บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ปัจจุบันการผลิตไฟฟ้าด้วยเชื้อเพลิงฟอสซิลทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก ดังนั้นจึงเป็นที่แน่นอนว่าในอนาคตทุกประเทศในโลกจะต้องพยายามลดการปล่อยก๊าซดังกล่าวให้น้อยลงโดยเปลี่ยนวิธีการในการผลิตไฟฟ้าเป็นแบบที่ไม่มีการเผาไหม้แทนการผลิตไฟฟ้าด้วยเชื้อเพลิงฟอสซิลเช่น การผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานความร้อนใต้พิภพ พลังงานลม และ พลังงานนิวเคลียร์ เป็นต้น แต่ในชนิดของพลังงานทั้งหมดพลังงานนิวเคลียร์เท่านั้นมีกำลังผลิตและศักยภาพสูงพอที่จะทดแทนพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลได้

แต่โรงไฟฟ้านิวเคลียร์มีข้อด้อยคืออาจมีการรั่วไหลของสารกัมมันตรังสีออกจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เมื่อเกิดอุบัติเหตุร้ายแรงขึ้น ดังนั้นจึงต้องหาทางป้องกันที่ไม่ให้เกิดอุบัติเหตุดังกล่าวนั่นคือการพัฒนาระบบควบคุมความปลอดภัยในการเดินเครื่องโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เพื่อลดโอกาสในของอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นให้น้อยที่สุด

ในช่วงเวลาการเดินเครื่องโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เมื่อเกิดการทำงานที่ผิดปกติขึ้นเรียกว่าภาวะทรานเซียนต์ นั้นระบบควบคุมของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์จะควบคุมการทำงานให้กลับเข้าสู่ภาวะปกติ ซึ่งอาจควบคุมได้หรือไม่ได้ขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการตรวจพบภาวะทรานเซียนต์ที่เกิดขึ้น

ซึ่งถึงแม้ว่าจะมีระบบควบคุมอัตโนมัติในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ มนุษย์ยังคงเป็นผู้ตัดสินใจในขั้นตอนสุดท้ายของการเดินเครื่องที่ซับซ้อนและมีข้อมูลเป็นจำนวนมากในการตัดสินใจ ซึ่งอาจทำให้ยังมีความผิดพลาดในการตัดสินใจขึ้นได้ตัวอย่างที่สำคัญคือ การเกิดอุบัติเหตุในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์บนเกาะทรีไมล์ (Three miles Island Nuclear power plant) ในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งหลังจากเหตุการณ์ดังกล่าวได้มีความพยายามที่จะสร้างระบบการแสดง Safety parameter display system (SPDS) ขึ้นมาเพื่อช่วยเหลือผู้ควบคุมโรงไฟฟ้า (Operator) ให้ทราบถึงความผิดปกติที่เกิดขึ้นโดยเร็วที่สุด ซึ่งใช้หลักการแปลงสภาพการทำงานของอุปกรณ์ในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ให้อยู่ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์และใช้หลักการของระบบปัญญาประดิษฐ์ (Artificial .Intelligence) มาวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าว

การที่สามารถระบุ (Identify) แบบรูป (Pattern)ของภาวะทรานเซียนต์ได้อย่างรวดเร็วตั้งแต่เริ่มเกิดจะช่วยให้ผู้ควบคุมการเดินเครื่องสามารถแก้ไขเหตุการณ์ได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง ซึ่งเครือข่ายนิวรอล (Neural Network) เป็นทฤษฎีหนึ่งที่สามารถประยุกต์ใช้ในการแยกแยะรูปแบบของภาวะทรานเซียนต์แบบต่างๆ ข้อดีของเครือข่ายนิวรอลคือเป็นระบบที่ไม่ตายตัวสามารถปรับเปลี่ยนได้

วิทยานิพนธ์นี้ได้ครอบคลุมเกี่ยวกับการประยุกต์ของระบบปัญญาประดิษฐ์สาขาเครือข่ายนิวรอลเพื่อตรวจสอบฟังก์ชัน(Function) และรายงานภาวะทรานเซียนต์ที่เกิดขึ้นอย่างผิดปกติระหว่างการเดินเครื่องโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ซึ่งเป็นอีกระบบหนึ่งในหลายๆระบบสำหรับควบคุมความปลอดภัยในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาเครือข่ายนิวรอลสำหรับแสดงภาวะทรานเซียนต์ของแบบจำลองโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แคนดู-9 บนไมโครคอมพิวเตอร์

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1) เครือข่ายนิวรอลที่พัฒนาขึ้นมีความสามารถในการแสดงภาวะทรานเซียนต์ชนิดต่างๆของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แคนดู-9[1] เช่น

- Fail Closed All Feedwater
- Main Boiler Feedpumps Trips
- All ASRVs Valve Fail Open
- RIH Small Break
- One Bank of Absorber Rod Drops

2) พัฒนาเครือข่ายนิวรอลโดยใช้ภาษาฟอร์แทรนเพื่อทำงานร่วมกับแบบจำลองโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แคนดู-9 (CANDU-9 Nuclear Power Plant Simulator) ของบริษัท Cassiopeia Technologies Inc.

1.4 วิธีการดำเนินงานวิจัยโดยย่อ

1) ศึกษารูปแบบพารามิเตอร์ของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ จากโปรแกรมแบบจำลองโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แคนดู-9[2]
2) กำหนดรูปแบบของพารามิเตอร์ที่นำมาใช้กับเครือข่ายนิวรอล
3) กำหนดรูปแบบและขนาดของเครือข่ายนิวรอล ที่เหมาะสมกับจำนวนพารามิเตอร์และชนิดของภาวะทรานเซียนต์ ที่ต้องการให้ เครือข่ายนิวรอล เรียนรู้
4) เขียนโปรแกรมเพื่อคำนวนแบบจำลอง (Model) ของเครือข่ายนิวรอล
5) ทดสอบว่าโปรแกรมที่ เขียนขึ้นสามารถทำงานได้ตามที่กำหนดหรือไม่
6) สรุปผลและเขียนวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับ

ได้ระบบเครือข่ายนิวรอลเพื่อใช้ในการแสดงภาวะทรานเซียนต์ของแบบจำลองโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แคนดู-9 และเป็นแนวทางในการศึกษาด้านความปลอดภัยของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ให้ดีขึ้น

1.6 การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบตรวจสอบการเดินเครื่องโรงไฟฟ้านิวเคลียร์โดยใช้ระบบปัญญาประดิษฐ์ พบว่ามีงานวิจัยส่วนหนึ่ง[3,4,5] จะใช้เครือข่ายนิวรอลแบบ Back-Propagation Learning ซึ่งเป็นเครือข่ายนิวรอลที่ต้องการแบบรูปของพารามิเตอร์ที่ใช้ในการเรียนรู้เป็นแบบคงที่[3] แต่เนื่องจากพารามิเตอร์จากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์มีลักษณะเปลี่ยนแปลงตามเวลา ดังนั้นเครือข่ายนิวรอลจะเรียนรู้พารามิเตอร์โดยตรงไม่ได้ต้องเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ที่เข้ามาให้อยู่ในรูปแบบคงที่เช่น ใช้ค่าความชันของรูปกราฟของพารามิเตอร์ที่เข้ามาแล้วเก็บค่าในช่วงเวลาหนึ่ง หลังจากนั้นจึงใช้เครือข่ายนิวรอลมาเรียนรู้แบบรูปที่เปลี่ยนแปลงแล้วซึ่งมีข้อเสียคือ ช่วงเวลาที่เก็บค่าความชันของรูปกราฟต้องเที่ยงตรง ซึ่งถ้าผิดช่วงเวลาไปแล้วแบบรูปของพารามิเตอร์จะเปลี่ยนไป

งานวิจัยบางชิ้น[6] ใช้เครือข่ายนิวรอลแบบ Back-Propagation Learning มาเรียนรู้ ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ที่เข้าในระบบกับพารามิเตอร์ที่ออกจากระบบ ซึ่งระบบดังกล่าวหมายถึงอุปกรณ์ในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่มีความสำคัญ หลังจากนั้นจึงให้เครือข่ายนิวรอลทำงานขนานกับระบบดังกล่าวเพื่อใช้พารามิเตอร์ค่านำออก (Output Parameter) ของเครือข่ายนิวรอลเปรียบเทียบเทียบกับพารามิเตอร์จริงที่ได้จากระบบดังกล่าว ซึ่งถ้ามีค่าผิดพลาด (Error) เกินจากที่กำหนดจะถือว่าระบบมีความผิดปกติ แต่วิธีดังกล่าวมีข้อด้อยคือเครือข่ายนิวรอลที่ใช้จะมีจำนวนโนด (Node)มาก การคำนวณซับซ้อนใช้เวลานานจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมดจึงสรุปได้ว่าระบบเครือข่ายนิวรอลแบบBack-Propagation Learning นั้นมีข้อด้อยคือใช้เวลาในการเรียนรู้นานและต้องเพิ่มส่วนที่ทำหน้าที่เปลี่ยนรูปแบบของพารามิเตอร์

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาและพัฒนาระบบเครือข่ายนิวรอลแบบ Self-Organizing Feature Maps (SOFM)[7] ซึ่งมีความเร็วในการเรียนรู้มากกว่า โดยที่การคำนวณไม่ยุ่งยากและสามารถเรียนรู้พารามิเตอร์ที่เปลี่ยนแปลงค่าตามเวลาได้ โดยที่ระบบเครือข่ายนิวรอลแบบ Self-Organizing Feature Maps นั้นจะมีข้อด้อยคือใน 1 เครือข่ายของ SOFM สามารถเรียนรู้ได้เพียง 1 ภาวะทรานเซียนต์ในขณะที่ ระบบเครือข่ายนิวรอลแบบ Back-Propagation Learning ใน 1 เครือข่ายสามารถเรียนรู้ภาวะทรานเซียนต์ได้เป็นจำนวนมาก อย่างไรก็ตามข้อด้อยดังกล่าวสามารถยอมรับได้เนื่องจากจำนวนของภาวะทรานเซียนต์มีจำนวนน้อย จุดสำคัญคือต้องการความถูกต้องในการวิเคราะห์ภาวะทรานเซียนต์ที่เกิดขึ้นซึ่ง SOFM มีคุณสมบัติดังกล่าว