สารบัญ

บทที่ 1 บทนำ (Introduction) 1

1.1 ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Networks) 2

1.1.1 งานประยุกต์ทางธุรกิจ 2

1.1.2 เครือข่ายสำหรับคนทั่วไป 5

คำย่อ คำเต็ม ตัวอย่าง 9

1.1.3 ผู้ใช้สัญจร 9

Wireless Mobile งานประยุกต์ 10

1.1.4 ผลกระทบทางสังคม 10

1.2 อุปกรณ์สำหรับเครือข่าย (Network Hardware) 11

1.2.1 เครือข่ายเฉพาะพื้นที่ 13

1.2.2 เครือข่ายในเขตเมือง 15

1.2.3 เครือข่ายวงกว้าง 16

1.2.4 เครือข่ายไร้สาย (Wireless Networks) 18

1.2.5 ระบบเครือข่ายบ้าน 20

1.2.6 เครือข่ายสากล (Internetworks) 22

1.3 โปรแกรมสำหรับเครือข่าย (Network Software) 23

1.3.1 ลำดับชั้นของกฎการสื่อสารข้อมูล (Protocol Hierarchies) 23

1.3.2 ข้อพิจารณาสำหรับชั้นควบคุมการสื่อสารต่างๆ (Design Issues for the Layers) 27

1.3.3 บริการเชื่อมโยงแบบตลอดเวลาและแบบไม่มีการเชื่อมต่อ (Connection-Oriented and Connectionless Services) 28

1.3.4 พื้นฐานของการให้บริการ (Service Primitives) 30

1.3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างการให้บริการและโพรโตคอลการสื่อสาร 32

1.4 รูปแบบมาตรฐาน 32

1.4.1 รูปแบบระบบเครือข่ายมาตรฐานสากล (The ISO Reference Model) 33

ชั้นกายภาพ (The Physical Layer) 33

ชั้นเชื่อมต่อข้อมูล (Data Link Layer) 33

ชั้นควบคุมเครือข่าย (Network Layer) 35

ชั้นจัดการนำส่งข้อมูล (Transport Layer) 35

ชั้นกำหนดหน้าต่างสื่อสาร (Session Layer) 36

ชั้นนำเสนอข้อมูล (Presentation Layer) 37

ชั้นการประยุกต์ (Application Layer) 37

การส่งข้อมูลในรูปแบบมาตรฐานของ OSI 38

1.4.2 รูปแบบระบบเครือข่าย TCP/IP 38

ชั้นสื่อสารอินเทอร์เน็ต (The Internet Layer) 39

ชั้นจัดการนำส่งข้อมูล (Transport Layer) 40

ชั้นการประยุกต์ (Application Layer) 41

ชั้นโฮส-เครือข่าย (Host-to-Network Layer) 41

1.4.3 การเปรียบเทียบระหว่างมาตรฐาน OSI และ TCP 42

1.4.4 ข้อวิจารณ์รูปแบบระบบเครือข่าย OSI และโปรโตคอลที่ใช้ 43

ช่วงเวลาที่ไม่เหมาะสม 44

เทคโนโลยีที่บกพร่อง 45

ความล้มเหลวในการสร้างขึ้นมาใช้งาน 46

นโยบายที่ผิดพลาด 46

1.4.5 ข้อวิจารณ์ของรูปแบบระบบเครือข่าย TCP/IP 47

1.5 ระบบเครือข่ายต่างๆ 48

1.5.1 ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 48

เครือข่าย ARPANET 48

ระบบเครือข่าย NSFNET 52
การใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 54
สถาปัตยกรรมของระบบอินเทอร์เน็ต 56
1.5.2 ระบบเครือข่ายแบบให้บริการเชื่อมโยงตลอดเวลา: X.25, Frame Relay และ ATM 57
บริการสื่อสารข้อมูล X.25 58
บริการสื่อสารข้อมูล Frame Relay 59
บริการสื่อสารข้อมูล ISDN ช่วงความถี่กว้าง และ ATM 60
รูปแบบมาตรฐาน ATM 62
1.5.3 Ethernet 64
1.5.4 ระบบเครือข่ายเฉพาะบริเวณแบบไร้สาย (802.11) 64
1.6 มาตรฐานของระบบเครือข่าย 67
ผู้รับผิดชอบด้านการจัดมาตรฐานสากล 67
1.7 บทสรุปท้ายบท 68

บทที่ 2 ชั้นสื่อสารกายภาพ (The Physical Layer) 69
2.1 ทฤษฎีพื้นฐานของการสื่อสารข้อมูล 69
2.1.1 การวิเคราะห์แบบ Fourier 69
2.1.2 สัญญาณที่ใช้สำหรับช่องสื่อสารขนาดจำกัด 70
2.1.3 อัตราการส่งข้อมูลสูงสุดภายในช่องสื่อสาร 73
2.2 สื่ออุปกรณ์ในการสื่อสารชนิดมีตัวนำ 74
2.2.1 สื่ออุปกรณ์ชนิดแม่เหล็ก 74
2.2.2 สายคู่บิดเกลียว (Twisted Pair) 75
2.2.3 สายโคแอกเชียลช่วงสัญญาณแคบ 76
2.2.4 สายใยแก้วนำแสง 76
การส่งสัญญาณแสงผ่านสายใยแก้วนำแสง 77
สายเคเบิ้ลใยแก้ว 79
เครือข่ายสายเคเบิ้ลใยแก้ว 80
การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างสายใยแก้วกับสายทองแดง 81
2.3 การส่งข้อมูลแบบไร้สาย 82
2.3.1 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Spectrum) 83
2.3.2 การส่งคลื่นสัญญาณวิทยุ 84
2.3.3 การส่งสัญญาณไมโครเวฟ 85
2.3.4 คลื่นอินฟาเรดและคลื่นสั้น 85
2.3.5 การสื่อสารผ่านคลื่นแสง 86
2.4 การสื่อสารดาวเทียม 87
2.4.1 ดาวเทียมแบบ Geostationary 88
2.4.2 ดาวเทียมแบบ Medium-Earth Orbit 92
2.4.3 ดาวเทียมแบบ Low-Earth Orbit 92
ระบบอีริเดียม 92
โครงการ Globalstar 93
โครงการ Teledesic 94
2.4.4 ดาวเทียมกับสายใยแก้วนำแสง 94
2.5 ระบบโทรศัพท์ 95
2.5.1 โครงสร้างของระบบโทรศัพท์ 96
2.5.2 โครงสร้างระบบโทรศัพท์ในประเทศสหรัฐอเมริกา 97
2.5.3 เขตบริการขนาดเล็ก (local loop) 98
การสูญเสียข้อมูลในระหว่างการสื่อสาร 99

สารบัญ

โมเด็ม 100
ระบบสื่อสารดีเอสแอล 104
Local Loop ไร้สาย 108
2.5.4 สายสื่อสารหลักและการผสมสัญญาณ 109
การผสมสัญญาณด้วยการแบ่งความถี่ 110
การผสมสัญญาณด้วยการแบ่งความยาวคลื่น 111
การผสมสัญญาณด้วยการแบ่งเวลา 112
SONET/SDH 115
2.4.5 การสลับช่องสื่อสาร 119
วงจรสวิทช์ 119
เมสเซสสวิทช์ 120
แพ็กเก็ตสวิทช์ 121
2.6 ระบบโทรศัพท์มือถือ 122
2.6.1 โทรศัพท์มือถือยุคที่หนึ่ง: เสียงสัญญาณอนาลอก 122
ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ขั้นก้าวหน้า 123
ช่องสื่อสาร 124
การบริหารการใช้โทรศัพท์ 125
2.6.2 โทรศัพท์มือถือยุคที่สอง: สัญญาณเสียงแบบดิจิตอล 126
ระบบ D-AMPS 126
ระบบ GSM 128
ระบบ CDMA 131
2.6.3 มือถือในยุคที่สาม : สัญญาณเสียงและข้อมูลแบบดิจิตอล 134
2.7 เคเบิ้ลทีวี 137
2.7.1 ระบบเสาอากาศทีวีชุมชน 137
2.7.2 ระบบอินเตอร์เน็ตผ่านเคเบิ้ล 137
2.7.3 การกำหนดใช้งานสเป็กตรัม 139
2.7.4 เคเบิ้ลโมเด็ม 140
2.7.5 เปรียบเทียบระบบ ADSL กับระบบเคเบิ้ลโมเด็ม 143
2.8 บทสรุปท้ายบท 144

บทที่ 3 ชั้นสื่อสารเชื่อมต่อข้อมูล (The Data Link Layer) 145
3.1 ข้อพิจารณาในการออกแบบชั้นสื่อสารเชื่อมต่อข้อมูล 145
3.1.1 บริการต่างๆที่มีไว้ให้ชั้นสื่อสารเชื่อมต่อเครือข่าย 146
3.1.2 เฟรมข้อมูล 148
3.1.3 การควบคุมความผิดพลาดข้อมูล 151
3.1.4 การควบคุมการไหลของข้อมูล 152
3.2 การตรวจสอบความผิดพลาดและการแก้ไข 152
3.2.1 รหัสแก้ไขข้อมูล 153
3.2.2 รหัสตรวจสอบข้อมูล 156
3.3 โพรโตคอลเบื้องต้นในชั้นสื่อสารเชื่อมต่อข้อมูล 159
3.3.1 โพรโตคอลแบบยูเอสพี (An Unrestricted Simplex Protocol) 162
3.3.2 โพรโตคอลแบบเอสเอสพี (A Simplex Stop-and-Wait Protocol) 163
3.3.3 การสื่อสารแบบง่ายในช่องสื่อสารที่มีการรบกวน 164
3.4 โพรโตคอลหน้าต่างสื่อสารเลื่อนไหล 167
3.4.1 หน้าต่างเลื่อนไหลขนาด 1 บิต 170
3.4.2 โพรโตคอลย้อนกลับ 172
3.4.3 โพรโตคอลแบบการเลือกส่งซ้ำ 177

3.5 การตรวจสอบโพรโตคอล 182
3.5.1 โมเดลไฟไนท์สเตทแมทชีน 182
3.5.2 โมเดลเพตริเน็ท 184
3.6 ตัวอย่างโพรโตคอลในชั้นสื่อสารเชื่อมโยงข้อมูล 186
3.6.1 โพรโตคอล HDLC 186
3.6.2 โปรแกรมสื่อสารชั้นเชื่อมต่อข้อมูลในระบบอินเตอร์เน็ต 189
โพรโตคอล SLIP 190
โพรโตคอล PPP 191
3.6.2 โปรแกรมสื่อสารชั้นเชื่อมต่อข้อมูลในระบบ ATM 195
การนำส่งเซล 195
การรับเซล 196
3.7 บทสรุปท้ายบท 198

บทที่ 4 ชั้นสื่อสารย่อยควบคุมการใช้สื่อ
(The Medium Access Control Sublayer) 199
4.1 ปัญหาในการจัดสรรช่องสื่อสาร 199
4.1.1 การจัดสรรช่องสื่อสารแบบตายตัว 199
4.1.2 การจัดสรรช่องสื่อสารแบบเปลี่ยนแปลงได้ 201
4.2 โพรโตคอลสำหรับการติดต่อได้หลายหน่วย 202
4.2.1 ระบบอะโลฮ่า 202
ระบบอะโลฮ่าแบบดั้งเดิม 202
ระบบอะโลฮ่าแบบการแบ่งช่วงเวลาสื่อสาร 205
4.2.2 โพรโตคอลแบบตรวจพาหะสัญญาณและสำหรับการติดต่อได้หลายหน่วย 206
โพรโตคอล CSMA แบบเปอร์ซิสเทนท์และแบบนอนเปอร์ซิสเทนท์ 206
โพรโตคอล CSMA ที่มีการตรวจหาสัญญาณซ้อน 207
4.2.3 โพรโตคอลที่ปราศจากสัญญาณซ้อน 209
โพรโตคอลบิตแมป 210
โพรโตคอลนับถอยหลังไบนารี่ 211
4.2.4 โพรโตคอลแย่งชิงช่องสัญญาณแบบจำกัดขนาด 212
โพรโตคอลการปรับแต่งตามลักษณะของทรี 213
4.2.5 โพรโตคอลแบ่งความยาวคลื่นแสงและใช้งานหลายครั้ง 215
4.2.6 โพรโตคอลระบบเครือข่ายเฉพาะที่ไร้สาย 217
โพรโตคอลแบบ MACA และ MACAW 219
4.3 ระบบอีเธอร์เน็ต 221
4.3.1 การเดินสายสัญญาณบนระบบอีเธอร์เน็ต 221
4.3.2 การเข้ารหัสแบบแมนเชสเตอร์ 224
4.3.3 โพรโตคอลตามมาตรฐาน 802.3 ในชั้นสื่อสารย่อยควบคุมการเชื่อมต่อ 225
4.3.4 อัลกอริทึมไบนารี่เอ็กซ์โปเนเชี่ยลแบ็คออฟ 227
4.3.5 ประสิทธิภาพของระบบอีเธอร์เน็ต 229
4.3.6 สวิทช์อีเธอร์เน็ต 231
4.3.7 ฟาสอีเธอร์เน็ต 232
4.3.8 จิกกะบิตอีเธอร์เน็ต 235
4.3.9 IEEE 802.2: Logical Link Control 239
4.4 ระบบเครือข่ายเฉพาะบริเวณแบบไร้สาย 240
4.4.1 โพรโตคอลสะแต็กของ 802.11 241
4.4.2 ชั้นสื่อสารกายภาพของ 802.11 242

4.4.3 ชั้นสื่อสารย่อย MAC ของ 802.11 243
4.4.4 โครงสร้างเฟรมใน 802.11 248
4.4.5 การให้บริการต่างๆ 249
4.5 การสื่อสารบรอดแบนด์แบบไร้สาย 251
4.5.1 เปรียบเทียบมาตรฐาน 802.11 กับ 802.16 251
4.5.2 โพรโตคอลสะแต็กในมาตรฐาน 802.16 252
4.5.3 ชั้นสื่อสารกายภาพตามมาตรฐาน 802.16 254
4.5.4 ชั้นสื่อสารย่อยควบคุมการใช้สื่อตามมาตรฐาน 802.16 255
4.5.5 โครงสร้างเฟรมตามมาตรฐาน 802.16 257
4.6 บลูทูธ 258
4.6.1 สถาปัตยกรรมของบลูทูธ 258
4.6.2 งานประยุกต์ที่ใช้เทคโนโลยีบลูทูธ 259
4.6.3 โพรโตคอลสแต็กสำหรับระบบบลูทูธ 260
4.6.4 ชั้นสื่อสาร Radio Layer ในระบบบลูทูธ 261
4.6.5 ชั้นสื่อสาร Baseband Layer ในระบบบลูทูธ 262
4.6.6 ชั้นสื่อสาร L2CAP ในระบบบลูทูธ 263
4.6.7 โครงสร้างเฟรมในบลูทูธ 263
4.7 การทำสวิทช์ชิ่งในชั้นสื่อสารเชื่อมต่อข้อมูล 264
4.7.1 สะพานสื่อสารระหว่าง 802.x ไปยัง 802.y 267
4.7.2 การเชื่อมต่อระหว่างระบบเครือข่ายท้องถิ่น 269
4.7.3 สะพานสื่อสารแบบสแปนนิ่งทรี 271
4.7.4 สะพานสื่อสารทางไกล 273
4.7.5 รีพีทเตอร์ ฮับ สะพานสื่อสาร สวิทช์ เราเตอร์ และเกตเวย์ 273
4.7.6 ระบบเครือข่ายเฉพาะบริเวณเสมือน 276
มาตรฐาน 802.1Q 279
4.8 บทสรุปท้ายบท 282
บทที่ 5 ชั้นควบคุมเครือข่าย (The Network Layer) 285
5.1 การออกแบบชั้นควบคุมเครือข่าย 285
5.1.1 การสลับเส้นทางเดินแพ็กเก็ตด้วยวิธีจัดเก็บและส่งต่อ 285
5.1.2 บริการที่มีในชั้นสื่อสารนำส่งข้อมูล 286
5.1.3 การให้บริการบนระบบสื่อสารแบบไม่มีการเชื่อมต่อ 288
5.1.4 การให้บริการบนระบบสื่อสารแบบมีการเชื่อมต่อ 290
5.1.5 การเปรียบเทียบระหว่างวงจรเสมือนและดาต้าแกรม 291
5.2 อัลกอริทึมสำหรับเลือกทางเดินข้อมูล 292
5.2.1 หลักการหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด 294
5.2.2 การเลือกทางเดินที่สั้นที่สุด 295
5.2.3 การเลือกเส้นทางเดินแบบฟลัดดิ้ง 296
5.2.4 การเลือกเส้นทางแบบดิสแทนเวคเตอร์ 298
ปัญหาการปรับปรุงตารางข้อมูล 299
5.2.5 การเลือกเส้นทางแบบพิจารณาสถานะการเชื่อมต่อ 301
การทำความรู้จักกับเราเตอร์ข้างเคียง 301
การคำนวณค่าใช้จ่ายของแต่ละเส้นทาง 302
การสร้างแพ็กเก็ตบอกสถานะการเชื่อมต่อ 303
การกระจายแพ็กเก็ตบอกสถานะการเชื่อมต่อ 303
คำนวณระยะทางที่สั้นที่สุดสำหรับการติดต่อไปยังแต่ละเราเตอร์ 305
5.2.6 การเลือกเส้นทางแบบโครงสร้างลำดับชั้น 307
5.2.7 การเลือกเส้นทางแบบกระจาย 308

5.2.8 การเลือกเส้นทางแบบกระจายหลายจุด 310
5.2.9 การเลือกเส้นทางสำหรับแม่ข่ายเคลื่อนที่ 312
5.2.10 การค้นหาเส้นทางเดินข้อมูลในระบบเครือข่ายที่สับสนวุ่นวาย 315
การค้นหาเส้นทางเดินข้อมูล 315
การบำรุงรักษาเส้นทางเดินข้อมูล 319
5.2.11 การค้นหาโหนดในระบบเครือข่ายเพียร์ 320
5.3 ขั้นตอนในการควบคุมความคับคั่งข้อมูล **322**
5.3.1 แนวความคิดพื้นฐานในการควบคุมความคับคั่งของข้อมูล 324
5.3.2 หลักนิยมในการหลีกเลี่ยงความคับคั่งของข้อมูล 326
5.3.3 การควบคุมความคับคั่งของข้อมูลในเครือข่ายย่อยที่ใช้วงจรเสมือน 328
5.3.4 การควบคุมความคับคั่งข้อมูลในระบบเครือข่ายย่อยดาต้าแกรม 329
บิตเตือนภัย 330
โช้คแพ็กเก็ต 330
โช้คแพ็กเก็ตแบบช่วง-ต่อ-ช่วง 331
5.3.7 การกั้นคอกข้อมูล 331
การตรวจสอบล่วงหน้าแบบสุ่ม 334
5.3.6 การควบคุมความไม่ต่อเนื่องของข้อมูล 334
5.4 คุณภาพการให้บริการ **335**
5.4.1 ความต้องการ 335
5.4.2 เทคนิคเพื่อให้ได้คุณภาพการให้บริการสูง 337
การจัดเตรียมทรัพยากรให้มากกว่าความต้องการ 337
การใช้บัฟเฟอร์ 337
การควบคุมรูปแบบการจราจร 338
อัลกอริทึมถังน้ำรั่ว (The Leaky Bucket Algorithm) 339
อัลกอริทึมโทเก้นบัคเก็ต 341
การจองทรัพยากร 343
การควบคุมการเข้าใช้บริการ 345
การจัดตารางแพ็กเก็ต 347
5.4.3 การให้บริการแบบรวมการ 348
โปรโตคอลสำรองทรัพยากร RSVP 348
5.4.4 การให้บริการแยกเฉพาะ 351
การจัดส่งข้อมูลเร่งด่วน 352
การรับประกันการจัดส่งข้อมูล 353
5.4.5 เลเบลสวิทชิ่งและ MPLS 353
5.5 ระบบเครือข่ายสากล **356**
5.5.1 เครือข่ายแตกต่างกันอย่างไร 357
5.5.2 ระบบเครือข่ายสามารถเชื่อมต่อกันได้อย่างไร 358
5.5.3 การเชื่อมต่อวงจรเสมือน 360
5.5.4 การเชื่อมต่อระหว่างเครือข่ายย่อยแบบไม่มีการเชื่อมต่อ 361
5.5.5 การใช้อุโมงสื่อสาร 363
5.5.6 การเลือกทางเดินข้อมูลผ่านเครือข่ายต่างๆ 364
5.5.7 การแตกตัวของแพ็กเก็ต 366
5.5.8 กำแพงไฟเสมือน 369
5.6 ชั้นควบคุมเครือข่ายบนระบบอินเตอร์เน็ต
(The Network Layer in the Internet) **371**
5.6.1 กฎการรับ-ส่งข้อมูลบนอินเตอร์เน็ต (The IP Protocol) 373
ต่อไปนี้คือคำอธิบายของเขตข้อมูลต่างๆ ที่เป็นส่วนประกอบของดาต้าแกรม 374
5.6.2 การกำหนดที่อยู่บนอินเตอร์เน็ต (IP Addresses) 376
มีบางส่วนของเลขที่อยู่ที่ไม่ได้กำหนดไว้ข้างบนเพราะใช้ในความหมายพิเศษคือ 377

เครือข่ายย่อย (Subnets) 378
CIDR-Classless InterDomain Routing 380
NAT-Network Address Translation 384
5.6.3 กฎควบคุมการสื่อสารข้อมูลบนอินเตอร์เน็ต (Internet Control Protocols) 388
กฎควบคุมการสื่อสารข้อมูลแบบ ICMP 388
กฎควบคุมการสื่อสารข้อมูลแบบ ARP 389
กฎควบคุมการสื่อสารข้อมูลแบบ RARP, BOOTP, และ DHCP 391
5.6.4 โปรโตคอลเลือกทางเดินของเกตเวย์ภายในเครือข่ายแบบ OSPF 393
5.6.5 โปรโตคอลเลือกทางเดินของเกตเวย์ภายนอกเครือข่ายแบบ BGP 398
5.6.6 การแพร่กระจายข่าวสารแบบหลายจุดบนอินเตอร์เน็ต 400
5.6.7 ผู้ใช้สัญจร 401
5.5.8 การเลือกทางเดินข้อมูลโดยใช้โดเมนสากลแบบไม่กำหนดชั้น (CIDR) 403
5.6.8 โครงสร้างอินเตอร์เน็ตโปรโตคอลรุ่นที่ 6 404
โครงสร้างข้อมูลส่วนหัวของ IPv6 406
ข้อมูลส่วนหัวส่วนขยาย 409
ข้อถกเถียงและวิจารณ์เกี่ยวกับ IPv6 412
5.7 บทสรุปท้ายบท 414

บทที่ 6 ชั้นสื่อสารนำส่งข้อมูล (The Transport Layer) 415
6.1 บริการในชั้นสื่อสารนำส่งข้อมูล 415
6.1.1 บริการที่มีให้กับชั้นสื่อสารระดับบน 415
6.1.2 บริการพื้นฐานในชั้นนำส่งข้อมูล 417
6.1.3 ซ็อกเก็ตแบบ Berkeley 419
6.1.4 ตัวอย่างการโปรแกรมโดยใช้ซ็อกเก็ต: ไฟล์เซิบเวอร์ในระบบอินเตอร์เน็ต 421
6.2 ส่วนประกอบของโปรโตคอลนำส่งข้อมูล 425
6.2.1 การกำหนดหมายเลขที่อยู่ 426
6.2.2 กระบวนการเชื่อมต่อ 429
6.2.3 การยกเลิกช่องสื่อสาร 434
6.2.4 การควบคุมการไหลของข้อมูลและการบริหารบัฟเฟอร์ 438
6.2.5 อุปกรณ์มัลติเพล็ก 442
6.2.6 การฟื้นสภาพภายหลังความล้มเหลว 443
6.3 โปรโตคอลชั้นนำส่งข้อมูลแบบง่าย 445
6.3.1 ตัวอย่างบริการพื้นฐานในชั้นนำส่งข้อมูล 445
6.3.2 ตัวอย่างของเอ็นติตี้นำส่งข้อมูล 447
6.3.3 การแสดงตัวอย่างโดยใช้ไฟไนท์สเตตท์แมชชีน 454
6.4 โปรโตคอลชั้นนำส่งข้อมูลในระบบอินเทอร์เน็ต: UDP 456
6.4.1 แนะนำ UDP 457
6.4.2 Remote Procedure Call (RPC) 458
6.4.3 โพรโตคอลนำส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์ 460
6.5 โปรโตคอลชั้นนำส่งข้อมูลในระบบอินเทอร์เน็ต: TCP 464
6.5.1 แนะนำ TCP 464
6.5.2 รูปแบบบริการของ TCP 464
6.5.3 โปรโตคอล TCP 466
6.5.4 ข้อมูลส่วนหัวของ TCP เซ็กเมนท์ 467
6.5.5 การบริหารการเชื่อมต่อโดย TCP 470
6.5.6 การยกเลิกการเชื่อมต่อ 471

6.5.7 รูปแบบการบริหารการเชื่อมต่อ TCP 472
6.5.8 วิถีทางการส่งผ่านข้อมูล 474
6.5.9 การควบคุมความคับคั่งของข้อมูลในโปรโตคอล TCP 477
6.5.10 การบริหารการจับเวลาในโปรโตคอล TCP 480
6.5.11 การสื่อสารไร้สายในโปรโตคอล TCP และ UDP 482
6.5.12 Transactional TCP 484
6.6 ประสิทธิภาพการทำงาน 486
6.6.1 ปัญหาเกี่ยวกับประสิทธิภาพบนระบบเครือข่าย 486
6.6.2 การวัดประสิทธิภาพของระบบเครือข่าย 488
ต้องแน่ใจว่าปริมาณการวัดจะต้องมากพอ 489
ต้องแน่ใจว่าตัวอย่างที่ใช้เป็นตัวแทนที่แท้จริง 489
ต้องระวังเป็นพิเศษเมื่อใช้การจับเวลาในเกณฑ์หยาบ 489
ต้องแน่ใจว่าไม่มีเหตุการณ์อื่นๆ เกิดขึ้นในระหว่างการทดสอบ 489
การใช้หน่วยความจำ cache ทำให้ผลการวัดคลาดเคลื่อน 489
ต้องมีความเข้าใจอย่างชัดเจนในสิ่งที่กำลังทำการวัด 490
ต้องระวังการคาดหวังจากผลลัพธ์ 490
6.6.3 การออกแบบระบบที่มีประสิทธิภาพสูง 490
กฎข้อที่ 1: ความเร็วของ CPU นั้นสำคัญกว่าความเร็วของระบบเครือข่าย 491
กฎข้อที่ 2: การลดจำนวนแพ็กเก็ตจะลดค่าโสหุ้ยในการส่งข้อมูล 491
กฎข้อที่ 3: ลดการทำ context switch ให้น้อยที่สุด 491
กฎข้อที่ 4: ลดการทำสำเนาข้อมูล 492
กฎข้อที่ 5: ช่องสื่อสารความกว้างสูงสามารถหาซื้อได้แต่ไม่ใช่ระยะเวลารอคอย 493
กฎข้อที่ 6: การหลีกเลี่ยงปัญหาความคับคั่งดีกว่าปล่อยให้เกิดขึ้นแล้วค่อนแก้ไข 493
กฎข้อที่ 7: หลีกเลี่ยงการจับเวลารอคอย 493
6.6.4 การประมวลผลแพ็กเก็ต TPDU ความเร็วสูง 493
6.6.5 โปรโตคอลสำหรับระบบเครือข่ายความเร็วสูงมาก 496
6.7 บทสรุปท้ายบท 500

บทที่ 7 ชั้นสื่อสารโปรแกรมประยุกต์ The Application Layer 501
7.1 DNS-The Domain Name System 501
7.1.1 The DNS Name Space 502
7.1.2 Resource records 504
7.1.3 Name Servers 507
7.2 อีเมลล์ 510
7.2.1 สถาปัตยกรรมและการให้บริการ 511
7.2.2 The User Agent 512
7.2.3 รูปแบบของข้อความ 514
7.2.4 Message Transfer 522
7.2.5 Final Delivery 525
7.3 The World Wide Web 530
7.3.1 สถาปัตยกรรม 531
7.3.2 เอกสารแบบสแตติก 546
7.3.3 เอกสารแบบพลวัต 558
7.3.4 HTTP-The HyperText Transfer Protocol 566
7.3.5 การขยายประสิทธิภาพ 571
7.3.6 The Wireless Web 577
7.4 มัลติมีเดีย 586
7.4.1 แนะนำ digital audio 586
7.4.2 การบีบอัดข้อมูลเสียง 588

7.4.3 Streaming Audio 590
7.4.4 Internet Radio 594
7.4.5 Voice over IP 596

บทที่ 8 การรักษาความปลอดภัยบนระบบเครือข่าย (Network Security) 605
8.1 หนังสือที่เขียนด้วยอักษรลับ 605
8.1.1 แนะนำการเขียนหนังสือด้วยอักษรลับ 605
8.1.2 วิธีแทนที่ซิเฟอร์ 608
8.1.3 ซิเฟอร์ที่ทำการสับเปลี่ยนตำแหน่งตัวอักษร 609
8.1.4 รหัสที่ใช้งานเพียงครั้งเดียว 610
8.1.5 กฎพื้นฐานสองข้อสำหรับการใช้อักษรลับ 613
8.2 อัลกอริทึมที่ใช้คีย์แบบสมมาตร 614
8.2.1 มาตรฐานการเข้ารหัสข้อมูลแบบ DES 615
8.2.2 มาตรฐานการเข้ารหัสข้อมูลขั้นสูงแบบ AES 616
8.2.3 การใช้ซิเฟอร์ในโหมดต่างๆ 618
8.2.4 การใช้ซิเฟอร์ในแบบอื่นๆ 623
8.2.5 การวิเคราะห์เอกสารที่เขียนด้วยอักษรลับ 624
8.3 อัลกอริทึมที่ใช้คีย์สาธารณะ 624
8.3.1 อัลกอริทึม RSA 626
8.3.2 อัลกอริทึมใช้คีย์สาธารณะแบบอื่น 627
8.4 ลายเซ็นต์ดิจิตอล 628
8.4.1 ลายเซ็นต์แบบใช้คีย์สมมาตร 629
8.4.2 ลายเซ็นต์แบบใช้คีย์สาธารณะ 629
8.4.3 เทคนิคการย่อข่าวสาร 631
8.4.4 Birthday Attack 634
8.5 การบริหารคีย์สาธารณะ 637
8.5.1 การใช้ใบรับรอง 637
8.5.2 มาตรฐาน X.509 639
8.5.3 โครงสร้างภายในคีย์สาธารณะ 640
8.6 การรักษาความปลอดภัยในการสื่อสาร 643
8.6.1 การใช้ IPsec 643
8.6.2 การใช้ไฟร์วอล 646
8.6.3 Virtual Private Network 651
8.6.4 การรักษาความปลอดภัยในระบบสื่อสารไร้สาย 652
8.7 โพรโตคอลสำหรับการตรวจสอบผู้ใช้ 656
8.7.1 การตรวจสอบผู้ใช้ด้วยการใช้คีย์ลับร่วมกัน 657
8.7.2 การจัดตั้งคีย์ร่วมโดยวิธี Diffie-Hellman Key Exchange 661
8.7.3 การตรวจสอบผู้ใช้โดยการใช้ศูนย์แจกจ่ายคีย์ 663
8.7.4 การตรวจสอบผู้ใช้โดยใช้ Kerberos 665
8.7.5 การตรวจสอบผู้ใช้โดยใช้การเข้ารหัสลับด้วยคีย์สาธารณะ 668
8.8 การรักษาความปลอดภัยให้กับอีเมลล์ 668
8.8.1 เทคนิค PGP-Pretty Good Privacy 668
8.8.2 เทคนิค PEM-Privacy Enhanced Mail 669
8.8.3 เทคนิค S/MIME 672
8.9 การรักษาความปลอดภัยบนเว็บ 673
8.9.1 ภัยคุกคาม 674
8.9.2 การตั้งชื่ออย่างปลอดภัย 675
8.9.3 เทคนิค SSL-The Secure Sockets Layer 682
8.9.4 การใช้โค้ดที่ปลอดภัยสำหรับโมบาย 686
8.10 บทสรุปท้ายบท 688

สำนักหอสมุดฯ
8 มิ.ย. 48

เครือข่ายคอมพิวเตอร์
COMPUTER NETWORKS

เขียน
ANDREW S. TANENBAUM

แปลและเรียบเรียง
สัลยุทธ์ สว่างวรรณ

BSTI DEPT. OF SCIENCE SERVICE
สำนักหอสมุดฯ กรมวิทยาศาสตร์บริการ
1110003659

เลขหมู่ 621.3821
ท 25
2547
เลขทะเบียน 12562
วันที่ 10 ธ.ค. 2548

PEARSON Education Indochina

บริษัท เพียร์สัน เอ็ดดูเคชั่น อินโดไชน่า จำกัด
Pearson Education Indochina Ltd.
www.pearson-indochina.com

สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี