

การสร้างแบบจำลองสามมิติจากภาพสองมิติ

ณัฐ อนันตลาโกชัย¹, กันต์พงษ์ วรรณปัญญา² และ ณฐพล พันธุ์วงศ์³

^{1, 2, 3} คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Emails: nat.anunta@gmail.com¹, kuntpong@gmail.com², natapon@it.kmitl.ac.th³

บทคัดย่อ

แบบจำลองสามมิติ คือ การแสดงวัตถุในรูปแบบสามมิติ ซึ่งถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานที่หลากหลาย เช่น การวิเคราะห์วัตถุ การจำลองภาพเสมือนจริง และการสร้างแบบจำลองทางการแพทย์ ในปัจจุบันการสร้างแบบจำลองสามมิติจากภาพสองมิติ กลายเป็นทางเลือกหนึ่งในการสร้างแบบจำลองวัตถุแบบกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งมีนักวิจัยจำนวนมากให้ความสนใจในแนวทางนี้ ในบทความนี้จึงได้นำเสนอการสร้างแบบจำลองสามมิติจากภาพสองมิติแบบกึ่งอัตโนมัติ โดยในที่นี้ได้แบ่งตามกลุ่มของเทคนิคพื้นฐานของการสร้างแบบจำลองโดยอาศัยคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ (Computer Aided Design) ซึ่งพอจะแยกได้เป็น 3 กลุ่มหลัก คือ การสร้างโดยการประกอบจากแบบจำลองพื้นฐาน การสร้างโดยวิธีการ Sweep และการสร้างโดยวิธีการ Loft ซึ่งเทคนิคที่กล่าวถึงในบทความนี้สามารถนำไปใช้สร้างแบบจำลองจากภาพสองมิติได้

คำสำคัญ – แบบจำลองสามมิติ; ภาพสองมิติ; การสร้างแบบจำลอง; การสร้างแบบจำลองแบบกึ่งอัตโนมัติ

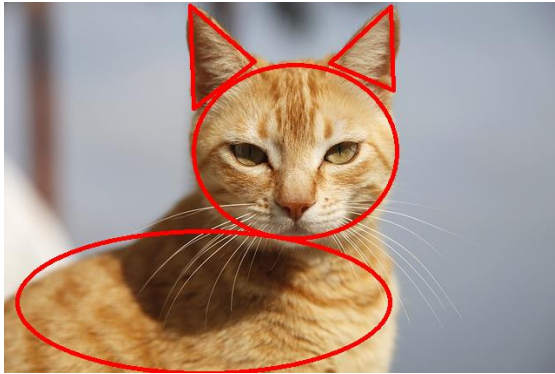
1. บทนำ

แบบจำลองสามมิติ คือ การแสดงวัตถุในรูปแบบสามมิติ (x, y, z) พร้อมการจำลองพื้นผิวของวัตถุ ซึ่งมักจะถูกใช้เป็นแบบจำลองของวัตถุจริง หรือใช้เป็นตัวแทนในการจำลองสถานการณ์ โดยทั่วไป แบบจำลองจะถูกสร้างโดยผู้ชำนาญการณ์ในการสร้างแบบจำลองสามมิติผ่านทางโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ ซึ่งต้องใช้ทั้งเวลาและความชำนาญของผู้สร้าง และผู้สร้างต้องควบคุมการสร้างหลายขั้นตอน ดังนั้น เพื่อเป็นการอำนวยความสะดวกให้กับผู้สร้างแบบจำลอง นักวิจัยจึงได้นำเสนอวิธีการสร้างแบบจำลองแบบกึ่งอัตโนมัติ และแบบอัตโนมัติ เพื่อที่จะช่วยลดขั้นตอนการทำงานของมนุษย์ เช่น การสร้างแบบจำลองจากภาพสองมิติจำนวนมาก หรือ

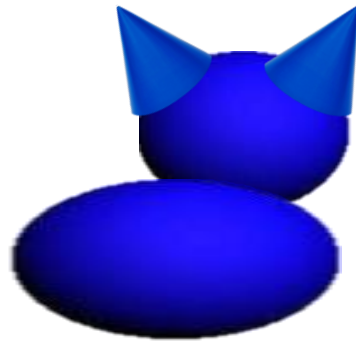
สร้างแบบจำลองจากการเปรียบเทียบองค์ประกอบของสีภายในภาพสองมิติ

มีงานวิจัยจำนวนหนึ่งที่ได้แนะนำการสร้างแบบจำลองแบบกึ่งอัตโนมัติจากภาพสองมิติเพียงภาพเดียว เพื่อให้สามารถสร้างแบบจำลองจากข้อมูลที่มีอย่างจำกัดโดยผู้สร้างจะเป็นผู้กำหนดคุณลักษณะของแบบจำลองจากวัตถุในรูปภาพ วิธีการนี้อำนวยความสะดวกต่อการสร้างแบบจำลองสำหรับผู้ใช้งานทั่วไป เมื่อเปรียบเทียบกับการสร้างแบบจำลองด้วยวิธีการที่ผู้สร้างต้องทำการควบคุมการสร้างแบบจำลองหลายขั้นตอน และต้องมีความชำนาญอีกด้วย

การสร้างแบบจำลองจากภาพสองมิตินั้นถูกแบ่งตามวิธีการสร้างแบบจำลองได้ 3 กลุ่ม คือ การสร้างโดยการประกอบจากแบบจำลองพื้นฐาน [1]-[2] การสร้างโดยวิธีการ

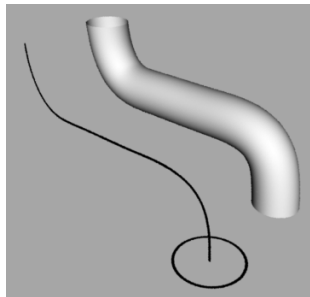


(ก)

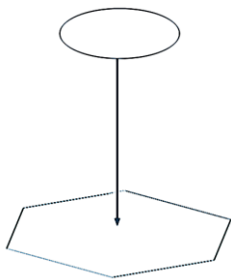


(ข)

รูปที่ 1 การสร้างโดยการประกอบจากแบบจำลองพื้นฐาน (ก) การอธิบายส่วนของภาพด้วยรูปเรขาคณิต (ข) ผลลัพธ์ของการจำลองแบบจำลอง



รูปที่ 2 การสร้างแบบจำลองด้วยวิธีการ Sweep ในการเพิ่มปริมาตรรูปทรงหน้าตัดไปตามทิศทางที่กำหนด



(ก)

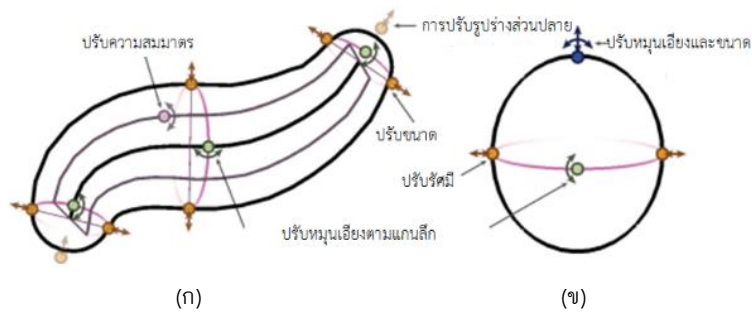


(ข)

รูปที่ 3 การสร้างแบบจำลองด้วยวิธีการ Loft (ก) รูปทรงหน้าตัดที่ถูกกำหนดตำแหน่งบนแกนสมมติ (ข) พื้นผิวที่ถูกสร้าง

Sweep [3]-[6] และการสร้างด้วยวิธีการ Loft [7]-[11]
การสร้างโดยการประกอบจากแบบจำลองพื้นฐาน
เป็นการนำแบบจำลองทรงเรขาคณิตพื้นฐานมาจับคู่กับ

รูปร่างของวัตถุในรูปภาพสองมิติ ซึ่งจะทำให้การปรับขนาด
ให้เท่ากับขนาดของขอบวัตถุในภาพสองมิติโดยอัตโนมัติ
ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 4. การสร้างแบบจำลองทรงเรขาคณิตพื้นฐานที่ปรับค่าได้ (ก) ทรงกระบอก (ข) ทรงรี

การสร้างแบบจำลองโดยวิธีการ Sweep เป็นวิธีการสร้างแบบจำลองจากรูปทรงหน้าตัดของแบบจำลองเพียงหนึ่งรูปทรงหน้าตัดแล้วเพิ่มปริมาตรไปตามทิศทางที่กำหนด ดังรูปที่ 2

การสร้างแบบจำลองโดยวิธีการ Loft คือ การสร้างแบบจำลองที่เกิดจากรูปทรงหน้าตัดตั้งแต่ 2 หน้าตัดขึ้นไป แล้วจึงสร้างแบบจำลองที่เกิดจากรูปทรงหน้าตัดที่กำหนด ดังรูปที่ 3

ในส่วนต่อไปของบทความนี้ จะประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้ ส่วนที่ 2 การทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะอธิบายถึงวิธีการการสร้างแบบจำลองจากรูปภาพสองมิติ ส่วนที่ 3 เป็นการอภิปรายผลของวิธีการสร้างแบบจำลองจากรูปภาพสองมิติ และส่วนที่ 4 เป็นบทสรุป

2. การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

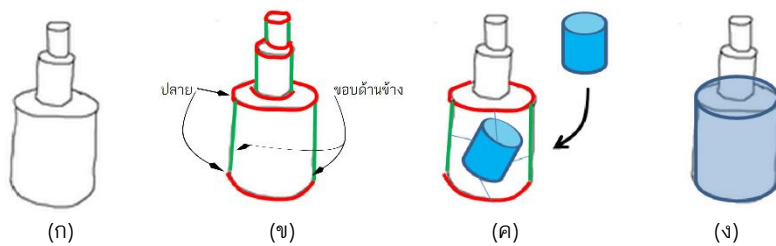
ในส่วนนี้จะอธิบายถึงวิธีการสร้างแบบจำลองแบบกึ่งอัตโนมัติจากภาพสองมิติ โดยแบ่งตามวิธีการที่ใช้สร้างแบบจำลองซึ่งแบ่งได้ 3 ประเภทคือ แบบจำลองที่สร้างจากการประกอบรูปทรงพื้นฐาน (Part-based modeling) แบบจำลองที่สร้างด้วยวิธีการ Sweep (Sweep-based modeling) และแบบจำลองที่สร้างด้วยวิธีการ Loft (Loft-based modeling) ซึ่งทั้งสามประเภทเป็นวิธีพื้นฐานของการสร้างแบบจำลองของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ

โดยจะได้อธิบายวิธีการสร้างและแนวคิดของแต่ละวิธีการเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและพัฒนาหัวข้อต่อไป

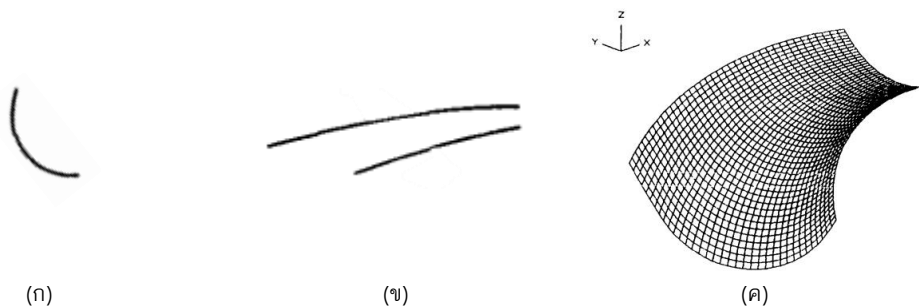
2.1 การสร้างแบบจำลองจากการประกอบรูปทรงพื้นฐาน

การสร้างแบบจำลองที่สร้างจากการประกอบรูปทรงเรขาคณิตพื้นฐาน ถูกนำเสนอขึ้นเพื่อให้ผู้สร้างจับคู่ระหว่างแบบจำลองทรงเรขาคณิตพื้นฐาน กับรูปร่างของวัตถุในภาพสองมิติประกอบกันเป็นแบบจำลองที่เกิดจากหลายรูปทรงเรขาคณิตพื้นฐานมาต่อกันโดยแต่ละรูปทรงเรขาคณิตพื้นฐานที่ถูกกำหนด-จะถูกปรับขนาดและทิศทางได้ โดยใช้ขอบของวัตถุในภาพสองมิติเป็นเกณฑ์ในการปรับค่า

ในปี ค.ศ. 2009 Y. Gingold และคณะ [1] ได้นำเสนอวิธีการอธิบายองค์ประกอบของภาพ โดยมีแนวคิดการสร้างแบบจำลองโดยให้ผู้สร้างกำหนดแบบจำลองรูปทรงเรขาคณิตพื้นฐานกับรูปร่างของวัตถุในภาพสองมิติแล้วให้ผู้สร้างทำการปรับรูปร่างและขนาดที่เหมาะสมกับรูปร่างของวัตถุ ซึ่งสามารถปรับ ขนาด ความเอียง ทิศทาง และความหนาของแบบจำลองได้ โดยแบบจำลองทรงเรขาคณิตพื้นฐานที่ถูกเลือก คือ รูปทรงกระบอก และรูปทรงรี ซึ่งผลลัพธ์ของวิธีการนี้ คือ แบบจำลองที่ถูกประกอบขึ้นจากรูปทรงเรขาคณิตพื้นฐานกำหนดโดยผู้สร้างและถูกควรวมให้เป็นแบบจำลองชิ้นเดียวกัน



รูปที่ 5 การสร้างแบบจำลองโดยวิธีการ จับขอบแบบจำลองรูปทรงพื้นฐานสำหรับภาพวาดเขียน [2] (ก) ภาพนำเข้า (ข) การกำหนดขอบด้านข้างและปลาย ของแบบจำลองที่ถูกกำหนดโดยผู้สร้าง (ค) การลากวางรูปทรงของผู้สร้าง (ง) การปรับค่าแบบจำลองตามขอบที่ถูกกำหนด



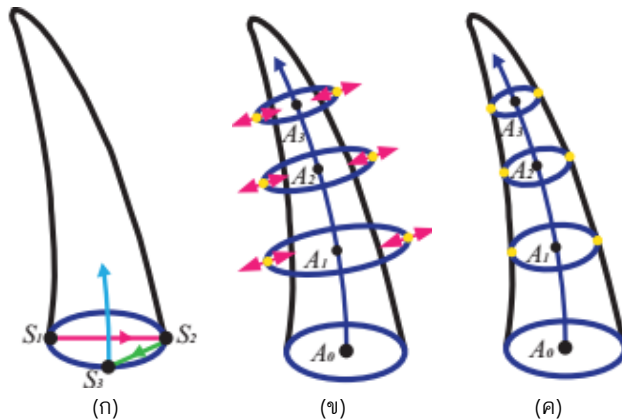
รูปที่ 6 การสร้างแบบจำลองด้วย Sweep ด้วยการแปลงตำแหน่ง (ก) รูปทรงหน้าตัดที่ถูกกำหนด (ข) ขอบด้านข้างที่ถูกกำหนด (ค) ผลลัพธ์ที่ได้

ซึ่งวิธีการนี้มีข้อจำกัด คือ ยังจำเป็นต้องอาศัยผู้สร้างในการกำหนดรายละเอียดของแบบจำลองทั้งหมด

ในปี ค.ศ. 2013 A. Shtof ได้นำเสนอวิธีการให้ผู้สร้างแบบจำลองสามารถกำหนดรูปทรงแบบจำลองพื้นฐาน กับรูปร่างของวัตถุในภาพสองมิติ แล้วปรับขนาดตามขอบด้านข้างและปลาย และแบบจำลองที่สามารถใช้ในการสร้างได้ แต่มีข้อจำกัด คือ สามารถสร้างได้กับรูปทรงเรขาคณิตพื้นฐาน เช่น ทรงกระบอก และทรงรี เท่านั้น ดังรูปที่ 4 วิธีการของ Shtof ผู้สร้างสามารถกำหนดขอบของวัตถุที่เป็นส่วนปลายของทั้งสองของวัตถุ และขอบด้านข้างของวัตถุเองได้ จากวัตถุในภาพสองมิติ ดังรูปที่ 5(ข) แล้วจึงให้ผู้สร้างกำหนดแบบจำลองที่เหมาะสม ดังรูปที่ 5(ค) ซึ่งแบบจำลองที่ถูกกำหนดโดยผู้สร้างจะถูกสร้างขึ้นโดยการปรับค่าความเอียงและขนาดที่เหมาะสมกับปลายและขอบด้านข้างของวัตถุ ดังรูปที่ 5(ง) วิธีการนี้สามารถ

สร้างแบบจำลองจากภาพวาดสองมิติที่เป็นรูปเรขาคณิตพื้นฐานได้ ซึ่งเทคนิคนี้มีข้อจำกัดที่ต้องให้ผู้สร้างกำหนดขอบด้านข้างและปลายของวัตถุให้ถูกต้อง นอกจากนี้วิธีการนี้ยังไม่สามารถปรับรูปทรงของแบบจำลองให้เป็นรูปทรงอื่นนอกเหนือจากทรงเรขาคณิตพื้นฐานได้

อย่างไรก็ตาม เทคนิคการสร้างแบบจำลองที่สร้างจากการประกอบรูปทรงพื้นฐาน ยังมีข้อจำกัดที่ต้องปรับค่าให้เหมาะสมกับแต่ละส่วนของแบบจำลอง เพื่อให้ได้แบบจำลองที่ตรงตามมุมมองจริงของภาพสองมิติที่ได้ อีกทั้งวิธีการนี้ ยังมีข้อจำกัดในรูปทรงของแบบจำลองที่เรียกใช้ได้อย่างจำกัด เนื่องจากเป็นแบบจำลองที่สร้างจากสมการเรขาคณิตพื้นฐานแล้วทำการปรับค่าของสมการให้ตรงกับขอบด้านข้างของวัตถุในภาพสองมิติ ทำให้ไม่สามารถสร้างแบบจำลองด้วยรูปทรงที่หลากหลายได้



รูปที่ 7 การสร้างแบบจำลองด้วยวิธีการ 3-Sweep (ก) การลากเส้น 3 เส้นโดยผู้สร้าง (ข) หน้าตัดที่ถูกสร้างโดยปรับองศาตามขอบด้านข้างและเส้นที่ผู้สร้างลาก (ค) หน้าตัดที่ปรับขนาดให้เท่ากับขอบของวัตถุแล้ว

2.2 แบบจำลองที่สร้างด้วยวิธีการ Sweep

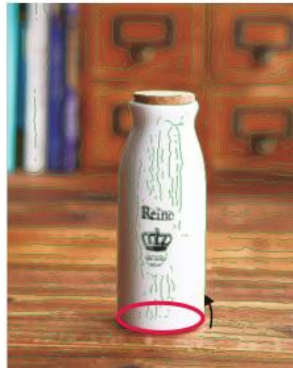
วิธีการ Sweep เป็นอีกวิธีหนึ่งในการสร้างแบบจำลองของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ โดยการเพิ่มปริมาตรของเส้นโค้ง หรือหน้าตัดไปในทิศทางที่กำหนดเพื่อสร้างเป็นแบบจำลองที่เกิดจากหน้าตัดรูปแบบเดียว โดยเพิ่มกฎในการปรับขนาดของหน้าตัดได้ [3] หนึ่งในเทคนิคที่ใช้วิธีการ Sweep ถูกนำเสนอในปี ค.ศ. 1990 โดย B.K. Choi และคณะ [4] มีแนวคิดในการสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธี Sweep แบบกำหนดขนาดในแต่ละช่วงของแบบจำลอง โดยให้ผู้สร้างต้องกำหนดหน้าตัด และขอบด้านข้าง ดังรูปที่ 6(ก) และ 6(ข) ตามลำดับ ซึ่งแบบจำลองจะถูกสร้างจากรูปทรงหน้าตัดเดียวตามทิศทางที่กำหนด และปรับขนาดแต่ละช่วงของแบบจำลองให้เท่ากับขอบด้านข้างที่ถูกกำหนด โดยผู้สร้างต้องกำหนดขอบด้านข้างที่ใช้กำหนดขนาดของหน้าตัด

จากนั้นแบบจำลองที่ได้จะขยายขนาดตามขอบด้านข้างที่กำหนด ดังรูปที่ 6(ค)

T. Chen และคณะ [5] ได้นำเสนอวิธีการ 3-Sweep ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งของวิธีการ Sweep วิธีการ 3-Sweep เป็นวิธีการสร้างแบบจำลองสามมิติแบบกึ่งอัตโนมัติจากวัตถุในภาพสองมิติ โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

(1) ผู้สร้างต้องทำการเลือกสมการสำหรับการสร้างหน้าตัดของแบบจำลอง และ (2) ผู้สร้างต้องกำหนดเส้นขอบจากภาพสองมิติต้นฉบับ โดยทำการลากเส้นจำนวน 3 ครั้งเพื่อกำหนดสัดส่วนของแบบจำลอง ดังรูปที่ 7(ก) 8(ก) โดยครั้งแรก และครั้งที่สอง เป็นการกำหนดความกว้างและความยาวของหน้าตัด ตามลำดับ และครั้งสุดท้ายคือการกำหนดทิศทางที่จะสร้างแบบจำลองสามมิติจากหน้าตัดที่กำหนด โดยการลากเส้นทั้ง 3 ครั้ง ผู้สร้างต้องลากเส้นให้ใกล้เคียงกับขอบของวัตถุในภาพสองมิติให้มากที่สุด ซึ่งวิธีการ 3-Sweep จะสร้างรูปทรงหน้าตัดจำนวนเท่ากับความยาวตามแกนยาวของวัตถุ โดยองศาของแต่ละหน้าตัดจะเอียงตามขอบของภาพสองมิติที่ได้จากวิธีการหาขอบ ดังรูปที่ 7(ข) โดยที่หน้าตัดแต่ละหน้าตัดที่ถูกสร้างขึ้นจะมีขนาดที่พอดีกับขอบของวัตถุจริง ดังรูปที่ 7(ค) แล้วจึงสร้างพื้นผิวระหว่างหน้าตัดขึ้น วิธีการนี้ยังมีข้อจำกัด คือ การกำหนดรูปทรงหน้าตัด ยังจำกัดอยู่ที่รูปทรงกลมและทรงลูกบาศก์เท่านั้น ทำให้ไม่สามารถสร้างแบบจำลองที่มีหน้าตัดรูปทรงอื่นได้ เช่น รูปทรงสามเหลี่ยม และรูปทรงหกเหลี่ยม

ต่อมา P. Hu และคณะ [6] ได้นำเสนอวิธีการ D-Sweep เพื่อแก้ปัญหาข้อจำกัดของวิธีการ 3-Sweep โดยสามารถสร้างแบบจำลองสามมิติที่มีหน้าตัดใดๆ จาก

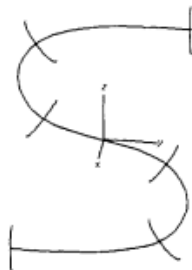


(ก)

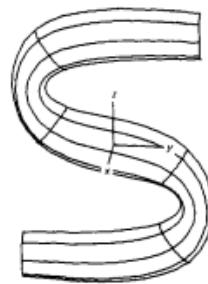


(ข)

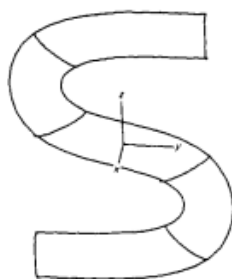
รูปที่ 8 การสร้างโดยวิธีการ D-sweep (ก) หน้าตัดที่ถูกกำหนดโดยผู้สร้าง (เส้นสีแดง) (ข) การกำหนดทิศทางที่สร้างแบบจำลอง



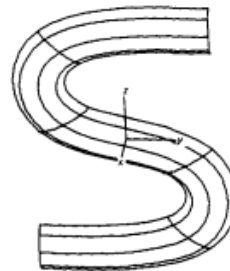
(ก)



(ข)



(ค)



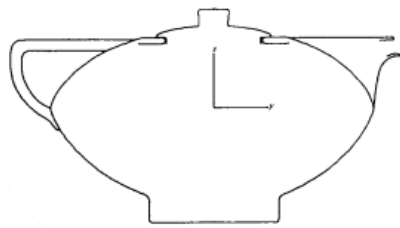
(ง)

รูปที่ 9 (ก) รูปทรงหน้าตัดที่ถูกกำหนดบนแกนสมมติ (ข) พื้นผิวที่บิดเบือนจากการสร้างแบบจำลองด้วยแกนสมมติ (ค) การกำหนดรูปทรงของแบบจำลองโดยวิธีใช้ภาพฉายเงา (ง) แบบจำลองที่ได้จากการใช้ภาพฉายเงา

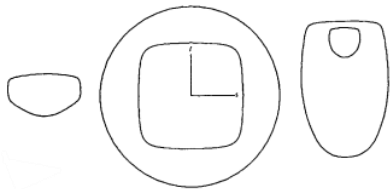
รูปภาพสองมิติได้ โดยผู้สร้างจะทำการกำหนดรูปทรงหน้าตัดของวัตถุในภาพสองมิติ เป็นหน้าตัดรูปทรงใดๆ เพื่อให้สร้างแบบจำลองที่มีหน้าตัดที่ไม่ใช่ทรงเรขาคณิตพื้นฐานได้ จากนั้น หน้าตัดที่ผู้สร้างกำหนดจะถูกปรับให้เข้ากับขอบของวัตถุได้จากเส้นขอบของวัตถุจริง ดังรูปที่ 8(ก) จากนั้น ผู้สร้างจะทำการกำหนดทิศทางของแบบจำลอง

เช่นเดียวกับวิธีการของ 3-sweep ซึ่งจะสร้างหน้าตัดไปตามทิศทางที่ผู้สร้างลากเส้น แล้วสร้างพื้นผิวระหว่างหน้าตัดให้เป็นแบบจำลองที่สมบูรณ์ ดังรูปที่ 8(ข)

วิธีการ Sweep ยังมีข้อจำกัด กล่าวคือ ไม่สามารถสร้างแบบจำลองสามมิติกับวัตถุที่มีรูปทรงหน้าตัดแตกต่างกันได้ เช่น หลอดยาสีฟัน ซึ่งรูปทรงหน้าตัดทั้งสองด้านมีรูปร่างที่



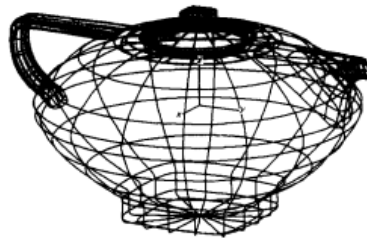
(ก)



(ค)



(ข)



(ง)

รูปที่ 10 แบบจำลองที่ถูกสร้างขึ้นด้วยการใช้ภาพฉายเงาของ Woodward (ก) ภาพฉายเงาแกนยาว-สูง (z, y) (ข) ภาพฉายเงาแกนยาว-ลึก (x, y) (ค) หน้าตัดที่ถูกกำหนดโดยผู้สร้าง (ง) แบบจำลองที่ถูกสร้างขึ้น

ต่างกัน ซึ่งแตกต่างจากวิธีการของ Loft ที่สามารถสร้างแบบจำลองสามมิติจากรูปทรงหน้าตัด 2 มิติที่แตกต่างกัน

2.3 แบบจำลองที่สร้างด้วยวิธีการ Loft

วิธีการสร้างแบบจำลองโดย Loft เป็นหนึ่งในวิธีพื้นฐานของการสร้างแบบจำลองโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ โดยแบบจำลองจะถูกสร้างจากหน้าตัดหนึ่งไปสู่อีกหน้าตัดหนึ่ง โดยการแปลงตำแหน่ง ทำให้แบบจำลองที่สร้างขึ้นมีได้หลายรูปร่างขึ้นอยู่กับตำแหน่ง และจำนวนของหน้าตัดที่ถูกกำหนด โดยหน้าตัดที่ถูกกำหนดจะเกิดจากเส้นโค้งใดๆ ที่เชื่อมต่อกันหรือไม่ก็ได้

หนึ่งในเทคนิคของ Loft ถูกนำเสนอโดย W. Tiller [7] ในปี ค.ศ.1983 W. Tiller ใช้แนวคิดในการสร้างแบบจำลองจากรูปทรงหน้าตัดของวัตถุที่มีความแตกต่างกัน โดยอาศัยวิธีการสังเคราะห์พื้นผิวระหว่างแต่ละหน้าตัดด้วยเทคนิค B-Spline ซึ่งเทคนิคนี้เป็นการใช้เส้นโค้งที่ได้จากผลรวมของสมการเส้นโค้งเบเซอร์หลายเส้นมาต่อกัน แต่ละเส้นโค้งเบเซอร์นั้น จะเป็นเส้นโค้งที่เกิดจากผลรวมของสมการเชิงเส้น

(Linear Equation) และทำการควบคุมความโค้งของเส้นด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนัก รูปทรงหน้าตัดแต่ละหน้าตัดจะถูกกำหนดตำแหน่งบนแกนสมมติ จากนั้นพื้นผิวจะถูกสร้างโดยเทคนิค B-spline ที่ใช้ในการคำนวณเส้นโค้งที่เกิดขึ้นระหว่างสองจุด

ต่อมาในปี ค.ศ.1989 C. D. Woodward [8] ได้นำเสนอเทคนิค ภาพฉายเงา (Projection) มาประยุกต์ใช้เพื่อการสังเคราะห์พื้นผิว เป็นวิธีการที่ให้ผู้สร้างเป็นการกำหนดขอบด้านข้างของวัตถุที่เหมาะสมของ B-Spline ต่อแบบจำลองที่ต้องการ เนื่องจากพื้นผิวของแบบจำลองที่ถูกสร้างโดยแกนสมมติเพียงแกนเดียวจากวิธีการของ Tiller ดังรูปที่ 9(ก) ทำให้แบบจำลองบิดเบี้ยว ดังรูปที่ 9(ข) จึงได้ปรับปรุงโดยการใช้ภาพฉายภาพเงาเพื่อให้พื้นผิวที่ถูกสร้างจาก B-spline ได้ขนาดตามต้องการ โดยภาพฉายเงาจะถูกกำหนดในระนาบ (x, y, z) ดังรูปที่ 9(ค) ซึ่งรูปทรงหน้าตัดดังรูป จะถูกปรับขนาดให้เท่ากับภาพฉายเงาที่กำหนด ดังรูปที่ 9(ง) แบบจำลองที่ถูกสร้างขึ้นจะเกิดจากการกำหนดขอบด้านข้างในระนาบ (x, y, z) ดังรูปที่



(ก)



(ข)

รูปที่ 11 ข้อมูลนำเข้าของวิธีการสร้างแบบจำลองสามมิติโดยอัตโนมัติ [12] (ก) ภาพสองมิติ (ข) หน้าตัดที่ผู้สร้างกำหนด

10(ก) และ 10(ข) กับหน้าตัดที่ผู้สร้างกำหนด ดังรูปที่ 10(ค) โดยผลลัพธ์ที่ได้คือแบบจำลองที่ตรงตามขนาดของวัตถุที่ต้องการ ดังรูปที่ 10(ง)

ในปี ค.ศ. 2015 P. Hu และคณะ [9] ได้พัฒนาเครื่องมือ SLOREV ในการสร้างแบบจำลองจากวัตถุในรูปภาพที่เกิดจากรูปรังหน้าตัด ตั้งแต่ 2 หน้าตัดขึ้นไป โดยให้ผู้สร้างสามารถกำหนดรูปร่างหน้าตัดของปลายทั้ง 2 ของวัตถุในรูปได้อย่างอิสระ (พัฒนามาจากวิธีการของ D-sweep [6] ซึ่งอยู่ในหัวข้อก่อนหน้า) จากนั้นจึงทำการสร้างแบบจำลองโดยวิธีสังเคราะห์พื้นผิวระหว่างสองหน้าตัดด้วยวิธีการของ Woodward [8] ผลลัพธ์คือสามารถสร้างแบบจำลองที่เกิดจากรูปรังหน้าตัดตั้งแต่ 2 รูปร่างหน้าตัดขึ้นไปได้

ปี ค.ศ. 2016 N. Anuntalabhochai และคณะ [10] ได้พยายามพัฒนาการสร้างแบบจำลองโดย ทำการสังเคราะห์ชิ้นของรูปรังหน้าตัด ระหว่างรูปรังหน้าตัดที่ผู้สร้างกำหนด ซึ่งถูกสร้างจากการแปลงรูปร่างสองมิติ [11] โดยหน้าตัดทั้งสองได้จากการที่ถูกกำหนดรูปร่างหน้าตัดในสองมิติ (x, y) โดยผู้สร้างแต่ละจุดบนรูปร่างหน้าตัดจะถูกจับคู่โดยอาศัยวิธีการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้สุด k ตัว (k-Nearest Neighbour: k-NN) เพื่อคำนวณจุดหรือมุมที่จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งจากรูปร่างหน้าตัดที่แรกไปสู่รูปร่างหน้าตัดถัดไป หน้าตัดที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละรอบตามวิธีการของ [12] จะถูกใช้เป็นหน้าตัดสังเคราะห์ระหว่างหน้าตัดที่ผู้สร้างกำหนดให้ โดยสามารถสร้างแบบจำลองที่มีความแตกต่างกันหลายหน้าตัดได้

ในปีเดียวกันนั้นเอง N. Anuntalabhochai และคณะ [11] ได้เสนอการสร้างแบบจำลองระหว่างสองหน้าตัดโดยอัตโนมัติ ที่ไม่ต้องกำหนดทิศทางในการสร้างแบบจำลอง โดยใช้ให้ผู้สร้างกำหนดเพียงหน้าตัดที่ปลายทั้งสองของวัตถุจากภาพสองมิติเท่านั้น เมื่อผู้สร้างกำหนดหน้าตัดที่ปลายทั้งสอง ดังรูปที่ 11(ข) วัตถุภายในภาพสองมิติจะถูกสกัด แล้วทำการสกัดหาขอบด้านข้าง เพื่อใช้ในการคำนวณหาความเอียง ทิศทาง และขนาดที่เหมาะสมสำหรับแต่ละช่วงของแบบจำลอง จากนั้นจึงทำการสังเคราะห์หน้าตัดระหว่างหน้าตัดทั้งสองด้วยวิธี [10] หน้าตัดที่ได้จะถูกหมุน และปรับขนาดให้เท่ากับขนาดของขอบด้านข้างที่ในการสร้างหน้าตัด ผลที่ได้คือสามารถสร้างแบบจำลองจากรูปร่างสองมิติได้โดยอัตโนมัติ เพียงได้รับข้อมูลหน้าตัดจากผู้สร้างเท่านั้น (ไม่ต้องการข้อมูลใดๆ เพิ่มอีก)

อย่างไรก็ตาม การสร้างแบบจำลองด้วยวิธีการ Loft จำเป็นต้องถูกกำหนดขอบเขตที่เหมาะสมเพื่อให้ได้รูปร่างที่ต้องการ และการกำหนดรูปร่างหน้าตัดจำเป็นต้องกำหนด ณ ตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนแปลงฉับพลัน มิเช่นนั้นแบบจำลองที่ได้อาจจะผิดเพี้ยนได้

3. อภิปราย

ในส่วนนี้ จะเปรียบเทียบวิธีการสร้างแบบจำลองจากรูปร่างสองมิติทั้งสามกลุ่มซึ่งประกอบด้วย การสร้างโดยประกอบจากแบบจำลองพื้นฐาน การสร้างโดยวิธีการ Sweep และการสร้างโดยวิธีการ Loft

วิธีการการสร้างโดยประกอบจากแบบจำลองพื้นฐาน จะสร้างแบบจำลองจากการใช้แบบจำลองทรงเรขาคณิต พื้นฐาน กับขอบของวัตถุในภาพสองมิติ เป็นข้อมูลในการ ปรับขนาดและทิศทาง เพื่อให้ผู้สร้างสามารถสร้าง แบบจำลองได้ โดยไม่ต้องอาศัยความชำนาญในการสร้าง แต่วิธีการนี้ไม่สามารถสร้างแบบจำลองที่มีรูปทรง นอกเหนือไปจากแบบจำลองตั้งต้นที่ได้กำหนดไว้ได้ และ ยังต้องกำหนดลักษณะบนรูปภาพสองมิติอยู่

แบบจำลองที่สร้างด้วยวิธีการ Sweep จะทำการสร้าง แบบจำลองจาก รูปร่างของหน้าตัดเพียงรูปเดียว แล้วปรับ ขนาดให้เท่ากับขอบด้านข้างของวัตถุในภาพสองมิติ วิธีการนี้สามารถสร้างแบบจำลองได้ง่ายและรวดเร็ว แต่ วิธีการ Sweep ยังมีข้อจำกัดกับวัตถุที่มีหน้าตัดแตกต่างกัน เช่น หลอดยาสีฟัน ซึ่งรูปทรงหน้าตัดทั้งสองด้านมี รูปร่างที่ต่างกัน

แบบจำลองที่สร้างด้วยวิธีการ Loft เป็นการสร้าง แบบจำลองที่มีหน้าตัดแตกต่างกันได้ โดยแบบจำลอง Loft จะถูกสร้างจากหน้าตัดสองหน้าตัดขึ้นไป โดยที่ต้อง กำหนดหน้าตัดปลายทางและหน้าตัดต้นทาง ซึ่งหน้าตัดที่ เกิดขึ้นระหว่างหน้าตัดทั้งสองนั้นจะเกิดจากการแปลง ตำแหน่ง ทำให้สามารถสร้างแบบจำลองที่มีความซับซ้อน ได้ เช่น หลอดยาสีฟันที่ปลายทั้งสองด้านแตกต่างกัน และ เมื่อมีการตรวจจับขอบของวัตถุทำให้สามารถสร้าง แบบจำลองที่มีความโค้งและซับซ้อนได้

4. สรุป

บทความนี้ได้นำเรื่องของ การสร้างแบบจำลองสามมิติ โดย ได้นำเสนอการวิวัฒนาการของการสร้างแบบจำลองสาม มิติ ตั้งแต่การสร้างแบบจำลองโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วย ออกแบบ ไปจนถึงการสร้างโดยใช้การสร้างแบบจำลอง แบบกึ่งอัตโนมัติจากข้อมูลที่จำกัด ซึ่งได้มีหลายงานวิจัยที่ พัฒนาวิธีการสร้างแบบจำลอง เพื่อให้สามารถสร้าง แบบจำลองได้โดยลดขั้นตอนการทำงานของผู้สร้างลง โดย

ในบทความนี้ได้แบ่งการสร้างแบบจำลอง โดยวิธีการใช้ คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเป็น 3 ประเภท คือการสร้าง โดยประกอบจากแบบจำลองพื้นฐานซึ่งง่ายต่อการสร้าง แบบจำลอง แต่มีข้อจำกัดในประเด็นของรูปทรงที่สร้างได้ การสร้างโดยวิธีการ sweep ที่สร้างแบบจำลองจากหน้า ตัดเดียวได้ แต่ไม่สามารถสร้างแบบจำลองที่หน้าตัด หลากหลายได้ และการสร้างโดยวิธีการ Loft ที่สามารถ สร้างแบบจำลองที่ประกอบด้วยหน้าตัดที่หลากหลายได้

โดยบทความนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้อ่านที่สนใจนำไป เป็นแนวทางในการศึกษาต่อ นอกจากนี้ ยังได้นำเสนอ วิธีการแบบต่าง ๆ ที่ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อปรับปรุง ข้อจำกัดของวิธีการก่อนหน้านี้ ทางผู้จัดทำหวังว่าบทความ นี้จะสามารถทำให้ผู้อ่านมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องของ การสร้างแบบจำลองสามมิติจากภาพสองมิติแบบ กึ่งอัตโนมัติ และเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยของท่านไม่มาก ก็น้อย

เอกสารอ้างอิง

- [1] Y. Gingold, T. Igarashi, and D. Zorin, “Structured Annotations for 2D-to-3D Modeling,” *ACM Trans. Graph.*, vol. 28, no. 5, pp. 148:1–148:9, Dec. 2009.
- [2] A. Shtof, A. Agathos, Y. Gingold, A. Shamir, and D. Cohen-Or, “Geosemantic Snapping for Sketch-Based Modeling,” in *Proc. Computer Graphics Forum*, vol. 32, no. 2, pp. 245–253, May 2013.
- [3] A. G. Requicha, “Representations for Rigid Solids: Theory, Methods, and Systems,” *ACM Comput Surv*, vol. 12, no. 4, pp. 437–464, Dec. 1980.

- [4] B. K. Choi and C. S. Lee, "Sweep surfaces modelling via coordinate transformation and blending," *Comput.-Aided Des.*, vol. 22, no. 2, pp. 87–96, Mar. 1990.
- [5] T. Chen, Z. Zhu, A. Shamir, S.-M. Hu, and D. Cohen-Or, "3Sweep: Extracting Editable Objects from a Single Photo," *ACM Trans Graph*, vol. 32, no. 6, p. 195:1–195:10, Nov. 2013.
- [6] P. Hu, H. Cai, and F. Bu, "D-Sweep: Using Profile Snapping for 3D Object Extraction from Single Image," in *Proc. Smart Graphics: 12th International Symposium*, Taipei, Taiwan, 2014, pp. 39–50.
- [7] W. Tiller, "Rational B-Splines for Curve and Surface Representation," *IEEE Comput. Graph. Appl.*, vol. 3, no. 6, pp. 61–69, Sep. 1983.
- [8] C. D. Woodward, "Skinning techniques for interactive B-spline surface interpolation," *Comput.-Aided Des.*, vol. 20, no. 8, pp. 441–451, Oct. 1988.
- [9] P. Hu, H. Cai, and F. Bu, "SLOREV: Using Classical CAD Techniques for 3D Object Extraction from Single Photo," in *MultiMedia Modeling*, Eds. Springer International Publishing, January 2015, pp. 491–501.
- [10] N. Anuntalabhochai, K. Woraratpanya, and N. Pantuwong, "3D Model Construction Using 2D Shape Transformation," in *Proc. The 12th National Conference on Computing and Information Technology (NCCIT)*, Khon Kaen, Thailand, July 2016, pp. 703–707.
- [11] N. Anuntalabhochai, K. Woraratpanya, and N. Pantuwong, "Automatic 3d Model Reconstruction," in *Proc. 8th National Conference on Information Technology (NCIT)*, Oct. 2016, pp. 563–572.
- [12] K. Hui and Y. Li, "Feature based 2D shape transformation," in *Proc. of IEEE Conference on Information Visualization*, Aug. 1997, pp. 337–342.