บทที่ 4
การออกแบบและสร้างโปรแกรม

หัวใจของงานวิศวกรรมซอฟต์แวร์สำคัญ ๆ ทั้งหลายก็คือการออกแบบ สำหรับงานพัฒนาโปรแกรมนั้น โปรแกรมที่สำคัญ ๆ จำเป็นจะต้องได้รับการออกแบบ และนำมาพิจารณากันอย่างถี่ถ้วนก่อนที่จะลงมือเขียนโปรแกรม ถ้าหากด่วนเขียนเป็นโปรแกรมทีเดียว อาจได้รับผลลัพธ์เป็นโปรแกรมที่ไม่สอดคล้องกับข้อกำหนดและความต้องการก็ได้

ความสำคัญอีกประการหนึ่งของการออกแบบโปรแกรมก็คือทำให้เข้าใจว่าโปรแกรมทำงานอะไรและทำอย่างไรด้วย เพื่อให้เข้าใจโครงสร้างและการทำงานของโปรแกรมได้ดีขึ้นจำเป็นต้องมีการจัดทำเอกสารเกี่ยวกับการออกแบบโปรแกรม

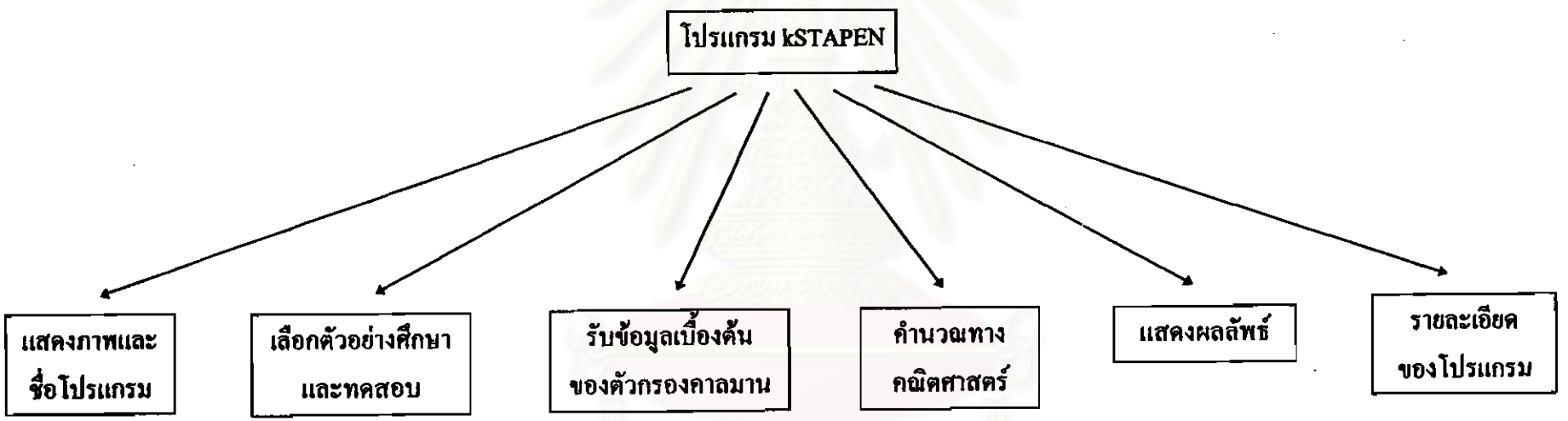
การจัดทำเอกสารเกี่ยวกับการออกแบบโปรแกรมสำหรับใช้ในระหว่างการพัฒนาโปรแกรมนั้นเป็นงานที่ต้องใช้เวลาและแรงงานมาก ดังนั้นวิธีการออกแบบโปรแกรมสมัยใหม่จึงเน้นที่การจัดทำเอกสารให้รัดกุม กระชับ และมีมาตรฐานเพื่อให้ทุกคนเข้าใจได้ตรงกัน นอกจากนั้นวิธีการสมัยใหม่บางอย่างยังนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบโปรแกรมด้วย

จุดประสงค์อีกประการหนึ่งของการออกแบบโปรแกรมก็เพื่อให้โปรแกรมที่เป็นผลลัพธ์ของงานพัฒนาระบบนั้น มีความถูกต้องสมบูรณ์และมีข้อผิดพลาดน้อยที่สุด ในงานพัฒนาโปรแกรมที่สำคัญ ๆ บางอย่างนั้น จุดประสงค์นี้ยังไม่พอ ต้องมีการใช้เทคนิคในการควบคุมตรวจสอบการทำงานของตัวเองด้วยว่าจะไม่มีการเกิดความผิดพลาดขึ้น

ในบทนี้เราจะกล่าวถึงการออกแบบโปรแกรมอย่างกว้าง ๆ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมสืบต่อไป และช่วยให้เข้าใจขั้นตอนในการทำงานหลักของโปรแกรม kSTAPEN มากขึ้น

4.1 การออกแบบขั้นต้น

การออกแบบโปรแกรม kSTAPEN สำหรับการประมาณค่าสเตตและพารามิเตอร์โดยใช้ขั้นตอนวิธีตัวกรองคาลมานสามารถแบ่งปัญหานี้ออกเป็นคลาสต่าง ๆ ได้เป็น 6 คลาสด้วยกัน คลาสแรกมีหน้าที่แสดงภาพและชื่อโปรแกรม คลาสที่สองใช้สำหรับการเลือกตัวอย่างระบบและเพื่อใช้เป็นตัวอย่างทดสอบโปรแกรมด้วย คลาสที่สามเป็นส่วนของการรับข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับตัวกรองคาลมานเพื่อใช้ในการประมาณค่าตามขั้นตอนวิธีตัวกรองคาลมาน รวมทั้งเวลาด้วย คลาส



รูปที่ 4.1 ผังงานแสดงการออกแบบโปรแกรมขั้นต้น

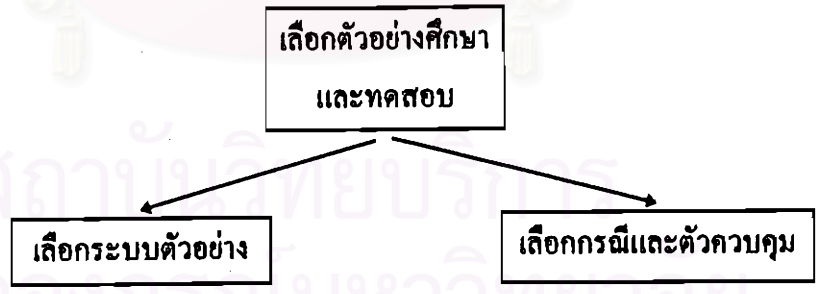
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่สี่ทำหน้าที่คำนวณทางคณิตศาสตร์ คลาสที่ห้าใช้แสดงข้อมูลบางส่วนที่เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานของโปรแกรมนี้ และคลาสสุดท้ายเป็นคลาสแสดงรายละเอียดและข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับโปรแกรม ดังรูปที่ 4.1

ในแต่ละคลาสทำหน้าที่แตกต่างกัน บางคลาสมีขั้นตอนการทำงานเรียบง่าย ไม่สลับซับซ้อน แต่ในบางคลาสอาจจะสามารถแบ่งออกเป็นคลาสย่อย ๆ ได้ เพื่อให้คลาสนั้นทำงานเป็นลำดับขั้นตอน อีกทั้งยังทำให้เข้าใจโครงสร้างและการทำงานได้ดีขึ้น และสามารถควบคุมตรวจสอบการทำงานของคลาสได้ด้วย

จากรูปที่ 4.1 คลาสหลักที่สำคัญของโปรแกรมนี้มีอยู่ด้วยกัน 3 คลาส คือคลาสที่สอง, คลาสที่สามและคลาสที่สี่ ส่วนที่เหลือเป็นคลาสหลักทั่วไปประกอบด้วยคลาสที่หนึ่ง, คลาสที่ห้า และคลาสที่หก

พิจารณาคลาสหลักสำคัญ คลาสที่สองเป็นคลาสของตัวอย่างระบบที่นำมาศึกษาและทดสอบการทำงานของโปรแกรม kSTAPEN ในแต่ละระบบตัวอย่างที่นำมาศึกษาและทดสอบยังแบ่งออกเป็นกรณีต่าง ๆ อีก 4 กรณีด้วยกัน คือกรณีปกติ, กรณีมีสัญญาณรบกวน, กรณีแพลนท์ผิดพลาด และสุดท้ายกรณีแบบจำลองผิดพลาด ดังนั้นคลาสที่สองสามารถแบ่งออกเป็นคลาสย่อย 2 คลาส คลาสย่อยแรกมีหน้าที่รับค่าซึ่งเป็นตัวแทนของระบบตัวอย่าง และคลาสย่อยคลาสที่สองเป็นคลาสย่อยสำหรับรับค่าตัวแทนของกรณีต่าง ๆ และชนิดของตัวควบคุม ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ผังงานแสดงคลาสย่อยของคลาสเลือกตัวอย่างระบบ

คลาสย่อยแรกของคลาสเลือกตัวอย่างระบบประกอบด้วยระบบตัวอย่างที่นำมาศึกษาและทดสอบ 3 ระบบ คือ 1.ระบบถังพัก (การควบคุมระดับความสูงของของเหลวในถังพัก), 2.ระบบเครื่องปฏิกรณ์แบบกะชนิดคายความร้อน (การควบคุมอุณหภูมิของเครื่องปฏิกรณ์แบบกะ) และ 3.ระบบเครื่องปฏิกรณ์ถังกวนแบบต่อเนื่องชนิดคายความร้อน (การควบคุมอุณหภูมิของเครื่องปฏิกรณ์ถังกวนแบบต่อเนื่อง)

ส่วนคลาสย่อยที่สองของคลาสเลือกตัวอย่างระบบทำหน้าที่รับค่าซึ่งเป็นตัวแทนของกรณีต่าง ๆ ของระบบตัวอย่างและชนิดของตัวควบคุม ในแต่ละระบบตัวอย่างประกอบด้วย 4 กรณีดังกล่าวในข้างต้น และชนิดตัวควบคุมของระบบตัวอย่างมี 2 แบบ คือตัวควบคุมแบบพีไอดีกับตัวควบคุมแบบเจเนริกโมเดล เพื่อแสดงผลตอบสนองในการควบคุมของตัวควบคุมทั้งสองแบบ

สำหรับคลาสหลักคลาสที่สามทำหน้าที่รับข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการคำนวณตามขั้นตอนวิธีตัวกรองคาลมานซึ่งประกอบด้วยคลาสย่อย 14 คลาส ดังนี้

- คลาสย่อยแรกมีหน้าที่รับค่าของจำนวนตัวแปรต่าง ๆ คือ ตัวแปรสเตต, ตัวแปรควบคุม และตัวแปรวัด
- คลาสย่อยที่สองแสดงสมการสเตตของระบบทดสอบ
- คลาสย่อยที่สามใช้สำหรับแสดงสมการด้านขาออกของการวัด
- คลาสย่อยที่สี่ทำหน้าที่รับข้อมูลของตัวแปรสเตตของระบบทดสอบ
- คลาสย่อยที่ห้ามีหน้าที่รับข้อมูลตัวแปรวัด
- คลาสย่อยที่หกเป็นส่วนของการรับข้อมูลตัวแปรควบคุมของระบบทดสอบ
- คลาสย่อยที่เจ็ดเป็นคลาสสำหรับรับข้อมูลของเมทริกซ์ A
- คลาสย่อยที่แปดใช้สำหรับรับข้อมูลของเมทริกซ์ B
- คลาสย่อยที่เก้าทำหน้าที่รับข้อมูลของเมทริกซ์ C
- คลาสย่อยที่สิบมีหน้าที่รับข้อมูลของเมทริกซ์ D
- คลาสย่อยที่สิบเอ็ดใช้สำหรับรับข้อมูลของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของความคลาดเคลื่อนในค่าประมาณ
- คลาสย่อยที่สิบสองเป็นส่วนของการรับข้อมูลของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมความไม่แน่นอนของแบบจำลองสเตต
- คลาสย่อยที่สิบสามทำหน้าที่รับข้อมูลของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของสัญญาณรบกวนการสังเกต
- คลาสย่อยสุดท้าย คลาสย่อยที่สิบสี่มีหน้าที่รับข้อมูลของเวลา

ในคลาสย่อยทั้ง 14 คลาสของคลาสรับข้อมูลของตัวกรองคาลมานเป็นคลาสย่อยทำหน้าที่รับข้อมูลต่าง ๆ ดังกล่าวในข้างต้น ซึ่งมีความจำเป็นสำหรับการคำนวณตามขั้นตอนวิธีตัวกรองคาลมาน คลาสย่อยทั้งหมดนี้จะทำงานก็ต่อเมื่อเลือกใช้ตัวควบคุมเจเนริกโมเดลเท่านั้น แต่ถ้าเลือกใช้ตัวควบคุมที่ไม่ได้อาศัยแบบจำลองคือตัวควบคุมแบบพีไอดี แล้วคลาสย่อยเหล่านี้จะมีเพียงคลาสย่อยเดียวเท่านั้นที่ทำหน้าที่รับข้อมูล ซึ่งคลาสที่ทำงานคือคลาสย่อยสุดท้ายทำหน้าที่รับข้อมูลเวลา ส่วนคลาสย่อยอื่น ๆ ไม่ทำงานเพราะไม่มีความจำเป็นต้องใช้ข้อมูลเหล่านี้ในการคำนวณ

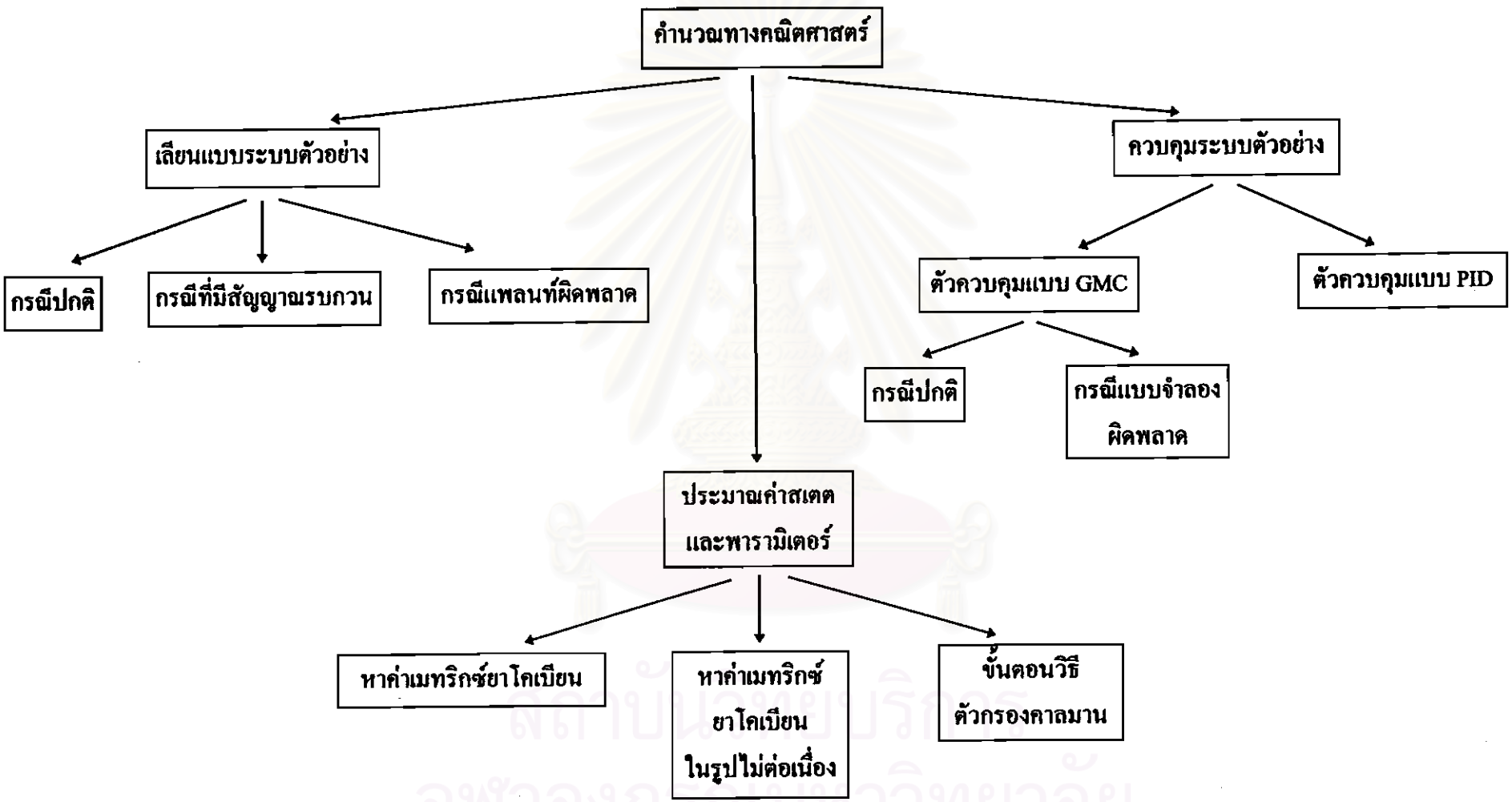
ในส่วนของคลาสหลักคลาสที่สี่ซึ่งเป็นคลาสหลักสำหรับคำนวณทางคณิตศาสตร์และเป็นคลาสสำคัญที่สุด สามารถแบ่งปัญหานี้ออกเป็นมอดูลต่าง ๆ ได้เป็น 3 มอดูล มอดูลแรกทำหน้าที่เลียนแบบระบบตัวอย่าง มอดูลที่สองใช้สำหรับการประมาณค่าสเตตและพารามิเตอร์ด้วยวิธีตัวกรองคาลมาน และมอดูลสุดท้ายเป็นส่วนของการควบคุมระบบตัวอย่าง นอกจากนี้ในแต่ละมอดูลยังสามารถแบ่งออกเป็นมอดูลย่อยได้อีก มอดูลแรกประกอบด้วยมอดูลย่อย 3 มอดูล มอดูลย่อยแรกจะเลียนแบบระบบตัวอย่างในกรณีปกติ มอดูลย่อยที่สองใช้สำหรับเลียนแบบระบบตัวอย่างในกรณีมีสัญญาณรบกวน และมอดูลย่อยสุดท้ายมีหน้าที่เลียนแบบระบบตัวอย่างในกรณีแพลนท์ผิดพลาด ส่วนมอดูลที่สองเป็นส่วนที่ใช้หาค่ารประมาณ สามารถแบ่งออกเป็นอมดูลย่อยได้ 3 มอดูล มอดูลย่อยแรกทำหน้าที่คำนวณหาค่าเมทริกซ์ยาโคเบียนส์ มอดูลย่อยที่สองมีหน้าที่หาค่าเมทริกซ์ยาโคเบียนส์ในรูปไม่ต่อเนื่อง และมอดูลย่อยสุดท้ายเป็นส่วนของขั้นตอนวิธีตัวกรองคาลมานประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกใช้ทำนายค่าสเตต ขั้นตอนที่สองจะใช้ทำนายเมทริกซ์ความแปรปรวนของสเตต ขั้นตอนที่สามเป็นขั้นตอนที่ใช้หาค่าเทริกซ์เกนคาลมาน ขั้นตอนที่สี่ทำหน้าที่ปรับปรุงค่าประมาณสเตตให้ทันสมัย และขั้นตอนสุดท้ายใช้ปรับปรุงเมทริกซ์ความแปรปรวนของสเตตให้ทันสมัย และมอดูลสุดท้ายมอดูลที่สามเป็นมอดูลของตัวควบคุม ดังที่ได้กล่าวในตอนต้น ตัวควบคุมที่ใช้ในโปรแกรม kSTAPEN มีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ และด้วยเหตุนี้มอดูลที่สามจึงแบ่งออกเป็นมอดูลย่อย ๆ ได้ 2 มอดูล คือมอดูลย่อยแรกเป็นส่วนของมอดูลตัวควบคุมแบบเจเนริกโมเดล และมอดูลย่อยที่สองใช้ตัวควบคุมแบบพีไอดี ดังรูปที่ 4.3

สำหรับคลาสแสดงภาพและชื่อโปรแกรม, คลาสแสดงผลลัพธ์และคลาสรายละเอียดของโปรแกรมเป็นคลาสหลักทั่วไปที่มิได้แบ่งหน้าที่ออกเป็นคลาสย่อย ๆ เหมือนในคลาสอื่น ๆ เนื่องจากคลาสเหล่านี้ทำหน้าที่เพียงหน้าที่เดียวหรือขั้นตอนเดียวเท่านั้น จึงไม่สามารถทำการแบ่งแยกหน้าที่ของคลาสเหล่านี้เป็นคลาสย่อยได้อีก

4.2 ผังงานโปรแกรม

ผังงาน (flowchart) เป็นวิธีการแสดงแบบซอฟต์แวร์ที่เก่าแก่และมีผู้รู้จักกันมากที่สุด การเขียนผังงานสามารถทำได้สองระดับ คือในระดับกว้าง เช่นผังงานระบบ ซึ่งใช้แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบทั้งหมด และระดับละเอียด เช่น ผังงานโปรแกรม ซึ่งแสดงการทำงานของแต่ละคำสั่งโดยละเอียด

ผังงานโปรแกรม (program flowchart) ใช้แสดงการทำงานของแต่ละคำสั่งของโปรแกรมโดยละเอียดว่าทำอะไรและทำอย่างไร ผังงานโปรแกรมมีลักษณะเป็นรูปภาพโดยการกำหนด



รูปที่ 4.3 ผังงานลำดับชั้นของคลาสคำนวณทางคณิตศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

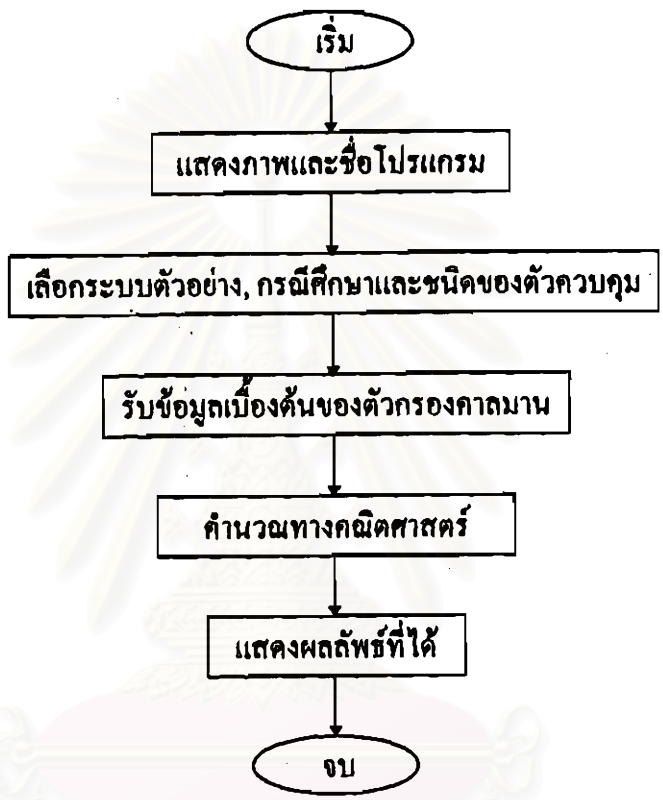
สัญลักษณ์ให้เข้าใจง่าย ใช้แสดงความสัมพันธ์หรือการเคลื่อนไหวของอินพุตที่ถูกประมวลเป็นเอาต์พุตตามที่ต้องการ

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม kSTAPEN ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก คือขั้นตอนแรกเป็นการแสดงภาพและชื่อโปรแกรมเพื่อบอกให้ผู้ใช้โปรแกรมทราบข้อมูลเบื้องต้นของโปรแกรมและเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการทำงานในขั้นตอนถัดไป ขั้นตอนที่สองเลือกระบบตัวอย่าง, กรณีศึกษาและชนิดตัวควบคุม ในขั้นตอนนี้จะรับค่าของระบบตัวอย่างที่ถูกเลือก, กรณีที่จะศึกษา และชนิดของตัวควบคุมที่ใช้ควบคุมระบบตัวอย่าง แต่ละค่าที่ได้รับจะถูกนำไปใช้ในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนที่สามทำหน้าที่รับข้อมูลเบื้องต้นของตัวกรองคาลมานและเวลา ขั้นตอนนี้ประกอบด้วยข้อมูล 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือข้อมูลของตัวกรองคาลมานซึ่งใช้ในการประมาณค่าสเตตและพารามิเตอร์ และข้อมูลเวลา ได้แก่ ช่วงระยะเวลาในการประมาณ, เวลาเริ่มต้นและเวลาสิ้นสุดการทำงาน โดยจะหยุดการคำนวณเมื่อถึงเวลาสิ้นสุดที่รับไว้

ขั้นตอนที่สี่เป็นส่วนการคำนวณ จะทำงานทันทีเมื่อขั้นตอนที่สามรับข้อมูลเสร็จแล้ว โดยนำค่าของระบบที่ถูกเลือกมาใช้เพื่อทำการเลียนแบบระบบตัวอย่างนั้น แต่ละระบบตัวอย่างจะมีกรณีศึกษาต่าง ๆ กัน 4 กรณี การเลียนแบบระบบตัวอย่างในกรณีใดจะพิจารณาจากค่าตัวแทนของกรณีศึกษาจากขั้นตอนที่ 2 มาใช้เพื่อให้ผลการคำนวณเป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้โปรแกรม เมื่อระบบทำการเลียนแบบระบบตัวอย่างในกรณีที่เลือกไว้แล้ว การทำงานในส่วนของการหาค่าประมาณและการควบคุมระบบตัวอย่างในกรณีที่เลือกไว้จะทำงานต่อทันที ระบบของตัวควบคุมมี 2 แบบ คือตัวควบคุมแบบพีไอดี ตัวควบคุมแบบนี้เป็นตัวควบคุมที่มิได้อาศัยแบบจำลองของระบบตัวอย่าง เมื่อเลือกใช้ตัวควบคุมชนิดนี้จึงไม่จำเป็นต้องใช้ตัวกรองคาลมานในการประมาณค่าสเตตและพารามิเตอร์ ดังนั้นถ้าเลือกใช้ตัวควบคุมแบบพีไอดีแล้วหลังจากการเลียนแบบระบบตัวอย่างในกรณีที่เลือกไว้เสร็จ ขั้นตอนถัดไปเป็นการควบคุมระบบโดยใช้ตัวควบคุมแบบพีไอดี แต่ถ้าเลือกใช้ตัวควบคุมแบบที่สอง คือตัวควบคุมแบบเจเนริกโมเดล ตัวควบคุมแบบนี้เป็นตัวควบคุมที่อาศัยแบบจำลองของระบบตัวอย่างและเพื่อให้ตัวควบคุมนี้มีประสิทธิภาพในการควบคุมจำเป็นต้องใช้ตัวกรองคาลมานช่วยในการประมาณค่าสเตตและพารามิเตอร์ ซึ่งจะแตกต่างไปจากตัวควบคุมแบบแรก และเหตุนี้ทำให้ขั้นตอนการทำงานเพิ่มขึ้น โดยทำการประมาณค่าก่อนจากนั้นการควบคุมระบบด้วยตัวควบคุมแบบเจเนริกโมเดลจึงทำงาน แล้วทำการบันทึกผลลัพธ์ที่ได้ลงในแฟ้มข้อมูล

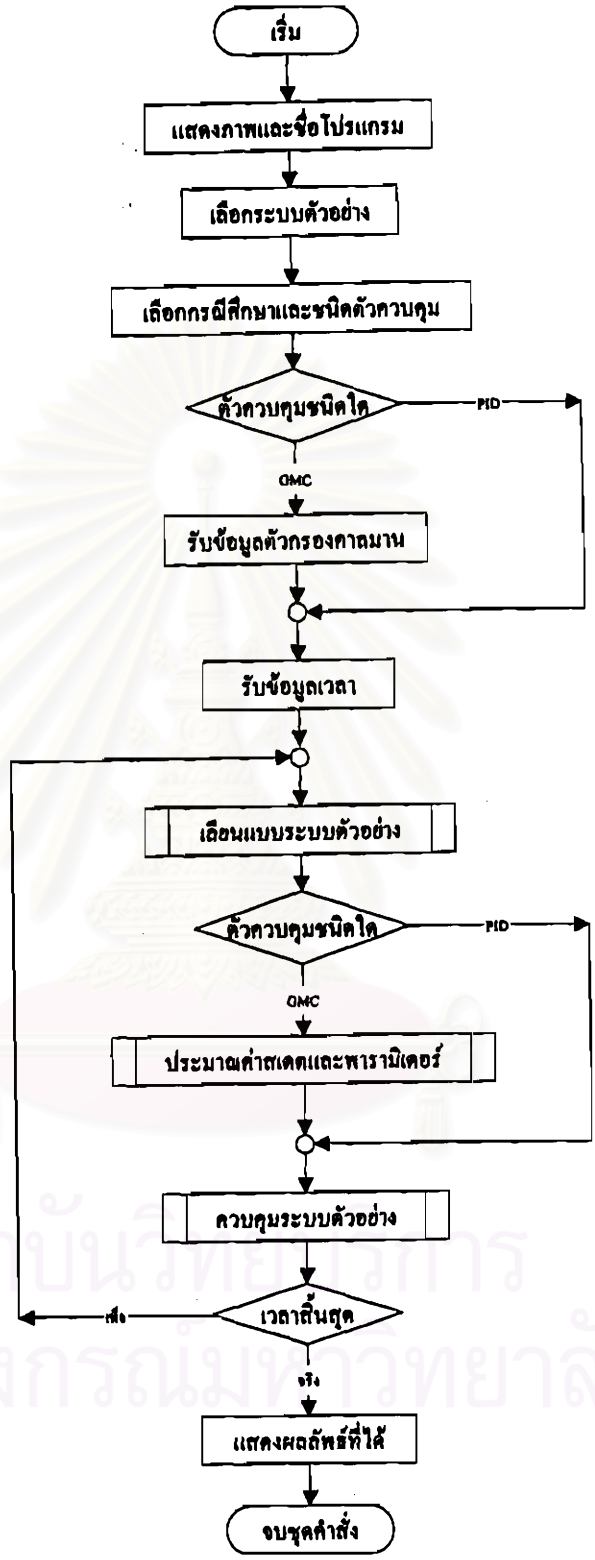
ขั้นตอนสุดท้ายเป็นส่วนของการแสดงผลที่ได้จากการคำนวณ ข้อมูลที่รายงานในส่วนนี้แสดงเพียงระบบที่เลือก, กรณีศึกษา และตัวควบคุมที่เลือกใช้ รวมไปถึงดัชนีสมรรถนะ

หลังจากการทำงานในส่วนของการคำนวณทางคณิตศาสตร์สิ้นสุดลง ขั้นตอนสุดท้ายจะเริ่มทำงานต่อในทันที ซึ่งเป็นขั้นตอนรายงานผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณและแสดงผลลัพธ์ที่ได้ออกทางหน้าจอภาพ ดังรูปที่ 4.4 และ 4.5



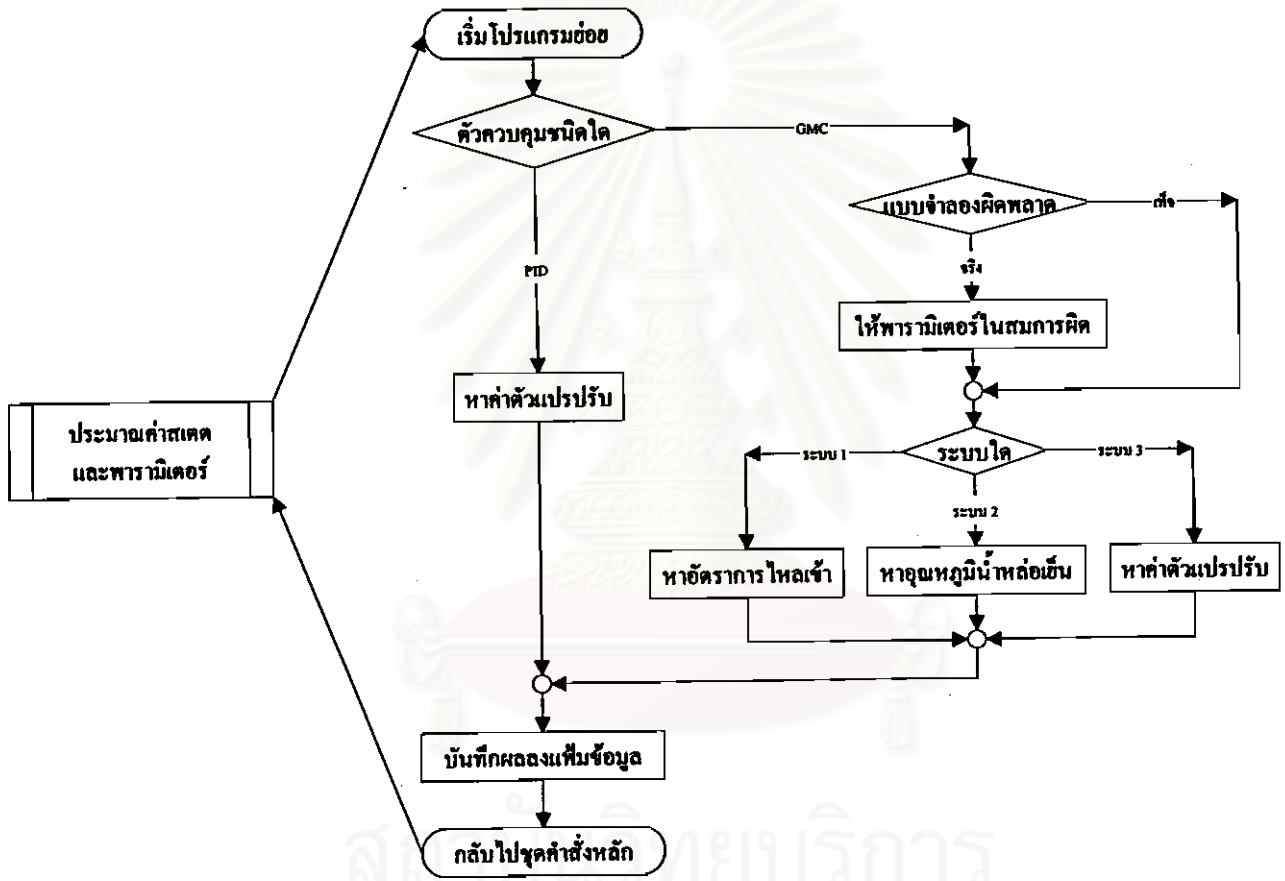
รูปที่ 4.4 ผังงานโปรแกรมแสดงขั้นตอนการทำงาน

พิจารณาขั้นตอนการเลียนแบบระบบตัวอย่าง ขั้นตอนนี้ทำหน้าที่เลียนแบบระบบตัวอย่าง 3 ระบบ และแต่ละระบบตัวอย่างประกอบด้วยกรณีต่าง ๆ 4 กรณี คือกรณีปกติ, กรณีมีสัญญาณรบกวน, กรณีแพลนท์ผิดพลาดและกรณีแบบจำลองผิดพลาด การเลียนแบบระบบตัวอย่างเริ่มต้นจากการพิจารณาค่าตัวแทนของกรณีศึกษาเป็นอันดับแรก ถ้ากรณีศึกษาเป็นกรณีของแพลนท์ผิดพลาด แล้วให้ทำการเลียนแบบระบบตัวอย่างในกรณีแพลนท์ผิดพลาด ซึ่งจะเลียนแบบระบบตัวอย่างใดให้พิจารณาดูจากค่าตัวแทนของระบบตัวอย่าง ถ้าค่าตัวแทนของระบบตัวอย่างเป็นระบบถังพัก ให้เลียนแบบระบบถังพักกรณีแพลนท์ผิดพลาด แต่ถ้าค่าตัวแทนของระบบตัวอย่างเท่ากับระบบเครื่องปฏิกรณ์แบบกะ ให้เลียนแบบระบบเครื่องปฏิกรณ์แบบกะกรณีแพลนท์ผิดพลาด หรือถ้าค่าของระบบตัวอย่างมีค่าเท่ากับระบบเครื่องปฏิกรณ์ถังกวนแบบต่อเนื่อง ให้เลียนแบบระบบเครื่องปฏิกรณ์ถังกวนแบบต่อเนื่องกรณีแพลนท์ผิดพลาด เป็นต้น



รูปที่ 4.5 ผังงานที่ได้จากการสังเคราะห์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

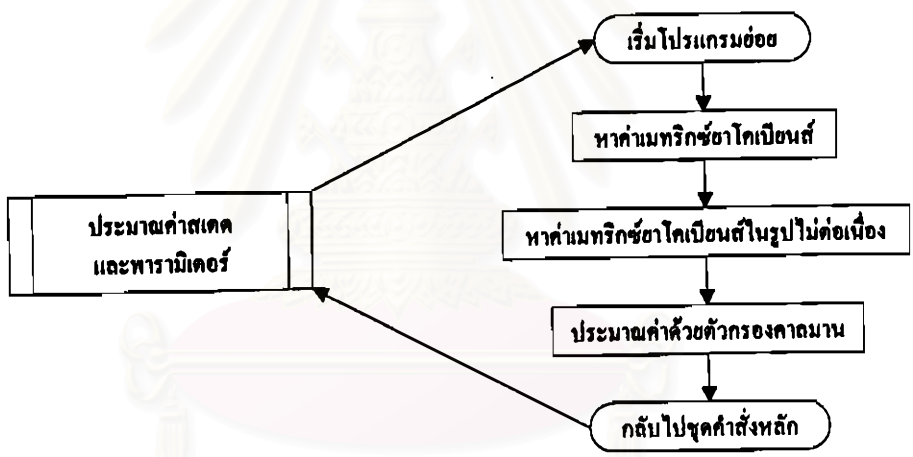


รูปที่ 4.6 ผังงานโปรแกรมแสดงโปรแกรมย่อยของการเลียนแบบระบบตัวอย่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อกรณีศึกษาไม่ใช่กรณีของแพลนท์ผิดพลาด ให้เลียนแบบระบบตัวอย่างกรณีปกติ และระบบตัวอย่างที่ทำการเลียนแบบนั้น พิจารณาได้ในทำเดียวกับกรณีแพลนท์ผิดพลาดดังที่กล่าวไว้ในตอนต้น หลังจากนั้นพิจารณาว่ากรณีศึกษาเป็นกรณีที่มีสัญญาณรบกวนหรือไม่ ถ้ามีสัญญาณรบกวน ให้บวกค่าของสัญญาณรบกวนเข้าไปหลังจากการเลียนแบบระบบตัวอย่างกรณีปกติเสร็จแล้ว แต่ถ้าไม่ใช่กรณีที่มีสัญญาณรบกวนแล้ว ไม่ต้องบวกค่าสัญญาณรบกวนเข้าไป ดังรูปที่ 4.6

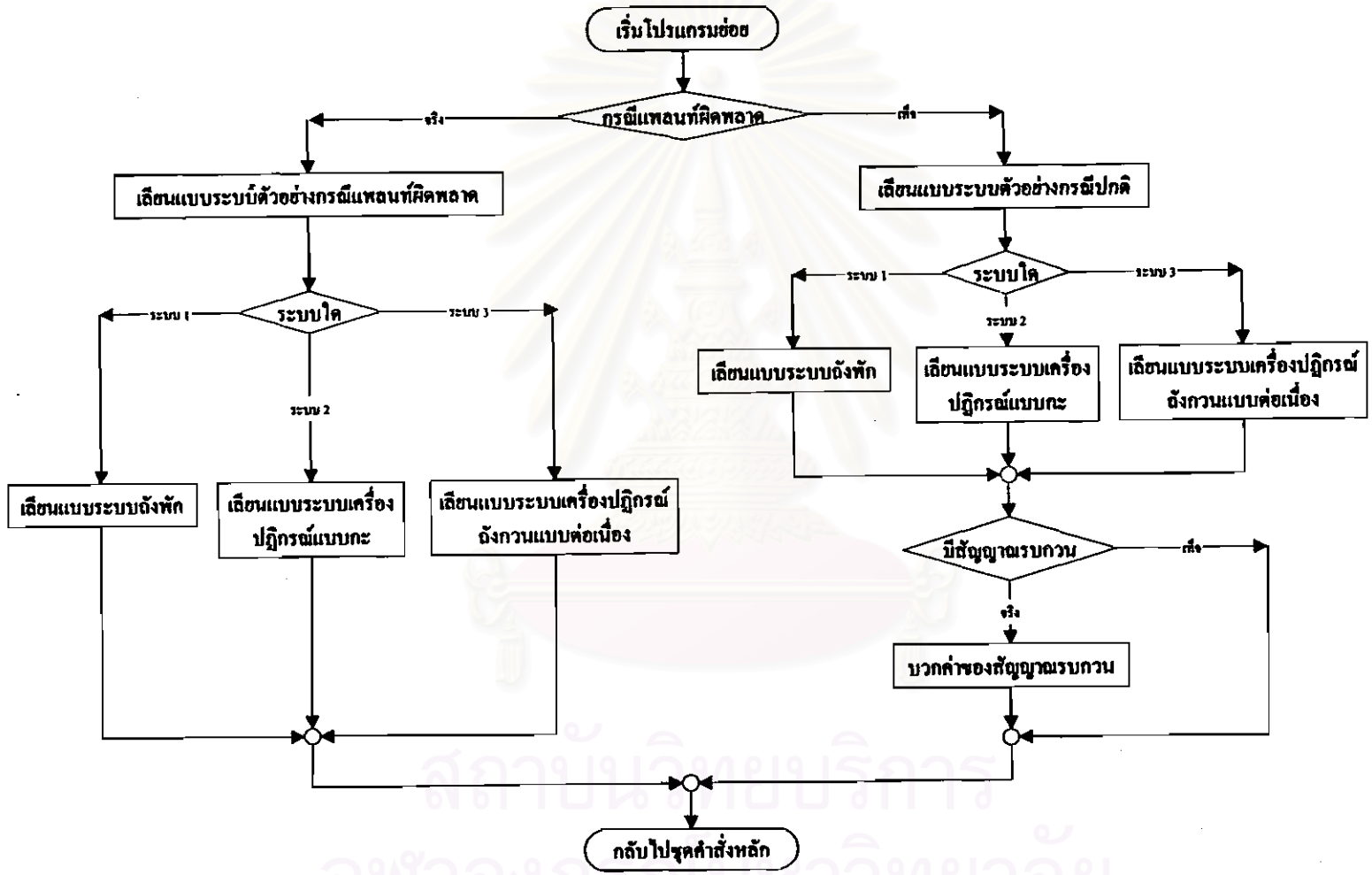
ส่วนขั้นตอนการประมาณค่าสเตตและพารามิเตอร์ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 3 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกเป็นขั้นตอนการหาค่าเมทริกซ์ยาโคเบียนส์ ได้แก่ เมทริกซ์ถ่ายทอดสเตตและเมทริกซ์การสังเกต เพื่อปรับปรุงเมทริกซ์เหล่านี้ให้มีค่าทันสมัย ขั้นตอนย่อยที่สองหาค่าเมทริกซ์ยาโคเบียนส์ในรูปไม่ต่อเนื่อง และขั้นตอนสุดท้ายเป็นการประมาณค่าด้วยตัวกรองคาลมาน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนวิธีตัวกรองคาลมาน 5 ขั้นตอนดังที่กล่าวไว้ในตอนต้น ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 ผังงานโปรแกรมแสดงขั้นตอนการประมาณค่าสเตตและพารามิเตอร์

สำหรับขั้นตอนการควบคุมระบบตัวอย่าง มีตัวควบคุมระบบ 2 แบบ คือตัวควบคุมแบบพีไอดี และตัวควบคุมแบบเจเนริกโมเดล ตัวควบคุมระบบแบบพีไอดีเป็นตัวควบคุมที่มิได้อาศัยแบบจำลองของระบบ ซึ่งสมการของตัวควบคุมแบบพีไอดีประกอบด้วยความผิดพลาดจากค่ากำหนดไว้และค่าปรับต่าง ๆ ส่วนตัวควบคุมแบบเจเนริกโมเดลเป็นตัวควบคุมที่อาศัยแบบจำลองของระบบ ดังนั้นสมการตัวควบคุมแบบนี้จะแตกต่างกันไปตามระบบที่นำมาศึกษา ดังรูปที่ 4.8

ผังงานโปรแกรมที่ออกแบบได้เป็นผังงานโปรแกรมธรรมดามีรูปแบบค่อนข้างอิสระ ไม่เป็นระเบียบตามแนวทางการเขียนโปรแกรมโครงสร้าง ทำให้การนำผังงานโปรแกรมมาใช้เขียนและทดสอบโปรแกรมทำได้ไม่สะดวกนัก ดังนั้นในการออกแบบโปรแกรม kSTAPEN ซึ่งเป็น



รูปที่ 4.8 ผังงานโปรแกรมย่อยของขั้นตอนการควบคุมระบบตัวอย่าง

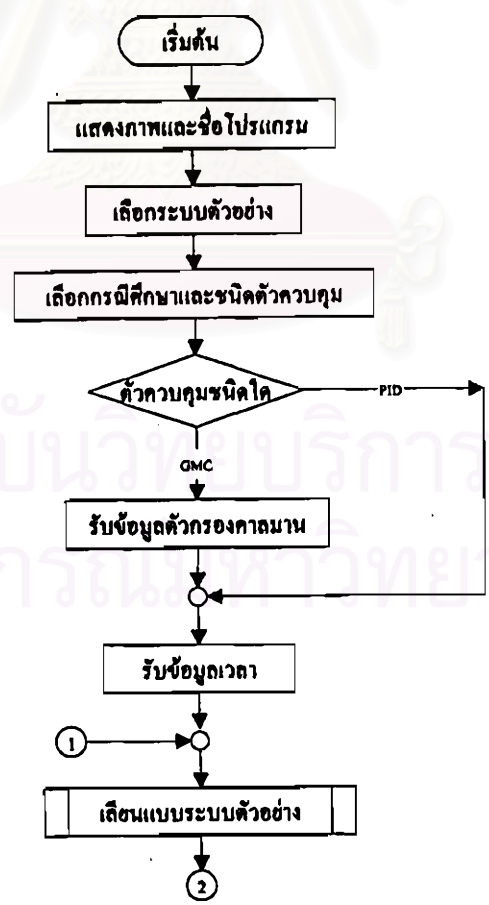
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โปรแกรมที่มีการทำงานหลายขั้นตอนและสลับซับซ้อน จึงมีความจำเป็นต้องดัดแปลงผังงานโปรแกรมที่เขียนไว้เดิมซึ่งไม่เป็นโครงสร้างให้เป็นโปรแกรมโครงสร้าง เพื่อจะได้ใช้คุณสมบัติของโปรแกรมโครงสร้างในการบำรุงรักษาหรือดัดแปลงโปรแกรม

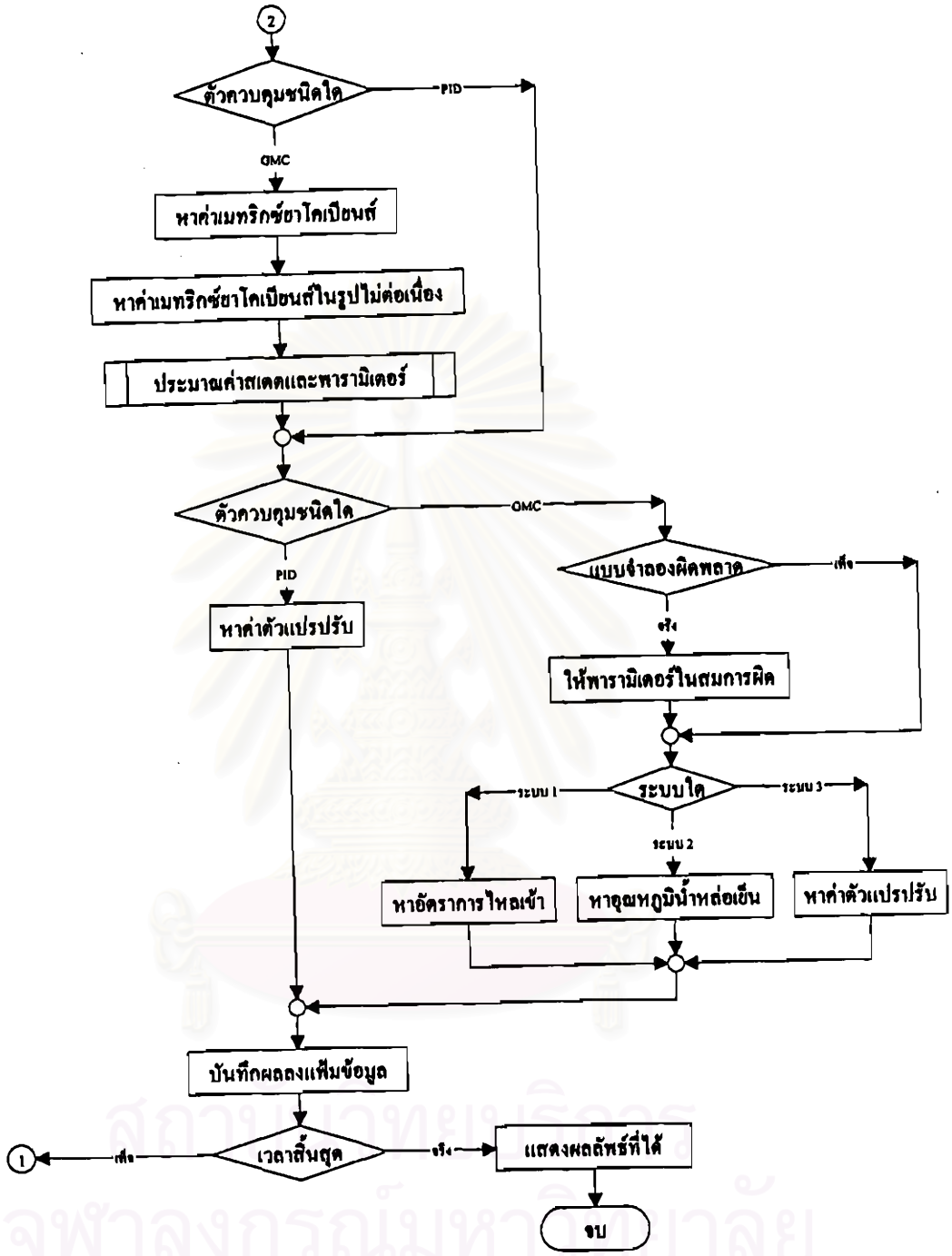
4.3 ผังโปรแกรมโครงสร้าง

ผังงานโปรแกรมโครงสร้าง (structured flowchart) เป็นผังงานที่เขียนขึ้นตามหลักการของโปรแกรมโครงสร้าง ทำให้สามารถบรรยายจากผังภาพโครงสร้างออกเป็นข้อความทำให้เข้าใจเรื่องราวได้ใกล้เคียงกัน เทคนิคโครงสร้างจะช่วยให้การออกแบบชุดคำสั่งและการบำรุงรักษาปรับปรุงเป็นไปอย่างสะดวกเรียบร้อยกว่าแบบเดิม

ลำดับขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรม kSTAPEN สามารถเขียนเป็นผังงานโปรแกรมสำหรับการประมาณค่าเมื่อเขียนลักษณะที่ไม่เป็นโครงสร้างได้ดังรูปที่ 4.9

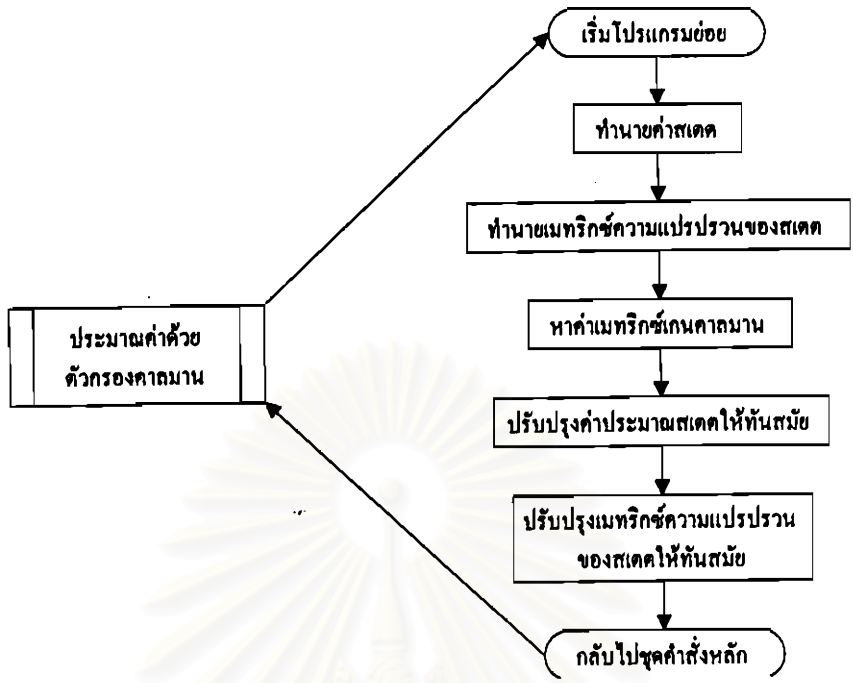


รูปที่ 4.9 ผังงานโปรแกรมของโปรแกรม kSTAPEN



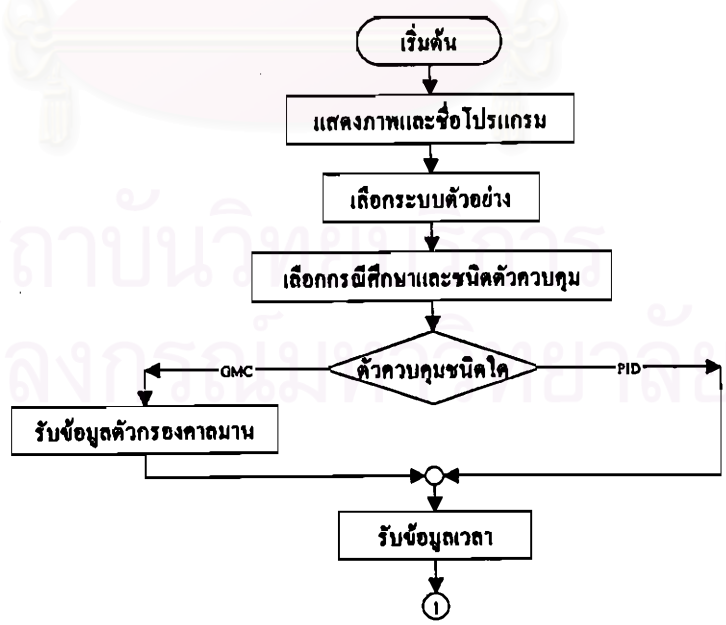
รูปที่ 4.9 ผังงานโปรแกรมของโปรแกรม kSTAPEN (ต่อ)

ผังงานโปรแกรมที่ออกแบบไว้ดังรูปที่ 4.9 ประกอบด้วย 2 โปรแกรมย่อย คือโปรแกรมย่อยการเลียนแบบระบบตัวอย่างและโปรแกรมย่อยการประมาณค่าด้วยตัวกรองคาลมาน โปรแกรมย่อยเลียนแบบระบบตัวอย่างแสดงได้ดังรูปที่ 4.6 และโปรแกรมย่อยประมาณค่าด้วยขั้นตอนวิธีตัวกรองคาลมานสามารถเขียนเป็นผังงานโปรแกรมได้ดังรูปที่ 4.10

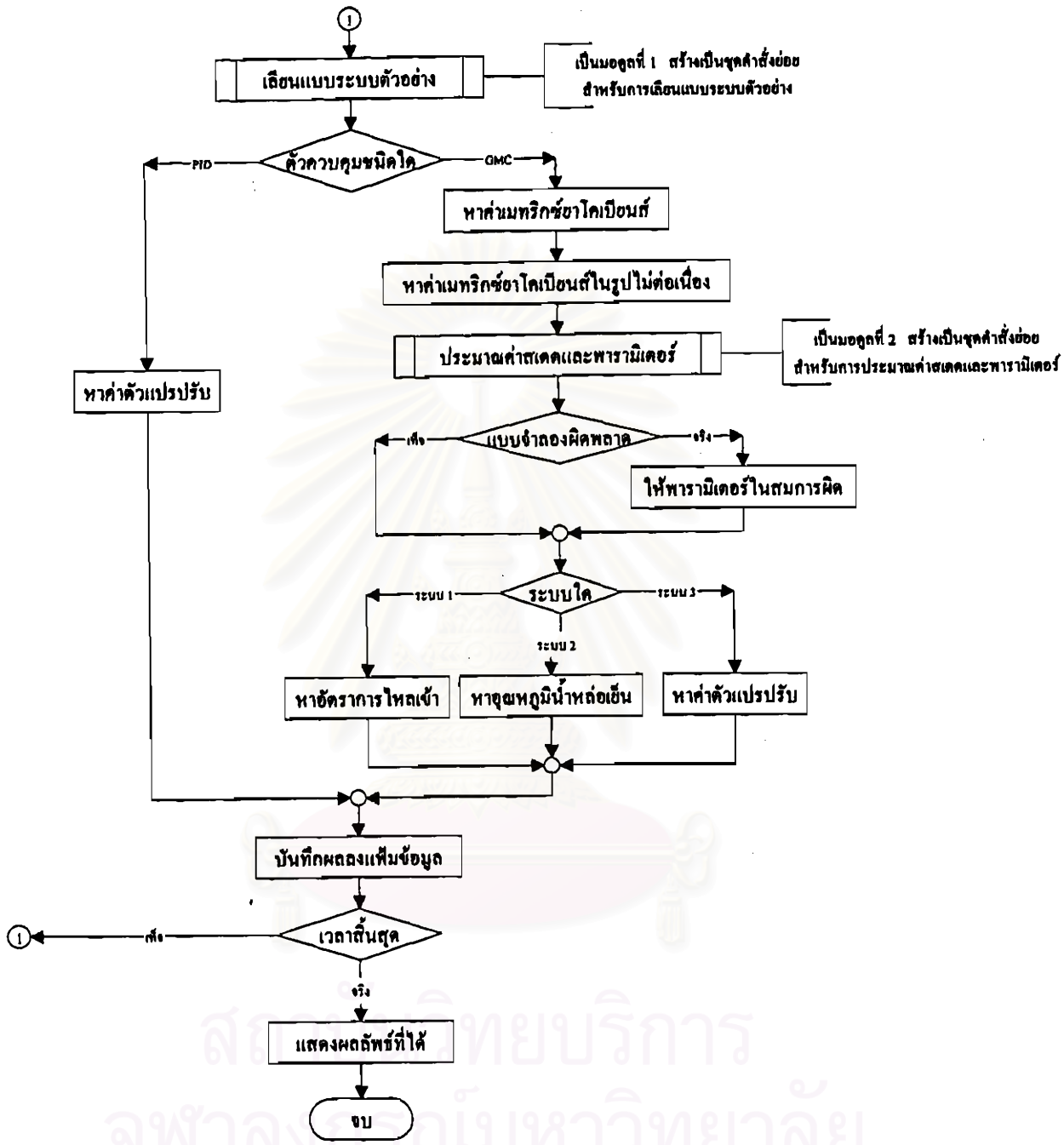


รูปที่ 4.10 ผังงานโปรแกรมย่อยของการประมาณค่าด้วยตัวกรองคาลมาน

จากผังงานโปรแกรมที่ไม่เป็นโครงสร้างสามารถนำมาดัดแปลงให้เป็นผังโปรแกรมที่เป็นโครงสร้างได้ดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 ผังโปรแกรมโครงสร้างที่ได้รับการดัดแปลงแล้ว



รูปที่ 4.11 ผังโปรแกรมโครงสร้างที่ได้รับการดัดแปลงแล้ว (ต่อ)

มอดูลที่หนึ่งและมอดูลที่สองสร้างเป็นชุดคำสั่งย่อยและเขียนเป็นผังโปรแกรมโครงสร้างได้ดังรูปที่ 4.6 และ 4.10 ผังงานโปรแกรมนี้มีความเป็นระเบียบและเป็นลำดับขั้น สามารถเข้าใจได้ง่าย เมื่อนำมาเขียนเป็นผังโปรแกรมโครงสร้างจะได้ผังงานในลักษณะเดิม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การออกแบบซอฟต์แวร์โดยใช้แนวทางของโปรแกรมโครงสร้าง เป็นการใช้หลักการความเป็นระเบียบและหลักการลำดับชั้น ทำให้การออกแบบโปรแกรมได้เปลี่ยนแนวจากการใช้ศิลปะและการเขียนผังงานโปรแกรมตามสบายมาเป็นการเขียนโปรแกรมอย่างมีระเบียบแบบแผน มีการตรวจสอบแต่ละขั้นตอนว่าได้ผลตามที่ต้องการหรือไม่ ดังนั้นขั้นตอนในมอดูลใดที่คิดว่าจะจบสิ้นแล้วก็นำไปเขียนเป็นคำสั่งทดสอบในแต่ละมอดูลว่าถูกต้องหรือไม่ ต่อจากนั้นจึงจัดลำดับชั้นของแต่ละมอดูลแล้วทำการสังเคราะห์แต่ละขั้นตอนเข้าด้วยกัน แล้วทดสอบด้วยข้อมูลตัวแทนอื่นที่อาจเกิดได้ทุกกรณี เป็นการตรวจสอบความถูกต้องทั้งระบบโปรแกรม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย