หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

โลกในยุคปัจจุบันกำลังพัฒนาเข้าสู่ยุคของข่าวสาร ซึ่งกล่าวกันว่ามีผลกระทบต่อสังคมเทียบได้กับการปฏิวัติอุตสาหกรรมทีเดียว และจะเปลี่ยนจากสังคมซึ่งใช้แรงงานเป็นหลักไปสู่สังคมซึ่งใช้ความรู้เป็นหลัก เช่น ในสหรัฐอเมริกา ภาคอุตสาหกรรมเกี่ยวกับข่าวสารเป็นภาคที่ใหญ่ที่สุดและเติบโตเร็วที่สุด โดยรวมเอางานที่เกี่ยวกับการผลิตและแยกแยะข่าวสาร รวมทั้งวิธีการจัดการข่าวสารเข้าไว้ในกลุ่มเดียวกัน จะมีผลผลิตรวมกันเกินกว่าครึ่งหนึ่งของผลผลิตมวลรวมของประเทศ [1] ข่าวสารเป็นสิ่งจำเป็นในการตัดสินใจต่างๆ ในทุกวงการ ตั้งแต่ภาคธุรกิจ ภาคอุตสาหกรรม การทหาร หรือการเมือง และครอบคลุมตั้งแต่การตัดสินใจในระดับองค์การ จนถึงการตัดสิน ใจในระดับบุคคล เช่น การเลือกตั้งหรือเลือกซื้อสินค้า เป็นต้น การส่งข่าวสารระหว่างกันเป็นสิ่งที่จำเป็นยิ่งสำหรับการดำรงอยู่ของสังคมขนาดใหญ่ ยิ่งสังคมใหญ่ขึ้นเท่าไรปริมาณข่าวสารที่จำเป็นจะมากขึ้น และการสื่อสารระหว่างกันจะยิ่งมากขึ้นเป็นทวีคูณ

AT&T (American Telephone and Telegraph) ได้ประมาณการใช้เวลาของบุคคลระดับอาชีพในระหว่างช่วงเวลาทำงานในประเทศสหรัฐอเมริกาไว้ว่า จะใช้เวลาร้อยละ 15-20 ในการพูดคุยโทรศัพท์ ร้อยละ 40-45 ในการพบบุคคลอื่น และร้อยละ 1-5 ในการสื่อสารด้วยเอกสาร เวลาอีกร้อยละ 25 ใช้ในการแจกจ่าย, จัดเก็บ และค้นหาเอกสาร เวลาที่เหลือเพียงร้อยละ 5-8 ของชั่วโมงทำงานเท่านั้นที่ใช้ในการคิดค้น, วางแผนงานหรือวิเคราะห์ [2] จะเห็นว่าระบบสื่อสารที่ดีจะช่วยลดเวลาในการทำงานเหล่านี้ลงได้บ้างเพื่อให้มีเวลาในการทำงานที่เกิดประโยชน์มากขึ้น

การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในงานจัดเก็บและค้นหาเอกสารหรือข้อมูล สามารถช่วยลดเวลาทำงานลงได้มาก จึงมีการติดตั้งคอมพิวเตอร์มากขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากเทคโนโลยีด้านไมโครโปรเซสเซอร์และ VLSI ได้พัฒนาไปเร็วมาก จึงทำให้ไมโครคอมพิวเตอร์มีราคาถูกลง และถูกนำมาใช้งานมากขึ้น แต่ขณะเดียวกันราคาของอุปกรณ์สนับสนุนอื่นๆ เช่น เครื่องพิมพ์ หรือจานแม่-

เหล็กจะยังคงมีราคาสูงอยู่ จึงมีแนวโน้มที่จะให้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ใช้อุปกรณ์เหล่านี้ร่วมกันผ่านทางข่ายวงจรสื่อสารข้อมูล ส่วนคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่มักจะมีเทอร์มินอลกระจายอยู่ที่ต่างๆ จำนวนมากจึงต้องใช้ข่ายวงจรเช่นกัน

จะเห็นว่าความต้องการข่ายวงจรสื่อสารข้อมูลมีมากขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่ข่ายวงจรโทรศัพท์ยังคงมีความสำคัญเป็นหลักอยู่ จึงต้องการข่ายวงจรซึ่งสามารถรองรับการสื่อสารทั้งสองชนิดดังกล่าวได้ แต่ข่ายวงจรสาธารณะจะไม่สามารถตอบสนองได้ทัน เนื่องจากขนาดที่ใหญ่มากจึงต้องใช้เงินทุนมหาศาล และอายุ การใช้งานนานทำให้ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ทันความต้องการ ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจึงมีการพัฒนาข่ายวงจรท้องถิ่นหรือ LAN (Local Area Network) ขึ้นมาในลักษณะเดียวกับการใช้ PABX (Private Automatic Branch Exchange) ในสำนักงานต่างๆ ในปัจจุบันส่วนข่ายวงจรสาธารณะก็กำลังพัฒนาเป็น ISDN (Integrated Service Digital Network) เพื่อรองรับความต้องการดังกล่าว แต่ต้องใช้เวลาอีกระยะหนึ่งจึงจะนำมาใช้งานได้จริง [3]

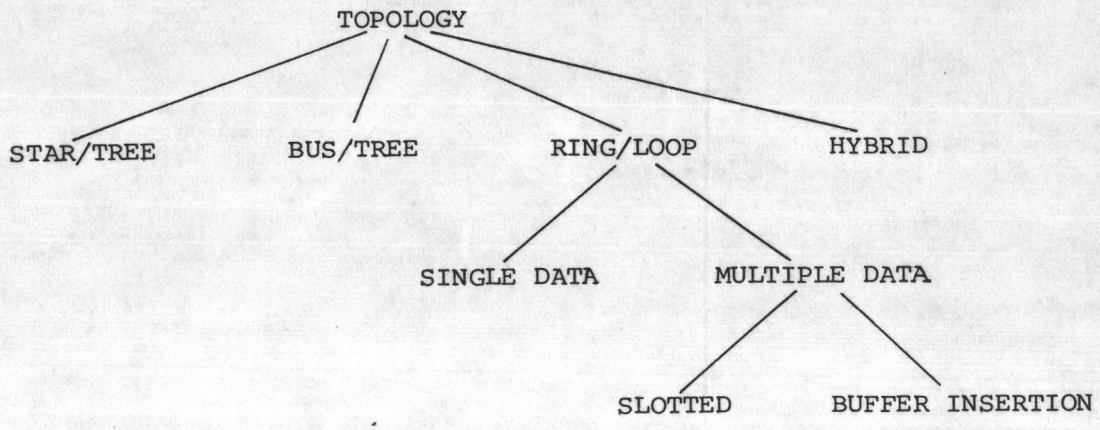
นอกจากปัญหาเรื่องความไม่พร้อมของข่ายวงจรสาธารณะแล้ว แรงผลักดันอีกอย่างหนึ่งได้แก่ การเดินสายสำหรับระบบสื่อสารภายในอาคาร ซึ่งนับวันจะมากขึ้นและยุ่งยากขึ้น ทำให้ไม่มีความยืดหยุ่นสำหรับการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมในอนาคต LAN จะช่วยลดจำนวนสายลงและเพิ่มความยืดหยุ่นในการจัดระบบมากขึ้น โดยใช้โครงสร้างแบบกระจายอำนาจการควบคุม ซึ่งเป็นจริงขึ้นมาได้เนื่องจากไมโครโปรเซสเซอร์มีราคาถูกลง

นิยามของ LAN ยังมีขอบเขตไม่ชัดเจนนัก เช่น จาก [4] จะกล่าวว่า LAN คือ ระบบสวิทช์ข้อมูลแบบเชิงเลขชนิดหนึ่ง ซึ่งมีการสวิทช์เกิดขึ้นที่จุดทุกจุดในข่ายวงจร หรือใน [2] จะกล่าวถึง LAN ในลักษณะของแพคเกทสวิทช์เท่านั้น เป็นต้น ในความหมายกว้าง LAN อาจมีความครอบคลุมถึงระบบ PABX ซึ่งใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมหรือที่เรียกว่า CBX (Computor Controlled Private Branch Exchange) และใช้รับส่งข้อมูลได้ด้วยซึ่งเป็นระบบแบบรวมศูนย์

1.2 LAN แบบต่างๆ

ถ้าแบ่ง LAN ออกตามลักษณะการต่อกันแล้วจะได้ดังรูป 1.1 การต่อแบบสตาร์หรือทรีซึ่งเป็นแบบรวมศูนย์ ใช้มากใน PABX และข่ายวงจรสาธารณะ การต่อในลักษณะนี้ถ้ามีจำนวนจุดอยู่ N จุด จะต้องมีสายทั้งหมด 2N คู่สายวิ่งเข้าสู่ศูนย์กลางจึงไม่ประหยัดสายนัก เพราะไม่มีการใช้สายร่วมกันเลย การต่อแบบบัสจะลดจำนวนสายลงเหลือ N-1 คู่สาย และแบบริง หรือลูปจะใช้

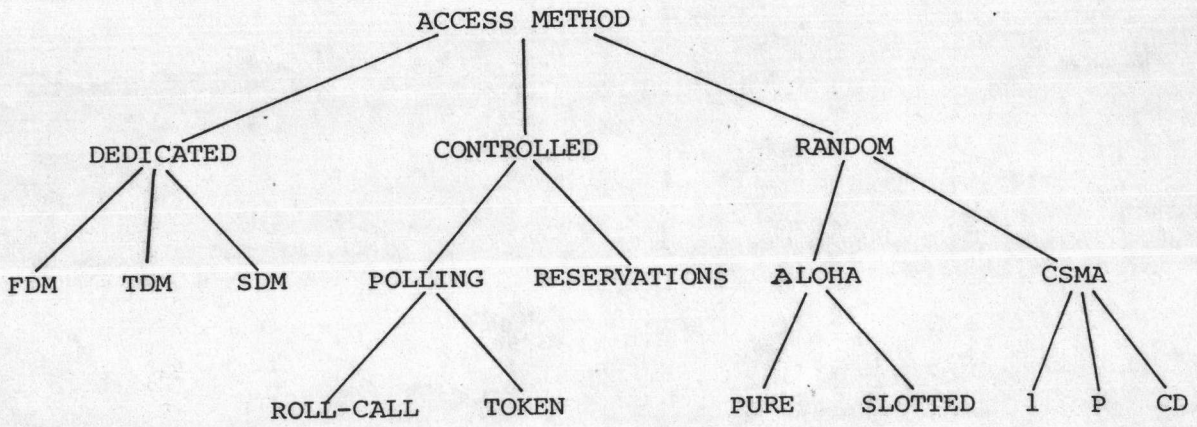
N คู่สาย การต่อแบบบัสมักจะไม่พบอยู่โดดๆ บัสเดียว แต่มักจะต่อเข้ากับบัสอื่นๆ จึงทำให้มีลักษณะเป็นแบบทรีด้วย แต่เป็นทรีซึ่งแต่ละกิ่งถูกใช้งานเป็นบัสร่วมกันต่างจากกิ่งในแบบสตาร์ การต่อแบบริงหรือลูปอาจเป็นแบบมีข้อมูลชุดเดียวหรือหลายชุดในเวลาเดียวกันวิ่งอยู่ในลูป การมีข้อมูลหลายชุดอาจใช้การแบ่งเป็นช่องเวลาหรือใช้วิธีบัฟเฟอร์อินเซอร์ชัน ซึ่งจะเก็บข้อมูลที่ผ่านเข้ามาไว้ชั่วคราวในระหว่างที่ตนกำลังส่งออกอยู่ หลังจากนั้นค่อยทยอยส่งข้อมูลที่เก็บไว้ออกไปต่อจากข้อมูลของตนเอง ส่วนการต่อแบบไฮบริดได้แก่ การต่อในลักษณะผสม เช่น สถานีต่อกันเป็นลูป แต่การต่อจากสถานีมาอุปกรณ์เป็นสตาร์ เป็นต้น



รูป 1.1 การแบ่งตามลักษณะการต่อกัน

ถ้าแบ่งตามวิธีการเข้าใช้ช่องสัญญาณหรือคู่สาย จะแบ่งได้ตามรูป 1.2 ซึ่งได้แก่วิธีแบ่งช่องสัญญาณให้ตายตัว ซึ่งอาจเป็นแบบ FDM (Frequency Division Multiplex), TDM (Time Division Multiplex) หรือ SDM (Space Division Multiplex) วิธีควบคุมไม่ให้เกิดการชนกัน และวิธีแรนดอม 2 วิธีหลังจะใช้ช่องสัญญาณร่วมกันจึงมีประสิทธิภาพดีกว่า แต่ต้องมีวิธีจัดการให้แบ่งกันใช้อย่างถูกต้อง

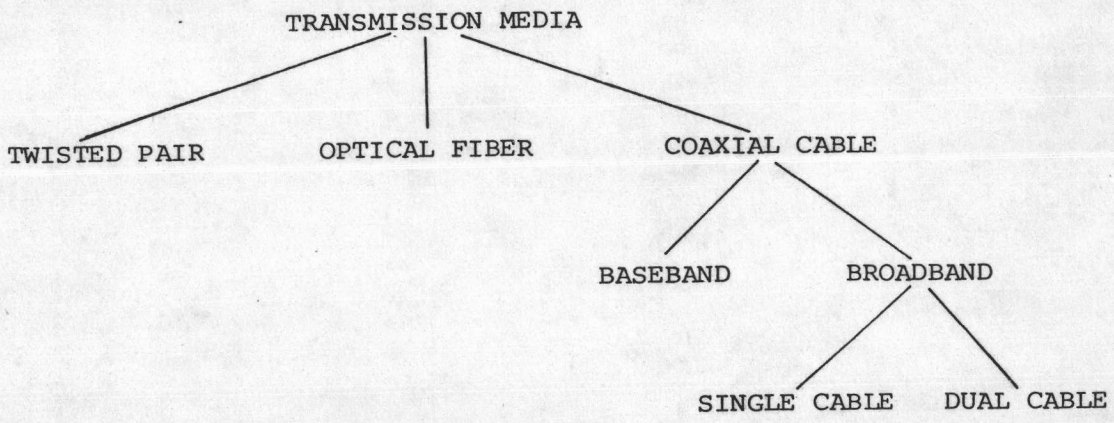
วิธีควบคุมไม่ให้เกิดการชนกันอาจใช้การโพลซึ่งมี 2 ลักษณะ คือ ใช้การสอบถามความต้องการใช้ช่องสัญญาณทีละสถานีวนอยู่ตลอดเวลา และวิธีการส่งเบี้ยหรือใบอนุญาตให้ใช้ช่องสัญญาณได้ต่อๆ กันไป ถ้าสถานีใดได้เบี้ยจะมีสิทธิใช้ช่องสัญญาณ ถ้าไม่ต้องการใช้ให้ส่งเบี้ยต่อไป วิธีควบคุมอีกวิธี คือ การจองช่องสัญญาณมีลักษณะคล้ายวิธีแบ่งช่องสัญญาณให้ตายตัว แต่สามารถเปลี่ยนแปลงใหม่ได้ตลอดเวลาตามต้องการ และอาจใช้แบบ FDM, TDM หรือ SDM ได้เช่นกัน



รูป 1.2 การแบ่งตามลักษณะการเข้าใช้ช่องสัญญาณ

ส่วนวิธีแรนดอมยอมให้เกิดการชนกันได้มี 2 ลักษณะ คือ ALOHA ซึ่งนิยมใช้กับระบบซึ่งสัญญาณใช้เวลาเดินทางมาก เช่น ระบบสื่อสารดาวเทียม โดยให้สถานีส่งเมื่อไรก็ได้ตามใจ แต่ถ้ามีการชนกันจะทำให้ปลายทางไม่ได้รับข้อมูลที่ถูกต้อง และจะตอบปฏิเสธมาหรือไม่ตอบมาเลย สถานีต้นทางจะรออยู่ระยะเวลาหนึ่ง และจะเริ่มส่งใหม่ถ้าปลายทางได้รับถูกต้องจะตอบรับกลับมา ส่วน CSMA (Carrier Sense Multiple Access) คล้ายกัน แต่จะตรวจดูก่อนว่าไม่มีใครส่งอยู่จึงค่อยเริ่มส่ง จึงใช้ได้กับระบบเล็กๆ และนิยมใช้ใน LAN ALOHA ยังอาจแยกเป็นวิธีธรรมดาและวิธีแบ่งเป็นช่องเวลา เพื่อให้เริ่มส่งได้ตอนต้นช่องเวลาเท่านั้น ส่วน CSMA แยกย่อยเป็น 1-persistent คือ เมื่อช่องสัญญาณว่างให้ส่งได้ทันที P-persistent คือ เมื่อช่องสัญญาณว่างจะให้ส่งได้ด้วยความน่าจะเป็น P และรอไปก่อนอีกช่องเวลาหนึ่งด้วยความน่าจะเป็น 1-P เพื่อลดการชนกันลง และ CD (Collision Detect) หรือเขียนเต็มว่า CSMA/CD ใช้ตรวจดูว่าเกิดการชนกันขึ้นหรือไม่ ถ้าชนกันจะได้ไม่ต้องเสียเวลาส่งข้อมูลที่เหลือไปทั้งหมด วิธีนี้เป็นที่นิยมใช้กันมากใน LAN และเพิ่งถูกจัดเข้าเป็นมาตรฐานใน มาตรฐาน IEEE-802 สำหรับ LAN วิธีส่งเบี้ยหรือ Token Passing ก็ถูกจัดเข้าเป็นมาตรฐานด้วยเช่นกัน

นอกจากนี้ยังแบ่งตามประเภทของตัวกลางที่ใช้เป็นช่องสัญญาณดังรูป 1.3 คือ ใช้สายคู่-ธรรมดาเส้นใยแสง หรือสายโคแอกเชียล ซึ่งมีทั้งชนิดส่งด้วยเบสแบนด์หรือบรอดแบนด์ และใช้เส้นเดียวสำหรับไปกลับหรือแยกไปกลับคนละเส้นกัน สายโคแอกเชียลมีข้อดีที่สามารถต่อออกได้ง่าย ถึงแม้จะมีความกว้างแถบความถี่น้อยกว่าเส้นใยแสง จึงเหมาะกับระบบที่มีจุดต่อออกจำนวนมาก



รูป 1.3 การแบ่งตามประเภทของตัวกลางที่ใช้เป็นช่องสัญญาณ

การแบ่งข่ายวงจรออกตามลักษณะต่างๆ ข้างต้นไม่เป็นอิสระต่อกัน เช่น การเลือกใช้ CSMA/CD จะไม่เหมาะกับเส้นใยแสง หรือโครงสร้างแบบสตาร์จะไม่เหมาะกับวิธีส่งเบี้ย เป็นต้น ดังนั้นจะมีวิธีการรับส่งที่เป็นที่สนใจอยู่ไม่กี่ชนิด ได้แก่ Token Ring, Slotted Ring, Buffer - Insertion Ring, CSMA/CD Bus และ Token-Passing Bus ดังจะดูรายละเอียดได้จาก [2]

แต่วิธีดังกล่าวค่อนข้างจะเหมาะกับการรับส่งข้อมูลซึ่งมีลักษณะเป็นช่วงๆ ไม่ได้ส่งต่อเนื่องตลอดเวลา เนื่องจากเป็นแพคเกทสวิทช์ทั้งสิ้น ดังนั้นจะไม่เหมาะกับการรับส่งเสียงโทรศัพท์ เนื่องจากปัญหาสองประการ คือ การสูญเปล่าในการทำเสียงให้เป็นแพคเกทซึ่งต้องมีข้อมูลส่วนหัวและส่วนท้ายเพิ่มเติมเข้าไปมาก และปัญหาการจัดประชุมทางโทรศัพท์ซึ่งทำได้ยากสำหรับการส่งเสียงด้วยแพคเกท [5] นอกจากนี้ยังต้องควบคุมให้แพคเกทของเสียงถูกส่งไปให้ทันเวลาเสมอ ทำให้ระบบยุ่งยากขึ้นและต้องใช้บัฟเฟอร์มาก ถึงแม้ว่าในปัจจุบันได้มีการทดลองส่งเสียงด้วยแพคเกทกันบ้าง [6] แต่ยังอยู่ในขั้นทดลอง ทางออกที่เหมาะสำหรับระบบที่มีทั้งข้อมูลและเสียงรวมกันซึ่งเสนอไว้ใน [5] คือ ใช้โครงสร้างแบบลูปและใช้การมัลติเพลกซ์เชิงเวลาแบบซิงโครนัส และแบ่งช่องเวลาส่วนหนึ่งสำหรับใช้กับเสียงในลักษณะเซอร์กิทสวิทช์ และช่องเวลาที่เหลือใช้กับข้อมูลในลักษณะแพคเกทสวิทช์ จำนวนช่องเวลาที่แบ่งให้สามารถปรับให้เหมาะสมกับองค์ประกอบของระบบได้ ลักษณะของระบบที่มีทั้งข้อมูลและเสียงรวมกันดังกล่าว และการส่งเสียงอยู่ในรูปของข้อมูลเชิงเลขล้วนมักถูกเรียกว่า IDN (Integrated Digital Network)

1.3 วัตถุประสงค์และประโยชน์ของการวิจัย

การทำวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและออกแบบข่ายวงจรท้องถิ่น ซึ่งสามารถรับส่งเสียงและข้อมูลได้พร้อมๆ กันจำนวนมาก และสามารถใช้กับช่องสัญญาณแสงได้ทั้งชนิดผ่านบรรยากาศหรือผ่านเส้นใยแสง จากนั้นจะทดลองสร้างและทดสอบระบบที่ออกแบบไว้ขนาดเล็กๆ ผลจากการวิจัยนี้จะเป็นพื้นฐานในการพัฒนาระบบ LAN ซึ่งเป็น IDN ให้ดีขึ้น และถ้าหากระบบที่ออกแบบไว้มีประสิทธิภาพและความเชื่อถือสูงพอ เราอาจนำระบบดังกล่าวมาติดตั้งใช้งานอย่างถาวรในมหาวิทยาลัยได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์มาก

วิทยานิพนธ์นี้เริ่มต้นจากการออกแบบระบบ ได้แก่ องค์ประกอบ หน้าที่ ความสัมพันธ์ และการทำงานของระบบดังจะกล่าวถึงในบทที่ 2 ส่วนการออกแบบรายละเอียดวงจรต่างๆ จะทำเฉพาะองค์ประกอบที่สำคัญและเพียงพอในการทดสอบระบบเท่านั้น ซึ่งจะกล่าวถึงในบทที่ 3 ผลการวัดคุณสมบัติจะอยู่ในบทที่ 4 และบทที่ 5 เป็นบทสรุป ในภาคผนวก ก. จะรวบรวมคำศัพท์ภาษาอังกฤษที่ใช้ในวิทยานิพนธ์นี้ และได้แปลเป็นไทยหรือเขียนทับศัพท์ตามคำอ่านเอาไว้ และภาคผนวก ข. เป็นแผนผังอุปกรณ์บนแผ่นวงจรต่างๆ