

## บทที่ 1 ความรู้พื้นฐานของระบบการสื่อสารข้อมูล

15

การพัฒนาของระบบการสื่อสารข้อมูล	15
ประโยชน์ของการสื่อสารข้อมูล	18
การสื่อสารข้อมูลเพื่อการบริหารและการจัดการ	18
การสื่อสารข้อมูลเพื่อการบริการ	19
การสื่อสารข้อมูลในด้านธุรกิจการเงิน	20
การสื่อสารข้อมูลเพื่อแลกเปลี่ยนข่าวสาร	21
ระบบการสื่อสาร	22
จุดประสงค์ของการสื่อสาร	23
องค์ประกอบของระบบการสื่อสาร	23
นิยามของการส่งข้อมูล	25
การสื่อสารแบบซิมเพล็กซ์ หรือการสื่อสารแบบทางเดียว (One-way communication)	25
การสื่อสารแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์ หรือการสื่อสารแบบทางใดทางหนึ่ง (Either-way communication)	26
การสื่อสารแบบฟูลดูเพล็กซ์ หรือการสื่อสารแบบสองทาง (Both-way communication)	27
ระบบการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์	29
จุดประสงค์ของเครือข่ายคอมพิวเตอร์	31
องค์ประกอบของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Network Components)	32
แวน-แมน-แลน	40
แวน (WAN ; Wide Area Networks)	41
แมน (MAN ; Metropolitan Area Networks)	41
แลน (LAN ; Local Area Networks)	41

**บทที่ 2 สื่อส่งข้อมูล (Transmission Links)**

43

สื่ออุปกรณ์แม่เหล็ก (Magnetic media)	43
สายคู่ตีเกลียว (Twisted pair)	44
สายเคเบิลโคแอกเชียล (Co-axial cable)	45
เส้นใยนำแสง (Optical fiber)	46
ระบบไมโครเวฟ (Microwave)	52
แสงอินฟราเรด (Infrared) และคลื่นความถี่สั้น (Millimeter waves)	53
ระบบสื่อสารวิทยุ (Radio Link)	54
ระบบวิทยุเซลลูลาร์	59
ระบบเพจจิง (Paging Systems)	59
ระบบโทรศัพท์เซลลูลาร์แบบ AMPS (Advanced Mobile Phone Systems)	61
ระบบโทรศัพท์แบบดิจิทัล	64
ระบบ PCS (Personal Communications Services)	65
ระบบสื่อสารดาวเทียม (Satellite Link)	66
ปัญหาการชนกันของข้อมูลในช่องสัญญาณดาวเทียม	71
ดาวเทียมสื่อสารในอนาคต	74
การส่งข้อมูลผ่านระบบโทรศัพท์	78
เครือข่ายโทรศัพท์เป็นฮาล์ฟดูเพล็กซ์หรือฟูลดูเพล็กซ์	82
การใช้เส้นใยนำแสงในโลคอลลูป	85

**บทที่ 3 การส่งข้อมูลผ่านสายส่งและเทคนิคการส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย**

87

การส่งข้อมูลภายในเครื่อง	87
การส่งข้อมูลภายนอกเครื่อง	90
การส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส หรือการส่งข้อมูลแบบ Start-Stop	97
การส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส	99
คาแรกเตอร์โอเรียนต์	99
บิตโอเรียนต์	100

บิตซิงโครไนเซชัน และคาแรกเตอร์ซิงโครไนเซชันสำหรับการส่งข้อมูล	
แบบซิงโครไนส์	101
ประสิทธิภาพในการส่ง	103
ซิงโครไนส์กับอะซิงโครไนส์	103
เทคโนโลยีการส่งผ่านข้อมูล (Message Transport Technology)	104
เซอร์กิตสวิตซิง	104
เมสเสจสวิตซิง	107
แพ็กเกตสวิตซิง	108
ข้อดีและข้อเสียของเทคนิคเหล่านี้	109

#### บทที่ 4 การส่งข้อมูลด้วยสัญญาณแอนะล็อก (Analog Transmission) 113

การส่งสัญญาณผ่านสายส่ง	113
ความสัมพันธ์ระหว่างการส่งสัญญาณข้อมูลกับแบนด์วิดท์	117
ความสามารถสูงสุดในการส่งข้อมูลของช่องสัญญาณ (Maximum channel capacity)	119
การกล้ำสัญญาณและโมเด็ม (Modulation and Modem)	121
ชนิดของการกล้ำสัญญาณ	122
โมเด็มอื่นๆ	132
อินเตอร์เฟซ (Interface)	133
มาตรฐาน CCITT V.24	134
มาตรฐาน CCITT V.28	134
มาตรฐาน EIA RS-232 C/D	134
การอินเตอร์เฟซเชิงตรรกะระหว่าง DTE และ DCE	140
การอินเตอร์เฟซเชิงตรรกะสำหรับการทำงานของฮาล์ฟดูเพล็กซ์- โมเด็ม	140
การอินเตอร์เฟซเชิงตรรกะสำหรับการทำงานของฟูลดูเพล็กซ์โมเด็ม	145
ปริมาณข้อมูลที่ส่ง (Throughput) หรืออัตราการส่งของบิตข้อมูล (Transmission Rate of Information Bits : TRIB)	148
ดัมมี่โมเด็ม (Dummy Modem)	150
โมเด็มอีลิminatออร์ (Modem Eliminator)	152

## 10 ระบบการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์

มาตรฐาน RS-423, RS-422 และ RS-449	153
มาตรฐาน RS-423 (CCITT V.10 และ X.26)	154
มาตรฐาน RS-422 (CCITT V.11 และ X.27)	154
มาตรฐาน RS-449	155

### บทที่ 5 การใช้สายสื่อสารร่วมกัน (Sharing Communication Lines) 159

การจัดสรรความสามารถในการส่งข้อมูลของสายแบบสถิติและแบบพลวัต	159
มัลติดรอปไลน์ (Multidrop Line)	161
การอินเทอร์เฟซ DTE-DCE สำหรับมัลติดรอปไลน์	164
อุปกรณ์แยกสายสำหรับมัลติดรอปไลน์	166
มัลติเพล็กซ์ (Multiplexing)	168
มัลติเพล็กซ์เซอร์ (Multiplexer)	169
มัลติเพล็กซ์ชนิดแบ่งตามความถี่ (FDM)	170
มัลติเพล็กซ์ชนิดแบ่งตามเวลา (TDM)	176
STDM (Statistical Time Division Multiplexing)	182
คอนเซนเทรเตอร์ (Concentrator)	187
บิตซิงโครไนเซชันสำหรับมัลติเพล็กซ์เซอร์	192

### บทที่ 6 การส่งข้อมูลด้วยสัญญาณดิจิทัล (Digital Transmission) 195

ทำไมจึงส่งข้อมูลด้วยสัญญาณดิจิทัล?	195
Pulse Code Modulation	197
การสุ่มตัวอย่างสัญญาณแอนะล็อก	200
มัลติเพล็กซ์ในการส่งข้อมูลแบบดิจิทัล	202
สัญญาณดิจิทัลตามมาตรฐาน AT&T	204
มาตรฐานการส่งข้อมูลด้วยสัญญาณดิจิทัลของ CCITT	206
การเข้ารหัสข้อมูลเสียง	206
การผสมสัญญาณหลายรูปแบบ (Multiplexing of Different Signals)	208

### บทที่ 7 Integrated Service Digital Network (ISDN) 211

การบริการของ ISDN	211
สถาปัตยกรรมของระบบ ISDN	212

แนวโน้มของ ISDN ในอนาคต 218

ดิจิตอล PBX 219

## บทที่ 8 สถาปัตยกรรมเครือข่ายคอมพิวเตอร์และการบริการ 225

สถาปัตยกรรมเครือข่าย 255

หลักการในการให้บริการของแต่ละระดับชั้น 229

    การบริการแบบ Connection-oriented และ Connectionless 230

    พริมีทีฟที่ใช้ในการบริการ (Service Primitives) 233

ตัวแบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบ OSI 236

    ระดับชั้นฟิสิคัล 238

    ระดับชั้นดาต้าลิงก์ 238

    ระดับชั้นเน็ตเวิร์ก 240

    ระดับชั้นทรานสปอร์ต 240

    ระดับชั้นเซสชัน 242

    ระดับชั้นพรีเซนเตชัน 244

    ระดับชั้นแอปพลิเคชัน 245

    การส่งข้อมูลในรูปแบบ OSI 248

ตัวแบบ TCP/IP 250

    ระดับชั้นอินเทอร์เน็ต 251

    ระดับชั้นทรานสปอร์ต 251

    ระดับชั้นแอปพลิเคชัน 252

    ระดับชั้นโฮสต์-ทู-เน็ตเวิร์ก (Host-to-network) 253

การเปรียบเทียบระหว่างตัวแบบ OSI และตัวแบบ TCP/IP 253

## บทที่ 9 ระดับชั้นดาต้าลิงก์ 259

    สาระของระดับชั้นดาต้าลิงก์ 259

        การให้บริการแก่ระดับชั้นเน็ตเวิร์ก 260

        การสร้างเฟรมข้อมูล (Framing) 261

        การควบคุมความผิดพลาดของการส่งข้อมูล 266

        การควบคุมการไหลของข้อมูล (Flow Control) 267

การตรวจสอบและแก้ไขความผิดพลาดของข้อมูล (Error detection and correction)	267
การตรวจหาข้อมูลผิดพลาด	269
เทคนิคการสะท้อนกลับข้อมูล	269
การตรวจหาข้อมูลผิดพลาดโดยอัตโนมัติ	270
การแก้ไขข้อมูลผิดพลาด	283
การควบคุมการส่งข้อมูลในระดับชั้นดาต้าลิงก์	287
โปรโตคอลแบบ Unstricted Simplex	287
โปรโตคอลแบบ Simplex Stop-and-Wait	287
โปรโตคอล Stop-and-Wait สำหรับช่องสัญญาณที่มีสัญญาณรบกวน	288
โปรโตคอลแบบ Sliding Window	292
การใช้โปรโตคอล Go back n	296
การใช้โปรโตคอล Selective Repeat	299
ตัวอย่างโปรโตคอลในระดับชั้นดาต้าลิงก์	301
โปรโตคอลแบบ HDLC	301
การทำงานของโปรโตคอล HDLC	306
ตัวอย่างการส่งข้อมูลของ HDLC	306
โปรโตคอลของระดับชั้นดาต้าลิงก์ภายในอินเทอร์เน็ต	310
โปรโตคอล SLIP	311
โปรโตคอล PPP	312

## บทที่ 10 ระดับชั้นเน็ตเวิร์ก

317

การบริการให้แก่ระดับชั้นทรานสปอร์ต	317
การบริการแบบ Connection-oriented และ Connectionless	318
การทำงานภายในเครือข่ายย่อยของผู้ให้บริการ	322
การเปรียบเทียบระหว่างเวอร์ชันลเซอร์กิตและดาต้าแกรม	326
x.25	328
อินเทอร์เน็ตโปรโตคอลหรือไอพี	340
แพ็กเก็ตของไอพี	341
ไอพีแอดเดรส	344

การแปลงไอพีแอดเดรสเป็นแอดเดรสในระดับชั้นดาต้าลิงก์	347
การแบ่งเครือข่ายออกเป็นเครือข่ายย่อย	352
การแพร่ข้อมูลเฉพาะกลุ่มภายในอินเทอร์เน็ต	357
โมบายไอพี	358
CIDR	359
IPv6	362
การหาเส้นทาง (Routing)	367
การคำนวณหาเส้นทาง	367
เทคนิคการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด	368
การหาเส้นทางจากหลายเส้นทาง	370
การหาเส้นทางโดยใช้ข้อมูลรวม	372
การหาเส้นทางโดยใช้ข้อมูลเฉพาะตัว	374
การหาเส้นทางโดยใช้ข้อมูลเฉพาะที่	375
ตัวอย่างการหาเส้นทางในอินเทอร์เน็ต	377
อินเทอร์เน็ตเวิร์กกิง	383
การส่งข้อมูลลดอูโมงค์	388
ไฟร์วอลล์	389

**บทที่ 11 Broadband ISDN IIa: ATM**

**393**

ตัวแบบอ้างอิงของเครือข่าย ATM	395
ระดับชั้นฟิลิคัลของระบบ ATM	398
สวิตช์ ATM	399
SONET และ SDH	401
ระดับชั้นดาต้าลิงก์ของระบบ ATM	406
การส่งเซลล์ข้อมูล	406
การรับเซลล์ข้อมูล	408
ระดับชั้นเน็ตเวิร์กของระบบ ATM	409
โครงสร้างของเซลล์	411
การสร้างการติดต่อ	413
การส่งเซลล์ข้อมูลและการสวิตช์เซลล์ข้อมูล	414
เฟรมรีเลย์และการเปรียบเทียบกับบริการชนิดอื่นๆ	418

**บทที่ 12 เทคโนโลยีของแลน**

การใช้งานของแลน	421
แลนตามมาตรฐาน IEEE 802	423
แลนแบบ IEEE 802.3 และอีเทอร์เน็ต	424
สวิตซ์ฮับสำหรับแลน 802.3	432
แลนแบบ IEEE 802.4	432
แลนแบบ IEEE 802.5	434
การเปรียบเทียบระหว่างแลน 802.3, 802.4 และ 802.5	439
IEEE 802.2	441
แลนความเร็วสูง	442
FDDI	442
อีเทอร์เน็ตความเร็วสูง	444
แลนแบบ ATM	447
การแปลงโปรโตคอลของแลนอีมีลูชั่น	451

ภาคผนวก ก.

457

ภาคผนวก ข.

463

ภาคผนวก ค.

465

ภาคผนวก ง.

469

ภาคผนวก จ.

473

ภาคผนวก ฉ.

481