร

เครือข่ายเชิงเชื่อมต่อ (Connection-oriented Networks)

แม้ว่า Packet-switched Connectionless Networks จะตอบสนองความต้องการของ DoD และยังคงเป็นโครงสร้างพื้นฐานหลักสำหรับอินเทอร์เน็ตในปัจจุบัน

แต่ระบบเชิงเชื่อมต่อ (Connection-oriented System) ก็ยังคงมีประโยชน์บางอย่างสำหรับบางระบบ เช่น ระบบโทรศัพท์สลับวงจร (Circuit-switched Telephone System) เพราะทรัพยากรในตำแหน่งของสวิตช์โทรศัพท์หรือวงจรสลับต่าง ๆ จะทำงานเฉพาะและมีการเตรียมจำนวนวงจรไว้จำกัด คุณภาพและความสอดคล้องของข้อความส่งผ่าน Connection-oriented Network สามารถรับประกันได้ ส่วนประโยชน์อื่น ๆ คือผู้ให้บริการสามารถเรียกเก็บเงินจากผู้ใช้เครือข่ายสำหรับระยะเวลาที่การเชื่อมต่อนั้นทำงาน (Active) ความสามารถในการเรียกเก็บเงินผู้ใช้สำหรับการเชื่อมต่อผ่านเครือข่าวนั้นเป็นหลักการพื้นฐานของอุตสาหกรรมบริการโทรคมนาคม

2. ความสามารถในการขยายขนาด

อินเทอร์เน็ตสามารถที่จะขยายตัวได้ โดยผู้ใช้งานไม่ได้รู้สึกถึงประสิทธิภาพในการใช้งานที่ลดลง เป็นหนึ่งในบทบาทที่สำคัญของการออกแบบของโปรโตคอลและเทคโนโลยีต้นแบบที่อินเทอร์เน็ตถูกสร้างขึ้น

ซึ่งที่จริงแล้วอินเทอร์เน็ตเป็นการรวบรวมของเครือข่ายภาครัฐและเอกชนที่เชื่อมต่อกัน มีโครงสร้างลำดับชั้นหรือเลเยอร์ (Hierarchical Layered Structure) สำหรับการจัดการที่อยู่ (Addressing) สำหรับการตั้งชื่อ (Naming) และสำหรับบริการการเชื่อมต่อ (Connectivity Services) ในแต่ละระดับหรือเลเยอร์ของโครงสร้างซึ่งแต่ละผู้ประกอบการเครือข่ายจะดูแลรักษาความสัมพันธ์ที่เท่าเทียมกัน (Maintain Peering Relationships) กับผู้ประกอบการรายอื่นในระดับเดียวกัน เป็นผลให้ทราฟฟิกเครือข่ายที่มีปลายทางสำหรับการให้บริการในท้องถิ่น (Local) หรือภูมิภาค (Regional) ไม่จำเป็นต้องเข้าไปยังจุดกลางสำหรับการกระจาย บริการทั่วไปสามารถทำซ้ำในภูมิภาคที่แตกต่างกัน จึงทำให้ปิดกั้นทราฟฟิกกับเครือข่ายแกนหลักระดับที่สูงกว่า (Higher Level Backbone Networks) ดังเช่นในทุก ๆ วันมีจำนวนเครือข่ายที่เพิ่มเข้ามายังอินเทอร์เน็ตจำนวนมาก แต่ก็ไม่ได้กระทบกับประสิทธิภาพการใช้งานของผู้ใช้อินเทอร์เน็ตที่อยู่บริเวณอื่นแต่อย่างใด

แม้ว่าจะไม่มีองค์กรใดองค์กรหนึ่งที่ควบคุมการเข้าดำเนินการของอินเทอร์เน็ต ผู้ให้บริการของแต่ละเครือข่ายจำนวนมากที่เตรียมการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตให้ความร่วมมือในการปฏิบัติตามมาตรฐานและโปรโตคอลที่เป็นที่ยอมรับ

การปฏิบัติตามมาตรฐานช่วยให้ผู้ผลิตฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์มุ่งเน้นการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ในส่วนของคุณภาพและความจุ และรู้ว่าผลิตภัณฑ์ใหม่นี้สามารถทำงานร่วมกันและเพิ่มเติมความสามารถให้กับโครงสร้างพื้นฐานที่มีอยู่

สถาปัตยกรรมอินเทอร์เน็ตปัจจุบันที่มีการปรับขนาดได้ (Scalable Networks) อาจไม่สามารถก้าวทันกับความต้องการของผู้ใช้งาน โปรโตคอลใหม่และโครงสร้างที่อยู่ใหม่อยู่ภายใต้การพัฒนาเพื่อตอบสนองอัตราการเพิ่มขึ้นของการใช้งานอินเทอร์เน็ตและบริการที่ถูกเพิ่มเข้ามา

3. คุณภาพของการบริการ

เครือข่ายต้องให้ประสิทธิภาพที่สามารถคาดเดาได้และวัดค่าประสิทธิภาพของเครือข่ายได้ และในบางครั้งการให้บริการที่รับประกันได้ (Guaranteed Services) สถาปัตยกรรม Packet-switched Network ไม่ได้รับประกันว่าแต่ละแพ็กเก็ตที่เป็นส่วนประกอบของข้อความนั้นจะมาถึงในเวลาที่ต้องการและในลำดับที่ถูกต้อง หรือแม้กระทั่งว่าจะมาถึงที่ปลายทางทั้งหมด

เครือข่ายยังต้องการกลไกในการจัดการทราฟฟิกที่แออัดในเครือข่าย ความแออัด (Congestion) เกิดขึ้นเมื่อความต้องการในทรัพยากรเครือข่ายเกินความจุที่ใช้ได้

ถ้าเครือข่ายทั้งหมดมีทรัพยากรที่ไม่จำกัดก็ไม่มีความจำเป็นที่จะใช้กลไก QoS เพื่อให้แน่ใจในคุณภาพของการบริการ แต่น่าเสียดายที่ไม่ได้เป็นเช่นนั้น มีข้อจำกัดบางประการเกี่ยวกับทรัพยากรเครือข่ายที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ข้อจำกัดนั้นรวมถึง ข้อจำกัดทางเทคโนโลยี ค่าใช้จ่าย และความพร้อมในการให้บริการแบนด์วิดท์สูงอยู่เสมอตามที่ผู้ต้องการแบนด์วิดท์ของเครือข่าย (Network Bandwidth) เป็นตัวชี้วัดขีดความสามารถของเครือข่ายในการนำพาข้อมูลไปได้ เมื่อมีหลายการสื่อสารข้ามเครือข่ายเกิดขึ้นพร้อมกัน ความต้องการแบนด์วิดท์ในการใช้งานอาจมากเกินความสามารถของเครือข่ายที่มี การแก้ไขสำหรับสถานการณ์นี้คือ การเพิ่มปริมาณของแบนด์วิดท์ที่มีอยู่ แต่เนื่องจากข้อจำกัดที่ระบุไว้ก่อนหน้านี้ มันจึงไม่สามารถทำได้เสมอไป

ส่วนใหญ่เมื่อปริมาณของแพ็กเก็ตมีขนาดใหญ่มากกว่าสิ่งที่สามารถเคลื่อนย้ายข้ามเครือข่ายได้ อุปกรณ์จะจัดคิวแพ็กเก็ตในหน่วยความจำจนกระทั่งทรัพยากรเครือข่ายนั้นใช้ได้สำหรับการส่งแพ็กเก็ตเหล่านั้น การจัดคิวแพ็กเก็ต (Queuing Packets) ทำให้เกิดความล่าช้า ถ้าจำนวนของแพ็กเก็ตที่จะถูกเข้าคิวยังคงเพิ่มขึ้น หน่วยความจำของคิวจะเต็มและแพ็กเก็ตจะถูกทิ้ง

ทราฟฟิกประเภทต่าง ๆ บนเครือข่ายนั้นจะมีความต้องการแตกต่างกัน และมีลักษณะเฉพาะที่ไม่เหมือนกัน การจัดหมวดหมู่แอปพลิเคชันตามแต่ละประเภทของทราฟฟิกช่วยให้บริการ QoS ได้ตามประเภทของทราฟฟิก ในกรณีที่ไม่ใช้ QoS กับใช้ QoS จะทำให้ทราฟฟิกเหล่านี้ได้รับการที่แตกต่างกัน

QoS ต้องใช้ชุดของเทคนิคในการจัดการการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรเครือข่าย เพื่อรักษาคุณภาพระดับสูงของบริการสำหรับแอปพลิเคชันที่จำเป็นต้องใช้ QoS มีความจำเป็นต้องจัดลำดับความสำคัญ (Prioritize) ชนิดของแพ็กเก็ตข้อมูลที่จะต้องถูกส่งกับค่าใช้จ่ายของประเภทอื่น ๆ ของแพ็กเก็ตที่อาจล่าช้าหรือถูกทิ้งไป

■ การจัดหมวดหมู่ (Classification)

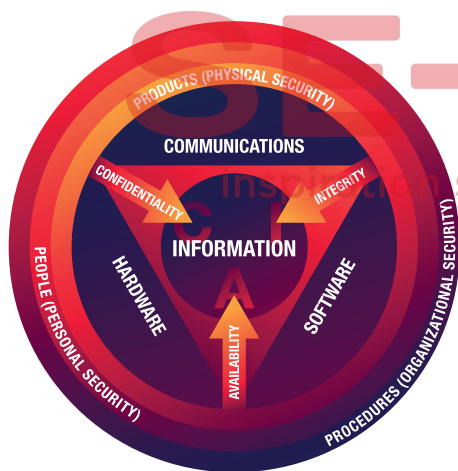
เพื่อสร้างการจำแนกประเภท QoS (QoS Classifications) ของข้อมูล เราใช้การรวมกันของคุณลักษณะการสื่อสารและความสำคัญที่ได้กำหนดโดยแอปพลิเคชัน จากนั้นจะปฏิบัติต่อข้อมูลทั้งหมดที่อยู่ภายในการจัดหมวดหมู่เดียวกันตามกฎหมายเดียวกัน ตัวอย่างเช่น การสื่อสารที่ขึ้นอยู่กับเวลา (Time-sensitive) หรือความสำคัญจะถูกจำแนกแตกต่างกันจากการสื่อสารที่สามารถรอหรือมีความสำคัญน้อยกว่า

■ การกำหนดลำดับความสำคัญ (Assigning Priorities)

ลักษณะของข้อมูลที่กำลังสื่อสารมีผลต่อการบริหารจัดการ เช่น การจัดส่งของภาพยนตร์ (Movie) ที่ใช้ทรัพยากรเครือข่ายค่อนข้างมาก เมื่อมีการส่งมอบอย่างต่อเนื่องโดยไม่หยุดชะงักประเภทอื่นๆ ของการบริการ เช่น อีเมลอาจจะไม่สามารถใช้งานได้นบนเครือข่ายนั้น หรือใช้งานไม่ได้จำกัด ในบางบริษัท ผู้ดูแลระบบอาจตัดสินใจจัดสรรส่วนทรัพยากรเครือข่ายจำนวนมากให้กับภาพยนตร์ เพราะเชื่อว่าเป็นความสำคัญสำหรับลูกค้า ผู้ดูแลระบบนี้อาจพิจารณาว่ามีผลกระทบเพียงเล็กน้อยถ้าผู้ใช้อีเมลต้องรอเพิ่มเติมบางวันสำหรับอีเมลของตนเองที่จะมาถึงในบริษัท หรืออาจพิจารณาว่าคุณภาพของวิดีโอสตรีมมีความสำคัญน้อยกว่าข้อมูลควบคุมกระบวนการสำคัญที่ดำเนินการผลิตโดยเครื่องจักร

4. ความมั่นคงปลอดภัยเครือข่าย

นอกจากนี้ การให้บริการและข้อมูลที่มีอยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์และในเครือข่ายเป็นสินทรัพย์ส่วนบุคคลและธุรกิจที่สำคัญ ความสมบูรณ์ของสินทรัพย์เหล่านี้อาจมีผลกระทบทางธุรกิจและทางการเงินอย่างจริงจัง ผู้ดูแลระบบต้องคำนึงถึงความมั่นคงปลอดภัยเครือข่าย (Network Security) ด้วย โดยต้องสามารถรักษาความลับ (Confidentiality) ความสมบูรณ์ (Integrity) และความพร้อมใช้ (Availability) หรือเรียกว่า CIA ของข้อมูล ระบบ ซอฟต์แวร์ และฮาร์ดแวร์ที่มีการใช้งานในการสื่อสาร เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย



รูปที่ 2.7 การรักษาความมั่นคงปลอดภัยเครือข่ายและสารสนเทศ

อินเทอร์เน็ตยังคงขยายตัวเพื่อเสนอบริการใหม่ ๆ มากขึ้นเรื่อย ๆ อนาคตของอินเทอร์เน็ตขึ้นอยู่กับสถาปัตยกรรมเครือข่ายที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น มีความทนทานมากขึ้น ซึ่งต้องพิจารณาทั้ง 4 คุณลักษณะ คือ ความทนทานต่อความผิดพลาด (Fault Tolerance) ความสามารถในการขยายขนาด (Scalability) คุณภาพของการบริการ (Quality of Service) และความมั่นคงปลอดภัย (Security)

5. สถาปัตยกรรมของเครือข่าย

บทบาทของเครือข่ายที่มีการเปลี่ยนแปลงจากเครือข่ายข้อมูลเพียงอย่างเดียวเป็นระบบที่ช่วยให้การเชื่อมต่อของผู้คน อุปกรณ์ และข้อมูลที่อยู่ในสื่อต่าง ๆ ในสภาพแวดล้อมเครือข่ายเดียวกัน เพื่อให้เครือข่ายทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและเติบโตในสภาพแวดล้อมนี้ได้ เครือข่ายจะต้องถูกสร้างขึ้นบนสถาปัตยกรรมเครือข่ายมาตรฐาน (Standard Network Architecture)

สถาปัตยกรรมเครือข่ายรวมถึงอุปกรณ์ การเชื่อมต่อ และผลิตภัณฑ์ที่มีการบูรณาการเพื่อให้การสนับสนุนเทคโนโลยีและแอปพลิเคชันที่จำเป็น การวางแผนสถาปัตยกรรมเทคโนโลยีเครือข่ายที่ดีจะช่วยให้มั่นใจในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ใด ๆ เข้ากับเครือข่ายอื่นได้ และเพิ่มประสิทธิภาพในเรื่องค่าใช้จ่ายโดยบูรณาการการรักษาความมั่นคงปลอดภัยเครือข่าย (Network Security) การจัดการและปรับปรุงกระบวนการทางธุรกิจที่เป็นรากฐานของสถาปัตยกรรมเครือข่าย ในความเป็นจริง รากฐานของอินเทอร์เน็ต คือเราเตอร์และสวิตช์ โดยสวิตช์เชื่อมต่ออุปกรณ์ในเครือข่ายขององค์กรเข้าด้วยกัน และเราเตอร์เชื่อมต่อเครือข่ายขององค์กรต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เราเตอร์และสวิตช์จะขนส่งข้อมูลเสียงและการสื่อสารวิดีโอ รวมถึงการเชื่อมต่อไร้สายและเตรียมการการรักษาความมั่นคงปลอดภัย

การสร้างเครือข่ายที่รองรับความต้องการของเราในวันนี้และความต้องการในอนาคตควรเริ่มต้นด้วยความเข้าใจที่ชัดเจนของโครงสร้างพื้นฐานการสวิตช์และเราต์ติ้ง (Switching and Routing Infrastructure) หลังจากที่มีพื้นฐานเหล่านี้แล้ว เราจะสามารถสร้างเครือข่ายชั้นพื้นฐานสำหรับบุคคล ธุรกิจขนาดเล็กและองค์กรซึ่งสามารถขยายเครือข่ายเหล่านี้เมื่อเวลาผ่านไปโดยการเพิ่มคุณสมบัติและการทำงานในการแก้ปัญหาแบบบูรณาการทั้งระบบ



ผศ. พิสิฐ พรพงศ์เตชวานิช

อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตวังไกลกังวล ประสบการณ์ทำงานด้านเครือข่ายและความมั่นคงปลอดภัยสารสนเทศมากกว่า 10 ปี

ประวัติการศึกษา

- ทำหลักสูตรระดับปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารเพื่อการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วท.ม.) เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- เทคโนโลยีบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล

ประสบการณ์การทำงาน (บางส่วน)

- หัวหน้าโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ หลักสูตร “รู้เท่าทันเทคโนโลยีสารสนเทศในปัจจุบัน (Cyber Threats)”
- ผู้ช่วยหัวหน้าโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ การดูแลและควบคุมเครือข่ายระดับสูง ตามหลักสูตร Cisco Certificate Network Associate; CCNA ครั้งที่ 1-4 (พ.ศ. 2558-2561)
- ผู้ช่วยหัวหน้าโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ หลักสูตรติดตั้งซ่อมบำรุง ดูแลรักษาคอมพิวเตอร์ และเครือข่าย ครั้งที่ 1-5 (พ.ศ. 2557-2561)

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ

- CSFPC : Cyber Security Foundation Professional Certificate
- Cloud Audit Academy – Cloud Agnostic
- DFIR : The Divide and Conquer Process



รศ.ดร. พงษ์พิสิฐ วุฒินิชวุฒิชัย

หัวหน้าภาควิชาการบริหารเครือข่ายดิจิทัลและความมั่นคงปลอดภัยสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ประสบการณ์ทำงานด้านเครือข่ายและความมั่นคงปลอดภัยสารสนเทศมากกว่า 20 ปี

อาจารย์ดีเด่นแห่งชาติ ประจำปี พ.ศ. 2565 สาขารับใช้สังคม, ที่ประชุมประธานสภาอาจารย์มหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย (ปอท.)

ประวัติการศึกษา

- Doctor of Philosophy (Ph.D.), and D.E.A. Network, Telecommunication, Systems and Architectures จาก INPT – ENSIEHT สาธารณรัฐฝรั่งเศส
- วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วท.ม.) เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต (อศ.บ.) เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่ออุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ประสบการณ์การทำงาน (บางส่วน)

- ที่ปรึกษาในการจัดทำร่างกฎหมายลำดับรองประกอบ พรบ. ไซเบอร์
- ที่ปรึกษาและวิทยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ การบริหารความเสี่ยง การคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล การกำกับดูแล และมาตรฐาน ISO
- กรรมการสมาคม ISACA – Bangkok Chapter ปี พ.ศ. 2558 – ปัจจุบัน
- กรรมการสมาคม Thailand Information Security Association, TISA ปี พ.ศ. 2563 – ปัจจุบัน
- กรรมการสมาคม (ISC)² Bangkok Chapter ปี พ.ศ. 2565 – ปัจจุบัน

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ

- CISSP, HCISPP, CCSP, CSSLP, CGRC, CISM, CISA, CRISC, CGEIT, CDPSE, CCNA, IAPP FIP และอื่น ๆ



www.se-ed.com



sbc.fans



SE-ED Publisher

พร้อมจำหน่ายในรูปแบบ

- ☒ e-book (PDF)
- ☐ e-book (EPUB)
- ☐ audiobooks

- ☒ ปกอ่อน
- ☐ LARGE PRINT
(ตัวอักษรขนาดใหญ่)

ISBN 978-616-08-4789-1



9 786160 847891

299 บาท

คอมพิวเตอร์ - ระบบเครือข่าย