บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลสรุป อภิปรายผล ข้อจำกัด ข้อเสนอแนะ และแนวทางการพัฒนาต่อ

5.1 ผลสรุป

ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการป้องกันโรคคนทำงานออฟฟิศ จึงได้ตั้งเป้าหมายที่จะพัฒนาระบบสำหรับติดตามโรคคนทำงานออฟฟิศ โดยอาศัยอุปกรณ์ที่จัดหาได้ง่าย สามารถนำไปใช้ได้จริงภายใต้งบประมาณที่เหมาะสม

จากการค้นคว้าและศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยเชื่อว่ากล้อง Kinect เป็นเครื่องมือหนึ่งที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำมาใช้ ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบโดยอาศัยกล้อง Kinect จำนวนหนึ่งตัว เป็นอุปกรณ์สำหรับรับข้อมูลโครงร่างมนุษย์ ระบบที่นำเสนอสามารถตรวจจับการนั่งนิ่งโดยอาศัยวิธีการจำแนกทางเหมืองข้อมูล และสามารถตรวจจับท่าทางโดยอาศัยทฤษฎีบทคณิตศาสตร์ในการอ่านองศาร่างกาย อันได้แก่ ระบบพิกัดรูปทรงกลม และเรขาคณิต ท่าทางของผู้ใช้สามารถถูกตรวจจับโดยอาศัยโมเดลค่าคงที่ ทั้งนี้ ค่าคงที่ได้ถูกกำหนดโดยอ้างอิงจากการศึกษาในด้านการยศาสตร์ เช่น RULA และ REBA

ระบบได้พัฒนาจนแล้วเสร็จ และวัตถุประสงค์ของงานวิจัยได้บรรลุผลตามเป้าหมาย ผลลัพธ์ได้แสดงให้เห็นว่าทฤษฎีต่างๆ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้จริง และกล้อง Kinect ได้ถูกพิสูจน์ว่าเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการตรวจจับและติดตามท่าทางของมนุษย์

ในด้านการตรวจจับการนั่งนิ่ง ซึ่งอาศัยวิธีการจำแนกทางเหมืองข้อมูล ผู้วิจัยได้ทดลองสร้างโมเดลแบบต่างๆขึ้น เพื่อหาโมเดลที่ได้ผลลัพธ์ที่น่าพึงพอใจที่สุด โดยโมเดลดังกล่าวอาศัยการติดตามจุดบนร่างกายสามจุด คือ จุดหัวและข้อศอกทั้งสองข้าง เพื่อวิเคราะห์ว่าผู้ใช้กำลังอยู่นิ่ง หรือมีการเคลื่อนไหว การประเมินผลทำด้วยวิธี 10-fold Cross Validation บนข้อมูลที่เก็บจากอาสาสมัครจำนวน 28 ซึ่งได้ระดับความแม่นยำในการตรวจจับที่ 98.04%

ในด้านการตรวจจับท่าทาง ซึ่งอาศัยการคำนวณองศาร่างกาย และโมเดลค่าคงที่ การประเมินผลทำขึ้นโดยทดสอบระบบกับอาสาสมัครจำนวน 10 คน การตรวจจับการลุกขึ้นยืนและการลุกออกไปพัก มีความแม่นยำที่ 100% การตรวจจับการก้มหน้าแม่นยำที่ 94.5% ส่วนการตรวจจับการบิดตัว พบว่าการ

บิดตัวเข้าหากล้อง และการบิดตัวไปด้านตรงข้ามมีความแม่นยำต่างกัน ซึ่งได้ความแม่นยำที่ 94.19% และ 83.40% ตามลำดับ

ในด้านการประเมินการใช้งานและระดับการยอมรับ จากการทดสอบระบบตัวอย่างกับอาสาสมัครจำนวน 10 คน โดยใช้แบบสอบถามและการให้คะแนน (คะแนนเต็ม 10) พบว่าอาสาสมัครเห็นว่าระบบมีประโยชน์ (คะแนนเฉลี่ย 9.40) ใช้งานง่าย (คะแนนเฉลี่ย 9.20) และรู้สึกพึงพอใจกับระบบ (คะแนนเฉลี่ย 9.30) โดยอาสาสมัครเห็นว่าระบบมีความเป็นมิตร และสามารถช่วยติดตามดูแลสุขภาพได้โดยไม่รบกวนการทำงาน

ผู้วิจัยยังได้พัฒนาส่วนเชื่อมต่อต่างๆ เพื่อให้ผลตอบกลับจากระบบแก่ผู้ใช้ เช่น การให้ผลตอบกลับแบบเรียลไทม์ผ่านทางแอพพลิเคชั่น และผ่านทางอุปกรณ์แจ้งเตือน ที่พัฒนาขึ้นจากไมโครคอนโทรลเลอร์ รวมถึงการออกแบบและพัฒนาเทคนิคการสร้างมโนภาพหลากหลายรูปแบบเพื่อการออกรายงานสุขภาพ

5.2 แนวทางการวิจัยในอนาคต

ประเด็นทั่วไป ที่สามารถนำมาวิจัย ต่อยอด และเพิ่มประสิทธิภาพของระบบได้ มีดังต่อไปนี้

- สืบเนื่องจากสิทธิพลของท่าทางเริ่มต้น (บทที่ 4.4.2) ระบบสมควรให้คำแนะนำในการจัดท่าทางที่เหมาะสมแก่ผู้ใช้ หรือตรวจสอบได้ว่าท่าทางเริ่มต้นของผู้ใช้ เป็นท่าทางที่เหมาะสมหรือไม่
- โดยธรรมชาติ กล้อง Kinect จะได้รับผลกระทบจากเสื้อผ้าการแต่งกายของผู้ใช้ รวมถึงสภาพแวดล้อมในสถานที่ตรวจจับ (ตามบทที่ 2.2.4 ข้อ ค.) ผู้วิจัยแนะนำว่า การใช้ Machine Learning ช่วยกรองสัญญาณรบกวน น่าจะสามารถแก้ไขปัญหานี้ได้
- นำเทคโนโลยีฐานข้อมูลมาใช้เพื่อจัดเก็บข้อมูลสุขภาพ ซึ่งจะช่วยให้ข้อมูลถูกจัดเก็บอย่างเป็นระเบียบ สามารถค้นหา และดูย้อนหลังได้ง่าย และอาจทำคลังข้อมูล สำหรับงานวิเคราะห์ข้อมูล เช่น นำข้อมูลโครงร่างไปวิเคราะห์หารูปแบบพฤติกรรมที่ทำให้เกิดโรคต่างๆ เป็นต้น
- ระบบน่าจะพัฒนาให้ตรวจจับท่าทางต่างๆ ได้หลากหลายขึ้น รวมถึงน่าจะตรวจจับใบหน้าและอารมณ์ของผู้ใช้ได้ ซึ่งแนวทางการพัฒนาหนึ่ง ที่เป็นไปได้ คือ นำกล้อง Kinect 2.0 มาใช้
- ระบบควรช่วยเหลือผู้ใช้ในการผ่อนคลายความเครียด เช่น ในระหว่างเวลาพัก ระบบน่าจะช่วยเปิดเพลงที่ช่วยในการผ่อนคลาย หรือแสดงภาพธรรมชาติบนมอนิเตอร์
- ระบบควรให้คำแนะนำแก่ผู้ใช้ได้ว่า ควรมีการยืดเส้นยืดสาย ออกกำลังกาย โดยปฏิบัติอย่างไร

5.2.1 การขยายขีดจำกัดในการตรวจจับ

ระบบในปัจจุบัน อาศัยกล้อง Kinect เพียงตัวเดียว จึงมีความโดดเด่นเรื่องค่าใช้จ่าย แต่จะมีข้อจำกัดด้านทัศนิสัย โดยเฉพาะเวลาที่ผู้ใช้หันข้าง ทำให้กล้องมองเห็นซีกหนึ่งของร่างกายได้ไม่ชัดเจน ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่า หากมีการใช้กล้องจำนวน 2 ตัว น่าจะแก้ไขปัญหานี้ได้เป็นอย่างดี

ระบบใช้การตรวจจับแบบ Seated Mode ซึ่งมีข้อโดดเด่นในการลดสัญญาณรบกวนและตรวจจับร่างกายส่วนบนได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม จุดร่างกาย เช่น ลำตัว (Torso) ซึ่งตรวจจับได้บน Default Mode เป็นจุดหนึ่งที่จะมีประโยชน์มากหากสามารถนำมาใช้ได้ เพราะสามารถเฝ้าระวังสุขภาพหลังของผู้ใช้ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากช่วงล่างของร่างกายของผู้ใช้มีแนวโน้มที่จะถูกบดบังด้วยโต๊ะหรือเก้าอี้อยู่แล้ว การใช้ Kinect ตัวเดียว ด้วย Default Mode จึงจะได้ประโยชน์ที่ไม่คุ้มผลเสีย แนวทางหนึ่งหนึ่งที่เหมาะสม คือ ใช้กล้องจำนวน 2 ตัว โดยที่ตัวหนึ่งมุ่งตรวจจับร่างกายส่วนบนด้วย Seated Mode และใช้อีกตัวหนึ่งตรวจจับจุดอื่นๆ ด้วย Default Mode

ระบบในปัจจุบันไม่สามารถตรวจจับการพักในลักษณะอยู่นิ่ง เช่น การนั่งหลับตา นอนพิงเก้าอี้ หรือการออกกำลังกายในลักษณะการยืดเส้น โดยท่าทางที่กล่าวมาเหล่านี้จะถูกเข้าใจโดยระบบว่าเป็นการนั่งนิ่ง สำหรับการแก้ไขปัญหานี้ สามารถทำได้โดยพัฒนาให้ระบบสามารถตรวจจับสายตา ว่าผู้ใช้กำลังมองมอนิเตอร์อยู่หรือไม่ เป็นต้น

5.2.2 การลดต้นทุนของระบบ และการเปลี่ยนไปใช้เทคโนโลยีอื่นๆ

อาจกล่าวได้ว่า แนวทางการพัฒนาต่อ สามารถแบ่งได้เป็น 2 แนวทางหลักๆ

1. แนวทางแรก คือ พัฒนาต่อโดยใช้กล้อง Kinect จำนวนที่มากขึ้น ซึ่งจะช่วยให้ตรวจจับได้สมบูรณ์มาขึ้น และขจัดปัญหาด้านทัศนวิสัย ทั้งนี้ การพัฒนาต่อด้วยวิธีนี้ ต้นทุนของระบบจะสูงขึ้นเกือบเท่าตัว เนื่องจากต้นทุนส่วนใหญ่คือราคากล้อง Kinect

2. แนวทางที่สอง คือ พัฒนาระบบที่ต้นทุนค่าใช้จ่ายต่ำลง เพื่อให้เหมาะสมแก่การนำไปใช้จริงยิ่งขึ้น โดยผู้วิจัยแนะนำว่า อาจแทนที่กล้อง Kinect ด้วยอุปกรณ์อื่น เช่น กล้อง Webcam หรืออาจใช้วิธีติดตั้งเซ็นเซอร์รับภาพเข้ากับเครื่องแจ้งเตือน และเขียนโปรแกรมทั้งหมดลงในบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งจะทำให้ระบบทั้งหมดเหลือเป็นอุปกรณ์ตัวเดียว ที่มีราคาถูก ขนาดเล็ก พกพาได้ และสามารถทำงานได้แบบ Stand Alone โดยไม่ต้องอาศัยการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์อีกต่อไป

5.2.3 การประเมิน “การติดตั้งระบบที่แนะนำ”

การติดตั้งระบบที่แนะนำ (บทที่ 3.1.2) ได้มาจากทดลองด้วยการสังเกต โดยมีหลักเหตุผลดังนี้

1. กล้อง Kinect ทำงานได้ดีที่สุดเมื่อผู้ใช้อยู่ด้านหน้าตรงกับกล้อง ซึ่งเป็นวิธีการติดตั้งแบบดั้งเดิมที่แนะนำโดย Microsoft [163] ส่วนระยะห่างที่เหมาะสม คือ ระยะไกลกว่า 2 เมตร โดยเฉพาะที่ราวๆ 3 เมตรครึ่ง [36]
2. ผู้วิจัยพบว่าการติดตั้งในข้อ 1 ไม่เหมาะสมในทางปฏิบัติ เนื่องจากโต๊ะคอมพิวเตอร์จำนวนมากจะถูกติดตั้งไว้ชิดกับผนังกำแพง หรืออยู่ในสภาพที่ไม่สามารถวางกล้องให้ห่างจากผู้ใช้จากด้านหน้าได้เกินกว่า 2 เมตร อีกทั้งการตั้งกล้องให้ตรงด้านหน้าผู้ใช้พอดีนั้นเป็นไปได้ยาก เนื่องจากหน้าจอมอนิเตอร์จะบดบังทัศนวิสัยของกล้อง
3. หากวิเคราะห์ตามมาตรฐานการออกแบบโต๊ะคอมพิวเตอร์ [171] สัดส่วนมาตรฐานของโต๊ะคอมพิวเตอร์ อยู่ที่ 152 × 76 × 76 เซนติเมตร (กว้าง × ยาว × สูง) ซึ่งหากรวมระยะห่างระหว่างคนกับโต๊ะทำงาน กล้องจะสามารถอยู่ห่างจากผู้ใช้ได้ราว 1 – 2 เมตร ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม
4. ระยะห่างที่เหมาะสมไม่สามารถระบุได้ชัดเจน หากยึดตามคำแนะนำการติดตั้งดังข้อ 1 กล้องก็ควรอยู่ห่างผู้ใช้เท่าที่เป็นไปได้ แต่ในทางกลับกัน ยิ่งกล้องอยู่ห่างเท่าใด การติดตั้งก็ยิ่งเป็นไปได้ยาก เนื่องจากพื้นที่ที่ต้องการมากขึ้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงลงความเห็นว่า ระยะที่เหมาะสมที่สุด คือ ระยะน้อยที่สุดที่สามารถติดตั้งกล้องแล้วมองเห็นโครงร่างช่วงบนของมนุษย์ได้ชัดเจนเพียงพอ
5. จากการทดลองตามหลักการในข้อ 4 ผู้วิจัยไม่สามารถหาจุดที่ตายตัวได้ เหตุผลที่สำคัญข้อหนึ่งคือเรื่องขนาดตัวของผู้ใช้ สำหรับผู้ใช้ที่ขนาดร่างกายเล็ก การติดตั้งกล้องสามารถทำได้ด้วยระยะห่างจากผู้ใช้เพียง 1 เมตร ในขณะที่ผู้ใช้ที่ร่างกายมีขนาดใหญ่ กล้องอาจจะต้องตั้งห่างเกือบ 2 เมตร เพื่อให้เห็นร่างกายช่วงบนได้
6. สำหรับทิศทางการติดตั้ง ผู้วิจัยแนะนำที่ 45° องศา จากทางซ้าย หรือขวา ขึ้นอยู่กับความสะดวก โดยเชื่อว่าองศาดังกล่าว ผู้ใช้สามารถฟังเข้าใจและนำไปปฏิบัติได้ง่าย เมื่อเปรียบเทียบกับองศาอื่นๆ เช่น 30° 40° 50°
7. สำหรับความสูงของกล้องจากพื้นโต๊ะ และองศาการก้มเงยของกล้อง จะแปรผันตามความสูงของผู้ใช้ ระยะห่างระหว่างผู้ใช้กับกล้อง รวมถึงสภาพแวดล้อมการทำงาน

ดังนั้นแล้ว ผู้วิจัยไม่ได้กำหนดการติดตั้งที่เหมาะสมอย่างชัดเจน แต่กำหนดค่าต่างๆเป็นช่วงอย่างคร่าวๆ ซึ่งสามารถนำไปปรับใช้ได้ ดังตารางที่ 3.1 อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยมีความเห็นว่า สมควรมีประเมิน “การติดตั้ง” ในเชิงปริมาณมากขึ้นในอนาคต โดยเสนอแนวทางดังนี้

1. ในการประเมิน ให้กำหนดปัจจัยสำคัญ 2 อย่าง คือ ความแม่นยำ (Effective) และการนำไปใช้ (Usability) โดยมุ่งเน้นการลดข้อผิดพลาดในการตรวจจับในน้อยที่สุด แต่ขณะเดียวกันก็ต้องคำนึงถึงการติดตั้งที่เป็นไปได้ เหมาะสมกับสถานที่ทำงานส่วนใหญ่
2. การทดสอบความแม่นยำ ให้ดูจำนวนข้อผิดพลาดการตรวจจับที่เกิดขึ้นในการตรวจจับท่าทางต่างๆ หรืออาจวัดสัญญาณรบกวน คือ ความสั่นไหวของโครงร่างในขณะที่ผู้ใช้อยู่นิ่ง
3. การประเมินการนำไปใช้ ให้ทดสอบระบบภายใต้สภาพแวดล้อมต่างๆ และเมินว่าสภาพแวดล้อมส่วนใหญ่ มีพื้นที่สำหรับการตั้งกล้อง Kinect เท่าไหร่ และผู้ใช้ส่วนมากพึงพอใจกับการตั้งกล้อง Kinect ไว้ด้านใด และสามารถเรียนรู้การติดตั้งกล้องได้ดีขนาดไหน
4. อาศัยวิธีการทางสถิติเพื่อประเมินและเปรียบการติดตั้งในเชิงปริมาณ
5. หากเป็นไปได้ การติดตั้งในแบบต่างๆ สมควรประเมินบนการตรวจจับเดียวกัน (ติดตั้งกล้อง Kinect หลายกล้อง และเก็บข้อมูลพร้อมกัน)

ตารางที่ 5.1 แสดงตัวอย่างของข้อมูลที่สมมุติขึ้น ซึ่งจากตัวอย่าง ผู้ทดลองอาจพบว่า การติดตั้งระบบในแบบ A ได้ความแม่นยำที่ดีที่สุด (ติดตั้งให้กล้องอยู่ในทิศ 60 องศา ระยะห่างจากผู้ใช้ 2 เมตร สูง 60 เซนติเมตรจากโต๊ะ และกล้องก้มลง 60 องศา) แต่การติดตั้งแบบดังกล่าวไม่สะดวกในทางปฏิบัติ ซึ่งเห็นได้ว่าการติดตั้งแบบดังกล่าวสามารถรองรับได้ในสถานที่ทำงานประมาณ 5 ใน 10 แห่ง และความพอใจของผู้ใช้อยู่ที่ 42.12% ในทางกลับกัน การตั้งกล้องในแบบ C มีความแม่นยำต่ำที่สุด แต่สามารถรองรับที่ทำงานเกือบทุกแห่ง และเป็นการติดตั้งที่ผู้ใช้รู้สึกพอใจที่สุด

ตารางที่ 5.1 ความแม่นยำและการนำไปใช้ ของการติดตั้งระบบแบบต่างๆ

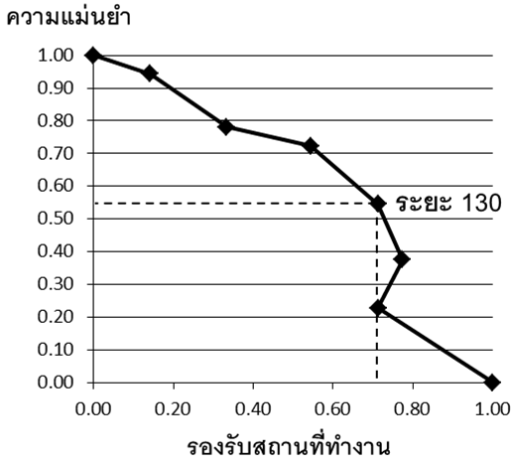
การติดตั้ง	ทิศ	ระยะ	สูง	องศากล้อง	ความแม่นยำ	รองรับสถานที่ทำงาน	ความพอใจของผู้ใช้
A	60	200	60	-7	94.94%	52.15%	42.12%
B	50	150	40	-10	91.73%	69.15%	64.31%
C	45	100	40	-10	80.76%	97.41%	80.22%
D	45	120	50	-15	85.48%	87.46%	76.45%

จากผลลัพธ์ที่ได้ อาจนำมาเปรียบเทียบหากจุดที่เหมาะสมที่สุดสำหรับค่าต่างๆ เช่น การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระยะ ความแม่นยำ และการรองรับสถานที่ทำงาน (รูปที่ 5.1 ด้านซ้าย) เมื่อทำการ Normalization ข้อมูลแล้ว (รูปที่ 5.1 ด้านขวา) จะสามารถหาระยะที่น่าพอใจที่สุด (Optimal Range) โดยอาศัยวิธีการต่างๆ เช่น Production–Possibility Frontier [172] ดังรูปที่ 5.2 เป็นต้น

ระยะ	ความแม่นยำ	รองรับสถานที่ทำงาน
200	94.94%	52.15%
175	90.87%	62.48%
150	91.73%	69.15%
140	90.86%	76.84%
130	88.46%	84.88%
120	85.48%	87.46%
110	82.77%	94.87%
100	80.76%	97.41%

ระยะ	ความแม่นยำ	รองรับสถานที่ทำงาน
200	1.00	0.00
175	0.71	0.23
150	0.77	0.38
140	0.71	0.55
130	0.54	0.72
120	0.33	0.78
110	0.14	0.94
100	0.00	1.00

รูปที่ 5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะ กับความแม่นยำ และการรองรับสถานที่ทำงาน



รูปที่ 5.2 Production–Possibility Frontier
โดยใช้ข้อมูลระยะ ความแม่นยำ และการรองรับสถานที่ทำงาน

- **Production–Possibility Frontier**: เป็นวิธีที่นิยมใช้เพื่อหาผลผลิตที่ได้ ภายใต้การแลกเปลี่ยนผลประโยชน์สองสิ่ง (Tradeoffs) ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้กันแพร่หลายในงานเศรษฐศาสตร์ และงานวิเคราะห์ธุรกิจ โดยจุดที่ได้ผลผลิตที่น่าพอใจที่สุด (Optimal Productivity) คือ จุดที่ได้พื้นที่สี่เหลี่ยมใต้กราฟมากที่สุด

5.2.4 แนวทางการประเมินผลการสร้างมโนภาพ

สืบเนื่องจากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในบทที่ 4.5.2 ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนวทางการประเมินผลการสร้างมโนภาพดังนี้

ก. การประเมินด้วยรายงานสรุปแนวโน้ม

เป็นการประเมินที่อาศัยรายงานในบทที่ 3.4.4 ข้อ จ. โดยให้แบ่งผู้ใช้อาสาสมัครเป็นสองกลุ่ม และใช้ระบบติดตามสุขภาพและเก็บข้อมูลในแต่ละวัน สำหรับผู้ใช้กลุ่มแรก จะได้ดูรายงานสุขภาพของตนเอง ในขณะที่กลุ่มที่สองจะไม่ได้ดูรายงานใดๆ จากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป ให้

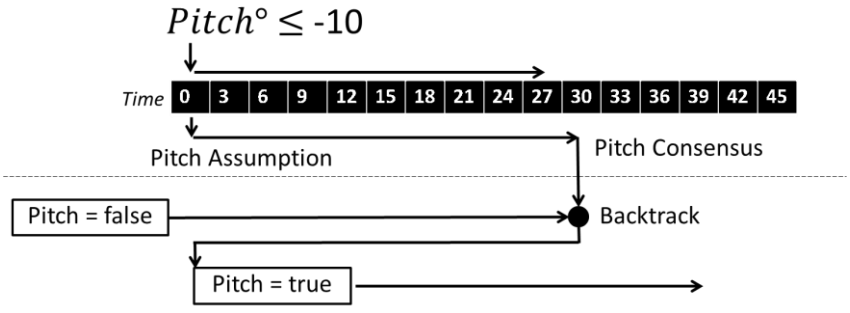
วิเคราะห์ความแตกต่างในแนวโน้มพฤติกรรมของแต่ละกลุ่ม โดยหากมโนภาพมีผลกระทบด้านบวกต่อผู้ใช้อย่างมีนัยยะสำคัญ รายงานสรุปแนวโน้มจะต้องแสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยความเสี่ยงทางสุขภาพในแต่ละวัน มีแนวโน้มลดลงในผู้ใช้กลุ่มแรก มากกว่ากลุ่มที่สอง

ข. การประเมินด้วยการติดตามอาการ

เป็นการประเมินที่คล้ายกับแบบแรก แต่ประเมินโดยให้ผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์อาการทางสุขภาพแทนการอ้างอิงรายงานสรุปแนวโน้ม โดยอาสาสมัครแต่ละคนจะมีอาการของโรคต่างๆในตอนที่เริ่มใช้ระบบ และเมื่อเวลาผ่านไป จะเป็นการติดตามว่าอาการของผู้ใช้ดีขึ้นหรือไม่ โดยอาจให้แพทย์กำหนดน้ำหนักของอาการที่เปลี่ยนไปเป็นตัวเลขเพื่อใช้ในการประเมิน อย่างไรก็ตาม แนวทางที่สองนี้ สามารถปฏิบัติได้ยาก ด้วยเหตุผลที่ว่า อาการของผู้ใช้แต่ละคนย่อมแตกต่างกัน และผู้ใช้ย่อมมีความมุ่งมั่นที่จะรักษาสุขภาพต่างกัน ดังนั้น หากมีการทดสอบ จะต้องใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ และวางหลักเกณฑ์ในการประเมินทางปริมาณให้ชัดเจน

5.4.5 การกำจัด Buffer Time ในการกรองสัญญาณรบกวน

ในปัจจุบัน การกรองสัญญาณรบกวน (บทที่ 3.3.4) มี Buffer Time 1 วินาที ซึ่งการกำจัด Buffer Time สามารถทำได้ โดยใช้วิธีการเขียนข้อมูลแบบย้อนกลับ (Backtrack) โดยกำหนดว่า เมื่อระบบยืนยันการเปลี่ยนแปลงสถานะ ให้ทำการแก้ไขข้อมูลสถานะย้อนกลับไป 30 เฟรมก่อนหน้า ดังภาพที่ 5.3 ซึ่งจะทำให้ Buffer Time หมดไป



รูปที่ 5.3 การกรองสัญญาณรบกวนแบบเขียนข้อมูลแบบย้อนกลับ