การใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด

USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS FOR THE DESIGN OF ELECTRICAL SYSTEM FOR BUILDINGS

บัณฑิต ฤทธิ์ทอง
BUNDIT RITTONG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
พ.ศ.2553

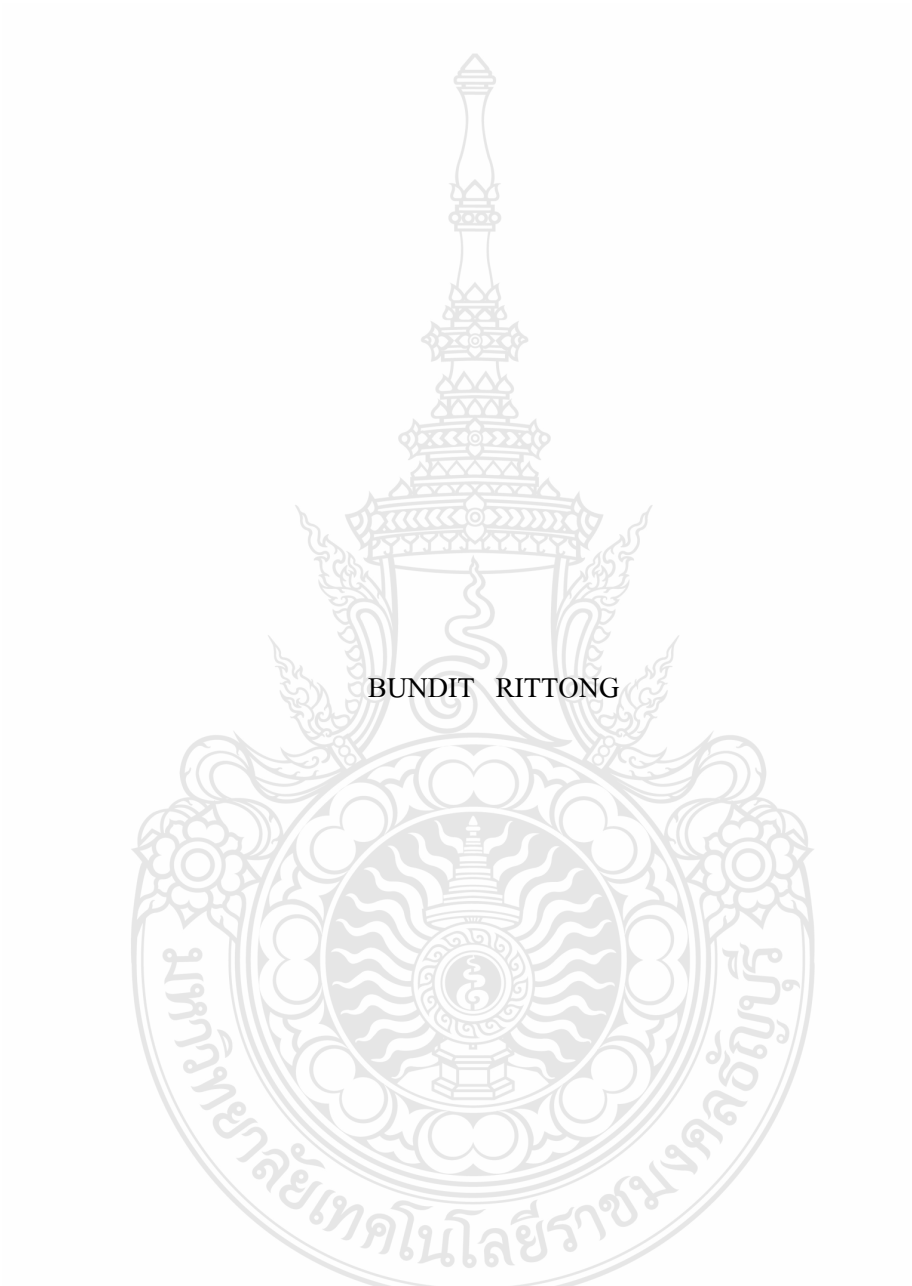
การใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด

บัณฑิต ฤทธิ์ทอง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
พ.ศ.2553

USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS FOR THE DESIGN OF ELECTRICAL SYSTEM FOR BUILDINGS

BUNDIT RITTONG



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT OF THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING
IN ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGNEERING
RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY THANYABURI
2010

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นงานวิจัยที่เกิดจากการค้นคว้าและวิจัยขณะที่ข้าพเจ้าศึกษาอยู่ในคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ดังนั้นงานวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถือเป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีและข้อความต่างๆในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอรับรองว่าไม่มีการคัดลอกหรือนำงานวิจัยของผู้อื่นมานำเสนอในชื่อของข้าพเจ้า

นายบัณฑิต ฤทธิ์ทอง

COPYRIGHT © 2010 ลิขสิทธิ์ พ.ศ 2553
FACULTY OF ENGINEERING คณะวิศวกรรมศาสตร์
RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY THANYABURI มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS FOR THE DESIGN OF ELECTRICAL SYSTEM FOR BUILDINGS
ชื่อนักศึกษา	นายบัณฑิต ฤทธิ์ทอง
รหัสประจำตัว	1151704201086
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ดร. ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล
วัน เดือน ปี ที่สอบ	25 กันยายน 2553
สถานที่สอบ	ห้องประชุมภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตรจารย์ ดร. มณฑล ลีลาจินดาไกรฤกษ์)

.....กรรมการ

(ดร. วันชัย ทรัพย์สิงห์)

.....กรรมการ

(ดร. สุรินทร์ แหงมงาม)

.....กรรมการ

(ดร. ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล)

.....

(ผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร. สมชัย หิรัญวโรดม)

คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด
ชื่อนักศึกษา	นาย บัณฑิต ฤทธิ์ทอง
รหัสประจำตัว	115170420108-6
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า แขนง วิศวกรรมไฟฟ้า-ไฟฟ้ากำลัง
ปีการศึกษา	2553
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ดร. ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอวิธีการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการหาข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อช่วยในการวางแผนและนำไปประเมินราคาการติดตั้งระบบไฟฟ้าโดยใช้ตัวแปรที่ต้องการออกแบบเป็นตัวป้อนเข้าหรืออินพุทได้แก่ ขนาดพื้นที่ห้องชุด (20-100 ตารางเมตร),ประเภทห้องชุด,ระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง,ชนิดของระบบไฟฟ้า (1 เฟสหรือ 3 เฟส) โดยคิดที่ห้องชุด 1 ห้องตามลำดับและส่วนเอาท์พุทหรือคำตอบที่ต้องการได้แก่ ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า,ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์,ขนาดสายเฟส,ขนาดสายดิน,ขนาดท่อโลหะและระยะทางการเดินสาย

โดยนำตัวแปรดังกล่าวมาใช้ในการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมซึ่งข้อมูลที่ใช้ได้มาจากการคำนวณตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยจากผลการทดสอบฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมสำเร็จพบว่า โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัยมีความผิดพลาด 2.19 เปอร์เซ็นต์ชุดทดสอบให้เอาท์พุทที่ไม่ถูกต้องจำนวน 2 ชุดจากชุดทดสอบ 64 ชุดมีความผิดพลาด 3.125 เปอร์เซ็นต์ โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไปมีความผิดพลาด 0.91 เปอร์เซ็นต์ชุดทดสอบให้เอาท์พุทที่ไม่ถูกต้องจำนวน 8 ชุดจากชุดทดสอบ 128 ชุดมีความผิดพลาด 6.25 เปอร์เซ็นต์ โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไปและอุตสาหกรรมชุดฝึกสอนจำนวน 730 ชุดมีความผิดพลาด 2.48 เปอร์เซ็นต์ชุดทดสอบให้เอาท์พุทที่ไม่ถูกต้องจำนวน 3 ชุดจากชุดทดสอบ 80 ชุดมีความผิดพลาด 3.75 เปอร์เซ็นต์ โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไปและอุตสาหกรรมชุดฝึกสอนจำนวน 810 ชุดมีความผิดพลาด 2.44 เปอร์เซ็นต์และนำชุดฝึกสอนจำนวน 810 ชุดมาทดสอบให้เอาท์พุทที่ถูกต้องทุกชุด

ประเมินประสิทธิภาพวิธีที่นำเสนอโดยทดสอบโปรแกรมเปรียบเทียบกับการคำนวณด้วยมือและนำไปให้วิศวกรผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าทดลองใช้ตรวจสอบเทียบความถูกต้องกับการคำนวณแบบที่ใช้อยู่ วิธีที่นำเสนอสามารถหาคำตอบได้อย่างถูกต้องรวดเร็วซึ่งผลที่ได้อยู่ในระดับที่น่าพอใจ

คำสำคัญ: โครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่ค่าย้อนกลับ,การออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด

Thesis Title : USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS FOR THE DESIGN OF ELECTRICAL SYSTEM FOR BUILDINGS
Student Name : Mr. Bundit Rittong
Student ID : 115170420108-6
Degree Award : Master of Engineering
Study Program : Electrical Engineering (Electrical Power Engineering)
Academic Year : 2010
Thesis Advisor : Dr. Chatchai Suppitaksakul

ABSTRACT

The thesis proposes a novel technique for designing the electrical system of buildings using an Artificial Neural Networks (ANN). The ANN is employed as a classifier for searching the data of the required electrical equipments in the data base which can help in saving time for estimating budget and planning for the electrical system installation. The data for an apartment as follows: the apartment area (20-100 m^2),types of the apartment, air-condition system, electrical system (1 or 3 phase) are used as inputs of the ANN. The size of meter, circuit breaker, dimension of phase conductors, grounding conductors, metal conduits and the length of conductors are employed as output of the ANN.

The data that obtained from the calculation according to the Electrical Installation Standard of Thailand are used as ANN training and testing sets. The results of the was successful. The ANN for residential apartment an error 2.19 percent and test the output invalid 2 sets of 64 test set 3.125 percent error of the ANN. The ANN for residential apartment, office or shop apartment an error 0.91 percent and test the output invalid 8 sets of 128 test set 6.25 percent error of the ANN. The ANN for residential apartment, office or shop apartment and industry Set training of 730 set have an error 2.48 percent and test the output invalid 3 sets of 80 test set of 3.75 percent error of the ANN. The ANN for residential apartment, office or shop apartment and industry Set training of 810 set have an error 2.44 percent and the training set of 810 test set to output the correct set

Evaluate the effectiveness of proposed method by testing compared with the calculation by hand and take it to the engineers who design electrical systems were used to check the accuracy compared with existing calculations. The satisfactory results were provided with an accurate and short time consuming.

Keywords : Back - propagation neural network, Electrical System design for buildings

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีโดยได้รับคำแนะนำคำปรึกษาและความเอาใจใส่เป็นอย่างดีจาก ดร.ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงและขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่ช่วยเหลือแนะนำในการทำวิจัยฉบับนี้ขอขอบพระคุณคณะกรรมการการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาตรวจสอบและให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการจัดทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ พ่อวีระ แม่เฉลียว ฤทธิ์ทอง ผู้ที่มอบชีวิต การศึกษา อนาคตที่ดีรวมทั้งครูบาอาจารย์ ที่ให้วิชาความรู้อบรมสั่งสอน ขอขอบคุณ วรรณนิกา โอดพิมพ์ ภรรยาที่อดทนเข้าใจและให้กำลังใจเสมอมาคุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

บัณฑิต ฤทธิ์ทอง
25 กันยายน 2553

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
1.3 สมมติฐานของการศึกษา	1
1.4 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.5 ขั้นตอนของการศึกษา	2
1.6 ข้อตกลงเบื้องต้นของการศึกษา	3
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 การคำนวณระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด	4
2.2 โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks)	12
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	21
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัยการใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด	23
3.1 การเลือกตัวแปรในการฝึกสอนและทดสอบ	23
3.2 การพิจารณาและการกำหนดโครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียม	25
3.3 ปริมาณของข้อมูลฝึกสอนและข้อมูลทดสอบ	25
3.4 เงื่อนไขการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม	26
3.5 การฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม	26
3.6 ขั้นตอนการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม	35
3.7 การประเมินประสิทธิภาพของวิธีการที่นำเสนอ	36
3.8 สรุป	36
บทที่ 4 ผลการทดลอง	37
4.1 ผลการฝึกสอนจำนวน 260 ชุดและทดสอบจำนวน 64 ชุดสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย	37
4.2 ผลการฝึกสอนจำนวน 520 ชุดและทดสอบจำนวน 128 ชุดสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัยชุด,สำนักงานหรือร้านทั่วไป	41
4.3 ผลการฝึกสอนและทดสอบสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไปและอุตสาหกรรม	46
4.4 ผลการประเมินประสิทธิภาพของวิธีที่นำเสนอ	52
4.5 สรุป	52
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	53

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง	54
ภาคผนวก ก. ผลประเมินประสิทธิภาพการใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด	56
ข. ผลงานที่ตีพิมพ์หรือเผยแพร่	62
ประวัติผู้เขียน	108

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	สูตรการคำนวณโหลดห้องชุด	6
2.2	เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย (การไฟฟ้านครหลวง)	6
2.3	เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำสำหรับห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านทั่วไป (การไฟฟ้านครหลวง)	6
2.4	เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)	7
2.5	เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำสำหรับห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านทั่วไป (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)	7
2.6	ค่าโคอินซิเดนท์แฟกเตอร์สำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย	8
2.7	ค่าโคอินซิเดนท์แฟกเตอร์สำหรับห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านทั่วไปและประเภทอุตสาหกรรม	9
2.8	ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า	9
2.9	พื้นที่หน้าตัดสูงสุดรวมของสายไฟทุกเส้นคิดเป็นร้อยละเทียบกับพื้นที่หน้าตัดของท่อ	10
3.1	กำหนดค่าตัวแปรอินพุท	23
3.2	ข้อมูลอินพุทที่ได้จากการกำหนดค่าตัวแปรอินพุท	24
3.3	กำหนดค่าตัวแปรเอาท์พุทที่ได้จากการคำนวณตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย	24
3.4	กำหนดค่าตัวแปรอินพุทห้องชุดประเภทอยู่อาศัย	28
3.5	ข้อมูลอินพุทที่ได้จากการกำหนดค่าตัวแปรอินพุทห้องชุดประเภทอยู่อาศัย	28
3.6	อินพุทที่ผ่านการจัดระเบียบข้อมูลให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน (Normalization) สำหรับฝึกสอนและทดสอบโครงข่ายห้องชุดประเภทอยู่อาศัย	29
3.7	กำหนดค่าตัวแปรเอาท์พุทที่ได้จากการคำนวณตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยห้องชุดประเภทอยู่อาศัย	29
3.8	กำหนดค่าตัวแปรอินพุทห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไป	30
3.9	ข้อมูลอินพุทที่ได้จากการกำหนดค่าตัวแปรอินพุทห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไป	30
3.10	อินพุทที่ผ่านการจัดระเบียบข้อมูลให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน (Normalization) สำหรับฝึกสอนและทดสอบโครงข่ายห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไป	31
3.11	กำหนดค่าตัวแปรเอาท์พุทที่ได้จากการคำนวณตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไป	31
3.12	กำหนดค่าตัวแปรอินพุทห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไปและอุตสาหกรรม	32
3.13	ข้อมูลอินพุทที่ได้จากการกำหนดค่าตัวแปรอินพุทห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไปและอุตสาหกรรม	32
3.14	อินพุทที่ผ่านการจัดระเบียบข้อมูลให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน (Normalization) สำหรับฝึกสอนและทดสอบโครงข่ายห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไปและอุตสาหกรรม	33
3.15	กำหนดค่าตัวแปรเอาท์พุทที่ได้จากการคำนวณตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไปและอุตสาหกรรม	34

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	การจ่ายไฟฟ้าด้วยระบบแรงต่ำ	4
2.2	การจ่ายไฟฟ้าด้วยระบบแรงสูง	5
2.3	เซลล์ประสาททางชีววิทยา	12
2.4	แบบจำลองนิวรอน 1 อินพุท	13
2.5	แบบจำลองของนิวรอนหลายอินพุท	14
2.6	ฟังก์ชันการถ่ายโอนแบบลอกซิกมอยด์ (Log-Sigmoid)	15
2.7	ฟังก์ชันการถ่ายโอนแบบแทนซิกมอยด์ (Tan-Sigmoid)	15
2.8	ฟังก์ชันการถ่ายโอนแบบเชิงเส้น (Linear)	16
2.9	โครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมแบบชั้นเดียว	17
2.10	โครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียม 3 ชั้น	18
2.11	โครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่ค่าย้อนกลับชั้นซ่อน 2 ชั้น	20
3.1	โครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมที่นำเสนอ	25
3.2	การจัดข้อมูลสำหรับโครงข่ายประสาทเทียมที่นำเสนอ	26
3.3	ขั้นตอนการออกแบบโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม	35
4.1	สมรรถนะการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย	37
4.2	เวลาการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย	37
4.3	คำนวณด้วยโปรแกรมพื้นที่ขนาด 24 ตารางเมตร,ประเภทอยู่อาศัย,ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง,1 เฟส	38
4.4	คำนวณด้วยโปรแกรมพื้นที่ขนาด 24 ตารางเมตร,ประเภทอยู่อาศัย,มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง,1 เฟส	39
4.5	คำนวณด้วยโปรแกรมพื้นที่ขนาด 99 ตารางเมตร,ประเภทอยู่อาศัย,ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง,3 เฟส	40
4.6	เอาท์พุทที่ไม่ถูกต้องสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย	40
4.7	สมรรถนะการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไป	41
4.8	เวลาการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไป	41
4.9	คำนวณด้วยโปรแกรมพื้นที่ขนาด 34 ตารางเมตร,ประเภทสำนักงานหรือร้านทั่วไป,ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง,1 เฟส	42
4.10	คำนวณด้วยโปรแกรมพื้นที่ขนาด 94 ตารางเมตร,ประเภทสำนักงานหรือร้านทั่วไป,มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง,1 เฟส	43
4.11	คำนวณด้วยโปรแกรมพื้นที่ขนาด 89 ตารางเมตร,ประเภทสำนักงานหรือร้านทั่วไป,ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง,3 เฟส	44
4.12	เอาท์พุทที่ไม่ถูกต้องสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไป	45
4.13	สมรรถนะการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไปและอุตสาหกรรมชุดฝึกสอนจำนวน 730 ชุด	46
4.14	เวลาการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไปและอุตสาหกรรมสำหรับชุดฝึกสอนจำนวน 730 ชุด	46

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.15	คำนวณด้วยโปรแกรมพื้นที่ขนาด 59 ตารางเมตร,ประเภทอุตสาหกรรม,ไม่มีและมีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง,1 เฟส	47
4.16	คำนวณด้วยโปรแกรมพื้นที่ขนาด 69 ตารางเมตร,ประเภทอุตสาหกรรม,ไม่มีและมีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง,3 เฟส	48
4.17	เอาท์พุทที่ไม่ถูกต้องสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไปและอุตสาหกรรม	49
4.18	สมรรถนะการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไปและอุตสาหกรรมชุดฝึกสอนจำนวน 810 ชุด	50
4.19	เวลาการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไปและอุตสาหกรรมชุดฝึกสอนจำนวน 810 ชุด	50
4.20	ทดสอบการป้องกันข้อมูลในการป้อนข้อมูลอินพุทผิดพลาด	51

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเมื่อรับงานออกแบบระบบไฟฟ้าจากเจ้าของโครงการวิศวกรไฟฟ้าต้องนำเสนอหลักการข้อมูลอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าและประมาณราคาเบื้องต้นเพื่อนำเสนอเจ้าของโครงการเพื่อประกอบการตัดสินใจในการลงทุนผู้ออกแบบต้องใช้ความชำนาญทักษะ ระมัดระวัง ความผิดพลาดที่อาจเกิดจากผู้ออกแบบ เนื่องจากต้องใช้ข้อมูลรายละเอียดมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าเป็นจำนวนมากอีกทั้งกระบวนการออกแบบเพื่อนำไปประมาณราคาที่ใกล้เคียงกับการติดตั้งจริงต้องใช้เวลานาน จากข้อมูลที่ได้จากผู้ที่อยู่ในธุรกิจรับออกแบบระบบไฟฟ้าและการสืบค้นงานวิจัยในประเทศไทย พบว่าการออกแบบระบบไฟฟ้าที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยมีไม่มากที่สืบค้นพบเป็นงานวิจัยของคุณเรืองรัตน์ ประเสริฐไทย [1] เป็นการนำเสนอโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนามาจาก Visual Basic มาช่วยในการวางแผนการจ่ายโหลดและสายป้อนสำหรับอาคารชุด ซึ่งโปรแกรมดังกล่าวใช้ในการเลือกจำนวนชุดของสายป้อนและขนาดภาระไฟฟ้าของสายป้อนแต่ละชุดเท่านั้น เนื่องจากการเขียนโปรแกรมมาใช้ในงานระบบไฟฟ้านอกจากผู้เขียนต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าเป็นอย่างดีแล้วยังต้องมีความรู้ในกระบวนการเขียนโปรแกรมอีกด้วย ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาในการศึกษาอีกทั้งขั้นตอนการเขียนค่อนข้างยุ่งยากสำหรับคนที่ไม่มีความรู้ด้านการเขียนโปรแกรมมาก่อน ดังนั้นเพื่อให้การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบระบบง่ายขึ้น วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งมีคุณสมบัติในการแยกแยะข้อมูลจำนวนมากได้โดยใช้การเรียนรู้และจดจำข้อมูลที่ได้ฝึกสอนอีกทั้งวิธีการคำนวณเป็นแบบขนานคือทำการคำนวณข้อมูลที่ป้อนให้พร้อมกันทั้งหมดทำให้ได้คำตอบเร็วและขั้นตอนการเรียนรู้โปรแกรมที่จะนำมาใช้งานน้อยกว่าที่สำคัญโมเดลสามารถเรียนรู้เพิ่มเติมได้ในกรณีที่มีข้อมูลใหม่เข้ามาอาจจะกล่าวได้ว่าเป็นการนำความรู้ด้านการออกแบบระบบไฟฟ้าด้วยผู้ชำนาญสอนให้คอมพิวเตอร์มีความสามารถเพิ่มขึ้นเพื่อช่วยลดขั้นตอนในการคำนวณและระยะเวลาในการออกแบบระบบไฟฟ้า

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการนำเสนอการใช้โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) ซึ่งมีคุณสมบัติในการแยกแยะข้อมูลวิธีการคำนวณเป็นแบบขนานคือทำการคำนวณข้อมูลที่ป้อนให้พร้อมกันทั้งหมดทำให้ได้คำตอบเร็วโดยตัวแปรอินพุทที่นำมาใช้งานสำหรับออกแบบระบบไฟฟ้าอาคารชุดจำนวน 1 ห้องมีทั้งหมด 4 ตัวแปรคือ 1) พื้นที่ห้อง,2) ประเภทของอาคารชุด,3) ระบบทำความเย็น,4) ชนิดระบบไฟฟ้า และตัวแปรเอาท์พุทที่ได้จากการคำนวณตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยซึ่งข้อมูลนำไปใช้เป็นค่าของตัวแปรที่นำไปฝึกสอนและทดสอบประสิทธิภาพ โดยการนำโครงข่ายประสาทเทียมมาช่วยในการหาคำตอบได้อย่างรวดเร็วแม้ผู้ใช้ไม่มีความชำนาญในการออกแบบ

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ตั้งสมมติฐานของการศึกษาโดยพิจารณาจากการที่โครงข่ายประสาทเทียมมีความสามารถในการหาคำตอบได้อย่างรวดเร็วโดยโครงข่ายประสาทเทียมที่ผ่านการฝึกสอนแล้วจะใช้เวลาในการหาคำตอบน้อยมากการนำเอาโครงข่ายประสาทเทียมมาใช้ในการหาคำตอบที่พิจารณาคือ ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า,ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์,ขนาดสายเฟส,ขนาดสายดิน,ขนาด

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

1.4.1 ศึกษาการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยเพื่อนำมาใช้สำหรับเป็นข้อมูลในการฝึกสอนและทดสอบโครงข่ายประสาทเทียม

1.4.2 ทำการฝึกสอนและทดสอบโครงข่ายประสาทเทียมด้วยข้อมูลที่ใช้ได้มาจากการคำนวณตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยโดยใช้ Neural Network Toolbox ของโปรแกรม MATLAB

1.4.3 แสดงผลคำตอบที่ได้จากโครงข่ายประสาทเทียมประเมินประสิทธิภาพโดยการเปรียบเทียบการคำนวณด้วยมือและนำไปให้วิศวกรผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าทดลองใช้ตรวจสอบเทียบความถูกต้องกับการคำนวณ

1.5 ขั้นตอนของการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษาของวิทยานิพนธ์นี้จะประกอบไปด้วยขั้นตอนต่างๆดังนี้

1.5.1 ศึกษาทฤษฎีการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

1.5.2 ศึกษาคุณสมบัติของโครงข่ายประสาทเทียม

1.5.3 กำหนดตัวแปรอินพุทสำหรับออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดจำนวน 1 ห้อง และตัวแปรเอาท์พุทที่ได้จากการคำนวณตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

1.5.4 ศึกษาการใช้งาน Neural Networks Toolbox ของโปรแกรม MATLAB

1.5.5 นำข้อมูลที่ได้จากการกำหนดตัวแปรอินพุทตัวแปรเอาท์พุทไปฝึกสอนและทดสอบโครงข่ายประสาทเทียม

1.5.6 แสดงผลคำตอบที่ได้จากโครงข่ายประสาทเทียมเปรียบเทียบกับการคำนวณด้วยมือโดยแสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นและนำไปให้วิศวกรผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าทดลองใช้ตรวจสอบเทียบความถูกต้องกับการคำนวณ

1.5.7 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลองและเสนอแนะแนวทางการพัฒนาและศึกษาต่อไป

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้นของการศึกษา

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการนำเสนอวิธีการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการหาข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยใช้ตัวแปรที่ต้องการออกแบบเป็นตัวป้อนเข้าหรืออินพุท ซึ่งได้แก่ ขนาดพื้นที่ห้องชุด (20-100 ตารางเมตร),ประเภทห้องชุด,ระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง,ชนิดของระบบไฟฟ้า (1 เฟสหรือ 3 เฟส) โดยคิดที่ห้องชุด 1 ห้องตามลำดับและส่วนเอาท์พุทหรือคำตอบที่ต้องการได้แก่ ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า,ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์,ขนาดสายเฟส,ขนาดสายดิน,ขนาดท่อโลหะ,ระยะทางการเดินสาย โดยวิทยานิพนธ์นี้จะมุ่งเน้นในการแสดงประสิทธิภาพของโครงข่ายประสาทเทียมที่สามารถหาคำตอบได้อย่างรวดเร็วแม้ผู้ใช้ไม่มีความชำนาญในการออกแบบ

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 สามารถออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดได้แม้ไม่มีความชำนาญและลดระยะเวลาในการออกแบบ

1.7.2 สามารถนำโครงข่ายประสาทเทียมไปประยุกต์ใช้ในการการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด

1.7.3 สามารถพัฒนาสร้างเป็นเครื่องมือช่วยในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

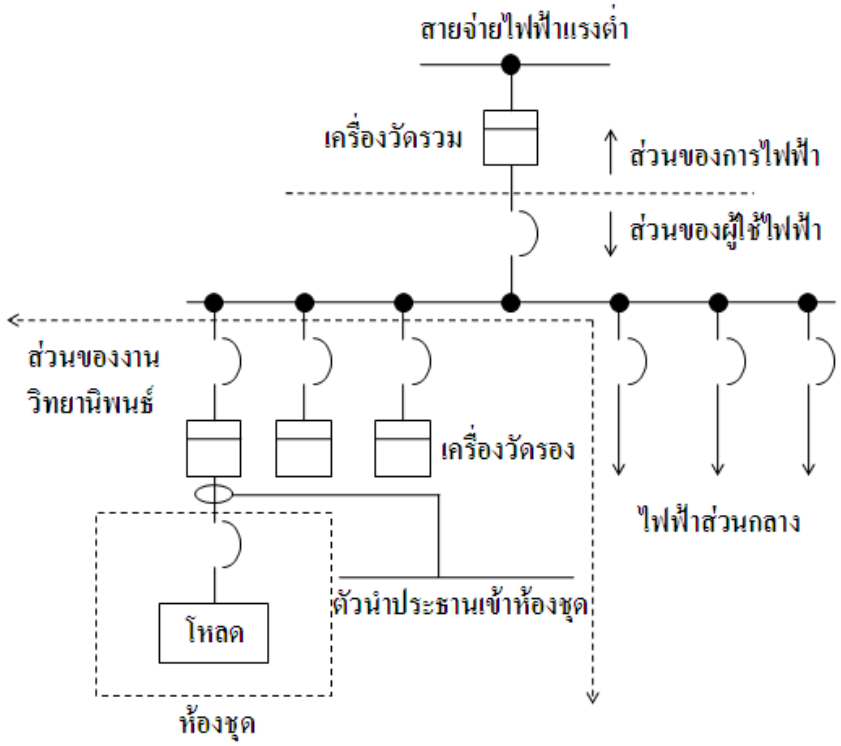
ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งนำมาประยุกต์ใช้กับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ รายละเอียดตามหัวข้อต่อไปนี้คือ การคำนวณระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด,โครงข่ายประสาทเทียม, งานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีรายละเอียดดังนี้

2.1 การคำนวณระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด

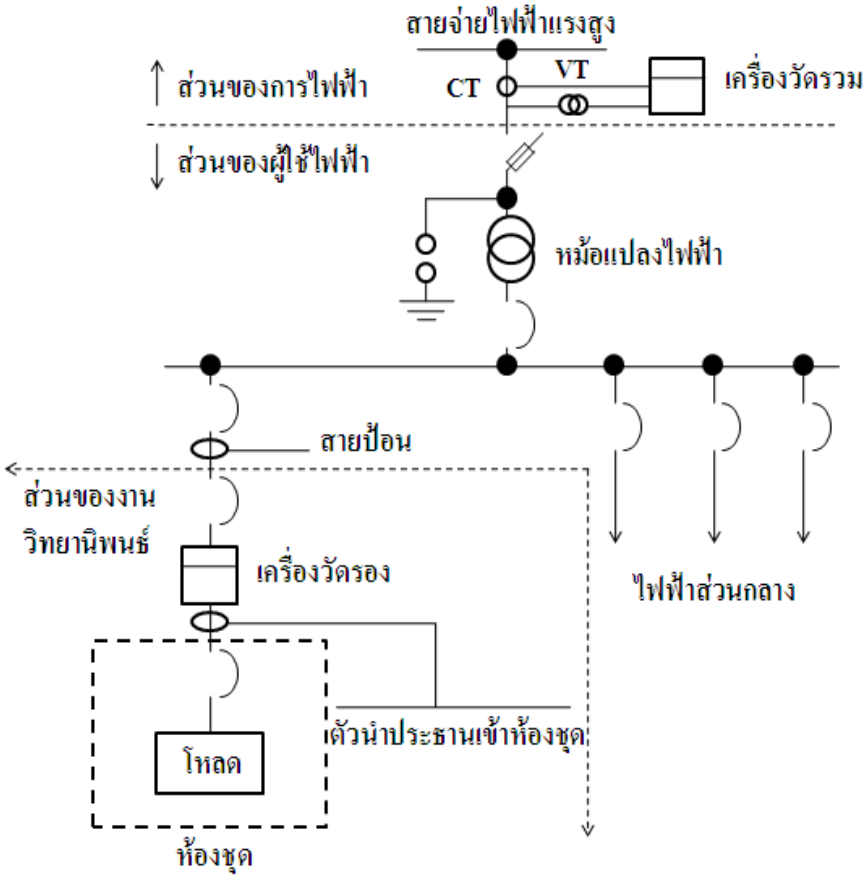
อาคารชุดที่จดทะเบียนตามพระราชบัญญัติอาคารชุด พ.ศ. 2522 มีกรรมสิทธิ์เช่นเดียวกับบ้าน เป็นอาคารที่มีผู้อาศัยจำนวนมากจำเป็นต้องดูแลในเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับการใช้ไฟฟ้าเป็นพิเศษ ดังนั้นการไฟฟ้าฯ ซึ่งเป็นหน่วยงานบริการสาธารณูปโภคของรัฐจะต้องบริการไฟฟ้าให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้าโดยตรง ดังนั้นทางการไฟฟ้าฯ จึงมีกฎเกณฑ์ข้อกำหนดของระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดโดยเฉพาะ

รูปแบบการจ่ายไฟสำหรับอาคารชุด

การจ่ายไฟสำหรับอาคารชุดทำได้ทั้งระบบแรงต่ำและแรงสูงซึ่งขึ้นอยู่กับโหลดที่คำนวณได้ การไฟฟ้านครหลวงกำหนดให้โหลดตั้งแต่ 300 เควีเอขึ้นไปต้องจ่ายด้วยระบบแรงสูง 12หรือ24 เควี และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนดให้โหลดตั้งแต่ 66 เควีเอขึ้นไปต้องจ่ายด้วยระบบแรงสูง 22หรือ33 เควีตามพื้นที่การจ่ายไฟฟ้ารูปแบบการจ่ายไฟฟ้าตามรูปที่ 2.1-2.2



รูปที่ 2.1 การจ่ายไฟฟ้าด้วยระบบแรงต่ำ



รูปที่ 2.2 การจ่ายไฟฟ้าด้วยระบบแรงสูง

การคำนวณโหลด

โหลดของอาคารชุดแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. โหลดไฟฟ้าส่วนกลาง คือ ไฟฟ้าที่ผู้อาศัยภายในอาคารชุดใช้ประโยชน์ร่วมกันเช่น แสงสว่างห้องโถงไฟฟ้าทางเดิน ลิฟต์ เครื่องสูบน้ำ ไฟสนาม เป็นต้นการคำนวณจะใช้โหลดตามที่ติดตั้งจริงและยอมให้ใช้ค่าดีมานด์แฟกเตอร์ได้จึงคำนวณเช่นเดียวกับการคำนวณโหลดทั่วไป

2. โหลดของห้องชุด คำนวณโหลดตามพื้นที่ใช้สอยทั้งหมดรวมทั้งห้องครัวและห้องน้ำแต่ไม่รวมพื้นที่ส่วนที่เป็นระเบียงหรือเฉลียงการคำนวณจะแยกตามประเภทของห้องชุดและห้ามใช้ค่าดีมานด์แฟกเตอร์ห้องชุดแยกออกเป็น 3 ประเภทมีการคำนวณที่แตกต่างกันแยกตามประเภทของห้องชุดได้ดังนี้

- ห้องชุดประเภทอยู่อาศัย
- ห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านทั่วไป
- ห้องชุดประเภทอุตสาหกรรม

การคำนวณเป็นไปตามตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สูตรการคำนวณโหลดห้องชุด [2,3]

ประเภทห้องชุด	พื้นที่ห้อง	สูตรการคำนวณ หน่วยเป็น วีเอ	
		ห้องชุดไม่มีระบบทำความ	ห้องชุดมีระบบทำความเย็น
1. ห้องชุดประเภทอยู่อาศัย	ไม่เกิน 55	VA=(90 x A)+1,500	VA=(20 x A)+1,500
	ไม่เกิน 180	VA=(90 x A)+3,000	VA=(20 x A)+3,000
	เกิน 180	VA=(90 x A)+6,000	VA=(20 x A)+6,000
2. ห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านทั่วไป	ทุกขนาด	VA=155 x A	VA=85 x A
3. ห้องชุดประเภทอุตสาหกรรม	ทุกขนาด	VA=220 x A	
กำหนดให้ A = พื้นที่ห้องไม่รวมเฉลียงหรือระเบียงเป็น ตร.ม.			

การกำหนดขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า

เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดมีดังนี้

1. เครื่องวัดรวมที่ต้นทางเพื่อแบ่งแยกทรัพย์สินและเก็บค่าไฟฟ้าส่วนกลาง
2. เครื่องวัดรองสำหรับผู้ขอใช้ไฟฟ้าแต่ละรายของส่วนห้องชุด

ในการคิดค่าไฟฟ้านั้นคิดจากเครื่องวัดรองตามประเภทการใช้ไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าส่วนกลางคิดจากผลรวมหน่วยของเครื่องวัดรวมลบด้วยผลรวมหน่วยของเครื่องวัดรองและการหาขนาดเครื่องวัดนั้นให้นำโหลดที่คำนวณได้ไปคำนวณหาขนาดเครื่องวัดหรือใช้ตามตารางที่ 2.2-2.5

ตารางที่ 2.2 เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย (การไฟฟ้านครหลวง) [2,4]

ประเภท	พื้นที่ห้อง (m^2)	โหลด (A)	ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า
ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	55	30	15 (45) A 1P
	150	75	30 (100) A 1P
มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	35	10	5 (15) A 1P
	180	30	15 (45) A 1P

หมายเหตุ 1P หมายถึง เครื่องวัดฯ ชนิด 1 เฟส 2 สาย
3P หมายถึง เครื่องวัดฯ ชนิด 3 เฟส 4 สาย

ตารางที่ 2.3 เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำสำหรับห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านทั่วไป (การไฟฟ้านครหลวง) [2,4]

ประเภท	พื้นที่ห้อง (m^2)	โหลด (A)	ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า
ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	40	30	15 (45) A 1P
	105	75	30 (100) A 1P
มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	80	30	15 (45) A 1P
	190	75	30 (100) A 1P

หมายเหตุ 1) 1P หมายถึง เครื่องวัดฯ ชนิด 1 เฟส 2 สาย
3P หมายถึง เครื่องวัดฯ ชนิด 3 เฟส 4 สาย
2) ห้องชุดที่มีพื้นที่มากกว่ากำหนดไว้ในตารางที่ 2.3 นี้ จะกำหนดขนาดของเครื่องวัดฯ เป็นราย ๆไป

ตารางที่ 2.4 เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)[2,4]

ประเภท	พื้นที่ห้อง (m^2)	โหลด (A)	ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า
ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	55	36	15 (45) A 1P
	150	80	30 (100) A 1P
มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	35	12	5 (15) A 1P
	180	36	15 (45) A 1P

หมายเหตุ 1P หมายถึง เครื่องวัดฯ ชนิด 1 เฟส 2 สาย
3P หมายถึง เครื่องวัดฯ ชนิด 3 เฟส 4 สาย

ตารางที่ 2.5 เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำสำหรับห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านทั่วไป (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค) [2,4]

ประเภท	พื้นที่ห้อง (m^2)	โหลด (A)	ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า
ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	40	36	15 (45) A 1P
	105	80	30 (100) A 1P
มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	80	36	15 (45) A 1P
	190	80	30 (100) A 1P

หมายเหตุ 1) 1P หมายถึง เครื่องวัดฯ ชนิด 1 เฟส 2 สาย
3P หมายถึง เครื่องวัดฯ ชนิด 3 เฟส 4 สาย
2) ห้องชุดที่มีพื้นที่มากกว่ากำหนดไว้ในตารางที่ 2.5 นี้จะกำหนดขนาดของเครื่องวัดฯ เป็นราย ๆไป

การป้องกันกระแสเกินของเครื่องวัด

ต้องติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ทางด้านไฟเข้าเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าทุกเครื่องและเซอร์กิตเบรกเกอร์ต้องมีขนาดพิกัดตามสมการที่ (2.1) [2]

$$I_{CB} \geq 1.25 I_L \qquad (2.1)$$

โดยที่ I_{CB} คือ ขนาดพิกัดกระแสของเซอร์กิตเบรกเกอร์ (A)

I_L คือ กระแสโหลด (A)

การกำหนดขนาดตัวนำประธานเข้าห้องชุด (สายแรงดันต่ำจากเครื่องวัดรองเข้าห้องชุด)

พิกัดกระแสของตัวนำประธานต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 6 mm^2 และขนาดของบริภัณฑ์ประธานของแต่ละห้องชุดตามสมการที่ (2.2)-(2.3) [2] ตามลำดับ

$$I_C \geq I_{CB} \tag{2.2}$$

$$I_M \geq I_{CB} \tag{2.3}$$

โดยที่ I_C คือ ขนาดพิกัดกระแสของตัวนำ (A)

I_{CB} คือ ขนาดพิกัดกระแสของเซอร์กิตเบรกเกอร์ (A)

I_M คือ ขนาดพิกัดกระแสของบริภัณฑ์ประธาน (A)

I_L คือ กระแสโหลด (A)

หมายเหตุ ไม่อนุญาตให้แต่ละห้องชุดใช้ตัวนำนิวทรัลร่วมกัน

การกำหนดขนาดสายป้อน (จาก MDB ไปยังแผงเครื่องวัดรอง)

โหลดสำหรับสายป้อนให้คำนวณโดยการรวมโหลดของห้องชุด แล้วใช้ค่าโคอินซิเดนท์แฟกเตอร์ตามตารางที่ 2.6-2.7 ขนาดสายป้อนให้คำนวณโดยคิดว่าโหลดที่คำนวณเป็นแบบต่อเนื่องและขนาดไม่เล็กกว่าเครื่องป้องกันกระแสเกินตามสมการที่ (2.4) [2] และขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ตามสมการที่ (2.5) [2]

$$I_F \geq I_{CB} \tag{2.4}$$

$$I_{CB} \geq 1.25\, I_{LF} \tag{2.5}$$

โดยที่ I_F คือ พิกัดกระแสสายป้อน (A)

I_{LF} คือ โหลดของสายป้อน (A)

I_{CB} คือ พิกัดกระแสเซอร์กิตเบรกเกอร์ (A)

ตารางที่ 2.6 ค่าโคอินซิเดนท์แฟกเตอร์สำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย [2]

ลำดับห้องชุด	โคอินซิเดนท์แฟกเตอร์
1 - 10	0.9
11 – 20	0.8
21 – 30	0.7
31 - 40	0.6
41 ขึ้นไป	0.5

ตารางที่ 2.7 ค่าโคอินซิเดนท์แฟกเตอร์สำหรับห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านทั่วไปและประเภทอุตสาหกรรม [2]

ลำดับห้องชุด	โคอินซิเดนท์แฟกเตอร์
1 - 10	1.0
11 ขึ้นไป	0.85

หมายเหตุ ลำดับห้องชุดให้เริ่มจากห้องชุดที่มีโหลดสูงสุดก่อน

แรงดันตก (Voltage Drop)

แรงดันตกจากจุดรับไฟจนถึงจุดใช้ไฟจุดสุดท้ายรวมกันต้องไม่เกิน 5% การคำนวณค่าแรงดันตกตามสมการที่ (2.6)-(2.9) [2,3,4]

1 เฟส 2 สาย

$$VD \approx 2I(R\cos\theta + X\sin\theta) \quad (2.6)$$

$$\%\ VD = \left(\frac{VD}{220}\right) \times 100\% \quad (2.7)$$

3 เฟส 4 สาย

$$VD \approx \sqrt{3}I(R\cos\theta + X\sin\theta) \quad (2.8)$$

$$\%\ VD = \left(\frac{VD}{380}\right) \times 100\% \quad (2.9)$$

โดยที่ VD คือ แรงดันตก (V)

I คือ กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร (A)

R คือค่าความต้านทานทางเดียวของสายไฟฟ้า (Ω)

X คือค่ารีแอกแตนซ์ทางเดียวของสายไฟฟ้า (Ω)

$\cos\theta$ คือ ค่าตัวประกอบกำลังของโหลด (P.F.)

ขนาดสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

การเลือกขนาดสายดินตามขนาดของเครื่องป้องกันกระแสเกินตามตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า [4]

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกัน	ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)
16	1.5*
20	2.5*
40	4*
70	6*
100	10
200	16

หมายเหตุ * ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าใช้สำหรับที่อยู่อาศัยหรืออาคารของผู้ใช้ไฟที่อยู่ใกล้หม้อแปลงระบบจำหน่ายภายในระยะ 100 เมตร

จำนวนสายไฟฟ้าสูงสุดในท่อร้อยสาย

คำนวณจากพื้นที่หน้าตัดรวมทั้งฉนวนและเปลือกของสายทุกเส้นในท่อร้อยสายต้องไม่เกินที่กำหนดตามตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 พื้นที่หน้าตัดสูงสุดรวมของสายไฟทุกเส้นคิดเป็นร้อยละเทียบกับพื้นที่หน้าตัดของท่อ [4]

จำนวนสายในท่อร้อยสาย	1	2	3	4	มากกว่า 4
สายไฟทุกชนิดยกเว้นสายชนิดปลอกตะกั่วหุ้ม	53	31	40	40	40
สายไฟชนิดมีปลอกตะกั่วหุ้ม	55	30	40	38	35

พื้นที่หน้าตัดท่อร้อยตามสมการที่ (2.10) [2]

$$A = \frac{\pi}{4}d^2 \tag{2.10}$$

โดยที่ A คือ พื้นที่หน้าตัด (mm^2)

d คือ เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)

การกำหนดขนาดหม้อแปลง

การคำนวณโหลดของหม้อแปลงให้ทำเช่นเดียวกับสายป้อน กล่าวคือให้หาโหลดของแต่ละห้องชุดนำมารวมกันแล้วใช้ค่าโคอินซิเดนท์แฟกเตอร์ตามตารางที่ 2.6-2.7 และขนาดหม้อแปลงโหลดที่คำนวณได้ถือว่าเป็นโหลดแบบต่อเนื่องตามสมการที่ (2.11)-(2.12) [2]

$$I_T = 1.25I_L \tag{2.11}$$

หรือ

$$TR\ (kVA) = 1.25L\ (kVA) \tag{2.12}$$

ขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินและขนาดตัวนำประธานแรงต่ำของหม้อแปลงตามสมการที่ (2.13)-(2.14) [2] ตามลำดับ และยอมให้ใช้โคอินซิเดนซ์แฟกเตอร์ตามตารางที่ 2.6-2.7

$$I_C \geq 1.25I_L \tag{2.13}$$

$$I_C = 1.25I_L \tag{2.14}$$

โดยที่ I_T คือ กระแสของหม้อแปลง (A)

I_L คือ กระแสของโหลด (A)

L คือ โหลด (kVA)

TR คือ พิกัดของหม้อแปลงซึ่งเป็นขนาดพิกัดเมื่อยังไม่ใช้พัดลมเป่า (kVA)

I_C คือ ขนาดพิกัดกระแสของตัวนำ (A)

การติดตั้งไฟฟ้าในอาคารชุด [2,4]

ตัวนำประธานเข้าแต่ละห้องชุดมีข้อกำหนดดังนี้

- สายไฟฟ้าต้องเป็นสายทองแดงหุ้มฉนวน
- สายไฟฟ้าต้องเดินในท่อสายโลหะ (Metal Raceway)
- ยอมให้ใช้ท่อสายอโลหะได้แต่ท่อสายนี้จะต้องฝังในคอนกรีต
- ต้องแยกท่อสายสำหรับแต่ละห้องชุด
- ถ้าเดินในรางเดินสาย (Wireway) อนุญาตให้เดินรวมกันได้
- ไม่อนุญาตให้เดินสายแบบเกาะผนัง (เดินตีกิ๊บ) หรือบนรางเคเบิล (Cable Tray)
- ถ้าใช้ Busway จะต้องเป็นแบบ Totally Enclosed

สายป้อนจาก MDB ไปยังแผงสวิตช์ของเครื่องวัดรองสายป้อนมีข้อกำหนดดังนี้

- ต้องเดินในท่อสายโลหะ (Metal Raceway)
- ใช้ Busway หรือ Bus Trunking ได้
- ถ้าเดินในช่องเดินสาย (Electrical Shaft) ห้ามมีท่อระบบอื่นที่ไม่ใช่ระบบไฟฟ้า

หม้อแปลง

1) ถ้าติดตั้งหม้อแปลงภายในอาคารต้องเป็นแบบแห้ง (Dry Type) หรือฉนวนไม่ติดไฟ และติดตั้งในเครื่องห่อหุ้มไม่ต่ำกว่า IP21
2) พิกัดของหม้อแปลงสำหรับการไฟฟ้านครหลวงเป็นดังนี้
   - พิกัดแรงดัน 12 kV/416-240 Vหรือ 24kV/416-240 Vหรือ (12kV/24kV) -416-240 V
   - แทปแรงสูงใช้เป็น -4 x 2.5% ของพิกัดเต็มที่ด้านปฐมภูมิ
   - กำลังสูญเสียทั้งหมดต้องไม่เกิน 1.5% ของพิกัดเต็มที่ ที่ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 1.0
3) พิกัดของหม้อแปลงสำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
   - พิกัดแรงดัน 22kV/400-230 V หรือ 33kV/400-230 V
   - แทปแรงสูง 2 x (±)2.5%

แผงสวิตช์แรงสูงต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้

- ถ้าใช้เซอร์กิตแบรกเกอร์จะต้องเป็นชนิด Nonflammable Cooling Medium
- หากใช้ Power Fuse ต้องใช้ร่วมกับ Load Break Switch (Switch Disconnector)
- แผงสวิตช์แรงสูงต้องมี IP31 ขึ้นไป

แผงสวิตช์แรงต่ำ(MDB)มีข้อกำหนดดังนี้

- ระดับการป้องกัน (Degree of Protection) ต้องไม่ต่ำกว่า IP31
- โครงสร้างของแผงสวิตช์ต้องทนต่อแรงที่เกิดจากการลัดวงจรได้
- เครื่องป้องกันกระแสเกิน คือ เซอร์กิตเบรกเกอร์ต้องมี IC ไม่น้อยกว่าค่ากระแสลัดวงจรที่จุดติดตั้ง

การต่อลงดิน

- แผงสวิตช์เมน (MDB) ต้องมีการต่อลงดิน
- ห้องชุดทุกห้องต้องมีการต่อลงดินโดยต้องเดินสายดินมาจากแผงสวิตช์เครื่องวัดรอง
- เต้ารับต้องเป็นแบบมีสายดินและต้องต่อลงดิน

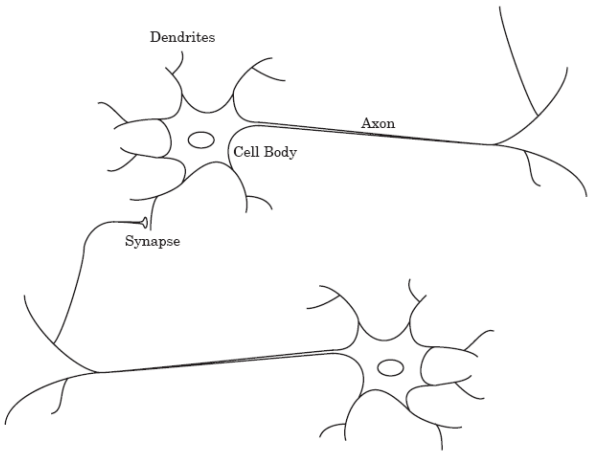
2.2 โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks)

ปัจจุบันนี้คอมพิวเตอร์ได้ถูกนำมาใช้งานอย่างกว้างขวางแต่ยังคงมีขีดความสามารถจำกัดอยู่เมื่อเทียบกับสมองมนุษย์ซึ่งสมองสามารถจดจำและเรียนรู้จากประสบการณ์ในอดีตและนำปรับใช้กับสถานการณ์ปัจจุบัน ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาการทำงานของสมองเพื่อนำมาเป็นแบบจำลองของเซลล์ประสาทโครงข่ายประสาทเทียมและศึกษากระบวนการเรียนรู้ (Learning Algorithm) เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งการนำทฤษฎีต่างๆ ของโครงข่ายประสาทที่ผ่านการพัฒนามาหลายสิบปีมาประยุกต์ใช้กับงานจริงมีอย่างมากมายหลายด้านเช่น โทรคมนาคมนำมาใช้ในการบีบข้อมูลและภาพ ระบบนักบินอัตโนมัติ การแปลภาษาพูด การจดจำเสียง การจดจำภาพ การจดจำรูปแบบซึ่งจะจดจำแบบเดิมและจำรูปภาพนั้นเมื่อพบอีกครั้งนอกจากนี้ยังมีการใช้งานแบบอื่นเช่น การใช้ในระบบควบคุม การวิเคราะห์การตลาด เป็นต้น [5]

ส่วนของการนำโครงข่ายประสาทเทียมเข้ามาประยุกต์ใช้ในงานที่เกี่ยวกับไฟฟ้ากำลังมีหลายด้านด้วยกันเช่น การทำนายการจ่ายโหลดอย่างประหยัดโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม [5],การประเมินความเชื่อถือได้ของระบบผลิตกำลังไฟฟ้าโดยการใช้โครงข่ายประสาทเทียม [6],การพยากรณ์โหลดระยะสั้นโดยการใช้โครงข่ายประสาทเทียม [7],การประมาณค่าความสูญเสียทางไฟฟ้าในหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟสโดยการใช้โครงข่ายประสาทเทียม [8,9] เป็นต้น เนื่องจากคุณสมบัติในการแยกแยะข้อมูลจำนวนมากได้โดยใช้การเรียนรู้และจดจำข้อมูลที่ได้ฝึกสอนอีกทั้งวิธีการคำนวณเป็นแบบขนานคือทำการคำนวณข้อมูลที่ป้อนให้พร้อมกันทั้งหมดทำให้ได้คำตอบเร็ว วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงมีแนวคิดที่จะประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด

โครงข่ายประสาททางชีววิทยา

สมองประกอบด้วยเซลล์ประสาทจำนวนมาก (ประมาณ 10^{11}) ที่มีการเชื่อมโยงกัน (การเชื่อมโยงแต่ละเซลล์ประสาทประมาณ 10^{4}) แต่ละเซลล์ประสาทประกอบด้วยเดนไดรต์ (Dendrites) ทำหน้าที่รับรู้จากเส้นใยประสาทโดยส่งข้อมูลเป็นสัญญาณไฟฟ้า (Electrical Signals) มาที่เดนไดรต์และที่เดนไดรต์แต่ละกิ่งจะรับรู้ได้ด้วยค่าถ่วงน้ำหนัก (Weight) ที่ต่างกันและการแทนค่าถ่วงน้ำหนักด้วยความแข็งแรง (Strength) ของแต่ละไซแนปส์ (Synapse) จากนั้นจึงส่งข้อมูลตัวเซลล์ (Cell Body or Soma) ซึ่งทำหน้าที่รวบรวมสิ่งที่ได้รับรู้ส่งให้แอกซอน (Axon) แอกซอนจะส่งสัญญาณออกไปโดยสัญญาณที่ส่งออกมาจะเป็นฟังก์ชันของผลรวมของสิ่งที่ได้รับจากตัวเซลล์เซลล์ประสาททางชีววิทยาตามรูปที่ 2.3



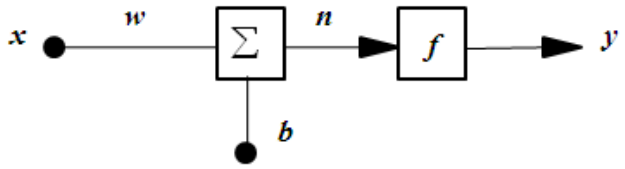
รูปที่ 2.3 เซลล์ประสาททางชีววิทยา [10]

ความสัมพันธ์ระหว่างเซลล์ประสาทกับเซลล์ประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียมเป็นอัลกอลิทึมที่เลียนแบบการเรียนรู้ของสมองมนุษย์โดยมีองค์ประกอบของโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญดังนี้ คือ ยูนิต (Unit),ตัวแปรอินพุท (Input Layer),ตัวแปรเอาท์พุท (Output Layer)และค่าถ่วงน้ำหนัก (Weighted Value) ซึ่งสามารถสรุปความสัมพันธ์ระหว่างเซลล์ประสาทกับเซลล์ประสาทเทียมได้ดังนี้ [10]

เซลล์ประสาท	เซลล์ประสาทเทียม
- ตัวเซลล์ (Cell Body)	- ยูนิต (Unit)
- เดนไดรต์ (Dendrite)	- ตัวแปรอินพุท (Input Layer)
- แอกซอน (Axon)	- ตัวแปรเอาท์พุท (Output Layer)
- ไซแนปส์ (Synapse)	- ค่าถ่วงน้ำหนัก (Weight Value)

แบบจำลองนิวรอน 1 อินพุท (Single-Input Neuron)



รูปที่ 2.4 แบบจำลองนิวรอน 1 อินพุท

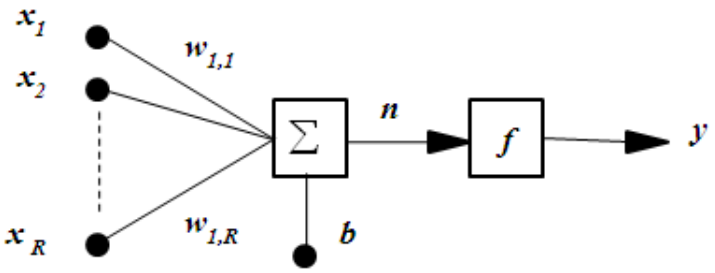
โครงสร้างพื้นฐานของนิวรอนที่มีหนึ่งอินพุทตามรูปที่ 2.4 อินพุท x จะถูกคูณด้วยค่าถ่วงน้ำหนัก (Weight) w โดยมีไบอัส (Bias) b เป็นอีกอินพุทที่มีค่าน้ำหนักโดยอินพุททั้งหมดถูกรวมจะได้เอาท์พุทเป็น n เรียกว่า “เน็ตอินพุท (Net Input)” จะเป็นอินพุทของฟังก์ชั่ถ่ายโอน (Transfer Function) f และจะได้เอาท์พุทของนิวรอนเป็น y ตามสมการที่ (2.15) [10]

$$y = f(wx + b) \tag{2.15}$$

โดยที่ x คือ อินพุท
w คือ ค่าถ่วงน้ำหนัก
b คือ ไบอัส
f คือ ฟังก์ชันถ่ายโอน
y คือ เอาท์พุท

โดยค่าถ่วงน้ำหนัก w และไบอัส b สามารถปรับค่าได้ตามกฎการเรียนรู้และค่าเอาท์พุทจะขึ้นอยู่กับฟังก์ชันถ่ายโอน f สามารถกำหนดได้โดยผู้ใช้

แบบจำลองนิวรอนหลายอินพุท (Multiple-Input Neuron)



รูปที่ 2.5 แบบจำลองของนิวรอนหลายอินพุท

โครงข่ายประสาทเทียมที่มีอินพุทหลายอินพุทตามรูปที่ 2.5 อินพุท x_1 , x_2 ……, x_R จะถูกคูณด้วยค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละอินพุทเป็น $w_{1,1}$, $w_{1,2}$ …, $w_{1,R}$ ซึ่งสามารถเขียนเป็นเมตริกซ์ได้เรียกว่าเมตริกซ์ค่าถ่วงน้ำหนักมีสัญลักษณ์เป็น W จะถูกรวมเข้ากันเป็นอินพุทของฟังก์ชันถ่ายโอน n ตามสมการที่ (2.16) [10]

$$n = w_{1,1}x_1 + w_{1,2}x_2 + \ldots\ldots + w_{1,R}x_R + b \tag{2.16}$$

เขียนอยู่ในรูปเมตริกซ์ตามสมการที่ (2.17)

$$n = Wx + b \tag{2.17}$$

โดยที่เมตริกซ์ W เป็น Row Matrix มีเพียง 1 แถว จะได้เอาท์พุทของนิวรอนตามสมการที่ (2.18)

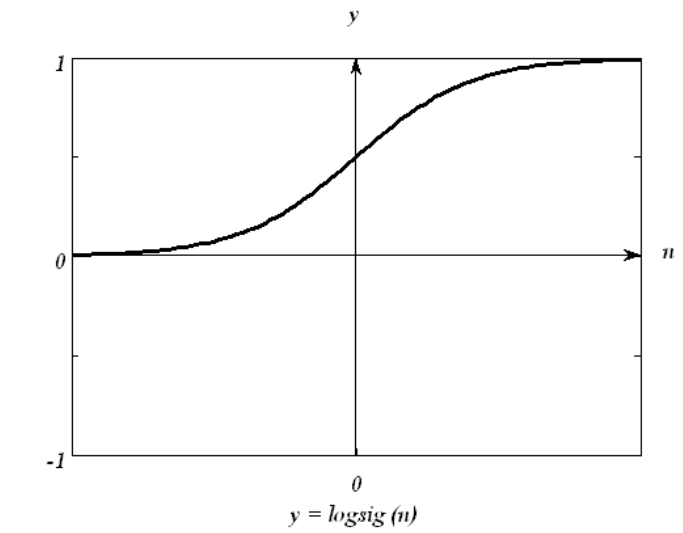
$$y = f(Wx + b) \tag{2.18}$$

ฟังก์ชันการถ่ายโอน (Transfer Function)

ฟังก์ชันการถ่ายโอนเป็นตัวกำหนดค่าเอาท์พุท ฟังก์ชันถ่ายโอนที่ใช้จะเป็นแบบเชิงเส้นหรือแบบไม่เชิงเส้นก็ได้ ฟังก์ชันการถ่ายโอนที่ใช้ในการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมมีอยู่หลายชนิดแบบที่นิยมใช้งานตัวอย่าง เช่น ฟังก์ชันการถ่ายโอนแบบลอกซิกมอยด์ (Log-Sigmoid),ฟังก์ชันการถ่ายโอนแบบแทนซิกมอยด์ (Tan-Sigmoid),ฟังก์ชันถ่ายโอนแบบเชิงเส้น (Linear) ตามรูปที่ 2.6-2.8

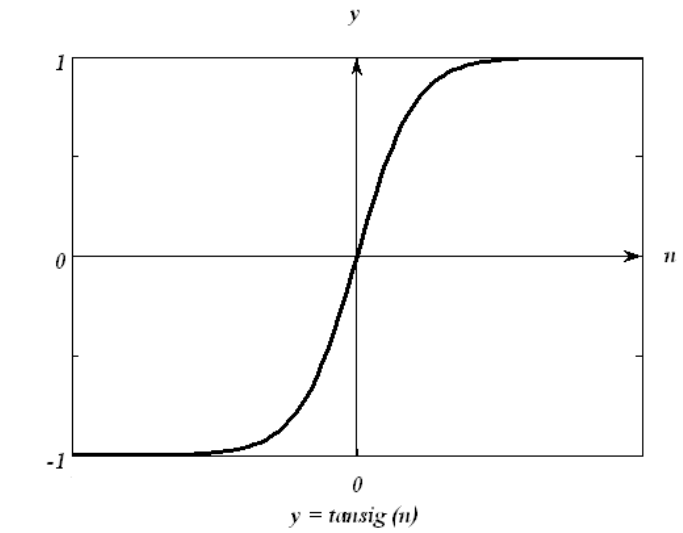
1. ฟังก์ชันการถ่ายโอนแบบลอกซิกมอยด์ (Log-Sigmoid) จะมีค่าระดับอยู่ที่ระหว่าง 0 กับ 1 ตามรูปที่ 2.6 และมีความสัมพันธ์ตามสมการที่ (2.19) [10]

$$logsig\ (n) = \frac{1}{1 + e^{(-n)}} \tag{2.19}$$



รูปที่ 2.6 ฟังก์ชันการถ่ายโอนแบบลอกซิกมอยด์ (Log-Sigmoid)

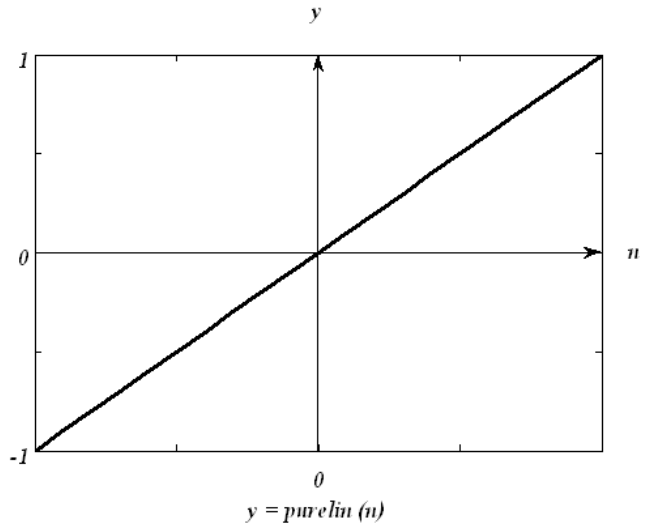
2. ฟังก์ชันการถ่ายโอนแบบแทนซิกมอยด์ (Tan-Sigmoid) จะมีค่าระดับอยู่ที่ระหว่าง -1 กับ 1 ตามรูปที่ 2.7 และมีความสัมพันธ์ตามสมการที่ (2.20) [10]



รูปที่ 2.7 ฟังก์ชันการถ่ายโอนแบบแทนซิกมอยด์ (Tan-Sigmoid)

$$tansig\ (n) = \frac{1-e^{(-n)}}{1+e^{(-n)}} \tag{2.20}$$

3. ฟังก์ชันการถ่ายโอนแบบเชิงเส้น (Linear) จะมีค่าระดับเป็นเชิงเส้นตามรูปที่ 2.8 และมีความสัมพันธ์ตามสมการที่ (2.21) [10]



รูปที่ 2.8 ฟังก์ชันการถ่ายโอนแบบเชิงเส้น (Linear)

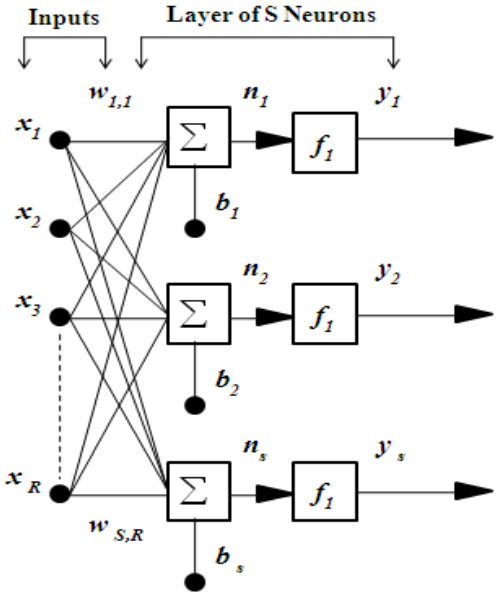
$$purelin\ (n) = n \tag{2.21}$$

สถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียม (Architectures of Neural Network)

การสร้างเซลล์ประสาทเพียงหนึ่งเซลล์โดยใช้แนวความคิดจากเซลล์ประสาททางชีววิทยาการจะนำเซลล์ประสาทเทียมมาใช้งานได้นั้นต้องใช้เซลล์ประสาทเทียมที่มีคุณลักษณะต่างกัน (ค่าถ่วงน้ำหนักจะทำให้คุณสมบัติของเซลล์ประสาทเทียมแต่ละเซลล์มีคุณลักษณะแตกต่างกันไป) มาเชื่อมต่อเซลล์ประสาทหลายๆ ตัวเข้าด้วยกันให้เกิดลักษณะของโครงข่ายเป็นชั้นๆ หรือที่เรียกว่า “เลเยอร์ (Layer)” ซึ่งประสาทเซลล์แต่ละตัวที่อยู่ในชั้นเดียวกันจะไม่มีการเชื่อมต่อถึงกันประเภทของโครงสร้างการเชื่อมต่อโครงข่ายประสาทเทียมแบ่งออกเป็น 2 แบบคือโครงข่ายประสาทเทียมแบบชั้นเดียว (Single-Layer Network), โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multiple-Layer Network) แต่ละชนิดมีคุณลักษณะเด่นแตกต่างกันไป [5,10]

โครงข่ายประสาทเทียมแบบชั้นเดียว (Single-Layer Network)

ประกอบไปด้วยเซลล์ประสาทเทียมที่จัดเรียงตัวอยู่ในชั้นต่างๆได้แก่ ชั้นอินพุทและชั้นเอาท์พุทสาเหตุที่จัดโครงสร้างแบบนี้เป็นแบบชั้นเดียวเนื่องมาจากนับชั้นเอาท์พุทเพียงชั้นเดียวเท่านั้นว่า เป็นชั้นของเซลล์ประสาทสำหรับชั้นอินพุทจะไม่พิจารณาว่าเป็นชั้นของเซลล์ประสาทก็เพราะเป็นชั้นที่ไม่มีการประมวลผลใดๆ จะทำหน้าที่เพียงแค่รับข้อมูลอินพุทเข้ามาและส่งต่อให้กับชั้นถัดไปเท่านั้นตามรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 โครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมแบบชั้นเดียว

โครงข่ายประสาทเทียมแบบชั้นเดียวตามรูปที่ 2.9 อินพุทหลายอินพุทจะเชื่อมต่อนิวรอนขนานกันหลายๆ นิวรอนแบบต่อถึงกันหมด เรียกว่า “S นิวรอน” จำนวนของอินพุทไม่จำเป็นต้องเท่ากับนิวรอนในชั้นนั้นๆ $R \neq S$ สามารถแสดงในรูปเมตริกซ์ตามสมการที่ (2.22)-(2.24) [10,11]

$$x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_R \end{bmatrix} \tag{2.22}$$

$$b = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_S \end{bmatrix} \tag{2.23}$$

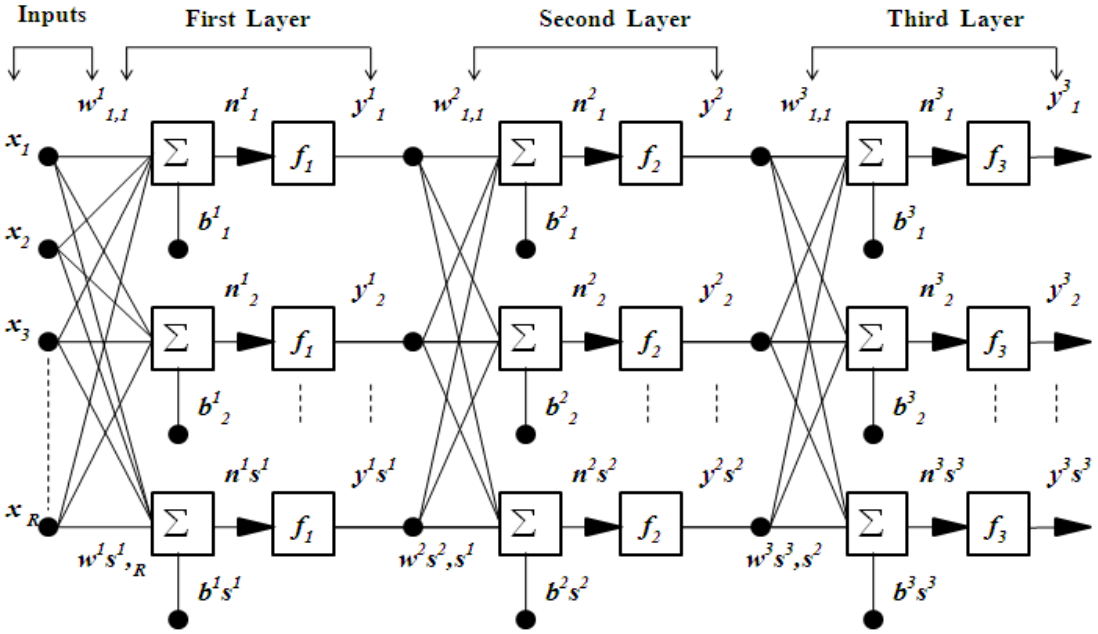
$$W = \begin{bmatrix} w_{1,1} & w_{1,2} & \cdots & w_{1,R} \\ w_{2,1} & w_{2,2} & \cdots & w_{2,R} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ w_{S,1} & w_{S,2} & \cdots & w_{S,R} \end{bmatrix} \tag{2.24}$$

จะได้เอาท์พุทของนิวรอนตามสมการที่ (2.25)

$$y = f(Wx + b) \tag{2.25}$$

โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multiple-Layer Network)

โครงข่ายประสาทเทียมแบบชั้นเดียวมีข้อจำกัดไม่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาในบางกรณีได้ นักวิจัยจึงได้นำเสนอรูปแบบของโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้นซึ่งมีโครงสร้างจากการจัดเรียงของตัวเซลล์ประสาทตั้งแต่ 2 ชั้นขึ้นไป (ไม่นับรวมชั้นอินพุท) โดยรูปแบบของการทำงานที่ป้อนไปข้างหน้า (Feedforward) ซึ่งชั้นที่อยู่ระหว่างชั้นอินพุทและชั้นเอาท์พุท เรียกว่า “ชั้นซ่อน (Hidden Layer)” ซึ่งชั้นซ่อนเป็นตัวเพิ่มความสามารถให้แก่โครงข่ายประสาทเทียมทั้งนี้จำนวนของชั้นซ่อนสามารถมีได้มากกว่า 1 ชั้นจำนวนของชั้นซ่อนและจำนวนของนิวรอนในแต่ละชั้นจะมีค่าไม่คงที่ซึ่งแต่ละชั้นอาจจะมีจำนวนนิวรอนที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับการประยุกต์ใช้งานตามรูปที่ 2.10 ชุดข้อมูลเอาท์พุทที่ได้จากชั้นที่ 1 จะถูกส่งให้เป็นข้อมูลอินพุทสำหรับชั้นต่อไปโดยค่าเอาท์พุทชั้นสุดท้ายคือเอาท์พุทของโครงข่ายประสาทเทียม



รูปที่ 2.10 โครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียม 3 ชั้น

ตามรูปที่ 2.10 แต่ละชั้นจะมีเมตริกซ์ค่าถ่วงน้ำหนัก W ไบอัส b เน็ตอินพุท n และ เอาท์พุท y ของชั้นนั้นๆ โครงข่ายประสาทเทียมชั้นอินพุท มี R อินพุท ชั้นที่ 1 มี S^1 นิวรอน ต่อไปเรื่อยๆจนถึงชั้นสุดท้าย และเอาท์พุทแต่ละชั้นตามสมการที่ (2.26)-(2.29) [10,11]

$$\text{First Layer} \quad y^1 = f^1(W^1 x + b^1) \tag{2.26}$$

$$\text{Second Layer} \quad y^2 = f^2(W^2 y^1 + b^2) \tag{2.27}$$

$$\text{Third Layer} \quad y^3 = f^3(W^3 y^2 + b^3) \tag{2.28}$$

เอาท์พุทสามารถหาได้ดังนี้

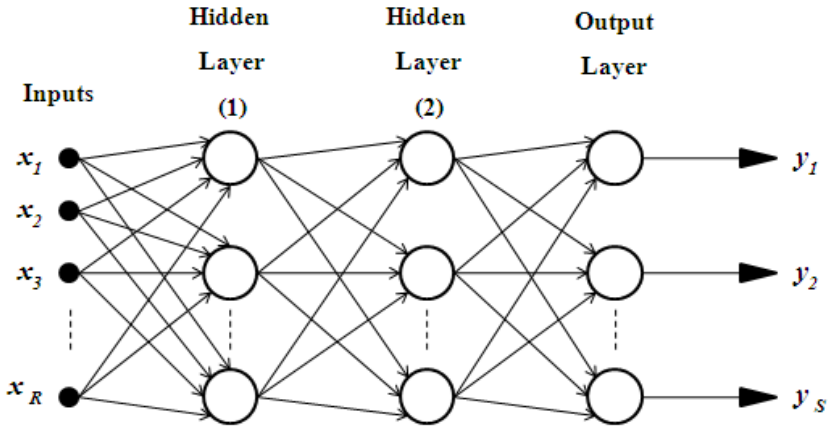
$$y^3 = f^3(W^3 f^2(W^2 f^1(W^1 x + b^1) + b^2) + b^3) \tag{2.29}$$

การเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม

การเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับค่าถ่วงน้ำหนักของโครงข่ายประสาทเทียมซึ่งการสอนโครงข่ายประสาทเทียมคือการหาค่าถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมให้แก่โครงข่ายนั้นๆ ซึ่งโครงข่ายประสาทเทียมสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามลักษณะการเรียนรู้ คือการเรียนรู้แบบควบคุม (Supervised Learning) การเรียนรู้วิธีนี้จะมีการกำหนดคู่ของการฝึกสอนระหว่างอินพุทกับเอาท์พุทที่ต้องการให้โครงข่ายประสาทเทียมที่เรียกว่า “เทรนนิ่งแพร์ (Training Pairs)” โครงข่ายประสาทเทียมจะถูกฝึกสอนไปตามจำนวนของคู่ที่ป้อน (จำนวนคู่ของอินพุทกับเอาท์พุทที่ต้องการให้โครงข่ายประสาทเทียมรู้จัก) เอาท์พุทที่คำนวณได้จากโครงข่ายประสาทเทียมจะถูกเปรียบเทียบให้สอดคล้องกับเป้าหมาย ค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะถูกป้อนกลับไปโครงข่ายประสาทเทียมและเปลี่ยนแปลงค่าถ่วงน้ำหนักให้สอดคล้องกับอัลกอริทึมที่ทำให้แนวโน้มของข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างเอาท์พุทกับเป้าหมายโดยเฉลี่ยมีค่าต่ำลงหลังจากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมจะถูกทดสอบโดยให้เฉพาะค่าอินพุท แต่ไม่ให้เอาท์พุทที่ต้องการและพิจารณาเอาท์พุท ที่ได้จากโครงข่ายประสาทเทียมใกล้เคียงกับค่าเอาท์พุทที่ถูกต้องหรือไม่โครงข่ายประสาทเทียมประเภทนี้จะแบ่งออกเป็น Feedforward Neural Network และ Radial Basis Function Network ทั้ง 2 ชนิดนิยมใช้ในการแก้ปัญหาลักษณะการประมาณค่าฟังก์ชัน (Function Approximation) และการเรียนรู้ไม่มีการควบคุม (Unsupervised Learning) การเรียนรู้โดยวิธีนี้จะป้อนข้อมูลอินพุทเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียมและภายในโครงข่ายประสาทเทียมจะมีโหนดเอาท์พุทจำนวนหลายโหนดด้วยกัน โดยแต่ละโหนดจะแทนกลุ่มของข้อมูลที่มีคุณสมบัติเหมือนกัน เมื่อป้อนข้อมูลอินพุทเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียม จะคำนวณค่าความสัมพันธ์ที่มีอยู่ภายในเซตของอินพุทโดยอาศัยค่าน้ำหนักเป็นตัวแยกความแตกต่างของข้อมูลอินพุทไปเก็บไว้ในโหนดเอาท์พุทของโครงข่ายประสาทเทียม การสอนโดยวิธีนี้จะไม่สามารถระบุได้ว่าข้อมูลเอาท์พุทโหนดใดเป็นข้อมูลของกลุ่มไหนผู้ใช้จะต้องกำหนดเองจะต่างจากการสอนแบบควบคุมที่โครงข่ายประสาทเทียมสามารถระบุกลุ่มของข้อมูลเอาท์พุทได้อย่างแน่นอน โครงข่ายประสาทเทียมประเภทนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่ Kohonen Network ซึ่งนิยมใช้ในการแก้ปัญหาลักษณะการแยกแยะ (Classification Problem) และHopfield Network ซึ่งนิยมใช้ในการแก้ปัญหาลักษณะการหาค่าที่เหมาะสม (Optimization Problem) [5,12]

โครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่ค่าย้อนกลับ (Backpropagation)

โครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่ค่าย้อนกลับมีโครงสร้างเป็นแบบโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multiple-Layer Network) ประกอบด้วย ชั้นอินพุท (Inputs),ชั้นซ่อน (Hidden Layer) และชั้นเอาท์พุท (Output Layer) โดยมีการเชื่อมโยงในแต่ละชั้นแบบต่อถึงกันหมดคือ ทุกๆนิวรอนในชั้นอินพุทจะส่งสัญญาณไปยังชั้นซ่อนชั้นแรก ส่งต่อไปจนถึงชั้นซ่อนสุดท้ายและจะส่งสัญญาณไปยังชั้นเอาท์พุท วิธีการคำนวณลักษณะนี้มีชื่อตามลักษณะดังกล่าวว่า Forward-Propagation ขั้นต่อไปจะเป็นการคำนวณแบบ Backward-Propagation จะนำผลลัพธ์ที่ได้จากเอาท์พุทโครงข่ายมาเปรียบเทียบกับเอาท์พุทเป้าหมายเพื่อคำนวณค่าผิดพลาด แล้วค่าผลต่างจะถูกส่งกลับไปยังชั้นซ่อน ขั้นตอนสุดท้ายจะนำค่าผิดพลาดที่ได้มาใช้ในการปรับค่าถ่วงน้ำหนัก โดยการปรับค่าถ่วงน้ำหนักและค่าไบอัสจะมีอัลกอลิทึม สำหรับใช้ในการปรับค่าโดยคิดจากค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นแล้วนำค่าผิดพลาดนั้นไปคำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักและค่าไบอัสค่าใหม่ กระบวนการจะกลับไปทำซ้ำในขั้นตอนแรกจนกระทั่งค่าผิดพลาดที่ได้มีค่าน้อยกว่าค่าผิดพลาดต่ำสุดที่กำหนดไว้ตามรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 โครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่ค่าย้อนกลับชั้นซ่อน 2 ชั้น

เริ่มต้นที่มีการใช้โครงข่ายประสาทเทียมจะมีกฎการเรียนรู้พื้นฐานเป็นแบบ Perceptron และกฎเรียนรู้แบบ Widrow-Hoff ที่ใช้ในการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมซึ่งมีโครงสร้างเพียงชั้นเดียวที่มีหลายนิวรอนแต่มีข้อจำกัดสามารถแก้ปัญหาที่เป็นเชิงเส้นเท่านั้นเพื่อแก้ไขปัญหาข้อจำกัดจึงมีการพัฒนากฎการเรียนรู้ใหม่ๆ โดยนำอัลกอริทึมแพร่ค่าย้อนกลับมาใช้ในการฝึกสอนส่งผลให้โครงข่ายประสาทเทียมสามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้นแก้ปัญหาได้หลากหลายมากขึ้นแม้กระทั่งปัญหาที่ไม่เป็นเชิงเส้นและได้รับความนิยมอย่างมากสามารถใช้กับโครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมแบบป้อนไปข้างหน้าหลายชั้นได้อัลกอริทึมแพร่ค่าย้อนกลับจะมีการใช้กฎการเรียนรู้เพื่อให้โครงข่ายประสาทเทียมพัฒนาการเรียนรู้ได้รวดเร็วขึ้นเช่น Conjugate Gradient เป็นรูปแบบการค้นหาตามทิศทางของ Conjugateหรือ Quasi-Newton เป็นรูปแบบการปรับค่าโดยประมาณของ Hessian Matrix และ Levenberg-Marquardt เป็นรูปแบบของผลรวมกำลังสองจากการกำหนด Hessian Matrix เป็นต้น วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ใช้กฎการเรียนรู้แบบ Levenberg-Marquardt ตามที่ระบุใน Neural Network Toolbox User's Guide [12] เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพและความรวดเร็วในการฝึกสอนสูงสุดโดยมีลำดับขั้นตอนการปรับค่าถ่วงน้ำหนักประสาทและค่าไบอัสตามสมการที่ (2.30) [12,13]

$$X_{k+1} = X_k - \left[J^T J + \mu I \right]^{-1} J^T e \tag{2.30}$$

$$g = J^T \cdot e \tag{2.31}$$

โดยที่ X คือ ค่าถ่วงน้ำหนัก (w) และค่าไบอัส (b)

J คือ จาโคเบียนเมตริกซ์ (Jacobian Matrix) ของอนุพันธ์ของค่าผิดพลาด (แต่ละค่า) ต่อค่า X (แต่ละค่า)

g คือ Performance Gradient

J^T คือ Transpose Matrix ของ J

e คือ เมตริกซ์ของค่าผิดพลาด (Error) ระหว่างคำตอบ (Target, t) กับค่าที่โครงข่ายประสาทเทียมคำนวณได้ (Answer, y)

μ คือ ค่าคงที่

I คือ Identity Matrix

- จาโคเบียนเมตริกซ์ของ (w)

$$J(w)=\begin{bmatrix} \frac{\partial e_1}{\partial w_{1,1}} & \frac{\partial e_1}{\partial w_{1,2}} & \cdots & \frac{\partial e_1}{\partial w_{1,S^1}} \\ \frac{\partial e_2}{\partial w_{2,1}} & \frac{\partial e_2}{\partial w_{2,2}} & \cdots & \frac{\partial e_2}{\partial w_{2,S^1}} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \frac{\partial e_{S^2}}{\partial w_{S^2,1}} & \frac{\partial e_{S^2}}{\partial w_{S^2,1}} & \cdots & \frac{\partial e_{S^2}}{\partial w_{S^2,S^1}} \end{bmatrix} \tag{2.32}$$

- จาโคเบียนเมตริกซ์ของค่า (b)

$$J(b)=\begin{bmatrix} \frac{\partial e_1}{\partial b_1} \\ \frac{\partial e_2}{\partial b_2} \\ \vdots \\ \frac{\partial e_{S^2}}{\partial b_{S^2}} \end{bmatrix} \tag{2.33}$$

- เมตริกซ์ของค่าผิดพลาด

$$\begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_{S^2} \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} t_1^2-y_1^2 \\ t_2^2-y_2^2 \\ \vdots \\ t_{S^2}^2-y_{S^2}^2 \end{bmatrix} \tag{2.34}$$

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยที่นำโปรแกรมมาใช้ในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยโดย คุณเรืองรัตน์ ประเสริฐไทย [1] ได้วิจัยเรื่อง การวางแผนการจ่ายโหลดและสายป้อนสำหรับอาคารชุดโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (อาคารชุดประเภทอาคารสำนักงานหรือประเภทที่อยู่อาศัย) นำเสนอการวางแผนการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างจากภาษา Visual Basic 6 โดยพิจารณาในการเลือกจำนวนชุดของสายป้อนหนึ่งชุดจ่ายภาระไฟฟ้าแยกแต่ละชั้นและสายป้อนหนึ่งชุดจ่ายกลุ่มภาระไฟฟ้าหลายชั้น โดยดูมูลค่าการลงทุนต่ำสุดและพิจารณาความแตกต่างระยะทางการเดินสาย ราคาอุปกรณ์ พิกัดอุปกรณ์ แรงดันตกแต่ละแบบ งานวิจัยพิจารณาในส่วนของสายป้อนจนถึงเครื่องวัดรอง ต่างจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้พิจารณาจากเครื่องวัดรองจนถึงห้องชุด และคุณบุญทวี แซ่กวง [14] ได้วิจัยเรื่อง การออกแบบระบบไฟฟ้าและแสงสว่างใน

ธ์ฉบับนี้จึงมีแนวคิดที่จะนำเสนอการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมซึ่งมีวิธีการคำนวณเป็นแบบขนานคือทำการคำนวณข้อมูลที่ป้อนให้พร้อมกันทั้งหมด ทำให้ได้คำตอบเร็วช่วยลดขั้นตอนในการคำนวณและระยะเวลาในการออกแบบระบบไฟฟ้าขั้นตอนดำเนินการจะกล่าวในบทที่ 3 ต่อไป

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัยการใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด

ปัจจุบันการออกแบบระบบไฟฟ้าที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยมีไม่มากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงได้นำเสนอการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมมาใช้ในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดซึ่งมีคุณสมบัติในการแยกแยะข้อมูลจำนวนมากได้โดยใช้การเรียนรู้และจดจำข้อมูลที่ได้ฝึกสอน อีกทั้งวิธีการคำนวณเป็นแบบขนานคือทำการคำนวณข้อมูลที่ป้อนให้พร้อมกันทั้งหมดทำให้ได้คำตอบเร็วและขั้นตอนการเรียนรู้โปรแกรมที่จะนำมาใช้งานน้อยกว่าที่สำคัญโมเดลสามารถเรียนรู้เพิ่มเติมได้ในกรณีที่มีข้อมูลใหม่เข้ามาอาจจะกล่าวได้ว่าเป็นการนำความรู้ด้านการออกแบบระบบไฟฟ้าด้วยผู้ชำนาญสอนให้คอมพิวเตอร์มีความสามารถเพิ่มขึ้นเพื่อช่วยลดขั้นตอนในการคำนวณและระยะเวลาในการออกแบบระบบไฟฟ้าข้อมูลที่จะนำไปใช้เป็นค่าของตัวแปรที่นำไปสอน และทดสอบโครงข่ายประสาทเทียมนั้นจะคำนวณตามมาตรฐานการติดตั้งที่ใช้ในประเทศไทย ซึ่งแสดงในบทที่ 2 ลำดับต่อไปจะเป็นการเลือกตัวแปรในการฝึกสอนและทดสอบ,การพิจารณาและการกำหนดโครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียม,ปริมาณของข้อมูลฝึกสอนและข้อมูลทดสอบ,เงื่อนไขการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม,การฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม,ขั้นตอนการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม,การประเมินประสิทธิภาพของวิธีที่นำเสนอมีรายละเอียดดังนี้

3.1 การเลือกตัวแปรในการฝึกสอนและทดสอบ

การเลือกตัวแปรในการฝึกสอนเป็นองค์ประกอบที่มีผลต่อประสิทธิภาพของโครงข่ายประสาทเทียมมากที่สุดตัวแปรที่ใช้ในการฝึกสอนจะประกอบไปด้วยตัวแปรอินพุทและตัวแปรเอาท์พุทซึ่งตัวแปรอินพุทคือ ตัวแปรที่ต้องการออกแบบได้แก่ ขนาดพื้นที่ห้องชุด (20-100 ตารางเมตร),ประเภทห้องชุด,ระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง,ชนิดของระบบไฟฟ้า (1 เฟสหรือ 3 เฟส) โดยคิดที่ห้องชุด 1 ห้อง ซึ่งป้อนให้กับชั้นข้อมูลอินพุทของโครงข่ายประสาทเทียมตามตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 กำหนดค่าตัวแปรอินพุท

Input	Possible Values
พื้นที่ห้อง	20 – 100 ตารางเมตร
ประเภท	1 : อยู่อาศัย
	2 : สำนักงานหรือร้านทั่วไป
	3 : อุตสาหกรรม
ระบบทำความเย็น	1 : ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
	2 : มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
	3 : ไม่มีและมีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
ระบบไฟฟ้า	1 เฟส
	3 เฟส

จากการคำนวณจำนวนข้อมูลที่นำไปกำหนดค่าตัวแปรอินพุทจะมีจำนวนทั้งหมด 810 ชุด ตามตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลอินพุทที่ได้จากการกำหนดค่าตัวแปรอินพุท

ชุดที่	พื้นที่ห้อง(m^2)	ประเภทของอาคาร	ระบบทำความเย็น	ระบบไฟฟ้า
1	20	1	1	1
2	20	1	1	3
3	20	1	2	1
808	100	2	2	3
809	100	3	3	1
810	100	3	3	3

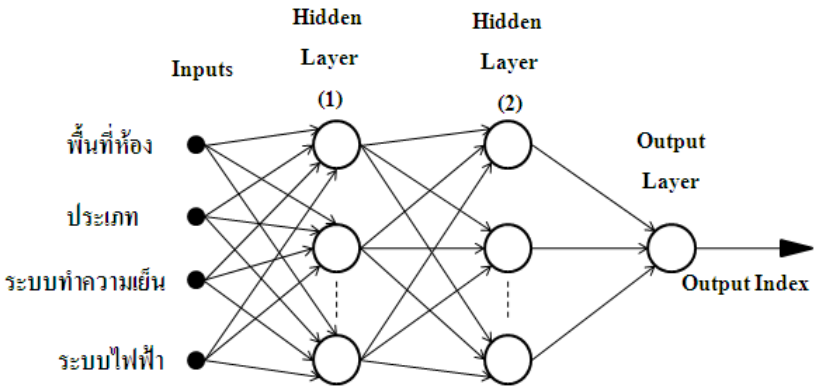
ส่วนตัวแปรเอาท์พุทคือคำตอบที่ต้องการได้แก่ ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า,ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์,ขนาดสายเฟส,ขนาดสายดิน,ขนาดท่อโลหะ,ระยะทางการเดินสาย ที่ได้จากการคำนวณตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยซึ่งสามารถแบ่งออกได้ 9 ประเภทข้อมูลตามตารางที่ 3.3 ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลแสดงผลใน Look-up Table

ตารางที่ 3.3 กำหนดค่าตัวแปรเอาท์พุทที่ได้จากการคำนวณตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

Output Index	Look-up Table					
	ขนาดเครื่องวัด (A)	เบรกเกอร์	สายเฟส	สายดิน	ท่อโลหะ	ระยะVD
1	ไม่มีค่า					
2	5(15) 1 เฟส กฟน. , กฟภ.	16 1 เฟส	2×6	1×4	3/4	60
3	15(45) 1 เฟส กฟน.	50 1 เฟส	2×16	1×6	1	53
4	15(45) 1 เฟส กฟน. , กฟภ.	50 1 เฟส	2×16	1×6	1	53
5	30(100) 1 เฟส กฟน. , กฟภ.	100 1 เฟส	2×50	1×10	1-1/2	61
6	50(150) 1เฟส กฟน.	125 1 เฟส	2×70	1×16	1-1/2	65
7	15(45) 3 เฟส กฟน.	50 3 เฟส	4×16	1×6	1-1/4	106
8	15(45) 3 เฟส กฟน. , กฟภ.	50 3 เฟส	4×16	1×6	1-1/4	106
9	30(100) 3เฟส กฟน., กฟภ.	100 3เฟส	4×50	1×10	2	120

3.2 การพิจารณาและการกำหนดโครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียม

ข้อมูลที่ได้จากการกำหนดค่าตัวแปรอินพุท เอาท์พุทเป็นปัญหาชนิดที่เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องแบบไม่เป็นเชิงเส้นจากการศึกษาในบทที่ 2 นั้นสามารถเลือกใช้โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม โครงข่ายประสาทเทียมแบบแบบหลายชั้น (Multiple-Layer Network) โดยรูปแบบของการทำงานที่ป้อนไปข้างหน้า (Feedforward) ส่วนการฝึกสอนจะใช้การฝึกสอนชนิดแพร่ค่าย้อนกลับ (Backpropagation) โครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมลักษณะเช่นนี้นิยมเรียกว่า “โครงข่ายประสาทเทียมเปอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น (Multilayer Perceptron Network : MLP)” โดยมีโครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมที่นำเสนอตามรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 โครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมที่นำเสนอ

การพิจารณาชนิดของฟังก์ชันถ่ายโอน

ฟังก์ชันถ่ายโอน (Transfer Function) เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีผลต่อการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมฟังก์ชันถ่ายโอนที่ใช้ในการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบของการทำงานที่ป้อนไปข้างหน้า (Feedforward) มีอยู่หลายชนิดวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ใช้ฟังก์ชันถ่ายโอนแบบแทนซิกมอยด์ (Tan-Sigmoid) ในชั้นซ่อน (Hidden Layer) และฟังก์ชันถ่ายโอนแบบเชิงเส้น (Linear) ในชั้นเอาท์พุท (Output Layer) เพียงพอกับการแก้ไขปัญหา

3.3 ปริมาณของข้อมูลฝึกสอนและข้อมูลทดสอบ

ปริมาณของข้อมูลที่นำมาใช้ในการฝึกสอนและทดสอบโครงข่ายประสาทเทียมนั้นโดยส่วนมากจะมีข้อจำกัดจากวิธีการเตรียมข้อมูลถ้าข้อมูลดังกล่าวได้มาโดยการเก็บบันทึกตามช่วงเวลาปริมาณของข้อมูลจะขึ้นอยู่กับช่วงเวลาและความถี่ในการเก็บบันทึกส่วนในกรณีที่ข้อมูลดังกล่าวเกิดจากการจำลองเหตุการณ์ (Simulation) ปริมาณของข้อมูลจะขึ้นกับความซับซ้อนของการจำลองเหตุการณ์เวลาที่ใช้ในการจำลองเหตุการณ์และประสิทธิภาพของอุปกรณ์ที่ใช้ดังนั้นการเลือกปริมาณของข้อมูลฝึกสอนจึงต้องพิจารณาตามวิธีการเตรียมข้อมูล

ข้อมูลทดสอบคือ ข้อมูลที่นำมาทดสอบประสิทธิภาพของโครงข่ายประสาทเทียมที่ผ่านการฝึกสอนแล้วโดยเป็นข้อมูลที่ประกอบไปด้วยตัวแปรอินพุทและตัวแปรเอาท์พุทเช่นเดียวกันกับข้อมูลฝึกสอนหากแต่ค่าของตัวแปรดังกล่าวในชุดข้อมูลทดสอบจะเป็นค่าที่ไม่ถูกใช้ในการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมกล่าวคือเป็นค่าที่โครงข่ายประสาทเทียมไม่เคยเรียนรู้มาก่อนการวัดประสิทธิภาพของโครงข่ายประสาทเทียมนั้นจะใช้วัดค่าผิดพลาดของคำตอบของข้อมูลทดสอบที่ได้จากโครงข่ายประสาทเทียมที่ผ่านการฝึกสอนแล้วเป็นเกณฑ์ซึ่งจะนำเสนอในรูปของค่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดเฉลี่ย (Mean Error: ME) ตามสมการที่ (3.1) [15,16]

$$ME = \frac{\text{จำนวนชุดคำตอบที่ผิด}}{\text{จำนวนชุดข้อมูลทดสอบทั้งหมด}} \times 100 \quad (3.1)$$

3.4 เงื่อนไขการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม

เงื่อนไขทั้งหมดที่กำหนดขอบเขตการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมซึ่งมีผลต่อการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ใช้ Neural Networks Toolbox ของโปรแกรม MATLAB ฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมดังนั้นองค์ประกอบบางชนิดที่มีผลต่อการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมที่โปรแกรม MATLAB ได้ทำการกำหนดไว้แล้วยกเว้นองค์ประกอบบางชนิด เช่น รูปแบบอินพุทและเอาท์พุท,จำนวนของข้อมูลฝึกสอนและข้อมูลทดสอบ เป็นต้นซึ่งผู้วิจัยจะเป็นผู้กำหนดเองจุดมุ่งหมายของการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ฝึกสอนเพื่อให้ได้เอาท์พุทที่ต้องการ คือ ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า,ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์,ขนาดสายเฟส,ขนาดสายดิน,ขนาดท่อโลหะและระยะทางการเดินสาย ในการฝึกสอนโครงข่ายประสาทจะประมวลผลโดยใช้โปรแกรม MATLAB ด้วยคอมพิวเตอร์ที่ใช้ CPU : Pentium (R) Dual ความเร็ว 1.60 GHz RAM: 1.49 GB

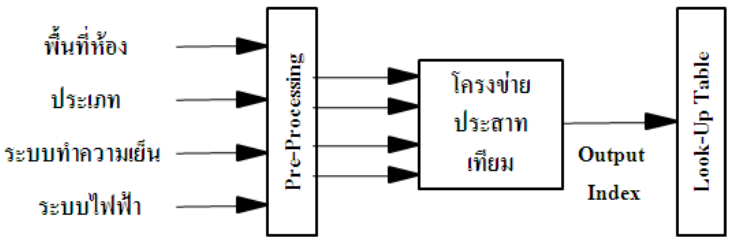
3.5 การฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม

การฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมเป็นกระบวนการที่จะให้โครงข่ายประสาทเทียมรู้จักเป็นกระบวนการที่ให้โครงข่ายประสาทเทียมเรียนรู้ข้อมูลอินพุทและเอาท์พุทโดยอัลกอริทึมที่ช่วยในการฝึกสอนเร็วใช้วิธีการแพร่ค่าย้อนกลับการนำโครงข่ายประสาทเทียมไปใช้งานต้องผ่านขบวนการ 2 ขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นตอนการเรียนรู้หรือการฝึกสอน (Learning),2) ขั้นตอนการทดสอบ (Testing)

การจัดข้อมูลก่อนการฝึกสอน

การจัดมาตรฐานข้อมูลก่อนการฝึกสอนพิจารณาจากข้อมูลที่ได้จากการกำหนดค่าตัวแปรเป็นฟังก์ชันต่อเนื่องแบบไม่เป็นเชิงเส้นทำการจัดระเบียบข้อมูลอินพุท (Pre-processing) ให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน (Normalization) ให้มีค่าเริ่มต้นเท่ากับ -1 และค่าสุดท้ายเท่ากับ 1 ตามสมการที่ (3.2) [12]คือ ประเภทห้องชุด,ขนาดพื้นที่ห้องชุด (20-100 ตารางเมตร),ระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง,ชนิดของระบบไฟฟ้า (1 เฟสหรือ 3 เฟส) ก่อนเข้าโครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมและจัดข้อมูลเอาท์พุทเป็นเลขดัชนี 1ถึง9 โดยจะนำไปชี้ค่า Look-up Table คือ ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า, ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์,ขนาดสายเฟส,ขนาดสายดิน,ขนาดท่อโลหะและระยะทางการเดินสาย การจัดข้อมูลสำหรับโครงข่ายประสาทเทียมที่นำเสนอตามรูปที่ 3.2

$$Normalized\ Input = \left[\frac{2x(Input - MinInput)}{(MaxInput - MinInput)}\right] - 1 \quad (3.2)$$



รูปที่ 3.2 การจัดข้อมูลสำหรับโครงข่ายประสาทเทียมที่นำเสนอ

ค่าเริ่มต้นของค่าถ่วงน้ำหนัก (Weight) และค่าไบอัส (Bias)

การเลือกค่าเริ่มต้นของค่าถ่วงน้ำหนักและค่าไบอัสสำหรับการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมนั้นโดยทั่วไปจะมี 2 วิธีคือ กำหนดค่าเริ่มต้นของค่าถ่วงน้ำหนักประสาทและค่าไบอัสด้วยตนเอง หรืออีกวิธีคือให้โปรแกรมทำการเลือกค่าถ่วงน้ำหนักและค่าไบอัสโดยวิธีการสุ่มเลือกโดยวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ใช้วิธีการสุ่มเลือกค่าถ่วงน้ำหนักประสาทประสาทและค่าไบอัสเนื่องจากจะทำให้การฝึกสอนในแต่ละรอบมีทิศทางการลู่เข้าสู่คำตอบที่แตกต่างกันออกไป

ลำดับขั้นตอนการปรับค่าถ่วงน้ำหนัก (Weight) และค่าไบอัส (Bias)

จากที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 ว่าการปรับค่าถ่วงน้ำหนักและค่าไบอัสนั้นมีวิธีการอยู่หลายวิธีซึ่งแต่ละแบบจะมีประสิทธิภาพและความรวดเร็วในการฝึกสอนที่แตกต่างกันวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ใช้กฎการเรียนรู้ Levenberg-Marquardt ตามที่ระบุใน Neural Network Toolbox User's Guide [12] เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพและความรวดเร็วในการฝึกสอนสูงสุด

จำนวนโครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียม

จุดที่มีผลต่อโครงข่ายประสาทเทียมอีกจุดหนึ่งคือ จำนวนนิวรอนในชั้นซ่อนจะมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการฝึกสอนและจำนวนนิวรอนในชั้นซ่อนที่มากไม่ได้เป็นตัวที่บอกว่าโครงข่ายประสาทเทียมจะมีประสิทธิภาพดีวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่ค่าย้อนกลับเริ่มต้นที่ชั้นซ่อน 1 ชั้นจำนวนนิวรอนตั้งแต่ 2 นิวรอนไปจนถึง 20 นิวรอนดูผลการฝึกสอนถ้าการฝึกสอนไม่สำเร็จ จะเพิ่มชั้นซ่อนเป็น 2 ชั้นโดยกำหนดให้จำนวนนิวรอนในชั้นซ่อนที่ 1 มากกว่าจำนวนนิวรอนในชั้นซ่อนที่ 2 อยู่ 1 นิวรอนและเพิ่มไปทีละ 1 นิวรอนไปจนถึงการฝึกสอนสำเร็จและนำโครงสร้างต่ำสุดไปใช้งาน

เงื่อนไขของการสิ้นสุดการฝึกสอน

การฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Feedforward ด้วย Levenberg-Marquardt โดยใช้ Neural Network Toolbox จะมีเงื่อนไขพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการสิ้นสุดของการฝึกสอนดังนี้

ค่า Performance Gradient ซึ่งเป็นพารามิเตอร์หนึ่งที่ใช้ในการพิจารณาถึงการสิ้นสุดการฝึกสอนโดยในการปรับค่าถ่วงน้ำหนักและค่าไบอัสแต่ละรอบนั้นค่า Performance Gradient จะเปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับค่าผิดพลาด (e) ที่เกิดขึ้นใน Epoch นั้นๆ โดยการฝึกสอนจะสิ้นสุดลงเมื่อ Performance Gradient มีค่าน้อยกว่า $1e^{-5}$

ขั้นตอนการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่ค่าย้อนกลับ (Backpropagation)

ขั้นตอนแรกของการฝึกสอนจะเป็นการเตรียมข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนเมื่อได้ข้อมูลแล้วก็จะนำข้อมูลดังกล่าวมาจัดให้อยู่ในรูปเมตริกซ์โดยเมตริกซ์ดังกล่าวจะมีจำนวนหลักเท่ากับจำนวนตัวแปรอินพุทร่วมกับจำนวนตัวแปรเอาท์พุท 1 เอาท์พุทและมีจำนวนแถวเท่ากับจำนวนชุดของข้อมูลฝึกสอนจากข้อมูลของ 4 อินพุทและ 1 เอาท์พุทจะถูกนำมาฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้กำหนดค่าตัวแปรอินพุท เอาท์พุท จำนวนชุดฝึกสอน จำนวนชุดทดสอบและทำการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนตามรายละเอียดดังนี้

1) กำหนดค่าตัวแปรอินพุท เอาท์พุทห้องชุดประเภทอยู่อาศัย

ค่าตัวแปรสำหรับฝึกสอนและทดสอบโครงข่ายประสาทเทียมตามตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 กำหนดค่าตัวแปรอินพุทห้องชุดประเภทอยู่อาศัย

Input	Possible Values
พื้นที่ห้อง	20 – 100 ตารางเมตร
ประเภท	1 : อยู่อาศัย
ระบบทำความเย็น	1 : ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
	2 : มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
ระบบไฟฟ้า	1 เฟส
	3 เฟส

จากการคำนวณจำนวนข้อมูลที่นำไปกำหนดค่าตัวแปรอินพุทจะมีจำนวนทั้งหมด 324 ชุด ตามตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ข้อมูลอินพุทที่ได้จากการกำหนดค่าตัวแปรอินพุทห้องชุดประเภทอยู่อาศัย

ชุดที่	^{2}			ฟฟ้า
1	20	1	1	1
2	20	1	1	3
3	20	1	2	1
322	100	1	1	3
323	100	1	2	1
324	100	1	2	3

หลังจากนั้นข้อมูลอินพุทต้องผ่านการจัดระเบียบข้อมูลให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน (Normalization) ให้มีค่าเริ่มต้นเท่ากับ -1 และค่าสุดท้ายเท่ากับ 1 ตามสมการที่ (3.2)โดยโปรแกรม Microsoft Excel 2007 ข้อมูลอินพุทสำหรับโครงข่ายประสาทเทียมตามตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 อินพุทที่ผ่านการจัดระเบียบข้อมูลให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน (Normalization) สำหรับฝึกสอนและทดสอบโครงข่ายห้องชุดประเภทอยู่อาศัย

ชุดที่				
	พื้นที่ห้อง(m^2)	ประเภทของอาคาร	ามเย็น	ระบบไฟฟ้า
1	-0.616	-1	-1	-1
2	-0.616	-1	-1	-0.96
3	-0.616	-1	-0.98	-1
322	1	-1	-1	-0.96
323	1	-1	-0.98	-1
324	1	-1	-0.98	-0.96

หลังจากได้ข้อมูลอินพุทที่ต้องการทำการกำหนดค่าตัวแปรเอาท์พุทที่ได้จากการคำนวณตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยซึ่งสามารถแบ่งออกได้ 8 ประเภทข้อมูลตามตารางที่ 3.7 ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลแสดงผลใน Look-up Table โดยจำนวนข้อมูลที่ได้จากการกำหนดค่าตัวแปรอินพุทมีจำนวนทั้งหมด 324 ชุดแบ่งออกเป็นชุดฝึกสอนจำนวน 260 ชุดและชุดทดสอบชุดที่ 21-24,37-40, 57-60,77-80,97-100,117-120,137-140,157-160,177-180,197-200,217-220,237-240,257-260,277-280,297-300,317-320 จำนวน 64 ชุด

ตารางที่ 3.7 กำหนดค่าตัวแปรเอาท์พุทที่ได้จากการคำนวณตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยห้องชุดประเภทอยู่อาศัย

Output Index	k-up Table					
	ขนาดเครื่องวัด (A)	เบรกเกอร์ (AT)	สายเฟส (mm^2)	ิน (mm^2)	ท่อโลหะ (นิ้ว)	ระยะVD 2% (m)
1	ไม่มีค่า					
2	5(15) 1 เฟส กฟน. , กฟภ.	16 1 เฟส	2×6	1×4	3/4	60
3	15(45) 1 เฟส กฟน.	50 1 เฟส	2×16	1×6	1	53
4	15(45) 1 เฟส กฟน. , กฟภ.	50 1 เฟส	2×16	1×6	1	53
5	30(100) 1 เฟส กฟน. , กฟภ.	100 1 เฟส	2×50	1×10	1-1/2	61
6	50(150) 1เฟส กฟน.	125 1 เฟส	2×70	1×16	1-1/2	65
7	15(45) 3 เฟส กฟน.	50 3 เฟส	4×16	1×6	1-1/4	106
8	15(45) 3 เฟส กฟน. , กฟภ.	50 3 เฟส	4×16	1×6	1-1/4	106

จากข้อมูลของ 4 อินพุทและ 1 เอาท์พุทจำนวน 260 ชุดจะถูกนำมาฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อให้ได้ค่าเอาท์พุทตรงกับอินพุทที่ป้อนเข้าไปผลลัพธ์ที่ได้เอาท์พุทเป็นเลขดัชนี 1ถึง8 โดยจะนำไปชี้ค่า Look-up Table ตามตารางที่ 3.7

2) กำหนดค่าตัวแปรอินพุท เอาท์พุทห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไป

ค่าตัวแปรสำหรับฝึกสอนและทดสอบโครงข่ายประสาทเทียมตามตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 กำหนดค่าตัวแปรอินพุทห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไป

Input	Possible Values
พื้นที่ห้อง	20 – 100 ตารางเมตร
ประเภท	1 : อยู่อาศัย
	2 : สำนักงานหรือร้านทั่วไป
ระบบทำความเย็น	1 : ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
	2 : มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
ระบบไฟฟ้า	1 เฟส
	3 เฟส

จากการคำนวณจำนวนข้อมูลที่นำไปกำหนดค่าตัวแปรอินพุทจะมีจำนวนทั้งหมด 648 ชุด ตามตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 ข้อมูลอินพุทที่ได้จากการกำหนดค่าตัวแปรอินพุทห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไป

ชุดที่				
1	20	1	1	1
2	20	1	1	3
3	20	1	2	1
...	...	...	...	...
646	100	2	1	3
647	100	2	2	1
648	100	2	2	3

หลังจากนั้นข้อมูลอินพุทต้องผ่านการจัดระเบียบข้อมูลให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน (Normalization) ให้มีค่าเริ่มต้นเท่ากับ -1 และค่าสุดท้ายเท่ากับ 1 ตามสมการที่ (3.2)โดยโปรแกรม Microsoft Excel 2007 ข้อมูลอินพุทสำหรับโครงข่ายประสาทเทียมตามตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 อินพุทที่ผ่านการจัดระเบียบข้อมูลให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน (Normalization) สำหรับฝึกสอนและทดสอบโครงข่ายห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไป

ชุดที่				
	พื้นที่ห้อง(m^2)	ประเภทของอาคาร	วามเย็น	ระบบไฟฟ้า
1	-0.616	-1	-1	-1
2	-0.616	-1	-1	-0.96
3	-0.616	-1	-0.98	-1
646	1	-0.98	-1	-0.96
647	1	-0.98	-0.98	-1
648	1	-0.98	-0.98	-0.96

หลังจากได้ข้อมูลอินพุทที่ต้องการทำการกำหนดค่าตัวแปรเอาท์พุทที่ได้จากการคำนวณตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยซึ่งสามารถแบ่งออกได้ 8 ประเภทข้อมูลตามตารางที่ 3.11 ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลแสดงผลใน Look-up Table โดยจำนวนข้อมูลที่ได้จากการกำหนดค่าตัวแปรอินพุทมีจำนวนทั้งหมด 648 ชุดแบ่งออกเป็นชุดฝึกสอนจำนวน 520 ชุดและชุดทดสอบชุดที่ 33-40, 73-80,113-120,153-160,193-200,233-240,273-280,313-320,353-360,393-400,433-440,473-480,513-520,553-560,593-600,633-640 จำนวน 128 ชุด

ตารางที่ 3.11 กำหนดค่าตัวแปรเอาท์พุทที่ได้จากการคำนวณตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไป

Output Index						
	ขนาดเครื่องวัด (A)	เบรกเกอร์ (AT)	สายเฟส (mm^2)	ิน (mm^2)	ท่อโลหะ (นิ้ว)	ระยะVD 2% (m)
1	ไม่มีค่า					
2	5(15) 1 เฟส กฟน. , กฟภ.	16 1 เฟส	2×6	1×4	3/4	60
3	15(45) 1 เฟส กฟน.	50 1 เฟส	2×16	1×6	1	53
4	15(45) 1 เฟส กฟน. , กฟภ.	50 1 เฟส	2×16	1×6	1	53
5	30(100) 1 เฟส กฟน. , กฟภ.	100 1 เฟส	2×50	1×10	1-1/2	61
6	50(150) 1เฟส กฟน.	125 1 เฟส	2×70	1×16	1-1/2	65
7	15(45) 3 เฟส กฟน.	50 3 เฟส	4×16	1×6	1-1/4	106
8	15(45) 3 เฟส กฟน. , กฟภ.	50 3 เฟส	4×16	1×6	1-1/4	106

จากข้อมูลของ 4 อินพุทและ 1 เอาท์พุทจำนวน 520 ชุดจะถูกนำมาฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อให้ได้ค่าเอาท์พุทตรงกับอินพุทที่ป้อนเข้าไปผลลัพธ์ที่ได้เอาท์พุทเป็นเลขดัชนี 1ถึง8 โดยจะนำไปชี้ค่า Look-up Table ตามตารางที่ 3.11

3) กำหนดค่าตัวแปรอินพุท เอาท์พุทห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไปและอุตสาหกรรม

ค่าตัวแปรสำหรับฝึกสอนและทดสอบโครงข่ายประสาทเทียมตามตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.12 กำหนดค่าตัวแปรอินพุทห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไปและอุตสาหกรรม

Input	Possible Values
พื้นที่ห้อง	20 – 100 ตารางเมตร
ประเภท	1 : อยู่อาศัย
	2 : สำนักงานหรือร้านทั่วไป
	3 : อุตสาหกรรม
ระบบทำความเย็น	1 : ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
	2 : มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
	3 : ไม่มีและมีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
ระบบไฟฟ้า	1 เฟส
	3 เฟส

จากการคำนวณจำนวนข้อมูลที่นำไปกำหนดค่าตัวแปรอินพุทจะมีจำนวนทั้งหมด 810 ชุด ตามตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 ข้อมูลอินพุทที่ได้จากการกำหนดค่าตัวแปรอินพุทห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไปและอุตสาหกรรม

ชุดที่				
1	20	1	1	1
2	20	1	1	3
3	20	1	2	1
808	100	2	2	3
809	100	3	3	1
810	100	3	3	3

หลังจากนั้นข้อมูลอินพุทต้องผ่านการจัดระเบียบข้อมูลให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน (Normalization) ให้มีค่าเริ่มต้นเท่ากับ -1 และค่าสุดท้ายเท่ากับ 1 ตามสมการที่ (3.2) โดยโปรแกรม Microsoft Excel 2007 ข้อมูลอินพุทสำหรับโครงข่ายประสาทเทียมตามตารางที่ 3.14

ตารางที่ 3.14 อินพุทที่ผ่านการจัดระเบียบข้อมูลให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน (Normalization) สำหรับฝึกสอนและทดสอบโครงข่ายห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไปและอุตสาหกรรม

ชุดที่				
	)	ประเภทของอาคาร	ระบบทำความเย็น	ระบบไฟฟ้า
1	-0.616	-1	-1	-1
2	-0.616	-1	-1	-0.96
3	-0.616	-1	-0.98	-1
808	1	-0.98	-0.98	-0.96
809	1	-0.96	-0.96	-1
810	1	-0.96	-0.96	-0.96

กำหนดชุดฝึกสอนจำนวน 730 ชุดและทดสอบจำนวน 80 ชุด

หลังจากได้ข้อมูลอินพุทที่ต้องการทำการกำหนดค่าตัวแปรเอาท์พุทที่ได้จากการคำนวณตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยซึ่งสามารถแบ่งออกได้ 9 ประเภทข้อมูลตามตารางที่ 3.15 ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลแสดงผลใน Look-up Table โดยจำนวนข้อมูลที่ได้จากการกำหนดค่าตัวแปรอินพุทมีจำนวนทั้งหมด 810 ชุดแบ่งออกเป็นชุดฝึกสอนจำนวน 730 ชุดและชุดทดสอบชุดที่ 91-100, 191-200,291-300,391-400,491-500,591-600,691-700, 91-800 จำนวน 80 ชุด

ตารางที่ 3.15 กำหนดค่าตัวแปรเอาท์พุทที่ได้จากการคำนวณตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไปและอุตสาหกรรม

Output Index	Look-up Table					
	ขนาดเครื่องวัด					(m)
1	ไม่มีค่า					
2	5(15) 1 เฟส กฟน. , กฟภ.	16 1 เฟส	2×6	1×4	3/4	60
3	15(45) 1 เฟส กฟน.	50 1 เฟส	2×16	1×6	1	53
4	15(45) 1 เฟส กฟน. , กฟภ.	50 1 เฟส	2×16	1×6	1	53
5	30(100) 1 เฟส กฟน. , กฟภ.	100 1 เฟส	2×50	1×10	1-1/2	61
6	50(150) 1เฟส กฟน.	125 1 เฟส	2×70	1×16	1-1/2	65
7	15(45) 3 เฟส กฟน.	50 3 เฟส	4×16	1×6	1-1/4	106
8	15(45) 3 เฟส กฟน. , กฟภ.	50 3 เฟส	4×16	1×6	1-1/4	106
9	30(100) 3เฟส กฟน., กฟภ.	100 3เฟส	4×50	1×10	2	120

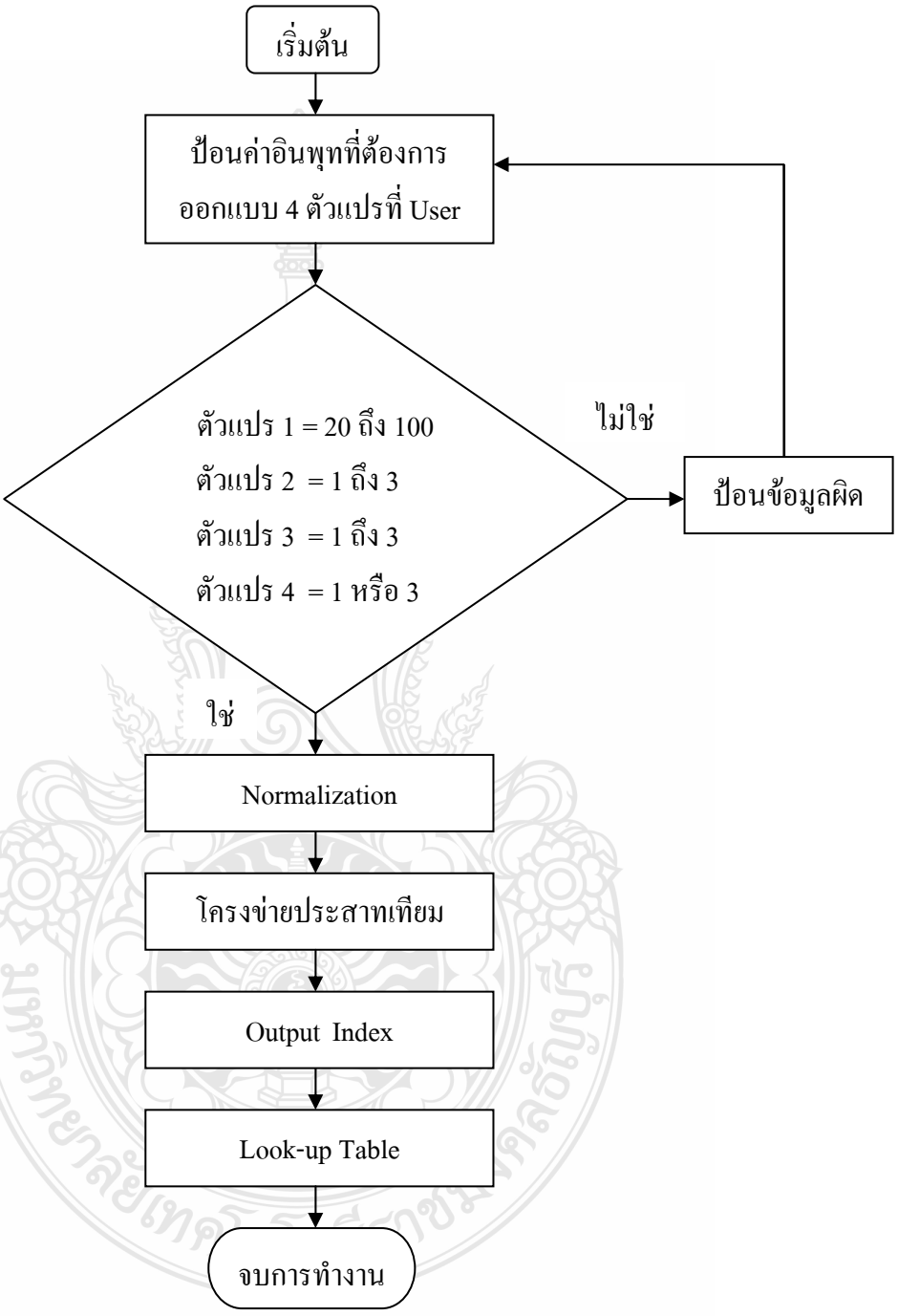
จากข้อมูลของ 4 อินพุทและ 1 เอาท์พุทจำนวน 730 ชุดจะถูกนำมาฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อให้ได้ค่าเอาท์พุทตรงกับอินพุทที่ป้อนเข้าไปผลลัพธ์ที่ได้เอาท์พุทเป็นเลขดัชนี 1ถึง9 โดยจะนำไปชี้ค่า Look-up Table ตามตารางที่ 3.15

ฝึกสอนจำนวน 810 ชุด และนำชุดฝึกสอนมาทดสอบจำนวน 810 ชุด

จากการคำนวณจำนวนข้อมูลที่นำไปกำหนดค่าตัวแปรอินพุทจะมีจำนวนทั้งหมด 810 ชุด ตามตารางที่ 3.13 และการกำหนดค่าตัวแปรเอาท์พุทที่ได้จากการคำนวณตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยซึ่งสามารถแบ่งออกได้ 9 ประเภทข้อมูลตามตารางที่ 3.15 ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลแสดงผลใน Look-up Table หลังจากนั้นข้อมูลอินพุทต้องผ่านการจัดระเบียบข้อมูลให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน (Normalization) ให้มีค่าเริ่มต้นเท่ากับ -1 และค่าสุดท้ายเท่ากับ 1 ตามสมการที่ (3.2) โดยโปรแกรม MATLAB จากข้อมูลของ 4 อินพุทและ 1 เอาท์พุทจำนวน 810 ชุดจะถูกนำมาฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อให้ได้ค่าเอาท์พุทตรงกับอินพุทที่ป้อนเข้าไปผลลัพธ์ที่ได้เอาท์พุทเป็นเลขดัชนี 1ถึง9 โดยจะนำไปชี้ค่า Look-up Table ตามตารางที่ 3.15

3.6 ขั้นตอนการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม

ขั้นตอนการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด ตามรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการออกแบบโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม

3.7 การประเมินประสิทธิภาพของวิธีที่นำเสนอ

ในส่วนการประเมินประสิทธิภาพของวิธีที่นำเสนอเป็นขั้นตอนที่สำคัญสำหรับในการออกแบบระบบไฟฟ้ามีแนวทางในการดำเนินการโดยมีเป้าหมายคือการนำไปให้วิศวกรผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าจำนวน 5 คนทดลองใช้ตรวจสอบเทียบความถูกต้องกับการคำนวณแบบที่ใช้อยู่

ขั้นตอนการประเมินประสิทธิภาพ

- จัดทำแบบฟอร์มการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานโปรแกรมตามภาคผนวก ก.
- แจ้งนัดวิศวกรผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าทดสอบการใช้งานโปรแกรม
- แนะนำโปรแกรม MATLAB และโครงข่ายประสาทเทียมเบื้องต้นกับวิศวกรผู้ออกแบบระบบไฟฟ้า
- ชี้แจงการกำหนดค่าตัวแปรและการป้อนข้อมูลอินพุทที่ User กับวิศวกรผู้ออกแบบระบบไฟฟ้า
- ตั้งโจทย์จำนวน 5 ข้อ วิศวกรผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าคำนวณด้วยมือ
- วิศวกรผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าทดสอบการใช้โปรแกรมและตรวจสอบเทียบความถูกต้องกับการคำนวณ
- วิศวกรผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าประเมินวิจารณ์และเสนอแนะ
- จัดเก็บผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานโปรแกรม

3.8 สรุป

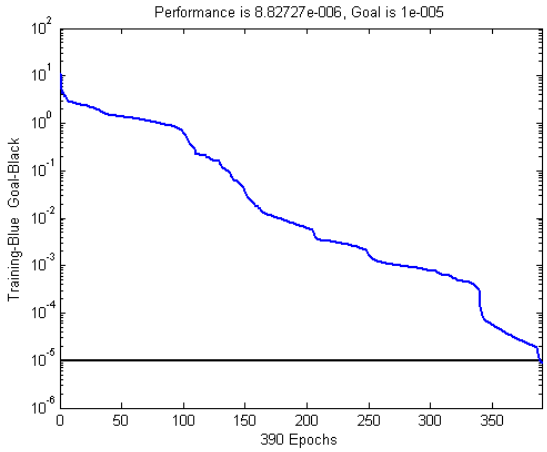
ในบทนี้กล่าวถึงวิธีดำเนินการวิจัยการใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดการกำหนดเงื่อนไขต่างๆวิธีการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมการใช้งานวิธีที่นำเสนอและการประเมินประสิทธิภาพของวิธีที่นำเสนอลำดับต่อไปจะเป็นขั้นตอนการทดสอบโครงข่ายประสาทเทียมจะกล่าวในบทที่ 4 ต่อไป

บทที่ 4
ผลการทดลอง

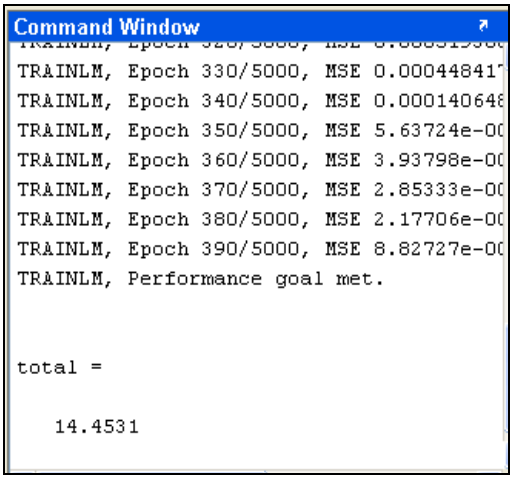
บทนี้เป็นผลการทดลองจากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมสำเร็จและนำข้อมูลชุดทดสอบตามที่กล่าวในบทที่ 3 โดยป้อนเฉพาะค่าอินพุทและนำผลลัพธ์ที่ได้จากเอาท์พุทโครงข่ายประสาทเทียมมาเปรียบเทียบการคำนวณด้วยมือและเวลาที่ใช้ในการทดสอบโดยมีรายละเอียดและผลการทดสอบดังต่อไปนี้

4.1 ผลการฝึกสอนจำนวน 260 ชุดและทดสอบจำนวน 64 ชุดสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย

หลังจากการกำหนดเงื่อนไขต่างๆ ชุดฝึกสอนจำนวน 260 ชุดจะถูกนำมาฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมซึ่งจากการฝึกสอนพบว่าจำนวนนิวรอนที่ฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมสำเร็จในชั้นซ่อน (Hidden Layer) ที่ 1 เท่ากับ 10 นิวรอนและชั้นซ่อนที่ 2 เท่ากับ 9 นิวรอนเพื่อให้ได้ค่าเอาท์พุทตรงกับอินพุทที่ป้อนเข้าไปโดยสมรรถนะของกระบวนการฝึกสอนตามรูปที่ 4.1 ซึ่งมีการฝึกสอนจำนวน 390 รอบ ผลลัพธ์ที่ได้เอาท์พุทเป็นเลขดัชนี 1ถึง8 โดยจะนำไปชี้ค่า Look – up Table และเวลาที่ใช้ในการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมตามรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.1 สมรรถนะการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย



รูปที่ 4.2 เวลาการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย

จากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมสำเร็จหลังจากนั้นนำชุดทดสอบจำนวน 64 ชุดที่จัดเตรียมมาทดสอบโครงข่ายประสาทเทียมและเปรียบเทียบการคำนวณด้วยมือผลการทดสอบดังต่อไปนี้

1. **พื้นที่ขนาด 24 ตารางเมตร,ประเภทอยู่อาศัย,ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง,1 เฟส**

คำนวณโหลด

VA = (90xA)+1,500 = (90x24)+1,500 = 3660 VA

กฟน. I_L = VA/V = 3660/220 = 16.64 A,I_{CB} = 1.25xI_L = 1.25x16.64 = 20.8 A

กฟภ. I_L = VA/V = 3660/230 = 15.91 A,I_{CB} = 1.25xI_L = 1.25x15.91 = 19.89 A

จากตารางมาตรฐาน [4] เลือก ขนาดเครื่องวัด 15(45) A 1 เฟส (กฟน.,กฟภ.)

เซอร์กิตเบรกเกอร์ 50 AT 1 เฟส

ขนาดสายเฟส 2x16 mm^2,ขนาดสายดิน 1x6 mm^2

คำนวณขนาดท่อ

พื้นที่หน้าตัดรวมสาย 2x16 mm^2 เส้นผ่านศูนย์กลาง 8.4 mm,1x6 mm^2 เส้นผ่านศูนย์กลาง 5.8 mm

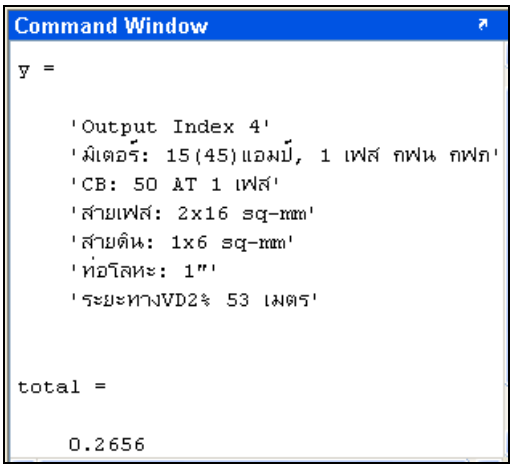
$A = \pi/4\ d^2 = 2x\pi/4(8.4^2) + \pi/4(5.8^2) = 137.2\ mm^2$

พื้นที่หน้าตัดท่อโลหะขนาด 25 mm(1") จากตารางมาตรฐาน [4] พื้นที่หน้าตัดรวมสายไม่เกิน 40% ของพื้นที่หน้าตัดท่อโลหะ

$A = \pi/4\ d^2 = \pi/4(25^2)x0.4 = 196.35\ mm^2$ เลือกใช้ขนาดท่อโลหะ 25 mm(1")

จากตารางระยะทาง(VD 2%) [2] ระยะทาง 53 m

คำนวณด้วยโปรแกรม



รูปที่ 4.3 คำนวณด้วยโปรแกรมพื้นที่ขนาด 24 ตารางเมตร,ประเภทอยู่อาศัย,ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง,1 เฟส

2. **พื้นที่ขนาด 24 ตารางเมตร,ประเภทอยู่อาศัย,มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง,1 เฟส**

คำนวณโหลด

VA = (20xA)+1,500 = (20x24)+1,500 = 1980 VA

กฟน. I_L = VA/V = 1980/220 = 9 A,I_{CB} = 1.25xI_L = 1.25x9 = 11.25 A

กฟภ. I_L = VA/V = 1980/230 = 8.61 A,I_{CB} = 1.25xI_L = 1.25x8.61 = 10.76 A

จากตารางมาตรฐาน [4] เลือก ขนาดเครื่องวัด 5(15) A 1 เฟส (กฟน.,กฟภ.)

เซอร์กิตเบรกเกอร์ 16 AT 1 เฟส

ขนาดสายเฟส 2x6 mm^2,ขนาดสายดิน 1x4 mm^2

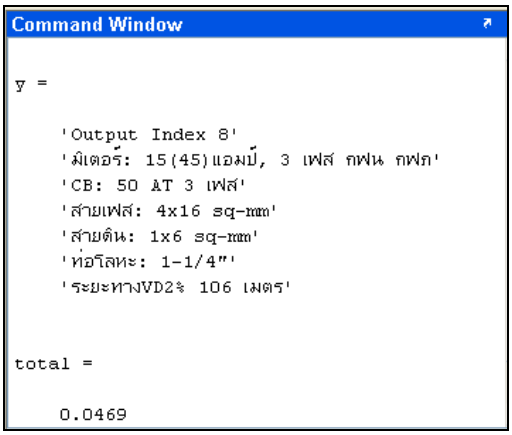
คำนวณขนาดท่อ

พื้นที่หน้าตัดรวมสาย 2x6 mm^2 เส้นผ่านศูนย์กลาง 5.8 mm,1x4 mm^2 เส้นผ่านศูนย์กลาง 5.2 mm
$A = \pi/4\ d^2 = 2x\pi/4(5.8^2) + \pi/4(5.2^2) = 74\ mm^2$
พื้นที่หน้าตัดท่อโลหะขนาด 20 mm(3/4") จากตารางมาตรฐาน [4] พื้นที่หน้าตัดรวมสายไม่เกิน 40% ของพื้นที่หน้าตัดท่อโลหะ
$A = \pi/4\ d^2 = \pi/4(20^2)x0.4 = 126\ mm^2$ เลือกใช้ขนาดท่อโลหะ 20 mm(3/4")
จากตารางระยะทาง(VD 2%) [2] ระยะทาง 60 m
คำนวณด้วยโปรแกรม

รูปที่ 4.4 คำนวณด้วยโปรแกรมพื้นที่ขนาด 24 ตารางเมตร,ประเภทอยู่อาศัย,มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง,1 เฟส

3. พื้นที่ขนาด 99 ตารางเมตร,ประเภทอยู่อาศัย,ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง,3 เฟส

คำนวณโหลด
VA = (90xA)+3,000 = (90x99)+3,000 = 11910 VA
กฟน. $I_L = VA/\sqrt{3}V = 11910/\sqrt{3}380 = 18.1$ A,$I_{CB} = 1.25xI_L = 1.25x18.1 = 22.62$ A
กฟภ. $I_L = VA/\sqrt{3}V = 11910/\sqrt{3}400 = 17.19$ A,$I_{CB} = 1.25xI_L = 1.25x17.19 = 21.49$ A
จากตารางมาตรฐาน [4] เลือก ขนาดเครื่องวัด 15(45) A 3 เฟส (กฟน.,กฟภ.)
เซอร์กิตเบรกเกอร์ 50 AT 3 เฟส
ขนาดสายเฟส 4x16 mm^2,ขนาดสายดิน 1x6 mm^2
คำนวณขนาดท่อ
พื้นที่หน้าตัดรวมสาย 4x16 mm^2 เส้นผ่านศูนย์กลาง 8.4 mm,1x6 mm^2 เส้นผ่านศูนย์กลาง 5.8 mm
$A = \pi/4\ d^2 = 4x\pi/4(8.4^2) + \pi/4(5.8^2) = 248.1\ mm^2$
พื้นที่หน้าตัดท่อโลหะขนาด 32 mm(1-1/4") จากตารางมาตรฐาน[4] พื้นที่หน้าตัดรวมสายไม่เกิน 40% ของพื้นที่หน้าตัดท่อโลหะ
$A = \pi/4\ d^2 = \pi/4(32^2)x0.4 = 321.7\ mm^2$ เลือกใช้ขนาดท่อโลหะ 32 mm(1-1/4")
จากตารางระยะทาง(VD 2%) [2] ระยะทาง 106 m
คำนวณด้วยโปรแกรม



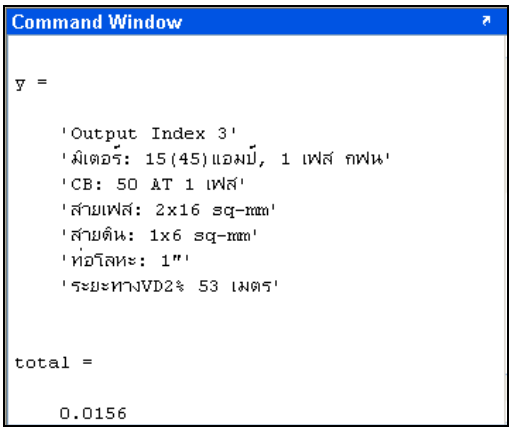
รูปที่ 4.5 คำนวณด้วยโปรแกรมพื้นที่ขนาด 99 ตารางเมตร,ประเภทอยู่อาศัย,ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง,3 เฟส

เอาท์พุทที่ไม่ถูกต้อง

พื้นที่ขนาด 54 ตารางเมตร,ประเภทอยู่อาศัย,ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง,1 เฟส

เอาท์พุทที่ถูกต้อง
มิเตอร์ 15(45) A 1 เฟส (กฟน.,กฟภ.)
เซอร์กิตเบรกเกอร์ 50 AT 1 เฟส
สายเฟส 2x16 mm^2
สายดิน 1x6 mm^2
ท่อโลหะ 1”
ระยะทาง 53 m

เอาท์พุทจากโปรแกรมที่ไม่ถูกต้อง



รูปที่ 4.6 เอาท์พุทที่ไม่ถูกต้องสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย

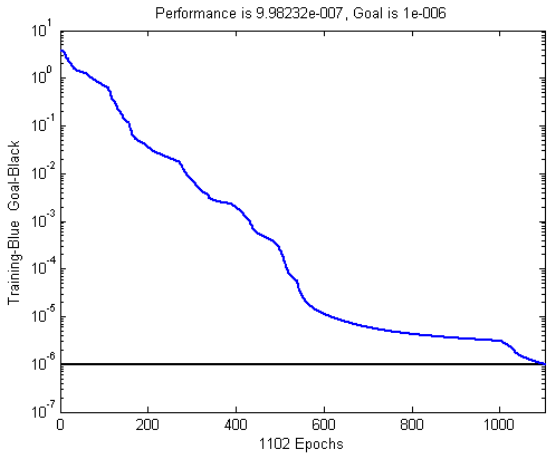
สรุปผลการทดสอบสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย

ชุดทดสอบจำนวน 64 ชุดสามารถวิเคราะห์ผลได้ดังนี้

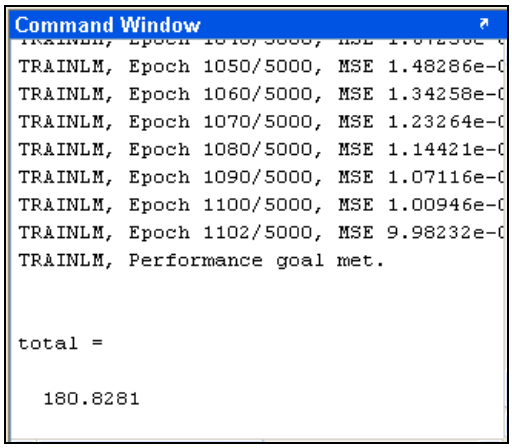
1. โครงข่ายประสาทเทียมมีค่าผิดพลาด 2.19 เปอร์เซ็นต์
2. เอาท์พุทที่ไม่ถูกต้องจำนวน 2 ชุดจากชุดทดสอบ 64 ชุดนำมาคำนวณค่าผิดพลาดคิดได้เป็น 3.125 เปอร์เซ็นต์
3. เวลาที่ใช้ในการทดสอบออกแบบระบบไฟฟ้าต่ำสุด 0.0156 วินาทีมากสุด 0.2656 วินาทีเฉลี่ย 0.0317 วินาที
4. ในการติดต่อระหว่างผู้ใช้กับโปรแกรมและการป้องกันข้อมูลในการป้อนข้อมูลอินพุทผิดพลาดยังไม่สามารถทำได้

4.2 ผลการฝึกสอนจำนวน 520 ชุดและทดสอบจำนวน 128 ชุดสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไป

หลังจากการกำหนดเงื่อนไขต่างๆ ชุดฝึกสอนจำนวน 520 ชุดจะถูกนำมาฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมซึ่งจากการฝึกสอนพบว่าจำนวนนิวรอนที่ฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมสำเร็จในชั้นซ่อน (Hidden Layer) ที่ 1 เท่ากับ 16 นิวรอนและชั้นซ่อนที่ 2 เท่ากับ 15 นิวรอนเพื่อให้ได้ค่าเอาท์พุทตรงกับอินพุทที่ป้อนเข้าไปโดยสมรรถนะของกระบวนการฝึกสอนตามรูปที่ 4.7 ซึ่งมีการฝึกสอนจำนวน 1102 รอบ ผลลัพธ์ที่ได้เอาท์พุทเป็นเลขดัชนี 1ถึง8 โดยจะนำไปชี้ค่า Look – up Table และเวลาที่ใช้ในการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมตามรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.7 สมรรถนะการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไป



รูปที่ 4.8 เวลาการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไป

จากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมสำเร็จหลังจากนั้นนำชุดทดสอบจำนวน 128 ชุดที่จัดเตรียมมาทดสอบโครงข่ายประสาทเทียมและเปรียบเทียบการคำนวณด้วยมือผลการทดสอบดังต่อไปนี้

1. พื้นที่ขนาด 34 ตารางเมตร,ประเภทสำนักงานหรือร้านทั่วไป,ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง,1 เฟส

คำนวณโหลด

VA = 155xA = 155x34 = 5270 VA

กฟน. I_L = VA/V = 5270/220 = 23.95 A,I_{CB} = 1.25xI_L = 1.25x23.95 = 29.94 A

กฟภ. I_L = VA/V = 5270/230 = 22.91 A,I_{CB} = 1.25xI_L = 1.25x22.91 = 28.64 A

จากตารางมาตรฐาน [4] เลือก ขนาดเครื่องวัด 15(45) A 1 เฟส (กฟน.,กฟภ.)

เซอร์กิตเบรกเกอร์ 50 AT 1 เฟส

ขนาดสายเฟส 2x16 mm^2,ขนาดสายดิน 1x6 mm^2

คำนวณขนาดท่อ

พื้นที่หน้าตัดรวมสาย 2x16 mm^2 เส้นผ่านศูนย์กลาง 8.4 mm,1x6 mm^2 เส้นผ่านศูนย์กลาง 5.8 mm

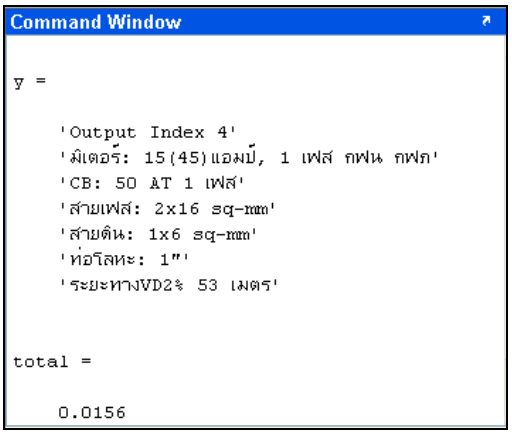
$A = \pi/4\ d^2 = 2x\pi/4(8.4^2) + \pi/4(5.8^2) = 137.2\ mm^2$

พื้นที่หน้าตัดท่อโลหะขนาด 25 mm(1") จากตารางมาตรฐาน [4] พื้นที่หน้าตัดรวมสายไม่เกิน 40% ของพื้นที่หน้าตัดท่อโลหะ

$A = \pi/4\ d^2 = \pi/4(25^2)x0.4 = 196.35\ mm^2$ เลือกใช้ขนาดท่อโลหะ 25 mm(1")

จากตารางระยะทาง(VD 2%) [2] ระยะทาง 53 m

คำนวณด้วยโปรแกรม



รูปที่ 4.9 คำนวณด้วยโปรแกรมพื้นที่ขนาด 34 ตารางเมตร,ประเภทสำนักงานหรือร้านทั่วไป,ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง,1 เฟส

2. พื้นที่ขนาด 94 ตารางเมตร,ประเภทสำนักงานหรือร้านทั่วไป,มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง,1 เฟส

คำนวณโหลด

VA = 85xA = 85x94 = 7990 VA

กฟน. I_L = VA/V = 7990/220 = 36.32 A,I_{CB} = 1.25xI_L = 1.25x36.32 = 45.4 A

กฟภ. I_L = VA/V = 7990/230 = 34.74 A,I_{CB} = 1.25xI_L = 1.25x34.74 = 43.42 A

จากตารางมาตรฐาน [4] เลือก ขนาดเครื่องวัด 30(100) A 1 เฟส (กฟน.,กฟภ.)

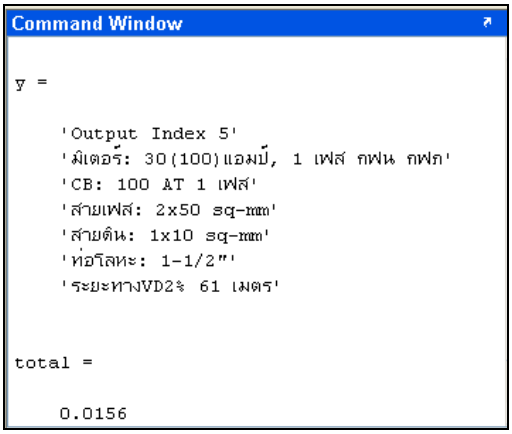
เซอร์กิตเบรกเกอร์ 100 AT 1 เฟส

ขนาดสายเฟส 2x50 mm^2,ขนาดสายดิน 1x10 mm^2

คำนวณขนาดท่อ

พื้นที่หน้าตัดรวมสาย 2x50 mm^2 เส้นผ่านศูนย์กลาง 13.5 mm,1x10 mm^2 เส้นผ่านศูนย์กลาง 7.2 mm

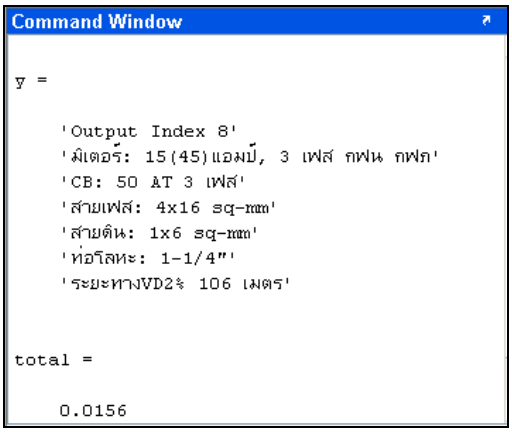
$A = \pi/4\ d^2 = 2x\pi/4(13.5^2) + \pi/4(7.2^2) = 326.9\ mm^2$
พื้นที่หน้าตัดท่อโลหะขนาด 40 mm(1-1/2") จากตารางมาตรฐาน[4] พื้นที่หน้าตัดรวมสายไม่เกิน 40% ของพื้นที่หน้าตัดท่อโลหะ
$A = \pi/4\ d^2 = \pi/4(40^2)x0.4 = 502.65\ mm^2$ เลือกใช้ขนาดท่อโลหะ 40 mm(1-1/2")
จากตารางระยะทาง(VD 2%) [2] ระยะทาง 61 m
คำนวณด้วยโปรแกรม



รูปที่ 4.10 คำนวณด้วยโปรแกรมพื้นที่ขนาด 94 ตารางเมตร,ประเภทสำนักงานหรือร้านทั่วไป,มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง,1 เฟส

3. พื้นที่ขนาด 89 ตารางเมตร,ประเภทสำนักงานหรือร้านทั่วไป,ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง,3 เฟส

คำนวณโหลด
VA = 155xA = 155x89 = 13795 VA
กฟน. $I_L = VA/\sqrt{3}V = 13795/\sqrt{3}380 = 20.96$ A, $I_{CB} = 1.25xI_L = 1.25x20.96 = 26.2$ A
กฟภ. $I_L = VA/\sqrt{3}V = 13795/\sqrt{3}400 = 19.91$ A, $I_{CB} = 1.25xI_L = 1.25x19.91 = 24.89$ A
จากตารางมาตรฐาน [4] เลือก ขนาดเครื่องวัด 15(45) A 3 เฟส (กฟน.,กฟภ.)
เซอร์กิตเบรกเกอร์ 50 AT 3 เฟส
ขนาดสายเฟส 4x16 mm^2,ขนาดสายดิน 1x6 mm^2
คำนวณขนาดท่อ
พื้นที่หน้าตัดรวมสาย 4x16 mm^2 เส้นผ่านศูนย์กลาง 8.4 mm,1x6 mm^2 เส้นผ่านศูนย์กลาง 5.8 mm
$A = \pi/4\ d^2 = 4x\pi/4(8.4^2) + \pi/4(5.8^2) = 248.1\ mm^2$
พื้นที่หน้าตัดท่อโลหะขนาด 32 mm(1-1/4") จากตารางมาตรฐาน[4] พื้นที่หน้าตัดรวมสายไม่เกิน 40% ของพื้นที่หน้าตัดท่อโลหะ
$A = \pi/4\ d^2 = \pi/4(32^2)x0.4 = 321.7\ mm^2$ เลือกใช้ขนาดท่อโลหะ 32 mm(1-1/4")
จากตารางระยะทาง(VD 2%) [2] ระยะทาง 106 m
คำนวณด้วยโปรแกรม



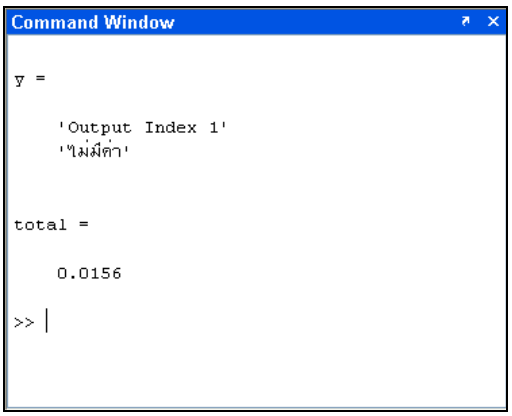
รูปที่ 4.11 คำนวณด้วยโปรแกรมพื้นที่ขนาด 89 ตารางเมตร,ประเภทสำนักงานหรือร้านทั่วไป,ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง,3 เฟส

เอาท์พุทที่ไม่ถูกต้อง

พื้นที่ขนาด 39 ตารางเมตร,ประเภทสำนักงานหรือร้านทั่วไป,มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง,1 เฟส

เอาท์พุทที่ถูกต้อง
มิเตอร์ 15(45) A 1 เฟส (กฟน.)
เซอร์กิตเบรกเกอร์ 50 AT 1 เฟส
สายเฟส 2x16 mm^2
สายดิน 1x6 mm^2
ท่อโลหะ 1”
ระยะทาง 53 m

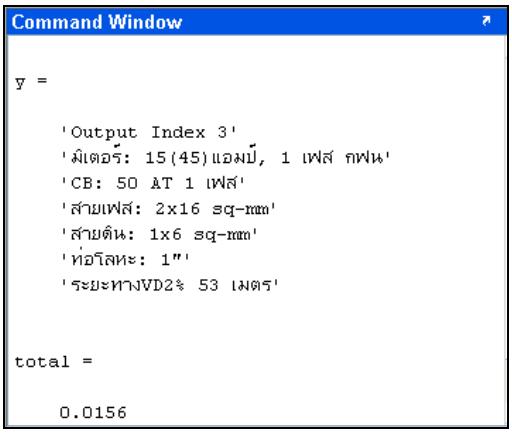
เอาท์พุทจากโปรแกรมที่ไม่ถูกต้อง



พื้นที่ขนาด 59 ตารางเมตร,ประเภทอยู่อาศัย,มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง,1 เฟส

เอาท์พุทที่ถูกต้อง
มิเตอร์ 15(45) A 1 เฟส (กฟน.,กฟภ)
เซอร์กิตเบรกเกอร์ 50 AT 1 เฟส
สายเฟส 2x16 mm^2
สายดิน 1x6 mm^2
ท่อโลหะ 1”
ระยะทาง 53 m

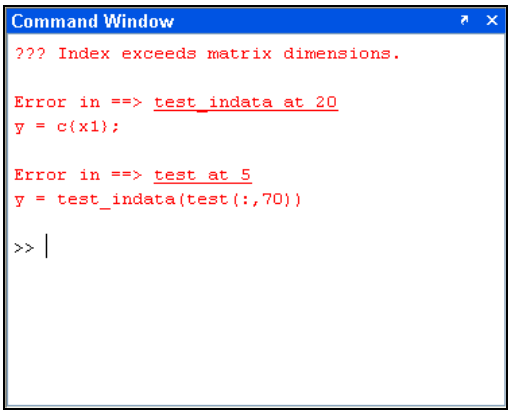
เอาท์พุทจากโปรแกรมที่ไม่ถูกต้อง



พื้นที่ขนาด 64 ตารางเมตร,ประเภทสำนักงานหรือร้านทั่วไป,ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง,3 เฟส

เอาท์พุทที่ถูกต้อง
มิเตอร์ 15(45) A 3 เฟส (กฟน.)
เซอร์กิตเบรกเกอร์ 50 AT 3 เฟส
สายเฟส 4x16 mm^2
สายดิน 1x6 mm^2
ท่อโลหะ 1-1/4”
ระยะทาง 106 m

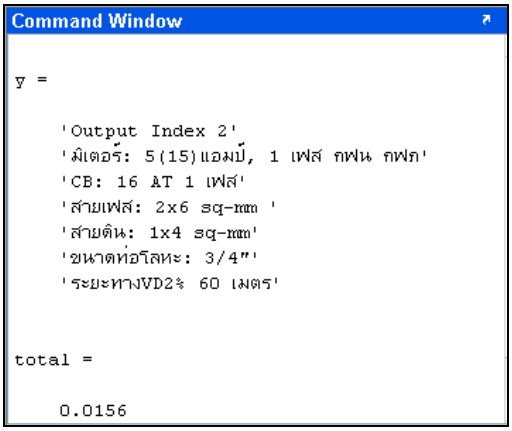
เอาท์พุทจากโปรแกรมที่ไม่ถูกต้อง



พื้นที่ขนาด 69 ตารางเมตร,ประเภทอยู่อาศัย,ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง,3 เฟส

เอาท์พุทที่ถูกต้อง
ไม่มีค่า

เอาท์พุทจากโปรแกรมที่ไม่ถูกต้อง



รูปที่ 4.12 เอาท์พุทที่ไม่ถูกต้องสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไป

สรุปผลการทดสอบสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไป

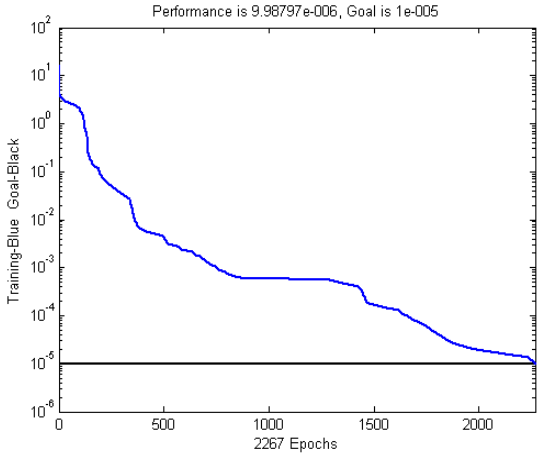
ชุดทดสอบจำนวน 128 ชุดสามารถวิเคราะห์ผลได้ดังนี้

1. โครงข่ายประสาทเทียมมีค่าผิดพลาด 0.91 เปอร์เซ็นต์
2. เอาท์พุทที่ไม่ถูกต้องจำนวน 8 ชุดจากชุดทดสอบ 128 ชุดนำมาคำนวณค่าผิดพลาดคิดได้เป็น 6.25 เปอร์เซ็นต์
3. เวลาที่ใช้ในการทดสอบออกแบบระบบไฟฟ้าต่ำสุด 0.0156 วินาทีมากสุด 0.25 วินาทีเฉลี่ย 0.0259 วินาที
4. ในการติดต่อระหว่างผู้ใช้กับโปรแกรมและการป้องกันข้อมูลในการป้อนข้อมูลอินพุทผิดพลาดยังไม่สามารถทำได้

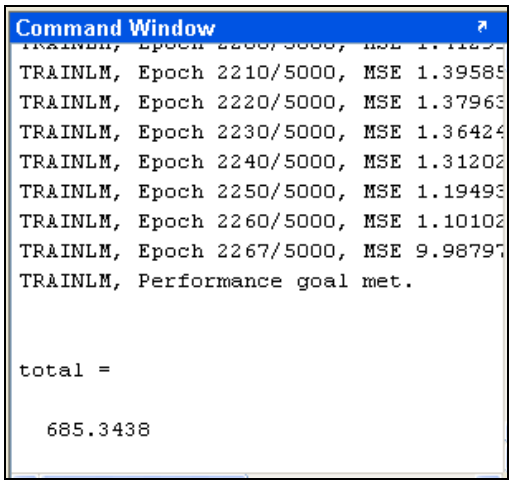
4.3 ผลการฝึกสอนและทดสอบสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไปและอุตสาหกรรม

ฝึกสอนจำนวน 730 ชุดและทดสอบจำนวน 80 ชุด

หลังจากการกำหนดเงื่อนไขต่างๆ ชุดฝึกสอนจำนวน 730 ชุดจะถูกนำมาฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมซึ่งจากการฝึกสอนพบว่าจำนวนนิวรอนที่ฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมสำเร็จในชั้นซ่อน (Hidden Layer) ที่ 1 เท่ากับ 18 นิวรอนและชั้นซ่อนที่ 2 เท่ากับ 17 นิวรอนเพื่อให้ได้ค่าเอาท์พุทตรงกับอินพุทที่ป้อนเข้าไปโดยสมรรถนะของกระบวนการฝึกสอนตามรูปที่ 4.13 ซึ่งมีการฝึกสอนจำนวน 2267 รอบผลลัพธ์ที่ได้เอาท์พุทเป็นเลขดัชนี 1ถึง9 โดยจะนำไปชี้ค่า Look – up Table และเวลาที่ใช้ในการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมตามรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.13 สมรรถนะการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไปและอุตสาหกรรมชุดฝึกสอนจำนวน 730 ชุด



รูปที่ 4.14 เวลาการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไปและอุตสาหกรรมชุดฝึกสอนจำนวน 730 ชุด

จากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมสำเร็จหลังจากนั้นนำชุดทดสอบจำนวน 80 ชุดที่จัดเตรียมมาทดสอบโครงข่ายประสาทเทียมและเปรียบเทียบการคำนวณด้วยมือผลการทดสอบดังต่อไปนี้

1. พื้นที่ขนาด 59 ตารางเมตร,ประเภทอุตสาหกรรม,ไม่มีและมีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง,1 เฟส

คำนวณโหลด

VA = 220xA = 220x59 = 12980 VA

กฟน. I_L = VA/V = 12980/220 = 590 A,I_{CB} = 1.25xI_L = 1.25x590 = 737.5 A

กฟภ. I_L = VA/V = 12980/230 = 56.43 A,I_{CB} = 1.25xI_L = 1.25x56.43 = 70.54 A

จากตารางมาตรฐาน [4] เลือก ขนาดเครื่องวัด 30(100) A 1 เฟส (กฟน.,กฟภ.)

เซอร์กิตเบรกเกอร์ 100 AT 1 เฟส

ขนาดสายเฟส 2x50 mm^2,ขนาดสายดิน 1x10 mm^2

คำนวณขนาดท่อ

พื้นที่หน้าตัดรวมสาย 2x50 mm^2 เส้นผ่านศูนย์กลาง 13.5 mm,1x10 mm^2 เส้นผ่านศูนย์กลาง 7.2 mm

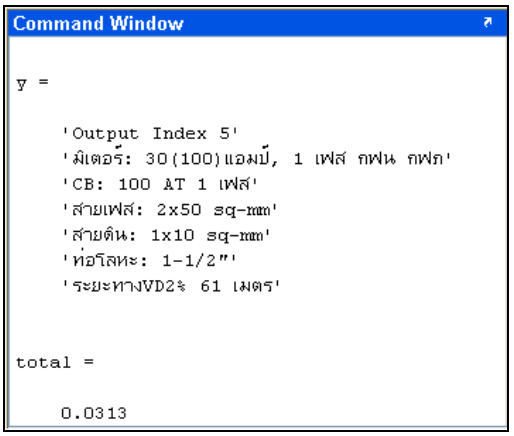
$A = \pi/4\ d^2 = 2x\pi/4(13.5^2) + \pi/4(7.2^2) = 326.9\ mm^2$

พื้นที่หน้าตัดท่อโลหะขนาด 40 mm(1-1/2") จากตารางมาตรฐาน[4] พื้นที่หน้าตัดรวมสายไม่เกิน 40% ของพื้นที่หน้าตัดท่อโลหะ

$A = \pi/4\ d^2 = \pi/4(40^2)x0.4 = 502.65\ mm^2$ เลือกใช้ขนาดท่อโลหะ 40 mm(1-1/2")

จากตารางระยะทาง(VD 2%) [2] ระยะทาง 61 m

คำนวณด้วยโปรแกรม



รูปที่ 4.15 คำนวณด้วยโปรแกรมพื้นที่ขนาด 59 ตารางเมตร,ประเภทอุตสาหกรรม,ไม่มีและมีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง,1 เฟส

2. พื้นที่ขนาด 69 ตารางเมตร,ประเภทอุตสาหกรรม,ไม่มีและมีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง,3 เฟส

คำนวณโหลด

VA = 220xA = 220x69 = 15180 VA

กฟน. I_L = VA/$\sqrt{3}$V = 15180/$\sqrt{3}$380 = 23.06 A,I_{CB} = 1.25xI_L = 1.25x23.06 = 28.83 A

กฟภ. I_L = VA/$\sqrt{3}$V = 15180/$\sqrt{3}$400 = 21.91 A,I_{CB} = 1.25xI_L = 1.25x21.91 = 27.39 A

จากตารางมาตรฐาน [4] เลือก ขนาดเครื่องวัด 15(45) A 3 เฟส (กฟน.,กฟภ.)

เซอร์กิตเบรกเกอร์ 50 AT 3 เฟส

ขนาดสายเฟส 4x16 mm^2,ขนาดสายดิน 1x6 mm^2

คำนวณขนาดท่อ

พื้นที่หน้าตัดรวมสาย 4x16 mm^2 เส้นผ่านศูนย์กลาง 8.4 mm,1x6 mm^2 เส้นผ่านศูนย์กลาง 5.8 mm

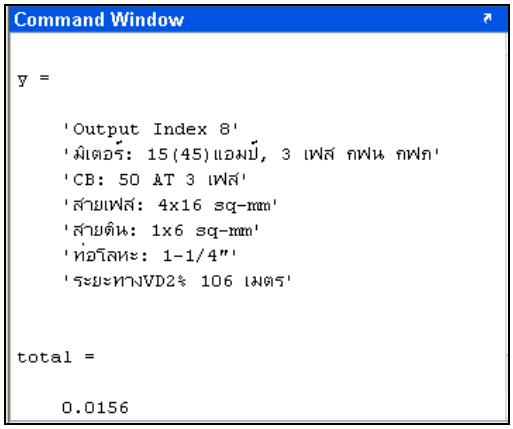
$A = \pi/4\ d^2 = 4x\ \pi/4(8.4^2) + \pi/4(5.8^2) = 248.1\ mm^2$

พื้นที่หน้าตัดท่อโลหะขนาด 32 mm(1-1/4") จากตารางมาตรฐาน[4] พื้นที่หน้าตัดรวมสายไม่เกิน 40% ของพื้นที่หน้าตัดท่อโลหะ

$A = \pi/4\ d^2 = \pi/4(32^2)x0.4 = 321.7\ mm^2$ เลือกใช้ขนาดท่อโลหะ 32 mm(1-1/4")

จากตารางระยะทาง(VD 2%) [2] ระยะทาง 106 m

คำนวณด้วยโปรแกรม



รูปที่ 4.16 คำนวณด้วยโปรแกรมพื้นที่ขนาด 69 ตารางเมตร,ประเภทอุตสาหกรรม,ไม่มีและมีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง,3 เฟส

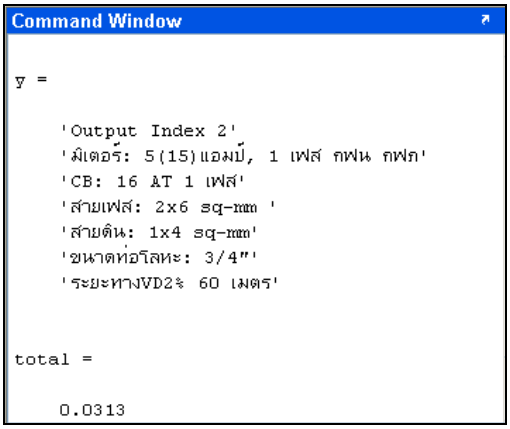
เอาท์พุทที่ไม่ถูกต้อง

พื้นที่ขนาด 39 ตารางเมตร,ประเภทสำนักงานหรือร้านทั่วไป,มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง,1 เฟส

เอาท์พุทที่ถูกต้อง

มิเตอร์ 15(45) A 1 เฟส (กฟน.)
เซอร์กิตเบรกเกอร์ 50 AT 1 เฟส
สายเฟส 2x16 mm^2
สายดิน 1x6 mm^2
ท่อโลหะ 1"
ระยะทาง 53 m

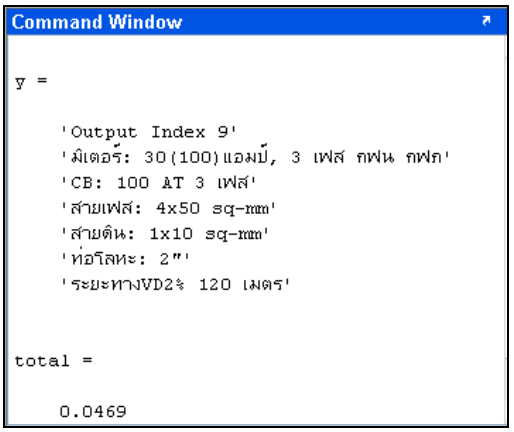
เอาท์พุทจากโปรแกรมที่ไม่ถูกต้อง



พื้นที่ขนาด 89 ตารางเมตร,ประเภทอุตสาหกรรม,ไม่มีและมีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง ,3 เฟส

เอาท์พุทที่ถูกต้อง
มิเตอร์ 15(45) A 3 เฟส (กฟน.,กฟภ)
เซอร์กิตเบรกเกอร์ 50 AT 3 เฟส
สายเฟส 4x16 mm^2
สายดิน 1x6 mm^2
ท่อโลหะ 1-1/4”
ระยะทาง 106 m

เอาท์พุทจากโปรแกรมที่ไม่ถูกต้อง



รูปที่ 4.17 เอาท์พุทที่ไม่ถูกต้องสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไปและอุตสาหกรรม

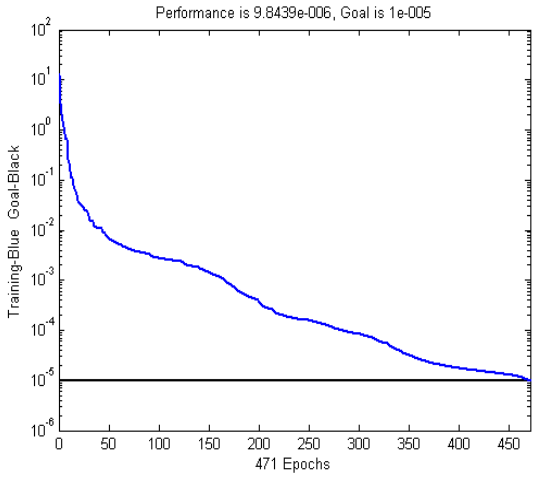
สรุปผลการทดสอบสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไปและอุตสาหกรรมชุดทดสอบจำนวน 80 ชุด

สามารถวิเคราะห์ผลได้ดังนี้

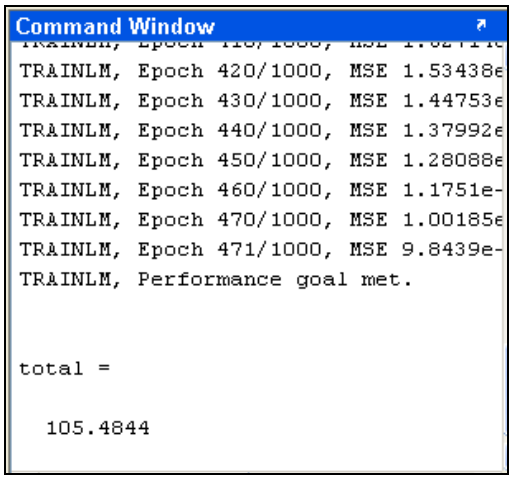
1. โครงข่ายประสาทเทียมมีค่าผิดพลาด 2.48 เปอร์เซ็นต์
2. เอาท์พุทที่ไม่ถูกต้องจำนวน 3 ชุดจากชุดทดสอบ 80 ชุดนำมาคำนวณค่าผิดพลาดคิดได้เป็น 3.75 เปอร์เซ็นต์
3. เวลาที่ใช้ในการทดสอบออกแบบระบบไฟฟ้าต่ำสุด 0.0156 วินาทีมากสุด 0.2344 วินาทีเฉลี่ย 0.0305 วินาที
4. ในการติดต่อระหว่างผู้ใช้กับโปรแกรมและการป้องกันข้อมูลในการป้อนข้อมูลอินพุทผิดพลาดยังไม่สามารถทำได้

ฝึกสอนจำนวน 810 ชุด และนำชุดฝึกสอนมาทดสอบจำนวน 810 ชุด

หลังจากการกำหนดเงื่อนไขต่างๆ ชุดฝึกสอนจำนวน 810 ชุดจะถูกนำมาฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมซึ่งจากการฝึกสอนพบว่าจำนวนนิวรอนที่ฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมสำเร็จในชั้นซ่อน (Hidden Layer) ที่ 1 เท่ากับ 16 นิวรอนและชั้นซ่อนที่ 2 เท่ากับ 15 นิวรอนเพื่อให้ได้ค่าเอาท์พุทตรงกับอินพุทที่ป้อนเข้าไปโดยสมรรถนะของกระบวนการฝึกสอนตามรูปที่ 4.18 ซึ่งมีการฝึกสอนจำนวน 471 รอบผลลัพธ์ที่ได้เอาท์พุทเป็นเลขดัชนี 1ถึง9 โดยจะนำไปชี้ค่า Look – up Table และเวลาที่ใช้ในการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมตามรูปที่ 4.19



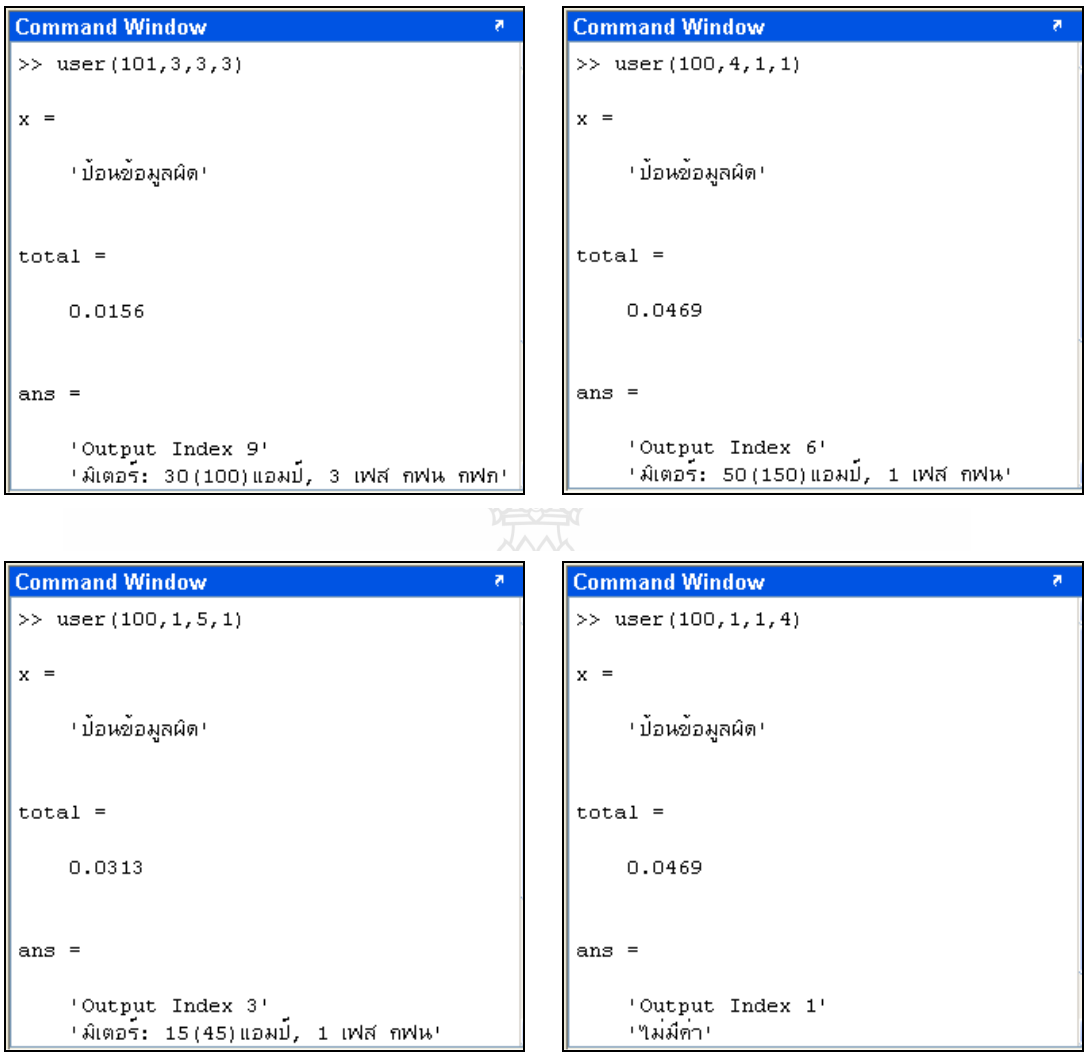
รูปที่ 4.18 สมรรถนะการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไปและอุตสาหกรรมชุดฝึกสอนจำนวน 810 ชุด



รูปที่ 4.19 เวลาการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไปและอุตสาหกรรมชุดฝึกสอนจำนวน 810 ชุด

จากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมสำเร็จนำชุดฝึกสอนจำนวน 810 ชุดมาทดสอบโครงข่ายประสาทเทียมหลังจากนั้นทดสอบการป้องกันข้อมูลในการป้อนข้อมูลอินพุทผิดพลาด

ทดสอบการป้องกันข้อมูลในการป้อนข้อมูลอินพุทผิดพลาด



รูปที่ 4.20 ทดสอบการป้องกันข้อมูลในการป้อนข้อมูลอินพุทผิดพลาด

สรุปผลการทดสอบสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไปและอุตสาหกรรมนำชุดที่ผ่านการฝึกสอนมาทดสอบจำนวน 810 ชุด

สามารถวิเคราะห์ผลได้ดังนี้

1. โครงข่ายประสาทเทียมมีค่าผิดพลาด 2.44 เปอร์เซ็นต์
2. ผลการทดลองแสดงให้เห็นการจัดระเบียบข้อมูลให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน (Normalization) โดยโปรแกรม MATLAB จะทำให้สมรรถนะและเวลาการฝึกสอนเร็วขึ้น
3. เอาท์พุทจำนวน 810 ชุดมีความถูกต้องทั้งหมด
4. เวลาที่ใช้ในการทดสอบออกแบบระบบไฟฟ้าต่ำสุด 0.0156 วินาทีมากสุด 0.2656 วินาที เฉลี่ย 0.032 วินาที
5. สามารถติดต่อระหว่างผู้ใช้กับโปรแกรมโดยป้อนค่า 4 ตัวแปรเข้าที่ User จะได้ผลเอาท์พุทที่เป็นคำตอบ
6. สามารถป้องกันข้อมูลอินพุทในการป้อนข้อมูลอินพุทผิดพลาด

4.4 ผลการประเมินประสิทธิภาพของวิธีที่นำเสนอ

ผลการประเมินประสิทธิภาพเบื้องต้นโดยผู้วิจัยผลที่ได้เป็นที่น่าพอใจคำตอบที่ได้มีความถูกต้องและรวดเร็วต่อไปนำไปให้วิศวกรผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าจำนวน 5 คนทดลองใช้สรุปผลได้ดังนี้ตามภาคผนวก ก.

1. ผลการคำนวณด้วยมือจากโจทย์จำนวน 5 ข้อ เทียบกับผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมมีความถูกต้อง
2. ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมมีความรวดเร็วกว่าผลการคำนวณด้วยมือ
3. จากความเห็นผู้ทดลองใช้แนะนำให้พัฒนารูปแบบการใช้โปรแกรมให้ง่ายขึ้น
4. จากความเห็นผู้ทดลองใช้แนะนำให้โปรแกรมสามารถแสดงราคาเบื้องต้นได้

4.5 สรุป

จากการฝึกสอนและทดสอบการโครงข่ายประสาทเทียมแสดงให้เห็นว่าการจัดระเบียบข้อมูลให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน (Normalization) โดยโปรแกรม MATLAB จะทำให้สมรรถนะและเวลาการฝึกสอนเร็วขึ้นและถ้าทำการฝึกสอนข้อมูลทุกชุดจะได้คำตอบที่มีความถูกต้องไม่มีค่าความผิดพลาดลำดับต่อไปจะเป็นการขั้นตอนการสรุปและข้อเสนอแนะจะกล่าวในบทที่ 5 ต่อไป

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอวิธีการใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาการคำนวณออกแบบระบบไฟฟ้ารวมทั้งการนำโครงข่ายประสาทเทียมมาใช้ในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดให้สามารถได้ค่าคำตอบที่ถูกต้องไม่มีค่าผิดพลาดสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. กำหนดตัวแปรอินพุทที่ต้องการออกแบบคิดที่ห้องชุด 1 ห้องพิจารณาจาก 4 ตัวแปรดังนี้
   1.1 ประเภทห้องชุด
   1.2 ขนาดพื้นที่ห้องชุด 20-100 ตารางเมตร
   1.3 ระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
   1.4 ชนิดของระบบไฟฟ้า (1 หรือ3 เฟส)

จากการคำนวณจำนวนข้อมูลที่นำไปกำหนดค่าตัวแปรอินพุทที่ต้องการออกแบบต้องผ่านการปรับข้อมูลอินพุทที่ได้จากกำหนดค่าตัวแปรอินพุท (Pre-processing) ให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน (Normalization) โดยโปรแกรม MATLAB

2. กำหนดค่าตัวแปรเอาท์พุทที่ได้จากการคำนวณตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยเป็นคำตอบที่ต้องการทราบซึ่งได้แก่ ขนาดของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า,เซอร์กิตเบรกเกอร์, สายเฟส,สายดิน,ท่อโลหะและระยะทางการเดินสาย ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลแสดงผลใน Look-up Table

3. จากข้อมูลอินพุทของ 4 อินพุท และ 1 เอาท์พุทจะถูกนำมาฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อให้ได้ค่าเอาท์พุทตรงกับอินพุทที่ป้อนเข้าไปผลลัพธ์ที่ได้เอาท์พุทเป็นเลขดัชนี 1ถึง9 โดยจะนำไปชี้ค่า Look-up Table

4. ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้เลือกใช้โครงข่ายประสาทเทียมชนิด Multilayer Perceptron Network โดยวิธีการฝึกสอนชนิดแพร่ค่าย้อนกลับ (Backpropagation Neural Network) กฎการเรียนรู้แบบ Levenberg-Marquardt เนื่องจากมีเสถียรภาพมีอัตราการฝึกสอนที่สั้นและใช้เวลาการฝึกสอนน้อย

5. จากผลการทดลองที่ได้นำเสนอแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของโครงข่ายประสาทเทียมชนิด Multilayer Perceptron Network สามารถหาคำตอบและช่วยในการออกแบบได้ อีกทั้งยังลดระยะเวลาในการออกแบบได้มากมีความถูกต้องส่วนของกระบวนการฝึกสอนและการทดสอบโครงข่ายประสาทเทียมแสดงให้เห็นว่าถ้าทำการฝึกสอนข้อมูลทุกชุดจะได้คำตอบที่มีความถูกต้องไม่มีค่าความผิดพลาด

6. ในส่วนการประเมินประสิทธิภาพของวิธีที่นำเสนอได้นำไปให้วิศวกรผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าทดลองใช้ตรวจสอบเทียบความถูกต้องกับการคำนวณแบบที่ใช้อยู่จากความเห็นของผู้ทดลองใช้ปรากฏว่า วิธีที่นำเสนอสามารถให้คำตอบได้ถูกต้องและรวดเร็วควรพัฒนารูปแบบของการใช้งานโปรแกรมให้สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้นและสามารถแสดงราคาเบื้องต้นได้

7. สิ่งที่ควรนำไปพัฒนาต่อไป คือ
   7.1 รูปแบบของการใช้งานโปรแกรมให้สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้น
   7.2 สามารถให้โปรแกรมแสดงราคาประเมินเบื้องต้นได้

เอกสารอ้างอิง

[1] เรืองรัตน์ ประเสริฐไทย, **การวางแผนการจ่ายโหลดและสายป้อนสำหรับอาคารชุดโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (อาคารชุดประเภทอาคารสำนักงาน หรือประเภทที่อยู่อาศัย),** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2545.

[2] ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์, **การออกแบบระบบไฟฟ้า (Electrical System Design).** พิมพ์ครั้งที่ 2. สถานที่พิมพ์: บริษัท ทีซีจี พริ้นติ้ง จำกัด, 2548**.**

[3] ลือชัย ทองนิล, **การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า**. ปรับปรุงครั้งที่ 2. พิมพ์ครั้งที่ 17. สถานที่พิมพ์: สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., 2551.

[4] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์**, มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย**. ปรับปรุงครั้งที่ 1. พิมพ์ครั้งที่1. สถานที่พิมพ์: บริษัท โกลบอล กราฟฟิค จำกัด, 2551.

[5] ภูริสัณห์ ลักขษร**, การทำนายการจ่ายโหลดอย่างประหยัดโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม**, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2548.

[6] ฉัตรชัย สานติสุขรัตน์**, การประเมินความเชื่อถือได้ของระบบผลิตกำลังไฟฟ้าโดยการใช้โครงข่ายประสาทเทียม**, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2548.

[7] นฤมล ซิ่งเถียรตระกูล**, การพยากรณ์โหลดระยะสั้นโดยการใช้โครงข่ายประสาทเทียม**, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2550.

[8] วิชัย แซ่ลี่, **การประมาณค่าความสูญเสียทางไฟฟ้าในหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟสโดยการใช้โครงข่ายประสาทเทียม**, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2551.

[9] Andra Nunes de Souza.,et al., "Using Artificial Neural Networks for Identification of Electrical Losses in Transformers During the Manufacturing Phase," **Nueral Networks., 2002. IJCNN'02 Proceedings of the 2002 International Joint Conference**, Vol.2 12-17 May 2002, 2002.pp. 1346-1350.

[10] M.T. Hagan, H.B. Demuth and M. Beale., **Neural Network Design**. Boston: PWS Publishing Company., 1996

[11] I.A. Basheer and M. Hajmeer, "Artificial neural networks: fundamentals, computing, design, and application," **Journal of Microbiological Method**s, No.43, 2000. pp 3-31.

[12] H. Demuth and M. Beale., **Neural Network Toolbox User's Guide**. The Mathworks Inc., January 1998.

[13] M. T. Hagan, "Training Feedforward Networks with Marquardt Algorithm," **IEEE Trans. on Neural Networks**, No.6, 1994.pp 989-993.

[14] บุญทวี แซ่กวง, **การออกแบบระบบไฟฟ้าและแสงสว่างในอาคารโดยใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญ,** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2545.

[15] ฐิติพงษ์ นิยมสัตย์, **การแปลงเวฟเล็ตและโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับวิเคราะห์ฟอลต์ในสายส่งวงจรคู่,** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2549.

[16] พุฒิขจร บุญมี, **การหาตำแหน่งของฟอลต์ในสถานีไฟฟ้าแรงสูงโดยการใช้โครงข่ายประสาทเทียม** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2547.

[17] โศรฎา แข็งการและกนต์ธร ชำนิประศาสน์, **การใช้ MATLAB สำหรับงานทางวิศวกรรม.** ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี**.**

[18] D. M. Etter., **Engineering Problem Solving with MATLAB.** Prentice Hall Simon & Schuster (Asia) Pte Ltd, 1996.

ภาคผนวก ก.
ผลประเมินประสิทธิภาพการใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
แบบประเมินประสิทธิภาพ
การใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด

1) การใช้งานโครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้า

☐ เคย ☑ ไม่เคย

2) ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมตรวจเทียบกับการคำนวณ

☑ ถูกต้อง ☐ ไม่ถูกต้อง

3) ความรวดเร็วในการออกแบบระบบไฟฟ้า

☑ รวดเร็ว ☐ ไม่รวดเร็ว

4) ความชำนาญในการใช้โปรแกรมออกแบบระบบไฟฟ้า

☐ ชำนาญ ☑ ไม่ชำนาญ

5) คำวิจารณ์และข้อเสนอแนะ

.....
.....
.....
.....

.....
(นาย ชูชาติ ธาตุวิสัย)

ตำแหน่ง วิศวกรไฟฟ้า

บริษัท แสงประดิษฐ์เอ็นจิเนียริ่ง

นาย ชูชาติ ธาตุวิสัย ตำแหน่ง วิศวกรไฟฟ้า บริษัท แสงประดิษฐ์เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด ประสบการณ์การทำงาน 5 ปี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
แบบประเมินประสิทธิภาพ
การใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด

1) การใช้งานโครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้า

☐ เคย ☑ ไม่เคย

2) ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมตรวจเทียบกับการคำนวณ

☑ ถูกต้อง ☐ ไม่ถูกต้อง

3) ความรวดเร็วในการออกแบบระบบไฟฟ้า

☑ รวดเร็ว ☐ ไม่รวดเร็ว

4) ความชำนาญในการใช้โปรแกรมออกแบบระบบไฟฟ้า

☐ ชำนาญ ☑ ไม่ชำนาญ

5) คำวิจารณ์และข้อเสนอแนะ

.....
.....
.....
.....

(พงษ์ชัย ปุญญบวรชัย)

ตำแหน่ง Project Manager

บริษัท แสงประดิษฐ์เอ็นจิเนียริ่ง

นาย พงษ์ชัย ปุญญบวรชัย ตำแหน่ง ผู้จัดการโครงการ บริษัท แสงประดิษฐ์เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด ประสบการณ์การทำงาน 16 ปี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
แบบประเมินประสิทธิภาพ
การใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด

1) การใช้งานโครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้า

☐ เคย ☑ ไม่เคย

2) ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมตรวจเทียบกับการคำนวณ

☑ ถูกต้อง ☐ ไม่ถูกต้อง

3) ความรวดเร็วในการออกแบบระบบไฟฟ้า

☑ รวดเร็ว ☐ ไม่รวดเร็ว

4) ความชำนาญในการใช้โปรแกรมออกแบบระบบไฟฟ้า

☐ ชำนาญ ☑ ไม่ชำนาญ

5) คำวิจารณ์และข้อเสนอแนะ

.....
.....
.....
.....

.....
(พิชยา กาญจนกูล)
ตำแหน่ง วิศวกรควบคุมงาน
บริษัท NORTH SYSTEM

นาย พิชยา กาญจนกูล ตำแหน่ง วิศวกรควบคุมงาน บริษัท North System ประสบการณ์การทำงาน 12 ปี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
แบบประเมินประสิทธิภาพ
การใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด

1) การใช้งานโครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้า

☐ เคย ☑ ไม่เคย

2) ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมตรวจเทียบกับการคำนวณ

☑ ถูกต้อง ☐ ไม่ถูกต้อง

3) ความรวดเร็วในการออกแบบระบบไฟฟ้า

☑ รวดเร็ว ☐ ไม่รวดเร็ว

4) ความชำนาญในการใช้โปรแกรมออกแบบระบบไฟฟ้า

☐ ชำนาญ ☑ ไม่ชำนาญ

5) คำวิจารณ์และข้อเสนอแนะ

ควรเพิ่มเติมรายละเอียดให้ดีขึ้น

นาย อรรถพล กองธรรม
( )

ตำแหน่ง จนท.วิศวกรรมงานระบบไฟฟ้า

บริษัท เดอะมอล์ กรุ๊ป จำกัด

นาย อรรถพล กองธรรม ตำแหน่ง จนท.วิศวกรรมงานระบบไฟฟ้า บริษัท เดอะมอลล์กรุ๊ป จำกัด ประสบการณ์การทำงาน 3 ปี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
แบบประเมินประสิทธิภาพ
การใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด

1) การใช้งานโครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้า

☐ เคย ☑ ไม่เคย

2) ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมตรวจเทียบกับการคำนวณ

☑ ถูกต้อง ☐ ไม่ถูกต้อง

3) ความรวดเร็วในการออกแบบระบบไฟฟ้า

☑ รวดเร็ว ☐ ไม่รวดเร็ว

4) ความชำนาญในการใช้โปรแกรมออกแบบระบบไฟฟ้า

☐ ชำนาญ ☑ ไม่ชำนาญ

5) คำวิจารณ์และข้อเสนอแนะ

.....
.....
.....
.....

(ไทยรัฐ เตียสุนทรารมย์)

ตำแหน่ง Project. Manager.

บริษัท ซีไลท์ จ.ย.

นาย ไทยรัฐ เตียสุนทรารมย์ ตำแหน่ง ผู้จัดการโครงการ บริษัท ซีไลท์จียู จำกัด ประสบการณ์การทำงาน 22 ปี

ภาคผนวก ข.
ผลงานที่ตีพิมพ์หรือเผยแพร่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

คณะวิศวกรรมศาสตร์

เกียรติบัตรนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

นายบัณฑิต ฤทธิ์ทอง

ได้เข้าร่วมนำเสนอบทความการประชุมเครือข่ายวิชาการด้านวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ ๒

EENET ๒๐๑๐

ระหว่างวันที่ ๕ – ๖ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๓

ขอให้มีอายุ วรรณะ สุขะ พละ เจริญสิริสุขสวัสดิ์พิพัฒนมงคลตลอดกาลเป็นนิตย์เทอญ

(รองศาสตราจารย์โกศล โอฬารไพโรจน์)
ประธานคณะกรรมการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สนิท พิพิธสมบัติ)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

รายชื่อผู้พิจารณาบทความ
วิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 2

ชื่อ	นามสกุล	มหาวิทยาลัย/สถาบัน
เกษม	ตรีภาค	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่เชียงราย
เกษม	เนื้อแก้ว	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
กิตติพงษ์	กิมะพงศ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
กฤษณ์ชนม์	ภูมิกิตติพิชญ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
กฤษดา	ยิ่งขยัน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ
กิตติวงศ์	สุธรรมโน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ก่อเกียรติ	อ๊อดทรัพย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่ตาก
โกศล	โอฬารไพโรจน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ
ขอบคุณ	ไชยวงศ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
เจษฎา	พรมหเกษ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
เติมศักดิ์	แสนเพียง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
ไพศาล	บุญเจียม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
พินิจ	จิตจริง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
จงเจริญ	กุ้มบุญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
จตุรงค์	จตุรเชิดชัยสกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครศูนย์พระนครเหนือ
จักรี	ศรีนนท์ฉัตร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
จัตตุฤทธิ์	ทองปรอน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ
ฉัตรชัย	ศุภพิทักษ์สกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ชัยณรงค์	วิเศษศักดิ์วิชัย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ชาญชัย	คชาธรรมรงค์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ
ชาญฤทธิ์	ธาราสันติสุข	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ชลากร	สุวรรณสิทธิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ
ชวัญชัย	เอื้อวิริยานุกูล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ
มานะ	ทะนะอ้น	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่ตาก
ชูศักดิ์	กมลขันติธร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ณรงค์	นันทกุศล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ

รายชื่อผู้พิจารณาบทความ
วิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 2

ชื่อ	นามสกุล	มหาวิทยาลัย/สถาบัน
ณรงค์ฤทธิ์	พิมพ์คำวงศ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่ตาก
ณัฐวุฒิ	โสมะเกษตรินทร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ณัฐวุฒิ	พานิชเจริญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่ตาก
ดุสิต	อุทิศสุนทร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
ทง	ลานธารทอง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครศูนย์พระนครเหนือ
ทัศนะ	ถมทอง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่ตาก
ธงชัย	คล้ายคลึง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ธนพงศ์	คุ้มญาติ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่ตาก
ธนวัฒน์	ฉลาดสกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครศูนย์พระนครเหนือ
ธนวัฒน์	พันธ์ดุ้ย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่เชียงราย
ธวัช	เกิดชื่น	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ธีระศักดิ์	สมศักดิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ธวัชชัย	สิมมา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
ธีระพล	เหมือนขาว	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
นคร	ทองเล็ก	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ
นครินทร์	ศรีปัญญา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
นราวิทย์	กิจเจริญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
นรินทร์	หลักทอง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนค
นิติพงษ์	ปานกลาง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
นิธิโรจน์	พรสุวรรณเจริญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
นิพนธ์	สุนทรหุต	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
นิพนธ์	เรืองวิริยะนันท์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่ตาก
นิพนธ์	วงค์ทา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ
บุญช่วย	เจริญผล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
บัลลังก์	เนียมมณี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

รายชื่อผู้พิจารณาบทความ
วิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 2

ชื่อ	นามสกุล	มหาวิทยาลัย/สถาบัน
บุญยัง	ปลั่งกลาง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปรีชา	มหาไม้	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่ตาก
ประเสริฐ	ผื่อนหมื่นไวย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ประเสริฐ	หาชานนท์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ประทีป	แสงค้วง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ
ประมุข	อุณหเลขกะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี
ประวิช	เปรียบเหมือน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
ปราโมทย์	อนันต์วราพงษ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
พงษ์ศักดิ์	อำภา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
พิเชษฐ	กันทะวัง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่เชียงราย
พิสิษฐ์	ลิ่วธนกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
พันธ์	พิริยะวรรธน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
พิชัย	อยู่เปล่า	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
พินิจ	จิตจริง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
พิสิทธิ	สุทธิเมธีกร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
พูนศรี	วรรณการ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครศูนย์พระนครเหนือ
ภานุมาศ	แสนพวง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
มนตรี	เงาเดช	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ
มังกร	ศิริจันทร์ชื่น	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ
มาณพ	ธนะคำดี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
มัชัย	แจ่มใส	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
ยุทธนา	ขำสุวรรณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่ตาก
ยุทธนา	กันทะพะเยา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี
ยงยุทธ	นาราษฎ์	มหาวิทยาลัยสยาม

รายชื่อผู้พิจารณาบทความ
วิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 2

ชื่อ	นามสกุล	มหาวิทยาลัย/สถาบัน
รัก	สกุลพงศ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
เวคิน	ปิยรัตน์	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (องครักษ์)
วัฒนา	แก้วมณี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
วันชัย	ทรัพย์สิงห์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
วิเชียร	หทัยรัตน์ศิริ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
วิโรจน์	เพชรพันธุ์ศรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
วิชัย	ผดุงศิลป์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
วิชิต	สุทธิพร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
วินัย	จันทร์เพ็ง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
วินัย	เมธาวิทิต	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
วิรัตน์	นักกรองดี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ
วิฑูรย์	พรมมี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่เชียงราย
วิวัฒน์	เจริญสุข	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
วีระ	ธันยาภิรักษ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
วิรัช	กองสิน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่ตาก
วิวัฒน์	ทิพจร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่เชียงราย
วีระชัย	จรบุรมย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
วารุณี	ศรีสงคราม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี
ศรีศักดิ์	น้อยไร่ภูมิ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครศูนย์พระนครเหนือ
ศักดิ์ระวี	ระวีกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
ศิริชัย	แดงเอม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ศิริชัย	ลาภาสระน้อย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ศุภวุฒิ	เนตรโพธิ์แก้ว	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครศูนย์พระนครเหนือ
สถาพร	ศิรีต๊ะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่ตาก
สมเกียรติ	ทองแก้ว	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครศูนย์พระนครเหนือ
สมบัติ	สันกว๊าน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่ตาก

รายชื่อผู้พิจารณาบทความ
วิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 2

ชื่อ	นามสกุล	มหาวิทยาลัย/สถาบัน
สมชัย	หิรัญวโรดม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
สมชาย	เบียนสูงเนิน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
สมนึก	เครือสอน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่ตาก
สยาม	ประจุดทะศรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
สรรธพล	คุ้มทรัพย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
สันติภาพ	โคตรทะเล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่ตาก
สาคร	ปันตา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ
สามารถ	ยะเชียงคำ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ
สรพงษ์	ภวสุปรีย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
สายชล	ชุดเจือจีน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
สุวรรณี	พิทักษ์วินัย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่ตาก
สุขุม	จุฬาจตุรศิระรัตน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
สุชาติ	จันทร์จรมานิตย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ
สุทธินันท์	ต้นไพธิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
สุรศักดิ์	อยู่สวัสดิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ
สุรสิทธิ์	แสนทอน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่ตาก
สุรินทร์	แหงมงาม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
สุจิตรา	จีนะวงค์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่เชียงราย
สุริยา	แก้วอาษา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
สุวัลยา	ศิริศิลป์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
เอกลักษณ์	สมุนพันธ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่ตาก
อโนชา	รุ่งโรจน์วัฒนศิริ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ
องอาจ	แสดใหม่	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อนันต์	โสภิณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
เอกพล	อนุสุเรนทร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
เอกวิทย์	หายักวงษ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

รายชื่อผู้พิจารณาบทความ
วิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 2

ชื่อ	นามสกุล	มหาวิทยาลัย/สถาบัน
อนนท์	นำอินทร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย
อัศวิน	แก้วสิงห์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ
อาภาพล	มหาวีระ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
อำนวย	เรืองวารี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อุเทน	คำน่าน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ
อุดม	เครือเทพ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่ตาก
อุรา	ดันมีแก้ว	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

การใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด(ห้องชุดประเภทอยู่อาศัย)

Using Artificial Neural Networks for the Design of Electrical System for Buildings (Residential Apartment)

บัณฑิต จุฑธิ์ทอง[1] และ ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล[2]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

39 หมู่ 1 ถ. รังสิต-นครนายก ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110 โทรศัพท์ 0-2555-1816 E-mail: bas_bandit@yahoo.com

[2]หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

39 หมู่ 1 ถ. รังสิต-นครนายก ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110 โทรศัพท์ 0-2555-1816 E-mail: schai910@yahoo.co.uk

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวิธีการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการหาข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อช่วยในการวางแผนและนำไปประเมินราคาการติดตั้งระบบไฟฟ้า โดยใช้ตัวแปร ห้องชุดประเภทอยู่อาศัย, ขนาดพื้นที่ห้องชุด(20-100 ตารางเมตร), ระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง, ชนิดของระบบไฟฟ้า(1 เฟสหรือ 3 เฟส) โดยคิดที่ห้องชุด 1 ห้อง ตามลำดับ เป็นอินพุท และ ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า, ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์, ขนาดสายเฟส, ขนาดสายดิน, ขนาดท่อโลหะ, ระยะทางการเดินสาย เป็นตัวแปรเอาท์พุท ในการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม โดยข้อมูลที่ใช้ได้มาจากการคำนวณตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย จากผลการทดสอบ วิธีที่นำเสนอสามารถหาคำตอบได้อย่างรวดเร็วแม้ผู้ใช้ไม่มีความชำนาญในการออกแบบ ซึ่งผลที่ได้อยู่ในระดับที่น่าพอใจ

คำสำคัญ: โครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่ค่าย้อนกลับ, การออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด

Abstract

This paper proposes a novel technique for designing the electrical system of buildings using an Artificial Neural Network (ANN). The ANN is employed as a classifier for searching the data of the required electrical equipments in the data base which can help in saving time for estimating budget and planning for the electrical system installation. The data that obtained from the calculation according to the Electrical Installation Standard of Thailand are used as ANN training and testing sets. The data as follows: residential apartment, the apartment area (20-100 m^2), air-condition system, electrical system (1 or 3 phase), are used as inputs of the ANN. The size of meter, circuit breaker, dimension of phase conductors, grounding conductors, metal conduits and the length of conductors are employed as output of the ANN. The satisfactory results were provided with a short time consuming with an acceptable error although it was used by a new designer.

Keywords: Back-propagation neural network, Electrical System design for buildings

1. บทนำ

ปัจจุบันเมื่อรับงานออกแบบระบบไฟฟ้าจากเจ้าของโครงการวิศวกรไฟฟ้าต้องนำเสนอหลักการข้อมูลอุปกรณ์ ระบบไฟฟ้าและประมาณราคาเบื้องต้น เพื่อนำเสนอเจ้าของโครงการเพื่อประกอบการตัดสินใจในการลงทุน ผู้ออกแบบต้องใช้ความชำนาญ ทักษะ ระมัดระวังความผิดพลาดที่อาจเกิดจากผู้ออกแบบ เนื่องจากต้องใช้ข้อมูลรายละเอียดมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าเป็นจำนวนมากซึ่งจะเห็นว่ากระบวนการออกแบบ ประมาณราคาที่ใกล้เคียงกับการติดตั้งจริงต้องใช้เวลานาน ดังนั้นบทความนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียม เพื่อลดขั้นตอนความยุ่งยากในการคำนวณ และระยะเวลาในการออกแบบ โดยใน บทความนี้ จะกล่าวถึงวิธีการคำนวณระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดในหัวข้อที่ 2 และหัวข้อที่ 3 เป็นแนะนำโครงข่ายประสาทเทียมโดยสังเขป และ อธิบายการนำโครงข่ายประสาทเทียมมาใช้ในการออกแบบระบบไฟฟ้าในหัวข้อที่ 4 ส่วนในหัวข้อที่ 5 และ 6 เป็นการทดลอง ประเมินผล และสรุปผลการทดลอง

2. การคำนวณระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด

ข้อมูลที่จะนำไปใช้เป็นค่าของตัวแปรที่นำไปสอน และทดสอบโครงข่ายประสาทเทียมนั้นจะคำนวณตามมาตรฐานที่ใช้ในประเทศไทย ดังต่อไปนี้

2.1 การคำนวณโหลดห้องชุดประเภทอยู่อาศัย

คำนวณจากขนาดพื้นที่ในห้องชุดไม่รวมพื้นที่เฉลียงหรือระเบียง และห้ามใช้ค่าดีมานด์แฟกเตอร์ ตามตารางที่ 1 [1]

ตารางที่ 1 สูตรการคำนวณโหลดห้องชุด

ประเภท	พื้นที่ห้อง ตร.ม.	สูตรการคำนวณ หน่วยเป็น (VA)	
		ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
1. อยู่อาศัย	ไม่เกิน 55	VA=(90×A)+1,500	VA=(20×A)+1,500
	ไม่เกิน 180	VA=(90×A)+3,000	VA=(20×A)+3,000
กำหนดให้ A = พื้นที่ห้องไม่รวมเฉลียงหรือระเบียงเป็น ตร.ม.			

2.2 เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าของห้องชุด

ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำให้ใช้ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าตามโหลดห้องชุดที่คำนวณได้มากำหนดขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าสำหรับห้องชุด โดยขนาดต้องไม่เล็กกว่าที่กำหนดของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) [2]

2.3 การป้องกันกระแสเกินของเครื่องวัด

ต้องติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ทางด้านไฟเข้าเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าทุกเครื่อง เซอร์กิตเบรกเกอร์ต้องมีขนาดพิกัดตามสมการที่ (1)[3]

$$I_{CB} \geq 1.25I_L \quad (1)$$

โดยที่ I_{cb} คือ ขนาดพิกัดกระแสของเซอร์กิตเบรกเกอร์ (A), I_L คือ กระแสโหลด (A)

2.4 การกำหนดขนาดตัวนำประธานเข้าห้องชุด

พิกัดกระแสของตัวนำประธานตามสมการที่ (2) [3] และต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 6 mm^2

$$I_C \geq I_{CB} \quad (2)$$

โดยที่ I_c คือ ขนาดพิกัดกระแสของตัวนำ (A), I_{cb} คือ ขนาดพิกัดกระแสของเซอร์กิตเบรกเกอร์ (A)

2.5 ขนาดสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

การเลือกขนาดสายดินตามขนาดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย[2]

2.6 แรงดันตก

แรงดันตกจากจุดรับไฟจนถึงจุดใช้ไฟจุดสุดท้ายรวมกันต้องไม่เกิน 5% การคำนวณค่าแรงดันตกตามสมการที่ (3)-(6) [1-3]

1 เฟส 2 สาย

$$VD \approx 2I(R\cos\theta + X\sin\theta) \quad (3)$$

$$\%\,VD = \left(\frac{VD}{220}\right) \times 100\% \quad (4)$$

3 เฟส 4 สาย

$$VD \approx \sqrt{3}I(R\cos\theta + X\sin\theta) \quad (5)$$

$$\%\,VD = \left(\frac{VD}{380}\right) \times 100\% \quad (6)$$

โดยที่ VD คือ แรงดันตก (V), I คือ กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร (A)
R คือ ค่าความต้านทานทางเดียวของสายไฟฟ้า (Ω)
X คือ ค่ารีแอกแตนซ์ทางเดียวของสายไฟฟ้า (Ω)
$\cos\theta$ คือ ค่าตัวประกอบกำลังของโหลด (P.F.)

2.7 จำนวนสายไฟฟ้าสูงสุดในท่อร้อยสาย

คำนวณจากพื้นที่หน้าตัดรวมทั้งฉนวนและเปลือกของสายทุกเส้นในท่อร้อยสายต้องไม่เกินที่กำหนดในตาราง ที่ 3 [2]

ตารางที่ 3 พื้นที่หน้าตัดสูงสุดรวมของสายไฟทุกเส้นคิดเป็นร้อยละเทียบกับพื้นที่หน้าตัดของท่อ

จำนวนสายในท่อสาย	1	2	3	4	มากกว่า 4
สายไฟทุกชนิดยกเว้นสายชนิดปลอกตะกั่วหุ้ม	53	31	40	40	40
สายไฟชนิดมีปลอกตะกั่วหุ้ม	55	30	40	38	35

พื้นที่หน้าตัดท่อร้อยตามสมการที่ (7) [3]

$$A = \frac{\pi}{4}d^2 \quad (7)$$

โดยที่ A คือ พื้นที่หน้าตัด (mm^2), d คือ เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)

3. โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network)

โครงข่ายประสาทเทียมเป็นโครงสร้างของการหาผลที่ได้จากการคำนวณ โดยได้แนวทางมาจากการศึกษาระบบประสาทในทางชีววิทยา มีระบบประมวลผลที่มีความเร็วสูง เนื่องจากการต่อเชื่อมกันในแบบขนานระหว่างหน่วยหรือจุด มีการประมวลผลไม่เป็นเชิงเส้น แสดงผลการคำนวณผลตามเป้าหมายได้ดีมีความยืดหยุ่นในการคำนวณ โดยการปรับข้อมูลที่ป้อนเข้าและข้อมูลออก และทำได้ดีกับโครงสร้างที่มีความซับซ้อนและไม่เป็นเชิงเส้นระหว่างส่วนป้อนเข้าและข้อมูลออก มีประโยชน์และประสิทธิภาพในการนำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาที่ลักษณะพิเศษของระบบที่ไม่สามารถแทน หรืออธิบายด้วยสมการคณิตศาสตร์ การศึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมบทความนี้จะเป็นแบบมีผู้สอนหรือมีตัวอย่างในการเรียนรู้ที่เรียกว่า “Supervised Learning” [4]

4. การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียม

ตัวแปรอินพุทสำหรับโครงข่ายประสาทเทียมที่นำมาใช้งานสำหรับออกแบบอาคารชุดจำนวน 1 ห้อง มีทั้งหมด 4 ตัวแปร คือ 1.พื้นที่ห้อง 2. ประเภทของอาคารชุด 3.ระบบทำความเย็น และ 4. ชนิดระบบไฟฟ้า ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การกำหนดค่าตัวแปรอินพุท

Input	Possible Values
พื้นที่ห้อง	20 – 100 ตารางเมตร
ประเภท	1 : อยู่อาศัย
กรณี	1 : ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
	2 : มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
ชนิด	1 เฟส
	3 เฟส

จากการคำนวณจำนวนข้อมูลที่นำไปกำหนดค่าตัวแปรอินพุท มีจำนวนทั้งหมด 324 ชุด หลังจากนั้นทำการปรับข้อมูลอินพุทที่ได้จากกำหนดค่าตัวแปรอินพุท (Pre-processing) ให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน (Normalization) ให้อยู่ในช่วง -1 ถึง 1 ตามสมการที่ 8 [5] และ อินพุทสำหรับโครงข่ายประสาทเทียม ตามตารางที่ 5

$$Input(Normalize) = \left[\frac{2x(Input - MinInput)}{(MaxInput - MinInput)}\right] - 1 \qquad (8)$$

ตารางที่ 5 ข้อมูลอินพุทที่สำหรับฝึกสอนและทดสอบโครงข่าย

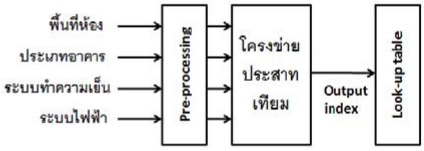
ชุดที่	Normalized input			
	พื้นที่ห้อง (m^2)	ประเภทของอาคาร	ระบบทำความเย็น	ระบบไฟฟ้า
1	-0.616	-1	-1	-1
2	-0.616	-1	-1	-0.96
324	1	-1	-0.98	-0.96

หลังจากได้ข้อมูลอินพุทที่ต้องการ ทำการกำหนดค่าตัวแปรเอาท์พุทที่ได้จากการคำนวณตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ 8 ประเภทข้อมูลตามตารางที่ 6 ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลแสดงผลใน Look-up Table โดยจำนวนข้อมูลที่ได้จากการกำหนดค่าตัวแปรอินพุท มีจำนวนทั้งหมด 324 ชุด แบ่งออกเป็นชุดฝึกสอนจำนวน 260 ชุด และทดสอบจำนวน 64 ชุด

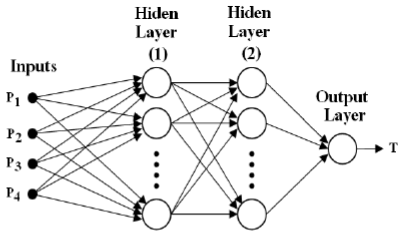
ตารางที่ 6 การกำหนดค่าตัวแปรเอาท์พุท

Output Index	Look-up Table					
	ขนาดเครื่องวัด (A)	เบรกเกอร์ (AT)	สายเฟส (mm^2)	สายดิน (mm^2)	ท่อโลหะ (นิ้ว)	ระยะ VD 2% (m)
1	ไม่มีค่า					
2	5(15) 1เฟส กฟน., กฟภ.	16 1เฟส	2×6	1×4	3/4	60
3	15(45) 1เฟส กฟน.	50 1เฟส	2×16	1×6	1	53
4	15(45) 1เฟส กฟน., กฟภ.	50 1เฟส	2×16	1×6	1	53
5	30(100) 1เฟส กฟน., กฟภ.	100 1เฟส	2×50	1×10	1-1/2	61
6	50(150) 1เฟส กฟน.	125 1เฟส	2×70	1×16	1-1/2	65
7	15(45) 3เฟส กฟน.	50 3เฟส	4×16	1×6	1-1/4	106
8	15(45) 3เฟส กฟน., กฟภ.	50 3เฟส	4×16	1×6	1-1/4	106

จากข้อมูลของ 4 อินพุท และ 1 เอาท์พุท จำนวน 260 ชุด จะถูกนำมาฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม ดังในรูปที่ 1 และโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมของงานที่นำเสนอในรูปที่ 2

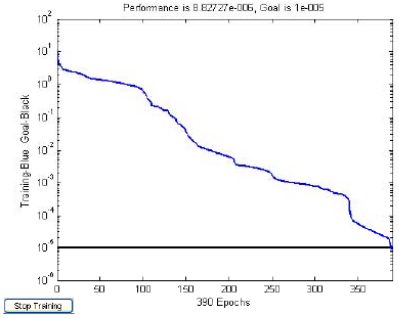


รูปที่ 1 สถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียม



รูปที่ 2 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมที่นำเสนอ

โครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ประกอบไปด้วย 4 อินพุท 2 ชั้นซ่อน และ 1 ชั้นเอาท์พุท โดยใช้ฟังก์ชันถ่ายโอน Hyperbolic Tangent Sigmoid (Tansig) ในชั้นซ่อน (Hidden Layer), และ Linear ในชั้นเอาท์พุท (Output Layer) โดยค่าเอาท์พุทเป็นเลขดัชนีที่ใช้ในการชี้ค่า Look - up Table ส่วนอัลกอริทึมในการฝึกสอนใช้แบบ Levenberg - Marquardt [5] เนื่องจากมีเสถียรภาพ และ มีอัตราการฝึกสอนที่สั้น และใช้เวลาการฝึกสอนน้อย ซึ่งจากการฝึกสอนพบว่าจำนวนนิวรอนที่เหมาะสมในชั้นซ่อน (Hidden Layer) ที่ 1 เท่ากับ 10 นิวรอน และชั้นซ่อนที่ 2 เท่ากับ 9 นิวรอน เพื่อให้ได้ค่าเอาท์พุท ตรงกับอินพุทที่ป้อนเข้าไป โดยสมรรถนะของกระบวนการฝึกสอนในรูปที่ 3 ซึ่งมีการฝึกสอนจำนวน 390 รอบ ผลลัพธ์ที่ได้เอาท์พุทเป็นเลขดัชนี 1 ถึง 8 โดยจะนำไปชี้ค่า Look – up Table ตามตารางที่ 6 เพื่อให้มีการแสดงผลเป็นข้อมูลนำไปใช้ในการประเมิน โดยแสดงผลที่ทำการออกแบบในเบื้องต้น ดังตัวอย่างรูปที่ 4



รูปที่ 3 สมรรถนะการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม

```
Command Window
>> Data = eq_data(1)

Data =

    'ไม่มีค่า'

>> Data = eq_data(2)

Data =

    'มิเตอร์: 5(15)แอมป์, 1 เฟส กฟน กฟภ'
    'CB: 16 AT 1 เฟส'
    'สายเฟส: 2x6 sq-mm '
    'สายดิน: 1x4 sq-mm'
    'ขนาดท่อโลหะ: 3/4"'
    'ระยะทางVD2% 60 เมตร'
```

รูปที่ 4 การแสดงผลที่ได้จากเอาท์พุทเลขดัชนี 1 และ 2

5. ผลการทดลอง

โครงข่ายประสาทเทียมที่ผ่านการฝึกสอน จะถูกทดสอบ โดยป้อนข้อมูลอินพุทของชุดฝึกสอน จากผลจากการทดสอบพบว่าโครงข่ายประสาทเทียมสามารถให้คำตอบที่ถูกต้องทั้งหมด ซึ่งแสดงว่าโครงข่ายฯ สามารถจัดประเภทของอินพุท และเอาท์พุทที่ถูกต้อง หลังจากนั้นได้นำข้อมูลที่เตรียมไว้ทดสอบจำนวน 64 ชุด โดยเลือกเฉพาะค่าอินพุทมาทดสอบ และนำผลลัพธ์ที่ได้จากเอาท์พุทเป็นเลขดัชนีจากโครงข่ายฯมาเทียบกับค่าเอาท์พุทของชุดทดสอบทั้ง 64 ชุด จากการทดสอบพบว่ามีเอาท์พุทที่ไม่ถูกต้อง จำนวน 2 ชุด จากชุดทดสอบ 64 ชุด นำมาคำนวณค่าผิดพลาดคิดเป็นได้ 3.125 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่าความผิดพลาดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ส่วนการแสดงผลนั้นขึ้นอยู่กับเลขดัชนีเอาท์พุท ซึ่งถ้าค่าถูกต้องจะได้การแสดงผลที่ถูกต้องเช่นกัน จากการทดลองใช้เวลาในการฝึกสอน 13.7969 วินาที ส่วนของการใช้งานใช้เวลาน้อยมากเนื่องจากเป็นการประมวลผลแบบขนาน จากการทดลองใช้เวลาประมาณ 0.25 วินาที ประมวลผลโดยใช้โปรแกรม MATLAB ด้วยคอมพิวเตอร์ที่ใช้ CPU: Pentium (R) Dual ความเร็ว 1.60 Ghz RAM: 1.49 GB

6. สรุปผลการทดลอง

การศึกษานี้เป็นการนำเสนอการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียม ชนิดแพร่ค่าย้อนกลับในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า วิธีที่นำเสนอสามารถหาคำตอบ และช่วยในการออกแบบได้ แม้ไม่มีความชำนาญ อีกทั้งลดระยะเวลาในการออกแบบได้มาก ส่วนของกระบวนการฝึกสอน และการทดสอบแสดงให้เห็นว่าถ้าข้อมูลในการฝึกสอนมากขึ้นน่าจะลดเปอร์เซ็นต์ ค่าความผิดพลาดได้ และสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไปในอนาคต ซึ่งในงานติดตั้งระบบไฟฟ้าจริงต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการติดตั้งระบบไฟฟ้าต้องไม่มีความผิดพลาด ส่วนของการประเมินประสิทธิภาพของวิธีที่นำเสนอนั้นในบทความนี้ ยังไม่ได้ทำการประเมิน แต่มีแนวทางในการดำเนินการโดยการนำไปให้วิศวกรผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าทดลองใช้ และตรวจสอบเทียบความถูกต้องกับการคำนวณแบบที่ใช้อยู่

เอกสารอ้างอิง

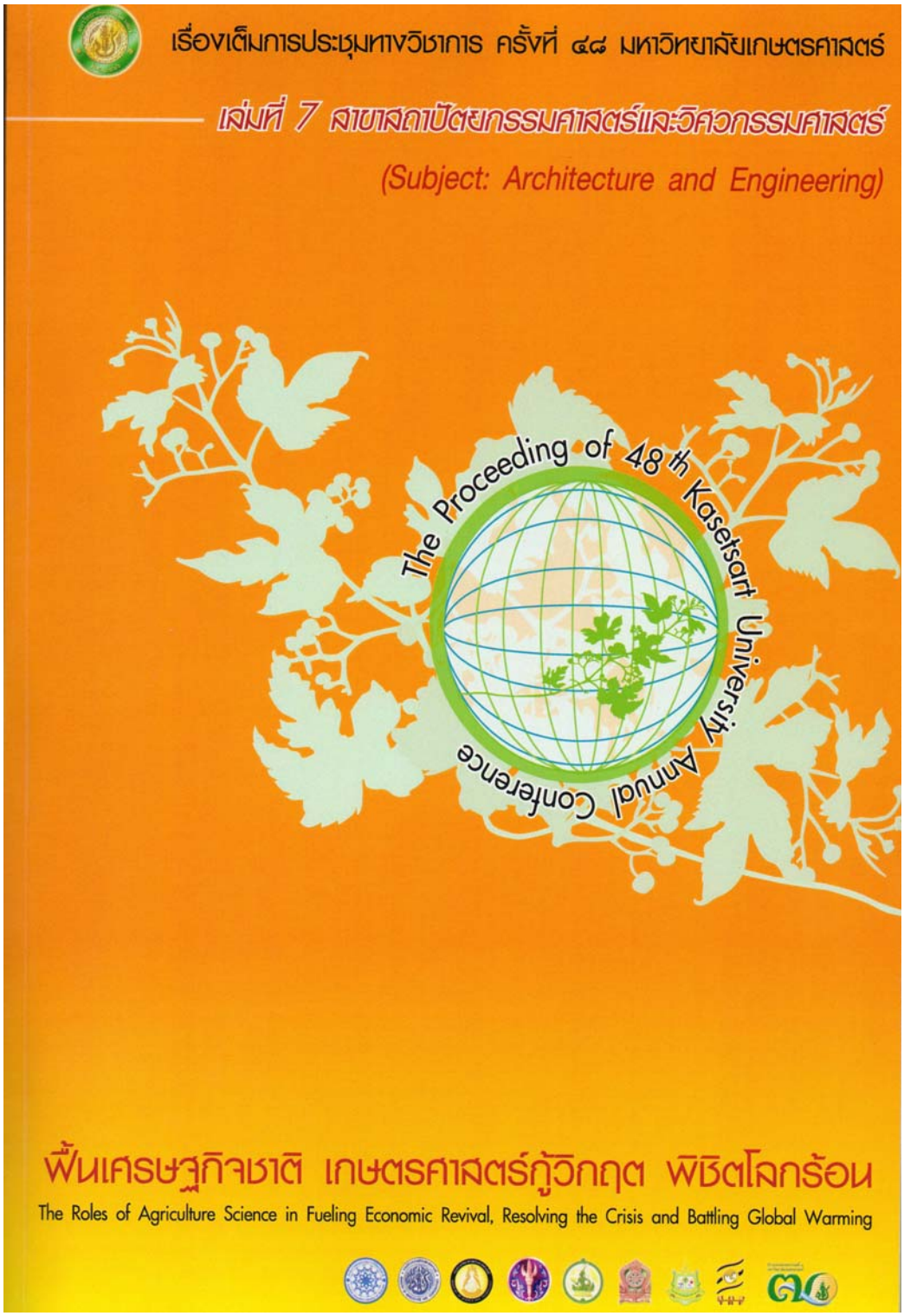
[1] ลือชัย ทองนิล “การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า” ปรับปรุงครั้งที่ 2, พิมพ์ครั้งที่ 17, 2551

[2] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ “มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย” ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1, 2551

[3] ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์ “การออกแบบระบบไฟฟ้า (Electrical System Design)” พิมพ์ครั้งที่ 2, 2548

[4] วิชัย แซ่ลี่และ ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล “การประมาณค่าความสูญเสียทางไฟฟ้าในหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟสโดย โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม”การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่31(EECON-31)

[5] NeuralNetwork Toolbox, User’s Guide, The Mathworks Inc., January 1998.


เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ ๔๘ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เล่มที่ 7 สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์
(Subject: Architecture and Engineering)
The Proceeding of 48th Kasetsart University Annual Conference
ฟื้นเศรษฐกิจชาติ เกษตรศาสตร์กู้วิกฤต พิชิตโลกร้อน
The Roles of Agriculture Science in Fueling Economic Revival, Resolving the Crisis and Battling Global Warming

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขอรับรองว่าผลงานวิจัย

เรื่อง

การใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด (ห้องชุดประเภทอยู่อาศัย, สำนักงานหรือร้านทั่วไป)

โดย

บัณฑิต ฤทธิ์ทอง และฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล

ได้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ

สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์

และได้นำเสนอในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48

ระหว่างวันที่ 3 - 5 กุมภาพันธ์ 2553

Subject: Architecture and Engineering (internal)

1.	Ornsiri	Panin	2.	Kiatiyuth	Kveeyarn
3.	Chart	Chiemchaisri	4.	Terdthai	Vatanatham
5.	Thumrongrut	Mungcharoen	6.	Nutchanart	Sriwongsitanon
7.	Benjapon	Wethavivorn	8.	Peerayuth	Charnsethikul
9.	Penjit	Srinoppakun	10.	Paisan	Kongkachuiychay
11.	Wilai	Chiemchaisri	12.	Suwatthana	Thadaniti
13.	Suvimol	Sajavanit	14.	Apinya	Duangchan
15.	Alisara	Menakanit	16.	Prasong	Eiam-Anant
17.	Pipop	Lalitaporn	18.	Patcharaporn	Suwanvitaya
19.	Kandis	Sudsakorn	20.	Chugiat	Garagate
21.	Nathasak	Boonmee	22.	Denchai	Worasawate
23.	Nanthiya	Hansupalak	24.	Panthep	Laohachai
25.	Manop	Charoenchaitrakool	26.	Yodyium	Tipsuwan
27.	Wachira	Chongburee	28.	Wichai	Siwakosit
29.	Siriroj	Sirisukprasert	30.	Somying	Thainimit
31.	Apirat	Laobuthee	32.	Ekasit	Kositsakulchai
33.	Usana	Tuntoolavest	34.	Sirivat	Poonvasin
35.	Utchara	Duangdeun	36.	Chatpan	Khamyat
37.	Chaiporn	Jaikaeo	38.	Charay	Lerdsudwichai
39.	Yodyium	Tipsuwan	40.	Punpiti	Piamsa-nga
41.	Dusit	Thanapatay	42.	Songpol	Charuvisit
43.	Theerapong	Chanpheng	44.	Tumrong	Puttapitukporn
45.	Nantachai	Kantanantha	46.	Parinya	Chakartnarodom
47.	Pisut	Raphisak	48.	Poonlap	Lamsichan
49.	Miti	Ruchanurucks	50.	Maythee	Saisriyoot
51.	Ratchatee	Techapiesancharoenkij	52.	Worapong	Srisoros
53.	Withit	Chatlatanagulchai	54.	Wiroonsak	Santipach
55.	Sarawut	Premjai	56.	Somjate	Patcharaphun
57.	Suneat	Pranonsatit	58.	Supaporn	Kaewko Leopairojna
59.	Suwitchaporn	Witchakul	60.	Amornrat	Lertworasirikul
61.	Apichart	Chaengbamrung	62.	Apichart	Rodchanarowan
63.	Anchana	Wongsto	64.	Parpot	Kunthong
65.	Ampika	Bansiddhi	66.	Ekachai	Phaisangittisagul
67.	Ekathai	Wirojsakunchai	68.	Kanjanapan	Sukvichai
69.	Pimpan	Pruengam	70.	Suwiwat	Subsankul

Subject: Architecture and Engineering (external)

1.	Sitthiporn	Piromruen	2.	Chaiyasit	Dankittikul
3.	Nuntana	Siraprapasiri	4.	Pawinee	Lamtrakul
5.	Rawiwan	Oranratmanee			

การใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด (ห้องชุดประเภทอยู่อาศัย, สำนักงานหรือร้านทั่วไป)

Using Artificial Neural Networks for the Design of Electrical System for Buildings (Residential , Office or Shop Apartment)

บัณฑิต ฤทธิ์ทอง[1] และ ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล[2]

Bundit Rittong[1] , and Chatchai Suppitaksakul[2]

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวิธีการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการหาข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อช่วยในการวางแผน และประเมินราคาการติดตั้งระบบไฟฟ้า โดยใช้ตัวแปรที่ต้องการออกแบบเป็นตัวป้อนเข้า หรืออินพุต ซึ่งได้แก่ ประเภทห้องชุด ขนาดพื้นที่ห้องชุด (20-100 ตารางเมตร) ระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง ชนิดของระบบไฟฟ้า (1 เฟส หรือ 3 เฟส) โดยคิดที่ห้องชุด 1 ห้อง ตามลำดับ และส่วนเอาท์พุท หรือคำตอบที่ต้องการได้แก่ ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ ขนาดสายเฟส ขนาดสายดิน ขนาดท่อโลหะ ระยะทางการเดินสาย โดยนำตัวแปรดังกล่าวมาใช้ในการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งข้อมูลที่ใช้ได้มาจากการคำนวณตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย จากผลการทดสอบวิธีที่นำเสนอสามารถหาคำตอบได้อย่างรวดเร็วแม้ผู้ใช้ไม่มีความชำนาญในการออกแบบ ซึ่งผลที่ได้อยู่ในระดับที่น่าพอใจ

ABSTRACT

This paper proposes a novel technique for designing the electrical system of buildings using an Artificial Neural Network (ANN). The ANN is employed as a classifier for searching the data of the required electrical equipments in the data base which can help in saving time for estimating budget and planning for the electrical system installation. The data that obtained from the calculation according to the Electrical Installation Standard of Thailand are used as ANN training and testing sets. The data for an apartment as follows: types of the apartment, the apartment area (20-100 m^2), air-condition system, electrical system (1 or 3 phase) are used as inputs of the ANN. The size of meter, circuit breaker, dimension of phase conductors, grounding conductors, metal conduits and the length of conductors are employed as output of the ANN. The satisfactory results were provided with a short time consuming although it was used by a new designer.

Keywords: Back-propagation neural network, Electrical System design for buildings

E-mail: bas_bandit@yahoo.com and schai910@yahoo.co.uk

[1]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Department of Electrical , Faculty of Engineering , Rajamangala University of Technology Thanyaburi

[2]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Department of Electrical , Faculty of Engineering , Rajamangala University of Technology Thanyaburi

คำนำ

ปัจจุบันเมื่อรับงานออกแบบระบบไฟฟ้าจากเจ้าของโครงการวิศวกรไฟฟ้าต้องนำเสนอหลักการข้อมูลอุปกรณ์ ระบบไฟฟ้าและประมาณราคาเบื้องต้น เพื่อนำเสนอเจ้าของโครงการเพื่อประกอบการตัดสินใจในการลงทุน ผู้ออกแบบต้องใช้ความชำนาญ ทักษะ ระมัดระวัง ความผิดพลาดที่อาจเกิดจากผู้ออกแบบ เนื่องจากต้องใช้ข้อมูลรายละเอียดมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า เป็นจำนวนมากซึ่งจะเห็นว่า กระบวนการออกแบบเพื่อนำไปประมาณราคา ที่ใกล้เคียงกับการติดตั้งจริงต้องใช้เวลานาน ดังนั้นบทความนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียม เพื่อลดขั้นตอนความยุ่งยากในการคำนวณ และระยะเวลาในการออกแบบ โดยในบทความนี้ จะกล่าวถึงอุปกรณ์และวิธีการ ผลการทดลองและวิจารณ์ สรุป ตามลำดับ

อุปกรณ์และวิธีการ

ข้อมูลที่จะนำไปใช้เป็นค่าของตัวแปรที่นำไปสอน และทดสอบโครงข่ายนั้นจะคำนวณตามมาตรฐานที่ใช้ในประเทศไทย ดังต่อไปนี้

1. การคำนวณโหลดห้องชุด

คำนวณโหลดตามพื้นที่ใช้สอยทั้งหมด รวมทั้งห้องครัวและห้องน้ำ แต่ไม่รวมพื้นที่ส่วนที่เป็นระเบียงหรือเฉลียง การคำนวณจะแยกตามประเภทของห้องชุด และห้ามใช้ค่าดีมานด์แฟกเตอร์ ตามตารางที่ 1 [1]

ตารางที่ 1 สูตรการคำนวณโหลดห้องชุด

ประเภท	พื้นที่ห้อง ตร.ม.	สูตรการคำนวณ หน่วยเป็น (VA)	
		ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
1. อยู่อาศัย	ไม่เกิน 55	VA=(90×A)+1,500	VA=(20×A)+1,500
	ไม่เกิน 180	VA=(90×A)+3,000	VA=(20×A)+3,000
2. สำนักงานหรือร้านทั่วไป(ทุกขนาด)		VA=155×A	VA=85×A
กำหนดให้ A = พื้นที่ห้องไม่รวมเฉลียงหรือระเบียงเป็น ตร.ม.			

2 เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าของห้องชุด

ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำให้ใช้ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าตามโหลดห้องชุดที่คำนวณได้มากำหนดขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าสำหรับห้องชุด โดยขนาดต้องไม่เล็กกว่าที่กำหนดของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) [1-2]

3 การป้องกันกระแสเกินของเครื่องวัด

ต้องติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ทางด้านไฟเข้าเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าทุกเครื่อง เซอร์กิตเบรกเกอร์ต้องมีขนาดพิกัดตามสมการที่ (1) [3]

$$I_{CB} \geq 1.25I_L \qquad (1)$$

โดยที่ I_{CB} คือ ขนาดพิกัดกระแสของเซอร์กิตเบรกเกอร์ (A), I_L คือ กระแสโหลด (A)

[1]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
Department of Electrical , Faculty of Engineering , Rajamangala University of Technology Thanyaburi
[2]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
Department of Electrical , Faculty of Engineering , Rajamangala University of Technology Thanyaburi

4 การกำหนดขนาดตัวนำประธานเข้าห้องชุด

พิกัดกระแสของตัวนำประธานตามสมการที่ (2) [3] และต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 6 mm^2

$$I_C \geq I_{CB} \quad (2)$$

โดยที่ I_C คือ ขนาดพิกัดกระแสของตัวนำ (A), I_{CB} คือ ขนาดพิกัดกระแสของเซอร์กิตเบรกเกอร์ (A)

5 ขนาดสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

การเลือกขนาดสายดินตามขนาดของเครื่องป้องกันกระแสเกินตามตารางที่ 2 [2]

ตารางที่ 2 ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกินไม่เกิน (แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)
16	1.5*
20	2.5*
40	4*
70	6*
100	10
200	16

หมายเหตุ * ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าใช้สำหรับที่อยู่อาศัยหรืออาคารของผู้ใช้ไฟที่อยู่ใกล้หม้อแปลงระบบจำหน่ายภายในระยะ 100 เมตร

6 แรงดันตก

แรงดันตกจากจุดรับไฟจนถึงจุดใช้ไฟจุดสุดท้ายรวมกันต้องไม่เกิน 5% การคำนวณค่าแรงดันตกตามสมการที่ (3)-(6) [1-3]

1 เฟส 2 สาย $$VD \approx 2I(R\cos\theta + X\sin\theta) \quad (3)$$

$$\%\,VD = \left(\frac{VD}{220}\right) \times 100\% \quad (4)$$

3 เฟส 4 สาย $$VD \approx \sqrt{3}I(R\cos\theta + X\sin\theta) \quad (5)$$

$$\%\,VD = \left(\frac{VD}{380}\right) \times 100\% \quad (6)$$

โดยที่ VD คือ แรงดันตก (V)

I คือ กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร (A)

R คือค่าความต้านทานทางเดียวของสายไฟฟ้า (Ω)

X คือค่ารีแอกแตนซ์ทางเดียวของสายไฟฟ้า (Ω)

$\cos\theta$ คือ ค่าตัวประกอบกำลังของโหลด (P.F.)

7 จำนวนสายไฟฟ้าสูงสุดในท่อร้อยสาย

[1]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Department of Electrical , Faculty of Engineering , Rajamangala University of Technology Thanyaburi

[2]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Department of Electrical , Faculty of Engineering , Rajamangala University of Technology Thanyaburi

คำนวณจากพื้นที่หน้าตัดรวมทั้งฉนวนและเปลือกของสายทุกเส้นในท่อร้อยสายต้องไม่เกินที่กำหนดในตารางที่ 3 [2]

ตารางที่ 3 พื้นที่หน้าตัดสูงสุดรวมของสายไฟทุกเส้นคิดเป็นร้อยละเทียบกับพื้นที่หน้าตัดของท่อ

จำนวนสายในท่อสาย	1	2	3	4	มากกว่า 4
สายไฟทุกชนิดยกเว้นสายชนิดปลอกตะกั่วหุ้ม	53	31	40	40	40
สายไฟชนิดมีปลอกตะกั่วหุ้ม	55	30	40	38	35

พื้นที่หน้าตัดท่อร้อยตามสมการที่ (7) [3]

$$A = \frac{\pi}{4}d^2 \qquad (7)$$

โดยที่ A คือ พื้นที่หน้าตัด (mm^2), d คือ เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)

8 โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network)

ในปัจจุบันนี้คอมพิวเตอร์ได้ถูกนำมาใช้งานอย่างกว้างขวางแต่ยังคงมีขีดความสามารถจำกัดอยู่เมื่อเทียบกับสมองมนุษย์ ซึ่งสมองสามารถจดจำและเรียนรู้จากประสบการณ์ในอดีตและนำปรับใช้กับสถานการณ์ปัจจุบัน ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาการทำงานของสมอง เพื่อนำมาเป็นแบบจำลองของเซลล์ประสาท โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) และศึกษากระบวนการเรียนรู้ (Learning Algorithm) เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งการนำทฤษฎีต่างๆ ของโครงข่ายประสาทที่ผ่านการพัฒนามาหลายสิบปีมาประยุกต์ใช้กับงานจริงมีอย่างมากมายหลายด้าน เช่น โทรคมนาคม นำมาใช้ในการบีบข้อมูลและภาพ ระบบนักบินอัตโนมัติ การแปลภาษาพูด การจดจำเสียง การจดจำภาพ การจดจำรูปแบบ ซึ่งจะจดจำแบบเดิมและจำรูปภาพนั้นเมื่อพบอีกครั้ง นอกจากนี้ยังมีการใช้งานแบบอื่น เช่น การใช้ในระบบควบคุม การวิเคราะห์การตลาด เป็นต้น

ในส่วนของการนำโครงข่ายประสาทเทียมเข้ามาประยุกต์ใช้ในงานที่เกี่ยวกับไฟฟ้ากำลังมีหลายด้านด้วยกัน เช่น การทำนายการจ่ายโหลดอย่างประหยัดโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม[4] การประมาณค่าความสูญเสียทางไฟฟ้าในหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟสโดยการใช้โครงข่ายประสาทเทียม[5] เป็นต้น เนื่องจากคุณสมบัติในการแยกแยะข้อมูลจำนวนมากได้ โดยใช้การเรียนรู้และจดจำข้อมูลที่ได้ฝึกสอน อีกทั้งวิธีการคำนวณเป็นแบบขนานคือทำการคำนวณข้อมูลที่ป้อนให้พร้อมกันทั้งหมดทำให้ได้คำตอบเร็ว บทความนี้จึงมีแนวคิดที่จะประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด

9 การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียม

ในบทความนี้เลือกใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้นป้อนค่าไปข้างหน้า (Feed-forward Multilayer Neural Network) และมีการปรับค่าถ่วงน้ำหนักในแต่ละชั้น แบบแพร่ค่าย้อนกลับ (Back - Propagation) ประกอบด้วย ชั้นอินพุท (Input Layer), ชั้นซ่อน (Hidden Layer), ชั้นเอาท์พุท (Output Layer) โดยมีการเชื่อมโยงในแต่ละชั้นแบบต่อถึงกันหมดคือ ทุกๆนิวรอนในชั้นอินพุทจะส่งสัญญาณไปยังชั้นซ่อนชั้นแรกส่งต่อไปจนถึงชั้นซ่อนสุดท้ายและจะส่งสัญญาณไปยังชั้นเอาท์พุท วิธีการคำนวณลักษณะนี้มีชื่อตามลักษณะดังกล่าวว่า Forward - Propagation ขั้นต่อไปจะเป็นการคำนวณแบบ Backward - Propagation จะนำผลลัพธ์ที่ได้จากเอาท์พุทโครงข่ายมาเปรียบเทียบกับเอาท์พุทเป้าหมายเพื่อคำนวณค่าผิดพลาด แล้วค่าผลต่างจะถูกส่งกลับไปยังชั้นซ่อน ขั้นตอนสุดท้ายจะนำค่าผิดพลาดที่ได้มาใช้ในการปรับค่าถ่วงน้ำหนัก โดยการปรับค่าถ่วงน้ำหนักและค่าไบแอสจะมีอัลกอลิทึม สำหรับใช้ในการปรับค่าโดยคิดจากค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นแล้วนำค่า

[1]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
Department of Electrical , Faculty of Engineering , Rajamangala University of Technology Thanyaburi
[2]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
Department of Electrical , Faculty of Engineering , Rajamangala University of Technology Thanyaburi

ผิดพลาดนั้นไปคำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักและค่าไบแอสค่าใหม่ กระบวนการจะกลับไปทำซ้ำในขั้นตอนแรกจนกระทั่งค่าผิดพลาดที่ได้มีค่าน้อยกว่าค่าผิดพลาดต่ำสุดที่กำหนดไว้ [4]

โดยตัวแปรอินพุทสำหรับโครงข่ายประสาทเทียมที่นำมาใช้งานสำหรับออกแบบอาคารชุดจำนวน 1 ห้อง มีทั้งหมด 4 ตัวแปร คือ 1.พื้นที่ห้อง 2. ประเภทของอาคารชุด 3.ระบบทำความเย็น และ 4. ระบบไฟฟ้า ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การกำหนดค่าตัวแปรอินพุท

Input	Possible Values
พื้นที่ห้อง	20 – 100 ตารางเมตร
ประเภท	1 : อยู่อาศัย
	2 : สำนักงานหรือร้านค้าทั่วไป
ระบบทำความเย็น	1 : ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
	2 : มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
ระบบไฟฟ้า	1 เฟส
	3 เฟส

จากการคำนวณจำนวนข้อมูลที่นำไปกำหนดค่าตัวแปรอินพุท มีจำนวนทั้งหมด 648 ชุด หลังจากนั้นทำการปรับข้อมูลอินพุทที่ได้จากกำหนดค่าตัวแปรอินพุท (Pre-processing) ให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน (Normalization) ให้อยู่ในช่วง -1 ถึง 1 ตามสมการที่ 8 [7] และ อินพุทสำหรับโครงข่ายฯ ตามตารางที่ 5

$$Normalized\ Input = \left[\frac{2x(Input - MinInput)}{(MaxInput - MinInput)}\right] - 1 \qquad (8)$$

ตารางที่ 5 ข้อมูลอินพุทที่สำหรับฝึกสอนและทดสอบโครงข่าย

ชุดที่	Normalized input			
	พื้นที่ห้อง(m^2)	ประเภทของอาคาร	ระบบทำความเย็น	ระบบไฟฟ้า
1	-0.616	-1	-1	-1
2	-0.616	-1	-1	-0.96
3	-0.616	-1	-0.98	-1
...	...	...	...	...
647	1	-0.98	-0.98	-1
648	1	-0.98	-0.98	-0.96

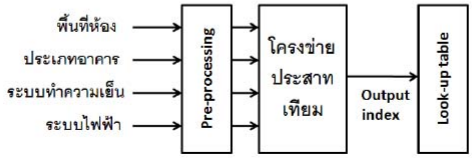
หลังจากได้ข้อมูลอินพุทที่ต้องการ ทำการกำหนดค่าตัวแปรเอาท์พุทที่ได้จากการคำนวณตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ 8 ประเภทข้อมูลตามตารางที่ 6 ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลแสดงผลใน Look-up Table โดยจำนวนข้อมูลที่ได้จากการกำหนดค่าตัวแปรอินพุท มีจำนวนทั้งหมด 648 ชุด แบ่งออกเป็นชุดฝึกสอนจำนวน 520 ชุด และกำหนดชุดทดสอบชุดที่ 33-40,73-80,113-120,153-160,193-200,233-240,273-280,313-320,353-360,393-400,433-440,473-480,513-520,553-560,593-600,633-640 จำนวน 128 ชุด

[1]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
Department of Electrical , Faculty of Engineering , Rajamangala University of Technology Thanyaburi
[2]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
Department of Electrical , Faculty of Engineering , Rajamangala University of Technology Thanyaburi

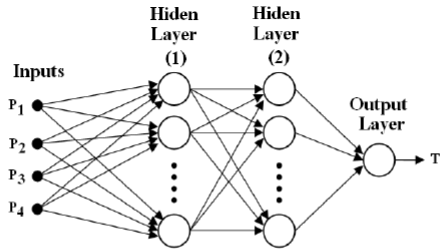
ตารางที่ 6 การกำหนดค่าตัวแปรเอาท์พุท

Output Index	Look-up Table					
	เครื่องวัด (A)	เบรกเกอร์ (AT)	สายเฟส (mm^2)	สายดิน (mm^2)	ท่อโลหะ (นิ้ว)	ระยะVD 2% (m)
1	ไม่มีค่า					
2	5(15)1เฟส กฟน.,กฟภ.	16 1เฟส	2x6	1x4	3/4	60
3	15(45)1เฟส กฟน.	50 1เฟส	2x16	1x6	1	53
4	15(45)1เฟส กฟน.,กฟภ.	50 1เฟส	2x16	1x6	1	53
5	30(100)1เฟส กฟน.,กฟภ.	100 1เฟส	2x50	1x10	1-1/2	61
6	50(150)1เฟส กฟน.	125 1เฟส	2x70	1x16	1-1/2	65
7	15(45)3เฟส กฟน.	50 3เฟส	4x16	1x6	1-1/4	106
8	15(45)3เฟส กฟน.,กฟภ.	50 3เฟส	4x16	1x6	1-1/4	106

จากข้อมูลของ 4 อินพุท และ 1 เอาท์พุท จำนวน 520 ชุด จะถูกนำมาฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม ดังในรูปที่ 1 และโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมของงานที่นำเสนอในรูปที่ 2



รูปที่ 1 สถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียม



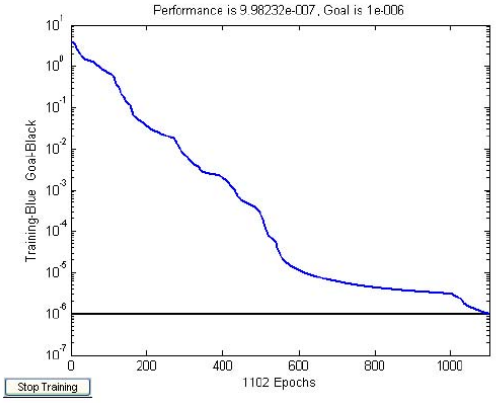
รูปที่ 2 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมที่นำเสนอ

โครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ประกอบไปด้วย 4 อินพุท 2 ชั้นซ่อน และ 1 ชั้นเอาท์พุท โดยใช้ฟังก์ชันถ่ายโอน Hyperbolic Tangent Sigmoid (Tansig) ในชั้นซ่อน (Hidden Layer), และ Linear ในชั้นเอาท์พุท (Output Layer) โดยค่าเอาท์พุทเป็นเลขดัชนีที่ใช้ในการชี้ค่า Look - up Table

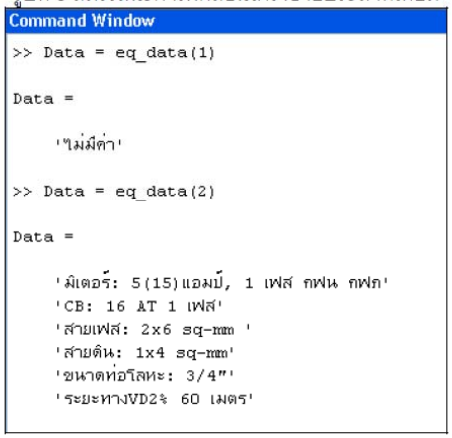
ในส่วนอัลกอริทึมในการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมใช้แบบ Levenberg - Marquardt [6] เนื่องจากมีเสถียรภาพ และ มีอัตราการฝึกสอนที่สั้น และใช้เวลาการฝึกสอนน้อย ซึ่งจากการฝึกสอนพบว่าจำนวนนิวรอนที่เหมาะสมในชั้นซ่อน (Hidden Layer) ที่ 1 เท่ากับ 16 นิวรอน และชั้นซ่อนที่ 2 เท่ากับ 15 นิวรอน เพื่อให้ได้ค่าเอาท์พุท ตรงกับอินพุทที่ป้อนเข้าไป โดยสมรรถนะของกระบวนการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งมีการฝึกสอนจำนวน 1102 รอบ ผลลัพธ์ที่ได้เอาท์พุทเป็นเลขดัชนี 1 ถึง 8 โดยจะนำไปชี้ค่า Look – up Table

[1]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
Department of Electrical , Faculty of Engineering , Rajamangala University of Technology Thanyaburi
[2]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
Department of Electrical , Faculty of Engineering , Rajamangala University of Technology Thanyaburi

ตามตารางที่ 6 เพื่อให้มีการแสดงผลเป็นข้อมูลที่นำไปใช้ในการประเมิน โดยมีการแสดงผลที่ทำการออกแบบในเบื้องต้น ดังตัวอย่างรูปที่ 4



รูปที่ 3 สมรรถนะการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม



รูปที่ 4 การแสดงผลที่ได้จากเอาท์พุทเลขดัชนี 1 และ 2

ผลการทดลองและวิจารณ์

โครงข่ายประสาทเทียมที่ผ่านการฝึกสอน จะถูกทดสอบ โดยป้อนข้อมูลอินพุทของชุดฝึกสอน และสังเกตผลเอาท์พุทที่เป็นเลขดัชนีว่าตรงกับ ชุดเอาท์พุทที่ใช้เป็นตัวอย่างในการฝึกสอนหรือไม่ จากผลจากการทดสอบพบว่าโครงข่ายประสาทเทียมสามารถให้คำตอบที่ถูกต้องทั้งหมด ซึ่งแสดงว่าโครงข่ายฯ สามารถจัดประเภทของอินพุท และเอาท์พุทที่ถูกต้อง หลังจากนั้นได้นำข้อมูลที่เตรียมไว้ทดสอบจำนวน 128 ชุด โดยเลือกเฉพาะค่าอินพุทมาทดสอบ และนำผลลัพธ์ที่ได้จากเอาท์พุทเป็นเลขดัชนีจากโครงข่ายฯมาเทียบกับค่าเอาท์พุทของชุดทดสอบทั้ง 128 ชุด จากการทดสอบพบว่ามีเอาท์พุทที่ไม่ถูกต้อง จำนวน 8 ชุด จากชุดทดสอบ 128 ชุด

[1]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
Department of Electrical , Faculty of Engineering , Rajamangala University of Technology Thanyaburi
[2]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
Department of Electrical , Faculty of Engineering , Rajamangala University of Technology Thanyaburi

นำมาคำนวณค่าผิดพลาดคิดเป็นได้ 6.25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่าความผิดพลาดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ [4] ส่วนการแสดงผลนั้นขึ้นอยู่กับเลขดัชนีเอาท์พุท ซึ่งถ้าค่าถูกต้องจะได้การแสดงผลที่ถูกต้องเช่นกัน

ในการฝึกสอนโครงข่ายฯ นั้นจะใช้เวลาพอสมควร จากการทดลองใช้เวลาในการฝึกสอน 3.14 นาที โดยประมาณทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนและความเร็วของคอมพิวเตอร์ที่ใช้ ในส่วนของการใช้งานนั้น จะใช้เวลาน้อยมากในการประมวลผล เนื่องจากเป็นการประมวลผลแบบขนาน จากการทดลองใช้เวลาประมาณ 0.0469 วินาที ประมวลผลโดยใช้โปรแกรม MATLAB ด้วยคอมพิวเตอร์ที่ใช้ CPU: Pentium 4 ความเร็ว 1.80Ghz RAM: 512 MB

สรุป

ในการศึกษานี้เป็นการนำเสนอการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียม ชนิดแพร่ค่าย้อนกลับในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า วิธีที่นำเสนอสามารถหาคำตอบ และช่วยในการออกแบบได้ แม้ไม่มีความชำนาญ อีกทั้งลดระยะเวลาในการออกแบบได้มาก โดยมีความผิดพลาดอยู่ที่ 6.25% ซึ่งสามารถนำไปขยายใช้กับห้องชุดที่มีขนาดพื้นที่ใหญ่ขึ้นได้ เพียงแต่ปรับข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอน

ในส่วนของกระบวนการฝึกสอน และการทดสอบโครงข่ายประสาทเทียม แสดงให้เห็นว่าถ้าข้อมูลในการฝึกสอนมากขึ้นน่าจะลดเปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาดได้ และสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไปในอนาคต ซึ่งในงานติดตั้งระบบไฟฟ้าจริงต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการติดตั้งระบบไฟฟ้าต้องไม่มีความผิดพลาด

ในส่วนของการประเมินประสิทธิภาพของวิธีที่นำเสนอนั้นในบทความนี้ ยังไม่ได้ทำการประเมิน แต่มีแนวทางในการดำเนินการโดยการนำไปให้วิศวกรผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าทดลองใช้ และตรวจสอบเทียบความถูกต้องกับการคำนวณแบบที่ใช้อยู่

เอกสารอ้างอิง

[1] ลือชัย ทองนิล, 2551 การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า, ปรับปรุงครั้งที่ 2, พิมพ์ครั้งที่ 17

[2] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, 2551 มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย, ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1

[3] ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์, 2548 การออกแบบระบบไฟฟ้า (Electrical System Design), พิมพ์ครั้งที่ 2

[4] ภูริสัณห์ ลักขษร , 2548 การทำนายการจ่ายโหลดอย่างประหยัดโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[5] วิชัย แซ่ลี่ และ ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล, 2551 การประมาณค่าความสูญเสียทางไฟฟ้าในหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟสโดยการใช้โครงข่ายประสาทเทียม การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 31 (EECON31) จัดโดยคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และมหาวิทยาลัยศรีปทุม รอแยลฮิลล์ กอล์ฟรีสอร์ท แอนด์ สปา จังหวัดนครนายก

[6] M.T. Hagan, H.B. Demuthand M. Beale, 1996 Neural Network Design, PWS Publishing Company, USA

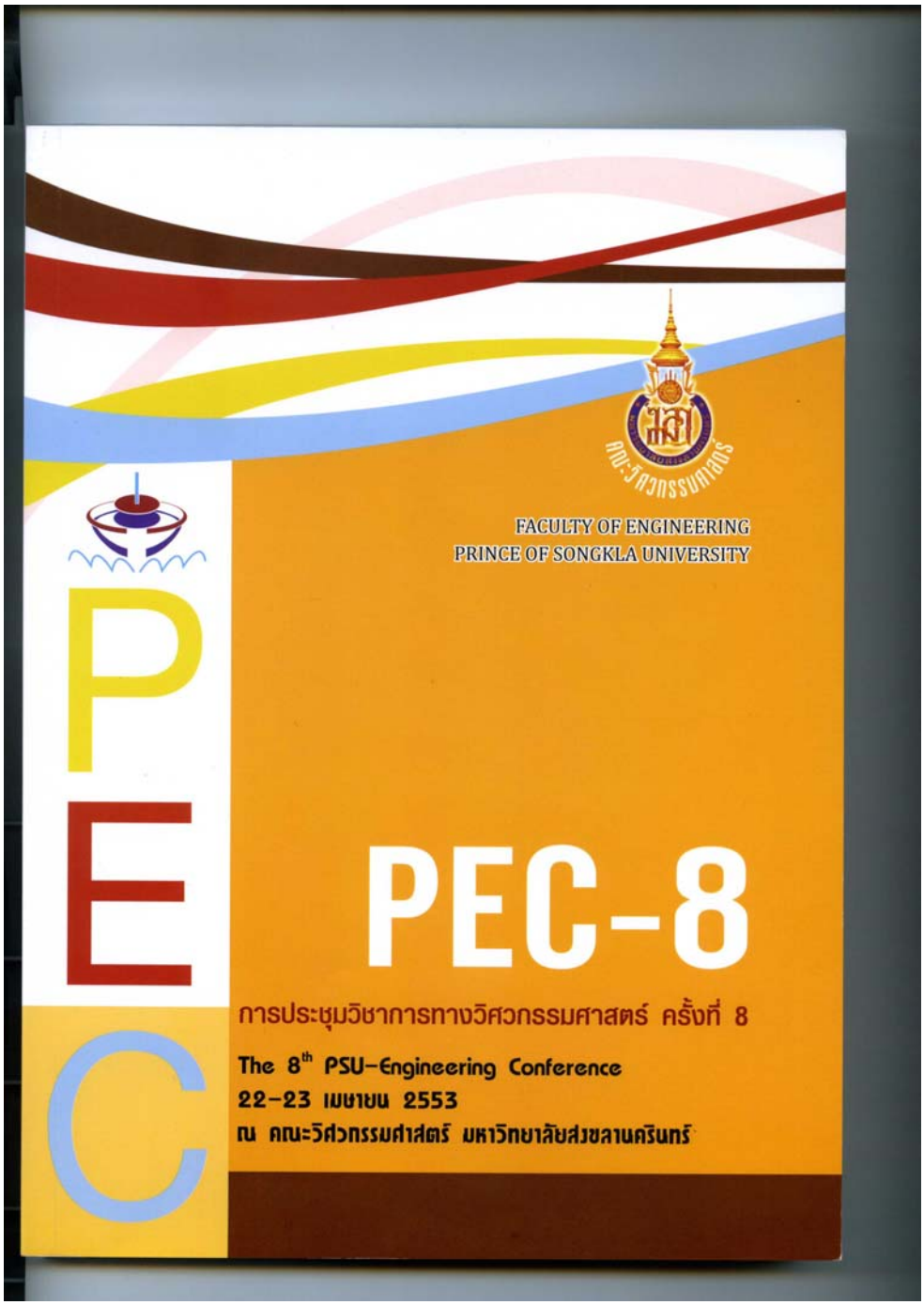
[7] NeuralNetwork Toolbox, User's Guide, The Mathworks Inc., January 1998.

[1]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Department of Electrical , Faculty of Engineering , Rajamangala University of Technology Thanyaburi

[2]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Department of Electrical , Faculty of Engineering , Rajamangala University of Technology Thanyaburi



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ขอมอบเกียรติบัตรนี้เพื่อแสดงว่า

คุณบัณฑิต ฤทธิ์ทอง
คุณฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล

ได้เข้าร่วมนำเสนอบทความเรื่อง

การออกแบบระบบไฟฟ้า
สำหรับอาคารชุดโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม

การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ ครั้งที่ 8 (PEC-8)
วันที่ 22 - 23 เมษายน 2553
ณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ให้ไว้ ณ วันที่ 22 เมษายน 2553

(รองศาสตราจารย์ ดร.จรัญ บุญกาญจน์)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

ประกาศเกียรติคุณผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ
การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 8
ระหว่างวันที่ 22 - 23 เมษายน 2553 ณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ด้วยการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 8 (PEC-8) ได้รับความกรุณาจากผู้ทรงคุณวุฒิหลายท่าน จากหลายสถาบัน/หน่วยงาน ที่ได้ใช้ความรู้และประสบการณ์ทางวิชาการพิจารณาบทความที่ส่งเข้าร่วมการประชุมวิชาการ PEC-8 ด้วยความอุตสาหะยังผลให้การประชุมวิชาการ PEC-8 ดำเนินการไปด้วยความสมบูรณ์และมีคุณภาพ นอกจากนี้แล้วความร่วมมือจากผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านยังก่อให้เกิดคุณูปการทางวิชาการ อีกทั้งได้ร่วมสร้างบรรยากาศทางวิชาการ และเป็นการเผยแพร่ชื่อเสียงของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อีกด้วย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จึงใคร่ขอขอบพระคุณและประกาศเกียรติคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ดังรายนามต่อไปนี้ ไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ก. ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกมหาวิทยาลัย

1. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

1.	รศ.ดร.วิโรจน์	บุญอำนวยวิทยา	คณะวิศวกรรมศาสตร์
2.	รศ.ดร.สมเกียรติ	ปรัชญาวรากร	คณะวิศวกรรมศาสตร์
3.	ผศ.ดร.สุรชัย	สนิทใจ	คณะวิศวกรรมศาสตร์
4.	ดร.เดือนใจ	สมบูรณ์วิวัฒน์	คณะวิศวกรรมศาสตร์
5.	ดร.คุภกิตติ์	โชติโก	คณะวิศวกรรมศาสตร์

2. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

1.	ผศ.ดร.เสริมศักดิ์	เอื้อตรงจิตต์	คณะวิศวกรรมศาสตร์
2.	ผศ.ดร.นิวิท	เจริญใจ	คณะวิศวกรรมศาสตร์
3.	ผศ.ดร.อภิชาต	โสภาแดง	คณะวิศวกรรมศาสตร์
4.	ดร.นงค์นุช	เรืองจิตต์	คณะวิทยาศาสตร์

3. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.	รศ.ดร.ผึ่งผาย	พรรณวดี	คณะวิทยาศาสตร์
2.	รศ.ดร.สุวิมล	สัจจวาณิชย์	คณะวิศวกรรมศาสตร์
3.	รศ.ดร.พงศ์ชนัน	เหลืองไพบูลย์	คณะวิศวกรรมศาสตร์
4.	ผศ.ดร.อนันต์	ผลเพิ่ม	คณะวิศวกรรมศาสตร์

4. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1.	รศ.ดร.อรรถกร	เก่งพล	คณะวิศวกรรมศาสตร์
2.	รศ.สมนึก	วัฒนศรียกุล	คณะวิศวกรรมศาสตร์
3.	ผศ.ดร.สมพร	สิริสำราญนุกูล	คณะวิศวกรรมศาสตร์
4.	ผศ.ดร.สมศักดิ์	อรรคทิมากูล	คณะวิศวกรรมศาสตร์

5. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

1.	ผศ.ดร.ไชยณรงค์	จักรธรานนท์	คณะวิศวกรรมศาสตร์
2.	ผศ.ดร.ผดุงศักดิ์	รัตนเดโช	คณะวิศวกรรมศาสตร์
3.	ดร.จิรวรรณ	คล้อยภยันต์	คณะวิศวกรรมศาสตร์

6. มหาวิทยาลัยมหิดล

1.	รศ.ดร.ดวงพรรณ	ศฤงคารินทร์	คณะวิศวกรรมศาสตร์
2.	รศ.ดร.จิตต์ลัดดา	ศักดาภิพาณิชย์	คณะวิทยาศาสตร์
3.	ผศ.ดร.สุกัญญา	พงษ์สุภาพ	คณะวิทยาศาสตร์

7. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.	ดร.เกริก	ภิรมย์โสภา	คณะวิศวกรรมศาสตร์
2.	ดร.ปวีณา	เชาวลิตวงศ์	คณะวิศวกรรมศาสตร์

8. มหาวิทยาลัยขอนแก่น

1.	รศ.ดร.พรเทพ	ขอขจายเกียรติ	คณะวิศวกรรมศาสตร์
2.	ผศ.อนัตต์	เจ่าสกุล	คณะวิศวกรรมศาสตร์

9. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

1.	ผศ.ดร.สมบัติ	สินธุเชาวน์	คณะวิศวกรรมศาสตร์
2.	ผศ.ดร.สุขอังคณา	ลี	คณะวิศวกรรมศาสตร์

10. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.	รศ.ดร.มนัส	สังวรศิลป์	คณะวิศวกรรมศาสตร์

11. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

1.	ผศ.ดร.จุไรวัลย์	รัตนะพิสิฐ	คณะวิศวกรรมศาสตร์

12. มหาวิทยาลัยบูรพา

1.	ผศ.ดร.สยาม	ยิ้มศิริ	คณะวิศวกรรมศาสตร์

13. มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

1.	ผศ.สิริวิช	ทัดสวน	คณะวิศวกรรมศาสตร์

14. มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

1.	ผศ.วิจิตรา	เพ็ชรกิจ	สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และทรัพยากร

ข. ผู้ทรงคุณวุฒิภายในมหาวิทยาลัย

1. คณะวิศวกรรมศาสตร์

1.	รศ.บุญเจริญ	วงศ์กิตติศึกษา	ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
2.	รศ.ดร.เกริกชัย	ทองหนู	ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
3.	ผศ.ดร.ณัฏฐา	จินดาเพ็ชร์	ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
4.	ผศ.ดร.วิกลม	ธีรภาพขจรเดช	ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
5.	ผศ.ดร.พรชัย	พฤกษ์ภัทรานนท์	ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
6.	ผศ.ดร.กุสุมาลย์	เฉลิมยานนท์	ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
7.	ผศ.ดร.ภาณุมาส	คำสัตย์	ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
8.	ผศ.คณดิต	เจษฎ์พัฒนานนท์	ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
9.	ผศ.สาวิตร์	ตันฑนุช	ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
10.	ผศ.สุระพล	เธียรมนตรี	ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
11.	ผศ.ธวัชชัย	ทางรัตนสุวรรณ	ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
12.	ผศ.ปริพนธ์	พัฒนสัตยวงศ์	ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
13.	ผศ.เลียง	คูบุรัตถ์	ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
14.	ผศ.สมพัฒน์	รุ่งตะวันเรืองศรี	ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
15.	ดร.มณเทพ	เกียรติวีระสกุล	ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
16.	อ.ปราโมทย์	จูฑาพร	ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
17.	รศ.ดร.ชาคริต	ทองอุไร	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
18.	รศ.ดร.จรัญ	บุญกาญจน์	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
19.	รศ.ดร.สุภวรรณ	ฏิระวณิชย์กุล	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
20.	ผศ.ดร.ลือพงศ์	แก้วศรีจันทร์	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
21.	ผศ.ดร.จันทิมา	ซั่งสิริพร	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
22.	ผศ.ดร.กุลชนาฐ	ประเสริฐสิทธิ์	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
23.	ผศ.ดร.ผกามาศ	เจษฎ์พัฒนานนท์	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
24.	ผศ.ดร.สุกฤทธิรา	รัตนวิไล	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
25.	ดร.สุธรรม	สุขมณี	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
26.	ดร.พรศิริ	แก้วประดิษฐ์	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
27.	ดร.สินินาฏ	จงคง	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
28.	ดร.สุรัสวดี	กังสนันท์	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
29.	รศ.ดร.สัณห์ชัย	กลิ่นพิกุล	ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
30.	รศ.สมชาย	ชูโฉม	ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
31.	รศ.วนิดา	รัตนมณี	ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
32.	ผศ.ดร.องุ่น	สังขพงศ์	ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
33.	ผศ.ดร.นิกร	ศิริวงศ์ไพศาล	ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
34.	ผศ.ดร.เสกสรร	สุธรรมานนท์	ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
35.	ผศ.ดร.สุภาพรรณ	ไชยประพัทธ์	ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
36.	ผศ.ดร.ธเนศ	รัตนวิไล	ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
37.	ผศ.ดร.นภิสพร	มีมงคล	ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
38.	ผศ.ดร.รัญชนา	สินธวาลัย	ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
39.	ผศ.ดร.กลางเดือน	โพชนา	ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
40.	อ.สุริยา	จิรสถิตสิน	ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
41.	รศ.กัลยาณี	คุปตานนท์	ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ
42.	รศ.ดร.ดนุพล	ดันนโยภาส	ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ
43.	ผศ.ดร.เจษฎา	วรรณสินธุ์	ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ
44.	ผศ.ดร.วีรวรรณ	สุทธิศรีปก	ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ
45.	ดร.วิษณุ	ราชเพ็ชร	ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ
46.	รศ.ดร.อุดมผล	พืชน์ไพบูลย์	ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
47.	ผศ.ดร.ศักดิ์ชัย	ปรีชาวีรกุล	ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
48.	ผศ.ดร.สมบูรณ์	พรพิเนตพงศ์	ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
49.	ผศ.ดร.พรทิพย์	ศรีแดง	ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
50.	ผศ.ดร.สุเมธ	ไชยประพัทธ์	ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
51.	ผศ.ดร.วรพจน์	ประชาเสรี	ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
52.	ผศ.ดร.ภาสกร	ชัยวิริยะวงศ์	ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
53.	ผศ.จรีรัตน์	สกุลรัตน์	ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
54.	ดร.ชัยศรี	สุขสาโรจน์	ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
55.	ดร.ธนิยา	เกาศล	ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
56.	อ.วิวัฒน์	สุทธิวิภากร	ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
57.	รศ.กำพล	ประทีปชัยกูร	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
58.	รศ.สมาน	เสนงาม	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
59.	รศ.ปิญญรักษ์	งามศรีตระกูล	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
60.	รศ.ดร.วรวุธ	วิสุทธิเมธางกูล	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
61.	ผศ.ดร.วิริยะ	ทองเรือง	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
62.	ผศ.ดร.พฤทธิกร	สมิตไมตรี	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
63.	ผศ.ดร.จันทกานต์	ทวีกุล	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
64.	ผศ.สมเกียรติ	นาคกุล	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
65.	ดร.สมชาย	แซ่อึ้ง	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
66.	ดร.พุทธิพงศ์	แสนสบาย	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
67.	ดร.ฐานันดร์ศักดิ์	เทพญา	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
68.	ดร.กิตตินันท์	มลิวรรณ	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

69.	ดร.ชยุต	นันทดุสิต	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
70.	ดร.ธีระยุทธ	หลีวิจิตร	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
71.	ดร.จีระภา	สุขแก้ว	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
72.	ศ.ดร.สินชัย	กมลภิวงศ์	ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
73.	ผศ.ดร.มนตรี	กาญจนะเดชะ	ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
74.	รศ.ดร.มิตรชัย	จงเชี่ยวชำนาญ	ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
75.	รศ.ทศพร	กมลภิวงศ์	ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
76.	ผศ.ดร.พิชญา	ตันทัยย์	ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
77.	ผศ.ดร.สุนทร	วิทูสุรพจน์	ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
78.	ผศ.ดร.วรรณรัช	สันติอมรทัต	ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
79.	ผศ.ดร.ธเนศ	เคารพาพงศ์	ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
80.	ผศ.ทวีศักดิ์	เรืองพีระกุล	ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
81.	ดร.แสงสุรีย์	วสุพงศ์อัยยะ	ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
82.	ดร.นิคม	สุวรรณวร	ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
83.	ดร.อนันท์	ชกสุริวงศ์	ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
84.	อ.ฉัตรชัย	จันทร์พริ้ม	ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
85.	ดร.วัชรวลี	ตั้งคุปตานนท์	หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ (MIT)

2. คณะวิทยาศาสตร์

1.	ผศ.ดร.ภัทร	อัยรักษ์	ภาควิชาฟิสิกส์
2.	ผศ.ดร.ศิริรัตน์	วณิชโยบล	ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
3.	ผศ.ดร.อรสา	ภัทรไพบูลย์ชัย	หลักสูตรสาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์
4.	ดร.ลัดดา	ปรีชาวีรกุล	ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

3. คณะอุตสาหกรรมเกษตร

1.	ผศ.ดร.อัญชลี	ศิริโชติ	ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร

4. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาเขตปัตตานี)

1.	รศ.ดร.เจริญ	นาคะสรรค์	ภาควิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์

ประกาศ ณ วันที่ 22 เมษายน 2553

รองศาสตราจารย์ บุญเจริญ วงศ์กิตติศึกษา
ประธานคณะอนุกรรมการวิชาการและการประชุม PEC-8

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

การออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม

Designing of Electrical System for Buildings Using Artificial Neural Networks

บัณฑิต ฤทธิ์ทอง[1] และ ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล[2]
[1,2]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
39 หมู่ 1 ถ. รังสิต-นครนายก ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110 โทรศัพท์ 0-2555-1816
E-mail: bundit_por@windowslive.com and chatchai.s@en.rmutt.ac.th

Bundit Rittong[1] Chatchai Suppitaksakul[2]
[1,2]Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Klong 6, Thanyaburi, Pathumthani, 12110
E-mail: bundit_por@windowslive.com and chatchai.s@en.rmutt.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวิธีการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดโดยการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการหาข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อช่วยในการวางแผน และนำไปประเมินราคาการติดตั้งระบบไฟฟ้า โดยใช้ตัวแปรที่ต้องการออกแบบเป็นตัวป้อนเข้า หรืออินพุต ซึ่งได้แก่ ประเภทห้องชุด ขนาดพื้นที่ห้องชุด (20-100 ตารางเมตร) ระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง ชนิดของระบบไฟฟ้า (1 เฟส หรือ 3 เฟส) โดยคิดที่ห้องชุด 1 ห้อง ตามลำดับ และส่วนเอาท์พุท หรือคำตอบที่ต้องการได้แก่ ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ ขนาดสายเฟส ขนาดสายดิน ขนาดท่อโลหะ ระยะทางการเดินสาย โดยนำตัวแปรดังกล่าวมาใช้ในการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งข้อมูลที่ใช้ได้มาจากการคำนวณตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย จากผลการทดสอบวิธีที่นำเสนอสามารถหาคำตอบได้อย่างรวดเร็วแม้ผู้ใช้ไม่มีความชำนาญในการออกแบบ ซึ่งผลที่ได้อยู่ในระดับที่น่าพอใจ

คำหลัก: โครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่ค่าย้อนกลับ, การออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด

Abstract

This paper presents a novel technique for designing the electrical system of buildings using an Artificial Neural Network (ANN). The ANN is employed as a classifier for searching the data of the required electrical equipments in the data base which can help in saving time for estimating budget and planning for the electrical system installation. The data that obtained from the calculation according to the Electrical Installation Standard of Thailand are used as ANN training and testing sets. The data for an apartment as follows: types of the apartment, the apartment area (20-100 m^2), air-condition system, electrical system (1 or 3 phase) are used as inputs of the ANN. The size of meter, circuit breaker, dimension of phase conductors, grounding conductors, metal conduits and the length of conductors are employed as output of the ANN. The satisfactory results were provided with a short time consuming although it was used by a new designer.

Keywords: Back-propagation neural network, Electrical System design for buildings

1. บทนำ

ปัจจุบันเมื่อรับงานออกแบบระบบไฟฟ้าจากเจ้าของโครงการวิศวกรไฟฟ้าต้องนำเสนอหลักการข้อมูลอุปกรณ์ ระบบไฟฟ้าและประมาณราคาเบื้องต้น เพื่อนำเสนอเจ้าของโครงการเพื่อประกอบการตัดสินใจในการลงทุน ผู้ออกแบบต้องใช้ความชำนาญทักษะ ระมัดระวัง ความผิดพลาดที่อาจเกิดจากผู้ออกแบบเนื่องจากต้องใช้ข้อมูลรายละเอียดมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก อีกทั้ง กระบวนการออกแบบ เพื่อนำไปประมาณราคาที่ใกล้เคียงกับการติดตั้งจริงต้องใช้เวลานาน จากข้อมูลที่ได้จากผู้ที่อยู่ในธุรกิจรับออกแบบระบบไฟฟ้า และการสืบค้นงานวิจัยในประเทศไทย พบว่าการออกแบบระบบไฟฟ้าที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยมีไม่มาก ที่สืบค้นพบเป็นงานวิจัยของ คุณเรืองรัตน์ ประเสริฐไทย [1] เป็นการนำเสนอโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนามาจาก Visual Basic มาช่วยในการวางแผนการจ่ายโหลดและสายป้อนสำหรับอาคารชุด ซึ่งโปรแกรมดังกล่าวใช้ในการเลือกจำนวนชุดของสายป้อน และขนาดภาระไฟฟ้าของสายป้อนแต่ละ

ชุดเท่านั้น เนื่องการเขียนโปรแกรมมาใช้ในงานระบบไฟฟ้า นอกจากผู้เขียนต้องมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าเป็นอย่างดีแล้ว ยังต้องมีความรู้ในกระบวนการเขียนโปรแกรมอีกด้วย ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาในการศึกษา อีกทั้งขั้นตอนการเขียนค่อนข้างยุ่งยากสำหรับคนที่ไม่มีความรู้ด้านการเขียนโปรแกรมมาก่อน ดังนั้นเพื่อให้การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบระบบง่ายขึ้นบทความนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งมีคุณสมบัติในการแยกแยะข้อมูลจำนวนมากได้ โดยใช้การเรียนรู้และจดจำข้อมูลที่ได้ฝึกสอน อีกทั้งวิธีการคำนวณเป็นแบบขนานคือทำการคำนวณข้อมูลที่ป้อนให้พร้อมกันทั้งหมด ทำให้ได้คำตอบเร็ว และขั้นตอนการเรียนรู้โปรแกรมที่จะนำมาใช้งานน้อยกว่า ที่สำคัญโมเดลสามารถเรียนรู้เพิ่มเติมได้ในกรณีที่มีข้อมูลใหม่เข้ามา อาจจะกล่าวได้ว่าเป็นการนำความรู้ด้านการออกแบบระบบไฟฟ้าด้วยผู้ชำนาญสอนให้คอมพิวเตอร์มีความสามารถเพิ่มขึ้น เพื่อช่วยลดขั้นตอนในการคำนวณ และระยะเวลาในการออกแบบระบบไฟฟ้า

บทความนี้ จะกล่าวถึงวิธีการคำนวณระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดที่ใช้เป็นข้อมูลในการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมในหัวข้อที่ 2 และหัวข้อที่ 3 เป็นการแนะนำโครงข่ายประสาทเทียมโดยสังเขป และอธิบายการประยุกต์โครงข่ายประสาทเทียมมาใช้ในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดในหัวข้อที่ 4 ส่วนหัวข้อที่ 5 และ 6 เป็นการทดลอง ประเมินผล และ สรุปผลการทดลอง

2. การคำนวณระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด

ข้อมูลที่จะนำไปใช้เป็นค่าของตัวแปรที่นำไปสอน และทดสอบโครงข่ายนั้นจะคำนวณตามมาตรฐานที่ใช้ในประเทศไทยดังต่อไปนี้

2.1 การคำนวณโหลดห้องชุด

คำนวณโหลดตามพื้นที่ใช้สอยทั้งหมด รวมทั้งห้องครัวและห้องน้ำ แต่ไม่รวมพื้นที่ส่วนที่เป็นระเบียงหรือเฉลียง การคำนวณจะแยกตามประเภทของห้องชุด โดยไม่นำค่าดีมานด์แฟกเตอร์มาคำนวณ ตามตารางที่ 1 [5]

ตารางที่ 1 สูตรการคำนวณโหลดห้องชุด

ประเภท	พื้นที่ห้อง ตร.ม.	สูตรการคำนวณ หน่วยเป็น (VA)	
		ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
1. อยู่อาศัย	ไม่เกิน 55	VA=(90×A)+1,500	VA=(20×A)+1,500
	ไม่เกิน 180	VA=(90×A)+3,000	VA=(20×A)+3,000
	เกิน 180	VA=(90×A)+6,000	VA=(20×A)+6,000
2. สำนักงานหรือร้านทั่วไป(ทุกขนาด)		VA=155×A	VA=85×A
3. อุตสาหกรรม (ทุกขนาด)		VA=220×A	
กำหนดให้ A = พื้นที่ห้องไม่รวมเฉลียงหรือระเบียงเป็น ตร.ม.			

2.2 เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าของห้องชุด

ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำให้ใช้ตามโหลดห้องชุดที่คำนวณได้มากำหนดขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าสำหรับห้องชุดโดยขนาดต้องไม่เล็กกว่าที่กำหนดของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) [5-6]

2.3 การป้องกันกระแสเกินของเครื่องวัด

ต้องติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ทางด้านไฟเข้าเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าทุกเครื่อง และ ต้องมีขนาดพิกัดตามสมการที่ (1) [7]

$$I_{CB} \geq 1.25I_L \quad (1)$$

โดยที่ I_{CB} คือ ขนาดพิกัดกระแสของเซอร์กิตเบรกเกอร์ (A), I_L คือ กระแสโหลด (A)

2.4 การกำหนดขนาดตัวนำประธานเข้าห้องชุด

พิกัดกระแสของตัวนำประธานตามสมการที่ (2) [7] และต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 6 mm^2

$$I_C \geq I_{CB} \quad (2)$$

โดยที่ I_C คือ ขนาดพิกัดกระแสของตัวนำ (A)

I_{CB} คือ ขนาดพิกัดกระแสของเซอร์กิตเบรกเกอร์ (A)

2.5 แรงดันตก (Voltage drop)

แรงดันตกจากจุดรับไฟจนถึงจุดใช้ไฟจุดสุดท้ายรวมกันต้องไม่เกิน 5% การคำนวณค่าแรงดันตกตามสมการที่ (3)-(6) [5-7]

1 เฟส 2 สาย $VD \approx 2I(R\cos\theta + X\sin\theta)$ (3)

$$\%\,VD = \left(\frac{VD}{220}\right) \times 100\% \quad (4)$$

3 เฟส 4 สาย $VD \approx \sqrt{3}I(R\cos\theta + X\sin\theta)$ (5)

$$\%\,VD = \left(\frac{VD}{380}\right) \times 100\% \quad (6)$$

โดยที่ VD คือ แรงดันตก (V)

I คือ กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร (A)

R คือค่าความต้านทานทางเดียวของสายไฟฟ้า (Ω)

X คือค่ารีแอกแตนซ์ทางเดียวของสายไฟฟ้า (Ω)

$\cos\theta$ คือ ค่าตัวประกอบกำลังของโหลด (P.F.)

2.6 ขนาดสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

การเลือกขนาดสายดินตามขนาดของเครื่องป้องกันกระแสเกินตามตารางที่ 2 [6]

ตารางที่ 2 ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกินไม่เกิน (แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง,ตร.มม.)
16	1.5*
20	2.5*
40	4*
70	6*
100	10
200	16

เทคโนโลยีราช

หมายเหตุ * ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าใช้สำหรับที่อยู่อาศัยหรืออาคารของผู้ใช้ไฟที่อยู่ใกล้หม้อแปลงระบบจำหน่ายภายในระยะ 100 เมตร

2.7 จำนวนสายไฟฟ้าสูงสุดในท่อร้อยสาย

คำนวณจากพื้นที่หน้าตัดรวมทั้งฉนวนและเปลือกของสายทุกเส้น ในท่อร้อยสายต้องไม่เกินที่กำหนดตามตารางที่ 3 [6]

ตารางที่ 3 พื้นที่หน้าตัดสูงสุดรวมของสายไฟทุกเส้นคิดเป็นร้อยละเทียบกับพื้นที่หน้าตัดของท่อ

จำนวนสายในท่อสาย	1	2	3	4	มากกว่า 4
สายไฟทุกชนิดยกเว้นสายชนิดปลอกตะกั่วพุ่ม	53	31	40	40	40
สายไฟชนิดมีปลอกตะกั่วพุ่ม	55	30	40	38	35

พื้นที่หน้าตัดท่อร้อยตามสมการที่ (7) [7]

$$A = \frac{\pi}{4}d^2 \qquad (7)$$

โดยที่ A คือ พื้นที่หน้าตัด (mm^2)

d คือ เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)

3. โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network)

ในปัจจุบันนี้คอมพิวเตอร์ได้ถูกนำมาใช้งานอย่างกว้างขวาง แต่ยังคงมีขีดความสามารถจำกัดอยู่เมื่อเทียบกับสมองมนุษย์ ซึ่งสมองสามารถจดจำและเรียนรู้จากประสบการณ์ในอดีตและนำปรับใช้กับสถานการณ์ปัจจุบัน ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาการทำงานของสมอง เพื่อนำมาเป็นแบบจำลองของเซลล์ประสาท โครงข่ายประสาทเทียม(Artificial Neural Networks) และศึกษากระบวนการเรียนรู้ (Learning Algorithm) เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ และประยุกต์ใช้กับงานจริงหลายด้าน เช่น โทรคมนาคม นำมาใช้ในการบีบข้อมูลและภาพ ระบบนักบินอัตโนมัติ การแปลภาษาพูด การจดจำเสียง เป็นต้น ส่วนของการนำโครงข่ายประสาทเทียมเข้ามาประยุกต์ใช้ในงานที่เกี่ยวกับไฟฟ้ากำลังมีหลายด้านด้วยกัน เช่น การทำนายการจ่ายโหลดอย่างประหยัดโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม [2] การประเมินความเชื่อถือได้ของระบบผลิตกำลังไฟฟ้าโดยการใช้โครงข่ายประสาทเทียม [3] การประมาณค่าความสูญเสียทางไฟฟ้าในหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟสโดยการใช้โครงข่ายประสาทเทียม [4] เป็นต้น เนื่องจากคุณสมบัติในการแยกแยะข้อมูลจำนวนมากได้ โดยใช้การเรียนรู้และจดจำข้อมูลที่ได้ฝึกสอน อีกทั้งวิธีการคำนวณเป็นแบบขนานคือทำการคำนวณข้อมูลที่ป้อนให้พร้อมกันทั้งหมดทำให้ได้คำตอบเร็ว บทความนี้จึงมีแนวคิดที่จะประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด

4. การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียม

ในบทความนี้เลือกใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้นป้อนค่าไปข้างหน้า (Feed-forward Multilayer Neural Network) และมีการปรับค่าถ่วงน้ำหนักในแต่ละชั้น แบบแพร่ค่าย้อนกลับ (Back - Propagation) ประกอบด้วย ชั้นอินพุท (Input Layer), ชั้นซ่อน (Hidden Layer), ชั้นเอาท์พุท (Output Layer) โดยมีการเชื่อมโยงในแต่ละชั้นแบบต่อถึงกันหมดคือ ทุกนิวรอนในชั้นอินพุทจะส่งสัญญาณไปยังชั้นซ่อนชั้นแรก ส่งต่อไปจนถึงชั้นซ่อนสุดท้ายและจะส่งสัญญาณไปยังชั้นเอาท์พุท วิธีการคำนวณลักษณะนี้มีชื่อตามลักษณะดังกล่าวว่า Forward - Propagation ขั้นต่อไปจะเป็นการคำนวณแบบ Backward - Propagation จะนำผลลัพธ์ที่ได้จากเอาท์พุทโครงข่ายฯ มาเปรียบเทียบกับเอาท์พุทเป้าหมายเพื่อคำนวณค่าผิดพลาด แล้วค่าผลต่างจะถูกส่งกลับไปยังชั้นซ่อน ขั้นตอนสุดท้ายจะนำค่าผิดพลาดที่ได้มาใช้ในการปรับค่าถ่วงน้ำหนัก โดยการปรับค่าถ่วงน้ำหนักและค่าไบแอสจะมีอัลกอลิทึมสำหรับใช้ในการปรับค่าโดยคิดจากค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นแล้วนำค่าผิดพลาดนั้นไปคำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักและค่าไบแอสค่าใหม่ กระบวนการจะกลับไปทำซ้ำในขั้นตอนแรกจนกระทั่งค่าผิดพลาดที่ได้มีค่าน้อยกว่าค่าผิดพลาดต่ำสุดที่กำหนดไว้ [2]

โดยตัวแปรอินพุทสำหรับโครงข่ายประสาทเทียมที่นำมาใช้งานสำหรับออกแบบอาคารชุดจำนวน 1 ห้อง มีทั้งหมด 4 ตัวแปร คือ 1.พื้นที่ห้อง 2. ประเภทของอาคารชุด 3.ระบบทำความเย็น และ 4. ระบบไฟฟ้า ตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การกำหนดค่าตัวแปรอินพุท

Input	Possible Values
พื้นที่ห้อง	20 – 100 ตารางเมตร
ประเภท	1 : อยู่อาศัย
	2 : สำนักงานหรือร้านค้าทั่วไป
	3 : อุตสาหกรรม
ระบบทำความเย็น	1 : ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
	2 : มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
	3 : ไม่มีและมีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
ระบบไฟฟ้า	1 เฟส
	3 เฟส

จากการคำนวณจำนวนข้อมูลที่นำไปกำหนดค่าตัวแปรอินพุท มีจำนวนทั้งหมด 810 ชุด หลังจากนั้นทำการปรับข้อมูลอินพุทที่ได้จากกำหนดค่าตัวแปรอินพุท (Pre-processing) ให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน (Normalization) ให้อยู่ในช่วง -1 ถึง 1 ตามสมการที่ 8 [8] และ อินพุทสำหรับโครงข่ายฯ ตามตารางที่ 5

$$Normalized\ Input = \left[\frac{2x(Input - MinInput)}{(MaxInput - MinInput)}\right] - 1 \qquad (8)$$

ตารางที่ 5 ข้อมูลอินพุทที่สำหรับฝึกสอนและทดสอบโครงข่าย

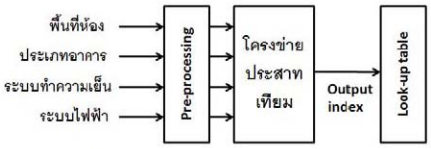
ชุดที่	Normalized input			
	พื้นที่ห้อง (m^2)	ประเภทของอาคาร	ระบบทำความเย็น	ระบบไฟฟ้า
1	-0.616	-1	-1	-1
2	-0.616	-1	-1	-0.96
3	-0.616	-1	-0.98	-1
809	1	-0.960	-0.96	-1
810	1	-0.960	-0.96	-0.96

หลังจากได้ข้อมูลอินพุทที่ต้องการ ทำการกำหนดค่าตัวแปรเอาท์พุทที่ได้จากการคำนวณตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ 9 ประเภทข้อมูลตามตารางที่ 6 ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลแสดงผลใน Look-up Table โดยจำนวนข้อมูลที่ได้จากการกำหนดค่าตัวแปรอินพุท มีจำนวนทั้งหมด 810 ชุด แบ่งออกเป็นชุดฝึกสอนจำนวน 730 ชุดและชุดทดสอบจำนวน 80 ชุด

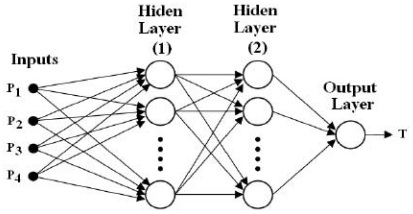
ตารางที่ 6 การกำหนดค่าตัวแปรเอาท์พุท

Output Index	Look-up Table					
	ขนาดเครื่องวัด A	เบรกเกอร์ AT	สายเฟส mm^2	สายดิน mm^2	ท่อโลหะนิ้ว	ระยะ VD 2% m
1	ไม่มีค่า					
2	5(15) 1เฟส กฟน., กฟภ.	16 1เฟส	2×6	1×4	3/4	60
3	15(45) 1เฟส กฟน.	50 1เฟส	2×16	1×6	1	53
4	15(45) 1เฟส กฟน., กฟภ.	50 1เฟส	2×16	1×6	1	53
5	30(100) 1เฟส กฟน., กฟภ.	100 1เฟส	2×50	1×10	1-1/2	61
6	50(150) 1เฟส กฟน.	125 1เฟส	2×70	1×16	1-1/2	65
7	15(45) 3เฟส กฟน.	50 3เฟส	4×16	1×6	1-1/4	106
8	15(45) 3เฟส กฟน., กฟภ.	50 3เฟส	4×16	1×6	1-1/4	106
9	30(100) 3เฟส กฟน., กฟภ.	100 3เฟส	4×50	1×10	2	120

จากข้อมูลของ 4 อินพุท และ 1 เอาท์พุท จำนวน 730 ชุด จะถูกนำมาฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมตามรูปที่ 1 และโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมของงานที่นำเสนอตามรูปที่ 2

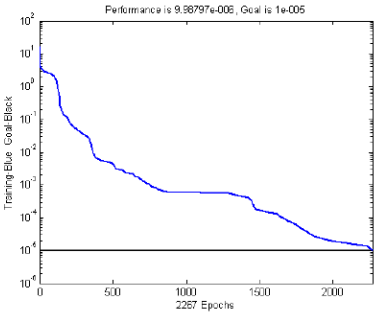


รูปที่ 1 สถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียม

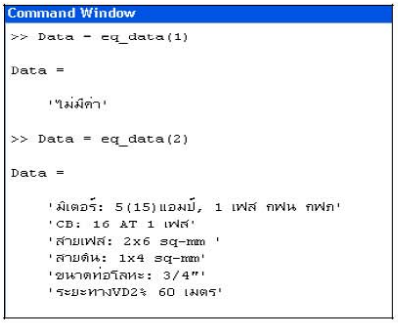


รูปที่ 2 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมที่นำเสนอ

โครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ประกอบไปด้วย 4 อินพุท 2 ชั้นซ่อน และ 1 ชั้นเอาท์พุท โดยใช้ฟังก์ชันถ่ายโอน Hyperbolic Tangent Sigmoid (Tansig) ในชั้นซ่อน (Hidden Layer), และ Linear ในชั้นเอาท์พุท (Output Layer) โดยค่าเอาท์พุทเป็นเลขดัชนีที่ใช้ในการชี้ค่า Look - up Table ส่วนอัลกอริทึมในการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมใช้แบบ Levenberg - Marquardt [9] เนื่องจากมีเสถียรภาพ และ มีอัตราการฝึกสอนที่สั้น และใช้เวลาการฝึกสอนน้อย ซึ่งจากการฝึกสอนพบว่าจำนวนนิวรอนที่เหมาะสมในชั้นซ่อน (Hidden Layer) ที่ 1 เท่ากับ 18 นิวรอน และชั้นซ่อนที่ 2 เท่ากับ 17 นิวรอน เพื่อให้ได้ค่าเอาท์พุท ตรงกับอินพุทที่ป้อนเข้าไป โดยสมรรถนะของกระบวนการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมตามรูปที่ 3 ซึ่งมีการฝึกสอนจำนวน 2267 รอบ ผลลัพธ์ที่ได้เอาท์พุทเป็นเลขดัชนี 1 ถึง 9 โดยจะนำไปชี้ค่า Look – up Table ตามตารางที่ 6 เพื่อให้มีการแสดงผลเป็นข้อมูลที่นำไปใช้ในการประเมิน โดยมีการแสดงผลที่ทำการออกแบบในเบื้องต้น ดังตัวอย่างรูปที่ 4



รูปที่ 3 สมรรถนะการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม



รูปที่ 4 การแสดงผลที่ได้จากเอาท์พุทเลขดัชนี 1 และ 2

5. ผลการทดลอง

โครงข่ายประสาทเทียมที่ผ่านการฝึกสอน จะถูกทดสอบ โดยป้อนข้อมูลอินพุทของชุดฝึกสอน และสังเกตผลเอาท์พุทที่เป็นเลขดัชนีว่าตรงกับ ชุดเอาท์พุทที่ใช้เป็นตัวอย่างในการฝึกสอนหรือไม่ จากผลจากการทดสอบพบว่าโครงข่ายประสาทเทียมสามารถให้คำตอบที่ถูกต้องทั้งหมด ซึ่งแสดงว่าโครงข่ายฯ สามารถจัดประเภทของอินพุท และเอาท์พุทที่ถูกต้อง หลังจากนั้นได้นำข้อมูลที่เตรียมไว้ทดสอบจำนวน 80 ชุด โดยเลือกเฉพาะค่าอินพุทมาทดสอบ และนำผลลัพธ์ที่ได้จากเอาท์พุทเป็นเลขดัชนีจากโครงข่ายฯมาเทียบกับค่าเอาท์พุทของชุดทดสอบทั้ง 80 ชุด จากการทดสอบพบว่ามีเอาท์พุทที่ไม่ถูกต้อง จำนวน 3 ชุด จากชุดทดสอบ 80 ชุด นำมาคำนวณค่าผิดพลาดคิดเป็นได้ 3.75 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่าความผิดพลาดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ [2] ส่วนการแสดงผลนั้นขึ้นอยู่กับเลขดัชนีเอาท์พุท ซึ่งถ้าค่าถูกต้องจะได้การแสดงผลที่ถูกต้องเช่นกัน การฝึกสอนโครงข่ายฯ นั้นจะใช้เวลาพอสมควร จากการทดลองใช้เวลาในการฝึกสอน 11 นาที โดยประมาณทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนและความเร็วของคอมพิวเตอร์ที่ใช้ ในส่วนของการใช้งานนั้น จะใช้เวลาน้อยมากในการประมวลผล เนื่องจากเป็นการประมวลผลแบบขนาน จากการทดลองใช้เวลาประมาณ 0.03 วินาที ประมวลผลโดยใช้โปรแกรม MATLAB ด้วยคอมพิวเตอร์ที่ใช้ CPU : Pentium(R) Dual Core ความเร็ว 1.60Ghz RAM: 1.49 GB

6. สรุปผลการทดลอง

ในการศึกษานี้เป็นการนำเสนอการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียม ชนิดแพร่ค่าย้อนกลับในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า วิธีที่นำเสนอสามารถหาคำตอบ และช่วยในการออกแบบได้ แม้ไม่มีความชำนาญ อีกทั้งลดระยะเวลาในการออกแบบได้มาก ซึ่งสามารถนำไปขยายใช้กับห้องชุดที่มีขนาดพื้นที่ใหญ่ขึ้นได้ เพียงแต่ปรับข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอน ส่วนของกระบวนการฝึกสอน และการทดสอบโครงข่ายประสาทเทียม แสดงให้เห็นว่าถ้าข้อมูลในการฝึกสอนมากขึ้นน่าจะลดเปอร์เซ็นค่าความผิดพลาดได้ และสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไปในอนาคต ซึ่งในงานติดตั้งระบบไฟฟ้าจริงต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการติดตั้งระบบไฟฟ้าต้องไม่มีความผิดพลาด ส่วนของการป้องกันข้อมูลในการป้อนข้อมูลอินพุทผิดพลาด เพื่อที่จะให้ได้คำตอบที่มีความถูกต้อง ยังไม่ได้ดำเนินการ และการประเมินประสิทธิภาพของวิธีที่นำเสนอนั้นในบทความนี้ ยังไม่ได้ทำการประเมิน แต่มีแนวทางในการดำเนินการโดยการนำไปให้วิศวกรผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าทดลองใช้ และตรวจสอบเทียบความถูกต้องกับการคำนวณแบบที่ใช้อยู่

เอกสารอ้างอิง

วิทยานิพนธ์ภาษาไทย

[1] เรืองรัตน์ ประเสริฐไทย, 2545 การวางแผนการจ่ายโหลดและสายป้อนสำหรับอาคารชุดโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (อาคารชุดประเภทอาคารสำนักงานหรือประเภทที่อยู่อาศัย วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[2] ภูริสัณห์ ลักขษร, 2548 การทำนายการจ่ายโหลดอย่างประหยัดโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[3] ฉัตรชัย สานติสุขรัตน์, 2548 การประเมินความเชื่อถือได้ของระบบผลิตกำลังไฟฟ้าโดยการใช้โครงข่ายประสาทเทียม วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประชุมวิชาการภาษาไทย

[4] วิชัย แซ่ลี่ และ ฉัตรชัย คุภพิทักษ์สกุล, 2551 การประมาณค่าความสูญเสียทางไฟฟ้าในหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟสโดยการใช้โครงข่ายประสาทเทียม การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 31 (EECON31) จัดโดยคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และมหาวิทยาลัยศรีปทุม รอแยลฮิลส์ กอล์ฟรีสอร์ท แอนด์ สปา จังหวัดนครนายก

หนังสือภาษาไทย

[5] ลือชัย ทองนิล, 2551 การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า ปรับปรุงครั้งที่ 2, พิมพ์ครั้งที่ 17

[6] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์,2551 มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1

[7] ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์, 2548 การออกแบบระบบไฟฟ้า (Electrical System Design) พิมพ์ครั้งที่ 2

Book

[8] Neural Network Toolbox, User's Guide, The Mathworks Inc., January 1998.

[9] M.T. Hagan, H.B. Demuth and M. Beale, 1996 Neural Network Design, PWS Publishing Company, USA

เทคโนโลยีราช

วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี

ที่ วร ๙๒ / 2553

11 สิงหาคม 2553

เรื่อง ตอบรับตีพิมพ์บทความลงในวารสาร

เรียน นายบัณฑิต ฤทธิ์ทอง

ตามที่ท่านได้ส่งบทความเรื่อง "การใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด" เพื่อขอตีพิมพ์ลงในวารสาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี ทางกองบรรณาธิการ ได้พิจารณาแล้วเห็นควรให้ตีพิมพ์ลงในวารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี ปีที่ 6 ฉบับที่ 13-14 (มกราคม – ธันวาคม) 2552 ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิต แสงสวัสดิ์)
หัวหน้ากองบรรณาธิการ
วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ถนนรังสิต-นครนายก (กม.13) อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110
โทรศัพท์: 0 2549 3493 โทรสาร: 0 2549 3479 e-mail: varasan_rmutt@hotmail.com

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิผู้พิจารณาบทความ

ผศ.ดร.ปิติศานต์ กร้ำมาตร	คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.บุญยัง ปลั่งกลาง	คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.สุรินทร์ แทงมงาม	คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
รศ.มานพ ตันตระบัณฑิตย์	คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
รศ.ดร.ชัยยุทธ ช่างสาร	คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
รศ.ธีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์	คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.จีรวัฒน์ คชสาร	คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร.สมหมาย ผิวสอาด	คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร.สมนึกาย ตรัยไชยาพร	คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร.เจริญ เจริญชัย	คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
รศ.ดร.รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์	คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร.ทวีชัย สำราญวานิช	คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัยบูรพา
ผศ.ดร.อาทิตย์ โสตรโยม	คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัยสยาม
รศ.ดร.อิสรีย์ ทรรษาจรูญโรจน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์	
ผศ.ดร.ธีระพงษ์ ว่องรัตนะไพศาล	คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผศ.ดร.บรรยงค์ รุ่งเรืองด้วยคุณ	คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
ผศ.ดร.ภาณี พนาศุภโสคุ	คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รศ.ดร.วันชัย ริจิรวนิช	คณะวิศวกรรมศาสตร์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รศ.ดร.เชิดชัย เหมะจันทร	คณะวิทยาศาสตร์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รศ.ณรงค์ บวบทอง	คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
รศ.นภาพินทุ์ อนันตรศิริชัย	คณะวิศวกรรมศาสตร์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รศ.ดร.เพ็ญจิตร ศรีนพคุณ	คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
ผศ.ดร.ปทุมทิพย์ ต้นทับทิมทอง	คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผศ.ดร.น้ำคุณ ศรีสนิท	คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (องครักษ์)
รศ.ดร.ปานฉลัล ศิริเลขบูรณ์	คณะวิศวกรรมศาสตร์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รศ.จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์	คณะวิศวกรรมศาสตร์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด
Using Artificial Neural Networks for Designing of Electrical System for Buildings

บัณฑิต ฤทธิ์ทอง[1] และ ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล[2]
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
39 หมู่ 1 ถ. รังสิต-นครนายก ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110 โทรศัพท์ 0-2555-1816
E-mail: bas_bandit@yahoo.com and schai910@yahoo.co.uk

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวิธีการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการหาข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อช่วยในการวางแผน และประเมินราคาการติดตั้งระบบไฟฟ้า โดยใช้ตัวแปรที่ต้องการออกแบบเป็นตัวป้อนเข้า หรืออินพุต ซึ่งได้แก่ ประเภทห้องชุด ขนาดพื้นที่ห้องชุด (20-100 ตารางเมตร) ระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง ชนิดของระบบไฟฟ้า (1 เฟส หรือ 3 เฟส) โดยคิดที่ห้องชุด 1 ห้อง และส่วนเอาท์พุท หรือคำตอบที่ต้องการได้แก่ ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ ขนาดสายเฟส ขนาดสายดิน ขนาดท่อโลหะ ระยะทางการเดินสาย โดยนำตัวแปรดังกล่าวมาใช้ในการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งข้อมูลที่ใช้ได้มาจากการคำนวณตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย จากผลการทดสอบวิธีที่นำเสนอสามารถหาคำตอบได้อย่างรวดเร็วแม้ผู้ใช้ไม่มีความชำนาญในการออกแบบ ซึ่งผลที่ได้อยู่ในระดับที่น่าพอใจ
คำสำคัญ: โครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่ค่าย้อนกลับ, การออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด

Abstract

This paper proposes a novel technique for designing the electrical system of buildings using an Artificial Neural Network (ANN). The ANN is employed as a classifier for searching the data of the required electrical equipments in the data base which can help in saving time for estimating budget and planning for the electrical system installation. The data that obtained from the calculation according to the Electrical Installation Standard of Thailand are used as ANN training and testing sets. The data for an apartment as follows: types of the apartment, the apartment area (20-100 m^2), air-condition system, electrical system (1 or 3 phase) are used as inputs of the ANN. The size of meter, circuit breaker, dimension of phase conductors, grounding conductors, metal conduits and the length of conductors are employed as output of the ANN. The satisfactory results were provided with a short time consuming although it was used by a new designer.
Keywords: Back-propagation neural network, Electrical System design for buildings

1. บทนำ

ปัจจุบันเมื่อรับงานออกแบบระบบไฟฟ้าจากเจ้าของโครงการ วิศวกรไฟฟ้าต้องนำเสนอหลักการข้อมูลอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าและประมาณราคาเบื้องต้น เพื่อนำเสนอเจ้าของโครงการเพื่อประกอบการตัดสินใจในการลงทุน ผู้ออกแบบต้องใช้ความชำนาญ ทักษะ ระมัดระวัง ความผิดพลาดที่อาจเกิดจากผู้ออกแบบ เนื่องจากต้องใช้ข้อมูลรายละเอียดมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก อีกทั้งกระบวนการออกแบบ เพื่อนำไปประมาณราคาที่ใกล้เคียงกับการติดตั้งจริงต้องใช้เวลานาน จากข้อมูลที่ได้จากผู้ที่อยู่ในธุรกิจรับออกแบบระบบไฟฟ้า และการสืบค้นงานวิจัยในประเทศไทย พบว่าการออกแบบระบบไฟฟ้าที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยมีไม่มาก ที่สืบค้นพบเป็นงานวิจัยของ คุณเรืองรัตน์ ประเสริฐไทย [1] เป็นการนำเสนอโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนามาจาก Visual Basic มาช่วยในการวางแผนการจ่ายโหลด และสายป้อนสำหรับอาคารชุด ซึ่งโปรแกรมดังกล่าวใช้ในการเลือกจำนวนชุดของสายป้อน และขนาดภาระไฟฟ้าของสายป้อนแต่ละชุดเท่านั้น เนื่องการเขียนโปรแกรมมาใช้ในงานระบบไฟฟ้านอกจากผู้เขียนต้องมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าเป็นอย่างดีแล้ว ยังต้องมีความรู้ในกระบวนการเขียนโปรแกรมอีกด้วย ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาในการศึกษา อีกทั้งขั้นตอนการเขียนค่อนข้างยุ่งยาก สำหรับคนที่ไม่มีความรู้ด้านการเขียนโปรแกรมมาก่อน ดังนั้นเพื่อให้การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบระบบง่ายขึ้น บทความนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งมีคุณสมบัติในการแยกแยะข้อมูลจำนวนมากได้ โดยใช้การ

---
[1]นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
[2]อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

เรียนรู้และจดจำข้อมูลที่ได้ฝึกสอน อีกทั้งวิธีการคำนวณเป็นแบบขนานคือทำการคำนวณข้อมูลที่ป้อนให้พร้อมกันทั้งหมด ทำให้ได้คำตอบเร็ว และขั้นตอนการเรียนรู้โปรแกรมที่จะนำมาใช้งานน้อยกว่า ที่สำคัญโมเดลสามารถเรียนรู้เพิ่มเติมได้ในกรณีที่มีข้อมูลใหม่เข้ามา อาจจะกล่าวได้ว่าเป็นการนำความรู้ด้านการออกแบบระบบไฟฟ้าด้วยผู้ชำนาญสอนให้คอมพิวเตอร์มีความสามารถเพิ่มขึ้น เพื่อช่วยลดขั้นตอนในการคำนวณ และระยะเวลาในการออกแบบระบบไฟฟ้า

ในบทความนี้ หัวข้อที่ 2 จะกล่าวถึงวิธีการคำนวณระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดที่ใช้เป็นข้อมูลในการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม หัวข้อที่ 3 เป็นแนะนำโครงข่ายประสาทเทียมโดยสังเขป และ อธิบายการประยุกต์โครงข่ายประสาทเทียมมาใช้ในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดหัวข้อที่ 4 ส่วนหัวข้อที่ 5 และ 6 เป็นการทดลองประเมินผล และสรุปผลการทดลอง

2. การคำนวณระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด

ข้อมูลที่จะนำไปใช้เป็นค่าของตัวแปรที่นำไปสอนและทดสอบโครงข่ายนั้นจะคำนวณตามมาตรฐานที่ใช้ในประเทศไทย ดังต่อไปนี้

2.1 การคำนวณโหลดห้องชุด

คำนวณโหลดตามพื้นที่ใช้สอยทั้งหมด รวมทั้งห้องครัวและห้องน้ำ แต่ไม่รวมพื้นที่ส่วนที่เป็นระเบียงหรือเฉลียง การคำนวณจะแยกตามประเภทของห้องชุด โดยไม่นำค่าดีมานด์แฟกเตอร์มาคำนวณ ตามตารางที่ 1 [2]

ตารางที่ 1 สูตรการคำนวณโหลดห้องชุด

ประเภท	พื้นที่ห้อง ตร.ม.	สูตรการคำนวณ หน่วยเป็น (VA)	
		ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
1. อยู่อาศัย	ไม่เกิน 55	VA=(90×A)+1,500	VA=(20×A)+1,500
	ไม่เกิน 180	VA=(90×A)+3,000	VA=(20×A)+3,000
	เกิน 180	VA=(90×A)+6,000	VA=(20×A)+6,000
2. สำนักงานหรือร้านทั่วไป(ทุกขนาด)		VA=155×A	VA=85×A
3. อุตสาหกรรม (ทุกขนาด)		VA=220×A	
กำหนดให้ A = พื้นที่ห้องไม่รวมเฉลียงหรือระเบียงเป็น ตร.ม.			

2.2 เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าของห้องชุด

ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำให้ใช้ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าตามโหลดห้องชุดที่คำนวณได้มากำหนดขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าสำหรับห้องชุด โดยขนาดต้องไม่เล็กกว่าที่กำหนดของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) หรือใช้ตามตารางที่ 2-5 [2-3]

ตารางที่ 2 ขนาดเครื่องวัดสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย (สำหรับการไฟฟ้านครหลวง)

ประเภท	พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)	โหลดสูงสุดของเครื่องวัด(A)	ขนาดเครื่องวัด
ไม่มีระบบทำ	ไม่เกิน 55	30	15(45) A 1 เฟส
ความเย็นจาก	ไม่เกิน 150	75	30(100) A 1 เฟส
ส่วนกลาง	ไม่เกิน 180	30	15(45) A 3 เฟส
มีระบบทำ	ไม่เกิน 35	10	5(15) A 1 เฟส
ความเย็นจาก	ไม่เกิน 180	30	15(45) A 1 เฟส
ส่วนกลาง	ไม่เกิน 690	30	15(45) A 3 เฟส

ตารางที่ 3 ขนาดเครื่องวัดสำหรับห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านค้าทั่วไป(สำหรับการไฟฟ้านครหลวง)

ประเภท	พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)	โหลดสูงสุดของเครื่องวัด(A)	ขนาดเครื่องวัด
ไม่มีระบบทำ	ไม่เกิน 40	30	15(45) A 1 เฟส
ความเย็นจาก	ไม่เกิน 105	75	30(100) A 1 เฟส
ส่วนกลาง	ไม่เกิน 125	30	15(45) A 3 เฟส
มีระบบทำ	ไม่เกิน 80	30	15(45) A 1 เฟส
ความเย็นจาก	ไม่เกิน 190	75	30(100) A 1 เฟส
ส่วนกลาง	ไม่เกิน 230	30	15(45) A 3 เฟส

ตารางที่ 4 ขนาดเครื่องวัดสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย (สำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)

ประเภท	พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)	โหลดสูงสุดของเครื่องวัด (A)	ขนาดเครื่องวัด
ไม่มีระบบทำ	ไม่เกิน 55	36	15(45) A 1 เฟส
ความเย็นจาก	ไม่เกิน 150	80	30(100) A 1 เฟส
ส่วนกลาง	ไม่เกิน 180	36	15(45) A 3 เฟส
มีระบบทำ	ไม่เกิน 35	12	5(15) A 1 เฟส
ความเย็นจาก	ไม่เกิน 180	36	15(45) A 1 เฟส
ส่วนกลาง	ไม่เกิน 690	36	15(45) A 3 เฟส

---

[1]นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
[2]อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ตารางที่ 5 ขนาดเครื่องวัดสำหรับห้องชุดประเภทสำนักงาน หรือร้านค้าทั่วไป(สำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)

ประเภท	พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)	โหลดสูงสุดของเครื่องวัด(A)	ขนาดเครื่องวัด
ไม่มีระบบทำ	ไม่เกิน 40	36	15(45) A 1 เฟส
ความเย็นจาก	ไม่เกิน 105	80	30(100) A 1 เฟส
ส่วนกลาง	ไม่เกิน 125	36	15(45) A 3 เฟส
มีระบบทำ	ไม่เกิน 80	36	15(45) A 1 เฟส
ความเย็นจาก	ไม่เกิน 190	80	30(100) A 1 เฟส
ส่วนกลาง	ไม่เกิน 230	36	15(45) A 3 เฟส

2.3 การป้องกันกระแสเกินของเครื่องวัด

ต้องติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ทางด้านไฟเข้าเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าทุกเครื่อง เซอร์กิตเบรกเกอร์ต้องมีขนาดพิกัดตามสมการที่ (1) [4]

$$I_{CB} \geq 1.25\, I_L \qquad (1)$$

โดยที่ I_{CB} คือ ขนาดพิกัดกระแสของเซอร์กิตเบรกเกอร์ (A),
I_L คือ กระแสโหลด (A)

2.4 การกำหนดขนาดตัวนำประธานเข้าห้องชุด

พิกัดกระแสของตัวนำประธานตามสมการที่ (2) [4] และต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 6 mm^2

$$I_C \geq I_{CB} \qquad (2)$$

โดยที่ I_C คือ ขนาดพิกัดกระแสของตัวนำ (A)
I_{CB} คือ ขนาดพิกัดกระแสของเซอร์กิตเบรกเกอร์ (A)

2.5 แรงดันตก (Voltage drop)

แรงดันตกจากจุดรับไฟจนถึงจุดใช้ไฟจุดสุดท้ายรวมกันต้องไม่เกิน 5% การคำนวณค่าแรงดันตกตามสมการที่ (3)-(6) [2-4]

1 เฟส 2 สาย $VD \approx \sqrt{3} I(R\cos\theta + X\sin\theta)$ (3)

$$\%\, VD = \left(\frac{VD}{220}\right) \times 100\% \qquad (4)$$

3 เฟส 4 สาย $VD \approx \sqrt{3} I(R\cos\theta + X\sin\theta)$ (5)

$$\%\, VD = \left(\frac{VD}{380}\right) \times 100\% \qquad (6)$$

โดยที่ VD คือ แรงดันตก (V)
I คือ กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร (A)
R คือค่าความต้านทานทางเดียวของสายไฟฟ้า (Ω)
X คือค่ารีแอกแตนซ์ทางเดียวของสายไฟฟ้า (Ω)
$\cos\theta$ คือ ค่าตัวประกอบกำลังของโหลด (P.F.)

2.6 ขนาดสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

การเลือกขนาดสายดินตามขนาดของเครื่องป้องกันกระแสเกินตามตารางที่ 6 [3]

ตารางที่ 6 ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกินไม่เกิน (แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)
16	1.5*
20	2.5*
40	4*
70	6*
100	10
200	16

หมายเหตุ * ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าใช้สำหรับที่อยู่อาศัยหรืออาคารของผู้ใช้ไฟที่อยู่ใกล้หม้อแปลงระบบจำหน่ายภายในระยะ 100 เมตร

2.7 จำนวนสายไฟฟ้าสูงสุดในท่อร้อยสาย

คำนวณจากพื้นที่หน้าตัดรวมทั้งฉนวนและเปลือกของสายทุกเส้น ในท่อร้อยสายต้องไม่เกินที่กำหนดในตารางที่ 7 [3] โดยพื้นที่หน้าตัดของท่อร้อยสายคำนวณตามสมการที่ (7) [4]

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 \qquad (7)$$

โดยที่ A คือ พื้นที่หน้าตัดของท่อร้อยสาย (mm^2)
d คือ เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)

---

[1]นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
[2]อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

ตารางที่ 7 พื้นที่หน้าตัดสูงสุดรวมของสายไฟทุกเส้นคิดเป็นร้อยละเทียบกับพื้นที่หน้าตัดของท่อร้อยสาย

จำนวนสายในท่อสาย	1	2	3	4	มากกว่า 4
สายไฟทุกชนิดยกเว้นสายชนิดปลอกตะกั่วหุ้ม	53	31	40	40	40
สายไฟชนิดมีปลอกตะกั่วหุ้ม	55	30	40	38	35

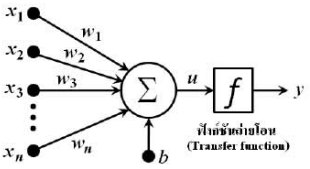
3. โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network)

ในปัจจุบันนี้คอมพิวเตอร์ได้ถูกนำมาใช้งานอย่างกว้างขวางแต่ยังคงมีขีดความสามารถจำกัดอยู่เมื่อเทียบกับสมองมนุษย์ ซึ่งสมองสามารถจดจำและเรียนรู้จากประสบการณ์ในอดีตและนำปรับใช้กับสถานการณ์ปัจจุบัน ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาการทำงานของสมอง เพื่อนำมาเป็นแบบจำลองของเซลล์ประสาท โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) และศึกษากระบวนการเรียนรู้ (Learning Algorithm) เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งการนำทฤษฎีต่างๆ ของโครงข่ายประสาทที่ผ่านการพัฒนามาหลายสิบปีมาประยุกต์ใช้กับงานจริงมีอย่างมากมายหลายด้าน เช่น โทรคมนาคม นำมาใช้ในการบีบข้อมูลและภาพ ระบบนักบินอัตโนมัติ การแปลภาษาพูด การจดจำเสียง การจดจำภาพ การจดจำรูปแบบ ซึ่งจะจดจำแบบเดิมและจำรูปภาพนั้นเมื่อพบอีกครั้ง นอกจากนี้ยังมีการใช้งานแบบอื่น เช่น การใช้ในระบบควบคุม การวิเคราะห์การตลาด เป็นต้น

ในส่วนของการนำโครงข่ายประสาทเทียมเข้ามาประยุกต์ใช้ในงานที่เกี่ยวกับไฟฟ้ากำลังมีหลายด้านด้วยกัน เช่น ปัญหาโหลดโฟลว์ (Load Flow) ในการพยากรณ์ความต้องการกำลังไฟฟ้า (Load Forecasting) [5] และปัญหาการจ่ายโหลดอย่างมีประสิทธิภาพ (Economic Load Dispatch) [6] การประมาณค่าความสูญเสียทางไฟฟ้าในหม้อแปลงจำหน่าย [7,8] เป็นต้น เนื่องจากคุณสมบัติในการแยกแยะข้อมูลจำนวนมากได้ โดยใช้การเรียนรู้และจดจำข้อมูลที่ได้ฝึกสอน อีกทั้งวิธีการคำนวณเป็นแบบขนานคือทำการคำนวณข้อมูลที่ป้อนให้พร้อมกันทั้งหมดทำให้ได้คำตอบเร็ว บทความนี้จึงมีแนวคิดที่จะประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด

โครงข่ายประสาทเทียมเป็นอัลกอริทึมที่เลียนแบบการเรียนรู้ของสมองมนุษย์ ซึ่งเป็นการเชื่อมต่อมาจากเซลล์ประสาทตั้งแต่หนึ่งเซลล์เป็นโครงข่ายโดยที่อินพุททุกตัวจะต่อเข้ากับทุกเซลล์ รูปที่ 1 แสดงแบบจำลองของเซลล์ประสาทหรือนิวรอนที่มีหลายอินพุท

[1]นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
[2]อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี



รูปที่ 1 แบบจำลองของนิวรอนที่มีหลายอินพุท

ในหนึ่งเซลล์ประสาท หรือ หนึ่งนิวรอนประกอบไปด้วยอินพุท $x_1, x_2, \ldots x_n$ ถูกเชื่อมต่อเข้ากับค่าถ่วงน้ำหนัก (weight, $w_1, w_2, w_3 \ldots w_n$) โดยผลลัพธ์ของอินพุทกับค่าถ่วงน้ำหนักจะถูกรวมกันกับค่าไบแอส (bias, b) เป็นอินพุทของฟังก์ชั่นถ่ายโอน โดยที่ f คือฟังก์ชันถ่ายโอน (Transfer Function) ซึ่งมีหลายชนิด อาทิ เช่น Linear Function หรือ Sigmoid Function เพื่อเป็นเอาท์พุทของนิวรอน (y) ตามสมการที่ 8 [9,10]

$$y = f(\sum_{i=1}^{n} w_i x_i + b) \qquad (8)$$

ฟังก์ชันถ่ายโอน (Transfer Function) เป็นตัวกำหนดค่าเอาท์พุท ฟังก์ชันถ่ายโอนแบบ Sigmoid ที่ใช้ในการฝึกสอน ตามสมการที่ 9

$$f(u) = \frac{1}{(1+e^{-u})} \qquad (9)$$

3.1 การเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม

การเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับค่าถ่วงน้ำหนักของโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งการสอนโครงข่ายประสาทเทียม คือการหาค่าถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมให้แก่โครงข่ายนั้นๆ ซึ่งโครงข่ายประสาทเทียมสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ตามลักษณะการเรียนรู้คือ การเรียนรู้จากตัวอย่าง (Supervised Learning) การเรียนรู้วิธีนี้จะมีการกำหนดคู่ของการฝึกสอนระหว่างอินพุทกับเอาท์พุทที่ต้องการให้ โครงข่ายประสาทเทียม ที่เรียกว่า “เทรนนิ่งแพร์ (Training Pairs)” โครงข่ายประสาทเทียมจะถูกฝึกสอนไปตามจำนวนของคู่ที่ป้อน (จำนวนคู่ของอินพุทกับเอาท์พุทที่ต้องการให้โครงข่ายประสาทเทียมรู้จัก) เอาท์พุทที่คำนวณได้จากโครงข่ายประสาทเทียมจะถูกเปรียบเทียบให้สอดคล้องกับเป้าหมาย ค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

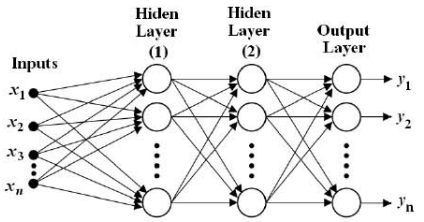
ถูกป้อนกลับไปโครงข่ายประสาทเทียมและเปลี่ยนแปลงค่าถ่วงน้ำหนักให้สอดคล้องกับอัลกอลิทึม ที่ทำให้แนวโน้มของข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างเอาท์พุทกับเป้าหมายโดยเฉลี่ยมีค่าต่ำลง หลังจากการฝึกสอน โครงข่ายประสาทเทียมจะถูกทดสอบโดยให้เฉพาะค่าอินพุท แต่ไม่ให้เอาท์พุทที่ต้องการและพิจารณาเอาท์พุท ที่ได้จากโครงข่ายประสาทเทียมใกล้เคียงกับค่าเอาท์พุทที่ถูกต้องหรือไม่

การเรียนรู้ไม่มีตัวอย่าง (Unsupervised Learning) การเรียนรู้โดยวิธีนี้จะป้อนข้อมูลอินพุทเข้าสู่โครงข่ายและภายในโครงข่ายจะมีโหนดเอาท์พุทจำนวนหลายโหนดด้วยกัน โดยแต่ละโหนดจะแทนกลุ่มของข้อมูลที่มีคุณสมบัติเหมือนกัน เมื่อป้อนข้อมูลอินพุทเข้าสู่โครงข่ายฯ จะคำนวณค่าความสัมพันธ์ ที่มีอยู่ภายในเซตของอินพุทโดยอาศัยค่าน้ำหนักเป็นตัวแยกความแตกต่างของข้อมูลอินพุทไปเก็บไว้ในโหนดเอาท์พุทของโครงข่าย การสอนโดยวิธีนี้จะไม่สามารถระบุได้ว่าข้อมูลเอาท์พุทโหนดใดเป็นข้อมูลของกลุ่มไหน ผู้ใช้จะต้องกำหนดเอง ซึ่งนิยมใช้ในการแยกแยะ (Classification) การจัดกลุ่ม (Cluster) [5]

3.2 สถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียม [9]

ในการสร้างเซลล์ประสาทเพียงหนึ่งเซลล์ โดยใช้แนวความคิดจากเซลล์ประสาททางชีววิทยา การจะนำเซลล์ประสาทเทียมมาใช้งานได้นั้น ต้องใช้เซลล์ประสาทเทียมที่มีคุณลักษณะต่างกัน (ค่าถ่วงน้ำหนักจะทำให้คุณสมบัติของเซลล์ประสาทเทียมแต่ละเซลล์มีคุณลักษณะแตกต่างกันไป) มาเชื่อมต่อเซลล์ประสาทหลายๆ ตัวเข้าด้วยกันให้เกิดลักษณะของโครงข่ายเป็นชั้นๆ หรือที่เรียกว่า “เลเยอร์ (Layer)” ซึ่งประสาทเซลล์แต่ละตัวที่อยู่ในชั้นเดียวกันจะไม่มีการเชื่อมต่อถึงกันประเภทของโครงสร้างการเชื่อมต่อโครงข่ายประสาทเทียม พอจะแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือโครงข่ายประสาทเทียมแบบชั้นเดียว (Single Layer Neural Network) จะประกอบไปด้วยเซลล์ประสาทเทียมที่จัดเรียงตัวอยู่ในชั้นต่างๆ อันได้แก่ ชั้นอินพุทและชั้นเอาท์พุท สาเหตุที่จัดโครงสร้างแบบนี้เป็นแบบชั้นเดียว เนื่องมาจากนับชั้นเอาท์พุทเพียงชั้นเดียวเท่านั้น ว่า เป็นชั้นของเซลล์ประสาท สำหรับชั้นอินพุทจะไม่พิจารณาว่าเป็นชั้นของเซลล์ประสาทเพราะเป็นชั้นที่ไม่มีการประมวลผลใดๆ จะทำหน้าที่เพียงแค่รับข้อมูลอินพุทเข้ามาและส่งต่อให้กับชั้นถัดไปเท่านั้น

โครงข่ายประสาทเทียมแบบชั้นเดียวมีข้อจำกัด ไม่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาในบางกรณีได้ นักวิจัยจึงได้นำเสนอรูปแบบของโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multilayer Neural Network) ซึ่งมีโครงสร้างจากการจัดเรียงของตัวเซลล์ประสาทตั้งแต่ 2 ชั้นขึ้นไป (ไม่นับรวมชั้นอินพุท) โดยรูปของการทำงานที่ป้อนไปข้างหน้า (Feed - Forward) ซึ่งชั้นที่อยู่ระหว่างชั้นอินพุทและชั้นเอาท์พุท เรียกว่า “ชั้นซ่อน (Hidden Layer)” ซึ่งชั้นซ่อนเป็นตัวเพิ่มความสามารถให้แก่โครงข่าย ทั้งนี้จำนวนของชั้นซ่อนสามารถมีได้มากกว่า 1 ชั้น จำนวนของชั้นซ่อนและจำนวนของนิวรอนในแต่ละชั้นจะมีค่าไม่คงที่ ซึ่งแต่ละชั้นอาจจะมีจำนวนนิวรอนที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับการประยุกต์ใช้งานตามรูปที่ 2 ชุดข้อมูลเอาท์พุทที่ได้จากชั้นหนึ่งจะถูกส่งให้เป็นข้อมูลอินพุทสำหรับชั้นต่อไป โดยค่าเอาท์พุทชั้นสุดท้าย ซึ่งเอาท์พุทของโครงข่ายประสาทเทียมจะถูกนำไปเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดกับค่าเอาท์พุทที่ต้องการ (Target Output) ค่าความผิดพลาดที่คำนวณได้นำไปใช้ในการปรับค่าถ่วงน้ำหนักของโครงข่ายประสาทเทียมให้เปลี่ยนไปในทางที่ถูกต้องมากขึ้น [5,9]



รูปที่ 2 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น

4. การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียม

ในบทความนี้เลือกใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้นป้อนค่าไปข้างหน้า (Feed-forward Multilayer Neural Network) และมีการปรับค่าถ่วงน้ำหนักในแต่ละชั้น แบบแพร่ค่าย้อนกลับ (Back - Propagation) ประกอบด้วย ชั้นอินพุท (Input Layer), ชั้นซ่อน (Hidden Layer), ชั้นเอาท์พุท (Output Layer) โดยมีการเชื่อมโยงในแต่ละชั้นแบบต่อถึงกันหมดคือทุกๆนิวรอนในชั้นอินพุทจะส่งสัญญาณไปยังชั้นซ่อนชั้นแรก ส่งต่อไปจนถึงชั้นซ่อนสุดท้ายและจะส่งสัญญาณไปยังชั้นเอาท์พุท วิธีการคำนวณลักษณะนี้มีชื่อตามลักษณะดังกล่าวว่า Forward - Propagation ขั้นต่อไปจะเป็นการคำนวณแบบ Backward - Propagation จะนำผลลัพธ์ที่ได้จากเอาท์พุทโครงข่ายมาเปรียบเทียบกับเอาท์พุทเป้าหมายเพื่อคำนวณค่าผิดพลาด แล้วค่าผลต่างจะถูกส่งกลับไปยังชั้นซ่อน ขั้นตอนสุดท้ายจะนำค่าผิดพลาดที่ได้มาใช้ในการปรับค่าถ่วงน้ำหนักโดยการปรับค่าถ่วงน้ำหนักและค่าไบแอสจะมีอัลกอลิทึมสำหรับใช้ในการปรับค่าโดยคิดจากค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

---

[1]นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
[2]อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

แล้วนำค่าผิดพลาดนั้นไปคำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักและค่าไบแอสค่าใหม่ กระบวนการจะกลับไปทำซ้ำในขั้นตอนแรกจนกระทั่งค่าผิดพลาดที่ได้มีค่าน้อยกว่าค่าผิดพลาดต่ำสุดที่กำหนดไว้ [5]

โดยตัวแปรอินพุทสำหรับโครงข่ายประสาทเทียมที่นำมาใช้งานสำหรับออกแบบอาคารชุดจำนวน 1 ห้อง มีทั้งหมด 4 ตัวแปร คือ 1.พื้นที่ห้อง 2. ประเภทของอาคารชุด 3. ระบบทำความเย็น และ 4. ระบบไฟฟ้า ตามตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การกำหนดค่าตัวแปรอินพุท

Input	Possible Values
พื้นที่ห้อง	20 – 100 ตารางเมตร
ประเภท	1 : อยู่อาศัย
	2 : สำนักงานหรือร้านค้าทั่วไป
	3 : อุตสาหกรรม
ระบบทำความเย็น	1 : ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
	2 : มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
	3 : ไม่มีและมีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
ระบบไฟฟ้า	1 เฟส
	3 เฟส

จากการคำนวณจำนวนข้อมูลที่นำไปกำหนดค่าตัวแปรอินพุทมีจำนวนทั้งหมด 810 ชุด หลังจากนั้นทำการปรับข้อมูลอินพุทที่ได้จากกำหนดค่าตัวแปรอินพุท (Pre-processing) ให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน (Normalization) ให้อยู่ในช่วง -1 ถึง 1 ตามสมการที่ 10 [9] และ อินพุทสำหรับโครงข่ายฯ ตามตารางที่ 9

$$Normalized\ Input = \left[\frac{2x(Input - MinInput)}{(MaxInput - MinInput)}\right] - 1 \quad (10)$$

ตารางที่ 9 ข้อมูลอินพุทที่สำหรับฝึกสอนและทดสอบโครงข่าย

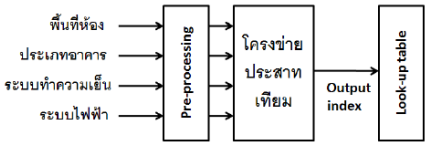
ชุดที่	Normalized input			
	พื้นที่ห้อง (m^2)	ประเภทของอาคาร	ระบบทำความเย็น	ระบบไฟฟ้า
1	-0.616	-1	-1	-1
2	-0.616	-1	-1	-0.96
3	-0.616	-1	-0.98	-1
⋮				
809	1	-0.960	-0.96	-1
810	1	-0.960	-0.96	-0.96

หลังจากได้ข้อมูลอินพุทที่ต้องการ ทำการกำหนดค่าตัวแปรเอาท์พุทที่ได้จากการคำนวณตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ 9 ประเภทข้อมูลตามตารางที่ 10 ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลแสดงผลใน Look-up Table โดยจำนวนข้อมูลที่ได้จากการกำหนดค่าตัวแปรอินพุทมีจำนวนทั้งหมด 810 ชุด แบ่งออกเป็นชุดฝึกสอนจำนวน 730 ชุด และทดสอบจำนวน 80 ชุด

ตารางที่ 10 การกำหนดค่าตัวแปรเอาท์พุท

Output Index	Look-up Table					
	ขนาดเครื่องวัด (A)	เบรกเกอร์ (AT)	สายเฟส (mm^2)	สายดิน (mm^2)	ท่อโลหะ (นิ้ว)	ระยะ VD 2% (m)
1	ไม่มีค่า					
2	5(15) 1เฟส กฟน., กฟภ.	16 1เฟส	2×6	1×4	3/4	60
3	15(45) 1เฟส กฟน.	50 1เฟส	2×16	1×6	1	53
4	15(45) 1เฟส กฟน., กฟภ.	50 1เฟส	2×16	1×6	1	53
5	30(100) 1เฟส กฟน., กฟภ.	100 1เฟส	2×50	1×10	1-1/2	61
6	50(150) 1เฟส กฟน.	125 1เฟส	2×70	1×16	1-1/2	65
7	15(45) 3เฟส กฟน.	50 3เฟส	4×16	1×6	1-1/4	106
8	15(45) 3เฟส กฟน., กฟภ.	50 3เฟส	4×16	1×6	1-1/4	106
9	30(100) 3เฟส กฟน., กฟภ.	100 3เฟส	4×50	1×10	2	120

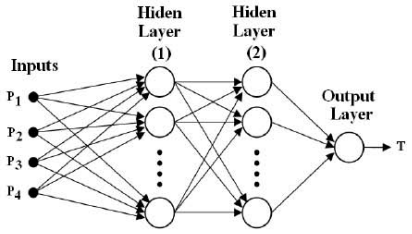
จากข้อมูลของ 4 อินพุท และ 1 เอาท์พุท จำนวน 730 ชุด จะถูกนำมาฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม ตามรูปที่ 3 และโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมของงานที่นำเสนอตามรูปที่ 4



รูปที่ 3 สถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียม

[1]นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
[2]อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

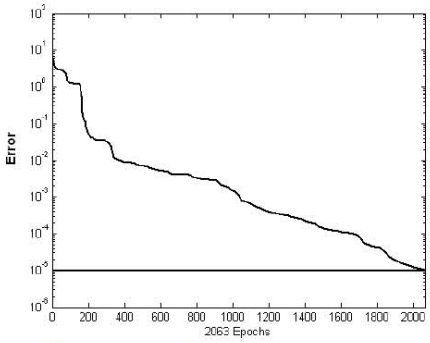
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล



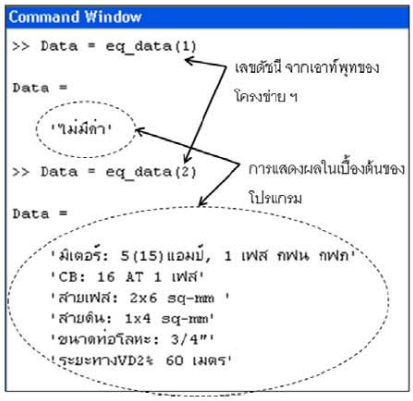
รูปที่ 4 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมที่นำเสนอ

โครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ประกอบไปด้วย 4 อินพุท 2 ชั้นซ่อน และ 1 ชั้นเอาท์พุท โดยใช้ฟังก์ชันถ่ายโอน Hyperbolic Tangent Sigmoid (Tansig) ในชั้นซ่อน (Hidden Layer), และ Linear ในชั้นเอาท์พุท (Output Layer) โดยค่าเอาท์พุทเป็นเลขดัชนีที่ใช้ในการชี้ค่า Look - up Table

ในส่วนอัลกอริทึมในการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมใช้แบบ Levenberg - Marquardt [12] เนื่องจากมีเสถียรภาพ และ มีอัตราการฝึกสอนที่สั้น และใช้เวลาการฝึกสอนน้อย ซึ่งจากการฝึกสอนพบว่าจำนวนนิวรอนที่เหมาะสมในชั้นซ่อน (Hidden Layer) ที่ 1 เท่ากับ 15 นิวรอน และชั้นซ่อนที่ 2 เท่ากับ 14 นิวรอน เพื่อให้ได้ค่าเอาท์พุท ตรงกับอินพุทที่ป้อนเข้าไป โดยสมรรถนะของกระบวนการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมตามรูปที่ 5 ซึ่งมีการฝึกสอนจำนวน 2063 รอบ ผลลัพธ์ที่ได้เอาท์พุทเป็นเลขดัชนี 1 ถึง 9 โดยจะนำไปชี้ค่า Look – up Table ตามตารางที่ 10 เพื่อให้มีการแสดงผลเป็นข้อมูลที่นำไปใช้ในการประเมิน โดยมีการแสดงผลที่ทำการออกแบบในเบื้องต้นตามรูปที่ 6



รูปที่ 5 สมรรถนะการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม



รูปที่ 6 ผลที่ได้จากเอาท์พุทเลขดัชนี 1 และ 2

5. ผลการทดลอง

โครงข่ายประสาทเทียมที่ผ่านการฝึกสอน จะถูกทดสอบ โดยป้อนข้อมูลอินพุทของชุดฝึกสอน และสังเกตผลเอาท์พุทที่เป็นเลขดัชนีว่าตรงกับ ชุดเอาท์พุทที่ใช้เป็นตัวอย่างในการฝึกสอนหรือไม่ จากผลจากการทดสอบพบว่าโครงข่ายประสาทเทียมสามารถให้คำตอบที่ถูกต้องทั้งหมด ซึ่งแสดงว่าโครงข่ายฯ สามารถจัดประเภทของอินพุท และเอาท์พุทที่ถูกต้อง หลังจากนั้นได้นำข้อมูลที่เตรียมไว้ทดสอบจำนวน 80 ชุด โดยเลือกเฉพาะค่าอินพุทมาทดสอบ และนำผลลัพธ์ที่ได้จากเอาท์พุทเป็นเลขดัชนีจากโครงข่ายฯมาเทียบกับค่าเอาท์พุทของชุดทดสอบทั้ง 80 ชุด จากการทดสอบพบว่ามีเอาท์พุทที่ไม่ถูกต้อง จำนวน 3 ชุด จาก 80 ชุด กล่าวคือเลขดัชนีที่ได้มาจากโครงข่ายฯไม่ถูกต้อง เมื่อมาคำนวณค่าผิดพลาดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ 3.75% ซึ่งในการนำไปใช้งานจริงไม่ต้องการค่าความผิดพลาด สาเหตุของการผิดพลาดเนื่องมาจากค่าของตัวแปรอินพุทมีค่าใกล้เคียงกันจากขั้นตอนก่อนกระบวนการ (Pre-processing) ในการลดความผิดพลาดสามารถทำได้โดยนำชุดข้อมูลที่ผิดพลาดมาเพิ่มในชุดฝึกสอนแล้วทำการฝึกสอนโครงข่ายฯอีกครั้ง ส่วนการแสดงผลนั้นขึ้นอยู่กับเลขดัชนีเอาท์พุท ซึ่งถ้าค่าถูกต้องจะได้การแสดงผลที่ถูกต้องเช่นกัน

ในการฝึกสอนโครงข่ายฯ นั้นจะใช้เวลาพอสมควร จากการทดลองใช้เวลาในการฝึกสอน 12 นาที โดยประมาณ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนและความเร็วของคอมพิวเตอร์ที่ใช้ แต่สามารถลดเวลาในการฝึกสอนได้โดยการเพิ่มจำนวนเซลล์ประสาทในชั้นซ่อน[10] ในส่วนของการใช้งานนั้น จะใช้เวลาน้อยมากในการประมวลผล เนื่องจาก

[1]นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
[2]อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

เทคโนโลยีราชมงคล

เป็นการประมวลผลแบบขนาน จากการทดลองใช้เวลาประมาณ 0.06 วินาที ประมวลผลโดยใช้โปรแกรม MATLAB ด้วยคอมพิวเตอร์ที่ใช้ CPU: Pentium 4 ความเร็ว1.80Ghz RAM: 512 MB

6. สรุปผลการทดลอง

การศึกษานี้เป็นการนำเสนอการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียม ชนิดแพร่ค่าย้อนกลับในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า วิธีที่นำเสนอสามารถหาคำตอบ และช่วยในการออกแบบได้ แม้ไม่มีความชำนาญ อีกทั้งลดระยะเวลาในการออกแบบได้มาก มีความถูกต้องใกล้ความเป็นจริงโดยมีความผิดพลาดอยู่ที่ 3.75% ซึ่งสามารถนำไปขยายใช้กับห้องชุดที่มีขนาดพื้นที่ใหญ่ขึ้นได้ เพียงแต่ปรับข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอน

ส่วนของกระบวนการฝึกสอน และการทดสอบโครงข่ายประสาทเทียม แสดงให้เห็นว่าถ้าทำการฝึกสอนข้อมูลทุกชุดจะ ได้คำตอบที่มีความถูกต้องไม่มีค่าความผิดพลาด และสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไปในอนาคต

ในส่วนของการป้องกันข้อมูลในการป้อนข้อมูลอินพุทผิดพลาด เพื่อที่จะให้ได้คำตอบที่มีความถูกต้อง ยังไม่ได้ดำเนินการ และการประเมินประสิทธิภาพของวิธีที่นำเสนอนั้นในบทความนี้ ยังไม่ได้ทำการประเมิน แต่มีแนวทางในการดำเนินการโดยการนำไปให้วิศวกรผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าทดลองใช้ และตรวจสอบเทียบความถูกต้องกับการคำนวณแบบที่ใช้อยู่

เอกสารอ้างอิง

[1] เรืองรัตน์ ประเสริฐไทย, 2545. **การวางแผนการจ่ายโหลดและสายป้อนสำหรับอาคารชุดโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์(อาคารชุดประเภทอาคารสำนักงานหรือประเภทที่อยู่อาศัย).** วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

[2] ลือชัย ทองนิล, 2541. **การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้ามาตรฐาน.** พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ: ส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

[3] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, 2550. **มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย.** พิมพ์ครั้งที่ 4, กรุงเทพฯ: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์.

[4] ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์, 2548. **การออกแบบระบบไฟฟ้า (Electrical System Design).** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: บริษัท เอ็มแอนด์ดี จำกัด.

[5] ภูริสัณห์ ลักขษร, 2548. **การทำนายการจ่ายโหลดอย่างประหยัดโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[6] ฉัตรชัย สานติสุขรัตน์, 2548. **การประเมินความเชื่อถือได้ของระบบผลิตกำลังไฟฟ้าโดยการใช้โครงข่ายประสาทเทียม.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[7] De Souza, A.N.; da Silva, I.N.; de Souza, C.F.L.N.; Zago, M.G. 2002. "Using Artificial Neural Networks for Identification of Electrical Losses in Transformers during The Manufacturing Phase," **Neural Networks IJCNN '02. Proceedings of the 2002 International Joint Conference.** 2, 5(May): 1346-1350.

[8] วิชัย แซ่ลี่ และ ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล, 2551. "การประมาณค่าความสูญเสียทางไฟฟ้าในหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟสโดยการใช้โครงข่ายประสาทเทียม," **การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 31 (EECON31).** รอแยลฮิลล์ กอล์ฟรีสอร์ท แอนด์ สปา จังหวัดนครนายก.

[9] I. A. Basheer and M. Hajmeer. 2000. "Artificial neural networks: fundamentals, computing, design, and application,"**Journal of Microbiological Methods**. 43: 3-31.

[10] M. T. Hagan, H.B. Demuth and M. Beale, 1996. **Neural Network Design**. Boston: PWS Publishing Company.

[11] **Neural Network Toolbox**, 1998. User's Guide, The Mathworks Inc.

[12] M. T. Hagan, 1994. "Training Feedforward Networks with Marquardt Algorithm," **IEEE Trans. on Neural Networks.** 6:989-993.

[1]นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
[2]อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Call for Papers

33rd Electrical Engineering Conference : EECON 33

การประชุมทางวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 33

1 – 3 ธันวาคม 2553 ณ โรงแรมเซ็นทารา ดวงตะวัน จังหวัดเชียงใหม่

50 ปี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
40 ปี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
20 ปี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

กำหนดการ

- Submission Deadline : 9 กรกฎาคม 2553
- Author Notification : 25 สิงหาคม 2553
- Camera Ready Due : 24 กันยายน 2553
- Author Registration : 24 กันยายน 2553
- Early Bird Registration : 8 ตุลาคม 2553

http://www.kmitl.ac.th/engineer/eecon33

111 Years Engineering Innovation
111 ปี นวัตกรรมเพื่อการสร้างสรรค์

คณะกรรมการ

- General Supervisor :
  - รศ.ดร.กอบชัย เดชหาญ (KMITL)
  - รศ.ดร.อธิคม ฤกษ์บุตร (MUT)
  - อ.ธนวิชย์ ชุลิกาวิทย์ (CMU)
- General Chair :
  - รศ.ดร.มณฑล สีลาจินดาไกรฤกษ์ (KMITL)
  - ดร.ธีรยศ เกียงทอง (MUT)
  - รศ.ดร.สุทธิชัย เปรมฤดีปรีชาชาญ (CMU)
- Local Chair :
  - ผศ.กัมปนาท รตเวสสนันท์ (CMU)
- Local Arrangement :
  - ผศ.ธราดล โกมลมิศร์ (CMU)
- Technical Program Chair :
  - ผศ.ดร.ชาย ชมภูอินไหว (KMITL)
  - ดร.สมมาตร แสงเงิน (MUT)
  - อ.ยศนัย ศรีอุทัยศิวงศ์ (CMU)
- Publicity Chair :
  - อ.ชัยวิทย์ จงวณิชสกุล (KMITL)
  - อ.นราดล โชติวรรณพร (MUT)
  - ดร.พีระพล จิราพงศ์ (CMU)
- Proceeding Chair :
  - ผศ.ดร.อนุวัฒน์ จางวนิชเลิศ (KMITL)
  - ผศ.ดร.สุรินทร์ คำผ่อย (KMITL)
  - ผศ.ดร.สัมพันธ์ พรหมพิชัย (MUT)
  - อ.จีระศักดิ์ วิลาสเดชานนท์ (CMU)
- Web Chair :
  - อ.ธนัญชัย ศรีภาค (KMITL)
  - อ.พิชษฐ์ วิสารทพงศ์ (MUT)
- Treasurer :
  - อ.สุนีย์ คุรุช้ช (MUT)
- Secretary :
  - ผศ.ดร.เชาว์ ชมภูอินไหว (KMITL)
  - ดร.สุชาดา สิทธิ์จงสถาพร (MUT)

ประเภทบทความ

- ไฟฟ้ากำลัง *(PW - Electrical Power System)*
- ไฟฟ้าสื่อสาร *(CM - Communication)*
- ระบบควบคุมและการวัดคุม *(CP - Control System and Instrument Technology)*
- คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ *(CT - Computer and Information Technology)*
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมไฟฟ้า *(GM - General Engineering and Science)*
- อิเล็กทรอนิกส์กำลัง *(PE - Power Electronics)*
- อิเล็กทรอนิกส์ *(EL - Electronics)*
- การประมวลผลสัญญาณดิจิตอล *(DS - Digital Signal Processing)*
- โฟโตนิกส์ *(PH - Photonics)*
- วิศวกรรมชีวการแพทย์ *(BE - Biomedical Engineering)*

ความเป็นมา

การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า (Electrical Engineering Conference : EECON) เป็นการประชุมทางวิชาการระดับประเทศในสาขาวิศวกรรมไฟฟ้าที่ใหญ่ที่สุดของประเทศไทย เริ่มจัดการประชุมครั้งแรกในปี พ.ศ.2521 โดยภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จากสถาบันอุดมศึกษาต่างๆ ภายในประเทศทั้งในส่วนภูมิภาค และกรุงเทพมหานคร ผลัดเปลี่ยนหมุนเวียนกันเป็นเจ้าภาพและ สถาบันอื่นๆ ร่วมเป็นคณะกรรมการ

การจัดการประชุมครั้งนี้นับเป็นครั้งที่ 33 (EECON-33) มีเจ้าภาพร่วมสามมหาวิทยาลัย และเพื่อเป็นการร่วมเฉลิมฉลองวาระการครบรอบ 50 ปี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 40 ปี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และ 20 ปี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร จึงเป็นที่มาของการใช้ชื่อธีมของงานว่า *111 ปี นวัตกรรมเพื่อการสร้างสรรค์*

วัตถุประสงค์

- เพื่อเผยแพร่วิชาการในหมู่วิชาการของสถาบันการศึกษาต่างๆและวิศวกรรวมทั้งผู้สนใจในภาคเอกชนและรัฐบาล
- เพื่อเปิดโอกาสให้คณาจารย์นักวิจัย นักวิชาการนิสิต นักศึกษา ตลอดจนบุคลากรจากหน่วยงานต่างๆ ทั้งในภาครัฐและเอกชนรวมถึงวิศวกรและผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรมได้มีโอกาสเผยแพร่งานผลงานวิจัย และ ได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็นและประสบการณ์
- เพื่อเป็นการกระตุ้นและส่งเสริมให้มีการสร้างงานวิจัยที่ตอบสนองต่อความต้องการของประเทศได้อย่างแท้จริง
- เพื่อกระตุ้นให้เกิดงานวิจัยทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและสาขาที่เกี่ยวข้องมากขึ้น

การส่งบทความ

บทความจัดทำเป็นภาษาไทย หรือ ภาษาอังกฤษความยาวไม่เกิน 4 หน้ากระดาษ A4 ผู้ที่สนใจส่งบทความเข้าร่วมประชุม สามารถดาวน์โหลดแบบฟอร์มพร้อมทั้งเอกสารต่างๆได้ที่เว็บไซต์การจัดประชุม http://www.kmitl.ac.th/engineer/eecon33

การประยุกต์โครงข่ายประสาทเทียมสนับสนุนการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด
Artificial Neural Networks Application in Supporting the Electrical System Design for Buildings

บัณฑิต ฤทธิ์ทอง ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล และ ณัฐวุฒิ โสมะเกษตรินทร์
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
39 หมู่ 1 ถ. รังสิต-นครนายก ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110 โทรศัพท์ 0-2310-2823
E-mail: bundit_por@windowslive.com, chatchai.s@en.rmutt.ac.th and nwsr2121@yahoo.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมช่วยในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด ในการหาข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อช่วยในการวางแผน และนำไปประเมินราคาการติดตั้งเบื้องต้น โดยใช้ตัวแปรที่ต้องการออกแบบคิดที่ห้องชุด 1 ห้อง พิจารณาจาก 4 ตัวแปร : 1) ประเภทห้องชุด 2) ขนาดพื้นที่ห้องชุด (20-100 เมตร^2) 3) ระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง และ 4) ชนิดของระบบไฟฟ้า (1 หรือ 3 เฟส) เป็นข้อมูลอินพุต และส่วนเอาท์พุท เป็นคำตอบที่ต้องการทราบ ซึ่งได้แก่ ขนาดของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายเฟส สายดิน ท่อโลหะ และระยะทางการเดินสาย โดยข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมได้มาจากการคำนวณตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย จากผลการทดสอบวิธีที่นำเสนอได้ผลเป็นที่น่าพอใจ โดยสามารถให้คำตอบได้ถูกต้องและรวดเร็ว

คำสำคัญ: โครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่ค่าย้อนกลับ, การออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด

Abstract

This paper presents an Artificial Neural Network (ANN) application in supporting the electrical system design of buildings. The ANN is employed as a classifier for searching the data of the required electrical equipments in the data base which can help in saving time for estimating budget and planning for the electrical system installation. The data that obtained from the calculation according to the Electrical Installation Standard of Thailand are used as ANN training and testing sets. The data for an apartment as follows: types of the apartment, the apartment area (20-100 m^2), air-condition system, electrical system (1 or 3 phase) are used as inputs of the ANN. The size of meter, circuit breaker, dimension of phase conductors, grounding conductors, metal conduits and the length of conductors are employed as output of the ANN. The satisfactory results were provided with an accurate and short time consuming.

Keywords: Back-propagation neural network, Electrical System design for buildings

1. บทนำ

ในการออกแบบระบบไฟฟ้าจากเจ้าของโครงการ วิศวกรไฟฟ้าต้องนำเสนอหลักการข้อมูลอุปกรณ์ ระบบไฟฟ้า พร้อมทั้งการประมาณราคาเบื้องต้นเสนอต่อเจ้าของโครงการ เพื่อใช้ในการประกอบการตัดสินใจในการลงทุน ผู้ออกแบบต้องใช้ความชำนาญเนื่องจากต้องใช้ข้อมูลรายละเอียดมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก อีกทั้งกระบวนการออกแบบ เพื่อนำไปประมาณราคาที่ใกล้เคียงกับการติดตั้งจริงต้องใช้เวลานาน จากข้อมูลที่ได้จากผู้ที่อยู่ในธุรกิจรับออกแบบระบบไฟฟ้า และการสืบค้นงานวิจัยในประเทศไทย พบว่าการออกแบบระบบไฟฟ้าที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยยังมีน้อย ที่สืบค้นพบเป็นงานวิจัยของ เรืองรัตน์ ประเสริฐไทย [1] เป็นการนำเสนอโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนามาจาก Visual Basic มาช่วยในการวางแผนการจ่ายโหลด และสายป้อนสำหรับอาคารชุด ซึ่งโปรแกรมดังกล่าวใช้ในการเลือกจำนวนชุดของสายป้อน และขนาดภาระไฟฟ้าของสายป้อนแต่ละชุดเท่านั้น อีกทั้งการเขียนโปรแกรมมาใช้ในงานระบบไฟฟ้านอกจากผู้เขียนโปรแกรมต้องมีความรู้ และความเข้าใจเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าเป็นอย่างดีแล้ว ยังต้องมีความรู้ในการเขียนโปรแกรมอีกด้วย ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาในการศึกษา อีกทั้งขั้นตอนการเขียนค่อนข้างยุ่งยากสำหรับคนที่ไม่มีความรู้ด้านการเขียนโปรแกรมมาก่อน ดังนั้นเพื่อให้การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบระบบง่ายขึ้นบทความนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งมีคุณสมบัติในการแยกแยะข้อมูลจำนวนมากได้ โดยใช้การเรียนรู้และจดจำข้อมูลที่ได้ฝึกสอน อีกทั้งวิธีการคำนวณเป็นแบบขนานคือทำการคำนวณข้อมูลที่ป้อนให้พร้อมกันทั้งหมด ทำให้ได้คำตอบเร็ว และขั้นตอนการเรียนรู้โปรแกรมที่จะนำมาใช้งานน้อยกว่า ที่สำคัญโมเดลสามารถเรียนรู้เพิ่มเติมได้ในกรณีที่มีข้อมูลใหม่เข้ามา ถือได้ว่าเป็นการนำความรู้ด้านการออกแบบระบบไฟฟ้าด้วยผู้ชำนาญมาสอนให้คอมพิวเตอร์มีความสามารถเพิ่มขึ้น เพื่อช่วยลดขั้นตอนในการคำนวณ และเวลาในการออกแบบระบบไฟฟ้า [9]

โดยในบทความนี้ จะกล่าวถึงวิธีการคำนวณระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดในหัวข้อที่ 2 แนะนำโครงข่ายประสาทเทียมโดยสังเขปหัวข้อที่ 3 และอธิบายการประยุกต์โครงข่ายประสาทเทียมหัวข้อที่ 4 หัวข้อที่ 5 เป็นการทดลอง และการวิเคราะห์วิจารณ์ผลการทดลอง หัวข้อสุดท้ายหัวข้อที่ 6 เป็นการสรุปผลของวิธีที่นำเสนอ และข้อเสนอแนะ

2. การคำนวณระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด

ข้อมูลที่นำไปฝึกสอน และทดสอบโครงข่ายประสาทเทียมจะคำนวณตามมาตรฐานที่ใช้ในประเทศไทย ดังต่อไปนี้

2.1 การคำนวณโหลดห้องชุด

คำนวณจากขนาดพื้นที่ในห้องชุดไม่รวมพื้นที่เฉลียงหรือระเบียง และห้ามใช้ค่าดีมานด์แฟกเตอร์ ตามตารางที่ 1 [2]

ตารางที่ 1 สูตรการคำนวณโหลดห้องชุด

ประเภท	พื้นที่ห้อง ตร.ม.	สูตรการคำนวณ หน่วยเป็น (VA)	
		ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
1. อยู่อาศัย	ไม่เกิน 55	VA=(90×A)+1,500	VA=(20×A)+1,500
	ไม่เกิน 180	VA=(90×A)+3,000	VA=(20×A)+3,000
	เกิน 180	VA=(90×A)+6,000	VA=(20×A)+6,000
2. สำนักงานหรือร้านทั่วไป(ทุกขนาด)		VA=155×A	VA=85×A
3. อุตสาหกรรม (ทุกขนาด)		VA=220×A	
กำหนดให้ A = พื้นที่ห้องไม่รวมเฉลียงหรือระเบียงเป็น ตร.ม.			

2.2 เครื่องวัด การป้องกันกระแสเกินของเครื่องวัด และการกำหนดขนาดตัวนำประธานเข้าห้องชุด

ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำให้ใช้ขนาดตามโหลดห้องชุดที่คำนวณได้มากำหนดขนาดโดยขนาดต้องไม่เล็กกว่าที่กำหนดของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) ส่วนภูมิภาค (กฟภ.) [3] และต้องติดตั้งเซอร์กิดเบรกเกอร์ทางด้านไฟเข้าเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าทุกเครื่อง เซอร์กิดเบรกเกอร์ต้องมีขนาดพิกัดตามสมการที่ (1) [4] และพิกัดกระแสของตัวนำประธานตามสมการที่ (2) [4] และต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 6 mm^2

$$I_{CB} \geq 1.25 I_L \quad (1)$$

$$I_C \geq I_{CB} \quad (2)$$

โดยที่ I_{CB} คือ ขนาดพิกัดกระแสของเซอร์กิดเบรกเกอร์ (A), I_L คือ กระแสโหลด (A), I_C คือ ขนาดพิกัดกระแสของตัวนำ (A)

2.3 ขนาดสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า แรงดันตกและ จำนวนสายไฟฟ้าสูงสุดในท่อร้อยสาย

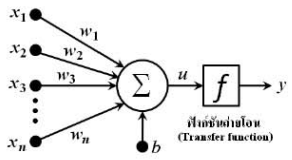
การเลือกขนาดสายดินตามขนาดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน แรงดันตกจากจุดรับไฟจนถึงจุดใช้ไฟจุดสุดท้ายรวมกันต้องไม่เกิน 5% และจำนวนสายไฟฟ้าคำนวณจากพื้นที่หน้าตัดรวมทั้งฉนวนเปลือกของสายทุกเส้นในท่อร้อยสายต้องไม่เกินที่กำหนดตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย [3]

3. โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network)

โครงข่ายประสาทเทียมเป็นอัลกอริทึมที่ใช้ในการคำนวณที่เลียนแบบการเรียนรู้ของสมองมนุษย์ นำมาประยุกต์ใช้กับคอมพิวเตอร์ จากรูปที่ 1 เป็นแบบจำลองของโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งเป็นการเชื่อมต่อมาจากเซลล์ประสาทตั้งแต่หนึ่งเซลล์ เป็นโครงข่าย โดยที่อินพุททุกตัวจะต่อเข้ากับทุกเซลล์ของเซลล์ประสาท หรือนิวรอนที่มีหลายอินพุท ในหนึ่งเซลล์ประสาท โดยหนึ่งเซลล์ประสาทประกอบไปด้วยอินพุท $x_1, x_2, \ldots x_n$ ถูกเชื่อมต่อเข้ากับค่าถ่วงน้ำหนัก (weight, $w_1, w_2, w_3 \ldots w_n$) โดยผลคูณของอินพุทกับค่าถ่วงน้ำหนักจะถูกรวมกันกับค่าไบแอส (bias, b) เป็นอินพุทของฟังก์ชั่นถ่ายโอน โดยที่ f คือฟังก์ชันถ่ายโอน (Transfer Function) ซึ่งมีหลายชนิด อาทิ เช่น Hard limit, Linear, Sigmoid Function เป็นต้น เพื่อเป็นเอาท์พุทของนิวรอน (y) ตามสมการที่ 3 [11]

$$y = f\left(\sum_{i=1}^{n} w_i x_i + b\right) \quad (3)$$

ซึ่งการนำโครงข่ายประสาทเทียมมาประยุกต์ใช้กับงานทางวิศวกรรมไฟฟ้ามีหลายด้านด้วยกัน อาทิ เช่น การทำนายการจ่ายโหลดอย่างประหยัด[5] การประเมินความเชื่อถือได้ของระบบผลิตกำลังไฟฟ้า [6] การประมาณค่าความสูญเสียทางไฟฟ้าในหม้อแปลงจำหน่าย [7-8] เป็นต้น จากคุณสมบัติในการแยกแยะข้อมูลจำนวนมากได้ โดยใช้การเรียนรู้และจดจำข้อมูลที่ได้ฝึกสอน อีกทั้งวิธีการคำนวณเป็นแบบขนาน คือทำการคำนวณข้อมูลที่ป้อนให้พร้อมกันทั้งหมดทำให้ได้คำตอบเร็ว บทความนี้จึงมีแนวคิดที่จะประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด



รูปที่ 1 แบบจำลองของนิวรอนที่มีหลายอินพุท

4. การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียม

ตัวแปรอินพุทสำหรับโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับออกแบบอาคารชุดจำนวน 1 ห้อง มีทั้งหมด 4 ตัวแปร คือ 1) พื้นที่ห้อง 2) ประเภทของอาคารชุด 3) ระบบทำความเย็น และ 4) ชนิดระบบไฟฟ้า ตามตารางที่ 2 โดยเป็นการปรับปรุงเพิ่มเติมจากการศึกษาที่ผ่านมา [9] ซึ่งยังมีส่วนที่ต้องปรับปรุง

ยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

ตารางที่ 2 การกำหนดค่าตัวแปรอินพุท

Input	Possible Values
พื้นที่ห้อง	20 – 100 ตารางเมตร
ประเภท	1 : อยู่อาศัย
	2 : สำนักงานหรือร้านค้าทั่วไป
	3 : อุตสาหกรรม
ระบบทำความเย็น	1 : ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
	2 : มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
	3 : ไม่มีและมีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
ระบบไฟฟ้า	1 เฟส
	3 เฟส

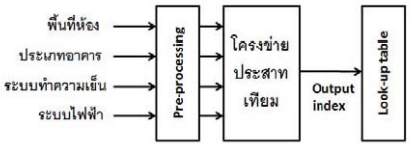
จากการคำนวณจำนวนข้อมูลที่นำไปกำหนดค่าตัวแปรอินพุท มีจำนวนทั้งหมด 810 ชุด หลังจากได้ข้อมูลอินพุทที่ต้องการ ทำการกำหนดค่าตัวแปรเอาท์พุทที่ได้จากการคำนวณตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ 9 ประเภทข้อมูลตามตารางที่ 3 ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลแสดงผลใน Look-up Table

ตารางที่ 3 การกำหนดค่าตัวแปรเอาท์พุท

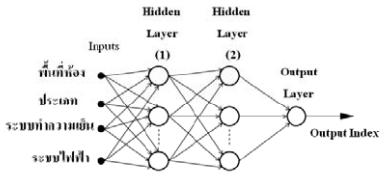
Output Index	Look-up Table					
	ขนาดเครื่องวัด (A)	เบรกเกอร์ (AT)	สายเฟส mm^2	สายดิน mm^2	ท่อโลหะ นิ้ว	ระยะ VD 2% m
1	ไม่มีค่า					
2	5(15) 1เฟส กฟน., กฟภ.	16 1เฟส	2×6	1×4	3/4	60
3	15(45) 1เฟส กฟน.	50 1เฟส	2×16	1×6	1	53
4	15(45) 1เฟส กฟน., กฟภ.	50 1เฟส	2×16	1×6	1	53
5	30(100) 1เฟส กฟน., กฟภ.	100 1เฟส	2×50	1×10	1-1/2	61
6	50(150) 1เฟส กฟน.	125 1เฟส	2×70	1×16	1-1/2	65
7	15(45) 3เฟส กฟน.	50 3เฟส	4×16	1×6	1-1/4	106
8	15(45) 3เฟส กฟน., กฟภ.	50 3เฟส	4×16	1×6	1-1/4	106
9	30(100) 3เฟส กฟน., กฟภ.	100 3เฟส	4×50	1×10	2	120

ข้อมูลของ 4 อินพุท ต้องผ่านการปรับข้อมูลอินพุท (Pre-processing) ให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน (Normalization) ให้อยู่ในช่วง -1 ถึง 1 ตามสมการที่ 4 [10] และ 1 เอาท์พุท เริ่มต้นโดยแบ่งชุดฝึกสอนจำนวน 730 ชุด และชุดทดสอบจำนวน 80 ชุด จากการทดสอบพบว่ามีเอาท์พุทที่ไม่ถูกต้องจำนวน 3 ชุด [9] ลำดับต่อไปนำข้อมูลจำนวน 810 ชุด มาฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม ตามรูปที่ 2 และโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมของงานที่นำเสนอตามรูปที่ 3

$$Input(Normalize) = \left[\frac{2x\left(Input - MinInput\right)}{\left(MaxInput - MinInput\right)}\right] - 1 \qquad (4)$$



รูปที่ 2 สถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียม



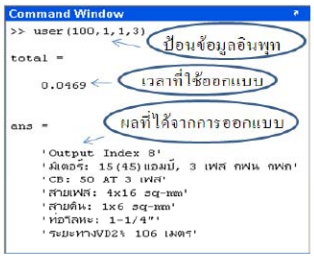
รูปที่ 3 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมที่นำเสนอ

โครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ประกอบไปด้วย 4 อินพุท 2 ชั้นซ่อน และ 1 ชั้นเอาท์พุท โดยใช้ฟังก์ชันถ่ายโอน Hyperbolic Tangent Sigmoid ในชั้นซ่อน (Hidden Layer), และ Linear ในชั้นเอาท์พุท (Output Layer) โดยค่าเอาท์พุทเป็นเลขดัชนีที่ใช้ในการชี้ค่า Look - up Table ส่วนอัลกอริทึมในการฝึกสอนใช้แบบ Levenberg - Marquardt [11] เนื่องจากมีเสถียรภาพ และ มีอัตราการฝึกสอนที่สั้น และใช้เวลาการฝึกสอนน้อย ซึ่งจากการฝึกสอนพบว่าจำนวนนิวรอนที่ฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมสำเร็จในชั้นซ่อน (Hidden Layer) ที่ 1 เท่ากับ 16 นิวรอน และชั้นซ่อนที่ 2 เท่ากับ 15 นิวรอน เพื่อให้ได้ค่าเอาท์พุท ตรงกับอินพุทที่ป้อนเข้าไปซึ่งมีการฝึกสอนจำนวน 471 รอบ ผลลัพธ์ที่ได้เอาท์พุทเป็นเลขดัชนี 1 ถึง 9 โดยจะนำไปชี้ค่า Look – up Table ตามตารางที่ 3 ส่วนการฝึกสอนโครงข่ายฯ นั้นจากการทดลองใช้เวลาในการฝึกสอน 2 นาที โดยประมาณทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนและความเร็วของคอมพิวเตอร์ที่ใช้ประมวลผลโดยใช้โปรแกรม MATLAB ด้วยคอมพิวเตอร์ที่ใช้ CPU : Pentium(R) Dual Core ความเร็ว 1.60Ghz RAM: 1.49 GB

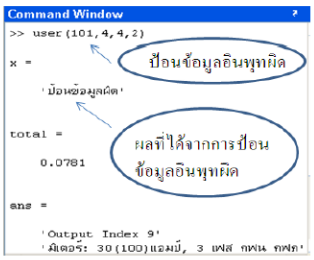
5. ผลการทดลอง

โครงข่ายประสาทเทียมที่ผ่านการฝึกสอน จะถูกทดสอบ โดยป้อนข้อมูลอินพุทของชุดฝึกสอน ผลจากการทดสอบพบว่าโครงข่ายประสาทเทียมสามารถให้คำตอบที่ถูกต้องทั้งหมด ซึ่งแสดงว่าโครงข่ายฯ สามารถจัดประเภทของอินพุทและเอาท์พุทที่ถูกต้อง ตัวอย่างขั้นตอนในการทดลองใช้วิธีที่นำเสนอตามรูปที่ 4 ป้อนค่า 4 ตัวแปรเข้าที่ User จะได้ผลเอาท์พุทที่เป็นคำตอบ จะเห็นว่าเวลาที่ใช้ในการประมวลผลน้อยมาก เนื่องจากเป็นการประมวลผลแบบขนาน จากการทดลองใช้เวลาประมาณ 0.04 วินาที ตามรูปที่ 5 เป็นการทดลองการป้อนค่าที่ไม่ถูกต้องลงไป ปรากฏว่าวิธีการที่นำเสนอสามารถแสดงผลการป้อนข้อมูลผิด

ในส่วนการประเมินประสิทธิภาพของวิธีที่นำเสนอ ในเบื้องต้นได้นำไปให้วิศวกรผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าจำนวน 2 คน ทดลองใช้ ตรวจสอบเทียบความถูกต้องกับการคำนวณแบบที่ใช้อยู่ จากความเห็นของผู้ทดลองใช้ปรากฏว่าวิธีที่นำเสนอสามารถให้คำตอบได้ถูกต้องและรวดเร็ว แต่ยังมีปัญหาในการติดต่อระหว่างผู้ใช้กับโปรแกรม



รูปที่ 4 ตัวอย่างผลที่ได้จากการออกแบบ



รูปที่ 5 ตัวอย่างผลที่ได้จากการการป้อนข้อมูลอินพุทผิดพลาด

6. สรุปผลการทดลอง

การศึกษานี้เป็นการนำเสนอการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียม ชนิดแพร่ค่าย้อนกลับในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า วิธีที่นำเสนอสามารถหาคำตอบ และช่วยในการออกแบบได้ อีกทั้งยังลดระยะเวลาในการออกแบบได้มาก มีความถูกต้องส่วนของกระบวนการฝึกสอน และการทดสอบโครงข่ายประสาทเทียม แสดงให้เห็นว่าถ้าทำการฝึกสอนข้อมูลทุกชุดจะได้คำตอบที่มีความถูกต้องไม่มีค่าความผิดพลาด ในส่วนรูปแบบและขั้นตอนการใช้งานยังต้องมีการพัฒนาเพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้น ซึ่งจะนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

[1] เรืองรัตน์ ประเสริฐไทย “การวางแผนการจ่ายโหลดและสายป้อนสำหรับอาคารชุดโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์(อาคารชุดประเภทอาคารสำนักงาน หรือประเภทที่อยู่อาศัย) ” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2545

[2] ลือชัย ทองนิล “การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า” ปรับปรุงครั้งที่ 2, พิมพ์ครั้งที่ 17, 2551

[3] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ “มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย” ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1, 2551

[4] ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์ “การออกแบบระบบไฟฟ้า (Electrical System Design)” พิมพ์ครั้งที่ 2, 2548

[5] ภูริสัณห์ ลักขษร “การทำนายการจ่ายโหลดอย่างประหยัดโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2548

[6] ฉัตรชัย สานติสุขรัตน์ “การประเมินความเชื่อถือได้ของระบบผลิตกำลังไฟฟ้าโดยการใช้โครงข่ายประสาทเทียม” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2548

[7] De Souza, A.N.; da Silva, I.N.; de Souza, C.F.L.N.; Zago, M.G. 2002. “Using **Artificial Neural Networks for Identification of Electrical Losses in Transformers during The Manufacturing Phase**,” Neural Networks IJCNN '02. Proceedings of the 2002 International Joint Conference. 2, 5(May): 1346-1350

[8] วิชัย แซ่ลี้ และ ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล “การประมาณค่าความสูญเสียทางไฟฟ้าในหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟสโดยการใช้โครงข่ายประสาทเทียม” การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 31 (EECON31) จังหวัดนครนายก, 2551

[9] บัณฑิต ฤทธิ์ทอง และฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล “การออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม” การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ครั้งที่ 8 (PEC-8) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2553

[10] NeuralNetwork Toolbox, User’s Guide, The Mathworks Inc., January 1998.

[11] M.T. Hagan, H.B. Demuth and M. Beale, 1996 Neural Network Design, PWS Publishing Company, USA

วิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล	นายบัณฑิต ฤทธิ์ทอง
วัน เดือน ปี	14 กันยายน 2521
ที่อยู่	112/67 หมู่ 4 ถนนช่างอากาศอุทิศ แขวงสีกัน เขตดอนเมือง กรุงเทพฯ 10210
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จากมหาวิทยาลัยศรีปทุม เมื่อ พ.ศ.2543

ประวัติการทำงาน

พ.ศ.2544 - 2545	ตำแหน่งช่างงานระบบห้องควบคุม บริษัทโพรเกรส ฟาซิลิตีส์ แมเนจเมนต์จำกัด
พ.ศ.2546 - 2547	ตำแหน่งวิศวกรระบบไฟฟ้าสื่อสาร(5) บริษัทเดอะมอลล์กรุ๊ปจำกัด
พ.ศ.2548 - 2552	ตำแหน่งวิศวกรระบบไฟฟ้า(6) บริษัทเดอะมอลล์กรุ๊ปจำกัด
พ.ศ.2553 - ปัจจุบัน	ตำแหน่งผู้จัดการส่วนระบบไฟฟ้า 2A บริษัทเดอะมอลล์กรุ๊ปจำกัด

ผลงานวิจัย

บัณฑิต ฤทธิ์ทอง , ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล , **การใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด (ห้องชุดประเภทอยู่อาศัย) ,** การประชุมเครือข่ายวิชาการด้านวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 2 (EENET 2010) วันที่ 5-6 กุมภาพันธ์ 2553 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพเชียงใหม่

บัณฑิต ฤทธิ์ทอง , ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล , **การใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด (ห้องชุดประเภทอยู่อาศัย,สำนักงานหรือร้านทั่วไป)** , การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 48 วันที่ 3-5 กุมภาพันธ์ 2553 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บัณฑิต ฤทธิ์ทอง , ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล , **การออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม** , การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ครั้งที่ 8 (PEC-8) วันที่ 22-23 เมษายน 2553 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

บัณฑิต ฤทธิ์ทอง , ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล , **การใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด** , วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี ปีที่ 6 ฉบับที่ 13-14 (มกราคม-ธันวาคม) 2552

บัณฑิต ฤทธิ์ทอง , ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล , ณัฐวุฒิ โสมะเกษตรินทร์ , **การประยุกต์โครงข่ายประสาทเทียมสนับสนุนการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด** , การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 33 (EECON 33) วันที่ 1-3 ธันวาคม 2553 ณ โรงแรมเซ็นทาราดวงตะวัน จังหวัดเชียงใหม่ (ตอบรับแล้ว)