บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

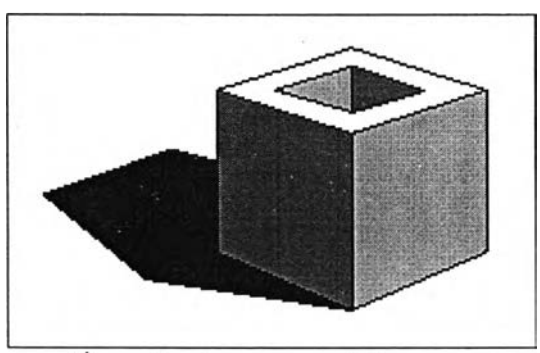
ทฤษฎีและแนวคิดต่างๆ ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้แก่ ทฤษฎีเกี่ยวกับการมองภาพ 3 มิติ หลักการสร้างโปรแกรมแมทลิงค์ที่ใช้ทำงานกับโปรแกรมแมทแมติก้า หลักการเขียนแมทแมติก้าแพ็คเกจ รวมไปถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้วย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 การมองในแบบมุมมอง 3 มิติ (Stereoscopic vision)

การรับรู้ความลึกของสิ่งที่มองเห็นของมนุษย์ เป็นผลมาจากการแปลความหมายของสิ่งที่เห็นด้วยดวงตาโดยสมอง[1] ซึ่งการรู้สึกถึงความลึกของสิ่งที่เห็นสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆได้ 2 กลุ่มคือ

2.1.1 ทัศนมิติแบบภาพเดี่ยว (Monocular perspective) เป็นวิธีการขั้นพื้นฐานที่ใช้สร้างภาพที่มองแล้วรู้สึกเสมือนกับว่าสิ่งที่เห็นนั้นมีความลึกเป็นแบบ 3 มิติ ซึ่งสามารถมองให้เกิดความรู้สึกดังกล่าวแม้มองด้วยตาเพียงข้างเดียว โดยมีวิธีต่างๆคือ

1) การใช้แสงและเงา เป็นการใช้คุณสมบัติของแสงและการเกิดเงาทำให้เกิดความรู้สึกถึงความลึกที่สัมพันธ์กันของวัตถุที่มองเห็น ด้านที่มีแสงตกกระทบจะสว่างกว่า แสดงโดยการใช้สีที่อ่อนกว่าด้านที่ไม่ถูกแสงตกกระทบ และจะเกิดเงาในด้านตรงข้าม ดังรูปที่ 2.1



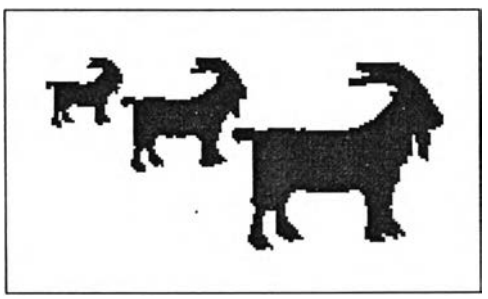
รูปที่ 2.1 ตัวอย่างแสดงการใช้แสงและเงา

---

[1] StereoGraphics Corporation, StereoGraphics Developers' Handbook. (n.p. : StereoGraphics Corporation, 1997) ,p. 1-2.

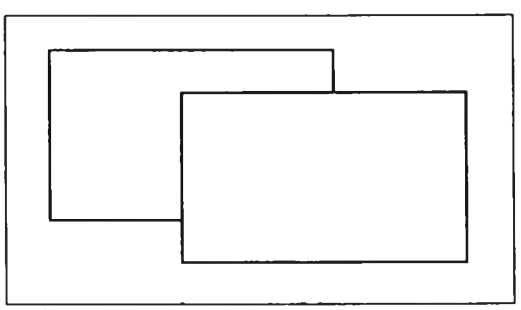
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2) การเปรียบเทียบขนาดของวัตถุ เป็นการรับรู้ความลึกโดยสมองจะเปรียบเทียบวัตถุชนิดเดียวกันที่มีขนาดใหญ่กว่าว่าหมายถึงสิ่งนั้นอยู่ใกล้กว่า ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างแสดงการเปรียบเทียบขนาดของวัตถุ

3) การซ้อนทับกันของวัตถุ วัตถุที่วางซ้อนทับกันอยู่จะมองเห็นเฉพาะวัตถุที่อยู่ด้านหน้า ไม่สามารถมองทะลุลงไปเห็นสิ่งที่ถูกซ้อนทับอยู่ด้านหลังได้ ดังรูปที่ 2.3

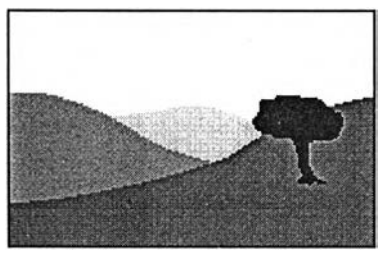


รูปที่ 2.3 ตัวอย่างแสดงการซ้อนทับกันของวัตถุ

4) การแสดงรายละเอียดของพื้นผิว สิ่งที่อยู่ใกล้ย่อมแสดงรายละเอียดต่างๆของพื้นผิวได้มากกว่าสิ่งที่อยู่ไกลออกไป ดังรูปที่ 2.4

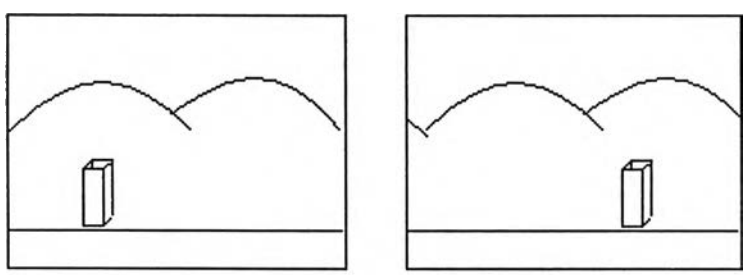
รูปที่ 2.4 ตัวอย่างแสดงการใช้รายละเอียดของพื้นผิว

5) ลักษณะที่ปรากฏตามธรรมชาติ คือการที่สิ่งที่เห็นไกลออกไปจะมีลักษณะเล็กพร่ามัว และเลือนลาง แต่จะดูใหญ่และคมชัดเมื่ออยู่ใกล้ ซึ่งจะเกิดจากการกระเจิงแสงในบรรยากาศหรือเนื่องมาจากเมฆหมอกในธรรมชาติ ดังรูปที่ 2.5



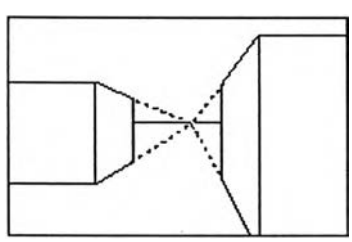
รูปที่ 2.5 ตัวอย่างแสดงลักษณะที่ปรากฏตามธรรมชาติ

6) ความเหลื่อมของภาพจากการเคลื่อนที่ คือการรับรู้ระยะความลึกของวัตถุจากการเคลื่อนที่ของวัตถุ ตัวอย่างเช่นเมื่อขับรถผ่านตู้โทรศัพท์ จะเห็นว่าตู้โทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านไปเร็วมาก ในขณะเดียวกันทิวทัศน์ด้านหลังที่ไกลออกไปจะเคลื่อนที่ผ่านไปได้ช้ากว่า ดังรูปที่ 2.6



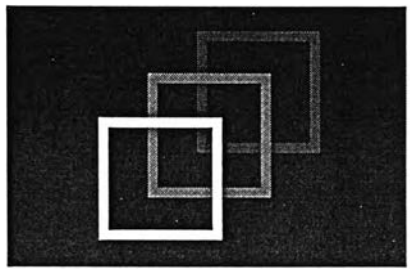
รูปที่ 2.6 ตัวอย่างแสดงความเหลื่อมของภาพจากการเคลื่อนที่

7) ทัศนมิติ คือลักษณะของการมองเห็นที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุด้านหน้าและวัตถุด้านหลัง ซึ่งสัดส่วนของสิ่งที่เห็นจะลดลงเรื่อยๆตามระยะห่าง และในที่สุดจะไปบรรจบกันตรงจุดสุดสายตาหรือเส้นขอบฟ้า ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างแสดงทัศนมิติ

8) การใช้ความเข้มของวัตถุ เป็นวิธีการที่ใช้ในคอมพิวเตอร์กราฟิกโดยจะลดความเข้มของวัตถุลงเมื่อต้องการให้วัตถุที่เห็นอยู่ห่างออกไปจากผู้มอง ดังรูปที่ 2.8

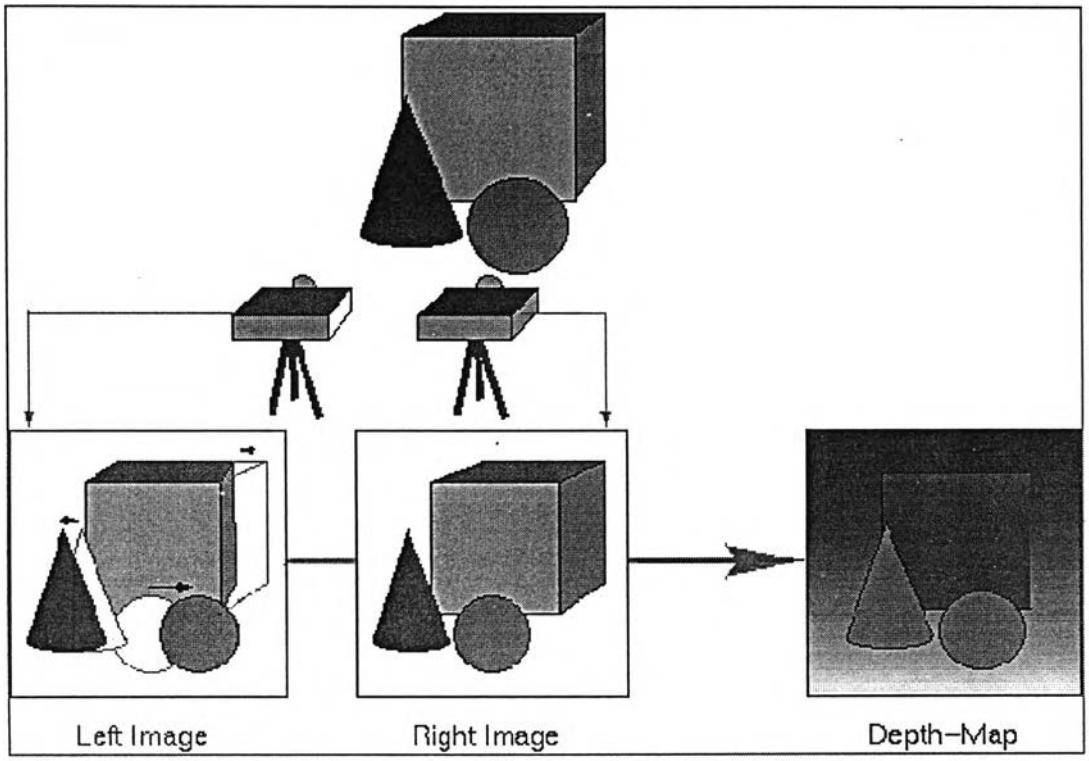


รูปที่ 2.8 ตัวอย่างแสดงการใช้ความเข้มของวัตถุ

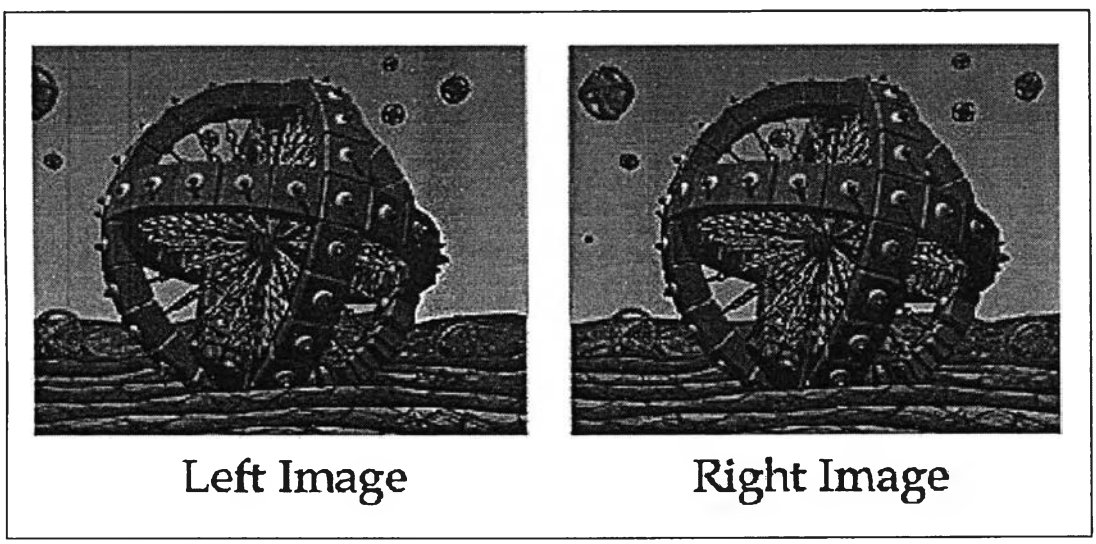
2.1.2 ทัศนมิติแบบภาพคู่ (Binocular perspectives) เป็นรูปแบบที่มนุษย์มองเห็นสิ่งต่างๆ ในลักษณะ 3 มิติ เนื่องมาจากดวงตาแต่ละข้างของมนุษย์ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวรับภาพมองเห็นภาพที่มีส่วนสัดของความลึกที่แตกต่างกันเล็กน้อย ตัวอย่างเช่น ถ้ามองจุดๆหนึ่งที่ระยะห่างจากดวงตาประมาณ 10 เซนติเมตร ด้วยตาข้างซ้ายและขวาทีละข้างจะเห็นว่าจุดๆนั้นโดดจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งเมื่อมีการเปลี่ยนข้างดวงตาที่มอง ซึ่งความแตกต่างนี้เรียกว่าความเหลื่อม (parallax) และถ้ามองจุดนั้นๆโดยที่มีระยะห่างจากดวงตาเพิ่มมากขึ้นจะเห็นว่าความเหลื่อมจะเกิดน้อยลง ซึ่งมีสาเหตุจากข้อเท็จจริงที่ว่าตาแต่ละข้างมองเห็นสิ่งต่าง ๆ จากจุดที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปดวงตาของมนุษย์ทั้งสองข้างจะห่างกันประมาณ 2 นิ้วครึ่งหรือ 64 มิลลิเมตร ภาพที่ได้จากการมองของดวงตาแต่ละข้างเป็นภาพที่แตกต่างกันเล็กน้อย ภาพทั้งสองนี้จะถูกส่งไปยังสมอง แล้วสมองจะนำข้อมูลที่เกี่ยวกับความเหลื่อมของภาพ 2 ภาพที่คล้ายกันมาทำการรวมความแตกต่างให้กลายเป็นภาพเดี่ยวเรียกว่าการหลอมรวมภาพ (fusion) ซึ่งจะทำให้เกิดความรู้สึกถึงความลึกของสิ่งที่เห็น[2] ดังแสดงในรูปที่ 2.9 การนำทฤษฎีที่กล่าวมานี้มาประยุกต์ใช้กับงานด้านคอมพิวเตอร์เพื่อการแสดงผลภาพ 3 มิติ จะใช้การแสดงภาพแบบภาพคู่สเตอริโอเพราะสามารถนำมาใช้ในการแสดงผลผ่านทางจอภาพได้ ซึ่งการแสดงภาพคู่สเตอริโอจะทำการแสดงภาพ 2 มิติ 2 ภาพ ที่ได้รับการจัดไว้อย่างเหมาะสมให้แก่ดวงตาแต่ละข้างดังรูป 2.10 เพื่อที่จะสร้างความรู้สึกถึงความลึก ซึ่งการมองภาพคู่สเตอริโอจำเป็นต้องใช้แว่นเปิดปิดผลึกเหลวเป็นอุปกรณ์ช่วยในการมอง เพื่อให้สามารถมองเห็นเป็น 3 มิติได้

---

[2] มงคล ภิญโญสโมสร, "การออกแบบและพัฒนาระบบการแสดงภาพสเตอริโอแบบแทรกสอด" (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิตสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539) หน้า 3



รูปที่ 2.9 ภาพที่ได้จากการมองด้วยตาซ้ายและขวาเกิดการหลอมรวมเป็นภาพที่มีความลึก

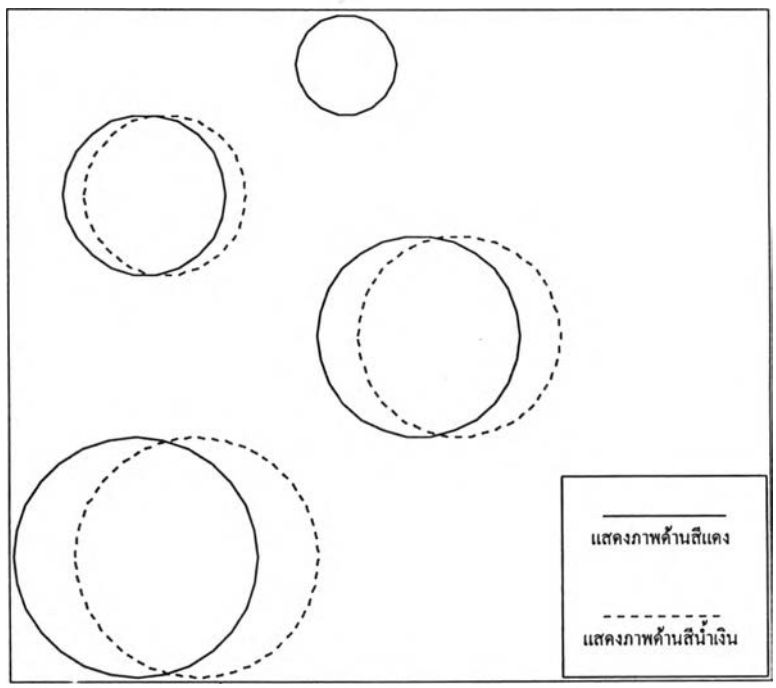


รูปที่ 2.10 ภาพคู่สเตอริโอสำหรับตาข้างซ้ายและขวา[3]

[3] http://www.teleport.com/~rs3/stereo.htm

เทคโนโลยีการแสดงภาพคู่สเตอริโอบนคอมพิวเตอร์ สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ

2.1.2.1 การแสดงภาพสองตาพร้อมกัน ระบบนี้จะแสดงภาพสำหรับตาข้างซ้ายและขวาออกมาพร้อมกันในคราวเดียว แล้วใช้ตัวกรองทำหน้าที่กรองภาพว่าดวงตาข้างใดจะรับภาพแบบใด ตัวอย่างที่เป็นที่รู้จักดีของวิธีนี้คือ ระเบียบวิธีอนากลิฟ* (Anaglyph method) ซึ่งใช้สีเป็นตัวกำหนดลักษณะการเห็น ดังรูป 2.11 ซึ่งระบบนี้จะเกิดปัญหาที่ว่าตัวกรองไม่สามารถขจัดภาพที่ไม่ต้องการสำหรับตาข้างใดข้างหนึ่งออกไปได้หมด จะทำให้ผู้ใช้มีอาการปวดศีรษะหรือบางครั้งอาจมองไม่เห็นเป็น 3 มิติชัดเจน

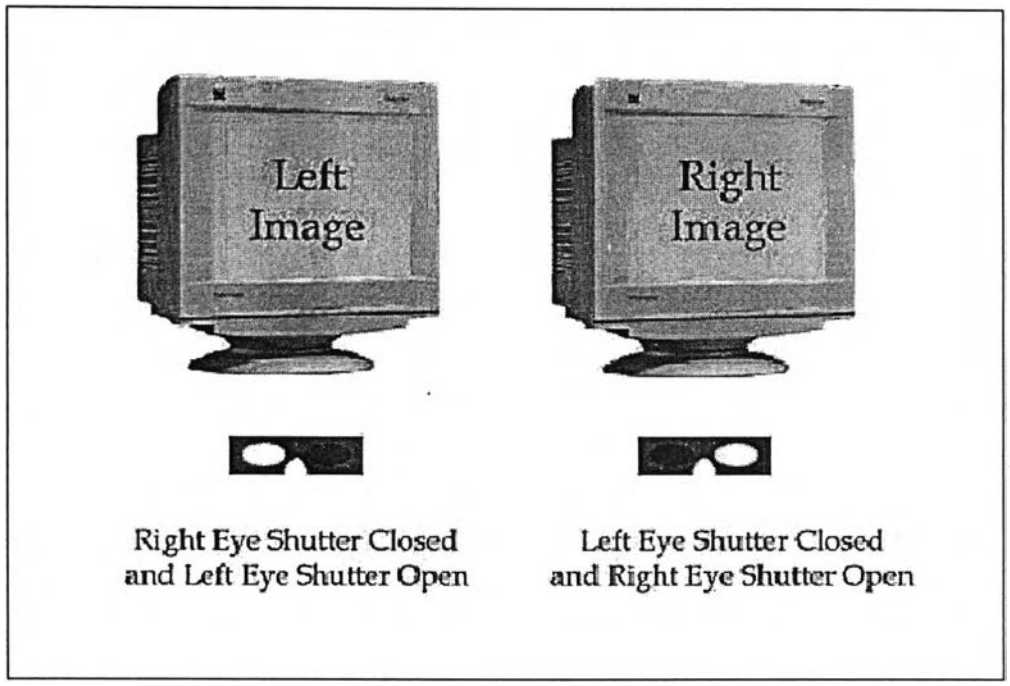


รูปที่ 2.11 รูปตัวอย่างวิธีการแสดงภาพสองตาพร้อมกันโดยใช้ระเบียบวิธีอนากลิฟ

2.1.2.2 การแสดงภาพของตาข้างซ้ายและขวาสลับกันเรียงตามลำดับ วิธีนี้จะอาศัยการปิดและเปิดตาข้างซ้ายและขวาสลับกันของแว่นเปิดปิดผลึกเหลวที่ใช้เป็นอุปกรณ์เสริมพิเศษให้เข้าจังหวะกับการแสดงผลทางจอภาพ เมื่อตาซ้ายถูกปิด ระบบจะแสดงภาพที่เตรียมไว้สำหรับตาขวาออกมาและเปิดตาข้างขวาให้มองเห็น ต่อมาในขณะที่ตาขวาถูกปิด ภาพของตาซ้ายก็จะถูกแสดงขึ้นและเปิดตาข้างซ้ายให้มองเห็นตามลำดับดังรูป 2.12 ซึ่งวิธีการนี้สามารถแก้ปัญหาที่การแสดงภาพแบบสองตาพร้อมกันทำให้เกิดขึ้นได้

---

* ระเบียบวิธีอนากลิฟ วิธีการแสดงภาพสเตอริโอ 3 มิติประเภทหนึ่ง ซึ่งใช้สีแดงและน้ำเงินหรือเขียวเป็นส่วนที่กำหนดการเห็นของดวงตาแต่ละข้างโดยที่ภาพที่ใช้จะสร้างเป็นพิเศษให้มี 2 โทนสีคือแดงและน้ำเงินหรือเขียว ซึ่งผู้ใช้จะต้องสวมแว่นตาที่มีสีแดงและน้ำเงินหรือเขียวอย่างละข้างซึ่งแว่นนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวกรองภาพที่จะให้ดวงตาแต่ละข้างมองเห็นภาพที่แตกต่างกัน

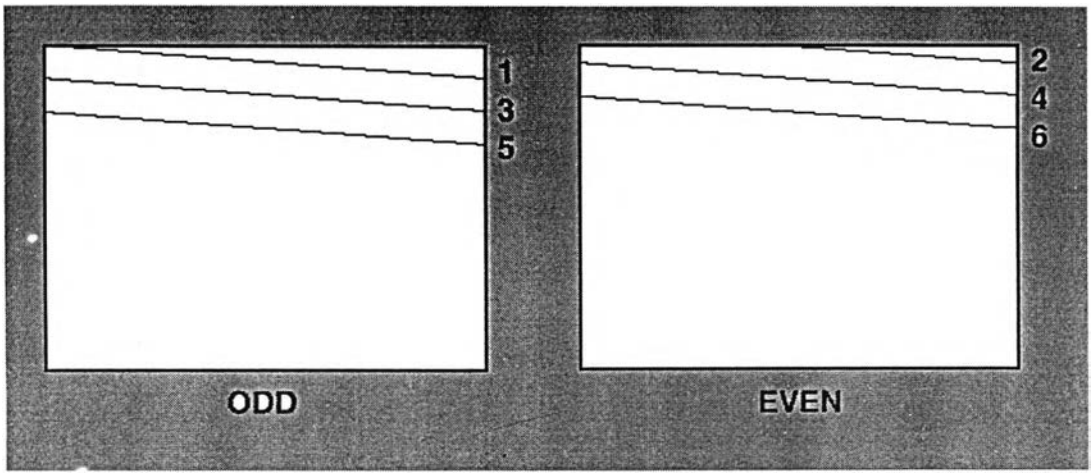


รูปที่ 2.12 การแสดงภาพคู่สเตอริโอแบบแสดงตาซ้ายและขวาสลับกันเรียงตามลำดับ

2.2 รูปแบบการแสดงภาพสเตอริโอ 3 มิติของคอมพิวเตอร์

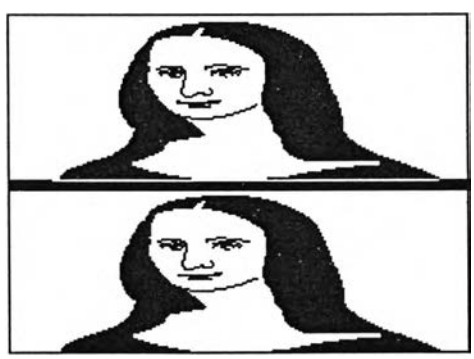
วิธีการแสดงภาพ 3 มิติของคอมพิวเตอร์แบบแสดงตาซ้ายและขวาสลับกันเรียงตามลำดับมีด้วยกันหลายวิธีซึ่งแต่ละวิธีก็เหมาะกับการใช้งานต่าง ๆ กัน แบ่งออกเป็น

2.2.1 การแสดงภาพแบบสเตอริโอสอดประสาน เป็นวิธีการแสดงภาพแบบสเตอริโอ 3 มิติที่ได้รับการพัฒนาขึ้นในลำดับต้นๆ โดยใช้วิธีจำลองรูปแบบการแสดงผลของหลอดภาพโทรทัศน์ซึ่งจะทำการแสดงเส้นคี่จนครบทั้งหน้าจอแล้วจึงแสดงเส้นคู่จนครบ ซึ่งได้นำมาประยุกต์เข้ากับการแสดงภาพของคอมพิวเตอร์โดยที่จะให้เส้นคู่และเส้นคี่แสดงภาพที่แตกต่างกัน และทำการปิดตาทีละข้างสลับกันโดยใช้แว่นเปิดปิดผลึกเหลว ด้วยความเร็วเท่ากับอัตราความถี่ของการแสดงผลของจอคอมพิวเตอร์จะทำให้สมองประมวลผลภาพที่เห็นเป็น 3 มิติ ระบบนี้มีจุดเด่นตรงที่อุปกรณ์ที่ใช้มีราคาถูก สามารถนำมาใช้ร่วมกับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลทั่วไปได้ เนื่องจากมีอุปกรณ์ที่ต้องการเพียงแว่นเปิดปิดผลึกเหลวและโปรแกรมควบคุมเท่านั้น ทำให้วิธีนี้ยังเป็นที่นิยมใช้อยู่จนถึงปัจจุบัน แต่คุณภาพของภาพที่ได้จะมีรายละเอียดน้อยกว่าปกติครึ่งหนึ่ง และจะมีการกระพริบให้สังเกตได้ ซึ่งวิธีการที่จะทำให้การกระพริบส่งผลให้ระคายเคืองได้น้อยลงคือลดแสงสว่างลงและปรับให้การแสดงแสงจากจอภาพมีความใกล้เคียงกับแสงในห้อง



รูปที่2.13 การแสดงผลแบบสเตอริโอสอดประสาน

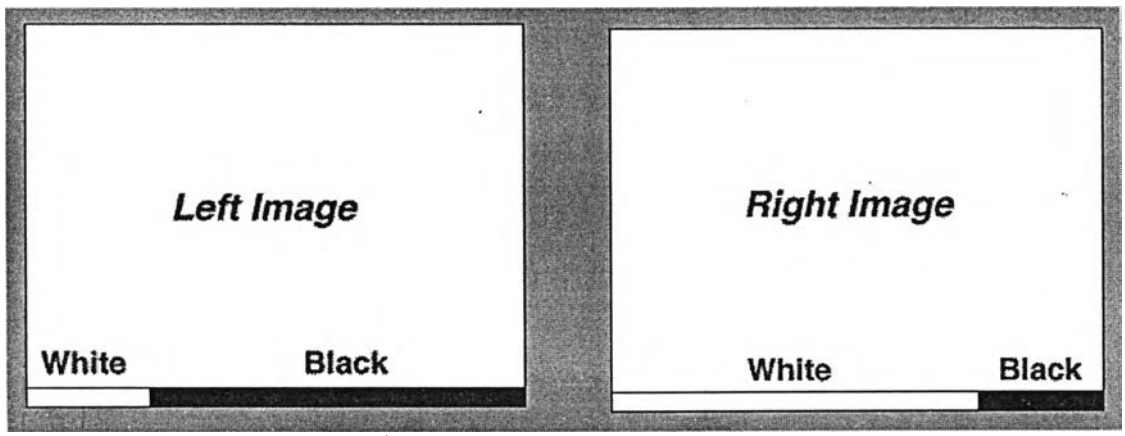
2.2.2 การแสดงภาพแบบบนและล่าง (Above-and-Below format) เป็นวิธีที่ทำโดยแบ่งส่วนการแสดงภาพออกเป็น 2 ส่วนบนและล่างเท่าๆกัน แล้วทำการบีบภาพให้อยู่ในขอบเขตนี้ 2 ภาพ นำมาแสดงในจอภาพที่มีความถี่การแสดงผล 120 ภาพต่อวินาทีซึ่งจะสูงกว่าปกติ 2 เท่า ซึ่งระบบการแสดงผลขั้นสูงจะสามารถคลายการบีบอัดและแสดงออกมาเป็นสองภาพซึ่งเมื่อใช้ร่วมกับแว่นเปิดปิดผลึกเหลวจะทำให้สามารถดูเป็นภาพสามมิติได้โดยไม่เกิดอาการกระพริบ



รูปที่2.14 การแสดงภาพแบบบนและล่าง

2.2.3 การแสดงภาพแบบสลับหน้าหน่วยความจำ (Page Flipping) เป็นการแสดงภาพคู่สเตอริโอโดยการเขียนแต่ละภาพเอาไว้ในแต่ละหน้าของหน่วยความจำแล้วนำมาแสดงสลับกันโดยใช้ควบคู่กับแว่นเปิดปิดผลึกเหลวที่มีการปรับจังหวะการเปิดปิดให้สอดคล้องกับจังหวะการแสดงผลแต่ละหน้าของหน่วยความจำเพื่อให้สามารถเห็นเป็นภาพ 3 มิติ

2.2.4 รหัสเส้นขาว (White-Line-Code) เป็นวิธีการที่ทำให้สามารถแสดงภาพ 3 มิติได้โดยที่ไม่จำเป็นต้องทราบอัตราความถี่ของการแสดงผลของจอภาพ โดยจะแสดงเส้นสีขาวที่ด้านล่างสุดของจอภาพ และใช้ความยาวของเส้นขาวเป็นตัวระบุว่าภาพที่แสดงอยู่นั้นเป็นภาพสำหรับตาซ้ายหรือตาขวา โดยจะมีวงจรเสริมเพื่อทำหน้าที่ถอดรหัสความยาวของเส้นสีขาวนี้เพื่อควบคุมการทำงานของแว่นเปิดปิดผลึกเหลวให้ประสานจังหวะการแสดงภาพ



รูปที่2.15 การแสดงผลแบบรหัสเส้นขาว

โดยในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้รูปแบบการแสดงภาพแบบสเตอริโอสอดประสานที่มีรหัสเส้นขาวเป็นตัวกำกับเพื่อควบคุมการถอดรหัสสัญญาณภาพ เพื่อใช้แสดงภาพคู่กับแว่นเปิดปิดผลึกเหลว SimulEyes VR ของบริษัทสเตอริโอกราฟิก เนื่องจากระบบนี้สามารถใช้กับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลได้เกือบทั้งหมด เพราะระบบการแสดงผลแบบสอดประสานมีมาตรฐานการแสดงผลทางจอภาพของคอมพิวเตอร์ที่บริษัทไอบีเอ็มกำหนด ให้ทำการแสดงผลที่ 1024 x 768 จุดในโหมดการแสดงผลแบบสอดประสานที่ 43 เฮิร์ทเรียกว่า 8514/a ซึ่งระบบจอภาพในปัจจุบันเกือบทั้งหมดรองรับมาตรฐานนี้ และยังเป็นระบบที่มีราคาไม่สูง ทำให้สามารถใช้ได้อย่างแพร่หลาย

2.3 การเขียนโปรแกรมแมทลิงค์

การเขียนโปรแกรมเพื่อที่จะติดต่อและทำงานร่วมกับโปรแกรมแมทแมติก้าจะต้องสร้างโปรแกรมตามลักษณะที่โปรแกรมแมทแมติก้ายอมรับเรียกว่าโปรแกรมแมทลิงค์ ซึ่งแมทลิงค์เป็นโพรโตคอลที่ใช้ในการสื่อสารข้ามแพลตฟอร์มที่ถูกสร้างขึ้นโดยบริษัทวูล์ฟแรมรีเสิร์ชเพื่อใช้สำหรับเชื่อมต่อโปรแกรมแมทแมติก้ากับโปรแกรมอื่นๆ โดยจะมีคลังคำสั่งภาษาซีที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อให้ใช้ติดต่อกับโปรแกรมแมทแมติก้าซึ่งมีการติดต่อกันแบบใจกลางสู่ใจกลาง (kernel-to-kernel) การใช้งานแมทลิงค์สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. การใช้งานโดยให้ศูนย์กลางการประมวลผลของโปรแกรมแมทแมติก้า (Mathematica Kernel) ทำการเรียกใช้ฟังก์ชันที่ถูกสร้างขึ้นไว้ในโปรแกรมภายนอก เพื่อทำงานเฉพาะอย่างตามที่ต้องการ วิธีนี้ใช้เพื่อเสริมความสามารถของโปรแกรมแมทแมติก้าโดยการเขียนโปรแกรมเพิ่มเติมเข้าไป

2. การใช้งานโดยให้โปรแกรมภายนอกที่พัฒนาขึ้นเรียกใช้ความสามารถในการคำนวนจากโปรแกรมแมทแมติก้าและสร้างส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้ตามรูปแบบที่ต้องการ ซึ่งวิธีการนี้สามารถทำให้เกิดประโยชน์อย่างมากในการนำความสามารถในการคำนวณแบบต่างๆของโปรแกรมแมทแมติก้าไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ตัวอย่างของการพัฒนาวิธีนี้คือ แมทลิงค์สำหรับโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กซ์เซลล์ ซึ่งเป็นการนำความสามารถของโปรแกรมแมทแมติก้าไปใช้ในเซลล์ข้อมูลของโปรแกรมแผ่นตารางทำการไมโครซอฟท์เอ็กซ์เซลล์

ในงานวิจัยนี้จะเลือกที่จะพัฒนาโปรแกรมในแบบที่ 1 ที่ทำงานเป็นฟังก์ชันให้โปรแกรมแมทแมติก้าทำการเรียกใช้ เนื่องจากต้องการใช้โปรแกรมนี้เป็นส่วนเสริมประสิทธิภาพด้านการแสดงผลด้าน 3 มิติของโปรแกรมแมทแมติก้า

แมทลิงค์สนับสนุนโดยตรงกับภาษาซีซึ่งการพัฒนาจะต้องทำตามรูปแบบที่กำหนดไว้โดยเขียนโปรแกรมแยกเป็น 2 ส่วน คือ

1. ส่วนโปรแกรมฟังก์ชัน เป็นส่วนที่จะใช้ทำการคำนวณหรือทำงานต่างๆ ที่ต้องการโดยจะเขียนด้วยภาษาซี

2. ส่วนแผ่นแบบแมทลิงค์ เป็นส่วนที่ใช้ทำการติดต่อระหว่างโปรแกรมแมทแมติก้ากับโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นซึ่งจะต้องเขียนตามลักษณะที่โปรแกรมแมทแมติก้ากำหนดไว้ โดยมีรูปแบบที่กำหนดไว้ดังแสดงในตารางที่ 2.1 และถูกแปลด้วยตัวประมวลผลก่อนเพื่อให้กลายเป็น รหัสต้นฉบับภาษาซีที่สามารถนำมารวมกับส่วนที่ 1 ทำให้เป็นโปรแกรมที่สมบูรณ์

ตารางที่ 2.1 ส่วนต่างๆ ของแผ่นแบบแมทลิงค์

: Begin :	จุดบอกการเริ่มต้นของฟังก์ชัน
: Function :	ชื่อของฟังก์ชันที่อยู่ในโปรแกรมภายนอก
: Pattern :	รูปแบบการเรียกใช้ฟังก์ชัน
: Arguments :	อาร์กิวเมนต์ที่ใช้ส่งไปในฟังก์ชัน
: Argument Types :	รูปแบบของอาร์กิวเมนต์ที่ใช้
: ReturnType :	รูปแบบของค่าที่ฟังก์ชันส่งคืนกลับมา
: End :	จุดบอกการจบของฟังก์ชัน
: Evaluate :	ใช้เรียกให้ทำคำสั่งของโปรแกรมแมทแมติก้าที่ต้องการใช้ทำงานเพียงครั้งแรกเมื่อทำการเรียกใช้โปรแกรมแมทลิงค์ครั้งแรกเท่านั้น

และเมื่อทำการรวมโปรแกรมทั้งสองส่วนเข้าด้วยกัน จะได้เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปหนึ่งโปรแกรม ซึ่งสามารถเรียกใช้ได้จากโปรแกรมแมทแมติก้า ตัวอย่างการเรียกใช้งานโปรแกรมภายนอกแสดงในรูป 2.16

```
In[1] := my_external_program = Install["myprogram.exe"]
Out[1] = LinkObject[my_external_program, 2 , 2]
```

รูปที่ 2.16 ตัวอย่างแสดงการทำงานของโปรแกรมแมทแมติก้าที่ทำการเรียกใช้โปรแกรมภายนอกชื่อ "myprogram.exe"

จากตัวอย่างเป็นการเรียกโปรแกรมภายนอกชื่อ "myprogram.exe" เข้ามาใช้งานโดยเชื่อมโยงอยู่กับโปรแกรมแมทแมติก้าในลิงค์ชื่อ my_external_program ซึ่งเมื่อต้องการยกเลิกการใช้ก็สามารถทำได้ดังตัวอย่างแสดงในรูป 2.17

```
In[2] := Uninstall[my_external_program]
Out[2] = myprogram
```

รูปที่ 2.17 ตัวอย่างแสดงการยกเลิกการใช้โปรแกรมภายนอกชื่อ "myprogram.exe"

ซึ่งเมื่อทำการเรียกใช้โปรแกรมดังกล่าวแล้ว ศูนย์กลางการประมวลผลของโปรแกรมแมทแมติก้าจะติดต่อกับโปรแกรมที่ถูกเรียกด้วยกระบวนการประมวลผลแบบแม่ไปสู่ลูกซึ่งศูนย์กลางการประมวลผลของโปรแกรมแมทแมติก้าจะทำหน้าที่เป็นแม่และ โปรแกรมแมทลิงค์จะทำหน้าที่เป็นลูก แต่ถ้าเป็นกรณีที่ทำการพัฒนาโปรแกรมแมทลิงค์ในแบบที่เป็นการเรียกใช้ศูนย์กลางการประมวลผลของโปรแกรมแมทแมติก้าจากโปรแกรมอื่นผ่านทางแมทลิงค์หน้าที่ดังกล่าวจะสลับกัน

2.4 การเขียนแมทแมติก้าแพ็คเกจ

แมทแมติก้าแพ็คเกจ (Mathematica package) เป็นการเขียนโปรแกรมแบบหนึ่งของโปรแกรมแมทแมติก้าซึ่งเขียนโดยใช้ภาษาโปรแกรมของตัวเอง การเขียนแมทแมติก้าแพ็คเกจจะมีจุดประสงค์เพื่อขยายความสามารถในการทำงานของโปรแกรมแมทแมติก้า โดยการใช้รูปแบบคำสั่งที่มีอยู่มาดัดแปลงเพื่อสร้างเป็นฟังก์ชันใหม่ โดยมีรูปแบบการเขียนดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 รูปแบบมาตรฐานการเขียนคำสั่งในแมทแมติก้าแพ็คเกจ

BeginPackage[“*Package*`”]	สั่งให้ *Package*` เข้ามาใช้งานในระบบ
f::usage = “*text*”, ...	แนะนำการใช้งานหรือข้อมูลเกี่ยวกับฟังก์ชัน *f* เพื่อแสดงให้ผู้ใช้อ่าน
Begin[“`Private`”]	ให้ระบบเริ่มทำงานที่ *Package*`Private`
f::[*args*] = value, …	กำหนดการทำงานของฟังก์ชันในแพ็คเกจ
End[]	แสดงจุดสิ้นสุดของฟังก์ชัน
EndPackage[]	เลิกการใช้งาน *Package*` กลับไปสู่ระบบหลัก

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยทุนอุดหนุนโครงการสิ่งประดิษฐ์ เรื่อง ระบบคอมพิวเตอร์เพื่อการจินตทัศน์ข้อมูลแบบ 3 มิติสเตอริโอสลับเชิงเวลา โดย ผศ.ดร.สมชาย ประสิทธิ์จูตระกูล, ตุลาคม 2540 เป็นการนำเสนอระบบคอมพิวเตอร์เพื่อการจินตทัศน์ข้อมูลแบบ 3 มิติสเตอริโอสลับเชิงเวลา ซึ่งอาศัยแนวคิดการรับรู้ความลึกจากความแตกต่างทางแนวนอนของภาพที่ตามนุษย์เห็น การแสดงภาพสเตอริโอสลับเชิงเวลาบนจอคอมพิวเตอร์ และการทำงานของแว่นตาเปิดปิดแบบผลึกเหลว มาใช้กับระบบการจินตทัศน์ Visualization Toolkit ของบริษัทเจนเนรัล อิเล็กตริก และระบบแบบจำลอง 3 มิติ 3D-Studio MAX ของบริษัทออโตเด็กส์ โดยพัฒนาเป็นส่วนเสริมเพิ่มเข้าไปในซอฟต์แวร์ทั้งสองเพื่อให้มีคำสั่งการทำงานเพิ่มขึ้นในการแสดงภาพ 3 มิติสเตอริโอ โดยใช้เทคนิคการแสดงภาพแบบสอดประสาน

2.5.2 วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2539 เรื่อง การออกแบบและพัฒนาระบบการแสดงภาพสเตอริโอแบบแทรกสอด โดย มงคล ภิญโญสโมสร ซึ่งนำเสนอเกี่ยวกับการออกแบบระบบการแสดงภาพสเตอริโอแบบสอดประสาน โดยอาศัยการแสดงภาพที่มีความแตกต่างกันตามแนวนอนสำหรับตาทั้งสองข้างของผู้ดูในการสร้างการรับรู้ความลึก การแสดงภาพทั้งสองจะเป็นภาพแบบสอดประสานของภาพทั้งสอง ซึ่งรวมภาพสำหรับตาซ้ายอยู่ในตำแหน่งเส้นคี่ และภาพสำหรับตาขวาอยู่ในตำแหน่งเส้นคู่ของภาพที่แสดง ในขณะที่ตั้งจอภาพให้ทำงานในภาวะสอดประสาน (ที่สลับการแสดงภาพเส้นคี่และเส้นคู่) ผู้ดูภาพต้องสวมแว่นผลึกเหลวที่ต่อกับวงจรควบคุมการปิดเปิดแว่น ซึ่งคอยตรวจจับสัญญาณเส้นสุดท้ายของจอภาพซึ่งเก็บรหัส เพื่อกำหนดว่าภาพที่แสดงถัดไปจะเป็นภาพสำหรับตาข้างใด