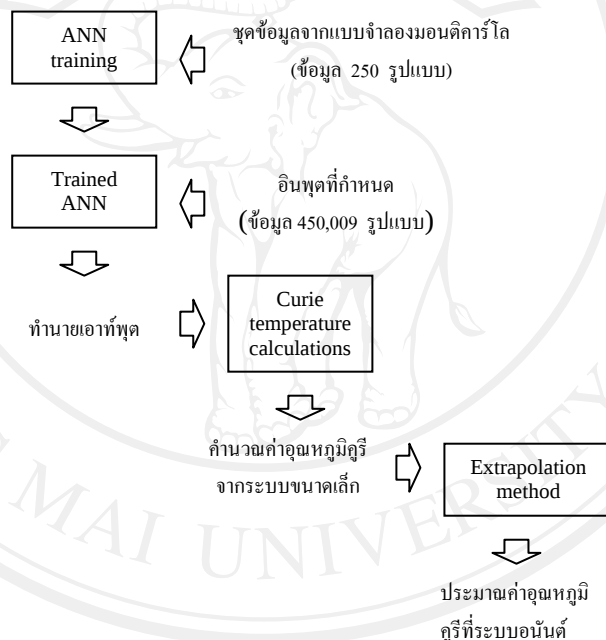


บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน โดยส่วนแรกจะเริ่มจากการฝึกโครงข่ายประสาทเทียม ส่วนที่สองเป็นการทำนายค่าคิวมูแลนต์อันดับที่ 4 และส่วนสุดท้ายเป็นการคำนวณค่าอุณหภูมิคูรีแล้วใช้วิธีประมาณค่านอกช่วง (Extrapolation method) เมื่อขนาดระบบเข้าสู่อนันต์ ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การฝึกโครงข่ายประสาทเทียม

3.1.1 ข้อมูลจากแบบจำลองมอนติคาร์โล

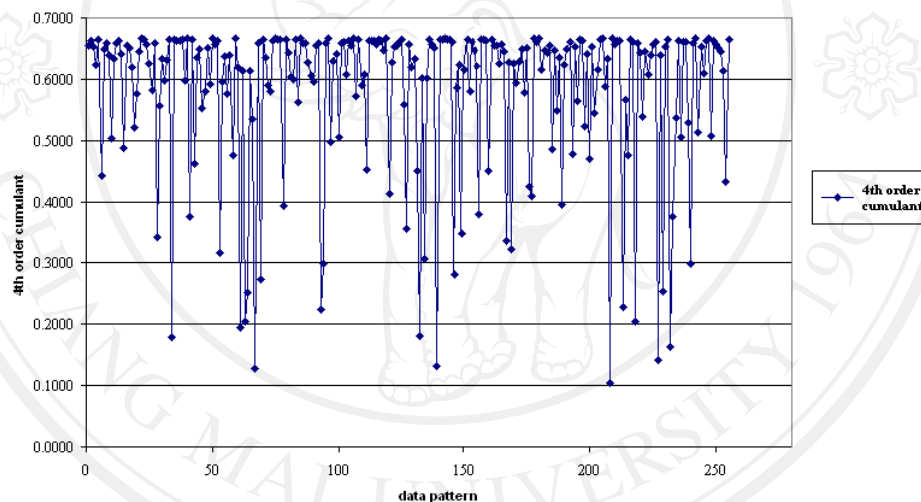
การฝึกโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้ชุดข้อมูลที่จำลองสถานการณ์จากวิธีการมอนติคาร์โล ซึ่งในที่นี้จะกล่าวเฉพาะข้อมูลส่วนที่ใช้ฝึกโครงข่ายฯ และข้อมูลในส่วนอื่นสามารถดูได้ในภาคผนวก ก ชุดข้อมูลดังกล่าวประกอบด้วยข้อมูลอินพุตคือ ขนาดของระบบ (Lattice sizes, L) ที่อยู่ในช่วง 10 ถึง 50 จุดแลตทิซ (เช่น ถ้าขนาดระบบเท่ากับ 10 จุดแลตทิซ หมายถึง จำนวนอะตอมที่

จัดเรียงตัวในลักษณะโครงผลึกที่มีตำแหน่งของอะตอมเรียงตัวในทิศทางตามแนวแกน X และแกน Y เท่ากับ 10×10 อะตอม) โดยมีค่าเพิ่มทีละ 10 ดังนั้นจึงมี 5 ชุดของขนาดระบบและค่าอุณหภูมิ อยู่ในช่วง 2 ถึง 2.5 J/k_B ซึ่งมีค่าเพิ่มทีละ 0.01 J/k_B ดังนั้นจะมีข้อมูลทั้งหมด 51 ค่าและในที่นี้เอาที่พูดของระบบที่น่าสนใจก็คือ ค่าคิวมูแลนต์อันดับที่ 4 ในแต่ละชุดของขนาดระบบทั้ง 5 ชุดจะทำการประมวลผลในช่วงอุณหภูมิ 2 ถึง 2.5 J/k_B รวมข้อมูลทั้งหมดเป็น 255 รูปแบบ

3.1.2 ขั้นตอนในการฝึกโครงข่ายประสาทเทียม

การกำหนดค่าพารามิเตอร์

ในการฝึกโครงข่ายฯ ได้ใช้โปรแกรม Qnet v2k ในขั้นตอนแรกจะทำการเตรียมชุดข้อมูลโดยนำข้อมูลทั้งหมดมาจัดเรียงแบบสุ่มด้วยโปรแกรม Excel ซึ่งมีรูปแบบดังแสดงในรูปที่ 3.2

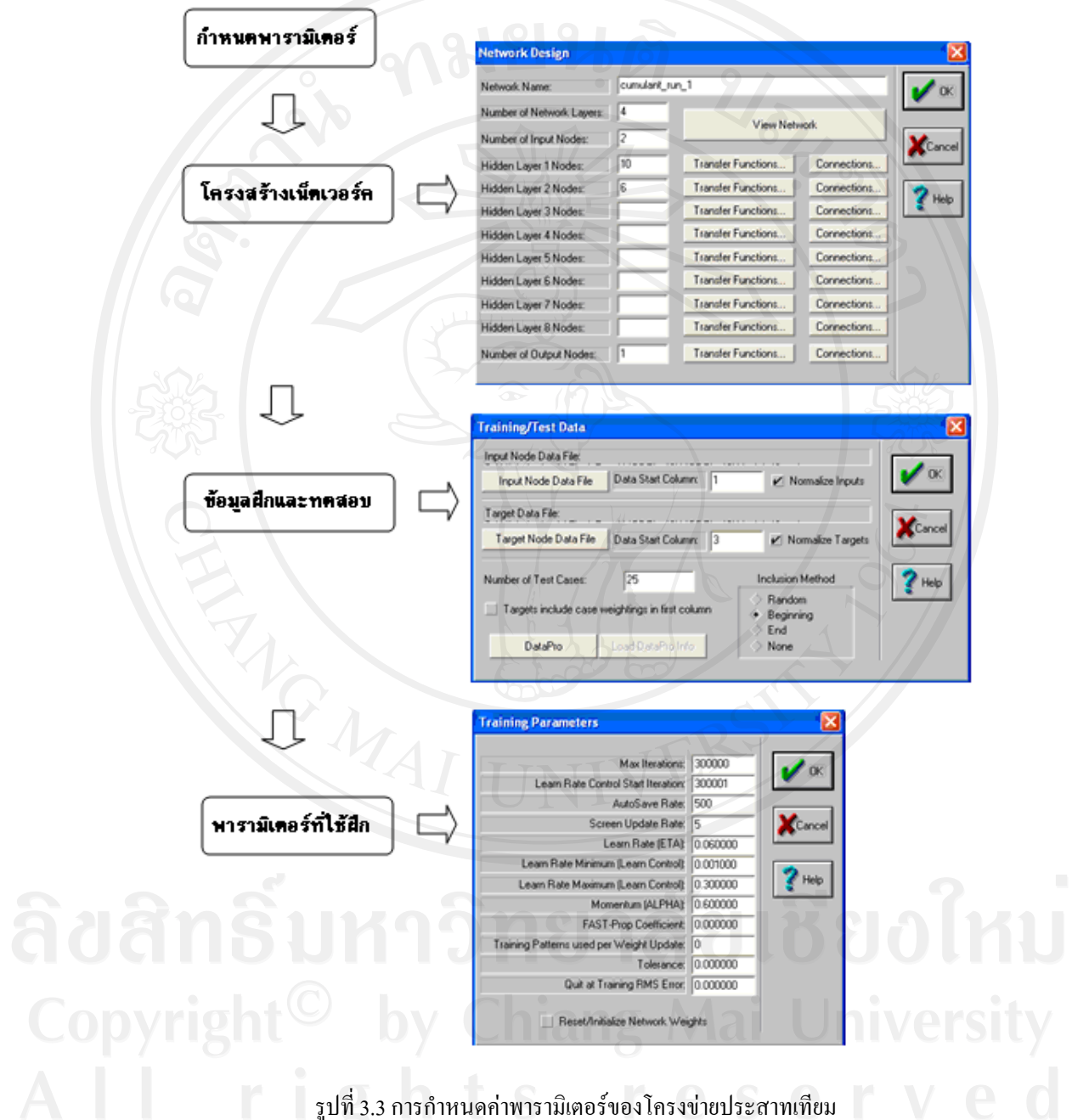


รูปที่ 3.2 รูปแบบการสุ่มข้อมูล

การใช้โปรแกรมต้องมีการกำหนดค่าต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.3 เช่น จำนวนโหนดของอินพุต จำนวนโหนดของเอาต์พุตและของชั้นซ่อน จำนวนชั้นซ่อน ฟังก์ชันถ่ายโอนข้อมูล จากนั้นจึงกำหนดชุดข้อมูลที่ใช้ฝึกให้แก่โครงข่ายฯ ซึ่งเป็นการระบุส่วนของข้อมูลที่เป็นอินพุตและเอาต์พุต รวมทั้งจำนวนข้อมูลสำหรับทดสอบโดยแบ่งข้อมูลไว้ 75 % สำหรับฝึกและ 25% สำหรับทดสอบการเรียนรู้และป้องกันการจำรูปแบบของโครงข่ายฯ ต่อมาจึงกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่ใช้สำหรับฝึก เช่น อัตราการเรียนรู้ ค่าโมเมนตัม จำนวนรอบสูงสุด เป็นต้น

เนื่องจากปัจจัยที่ต้องกำหนดมีหลายค่า ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อความถูกต้องของแบบจำลอง ดังนั้นในการกำหนดค่าพารามิเตอร์เพื่อให้ได้แบบจำลองที่ดีที่สุด สำหรับงานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบ

เพื่อหาค่าที่เหมาะสมโดยใช้วิธีการออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^k สำหรับกำหนดปัจจัยศึกษาคือจำนวนชั้นซ่อน จำนวนโหนดของชั้นซ่อน อัตราการเรียนรู้และค่าโมเมนตัมเป็นต้น



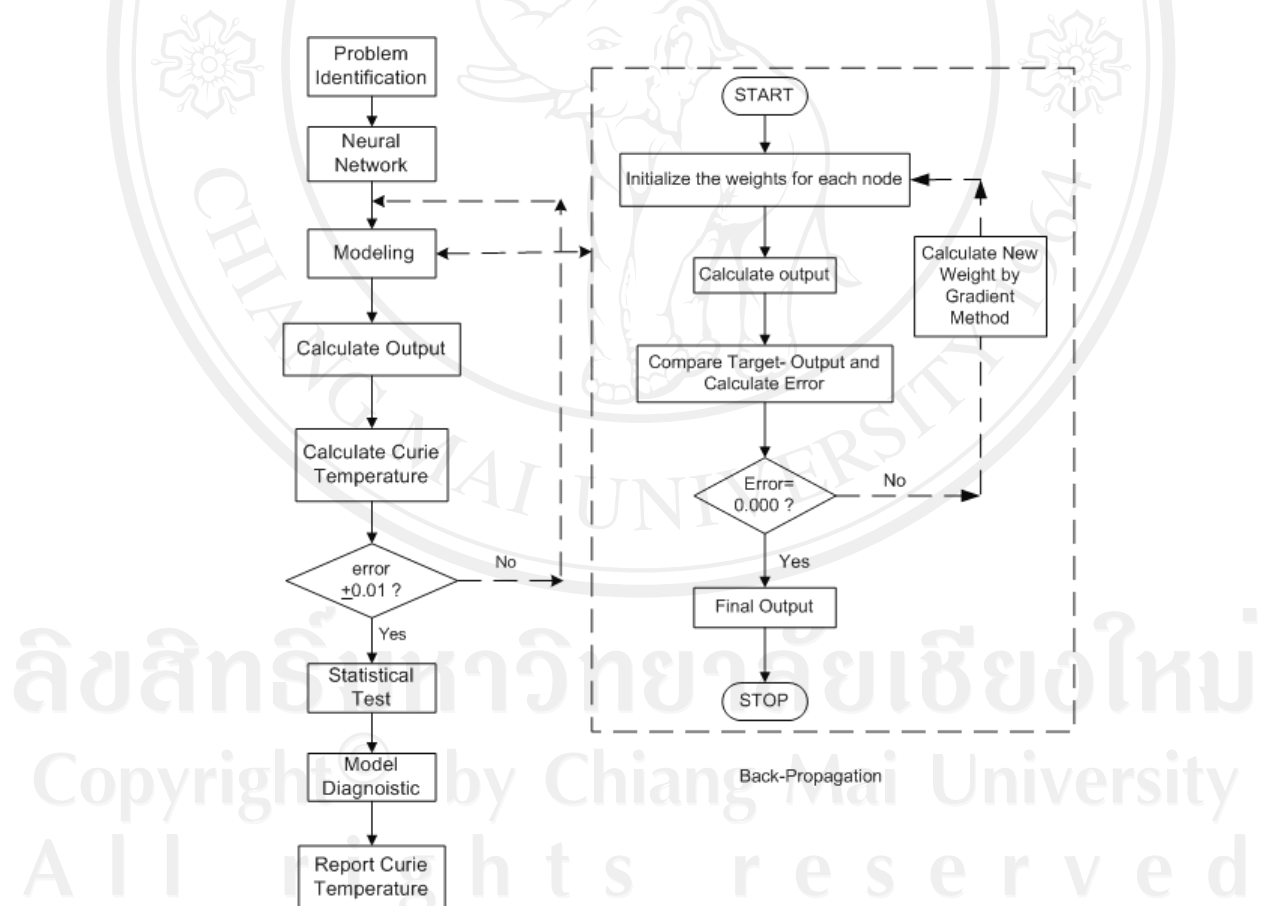
รูปที่ 3.3 การกำหนดค่าพารามิเตอร์ของโครงข่ายประสาทเทียม

การฝึกโครงข่ายฯ

เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆเสร็จแล้วจึงเข้าสู่การฝึกโครงข่ายฯ ด้วยทฤษฎีแบบแพร่กลับ กล่าวคือ โครงข่ายฯจะเริ่มต้นสุ่มค่าน้ำหนักสำหรับแต่ละโหนดแล้วทำการคำนวณค่าผลลัพธ์เพื่อทำ

การเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมายถ้าได้ค่าผิดพลาดมากกว่าค่าที่กำหนด โครงข่ายฯ จะทำการคำนวณค่าน้ำหนักแล้วเริ่มต้นฝึกใหม่ จนกว่าจะได้ค่าผิดพลาดเท่ากับค่าที่กำหนด หรือเมื่อโครงข่ายฯมีการเรียนรู้ดีที่สุดและเข้าสู่สภาวะคงที่แล้ว จึงจะหยุดการฝึก

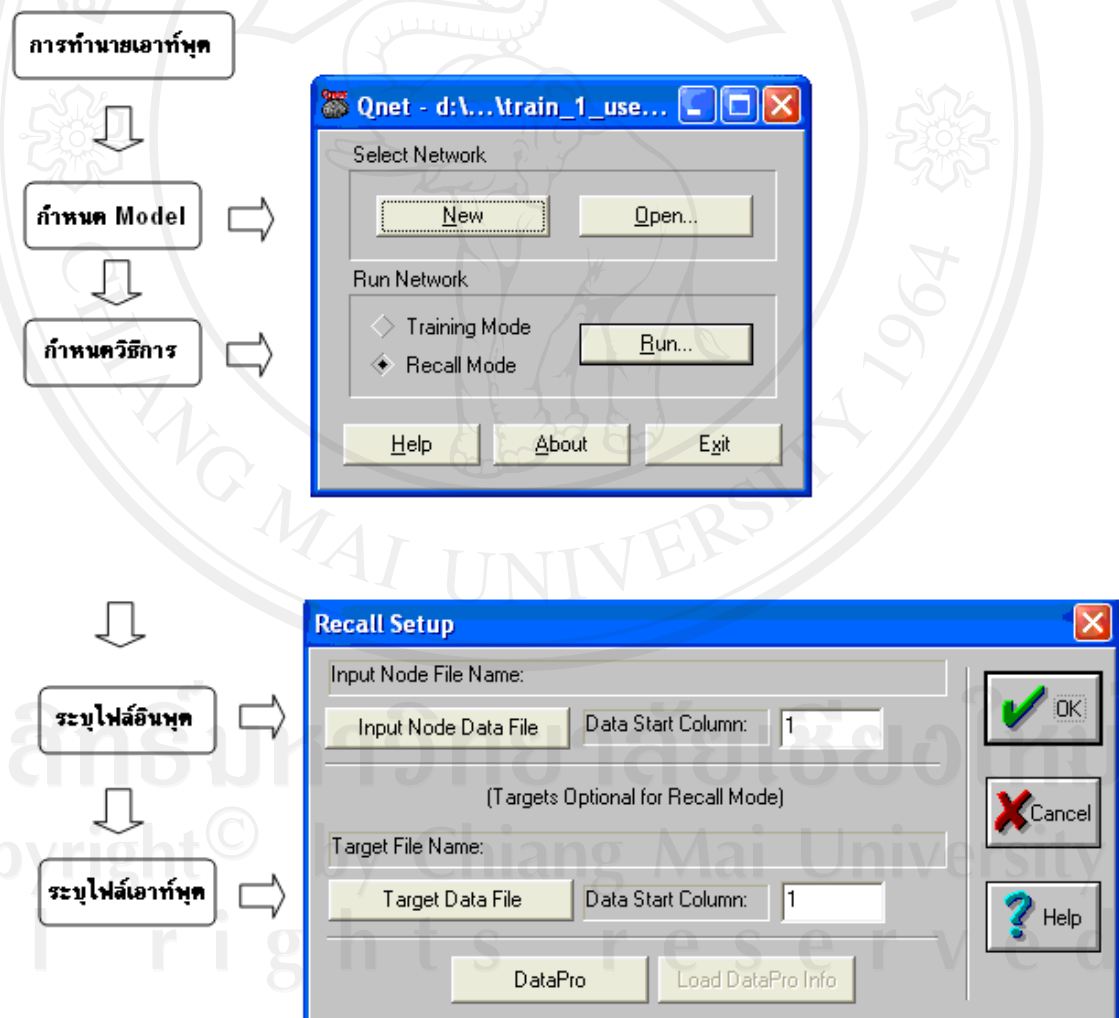
จากนั้นจะให้โครงข่ายฯคำนวณค่าเอาต์พุต แล้วจึงนำค่าเอาต์พุตดังกล่าวมาคำนวณค่าอุณหภูมิคูรี ถ้าได้ค่าอุณหภูมิคูรีที่มีค่าผิดพลาดอยู่ในช่วงที่กำหนดคือ ± 0.01 จึงจะทำการทดสอบสถิติ และตรวจสอบแบบจำลอง แต่ถ้าค่าอุณหภูมิคูรีที่คำนวณได้ไม่อยู่ในช่วงของค่าผิดพลาดดังกล่าว ก็จะกลับไปแก้ไขข้อผิดพลาดแล้วเริ่มต้นการฝึกใหม่ ดังนั้นตอนการทำงานในรูปที่ 3.4 ซึ่งการกำหนดช่วงของค่าผิดพลาดนั้น ผู้วิเคราะห์ได้พิจารณาจากค่าอุณหภูมิคูรีมาตรฐาน โดยค่าที่คำนวณได้จากโครงข่ายประสาทเทียมจะต้องมีความแม่นยำ หรือใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานมากที่สุด จึงจะทำการทดลองในขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 3.4 การประยุกต์ใช้โครงข่ายฯสร้างแบบจำลองเพื่อคำนวณค่าอุณหภูมิคูรี

3.2 การทำนายค่าเอาต์พุตของระบบ

เมื่อได้แบบจำลองโครงข่ายฯ ที่เรียนรู้ดีที่สุดแล้วต่อมาจึงใช้แบบจำลองดังกล่าว ทำนายค่าเอาต์พุตหรือคิวมูแลนที่อันดับที่ 4 โดยในแต่ละแบบจำลองจะทำการกำหนดอินพุตได้แก่ ขนาดของระบบจำนวน 9 ชุดของจุดแลตทิซ และค่าอนุกรมจำนวน 50001 ค่า ในแต่ละชุดของจุดแลตทิซ จะประมวลผลที่ค่าอนุกรมดังกล่าว ดังนั้นรวมข้อมูลทั้งหมดที่ประมวลผลโดยโครงข่ายฯ หนึ่งแบบจำลองเป็น 450009 รูปแบบ โดยเตรียมไฟล์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Excel ในส่วนของโปรแกรม Qnet v2k ทำการกำหนดแบบจำลองที่ต้องการใช้พร้อมทั้งกำหนดวิธีการใช้งานแล้วจึงระบุตำแหน่งของไฟล์อินพุตและเอาต์พุต ซึ่งมีขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 การทำนายเอาต์พุตจากโครงข่ายฯ ที่ถูกฝึกแล้ว

3.3 การคำนวณค่าอุณหภูมิคูรี

3.3.1 การหาค่าอุณหภูมิที่จุดตัดของคิวมูแลนท์

เนื่องจากที่อุณหภูมิคูรี(ณ ระบบขนาดอนันต์) จะมีค่าคิวมูแลนท์อันดับที่ 4 ของระบบทุกขนาดเท่ากันจึงต้องนำข้อมูลมาสร้างกราฟเพื่อหาจุดตัด ดังนั้นขั้นตอนนี้จึงเป็นการคำนวณค่าอุณหภูมิคูรีจากระบบขนาดเล็ก ซึ่งจะนำค่าเอาท์พุตที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.1.2 มาคำนวณหาค่าอุณหภูมิที่จุดตัดของค่าคิวมูแลนท์อันดับที่ 4 โดยนำระบบทั้ง 9 ขนาดมาสร้างกราฟระหว่างค่าคิวมูแลนท์เทียบกับอุณหภูมิแล้วพิจารณาจุดตัดของคิวมูแลนท์ที่เกิดขึ้น ณ อุณหภูมิต่างๆระหว่างระบบแต่ละขนาดที่กับระบบขนาดอื่นๆ เช่น การหาค่าอุณหภูมิที่จุดตัดของคิวมูแลนท์ระหว่างขนาดระบบเท่ากับ 10 จุดแลตทิซ ที่ตัดกับระบบขนาดอื่นๆได้แก่ ระบบขนาด 15 20 25 30 35 40 45 50 จุดแลตทิซ จากนั้นจะนำค่าอุณหภูมิที่ได้ไปคำนวณโดยสร้างความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างอุณหภูมิจุดตัดและขนาดของระบบด้วยเทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยซึ่งสิ่งที่ได้คือ สมการของค่าอุณหภูมิคูรีของระบบแต่ละขนาดคือ ที่ $L=10$ $L=15$ $L=20$ $L=25$ จุดแลตทิซ

3.3.2 การประมาณค่านอกช่วง

เมื่อได้สมการของค่าอุณหภูมิคูรีจากข้อ 3.3.1 แล้วต่อมาจึงทำการประมาณค่าอุณหภูมิคูรีเมื่อขนาดระบบเข้าสู่อนันต์ จากที่ได้กล่าวมาในรูปที่ 3.4 ในขั้นตอนของการฝึกโครงข่ายฯ โดยถ้าค่าอุณหภูมิคูรีมีผิดพลาดอยู่ที่ระดับ ± 0.01 J/k_B ก็จะนำค่าอุณหภูมิดังกล่าวมาทำการทดสอบสถิติเปรียบเทียบและสุดท้ายจะทำการตรวจสอบแบบจำลองจากสมการถดถอย ว่าตรงตามข้อสมมุติในทางสถิติหรือไม่ แล้วจึงรายงานค่าอุณหภูมิคูรีแต่ถ้าค่าผิดพลาดไม่อยู่ในระดับที่กำหนด ก็จะมีการปรับแก้ไขแบบจำลองและเริ่มต้นฝึกโครงข่ายฯ ใหม่จนกว่าจะได้ค่าผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ซึ่งขั้นตอนในการทำงานจะวนซ้ำดังที่กล่าวมา