บทที่ 8
บทสรุป

บทสรุป

วิทยานิพนธ์นี้ได้ออกแบบและสร้างเครื่องมือสำหรับออกแบบวงจรตรรกะเชิงลำดับ ซึ่งนำแนวคิดเชิงวัตถุมาใช้ในการออกแบบเครื่องมือ รวมถึงการทดลองเพื่อศึกษาผลของการนำแนวคิดเชิงวัตถุมาออกแบบวงจรตรรกะเชิงลำดับ

แนวคิดเชิงวัตถุที่ได้นำมาใช้ออกแบบ และสร้างเครื่องมือออกแบบวงจรตรรกะเชิงลำดับประกอบด้วยแนวคิด 3 แนวคิด คือ 1) แนวคิดการห่อหุ้ม ซึ่งแนวคิดนี้จะใช้สำหรับออกแบบคลาสของเกทในการออกแบบวงจรตรรกะเชิงลำดับ 2) แนวคิดการถ่ายทอด ใช้ในการถ่ายทอดคลาสของอุปกรณ์ต่างๆ จนได้คลาสของเกทพื้นฐานจำนวน 8 ชนิด คือ แอนด์ ออร์ บัฟเฟอร์ ตัวผกผัน แนนด์ นอร์ ออร์เฉพาะ และ ออร์ไม่เฉพาะ คลาสของฟลิปฟลอปพื้นฐาน 3 ชนิด คือ ดีฟลิปฟลอป เจเคฟลิปฟลอป และทีฟลิปฟลอป และคลาสของเกทพื้นฐานทั้ง 8 ชนิดและคลาสของฟลิปฟลอปทั้ง 3 ชนิดยังสามารถถ่ายทอดไปยังคลาสของวงจรบล็อก และแนวคิดเชิงวัตถุสุดท้ายที่ได้นำมาใช้ คือ 3) แนวคิดการนำกลับมาใช้ เป็นแนวคิดที่ใช้ในการนำวงจรตรรกะเชิงลำดับที่ได้ออกแบบไว้กลับมาใช้อีกครั้งหนึ่ง โดยผู้ออกแบบวงจรสามารถนำวงจรบล็อกมาใช้เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการออกแบบวงจรได้

เครื่องมือออกแบบวงจรตรรกะเชิงลำดับ โดยใช้แนวคิดเชิงวัตถุที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นประกอบด้วย 1) ส่วนออกแบบวงจรตรรกะเชิงผสมแบบกราฟิก เครื่องมือที่สร้างขึ้นสนับสนุนการออกแบบวงจรตรรกะเชิงผสมแบบกราฟิกด้วยหลักการเลือก ปล่อยแล้วลาก ซึ่งช่วยเพิ่มความสะดวกให้กับการออกแบบวงจร 2) เครื่องมือสังเคราะห์วงจร เมื่อวงจรตรรกะเชิงลำดับได้ออกแบบในส่วนออกแบบวงจรแบบกราฟิกแล้ว เครื่องมือสังเคราะห์วงจรจะสังเคราะห์วงจรเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการออกแบบวงจรตรรกะเชิงลำดับ และสร้างไฟล์ชนิดข้อความ ซึ่งไฟล์ดังกล่าวจะเก็บผลของการออกแบบวงจร ในรูปแบบของภาษาเนทลิสต์ ซึ่งเป็นภาษาระดับเกทตามมาตรฐานของ ISCAS89 และ 3) เครื่องมือจำลองการทำงาน เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับจำลองการทำงานของวงจรเพื่อหาค่าความจริงเอาต์พุตของอุปกรณ์และสายสัญญาณชนิดต่างๆ ที่ผู้ใช้ได้ออกแบบวงจรไว้ การจำลองการทำงานจะทำงานหลังจากที่วงจรที่ได้ออกแบบไว้ ผ่านการสังเคราะห์วงจรแล้ว โดยในวิทยานิพนธ์นี้ เครื่องมือออกแบบวงจรตรรกะเชิงลำดับจะเชื่อมต่อกับเครื่องมือจำลองการทำงาน Verilogger Pro ซึ่งผู้ออกแบบสามารถสั่งการจำลองการทำงานได้จากเครื่องมือออกแบบวงจรซึ่งจะให้ผลการจำลองการทำงานเป็นไฟล์ข้อความ หรือใช้เครื่องมือจำลองการทำงาน Verilogger Pro

จำลองการทำงานโดยตรงก็ได้ซึ่งจะให้ผลการจำลองการทำงานทั้งในรูปกราฟิกหรือเวฟฟอร์ม และไฟล์ข้อความ

เครื่องมือออกแบบวงจรตรรกะเชิงลำดับ โดยใช้แนวคิดเชิงวัตถุที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นได้นำมาทดลองสร้างวงจรในรูปแบบต่างๆ จำนวน 3 รูปแบบ คือ 1) สร้างวงจรบล็อกดีฟลิปฟลอปโดยใช้เกทพื้นฐาน และสร้างวงจรโดยใช้ฟลิปฟลอปดี ซึ่งผลการสังเคราะห์วงจรพบว่าสามารถให้ผลการทำงานที่ถูกต้องและตรงกัน 2) สร้างวงจรบล็อกหลากหลายวงจร ร่วมกับการเชื่อมต่อกับสายสัญญาณอื่นๆ ภายนอก โดยใช้วงจรบล็อกตัวอย่างดีฟลิปฟลอปและวงจรบล็อกตัวอย่างเจเคฟลิปฟลอป ซึ่งผลการสังเคราะห์วงจรพบว่าสามารถให้ผลการทำงานที่ถูกต้องและช่วยประหยัดแรงงานในการสร้างวงจรด้วยวิธีเดิม และ 3) สร้างวงจรบล็อกครั้งเดียวแต่มีวงจรบล็อกภายในมากกว่า 1 วงจรบล็อกและมีการเชื่อมต่อจากสายสัญญาณภายนอกโดยใช้วงจรเจเคฟลิปฟลอปสร้างวงจรนับ 4 บิท ซึ่งผลการสังเคราะห์วงจรพบว่าสามารถให้ผลการทำงานที่ถูกต้องและช่วยประหยัดแรงงานในการสร้างวงจรนับ 4 บิทด้วยวิธีดั้งเดิมได้มาก การทดลองดังกล่าวได้สนับสนุนแนวคิดเชิงวัตถุทั้ง 3 แนวคิดที่นำมาใช้ในการออกแบบเครื่องมือ นอกจากนี้ยังนำวงจรตัวอย่างจากวงจรมาตรฐาน ISCAS89 มา 1 วงจรคือวงจร s27 เพื่อทดสอบความถูกต้องในการออกแบบวงจรด้วย

อย่างไรก็ตาม เมื่อนำผลการทดลองที่ได้จากเครื่องมือออกแบบวงจรตรรกะเชิงลำดับที่ได้พัฒนาขึ้นไปเชื่อมต่อกับเครื่องมือจำลองการทำงาน Verilogger Pro ที่นำมาใช้ในการจำลองการทำงาน เนื่องจากวงจรตรรกะเชิงลำดับมีการทำงานที่ขึ้นอยู่กับเวลา และในวิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการเชื่อมต่อเครื่องมือจำลองการทำงานผ่านไฟล์เวอริล็อก (*.v) ผู้ใช้งานสามารถเปลี่ยนแปลง เพิ่มเติม แก้ไขไฟล์เวอริล็อกที่เกิดขึ้นได้ เพื่อปรับให้มีความเหมาะสมต่อวงจรนั้นๆ นอกจากนี้การออกแบบวงจรตรรกะเชิงลำดับที่สร้างขึ้นนั้น จะไม่มีการคำนึงถึงดีเลย์

ข้อเสนอแนะ

จากการนำวิทยานิพนธ์เครื่องมือออกแบบวงจรตรรกะเชิงผสมแบบแนวคิดเชิงวัตถุ มาพัฒนาต่อ โดยพัฒนาเครื่องมือออกแบบวงจรตรรกะเชิงลำดับโดยใช้แนวคิดเชิงวัตถุที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์นี้ แม้จะมีความสมบูรณ์ในแง่ที่สามารถทำงานให้ผลลัพธ์ออกมาถูกต้อง ลดปัญหาการทำงานในเครื่องมือจำลองการทำงานที่ให้ประสิทธิภาพที่ไม่ดีเนื่องจากใช้เวลาในการทำงานมาก ซึ่งได้แก้ไขโดยนำไปเชื่อมต่อกับเครื่องมือจำลองการทำงานชนิดอื่น แต่เนื่องจากการเชื่อมต่อกับเครื่องมือจำลองการทำงานชนิดอื่น ยังต้องทำผ่านไฟล์ภาษาเวอริล็อกซึ่งยังไม่มีความยืดหยุ่นต่อวงจร เพราะวงจรตรรกะเชิงลำดับมีการทำงานที่เกี่ยวเนื่องกับเวลาและการเขียนภาษาเวอริล็อกในการจำลองการทำงานยังมีหลากหลายรูปแบบ ผู้ใช้งานจึงอาจต้องแก้ไขไฟล์ภาษาเวอริล็อกที่

เครื่องมือออกแบบวงจรตรรกะเชิงลำดับได้สร้างขึ้น เพื่อปรับให้เหมาะสมกับประเภทและการทำงานของวงจรตรรกะเชิงลำดับชนิดนั้นๆ ซึ่งอาจพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นต่อไป

และจากคุณสมบัติการถ่ายทอดคลาสของไลบรารี ยังทำงานไม่สมบูรณ์ในการเลือกคลาสวงจรจากตารางการถ่ายทอด กล่าวคือเมื่อเลือกคลาสวงจรจากตารางการถ่ายทอดแล้ว ควรปรากฏคุณสมบัติของคลาสวงจรที่ได้เลือกในหน้าต่างออกแบบวงจรโดยอัตโนมัติ และเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขคุณสมบัติของคลาสต้นแบบแล้ว ยังไม่รองรับความสามารถในการแก้ไขคุณสมบัติของคลาสที่ได้รับการถ่ายทอดตาม ซึ่งหากต้องการนำวิทยานิพนธ์ไปพัฒนาต่อแล้ว ก็ควรเพิ่มความสามารถในการแก้ไขคุณสมบัติของคลาสที่ได้รับการถ่ายทอด เมื่อมีการแก้ไขคุณสมบัติของคลาสต้นแบบด้วย นอกจากนี้ยังสามารถนำคุณสมบัติอีกคุณสมบัติหนึ่งของแนวคิดเชิงวัตถุก็คือคุณสมบัติโพลีมอร์ฟิซึม มาประยุกต์ใช้ในเครื่องมือเพิ่มเติมในส่วนการวาดรูปเกทต่างๆ ซึ่งฟังก์ชันการวาดเกทนี้สามารถเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของเกทได้ เมื่อคุณสมบัติของแนวคิดเชิงวัตถุสามารถนำมาใช้ในการออกแบบวงจรตรรกะเชิงผสมและเชิงลำดับได้อย่างถูกต้องแล้ว ซึ่งเป็นการครอบคลุมการออกแบบวงจรตรรกะเบื้องต้นแล้ว คุณสมบัติของแนวคิดเชิงวัตถุยังสามารถนำไปใช้เป็นประเด็นศึกษาเพิ่มเติมได้ คือ นำไปใช้ในการลดรูปวงจร