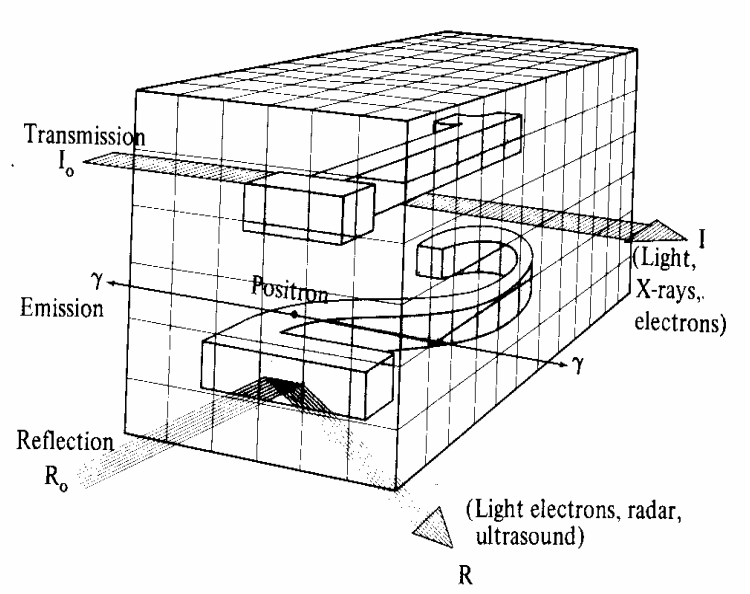
บทที่ 2
แบบจำลอง 3มิติ

2.1 บทนำ

หลักการของโทโมกราฟฟี่เป็นเทคนิคที่นิยมใช้สำหรับการวิเคราะห์วัตถุ เพราะว่าเทคนิคนี้จะไม่ทำลายวัตถุ ผลที่ได้จากหลักการโทโมกราฟฟี่คือภาพตัดขวางของวัตถุ โดยแบบจำลอง3มิติก็เป็นส่วนหนึ่งในการนำเอาหลักการของโทรโมกราฟฟี่มาใช้ในบทนี้ จะกล่าวถึงวิธีการสร้างภาพตัดขวางและการประยุกต์ใช้งานและในส่วนถัดไปจะบรรยายถึงพื้นฐานของของการสร้างแบบจำลอง 3มิติและเทคนิคที่ถูกนำไปใช้ กับการสร้างแบบจำลอง 3มิติได้อย่างไร

2.2 วิธีการสร้างภาพตัดขวาง

ปัญหาที่สำคัญในการประมวลผลเชิงภาพ (Image Processing) คือ การสร้างภาพตัดขวางของวัตถุโดยไม่ต้องทำลายวัตถุนั้น จากรูปที่ 2.1 พิจารณารูปสี่เหลี่ยมทรงลูกบาศก์ตัน ภายในประกอบด้วยเลขหนึ่งและสอง วิธีการที่ง่ายที่สุดเพื่อที่จะรู้ว่าภายในสี่เหลี่ยมตันนี้ประกอบด้วยอะไรบ้าง คือ การผ่าวัตถุตามแนวขวางให้ผ่านส่วนที่ต้องการดู อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติในกรณีต่างๆ เช่น การวินิจฉัยโรคทางการแพทย์ (Medical diagnosis) การสังเกตดูดวงดาว (Astronomical observation) การทดสอบในทางอุตสาหกรรมโดยไม่ต้องทำลาย (Industrial nondestructive testing) เป็นต้น จะไม่สามารถใช้วิธีการนี้ได้



รูปที่ 2.1 หลักการสร้างภาพตัดขวางโดยวิธีการส่งผ่าน การแผ่ และการสะท้อน

วิธีการสร้างภาพตัดขวางโดยไม่ต้องทำลายวัตถุ แบ่งออกเป็นหลักใหญ่ๆ 3 วิธี คือ การส่งผ่าน(Transmission), การแผ่ (Emission), และการสะท้อน (Reflection) ในการส่งผ่านเราจะใช้รังสีเอ็กซ์, ลำอิเล็กตรอน, ความร้อนหรือแสง หรือพลังงานใดๆก็ได้ที่ประพฤติตนตามกฎของการดูดซึม (Absorption law) โดยพลังงานที่ผ่านเข้าไปในวัตถุถูกดูดซึมในส่วนต่างๆของวัตถุไม่เท่ากัน พลังงานส่วนที่ทะลุออกมา เรียกว่า โปรเจคชัน และภาพตัดขวางที่ได้จากวิธีการนี้ คือ ภาพตัดขวางจากเครื่องเอ็กซ์เรย์คอมพิวเตอร์ ในวิธีการแผ่เราจะฉีดสารที่มีกัมมันตภาพรังสีเป็นส่วนประกอบเมื่อสารนี้ไปยังอวัยวะที่สนใจก็จะแผ่รังสีแกมมาในทิศทางที่แตกต่างกัน ความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการเดินทางของรังสีแกมมาที่ผ่านตำแหน่งเดียวกัน จะสามารถนำไปประมวลผลหาตำแหน่งของจุดนั้นได้ ภาพตัดขวางที่ได้จากวิธีนี้คือ ภาพตัดขวางจากเครื่องโพซิตรอนอิมิสชันโทโมกราฟฟี (Positron Emission Tomography หรือ P.E.T) และ เครื่องซิงเกิลโฟตอนอิมิสชันโทโมกราฟฟี (Single Photon Emission Computed Tomography หรือ S.P.E.C.T) ส่วนการสะท้อนจะใช้คุณสมบัติการสะท้อนของผิวหน้าของวัตถุมาตรวจสอบหาลักษณะของวัตถุได้ แหล่งพลังงานที่ใช้ เช่น แสง, ลำอิเล็กตรอน, เรดาร์, หรือ อุลต้าโซนิค ภาพตัดขวางที่ได้จากวิธีนี้ คือ ภาพตัดขวางจากเครื่องอัลตร้าซาวนด์ (Ultarsound)

2.3 พื้นฐานของการสร้างแบบจำลอง 3มิติ

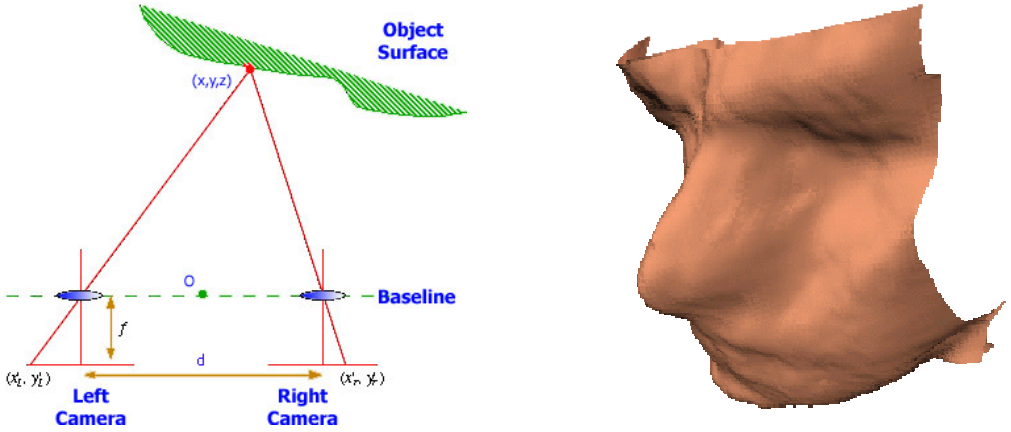
โดยปกติแล้วแบบจำลอง 3มิติถูกประยุกต์ใช้ในหลายๆด้านเพราะว่าสามารถนำมาช่วยในการวิเคราะห์วัตถุ โดยแบบจำลอง 3มิติสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทได้แก่ แบบจำลองวัตถุเชิงพื้นผิวและแบบจำลองวัตถุเชิงปริมาตรโดยที่ ส่วนของแบบจำลองเชิงพื้นผิวถูกแสดงในส่วนรูปร่างเพียงอย่างเดียวขณะที่แบบจำลองวัตถุเชิงปริมาตรสามารถมองเห็นรายละเอียดที่อยู่ภายในได้

23.1 แบบจำลองวัตถุเชิงพื้นผิว

นี่คือวิธีการที่ใช้สำหรับแสดงรูปร่างของวัตถุ วิธีการแบบจำลองเชิงพื้นผิวสามารถพบได้ในการประยุกต์ใช้งานหลายประเภท เช่น CAD(computer aided design) สำหรับงานด้านภาพและสถาปัตยกรรม นอกจากนี้ยังมีงานเคลื่อนไหว 3 มิติ

Stereoscopic System

เทคนิคนี้ใช้ ภาพ 2 ภาพจากมุมที่แตกต่างกันสำหรับการสร้างความลึกของภาพและภาพ2 มิติอื่นๆ เทคนิคนี้ถูกประดิษฐ์ขึ้นครั้งแรกโดย Sir Charles Wheastone ปี 1838 และถูกใช้ในงาน 3มิติอีกมากมาย



(ก) (ข)

รูปที่ 2.2 (ก) แสดงระบบของ Stereoscopy (ข) ตัวอย่างผลของ Stereoscopy

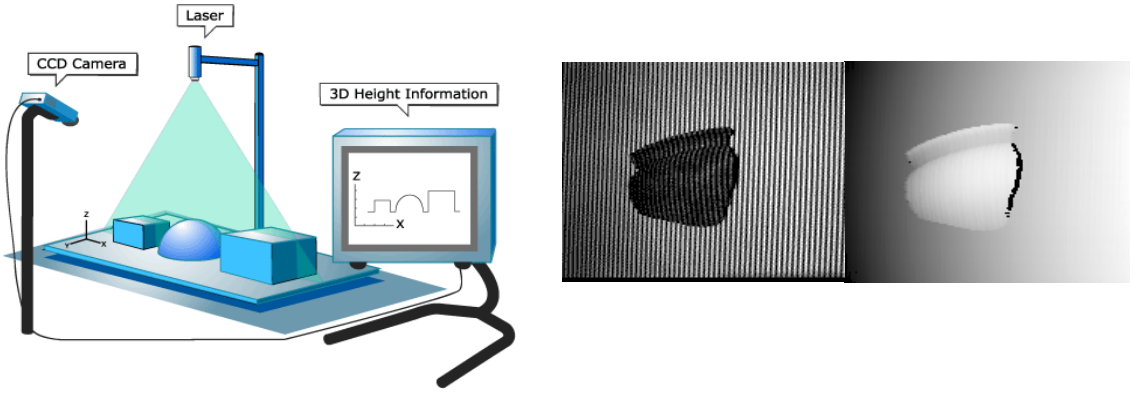
Laser Range Scanner

วิธีการนี้จะทำการสแกนวัตถุด้วยแสงเลเซอร์เพื่อหาพิกัดของจุดต่างๆบนวัตถุที่ต้องการเพื่อนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองพื้นผิว 3มิติต่อไป โดยตัว Laser Scanner จะทำการวัดเวลาในการเดินทางของพัลส์เลเซอร์ที่ส่งออกไปเพื่อนำมาใช้ในการหาระยะห่างระหว่างตัวสแกนเนอร์และพื้นผิวของวัตถุที่ทำการสแกน

รูปที่ 2.3 แสดงตัวอย่างผลของ Laser Range Scanner

Structured Light

กระบวนการนี้จะทำการฉายแสงในรูปแบบต่างๆเช่น ฉายแสงแบบระนาบ, เป็นกริด หรือในรูปแบบอื่นๆ ลงบนวัตถุแล้วทำการหาค่าการลดทอนของแสงในส่วนต่างๆของวัตถุมาใช้ในการคำนวณความสูงของวัตถุ แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้มาทำการสร้างแบบจำลอง 3มิติต่อไป

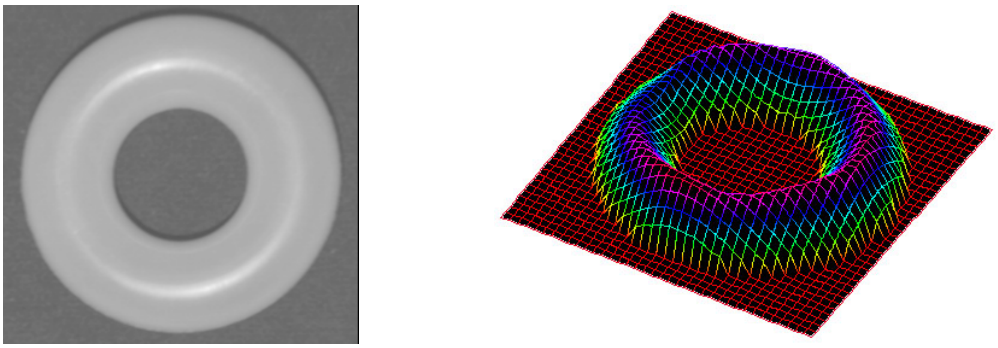


(ก) (ข)

รูปที่ 2.4 (ก) แสดงระบบของ Structured Light (ข) ตัวอย่างผลของ Structured Light

Shape from shading

Shape from shading คือการสร้างรูปทรงของวัตถุที่ต้องการโดยการใช้ข้อมูลจากเงาบนวัตถุ ซึ่งค่าของเงาในวัตถุแต่ละชนิดนั้นจะมีค่าต่างกันขึ้นอยู่กับคุณสมบัติการสะท้อนแสงของวัตถุแต่ละชนิด



(ก) (ข)

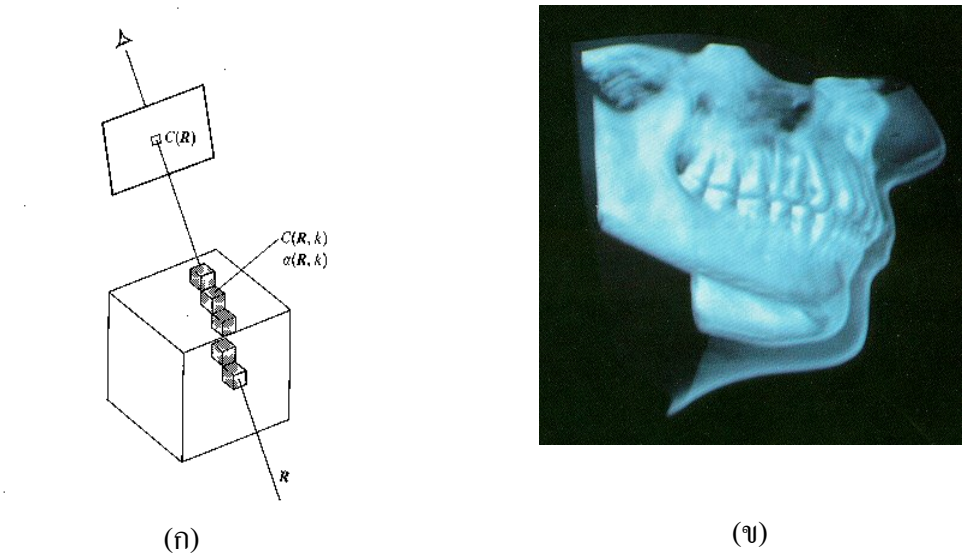
รูปที่ 2.5 (ก) แสดงภาพต้นแบบ (ข) ตัวอย่างผลของ Shape from shading

2.3.2 การสร้างภาพเชิงปริมาตร (Volume Rendering)

การแปลงข้อมูลเชิงปริมาตรไปเป็นภาพ 2 มิติ เรียกว่าการสร้างภาพเชิงปริมาตรโดยปกติแล้วข้อมูลเชิงปริมาตรเป็นภาพตัดขวางของวัตถุและส่วนปริมาตรแต่ละส่วนถูกเรียกว่าวอกเซลบางครั้งข้อมูลเชิงปริมาตรสามารถถูกมองในฐานะรูปแบบพื้นผิวและมาร์ชิงคิว(marching cubes)เป็นเทคนิคโดยทั่วไปที่ใช้สำหรับสร้างเป็นรูปร่างโดยปกติแล้วเทคนิคเรนเดอร์ริงนี้จะประกอบไปด้วย

การสร้างภาพโดยวิธีการฉายแสง(Ray Casting)

การสร้างภาพเชิงปริมาตรโดยวิธีการฉายแสงนี้เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ ต้องการแสดงข้อมูลเชิงปริมาตรให้อยู่ในรูปของข้อมูลภาพ 2มิติ ในมุมมองต่างๆ ทีกระทำกับปริมาตรโดยที่จะทำการฉายแสงเข้าไปในปริมาตรแล้วทำการคำนวณค่าสีและแสงเงาของข้อมูลแต่ละจุด แล้วทำการรวมค่าเหล่านั้นเป็นจุดภาพผลลัพธ์หนึ่งจุดหลังจากนั้นจึงทำตามตลอดทั้งภาพผลลัพธ์



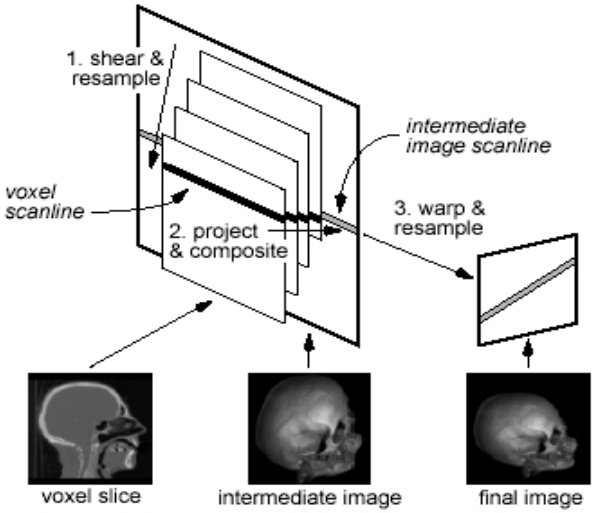
(ก) (ข)

รูปที่ 2.6 (ก) แนวคิดของ ray Casting (ข) ตัวอย่างผลของการเรนเดอร์ริงจากวิธีของ ray Casting

การสร้างภาพเชิงปริมาตรโดยวิธีการแปลงเฉือนและบิด(Shear Warp)

การสร้างภาพเชิงปริมาตรโดยวิธีการแปลงเฉือนและบิดนี้เป็นการแสดงข้อมูลเชิงปริมาตรให้อยู่ในรูปของข้อมูลภาพ 2มิติ ในมุมมองต่างๆ ทีกระทำกับปริมาตรจะมีขั้นตอนหลักๆดังนี้

1. ทำการแปลงข้อมูลปริมาตรไปยังพิกัดวัตถุเฉือนโดยการเลื่อนแต่ละสไลด์ออกไป มีทิศทางในการเลื่อนที่เป็นไปได้ 3 ทาง ให้เลือกเลื่อนสไลด์ในแนวที่ตั้งฉากกับทิศทางมุมมองมากที่สุดซึ่งในการเลื่อนนั้นอาจเลื่อนไปเป็นระยะทางที่ไม่ใช่จำนวนเต็ม ทำให้บางวอกเซลต้องมีการคำนวณค่าเพื่อชดเชยข้อมูลที่หายไปหรือรีแซมปลิง
2. ทำการประกอบแต่ละสไลด์ที่ถูกแซมปลิงเข้าด้วยกัน ทำการประกอบแบบหน้าไปหลังด้วยตัวกระทำ “โอเวอร์” (Over Operator) ขั้นตอนนี้เป็นการฉายแสงปริมาตรในพิกัดวัตถุเฉือนไปเป็นภาพ 2มิติที่บิดเบี้ยวหรือภาพระหว่างกลางนั่นเอง
3. แปลงภาพที่บิดเบี้ยวไปยังพิกัดภาพ โดยใช้การแปลงบิด ขั้นตอนนี้เป็นการรีแซมปลิงครั้งที่สองเพื่อสร้างภาพที่ถูกต้อง



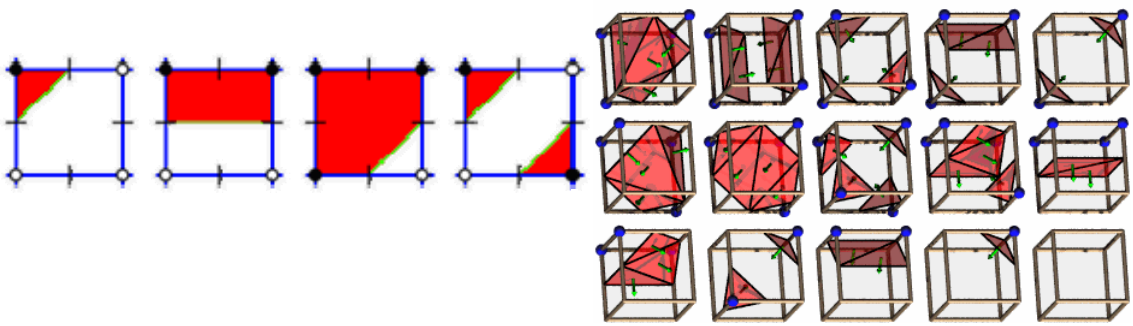
รูปที่ 2.7 การเรนเดอร์ริงด้วยวิธี shear Warp

Texture Mapping

เทคนิคนี้ใช้ความสามารถของกราฟฟิคการ์ดเพื่อทำสไลด์ของปริมาตร 3 มิติ โดยปกติสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดก็คือการทำปริมาตร 2มิติ และ 3 มิติ ความแตกต่างระหว่างเทคนิคของการเทคเจอร์ 3มิติ และ 2มิติก็คือตำแหน่ง ของสไลด์นั่นคือในเทคนิค 3 มิติสไลด์จะถูกวางตั้งฉากกับแนวสายตาแต่เทคนิค 2มิติไม่สามารถวางในทิศทางการมองได้หมด โดยแต่ละกลุ่มของการเทคเจอร์2 มิติถูกวางตั้งฉากกับหนึ่งแกนของหลายๆแกนหลักของข้อมูลเชิงปริมาตร

Marching Cubes

มันคือกระบวนการสำหรับดึงรูปร่างของข้อมูลเชิงปริมาตรโดยการใช้พื้นผิวมาตรฐาน ที่ถูกสร้างขึ้นจากการพิจารณาขอบของลูกบาศก์หรือวอกเซลในระบบ 2มิติเราสามารถแยกพื้นผิวมาตรฐานเป็น 4 รูปแบบและ 15รูปแบบสำรับระบบ 3 มิติ รูปแบบเหล่านี้สามารถถูกแสดงในรูป 2.8 ดังนั้น รูปร่างสามารถถูกคำนวณจากการสแกนและการแทนที่โดยรูปแบบที่เหมาะสมในแต่ละพิคเซลหรือวอกเซลเหล่านี้ดังที่แสดงในรูป 2.8

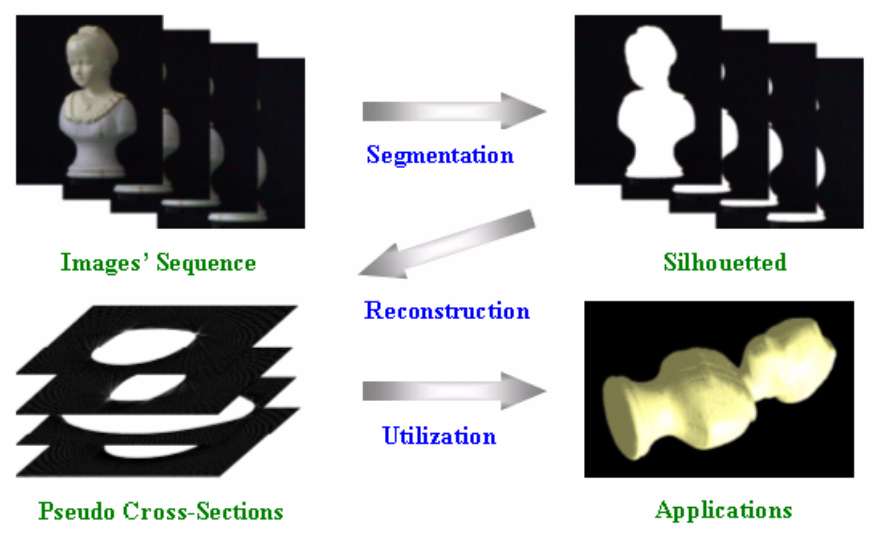


(ก) (ข)

รูปที่ 2.8 พื้นผิวมาตรฐาน (ก) แบบ 2มิติ (ข) แบบ 3มิติ

2.4 ขั้นตอนพื้นฐานในการสร้างแบบจำลอง 3มิติ

ในการสร้างแบบจำลอง 3มิตินั้นเราจะทำการถ่ายภาพรอบวัตถุที่ต้องการจะนำมาสร้างเป็นแบบจะลอง 3มิติเพื่อนำภาพที่ได้ทำเป็นข้อมูลภาพโปรเจคชันเมื่อเราได้ภาพโปรเจคชันแล้วเราจะนำภาพโปรเจคชันที่ได้มาทำการแปลงภาพที่ได้ให้เป็นภาพในระบบไบนารี่แล้วจะนำภาพโปรเจคชันที่ไปผ่านกระบวนการของการสร้างภาพกลับเมื่อภาพโปรเจคชันผ่านกระบวนการของสร้างภาพกลับเราจะข้อมูลที่เป็นภาพตัดขวางของวัตถุออกมาและเมื่อเราได้ภาพตัดขวางของวัตถุเรานำภาพตัดขวางที่ได้ไปผ่านกระบวนการของการเรนเดอร์ริงเราก็จะได้แบบจำลอง 3มิติออกมาโดยกระบวนการทั้งหมดจะเป็นไปตามรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 แสดงพื้นฐานการสร้างแบบจำลอง 3มิติ