

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

ในการออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับการประมาณค่าสเตตและพารามิเตอร์โดยใช้ขั้นตอนวิธีตัวกรองกาลมาน จำเป็นต้องศึกษาและทำความเข้าใจในขั้นตอนการทำงานของตัวกรองกาลมานอย่างละเอียด รวมไปถึงวิธีการในการเขียนโปรแกรมด้วย เพื่อให้ทำงานออกแบบและพัฒนาโปรแกรมมีโครงสร้างที่เป็นระเบียบ สะดวกต่อการทดสอบและหาจุดบกพร่องหรือข้อผิดพลาดของโปรแกรมได้ง่าย

โปรแกรม KSTAPEN เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการประมาณค่าสเตตและพารามิเตอร์ด้วยขั้นตอนวิธีตัวกรองกาลมานโดยทำงานบนโปรแกรมวินโดว ซึ่งสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในเนื้อหาวิชาเกี่ยวกับ Advanced Process Control ได้ ช่วยให้นิสิต-นักศึกษามีความสนใจและกระตือรือร้นอยากที่จะเรียนรู้และศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมมากขึ้น โปรแกรมนี้เป็นโปรแกรมตัวอย่างที่พัฒนาขึ้นมาใหม่และมีรูปแบบการใช้งานง่ายโดยผู้ใช้งานสามารถศึกษาวิธีการใช้โปรแกรมได้ด้วยตนเองและใช้ระยะเวลาในการเรียนรู้ในระยะเวลาสั้น ๆ ซึ่งจะแตกต่างออกไปจากโปรแกรมอื่น ๆ ที่มีตัวกรองกาลมาน โดยผู้ที่ใช้โปรแกรมนี้ไม่จำเป็นต้องเขียนโปรแกรมเพิ่มเติมเข้าไปภายใน ซึ่งจะช่วยให้ผู้ที่ใช้โปรแกรมนี้ที่มีหรือไม่มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมสามารถใช้งานได้

นอกจากนี้ ผู้ใช้ยังสามารถเลือกกระบวนการทางเคมีที่ตนสนใจ, กรณีที่ต้องการศึกษาของแต่ละกระบวนการ รวมไปถึงชนิดของตัวควบคุมที่ต้องการ ซึ่งประกอบด้วยตัวควบคุมแบบพีไอดี และตัวควบคุมเจนเนริกโมเดล โดยผู้ใช้งานสามารถทำการปรับค่าคงที่ของตัวควบคุมที่เลือกไว้ได้หรืออาจจะใช้ข้อมูลที่กำหนดไว้ก็ได้ โปรแกรมนี้จะแสดงสมการของสเตต, สมการเอาต์พุต, สมการของเมทริกซ์ A, B, C และ D, ตัวแปรสเตต, ตัวแปรปรับ, ตัวแปรวัดและค่าของตัวแปรต่าง ๆ เหล่านี้ อีกทั้งผู้ใช้งานยังสามารถเลือกค่าเมทริกซ์ P, Q และ R ซึ่งจะมีผลต่อการประมาณสเตตและพารามิเตอร์โดยตรง และช่วยให้ผู้ใช้งานเข้าใจถึงผลกระทบของการเลือกค่าเมทริกซ์เหล่านี้ เวลาที่ใช้ในการคำนวณนั้น ผู้ใช้สามารถกำหนดได้ว่าจะให้เริ่มต้นที่เวลาใดและให้คำนวณไปจนถึงสิ้นสุดที่เวลาใด รวมไปถึงความถี่ในการสุ่มของตัวแปรวัดเข้าสู่ตัวควบคุมชนิดที่เลือกไว้ได้

6.2 วิจารณ์ผลการวิจัย

ผลการประมาณค่าด้วยขั้นตอนวิธีตัวกรองกาลมานกับกระบวนการต่าง ๆ ทั้ง 3 กระบวนการ พบว่า ตัวกรองกาลมานให้ผลการประมาณค่าของสเตตและพารามิเตอร์เป็นที่น่าพอใจ ดังจะเห็นได้จากการทดสอบกับกระบวนการต่าง ๆ กระบวนการแรกคือระบบดังพักของของเหลวโปรแกรม kSTAPEN ให้ผลการประมาณค่าของสัมประสิทธิ์วาล์วได้ใกล้เคียงกับค่าจริงและเป็นที่น่าพอใจ ถึงแม้ว่าระบบดังพักของของเหลวจะมีความผิดพลาดหรือแบบจำลองผิดพลาดก็ตาม รวมทั้งในกรณีที่มีสัญญาณรบกวนในการวัดระดับของของเหลว ผลตอบสนองการควบคุมที่ได้มาจากตัวควบคุมเจเนริกโมเดลยังคงสามารถควบคุมกระบวนการนี้ได้ และสามารถปฏิบัติงานได้ ถึงแม้ว่าจะอยู่ในกรณีใด ๆ ก็ตาม ดังที่ได้แสดงไว้ในบทก่อน

จากการทดสอบโปรแกรมกับกระบวนการเครื่องปฏิกรณ์แบบกะ ผลของการประมาณค่าความร้อนที่คายออกมาด้วยตัวกรองกาลมานให้ผลการประมาณค่าใกล้เคียงกับค่าความร้อนที่คายออกมาจริงในกรณีปกติ และให้ผลเป็นที่น่าพอใจเมื่อมีความผิดพลาดเกิดขึ้นหรือเมื่อมีสัญญาณรบกวนในการวัดอุณหภูมิก็ตาม โดยที่ตัวกรองกาลมานจะใช้ช่วงระยะเวลาหนึ่งในการเรียนรู้ แล้วหลังจากนั้นค่าประมาณของความร้อนที่คายออกมาจะมีค่าใกล้เคียงและมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับค่าความร้อนที่คายออกมาจริง และตัวควบคุมเจเนริกโมเดลยังคงสามารถทำการควบคุมอุณหภูมิได้ตามที่กำหนดไว้

ผลการทดสอบสุดท้ายเป็นการทดสอบโปรแกรมกับกระบวนการเครื่องปฏิกรณ์ดังกวนแบบต่อเนื่อง ซึ่งค่าประมาณของความเข้มข้นของสารตั้งต้นมีค่าใกล้เคียงกับความเข้มข้นของสารตั้งต้นจริง ถึงแม้ว่ากระบวนการจะมีความผิดพลาดหรือมีสัญญาณรบกวนในการวัดหรือแบบจำลองระบบผิดพลาดก็ตาม ขณะที่ค่าประมาณของสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนในรูปไร้มิติจะมีค่าเข้าสู่ค่าคงที่ค่าใดค่าหนึ่งในแต่ละช่วงเวลา อันเป็นผลสืบเนื่องมาจากมีการรบกวนอุณหภูมิในสายป้อน โดยค่าประมาณที่ได้ของสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนในรูปไร้มิติจะมีรูปร่างคล้ายกันไม่ว่าจะเป็นในกรณีที่กระบวนการผิดพลาดหรือแบบจำลองกระบวนการผิดพลาดหรือมีสัญญาณรบกวนในการวัดก็ตาม แต่ตัวควบคุมเจเนริกโมเดลยังคงสามารถทำการควบคุมระบบได้และมีความทนทานสูงขึ้น

ผลจากการทดสอบกับกระบวนการต่าง ๆ ทั้ง 3 กระบวนการ โปรแกรม kSTAPEN สามารถประมาณค่าของตัวแปรวัดได้ถูกต้องและสามารถประมาณค่าของตัวแปรสเตตและพารามิเตอร์ได้ใกล้เคียงกับค่าจริง โดยค่าสัญญาณวัดกับค่าประมาณของสัญญาณวัดนั้นจะมีค่าเท่ากัน

แต่ค่าประมาณของสแตตที่วัดไม่ได้หรือพารามิเตอร์จะมีความผิดพลาดอยู่บ้าง แต่ผลการประมาณค่าที่ได้มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับค่าจริง

6.3 ข้อเสนอแนะ

โปรแกรม kSTAPEN เป็นโปรแกรมการประมาณค่าสแตตและพารามิเตอร์ด้วยขั้นตอนวิธีตัวกรองคาลมาน และสามารถใส่ประกอบการเรียนการสอนได้ ดังนั้นผู้ใช้โปรแกรมควรมีความรู้พื้นฐานทางด้านวิศวกรรมและการควบคุมบ้าง ซึ่งจะช่วยให้การนำไปใช้งานง่ายขึ้น แต่เนื่องจากโปรแกรมนี้เป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาใหม่และได้ผ่านการทดสอบกับกระบวนการต่าง ๆ ซึ่งให้ผลการทดสอบเป็นที่น่าพอใจ แต่อาจจะมีรูปแบบไม่สวยงามมากนัก

สำหรับงานพัฒนาโปรแกรมนี้ต่อไป ควรให้มีตัวเลือกของระบบให้ผู้ใช้สามารถเลือกเพิ่มมากขึ้น หรือให้ผู้ใช้สามารถทำการปรับเปลี่ยนแก้ไขข้อมูลต่าง ๆ ได้มากขึ้น รวมไปถึงการพัฒนา รูปแบบของโปรแกรมที่จะพัฒนาให้มีรูปลักษณะที่สวยงามและมีกราฟฟิคต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะช่วยให้โปรแกรมที่น่าสนใจ และผู้ใช้โปรแกรมเกิดความสนใจและอยากเรียนรู้เพิ่มมากขึ้นอันจะก่อให้เกิดประโยชน์เพิ่มมากขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย