

## ระบบเครือข่ายและการสื่อสาร

เครือข่ายคอมพิวเตอร์  
หรือ คอมพิวเตอร์เน็ตเวิร์ก

(computer network) คือ เครือข่ายการ

สื่อสารโทรคมนาคมระหว่างคอมพิวเตอร์จำนวน  
ตั้งแต่สองเครื่องขึ้นไปสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้ การ  
เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ต่างๆ ในเครือข่าย  
จะใช้สื่อที่เป็นสายเคเบิลหรือสื่อไร้สาย เครือข่าย  
คอมพิวเตอร์ที่รู้จักกันดีคือ อินเทอร์เน็ต ระบบเครือข่าย  
มีบทบาทสำคัญมากในปัจจุบัน เพราะมีการใช้งาน  
คอมพิวเตอร์อย่างแพร่หลาย จึงเกิดความต้องการที่จะ  
เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เหล่านั้นถึงกันเพื่อเพิ่ม  
ความสามารถของระบบให้สูงขึ้น



## ระบบเครือข่ายและการสื่อสาร

วิชา ง 33102 เทคโนโลยี

สาระ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6



ครูจรงค์ เทศนา

กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

โรงเรียนอุทัยวิทยาคม อ.เมือง จ.อุทัยธานี

## คำนำ

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) รายวิชา ง 33102 เทคโนโลยี สารสนเทศและเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 นี้ มีเนื้อหาสาระเกี่ยวกับเรื่องบทบาทของการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ การสื่อสารข้อมูล สื่อกลางในการสื่อสารข้อมูล เครือข่ายคอมพิวเตอร์ รูปร่างเครือข่าย โพรโทคอล และอุปกรณ์การสื่อสาร

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์เล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจศึกษาเกี่ยวกับระบบเครือข่ายและการสื่อสาร เพื่อให้สามารถนำไปใช้ในการเรียนต่อไป ขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดทำไว้ ณ โอกาสนี้

นฤมล จันทร์วิบูลย์  
ผู้จัดทำ

## สารบัญ

รายการ	หน้า
วัตถุประสงค์	1
สาระสำคัญ	1
บทบาทของการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์	1
ประโยชน์ของการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์	2
การสื่อสารข้อมูล	2
- สัญญาณที่ใช้ระบบการสื่อสารข้อมูล	3
- การถ่ายโอนข้อมูล	4
- รูปแบบการรับ-ส่งข้อมูล	4
สื่อกลางในการสื่อสารข้อมูล	5
- สื่อกลางแบบใช้สาย	5
- สื่อกลางแบบไร้สาย	6
เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network)	7
- รูปร่างเครือข่าย	
โพรโทคอล (Protocol)	8
อุปกรณ์การสื่อสาร	9
แหล่งอ้างอิง	10

### วัตถุประสงค์

1. อธิบายบทบาทของการสื่อสารข้อมูลและประโยชน์ของเครือข่ายคอมพิวเตอร์
2. อธิบายองค์ประกอบและหลักการพื้นฐานของระบบการสื่อสารข้อมูล
3. อธิบายประเภทของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่แบ่งตามพื้นที่ให้บริการ บทบาทของเครื่องคอมพิวเตอร์ และรูปร่างเครือข่าย
4. อธิบายความหมายของโพรโทคอล และยกตัวอย่างโพรโทคอลที่ใช้ในเครือข่าย
5. อธิบายอุปกรณ์การสื่อสารที่ใช้ในเครือข่ายคอมพิวเตอร์

### สาระสำคัญ

1. บทบาทของการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์
2. การสื่อสารข้อมูล
3. สื่อกลางในการสื่อสารข้อมูล
4. เครือข่ายคอมพิวเตอร์
5. โพรโทคอล
6. อุปกรณ์การสื่อสาร



### บทบาทของการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์

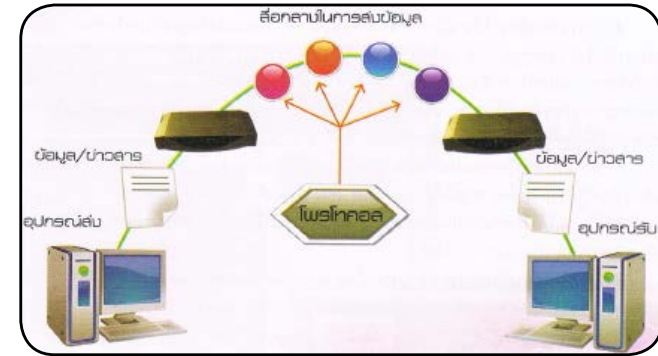
ปัจจุบันการติดต่อสื่อสารด้วยเทคโนโลยีก้าวหน้าขึ้นมาก มีการพัฒนาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับใช้ในการสื่อสาร เช่น โทรศัพท์

และโทรสาร การติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ หลายเครื่องในเวลาเดียวกัน เรียกว่า ระบบเครือข่าย (network system) มีการพัฒนาให้ดีขึ้นเป็นลำดับ ระบบเครือข่ายช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการทำงาน เช่น การโอนย้ายข้อมูลระหว่างกัน หรือการใช้ทรัพยากรร่วมกัน มีการกระจายฐานข้อมูลความรู้ต่างๆ ใ้ผ่านระบบเครือข่าย หากผู้ใช้ต้องการข้อมูลใดก็สามารถติดต่อผ่านเครือข่ายการสื่อสารด้วยคอมพิวเตอร์



### ประโยชน์ของการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์

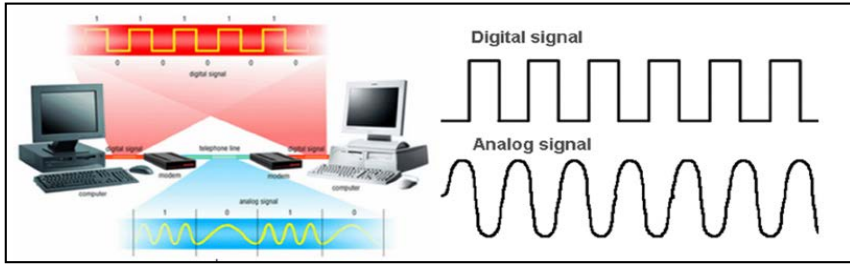
1. ความสะดวกในการแบ่งปันข้อมูล
2. ความถูกต้องของข้อมูล
3. ความเร็วของการรับส่งข้อมูล
4. การประหยัดค่าใช้จ่าย
5. ความสะดวกในการแบ่งปันทรัพยากร
6. ความสะดวกในการประสานงาน
7. ขยายบริการขององค์กร
8. การสร้างบริการรูปแบบใหม่



### การสื่อสารข้อมูล

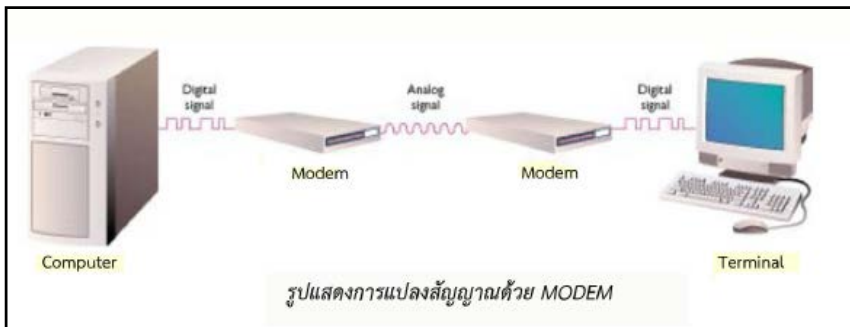
องค์ประกอบพื้นฐานของระบบการสื่อสารข้อมูล ประกอบด้วย

1. ข้อมูล/ข่าวสาร (data/message) คือ ข้อมูลหรือสารสนเทศต่างๆ ที่ต้องการส่งไปยังผู้รับ ประกอบด้วยข้อความ ตัวเลข รูปภาพ เสียง หรือวีดิทัศน์
2. ผู้ส่ง (sender) คือ คนหรืออุปกรณ์ที่ใช้สำหรับส่งข้อมูล/ข่าวสาร ซึ่งอาจเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์ กล้องวีดิทัศน์ เป็นต้น
3. ผู้รับ (reciever) คือ คนหรืออุปกรณ์ที่ใช้สำหรับรับข้อมูล/ข่าวสาร ที่ทางผู้ส่งข้อมูลส่งให้ ซึ่งอาจเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์ เป็นต้น
4. สื่อกลางในการสื่อสารข้อมูล (transmission media) คือ สิ่งที่ทำหน้าที่ในการรับส่งข้อมูล/ข่าวสารไปยังจุดหมายปลายทาง โดยสื่อกลางที่หึ่งแบบมีสาย เช่น สายเคเบิล สายยูทีพี สายไฟเบอร์ออฟติก และสื่อกลางในการส่งข้อมูลแบบไม่มีสาย เช่น คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ และดาวเทียม
5. โพรโทคอล (protool) คือ กฎเกณฑ์ ระเบียบ หรือข้อปฏิบัติต่างๆ ที่ กำหนดขึ้นมา เพื่อเป็นข้อตกลงในการสื่อสารข้อมูลระหว่างผู้รับและผู้ส่ง



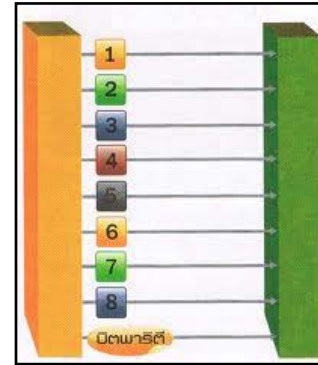
**\*\*สัญญาณที่ใช้ระบบการสื่อสารข้อมูล**

สัญญาณที่ใช้ในระบบสื่อสาร แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ สัญญาณแอนะล็อก (analog signal) และสัญญาณดิจิทัล (digital signal) สัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณที่มีขนาดแอมพลิจูด (amplitude) ที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาตามเวลาและเป็นค่าต่อเนื่อง เช่น เสียงพูด และเสียงดนตรี ส่วนสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณที่ไม่มีความต่อเนื่อง ที่เรียกว่า ดิสครีต (discrete) สัญญาณดิจิทัลถูกแทนด้วยระดับแรงดันไฟฟ้าสองระดับเท่านั้นโดยแสดงสถานะเป็น “0” และ “1” ซึ่งตรงกับรหัสตัวเลขฐานสอง บางครั้งการสื่อสารข้อมูลต้องมีการแปลงสัญญาณแอนะล็อกและสัญญาณดิจิทัลกลับไปมา เพื่อให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมและนำไปใช้งานได้ จึงต้องมีอุปกรณ์ช่วยในการแปลงสัญญาณดิจิทัลจากคอมพิวเตอร์เพื่อส่งออกไปเป็นสัญญาณแอนะล็อก จากนั้นจะแปลงกลับเป็นสัญญาณดิจิทัลเมื่อสัญญาณส่งถึงผู้รับ โดยผ่านอุปกรณ์ในการแปลงสัญญาณที่เรียกว่า โมเด็ม (modem)

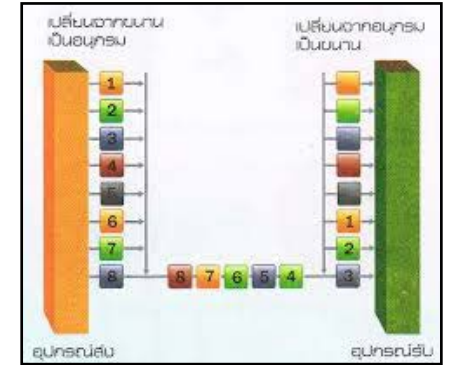


**\*\*การถ่ายโอนข้อมูล**

- เป็นการส่งสัญญาณออกจากอุปกรณ์ส่ง ไปยังอุปกรณ์รับ ได้ 2 แบบ
1. การถ่ายโอนข้อมูลแบบขนาน ทำได้โดยการส่งข้อมูลออกมาทีละหลายบิต
  2. การถ่ายโอนข้อมูลแบบอนุกรม ข้อมูลจะถูกส่งออกมาทีละบิต ระหว่างจุดส่งและจุดรับ



การถ่ายโอนข้อมูลแบบขนาน



การถ่ายโอนข้อมูลแบบอนุกรม

**\*\*รูปแบบการรับ-ส่งข้อมูล**

- การรับ-ส่งข้อมูลแบบขนานหรือแบบอนุกรม แบ่งได้เป็น 3 แบบ ดังนี้
- 1) การสื่อสารทางเดียว (simplex transmission) ข้อมูลสามารถส่งได้ทางเดียว เช่น การกระจายเสียงของสถานีโทรทัศน์ หรือสถานีวิทยุ
  - 2) การสื่อสารสองทางครึ่งอัตรา (half duplex transmission) สามารถส่งข้อมูลได้ทั้งสองฝ่าย แต่จะต้องผลัดกันส่งผลัดกันรับ เช่น วิทยุสื่อสาร
  - 3) การสื่อสารสองทางเต็มอัตรา (full duplex transmission) สามารถส่งข้อมูลได้สองทางโดยที่ผู้รับและผู้ส่งสามารถรับส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน เช่น โทรศัพท์



การสื่อสารสองทางครึ่งอัตรา

## สื่อกลางในการสื่อสารข้อมูล

การติดต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์อาจใช้สายเชื่อมต่อผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่อหรืออุปกรณ์เชื่อมต่อแบบไร้สายเป็นสื่อกลางในการเชื่อมต่อ ดังนี้

### \*\*สื่อกลางแบบใช้สาย

1. **สายคู่บิดเกลียว (twisted pair cable)** สายแบบนี้แต่ละคู่สายเป็นสายทองแดงพันบิดเป็นเกลียว สามารถส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูง ส่งข้อมูลได้ดีจำนวนมาก เป็นระยะทางไกลได้หลายกิโลเมตร เป็นที่นิยม มี 2 ชนิด

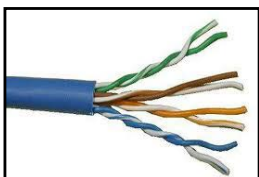
- สายคู่บิดเกลียวแบบไม่ป้องกันสัญญาณรบกวน (UTP) เป็นสายใช้ในระบบโทรศัพท์

- สายคู่บิดเกลียวแบบป้องกันสัญญาณรบกวน (STP) เป็นสายที่หุ้มด้วยตัวกันสัญญาณ เพื่อป้องกันการรบกวนได้ดียิ่งขึ้น

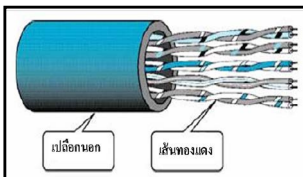
สาย STP คล้ายกับสาย UTP แต่สาย STP จะมีชีลด์ห่อหุ้มอีกชั้นหนึ่ง ทำให้ป้องกันสัญญาณรบกวนได้ดีและรองรับความถี่ของการส่งข้อมูลกว่าสาย UTP แต่มีราคาแพงกว่า

2. **สายโคแอกเชียล (coaxial cable)** เป็นสายลวดทองแดงที่เป็นแกนหลักหนึ่งเส้นหุ้มด้วยฉนวนเพื่อป้องกันกระแสไฟรั่ว และหุ้มด้วยตัวนำซึ่งทำด้วยลวดทองแดง ถักเป็นร่างแหก่อนจะหุ้มชั้นนอกสุดด้วยฉนวนพลาสติกใช้เป็นสายนำสัญญาณแอนะล็อกเพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์ภาพและเสียง

3. **สายไฟเบอร์ออปติก (fiber-optic cable)** เป็นกลุ่มของเส้นใยทำจากแก้วหรือพลาสติกขนาดเท่าเส้นผม ห่อหุ้มด้วยวัสดุใยแก้วและหุ้มอีกชั้นด้วยฉนวน การส่งข้อมูลใช้สัญญาณไฟฟ้าและใช้แสงความเข้มสูง เช่น แสงเลเซอร์ สามารถส่งข้อมูลไปได้เป็นระยะทางไกลโดยมีความผิดพลาดน้อย



สายคู่บิดเกลียว



สายโคแอกเชียล



สายไฟเบอร์ออปติก

### \*\*สื่อกลางแบบไร้สาย

การสื่อสารแบบไร้สาย ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสื่อกลางนำสัญญาณ มีความคล่องตัวสูงและสะดวกสบาย เป็นที่นิยมเพราะเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าแบบใช้สาย สื่อกลางของการสื่อสารแบบนี้ เช่น

1. อินฟราเรด (infrared) ใช้กับการสื่อสารข้อมูลที่ไม่มีสิ่งกีดขวางระหว่างตัวส่งและตัวรับสัญญาณ การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับคอมพิวเตอร์โดยผ่านพอร์ตอินฟราเรด (The Infrared Data Association : IrDA) ซึ่งเป็นการเชื่อมต่อเครือข่ายระยะใกล้

2. ไมโครเวฟ (microwave) เป็นสื่อกลางในการสื่อสารที่มีความเร็วสูง ใช้เชื่อมต่อระยะไกลโดยการส่งสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไปในอากาศ แต่เนื่องจากสัญญาณเดินทางเป็นเส้นตรง จึงต้องมีการตั้งสถานีรับส่งข้อมูลเป็นระยะ การส่งข้อมูลผ่านสื่อกลางชนิดนี้เหมาะกับการส่งข้อมูลในพื้นที่ห่างไกลกันถึง 80 กิโลเมตร

3. คลื่นวิทยุ (radio wave) เป็นสื่อกลางที่ใช้ส่งสัญญาณไปในอากาศ ส่งในระยะทางได้ทั้งใกล้และไกล โดยมีตัวกระจายสัญญาณ (broadcast) ส่งไปยังตัวรับสัญญาณ และใช้คลื่นวิทยุในช่วงความถี่ต่างๆ กันในการส่งข้อมูล

4. ดาวเทียมสื่อสาร (communications satellite) เป็นการส่งสัญญาณไมโครเวฟบนอวกาศ ในการส่งสัญญาณจะต้องมี สถานีภาคพื้นดินคอยทำหน้าที่รับและส่งสัญญาณขึ้นไปบนดาวเทียมที่โคจรอยู่สูงกว่า พื้นโลกประมาณ 35,600 กิโลเมตร



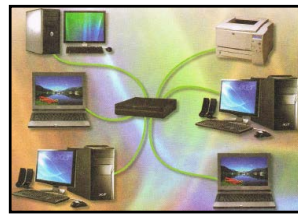
การเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ ผ่านพอร์ตอินฟราเรด (IrDA)

### เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network)

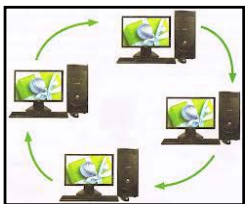
- 1. เครือข่ายส่วนบุคคล หรือแพน (Personal Area Network : PAN)  
เป็นเครือข่ายที่ใช้ส่วนบุคคล เช่น เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับโทรศัพท์มือถือ
- 2. เครือข่ายเฉพาะที่ หรือแลน (Local Area Network : LAN)  
เป็นเครือข่ายที่ใช้เชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ที่อยู่พื้นที่เดียวกันหรือใกล้เคียงกัน
- 3. เครือข่ายนครหลวง หรือแมน (Metropolitan Area Network : MAN)  
เป็นเครือข่ายที่ใช้เชื่อมโยงแลนที่อยู่ห่างไกลกันออกไป
- 4. เครือข่ายบริเวณกว้าง หรือแวน (Wide Area Network : WAN)  
เป็นเครือข่ายที่ใช้เชื่อมโยงกับเครือข่ายอื่นที่อยู่ไกลจากกันมาก

#### \*\* รูปร่างเครือข่าย (Topology)

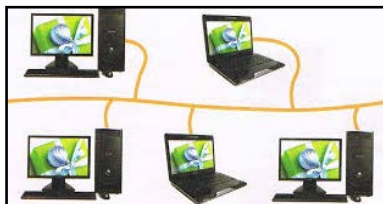
- 1. เครือข่ายแบบบัส (Bus Topology) เป็นรูปแบบที่มีโครงสร้างไม่ยุ่งยาก สถานีทุกสถานีในเครือข่ายจะเชื่อมต่อเข้ากับสายสื่อสารหลักเพียงสายเดียว
- 2. เครือข่ายแบบวงแหวน (Ring Topology) เป็นการเชื่อมต่อแต่ละสถานีเข้าด้วยกันแบบวงแหวน สัญญาณข้อมูลจะส่งไปในทิศทางเดียวกันจนถึงผู้รับ
- 3. เครือข่ายแบบดาว (Star Topology) เป็นการเชื่อมต่อสถานีในเครือข่าย โดยทุกสถานีจะต่อเข้ากับหน่วยสลับสายกลาง เช่น ฮับ (Hub)
- 4. เครือข่ายแบบเมช (Mesh Topology)  
เป็นการเชื่อมต่อที่มีความนิยมนมากและมีประสิทธิภาพสูง เนื่องจากถ้ามีเส้นทางของการเชื่อมต่อคู่ใดคู่หนึ่งขาดออกจากกันก็ยังสามารติดต่อได้โดยอุปกรณ์จัดเส้นทาง (Router)



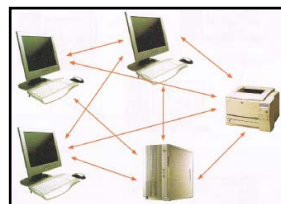
รูปแบบเครือข่ายแบบดาว



เครือข่ายแบบวงแหวน



รูปแบบเครือข่ายแบบบัส



รูปแบบเครือข่ายแบบเมช

### โพรโทคอล (Protocal)

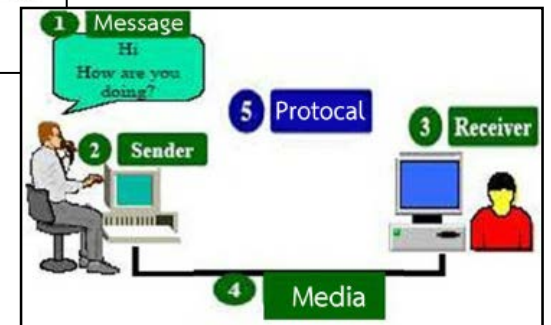
เป็นการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์เครือข่าย มีกฎกติกาหรือข้อตกลงที่ใช้เป็นมาตรฐานในการสื่อสารข้อมูลระหว่างผู้รับและผู้ส่ง ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น

**\*ทีซีพี/ไอพี (TCP/IP)** เป็นโพรโทคอลที่ใช้ในการสื่อสารในระบบอินเทอร์เน็ต โดยมีการระบุผู้รับผู้ส่งในเครือข่ายและจัดการแบ่งข้อมูลเป็นชิ้นเล็กๆ ที่เรียกว่าแพ็กเก็ต (packet) ส่งผ่านไปบนอินเทอร์เน็ต

**\*ไวไฟ (Wireless Fidelity: Wi Fi)** เป็นเทคโนโลยีเครือข่ายแบบไร้สาย ใช้มาตรฐาน IEEE 802.11 เป็นตัวกำหนดว่าจะเข้ารหัสข้อมูลที่ส่งหรือไม่

- ไออาร์ดีเอ (Infrared Data Association: IrDA) เป็นโพรโทคอล ที่ใช้เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์สื่อสารแบบไร้สายระยะใกล้ และไม่มีสิ่งกีดขวาง โดยใช้แสงอินฟราเรดในการสื่อสาร

- บลูทูธ (Bluetooth) เป็นโพรโทคอล ที่ใช้คลื่นวิทยุความถี่ 2.4 GHz ในการรับส่งข้อมูล เพื่อให้ผู้ใช้งานคอมพิวเตอร์สามารถติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ต่อพ่วงไร้สายอื่นๆ ได้ เช่น เครื่องพิมพ์ เมาส์ พีดีเอ โทรศัพท์เคลื่อนที่



ตัวอย่างการส่งข้อมูลโดยใช้โพรโทคอล TCP/IP

## อุปกรณ์การสื่อสาร

1. **โมเด็ม (modem)** เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณอะนาล็อกให้อยู่ในรูปแบบสัญญาณดิจิทัล และแปลงกลับในทิศทางตรงข้าม เป็นสื่อหรือตัวกลางที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์เข้ากับสายโทรศัพท์ เพื่อเข้าใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ต
2. **การ์ดแลน (LAN card)** ใช้สำหรับต่อสายนำสัญญาณของระบบเครือข่าย ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ในระบบเครือข่าย สามารถติดต่อสื่อสารส่งข้อมูลในระบบเครือข่ายได้
3. **ฮับ (HUB)** เป็นอุปกรณ์รวมสัญญาณที่มาจากอุปกรณ์รับ-ส่งหลายๆ สถานีเข้าด้วยกัน ข้อมูลที่รับส่งผ่านฮับจากเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งจะกระจายไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์อื่นๆ หากมีการส่งสัญญาณพร้อม ๆ กันทำให้ความเร็วของการส่งสัญญาณในระบบเครือข่ายลดลง ดังนั้น HUB จึงไม่เหมาะกับระบบเครือข่ายขนาดใหญ่
4. **สวิตช์ (switch)** เป็นอุปกรณ์รวมสัญญาณเช่นเดียวกับฮับแต่มีข้อแตกต่าง คือ การรับ-ส่งข้อมูลจากสถานีหรืออุปกรณ์ตัวหนึ่งจะไม่กระจายไปยังทุกสถานีเหมือนฮับ สามารถทำการรับ-ส่งข้อมูลได้พร้อมกันในเวลาเดียวกัน ทำให้สวิตช์ได้รับความนิยมมากกว่าฮับ
5. **อุปกรณ์จัดเส้นทาง (router)** ในการเชื่อมโยงเครือข่ายคอมพิวเตอร์จะต้องมีการเชื่อมโยงหลายๆ เครือข่ายหรืออุปกรณ์หลายๆ อย่างเข้าด้วยกัน อุปกรณ์จัดเส้นทางจะมีหน้าที่หาเส้นทางที่เหมาะสม
6. **อุปกรณ์จุดเชื่อมต่อแบบไร้สาย (wireless access point)** เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่คล้าย Hub ของระบบ LAN แบบใช้สาย เป็นสื่อหรือตัวกลางที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อเครื่องลูกข่ายเข้าสู่ระบบเครือข่ายเพื่อเข้าใช้อินเทอร์เน็ต เป็นอุปกรณ์ความเร็วสูงระดับ ADSL



โมเด็ม (Modem)



การ์ดแลน (LAN card)



เราเตอร์ (router)



ฮับ (hub)



สวิตช์ (switch)



อุปกรณ์จุดเชื่อมโยง

## แหล่งอ้างอิง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553) เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร , กรุงเทพฯ : สกสศ. ลาดพร้าว  
 การสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://www.thaigoodview.com/node/53181>  
 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://www.tanti.ac.th/Com-tranning/IT/techno.html>