บทที่ 7

สรุปผลการทดลอง

บทนี้กล่าวถึงการสรุปผลที่ได้จากการจำลองการควบคุมแบบโมเดลพรีดิกทีฟร่วมกับคาลมานฟิลเตอร์ ในการควบคุมอุณหภูมิและความเข้มข้นของเครื่องปฏิกรณ์เคมีถังกวนแบบต่อเนื่องที่มีปฏิกิริยาคายความร้อนอันดับหนึ่งแบบผันกลับได้และแบบผันกลับไม่ได้โดยเปรียบเทียบสมรรถนะและความทนทานกับการควบคุมแบบพีไอดี จากการทดลองในบทที่ 5 และ 6 นอกจากนี้ยังกล่าวถึงข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการควบคุมแบบโมเดลพรีดิกทีฟในการควบคุมกระบวนการในอุตสาหกรรมต่อไป

7.1 สรุปผลงานวิจัย

เครื่องปฏิกรณ์เคมีถังกวนแบบต่อเนื่องเป็นเครื่องปฏิกรณ์เคมีที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรม และมีปัญหาการดำเนินการควบคุมที่น่าสนใจโดยเฉพาะเครื่องปฏิกรณ์ที่มีปฏิกิริยาคายความร้อน เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในเครื่องปฏิกรณ์ที่มีปฏิกิริยาคายความร้อนนั้นส่วนใหญ่มีลักษณะที่ไม่เป็นเชิงเส้นสูงซึ่งการควบคุมอุณหภูมิเป็นสิ่งสำคัญ ถ้าไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ ค่าความร้อนที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นและจะทำให้กระบวนการเกิดความไม่เสถียรได้ นอกจากนี้การควบคุมความเข้มข้นของสารภายในเครื่องปฏิกรณ์ส่วนใหญ่นั้นทำได้ยาก เนื่องจากไม่สามารถวัดความเข้มข้นได้โดยตรง ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้เลือกทำการควบคุมอุณหภูมิและความเข้มข้นของเครื่องปฏิกรณ์เคมีถังกวนแบบต่อเนื่องที่มีปฏิกิริยาคายความร้อน 2 กระบวนการ คือกระบวนการแรกเป็นเครื่องปฏิกรณ์เคมีถังกวนแบบต่อเนื่องที่มีปฏิกิริยาคายความร้อนแบบผันกลับได้ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีความไม่เป็นเชิงเส้นสูง ดังพิจารณาได้จากการตอบสนองของกระบวนการแบบวัฏจักรเปิด เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรรบกวนระบบคืออุณหภูมิขาเข้าเพียงเล็กน้อยจะส่งผลให้การตอบสนองของอุณหภูมิและความเข้มข้นเปลี่ยนแปลงไปโดยจะ

เข้าสู่สภาวะคงตัวค่าใหม่ที่เพิ่มขึ้น และกระบวนการที่ 2 เป็นเครื่องปฏิกรณ์เคมีถังกวนแบบต่อเนื่องที่มีปฏิกิริยาคายความร้อนแบบผันกลับไม่ได้ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีลักษณะที่ไม่เป็นเชิงเส้นสูงและมีพฤติกรรมที่ซับซ้อนของลูพเปิด ดังพิจารณาได้จากการตอบสนองของกระบวนการเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรรบกวนระบบคืออุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นเพิ่มขึ้นทำให้ระบบแสดงพฤติกรรมที่ซับซ้อนของกระบวนการใน 3 กรณีคือ กรณีที่ 1 ระบบแสดงพฤติกรรมที่มีความว่องไวต่อการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์อย่างมาก, กรณีที่ 2 ระบบแสดงพฤติกรรมที่มีหลายสภาวะคงตัวและมีสภาวะคงตัวที่ไม่มีเสถียรภาพ และกรณีที่ 3 ระบบแสดงพฤติกรรมที่มีการแกว่งเนื่องจากความไม่เป็นเชิงเส้นอย่างมากนอกจากนี้กระบวนการทั้งสองยังมีข้อจำกัดของตัวแปรปรับกระบวนการคืออุณหภูมิขาเข้าสำหรับกระบวนการแรก และอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นสำหรับกระบวนการที่ 2 ซึ่งสามารถปรับได้ภายใต้เงื่อนไขที่เหมาะสมเท่านั้น และกระบวนการทั้งสองนี้มีลักษณะเป็นกระบวนการที่มีตัวแปรอินพุทเอาท์พุทตัวแปรเดียว (SISO) คือมีตัวแปรปรับเพียงตัวเดียวซึ่งสามารถควบคุมตัวแปรควบคุมได้เพียงตัวเดียวดังนั้นในการออกแบบการควบคุม จึงได้แบ่งการควบคุมออกเป็น 2 ตอนคือ ตอนที่ 1 เป็นการควบคุมอุณหภูมิ และตอนที่ 2 เป็นการควบคุมความเข้มข้นโดยการปรับค่าตัวแปรปรับตัวเดียวกัน เมื่อพิจารณาจากพฤติกรรมและข้อจำกัดในการควบคุมดังกล่าวแสดงให้เห็นว่ากระบวนการทั้งสองนี้เป็นตัวแทนที่ดีของกระบวนการที่ครอบคลุมถึงปัญหาในการควบคุมส่วนใหญ่ที่พบในการควบคุมกระบวนการในอุตสาหกรรมคือการที่กระบวนการมีความไม่เป็นเชิงเส้นสูงและมีขอบเขตจำกัดในการดำเนินการควบคุมซึ่งต้องการการออกแบบการควบคุมที่สามารถให้สมรรถนะและความทนทานที่ดี

จากการศึกษาค้นคว้าที่ผ่านมาพบว่าการควบคุมแบบโมเดลพรีดิกทีฟเป็นการควบคุมที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถควบคุมกระบวนการที่มีความไม่เป็นเชิงเส้นและมีขอบเขตจำกัดได้ดี ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้เลือกใช้การควบคุมแบบโมเดลพรีดิกทีฟในการควบคุมกระบวนการที่มีปัญหาในการควบคุมดังกล่าวข้างต้น ซึ่งการควบคุมแบบโมเดลพรีดิกทีฟที่ประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นการเขียนโปรแกรมการควบคุมบนโปรแกรมแม็ทแลบซึ่งมีประสิทธิภาพสูงในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ แบบจำลองของเครื่องควบคุมที่ใช้อยู่ในรูปแบบของสมการสเตตสเปซซึ่งสามารถทำการคำนวณและปรับปรุงสมรรถนะของการควบคุมได้ง่าย โดยสามารถคำนวณผลการควบคุมที่ต้องการโดยการออฟติไมซ์ด้วยออฟเจ็กทีฟฟังก์ชั่นซึ่งทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนในการทำนายน้อยที่สุดภายใต้ขอบเขตจำกัดของตัวแปรปรับกระบวนการซึ่งสามารถรวมเข้าไว้ในอัลกอริธึมของการควบคุมโดยตรง ซึ่งอัลกอริธึมนี้จะทำการคำนวณค่าตัวแปรปรับที่เหมาะสมภายใต้ขอบเขตจำกัดใน

การดำเนินการได้โดยอัตโนมัติ นอกจากนี้ได้มีการทำการประมาณระบบที่ไม่เป็นเชิงเส้นให้เป็นเชิงเส้นโดยปรับเปลี่ยนจากการประมาณรอบจุดสภาวะคงตัวเป็นการประมาณค่าที่ทุกสเต็บเวลา เพื่อช่วยให้สามารถประมาณระบบที่ไม่เป็นเชิงเส้นให้เป็นเชิงเส้นได้ถูกต้องมากขึ้นซึ่งจะทำให้สามารถควบคุมกระบวนการที่ไม่เป็นเชิงเส้นได้ดียิ่งขึ้น และถึงแม้ว่ากระบวนการที่ทำการควบคุมทั้งสองกระบวนการนี้จะมีลักษณะเป็นกระบวนการที่มีตัวแปรอินพุทเอาท์พุทตัวแปรเดียว (SISO) แต่โปรแกรมการควบคุมแบบโมเดลพรีดิกทีฟที่ใช้ในงานวิจัยนี้สามารถประยุกต์ใช้ในการควบคุมกระบวนการที่มีตัวแปรอินพุทเอาท์พุทหลายตัวแปรได้ (MIMO) โดยข้อมูลของตัวแปรอินพุทและเอาท์พุทต่าง ๆ สามารถรวมเข้าไว้ในอัลกอริธึมสำหรับการควบคุมเพื่อคำนวณค่าตัวแปรปรับที่เหมาะสมพร้อมกันทีเดียวซึ่งให้ผลการควบคุมที่ดีกว่าเครื่องควบคุมที่ใช้การคำนวณแบบหลายลูป

จากการที่การควบคุมแบบโมเดลพรีดิกทีฟเป็นการควบคุมโดยอาศัยแบบจำลอง ในการนำไปประยุกต์ใช้จริงในกระบวนการอุตสาหกรรม อาจมีความผิดพลาดของแบบจำลองของกระบวนการที่ใช้ในเครื่องควบคุมหรือแบบจำลองของกระบวนการที่ทำการควบคุมเกิดขึ้นซึ่งอาจส่งผลให้การควบคุมไม่ได้ผลดี ดังนั้นจึงต้องอาศัยการประมาณค่าสเตตและพารามิเตอร์เข้ามาช่วยในการประมาณค่าสเตตและพารามิเตอร์ของแบบจำลองของเครื่องควบคุมแบบโมเดลพรีดิกทีฟให้ถูกต้องใกล้เคียงกับแบบจำลองของกระบวนการจริงมากที่สุด สำหรับงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้คาลมานฟิลเตอร์ในการประมาณค่าตัวแปรสเตตและพารามิเตอร์ที่ผิดพลาดและประมาณค่าความเข้มข้นซึ่งไม่สามารถวัดค่าได้โดยตรง โดยในการประมาณค่าสเตตและพารามิเตอร์นั้นจะอาศัยข้อมูลเอาท์พุทที่วัดได้เป็นฐานในการคำนวณหรือประมาณค่าสเตตและพารามิเตอร์ซึ่งจะช่วยทำให้การควบคุมแบบโมเดลพรีดิกทีฟมีประสิทธิภาพดีขึ้น ดังนั้นในการจำลองการควบคุมจึงได้มีการทดสอบความทนทานของการควบคุมเปรียบเทียบกับการควบคุมแบบพีไอดี และยังได้ทำการเปรียบเทียบกับการควบคุมแบบโมเดลพรีดิกทีฟที่ไม่ได้ใช้ร่วมกับคาลมานฟิลเตอร์ โดยกำหนดให้มีความผิดพลาดของพารามิเตอร์ของแบบจำลองของเครื่องควบคุมและแบบจำลองของกระบวนการในทิศทางที่จะทำให้ระบบมีการตอบสนองที่รุนแรงมากขึ้นในการทดสอบการควบคุมในกรณีที่มีความผิดพลาดดังกล่าว สำหรับกรณีที่มีความผิดพลาดของแบบจำลองของเครื่องควบคุมนั้นจะไม่ส่งผลต่อการควบคุมแบบพีไอดีเนื่องจากเครื่องควบคุมแบบพีไอดีไม่ได้อาศัยแบบจำลองในการควบคุม ดังนั้นจึงไม่ต้องทำการทดสอบการควบคุมแบบพีไอดีในกรณีนี้

เพื่อทดสอบและเปรียบเทียบสมรรถนะและความทนทานของการควบคุมแบบโมเดลพรีดิกทีฟเปรียบเทียบกับการควบคุมแบบพีไอดี ในการทดลองได้มีการทดสอบสมรรถนะในการควบคุม

ทั้งในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรรบกวนระบบและกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าเซ็ทพอยท์ และการทดสอบความทนทานในกรณีที่มีความผิดพลาดของแบบจำลอง/กระบวนการที่ทำการควบคุม ทั้งในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรรบกวนระบบและกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าเซ็ทพอยท์

จากการทดสอบสมรรถนะและความทนทานของการควบคุมแบบโมเดลพรีดิกทีฟเปรียบเทียบกับการควบคุมแบบพีไอดีสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

7.1.1 ผลการควบคุมเครื่องปฏิกรณ์เคมีถังกวนแบบต่อเนื่องที่มีปฏิกิริยาคายความร้อนแบบผันกลับได้

จากการเปรียบเทียบสมรรถนะและความทนทานในการควบคุมระหว่างการควบคุมแบบโมเดลพรีดิกทีฟและการควบคุมแบบพีไอดีในการควบคุมอุณหภูมิและความเข้มข้นของเครื่องปฏิกรณ์เคมีถังกวนแบบต่อเนื่องที่มีปฏิกิริยาคายความร้อนแบบผันกลับได้ โดยพิจารณาจากทั้งกราฟแสดงผลการควบคุมและค่าอินทีกรัลของความผิดพลาดสัมบูรณ์ในการควบคุม พบว่าเครื่องควบคุมแบบโมเดลพรีดิกทีฟให้ผลการควบคุมที่ดีกว่าเครื่องควบคุมแบบพีไอดีทั้งในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าการรบกวนระบบ และกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าเซ็ทพอยท์ในการควบคุม กายได้ขอบเขตจำกัดของอุณหภูมิขาเข้าซึ่งเป็นตัวแปรปรับกระบวนการ โดยเฉพาะในการควบคุมความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์ พบว่าเครื่องควบคุมแบบพีไอดีให้ผลการควบคุมที่ไม่ดีโดยมีการตอบสนองในการควบคุมที่ช้ามากและไม่สามารถควบคุมความเข้มข้นให้เข้าสู่ค่าเซ็ทพอยท์ที่ต้องการได้เมื่อค่าเซ็ทพอยท์มีการเปลี่ยนแปลงลดลง นอกจากนี้ในกรณีที่มีความผิดพลาดของแบบจำลองของกระบวนการที่ทำการควบคุม เครื่องควบคุมแบบพีไอดีมีการตอบสนองที่ช้าลงในการปรับสภาพของกระบวนการให้เข้าสู่ค่าเซ็ทพอยท์ที่ต้องการ และมีความผิดพลาดในการควบคุมเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่เครื่องควบคุมแบบโมเดลพรีดิกทีฟให้ผลการควบคุมใกล้เคียงกับกรณีที่ไม่มีความผิดพลาด แสดงให้เห็นว่าเครื่องควบคุมแบบโมเดลพรีดิกทีฟมีประสิทธิภาพสูงกว่าเครื่องควบคุมแบบพีไอดีทั้งในด้านสมรรถนะและความทนทาน ในการควบคุมอุณหภูมิและความเข้มข้นของเครื่องปฏิกรณ์เคมีถังกวนแบบต่อเนื่องที่เกิดปฏิกิริยาคายความร้อนแบบผันกลับได้

7.1.2 ผลการควบคุมเครื่องปฏิกรณ์เคมีถังกวนแบบต่อเนื่องที่มีปฏิกิริยาคายความร้อนแบบผันกลับไม่ได้

จากการเปรียบเทียบสมรรถนะและความทนทานในการควบคุมระหว่างการควบคุมแบบโมเดลพรีดิกทีฟและการควบคุมแบบพีไอดี ในการควบคุมอุณหภูมิและความเข้มข้นของเครื่องปฏิกรณ์เคมีถังกวนแบบต่อเนื่องที่เกิดปฏิกิริยาคายความร้อนแบบผันกลับไม่ได้ โดยพิจารณาจากทั้งกราฟแสดงผลการควบคุมและค่าอินทีกรัลของความผิดพลาดสัมบูรณ์ในการควบคุม สำหรับกรณีศึกษาทั้ง 3 กรณี พบว่าเครื่องควบคุมแบบโมเดลพรีดิกทีฟให้ผลการวบคุมที่ดีกว่าเครื่องควบคุมแบบพีไอดีมาก ทั้งในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าการรบกวนระบบ และกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าเซ็ทพอยท์ในการควบคุมภายใต้ขอบเขตจำกัดของอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นซึ่งเป็นตัวแปรปรับกระบวนการ อีกทั้งระบบยังมีความทนทานต่อความผิดพลาดของแบบจำลองของเครื่องควบคุม
และแบบจำลองของกระบวนการสูงกว่าเครื่องควบคุมแบบพีไอดี ซึ่งให้ผลการควบคุมที่ไม่ดี โดยมีความผิดพลาดในการควบคุมมาก, การตอบสนองของเครื่องควบคุมช้า และไม่สามารถควบคุมกระบวนการได้ในบางกรณีที่ค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการผิดพลาดไป นอกจากนี้เครื่องควบคุมแบบพีไอดียังไม่สามารถควบคุมกระบวนการที่แสดงพฤติกรรมที่มีสภาวะคงตัวที่ไม่มีสเถียรภาพได้ แสดงให้เห็นว่าเครื่องควบคุมแบบโมเดลพรีดิกทีฟมีประสิทธิภาพสูงกว่าเครื่องควบคุมแบบพีไอดี ทั้งในด้านสมรรถนะและความทนทานในการควบคุมอุณหภูมิและความเข้มข้นของเครื่องปฏิกรณ์เคมีถังกวนแบบต่อเนื่องที่เกิดปฏิกิริยาคายความร้อนแบบผันกลับไม่ได้

จากผลการทดลองข้างต้นสามารถสรุปผลได้ดังนี้

- การควบคุมแบบโมเดลพรีดิกทีฟเป็นการควบคุมที่มีประสิทธิภาพสูงสามารถควบคุมกระบวนการที่มีความไม่เป็นเชิงเส้นและมีขอบเขตจำกัดในการดำเนินงานได้ดี เนื่องจากการควบคุมแบบโมเดลพรีดิกทีฟเป็นการควบคุมโดยอาศัยแบบจำลอง ซึ่งมีข้อดีคือข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบสามารถถูกรวมเข้าไว้ในแบบจำลองของเครื่องควบคุม ซึ่งเครื่องควบคุมสามารถใช้ทั้งค่าการรบกวนระบบและเอาท์พุทของกระบวนการในการคำนวณค่าตัวแปรปรับที่เหมาะสมภายใต้ขอบเขตจำกัดของตัวแปรปรับกระบวนการ โดยการออฟติไมซ์ด้วยออฟเจ็คทีฟฟังก์ชั่นซึ่งสามารถ

ปรับให้ได้ค่าการตอบสนองที่ต้องการ จึงทำให้สามารถคำนวณค่าตัวแปรปรับที่เหมาะสมกว่าการควบคุมแบบพีไอดีซึ่งให้สมรรถนะในการควบคุมที่ไม่ดีตามความต้องการ โดยเฉพาะในกรณีการควบคุมความเข้มข้นเนื่องจากเครื่องควบคุมไม่สามารถปรับค่าตัวแปรปรับที่ปรับค่าความเข้มข้นได้โดยตรง ต้องอาศัยการปรับค่าตัวแปรปรับเพื่อปรับอุณหภูมิก่อนแล้วจึงอาศัยค่าอุณหภูมิในการปรับความเข้มข้น ในขณะที่เครื่องควบคุมแบบโมเดลพรีดิกทีฟสามารถใช้แบบจำลองเป็นตัวเชื่อมให้ตัวแปรปรับสามารถปรับค่าความเข้มข้นได้โดยตรง

- การควบคุมแบบโมเดลพรีดิกทีฟที่อาศัยการประมาณเชิงเส้นที่ทุกสเต็บเวลานั้นทำให้สามารถทำการประมาณระบบที่ไม่เป็นเชิงเส้นให้เป็นเชิงเส้นได้ถูกต้องมากขึ้นซึ่งจะส่งผลให้การคำนวณค่าตัวแปรปรับมีความแม่นยำขึ้น เนื่องจากจุดที่ทำการประมาณเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาดังนั้นเครื่องควบคุมสามารถใช้ข้อมูลใหม่ในการคำณวณค่าตัวแปรปรับที่เหมาะสม ทำให้การควบคุมนี้สามารถทำการควบคุมระบบที่ไม่เป็นเชิงเส้นได้ดีกว่าเครื่องควบคุมแบบเชิงเส้นธรรมดา ซึ่งอาศัยการปรับจูนค่าพารามิเตอร์จากกระบวนการจริงและอาศัยเพียงค่าความผิดพลาดในการควบคุมนำมาคำนวณกลับหาค่าตัวแปรปรับที่เหมาะสมเท่านั้น

- ในการประยุกต์ใช้การควบคุมแบบโมเดลพรีดิกทีฟ จำเป็นต้องอาศัยการประมาณค่าสเตตและพารามิเตอร์เข้ามาช่วยในการประมาณค่าสเตตและพารามิเตอร์ของแบบจำลองของเครื่องควบคุมแบบโมเดลพรีดิกทีฟให้ถูกต้องใกล้เคียงกับกระบวนการจริงมากที่สุดทำให้ตัวควบคุมสามารถคำนวณค่าตัวแปรปรับที่ถูกต้องเหมาะสม ซึ่งจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าคาลมานฟิลเตอร์ช่วยให้การควบคุมแบบโมเดลพรีดิกทีฟมีสมรรถนะและความทนทานสูงขึ้นและให้ผลการควบคุมที่ดีกว่าการควบคุมแบบพีไอดีและการควบคุมแบบโมเดลพรีดิกทีฟที่ไม่ได้ใช้ร่วมกับคาลมานฟิลเตอร์

- สำหรับกรณีที่มีความผิดพลาดของแบบจำลองของกระบวนการที่ใช้ในเครื่องควบคุมจะไม่ส่งผลต่อการควบคุมแบบพีไอดี เนื่องจากเครื่องควบคุมแบบพีไอดีไม่ได้ใช้แบบจำลองในการควบคุมซึ่งการคำนวณค่าตัวแปรปรับจะขึ้นกับค่าความผิดพลาดจากการควบคุมเท่านั้น แต่สำหรับกรณีที่มีความผิดพลาดของแบบจำลองของกระบวนการที่จะทำการควบคุมจะส่งผลต่อทั้งการควบคุมแบบโมเดลพรีดิกทีฟและพีไอดี เนื่องจากเครื่องควบคุมแบบพีไอดีอาศัยการปรับจูนจากกระบวนการจริง ดังนั้นเมื่อมีความผิดพลาดใด ๆ ของกระบวนการในระหว่างการควบคุม จะทำให้พารามิเตอร์ปรับจูนไม่สามารถปรับเครื่องควบคุมให้ทำงานได้ดีเทียบเท่ากับกรณีปกตินอกจากทำการปรับจูนค่าพารามิเตอร์ปรับจูนใหม่ แต่สำหรับการควบคุมแบบโมเดลพรีดิกทีฟที่ใช้ร่วมกับคาล

มานฟิลเตอร์ จะสามารถชดเชยสำหรับความผิดพลาดดังกล่าวได้โดยไม่ต้องทำการปรับค่าพารามิเตอร์ปรับจูนใหม่ซึ่งเป็นข้อดีของการควบคุมแบบโมเดลพรีดิกทีฟในการที่จะนำไปประยุกต์ใช้กับกระบวนการในอุตสาหกรรมที่เราไม่ทราบข้อมูลต่าง ๆ ดีพอ

7.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัย

- การประยุกต์ใช้การควบคุมแบบโมเดลพรีดิกนั้นขึ้นอยู่กับแบบจำลองที่ใช้ ซึ่งต้องเชื่อถือได้หรือสามารถเป็นตัวแทนของระบบได้ นั่นคือสมรรถนะที่ดีของการควบคุมแบบโมเดลพรีดิกทีฟขึ้นกับแบบจำลองที่ใช้ซึ่งมีทั้งแบบจำลองเชิงเส้น/ไม่เชิงเส้น การพัฒนาในขั้นต่อไปนั้นอาจมีการใช้แบบจำลองแบบไม่เชิงเส้น ซึ่งการคำนวณค่าการควบคุมที่เหมาะสมทำได้โดยการแก้ปัญหาออฟติไมเซชั่นออนไลน์ โดยใช้แบบจำลองแบบไม่เชิงเส้นในการทำนายแบบออนไลน์ซึ่งจะช่วยให้สามารถควบคุมกระบวนการที่ไม่เป็นเชิงเส้นได้ดียิ่งขึ้น
- การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมาณค่าสเตตและพารามิเตอร์นั้นจะให้ผลการประมาณค่าที่ดีหรือไม่ขึ้นกับค่าเอาท์พุทที่วัด และการเลือกค่าพารามิเตอร์ปรับจูนให้เหมาะสมโดยอาศัยข้อมูลเบื้องต้นจากกระบวนการ, ความถูกต้องของแบบจำลองและอุปกรณ์วัด ซึ่งจะส่งผลถึงการประมาณค่าด้วย นอกจากนี้ยังขึ้นกับเทคนิคการประมาณค่าสเตตและพารามิเตอร์เอง ซึ่งในการพัฒนาในขั้นต่อไปอาจมีการพัฒนาจากคาลมานฟิลเตอร์ไปเป็นแบบคาลมานฟิลเตอร์แบบขยาย (Extended Kalman Filter) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการประมาณค่าให้ดียิ่งขึ้นและเหมาะกับระบบที่ไม่เป็นเชิงเส้นมากขึ้น
- เพื่อให้เทคนิคการควบคุมแบบโมเดลพรีดิกทีฟสามารถตอบสนองต่อความต้องการในการใช้งานมากขึ้น การพัฒนาในขั้นต่อไปอาจมีการใช้ออฟเจ็คทีฟฟังก์ชั่นในการควบคุมมากกว่า 1 ฟังก์ชั่นในการปรับให้ได้ค่าการตอบสนองที่ต้องการ เนื่องจากค่าการตอบสนองที่ต้องการสามารถกำหนดได้โดยการเลือกออฟเจ็คทีฟฟังก์ชั่นที่ใช้ในการออกแบบการควบคุม
- เพื่อความสะดวกในการศึกษาค้นคว้าและนำไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมกระบวนการ

ในอุตสาหกรรม การพัฒนาในขั้นต่อไปอาจมีการพัฒนาเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการควบคุมแบบโมเดลพรีดิกทีฟร่วมกับคาลมานฟิลเตอร์