การใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด

Using Artificial Neural Networks for Designing of Electrical System for Buildings

บัณฑิต ฤทธิ์ทอง[1] และ ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล[2]

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวิธีการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการหาข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อช่วยในการวางแผน และประเมินราคาการติดตั้งระบบไฟฟ้า โดยใช้ตัวแปรที่ต้องการออกแบบเป็นตัวป้อนเข้าหรืออินพุต 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]นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
[2]อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

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 ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาในการศึกษาอีกทั้งขั้นตอนการเขียนค่อนข้างยุ่งยากสำหรับคนที่ไม่มีความรู้ด้านการเขียนโปรแกรมมาก่อน ดังนั้นเพื่อให้การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบระบบง่ายขึ้นบทความนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งมีคุณสมบัติในการแยกแยะข้อมูลจำนวนมากได้ โดยใช้การเรียนรู้และจดจำข้อมูลที่ได้ฝึกสอน อีกทั้งวิธีการคำนวณเป็นแบบขนานคือทำการคำนวณข้อมูลที่ป้อนให้พร้อมกันทั้งหมด ทำให้ได้คำตอบเร็ว และขั้นตอนการเรียนรู้โปรแกรมที่จะนำมาใช้งานน้อยกว่า ที่สำคัญโมเดลสามารถเรียนรู้เพิ่มเติมได้ในกรณีที่มีข้อมูลใหม่เข้ามา อาจจะกล่าวได้ว่าเป็นการนำความรู้ด้านการออกแบบระบบไฟฟ้าด้วยผู้ชำนาญสอนให้คอมพิวเตอร์มีความสามารถเพิ่มขึ้นเพื่อช่วยลดขั้นตอนในการคำนวณ และระยะเวลาในการออก แบบระบบไฟฟ้า

ในบทความนี้ หัวข้อที่ 2 จะกล่าวถึงวิธีการคำนวณระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดที่ใช้เป็นข้อมูลในการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม หัวข้อที่ 3 เป็นแนะนำโครงข่ายประสาทเทียมโดยสังเขป และอธิบายการประยุกต์โครงข่ายประสาทเทียมมาใช้ในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดหัวข้อที่ 4 ส่วนหัวข้อที่ 5 และ 6 เป็นการทดลอง ประเมินผล และสรุปผลการทดลอง

2. การคำนวณระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด

ข้อมูลที่จะนำไปใช้เป็นค่าของตัวแปรที่นำไปสอน และทดสอบโครงข่ายนั้นจะคำนวณตามมาตรฐานที่ใช้ในประเทศไทย 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
ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	ไม่เกิน 55	30	15(45) A 1 เฟส
	ไม่เกิน 150	75	30(100) A 1 เฟส
	ไม่เกิน 180	30	15(45) A 3 เฟส
มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	ไม่เกิน 35	10	5(15) A 1 เฟส
	ไม่เกิน 180	30	15(45) A 1 เฟส
	ไม่เกิน 690	30	15(45) A 3 เฟส

ตารางที่ 3 ขนาดเครื่องวัดสำหรับห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านค้าทั่วไป (สำหรับการไฟฟ้านครหลวง)

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

ตารางที่ 4 ขนาดเครื่องวัดสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย (สำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)

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

ตารางที่ 5 ขนาดเครื่องวัดสำหรับห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านค้าทั่วไป (สำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)

ประเภท	พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)	โหลดสูงสุดของเครื่องวัด(A)	ขนาดเครื่องวัด
ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	ไม่เกิน 40	36	15(45) A 1 เฟส
	ไม่เกิน 105	80	30(100) A 1 เฟส
	ไม่เกิน 125	36	15(45) A 3 เฟส
มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	ไม่เกิน 80	36	15(45) A 1 เฟส
	ไม่เกิน 190	80	30(100) A 1 เฟส
	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 $$VD \approx \sqrt{3}I(R\cos\theta + X\sin\theta) \quad (3)$$

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

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.)

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]

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

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

ตารางที่ 7 พื้นที่หน้าตัดสูงสุดรวมของสายไฟทุกเส้นคิดเป็นร้อยละเทียบกับพื้นที่หน้าตัดของท่อร้อยสาย

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

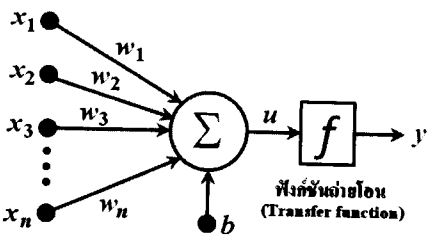
3. โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network)

ในปัจจุบันนี้คอมพิวเตอร์ได้ถูกนำมาใช้งานอย่างกว้างขวางแต่ยังคงมีขีดความสามารถจำกัดอยู่เมื่อเทียบกับสมองมนุษย์ ซึ่งสมองสามารถจดจำและเรียนรู้จากประสบการณ์ในอดีตและนำปรับใช้กับสถานการณ์ปัจจุบัน ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาการทำงานของสมอง เพื่อนำมาเป็นแบบจำลองของเซลล์ประสาท โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) และศึกษากระบวนการเรียนรู้ (Learning Algorithm) เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งการนำทฤษฎีต่างๆ ของโครงข่ายประสาทที่ผ่านการพัฒนามาหลายสิบปีมาประยุกต์ใช้กับงานจริงมีอย่างมากมายหลายด้าน เช่น โทรคมนาคม นำมาใช้ในการบีบข้อมูล

และภาพ 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 แสดงแบบจำลองของเซลล์ประสาท หรือนิวรอนที่มีหลายอินพุท



รูปที่ 1 แบบจำลองของนิวรอนที่มีหลายอินพุท

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

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

ฟังก์ชันถ่ายโอน (Transfer Function) เป็นตัวกำหนดค่าเอาท์พุท ฟังก์ชันถ่ายโอนแบบ Sigmoid ที่ใช้ในการฝึกสอน ตามสมการที่ 9

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

3.1 การเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม

การเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับค่าถ่วงน้ำหนักของโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งการสอนโครงข่ายประสาทเทียม คือ การหาค่าถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมให้แก่โครงข่ายนั้นๆ ซึ่งโครงข่ายประสาทเทียมสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ตามลักษณะการเรียนรู้คือ การเรียนรู้จากตัวอย่าง (Supervised Learning) การเรียนรู้วิธีนี้จะมีการกำหนดคู่ของการฝึกสอนระหว่างอินพุทกับเอาท์พุทที่ต้องการให้โครงข่ายประสาทเทียม ที่เรียกว่า "เทรนนิ่งแพร์ (Training Pairs)" โครงข่ายประสาทเทียมจะถูกฝึกสอนไปตามจำนวนของคู่ที่ป้อน (จำนวนคู่ของอินพุทกับเอาท์พุทที่ต้องการให้โครงข่ายประสาทเทียมรู้จัก) เอาท์พุทที่คำนวณได้จากโครงข่ายประสาทเทียมจะถูกเปรียบเทียบให้สอดคล้องกับเป้าหมาย ค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะถูกป้อนกลับไปโครงข่ายประสาทเทียม และเปลี่ยนแปลงค่าถ่วงน้ำหนักให้สอดคล้องกับอัลกอลิทึม ที่ทำให้แนวโน้มของข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างเอาท์พุท กับเป้าหมายโดยเฉลี่ยมีค่าต่ำลง หลังจากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมจะถูกทดสอบโดยให้เฉพาะค่าอินพุท แต่ไม่ให้เอาท์พุทที่ต้องการ และพิจารณาเอาท์พุทที่ได้จากโครงข่ายประสาทเทียมใกล้เคียงกับค่าเอาท์พุทที่ถูกต้องหรือไม่

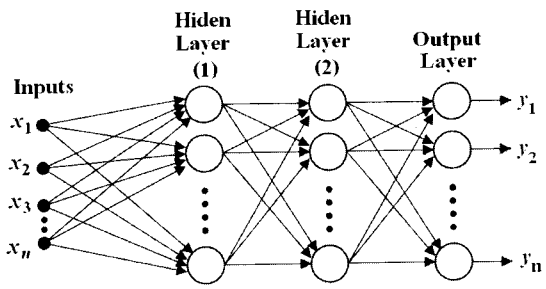
การเรียนรู้ไม่มีตัวอย่าง (Unsupervised Learning) การเรียนรู้โดยวิธีนี้จะป้อนข้อมูลอินพุทเข้าสู่โครงข่ายและ

ภายในโครงข่ายจะมีโหนดเอาท์พุทจำนวนหลายโหนดด้วยกัน โดยแต่ละโหนดจะแทนกลุ่มของข้อมูลที่มีคุณสมบัติเหมือนกัน เมื่อป้อนข้อมูลอินพุทเข้าสู่โครงข่ายฯจะคำนวณค่าความสัมพันธ์ ที่มีอยู่ภายในเซตของอินพุทโดยอาศัยค่าน้ำหนักเป็นตัวแยกความแตกต่างของข้อมูลอินพุทไปเก็บไว้ในโหนดเอาท์พุทของโครงข่าย การสอนโดยวิธีนี้จะไม่สามารถระบุได้ว่าข้อมูลเอาท์พุทโหนดใดเป็นข้อมูลของกลุ่มไหน ผู้ใช้จะต้องกำหนดเอง ซึ่งนิยมใช้ในการแยกแยะ (Classification) การจัดกลุ่ม (Cluster) [5]

3.2 สถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียม [9]

ในการสร้างเซลล์ประสาทเพียงหนึ่งเซลล์ โดยใช้แนวความคิดจากเซลล์ประสาททางชีววิทยา การจะนำเซลล์ประสาทเทียมมาใช้งานได้นั้น ต้องใช้เซลล์ประสาทเทียมที่มีคุณลักษณะต่างกัน (ค่าถ่วงน้ำหนักจะทำให้คุณสมบัติของเซลล์ประสาทเทียมแต่ละเซลล์มีคุณลักษณะแตกต่างกันไป) มาเชื่อมต่อเซลล์ประสาทหลายๆ ตัวเข้าด้วยกันให้เกิดลักษณะของโครงข่ายเป็นชั้นๆ หรือที่เรียกว่า "เลเยอร์ (Layer)" ซึ่งประสาทเซลล์แต่ละตัวที่อยู่ในชั้นเดียวกันจะไม่มีการเชื่อมต่อถึงกันประเภทของโครงสร้างการเชื่อมต่อ โครงข่ายประสาทเทียม พอจะแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ โครงข่ายประสาทเทียมแบบชั้นเดียว (Single Layer Neural Network) จะประกอบไปด้วยเซลล์ประสาทเทียมที่จัดเรียงตัวอยู่ในชั้นต่างๆ อันได้แก่ ชั้นอินพุทและชั้นเอาท์พุท สาเหตุที่จัดโครงสร้างแบบนี้เป็นแบบชั้นเดียว เนื่องมาจากนับชั้นเอาท์พุทเพียงชั้นเดียวเท่านั้นว่า เป็นชั้นของเซลล์ประสาท สำหรับชั้นอินพุทจะไม่พิจารณาว่าเป็นชั้นของเซลล์ประสาท เพราะเป็นชั้นที่ไม่มีการประมวลผลใดๆ จะทำหน้าที่เพียงแค่รับข้อมูลอินพุทเข้ามาและส่งต่อให้กับชั้นถัดไปเท่านั้น

โครงข่ายประสาทเทียมแบบชั้นเดียวมีข้อจำกัดไม่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาในบางกรณีได้ นักวิจัยจึงได้นำเสนอรูปแบบของโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multilayer Neural Network) ซึ่งมีโครงสร้างจากการจัดเรียงของตัวเซลล์ประสาทตั้งแต่ 2 ชั้นขึ้นไป (ไม่นับรวมชั้นอินพุท) โดยรูปของการทำงานที่ป้อนไปข้างหน้า (Feed - Forward) ซึ่งชั้นที่อยู่ระหว่างชั้นอินพุทและชั้นเอาท์พุท เรียกว่า "ชั้นซ่อน (Hidden Layer)" ซึ่งชั้นซ่อนเป็นตัวเพิ่มความสามารถให้แก่โครงข่าย ทั้งนี้จำนวนของชั้นซ่อนสามารถมีได้มากกว่า 1 ชั้น จำนวนของชั้นซ่อนและจำนวนของนิวรอนในแต่ละชั้นจะมีค่าไม่คงที่ ซึ่งแต่ละชั้นอาจจะมีจำนวนนิวรอนที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับการประยุกต์ใช้งาน ตามรูปที่ 2 ชุดข้อมูลเอาท์พุทที่ได้จากชั้นหนึ่งจะถูกส่งให้เป็นข้อมูลอินพุทสำหรับชั้นต่อไป โดยค่าเอาท์พุทชั้นสุดท้าย ซึ่งเอาท์พุทของโครงข่ายประสาทเทียมจะถูกนำไปเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดกับค่าเอาท์พุทที่ต้องการ (Target Output) ค่าความผิดพลาดที่คำนวณได้นำไปใช้ในการปรับค่าถ่วงน้ำหนักของโครงข่ายประสาทเทียมให้เปลี่ยนไปในทางที่ถูกต้องมากขึ้น [5,9]



รูปที่ 2 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น

4. การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียม

ในบทความนี้เลือกใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้นป้อนค่าไปข้างหน้า (Feed-forward Multilayer Neural Network) และมีการปรับค่าถ่วงน้ำหนักในแต่ละชั้นแบบแพร่ค่าย้อนกลับ (Back - Propagation) ประกอบด้วยชั้นอินพุท (Input Layer), ชั้นซ่อน (Hidden Layer), ชั้นเอาท์พุท (Output Layer) โดยมีการเชื่อมโยงในแต่ละชั้นแบบต่อถึงกันหมดคือ ทุกๆนิวรอนในชั้นอินพุทจะส่งสัญญาณไปยังชั้นซ่อนชั้นแรก ส่งต่อไปจนถึงชั้นซ่อนสุดท้ายและจะส่งสัญญาณไปยังชั้นเอาท์พุท วิธีการคำนวณลักษณะนี้มีชื่อตามลักษณะดังกล่าวว่า Forward - Propagation ขั้นต่อไปจะเป็นการคำนวณแบบ Backward - Propagation จะนำผลลัพธ์ที่ได้จากเอาท์พุทโครงข่ายมาเปรียบเทียบกับเอาท์พุทเป้าหมายเพื่อคำนวณค่าผิดพลาด แล้วค่าผลต่างจะ

ถูกส่งกลับไปยังชั้นซ่อน ขั้นตอนสุดท้ายจะนำค่าผิดพลาดที่ได้มาใช้ในการปรับค่าถ่วงน้ำหนัก โดยการปรับค่าถ่วงน้ำหนักและค่าไบแอสจะมีอัลกอลิทึม สำหรับใช้ในการปรับค่าโดยคิดจากค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นแล้วนำค่าผิดพลาดนั้นไปคำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักและค่าไบแอสค่าใหม่ 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

จากการคำนวณจำนวนข้อมูลที่นำไปกำหนดค่าตัวแปรอินพุท มีจำนวนทั้งหมด 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

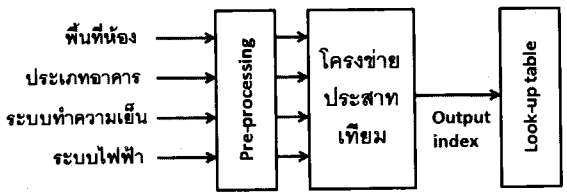
ชุดที่	Normalized input			
	พื้นที่ห้อง (m^2)	ประเภทของอาคาร	ระบบทำความเย็น	ระบบไฟฟ้า
1	-0.616	-1	-1	-1
2	-0.616	-1	-1	-0.96
3	-0.616	-1	-0.98	-1
...				
809	1	-0.960	-0.960	-1
810	1	-0.960	-0.960	-0.960

หลังจากได้ข้อมูลอินพุทที่ต้องการ ทำการกำหนดค่าตัวแปรเอาท์พุทที่ได้จากการคำนวณตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ 9 ประเภท ข้อมูลตามตารางที่ 10 ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลแสดงผลใน Look-up Table โดยจำนวนข้อมูลที่ได้จากการกำหนดค่าตัวแปรอินพุท มีจำนวนทั้งหมด 810 ชุด แบ่งออกเป็นชุดฝึกสอนจำนวน 730 ชุด และทดสอบจำนวน 80 ชุด

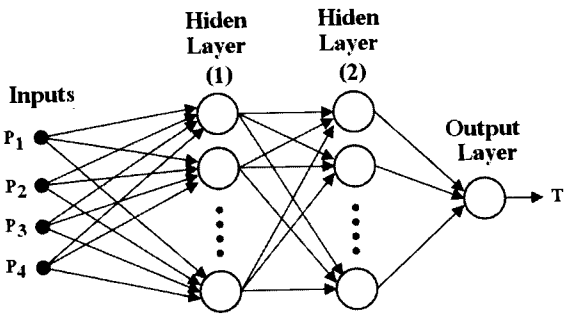
ตารางที่ 10 การกำหนดค่าตัวแปรเอาท์พุท

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	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
9	30(100) 3เฟส กฟน., กฟภ.	100 3เฟส	4x50	1x10	2	120

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



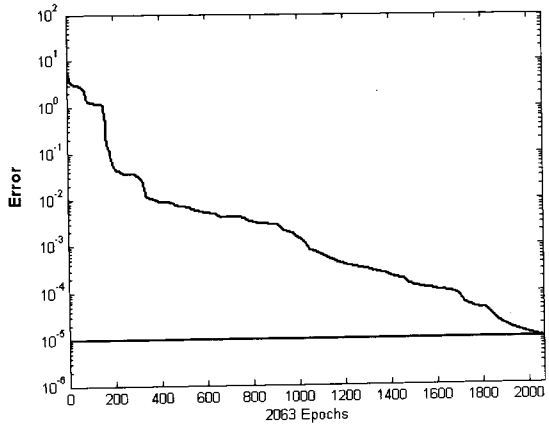
รูปที่ 3 สถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียม



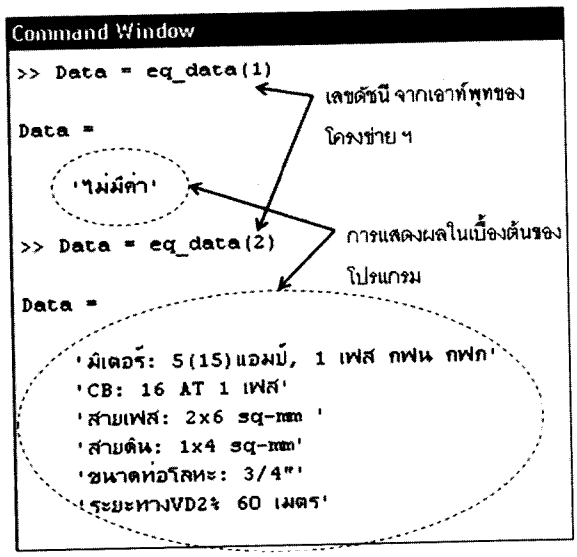
รูปที่ 4 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมที่นำเสนอ

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 และมีอัตราการฝึกสอนที่สั้น และใช้เวลาการฝึกสอนน้อย ซึ่งจากการฝึกสอนพบว่าจำนวนนิวรอนที่เหมาะสมในชั้นซ่อน (Hidden Layer) ที่ 1 เท่ากับ 15 นิวรอน และชั้นซ่อนที่ 2 เท่ากับ 14 นิวรอน เพื่อให้ได้ค่าเอาท์พุทตรงกับอินพุทที่ป้อนเข้าไป 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 หลังจากนั้นได้นำข้อมูลที่เตรียมไว้ทดสอบ จำนวน 80 ชุด โดยเลือกเฉพาะค่าอินพุทมาทดสอบ และนำผลลัพธ์ที่ได้จากเอาท์พุทเป็นเลขดัชนีจากโครงข่ายฯ มาเทียบกับค่าเอาท์พุทของชุดทดสอบทั้ง 80 ชุด จากการทดสอบพบว่ามีเอาท์พุทที่ไม่ถูกต้อง จำนวน 3 ชุด จาก 80 ชุด กล่าวคือเลขดัชนีที่ได้มาจากโครงข่ายฯไม่ถูกต้อง เมื่อมาคำนวณค่าผิดพลาดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ 3.75% ซึ่งในการนำไปใช้งานจริงไม่ต้องการค่าความผิดพลาด สาเหตุของการผิดพลาดเนื่องมาจากค่าของ ตัวแปรอินพุทมีค่าใกล้เคียงกันจากขั้นตอนก่อนกระบวนการ (Pre-processing) ในการลดความผิดพลาดสามารถทำได้โดยนำชุดข้อมูลที่ผิดพลาดมาเพิ่มในชุดฝึกสอนแล้วทำการฝึกสอนโครงข่ายฯ อีกครั้ง ส่วนการแสดงผลนั้นขึ้นอยู่กับเลขดัชนีเอาท์พุท ซึ่งถ้าค่าถูกต้องจะได้การแสดงผลที่ถูกต้องเช่นกัน

ในการฝึกสอนโครงข่ายฯ นั้นจะใช้เวลาพอสมควร จากการทดลองใช้เวลาในการฝึกสอน 12 นาที โดยประมาณ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนและความเร็วของคอมพิวเตอร์ที่ใช้ แต่สามารถลดเวลาในการฝึกสอนได้โดยการเพิ่มจำนวนเซลล์ประสาทในชั้นซ่อน[10] ในส่วนของการใช้งานนั้น จะใช้เวลาน้อยมากในการประมวลผล เนื่องจากเป็นการประมวลผลแบบขนาน จากการทดลองใช้เวลาประมาณ 0.06 วินาที ประมวลผลโดยใช้โปรแกรม MATLAB ด้วยคอมพิวเตอร์ที่ใช้ CPU: Pentium 4 ความเร็ว 1.80Ghz RAM: 512 MB

6. สรุปผลการทดลอง

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

ส่วนของกระบวนการฝึกสอน และการทดสอบโครงข่ายประสาทเทียม แสดงให้เห็นว่าถ้าทำการฝึกสอนข้อมูลทุกชุดจะได้คำตอบที่มีความถูกต้องไม่มีค่าความผิดพลาด 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.** วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.