



รายงานผลงานการสอน
รายวิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (31103314)

ทรงฤทธิ์ กิติศรีวรพันธุ์
วศ.บ., วศ.ม., ปร.ด.(วิศวกรรมคอมพิวเตอร์)
กิตติมศักดิ์

เอกสารผลงานการสอนนี้สำหรับการเสนอขอกำหนดตำแหน่งทางวิชาการ
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัยนครพนม

ปรับปรุงล่าสุด ๒๕๖๔



รายงานผลงานการสอน
รายวิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (31103314)

ทรงฤทธิ์ กิติศรีวารพันธุ์
วศ.บ., วศ.ม., ปร.ด.(วิศวกรรมคอมพิวเตอร์)
กิตติมศักดิ์

เอกสารผลงานการสอนนี้สำหรับการเสนอขอกำหนดตำแหน่งทางวิชาการ
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัยนครพนม

ปรับปรุงล่าสุด ๒๕๖๔

คำนำ

ผลงานการสอนฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นรายงานผลงานการสอนฉบับสมบูรณ์ ใช้ประกอบการพิจารณาบุคคลเพื่อ där สำหรับตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาศิวกรรมคอมพิวเตอร์ ด้านการสอน ข้าพเจ้าได้เลือกรายวิชาเครื่องข่ายคอมพิวเตอร์ (31103314) เพื่อขอรับการประเมินอันประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

1. บทที่ 1 สภาพปัจุหที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน หรือปัจุหด้านการเรียนรู้ของผู้เรียน
2. บทที่ 2 ปรัชญา แนวคิด ทฤษฎี หลักการและเหตุผล ที่ผู้สอนใช้ในการออกแบบการเรียนการสอนที่เป็นนวัตกรรม หรือปรับประยุกต์จากของเดิมอย่างเห็นได้ชัดเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว เช่น รูปแบบการสอน หรือการสอนแนวใหม่ เทคนิคสื่อการสอน เทคโนโลยีดิจิทัล งานประดิษฐ์คิดค้นที่พัฒนาขึ้น เป็นต้น
3. บทที่ 3 หลักสูตรและรายละเอียดรายวิชา แผนการสอน สื่อสารเรียนรู้ และวิธีการจัดการเรียนรู้/การสื่อสารเรียนรู้
4. บทที่ 4 กระบวนการนำไปใช้กับผู้เรียนในสถานการณ์จริง กระบวนการพัฒนาที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่เป้าหมาย
5. บทที่ 5 ผลลัพธ์ที่แสดงว่าผู้เรียนมีพัฒนาการและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ที่ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด และก่อให้เกิดการเรียนรู้ทั้งในผู้เรียนและผู้สอน โดยแสดงผลลัพธ์ของผู้เรียนทั้งรายบุคคล และรายกลุ่ม
6. บทที่ 6 เอกสารหลักฐานผลการประเมินการสอนทุกกระบวนการวิชาชีวอนหลัง ๒ ปีการศึกษา สำหรับผู้ช่วยศาสตราจารย์และรองศาสตราจารย์ ผลการสอนเฉลี่ยระดับดีมาก และศาสตราจารย์ ผลการสอนเฉลี่ยระดับดีเด่น
7. บทที่ 7 เอกสารหลักฐานผลการประเมินของคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ (peer reviewer) จากบุคคลภายนอก สำหรับตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ต้องเป็นผู้ทรงคุณวุฒิระดับมหาวิทยาลัย สำหรับรองศาสตราจารย์ ต้องเป็นผู้ทรงคุณวุฒิระดับชาติ และสำหรับศาสตราจารย์ต้องเป็นผู้ทรงคุณวุฒิระดับชาติหรือระดับนานาชาติ

ข้าพเจ้าขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่สละเวลาในการตรวจทาน และกรุณาริห์ค่าแนะนำเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาต่อไป

.....
 (นายทรงฤทธิ์ กิติศรีวิรพันธ์)
 (ปรับปรุงล่าสุด มีนาคม ๒๕๖๔)

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ii
สารบัญ	iii
รายการภาพประกอบ.....	v
วัตถุประสงค์ของหลักสูตร.....	1
บทที่ 1 บพนฯ	2
1.1 การเรียนรู้ขั้นอุดมศึกษา.....	3
1.2 สภาพปัจุหานี้เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน	5
บทที่ 2 หลักการและเหตุผล	6
2.1 ปรัชญาของหลักสูตร	6
2.2 การปรับปรุงวิธีการสอน	6
บทที่ 3 ข้อมูลหลักสูตร.....	7
3.1 รายละเอียดรายวิชา.....	7
3.2 องค์ความรู้	7
บทที่ 4 กระบวนการในการนำไปใช้กับผู้เรียนในสถานการณ์จริง.....	8
4.1 การออกแบบการเรียนการสอน	8
4.2 แผนการสอน	9
4.3 รายละเอียดของรายวิชา (มคอ. 03)	9
4.4 การสอนสัปดาห์ที่ 1.....	9
4.5 การสอนสัปดาห์ที่ 2.....	22
4.6 การสอนสัปดาห์ที่ 3.....	28
4.7 การสอนสัปดาห์ที่ 4.....	34
4.8 การสอนสัปดาห์ที่ 5.....	46
4.9 การสอนสัปดาห์ที่ 6.....	56
4.10 การสอนสัปดาห์ที่ 7	62
4.11 การสอนสัปดาห์ที่ 8.....	72
4.12 การสอนสัปดาห์ที่ 9	84
4.13 การสอนสัปดาห์ที่ 10	84
4.14 การสอนสัปดาห์ที่ 11	91
4.15 การสอนสัปดาห์ที่ 12	96
4.16 การสอนสัปดาห์ที่ 13	105
4.17 การสอนสัปดาห์ที่ 14	110
4.18 การสอนสัปดาห์ที่ 15	117
4.19 การสอนสัปดาห์ที่ 16	127

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 5 ผลลัพธ์การเรียน	132
5.1 ผลลัพธ์การเรียนรายบุคคล	132
5.2 ผลลัพธ์การเรียนรายกลุ่ม	132
บทที่ 6 เอกสารหลักฐานผลการประเมิน.....	133
6.1 ผลการประเมินการสอนทุกรายวิชา.....	133
6.2 ผลการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ	136
6.3 รายงานผลการดำเนินการของรายวิชา (มคอ 05)	136
บทที่ 7 สรุป	137
บรรณานุกรม	138

รายการภาพประกอบ

รูป	หน้า
รูปที่ 4.1 สไลด์ประกอบการสอนสัปดาห์ 1	21
รูปที่ 4.2 สไลด์ประกอบการสอนสัปดาห์ 2	27
รูปที่ 4.3 สไลด์ประกอบการสอนสัปดาห์ 3	33
รูปที่ 4.4 สไลด์ประกอบการสอนสัปดาห์ 4	45
รูปที่ 4.5 สไลด์ประกอบการสอนสัปดาห์ 5	55
รูปที่ 4.6 สไลด์ประกอบการสอนสัปดาห์ 6	61
รูปที่ 4.8 สไลด์ประกอบการสอนสัปดาห์ 7	71
รูปที่ 4.9 สไลด์ประกอบการสอนสัปดาห์ 8	83
รูปที่ 4.10 สไลด์ประกอบการสอนสัปดาห์ 10	90
รูปที่ 4.11 สไลด์ประกอบการสอนสัปดาห์ 11	95
รูปที่ 4.12 สไลด์ประกอบการสอนสัปดาห์ 12	104
รูปที่ 4.13 สไลด์ประกอบการสอนสัปดาห์ 13	109
รูปที่ 4.14 สไลด์ประกอบการสอนสัปดาห์ 14	116
รูปที่ 4.15 สไลด์ประกอบการสอนสัปดาห์ 15	126
รูปที่ 4.16 สไลด์ประกอบการสอนสัปดาห์ 16	131
รูปที่ 6.1 ผลการประเมินการสอนโดยผู้เรียน หน้า 1	133
รูปที่ 6.2 ผลการประเมินการสอนโดยผู้เรียน หน้า 2	134
รูปที่ 6.3 ผลการประเมินการสอนโดยผู้เรียน หน้า 3	135
รูปที่ 6.4 ผลการประเมินการสอนโดยผู้ทรงคุณวุฒิ	136

วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

หลักสูตรระดับ ปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

1. มีคุณธรรมจริยธรรมและยึดมั่นในจรรยาบรรณในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรม คอมพิวเตอร์
2. มีความรู้พื้นฐานและเข้าใจในศาสตร์วิศวกรรมคอมพิวเตอร์สำหรับการประยุกต์ใช้ ปัญญาประดิษฐ์ใน การต่อยอดและสร้างนวัตกรรมได้
3. สามารถวิเคราะห์และแก้ไขปัญหางานด้านวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ได้
4. มีทักษะด้านภาษา ความเข้าใจด้านสังคมวัฒนธรรมและสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
5. มีความรู้ในศาสตร์ที่เกี่ยวข้องทั้งทางทฤษฎีและปฏิบัติสำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในการประกอบอาชีพ ทางวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
6. มีทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงและแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นของเทคโนโลยีด้าน คอมพิวเตอร์สมัยใหม่

บทที่ 1

บทนำ

นับตั้งแต่เกิดการระบาดใหญ่ของไวรัสโคโรนา-19 เครือข่ายคอมพิวเตอร์กล้ายเป็นเทคโนโลยีพื้นฐานสำคัญสำหรับการดำเนินชีวิตใหม่ (New normal) มีการใช้งานคอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์มากขึ้นเป็นประวัติการณ์ จาก [COLLEEN และคณะ \(2021\)](#) ได้สำรวจความคิดเห็นของประชากรประเทศไทยเมริกาช่วงวันที่ 12-18 เมษายน พ.ศ.2564 รวมจำนวน 4,623 ตัวอย่าง พบร้า ผู้ตอบแบบสำรวจจำนวน 90% ของผู้รับสำรวจมีความเห็นว่าอินเทอร์เน็ตมีความสำคัญต่อการดำรงชีพ ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิต เช่น การทำงานออนไลน์ การเรียนออนไลน์ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ส่งผลต่อภาพรวมของโลก พื้นฐานการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้นำเกิดการสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต(internet) ที่มีประสิทธิภาพ

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีวกรรมคอมพิวเตอร์ มีวัตถุประสงค์มุ่งผลิต บุคคลให้มีความรู้ความเชี่ยวชาญในการพัฒนานวัตกรรมด้านซอฟต์แวร์ และฮาร์ดแวร์ สามารถต่อยอดความรู้ รวมถึงมีคุณธรรมและจรรยาบรรณในวิชาชีพ วิศวกรรมคอมพิวเตอร์สำคัญต่อการขับเคลื่อนภาคอุตสาหกรรมและการพัฒนาประเทศ สอดคล้องกับนโยบายดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมของรัฐบาล อาชีพที่ผู้สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีวกรรมคอมพิวเตอร์สามารถประกอบอาชีพได้หลังสำเร็จการศึกษาดังนี้

1. วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
2. วิศวกรรมระบบ
3. วิศวกรรมระบบความปลอดภัยคอมพิวเตอร์
4. นักพัฒนาโปรแกรม
5. นักพัฒนาปัญญาประดิษฐ์
6. นักวิเคราะห์ระบบ
7. วิศวกรออกแบบระบบสาร์ดแวร์ร่วมกับซอฟต์แวร์
8. วิศวกรเครือข่าย
9. ผู้ดูแลระบบฐานข้อมูล
10. นักวิจัย
11. นักวิชาการคอมพิวเตอร์

วิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (31103314) มีองค์ความรู้เป็นประโยชน์หลักในการประกอบอาชีพ ต่อไปนี้ วิศวกรรมระบบ วิศวกรรมระบบความปลอดภัยคอมพิวเตอร์ วิศวกรเครือข่าย ผู้ดูแลระบบฐานข้อมูล นักวิจัย และนักวิชาการคอมพิวเตอร์ วิชานี้จึงได้จัดอยู่ในกลุ่มวิชาเฉพาะบัณฑิต ในกลุ่มโครงสร้างและพื้นฐานระบบ องค์ความรู้ด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของมนุษย์ ช่วยให้ดำเนินชีวิตสะดวก กว่าการดำเนินชีวิตเดิม ผู้ใช้งานได้ใช้เครือข่ายคอมพิวเตอร์สำหรับพูดคุย และเปลี่ยนข้อมูล ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น

ผู้เรียนถือเป็นผู้ใช้เครื่อข่ายคนหนึ่ง ซึ่งได้ผ่านการใช้งานระบบการสื่อสารมาโดยตลอด เช่นเดียวกับผู้ใช้ทั่วไปที่ใช้ประโยชน์จากอินเทอร์เน็ต ซึ่งผู้เรียนอาจไม่ล่วงรู้มาก่อนว่าตนกำลังใช้เทคโนโลยีพื้นฐานที่เกิดจากองค์ความรู้สำคัญของหลักสูตรวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ และกำลังจะศึกษาองค์รู้เชิงลึกที่นำมาสู่เทคโนโลยีปัจจุบัน สำหรับผู้ที่สนใจด้านเครื่อข่ายคอมพิวเตอร์อาจเข้าใจว่าองค์ความรู้วิชาเครื่อข่ายคอมพิวเตอร์เป็นไปตามที่ต้นเองเคยใช้งานก่อน ซึ่งในความเป็นจริงความรู้นั้นเป็นส่วนเพียงหนึ่งในจัดองค์ความรู้วิชาเครื่อข่ายคอมพิวเตอร์ ในตัวแบบ ISO-7 Layer ได้แก่ชั้นแอปพลิเคชัน ส่วนที่เหลืออีกหกชั้นเป็นส่วนเบื้องลึกที่ผู้เรียนจะได้ศึกษาในวิชาเครื่อข่ายคอมพิวเตอร์

เมื่อผู้เรียนเคยใช้งานเครื่อข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นจุดเริ่มต้นให้ผู้เรียนมีความคุ้นเคยกับซอฟต์แวร์ที่เกิดจากการใช้ประโยชน์เครื่อข่ายคอมพิวเตอร์ ผู้ออกแบบหลักสูตรจึงพัฒนาวิธีถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ผู้เรียนโดยมีการจัดลำดับการถ่ายทอดองค์ความรู้ เริ่มต้นจากความคุ้นเคยของผู้เรียนโดยกล่าวถึงโครงสร้างตัว เช่น ซอฟต์แวร์ ที่มีใช้การใช้งานเครื่อข่ายอินเทอร์เน็ต แล้วจึงนำเสนอส่วนประกอบอื่นที่สนับสนุนการสื่อสารไปลำดับลงไปสู่ระดับสัญญาณทางไฟฟ้า การเรียนรูปแบบนี้เรียกว่า Top-Down approach つまりที่เสนอแนวทางนี้ได้ [Kurose และ Ross \(2007\)](#)

อย่างไรก็ตามวิธีการจัดลำดับการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านเครื่อข่ายคอมพิวเตอร์สำหรับนักศึกษา วิศวกรรมศาสตร์แรกเริ่มนั้นบรรจุในแขนงสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าซึ่งถ่ายทอดองค์ความรู้แบบ Bottom-Up approach โดยเริ่มจากนำเสนอคุณสมบัติฟิสิกส์ของสัญญาณทางไฟฟ้าไปจนถึงโปรแกรมที่ใช้ประโยชน์เครื่อข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งทำรายที่เสนอแนวทางนี้ได้แก่ ([Forouzan, 2012](#), [Tanenbaum, 2003](#)) ผู้เขียนได้ทดลองวิธีการสอนแบบ Top-Down approach เป็นเวลา 2 ปี (พ.ศ.2553-2555) และใช้วิธีการสอนแบบ Bottom-Up approach เป็นเวลา 4 ปี (ปี พ.ศ.2562 จนถึงปัจจุบัน) ผู้เขียนพบว่าการสอนวิชาเครื่อข่ายคอมพิวเตอร์โดยใช้แนวทาง Bottom-Up approach เมามะสมสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม และเชื่อว่าแนวทาง Bottom-Up approach เมามะสำหรับผู้เรียนหลักสูตร วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ที่เปิดสอนในมหาวิทยาลัยอื่นเช่นเดียวกัน

1.1 การเรียนรู้ชั้นอนุดมศึกษา

กล่าวถึงการพัฒนาการเรียนรู้ชั้นอนุดมศึกษา การมีปัญหาด้านการเรียนการสอนให้แก่ไขถือเป็นสัญญาณบอกถึงความยังคงปรับปรุงให้ก้าวหน้าได้ ปัญหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนเป็นปัญหาที่เกิดควบคู่กับการจัดการเรียนการสอนตลอดมาและยังคงต้องการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตามยุคสมัย อาทิเช่น การปฏิรูปการศึกษาของประเทศไทยได้กำหนดกรอบมาตรฐานการศึกษาของชาติ โดยกำหนดกรอบมาตรฐานคุณวุฒิการศึกษาระดับอุดมศึกษาสำหรับมหาวิทยาลัยที่จัดการเรียนการสอนระดับอุดมศึกษา(มคอ.) กรอบมาตรฐานคุณวุฒิเป็นวิธีหนึ่งที่มีเพื่อใช้ควบคุมมาตรฐานการศึกษา ส่งผลให้เกิดการจัดการเรียนการสอนใหม่ มีการศึกษาของลินดา เกณฑ์มา และคณะ ([๒๕๕๔](#)) ได้ศึกษาปัญหาแบบเจาะจงของการจัดการเรียนการสอนวิชาศึกษาทั่วไปตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติในมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ด้านปัญหาอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอนวิชาศึกษาทั่วไปที่พบแบ่งเป็นปัญหาด้านการจัดการเรียนสอน และ ปัญหาด้านมาตรฐานผลการเรียนรู้ ปัญหาที่เกิดกับการจัดการเรียนการสอนสรุปได้ดังนี้ ผู้สอนไม่สามารถควบคุมชั้น

เรียนได้ ด้านเนื้อหาการสอนเป็นหน่วยหรือโมดูลทำให้เนื้อหาไม่เชื่อมต่อกัน ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน จำนวนผู้เรียนมากเกินดูแลไม่ทั่วถึง ขาดความร่วมมือจากผู้เรียน ด้านสื่อการสอน อุปกรณ์เสื่อม เป็นต้น และ ปัญหาด้านมาตรฐานผลการเรียนรู้การวัดผลตาม มคอ.จำแนกมาตรฐานผลการเรียนรู้เป็น 6 ด้าน ประกอบด้วย ด้านคุณธรรมจริยธรรม ด้านความรู้ ด้านทักษะทางปัญญา ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและ ความรับผิดชอบ ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลขการสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และ ด้านอัตลักษณ์บัณฑิต จากการศึกษาพบว่าผู้สอนมีอุปสรรคในด้านการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนที่สามารถ วัดผลคุณสมบัติทั้ง 6 ด้านเชิงพฤติกรรมให้เป็นรูปธรรมได้ยาก ทางด้านผู้เรียนมีความเห็นว่าผลการเรียนรู้บาง ประเด็นอาจบรรลุได้ยากและวัดผลได้ยาก

สำหรับตัวอย่างการจัดการเรียนการสอนแบบนอกเหนือจากกล่าวมาข้างต้น มีการกล่าวถึงบางส่วนใน งานเขียนของ [ไฟทูร์ย์ สินลารัตน์ \(๒๕๖๒\)](#) ไว้ว่า การอุดมศึกษาเป็นการจัดการศึกษาสำหรับผู้เรียนที่เริ่มจะเป็น ผู้ใหญ่ อาจจะเริ่มตั้งแต่อายุ 17-18 ปีขึ้นไป ซึ่งเป็นวัยที่มีความสนใจ มีกิจกรรม และมีขอบเขตของความรับผิดชอบ กว้างขวาง ครอบคลุมกิจกรรมของสถาบันอุดมศึกษาทั้งหมด “ถ้าจะให้สถาบันอุดมศึกษาเป็นสถาบันเพื่อ การอุดมศึกษาอันแท้จริงแล้วจะต้องมีอิสระทางวิชาการ มีเสรีภาพในการศึกษา ค้นหาความรู้ และมีความเป็น ประชาธิปไตยสูง” ([ไฟทูร์ย์ สินลารัตน์, ๒๕๖๒, หน้า ๔](#)) หลักการนี้พับในวัฒนธรรมฝั่งตะวันตกและตะวันออก ไม่ต่างกัน อย่างไรก็ตามขอบเขตเสรีภาพทางวิชาการยังต้องการการอธิบายส่วนที่เกี่ยวโยงกับหลักทางศาสนา อิสรภาพทางวิชาการยังคงมีกรอบกำกับไม่มีอาเลี่ยงได้ เช่น ไม่ไปละเมิดสิทธิขั้นพื้นฐานของมนุษย์

การจัดการศึกษาควรเปลี่ยนแปลงสอดคล้องกับความเปลี่ยนแปลงสังคม หากย้อนอดีต ไปช่วงศตวรรษที่ 7-8 แนวทางจัดการเรียนการสอนฝั่งตะวันตก มีช่วงที่ศาสนามีอิทธิพลต่อสังคมและวงการศึกษามาก ขึ้น สถาบันการศึกษาถูกจำกัดเสรีภาพในการศึกษาไปด้วย การศึกษาช่วงนั้นกลยุทธ์เป็นเรื่องของการยอมรับ ความเชื่อและทำความเข้าใจเนื้อหาเหตุผลทางศาสนา แต่เมื่ออิทธิพลของศาสนาลดลง ในยุโรปประมาณคริสต์ศตวรรษที่ 11 ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการสอนระดับอุดมศึกษาในเรื่องเน้นการใช้ความคิดเหตุผลและ ความดีในตัว อุปสรรคที่เกิดกับการจัดการเรียนการสอนเนื่องจากการกำหนดตามกรอบมาตรฐานมีอุปสรรค เช่นกันอาทิเช่น ขาดผู้สอนที่มีทักษะความรู้รอบด้าน

“การศึกษา” และ “การเรียนรู้” มีความหมายอย่างไร เป็นคำนามนำที่ดีก่อนคำนาม ควรจัดการศึกษา อย่างไร มีการศึกษาของ [สมาน อัศวภูมิ \(๒๕๖๐\)](#) ได้อภิปรายทั้งสองคำโดยตั้งข้อสังเกตไว้ว่า แม้การศึกษาและการเรียนรู้เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกัน แต่ไม่ใช่สิ่งเดียวกัน ซึ่งนิยามการศึกษาไว้ว่า “เป็นกระบวนการที่อำนวยความสะดวกต่อการเรียนรู้ของบุคคลซึ่งจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงความรู้ ทักษะ และ/หรือคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ของตน และ/หรือของสังคม” และได้นิยามการเรียนรู้ไว้ว่า “เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายใต้ตัวบุคคล ในการปฏิสัมพันธ์และตอบสนองต่อสถานการณ์ที่บุคคลเผชิญโดยการเชื่อมโยงกับประสบการณ์ การวิเคราะห์และการตัดสินใจของตนเองอันจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ค่อยข้างทราบของบุคคลดังกล่าว” ผู้เขียนจึงสรุป ได้ว่าการศึกษาเป็นส่วนของผู้จัดการศึกษาเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียน ขณะที่การเรียนรู้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นภายใต้ตัวบุคคลและเป็นหน้าที่ส่วนบุคคลของผู้เรียนที่จะเลือกปฏิบัติตามความประสงค์ของผู้เรียน เป้าหมาย ของการศึกษาจึงมีขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกการเรียนรู้แก่ผู้เรียน และการเรียนรู้สัมฤทธิ์ผลหรือไม่ย่อมต้องเป็นความ ร่วมมือกันทั้งผู้จัดการศึกษาและตัวผู้เรียน จัดการศึกษาอย่างไรให้ผู้เรียนเกิดความสนใจเรียนรู้ จึงเป็นสิ่งท้าทาย สำหรับผู้จัดการศึกษาเสมอมา

ผู้จัดการศึกษาในที่นี้ได้แก่ มหาวิทยาลัยมีหน้าที่รับผิดชอบการจัดการศึกษา เพื่อช่วยให้บุคคลเกิดกระบวนการเรียนรู้ขึ้นภายในตัวบุคคลนั้น ผลสัมฤทธิ์ของการเรียนเกิดจากการประสานร่วมกันระหว่างการศึกษา กับกระบวนการที่เกิดภายในตัวผู้เรียนเป็นสำคัญ อย่างไรก็ตามกระบวนการที่เกิดภายในตัวผู้เรียนเป็นสิ่งที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ด้วยตนเอง การจัดการเรียนสอนเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ที่จะช่วยกระตุนให้เกิดการเรียนรู้สำหรับตัวผู้เรียนได้สะดวก หน้าที่การถ่ายทอดความรู้อย่างเป็นระบบ มีลำดับในการนำเสนอ จะช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้เหมาะสมกับความรู้พื้นฐานในแต่ละช่วงความรู้และวัย จนเกิดการสร้างองค์ความรู้ ใหม่เพื่อแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนมากขึ้นไปได้

1.2 สภาพปัจจุบที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน

นอกจากปัจจุบที่พบร่วมกับในวิชาเบลี่ยนระดับอุดมศึกษาทั่วไปแล้ว วิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์มีรูปแบบการสอนเฉพาะที่อาจเป็นอุปสรรคต่อผู้เรียนจากประสบการณ์ที่แตกต่างกัน ผู้เรียนพบอุปสรรคในการเรียนวิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ทั้งจากประสบการณ์ตรงในฐานะผู้เรียนเคยเป็นผู้เรียนขณะเรียนระดับปริญญาตรี และในฐานะผู้เรียนได้เป็นผู้สอน พบปัจจุหา 2 ประการจากการสอนที่ผ่านมา 1) การใช้มุมมองเกี่ยวกับข้อมูลในรูปแบบที่จับต้องได้ และจับต้องไม่ได้เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน 2) ลำดับการถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ผู้เรียน

การถ่ายทอดมุมมองข้อมูลทางเครือข่ายแก่ผู้เรียนวิศวกรรมศาสตร์จะทำให้เกิดอุปสรรคต่อการรับรู้ได้ เมื่อเริ่มต้นจากระดับชั้นแอปพลิเคชัน ซึ่งเป็นการเริ่มต้นจากแนวคิดแนวคิดเชิงนามธรรม ซึ่งกว่าที่ผู้เรียนจะได้รับรู้ถึงจุดร่วมกับแนวคิดนามธรรม(จับต้องได้) เชิงสัญญาณทางไฟฟ้าเป็นช่วงท้ายของการเรียน ซึ่งผู้เรียนอาจต้องต้องเก็บความสนใจเป็นระยะเวลานาน

การถ่ายทอดองค์ความรู้ไม่ต่อเนื่อง ส่งผลต่อการรับรู้ของผู้เรียนโดยชัดเจนซึ่ง วิธีเรียงลำดับการถ่ายทอดองค์ความรู้เป็นพื้นฐานตามปกติ แต่การถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์อย่างเป็นลำดับมีความนิยมอยู่แนวทาง 2 แนวทางตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น โดยเลือกวิธี Bottom-Up approach ของลำดับการอ้างอิงโพร์โทคอลทางเครือข่าย

บทที่ 2

หลักการและเหตุผล

2.1 ปรัชญาของหลักสูตร

ผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญในสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สามารถพัฒนาวัตกรรมด้านซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ สามารถต่อยอดความรู้ รวมถึงมีคุณธรรมและจรรยาบรรณในวิชาชีพ

2.2 การปรับปรุงวิธีการสอน

วิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์เป็นวิชาที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับ การทำให้ข้อมูลสามารถเดินทางจากต้นทางไปถึงปลายทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสิ่งที่นำไปสู่ความสำเร็จในการส่งข้อมูลจากต้นทางถึงปลายทางซึ่งเกี่ยวข้องกับ เทคโนโลยีหลายขั้นตอน เพื่อให้เกิดความเข้าใจโดยง่าย หน่วยงานด้านมาตรฐาน International Organization for Standardization (ISO) ได้แบ่งส่วนประกอบที่ทำให้เกิดการสื่อสารผ่านระบบคอมพิวเตอร์ไว้เป็น 7 กระบวนการ มีชื่อเรียกว่า OSI 7-Layers ถือเป็นพิมพ์เขียวสำหรับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งองค์ความรู้ทาง เครือข่ายคอมพิวเตอร์สำหรับการถ่ายทอดแก้ผู้เรียน จึงแบ่งเนื้อหาสำหรับการเรียนรู้ เป็นไปตามรูปแบบ OSI 7-Layers มีเนื้อหารอบคลุมระยะเวลาเรียนทั้งหมด 16 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง วิธีการถ่ายทอดวิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์มีแนวทางที่ได้รับความนิยมแบ่งเป็น 2 แนวทางได้แก่ Top-Down approach และ Bottom-Up approach ผู้เขียนได้ศึกษาวิธีการถ่ายทอดองค์ความรู้ทั้งสองแนวทางและได้ข้อสรุปว่าแนวทาง Bottom-Up approach เป็นวิธีที่สามารถถ่ายทอดองค์ความรู้สู่นักศึกษาสาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์มหาวิทยาลัยครพนม ได้เป็นอย่างดีดังกล่าวถัดไปในบทที่ 5

การสอนวิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของผู้เขียนใช้วิธีบรรยายในชั้นเป็นเวลา 3 ชั่วโมงต่อวันต่อสัปดาห์ และมีงานมอบหมายให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเอง เช่นเดียวกับวิธีสอนที่ใช้ในหลักสูตรทั่วไปเช่นมาเป็นระยะเวลา ยาวนาน ถึงแม้มีบางมหาวิทยาลัยในต่างประเทศเริ่มปรับเปลี่ยนจำนวนชั่วโมงสอนเป็นการเรียน 2 ครั้งต่อสัปดาห์โดยลดชั่วโมงเรียนเป็นครั้งละ 1.5 ชั่วโมง ที่คณบัญชีอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอนรูปแบบดังกล่าว ผู้เขียนเลือกปรับเปลี่ยนวิธีการนำเสนอองค์ความรู้โดยการจัดลำดับการนำเสนอเป็นการถ่ายทอดจาก องค์ความรู้ทั้งหมด ผู้เขียนได้เห็นถึงความสำคัญของวิชา

ผู้เขียนประยุกต์วิธีนำเสนอและปรับเนื้อหาในการดึงดูความสนใจผู้เรียน โดยปรับเนื้อหาให้มีความทันสมัย นำเสนอถึงความสำคัญของความรู้นี้ไปประกอบอาชีพได้ องค์ความรู้ที่มีสามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับ การเรียนรู้ในอนาคตได้ โดยผู้เขียนเลือกใช้เครื่องมือบรรยายทันสมัย เช่น ตัวชี้เลเซอร์ ภาพเคลื่อนไหว เนื้อหาทันสมัย เนื้อหาประกอบมีความทันสมัย และนำการใช้ซอฟต์แวร์ช่วยเหลือด้านการเรียน เช่น Python , Colab และ NS3 เท่านั้น

บทที่ 3

ข้อมูลหลักสูตร

รายละเอียดหลักสูตรได้พัฒนาตามมาตรฐานคุณวุฒิอุดมศึกษา ๒๕๕๘ ปรากฏในเอกสารหลักฐาน “หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาบริการคอมพิวเตอร์ (หลักสูตรใหม่ พ.ศ. ๒๕๕๘)” ([ทรงฤทธิ์ กิติศรีวรพันธุ์, ๒๕๖๒](#), หน้า ๗-๑๒)

3.1 รายละเอียดรายวิชา

จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตรมีจำนวนไม่น้อยกว่า 144 หน่วยกิต เป็นหมวดวิชาศึกษาทั่วไปจำนวน 33 หน่วยกิต หมวดวิชาเฉพาะ 105 หน่วยกิตและหมวดวิชาเสริมจำนวน 6 หน่วยกิต คำอธิบายแต่ละรายวิชา มีรายละเอียดปรากฏในเอกสารหลักฐาน “หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาบริการคอมพิวเตอร์ (หลักสูตรใหม่ พ.ศ. ๒๕๕๘)” ([ทรงฤทธิ์ กิติศรีวรพันธุ์, ๒๕๖๒](#), หน้า ๗๑-๑๐๔)

3.2 องค์ความรู้

วิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์มีองค์ความรู้ดังนี้

ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เบื้องต้น แบบจำลองโอลีโอ ชั้นโปรแกรมประยุกต์ เอชทีพี เอสเอ็มทีพี ดีอี็นเอส ชั้นขนส่ง ทีซีพี ยูดีพี ชั้นเครือข่าย ไอพีรุ่น๔ ไอพีรุ่น๖ เน็ตมาส มาส ชั้นตอนวิธีเลือกเส้นทาง เลือกเส้นทางที่สั้นที่สุด เลือกเส้นทางแบบระยะทางเด็กเตอร์ การค้นหาเส้นทางแบบบอร์ดคาสและมัลติคาส ชั้นการเชื่อมต่อ การส่งข้อมูลแบบวงจร การส่งข้อมูลแบบแพคเกจ อีเทอร์เน็ต แลนไร์สาย เครือข่ายไร์สายประเภทประ helyd พลังงาน การตรวจสอบความผิดพลาด ซีอาร์ซี ชั้นกายภาพ การออกแบบเครือข่าย

Introduction to computer networks; OSI model; application layer; HTTP; SMTP; DNS; transport layer; TCP; UDP; network layer; internet protocol v4; internet protocol v6; netmasks; routing algorithms; shortest path routing; distance vector routing; broadcast and multicast routings; link layer; circuit-switched; packet-switched networks; ethernet; wireless LAN; low-power wide-area network; error checking; CRC; physical layer; network design

ในการกำหนดเนื้อหาการสอนได้อ้างอิงจากคำอธิบายรายวิชา โดยคำอธิบายองค์ความรู้ทั้งหมดที่ใช้ในการสอนได้เรียบเรียงไว้ในเอกสารประกอบการสอน ปรากฏในเอกสารหลักฐาน “เอกสารประกอบการสอนรายวิชา ๓๑๑๐๓๑๑๔ เครือข่ายคอมพิวเตอร์” ([ทรงฤทธิ์ กิติศรีวรพันธุ์, ๒๕๖๒](#))

บทที่ 4

กระบวนการในการนำไปใช้กับผู้เรียนในสถานการณ์จริง

4.1 การออกแบบการเรียนการสอน

สำหรับวิชาเครื่องข่าย ใช้วิธีสร้างแรงจูงใจแก่ผู้เรียนโดยการนำเสนอวิชาชีพที่เกี่ยวข้องกับเครื่องข่ายคอมพิวเตอร์ โดยแบ่งตามประสบการณ์การทำงาน ตั้งแต่เริ่มสำเร็จการศึกษาไปจนถึงอาชีพที่ใช้สิ่งความรู้เครื่องข่ายคอมพิวเตอร์ตลอดอาชีพการทำงาน และได้กล่าวถึงลักษณะพึงประสงค์ของผู้ที่สนใจ ประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับเครื่องข่ายคอมพิวเตอร์รวมถึงในรับรองด้านวิชาชีพในระดับสากลที่เกี่ยวข้อง

หลังจาก ผู้เรียนได้เห็นถึงประโยชน์ของการประกอบวิชาชีพทางด้านเครื่องข่ายคอมพิวเตอร์ในลำดับต่อไปจะกล่าวถึงองค์ประกอบที่ทำให้เกิดเทคโนโลยีเครื่องข่ายคอมพิวเตอร์โดยเริ่มต้นจากจุดกำเนิดของคุณสมบัติทางพิสิกส์ของสัญญาณไฟฟ้าซึ่งเป็นความรู้ที่นักศึกษาทางวิศวกรรมศาสตร์พบในการเรียนในชั้นปีที่หนึ่ง เมื่อนักศึกษาเรียนวิชาเครื่องข่ายคอมพิวเตอร์ในชั้นปีที่สองหรือสาม จะมีความเข้าใจในหลักการพื้นฐานของกระแสไฟฟ้ามาแล้ว แต่ยังไม่มีองค์ความรู้ด้านการประยุกต์คุณสมบัติไฟฟ้าให้สามารถสื่อสารได้ บทที่หนึ่งจึงกล่าวถึงการแปลงสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นรูปแบบของสัญญาณ แอนะล็อก(analog) และอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสัญญาณไฟฟ้าซึ่งเป็นรูปแบบแอนะล็อกและสัญญาณแอนะล็อก ต่อมาจึงนำเสนอกระบวนการส่งผ่านข้อมูลของสัญญาณ ดิจิทัล(digital) จากต้นทางไปจนถึงปลายทางซึ่งเป็นแนวคิดพื้นฐานของการแปลงสัญญาณ ด้านการสื่อสารทางไฟฟ้า ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ถึงเทคนิควิธีการแปลงสัญญาณทางไฟฟ้าไปจนถึงการเปลี่ยนดิจิทัล ผ่านแนวคิดการมอดูลเชชัน(modulation)ซึ่งเป็นพื้นฐานทางการแปลงสัญญาณที่นำไปสู่การส่งข้อมูลทางคอมพิวเตอร์ได้

ลำดับต่อมา เมื่อผู้เรียนได้รู้จักข้อมูลในรูปแบบดิจิทัลและทราบว่าการเดินทางของข้อมูลดิจิทัลนั้น เดินทางจากต้นทางไปจนถึงปลายทางจากการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าและการนำรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงนั้นมาแปลผลเป็นข้อมูลเริ่มกว่าข้อมูลดิจิทัลนั้นจะถูกนำไปแปลงเป็นกรุ๊ปกรุ๊ปของข้อมูลเรียกว่า เฟรม(frame) รูปแบบการทำงานของเฟรม นั้นได้อธิบายใน ขั้นด้าต้าลิงค์

ขั้นด้าต้าลิงค์ออกแบบเพื่อสื่อสารกันโดยตรงทำให้มีข้อจำกัดหลายประการ ในการนำเสนอองค์ความรู้จึงกล่าวถึงข้อจำกัดของการสื่อสารกันโดยตรง และมีการพัฒนาให้เกิดการสื่อสารแบบฝากรส่ง ซึ่งกำหนดในโทรศัพท์เคลื่อนที่เครื่องข่าย การอธิบายการทำงานขั้นเครื่องข่ายมีส่วนสำคัญในการออกแบบเครื่องข่ายคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนจึงใช้เวลาในการบรรยายเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

ลำดับต่อมาบรรยายถึงรูปแบบการส่งข้อมูล ซึ่งรูปแบบที่ใช้กับเครื่องข่ายอินเทอร์เน็ตมีสองรูปแบบ ได้แก่ ยูดีพี และ ทีซีพี การบรรยายในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงประโยชน์ที่แตกต่างกันของทั้งสองโทรศัพท์เคลื่อนที่ รูปแบบการจัดเรียง แพ็คเก็ต(packet) และกระบวนการสื่อสารทั้งสองรูปแบบ

ลำดับต่อมาว่าถึงรูปแบบข้อมูลที่ใช้สื่อสารเรียกว่าชั้นพรีเซนเทชัน ภาระถึงการจัดเตรียมรูปแบบข้อมูลให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น ข้อมูลมีการแปลงรหัสตัวอักษร การแปลงภาพ ลักษณะภาพเคลื่อนไหว และข้อมูลและวิธีการบีบอัดข้อมูล

ชั้นสุดท้ายกล่าวถึงชั้นแอปพลิเคชัน เป็นส่วนที่ผู้ใช้งานทั่วไปคุ้นเคยมากที่สุด การอธิบายชั้นแอปพลิเคชันแบ่งแอปพลิเคชันเป็น 2 กลุ่มได้แก่ แอปพลิชันสำหรับระบบ และแอปพลิเคชันสำหรับผู้ใช้ แอปพลิชันสำหรับระบบเป็นซอฟต์แวร์ช่วยเหลือให้ผู้ใช้ทำงานสะดวกขึ้น โดยผู้ใช้งานทั่วไปไม่ได้ใช้โดยตรงแต่ผู้ดูแลระบบอาจจะใช้สำหรับตรวจสอบการทำงานเครื่อข่าย สำหรับแอปพลิเคชันสำหรับผู้ใช้เป็นซอฟต์แวร์ทั่วไปที่สามารถใช้ประโยชน์จากการสื่อสารผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์

ในการบรรยายใช้สไลด์แสดงในหัวข้อต่อไป ร่วมกับเอกสารประกอบการสอนพบในเอกสารหลักฐานเอกสารประกอบการสอน (ทรงฤทธิ์ กิติศรีวรพันธุ์, ๒๕๖๒)

4.2 แผนการสอน

ใช้วิธีการนำเสนอภาพบรรยายด้วยการใช้แผนภาพบรรยาย(สไลด์) และได้จัดทำเว็บไซต์¹ สำหรับบันทึกสไลด์เพื่อให้นักศึกษาสามารถทบทวนได้ในภายหลัง รายละเอียดแผนการสอนอธิบายในหัวข้อที่ 4.3

4.3 รายละเอียดของรายวิชา (มคอ. 03)

รายละเอียดวิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เป็นไปตาม “เอกสารหลักฐาน มคอ.03” (ทรงฤทธิ์ กิติศรีวรพันธุ์, ๒๕๖๒)

หัวข้อต่อไปแสดงถึงสไลด์ที่ใช้สำหรับบรรยายแต่ละสัปดาห์ ภาพที่ปรากฏภายในสไลด์นี้ส่วนใหญ่ เป็นภาพที่ผู้เขียนคัดเลือกมาจากตารางที่ใช้อ้างอิงในการสอน รวมถึงคัดเลือกข้อมูลที่พบจากอินเตอร์เน็ต ผู้เขียนได้คัดเลือกรูปภาพโดยคำนึงถึงการไม่ละเมิดสิทธิทางปัญญาเป็นสำคัญโดยเลือกเฉพาะภาพที่มีสัญญาอนุญาตไว้ชัดเจน หลังจากนั้นจึงคัดเลือกภาพที่สื่อให้ผู้เรียนเข้าใจองค์ความรู้ที่ผู้เขียนต้องการถ่ายทอด

4.4 การสอนสัปดาห์ที่ 1

สำหรับสัปดาห์แรกจะแบ่งออกเป็นสามส่วนได้แก่ 1) การอธิบายรูปแบบวิธีการเรียนของวิชาการวัดผลและเนื้อหาที่นักศึกษาจะได้เรียนตลอดTEM 2) เส้นทางการประกอบวิชาชีพที่เกี่ยวข้องกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และ 3) วิวัฒนาการการสื่อสารของมนุษย์นับแต่อดีตมาจนถึงปัจจุบัน มีสไลด์ดังรูปที่ 4.1

สัปดาห์แรกนี้ผู้เขียนมีสมมติฐานว่าผู้เรียนไม่รู้จักเครือข่ายคอมพิวเตอร์มาก่อน จะบรรยายถึงความสำคัญของการเรียนวิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์โดยเริ่มต้นจากเส้นทางการประกอบวิชาชีพที่ใช้ความรู้จากการเรียนวิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์และข้อมูลที่เกี่ยวข้องด้านวิชาชีพเช่นใบประกาศนียก证

¹เว็บไซต์ <https://git.npu.world/lecture-cpe/314>



Nakhon Phanom University

ແນ່ນໍາ

ວິຊາເຄື່ອງບ້າຍຄອນພົວເຕັກ

ສໍາເຮັນບັກຄັກທີ່ບໍ່ມີ 3 ສານວິຊາວິຊາກະຮຽນຄອນພົວເຕັກ

ກອງຖານທີ່ກົດເກີດວິຊີ້
Email : songrat@npu.ac.th
ສານວິຊາວິຊາກະຮຽນຄອນພົວເຕັກ
ຄະນະວິຊາກະຮຽນຄະນະພົວເຕັກ
ນາງວິໄລຍະອົບກຣັບປັບປຸງ

Revised 2021-06-24

Outline

- ແນ່ນໍາໄລຍະວິຊາ ແລະບັດຕົກລົງ
- ເນື້ອຫາກາຮົາຮົບ
- ເລັກກາງສາຍອັບພົວກວດເຄື່ອງບ້າຍ
- ວິວດນາກາຮົາກາຮົາສື່ອສາງໄລກ

ແນະໜໍາໄຍວົງຈາແລະຂ້ອຕກລງ	Syllabus
<ul style="list-style-type: none">▪ຜູ້ສ່ວນ : ກຽມຖານີ້ ກົດຄຣິວພັນຊີ▪ກຳອັນປັກ : ENI 503▪ອື່ນເມັດ : songrit @ npu.ac.th▪Class : ຈັນທີ 9-12ວ.	<ul style="list-style-type: none">▪ວິຊາກ່າວນເຮັດວຽບ: 31103310 Data Structures and Algorithms▪Textbook:<ul style="list-style-type: none">▪Larry L. Peterson and Bruce Davie. Computer Networks: A Systems Approach.▪ເວັບໄຊຕີ:<ul style="list-style-type: none">▪ເວັບໄຊມັນ : https://www.facebook.com/groups/70865529695221/▪ສັບສົນ : https://git.npu.world/Lecture-CPE/314▪ມາຮັບປຸນ : https://elab.npu.world

เนื้อหา

- Grading: Two options
 - 1: Attend-**10%**, HW-20%, Project-20%, Exam-20%, 30%
 - 2: HWs- 20%, Project-20%, Exams - 20%, **40%**,
- HWs: ให้การบ้านเว็บไซต์, ส่งภาษาไทย**คุณรักสีป่าฯเดียว กัน** (เริ่ม 27 มีนา)
 - เมื่อได้คะแนนให้รีบเข้ามายังหน้าที่ก้ามบัน
 - ส่องไฟฟ้าหัวใจ อัจฉริยะคอมพิวเตอร์
 - กดแบบวันนี้ก้ามบันนี่ของห้องเรียน
 - คอมบันนี่ไม่ก้ามบัน จะได้เกรด I (Incomplete)
- Exams:
 - กลางภาค ~ สค. 2565
 - ปลายภาค ~ ตศ. 2565

Networks programming

- บันทึกเดา
 - พัฒนาซอฟต์แวร์ (C หรือ Python) งานเดียวกับเครื่องมือเก็บข้อมูลที่เราใช้ตอนเดินทาง
- ยังไงอีกสอง ก่อนสอบบทภาษาไทย (ภาษาใน สค)
 - สร้างกรอบประเมิน
 - <https://gitops.world>
 - ขอไปรับ networks-programming
 - อ่านข้อมูลในไฟล์ README.md (รูปแบบ Markdown)
- วันส่งงาน
 - สำหรับ Powerpoint/Keynote ใบบันทึก 5 แผ่น
 - นำเสนอร้องขอผู้ตัดสิน
 - นำเสนองานเชิงออกแบบ

(ก) แนะนำวิชาเครื่องที่อยู่คู่กับพิวเตอร์

 Nakhon Phanom University

ເສັ້ນກາງຈາໜີພ ວົຄວກຮເຄຣອ່າຍ ຄອນພິວເຕອර

31110314 Computer Networks
ສໍາເຫຼັບນັກສຶກທາຂັ້ນປັກ 3 ສານວິຊາວົຄວກຮນຄອນພິວເຕອර

Outline

- ເສັ້ນກາງປະກອບອາຊີພດ້າບເຄຣອ່າຍຄອນພິວເຕອර
- ປັບປອງທີ່ເກີ່ມວັນດູ



NEXT
NETWORK
ENGINEER

Revised 2021-06-24

<https://www.fieldengineer.com/tools/what-is-a-network-engineer>

หัวข้อ : วิศวกรเครือข่ายจบใหม่	เรียนมีประสบการณ์ : 2-10ปี
<ul style="list-style-type: none">▪ Network Support Technician<ul style="list-style-type: none">▫ ติดตั้งซอฟต์แวร์▫ ดูแลคอมพิวเตอร์สำหรับบ้าน▫ แก้ไขภัยคุกคามเครือข่าย ระบบคอมพิวเตอร์ ระบบเครือข่าย▫ ออกแบบและจัดตั้งระบบเครือข่าย▪ Network System Administrator/Engineer<ul style="list-style-type: none">▫ ออกแบบ บริหาร จัดการเครือข่าย WAN/LAN/WLAN▫ วิเคราะห์ เทคนิค ปรับปรุงประสิทธิภาพเครือข่าย▫ ออกแบบ และ รับผิดชอบดูแลอุปกรณ์▫ Certification path : CCNA (Cisco Certified Network Associate)<ul style="list-style-type: none">▫ CCNP (Cisco Certified Network Professional)▫ CCIE (Cisco Certified Internetwork Expert)	<ul style="list-style-type: none">▪ Senior Network Engineer<ul style="list-style-type: none">▫ Network devices and software routing protocols▫ ระบบ MPLS , VPN, Fiber optical▫ ความรู้ภาษาไทย▫ Cloud, Collaboration , CyberOps, Security▫ บี Soft skill (ทักษะการสื่อสาร)▫ การนำเสนอ▪ Certification path : CCNP → CCIE

Cisco certificate	
<h3>Migrating Paths</h3>	
All Certified Individuals	Your current certification is valid until it expires
Specialists	You'll receive the new Cisco Certified Specialist badges
CCNAs	You'll receive the new CCNA & any relevant training badges
CCNPs	You'll receive the new CCNP equivalent & the relevant Specialist certifications
CCIEs	You'll receive the new CCIE equivalent if your track has changed

(b) เส้นทางอาชีพด้านเครื่องข่ายคอมพิวเตอร์

Lecture plan

- 1.1 แนะนำ account คอมวิคแวร์นมาสต์
- 1.2 โปรแกรม E-lab
- 1.3 โปรแกรม shell

แบบเขียนเอกสารคณิตฯ

- ต้องยื่นและคาดคะగ်
 - บ611234567890
- นักศึกษาต้องมีบัญชีเป็นของตนเอง
 - ใช้ติดต่อเครื่องแม่ข่าย และ บริการซอฟต์แวร์ภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์
 - เป็นเอกสารคานิจัยอิเล็กทรอนิกส์จาก reg.npu.ac.th และ email มหาวิทยาลัย

elab.npu.world

- ระบบส่งงานออนไลน์
- สามารถตรวจสอบข้อความได้ในบันทึก
- ฝึกหัดงานได้แบบภาคผนวก
 - ถ้ามีนักศึกษาสำเร็จการศึกษาไปแล้ว
 - ซึ่งจะกลับมาบนหน้าจอของตนเองผ่านเว็บไซต์

ssh.npu.world

- เครื่องคอมพิวเตอร์จะให้ระบบปฏิบัติการลิบุกซ์
 - Shell
 - ซอฟต์แวร์พลังงานสำหรับใช้เรียนวิชา
 - Cyber security

git.npu.world

- ระบบจัดเก็บไฟล์แบบ GIT
- GIT จะให้กระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์
- มีรูปแบบเป็นลากคลิก
 - github.com
 - gitlab.com
 - bitbucket.com



วิจัยการเครือข่าย คอมพิวเตอร์

31110316 Computer Networks
สำหรับนักศึกษาปีที่ 3 สาขาวิชาคอมพิวเตอร์

รองศาสตราจารย์พิเศษ
Email : songrit@nu.ac.th
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัยมหิดล

Revised 2021-06-24

Outline

- พัฒนาการสื่อสารของมนุษย์
- โทรศัพท์: มือถือและคอมพิวเตอร์
- ที่เก่าที่ว่า “โทรศัพท์”
- วิจัยการผลิตของระบบโทรศัพท์
- จดหมายเหตุ(จัดทำบนหน้าจอ)

พัฒนาการสื่อสารของมนุษย์

- ช่วงแรก คือสื่อที่มนุษย์ต้องการสื่อสารกับผู้อื่นอย่างใกล้ชิด
- ในอดีต
 - ภารต์สามารถทำได้ด้วย “ผู้นำสาร” นำเข้ามาด้วยการเดินเท้าหรือแพะห่าน: ถ้าทางบก หรือ ทางน้ำ
 - จุลทรรศน์ แนะนำว่า “สื่อ” ธรรมชาติ เช่น สัญญาณไฟ คริบ หรือ สัญญาณเสียง

ตารางเบรียบเกี่ยวกับการสื่อสารในอดีต

ชื่อสื่อ	ชื่อตอน
การสื่อสารโดยผู้นำสาร (Messenger / Courier)	สมาร์ทโฟน (ความเร็วสูงมาก) ระบบทางของกรุง “สื่อ” ที่มีอยู่กัน ความสามารถของสื่อ และระบบ ถนนทางรวมกัน
	เวลาที่ใช้ในการส่งไป慢慢 ลากลากหัวใจอยู่นาน

นวัตกรรม สื่อ ธรรมชาติ

- “สื่อ” ธรรมชาติที่มนุษย์ก่อนโทรศัพท์มีข้อจำกัด
- เช่น
 - สัญญาณไฟ ได้จัดเพาเวอร์กลางคืน
 - สัญญาณวิบ เชิง ที่บันดาลใจ



www.mahidol.edu.ac.th

(d) วิจัยการสื่อสารเครือข่ายคอมพิวเตอร์

ยุคหนึ่งระบบโทรศัพท์

- ผ่านส่งกระดาษไปครั้งต่อครั้ง
- วิธีสื่อสารมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว
- บนพื้นฐานการสื่อสารเชิงแสง
- น้ำการคิดค้นขยายระยะทางสื่อสารด้วยการสร้าง ประกายการ (Beacon)

The Return of the King

Warning beacons of Gondor



Outline

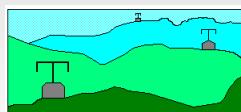
- พัฒนาการการสื่อสารของมนุษย์
- โทรศัพท์: นิยามและความหมาย
- ก้าวสำคัญ: “โทรศัพท์”
- วิวัฒนาการหลักของระบบโทรศัพท์
- พัฒนาเทคโนโลยีไป
- ความหมายเหตุ(ล้ำด้วยเหตุการณ์สำคัญ)

โทรศัพท์: นิยามและความหมาย

- คำศัพท์
 - เสาส่งสัญญาณ
 - เสาส่งสัญญาณ (Semaphore)
 - โทรศัพท์: โทรเลขเชิงแสง (Optical Telephony)
 - สมາพโทรศัพท์: ระบบโทรศัพท์ที่ดำเนินการโดยอิเล็กทรอนิกส์ (ITU)

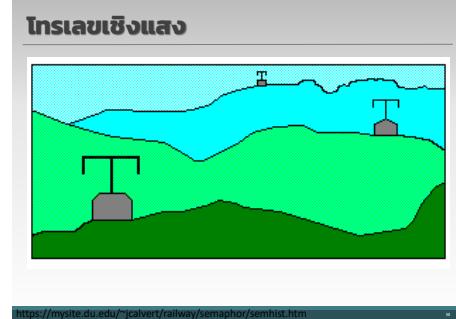
เสาส่งสัญญาณ (Semaphore)

- เสาส่งสัญญาณ
- โทรศัพท์: โทรเลขเชิงแสง (Optical Telephony)



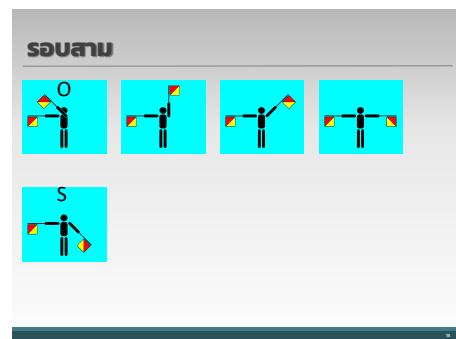
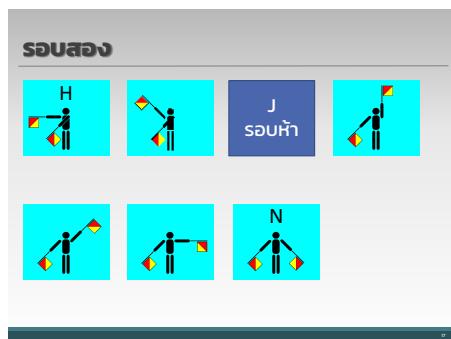
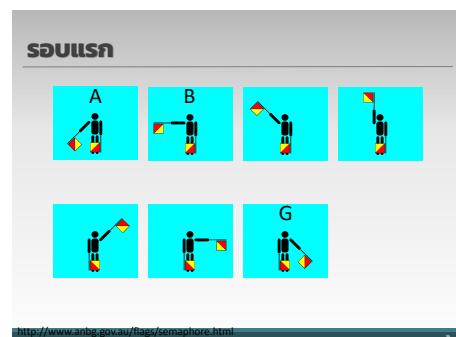
ໄຕເລບເຈັງແສງ

- ເຄື່ອງນີ້ສ່ວນສາກົນບຸ່ຍໍຍລ້າງ
- ຮັບໃກຣຄນະການ ປະເທດແຮກຂອງໄກ
- ເປັນຮະບບນັ້ກໍາການ ເປັນທີ່ອນຮັບໄດ້ວ່າໄກ
- ຈາກການນອງເຫັນຮະຍາກໂກ

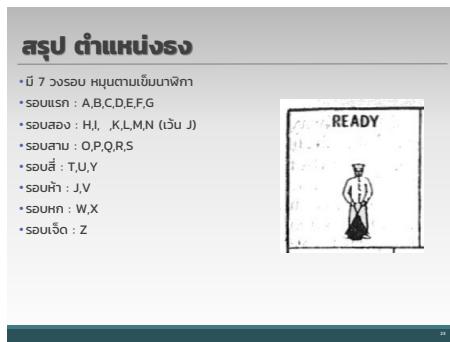
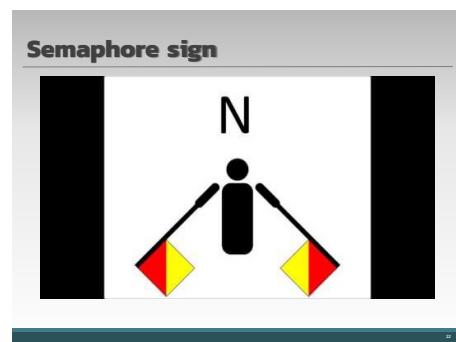
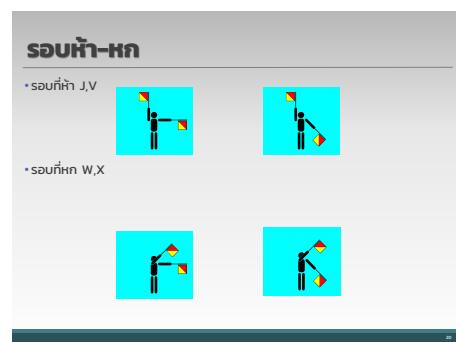
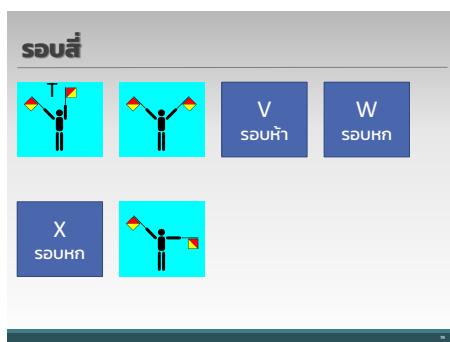


ຮັບ Semaphore

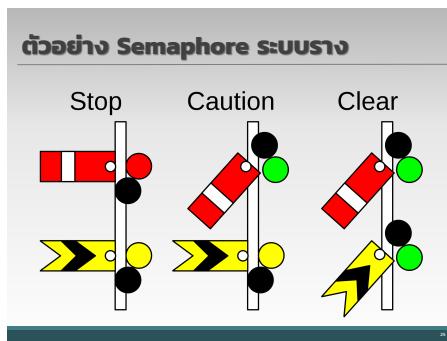
- ນຶ້ວຂວາ ແກນເບັນທິກີ
- ນຶ້ວຊ້າຍ ແກນເບັນທິວິນ
- ເຮັນ 18:40ນ. (ໄມ່ປີ) → ອັກສ A
- ນຶ້ວຂວາ ຂອບຖຸກ 1/4 ວິນເລີດອັກສ J
- ສລັບຊ້າຍເບັນທິບັນທິກີ
- ວັນ 3:25ນ.



(f) ວິວັດນາກາຮຽນການສ່ວນສາກົນບຸ່ຍໍຍລ້າງ



(๕) วิธีการการสื่อสารเครือข่ายคอมพิวเตอร์



Quiz

- <https://elab.npu.world>
- NWK-LEC-Quiz-1
- <https://git.npu.world/Lecture-CPE/314>

โทรคมนาคม: นิยามและความหมาย

- คำศัพท์
 - เก้าอี้สีน้ำเงินชัยชนะ (Semaphore)
 - โทรศัพท์วิทยุ (Optical Telephony)
 - Regulator
 - (international organization responsible for maintaining international standards and regulations for telecommunications equipment)
 - FCC (Federal Communications Commission)
 - แหกภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศหรือไอที尤 (ITU)

ITU (สหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ)

- ITU
 - เป็นหน่วยงานระดับนานาชาติตามพารากร
 - ก่อตั้งโดยมนตรีประชาราฐ (UN)
 - ระดับเดียวกับ WHO, UNESCO, IMF
- ITU-T
 - Telecommunication Standardization
 - กลุ่มงานมาตรฐานที่ปรับเกณฑ์
- ITU-R
 - Radiocommunication
 - กลุ่มงานที่ศึกษาเรื่องสื่อสารอิเล็กทรอนิกส์

<https://www.blognone.com/node/38344>

Outline

- พัฒนาการการสื่อสารของมนุษย์
- โทรคมนาคม: นิยามและความหมาย
- ที่มาคำว่า “โทรคมนาคม”
- วิวัฒนาการหลักของระบบโทรคมนาคม
- พัฒนาเทคโนโลยีที่สำคัญ
- จุดหมายเหตุ(ล่าสุดเหตุการณ์สำคัญ)

กี่นาคำว่า “โทรคมนาคม”

- “In” พื้นฐานจาก “tele” ในภาษากรีก หมายถึง
 - ไกลออกไป (far away)
- “คานบานา” มาจากภาษาละติน “Communicare”
 - การเชื่อมต่อสื่อสารกันผู้ร่วม
- โทรคมนาคม
 - การสื่อสารที่ครอบคลุมระยะทางที่ไกลออกไป

ความหมาย Telecommunication

- พื้นฐานจากเป็นสื่อสาร เอดوارด เอสตานี
 - Edouard Estanislé
 - หนังสือที่ “Traité pratique de télécommunication électrique (télégraphie-téléphonie)”
 - กรรมสิทธิ์ของช่างสัญญาณไฟฟ้า
 - ให้เป็นภาษาการ
 - Telecommunication

สรุปความหมาย โทรคมนาคม

- การสื่อสารที่มีขอบเขตทางภูมิศาสตร์กว้างขวาง ครอบคลุมทั่วโลก หรือ
 - ระบบต้องไม่ต้องร่วงขึ้นเพื่อใช้สำหรับการสื่อสารระหว่างประเทศ หรือ
- นำพาด้วยวิธีการทางสื่อสาร เช่น สายไฟฟ้าและ ลวดแม่เหล็กไฟฟ้า หรือ
 - ศูนย์กลางสื่อสารที่ต้องการ เช่น สถานีสื่อสาร ศูนย์กลางสื่อสาร ห้องควบคุม เสียง ภาพหรือสื่อสารที่ผู้รับ หรือระบบงานภายนอกได้

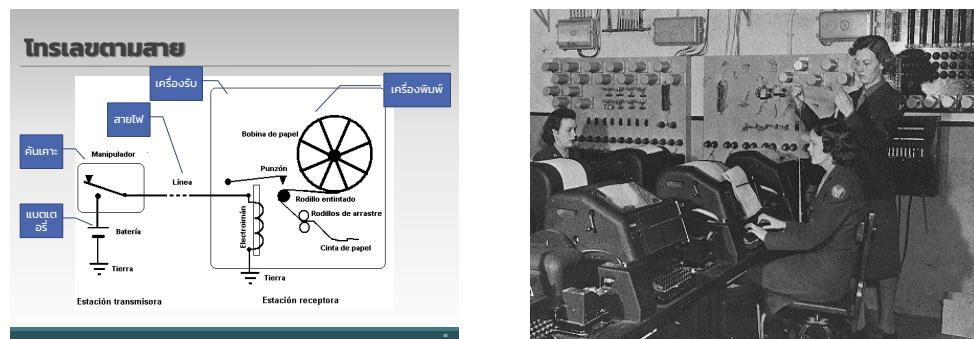
Outline

- พัฒนาการการสื่อสารของมนุษย์
 - โทรคมนาคม นิยามและความหมาย
 - กี่นาคำว่า “โทรคมนาคม”
 - วิวัฒนาการหลักของระบบโทรคมนาคม
 - พื้นฐานเทคโนโลยีไป
 - จุดหมายเหตุ(ล่าเดินเหตุการณ์สำคัญ)

(i) วิวัฒนาการการสื่อสารเครือข่ายคอมพิวเตอร์

The timeline diagram illustrates the historical development of communication technologies. It shows various milestones along a horizontal axis representing time, with specific years marked: 1840, 1850, 1860, 1880, 1900, 1920, 1950, 1980, and 2000. Key technologies and their descriptions are plotted as blue dots:

- 1840: โทรเลข (Optical Telegraph)**
- 1850: โทรศัพท์ (Telephone)**
- 1860: สายโลหะ (Copper cable)**
- 1880: สวิงเชิง (Switching)**
- 1900: โทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile phone)**
- 1920: แมร์เรน (Marine)**
- 1950: โทรทัศน์ (Television)**
- 1980: ไฟเบอร์ออฟฟิซ (Fiber optics)**
- 2000: อีเมล (E-mail)**
- 1840-1900: โทรทัศน์ (Television)**
- 1860-1920: แมร์เรน (Marine)**
- 1900-1950: ไฟเบอร์ออฟฟิซ (Fiber optics)**
- 1950-2000: อีเมล (E-mail)**



(j) วิวัฒนาการการสื่อสารเครือข่ายคอมพิวเตอร์

หลักการทำงานเครื่องส่งและรับ (อักเบ)

- เมื่อกดคันคาบให้วางไฟฟ้าปิด กระแสไฟฟ้าจะผ่านสายตัวนำ ไปเครื่องรับ
- กระแสไฟฟ้ากวนของลมที่เครื่องรับ เกิดลมแทนเหล็ก
- แม่เหล็กดูดแผ่นเหล็กมากระแทกแกนเหล็ก
- รูปแบบการส่ง: กำหนดโดยรหัส**เสียงดัง**
- การสื่อสารห้องเรียนประกอบด้วย 4 ส่วน
 - เสียงดัง** หมายลักษณะ (กดต่อ)
 - เสียงยาว** เกาะตัวเป็นชุด (กดยาว) ดาว(dah)
 - ระยะห่าง**
 - ระหว่างตัว 3 มิตย
 - ระหว่างตัว 1 มิตย

รหัสบอร์ดเบื้องต้น

- ตัว มีชื่อ "dit" (•)
- ตัว หรือ "dash" (—) ยาวกว่าตัว 3 มิตย
- ช่วงห่างระหว่างตัว 3 มิตย
- ช่วงห่างระหว่างตัว 7 มิตย

M O R S E C O D E
— - - - (space) - - - -

Dah-dah dah-dah-dah di-dah-dit di-di-dit dit, Dah-di-dit dah-dah-dah dah-dit dit.

หลักการรหัสบอร์ด

- โดยใช้เกลี้ยง (Dichotomic search)
- เป็น Binary Tree
 - แบ่ง บิท() และ ดาท(-) เป็นข่ายและขวา

International Morse Code

1. The length of a dot is one unit.
2. The space between parts of the same letter is one unit.
3. The space between letters is three units.
4. The space between words is seven units.

Symbol	Code
A	• -
B	• • -
C	• • • -
D	- • -
E	-
F	- • •
G	- - •
H	- - -
I	• •
J	• - -
K	• - - -
L	- • - -
M	- - • -
N	- - - •
O	- - - -
P	- - - - -
Q	- - - - - -
R	- - - - - - -
S	- - - - - - - -
T	- - - - - - - - -
U	• - - - -
V	• - - - - -
W	• - - - - - -
X	• - - - - - - -
Y	• - - - - - - - -
Z	• - - - - - - - - -
1	- - - - - - - - - -
2	- - - - - - - - - - -
3	- - - - - - - - - - - -
4	- - - - - - - - - - - - -
5	- - - - - - - - - - - - - -
6	- - - - - - - - - - - - - - -
7	- - - - - - - - - - - - - - - -
8	- - - - - - - - - - - - - - - - -
9	- - - - - - - - - - - - - - - - - -
0	- - - - - - - - - - - - - - - - - - -

ข้อมือ

(k) วิธีการการสื่อสารเครือข่ายคอมพิวเตอร์

ITU phonetic alphabet (ເສື່ອງພູດ)

- ບັນດາ 10 ດັວກທີ່ມີ 10 ດັວລົມ
- Alfa, Bravo, Charlie, Delta, Echo, Foxtrot, Golf, Hotel, India, Juliett, Ki lo, Lima, Mike, November, Oscar, Papa, Quebec, Romeo, Sierra, Tango , Uniform, Victor, Whiskey, X-ray, Yankee, Zulu
- One, Two, Three, Four, Five, Six, Seven, Eight, Nine, Zero
- Callsign : E25KTN
: Echo-Two-Five-Kilo-Tango-November
- ຮັບອົບອົບ
- ໄດ້ສັ່ງ ໄກສອນ (Telemetry)
- ວິຖຸລົບຄຣເສັ່ນ ຮະດັກລາງ ດັ່ງການກັບຂະໜົດສາຮາແບບ "ຮັບອົບອົບ"

ເຫດໃນໄລຍໍການສື່ອສາຮາ

- ຂັງກວນປີ ດ.ສ.1952
- ພັ້ນປີ ດ.ສ.1952 ຕຶກປັງຈຸບັນ
- WW I (1914 – 1918)
- WW II (1939 – 1945)

ກົງການໂໂກເລີບ

- ສາර່າຂາການທີ່ (ເວັງກຸຖ) ໃຫ້ກົງການໂໂກເລີບ ເພີ້ມພານີ້ປະກາຕະເຮກອງໄລຍກໃນປີ 1839
- ໂດຍ ວິລິຍົນ ອຸກ (William Cooke) ແລະ ທັກສໄຕ (Charles Wheatstone)
- ແບບວິຊ ມອສ (Samuel Morse)
 - ໃຫ້ໃຫຍ່ຮັບອົບອົບ

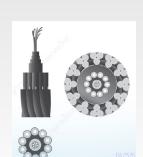


ສະຫະຈາດນາຈັກ

ຮັດ	ແຄວ້ນ	ສະຖານະ	ປະຊາກອນ
	ອັກດຸນ	ຮາຊອາຜານາຈັກ	50,431,700
	ສັກດົດແລນດ	ຮາຊອາຜານາຈັກ	5,094,800
	ເວລສ	ຮາຊວັງ	2,958,600
	ໄອຣແລນດ໌ເໜືອ	ມັນາດ	1,724,400

ກົງການໂໂກເລີບ

- ໂດຍເລີບຍາຍຕົວໃນ ຄູໂປ ອເມຣິກາເໜືອ ແລະ ດະວັນອອກກລາງ
- ຊົກວາຮ່າງຮ່າງນາຈັກ ແລະ ສາຮ້ຽງອົມຮັກ ເຮັນແນວດິກາරສື່ອສາຮາບັນກົບດັວຍ ສາຍເປົ້າລົດຕົນໄປ
- ເຫັນໄດ້ຢູ່ຮູ່ແກ
- ຮະຫວັງການວັງກຸຖ ກັນ ປະເທດວິນບູນໄປ



ຄວາມກ້າວຂ້າຮະບບສື່ສາຮາໂໂກເລີບ

- ຮັບກາຮົດສື່ສາຮາໂໂກເລີບໃຫ້ໄປ
- ບໍ່ມີຄວາມກ້າວຂ້າຮະບບສື່ສາຮາໂໂກເລີບໃຫ້ໄປດ້ວຍການດັດຊະນຸ່ມ 1850–1860
 - ແກ້ໄລເຄົກຮ່າງລົງເລືອດເຕີນບຸກ
 - ການສົ່ງລາຍໄກເລືອດ
 - ແກ້ເບົກຮ່າງລາຍຄົມເປົ້າໄຕ້ມາສູງ
 - ແກ້ໄລເຄົກຮ່າງລາຍຄົມເປົ້າໄຕ້ມາສູງ
- ປັນຍາດ້ານນັກຕິດ
 - ຂອງກາຕົດຕອນ (Attenuation)
 - ການກົບຈາກ (Dispersion) ລວມສິນນານ
- ເກີດຈາກຄ້າການກັບປະກະ (capacitance) ນອງລາຍບໍ່ສໍາຜູນຍານ

(l) ວິວັດນາກາຮົດສື່ສາຮາໂໂກເລີບ

ຮູ່ປີ 4.1: ສ່ໄລດີປະກອບກາຮົດສື່ສາຮາໂໂກເລີບ

4.5 การสอนสัปดาห์ที่ 2

สัปดาห์สองมีเนื้อหาต่อเนื่องจากสัปดาห์ที่หนึ่ง สัปดาห์นี้กล่าวถึงวิวัฒนาการสมัยใหม่ที่เกิดขึ้นหลังจากประยุกต์เทคโนโลยีดิจิตอลในการสื่อสารซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่เกิดภายหลังสังคมโลกครั้งที่สอง มีสไลด์ดังรูปที่ 4.2

วิจัยการเครือข่าย คอมพิวเตอร์ (ต่อ)

31110316 Computer Networks
สำหรับนักศึกษาปีที่ 3 สาขาวิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์

รองศาสตราจารย์ อรุณรัตน์ สังกร
Email : songrit@kmitl.ac.th
สาขาวิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

Revised 2021-06-24

Outline

- พัฒนาการการสื่อสารของมนุษย์
- โทรศัพท์: บ้านและภายนอก
- ที่มาคือ “โทรศัพท์”
- วิจัยการหลักของระบบโทรศัพท์
- พัฒนาเทคโนโลยีที่สำคัญ
- จดหมายเหตุ(ล้ำลับเหตุการณ์สำคัญ)

วิจัยการหลักของระบบ โทรศัพท์

- แนะนำตัวองค์กร
 - บ้านช่วยครัวเรือนที่ดูแลประเทศไทย
 - โฉมที่น่าสนใจ
 - ห้องน้ำสีเขียวและห้องนอน
- ห้องน้ำ ก่อ เมื่อห้องใช้สื่อทางกายภาพ (ถนน, อาคาร)
 - สื่อทางกายภาพ เช่น ถนน ทางรถไฟ
 - ห้องน้ำสีเขียว
 - ห้องน้ำสาธารณะ มากกว่า
- โทรศัพท์เบื้องต้น (Optical Telephony)

ชั้น	รายละเอียด
ชั้นที่ 1 (1900)	โทรศัพท์ (Telephone)
ชั้นที่ 2 (1900)	โทรศัพท์มือถือ (Mobile phone)
ชั้นที่ 3 (1900)	โทรศัพท์เดินฟ้า (Aerial line)
ชั้นที่ 4 (1900)	โทรศัพท์ใต้ดิน (Underground)
ชั้นที่ 5 (1900)	โทรศัพท์ในประเทศ (Intra-national)
ชั้นที่ 6 (1900)	โทรศัพท์ระหว่างประเทศ (International)
ชั้นที่ 7 (1900)	โทรศัพท์ในเมือง (Intra-city)
ชั้นที่ 8 (1900)	โทรศัพท์ในบ้าน (Intra-house)
ชั้นที่ 9 (2000)	โทรศัพท์ในห้อง (Intra-room)

Outline

- พัฒนาการการสื่อสารของมนุษย์
- โทรศัพท์: บ้านและภายนอก
- ที่มาคือ “โทรศัพท์”
- วิจัยการหลักของระบบโทรศัพท์
- พัฒนาเทคโนโลยีที่สำคัญ
- จดหมายเหตุ(ล้ำลับเหตุการณ์สำคัญ)

พัฒนาเทคโนโลยี โทรศัพท์

- การพัฒนาโทรศัพท์แบบเดิมๆ อยู่บนพื้นฐานด้านการใช้แสงเป็น “สื่อ”
- ตัดต่อประภาครามบอร์เดอร์
- น้ำร้อนใช้ก๊าซอ่อนด้วยแก๊ส
- น้ำร้อนใช้แก๊สอุ่นด้วยแก๊ส
- ยังคงมีอยู่ว่า ก๊าซอุ่นด้วยด้าน
- จะต้องการสื่อ
- ควบคู่ร่วงของระบบ

(a) วิจัยการเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (ต่อ)

พื้นฐานเทคโนโลยี ยุคต่อมา

- วิทยาการด้านแม่เหล็กไฟฟ้า
- เกิดระบบโทรศัพท์ภาคตื้น เช่นโทรศัพท์โทรศัพท์ภาคตื้น
- การล่องเรือส่วนใหญ่ใช้ไฟฟ้ามากขึ้น
- สามารถล่องเรือส่วนใหญ่ห้ามห้ามได้
- เกิดการปฏิรูปอิทธิพลของโลก

โทรเลขตามสาย

- เริ่มต้นการเชื่อมทางบันช์ ก่อสร้างอาณาจักร(วงศ์กุฎ) เมื่อ พ.ศ.2382 (180ปีก่อน)
- โทรเลขตามสายระบบแรก ให้บริการโดย
 - ผู้ดูแล วัดเดิน และ
 - เชื่อม วัดเดิน ฟังก์ชันรีลล์ คุณ
 - ระยะทาง 13 ไมล์
 - 9 เมษายน พ.ศ.2382

โทรเลขตามสาย

หลักการทำงานเครื่องส่งและรับ (อักษร)

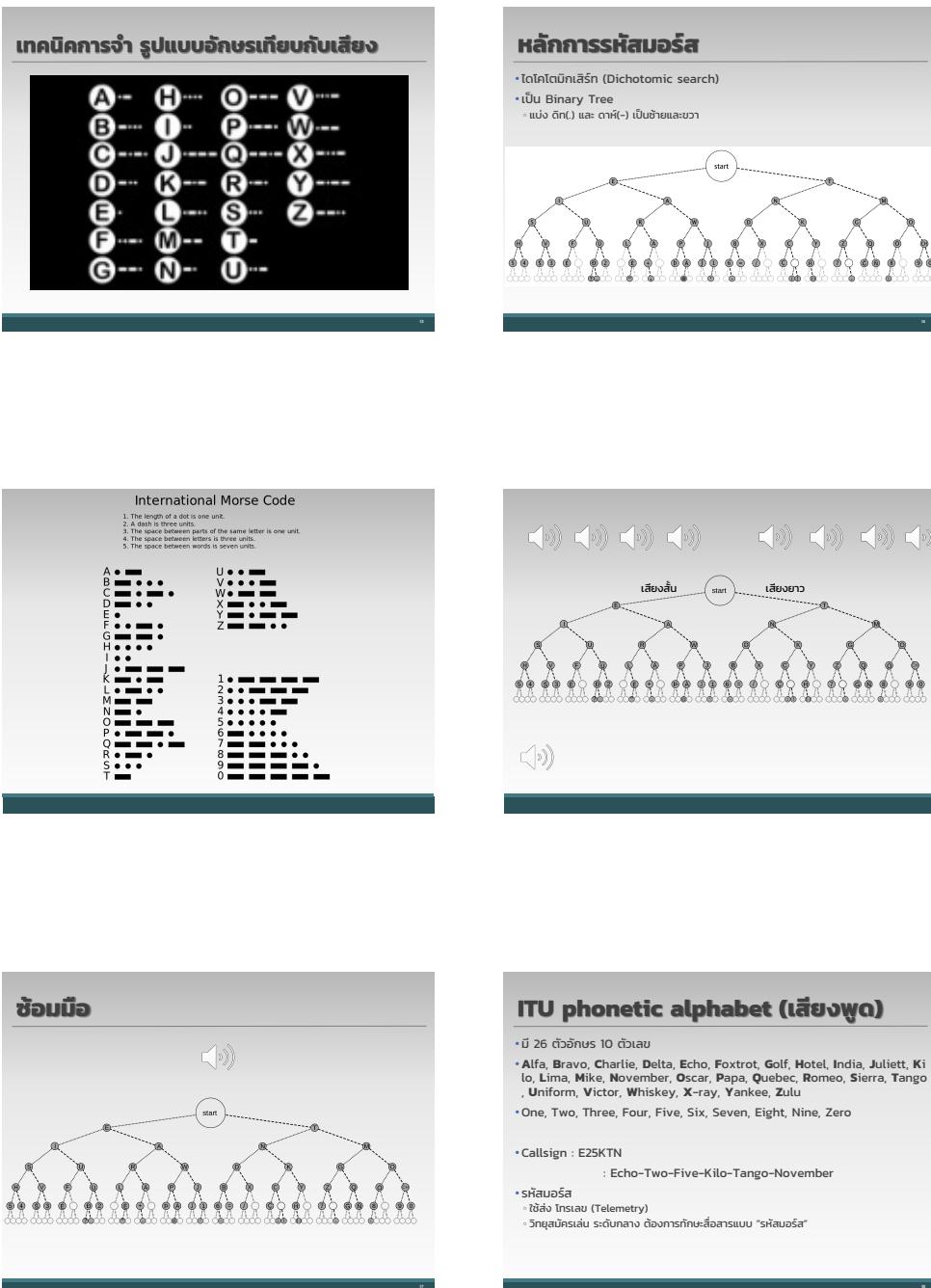
- เมื่อกดต้นค่า กะ ให้หัวไฟฟ้าปิด กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านสายตัวนำ ไปเครื่องรับ
- กระแสไฟฟ้าในสายตัวนำที่เครื่องรับ เกิดเสียงแม่เหล็ก
- แม่เหล็กดูดแม่เหล็กทำกรากแม่เหล็ก
- รูปแบบการเคาะ คือหนาตื้นโดยรหัสอักษร
- การรีซอร์ฟหรือสูบสูบประกอบด้วย 4 ส่วน
 - ส่วนตื้น เกาะแม่เหล็กอ่อน (โนดิต) ต้อง(dit)
 - ส่วนยาว เกาะแม่เหล็กอ่อน (โนดู) ดาว(dah)
 - ส่วนตื้น เรียกว่า
 - รูปแบบ
 - รอบวงตัว 3 หมุน
 - รอบวงตัว 1 หมุน

รหัสมอร์สเบื้องต้น

M	O	R	S	E	(space)	C	O	D	E
---	---	---	---	---	---------	---	---	---	---

Dah-dah dah-dah-dah di-dah-dit di-di-dit dit, Dah-di-dit dah-dit dah-dah-dah dah-di-dit dit.

(b) วิวัฒนาการเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (ต่อ)



(c) ວິວັດນາການເຄື່ອງຊ່າຍຄອມພິວເຕອນ (ຕໍອ)

การจำได้ด้วยกลุ่มแบบ



เทคโนโลยีการสื่อสาร

- ช่วงก่อนปี ค.ศ. 1952
- หลังปี ค.ศ. 1952 ถึงปัจจุบัน
- WW I (1914 – 1918)
- WW II (1939 – 1945)

กิจการโทรเลข

- สมรยาญาณจัก (อังกฤษ) ใช้บริการโทรเลข เข็มพาลนัชช์ประทัยและกอนของไอเกิน ปี 1839
- โดย วิลเลียม คูค (William Cooke) และ ชาร์ลส์ 惠斯ตัน (Charles Wheatstone)
- แซมเบลล์ มอร์ (Samuel Morse)
 - ใช้ในสหรัฐอเมริกา



สาธารณูปโภค

คง	แคว้น	สถานะ	ประชากร
	อังกฤษ	ราชอาณาจักร	50,431,700
	สกอตแลนด์	ราชอาณาจักร	5,094,800
	เวลส์	ราชรัฐ	2,958,600
	ไอร์แลนด์เหนือ	มณฑล	1,724,400

กิจการโทรเลข

- โทรเลขขยายตัวใน อุไรป อมรคาหน่อ และ ตะวันออกกลาง
- ด้วยการสร้างอาณานิคม และ สร้างชุมชนเชิง สายผลิตภัณฑ์
- เครือข่ายที่ใหญ่และกว้าง
 - ตะวันออกเฉียงใต้และ กัมพูชา



ความก้าวหน้าระบบสื่อสารโทรเลข

- ระบบการสื่อสารโทรเลขได้เติบโต
- นำร่องโทรศัพท์วิวัฒน์แบบวงจรลอดช่วง 1850–1860
 - เทคโนโลยีโทรศัพท์และวิวัฒน์
 - การสื่อสารทางไฟฟ้า
 - เทคโนโลยีร่างกายภาพบีบอัดตัวเลข
 - เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และบุหรัคแลร์
- ปัญหาด้านเทคนิค
 - ของการลดลง (Attenuation)
 - การกระแทก (Dispersion) ของสัญญาณ
 - เกิดจากค่าการเก็บประจุ (capacitance) ของสายนำสัญญาณ

(d) วิวัฒนาการเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (ต่อ)

ผลกระทบสัญญาณทางไฟฟ้า

- วอลเตอร์ โกลบาร์น (William Thomson)
- ตีพิพธ์พิลกรศีกษาเมื่อปี ก.c.1854(ว.r. 2397)
 - ▷ ใช้เทคนิคการสอนของ Fourier
 - ▷ การส่งถ่ายความร้อน (Heat transfer)
- ได้แบบจำลองของ การส่งสัญญาณไฟฟ้า ผ่านสายเคเบิลใต้น้ำ ที่มีระบบห้องตัก

Transmission of Elastic Waves through a Stratified Solid Medium

William T. Thomson^{a*}
University of Illinois at Urbana-Champaign
(Received June 14, 1981)

TRANSMISSION OF PLANE WAVES THROUGH A STRATIFIED SOLID MEDIUM

Choosing the coordinate system shown in Fig. 1, α_1, α_2 will be zero. Considering the α_3 plane, the displacement components in the α_1, α_2 directions are

$$\Delta = (\alpha'_1 \exp(i\omega_1 t + \alpha_3) + \alpha''_1 \exp(i\omega_1 t - \alpha_3))^{1/2} \quad (6)$$

$$\alpha'''_1 = (\alpha'_1 \exp(i\omega_1 t + \alpha_3) - \alpha''_1 \exp(i\omega_1 t - \alpha_3))^{1/2} \quad (7)$$

where the prime and double prime quantities represent the primary and reflected waves respectively. Substituting Eq. (6) and (7) and omitting the trivial factor, we obtain the transmission factor at $\omega = \omega_1$, $\alpha_3 = 0$, and $\alpha = 0$, expressed in matrix form:

$$\begin{vmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \alpha_3 \\ \Delta \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \frac{\mu_1}{\lambda} \cos P & \frac{i\mu_1}{\lambda} \sin P & \frac{2\mu_1}{\lambda} \cos Q & \frac{i\mu_1}{\lambda} \sin Q \\ \frac{\mu_2}{\lambda} \cos P & \frac{\mu_2}{\lambda} \sin P & \frac{i\mu_2}{\lambda} \cos Q & -\frac{i\mu_2}{\lambda} \sin Q \\ (\lambda + i\omega_1)^2 \cos^2 P & (\lambda + i\omega_1)^2 \sin^2 P & -4G_1 \mu_1 \cos Q & -4G_1 \mu_1 \sin Q \\ i\lambda \mu_1 \cos P & i\lambda \mu_1 \sin P & -i(\lambda - \omega_1) \sin Q & -i(\lambda - \omega_1) \cos Q \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \Delta' \\ \Delta'' \end{vmatrix} \quad (8)$$

Fig. 1.

จดหมายเหตุ

0 ว.r. 史料研究者として

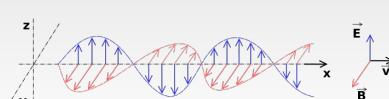
- 2337 ยุคโทรศัพท์ที่เป็นระบบได้รับการยอมรับว่าได้เริ่มขึ้นเมื่อบาร์ซองไกโรลส์เชิงเพลนบีน ภารกิจแห่งจักรวรรดิฝรั่งเศส (Paris) กับเว็งล์เลอ (Lille) ประเทศฝรั่งเศส เมื่อวันที่ 9 ธันวาคม
- 2387 โทรเลขที่ดูเหมือนจะเปิดตัวขึ้นเป็นครั้งแรก [๗] เมื่อช่วงเมือง มอร์ส (Samuel Morse) ส่งจดหมายและรายงานไปยัง ประเคนทร์ช์รูบบ์ฟาร์ เมืองที่ ๔๔ พฤหัสบดี ๑๘๕๙ ทุกๆ คำใน “อะไรที่เจ้าทำไว้ (What hath God wrought)”
- 2408 สถาปัตยกรรมโทรศัพท์ในที่ต่างๆ ประจำตัวไปตามที่ตั้ง เช่น ที่ตั้งที่ ๐๗ พฤหัสบดี
- 2475 โทรศัพท์ที่เป็นที่ตั้งที่ตั้งโทรศัพท์ในที่ตั้งที่ตั้ง เช่น ที่ตั้งที่ ๐๗ พฤหัสบดี ๑๘๕๙ ทุกๆ คำใน “อะไรที่เจ้าทำไว้ (What hath God wrought)”

เดเบลข้ามมหาสมุทร

- หน่วยยกเว้นการและลักษณะที่บันทึกไว้ในต้น
- ▷ เส้นรอบโลกนี้อยู่ต้นทุกๆ ๑๒ ชั่วโมง (ในรัศมีที่บันทึก ๑๒ คู่สาย)
- ▷ ถนนเส้นบนมหาสมุทร ๕๐ ไมล์ (๘๐ km)
- ▷ เพื่อให้คุณรู้ว่าเส้นรอบโลกนี้ต้อง
- การเดินทางในอันดับ ๓ ดำเนินการโดยจัดการไปกลับต่อไปกลับมานะกัน
- สำหรับการเดินทางที่ต้องเดินทางจากมหาสมุทรไปอเมริกา
- ▷ เส้นทางลักษณะเดียวกันที่มหาสมุทรของมหาสมุทรและประเทศไทย
- ▷ โครงการเดินทางที่ต้องเดินทางจากมหาสมุทรไปอเมริกา

คลื่นวิทยุกับการสื่อสาร

- เจนส์ คลาร์ก แมกซ์เวลล์ (James Clark Maxwell) บันทึกคลื่นวิทยุ
- ▷ เสนอผลงานนี้ในปี ๑๘๖๕ ทางการคณิตศาสตร์ เรียกว่าการสอนแมกซ์เวลล์
- ▷ ชุดบทเรียนอัลกอริทึม (differential equations) ๔ ชุด



ผลกระทบจากการแพร่คลื่น

- ก.c. 1888 ไฮร์ช (Heinrich Hertz)
- ▷ ผู้สืบทอดการสอนเพื่อให้เกิดประโยชน์ในการสอนวิทยาศาสตร์
- ▷ สามารถพัฒนาชีววิทยาและฟิสิกส์ที่สำคัญที่สุด
- ก.c. 1896 กุเกิลโมร์โนนี (Guglielmo Marconi)
- ▷ ผู้บุกเบิกการสื่อสารทางวิทยุ ได้แก่ ประเทศอิตาลีและอังกฤษ
- ก.c. 1901 นาริโคโน (Naricino) ลั่นคลื่นวิทยุข้ามทวีป

(e) วิวัฒนาการเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (ต่อ)

รูปที่ 4.2: สไลด์ประกอบการสอนสัปดาห์ 2

4.6 การสอนสัปดาห์ที่ 3

สัปดาห์ที่สามเข้าสู่เนื้อหาวิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์โดยเริ่มต้นจากการบรรยายกลุ่มข้อมูล คำศัพท์เทคนิคพื้นฐาน ที่มีความจำเป็นต่อการทำความเข้าใจองค์ประกอบต่างๆ ของเครือข่ายคอมพิวเตอร์

สัปดาห์นี้จะแนะนำการอ้างอิงระบบเครือข่ายตามรูปแบบมาตรฐาน OSI 7-layers ได้บรรยายตามสไลด์รูปที่ [4.3](#)



Networks Foundation

31110316 Computer Networks
ສຳເຫັນນັກຄົກນາັ້ນປັກ ۳ ລານວິຊາວິຄວຄຮນຂອນພິວເຕອນ

ໂຮງໝໍ ກົດເຈັບພື້ນຖານ
Email : songrit@nu.ac.th
ສານວິຊາວິຄວຄຮນຂອນພິວເຕອນ
ນະຫວັດກາລີຍນ່າຍພົນ

Computer Networks: A Systems Approach, 4e, Larry L. Peterson and Bruce S. Davie, MR. MORGAN KAUFMANN
Revised 2021-07-10

Problems

- ສ້າງຮະບບເຄືອຂ່າຍກ່ຽວຂ້ອງຮັບການບໍາຍຕົວແລ້ວແພຳເພີເລີເຊັບ
ໜາກໝາຍໄດ້ອ່າງໄຣ
- ເຄືອຂ່າຍຄອນພິວເຕອນຄົວຈະໄຣ
- ເຄືອຂ່າຍຄອນພິວເຕອນແຕກຕ່າງຈາກເຄືອຂ່າຍກ່ຽວຂ້ອງຮັບການບໍາຍໄລ້ໄປອ່າງໄຣ
- ສາມປັບປຸງຮຽນເຄືອຂ່າຍຄອນພິວເຕອນຄົວຈະໄຣ

ຫົວຂ້ອບຮ່າຍ ບັກທີ 1

- Applications
- Requirements
- Network Architecture
- Network programming
- Performance metrics

Text books

- Computer Networks: A Systems Approach, Larry Peterson and Bruce Davie
- <https://book.systemsapproach.org/nwk-ch1.pdf>



ເປົ້າມາຍ

- ເຮັດວຽກແພຳເພີເລີເຊັບຕ້ອງການໃຫ້ຮະບບເຄືອຂ່າຍກ່ຽວໄໄດ້ບ້ານ
- ແນະນຳແນບຄົດສາກປ່າຍກຮຽນເຄືອຂ່າຍ
- ແນະນຳວິວທີ່ກ່ຽວຂ້ອງກ່ຽວຂ້ອງກ່ຽວທີ່ຈໍາເປັນຕ່ອກ implement ຂອບຕົວເວັບດ້ານເຄືອຂ່າຍ
- ປັບຈິຍກ່ຽວຂ້ອງກ່ຽວທີ່ຈໍາເປັນຕ່ອກວັດປະສົກກີກາພເຄືອຂ່າຍ

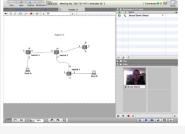
Applications

- ຄນສ່ວນໃຫ້ປັບອັນເກອນເນີຕ່ານການໃຫ້ application
- World Wide Web → HTML
- Email → SMTP, POP3, IMAP
- Online Social Network → Facebook, Twitter, Tiktok
- Streaming Audio Video → Line, FB Messenger, Zoom, Google meets
- File Sharing → Samba, CIFS, NFS, Google drive
- Instant Messaging → Line, QQ, Snapchat,
- ...

(a) ຮາກສູນຂອງເຄືອຂ່າຍ

ตัวอย่าง Application

โปรแกรมประดิษฐ์ออนไลน์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต



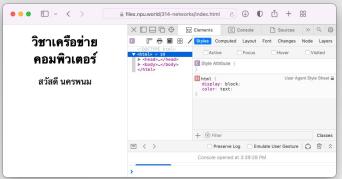
WWW (World Wide Web)

- ใช้เทคโนโลยี HTML (HyperText Markup Language)
- <https://files.npu.world/314-networks/index.html>



HTML programmer side

- HTML + CSS (Cascading Style Sheets)



Application Protocol

- Addressing ของ HTTP application
 - Uniform resource locator (URL)
 - <http://www.cs.princeton.edu/~lp/index.html>
- HTTP
 - Hyper Text Transfer Protocol
- TCP
 - Transmission Control Protocol
- การส่งสัญญาณ URL 1 ครั้งต่อ URL 1 ครั้ง
 - 6 ตัวอักษรเป็น IP (Internet Protocol) address
 - 3 ตัวอักษรเป็นลักษณะเชิงคู่ TCP
 - 4 ตัวอักษรเป็นไฟล์คือ HTTP : request และ acknowledgement
 - Request : ได้รับคำขอ, นัดเดลาการสั่งซื้อสินค้า
 - Reply : ได้รับคำสั่ง, ได้รับข้อมูลแล้ว
 - 4 ครั้งสำหรับถูกการเรียบด้วย

สิ่งที่ต้องการจาก App

- โปรแกรมเบอร์ (Application Programmer)
 - รายการ services ที่ app ต้องการ เช่น เติมเงิน ขนาดข้อมูลให้สูงสุด กี่สิ่งด้วย
- วิศวกรเครือข่าย (Network Designer)
 - ออกแบบเน็ตเวิร์กที่มีประสิทธิภาพที่สุด
- ผู้ให้บริการเครือข่าย (Network Provider)
 - ปรับปรุงการของระบบที่ดีขึ้นเพื่อการบริหารจัดการ

การเชื่อมต่อ (Connectivity)

- การกำหนดความเข้าใจเครือข่าย เกี่ยวกับองค์ประกอบใน
 - การขยายตัว (Scale)
 - ลิงค์ (Link)
 - โนด (Nodes)
 - จุดต่อจุด (Point-to-point)
 - การแบ่งปันช่องทาง (Multiple access)
- การเชื่อมต่อเข้าบ่าย
 - วงจรตัดต่อ (Circuit Switched)
 - แพ็คเกจตัดต่อ (Packet Switched)
 - แพ็คเกต (Packet), ข้อความ (message)
 - Store-and-forward
 - (a) Point-to-point
 - (b) Multiple access

(b) รากฐานของเครือข่าย

การเชื่อมต่อ (Connectivity)

- คำศัพท์ (contd.)
 - คลาวด์ (Cloud)
 - ไอดี (Hosts)
 - สวิตช์ (Switches)
 - อินเทอร์เน็ตเวิร์ก (internetwork)
 - เรตติ้ง/gateway (Router/gateway)
 - Host-to-host connectivity
 - แอดเดรส (Address)
 - เรตติ้ง (Routing)
 - ยูนิกส์/บอร์ดคัลต์/บล็อกคัสต์
 - Unicast/broadcast/multicast

(a) สวิตช์เบสท์เวิร์ก
(b) รัมเกอร์เบสท์เวิร์ก

Cost-Effective Resource Sharing

- ทรัพยากร: ลิงค์และ: ไอดี
- เครือข่ายใช้ลิงค์ร่วมกันอย่างไร
 - Multiplexing
 - De-multiplexing
 - Time-division Multiplexing (TDM)
 - แบ่งเวลาเป็น slots/data และสลับระหว่างเครื่องที่ต้องเวลา

Multiplexing ทำให้ห้าเครื่องไฟล์จะได้ช่องเวลา

Cost-Effective Resource Sharing

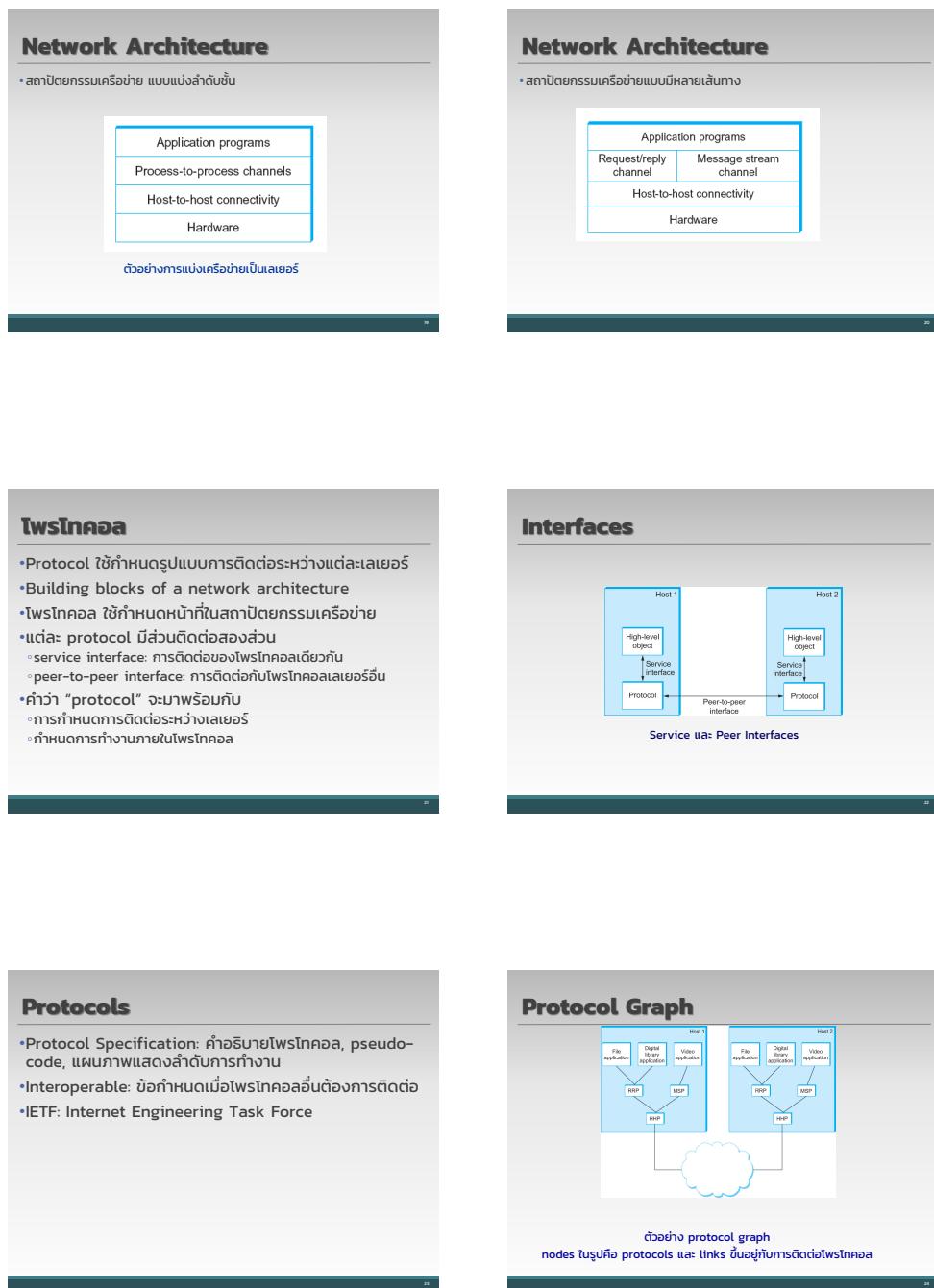
- FDM: Frequency Division Multiplexing
- Statistical Multiplexing
 - ข้อมูลเดียวมาไฟล์เดียว ที่รองรับ flow คืออะไร?
 - Packets vs. Messages
 - FIFO, Round-Robin, Priorities (Quality-of-Service (QoS)) Congested?
- แบบ(LAN), แบบ(MAN), แนว(WAN)
- แบบ(SAN, System Area Networks)

A switch multiplexing packets from multiple sources onto one shared link

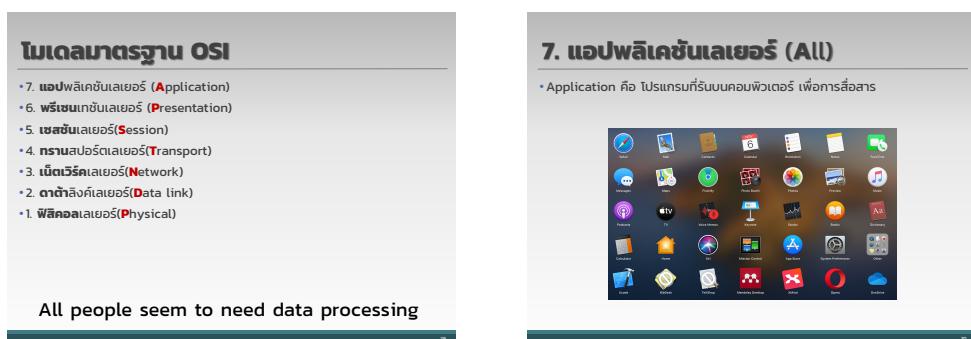
Support for Common Services

- ช่องสื่อสารทางลอจิคัล (Logical Channels)
 - Application-to-Application สำหรับนำเสนอทาง หรือ ไปบี

ไฟร์เซิร์ฟ (โปรแทกน์) สำหรับผู้นำช่องสื่อสารทางลอจิคัล



(d) รากฐานของเครือข่าย



(e) รายงานของเครือข่าย

รูปที่ 4.3: สไลด์ประกอบการสอนสัปดาห์ 3

4.7 การสอนสัปดาห์ที่ 4

การบรรยายในสัปดาห์ที่สี่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติทางกายภาพของสัญญาณไฟฟ้า ได้บรรยายตามสไลด์รูปที่ [4.4](#)

Physical Layer สัญญาณและไฟฟ้า

31110314 Computer Networks
สำหรับนักศึกษาปีที่ 3 สาขาวิชาคอมพิวเตอร์

กรุณากด ก็อตชี้เว็บเพจ
songrit@nphu.ac.th
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัยสันมาริน

ก่อน นิรบุรุษ ฯ ลักษณ์นิรบุรุษฯ มหาวิทยาลัยนิรบุรุษ วิทยาลัยนิรบุรุษ
Revised 2021-07-10

วันนี้

- คลื่น
- ไฟฟ้า
- เครื่อง



คลื่น (wave)

- คลื่น (wave) เป็นผลลัพธ์ของสัญญาณ ให้เกิดการแผ่กระจายคลื่นที่ออกไป มักมีการส่งต่ออย่างต่อเนื่อง
- สัญญาณแบ่งเป็น 2 ประเภท
 - สัญญาณซ้ำๆ คือ Periodic
 - สัญญาณไม่ซ้ำๆ คือ Aperiodic
- ถ้าอย่างลึกลึกลึกแล้วจะได้
 - คลื่นเสียง
 - คลื่นแม่เหล็ก
 - คลื่นไฟฟ้า
 - คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
 - คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
 - คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
 - คลื่นแสง

คลื่น

- พิสิตรลับของคลื่น เป็น 2 ประเภท
 - คลื่นแก
 - คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

คลื่นแก

- คลื่นจากการสั่นสะเทือน
 - แผ่นดินไหว
 - คลื่นกระแทกคืบไป
- คลื่นเสียง

(a) เครื่อข่ายชั้นภูมิภาค

คลื่นเสียง

- เสียงเกิดจาก การสั่นสะเทือน
 - เดินทางด้วยความเร็ว / ร้าม / ของหواء / ของแม่น้ำ
 - เสียงที่กวนบุญญากรไม่ได้
 - การตัดเสียงโดยตัวของกลาง
- การรับเสียง
 - หูรับเสียงและหูบาก การสั่นสะเทือนจะไปส่งตรง
 - 20Hz – 20kHz
 - ความถี่ต่ำกว่าเรียกว่า infra-sound ความถี่สูงเรียกว่า ultra-sound
 - ไมโครไฟฟ์ รับเสียงสั่นสะเทือนจากเปล่งเป็นไฟฟ้า
 - เมมส์ (MEMS acoustic sensor)

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

- เป็นคลื่นที่เกิดจากการผลันกันระหว่าง
 - กระแสไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องกับ สนามแม่เหล็ก(Magnetic Field)
 - กระแสไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องกับไฟฟ้า Electric Field
- เมื่อร่วมสมานกันจะเกิดข้อดีของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
 - ก่อสองส่วนเพื่อจัดภาระ เหลือหนึ่งให้ใช้ในการอัพช่องความเร็ว 300 กิโลเมตร/วินาที มากกว่าที่เคยมีไว้มาก (3x10⁸ m/s)

ความยาวคลื่น vs ความถี่

Wavelength λ

$f = \frac{c}{\lambda}$

Frequency f

คลื่นวิบากข่าย 2 เมตร

$f = 150 \text{ MHz} (144-147 \text{ MHz}) = 1.5 \times 10^8$

$c = 3 \times 10^8$

$f = c/\lambda$

$\lambda = c/f = (3 \times 10^8) / (1.5 \times 10^8) = 2 \text{ m}$

ความยาวคลื่นของความถี่ 2.412GHz

- ความยาวคลื่นของ ความถี่ 2.412GHz เท่ากันเท่าไร ?
- เมื่อแสงเดินทางในสูญญากาศความเร็ว $3 \times 10^8 \text{ m/s}$
- จาก $f = \frac{c}{\lambda}$
- ดังนั้น

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

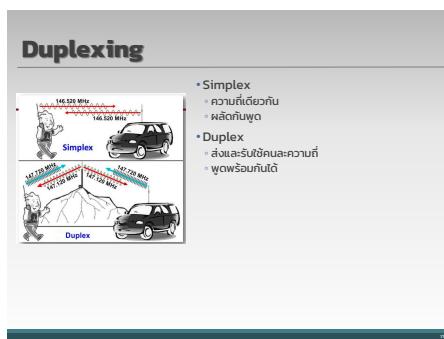
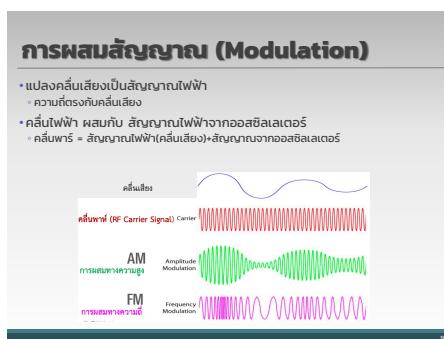
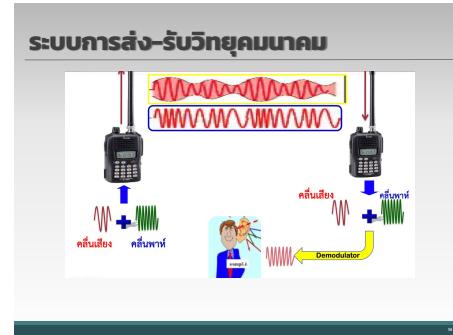
$$= \frac{3 \times 10^8}{2.412 \times 10^9}$$

$$= 0.124 \text{ meters}$$

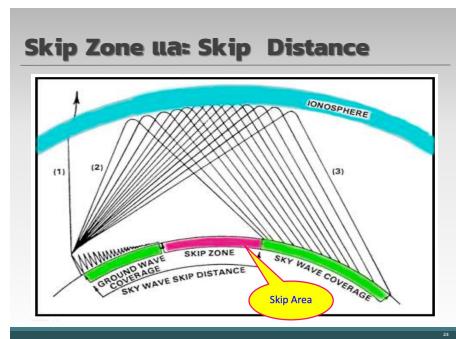
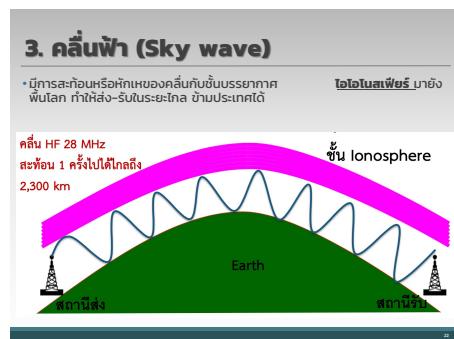
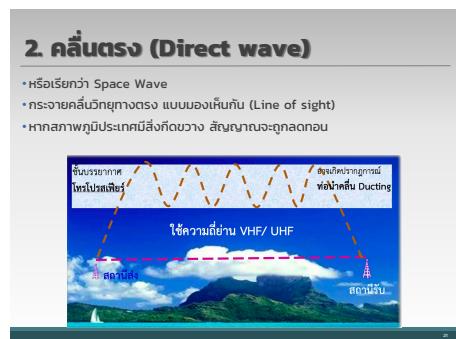
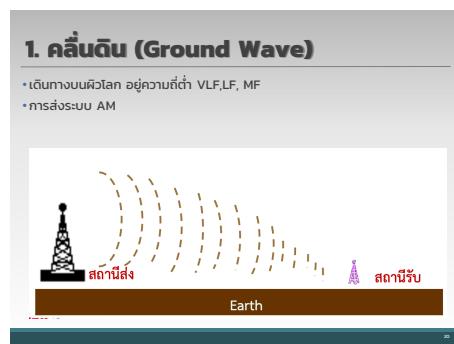
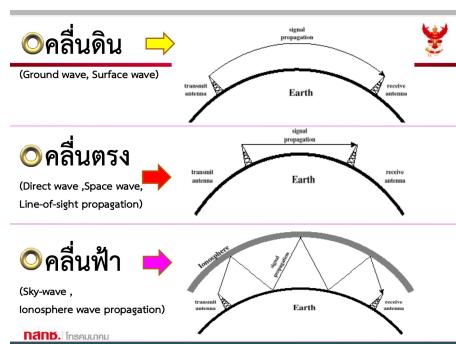
ยับความถี่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

Penetrates Earth's Atmosphere?	Radiation Type	Wavelength (m)	Approximate Scale of Wavelength	Frequency (Hz)	Temperature of object at which this radiation is the most intense wavelength emitted
Yes	Radio	10^3	Buildings	10^1	1 K, -272 °C
Yes	Microwave	10^{-2}	Humans	10^3	100 K, -173 °C
No	Infrared	10^{-3}	Butterflies	10^5	9,727 °C
No	Visible	$0.5-0.7 \times 10^{-3}$	Needle Point Protists	10^{10}	-
No	Ultraviolet	10^{-4}	Molecules	10^{15}	-
No	X-ray	10^{-5}	Atoms	10^{16}	-
No	Gamma ray	10^{-12}	Atomic Nuclei	10^{20}	-

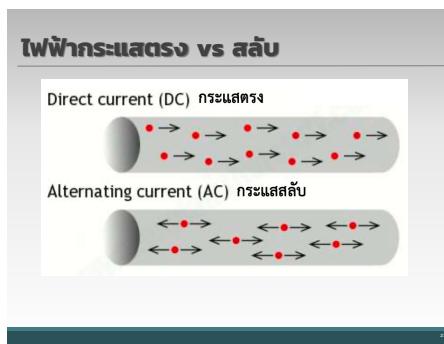
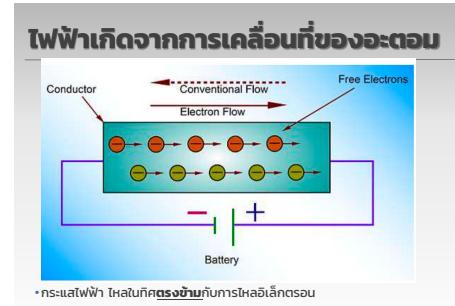
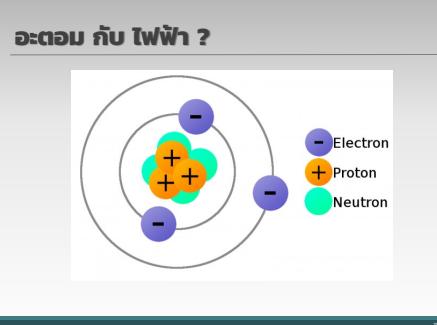
(b) เครื่อข่ายชั้นบรรยากาศ



(c) เครือข่ายชั้นภูมิภาค



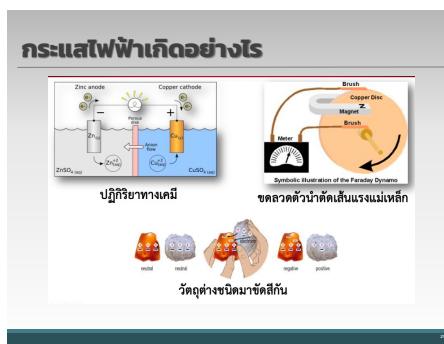
(d) เครื่อข่ายชั้นบรรยากาศภาพ



ไฟฟ้ากระแสตรง vs สลับ

*ไฟบ้านประเทศไทย ไฟฟ้ากระแสสลับ 220V, ความถี่ 50Hz

แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (DC)	แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ (AC)
ถ่านไฟฉาย	ไดนาโมกระแสสลับ
แบตเตอรี่ร่องรอยค์	โรงไฟฟ้า*



(e) เครื่องข่ายชั้นภัยภาพ

กฎของโอห์ม

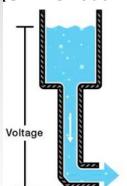
- V คือ แรงดันไฟฟ้า หน่วยเป็น โวลต์
- I คือ กระแสไฟฟ้าผ่านวงจร หน่วยเป็น แอมป์ร์
- R คือ ความต้านทานของวงจร หน่วยเป็น โอห์ม



จอร์จ ซิมอน โอห์ม
Georg Simon Ohm

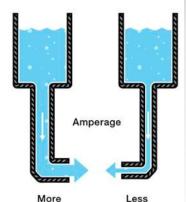
V แรงดันไฟฟ้า

- V แรงดันไฟฟ้า (บางทีอาจใช้ E: electromotive force)



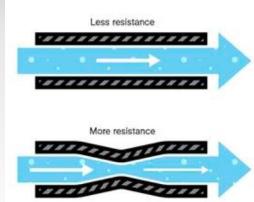
Voltage

I กระแสไฟฟ้าผ่านวงจร

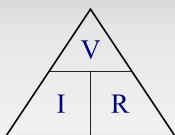


More Less
Amperage

R ความต้านทานของวงจร



Less resistance
More resistance



$V = IR$

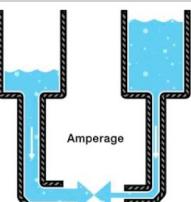
$$I = \frac{V}{R}$$

$$R = \frac{V}{I}$$

สิ่งที่เรียกว่า Power

- V สูง, I ต่ำ
- V ต่ำ, I สูง
- ให้บางสิ่งที่เก่ากัน

P กำลังไฟฟ้า



Amperage
Equal

(f) เครื่อข่ายชั้นกายภาพ

กฎของโอห์ม

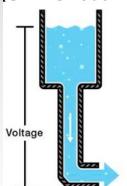
- V คือ แรงดันไฟฟ้า หน่วยเป็น โวลต์
- I คือ กระแสไฟฟ้าผ่านวงจร หน่วยเป็น แอมป์ร์
- R คือ ความต้านทานของวงจร หน่วยเป็น โอห์ม



จอร์จ ซิมอน โอห์ม
Georg Simon Ohm

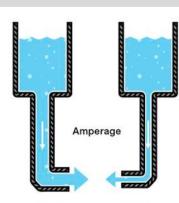
V แรงดันไฟฟ้า

- V แรงดันไฟฟ้า (มาจากอักษร E: electromotive force)



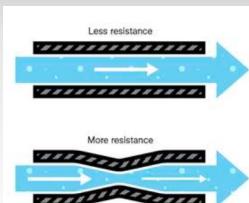
Voltage

I กระแสไฟฟ้าผ่านวงจร

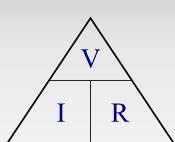


Amperage
More Less

R ความต้านทานของวงจร



Less resistance
More resistance



$V = IR$

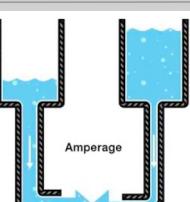
$$I = \frac{V}{R}$$

$$R = \frac{V}{I}$$

สิ่งที่เรียกว่า Power

- V สูง, I ต่ำ
- V ต่ำ, I สูง
- ให้บางสิ่งที่เก่ากัน

P กำลังไฟฟ้า



Amperage
Equal

กำลังไฟฟ้า (Power)

$P \text{ [Watt]} = IV = I^2R = V^2/R$

1 แรงม้า = 746 Watts

สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า

—	Electrical Wire	—■—	Diode
—+—	Connected Wires	—+—	Capacitor
— —	Not Connected Wires	— —	Inductor
— —	Earth Ground	— —	Resistor
—○—	Lamp / light bulb	—+—	DC voltage source
—○—		—+—	AC voltage source

วงจรเปิด หรือ วงจรปิด

อุบัติ หรือ ขนาด

(A) Series circuit

(B) Parallel circuit

R-L-C

R : Resistor (รีซิสเตอร์)	= ตัวต้านทาน	
L : Inductor (อินดักเตอร์)	= ตัวเหนี่ยวไว้	
C : Capacitor (คป่าเชอเรอร์)	= ตัวเก็บประจุ	

* ถ้าใช้ R ที่มีค่ากำลังไฟฟ้า (Watt) ต่ำกว่ากำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในวงจร จะทำให้ R ร้อนจนไหม้ได้

คำนวณ ต้านทาน/หน่วยนำ/ความจุ

	วงจรอนุกรม (Series)	วงจรขนาน (Parallel)
R : Resistance (Ω)	$R_{total} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$	$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$
L : Inductance (H)	$L_{total} = L_1 + L_2 + \dots + L_n$	$\frac{1}{L_{total}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L_n}$
C : Capacitance (F)	$\frac{1}{C_{total}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$	$C_{total} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$

R - อุบัติ

ความต้านทานรวม

$$R_{TOTAL} = R_1 + R_2 \\ = 2 + 4 \\ = 6\Omega$$

R - ขนาด

$$\frac{1}{R_{TOTAL}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \\ = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} \\ = \frac{2}{4} + \frac{1}{4} \\ = \frac{3}{4} \\ \frac{1}{R_{TOTAL}} = \frac{3}{4} \\ R_{TOTAL} = \frac{4}{3}\Omega$$

L (inductor) - ขนาด

$$\frac{1}{L_{TOTAL}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} \\ = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} \\ = \frac{2}{4} + \frac{1}{4} \\ = \frac{3}{4} \\ L_{TOTAL} = \frac{4}{3} H$$

C - อุบัติ

$$\frac{1}{C_{TOTAL}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \\ = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} \\ = \frac{2}{4} + \frac{1}{4} \\ = \frac{3}{4} \\ C_{TOTAL} = \frac{4}{3} F (\text{Farad})$$

C - ขนาด

$$C_{TOTAL} = C_1 + C_2 \\ = 2 + 4 \\ = 6 F$$

ความต้านทาน (R-L-C)

R Resistance
XL, X_L Inductive Reactance
XC, X_C Capacitive Reactance
AC [f]
** ไฟกระเจรจ DC ความถี่ f = 0

(i) เครื่อข่ายชั้นภายในภาพ

สูตรค่าความต้านทาน C และ L

X_C (CAPACITIVE REACTANCE) คือ ความต้านทานของ C (หรือเก็บประจุ Capacitor) ที่มีผลไฟฟ้ากระแสสลับ

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$$

ความถี่ซึ่งชื่น ความต้านทานจะลดลง
 $f \rightarrow X_C \downarrow$

X_L (INDUCTIVE REACTANCE) คือ ความต้านทานของ L (หรือ圈 Inductor) ที่มีผลไฟฟ้ากระแสสลับ

$$X_L = 2\pi f L$$

ความถี่ซึ่งชื่น ความต้านทานจะเพิ่มขึ้น
 $f \rightarrow X_L \uparrow$

ความต้านทาน Reactance

$$X_L = j\omega L$$

$$X_C = -j \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{j\omega C}$$

อัมพีเดนซ์ (Impedance : Z)

R Resistance	$X_L X_L$ Inductive Reactance	$X_C X_C$ Capacitive Reactance
-----------------	-------------------------------------	--------------------------------------

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

• สามปัจจัยภายใน สายอากาศ เป็นวงจรรสมบุล RLC

อัมพีเดนซ์ (Z)

$$Z_L = R_L + j\omega L$$

$$Z_C = R_C - \frac{j}{\omega C}$$

อัมพีเดนซ์ Z_L และ Z_C

Cartesian form: $Z_L = R_L + j\omega L$
Polar form: $Z_L = |Z_L|e^{j\phi}$ where $|Z_L| = \sqrt{R_L^2 + \omega^2 L^2}$
 $\phi = \tan^{-1} \frac{\omega L}{R_L}$

Cartesian form: $Z_C = R_C - \frac{j}{\omega C}$
Polar form: $Z_C = |Z_C|e^{j\phi}$ where $|Z_C| = \sqrt{R_C^2 + \left(\frac{-1}{\omega C}\right)^2}$
 $\phi = \tan^{-1} \frac{-1}{\omega C R_C}$

วงจร R-L-C แบบอนุกราน

- เมล็ดจ่าย AC ความถี่ 200 Hz มีอัมพีดิจิต 0.100V
- ถ้า R=4.00 Ohm, L=3x10^-3 H และ C=8.00x10^-4 F
- วงจรบาน X_CX_LZ, I(t), และ phase

Introduction to Electricity, Magnetism, and Circuits EXAMPLE 12.3.1

(j) เครื่องข่ายชั้นกายภาพ

a. From [Equation 12.2.1](#), the capacitive reactance is

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi(200 \text{ Hz})(8.00 \times 10^{-4} \text{ F})} = 0.995 \Omega.$$

b. From [Equation 12.2.6](#), the inductive reactance is

$$X_L = \omega L = 2\pi(200 \text{ Hz})(3.00 \times 10^{-3} \text{ H}) = 3.77 \Omega.$$

c. Substituting the values of R , X_C , and X_L into [Equation 12.3.3](#), we obtain for the impedance

$$Z = \sqrt{(4.00 \Omega)^2 + (3.77 \Omega - 0.995 \Omega)^2} = 4.87 \Omega.$$

d. The current amplitude is

$$I_0 = \frac{V_0}{Z} = \frac{0.100 \text{ V}}{4.87 \Omega} = 2.05 \times 10^{-2} \text{ A}.$$

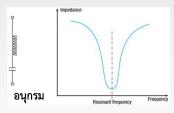
e. From [Equation 12.3.1](#), the phase difference between the current and the emf is

$$\phi = \tan^{-1} \frac{X_L - X_C}{R} = \tan^{-1} \frac{2.77 \Omega}{4.00 \Omega} = 0.607 \text{ rad}.$$

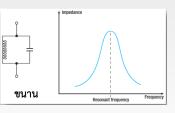
[Introduction to Electricity, Magnetism, and Circuits](#)

ความถี่เรโซแนนซ์ (Resonance : F)

- เมื่อป้อนความถี่ที่เท่ากับวงจร L และ C ที่ต่อร่วมกัน ทำให้เกิดค่าความต้านทาน (Reactance) $X_L = X_C$ เรียกว่าความถี่เรโซแนนซ์ (Resonance)

$$F = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{0.159}{\sqrt{LC}}$$


กราฟและໄດ້ດັ່ງກໍາສຸດ



กราฟและໄດ້ຍາກກໍາສຸດ

หลอดสูญญากาศ (vacuum tube)

- เป็นบันไดสำหรับการทำงาน **ทรานзิสเตอร์** อาศัยการหักความร้อนเพื่อให้เกิดการปล่อยอิเล็กตรอนที่หนาดูดญาน้ำใจ
- ใช้ประโยชน์ ขยายเสียงดินไฟฟ้า เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสัมภ์เป็นกระแสตรง ควบคุมแรงดันไฟฟ้าให้คงที่



อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

- สารกึ่งตัวนำ ยอนไฟฟ้าหล่อแหลมมีจ็อกนิ้ว



ไดโอด



ไดโอดปลั๊กแสง (Light Emitting Diode : LED)



จีเนอร์ไดโอด (Zener Diode)

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ເອສ. ສີ. ອຳຣ.	
ທຽບນິຈິສເຕອວ	
ຕົວຕ້າມທານປະຕໍກຕໍ່ໄດ້	

(k) ເຄືອງຂ່າຍຫັນກາຍກາພ

ຮູບທີ 4.4: ສໍາລັບປະກອບການສອນສັບດາທີ 4

4.8 การสอนสัปดาห์ที่ 5

สัปดาห์นี้แบ่งการบรรยายเป็น 2 เนื้อหา 1)คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของสัญญาณไฟฟ้าเมื่อไหลผ่านสื่อน้ำ 2) การสื่อสารโดยตรง

วิธีส่งสัญญาณจากสัญญาณไฟฟ้าผ่านสื่อน้ำพาสัญญาณจากต้นทางไปถึงปลายจังเรียกว่า สื่อน้ำสัญญาณ(transmission medium) กล่าวถึงคุณสมบัติเมื่อสัญญาณไฟฟ้าวิ่งผ่านสื่อน้ำ ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสัญญาณ และคุณสมบัติทางฟิสิกส์

การนำพาข้อมูลดิจิตอลจากเครื่องส่งไปถึงเครื่องรับผ่านสื่อน้ำสัญญาณ บรรยายการสื่อสารไร้สายและความจำเป็นในการสื่อสารไร้สายประเภทประยุคพลังงาน ได้บรรยายตามสไลด์รูปที่ [4.5](#)

Nakorn Phanom University

ສັນຍານ ແລະ ສື່ອນໍາ

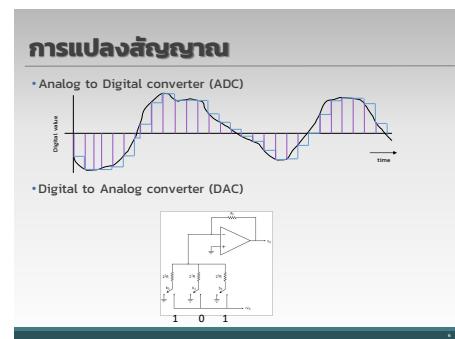
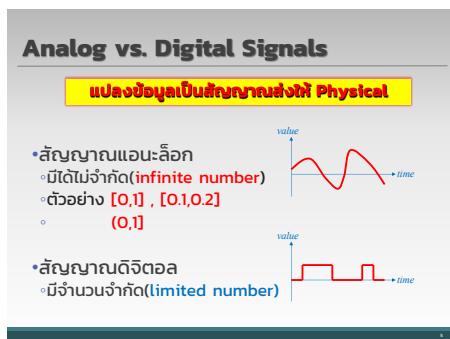
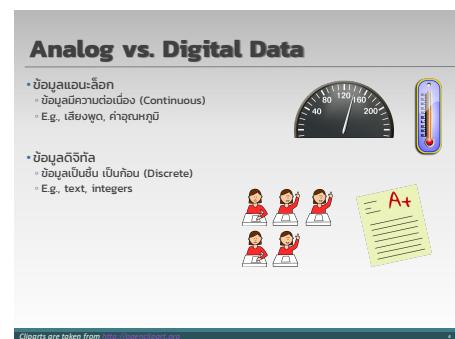
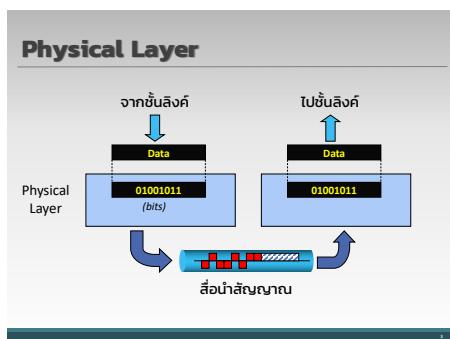
3110314 Computer Networks
ສໍາໜັບນັກສຶກພາຂັ້ນປັກ 3 ລາບເວີຊີວິຄວກຮຽນຄອມພິວເຕອນ

ໂກງທຸກສີ ກົດເຫຊວໜີ
songrit@nphu.ac.th
ສານກວິວວິດກາຮຽນຄອມພິວເຕອນ
ນາຂວາຍກາລີຍນາຮຽນພັນ

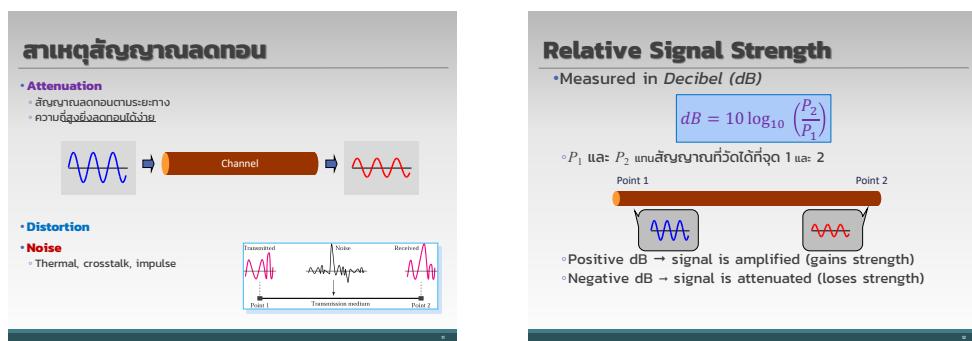
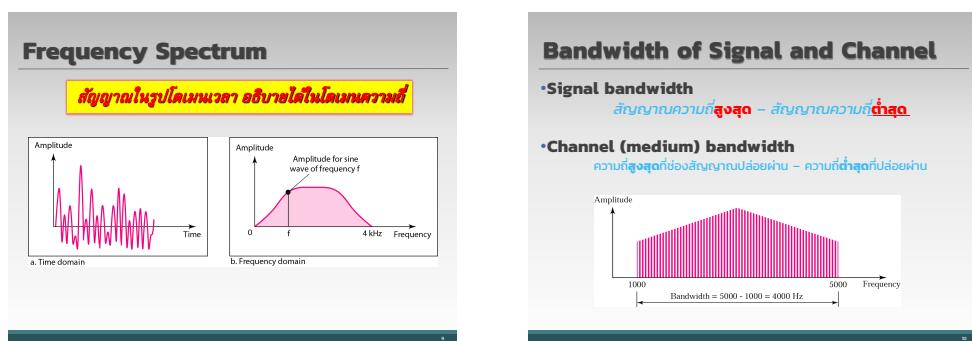
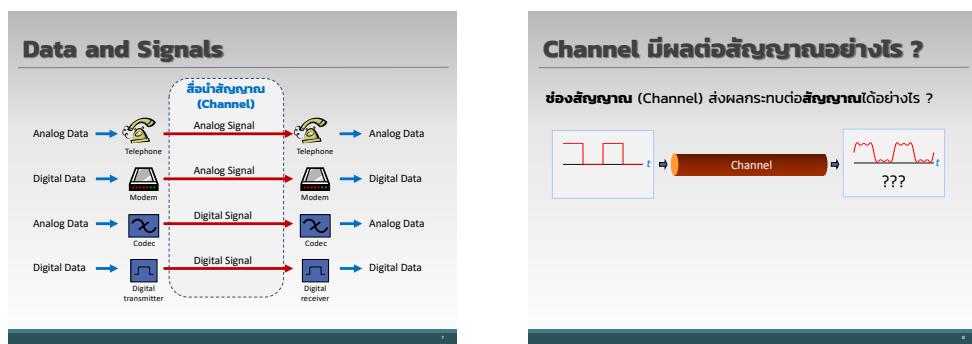
ນັດຈອນ Forouzan, Behrouz A. Data communications and networking. Hugo Media, 2007
Revised 2021-07-25

Outline

- ສັນຍານແອນະລືອກແລະສັນຍານດິຈິຕອລ
- ໄດ້ເນນເວລາ ແລະ ໄດ້ເນນຄວາມຄື
- ແບບດົວໃຈ ແລະ ບັກເຮັດ
- ສັ່ງສັນຍານດິຈິຕອລຸ່ານ໌ສັນຍານແອນະລືອກ
- ຄ່າປະສິກີກົກ



(a) ສັນຍານແລະ ສື່ອນໍາ



(b) สัญญาณและสื่อนำ

ค่าประสิทธิภาพเครือข่าย

- แบบดิจิตอล (Bandwidth)
 - Analog – หน่วย Hertz
 - Digital – หน่วย Bits per second (bps)
- กรดพุก (Throughput)
 - อัตราการถ่าย出入ข้อมูลในหนึ่งวินาที – หน่วย bps
- ค่าเวลาเพลย์ Latency (delay)
 - ค่าเวลาที่ส่งข้อมูลจากผู้ใช้สู่เซิร์ฟเวอร์ – หน่วย ms

Performance metrics

- แบบดิจิตอล (Bandwidth)
 - Analog : ความไวของวงจรไฟฟ้าที่ใช้เชื่อมต่อ
 - Digital : จำนวนบิตต่อวินาทีที่สามารถบรรจุในเส้นทางสัญญาณ
- 1 Mbps: 1×10^6 bits/second
- เกิดข้อมูล 1 bit ทุกๆ 1×10^{-6} seconds
- เกิดข้อมูล 2 Mbps จะมีเวลาบีตเกิดขึ้นห่างกันทุกๆ 0.5 micro second.
- ช่วงเวลาซึ่งแคบ ยิ่งทำให้ส่งข้อมูลได้จำนวนมากขึ้น

Bandwidth

เมื่อ bit ส่งผ่าน bandwidth ใดๆ จะเกิดเวลาในการรอรับ bit
 (a) bits ล่วงเวลา 1Mbps (แต่ละ bit กว้าง 1 μs);
 (b) bits ล่วงเวลา 2Mbps (แต่ละ bit กว้าง 0.5 μs).

Latency

- ค่าความช�ูดแสง (speed-of-light) ที่ใช้เกิด propagation delay
 - ความเร็วของแสงที่ต้องเดินทางผ่านสื่อสัญญาณ เดินทางจากวิวัฒนาและ
 - 3.0×10^8 m/s ในหลอดสูญญากาศ
 - 2.3×10^8 m/s ในสายไฟเบอร์ออฟฟ์
 - 2.0×10^8 m/s ในอากาศทั่วไป
- ระยะทางที่ใช้ส่งข้อมูลจะส่งผลต่อ latency มากตามที่ว่าขึ้นกับ bandwidth และขนาดข้อมูล
- ค่าวีดีโอชีพ เกิดจากการของ การประมวลผลและกรนต์ส์

Propagation = Distance/SpeedOfLight
 Transmit = Size/Bandwidth
 Latency = Propagation + Transmit + Queue

ค่าประสิทธิภาพ

- ความช�ูด (Latency)
 - $\text{Latency} = \text{Propagation} + \text{transmit} + \text{queue}$
- ตัวเลขอาร韭ร์ (propagation Delay)
 - $\text{Propagation} = \text{distance}/\text{speed of light}$
- ตัวเลขอารลัง (Transmission Delay)
 - $\text{Transmit} = \text{PacketSize}/\text{Bandwidth}$
- ตัวเลขอารองค์ (Queueing Delay)
 - $T_q = T_w + T_s$

Bandwidth x Delay product

- บีกถึงจำนวนบิตที่ส่งไปในหนึ่งวินาที คือสัญญาณตั้งแต่ต้นทางถึงปลายทาง
- Latency (delay) คือความชยวั่นของท่อ
- bandwidth ความกว้างของท่อ
- ต่อสื่อสารภายนอก Delay เก่ากัน 50 ms และ
- บีก bandwidth มากกับ 45 Mbps
 - $\Rightarrow 50 \times 10^{-3} \text{ seconds} \times 45 \times 10^6 \text{ bits/second}$
 - $\Rightarrow 2.25 \times 10^6 \text{ bits} = 280 \text{ KB data.}$

(c) តម្លៃសម្រាប់ផលិតផលនៅក្នុងបណ្តុះបណ្តាល

Nakhon Phanom University

การเชื่อมต่อโดยตรง Direct links

31110314 Computer Networks

สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

รองศาสตราจารย์ ดร.สุริเรืองพันธุ์

songrit@upm.ac.th

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Attributed to Peterson, Larry L. and Bruce S. Davie. Computer networks: a systems approach. Elsevier. 2007 Revised 2021-07-24

การเชื่อมต่อโดยตรง

- “ han kang klok บันบที่มีเสียง ต้องเรียนต้นตัววาย...’ก้าวแรก’ ”
- โครงข่ายอินเทอร์เน็ตเชื่อมต่อ ก้าวโลก เริ่มนับจาก ลิงค์



ปัญหาการเชื่อมต่อของลิงค์



The diagram shows four nodes: n1, n2, n3, and n4. Node n1 is connected to n2 by a solid blue line labeled "links". Node n1 is also connected to n3 and n4 by dotted blue lines labeled "links". Nodes n3 and n4 are connected to each other by a solid blue line labeled "links".

- การนำสื่อเชิงบูลจิตร์回去
- การแปลงรหัส (**Encoding**)
- ให้เพิ่มจำนวน
- การตัดต่อ (**Scalability**)
- ข้อมูลใน links ถูกตรวจสอบ ทำให้ สูญเสีย พิสัยผลลัพธ์บีบตัว เก็บงานเข้ามา
- การระบุความผิดพลาด (**Error detection / Correction**)
- ที่ส่งไปอยู่ในตัวเครื่องเริ่มงานกันแล้ว n2 รับได้
- การควบคุมอัตราเร็ว (**Flow control**)

Chapter Outline

- ภาพไฟเบอร์เคลือบ光缆 (Fiber Optic)
- การแปลงรหัส (Encoding)
- การจัดรูปแบบเฟรม (Framing)
- การควบคุมความผิดพลาด (Error Detection)
- เสถียรภาพการส่ง (Reliable Transmission)

The diagram illustrates the hierarchy of the Internet. At the top level is the "Internet service provider (ISP)", which connects to a "Router". This router then connects to multiple "Hosts" (represented by a laptop, smartphone, and tablet). A "Peering point" is shown where two routers connect. A large cloud labeled "Rest of the Internet" represents the vast network beyond the ISP's direct connection.

Access technology (e.g., Fiber, Cable, Wi-Fi, Cellular...)

Links

- การแปลงสัญญาณ (signal) เป็นเลขบินารีเรียกว่า **encoding**.
- เรียกวิธีการแปลงสัญญาณว่า **modulation**

(ด) การเข้ามุ่งต่อเครื่องฯ ภายใต้ยุทธ์

Encoding

- สัญญาณเดินทางจาก Adaptor เครื่องส่ง ผ่านสายนำสัญญาณไปถึง Adaptor เครื่องรับ

การแปลงรหัสแบบไม่กลับเป็นศูนย์ (non-return to zero : NRZ)

Bits	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0
NRZ	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0

NRZ encoding of a bit stream

การ Encoding แบบต่อๆ

Bits	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
NRZ	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
Clock	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0

การจัดรูปแบบเฟรม (Framing)

- ข้อมูลส่งในเครือข่ายคอมพิวเตอร์จะส่งเป็นหัวตอน
- เรียกว่า **frames**

Network adaptor ใช้แลกเปลี่ยนเฟรมระหว่างกัน

การใช้งาน Framing

- เมื่อ node A ต้องการส่งเฟรมไป node B จะบอกให้ node B จัดเตรียมพื้นที่ให้มีความจำเพาะรองรับ จำนวนหน่วยความจำที่ต้องบดองเฟรม(Frame length) ก่อนแล้วครั้ง
- เมื่อ node B เตรียมหน่วยความจำพร้อมแล้วจะบอกให้ node A ส่งข้อมูลได้
- Adaptor เครื่องส่ง(A) และ เครื่องรับ(B) จะจัดเตรียมความพร้อมให้ต่อรองกัน ก่อนเริ่มต้นส่งข้อมูล

Framing

- การจัดเฟรมเป็นขั้นตอนจัดเก็บข้อมูลเข้ารูปแบบเฟรม ก่อนส่งออก

เฟรมบีกอบด้วย :

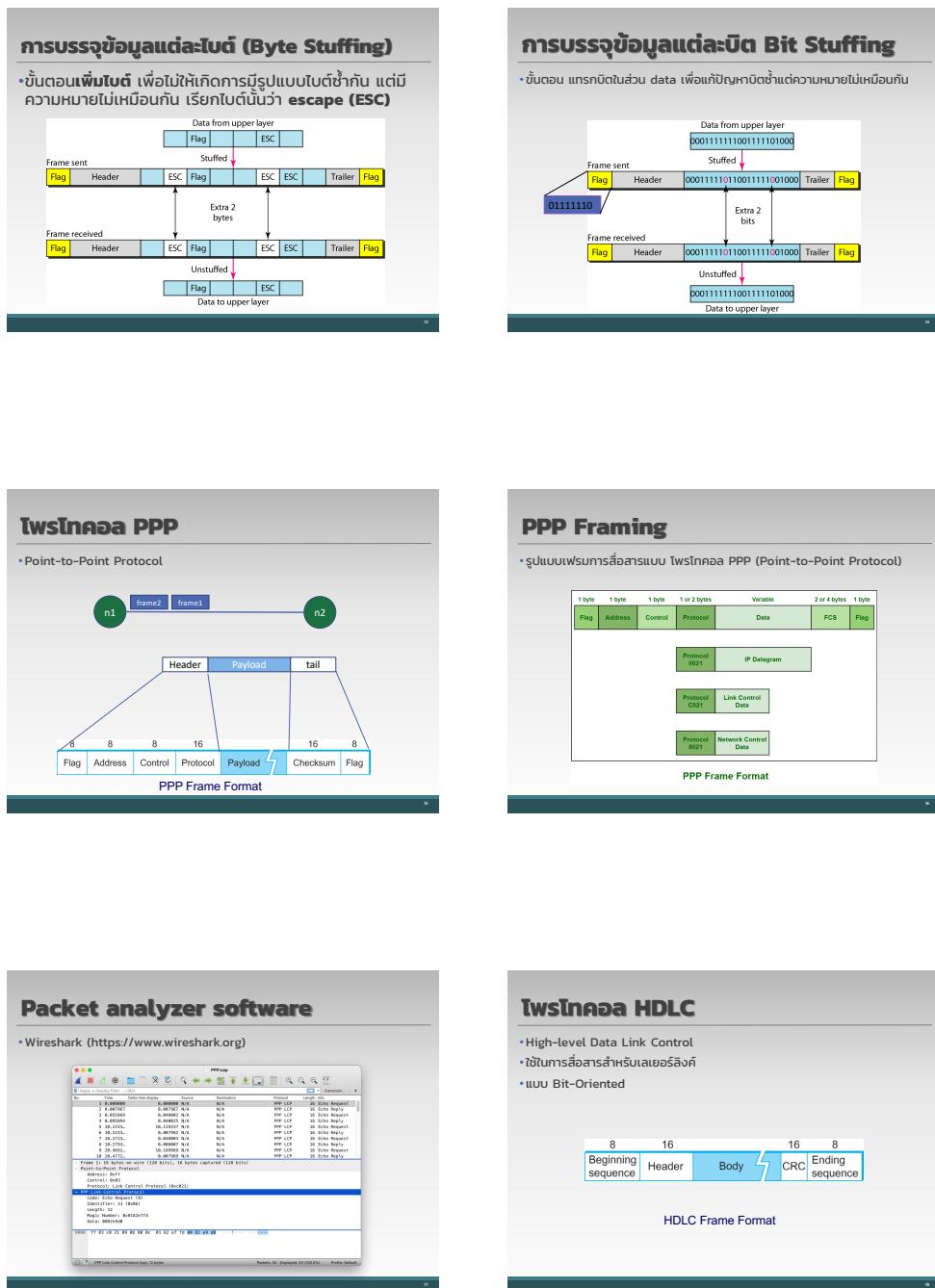
- Flag:** กำหนดจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของเฟรม
- Header:** ข้อมูลสำหรับการจัดการของเฟรม ประกอบด้วย source/destination addresses, รวมถึงข้อมูลร่วม control information
- Data from the upper layer :** ข้อมูลจากไฟร์ไวร์โคลอชันบัน
- Trailer:** error detection/correction code

Byte vs. Bit Oriented

- Framing แบบ byte-oriented protocols (เช่น PPP)

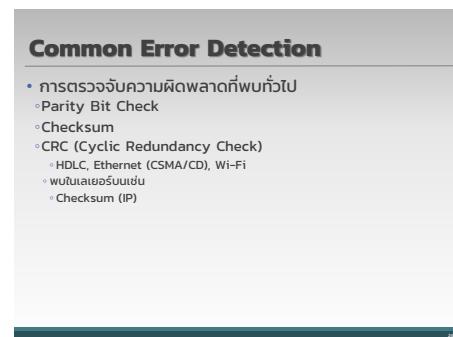
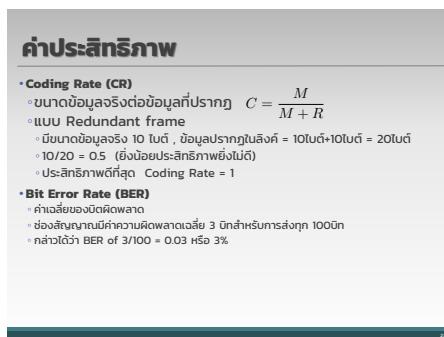
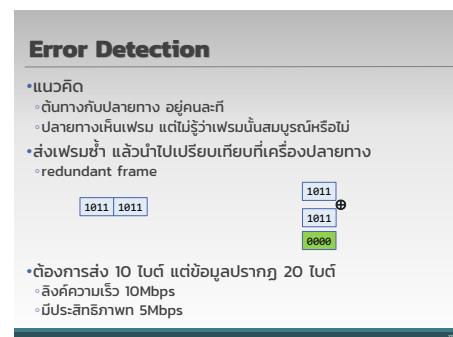
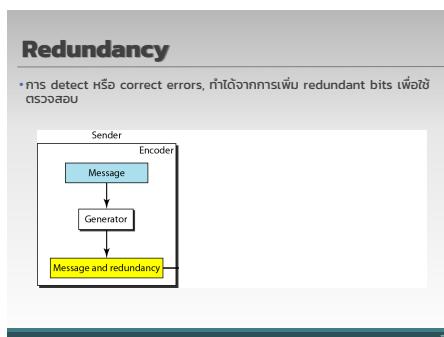
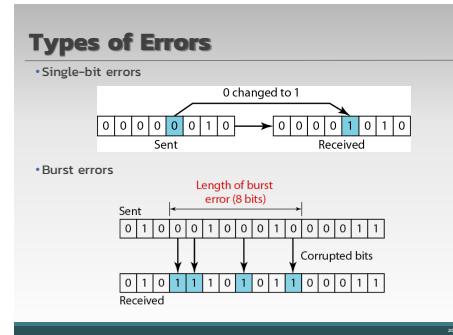
- Framing แบบ bit-oriented protocols (เช่น HDLC)

(e) การใช้คอมต่อเครือข่ายโดยตรง

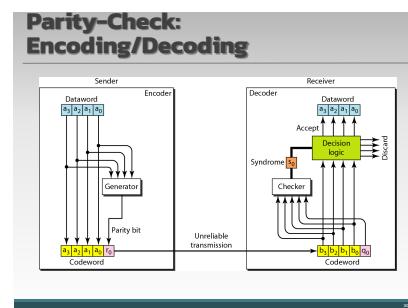
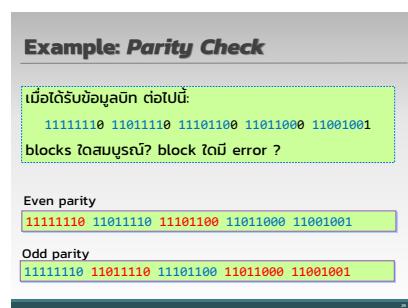
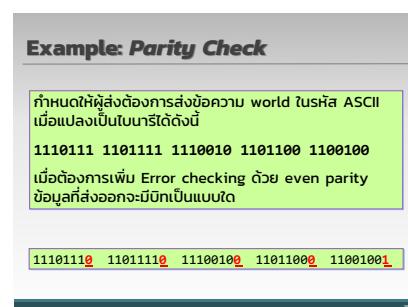
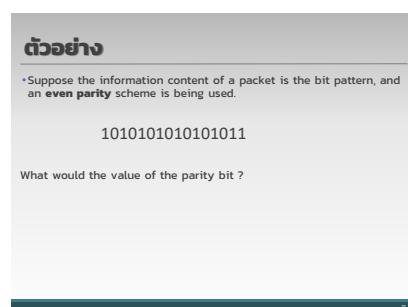
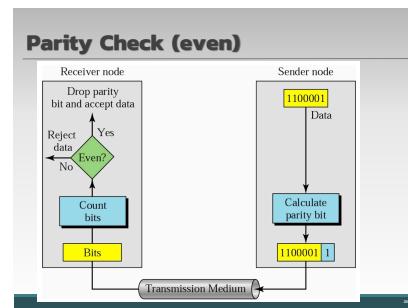
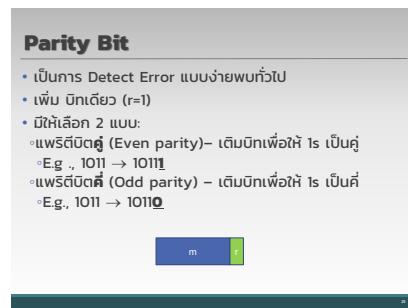


การควบคุมความผิดพลาด (Error Detection)

- ผิดพลาดเพียง 1 บิต ล่วงผลให้เฟรมผิดพลาด
 - สาเหตุเกิดจากสัญญาณไฟฟ้ารบกวน อุบัติภัยเปลี่ยน
- ตรวจสอบความผิดพลาด (Detecting Error)
- แก้ไขความผิดพลาด (Correction Error)



(๕) การเข้มต่อเครือข่ายโดยตรง



(h) การเชื่อมต่อเครือข่ายโดยตรง

Performance of Parity Check

- ค่า Coding Rate เป็นเท่าไร ?
• M = จำนวนบิต , R=1 บิต
• M = 10
CR = M/(M+1)
= 10/11 = 0.909 (ประสิทธิภาพดีมาก)
- ถ้ามี 1-bit errors จะ detected เวอหารึไม่?
• ถ้ามี 2-bit errors จะ detected เวอหารึไม่?

ms Checksum

- แบ่งไฟล์ให้เป็นหน้ากาก
- ใส่ 0 หากพบบิตใดไม่ลงตัว
- นำไฟล์มาเรียงแล้ว หาผลลัพธ์
- หากมีตัวเลขที่ไม่ใช่บวก
- นำผลลัพธ์ กับบิต (One's complement)

ตัวอย่าง 0110110 10110100

1010	0100
1011	0110
0110	0011
0011	1100
+	
1000	
1001	

SUM **01101010** SUM **1001**
 Checksum **100010101** Checksum **0110**

Checksum

Example : Checksum Generator

```

    <(sender) 10101001      00111001
              10101001
              +
              00111001
              sum 11100010
              checksum 00011101
    < Data sent 10101001  00111001 00011101
  
```

Example : Checksum Checker

- Received data
10101001 00111001 00011101
- sum all sections
10101001
00111001
00011101
- Sum 11111111
Complement **00000000** → OK

ประสิทธิภาพ Checksum

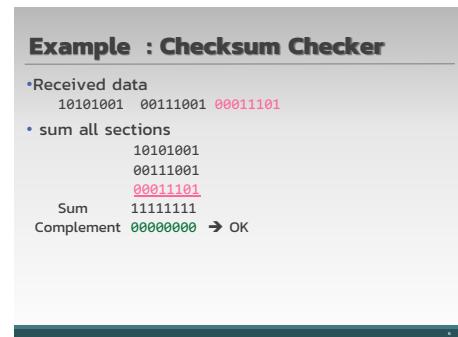
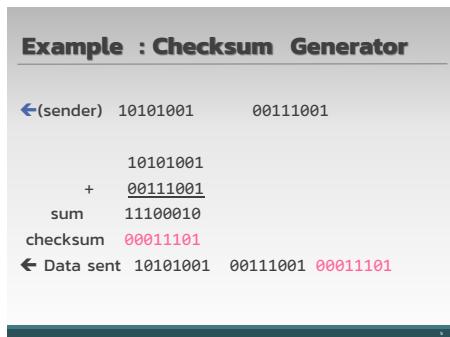
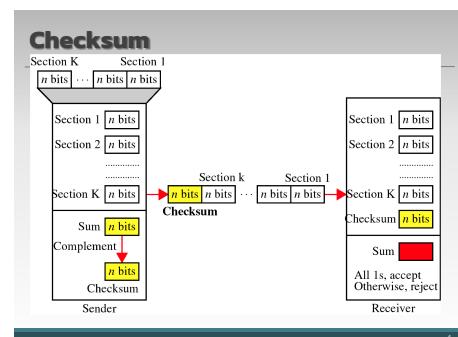
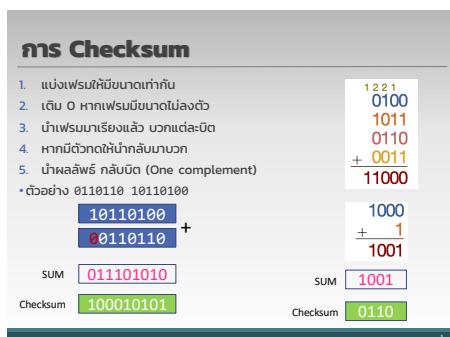
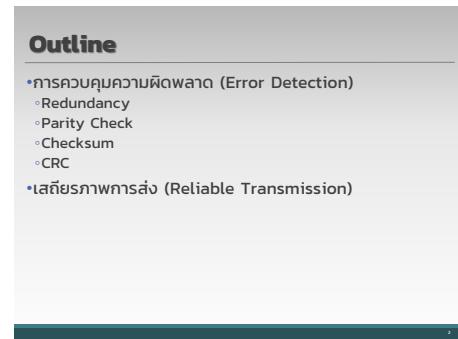
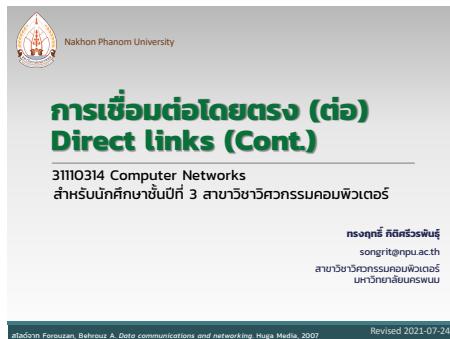
- น้ำเสียงกับขนาดของ bit checksum
- ตัวอย่างเช่น M=16, r=4
- CR = 16/(16+4)
- = 0.8

(i) การเข้มต่อเครือข่ายโดยตรง

รูปที่ 4.5: สไลด์ประกอบการสอนสัปดาห์ 5

4.9 การสอนสัปดาห์ที่ 6

สัปดาห์นี้บรรยายต่อเนื่องจากการเข้มต่อโดยตรงเมื่อสัปดาห์ที่แล้วและต่อมาจะกล่าวถึงค่าประสิทธิภาพของเครื่อข่ายและเทคโนโลยีที่ทำให้การสื่อสารโดยตรงมีเสถียรภาพ ผู้เขียนได้บรรยายตามสไลด์รูปที่ [4.6](#)



(a) การเชื่อมต่อโดยตรง (ต่อ)

ປະສົກກາວ Checksum

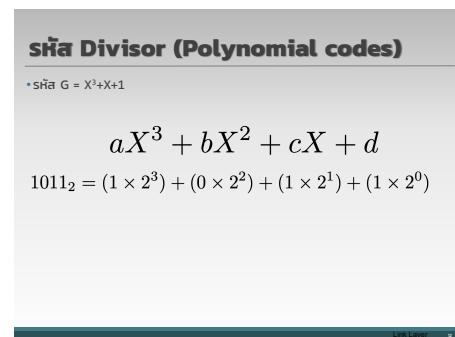
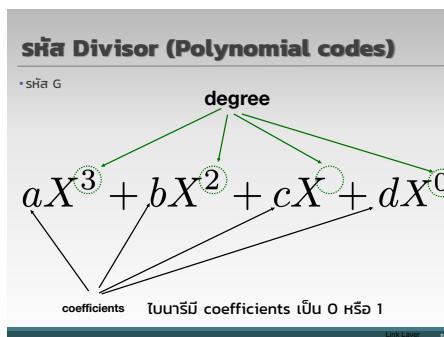
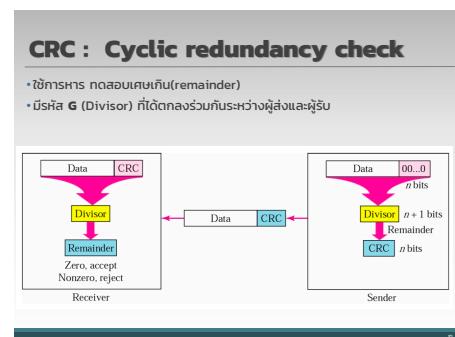
- ເຊື້ອຍຸກົນນາດຂອງ bit checksum
- ຕົວຢ່າງເປັນ $M=16, r=4$
- $CR = 16/(16+4)$
- $= 0.8$

Flip card game

- ມາກາຣດທີ່ເປົ້ອນໄປ
- https://www.advanced-ict.info/javascript/card_flip.html

Internet Checksum Algorithm

- ການຕຽບພິດພາລັບອອນເກອຣີເນືດ
- ໃຫວ້ນ Cyclic Redundancy Check (CRC)
- ໄປພົບການໃຫ້ CRC ໃນຊັ້ນລົງຄໍ



(b) ກາຣເຊື້ອມຕ່ອໂດຍຕຽງ (ຕ່ອ)

Reliability : Flow control

31110314 Computer Networks
ສໍາຮຽນບັນດາຂະໜາດປັກປົງ

ໂຄງການ ກົດຕີເຮົາພື້ນຖານ
songrit@npu.ac.th
ສານວິຊາວິທະຍາໂຄງການພົມວະນາ
ນາຫວັດກາລືບນຽມພົມ

ນາຫວັດກາລືບນຽມພົມ
Peterson, Larry L., and Bruce S. Davie. Computer networks: a systems approach. Elsevier, 2007.

Reliable Transmission

- CRC ໃຫ້ຕຽບຈຳ bit error
- Error ບາງຕົວສາມາດຄດວຽພບແລະ ກູ່ຄົນໄດ້
- ມາກຕົວກາຮ່າງກູ່ຄົນໄດ້ມາຈະຕ້ອງແລກກັບ overhead bit
- ຮະບະກົດໃຫຍ່ໃຫຍ່
- ຫັນ link ຕ້ອງກາຮ່າງເພີ້ມຂໍ້ມູນເສີຍກາພ ເນື້ອພົບກັ້ນເພີ້ມຂໍ້ມູນ
- ເປັນກາຮ່າງຈາຂອງ **ຫັນຄົນທີ່ເຮັດວຽກ**
- Acknowledgements ແລະ: Timeouts

Reliable Transmission

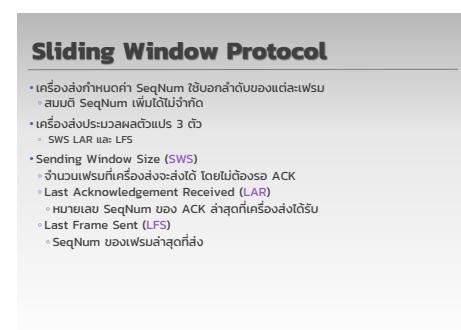
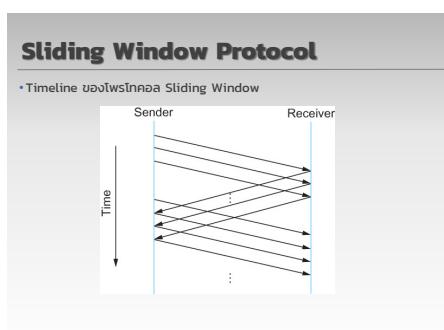
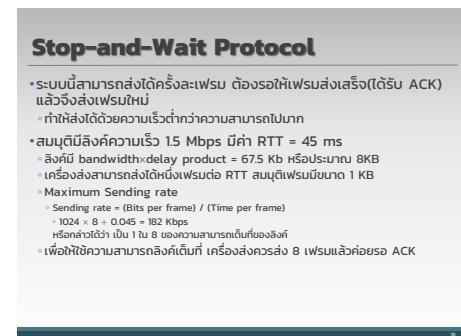
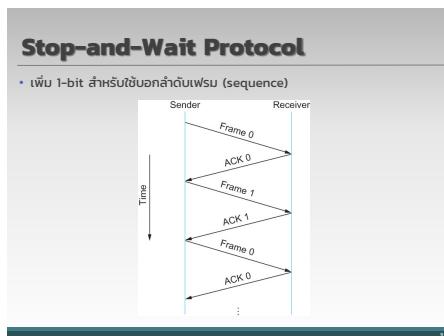
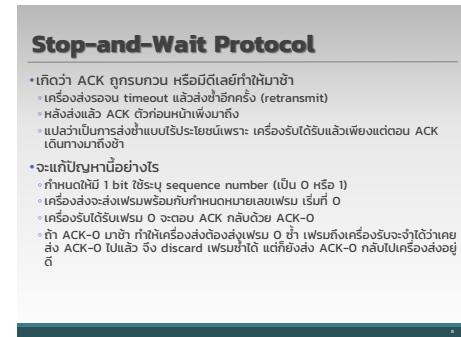
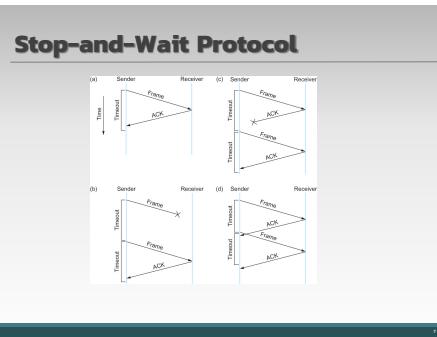
- Acknowledgement (ACK)** ເປັນເພື່ອເລີ້ນວ່າ ໃຫ້ສົ່ງໄດ້ຮັບແລະ ມີໂຄກສເລີຍຫາຍັງອ່ອຍກວ່າ ເພີ້ມຂໍ້ມູນ
- ACK ມີນາດເລີກໃໝ່ໃຫ້ສົ່ງໄດ້ຮັບແລະ ມີໂຄກສເລີຍຫາຍັງອ່ອຍກວ່າ ເພີ້ມຂໍ້ມູນ
- ເປົ້າເຄີ່ງສົ່ງໄດ້ຮັບ ACK ມາຍເກັ່ງຂ້ອງມູນເດີນກາງຄົງເຄີ່ງຮັບໄດ້ສົ່ນບຸຮຸນ

Reliable Transmission

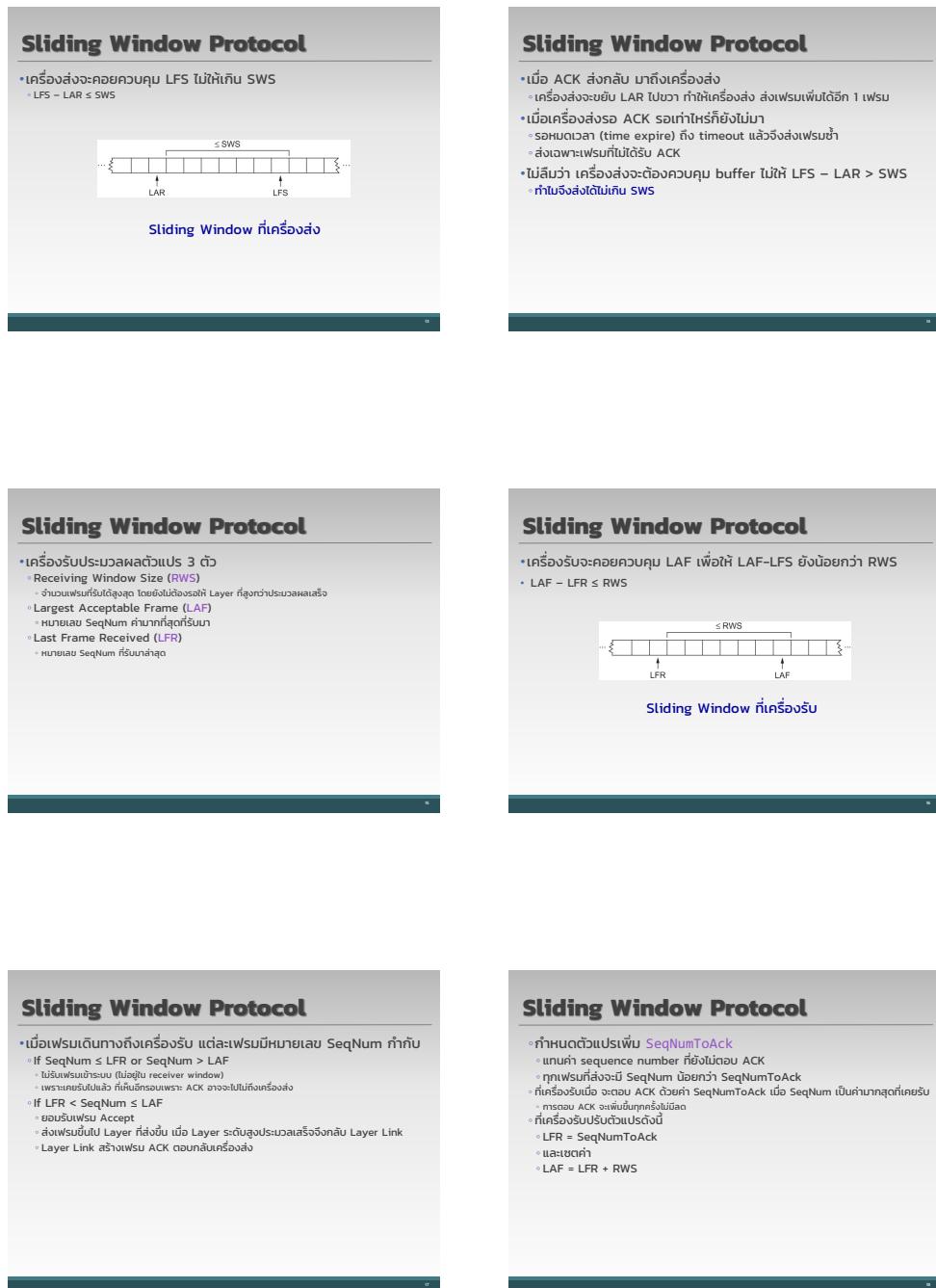
- ຄ້າເຄີ່ງໄປໄດ້ຮັບ ACK ກາຍໃນເວລາທີ່ກໍານັດ ຈະກໍາໄໝເຄີ່ງສົ່ງສິ່ງໆ
- ເວລາທີ່ກໍານັດ ເກົ່າກັບ timeout
- ຕາມປົກລິເສີ້ ACK ແລະ timeouts ກູ່ກັນ ເຮັດວຽກ
- Automatic Repeat reQuest (ARQ).

Stop-and-Wait Protocol

- ໄວເຕີຍ stop-and-wait protocol
- ຮັບສິ່ງໄປແລ້ວກັບເປັນ ເຄີ່ງສົ່ງຈະຮອງນກວ່າໄດ້ຮັບ ACK ສິ່ງຈະສິ່ງ ເພີ້ມຕໍ່ອົບ
- ຕົ້ນແລ້ວໄປເປັນ ACK ກາຍໃນເວລາທີ່ກໍານັດ ຈະສົ່ງເພີ້ມຫ້ອັກຄັ້ງ (retransmits)



(d) เส้นทางภาพเครือข่ายและการควบคุมไฟล์



(e) เส้นสายรุ้งภาพเครือข่ายและการควบคุมไฟล์

รูปที่ 4.6: สำลีด์ประกอบการสอนสัปดาห์ 6

4.10 การสอนสัปดาห์ที่ 7

การบรรยายสัปดาห์นี้การต่อเนื่องจากสัปดาห์ที่แล้วที่กล่าวถึงเสสีรภาพเครือข่ายและการควบคุมໂฟร์หลังจากนั้นจะเข้าสู่เนื้อหาการสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตซึ่งเป็นเครือข่ายที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย และกล่าวถึงการประยุกต์ใช้วิธีการสร้างเสสีรภาพให้เครือข่ายด้วยการเพิ่มเปิดสมบัติในการตรวจสอบบิตผิดพลาดได้บรรยายตามสไลด์รูปที่ 4.8



Nakorn Phanom University

Reliability : Flow control (ต่อ)

3110314 Computer Networks
สําหรับนักศึกษาปีที่ 3 สาขาวิชาคอมพิวเตอร์

กรุณากด กติกาเรื่องพัฒนา^{สงวนลิขสิทธิ์}
สงวนลิขสิทธิ์
สาขาวิชาชีวเคมีและเคมี
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

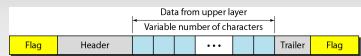
อ่าน <https://www.cpe.ku.ac.th/~cpj/204325> Revised 2021-08-08

หัวข้อบรรยาย

- การจัดเฟรม (Framing)
 - ใบตัดบีบ (Byte vs. bit) ในไฟร์ໄໂຣຄອສ
- Data Link Control
 - Flow control
 - Error control
- Protocols

Framing

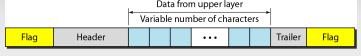
- การจัดเฟรมเป็นขั้นตอนวัดเก็บข้อมูลเข้ารูปแบบเฟรม ก่อนส่งออก



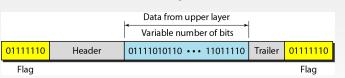
- เพื่อบรรลุการจัดเฟรม :
- Flag: กำหนดจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของเฟรม
- Header: ข้อมูลสำหรับการจัดการของเฟรม ประมวลผล source/destination addresses, รวมถึงข้อมูลส่วน control information
- Data from the upper layer: ข้อมูลจากไฟร์ໄໂຣຄອลชั้นบน
- Trailer: error detection/correction code

Byte vs. Bit Oriented

- Framing in byte-oriented protocols

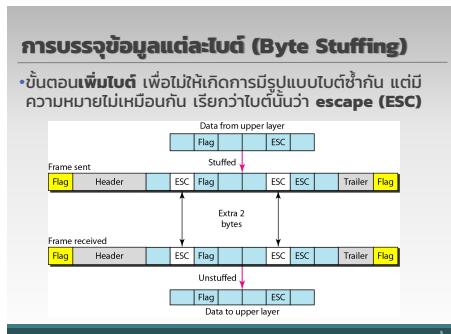


- Framing in bit-oriented protocols



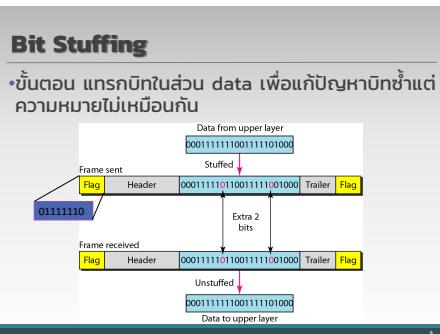
การบรรจุข้อมูลแต่งเติม (Byte Stuffing)

- ขั้นตอนเพิ่มไบต์ เพื่อให้ได้การเบิร์ปแบบเบิต์ซ้ำกัน แต่เป็นความหมายไม่เหมือนกัน เรียกว่าใบเติมน้ำว่า escape (ESC)



Bit Stuffing

- ขั้นตอน แทรกบีตในส่วน data เพื่อแก้ปัญหาบีตซ้ำแต่ความหมายไม่เหมือนกัน



(a) เส้นยิรภาพเครือข่ายและการควบคุมโพรโตคอล (ต่อ)

Flow Control และ Error Control

- Flow control**
 - ขั้นตอนบนก่อนบันทุกสิ่งได้ ก่อนที่จะรอตอบรับจากผู้รับ (acknowledgment)
- Error control**
 - เป็นหัวข้อ error detection และ error correction
 - ผู้รับสามารถรับข้อมูลกลับผู้ส่งเพื่อบอกปัญหาได้
 - ไม่ได้รับข้อมูล (lost)
 - ได้รับข้อมูลซ้ำ (duplicate frames)
 - ส่วนใหญ่ใช้รูปแบบ Automatic Repeat Request (ARQ)

Flow control ที่ data-link layer

```

    graph LR
      subgraph "Data-link layer"
        direction LR
        S[Producer] --> S_DL[Data-link layer]
        S_DL -- "Frames are pushed" --> R_DL[Data-link layer]
        R_DL -- "Acknowledgement" --> S_DL
        S_DL -- "Flow control" --> R_DL
      end
  
```

Data Link Protocols

```

    graph TD
      Protocols[Protocols] --> Noiseless[For noiseless channel]
      Protocols --> Noisy[For noisy channel]
      Noiseless --> Simplest[Simplest]
      Noiseless --> StopWait[Stop-and-Wait]
      Noisy --> StopWaitARQ[Stop-and-Wait ARQ]
      Noisy --> GoBackNARQ[Go-Back-N ARQ]
      Noisy --> SelectiveRepeatARQ[Selective Repeat ARQ]
  
```

Protocols for Noiseless Channel

- สมมติช่องสัญญาณไม่มีเสียง (error free)
- จึงไม่ต้องมี error control

"Simplest" Mechanism

- Assuming
 - Noiseless channel
 - Unlimited buffer and speed for the receiver

"Simplest" : Pseudo Code

- Sender**

```

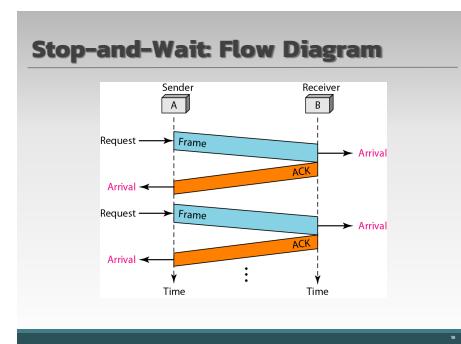
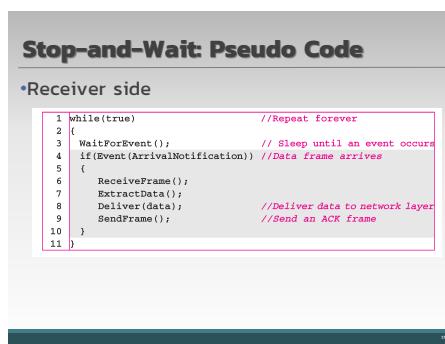
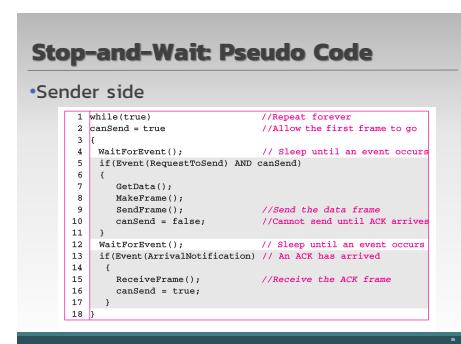
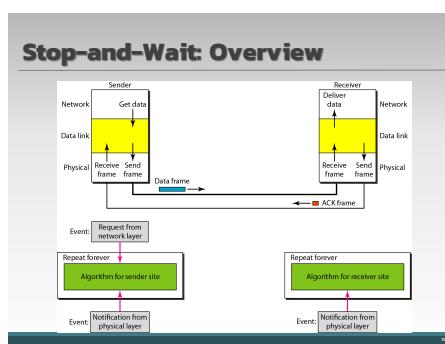
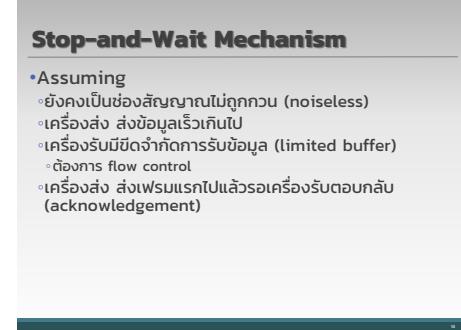
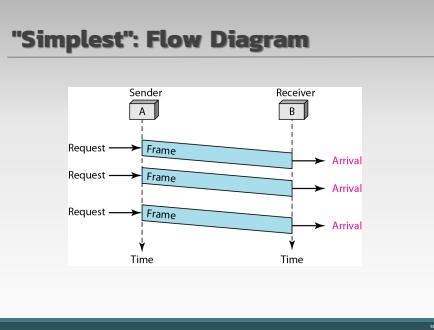
1 while(true)           // Repeat forever
2 {
3   WaitForEvent();      // Sleep until an event occurs
4   if(Event(RequestToSend)) // There is a packet to send
5   {
6     GetData();
7     MakeFrame();
8     SendFrame();        // Send the frame
9   }
10 }
  
```

- Receiver**

```

1 while(true)           // Repeat forever
2 {
3   WaitForEvent();      // Sleep until an event occurs
4   if(Event(FrameArrived)) // Data frame arrived
5   {
6     Acknowledge();      // Acknowledge the frame
7     ExtractData();
8     DeliverData();       // Deliver data to network layer
9   }
10 }
  
```

(b) เส้นสายรุ้งภาพเครือข่ายและการควบคุมไฟล์ (ต่อ)



Nakorn Phanom University

การสื่อสารชั้นลิ้งค์ : แলน (Local Area Network)

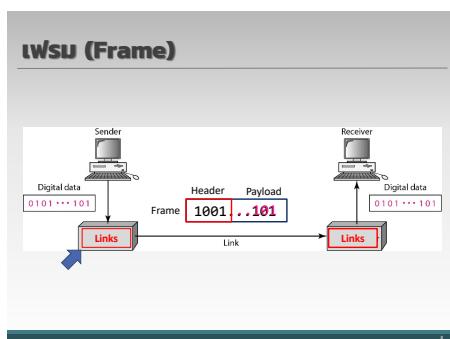
31110316 Computer Networks
ສໍາເລັບນັກສຶກນຳປີທີ່ 2 ລານວິຊາວິຄວາມຄອນພົວເຕອນ

ໂຮງໝໍເກົ່າ ກົດເຈັບເພີ້ນ
songrit@npu.ac.th
ສານວິຊາວິຄວາມຄອນພົວເຕອນ
ນາຂວາຍກໍລິນຍາຮຽນ

ອຳນວຍ <https://www.cpe.ku.ac.th/~cpj/204325> Revised 2021-01-22

ຫົວຂ້ອງຮຽນ

- Data-Link Layer
- ຮະບົບເຟຣີມຂອງຄຣູ່ຂ່າຍແລນ
- Ethernet
- Fast Ethernet
- Gigabit ແລະ Ten-Gigabit Ethernet

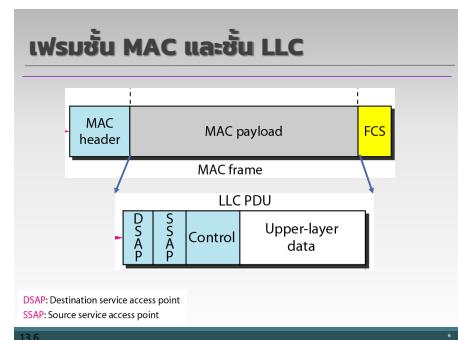
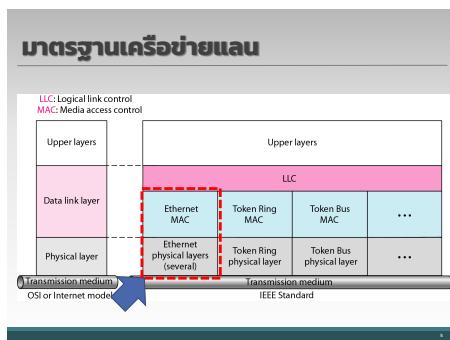


ມາຕຽານ IEEE

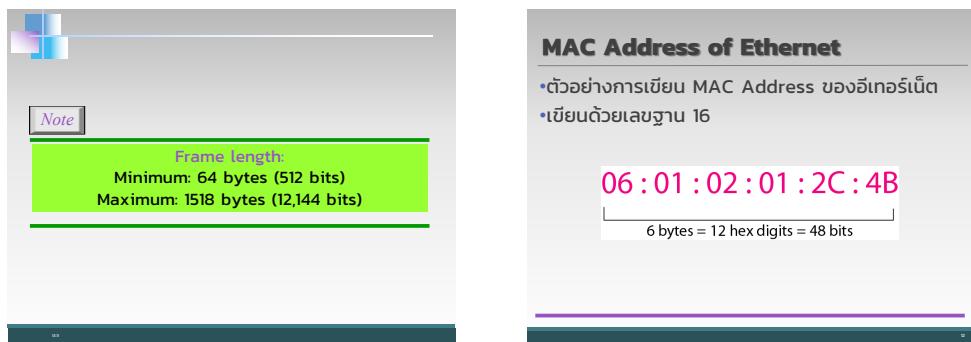
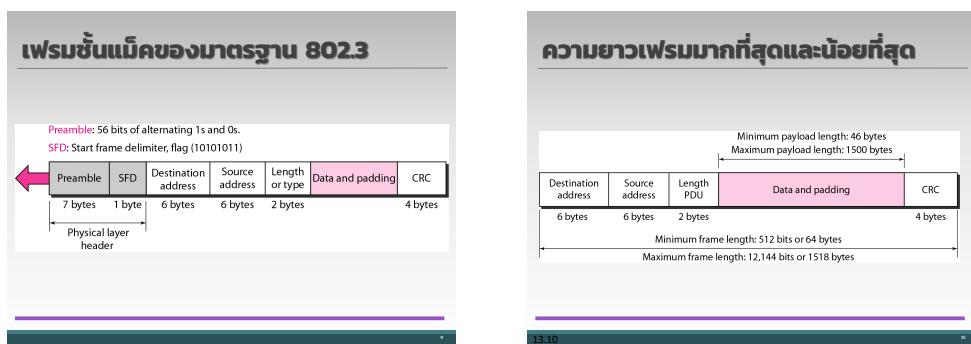
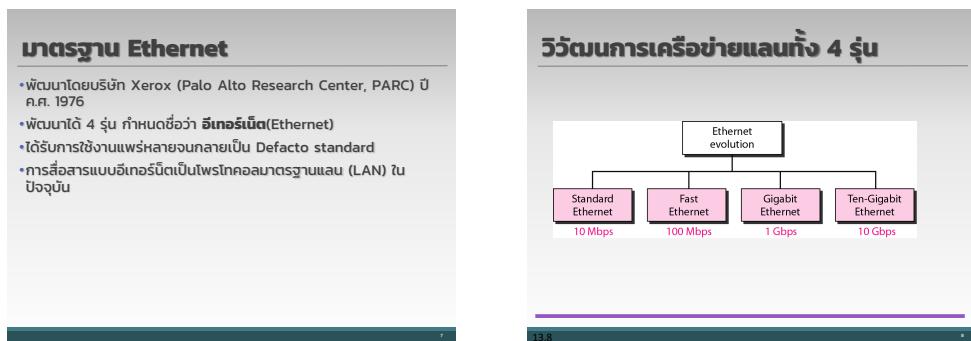
- ປີ C.R. 1985, ເຮັດໄຄໂກກສ Computer Society of the IEEE started
- ຕັ້ງເຊື່ອວ່າ Project 802
- ເພື່ພົບນາຮຸປະບາດຮຽນໃນການຕິດຕໍ່ສ້ອສະຮະກວ່າງຊຸປກຮນ
- ໃຫ້ຮົງຈາເພານາຄົກພົດລູກກຣນໃຫ້ສ້ອສະຮະກວ່າງກັບໄດ້
- ໂກງານທີ່ກໍາເຫດໜີ້ທີ່ສໍາເຮັດກາກ່າງນີ້ພື້ນ Physical ແລະ data link
- ເປັນສ່ວນກາງໃຈນະລັບຂອງ ໂໄໂທໂຄໂລແລນ (LAN) ໃນປັຈຈຸບັນ

ເນື້ອກວັນນີ້ເຖິງວັນຈັກ

Data Link Layer
Physical Layer



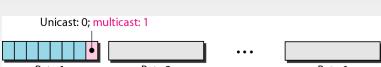
(d) ເຄື່ອຂ່າຍອື່ເຖອງໄນ້ຕ



(e) เครือข่ายอีเทอร์เน็ต

ชนิดของแอดเดรส

- มี 2 ชนิด Unicast และ Multicast
- Unicast** ส่งหาเครื่องปลายทางเครื่องเดียว
- Multicast** : ส่งเข้าหัวเน็งแอดเดรส กระจายไปหลาย แอดเดรส



ที่ least significant bit (LSB) ของ mac address ในตัวเรน
ถ้าบิตนี้เป็น 0 หมายถึงการส่งแบบ unicast;
บอกนี้เป็น 1 แอดเดรสจะบีด multicast.

Note

10110110 | 101..110

MSB LSB

ที่ least significant bit (LSB) ของ mac address ในตัวเรน
ถ้าบิตนี้เป็น 0 หมายถึงการส่งแบบ unicast;
บอกนี้เป็น 1 แอดเดรสจะบีด multicast.

Note

แอดเดรสปลายทางบีด broadcast เป็นแอดเดรส พิเศษนึงของ multicast address ที่บิตเป็น 1 ทั้งหมด

ตัวอย่าง #1

- จะระบุชุดของแอดเดรสปลายทางต่อไปนี้
 - 4A:30:10:21:10:1A
 - 47:20:1B:2E:08:EE
 - FF:FF:FF:FF:FF:FF
- วิธีทำคำอ่าน**
 - แอดเดรสที่ 2 แบบ Unicast และ Multicast
 - เป็น Unicast เมื่อ LSB ของบิตแรกเป็น 0
 - สำหรับ Multicast ที่บี 1 ก็จะหมด(48 บิต) เรียกว่า Broadcast
- 4A:30:10:21:10:1A** $\rightarrow A_{16}=1010_2 \rightarrow$ Unicast
- 47:20:1B:2E:08:EE** $\rightarrow 7_{16}=0111_2 \rightarrow$ Multicast
- FF:FF:FF:FF:FF:FF** \rightarrow Broadcast

การสำเลียงบิต

- ส่งข้อมูลเป็นลำดับของบุกรับกีล์สไปต์
- บีตจากซ้ายไปขวา

4A:30:10:21:10:1A

4A 30 10 21 10 1A

01001010

- ส่งบีตเริ่มจาก LSB ไปจนถึง MSB ของแต่ละบีต

← 01010010

ตัวอย่าง #2

- จะเขียนบาร์โค้ดสำเลียงบิตตั้งแต่บีกแรกที่ได้ออกไปก่อน จบถึงบีกที่ได้ล่าสุดลังสุด

47:20:1B:2E:08:EE

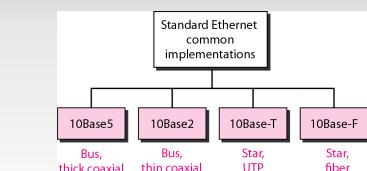
47:20:1B:2E:08:EE

47₁₆ = 0100 0111

← 11100010 00001000 11011000 01110100 00010000 01110111

(f) เครือข่ายอีเทอร์เน็ต

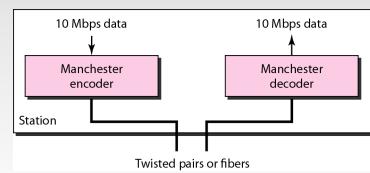
มาตรฐานอุตสาหกรรมของอีเทอร์เน็ต



13.19

การnoduleขั้นของอีเทอร์เน็ต

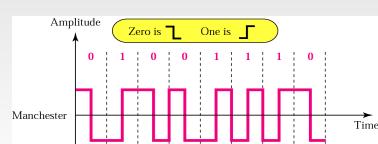
- แปลงบีกเป็นสัญญาณของอีเทอร์เน็ต



13.20

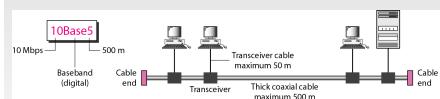
Manchester encoder

- เปลี่ยนระดับสัญญาณตรงกลาง比特
- 01001110**



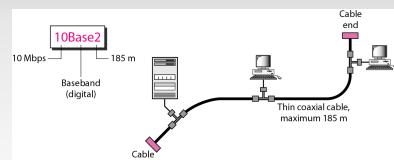
13.21

S:uu 10Base5



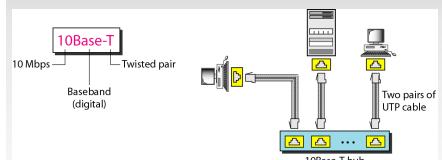
13.22

S:uu 10Base2

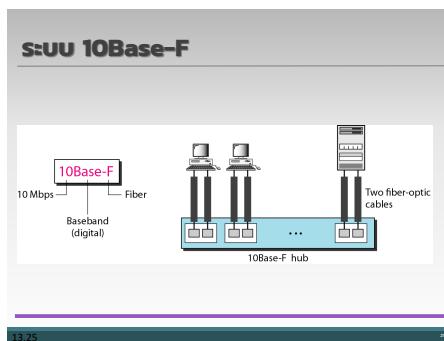


13.23

S:uu 10Base-T



13.24



ສຽງມາຕຣຈານອື່ເກອຣີເນີດ

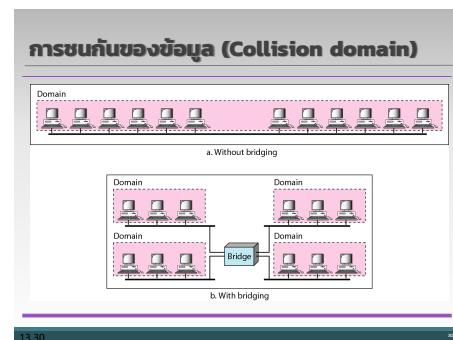
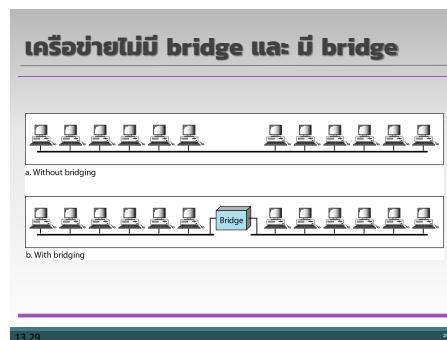
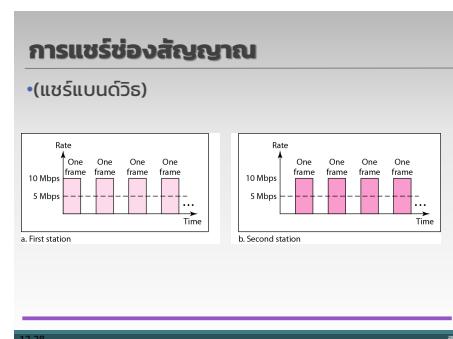
Characteristics	10Base5	10Base2	10Base-T	10Base-F
Media	Thick coaxial cable	Thin coaxial cable	2 UTP	2 Fiber
Maximum length	500 m	185 m	100 m	2000 m
Line encoding	Manchester	Manchester	Manchester	Manchester

13.26

ການປັບປຸງເປົ້າຍິນມາຕຣຈານ

- ມາຕຣຈານອື່ເກອຣີເນີດ 10-Mbps ມີການປັບປຸງມາຕຣຈານ ຂາຍລ້ວນກ່ອນທີ່ຈະສ່ວນຂອງມີຄວາມເຮົາກວ່າເດັ່ນ
- ການປັບປຸງນີ້ມີຜລໃຫ້ການສ້ອລາຮ່ານເກົ່ານີ້ເພີ່ມຄວາມເຮົາໄດ້ສູງກວ່າເດືອນຢ່າງນານ
- ແລະຍັງຄົງດຳນັກນີ້ມີຄວາມເຮົາກວ່າເກົ່ານີ້
- ເກື່ອງປັບປຸງ
 - Briged Ethernet
 - Switched Ethernet
 - Full-Duplex Ethernet

13.27



(h) ເຄື່ອງຫ່າຍອື່ເກອຣີເນີດ

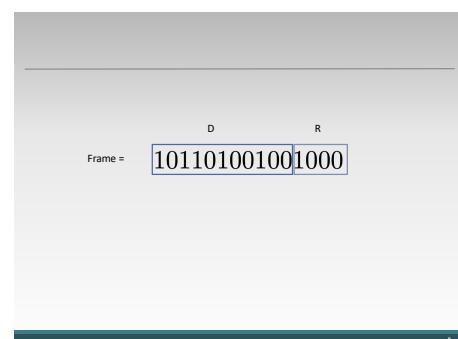
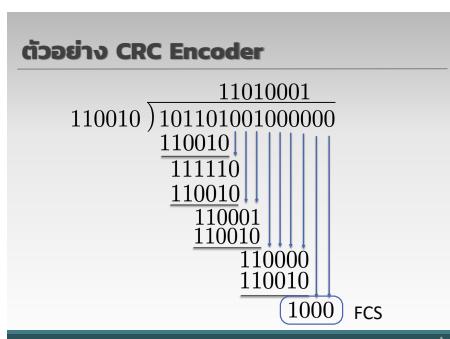
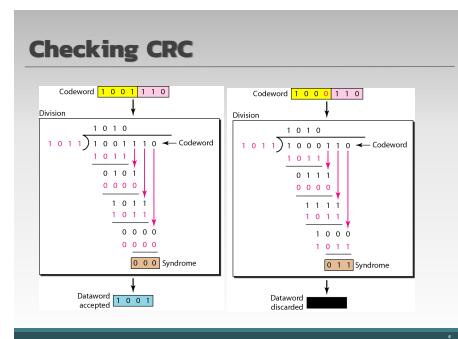
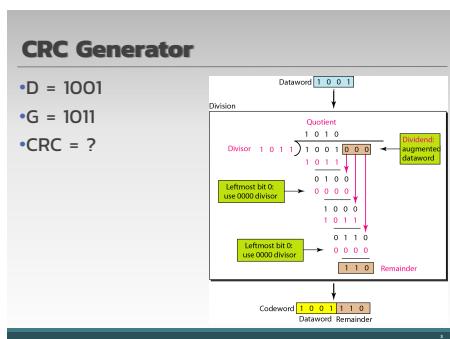
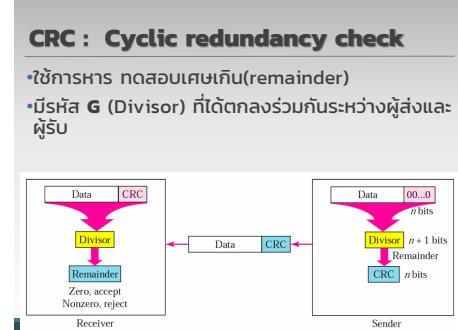
Nakorn Phanom University

Ethernet (2-1) : CRC

31110316 Computer Networks
ສໍາເລັບນັກສຶກຂະໜົດປັ້ງ 3 ສານວິຊາວິຄວາມຄອນພິເຕອຣ

ໂຮງໝໍ ດົມເຈັກພັນຍື
songkrit@npu.ac.th
ສານວິຊາວິຄວາມຄອນພິເຕອຣ
ນາຄານທີ່ສຶກນຽມຮັບ

[ເອກະສານ](https://www.cpe.ku.ac.th/~cpj/204325) https://www.cpe.ku.ac.th/~cpj/204325 Revised 2021-01-22



(a) ວິທີຈົດສອບບົດຜິດພລາດແບບ CRC

ຮູບພໍ 4.8: ສ່ໄລດໍປະກອບກາຮອນສັປດາທີ 7

4.11 การสอนสัปดาห์ที่ 8

สัปดาห์นี้ก่อตัวถึงรูปแบบการจัดเรียงข้อมูลในรูปแบบเฟรมตามมาตรฐานอินเตอร์เน็ต การแยกใช้ช่องสัญญาณแบบสุ่ม ทฤษฎี ต้นไม้แบบทอดข้าม (Spanning Tree protocol) ได้บรรยายตามสไลด์รูปที่ [4.9](#)

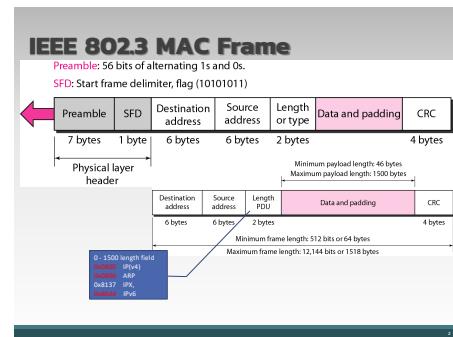
Nakorn Phanom University

Ethernet : Frame encapsulation

31110314 Computer Networks
ສໍາເລັບນາຄົກນານີ້ປັບປຸງໃຫຍ່
ສໍາເລັບນາຄົກນານີ້ປັບປຸງໃຫຍ່

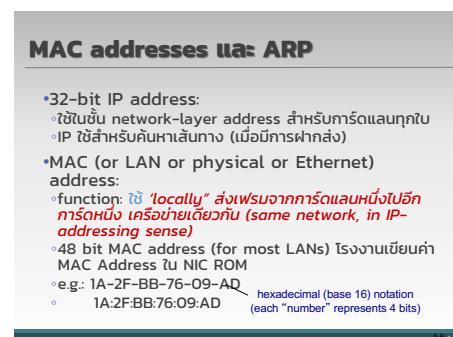
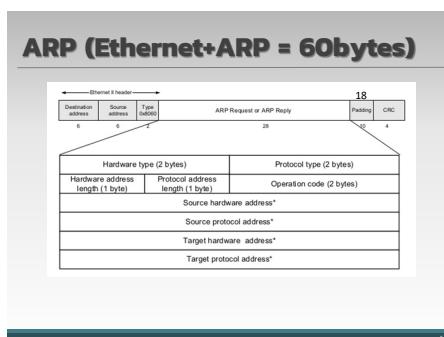
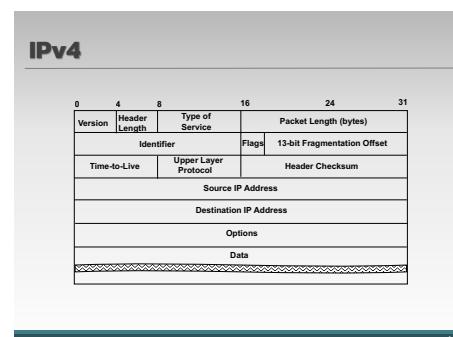
ຮອດຖານ ດັວຍະນິດພັນ
songrit@npu.ac.th
ສານວິຊາວັດທະນາຄົກນານີ້ປັບປຸງໃຫຍ່
ນາຄົກນານີ້ປັບປຸງໃຫຍ່

Revised 2021-08-08

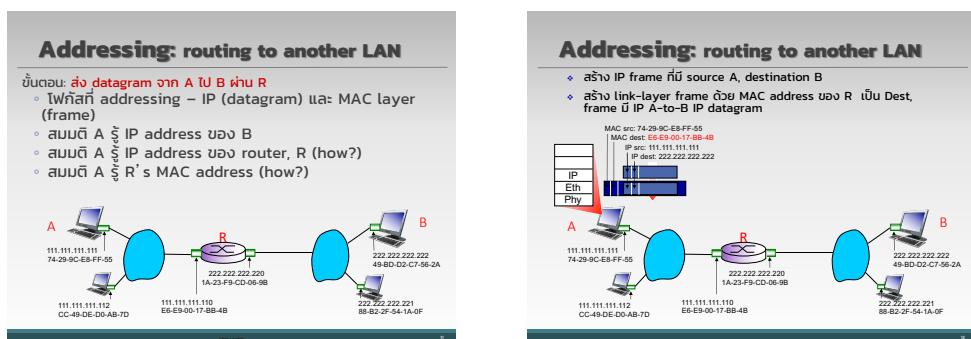
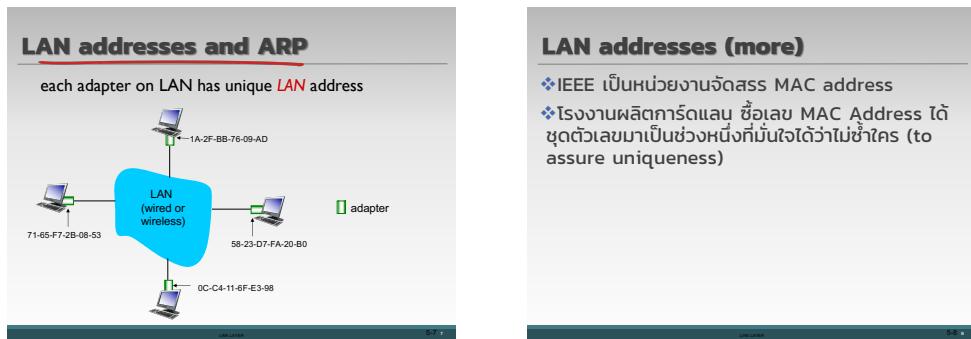


Ethernet frame

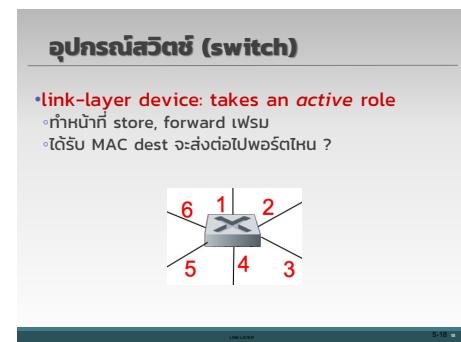
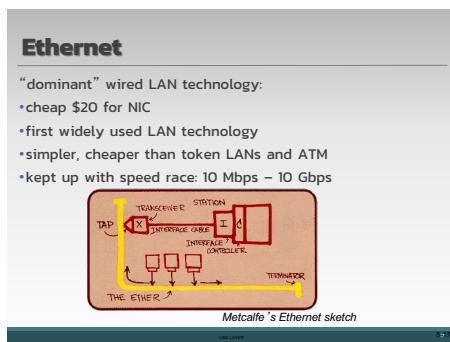
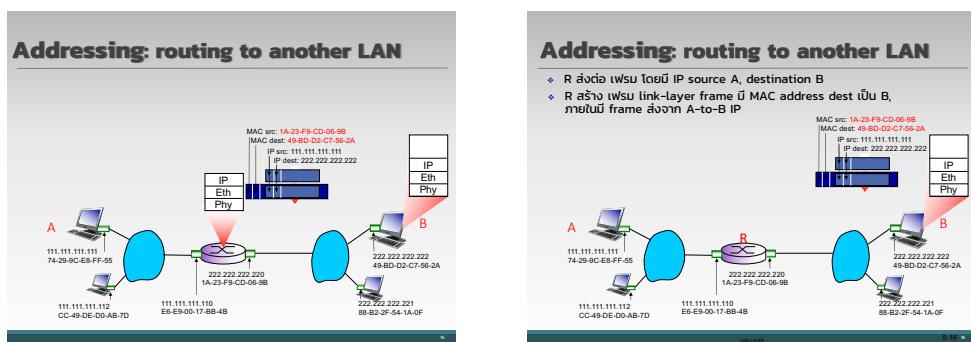
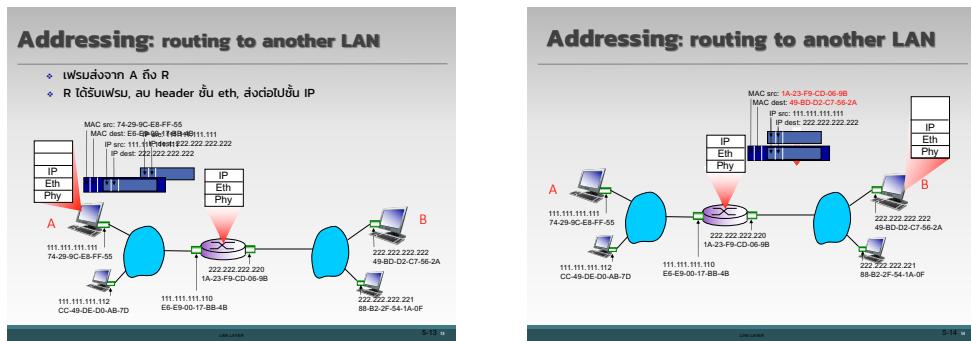
- Packet format
 - Preamble 8 ໂບຕໍ່
 - Destination MAC address 6 ໂບຕໍ່
 - Source MAC address 6 ໂບຕໍ່
 - Type/Length 2 ໂບຕໍ່
 - 0 – 1500 length field (IEEE 802.3 and/or 802.2)
 - 0x0800 IPv4, Internet Protocol version 4
 - 0x0806 ARP, Address Resolution Protocol
 - 0x8137 IPX, Internet Packet eXchange (Novell)
 - 0x86dd IPv6, Internet Protocol version 6
 - Payload 46-1500 ໂບຕໍ່
 - Frame check sequence (FCS) 4 ໂບຕໍ່



(a) ອືເທອຣ໌ເນື້ດເຟຣົມ



(b) օլերունետփրում



Switch forwarding table

Q: สวิตช์ตຽบว่าคอมพิวเตอร์ ของ A' ได้อ่าน่าไร , รู้อย่างไร ว่าต่อพอร์ต 4, B, C
reachable via interface 5?
A: switch นี้ switch table

switch with six interfaces (1,2,3,4,5,6)

Switch: self-learning

- switch learns เมื่อเป็นข้อมูลส่งเข้าพอร์ต
- เก็บตำแหน่งพอร์ตของผู้ส่ง sender/location คู่กับ MAC address ใน switch table

ingress -- เข้ามาที่ egress -- ออกมานี้

MAC addr	interface	TTL
A	1	60

Switch table (initially empty)

Self-learning, forwarding: example

- frame destination, A', location unknown
- destination A location known: selectively send on just one link

MAC addr	interface	TTL
A'	4	60

switch table (initially empty)

Interconnecting switches

- switches can be connected together

Q: sending from A to G - how does S1 know to forward frame destined to F via S4 and S3?
A: self learning! (works exactly the same as in single-switch case!)

Self-learning multi-switch example

ศึกษาขั้นตอน เครื่อง C ส่งเฟรมไปเครื่อง I, I ส่งข้อมูลตอบ C

Q: show switch tables and packet forwarding in S1, S2, S3, S4

Institutional network

(d) อีเทอร์เน็ตเพื่อรวม

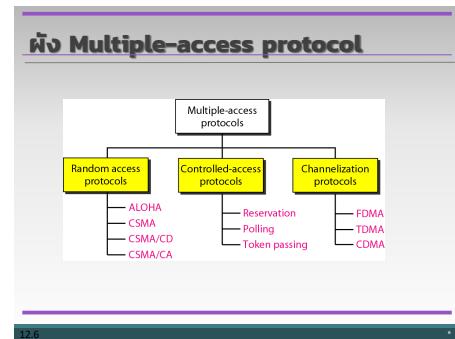
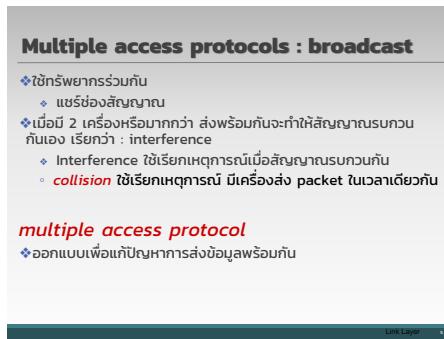
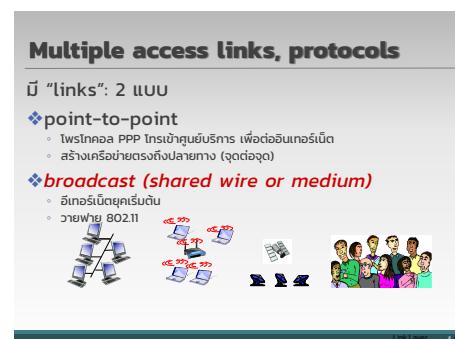
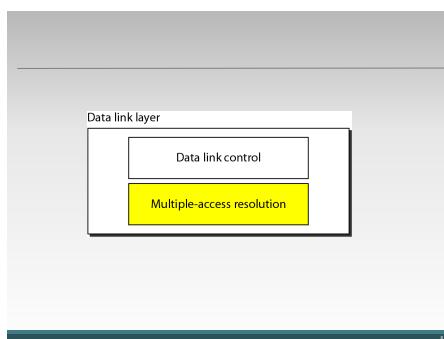
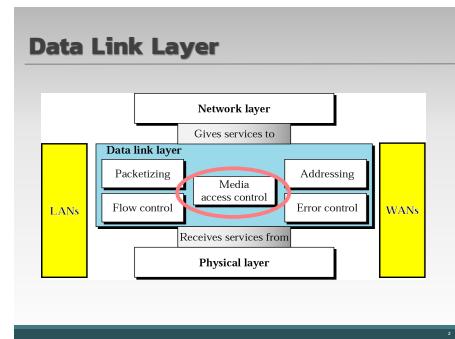
Nakon Phanom University

Ethernet : Multiple Access

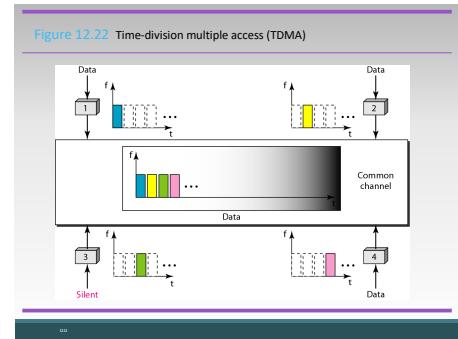
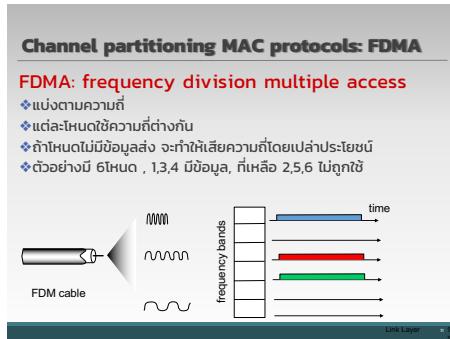
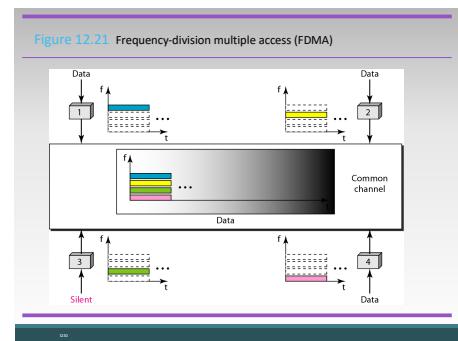
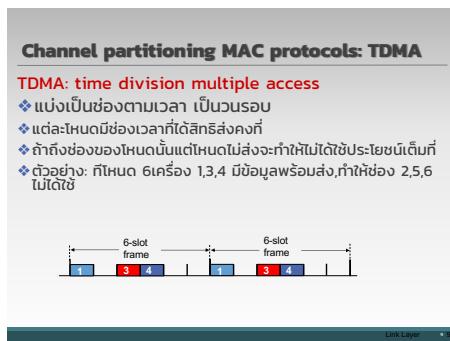
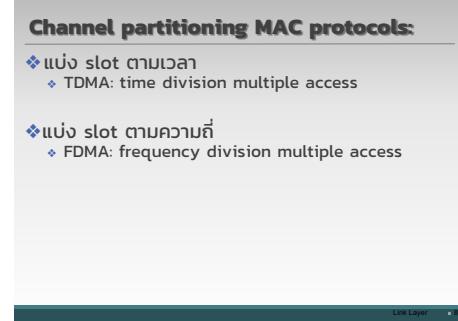
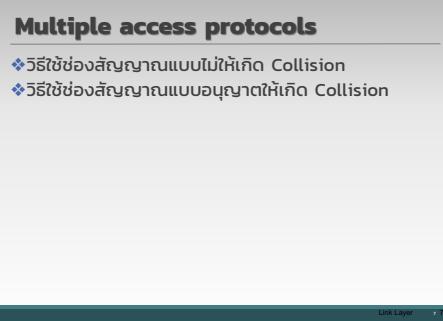
3110314 Computer Networks
ສໍາເທັບນັກສຶກພາຍັນປັກ 3 ລານວິຊາວິຄວາມຮອມພິວເຕອນ

ໂຄງຖຸກ ດົດເກີຣີເພື່ອ^{*}
songrit@npu.ac.th
ສານວິຊາວິຄວາມຮອມພິວເຕອນ
ນະຄວາມຮັບຮັດ

Revised 2021-08-15



(e) ກາຣແຍ່ງໃໝ່ຂ່ອງສ້າງຄູານ



(f) การแบ่งใช้ช่องสัญญาณ

Random access protocols

- ❖ ส่งข้อมูลได้เต็มความเร็วที่มี
- ❖ เมื่อมีไหเดมากกว่า 1 อาจทำให้เกิด การชน "collision"
- ❖ **random access MAC protocol specifies:**
 - ตรุ่นพากำชับ
 - เมื่อพบแล้วแก้ปืนหาอย่างไร
- ❖ **ตัวอย่าง random access MAC protocols:**
 - ALOHA (Pure ALOHA)
 - slotted ALOHA
 - CSMA, CSMA/CD, CSMA/CA

Pure ALOHA

- ให้บดเม็ดข้อมูลพร้อมส่ง ส่งได้กันที
- เมื่อพบการชนกัน จะปรับให้รอเป็น 2 เท่า ของ transmission delay

ตัวอย่าง

ส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย pure ALOHA ที่ช่องสัญญาณ รับกันได้เร็วสูงสุด(full capacity) 200kbps ถ้าสั่ง เฟรมขนาด 200bit. เครือข่ายนี้ค่อนพิภาร์ 3 เครื่อง

- ค่าตัดสินใจของเฟรมเป็นเท่าไร ?
- แต่ละเครือข่ายต้องต่อต่อกันได้โดยไม่มีการชน (collision-free)?

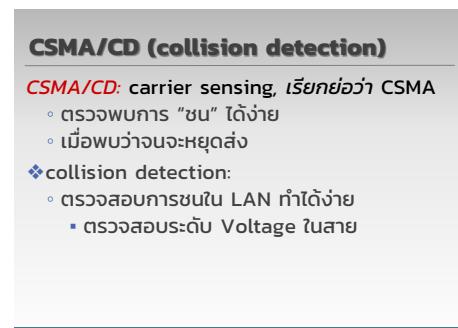
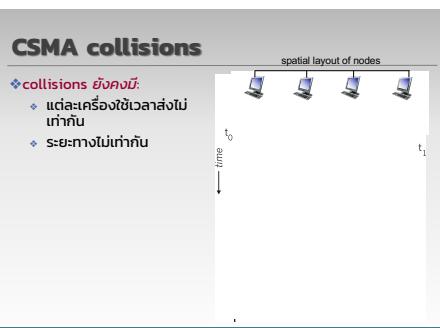
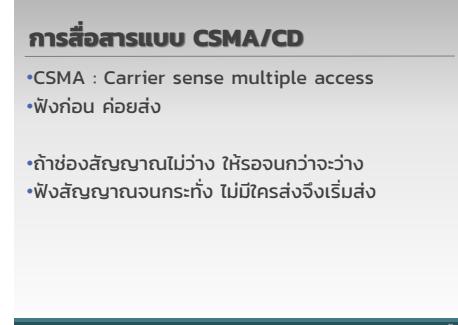
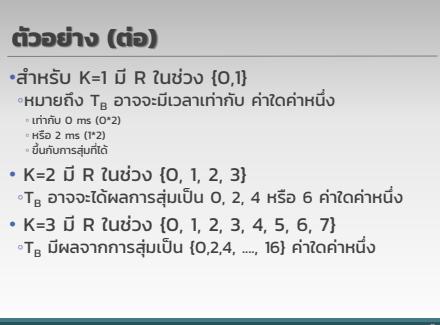
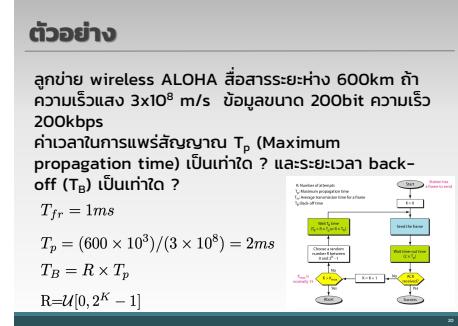
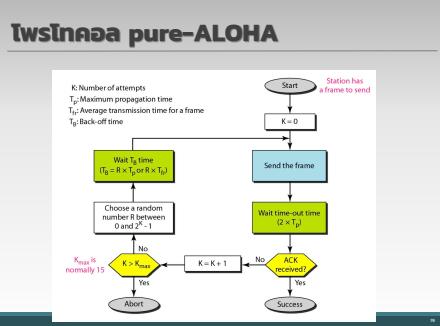
» ตอบ ค่าเฉลี่ยการเดินทางของเฟรม

$$T_{fr} = \frac{200\text{bits}}{200\text{kbps}} = 1\text{ms}$$

ตัวอย่าง (ต่อ)

Figure 12.9 Vulnerable time in CSMA

(๓) การແຍ່ງໃຫ້ຂອງສ້າງຄວາມ



(h) ກາຣແຍ່ງໃໝ່ຂ່ອງສ້ອງສານ

Nakon Phanom University

ต้นไม้แบบ拓道ข้าม Spanning Tree

31110314 Computer Networks
สําหรับนักศึกษาปีที่ 3 สาขาวิชาเครือข่ายและระบบคอมพิวเตอร์

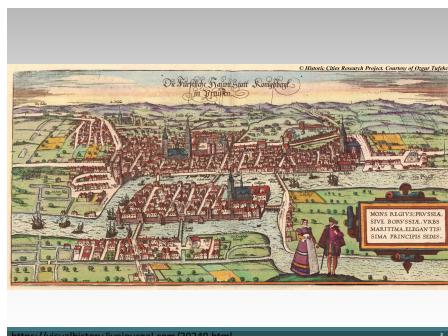
กรงฤทธิ์ กิตติธรรมพันธุ์
songrit@npu.ac.th
สาขาวิชาเครือข่ายและระบบ
มหาวิทยาลัยนเรศวร

Revised 2021-08-14

ประวัติกุญแจกราฟ



- คิดขึ้นโดย Leonhard Euler
(/ลีอิล-เอล-ออยเลอร์)
◦/เลอเบนอาร์ด ออยเลอร์/
- บันคณิตศาสตร์ผู้มีชื่อเสียงที่สุด
คนหนึ่งของโลก
- คริสต์ศตวรรษที่ 18 เมือง เค^{ร์}
อปปินส์แบร์ก (เมืองคาลิบันกราด
รัสเซียปัจจุบัน)
- มีส่วน扮演แม่บ้านแห่งเพรอเกล 7 แห่ง



Königsberg Bridge Problem

• มีเส้นทางไปไหนก็จะเดินครบทุกสะพานโดยไม่เดินผ่าน
สะพานซ้ำ

<https://mathsection.com/taking-a-walk-with-euler/>

แปลงปัญหาเป็นกราฟ

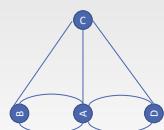
ถ้าต้องสะพานออก 1 เส้น

- ลบ สะพาน A-B ออก
- ปี D และ C มีเส้นเชื่อมเป็น
จัมบบค์
- ถ้าเริ่มที่ D แล้วจบที่ C จะทำให้
เดินได้ครบทุกสะพาน

(i) โครงข่ายต้นไม้แบบ拓道ข้าม

ก้าตัดละพานออก 1 เส้น

- ต้องทุกโหนด
- โดยไม่มีเส้นเชื่อมวนลูป



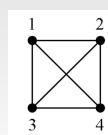
บทนิยาม 1.5 Spanning Tree

- กราฟ T เป็น Spanning Tree ของ G เมื่อ
- T เป็นกราฟย่อยแบบแทร็คท์ทึ่งทุกจุดในกราฟ G และเป็นกราฟไม่มีวงรอบ

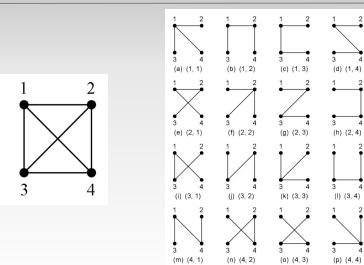
ทุก connected graph มี spanning tree
อยู่ไม่น้อยกว่า 1

ตัวอย่าง 1.9

กราฟบีบูรณ์ K_4 มี Spanning tree กี่แห่งด 16 กราฟ



ตัวอย่าง 1.9 (ต่อ)



ตัวอย่าง 1.10

พิสูจน์ จำนวน spanning tree ในกราฟสมบูรณ์ K_n มีจำนวน spanning tree (T_K) เท่ากับ

$$T_n = n^{n-2}$$

[Cayley's formula]

บทนิยาม 1.6 กราฟคล่องน้ำหนัก

- กราฟคล่องน้ำหนัก G คือกราฟที่แต่ละเส้น e มี จำนวนจริงกำกับ
- น้ำหนักเส้นเชื่อม เขียนแทนด้วย $w(e)$
- กำหนดให้ H เป็นกราฟย่อยของ G
- น้ำหนักกราฟ H เขียนแทนด้วย

$$w(H) = \sum_{e \in E(H)} w(e)$$

(j) โครงข่ายตันไม้มีแบบทดสอบข้าม

บทนิยาม 1.7 Minimum spanning tree

- กราฟที่ว่างบ้ำหัก H ที่เป็นกราฟย่อยของ G
- เป็น Minimum spanning tree ที่ต่อเมื่อ
- กราฟนี้มี บ้ำหักกราฟ $w(H)$ น้อยที่สุด เมื่อ เปรียบเทียบบ้ำหักของกราฟย่อยกับบ้ำหักของ G

เลือกกราฟบ้ำหักกราฟ น้อยที่สุด

- มีเส้นเชื่อมไปทุกโหนด ผลรวมบ้ำหักน้อยที่สุด

Kruskal	Prim	Reverse-delete
<ul style="list-style-type: none"> - เลือก edge จากบ้ำหักไปบ้ำหัก - เลือก edge บ้ำหักที่น้อยที่สุด T. - ตรวจสอบว่าเป็นปุ๊ก - กำลังจะได้มาบ้ำหัก 	<ul style="list-style-type: none"> - เลือกบ้ำหักใดๆ เป็นปุ๊กเริ่ม - เลือก edge บ้ำหักที่น้อยที่สุด - กันบ้ำหัก - กำลังจะได้มาบ้ำหัก - เลือกบ้ำหักที่น้อยที่สุด - จำกัดบ้ำหักที่ได้มาบ้ำหัก - กำลังจะได้มาบ้ำหัก 	<ul style="list-style-type: none"> - เลือก edge จากบ้ำหักไปบ้ำหัก - ตัด edge มากที่สุด - ตัดบ้ำหักที่ได้มาบ้ำหัก - จำกัดบ้ำหักที่ได้มาบ้ำหัก

ขั้นตอนวิธีหาคำตอบ MST

- ขั้นตอนวิธีของครุสคาล (Kruskal's algorithm)
 - เลือกเส้นน้อยสุด และไม่ทำให้เกิดลูป
- ขั้นตอนวิธีของพริม (Prim's algorithm)
 - แบบสุดท้าย Reverse-delete

ขั้นตอนวิธีของครุสคาล

- เลือกเส้น e_1 ที่มีบ้ำหักน้อยสุดเป็นเส้นแรกกราฟ T
- เลือกเส้น e_2 ที่มีบ้ำหักน้อยกัดลงมา
- เลือกเส้น e_3 ที่มีบ้ำหักน้อยกัดลงมาที่ไม่ทำให้เกิดวง
- เลือกเส้น e_4 ที่มีบ้ำหักน้อยกัดลงมาที่ไม่ทำให้เกิดวง
- ทำซ้ำจนได้กราฟ T เป็น connected graph

ตัวอย่าง 1.10

*ใช้ขั้นตอนวิธีครุสคาลหากราฟ T ที่เป็น MST

(k) โครงข่ายต้นไม้มีแบบทดสอบข้าม

รูปที่ 4.9: สไลด์ประกอบการสอนสัปดาห์ 8

4.12 การสอนสัปดาห์ที่ 9

สัปดาห์นี้เป็นสัปดาห์สอบกลางภาค

4.13 การสอนสัปดาห์ที่ 10

กล่าวถึงกระบวนการที่คอมพิวเตอร์ใช้ในการคัดเลือกเส้นทาง เป็นวิธีฝากส่งต่อข้อมูลไปจนถึงปลายทาง โดยวิธีคัดเลือกเส้นทางเรียกว่า routing protocol แบ่งได้สองกลุ่มได้แก่ Distance Vector (DV) และ Link State (DS) ได้บรรยายตามสไลด์รูปที่ 4.9

Nakon Phanom University

Network: Routing protocol

3110314 Computer Networks
ສໍາເລັບນັກສຶກພາຍັນປັກ 3 ລານວິຊາວິຄວາມຮົມຄອນພິວເຕອນ

ກ່ຽວກັບ ກົດເອົາເພີ້ມ
songrit@npu.ac.th
ສານວິຊາວິຄວາມຮົມຄອນພິວເຕອນ
ນາຂວາງຄະນະນັບ

Revised 2021-08-23

ຈຳນວນປະຫາກ 20

midterm

Score Range	Count (n)
0-5	1
5-10	2
10-15	6
15-20	5
20-25	5
25-30	1

ประเด็นປ້ອງທາງສ່າງໄດຍຕຽງ

- ກາຣແຊ
- Medium
- Addressing
- Propagation delay
- Heterogeneous devices

Direct links ຖຸກໃນ

Complete graph

$$\sum_{i \in E} \deg e_i = \frac{n(n - 1)}{2}$$

ຕົວຢ່າງ

ກາຣເຊອມຕ່ວແບບ direct links ມີຈຳນວນໂນດຖົກ 10 ໂນດ ຕ້ອງການເລັນເຊື່ອນກໍເລັນເຊື່ອ

$$\sum_{i \in E} \deg e_i = \frac{10(9 - 1)}{2} = 45$$

Switching ແລະ Forwarding

ຮູກກາຣດົນເຊື່ອນໄຄຮົງບ່າຍ

- Mesh
- star topology ສໍາຮັບເຊື່ອນ point-to-point link,
- bus (Ethernet)
- ring (802.5 and FDDI)

(a) ໂພຣໂທຄອລຄົນໜາເສັ້ນທາງ

ตัวอย่าง

- การเชื่อมต่อแบบ Star มีสวิตช์เป็นตัวกลาง ของโนดจำนวน 10 ในด ต้องการสั่นเชื่อมกันเส้น

ตอบ 10 เส้นเชื่อม

Direct vs Star

 Mesh Topology	 Star Topology
<ul style="list-style-type: none"> • ไม่ share broadcast domain • ต้องการเดินทาง 	<ul style="list-style-type: none"> • share broadcast domain • ใช้ VC (Virtual Circuit)

Delivery

- ชั้น Network ทำหน้าที่ส่งต่อ packet ให้ถึงปลายทาง
 - เลือกเส้นทาง (Routing)
 - ส่งต่อ (Forward)

Topics discussed in this section:

- ส่งตรง Vs ส่งต่อเป็นสอง步
Direct vs. Indirect delivery

ส่งทางตรง และ ส่งต่อ

 a. Direct delivery	 b. Indirect and direct delivery
------------------------	-------------------------------------

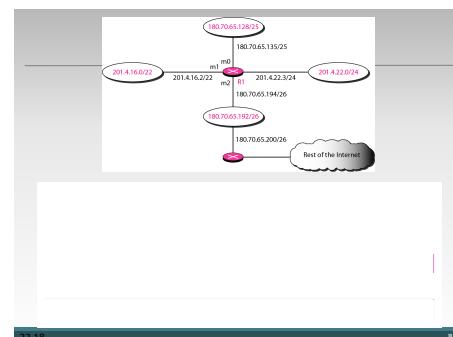
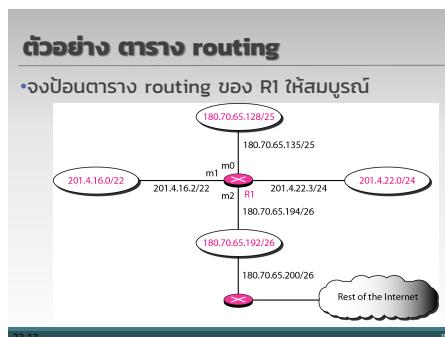
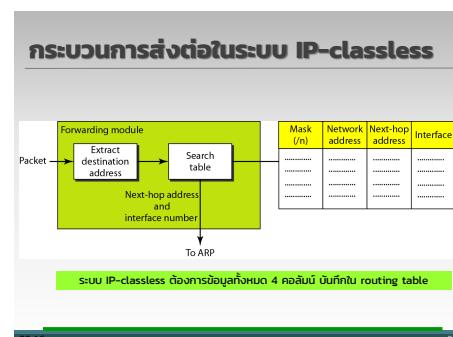
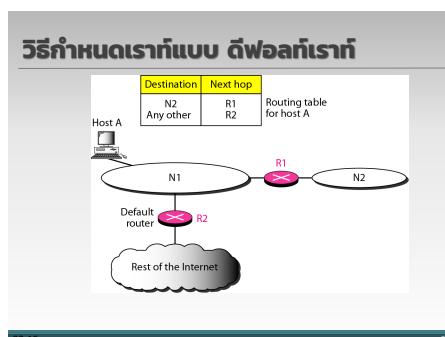
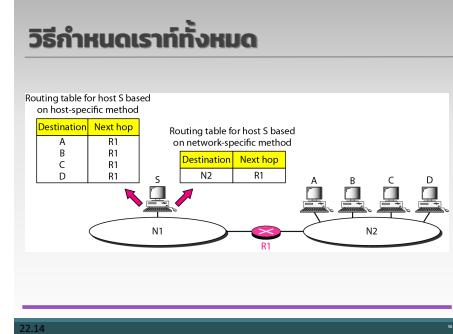
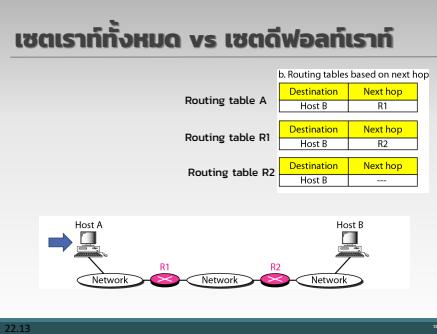
การส่งต่อ (Forwarding)

- การส่งต่อ (Forwarding) คือการส่งข้อมูลไปตามเส้นทางตามกำหนดไว้
- เส้นทางที่กำหนดไว้ จะบันทึกใน **routing table**
- เป็นได้ 2 แบบ
 - เซตเราร์ก็ังหมัดในโอส
 - เซตพื้นฐานเราร์ (default route)

เซตเราร์ก็ังหมัด vs เชตดีฟอลร์เราร์

<p>a. Routing tables based on route</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Destination</th> <th>Route</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Host B</td> <td>R1, R2, host B</td> </tr> <tr> <td>Host B</td> <td>R2, host B</td> </tr> <tr> <td>Host B</td> <td>Host B</td> </tr> </tbody> </table>	Destination	Route	Host B	R1, R2, host B	Host B	R2, host B	Host B	Host B	<p>b. Routing tables based on next hop</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Destination</th> <th>Next hop</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Host B</td> <td>R1</td> </tr> <tr> <td>Host B</td> <td>R2</td> </tr> <tr> <td>Host B</td> <td>...</td> </tr> </tbody> </table>	Destination	Next hop	Host B	R1	Host B	R2	Host B	...
Destination	Route																
Host B	R1, R2, host B																
Host B	R2, host B																
Host B	Host B																
Destination	Next hop																
Host B	R1																
Host B	R2																
Host B	...																

(b) โปรแคอลค้นหาเส้นทาง



(c) โปรแคอลคืนไฟเส้นทาง

ตัวอย่าง (คำตอบ)

- ตรวจสอบ IP ปลายทาง

Mask	Network Address	Next Hop	Interface
/26	180.70.65.192	—	m2
/25	180.70.65.128	—	m0
/24	201.4.22.0	—	m3
/22	201.4.16.0	m1
Any	Any	180.70.65.200	m2

Leftmost bits in the destination address	Next hop	Interface
10110100 01000110 01000001 11	—	m2
10110100 01000110 01000001 1	—	m0
11001001 00000100 00011100	—	m3
11001001 00000100 000100	—	m1
Default	180.70.65.200	m2

ตัวอย่าง

- เขียนขั้นตอน forwarding แพ็คเกจ เมื่อ packet เดินทางถึง R1 มีปลายทางเป็น 180.70.65.140

ตัวอย่าง (คำตอบ)

- ตรวจสอบ IP ปลายทาง

Leftmost bits in the destination address	Next hop	Interface
10110100 01000110 01000001 11	—	m2
10110100 01000110 01000001 1	—	m0
11001001 00000100 00011100	—	m3
11001001 00000100 000100	—	m1
Default	180.70.65.200	m2

- ไม่ตรงกับ แคนแทค (แคนแทค 180.70.65.192+)
- ตรงกับแคนซอฟ (แคนซอฟ 180.70.65.128+)
 - ส่งข้อมูลออก m0
 - ใช้ ARP หา MAC address ของเครื่องปลายทาง

ตัวอย่าง

- ตรวจสอบ IP ปลายทาง เป็น 201.4.22.35

ตัวอย่าง (คำตอบ)

- ตรวจสอบ IP ปลายทาง $\rightarrow 201.4.22.35$

Leftmost bits in the destination address	Next hop	Interface
10110100 01000110 01000001 11	—	m2
10110100 01000110 01000001 1	—	m0
11001001 00000100 00011100	—	m3
11001001 00000100 000100	—	m1
Default	180.70.65.200	m2

- ตรวจสอบไฟฟ์ /26 บกแรก แຄ #1
- ตรวจสอบไฟฟ์ /25 บกแรก แຄ #2
- ตรวจสอบไฟฟ์ /24 บกแรก แຄ #3
 - ส่งข้อมูลไป m3

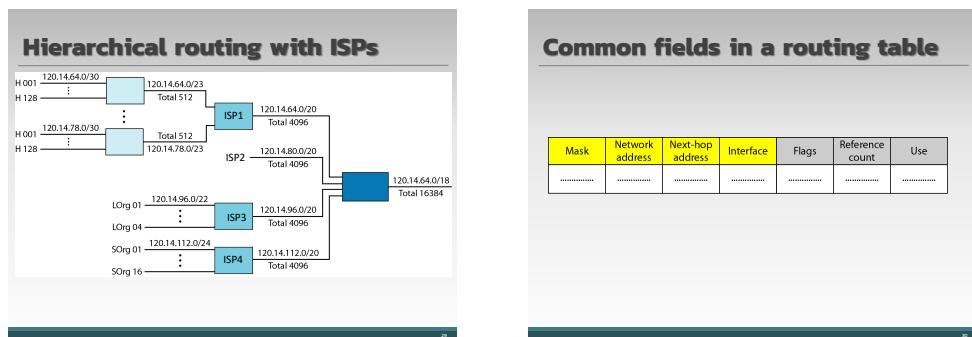
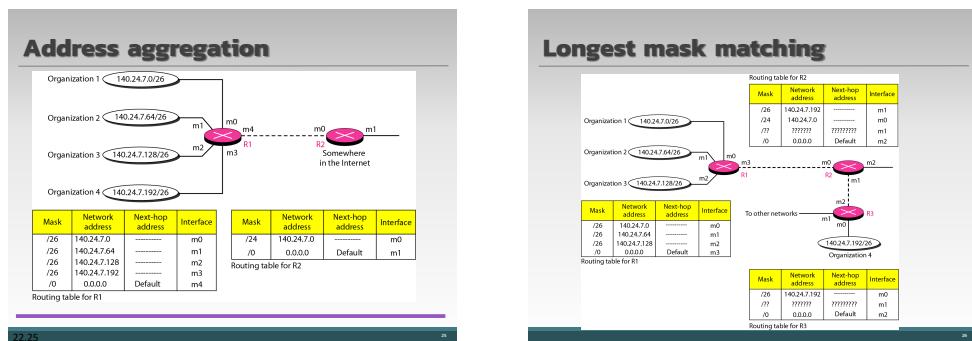
ตัวอย่าง (คำตอบ)

- ตรวจสอบ IP ปลายทาง $\rightarrow 18.24.32.78$

Leftmost bits in the destination address	Next hop	Interface
10110100 01000110 01000001 11	—	m2
10110100 01000110 01000001 1	—	m0
11001001 00000100 00011100	—	m3
11001001 00000100 000100	—	m1
Default	180.70.65.200	m2

- ไม่มี routing table ตรงเลย
- ส่งไป default

(d) โปรแคอลค้นหาเส้นทาง



(e) โปรแกรมหาเส้นทาง

ໂປຣແກນຕຽວ routing ใน Linux

- ໂປຣແກນ netstat ເປັນໂປຣແກນທີ່ນີ້ໃຊ້ຕຽວຈອບບັນຫຼຸດເກີຍກັບ IP ໃນຮະບັບປົງກັດຕາກລຸບຸກໜີ
- netstat ໃຊ້ຕຽວ routing table ໄດ້
 - ເພີ້ນມາເນື້ອຕົວ r ແລະ n
 - r ໄກສາຢາງນານ routing table
 - n ໄກສາແລ້ວອັນດັບເປັນໝາຍເລີ່ມ IP

```
#netstat -rn
```

Kernel IP routing table						
Destination	Gateway	Gwmask	Flags	MSS	Window	irtt Iface
0.0.0.0	172.18.0.1	0.0.0.0	UG	0 0	0	eth0
172.18.0.0	0.0.0.0	255.255.0.0	U	0 0	0	eth0

netstat -rn

- U = route ທີ່ຈະນຳປົກຕິ Up
- G = route ນີ້ສັ່ງ gateway ຂອງ network
- H = ເປັນ route ທີ່ສັ່ງຕຽນໃໝ່ Host

```
Kernel IP routing table
```

Destination	Gateway	Gwmask	Flags	MSS	Window	irtt	Iface
0.0.0.0	10.146.236.137	0.0.0.0	UG	0 0	0	0	wan0
0.0.0.0	10.37.27.140	0.0.0.0	UG	0 0	0	0	wan1
10.37.27.140	0.0.0.0	255.255.255.255	UG	0 0	0	0	wan1
10.146.236.136	0.0.0.0	255.255.255.255	UG	0 0	0	0	wan0
172.17.8.0	0.0.0.0	255.255.0.0	U	0 0	0	0	docker0
127.0.0.0	0.0.0.0	255.255.255.255	UG	0 0	0	0	lo
192.168.9.0	192.168.30.5	255.255.255.0	UG	0 0	0	0	tun8
192.168.19.0	192.168.30.5	255.255.255.0	UG	0 0	0	0	tun8
192.168.29.0	192.168.29.5	255.255.255.255	UGH	0 0	0	0	tun1
192.168.29.5	0.0.0.0	255.255.255.255	UH	0 0	0	0	tun1
192.168.30.0	192.168.30.5	255.255.255.0	UG	0 0	0	0	tun8
192.168.30.1	192.168.30.5	255.255.255.255	UGH	0 0	0	0	tun8
192.168.30.5	0.0.0.0	255.255.255.255	UH	0 0	0	0	tun8

ຕົວຢ່າງ

```
$ netstat -rn
```

Destination	Gateway	Mask	Flags	Iface
153.18.16.0	0.0.0.0	255.255.240.0	U	eth0
127.0.0.0	0.0.0.0	255.0.0.0	U	lo
0.0.0.0	153.18.31.254	0.0.0.0	UG	eth0

destination ຮາຍງານ network address
gateway ສຳເນົາ router ມີຄວາມເພື່ອຕົວຢ່າງທີ່ກ່າວນັກໄດ້ຍົກກັບ router
 ເປັນໝາຍເລີ່ມໃຫ້ພົບຈະ forward packet ໃນ
 ເກືອບາປລາຍາຕົ້ນ ດໍາວ່າ 0.0.0.0 ຕໍ່ gateway
 ກາຍໃຫ້ເລີ່ມໄດ້ອົດຕຽນ

Flag : U(up), H(host), G(Gateway default route)
Iface : interface card

ຄໍາສັ່ງແສດນຂໍ້ມູນເກີຍກັບ IP

```
ifconfig eth0
ifconfig eth0
inet addr:153.18.17.11 Bcast:153.18.31.255 Mask:255.255.240.0
...
```

```
ip address show
1: lo:  mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 brd 127.255.255.255 scope host lo
        valid_lft forever preferred_lft forever
inet6 ::1/128 scope host
    valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth0:  mtu 1500 qdisc mq state UP group default qlen 1000
    link/ether 00:21:5e:dd:7c:dc brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 202.55.55.61/24 brd 202.55.55.63 scope global eno1
        valid_lft forever preferred_lft forever
```

ຕົວຢ່າງ ແຂດໄອຟີ linux server

/etc/network/interfaces

```
auto eth0
iface eth0 static
  address 153.18.17.11
  netmask 255.255.240.0
  gateway 153.18.31.254
```

Routing protocol

- Routing protocol ເກີນ network-IP ຮູ່ປັບຕາງ
- table driven
- ການເຮັດຕຳ routing tables
- ເພີ້ນໄດ້ຕົວເຮັດ static route
- ເພີ້ນໂດຍໃຊ້ algorithm ຄັບໜາເສັນກາງ ເຮັດກວ່າ dynamic route

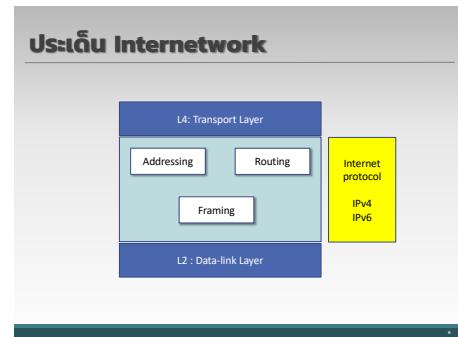
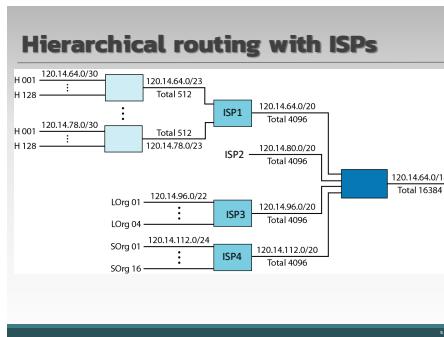
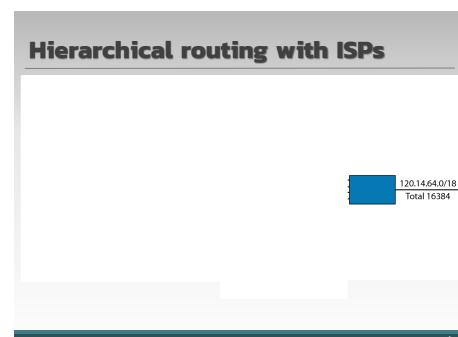
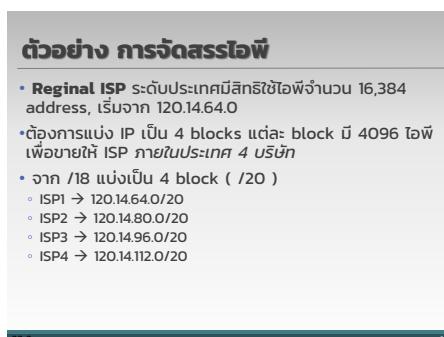
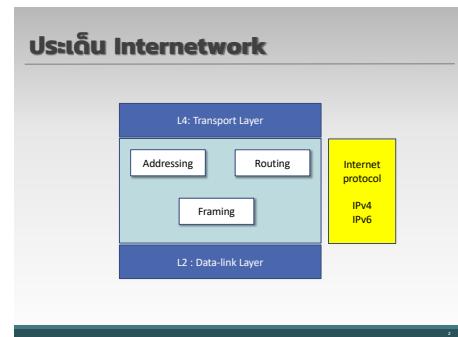
Intra- and Interdomain Routing
 Distance Vector Routing and RIP
 Link State Routing and OSPF
 Path Vector Routing and BGP

(f) ໂພຣໂທຄອລຄັ້ນໜາເສັ້ນທາງ

ຮູບທີ 4.10: ສໍາລັບປະກອບກາຮັດສັນສັດທັງ 10

4.14 การสอนสัปดาห์ที่ 11

สัปดาห์นี้กล่าวถึงวิธีการที่ทำให้อินเตอร์เน็ตสามารถเขื่อมต่อกันได้ผ่าน โพรโทคอลไอพี (IP) การแบ่งสรรไอพี การคัดเลือกเส้นทางในการสื่อสารจริงที่ใช้ข้อมูลหมายเลขไอพี ได้บรรยายตามสไลด์รูปที่ [4.9](#)



(a) อินเทอร์เน็ตเวิร์ค

โปรแกรม routing ใน Linux

- โปรแกรม netstat เป็นโปรแกรมที่มีใช้ตรวจสอบข้อมูลเกี่ยวกับ IP ในระบบปฏิบัติการลิบุกซ์
- netstat ใช้ตรวจสอบ routing table ได้
 - พื้นที่命令 r และ n
 - หรือ ให้รายจานrouting table
 - หรือ ไฟล์และองผลเป็นเบอร์และ IP

```
#netstat -rn
```

```
Kernel IP routing table
Destination     Gateway         Genmask        Flags MSS Window irtt Iface
0.0.0.0         10.37.27.142   0.0.0.0        UG        0 0          0 wwan0
0.0.0.0         10.37.27.142   0.0.0.0        UG        0 0          0 wwan0
0.0.0.0         10.37.27.142   0.0.0.0        UG        0 0          0 wwan0
10.37.27.142   0.0.0.0        255.255.255.252 U          0 0          0 wwan0
10.37.27.142   0.0.0.0        255.255.255.248 U          0 0          0 wwan0
172.17.0.0      0.0.0.0        255.255.0.0    U          0 0          0 docker0
192.168.6.8     0.0.0.0        255.255.255.0   U          0 0          0 brlan
192.168.6.8     0.0.0.0        255.255.255.0   UG        0 0          0 brlan
192.168.19.0    192.168.30.5   255.255.255.0   UG        0 0          0 tue
192.168.29.0    192.168.29.5   255.255.255.0   UG        0 0          0 tun1
192.168.29.0    192.168.29.5   255.255.255.252 UGH       0 0          0 tun1
192.168.30.0    192.168.30.5   255.255.255.0   UG        0 0          0 tun8
192.168.30.0    192.168.30.5   255.255.255.252 UGH       0 0          0 tun8
192.168.30.5    192.168.30.5   255.255.255.252 UGH       0 0          0 tun8
192.168.31.254  0.0.0.0        255.255.255.252 UG        0 0          0 eth0
```

netstat -rn

- U** = route ทำงานปกติ Up
- G** = route นี้ใช้ gateway ของ network
- H** = เป็น route ที่ส่งตรงถึง Host

```
Kernel IP routing table
Destination     Gateway         Genmask        Flags MSS Window irtt Iface
0.0.0.0         10.37.27.142   0.0.0.0        UG        0 0          0 wwan0
0.0.0.0         10.37.27.142   0.0.0.0        UG        0 0          0 wwan0
0.0.0.0         10.37.27.142   0.0.0.0        UG        0 0          0 wwan0
10.37.27.142   0.0.0.0        255.255.255.252 U          0 0          0 wwan0
10.37.27.142   0.0.0.0        255.255.255.248 U          0 0          0 wwan0
172.17.0.0      0.0.0.0        255.255.0.0    U          0 0          0 docker0
192.168.6.8     0.0.0.0        255.255.255.0   U          0 0          0 brlan
192.168.6.8     0.0.0.0        255.255.255.0   UG        0 0          0 brlan
192.168.19.0    192.168.30.5   255.255.255.0   UG        0 0          0 tue
192.168.29.0    192.168.29.5   255.255.255.0   UG        0 0          0 tun1
192.168.29.0    192.168.29.5   255.255.255.252 UGH       0 0          0 tun1
192.168.30.0    192.168.30.5   255.255.255.0   UG        0 0          0 tun8
192.168.30.0    192.168.30.5   255.255.255.252 UGH       0 0          0 tun8
192.168.30.5    192.168.30.5   255.255.255.252 UGH       0 0          0 tun8
192.168.31.254  0.0.0.0        255.255.255.252 UG        0 0          0 eth0
```

ตัวอย่าง

```
$ netstat -rn
```

Destination	Gateway	Mask	Flags	Iface
153.18.16.0	0.0.0.0	255.255.240.0	U	eth0
127.0.0.0	0.0.0.0	255.0.0.0	U	lo
0.0.0.0	153.18.31.254	0.0.0.0	UG	eth0

destination รายการ network address
gateway คือ router หรือคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เดิมกับ router
 เป็นหน้าที่ของพิเศษ: forward packet ไป
 เทศร่องปะลอกมาต่อ ค่า 0.0.0.0 ที่ gateway
 กรณีไม่ต้องการ
Flag : U(up), H(host), G(Gateway default route)
Iface : interface card

คำสั่งแสดงข้อมูลเกี่ยวกับ IP

- ifconfig**

```
$ ifconfig eth0
eth0 Link encap:Ethernet HWaddr 00:B0:D0:DF:09:5D
inet addr:153.18.17.11 Bcast:153.18.31.255 Mask:255.255.240.0
...  


```

- ip address show**

```
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default qlen 1000
  link/loopback brd 00:00:00:00:00:00
  inet 127.0.0.1/8 brd 127.0.0.1 scope host lo
    valid_lft forever preferred_lft forever
  2: eth0: <NO-CARRIER,BROADCAST,MULTICAST,UP> mtu 1500 qdisc mq state UNKNOWN group default qlen 1000
  link/ether 00:B0:D0:DF:09:5D brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    valid_lft forever preferred_lft forever
  ...  


```

ตัวอย่าง เชตไอพี linux server

- /etc/network/interfaces

```
auto eth0
iface eth0 static
  address 153.18.17.11
  netmask 255.255.240.0
  gateway 153.18.31.254

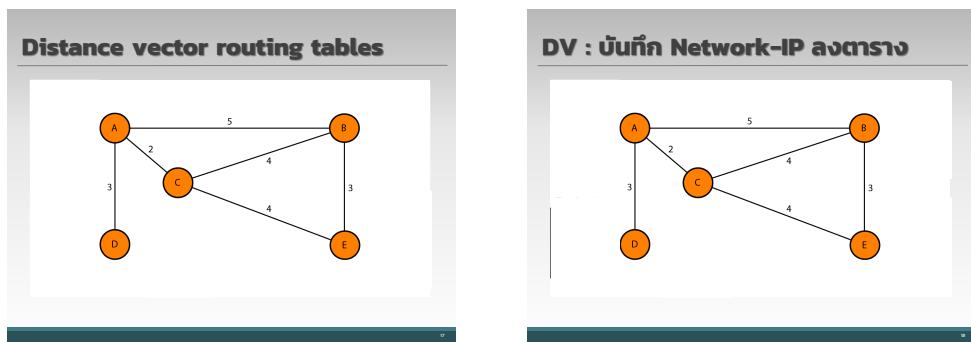
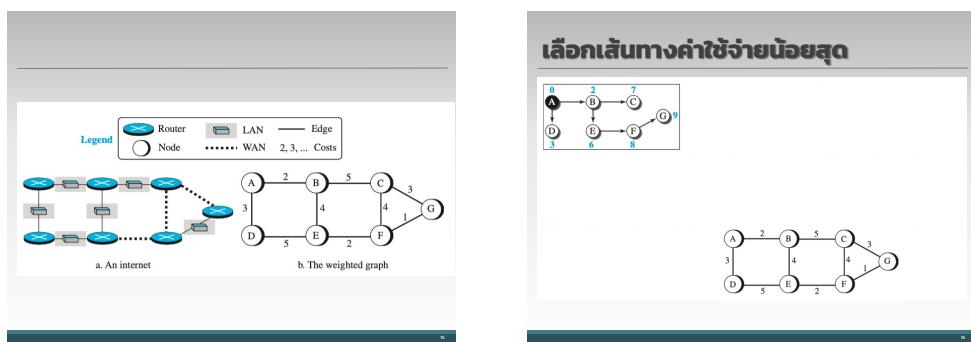
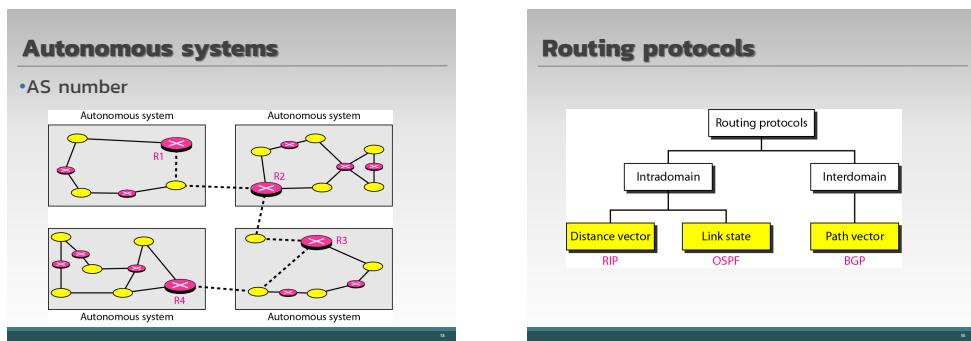
00:B0:D0:DF:09:5D
  eth0
  153.18.17.11/20
  153.18.16.0/20
  153.18.31.254/20
  Default router
  Rest of the Internet
```

Routing protocol

- Routing protocol เก็บ network-IP ดูแบบตาราง table driven
- การเชตค่า routing tables
 - เพิ่มโดยตรง เรียก static route
 - เพิ่มโดยใช้ algorithm ค้นหาเส้นทาง เรียกว่า dynamic route

Intra- and Interdomain Routing
 Distance Vector Routing and RIP
 Link State Routing and OSPF
 Path Vector Routing and BGP

(b) อินเทอร์เน็ตเวิร์ค



การอัพเดต Routing ของ DV

- حسب Distance vector
- แต่งไขบดีเซร์ routing table ระหว่างกัน อยู่เป็นระยะ
- เมื่อ Router มีเปลี่ยนแปลง จะอัพเดตไป router กันที

Distance Vector algorithm

a. Tree for node A

b. Distance vector for node A

A	0
B	2
C	7
D	3
E	6
F	8
G	9

Update DV

a. First event: C receives a copy of E's vector.

New B	Old B	A
A 2	A 2	A 0
B 0	B 0	B 2
C 5	C 5	C 7
D ∞	D ∞	D 3
E 4	E 4	E 4
F ∞	F ∞	F ∞
G ∞	G ∞	G ∞

$$B[] = \min(B[], 2 + A[])$$

b. Second event: B receives a copy of E's vector.

New B	Old B	E
A 2	A 2	A ∞
B 0	B 0	B 4
C 5	C 5	C 5
D 5	D 5	D 5
E 4	E 4	E 0
F ∞	F ∞	F 2
G ∞	G ∞	G ∞

$$B[] = \min(B[], 4 + E[])$$

Updating in distance vector routing

การหาเส้นทางแบบ RIP

• Routing Information Protocol

(d) อินเทอร์เน็ตเวิร์ค

รูปที่ 4.11: สไลด์ประกอบการสอนสัปดาห์ 11

4.15 การสอนสัปดาห์ที่ 12

สัปดาห์นี้กล่าวถึงวิธีการจัดสรรหมายเลขออพีและการแบ่งกลุ่มของเครือข่ายการรูปแบบทดสอบอ้อพี รูปแบบเฟรมในชั้นเครือข่าย และรูปแบบโพร์โทคอลไอพีรุ่น 6 โดยใช้ตัวอย่างจากการออกแบบเครือข่ายจริง ได้บรรยายตามสไลด์รูปที่ 4.9

Nakon Phanom University

Network : Subnetting

31110314 Computer Networks
ສໍາເລັດນັກສົກນາເປັ້ນປີທີ 3 ລາບນິ້ງວິຄວາມຮຸນພິວເຕອນ

ໂຄງຖຸກສະກິດຂອງພິເຕັມ
songrit@npu.ac.th
ສານວິຊາວິດວະນາຄາພິເຕັມ
ພາຫວັດກາສົນນະພົນ

Revised 2021-08-21

Internet Addresses

IP Address as a 32-Bit Binary Number

1 1 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 1 0 1	0 0 1 0 0 0 1	0 0 0 0 1 0 1 1
$2^7 2^6 2^5 2^4 2^3 2^2 2^1 0$	$2^7 2^6 2^5 2^4 2^3 2^2 2^1 0$	$2^7 2^6 2^5 2^4 2^3 2^2 2^1 0$	$2^7 2^6 2^5 2^4 2^3 2^2 2^1 0$
Octet (8 bits)	Octet (8 bits)	Octet (8 bits)	Octet (8 bits)

ເລບຖາາ 10 ເທື່ອບັນ 8-Bit ໄວນໄສ

128	64	32	16	8	4	2	1	=
1	0	0	0	0	0	0	0	128
1	1	0	0	0	0	0	0	192
1	1	1	0	0	0	0	0	224
1	1	1	1	0	0	0	0	240
1	1	1	1	1	0	0	0	248
1	1	1	1	1	1	0	0	252
1	1	1	1	1	1	1	0	254
1	1	1	1	1	1	1	1	255

Binary and Decimal Conversion

$2^{(7)}$	$2^{(6)}$	$2^{(5)}$	$2^{(4)}$	$2^{(3)}$	$2^{(2)}$	$2^{(1)}$	$2^{(0)}$
128	64	32	16	8	4	2	1

192.57.30.224
11000000.00111001.00011110.11100000

IP Address Classes

Class A:	1 Byte 8 Bits	1 Byte 8 Bits	1 Byte 8 Bits	1 Byte 8 Bits
Class B:	N	H	H	H
Class C:	N	N	N	H

• N = Network number assigned by ARIN
• H = Host number assigned by administrator

IP Address Classes

Class A	NETWORK	HOST	HOST	HOST	← 24 Bits →
Class B	NETWORK	NETWORK	HOST	HOST	← 16 Bits →
Class C	NETWORK	NETWORK	NETWORK	HOST	← 8 Bits →

(a) ວິຊີກາຣແບ່ງສຽງໝາຍເລຂ້ອໄປ

IP Addresses as Decimal Numbers

# Bits	1	7	24
Class A:	0	NETWORK#	HOST#
# Bits	1	1	14
Class B:	1	0	NETWORK#
# Bits	1	1	1
Class C:	1	1	0

Hosts for Classes of IP Addresses

Class A	24 Bits		
NETWORK	HOST	HOST	HOST
Class B	16 Bits		
NETWORK	NETWORK	HOST	HOST
Class C	8 Bits		
NETWORK	NETWORK	NETWORK	HOST

Class A (24 bits for hosts) $2^{24} - 2^0 = 16,777,214$ maximum hosts
 Class B (16 bits for hosts) $2^{16} - 2^0 = 65,534$ maximum hosts
 Class C (8 bits for hosts) $2^8 - 2^0 = 254$ maximum hosts
 * Subtracting the network and broadcast reserved address

IPv4 Address Classes

Address Class	First Octet Range	Number of Possible Networks	Number of Hosts per Network
Class A	0 to 127	128 (2 are reserved)	16,777,214
Class B	128 to 191	16,384	65,534
Class C	192 to 223	2,097,152	254

Private IP Addresses

- Class A : 10.0.0.0 – 10.255.255.255
- Class B : 172.16.0.0 – 172.31.0.0
- Class C : 192.168.0.0 – 192.168.255.255

Subnetworks

SOLUTION: Create another section in the IP address called the subnet.

NETWORK	SUBNET	HOST
---------	--------	------

Network Network Network SM Host
 Octet (8 bits) Octet (8 bits) Octet (8 bits) Octet (8 bits)
 11000000 • 00000101 • 00100010 • 00001011
 Subnet Field New Host Field

Subnet Addresses

Class B	NETWORK	HOST
Before Subnetting		
	N	S
	SUBNET	HOST
After Subnetting		

ประเทศไทย Subnet Mask

* Class C มีออดิตรช 197.15.22.131 มี subnet mask 255.255.255.224 (3 bits)

11000101	00001111	00010110	100	00011
Network Field			SN	Host Field

address 197.15.22.131 อยู่ในช่วงネット 197.15.22.128.

(b) วิธีการแบ่งส่วนหมายเลขไอพี

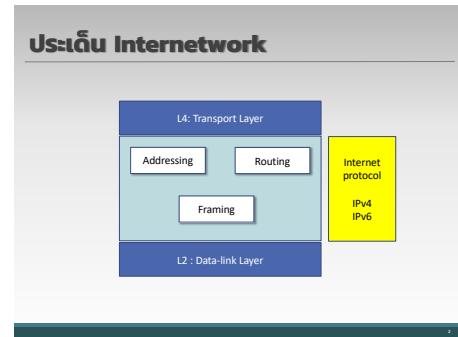
Nakon Phnom University

Network : Framing

31110314 Computer Networks
ສໍາເທັບນັກຄົກນັ້ນປັກ 3 ສາຂາວິຊາວິຄວາມຮອມພິວເຕອນ

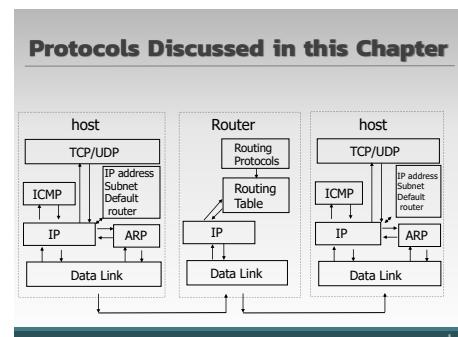
ໂຄງຖະໜີ ດີເລີດເຈັ້ນ
songrit@nphu.ac.th
ສາຂາວິຊາວິຄວາມຮອມພິວເຕອນ
ນາຄາວິທະຍາໄລ

Revised 2021-08-21



Outline

- ປະຫວາງໄປ**
- Data-Plane Protocols: IPv4**
- Network Address Translation**
- Summary**

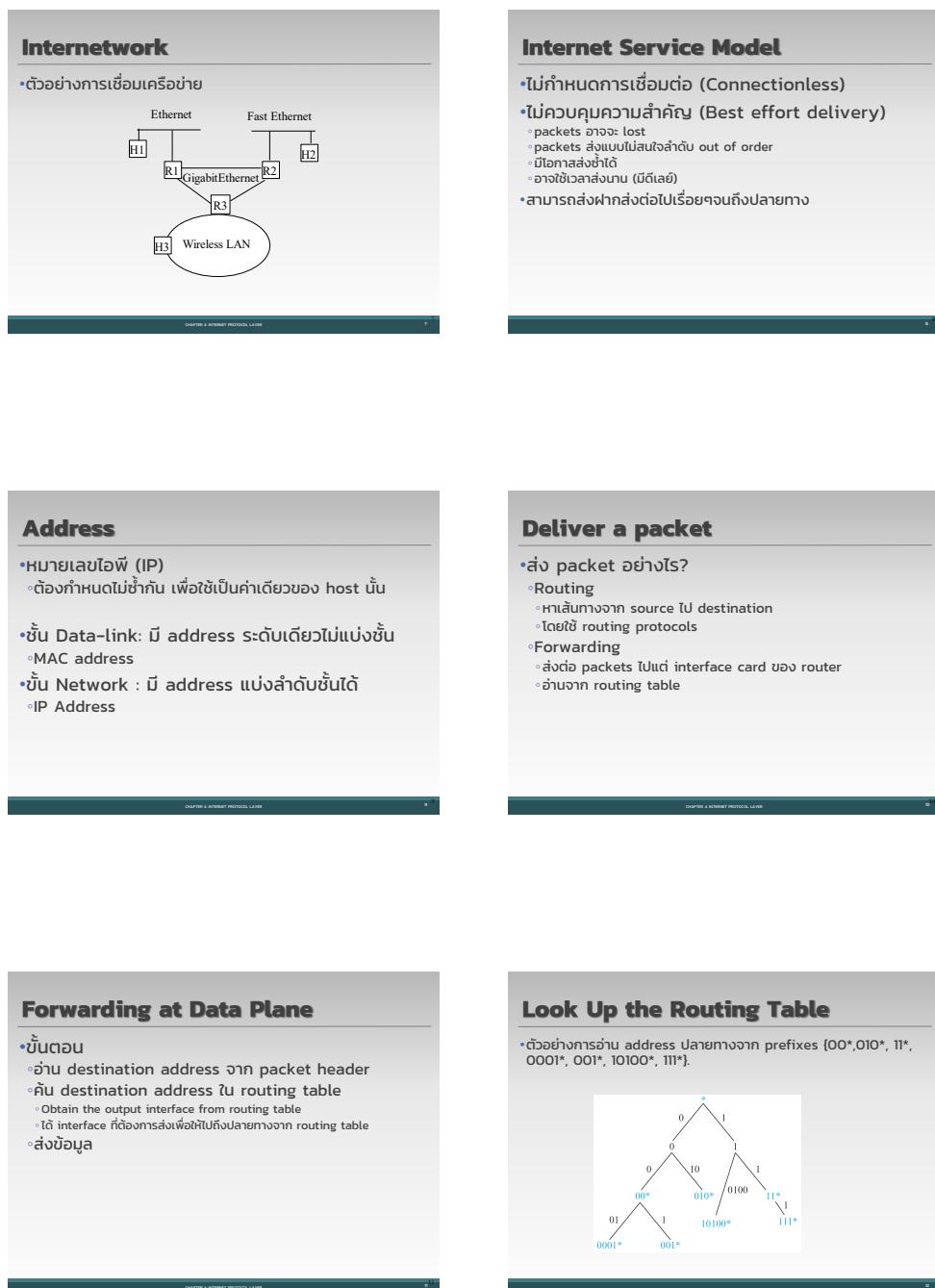


General Issues

- Service**
 - Addressing
 - Forwarding
 - Routing
 - Security

Service

- ໃຫ້ບັນການສ່າງ packet ແລ້ວ host-to-host
- ເຊື່ອນ LAN ໄລມເກຣີບຂ່າຍເບົາດ້ວຍກັນ
◦ network-to-network
- ເປັນໄພຣໂກຄວດຮັກຂອງ “Internet”
◦ ຂໍ IP ເປັນ Address ພັດທະນາຮັບອຸປະກນິກທີ່ຕ້ອງການເຊື່ອນ
ວິນເກອຣິນິດ



(d) รูปแบบเฟรมชั้นเครือข่าย

IP Routing

- Hop-by-hop routing
- Shortest path routing
- Available information
 - Ex. OSPF vs RIP
- Information exchange
 - Flooding (broadcast) vs. neighbors only
 - Ex. OSPF vs RIP

Bridging vs. Routing

- Bridge และ Router ใช้เชื่อมเครือข่าย LAN ได้ทั้งสองแบบ
- เช่น tables ที่อยู่
- Layering:
 - A bridge เก็บ link-layer header
 - e.g. destination MAC address
 - A router เก็บ network layer header
 - e.g. destination IP address

Data-Plane Protocols and Mechanisms

- Internet Protocol
- Internet Protocol Version 6

Internet Protocol

- Addressing
- Subnetting
- Forwarding
- Packet format
- Fragmentation and re-assembly

Authority

ICANN: Internet Corporation for Assigned Names and Numbers

- จัดสรร IP addresses
- จัดการ DNS (Domain Name System)

IP Packet Format (1/5)

0	4	8	16	24	31
Version	Header Length	Type of Service	Packet Length (bytes)		
		Identifier	Flags	13-bit Fragmentation Offset	
Time-to-Live	Upper Layer Protocol		Header Checksum		
Source IP Address					
Destination IP Address					
Options					
Data					

(e) รูปแบบเฟรมชั้นเครือข่าย

IP Packet Format (2/5)

- Version Number 4 bit
 - ปัจจุบัน 4 [0100]₂
 - รุ่นต่อไป 6 [0110]₂
- Header Length
 - ใช้หน่วย 4-byte words
 - เช่น Value=5 [0101]₂, Header length = 5*4 = 20 bytes
- Type of Service (TOS)
 - ใช้บอกรูปแบบการให้บริการของ packet

CHAPTER 4 INTERNET PROTOCOL LAYER

IP TOS

New:
Used as DS codepoint.

Precedence	Type of Service	R
Precedence defined In RFC 791:	TOS defined in RFC 1349: 1000: minimize delay 1011: network control 1100: Internetwork control 1010: CRITIC/ECP 1001: override 0111: Flash 0101: Intermediate 0001: Priority 0000: Routine	1000: maximize throughput 0010: maximize reliability 0001: minimize cost 0000: normal service 1111: maximize security
		R: Reserved

Partially implemented!! Not implemented!!

CHAPTER 4 INTERNET PROTOCOL LAYER

IP Packet Format (3/5)

- Packet Length
 - ขนาด packet หน่วยไบต์ (header + data)
 - สูงสุดไม่เกิน 65,535 bytes
- Identifier
 - ใช้ระบุ packet เพื่อไม่ซ้ำกัน
- Flags
 - two bits: ใช้ควบคุมการหัก packet อ่อนเป็นหลายส่วน (fragmentation control)
 - First bit: do not fragment
 - Last bit: more

CHAPTER 4 INTERNET PROTOCOL LAYER

IP Packet Format (4/5)

- Fragmentation Offset
 - ใช้ระบุว่าตัว packet ที่ถูกหัก 位ที่อยู่ของ 8 bytes.
- Time-to-live (TTL)
 - กำหนดเวลาบนสัญญาณของการส่งต่อ
 - เมื่อ packet เดินทางผ่าน router จะถูกตัด TTL-1
 - เมื่อ TTL == zero, ส่ง ICMP แจ้งตัวบาก
- Upper Layer Protocol
 - IP:0, ICMP:1, TCP:6, UDP:17

CHAPTER 4 INTERNET PROTOCOL LAYER

IP Packet Format (5/5)

- Header Checksum
 - 16-bit 1's complement checksum of the IP header and IP options
- Source Address (32 bits)
- Destination Address (32 bits)
- Options
 - loose source routing, strict source routing, record route, record timestamp
- Data
 - Payload จากเลเยอร์บน

CHAPTER 4 INTERNET PROTOCOL LAYER

IP Fragmentation & Reassembly

- เกิดจากข้อจำกัดของ data link layers
 - MTU (different link-layers, different MTUs)
 - ต้องมาบวกกับค่า overhead แล้วต้องมากกว่า
 - ต้องด้วยขนาดที่ต่ำกว่า
- เมื่อ packet size มีขนาดใหญ่กว่า MTU ของ data link layer packet จะถูก "fragmented"
 - one packet จะหักเป็นหลาย packet ที่เล็กลง
 - ประกอบด้วยชิ้นเล็กๆ

CHAPTER 4 INTERNET PROTOCOL LAYER

(f) รูปแบบเฟรมชั้นเครือข่าย

Nakon Phanom University

Network: IP version 6

31110316 Computer Networks
ສຳເນົາບນັກຄົກບາຊື່ນປັກ 2 ລານວິຈາວິວຄວາມຮອມພິວເຕອນ

ໂຮງໝໍ ກົດເຂົ້າຮັບຜົນ
songrit@npu.ac.th
ສານວິຈາວິວຄວາມຮອມພິວເຕອນ
ນະຄວາມຮັບຮັບພິບປະເທດ

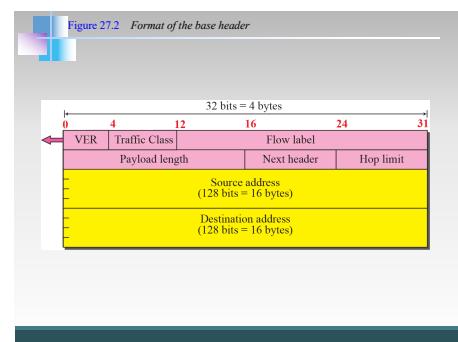
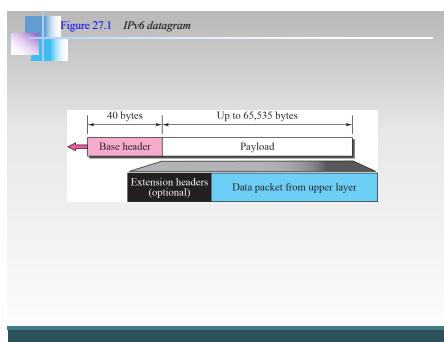
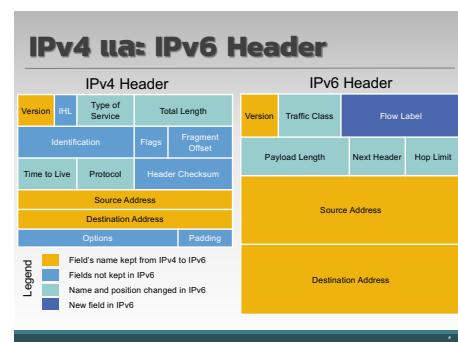
Revised 2021-02-23

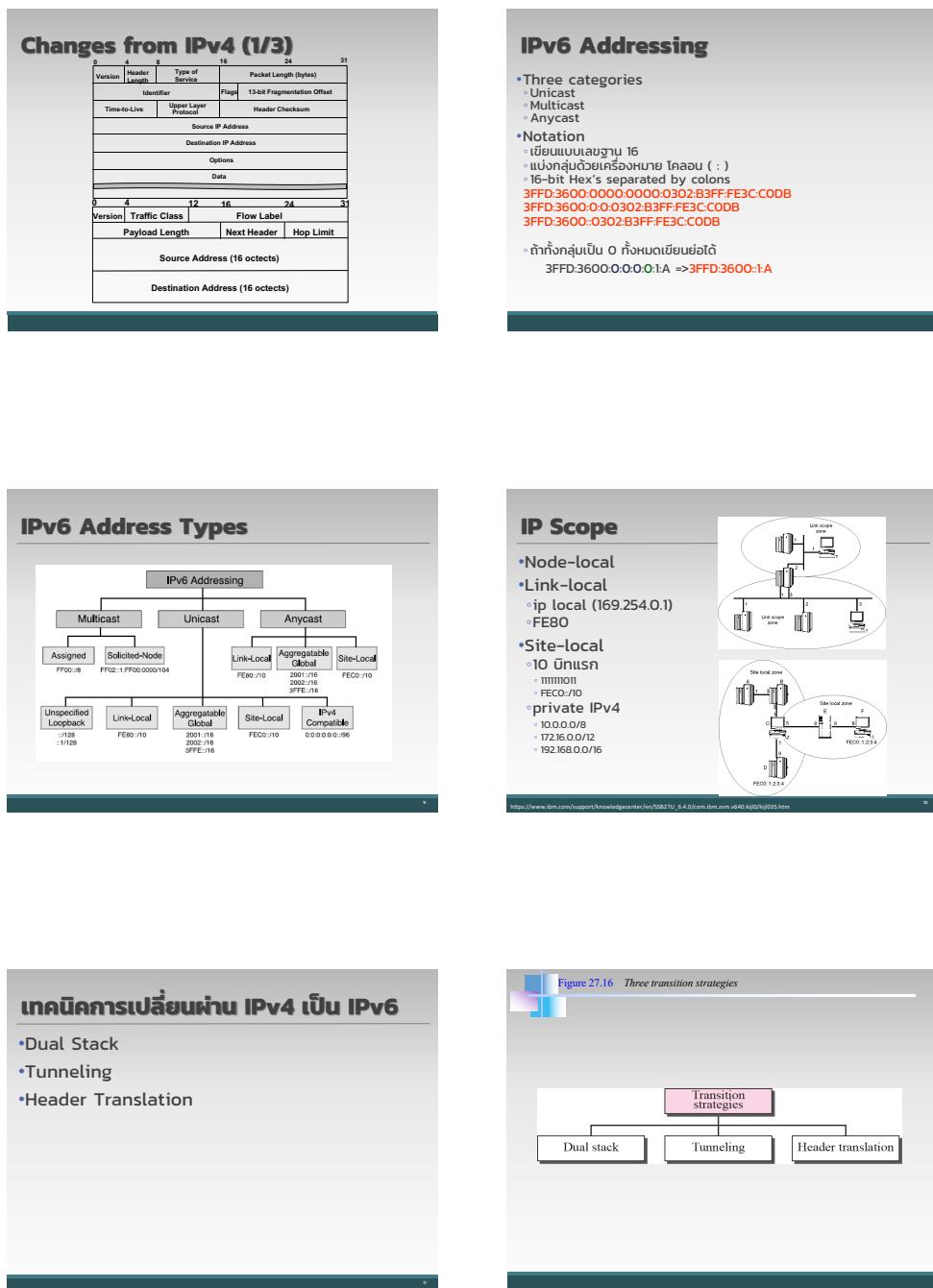
Outline

- Internet Protocol Version 6
- Summary

IPv6

- ປະຍາບາບອອງ IPv4
 - ວິນວິນ IP ໃນພວໄສ້
 - ປະຍາດ້ານການປະກັນຄຸນກາພາກສ່ອສານ
- ຈຸດເດັນ IPv6
 - ຈຳນວນ IP ມາກກວ່າ IPv4
 - Header ມີນຳດັດຄົງກີ່
 - ກຳຈຳນັກີ່ QoS ໄດ້ດີ (Quality of Service)





(h) ໄອພີຮ່ນ 6

รูปที่ 4.12: สไลด์ประกอบการสอนสัปดาห์ 12

4.16 การสอนสัปดาห์ที่ 13

สัปดาห์นี้กล่าวถึงโปรโตคอลที่ทำหน้าที่ขนส่งข้อมูล พิการขนส่งข้อมูลที่พบในเครือข่ายอินเตอร์เน็ตมีสองรูปแบบได้แก่การส่งข้อมูลแบบ connectionless และ connection oriented

การส่งข้อมูลจากコンเนคชันส์เลทมีรูปแบบการส่งข้อมูลตรงตามโปรโตคอลยูดีพี ได้บรรยายตามสไลด์รูปที่ [4.13](#) และการส่งข้อมูลแบบ connection oriented เป็นไปตามโปรโตคอลที่ซึ่งจะกล่าวถึงในสัปดาห์ต่อไป



Nakon Phanom University

Transport : UDP

User datagram protocol

31110314 Computer Networks
ສໍາເທບນັກສົກນາເປັ້ນປີ່ ۳ ລາບນ້ຳວິຄວາມຮອມພິວເຕອນ

ໂຄງຖຸກສີ ກົດເກີດເພີ້ນສູ
songrit@npu.ac.th
ສານວິຊາວິທະຍາຮຽນພິວເຕອນ
ນາຂວາບກລືບນໍາຮຽນພົນ

Revised 2021-09-18

ວັດຖຸປະສົງຄົດ

- ແບບນໍາ UDP ເຊື່ອນໄຍງກາຮື່ອສາຣໃນ Internet protocol suite
- ກາຈັດ frame format UDP
- Application ກື່ເໜາະກັບ UDP

ປະຫາວັນນຳ

- ຕ້ອງການບັນສົງຂ້ອງບູລຈາກໂຮສຕັບກາງໄປໂຮສປາຍກາງໃນຮະດີນ process-to-process
- ໂຮສມີປາຍກາງເດືອກັນ ແຕ່ເນີ້ມໍລາຍໄພຮເສກທີ່ຕ້ອງການສ່ວນໄປປາຍກາງນັ້ນ ຈະແຍກໄພຮເສອຍ່າງໄວ

ວິເຄາະສົ່ງ

- ແບບນໍາຍີ່ສຸດ ສົ່ງແບບໄມ້ຄົດວະໄຮນາກ
 - Simple Demultiplexer (UDP)
- ແບບຄົດນາກ ສບໃຈຖຸກເຮືອງທີ່ຈະກຳໃຫ້ຂ້ອງບູລເດັກກາງໄດຍ ໄປເກີດປະໜາ
 - Reliable Byte Stream (TCP)

ເປົ້າມາຍວັນນີ້

- ເບົ້າໃຈກາຮື່ອນ Demultiplexing service
- ເຮັດວຽກການນອນ byte stream protocol

End-to-end protocol

- ກາຮື່ອນນັບໃນຫັ້ນນຳສ່ວນຈະກຳການນຳໄປນີ້
 - ຮັບປະກັນໄດ້ວ່າສ່ວນຂຶ້ນສົ່ງປາຍກາງ
 - ເນື້ອຂ້ອງບູລເຖິງປາຍກາງຈະເຮືອງສຳດັບເໜືອນຕັບວັນບັນ
 - ສ່ວນຂ້ອງບູລຊຸດເດີຍກົງ
 - ຮອງຮັບຂ້ອງບູລບາດໃຫຍ່
 - ຮັງວິເຄີອງຮັບສະນາມຮັບຂ້ອງບູລໄດ້ເຮົາງກ່າໄຫ້
 - ໄດ້ເຄີ່ອງຮັບສ່ວນຂ້ອງບູລກັບນາອກວ່າ ຕັ້ງອອງຮັບເດີເຮົາງເພື່ອໃດ
 - ຮອງຮັບການໃຊ້ application ມາຍຕົວໃນເຄີ່ອງເດີຍກັນ

<p>End-to-end protocol</p> <ul style="list-style-type: none"> • ข้อจำกัดจากชั้นเครือข่าย (network layer) ที่มาแก้ไขที่ชั้นบนส่ง (Transport) • ข้อมูลถูก Drop • การส่งไม่เป็นลำดับ • ส่งข้อมูลช้า • ขนาดข้อมูลจำกัด • ส่งแล้วช้าที่เกิดจากเดลย์ 	<p>End-to-end Protocols</p> <ul style="list-style-type: none"> • การออกแบบไฟร์ໄก็คลอลในชั้นบนส่ง ◦ พัฒนาวัลคอร์กิมที่สามารถบล็อกได้เร็ว ◦ ไปรุ่งยากรักษา ◦ ส่งข้อมูลไปทึบปลายทาง ◦ รองรับหลายไฟร์เซส 												
<p>Simple Demultiplexer (UDP)</p> <ul style="list-style-type: none"> • ชั้น Network ใช้กำหนดเส้นทางข้อมูล • ชั้นนี้ทำเพิ่ม ในส่วนให้เหล่ายไฟร์เซสสามารถสื่อสารกันได้ กังก์มีอีพี (IP) เดียวกัน 	<p>Simple Demultiplexer (UDP)</p> <ul style="list-style-type: none"> • โครงสร้าง Header ของ UDP <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>0</td> <td>16</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>SrcPort</td> <td>DstPort</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Length</td> <td></td> <td>Checksum</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Data</td> </tr> </table>	0	16	31	SrcPort	DstPort		Length		Checksum	Data		
0	16	31											
SrcPort	DstPort												
Length		Checksum											
Data													
<p>Simple Demultiplexer (UDP)</p> <pre> graph TD Packets[Packets arrive] --> UDP[UDP] UDP --> Demux[Queues] Demux --> App1[Application process] Demux --> App2[Application process] Demux --> App3[Application process] App1 --> Port1[Ports] App2 --> Port2[Ports] App3 --> Port3[Ports] </pre>													

(b) ไฟร์ໄก็คลอลยูดีพี

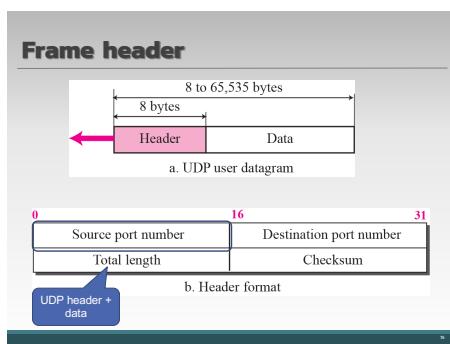
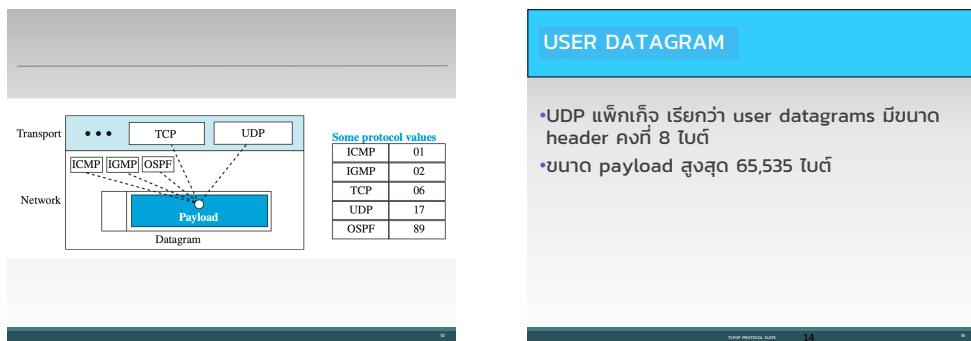


Table 14.1 Well-known Ports used with UDP		
Port	Protocol	Description
7	Echo	Echoes a received datagram back to the sender
9	Discard	Discards any datagram that is received
11	Users	Active users
13	Daytime	Returns the date and the time
17	Quote	Returns a quote of the day
19	Chargen	Returns a string of characters
53	Domain	Domain Name Service (DNS)
67	Bootps	Server port to download bootstrap information
68	Bootpc	Client port to download bootstrap information
69	TFTP	Trivial File Transfer Protocol
111	RPC	Remote Procedure Call
123	NTP	Network Time Protocol
161	SNMP	Simple Network Management Protocol
162	SNMP	Simple Network Management Protocol (trap)

Example 14.1

- จาก UDP protocol header ต้องคำนวณต่อไปนี้ CB84000D001C001C

- หมายเลขอารบิก source port เป็นหมายเลขใด?
- หมายเลขอารบิก destination port เป็นหมายเลขใด?
- ความยาวของ packet UDP กี่บิต?
- ความยาวของ payload กี่บิต?
- เป็นการเชื่อมต่อจาก client ไป server หรือจาก server ไป client?
- ไฟร์เซตเป็นด้วย service ใด (well-known port)?

Solution

- a. Source port เป็นเบอร์ชานลับหลัก 2 บิต หรือ 4 ตัวเลขฐาน 16 ($CB84$)₁₆ หรือ 52100.
- b. Destination port 2 บิต หรือ 4 ตัวเลขฐาน 16 ($000D$)₁₆ หรือ 13.
- c. ลักษณะที่สำคัญที่สุดคือ packet size+header มี 2 บิต ($001C$)₁₆ มีขนาด 28 บิต.
- d. size ของข้อมูลอย่างเดียวหัก header ออก $28 - 8 = 20$ บิต.
- e. จาก destination port มีหมายเลขอารบิก 13 (well-known port), เป็นการส่งจาก client ไป server
- f. ไฟร์เซต Daytime (see Table 14.1).

UDP Checksum

- Checksum : ใช้ Pseudoheader ตัดเดิน 16bit แล้วนำบวกกันแบบ 1's complement

Pseudoheader	32-bit source IP address
	32-bit destination IP address
Header	All 0s 8-bit protocol 16-bit UDP total length
	Source port address 16 bits Destination port address 16 bits
	UDP total length 16 bits Checksum 16 bits
Data	(Padding must be added to make the data a multiple of 16 bits)

UDP Services

- พอร์ต 1-1024 ถือเป็นพอร์ตที่เป็นที่รู้จัก (well-known)
- destination port** เป็นตัวระบุ Service ที่ใช้ตัวอย่าง services
 - 13/UDP Daytime
 - 53/UDP DNS
 - 67/UDP DHCP Server
 - 123/UDP Time server

Pseudoheader for checksum calculation

Pseudoheader	32-bit source IP address
	32-bit destination IP address
Header	All 0s 8-bit protocol 16-bit UDP total length
	Source port address 16 bits Destination port address 16 bits
	UDP total length 16 bits Checksum 16 bits
Data	(Padding must be added to make the data a multiple of 16 bits)

วิเคราะห์

เมื่อมีระบบเกิดเหตุการณ์ดังนี้ จะส่งผลกระทบต่อระบบอย่างไรบ้าง และจะแก้ไขอย่างไร

- ผู้ส่ง ไม่ส่ง checksum
- ผู้รับเดาเนียเขียน checksum เป็น 1 กั้งหมด
- ผู้ส่งเดาเนียเขียน checksum เป็น 0 กั้งหมด

Solution

- a) กำหนด packet length ไม่ตรงกับ packet จริง , ระบบปฏิบัติการจะเขียน filed checksum เป็น 0 กั้งหมด เป็นการกำหนดรูปแบบการสื่อสารให้เข้ารูปแบบมาตรฐาน
- b) ผู้รับตรวจสอบความถูกต้องกันของ checksum
- c) ผู้รับตรวจสอบเหตุการณ์ที่เป็นไปไม่ได้ในระบบ UDP checksum เพราะใช้ sum แบบ 1's complement

Figure 14.5 Encapsulation and decapsulation

(d) ໂພຣໂທຄອລຢີດີຟີ

ຮູບທີ 4.13: ສໍາໄລດີປະກອບການສອນສັບດາທີ 13

4.17 การสอนสัปดาห์ที่ 14

สัปดาห์นี้ก่อร่างวิธีส่งข้อมูลที่มีการใช้เพร่หลายที่สุดได้แก่โพรโทคอลทีซีพี รูปแบบการสื่อสารแบบทีซีพี มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้กระบวนการส่งข้อมูลจากต้นทางไปถึงปลายทางแบบรับรองการส่งข้อมูลถึงได้โดยสมบูรณ์ ทำให้มีขั้นตอนตรวจสอบหลายขั้น รายละเอียดได้บรรยายตามสไลด์รูปที่ 4.14

Nakon Phanom University

End-to-End protocol Transmission control protocol

3110314 Computer Networks
ສໍາເລັບນັກສົກນາເປົ້າປີ ۳ ລາບນ້ຳວິຄວາມຮອນພິວເຕອນ

ໂຄງຖຸກສີ ກົດເກີນທີ່
songrit@npu.ac.th
ສານວິຊາວິດວະນາຄາໂພນິວເຕອນ
ນັກວິທະຍາສົນນະພັນ

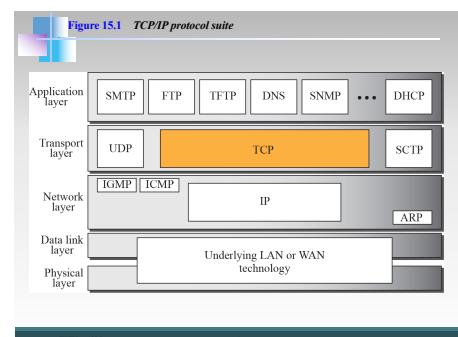
Revised 2021-08-23

Reliable Byte Stream (TCP)

- ເຮັດວຽກ
- ຈະຮັດຢ່າງໄວ້ວ່າໄວ້ອຸບລືດຶງປ່າຍກາງ
- ຮູ້ດ້ວຍຢ່າງໄວ້ໄວ້ສັງຫຼັກເກີນໄປ ມີເຮົາເຮົາເກີນໄປ
- ຮູ້ດ້ວຍຢ່າງໄວ້ວ່າການສ່ແຕ່ລະຄົງເປັນບາດໃຫຍ່ກ່ຽວຂ້ອງເກີນໄປ
- ແລະ ອົບໆ
- ຕ້ອງການ reliable
- ເຮັດວຽກໂທໂຄລນິ້ວ່າ Connection oriented

ວັດຖຸປະສົງຄໍ

- ແນະນຳ TCP ເຊື່ອນໄອງການສ້ອສາຣໃນ Internet protocol suite
- ກາຮັດ frame format TCP
- State machine ຂອງ TCP
- Congestion control
- Application ທີ່ເໝາະກັບ TCP



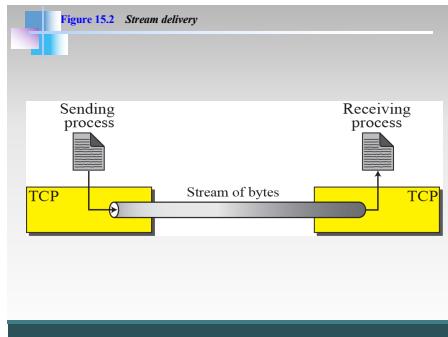
ວັດຖຸປະສົງຄໍ

- ແນະນຳ TCP ເຊື່ອນໄອງການສ້ອສາຣໃນ Internet protocol suite
- ກາຮັດ frame format TCP
- State machine ຂອງ TCP
- Congestion control
- Application ທີ່ເໝາະກັບ TCP

Table 15.1 Well-known Ports used by TCP

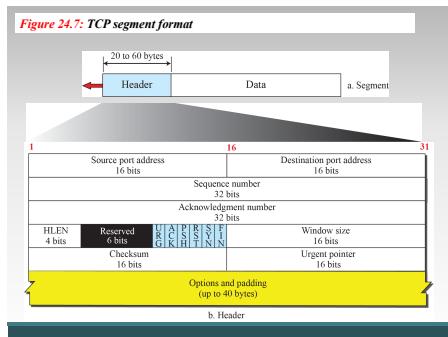
Port	Protocol	Description
5	Echo	Echoes a received datagram back to the sender
9	Discard	Discards any datagram that is received
11	Users	Active users
13	Daytime	Returns the date and the time
17	Quote	Returns a quote of the day
19	Chargen	Returns a string of characters
20 and 21	FTP	File Transfer Protocol (Data and Control)
23	TELNET	Terminal Network
25	SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
53	DNS	Domain Name Server
67	BOOTP	Bootstrap Protocol
79	Finger	Finger
80	HTTP	HyperText Transfer Protocol

(a) ໂພຣໂທໂຄລທີ່ເຊື້ອປີ



ວັດຖຸປະສົງຄໍ

- ແນະນຳ TCP ເຊື່ອນໄຍກກາຮືອສາຣໃນ Internet protocol suite
- ກາຮັດ frame format TCP
- State machine ຂອງ TCP
- Flow control
- Congestion control
- Application ທີ່ເມນະກັບ TCP

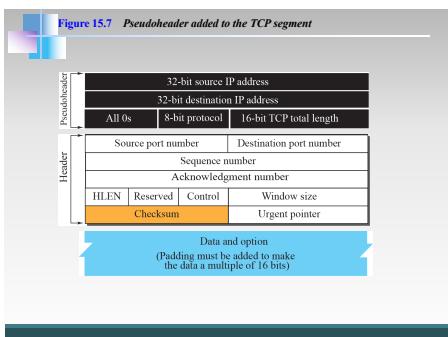
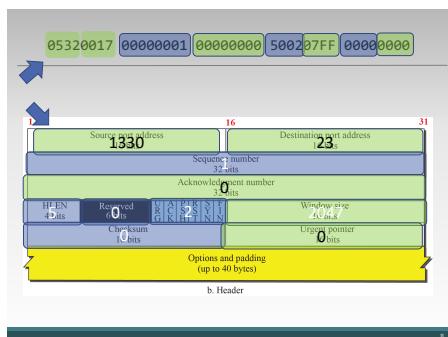


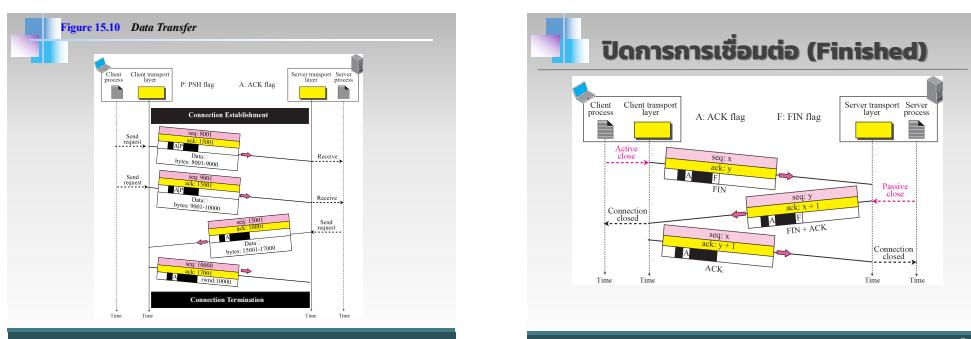
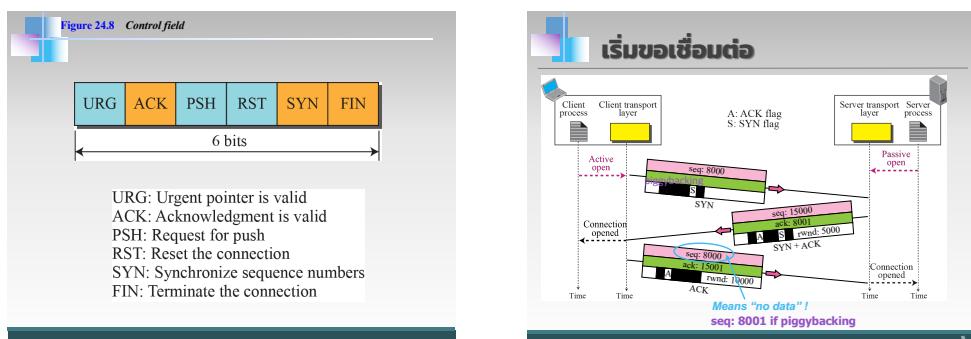
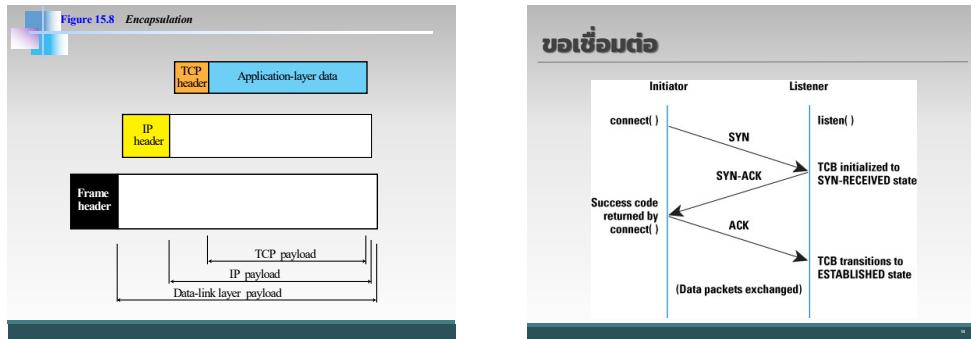
ຕັວຢ່າງ

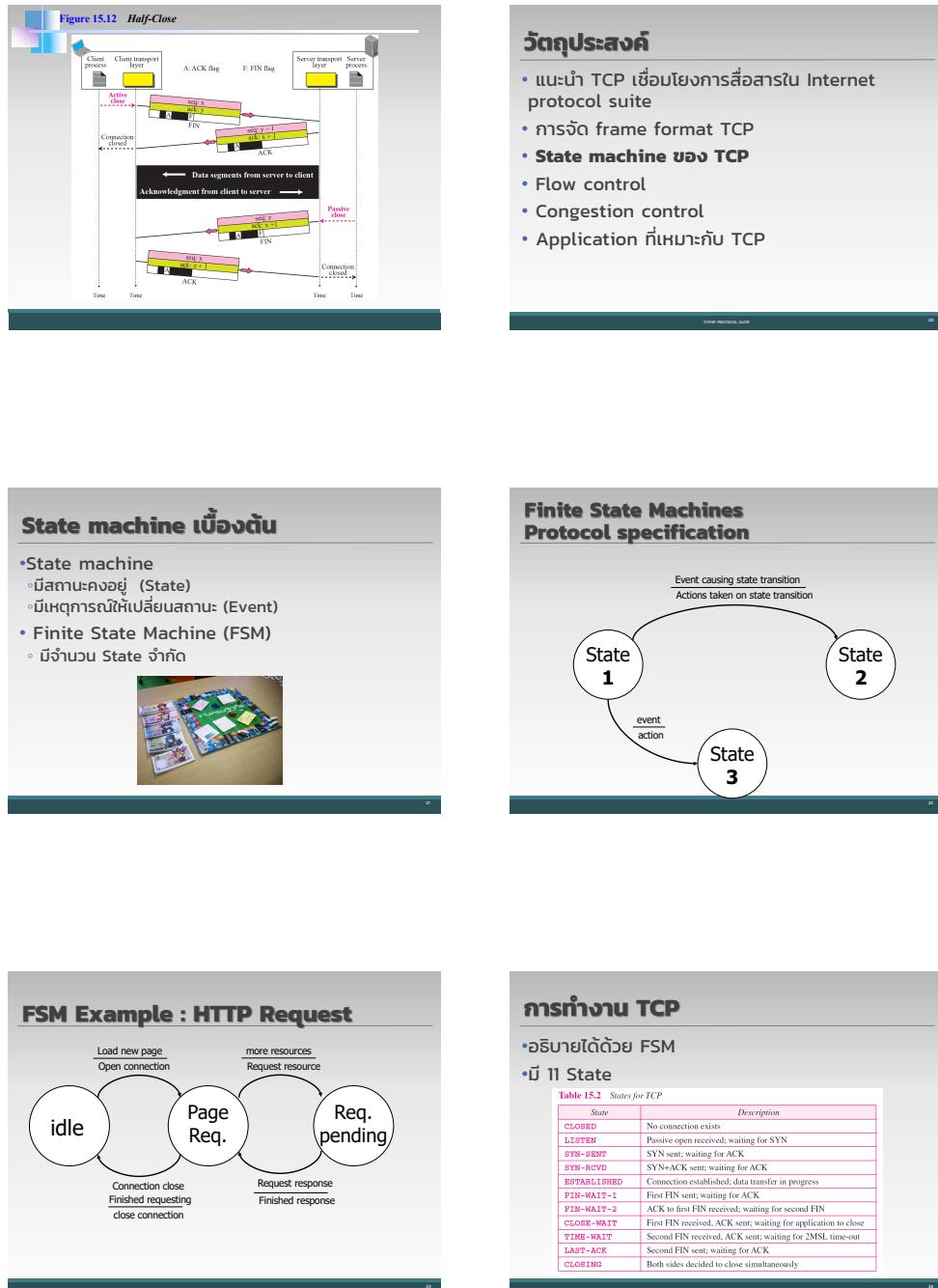
ໃຫ້ TCP header ບັນກັກເປັນເລຂງໜາ 16 ຕ່ອໄປນີ້

05320017 00000001 00000000 500207FF 00000000

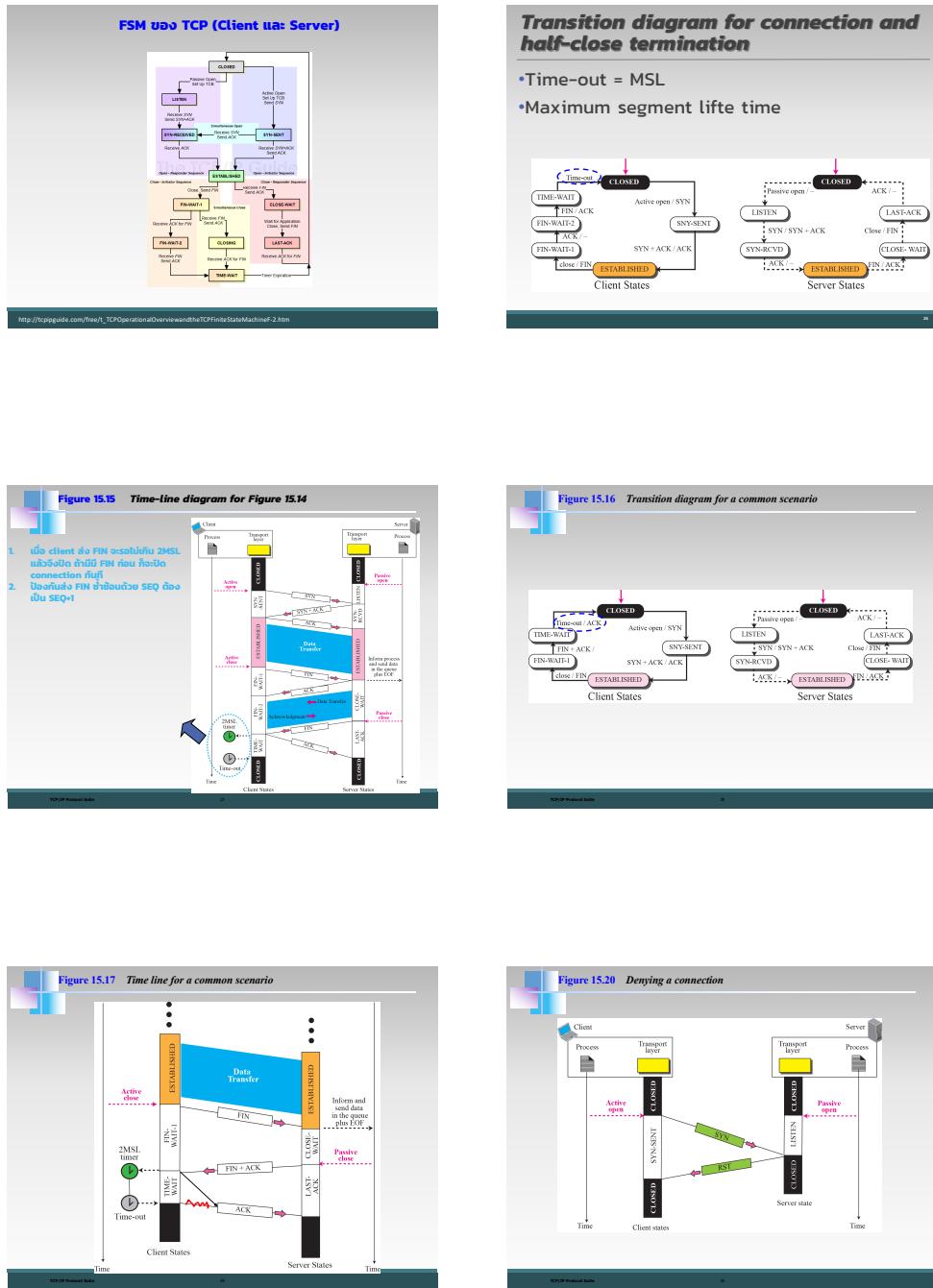
- What is the source port number?
- What is the destination port number?
- What is sequence number?
- What is acknowledgment number?
- What is the length of the header?
- What is the type of the segment?
- What is the window size?



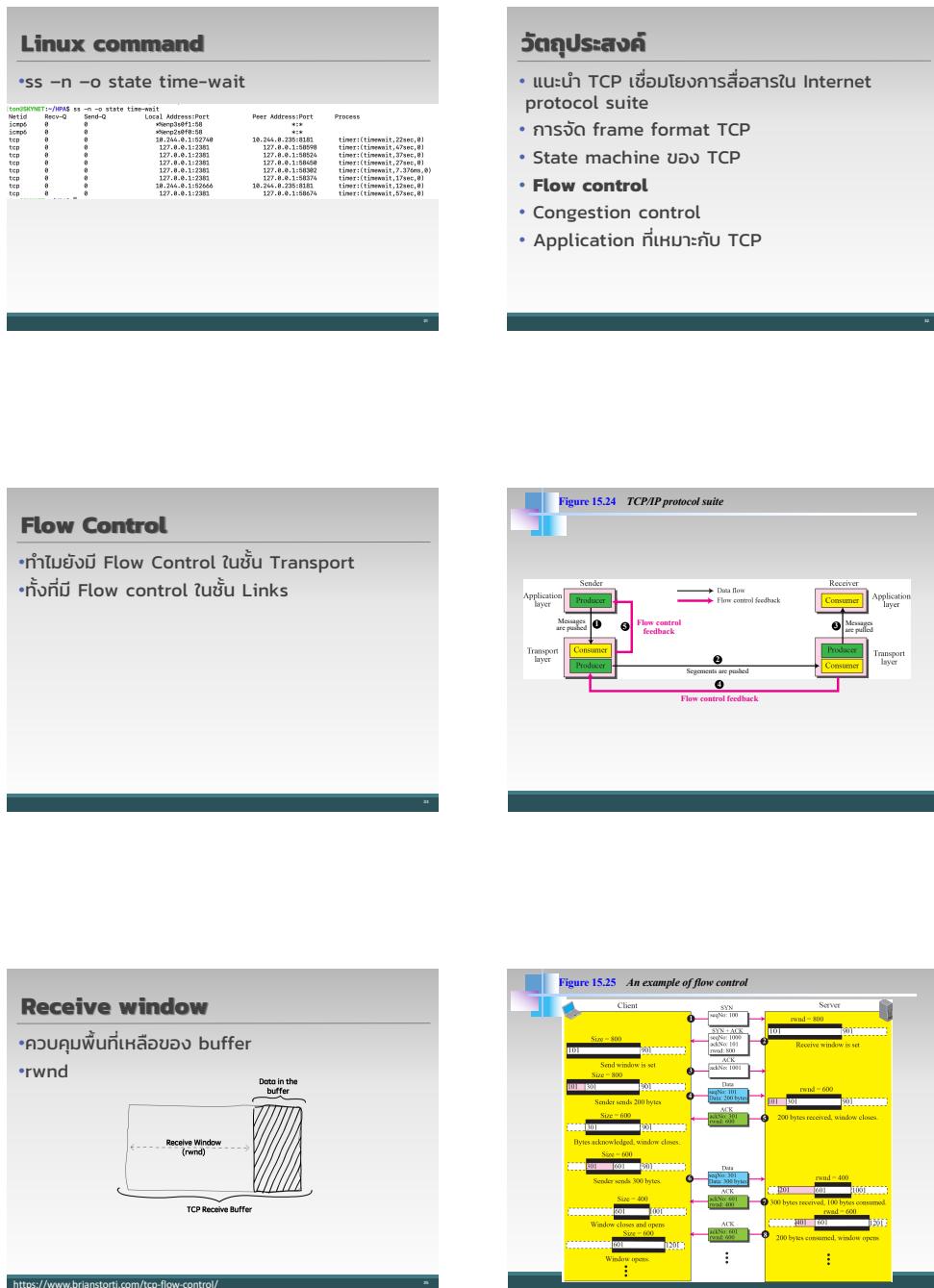




(d) ໂພຣໂທຄອລທີ່ຂີ້ວິ



(e) ໂພຣໂທຄອລທີ່ຈີ່ປີ

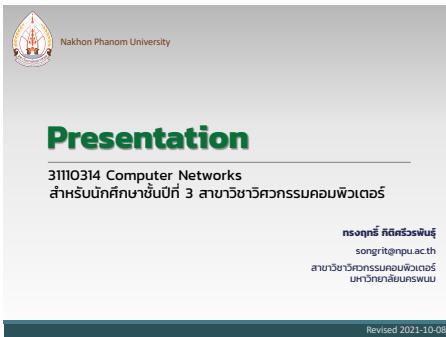


(f) ໂພຣໂທຄອລທີ່ຈື້ປີ

รูปที่ 4.14: สไลด์ประกอบการสอนสัปดาห์ 14

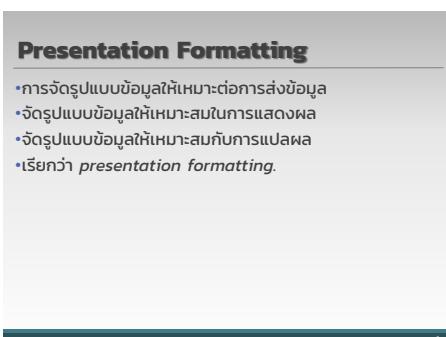
4.18 การสอนสัปดาห์ที่ 15

สัปดาห์นี้กล่าวถึงชั้นพรีเซนเทชัน และชั้นแอปพลิเคชัน มีหน้าที่ใช้อธิบายรูปแบบของข้อมูลเช่นลักษณะข้อมูล เป็นมลติมีเดีย รูปแบบของข้อมูลที่มีการบีบอัดไฟล์เป็นต้น และ แอพพลิเคชันเป็นชั้นที่ผู้ใช้งานซอฟต์แวร์ ใช้สื่อสารผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นส่วนที่ผู้ใช้ทั่วไปคุ้นเคยที่สุด รายละเอียดได้บรรยายตามสไลด์รูป ที่ [4.15](#)

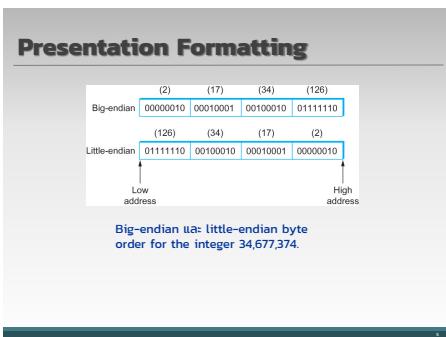
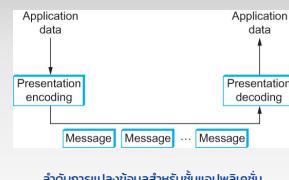


Chapter Outline

- Presentation Formatting
 - Multimedia Data



Presentation Formatting



Presentation Formatting

- Tags

type = INT	len = 4	value = 417892
---------------	---------	----------------

A 32-bit integer encoded in a tagged message

(a) ชั้นพรีเซนเทชัน

Presentation Formatting

- ตัวอย่างไฟร์ໄໂຄຄອ
- ASN.1
 - Abstract Syntax Notation One (ASN.1) ມາດຈົານ ISO ທີ່ກໍາເນດ ປຣິບານຂອງສັງກືດັ່ງ ອັນເກີຍຂັ້ງກັບບັນຫຼວງທີ່ສືບຕາມຜົນຄົງຂ່າຍ
 - ບັດກຳມານຸດໃຫ້ວ້າງຄົງ ASN.1 ເຊິ່ງກວ່າ Basic Encoding Rules (BER).
 - ASN.1 ລອງຮັບການ C ບັນທຶກບັນຫຼວງທີ່ໄດ້ວ້າງທີ່ກັນໄດ້
 - ໄວ້ໄໂຄຄອໃຫ້ ASN.1 BER ເຊັ່ນ Simple Network Management Protocol (SNMP).

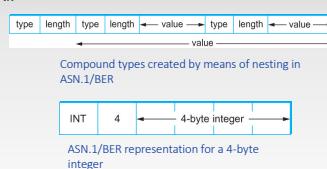
Presentation Formatting

- Examples
 - ASN.1
 - ASN.1 ປະກົບດົວຍບັນຫຼວງ 3 ສ່ວນ
 < tag, length, value >
 - tag ພົມບັນ 8-bit field ເພື່ອໃຊ້ປະໂຫຍດບັນຫຼວງ
 - length ກໍາເນດວ່ານັບຄວາມຍາວບັນຫຼວງ (ວັນນີ້ນີ້)
 - value ດ້ວຍ tag

Presentation Formatting

Examples

ASN.1



Presentation Formatting

Markup Languages – XML

Markup languages, ໃຊ້ຮັວກັນ HTML

ສໍາເລັບວ້າງຄົງບັນຫຼວງປະເກມ text ໃຫ້ຄົງອັນນາຍ < > ກໍາເນດ tag

Presentation Formatting

Markup Languages – XML

```
<?xml version="1.0"?>
<employee>
<name>John Doe</name>
<title>Head Bottle Washer</title>
<id>123456789</id>
<hiredate>
<day>5</day>
<month>June</month>
<year>1986</year>
</hiredate>
</employee>
```

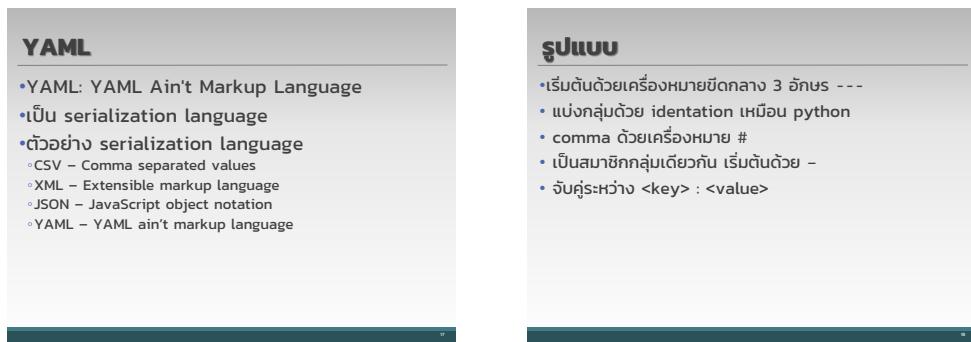
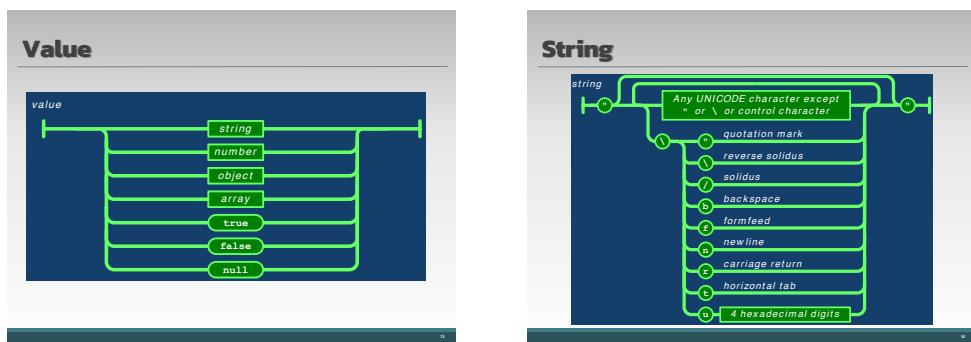
JSON data format

JavaScript Object Notation

ມາດຈົານສໍາເລັບແລກປෙລີຍບັນຫຼວງ

```
{"name": "John", "age": 30, "car": null}
```

```
{
  "name": "John",
  "age": 30,
  "car": null
}
```



ตัวอย่าง	Multimedia Data
<pre>--- Student-Id: b612345678 First-Name: John Last-Name: Smith Phone-numbers: - +660812384940 - +66021233833</pre>	<pre>-- apiVersion: v1 kind: Service metadata: name: elab-web namespace: elab labels: run: elab-web spec: ports: - port: 80 selector: run: elab-web</pre>

Multimedia Data	Multimedia Data
<ul style="list-style-type: none"> Lossless Compression Techniques <ul style="list-style-type: none"> การบีบอัดไม่เสียคุณภาพจากต้นฉบับ ก้าวที่สองการวางอัลฟูด์ลงเพลทบาร์ <ul style="list-style-type: none"> ตัวอักษร A – Z มี 26 ตัวอักษร สามารถใช้เลนส์บาร์ 5 บิต สำหรับ จ้าวอังกฤษทุกตัวอักษร ($2^5 = 32$) จ้าวอังกฤษทุกตัวอักษร (อนุพันธ์แบบอัลฟอกิรัน) เป็นทัว อักษร R ใน เอกสารที่ตั้งใจออกแบบเป็น 50% เมื่อเก็บกันตัวอักษรทั้งหมด ดันนับ จ้าวอักษรมาแล้วที่ R แทนเวชานวนบีบกันอ่อนลง (ແນວเก็งจะหักก ตัวอักษรให้อ่อนกว่ากัน) เมื่อยังไหร่โดยอัตโนมัติกันเรื่องการ compress กับ decompress จึง ก้าวได้โดยไม่เสียคุณภาพ 	<h3>Multimedia Data</h3> <ul style="list-style-type: none"> Lossless Compression Techniques <ul style="list-style-type: none"> Run length Encoding <ul style="list-style-type: none"> เป็นการบีบอัดข้อมูล โดยใช้เทคนิค brute-force ถ่ายง่าย ต้องการผลลัพธ์มุกหนึ่งต่อเพียงกัน ตัวอย่าง AAABBCDDDD เมื่อบีบอัดข้อมูลกันได้เป็น 3A2B1C4D. <p>AAABCDDDD 3A2B1C4D</p>

(d) ຈົນພຣີເຈົ້າທ່ອງ



Nakon Phanom University

Application

3110314 Computer Networks
ສໍາເຮັບນັກຄົກນຳປັ້ງປຶກ 3 ສາທາວິທະຍາວຄວາມຄອມພິວເຕອນ

ໂຄງຖຸກ ດີເລີກເຈັ້ນ
songrit@npu.ac.th
ສາທາວິທະຍາວຄວາມຄອມພິວເຕອນ
ນາຂາວິທະຍາສົມບາດພັນ

Revised 2021-10-02

Problem

- Applications ໃຊ້ໂພຣໂໂກຄອລເລືພາະບອງແຕ່ລະແອປພລິເຄັນ
- App ເປັນສ່ວນຫຼັງອອງໂພຣໂໂກຄອລເຄືອຂ່າຍ ໃນເມຸນອອກການ
ແລກປ່ອສືບບ້ານລູ່ເນື່ອສ່ວນທີ່ເກົ່າຍ
- ກ່າວຄຶງໂພຣໂໂກຄອລທີ່ນີ້ຍິນໃນປັ້ງຈຸບັນ

Chapter Outline

- Traditional Applications
- Multimedia Applications
- Infrastructure Services

Traditional Applications

- Two of the most popular
 - World Wide Web (WWW) ແລະ
 - Email.
- application ມີຮູ້ໄດ້ຖອບແບບ request/reply ເພີ້ມອຸບປະກິດ

Traditional Applications

- ກ່າວຄຶງເບົ້າໃຈຄວາມຕ່າງຮະຫວ່າງ application programs ແລະ application protocols.
- HyperText Transport Protocol (HTTP) ເປັນ application protocol ມີໜ້າທີ່ຮັບຂ້ອງລູ່ Web pages ຈາກ Web servers.
- ມີໂປຣແກຣມທີ່ພັນນາຕາມໂພຣໂໂກຄອລ HTTP ພາຍໃໂປຣແກຣມ
 - Edge, Chrome, Firefox, Safari, Opera

Traditional Applications

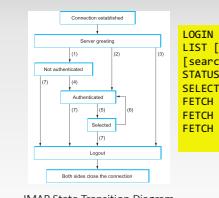
- ໂພຣໂໂກຄອລມາດຽວງານທີ່ມີໃຫ້ແພຣໝາຍ ໃຊ້ນານານ:
- SMTP: Simple Mail Transfer Protocol
 - ໃຫ້ອັບຈົງວິເນິດ
- HTTP: HyperText Transport Protocol
 - ໃຫ້ແລກປ່ອສືບບ້ານຂ້ອງລູ່ກັບ Web servers.

Traditional Applications

- Electronic Mail (SMTP, MIME, IMAP)
 - Email เป็นหนึ่งใน application ที่ใช้บันทึกและเริ่มมีอินเทอร์เน็ต ส่วนสืบทอด แบ่งส่วนหน้าที่เป็น 2 ส่วน
 1. ส่วนติดต่อระหว่าง server ด้วยกัน (SMTP)
 2. ส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (IMAP, POP3)
 - ประยุกต์อยู่ลึกซึ้งผ่านวิธีแลกเปลี่ยนข้อมูลด้วย MIME
 - Multipurpose Internet Mail Extensions (MIME)

Traditional Applications

- Electronic Mail (SMTP, MIME, IMAP)



```

LOGIN [username] [password]
LIST [flags] [folder separator]
[search term]
STATUS [mailbox] [flags]
SELECT [mailbox]
FETCH [first]:[last] flags
FETCH [mail number] body[header]
FETCH [mail number] body[text] LOGOUT
    
```

ตัวอย่างการสื่อสาร IMAP

```

telnet: > open imapserver.example.com imap
telnet: Trying 192.0.2.2...
telnet: Connected to imapserver.example.com.
telnet: Escape character is '^'.
server: * OK Dovecot ready.
client: a1 LOGIN MyUsername MyPassword
server: a1 OK Logged in.
client: a2 LIST "" ""
server: * LIST (\HasNoChildren) . "INBOX"
    
```

Traditional Applications

- World Wide Web

- World Wide Web เป็นโทรศัพท์และคอมพิวเตอร์ที่ปรับเปลี่ยนสำหรับการอ่านและเขียนภาษาอังกฤษ
- โพร์ทโคด WWW เริ่มใช้บันทึกตั้งแต่ปี กศ. 1989, (33 ปี)
- บ้านนายริชาร์ดเดนลอน Web เพื่อพัฒนาไปสู่โครงสร้างข้อมูลเดียว叫做 hypertext
- hypertext คือระบบลิงก์ที่สามารถคลิกไปยังเอกสารภายนอกได้เรื่อยๆ
- แนวคิด Hypertext เริ่มตั้งแต่ปี กศ. 1960. (62 ปี)
- พัฒนาขึ้นโดยเป็นโทรศัพท์และคอมพิวเตอร์ที่ปรับเปลี่ยน HTML คือไฟล์ประยุกต์ HTML

Traditional Applications

- World Wide Web
 - การทำงาน HTTP เป็นเหมือน SMTP, IMAP เมื่อต้องการได้รับข้อมูล จะส่งคำขอไปที่เครื่อง Web server
 - ตัวอย่างเช่น

```

# telnet
telnet > open www.npu.ac.th 80
GET / HTTP/1.1
HOST: www.npu.ac.th
    
```

telnet

```

% telnet checkip.dyndns.org 80
Trying 132.226.247.73...
Connected to checkip.dyndns.com.
Escape character is '^'.
GET / HTTP/1.1
HOST: checkip.dyndns.org

HTTP/1.1 200 OK
Date: Sun, 02 Oct 2022 10:50:59 GMT
Content-Type: text/html
Content-Length: 104
Connection: keep-alive
Cache-Control: no-cache
Pragma: no-cache

<html><head><title>Current IP Check</title></head><body>Current IP
Address: 202.29.55.61</body></html>
    
```

Traditional Applications

- World Wide Web
- Request Messages

Operation	Description
OPTIONS	Request information about available options
GET	Retrieve document identified in URL
HEAD	Retrieve meta-information about document identified in URL
POST	Give information (e.g., annotation) to server
PUT	Store document under specified URL
DELETE	Delete specified URL
TRACE	Loopback request message
CONNECT	For use by proxies

HTTP request operations

Traditional Applications

- World Wide Web
- Response Messages

Code	Type	Example Reasons
1xx	Informational	request received, continuing process
2xx	Success	action successfully received, understood, and accepted
3xx	Redirection	further action must be taken to complete the request
4xx	Client Error	request contains bad syntax or cannot be fulfilled
5xx	Server Error	server failed to fulfill an apparently valid request

Five types of HTTP result codes

Tusunsu curl

- curl เป็น web client

```
curl checkip.dyndns.org
<html><head><title>Current IP
Check</title></head><body>Current IP Address:
202.29.55.61</body></html>
```

Traditional Applications

- World Wide Web
- TCP Connections

HTTP 1.0 behavior

Traditional Applications

- World Wide Web
- TCP Connections

HTTP 1.1 behavior with persistent connections

Traditional Applications

- World Wide Web
- Caching

- Caching เพิ่มประสิทธิภาพเว็บ Server ด้วยการรอดำเนินไฟล์ที่ถูกเรียกบ่อย
- เป็น Static File เช่น รูปภาพ หรือข้อมูลที่ไม่เปลี่ยนแปลง
- บางครั้งเรียกว่า proxy web

<https://www.imperva.com/learn/performance/browser-caching/>

Multimedia Applications

- Resource Allocation for Multimedia Applications
 - ให้ความสำคัญกับการตอบสนองข้อมูลล่าสุดได้เร็ว
 - การสื่อสารด้วยเสียง (Voice)
 - การสื่อสารภาพเคลื่อนไหว (Video, Streaming)

Multimedia Applications

- Resource Allocation for Multimedia Applications

Differentiated Services applied to a VOIP application.
DiffServ queueing is applied only on the upstream link from customer router to ISP.

Multimedia Applications

- Resource Allocation for Multimedia Applications

Admission control using session control protocol.

ແນວຄົດຮບບໍບ່ອໄດ້ແມນ

- ຊື່ໄດ້ແນນເຮັດວຽກວ່າ FQDN
- Fully Qualified Domain Name (FQDN)
`WWW.NPU.WORLD.`
- ຄົ່ນເຊື່ອດ້ວຍຄຣີອ່ານໄມຍ ຈຸ່າ (.)

Note the trailing dot

- ຮະບບ DNS ມັກນ້າທີ່ຈັບຖຸ FQDNs ກັບ resources ໄດ້ມາຍພັດໃນວ່າກັດເພື່ອງອື່ນ
- ຮະບບ DNS ລ່ວມໃຫ້ມູນຄ້ອບຖ່ຽນ FQDN ກັບ IP

ແນວຄົດຮບບໍບ່ອໄດ້ແມນ

- ໄດ້ແນນເປັນ "namespaces" (ໄສ່ວ່າກ່າວມັດພັກິ)
- ຖຸກເຊື່ອສັງອຸປະນຸມົງ .com ເຮັດວຽກວ່າເປັນ **com domain**.
- ຖຸກລັງອຸປະນຸມົງ **ripe.net** ເຮັດວຽກວ່າເປັນ ripe.net domain ແລະເປັນ net domain.

ການຄ່າຍໄວນຈຳນາງ

- ຮະບບ DNS ສາມາດຄ່າຍໄວນຈຳນາງການດູແລໂດແມນໄດ້
- ຜູ້ດູແລຮະບບກ່າຍໄວນຈຳນາງການດູແລຕາມລາດັບຂັ້ນໄດ້ແນນຍ່ອຍໄດ້ (subdomain)

```

WWW.NPU.WORLD → admin#1
ELAB.NPU.WORLD → admin#2
SSH.NPU.WORLD --> admin#3
class1.SSH.NPU.WORLD --> admin#3
  
```

Concept: Zones and Delegations

- โซน (Zones) คือส่วนที่ผู้ดูแลระบบมีอำนาจแก้ไข
- Zone administrator คือผู้มีอำนาจแก้ไข sub-domain ของโดเมนนั้น

Infrastructure Services

- ไฟร์วอลล์ที่ทำงานเบื้องหลัง เพื่อให้การสื่อสารอินเทอร์เน็ตทำงานได้
- Domain Name System (DNS)— ทำหน้าที่แปลงชื่อโดเมนเป็นไอเพ็คซ์และเพลคับเมืองการคิดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่เช่น ชื่อ โดเมน

Infrastructure Services

Name Service (DNS)

การแปลงชื่อโดเมน เป็นการແຄນເປົ້າຫຍາຍ
ບັນດອນ ຂຶ້ນຜູ້ກຳທຸນລືບຂອງຈຳນວນ

Infrastructure Services

Domain Hierarchy

www.npu.ac.th.
Root domain

Infrastructure Services

Domain Hierarchy

ด້ວຍຢ່າງ domain hierarchy

ໃຫຍ້ດັບບັນຊຸດ (Root Zone)

- Root server (`(a-m).root-servers.net`) และใช้ຕົວຕົມຕົ້ນໄດ້ແນວ gTLD
 - Load on root servers was growing quickly!
 - root servers ຕົວຮັບນີ້ອ່ານຸ່າ query ໄດ້ແນວເອົນນິກາ ແລະນີກາ
ຍາວັດວ່າວ່າງກາງດັບບັນຊຸດນີ້
 - ຢ້າຍດັບບັນຊຸດ .com, .net, .org ອອກຈາກ root servers ຫົວຍຸດປັນນານ
ໄສລົດໄດ້
 - ເຮັດວຽກ 2000
- Generic Top Level Domains (gTLD) = .com, .net, .org, etc...
- Country Code Top Level Domain (ccTLD) = .us, .fi, .uk, .th etc...

(i) ຊັ້ນແອປພລິເຄັ້ນ

ຮູບທີ 4.15: ສໍາລັບປະກອບກາຮຽນສັ່ວນສັ່ວນ

4.19 การสอนสัปดาห์ที่ 16

สัปดาห์นี้ก่อตัวถึงกระบวนการด้านการสร้างความมั่นคงปลอดภัยทางเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งการประยุกต์ใช้งานส่วนใหญ่ทำในชั้นเซสชัน (Session Layer) แต่การความมั่นคงปลอดภัยทางเครือข่ายจำเป็นต้องให้ความสำคัญด้านความปลอดภัยในทุกเลเยอร์ จึงนำมาก่อตัวถึงในสัปดาห์สุดท้ายนี้ รายละเอียดได้บรรยายตามสไลด์รูปที่ [4.16](#)



Nakhon Phanom University

Network security

3110314 Computer Networks
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์
ภาควิชานักศึกษาชั้นปีที่ 3

กรุณารอสักครู่...
songrit@npu.ac.th
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร

Problem

- ตัวอย่างภัยคุกคามที่เกิดในทางสื่อสาร WWW
 - เป็นลูกค้าบอร์ดเครดิต ซึ่งสืบค้าออนไลน์ ว่าไงผ่านบัตร
 - ภัยคุกคามที่เกิดขึ้นในไทยคอมพิวเตอร์ (เป็นรับรุ่งความปลอดภัย)
 - เด็กฟีฟ้อตบุ๊ล (Eavesdrop)
 - มาตราช้อปบุ๊ล (Eavesdrop)
 - สูญเสียความนับถือของบล็อกด้วยการรักษาความลับ (Confidentiality)
 - หากไม่มีวีรบีรังษีทั่วโลก ภาระแก้ไขช้อปบุ๊ล
 - สูญเสียความนับถือของบล็อกด้วยการรักษาความสมบูรณ์ (Integrity)

Problem

- ตัวอย่างการโจมตีแก้ไขข้อมูล
 - ผู้ร้ายสามารถอ่านข้อมูลการสื่อสารอ่อนไหว
 - เมื่อการสื่อสารแล้ว ก่อร้ายการจัดล่วง
 - ผู้ร้ายเข้าไปหักมุมค่าสั่งเชื่อมต่อ ประจำบดบังคำสั่งยืนยันตัวตน (authentication)
 - เบี้ยวสั่งใจในการหยุด หรือ แก้ไขในเวลานั้น
 - เปลี่ยนค่าสั่งในการจัดตั้ง ทุกข้อมูลคงเดิม
 - การสั่งข้อมูลคงเดิมเรียกว่า *replay attack*

Problem

- ผู้ให้บริการ www ไม่รู้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงข้อมูล
- ผู้ชักจูงไม่รู้ว่ามีการแทรกอภิญญาติหรับจัดล่ำสือค้า

The diagram illustrates a 'Man-in-the-Middle' attack. It shows three main components: a 'USER/VICTIM' (laptop) on the left, a 'WEB APPLICATION' (globe) on the right, and a 'MAN IN THE MIDDLE' (person icon) in the center. A blue double-headed arrow connects the victim and the web application. The man-in-the-middle is positioned between them, with two red 'X' marks indicating he intercepts all traffic. Labels include 'ORIGINAL CONNECTION' above the central connection and 'WEB SPOOFING' below it.

ตัวอย่างการโจมตี

- ปลอม DNS server
 - DNS Masquerade
- ARP spoofing

This diagram shows a network setup for DNS spoofing. On the left, a 'LAN' contains an 'Attacker-controlled Client' (laptop). In the middle, there's a 'dnsMasq' device connected to both the LAN and the Internet. The Internet is represented by a cloud and a 'Recursive DNS' server. An 'Attacker' (laptop) is also connected to the Internet. A red box highlights a response from the Attacker to the Client, labeled 'Response: www.attacker.com'. The Client has a query for 'www.attacker.com' and a response from dnsMasq. The dnsMasq device has queries for 'www.attacker.com' and 'www.victim.com' and responses from the Attacker. The Internet connection is labeled 'CHG32: 9c17944774'.

(a) ความปลอดภัยเครื่องย่างคอมพิวเตอร์

Problem

- การโอบอ้อมหัวใจผู้คนเป้าหมายให้บริการไม่ได้
 - ทำให้แพลตฟอร์ม food delivery รับอ็อก เอดรีบีดี
 - ทำให้เกิดเครื่องแม่บ้านปฎิเสธการให้บริการ
 - Denied of Services
 - กวนการทำงานด้วยจักรกลยาน
 - Distributed Denied of Service
 - ทำให้สูญเสีย ความสามารถ ในการให้บริการ
 - เสีย Availability

<https://visafetydetectives.com/blog/tan-cong-ddos-la-g/>

ความปลอดภัยของข้อมูล

- สามารถปกป้องความลับ
 - Confidential
- สามารถรักษาความสมบูรณ์
 - Integrity
- สามารถรักษาเวลา
 - Availability

Chapter Outline

- การสร้างไซไฟอร์ (ข้อมูลที่ผ่านการเข้ารหัส)
- การแยกจ่ายคุณภาพรั้งรักลับ
- กระบวนการพิสูจน์ตัวตนจริง
- Example Systems
- Firewalls

Cryptography overview

- ค.ศ. 1542-1587 สมเด็จพระราชินีนาถแมรีที่ 1
 - เป็นราชันปั้นแห่งอาณาจักรและเด็กเพื่อพระชนมายุ 6 วัน
 - หล่อพรมเจ้าءในศตวรรษที่ 5 แห่งอังกฤษและเป็นภาระต่ออาณาจักร
- ปี 1567 สืบสืบทอดอาณาจักรและแลนด์ → อังกฤษ
 - ราชวงศ์ที่ 1 แห่งอังกฤษของพระบาทแมรีเป็นภาระต่ออาณาจักร
 - มีคำสั่งห้ามรั้งคนเป็นเวลา 180 วัน
 - ค.ศ. 1587 (ปีที่ 18) ล่ามาราชวังพับแพนลับบลลังก์
 - หลักฐาน จดหมายเข้ารหัสลับ

ประวัติศาสตร์ผ่านภาพยนตร์

- Mary Queen of Scots (2018)
- Elizabeth (1998)
- Elizabeth : The Golden Age (2007)

Security Terminology

- Defenders และ Attackers
- Defenders ต้องการให้อีกด้านไม่รู้สึกเสียความปลอดภัย (รักษา CIA)
- Attackers ทำลายระบบความปลอดภัย (ทำลาย CIA)

防守者と信頼

(b) ความปลอดภัยเครือข่ายคอมพิวเตอร์

เข้ารหัสลับ

• E=Encryption , D=Decryption

$C = E_K(M)$
 $C = '@#$%^&%#*%$
Cryptography ก็อบก่อ-กราฟ /kriptogrəfi/

$M = D_K(C)$

สัญลักษณ์ และ ความหมาย

• M = Message ข้อความที่ยังไม่เข้ารหัส
• C = Cipher ข้อความที่ผ่านการเข้ารหัส
• E = Encryption กระบวนการเข้ารหัส
• D = Decryption กระบวนการถอดรหัส
• K = Key คุณรหัสลับ

$C = E_K(M)$ // เข้ารหัสข้อความ M ด้วยคุณรหัส K ได้ ข้อความใหม่ C
 $M = D_K(C)$ // ถอดรหัสข้อความ C ด้วยคุณรหัส K ได้ ข้อความ M

Cryptography

ตัวอย่าง Cryptography

- Caesar cipher
 - เข้ารหัสด้วยการเลื่อนตัวอักษรไป K ตัว
 - ตัวอย่าง K = 3 , ข้อความ M="b"
- $C = E_{K=3}("b")$
= "e"

a	→	d
b	→	e
c	→	f
d	→	g
...		
x	→	a
y	→	b
z	→	c
a	→	d

Index 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25
字母 a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x z y z

K=3

ตัวอย่าง Cryptography

กระบวนการ
_encode decode Caesar cipher กดปุ่มเข้ารหัส
ข้อความ PlainText -> Ciphertext -> ข้อความหลังเข้ารหัส

M = meet me at lion cattle
C = ooggv og cv nkqp ecvvng

<https://cryptii.com/pipes/caesar-cipher>

ตัวแทน ผู้เกี่ยวข้องของการเข้ารหัส

Alice → M → Bob
Eve

เข้ารหัสแบบคุณแจเดิม

- คุณแจเดิม = ใช้ K ตัวเดียวกันก็สองฝ่าย
- Alice และ Bob แรร์คุณแจกัน

K
Alice → M → Bob
Eve

$C = E(K, M)$

$M = E'(K, C)$

Cryptographic Building Blocks

Symmetric-key encryption and decryption

Key Pre Distribution

- Pre-Distribution of Symmetric Keys
 - Authentication Protocols

A challenge-response protocol

เข้ารหัสแบบคุณแจกรหัส

- คุณแจกรหัส = ใช้ K_e และ K_d ใช้ร่วมกัน
- Alice และ Bob ไม่รู้คุณและร่วมกัน

$C = E(K_e, M)$

$M = D(K_d, C)$

Key Pre Distribution

- Pre-Distribution of Symmetric Keys
 - Public Key Authentication Protocols

A public-key authentication protocol that depends on synchronization

การประยุกต์การเข้ารหัส

- เข้ารหัสแบบคุณแจกรหัสเดียว
 - เมื่อเข้ารหัสแล้วมีความปลอดภัยสูง
 - มีความเร็วในการเข้ารหัส
 - ต้องการหน่วยประมวลผลมาก
 - บัญญาอ้อเดียว “การแจกรหัสและครั้งแรก”
- เข้ารหัสแบบคุณแจกรหัส
 - เพิ่มเข้ารหัสแล้วมีความปลอดภัยสูง
 - ต้องการหน่วยประมวลผลความเร็วสูง
 - ใช้เวลาในการเข้า/ออก รหัสบาน
 - ไม่มีบัญญาในการ แจกรหัสทุกแจกรหัส

Key Pre Distribution

- Pre-Distribution of Symmetric Keys
 - Public Key Authentication Protocols

A public-key authentication protocol that does not depend on synchronization. Alice checks her own timestamp against her own clock, and likewise for Bob.

(d) ความปลอดภัยเครือข่ายคอมพิวเตอร์

รูปที่ 4.16: สไลด์ประกอบการสอนสัปดาห์ 16

บทที่ 5

ผลลัพธ์การเรียน

5.1 ผลลัพธ์การเรียนรายบุคคล

มีผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้การเรียนรู้ นำไปสู่การพัฒนาโครงงานที่มีคุณภาพเพียงพอต่อการตีพิมพ์ในวารสารทางวิชาการ ดังหลักฐานต่อไปนี้

สิทธินนท์ ศรีสวัสดิ์ และ ทรงฤทธิ์ กิติศรีวราพันธุ์. "การสเกลพอดแgn แนวอนด้วยปฏิทินออนไลน์สำหรับคุเบอร์เนติก." วารสารงานวิจัย และพัฒนาเชิงประยุกต์โดยสมาคม ECTI 1.1 (2021): 34-41.

5.2 ผลลัพธ์การเรียนรายกลุ่ม

ผู้เรียนมีความเข้าใจด้านเครือข่ายมากขึ้นและมีผู้เรียนสนใจศึกษาวิชาที่เกี่ยวข้องกับด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เพื่อต่อยอดความรู้ ซึ่งสาขาวิชาได้เปิดสอนวิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขั้นสูง(31110423) และ ความมั่นคงทาง คอมพิวเตอร์ (31110424)

บทที่ 6

เอกสารหลักฐานผลการประเมิน

6.1 ผลการประเมินการสอนทุกรายวิชา

ผลการประเมินการสอนโดยผู้เรียน มีหลักฐานตามเอกสารรูปที่ 6.1 และ 6.2 และ 6.3



The screenshot shows a table of evaluation results for academic year 2562. The columns include Course ID, Subject Name, Type, Mean, SD, and Rating. The table spans multiple pages, with page 1 of 3 shown at the bottom.

ภาคการ ศึกษาที่	รหัสวิชา	รายวิชา	ประเภท	Mean	SD	แสดงราย ละเอียด
2/2553	30303308	การสื่อสารข้อมูล	Lecture	4.500	0.508	แสดงราย ละเอียด
	30303309	เครื่องข่ายคอมพิวเตอร์	Lecture	4.500	0.508	แสดงราย ละเอียด
1/2554	30303423	ระบบเครือข่ายแบบฟิล์ฟ์เพาพี	Lecture	4.700	0.488	แสดงราย ละเอียด
	30303427	การสื่อสารในระบบไฟล์	Lecture	4.775	0.420	แสดงราย ละเอียด
	30303433	ความปลอดภัยในระบบคอมพิวเตอร์	Lecture	3.889	0.944	แสดงราย ละเอียด
2/2554	30303305	สถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์	Lecture	3.609	0.769	แสดงราย ละเอียด
	30303317	สัมมนา	Lecture	4.125	0.864	แสดงราย ละเอียด
	30303426	ความปลอดภัยในระบบเครือข่าย	Lecture	3.875	1.212	แสดงราย ละเอียด
3/2554	30303427	การสื่อสารในระบบไฟล์	Lecture	5.000	0.000	แสดงราย ละเอียด
	31110316	เครือข่ายคอมพิวเตอร์	Lecture	4.211	0.891	แสดงราย ละเอียด
	31110317	ปฏิบัติการเครือข่ายคอมพิวเตอร์	Lecture	4.273	0.828	แสดงราย ละเอียด
2/2561	31110328	โครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ 2	Lecture	4.729	0.449	แสดงราย ละเอียด
	31110308	คณิตศาสตร์สำหรับวิศวกรรม คอมพิวเตอร์	Lecture	4.260	1.018	แสดงราย ละเอียด
	31110327	โครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ 1	Lecture	4.125	1.011	แสดงราย ละเอียด
1/2562	31110423	เครือข่ายคอมพิวเตอร์ชั้นสูง	Lecture	4.323	0.979	แสดงราย ละเอียด
	31110426	การสื่อสารแบบไฟล์	Lecture	4.354	0.917	แสดงราย ละเอียด
	31110308	คณิตศาสตร์สำหรับวิศวกรรม คอมพิวเตอร์	Lecture	4.500	0.583	แสดงราย ละเอียด
2/2562	31110316	เครือข่ายคอมพิวเตอร์	Lecture	4.792	0.459	แสดงราย ละเอียด
						แสดงราย

https://reg.npu.ac.th/registrar/evaluateResult.asp?avsn=878233994=5

Page 1 of 3

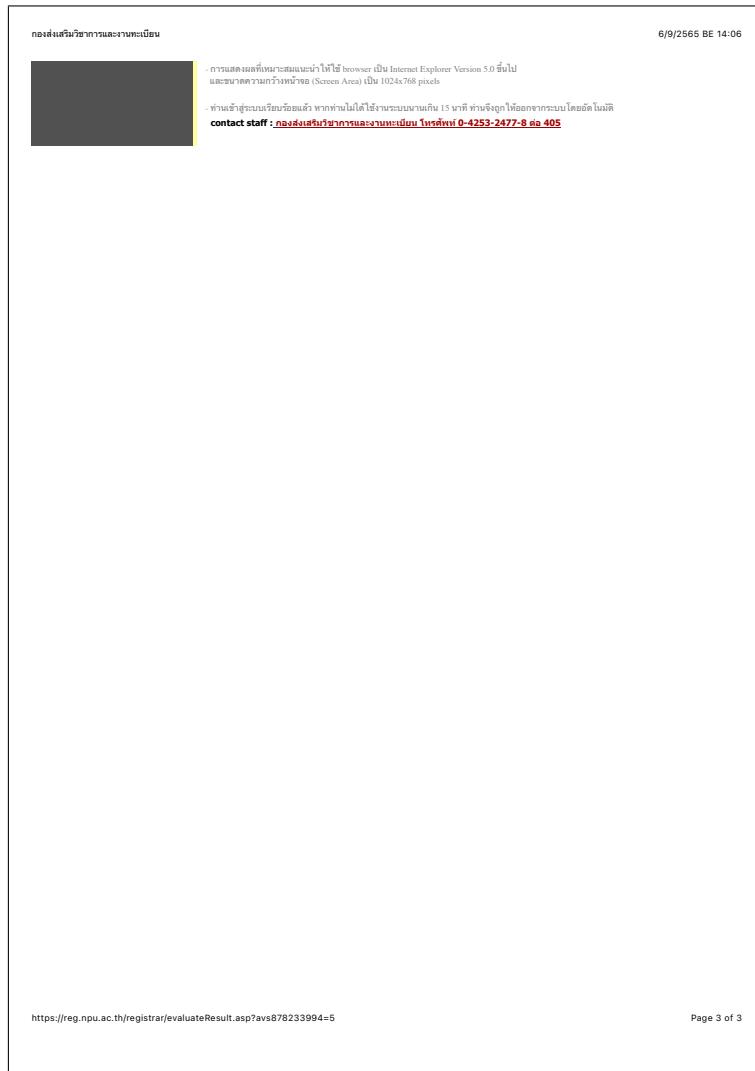
รูปที่ 6.1: ผลการประเมินการสอนโดยผู้เรียน หน้า 1

กองส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน							6/9/2565 BE 14:06
							ผลลัพธ์
1/2563	31110317	ปฏิบัติการเครือข่ายคอมพิวเตอร์	Lecture	4.542	0.544	ผลลัพธ์	
	31110328	โครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ 2	Lecture	3.509	1.349	ผลลัพธ์	
	31100210	การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์	Lecture	4.045	0.674	ผลลัพธ์	
	31100210	การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์	Lecture	4.322	0.679	ผลลัพธ์	
	31100210	การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์	Lecture	4.013	0.959	ผลลัพธ์	
	31100210	การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์	Lecture	4.619	0.512	ผลลัพธ์	
	31100210	การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์	Lecture	4.404	0.809	ผลลัพธ์	
	31110321	การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์	Lecture	4.750	0.438	ผลลัพธ์	
	31110327	โครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ 1	Lecture	4.527	0.721	ผลลัพธ์	
	31110424	ความน่าสนใจคอมพิวเตอร์	Lecture	4.450	0.724	ผลลัพธ์	
2/2563	31110316	เครือข่ายคอมพิวเตอร์	Lecture	4.675	0.512	ผลลัพธ์	
	31110317	ปฏิบัติการเครือข่ายคอมพิวเตอร์	Lecture	4.713	0.530	ผลลัพธ์	
	31110423	เครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่น่าสนใจ	Lecture	4.854	0.435	ผลลัพธ์	
1/2564	31100229	การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์	Lecture	4.038	0.867	ผลลัพธ์	
	31103312	การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์	Lecture	4.113	0.787	ผลลัพธ์	
	31110321	การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์	Lecture	4.594	0.510	ผลลัพธ์	
	31110327	โครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ 1	Lecture	4.675	0.522	ผลลัพธ์	
	31110424	ความน่าสนใจคอมพิวเตอร์	Lecture	4.979	0.144	ผลลัพธ์	
2/2564	31103201	กรณีศึกษาด้านบริการ	Lecture	4.444	0.715	ผลลัพธ์	
	31103313	ระบบปฏิบัติการ	Lecture	4.324	0.836	ผลลัพธ์	
	31110315	ระบบปฏิบัติการ	Lecture	4.490	0.663	ผลลัพธ์	
	31110328	โครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ 2	Lecture	4.479	0.772	ผลลัพธ์	
	3/2564	การฝึกงาน	Lecture	4.581	0.543	ผลลัพธ์	
				4.398	0.342	-	

VisionNet

to top of page

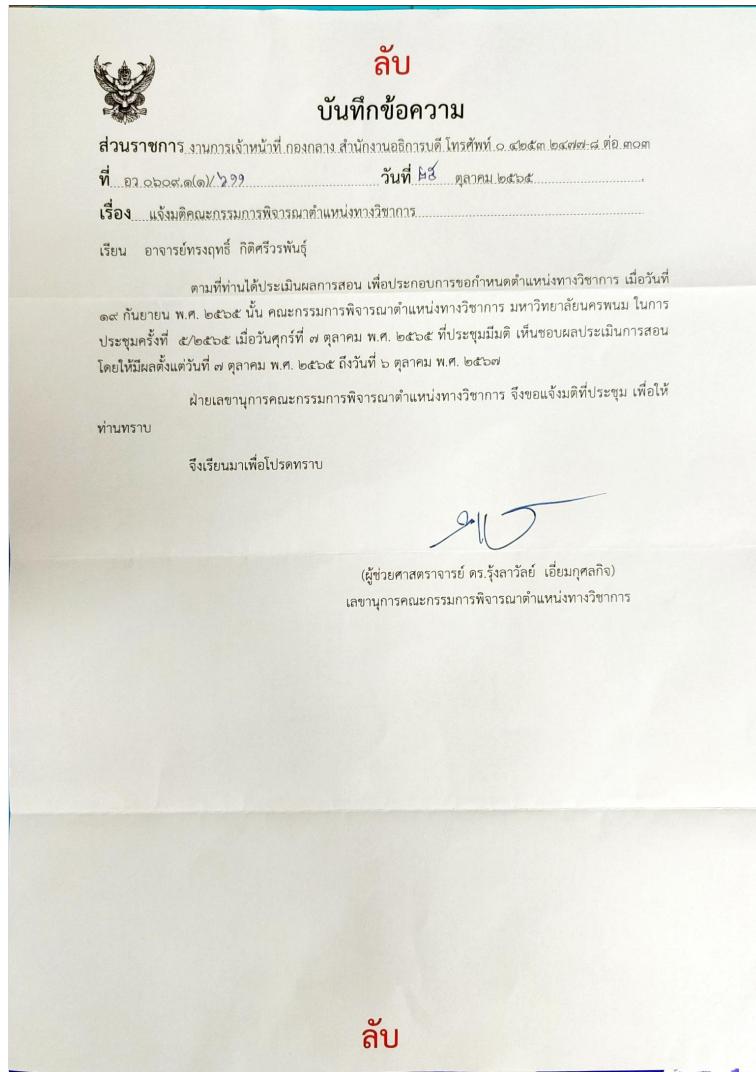
รูปที่ 6.2: ผลการประเมินการสอนโดยผู้เรียน หน้า 2



รูปที่ 6.3: ผลการประเมินการสอนโดยผู้เรียน หน้า 3

6.2 ผลการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

ผลการประเมินการสอนโดยผู้เรียน มีหลักฐานตามเอกสารรูปที่ 6.4



รูปที่ 6.4: ผลการประเมินการสอนโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

6.3 รายงานผลการดำเนินการของรายวิชา (มคอ 05)

วิชาเครื่องข่ายคอมพิวเตอร์ ได้รายงานผลการดำเนินการของรายวิชา ละเอียดเป็นไปตาม เอกสารหลักฐาน
มคอ.05 ทรงฤทธิ์ กิติศรีวัฒน์ (๒๕๖๖)

บทที่ 7

สรุป

การจัดการเรียนการสอนระดับอุดมศึกษาเป็นการจัดการศึกษาสำหรับผู้เรียนที่เริ่มจะเป็นผู้ใหญ่ ซึ่งมีความสนใจ มีกิจกรรม และมีขอบเขตของความรับผิดชอบกว้างขวาง การจัดการเรียนการสอนที่สนับสนุนผู้เรียนมีอิสระทางวิชาการ มีเสรีภาพในการเลือกการศึกษา ไม่ถูกครอบหรือถูกจำกัดจากอิทธิพลของกลุ่มบุคคลบางกลุ่ม เป็นความท้าทายต่อมหาวิทยาลัยซึ่งเป็นผู้จัดการศึกษา การอำนวยความสะดวกและไม่สกัดกั้นการค้นคว้าทางวิชาการของผู้สอนและผู้เรียนเป็นสิ่งเกื้อหนุนให้ความรู้และความคิดเจริญของงานตามธรรมชาติ วิทยาการเครือข่ายคอมพิวเตอร์ก่อให้การแลกเปลี่ยนข้อมูล วัฒนธรรม ความคิด ระหว่างมนุษย์ได้รวดเร็วมากกว่าเทคโนโลยีใดที่เคยมี การเกิดขึ้นและเติบโตของเทคโนโลยีเป็นไปอย่างรวดเร็ว การจัดการเรียนการสอนเพื่อตอบสนองให้ทันต่อความก้าวหน้าเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งต่อปัจจุบันและอนาคต

วิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์นี้จัดการเรียนการสอนโดยสาขาวิชาศึกรมคอมพิวเตอร์ คณะศึกกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยนครพนม โดยผู้เขียนเป็นผู้รับผิดชอบการสอน ได้ปรับปรุงกระบวนการสอนด้วยการจัดลำดับการถ่ายทอดองค์ความรู้แนวทาง Bottom-up approach มีการปรับเนื้อหาให้มีความทันสมัย นำเสนอถึงความสำคัญของความรู้นำไปประกอบอาชีพได้ โดยเลือกใช้เครื่องมือบรรยายมีความทันสมัยเหมาะสมกับสถานการณ์ เนื่อง ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ภาพเคลื่อนไหว ควบคู่กับการให้ผู้เรียนได้ลองฝึกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับเครือข่าย และได้สอดแทรกเนื้อหาด้านความมั่นคงปลอดภัยทางไซเบอร์เพื่อให้ผู้เรียนได้มองเห็นโอกาสที่ได้จากการเรียนเทคโนโลยีและวิถีคุกคามที่อาจเกิดขึ้นกับเทคโนโลยีเครือข่ายในปัจจุบันและอนาคต จากผลการจัดการเรียนการสอนพบว่าผู้เรียนมีความสนใจรายวิชามากขึ้น มีคะแนนการเรียนอยู่ในเกณฑ์ดีขึ้น และผลการเรียนรายบุคคลพบว่าผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้พัฒนาโครงการวิทยานิพนธ์และมีผลงานตีพิมพ์ในวารสารทางวิชาการ

รายงานการสอนฉบับสมบูรณ์นี้ได้สรุปการสอนที่ผู้เขียนใช้ทำการสอนผู้เรียน โดยมีรายละเอียดของรายงานเป็นไปตามรูปแบบ ข้อกำหนดตามเอกสารแนบท้าย ก.พ.อ. เรื่องหลักเกณฑ์และวิธีการพิจารณาแต่งตั้งบุคคลให้ดำรงตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ รองศาสตราจารย์ และศาสตราจารย์ พ.ศ. ๒๕๖๔

บรรณานุกรม

M. COLLEEN, V. EMILY, A., P. ANDREW, S. STELLA, และ R. LEE. *The Internet and the Pandemic*, Sep 2021. URL <https://www.pewresearch.org/internet/2021/09/01/the-internet-and-the-pandemic/>.

B. A. Forouzan. *Data Communications and Networking Global Edition 5e*. McGraw Hill, 2012.

J. F. Kurose และ K. W. Ross. Computer networking: A top-down approach edition. Addison Wesley, 2007.

A. S. Tanenbaum. *Computer networks*. Pearson Education India, 2003.

ทรงกุทธิ์ กิติศรีวรวัฒน์. เอกสารประกอบการสอน รายวิชา ๓๑๑๐๓๓๑๔ เครือข่ายคอมพิวเตอร์. <https://files.npu.world/314-networks/networks-2565.pdf>, มีนาคม ๒๕๖๒. (เอกสารหลักฐานเพื่อการขอกำหนดตำแหน่งทางวิชาการ).

ทรงกุทธิ์ กิติศรีวรวัฒน์. หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ (หลักสูตรใหม่ พ.ศ. ๒๕๕๘), มีนาคม ๒๕๖๒. (ตามเกณฑ์มาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.๒๕๕๘).

ทรงกุทธิ์ กิติศรีวรวัฒน์. มคอ. 3 รายละเอียดรายวิชา, มีนาคม ๒๕๖๒. (แบบรายงาน มคอ.03 ระดับปริญญาตรี).

ทรงกุทธิ์ กิติศรีวรวัฒน์. มคอ. 5 รายงานผลการดำเนินการของรายวิชา, กันยายน ๒๕๖๒. (แบบรายงาน มคอ.05 ระดับปริญญาตรี).

ลินดา เกณฑ์มา, ชลอดา พงศ์พัฒโนยธิน, อัควิทัย เรืองรอง, พนอเน่อง สุทัศน์ ณ อยุธยา, ชัชศรัณย์ จิตคงคา, และ จตุพล เจริญรื่น. การศึกษาสภาพและความต้องการในการจัดการเรียนการสอนวิชาศึกษาทั่วไปตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติในมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา. *Journal of Information*, ๑๔(๑):๖๙–๘๑, ๒๕๕๘.

สมาน อัศวภูมิ. ทบทวนนิยามการศึกษาและการเรียนรู้: จุดเริ่มต้นการแก้ปัญหาคุณภาพการศึกษา. *Journal of Ratchathani Innovative Social Sciences*, ๒๕๖๐. URL <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/JRISS/article/view/135494>.

ไพบูลย์ สิน Larattan. หลักและพื้นฐานการอุดมศึกษา. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๖๒. ISBN 978-974-03-3840-6.

ดัชนี

- application layer, 117
- Data-links layer, 56, 62, 72
- Distance Vector, 84
- Flow control, 62
- IP, 91, 96
- Link state, 84
- network layer, 84, 91, 96
- Physical layer, 34, 46
- Reliability, 56, 62
- routing protocol, 84
- security, 127
- session layer, 127
- Spanning Tree protocol, 72
- tcp, 110
- transmission medium, 46
- transport layer, 105, 110
- udp, 105
- การออกแบบเครือข่าย, 96
- การเข้มต่อโดยตรง, 46, 56
- การแปลงที่อยู่เครือข่าย, 96
- ความปลอดภัยทางคอมพิวเตอร์, 127
- คำศัพท์เทคนิคพื้นฐาน, 28
- ชั้นเครือข่าย, 84, 91, 96
- ชั้นกายภาพ, 34, 46
- ชั้นขนส่ง, 105, 110
- ชั้นลิงค์, 56, 62, 72
- ชั้นแอปพลิเคชัน, 117
- ต้นไม้แบบทอดข้าม, 72
- ทฤษฎี, 6
- ทีซีพี, 110
- ปรัชญา, 6
- ยูดีพี, 105
- วิวัฒนาการเครือข่ายคอมพิวเตอร์, 9, 22
- สัญญาณไฟฟ้า, 34, 46
- หลักการและเหตุผล, 6
- เครือข่ายไร้สายประเทเวทheyดพลังงาน, 46
- เซลล์, 127
- เลสิยรภาพเครือข่าย, 56, 62
- แนวคิด, 6
- แนะนำบทเรียน, 9
- แลนไร้สาย, 46
- โพร์โทคอลคั่นหาเส้นทาง, 84
- ไอพี, 91, 96

