



การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการแปลงแบบจำลอง 3 มิติ ให้เป็นแบบจำลอง
วีอกเซล

Web application capitalize development for converting 3D models into
voxel models

นายจิตรกร จันทะสี รหัสประจำตัว 623021044-1

นางสาวนฤมล ไสยโสภณ รหัสประจำตัว 623021050-6

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

หลักสูตรสารสนเทศสถิติ สาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ปีการศึกษา 2565

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการแปลงแบบจำลอง 3 มิติ ให้เป็นแบบจำลอง
วีอกเซล

Web application capitalize development for converting 3D models into
voxel models

นายจิตกร จันทะสี รหัสประจำตัว 623021044-1

นางสาวนฤมล ไสยโสกณ รหัสประจำตัว 623021050-6

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

หลักสูตรสารสนเทศสถิติ สาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ปีการศึกษา 2565

หัวข้อโครงการวิจัย	การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการแปลงแบบจำลอง 3 มิติ ให้เป็นแบบจำลองวีร์อกเซล
นักศึกษา	นายจิตรกร จันทะสี รหัสประจำตัว 623021044-1 นางสาวนฤมล ไสยโสภณ รหัสประจำตัว 623021050-6
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.รนพวงศ์ อินทร์

สาขาวิชาสังคม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อนุมัติให้รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (สารสนเทศสังคม)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ดร.ธนพงศ์ อินทร์)

วันที่ 12 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2566

.....หัวหน้าสาขาวิชาสติตि

(ผศ.ดร.สุกัญญา เรืองสุวรรณ)

วันที่ 12 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2566

หัวข้อโครงการวิจัย	การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการแปลงแบบจำลอง 3 มิติ ให้เป็นแบบจำลองวีดีโອ์
นักศึกษา	นายจิตรกร จันทะสี รหัสประจำตัว 623021044-1 นางสาวนฤมล ไสยโสภณ รหัสประจำตัว 623021050-6
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.ธนพงษ์ อินทร์

บทคัดย่อ

แบบจำลอง 3 มิติ ในปัจจุบันเริ่มมีบทบาทมากขึ้นในหลายวงการไม่ว่าจะเป็นด้านงานอุตสาหกรรมก่อสร้าง อุตสาหกรรมการบันเทิง ทางด้านภาพยนตร์ อนิเมะ และเกมออนไลน์ ล้วนแล้วแต่มีการนำแบบจำลอง 3 มิติ ไปใช้งานเพื่อความสวยงาม ความสมจริง และมีมิติมากขึ้น แบบจำลองแบบวีดีโອ์ ก็สามารถสร้างความสวยงามและมีมิติได้เช่นกันแต่การทำแบบจำลองแบบวีดีโອ์นั้นมีข้อจำกัดในด้านของเวลาในการสร้างแบบจำลองที่สวยงามขึ้นมาเนื่องจากต้องทำการต่อวีดีโອ์ที่ละเอียดก้อนเดียวใช้เวลาค่อนข้างมากกว่าจะได้แต่ละแบบจำลองที่สวยงาม

ผู้พัฒนาจึงเสนอเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการแปลงแบบจำลอง 3 มิติ เป็นแบบจำลองวีดีโອ์ ที่สามารถแปลงแบบจำลอง 3 มิติ เป็นแบบจำลองวีดีโອ์ที่มีสีพื้นผิวตามสีของแบบจำลองอนิพุตต์ให้อยู่ในรูปแบบ web application ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการแปลงแบบจำลอง 3 มิติ เป็นแบบจำลองวีดีโອ์สำหรับนำไปใช้ในแพลตฟอร์มต่างๆ เช่น วัตถุและตัวละครในเกมส์ (Game Assets) และ Non-Fungible Token (NFT)

ประโยชน์ที่ได้จากการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันนี้ คือ ได้แบบจำลองวีดีโອ์ที่มีสีของพื้นผิว ซึ่งสามารถนำแบบจำลองวีดีโອ์ไปใช้ในแพลตฟอร์มต่างๆ ได้ เช่น วัตถุและตัวละครในเกมส์ (Game Assets) และ Non-Fungible Token (NFT) เป็นประโยชน์ต่อผู้ที่ต้องการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการแปลงแบบจำลอง 3 มิติ จะช่วยในเรื่องความสะดวก เพราะง่ายต่อการใช้งาน อีกทั้งยังได้โมเดลที่มีความสวยงาม และมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว และได้พัฒนาขั้นตอนการ ding สีจากรูปภาพไปใช้ในแบบจำลองวีดีโอด้วยที่สูงกว่าเดิม

คำสำคัญ : แบบจำลองวีดีโอด้วยที่สูงกว่าเดิม, NFT (Non-Fungible Token), Game Assets

สาขาวิชาสังคม

ปีการศึกษา 2565

ลายมือชื่อนักศึกษา.....จิษฎา รุ่งทราย

(นายจิตรกร จันทะสี)

ลายมือชื่อนักศึกษา.....นนท์ ไอลุน

(นางสาวนนท์ ไอลุน)

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ดร.ธนพงษ์ อินทร์)

Web application development for converting 3D models into voxel models.

Student	Mr. Jittakorn Chanthasi Miss. Naruemon Saisophon	Student ID 623021044-1 Student ID 623021050-6
Project Advisor	Dr. Thanapong Intharah	

ABSTRACT

3D models are now becoming more active in many industries, including the construction industry. Entertainment Industry In movies, anime, and online games, 3D models are used for aesthetic purposes. Voxel models can also be beautiful and dimensional, but voxel modeling has time constraints in terms of creating beautiful models because it takes quite a bit more time to build each beautiful model.

The developer then proposed a web application for converting 3D models into voxel models that can convert 3D models into voxel models with texture colors based on the color of input models into formats. Web application intended to develop a web application for converting 3D models into voxel models for use in platforms such as game assets and non-fungible tokens (NFTs).

The benefit of developing this web application is that it has a voxel model with the same texture color as the color of the input model, which can be used in various platforms such as game assets and non-fungible tokens (NFT).

Keywords: voxel models, NFT (Non-Fungible Token), Game Assets

Department of Statistics
Academic year 2022

Signature of student.....
(Mr. Jittakorn Chanthasi)

Signature of student.....
(Miss. Naruemon Saisophon)

Signature of project advisor.....
(Dr. Thanapong Intharah)

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการแปลงแบบจำลอง 3 มิติ ให้เป็นแบบจำลองวีโว่เซล ขอ
กราบขอบพระคุณผู้ที่สนับสนุนทุกท่านที่เป็นส่วนหนึ่งในการทำให้เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการแปลง^{แบบจำลอง 3 มิติ ให้เป็นแบบจำลองวีโว่เซลพัฒนาสำเร็จอย่างด้วยดี ไม่ว่าจะเป็นทุนอุดหนุนโครงการ}
การแข่งขันพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทยครั้งที่ 25 จากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยีแห่งชาติ และมหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่เอื้อเพื่อสถานที่ในการทำโครงการ แล้วอาจารย์ที่ปรึกษา^{อ.ดร.ธนพงศ์ อินทร์ ที่เคยให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่ดีในการทำโครงการนี้}

สุดท้ายนี้ต้องขอบคุณคณะผู้พัฒนาทุกคนที่ตั้งใจสร้างสรรค์ผลงานออกมาอย่างที่สุด
ความสามารถจนสำเร็จโครงการໄไปได้ด้วยดี

คณะผู้พัฒนา “เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการแปลงแบบจำลอง 3 มิติ ให้เป็นแบบจำลองวีโว่เซล”

นายจิตรกร จันทะสี
นางสาวนฤมล ไสโยภรณ์

สารบัญ

	ก
เรื่อง	ก
บทคัดย่อ	ก
ABSTRACT	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	ซ
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 เป้าหมายและขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ความหมายหรือนิยามศัพท์เฉพาะ	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
2.1 เทคนิค Block-On	3
2.2 แบบจำลองวีอ็อกเซล (Voxel)	4
2.3 Image segmentation	5
2.4 เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application)	6
2.5 นามสกุลไฟล์ OBJ	7
2.6 นามสกุลไฟล์ MTL	9
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	10
3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	13
3.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	15
บทที่ 4 ผลการวิจัย	15
4.1 การเปรียบเทียบกลุ่มแบบจำลองที่มีสี	29
4.2 การเปรียบเทียบกลุ่มแบบจำลองที่ไม่มีสี	31
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	31
5.1 สรุปผลการวิจัย	41
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	42
5.3 ข้อเสนอแนะ	42
เอกสารอ้างอิง	43

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ตารางการดำเนินโครงการ	45
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้เว็บแอปพลิเคชัน	46
ภาคผนวก ค โปสเตอร์	48
ภาคผนวก ง โมเดลที่ปรีนออกมานา	49
ภาคผนวก จ ภาพการเข้าร่วมกิจกรรม การนำเสนอโครงการแข่งขันพัฒนาโปรแกรม คอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 25	50

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 จำนวนแบบจำลอง 3 มิติ แบ่งตามประเภทและลักษณะข้อมูล	16
ตารางที่ 2 ตารางขั้นตอนการดำเนินโครงการ	45

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 แบบจำลอง 3 มิติ และแบบจำลองวีวอคเซลที่แปลงด้วย Block-On	4
ภาพที่ 2 แสดงความแตกต่างของลักษณะระหว่างพิกเซลกับวีวอคเซล	4
ภาพที่ 3 ตัวอย่างแบบจำลองวีวอคเซล	5
ภาพที่ 4 ตัวอย่าง Image segmentation	6
ภาพที่ 5 ตัวอย่าง 3D Model segmentation	6
ภาพที่ 6 รูปแบบไฟล์ Obj	7
ภาพที่ 7 ภาพประกอบวิธีการใช้การแมปพื้นผิวเพื่อเข้ารหัสข้อมูลสีและพื้นผิวด้านหนึ่งของลูกบาศก์	9
ภาพที่ 8 ตัวอย่างไฟล์วัสดุ (MTL)	9
ภาพที่ 9 แสดงถึงเอาร์พุตปริมาตรเป็น octree	10
ภาพที่ 10 เปรียบเทียบ CNN กับ O-CNN	10
ภาพที่ 11 แสดงขั้นตอนการทำงานของการจัดกลุ่มสีของรูปภาพ	11
ภาพที่ 12 ตัวอย่างการสร้างชิสต์แกรมของสี (ซ้าย) และการเปรียบเทียบกับรูปภาพอื่นๆ (ขวา)	11
ภาพที่ 13 ตัวอย่างหน้าต่าง Blender Python API	12
ภาพที่ 14 โปรแกรม Visual Studio Code	13
ภาพที่ 15 โปรแกรม Python (Programming Language)	14
ภาพที่ 16 โปรแกรม Blender	14
ภาพที่ 17 ภาพรวมของเว็บแอปพลิเคชัน	15
ภาพที่ 18 ขั้นตอนการแปลงแบบจำลอง 3 มิติ เป็นแบบจำลองวีวอคเซล	18
ภาพที่ 19 ไฟล์ MTL แบบดึงสีจากภาพ (ซ้าย) และดึงสีจากการหั斯สี (ขวา)	20
ภาพที่ 20 ภาพรวมการสร้างไฟล์ OBJ และ MTL	20
ภาพที่ 21 ภาพโมเดลต้นแบบที่ได้จากการเรนเดอร์	22
ภาพที่ 22 ตัวอย่างภาพเรนเดอร์ของโมเดลที่เกิดจากการสุม	22
ภาพที่ 23 Histogram ของโมเดลต้นแบบ	23
ภาพที่ 24 Histogram ของโมเดลที่สร้างขึ้นตามภาพที่ 22	23
ภาพที่ 25 โมเดลสุมที่ 49 มีสีที่มีความใกล้เคียงกับโมเดลต้นแบบมากที่สุด	23
ภาพที่ 26 เปรียบเทียบโมเดลต้นแบบ (ซ้าย) กับโมเดลสุมที่ 49 (ขวา)	24
ภาพที่ 27 โมเดลต้นแบบ (ซ้าย) กับโมเดลวีวอคเซลก่อนสุมสี (ขวา)	24
ภาพที่ 28 โมเดลที่ได้จากการเทียบสีชิตโตแกรม (ซ้าย) กับโมเดลวีวอคเซลจากการสุมสี(ขวา)	25
ภาพที่ 29 ตัวอย่างการดึงสีของแบบจำลองที่เก็บในรูปแบบไฟล์ OBJ	26

ภาพที่ 30 ตัวอย่างแบบจำลองที่ประด้วยไฟล์ OBJ เพียงอย่างเดียวและ OBJ + MTL (+รูปภาพ)	26
ภาพที่ 31 หน้าเว็บแอปพลิเคชันสำหรับอัพโหลดไฟล์	27
ภาพที่ 32 หน้าเว็บแสดงผลแบบจำลอง	28
ภาพที่ 33 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงผลลัพธ์โมเดลรถเก่งสีแดง	29
ภาพที่ 34 แสดงโมเดลรถเก่งสีแดง (มุ่งความมือ)	30
ภาพที่ 35 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงผลลัพธ์โมเดลเรือ	30
ภาพที่ 36 แสดงโมเดลโมเดลเรือ (มุ่งความมือ)	30
ภาพที่ 37 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงผลลัพธ์โมเดลยานอวกาศ	31
ภาพที่ 38 แสดงโมเดลยานอวกาศ (มุ่งความมือ)	31
ภาพที่ 39 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงผลลัพธ์โมเดลดอกไม้	32
ภาพที่ 40 แสดงโมเดลดอกไม้ (มุ่งความมือ)	32
ภาพที่ 41 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงผลลัพธ์โมเดลเอเม โรส จากเรื่อง โชนิก	33
ภาพที่ 42 แสดงโมเดลเอเม โรส จากเรื่อง โชนิก (มุ่งความมือ)	33
ภาพที่ 43 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงผลลัพธ์โมเดลพินอคคีโว	34
ภาพที่ 44 แสดงโมเดลพินอคคีโว (มุ่งความมือ)	34
ภาพที่ 45 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงผลลัพธ์โมเดลเด็ก	35
ภาพที่ 46 แสดงโมเดลเด็ก (มุ่งความมือ)	35
ภาพที่ 47 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงผลลัพธ์โมเดลรถโพล์คลิฟท์	36
ภาพที่ 48 แสดงโมเดลรถโพล์คลิฟท์ (มุ่งความมือ)	36
ภาพที่ 49 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงผลลัพธ์โมเดลกราว	37
ภาพที่ 50 แสดงโมเดลกราว (มุ่งความมือ)	37
ภาพที่ 51 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงผลลัพธ์โมเดลเป็ด	38
ภาพที่ 52 แสดงโมเดลเป็ด (มุ่งความมือ)	38
ภาพที่ 53 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงผลลัพธ์โมเดลต้นมะพร้าว	39
ภาพที่ 54 แสดงโมเดลต้นมะพร้าว (มุ่งความมือ)	39
ภาพที่ 55 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงผลลัพธ์โมเดลสติทซ์	40
ภาพที่ 56 แสดงโมเดลสติทซ์ (มุ่งความมือ)	40

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัจจุบัน

ในปัจจุบันแบบจำลอง 3 มิติ มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สามารถจำลองวัตถุจากโลกจริง เข้าสู่โลกดิจิทัลที่อยู่บนคอมพิวเตอร์ มือถือ หรืออุปกรณ์อื่นๆ โดยข้อมูลเหล่านั้นแสดงแบบจำลอง 3 มิติ ผ่านอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งความสมบูรณ์แบบของแบบจำลอง 3 มิติ นั้น สามารถสร้างประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ด้านอุตสาหกรรมบันเทิงในการสร้างภาพยนตร์หรืออนิเมชันให้มีความสมจริงในทุกมิติ หรือแม้กระทั่งในด้านการพัฒนาเกมให้สมจริงในการสร้างตัวละคร วัตถุ และสิ่งแวดล้อมที่มีรายละเอียดที่สมบูรณ์แบบ มีผู้พัฒนาหลายรายให้ความสำคัญเพื่อถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีแก่ผู้ใช้งาน แต่แบบจำลอง 3 มิติ ไม่ได้จำกัดอยู่แค่แบบจำลองที่สร้างเพื่อความสมจริงเท่านั้น ยังมีแบบจำลอง 3 มิติ ที่ไม่มีความสมจริงมากนักแต่มีลักษณะที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว อย่างแบบจำลอง 3 มิติ แบบวอคเซลซึ่งเป็นแบบจำลองที่ประกอบด้วยลูกบาศก์ขนาดเล็กที่เรียกว่า วอคเซล (Voxel) หรือแบบจำลองแบบโพลีต์ต่า (Low Poly) ซึ่งในช่วงที่ผ่านมาแบบจำลองวอคเซลยังได้รับความสนใจจากเหล่าศิลปินที่อยู่ในวงการ NFT อีกด้วย ใน การสร้างผลงานที่เรียกว่า Voxel Art นอกจากนี้ แบบจำลองวอคเซลยังถูกนำไปใช้ในเกมต่างๆ มากมาย ถึงแม้ว่าจะเป็นแบบจำลองที่ไม่ได้ให้ความสมจริงแต่ก็ทดแทนด้วยความเป็นเอกลักษณ์ และความสวยงาม

แบบจำลอง 3 มิติ แบบวอคเซลเป็นแบบจำลองที่มีลักษณะเหมือนการนำลูกบาศก์ขนาดเท่ากันหลายๆ ลูกมาเรียงต่อกัน มีวิธีการที่สามารถสร้างแบบจำลอง 3 มิติ แบบวอคเซลหลายวิธี อย่างเช่น การสร้างด้วยโปรแกรมอย่าง Magica Voxel หรือ Qubicle ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สามารถสร้างแบบจำลองวอคเซลได้โดยการต่อวอคเซลให้เป็นรูปร่างตามที่ต้องการ ซึ่งจะใช้เวลาค่อนข้างนานและเพื่อการสร้างแบบจำลองวอคเซลให้มีความสวยงาม การสร้างด้วยโปรแกรมเหล่านี้ยังต้องการทักษะทางด้านศิลปะของผู้สร้างอีกด้วย อีกหนึ่งทางเลือกคือสร้างแบบจำลองวอคเซลจากการแปลงจากแบบจำลอง 3 มิติ ที่ว่าไปเป็นแบบจำลองวอคเซล ซึ่งวิธีการแปลงนั้นสามารถทำได้โดยการใช้ Open Source Code ที่เปิดให้ใช้ฟรีได้ แต่วิธีการนี้มีข้อจำกัดในการนำ Open Source Code เหล่านั้นมาใช้ เนื่องจากการใช้งานมีวิธีการที่ค่อนข้างยุ่งยากสำหรับบุคคลทั่วไป และมีข้อจำกัดเรื่องไฟล์นำเสนอ และความซับซ้อนของโมเดล นอกจากนี้สามารถแปลงแบบจำลอง 3 มิติ ที่ว่าไปเป็นแบบจำลองวอคเซลด้วยเว็บแอปพลิเคชันอย่าง Online Voxelizer ซึ่งใช้ค่อนข้างง่าย แต่ยังมีข้อจำกัดอยู่ในการแปลงแบบจำลอง 3 มิติ เป็นแบบจำลองวอคเซลให้มีสีของพื้นผิวตามอินพุต หรือในบางกรณีสามารถแปลงเป็นแบบจำลองวอคเซลที่ไม่มีสีของพื้นผิวได้เท่านั้น

จากข้อจำกัดดังกล่าว ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับแปลงแบบจำลอง 3 มิติ เป็นแบบจำลองวอคเซล ที่สามารถแปลงแบบจำลอง 3 มิติ เป็นแบบจำลองวอคเซลที่มีสีพื้นผิวตามสีของแบบจำลองอินพุตให้อยู่ในรูปแบบ web application

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการแปลงแบบจำลอง 3 มิติ เป็นแบบจำลองวีดีโอเซลสำหรับนำไปใช้ในแพลตฟอร์มต่างๆ เช่น วัตถุและตัวละครในเกมส์ (Game Assets) และ Non-Fungible Token (NFT) เป็นต้น

1.3 เป้าหมายและขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมายของการวิจัย

- 1.1 ผู้ที่สนใจในการพัฒนาเกมที่ใช้วีดีโอเซลเป็นพื้นฐานในการสร้างเกม
- 1.2 บุคคลทั่วไปที่มีความสนใจในการสร้างแบบจำลองแบบวีดีโอเซล

2. ขอบเขตของการวิจัย

- 2.1 Input: แบบจำลอง 3 มิติ ที่อยู่ในรูปแบบไฟล์ obj
- 2.2 Output: แบบจำลองแบบวีดีโอเซล
- 2.3 ระบบ: เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการแปลงแบบจำลอง 3 มิติ เป็นแบบวีดีโอเซล

1.4 ความหมายหรือนิยามศัพท์เฉพาะ

1. แบบจำลองวีดีโอเซล (Voxel) คือ แบบจำลอง 3 มิติ ที่มีพื้นผิวแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส สามารถมองเห็นทุกมุมมอง แนวตั้ง แนวนอน และแนวลีกของแบบจำลอง
2. วัตถุและตัวละครในเกม (Game Assets) คือ ต่างๆ ที่นำเข้ามาในโปรเจกต์เพื่อใช้ในการพัฒนาเกม ไม่ว่าจะเป็น โมเดล สคริปต์ อนิเมชัน Texture และอื่นๆ ล้วนถือเป็น Asset ทั้งสิ้น ซึ่ง Asset จะถูกเก็บไว้ในไดเรกทอรี่ที่ชื่อว่า Assets ภายในโปรเจกต์ ถ้าหากไม่ได้อยู่ในไดเรกทอรี่นี้จะไม่สามารถใช้ในการพัฒนาเกมได้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

ได้แบบจำลองวีดีโอเซลที่มีสีของพื้นผิวเหมือนกับสีของแบบจำลองอินพุต ซึ่งสามารถนำแบบจำลองวีดีโอเซลไปใช้ในแพลตฟอร์มต่างๆ ได้ เช่น วัตถุและตัวละครในเกมส์ (Game Assets) และ Non-Fungible Token (NFT) และสามารถนำขั้นตอนการตึงสีจากรูปภาพไปใช้ในแบบจำลองวีดีโอเซลเพื่อให้ผู้ที่สนใจพัฒนาแบบจำลองวีดีโอเซลใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการแปลงแบบจำลอง 3 มิติ เป็นแบบจำลองแบบวีกอกเซล เพื่อให้สามารถนำแบบจำลองไปใช้ในแพทฟอร์มต่าง ๆ ได้ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาค้นคว้าแนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการทำวิจัยในครั้งนี้ ดังนี้

2.1 เทคนิค Block-On

เป็นส่วนเสริม (add-on) ของ Blender ที่สามารถใช้แปลงแบบจำลอง 3 มิติ ที่อยู่ในรูปแบบ obj ไฟล์เท่านั้นเป็นแบบจำลองแบบวีกอกเซล ซึ่งสามารถใช้ได้กับ Blender 3.0 หรือเวอร์ชันที่สูงกว่าเท่านั้น คุณสมบัติของ Block-On คือ ปรับขนาด mesh ที่ตัดแปลงโดยอัตโนมัติเพื่อให้สอดคล้องกับระบบพิกัดของ Blender เพื่อให้มองเห็นได้ง่าย สามารถควบคุมคิวบ์อินสแตนซ์ได้ มีความต่างจากตัวปรับแต่ง Remesh ที่มาพร้อมกับ Blender ส่วนเสริม Block-On จะคงวัสดุเดิมของ mesh ไว้ โดยไม่จำเป็นต้องนำไปใช้ใหม่ในภายหลัง และสามารถถูกลดส่วนตัดของความสูง ซึ่งมีประโยชน์สำหรับแอนิเมชันขั้นตอนต่างๆ และสร้างพิมพ์เขียวสำหรับการสร้างสรรค์ใน Minecraft โดยมีพารามิเตอร์ดังนี้

- Resolution (ความละเอียด): จำนวนบล็อกสูงสุดตามมิติ (ค่าเริ่มต้น: 32, ขั้นต่ำ: 1, สูงสุด: 256)
 - Cube Size (ขนาดลูกบาศก์): ขนาดของลูกบาศก์อินสแตนซ์ (ค่าเริ่มต้น: 0.9, ขั้นต่ำ: 0.0, สูงสุด: 1.0)
 - Level (ระดับ): ระดับต่ำสุดที่มองเห็นได้ (ค่าเริ่มต้น: 0, ขั้นต่ำ: 0, สูงสุด: 256)
 - Levels Visible (ระดับที่มองเห็นได้): จำนวนชั้นในแต่ละหน้าตัด (ค่าเริ่มต้น: 32, ขั้นต่ำ: 0, สูงสุด: 256)
 - Density (ความหนาแน่น): พารามิเตอร์ที่ระบุจำนวนตัวอย่างที่จะนำออกจากใบหน้าต่างๆ ตัวเลขที่สูงขึ้นจะแม่นยำกว่า แต่มีประสิทธิภาพน้อยกว่า (ค่าเริ่มต้น: 10.0, ขั้นต่ำ: 0.0, สูงสุด: 100.0)
 - Seed: พารามิเตอร์ที่เปลี่ยนการสุ่มที่ใช้ในการสุ่มตัวอย่าง มีประโยชน์สำหรับการสร้างรูปแบบที่แตกต่างกันเล็กน้อยของ blocky mesh (ค่าเริ่มต้น: 0)
 - On Points: พารามิเตอร์ที่กำหนดว่าควรอินสแตนซ์คิวบ์ให้อยู่ในกล่องพิกัดของ Blender (0) หรืออินสแตนซ์บนจุดกริด (1) (ค่าเริ่มต้น: 0)
- ข้อจำกัดของ Block-On



ภาพที่ 1 แบบจำลอง 3 มิติ และแบบจำลองวีอกเซลล์ที่แปลงด้วย Block-On

จากภาพที่ 1 แสดงให้เห็นถึงข้อจำกัดของ Block-On ที่ไม่สามารถแปลงแบบจำลอง 3 มิติ เป็นแบบจำลองวีอกเซลล์ที่มีเหมือนกับสีเดิมของแบบจำลองอินพุตได้ ทั้งนี้มีไฟล์ obj บางรูปแบบที่สามารถแปลงสีได้ตรง ซึ่งความต่างของไฟล์ obj อยู่ที่การเก็บข้อมูลภายในและรัศดุของแต่ละไฟล์ ซึ่งผู้พัฒนา กำลังพัฒนาให้ Block-On สามารถแปลงให้ได้สีตรงตามสีเดิมของแบบจำลองอินพุตในทุกรูปแบบของไฟล์ obj

2.2 แบบจำลองวีอกเซลล์ (Voxel)

โดยทั่วไปภาพสองมิติจะประกอบไปด้วยอะเรย์สองมิติที่เป็นข้อมูลแสดงความเข้มของแสงในมุม ระนาบมีองค์ประกอบของข้อมูลที่เรียกว่าพิกเซล (Pixel) เป็นองค์ประกอบของภาพ ในกรณี เดียวกัน การสร้างภาพสามมิติ ก็จะใช้อะเรย์ที่เป็นองค์ประกอบของภาพที่มีองค์ประกอบของข้อมูลที่เรียกว่าวีอกเซลล์ (Voxel) เป็นองค์ประกอบของภาพ ซึ่งเปรียบได้กับรูปเรขาคณิตที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐาน ในการสร้างภาพทางคอมพิวเตอร์กราฟิก (กิติพงษ์ กาลยะศ, 2549) ดังแสดงให้เห็นในภาพที่ 2



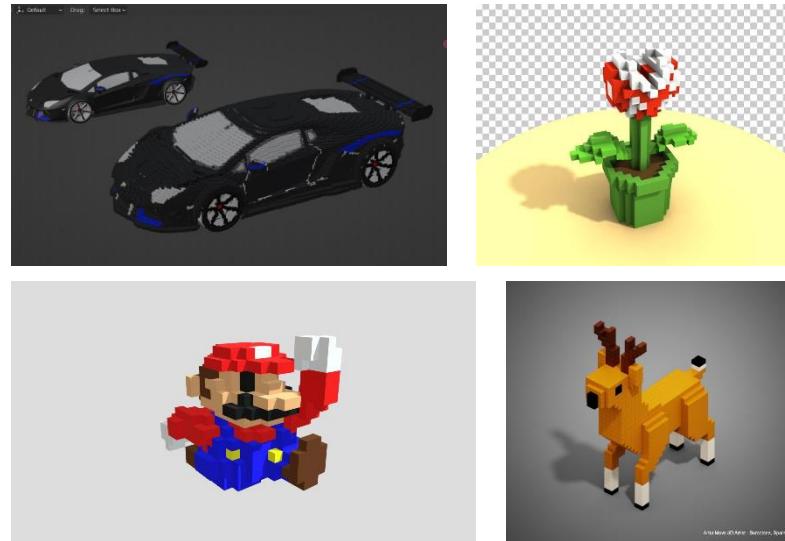
a) พิกเซล

b) วีอกเซลล์

ภาพที่ 2 แสดงความแตกต่างของลักษณะระหว่างพิกเซลกับวีอกเซลล์

ที่มา : การเปรียบเทียบผลการรับรู้ระยะทางสัมพัทธותตัวชี้นำระยะทางในภาพ 3 มิติ บนหน้าจอ คอมพิวเตอร์ (กิติพงษ์ กาลยะศ, 2549: 34)

Voxel มาจากคำว่า "Volumetric pixel" หรือ พิกเซลเชิงปริมาตร ในกราฟิก 2 มิติ พิกเซลเป็นจุดที่เล็กที่สุดของภาพจัดเรียงกันบนกริดที่มีลักษณะเป็นตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัส ซึ่งสี่เหลี่ยมจัตุรัสเหล่านี้เรียกว่า พิกเซลแต่ละพิกเซลสามารถมีสีได้เพียงสีเดียว ในทางกลับกันในกราฟิก 3 มิติ วอคเซล เป็นจุดที่เล็กที่สุดของข้อมูลเชิงปริมาตรหรือข้อมูล 3 มิติ จัดเรียงกันบนกริด 3 มิติ ที่มีลักษณะเหมือนลูกบาศก์เรียงต่อ กันบนพื้นที่ 3 มิติ ลูกบาศก์เหล่านี้เรียกว่า วอคเซล และแต่ละวอคเซลสามารถเก็บค่าสีได้เพียงสีเดียว เช่นเดียวกับพิกเซล แบบจำลองวอคเซล คือ แบบจำลองที่เกิดขึ้นจากวอคเซลจำนวนมากที่เรียงต่อ กันบนพื้นที่ 3 มิติ



ภาพที่ 3 ตัวอย่างแบบจำลองวอคเซล

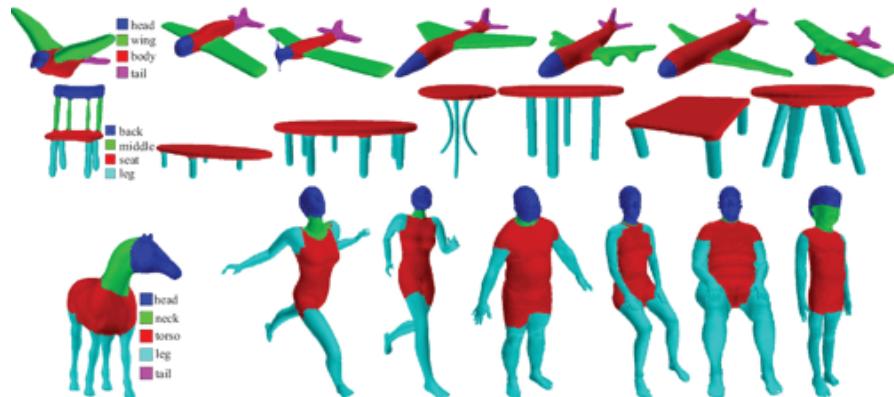
2.3 Image segmentation

เทคนิค Image segmentation เป็นเทคนิคการแบ่งข้อมูลภาพออกเป็นส่วนย่อยๆ หรือที่เรียกว่าขอบเขตภาพหรือวัตถุภาพ การทำ Image segmentation เป้าหมายเพื่อลดความซับซ้อนของภาพเพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ หรือสามารถวิเคราะห์ภาพแต่ละส่วนเพิ่มเติมได้โดยทั่วไปแล้วมักเป็นการกำหนดป้ายกำกับให้กับพิกเซลที่อยู่ในหมวดหมู่เดียวกันเพื่อรับรู้ผู้คน หรือองค์ประกอบที่สำคัญในภาพ โดยในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้เทคนิค Image segmentation ในการแบ่งส่วนแบบจำลอง 3 มิติ โดยมีเป้าหมายเพื่อแบ่งส่วนที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันหรือคล้ายกันออกเป็นส่วน ๆ และ การแบ่งส่วนรูปภาพ Texture ของแบบจำลองที่รวมอยู่ในรูปภาพเดียวให้แบ่งออกเป็นหลายภาพตามจำนวนสีในรูปภาพ โดยเป้าหมายหลักคือเพื่อให้ Algorithm การแปลงแบบจำลอง 3 มิติ เป็นแบบจำลองวอคเซลสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด



ภาพที่ 4 ตัวอย่าง Image segmentation

จาก: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d4/Image_segmentation.png



ภาพที่ 5 ตัวอย่าง 3D Model segmentation

จาก: <https://d3i71xaburhd42.cloudfront.net/14c93b704f273ce98/500px/8-Figure6-1.png>

2.4 เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application)

ความหมายของเว็บแอปพลิเคชัน

เอกสาร แน่นอุดร (2551) ให้ความหมายว่า เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) คือ โปรแกรมประยุกต์ ที่จะเข้าถึงด้วยโปรแกรม Internet Browser ซึ่งทำให้เหมาะสมสำหรับงานที่ต้องการ ข้อมูลแบบ Real Time จะพบข้อดีของเว็บแอปพลิเคชัน คือ ข้อมูลต่าง ๆ ที่อยู่ในระบบที่มีการ ให้บริการแบบ Online จึงสามารถติดต่อกับผู้ใช้บริการแบบ Real Time ทำให้เกิดความประทับใจ รวมทั้งสามารถใช้งานได้ง่ายโดยไม่จำเป็น ต้องติดตั้ง Client Program จะทำให้ไม่ต้อง Upgrade Client Program และสามารถใช้ผ่าน Internet Connection ที่มีความเร็วต่ำกว่า ส่งผลให้ผู้ใช้บริการสามารถใช้โปรแกรมได้จากทุกแห่งในโลก ตัวอย่างระบบออนไลน์ที่

เหมาะกับเว็บแอปพลิเคชัน เช่น ระบบการจองสินค้าหรือบริการต่าง ๆ ระบบงานบุคลากร ระบบงานแผนการตลาดระบบการสั่งซื้อแบบพิเศษ และระบบงานในโรงเรียน

ภารตรา รัตนโมรณนท์ (2563) ให้ความหมายว่า เว็บแอปพลิเคชัน คือ แอปพลิเคชันที่ เป็นบริเวชอร์ ซึ่งสามารถแสดงผลตามอุปกรณ์ที่แสดงผลการสร้างเว็บแอปพลิเคชันทำให้ลดการใช้ทรัพยากรในการประมวลผล ทำให้การทำงานที่ใช้ผ่านเว็บแอปพลิเคชันสะดวก รวดเร็ว เช้า ได้ทุกสถานที่ทุกเวลา

2.5 นามสกุลไฟล์ OBJ

รูปแบบไฟล์ OBJ เก็บข้อมูลเกี่ยวกับโมเดล 3 มิติ เดิมสร้างขึ้นโดย Wavefront Technologies สำหรับแอปพลิเคชัน Advanced Visualizer เพื่อเก็บวัตถุเรขาคณิตที่ประกอบด้วยเส้น รูปหลายเหลี่ยม เส้นโค้งและพื้นผิวอิสระ ดังนั้น OBJ สามารถเข้ารหัสเรขาคณิตพื้นผิวของแบบจำลอง 3 มิติ และยังสามารถเก็บข้อมูลสีและพื้นผิวได้อีกด้วย อย่างไรก็ตาม รูปแบบนี้ไม่ได้จัดเก็บข้อมูลจากใดๆ (เช่น ตำแหน่งแสง) หรือภาพเคลื่อนไหว มักจะสร้างโดยซอฟต์แวร์ CAD (Computer Aided Design) เป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายของกระบวนการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ นามสกุลไฟล์ที่สอดคล้องกับรูปแบบไฟล์ OBJ คือ “.OBJ” รูปแบบไฟล์ OBJ เป็นโอลเพ่นซอร์สและเป็นกลาง มักใช้สำหรับการแชร์โมเดล 3 มิติ ในแอปพลิเคชันกราฟิกเนื่องจากมีการสนับสนุนการนำเข้าและส่งออกที่ดีจากซอฟต์แวร์ CAD เกือบทั้งหมด ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา รูปแบบไฟล์สำหรับการพิมพ์ 3 มิติแบบหลายสีก็ได้รับความนิยม เช่นกัน เนื่องจากรูปแบบการพิมพ์ 3 มิติมาตรฐานอย่าง STL ไม่รองรับข้อมูลสีและพื้นผิว



ภาพที่ 6 รูปแบบไฟล์ Obj

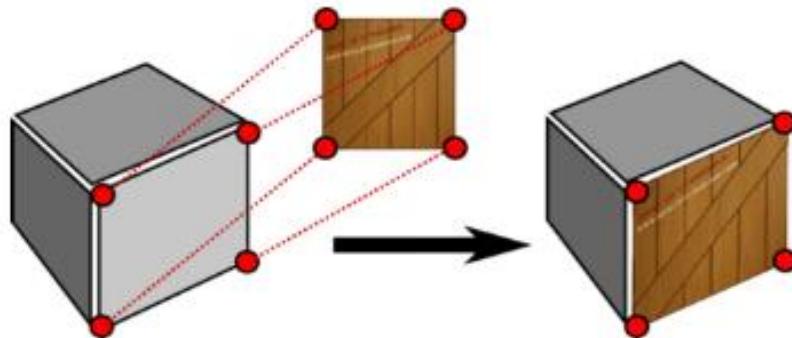
ข้อดีของรูปแบบไฟล์ OBJ

รูปแบบไฟล์ OBJ เป็นรูปแบบที่เรียบง่ายและเปิดกว้าง พร้อมรองรับการส่งออกและนำเข้าที่หลากหลายระหว่างซอฟต์แวร์ CAD ซึ่งหมายความว่าหากคุณแชร์โมเดล 3 มิติ ของคุณเป็นไฟล์ OBJ มีความเป็นไปได้สูงที่ซอฟต์แวร์ CAD อื่นๆ จะต้องสามารถอ่านรูปแบบนี้ได้โดยตรง ไม่สามารถอ่านรูปแบบ FBX หรือ COLLADA ได้เช่นเดียวกัน รูปแบบ COLLADA ยังเป็นโอเพ่นซอร์สเช่นกัน แต่ค่อนข้างซับซ้อน ทำให้ซอฟต์แวร์ CAD ต่างๆ ต้องมีความสามารถในการอ่านรูปแบบนี้

สีและพื้นผิว

ในหลาย ๆ แอปพลิเคชัน การประกูลของโมเดล 3 มิติมีความสำคัญอย่างยิ่ง ตัวอย่างเช่น วิดีโอกেมแข่งรถที่มีรายนต์เรสิที่น่าเบื่อจะมีประสบการณ์น้อยกว่ามาก สีและความเงาของรถยนต์เป็นตัวอย่างคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบนี้ในเรื่องนี้ ลักษณะที่ประกูลจะอธิบายคุณสมบัติของพื้นผิว เช่น ประเภทของวัสดุ พื้นผิว สี ฯลฯ และสิ่งนี้จะตัดสินใจว่าแบบจำลองจะมีลักษณะอย่างไรเมื่อแสดงผล แม้ว่ารูปแบบไฟล์ OBJ จะไม่อนุญาตให้คุณจัดเก็บข้อมูลสีและพื้นผิวด้วยตัวเอง แต่ก็ชัดเจนได้ด้วยการอนุญาตให้จัดเก็บข้อมูลนี้ในรูปแบบไฟล์ร่วมที่เรียกว่ารูปแบบ Material Template Library (MTL) ด้วยการใช้สองไฟล์นี้ร่วมกัน มันเป็นไปได้ที่จะแสดงโมเดลพื้นผิวที่มีรายสี ไฟล์ MTL มีข้อความ ASCII ที่กำหนดคุณสมบัติการสะท้อนแสงของพื้นผิวตามแบบจำลองการสะท้อน สามารถกำหนดคุณสมบัติของวัสดุ เช่น สีแอลล์ลอม สีกระจาย สี specular ความโปร่งใส ฯลฯ เราจะหารือเกี่ยวกับข้อกำหนดของไฟล์ MTL โดยละเอียดเพิ่มเติมในส่วนต่อไป

นอกจากการรองรับคุณสมบัติของวัสดุเหล่านี้แล้ว รูปแบบ MTL ยังรองรับการแมปพื้นผิวด้วย ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวกกว่าในการระบุสีและพื้นผิว ในการแมปพื้นผิว ทุกจุดในพื้นผิวของโมเดล 3 มิติ (หรือรูปหลายเหลี่ยม) จะถูกจับคู่กับภาพ 2 มิติ พิกัดของภาพ 2 มิติมีลักษณะเหมือนสีและพื้นผิว เมื่อเรนเดอร์โมเดล 3 มิติ ทุกจุดของพื้นผิวจะได้รับการกำหนดพิกัดในภาพ 2 มิตินี้ จุดยอดของตาข่ายจะถูกแมปก่อน จากนั้นจุดอื่นๆ จะได้รับการกำหนดพิกัดโดยการสอดแทรกระหว่างพิกัดของจุดยอด



ภาพที่ 7 ภาพประกอบวิธีการใช้การແນ່ພື້ນປົວເພື່ອເຂົ້າຫະສັບຂໍ້ມູນລືສີແລະພື້ນປົວດ້ານທີ່ຂອງລູກບາສກົກ

2.6 นามสกุลไฟล์ MTL

ไฟล์วัสดุหรือ Material Library (.mtl) เป็นไฟล์ที่มีข้อมูลไฟล์เสริมที่มีข้อมูลของวัสดุที่ไฟล์ OBJ สามารถเข้าถึงได้ ไฟล์ OBJ ต้องระบุชื่อไฟล์ MTL ด้วยคำสั่ง mtlfile file_name โดยภายในไฟล์มีรายการข้อมูลของวัสดุอย่างน้อยหนึ่งวัสดุ ซึ่งแต่ละรายการประกอบด้วยສีพื้นผิว และ แผนผังการสะท้อนของวัสดุแต่ละชนิด สิ่งเหล่านี้ใช้กับพื้นผิวและจุดยอดของวัตถุไฟล์วัสดุถูกจัดเก็บในรูปแบบ ASCII และมีนามสกุล .mtl

ไฟล์ .mtl แตกต่างจากไฟล์คุณสมบัติอื่นๆ เช่น ไฟล์แสงและบรรยากาศ ตรงที่ไฟล์สามารถมีรายการข้อมูลของวัสดุได้มากกว่าหนึ่งวัสดุ โดยทั่วไป ไฟล์ .mtl จะถูกจัดระเบียบตามที่แสดงด้านล่าง

```
# Blender 3.3.1 MTL File: 'None'
# www.blender.org

newmtl aterial_Bark
Ns 8.000002
Ka 1.000000 1.000000 1.000000
Ks 0.500000 0.500000 0.500000
Ke 0.000000 0.000000 0.000000
Ni 1.450000
d 1.000000
illum 2
map_Kd 9_1.jpg

newmtl aterial_Flowers
Ns 8.000002
Ka 1.000000 1.000000 1.000000
Ks 0.500000 0.500000 0.500000
Ke 0.000000 0.000000 0.000000
Ni 1.450000
d 1.000000
illum 2
map_Kd om01.jpg
```



9_1.jpg



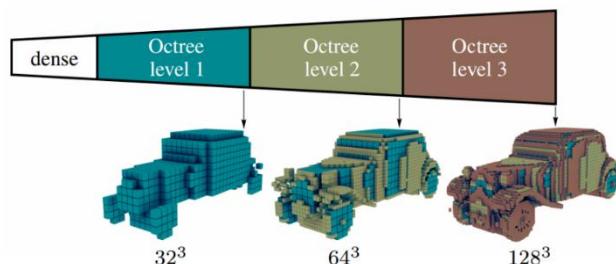
om01.jpg

ภาพที่ 8 ตัวอย่างไฟล์วัสดุ (MTL)

คำอธิบายเนื้อหาแต่ละรายการในไฟล์ .mtl ประกอบด้วย newmtl คำสั่งซึ่งกำหนดชื่อให้กับวัสดุและกำหนดจุดเริ่มต้นของคำอธิบายวัสดุ ข้อความนี้ตามด้วยสีวัสดุ แผนที่พื้นผิว และข้อความแผนที่สะท้อนที่อธิบายถึงวัสดุ แผนผังไฟล์ .mtl แตกต่างกันไป

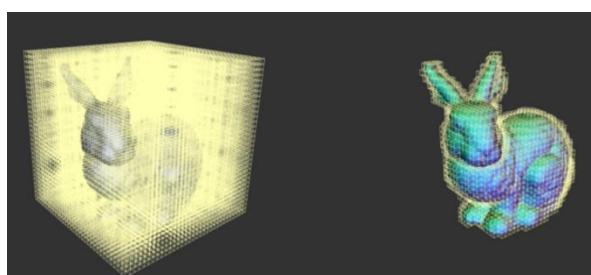
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 การสร้างแบบจำลองแบบวีกเซลด้วยการเปลี่ยนให้แสดงในรูปแบบของ Octree ซึ่งช่วยให้สามารถสร้างแบบจำลองแบบวีกเซลได้โดยใช้หน่วยความจำและระยะเวลาในการประมวลผลน้อยกว่าการแสดงในแบบวีกเซลปกติ ซึ่งวิธีการดำเนินการในงานวิจัยนี้ดำเนินการด้วยการใช้วิธีการเรียนรู้เชิงลึก (Tatarchenko et al., 2017)



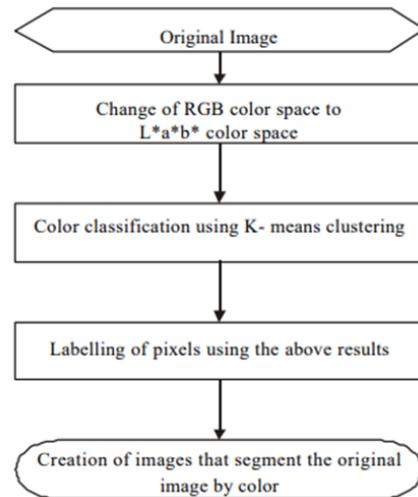
ภาพที่ 9 แสดงถึงการทำประมวลผลเป็น octree

2.7.2 การวิเคราะห์รูปร่าง 3 มิติ โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบ O-CNN เป็นการวิเคราะห์และความเข้าใจรูปร่างโดยใช้เวลาในการประมวลผลสั้นและหน่วยความจำต่ำ เมื่อเทียบกับการประมวลผลแบบวีกเซลปกติที่เมื่อประมวลผลอุปกรณ์ในแบบจำลอง 3 มิติ ที่มีความละเอียดสูงจะไม่สามารถดำเนินการบนหน่วยประมวลผลภาพกราฟิก (GPU : Graphics Processing Unit) ได้ ดังนั้น มีการแบ่งการวิเคราะห์รูปร่างทั้งหมด 3 งาน ได้แก่ 1. การจำแนกประเภท 2. การแบ่งส่วน 3. การดึงรูปร่าง โดยการวิเคราะห์เพียงแค่พื้นที่ ๆ จำเป็นต้องใช้เพื่อให้สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพบนหน่วยประมวลผลภาพกราฟิก (P.-S. Wang et al., 2017)



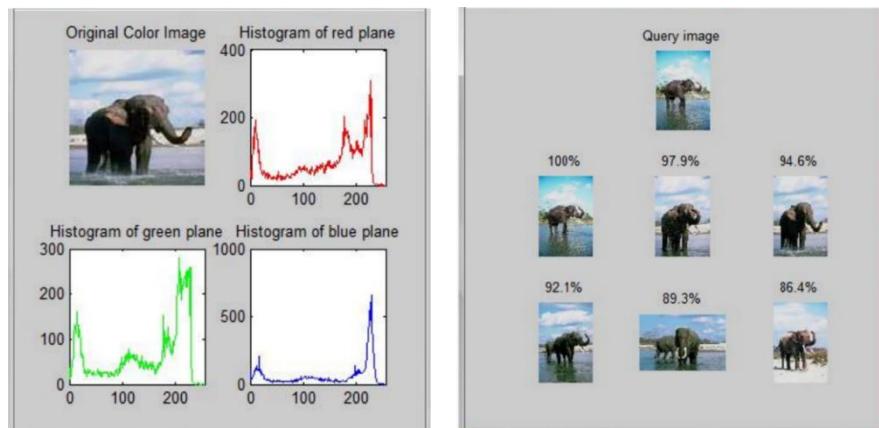
ภาพที่ 10 เปรียบเทียบ CNN กับ O-CNN

2.7.3 เทคนิคการจัดกลุ่มสีของรูปภาพด้วยวิธีการ K-means เป็นวิธีการจัดกลุ่มที่จัดให้สีเดียวกันหรือใกล้เคียงกันอยู่กลุ่มเดียวกันและสร้างรูปภาพใหม่ด้วยกลุ่มสีที่ได้จากการแบ่งกลุ่ม ผลที่ได้จากการใช้เทคนิคนี้ คือ ภาพสีที่ได้จากการแบ่งกลุ่มสามารถใช้สำหรับการประมวลผลด้วยวิธีการต่าง ๆ ต่อไปได้ (Amanpreet et al., 2010)



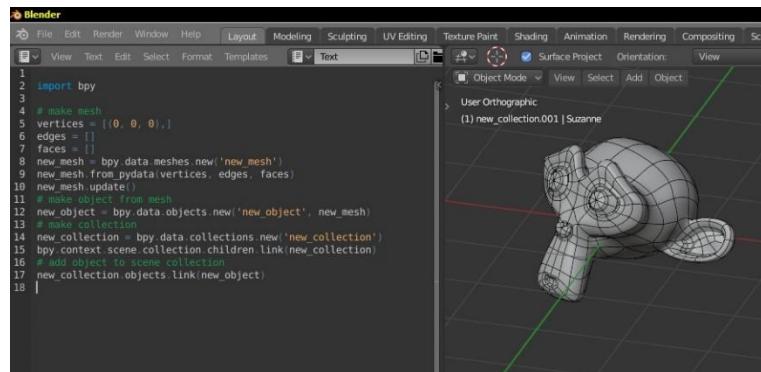
ภาพที่ 11 แสดงขั้นตอนการทำงานของการจัดกลุ่มสีของรูปภาพ

2.7.4 เทคนิคการเปรียบเทียบรูปภาพเพื่อหารูปภาพที่ใกล้เคียงกันโดยการแยกคุณสมบัติภาพระดับต่ำอย่างยิ่งใหญ่โดยการใช้ histogram ของสี ฮิทโตแกรมสีสำหรับรูปภาพถูกสร้างขึ้นโดยการหาปริมาณสีภายในรูปภาพและนับจำนวนพิกเซลของแต่ละสี หลังจากได้อิทโตแกรมมาจากนั้นจะหาผลรวมของมันและหาค่าเฉลี่ยเพื่อใช้สำหรับเปรียบเทียบกันของแต่ละรูปภาพ (Kalyan et al., 2013)



ภาพที่ 12 ตัวอย่างการสร้างฮิทโตแกรมของสี (ซ้าย) และการเปรียบเทียบกับรูปภาพอื่นๆ (ขวา)

2.7.5 เทคนิค Python API ของ Blender เพื่อให้สามารถสร้างแบบจำลอง 3 มิติ และการพัฒนาส่วนเสริมได้อย่างแม่นยำ Blender เป็นซอฟต์แวร์สร้างแบบจำลอง 3 มิติแบบโอเพ่นซอร์สยอดนิยมที่ใช้ในการโฆษณา แอนิเมชัน การแสดงข้อมูล การจำลองทางฟิสิกส์ การแสดงภาพหนอนจริง และอื่น ๆ อีกมาก many (Colan, C., 2017)



ภาพที่ 13 ตัวอย่างหน้าต่าง Blender Python API

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 Visual Studio Code (VS Code)

โปรแกรม Code Editor ที่ใช้ในการแก้ไขและปรับแต่งโค้ดเป็นซอฟต์แวร์สำหรับแก้ไขและเขียนโค้ดที่รองรับหลายภาษา เช่น Java, JavaScript, Python และ C ซึ่งเป็นเครื่องมือหลักที่ผู้วิจัยใช้ในการแก้ไขและเขียนโค้ดรวมถึงใช้แก้ไขและเปิดอ่านข้อมูลของไฟล์ OBJ และไฟล์วัสดุ (MTL) ที่ใช้เป็นอินพุตเพื่อศึกษาส่วนประกอบของอินพุต และยังใช้เป็นเครื่องมือสำหรับเขียนเว็บแอปพลิเคชันด้วยภาษา Python



ภาพที่ 14 โปรแกรม Visual Studio Code

3.1.2 Python (Programming Language)

Python คือ ภาษาการเขียนโปรแกรมที่ใช้อย่างแพร่หลายในเว็บแอปพลิเคชัน การพัฒนาซอฟต์แวร์ วิทยาศาสตร์ข้อมูล และแมชชีนเลิร์นนิ่ง (ML) เลือกใช้ Python เนื่องจากมีประสิทธิภาพเรียบง่าย และสามารถทำงานบนแพลตฟอร์มต่างๆ ได้มากมาย ทั้งนี้ซอฟต์แวร์ Python สามารถดาวน์โหลดได้ฟรี ผ่านการทำงานร่วมกับระบบทุกประเภท และเพิ่มความเร็วในการพัฒนาอีกนั้นภาษาโปรแกรม Python ยังสามารถนำไปใช้ในการเขียนโปรแกรมได้หลากหลายประเภท โดยไม่ได้จำกัดอยู่ที่งานเฉพาะทางใดทางหนึ่ง ซึ่งผู้วิจัยใช้ภาษา Python เป็นภาษาหลักทั้งในส่วนของส่วนของ Algorithm ในการแปลงแบบจำลอง 3 มิติ เป็นแบบจำลองวีกเซล และในส่วนของการสร้างเร็บแอปพลิเคชันซึ่งจะใช้ Python เป็นภาษาหลักโดยใช้ Package ที่ชื่อว่า Flask ในการสร้างเว็บแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 15 โปรแกรม Python (Programming Language)

3.1.3 Blender

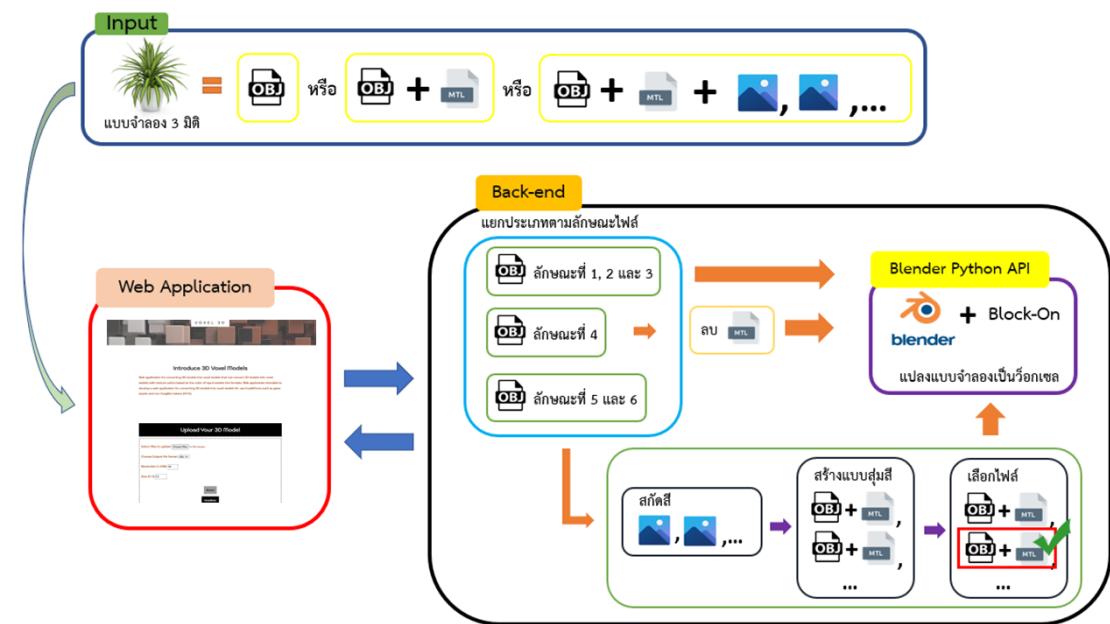
เป็นชุดเครื่องมือซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์กราฟิก 3 มิติ ที่สามารถใช้งานได้หลากหลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นสร้างแบบจำลอง 3 มิติ สร้างอนิเมชัน หรือตัดต่อวีดีโอ เป็นต้น โดยการพัฒนาครั้งนี้ผู้พัฒนาได้ใช้ Blender เป็นเครื่องมือในการแปลงแบบจำลอง 3 มิติ เป็นแบบจำลองวีกเซลโดยใช้ส่วนเสริม Block-on เข้ามาช่วย และยังใช้สำหรับเรียกดูความสมบูรณ์และปรับแต่งแบบจำลองวีกเซลเพื่อให้ได้แบบจำลองที่ตรงกับความต้องการและนำวิธีการเหล่านั้นมาปรับให้เป็นอัตโนมัติ



ภาพที่ 16 โปรแกรม Blender

3.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.2.1 เนื้อเรื่องย่อ (Story Board)



ภาพที่ 17 ภาพรวมของเว็บแอปพลิเคชัน

จากภาพที่ 17 แสดงภาพรวมของเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการแปลงแบบจำลอง 3 มิติ เป็นแบบจำลองวีกอเชล โดยจะประกอบด้วย

1. **Input** ซึ่งการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันครั้งนี้จะรับอินพุตที่เป็นแบบจำลอง 3 มิติ ในรูปแบบไฟล์ obj เท่านั้น ซึ่งจะประกอบด้วยไฟล์ obj,ไฟล์ mtl และไฟล์รูปภาพ (มีกี่รูปก็ได้ หรือไม่มีก็ได้)

2. **เว็บแอปพลิเคชัน** เป็นเว็บแอปพลิเคชันที่แสดงบนเว็บเบราว์เซอร์ซึ่งสามารถให้ผู้ที่ต้องการแปลงแบบจำลอง 3 มิติ เป็นแบบจำลองวีกอเชล นำแบบจำลอง 3 มิติ มาอัปโหลดได้ และสามารถดาวน์โหลดแบบจำลองวีกอเชลจากเว็บแอปพลิเคชันได้

3. **Backend** เป็นกระบวนการแปลงแบบจำลอง 3 มิติ เป็นแบบจำลองวีกอเชล

3.2.2 รวมรวมแบบจำลอง 3 มิติ

รวบรวมแบบจำลอง 3 มิติ ทั้งหมด 4 ประเภท ได้แก่ พาหนะ สัตว์ พืช และตัวละคร อย่างละ 60 แบบ รวมเป็นจำนวนทั้งหมด 240 แบบจำลอง และสามารถแบ่งจากองค์ประกอบของไฟล์แบบจำลองได้ 6 ลักษณะ ได้แก่

ลักษณะไฟล์	ไฟล์	ลักษณะภาพ	จำนวนวัตถุในไฟล์ OBJ	จำนวนวัสดุในไฟล์ MTL	ประเภทแบบจำลอง				รวม
					พานะ	สัตว์	พืช	ตัวละคร	
ลักษณะที่ 1	.obj + .mtl	-	1	มากกว่า 1	20	0	4	7	31
ลักษณะที่ 2	.obj	-	1	-	10	10	8	10	38
ลักษณะที่ 3	.obj + .mtl + images	สีเดียว	1	มากกว่า 1	13	0	29	3	45
ลักษณะที่ 4	.obj + .mtl + images	หลายสีรวมกัน	1	1	7	50	11	4	72
ลักษณะที่ 5	.obj + .mtl + images	หลายสีรวมกัน	1	มากกว่า 1	4	0	6	31	41
ลักษณะที่ 6	.obj + .mtl + images	หลายสีรวมกัน	มากกว่า 1	มากกว่า 1	6	0	2	5	13
รวม					60	60	60	60	240

ตารางที่ 1 จำนวนแบบจำลอง 3 มิติ แบ่งตามประเภทและลักษณะข้อมูล

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่ามีว่าอินพุตมีทั้งหมด 6 แบบ ซึ่งมีความแตกต่างกันตามข้อมูลของไฟล์ ผู้จัดจำเป็นต้องแบ่งกลุ่มเพื่อแก้ปัญหาการแปลงเป็นแบบจำลองเร็วๆ กัน เช่น การจัดการกับไฟล์แต่ลักษณะจะมีความแตกต่างกัน

ลักษณะที่ 1 แบบจำลองที่ดึงสีจากค่าสีในไฟล์ MTL

ลักษณะที่ 2 แบบจำลองที่ไม่มีไฟล์ MTL

ลักษณะที่ 3 แบบจำลองที่มีลักษณะเป็นวัตถุ 1 ชิ้น มีจำนวนวัสดุในไฟล์ MTL หลายวัสดุ และในรูปภาพมีสีเพียงสีเดียว

ลักษณะที่ 4 แบบจำลองที่มีลักษณะวัตถุ 1 ชิ้น มีจำนวนวัสดุในไฟล์ MTL 1 วัสดุ และในรูปภาพมีหลายสีในหนึ่งรูปภาพ

ลักษณะที่ 5 แบบจำลองที่มีลักษณะวัตถุ 1 ชิ้น มีจำนวนวัสดุในไฟล์ MTL 1 วัสดุ และในรูปภาพมีหลายสีในหนึ่งรูปภาพ

ลักษณะที่ 6 แบบจำลองที่มีลักษณะวัตถุหลายชิ้น มีจำนวนวัสดุในไฟล์ MTL หลายวัสดุ และในรูปภาพมีหลายสีในหนึ่งรูปภาพ

โดยแต่ละแบบจำลองที่รวมรวมจะต้องได้รับการตรวจสอบว่าสามารถเปิดได้ในโปรแกรม เปิดไฟล์แบบจำลอง 3 มิติ ทั่วไปได้ อย่างเช่น 3D Viewer หรือ Blender

3.2.3 การแปลงแบบจำลอง 3 มิติ เป็นแบบจำลองวีวอคเซล

สามารถแปลงแบบจำลอง 3 มิติ เป็นแบบจำลองวีวอคเซลด้วยโปรแกรม Blender ที่ใช้ร่วมกับส่วนเสริม (Add-on) ที่ช่วยสำหรับการแปลงแบบจำลอง 3 มิติ แบบ OBJ เป็นวีวอคเซล อย่าง Block On ซึ่งเป็น open source code ที่เขียนด้วยภาษาไพทอน (Python) แต่การแปลงยังมีข้อจำกัดที่เกิดจากความแตกต่างของลักษณะไฟล์ OBJ ซึ่งมีบางลักษณะไฟล์ที่ไม่สามารถใช้งานได้โดยตรง ต้องมีการเตรียมไฟล์ใหม่ก่อนการแปลง ซึ่งจากทั้งหมด 6 ลักษณะไฟล์มีวิธีการเตรียมไฟล์ก่อนการแปลง ดังนี้

ลักษณะที่ 1 แบบจำลองที่ดึงสีจากค่าสีในไฟล์ MTL แบบจำลองที่มีไฟล์ลักษณะนี้เป็นแบบจำลองที่สามารถแปลงได้ปกติไม่ต้องเตรียมไฟล์ใหม่หรือเปลี่ยนแปลงไฟล์ เพราะสามารถแปลงเป็นวีวอคเซลที่มีสีได้แบบสมบูรณ์

ลักษณะที่ 2 แบบจำลองที่ไม่มีไฟล์ MTL ซึ่งแบบจำลองลักษณะนี้สามารถแปลงได้ปกติ เช่นกันแต่เป็นแบบจำลองที่ไม่มีสี

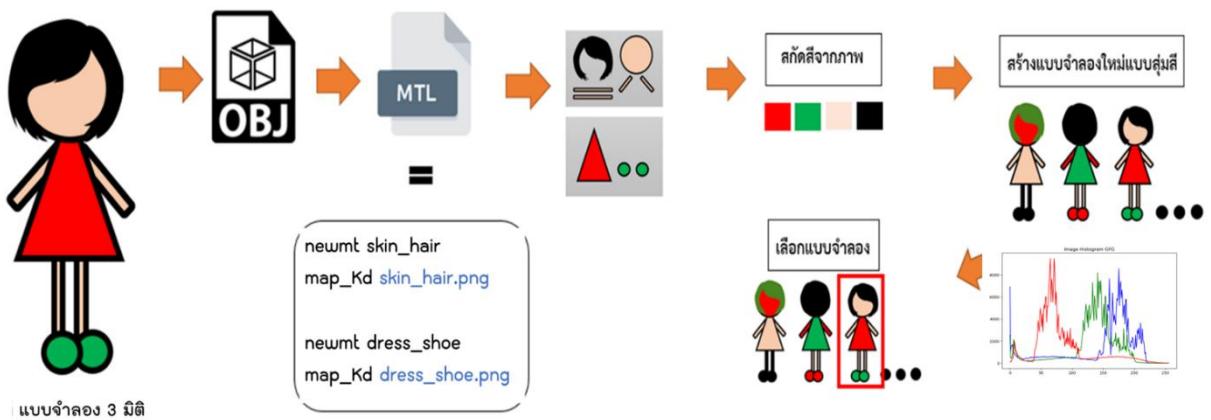
ลักษณะที่ 3 แบบจำลองที่มีลักษณะเป็นวัตถุ 1 ชิ้น มีจำนวนวัสดุในไฟล์ MTL หลายวัสดุและแต่ละวัสดุดึงสีจากรูปภาพที่มีสีเพียงสีเดียว แบบจำลองที่มีไฟล์ลักษณะนี้เป็นแบบจำลองที่สามารถแปลงได้ปกติไม่ต้องเตรียมไฟล์ใหม่หรือเปลี่ยนแปลงไฟล์ เช่นเดียวกับลักษณะที่ 1 ถ้าว่าเป็นแบบจำลองที่แปลงได้ปกติ

ลักษณะที่ 4 แบบจำลองที่มีลักษณะเป็นวัตถุ 1 ชิ้น มีจำนวนวัสดุในไฟล์ MTL แค่ 1 วัสดุ และวัสดุ ดึงสีจากรูปภาพที่มีหลายสี แบบจำลองที่มีไฟล์ลักษณะนี้จะเป็นแบบจำลองที่แปลงแล้วมีปัญหาที่สีของแบบจำลองวีวอคเซลซึ่งส่วนใหญ่สีของแบบจำลองจะเป็นสีเดียว แบบจำลองที่มีไฟล์ลักษณะนี้เป็นแบบจำลองที่ยังแก้ปัญหามาได้ ผู้วิจัยจึงทำการลบไฟล์ MTL และทำให้เป็นแบบจำลองวีวอคเซลที่ไม่มีสี

ลักษณะที่ 5 แบบจำลองที่มีลักษณะเป็นวัตถุ 1 ชิ้น มีจำนวนวัสดุในไฟล์ MTL หลายวัสดุ และแต่ละวัสดุดึงสีจากรูปภาพที่มีหลายสี แบบจำลองที่มีไฟล์ลักษณะนี้จะเป็นแบบจำลองที่แปลงแล้วมีปัญหาที่สีของแบบจำลองวีวอคเซลซึ่งส่วนใหญ่สีของแบบจำลองจะเป็นสีเหมือนลักษณะที่ 3 หรือมีเพียงบางส่วนของแบบจำลองที่เป็นสีเดียว แบบจำลองที่มีไฟล์ลักษณะนี้จะต้องมีการเตรียมไฟล์ก่อนการแปลง โดยการเตรียมไฟล์จะเปลี่ยนไฟล์ MTL จากที่ต้องดึงสีจากรูปภาพซึ่งเป็นภาพที่มีหลายสีที่ส่งผลให้แบบจำลองวีวอคเซลมีพื้นผิวเป็นสีเดียว เปลี่ยนมาดึงสีจากค่าสีในไฟล์ MTL โดยตรง หรือเปลี่ยนให้มีลักษณะไฟล์เหมือนกับลักษณะที่ 1 โดยขั้นตอนเริ่มจาก

การสกัดสีจากรูปภาพที่วัสดุในไฟล์ MTL ใช้ จากนั้นนำค่าสีไปสู่แบบสลับสีให้กับวัสดุแต่ละชิ้น เพื่อสร้างไฟล์ MTL ตามจำนวนครั้งการสุ่มที่กำหนด จากนั้นคัดลอกไฟล์ OBJ เดิมแต่เปลี่ยนมาให้ไฟล์ MTL ใหม่ที่สร้าง และทำการเบรยบหาแบบจำลองที่คล้ายกับแบบจำลองเดิมมากที่สุด เมื่อสินสุดขั้นตอนจะได้แบบจำลองที่มีลักษณะเหมือนแบบจำลองลักษณะที่ 1 ซึ่งจะสามารถแปลงได้ปกติ

ลักษณะที่ 6 แบบจำลองที่มีลักษณะเป็นวัตถุหลายชิ้น จำนวนวัสดุในไฟล์ MTL หลายวัสดุ และแต่ละวัสดุดึงสีจากรูปภาพที่มีสีหล่ายสี แบบจำลองที่มีไฟล์ลักษณะนี้จะเป็นแบบจำลองที่แปลงแล้วมีปัญหาที่สีของแบบจำลองว็อกเซลซึ่งส่วนใหญ่สีของแบบจำลองจะเป็นสีเหมือนลักษณะที่ 4 หรือ 5 แบบจำลองที่มีไฟล์ลักษณะนี้จะต้องมีการเตรียมไฟล์ก่อนการแปลง ซึ่งการเตรียมไฟล์จะเตรียมเหมือนกับไฟล์ในลักษณะที่ 5 ทุกประการ แต่ห่างจากขั้นตอนการสุ่มและได้แบบจำลองที่ดึงค่าสีโดยตรงจากไฟล์ MTL มาแล้วต้องมีการเพิ่มขั้นตอนเพิ่มขึ้นมาอีกหนึ่งขั้นตอนคือการรวมรวมวัตถุจากหลายชิ้นให้เป็นชิ้นเดียว



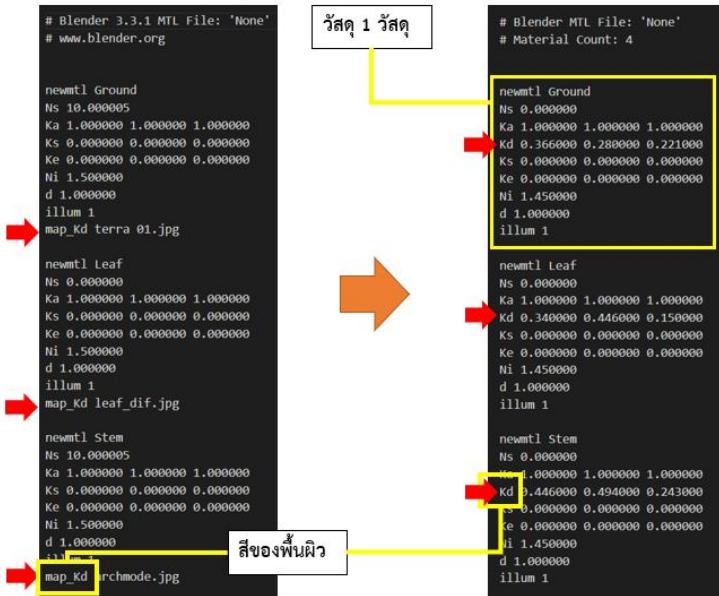
ภาพที่ 18 ขั้นตอนการแปลงแบบจำลอง 3 มิติ เป็นแบบจำลองว็อกเซล

3.2.4 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม

1. การรวบรวมแบบจำลอง 3 มิติ โดยรวม ในแต่ละหมวดหมู่ตามที่กำหนด โดยแต่ละแบบจำลองที่รวมรวมมาจะต้องได้รับการตรวจสอบว่าสามารถเปิดได้ในโปรแกรมเปิดไฟล์แบบจำลอง 3 มิติ ทั่วไปได้ อย่างเช่น 3D Viewer หรือ Blender และทำการตรวจสอบลักษณะของข้อมูลภายในไฟล์ เพื่อแยกไฟล์ตามลักษณะของข้อมูล

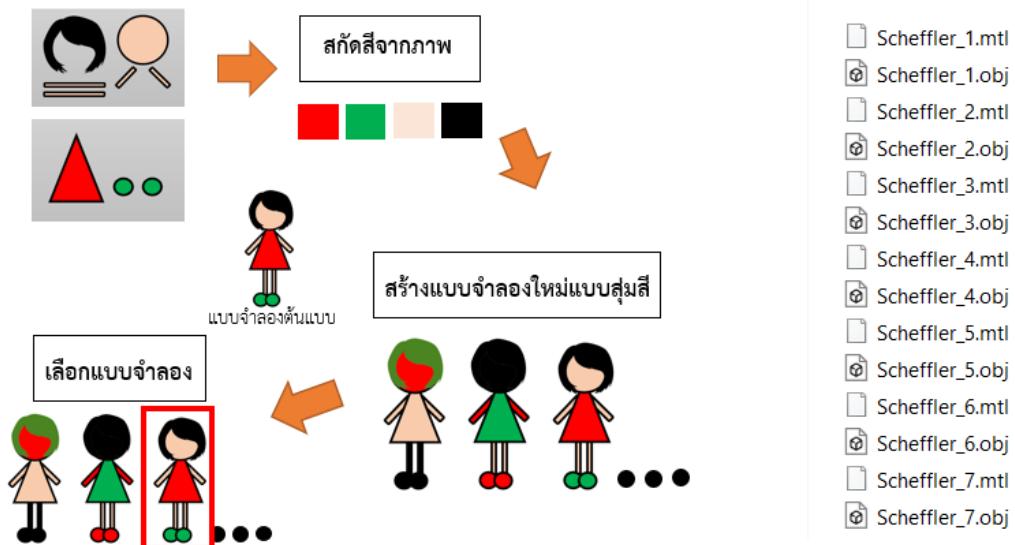
2. การแปลงแบบจำลอง 3 มิติ เป็นแบบจำลองวีวอกเซล ใช้โปรแกรม Blender ใน การแปลง โดยโปรแกรม Blender จำเป็นต้องติดตั้งส่วนเสริม (add-on) ที่ชื่อว่า Block-On ซึ่งเป็น Open Source ที่เผยแพร่อยู่ใน GitHub เมื่อติดตั้ง Block-On โปรแกรม Blender จะเพิ่มฟังก์ชันสำหรับ การแปลงแบบจำลอง 3 มิติ เป็นวีวอกเซล ในส่วนนี้ผู้วิจัยได้ทำการเขียน Blender Python API เพื่อให้ สามารถแปลงจำลอง 3 มิติ เป็นวีวอกเซลได้โดยไม่ต้องเปิดโปรแกรม Blender สามารถเรียกใช้งานผ่าน Command line ได้เลย

3. การเตรียมข้อมูลสำหรับแปลง การแปลงเป็นแบบจำลองวีวอกเซลด้วย Block-On สามารถใช้ได้กับแบบจำลอง 3 มิติ ที่ไฟล์มีลักษณะตามลักษณะที่ 1 2 และ 3 ซึ่งแบบจำลองในลักษณะ ดังกล่าวสามารถแปลงได้เลย โดยที่ไม่ต้องเตรียมไฟล์หรือทำอะไรกับไฟล์แบบจำลอง แต่ในส่วนของ แบบจำลองที่มีไฟล์ลักษณะที่ 4 5 และ 6 เมื่อแปลงเป็นแบบจำลองวีวอกเซล สีของวีวอกเซลส่วนใหญ่จะ เป็นสีดำ เนื่องจากข้อจำกัดของ Block-On ที่ไม่สามารถ map สีของรูปภาพกับพื้นผิวแบบวีวอกเซลได้ จึง ทำให้การดึงสีมาแสดงของแบบจำลองวีวอกเซลจะผสมสีในรูปภาพและแสดงสีน้ำเป็นสีของพื้นผิว ผู้พัฒนา ได้มีแนวทางในการแก้ปัญหานี้คือ การเตรียมแบบจำลองจากดึงสีจากรูปภาพที่มีหลายสีให้เปลี่ยนไปดึงสี จากรหัสสีแทน ดังภาพที่ 10 โดยเขียน Python Script ให้มีการทำงานตามขั้นตอน ดังนี้ 1) สกัดสีจาก รูปภาพที่ใช้เป็นวัสดุของแบบจำลอง 3 มิติ โดยใช้วิธี K-Means เพื่อจัดกลุ่มสีในภาพแล้วสกัดสีออกมา 2) การสร้างไฟล์วัสดุใหม่ (MTL) โดยใช้รหัสสีที่ได้จากการ นำรหัสสีที่ได้มาสูมให้กับวัสดุในไฟล์ MTL แบบ สลับสี 3) สร้างไฟล์ OBJ ใหม่ โดยการคัดลอกข้อมูลในไฟล์เดิมแต่ให้ดึงสีจากไฟล์วัสดุที่สร้างใหม่ สร้างจน ครบกับไฟล์วัสดุที่สร้างขึ้น 4) เปรียบเทียบแบบจำลอง 3 มิติ ที่สร้างขึ้นใหม่กับแบบจำลองทั้งหมดโดยใช้ วิธีการ Render แบบจำลองออกมาเป็นภาพแล้วนำภาพมาพิจารณา ของสีเพื่อเปรียบเทียบ ความต่างของสีและเลือกแบบจำลองที่มีความต่างของสีกับแบบจำลองทั้งหมดน้อยที่สุด



ภาพที่ 19 ไฟล์ MTL แบบดึงสีจากภาพ (ซ้าย) และดึงสีจากการหัสรสี (ขวา)

ที่ง่ายในการตั้งกล่าวจะสามารถกำหนดสีให้กับแบบจำลองได้เท่ากับจำนวนวัสดุในไฟล์ MTL จึงใช้ได้กับเฉพาะแบบจำลองที่มีไฟล์ลักษณะที่ 5 และ 6 เท่านั้น ส่วนแบบจำลองที่มีไฟล์ลักษณะที่ 4 เนื่องจากแปลงแล้วพื้นผิวเป็นสีดำ จึงเตรียมไฟล์ลักษณะนี้ด้วยการลบไฟล์วัสดุออกเพื่อให้แปลงแล้วจะได้แบบจำลองแบบไม่มีสี



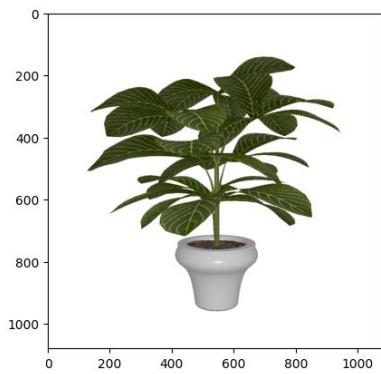
ภาพที่ 20 ภาพรวมการสร้างไฟล์ OBJ และ MTL

ตัวอย่างลำดับขั้นตอนการแปลงแบบจำลอง 3 มิติ ที่เป็นไฟล์ลักษณะที่ 5 และ 6

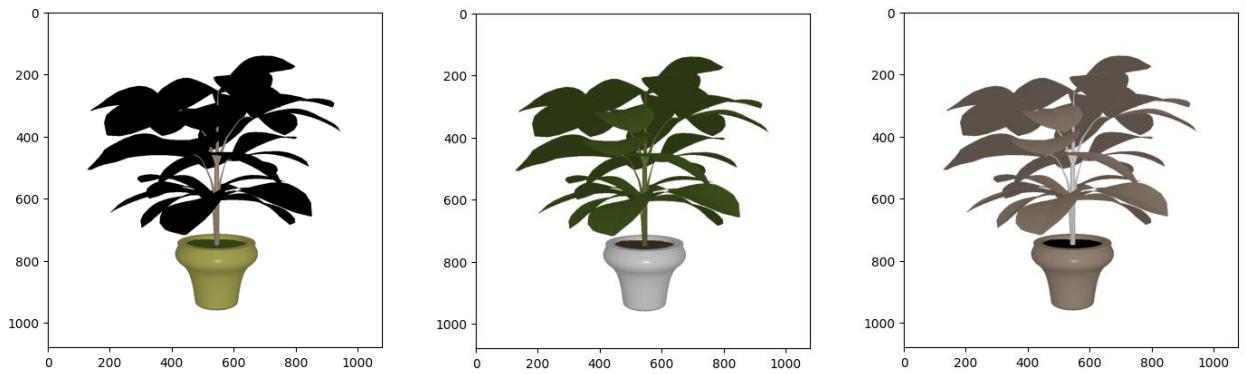
เนื่องจากแบบจำลอง 3 มิติ ที่มาพร้อมกับไฟล์รูปภาพ (ไฟล์ OBJ + ไฟล์ MTL + ไฟล์รูปภาพ) หลังจากแปลงเป็นวีวอคเซลแล้ว จะได้แบบจำลองวีวอคเซลที่มีพื้นผิวเป็นสีดำหรือมีสีเดียวทั้งแบบจำลอง ซึ่งสาเหตุเกิดจากการที่ไฟล์วัสดุ (MTL) ใช้รูปภาพมากำหนดสีให้กับแบบจำลองอีกที่ไม่ได้กำหนดสีในไฟล์วัสดุอย่างเดียว เนื่องจากอัลกอริธึมที่เราใช้ในที่แปลงแบบจำลอง 3 มิติ เป็นวีวอคเซลสามารถกับไฟล์วัสดุในลักษณะที่มีการกำหนดสี 1 สี ต่อวัสดุ 1 วัสดุเท่านั้น (ดังภาพที่ 19) ซึ่งจะกำหนดรูปแบบ map_Kd R G B (เช่น map_Kd 0.00 0.75 1.00) แต่เนื่องด้วยไฟล์แบบจำลอง 3 มิติ ที่มาพร้อมกับรูปภาพจะใช้รูปภาพแทนค่าสี (ตัวอย่างดังภาพที่ 19) ซึ่งจะกำหนดในรูปแบบ map_Kd ซึ่งรูปภาพ (เช่น map_Kd example.jpg) ซึ่งในวัสดุก้อนที่ใช้รูปภาพแทนค่าสีนั้นจะทำให้วัสดุก้อนนั้นมีสีมากกว่า 1 สี ส่งผลให้วัตถุก้อนที่ใช้วัสดุนี้จะมีพื้นผิวเป็นสีดำหรือสีเดียว อย่างในกรณี เช่น ในไฟล์วัสดุ (MTL) มีวัสดุอยู่ 3 ก้อน แต่ละก้อนกำหนดสีด้วยรูปภาพเดียวกัน เช่น map_Kd example.jpg หลังจากแปลงเป็นวีวอคเซลแล้วจะได้แบบจำลองวีวอคเซลที่มีสีเดียว (ส่วนมากจะเป็นสีดำ เพราะเกิดการผสมสีในรูปภาพแล้วดึงสีที่ได้จากการผสมมาแสดง) เนื่องจากวัสดุทั้ง 3 ก้อนดึงสีจากรูปภาพเดียวกันจึงมีสีเดียว หรือในอีกรูปแบบหนึ่งคือ ในไฟล์วัสดุมีวัสดุอยู่ 3 ก้อนแต่กำหนดสีด้วยรูปภาพที่ต่างกัน เช่น วัสดุก้อนที่ 1 กำหนดสีด้วย map_Kd example1.jpg ก้อนที่ 2 กำหนดด้วย map_Kd example2.jpg และก้อนที่ 3 กำหนดด้วย map_Kd example3.jpg หลังจากแปลงแบบจำลอง 3 มิติ เป็นวีวอคเซลแล้วจะได้แบบจำลองวีวอคเซลที่มีสีของเป็นผิวเป็นดำหรือมีโอกาสที่แบบจำลองวีวอคเซลจะมีสีอ ก า น า 1 2 หรือ 3 สี แต่เป็นสีได้จากการผสมสีของรูปภาพ ดังนั้นเราจะจึงมีแนวคิดในการแก้ปัญหาโดยการเปลี่ยนจากการที่แต่ละวัสดุในไฟล์วัสดุกำหนดสีด้วยรูปภาพเปลี่ยนให้มากำหนดสีด้วยค่าสีแทน ซึ่งจะกำหนดค่าสีในรูปแบบ map_Kd R G B ให้กับแต่ละวัสดุแทนรูปแบบ map_Kd example.jpg เพื่อแก้ปัญหาพื้นผิวของวีวอคเซลที่เป็นสีดำหรือสีเดียว ตัวอย่างเช่น กรณีที่วัสดุ 3 ก้อนดึงสีจากรูปภาพเดียวกัน จากที่วัสดุทั้ง 3 ก้อนจะเป็นสีเดียวกัน วัสดุทั้ง 3 ก้อนจะถูกกำหนดค่าสีให้ใหม่สำหรับแต่ละก้อนส่งผลให้สามารถเปลี่ยนแบบจำลองวีวอคเซลสามารถแสดงสีได้สีเดียว สามารถแสดงสีได้ 3 สี ตามสีที่กำหนดในแต่ละวัสดุ

จากวิธีการข้างต้นจึงต้องมีการสกัดสีเพื่อนำสีที่ได้ไปกำหนดให้วัสดุแต่ละก้อนในไฟล์วัสดุ (MTL) ซึ่งการสกัดสีเราจะสกัดจากรูปภาพที่มาพร้อมกับแบบจำลอง 3 มิติ เนื่องจากเป็นสีพื้นผิวเดิมที่แบบจำลองดึงสีมาใช้ ใส่การสกัดสีในช่วงแรกเราใช้วิธีการสุ่มจุดพิกเซลในรูปภาพ และ ดึงเป็นค่าสีอ ก า น า โดยจะกำหนดจำนวนจุดที่ต้องการใน 1 รูปภาพ เช่น 8 จุด ต่อ 1 รูปภาพ ซึ่งวิธีการนี้มีข้อดี คือ สามารถ

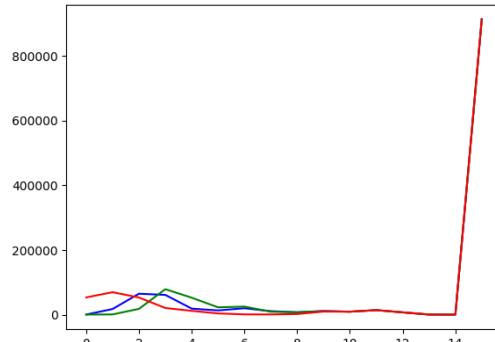
สกัดสีใน 1 รูปภาพได้ค่อนข้างเร็วแต่มีข้อเสียคือ มีโอกาสได้สีเดิมซ้ำหรือสีไม่ได้สีหลัก ซึ่งวิธีแก้ปัญหา จะต้องเพิ่มจำนวนจุดสุ่มแต่การเพิ่มจำนวนจุดสุ่มจะส่งผลให้เราได้ค่าสีที่มากเกินไป ซึ่งจะส่งผลต่อขั้นตอน การสุมสีให้กับแต่ละวัสดุในไฟล์วัสดุ เราจึงได้เปลี่ยนจากการสุ่มจุดพิกเซลมาใช้วิธีการ K-Means แทน โดยวิธีการทำ K-Means เราจะจัดกลุ่มสีในรูปภาพด้วยจำนวน clusters ที่เรากำหนดและดึงค่าสีของแต่ละ clusters ออกมามีชื่อสีที่ได้นี้จะเป็นสีที่เราจะเอาสุ่มให้กับแต่ละวัสดุ ข้อดีของวิธีการ K-Means คือเรา จะได้ค่าสีที่ไม่ซ้ำกันและได้ครบถ้วน แต่มีข้อเสียคือจะใช้เวลาในการสกัดต่อ 1 รูปภาพนานกว่าการสุ่มจุด แต่โดยภาพรวมก็ถือว่ามีประสิทธิภาพมากกว่าการสุ่มจุด



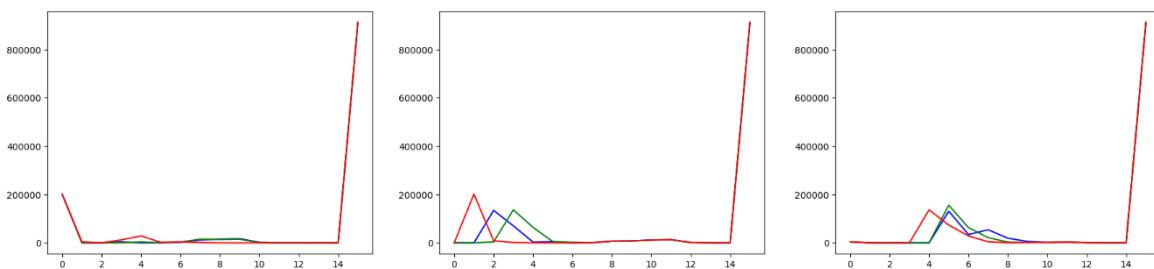
ภาพที่ 21 ภาพโมเดลต้นแบบที่ได้จากการเรนเดอร์



ภาพที่ 22 ตัวอย่างภาพเรนเดอร์ของโมเดลที่เกิดจากการสุ่ม



ภาพที่ 23 Histogram ของโมเดลต้นแบบ



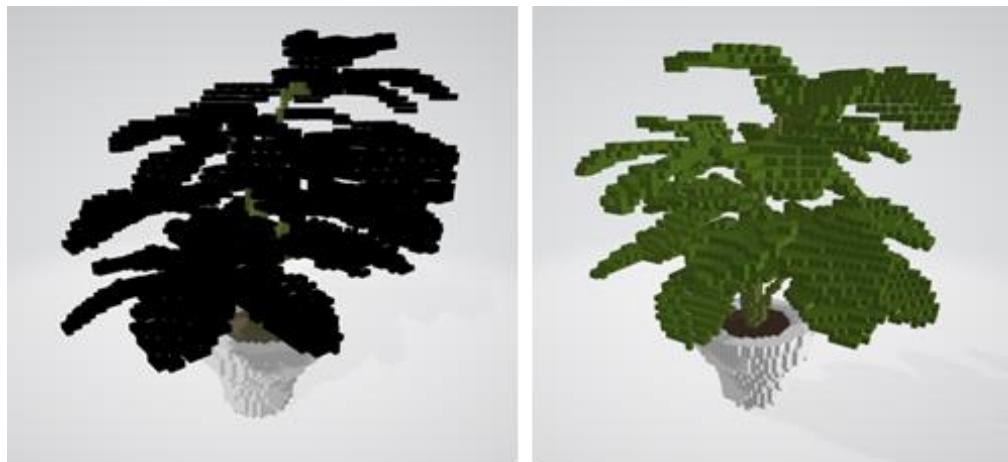
ภาพที่ 24 Histogram ของโมเดลที่สร้างขึ้นตามภาพที่ 22



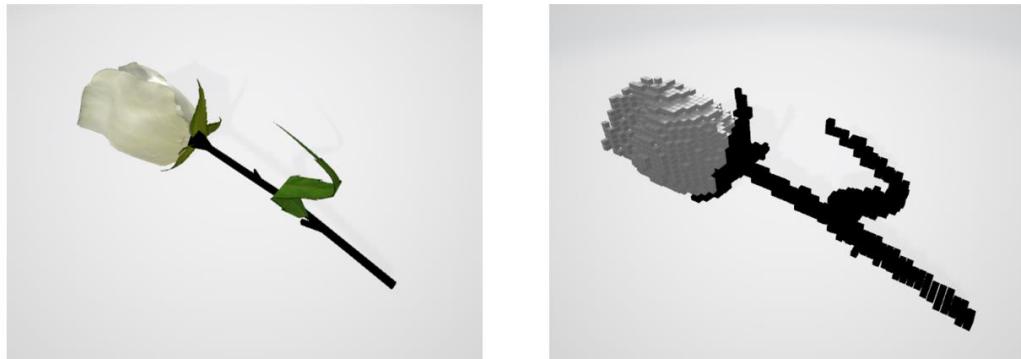
ภาพที่ 25 โมเดลสุ่มที่ 49 มีสีที่มีความใกล้เคียงกับโมเดลต้นแบบมากที่สุด

ค่าที่ใช้ในการเปรียบเทียบเทียบไฮสโตแกรมคือค่า Chi-square ที่ได้จากการแตกต่างระหว่างไฮสโตแกรมของแบบจำลองต้นกับแบบจำลองที่สร้างขึ้นใหม่ โดยที่ยิ่งค่า Chi-square มีค่าน้อยแสดงว่าไฮสโตแกรมยิ่งมีความใกล้เคียงกันมาก โดยเราจะเปรียบไฮสโตแกรมของแบบจำลองต้นแบบกับทุกแบบจำลองที่

สร้างขึ้นใหม่และเก็บแบบจำลองที่สร้างขึ้นใหม่เพียงแบบจำลองเดียว คือแบบจำลองที่เปรียบเทียบอิสโตแกรมกับอิสโตแกรมของแบบจำลองต้นแบบแล้วได้ค่า Chi-square น้อยที่สุด โดยขั้นตอนนี้เราใช้ Package ในภาษา Python ชื่อ OpenCV ในการดำเนินการเปรียบเทียบ



ภาพที่ 26 เปรียบเทียบโมเดลต้นแบบ (ซ้าย) กับโมเดลสูมที่ 49 (ขวา)



โมเดลต้นแบบ

โมเดลวีอกเซลก่อนสุมสี

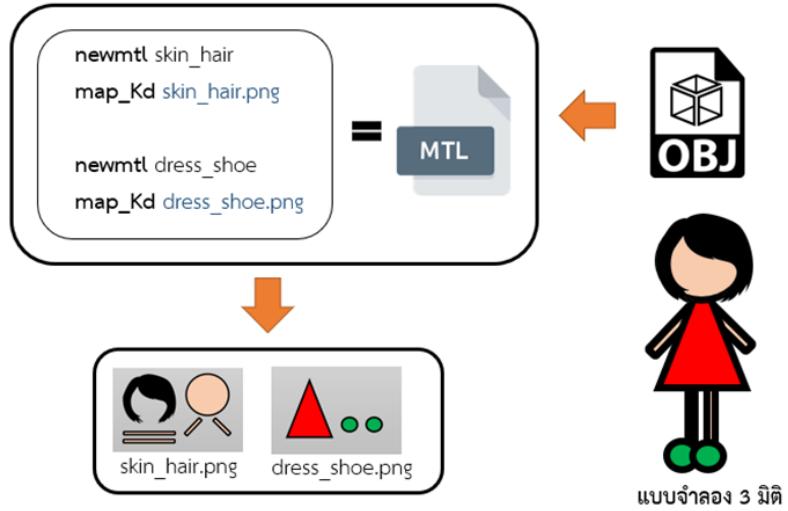
ภาพที่ 27 โมเดลต้นแบบ (ซ้าย) กับโมเดลวีอกเซลก่อนสุมสี (ขวา)



ภาพที่ 28 โมเดลที่ได้จากการเทียบสีธิตโทแกรม (ซ้าย) กับโมเดลวีกเซลจากการสุ่มสี(ขวา)

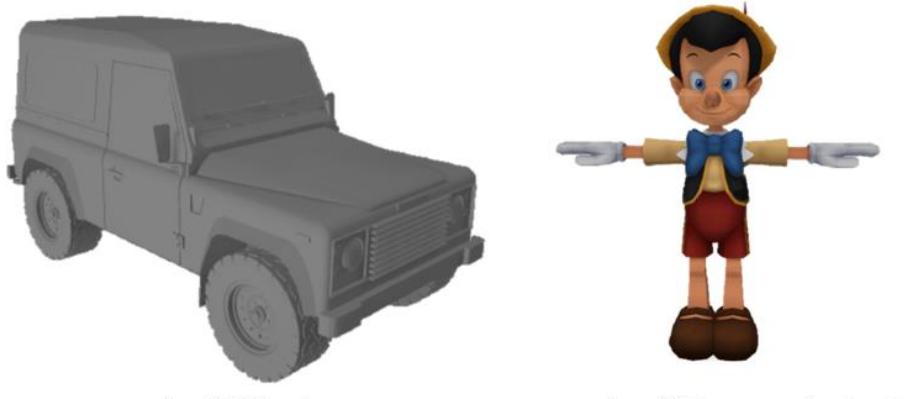
4. Input Specification เป็นแบบจำลอง 3 มิติ ที่อยู่ในรูปแบบ OBJ ไฟล์ ซึ่งจะประกอบด้วย ไฟล์แบบจำลอง 3 มิติ (.obj) ไฟล์สัดส่วนแบบจำลอง (.mtl) และรูปภาพที่เป็นพื้นผิวของแบบจำลอง 3 มิติ ซึ่งได้รวมแบบจำลองทั้งหมด 240 แบบจำลอง ประกอบด้วย 4 ประเภท ได้แก่ แบบจำลองพาหนะ สัตว์ พืช และตัวละคร อย่างละ 60 แบบจำลองและแบ่งตามลักษณะข้อมูลได้ทั้งหมด 6 ลักษณะ

ไฟล์ OBJ จะเก็บเฉพาะข้อมูลที่ใช้แสดงวัตถุเท่านั้น สามารถเก็บเป็นวัตถุชิ้นเดียวหรือหลายชิ้นก็ได้ แต่ไม่ได้เก็บข้อมูลสีของพื้นผิว ซึ่งสีของพื้นผิวจะเก็บแยกไว้ที่ไฟล์ MTL เป็นวัสดุอย่างน้อยหนึ่งวัสดุ ซึ่งสามารถเก็บสีของพื้นไว้เป็นรหัสสีหรือรูปภาพสำหรับ map กับวัตถุก็ได้ การทำงานคือ OBJ ไฟล์จะดึงสีจากไฟล์ MTL ถ้าวัสดุใน MTL เก็บเป็นรหัสสีก็จะถูกทำไปแสดง ถ้ามีวัสดุที่เก็บสีเป็นรูปภาพ รูปภาพก็จะถูกนำไป map กับพื้นผิว ตัวอย่างการทำงานดังภาพที่ 29



ภาพที่ 29 ตัวอย่างการดึงสีของแบบจำลองที่เก็บในรูปแบบไฟล์ OBJ

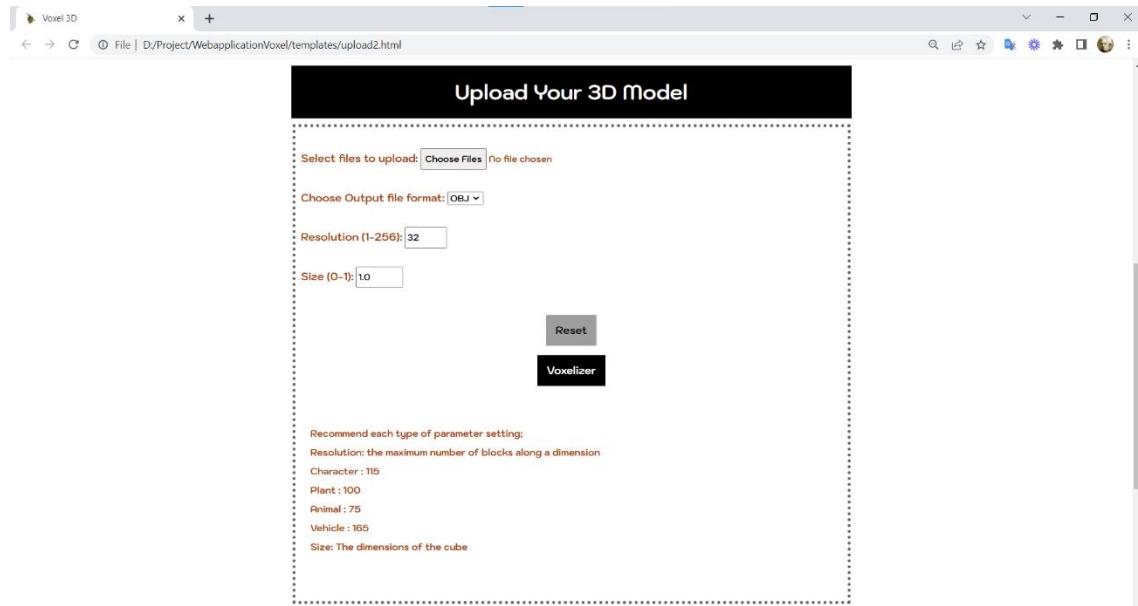
5. Output Specification แบบจำลองแบบวอคเซลรูปแบบ OBJ ไฟล์ และไฟล์ MTL



ภาพที่ 30 ตัวอย่างแบบจำลองที่ประด้วยไฟล์ OBJ เพียงอย่างเดียวและ OBJ + MTL (+ รูปภาพ)

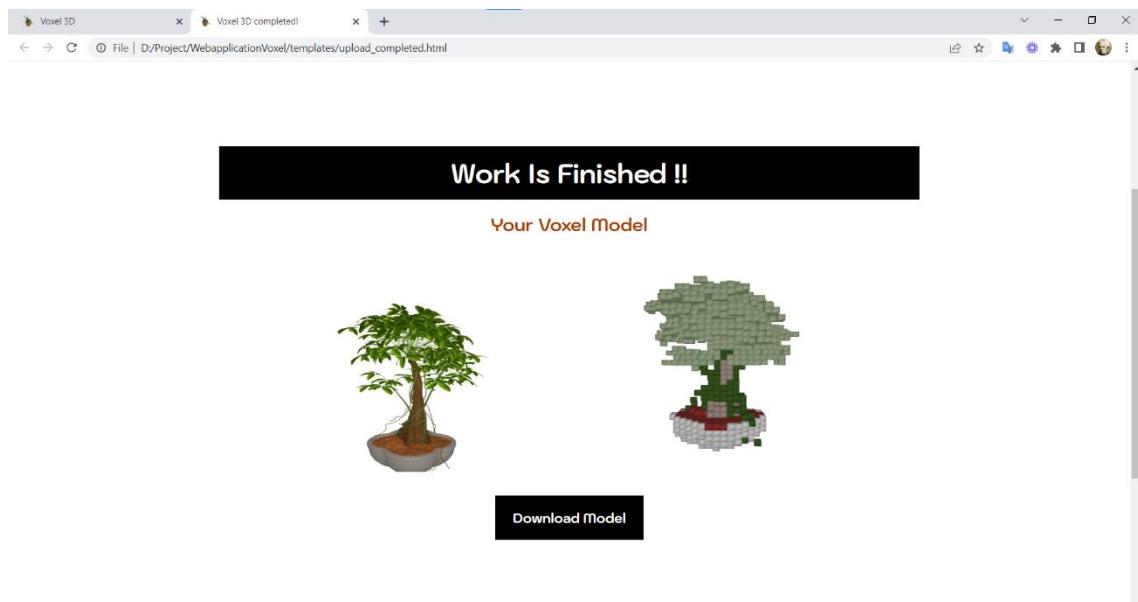
3.2.5 สร้างเว็บแอปพลิเคชัน

โดยใช้ Package ของ Python อย่าง Flask ในการสร้างเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้ Blender Python API ที่สร้างไว้เป็น Backend ในการแปลงจำลอง 3 มิติ เป็นวีกอเชล



ภาพที่ 31 หน้าเว็บแอปพลิเคชันสำหรับอัปโหลดไฟล์

จากภาพที่ 31 หน้าเว็บแอปพลิเคชันหน้าแรกเป็นหน้าสำหรับการอัปโหลดไฟล์แบบจำลอง 3 มิติ ซึ่งเว็บแอปพลิเคชันรองรับเฉพาะไฟล์ obj เมื่ออัปโหลดไฟล์ที่ต้องการแล้วสามารถกดปุ่ม Choose File เพื่ออัปโหลดไฟล์ รูปแบบไฟล์ที่จะ Export ซึ่งสามารถเลือกได้ 2 แบบ คือ รูปแบบไฟล์ obj และไฟล์ stl ถัดไปรายการ Resolution คือ สามารถระบุความละเอียดของบบจำลองวีกอเชลได้ตามความต้องการ ตั้งแต่ 1 ถึง 256 และ Size คือ สามารถระบุขนาดของวีกอเชลได้ ตั้งแต่ 0.1 ถึง 1 เมื่อตั้งค่าครบถ้วน รายการแล้วกดปุ่ม Voxelizer หลังจากนั้นเว็บแอปจะทำการเปิดหน้าสำหรับแปลงแบบจำลองขึ้นมาให้โดยที่แบบจำลอง 3 มิติ แต่ละประเภทเว็บแอปพลิเคชันจะตั้งค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมไว้แล้วด้านล่าง หลังจากนั้นเว็บแอปพลิเคชันจะแสดงแบบจำลองวีกอเชลในหน้าผลลัพธ์



ภาพที่ 32 หน้าเว็บแสดงผลแบบจำลอง

ภาพที่ 32 หน้าเว็บแสดงผลแบบจำลอง จะใช้วิธีการแปลงออกมาทั้ง 2 แบบคือ แบบจำลอง 3 มิติ ทางซ้าย และแบบจำลองวีดีโอ เช่น ทางขวา ในขั้นตอนการ Export เมื่อได้แบบจำลองวีดีโอที่ต้องการผู้ใช้สามารถกด Download Model เพื่อที่เอาแบบจำลองวีดีโอไปใช้งานต่อได้ตามที่ต้องการ

บทที่ 4

ผลการวิจัย

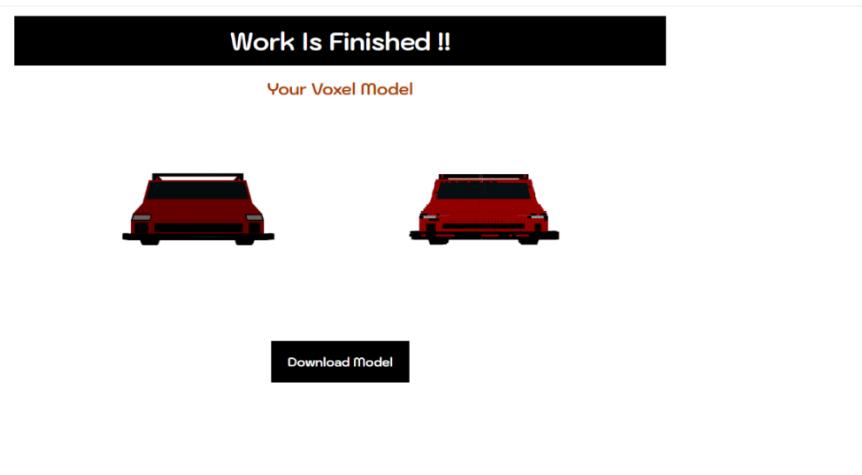
การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการแปลงแบบจำลอง 3 มิติ ให้เป็นแบบจำลองวีโวคเซล มีวัตถุประสงค์เพื่อสามารถนำแบบจำลองวีโวคเซลสำหรับนำไปใช้ในแพทฟอร์มต่างๆ เช่น วัตถุและตัวละครในเกมส์ (Game Assets) และ Non-Fungible Token (NFT) เป็นต้น โดยผลการวิจัยแบ่งเป็น 2 ส่วนดังนี้

การเปรียบเทียบความคล้ายของแบบจำลอง 3 มิติ กับแบบจำลองวีโวคเซลที่ได้จากเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการแปลงแบบจำลอง 3 มิติ ให้เป็นแบบจำลองวีโวคเซล

โดยจะทำการเปรียบเทียบจากการสูญเสียแบบจำลอง 3 มิติ แต่ละประเภท และจะแบ่งการเปรียบเทียบเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มแบบจำลองที่มีสี และกลุ่มแบบจำลองที่ไม่มีสี ใช้การตั้งค่าพารามิเตอร์ที่ผู้วิจัยได้ทำการแนะนำไว้ในหน้าเว็บแอปพลิเคชัน

4.1 การเปรียบเทียบกลุ่มแบบจำลองที่มีสี

- แบบจำลอง 3 มิติ พาหนะ



ภาพที่ 33 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงผลลัพธ์โมเดลรถกระป๋อง



ภาพที่ 34 แสดงโมเดลรถกระบะสีแดง (มุกขามีอ)

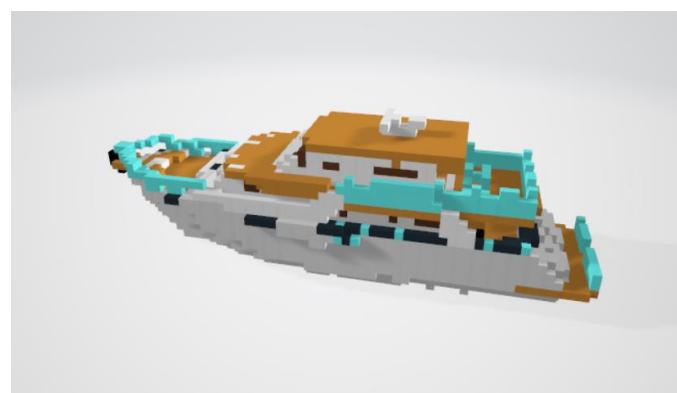
Work Is Finished !!

Your Voxel Model

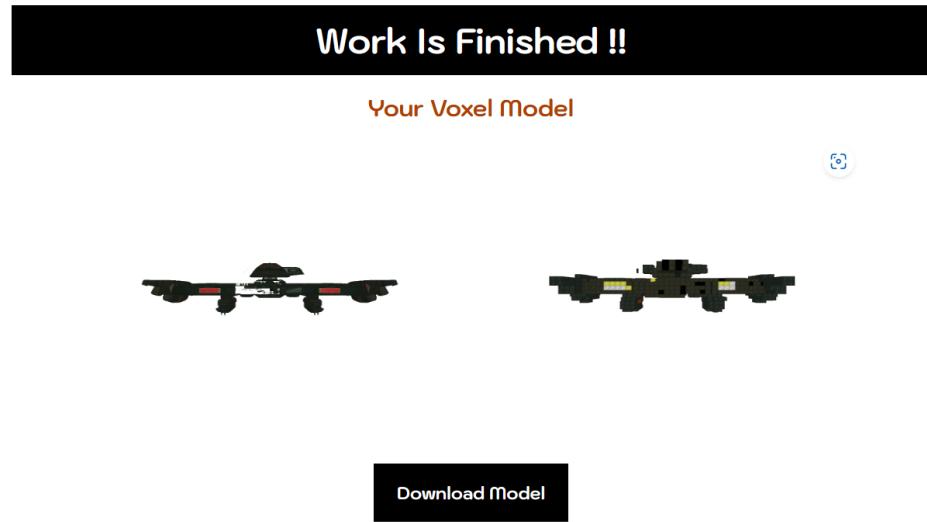


[Download Model](#)

ภาพที่ 35 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงผลลัพธ์โมเดลเรือ



ภาพที่ 36 แสดงโมเดลโมเดลเรือ (มุกขามีอ)



ภาพที่ 37 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงผลลัพธ์โมเดลยานอวกาศ

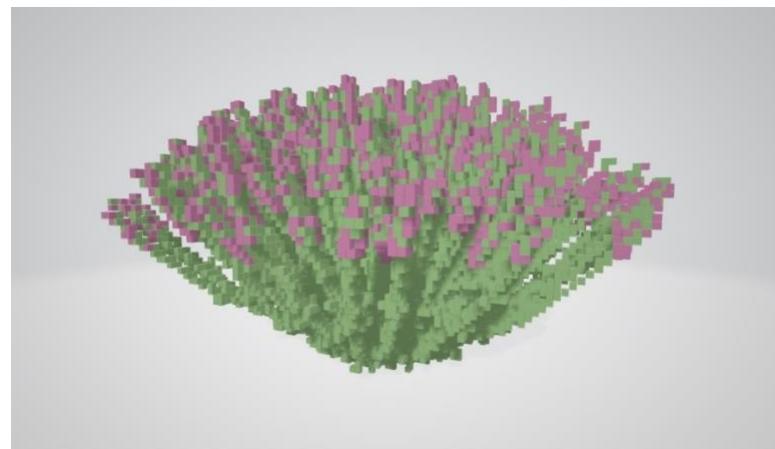


ภาพที่ 38 แสดงโมเดลยานอวกาศ (มุมขวามือ)

- แบบจำลอง 3 มิติ พีช

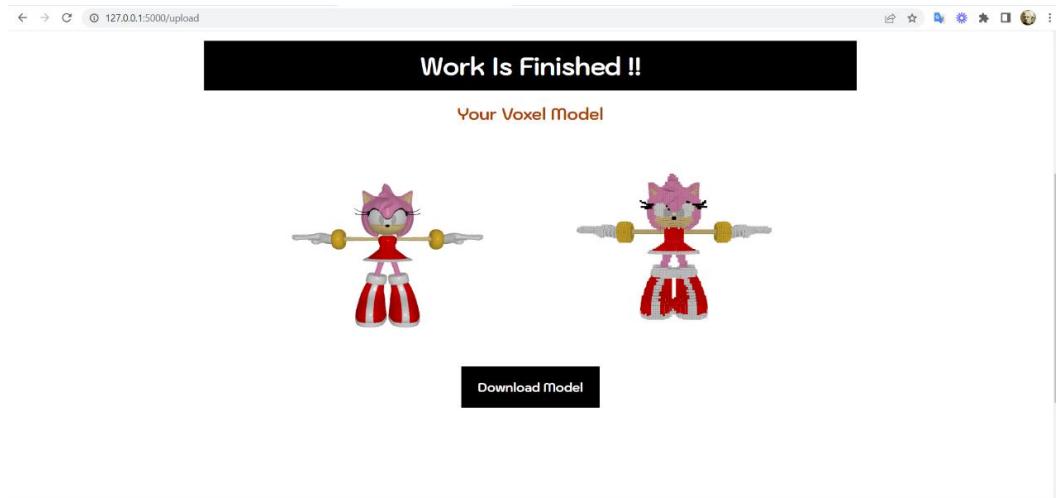


ภาพที่ 39 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงผลลัพธ์โมเดลออกไม้



ภาพที่ 40 แสดงโมเดลออกไม้ (มุมขวาเมื่อ)

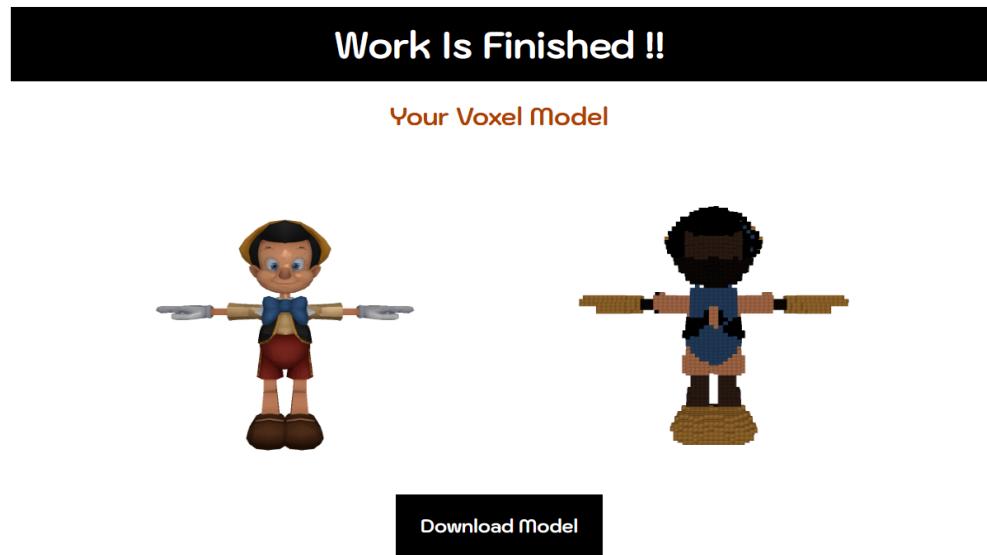
- แบบจำลอง 3 มิติ ตัวละครบ



ภาพที่ 41 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงผลลัพธ์โมเดลเอมี รส จากเรื่อง โซนิค



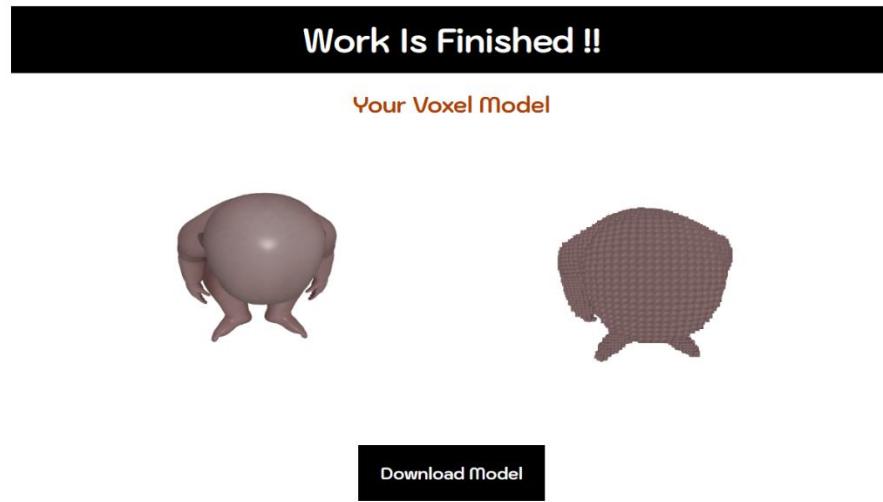
ภาพที่ 42 แสดงโมเดลเอมี รส จากเรื่อง โซนิค (มุมขวามือ)



ภาพที่ 43 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงผลลัพธ์โมเดลพินอคคิโอ



ภาพที่ 44 แสดงโมเดลพินอคคิโอ (มุมข้างมือ)



ภาพที่ 45 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงผลลัพธ์โมเดลเด็ก



ภาพที่ 46 แสดงโมเดลเด็ก (มุมขวามือ)

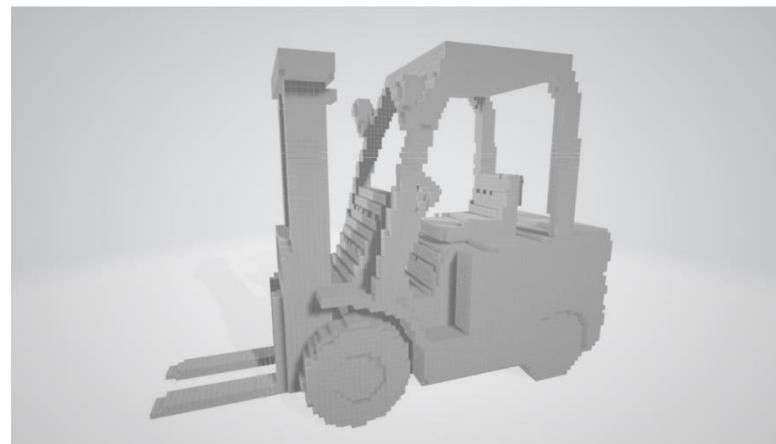
จากภาพที่ 33-46 พบร่วมกับแบบจำลองวีดีโอด้วยภาษา Python ที่สามารถคำนวณและจัดเรียง voxel ตามเงื่อนไขที่กำหนด ทำให้เราสามารถสร้างโมเดลเด็กในรูปแบบ 3 มิติ ที่มีความซับซ้อนและลึกซึ้งมากขึ้น ตัวอย่างเช่น ภาพที่ 46 แสดงโมเดลเด็กที่มีรากฐานมาจากภาพจริงของเด็กทารก แต่ถูกแปลงเป็น voxel ที่มีความละเอียดสูง ทำให้สามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้ด้านการจำแนกชนิดของวัตถุ หรือการจำลองสถานการณ์ทางกายภาพ เช่น การกระแทกหรือการเคลื่อนไหว ได้ด้วยวิธีการคำนวณที่ซับซ้อน

4.2 การเปรียบเทียบกับกลุ่มแบบจำลองที่ไม่มีสี

- แบบจำลอง 3 มิติ พาหนะ

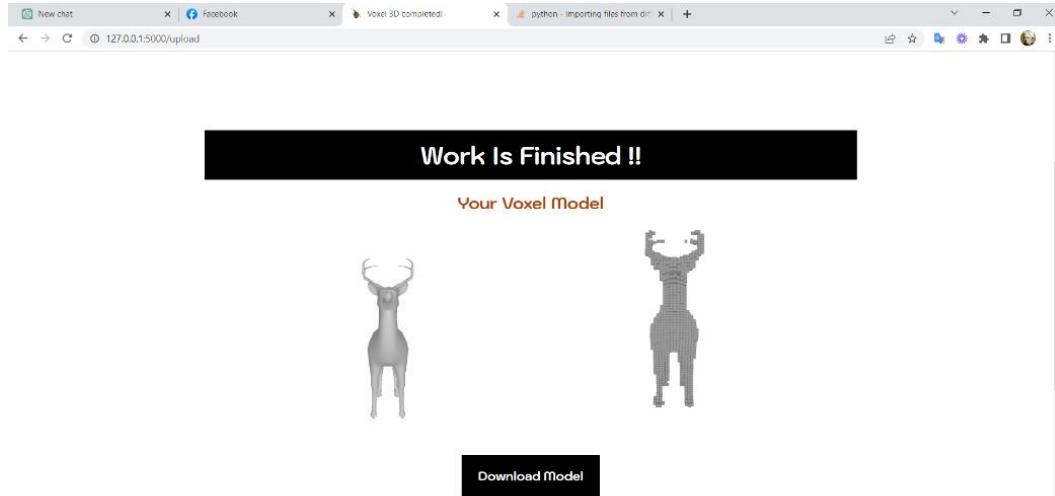


ภาพที่ 47 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงผลลัพธ์โมเดลรถโฟล์คลิฟท์



ภาพที่ 48 แสดงโมเดลรถโฟล์คลิฟท์ (มุมขวางมือ)

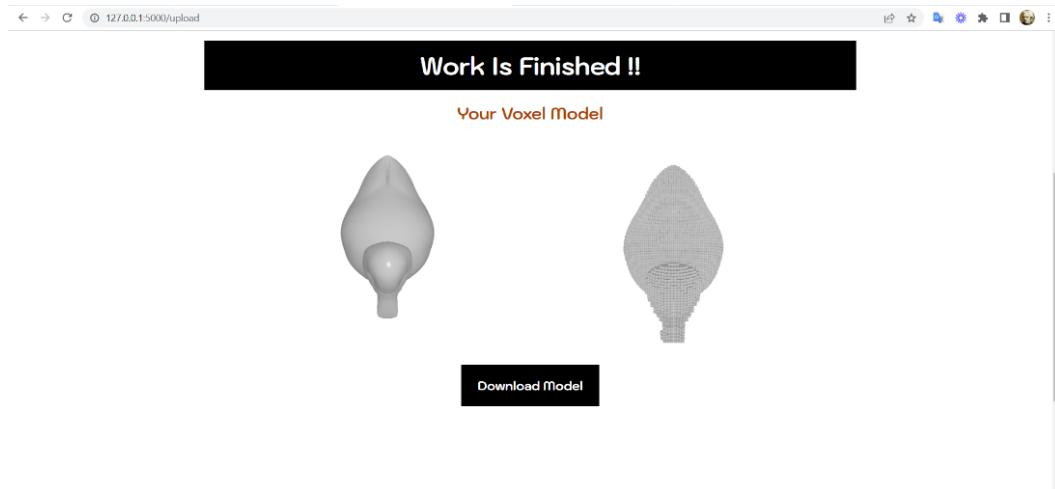
- แบบจำลอง 3 มิติ สัตว์



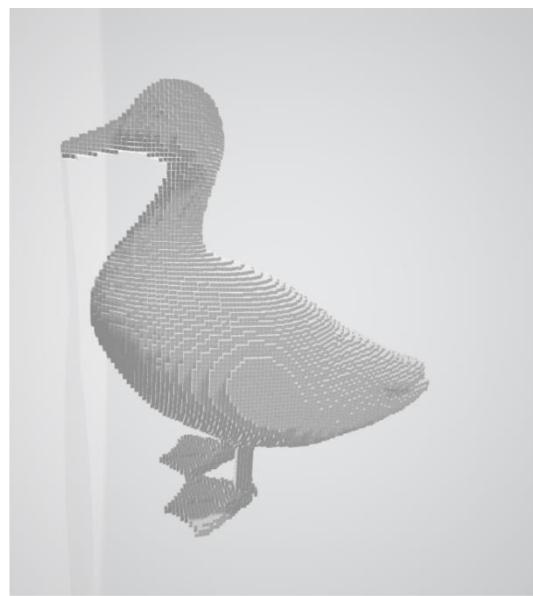
ภาพที่ 49 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงผลลัพธ์พร้อมเดลกวาง



ภาพที่ 50 แสดงโมเดลกวาง (มุมขวางมีอ)

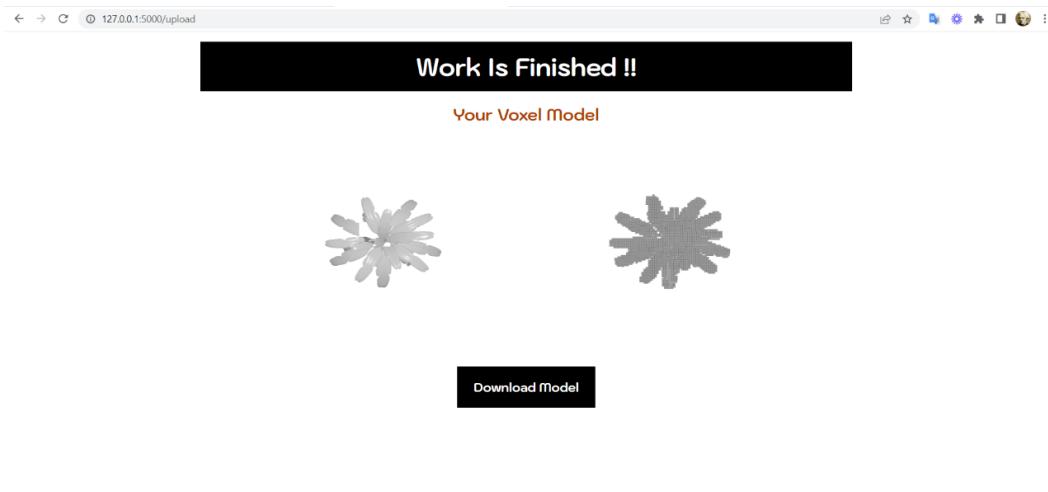


ภาพที่ 51 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงผลลัพธ์โมเดลเป็ด



ภาพที่ 52 แสดงโมเดลเป็ด (มุมขวามือ)

- แบบจำลอง 3 มิติ พีช

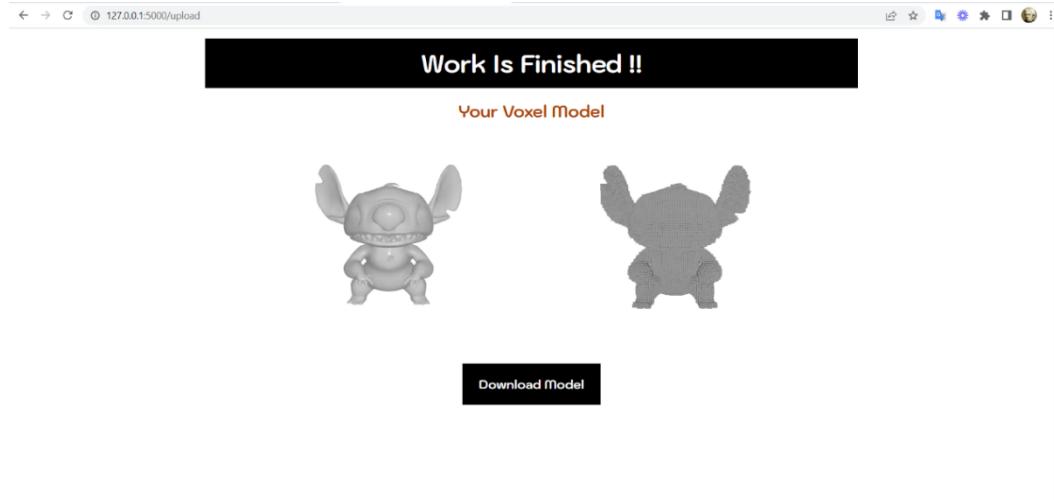


ภาพที่ 53 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงผลลัพธ์โมเดลต้นมะพร้าว



ภาพที่ 54 แสดงโมเดลต้นมะพร้าว (มุกขาวมือ)

- แบบจำลอง 3 มิติ ตัวละครบ



ภาพที่ 55 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงผลลัพธ์โมเดลสติทซ์



ภาพที่ 56 แสดงโมเดลสติทซ์ (มุมข้างมือ)

จากภาพที่ 47-56 พบว่า แบบจำลองวีกเซลแต่ละประเภทไม่มีสื่อถกมาเนื่องจากเป็นโมเดลที่ไม่สื่อยุ่งแล้ว อีกลักษณะ คือ โมเดลที่ไม่สามารถดึงสีมาได้เว็บแอปพลิเคชันจึงได้ทำการลบไฟล์วัสดุ (MTL) ออกเพื่อเป็นการลบสีและจากการใช้การตั้งค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้ให้พบว่าลักษณะโดยรวมของแบบจำลองวีกเซลมีความคล้ายคลึงกับแบบจำลอง 3 มิติ ต้นฉบับ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการแปลงแบบจำลอง 3 มิติ ให้เป็นแบบจำลองวีโวคเซลได้ดำเนินการพัฒนาขั้นตอนการดึงสีจากรูปภาพไปใช้กับแบบจำลองวีโวคเซล สามารถสรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

ความสามารถในการแปลงแบบจำลอง 3 มิติ เป็นแบบจำลองวีโวคเซล แบ่งตามลักษณะไฟล์ได้ผลลัพธ์ดังต่อไปนี้

ลักษณะที่ 1 สามารถแปลงเป็นวีโวคเซลได้โดยไม่ต้องเตรียมไฟล์และได้แบบจำลองวีโวคเซลที่มีสีตรงตามแบบจำลองอินพุตมากที่สุด จำนวน 31 แบบจำลอง

ลักษณะที่ 2 สามารถแปลงเป็นวีโวคเซลได้โดยไม่ต้องเตรียมไฟล์เนื่องจากเป็นแบบจำลองที่ไม่มีสีอยู่แล้ว จำนวน 38 แบบจำลอง

ลักษณะที่ 3 สามารถแปลงเป็นวีโวคเซลได้โดยไม่ต้องเตรียมและได้แบบจำลองวีโวคเซลที่มีสีใกล้เคียงกับแบบจำลองอินพุต จำนวน 45 แบบจำลอง

ลักษณะที่ 4 สามารถแปลงเป็นแบบจำลองวีโวคเซลได้แต่พื้นผิวจะมีสีดำ การเตรียมไฟล์ลักษณะนี้คือการลบวัสดุที่แบบจำลองใช้ ให้แบบจำลองเป็นแบบจำลองเปล่าที่ไม่มีสี เนื่องจากสาเหตุที่พื้นผิวของวีโวคเซลเป็นสีดำเกิดจากวัสดุที่ใช้และเนื่องจากแบบจำลองในลักษณะนี้ยังไม่สามารถแก้ปัญหาให้แบบจำลองวีโวคเซลมีสีแบบจำลองอินพุตได้จึงเลือกที่จะเปลี่ยนจากแบบจำลองวีโวคเซลพื้นผิวสีดำให้แบบจำลองวีโวคเซลมีพื้นผิวสีขาวหรือไม่มีสีแทน เนื่องจากสามารถใช้ประโยชน์ได้มากกว่า จำนวน 72 แบบจำลอง

ลักษณะที่ 5 สามารถแปลงเป็นแบบจำลองวีโวคเซลได้แต่ต้องมีการเตรียมไฟล์ก่อนการแปลงเป็นวีโวคเซล โดยไฟล์ในลักษณะนี้จะใช้รูปภาพเป็นพื้นผิวของแบบจำลอง 3 มิติ ทำให้บางส่วนหรือทั้งแบบจำลองเมื่อแปลงเป็นวีโวคเซลแล้วจะมีสีดำ ซึ่งการเตรียมไฟล์จะเป็นจากแบบจำลองที่กำหนดสีในไฟล์วัสดุ (MTL) และใช้รูปภาพมาเป็นสีของพื้นผิวรวมด้วยให้เป็นไฟล์ที่กำหนดสีในไฟล์วัสดุอย่างเดียว (หรือเปลี่ยนไฟล์ลักษณะที่ 5 เป็นไฟล์ลักษณะที่ 1) ซึ่งขั้นตอนจะเริ่มจากการ 1. สร้างวัสดุใหม่แบบสลับสีให้กับวัสดุแต่ละก้อนในไฟล์วัสดุ 2. ทำการตัดลอกไฟล์วัสดุตามที่กำหนด 4. คัดลอกไฟล์แบบจำลอง 3 มิติ (OBJ) เท่ากับไฟล์วัสดุที่สร้างขึ้นใหม่ หลังจากเสร็จขั้นตอนที่ 4 เราจะได้แบบจำลอง 3 มิติ ที่สร้างขึ้นใหม่ที่ได้จากการสลับสีของไฟล์วัสดุ 5. เปรียบเทียบหาแบบจำลองที่ใกล้เคียงกับแบบจำลองต้นแบบมากที่สุด โดยการเปรียบเทียบจะเปรียบอิส托แกรม (Histogram) ของสีโดยจะเรนเดอร์ภาพจากแบบจำลองต้นแบบและแบบจำลองที่

สร้างขึ้นใหม่ จากนั้นพล็อตภาพเป็นฮิสโตแกรม (Histogram) และเปรียบเทียบหาฮิสโตแกรม (Histogram) ที่แตกต่างกับต้นแบบน้อยที่สุด เมื่อสิ้นสุดกระบวนการนี้เราจะได้แบบจำลอง 3 มิติ ใหม่ที่ได้จากการสุมสี ซึ่งแบบจำลองนี้จะสามารถแปลงเป็นวีดีโอด้วย โดยที่สีของวีดีโอดจะเหมือนกับสีของแบบจำลอง จำนวน 41 แบบจำลอง

ลักษณะที่ 6 ปัญหาและการเตรียมไฟล์เมื่อกับลักษณะที่ 5 จำนวน 13 แบบจำลอง

5.2 ภาระผลการวิจัย

จากการทดสอบระบบเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการแปลงแบบจำลอง 3 มิติ ให้เป็นแบบจำลองวีดีโอด มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการแปลงแบบจำลอง 3 มิติ เป็นแบบจำลองวีดีโอดสำหรับนำไปใช้ในแพทฟอร์มต่าง ๆ โดยผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบความคล้ายของแบบจำลองต้นแบบกับแบบจำลองวีดีโอดทั้งหมด พบร่วม จากการรวมแบบจำลอง 3 มิติ จำนวน 240 แบบจำลองสามารถแปลงเป็นแบบจำลองวีดีโอดได้ทั้งหมด ผู้วิจัยได้แนะนำการตั้งค่าที่เหมาะสมไว้เพื่อที่ให้ผู้ใช้งานสามารถสร้างแบบจำลองวีดีโอดที่มีความคล้ายคลึงกับแบบจำลองต้นแบบได้อย่างสะดวกรวดเร็ว และสามารถแปลงแบบจำลองวีดีโอดที่มีสีได้จำนวน 130 แบบจำลอง ประกอบด้วยแบบจำลอง 3 มิติ ลักษณะที่ 1 3 5 และ 6 ที่เป็นแบบจำลองที่สามารถแปลงออกมามีสีตรงตามแบบจำลองต้นแบบ และเป็นการสุมสีจากรูปภาพมาใช้ในแบบจำลองวีดีโอด และ สามารถแปลงเป็นแบบจำลองวีดีโอดที่ไม่มีสีจำนวน 110 แบบจำลอง ประกอบด้วยแบบจำลอง 3 มิติ ลักษณะที่ 2 และ 4 เป็นไฟล์ OBJ อย่างเดียว และ เป็นแบบจำลองที่ไม่สามารถแปลงออกมามีสีได้ผู้วิจัยจึงทำการลบไฟล์ MTL ทำให้เป็นแบบจำลองวีดีโอดที่ไม่มีสี โดยทุกแบบจำลองวีดีโอดที่ดาวน์โหลดออกมานั้นสามารถทำไปใช้ได้จริงในแพทฟอร์มต่าง ๆ ตามที่ผู้ใช้งานต้องการ

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ในการนำผลวิจัยในการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ ใหม่ ด้วยการสร้างสีของพื้นผิวใหม่จากการสุมสีจากรูปภาพไปใช้อาจจะต้องมีการตั้งค่าให้มีการสร้างแบบจำลองใหม่ให้มีจำนวนมากพอเพื่อให้ได้แบบจำลองที่ได้จากสุมสีครบถ้วนแบบ เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนการเปรียบเทียบทะเบียนแบบจำลองที่เหมือนแบบจำลองอินพุตต่อไป แต่การเพิ่มจำนวนแบบจำลองที่สร้างใหม่อาจเพิ่มระยะเวลาในการเปรียบเทียบทะเบียนแบบจำลองที่ใกล้เคียงกับแบบจำลองอินพุต

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

- พัฒนาการแปลงแบบจำลองในลักษณะที่ 4 หรือแบบจำลองที่ไม่สามารถแปลงให้เป็นวีดีโอด มีสี ให้สามารถแปลงเป็นวีดีโอดที่มีสี

- พัฒนาในส่วนของการเปรียบเทียบระหว่างแบบจำลองที่สร้างขึ้นใหม่กับแบบจำลองอินพุตให้สามารถเปรียบเทียบได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

- พัฒนาให้เว็บแอปพลิเคชันสามารถรับอินพุตเป็นไฟล์รูปแบบอื่นนอกไฟล์ OBJ ได้ เช่น ไฟล์ GLF, FBX, PLY และอื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

กิติพงษ์ กгалยศ. (2549). การเปรียบเทียบผลการรับรู้ระยะทางสัมพัทธตอตัวชี้นำระยะทาง ในภาพ 3 มิติบนหน้าจอคอมพิวเตอร์. วิทยานิพนธครุศาสตรอุดสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชา เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ.

เอกสาร แผ่นอдр และวิชา ศิริธรรมจักร . การเขียนโปรแกรมบนอินเตอร์เน็ต. มหาสารคาม , อภิชาติการ พิมพ์, 2551.

Bhogal, A. K., Singla, N., & Kaur, M. (2010). **Color image segmentation using k-means clustering algorithm**. International Journal on Emerging Technologies, 1(2), 18-20.

BrendanParmer. (2021). **Block-On**. ค้นเมื่อ 16 กันยายน พ.ศ. 2565. จาก <https://github.com/BrendanParmer/Block-On>

Blender. (2022). **Command Line**. ค้นเมื่อ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2565. จาก https://docs.blender.org/manual/en/latest/advanced/command_line/index.html

Conlan, C. (2017). **The Blender Python API**. Precision 3D Modeling and Add.

DataGen. (2022). **Image Segmentation: The Basics and 5 Key Techniques**. ค้นเมื่อ 25 ธันวาคม พ.ศ. 2565. จาก <https://datagen.tech/guides/image-annotation/image-segmentation/>

Djangoproject. (2022). **Django documentation**. ค้นเมื่อ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2565. จาก <https://docs.djangoproject.com/en/4.1/>

Doxxygen. (2023). **Histogram Comparison**. ค้นเมื่อ 25 ธันวาคม พ.ศ. 2565. จาก https://docs.opencv.org/3.4/d8/dc8/tutorial_histogram_comparison.html

Library Of Congress. (2020). **Wavefront OBJ File Format**. ค้นเมื่อ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2565. จาก <https://www.loc.gov/preservation/digital/formats/fdd/fdd000507.shtml>

- Ramey, D., Rose, L., & Tyerman, L. (1995). **MTL material format (Lightwave, OBJ)**. Retrieved March 17, 2023, from <http://paulbourke.net/dataformats/mtl/>
- Roy, K., & Mukherjee, J. (2013). **Image similarity measure using color histogram, color coherence vector, and sobel method**. International Journal of Science and Research (IJSR), 2(1), 538-543.
- Tatarchenko, M., Dosovitskiy, A., & Brox, T. (2017). **Octree generating networks: Efficient convolutional architectures for high-resolution 3d outputs**. In Proceedings of the IEEE international conference on computer vision (pp. 2088-2096).
- Wang, P. S., Liu, Y., Guo, Y. X., Sun, C. Y., & Tong, X. (2017). **O-cnn: Octree-based convolutional neural networks for 3d shape analysis**. ACM Transactions On Graphics (TOG), 36(4), 1-11.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ตารางการดำเนินโครงการ

ตารางการดำเนินโครงการ

ระยะเวลา 10 เดือน เริ่มตั้งแต่เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2565 ถึงเดือน เมษายน พ.ศ. 2566 ดัง

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินงาน (สัปดาห์)																											
	กรกฎาคม			สิงหาคม			กันยายน			ตุลาคม			พฤศจิกายน			ธันวาคม			มกราคม			กุมภาพันธ์			มีนาคม			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. เก็บรวบรวมแบบจำลอง 3 มิติ จากเว็บไซต์ mixamo.com	█	█	█	█																								
2. รวบรวม Open Source Code จาก Github			█	█	█	█																						
3. ศึกษา Open Source Code ที่รวบรวมมาได้																												
3.1 ศึกษาวิธีการใช้งาน Open Source Code ที่รวบรวมได้					█	█	█	█																				
3.2 ทดลองใช้งาน Open Source Code						█	█	█	█	█	█	█																
3.3 ศึกษาอินพุต เอ็น .obj ไฟล์													█	█	█	█												
3.4 ศึกษาไปตัดของ Open Source Code													█	█	█	█	█	█	█	█								
4. พัฒนาระบบการแปลงแบบจำลอง 3 มิติ เป็นแบบจำลองวีร์อกเซล													█	█	█	█	█	█	█	█	█							
5. ทดสอบและปรับปรุงให้ดี																												
6. วัดและประเมินผลในเดือน																												
7. อภิปรายผลและสรุป																												
8. จัดทำสรุปเล่ม																												
9. นำเสนอโครงการ																												

ตารางที่ 2

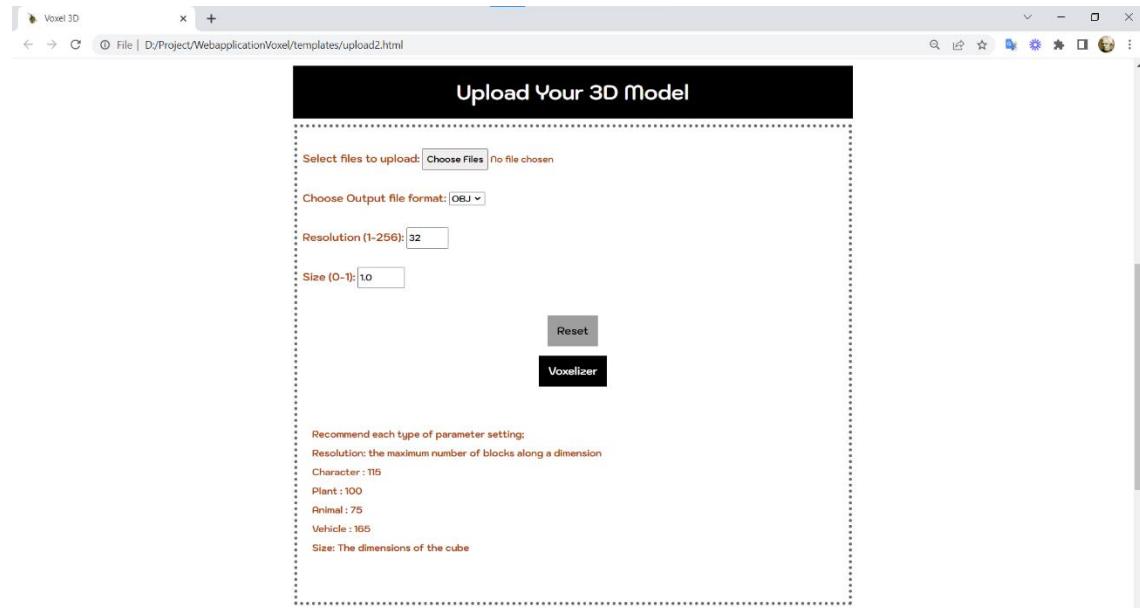
ตารางที่ 2 ตารางขั้นตอนการดำเนินโครงการ

ภาคผนวก ข

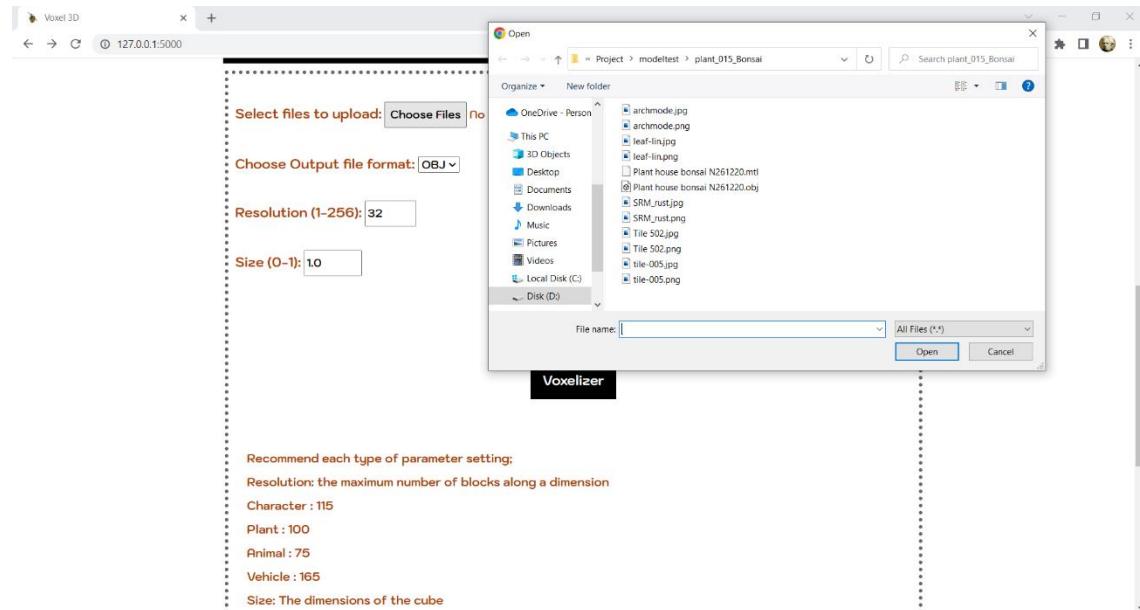
คู่มือการใช้เว็บแอปพลิเคชัน

คู่มือการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน

1. หน้าแรกของเว็บแอปพลิเคชันการลงແບບຈຳລອງວົວກເໜີ



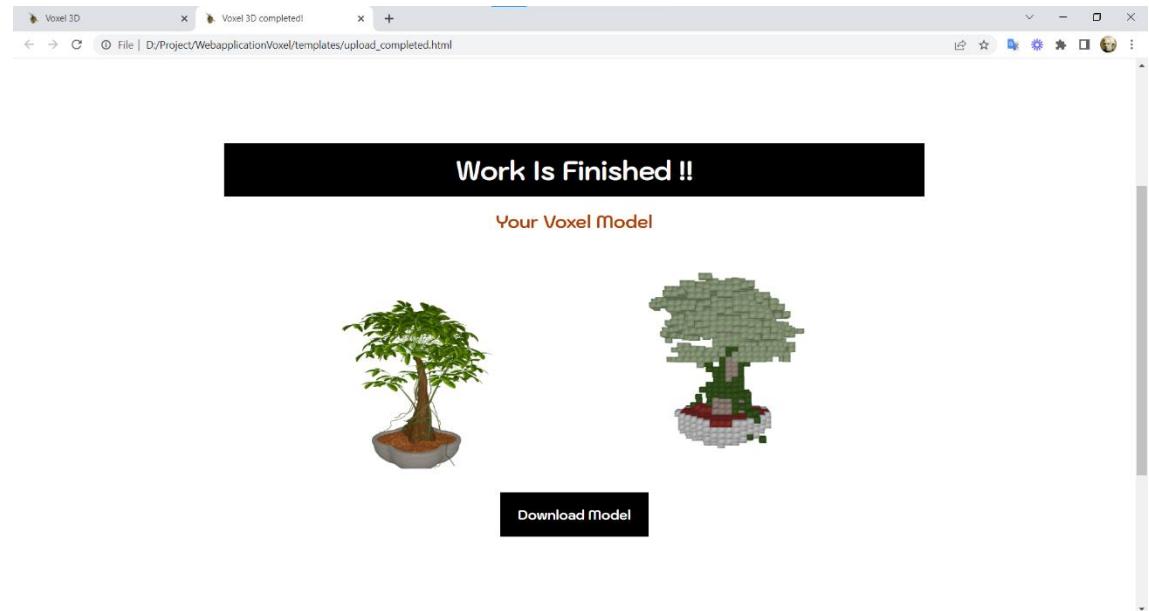
2. ขั้นตอนแรกคือการเลือกไฟล์ OBJ ที่ผู้ใช้ต้องการแปลง และทำการตั้งค่าพารามิเตอร์ตามความต้องการ และกดปุ่ม Voxelizer เพื่อให้เว็บแอปประมวลผล ผู้วิจัยมีคำแนะนำในการตั้งค่าจำนวนลูกบาศก์ (Resolution) ไว้ด้านล่างของหน้าเว็บ



3. หน้าผลลัพธ์หลังจากที่ทำการประมวลผลเสร็จ หน้าเว็บจะแสดงผลแบบจำลอง 3 มิติ

และแบบจำลอง

วีกเซลออกมาเป็นตัวอย่างให้ผู้ใช้งานได้นำไปก่อนโหลดไฟล์ออกมานะ



ภาคผนวก ค

โปสเตอร์

**การแข่งขันพัฒนาโปรแกรม
คอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 25**
The 25th National Software Contest: NSC 2023

หมวด 14 โปรแกรมเพื่องานการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รหัสโครงการ 25p14i0076

เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการแปลงแบบจำลอง 3 มิติ ให้เป็นแบบจำลองร็อกเซล

(Web application for converting 3D models into voxel models.)

ผู้พัฒนา: นายจิตกร จันทะสี, นางสาวนุ่ม ไชยโสกาน
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ อ.ดร.อนพงศ์ อินทร์

ที่มาของโครงการ

แบบจำลอง 3 มิติ แบบจำลองร็อกเซล
ไม่สามารถแปลงแบบจำลอง 3 มิติให้มีสีได้ **Web application Voxelizer**

กลุ่มเป้าหมาย

บุคคลทั่วไปที่มีความสนใจในการสร้างแบบจำลองร็อกเซล

ผู้พัฒนาเกมที่ใช้ร็อกเซล เป็นพื้นฐานในการสร้างเกม

Story Board

- ภาพรวมการทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน

วัตถุประสงค์

พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการแปลงแบบจำลอง 3 มิติ เป็นแบบจำลองร็อกเซลนี้ไปใช้ในแพลฟอร์มต่างๆ เช่น วัตถุตัวละครในเกม (Game Assets) และ Non-Fungible Token (NFT) เป็นต้น

ผลการทดสอบโปรแกรม

จำนวน	จากแบบจำลอง 3 มิติ ทั้งหมด 240 แบบจำลอง
สักขณะที่ 1-3	47%
สักขณะที่ 4	30%
สักขณะที่ 5-6	23%

- แบบจำลองที่มีสีได้จำนวน 168 แบบจำลอง คิดเป็น 70%
- แบบจำลองที่ไม่มีสีจำนวน 72 แบบจำลอง คิดเป็น 30%

ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

- ผู้ใช้งานทั่วไปสามารถใช้เว็บแอปของเราง่ายๆ ได้ตามความต้องการ
- เราได้พัฒนาขั้นตอนการลีนส์จากรูปภาพไปใช้ในแบบจำลองร็อกเซลเพื่อให้ผู้ที่สนใจพัฒนาแบบจำลองร็อกเซลใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป

ภาคผนวก ๔

โมเดลที่ปริ้นออกแบบ



ภาคผนวก จ

ภาพการเข้าร่วมกิจกรรม การนำเสนอโครงการแข่งขันพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แห่ง
ประเทศไทย ครั้งที่ 25

