บทที่ 2

การจำลองอิงกรรมวิธี

2.1 บทนำ

ในการแก้ไขปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น หลายๆปัญหาแก้ไขได้โดยอาศัยความรู้ และวิธีการทางคณิตศาสตร์เข้ามาประยุกต์ใช้ เพื่อศึกษาและหาคำตอบที่ถูกต้องของปัญหานั้นๆ แต่ยังมีปัญหาอีกมากมายที่เราไม่สามารถหาคำตอบนั้นออกมาได้โดยตรง เนื่องจากองค์ประกอบของปัญหามีความซับซ้อนจนเกินไป หรือการทดลองเพื่อหาคำตอบนี้ มีค่าใช้จ่ายสูง

โดยทั่วไปแล้ว วิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทำได้โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (mathematical model) ขึ้นแทนปัญหานั้น คือมีการแทนความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในปัญหาด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ จากนั้นก็ใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ เช่น สมการดิฟเฟอเรนเชียล ทฤษฎีความน่าจะเป็น ฯลฯ เพื่อทำการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังพิจารณา วิธีการนี้เรียกว่า Analytic Approach ซึ่งมักจะใช้กับปัญหาซึ่งความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในปัญหานั้น มีความซับซ้อนไม่มากนัก หรือ อาจตั้งสมมุติฐาน หรือข้อจำกัด เพื่อให้พิจารณาปัญหาได้ง่ายขึ้น

อย่างไรก็ดีปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันส่วนมากมักมีความซับซ้อนเกินกว่าที่จะสามารถกำหนดเป็นรูปแบบจำลองทางด้านคณิตศาสตร์ และถึงแม้จะกำหนดได้ การแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ ก็อาจจะมีความสลับซับซ้อนมากหรือแก้ไม่ได้เลย

วิธีการแก้ปัญหาอีกวิธีหนึ่งที่ใช้สำหรับแก้ไขปัญหาที่มีความซับซ้อน ต้องอาศัยการจำลองแบบของปัญหาขึ้นมาแล้วศึกษาแบบจำลองนั้น วิธีการการจำลอง (simulation approach) เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในงานด้านต่างๆ ทั้งด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม วิธีการการจำลองนี้ได้ทวีความสำคัญขึ้นเป็นอย่างมากในสาขาการวิจัยดำเนินการ (Operations Research)

โดยทั่วไปเราจะทำการจำลองแบบของปัญหาขึ้นมาพิจารณาในช่วงเวลาหนึ่ง ด้วยกลุ่มข้อมูลตัวอย่าง เพื่อสังเกตพฤติกรรมและเป็นการศึกษากลไกการทำงานของส่วนประกอบต่างๆที่เกี่ยวข้องกับปัญหาผลลัพธ์ที่ได้มักจะเป็นสถิติในรูปแบบที่ประมาณคุณลักษณะของปัญหา ซึ่งผู้ใช้สามารถนำไปประกอบการพิจารณาและตอบคำถามของปัญหาที่ศึกษา (Law and Kelton,1982) ตัวอย่างปัญหาที่ต้องอาศัยการจำลอง เช่น ปัญหาเกี่ยวกับการเพิ่มจำนวนท่าเทียบเรือ เหมาะสมหรือไม่ วิธีแก้ปัญหาวิธีหนึ่งคือ การสร้างท่าเรือชั่วคราวขึ้นมาทดลองใช้ ซึ่งเป็นการลงทุนที่สูง อีกวิธีหนึ่งก็คือ การจำลองเหตุการณ์ต่างๆของระบบการท่าเรือ แล้วพิจารณาข้อมูลทางด้านสถิติที่ได้จากการจำลองเพื่อตอบปัญหานี้ ซึ่งใช้ค่าใช้จ่ายต่ำกว่า

วิธีการการจำลอง ต้องอาศัยข้อมูลตัวอย่างเป็นจำนวนมากในการศึกษากลไกของแบบจำลองปัญหา เมื่อสร้างแบบจำลองขึ้นมา ก็ต้องนำข้อมูลเหล่านี้เข้าดำเนินการในแบบจำลองเพื่อคำนวณค่าทางสถิติ ซึ่งการทำเช่นนี้โดยกำลังคน มักจะก่อให้เกิดข้อผิดพลาดในการคำนวณได้ง่ายเพราะข้อมูลตัวอย่างที่ใช้มีจำนวนมาก ประกอบกับวิธีการหาค่าทางสถิติมีหลายขั้นตอน อาจทำให้ผู้ที่ทำการศึกษาเกิดความสับสนและคำนวณผิดพลาด ผลก็คือผู้ที่ทำการศึกษาต้องใช้เวลามากในการจำลองแบบปัญหาด้วยข้อมูลทั้งหมด

ในปัจจุบันเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือที่ช่วยทำการประมวลผลข้อมูลได้รวดเร็วและมีความละเอียดถูกต้องสูงในการคำนวณ ด้วยเหตุนี้ในการจำลองแบบปัญหาซึ่งต้องมีการคำนวณและเก็บข้อมูลที่จำเป็นในระหว่างดำเนินการเพื่อให้ได้ข้อมูลทางสถิติที่ถูกต้องออกมา จึงมักจะทำการจำลองแบบปัญหาบนเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยมีการสร้างเครื่องมือช่วยในการจำลองแบบปัญหาขึ้นมาในรูปแบบของภาษาทำโปรแกรมสำหรับการจำลองแบบโดยเฉพาะ ซึ่งผู้ใช้ต้องเรียนรู้และเข้าใจในภาษานั้นๆ เพื่อทำการสร้างหรือจำลองปัญหาขึ้นเองบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จัดให้ใช้ภาษานั้นได้

2.2 ชนิดของแบบจำลอง

การสร้างแบบจำลองจำเป็นต้องพิจารณาถึง ลักษณะของปัญหาและเลือกชนิดของแบบจำลองที่เหมาะสมกับปัญหานั้นก่อน แล้วจึงทำการสร้างแบบจำลองปัญหาขึ้นมา ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเครื่องมือช่วยในการจำลองคือ ภาษาการจำลอง เพื่อให้ผู้ใช้สามารถสร้างแบบจำลองได้ง่ายขึ้น จากการพิจารณาถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในงานด้านวิศวกรรม วิทยาศาสตร์ ตลอดจนงานทางด้านเศรษฐศาสตร์และสังคม ทำให้สามารถแบ่งแยกชนิดของแบบจำลองได้ 2 ชนิดคือ

2.2.1 แบบจำลองเหตุการณ์ไม่ต่อเนื่อง (Discrete-Event Simulation Model)

เป็นการจำลองแบบของระบบที่แปรไปตามเวลา โดยพิจารณาที่แต่ละจุดของเวลาในระบบนั้น ซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงสถานะของระบบ ตัวอย่างเช่น การมาถึงของเรือแต่ละลำ เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ณ เวลาหนึ่งๆ ซึ่งทำให้สถานะของท่าเรือเปลี่ยนแปลงไปจากว่าง (idle) เป็นไม่ว่าง (busy) หรือทำให้จำนวนเรือที่อยู่ในแถวคอยเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกัน การออกจากท่าเทียบเรือของเรือลำหนึ่ง ก็เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง และทำให้สถานะของท่าเรือเปลี่ยนจากไม่ว่าง เป็นว่าง และจำนวนเรือในแถวคอยลดลง 1 ลำ ถ้าในการกำหนดจุดสิ้นสุดของการจำลองระบบนี้ คือจำนวนชั่วโมงของการทำงาน เมื่อระบบดำเนินไปจนถึงเวลาที่กำหนด ก็จะเกิดเหตุการณ์ที่ตั้งขึ้นเพื่อหยุดการจำลองระบบ (dummy 'end-simulation' event) ภาษาการจำลองสำหรับแบบจำลองชนิดนี้ ได้แก่ GASP, GPSS และ SIMSCRIPT

2.2.2 แบบจำลองระบบอย่างต่อเนื่อง (Continuous-System Simulation Model)

เป็นการจำลองแบบของระบบที่แปรไปตามเวลา โดยที่สถานะของระบบมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งอัตราการเปลี่ยนแปลงนี้อธิบายได้โดยสมการดิฟเฟอเรนเชียล ถ้าสมการนี้ง่ายพอที่จะทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ แล้วจะได้ค่าของตัวแปรทั้งหลายที่แสดงสถานะของระบบ สำหรับทุกค่าของเวลา ซึ่งเป็นฟังก์ชันของค่าของตัวแปรเหล่านั้น ณ เวลาเริ่มต้น ตัวอย่างของแบบจำลองชนิดนี้ เช่น ตัวจำลองการบิน (flight simulator) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของความเร็ว ความสูง และความกดดันอากาศ เป็นไปอย่างต่อเนื่องตามเวลาที่เปลี่ยนไป หรือในด้านเศรษฐศาสตร์ ทิศทางของการเงิน การค้า และการบริการก็มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง ภาษาการจำลองสำหรับแบบจำลองชนิดนี้ ได้แก่ CSMP II, SLAM และ C-SIMSCRIPT

2.3 วิธีการจำลองสำหรับแบบจำลองเหตุการณ์ที่ไม่ต่อเนื่อง

การสร้างแบบจำลองเหตุการณ์ที่ไม่ต่อเนื่อง โดยเฉพาะในการดำเนินไปของระบบซึ่งแสดงถึงพฤติกรรมของแบบจำลอง แยกพิจารณาออกเป็น 3 รูปแบบ คือ

2.3.1 การกำหนดการโดยเหตุการณ์ (Event-scheduling Approach)

ระบบจะถูกจำลองขึ้นมาโดยการชี้ให้เห็นถึงเหตุการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นในระบบเป็นจุดสำคัญ โดยแยกส่วนของเหตุการณ์แต่ละเหตุการณ์ที่มีผลให้สถานะของระบบเปลี่ยนแปลงไป

การจำลองแปรไปตามเวลาโดยดำเนินไปตามเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในเวลาต่างๆตามลำดับ ภาษาการจำลองที่ใช้วิธีนี้ คือ SIMSCRIPT, SIMPAS และ GASP IV

ในภาษาระดับสูง การสร้างตัวจำลองอิงเหตุการณ์ (event-oriented simulator) นี้ทำได้ง่ายที่สุด และมีประสิทธิภาพในแง่ของเวลาในการประมวลผล โดยเฉพาะกับแบบจำลองที่มีการติดต่อกันระหว่างเหตุการณ์น้อย แต่แบบจำลองที่สร้างในรูปแบบนี้มักมีหมายกำหนดการภายในระบบอยู่อย่างกระจัดกระจายในแบบจำลองที่สร้าง ดังนั้นถ้ามีเหตุการณ์ในระบบและการติดต่อระหว่างกัน มากขึ้นทำให้เข้าใจได้ยาก (Kreutzer,1986)

2.3.2 <u>การติดต่อระหว่างกันของกรรมวิธี</u> (Process-interaction Approach)

การจำลองระบบในลักษณะนี้ มีการรวบรวมเอาลำดับเหตุการณ์ทั้งหมดที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งที่เข้ามาในระบบและกำหนดเป็นกรรมวิธี ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างลำดับของเหตุการณ์ต่างๆเป็นในแง่ของการเปลี่ยนแปลงสถานะของระบบ จากตัวอย่างปัญหาท่าเรือ เรือลำหนึ่งเป็นกรรมวิธีหนึ่งของระบบท่าเรือ เมื่อเรือเข้ามาในระบบและมีท่าเทียบเรือว่างอยู่เรือลำนั้นก็สามารถจอดเทียบท่าได้ ซึ่งทำให้สถานะของท่าเรือนี้เปลี่ยนไป และเหตุการณ์ต่อไปของเรือลำนี้คือ การออกจากท่าเทียบเรือ แล้วทำการพิจารณาการดำเนินไปของแต่ละกรรมวิธีที่เกิดขึ้นในระบบและการติดต่อระหว่างกันของกรรมวิธีเหล่านั้น เพื่อให้การจำลองระบบเป็นไปอย่างถูกต้อง ดังนั้น ณ เวลาหนึ่ง ในระบบอาจมีกรรมวิธีอยู่มากมายซึ่งกำลังติดต่อกันเพื่อให้ได้เข้าใช้ทรัพยากรของระบบ ภาษาการจำลองที่ใช้วิธีนี้ ได้แก่ GPSS, ASPOL และ SIMULA

ในการสร้างตัวจำลองอิงกรรมวิธี (process-oriented simulator) มีข้อดีกว่าตัวจำลองอิงเหตุการณ์ คือการดำเนินไปในระบบของสิ่งที่เข้ามาในระบบ อธิบายได้ด้วยกรรมวิธีเดียวเท่านั้น ทำให้แบบจำลองที่สร้างขึ้นนี้สามารถเข้าใจได้ง่ายกว่า

2.3.3 <u>การค้นหาจากกิจกรรม</u> (Activity-scanning Approach)

การจำลองระบบวิธีนี้ ทำการเก็บเอาข้อสังเกตเกี่ยวกับความสัมพันธ์กันของการเริ่มต้นและการสิ้นสุดของเหตุการณ์ไว้ในกิจกรรม (activity) และมีการรวบรวมรายละเอียดของการเปลี่ยนแปลงสถานะของระบบไว้ที่จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของแต่ละกิจกรรม ในการดำเนินไปของระบบ มีการพิจารณาทุกกิจกรรมในระบบว่าจะเริ่มต้นได้หรือไม่ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสถานะของระบบเกิดขึ้น และจบการทำงานของแต่ละกิจกรรมที่ถึงจุดสิ้นสุดในเวลาที่กำหนด โดยเหตุนี้ ทำให้ไม่ต้องคำนึงถึงการติดต่อกันระหว่างเหตุการณ์ เหมือนกับวิธีการกำหนดการโดยเหตุการณ์ ภาษาการจำลองที่ใช้วิธีนี้ ได้แก่ CSL และ SIMON

2.4 แนวความคิดของการจำลองอิงกรรมวิธีในการสร้างแบบจำลอง

การจำลองอิงกรรมวิธี เป็นวิธีการหนึ่งที่เหมาะสมในการพัฒนาแบบจำลองเครือข่ายแถวคอยซึ่งสามารถประยุกต์ในการจำลองระบบคอมพิวเตอร์ และเป็นวิธีการที่มีประโยชน์สำหรับการสังเกตพฤติกรรมการทำงานของโปรแกรมบนสถาปัตยกรรมของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ไม่มีจริง นอกจากนี้ยังสามารถใช้การจำลองอิงกรรมวิธีเป็นสิ่งแวดล้อมสำหรับการปฏิบัติการ (execution environment) ของโปรแกรมการประมวลผลแบบขนานได้ (Schwetman, 1986)

ในการจำลองแบบปัญหาขึ้นมาเพื่อศึกษาระบบที่สนใจ เราจะพิจารณาถึงการดำเนินไปของสิ่งที่เข้ามาในระบบและส่วนประกอบของระบบ โดยเริ่มตั้งแต่การเกิดของสิ่งนั้นจนกระทั่งออกไปจากระบบทั้งนี้แนวทางในการสร้างแบบจำลองอิงกรรมวิธี อาศัยหลักการการจำลองอิงกรรมวิธีซึ่งเป็นวิธีการจำลองเหตุการณ์ที่ไม่ต่อเนื่อง โดยมีการพิจารณารูปแบบการดำเนินไปของระบบเป็นแบบการติดต่อระหว่างกันของกรรมวิธี ทั้งสิ่งที่เข้ามาในระบบและส่วนประกอบของระบบอาจจะพิจารณาเป็นกรรมวิธีต่างๆ หรือเป็นทรัพยากร (facility) แล้วแต่บทบาทที่มีอยู่ในระบบ ส่วนประกอบเหล่านี้จะมีความสัมพันธ์และติดต่อกัน อันจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะของระบบ ซึ่งทำให้ระบบดำเนินไป (evolution) ได้ถูกต้องตามกระบวนการภายในของระบบ โดยที่วิธีการติดต่อระหว่างกันของกรรมวิธีนั้น อาจเป็นในรูปของการส่งข่าวสาร (message) ไปยังกรรมวิธีอื่น การรอให้เหตุการณ์บางอย่างเกิดขึ้น การเข้าใช้ทรัพยากรของระบบ ซึ่งการกำหนดสิ่งเหล่านี้ขึ้นในระบบก็เพื่อให้การดำเนินการระหว่างกรรมวิธีเป็นไปอย่างได้จังหวะกัน (synchronization)

จากตัวอย่างปัญหาท่าเรือ ถือได้ว่า เรือลำหนึ่งเป็นกรรมวิธีหนึ่ง ที่ต้องเข้ามาจอดเทียบท่า เพื่อขนส่งสินค้าหรือผู้โดยสาร หลังจากนั้นก็ต้องออกจากท่าเพื่อให้เรือลำอื่นที่คอยอยู่เข้ามาจอด สำหรับท่าเทียบเรือนี้ ถือเป็นทรัพยากรของระบบที่เรือแต่ละลำต้องเข้าใช้เป็นระยะเวลาหนึ่ง และจำนวนท่าเทียบเรือ คือจำนวนผู้ให้บริการ (server) เมื่อมีเรือเข้ามาจอดเทียบทุกท่าแล้ว เรือลำอื่นต้องคอยในแถวคอย (queue) ตามลำดับของเวลาการมาถึง (arrival time) แล้วเมื่อท่าเทียบเรือใดว่าง เรือลำที่อยู่ต้นแถวก็เข้าจอดเทียบได้ทันที ลักษณะของแถวคอยแบบนี้ เป็นแบบมาก่อนเข้ารับบริการก่อน (first come first serve หรือ FCFS) และในการขนส่งสินค้าซึ่งต้องใช้ปั้นจั่นสำหรับยกของนั้นเรือที่ต้องการใช้ปั้นจั่น จะส่งข่าวสารมาบอกทางฝ่ายขนส่ง แล้วคอยจนกว่าปั้นจั่นว่างและมาทำการขนสินค้าจนเสร็จ จึงสามารถนำเรือออกจากท่าได้ ดังนั้น ถือได้ว่าปั้นจั่นก็เป็นอีกทรัพยากรหนึ่งของระบบนี้ที่เรือบางลำต้องเข้าใช้บริการ

เมื่อพิจารณาแนวความคิดดังกล่าว พบว่าภายในระบบจะประกอบด้วยกรรมวิธีต่างๆซึ่งสามารถดำเนินการไปได้พร้อมกันอย่างเป็นอิสระ โดยมีการติดต่อประสานงานกันบ้างในบางขณะ ดังนั้น การพัฒนาแบบจำลองตามแนวความคิดของการจำลองอิงกรรมวิธีบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีการประมวลผลแบบอนุกรมกระทำได้ค่อนข้างยาก จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือสำหรับการพัฒนาแบบจำลองอิงกรรมวิธี เช่นภาษาการจำลองอิงกรรมวิธี หรือเครื่องมือทางซอฟต์แวร์ที่สามารถจำลองให้มีสภาพแวดล้อมสำหรับหลายกรรมวิธีและเสมือนทำงานพร้อมกันได้ โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องดูแลการทำงานตรงส่วนนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018730