Analysis of Signal Control Efficiency at Rin Kham Intersection Using Artificial Neural Network Approach

1, 2

[1,2] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, จังหวัดเชียงใหม่
*Corresponding author; E-mail address: pramai_ch@cmu.ac.th

การจราจรที่ติดขัดเป็นปัญหาสำคัญของเมืองใหญ่ในหลายประเทศ การจัดการระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยกจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการแก้ไขปัญหาการจราจรที่เกิดขึ้น การศึกษานี้เป็นการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียม (ในการเลียนแบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรของตำรวจในช่วงเวลาเร่งด่วน และทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการบริหารการจราจรบริเวณทางแยกรินคำ จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้โปรแกรม ผลการวิเคราะห์พบว่า แบบจำลองที่นำเสนอสามารถเลียนแบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรของตำรวจ ซึ่งมีประสิทธิภาพที่ดี ทั้งนี้ ยังคงสามารถพัฒนาเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการบริหารการจราจรได้

คำสำคัญ: โครงข่ายประสาทเทียม สัญญาณไฟจราจร แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค ประสิทธิภาพทางแยก

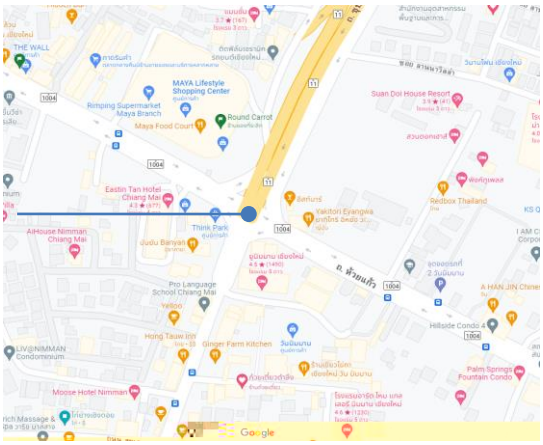
Abstract

1.

การพัฒนาของตัวเมืองส่งผลให้ปริมาณประชากร และการจราจรพุ่งสูงขึ้น ซึ่งจากข้อมูลปริมาณการจราจรของกรมทางหลวงทั่วประเทศ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 ถึงปี พ.ศ. 2565 มีอัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณการจราจรเฉลี่ยที่ร้อยละ 3.675 ทำให้สภาพการจราจรของตัวเมืองติดขัดโดยเฉพาะบริเวณทางแยกที่ควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร จึงต้องมีการบริหารจัดการจราจรให้มีประสิทธิภาพเพื่อลดปัญหาการจราจรติดขัด ดังนั้นจึงควรแก้ไขปัญหาดังกล่าวอย่างเร่งด่วน

จังหวัดเชียงใหม่เป็นจังหวัดที่มีประชากรอาศัยอยู่อันดับต้นของภาคเหนือและยังมีแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญหลายแห่ง ทำให้สภาพการจราจรของตัวเมืองติดขัดโดยเฉพาะบริเวณทางแยกที่ควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร ทางแยกรินคำเป็นทางแยกหนึ่งที่สำคัญเนื่องจากเป็นทางแยกที่เชื่อมต่อกับทางหลวงหมายเลข 11 เป็นทางหลักที่มาจากจังหวัดลำพูนและลำปางเพื่อที่จะเข้าสู่ตัวเมือง และเป็นทางผ่านเพื่อไปแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ เช่น เลี้ยวขวาเพื่อไปดอยสุเทพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เลี้ยวซ้ายเพื่อเข้าสู่ตัวเมือง คูเมือง ตรงไปเข้าสู่ย่านนิมมานเหมินทร์ผ่านไปยังสนามบิน เป็นทางแยกที่มีปริมาณการจราจรผ่านทางแยกเฉลี่ยไตรมาสแรกของ พ.ศ. 2566 จำนวน 7 คันต่อวัน ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงเมื่อเทียบกับลักษณะทางกายภาพของทางแยก จึงต้องมีการบริหารจัดการการจราจรให้มีประสิทธิภาพทางแยกรินคำเป็นทางแยกขนาดใหญ่ที่สำคัญแห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงใหม่ควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจรแบบปรับเปลี่ยนตามสภาพจราจร (ซึ่งในช่วงเวลาปกติสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ในช่วงเวลาเร่งด่วนที่มีปริมาณการจราจรมากขึ้นเกิดแถวคอยสะสม ทำให้สัญญาณไฟจราจรทำงานเต็มระยะเวลาไฟเขียวที่ออกแบบไว้ ( ) เจ้าหน้าที่ตำรวจจราจรต้องทำการควบคุมสัญญาณไฟจราจร โดยใช้เกณฑ์ในการกำหนดระยะเวลาสัญญาณไฟจราจรในแต่ละทิศทางด้วยการใช้วิทยุสื่อสารกับเจ้าหน้าที่ตำรวจจราจรบริเวณทางแยกอื่นเพื่อให้ทราบสภาพการจราจร และความยาวแถวคอยในแต่ละทิศทางของทางแยก

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นในการศึกษาวิเคราะห์ประสิทธิภาพการควบคุมสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยก โดยการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมเพื่อจำลองการควบคุมสัญญาณไฟจราจรของตำรวจในช่วงเวลาเร่งด่วน เพื่อเปรียบเทียบกับการควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบต่างๆ ด้วยแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค

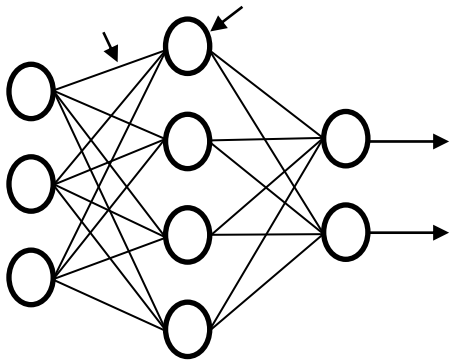


1 พื้นที่การศึกษา

2.

2.1 โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network)

โครงข่ายประสาทเทียม (เป็นการจำลองการทำงานโครงข่ายประสาทของมนุษย์ (โดยมีโหนดอินพุตเป็นตัวรับข้อมูลแล้วส่งต่อข้อมูลไปที่นิวรอน (โดยผ่านค่าน้ำหนัก (ซึ่งนิวรอนจะมีการประมวลผลกับฟังก์ชันกระตุ้น (แบบขนานกับอินพุตโหนดตัวอื่นด้วยหลังจากนั้นจะส่งข้อมูลไปยังโหนดถัดไป โครงข่ายประสาทสามารถเรียนรู้ได้จากข้อมูลฝึกสอน (โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ (โดยความรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมจะเก็บไว้ที่ค่าน้ำหนักและค่าไบแอส (



โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียมเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ในการคาดการข้อมูล

เป็นโครงข่ายประสาทเทียมชนิดหนึ่งที่ใช้ข้อมูลเชิงเวลาโดยอาศัยข้อมูลอินพุตภายนอกในการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมซึ่งสามารถป้อนกลับข้อมูลที่ได้เพิ่มความแม่นยำในการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม และสามารถใช้ทำนายข้อมูลในอนาคตได้อย่างแม่นยำ 1

โปรแกรม เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่มีฟังก์ชั่นในการทำโครงข่ายประสาทเทียมโดยเฉพาะ ซึ่งไม่ต้องใช้ความชำนาญมากนักในการใช้โปรแกรมแต่ไม่สามารถทราบที่มาของผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม ในขณะที่ภาษาไพธอนผู้ใช้ต้องมีทักษะในการเขียนโปรแกรม ซึ่งสามารถพัฒนาต่อยอดให้เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงต่อการนำไปใช้งานพยากรณ์ในอนาคตได้โดยที่ไม่เสียค่าใช้จ่าย ในขณะที่การใช้โปรแกรม ต้องเสียค่าใช้จ่าย และมีราคาค่อนข้างสูง

2.2 การเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม

2.2.1 การฝึกสอนแบบมีผู้สอน (Supervised training)

การฝึกสอนแบบมีผู้สอน คือการฝึกสอนที่ตัวระบบทราบค่าจริงของผลลัพธ์และมีการแก้ไขข้อผิดพลาดซึ่งโครงข่ายจะเก็บความรู้และประสบการณ์ไว้ในค่าน้ำหนัก และค่าไบแอส ตัวอย่างของวิธีการฝึกสอนแบบนี้ เช่น

2.2.2 การฝึกสอนแบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised training)

การฝึกสอนแบบไม่มีผู้สอน (คือการฝึกสอนที่ตัวระบบไม่ทราบค่าเป้าหมายจริงของผลลัพธ์โครงข่ายจะปรับตัวเองตามพฤติกรรมของข้อมูลและพยายามให้ข้อมูลฝึกสอนที่มีพฤติกรรมคล้ายคลึงกันมาอยู่ด้วยกันตัวอย่างของวิธีสอนแบบนี้ เช่น

ขั้นตอนการเรียนรูแบบแพรกระจายย้อนกลับเป็นอัลกอริทึมที่ใชในการเรียนรูของเครือข่ายใยประสาทวิธีหนึ่งที่นิยมใชใน เพื่อปรับคาน้ำหนักในเส้นเชื่อมตอระหว่างโหนดใหเหมาะสม โดยการปรับคานี้จะขึ้นกับความแตกต่างของคา ที่คำนวณได้กับคา ที่ตองการ 6

การทำงานของโครงข่ายประสาทแบบแพรกระจายยอนกลับ (เป็นวิธีการฝกสอนโครงข่ายประสาทหลายชั้นแบบส่งผ่านไปข้างหนา (ที่นิยมใชกันซึ่งประกอบด้วยชั้นข้อมูลนำเขา (ชั้นซอน (และชั้นผลลัพธ์ (โดยมีลักษณะการส่งผ่านขอมูลแบบส่งผ่านไปข้างนาตามลำดับชั้น และเรียนรูผ่านฟงกชั่นการเรียนรูจนได้เป็นผลลัพธ์ออกมา จากนั้นจึงนำค่าผลลัพธ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ตองการเพื่อหาคาความคลาดเคลื่อน (โดยใชคาคลาดเคลื่อนกำลังสองที่น้อยที่สุด (7

2.3 อัลกอริทึมปรับค่าน้ำหนักมีวิธีดังนี้[8]

2.3.1 Conjugate Gradient Descent (CGD)

เป็นการรวมเทคนิคของการหาค่าน้อยที่สุดกับขั้นตอนวิธีการเคลื่อนลงตามความชันเข้าด้วยกัน โดยเคลื่อนที่ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับค่าความชัน ดังสมการที่ 1

$$p(0) = -g(0) \quad 1$$

โดยการเคลื่อนลงนั้นจะมีลักษณะเป็นเส้นซิกแซกเพื่อต้องการให้เส้นซิกแซกนั้นเรียบขึ้นจึงได้แทนที่ขั้นตอนวิธีการเคลื่อนลงตามความชันด้วยสมการที่ 2

$$p(t+1) = -g(t) + \beta(t)\,p(t) \quad 2$$

เมื่อค่าสเกลาร์ $\beta(t)$ ถูกเลือก $p(t+1)$ และ $p(t)$ จับคู่กันโดยใช้การประมาณ จะได้ว่า

$$p(t+1).H.p^{T}(t) = 0$$

ขั้นตอนวิธีนี้สามารถหลีกเลี่ยงการเกิดการเคลื่อนที่แบบเส้นซิกแซกสำหรับการค้นหาทิศทางในรอบต่อไป

2.3.2 Levenberg Marquardt (LM)

เป็นขั้นตอนวิธี สำหรับการเรียนรู้แบบปรับค่าน้ำหนัก (ของโครงข่ายประสาทเทียม โดยการหาค่าพารามิเตอร์ของ สมการไม่เชิงเส้นเพื่อลดผลรวมกำลังสองของค่าผิดพลาดลง (โดยการใช้การ เรียนรู้แบบปรับค่าน้ำหนักแบบ เพื่อให้ระบบลดค่าผิดพลาดกำลังสองลงให้เหลือน้อยที่สุด

$$H(w) = j^{T}(w)J(w) + \mu I \quad 4$$

เมื่อ $H(w)$ แทน

$j(w)$ แทน

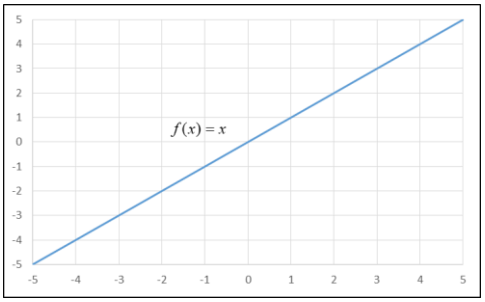
I แทน

μ แทน ค่าคงที่

2.4 ฟังชันการแปลง (activation Function)

2.4.1 ฟังก์ชันการแปลงเชิงเส้น (Linear Transfer Function)

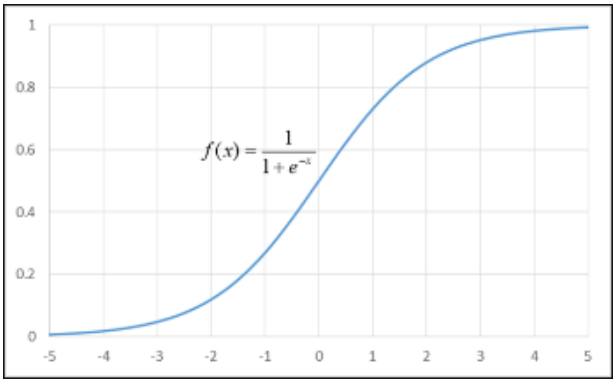
เป็นฟังก์ชันที่สามารถเรียนรู้ได้เพียงความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างข้อมูลอินพุตและข้อมูลเอาต์พุต ทำให้ไม่สามารถใช้หาคำตอบได้ในบางกรณี หากได้คำตอบที่ไม่ดีพอฟังก์ชันการแปลงเชิงเส้นจะหาค่าต่ำสุดของผลรวมค่าผิดพลาดกำลังสอง หากอัตราการเรียนรู้มีค่าน้อยโครงข่ายประสาทเทียมจะหาคำตอบที่ใกล้เคียงเท่าที่จะเป็นไปได้ที่จะแสดงในลักษณะเชิงเส้น โดยฟังก์ชันการแปลงเชิงเส้นสามารถแสดงได้ดังรูปที่



ฟังก์ชันการแปลงเชิงเส้น

2.4.2 ซิกมอยด์ฟังก์ชัน (Sigmoid Function)

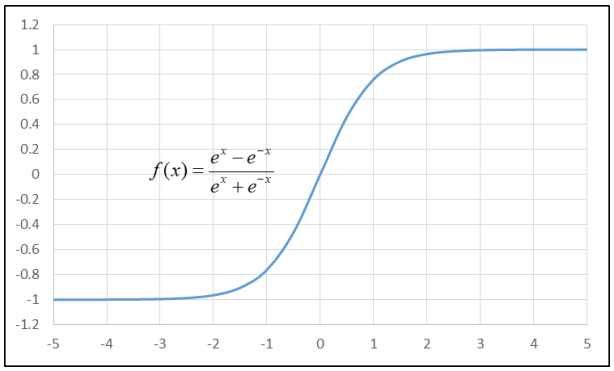
ซิกมอยด์ฟังก์ชันจะเป็นการบีบช่วงข้อมูลอินพุตที่ไม่จำกัดให้เป็นช่วงข้อมูลที่จำกัด ซึ่งช่วงข้อมูลส่งออกจะถูกบีบให้อยู่ในช่วง ถึง โดยซิกมอยด์ฟังก์ชันสามารถแสดงได้ดังรูปที่



ฟังก์ชันการแปลงแบบซิกมอยด์

2.4.3 ฟังก์ชันไฮเปอร์โบลิกแทนเจนต์ (Hyperbolic Tangent Function)

ฟังก์ชันไฮเปอร์โบลิกแทนเจนต์มีลักษณะเช่นเดียวกับซิกมอยด์ฟังก์ชัน แต่จะต่างกันที่ช่วงของข้อมูลส่งออกจะอยู่ในช่วง - ถึง โดยฟังก์ชันไฮเปอร์โบลิกแทนเจนต์ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4



ฟังก์ชันการแปลงเชิงเส้น

2.5 การวัดความแม่นยำของการพยากรณ์

เป้าหมายในการพยากรณ์ของทุกคนคือ ต้องการได้ค่าที่มีความถูกต้อง ซึ่งสามารถวัดความถูกต้อง ว่าค่าที่ได้จากการพยากรณ์มีความถูกต้องมากน้อยเพียงใด ณ ช่วงเวลา เดียวกัน ซึ่งการวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์จะใช้ข้อมูลจากการสำรวจเปรียบเทียบกับข้อมูลจากแบบจำลอง โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย

และ ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^{n} e_t^2}{n} = \frac{\sum_{t=1}^{n} (y_t - \hat{y})^2}{n} \quad (5)$$

2.6 ความล่าช้า (Delay)

ความล่าช้าที่เกิดจากการควบคุมสัญญาณไฟจราจรคือระยะเวลาที่สูญเสียขณะเดินทางเนื่องจากการติดขัดของการจราจรและการควบคุมการจราจรมีหน่วยเป็นนาทีหรือวินาทีต่อคัน ความล่าช้าเป็นดัชนีที่สำคัญที่บอกถึงสภาพติดขัดของการจราจร และเป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพของทางแยกสำหรับกำหนดระดับการให้บริการ ซึ่งความล่าช้าที่นำมาเป็นเกณฑ์ในการวิเคราะห์ระดับการให้บริการของทางแยกที่มีสัญญาณไฟจราจรมีดังนี้

2.6.1 ความล่าช้าในการควบคุม (Control Delay)

คือความล่าช้าของยานพาหนะทุกคันที่เข้าสู่ทางแยกในแต่ละเลนมีหน่วยเป็นวินาทีต่อคัน

2.6.2 ความล่าช้าสม่ำเสมอ (Uniform Delay)

เป็นการคำนวณหาความล่าช้า โดยสมมุติปริมาณการจราจรที่เข้าสู่ทางแยกสม่ำเสมอตลอดรอบสัญญาณไฟจราจร มีช่วงเวลาไฟเขียวประสิทธิ์ผล และอัตราการไหลอิ่มตัว เพียงค่าเดียวตลอดช่วงเวลารอบสัญญาณไฟจราจร

2.6.3 ความล่าช้าที่เพิ่มขึ้น (Incremental Delay)

เป็นความล่าช้าที่เกิดจากการมีแถวคอยเพิ่มขึ้นจากการเข้า และออกจากทางแยกของปริมาณจราจรในระหว่างรอบสัญญาณไฟจราจรแต่ละรอบ

2.6.4 ความล่าช้าเริ่มต้นจากแถวคอย (Initial queue Delay)

เป็นความล่าช้าในการเดินทางเนื่องจากการออกแบบสัญญาณไฟจราจรที่ไม่สามารถตอบสนองต่อปริมาณการจราจรในรอบก่อนหน้าจากทำให้เกิดแถวคอยค้างสะสม

2.7 ระดับการให้บริการ (Level of Service, LOS)

การประเมินระดับการให้บริการ (ของทางแยกที่ควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจรในปัจจุบันมีหลายวิธี ซึ่ง 2010 (เป็นวิธีหนึ่งในการประเมินระดับการให้บริการของทางแยกที่มีสัญญาณไฟจราจร เป็นตัวชี้วัดการไหลของยานพาหนะ การเคลื่อนที่อย่างอิสระ การกีดขวางการจราจร โดยใช้ความล่าช้า (ที่เกิดขึ้นบริเวณทางแยกเป็นเกณฑ์ ระดับการให้บริการแบ่งออกได้เป็น 6 ระดับ ถึง เรียงจากระดับการให้บริการที่แย่ที่สุดไปจนถึงระดับที่ดีที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 1

เกณฑ์ระดับการให้บริการของทางแยกที่มีสัญญาณไฟจราจร **[4]**

ระดับการให้บริการ	ความล่าช้าเฉลี่ย (วินาที)

*** ที่มา : Highway Capacity Manual 2010 (TRB, 2010)*

2.8 แบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค

แบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค หมายถึงแบบจำลองการเคลื่อนที่แบบพลวัต (ของยานพาหนะแต่ละประเภทแบบรายคันในโครงขายถนน แบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค เป็นเครื่องมือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นมาเพื่อช่วยจำลองสภาพการจราจรของรูปแบบการเดินทางประเภทต่างๆ ในสถานการณ์ต่างๆ และช่วยประเมินประสิทธิภาพการจราจรในสถานการณ์นั้นๆ ได้ ในปัจจุบันโปรแกรมแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค มีอยู่ด้วยกันหลายโปรแกรม ซึ่งโปรแกรม ก็เป็นโปรแกรมหนึ่งที่กำลังได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน สามารถจำลองสภาพการจราจรในเขตเมืองที่มีรูปแบบการเดินทางหลายรูปแบบ เหมาะสมสำหรับใช้ในการประเมินประสิทธิภาพด้านการจราจรในเขตเมือง

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะแบ่งประเภทของงานวิจัยเพื่อมุ่งเน้นการศึกษาในแต่ละด้าน ได้แก่

2.9.1 โครงข่ายประสาทเทียม

พีรพล พุทธเวชมงคล (ได้ศึกษาการทำนายสภาพคล่องของการจราจรด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบถดถอยอัตโนมัติไม่เป็นเชิงเส้นร่วมกับข้อมูลอินพุตภายนอก (โดยมีการแบ่งการกำหนดค่าในการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกกำหนดค่าดีเลย์เท่ากับ 2 และส่วนที่สองค่าดีเลย์เท่ากับ 4 มีค่าชั้นแผงที่เท่ากันคือ 10 เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์และหาค่าที่เหมาะสมที่สุดในการนำไปสร้างแบบจำลอง โดยอาศัยการใช้ข้อมูลจำลองที่สร้างมาจากสมการแม็กกี้กลาสมีความผันผวนเหมือนสภาพคล่องการจราจร จำนวน 1000 ชุดข้อมูล และนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาผลลัพธ์ด้วยแบบจำลอง ซึ่งพบว่าแบบจำลองที่มีค่าดีเลย์เท่ากับ 4 ส่งผลให้แบบจำลองทำนายได้แม่นยำกว่าค่าดีเลย์เท่ากับ 2

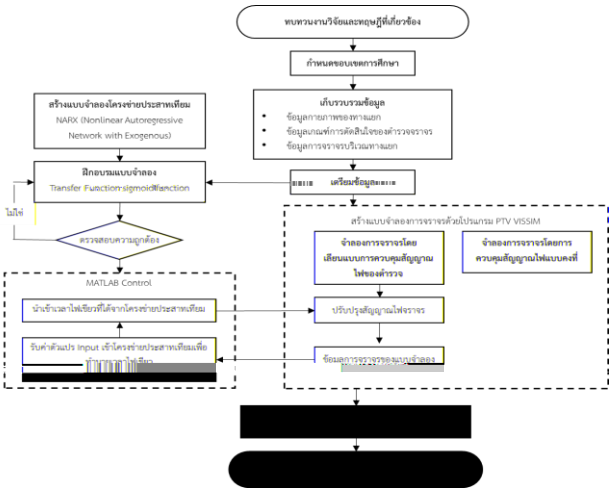
รังสรรค์ ทองทา ได้นำาเสนอวิธีทำนายอัตราการไหลของการจราจร (โดยใช้วิธีปัญญาประดิษฐ์รูปแบบเครือข่ายประสาทเทียม (โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากสภาพการจราจรจริงภายในตัวเมืองนครราชสีมา มาใช้สำหรับฝึกสอนและวัดผลการทำนาย แบบจำลองที่ใช้ในการทดสอบมีอยู่ แบบ คือ แบบ วันโดยนำเอาข้อมูลจาก วันของหลายๆ สัปดาห์มาใช้ฝึกสอน แบบ วันโดยอาศัยข้อมูลที่แยกแยะความแตกต่างของแต่ละวันตั้งแต่วันจันทร์ถึงวันศุกร์ และแบบไม่แยกวันโดยจะรวมเอาข้อมูลของวันจันทร์ถึงวันศุกร์เรียงต่อกันไปเป็นข้อมูลชุดเดียวกัน พบว่าแบบจำลองจากข้อมูลจากหลายวันทั้งแบบแยกแยะวันและแบบหลายวันเรียงต่อกันให้ผลการทำนายที่แม่นยำกว่า เมื่อนำไปทดสอบกับข้อมูลจริง และได้ทำการทอดลองปรับเปลี่ยนระยะเวลาสัญญาณไฟจราจรจากค่าที่เหมาะสมซึ่งส่งผลให้ความล่าช้าของเวลาเฉลี่ยของทั้งระบบมีค่ามากขึ้น

2.9.2 ประสิทธิภาพ และการควบคุมทางแยกที่มีสัญญาณไฟจราจร

ประสงค์ ประเสริฐวสุ ( ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบเปลี่ยนแปลงตามปริมาณจราจรกับการควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบกำหนดเวลาคงที่บนทางแยกลาดใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม โดยใช้ดัชนีชี้วัด 2 ตัวแปรคือความยาวแถวคอยและความล่าช้าในการเดินทาง จากการศึกษาพบว่าระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบเปลี่ยนแปลงตามปริมาณจราจร จะทำงานได้ดีกว่าระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบกำหนดเวลาคงที่ โดยสามารถลดความล่าช้าลงได้ระหว่างร้อยละ 8 ถึงร้อยละ 24 และลดความยาวของแถวคอยได้ร้อยละ 2 ถึง 30

3.

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยนี้ได้กำหนดไว้ดังรูปที่ 5

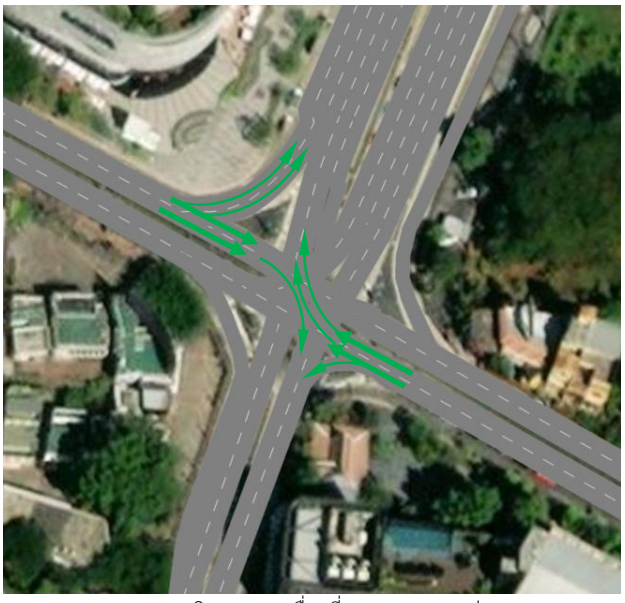


ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้ เป็นข้อมูลบริเวณทางแยกรินคำ อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ เป็นทางแยกที่ควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจรดังแสดงในรูปที่ 2 โดยกำหนดให้ ขานิมมานเหมินทร์เป็นทิศทางที่ 1 มี 2 ช่องจราจร ขาคูเมืองเป็นทิศทางที่ 2 มี 2 ช่องจราจร ขาแยกข่วงสิงห์เป็นทิศทางที่ 3 มี 4 ช่องจราจรมีเลนเลี้ยวซ้ายผ่านตลอด 1 เลน และขาแยกภูคำเป็นทิศทางที่ 4 มี 2 ช่องจราจร



ทิศทางการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ



ทิศทางการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ ต่อ

3.1 การเตรียมข้อมูล

การเก็บข้อมูลงานวิจัยเพื่อใช้วิเคราห์ระดับการให้บริการของทางแยกที่มีสัญญาณไฟจราจร จะมีการแบ่งข้อมูลเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งคือทำการใช้ข้อมูลที่ได้รับจากกล้องวงจรปิดบริเวณทางแยกของแขวงทางหลวงเชียงใหม่ที่ 2 กรมทางหลวง ดังนี้ ข้อมูลจังหวะสัญญาณไฟจราจร ข้อมูลความยาวแถวคอย และข้อมูลปริมาณการจราจร รวมไปถึง อัตราส่วนของยานพาหนะแต่ละประเภท จากสำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง ส่วนที่ 2 เป็นข้อมูลที่ต้องเก็บภาคสนาม เช่น ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของทางแยก ความยาวแถวคอย โดยจะเก็บข้อมูลวันจันทร์ถึงวันศุกร์ในช่วงเวลาเร่งด่วนตอนเย็นที่ตำรวจควบคุมสัญญาณไฟจราจร เนื่องจากช่วงเวลาเริ่มต้น และสิ้นสุดที่ตำรวจทำการควบคุมสัญญาณไฟจราจรไม่แน่นอนการเก็บข้อมูลความยาวแถวคอยผู้ทำการทดลองจึงต้องตรวจสอบสถานะการควบคุมสัญญาณไฟจราจรก่อนเก็บข้อมูล

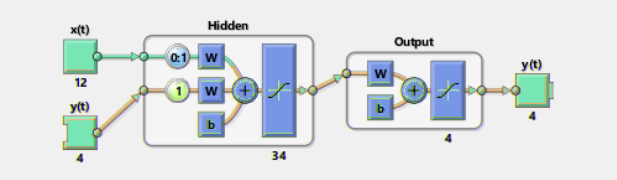
3.2 การสร้างแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม

การจำลองการควบคุมสัญญาณไฟจราจรของตำรวจจะทำโดยการสร้างแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับคาดการณ์รอบสัญญาณไฟจราจร ด้วยโครงข่ายแบบ

ทำการฝึกสอนแบบจำลองโดยใช้ค่าชั้นแฝง อินพุต และดีเลย์ โดยทำการจำลองผ่านโปรแกรม จะแบ่งข้อมูลออกเป็น 3 ชุด ชุดที่ 1 ใช้ในการฝึกสอน ร้อยละ ชุดที่ ใช้ในการตรวจสอบ ร้อยละ ชุดที่ ใช้ในการทดสอบผล ร้อยละ 15

ในส่วนของการกำหนดจำนวนโหนดที่เหมาะสมในชั้นแฝงนั้น ยังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจน การศึกษานี้จึงใช้วิธี ในการกำหนดจำนวนโหนดโดยทดสอบตั้งแต่ 1 ถึง 100 โหนด โดยใช้ข้อมูลที่ใช้ในการ

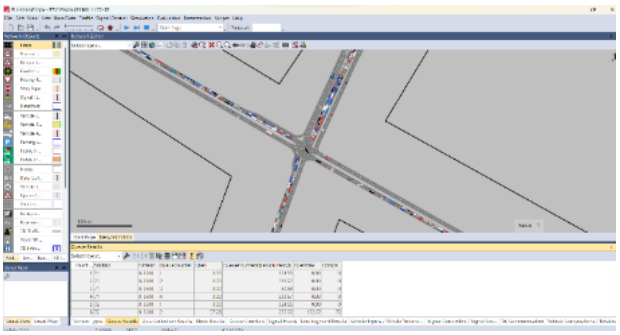
ฝึกสอน ไม่มีค่าดีเลย์ ใช้ฟังก์ชันไฮเปอร์โบลิกแทนเจนต์เป็นฟังก์ชันแปลง หลังจากนั้นเลือกใช้โครงสร้างแบบจำลองที่มีค่าค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย เข้าใกล้ 1 ที่สุดประกอบกับค่า ที่น้อยที่สุดเป็นโครงสร้างในการคาดการณ์การควบคุมจราจรของตำรวจต่อไป



โครงสร้างแบบจำลอง

3.3 การสร้างแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค

สร้างแบบจำลองการจราจรทางแยกที่มีสัญญาณไฟจราจรเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของทางแยก 2 รูปแบบ โดยเริ่มจากรูปแบบที่ 1 มีสัญญาณไฟจราจรรูปแบบปกติที่ไม่ได้มีการควบคุมจากตำรวจจราจร (สัญญาณไฟจราจรแบบคงที่) ส่วนรูปแบบที่ 2 เป็นแบบจำลองการจราจรที่ควบคุมสัญญาณไฟจราจรด้วยตำรวจ



แบบจำลองการจราจรระดับจุลภาคบริเวณทางแยกรินคำ

ทำการสร้างแบบจำลองที่มีโครงสร้างทางกายภาพของทางแยกตามจริง และกำหนดค่าตัวแปรต่างๆ เช่น ปริมาณการจราจร ประเภทของยานพาหนะ ตามข้อมูลสำรวจ ในส่วนของสัญญาณไฟจราจร กำหนดให้ไฟเหลือง 5 วินาที และไฟแดง 5 วินาที ใช้เวลาในการจำลองการจราจร 1 ชั่วโมง โดยใช้แบบจำลองทางแยกดังกล่าวกับทั้ง 2 รูปแบบการทดลอง

ในรูปแบบที่ 1 นั้น จะใช้การจำลองการจราจรโดยใช้สัญญาณไฟจราจรแบบ ในช่วงเวลาเร่งด่วนตอนเย็นตามข้อมูลสำรวจ โดยทิศทางการจราจรที่ 1-4 ใช้ไฟเขียว 70 วินาที ตามลำดับ ส่วนในรูปแบบที่ 2 จะใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการทำนายไฟเขียวของทางแยกเพื่อควบคุมสัญญาณไฟจราจร ซึ่งในรอบแรกจะทำการใช้สัญญาณไฟเขียวตามรูปแบบที่ 1 หลังจากนั้นจะรับค่า จากแบบจำลอง และใช้โครงข่ายประสาทเทียมเพื่อทำนายสัญญาณไฟจราจรในรอบต่อไปจนครบเวลาในการจำลองการจราจรที่กำหนดไว้ 1 ชั่วโมง

4.

4.1 สร้างแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม

ทำการเลือกตัวแปรในการนำเข้าโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้วิธี ด้วยโปรแกรม โดยเลือกตัวแปรเข้า ปี เดือน วัน วันในสัปดาห์ ชั่วโมง นาที แถวคอยทั้ง 4 ขา และสัญญาณไฟเขียวรอบล่าสุดทั้ง 4 ขา โดยตัวแปรออกที่จะทำนายคือสัญญาณไฟเขียวของรอบถัดไปทั้ง 4 ขา ผลที่ได้คือ ตัวแปรนำเข้า ปี เดือน ไม่สามารถคำนวณค่าได้ และตัวแปรนำเขาที่เหลือมีความสัมพันธ์กับตัวแปรออก ตามรูปที่ 9

D	DayofWeek	H	MI	QL-1	QL-2	QL-3	QL-4	GT-1	GT-2	GT-3	GT-4	GT-1	GT-2	GT-3	GT-4

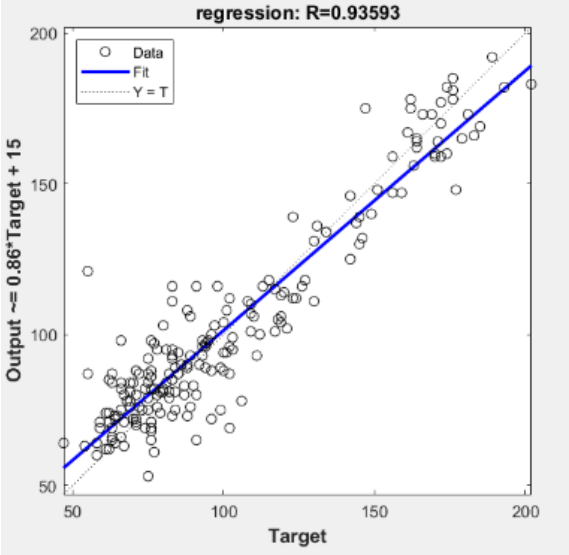
แสดงผลการคัดเลือกตัวแปรวิธี ด้วยโปรแกรม

ต่อไปทำการสร้างโครงข่ายประสาทเทียมด้วยฟังก์ชั่นการฝึกสอนแบบ แ ล ะ จากนั้นทำการหาโครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมจากการ ได้ผลเป็น 12- -4 12-53-4 ตามลำดับ ดังตารางที่ 2

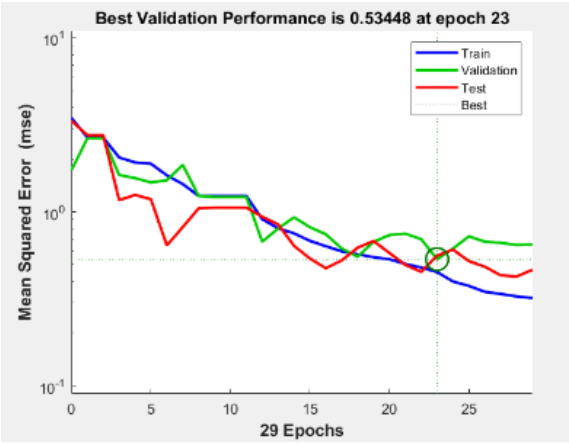
แสดงผลการคัดเลือกแบบจำลอง

ลำดับที่	ฟังก์ชั่นการฝึกสอน	แบบจำลอง		
1		12-53-4	8759	0.5344
		34	0.9241	1.1189

จากตารางที่ 2 และรูปที่ 9 เป็นผลจากการทดลองคัดเลือกแบบจำลองโดยใช้ค่า และค่า พบว่า แบบจำลอง 12-53-4 ที่ฝึกสอนด้วยวิธี สามารถวัดค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (น้อยที่สุดเท่ากับ 0.5344 ส่วนแบบจำลอง 12-34-4 ที่ฝึกสอนด้วยวิธี มีค่าสัมประสิทธิ์การทำนายเข้าใกล้ 1 มากที่สุดเท่ากับ 0.9241



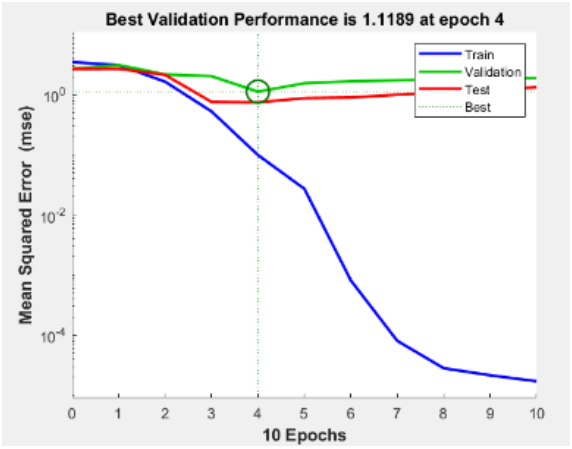
กราฟแสดงความแม่นยำในการทำนายด้วยการฝึกสอนวิธี



กราฟแสดงความแม่นยำในการทำนายด้วยการฝึกสอนวิธี



กราฟแสดงความแม่นยำในการทำนายการฝึกสอนวิธี



กราฟแสดงความแม่นยำในการทำนายการฝึกสอนวิธี

4.2 ผลการจำลองการจราจรด้วยสัญญาณไฟจราจรแบบปกติ

3 ผลการจำลองการจราจรด้วยสัญญาณไฟจราจรแบบปกติ

ลำดับที่	ทิศทางการจราจร	ปริมาณการจราจร	ความล่าช้า	ระดับการให้บริการ
1	2			
	1			
	4			
	1			
	4			
	3			
	4			
	3			
	2			
	3			
	2			
	1			
	รวม		324.72	

4.3 ผลของการจำลองการจราจรด้วยสัญญาณไฟที่ควบคุมโดยตำรวจ

ผลการจำลองการจราจรด้วยสัญญาณไฟที่ควบคุมโดยตำรวจ

ลำดับที่	ทิศทางการจราจร	ปริมาณการจราจร	ความล่าช้า	ระดับการให้บริการ
1	2		44	
	1	469	191.00	
	4	417	174.59	
	1	319	78.02	
	4	15	158.41	
	3	1	72.60	
	4		748.16	
	3	3	690.28	
	2	5	660.90	

ลำดับที่	ทิศทางการจราจร	ปริมาณการจราจร	ความล่าช้า	ระดับการให้บริการ
	3	2	444.90	
	2	13	311.80	
	1	19	453.49	
	รวม	34	262.39	

5.

จากผลการทดลองตารางที่ 3 พบว่าลำดับที่ 2 ทิศทางการจราจรจากแยกข่วงสิงห์ตรงไป และเลี้ยวขวา ผลการจำลองในรูปแบบที่ 1 มีค่าความล่าช้า 67.37 71.86 วินาที มีระดับการให้บริการ ดีกว่ารูปแบบที่ 2 ที่มีค่าความล่าช้า 191.00 วินาที มี และในลำดับที่ 4 6 ทิศทางจราจรจากทางคูเมืองเลี้ยวซ้าย และเลี้ยวขวาในรูปแบบที่ 2 มีค่าความล่าช้า 78.02 72.60 วินาที มีระดับการให้บริการ ซึ่งดีกว่ารูปแบบที่ 1 ที่มีค่าความล่าช้า วินาที มี ปริมาณการจราจร 321 คัน มากกว่า รูปแบบที่ 1 219 คัน เนื่องจากการควบคุมการจราจรของตำรวจจะเน้นปล่อยการจราจรเป็นเวลานานในแต่ละขาของทิศทางการจราจรทำให้เกิดความล่าช้าในการออกตัว และความล่าช้าจากการหยุดน้อยลง ส่งผลให้ปริมาณการจราจรที่ผ่านทางแยกโดยรวมของการจำลองในแบบที่ 2 มากกว่ารูปแบบที่ 1 ร้อยละ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการจัดการจราจรของทางแยกที่ดีขึ้น

6.

ในอนาคตสามารถพัฒนาแบบจำลองการควบคุมการจราจรให้มีความแม่นยำมากขึ้น โดยการใช้ และ อย่างไรก็ตาม การพัฒนาแบบจำลองที่ดีกว่าต้องพิจารณาถึงความซับซ้อนของระบบ และการใช้งานในสภาพแวดล้อมจราจรที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งต้องใช้เทคโนโลยีและวิธีการที่ใช้งานได้ง่ายและมีประสิทธิภาพในการคาดการณ์และควบคุมการจราจรในสถานการณ์ต่างๆ ดังนั้น การพัฒนาแบบจำลองที่ดีกว่าต้องใช้วิธีการและเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการใช้งานจราจรในปัจจุบันและในอนาคต

การเพิ่มข้อมูลนำเข้าของแบบจำลอง เช่น การนำเข้าข้อมูลเพิ่มเติมเช่น ข้อมูลสภาพอากาศหรือเวลาการเดินทางของผู้ขับขี่อาจช่วยเพิ่มความแม่นยำของแบบจำลอง

พีรพล พุทธเวชมงคล วิมล แสนอุ้ม ชฎาพร เกตุมณี. (*การวิเคราะห์และทำนาย สภาพคล่องการจราจรด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบถดถอยอัตโนมัติไม่เป็นเชิงเส้นร่วมกับข้อมูลอินพุตภายนอก*. หน้า

รังสรรค์ ทองทา ปัญญา หันตุลา. . *รายงานการวิจัยการใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อช่วยสนับสนุนการควบคุมสัญญาณไฟจราจรอัจฉริยะ*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

อภิชาติ สุนทรวิภาต. (2). การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการจัดการความต้องการวัตถุดิบชีวมวล กรณีศึกษาโรงไฟฟ้าชีวมวลแห่งหนึ่ง. วิทยานิพนธ์ มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.

) 1965 *TRANSPORTATION RESEARCH BOARD*

ประสงค์ ประเสริฐวสุ ( ) การประเมินประสิทธิภาพของการควบคุมสัญญาณไฟจราจรตามปริมาณจราจร บนทางแยกลาดใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม. วิทยานิพนธ์ มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

1990.

วรากุล กาญจนกัญโห . การคัดเลือกปัจจัยที่อธิบายตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมในการพยากรณ์การเกิดอาชญากรรม. วรสารวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น หน้า 22-30.