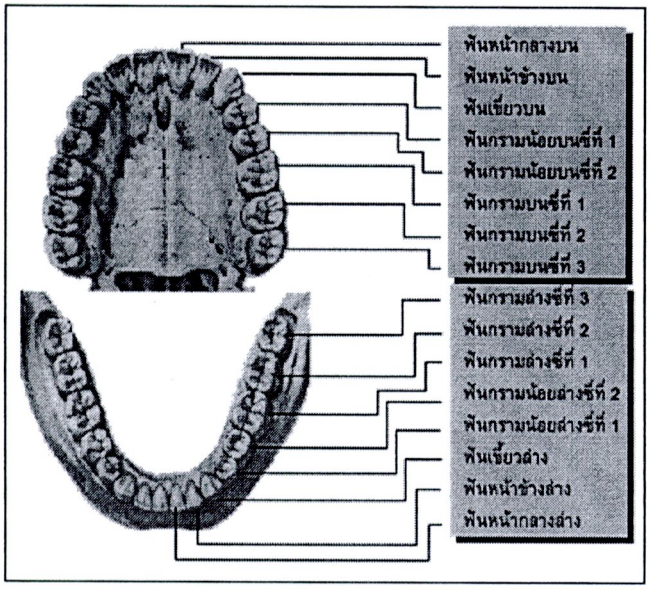
บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงหลักการพื้นฐานเกี่ยวกับ สาเหตุการแตกของของรากฟัน การวินิจฉัยการแตกของรากฟัน และหลักการเกี่ยวกับโครงข่ายใยประสาทเทียม เนื่องจากในงานวิจัยนี้จะใช้โครงข่ายใยประสาทเทียมในการวินิจฉัยการแตกหักของรากฟันแนวดิ่ง ซึ่งในส่วนเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทางด้านทันตกรรมคือ การวินิจฉัยรอยแตกหักของรากฟันด้วยภาพถ่ายรังสี และเนื้อหาในส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานทางด้านวิศวกรรมคือ โครงข่ายใยประสาทเทียม จะครอบคลุมถึงระบบประสาทในสมองมนุษย์ โครงสร้างและการทำงานของใยประสาทเทียม รวมถึงโครงสร้างและการทำงานของโครงข่ายใยประสาทเทียม ตลอดจนการนำโครงข่ายใยประสาทเทียมไปประยุกต์การใช้งาน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับฟันและการแตกของรากฟัน

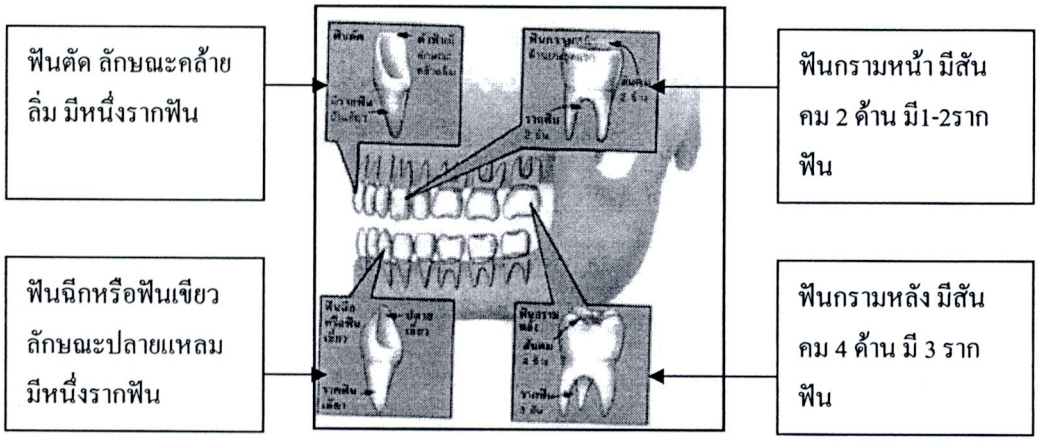
2.1.1 โครงสร้างและชนิดของฟัน

ฟันเป็นส่วนหนึ่งระบบย่อยอาหารของร่างกาย ทำหน้าที่บดเคี้ยวอาหารเพื่อเข้าสู่ระบบย่อยอาหารขั้นต่อไป จัดเรียงกันอยู่ในขากรรไกรทั้งบนและล่าง มีเหงือกที่อ่อนนุ่มหุ้มไว้ ฟันของคนเรามีอยู่ด้วยกัน 2 ชุด คือ ฟันน้ำนม (Temporary teeth) มี 20 ซี่ บน 10 ซี่ ล่าง 10 ซี่ มีอายุประมาณ 2-12 ปี ก็จะหลุดไป และฟันแท้ (Permanent teeth) มีประมาณ 28-32 ซี่ บน16 ซี่ ล่าง16 ซี่ แสดงได้ดังภาพที่ 7



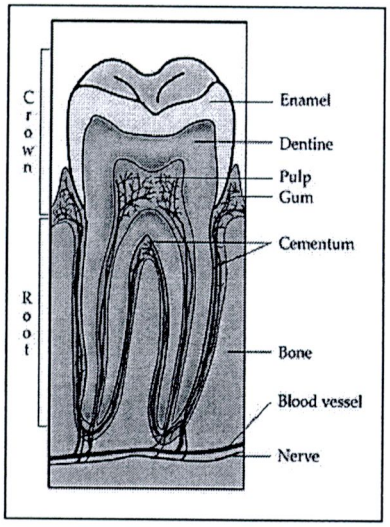
ภาพที่ 7 ลักษณะของฟัน

ลักษณะของฟันยังแบ่งได้อีกตามตำแหน่งและการใช้งาน คือ ฟันตัด (Incisor) ลักษณะคมเหมือนลิ่ม มีหนึ่งรากฟัน ใช้แทะและตัดอาหาร ฟันเคี้ยว (Canine) มีหนึ่งรากฟันคล้ายกรวยใช้ฉีกอาหาร ฟันกรามหน้า (Premolar) ลักษณะเป็นแท่งตรง หน้าตัดกว้างและไม่เรียบมี 1-2 รากฟัน ใช้บดอาหาร และฟันกรามหลัง (Molar) คล้ายฟันกรามหน้า มี 2-3 รากฟัน ใช้บดอาหารเช่นเดียวกัน แสดงได้ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ลักษณะและตำแหน่งของฟัน

จากภาพที่ 9 ฟันยังประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ คือ ตัวฟัน (Crown) เป็นส่วนที่โผล่พ้นเหงือก มีสารเคลือบฟันเพื่อทำให้ฟันแข็งแรง รากฟัน (Root) เป็นส่วนที่อยู่ในช่วงของกระดูกขากรรไกร ฟันแต่ละลักษณะมีจำนวนรากตามที่ได้กล่าวมาแล้ว เนื้อฟัน (Dentine) เป็นสารสีเหลือง อยู่ถัดจากสารเคลือบฟันเข้าไป มีส่วนประกอบของสารในกระดูกแต่อ่อนกว่า คอฟัน (Neck) อยู่ระหว่างตัวฟันกับรากฟัน สารเคลือบฟัน (Enamel) คล้ายกับสารในกระดูกแต่แข็งกว่า มีส่วนประกอบของ ธาตุแคลเซียมฟอสฟอรัสและฟลูออรีน ซีเมนต์ (Cement) คล้ายกับสารเคลือบฟันแต่อ่อนกว่า หุ้มอยู่บริเวณรากฟันอย่างบางๆ และสุดท้ายคือ โพรงประสาทฟัน (Pulp cavity) อยู่บริเวณใจกลางของฟันแต่ละซี่ประกอบด้วยเส้นเลือดที่นำน้ำ อาหาร และแก๊สออกซิเจนมาเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนที่มีชีวิต และเส้นประสาทที่รับสัมผัสความรู้สึกเจ็บปวด



ภาพที่ 9 ส่วนประกอบฟัน

2.1.2 สาเหตุของการเกิดรากฟันแตก (ธนะเพ็ญ ศรีสุวรรณ, 2542)

การแตกของรากฟันนั้นมักเกิดในผู้ใหญ่มากกว่าเด็ก เนื่องจากมีความยืดหยุ่นของเนื้อฟันและอวัยวะรอบๆรากฟันน้อยลง ทำให้ฟันเปราะมากขึ้น เมื่อมีแรงดันที่มากเกินไปมากระทำ ก็จะทำให้เกิดการแตกร้าวของฟันได้ การแตกของรากฟันนี้แบ่งเป็นสาเหตุหลักๆได้ดังนี้ คือ

2.1.2.1 สาเหตุเกิดจากทันตแพทย์เป็นผู้ทำ

เกิดขึ้นได้จากกระบวนการทำต่อไปนี้ การปักหมุดชนิดที่เป็นเกลียว การบูรณะฟันด้วยอินเลย์พร้อมโพสท์หรือคอร์ การปลูกหรือฝังโลหะลงในกระดูกผ่านฟันที่รักษาคลองรากฟัน และการอุดคลองรากฟันด้วยแรงกดที่มากเกินไป

2.1.2.2 เกิดจากแรงกระแทกต่อตัวฟัน

ส่วนใหญ่เกิดจากการได้รับบาดเจ็บรุนแรงบริเวณศีรษะและใบหน้าจากรถชนหกล้ม อุบัติเหตุจากการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม การเล่นกีฬา(เช่น ชกมวย ฟุตบอล ว่ายน้ำ เทนนิส เป็นต้น) และพฤติกรรมการใช้ฟันไม่เหมาะสม เช่น ใช้ฟันเปิดฝาขวด

2.1.3 การแบ่งชนิดการแตกของรากฟัน (ธนะเพ็ญ ศรีสุวรรณ, 2542)

Barasini ได้แบ่งการแตกของรากฟันไว้เป็นชนิดต่างๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับ ทิศทาง ตำแหน่งที่เกิด จำนวนรอยที่แตก ขอบเขตของรอยแตก ตำแหน่งของชิ้นส่วนของรากฟันที่แตก เพื่อให้ง่ายต่อการกำหนดวิธีการรักษา ดังนี้

2.1.3.1 ทิศทางของรอยที่เกิดฟันแตกหัก แสดงได้ดังภาพที่ 10

- ในแนวระนาบซึ่งจะตั้งฉากกับแกนของฟันในแนวดิ่ง
- ในแนวเฉียงซึ่งจะเกิดมุมกับแกนของฟันในแนวดิ่ง
- ในแนวดิ่งซึ่งจะขนานไปกับแกนของฟัน

2.1.3.2 ตำแหน่งที่เกิดรากฟันแตก แสดงได้ดังภาพที่ 11

- ระดับคอฟัน (cervival third) รอยแตกจะอยู่ใกล้ระดับคอฟัน

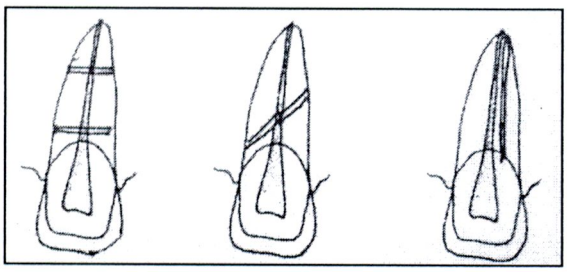
- ระดับกลางฟัน (middle third) จะแบ่งรากฟันออกเป็นสองส่วนเท่าๆกัน
- ระดับปลายรากฟัน (apical third) จะอยู่ระดับใกล้ปลายรากฟัน

2.1.3.3 จำนวนรอยที่หัก แบ่งออกเป็น

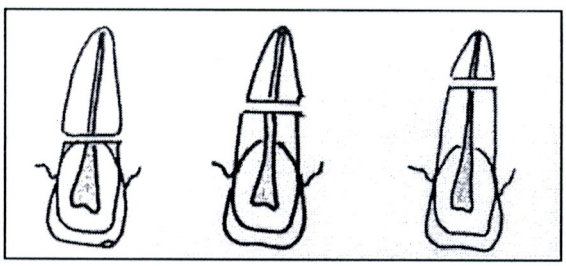
- รากฟันหักเพียงรอยเดียว (simple fracture) จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน
- รากฟันหักหลายรอย (multiple fracture) จะหักมากกว่าหนึ่งรอยขึ้นไป
- รากฟันหักออกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย (comminuted fracture)

2.1.3.4 ตำแหน่งของชิ้นส่วนของรากฟันหัก

- อาจจะอยู่ในตำแหน่งเดิม คือ ชิ้นส่วนที่หักสองชิ้นยังอยู่ในตำแน่งเดิม
- อาจจะเคลื่อนออกมาจากที่เดิม คือ ชิ้นส่วนใดชิ้นส่วนหนึ่งอาจเคลื่อนที่ผิดไปจากที่เดิม



ภาพที่ 10 รอยแตกของฟันในแนวนอน แนวเฉียง และแนวดิ่ง ตามลำดับ



ภาพที่ 11 รอยแตกของฟันในแนวนอน ที่ระดับคอฟัน กลางรากฟัน และปลายรากฟัน ตามลำดับ

2.1.4 การตรวจฟันที่ได้รับอุบัติเหตุ (ศิริพร ทิมปาวัฒน์,2549)

การตรวจฟันที่ได้รับอุบัติเหตุ วิธีการที่ใช้เพื่อประกอบการวินิจฉัยโรคของทันตแพทย์สามารถกระทำได้หลากหลายวิธีเช่น

2.1.4.1 การซักประวัติ (history of the accident) เพื่อทราบข้อมูลเบื้องต้นว่าเกิดอุบัติเหตุ ที่ไหน เมื่อไหร่ อย่างไร

2.1.4.2 การตรวจทางคลินิก (clinical examination) เพื่อตรวจสอบรายละเอียดของบาดแผลว่ามีการตอบสนองต่อการบดเคี้ยว ความร้อน-เย็น และมีอาการเจ็บปวดมากน้อยอย่างไร

2.1.4.3 การตรวจในและนอกช่องปาก (extra-oral and intra-oral tissue examination) เพื่อตรวจสอบระดับการบาดเจ็บต่อเส้นเลือดภายในโพรงฟันว่า ต้องทำการรักษาอย่างรีบด่วนพร้อมทั้งต้องวางแผนการดูแลในระยะยาวอย่างไร

2.1.4.4 การตรวจเนื้อเยื่อแข็ง (hard tissue examination) จะทำการตรวจสอบ บริเวณขากรรไกร และฟันบน-ล่างว่า เกิดการแตกหัก หรือมีรอยร้าวของตัวฟันหรือไม่ รวมไปถึงการตรวจดูการตายของเนื้อเยื่อโดยพิจารณาสีของฟันว่ามีการเปลี่ยนไปจากเดิมอย่างไร หรือลักษณะการสบฟันมีการผิดเพี้ยนหรือไม่ เพราะอาจส่งผลต่อการหักของขากรรไกร

2.1.4.5 การทดสอบความมีชีวิตของฟันและการทดสอบจากอุณหภูมิร้อน-เย็น (vitality test and thermal test) เป็นวิธีการตรวจสอบโดยคร่าวๆ ด้วยกระแสไฟฟ้าและอุณหภูมิที่ร้อน-เย็น ซึ่งวิธีการนี้ยังให้ข้อสรุปที่ไม่แน่นอนชัดเจนนัก จึงนิยมใช้เป็นวิธีการเพื่อช่วยสนับสนุนวิธีการตรวจสอบแบบอื่นๆ เพราะเป็นการตรวจสอบแบบไหลเวียนของเส้นเลือด ที่จะมาหล่อเลี้ยงตัวฟันภายหลังได้รับอุบัติเหตุแล้วประมาณ 2 สัปดาห์ เพื่อจะได้วางแผนต่อไปได้อย่างถูกต้อง

2.1.4.6 การตรวจภาพรังสี(radiographic examination) เป็นการตรวจดูสภาพฟันเพื่อให้ทราบชัดเจนยิ่งขึ้นว่ามีรอยแตกร้าวที่ส่วนใดบ้างมากน้อยเพียงใด เพื่อการวินิจฉัยและการวางแผนการรักษาที่กระทำได้ถูกต้องมากขึ้น

2.2 ทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับโครงข่ายใยประสาทเทียม (Artificial Neural Network)

ในส่วนนี้จะเป็นการแนะนำโครงข่ายใยประสาทเทียม โดยเริ่มตั้งแต่ระบบประสาทใสมองของมนุษย์แล้วจึงตามด้วยระบบโครงข่ายใยประสาทเทียม เพื่อให้เข้าใจในโครงสร้างและหน้าที่ของระบบที่ใช้ในงานวิจัย

2.2.1 ความหมายและหลักการของโครงข่ายประสาทเทียม (ธนาวุฒิ ประกอบผล, 2552)

โครงข่ายประสาทเทียม คือ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อจำลองการทำงานของโครงข่ายประสาทในสมองมนุษย์ โดยที่โครงข่ายประสาทของมนุษย์ประกอบด้วยเซลล์ประสาท (Neuron) และจุดประสานประสาทหรือไซแนปส์ (Synapses) โดยโครงสร้างของการส่งสัญญาณประสาทประกอบจากการเชื่อมต่อระหว่างเซลล์ประสาทหลายพันล้านเซลล์ เซลล์ประสาทแต่ละเซลล์ประกอบด้วยแขนงรับสัญญาณประสาทซึ่งเป็นเสมือนหน่วยรับข้อมูลป้อนเข้า เรียกว่า "เดนไดรท์" (dendrites) และส่วนปลายของเซลล์ประสาทในการส่งสัญญาณประสาทซึ่งเป็นเสมือนหน่วยส่งข้อมูลออกของเซลล์ เรียกว่า "แอคซอน" (axon) โดยการส่งสัญญาณประสาทดังกล่าว อาจทำให้เกิดได้ทั้งการกระตุ้นและยับยั้ง ทั้งนี้นอกจากลักษณะดังกล่าวแล้ว วิธีการประมวลผลภายในเซลล์ประสาทแต่ละเซลล์ยังมีการขยายหรือลดขนาดของสัญญาณอีกด้วย โดยสัญญาณจากเดนไดรท์ต่างๆ จะรวมกันเข้าสู่เซลล์ประสาท และหากสัญญาณรวมมีความแรงเกินค่าระดับ (threshold)ของเซลล์ประสาทนั้นๆ เซลล์ประสาทก็จะส่งสัญญาณออกทางแอคซอนต่อไป ลักษณะโดยทั่วไปของโครงสร้างระบบประสาทแสดงดังภาพที่ 12

กระบวนการเรียนรู้ในสิ่งมีชีวิตจะมีผลให้เกิดการสร้างไซแนปส์ระหว่างเซลล์ประสาทขึ้นมาใหม่ หรือทำให้เกิดการเปลี่ยนสภาพของไซแนปส์ต่างๆ ในโครงข่ายของเซลล์ประสาท โครงข่ายประสาทของสิ่งมีชีวิตจึงไม่ได้ทำงานแบบเป็นลำดับขั้นตอน (sequential) แต่เพียงอย่างเดียว โครงข่ายประสาทเทียมมีคุณลักษณะคล้ายกับ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 14 ธ.ค. 2555
เลขทะเบียน 203329
เลขเรียกหนังสือ

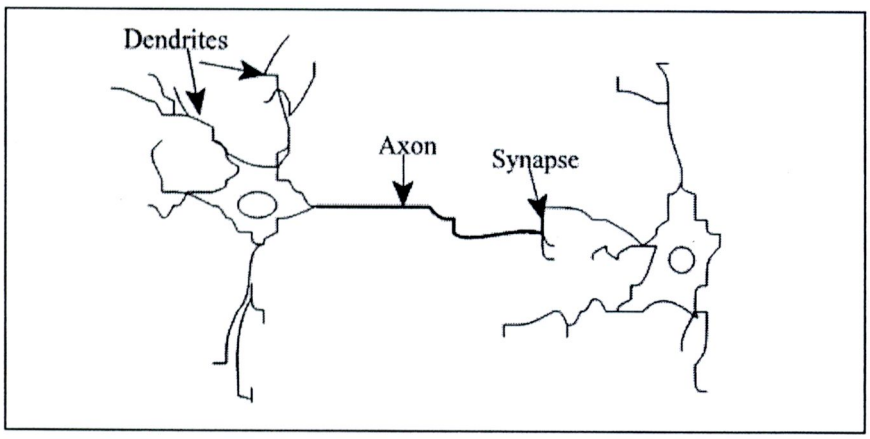
การส่งผ่านสัญญาณประสาทในสมองของมนุษย์ กล่าวคือ มีความสามารถในการรวบรวมความรู้(knowledge) โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ (learning process) และความรู้เหล่านี้จะจัดเก็บอยู่ในโครงข่ายในรูปแบบค่าน้ำหนัก (weight) ซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนค่าได้เมื่อมีการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ เข้าไป ค่าน้ำหนักทำหน้าที่เปรียบเสมือนความรู้ที่รวบรวมไว้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาเฉพาะอย่างของมนุษย์

การประมวลผลต่าง ๆ เกิดขึ้นในหน่วยประมวลผลย่อย เรียกว่า โหนด (node) ซึ่งโหนดเป็นการจำลองลักษณะการทำงานมาจากเซลล์การส่งสัญญาณ (signal) ระหว่างโหนดที่เชื่อมต่อกัน (connection) จำลองมาจากการเชื่อมต่อของเดนไดร์ทและแอคซอนในระบบประสาทของมนุษย์ ภายในโหนดจะมีฟังก์ชันกำหนดสัญญาณส่งออกที่เรียกว่า ฟังก์ชันกระตุ้น (activation function) หรือฟังก์ชันการแปลง (transfer function) ซึ่งทำหน้าที่เปรียบเสมือนกระบวนการทำงานในเซลล์ ดังภาพที่ 13 โครงข่ายประสาทเทียมประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ข้อมูลป้อนเข้า (input) เป็นข้อมูลที่เป็นตัวเลข หากเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ต้องแปลงให้อยู่ในรูปเชิงปริมาณที่โครงข่ายประสาทเทียมยอมรับได้

2. ข้อมูลส่งออก (output) คือ ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง (actual output) จากกระบวนการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม

3. ค่าน้ำหนัก (weights) คือ สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ค่าความรู้ (knowledge) ค่านี้จะถูกเก็บเป็นทักษะเพื่อใช้ในการจดจำข้อมูลอื่นๆ ที่อยู่ในรูปแบบเดียวกัน



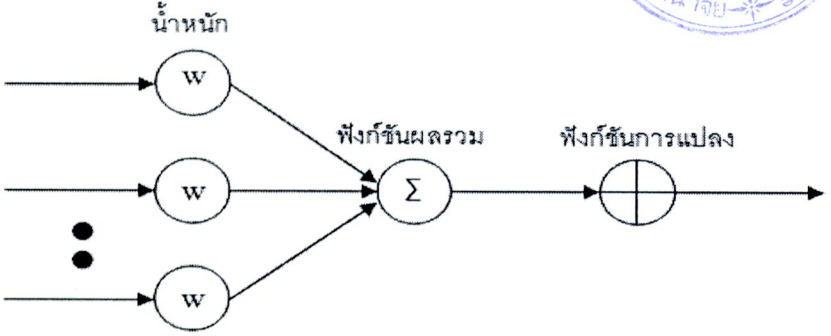
ภาพที่ 12 โครงสร้างระบบประสาท

4. ฟังก์ชันผลรวม (Summation function: S) เป็นผลรวมของข้อมูลป้อนเข้า (a_i) และค่าน้ำหนัก(w_i)

$$S = \Sigma_i^n = 1 a_i w_i \qquad (2.1)$$

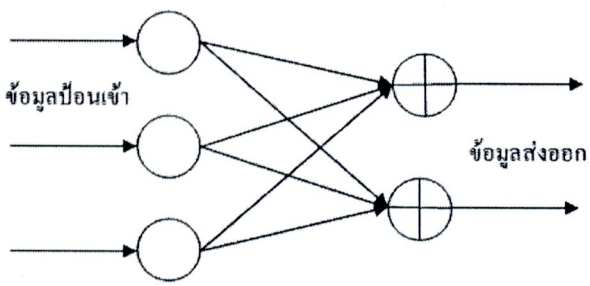
5. ฟังก์ชันการแปลง (transfer function) เป็นการคำนวณการจำลองการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียม เช่น ซิกมอยด์ฟังก์ชัน(sigmoid function) ฟังก์ชันไฮเปอร์โบลิกแทนเจนต์ (hyperbolic tangent function) เป็นต้น

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย



ภาพที่ 13 โครงสร้างการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียม

2.2.2 ลักษณะของโครงข่ายประสาทเทียม โครงข่ายประสาทเทียมประกอบด้วยเซลล์ประสาทเทียมหรือโหนดจำนวนมากเชื่อมต่อกันซึ่งการเชื่อมต่อแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อย เรียกว่า ชั้น(layer) ชั้นแรก เป็นชั้นนำข้อมูลเข้า เรียกว่า ชั้นรับข้อมูลป้อนเข้า (input layer) ส่วนชั้นสุดท้ายเรียกว่าชั้นส่งข้อมูลออก (output layer) และชั้นที่อยู่ระหว่างชั้นรับข้อมูลป้อนเข้าและชั้นส่งข้อมูลออก เรียกว่า ชั้นแอบแฝง (hidden layer) ซึ่งโดยทั่วไปชั้นแอบแฝงอาจมีมากกว่า 1 ชั้นก็ได้ ด้วยเหตุนี้จึงสามารถแบ่งประเภทของโครงข่ายประสาทเทียมตามจำนวนชั้นของโครงข่ายแบบกว้าง ๆ ได้ 2 แบบ ได้แก่ โครงข่ายแบบชั้นเดียว (single layer) และ โครงข่ายแบบหลายชั้น (multi layer)

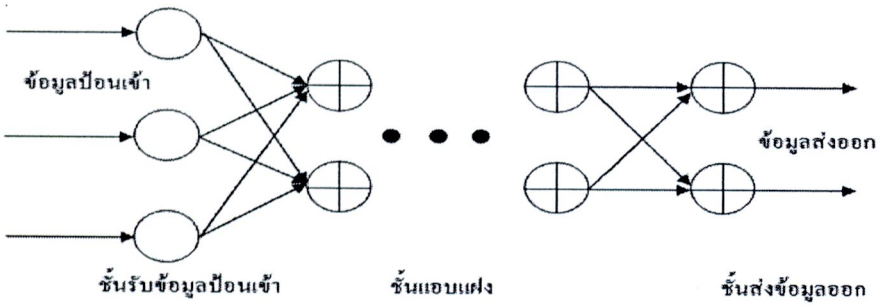


ภาพที่ 14 โครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมแบบชั้นเดียว

2.2.2.1 โครงข่ายแบบชั้นเดียวโครงข่ายแบบชั้นเดียว (single layer) เป็นโครงข่ายประสาทเทียมอย่างง่ายที่มีเพียงชั้นรับข้อมูลป้อนเข้าและชั้นส่งข้อมูลออกเท่านั้น โหนดในชั้นรับข้อมูลป้อนเข้าทำหน้าที่รับข้อมูลเข้า (input value) แล้วส่งข้อมูลผ่านเส้นเชื่อมโยงต่างๆ ไปให้โหนดในชั้นส่งข้อมูลออก ความเข้มของสัญญาณ หรือปริมาณข้อมูลที่นำเข้าสู่โหนดในชั้นส่งข้อมูลออกจะขึ้นอยู่กับค่าน้ำหนักที่อยู่บนเส้นเชื่อมโยง โหนดในชั้นส่งข้อมูลออกจะนำข้อมูลที่ได้รับมาคำนวณโดยใช้ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า ฟังก์ชันการแปลง (transfer function) ที่เหมาะสมกับปัญหา แล้วส่งผลลัพธ์ที่ได้ออกมาเป็นข้อมูลส่งออก เช่น โครงข่ายแบบ

ชั้นเดียวแบบเพอเซบตรอนอย่างง่าย (simple perceptron) และโครงข่ายโฮบฟิลด์ (hopfield networks) ลักษณะโครงข่ายแบบชั้นเดียวแสดงดังภาพที่ 14

2.2.2.2 โครงข่ายแบบหลายชั้น(multi layer) โครงข่ายแบบหลายชั้น เป็นโครงข่ายที่มีชั้นแอบแฝงตั้งแต่ 1 ชั้นขึ้นไป โครงข่ายแบบหลายชั้นจะใช้ในกรณีที่ปัญหามีความซับซ้อน ซึ่งโครงข่ายแบบชั้นเดียวไม่สามารถแก้ปัญหาได้ จึงเพิ่มจำนวนโหนดที่มีการคำนวณ หรือชั้นแอบแฝงให้กับโครงข่าย ตัวอย่างของโครงข่ายแบบหลายชั้นเช่น การแพร่ย้อนกลับ (back propagation)เซลฟ์ออร์แกนไนซิ่งแมปซ์ (self organizing maps)และเคาน์เตอร์พรอพะเกชัน (counter propagation)เป็นต้น ลักษณะโครงสร้างโครงข่ายแบบหลายชั้นแสดงดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15 โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น

2.2.3 ประเภทของการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม

2.2.3.1 การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) ข้อมูลจะประกอบด้วยตัวอย่างข้อมูลที่ต้องการสอน และผลลัพธ์ที่ต้องการให้โครงข่ายสร้าง เมื่อมีการนำข้อมูลในลักษณะเดียวกันมาเป็นข้อมูลป้อนเข้า โครงข่ายจะกำหนดค่าผลลัพธ์ที่เป็นเป้าหมายให้กับข้อมูลป้อนเข้าแต่ละตัวโครงข่ายจะนำค่าผิดพลาดระหว่างค่าเป้าหมายกับค่าผลลัพธ์ที่ได้ มาใช้ในการปรับค่าน้ำหนัก เพื่อให้ค่าผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับเป้าหมายมากที่สุด ถ้าหากเปรียบเทียบกับมนุษย์จะเหมือนกับการสอนนักเรียนโดยมีครูผู้สอนคอยให้คำแนะนำ ตัวอย่างแบบจำลองนี้ได้แก่ การแพร่ย้อนกลับ และเพอเซบตรอน (Perceptron) เป็นต้น

2.2.3.2 การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning) การเรียนรู้แบบนี้จะสอนโครงข่ายโดยการนำข้อมูลป้อนเข้าอย่างต่อเนื่องเพียงอย่างเดียว ไม่มีการส่งค่าผลลัพธ์เป้าหมายให้กับข้อมูลป้อนเข้าแต่ละตัว การปรับน้ำหนักจะใช้ข้อมูลที่นำมาสอนเป็นตัวปรับค่า โดยค่าน้ำหนักจะปรับตามกลุ่มที่ข้อมูลป้อนเข้าที่มีรูปแบบคล้ายคลึงกันถ้าหากเปรียบเทียบกับมนุษย์จะเหมือนกับการที่เราสามารถแยกแยะพันธุ์พืชพันธุ์สัตว์ ตามลักษณะรูปร่างของมันได้ด้วยตนเอง ตัวอย่างแบบจำลองนี้ได้แก่ เคาน์เตอร์พรอพะเกชัน (Counter Propagation: CPN) แบบจำลองอะแดปทีฟรีโซแนนซ์เทียรี่ (Adaptive Resonance Theory neural networks: ART) เป็นต้น

2.2.4 การประยุกต์ใช้งาน โครงข่ายใยประสาทเทียม

แบบข่ายงานระบบประสาท (Neural Network) เนื่องจากความสามารถในการจำลองพฤติกรรมทางกายภาพของระบบที่มีความซับซ้อนจากข้อมูลที่ป้อนให้เรียนรู้ การประยุกต์ใช้ข่ายงานระบบประสาทจึงเป็นทางเลือกใหม่ในการควบคุม ซึ่งมีผู้นำมาประยุกต์ใช้งานหลายประเภท ได้แก่

1. งานการจดจำรูปแบบที่มีความไม่แน่นอน เช่น ลายมือ ลายเซ็น ตัวอักษร รูปหน้า

2. งานการประมาณค่าฟังก์ชันหรือการประมาณความสัมพันธ์ (มี inputs และ outputs แต่ไม่ทราบว่า inputs กับ outputs มีความสัมพันธ์กันอย่างไร)

3. งานที่สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ (วงจรข่ายนิวรอลสามารถปรับตัวเองได้)

4. งานจัดหมวดหมู่และแยกแยะสิ่งของ

5. งานทำนาย เช่นพยากรณ์อากาศ พยากรณ์หุ้น

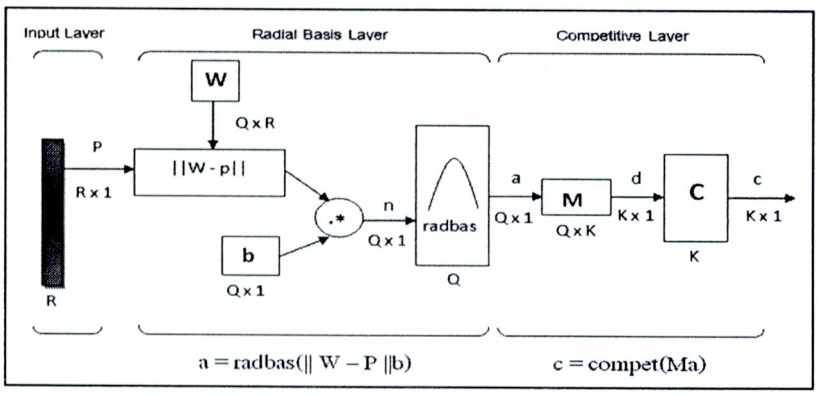
6. การประยุกต์ใช้ข่ายงานระบบประสาทควบคุมกระบวนการทางเคมีโดยวิธีพยากรณ์แบบจำลอง (Model Predictive Control)

7. การประยุกต์ใช้ข่ายงานระบบประสาทแบบแพร่กระจายกลับในการทำนายพลังงานความร้อนที่สะสมอยู่ในตัวอาคาร

8. การใช้ข่ายงานระบบประสาทในการหาไซโครเมตริกชาร์ท การประยุกต์ใช้ข่ายงานระบบประสาทควบคุมระบบ HVAC

2.3 โครงข่ายใยประสาทเทียมที่ใช้ในงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้โครงข่ายชนิดความน่าจะเป็น(Probabilistic Neural networks) โดยโครงข่ายนี้จะอาศัยข้อได้เปรียบของโครงสร้างแบบ Radial Basis Function และ Competitive Learning เข้าด้วยกัน และมีสถาปัตยกรรมแบบ Input layer – hidden layer – Output layer เป็น 40-200-2 โดยชั้นแรกจะเป็น Radial Basis Layer โดยมี transfer function เป็น radbas ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะเป็น input ให้กับชั้นถัดไป และในชั้นที่สองจะเป็น competitive layer และมี transfer function เป็น compet ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะบอกถึงกลุ่ม(class) ของ input ที่ป้อนเข้าสู่โครงข่าย ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือฟันที่มีรอยแตกของรากกับฟันที่ไม่มีรอยแตกของราก



ภาพที่ 16 ระบบโครงข่าย probabilistic Neural networks

โครงข่ายใยประสาทเทียมแบบความน่าจะเป็นนั้น ประกอบด้วยสามส่วนหลักคือ

1) Input: ชั้นข้อมูลนำเข้า เพื่อเตรียมข้อมูลเข้าเป็นคอลัมน์เวกเตอร์ P ขนาด Rx1 ซึ่งกำหนดให้ R แทน จำนวนสมาชิกของข้อมูลนำเข้า

2) Radial Basis Layer: ชั้นเรดียลเบซิส ซึ่งประกอบด้วยเซลล์ประสาทหนึ่งหน่วย มีสูตรคำนวณภายในเซลล์ ดังนี้

$$a = radbas(\| W - P \|b) \qquad (2.2)$$

3) Competitive Layer: ชั้นแข่งขัน โดยอาศัยหลักการการเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning) มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$c = compet(Ma) \qquad (2.3)$$

จากภาพที่ 16 ให้

P = เวกเตอร์ที่มีสมาชิกเป็นตัวแปรนำเข้า R ตัว

R = จำนวนของตัวแปรนำเข้า ในกรณีของงานวิจัยนี้ จะเก็บค่าระดับความเทาจำนวน 40 ค่า

W = เมตริกซ์ของตัวแปรน้ำหนักในโครงข่ายชั้น radial basis

Q = เวกเตอร์ที่ใช้ในการฝึก ในงานวิจัยนี้จะใช้ตัวอย่างในการฝึก 40 ตัวอย่าง

b = ค่าไบแอส

n = เวกเตอร์ของตัวแปรนำเข้าสุทธิของชั้น radial basis โดยที่

$$n = \left\| W_i - p \right\| \cdot * b_i \qquad (2.4)$$

a = เวกเตอร์ของตัวแปรนำออกของชั้นradial basis

M = เมตริกซ์ของตัวแปรน้ำหนักในโครงข่ายชั้น competitive

d = เวกเตอร์ของตัวแปรนำเข้าสุทธิของชั้น competitive

K = จำนวน class ซึ่งในงานวิจัยนี้มี 2 class

c = เวกเตอร์ของตัวแปรนำออกของชั้น competitive

จากหลักการพื้นฐานที่เกี่ยวข้องจะเห็นว่าในงานวิจัยนี้จะเกี่ยวข้องกับหลักการพื้นฐานอยู่ 2 ส่วน คือ ในส่วนทันตกรรม ที่เกี่ยวข้องกับกาแตกของรากฟัน และส่วนวิศวกรรม คือ โครงข่ายใยประสาทเทียม โดยที่หลักการพื้นฐานที่กล่าวมาทั้งหมดนี้จะเป็นประโยชน์ในกรทำความเข้าใจในการดำเนินการวิจัยในบทต่อๆไป ทั้งในเรื่องของการสร้างรอยแตกของรากฟัน การตรวจวินิจฉัยรอยแตกของรากฟัน รวมถึงการประยุกต์ใช้โครงข่ายใยประสาทเทียมในการวินิจฉัยรอยแตกของรากฟัน