

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในบทนี้ กล่าวถึงวิธีการดำเนินงาน ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ดังนี้ ส่วนที่หนึ่งอธิบายถึงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และส่วนที่สองอธิบายถึงขั้นตอนการดำเนินการวิจัยในการพัฒนาระบบการออกแบบเครื่องประดับแหวนโดยอัตโนมัติด้วยวิธีไวยากรณ์รูปร่าง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. คอมพิวเตอร์แบบโมบายเวอร์สเดชั่น (Mobile Workstation) สำหรับพัฒนาระบบการออกแบบอัตโนมัติ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1.1 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) Intel® Core™ i7 4800MQ @ 2.70 GHz
- 1.2 หน่วยความจำหลัก (RAM) 8 GB 1600MHz DDR3L 1DM
- 1.3 หน่วยความจำการ์ดจอ (Display Adapter) NVIDIA Quadro K2100M 2 GB
- 1.4 ความจุฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk) 500 GB 7200 RPM
- 1.5 ระบบปฏิบัติการไมโครซอฟต์วินโดวส์เซเว่น (Microsoft Windows Seven)

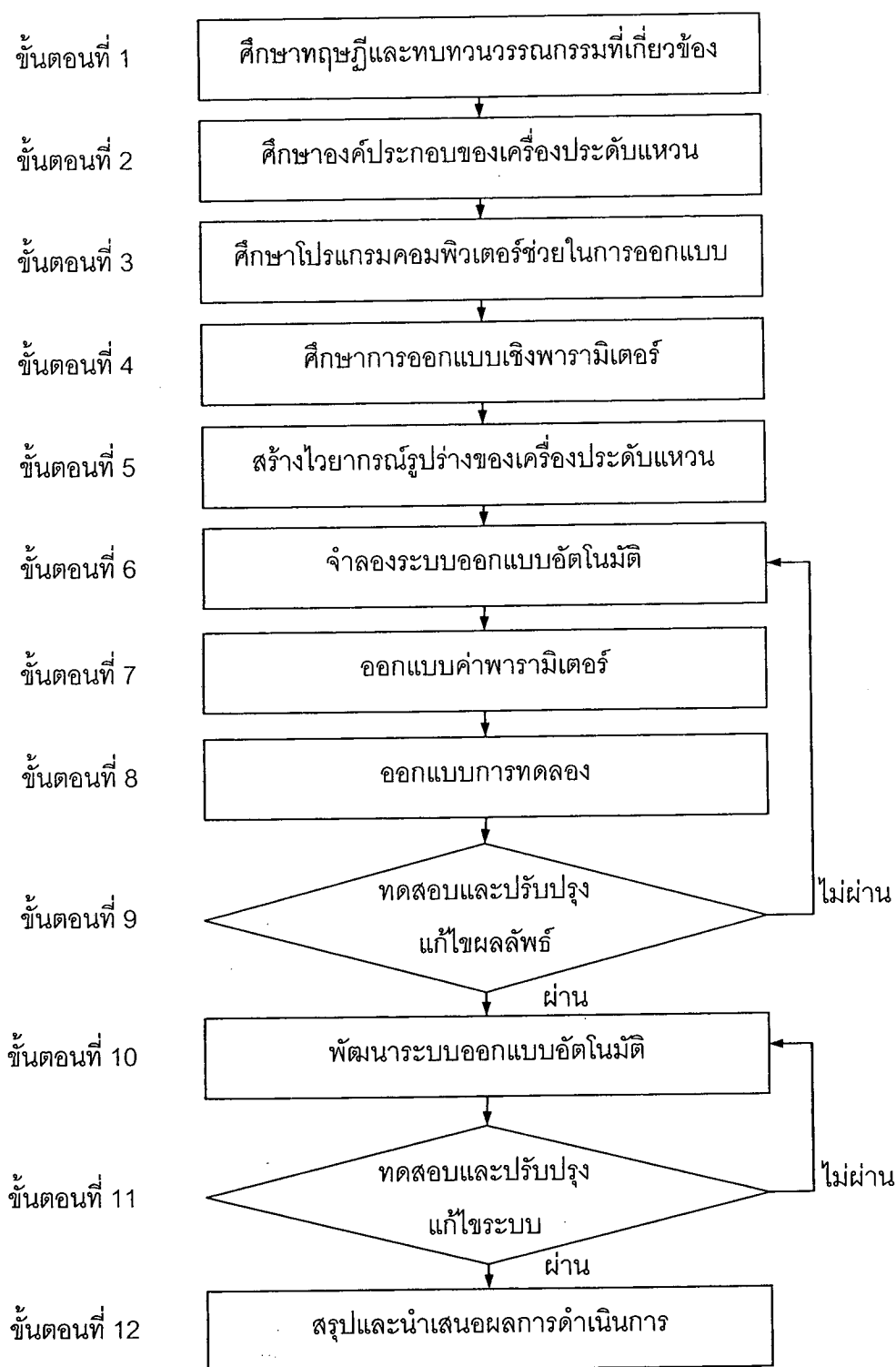
2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ Rhinoceros 5.0 Educational License

3. โปรแกรมวิเคราะห์และวิจัยข้อมูลทางสถิติ ได้แก่ Minitab 16.0 และ SPSS Statistics

17.0

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยสำหรับศึกษาและพัฒนาระบบการออกแบบโดยอัตโนมัติ โดยใช้วิธีไวยากรณ์รูปร่างสำหรับออกแบบเครื่องประดับแหวนประกอบด้วย 12 ขั้นตอนหลัก ดังแสดงในภาพ 40

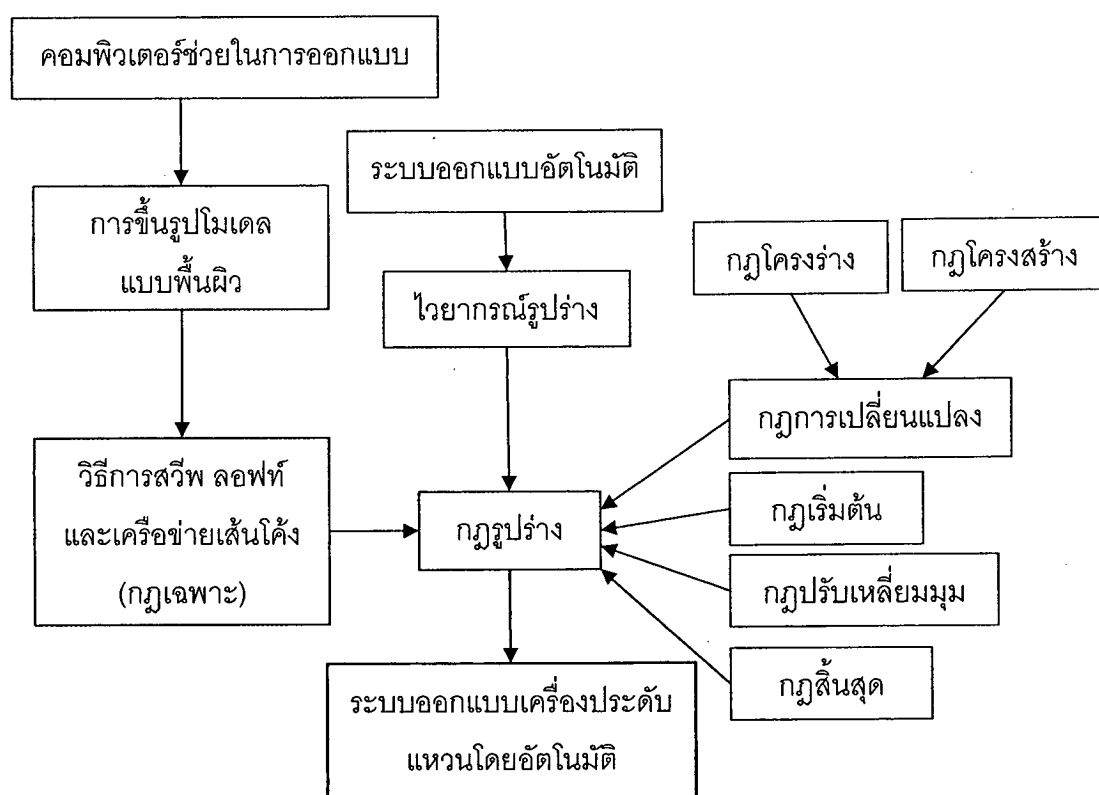


ภาพ 40 แสดงแผนผังการไหลของวิธีการดำเนินงานวิจัย

จากแผนผังการไหลของการดำเนินงานวิจัย ดังแสดงในภาพ 40 ได้อธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องประดับแหวน เช่น ศิลปะของเครื่องประดับ องค์ประกอบของเครื่องประดับแหวน กระบวนการออกแบบด้วยมือและคอมพิวเตอร์ ช่วยในการออกแบบ และการสร้างพื้นผิวของรูปทรงเครื่องประดับแหวนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ช่วยในการออกแบบ ระบบออกแบบอัตโนมัติ เช่น ระบบแอล เซลลูลาร์ออโตมาตา ขั้นตอนวิธีการเชิงพันธุกรรม ปัญญารวมหมู่ และไวยากรณ์รูปร่าง ทฤษฎีการออกแบบแผนการทดลอง ทฤษฎีทางสถิติ ทฤษฎีสมมุติฐานและการทดสอบสมมุติฐาน ทฤษฎีการออกแบบสอบถาม และรวมถึงการทบทวนวรรณกรรม โดยทำการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางสำหรับการดำเนินงานวิจัย ซึ่งสามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ของวิธีการและเทคนิคที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย ดังแสดงในภาพ 41



ภาพ 41 แผนผังอธิบายความสัมพันธ์ของวิธีการและเทคนิคที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย

ในภาพ 41 การพัฒนาระบบออกแบบเครื่องประดับแหวนโดยอัตโนมัติอาศัยความรู้พื้นฐานจากคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ และระบบออกแบบอัตโนมัติ ซึ่งในคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบมีลักษณะการสร้างโมเดลแบบพื้นผิว โดยโมเดลแบบพื้นผิวเหมาะกับงานที่มีส่วนเว้า ส่วนโค้ง และรูปทรงอิสระ โมเดลแบบพื้นผิวมีเทคนิคที่นิยมใช้สำหรับการสร้างพื้นผิวของรูปทรงเครื่องประดับแหวน ได้แก่ เทคนิคการสวิตช์ เทคนิคการลอฟท์ และเทคนิคเครือข่ายเส้นโค้ง และระบบออกแบบอัตโนมัติเป็นระบบเชิงคำนวณ เพื่อสนับสนุนนักออกแบบสำหรับสร้างแนวทางการออกแบบ อีกทั้งยังเพิ่มประสิทธิภาพความถูกต้องและความสม่ำเสมอในการสำรวจการออกแบบ ในระบบออกแบบอัตโนมัติมีวิธีไวยากรณ์รูปร่างเป็นเทคนิคสำหรับอธิบาย และวิเคราะห์กระบวนการออกแบบรูปทรงเครื่องประดับแหวน โดยวิธีไวยากรณ์มีส่วนประกอบพื้นฐาน 4 ส่วน ได้แก่ รูปร่างเริ่มต้น เซตขอบเขตของรูปร่าง เซตขอบเขตของสัญลักษณ์ และกฎรูปร่าง โดยที่กฎรูปร่างใช้สำหรับการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง เพื่อพัฒนารูปร่าง ซึ่งกฎรูปร่างประกอบด้วย กฎเริ่มต้น กฎสิ้นสุด กฎปรับเปลี่ยนมุม เป็นกฎด้านความปลอดภัย และกฎการเปลี่ยนแปลง ซึ่งในกฎการเปลี่ยนแปลงสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อย ได้แก่ กฎโครงสร้างและกฎโครงสร้าง

2. ศึกษาองค์ประกอบของเครื่องประดับแหวน

ทำการศึกษาองค์ประกอบที่มีผลต่อรูปทรงและขนาดของเครื่องประดับแหวน โดยทำการศึกษารูปทรงของเครื่องประดับแหวนที่มีอยู่ในท้องตลาดปัจจุบันจากแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกันไป เช่น ออกสำรวจแหล่งซื้อและขายเครื่องประดับแหวน ตำรา หนังสือ วารสาร และเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องประดับแหวน เป็นต้น

3. ศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ

ในการศึกษาคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบสำหรับงานวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 กระบวนการทำงานของวีปัสคริปต์ด้วยโปรแกรม Rhinoceros 5.0 และส่วนที่ 2 กระบวนการสร้างรูปทรงของเครื่องประดับแหวนแบบสามมิติด้วยโปรแกรม Rhinoceros 5.0

3.1 กระบวนการทำงานของวีปัสคริปต์ด้วยโปรแกรม Rhinoceros 5.0

ทำการศึกษากระบวนการทำงานบนวีปัสคริปต์ด้วยโปรแกรม Rhinoceros 5.0 โดยทำการทดลองเรียกใช้หน้าต่างวีปัสคริปต์ และศึกษาและทดลองเขียนคำสั่งสร้างรูปทรงเครื่องประดับแหวนด้วยวีปัสคริปต์เบื้องต้น

3.2 กระบวนการสร้างรูปทรงเครื่องประดับแหวนแบบสามมิติด้วยโปรแกรม Rhinoceros 5.0

ทำการศึกษากระบวนการสร้างเครื่องประดับแหวนแบบสามมิติ ตามแหล่งข้อมูลต่างๆ อาทิเช่น คู่มือการใช้งานโปรแกรม Rhinoceros 5.0 และเว็บไซต์ต่างๆ (Website) เป็นต้น

โดยรูปทรงเครื่องประดับแหวนแบบสามมิติสามารถสร้างพื้นผิวของรูปทรงเครื่องประดับแหวนได้หลากหลายเทคนิค และในงานวิจัยได้เลือกศึกษาเทคนิคการสร้างพื้นผิวของรูปทรงจำนวน 3 เทคนิค ได้แก่ เทคนิคสวீป (Sweep) เทคนิคลอฟท์ (Loft) และเทคนิคเครือข่ายเส้นโค้ง (Curve Network) เนื่องจากเทคนิคดังกล่าว เหมาะสมกับการสร้างพื้นผิวของรูปทรงเครื่องประดับแหวนที่มีส่วนเว้า ส่วนโค้ง และรูปทรงอิสระได้

4. ศึกษาการออกแบบเชิงพารามิเตอร์ (Parametric Design)

ในขั้นตอนนี้ เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเทคนิคการสร้างพื้นผิวของรูปทรงเครื่องประดับแหวนแบบสามมิติ และพารามิเตอร์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปทรงเครื่องประดับแหวน เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาออกแบบในเชิงพารามิเตอร์ โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาขั้นตอนที่ 3 มากำหนดรายละเอียด ความหมาย และเขียนเป็นสัญลักษณ์ให้อยู่ในรูปแบบของพารามิเตอร์

5. วยากรณ์รูปร่างของเครื่องประดับแหวน

ในขั้นตอนนี้ จัดทำโครงสร้างวยากรณ์รูปร่างของเครื่องประดับแหวน เพื่อใช้ในการสร้างกระบวนการออกแบบเครื่องประดับแหวนโดยอัตโนมัติ ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับวิธีวยากรณ์รูปร่าง ประกอบด้วย 4 ส่วน ได้แก่

$$SG = \{S, R, P, I\}$$

โดยที่	SG	คือ	วยากรณ์รูปร่าง
	S	คือ	เซตขอบเขตของรูปร่าง สำหรับกำหนดขอบเขตรูปร่าง
	R	คือ	เซตขอบเขตของกฎรูปร่าง สำหรับกำหนดขอบเขตการเปลี่ยนแปลงของรูปร่าง
	P	คือ	เซตขอบเขตของสัญลักษณ์ สำหรับอธิบายขอบเขตของการประยุกต์ใช้ เพื่อระบุตำแหน่ง และความสัมพันธ์ของรูปร่างสำหรับการประยุกต์ใช้กฎการเปลี่ยนแปลง
	I	คือ	รูปร่างเริ่มต้น สำหรับกำหนดขอบเขตของรูปร่างเริ่มต้น

6. จำลองระบบออกแบบอัตโนมัติ

ในขั้นตอนนี้ ทำการจำลองระบบออกแบบเครื่องประดับแหวนโดยอัตโนมัติ โดยนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 ถึง 5 มาจำลองระบบดังกล่าว เพื่อนำมาทดสอบและศึกษาขอบเขตเงื่อนไขและค่าพารามิเตอร์ในขั้นตอนต่อไป

7. ออกแบบค่าพารามิเตอร์ (Parameter Design)

ทำการศึกษาขอบเขต เงื่อนไข และค่าพารามิเตอร์ของแต่ละกฎรูปร่างที่เป็นไปได้ โดยทำการป้อนข้อมูลดังกล่าวให้กับระบบการออกแบบเครื่องระดับแหวนโดยอัตโนมัติ และทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของรูปทรงเครื่องระดับแหวนหลังจากประยุกต์ใช้กฎรูปร่าง โดยพิจารณาว่าในแต่ละกฎรูปร่างส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงรูปทรงเครื่องระดับแหวนมากหรือน้อยเพียงใด โดยสามารถแบ่งการศึกษออกเป็น 5 กรณี ได้แก่

กรณีที่ 1 การศึกษาพารามิเตอร์การแบ่งช่วงของเส้นบนหน้าตัด

กรณีที่ 2 การศึกษาลำดับของการประยุกต์ใช้กฎโครงร่าง

กรณีที่ 3 การคัดเลือกตัวแทนของกลุ่มตัวอย่าง

กรณีที่ 4 การศึกษาขอบเขตของพารามิเตอร์การประยุกต์ใช้กฎโครงสร้าง

กรณีที่ 5 การศึกษาลำดับของการประยุกต์ใช้กฎโครงสร้าง

7.1 การศึกษาพารามิเตอร์การแบ่งช่วงของเส้นบนหน้าตัด

ทำการศึกษาพารามิเตอร์การแบ่งช่วงของเส้นบนหน้าตัด เริ่มต้นจากการแบ่งช่วงของเส้นบนหน้าตัดของรูปทรงเครื่องระดับแหวน โดยทำการประยุกต์ใช้กฎเส้นตรง กฎโค้งนูน หรือกฎโค้งขึ้น กฎโค้งเว้าลงหรือกฎโค้งลง กฎของการเปลี่ยนมุมแบบที่ 1 และกฎของการเปลี่ยนมุมแบบที่ 2 จำนวนช่วงตั้งแต่ 1 ถึง 10 เพื่อหาขอบเขตของการแบ่งช่วงของเส้นบนหน้าตัด

7.2 การศึกษาลำดับของการประยุกต์ใช้กฎโครงร่าง

ทำการศึกษาการลำดับของการประยุกต์ใช้กฎโครงร่าง เริ่มต้นจากการประยุกต์ใช้กฎจำนวน 2 ครั้งขึ้นไป จากนั้นทำการจัดลำดับหรือสลับตำแหน่งของการประยุกต์กฎโครงร่าง เพื่อศึกษาการลำดับของกฎโครงร่างส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปทรงเครื่องระดับแหวนหรือไม่

7.3 การคัดเลือกตัวแทนของกลุ่มตัวอย่าง

ทำการคัดเลือกตัวแทนสำหรับการทดลองในขั้นตอนต่อไป โดยมีหลักเกณฑ์ คือ ตัวแทนของการทดลองนี้จะแปรผันตามขอบเขตการแบ่งช่วงของเส้น และเลือกลักษณะของหน้าแหวนแบบสมมาตรและไม่สามารถระบุที่เห็นการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจน โดยแต่ละการแบ่งช่วงของเส้นนั้น จะทำการถูกสุ่มตัวแทนของรูปทรงเครื่องระดับแหวน ซึ่งรูปทรงดังกล่าวเป็นตัวแทนของกลุ่มตัวอย่างสำหรับการทดลองในขั้นตอนต่อไป

7.4 การศึกษาขอบเขตของพารามิเตอร์การประยุกต์ใช้กฎโครงสร้าง

ทำการศึกษาหาขอบเขตของค่าพารามิเตอร์จากการประยุกต์ใช้กฎโครงสร้าง เริ่มต้นจากการนำตัวแทนจากการทดลองในหัวข้อที่ 7.3 นำมาประยุกต์ใช้กฎโครงสร้าง ได้แก่ กฎการสะท้อน กฎการหมุน กฎการเปลี่ยนความกว้าง กฎการเปลี่ยนความสูง กฎการเปลี่ยนขนาด หรือสัดส่วน กฎการเพิ่มรูปร่างใหม่ กฎการตัดรูปร่าง และกฎการเปลี่ยนตำแหน่งรูปร่างหรือการย้ายตำแหน่งรูปร่าง กระทำภายใต้เงื่อนไข โดยมีความกว้างและความยาวไม่เกิน 15 มิลลิเมตร และความสูงหรือความหนาไม่เกิน 5 มิลลิเมตร ของขนาดรูปทรงเครื่องประดับแหวนที่กำหนดไว้ เพื่อหาขอบเขตของค่าพารามิเตอร์ของแต่ละกฎโครงสร้าง

7.5 การศึกษาการลำดับของการประยุกต์ใช้กฎโครงสร้าง

ทำการศึกษาการลำดับของการประยุกต์ใช้กฎโครงสร้าง เริ่มต้นจากการประยุกต์ใช้กฎโครงสร้างจำนวน 2 ครั้งขึ้นไป จากนั้นทำการจัดลำดับหรือสลับตำแหน่งของการประยุกต์ใช้กฎโครงสร้าง เพื่อศึกษาการลำดับของการประยุกต์ใช้กฎโครงสร้างส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปทรงเครื่องประดับแหวนหรือไม่

8. ออกแบบการทดลอง

ทำการออกแบบการทดลอง เพื่อสำรวจทัศนคติของผู้บริโภคที่มีผลต่อรูปทรงเครื่องประดับแหวนแบบสามมิติด้านความสวยงามและความแปลกใหม่ โดยทำการออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียล ซึ่งมีรายละเอียดพารามิเตอร์สำหรับการศึกษาทัศนคติของผู้บริโภค ประกอบด้วย 3 กลุ่ม ดังต่อไปนี้

พารามิเตอร์กลุ่มที่ 1 พารามิเตอร์การแบ่งช่วงของเส้น แบ่งออกเป็น 2 ระดับ ได้แก่

ระดับที่ 1 พารามิเตอร์จำนวนการแบ่งช่วงของเส้นน้อย

ระดับที่ 2 พารามิเตอร์จำนวนการแบ่งช่วงของเส้นมาก

พารามิเตอร์กลุ่มที่ 2 พารามิเตอร์การประยุกต์ใช้กฎโครงสร้าง แบ่งออกเป็น 3 วิธี ได้แก่

วิธีที่ 1 พารามิเตอร์การประยุกต์ใช้กฎโครงสร้างซ้ำกันแบบต่อเนื่อง

วิธีที่ 2 พารามิเตอร์การประยุกต์ใช้กฎโครงสร้างซ้ำกันแบบไม่ต่อเนื่อง

วิธีที่ 3 พารามิเตอร์การประยุกต์ใช้กฎโครงสร้างแบบไม่ซ้ำกัน

พารามิเตอร์กลุ่มที่ 3 พารามิเตอร์การสร้างพื้นผิวของรูปทรงเครื่องประดับแหวนแบบสามมิติ แบ่งออกเป็น 4 เทคนิค ได้แก่

เทคนิคที่ 1 พารามิเตอร์การสร้างพื้นผิวของรูปทรงเครื่องประดับแหวนแบบสามมิติด้วยเทคนิคสัฟไฟร์

เทคนิคที่ 2 พารามิเตอร์การสร้างพื้นผิวของรูปทรงเครื่องประดับแหวนแบบสามมิติด้วยเทคนิคลอฟท์แบบที่ 1

เทคนิคที่ 3 พารามิเตอร์การสร้างพื้นผิวของรูปทรงเครื่องประดับแหวนแบบสามมิติด้วยเทคนิคลอฟท์แบบที่ 2

เทคนิคที่ 4 พารามิเตอร์การสร้างพื้นผิวของรูปทรงเครื่องประดับแหวนแบบสามมิติด้วยเทคนิคเครือข่ายเส้นโค้ง

9. ทดสอบผลลัพธ์ วิเคราะห์ผลการทดลอง และทำการปรับปรุงแก้ไขผลลัพธ์

ในขั้นตอนนี้ทำการทดสอบ วิเคราะห์ และประเมินผลลัพธ์ที่ได้จากระบบ เริ่มต้นจากนำรูปทรงเครื่องประดับแหวนที่ได้จากขั้นตอนที่ 8 มาจัดเรียงข้อมูลในลักษณะแบบสอบถาม จากนั้นทำการสอบถามกลุ่มตัวอย่างจากช่วงอายุ 18-25 ปี ซึ่งมีหัวข้อคำถามเกี่ยวกับการสอบถามทัศนคติของผู้บริโภคที่มีผลต่อรูปทรงเครื่องประดับแหวนแบบสามมิติด้านความสวยงามและความแปลกใหม่ โดยการให้คะแนนด้านความสวยงามและความแปลกใหม่ และนำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องมือทางสถิติ และโปรแกรมวิเคราะห์และวิจัยข้อมูลทางสถิติ ถ้าระบบต้องทำการปรับปรุงแก้ไขจะต้องดำเนินแก้ไขใหม่ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 8

10. พัฒนาระบบออกแบบอัตโนมัติ

ในขั้นตอนนี้ เป็นการพัฒนาระบบการออกแบบเครื่องประดับแหวนโดยอัตโนมัติ โดยนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 7 ถึง 9 มาปรับปรุงและแก้ไขระบบการออกแบบเครื่องประดับแหวนโดยอัตโนมัติ

11. ทดสอบระบบ วิเคราะห์ผลการทดลอง และทำการปรับปรุงแก้ไขระบบ

ทำการทดสอบระบบโดยเรียนเชิญผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบจำนวน 4 ท่าน ซึ่งแต่ละท่านทำการเลือกรูปทรงเครื่องประดับแหวนที่ได้จากการสร้างของระบบโดยพิจารณาตามความพึงพอใจท่านละไม่น้อยกว่า 10 รูปทรง และทำการวิจารณ์ผลการทดลองเกี่ยวกับเหตุผลหรือเกณฑ์การเลือกผลลัพธ์ของแต่ละบุคคล ถ้าระบบต้องทำการปรับปรุงแก้ไขจะต้องดำเนินแก้ไขใหม่ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 10

12. สรุปผลการดำเนินการ

นำผลลัพธ์ที่ได้จากระบบออกแบบอัตโนมัติ และการวิเคราะห์จากแบบสอบถามมาสรุปผลการดำเนินงานวิจัยเพื่อนำเสนอและ