วิวัฒนาการและแนวโน้มของเทคโนโลยีการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ

วิชชา เจริญสุข[1]
Wicha Charoensuk

บทคัดย่อ

เทคโนโลยีการสร้างแบบจำลองสามมิติ (3D Modeling) มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมการออกแบบ วิศวกรรม และอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ในหลายสาขา บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนวิวัฒนาการและวิเคราะห์แนวโน้มของเทคโนโลยีการสร้างแบบจำลองสามมิติ ตั้งแต่ยุคเริ่มต้นของคอมพิวเตอร์กราฟิกในทศวรรษ 1960 จนถึงเทคโนโลยีร่วมสมัย โดยอาศัยการวิเคราะห์เชิงประวัติศาสตร์ควบคู่กับการสังเคราะห์ข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กระบวนการศึกษามุ่งเน้นการพิจารณาพัฒนาการของเทคโนโลยีแกนหลัก เทคนิคการสร้างแบบจำลอง และแนวทางการประยุกต์ใช้งานในบริบทปัจจุบัน การวิเคราะห์สะท้อนให้เห็นการเปลี่ยนผ่านของเทคโนโลยีจากการแสดงผลแบบโครงร่างลวดไปสู่การสร้างแบบจำลองพื้นผิวและรูปทรงสามมิติที่มีความแม่นยำและสมจริงมากขึ้น รวมถึงบทบาทของระบบคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ (CAD) และเทคนิคเชิงเรขาคณิต เช่น NURBS และการแบ่งย่อยพื้นผิว ที่สนับสนุนการจัดการรูปทรงซับซ้อน นอกจากนี้ การบูรณาการปัญญาประดิษฐ์และการพัฒนาส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ได้ส่งผลต่อรูปแบบการทำงานและประสบการณ์ของผู้ใช้งานอย่างมีนัยสำคัญ แนวโน้มในอนาคตชี้ให้เห็นการพัฒนาไปสู่รูปแบบปฏิสัมพันธ์ที่เป็นธรรมชาติมากขึ้นผ่านเทคโนโลยีความจริงเสมือน ความจริงเสริม และระบบอัจฉริยะ ขณะเดียวกันยังคงมีความท้าทายด้านมาตรฐานข้อมูลและความเชื่อมโยงระหว่างกระบวนการออกแบบดิจิทัลกับการผลิตจริง บทความนี้จึงมีส่วนช่วยสร้างความเข้าใจเชิงระบบเกี่ยวกับทิศทางการพัฒนาเทคโนโลยีการสร้างแบบจำลองสามมิติ และสามารถใช้เป็นแนวทางสำหรับการวิจัยและพัฒนาในอนาคต

Article History
Received: 28-04-2025; Revised: 31-10-2025; Accepted: 03-11-2025
https://doi.org/10.14456/jsmt.2026.8

คำสำคัญ: การสร้างแบบจำลองสามมิติ; คอมพิวเตอร์กราฟิก; ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ; ปัญญาประดิษฐ์; ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้; แนวโน้มเทคโนโลยี

[1] วิทยาลัยครีเอทีฟดีไซน์ แอนด์ เอ็นเตอร์เทนเมนต์ เทคโนโลยี
College of creative design & Entertainment Technology, Dhurakij Pundit University
E-mail: Wicha.Cha@dpu.ac.th *first author

EVOLUTION AND TRENDS OF 3D MODELING TECHNOLOGIES

ABSTRACT

Three-dimensional (3D) modeling technology plays a crucial role in the development of design, engineering, and creative industries across various domains. This article aims to review the evolution of and analyze current trends in 3D modeling technologies, covering the period from the early era of computer graphics in the 1960s to contemporary developments. The study adopts a historical analysis approach combined with a synthesis of relevant scholarly literature, focusing on the progression of core technologies, modeling techniques, and application practices in modern contexts. The analysis highlights the technological transition from wireframe representations to surface and solid modeling, which has significantly improved accuracy and visual realism. It also emphasizes the contributions of computer-aided design (CAD) systems and geometric modeling techniques, such as Non-Uniform Rational B-Splines (NURBS) and subdivision surfaces, in supporting the creation and manipulation of complex geometries. Furthermore, the integration of artificial intelligence and the advancement of user interface design have substantially influenced modeling workflows and user experience. Future trends indicate a shift toward more natural interaction paradigms through virtual reality, augmented reality, and intelligent systems. Nevertheless, challenges remain regarding data standardization across software platforms and the gap between digital design processes and physical manufacturing. This review provides a systematic perspective on the developmental trajectory of 3D modeling technologies and offers insights that may inform future research and technological innovation.

Keywords: 3D Modeling; Computer Graphics; Computer -Aided Design (CAD); Artificial Intelligence; User Interface; Technology Trends

บทนำ

โลกของการสร้างแบบจำลอง 3 มิติได้เปลี่ยนผ่านจากเครื่องมือดั้งเดิมสู่ระบบล้ำสมัยที่กำลังปฏิวัติวงการออกแบบและงานสร้างสรรค์ (Ghuge, 2023)[4] การเปลี่ยนแปลงนี้ไม่เพียงแค่ด้านเทคนิคแต่ยังเปิดโอกาสใหม่ให้ศิลปิน นักออกแบบและวิศวกรสร้างผลงานที่มีความละเอียดและสมจริงมากกว่าที่เคยผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงนี้ขยายวงกว้างหลายอุตสาหกรรม ตั้งแต่การออกแบบยานยนต์ไปจนถึงการแพทย์ (Egelhoff et al., 2022[2]; Ghuge, 2023)[4] และความบันเทิง (Ghuge, 2023[4]; Egger et al., 2020)[3] สะท้อนความสามารถในการปรับตัวและบทบาทสำคัญของเทคโนโลยีนี้การเข้าใจวิวัฒนาการของเทคโนโลยี 3 มิติจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับนักออกแบบและผู้ผลิตในยุคปัจจุบัน ช่วยให้เลือกใช้เครื่องมือและเทคนิคที่เหมาะสมกับงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Ghuge, 2023)[4]

จุดเริ่มต้นของเทคโนโลยี 3 มิติคือการเปลี่ยนจากการเขียนแบบด้วยมือสู่คอมพิวเตอร์ สร้างการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ในวงการออกแบบและวิศวกรรมแม้ช่วงแรกจะมีข้อจำกัดด้านฮาร์ดแวร์และกำลังประมวลผลที่ทำให้การสร้างโมเดลซับซ้อนเป็นไปได้ยาก แต่ข้อจำกัดเหล่านี้กลับกลายเป็นแรงผลักดันให้เกิดอัลกอริธึมและเทคนิคใหม่ๆ ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น การเกิดขึ้นของซอฟต์แวร์ CAD ยุคบุกเบิกอย่าง AutoCAD และ CATIA เป็นจุดเปลี่ยนสำคัญที่เปิดโอกาสให้คนทั่วไปสามารถสร้างและแก้ไขโมเดล 3 มิติบนคอมพิวเตอร์ได้ (Majerik & Jambor, 2015)[7]

ปัจจุบันการผสานปัญญาประดิษฐ์เข้ากับงาน 3 มิติกำลังเปิดประตูสู่มิติใหม่ (Peng et al., 2017)[9] ระบบ AI สามารถวิเคราะห์ข้อมูลเรียนรู้จากตัวอย่างและช่วยตัดสินใจในงานออกแบบที่ซับซ้อน อย่างไรก็ตามความท้าทายยังคงมีอยู่ทั้งในเรื่องมาตรฐานข้อมูลที่แตกต่างกันระหว่างซอฟต์แวร์และช่องว่างระหว่างการออกแบบดิจิทัลกับการผลิตจริง จากสถานการณ์ข้างต้นจึงนำมาสู่ความสนใจของผู้ศึกษาที่มุ่งวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงและทิศทางของเทคโนโลยี 3 มิติ ตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนถึงปัจจุบัน ผ่านการวิเคราะห์เชิงประวัติศาสตร์และแนวโน้มครอบคลุมตั้งแต่ยุคบุกเบิกคอมพิวเตอร์กราฟิกช่วงปี 1960 จนถึงเทคโนโลยีล่าสุด

พัฒนาการเทคโนโลยีการสร้างแบบจำลอง 3 มิติจากอดีตสู่ปัจจุบัน

ภาพที่ 1

แผนที่วิวัฒนาการของเทคโนโลยีการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ

จากยุคเริ่มต้นสู่ CAD รุ่นบุกเบิก การพัฒนาเทคโนโลยีการสร้างแบบจำลอง 3 มิติเริ่มต้นจากการเปลี่ยนผ่านจากการเขียนแบบด้วยมือสู่คอมพิวเตอร์ซึ่งปฏิวัติวงการออกแบบและวิศวกรรมแม้ในยุคแรกจะมีข้อจำกัดด้านฮาร์ดแวร์และการประมวลผลที่ส่งผลต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองซับซ้อน แต่ข้อจำกัดเหล่านี้กลับเป็นแรงผลักดันให้เกิดการพัฒนาอัลกอริธึมและเทคนิคใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นระบบ CAD ยุคแรกอย่าง AutoCAD และ CATIA ได้วางรากฐานที่แข็งแกร่งให้กับเทคโนโลยีการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ (Majerik & Jambor, 2015)[7] เครื่องมือเหล่านี้นำเสนอความสามารถในการสร้างแก้ไขและแสดงผลแบบจำลอง ซึ่งเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของนักออกแบบและวิศวกรอย่างมีนัยสำคัญ การนำแนวคิดการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุมาใช้เป็นนวัตกรรมสำคัญที่ช่วยให้ระบบมีความยืดหยุ่นและพัฒนาต่อยอดได้ง่าย

วิวัฒนาการของเทคนิคการสร้างแบบจำลอง 3 มิติในยุคนั้นอาศัยองค์ประกอบพื้นฐานอย่างจุดยอดเส้นขอบและพื้นผิวซึ่งช่วยสร้างโครงสร้างตาข่ายที่กำหนดเรขาคณิตของวัตถุเทคนิคต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นแบบโพลีกอนการใช้ NURBS หรือพื้นผิวย่อยเปิดโอกาสให้นักออกแบบสามารถปั้นแต่งรูปทรงดิจิทัลได้หลากหลายมากขึ้นความก้าวหน้าสำคัญอีกประการคือการพัฒนาเทคนิคการจำลองจากโครงร่างลวด (Wireframe) สู่การจำลองพื้นผิว (Surface Modeling) และรูปทรงสามมิติ (Solid Modeling) ซึ่งเพิ่มความแม่นยำและความน่าเชื่อถือในการสร้างแบบจำลองเทคนิค NURBS (Piegl & Tiller, 1996)[10] ช่วยให้นักออกแบบสามารถสร้างพื้นผิวโค้งซับซ้อนได้อย่างแม่นยำขณะที่การพัฒนาเทคนิคการแบ่งย่อยพื้นผิว (Subdivision Surfaces) และเทคโนโลยีการสร้างเชิงขนาน (Parametric Modeling) ยิ่งเพิ่มประสิทธิภาพในการสร้างแบบจำลอง (Dyn et al., 1990[1]; Liu et al., 2020[6]; Piegl, 1997)[10] ควบคู่ไปกับการพัฒนาเทคนิคการสร้างแบบจำลอง การเปลี่ยนแปลงในวิธีที่ผู้ใช้มีปฏิสัมพันธ์กับซอฟต์แวร์เป็นปัจจัยสำคัญที่ขับเคลื่อนวิวัฒนาการของเทคโนโลยีนี้ ในยุคเริ่มต้น การใช้งานระบบ CAD ต้องอาศัยความรู้ทางเทคนิคเฉพาะทางและการป้อนคำสั่งซับซ้อนซึ่งเป็นอุปสรรคสำหรับผู้ใช้ทั่วไป แต่เมื่อเวลาผ่านไป การพัฒนาอินเทอร์เฟซที่เป็นมิตรกับผู้ใช้มากขึ้นทำให้เทคโนโลยีนี้เข้าถึงได้โดยกลุ่มผู้ใช้ที่กว้างขึ้น

วิวัฒนาการที่สำคัญของระบบ CAD คือการเปลี่ยนจากอินเทอร์เฟซแบบข้อความที่ซับซ้อนไปสู่อินเทอร์เฟซกราฟิกที่ใช้งานง่าย ในยุคแรก ผู้ใช้ต้องจดจำและพิมพ์คำสั่งที่ซับซ้อน แต่เมื่อเทคโนโลยีกราฟิกพัฒนาขึ้น ระบบ CAD เริ่มนำเสนอส่วนต่อประสานแบบกราฟิกที่ทำให้การมีปฏิสัมพันธ์กับแบบจำลอง 3 มิติเป็นไปอย่างธรรมชาติและตรงไปตรงมามากขึ้น

การบูรณาการส่วนต่อประสานและปัญญาประดิษฐ์ในงาน 3 มิติ

ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface หรือ UI) กลายเป็นองค์ประกอบสำคัญในการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบจำลอง 3 มิติ การออกแบบ UI ที่ดีสามารถยกระดับประสบการณ์ผู้ใช้ ทำให้ซอฟต์แวร์ใช้งานง่ายและมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Giraldi et al., 2021)[5] โดยเฉพาะสำหรับงานสร้างสรรค์อย่างการทำแบบจำลอง 3 มิติ ที่ส่วนต่อประสานสามารถส่งเสริมหรือขัดขวางกระบวนการออกแบบได้ UI ที่เป็นมิตรกับผู้ใช้มีความจำเป็นในการปลดล็อกศักยภาพสูงสุดของซอฟต์แวร์แบบจำลอง 3 มิติ ระบบการสร้างแบบจำลอง 3 มิติในปัจจุบันมักไม่สามารถสนับสนุนกระบวนการออกแบบเชิงสร้างสรรค์ได้อย่างเต็มที่ โดยเฉพาะในขั้นตอนแนวคิดเริ่มต้น การขาดเครื่องมือที่ใช้งานง่ายสามารถขัดขวางการสำรวจความหลากหลายและการพัฒนาแนวคิดสร้างสรรค์ UI ที่มีประสิทธิภาพควรสนับสนุนการโต้ตอบที่เป็นธรรมชาติและนำเสนอวิธีการที่เหมาะสมกับสื่อในยุคปัจจุบันปัญญาประดิษฐ์ (AI) กำลังมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ การศึกษาจาก “3D Modelling A Review” ชี้ให้เห็นว่า “วิวัฒนาการอย่างต่อเนื่องของเครื่องมือที่ขับเคลื่อนด้วย AI” เป็นแนวโน้มสำคัญที่จะเปลี่ยนแปลงวิธีการสร้างและจัดการแบบจำลอง 3 มิติอย่างมีนัยสำคัญ

เทคนิคการสร้างแบบจำลอง 3 มิติแบบเติมเต็มอัตโนมัติ Autocomplete 3D sculpting เป็นตัวอย่างโดดเด่นของการนำ AI มาช่วยในกระบวนการออกแบบโดยระบบสามารถแนะนำและเติมเต็มรูปทรง 3 มิติตามอินพุตเบื้องต้นของผู้ใช้ช่วยให้ผู้ออกแบบสร้างแบบจำลองซับซ้อนได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้นนวัตกรรมที่น่าสนใจอีกอย่างคือการใช้เครือข่ายประสาทเทียมแบบกราฟ (Graph Neural Networks หรือ GNNs) ในการแบ่งย่อยเมชสามเหลี่ยมซึ่งเป็นการ

ประยุกต์ใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกกับงานประมวลผลเชิงเรขาคณิตที่ซับซ้อนการพัฒนานี้ไม่เพียงเพิ่มความแม่นยำในการสร้างพื้นผิวซับซ้อน แต่ยังช่วยลดเวลาและทรัพยากรที่ต้องใช้ในกระบวนการทำงานอีกด้วย

นอกจากนี้ในบริบทที่กว้างขึ้น เทคนิค AI อย่างเครือข่ายประสาทเทียมตรรกะคลุมเครือและอัลกอริทึมพันธุกรรมกำลังถูกนำมาใช้ในสาขาที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้าง 3 มิติซับซ้อนและการจำลองสถานการณ์ สิ่งนี้สะท้อนอิทธิพลที่เพิ่มขึ้นของ AI ในสาขาวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับการแสดงผล 3 มิติ ผู้บุกเบิกงานวิจัยด้านปัญญาประดิษฐ์ (Peng et al., 2017)[9]

การบูรณาการเทคโนโลยีต่างๆเพื่อให้การทำงาน 3 มิติ มีแน้วโนมที่ดียิ่งขึ้น

การวิจัยที่น่าสนใจเกี่ยวกับการผสานปัญญาประดิษฐ์เข้ากับกระบวนการสร้างแบบจำลอง 3 มิติกำลังเปิดมิติใหม่ของความเป็นไปได้ (Peng et al., 2017)[9] แม้จะมีความท้าทายในการฝึกฝน AI และการควบคุมผลลัพธ์ แต่ความก้าวหน้าด้าน Machine Learning กำลังช่วยลดข้อจำกัดเหล่านี้และเปิดโอกาสใหม่ๆตัวอย่างเช่น เว็บไซต์ (Meshy, 2025)[8] เป็นตัวอย่างชั้นดีถึงการใช้ Machine Learning ที่ผู้ใช้สามารถสร้างวัตถุสามมิติอย่างง่ายเพียงการพิมพ์ข้อความเข้าไปผสมกับการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ของเว็บไซต์ที่เข้าถึงง่ายทำให้การสร้างวัตถุสามมิติในอนาคตแทบจะไม่จำเป็นต้องมีความรู้ด้านการใช้ซอฟต์แวร์เลยอย่างไรก็ตามยังมีความท้าทายที่ต้องเผชิญทั้งในเรื่องความไม่ต่อเนื่องของมาตรฐานข้อมูลระหว่างซอฟต์แวร์ต่างๆ ถึงแม้จะเป็นการสร้างอัตมัติแต่การใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อสร้างวัตถุสามมิติก็ยังไม่สามารถแทนที่ได้ในทุกๆแขนงของการทำงาน 3 มิติจึงเห็นได้ว่าในส่วนของปัญญาประดิษฐ์และ 3 มิตินั้นยังสามารถพัฒนาได้อย่างต่อเนื่องและน่าจะเป็นแนวโน้มที่ดีและคาดหวังว่าการพัฒนาและการศึกษาเหล่านั้นจะเป็นตัวช่วยลดช่องว่างระหว่างการออกแบบดิจิทัลกับการผลิตจริง การศึกษาด้านส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หลายชิ้นแสดงให้เห็นแนวทางการพัฒนาที่น่าสนใจ การปรับปรุงซอฟต์แวร์ SugarCad Kids ให้เข้าใจง่ายเป็นมิตรและสนุกสำหรับเด็กโดยใช้หลักการออกแบบที่เน้นมนุษย์เป็นศูนย์กลาง (Giraldi et al., 2021)[5] ในด้านการออกแบบเมืองการพัฒนาส่วนต่อประสานกราฟิกที่ช่วยให้ผู้ใช้แก้ไขตัวแปรการออกแบบเมืองได้อย่างเข้าใจง่าย ส่วนต่อประสานนี้เชื่อมโยงการสร้างแบบจำลองเชิงพฤติกรรมและเชิงเรขาคณิตช่วยให้ผู้ใช้สร้างพื้นที่เมืองที่สมจริงได้อย่างรวดเร็ว Schmidt and Singh (2010)[11] นำเสนอส่วนต่อประสานสำหรับการจัดการวัตถุ 3 มิติที่ใช้ widget ชั่วคราวแทนเครื่องมือการแปลงมาตรฐานทำให้กระบวนการจัดการง่ายขึ้นและมีความยืดหยุ่นมากขึ้น Schmidt and Singh (2010)[11] พบว่า การออกแบบส่วนต่อประสานที่ตอบสนองความต้องการเฉพาะของผู้ใช้กลุ่มต่างๆ

แนวโน้มในอนาคตคือการผสานเทคโนโลยีทั้งสองนี้เข้าด้วยกันอย่างไร้รอยต่อ โดย AI จะช่วยวิเคราะห์และคาดการณ์พฤติกรรมผู้ใช้ขณะที่ UI จะพัฒนาไปสู่รูปแบบที่เป็นธรรมชาติยิ่งขึ้นทั้งการใช้ท่าทางเสียงและการติดตามการเคลื่อนไหวของร่างกายร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือนและความจริงเสริมเพื่อสร้างประสบการณ์การสร้างแบบจำลอง 3 มิติที่ทั้งทรงพลังและเข้าถึงได้ง่ายซึ่งจะเปลี่ยนโฉมหน้าการทำงาน 3 มิติจากงานเฉพาะทางที่ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญสู่เครื่องมือที่ทุกคนสามารถเข้าถึงและใช้งานได้อย่างสร้างสรรค์อันจะนำไปสู่การขยายขอบเขตการประยุกต์ใช้และนวัตกรรมในหลากหลายอุตสาหกรรมในอนาคตอันใกล้

สรุป

การศึกษาวิวัฒนาการและแนวโน้มของเทคโนโลยีการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ ด้วยการวิเคราะห์เชิงประวัติศาสตร์และแนวโน้มตามกรอบการวิจัยที่กำหนดไว้ ทำให้เห็นภาพชัดเจนของการพัฒนาที่ผ่านมาและทิศทางในอนาคต ซึ่งผลการวิจัยสามารถนำเสนอตามช่วงเวลาและมิติต่างๆ ได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์พัฒนาการในแต่ละช่วงเวลาทำให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงสำคัญที่เกิดขึ้นตลอดระยะเวลากว่า 60 ปี โดยในยุคเริ่มต้น (1960 - 1980) ข้อจำกัดด้านฮาร์ดแวร์เป็นอุปสรรคสำคัญที่ส่งผลให้การพัฒนาต้องเน้นไปที่การคิดค้น

อัลกอริธึมพื้นฐานและเทคนิคการสร้างโมเดลที่ประหยัดทรัพยากรการประมวลผล ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในช่วงนี้มีความซับซ้อนและต้องใช้ความเชี่ยวชาญเฉพาะทางสูง ซึ่งเป็นข้อจำกัดสำคัญที่ทำให้เทคโนโลยีนี้เข้าถึงได้เฉพาะผู้เชี่ยวชาญเท่านั้น

เมื่อเข้าสู่ยุควางรากฐาน (1980 - 2000) การปรากฏตัวของระบบ CAD รุ่นแรก เช่น AutoCAD และ CATIA ได้สร้างการเปลี่ยนแปลงสำคัญในกระบวนการออกแบบอย่างมีนัยสำคัญ Majerik and Jambor (2015)[7] พบว่า การพัฒนาจากโครงร่างลวด (Wireframe) สู่การจำลองพื้นผิว (Surface Modeling) และรูปทรงสามมิติ (Solid Modeling) ซึ่งช่วยเพิ่มความแม่นยำและความน่าเชื่อถือในการสร้างแบบจำลอง ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้เริ่มมีการพัฒนาจากการป้อนคำสั่งผ่านข้อความที่ซับซ้อนไปสู่ส่วนต่อประสานกราฟิก (GUI) ที่ใช้งานง่ายขึ้น แม้ว่าจะยังมีข้อจำกัดในการใช้งานอยู่บ้าง

ในยุคก้าวกระโดด (2000 - 2015) มีการพัฒนาเทคนิคการสร้างแบบจำลองให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเฉพาะเทคนิค NURBS (Piegl & Tiller, 1996)[10] ที่ทำให้สามารถสร้างพื้นผิวซับซ้อนได้อย่างแม่นยำการพัฒนาเทคนิคการแบ่งย่อยพื้นผิว (Subdivision Surfaces) และเทคโนโลยีการสร้างเชิงขนาน (Parametric Modeling) ยิ่งเพิ่มประสิทธิภาพในการสร้างแบบจำลองให้มีความสมจริงและซับซ้อนมากขึ้น ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในยุคนี้มีการพัฒนาอย่างก้าวกระโดด โดยมุ่งเน้นการออกแบบที่เป็นมิตรกับผู้ใช้มากขึ้น (User-Friendly) ทำให้การเข้าถึงเทคโนโลยีนี้ง่ายขึ้นสำหรับผู้ใช้ทั่วไป

สำหรับยุคปัจจุบัน (2015 - ปัจจุบัน) การบูรณาการเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์เข้ากับการสร้างแบบจำลอง 3 มิติกำลังสร้างทั้งโอกาสและความท้าทายใหม่ (Peng et al., 2017)[9] ระบบที่ขับเคลื่อนด้วย AI สามารถวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่เรียนรู้จากตัวอย่าง และช่วยในการตัดสินใจออกแบบที่ซับซ้อน เทคนิคการสร้างแบบจำลอง 3 มิติแบบเติมเต็มอัตโนมัติ (Autocomplete 3D sculpting) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในยุคนี้มีแนวโน้มพัฒนาไปสู่รูปแบบใหม่ที่เน้นการมีปฏิสัมพันธ์ที่เป็นธรรมชาติมากขึ้น เช่น การใช้อินเทอร์เฟซแบบสัมผัส (Haptic Interfaces) หรือการใช้ความจริงเสมือน (Virtual Reality) และความจริงเสริม (Augmented Reality) ในการโต้ตอบกับแบบจำลอง 3 มิติ

2. การประยุกต์ใช้ในภาคอุตสาหกรรม ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการสร้างแบบจำลอง **3** มิติในภาคอุตสาหกรรมจะขยายตัวอย่างกว้างขวางมากขึ้น โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมการแพทย์ ที่การสร้างแบบจำลอง **3** มิติจะมีบทบาทสำคัญในการวางแผนการผ่าตัด การออกแบบอวัยวะเทียม และการฝึกอบรมแพทย์ (Egelhoff et al. 2022[2]; Ghuge, 2023)[4] ในอุตสาหกรรมยานยนต์การใช้อินเทอร์เฟซแบบสัมผัส (Haptic Interfaces) ในกระบวนการออกแบบจะทำให้วิศวกรสามารถทดสอบและปรับแต่งแบบจำลองได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นอุตสาหกรรมสถาปัตยกรรมและการก่อสร้างก็จะได้รับประโยชน์จากการพัฒนาเทคโนโลยี Building Information Modeling (BIM) ที่ช่วยให้การออกแบบ การวางแผนและการก่อสร้างมีประสิทธิภาพมากขึ้น อุตสาหกรรมความบันเทิงจะยังคงเป็นผู้นำในการใช้เทคโนโลยีการสร้างแบบจำลอง **3** มิติ โดยเฉพาะในด้านแอนิเมชันและเกม (Egger et al., 2020[3]; Ghuge, 2023)[4] ที่ต้องการความสมจริงและรายละเอียดที่ซับซ้อนมากขึ้น

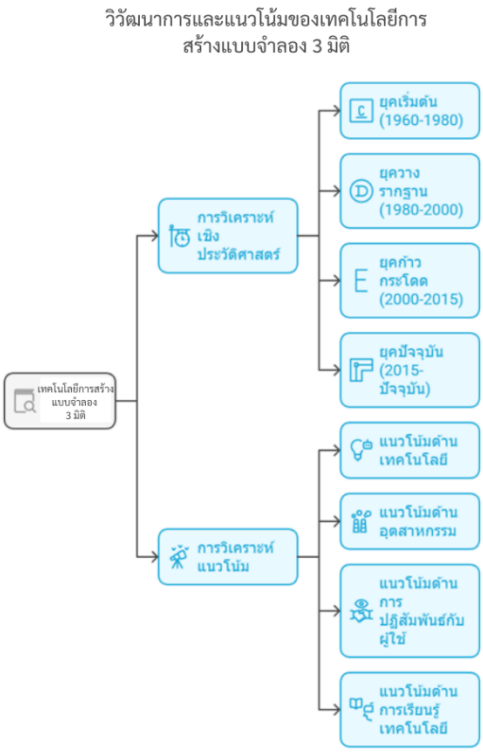
3. ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface หรือ UI) มีบทบาทสำคัญยิ่งในการพัฒนาซอฟต์แวร์สร้างแบบจำลอง 3 มิติ ผลการวิจัยพบว่า UI ที่ออกแบบดีสามารถยกระดับประสบการณ์ผู้ใช้ ทำให้ซอฟต์แวร์ใช้งานง่ายและมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Giraldi et al., 2021)[5] โดยเฉพาะสำหรับงานสร้างสรรค์อย่างการทำแบบจำลอง 3 มิติ ที่ส่วนต่อประสานสามารถส่งเสริมหรือขัดขวางกระบวนการออกแบบได้ UI ที่เป็นมิตรกับผู้ใช้มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการปลดล็อกศักยภาพสูงสุดของซอฟต์แวร์สร้างแบบจำลอง 3 มิติ ระบบในปัจจุบันมักไม่สามารถสนับสนุนกระบวนการออกแบบเชิงสร้างสรรค์ได้อย่างเต็มที่ โดยเฉพาะในขั้นตอนแนวคิดเริ่มต้น การขาดเครื่องมือที่ใช้งานง่ายสามารถขัดขวางการสำรวจความหลากหลายและการพัฒนาแนวคิดสร้างสรรค์ UI ที่มีประสิทธิภาพควรสนับสนุนการโต้ตอบที่เป็นธรรมชาติและนำเสนอวิธีการที่เหมาะกับสื่อ แนวโน้มในอนาคตของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้จะมุ่งไปสู่รูปแบบที่เป็นธรรมชาติมากขึ้น เช่น การใช้ท่าทาง (Gesture) เสียง (Voice) และการติดตามการเคลื่อนไหวของร่างกาย (Body Tracking) ในการควบคุมการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ การพัฒนาเทคโนโลยีความจริงเสมือนและความจริงเสริมจะยิ่งทำให้การมีปฏิสัมพันธ์กับแบบจำลอง 3 มิติเป็นไปอย่างเป็นธรรมชาติและตรงไปตรงมามากขึ้น

การใช้ AI ในการวิเคราะห์และคาดการณ์การกระทำของผู้ใช้จะช่วยให้ส่วนต่อประสานสามารถปรับเปลี่ยนตามความต้องการเฉพาะของผู้ใช้แต่ละคนได้ การศึกษาของ Giraldi et al. (2021)[5] ได้ปรับปรุงซอฟต์แวร์ SugarCad Kids ให้เข้าใจง่าย เป็นมิตรและน่าสนุกสำหรับเด็กโดยใช้หลักการออกแบบที่เน้นมนุษย์เป็นศูนย์กลาง (Giraldi et al., 2021)[5] ในด้านการออกแบบเมือง Vanegas และคณะได้พัฒนาส่วนต่อประสานกราฟิกที่ช่วยให้ผู้ใช้แก้ไขตัวแปรการออกแบบเมืองได้อย่างเข้าใจง่ายส่วนต่อประสานนี้เชื่อมโยงการสร้างแบบจำลองเชิงพฤติกรรมและเชิงเรขาคณิตช่วยให้ผู้ใช้สร้างพื้นที่เมืองที่สมจริงได้อย่างรวดเร็ว Schmidt and Singh (2010)[11] นำเสนอส่วนต่อประสานสำหรับการจัดการวัตถุ 3 มิติที่ใช้ widget ชั่วคราวแทนเครื่องมือการแปลงมาตรฐานทำให้กระบวนการจัดการง่ายขึ้นและมีความยืดหยุ่นมากขึ้น Schmidt and Singh (2010)[11] พบว่า ความสำคัญของการออกแบบส่วนต่อประสานที่ตอบสนองความต้องการเฉพาะของผู้ใช้กลุ่มต่างๆ ในส่วนของการศึกษาทำให้ข้าพจ้าวได้ค้นพบว่าการศึกษาครั้งนี้สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้เป็นสองประเด็นหลักดังภาพต่อไปนี้

4. อาจกล่าวได้ว่าหาก “ยุควางรากฐาน” (1980 - 2000) มีโจทย์หลักคือการทำให้ “สร้างได้” (Feasibility) “ยุคก้าวกระโดด” (2000 - 2015) ได้เปลี่ยนจุดเน้นไปที่การสร้างได้ดีและสมจริง (Efficiency and Realism) อย่างชัดเจนการเกิดขึ้นของเทคนิคอย่าง NURBS ทำให้สามารถสร้างชิ้นงานซับซ้อนและสะท้อนถึงการขยายตัวของเทคโนโลยี 3 มิติออกจากงานวิศวกรรมเครื่องกล ไปสู่งานออกแบบผลิตภัณฑ์และอุตสาหกรรมบันเทิงที่ต้องการความสุนทรียะและความสมจริงสูง

ภาพที่ 2

เทคโนโลยีการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ



การศึกษาวิวัฒนาการและแนวโน้มของเทคโนโลยีการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ ทำให้เห็นภาพความเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญตั้งแต่ยุคเริ่มต้นที่มีข้อจำกัดมากมายจนถึงความก้าวหน้าในปัจจุบัน

ในอดีตเทคโนโลยี 3 มิติต้องฝ่าฟันอุปสรรคทั้งด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์การสร้างโมเดลซับซ้อนเป็นเรื่องยาก ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง แต่ข้อจำกัดเหล่านี้กลับกลายเป็นแรงผลักดันให้เกิดแนวคิดใหม่ๆ การพัฒนาจากโครงร่างลวดสู่การจำลองพื้นผิวและรูปทรงสามมิติช่วยยกระดับความแม่นยำและความสมจริงได้อย่างมาก

ปัจจุบัน การนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาผสานกับงาน 3 มิติกำลังสร้างการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ระบบสร้างโมเดลอัตโนมัติช่วยลดเวลาและทรัพยากรในขั้นตอนออกแบบ ส่วนติดต่อผู้ใช้มีความเป็นมิตรมากขึ้น แม้จะก้าวหน้าไปมาก แต่ยังมีปัญหาที่ต้องแก้ไข เช่น การที่โปรแกรมแต่ละตัวใช้รูปแบบไฟล์ต่างกันทำให้แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันยากและความไม่ลงรอยระหว่างสิ่งที่ออกแบบในคอมพิวเตอร์กับการนำไปผลิตจริง

ในอนาคตเทคโนโลยี 3 มิติจะพัฒนาไปสู่รูปแบบการใช้งานที่เป็นธรรมชาติมากขึ้นผ่านการใช้ท่าทางเสียงเทคโนโลยีเสมือนจริง และความจริงเสริมไปจนถึงการใช้ปัญญาประดิษฐ์การนำไปใช้จะแพร่หลายในหลายวงการโดยเฉพาะการแพทย์ยานยนต์ สถาปัตยกรรมและความบันเทิงเทคโนโลยีจะมุ่งลดข้อจำกัดด้านทักษะ เปิดโอกาสให้คนทั่วไปสร้างแบบจำลอง 3 มิติได้ง่ายขึ้น

องค์ความรู้ใหม่

บทความเรื่องนี้สร้างองค์ความรู้ใหม่เชิงบูรณาการที่ไม่ได้จำกัดอยู่เพียงการวิเคราะห์พัฒนาการทางเทคนิคของการสร้างแบบจำลองสามมิติแต่ได้สังเคราะห์วิวัฒนาการของเทคโนโลยีแกนหลักการบูรณาการปัญญาประดิษฐ์ และการพัฒนาส่วนต่อประสานผู้ใช้ภายใต้กรอบแนวคิดเดียวกัน เพื่ออธิบายพลวัตของระบบนิเวศเทคโนโลยีสามมิติในมุมมองระดับระบบซึ่งเป็นแนวทางที่ยังขาดการนำเสนออย่างเป็นระบบในงานทบทวนก่อนหน้า

นอกจากนี้ การสังเคราะห์งานวิจัยข้ามสาขาวิชาเผยให้เห็นการเปลี่ยนผ่านกระบวนทัศน์ของการสร้างแบบจำลองสามมิติจากกระบวนการที่เน้นความเป็นไปได้ทางเทคนิคมาสู่กระบวนการที่ให้ความสำคัญกับประสิทธิภาพ ความสมจริง และประสบการณ์ผู้ใช้ การเปลี่ยนแปลงนี้สะท้อนบทบาทที่วิวัฒน์ของเทคโนโลยีจากเครื่องมือเฉพาะทางสำหรับผู้เชี่ยวชาญไปสู่แพลตฟอร์มสร้างสรรค์ที่เข้าถึงได้สำหรับผู้ใช้หลากหลายกลุ่มอีกประเด็นสำคัญคือการเสนอกรอบแนวคิดความร่วมมือระหว่างมนุษย์กับปัญญาประดิษฐ์ในการสร้างแบบจำลองซึ่งชี้ให้เห็นว่าทิศทางของเทคโนโลยีไม่ได้มุ่งแทนที่ผู้ใช้งานแต่กำลังพัฒนาไปสู่ความร่วมมือเชิงสร้างสรรค์ระหว่างระบบอัจฉริยะและนักออกแบบเพื่อเพิ่มศักยภาพการสร้างสรรค์และลดภาระทางเทคนิค

ด้วยเหตุนี้บทความเรื่องนี้จึงเสนอมุมมองใหม่ๆ สำหรับการออกแบบระบบสร้างแบบจำลองสามมิติในอนาคตทั้งในมิติของโครงสร้างเทคโนโลยีการออกแบบส่วนต่อประสานและกระบวนการทำงานแบบบูรณาการ

REFERENCES

[1] Dyn, N., Levine, D., & Gregory, J. (1990). A butterfly subdivision scheme for surface interpolation with tension control. *ACM Transactions on Graphics, 9*,(3), 160 - 169. https://doi.org/10.1145/78956.78958

[2] Egelhoff, K., Idzi, P., Bargiel, J., Wyszynska-Pawelec, G., Zapała, J., & Gontarz, M. (2022). Implementation of cone beam computed tomography, digital sculpting and three-dimensional printing in facial epithesis - *A technical note. Applied Sciences, 12*(23), 11974. https://doi.org/10.3390/app122311974

[3] Egger, B., Smith, W. A. P., Tewari, A., Wuhrer, S., Zollhoefer, M., Beeler, T., Bernard, F., Bolkart, T., Kortylewski, A., Romdhani, S., Theobalt, C., Blanz, V., & Vetter, T. (2020). 3D morphable face models-Past, present, and future. *ACM Transactions on Graphics*, *39*(5), 157 – 167. https://doi.org/10.1145/3395208

[4] Ghuge, G. D. (2023). 3D Modelling: A review. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology (IJARSCT), 3*(3), 614 - 623. https://doi.org/10.48175/ijarsct-14377

[5] Giraldi, L., Burberi, M., Morelli, F., & Maini, M. (2021). *A new graphic user interface design for 3D modeling software for children.* Springer.

[6] Liu, H.T. D., Kim, V. G., Chaudhuri, S., Aigerman, N., & Jacobson, A. (2020). Neural subdivision. *ACM Transactions on Graphics*, 39(4), 124 – 135. https://doi.org/10.1145/3386569.3392418

[7] Majerik, J., & Jambor, J. (2015). Computer aided design and manufacturing evaluation of milling cutter when high speed machining of hardened steels. *25th DAAAM International Symposium on Intelligent Manufacturing and Automation, 2014*. Procedia Engineering, 100, 450-459.

[8] Meshy. (2023). *The easiest way to create a 3D model* [In Thai]. https://www.meshy.ai

[9] Peng, M., Xing, J., & Wei, L.Y. (2017). Autocomplete 3D sculpting. *ACM Transactions on Graphics*, 37(4), 23 – 43.

[10] Piegl, L. A., & Tiller, W. (1996). *The NURBS Book* (2nd ed.). Springer.

[11] Schmidt, R., & Singh, K. (2010). Meshmixer: an interface for rapid mesh composition. In *SIGGRAPH 10: ACM SIGGRAPH 2010 Talks*. https://doi.org/10.1145/1837026.1837034