บทความวิจัย

การพัฒนาโปรแกรมการลดรูปสมการพีชคณิตบูลีนด้วยแผนผังคาร์นอจห์สำหรับการประยุกต์ใช้ในการศึกษาทางด้านอิเล็กทรอนิกส์

ภาวนา ชูศิริ*
สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 0 2655 3777 ต่อ 7164 อีเมล: pawana.c@rmutp.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2019.03.001
รับเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2561 แก้ไขเมื่อ 8 มกราคม 2562 ตอบรับเมื่อ 17 มกราคม 2562 เผยแพร่ออนไลน์ 4 มีนาคม 2562
© 2019 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีนำเสนอการพัฒนาโปรแกรมการลดรูปสมการพีชคณิตบูลีนด้วยแผนผังคาร์นอจห์สำหรับการประยุกต์ใช้ในการศึกษาทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ในรูปแบบของโปรแกรมการวิเคราะห์สมการพีชคณิตบูลีน ซึ่งโปรแกรมนี้พัฒนาขึ้นภายใต้โปรแกรมวิชวลสตูดิโอ 2018 สามารถเลือกวิธีการลดรูปสมการได้ 2 แบบ คือ Sum of Product (SOP) และ Product of Sum (POS) มีการใส่ค่าตัวแปรได้ 6 ตัวแปร และผลลัพธ์ที่แสดงออกมาในรูปแบบแผนผังคาร์นอจห์ จากผลการทดสอบโปรแกรมพบว่า โปรแกรมสามารถทำการลดรูปสมการพีชคณิตบูลีนที่ความสอดคล้องกับหลักทฤษฎีการลดรูปสมการพีชคณิตบูลีนด้วยวิธีปกติ และจากการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานโปรแกรม พบว่า ผู้ใช้งานโปรแกรมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.44) แสดงให้เห็นว่า โปรแกรมการลดรูปสมการพีชคณิตบูลีนด้วยแผนผังคาร์นอจห์ที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถใช้เป็นเครื่องมือที่ช่วยสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการออกแบบวงจรดิจิทัลมากยิ่งขึ้น และเป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: โปรแกรม สมการพีชคณิตบูลีน แผนผังคาร์นอจห์

การอ้างอิงบทความ: ภาวนา ชูศิริ, "การพัฒนาโปรแกรมการลดรูปสมการพีชคณิตบูลีนด้วยแผนผังคาร์นอจห์สำหรับการประยุกต์ใช้ในการศึกษาทางด้านอิเล็กทรอนิกส์," *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 29, ฉบับที่ 3, หน้า 397–407, ก.ค.–ก.ย. 2562.

วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 29 ฉบับที่ 3 ก.ค.–ก.ย. 2562
The Journal of KMUTNB., Vol. 29, No. 3, Jul.–Sep. 2019

Research Article

Development of Boolean Algebra Equations Program Using Karnaugh Map for Applying in Electronic Engineering Education

Pawana Choosiri*

Department of Electronic and Telecommunication Engineering, Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Bangkok, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 0 2655 3777 Ext. 7164, E–mail: pawana.c@rmutp.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2019.03.001
Received 22 November 2018; Revised 8 January 2019; Accepted 17 January 2019; Published online: 4 March 2019
© 2019 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

This research presents the development of Boonlean algebra equations program using Karnaugh map for applying in electronic engineering education. The karnaugh algebra equations program using Karnaugh map was performed by visual studio 2018 program. It can choose two equation types: Sum of Product (SOP) and Product of Sum (POS). There are 6 variable values and the results are displayed in Karnaugh map format. The results showed that the Boolean algebra equations program using Karnaugh map can deform the Boolean equations that are correspond with the theory and the normal method. On the evaluation of user satisfaction, it was found that the users were highly satisfied with the program ($\overline{x}$ = 4.44). In conclusion, The Boolean algebra equations program using Karnaugh map can be used as a tool to help build a better understanding of digital circuit design. It can be used as an effective instructional tool of teaching and learning.

Keywords: Program, Boolean Algebra Equations, Karnaugh Map

Please cite this article as: P. Choosiri, "Development of Boolean algebra equations program using Karnaugh map for applying in electronic engineering education," *The Journal of KMUTNB*, vol. 29, no. 3, pp. 397–407, Jul.–Sep. 2019 (in Thai).

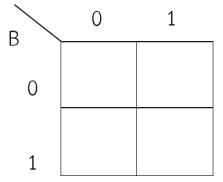
1. บทนำ

พัฒนาการทางด้านเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ก้าวไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งผลิตภัณฑ์จากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เป็นสิ่งจำเป็นในชีวิตประจำวันของประชาชนทั่วไป เช่น วิทยุ โทรทัศน์ ระบบการสื่อสาร เครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นต้น [1] ดังนั้น เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์จึงเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งในการพัฒนาและนำเทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้งานในการพัฒนาทางอิเล็กทรอนิกส์ที่มีความสำคัญสูงที่ต้องพัฒนาต่อไป

การเรียนการสอนทางด้านอิเล็กทรอนิกส์เป็นการเรียนการสอนเกี่ยวกับอุปกรณ์ชิ้นส่วนสารกึ่งตัวนำทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของวงจร และมีการต่อวงจรที่ต้องใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จำนวนมาก [2] ด้วยเหตุนี้วิชาวงจรดิจิทัล เป็นวิชาที่ช่วยให้ลดจำนวนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้เป็นจำนวนมากเพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตด้วยการลดรูปสมการพีชคณิตบูลีนด้วยแผนผังคาร์นอจห์ ซึ่งช่วยลดรูปของการออกแบบวงจรดิจิทัล จากการศึกษาสภาพปัญหาการเรียนวิชาวงจรดิจิทัลพบว่า นักศึกษามีการใส่ค่าของสัญญาณขาออกที่เป็น 1 และ 0 หรือ Don’t Care จากตารางค่าความเป็นจริงลงแผนผังคาร์นอจห์ผิดพลาด ทำให้การจับกลุ่มของช่องที่มีค่า 1 และ 0 หรือ Don’t Care ที่ติดกันในแนวตั้งและแนวนอนมีการลดรูปสมการที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น ส่งผลให้ผลลัพธ์การลดรูปสมการในวงจรที่ออกแบบขึ้นยังมีอุปกรณ์ค่อนข้างมาก ซึ่งหากเมื่อมีการลดรูปสมการพีชคณิตบูลีนที่มีความยาวมากๆ ให้สั้นลงได้ ทำให้เกิดผลดีต่อการออกแบบวงจรลอจิก เพราะสมการพีชคณิตบูลีนนั้น มีความสัมพันธ์กับการกระทำของเกตต่างๆ และสามารถเขียนวงจรลอจิกแทนตัวกระทำต่างๆ ในสมการพีชคณิตบูลีนได้ ดังนั้นแทนที่ต้องเสียต้นทุนและเวลาในการออกแบบวงจรลอจิกให้มีขนาดเล็กลง โปรแกรมการลดรูปสมการพีชคณิตบูลีนจึงมีส่วนช่วยให้ประหยัดเวลาในการออกแบบวงจรลอจิกให้ลดลงรวดเร็วขึ้น อีกทั้งยังประหยัดค่าใช้จ่ายในการสร้างลงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างมาก

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยมีแนวคิดในการพัฒนาโปรแกรมการลดรูปสมการพีชคณิตบูลีนด้วยแผนผังคาร์โนห์สำหรับการประยุกต์ใช้ในการศึกษาด้านอิเล็กทรอนิกส์ โดยการออกแบบและสร้างจากโปรแกรมภาษาซี ภายใต้การทำงานของโปรแกรมวิชวลสตูดิโอ 2018 เพื่อให้ศึกษาหลักการลดรูปสมการพีชคณิตบูลีนแต่ละขั้นตอนได้ และสามารถนำสมการลดรูปไปออกแบบวงจรลอจิกได้อย่างรวดเร็วขึ้น การดำเนินการวิจัยต้องอาศัยทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเป็นข้อมูลประกอบการดำเนินงาน ดังนี้

$$AB + A\overline{B} = B$$

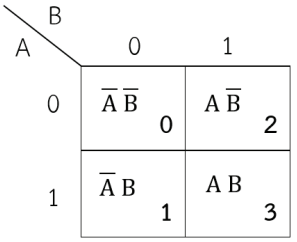


รูปที่ 1 ตารางแผนผังคาร์นอจห์ ชนิด 2 ตัวแปร

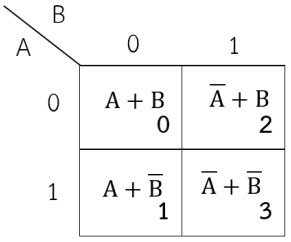
1.1 ทฤษฎีเทคนิคของแผนผังคาร์นอจห์

แผนผังคาร์นอจห์ (Karnaugh Map) หรือที่เรียกสั้นๆ ว่า แผนผังคาร์นอจห์ เป็นแผนผังตารางตรรกอีกแบบหนึ่งที่ใช้ในการลดรูป Boolean Algebra Equations หรือ Switching Function ทำให้ได้เกตน้อยที่สุด [3] เพื่อที่จะได้ประหยัดเวลา สะดวกในการใช้งาน ทั้งสามารถที่จะทำการลดรูปในกรณีที่มีตัวแปรมีค่ามากกว่า 4 ตัวแปรได้ แผนผังคาร์นอจห์กับตารางความจริง และเว็ทซ์ไดอะแกรม เพียงแต่แทนค่าด้วยค่าของเอาต์พุตฟังก์ชันด้วย “0” หรือ “1” แทนที่ในหมายเลขประจำช่อง การสร้างตาราง การกำหนดค่าจะใช้การเรียงลำดับค่าลอจิกของตัวแปรด้วยรหัสเกย์ (Gray Code) คือ ทำให้แต่ละช่องที่ติดกันนั้นให้มีตัวแปรต่างกันเพียง 1 ตัว จะทำให้การลดรูปสะดวกตามหลักทฤษฎีที่ว่าการใช้รหัสเกย์ (Gray Code) นั้นคือนำลักษณะการเรียงลำดับมาใช้ ดังนี้ 00, 01, 11 และ 10 แต่ละเทอมต่างกัน 1 ตัวแปร [4] ดังรูปที่ 1

จากรูปที่ 1 จากตารางแผนผังคาร์นอจห์ ชนิด 2 ตัวแปร (2 Variable Karnaugh Map) ประกอบด้วยช่องแทนด้วยค่าของตัวแปรนั้นมีจำนวน 2^n และ n คือจำนวนตัวแปร เช่น 22 = 4 ช่อง (ค่าเลขยกกำลังเป็นจำนวนของตัวแปร)



รูปที่ 2 รูปแบบตารางแผนผังคาร์นอจห์ แบบ Minterm



รูปที่ 3 รูปแบบตารางแผนผังคาร์นอจห์ แบบ Maxterm

1.2 การลดรูปสมการโดยใช้ตารางแผนผังคาร์นอจห์

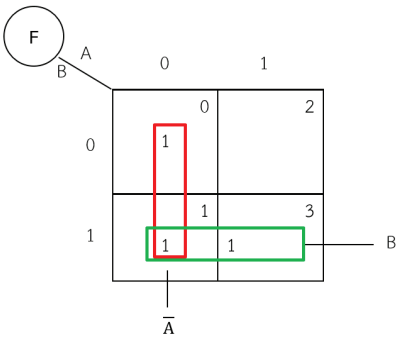
เป็นการใช้ตารางแผนผังคาร์นอจห์จะมีจำนวนช่องสี่เหลี่ยมสำหรับแทนค่า Minterm หรือ Maxterm เท่ากับจำนวน 2^n ช่อง และแต่ละช่องจะแทนค่าด้วย 1 หรือ 0 เพียงอย่างใดอย่างหนึ่งขึ้นอยู่กับการเลือกใช้ฟังก์ชันในรูปของ Minterm หรือ Maxterm เพื่อทำให้เหลือตัวแปรในสมการน้อยที่สุด เมื่อนำสมการที่ลดรูปได้นั้นไปประกอบเป็นวงจรส่งผลให้วงจรใช้ลอจิกเกตน้อยที่สุด ที่ยังทำให้วงจรยังคงมีฟังก์ชันการทำงานเหมือนเดิม [5] ดังนี้

ถ้าใช้ Minterm ก็แทนค่าด้วย 1 ดังรูปที่ 2

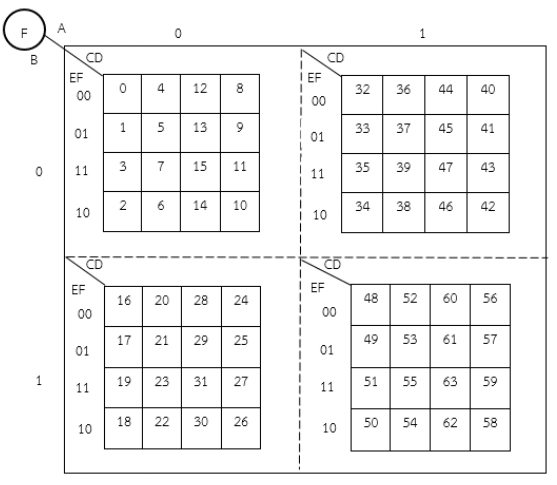
ถ้าใช้ Maxterm ก็แทนค่าด้วย 0 ดังรูปที่ 3

จากรูปที่ 4 เป็นการแสดงผลลัพธ์การรวมเทอมตารางแผนผังคาร์นอจห์ ชนิด 2 ตัวแปร เท่ากับ $B + \overline{A}$ ดังนั้นเมื่อต้องการรวมเทอมสามารถที่จะรวมได้แต่ต้องอยู่ในรูปของ 2^n ช่อง คือ 1 ช่อง 2 ช่อง 4 ช่อง 8 ช่อง และ 16 ช่อง โดยจับคู่ให้ได้มากที่สุด เพื่อที่จะลดรูปให้เหลือน้อยที่สุด

สำหรับการลดรูปสมการพีชคณิตบูลีน 6 ตัวแปร จะมีทั้งหมด 2^6 เท่ากับ 64 ช่อง สามารถแสดงตารางของแผนผังคาร์นอจห์ [6] ดังรูปที่ 5



รูปที่ 4 การรวมเทอมตารางแผนผังคาร์นอจห์ ชนิด 2 ตัวแปร



รูปที่ 5 ตารางแผนผังคาร์นอจห์ ชนิด 6 ตัวแปร

1.3 หลักการเขียนสมการลอจิกพีชคณิต สามารถเขียนได้ 2 รูปแบบ [7] คือ

1) การบวกของผลคูณ (Sum of Product; SOP) หมายถึง การนำตัวแปรที่อยู่ในรูปปกติ หรือในรูปคอมพลีเมนต์มาแอนด์ (AND) กัน จากนั้นนำแต่ละเทอมมาออร์ (OR) กันอีกครั้งหนึ่ง เราเรียกเทอมที่แอนด์กันนี้ว่ามินเทอม (Minterm) ถ้าฟังก์ชัน SOP ใดที่แต่ละเทอมมีตัวแปรครบทุกตัว จะเรียกฟังก์ชันนั้นว่า คานอนิเคิล ซัม (Canonical Sum)

2) การคูณของผลบวก (Product of Sum; POS) หมายถึง การนำตัวแปรที่อยู่ในรูปปกติ หรือในรูปคอมพลีเมนต์มาออร์ (OR) กันจากนั้นนำแต่ละเทอมมาแอนด์ (AND) กันอีกครั้งหนึ่ง เราเรียกเทอมที่ออร์กันนี้ว่า แมกซ์เทอม (Maxterm)

ถ้าฟังก์ชัน POS ใดที่แต่ละเทอมมีตัวแปรครบทุกตัว จะเรียกฟังก์ชันนั้นว่า คานอนิเคิล โปรดักต์ (Canonical Product)

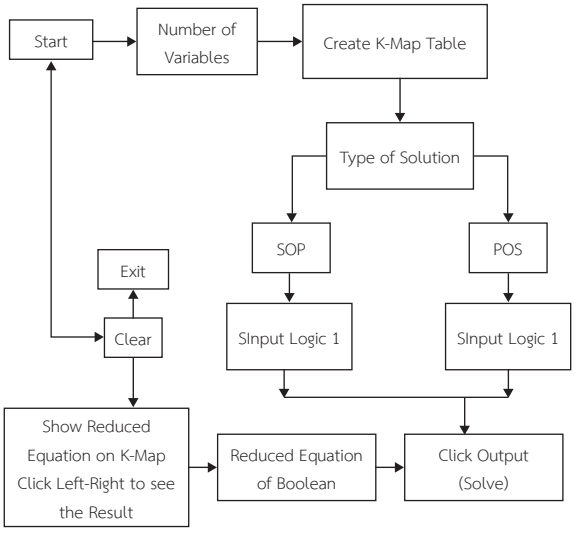
1.4 วิธีการลดทอนของ ควิน-แม็กคลัสกีย์ (Quine-Mccluskey) [8]

เป็นวิธีการที่ดัดแปลงมาจากทฤษฎีบูลีนโดยใช้วิธีการรวมพื้นที่แทนการใช้กฎของบูลีน ข้อดีของวิธีนี้คือ การหาคำตอบมีกฎเกณฑ์ตายตัวเป็นขั้นตอน เมื่อใช้ลดนิพจน์ตรรกศาสตร์ที่มีตัวแปรมากกว่า 4 ตัวแปร แต่เวลาที่ใช้ในการทำงานจะเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็วตามจำนวนของตัวแปร (เพิ่มขึ้นในอัตราส่วนแบบฟังก์ชันเลขชี้กำลัง) โดยแสดงในรูปแบบของฟังก์ชันขอบเขตสูงสุดของตัวแปร n ตัว ได้เป็น $\frac{3^n}{n}$ หากนิพจน์ตรรกศาสตร์มีจำนวนตัวแปรเท่ากับ 32 ตัว หรือ n = 32 อาจจะมีเทอมที่ไม่สามารถจับคู่ได้มากกว่า 6.5 × 1015 เทอม ดังนั้นหากต้องการลดนิพจน์ตรรกศาสตร์ที่มีจำนวนตัวแปรมากๆ ควรใช้วิธีการอื่นแทน เช่น การใช้โปรแกรมเอสเพรสโซ เป็นต้น ขั้นตอนวิธีนี้ เป็นขั้นตอนวิธีปัญหา เอ็นพี-แบบยาก เพราะมีอัตราการทำงานเติบโตในรูปของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล [9] วิธีการนี้มีขั้นตอนการทำงานเหมือนกับการทำแผนผังคาร์โนห์ (Karnaugh Map หรือ K-map) แต่มีความยืดหยุ่นมากกว่า ในด้านการนำไปประยุกต์เพื่อสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์อย่างมีประสิทธิภาพ และด้านการใช้งานกับนิพจน์ตรรกศาสตร์ที่มีตัวแปรเป็นจำนวนมาก ขั้นตอนการทำงาน แบ่งออกเป็นสองขั้นตอน [10] ดังนี้

1. รวมเทอมเข้าด้วยกันเพื่อลดจำนวนเทอม
2. สร้างตารางเพื่อหานิพจน์ตรรกศาสตร์ในรูปอย่างง่าย

2. วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาโปรแกรมการลดรูปสมการพีชคณิตบูลีนด้วยแผนผังคาร์นอจห์สำหรับประยุกต์ใช้ในการศึกษาด้านอิเล็กทรอนิกส์นี้ มีขั้นตอนการดำเนินการ 2 ขั้นตอนหลัก คือ 1) การพัฒนาโปรแกรม [11] ประกอบด้วย การกำหนดและวิเคราะห์ปัญหา การเขียนผังงานและชูโคโค้ด การเขียนโปรแกรม การทดสอบและแก้ไขโปรแกรม และการจัดทำ



รูปที่ 6 ขั้นตอนการออกแบบโปรแกรม

เอกสารและบำรุงรักษาโปรแกรม และ 2) การทดสอบการใช้งานโปรแกรม มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาโปรแกรม

1.1 การกำหนดและวิเคราะห์ปัญหา

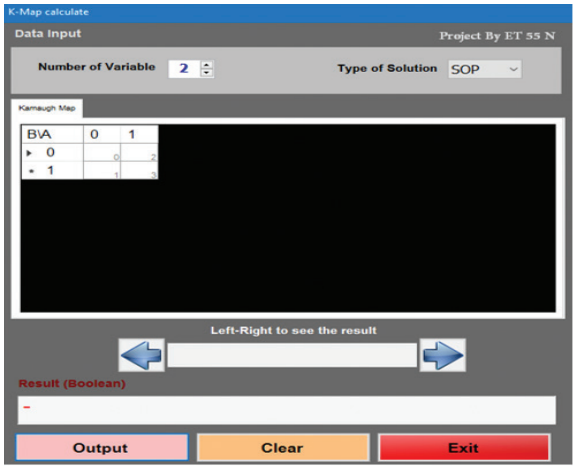
ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องการลดรูปสมการพีชคณิตบูลีนด้วยแผนผังคาร์นอจห์ สามารถแบ่งการลดรูปสมการได้ 2 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1 การบวกของผลคูณ (Sum of Product; SOP) และรูปแบบที่ 2 การคูณของผลบวก (Product of Sum; POS) ซึ่งแต่ละรูปแบบสามารถทำการลดรูปสมการได้ 6 ตัวแปร

1.2 การเขียนผังงานและชูโคโค้ด

กระบวนการทำงานที่ออกแบบ ดังรูปที่ 6 ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ได้แก่ การรับข้อมูลจากผู้ใช้ด้วยการกำหนดค่าตัวแปร และการใส่ค่าลงในแผนผังคาร์นอจห์ เลือกรูปแบบของการลดรูปสมการ จากนั้นทำการประมวลผลและแสดงการลดรูปสมการพีชคณิตบูลีน

1.3 การเขียนโปรแกรม

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย ส่วนของการป้อนและการแสดงผลของโปรแกรมที่สร้างขึ้นโดยการเขียนภาษาซีภายใต้โปรแกรมวิชวลสตูดิโอ 2018 เพื่อความสะดวกในการติดต่อกับผู้ใช้งานโปรแกรม ส่วนการคำนวณของสมการ



รูปที่ 7 คู่มือการใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

พีชคณิตบูลีนใช้วิธีการลดทอนของ ควิน-แม็กคลัสกีย์ (Quine-Mccluskey)

1.4 การทดสอบและแก้ไขโปรแกรม

การทดสอบโปรแกรมนั้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบฟังก์ชันการทำงานของแต่ละตัวแปร ผลการทดสอบพบว่าไม่เกิดการผิดพลาดของโปรแกรม สามารทำงานได้ตามตัวแปรที่ทดสอบ

1.5 การจัดทำเอกสารและบำรุงรักษาโปรแกรม

เมื่อดำเนินการทดสอบโปรแกรมจนได้โปรแกรมที่สมบูรณ์แล้ว ผู้วิจัยได้จัดทำคู่มือการใช้โปรแกรม เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถใช้งานได้ถูกต้อง ดังรูปที่ 7

ขั้นตอนที่ 2 การทดสอบการใช้งานโปรแกรม

2.1 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 2 และชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ภาคเรียนที่ 2/2560 จำนวน 29 คน ทำการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

2.2 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่ แบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน 2) ด้านเนื้อหา 3) ด้านความน่าสนใจ และ 4) ด้านความสะดวกในการใช้งาน ซึ่งผู้วิจัยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาโปรแกรม และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ ผลการตรวจสอบพบว่า ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์อยู่ระหว่าง 0.67–1.00 ทุกข้อ แสดงให้เห็นว่า แบบประเมินนี้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์สามารถนำไปประเมินกับกลุ่มตัวอย่างได้

2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นไปทำการทดสอบการใช้งานโปรแกรมโดยการเปรียบเทียบทฤษฎีและการคำนวณด้วยตนเอง จากนั้นนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อประเมินความพึงพอใจ

3. ผลการทดลอง

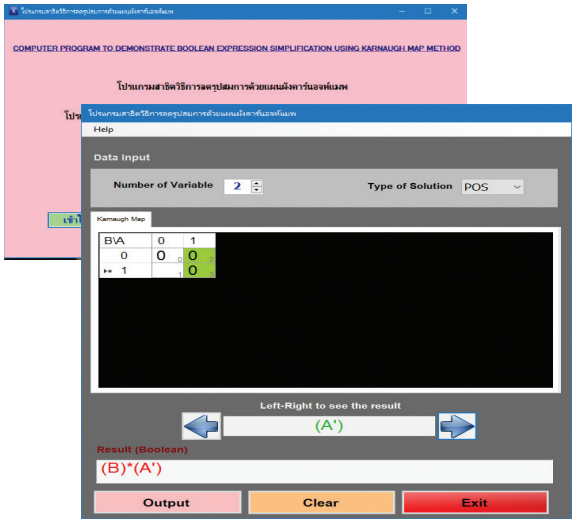
การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมการลดรูปสมการพีชคณิตบูลีนด้วยแผนผังคาร์นอจห์ สำหรับการประยุกต์ใช้ในการศึกษาด้านอิเล็กทรอนิกส์ภายใต้โปรแกรมวิชวลสตูดิโอ 2018 ซึ่งผู้ใช้สามารถเข้าใช้งานได้ด้วยการลงโปรแกรม KMAP.EXE จากนั้นเมื่อทำการเข้าใช้งานโปรแกรมสามารถทำการเลือกตัวแปรที่ใช้ในการลดรูป และรูปแบบการลดรูปสมการแบบ SOP หรือ POS แล้วให้ใส่ค่าตัวแปรต่างๆ ลงในแผนผังคาร์นอจห์ จากนั้นกดปุ่ม Output จะแสดงค่าการลดรูปสมการพีชคณิตบูลีน ดังรูปที่ 8

3.1 ผลการทดสอบโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นกับทฤษฎีตัวอย่างโจทย์ในบทเรียนวงจรดิจิทัล

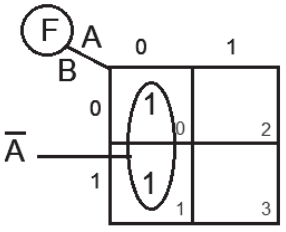
กรณี 2 ตัวแปร

โจทย์ F(AB) = ∑m (0,1) ดังรูปที่ 9

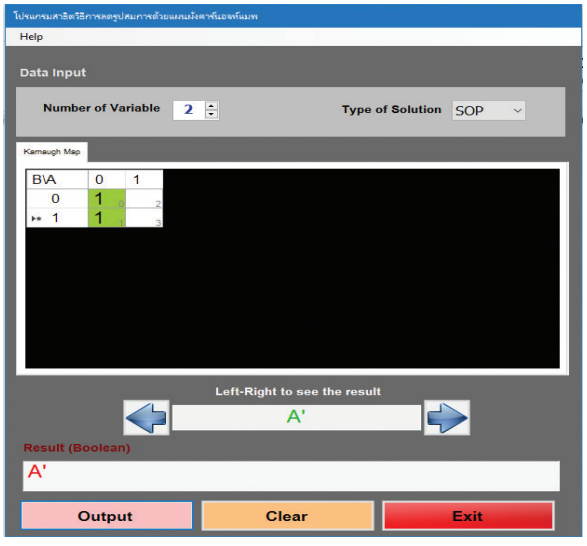
จากรูปที่ 9 แสดงผลลัพธ์การรวมเทอม จากโจทย์ F(AB) = ∑m (0,1) ได้ผลลัพธ์การรวมเทอมในรูปแบบสมการพีชคณิตบูลีนได้ผลลัพธ์ A’



รูปที่ 8 การทำงานของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

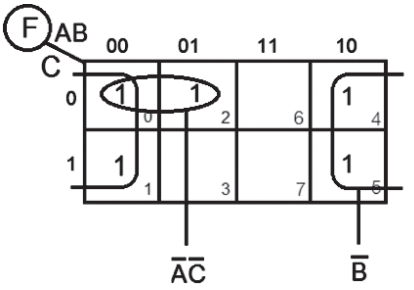


(ก) การลดรูปในบทเรียนดิจิทัลและการออกแบบลอจิก

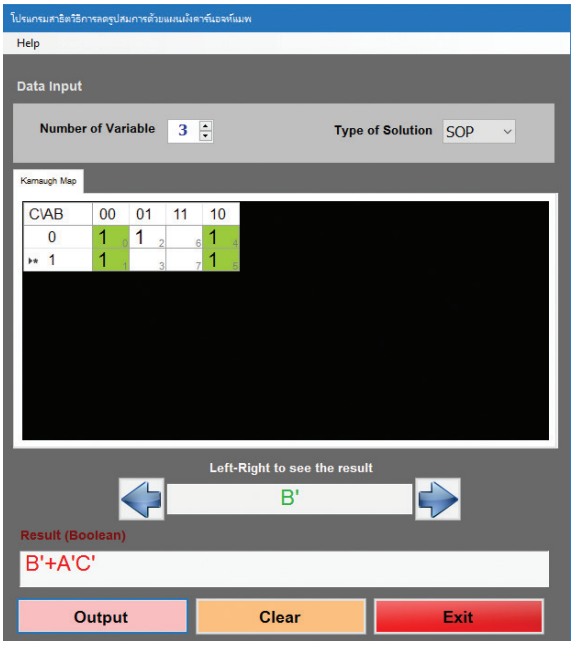


(ข) หน้าต่างโปรแกรมแสดงผลลัพธ์การลดรูป

รูปที่ 9 ผลลัพธ์การรวมเทอม กรณี 2 ตัวแปร



(ก) การลดรูปในบทเรียนดิจิทัลและการออกแบบลอจิก



(ข) หน้าต่างโปรแกรมแสดงผลลัพธ์การลดรูป

รูปที่ 10 ผลลัพธ์การรวมเทอม กรณี 3 ตัวแปร

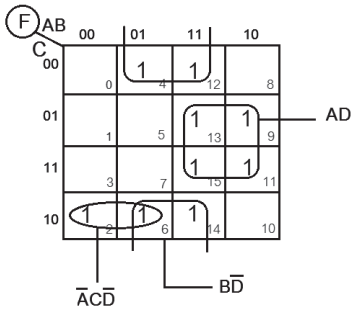
กรณี 3 ตัวแปร

โจทย์ F(ABC) = Σm (0,1,2,4,5) ดังรูปที่ 10

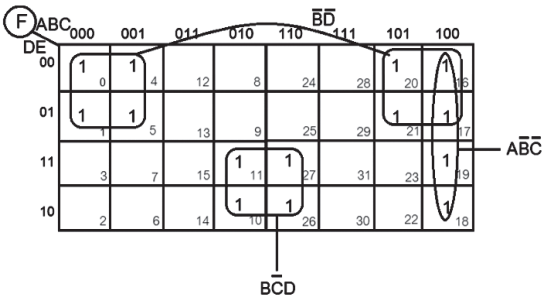
จากรูปที่ 10 แสดงผลลัพธ์การรวมเทอม จากโจทย์ F(ABC) = Σm (0,1,2,4,5) ได้ผลลัพธ์การรวมเทอมในรูปแบบสมการพีชคณิตบูลีนได้ผลลัพธ์ B’+A’C’

กรณี 4 ตัวแปร

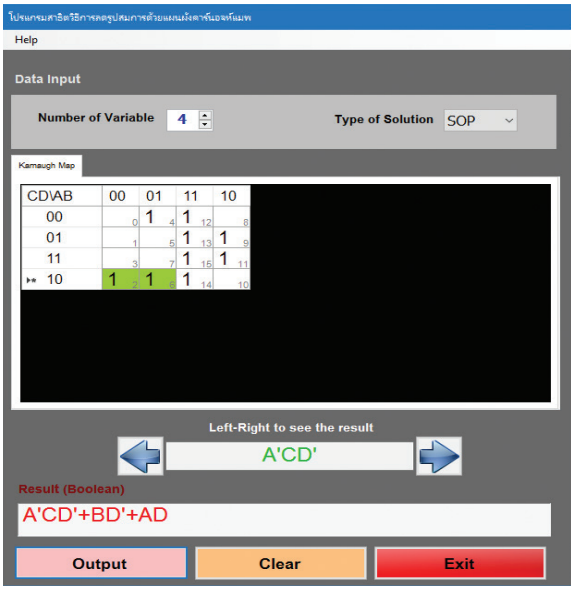
โจทย์ F(ABCD) = Σm (2,4,6,9,11,12,13,14,15) ดังรูปที่ 11



(ก) การลดรูปในบทเรียนดิจิทัลและการออกแบบลอจิก

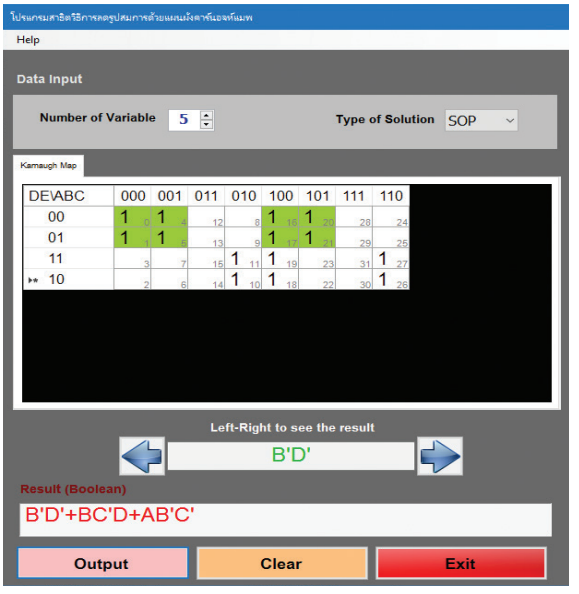


(ก) การลดรูปในบทเรียนดิจิทัลและการออกแบบลอจิก



(ข) หน้าต่างโปรแกรมแสดงผลลัพธ์การลดรูป

รูปที่ 11 ผลลัพธ์การรวมเทอม กรณี 4 ตัวแปร



(ข) หน้าต่างโปรแกรมแสดงผลลัพธ์การลดรูป

รูปที่ 12 ผลลัพธ์การรวมเทอม กรณี 5 ตัวแปร

จากรูปที่ 11 แสดงผลลัพธ์การรวมเทอม จากโจทย์ F(ABC) = ∑m (2,4,6,9,11,12,13,14,15) ได้ผลลัพธ์การรวมเทอมในรูปแบบสมการพีชคณิตบูลีนได้ผลลัพธ์ A'CD'+BD'+AD

กรณี 5 ตัวแปร

โจทย์ F(ABCDE) = ∑m (0, 1, 4, 5, 10, 11, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 26, 27) ดังรูปที่ 12

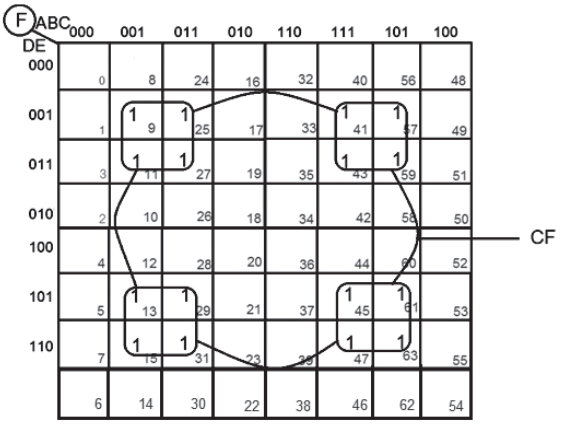
จากรูปที่ 12 แสดงผลลัพธ์การรวมเทอม จากโจทย์ F(ABCD) = ∑m (0, 1, 4, 5, 10, 11, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 26, 27) ได้ผลลัพธ์การรวมเทอมในรูปแบบสมการพีชคณิตบูลีนได้ผลลัพธ์ B'D'+BC'D+AB'C'

กรณี 6 ตัวแปร

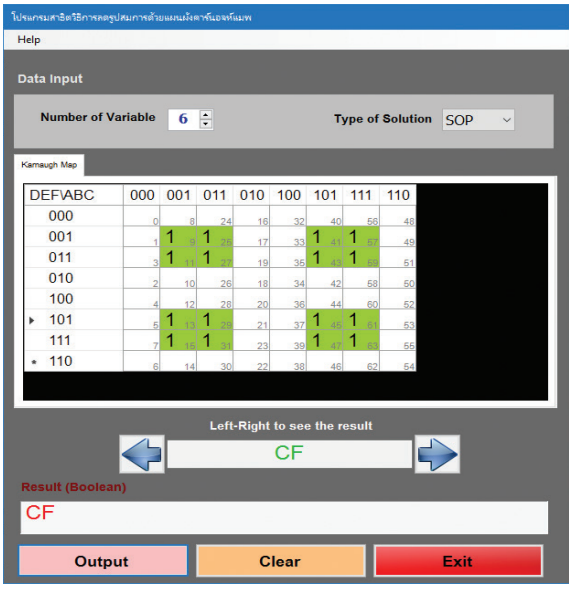
โจทย์ F(ABCDEF) = ∑m (9, 11, 13, 15, 25, 27, 29, 31, 41, 43, 45, 47, 57, 59, 61, 63) ดังรูปที่ 13

จากรูปที่ 13 แสดงผลลัพธ์การรวมเทอม จากโจทย์ F(ABCDEF) = ∑m (9, 11, 13, 15, 25, 27, 29, 31, 41, 43, 45, 47, 57, 59, 61, 63) ได้ผลลัพธ์การรวมเทอมในรูปแบบสมการพีชคณิตบูลีนได้ผลลัพธ์ CF

แสดงให้เห็นว่า โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมีการคำนวณที่สอดคล้องกับทฤษฎีการลดรูปสมการพีชคณิตบูลีนด้วยวิธีปกติ



(ก) การลดรูปในบทเรียนดิจิทัลและการออกแบบลอจิก



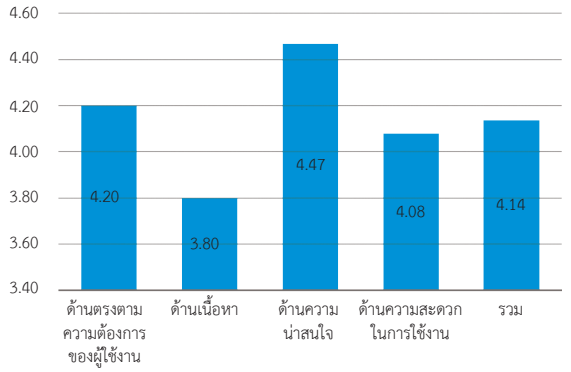
(ข) หน้าต่างโปรแกรมแสดงผลลัพธ์การลดรูป

รูปที่ 13 ผลลัพธ์การรวมเทอม กรณี 6 ตัวแปร

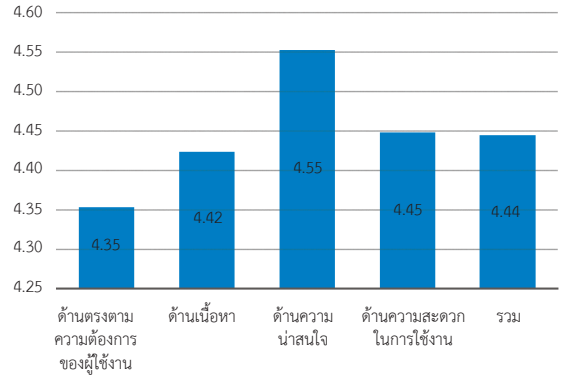
สามารถทำให้ลดเวลาในการคำนวณและยังสามารถอธิบายวิธีการลดรูปสมการพีชคณิตบูลีนในแต่ละครั้งได้

3.2 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

ผลจากการทดสอบการใช้งานโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ และกลุ่มผู้ใช้งาน



รูปที่ 14 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นของผู้เชี่ยวชาญ



รูปที่ 15 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นของผู้ใช้งาน

กลุ่มที่ 1 กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ พบว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรมการลดรูปสมการพีชคณิตบูลีนด้วยแผนผังคาร์นอจห์อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.14) ดังรูปที่ 14

จากรูปที่ 14 เมื่อพิจารณาแต่ละด้านพบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจต่อการใช้งานโปรแกรมด้านความน่าสนใจมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.47) รองลงมา ได้แก่ ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน ($\bar{x}$ = 4.20) ด้านความสะดวกในการใช้งาน ($\bar{x}$ = 4.08) และด้านเนื้อหา ($\bar{x}$ = 3.80)

กลุ่มที่ 2 กลุ่มผู้ใช้งาน พบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อการใช้งานโปรแกรมการลดรูปสมการพีชคณิตบูลีนด้วยแผนผังคาร์นอจห์อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.44) ดังรูปที่ 15

จากรูปที่ 15 เมื่อพิจารณาแต่ละด้านพบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อการใช้งานโปรแกรมด้านความน่าสนใจมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.55) รองลงมา ได้แก่ ด้านความสะดวกในการใช้งาน ($\bar{x}$ = 4.35) ด้านเนื้อหา ($\bar{x}$ = 4.42) และด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน (4.35)

4. อภิปรายผลและสรุป

บทความวิจัยนี้เป็นการนำเสนอโปรแกรมการลดรูปสมการพีชคณิตบูลีนด้วยแผนผังคาร์นอจห์ที่พัฒนาขึ้นภายใต้การทำงานของโปรแกรมวิชวลสตูดิโอ 2018 ที่สามารถวิเคราะห์และลดรูปสมการพีชคณิตบูลีนได้ 2 รูปแบบ คือ แบบ SOP หรือ POS และใส่ค่าตัวแปรได้ 6 ตัวแปรลงในตาราง แผนผังคาร์นอจห์ การลดรูปสมการพีชคณิตบูลีนใช้วิธีการลดทอนของควิน-แม็กคลัสกีย์ (Quine-Mccluskey) ซึ่งให้ผลลัพธ์ในการลดรูปสมการพีชคณิตบูลีนมีการคำนวณที่สอดคล้องกับทฤษฎีการลดรูปสมการพีชคณิตบูลีนด้วยวิธีปกติ และสามารถประยุกต์ใช้เป็นสื่อการสอนที่อธิบายขั้นตอนการลดรูปสมการพีชคณิตบูลีนได้ทีละขั้นตอนในรายวิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบ หรือหัวข้อที่เกี่ยวกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อีกทั้งจากการทดสอบคุณภาพของโปรแกรม พบว่า โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานภายใต้เงื่อนไขได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และเมื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งาน พบว่า โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เป็นเพราะว่าโปรแกรมสามารถอธิบายการลดรูปสมการพีชคณิตบูลีนแต่ละขั้นตอน ลดเวลาในการคำนวณ และมีความสะดวกในการใช้งาน ดังนั้นสรุปได้ว่า โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบวงจรดิจิทัลเพื่อลดการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอเสนอแนะว่า ควรมีการพัฒนาโปรแกรมให้มีการประยุกต์ไปสู่การออกแบบเป็นวงจรดิจิทัลเพื่อประโยชน์ต่อการใช้งานที่หลากหลายขึ้น และพัฒนาให้โปรแกรมสามารถใช้งานแบบออนไลน์หรือแอพพลิเคชัน เพื่อสะดวกต่อการใช้งาน

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และขอขอบคุณนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคมที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดียิ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] J. Songsompan, *Electronic Technology 1*, Bangkok: Electronic Bangkok, 2015 (in Thai).

[2] W. Buathes, “The model of skill development for the electrical power and the electronics students the lower north rajabhat universities to ASEAN community,” *Technical Education Journal King Mongkut’s University of Technology North Bangkok*, vol. 7, no. 1, pp. 84–92, 2016 (in Thai).

[3] J. Maneechan, *Digital Circuit Design and VDHL*. Pathumthani: Rajamangala University of Technology Thanyaburi, 2011 (in Thai).

[4] J. Samartchotipan, “Simplification of switching functions using Kranaugh map demonstration sets,” in *Proceedings 10th National Conference on Technical Education*, 2018, pp. 2018. 318–323 (in Thai).

[5] P. Jitpanich, *Digital Logic Design*. Bangkok: Ramkhamhaeng University, 2000 (in Thai).

[6] K. Somkantha, *Fundamentals of Computer Science*. Udon Thani: Udon Thani Rajabhat University, 2013 (in Thai).

[7] A. Ahmad, D. Ruelens, S. Ahmad, and L.Pathuri, “Determining the possible minimal boolean expressions via a newly developed procedure and tool,” in *Proceedings of the Sixth International Conference on Computing, Communications and Networking Technologies*, 2015, pp. 1–6.

[8] J. Chantharamalee, *Introduction to Digital Concept*. Bangkok: Suan Dusit Rajabhat University, 2012 (in Thai).

[9] P. Horkaew. *Digital Design*. Nakhon Ratchasima: Suranaree University of Technology, 2013 (in Thai).

[10] T. T. Choy, *Digital Logic Design*. Singapore: McGraw-Hill, 2011.

[11] L. Kitsaleerung and A. Kengpol, "Design of a database program for reducing searching time of history and detail of container maintenance: A case study of transport and distribution center company," *Journal of King Mongkut's University of Technology North Bangkok*, vol. 28, no. 2, pp. 353–360, 2018 (in Thai).