บทที่ 2
แบบจำลองจิตในทรรศนะของแพทริเซีย สมิท เชิร์ชแลนด์

แพทริเซีย สมิท เชิร์ชแลนด์ (Patricia Smith Churchland) มีแนวคิดเกี่ยวกับปัญหาเรื่องจิต-กายเป็นสสารนิยมแบบกำจัดทิ้ง (Eliminative Materialism) โดยเสนอว่าจิตไม่มีอยู่จริง สิ่งที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางจิตได้คือ สรีรวิทยาระบบประสาท แนวคิดนี้อาศัยทฤษฎี 3 ทฤษฎีเป็นตัวอย่างสนับสนุนคือ ทฤษฎีเทนเซอร์ เนตเวิร์ค (Tensor Network Theory) ของเพลเลียนนิสซ์ (Pellionisz) และไลนัส (Linas) แบบจำลองของการจำภาพของฮินตัน (Hinton) และซีจ์โนสกี้ (Sejnowski) และทฤษฎีสรีรวิทยาเกี่ยวกับความตั้งใจเห็นภาพของคริค (Crick) แนวคิดสสารนิยมแบบกำจัดทิ้งมีความแตกต่างอย่างชัดเจนกับแนวคิดสสารนิยมแบบเซนทรัล สเตท (Central State Materialism) ซึ่งเสนอว่าชนิดของสภาวะทางจิตเป็นอย่างเดียวกับชนิดของสภาวะทางสมอง เชิร์ชแลนด์ให้ความเห็นว่าแนวคิดสสารนิยมแบบเซนทรัล สเตท ไม่สมเหตุสมผลและมีปัญหาหลายประการ อีกแนวคิดหนึ่งที่เชิร์ชแลนด์คิดว่าเป็นปัญหาไม่แพ้กันคือแนวคิดแบบฟังก์ชั่นแนลลิซึม (Functionalism) ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดในแต่ละหัวข้อดังต่อไปนี้คือ

2.1 ข้อคัดค้านของเชิร์ชแลนด์ที่มีต่อแนวคิดสสารนิยมแบบเซนทรัล สเตท

2.2 ข้อคัดค้านของเชิร์ชแลนด์ที่มีต่อพวกฟังก์ชั่นแนลลิซึม

2.3 แบบจำลองจิตในทรรศนะของแพทริเซีย สมิท เชิร์ชแลนด์

2.1 ข้อคัดค้านของเชิร์ชแลนด์ที่มีต่อแนวคิดสสารนิยมแบบเซนทรัล สเตท

งานที่ริเริ่มเสนอแนวคิดสสารนิยมแบบเซนทรัลสเตท คืองาน "Is Consciousness a Brain Process?" ของยู.ที. เพลส (U.T.Place, 1956) และ "Sensations and Brain Processes." ของเจ.เจ. ซี. สมาร์ท (J.J.C. Smart, 1959) เชิร์ชแลนด์ได้กล่าวถึงแนวคิดสสารนิยมแบบเซนทรัล สเตทว่าเป็นการอ้างเหตุผลโดยเสนอว่าชนิดของสภาวะทางจิต เช่น ความเจ็บปวด ความปรารถนา ความเชื่อ ฯลฯ เป็นสิ่งเดียวกันกับชนิดของสภาวะทางสมอง แนวคิดนี้เป็นแนวคิดที่มีการลดทอนสภาวะทางจิตไปสู่สภาวะทางสมองหรืออาจพูดอีกนัยหนึ่งว่าสภาวะทางจิต คือ สภาวะทางสมอง การอ้างเหตุผลแบบนี้ดูไม่มีความหมายเพราะสภาวะทางจิตเป็นสภาวะที่ไม่มีลักษณะทางกายภาพ

ส่วนสภาวะทางสมองเป็นสภาวะที่มีลักษณะทางกายภาพ แล้วจะแน่ใจได้อย่างไรว่าสภาวะทั้งสองอย่างเป็นสภาวะอย่างเดียวกัน ปัญหาที่เกิดขึ้นของผู้ที่สนับสนุนแนวคิดดังกล่าวมีอยู่ว่าเขาเหล่านั้นมีความเคยชินกับคำว่า "จิต" หรือ "สภาวะทางจิต" จนคิดว่ามันมีอยู่แล้ว พยายามลดทอนมันไปสู่สภาวะทางสมอง แน่นอนที่ว่าสภาวะทางสมองเป็นข้อมูลที่ได้มาจากประสบการณ์ตรงหรือการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ ส่วนสภาวะทางจิตนั้นนอกจากความเคยชินจากการใช้คำทำให้เรารู้สึกว่ามันมีอยู่แล้วก็ไม่มีหลักฐานอื่นเลยที่แสดงว่ามันมีอยู่จริง การสังเกตประสบการณ์จากการทดลองสามารถสรุปได้ว่าสภาวะทางสมองเท่านั้นที่มีอยู่จริง ซึ่งเป็นแนวทางของสสารนิยมแบบกำจัดทิ้งไม่ใช่สสารนิยมแบบเซนทรัล สเตท (Churchland, P.S., 1998 : 271-274)

2.2 ข้อคัดค้านของเชิร์ชแลนด์ที่มีต่อพวกฟังก์ชั่นแนลลิซึม

พวกฟังก์ชั่นแนลลิซึมจะมีความเห็นว่าสภาวะทางจิต คือ สภาวะทางฟังก์ชั่น และพวกนี้จะไม่เห็นด้วยกับแนวคิดเรื่องการลดทอนโดยอ้างว่าชนิดของสภาวะทางจิตมีมากกว่าชนิดของสภาวะทางสมอง จึงไม่สามารถลดทอนเป็นสภาวะทางสมองได้ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าสภาวะทางสมองเป็นสภาวะที่จำกัด ส่วนสภาวะทางจิตนั้นมีมากมายนับไม่ถ้วน ตัวอย่างเช่น สภาวะของความตั้งใจตีลูกหลังมือ สภาวะของการคิดถึงมะม่วง ฯลฯ สภาวะเหล่านี้ไม่ใช่สิ่งเดียวกับสภาวะทางสมองอย่างแน่นอน เพราะว่าบริเวณสมองจะไม่มีที่แน่นอนตายตัวของสภาวะของการตีลูกหลังมือกับสภาวะของการคิดถึงมะม่วงว่าเป็นบริเวณใดของสมอง ปัญหานี้เป็นที่รู้จักกันดีในนาม Multiple Realizability (Churchland, P.S., 1998: 354) ตัวอย่างแนวคิดแบบฟังก์ชั่นแนลลิซึมคือ พัทนัม (Putnam, 1967) โดยเขากล่าวว่าไม่สามารถลดทอนสภาวะทางจิตไปสู่สภาวะทางสมองได้ อย่างไรก็ตามแนวคิดของพัทนัมก็ไม่ใช่เป็นแบบทวินิยม พัทนัมมีแนวคิดว่าสภาวะทางจิตคือสภาวะทางฟังก์ชั่น โดยเสนอแนวคิดหุ่นยนต์ความน่าจะเป็น (Probabilistic Automaton) การนำเข้าของข้อมูลจะทำให้เกิดการนำออกของข้อมูลหรือการตอบสนองได้โดยกลไกความน่าจะเป็นซึ่งเป็นสภาวะของฟังก์ชั่น แนวคิดนี้จะคล้ายกับเครื่องจักรแบบทัวริ่ง (Turing Machine) ต่างกันตรงที่ว่าสภาวะต่าง ๆ ของหุ่นยนต์ความน่าจะเป็นเป็นผลมาจากความน่าจะเป็นอันหลากหลาย ส่วนเครื่องจักรแบบทัวริ่งนั้นเป็นผลมาจากการถูกกำหนด (Deterministic) กล่าวคือเป็นการปฏิบัติงานทุกอย่างตามโปรแกรมที่ตั้งไว้ อย่างไรก็ตามเครื่องจักรแบบทัวริ่งก็ถือเป็นแนวคิดพื้นฐานของแนวคิดแบบหุ่นยนต์ความน่าจะเป็น พัทนัมกล่าวว่ามนุษย์เราจะประกอบไปด้วยระบบที่มีร่างกายและ

จิตใจ ส่วนจิตใจนั้นสามารถที่จะเป็นแบบหุ่นยนต์ความน่าจะเป็นหรือสภาวะของฟังก์ชั่น ส่วนสมองนั้นจริง ๆ อยู่ในสภาวะทางเคมีกายภาพ (Physical-Chemical State) สภาวะทางเคมีกายภาพนี้หมายถึงสภาวะของสมองสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สมองสัตว์เลื้อยคลาน สมองของพวกหอยและหมึกทะเล ฯลฯ แต่ในขณะเดียวกันสภาวะทางจิตต้องไม่ใช่สภาวะทางสมอง เพราะว่าสมองของสัตว์ประเภทดังกล่าวมีกลุ่มของเซลล์ประสาทที่เหมือนกัน แต่อาจทำหน้าที่ต่างกันก็ได้ เช่นเซลล์ประสาท C ของคนทำงานจะทำให้เกิดความรู้สึกเจ็บปวด แต่เซลล์ประสาท C ของแมวทำงานอาจไม่ทำให้เกิดความรู้สึกเจ็บปวดก็ได้ ความรู้สึกเจ็บปวดของแมวอาจเกิดจากการทำงานของเซลล์ประสาท B

เชิร์ชแลนด์ (Churchland, P.S., 1998 : 356-358) กล่าวว่าฟังก์ชั่นแนลลิสท์มีความเห็นว่าการลดทอนระหว่างทฤษฎี (Intertheoretic Reduction) เป็นไปไม่ได้ ยกเว้นคุณสมบัติของจิตจะต้องเป็นสิ่งเดียวกับสภาวะหรือคุณสมบัติของสมอง เชิร์ชแลนด์เห็นว่าความคิดนี้เป็นประเด็นสำคัญในการอ้างเหตุผลหักล้างเรื่องการลดทอนและต้องการที่จะตรวจสอบว่าความคิดนี้ใช้ได้หรือไม่ ทางหนึ่งที่จะตรวจสอบได้คือ การดูหลักการเรื่องการลดทอนในประวัติวิทยาศาสตร์ เชิร์ชแลนด์ได้ยกตัวอย่างในเรื่องของอุณหภูมิซึ่งเป็นวิวัฒนาการร่วมของสองทฤษฎีคือ ทฤษฎีอุณหพลศาสตร์ (Thermodynamics) และทฤษฎีกลศาสตร์เชิงสถิติ (Statistical Mechanics) อุณหภูมิในที่นี้หมายถึงอุณหภูมิของก๊าซซึ่งก็คือพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุล แต่ถ้าเป็นอุณหภูมิของสิ่งอื่นก็จะไม่ตรงกับกฎนี้ เช่นอุณหภูมิของพลาสมาคือสภาวะของพลังงานสูงที่ประกอบไปด้วยอะตอม หรืออุณหภูมิของที่ว่างที่อยู่ในรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าก็จะแตกต่างออกไป ตัวอย่างนี้เป็นตัวอย่างของการลดทอนในอุณหพลศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์กับขอบเขตของปรากฏการณ์ที่แน่นอน (Relative to a Domain of Phenomena) เชิร์ชแลนด์ลองนำเอาจุดยืนของฟังก์ชั่นแนลลิซึมมาวิเคราะห์เรื่องอุณหภูมิพบว่าด้วยปัญหา Multiple Realizability อุณหภูมิในทรรศนะของฝ่ายฟังก์ชั่นแนลลิซึมต้องเป็นคุณสมบัติเชิงฟังก์ชั่น เพราะว่าอุณหภูมิของก๊าซกับอุณหภูมิของพลาสมาไม่ใช่สิ่งเดียวกัน แต่ถ้าพิจารณาหลักการของการลดทอนระหว่างทฤษฎีจริง ๆ จะพบว่าอุณหภูมิของก๊าซจะอยู่ในขอบเขตที่แน่นอนในวิวัฒนาการร่วมของสองทฤษฎีคือทฤษฎีอุณหพลศาสตร์และทฤษฎีกลศาสตร์เชิงสถิติ หรืออาจเรียกได้ว่าเป็นการลดทอนทฤษฎีอุณหพลศาสตร์ไปสู่ทฤษฎีกลศาสตร์เชิงสถิติ การลดทอนระหว่างทฤษฎีก็จะขึ้นอยู่กับสองทฤษฎีนี้ที่ทำให้ได้ความหมายของอุณหภูมิของก๊าซคือพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุล

เชิร์ชแลนด์ให้ความเห็นว่าในเมื่อฝ่ายฟังก์ชั่นแนลลิซึมไม่มีเหตุผลที่ดีพอที่จะปฏิเสธการลดทอนระหว่างทฤษฎีในเรื่องอุณหพลศาสตร์ ก็น่าที่จะยอมรับการลดทอนระหว่างทฤษฎีของทฤษฎีจิตไปสู่ทฤษฎีระบบประสาท ประเด็นสำคัญของตัวอย่างการลดทอนในทฤษฎีอุณหพลศาสตร์เพื่อแสดงให้เห็นถึงการลดทอนที่สัมพันธ์กับขอบเขตของปรากฏการณ์ ถ้าพูดในเรื่องของจิตมนุษย์ขอบเขตของความสำคัญจะอยู่ตรงที่เป็นการลดทอนทฤษฎีจิตมนุษย์ไปสู่ทฤษฎีระบบประสาทของมนุษย์ที่เป็นแบบวิวัฒนการร่วมของทั้งสองทฤษฎี ซึ่งยังไม่เกี่ยวกับสัตว์เลื้อยคลานหรือสัตว์อื่น ประเด็นสำคัญของเชิร์ชแลนด์อยู่ตรงที่ปัญหา Multiple Realizability เป็นปัญหาที่พวกฟังก์ชั่นแนลลิซึมยกมาว่าสภาวะทางจิตต้องเป็นสภาวะทางฟังก์ชั่นไม่ใช่สภาวะทางสมอง แต่เมื่อพิจารณาการลดทอนระหว่างทฤษฎีจิตวิทยากับทฤษฎีทางระบบประสาทจะพบข้อมูลว่าสภาวะทางจิตสามารถอธิบายได้ด้วยการทำงานของระบบประสาท จิตจึงไม่มีอยู่จริงมีแต่สภาวะทางสมอง ปัญหา Multiple Realizability จึงหมดไปเพราะเป็นปัญหาที่ว่าชนิดของสภาวะทางจิตมีมากกว่าชนิดของสภาวะทางสมอง

เชิร์ชแลนด์มีความเห็นว่างานวิจัยเกี่ยวกับจิตวิทยาและจิตวิทยาเชิงคอมพิวเตอร์ (Computational Psychology) มีแนวโน้มที่จะพัฒนาไปโดยปราศจากงานวิจัยทางระบบประสาทในอนาคต แนวโน้มแบบนี้อาจเป็นปัญหาต่อไป เพราะว่าเป็นการนำเอาความรู้ทางระบบประสาทแต่เพียงบางส่วนไปใช้ในแบบจำลองคอมพิวเตอร์ เพื่อค้นหากลไกของการทำงานของจิตซึ่งทำให้มีแนวคิดไปในทางที่ว่าจิตน่าจะเป็นแบบฟังก์ชั่นตามแนวคิดแบบฟังก์ชั่นแนลลิซึมโดยปราศจากการตรวจสอบการจัดองค์ประกอบของระบบประสาท (Churchland, P.S., 1998 : 355)

เชิร์ชแลนด์พยายามจะชี้ให้เห็นถึงความซับซ้อนของการจัดองค์ประกอบของสมองและได้มีการเปรียบเทียบความซับซ้อนของสมองกับเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นสามระดับของการจัดองค์ประกอบโดยอรรถศาสตร์ของคอมพิวเตอร์ (The Semantic) เทียบได้กับระดับของเนื้อหาข้อมูล (The Level of Content) วากยสัมพันธ์ของคอมพิวเตอร์ (the syntactic) เทียบได้กับระดับของระบบกฎเกณฑ์ในการแก้ปัญหา (The Level of the Algorithm) และกลไกของคอมพิวเตอร์ (The Mechanistic) เทียบได้กับระดับของวิธีการทางด้านโครงสร้าง (The Level of Structural Implementation) และถ้าพิจารณาให้ละเอียดลงไปแล้วความซับซ้อนของการจัดองค์ประกอบของสมองสามารถแบ่งได้เป็นหลายระดับ เช่น เยื่อเซลล์ (Membrane) เซลล์ (Cell) รอยต่อประสาท (Synapse) การรวมกลุ่มของเซลล์ (Cell Assembly) วงจรประสาท (Circuit) และพฤติกรรม (Behavior) ในแต่ละระดับก็จะมีการจัดองค์ประกอบที่เป็นตัวของตัวเองและในบางระดับสามารถ

ที่จะแยกย่อยออกไปได้อีกหรือเกี่ยวข้องกับกลไกและกระบวนการอื่นได้อีก การพิจารณาแต่ละระดับทำให้เราสามารถมองเห็นความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างและหน้าที่อย่างเป็นภาพรวม เชิร์ชแลนด์ยังให้ความเห็นว่าถ้าความรู้ทางด้านสมองและวัตถุดิบถึงพร้อม มนุษย์เราน่าจะสามารถสร้างคอมพิวเตอร์ที่เลียนแบบความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างและหน้าที่ของสมองได้ (Churchland, P.S., 1998: 358-361)

สำหรับเรื่องการจัดองค์ประกอบของระบบประสาทที่มีการทำงานหลายระดับนี้ เชิร์ชแลนด์ได้ใช้เป็นตัวอย่างหนึ่งในการสนับสนุนว่าการทำโครงการในประเด็นจิต-สมองนี้จะต้องพิจารณาถึงความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่โดยละเอียด จึงจำเป็นต้องมีการใช้วิธีวิวัฒนาการร่วมของสองทฤษฎีคือ ทฤษฎีทางจิตวิทยาและทฤษฎีทางระบบประสาท เพราะทฤษฎีทางจิตวิทยาจะเน้นศึกษาในเชิงหน้าที่ ส่วนทฤษฎีทางระบบประสาทนั้นมีหลายคนเข้าใจว่าจะเน้นศึกษาเฉพาะหน้าที่ แต่จากตัวอย่างที่ให้มาพบว่าเป็นการเน้นการศึกษาความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่จึงเป็นสิ่งจำเป็นมากในการศึกษาประเด็นจิต-สมอง เพราะถ้าเข้าใจว่าทฤษฎีทางจิตวิทยาเชิงคอมพิวเตอร์เพียงอย่างเดียวเพียงพอแล้วสำหรับการศึกษาโครงการจิต-สมอง จะทำให้ขาดการศึกษาอย่างเป็นระบบและทำให้เกิดแนวความคิดว่าการศึกษาทฤษฎีระบบประสาทไม่จำเป็นสำหรับโครงการนี้ ก็จะเข้าใจไปว่าการลดทอนไม่ใช่สิ่งจำเป็นและหันไปให้การสนับสนุนแนวคิดแบบฟังก์ชั่นแนลลิซึมแทน เพราะแนวคิดแบบนี้ไม่ค่อยคำนึงถึงการทำงานของเซลล์ประสาท แต่คำนึงเพียงการทำงานของจิตที่เป็นแบบสภาวะฟังก์ชั่นเท่านั้น

2.3 **แบบจำลองจิตในทรรศนะของแพทริเซีย สมิท เชิร์ชแลนด์**

ถึงแม้เชิร์ชแลนด์จะมีความเห็นเกี่ยวกับโครงการวิวัฒนาการร่วมของ 2 ทฤษฎีคือ จิตวิทยากับระบบประสาท แต่ก็พยายามจะชี้ให้เห็นว่าวิวัฒนาการร่วมของสองทฤษฎีนี้ อาจจะไม่ค่อยเหมือนกับวิวัฒนาการร่วมของทฤษฎีอุณหพลศาสตร์และทฤษฎีกลศาสตร์เชิงสถิติเพราะว่าการลดทอนระหว่างสองทฤษฎีนั้นสามารถสรุปได้ว่าอุณหภูมิของก๊าซคือพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุล แต่สำหรับวิวัฒนาการร่วมของทฤษฎีจิตวิทยากับทฤษฎีระบบประสาทจะมีความคล้ายกับวิวัฒนาการร่วมระหว่างทฤษฎีพันธุศาสตร์แบบดั้งเดิม (Classical Genetics) กับทฤษฎีพันธุศาสตร์เชิงโมเลกุล (Molecular Genetics) เพราะว่าทฤษฎีพันธุศาสตร์แบบดั้งเดิมจะมีมโนทัศน์ของคำว่ายีน (Gene) ซึ่งหมายถึงหน่วยของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นลักษณะภายนอก

ส่วนทฤษฎีพันธุศาสตร์เชิงโมเลกุลจะเป็นการค้นพบโครงสร้างของโมเลกุลดีเอ็นเอ (DNA) ซึ่งถือว่าเป็นสารพันธุกรรมที่อยู่บนโครโมโซม ปัญหาสำคัญก็คือการลดทอนระหว่างทฤษฎีเพราะว่ามโนทัศน์ของคำว่ายีนไม่สามารถลดทอนเป็นดีเอ็นเอได้ แต่การค้นพบดีเอ็นเอนั้นพันธุศาสตร์แบบดั้งเดิมก็มีส่วนสำคัญพอสมควร เราอาจเรียกได้ว่าวิวัฒนาการร่วมของสองทฤษฎีนี้เป็นการถูกแทนที่มากกว่าการลดทอน ทั้งนี้และทั้งนั้นขึ้นอยู่กับการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลของทั้งสองทฤษฎีกลายเป็นว่ามโนทัศน์คำว่ายีนถูกแทนที่ด้วยดีเอ็นเอ วิวัฒนาการร่วมของสองทฤษฎีนี้จึงถูกเชิร์ชแลนด์นำไปเปรียบเทียบเป็นตัวอย่างของวิวัฒนาการร่วมของทฤษฎีจิตกับทฤษฎีระบบประสาทโดยจะอธิบายในลักษณะที่ว่าจิตถูกแทนที่ด้วยสภาวะทางสมองไม่ใช่การลดทอนจิตไปสู่สภาวะทางสมอง (Churchland, P.S,1998; 364-367)

หลักสำคัญอันหนึ่งที่เชิร์ชแลนด์ใช้ในการประเมินโครงการวิวัฒนาการร่วมของทฤษฎีจิตกับทฤษฎีระบบประสาทก็คือ การวิจัยในเรื่องความทรงจำและการเรียนรู้ ความทรงจำและการเรียนรู้นี้ความเห็นของพวกทฤษฎีจิตแบบดั้งเดิม (Folk Psychology) จะคิดว่าอยู่ในส่วนของสภาวะทางจิต แต่จากการศึกษาค้นคว้ารายงานการวิจัยทางระบบประสาทของเชิร์ชแลนด์ทำให้เชิร์ชแลนด์มีความเห็นว่าเรื่องของความทรงจำและการเรียนรู้เป็นส่วนของระบบประสาทที่สามารถนำมาใช้ในการอธิบายทั้งสองเรื่องนี้ได้ (Churchland, P.S., 1998; 368-372) ประกอบกับแนวคิดพวกทฤษฎีจิตแบบดั้งเดิมมีปัญหาที่สำคัญ 2 ประการที่พวกนี้เชื่อว่าเป็นหลักฐานสำคัญของการสนับสนุนแนวคิดแบบทฤษฎีจิตแบบดั้งเดิม แต่เชิร์ชแลนด์เห็นว่าเป็นแนวคิดที่ผิด ปัญหา 2 ปัญหานั้นคือ ปัญหาความเชื่อแบบเงียบ ๆ (Tacit Beliefs) และปัญหาการได้ความรู้ (Knowledge Access) (Churchland, P.S,1998; 390-395)

ปัญหาความเชื่อแบบเงียบ ๆ เริ่มมาจากที่ทฤษฎีจิตแบบดั้งเดิมมีความเห็นว่ามนุษย์เราจะมีความเชื่อที่เก็บสะสมไว้เหมือนกับเป็นความเชื่อส่วนตัว ซึ่งมีผลต่อการดำรงชีวิตประจำวันและด้วยเหตุผลนี้ทำให้เห็นว่าสภาวะทางจิตไม่ใช่สภาวะทางสมอง เพราะมีความเป็นตัวของตัวเองและไม่ขึ้นกับเรื่องของสภาพทางกายภาพ เชิร์ชแลนด์ไม่เห็นด้วยกับความคิดประเภทนี้แนวคิดของเชิร์ชแลนด์เกี่ยวกับปัญหานี้พอจะสรุปได้เป็น 2 ประเด็นใหญ่ ๆ คือ

1. สิ่งที่พวกทฤษฎีจิตแบบดั้งเดิมเห็นว่าคนมีความเชื่อเงียบ ๆ ที่เป็นส่วนตัวนั้นถ้าเป็นความเชื่อประเภทที่ว่าโลกกลม จริง ๆ แล้วก็คือข้อมูลทางประสาทสัมผัสที่เก็บไว้ในความทรงจำซึ่งขึ้นอยู่กับกระบวนการทางระบบประสาทไม่เกี่ยวข้องกับสภาวะทางจิต

2. สิ่งที่เชื่อที่เกี่ยวกับอนาคตเช่น ถ้าเชื่อว่าอีก 10 วินาทีข้างหน้านี้คอมพิวเตอร์จะถูกทำลายแต่เมื่อ 10 วินาทีผ่านไปเครื่องคอมพิวเตอร์ยังดีอยู่ แต่ถ้าเป็นความเชื่อจริง ๆ ก็ยังต้องเชื่ออยู่ว่าคอมพิวเตอร์จะถูกทำลาย แต่เมื่อถึงเวลาขณะนั้นสิ่งที่ได้คือการรับรู้ว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ยังเป็นปรกติอยู่ ส่วนที่คิดว่าเป็นความเชื่อว่าอีก 10 วินาทีข้างหน้า คอมพิวเตอร์จะถูกทำลาย นั้นถือว่าเป็นข้อมูลที่ได้จากข้อมูลที่เก็บไว้ในความทรงจำกับข้อมูลที่ได้จากการเรียนรู้ทำให้ออกมาเป็นความคิดแบบนั้นซึ่งไม่ใช่ความเชื่อแบบเงียบ ๆ แน่นอน แต่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาท

ส่วนปัญหาการได้ความรู้นั้น เชิร์ชแลนด์ได้อ้างถึงความเห็นของทฤษฎีจิตแบบดั้งเดิมว่าถ้าเปรียบเทียบระบบของมนุษย์กับระบบของหุ่นยนต์ เวลาที่หุ่นยนต์จะรู้ว่ามีอันตรายเข้ามาใกล้ตัวเองนั้นขึ้นอยู่กับโปรแกรมที่ผู้สร้างหุ่นยนต์จะป้อนข้อมูลเข้าไป ตัวหุ่นยนต์เองไม่มีการเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องนี้ ถ้าไม่มีโปรแกรมเกี่ยวกับการระวังอันตราย หุ่นยนต์ก็จะไม่มีศักยภาพอันนี้ และผู้สร้างหุ่นยนต์ก็จะไม่สามารถสอนได้ เพราะไม่มีการได้ความรู้ที่เป็นเหมือนกับที่มนุษย์มี พวกทฤษฎีจิตแบบดั้งเดิมจะเห็นว่าสำหรับมนุษย์แล้วมีการสอนกันได้เช่นบอกให้อีกคนหนึ่งระวังจะโดนไฟลวกหรือระวังอันตรายอื่น ๆ และอีกคนหนึ่งก็จะสามารถเรียนรู้จากการสั่งสอนนี้ได้ และเมื่อมนุษย์มีศักยภาพตรงนี้ต่างกับหุ่นยนต์ทำให้พวกทฤษฎีจิตแบบดั้งเดิมมีความเห็นว่ามนุษย์ต้องมีสภาวะทางจิตที่มีศักยภาพและไม่เกี่ยวข้องกับสภาวะทางสมองหรือสภาวะทางร่างกาย เชิร์ชแลนด์ไม่เห็นด้วยกับความคิดของพวกทฤษฎีจิตแบบดั้งเดิม โดยยกตัวอย่างว่าการที่มนุษย์จะเรียนรู้เรื่องการระวังอันตรายนั้น แท้จริงแล้วไม่ได้เรียนรู้จากการสั่งสอนหรือพูด อีกนัยหนึ่งก็คือแม้จะไม่มีใครสั่งสอนมนุษย์ก็สามารถเรียนรู้สิ่งเหล่านี้ได้ เนื่องจากมนุษย์มีประสาทสัมผัสและตัวรับความรู้สึกต่าง ๆ เช่น ตัวรับความรู้สึกเจ็บปวด ตัวรับรู้อุณหภูมิ ฯลฯ การเรียนรู้เหล่านี้ขึ้นกับระบบประสาทและเป็นการเรียนรู้ในการระวังอันตรายต่าง ๆ ที่แท้จริงไม่ได้เป็นแบบที่พวกทฤษฎีจิตแบบดั้งเดิมเชื่อ

จากเหตุผลดังกล่าวทำให้เชิร์ชแลนด์สรุปว่า

1. ทฤษฎีจิตแบบดั้งเดิมเป็นทฤษฎีหนึ่ง

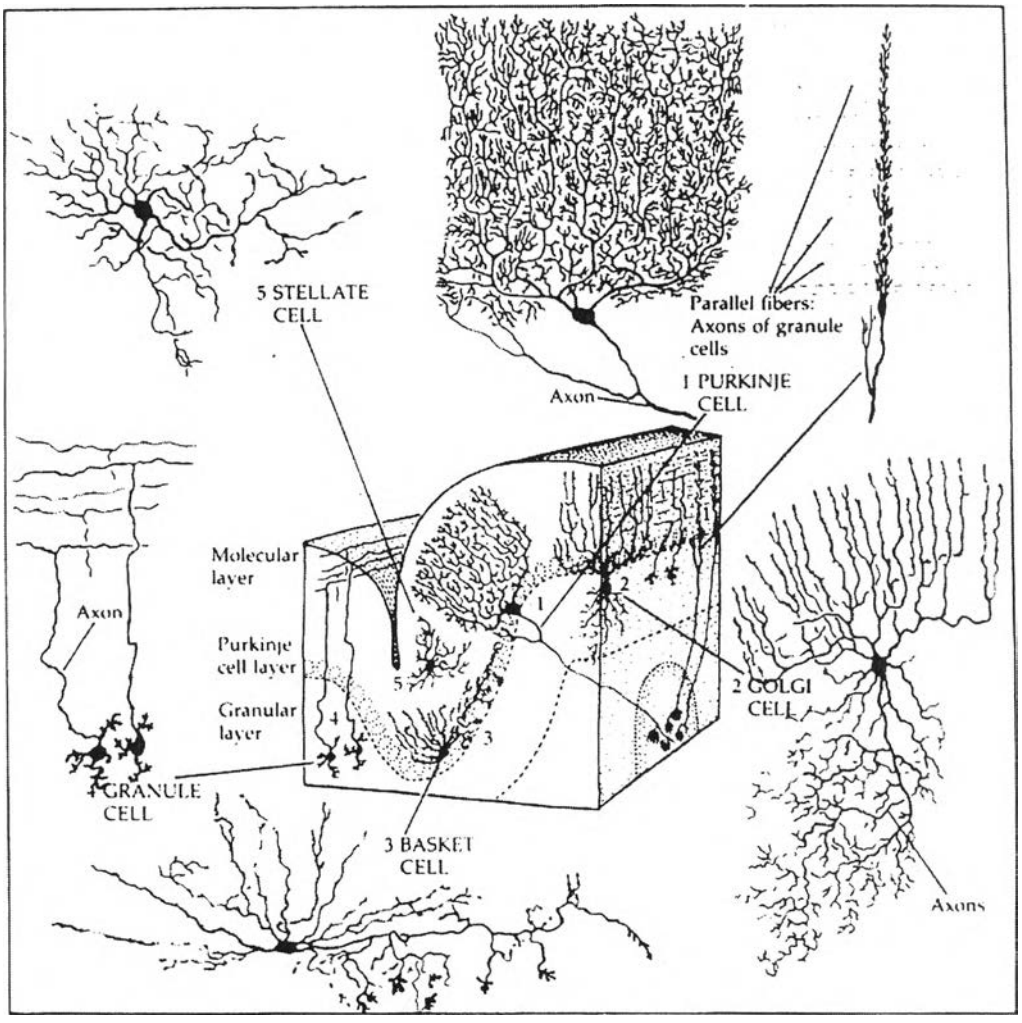
2. ทฤษฎีจิตแบบดั้งเดิมไม่เพียงพอที่จะนำมาอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น จึงต้องถูกแทนที่ด้วยทฤษฎีที่ดีกว่า

3. ทฤษฎีที่จะมาแทนที่ทฤษฎีจิตแบบดั้งเดิมน่าจะเป็นทฤษฎีทางระบบประสาทที่มีความพร้อมเต็มที่

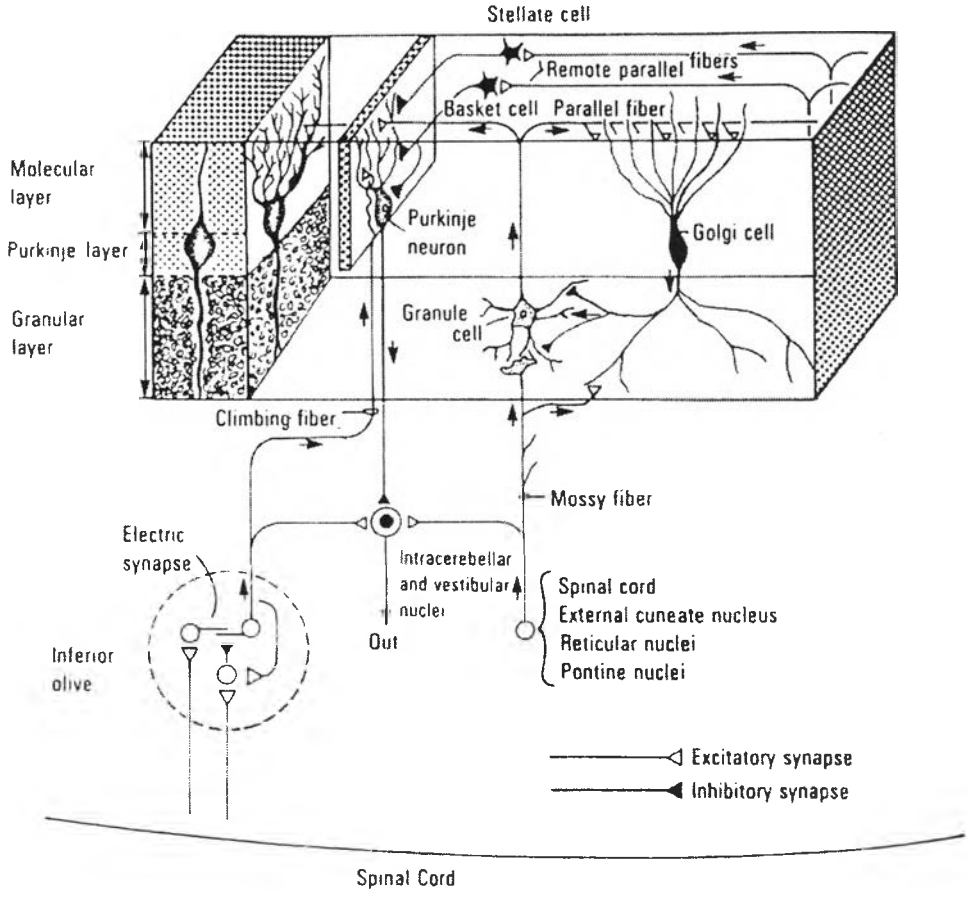
ตามความเห็นของเชิร์ชแลนด์ ข้อ 2 เป็นแนวคิดแบบการกำจัดทิ้ง (Eliminative) คือกำจัดทฤษฎีจิตแบบดั้งเดิมทิ้งเนื่องจากไม่เพียงพอที่จะนำมาอธิบายปรากฏกาณณ์ต่าง ๆ ส่วนข้อ 3 เป็นการกล่าวถึงทฤษฎีที่มาแทนที่และสามารถทำให้เข้าใจปรากฏการณ์รอบด้านได้ดีกว่าและน่าจะเป็นจริงมากกว่า ก็คือทฤษฎีระบบประสาทที่มีความพร้อมเต็มที่ ในส่วนนี้อาจกล่าวได้ว่าเป็นแนวคิดแบบสสารนิยม (Materialism) ดังนั้นเชิร์ชแลนด์จึงเรียกแนวคิดของตัวเองว่าสสารนิยมแบบกำจัดทิ้ง (Eliminative Materialism)

ปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งในแนวคิดของเชิร์ชแลนด์คือ เมื่อเสนอแนวคิดสสารนิยมแบบกำจัดทิ้ง เชิร์ชแลนด์จะต้องอธิบายสิ่งที่ทฤษฎีจิตแบบดั้งเดิมระบุว่าเป็นจิตด้วยทฤษฎีระบบประสาทเพื่อที่จะสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างครบถ้วนจริง ๆ เพราะในปัจจุบันทฤษฎีระบบประสาทบางส่วนก็ยังเป็นที่ถกเถียงกันอยู่ เช่น การประสานงานของเซลล์ประสาทมีการทำงานในรูปแบบใด ซึ่งหมายถึงการประสานงานระหว่างเซลล์ประสาทรับความรู้สึกกับเซลล์ประสาทนำคำสั่ง ในปัจจุบันยังไม่ทราบชัดเจนว่าเซลล์ประสาทส่วนกลางมีการประสานงานกันแบบใด เชิร์ชแลนด์ได้ติดตามข้อมูลเหล่านี้จากงานของเพลเลียนนิสซ์และไลนัส ซึ่งเป็นงานที่ศึกษาโครงสร้างของสมองส่วนซีรีเบลลัม (Cerebellum)

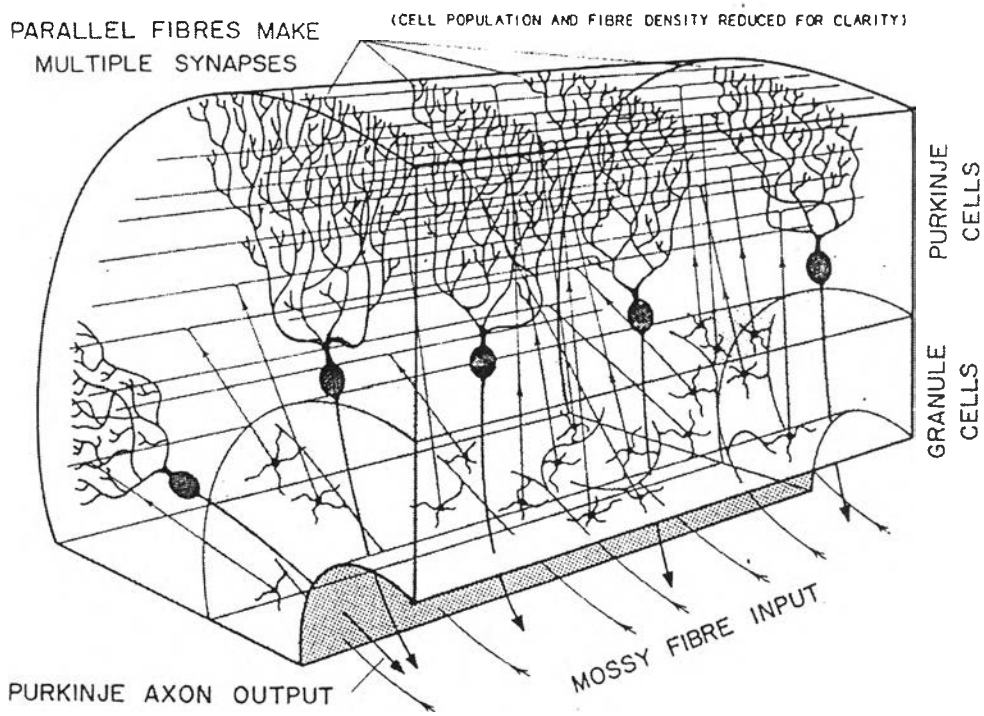
สมองส่วนซีรีเบลลัมเป็นสมองที่มีเซลล์ประสาทมากกว่า 10^{10} เซลล์ แต่มีชนิดของเซลล์ประสาทเพียง 5 ชนิด คือ เซลล์เปอร์คินเจ (Purkinje Cell) เซลล์กอลจิ (Golgi Cell) เซลล์บาสเกต (Basket Cell) เซลล์แกรนูล (Granule Cell) และเซลล์สเทลเลต (Stellate Cell) (รูปที่ 2.1) กระบวนการตอบสนองของซีรีเบลลาร์ คอร์เทกซ์ (Cerebellar Cortex) คือเซลล์เปอร์คินเจ ส่วนกระบวนการรับข้อมูลได้แก่ Mossy Fibers และ Climbing Fibers (รูปที่ 2.2) ซีรีเบลลัมมีบทบาทสำคัญในการเคลื่อนไหวของร่างกาย ในรายของผู้ป่วยที่ตรวจพบว่ามีความบกพร่องของสมองส่วนนี้จะมีการเคลื่อนไหวที่ผิดปรกติ แต่ก็เป็นที่รู้กันดีว่าซีรีเบลลัมไม่ได้จำเป็นต่อการเคลื่อนไหว เพราะว่าในรายของผู้ป่วยที่ซีรีเบลลัมไม่ทำงานก็ยังสามารถเคลื่อนไหวได้ตามอำนาจของจิตใจ แต่โดยหลักฐานแล้วซีรีเบลลัมจำเป็นสำหรับการควบคุมที่ดี ความยืดหยุ่นของเซลล์ประสาท (Plasticity) สามารถที่จะให้การชดเชยได้ในรายที่มีความเสียหายของซีรีเบลลัมในช่วงต้นของพัฒนาการ วิวัฒนาการในเรื่องความซับซ้อนและขนาดของซีรีเบลลัมในมนุษย์ดูเหมือนว่าจะคู่ไปกับสมองส่วนซีรีบรัม ซีรีเบลลัมของมนุษย์มีขนาดใหญ่กว่าชิมแปนซี ม้า และสุนัข ทำให้มีการโยงและทำนายถึงเรื่องของการควบคุมการเคลื่อนที่ที่เจริญกว่าของมนุษย์ กระบวนการนำข้อมูลสู่ซีรีเบลลัมได้มาจากเซลล์ประสาทจากซีรีเบลลาร์ คอร์เทกซ์ และบริเวณแถวนั้นกับตัวรับความรู้สึกทุกชนิด (Churchland, P.S.,1998 : 412-415)



รูปที่ 2.1 ชนิดของเซลล์ประสาทของสมองส่วนซีรีเบลลัม มี 5 ชนิดคือ เซลล์เปอร์คินเจ เซลล์กอลจิ เซลล์บาสเกต เซลล์แกรนูล และเซลล์สเทลเลต (Kuffler, Nicholls and Martin, 1984)



รูปที่ 2.2 แผนภาพวงจรของซีรีเบลลาร์ คอร์เทกซ์ เซลล์เปอร์คินเจ ถูกกระตุ้นโดยตรงโดย Climbing Fibers และโดยอ้อม (ผ่าน Parallel Fibers จากเซลล์แกรนูล) โดย Mossy Fibers เซลล์สเทลเลตและบาสเกตซึ่งถูกกระตุ้นโดย Parallel Fibers เป็นเซลล์ประสาทประเภทเซลล์ประสาทประสานงานที่มีหน้าที่แบบยับยั้ง เซลล์กอลจิจะกระทำต่อเซลล์แกรนูลด้วยกระบวนการยับยั้งแบบย้อนกลับ (เมื่อถูกกระตุ้นโดย Parallel Fibers) และการยับยั้งแบบ Feedforward (เมื่อถูกกระตุ้นโดย Climbing and Mossy Fibers Collaterals) กระบวนการตอบสนองของเซลล์เปอร์คินเจคือการยับยั้งที่ Deep Cerebellar Nuclei ซึ่งเป็น Output ของซีรีเบลลัม (Ghez and Fahn, 1981)

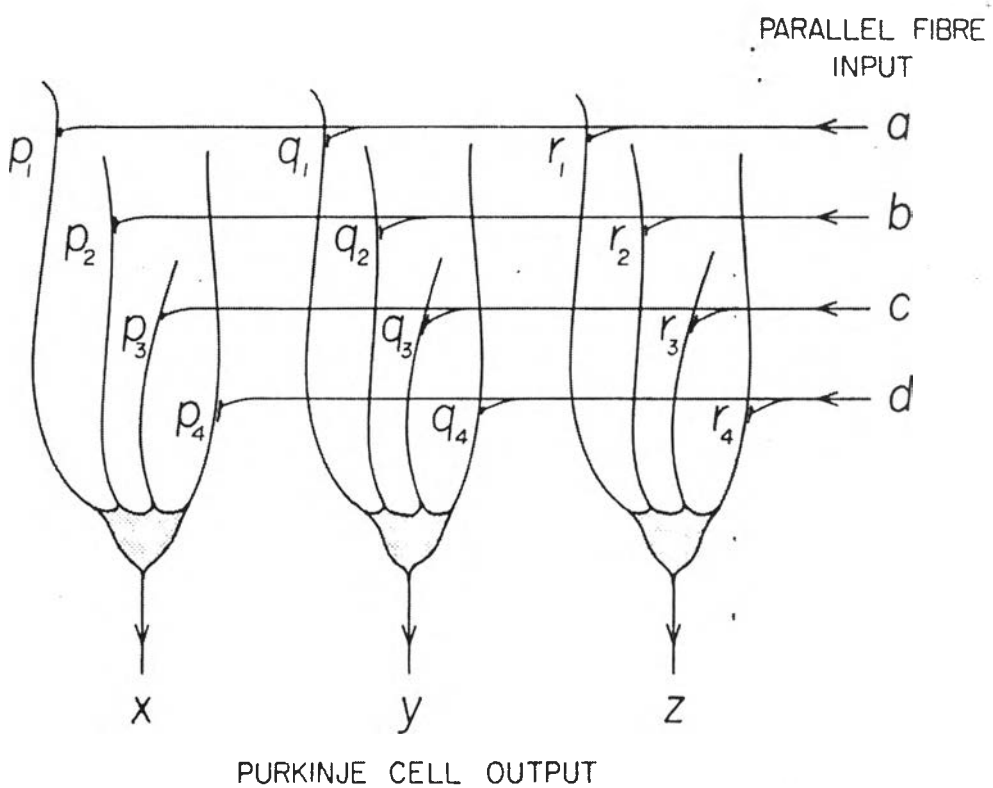


รูปที่ 2.3 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลในสมองส่วนซีรีเบลลัม (Churchland, P.M.,1986)

เชิร์ชแลนด์สนใจในเรื่องการจัดเรียงตัวของเซลล์ประสาทในซีรีเบลลัมที่มีการเชื่อมโยงกันในแบบนำข้อมูลเข้าและนำข้อมูลออก และเป็นลักษณะของเนตเวิร์คแบบขนาน (รูปที่ 2.3) การจัดเรียงแบบนี้มีส่วนสำคัญต่อกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล การจัดเรียงตัวของเซลล์ประสาทมีความแตกต่างกันในจำนวนของการติดต่อกันทางรอยต่อประสาท (Synaptic Connections) ของเซลล์ประสาทที่เป็นแพมารวมกัน (Convergence) และเซลล์ประสาทที่เป็นแพแยกออกไป (divergence) เชิร์ชแลนด์สนใจงานของเพลเลียนนิสซ์และไลนัสที่ได้ร่วมกันศึกษาในรูปแบบของแบบจำลองคอมพิวเตอร์ซีรีเบลลัมของกบ โดยในแบบจำลองนี้มีเซลล์เปอร์คินเจจำนวน 8,285 เซลล์ เซลล์แกรนูล จำนวน 1.68 ล้านเซลล์ และ Mossy Fibers จำนวน 16,820 เซลล์ ซึ่งจัดเรียงกันเป็นแบบเนตเวิร์คที่มีการติดต่อประสานงานกัน และได้มีการกระตุ้นที่กระบวนการนำเข้าข้อมูลเพื่อดูรูปแบบของการทำงาน เพลเลียนนิสซ์กับไลนัสเริ่มคิดว่า เนตเวิร์คของเซลล์ซีรีเบล-ลัมกระทำการต่อข้อมูลที่เข้ามาในลักษณะของเทนเซอร์ (ฟังก์ชั่นของคณิตศาสตร์ที่เปลี่ยนเวกเตอร์หนึ่งให้เป็นอีกเวกเตอร์หนึ่ง) โดยถ้าให้การนำเข้าข้อมูลเป็นเวกเตอร์ที่อยู่ในระบบพิกัดหนึ่ง เทนเซอร์ก็คือการเปลี่ยนจากเวกเตอร์ในระบบพิกัดหนึ่งให้เป็นเวกเตอร์ในอีกระบบพิกัดที่แตกต่างออกไป เทนเซอร์ที่เหมาะกับระบบนี้คือเมทริกซ์ซึ่งเป็นวิธีการที่เชื่อมความสัมพันธ์ที่ประสบความสำเร็จระหว่างการเข้าของข้อมูลและการนำออกของข้อมูล (Churchland, P.S., 1998 : 416-419)

เชิร์ชแลนด์ได้ศึกษางานของเพลเลียนนิสซ์กับไลนัสพร้อมทั้งศึกษาโครงสร้างของเซลล์ประสาทในซีรีเบลลัมพบว่า การกระตุ้นเซลล์เปอร์คินเจโดย Mossy Fibers ซึ่งต้องผ่าน Parallel Fibers จากเซลล์แกรนูลนั้นเป็นโครงสร้างที่ชี้ให้เห็นเด่นชัดว่าการวิเคราะห์ข้อมูลของซีรีเบลลัมน่าจะเป็นการคูณเมทริกซ์ (Churchland, P.S., 1998 : 412-415)

เชิร์ชแลนด์ได้ยกตัวอย่างการเสนอของ พอล เชิร์ชแลนด์ (Churchland,P.M., 1986) ซึ่งทำให้ประเด็นนี้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น พอล เชิร์ชแลนด์ ได้ศึกษาละเอียดของการกระตุ้นการนำเข้าข้อมูลของ Mossy Fibers ผ่านไปยังเซลล์แกรนูล และไปยัง Parallel Fibers เพื่อไปกระตุ้นตรงเซลล์เปอร์คินเจให้มีกระบวนการนำข้อมูลออกมา (รูปที่ 2.3) ถ้าสังเกตรูปที่ 2.3 เฉพาะตรงบริเวณที่เขียนว่า Purkinje Cells จะพบว่าในบริเวณนั้นจะมี Parallel Fibers มากมายซึ่งถูกกระตุ้นจาก Mossy Fibers และเซลล์แกรนูลตามลำดับมาซิแนปส์ (รอยต่อประสาท) กับแขนงของเซลล์ประสาทของเซลล์เปอร์คินเจที่มีอยู่มากมายซึ่งมีผลทำให้ในท้ายที่สุดจะได้กระบวนการนำออกข้อมูลตรงเซลล์เปอร์คินเจออกมา พอล เชิร์ชแลนด์ได้นำโครงสร้างของเซลล์ประสาทบริเวณนี้มาสร้างแบบจำลองขึ้นซึ่งเป็นดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 การเปลี่ยนพิกัดโดยการคูณเมทริกซ์ซึ่งมีกระบวนการนำเข้าของข้อมูลเป็นเวกเตอร์ (a, b, c, d) ของการนำเข้าของ Paralled Fiber โดย a มากระตุ้นที่ p_1, q_1, r_1 ส่วน b มากระตุ้นที่ p_2 , q_2 , r_2 ส่วน c มากระตุ้นที่ p_3 , q_3 , r_3 และ d มากระตุ้นที่ p_4 , q_4 , r_4 ของกระบวนการนำออกของเซลล์เปอร์คินเจแล้วเกิดกระบวนการ Summation ให้นำออกมาเป็นเวกเตอร์ (x, y, z) (Churchland, P.M., 1986)

จากรูปที่ 2.4 พอล เชิร์ชแลนด์ สมมติให้ a, b, c, d เป็นเวกเตอร์ของกระบวนการนำเข้าข้อมูลของ Parallel Fiber คำว่าเวกเตอร์ในที่นี้หมายถึงปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทางซึ่งมาซิแนปส์กับแขนงประสาทของเซลล์เปอร์คินเจโดยที่ a มาซิแนปส์กับ p_1, q_1, r_1 ส่วน b มาซิแนปส์กับ p_2 , q_2 , r_2 ส่วน c มาซิแนปส์กับ p_3 , q_3 , r_3 และ d มาซิแนปส์กับ p_4 , q_4 , r_4 ทำให้เกิดการวิเคราะห์ข้อมูลทำให้ได้กระบวนการตอบสนองที่เซลล์ประสาทเปอร์คินเจออกมาเป็น x , y , z เมื่อพิจารณาจากโครงสร้างของ Parallel Fiber โดยที่ a, b, c และ d ขนานกัน และแขนงของประสาทเซลล์เปอร์คินเจนั้นตั้งฉากกับ Parallel Fibers โครงสร้างแบบนี้สามารถที่จะนำมาเขียนให้อยู่ในรูปแบบของเมทริกซ์ได้ดังรูปที่ 2.5

$$\{a, b, c, d\} \qquad \begin{bmatrix} p_1 & q_1 & r_1 \\ p_2 & q_2 & r_2 \\ p_3 & q_3 & r_3 \\ p_4 & q_4 & r_4 \end{bmatrix}$$

$$= \qquad \{x, y , z\}$$

รูปที่ 2.5 การคูณเมทริกซ์ของกระบวนการนำเข้าของ Parallel Fiber กับเซลล์เปอร์คินเจ (Churchland, P.M., 1986)

จากรูปที่ 2.5 {a, b, c, d} คือ เมทริกซ์มิติ 1 x 4 (แถว x หลัก) ของกระบวนการนำเข้าของ Parallel Fiber ส่วน $\begin{bmatrix} p_1 & q_1 & r_1 \\ p_2 & q_2 & r_2 \\ p_3 & q_3 & r_3 \\ p_4 & q_4 & r_4 \end{bmatrix}$ คือเมทริกซ์มิติ 4 x 3 ของแขนงประสาทเซลล์เปอร์คินเจ เมื่อเกิดกระบวนการคูณเมทริกซ์แล้วจะได้เมทริกซ์ {x, y, z} ที่เป็นกระบวนการนำออกที่เซลล์เปอร์คินเจมีมิติ 1 x 3 โดยกระบวนการที่ละเอียดจะเป็นดังนี้คือ

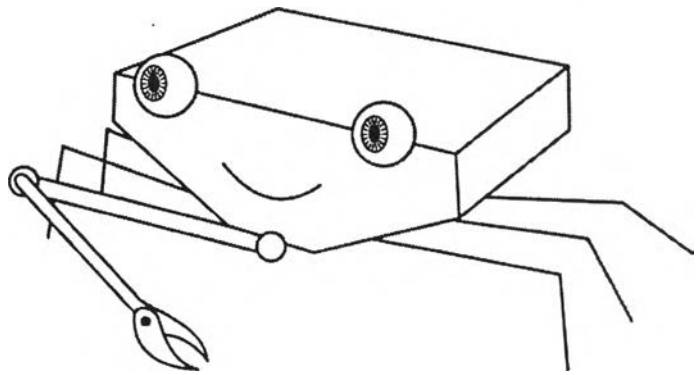
$$\{a, b, c, d\} \quad \begin{bmatrix} p_1 & q_1 & r_1 \\ p_2 & q_2 & r_2 \\ p_3 & q_3 & r_3 \\ p_4 & q_4 & r_4 \end{bmatrix}$$

$$(a)(p_1) + (b)(p_2) + (c)(p_3)+(d)(p_4) = x$$
$$(a)(q_1) + (b)(q_2) + (c)(q_3)+(d)(q_4) = y$$
$$(a)(r_1) + (b)(r_2) + (c)(r_3)+(d)(r_4) = z$$
$$= \{x , y, z\}$$

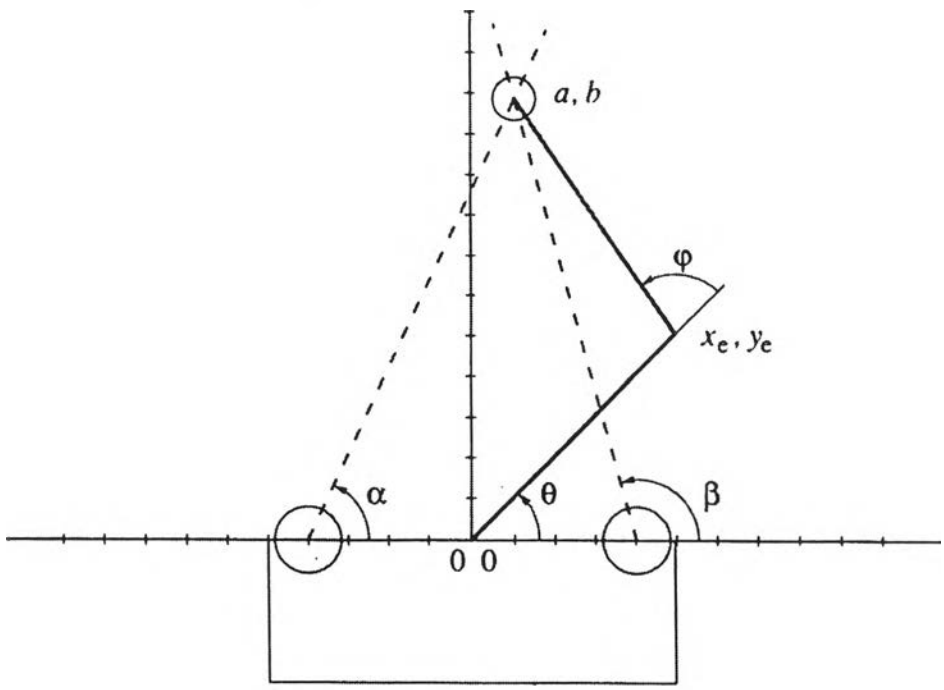
เมื่อเชิร์ชแลนด์ได้เสนอว่าการวิเคราะห์ข้อมูลของระบบส่วนกลางเป็นแบบการคูณเมทริกซ์ไม่มีสิ่งอื่นนอกเหนือจากนี้ ดังนั้นสิ่งที่มนุษย์แสดงออกมาไม่ว่าจะเป็นการพูดก็คือ การหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อปาก หรือการเคลื่อนไหวนัยน์ตาก็เป็นการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อที่บังคับนัยน์ตา ก็เป็นสาเหตุมาจากกระบวนการคูณเมทริกซ์ที่มีต้นเหตุมาจากกระบวนการนำเข้าข้อมูลทั้งสิ้น

ทฤษฎีที่กล่าวไปแล้วเรื่องการคูณเมทริกซ์อาจเรียกได้ว่าเป็นทฤษฎีแบบจุลภาค ต่อไปจะกล่าวถึงทฤษฎีแบบมหภาคของเชิร์ชแลนด์ที่เรียกว่า Phase Space Sandwiches (Churchland, P.S. 1998:420-446) เชิร์ชแลนด์ได้อธิบายถึงทฤษฎีนี้โดยละเอียดโดยอาศัยพื้นฐานความคิดของพอล เชิร์ชแลนด์ (Churchland, P.M., 1986:338-351) ทฤษฎี Phase Space Sandwiches เริ่มด้วยการแนะนำหุ่นยนต์ปูชื่อโรเจอร์ซึ่งอาจเรียกได้ว่ามีการทำงานอยู่ในโลก 2 มิติ ถ้าสังเกตตามรูปที่ 2.6 (a) จะเห็นหุ่นยนต์ปูโรเจอร์ที่มีรูปร่างเป็นแบบ 3 มิติ ส่วนรูป 2.6 (b) แสดงลักษณะของแกนพิกัดที่เป็นแบบ 2 มิติโดยประกอบด้วยแนวระนาบและแนวตั้ง โดยที่แนวตั้งตั้งฉากกับแนวระนาบที่จุด (0,0) ในแนวระนาบตรงพิกัด (-4,0) เป็นตำแหน่งนัยน์ตาซ้ายของโรเจอร์ ส่วนพิกัดที่ (4,0) เป็นตำแหน่งนัยน์ตาขวาของโรเจอร์ กำหนดให้ผลแอปเปิ้ลอยู่ตรงพิกัด (1,11) โดยมีเส้นประสาทนัยน์ตาซ้ายมาที่ผลแอปเปิ้ลทำมุม α กับแนวระนาบ ส่วนเส้นประจากนัยน์ตาขวามาที่ผลแอปเปิ้ลทำมุม β กับแนวระนาบตรงพิกัด (0,0) จะมีแขนของโรเจอร์ซึ่งถือเป็นส่วนของ Upper Arm ทำมุม θ กับแนวระนาบและส่วนของ Forearm ทำมุม φ กับแนวระนาบของ Upper Arm และชี้ไปที่ผลแอปเปิ้ลเพื่อเตรียมจับเป้าหมาย เมื่อระบบพิกัดของโรเจอร์เป็นแบบนี้ ในตอนนี้ก็จะสามารถหา Sensory Phase Space กับ Motor Phase Space ได้โดย Sensory Phase Space จะหมายถึง (α,β) ถ้าพิจารณาจากรูปที่ 2.6 จะมีค่าเท่ากับ (65, 115) ส่วน Motor Phase Space จะหมายถึง (θ,φ) ซึ่งมีค่าเท่ากับ (52, 78.5)

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

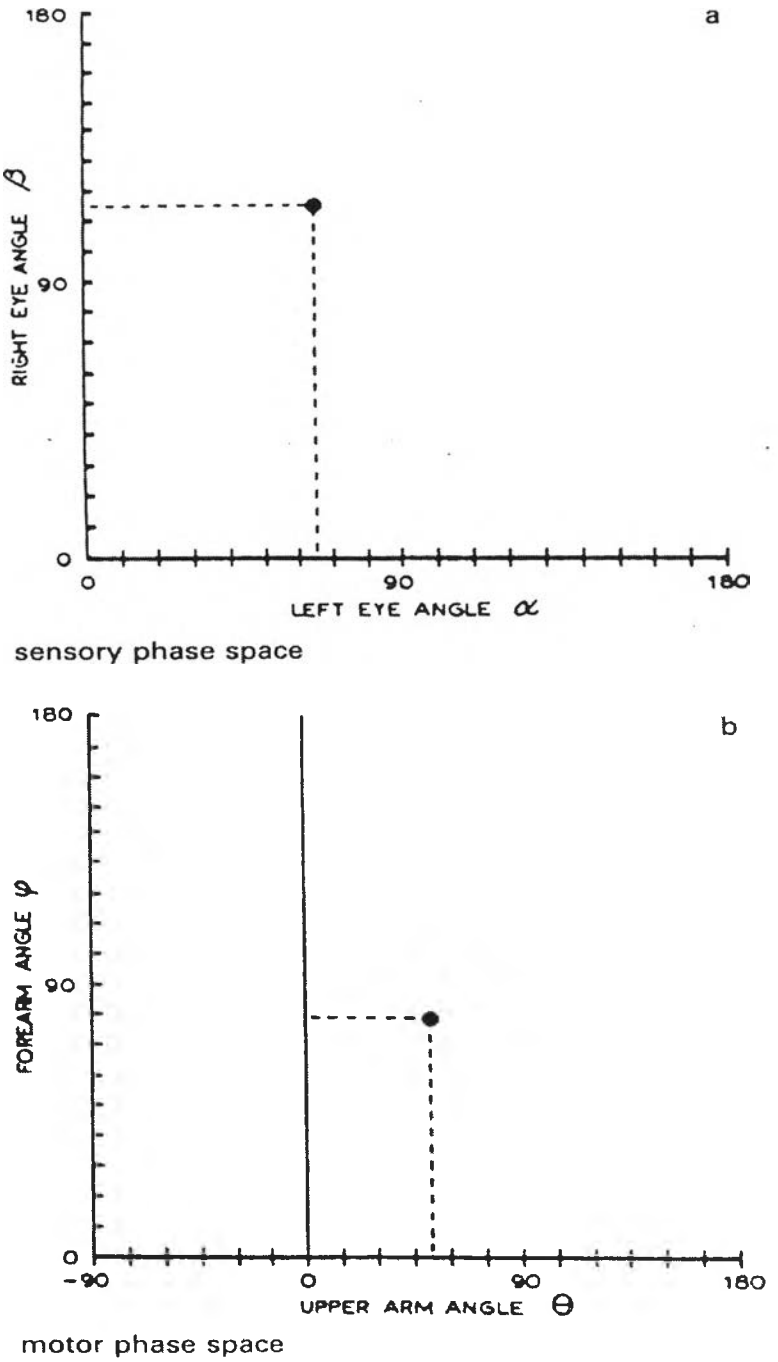


(a)



(b)

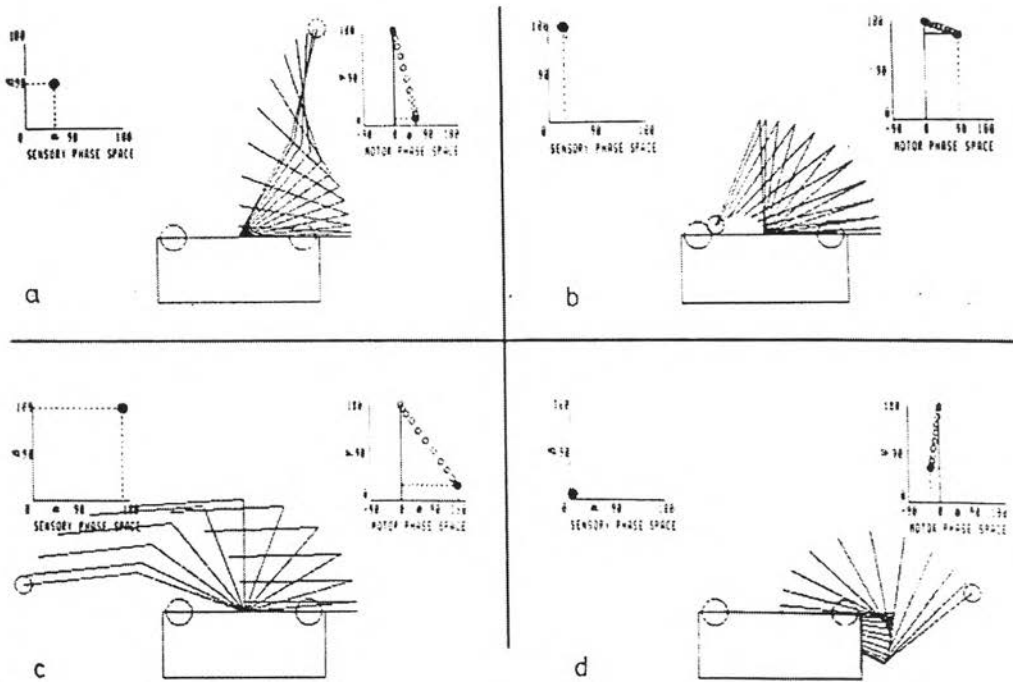
รูปที่ 2.6 รูป a และ b เป็นรูปของหุ่นยนต์คล้ายปู ที่มีตาที่หมุนได้กับแขนที่ขยับได้ ตาจะมองไปยังเป้าหมายโดยทำมุมกับระนาบ 2 มุม คือ α และ β ส่วนแขนนั้นมีการทำมุมกับระนาบ 2 มุม คือ θ และ φ ปลายสุดของ Forearm จะเป็นส่วนที่หยิบจับเป้าหมาย (Churchland, P.M., 1986)



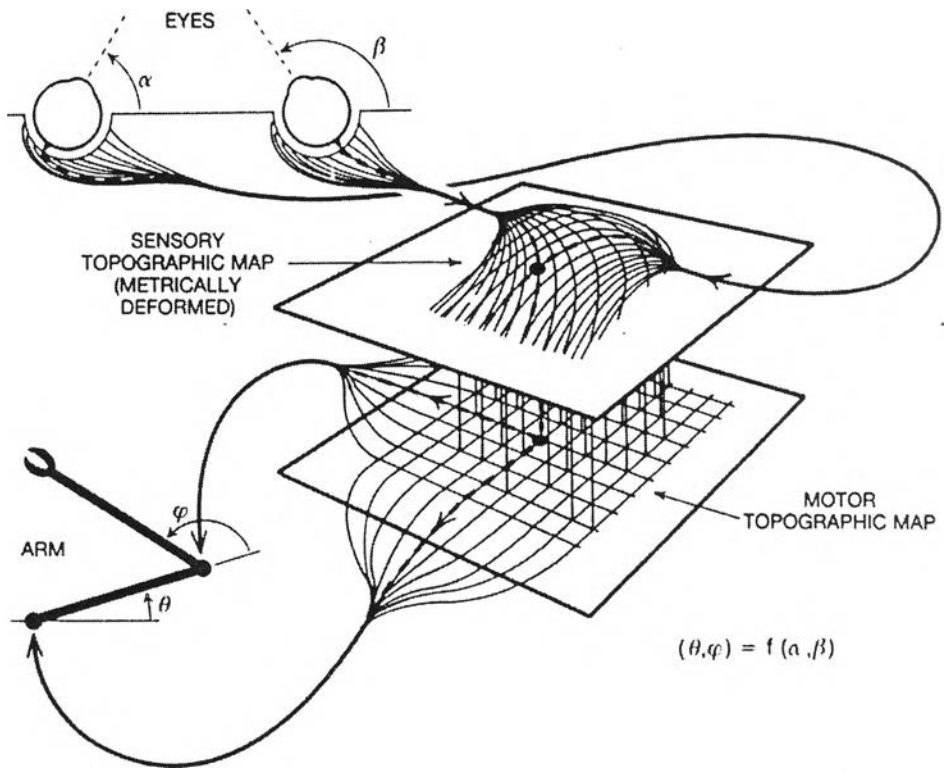
รูปที่ 2.7 a. Sensory Phase Space

b. Motor Phase Space

(Churchland, P.S., 1998)



รูปที่ 2.8 แขนของปูในลักษณะต่าง ๆ (Churchland, P.M., 1986)



รูปที่ 2.9 Phase Space Sandwiches

(Churchland, P.M., 1986)

ถ้าพิจารณาจากรูปที่ 2.7 จะทำให้เห็น Sensory Phase Sspace กับ Motor Phase Space ชัดเจนขึ้น โดยในรูป 2.7 (a) จะเป็น Sensory Phase Space ที่มี (α,β) เท่ากับ (65, 115) ส่วนรูป 3.2 (b) จะเป็น Motor Phase Space ที่มี (θ,φ) เท่ากับ (52, 78.5) นี่คือความสัมพันธ์ระหว่าง Sensory Phase Space กับ Motor Phase Space การที่เชิร์ชแลนด์ยกตัวอย่าง Sensory Phase Space กับ Motor Phase Space ก็เพื่อที่จะเน้นย้ำว่าระบบพิกัดซึ่งเสมือนกับว่าเป็นระบบประสาทมีส่วนก่อให้เกิด Phase Space ทั้งสองถือว่าเป็นการแก้ปัญหาจากการใช้คำว่า Sensory Input กับ Motor Output ก่อนหน้านี้ซึ่งมองไม่เห็นว่ามันเกี่ยวข้องกับระบบประสาทชัดเจนมากน้อยแค่ไหน และมันก็เป็นการใช้คำเหมือนกับที่พัทนัมใช้ในแนวคิดฟังก์ชั่นแนลลิซึม วิธีการเสนอแนวคิดเรื่อง Phase Space ของ เชิร์ชแลนด์ ถือเป็นการแก้ไขข้อบกพร่องของสสารนิยมแบบอื่น และเป็นแนวคิดที่สอดคล้องกับสสารนิยมแบบกำจัดทิ้งเพื่อเป็นการอธิบายและนำไปประยุกต์ในการอธิบายกับมนุษย์ต่อไปว่าทั้งหมดทั้งมวลของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นมีแค่ Sensory Phase Space กับ Motor Phase Space เท่านั้น แต่อาจจะมีรูปแบบที่หลากหลาย แต่มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกันอย่างเหนียวแน่น

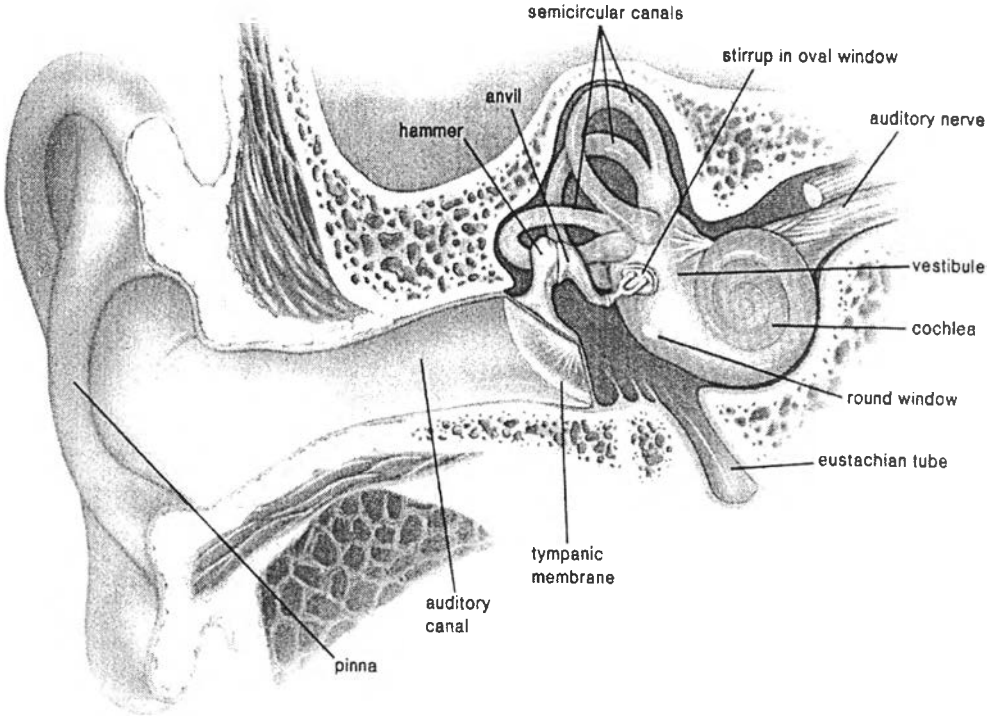
ในรูปที่ 2.8 จะทำให้เห็นความสัมพันธ์ของ Sensory Phase Space กับ Motor Phase Space ชัดเจนขึ้นใน 4 กรณีด้วยกัน ตามรูปที่ 2.8 (a) เมื่อ Sensory Phase Space มีค่าเท่ากับ (α, 90) จะทำให้เกิด Motor Phase Space เท่ากับ (θ,φ) และทำให้เกิดการกระทำของแขนโรเจอร์ดังรูป ส่วนในรูปที่ 2.8 (b) เมื่อ Sensory Phase Space เปลี่ยนไปเป็น (α,180) จะทำให้ Motor Phase Space เปลี่ยนไปเป็น (90, φ) และการกระทำของแขนโรเจอร์เป็นดังรูป ต่อมาในรูปที่ 2.8 (c) เมื่อ Sensory Phase Space เป็น (180, 180) ทำให้ Motor Phase Space เป็น (180, φ) ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของแขนโรเจอร์ดังรูป ในกรณีสุดท้าย (รูปที่ 2.8 (d) Sensory Phase Space เป็น (α,β) ทำให้เกิด Motor Phase Space เป็น (θ,φ) และเกิดการเคลื่อนไหวของแขนโรเจอร์ดังรูป ตัวอย่างทั้ง 4 กรณีนี้ทำให้เห็นถึงความสัมพันธ์อย่างแยกไม่ออกของ Sensory Phase Space , Motor Phase Space และระบบพิกัดที่ระบบประสาท และสามารถที่จะมี Sensory Phase Space กับ Motor Phase Space ได้อีกเป็นร้อยกรณีโดยทุกกรณีระบบพิกัดที่ระบบประสาทจะมีส่วนรับผิดชอบอย่างแยกไม่ออกทั้งสิ้น

ในรูปที่ 2.9 จะเป็นภาพสมบูรณ์ของทฤษฎี Phase Space Sandwiches และเป็นการระบุรายละเอียดว่า Sensory Phase Space มีส่วนทำให้เกิด Motor Phase Space ได้อย่างไร โดยเริ่มที่ Sensory Phase Space (α,β) เป็นลักษณะของเวกเตอร์ที่สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของเมทริกซ์ได้ และได้เข้าไปเกิดการคูณเมทริกซ์กับเซลล์ประสาทประสานงานอย่างเป็นระบบซึ่งอาจเกิดการคูณเมทริกซ์ได้หลายที่ จนถึงขั้นสุดท้ายได้ออกมาเป็น Motor Phase Space (θ,φ) หรืออาจเขียนเป็นสมการสั้น ๆ ได้ว่า $(\theta,\varphi) = f(\alpha,\beta)$ ซึ่งหมายถึง Motor Phase Space เกิดจากฟังก์ชั่นของ Sensory Phase Space และฟังก์ชั่นของ Sensory Phase Space ก็หมายถึงการคูณเมทริกซ์ในหลายที่ของกระบวนการนำเข้ากับเซลล์ประสาทประสานงาน ทฤษฎี Phase Space Sandwiches นี้ก็เป็นตัวอย่างสนับสนุนอีกอันหนึ่งว่าจิตไม่มีอยู่จริง มีเพียงการวิเคราะห์ข้อมูลของสมองที่อยู่ในรูปของการคูณเมทริกซ์เพียงเท่านั้น

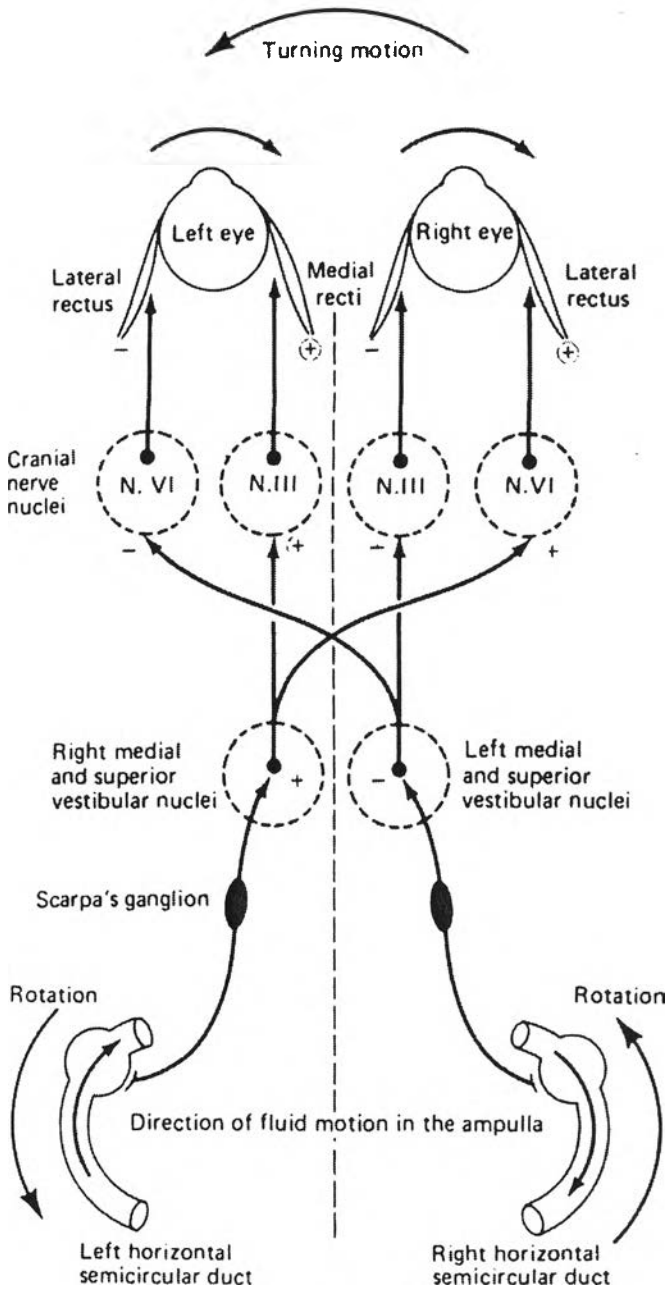
อย่างไรก็ตามเชิร์ชแลนด์ได้กล่าวว่า ทฤษฎี Phase Space Sandwiches ของโรเจอร์นี้ถือเป็นตัวอย่างแบบง่ายที่มีการกระทำในแนว 2 มิติ ส่วน Sensory Phase Space กับ Motor Phase Space ของมนุษย์เราจริง ๆ นั้นจะอยู่ในโลกที่เป็นแบบ 3 มิติ และมีความซับซ้อนมากกว่านี้ ตัวอย่างของเชิร์ชแลนด์เองที่จะแสดงให้เห็นก็คือวีโออาร์ (VOR, The Vestibulo – Ocular Reflex)

วีโออาร์เป็นระบบที่เริ่มจาก Vestibular Apparatus ในหูชั้นในที่ซึ่งเซลล์ประสาทรับความรู้สึกตรวจสอบการไหลของ ๆ เหลวในเซมิเซอร์คิวลาร์ คาแนล (Semicircular Canal, รูปที่ 2.10) และนำออกไปที่เวสติบูลาร์ นิวคลีไอ (Vestibular Nuclei) ในก้านสมองและไปยังเส้นประสาทออคคิวโลมอเตอร์ EOculomotor) เพื่อส่งกระแสประสาทต่อไปยังกล้ามเนื้อเอ็กตร้าออคคิวลาร์ (Extraocular Muscles) ที่มีการหดตัวเพื่อทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของลูกนัยน์ตา (รูปที่ 2.11) ดังนั้นจึงมีซิแนปส์ (รอยต่อประสาท) 3 ซิแนปส์ ระหว่างเซลล์ประสาทรับความรู้สึกใน Vestibular Apparatus และ กล้ามเนื้อออคคิวลาร์ ที่ควบคุมการเคลื่อนไหวของลูกนัยน์ตาคือ

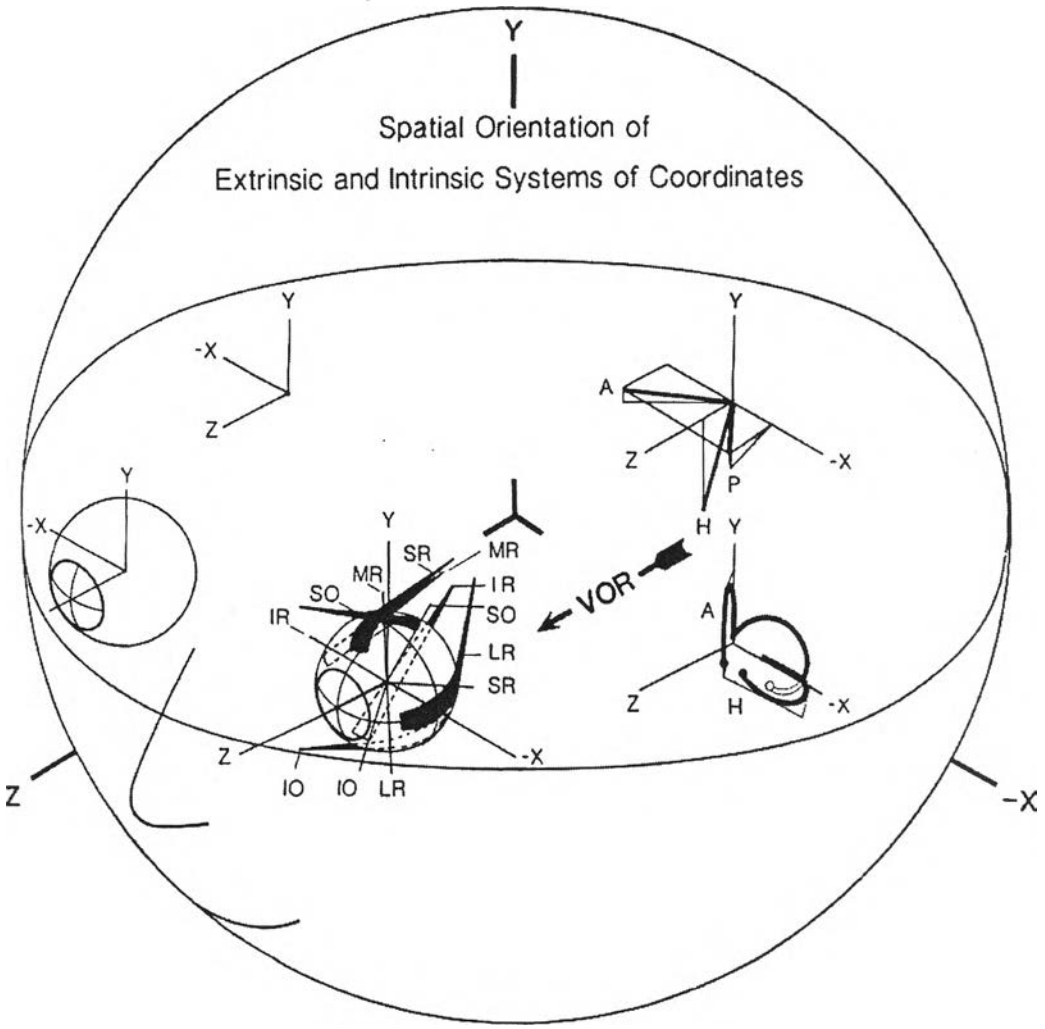
1. ซิแนปส์ของตัวรับความรู้สึกเวสติบูลาร์ในหูชั้นในกับเซลล์ประสาทนำเข้า
2. ซิแนปส์ของเซลล์ประสาทนำเข้ากับเซลล์ประสาทในเวสติบูลาร์นิวคลีไอ
3. ซิแนปส์ของเซลล์ประสาทในเวสติบูลาร์นิวคลีไอกับเซลล์ประสาทออคคิวโลมอเตอร์เพื่อกระตุ้นกล้ามเนื้อที่ควบคุมการเคลื่อนไหวของลูกนัยน์ตา



รูปที่ 2.10 แสดงกายวิภาคศาสตร์ของหูชั้นใน เน้นให้เห็นถึงเซมิเซอร์คิวลาร์ คาแนล (Mader, 1994)

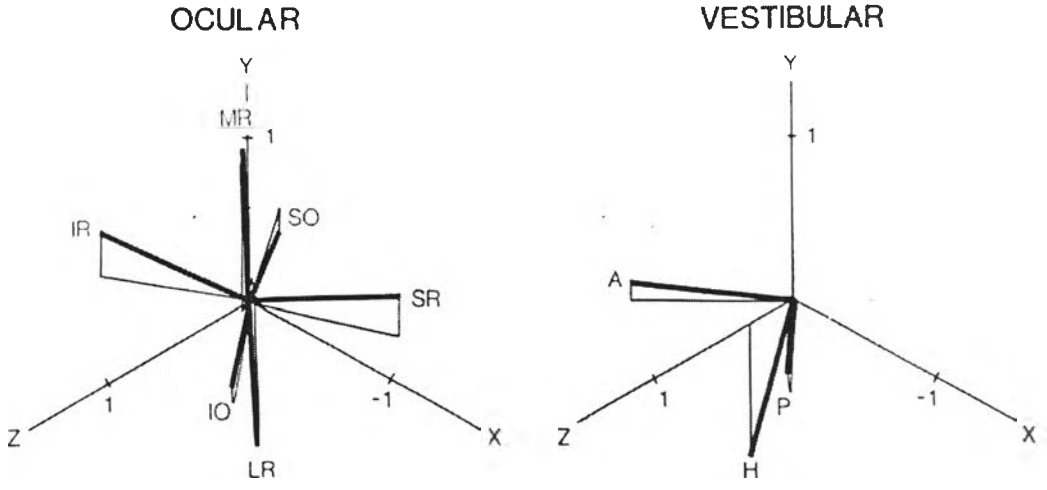


รูปที่ 2.11 แผนภาพแสดงวงจรของ The Vestibulo-Ocular Reflex Arc
เครื่องหมายบวก (+) หมายถึง มีการกระตุ้นเพิ่มขึ้น
เครื่องหมายลบ (-) หมายถึงมีการกระตุ้นลดลง
(Kelly, 1981)



รูปที่ 2.12 เวสติบูลาร์ เซมิเซอร์คิวลาร์ คาแนล (A=anterior, P=Posterior, H=Horizontal) สามารถนำมาเขียนในลักษณะพิกัดได้ ส่วนระบบมอเตอร์นั้นแกนหมุนของตาจะต้องสอดคล้องกับการดึงของกล้ามเนื้อเอ็กตร้าออคคิวลาร์ (LR = Lateral Rectus, MR = Medial Rectus, SR = Superior Rectus, IR = Inferior Rectus, SO=Superior Oblique, IO = Inferior Oblique) แกนหมุนของเวสติบูลาร์ เซมิเซอร์คิวลาร์ คาแนล และกล้ามเนื้อเอ็กตร้าออคคิวลาร์จะสร้างกรอบอ้างอิง 2 กรอบ สำหรับซีเอ็นเอส (ระบบประสาทส่วนกลาง) ที่ควบคุมการเคลื่อนของศีรษะและทำให้เกิดการเพ่งมอง (Pellionisz, 1985)

PHYSICAL GEOMETRY : ROTATIONAL AXES



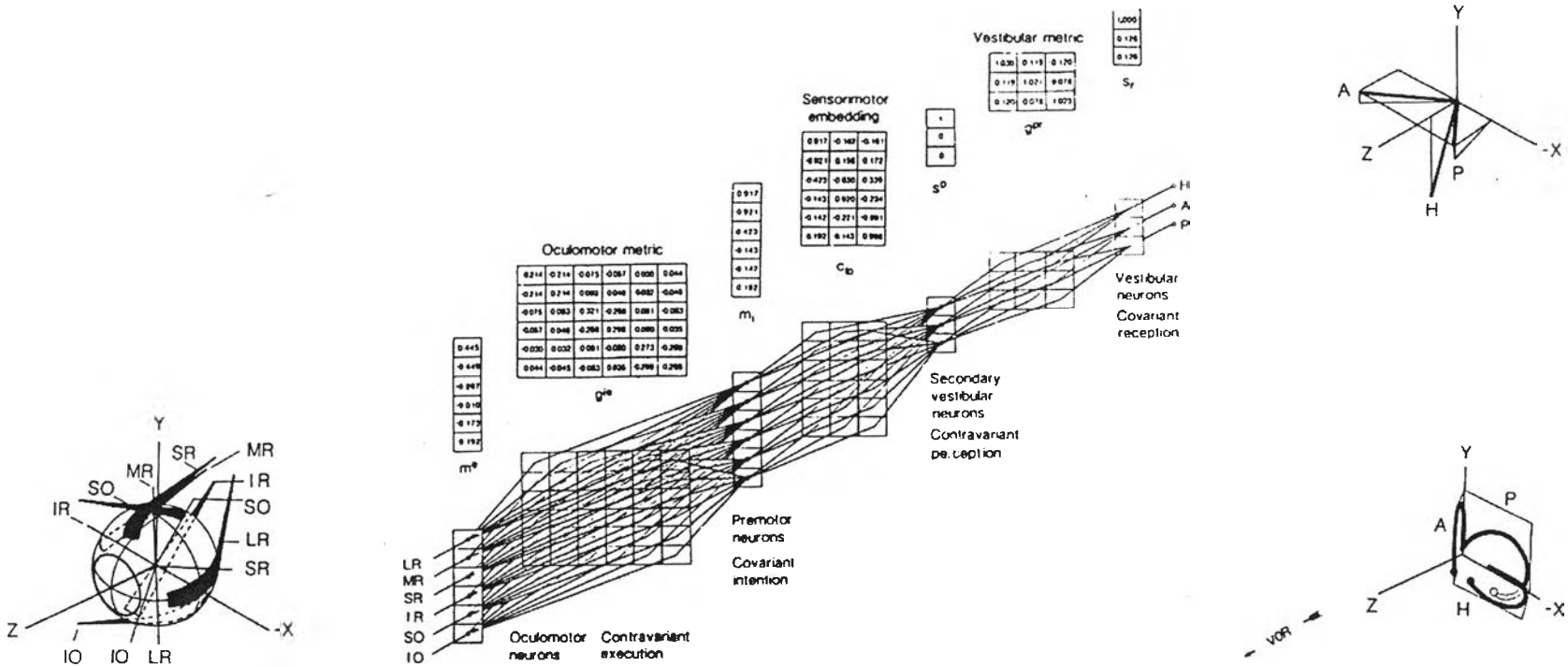
	LR	MR	SR	IR	SO	IO
X	-0.015	-0.012	-0.867	0.856	0.571	-0.633
Y	-0.999	0.999	0.294	0.319	-0.171	0.102
Z	-0.023	0.013	-0.403	0.407	-0.803	0.767

data from Volkmann (1869)

	H	A	P
X	0.000	0.674	-0.674
Y	-0.927	0.155	0.155
Z	0.374	0.722	0.722

data from Blanks et al (1975)

รูปที่ 2.13 ระบบรับความรู้สึกและมอเตอร์ของพิกัดวีโอาร์ ในบทบาทของหน้าที่ของระบบประสาทส่วนกลางถูกแสดงโดย The Vestibular Matrix และ Eye Muscle atrix การอธิบายให้แกนพิกัด xyz ซึ่งเป็นในลักษณะ 3 มิติ ภาพทางซ้ายมือแสดงถึงการเคลื่อนไหวของลูกนัยน์ตาที่มีความสัมพันธ์กับการหดตัวของกล้ามเนื้อ ส่วนภาพทางขวามือเป็นการกระตุ้นที่เกิดในเซมิเซอร์คิวลาร์คาแนล (Pellionisz, 1985)



รูปที่ 2.14 แสดง Sensorimotor Transformation ของวีโอาร์ (Pellionisz, 1985)

เชิร์ชแลนด์ได้อธิบายถึง Input Space ว่ามี 3 มิติคือ หลอดแต่ละหลอดของ เซมิเซอร์-คิวลาร์คาแนล (รูปที่ 2.12) ส่วน Output Space จะเป็นกล้ามเนื้อเอ็กตร้าออคคิวลาร์ 6 อัน ทำให้มี 6 มิติ (รูปที่ 2.12) ทฤษฎีดังกล่าวนี้ได้หลักฐานสนับสนุนจากข้อมูลจากการทดลองด้วยการใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ถึงความสัมพันธ์ระหว่างการหดตัวของกล้ามเนื้อและการหมุนของลูกนัยน์ตากับการกระตุ้นของแต่ละเวสติบูลาร์คาแนล (รูปที่ 2.13) ซึ่งเป็นการยืนยันความเป็นไปได้ของการเปลี่ยน The Vestibular Phase Space ไปเป็น The Oculomotor Phase Space (รูปที่ 2.14)

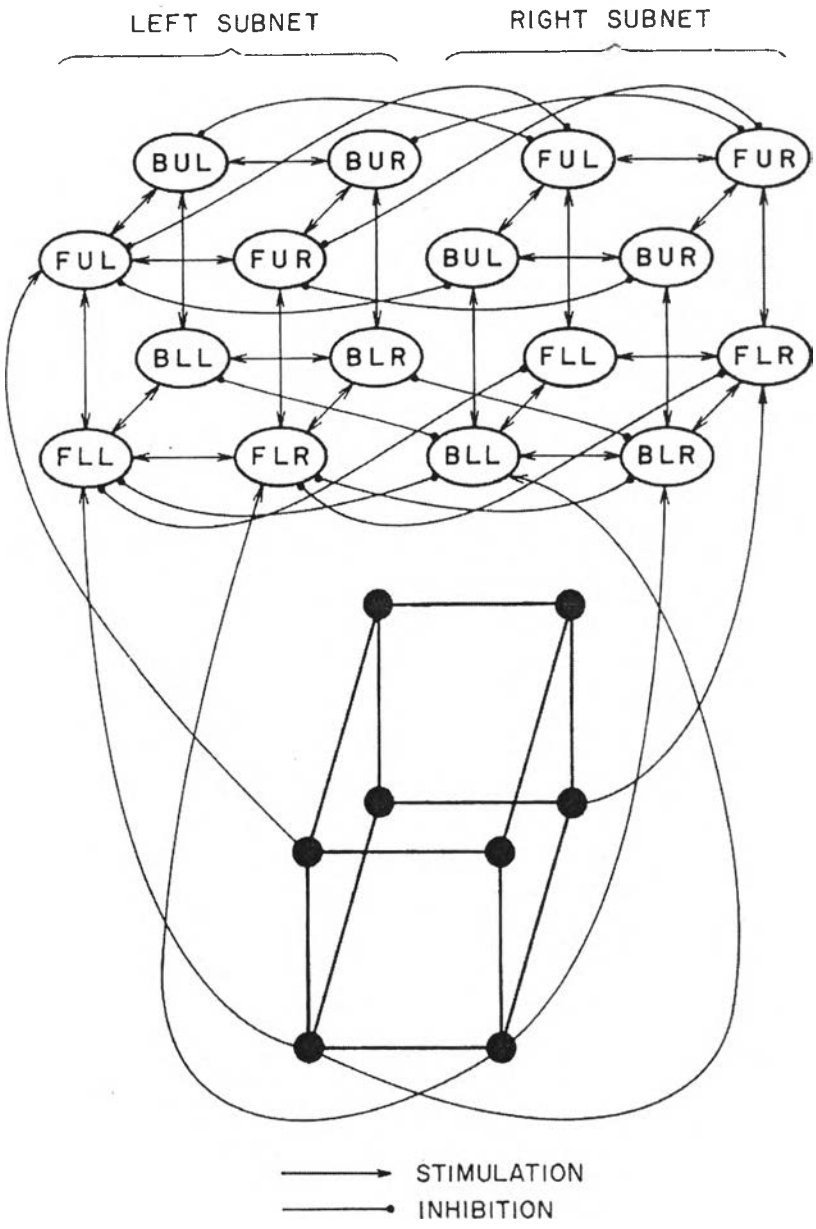
จากรูปที่ 2.14 มีแกนพิกัด 3 แกนที่เซมิเซอร์คิวลาร์คาแนล คือ H,A และ P เมื่อบริเวณนี้ถูกกระตุ้น สัญญาณประสาทจะเริ่มไปตามเซลล์ประสาทเวสติบูลาร์ (Vestibular Neurons) ซึ่งเป็น Covariant Reception ที่เป็นกระบวนการนำเข้าของข้อมูลของ Vestibular Metric ที่หูชั้นในและได้กระบวนการนำออกของข้อมูลเป็น Contravariant Perception ที่เซลล์ประสาทเวสติบูลาร์ที่ 2 (Secondary Vestibular Neurons) และนอกจากนี้ยังเป็นกระบวนการนำเข้าของข้อมูลเข้าไปในสมองส่วนซีรีบรัม (Sensorimotor Embedding) และได้การนำออกของข้อมูลออกมาเป็น Covariant intention ที่เซลล์ประสาทก่อนมอเตอร์ (Premotor Neurons) และเป็นข้อมูลนำเข้าไปใน Oculomotor metric ทำให้ได้ข้อมูลนำออกเป็น Contravariant Execution ที่ Oculomotor Neurons เพื่อไปกระตุ้นกล้ามเนื้อทั้งหกที่บริเวณลูกนัยน์ตา จากข้อความข้างต้นจะสังเกตว่าความตั้งใจหรือการมีเจตนา (Intention) ในความหมายของเชิร์ชแลนด์เรียกว่าเป็นส่วนของกายภาพคือได้มาจากการคูณเมทริกซ์ที่สมองส่วนหน้าในระบบประสาทกลาง จากแผนภาพที่ 2.14 สามารถมองเห็นแนวคิดเรื่องการมีเจตนาของเชิร์ชแลนด์ได้ว่ายังมีอยู่เพียงแต่ไม่ใช่สภาวะทางจิตอย่างที่เคยเข้าใจ แต่เป็นสภาวะทางสมองจากการคูณเมทริกซ์

สิ่งหนึ่งที่มีผู้ถามมากก็คือว่าแนวคิดของเชิร์ชแลนด์สามารถที่จะนำไปอธิบายกระบวนการเรียนรู้ได้หรือไม่ ซึ่งในประเด็นนี้เชิร์ชแลนด์ให้ความเห็นว่าแนวคิดของเธอสามารถที่จะนำไปอธิบายกระบวนการการเรียนรู้ได้เพราะว่างานวิจัยทางด้านปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) หรือ AI ว่าด้วยแบบจำลองแบบขนาน (Parallel Modeling) นั้นประสบความสำเร็จในเรื่องของแบบจำลองเกี่ยวกับการจำภาพ การจำคำพูด และความทรงจำซึ่งมีการใช้เวกเตอร์-เมทริกซ์ในแบบจำลองด้วย แบบจำลองเหล่านี้เป็นแบบจำลองคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นแบบ Binary State Neuron-Like Elements ซึ่งจัดเรียงตัวแบบขนานด้วย Synapse-Like Connections ซึ่งรูปแบบของมันจะมีการเปลี่ยนแปลงแสดงว่าเนตเวิร์คมีการเรียนรู้ (Churchland, P.S., 1998:456)

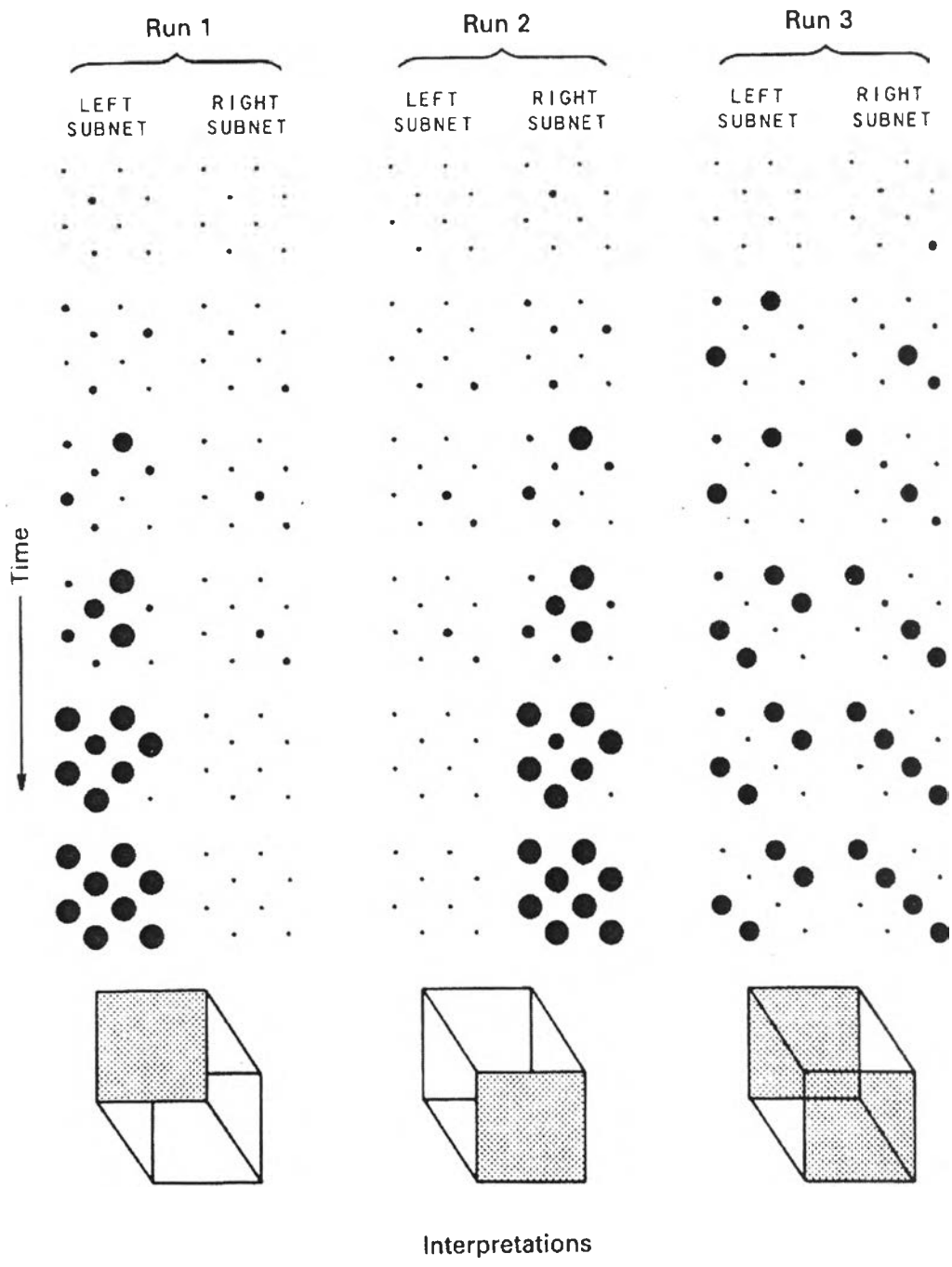
หลักการสำคัญในงานวิจัยแบบ AI คือการพิจารณากระบวนการเรียนรู้โดยมีตัวแทนที่เป็นสัญลักษณ์ ส่วนแบบจำลองแบบขนานนั้นใช้รูปแบบที่เรียกว่ารูปแบบของการทำงาน (Pattern of Activity) ที่กระจายอยู่ทั่วเนตเวิร์ค และแนวคิดพื้นฐานที่สำคัญของแบบจำลองนี้คือ State Vector (Churchland, P.S., 1998:460)

แบบจำลองแบบขนานที่เซิร์ชแลนด์สนใจคือแบบจำลองที่เป็นรูปแบบของการทำงาน แบบจำลองแบบนี้การเปลี่ยนข้อมูลคือการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักของรอยต่อประสาท (Modification of Synaptic Weights) เช่นแบบจำลองของฮินตันและซีจ์โนสกี (Hinton-Sejnowski) เป็นแบบจำลองประเภทการจำภาพ เนตเวิร์คประกอบไปด้วยเซต 2 เซตของ Binary Units และมีตัวตรวจสอบสำหรับข้อมูลประเภทนำเข้าจากโลกภายนอกและหน่วยอื่นทั้งที่การติดต่อและไม่ติดต่อกับตัวตรวจสอบ งานของระบบจะแปลความหมายของภาพจากตัวตรวจสอบ เมื่อหน่วยเป็นแบบที่แสดงให้เห็นว่า "จริง" (จริง = 1 , เท็จ = 0) จะสามารถเข้าใจได้ว่าเป็นการเลือกให้กับสมมติฐานที่เป็นตัวแทน สมมติฐานสุดท้ายจะถูกกำหนดโดยความสอดคล้องของภาพกับความสอดคล้องกับสมมติฐานอื่น ๆ ดังนั้นสมมติฐานที่ชนะหรือมีอยู่จะปรากฏออกมาหลังจากมีการแข่งขันในการเลือกจากหน่วยงานอื่น ๆ ชนิดของการหาสมมติฐานที่ดีที่สุดนี้จะเรียกว่า Co-Operative Search ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 หน่วยก็คือ ส่วนของการเปลี่ยนน้ำหนักของรอยต่อประสาท ซึ่งเป็นหลักฐานว่าถ้าน้ำหนักของรอยต่อประสาทมีการเปลี่ยนแปลงไปดังนั้น ความสัมพันธ์ระหว่างสมมติฐานก็จะมีการเปลี่ยนแปลงไปด้วย ระบบแบบนี้ก็จะสามารถเรียกได้ว่าเป็นความสามารถในการเรียนรู้ (Churchland, P.S., 1998:463-464)

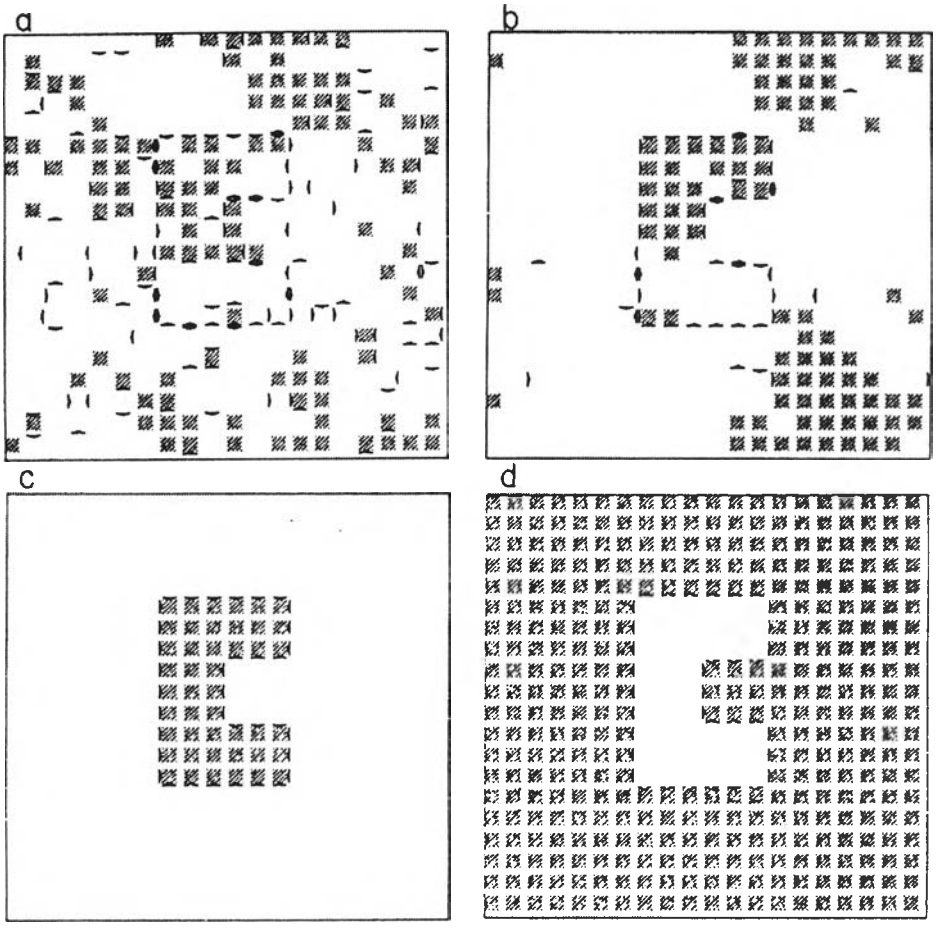
แนวคิดสำคัญของเซิร์ชแลนด์ในเรื่องการเรียนรู้คือการค้นหาสมมติฐานที่ดีที่สุด หรือ Co-Operative Search ซึ่งกระบวนการนี้สามารถอธิบายในขั้นตอนของเนตเวิร์คของเซลล์ประสาทได้โดยใช้หลักการที่เซิร์ชแลนด์เรียกว่า Relaxation แนวคิดทั่วไปของ Relaxation คือการที่เนตเวิร์คมีการดำเนินงานเป็นภาพรวม ซึ่งเป็นผลมาจากพื้นฐานของการมีปฏิสัมพันธ์ในแต่ละเซลล์ประสาท โดยที่เซลล์ประสาทในแต่ละหน่วยมีกระแสประสาทนำเข้าและมีการปรับตัวตามการตอบสนองของหน่วยข้างเคียง ซึ่งการปรับนี้จะขึ้นอยู่กับน้ำหนักของซิแนปส์ที่มีการประสานงานกัน เนตเวิร์คจะมี Relaxation จนไปสู่จุดสมดุลที่เรียกว่า Optimal State (Churchland, P.S., 1998:464)



รูปที่ 2.15 แสดงถึงเนตเวิร์คพื้นฐาน ซึ่งเป็นตัวแทนของการควบคุมความรู้สึกในการรับรู้ Necker Cube โดยที่ B = Back , F= Front , L=Left R=Rright , U=Upper, L=Lower แต่ละหน่วยในเนตเวิร์คเป็นตัวแทนสมมติฐานหนึ่ง ๆ เพื่อที่จะหาจุดยอดของ Necker Cube เนตเวิร์คประกอบด้วย ซับเนตเวิร์ค 2 ซับเนตเวิร์ค ที่มีการสื่อสารระหว่างกัน ซับเนตเวิร์คหนึ่งจะสอดคล้องกันในแต่ละการแปลความหมาย (Rumelhart et al., 1986)



รูปที่ 2.16 การ runs ของระบบที่อยู่บนพื้นฐานของเนตเวิร์คที่แสดงในรูปที่ 2.15 ที่แตกต่างกัน 3 แบบ ขนาดของวงกลมแสดงถึงค่าการกระตุ้นของแต่ละหน่วย หน่วยต่าง ๆ จะถูกจัดเรียงในรูปแบบของซับเนตเวิร์ค แต่ละวงกลมแสดงถึงตำแหน่งของมันที่สอดคล้องกับจุดยอดของลูกบาศก์จากที่หน่วยนั้น ๆ ได้รับกระบวนการอินพุทเข้ามา (Rumelhart et al., 1986)



รูปที่ 2.17 รูปนี้แสดงถึงสามสภาวะที่ประสบผลสำเร็จในการเลียนแบบการทำให้เย็นลงโดยที่เนตเวิร์คมีการแก้ปัญหาในเรื่องการทำให้เกิดรูปที่ต่างกันจากพื้น (Hatchmark Squares ■ แทนหน่วยของรูปทรง แทนหน่วยของขอบ) แรงบีบบังคับทางกายภาพเช่นขอบที่ต่อกันและรูปภาพที่มีการติดต่อกันภายใน สร้างในรูปแบบของ algorithm ภาพ a แสดงถึงเนตเวิร์คที่อุณหภูมิสูงโดยที่หน่วยของรูปทรงและหน่วยของขอบไม่ได้ทำให้เกิดรูปที่เป็นโครงร่าง ภาพ b เนตเวิร์คเย็นลงถึงระดับอุณหภูมิปานกลางทั้งหน่วยของรูปทรงและขอบทำให้เกิดเป็นเค้าโครงของรูปบางอย่าง ภาพ c ที่ระดับอุณหภูมิต่ำ ความไม่สอดคล้องในระดับเฉพาะถูกแก้ปัญหาอีกครั้ง เนตเวิร์คทั้งหมดตกผลึกไปสู่การแก้ปัญหาที่ถูกต้องและอักษร "c" ปรากฏขึ้นมาเป็นภาพที่มีฉากขาวเป็นเบื้องหลัง ในภาพ d ศูนย์กลางของความสนใจเปลี่ยนเป็นข้างนอกและทำให้ภาพกับพื้นสลับกัน (Churchland, P.S., 1998)

เชิร์ชแลนด์อธิบายกระบวนการที่แต่ละหน่วยของเซลล์ประสาททำให้เกิดการเรียนรู้ได้ว่า ตัวตรวจสอบถูกกระตุ้นโดยตัวกระตุ้นซึ่งหมายความว่าตำแหน่งของสมมติฐานได้อยู่ในระบบแล้ว บางหน่วยกระตุ้นหน่วยที่แน่นอนและยับยั้งหน่วยอื่น ๆ ระบบจะเคลื่อนต่อไปจากสมมติฐานที่มีความน่าจะเป็นน้อยไปสู่สมมติฐานที่มีความน่าจะเป็นมาก ซึ่งเป็นผลของกระบวนการ Voting Interactions สมมติฐานที่ขัดแย้งกันจะแข่งขันกันจนกระทั่งสมมติฐานที่มีความน่าจะเป็นมากกว่าชนะ สมมติฐานที่มีความน่าจะเป็นน้อยกว่าจะมีความถี่และอิทธิพลต่อการสื่อสารกับหน่วยอื่น ๆ ลดลง (Churchland, P.S., 1998:464)

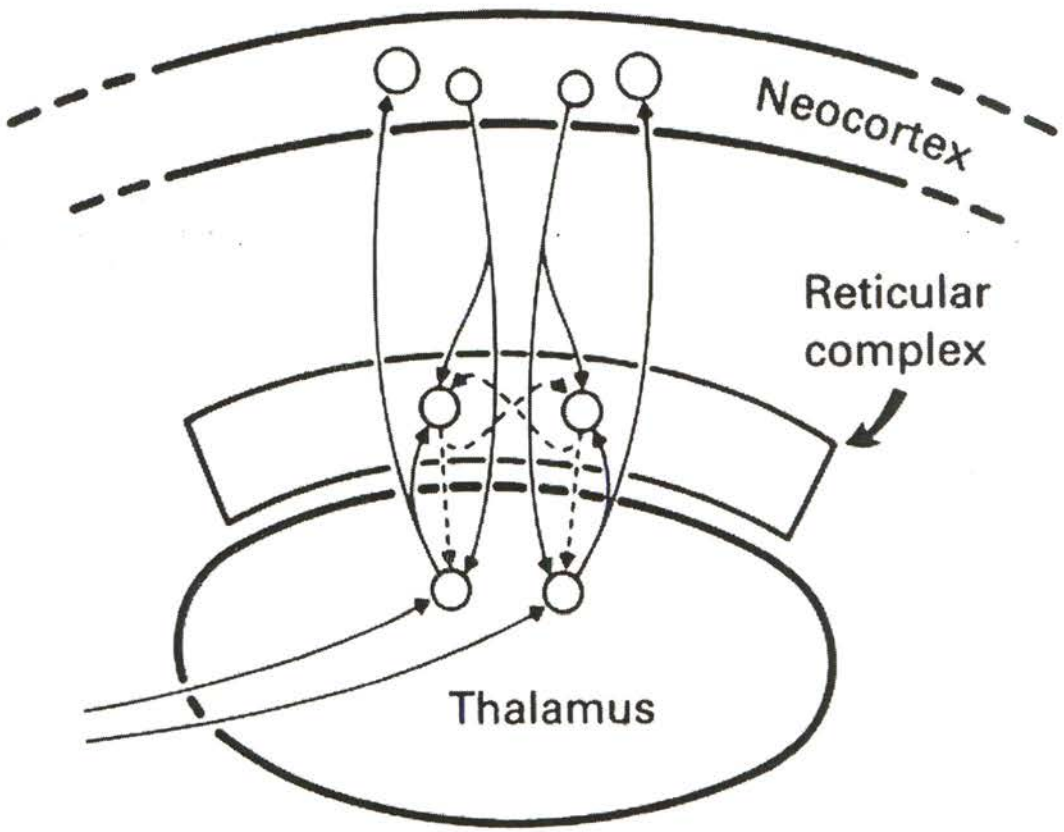
จากรูปที่ 2.15 แสดงให้เห็นถึงเนตเวิร์คพื้นฐานมาก ๆ ของกระบวนการ Co-Operative search ซึ่งสมมติฐานที่เนตเวิร์คค้นพบคือสมมติฐานที่ดีที่สุดที่เหมาะกับอินพุทและมีความจำเพาะเจาะจงที่สอดคล้องกับภววิสัย แต่ละหน่วยเป็นสมมติฐานที่เกี่ยวกับจุดยอดของ Necker Cube สมมติฐานที่เข้ากันไม่ได้เป็นการสื่อสารระหว่างกันในเชิงลบ และสมมติฐานที่เข้ากันได้เป็นการสื่อสารระหว่างกันในเชิงบวก ในระบบนี้น้ำหนักคือการจัดเรียงที่เป็นแบบอินพุทเชิงลบ 2 หน่วย สมดุลย์กับอินพุทเชิงบวก 3 หน่วย แต่ละหน่วยมีหน่วยข้างเคียงที่สื่อสารแบบเชิงบวก 3 หน่วยและเชิงลบ 2 หน่วย และแต่ละหน่วยได้รับอินพุทเชิงบวกมาจากสิ่งกระตุ้น เมื่อมาดูระบบที่จะดำเนินไป สมมติว่าทุกหน่วยปิดอยู่และให้หน่วย ๆ หนึ่งมีอินพุทที่มีค่าเชิงบวก ระบบจะจัดการให้ไปถึงขั้นที่ทุกหน่วยในหนึ่งซับเนตเวิร์คถูกกระตุ้นและหน่วยอื่น ๆ ทั้งหมดในซับเนตเวิร์คอื่น ๆ ปิดอยู่ รูปที่ 2.16 แสดงถึงเนตเวิร์คที่อาจเกิดกระบวนการ Relax ได้ 3 แบบ (Churchland, P.S., 1998:466-467)

ถ้าหน่วยอื่น ๆ ถูกตีความให้เป็นสมมติฐานหลายสมมติฐาน ดังนั้นการสื่อสารระหว่างหน่วยสามารถที่จะถูกตีความเป็นแรงบีบบังคับระหว่างสมมติฐาน อินพุทที่มีต่อระบบสามารถที่จะเป็นความคิดของแรงบีบบังคับหนึ่ง ๆ ด้วย เมื่อระบบถูกกระตุ้นโดยอินพุท Optimal State บริเวณนั้นจะเกิด Relax ที่จะทำให้แรงบีบบังคับหลาย ๆ อันสามารถเป็นไปได้ เคิร์ค.แพทริค (Kirkpatrick) เจลเลทท์ (Gelatt) และ เวคไค (Vecchi) (1983) มีความเห็นว่ามีความเกี่ยวข้องกันระหว่าง Co-Operative Search และอุณหพลศาสตร์ในประเด็นที่ว่าเนตเวิร์คและพฤติกรรมของเนตเวิร์คมีรูปแบบในเรื่องของการกระจายพลังงานด้วย ความสำคัญของแนวคิดนี้คือ เราสามารถเข้าใจการที่เนต-เวิร์คพบการเชื่อมของสมมติฐานที่ดีโดยพิจารณาจากรูปแบบของระบบสสารในการจัดการในเรื่องของสภาวะของพลังงานต่ำสุด เคิร์คแพทริคและเพื่อนร่วมงานของเขาเสนอว่าสามารถที่จะนำหลักการของการหลอมโลหะมาเปรียบเทียบกับ Co-Operative search เวลาที่ทำให้อุณหภูมิเย็นลงนั้น

โลหะที่ยังร้อนอยู่จะถูกหลอมให้เกิดโครงสร้างการตกผลึก ในกรณีนี้เราจะรู้ว่าขณะที่โลหะเย็นลงนั้นสภาวะของความไม่น่าจะเป็นจะถูกแทนที่ด้วยสภาวะของความน่าจะเป็นที่พลังงานมีการกระจายและระบบมาถึงจุดที่เกิด Relaxation ต่ำสุดของพลังงานทั้งหมด แนวคิดนี้ก็เป็นแนวเดียวกับของ Co-Operative Search คือระบบคล้ายกับการทำให้เย็นลง ในแง่ของส่วนต่าง ๆ จะพบการต่ำสุดของพลังงานเฉพาะที่ และระบบพบคำตอบที่เป็นไปได้มากที่สุดคือ การต่ำสุดของพลังงานทั้งหมด (Churchland, P.S., 1998:467)

เชิร์ชแลนด์ได้กล่าวถึง ฮินตันและซีจ์โนว์สกี้ (1983) ว่าพวกเขาได้เปรียบเทียบว่าให้สภาวะของระบบมีการประสานงานกับพลังงาน และสภาวะที่พลังงานสูงกว่าเป็นดีกรีที่แรงบีบบังคับถูกรบกวน ส่วนสภาวะของพลังงานที่ต่ำกว่าเป็นดีกรีที่แรงบีบบังคับถูกทดแทน ซึ่งสามารถเข้าใจได้ในเทอมของอุณหพลศาสตร์ที่การค้นพบการต่ำสุดของพลังงานระบบคือการที่มันเย็นลง การมีอุณหภูมิสูงสามารถเปรียบได้กับการมีเสียงที่ดังในระบบ และการเย็นลงสามารถเปรียบได้กับการปรากฏออกมาของสมมติฐานที่ชนะ เมื่อนำเรื่อง Co-Operative Search มาเปรียบเทียบกับอุณหพลศาสตร์ ฮินตันและซีจ์โนว์สกี้ได้แสดงถึงกฎสำหรับการลดพลังงานลงให้มากที่สุด ซึ่งได้รับการช่วยเหลือโดยหน่วยหนึ่ง ๆ ในระบบที่เป็นแบบ Deterministic System ซึ่งมีลักษณะคือการรับสภาวะจริงมา ถ้าอินพุททั้งหมดจากหน่วยอื่น ๆ และจากนอกระบบเกิดเทรชโฮด์ (ตามรูปที่ 2.17) จากรูป 2.17 มันดูเป็นกลไกที่ทั้งเรียบง่ายและงดงามสำหรับเนตเวิร์คหนึ่ง ๆ ที่สร้างสมมติฐานที่ดีสุดจากเซตของสมมติฐานที่ถูกกระตุ้นโดยการลำดับภาพ

อีกตัวอย่างหนึ่งที่เชิร์ชแลนด์ยกมาคือเรื่องของความสนใจ ในประเด็นนี้เชิร์ชแลนด์พยายามจะชี้ให้เห็นว่ามันเป็นสภาวะทางระบบประสาท ความสนใจนี้จะเป็นความสนใจทางภาพ (Visual Attention) ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับระบบการมองเห็น เชิร์ชแลนด์เริ่มด้วยการให้ข้อสังเกตว่าระบบรับความรู้สึก หรือตัวรับความรู้สึกทางภาพจะมีหลากหลาย แต่ตอนที่เรามุ่งให้ความสนใจในภาพใดภาพหนึ่ง จะดูเหมือนว่ามีความกลมกลืนของระบบ ความกลมกลืนตรงนี้ถ้ามองให้ลึกลงไปในระบบทางกายภาพ คริค (Crick) เสนอว่า น่าจะมีการประสานงานของเซลล์แบบชั่วคราวถึงทำให้เกิดระบบที่ดูเหมือนเป็นหนึ่งเดียวได้ในการมองเห็นภาพด้วยความสนใจแต่ละครั้ง คริคเสนอว่า Peticular Complex (รูปที่ 2.18) เป็นตัวควบคุมความสนใจในการมองเห็นภาพเหล่านี้ เขามีเหตุผล 2 ประการคือ



รูปที่ 2.18 แสดง Reticular Complex (Crick, 1984)

1. ที่ตั้งของ Reticular Complex อยู่ระหว่างส่วนบนของสมองส่วนทาลามัสกับบริเวณการมองเห็นภาพของสมองส่วนซีรีบรัม

2. บริเวณ Reticular Complex มีเซลล์ประสาทที่ต่อกับสมองส่วนทาลามัสส่วนบนกับส่วนการมองเห็นภาพของซีรีบรัม มีวิถีประสาทที่เชื่อมต่อถึงกัน และบริเวณดังกล่าวนี้พบว่ามีกลุ่มของเซลล์ประสาทที่มาซิแนปส์ชั่วคราวและรวดเร็วหลายกลุ่ม ซึ่งคริคเรียกว่า มัลเบิร์จ ซิแนปส์ (Malsburg Synapses) จากงานค้นคว้าของคริค ทำให้เขาเสนอสมมติฐานที่เกี่ยวกับความสนใจทางการมองเห็นภาพไว้ 4 ข้อ ด้วยกันคือ

2.1 ความสนใจควบคุมด้วย Reticular Complex ของสมองส่วนทาลามัส

2.2 การแสดงออกของความสนใจคือ การผลิตกระแสประสาทที่รวดเร็วในซับเซตของเซลล์ประสาทของสมองส่วนทาลามัสที่ทำงานเต็มที่

2.3 การเกิดกระแสประสาทที่รวดเร็วเกิดโดยกลุ่มซิแนปส์ที่เรียกว่า มัลเบิร์จ ซิแนปส์

2.4 การเกิดกระแสประสาทชั่วคราวเหล่านี้แสดงให้เห็นได้โดยการร่วมกลุ่มของเซลล์ประสาทที่มีความแตกต่างกันในแต่ละบริเวณ (Churchland, P.S., 1998:474-478)