2. ความรู้พื้นฐาน

2.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับโรคมะเร็ง

- **ความหมายของโรคมะเร็ง**

มะเร็ง คือ กลุ่มของโรคที่เกิดเนื่องจากเซลล์ของร่างกายมีความผิดปกติที่สารพันธุกรรมส่งผลให้เซลล์มีการเจริญเติบโตและแบ่งตัวเพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ที่รวดเร็วและมากกว่าปกติ [7] จึงอาจทำให้เกิดก้อนเนื้อผิดปกติและในที่สุดจะเกิดการตายของเซลล์ในก้อนเนื้อนั้นเนื่องจากขาดเลือดไปเลี้ยง ถ้าเซลล์พวกนี้เกิดอยู่ในอวัยวะใดจะเรียกชื่อมะเร็งตามอวัยวะนั้น เช่น มะเร็งปอด มะเร็งเต้านม เป็นต้น โดยมะเร็งที่พบในร่างกายมนุษย์มีหลายชนิด แต่ละชนิดมีการดำเนินของโรคที่แตกต่างกันเช่น มะเร็งปอดและมะเร็งสมองมีการดำเนินของโรคที่รุนแรงผู้ป่วยมีชีวิตการอยู่รอดสั้นกว่าผู้ป่วยมะเร็งผิวหนังและมะเร็งชนิดอื่นๆ ดังนั้นวิธีการรักษามะเร็งแต่ละชนิดจึงต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอวัยวะที่เป็นมะเร็ง ระยะของมะเร็ง สภาพร่างกายและความเหมาะสมของผู้ป่วย รวมทั้งการดำเนินของโรคมะเร็ง

- **สาเหตุและปัจจัยเสี่ยงของการเกิดมะเร็ง**

สาเหตุและปัจจัยเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งแบ่งได้เป็น 2 ประเภท [7] ได้แก่

1. สิ่งแวดล้อมภายนอกร่างกาย

- สารก่อมะเร็งที่ปนเปื้อนในอาหารและเครื่องดื่ม เช่นสารพิษจากเชื้อราชื่ออัลฟาทอกซิน (Alfatoxin) สารก่อมะเร็งที่เกิดจากการปิ้ง ย่าง พวกไฮโดคาร์บอน(Hydrocarbon) สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการถนอมอาหารชื่อไนโตรซามิน (Nitosamine) และสีผสมอาหารที่มาจากสีย้อมผ้าเป็นต้น
- รังสีเอ็กซเรย์และรังสีอัลตราไวโอเลตจากแสงแดด
- เชื้อไวรัส เช่น ไวรัสตับอักเสบบี ไวรัสฮิวแมนแพบพิลโลมา
- การติดเชื้อพยาธิใบไม้ในตับ
- พฤติกรรมบางอย่าง เช่น การสูบบุหรี่ ดื่มสุราและการทานอาหารสุกดิบ เป็นต้น

2. ความผิดปกติภายในร่างกาย

ความผิดปกติในร่างกายได้แก่ ความผิดปกติทางพันธุกรรม ความบกพร่องของระบบภูมิคุ้มกันและภาวะทุพโภชนาการ เช่น เด็กที่มีความพิการมาแต่กำเนิดมีโอกาสเป็นมะเร็งเม็ดเลือดขาวได้

- **ชนิดของโรคมะเร็ง**

โรคมะเร็งมีหลายชนิดโดยโรคมะเร็งที่งานวิจัยนี้สนใจประกอบด้วย 4 ชนิด ซึ่งมีรายละเอียดของสาเหตุและอาการส่วนใหญ่ของโรค ดังแสดงในตารางที่ 2.1 [1, 7-8]

ตารางที่ 2.1 ชนิดโรคมะเร็ง

ชนิดโรคมะเร็ง	สาเหตุ	อาการ
มะเร็งปอด	1) สูบบุหรี่ 2) สูดดมควันบุหรี่จากผู้อื่นเป็นประจำ 3) สัมผัสสาร Randon ซึ่งเป็นแก๊สที่ไม่มีกลิ่น และพบได้ตามดินและหิน 4) สูดดมควันจากการเผาไหม้น้ำมันและถ่านหิน 5) โรคปอด โดยเฉพาะวัณโรคมะเร็งจะเกิดบริเวณที่เป็นแผลเป็นวัณโรค	ไอ หายใจลำบาก ไอเป็นเลือด ปอดอักเสบบ่อย และเจ็บลึกที่หน้าอก นอกจากนี้อาจมีอาการเนื่องจากมะเร็งลุกลามหรือแพร่กระจาย เช่น เสียงแหบ อาการทางสมอง ปวดกระดูก เป็นต้น
มะเร็งตับ	1) โรคตับอักเสบชนิดบี 2) พยาธิใบไม้ในตับ 3) สารเคมีต่างๆ 4) ยารักษาโรคบางชนิด 5) ยาฆ่าแมลง 6) สารพิษที่เกิดจากเชื้อรา 7) สารเคมีที่เกิดจากอาหารหมักดอง 8) สุรา 9) ภาวะทุพโภชนาการ 10) คุณสมบัติทางพันธุกรรม	เบื่ออาหาร แน่นท้อง ท้องผูก อ่อนเพลีย น้ำหนักลด และมีไข้ต่ำๆ ปวดเสียดชายโครงด้านขวา ตัวเหลือง ตาเหลือง ท้องโต และมีอาการบวมบริเวณขาทั้ง 2 ข้าง
มะเร็งเต้านม	1) อาจเกิดจากการรับประทานอาหารที่มีไขมันสูง 2) การใช้ยาคุมกำเนิดแบบรับประทานเป็นระยะเวลานาน 3) การใช้ฮอร์โมนทดแทนเพื่อรักษาวัยหมดประจำเดือน	1.เริ่มจากการคลำก้อนไม่ได้จนถึงมีก้อนเล็กๆขึ้นที่เต้านม ส่วนมากจะไม่มีอาการ เจ็บปวด 2.ก้อนจะโตขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้เต้านมมีลักษณะผิดไป อาจทำให้เต้านมใหญ่ขึ้น หรือบางชนิดทำให้เต้านมแข็งหดตัวเล็กหรือแบนลงได้ ก้อนมะเร็งอาจจะรั้งให้หัวนมบุ๋มเข้าไปจาก

	4) ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ 5) ภาวะอ้วน 6) ไม่เคยให้นมบุตร	ระดับเดิม หรือทำให้ผิวหนังบริเวณเต้านมมีลักษณะหยาบและขรุขระ บางรายเมื่อบีบบริเวณหัวนมจะมีน้ำเหลืองหรือเลือดไหลซึมออกมา 3. พบการแพร่กระจายไปยังบริเวณ ต่อมน้ำเหลืองที่รักแร้ 4.รายที่เป็นมากแล้วเนื้อมะเร็งบางส่วนจะเน่าตายทำให้เกิดเป็นแผลขยายกว้างออกไป และมีกลิ่นเหม็น
มะเร็งลำไส้ใหญ่	ยังไม่ทราบสาเหตุที่แน่ชัดแต่เชื่อว่าเกิดจากปัจจัยหลายอย่างได้แก่ สิ่งแวดล้อม อาหาร และพันธุกรรม	ในระยะแรกอาจไม่มีอาการใดๆหรืออาจมีอาการปวดท้อง แน่นท้องคล้ายโรคกระเพาะ เมื่อเป็นมากขึ้นอาจมีอาการท้องผูกสลับกับท้องเดิน ลักษณะการขับถ่ายเปลี่ยนไป อาจมีการอุดตันของลำไส้ ถ่ายอุจจาระเป็นเลือดหรือมูกปนเลือด หรือมีเลือดออกในอุจจาระเป็นเวลานาน จนทำให้เกิดภาวะซีด

- **การรักษามะเร็ง**

การรักษาโรคมะเร็งตามหลักสากลเป็นแบบวิธีผสมผสานด้วยวิธีดังต่อไปนี้

1. ศัลยกรรม คือการผ่าตัดเอาก้อนมะเร็งออก

2. รังสีรักษา คือการฉายแสงบริเวณที่มีเซลล์มะเร็งอยู่เป็นการรักษาแบบเฉพาะที่เช่นเดียวกับวิธี ของศัลยกรรม

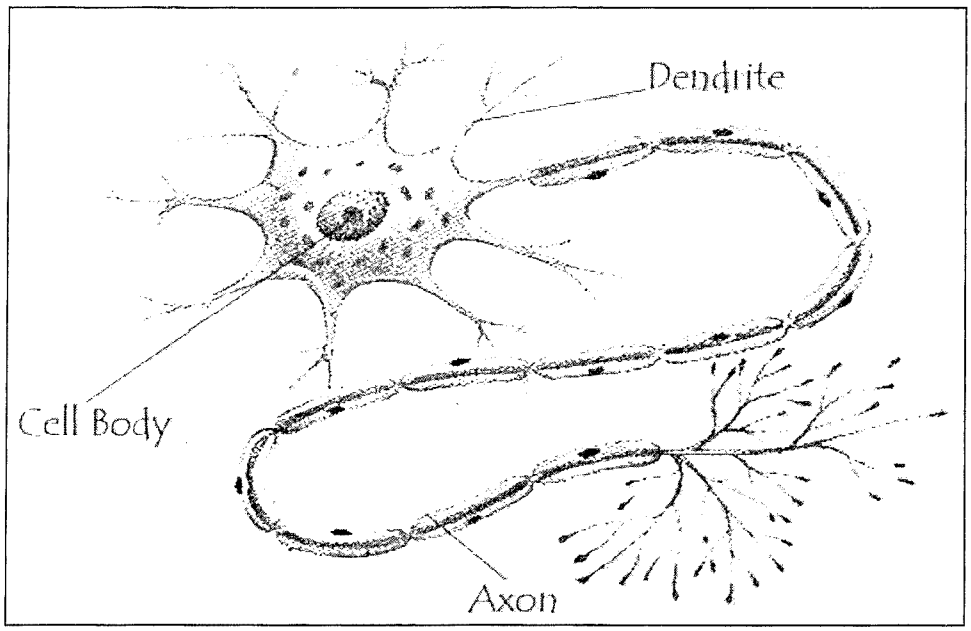
3.เคมีบำบัด คือการรักษาหรือการทำลายเซลล์มะเร็งทั้งที่ต้นตอและที่กระจายไปตามทางเดินน้ำเหลือง กระแสเลือดหรืออวัยวะอื่นของร่างกาย เป็นการรักษามะเร็งแบบทั้งตัวของผู้ป่วยมะเร็งโดยการรับประทานยาที่มีความสามารถในการฆ่าหรือทำลายเซลล์มะเร็ง ฉีดยาทางหลอดเลือดดำหรือแดง เป็นต้น

เพื่อให้การรักษาได้ผลดียิ่งขึ้นมะเร็งแต่ละกลุ่มหรือแต่ละชนิดจะได้รับการรักษาแบบผสมผสานที่ไม่เหมือนกัน เนื่องจากมะเร็งบางชนิดมีการตอบสนองต่อการรักษาทางศัลยกรรมและรังสีรักษาดี เช่น มะเร็งผิวหนังไม่จำเป็นต้องรักษาด้วยเคมีบำบัดหรือวิธีอื่นๆ มะเร็งบางชนิดมีการตอบสนองต่อเคมีบำบัดและรังสีรักษาดีและไม่จำเป็นต้องใช้วิธีศัลยกรรม เช่น มะเร็งต่อมน้ำเหลือง มะเร็งเม็ดเลือดขาว เป็นต้น มะเร็งเต้านมในผู้ป่วยบางกลุ่มโดยเฉพาะผู้ป่วยที่อยู่ในวัยหลังหมดระดูจะมีการตอบสนองต่อการรักษาโดยการใช้ฮอร์โมนหลังจากที่ผ่าตัดเอาก้อนมะเร็งต้นตอออกไปแล้ว

2.2 โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks)

โครงข่ายประสาทเทียมถูกคิดขึ้นโดยการเลียนแบบธรรมชาติทางชีววิทยา จากการศึกษาพบว่าระบบประสาทประกอบไปด้วยหน่วยเซลล์ประสาทพื้นฐานจำนวนมากเชื่อมต่อเข้าด้วยกันและสามารถฝึกสอนได้ แต่ละเซลล์ประสาทจะรับกระแสประสาทเข้ามาทางส่วนที่เรียกว่าเดนไดรท์ (Dendrite) เข้าสู่ตัวเซลล์แล้วส่งต่อออกไปยังส่วนที่เรียกว่าแอกซอน (Axon) แอกซอนจะเชื่อมกับส่วนเดนไดรท์ของเซลล์อื่นผ่านช่องว่างเล็กๆระหว่างส่วนทั้งสองโดยช่องว่างในจุดที่เชื่อมต่อนี้เรียกว่าไซเนปส์ (synapse) หน่วยประสาททางชีววิทยาแสดงดังรูปที่ 2.1

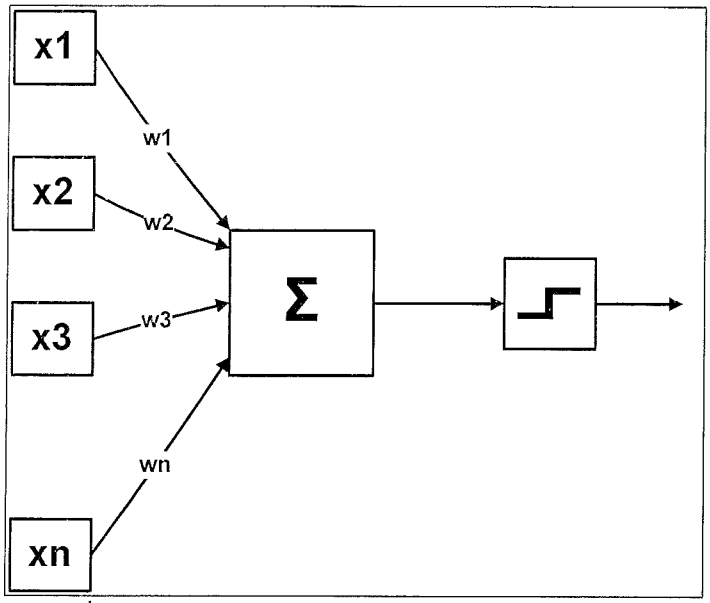
แนวคิดมุมมองใหม่ของโครงข่ายประสาทเริ่มจากงานของ Warren McCulloch และ Walter Pitts ในช่วงทศวรรษ ค.ศ. 1940 แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมถูกนำเสนอและแสดงให้เห็นว่าในหลักการแล้วสามารถนำมาใช้คิดฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์หรือตรรกะได้โดยนำลักษณะการทำงานมาจำลองเพื่อแก้ปัญหาเลียนแบบวิธีการคิดและวิธีการตัดสินใจที่มนุษย์มี



รูปที่ 2.1 โครงสร้างเซลล์ประสาทในสมองมนุษย์ (ภาพจาก http://dekmaihiso.web44.net/Neurons_I.html)

โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial neural network) หรือมักเรียกสั้นๆว่าข่ายงานประสาท (Neural Network หรือ Neural Net) คือโมเดลทางคณิตศาสตร์สำหรับประมวลผลสารสนเทศด้วยการ

คำนวณแบบคอนเนคชันนิสต์ (connectionist) เพื่อจำลองการทำงานของเครือข่ายประสาทในสมองมนุษย์สำหรับการประมวลผลทางคอมพิวเตอร์ หน่วยประสาทในคอมพิวเตอร์แสดงดังรูปที่ 2.2



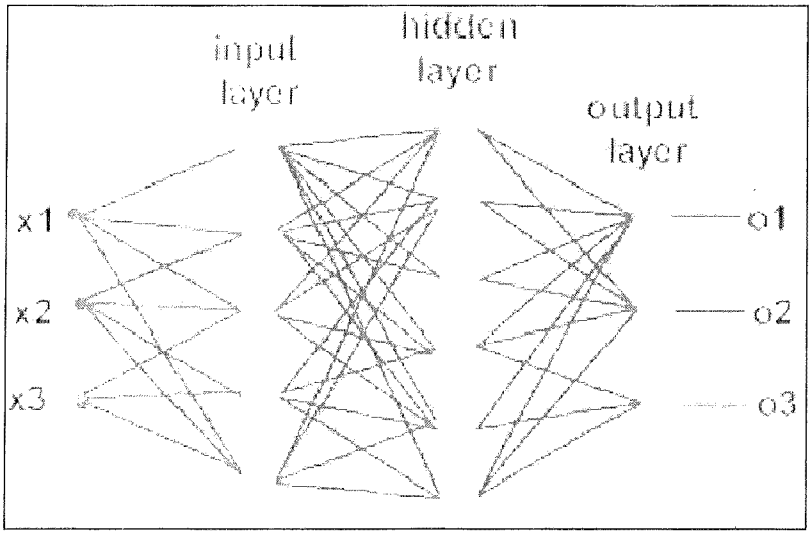
รูปที่ 2.2 แบบจำลองหน่วยประสาทเทียมในคอมพิวเตอร์

จากรูปที่ 2.2 กำหนดให้

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$	เป็นค่าข้อมูลนำเข้า (Input: x) หน่วยประสาทเทียม
$w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$	เป็นค่าน้ำหนัก (Weight: w) ของข้อมูลเข้าหน่วยประสาทเทียม
$\sum$	เป็นผลรวมของผลคูณระหว่างค่าข้อมูลนำเข้า (Input: x) กับค่าน้ำหนัก (Weight: w) ของหน่วยประสาทเทียม
	เป็นฟังก์ชันแปลงถ่ายทอดข้อมูล(Transfer Functionหรือ Activation Function)

- **โครงข่ายเพอร์เซปตรอนแบบหลายชั้น (Multi-Layers Perceptrons)**

โครงข่ายเพอร์เซปตรอนแบบหลายชั้นคือโครงข่ายประสาทเทียมที่มีโครงสร้างเป็นแบบหลายชั้นดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 โครงข่ายเพอร์เซปตรอนแบบหลายชั้น (ภาพจาก

http://dms.irb.hr/tutorial/tut_nnets_short.php)

จากรูปที่ 2.3 โครงข่ายเพอร์เซปตรอนแบบหลายชั้นประกอบไปด้วย 3 ชั้น (layer) ดังนี้

- ชั้นนำเข้า (Input Layer) ทำหน้าที่รับข้อมูลจากภายนอกแล้วส่งต่อไปยังชั้นซ่อน (Hidden Layer)
- ชั้นซ่อน (Hidden Layer) ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลที่ได้จากชั้นนำเข้าแล้วส่งต่อไปยังชั้นผลลัพธ์ (Output Layer)
- ชั้นผลลัพธ์ (Output Layer) ทำหน้าที่ประมวลผลครั้งสุดท้ายแล้วแสดงเป็นผลลัพธ์ ของโครงข่าย

โครงข่ายเพอร์เซปตรอนแบบหลายชั้นสามารถนำมาแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากได้ ซึ่งความสามารถและประสิทธิภาพของโครงข่ายขึ้นอยู่กับการเลือกรูปแบบการต่อโครงข่าย วิธีการฝึกสอน และการปรับค่าน้ำหนัก(Weight) ของแต่ละโครงข่าย

- **ขั้นตอนวิธีการเรียนรู้แบบแพร่ย้อนกลับ (Back Propagation Learning Algorithm)**

ขั้นตอนวิธีการเรียนรู้แบบแพร่ย้อนกลับ (Back propagation Learning Algorithm) เป็นวิธีการเรียนรู้แบบมีการสอน (Supervised Learning) โดยชุดข้อมูลที่ใช้สอนโครงข่ายจะมีคำตอบอยู่แล้ว เพื่อให้โครงข่ายปรับตัวให้ได้คำตอบที่ดีขึ้น ขั้นตอนวิธีนี้จะถูกใช้ในการเรียนรู้ของโครงข่ายเพอร์เซปตรอนแบบหลายชั้น (Multi-Layer Perceptron) ซึ่งโหนดในแต่ละชั้นจะถูกเชื่อมต่อด้วยค่าน้ำหนัก (weight) ที่แตกต่างกัน เมื่อป้อนชุดข้อมูลเข้าไปในชั้นนำเข้า (input layer) จะมีการคำนวณแล้วส่งผ่านผลลัพธ์ที่ได้ไปยังชั้นซ่อน (hidden layer) จนถึงชั้นข้อมูลผลลัพธ์ (output layer) ซึ่งในชั้นนี้จะคำนวณค่าคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์และปรับค่าน้ำหนักใหม่แล้วส่งกลับไปยังชั้นก่อนหน้าจนถึง

ชั้นนำเข้า และทำซ้ำจนกระทั่งได้ค่าคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ [9] โดยการคำนวณผลลัพธ์จากชั้นซ่อนและชั้นผลลัพธ์จะใช้ฟังก์ชันแปลงถ่ายทอดข้อมูล (Transfer function) หรือฟังก์ชันกระตุ้น (Activation function) ซึ่งมีหลายรูปแบบให้เลือกใช้เช่น ซิกมอยด์ฟังก์ชัน (Sigmoid function) ฟังก์ชันแบบขั้น (Step function) ฟังก์ชันเชิงเส้น (Linear function) และฟังก์ชันไฮเพอร์โบลิกแทนเจนต์ (Hyperbolic tangent function)

ขั้นตอนวิธีในการคำนวณเริ่มจากป้อนชุดข้อมูลนำเข้าเข้าสู่โครงข่าย ข้อมูลนำเข้าทั้งหมดจะถูกคูณด้วยค่าน้ำหนักและนำมารวมกันดังสมการที่ (2.1)

$$h = \sum_{i=0}^{n} x_i w_i \tag{2.1}$$

โดยที่ h เป็นค่าผลรวมของผลคูณระหว่างค่าข้อมูลนำเข้าจากชั้นนำเข้าและค่าน้ำหนัก

x_i เป็นค่าของข้อมูลนำเข้าตำแหน่งที่ i โดย x_0 คือค่าเอนเอียง (bias) ซึ่งมีค่าเป็น 1

w_i เป็นค่าน้ำหนักตำแหน่งที่ i

จากนั้นโครงข่ายจะนำค่าผลรวมที่ได้ (h) มาผ่านฟังก์ชันแปลงถ่ายทอดข้อมูล โดยงานวิจัยนี้เลือกใช้แบบซิกมอยด์เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้จากฟังก์ชันนี้อยู่ในช่วง [0,1] ซึ่งสอดคล้องกับค่าผลลัพธ์จากแบบจำลองที่ต้องการคือ 0 หมายถึงไม่เป็นโรคมะเร็ง (หรือไม่เป็นชนิดโรคมะเร็งที่สนใจ) และ1 หมายถึงเป็นโรคมะเร็ง (หรือเป็นชนิดโรคมะเร็งที่สนใจ) ดังสมการที่ (2.2)

$$O = g(h) = \frac{1}{1+e^{-h}} \tag{2.2}$$

โดยที่ h เป็นค่าผลรวมของผลคูณระหว่างค่าข้อมูลนำเข้าจากชั้นนำเข้าและค่าน้ำหนัก

O เป็นผลลัพธ์ของชั้นซ่อน

เมื่อการคำนวณที่ชั้นซ่อนเสร็จสิ้นแล้ว ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับชั้นผลลัพธ์เพื่อหาค่าคำตอบสุดท้ายซึ่งเป็นผลลัพธ์ของโครงข่าย และเมื่อข้อมูลซึ่งเป็นผลลัพธ์จากชั้นซ่อนถูกส่งมาถึงชั้นผลลัพธ์ก็จะเข้าสู่กระบวนการคำนวณเช่นเดียวกันกับในชั้นซ่อน จากนั้นจึงเปรียบเทียบค่าผลลัพธ์ที่ได้ (actual output) กับผลลัพธ์เป้าหมาย (target) ถ้าค่าต่างกันจะเข้าสู่กระบวนการ Backward Computation ซึ่งเป็นการทำงานลักษณะแพร่ย้อนกลับเพื่อหาค่าความผิดพลาดของผลลัพธ์ โดยมีการคำนวณสองส่วนคือช่วงชั้นซ่อนกับชั้นผลลัพธ์ และช่วงชั้นนำเข้ากับชั้นซ่อนดังสมการต่อไปนี้ [10]

$$\delta_k = O_k(1-O_k)(T_k - O_k) \tag{2.3}$$

$$\delta_l = O_l(1-O_l)(\sum_{k\in O} w_{kl}\delta_k) \tag{2.4}$$

กำหนดให้

δ_k คือ ค่าความผิดพลาดของผลลัพธ์ที่คำนวณจากชั้นผลลัพธ์

δ_l คือ ค่าค่าความผิดพลาดของผลลัพธ์ที่คำนวณจากชั้นซ่อน

O_k คือ ค่าผลลัพธ์จากโครงข่าย

T_k คือ ค่าผลลัพธ์เป้าหมาย

w คือ ค่าน้ำหนัก

k เป็นดัชนีของโหนดในชั้นผลลัพธ์

l เป็นดัชนีของโหนดในชั้นซ่อน

เมื่อผ่านขั้นตอน Backward Computation แล้วจะทำการปรับค่าน้ำหนัก (Weight Adjustment) ขั้นตอนนี้เป็นการทำงานเพื่อปรับปรุงค่าน้ำหนักให้ได้ค่าน้ำหนักที่เหมาะสมสำหรับคำนวณผลลัพธ์ของโครงข่ายที่ถูกต้องและการคำนวณหาค่าความผิดพลาดของโครงข่ายโดยดำเนินการกับค่าน้ำหนักที่อยู่ระหว่างชั้นซ่อนกับชั้นผลลัพธ์ และระหว่างชั้นนำเข้ากับกับชั้นซ่อนตามลำดับดังสมการที่ (2.5)

$$w_{ji} = w_{old} + \Delta w_{ji} \tag{2.5}$$

กำหนดให้

w_{ji} คือค่าน้ำหนักใหม่

w_{old} คือค่าน้ำหนักเดิม

Δw_{ji} คือส่วนต่างของค่าน้ำหนัก

$$\Delta w_{ji} = \eta\delta_j x_{ji} \tag{2.6}$$

กำหนดให้

η คือค่าอัตราการฝึกสอน (Learning rate) โดยที่ $0 < \eta \leq 1$ ซึ่งเป็นค่าที่ทำให้การปรับค่าน้ำหนักดำเนินไปเร็วขึ้นถ้าค่า η ยิ่งมากยิ่งทำให้ปรับได้มากขึ้น

δ_j คือค่าความผิดพลาดของผลลัพธ์ที่คำนวณจากชั้นผลลัพธ์สำหรับกรณีที่ปรับค่าน้ำหนักระหว่างชั้นซ่อนกับชั้นผลลัพธ์ หรือค่าความผิดพลาดของผลลัพธ์ที่คำนวณจากชั้นซ่อนสำหรับกรณีที่ปรับค่าน้ำหนักระหว่างชั้นนำเข้ากับชั้นซ่อน

x_{ji} คือค่าข้อมูลเข้าของชั้นนำเข้าสำหรับกรณีที่ปรับค่าน้ำหนักระหว่างชั้นนำเข้าและชั้นซ่อนหรือค่าที่คำนวณได้ซึ่งเป็นผลลัพธ์ของชั้นซ่อนสำหรับกรณีที่ปรับค่าน้ำหนักระหว่างชั้นซ่อนและชั้นผลลัพธ์

จากนั้นคำนวณหาค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (Mean square error) ของโครงข่ายโดยใช้สมการดังนี้

$$E = \frac{1}{2N}\sum_{p}\sum_{k}(T_k - O_k)^2 \tag{2.7}$$

กำหนดให้

E คือค่าความผิดพลาดของโมเดล,

N คือจำนวนรูปแบบ (pattern) หรือข้อมูลที่ผ่านเข้าโครงข่าย

T_k คือค่าเป้าหมาย

O_k คือผลลัพธ์ที่คำนวณได้จากชั้นผลลัพธ์

k เป็นดัชนีของโหนดในชั้นผลลัพธ์

p คือดัชนีระบุรอบที่นำรูปแบบหรือข้อมูลเข้าโครงข่าย

เมื่อกระบวนการฝึกสอนโครงข่ายดำเนินไปจนกระทั่งค่าความผิดพลาดของโครงข่ายน้อยกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนดแล้ว จะแปลงค่าผลลัพธ์จากชั้นผลลัพธ์เป็นค่าคำตอบของโครงข่ายในรูปของ 0 และ 1 ด้วยฟังก์ชั่นแปลงถ่ายทอดแบบ Hard Limit ดังสมการที่ 2.8

$$f(x) = \begin{cases} 1 \; if \; x \geq T \\ 0 \; if \; x < T \end{cases} \tag{2.8}$$

กำหนดให้ x คือค่าผลลัพธ์ที่คำนวณได้จากชั้นผลลัพธ์ และ T คือค่าช่วงผลลัพธ์

- **ฟังก์ชันฐานหลักที่แผ่รัศมี (Radial Basis Function)**

ฟังก์ชันฐานหลักที่แผ่รัศมี (Radial Basis Function หรือ RBF) เป็นฟังก์ชันที่ใช้สำหรับปัญหาการประมาณค่า (Interpolation problem) โดยเสนอฟังก์ชันการประมาณค่าในรูปแบบดังสมการที่ 2.9 [9]

$$F(x) = \sum_{i=1}^{N} w_i \varphi\left(\left\|x - x_i\right\|\right) \tag{2.9}$$

เมื่อ $\left\{\varphi\left(\left\|x - x_i\right\|\right) \middle| i = 1,2,\ldots,N\right\}$ คือเซทของฟังก์ชันฐานหลักที่แผ่รัศมี

$\|\cdot\|$ คือยูคลิเดียนนอร์ม

$\left\{x_i \in \Re^{m_0} \middle| i = 1,2,\ldots,N\right\}$ คือจุดข้อมูลต่างๆที่เป็นจุดศูนย์กลางของฟังก์ชันฐานหลักที่แผ่รัศมี

โดยสมการที่ 2.9 สามารถเขียนให้อยู่ในรูปแบบดังสมการที่ 2.10

$$\begin{bmatrix} \varphi_{11} & \varphi_{12} & \cdots & \varphi_{1N} \\ \varphi_{21} & \varphi_{22} & \cdots & \varphi_{2N} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \varphi_{N1} & \varphi_{N2} & \cdots & \varphi_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_N \end{bmatrix} \tag{2.10}$$

เมื่อ

$$\varphi_{ji} = \varphi\left(\left\|x_j - x_i\right\|\right) \quad (j,i) = 1,2,\ldots,N \tag{2.11}$$

$d = [d_1, d_2, \ldots, d_N]^T$ คือเวคเตอร์ของค่าผลลัพธ์ที่ต้องการ

$w = [w_1, w_2, \ldots, w_N]^T$ คือเวคเตอร์ของค่าน้ำหนัก

N คือขนาดของชุดข้อมูลฝึกสอน

Φ คือเมตริกซ์ขนาด NxN ของ φ_{ji} ซึ่งเรียกว่าเมตริกซ์การประมาณ (Interpolation matrix)

$$\Phi = \left\{\varphi_{ji} \middle| (j,i) = 1,2,\ldots,N\right\} \tag{2.12}$$

และสมการที่ 2.10 สามารถเขียนให้กระชับดังสมการที่ 2.13

$$\Phi w = d \tag{2.13}$$

โดยค่าน้ำหนัก w สามารถคำนวณได้ด้วยสมการที่ 2.14

$$w = \Phi^+ d \tag{2.14}$$

เมื่อ Φ^+ คือตัวผกผันเทียม (pseudoinverse) ของ Φ

$$\Phi^+ = \left(\Phi^T \Phi\right)^{-1} \Phi^T \tag{2.15}$$

ฟังก์ชันที่สามารถนำมาใช้เป็นฟังก์ชันฐานหลักที่แผ่รัศมีมีหลายฟังก์ชันด้วยกันดังตัวอย่างฟังก์ชันต่อไปนี้

1. Multiquadrics

   $\varphi(r) = (r^2 + c^2)^{\frac{1}{2}}$ for some c>0 and $r \in \Re$

2. Inverse multiquadrics

   $$\varphi(r) = \frac{1}{(r^2 + c^2)^{\frac{1}{2}}} \text{ for some } c>0 \text{ and } r \in \Re$$

3. Gaussian functions

   $\varphi(r) = e^{\left(-\frac{r^2}{2\sigma^2}\right)}$ for some σ>0 and $r \in \Re$

โดยฟังก์ชัน multivariate Gaussian function เป็นฟังก์ชันหนึ่งที่มีคุณสมบัติเหมาะสำหรับการสร้างฟังก์ชันฐานหลักที่แผ่รัศมีซึ่งอาจเรียกว่าฟังก์ชันกรีน (Green's function) ที่อยู่ในรูปแบบดังสมการที่ 2.16

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

$$G(x,x_i)=\exp\left(-\frac{\|x-x_i\|^2}{2\sigma_i^2}\right) \tag{2.16}$$

- **โครงข่ายประสาทเทียมแบบฟังก์ชันฐานหลักที่แผ่รัศมี (Radial Basis Function Network)**

โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมแบบฟังก์ชันฐานหลักที่แผ่รัศมีมีลักษณะคล้ายกับโครงข่ายเพอร์เซปตรอนแบบหลายชั้น แต่แตกต่างตรงที่ไม่มีค่าน้ำหนักเชื่อมระหว่างชั้นนำเข้าและชั้นซ่อน มีเพียงค่าน้ำหนักที่เชื่อมระหว่างชั้นซ่อนและชั้นผลลัพธ์เท่านั้น โดยที่โหนดในชั้นซ่อนจะมีการคำนวณผลลัพธ์จากชั้นซ่อนด้วยฟังก์ชันฐานหลักที่แผ่รัศมี แล้วส่งต่อค่าที่คำนวณได้ไปยังชั้นผลลัพธ์เพื่อคำนวณผลลัพธ์ของโครงข่ายด้วยฟังก์ชันกระตุ้นโดยโครงข่ายประสาทเทียมแบบฟังก์ชันฐานหลักที่แผ่รัศมีนี้มี 2 ชนิดได้แก่

1. โครงข่ายประสาทเทียมแบบฟังก์ชันฐานหลักที่แผ่รัศมีชนิดRegularization (Regularization Radial-Basis Function Network) ซึ่งโครงสร้างดังนี้

   - ชั้นนำเข้า (Input layer) ประกอบด้วยโหนดนำเข้า (input node) ที่มีจำนวนเท่ากับจำนวนมิติ (dimension) m_0 ของเวคเตอร์ข้อมูลนำเข้า x
   - ชั้นซ่อน (Hidden layer) ประกอบด้วยโหนดที่เชื่อมกันโหนดนำเข้า
   - ชั้นผลลัพธ์ (Output layer) ประกอบด้วยโหนดที่เชื่อมกับโหนดในชั้นซ่อน

จำนวนโหนดในชั้นซ่อนเท่ากับจำนวนจุดข้อมูลในชุดข้อมูลฝึกสอน และใช้ฟังก์ชันกรีนเป็นฟังก์ชันกระตุ้นสำหรับโหนดในชั้นซ่อน ดังนั้นผลลัพธ์จากโหนดในชั้นซ่อนลำดับที่ i คือ $G(x,x_i)$ และโครงข่ายประสาทเทียบแบบฟังก์ชันฐานหลักที่แผ่รัศมีประเภทนี้เป็นการจำลองฟังก์ชันการประมาณค่าให้อยู่ในรูปแบบดังสมการที่ 2.17-2.18

$$F(x)=\sum_{i=1}^{N} w_i G(x,x_i) \tag{2.17}$$

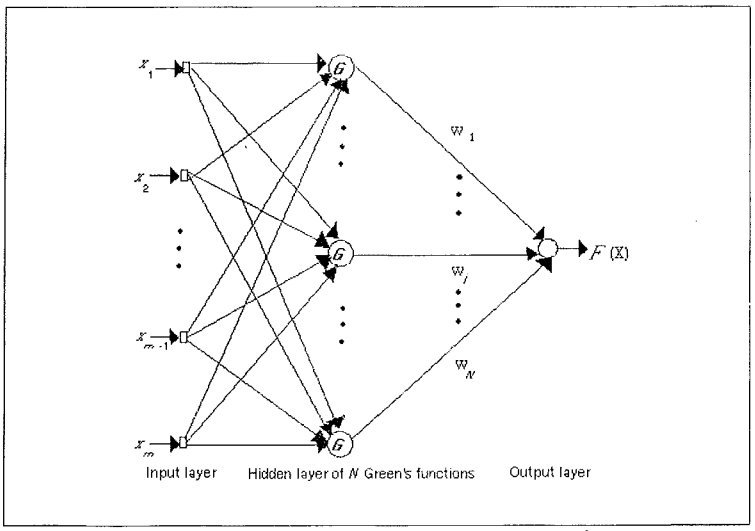
และจากสมการที่ 2.16 จะได้

$$F(x)=\sum_{i=1}^{N} w_i \exp\left(-\frac{\|x-x_i\|^2}{2\sigma_i^2}\right) \tag{2.18}$$

เมื่อ w_i คือค่าน้ำหนักที่เชื่อมจากโหนดในชั้นซ่อนลำดับที่ i ไปยังโหนดในชั้นผลลัพธ์

โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมแบบฟังก์ชันฐานหลักที่แผ่รัศมีชนิดRegularization ดังแสดงในรูปที่ 2.4

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 20 มิ.ย. 2555
เลขทะเบียน 245253
เลขเรียกหนังสือ



รูปที่ 2.4 โครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมแบบฟังก์ชันฐานหลักที่แผ่รัศมีชนิดRegularization

2. โครงข่ายประสาทเทียมแบบฟังก์ชันฐานหลักที่แผ่รัศมีชนิด Generalized (Generalized Radial-Basis Function Network)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อนของโครงข่ายประสาทเทียมแบบฟังก์ชันฐานหลักที่แผ่รัศมีชนิด Regularization เท่ากับจำนวนจุดข้อมูลในชุดข้อมูลฝึกสอนซึ่งถือว่าต้องใช้ระยะเวลาและทรัพยากรในการคำนวณมาก เพื่อแก้ไขข้อเสียดังกล่าวจึงต้องประมาณวิธีการแก้ปัญหาด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบฟังก์ชันฐานหลักที่แผ่รัศมีชนิดRegularization ด้วย $F^*(x)$ ดังสมการที่ 2.19

$$F^*(x) = \sum_{i=1}^{m_1} w_i \varphi_i(x) \tag{2.19}$$

เมื่อ $\{\varphi_i(x|i=1,2,\ldots,m_1)\}$ คือชุดของฟังก์ชันฐานหลักที่แผ่รัศมีใหม่ โดยจำนวนฟังก์ชันที่ได้จะน้อยกว่าหรือเท่ากับจำนวนจุดข้อมูล ($m_1 \le N$) และ w_i เป็นชุดค่าน้ำหนักใหม่

$$\varphi_i(x) = G(\|x - t_i\|), \ i=1,2,\ldots,m_1 \tag{2.20}$$

เมื่อ $\{t_i|i=1,2,\ldots,m_1\}$ คือชุดของจุดศูนย์กลางซึ่งมักมีจำนวนน้อยกว่าหรือเท่ากับจำนวนจุดข้อมูล ซึ่งก็คือจำนวนโหนดในชั้นซ่อนโดยจะลดลงจากเดิมในโครงข่ายประสาทเทียมแบบฟังก์ชันฐานหลักที่แผ่รัศมีชนิดRegularization และสามารถเขียนในรูปแบบใหม่ดังสมการที่ 2.21

$$F^*(x) = \sum_{i}^{m_1} w_i G(x, t_i) = \sum_{i=1}^{m_1} w_i G(\|x - t_i\|) \tag{2.21}$$

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การตรวจผู้ป่วยเพื่อวิเคราะห์โรคมะเร็งกระทำได้หลายวิธีเช่น การสอบถามประวัติโดยละเอียด การตรวจทางห้องปฏิบัติการ การตรวจเอ็กซ์เรย์ การตรวจทางเซลล์วิทยาและพยาธิวิทยา [4-6] เป็นต้น โดยในการตรวจด้วยวิธีการเหล่านี้ผู้ป่วยต้องเข้าพบแพทย์ผู้เชี่ยวชาญเท่านั้น ซึ่งผู้ป่วยอาจไม่สะดวกในการเข้าพบแพทย์และปล่อยให้อาการโรครุนแรงส่งผลให้การรักษาให้หายขาดได้ยากหรืออาจถึงขั้นเสียชีวิต

ปัจจุบันมีการนำความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์มาช่วยในกระบวนการวิเคราะห์โรคเพื่อลดระยะเวลาการวินิจฉัยและคัดกรองผู้ป่วย เช่น การคัดเลือกยีนและจำแนกโรคมะเร็งด้วยโดยประยุกต์ใช้ตรรกศาสตร์คลุมเครือและโครงข่ายประสาทเทียม [11-15] การตรวจหามะเร็งเต้านมจากภาพด้านการแพทย์โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ (Image Processing) [3] การวิเคราะห์โรคตับโดยการคัดเลือกคุณลักษณะ (Feature Selection) ร่วมกับขั้นตอนวิธีการเรียนรู้แบบแพร่ย้อนกลับ (Back Propagation Learning Algorithm) และโครงข่ายเพอร์เซปตรอนแบบหลายชั้น (Multi-Layer Perceptron) ประมวลผลกับข้อมูลผลการตรวจจากห้องปฏิบัติการ [2] ซึ่งงานวิจัยเหล่านี้มักเลือกใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบมีผู้สอน (Supervised approach) และข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยได้มาจากการตรวจทางห้องปฏิบัติการซึ่งเป็นขั้นตอนที่ซับซ้อนและเสียค่าใช้จ่ายสูง งานวิจัยจึงแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยเลือกใช้ข้อมูลที่ผู้ป่วยสังเกตได้ง่ายโดยไม่ต้องเข้ารับการตรวจจากห้องปฏิบัติการก่อน