บทที่ 4

ผลการวิจัย

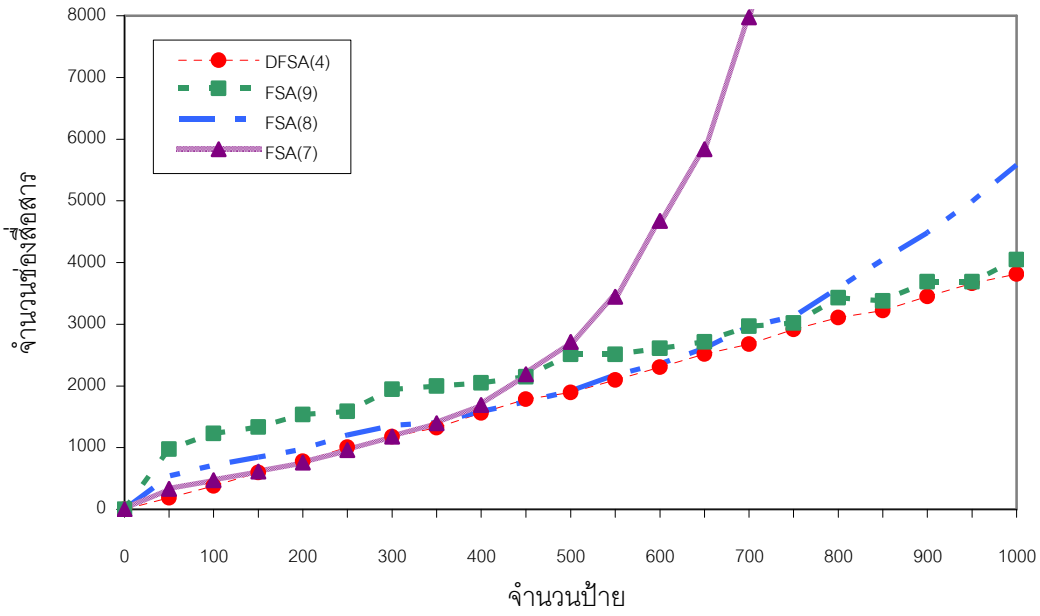
ผลการวิจัยนั้นผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้คือ

1. ผลการจำลองการทำงานของอัลกอริทึม
2. ผลการทดลองการนำอัลกอริทึมไปใช้งานกับเครื่องอ่าน

4.1 ผลการจำลองการทำงานของอัลกอริทึม

4.1.1 การจำลองการทำงานโดยนับจำนวนช่องสื่อสาร

ในการจำลองการทำงานของแต่ละอัลกอริทึมโดยใช้การนับจำนวนช่องสื่อสารในการทำงานนั้น ผู้ทำการวิจัยได้ทำการเขียนโปรแกรมเพื่อทำการจำลองการทำงานและทำการนับจำนวนช่องสื่อสารที่ใช้งานในการบ่งชี้ตัวตนของป้ายในจำนวนที่แตกต่างกัน โดยหนึ่งช่องสื่อสารเท่ากับหนึ่งคำสั่งที่เครื่องอ่านส่งให้กับป้ายและหนึ่งข้อมูลที่ป้ายตอบสนองกับเครื่องอ่าน



รูปที่ 4.1 ผลจำลองการทำงานของ FSA และ DFSA

4.1.1.1 ผลการเปรียบเทียบการทำงานของ DFSA และ FSA

ผลการเปรียบเทียบการทำงานของ DFSA และ FSA เป็นไปตามรูปที่ 4.1 ในแนวแกนนอนแสดงจำนวนป้ายทั้งหมดที่ทำการป้องกันการชนกันของข้อมูล แนวแกนตั้งแสดงจำนวนช่องสื่อสารที่ใช้งานในการป้องกันการชนกันของข้อมูล โดยกำหนดสัญลักษณ์เป็น FSA (พารามิเตอร์ Q) และ DFSA (พารามิเตอร์ Q) ในส่วนของ อัลกอริทึม FSA (พารามิเตอร์ Q) นั้นพารามิเตอร์ Q แสดงจำนวนช่องสื่อสารทั้งหมดที่ใช้ในกรอบโดย ช่องสื่อสารทั้งหมดสามารถคำนวนได้ตามสมการที่ 4.1

$$N_s = 2^Q \tag{4.1}$$

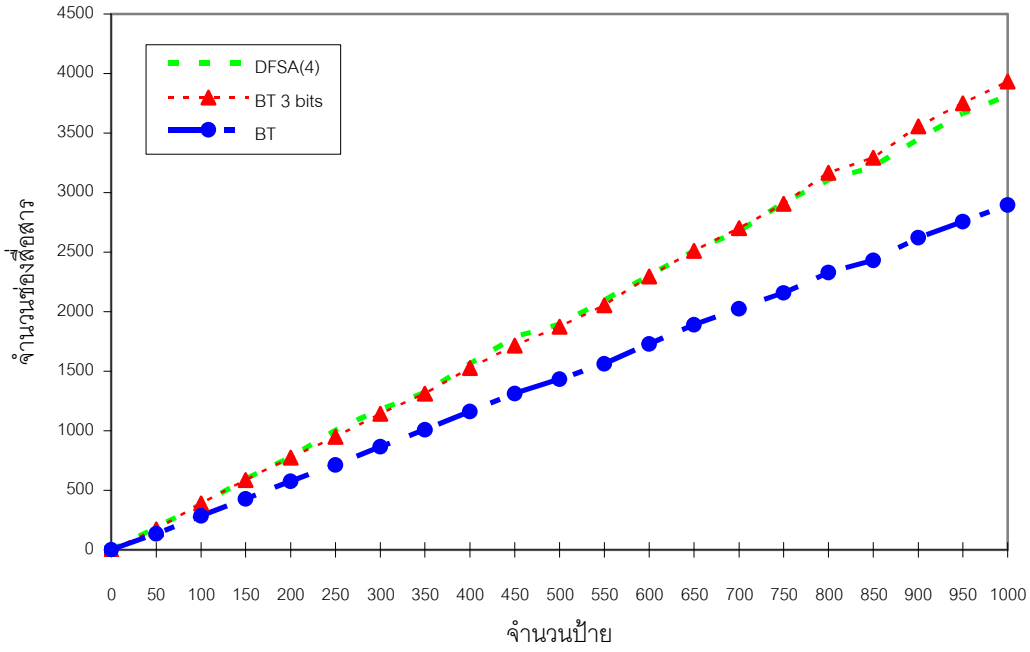
โดย N_s คือ จำนวนช่องสื่อสารทั้งหมดที่ใช้ในกรอบ

Q คือ พารามิเตอร์ Q

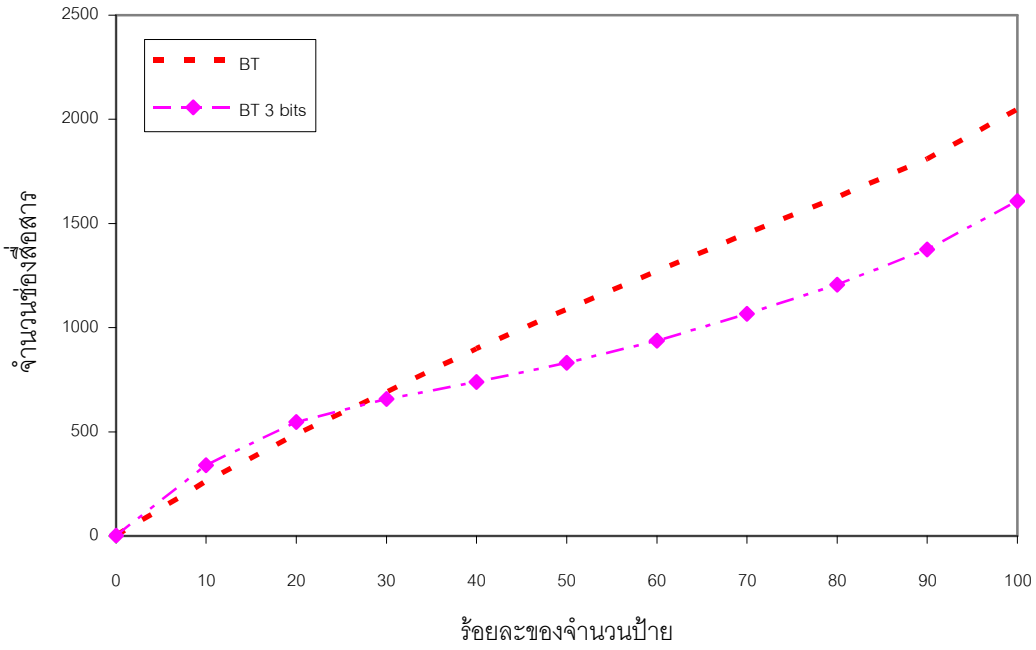
ส่วน DFSA (พารามิเตอร์ Q) พารามิเตอร์ Q ในที่นี้แสดงให้เห็นถึงจำนวนช่องสื่อสารทั้งหมดที่ใช้ในกรอบแรกเท่านั้นจากนั้นจึงจะถูกปรับด้วย อัลกอริทึมพารามิเตอร์ Q ในกรอบถัดไป จากผลที่ได้นั้นแสดงให้เห็นว่า FSA นั้นมีประสิทธิภาพมากกว่า DFSA ในช่วงที่จำนวนช่องสื่อสารในกรอบมีความสัมพันธ์กับจำนวนป้ายเท่านั้นเช่น เมื่อจำนวนป้ายมีจำนวนมากจำนวนช่องสื่อสารในกรอบก็จะต้องมีจำนวนมากตามจำนวนป้าย แต่ถ้าป้ายมีจำนวนน้อยจำนวนช่องสื่อสารในการก็จะต้องมีจำนวนน้อยตามจำนวนป้าย แต่ถ้าจำนวนช่องสื่อสารไม่มีความสัมพันธ์กับจำนวนป้ายแล้ว FSA จะมีประสิทธิภาพต่ำลงอย่างชัดเจน จากรูปที่ 4.1 ผลการจำลองของ FSA(7) จะเห็นได้ว่าจำนวนช่องสื่อสารที่ใช้งานจะเพิ่มขึ้นอย่างมากเมื่อเพิ่มจำนวนป้าย เนื่องจากเมื่อจำนวนป้ายเพิ่มขึ้นจะเกิดช่องสื่อสารที่ชนกันมากขึ้นทำให้ FSA ต้องเริ่มต้นกรอบใหม่เป็นจำนวนมากซึ่งทำให้ใช้จำนวนช่องสื่อสารเป็นจำนวนมาก ส่วน DFSA นั้นสามารถปรับเปลี่ยนจำนวนช่องสื่อสารในกรอบได้ จึงทำให้มีประสิทธิภาพดีกว่า FSA ถึงแม้จำนวนป้ายทั้งหมดจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นหรือน้อยลง DFSA ก็สามารถปรับเปลี่ยนจำนวนช่องสื่อสารตามปริมาณของป้ายได้จึงทำให้มีประสิทธิภาพการทำงานที่ดี

4.1.1.2 ผลการเปรียบเทียบการทำงานของ BT, BT 3 bits และ DFSA

ผลการเปรียบเทียบการทำงานของ BT, BT 3 bits และ DFSA เป็นไปตามรูปที่ 4.2 ในแนวแกนนอนแสดงจำนวนป้ายทั้งหมดที่ทำการป้องกันการชนกันของข้อมูล แนวแกนตั้งแสดงจำนวนช่องสื่อสารที่ใช้งานในการป้องกันการชนกันของข้อมูล โดยนับหนึ่งคำสั่งที่เครื่องอ่านส่งให้ป้ายและหนึ่งการตอบสนองจากป้ายให้กับเครื่องอ่านเป็น 1 ช่องสื่อสาร ในการทำงานของ BT และ



รูปที่ 4.2 ผลจำลองการทำงานของ BT, BT 3 bits และ DFSA

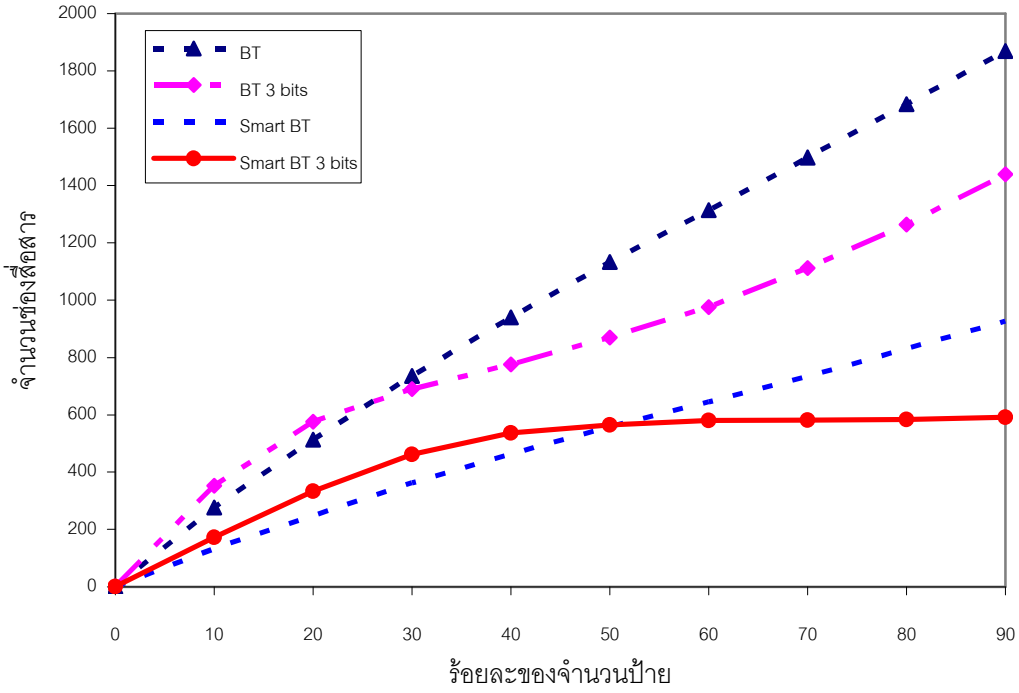


รูปที่ 4.3 ผลจำลองการทำงานของ BT และ BT 3 bits

BT 3 bits นั้นจะต้องใช้รหัสประจำตัวป้ายโดยในการจำลองครั้งนี้ได้ใช้รหัสประจำตัวป้ายที่ 64 บิต โดยใช้การสุ่มแบบ uniform จากผลการจำลองการทำงานจะเห็นได้ว่า DFSA และ BT 3 bits นั้นมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน แต่ BT นั้นจะมีประสิทธิภาพมากกว่าทั้งสองอัลกอริทึมเมื่อจำนวนป้ายมีปริมาณมาก เนื่องจาก DFSA นั้นจะต้องทำการสุ่มช่องสื่อสารซึ่งอาจมีการชนกันของข้อมูลปริมาณมากทำให้สูญเสียช่องสื่อสารไปจำนวนหนึ่งในการปรับจำนวนช่องสื่อสารทั้งหมดที่อยู่ในกรอบให้สัมพันธ์กับจำนวนป้าย ส่วน BT 3 bits นั้นจะต้องใช้เวลาในการเข้าถึงบิตสำคัญส่วนล่างมากกว่า BT เพราะจะต้องค้นหาไปตามรากครั้งละ 3 บิต ซึ่งจะต้องใช้จำนวนช่องสื่อสารทั้งหมด 8 ช่องสื่อสารในแต่ละชั้น แต่ BT นั้นจะใช้จำนวนช่องสื่อสารทั้งหมด 2 ช่องสื่อสารในแต่ละชั้นเท่านั้น ทำให้เกิดช่องสื่อสารที่ว่างเปล่าจำนวนมากจึงทำให้ประสิทธิภาพลดลง

4.1.1.3 ผลการเปรียบเทียบการทำงานของ BT และ BT 3 bits

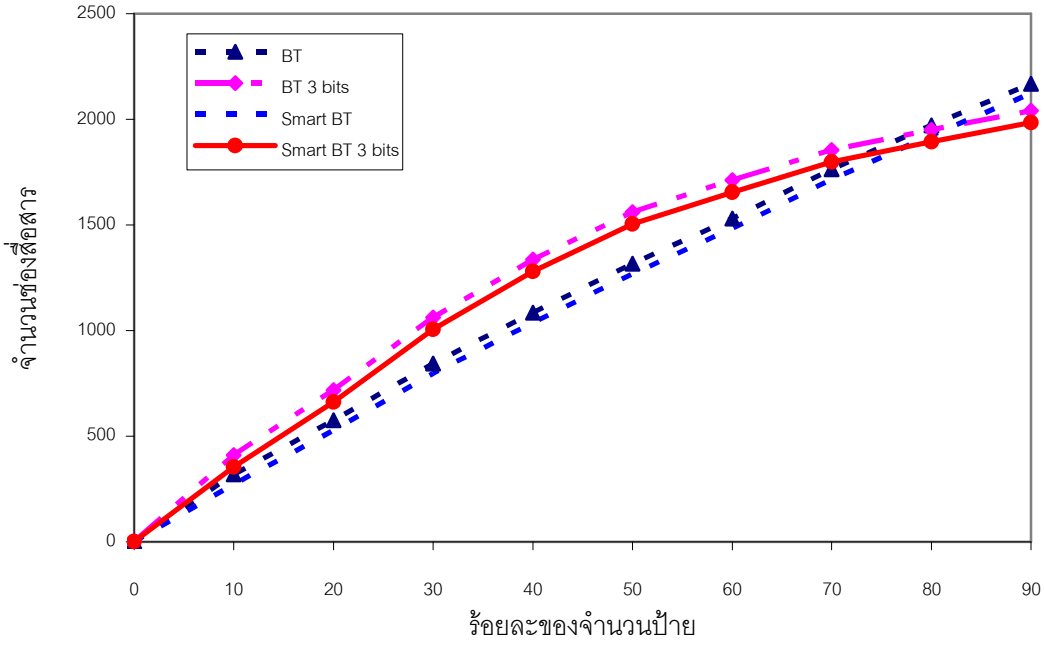
ผลการเปรียบเทียบการทำงานของ BT และ BT 3 bits เป็นไปตามรูปที่ 4.3 ในแนวแกนนอนแสดงร้อยละของจำนวนป้ายทั้งหมดที่ทำการป้องกันการชนกันของข้อมูล แนวแกนตั้งแสดงจำนวนช่องสื่อสารที่ใช้งานในการป้องกันการชนกันของข้อมูล โดยนับหนึ่งคำสั่งที่เครื่องอ่านส่งให้ป้ายกับหนึ่งการตอบสนองจากป้ายกับเครื่องอ่านเป็น 1 ช่องสื่อสาร ในการทำงานของ BT และ BT 3 bits นั้นจะต้องใช้รหัสประจำตัวป้ายโดยในการจำลองครั้งนี้ได้ใช้รหัสประจำตัวป้ายที่ 10 บิต ซึ่งเท่ากับ 1024 ป้าย เนื่องจากหน่วยความจำของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Scilab) ที่ทำงานนั้นไม่เพียงพอ ถ้าใช้รหัสประจำตัวป้ายจำนวน 64 บิตจะต้องสร้างตัวแปรเพื่อเป็นตัวแทนของป้ายจำนวน 2^{64} ซึ่งเท่ากับ 18,446,744,073,709,551,616 ป้าย ซึ่งมีปริมาณมากเกินความสามารถของโปรแกรม แต่ถึงแม้จะใช้รหัสประจำตัวป้ายที่น้อยกว่าที่ใช้งานจริงกระบวนการจำลองการทำงานก็ยังสามารถแสดงความแตกต่างระหว่าง BT และ BT 3 bit ได้ ในการสร้างรหัสประจำตัวป้ายนั้นได้ใช้การสุ่มแบบ uniform ซึ่งจากผลการจำลองการทำงาน BT นั้นจะมีประสิทธิภาพมากกว่า BT 3 bits ในร้อยละของจำนวนป้ายมีจำนวนน้อยในช่วงต่ำกว่าร้อยละ 30 แต่เมื่อเพิ่มร้อยละของจำนวนป้ายเพิ่มมาขึ้นมากกว่าร้อยละ 30 จะเห็นได้ว่า BT 3 bits มีประสิทธิภาพมากกว่า เนื่องจาก BT3 bits มีการกระจายตัวในแต่ละชั้นของรากมากกว่า BT จึงทำให้การสามารถบ่งชี้ตัวตนป้ายได้อย่างรวดเร็วในแต่ละชั้นของรากที่ทำงาน



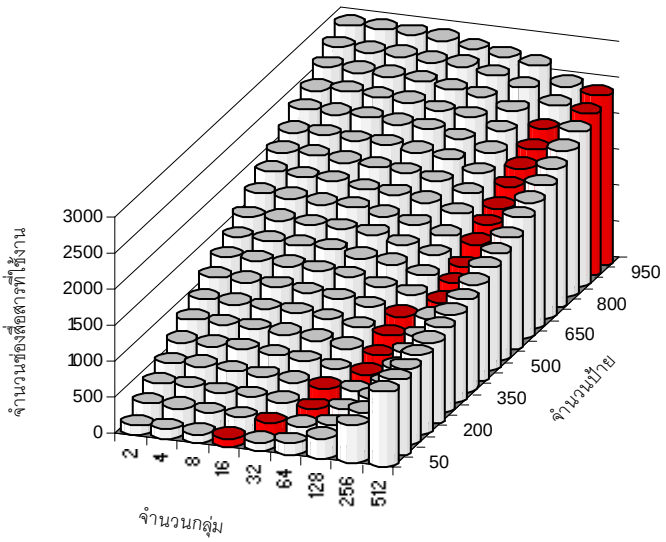
รูปที่ 4.4 ผลจำลองการทำงานของ BT, BT 3 bits, Smart BT และ Smart BT 3 bits (บริษัทผู้ผลิต 1 บริษัท)

4.1.1.4 ผลการเปรียบเทียบการทำงานของ BT, BT 3 bits Smart BT และ Smart BT 3 bits

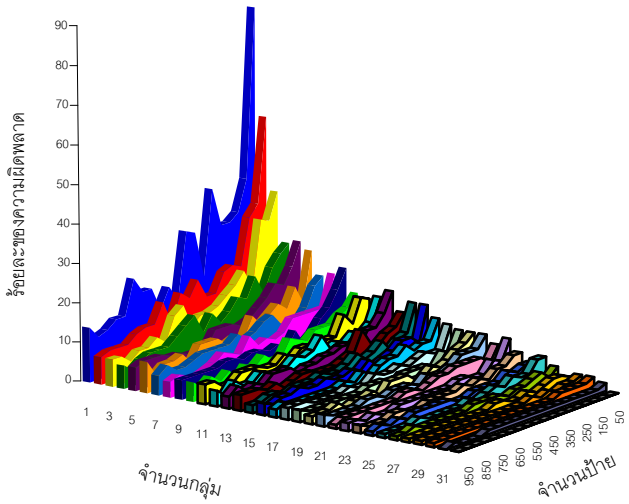
ผลการเปรียบเทียบการทำงานของ BT, BT 3 bits, Smart BT และ Smart BT 3 bits โดย Smart BT และ Smart BT 3 bits คือ อัลกอริทึมแบบใหม่ที่ใช้ข่าวสารล่วงหน้า เป็นไปตามรูปที่ 4.4 ในแนวแกนนอนแสดงร้อยละของจำนวนป้ายทั้งหมดที่ทำการป้องกันการชนกันของข้อมูล แนวแกนตั้งแสดงจำนวนช่องสื่อสารที่ใช้งานในการป้องกันการชนกันของข้อมูล โดยนับหนึ่งคำสั่งที่เครื่องอ่านส่งให้ป้ายกับหนึ่งการตอบสนองจากป้ายกับเครื่องอ่านเป็น 1 ช่องสื่อสาร ในการทำงานของ BT และ BT 3 bits นั้นจะต้องใช้รหัสประจำตัวป้ายโดยในการจำลองครั้งนี้ได้ใช้รหัสประจำตัวป้ายที่ 20 บิต 10 บิตแรกเป็นรหัสบริษัทผู้ผลิต ส่วน 10 บิตที่เหลือเป็นตัวเลขที่สุ่มขึ้นมา (เนื่องจากหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ที่ทำงานนั้นไม่เพียงพอ) โดยใช้การสุ่มแบบ uniform ตามรูปที่ 4.4 นั้นป้ายที่ใช้เป็นป้ายที่มาจากบริษัทผู้ผลิตเดียวกัน ทำให้รหัสประจำตัวป้าย 10 บิตของป้ายทั้งหมดนั้นซ้ำกัน ส่วนรูปที่ 4.5 นั้นป้ายที่ใช้นั้นเป็นป้ายที่มาจากบริษัทผู้ผลิต 3 บริษัท ซึ่งในการจำลองการทำงานจะเห็นได้ว่า Smart BT และ Smart BT 3 bits นั้นมีประสิทธิภาพการทำงานที่รวดเร็วกว่าเนื่องจากสามารถเลือกที่จะป้องกันการชนกันของข้อมูลในส่วนของรหัสประจำตัวป้ายหลังจากรหัสบริษัทผู้ผลิตได้



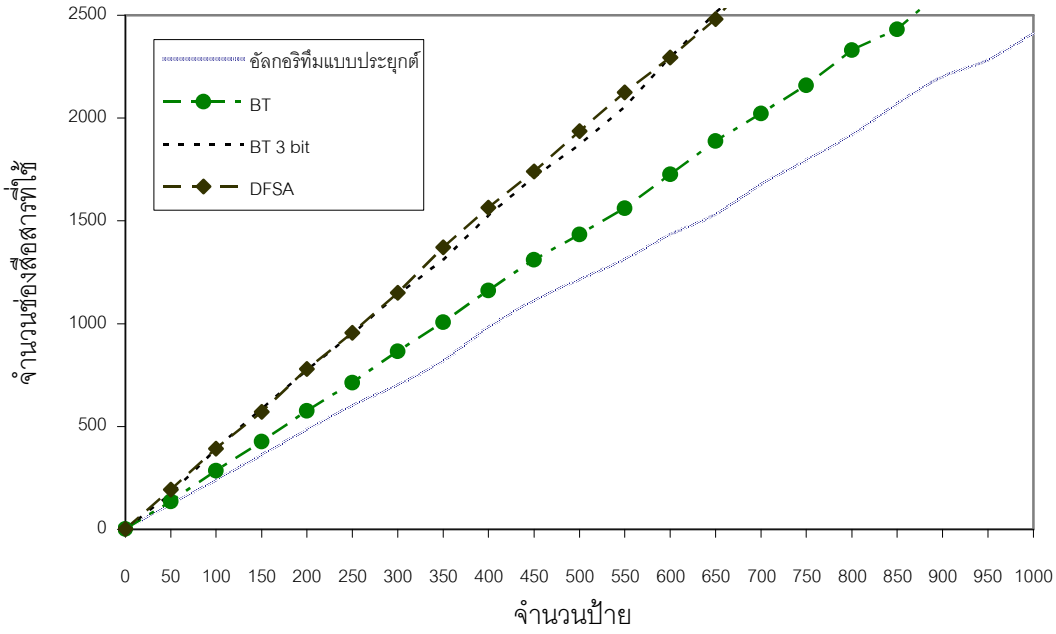
รูปที่ 4.5 ผลจำลองการทำงานของ BT, BT 3 bits, Smart BT และ Smart BT 3 bits (บริษัทผู้ผลิต 3 บริษัท)



รูปที่ 4.6 ผลจำลองจำนวนช่องสื่อสารที่ใช้งานเมื่อเลือกจำนวนกลุ่มและจำนวนป้ายที่แตกต่างกัน



รูปที่ 4.7 ผลจำลองร้อยละของความผิดพลาดในการประมาณจำนวนป้ายที่อยู่ในระยะการทำงาน เมื่อเลือกจำนวนกลุ่มและจำนวนป้ายที่แตกต่างกัน



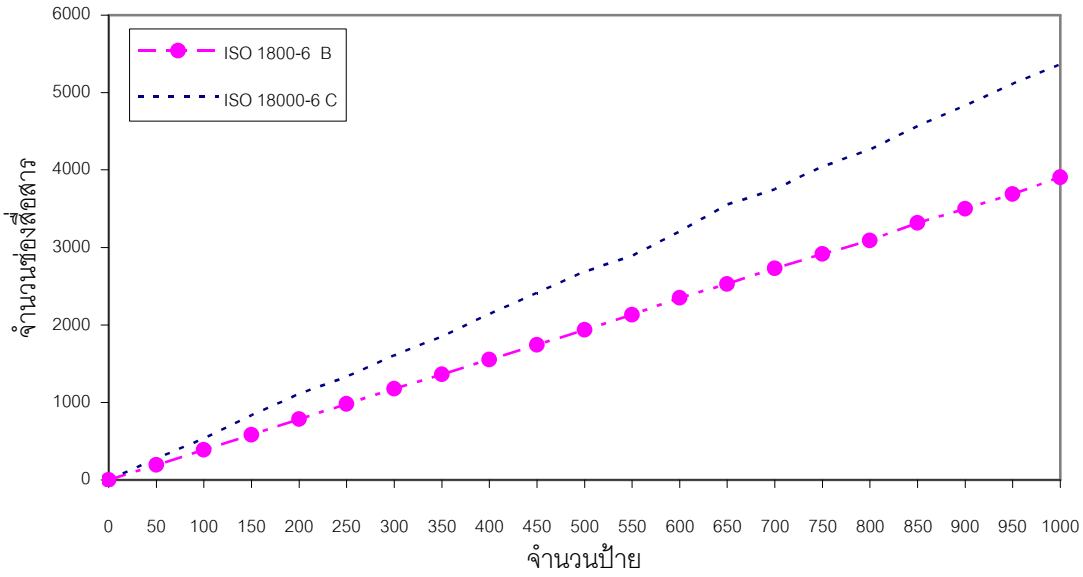
รูปที่ 4.8 ผลการเปรียบเทียบการทำงานของอัลกอริทึมแบบประยุกต์

4.1.1.5 ผลการเปรียบเทียบการทำงานของอัลกอริทึมแบบประยุกต์

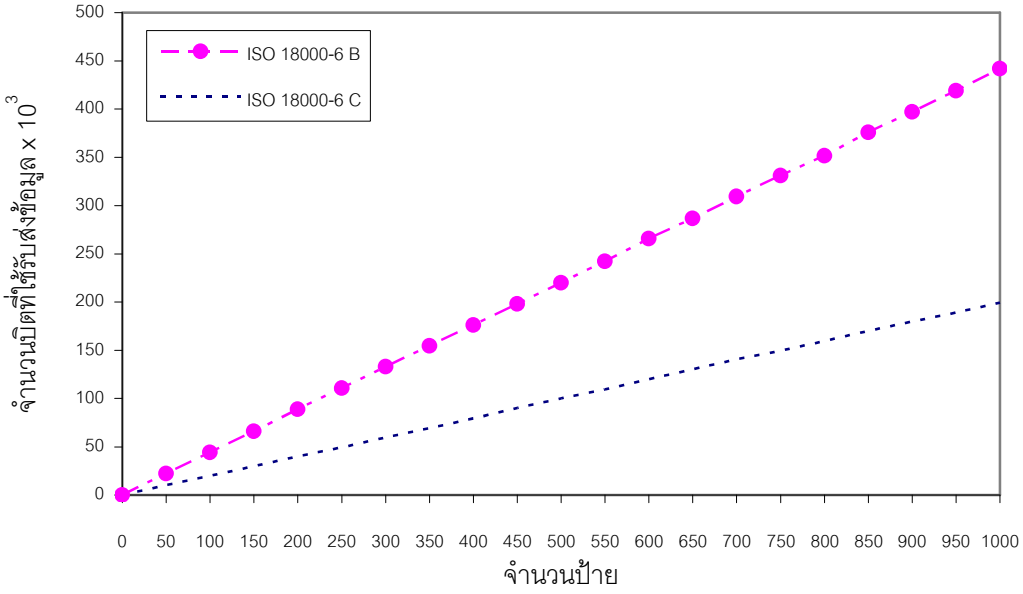
อัลกอริทึมแบบประยุกต์นั้นได้ทำการเลือกใช้ข้อดีของ BT และ DFSA มาใช้รวมกัน ซึ่งในการเลือกกลุ่มที่จะทำการแบ่งเพื่อใช้อัลกอริทึม BT ทำงานนั้นผู้วิจัยได้ทำการจำลองการทำงานของอัลกอริทึมเมื่อเลือกจำนวนกลุ่มและจำนวนป้ายที่แตกต่างกันดังรูปที่ 4.6

ในการประมาณค่าจำนวนป้ายในระยะการทำงานของเครื่องอ่านนั้นจะมีความผิดพลาดเกิดขึ้นเพื่อลดความผิดพลาดในการประมาณค่าจำนวนป้ายในระยะการทำงานของเครื่องอ่านผู้วิจัยได้ทำการจำลองร้อยละของความผิดพลาดเพื่อเลือกจำนวนกลุ่มที่จะนำมาประมาณค่าได้ถูกต้อง โดยถ้าเลือกจำนวนกลุ่มที่จะนำมาประมาณค่าจำนวนป้ายในระยะการทำงานของเครื่องอ่านมีค่ามากก็จะทำให้สิ้นเปลืองจำนวนช่องสื่อสารที่จะทำการบ่งชี้ตัวตน แต่ถ้าเลือกจำนวนกลุ่มที่มีค่าน้อยก็จะทำให้ร้อยละของความผิดพลาดในการประมาณค่าจำนวนป้ายที่อยู่ในระยะการทำงานของเครื่องอ่านมีค่าสูง ซึ่งอาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการเลือกกลุ่มที่ใช้บ่งชี้ตัวตนได้

เมื่อเลือกใช้กลุ่มที่ถูกต้องตามรูปที่ 4.6 แล้วผู้วิจัยได้ทำการจำลองการทำงานการทำงานของอัลกอริทึมแบบประยุกต์ดังรูปที่ 4.8 แสดงผลการจำลองการทำงานของอัลกอริทึมแบบประยุกต์เมื่อเทียบกับ BT, BT 3 bits และ DFSA จะเห็นได้ว่าอัลกอริทึมแบบประยุกต์มีประสิทธิภาพที่ดีกว่า



รูปที่ 4.9 ผลการเปรียบเทียบการทำงานของ ISO 18000-6 B และ ISO 18000-6 C โดยใช้จำนวนช่องสื่อสาร



รูปที่ 4.10 ผลการเปรียบเทียบการทำงานของ ISO 18000-6 B และ ISO 18000-6 C โดยใช้จำนวนบิตที่ใช้รับส่งข้อมูล

4.1.2 การจำลองการทำงานโดยนับจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการสื่อสาร

ในการจำลองการทำงานของแต่ละอัลกอริทึมโดยใช้การนับจำนวนคำสั่งในการทำงานนั้นยังไม่สามารถเปรียบเทียบการทำงานได้ดีเท่าที่ควรจึงจำเป็นจะต้องทำการตรวจนับบิต ที่ทำการรับและส่งระหว่างป้ายและเครื่องอ่าน เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ซึ่งในมาตรฐานที่ทำการวิจัยนั้นมีกระบวนการป้องกันการชนกันของข้อมูลอยู่ 2 ประเภทที่ใช้กันในปัจจุบันคือ Binary tree ที่ใช้ใน ISO 18000-6 B และ DFSA ที่ใช้ใน ISO 18000-6 C

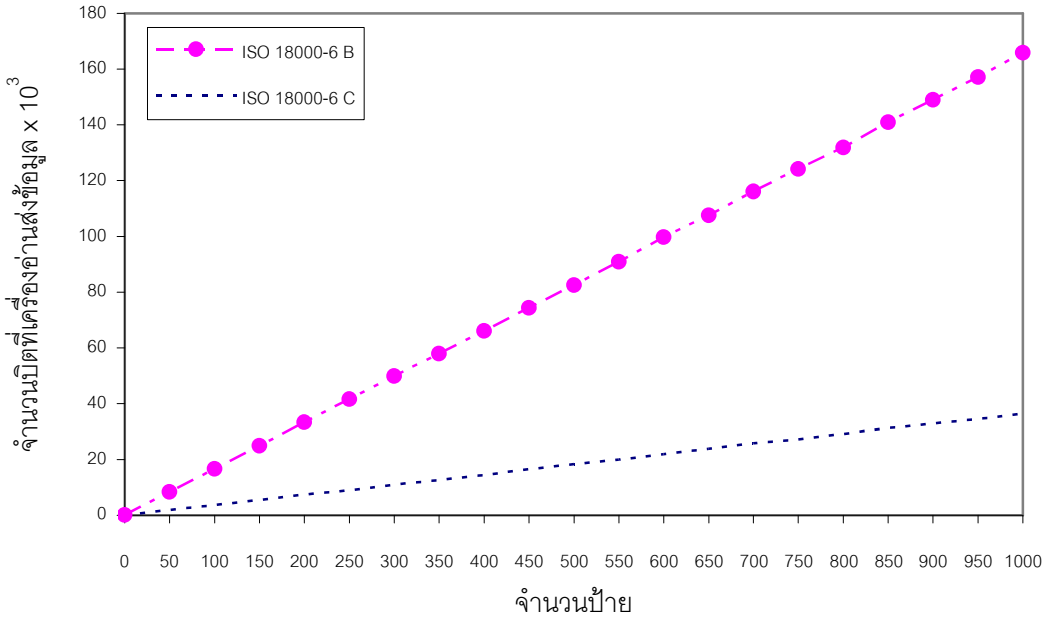
4.1.2.1 ผลการเปรียบเทียบจำนวนช่องสื่อสารที่ใช้ของ ISO 18000-6 B และ C

ผลการเปรียบเทียบจำนวนช่องสื่อสารที่ใช้ของ ISO 18000-6 B และ ISO 18000-6 C ตามรูปที่ 4.9 นั้นจะเห็นได้ว่า ผลการทำงานของกระบวนการป้องกันการชนกันของข้อมูลของ ISO 18000-6 B นั้นจะใช้ช่องสื่อสารน้อยกว่า ISO 18000-6 C เนื่องจากกระบวนการทำงานของ ISO 18000-6 C นั้นเป็นแบบ DFSA แต่กระบวนการทำงานของ ISO 18000-6 B นั้นมีพื้นฐานมาจาก BT

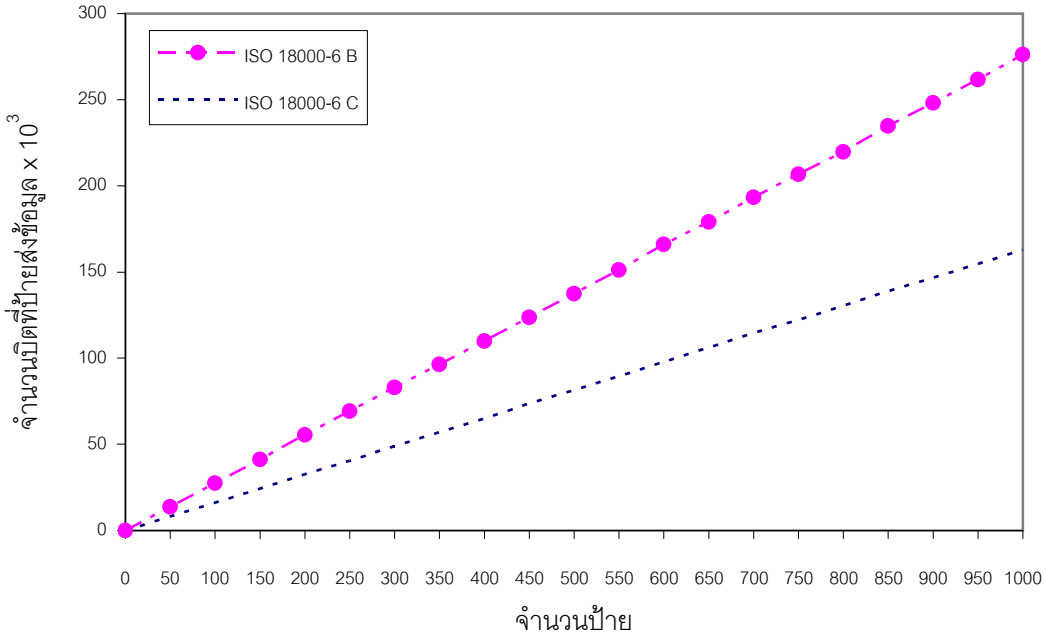
ทำให้กระบวนการทำงานของ ISO 18000-6 B มีประสิทธิภาพการทำงานที่ดีกว่ากระบวนการทำงานของ ISO 18000-6 ประเภท C

4.1.2.2 ผลการเปรียบเทียบจำนวนบิตที่ใช้รับส่งข้อมูลของ ISO 18000-6 B และ C

ผลการเปรียบเทียบจำนวนบิตที่ใช้รับส่งข้อมูลของ ISO 18000-6 B และ ISO 18000-6 C นั้นจะเห็นได้ว่า ผลการทำงานของกระบวนการป้องกันการชนกันของข้อมูลของ ISO 18000-6 C นั้นจะใช้บิตที่ใช้รับส่งข้อมูลน้อยกว่า ISO 18000-6 B เนื่องจากกระบวนการทำงานของ ISO 18000-6 B นั้นมีการออกแบบคำสั่งมีจำนวนบิตที่มากกว่า ISO 18000-6 C อีกทั้งข้อมูลในส่วนที่ตอบกลับของป้ายของ ISO 1800-6 B มีจำนวนบิตที่มากกว่า ISO 18000-6 C ดังแสดงในรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.11 ผลการเปรียบเทียบการทำงานของ ISO 18000-6 B และ ISO 18000-6 C โดยใช้จำนวนบิตที่เครื่องอ่านใช้ส่งข้อมูล



รูปที่ 4.12 ผลการเปรียบเทียบการทำงานของ ISO 18000-6 B และ ISO 18000-6 C โดยใช้จำนวนบิตที่ป้ายใช้ส่งข้อมูล

รูปที่ 4.11 และรูปที่ 4.12 นั้นแสดงจำนวนบิตข้อมูลที่ส่งออกจากเครื่องอ่านและป้ายในช่องสื่อสาร ซึ่งจำนวนบิตข้อมูลที่ส่งออกจากเครื่องอ่านและป้ายในมาตรฐาน ISO 18000-6 B นั้นมีจำนวนมากกว่ามาตรฐาน ISO 18000-6 C เนื่องจากจำนวนข้อมูลในชุดคำสั่งของเครื่องอ่านและชุดตอบสนองของป้ายในมาตรฐาน ISO 18000-6 B มีมากกว่า ISO 18000-6 C ดังนั้นถึงแม้มาตรฐาน ISO 18000-6 B ใช้จำนวนคำสั่งที่น้อยกว่า ISO 18000-6 C แต่ด้วยจำนวนข้อมูลที่มากกว่าจึงทำให้ต้องใช้จำนวนบิตในการรับส่งข้อมูลที่มากกว่า ISO 18000-6 C

จากผลการจำลองการทำงานของอัลกอริทึมป้องกันการชนกันของข้อมูลที่ใช้ใน ISO 18000-6 C และ B ที่ใช้การเปรียบเทียบโดยใช้ จำนวนช่องสื่อสาร, จำนวนบิตที่ใช้รับส่งข้อมูล, จำนวนบิตที่เครื่องอ่านใช้ส่งข้อมูล และ จำนวนบิตที่ป้ายใช้ส่งข้อมูล จะเห็นได้ว่าอัลกอริทึมป้องกันการชนกันของข้อมูลที่ใช้ใน ISO 18000-6 C นั้นมีความเร็วเนื่องจากใช้จำนวนบิตต่อคำสั่งที่น้อยกว่าอัลกอริทึมป้องกันการชนกันของข้อมูลที่ใช้ใน ISO 18000-6 B อีกทั้งยังสามารถเลือกเพิ่มความเร็วในการเข้ารหัสข้อมูลได้ทำให้อัลกอริทึมป้องกันการชนกันของข้อมูลมีความรวดเร็วมากยิ่งขึ้น [11] แต่เมื่อพิจารณาในแต่ละคำสั่งของอัลกอริทึมป้องกันการชนกันของข้อมูลที่ใช้ใน ISO 18000-6 C แล้วจะเห็นได้ว่าในส่วนที่เป็นการส่งตัวเลขสุ่มที่ใช้เป็นตัวแทนของป้ายในการ

ติดต่อสื่อสารจำนวน 16 บิต นั้นไม่มีบิตที่ใช้ส่วนตรวจสอบความผิดพลาดนั้นทำให้เกิดความผิดพลาดของข้อมูลได้ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ป้ายนั้นๆไม่ได้เข้าสู่การบวนการบ่งชี้ตัวตน ซึ่งแตกต่างกับอัลกอริทึมป้องกันการชนกันของข้อมูลที่ใช้ใน ISO 18000-6 B ในทุกข้อมูลที่ตอบสนองของป้ายและคำสั่งจากเครื่องอ่านจะมีส่วนตรวจสอบความผิดพลาดต่อท้ายข้อมูลทุกข้อมูล จึงทำให้อัลกอริทึมป้องกันการชนกันของข้อมูลที่ใช้ใน ISO 18000-6 B มีความถูกต้องของข้อมูลสูงทำให้ป้ายในระยะการทำงานสามารถเข้าสู่กระบวนการบ่งชี้ตัวตนได้ดียิ่งขึ้น

ในส่วนความซับซ้อนของอัลกอริทึมป้องกันการชนกันของข้อมูล ที่ใช้ในมาตรฐาน ISO 18000-6 B และ C นั้น จากการวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานจะเห็นได้ว่า อัลกอริทึมป้องกันการชนกันขอข้อมูลที่ใช้ในมาตรฐาน ISO 18000-6 C มีขั้นตอนการทำงานที่ซับซอนมากกว่าอัลกอริทึมป้องกันการชนกันขอข้อมูลที่ใช้ในมาตรฐาน ISO 18000-6 B เนื่องจากอัลกอริทึมป้องกันการชนกันของข้อมูลที่ใช้ในมาตรฐาน ISO 18000-6 C จะต้องใช้ตัวเลขสุ่ม 16 บิตเพื่อเป็นตัวแทนของป้ายในการบ่งชี้ตัวตน แต่อัลกอริทึมป้องกันการชนกันขอข้อมูลที่ใช้ในมาตรฐาน ISO 18000-6 B ใช้รหัสประจำตัวป้ายโดยตรงทำให้มีความซับซ้อนน้อยกว่า

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบข้อแตกต่างของอัลกอริทึมป้องกันการชนกันของข้อมูล

อัลกอริทึม	ความเร็ว	ความซับซ้อน	เครื่องกำเนิดตัวเลขแบบสุ่ม	หมายเหตุ
BT	กลาง	ต่ำที่สุด	-	-
BT 3 bits	ต่ำ	ต่ำ	-	-
Smart BT	สูงที่สุด	สูง	-	ต้องทราบรหัสประจำตัวป้ายบางส่วนล่วงหน้า
Smart BT 3 bits	สูง	สูง	-	
FSA	ต่ำที่สุด	ต่ำ	√	-
DFSA	ต่ำ	กลาง	√	-
อัลกอริทึมแบบประยุกต์	สูง	สูงที่สุด	√	ป้ายต้องมีหน่วยความจำที่ใช้จัดกลุ่ม

ดังตารางที่ 4.1 ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอัลกอริทึมป้องกันการชนกันของข้อมูลแต่ละอัลกอริทึม โดย อัลกอริทึม Smart BT, Smart BT 3 bits และ อัลกอริทึมแบบประยุกต์ นั้นมีความเร็วที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับอัลกอริทึมแบบอื่นๆ ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนว่าเมื่อทำการพัฒนาอัลกอริทึมให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อัลกอริทึมก็จะมีความซับซ้อนมากขึ้นด้วย

4.2 ผลการทดลองการนำอัลกอริทึมไปใช้งานกับเครื่องอ่าน

ในการทดลองการนำอัลกอริทึมไปใช้งานกับเครื่องอ่านนั้นจะนำอัลกอริทึมตามมาตรฐานไปเขียนลงไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อทำการควบคุมการทำงานของเครื่องอ่าน แต่เนื่องจากข้อจำกัดของตัวป้ายที่ไม่สามารถพัฒนาโปรแกรมหรือระบบใดๆลงไปในป้ายได้ ดังนั้นในการทดลองการนำอัลกอริทึมไปใช้งานกับเครื่องอ่าน จะนำเพียงอัลกอริทึมตามมาตรฐานและ อัลกอริทึมที่ปรับปรุงบางส่วนเพื่อให้ทำงานได้รวดเร็วขึ้นมาทำการทดลองการทำงานเท่านั้น ในส่วนการจัดวางป้ายที่จะทำการบ่งชี้ตัวตนนั้นจะจัดวางให้อยู่ในระยะอ่าน ตามระยะอ่านที่ได้ทำการทดสอบ ซึ่งแสดงไว้ในภาคผนวก ก.

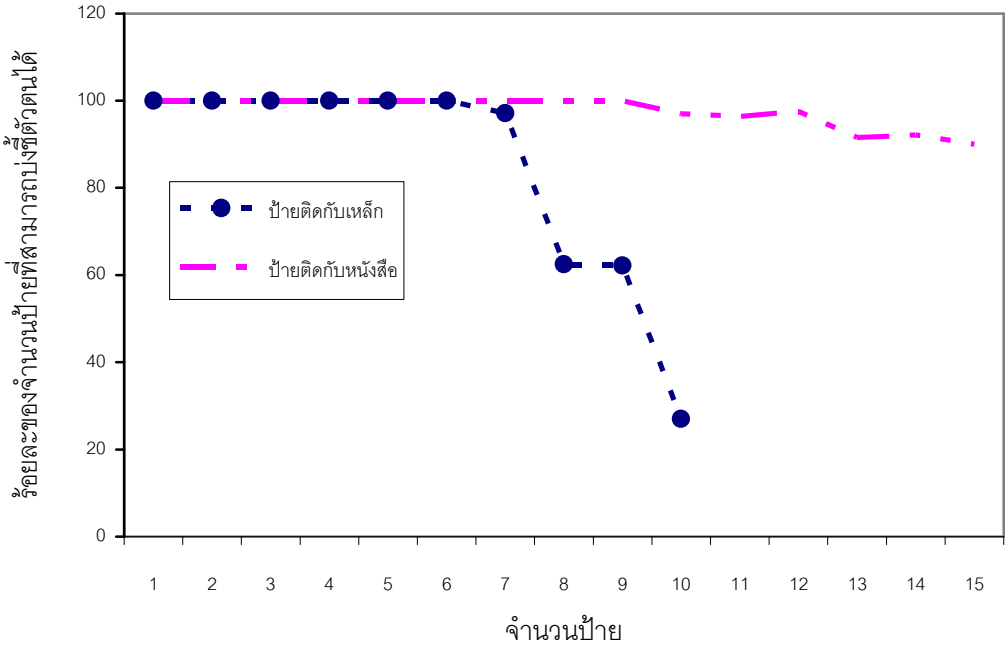
4.2.1 อัลกอริทึมที่ใช้ในมาตรฐาน ISO 18000-6 B

จากที่ผู้วิจัยได้ทำการเขียนโปรแกรมลงในไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อให้เครื่องอ่านสามารถทำงานอัลกอริทึมป้องกันการชนกันของข้อมูลได้ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบเครื่องอ่านที่ได้พัฒนาโดยได้ทำการเพิ่มป้ายที่อยู่ในระยะการทำงานของเครื่องอ่านจากนั้นจึงทำการระบุตัวตนของป้าย ดังรูปที่ 4.13 โดยในการทดสอบผู้วิจัยได้ทำการทดสอบเป็นจำนวน 10 ครั้งจากนั้นจึงหาค่าเฉลียของผลการทดลอง ในรูปที่ 4.13 และ 4.14 นั้นแสดงวิธีการติดป้ายอาร์เอฟไอดีมาตรฐาน ISO 18000 – 6 ประเภท B กับ หนังสือ และ วัสดุที่เป็นเหล็ก ส่วนรูปที่ 4.15 นั้นแสดงวิธีการจัดวางสายอากาศของเครื่องอ่านและป้ายโดยมีระยะห่างประมาณ 60 เซนติเมตรจากรูปที่ 4.16 ได้แสดงผลการทดสอบร้อยละของจำนวนป้ายที่สามารถบ่งชี้ตัวตนได้ด้วยอัลกอริทึมป้องกันการชนกันของข้อมูลจากผลที่ได้นั้นจะเห็นได้ว่าในช่วงจำนวนป้ายระหว่าง 1 ถึง 6 ป้ายนั้นเครื่องอ่านสามารถอ่านป้ายได้ครบร้อยละของจำนวนป้ายที่สามารถบ่งชี้ตัวตนได้นั้นเท่ากับ 100 แต่เมื่อเพิ่มจำนวนป้ายเพิ่มขึ้น ป้ายที่ติดกับวัสดุที่เป็นเหล็กนั้นมีความสามารถบ่งชี้ตัวตนได้น้อยลง แต่ป้ายที่นำไปติดกับหนังสือนั้นเครื่องอ่านยังสามารถระบุตัวตนได้ดี คือร้อยละของจำนวนป้ายที่สามารถบ่งชี้ตัวตนได้นั้นอยู่ในช่วงระหว่าง 90 ถึง 100

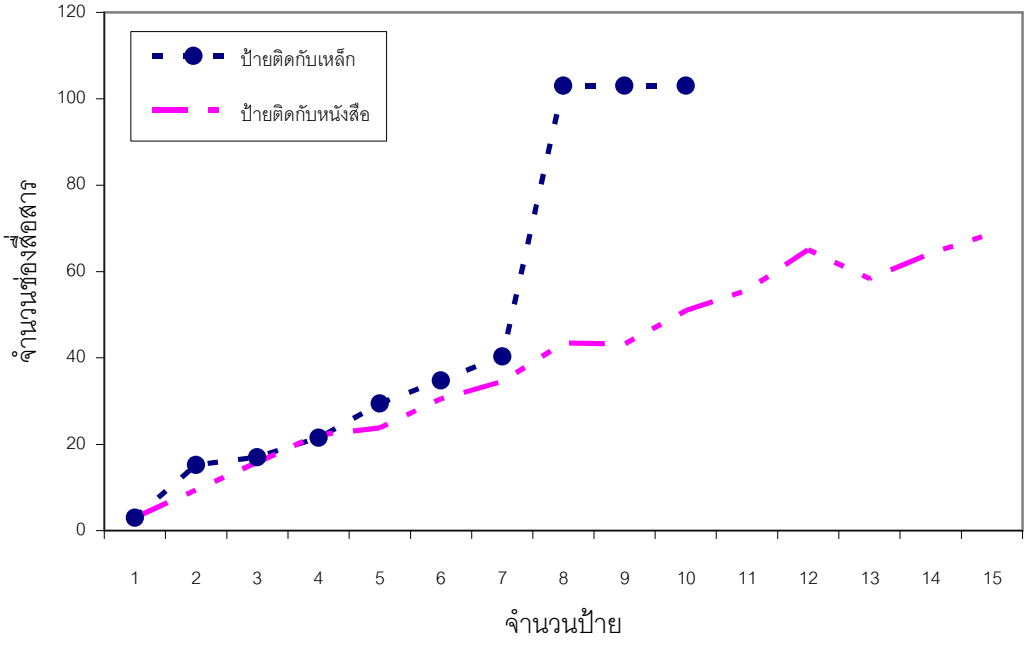
รูปที่ 4.13 วิธีการติดป้ายอาร์เอฟไอดีกับหนังสือ

รูปที่ 4.14 วิธีการติดป้ายอาร์เอฟไอดีกับวัสดุที่เป็นเหล็ก

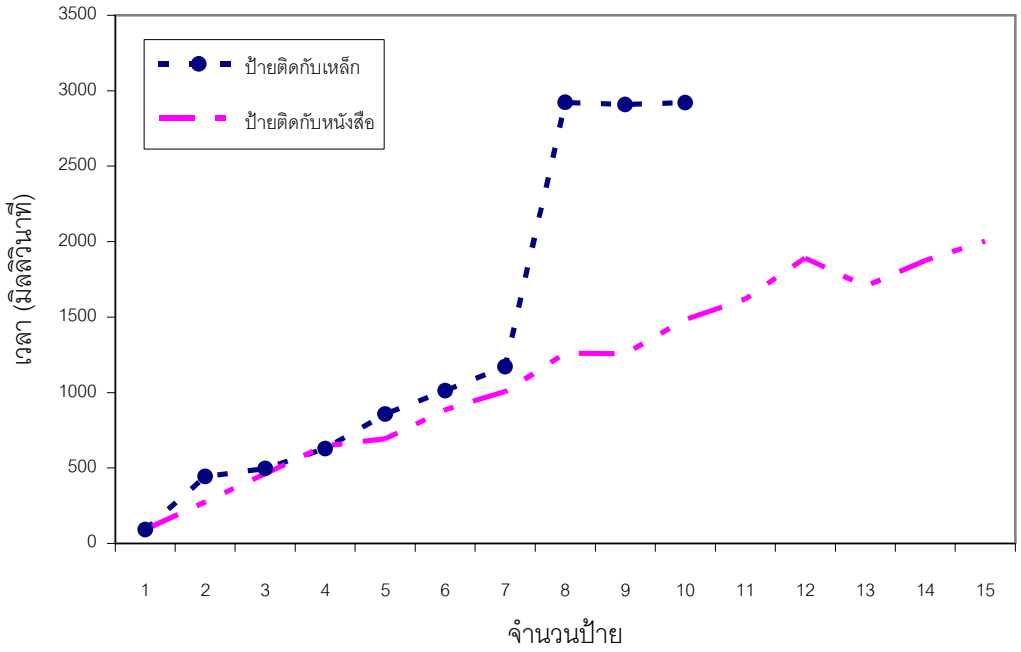
รูปที่ 4.15 วิธีการจัดวางสายอากาศของเครื่องอ่านและป้าย



รูปที่ 4.16 ผลการทดสอบร้อยละของจำนวนป้ายที่สามารถบ่งชี้ตัวตนได้ด้วยอัลกอริทึมป้องกันการชนกันของข้อมูล



รูปที่ 4.17 ผลการทดสอบจำนวนช่องสื่อสารที่ใช้ในการบ่งชี้ตัวตนด้วยอัลกอริทึมป้องกันการชนกันของข้อมูลที่ใช้ในมาตรฐาน ISO 18000-6 B



รูปที่ 4.18 ผลการทดสอบเวลาของเครื่องอ่านที่ใช้ในการบ่งชี้ตัวตนด้วยอัลกอริทึมป้องกันการชนกันของข้อมูลที่ใช้ในมาตรฐาน ISO 18000-6 B

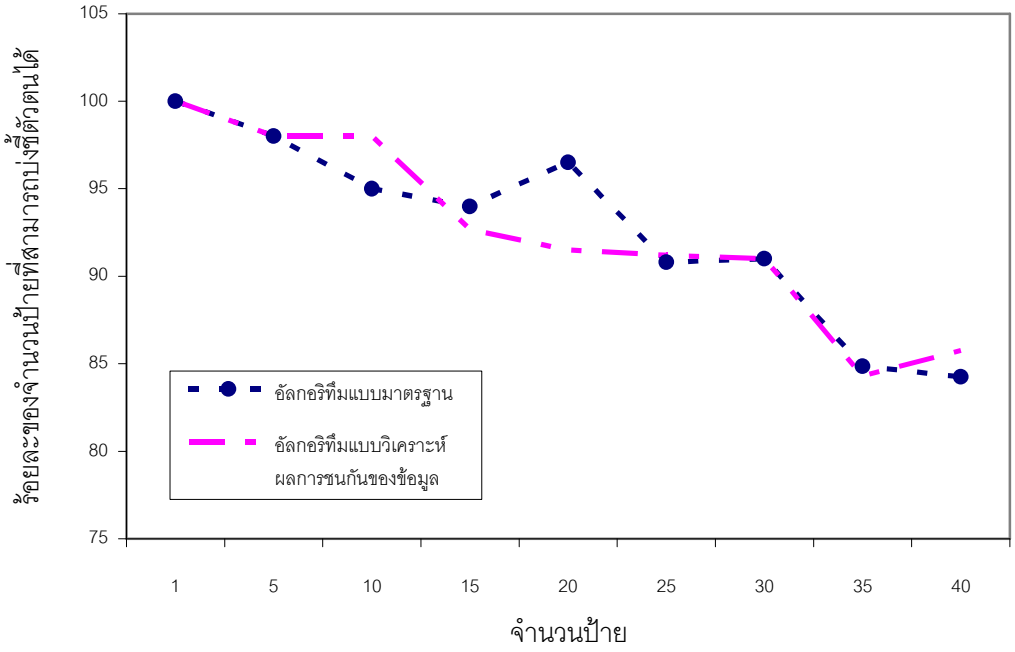
ในการทดสอบเวลาที่ใช้ในอัลกอริทึมนั้นจะทำการนับจำนวนของช่องสื่อสารที่ใช้ไปดังรูปที่ 4.17 โดยในอัลกอริทึมป้องกันการชนกันของข้อมูลตามมาตรฐาน ISO 18000-6 ประเภท B นั้น ผู้วิจัยได้ทำการถอดรหัสสัญญาณด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังนั้นจึงสามารถตรวจวัดเวลาที่ใช้ไปในแต่ละคำสั่งที่อยู่ในช่องสื่อสารและมาทำการคำนวนหาเวลาที่ใช้ในอัลกอริทึมได้ดังรูปที่ 4.18 ซึ่งจะเห็นได้ว่าระหว่างจำนวนป้ายที่อยู่ระหว่าง 1 ถึง 7 ป้ายนั้นใช้เวลาในการบ่งชี้ตัวตนของป้ายที่ติดกับวัสดุทั้งสองแบบเท่าๆกัน แต่เมื่อมีจำนวนป้ายเพิ่มขึ้นมากกว่า 7 ป้าย เวลาที่ใช้ในในการบ่งชี้ตัวตนของป้ายที่ติดกับวัสดุที่เป็นเหล็กนั้นเพิ่มมากขึ้นจนถึงจุดที่ผู้วิจัยกำหนดให้โปรแกรมหยุดการทำงานของโปรแกรมเมื่อเครื่องอ่านใช้ช่องสื่อสารมากกว่า 100 ช่องสัญญาณ แต่ป้ายที่นำไปติดกับวัสดุที่เป็นหนังสือนั้นถึงจะมีป้ายสูญหายไปในกระบวนการบ่งชี้ตัวตนไปบางส่วนแต่ร้อยละของจำนวนป้ายที่สามารถระบุตัวตนได้นั้นยังอยู่ในช่วงที่สูงคือ 90-100

4.2.2 อัลกอริทึมที่ใช้ในมาตรฐาน ISO 18000-6 C

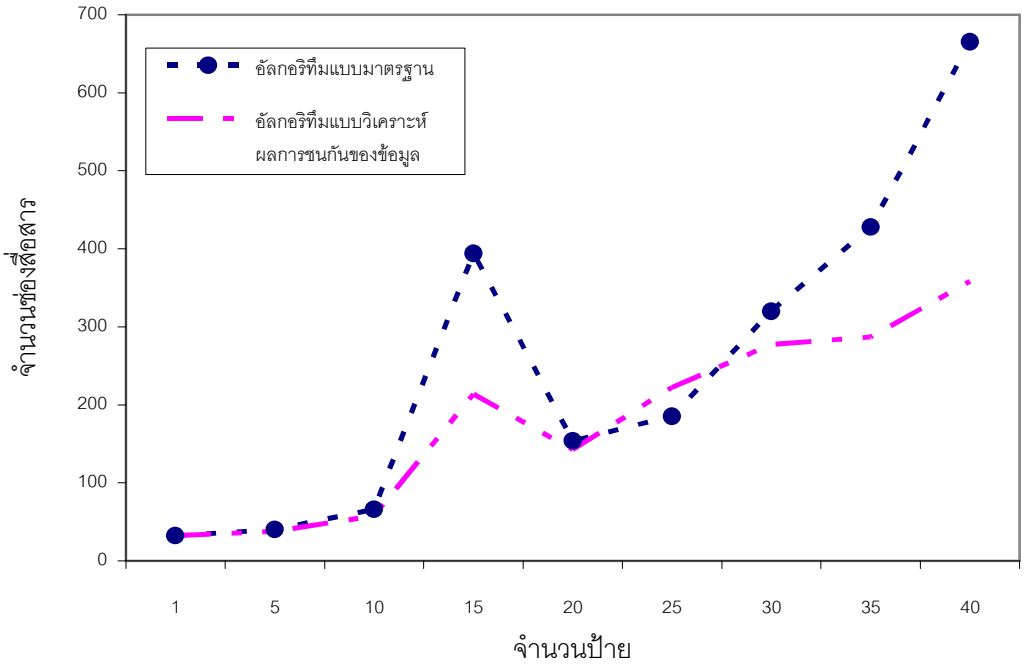
จากที่ผู้วิจัยได้ทำการเขียนโปรแกรมลงในไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อให้เครื่องอ่านสามารถทำงานอัลกอริทึมป้องกันการชนกันของข้อมูลได้ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบเครื่องอ่านที่ได้พัฒนาโดยได้ทำการเพิ่มป้ายที่อยู่ในระยะการทำงานของเครื่องอ่านจากนั้นจึงทำการระบุตัวตนของป้ายดังรูปที่ 4.19 และ 4.20 โดยในการทดสอบผู้วิจัยได้ทำการทดสอบเป็นจำนวน 10 ครั้งจากนั้นจึงหาค่าเฉลี่ยของผลการทดลองที่ได้

รูปที่ 4.19 การติดป้ายบนวัตถุที่ทำการบ่งชี้ตัวตน

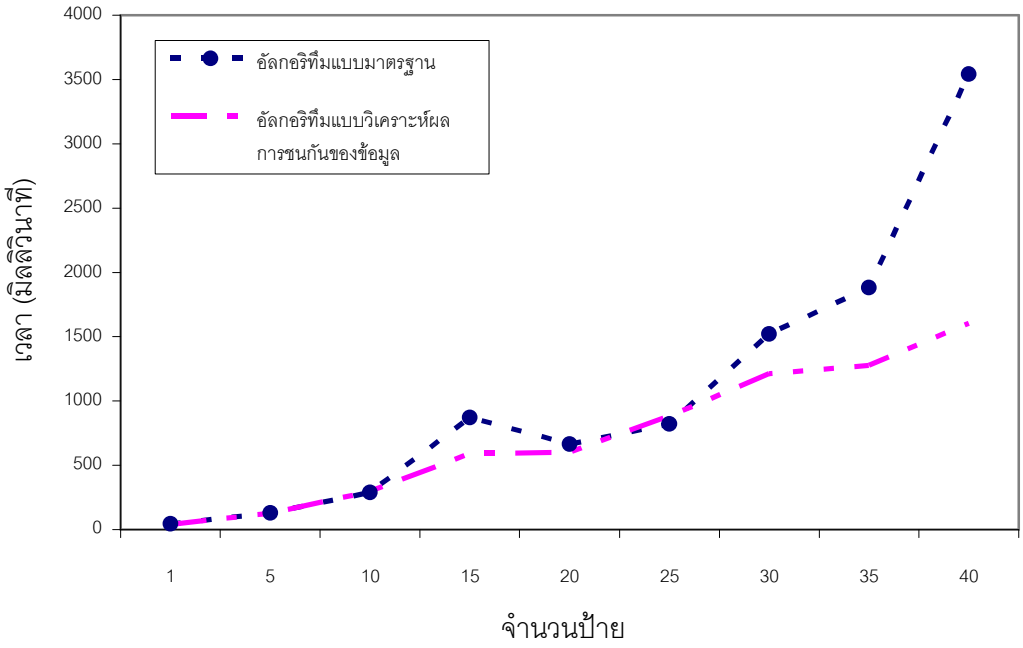
รูปที่ 4.20 การบ่งชี้ตัวตนวัตถุด้วยป้ายอาร์เอฟไอดี



รูปที่ 4.21 ผลการทดสอบร้อยละของจำนวนป้ายที่สามารถบ่งชี้ตัวตนได้ด้วยอัลกอริทึมป้องกันการชนกันของข้อมูล



รูปที่ 4.22 ผลการทดสอบจำนวนช่องสื่อสารที่ใช้ในการบ่งชี้ตัวตนด้วยอัลกอริทึมป้องกันการชนกันของข้อมูลที่ใช้ในมาตรฐาน ISO 18000-6 C



รูปที่ 4.23 ผลการทดสอบเวลาของเครื่องอ่านที่ใช้ในการบ่งชี้ตัวตนด้วยอัลกอริทึมป้องกันการชนกันของข้อมูลที่ใช้ในมาตรฐาน ISO 18000-6 C

ในรูปที่ 4.19 นั้นแสดงวิธีการติดป้ายอาร์เอฟไอดีมาตรฐาน ISO 18000 – 6 ประเภท C กับกล่องใส่ขนมซึ่งนำมาเป็นวัสดุที่ต้องการบ่งชี้ตัวตน แต่ในการทดสอบเบื่องต้นพบว่ามีการสะท้อนและรบกวนจาก ห่อฟรอยด์พลาสติกที่ใส่ขนมจึงจำเป็นจะต้องนำออกเหลือเพียงแต่กล่องเปล่า ส่วนรูปที่ 4.20 นั้นแสดงวิธีการจัดวางสายอากาศของเครื่องอ่านและป้ายโดยมีระยะห่างประมาณ 60 เซนติเมตร

จากรูปที่ 4.21 ได้แสดงผลการทดสอบร้อยละของจำนวนป้ายที่สามารถบ่งชี้ตัวตนได้ด้วยอัลกอริทึมป้องกันการชนกันของข้อมูลแบบมาตรฐาน และ อัลกอริทึมแบบวิเคราะห์ผลการชนกันของข้อมูล ดังที่กล่าวไปในบทที่ 3 ซึ่งอัลกอริทึมป้องกันการชนกันของข้อมูลแบบมาตรฐานจะทำงานตรงตามที่มาตรฐานระบุ ส่วนอัลกอริทึมแบบวิเคราะห์ผลการชนกันของข้อมูลจะทำการเปลี่ยนจำนวนช่องสื่อสารในกรอบเมื่อครบกรอบแล้วเท่านั้น จากผลการทดลองเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มจำนวนป้ายในระยะการทำงานของเครื่องอ่านจะทำให้ร้อยละของจำนวนป้ายที่สามารถระบุตัวตนได้นั้นลดลงเนื่องจากมีการชนกันของข้อมูลมากขึ้น โดยการชนกันของข้อมูลนั้นมีสาเหตุ หลายประการเช่น เกิดการสะท้อนและสัญญาณรบกวน ทำให้เครื่องอ่านนั้นไม่สามารถรับข้อมูลที่ถูกต้องได้

ในการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของอัลกอริทึมที่ใช้นั้นจะทำการนับจำนวนช่องสื่อสารดังภาพที่ 4.22 และจับเวลาการทำงานทั้งหมดของอัลกอริทึมจนสามารถระบุตัวตนได้ทั้งหมดโดยใช้ออสซิลโลสโคปในการจับเวลาที่ใช้ในอัลกอริทึมได้ดังรูปที่ 4.23 ซึ่งจะเห็นได้ว่าอัลกอริทึมมาตรฐาน นั้นจะใช้เวลาในการทำงานมากกว่าอัลกอริทึมแบบวิเคราะห์ผลการชนกันของข้อมูลในช่วงที่มีป้ายเพิ่มขึ้นมากกว่า 25 ป้าย ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์จำนวนคำสั่งที่ใช้และจำนวนการชนกันของข้อมูลในช่องสัญญาณพบว่าการที่อัลกอริทึมมาตรฐาน นั้นใช้เวลามากกว่าอัลกอริทึมแบบวิเคราะห์ผลการชนกันของข้อมูล เนื่องจากอัลกอริทึมมาตรฐาน มีการปรับเปลี่ยนจำนวนช่องสัญญาณในกรอบก่อนที่จะสิ้นสุดการทำงานของกรอบนั้น มีการปรับที่เร็วกว่าความเป็นจริงเนื่องจากการที่ช่องสัญญาญมีสัญญาณตอบแต่ไม่สามารถถอดรหัสได้นั้นไม่สามารถระบุได้ว่าเกิดจากป้ายมากกว่า 1 ป้ายตอบกลับมา หรือ เกิดจากการสะท้อน และ สัญญาณรบกวนจากสิ่งแวดล้อมทำให้อัลกอริทึมทำงานผิดพลาด ปรับเปลี่ยนกรอบของข้อมูลเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้สิ้นเปลืองช่องสัญญาณที่ใช้ไปจนใช้เวลามากกว่า อัลกอริทึมแบบวิเคราะห์ผลการชนกันของข้อมูลที่รอจนจบกรอบการทำงานก่อนจึงจะตัดสินใจปรับเปลี่ยนจำนวนช่องสัญญาณในกรอบ