

บทที่ 2 ความสามารถและพฤติกรรมของมนุษย์ (The Human)

มนุษย์สามารถถูกมองได้เหมือนกับระบบประมวลผลข้อมูล เราจะศึกษารายละเอียด 3 ด้านหลัก ที่มนุษย์ใช้ในกระบวนการประมวลผลข้อมูลดังนี้

- ช่องทางการรับข้อมูลเข้า-ออก (Input-output channel) ที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็น (Visual) การได้ยินหรือฟัง (Auditory) การสัมผัส (Haptic) และการเคลื่อนไหว (Movement)
- ความจำของมนุษย์ (Human memory) ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนที่เกี่ยวกับประสาทและความรู้สึก (Sensory memory) การจดจำระยะสั้น (Short-term memory) และการจดจำระยะยาว (Long-term memory)
- การประมวลผลของมนุษย์ (Human processing) ประกอบด้วย การหาเหตุและผล (Reasoning) การแก้ไขปัญหา (Problem solving) อื่นๆ ได้แก่ การใช้ทักษะ (Skill) และการเรียนรู้จากความผิดพลาด (Error)

1. ช่องทางการรับข้อมูลเข้า-ออก

ส่วนลักษณะอื่นๆ ของมนุษย์ที่ใช้ในกระบวนการประมวลผลข้อมูล เช่น อารมณ์ ซึ่งจะมีอิทธิพลต่อความสามารถของมนุษย์ รวมถึงมนุษย์แต่ละคนนั้นมีความแตกต่างกัน

1.1 การมองเห็น (Vision)

การมองเห็นของมนุษย์เป็นงานที่ซับซ้อนมาก คนปกติทั่วไปใช้การมองเห็นเป็นหน่วยรับข้อมูลหลัก การมองเห็นจะนำไปสู่ความเข้าใจได้ต้องอาศัย 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การรับรู้ทางกายภาพที่ได้มาจากสิ่งเร้าภายนอก

ขั้นตอนที่ 2 การประมวลผลและการแปลความหมายจากสิ่งเร้า

โดยทั่วไปลักษณะการมองเห็นของมนุษย์มี 2 ลักษณะ คือ

ลักษณะที่ 1 คือ มีบางสิ่งที่มนุษย์ไม่สามารถมองเห็นและ

ลักษณะที่ 2 คือ ความสามารถในการแปลหรือตีความหมายจากการประมวลผลภาพที่มองเห็นได้นั้น

ทำให้มนุษย์สามารถสร้างภาพขึ้นมาเองได้จากข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์

เราจำเป็นต้องศึกษาและทำความเข้าใจทั้ง 2 ด้านนี้ ซึ่งมันจะเป็นตัวบอกว่าคุณสามารถหรือไม่สามารถมองเห็นและเข้าใจอะไรบ้าง ทั้งหมดนี้จะส่งผลถึงการออกแบบระบบคอมพิวเตอร์

การมองเห็นเริ่มจากแสงสะท้อนภาพจากวัตถุ และภาพนั้นจะไปตกอยู่ด้านหลังของดวงตาแบบกลับหัว จากนั้นปลายประสาทในตาของมนุษย์จะแปลงภาพเป็นคลื่นไฟฟ้าและส่งต่อไปยังสมอง

1.1.1 ดวงตา

ดวงตามี 2 ส่วนประกอบที่สำคัญคือ

- *กระจกตา (Cornea) และเลนส์ตา (Lens)* เป็นจุดรับแสงและสะท้อนภาพไปที่ด้านหลังของดวงตา

- **เยื่อชั้นในของลูกตา (Retina)** เป็นส่วนที่ไวต่อแสงและมีตัวรับภาพ (Photo receptor) 2 ลักษณะ คือ
 - **ทรงกระบอก (Rods)** จะไวต่อแสงมาก เป็นส่วนที่ทำให้มนุษย์สามารถมองเห็นในที่ที่มีแสงสว่างน้อย อย่างไรก็ตามมันไม่สามารถแยกรายละเอียดซึ่งเป็นสาเหตุของการมองไม่เห็นชั่วขณะหนึ่งเมื่อเราย้ายจากห้องมืดไปห้องสว่าง ในหนึ่งดวงตาก็จะมีตัวรับภาพทรงกระบอกประมาณ 120 พันล้านต่อหนึ่งดวงตา โดยทั่วไปมันจะปรากฏอยู่ที่ขอบของเยื่อชั้นในลูกตา มันจึงมีความสำคัญกับการมองเห็นวัตถุต่างๆ
 - **ทรงกรวย (Cones)** จะไวต่อแสงน้อยกว่าตัวรับภาพทรงกระบอกและทนทานต่อแสงสว่างมาก ตัวรับภาพทรงกรวยมี 3 ชนิด ซึ่งแต่ละชนิดจะไวต่อความยาวคลื่นแสงแตกต่างกันและทำให้มนุษย์มองเห็นสีได้ ดวงตา 1 ดวงจะมีตัวรับภาพทรงกรวยประมาณ 6 พันล้าน และมักจะอยู่รวมกันบริเวณรอยบุ๋มของดวงตา (Fovea) ซึ่งสะท้อนภาพส่วนที่ดวงตาของเราจับจ้องอยู่

ถึงแม้เยื่อชั้นในของลูกตาจะถูกคลุมด้วยตัวรับภาพ ดวงตาก็ยังมีจุดบอด (Blind spot) ซึ่งเป็นส่วนประสาทที่ต่อจากตาไปสู่สมอง (Optic nerve) จุดบอดนี้ไม่มีทั้งตัวรับภาพทรงกรวยและทรงกระบอก

นอกจากนี้เยื่อชั้นในของลูกตายังมีเซลล์ประสาทพิเศษที่เรียกว่า “Ganglion cells” แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

- **x-cells** พบมากในรอยบุ๋มของตา ทำหน้าที่ดูแลการตรวจจับรูปแบบคอนตัน
- **y-cells** พบแผ่กว้างกว่า x-cells ทำหน้าที่ดูแลการตรวจจับการเคลื่อนไหว

การกระจายตัวของเซลล์เหล่านี้มีความหมายว่า ในขณะที่มนุษย์ไม่สามารถตรวจจับการเปลี่ยนแปลงรูปภาพของวัตถุได้ มนุษย์นั้นสามารถรับรู้เข้าใจถึงการเคลื่อนไหวได้

1.1.2 การรับรู้จากการมองเห็น

การรับรู้จากการมองเห็นของมนุษย์สามารถรับรู้และเข้าใจ 3 สิ่งดังนี้

- **ขนาดและความลึก** มนุษย์รับรู้จากองศาของการมองเห็น (Visual angle) ถ้าองศาของการมองเห็นมากแสดงว่าวัตถุมีขนาดใหญ่ มนุษย์รับรู้การมองเห็นรายละเอียดของวัตถุชนิดเดียวกันได้ด้วยเวลาที่ต่างกัน ถ้าวัตถุที่มองเห็นเป็นวัตถุที่คุ้นเคยหรือเคยเห็นมาก่อนมนุษย์จะรับรู้ขนาดของวัตถุได้ แม้ว่าจะมีองศาการมองเห็นที่ต่างกันเมื่อมันอยู่ห่างไกลออกไป ถ้าวัตถุสองอันวางซ้อนกันอยู่ ขนาดและความลึกจะเป็นตัวช่วยให้มนุษย์รู้ว่าวัตถุอันไหนอยู่ด้านหน้าหรือด้านหลัง
- **ความสว่าง** จะเกี่ยวข้องกับการตอบสนองระดับของแสง แสงที่ตกกระทบวัตถุและสะท้อนเข้าตา มนุษย์ ทำให้มนุษย์มองเห็นได้อย่างชัดเจนหรือไม่ขึ้นขึ้นอยู่กับความสว่างของแสง
- **สี** เกิดจากเจดสี ความสว่างของสีและปริมาณความขาวในสี ดวงตาของมนุษย์มองเห็นสีได้ เพราะตัวรับแสงทรงกรวยไวต่อแสงในช่วงความยาวคลื่นที่แตกต่างกัน โดยสีฟ้ามีความยาวคลื่นสั้นที่สุด และรอยบุ๋มของตาที่มีตัวรับแสงทรงกรวยจำนวนมากที่ไวต่อแสงสีฟ้า ดังนั้นความคมชัดของสีฟ้าจะน้อยที่สุด โดยทั่วไปจำนวนคนตาบอดสีเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ ในเพศชายมี 8% และเพศหญิงมี 1%

1.1.3 กระบวนการมองเห็น

กระบวนการมองเห็น มีการชดเชย 2 ด้านคือ

- การมองวัตถุที่กำลังเคลื่อนไหวหรือขณะที่มนุษย์กำลังเคลื่อนไหว ภาพบนจอขึ้นในลูกตาก็เคลื่อนไหวแต่ภาพที่มนุษย์รับรู้เป็นภาพนิ่ง
- แสงสว่างที่เปลี่ยนแปลงไม่มีผลต่อการรับรู้สีและความสว่างของวัตถุเพราะการรับรู้สีและความสว่างของมนุษย์มีความคงที่

หากมนุษย์มองวัตถุได้ไม่ชัดเจน มนุษย์สามารถคาดเดาวัตถุได้จากสิ่งแวดล้อมที่ล้อมรอบวัตถุนั้นอยู่ บางครั้งภาพลวงตาสามารถเกิดขึ้นได้จากการชดเชยที่มากเกินไป จากภาพลวงตาของ Ponzo และ Muller Lyer สรุปได้ว่า เส้นมีความยาวเท่ากันแต่ภาพมันลวงตาทำให้เห็นเส้นมีความสั้นหรือยาวต่างกัน จึงสรุปได้ว่ามนุษย์มีความสามารถในการรับรู้เรื่องขนาด (Size) ที่เชื่อไม่ได้ 100%

1.1.4 การอ่าน

การมองเห็นของมนุษย์มักเกี่ยวข้องกับการอ่าน โดยมีขั้นตอนการอ่านดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 มนุษย์รับรู้ได้ว่ามีอักขระใดบ้างที่ประกอบขึ้นเป็นคำ

ขั้นตอนที่ 2 ถอดรหัสโดยแทนด้วยภาษา

ขั้นตอนที่ 3 แปลความหมายโดยใช้ความรู้หลักไวยากรณ์ของภาษานั้นๆ ความหมายของประโยคและความเป็นไปได้

การอ่านจะประกอบด้วยการเคลื่อนสายตาและเชื่อมคำต่อกันไป ซึ่งการรับรู้และเข้าใจจะเกิดขึ้นขณะเกิดการเชื่อมต่อกำ ผู้ใหญ่สามารถอ่านได้เฉลี่ย 250 คำต่อนาที เวลาอ่านมนุษย์จะอ่านทีละ 1 อักขระใน 1 คำนั้น และรูปร่างของคำมีความสำคัญต่อการจำได้ของมนุษย์ หากคำที่อ่านมีความคุ้นเคยอยู่แล้วจะทำให้อ่านได้เร็วขึ้น ไม่ต้องอ่านทีละอักขระแล้วเชื่อมต่อกันเป็นคำ และถ้าหากเปลี่ยนแปลงคำจากตัวพิมพ์เล็กเป็นตัวพิมพ์ใหญ่จะทำให้ความเร็ว (Speed) และความแม่นยำ (Accuracy) ในการอ่านลดลงไป

งานวิจัยสรุปเรื่องขนาดของตัวอักษรที่อ่านง่าย คือ 9-12 points โดยเว้นช่องว่างระหว่างบรรทัด และความยาวบรรทัด 2.3 – 5.2 นิ้ว จึงจะเหมาะสม

การอ่านจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ จะอ่านได้ช้ากว่าจากหนังสือ ความเร็วในการอ่านขึ้นอยู่กับความยาวของแต่ละบรรทัด จำนวนคำต่อหนึ่งหน้า การจัดวางและความคุ้นเคยของสื่อที่พิมพ์เอกสาร และที่สำคัญตัวหนังสือสีดำบนหน้าจอสีขาวเป็นที่ชื่นชอบและทำให้การอ่านบรรลุตามวัตถุประสงค์

1.2 การได้ยินหรือการฟัง (Hearing)

การฟังสามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมได้มากมาย เช่น ถ้าลองหลับตาแล้วฟังว่ามีข้อมูลอะไรบ้างที่เราได้ยินผ่านหู เราจะได้ข้อมูลว่าเราได้ยินเสียงอะไร เสียงนั้นดังมาจากทางไหน และเสียงนั้นเกิดจากอะไร

1.2.1 หู

การได้ยินเริ่มจากการสั่น(Vibration) ในอากาศแล้วส่งผ่านไปยังชั้นต่างๆ ไปยังประสาทหู ซึ่งหูประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ชั้นนอก ชั้นกลาง และชั้นใน

- หูชั้นนอก ทำหน้าที่ปกป้องหูชั้นในและขยายความถี่ของการสั่นสะท้อน
- หูชั้นกลาง ถ่ายทอดด้วยเสียงของการสั่นสะท้อนไปยังหูชั้นใน
- หูชั้นใน มีตัวกำหนดถ่ายทอดทางเคมีที่ถูกปล่อยออกมาแล้วทำให้เกิดแรงกระตุ้นต่อไปยังประสาทการได้ยิน

1.2.2 องค์ประกอบของเสียง

องค์ประกอบของเสียงประกอบด้วย

- ระดับเสียง (pitch) ถูกกำหนดจากความถี่ของเสียง
- ความดัง (Loudness) ถูกกำหนดจากแอมพลิจูดของเสียง
- ลักษณะของเสียงร้องหรือท่วงทำนอง (Timbre) ถูกกำหนดด้วยชนิดของเสียงหรือคุณภาพของเสียง

เสียงที่มีความถี่สูงจะมีระดับเสียงสูง และเสียงอาจมีระดับเสียงและความดังเท่ากันแต่ถูกสร้างจากเครื่องกำเนิดเสียงที่แตกต่างกันได้

มนุษย์ไม่สามารถแยกความแตกต่างของเสียงได้ ถ้าเสียงดังมากหรือมีความถี่ใกล้เคียงกัน มนุษย์สามารถได้ยินเสียงที่ความถี่ 20 เฮิรตซ์ (Hz) ถึง 15 กิโลเฮิรตซ์ (KHz) นอกจากนี้มนุษย์สามารถกรองเสียงที่ได้ยิน เช่น ได้ยินเสียงพูดที่ชัดเจนจากเสียงฉากหลัง

1.3 การสัมผัส (Haptic)

ในคนปกติการสัมผัสถือว่าสำคัญเป็นอันดับสอง น้อยกว่าการมองเห็นและการได้ยิน แต่ในคนที่มีปัญหาทางสายตา การสัมผัสถือว่ามีความสำคัญมาก ถ้าลองยกแก้วน้ำขณะมองไม่เห็นจะพบว่าความเร็วและความแม่นยำในการยกแก้วน้ำจะลดลง

1.3.1 ผิวหนัง

การสัมผัสถูกกระตุ้นจากผิวหนัง (Skin) ซึ่งมี 3 ตัวรับสัมผัส

- เทอร์โมรีเซพเตอร์ (Thermoreceptors) คือ ตัวรับสัมผัสถึงความร้อนและความเย็น
- โนซิเซพเตอร์ (Nociceptors) คือ ตัวรับสัมผัสถึงความเจ็บปวด
- เมคาโนรีเซพเตอร์ (Mechanoreceptors) คือ ตัวรับสัมผัสถึงความกดดัน ซึ่งบางครั้งคงที่ บางครั้งต่อเนื่อง

ผิวหนังบางส่วนไวต่อความรู้สึกมาก เช่น นิ้วมือ การทำ Two-point threshold test ถ้าลองทำจากนิ้วหัวแม่มือและลองทำกับแขน จะเห็นว่านิ้วหัวแม่มือรับรู้ความรู้สึกได้ดีกว่า นอกจากนี้การรับรู้ถึงสองจุดที่มีระยะห่างยิ่งมากขึ้นจะทำให้ความไวต่อความรู้สึกลดลง

การตระหนักถึงท่าทางของส่วนต่างๆ ของร่างกาย ส่งผลกระทบถึงความสะดวกและการกระทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ เช่น การออกแบบเป็นพิมพ์สัมผัสต้องคำนึงถึงการวางท่าทางของนิ้วมือเพื่อพิมพ์สัมผัสและผลสะท้อนกลับมาจากเป็นพิมพ์เป็นสำคัญ

1.4 การเคลื่อนไหว

ตัวรับรู้ความรู้สึกจะรับสิ่งเร้าหรือสิ่งกระตุ้นแล้วส่งต่อไปยังสมอง สมองจะประมวลผลและสร้างการตอบสนองที่ถูกต้องโดยส่งสัญญาณให้กล้ามเนื้อตอบสนอง เวลาที่ใช้ในการตอบสนองนี้ประกอบด้วย เวลาในการตอบสนอง (Reaction time) รวมกับเวลาในการเคลื่อนไหว ซึ่งเวลาในการเคลื่อนไหวจะขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพ เช่น อายุ และความสมส่วน ส่วนเวลาในการตอบสนองจะขึ้นอยู่กับชนิดของตัวกระตุ้น ถ้าเป็นการกระตุ้นจากการมองเห็นจะใช้เวลาประมาณ 200 ms จากการได้ยินจะใช้เวลาประมาณ 150 ms และจากความเจ็บปวดจะใช้เวลาประมาณ 700 ms

บางกรณีการเพิ่มเวลาในการตอบสนองจะทำให้ความสามารถที่จะหลีกเลี่ยงข้อผิดพลาดหรือความแม่นยำลดลง ส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นกับบุคคลที่ไม่มีทักษะ เช่น การเล่นเกมวีดีโอเกมส์ ผู้เล่นที่ไม่มีทักษะจะไม่ผ่านระดับการเล่นที่ต้องการ การตอบสนองอย่างรวดเร็ว แต่ถ้าเป็นผู้เล่นที่มีทักษะจะเล่นผ่านโดยไม่มีปัญหา ความเร็วและความแม่นยำของการเคลื่อนไหวเป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาเป็นสำคัญในการออกแบบระบบโต้ตอบ โดยเฉพาะในเรื่องการย้ายวัตถุเป้าหมายที่ต้องการบนจอภาพ (เช่น ปุ่ม เมนู ไอคอน เป็นต้น)

กฎของ Fitts อธิบายถึงเวลาที่ใช้ในการไปถึงวัตถุเป้าหมายด้วยสมการนี้

$$Mt = a + b \log_2 (D/S + 1)$$

a และ b คือ ค่าคงที่ ที่ได้จากการทดลอง

Mt คือ เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนไหว

D คือ ระยะทาง

S คือ ขนาดของวัตถุเป้าหมาย

จากกฎของ Fitts ควรออกแบบวัตถุเป้าหมายบนหน้าจอให้มีขนาดใหญ่เท่าที่จะทำได้ และระยะทางในการเคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหวควรให้มีระยะทางน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ จึงจะทำให้เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนไหวน้อยที่สุด

2. ความจำของมนุษย์

ความจำของมนุษย์เกิดจากการทำงานร่วมกันของความจำ 3 ส่วน เริ่มตั้งแต่ข้อมูล (Information) ถูกส่งจากหน่วยความจำที่เกี่ยวกับความรู้สึก ไปยังหน่วยความจำระยะสั้น โดยเลือกเฉพาะตัวกระตุ้น (Stimuli) ที่มนุษย์กำลังให้ความสนใจเท่านั้น และข้อมูลที่จะถูกส่งต่อไปยังหน่วยความจำระยะยาวจะเป็นข้อมูลที่เกิดจากการถูกกระตุ้นมายังหน่วยความจำระยะสั้นอย่างบ่อยครั้ง

โดยทั่วไปมนุษย์เลือกที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้าจากประสาทสัมผัสของมนุษย์ ไม่เช่นนั้นการตอบสนองของมนุษย์อาจเกินกำลังของมนุษย์ได้ เช่น การเลือกฟังจากคู่สนทนาที่อยู่ใกล้ๆ เพียงบางคนในสถานที่ที่มีผู้คนคับคั่ง หรือ

การได้ยินเพื่อนคนหนึ่งเรียกชื่อเราจากอีกฟากหนึ่งในงานสังสรรค์ มนุษย์มีความสามารถลดเสียงกวนต่างๆ ออกไปได้

2.1 หน่วยความจำที่เกี่ยวกับความรู้สึก

หน่วยความจำสำหรับตัวกระตุ้นที่รับผ่านมาทางประสาทสัมผัสแบ่งเป็น 3 ประเภท เพื่อเป็นที่พักของตัวกระตุ้นที่แตกต่างกัน และจะถูกเขียนทับด้วยข้อมูลใหม่ๆ ที่รับเข้ามา

- แบบไอคอนิก (Iconic) เป็นที่พักของตัวกระตุ้นจากการมองเห็น
- แบบเอโคนิค (Echoic) เป็นที่พักของตัวกระตุ้นจากอวัยวะเพื่อการได้ยิน
- แบบแฮพติก (Haptic) เป็นที่พักของตัวกระตุ้นจากการสัมผัส

ตัวอย่างการรับรู้ที่เกิดจากตัวกระตุ้นในหน่วยความจำแบบไอคอนิก ให้สังเกตเวลาที่มีการแสดงผล เราจะเห็นภาพพลูปลามเข้าตา และเมื่อพลูจางไปมันจะทิ้งภาพเอาไว้ หรือเวลาที่เรายับนิ้วไปมาด้านหน้าดวงตา เราจะเห็นนิ้วอยู่มากกว่าหนึ่งที นั่นคือ ข้อมูลยังคงอยู่ที่หน่วยความจำแบบไอคอนิกเป็นช่วงสั้นๆ ทุกๆ 0.5 วินาที

หากเรากำลังอ่านหนังสืออยู่ แล้วมีเพื่อนถามคำถามเราขึ้นมาสักคำถามหนึ่งเราจะถามกลับปว่า “อะไรนะ” ทั้งๆ ที่เราได้ยินคำถามนั้นแล้ว แต่เราต้องการที่จะถามให้แน่ใจว่าเพื่อนต้องการถามอะไร นั่นคือตัวกระตุ้นมันหลุดกระตุ้นไปชั่วขณะหนึ่ง

2.2 หน่วยความจำระยะสั้น

หน่วยความจำระยะสั้นเปรียบเหมือนกระดวยจดต่างๆ ที่ช่วยเราระลึกหรือนึกถึงข้อมูลได้ชั่วคราว หน่วยความจำระยะสั้นนี้ มีความเร็วในการเข้าถึงประมาณ 200 ms มีความเร็วในการสลายข้อมูลในหน่วยความจำระยะสั้นประมาณ 200 ms และมีขนาดจำกัดในการจดจำด้วยกฎ 7 ± 2 ทั้งข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบเลขโดด (Digit) และแบบข้อความสั้นๆ (Chunk) นั่นคือเราจะสามารถจำเลขโดดและข้อความสั้นๆ ได้ประมาณ 5-9 ตัวหรือข้อความ

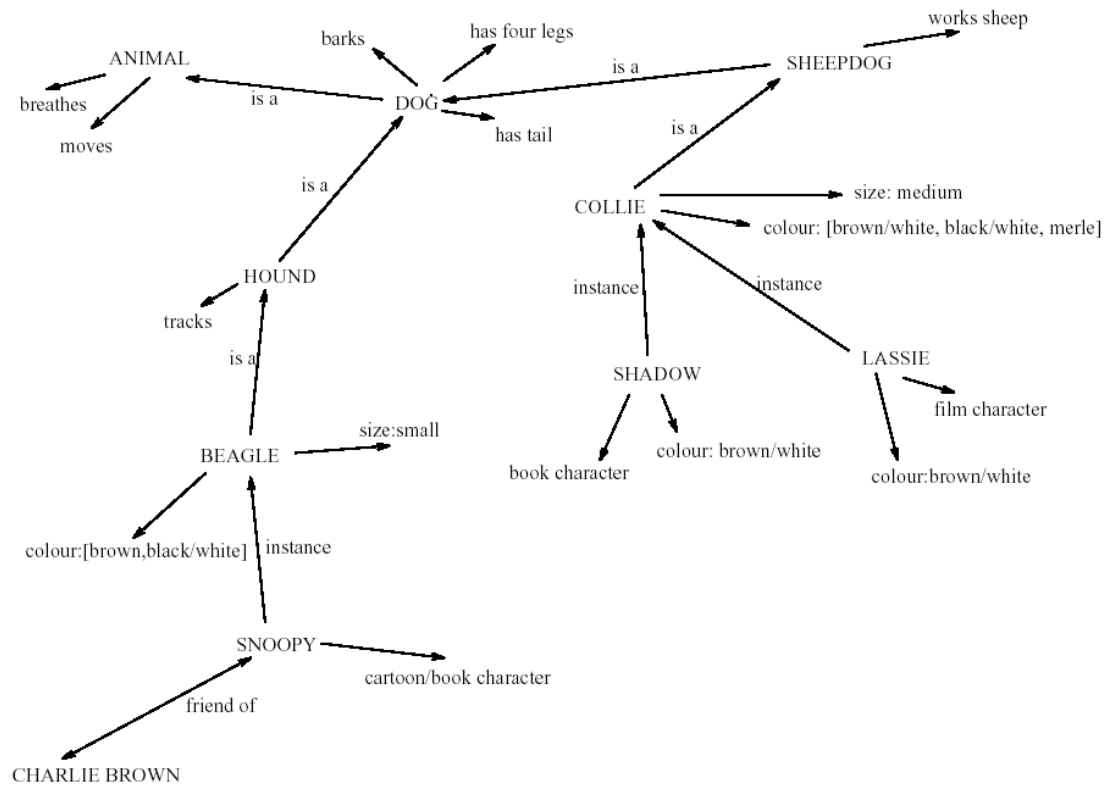
2.3 หน่วยความจำระยะยาว

เราสามารถเปรียบเทียบหน่วยความจำระยะสั้นเป็นเหมือนกระดวยจดบันทึก และหน่วยความจำระยะยาวเป็นแหล่งบันทึกหลักที่เก็บความรู้และข้อมูลทุกอย่างที่เรารู้ สิ่งที่ทำให้หน่วยความจำระยะยาวแตกต่างจากหน่วยความจำระยะสั้น คือ หน่วยความจำระยะยาวมีความเร็วในการเข้าถึงข้อมูลช้า และมีความเร็วในการสลายข้อมูลช้าด้วย แต่หน่วยความจำระยะยาวมีขนาดใหญ่และไม่จำกัด

หน่วยความจำระยะยาวแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

- แบบอีพิโซดิก (Episodic) จะจัดเก็บเหตุการณ์และประสบการณ์เป็นชุดลำดับ
- แบบซีมานติก (Semantic) จะจัดเก็บข้อมูลความจริง แนวคิด และทักษะต่างๆ ที่เราได้รับมา ซึ่งข้อมูลส่วนใหญ่จะได้รับเข้ามาจากหน่วยความจำอีพิโซดิก โครงสร้างของหน่วยความจำแบบซีมานติกเปรียบเสมือนเครือข่ายข้อมูล ซึ่งเครือข่ายจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างชิ้นส่วนของข้อมูล และช่วยเหลือการหาข้อสรุป แบบจำลองของเครือข่ายซีมานติกจะเกี่ยวข้องกับโหนด (Node) ที่มีการถ่ายทอดคุณสมบัติจากพ่อแม่สู่ลูกและมีการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มข้อมูล และมีการช่วยเหลือการหาข้อสรุปผ่านการถ่ายทอด

ตัวอย่างความรู้เกี่ยวกับสุนัขแสดงเป็นเครือข่าย ดังรูปที่ 1 ข้อมูลสุนัขทั่วไป (Dog) ถูกจัดเก็บในส่วนบน เช่น สุนัขที่เฝ้าฝูงแกะ (Sheepdog) เราอาจไม่ทราบว่ามันมีสีขาและมีหาง แต่เราสามารถหาข้อสรุปจากความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสุนัขที่ใช้เฝ้าฝูงแกะและสุนัขทั่วไป



รูปที่ 1 ตัวอย่างเครือข่ายความรู้เกี่ยวกับสุนัข

สังเกตว่าเรามีการเชื่อมโยงไปยังตัวการ์ตูนอยู่ด้วย นั่นแสดงให้เห็นว่าความรู้ของเรานั้นถูกจัดการเชื่อมโยงและสัมพันธ์กัน

2.3.1 เฟรม (Frames) และสคริป (Script)

เครือข่ายซิมานติกจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละส่วนในหน่วยความจำ ซึ่งลักษณะ โครงสร้างการนำเสนอ เป็นเครือข่ายที่ใช้เฟรมและสคริป ในการจัดการข้อมูลให้เป็นโครงสร้างข้อมูล ในแต่ละเฟรมจะมีช่อง (Slots) เอาไว้สำหรับเติมค่าคุณสมบัติลงไปซึ่งแบ่งเป็น 3 ชนิด ดังนี้

- ช่องตายตัว (Fixed slot) เก็บค่าคุณสมบัติที่ได้ถูกกำหนดไว้แล้ว
- ช่องโดยปริยาย (Default slot) เก็บคุณสมบัติโดยทั่วไป
- ช่องซึ่งเปลี่ยนแปลงได้ (Variable slot) เก็บค่าคุณสมบัติเฉพาะอันใดอันหนึ่ง

เฟรมจะเน้นการแสดงข้อมูลสำคัญในแต่ละส่วนที่สัมพันธ์กัน ตัวอย่างเฟรมแสดงในรูปที่ 2

DOG	COLLIE
Fixed legs: 4	Fixed breed of: DOG type: sheepdog
Default diet: carnivorous sound: bark	Default size: 65 cm
Variable size: colour	Variable colour

รูปที่ 2 ตัวอย่างเฟรม

ในส่วนของสคริปจะพยายามสร้างแบบจำลองการแสดงความรู้ให้เป็นแบบเดียวกันหมดตามแต่ละสถานการณ์ สคริปประกอบด้วย 6 ส่วนคือ

- ส่วนของเงื่อนไขที่ป้อนเข้าไป (*Entry condition*) จะต้องเป็นเงื่อนไขที่ต้องเป็นจริงตอนเริ่มต้น เพื่อให้สคริปเริ่มทำงาน
- ส่วนผลลัพธ์ (*Result*) เป็นเงื่อนไขที่ต้องเป็นจริงเมื่อสคริปจบแล้ว
- ส่วนอุปกรณ์ (*Props*) เป็นอุปกรณ์หรือวัตถุที่เกี่ยวข้องในเหตุการณ์ ในสคริปนั้น
- ส่วนบทบาท (*Roles*) เป็นการกระทำที่ทำโดยบุคคล
- ส่วนเหตุการณ์ (*Scenes*) เป็นลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
- ส่วนแนวทาง (*Tracks*) เป็นความหลากหลายของรูปแบบที่แสดงถึงฉากต่างๆ พิจารณาตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 3 “นายจอห์นพาสุนัขของเขาไปผ่าตัด หลังจากพบสัตวแพทย์แล้วเขาจึงออกไป” (John took his dog to the surgery. After seeing the vet, he left) จากความรู้ (*Knowledge*) ของเราสามารถระบุกิจกรรมของเจ้าของสุนัข (จอห์น) และสัตวแพทย์ได้อย่างละเอียด โดยเราสามารถบอกได้ว่า (1) สุนัขป่วย (2) สัตวแพทย์ได้ทำการตรวจรักษา (3) จอห์นจ่ายเงิน (4) จอห์นออกไป เราคงไม่บอกว่า จอห์นเอาสุนัขที่ไม่ชอบไปหาสัตวแพทย์และไม่อยู่รอเพื่อคุยกับหมอ

Script for a visit to the vet

<p>Entry conditions: <i>dog ill</i> <i>vet open</i> <i>owner has money</i></p> <p>Result: <i>dog better</i> <i>owner poorer</i> <i>vet richer</i></p> <p>Props: <i>examination table</i> <i>medicine</i> <i>instrumenta</i></p>	<p>Roles: <i>vet examines</i> <i>diagnoses</i> <i>treats</i> <i>owner brings dog in</i> <i>pays</i> <i>takes dog out</i></p> <p>Scenes: <i>arriving at reception</i> <i>waiting in room</i> <i>examination</i> <i>paying</i></p> <p>Tracks: <i>dog needs medicine</i> <i>dog needs operation</i></p>
---	---

รูปที่ 3 ตัวอย่างของส่วนแนวทาง

สคริปเน้นความรู้เกี่ยวกับการดำเนินการในแต่ละเหตุการณ์ (Procedural knowledge) ซึ่งถูกนำเสนอในรูปแบบโปรดักชันรูล (Production rules) ถ้าในเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นมีเงื่อนไขตรงกับความรู้เกี่ยวกับการดำเนินการในแต่ละเหตุการณ์ที่มีอยู่ ดังนั้นจะใช้กฎหรือหลักนั้นในการพิจารณาการกระทำ (action) เช่น

IF dog is wagging tail
 THEN pat dog
 IF dog is growling
 THEN run away

กระบวนการต่างๆ ของหน่วยความจำระยะยาวได้แก่ การจัดเก็บหรือการจำข้อมูลได้ การลืมข้อมูล และการดึงข้อมูลกลับมา ซึ่งแต่ละกระบวนการมีการจัดการกับข้อมูลที่แตกต่างกัน

2.3.2 การจดจำ

การจัดเก็บหรือการจำได้จะต้องมีข้อมูลจากหน่วยความจำระยะสั้นย้ายไปจัดเก็บในหน่วยความจำระยะยาว ซึ่งอาจเกิดจากการท่องจำข้อมูล การจำได้นั้นจะขึ้นอยู่กับ Total time hypothesis (คือ ปริมาณการเรียนรู้เป็นส่วนสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณเวลาที่ใช้ไปในการเรียน) และ Distribution of practice effect (คือ เวลาที่ใช้เรียนจะได้ผลที่สุด ถ้ามีการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง) และ Structure, meaning and familiarity (คือ การจดจำยากกว่าถ้าจำกลุ่มของคำที่แทนแนวคิด (Concept) แต่จะง่ายกว่าถ้าจำกลุ่มของคำที่แทนวัตถุ (Objects))

2.3.3 การลืม

การลืมข้อมูล เกิดจากข้อมูลในหน่วยความจำค่อยๆ สลายไปอย่างช้าๆ ซึ่งมี 2 ทฤษฎี คือ
 ทฤษฎีที่ 1 ข้อมูลเก่าจะถูกทับด้วยข้อมูลใหม่ เช่น เมื่อเปลี่ยนเบอร์โทรศัพท์ใหม่ก็ยากที่จะจำเบอร์โทรศัพท์เก่าได้
 ทฤษฎีที่ 2 ข้อมูลเก่าอาจถูกขวางไว้ด้วยข้อมูลใหม่ เช่น เวลาขับรถ คุณมักจะขับกลับไปที่บ้านหลังเก่ามากกว่าบ้านหลังใหม่ของคุณ

ในบางครั้งการลืมอาจถูกกระทบโดยปัจจัยทางอารมณ์ด้วย ถ้าเปรียบเทียบการลืมกับการจำได้ จะเห็นว่าคำที่กินใจมักถูกจดจำได้นานกว่า

การลืมอาจจะไม่ได้เกิดจากข้อมูลนั้นหายไปจากหน่วยความจำหรือถูกขัดขวางจากข้อมูลใหม่ก็ได้ แต่อาจเกิดจากว่าเราไม่มีความสามารถที่จะดึงข้อมูลนั้นออกมา

2.3.4 การดึงข้อมูลกลับมา

การดึงข้อมูลกลับมาแบ่งได้เป็น การหวนระลึกได้ (Recall) และการจำแนกได้ (Recognition)

การหวนระลึกได้นั้นตัวข้อมูลสามารถถูกสร้างขึ้นอีกครั้งจากหน่วยความจำจากการแนะนำ การใบ้ หรือบอกเป็นนัย

การจำแนกได้นั้น ตัวข้อมูลได้ให้ข้อมูลที่มันถูกพบเห็นมาก่อน ข้อมูลมักจะมี ความซับซ้อนน้อยกว่าการหวนระลึกได้ ที่สำคัญคือ ตัวข้อมูลนั้นคือคำไปนั่นเอง

3. การประมวลผลของมนุษย์

มนุษย์ประมวลผลและจัดการข้อมูลด้วยการคิด (Thinking) ความคิดของมนุษย์มีจิตสำนึกและรู้สึกถึงตัวเอง การคิดของมนุษย์ต้องการปริมาณความรู้ที่หลากหลาย เช่น มนุษย์คิดเรื่องการลบตัวเลข มนุษย์ก็ต้องอาศัยความรู้เรื่องการลบตัวเลข ซึ่งการประมวลผลของมนุษย์ประกอบด้วย การหาเหตุและผล และการแก้ไขปัญหา มีรายละเอียดดังนี้

3.1 การหาเหตุและผล

การหาเหตุและผล คือการใช้ความรู้ที่เรามีอยู่มาสรุปเป็นข้อสรุป หรือการอนุมานในสิ่งใหม่ที่เราสนใจอยู่ แบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

3.1.1 การนำมาซึ่งข้อสรุปอย่างมีเหตุผลจากหลักฐานหรือเหตุผลที่มีอยู่ (Deduction)

ยกตัวอย่างเช่น If it is Friday then she will go to work.
It is Friday.
Therefore, she will go to work.

ซึ่งการหาข้อสรุปอย่างมีเหตุผลในทางตรรกศาสตร์ไม่จำเป็นต้องเป็นความจริงก็ได้

ยกตัวอย่างเช่น If it is raining then the ground is dry.
It is raining.
Therefore the ground is dry.

อย่างไรก็ตาม เมื่อความจริงกับความถูกต้องทางตรรกศาสตร์มีความขัดแย้งกัน มนุษย์จะนำความรู้เกี่ยวกับความจริงบนโลกนี้มาสนับสนุนหาเหตุผลเพื่อให้ได้ข้อสรุป

3.1.2 การลงความเห็นจากกรณีตัวอย่างที่เคยเจอมาก่อนเพื่อสรุปข้อมูลที่เรายังไม่เคยพบเจอ (Induction)

ยกตัวอย่างเช่น All elephants we have seen have trunks.
Therefore, all elephants have trunks.

จากตัวอย่างนี้สามารถพิสูจน์ได้ว่าไม่เป็นความจริงแน่นอน โดยเพียงแค่หาข้างแค่ตัวเดียวที่ไม่มี trunk มาพิสูจน์ก็เพียงพอแล้ว

นอกจากนี้ มนุษย์นั้นไม่เก่งในการหาข้อพิสูจน์แบบเท็จ ลองทดสอบจาก Wason's cards ที่ด้านหนึ่งของไพ่แสดงแม่สีและอีกด้านหนึ่งแสดงเลขคู่ ดังนี้ “7” “แดง” “4” “น้ำตาล” กำหนดกฎว่า If a card has an even number on one side it has a primary color on the other side. ต้องการพิสูจน์ว่ากฎนี้เป็นจริงหรือเท็จ คุณจะพิสูจน์โดยเปิดไพ่ที่ใดและเปิดไพ่ใบไหนเพื่อทำการพิสูจน์

โดยทั่วไปมนุษย์จะเปิดไพ่ “แดง” และ “4” เพื่อพิสูจน์ นั่นคือการใช้หลักฐานเชิงบวก (Positive evidence) เพื่อตรวจสอบ หากต้องการใช้หลักฐานเชิงลบในการพิสูจน์ (Negative evidence) จะต้องเปิดไพ่ที่ด้านหนึ่งเป็นเลขคี่แล้วตรวจสอบว่าอีกด้านหนึ่งเป็นแม่สีหรือไม่เพื่อหักล้างกฎนี้ โดยต้องเปิดไพ่ “แดง” และ “7”

3.1.3 การนำมาซึ่งข้อสรุปจากเหตุการณ์ที่น่าไปสู่สาเหตุ (Abductive)

มนุษย์ใช้เพื่ออธิบายเหตุการณ์ใดๆที่เฝ้าสังเกตอยู่

ยกตัวอย่างเช่น Sam drives fast when drunk.

If I see Sam driving fast, assume drunk.

การหาเหตุผลด้วยวิธีนี้สามารถนำไปสู่การอธิบายที่ไม่ถูกต้องได้ จากตัวอย่าง Sam อาจขับรถเร็วเพราะมีเหตุด่วนให้รีบไป นอกจากนี้ การหาเหตุผลด้วยวิธีนี้มักก่อปัญหาให้กับผู้ใช้เมื่อใช้งานระบบที่มีการปฏิสัมพันธ์ เช่น ถ้าเกิดเหตุการณ์นี้มักจะต่อด้วยการกระทำอันใดอันหนึ่ง โดยผู้ใช้จะอนุมานเหตุการณ์เดียวกันว่าต้องต่อด้วยการกระทำนี้ ทั้งๆที่ในความเป็นจริงเหตุการณ์กับการกระทำนั้นอาจไม่มีความสัมพันธ์กันเลย

3.2 การแก้ไขปัญหา

การหาเหตุและผลคือการอนุมานข้อสรุปจากสิ่งที่มนุษย์รู้มาก่อน ดังนั้นการแก้ไขปัญหาคือกระบวนการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบให้กับงานที่ไม่คุ้นเคยโดยใช้ความรู้ที่มนุษย์มี

ในการแก้ปัญหามนุษย์จะประกอบไปด้วยการใช้ความรู้เข้าไปมาและความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง และความคิดของมนุษย์นั้นจะถูกจำกัดด้วยการประมวลผลข้อมูล มนุษย์อาจใช้ “ความเหมือน” ของปัญหามาใช้หาคำตอบได้ และการมีทักษะในการแก้ไขปัญหานั้นจะทำให้แก้ปัญหาดังกล่าวได้ง่ายและรวดเร็ว

มนุษย์อาจใช้ข้อผิดพลาดที่เคยเกิดขึ้นกับมนุษย์มาก่อนหน้านี้มาใช้แก้ปัญหานั้น ซึ่งชนิดของข้อผิดพลาดนั้นแบ่งออกเป็นข้อผิดพลาดที่เกิดจากการมองข้าม (Slips) และข้อผิดพลาดที่เกิดจากการเข้าใจผิด (Mistakes)

การแก้ปัญหามนุษย์อาจใช้อารมณ์ประกอบ โดยมีการตอบรับทางความเข้าใจและการตอบรับทางกายภาพต่อตัวกระตุ้น เช่น มนุษย์ตอบสนองเหตุการณ์ได้ต่างกันตามอารมณ์ที่ต่างกัน ถ้ามนุษย์มีอารมณ์เชิงบวกก็สามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวอย่างสร้างสรรค์ แต่ถ้ามนุษย์มีอารมณ์เชิงลบจะทำให้การคิดแก้ปัญหาลดลง ดังที่ Donald Norman กล่าวว่า “Negative affect can make it harder to do even easy tasks; positive affect can make it easier to do difficult tasks”

ดังนั้น สามารถสรุปการออกแบบส่วนต่อประสานให้กับมนุษย์ที่มีการแก้ปัญหาโดยใช้อารมณ์ประกอบได้ว่า

- ความเครียดจะเพิ่มความยากในการแก้ปัญหา
- ผู้ใช้ที่อารมณ์ดีจะไม่ถือสาต่อข้อบกพร่องในการออกแบบ
- ความพอใจในความงามและส่วนต่อประสานที่ชัดเจนได้หรือมีคุณภาพดีจะเพิ่มผลกระทบเชิงบวก

4. สรุป

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปความแตกต่างของมนุษย์ได้ 3 ระดับ ดังนี้

- *ระยะยาว* มนุษย์มีความแตกต่างทางเพศ ความสามารถทางกายภาพ และความสามารถทางสติปัญญา
- *ระยะสั้น* ผลกระทบเกี่ยวกับความเครียดและความเหนื่อยล้ามีผลต่อมนุษย์
- *เปลี่ยนแปลงตามเวลา* มนุษย์มีการเปลี่ยนแปลงตามอายุ

ในการประยุกต์ใช้งานความรู้ที่กล่าวมาแล้ว เพื่อการออกแบบระบบที่มีการปฏิสัมพันธ์ได้อย่างถูกต้อง นักออกแบบจะต้องมีความเข้าใจด้านจิตวิทยาและมีการทดลองใช้กับผู้ใช้จริงจังและเฉพาะเจาะจง

เอกสารอ้างอิง

Dix, A.J., Finlay, J.E., Abowd, G.D., Beale, R. 2004. Human-Computer Interaction. 3rd ed. Prentice Hall Europe.