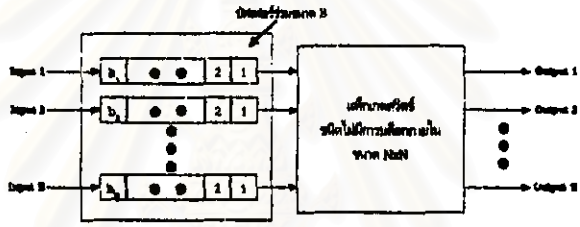
บทที่ 4

การจัดสรรบัฟเฟอร์ด้านเข้าของแพ็กเกตสวิตช์โดยใช้ฮอปฟิลด์เน็ตเวอร์ก

4.1 การจัดสรรบัฟเฟอร์ด้านเข้าของแพ็กเกตสวิตช์โดยใช้ฮอปฟิลด์เน็ตเวอร์ก

จากรูปที่ 4.1 จะเห็นว่าที่ด้านเข้าแต่ละตัวของแพ็กเกตสวิตช์จะมีบัฟเฟอร์ขนาด b_i ซึ่งในกรณีของบัฟเฟอร์แยกทั่วไปด้านเข้าแต่ละตัวของสวิตช์จะมีบัฟเฟอร์ขนาดเท่ากัน ดังนั้นสวิตช์จะมีบัฟเฟอร์รวมเท่ากับ $b_i*N = B$



รูปที่ 4.1 แพ็กเกตสวิตช์ชนิดไม่มีการบล็อกภายในขนาด NxN และมีบัฟเฟอร์อยู่ที่ด้านเข้า

ในกรณีที่ทราฟฟิกที่เข้ามายังสวิตช์ที่ด้านเข้าแต่ละตัวไม่เท่ากันและมีความแตกต่างกันมาก ด้านเข้าที่มีความ เข้มของทราฟฟิกที่มากกว่าจะมีความต้องการบัฟเฟอร์ที่มีขนาดมากกว่าด้านเข้าที่มีความเข้มของทราฟฟิกที่น้อยกว่า จะเห็นว่าถ้าบัฟเฟอร์ที่ด้านเข้าแต่ละตัวมีขนาดคงที่จะเป็นการใช้บัฟเฟอร์อย่างไม่มีประสิทธิภาพเนื่องจากบัฟเฟอร์บาง ส่วนของด้านเข้าที่มีความเข้มของทราฟฟิกที่น้อยจะไม่มีถูกใช้ในขณะที่บัฟเฟอร์ของด้านเข้าที่มีความเข้มของทราฟฟิกที่สูงไม่เพียงพอต่อการใช้งาน ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้บัฟเฟอร์ของสวิตช์และเพื่อลดความน่าจะเป็นของการสูญหายของแพ็กเกต (packet loss probability) รวมของสวิตช์ ในที่นี้จึงได้นำการจำลองปัญหาจาก [2] และใช้ ฮอปฟิลด์เน็ตเวอร์กในการจัดสรรบัฟเฟอร์ด้านเข้าของสวิตช์เพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของความเข้มของทราฟฟิกที่เข้ามายังด้านเข้าแต่ละตัวของสวิตช์ ซึ่งในงานเดิมใช้วิธีเกรเดียนเดสเซนต์ (gradient descent) ในการจัดสรรบัฟเฟอร์ แต่การคำนวณหาคำตอบด้วยวิธีนี้มีความล่าช้าในการคำนวณเนื่องจากในการคำนวณหาคำตอบจะทำแบบอนุกรมตามลำดับขั้นตอนการคำนวณ

ในการจัดสรรบัฟเฟอร์ด้านเข้าของแพ็กเกตสวิตช์จะเป็นการกำหนดขนาดบัฟเฟอร์ของด้านเข้าแต่ละตัวตามความเข้มของทราฟฟิกของด้านเข้านั้นๆ เพื่อให้ได้ความน่าจะเป็นของการบล็อกรวมของสวิตช์มีค่าต่ำสุดโดยมีข้อบังคับว่าเมื่อนำบัฟเฟอร์ที่จัดสรรให้ด้านเข้าทุกตัวมารวมกันแล้วต้องไม่เกินขนาดบัฟเฟอร์รวมของสวิตช์ (B) จาก [2] ได้จำลองให้ด้านเข้าแต่ละตัวของสวิตช์เป็น M/M/1/b_i ดังนั้นจะได้ความน่าจะเป็นของการบล็อกของด้านเข้าที่ i เท่ากับ

$$PB_i = \frac{\left(1-\rho_i^*\right)\rho_i^{*b_i}}{1-\rho_i^{*b_i+1}} \tag{4.1}$$

ซึ่งจะได้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์เป็น

$$\text{OBJ} = \sum_{i=1}^{N} \rho_i^* PB_i \tag{4.2}$$

เมื่อ ρ_i^* เป็นปัจจัยการใช้ประโยชน์ (utilization factor) ของด้านเข้าที่ i ซึ่งได้จากสมการที่ (3.26) แทนสมการที่ (4.1) ลงไปในสมการที่ (4.2) จะสามารถเขียนฟังก์ชันวัตถุประสงค์ใหม่ได้เป็น

$$\text{OBJ} = \sum_{i=1}^{N} \frac{\left(1-\rho_i^*\right)\rho_i^{*b_i+1}}{1-\rho_i^{*b_i+1}} \tag{4.3}$$

ข้อบังคับ $\sum_{i=1}^{N} b_i = B, \quad 0 \le b_i \le B \quad \forall i$

b_i เป็นจำนวนเต็ม $\forall i$

สมการที่ (4.3) เป็นปัญหาโปรแกรมมิงไม่เป็นเชิงเส้นแบบมีข้อบังคับ (constraint) ในการสร้างสมการพลังงาน (energy function) ซึ่งเป็นปัญหาแบบไม่มีข้อบังคับ (unconstraint) จะใช้วิธี penalty function [3] เพื่อแปลงปัญหาแบบมีข้อบังคับไปเป็นปัญหาแบบไม่มีข้อบังคับดังได้กล่าวแล้วในบทที่ 2 ดังนั้นจากสมการที่ (4.3) จะสามารถเขียนสมการพลังงานได้เป็น

$$E = \sum_{i=1}^{N} \frac{\rho_i^{*}(1-\rho_i^{*})\rho_i^{*b_i}}{1-\rho_i^{*b_i+1}} - \sum_{i=1}^{N} \min\{0,(B-\sum_{i=1}^{N} b_i)\} \qquad (4.4)$$

เมื่อ

$$\min\{0,r_i(x)\} = \min\{0,(B-\sum_{i=1}^{N} b_i)\} = 0 \qquad \text{ถ้า } (B-\sum_{i=1}^{N} b_i) > 0$$

$$= (B-\sum_{i=1}^{N} b_i) \quad \text{ถ้า } (B-\sum_{i=1}^{N} b_i) \leq 0$$

และ

$$r_i(x) = (B-\sum_{i=1}^{N} b_i)$$

ปัญหาของการหาค่าต่ำสุดของสมการพลังงานในสมการที่ (4.4) สามารถแปลงเป็นสมการเชิงอนุพันธ์ได้โดย

$$\frac{db}{dt} = -\mu \nabla E \qquad (4.5)$$

ดังนั้นจะได้

$$\frac{db_i}{dt} = -\mu_i \left(\frac{\rho_i^{*}(1-\rho_i^{*})\rho_i^{*b_i} \ln \rho_i^{*}}{(1-\rho_i^{*b_i+1})} - S \right) \qquad (4.6)$$

โดยที่

$$S = 0 \quad \text{เมื่อ } (B-\sum_{i=1}^{N} b_i) > 0$$

$$= -1 \quad \text{เมื่อ } (B-\sum_{i=1}^{N} b_i) \leq 0$$

และ μ_i เป็นอัตราการเรียนรู้ของเน็ตเวอร์ก

นำค่าที่ได้จากสมการที่ (4.6) ซึ่งเป็นค่าในรอบที่ k ไปทำการปรับค่าด้านออกของเน็ตเวอร์กในรอบที่ k+1 ของการป้อนกลับเขียนได้เป็น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$b_i^{(k+1)} = b_i^{(k)} - \mu_i^{(k)}\left(\frac{\rho_i^{\circ}(1-\rho_i^{\circ})\rho_i^{\circ b_i^{(k)}} \ln \rho_i^{\circ}}{(1-\rho_i^{\circ b_i^{(k)}+1})} - S^{(k)}\right) \qquad (4.7)$$

เมื่อระบบเข้าสู่สภาวะเสถียรแล้วจะทำให้ b_i ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ($\frac{db_i}{dt} = 0$) หรือมีการเปลี่ยนแปลงมากหรือน้อยโดยขึ้นอยู่กับค่า μ

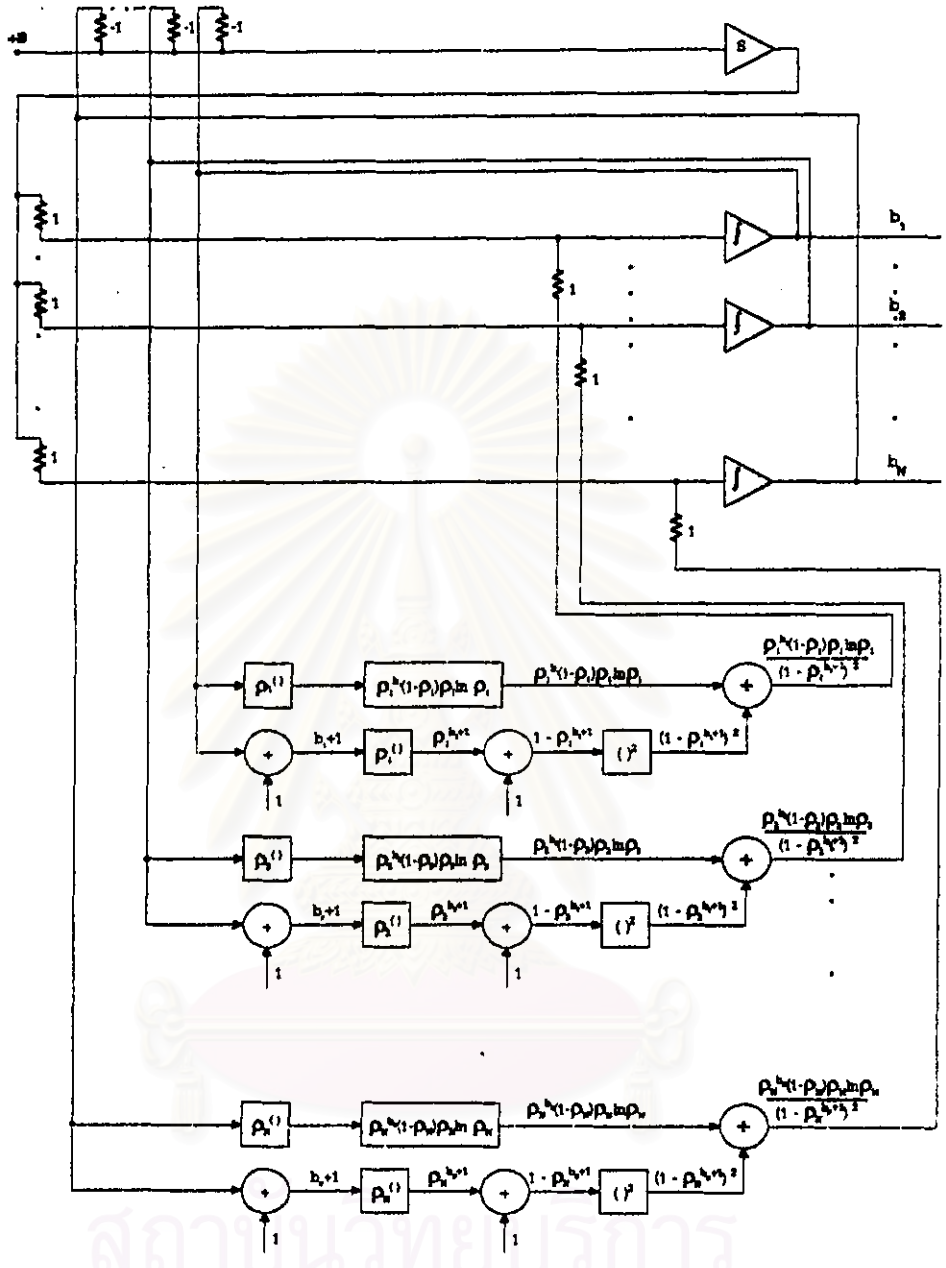
จากสมการที่ (4.6)-(4.7) สามารถนำมาสร้างเป็นวงจรสมมูลย์ได้ดังรูปที่ 4.2 ซึ่งเป็นฮอปฟิลด์เน็ตเวอร์กที่ใช้ในการจัดสรรบัฟเฟอร์ด้านเข้าของแพ็กเกตสวิตช์โดยเป็นการแก้ปัญหาโปรแกรมมิงแบบไม่เป็นเชิงเส้น

จำนวนนิวรอนที่ใช้ในเน็ตเวอร์กจะเท่ากับจำนวนด้านเข้าของสวิตช์ นั่นคือถ้าสวิตช์มีจำนวนด้านเข้าเท่ากับ N ดังนั้นฮอปฟิลด์เน็ตเวอร์กที่ใช้ในการจัดสรรบัฟเฟอร์จะต้องการนิวรอนจำนวน N ตัว

การใช้ฮอปฟิลด์เน็ตเวอร์กในการจัดสรรบัฟเฟอร์ด้านเข้าของสวิตช์จะต้องทราบค่าความเข้มทราฟฟิกที่เข้ามายังด้านเข้าแต่ละตัวของสวิตช์เพื่อหาค่าปัจจัยการใช้ประโยชน์ (untilization factor) ของด้านเข้าแต่ละตัว (ใช้สมการที่ (3.26) ในการหาค่าปัจจัยการใช้ประโยชน์จากค่าความเข้มทราฟฟิก) ซึ่งจะนำค่าปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ได้กำหนดลงในส่วนที่เป็น Synaptic ของเน็ตเวอร์ก จากนั้นจึงให้เน็ตเวอร์กทำงานซึ่งเมื่อเน็ตเวอร์กเข้าสู่สถานะเสถียรแล้วค่าแรงดันด้านออกของนิวรอนตัวที่ n จะแสดงถึงขนาดบัฟเฟอร์ที่เหมาะสมที่ได้จัดสรรบัฟเฟอร์ให้แก่ด้านเข้าที่ n ของสวิตช์

4.2 จุดต่ำสุดท้องถิ่นและจุดต่ำสุดทั้งหมดในการทำให้เหมาะที่สุด

เมื่อพิจารณาฟังก์ชันวัตถุประสงค์ซึ่งเป็นการหาขนาดของบัฟเฟอร์ของด้านเข้าแต่ละตัว (b_i) ที่ทำให้สมการพลังงานของระบบดังสมการที่ (4.4) มีค่าต่ำสุดจะเห็นว่าเทอมแรกอยู่ในรูปของลอการิธึม (logarithm) ส่วนเทอมที่สองจะลดลงแบบเชิงเส้นถ้า $r_i(x)$ น้อยกว่าหรือเท่ากับศูนย์ ดังนั้นจึงมีจุดที่เป็นจุดต่ำสุดโดยเป็นไปตามข้อบังคับอยู่เพียงจุดเดียวเท่านั้นดังนั้นจุดที่เป็นจุดต่ำสุดท้องถิ่น (local minimum) จึงเป็นจุดเดียวกับจุดที่เป็นจุดต่ำสุดทั้งหมด (global minimum) นั่นคือจะไม่เกิดปัญหาของจุดต่ำสุดท้องถิ่นในการทำให้เหมาะที่สุด (Opitimization) [9]



รูปที่ 4.2 วงจรสมมูลย์ของฮอปฟิลด์เน็ตเวอร์กที่ใช้ในการจัดสรรบัฟเฟอร์ด้านเข้าของแพ็กเกตสวิตช์