บทที่ 2

ประวัติความเป็นมา

2.1 <u>ลักษณะทางชีววิทยาของเซลประสาท</u> (ทบวงมหาวิทยาลัย,ชีววิทยา,2527)

2.1.1 เซลประสาท (Neuron) ประกอบด้วย

2.1.1.1 ตัวเซล (Cell Body / Soma Cell) มีส่วนประกอบเหมือนเซลทั่วๆ ไป เช่น นิวเคลียส ไมโดคอนเดรีย ไซโตปลาสซึม เป็นต้น

2.1.1.2 ใยประสาท (Nerve Fiber) คือ ส่วนของโปรโตปลาสซึมของเซลที่ยื่นออกไป มี 2 ชนิดคือ เดนไดรต์ และ เอกซอน

- เดนไดรต์ (Dendrite) เส้นใยนี้ทำหน้าที่รับความรู้สึกเข้าสู่ตัวเซลประสาท มีแขนงสั้น มีจำนวนมากกว่า 1 แขนง ไม่มีเยื่อไมอีลินหุ้ม เส้นผ่าศูนย์กลางไม่เท่ากันโดยตลอด

- เอกซอน (Axon) เส้นใยนี้ ทำหน้าที่ส่งกระแสประสาทออกจากตัวเซล มักเป็นแขนงยาวเพียง 1 แขนง เส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากันตลอด และมีเยื่อไมอีลินหุ้ม ในคนเราเอกซอน บางเส้นยาวมากกว่า 1 เมตร ส่วนปลาวาฬี อาจยาวถึง 10 เมตร

- เยื่อไมอีลินหุ้ม (Myelin Sheath) คือ เปลือกชั้นในที่หุ้มใยประสาท(แขนงประสาท) ถือว่าเป็นเซลเมมเบรนของเซลชวาน เป็นสารพวกฟอสฟอลิปิด (Phospholipid) มีคุณสมบัติคือ เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี ทำให้กระแสประสาทเคลื่อนที่ได้รวดเร็ว

- เซลชวาน (Schwann Cell) คือ ส่วนเปลือกชั้นนอก เป็นเซลบางๆ ติดต่อกับเยื่อไมอีลิน ทำหน้าที่สร้างเยื่อไมอีลิน

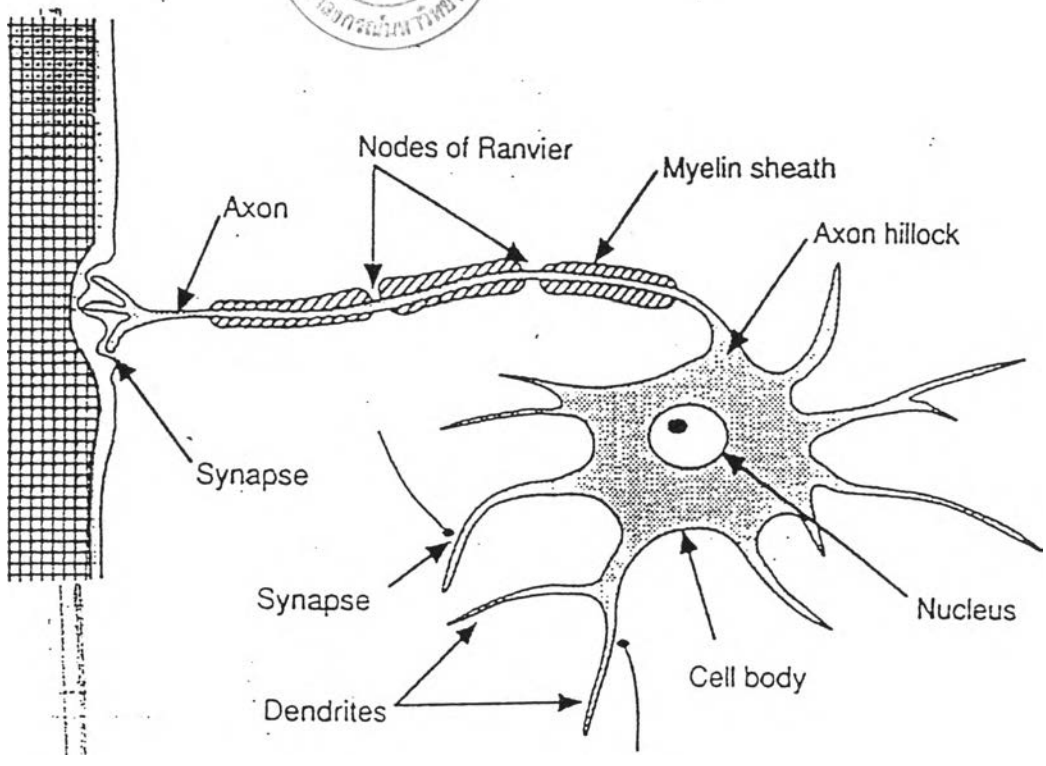
- โนด ออฟ แรนเวียร์ (Node Of Ranvier) หมายถึงรอยคอดของเซลชวานในเอกซอน เป็นบริเวณที่ไม่มีเยื่อไมอีลินหุ้ม ทำหน้าที่ช่วยให้สัญญาณประสาท

(Nerve Impulse) กระโดดข้ามช่องว่างนี้ ซึ่งทำให้การส่งสัญญาณประสาทรวดเร็วขึ้น การนำกระแสความรู้สึกแบบนี้ เรียกว่า การนำกระแสแบบไม่ต่อเนื่อง หรือแบบกระโดด (Hopping / Saltatory Conduction) เซลที่มีขนาดใหญ่ และมีโนด ออฟ แรนเวียร์ ห่างกันมาก ก็ยิ่งสามารถนำกระแสความรู้สึกได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

เส้นใยประสาทที่มีเยื่อไมอีลินหุ้มนี้ อาจเทียบได้กับระบบการส่งสัญญาณภาพโทรทัศน์ ไปยังสถานีที่อยู่ไกลๆ ที่ต้องผ่านสถานีถ่ายทอดเป็นช่วงๆ โดยมี โนด ออฟ แรนเวียร์ ทำหน้าที่เป็นสถานีถ่ายทอด พบว่าระยะห่างระหว่างโนดหนึ่งๆ ของเซลประสาทอยู่ในช่วงประมาณ 200-2000 ไมครอน อัตราส่วนระหว่างระยะห่างของ โนด (Node) ต่อเส้นผ่าศูนย์กลางเส้นใยประสาท มีประมาณ 100 ต่อ 1 ยิ่งเส้นใยประสาทที่มีเยื่อไมอีลินหุ้มมาก ก็จะมีระยะห่างระหว่างโนดมาก และยิ่งเพิ่มประสิทธิภาพในการนำกระแสความรู้สึกได้ดียิ่งขึ้น

2.1.2 ไซแนปส์ (Synapse) คือ บริเวณที่ปลายของเอกซอนของเซลประสาทหนึ่งกับปลายของเดนไดรต์ของเซลประสาทอื่น มาสัมผัสติดต่อกัน หรือเป็นบริเวณที่อยู่ชิดกันที่สุดระหว่าง เยื่อหุ้มเซลของเซลประสาทด้วยกัน หรือระหว่างเซลประสาทและแอฟเฟกเตอร์ (Effector) เช่น กล้ามเนื้อและต่อมต่างๆ ด้วย

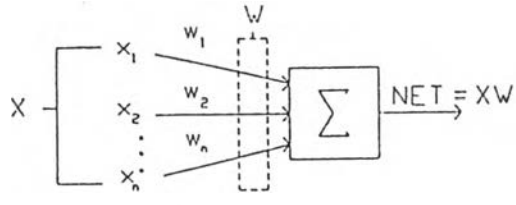
จากการคำนวณพบว่า สมองของคน ซึ่งเป็นส่วนที่สลับซับซ้อนที่สุดของระบบประสาท มีเซลประสาทอยู่ถึง 10^{11} เซล (John Herz,Anders Krogh, Richard G.Palmer,1991) มีไซแนปส์อยู่มากถึงประมาณ 10^{14} แห่งด้วยกัน การถ่ายทอดกระแสความรู้สึกที่ผ่านไซแนปส์ของเซลประสาทหนึ่งไปยังอีกเซลหนึ่งนั้น อาจอยู่ในรูปของสารเคมี เรียกว่า ไซแนปส์เคมี (Chemical Synapse) หรือถ่ายทอดในรูปของกระแสไฟฟ้าที่ผ่านไปได้โดยตรง เรียกว่า ไซแนปส์ไฟฟ้า (Electrical Synapse)



รูป 2-1 แสดงเซลประสาทและการไซแนบส์

2.2 <u>การเลียนแบบลักษณะเซลประสาทของเซลประสาทเทียม</u> (Artificial Neuron / Neuron / Node / Unit / Processing Element)

โนด ถูกออกแบบเพื่อเลียนแบบคุณสมบัติเบื้องต้นของระบบประสาท โดยชุดข้อมูลเข้า จะถูกคูณด้วยค่าน้ำหนัก ซึ่งเปรียบให้เหมือนกับค่าความแข็งแกร่งของไซแนปส์ และผลคูณที่ได้จะถูกรวมกันเข้าสู่โนด



$$NET = x_1 w_1 + x_2 w_2 + \ldots + x_n w_n$$

รูป 2-2 แสดงเซลประสาทเทียม

จากรูป $X_1, X_2, \ldots, X_n$ เป็น ข้อมูลเข้าแต่ละตัว แทนสัญญาณประสาท แทนด้วย Vector X

และให้ $W_1, W_2, \ldots, W_n$ เป็น ค่าน้ำหนักแต่ละตัว แทนความเข้มของไซแนปส์ แทนด้วย Vector W

และให้ กรอบผลรวม แทนตัวเซล

เมื่อทำการรวมผลคูณระหว่าง $X_i W_i$ จะได้สมการทางคณิตศาสตร์ คือ

$$NET = X_1 W_1 + X_2 W_2 + \ldots + X_n W_n$$

$$NET = \sum_{i=1}^{n} X_i W_i$$

$$NET = XW \qquad \ldots\ldots (2.1)$$

2.3 <u>แรงจูงใจที่ทำให้มีการศึกษาระบบเซลประสาทเทียม</u> (John Herz,Anders Krogh, Richard G.Palmer,1991)

2.3.1 ความแข็งแกร่ง

เซลประสาทในสมองของมนุษย์มีการตายทุกวัน ซึ่งถือเป็นสิ่งปกติเช่นเดียวกับเซลผิวหนัง แต่ก็ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพในการทำงานของสมอง นั่นคือ ถ้าส่วนใดส่วนหนึ่งของ นิวรัล เน็ทเวิร์คเสียไป ก็ยังทำงานต่อไปได้

2.3.2 ความยืดหยุ่น

เนื่องจากมนุษย์มีความสามารถในการเรียนรู้ ทำให้สามารถปรับสภาพให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมต่างๆ ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องปรับปรุงอยู่เสมอของระบบดิจิตัล คอมพิวเตอร์

2.3.3 ความสามารถในการจัดการบ่งชี้ข้อมูล

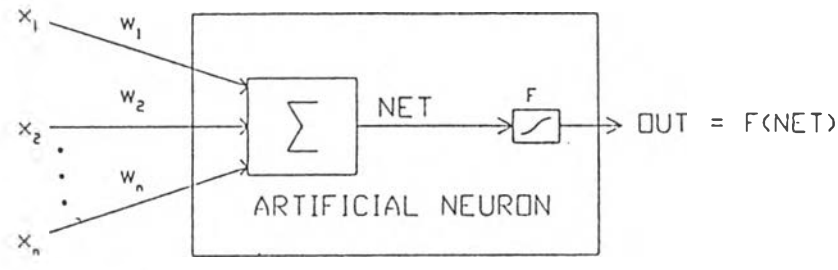
นิวรัล เน็ทเวิร์ค มีความสามารถในการจัดการกับข้อมูลที่คลุมเคลือ ไม่สมบูรณ์หรือขัดแย้งกันได้สูง

2.3.4 ความสามารถในการทำงานคู่ขนาน

นิวรัล เน็ทเวิร์ค มีการทำงานแบบคู่ขนาน จากชั้นหนึ่งซึ่งประกอบด้วยโนด หลายโนด ไปอีกชั้นหนึ่งซึ่งประกอบด้วยโนดหลายโนด เช่นเดียวกับการทำงานของระบบประสาทของมนุษย์

2.3.5 มีขนาดเล็ก และ ใช้พลังงานน้อย

2.4 <u>ฟังก์ชันการแปลงค่า</u> (Transfer Function / Activation Function / Logistic Function)



รูป 2-3 แสดงผลลัพธ์ที่ผ่านฟังก์ชันการแปลงของเซลประสาทเทียม

ค่า NET ที่ได้ จะต้องผ่านฟังก์ชันการแปลงค่า เพื่อว่าค่าผลลัพธ์ที่ได้จะได้ไม่ใหญ่มาก โดยจะให้อยู่ในช่วง 0 - 1 ฟังก์ชันที่ใช้อาจเป็น

2.4.1 ฟังก์ชันขั้นบันได (Step Function)

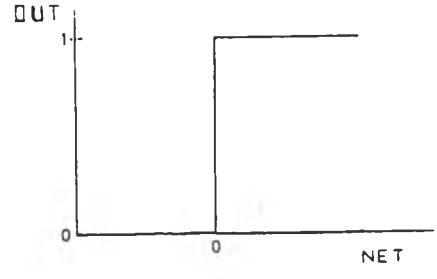
เป็นฟังก์ชันธรรมดา ให้ค่าผลลัพธ์เพียง 2 ค่า คือ 0 และ 1

OUT = K (NET) โดย K เป็นค่าคงที่ หรือ Threshold Funtion

OUT = 1 ถ้า NET > T

OUT = 0 ถ้า NET <= T

โดย T คือ ค่าคงที่ของระดับ Threshold เช่น อาจกำหนดให้ T = 0.5 หรือ 0.7 เป็นต้น



รูป 2-4 แสดงฟังก์ชันขั้นบันได

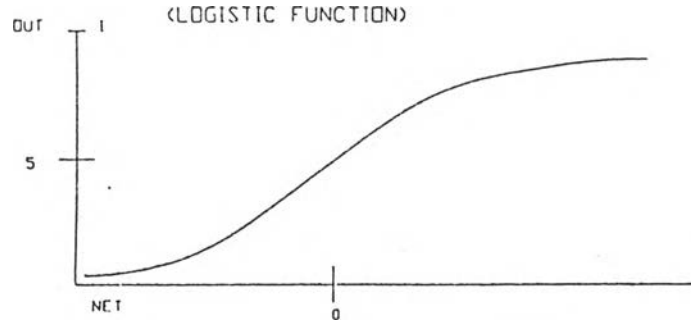
2.4.2 ฟังก์ชันซิกมอยด์ (Sigmoid Function)

โดยมีสมการทางคณิตศาสตร์ คือ

$$F(x) = 1 / (1 + e^{-x})$$

หรือ $$OUT = 1 / (1 + e^{-NET})$$

$$OUT = 1/(1 + e^{-NET}) = F_{(NET)}$$



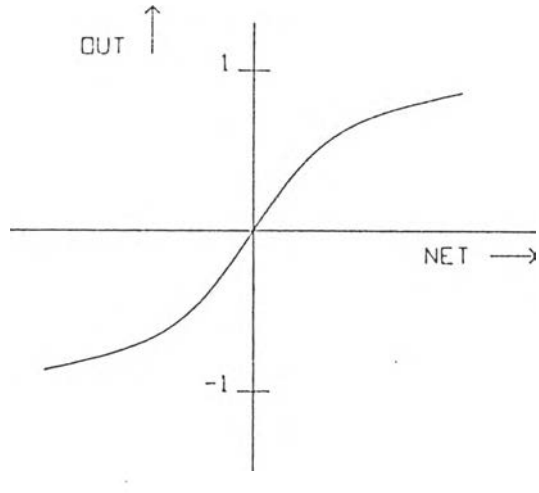
รูป 2-5 แสดงฟังก์ชันซิกมอยด์

ฟังก์ชันนี้เป็น Non-linear มีคุณสมบัติที่ช่วยในการแก้ปัญหา การอิ่มตัว ของสัญญาณรบกวน(Noise-Saturation Dilemma) ดังที่ Grossberg(1973) เสนอไว้ (Philip D. Wasserman , 1989)

2.4.3 ฟังก์ชันไฮเปอร์บอลิก (Hyperbolic Function)

โดยมีสมการทางคณิตศาสตร์ คือ

$$OUT = \tanh(X)$$



รูป 2-6 แสดงฟังก์ชันไฮเปอร์บอลิก

ฟังก์ชันไฮเปอร์บอลิก มีรูปร่างคล้าย ฟังก์ชันซิกมอยด์ ฟังก์ชันไฮเปอร์บอลิกเป็นที่นิยมใช้โดยนักชีววิทยาเพื่อเป็นรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์แทนรูปแบบของการกระตุ้นเซลประสาท (Nerve-Cell Activation)(Philip D.Wasserman , 1989)

ข้อแตกต่างของ ฟังก์ชันซิกมอยด์ และ ฟังก์ชันไฮเปอร์บอลิก คือ

เมื่อค่า NET = 0

OUT ของ ฟังก์ชันซิกมอยด์ ให้ค่า = 0.5

OUT ของ ฟังก์ชันไฮเปอร์บอลิก ให้ค่า = 0

2.5 <u>ประวัติการวิจัยทางด้านร่างแหประสาทเทียม</u> (อรัญ นำผล, เอกสารประกอบการสอนนิวรัล เน็ทเวิร์ค)

2.5.1 ประวัติโดยย่อ

- ยุคที่หนึ่ง (ค.ศ. 1940) ค้นคว้าโดย McCulloch และ Pitt's
- ยุคที่สอง (ค.ศ. 1960) กำเนิด Perceptron Convergence Theorm โดย Rosenblatt
- ยุคที่สาม (ค.ศ. 1980) กำเนิด Hopfield's Energy Function และ นิวรัล เน็ทเวิร์คยุคใหม่ ที่มีหลายๆ ชั้น โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบย้อนกลับ ซึ่งถูกตีพิมพ์โดย Rumelhart, Hinton และ Williams

2.5.2 ประวัติโดยละเอียด

เวลา	ผู้ค้นคว้า	งานวิจัย
แนวความคิดพื้นฐาน 1940-1960	McCulloch & Pitts Farley & Clark/Hebb Rosenblatt Steinbuch, Taylor	Boolean Logic Synaptic Learning Rule Perceptron Associative Memory
ทฤษฎีขั้นพื้นฐาน 1960-1980	Widrow & Hoff Albus Anderson Von Der Malsburg Fukushima Grossberg And Carpenter	LMS Algorithm(Adaline/Madaline) Cerebellum Model(CMAC) Linear Associative Memories Competitive Learning NGO-Cognitron Adaptive Resonance Theory (ART) And Boundary Contour System (BCS)

2-1 ตารางประวัติโดยละเอียด

019092

เวลา	ผู้ค้นคว้า	งานวิจัย
ยุคเฟื่องฟู	Kohonen	Feature Maps
1980-ปัจจุบัน	Feldman & Ballard	Connectionist Models
	Hopfield	Associative Memory Theory
	Reily, ET. AL.	Reduced Coulomb Energy
	Hinton & Sejnowski	Boltmann Machine
	Rumelhart ET. Al.	Backpropagation And PDP Books
	Edelman , Reeke	Darwin III (Neural Darwinish

2-1(ต่อ) ตารางประวัติโดยละเอียด