สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3
การออกแบบด้วยแนวคิดเชิงวัตถุ
ในการออกแบบวงจรตรรกะเชิงลำดับ

เนื้อหาในบทนี้เกี่ยวข้องกับการออกแบบแบบแนวคิดเชิงวัตถุ สำหรับการออกแบบวงจรตรรกะเชิงลำดับ เพื่อช่วยลดความซับซ้อน เวลา ช่วยตรวจสอบความถูกต้องในขั้นตอนการออกแบบฮาร์ดแวร์ และเพื่อช่วยผู้ออกแบบวงจรให้สามารถนำวงจรในรูปแบบของไลบรารีกลับมาใช้ในออกแบบวงจร ซึ่งเป็นการนำแนวคิดที่มีความสำคัญของแนวคิดเชิงวัตถุมาใช้ วิทยานิพนธ์นี้จะนำแนวคิดเชิงวัตถุ มาใช้ในการออกแบบวงจรตรรกะเชิงลำดับในระดับเกทและฟลิปฟลอป ขอบเขตของวิทยานิพนธ์นี้ สามารถสนับสนุนการออกแบบแบบแนวคิดเชิงวัตถุสำหรับเกทจำนวน 8 ชนิด คือ ตัวผกผัน แอนด์ ออร์ ออร์เฉพาะ ออร์ไม่เฉพาะ แนนด์ นอร์ และ บัฟเฟอร์ และฟลิปฟลอป 3 ชนิด คือ ดีฟลิปฟลอป เจเคฟลิปฟลอป และทีฟลิปฟลอป โดยพื้นฐานของแนวคิดเชิงวัตถุที่นำมาใช้ได้แก่ (1) แนวคิดการห่อหุ้ม (2) แนวคิดการถ่ายทอด และ (3) แนวคิดการนำกลับมาใช้

แนวคิดการห่อหุ้ม

คือ การนำเอาข้อมูลมาผูกรวมไว้กับการกระทำที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลให้เป็นโครงสร้างหนึ่งหน่วย คือ คลาสและวัตถุ อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้พิจารณาในวิทยานิพนธ์นี้ในการออกแบบวงจรตรรกะเชิงลำดับซึ่งได้แก่ เกทพื้นฐานจำนวน 8 ชนิด และฟลิปฟลอป 3 ชนิด เมื่อนำไปใช้ในการออกแบบวงจรตรรกะเชิงลำดับ จะสามารถออกแบบให้คลาสของอุปกรณ์ได้ โดยให้คลาสเบื้องต้นคือคลาสเกท ซึ่งจะประกอบไปด้วยข้อมูลเบื้องต้นคืออุปกรณ์เกท และประกอบไปด้วยพฤติกรรมเบื้องต้นคือให้ชื่อของอุปกรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 แสดงคลาสของเกทเบื้องต้นที่ใช้ในการออกแบบวงจร

แนวคิดการถ่ายทอด

คือ การที่ข้อมูลและพฤติกรรมทั้งหมดที่มีอยู่ในคลาสพ่อ ได้ถ่ายทอดไปยังคลาสลูก จากคลาสเกทในการออกแบบวงจรตรรกะเชิงลำดับดังกล่าว ซึ่งจะครอบคลุมอุปกรณ์ เกททั้งหมด 8

ชนิด และฟลิปฟลอป 3 ชนิด จะสามารถทำการถ่ายทอดไปยังคลาสย่อยได้แก่เกททั้งหมด 8 ชนิด และฟลิปฟลอปทั้งหมด 3 ชนิด ดังนี้

1. คลาสแอนด์เกท ซึ่งจะมีข้อมูลเพิ่มเติมคือ มีสัญญาณเอาต์พุต 1 สัญญาณ และมีสัญญาณอินพุตได้ตั้งแต่ 2 สัญญาณขึ้นไป และมีพฤติกรรมเพิ่มเติมคือวาดรูปแอนด์เกท

2. คลาสออร์เกท ซึ่งจะมีข้อมูลเพิ่มเติมคือ มีสัญญาณเอาต์พุต 1 สัญญาณ และมีสัญญาณอินพุตได้ตั้งแต่ 2 สัญญาณขึ้นไป และมีพฤติกรรมเพิ่มเติมคือวาดรูปออร์เกท

3. คลาสแอนด์เกท ซึ่งจะมีข้อมูลเพิ่มเติมคือ มีสัญญาณเอาต์พุต 1 สัญญาณ และมีสัญญาณอินพุตได้ตั้งแต่ 2 สัญญาณขึ้นไป และมีพฤติกรรมเพิ่มเติมคือวาดรูปแอนด์เกท

4. คลาสนอร์เกท ซึ่งจะมีข้อมูลเพิ่มเติมคือ มีสัญญาณเอาต์พุต 1 สัญญาณ และมีสัญญาณอินพุตได้ตั้งแต่ 2 สัญญาณขึ้นไป และมีพฤติกรรมเพิ่มเติมคือวาดรูปนอร์เกท

5. คลาสออร์เฉพาะเกท ซึ่งจะมีข้อมูลเพิ่มเติมคือ มีสัญญาณเอาต์พุต 1 สัญญาณ และมีสัญญาณอินพุตได้ตั้งแต่ 2 สัญญาณขึ้นไป และมีพฤติกรรมเพิ่มเติมคือวาดรูปออร์เฉพาะเกท

6. คลาสออร์ไม่เฉพาะเกท ซึ่งจะมีข้อมูลเพิ่มเติมคือ มีสัญญาณเอาต์พุต 1 สัญญาณ และมีสัญญาณอินพุตได้ตั้งแต่ 2 สัญญาณขึ้นไป และมีพฤติกรรมเพิ่มเติมคือวาดรูปออร์ไม่เฉพาะเกท

7. คลาสอินเวอร์เตอร์เกท ซึ่งจะมีข้อมูลเพิ่มเติมคือ มีสัญญาณเอาต์พุต 1 สัญญาณ และมีสัญญาณอินพุต 1 สัญญาณ และมีพฤติกรรมเพิ่มเติมคือวาดรูปอินเวอร์เตอร์เกท

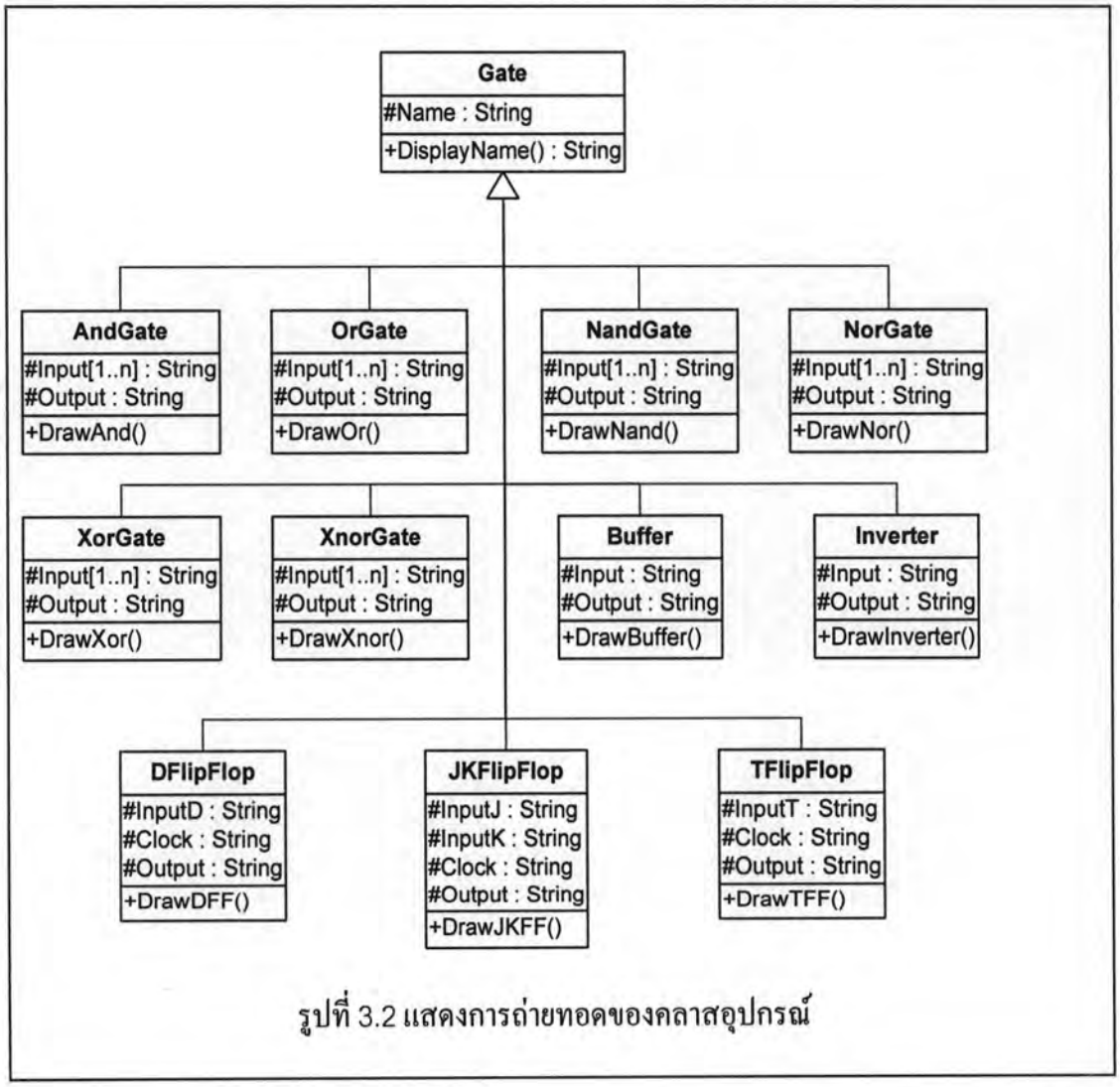
8. คลาสบัฟเฟอร์เกท ซึ่งจะมีข้อมูลเพิ่มเติมคือ มีสัญญาณเอาต์พุต 1 สัญญาณ และมีสัญญาณอินพุต 1 สัญญาณ และมีพฤติกรรมเพิ่มเติมคือวาดรูปบัฟเฟอร์เกท

9. คลาสดีฟลิปฟลอป ซึ่งจะมีข้อมูลเพิ่มเติมคือ มีสัญญาณเอาต์พุต 1 สัญญาณ มีสัญญาณนาฬิกาเป็นสัญญาณอินพุต 1 สัญญาณ และมีสัญญาณอินพุตดีอีก 1 สัญญาณ และมีพฤติกรรมเพิ่มเติมคือวาดรูปดีฟลิปฟลอป

10. คลาสเจเคฟลิปฟลอป ซึ่งจะมีข้อมูลเพิ่มเติมคือ มีสัญญาณเอาต์พุต 1 สัญญาณ มีสัญญาณนาฬิกาเป็นสัญญาณอินพุต 1 สัญญาณ และมีสัญญาณอินพุตเจ และเค อีกอย่างละ 1 สัญญาณ และมีพฤติกรรมเพิ่มเติมคือวาดรูปเจเคฟลิปฟลอป

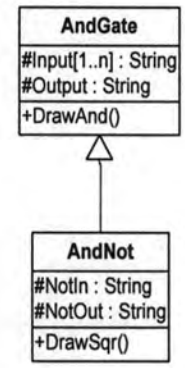
11. คลาสทีฟลิปฟลอป ซึ่งจะมีข้อมูลเพิ่มเติมคือ มีสัญญาณเอาต์พุต 1 สัญญาณ มีสัญญาณนาฬิกาเป็นสัญญาณอินพุต 1 สัญญาณ และมีสัญญาณอินพุตทีอีก 1 สัญญาณ และมีพฤติกรรมเพิ่มเติมคือวาดรูปทีฟลิปฟลอป

โดยคลาสทั้ง 11 คลาส จะแสดงการได้รับการถ่ายทอดได้ดังในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงการถ่ายทอดของคลาสอุปกรณ์

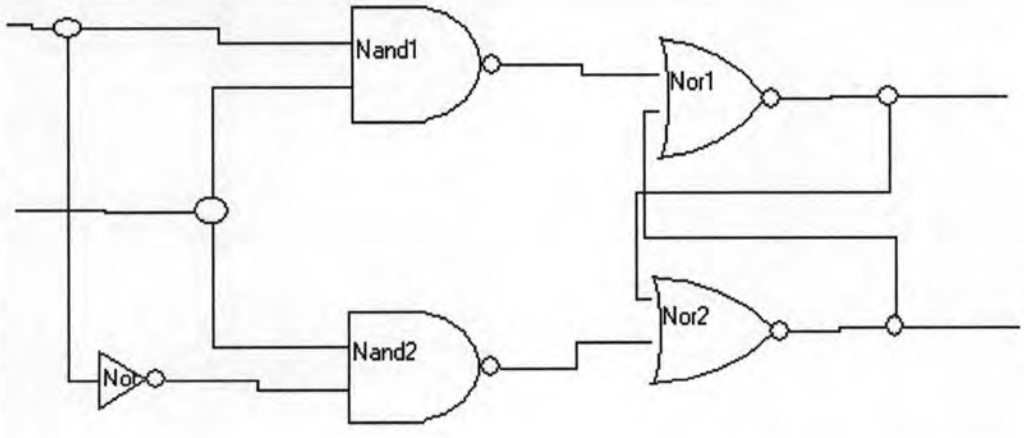
นอกจากคลาสเกทจะถ่ายทอดไปยังคลาสของเกททั้ง 8 ชนิด และคลาสของฟลิปฟลอปทั้ง 3 ชนิดดังกล่าว คลาสเกททั้ง 8 ชนิด และคลาสของฟลิปฟลอปทั้ง 3 ชนิด ยังสามารถถ่ายทอดต่อไปได้เป็นคลาสของวงจรไลบรารี ซึ่งจะมีลักษณะเฉพาะเพิ่มเติมจากคลาสที่ได้รับการถ่ายทอดมาคือมีสัญญาณอินพุตและสัญญาณเอาต์พุตเพิ่มเติมเป็นจำนวนขึ้นอยู่กับวงจรไลบรารีนั้นๆ และมีพฤติกรรมเพิ่มเติมคือวาดรูปวงจรไลบรารีเป็นรูปสี่เหลี่ยม ดังแสดงในรูปที่ 3.3 นอกจากนี้ คลาสไลบรารียังสามารถถ่ายทอดต่อไปยังคลาสไลบรารีอื่นๆ ได้อีก



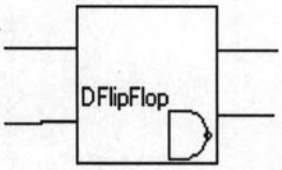
รูปที่ 3.3 แสดงการถ่ายทอดของคลาสแอนด์เกทเป็นคลาสแอนด์อินเวอร์เตอร์เกท

แนวคิดการนำกลับมาใช้ใหม่

วิทยานิพนธ์นี้ ได้นำแนวคิดดังกล่าวมาประยุกต์ใช้กับการออกแบบวงจรตรรกะเชิงผสม โดยวงจรที่ถูกออกแบบขึ้นเพื่อที่จะนำกลับมาใช้จะถูกจัดเก็บในรูปแบบของไลบรารี คือ เมื่อผู้ออกแบบฮาร์ดแวร์ได้ออกแบบวงจรเพื่อที่จะนำกลับไปใช้สำเร็จ วงจรดังกล่าวจะถูกนำไปสังเคราะห์วงจร ถ้าการสังเคราะห์วงจรไม่พบข้อผิดพลาด วงจรดังกล่าวจะถูกนำไปสร้างเป็นวงจรบล็อก (Circuit Block) ซึ่งมีจำนวนบิตของอินพุตและเอาต์พุตคงที่ และถูกจัดเก็บในรูปแบบของไลบรารี เพื่อที่ผู้ออกแบบวงจรสามารถนำวงจรบล็อกกลับมาใช้ได้อีกตามความเหมาะสมของการออกแบบวงจรใดๆ โดยไม่ต้องเสียเวลาและแรงงานในการออกแบบวงจรบล็อกดังกล่าวอีกครั้งหนึ่ง ดังแสดงในรูปที่ 3.4 และ 3.5 นอกจากนี้ ยังสามารถนำวงจรที่ออกแบบไว้แล้วมาแก้ไขเปลี่ยนแปลงได้อีก

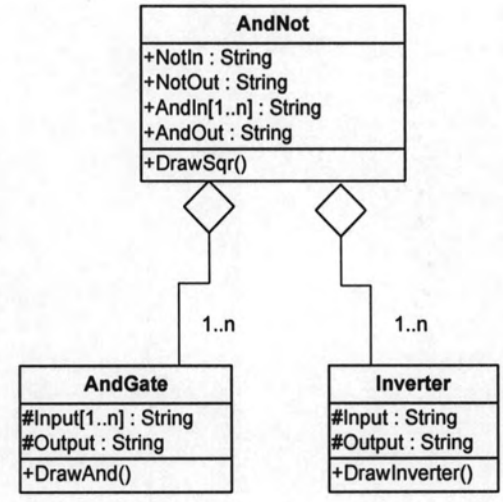


รูปที่ 3.4 แสดงวงจรดีฟลิปฟลอปซึ่งสร้างจากเกทพื้นฐานที่ถูกสร้างเป็นวงจรบล็อก



รูปที่ 3.5 แสดงตัวอย่างการนำวงจรบล็อกดีฟลิปฟลอปกลับมาใช้

วงจรบล็อกที่เกิดขึ้น เกิดจากการประกอบกัน (Aggregation) ระหว่างคลาสเกทหรือฟลิปฟลอปชนิดต่างๆ กันดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แสดง Aggregation ของคลาส AndNot