



## บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความสนใจต่อตัวควบคุมแบบโมเดลทำนายของกระบวนการอุตสาหกรรม ย้อนหลังไป  
ได้ในช่วงปลายทศวรรษที่ 1960 เมื่อมีบทความหลายชิ้นที่เกี่ยวข้องเผยแพร่ออกมา เริ่มต้นจาก  
การเสนอหลักการเรื่องโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) โดย Zadeh และ Whalen ในปี  
ค.ศ.1962 ต่อมาในปี ค.ศ.1963 Propoi ได้เสนอวิธีการของมูฟวิงฮอไรซัน (Moving Horizon) ซึ่ง  
เป็นแก่นของแนวคิดแบบโมเดลทำนาย จากนั้นก็มีการค้นคว้าวิจัยกันอย่างจริงจังต่อมา และเริ่ม  
มองเห็นความเป็นไปได้ในเชิงปฏิบัติเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ โดยที่แนวคิดพื้นฐานของการควบคุม  
แบบโมเดลทำนาย คือรูปแบบตัวควบคุมซึ่งสร้างขึ้นมาจากโมเดลของกระบวนการเพื่อใช้ในการ  
การคำนวณค่าการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสมของตัวแปรปรับในสถานะที่มีการรบกวน หรือมีการ  
เปลี่ยนแปลงเซตพอยท์ ซึ่งจะทำให้เกิดค่าผิดพลาดของการควบคุมน้อยที่สุด เนื่องจากการ  
ควบคุมแบบโมเดลทำนายเป็นวิธีการที่พัฒนาจากการทดลอง ดังนั้นจึงมีรูปแบบที่แตกต่างกัน  
ตามขั้นตอน และวิธีการพัฒนาโมเดลมาประยุกต์เป็นตัวควบคุม เช่น การควบคุมแบบโมเดล  
ภายใน (Internal Model Control) การควบคุมแบบโมเดลอัลกอริธึมมิก (Model Algorithmic

Control) หรือการควบคุมแบบไดนามิกเมทริกซ์หรือดีเอ็มซี สามารถแบ่งลักษณะของงานวิจัย และพัฒนาเกี่ยวกับการควบคุมแบบโมเดลทำนายได้ใน 2 หัวข้อ คือ

## 2.1 การพัฒนาเชิงอุตสาหกรรม

ภายหลังจากการเสนอแนวความคิดเกี่ยวกับมูฟวี่งฮอไรซัน ในปี ค.ศ. 1978 Richalet และทีมงานก็ได้เสนอแนวความคิดที่เป็นไปได้ในการประยุกต์การควบคุมแบบโมเดลทำนาย มาใช้กับกระบวนการอุตสาหกรรม และในเวลาใกล้เคียงกัน กลุ่มวิศวกรของบริษัท เชลล์ออยล์ โดย Cutler และ Ramaker ได้นำหลักการและขั้นตอนของแนวความคิดของการควบคุมแบบ ดีเอ็มซี มาพัฒนาเพื่อใช้กับการควบคุมระบบการผลิตจริง ในปี ค.ศ.1979 โดยอธิบายสาเหตุ ที่ต้องมีการพัฒนาการควบคุมแบบดีเอ็มซีขึ้นมา ก็เนื่องจากความต้องการในการนำไปประยุกต์ ใช้งานในการควบคุมหน่วยการแตกตัวด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalytic Cracking Unit) ซึ่งเป็น ระบบที่มีตัวแปรในการออกพติไมซ์อยู่หลายตัวแปร โดยพัฒนาดีเอ็มซีขึ้นจากการนำลักษณะทาง ไดนามิกของกระบวนการที่ต้องการควบคุมมาสร้างเป็นเมทริกซ์ และใช้เทคนิคเชิงตัวเลขใน การคำนวณหาค่าการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสมของตัวแปรปรับ เพื่อให้ได้ค่าความผิดพลาดต่อ เวลาที่มีค่าน้อยที่สุด ทำให้การแก้ปัญหาในระบบการควบคุมแบบหลายตัวแปรที่มีอินเตอร์แอคชัน ภายในระบบซึ่งไม่สามารถแก้ปัญหาคด้วยการควบคุมแบบพีไอดีมีความเป็นไปได้มากขึ้น นอก

จากนี้ยังมีการนำรูปแบบการควบคุมแบบ โมเดลทำนายนี้ไปประยุกต์ใช้กับกระบวนการอื่นๆ  
อย่างต่อเนื่อง

ในปี ค.ศ.1982 Mehra et. al. ได้นำไปประยุกต์ใช้กับระบบซูปเปอร์ฮีเตอร์ หม้อน้ำ  
สำหรับหอกลิ้น และอุปกรณ์ผลิตไอน้ำ ปี ค.ศ.1985 Matsko นำไปประยุกต์ใช้กับกระบวนการ  
ผลิตเยื่อกระดาษ ปี ค.ศ.1987 Cutler และ Hawkin นำไปประยุกต์ใช้กับเตาปฏิกรณ์แตกตัวด้วย  
ความร้อน และจนถึงปัจจุบันนี้การพัฒนา รูปแบบการควบคุมแบบคิเอ็มซีได้รับการปรับปรุง  
เป็นซอฟต์แวร์ออกมาจำหน่ายในเชิงพาณิชย์แล้ว โดยมีบริษัทที่พัฒนาโปรแกรมออกมาหลาย  
บริษัท เช่น เซ็ทพอยท์ (Setpoints), เบิลีส์ (Bailey), โพรฟีเมติกส์ (Profimatics), และชิโยดะ  
(Chiyoda) เป็นต้น และอุตสาหกรรมกลุ่มใหญ่ที่เลือกใช้รูปแบบการควบคุมแบบคิเอ็มซีนี  
ได้แก่ อุตสาหกรรมปิโตรเคมี และปิโตรเลียม โดยนำไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมการทำงาน  
ของหอกลิ้นและเตาปฏิกรณ์ เป็นต้น ซึ่งรวมจำนวนแล้วไม่น้อยกว่า 400 กระบวนการทั่วโลก  
(Chiyoda,1994) เช่น การนำคิเอ็มซีไปใช้ในการควบคุมหอกลิ้นแยกมีเทน เพื่อลดการสูญเสีย  
ปริมาณเอธิลีนไปกับระบบก๊าซเชื้อเพลิงซึ่งแยกออกที่ยอดหอ สำหรับบริษัทแอกซอนเคมีคัล  
สหรัฐอเมริกาเมื่อปี ค.ศ.1989 หรือการนำคิเอ็มซีไปอิมพลีเม้นท์กับกระบวนการผลิตไฮโดรเจน  
 เป็นต้น สำหรับในประเทศไทยได้เริ่มมีการศึกษารูปแบบการควบคุมแบบคิเอ็มซีเข้ามาประยุกต์  
ใช้บ้างแล้ว อย่างไรก็ตาม เท่าที่ทราบยังไม่มีโครงการที่เสร็จสมบูรณ์

## 2.2 งานวิจัยในเชิงวิชาการที่เกี่ยวข้อง

ในด้านของวงการวิชาการ ก็ได้มีการศึกษาวิจัยการประยุกต์ใช้รูปแบบการควบคุมแบบโมเดลทำนายกันอย่างกว้างขวาง โดยมีจุดมุ่งหมายอยู่ที่วิธีการทำให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้น ในการนำรูปแบบการควบคุมแบบโมเดลทำนายมาใช้ในการควบคุมควบคู่ไปกับการพัฒนาเทคโนโลยีของระบบคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ที่เกี่ยวข้องอื่นๆ อย่างเช่น ปี ค.ศ.1983 Cutler ได้ทำงานวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก ในหัวข้อเรื่องดีเอ็มซีสำหรับการควบคุมระบบหลายตัวแปรที่มีตัวแปรที่เป็นขอบเขตจำกัดโดยทดสอบกับ โปรแกรมการเลียนแบบของระบบ หอกลับ ปี ค.ศ.1984 Garcia ได้ทำการวิจัยโดยนำควบคุมแบบโมเดลทำนายมาประยุกต์ใช้กับกระบวนการทำปฏิกิริยาแบบเบแทช ซึ่งมีลักษณะเป็นกระบวนการไม่เชิงเส้น ต่อมาปี ค.ศ.1985 Arulalan นำหลักการของการควบคุมแบบโมเดลทำนายมาใช้ในการควบคุมองค์ประกอบของสารในกระบวนการกลั่นโดยศึกษาเป็นระบบเอสไอเอสไอ ในงานวิทยานิพนธ์ของการศึกษาระดับปริญญาเอก ผลงานวิจัยของ Arkun ปี ค.ศ.1986 ได้ประยุกต์ใช้เอ็มพีซีแบบโมเดลภายใน หรือไอเอ็มซีกับระบบแลกเปลี่ยนความร้อนและถังผสม โดยศึกษากับชุดทดลองจริงเพื่อเปรียบเทียบกับผลการควบคุมแบบพีไอดี ปี ค.ศ.1989 Lewis ศึกษาประสิทธิภาพการควบคุมและผลตอบแทนในเชิงพาณิชย์ของแนวคิดของการควบคุมแบบยูนิเวอร์ซัลไดนามิกแมทริกซ์ โดยนำไปประยุกต์กับแบบจำลองของถังปฏิกิริยาผสมอย่างต่อเนื่อง เป็นหัวข้อวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก ในปี ค.ศ.1990 Hildalgo และ Brosilow นำหลักการควบคุมแบบโมเดลทำนายไปประยุกต์ใช้กับแบบจำลองของถังปฏิกิริยาผสมอย่างต่อเนื่องเช่นกัน โดยเป็นการควบคุมอัตรา

การไหลของน้ำหล่อเย็นและสไตรีนโมโนเมอร์ ปี ค.ศ.1992 Lee และ Park ศึกษาการนำแนวความคิดของนิวรัล (Neural) มาประยุกต์กับการควบคุมหอกลับ และถึงปฏิริยาซึ่งเป็นแบบจำลอง งานวิจัยของ Haggblom ในปี ค.ศ.1993 เป็นการเปรียบเทียบผลการควบคุมระหว่างตัวควบคุมแบบพีไอดีและตัวควบคุมแบบโมเดลทำนายสำหรับระบบไม่เชิงเส้น โดยระบบถึงผสมเป็นระบบที่ใช้ในการทดลองซึ่งเป็นระบบหลายตัวแปร

สำหรับในระยะเวลาต่อมาจนถึงปัจจุบัน งานวิจัยเกือบทั้งหมดมีแนวโน้มในการพัฒนาเพื่อขยายขอบเขตการประยุกต์ใช้งานไปสู่ปัญหาการควบคุมของระบบเอ็มไอเอ็มโอให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะสำหรับระบบที่มีตัวแปรซึ่งมีขอบเขตจำกัด เพื่อจะนำไปสู่การออกแบบการปฏิบัติการผลิตของกระบวนการ ซึ่งเป็นเป้าหมายสูงสุดของระบบการควบคุมที่มีประสิทธิภาพ