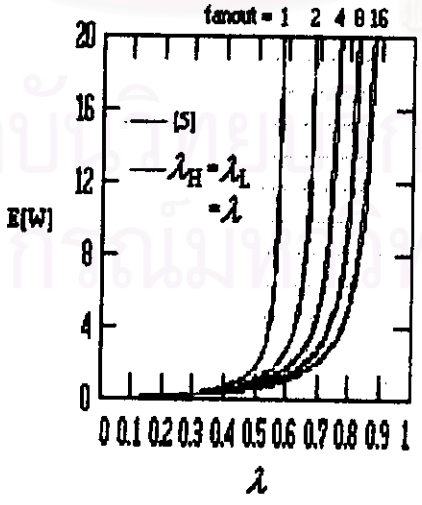
บทที่ 4

ผลการศึกษา

ในบทนี้จะได้กล่าวถึงผลการศึกษาจากการวิเคราะห์และการจำลองการทำงานตัวเอทีเอ็มมัลติคาสต์สวิตช์โดยมีเซลล์ข้อมูลที่เข้ามามีทราฟฟิกที่เป็นแบบเบิรสต์ปะปนกับเซลล์ข้อมูลแบบที่ไม่มีสหสัมพันธ์ต่อกัน โดยการแทนด้วยกระบวนการแบบ MMPP ที่มี 2 สถานะ ซึ่งสมรรถนะที่สามารถวิเคราะห์ได้ก็คือค่าเฉลี่ยของการรอคอยของการส่งเซลล์ข้อมูลผ่านสวิตช์และอัตราสูงสุดที่จะมีเซลล์ข้อมูลออกจากสวิตช์ โดยสมรรถนะทั้งสองที่วิเคราะห์ออกมาได้นี้จะทำการเปรียบเทียบให้เห็นกับค่าที่ได้จากการจำลองการทำงานเมื่อพารามิเตอร์มีค่าต่างๆ กัน

4.1 ค่าเฉลี่ยของการรอคอยของการส่งเซลล์ข้อมูลผ่านสวิตช์

ค่าเฉลี่ยของการรอคอยของการส่งเซลล์ข้อมูลผ่านสวิตช์จะมีค่า $E[W] = E[T] - 1$ โดยที่ $E[T]$ คือค่าเฉลี่ยของการหน่วงเวลาหรือระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ส่งผ่านเซลล์ข้อมูลมีค่าตามสมการที่ (3-18) และเราสามารถเปรียบเทียบผลที่ได้กับผลที่ศึกษาวิจัยโดย J. Y. Hui และ T. Renner [5] เมื่อกำหนดค่า $\lambda_H = \lambda_L = \lambda$ ซึ่งจะได้ผลตามรูปที่ 3.10



รูปที่ 4.1 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ค่า $E[W]$ กับที่ศึกษาโดย J. Y. Hui และ T. Renner [5] เมื่อค่าเฉลี่ยของ $\sigma_L/\sigma_H \approx 0$ (หรือ $\sigma_H/\sigma_L \approx 0$) แล้วให้ $\lambda_H = \lambda$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

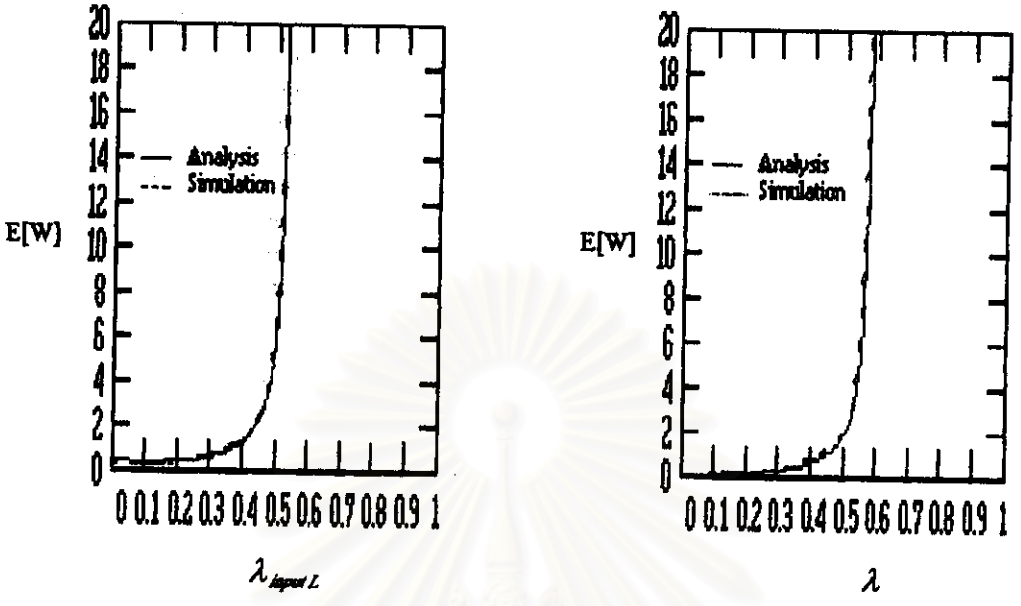
I17601733

ในรูปที่ 4.1 จะแสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการรอคอยของการส่งเซลล์ข้อมูลผ่านสวิตช์ จะเห็นได้ว่าผลที่ได้มีค่าใกล้เคียงกันมาก นั่นย่อมเป็นการแสดงให้เห็นได้ว่ากระบวนการแบบ MMPP นี้สามารถใช้แทนกระบวนการแบบปัวส์ซองได้เมื่อ $\lambda_H = \lambda_L = \lambda$ และเมื่อค่าเฉลี่ยของ $\sigma_L/\sigma_H \approx 0$ (หรือ $\sigma_H/\sigma_L \approx 0$) แล้วให้ $\lambda_H = \lambda$ เป็นอัตราเฉลี่ยที่เซลล์ข้อมูลจะเข้าไปยังหัวแถวคอยในบัฟเฟอร์ด้านขาเข้าของสวิตช์หรือเป็นอัตราเฉลี่ยที่เซลล์ข้อมูลออกจากสวิตช์นั่นเอง ซึ่งจะได้แสดงให้เห็นในผลการวิเคราะห์ต่อไป

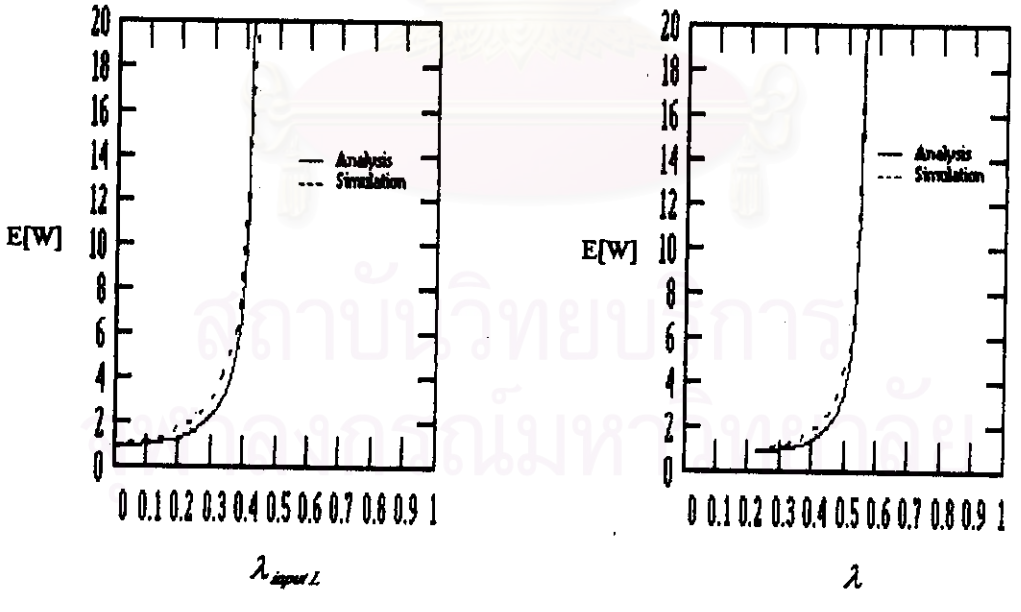
เมื่อเซลล์ข้อมูลที่เข้ามามีทราฟฟิกเป็นแบบเบิรสต์ปะปนกับเซลล์ข้อมูลที่ไม่มีสหสัมพันธ์ต่อกันนั้น เราสามารถหาเวลาเฉลี่ยที่เซลล์ข้อมูลแต่ละเซลล์ใช้ได้ดังรูปที่ 4.2 ถึง 4.10 ซึ่งจะเป็นการแสดงค่า $E[W]$ เมื่อแฟนเอาต์มีค่าเท่ากับ 1,2 และ 4 โดยเปรียบเทียบระหว่างผลการวิเคราะห์กับการจำลองการทำงาน โดยมีค่าอัตราส่วนระหว่างเวลาเฉลี่ยที่ Markov chain จะอยู่ในสถานะ H ต่อสถานะ L เป็น $(\sigma_H^{-1}/\sigma_L^{-1})_{ave}$ และเวลาเฉลี่ยที่ Markov chain จะอยู่ในสถานะ H คือ $(\sigma_H^{-1})_{ave}$ มีค่าต่างๆ กัน ซึ่งค่าที่ได้จากการจำลองการทำงานนั้นจะมีค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญต่างๆ คือ อัตราส่วนระหว่างแฟนเอาต์ต่อขนาดของสวิตช์มีค่าไม่เกิน 0.015625 ทั้งนี้เพื่อให้มีค่าเข้าใกล้ศูนย์มากที่สุดตามที่ได้ศึกษาไปแล้ว และใช้เวลาในการจำลองการทำงาน 5000 รอบเวลาการทำงาน โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการจำลองการทำงานหลังจากผ่านไปแล้ว 1000 รอบเวลาการทำงาน

จากรูปกราฟจะเห็นได้ว่าเมื่อ $(\sigma_H^{-1}/\sigma_L^{-1})_{ave}$ มีค่าเข้าใกล้ศูนย์มากเท่าไรก็จะยิ่งทำให้ผลที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าเข้าใกล้กับค่าที่ได้จากการจำลองการทำงาน แต่ในทางตรงกันข้ามนั้นถ้า $(\sigma_H^{-1}/\sigma_L^{-1})_{ave}$ มีค่ามากขึ้นเท่าไรก็จะทำให้ผลที่ได้จากการวิเคราะห์มีความคลาดเคลื่อนกับค่าที่ได้จากการจำลองการทำงานมากขึ้น แต่อย่างไรก็ดีเนื่องจากข้อจำกัดในการจำลองการทำงานที่ไม่สามารถจำลองการทำงานที่ขนาดของสวิตช์ใหญ่มากที่ทำให้อัตราส่วนระหว่างแฟนเอาต์ต่อขนาดของสวิตช์มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ได้ก็จะทำให้ผลการจำลองการทำงานมีค่าคลาดเคลื่อนได้เช่นกัน นอกจากนี้ยังพบว่าในการจำลองการทำงานเมื่อแฟนเอาต์มีค่าสูงขึ้นแล้วจะมีค่าความคลาดเคลื่อนเพิ่มมากขึ้นทั้งนี้เป็นเพราะว่าค่า $(\sigma_H^{-1}/\sigma_L^{-1})_{ave}$ จะต้องมีค่าเข้าใกล้ศูนย์มากขึ้น ทำให้ค่าเฉลี่ยของ σ_L^{-1} จะต้องมีค่ามากขึ้นเพื่อทำให้อัตราส่วน $(\sigma_H^{-1}/\sigma_L^{-1})_{ave}$ มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งค่าการกระจายของ σ_L^{-1} นั้นจะเป็นฟังก์ชั่นแบบเอ็กโปเนนเชียลจึงทำให้เวลาที่ใช้ในการจำลองการทำงานนั้นมีค่าน้อยเกินไปเมื่อเทียบกับการจำลองการทำงานเมื่อแฟนเอาต์มีค่าต่ำ

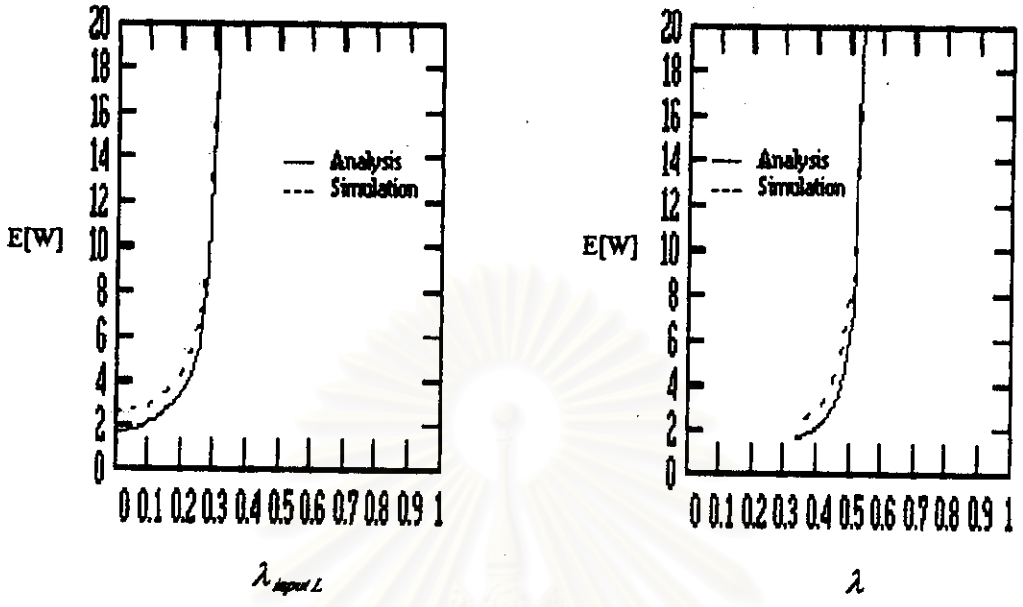
อย่างไรก็ตามจุดที่ค่า $E[W]$ จะมีค่าความชันมากขึ้นเมื่อเทียบกับอัตราที่จะมีเซลล์ข้อมูลออกจากสวิตช์ λ_H และ λ_L นั้นจะมีค่าแตกต่างกันเมื่อแฟนเอาต์มีค่าต่างกัน เช่นในกรณีที่ $\lambda_H = \lambda_L = \lambda$ และกรณีที่ $(\sigma_H^{-1}/\sigma_L^{-1})_{ave} \approx 0$ (หรือในกรณีกลับกัน) แล้วให้ $\lambda_L = \lambda$ เป็นอัตราการออกจากสวิตช์ของเซลล์ข้อมูล แล้วจะพบว่าค่า $E[W]$ จะมีค่ามากเมื่อ λ = 0.586, 0.6946, 0.7790 และ 0.8489 เมื่อแฟนเอาต์มีค่าเท่ากับ 1, 2, 4 และ 8 ตามลำดับ และค่า λ ดังกล่าวนี้จะเป็นค่าอัตราสูงสุดที่จะมีเซลล์ข้อมูลออกจากสวิตช์ที่แฟนเอาต์ค่าต่างๆ กันต่อไป



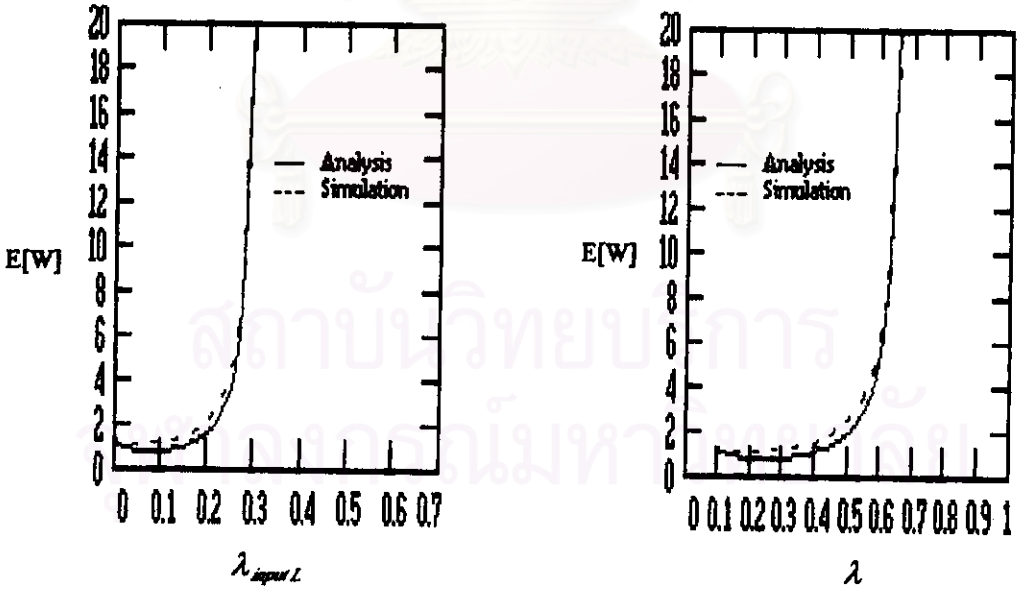
รูปที่ 4.2 เปรียบเทียบค่า $E[W]$ เมื่อ $(\sigma_H^{-1}/\sigma_L^{-1})_{ave}$ = 0.1, $(\sigma_H^{-1})_{ave}$ = 8 รอบเวลา และ fanout = 1



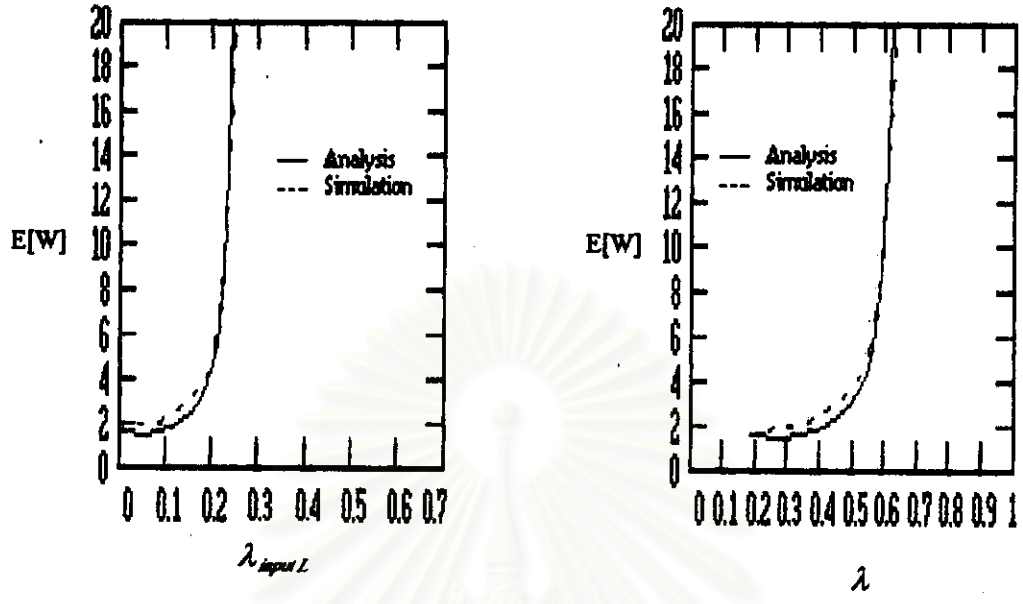
รูปที่ 4.3 เปรียบเทียบค่า $E[W]$ เมื่อ $(\sigma_H^{-1}/\sigma_L^{-1})_{ave}$ = 0.3, $(\sigma_H^{-1})_{ave}$ = 9 รอบเวลา และ fanout = 1



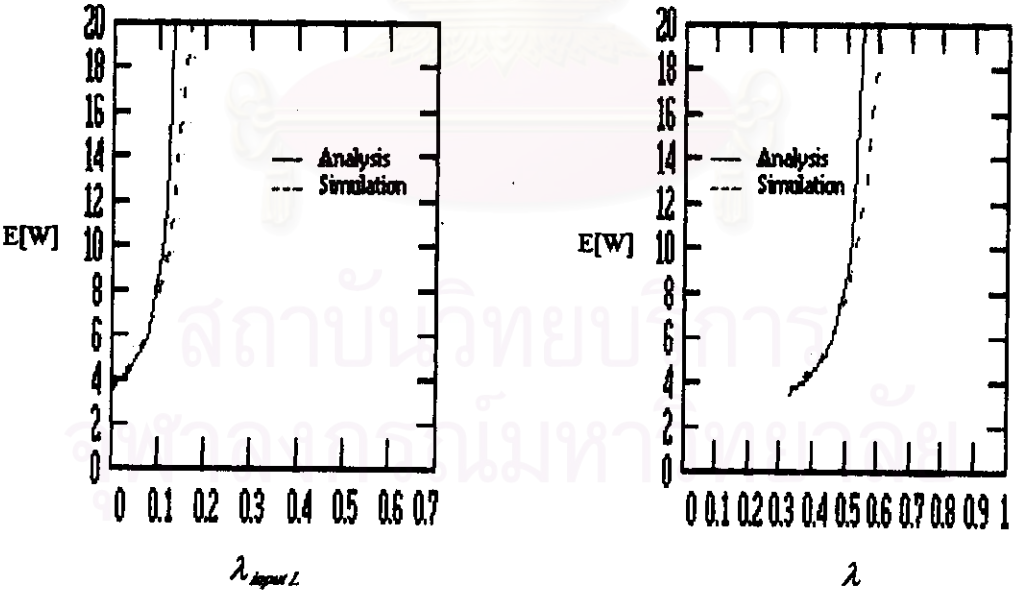
รูปที่ 4.4 เปรียบเทียบค่า $E[W]$ เมื่อ $(\sigma_H^{-1}/\sigma_L^{-1})_{ave} = 0.5$, $(\sigma_H^{-1})_{ave} = 10$ รอบเวลา และ fanout = 1



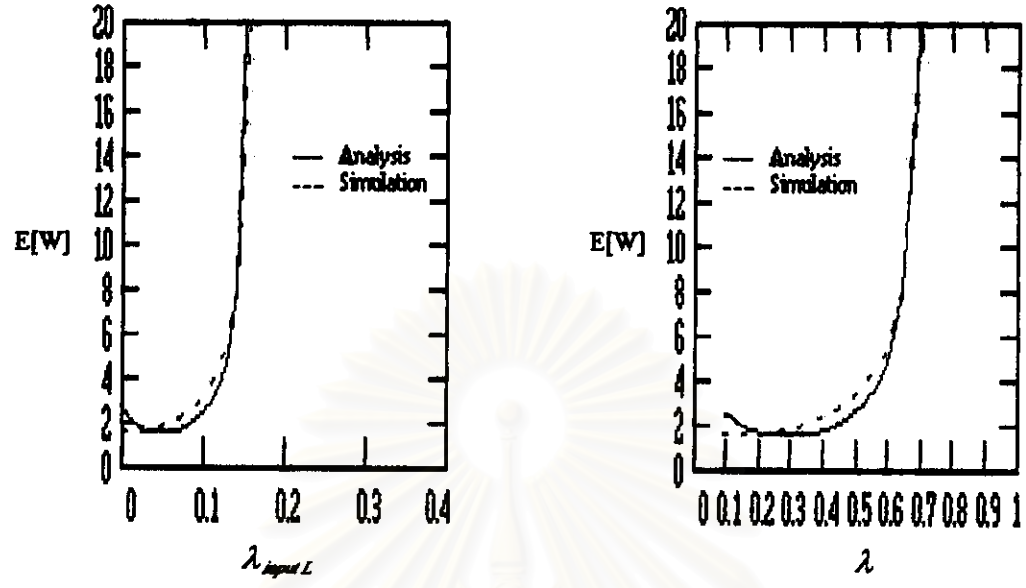
รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบค่า $E[W]$ เมื่อ $(\sigma_H^{-1}/\sigma_L^{-1})_{ave} = 0.05$, $(\sigma_H^{-1})_{ave} = 8$ รอบเวลา และ fanout = 2



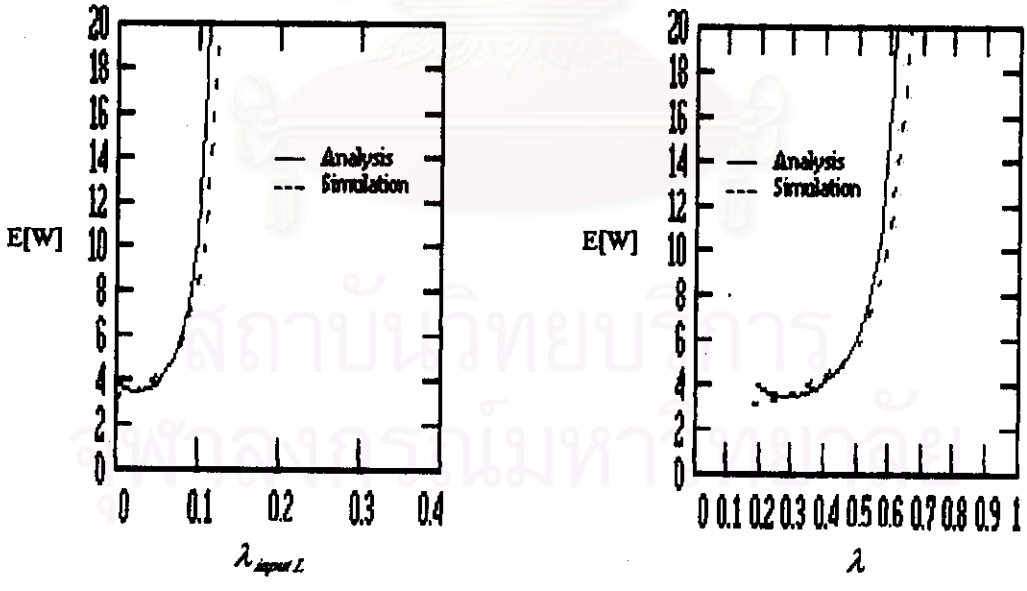
รูปที่ 4.6 เปรียบเทียบค่า $E[W]$ เมื่อ $(\sigma_H^{-1}/\sigma_L^{-1})_{ave} = 0.1$, $(\sigma_H^{-1})_{ave} = 8$ รอบเวลา และ fanout = 2



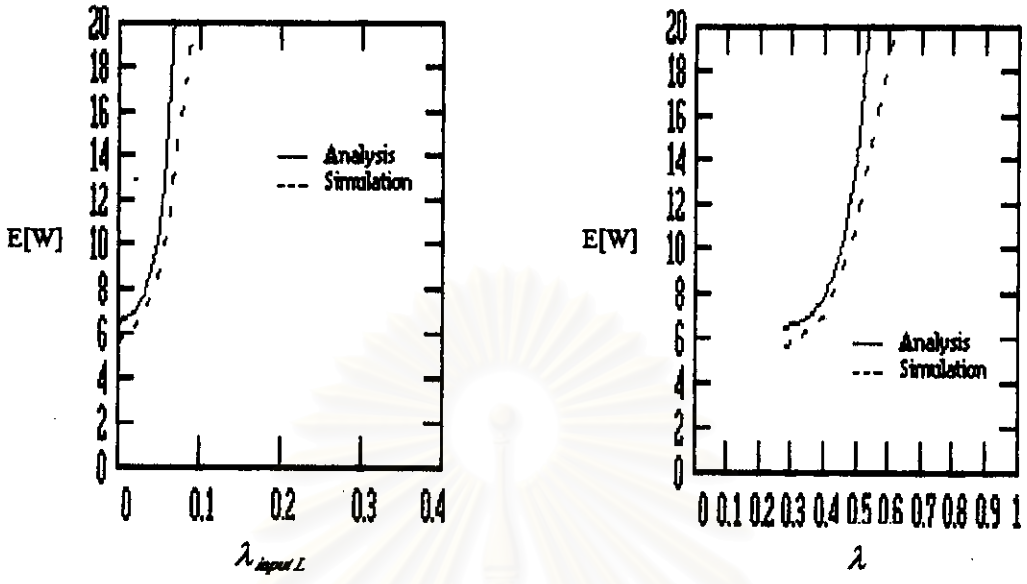
รูปที่ 4.7 เปรียบเทียบค่า $E[W]$ เมื่อ $(\sigma_H^{-1}/\sigma_L^{-1})_{ave} = 0.2$, $(\sigma_H^{-1})_{ave} = 8$ รอบเวลา และ fanout = 2



รูปที่ 4.8 เปรียบเทียบค่า $E[W]$ เมื่อ $(\sigma_H^{-1}/\sigma_L^{-1})_{ave}$ = 0.025, $(\sigma_H^{-1})_{ave}$ = 8 รอบเวลา และ fanout = 4



รูปที่ 4.9 เปรียบเทียบค่า $E[W]$ เมื่อ $(\sigma_H^{-1}/\sigma_L^{-1})_{ave}$ = 0.05, $(\sigma_H^{-1})_{ave}$ = 8 รอบเวลา และ fanout = 4



รูปที่ 4.10 เปรียบเทียบค่า $E[W]$ เมื่อ $(\sigma_H^{-1}/\sigma_L^{-1})_{ave}$ = 0.075, $(\sigma_H^{-1})_{ave}$ = 8 รอบเวลา และ fanout = 4

จากผลที่ได้ทั้งหมดจะเห็นได้ว่าระยะเวลาเฉลี่ยที่ Markov chain จะอยู่ในสถานะ H หรือความยาวเบิรสต์เฉลี่ยคือ $(\sigma_H^{-1})_{ave}$ จะมีผลกระทบต่อสมรรถนะการทำงานเมื่อมีค่าน้อย แต่ถ้ามีค่ามากนั้นผลกระทบที่เกิดขึ้นจะไม่แตกต่างกันมากนัก แต่เรากลับพบว่าอัตราส่วนระหว่างเวลาเฉลี่ยที่ Markov chain จะอยู่ในสถานะ H ต่อสถานะ L เป็น $(\sigma_H^{-1}/\sigma_L^{-1})_{ave}$ นั้นจะมีผลกระทบต่อสมรรถนะการทำงานมาก ซึ่งจะเห็นได้จากผลการศึกษาที่ได้เมื่ออัตราส่วนดังกล่าวมีค่าเปลี่ยนไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 อัตราสูงสุดที่จะมีเซลล์ข้อมูลออกจากสวิตช์

สำหรับอัตราสูงสุดที่จะมีเซลล์ข้อมูลออกจากสวิตช์นั้นสามารถหาได้จากสมการที่ (3-22) เมื่อพารามิเตอร์มีค่าต่างๆ กัน จากผลการจำลองการทำงานทำให้เราทราบได้ว่าอัตราสูงสุดที่จะมีเซลล์ข้อมูลออกจากสวิตช์ยังคงมีค่าเท่ากับที่ศึกษาโดย J. Y. Hui และ T. Renner [5] ดังตารางที่ 4.1 ซึ่งจะเปรียบเทียบผลจากการวิเคราะห์กับการจำลองการทำงานของเอทีเอ็มมัลติคาสต์สวิตช์ที่มีขนาด 64 x 64 พอร์ต และผลจากการวิเคราะห์นั้นจะไม่ได้บอกค่า $(\sigma_H^{-1})_{ave}$ ทั้งนี้เป็นเพราะเวลาเฉลี่ยที่ Markov chain จะอยู่ในสถานะใดสถานะหนึ่งนั้นจะมีผลน้อยมาก ในขณะที่อัตราส่วนของเวลาเฉลี่ยระหว่างแต่ละสถานะจะมีผลกระทบมากกว่าโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของอัตราสูงสุดที่จะมีเซลล์ข้อมูลออกจากสวิตช์ ซึ่งในการศึกษาวิจัยนี้คืออัตราส่วนของเวลาเฉลี่ยระหว่างสถานะ H ต่อสถานะ L เป็น $(\sigma_H^{-1}/\sigma_L^{-1})_{ave}$

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบอัตราสูงสุดที่จะมีเซลล์ข้อมูลออกจากสวิตช์ระหว่างผลการวิเคราะห์กับการจำลองการทำงาน เมื่อ N = 64 ที่ 1000 รอบเวลา

แฟนเอาต์	1	2	4	8
ผลการวิเคราะห์	0.5858	0.6946	0.7790	0.8489
การจำลองการทำงาน (เฉลี่ย)	0.5858	0.6980	0.7829	0.8600

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย