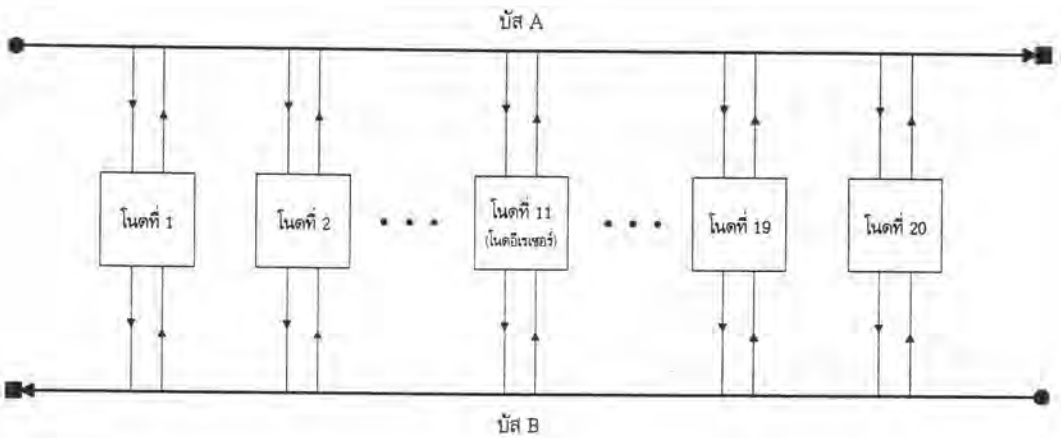
บทที่ 4

แบบจำลอง และการจำลองแบบ

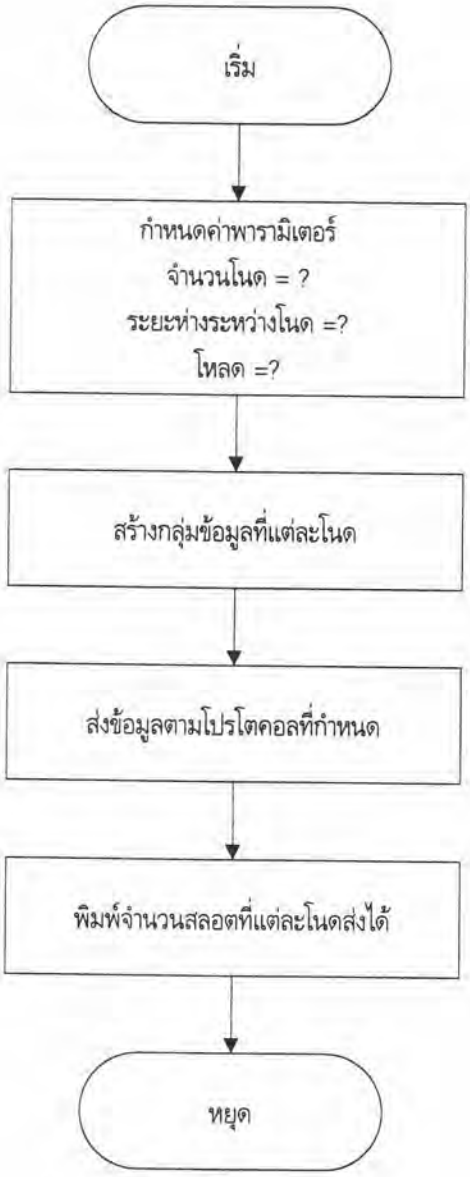
4.1 วิธีการจำลองแบบ

แบบจำลองที่ใช้ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จะอ้างอิงกับมาตรฐาน IEEE 802.6 โดยจะมีจำนวนโนดทั้งหมด 20 โนด และกำหนดให้โนดที่ 11 เป็นโนดอีเรเซอร์ที่ทำหน้าที่ในการลบสลอต และแต่ละโนดจะมีระยะห่างเท่ากับ 2 สลอต ทราฟฟิกที่เกิดขึ้นจะเป็นแบบปัวส์ซง (Poisson) และมีการกระจายแบบสม่ำเสมอ (uniform) ซึ่งโครงข่ายที่ใช้ในแบบจำลองจะเป็นดังรูปที่ 4.1 แล้วใช้การจำลองแบบด้วยคอมพิวเตอร์ตามผังงานในรูปที่ 4.2 โดยจะทำการเก็บผลที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา 1,000,000 สลอต ซึ่งจะทำให้เราทราบจำนวนสลอตที่โนดต่าง ๆ ส่งได้ และจะหาค่าแบนด์วิดท์ที่โนดต่าง ๆ จะได้รับ ดังสมการที่ 4.1

แบนด์วิดท์ของโนด i (%) = จำนวนสลอตที่โนด i ส่งได้ / จำนวนสลอตที่ทุกโนดส่งได้ (4.1)



รูปที่ 4.1 โครงข่ายที่ใช้ในแบบจำลอง



รูปที่ 4.2 ผังงานของการจำลองแบบ

4.2 การนำเสนอผลการจำลองแบบ

จะนำเสนอผลการจำลองแบบ โดยนำค่าแบนด์วิดท์ที่โนดต่าง ๆ จะได้รับ ที่ได้จากการจำลองแบบของวิธีต่างๆ คือ โปรโตคอล DQDB ที่ไม่ใช้โนดอีเรเซอร์, โปรโตคอล DQDB ที่ใช้วิธีโนดอีเรเซอร์แบบมูลฐาน, โปรโตคอล DQDB ที่ใช้วิธีโนดอีเรเซอร์ที่ใช้ตัวนับ และโปรโตคอล DQDB ที่ใช้วิธีการปรับค่าเทรชโฮลด์ที่โนดอีเรเซอร์แบบปรับตัวซึ่งเป็นวิธีที่เสนอ ที่สภาวะโหลดต่างๆ มาเขียนกราฟเปรียบเทียบกัน พร้อมทั้งเส้นแนวโน้มของแบนด์วิดท์ที่โนดได้รับซึ่งเป็นกราฟแสดงการถดถอยเชิงเส้น (Linear regression) โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Method of least square) หลังจากนั้นจะทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนของแบนด์วิดท์ที่โนดได้รับ โดยจะทำเป็นกรณีต่าง ๆ กัน ดังนี้

1. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนของแบนด์วิดท์ที่โนดได้รับของโนดที่อยู่ upstream (โนดที่ 1-10)
2. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนของแบนด์วิดท์ที่โนดได้รับของโนดที่อยู่ downstream (โนดที่ 11-20)
3. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนของแบนด์วิดท์ที่โนดได้รับของทั้งโครงข่าย (โนดที่ 1-20)

ซึ่งค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนของแบนด์วิดท์ที่โนดได้รับในกรณีต่าง ๆ จะคำนวณได้ดังต่อไปนี้ เมื่อกำหนดให้ Bw_i, $\overline{Bw_1}$, $\overline{Bw_2}$, $\overline{Bw_3}$ เป็นค่าแบนด์วิดท์ที่โนด i ได้รับโดยจะแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ของแบนด์วิดท์ทั้งหมดของโครงข่าย, ค่าแบนด์วิดท์เฉลี่ยของโนดที่ 1-10, ค่าแบนด์วิดท์เฉลี่ยของโนดที่ 11-20, ค่าแบนด์วิดท์เฉลี่ยของโนดที่ 1-20 ตามลำดับ จะได้ว่า

$$\overline{Bw_1} = \frac{1}{10}\sum_{i=1}^{10} Bw_i \tag{4.2}$$

$$\overline{Bw_2} = \frac{1}{10}\sum_{i=11}^{20} Bw_i \tag{4.3}$$

$$\overline{Bw_3} = \frac{1}{20}\sum_{i=1}^{20} Bw_i \tag{4.4}$$

และเมื่อกำหนดให้ Dev_1 , Dev_2 , Dev_3 เป็นค่าของส่วนเบี่ยงเบนของแบนด์วิดท์ของโนดที่ 1-10, ส่วนเบี่ยงเบนของแบนด์วิดท์ของโนดที่ 11-20, ส่วนเบี่ยงเบนของแบนด์วิดท์ของโนดที่ 1-20 ตามลำดับ จะได้

$$Dev_1 = \sqrt{\frac{1}{10}\sum_{i=1}^{10}(Bw_i - 5)^2} \tag{4.5}$$

$$Dev_2 = \sqrt{\frac{1}{10}\sum_{i=11}^{20}(Bw_i - 5)^2} \tag{4.6}$$

$$Dev_3 = \sqrt{\frac{1}{20}\sum_{i=1}^{20}(Bw_i - 5)^2} \tag{4.7}$$

ซึ่งค่าของ Dev_1 , Dev_2 และ Dev_3 จะเป็นตัวบอกว่า ค่าของแบนด์วิดท์ที่โนดต่าง ๆ ได้รับนั้นมีความแตกต่างไปจากค่า 5% (ซึ่งเป็นค่าแบนด์วิดท์ที่โนดจะได้รับ ในกรณีที่ไม่เกิดสภาวะโหลดเกิน) มากน้อยเพียงใด

4.3 ข้อกำหนดของการจำลองแบบ

4.3.1 ข้อกำหนดเบื้องต้น

1. ให้ทุกโนดส่งข้อมูลโดยใช้บัส A และส่งการจองช่องสัญญาณโดยใช้บัส B
2. มีระยะห่างระหว่างโนดเท่ากัน
3. ข้อมูลที่ส่งเป็นแบบ QA และมีลำดับความสำคัญ (priority) เท่ากัน
4. ขนาดของบัฟเฟอร์ที่แต่ละโนดเป็นอนันต์
5. ทราฟฟิกของข้อมูลมีการกระจายแบบปัวส์ซง (Poisson distribution)
6. ระยะห่างระหว่างโนดเท่ากับ 2 สลอต
7. ความเร็วบัสเท่ากับ 155 Mbps
8. สลอตมีขนาด 53 ไบต์
9. เวลาการแพร่กระจาย (propagation time) บนบัสเท่ากับ 5 μ s/km

โดยระยะห่างระหว่างโนดจะนิยมบอกเป็นหน่วยของสลอต ซึ่งจะสามารถหาเป็นระยะทางในหน่วยกิโลเมตร ได้ดังนี้

เวลาที่ใช้ในการส่ง 1 สลอต	=	$(53\times8) / 155\times10^{6}$	วินาที
	=	2.74×10^{-6}	วินาที
ดังนั้น ระยะทาง 1 สลอต	=	$(2.74\times10^{-6}) / (5\times10^{-6})$	กิโลเมตร
	=	0.55	กิโลเมตร

4.3.2 ข้อกำหนดของทราฟฟิก

เนื่องจากโปรโตคอล DQDB จะสามารถทำการสื่อสารแบบ full duplex ได้ เพราะว่ามีบัส 2 เส้นที่สามารถส่งข้อมูลได้ในทิศทางตรงข้ามกัน และบัสทั้งสองเส้นจะมีการทำงานเหมือนกันทุกประการ ดังนั้นในการจำลองแบบ จึงได้ทำการจำลองแบบให้มีการส่งข้อมูลบนบัสเพียงเส้นเดียว ในที่นี้คือบัส A ดังในรูปที่ 4.1 ส่วนบัส B จะใช้ในการส่ง request เพื่อขอใช้สลอต

ในแบบจำลองที่ใช้ ได้กำหนดให้ทราฟฟิกเป็นแบบบัวส์ซงและมีการกระจายแบบสม่ำเสมอ (uniform) โนดต่างๆ บนบัสจะมีข้อมูลที่ต้องการจะส่งออกมาบนบัส A เท่ากันทุกโนด และโหลดทั้งหมดจะถูกนอร์แมลไลซ์โดยความเร็วในการส่งข้อมูลของบัส ถ้าให้ λ_T เป็นค่าโหลดทั้งหมดของโครงข่าย ในหน่วยเซกเมนต์ต่อวินาที, C เป็นความเร็วในการส่งข้อมูลของบัส และ λ_{TN} เป็นค่าโหลดทั้งหมดของโครงข่ายที่ถูกนอร์แมลไลซ์โดยความเร็วในการส่งข้อมูลของบัส ดังนั้น

$$\lambda_{TN} = \frac{\lambda_T}{C} \qquad \text{(เซกเมนต์/บิต)} \qquad (4.8)$$

สลอตมีขนาด 53 ไบต์ หรือคิดเป็น 424 บิต และในกรณีนี้ C เท่ากับ 155 เมกกะบิตต่อวินาที จะได้ว่า

$$\lambda_{TN} = \frac{424 \times \lambda_T}{155 \times 10^{6}} \qquad \text{(เซกเมนต์/สลอต)} \qquad (4.9)$$

เนื่องจากทราฟฟิกเป็นแบบสม่ำเสมอ ดังนั้นที่โนดต่างๆ จะมีโหลดเท่ากัน ถ้าให้ λ_i เป็นค่าโหลดของแต่ละโนด และ N เป็นจำนวนโนดทั้งหมด จะได้ว่า

$$\lambda_i = \frac{\lambda_{TN}}{N} \quad \text{(เซกเมนต์/สลอต)} \tag{4.10}$$

ในที่นี้ N = 20 จะได้

$$\lambda_i = \frac{\lambda_{TN}}{20} \quad \text{(เซกเมนต์/สลอต)} \tag{4.11}$$

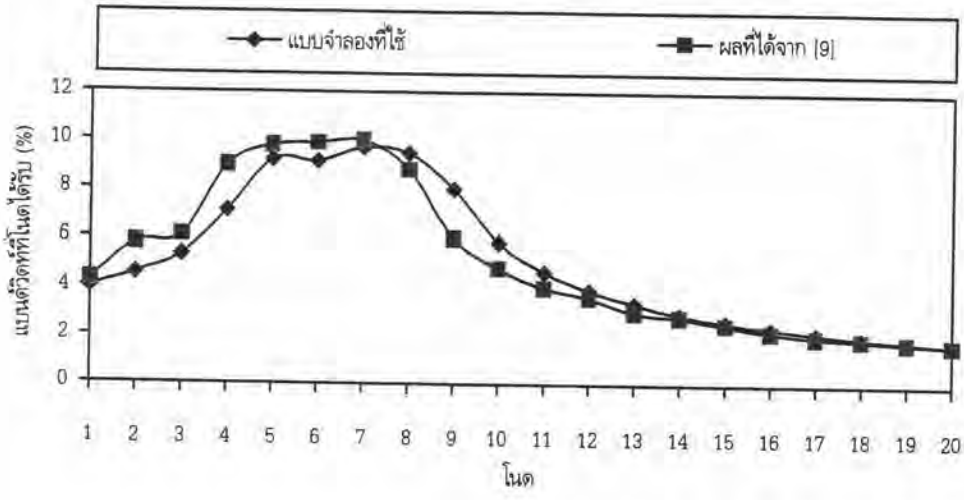
ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการจำลองแบบในช่วงสภาวะโหลดเกิน (โหลดมากกว่า 100%) ซึ่งมักจะเกิดขึ้นได้ในโครงข่าย DQDB เช่น ถ้าต้องการส่งข้อมูลขนาด 1 เมกกะไบต์ไปบนโครงข่าย DQDB ที่มีความเร็วในการส่งข้อมูล 155 เมกกะบิตต่อวินาที จะต้องใช้สลอตจำนวน 22,728 สลอต (ใน 1 สลอตสามารถส่งข้อมูลได้ 44 ไบต์) หรือคิดเป็นเวลา 63 มิลลิวินาที เมื่อเทียบกับเวลาประวิงที่สลอตใช้ในการแพร่กระจาย 1 รอบ (round-trip propagation delay) ของโครงข่ายในแบบจำลอง ซึ่งคิดเป็น 0.22 มิลลิวินาที ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกิดสภาวะโหลดเกินในโครงข่าย DQDB ได้

4.4 เปรียบเทียบผลการจำลองแบบ

ในการจำลองแบบเพื่อเปรียบเทียบ จะทำการจำลองแบบเปรียบเทียบค่าของแบนด์วิดท์ที่โนดต่างๆ จะไดรับของแบบจำลองที่ใช้ กับผลที่ได้จากรูปที่ 11 [9] เมื่อทำการส่งข้อมูลด้วยโปรโตคอล DQDB โดยมีค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้

จำนวนโนด	=	20	โนด
ระยะห่างระหว่างโนด	=	2	สลอต
ความเร็วบัส	=	155	Mbps
ขนาดสลอต	=	53	ไบต์
เวลาการแพร่กระจายบนบัส	=	5	μ s/km
ปริมาณโหลด	=	200 %	

ผลการเปรียบเทียบแสดงในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 เปรียบเทียบผลการจำลองแบบของแบบจำลองที่ใช้กับผลที่ได้จาก [9]

จะเห็นได้ว่า กราฟที่ได้จากแบบจำลองที่ใช้ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ใกล้เคียงกับกราฟที่ได้จากงานวิจัย [9] โดยจะมีค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยเท่ากับ 2.51% ดังนั้นจึงสามารถยอมรับแบบจำลองนี้ได้