บทนำวิทยานิพนธ์

1. บทนำเรื่องการระบุเอกลักษณ์

เราจะเห็นจากในชีวิตประจำวันว่าการที่เราจะใช้อุปกรณ์อำนวยความสะดวกใดๆก็ตามให้มีประสิทธิภาพเราจำเป็นที่จะต้องเข้าใจวิธีการใช้งานของอุปกรณ์ต่างๆเหล่านั้นหรืออีกนัยหนึ่งคือเราต้องเข้าใจพฤติกรรมของอุปกรณ์เหล่านั้น คำว่า “เข้าใจพฤติกรรมของอุปกรณ์” ก็หมายถึงว่าเรารู้ว่าเราจะใส่อะไรให้กับอุปกรณ์นั้นแล้วอุปกรณ์นั้นจะสร้างอะไรกลับมาให้เราได้ ตัวอย่างเช่น เครื่องยนต์ เป็นอุปกรณ์ที่เรารู้จักกันดีอยู่แล้วว่าถ้าเราใส่น้ำมันให้กับเครื่องยนต์ กลไกภายในเครื่องยนต์ก็จะสร้างพลังงานความร้อนโดยการจุดระเบิดจากน้ำมันและเปลี่ยนพลังงานดังกล่าวไปอยู่ในรูปของพลังงานจลน์ พลังงานชนิดนี้จะอยู่ในภายในอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของรถยนต์ได้ซึ่งการเคลื่อนที่จะเร็วหรือช้าก็ขึ้นกับปริมาณน้ำมันที่ใส่เข้าไป จากตัวอย่างดังกล่าวจะสังเกตเห็นได้ว่าการที่เราเข้าใจพฤติกรรมของระบบก็หมายถึงการที่เรารู้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ใส่เข้าไปให้กับอุปกรณ์และสิ่งที่อุปกรณ์นั้นให้ออกมาอันเนื่องมาจากผลของสิ่งที่เราใส่เข้าไป ความเข้าใจเหล่านี้ก็เพื่อที่จะสามารถคาดคะเนสิ่งที่อุปกรณ์นั้นๆตอบสนองกลับมาได้เพื่อที่จะนำไปสร้างวิธีการควบคุมให้ได้จุดประสงค์ตามที่เราต้องการ ในทางวิศวกรรมควบคุมเราจะเรียกอุปกรณ์ต่างๆที่นำมาใช้ศึกษาหรือทำการทดลองว่าระบบ สิ่งที่เราใส่เข้าไปให้กับระบบคืออินพุตและสิ่งที่ระบบสร้างออกมาว่าเอาท์พุต ในการทดลองและศึกษาระบบเราจะใช้สัญญาณทางไฟฟ้ามาเป็นตัวแทนค่าของข้อมูลที่จะเก็บมาใช้ศึกษาดังนั้นอินพุตและเอาท์พุตจึงมักจะถูกเรียกว่าสัญญาณอินพุตและสัญญาณเอาท์พุต

ในการศึกษาวิชาระบบควบคุมพบว่าการที่เราจะควบคุมระบบใดๆให้มีประสิทธิภาพตามที่เราต้องการ เราจะต้องออกแบบตัวควบคุมให้เหมาะสมกับระบบที่เราต้องการควบคุม ในการที่เราจะทำเช่นนั้นได้เราจำเป็นต้องเข้าใจในพฤติกรรมของระบบที่ต้องการควบคุมและเขียนอธิบายพฤติกรรมของระบบออกมาให้อยู่ในรูปของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อที่จะสามารถนำไปศึกษาและออกแบบวิธีการควบคุมได้ ในระบบแต่ละระบบก็จะมีพฤติกรรมที่มีรูปแบบเฉพาะตัวของระบบนั้นๆ ดังนั้นระบบแต่ละระบบก็จะมีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ก็จะมีรูปแบบเฉพาะของตัวเอง

การหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบมักจะแบ่งวิธีการหาได้ 2 วิธี วิธีแรกก็คือวิธีที่เราได้ศึกษาวิชาระบบควบคุมเบื้องต้นคือการใช้ความรู้และกฎทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่ได้มีการพัฒนามายาวนานมาเขียนเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อที่จะระบุพฤติกรรมของระบบได้ วิธีนี้จะใช้ได้กับระบบที่มีพฤติกรรมซับซ้อนไม่มาก สำหรับระบบที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ทั้งนี้อาจเกิดจากระบบที่มีความซับซ้อนไม่มากหลายๆระบบมาอยู่ร่วมกันหรืออาจเกิดจากภาวะที่ไม่เป็นเชิงเส้นที่เกิดขึ้นในบางสภาวะการทำงานภายในตัวระบบเอง หรืออาจไม่ได้เกิดขึ้นจากระบบที่เราออกแบบแต่ไปขึ้นกับตัวแปรต่างๆภายนอกที่เราไม่สามารถควบคุมหรือคาดคะเนได้ หรืออาจเกิดจากสัญญาณระบบกวนอื่นๆก็เป็นได้ ถึงแม้ในการที่เราได้ศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มาเป็นจำนวนมากการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้กับระบบดังกล่าวด้วยวิธีแรกก็จะทำได้ยากและถ้าทำได้ก็อาจมีความแม่นยำที่น้อยลง ดังนั้นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบที่มีความซับซ้อนจะใช้อีกวิธีหนึ่งคือ การทดลองหาความสัมพันธ์ของสัญญาณอินพุตและสัญญาณเอาท์พุตของระบบ ในกรณีที่การทำงานเป็นแบบหลายๆระบบย่อยร่วมกันก็จะมองยุบรวมกันเป็นระบบเดียว การทดลองหาความสัมพันธ์ดังกล่าวจะทำโดยการเก็บข้อมูลของสัญญาณอินพุตที่ใส่เข้าไปให้กับระบบและเก็บข้อมูลของสัญญาณเอาท์พุตที่ระบบสร้างออกมา จากนั้นจะนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างแบบจำลองที่ถูกต้องเหมาะสมต่อไป ในงานวิศวกรรมเราจะวิธีการหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการทดลองว่าการระบุเอกลักษณ์

การระบุเอกลักษณ์ของระบบตามที่ได้กล่าวมา เราจะใช้การทดลองทางวิศวกรรมมาเป็นตัวเก็บข้อมูลและจะใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์มาเป็นเครื่องมือในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ความสลับซับซ้อนภายในระบบที่นำมาใช้และการเก็บข้อมูลที่ไม่เหมาะสมก็จะเป็นสาเหตุที่ทำให้แบบจำลองที่สร้างขึ้นมามีความผิดพลาดหรือใช้ได้ไม่เป็นไปตามจุดประสงค์ อีกทั้งในขั้นตอนการสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีทางคณิตศาสตร์จะใช้เวลามากหรือน้อยส่วนหนึ่งก็ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของข้อมูลที่ได้ทำการจัดเก็บมาและขึ้นกับวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่เลือกมาใช้ด้วย ดังนั้นในการระบุเอกลักษณ์ของระบบจึงจำเป็นต้องอาศัยความรู้ความสามารถในการทดลองและการคำนวณรวมเข้าด้วยกันจึงจะสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการระบุเอกลักษณ์แบ่งได้ 2 ชนิดหลัก คือ การหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบพารามิเตอร์และการหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบไม่ใช้พารามิเตอร์ ซึ่งภายในแต่ละชนิดก็จะมีวิธีการทางคณิตศาสตร์ด้วยกันหลายวิธี เช่น The Method of

One Frequency at a Time, Stochastic Estimation, Least-Square Method ฯลฯ เราไม่สามารถบอกได้แน่นอนว่าเราควรจะใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์วิธีใดให้เหมาะสมกับระบบใดถึงจะได้ประสิทธิภาพดีที่สุด ดังนั้นการสร้างแบบจำลองของระบบจึงต้องมีการนำแต่ละวิธีมาใช้ทดสอบระบบเดียวกันซึ่งแบบจำลองที่ได้จากวิธีทางคณิตศาสตร์ที่ต่างกันก็อาจจะมีความแม่นยำต่างกันไป ทำให้ต้องมีการตรวจสอบแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาด้วย วิธีการตรวจสอบแบบจำลองก็มีด้วยกันหลายวิธีซึ่งก็แล้วแต่ความเหมาะสมในการใช้งาน

จากการสังเกตพบว่าประเทศที่มีความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ประเทศดังกล่าวได้มีการพัฒนางานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์มาอย่างต่อเนื่องและเป็นเวลานาน ในส่วนของงานทางด้านวิศวกรรมควบคุมก็ถูกวิจัยและพัฒนามามากเช่นกัน รวมถึงได้เผยแพร่มาเป็นเวลานานและมีเป็นจำนวนมากจนทำให้ดูเหมือนว่าระบบที่ใช้ในงานวิจัยในปัจจุบันจะเป็นระบบที่มีความซับซ้อนสูง ดังนั้นก็สรุปได้ว่าการพัฒนาทางงานควบคุมในปัจจุบันจึงจำเป็นต้องใช้วิธีการระบุเอกลักษณ์เข้าช่วย ตามที่ได้กล่าวมาในข้างต้นการระบุเอกลักษณ์ระบบที่มีความซับซ้อนสูงสามารถทำได้หลากหลายวิธี แต่ละวิธีก็มีความเหมาะสมแต่ละชนิดของระบบต่างกันออกไป ดังนั้นถ้าเราได้มีโอกาสเรียนรู้และทำความเข้าใจจนสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพและได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องก็สามารถนำไปเป็นเทคโนโลยีของประเทศได้

2. บทนำเรื่องมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

หลังจากการค้นพบกระแสไฟฟ้าที่สามารถเกิดได้จากการเหนี่ยวนำระหว่างประจุไฟฟ้า 2 จุดที่มีศักย์ไฟฟ้าไม่เท่ากันทำให้มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่าง 2 จุด เกิดเป็นการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนหรือเรียกว่ามีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น หลังจากนั้นยังพบอีกว่าการไหลของกระแสไฟฟ้าสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็กบริเวณรอบเส้นทางการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้าและมีทิศทางของสนามแม่เหล็กเป็นไปตามกฎมือขวา ด้วยคุณสมบัตินี้ทำให้มีผู้ที่สามารถสร้างอุปกรณ์ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลได้ อุปกรณ์ที่ว่านี้เรียกว่ามอเตอร์ซึ่งอาศัยหลักการสร้างสนามแม่เหล็กจากการเหนี่ยวนำของกระแสไฟฟ้าที่ใส่เข้าไปเป็นอินพุต สนามแม่เหล็กที่ถูกสร้างขึ้นจะไปดูดและผลักกับสนามแม่เหล็กอีกชุดหนึ่งภายในมอเตอร์ทำให้สามารถเกิดการเคลื่อนที่ขึ้นได้

โดยทั่วไปแล้วเราแบ่งชนิดของมอเตอร์ตามลักษณะของสัญญาณไฟฟ้าที่ใช้เป็นอินพุตซึ่งแบ่งได้ 2 ชนิด ดังนี้

1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) คือมอเตอร์ที่ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นอินพุต
2. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Motor) คือมอเตอร์ที่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับเป็นอินพุต

ในยุคเริ่มต้นของการใช้งานมอเตอร์จะใช้มอเตอร์กระแสตรง ภายในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงนี้จะใช้สนามแม่เหล็ก 2 ชุด ผลักดันกันเพื่อทำให้เกิดการเคลื่อนที่ สนามแม่เหล็ก 2 ชุดนี้ชุดแรกสร้างมาจากเหนี่ยวนำของกระแสไฟฟ้าตรงอินพุต อีกชุดหนึ่งสร้างมาจากแม่เหล็กถาวรที่ผู้ผลิตใส่ไว้ภายใน มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่สนามแม่เหล็กอีกชุดหนึ่งสร้างมาจากแม่เหล็กถาวรเรียกว่า Permanent Magnet DC Motor ในการนำเอามอเตอร์ไปใช้งานควบคุม มอเตอร์จะต้องถูกออกแบบให้ความต้านทานของขดลวดอาร์มาเจอร์มีค่าสูงเพื่อที่จะให้ความสัมพันธ์ของความเร็วและทอร์กเป็นเชิงเส้นและเราจะเรียกมอเตอร์นั้นใหม่ว่าเซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) ฉะนั้นเราจึงเรียก Permanent Magnet DC Motor ใหม่ว่า Permanent Magnet DC Servo Motor แสดงในภาพที่ 2 ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของมอเตอร์จะต้องทราบตำแหน่งการเคลื่อนที่และความเร็วของมอเตอร์ ดังนั้นจึงต้องมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ส่งค่าตำแหน่งและความเร็วของมอเตอร์ให้กับส่วนควบคุมการเคลื่อนที่ให้รับรู้ได้ เราเรียกอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ส่งค่ากลับมาให้ส่วนควบคุมว่าตัวป้อนกลับ (Feedback)

(1) มอเตอร์

(2) Nameplate

ภาพที่ 2 Permanent Magnet DC Servo Motor ผลิตโดยบริษัท GLENTEK

จากหลักการของอุปกรณ์และการควบคุมที่ไม่ยากจนเกินไปทำให้เราสามารถใช้ไฟฟ้าไปทำให้เกิดการเคลื่อนที่ทางกลได้จึงทำให้ Permanent Magnet DC Servo Motor ได้รับความนิยมอย่างสูง มีผู้ผลิตหลายผู้ผลิต ทำให้มอเตอร์ชนิดนี้มีบทบาทในงานอุตสาหกรรมมาก ซึ่งจะเห็นได้จากการนำมอเตอร์ชนิดนี้ไปเป็นส่วนประกอบในเครื่องจักรต่างๆ ตัวอย่างเช่น เครื่องจักร CNC (Computer Numerical Control Machine) แสดงในภาพที่ 3 ซึ่งเป็นเครื่องจักรที่ใช้กับงานที่ต้องการความแม่นยำสูง มักจะใช้ในงานขึ้นรูปแม่พิมพ์ต้นแบบเพื่อนำไปเป็นต้นแบบผลิตภัณฑ์สำหรับอุตสาหกรรมการผลิต ดังเช่น โครงล้อรถยนต์ โครงร่างที่ซับซ้อน ฯลฯ

ภาพที่ 3 เครื่องจักร CNC ผลิตโดยบริษัท JACK MILL

อีกตัวอย่างหนึ่งคือ แขนหุ่นยนต์ แสดงในภาพที่ 4 เป็นเครื่องจักรอีกชนิดที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายเพราะสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระในการทำงานจึงสามารถใช้ได้ดีในงานตัด งานเชื่อม หรืองานประกอบ ซึ่งเป็นงานที่ต้องการความแม่นยำและความรวดเร็วในการทำงานจึงเป็นงานที่เสี่ยงอันตรายและเป็นการยากสำหรับมนุษย์ที่จะทำได้

ภาพที่ 4 แขนหุ่นยนต์ที่ใช้ในอุตสาหกรรม ผลิตโดยบริษัท KUKA

จากสมการคณิตศาสตร์แสดงแบบจำลองของระบบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงระหว่างเอาท์พุตเป็นระยะการเคลื่อนที่กับอินพุตเป็นแรงดันไฟฟ้า จะเห็นว่าเป็นระบบกำลังสอง (Second Order) ทำให้ในทางทฤษฎีแล้วสามารถออกแบบตัวควบคุมและทำการควบคุมได้ง่าย แต่ในทางปฏิบัติ การควบคุมให้มอเตอร์มีความแม่นยำสูงเป็นเรื่องที่ทำได้ยากเนื่องจากปัจจัยเพิ่มเติมอีกหลายอย่างรวมถึงปัจจัยที่ทำให้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของมอเตอร์เปลี่ยนไป ทำให้ตัวควบคุมที่ได้รับการออกแบบมาสำหรับแบบจำลองในภาวะหนึ่งอาจเกิดความไม่เหมาะสมขึ้นได้ก่อให้เกิดการทำงานที่ไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

ถึงแม้ในปัจจุบันการผลิตเครื่องจักร CNC และ แขนหุ่นยนต์ ผู้ผลิตจะใช้มอเตอร์กระแสสลับแล้วก็ตามเนื่องจากมีข้อได้เปรียบกว่ามอเตอร์กระแสตรงหลายอย่าง แต่การเริ่มต้นศึกษาและพัฒนามอเตอร์และการควบคุมก็ควรจะเริ่มที่มอเตอร์กระแสตรงก่อน เพื่อที่จะสามารถเข้าใจในวิธีการและสามารถนำไปเป็นต้นแบบการศึกษาและพัฒนาในสิ่งที่ยากขึ้นได้