แบบจำลอง 3 มิติ เสมือนจริง โดยวิธีสร้างโมเดลธรรมชาติด้วยแฟร็กทัล

3D VIRTUAL MODELLING BY USING NATURAL FRACTAL

ชานล พีรัชภัทรา

ธนิต วงศ์มาศา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

แบบจำลอง 3 มิติ เสมือนจริง โดยวิธีสร้างโมเดลธรรมชาติด้วยแฟร็กทัล

3D VIRTUAL MODELLING BY USING NATURAL FRACTAL

ชานล พีรัชภัทรา

ธนิต วงศ์มาศา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปี การศึกษา 2559

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง แบบจำลอง 3 มิติ เสมือนจริง โดยวิธีสร้างโมเดลธรรมชาติด้วยแฟร็กทัล

3D VIRTUAL MODELLING BY USING NATURAL FRACTAL

ผู้จัดทำ

1. นายชานล พีรัชภัทรา รหัสนักศึกษา 56010304
2. นายธนิต วงศ์มาศา รหัสนักศึกษา 56010578

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์จิระศักดิ์ สิทธิกร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบจำลอง 3 มิติ เสมือนจริง โดยวิธีสร้างโมเดลธรรมชาติด้วยแฟร็กทัล

นายชานล พีรัชภัทรา 56010304
นายธนิต วงศ์มาศา 56010578
อาจารย์จิระศักดิ์ สิทธิกร อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2559

บทคัดย่อ

โครงงานนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษา ออกแบบและพัฒนาสร้างแบบจำลอง 3 มิติ โดยวิธีการสร้างโมเดลธรรมชาติด้วยแฟร็กทัล (Fractal) โดยนำสมการแฟร็กทัลมาใช้ในการสร้างโครงสร้าง 3 มิติ พร้อมทั้งให้เป็นรูปทรงพื้นฐานของวัตถุในโลก 3 มิติเสมือนจริง ซึ่งในโครงงานนี้จะทำการสร้างต้นไม้ขึ้น ผ่านทางการสร้างแบบจำลอง และแสดงผลรูปทรง 3 มิติของโปรแกรมซอฟต์แวร์ช่วยพัฒนาโลกจำลอง 3 มิติ UNREAL ENGINE 4 ทั้งยังจัดทำเป็นไลบรารี่(Library) ที่สามารถเรียกใช้สร้างต้นไม้ได้ในซอฟต์แวร์ช่วยพัฒนาโลกจำลอง 3 มิติ UNREAL ENGINE

ไลบรารี่ที่นำเสนอนี้จะสามารถแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ขั้นตอนแรก สร้างโครงสร้างต้นไม้ 3 มิติ จากกระบวนการแฟร็กทัลขั้นตอนต่อมา นำโครงสร้าง 3 มิติ ไปทำการสร้างเป็นจุดยอดแล้วนำไปสร้างโมเดล 3 มิติ สุดท้าย นำโมเดล 3 มิติที่ได้ไปกำหนดพื้นผิวและลวดลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3D VIRTUAL MODELLING BY USING NATURAL FRACTAL

Mr. Chanol	Pearachpatra	56010304
Mr. Thanit	Wongmasa	56010578
Mr. Jirasak	Sittigorn	Advisor

Academic Year 2016

ABSTRACT

This project has been made for education and developing to create 3D virtual modelling with creating natural model by fractal. We use the Fractal equation to create 3D objects that have pattern and also use it as a base of many objects in 3D virtual world. In this project, we will create variety tree by creating model pattern, Simulating tree and Plotting in to 3D world. Moreover, this project will represent for using as a library that accomplish with UNREAL ENGINE 4 for easy-to-use and fast creating.

This library has 3 working processes. First of all, creation of fractal by execute the chosen equation that relevant to what pattern of 3D object was chosen. Then execute the equation to find the value and repeat it in the loop. For the last process, the value that came from executing equation will now be plotted into the workspace and select the material for surface of object

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงาน เรื่อง แบบจำลอง 3 มิติ เสมือนจริง โดยวิธีสร้างโมเดลธรรมชาติด้วยแฟร็กทัล สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก อาจารย์จิระศักดิ์ สิทธิกร อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ และตรวจสอบ แก้ไข ข้อพกพร่องทุกขั้นตอนของการจัดทำโครงงาน คณะผู้จัดทำโครงงานขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา เพื่อนนักศึกษา ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ ที่ได้ให้กำลังใจและมีส่วนช่วยเหลือให้โครงงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำโครงงานหวังว่าโครงงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์กับผู้สนใจไม่มากก็น้อย

ชานล พีรัชภัทรา

ธนิต วงศ์มาศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

สารบัญ.....IV

สารบัญรูป.....VI

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน.....1

1.4 วิธีการดำเนินการ.....1

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....3

2.1 ไดมอนด์ สแควร์ อัลกอริทึม.....3

2.2 ระบบลินเดนเมเยอร์.....4

2.3 ระบบกำหนดบริบทลินเดนเมเยอร์.....5

2.4 ไฟโลแท็กซิส อัลกอริทึม.....6

2.5 UNREAL ENGINE.....8

2.6 MATLAB.....9

2.7 AUTODESK 3DS MAX.....9

2.8 อุปกรณ์ VR.....10

2.9 Surface Plot.....10

บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนา.....11

3.1 ความต้องการของระบบ.....11

3.2 ภาพรวมของระบบ.....11

3.3 รายละเอียดการทำงานของระบบ.....13

3.4 การใช้งานและตั้งค่าไลบรารี่เพื่อใช้งานใน UNREAL ENGINE 4.....14

3.5 การใช้งาน Surface Plot บน UNREAL ENGINE 4.....18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง.....20
4.1 การทดลองการใช้งานไดมอนด์ สแควร์ อัลกอริทึม.....20
4.2 การทดลองการใช้ ไฟโลแท็กซิส อัลกอริทึม.....21
4.3 การทดลองการใช้งานระบบกำหนดบริบทลินเดนเมเยอร์.....23
4.4 ทดลองนำไลบรารี่ไปใช้ในการสร้างโลก 3 มิติ.....27

บทที่ 5 ผลสรุปและข้อเสนอแนะ.....29
5.1 บทสรุป.....29
5.2 อุปสรรคและแนวทางการแก้ปัญหา.....29
5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ.....30

บรรณานุกรม.....31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป หน้า

2.1 ตัวอย่างการจำลองพื้นผิวที่สร้างจาก ไดมอนด์ สแควร์ อัลกอริทึม ..3
2.2 ขั้นตอนการจำลองพื้นผิวโดยใช้ ไดมอนด์ สแควร์ อัลกอริทึม ..4
2.3 ขั้นตอนการจำลองรูปร่างโดยใช้ระบบลินเดนเมเยอร์ ..4
2.4 Axial tree ที่สร้างจาก ระบบกำหนดบริบทลินเดนเมเยอร์ ..5
2.5 โครงสร้างหลักและลักษณะการสร้าง การจัดเรียงของต้นไม้อย่างเป็นลำดับ ..5
2.6 รูปแบบลักษณะการจัดเรียงโครงสร้างที่สร้างขึ้นโดย ไฟโลแท็กซิส อัลกอริทึม ..6
2.7 การเกิดหมุนของ ไฟโลแท็กซิส อัลกอริทึม ..7
2.8 ตัวอย่าง ไฟโลแท็กซิส ในการจัดเรียงใบไม้ ..7
2.9 ตัวอย่าง ไฟโลแท็กซิส ในการจัดเรียงเมล็ด ..8
2.10 โลโก้ UNREAL ENGINE ..8
2.11 โลโก้ MATLAB ..9
2.12 โลโก้ AUTODESK 3DS MAX ..9
2.13 อุปกรณ์ VR ..10
2.14 ตัวอย่างการใช้งาน Surface Plot ..10
3.1 ภาพรวมของระบบ ..11
3.2 Use Case Diagram ของไลบรารี่ ..12
3.3 แถบเครื่องมือบน UNREAL ENGINE 4 ..12
3.4 การทำงานของไลบรารี่ ..13
3.5 หน้าต่างการสร้างวัตถุจาก Blueprint ใน UNREAL ENGINE ..14
3.6 หน้าต่างการเลือกวัตถุ และการตั้งค่าใน UNREAL ENGINE ..14
3.7 หน้าต่างการเริ่ม/หยุด การทดสอบใน UNREAL ENGINE ..15
3.8 หน้าต่างการตั้งค่าต้นไม้ของตัวไลบรารี่ ..15
3.9 ส่วนการตั้งค่ารูปแบบของการแตกกิ่ง ..16
3.10 ส่วนการตั้งค่ากิ่ง ..16
3.11 ส่วนการตั้งค่ารูปพื้นผิว ..16
3.12 ส่วนการตั้งค่าใบ ..17
3.13 ส่วนการตั้งค่าอื่นๆ ..17
3.14 ตัวอย่างของ plane ที่มี 4 มุม ..18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป **หน้า**

3.15 ตัวอย่างของ plane ที่มี 3 มุม....18
3.16 แสดงการทำ 3มุม 2plane อันให้อยู่ในรูป 4 มุม 1plane.... 19
3.17 แสดงตำแหน่งของจุดตามภาพ....19
4.1 แสดงการตั้งค่าเริ่มต้นก่อนการใช้ ไดมอนด์ สแควร์ อัลกอริทึม....20
4.2 แสดงค่าหลังจากการใส่ตัวกรอง.... 21
4.3 แสดงการใช้งานไฟโลแท็กซิส 1000 ครั้ง มุม 120 องศา....21
4.4 แสดงการใช้งานไฟโลแท็กซิส 1000 ครั้ง มุม 137.5 องศา....22
4.5 แสดงการใช้งานไฟโลแท็กซิส 1000 ครั้ง มุม 155 องศา....22
4.6 แสดงการใช้งาน ระบบกำหนดบริบทลินเดนเมเยอร์ 1 ครั้ง....23
4.7 แสดงการใช้งาน ระบบกำหนดบริบทลินเดนเมเยอร์ 2 ครั้ง....23
4.8 แสดงการใช้งาน ระบบกำหนดบริบทลินเดนเมเยอร์ 4 ครั้ง....24
4.9 ผลการทดลองการแตกกิ่งออกเป็นสองส่วนโดยมีมุมอยู่ระหว่าง 30-45 องศา.... 24
4.10 ผลการทดลองการแตกกิ่งออกเป็นสองส่วนโดยมีมุมอยู่ระหว่าง 5-20 องศา.... 25
4.11 ผลการทดลองการแตกกิ่งออกเป็นสามส่วนโดยมีมุมอยู่ระหว่าง 30-45 องศา.... 25
4.13 ผลการทดลองการแตกกิ่งออกเป็นสองส่วนโดยมีมุมอยู่ระหว่าง 30-45 องศา และทำแฟร็กทัล จำนวน 10 ครั้ง.... 26
4.13 ตัวอย่างต้นไม้หลังจากการต่อเติมใบ....27
4.14 การนำต้นไม้ที่ถูกสร้างจากไลบรารี่ไปใช้.... 27
4.15 กลุ่มต้นไม้ที่ถูกสร้างจากไลบรารี่....28
4.16 ตัวอย่างเกมที่ใช้ไลบรารี่ในการสร้างฉาก 1.... 28
4.17 ตัวอย่างเกมที่ใช้ไลบรารี่ในการสร้างฉาก 2.... 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ปัจจุบันการสร้างแอปพลิเคชันที่ใช้โมเดล 3 มิติต้องใช้เวลาและทรัพยากรมนุษย์เป็นจำนวนมาก ซึ่งในการสร้างวัตถุ 3 มิติทั่วไปนั้นจะสร้างด้วยวิธีการสร้างวัตถุที่ละชิ้นเพื่อให้ได้โมเดลที่ต้องการ ทำให้การสร้างวัตถุ 3 มิติที่คล้ายคลึงกันแต่แตกต่างกันบางส่วนนั้นใช้เวลาในการสร้างนาน ผู้พัฒนาได้เห็นถึงปัญหาในส่วนนี้จึงได้จัดทำโครงงานนี้ขึ้นเพื่อลดเวลาในการสร้างวัตถุ 3 มิติที่เป็นชนิดเดียวกันแต่มีรายละเอียดที่แตกต่างกันบางส่วน โครงงานนี้จะทำการจำลองสร้างต้นไม้โดยใช้การสร้างจากสมการแฟร็กทัลที่มีเป็นพื้นฐานของโครงสร้างวัตถุทั่วไปที่พบได้ตามธรรมชาติมาสร้างโครงสร้างต้นไม้ แล้วนำไปจัดทำเป็นไลบรารี่เพื่อความสะดวก, ความรวดเร็ว, ความหลากหลาย และความสมจริงในการสร้างต้นไม้จำลองในโลก 3 มิติ ซึ่งสามารถที่จะนำไปต่อยอดในการสร้างวัตถุอื่นๆต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1) เพื่อลดเวลาในการสร้างวัตถุ 3 มิติ ซึ่งจากเดิมนั้นต้องสร้างด้วยวิธีการสร้างวัตถุทีละชิ้น
2) สามารถสร้างวัตถุมีลักษณะคล้ายคลึงกับวัตถุที่มีอยู่ในโลกความเป็นจริง

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1) ศึกษาโครงสร้าง และวิธีการสร้างวัตถุให้เหมือนกับโลกความเป็นจริง
2) สร้างไลบรารี่ที่ช่วยในการสร้างวัตถุ 3 มิติ ที่สามารถใช้วิธีแฟร็กทัลได้เช่น โครงสร้างต้นไม้และการจัดเรียงใบ
3) ไลบรารี่สามารถกำหนดขนาดและรูปร่างของวัตถุที่เราสร้างขึ้นมาได้
4) ใช้ UNREAL ENGINE 4 ในการพัฒนาไลบรารี่
5) สร้างแอปพลิเคชั่นด้วย UNREAL ENGINE 4 เพื่อเป็นตัวอย่างการใช้ไลบรารี่ที่สร้างขึ้นมา

1.4 วิธีการดำเนินการ

1.4.1 ศึกษาและวิเคราะห์

1) ศึกษาการสร้างพื้นผิวตามธรรมชาติ
2) ศึกษาโครงสร้างต้นไม้
3) ศึกษาวิธีการเปลี่ยนโครงสร้าง 3 มิติให้สามารถแสดงได้ในรูป Surface Plot
4) ศึกษาโครงสร้างการจัดเรียงแบบ ไฟโลแท็กซิส ที่พบในดอกไม้ ลำต้น
5) ศึกษาการพัฒนา Application ด้วย UNREAL ENGINE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.2 การออกแบบและการสร้างไลบรารี่บน UNREAL ENGINE

1) ออกแบบตัวแปรที่จะใช้ในการควบคุมไลบรารี่

2) ไลบรารี่ที่ใช้ในการจำลองโครงสร้าง

3) ไลบรารี่ที่ใช้ในการเปลี่ยนโครงสร้างเป็น Surface Plot

1.4.3 สร้าง Application เพื่อเป็นตัวอย่างการใช้งานไลบรารี่

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ลดเวลาในสร้างต้นไม้จำลอง

2) ทำให้สามารถสร้างวัตถุที่คล้ายคลึงกันได้เป็นจำนวนมากแต่ใช้เวลาน้อย

3) วัตถุที่ออกมานั้นจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับสิ่งที่เห็นในความเป็นจริง

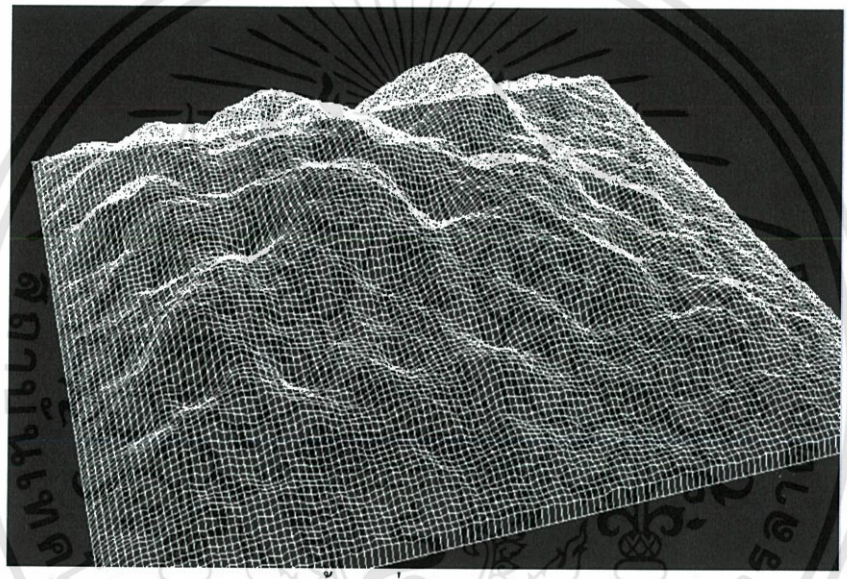
4) สามารถนำไปต่อยอดในการสร้างวัตถุอื่นๆให้มีความหลากหลายนำมาสร้างได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไดมอนด์ สแควร์ อัลกอริทึม (Diamond Square Algorithm)

ไดมอนด์ สแควร์ อัลกอริทึม เป็นอัลกอริทึมที่มีการทำงานแบบแฟร็กทัลและใช้ในการสร้างพื้นผิว 3 มิติ ตัวอย่างดังรูป 2.1 โดยมีหลักการคือเริ่มจากมีชุดข้อมูล 2 มิติ ที่บอกความกว้าง และความยาวของสี่เหลี่ยม พร้อมทั้งกำหนดให้มุมทั้ง 4 มุมของสี่เหลี่ยมเป็นค่าเริ่มต้น จากนั้นจะทำขั้นตอนไดมอนด์ (Diamond Step) และ ขั้นตอนสแควร์ (Square Step) จนกระทั่งได้พื้นที่ที่ต้องการ

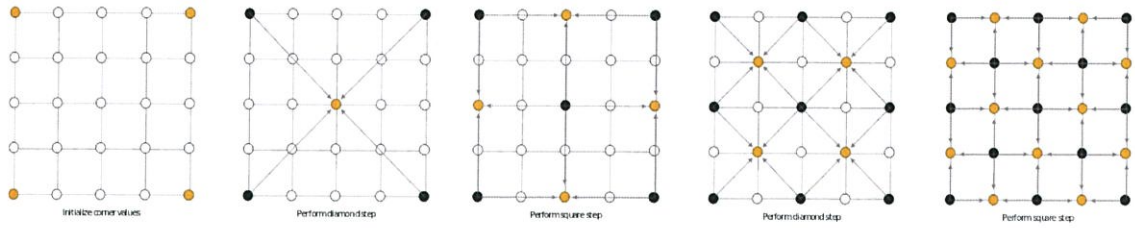


รูป 2.1 ตัวอย่างการจำลองพื้นผิวที่สร้างจาก ไดมอนด์ สแควร์ อัลกอริทึม

ไดมอนด์ สแควร์ อัลกอริทึม มีขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดจุดเริ่มต้นของมุมทั้ง 4 มุม
2) ขั้นตอนไดมอนด์ ทำการสร้างจุดตรงโดยนำค่าความสูงของทั้ง 4 มุม มาเฉลี่ยกันและเพิ่มค่าความแปรปรวนของของจุดตรงกลางเข้าไป
3) ขั้นตอนสแควร์ ทำการคำนวณหาค่าของจุด บน ล่าง ซ้าย ขวา ของจุดตรงกลางที่ได้ขึ้นมาใหม่ตามค่าเฉลี่ย
4) หลังจากนั้นเริ่มกลับไปทำขั้นตอนที่ 2 และ 3 ใหม่จนกว่าจะได้ขนาดของแผนที่ตามต้องการ
5) เนื่องจากแผนที่นั้นมีค่าความชันระหว่างจุดนั้นสูงจึงใส่ Blur Filter ไปเพื่อลดความชันของแผนที่ให้มีลักษณะเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



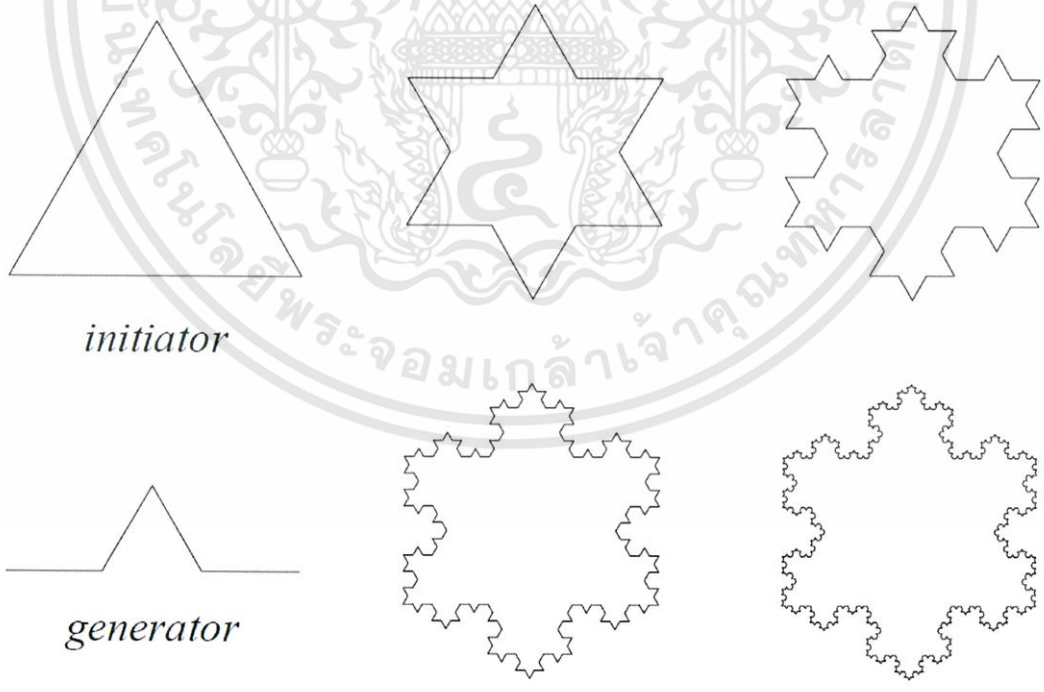
รูป 2.2 ขั้นตอนการจำลองพื้นผิวโดยใช้ ไดมอนด์ สแควร์ อัลกอริทึม

2.2 ระบบลินเดนเมเยอร์ (Lindenmayer System/ L-System)

ระบบลินเดนเมเยอร์คือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการนิยามวัตถุที่มีโครงสร้างแบบแฟร็กทัล

แนวคิดหลักของระบบลินเดนเมเยอร์เป็นเทคนิคที่ใช้ในการนิยามวัตถุที่มีความซับซ้อนและมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องโดยจะเริ่มจากโครงสร้างอย่างง่าย และใช้ชุดคำสั่งเดิมนั้นเขียนใหม่ทำให้ได้วัตถุที่มีความซับซ้อนมากขึ้น เช่น เกล็ดหิมะ

ในเกล็ดหิมะนั้นจะเริ่มโครงสร้างพื้นฐานอย่างง่าย คือรูปสามเหลี่ยมและจะทำการเพิ่มมุมแหลมในระหว่างมุมของเกล็ดหิมะเดิมทีละหนึ่งครั้ง ดังรูป 2.3



รูป 2.3 ขั้นตอนการจำลองรูปร่างโดยใช้ระบบลินเดนเมเยอร์

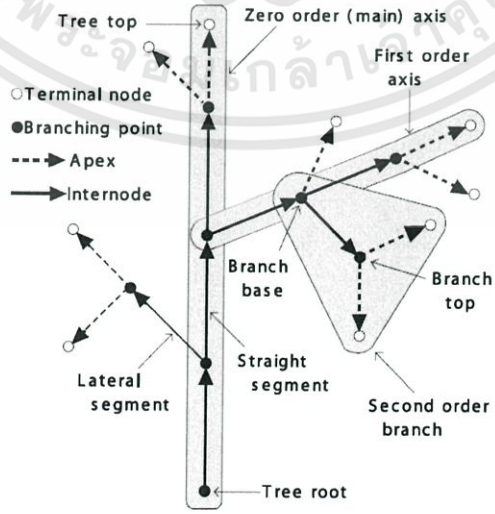
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ระบบกำหนดบริบทลินเดนเมเยอร์ (Deterministic Context Free Lindenmayer System/ DOL-system)

ระบบกำหนดบริบทลินเดนเมเยอร์ เป็นวิธีการที่พัฒนามาจากระบบลินเดนเมเยอร์โดยเป็นวิธีการที่จะสร้างกฎที่ใช้ในการควบคุมลักษณะขึ้นในตามที่กฎกำหนด เช่น กำหนดมีตัวแปร A B ค่าเริ่มต้นเป็น A และมีกฎดังต่อไปนี้ A ⟶ AB และ B ⟶ A จะทำให้ได้ผลลัพธ์ดังรูป 2.4

รูป 2.4 Axial tree ที่สร้างจาก ระบบกำหนดบริบทลินเดนเมเยอร์

ในต้นไม้ทั่วที่มีรากนั้นมีโครงสร้างหลักและลักษณะการสร้าง การจัดเรียงของต้นไม้อย่างเป็นลำดับ โดยจะเริ่มจากส่วนรากซึ่งจะเป็นจุดเริ่มต้นในการสร้างโครงสร้างต้นไม้ หลังจากนั้นจะมีการแตกส่วนลำต้นและกิ่งแยกออกมาจนกระทั่งถึงจุดยอดของต้นไม้ ในส่วนกิ่งก็ยังสามารถแตกกิ่งหรือใบไม้ออกมาได้อีกครั้งซึ่งจะมีลักษณะ ดังรูป 2.5



รูป 2.5 โครงสร้างหลักและลักษณะการสร้าง การจัดเรียงของต้นไม้อย่างเป็นลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ไฟโลแท็กซิส อัลกอริทึม (Phyllotaxis algorithm)

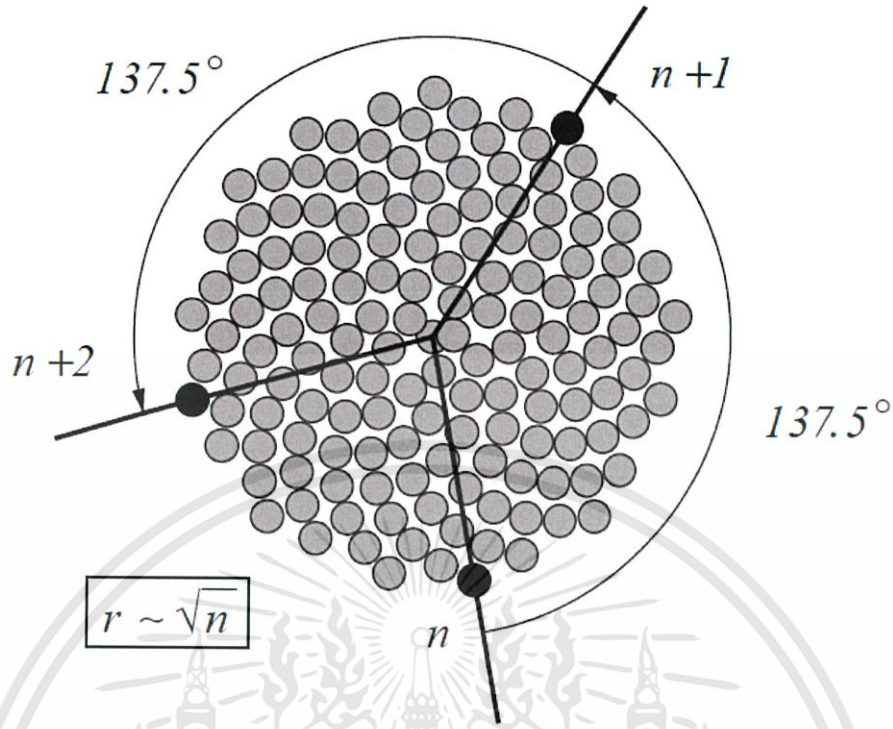
ไฟโลแท็กซิส เป็นลักษณะการจัดเรียงโครงสร้างที่เห็นได้ทั่วไปในต้นไม้ โดยจะมีจุดเริ่มต้นการสร้างจากจุดศูนย์กลางและจะค่อยกระจายทีละขั้น ซึ่งในการกำหนดมุมในการกระจายตัวของไฟโลแท็กซิส จะทำให้ลักษณะที่ออกมานั่นแตกต่างกันออกไป ดังรูป 2.6

รูป 2.6 รูปแบบลักษณะการจัดเรียงโครงสร้างที่สร้างขึ้นโดย ไฟโลแท็กซิส อัลกอริทึม

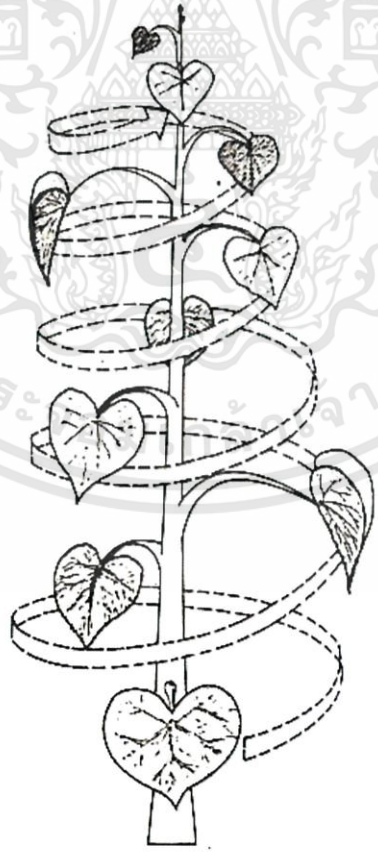
ไฟโลแท็กซิส อัลกอริทึม โดยจะมีลักษณะการสร้างโดยเริ่มต้นจากกำหนดจุดเริ่มต้นตรงกลางและมุมเริ่มต้นที่ต้องการ อัตราการเปลี่ยนแปลงของรัศมีจุดต่อไป และอัตราการเปลี่ยนแปลงของมุมต่อไป

ในตัวอย่างรูป 2.7 กำหนดให้ r (รัศมี) มีขนาดเท่ากับ รากที่สองของ n (ครั้งที่ของการขยาย) และอัตราการเปลี่ยนแปลงมุมอยู่ที่ 137.5 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

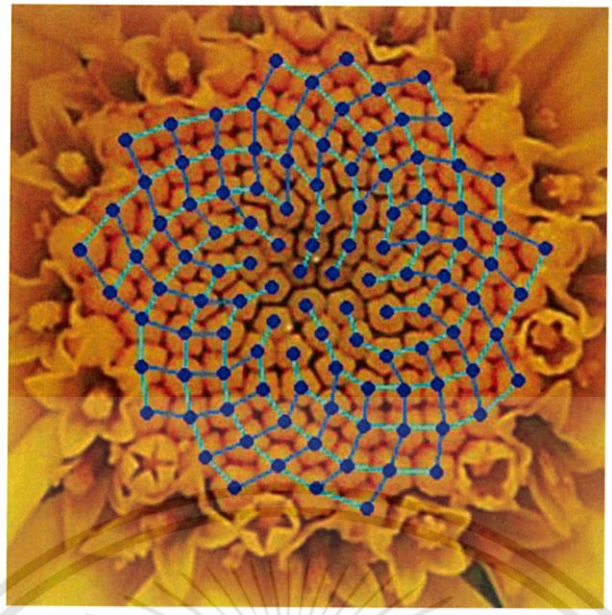


รูป 2.7 การเกิดหมุนของ ไฟโลแท็กซิส อัลกอริทึม



รูป 2.8 ตัวอย่าง ไฟโลแท็กซิส ในการจัดเรียงใบไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.9 ตัวอย่าง ไฟโลแท็กซิส ในการจัดเรียงเมล็ด

2.5 UNREAL ENGINE

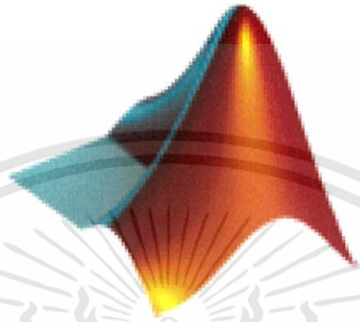
UNREAL ENGINE เป็นเกมเอนจิ้นที่ถูกพัฒนาโดย Epic Games โดยในตอนแรกนั้นมีจุดประสงค์หลักไว้พัฒนาเกมที่มีมุมมองบุคคลที่หนึ่ง ต่อมาในปัจจุบันมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถหาแหล่งอ้างอิงง่าย และมีไลบรารี่ปลั๊กอินจำนวนมาก โดยใน UNREAL ENGINE นั้นสามารถพัฒนาโดยภาษา C++ หรือการใช้ Blueprint

รูป 2.10 โลโก้ UNREAL ENGINE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 MATLAB

MATLAB เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูงที่มาพร้อมสภาพแวดล้อมการทำงาน ซึ่งสามารถคำนวณคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อน แสดงผลกราฟฟิก เขียน และภายในตัว MATLAB ประกอบด้วยไลบรารี่สำเร็จรูปที่ใช้ในการคำนวณทางคณิตศาสตร์จำนวนมาก ทำให้สามารถวิเคราะห์และหาคำตอบได้รวดเร็วกว่าภาษาอื่น เช่น C, C++, Fortran เป็นต้น



รูป 2.11 โลโก้ MATLAB

2.7 AUTODESK 3DS MAX

AUTODESK 3DS MAX เป็นซอฟต์แวร์ ที่ถูกออกแบบขึ้นเพื่อใช้งานสร้างภาพด้วยองค์ประกอบ สามมิติ ในแบบที่เรียกว่า Photo Realistic ซึ่งวัตถุที่มีความคล้ายคลึงหรือมีความเหมือนจริง โดยผู้ใช้โปรแกรมสามารถสร้างโครงวัตถุขึ้นมาแล้วกำหนดลักษณะพื้นผิวให้กับองค์ประกอบวัตถุที่สร้างขึ้นมาได้

รูป 2.12 โลโก้ AUTODESK 3DS MAX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

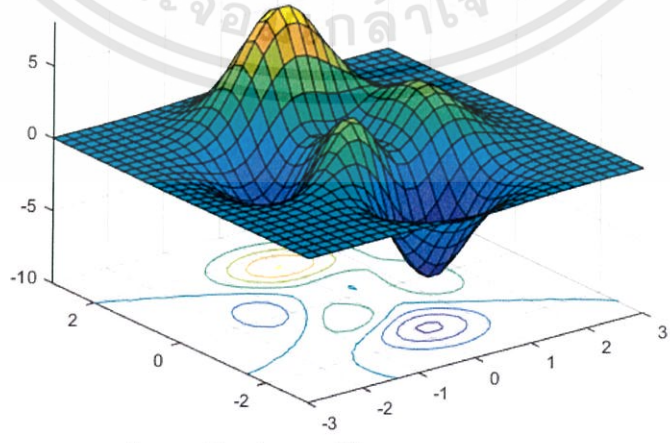
2.8 อุปกรณ์ VR (Gear VR)

Gear VR จะมีส่วนประกอบหลักๆ 2 ส่วนคือ ตัวแว่น กับ ตัวสมาร์ทโฟน ในส่วนของการทำงานนั้นมือถือที่นำมาใช้จะรับบทเป็นตัวประมวลผลหลัก ทั้งแสดงภาพและเสียง ส่วนควบคุมก็จะเป็นตัวเกียร์วีอาร์ที่จะมีตัวสำหรับจับการเครื่องไหว การหันไปตามมุมต่างๆ จะมีจอยสติกเป็นอุปกรณ์เสริม เอาไว้สำหรับเพิ่มอรรถรสในการควบคุมและการเล่น

รูป 2.13 อุปกรณ์ VR

2.9 พล็อตพื้นผิว (Surface Plot)

Surface Plot เป็นไดอะแกรมแสดงภาพข้อมูล สามมิติ ที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลในแกน X, แกน Y และแกน Z ซึ่งการแสดงรูปทรง สามมิติ การแยกแยะความสัมพันธ์ของข้อมูล



รูป 2.14 ตัวอย่างการใช้งาน Surface Plot

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและพัฒนา

3.1 ความต้องการของระบบ

3.1.1 Input / Output Specification

1) Input Specification

- กำหนดกฎที่ใช้ในการสร้างต้นไม้
- รายละเอียดแต่ละส่วนของต้นไม้ ประกอบด้วย ความสูง รัศมี อัตราการแตกกิ่ง
- พื้นผิวของลายไม้ และ ใบไม้

2) Output Specification

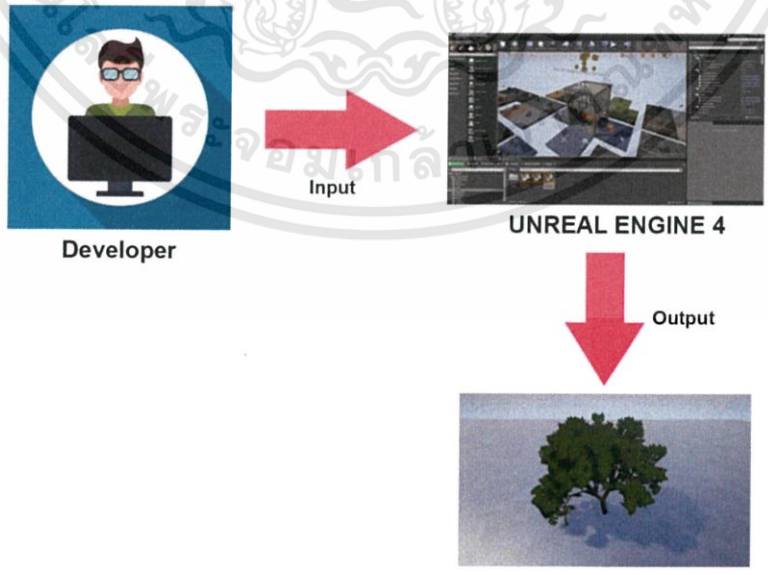
- แสดงโมเดลต้นไม้ใน UNREAL ENGINE 4

3.1.2 Functional

- สามารถสร้างโมเดลต้นไม้สามมิติบน UNREAL ENGINE 4 ตาม ระบบกำหนดบริบทลินเดนเมเยอร์ และการรายละเอียดแต่ละส่วนของต้นไม้

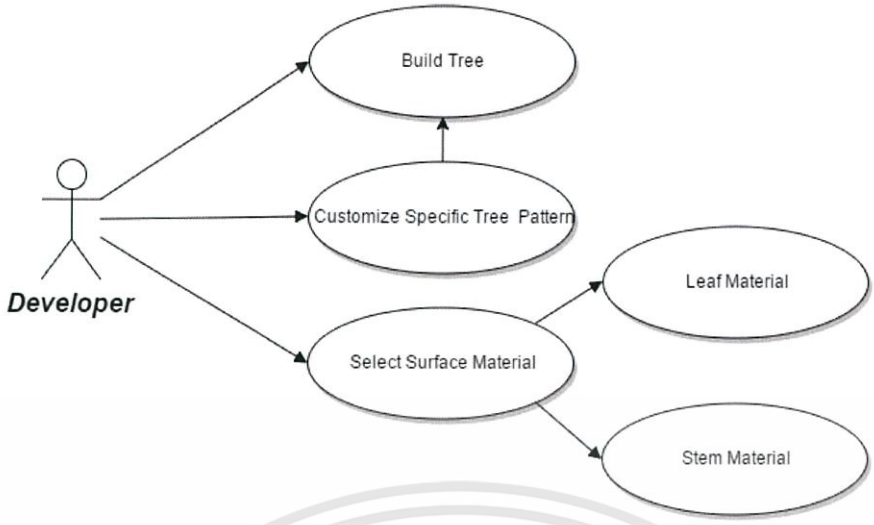
3.2 ภาพรวมของระบบ

โครงงานนี้ได้ทำการออกแบบไลบรารี่ในโปรแกรม UNREAL ENGINE 4 โดยจะให้ผู้พัฒนาและออกแบบและกำหนดค่าบนลงใน Object ของไลบรารี่ โดยค่าที่ได้ตั้งไว้จะถูกนำไปประมวลผลแล้วสร้างออกมาเป็นโมเดลสามมิติเพื่อนำไปใช้ในการสร้างโลกสามมิติต่อไป ดังรูป 3.1



รูป 3.1 ภาพรวมของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.2 Use Case Diagram ของไลบรารี่

จากรูป 3.2 Use Case Diagram ผู้ใช้งานสามารถที่จะนำต้นไม้พื้นฐานมาใช้ได้เลย หรือเลือกปรับแต่งรูปแบบต่างๆ เช่น ความสูง, ขนาดลำต้น หรือปริมาณของการแตกกิ่ง เป็นต้น ทั้งยังสามารถกำหนดลวดลายของลำต้น และใบให้ตรงตามชนิดของต้นไม้ที่จะสร้างได้ โดยจะสามารถปรับแต่งจากการเขียนโปรแกรมเอง หรือตั้งค่าจากแถบเครื่องมือตั้งค่าของต้นไม้ได้

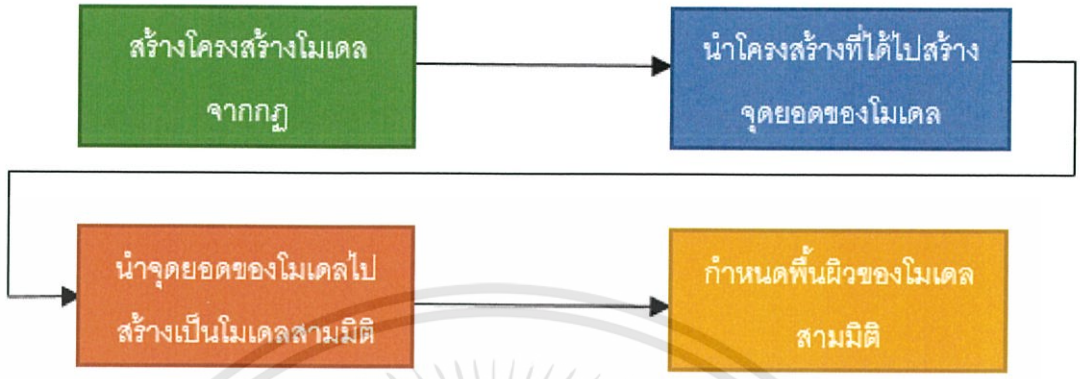
ลักษณะการตั้งค่าจะแถบเครื่องมือนั้นจะออกแบบมาให้มีการใช้งานง่าย ไม่ต้องไปแก้ไขตัวโค้ดใหม่ ซึ่งจะนำส่วนสำคัญในการสร้างมาให้ผู้ใช้กำหนดได้อย่างรวดเร็ว และเข้าใจง่ายด้วยภาษาทั่วไปในการกำหนด โดยการปรับแต่งพื้นฐานทั้งหมดจะอยู่ในแถบการตั้งค่าดังรูป 3.3 หลังจากที่เรากำหนดตำแหน่งต้นไม้ที่จะสร้าง

รูป 3.3 แถบเครื่องมือบน UNREAL ENGINE 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 รายละเอียดการทำงานของระบบ

รายละเอียดการทำงานของไลบรารี่ที่สร้างโมเดลสามมิติ มีขั้นตอนดังรูป 3.3



รูป 3.4 การทำงานของไลบรารี่

ในการสร้างพื้นที่ผิวจะมีการตั้งค่าพื้นฐานเพื่อใช้งาน ไดมอนด์ สแควร์ อัลกอริทึมหลัง จากนั้นจะเรียกใช้งานไลบรารี่เพื่อการสร้าง Surface Plot ท้ายสุดจะนำ Surface Plot ที่ได้ไปสร้างเป็นวัตถุ

3.3.1 สร้างโครงสร้างโมเดลจากกฎ

เป็นการนำกฎที่ได้ตั้งค่าไว้ไปสร้างเป็นโครงโมเดลเพื่อจะนำไปสร้างไปรูปทรงสามมิติต่อไป

3.3.2 นำโครงสร้างไปสร้างจุดยอดของโมเดล

เป็นการนำโครงสร้างไปสร้างเป็นจุดยอดของโมเดลเพื่อจะนำจุดยอดไปทำการ Surface Plot ซึ่งจะได้โมเดลสามมิติออกมา

3.3.3 นำจุดยอดของโมเดลไปสร้างเป็นโมเดลสามมิติ

เป็นการนำโครงสร้างไปสร้างเป็นจุดยอดของโมเดลเพื่อจะนำจุดยอดไปทำการ Surface Plot ซึ่งจะได้โมเดลสามมิติออกมา

3.3.4 กำหนดพื้นผิวของโมเดลสามมิติ

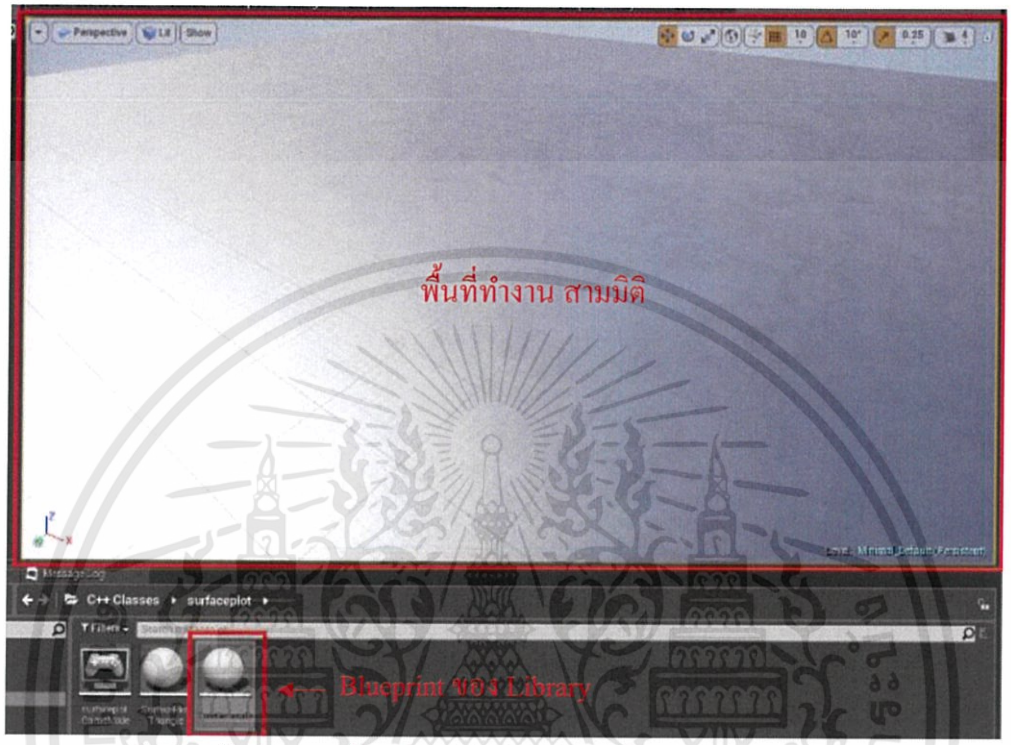
เป็นการนำโครงสร้างไปสร้างเป็นจุดยอดของโมเดลเพื่อจะนำจุดยอดไปทำการ Surface Plot ซึ่งจะได้โมเดลสามมิติออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การใช้งานและตั้งค่าไลบรารี่เพื่อใช้งานใน UNREAL ENGINE 4

3.4.1 การเรียกใช้งานไลบรารี่

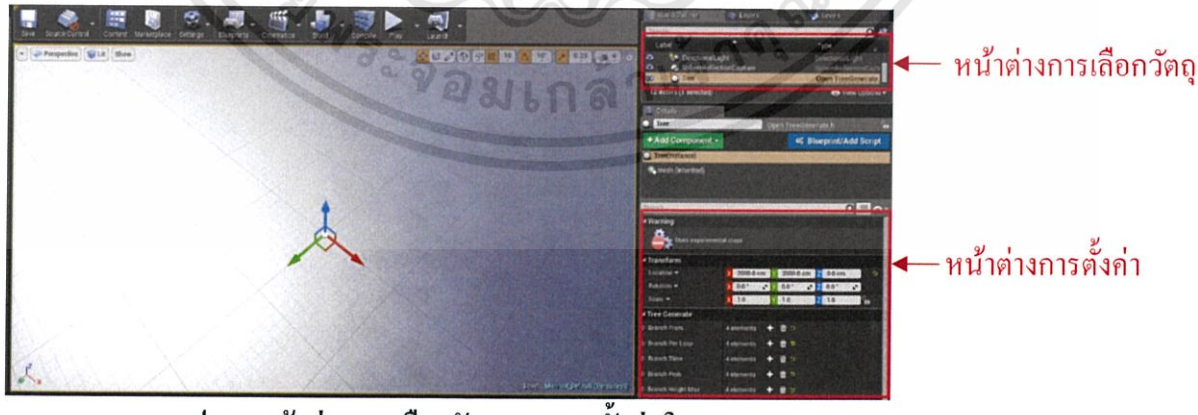
1) นำ Blueprint ของไลบรารี่ลากไปวางไว้ในส่วนของพื้นที่ทำงาน 3 มิติ ดังรูป 3.5



รูป 3.5 หน้าต่างการสร้างวัตถุ จาก Blueprint ใน UNREAL ENGINE

2) เลือกวัตถุไลบรารี่จากหน้าต่างวัตถุ ในรูป 3.6

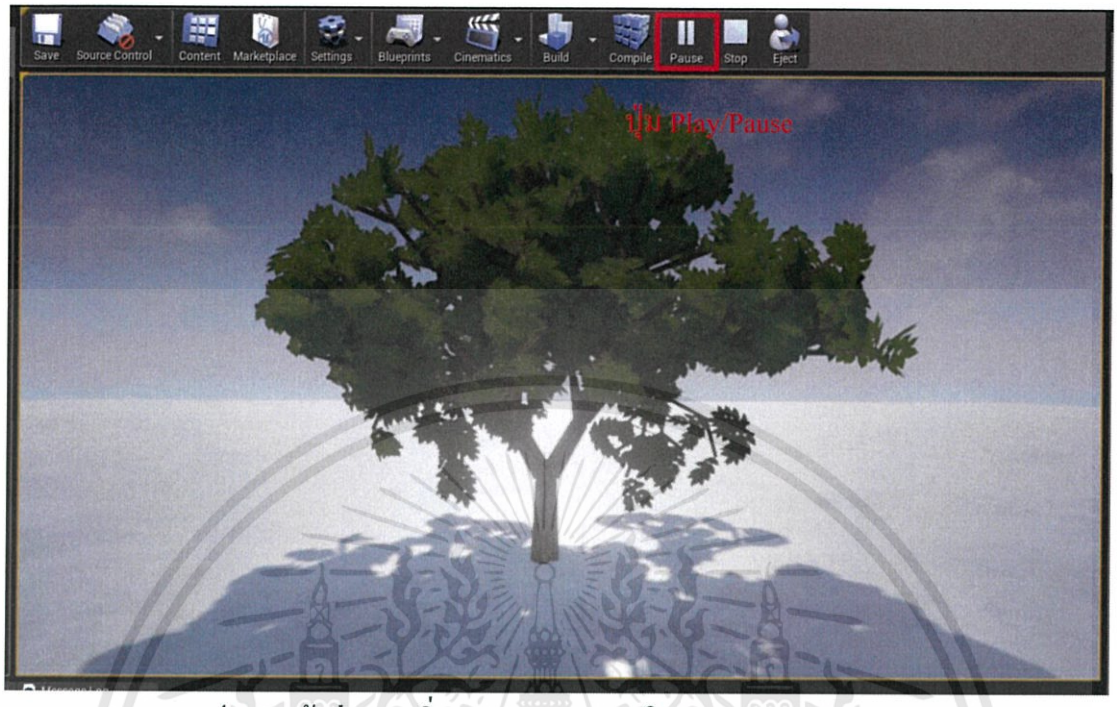
3) กำหนดค่าต่างๆของไลบรารี่ผ่านหน้าต่างตั้งค่าวัตถุ ในรูป 3.6



รูป 3.6 หน้าต่างการเลือกวัตถุ และการตั้งค่า ใน UNREAL ENGINE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

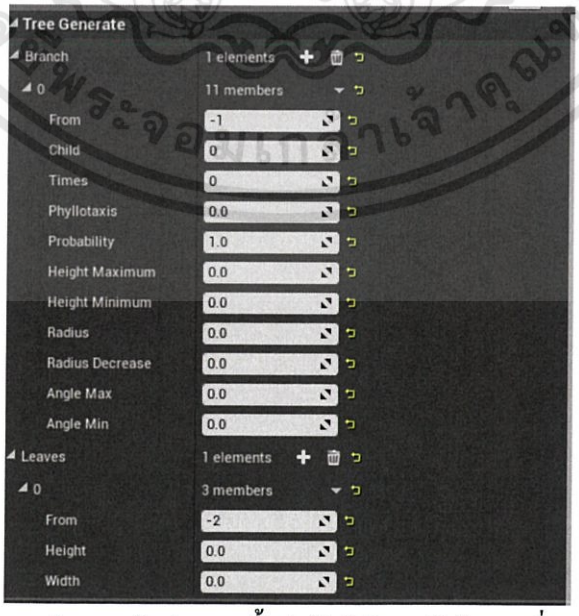
4) ใช้งานคำสั่ง Play จากปุ่ม Play/Pause ในรูป 3.7



รูป 3.7 หน้าต่างการเริ่ม/หยุดการทดสอบใน UNREAL ENGINE

3.4.2 การตั้งค่าไลบรารี่จากแถบเครื่องมือ

การใช้งานแถบเครื่องมือในการตั้งค่าเริ่มต้นให้กับต้นไม้ มีความหลากหลายในการตั้งให้อิสระกับผู้ใช้ ทั้งยังเข้าใจง่ายทำให้ผู้ใช้สามารถกำหนดได้ว่าต้องการต้นไม้ออกมาแบบใด ซึ่งจะแบ่งเป็นส่วนการตั้งค่าดังรูป 3.8



รูป 3.8 หน้าต่างการตั้งค่าต้นไม้ของตัวไลบรารี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

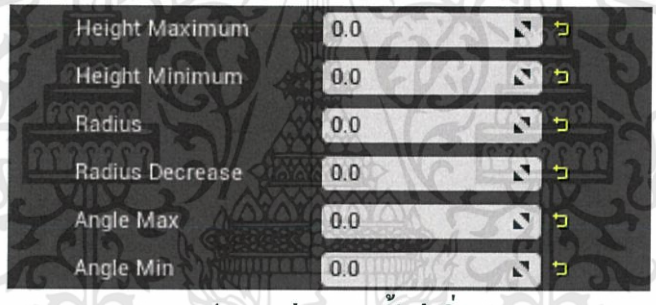
1) ส่วนที่ใช้กำหนดกฎการทำกิ่งมีดังรูป 3.9

- Child: จำนวนกิ่งที่ออกมาต่อการทำแฟร็กทัลหนึ่งครั้ง
- Times: จำนวนครั้งที่ทำกิ่งด้วยแฟร็กทัล

รูป 3.9 ส่วนการตั้งค่ารูปแบบของการแตกกิ่ง

2) ส่วนที่ใช้กำหนดลักษณะของกิ่งไม้ที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อทำแฟร็กทัลมีดังรูป 3.10

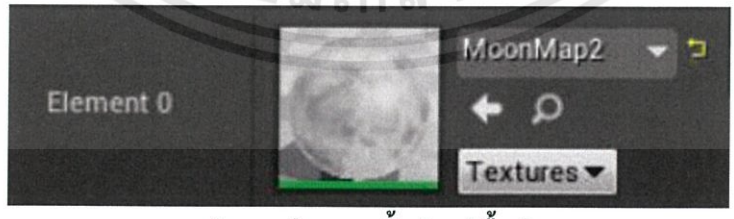
- Height Maximum/Minimum: ความสูงที่เปลี่ยนไปเมื่อทำแฟร็กทัล
- Radius: รัศมีเริ่มต้น
- Radius Decrease: รัศมีที่เปลี่ยนไปเมื่อทำแฟร็กทัล
- Angle Max/Min: มุมที่เปลี่ยนไปเมื่อทำแฟร็กทัล



รูป 3.10 ส่วนการตั้งค่ากิ่ง

3) ส่วนที่ใช้กำหนดพื้นผิวและรูปร่างของต้นใบไม้มีดังรูป 3.11

- Element: พื้นผิว และ ลักษณะความชันของพื้นผิว ของลำต้นไม้ และ ใบไม้

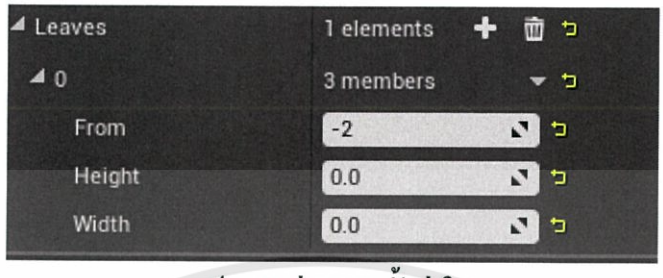


รูป 3.11 ส่วนการตั้งค่ารูปพื้นผิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ส่วนที่ใช้กำหนดขนาดของใบไม้มีดังรูป 3.12

- Width: ความกว้างของใบไม้
- Height: ความสูงของใบไม้

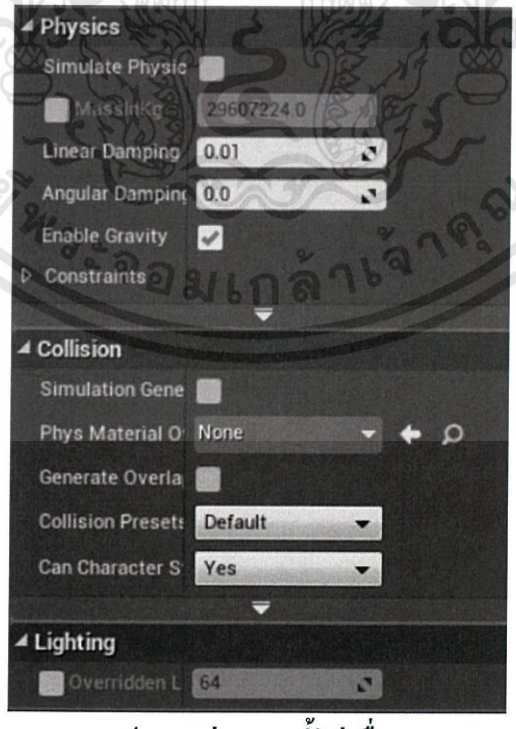


รูป 3.12 ส่วนการตั้งค่าใบ

5) ส่วนการตั้งค่าอื่นๆ

ในส่วนการตั้งค่าอื่นๆ จะเป็นการตั้งค่าที่ไม่เกี่ยวของกับไลบรารี่ที่เราพัฒนาขึ้นแต่มาจากการที่ไลบรารี่ของเรานั้นพัฒนามาจากไลบรารี่ "Procedural Mesh" ทำให้เราสามารถตั้งค่าอื่นๆ จากไลบรารี่นั้นได้ด้วย เช่น

- ลักษณะการ Render ภาพ
- การตั้งค่าแสงและเงา
- การซ้อนกันของวัตถุ



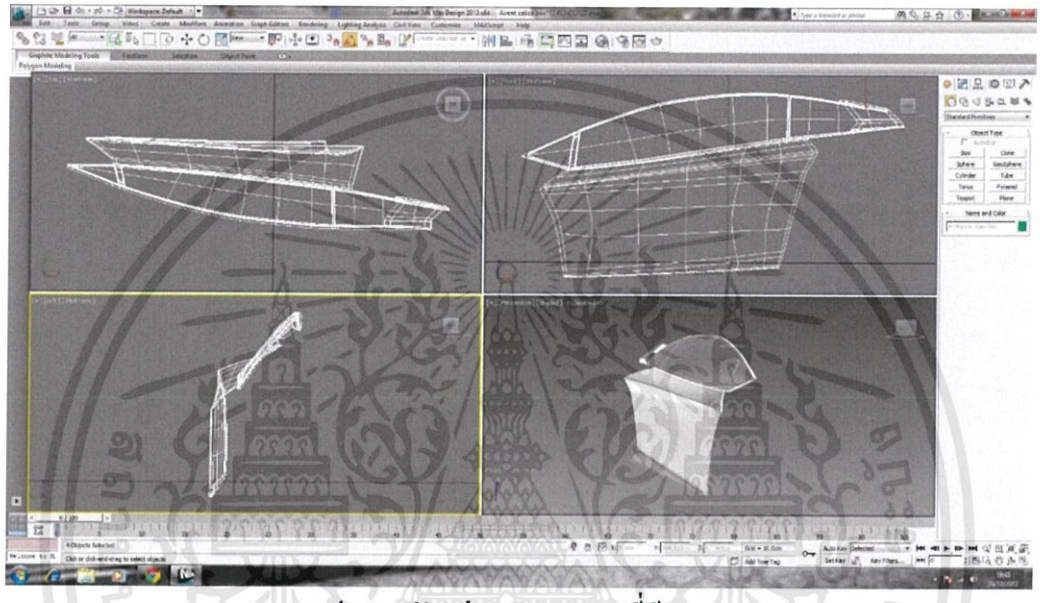
รูป 3.13 ส่วนการตั้งค่าอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

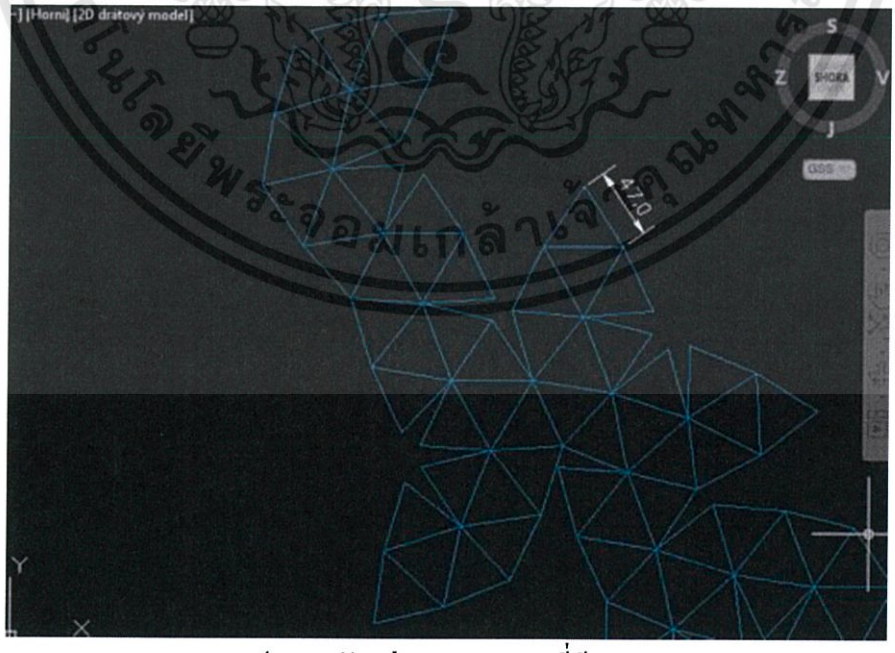
3.5 การใช้งาน Surface Plot บน UNREAL ENGINE 4

3.5.1 การกำหนดรูปทรงวัตถุ

ในการกำหนดรูปทรงตาม Surface Plot นั้น Plane ของกลุ่มข้อมูลจะมีมุมอยู่ 4 มุมดังรูป 3.14 แต่ในการใช้งาน UNREAL ENGINE และ Software 3 มิติ อื่นนั้น Plane ของกลุ่มข้อมูลจะมีอยู่ 3 มุมดังรูป 3.15 ซึ่งจะทำให้สามารถทำรูปทรงที่ละเอียดได้มากขึ้น ในไลบรารี่ที่จัดทำขึ้นจึงได้ทำการแปลง Plane ที่มีขนาด 4 มุม 1 Plane ให้อยู่ ในรูป 3 มุม 2 Plane ดังรูป 3.16

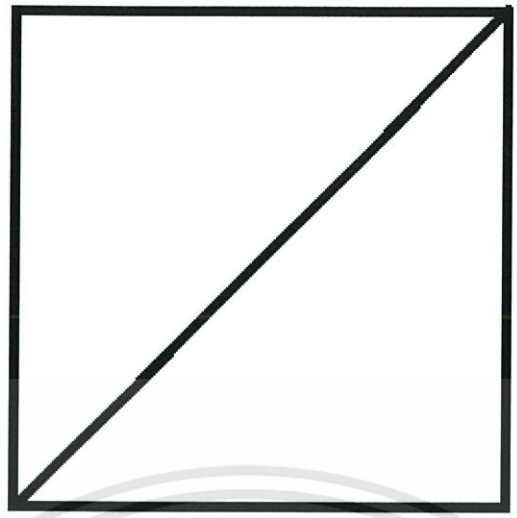


รูป 3.14 ตัวอย่างของ plane ที่มี 4 มุม



รูป 3.15 ตัวอย่างของ plane ที่มี 3 มุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.16 แสดงการทำ 3 มุม 2 plane อันให้อยู่ในรูป 4 มุม 1 plane

3.5.2 การกำหนดพื้นผิววัตถุ

ในการกำหนดพื้นผิวของวัตถุนั้นจะระบุพื้นผิวตามรูปภาพโดยที่มุมล่างซ้ายสุดจะเป็นตำแหน่ง (0,0) บนสุดจะเป็น (0,1) ขวาบนสุดเป็น (1,1) และขวาล่างเป็น (1,0) ดังรูป 3.17 โยพื้นผิวจะวางตามภาพและปรับขนาดให้เท่ากับ plane และตำแหน่งของภาพอัตโนมัติ

รูป 3.17 แสดงตำแหน่งของจุดตามภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

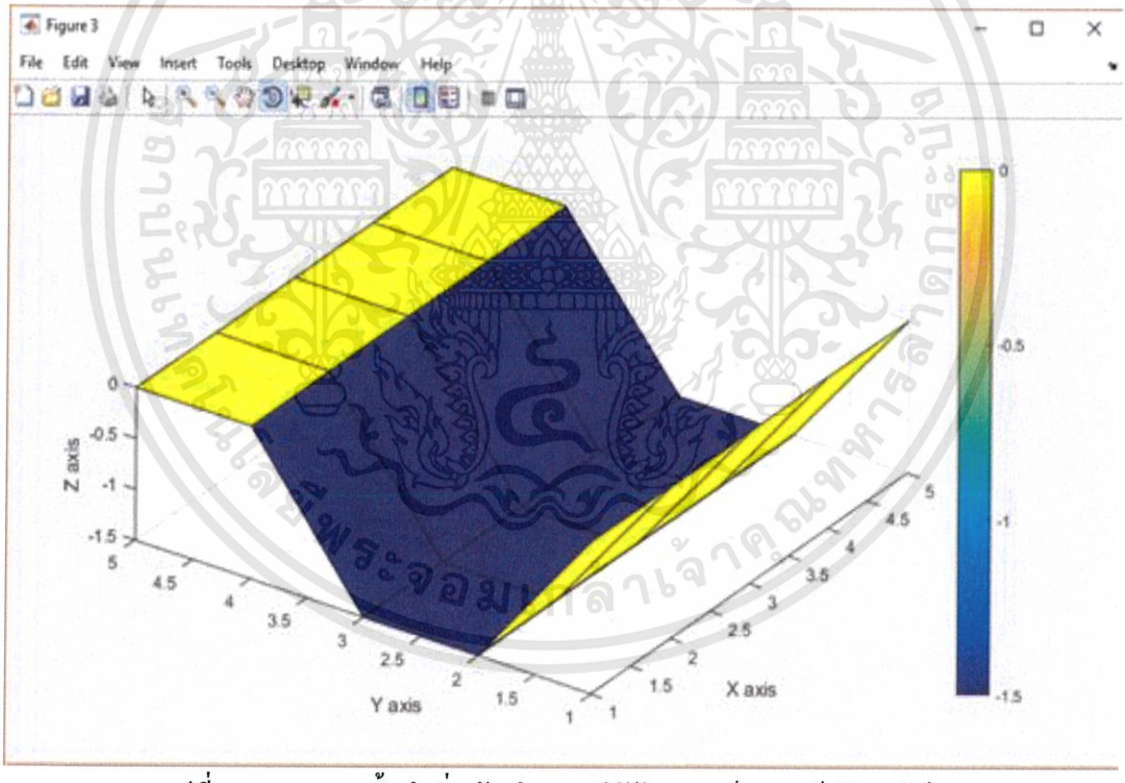
บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองการใช้งาน ไดมอนด์ สแควร์ อัลกอริทึม

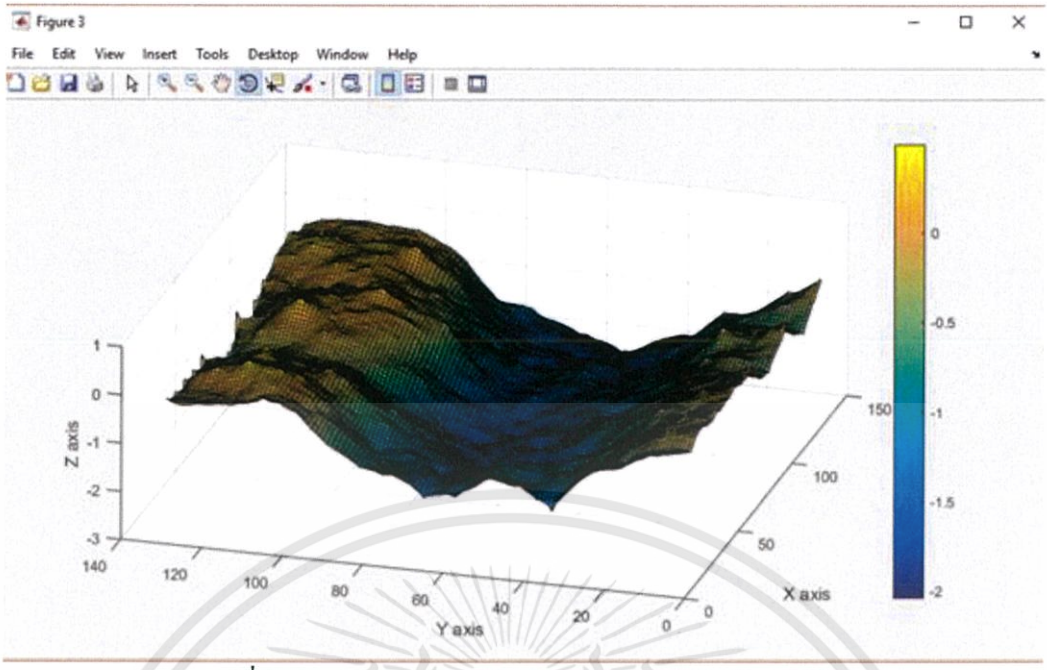
ไดมอนด์ สแควร์ อัลกอริทึม เป็นอัลกอริทึมที่ใช้ในการสร้างพื้นผิวแบบสุ่มรูปแบบหนึ่งซึ่งผลลัพท์ที่ได้จะมีความละเอียดของพื้นผิวมากขึ้นทุกครั้ง

กำหนดค่าเริ่มต้นให้กับไดมอนด์ สแควร์ อัลกอริทึม ให้เกิดเป็นพื้นผิวเริ่มต้นตามที่ต้องการตัวอย่าง ดังรูป 4.1 จากนั้นทำขั้นตอน ไดมอนด์ สแควร์ อัลกอริทึม โดยทำขั้นตอนไดมอนด์ และขั้นตอนสแควร์ สลับกันหลายครั้งจนได้พื้นผิวที่ต้องการ ดังรูป 4.2 จากผลการทดลองที่นำพื้นผิวเริ่มต้นผ่านไดมอนด์ สแควร์ อัลกอริทึม เราจะเห็นได้ถึงการเปลี่ยนแปลงของผลลัพท์ว่าพื้นผิวมีลักษณะเปลี่ยนแปลงจากค่าเริ่มต้นอย่างชัดเจน



รูปที่ 4.1 แสดงการตั้งค่าเริ่มต้นก่อนการใช้ ไดมอนด์ สแควร์ อัลกอริทึม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

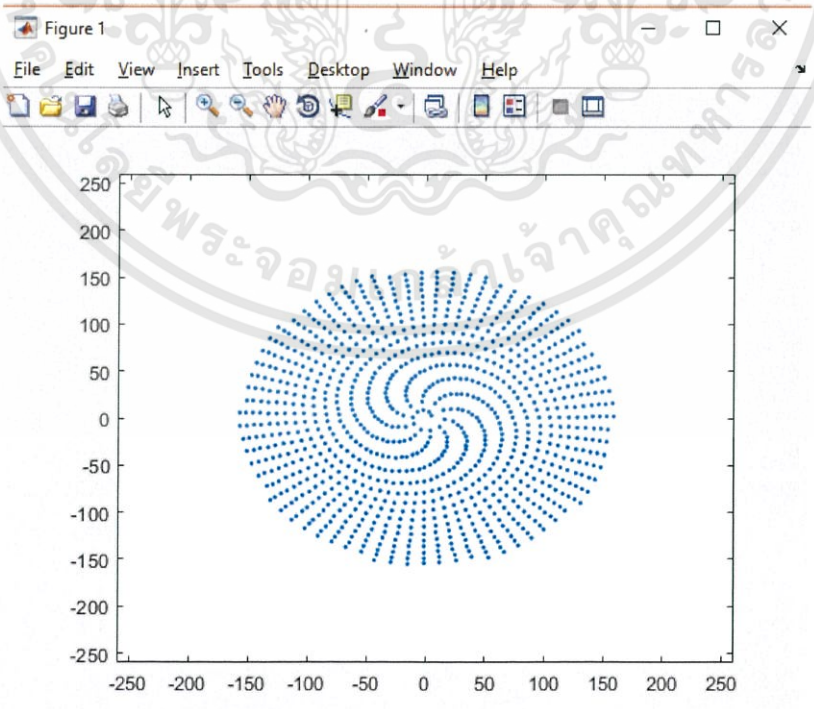


รูปที่ 4.2 แสดงค่าหลังจากใช้ ไดมอนด์ สแควร์ อัลกอริทึม

4.2 การทดลองการใช้ ไฟโลแท็กซิส อัลกอริทึม

ได้ทำการทดลองการจัดเรียงจุดตาม ไฟโลแท็กซิส อัลกอริทึมโดยมีการกำหนดอัตราการเปลี่ยนแปลงรัศมีเป็น รากที่สองของลำดับจุด และอัตราการเปลี่ยนแปลงของมุมเป็นดังนี้

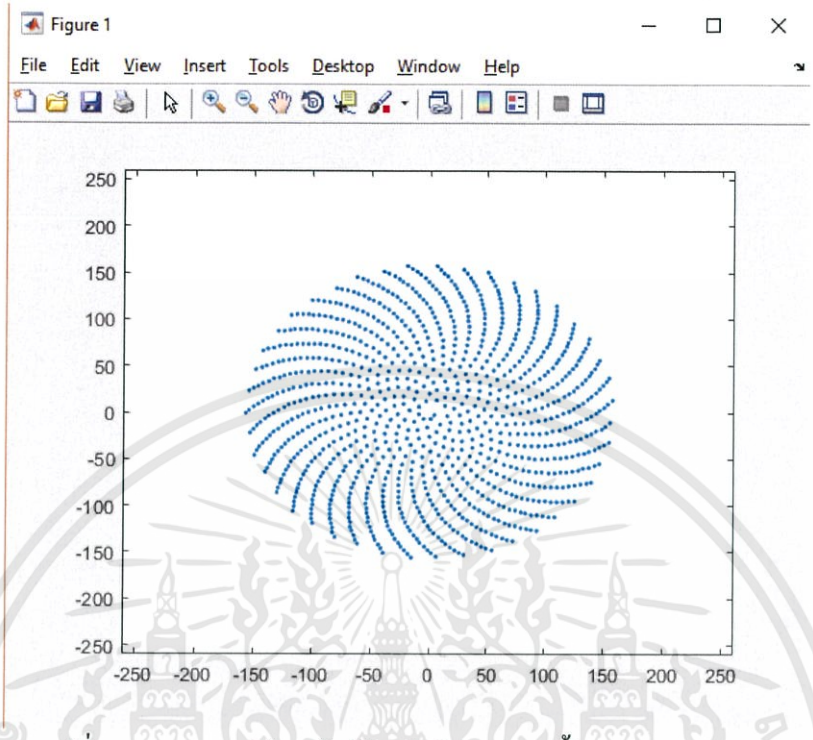
- การจัดเรียงจุดมีอัตราการเปลี่ยนแปลงมุมเป็น 120 องศา ดังรูป 4.3



รูปที่ 4.3 แสดงการใช้งานไฟโลแท็กซิส 1000 ครั้ง มุม 120 องศา

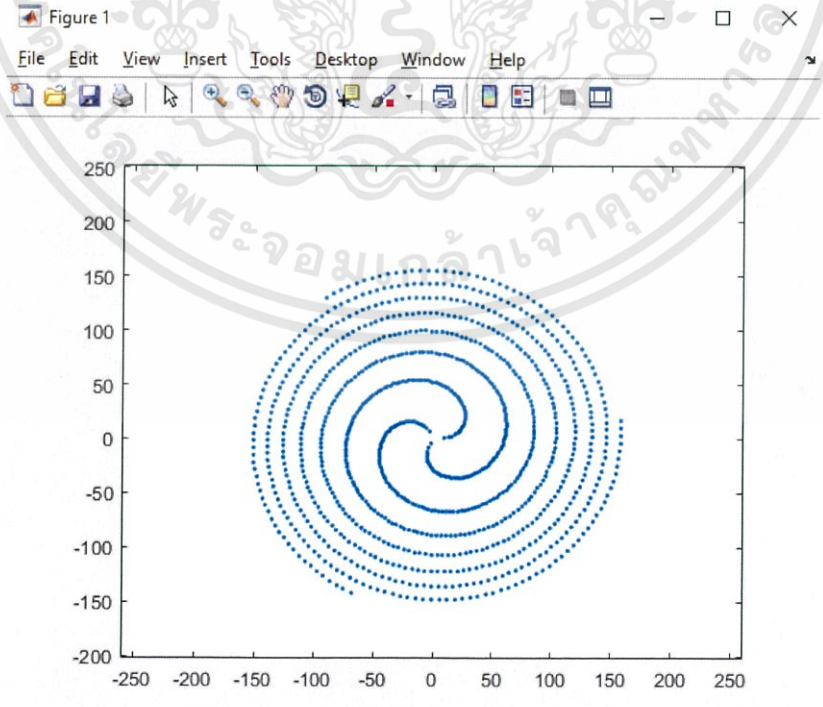
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การจัดเรียงจุดมีอัตราการเปลี่ยนแปลงมุมเป็น 137.5 องศา ดังรูป 4.4



รูปที่ 4.4 แสดงการใช้งานไฟโลแท็กซิส 1000 ครั้ง มุม 137.5 องศา

- การจัดเรียงจุดมีอัตราการเปลี่ยนแปลงมุมเป็น 155 องศา ดังรูป 4.5



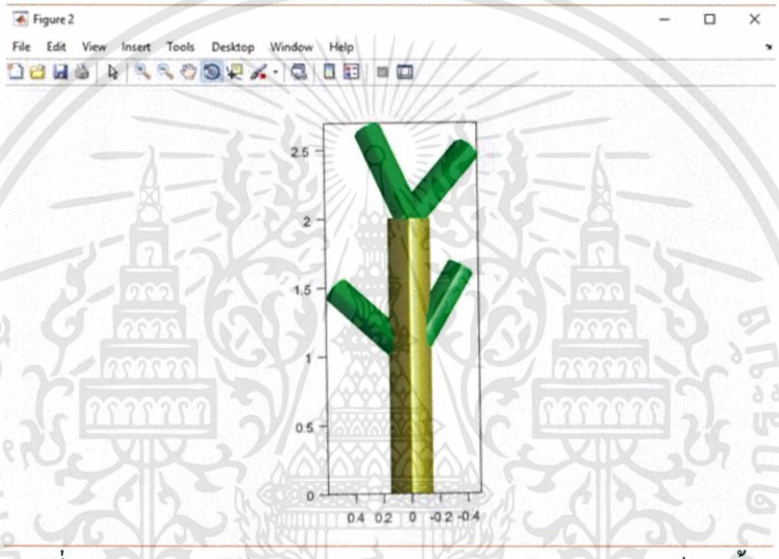
รูปที่ 4.5 แสดงการใช้งานไฟโลแท็กซิส 1000 ครั้ง มุม 155 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

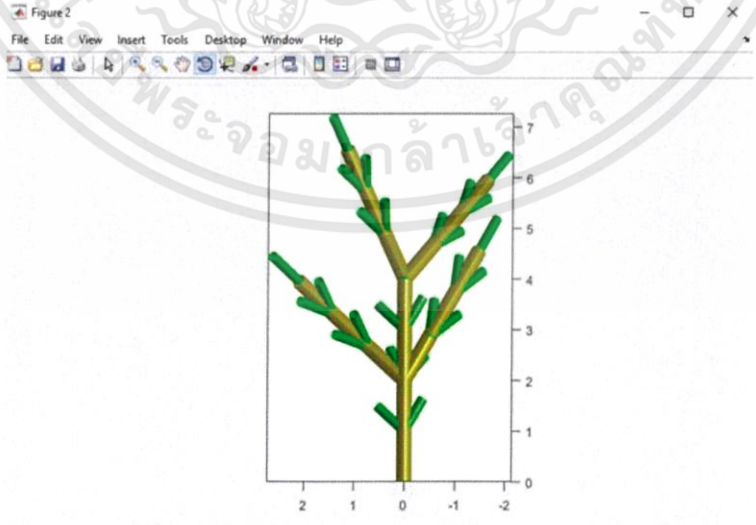
จากตัวอย่างการใช้งานไฟโลแท็กซิส รูปที่ 4.3, 4.4 และ 4.5 ทำให้เห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของมุมนั้นส่งผลให้ลักษณะโดยรวมของการจัดเรียงมีความแตกต่างกัน ซึ่งค่ามุมแตกต่างนั้นเป็นความแตกต่างตามลักษณะที่พบในโครงสร้างทั่วไปของสิ่งมีชีวิต เช่น ลำต้นพืช การจัดเรียงของเมล็ด เปลือกหอย โครงสร้างของสัตว์เซลล์เดียว และอื่นๆ

4.3 การทดลองการใช้งานระบบกำหนดบริบทลินเดนเมเยอร์

ออกแบบและสร้างกฎตาม Deterministic Context Free Grammar และกำหนดความสูงและองศาสร้างออกมาเป็นโครงสร้าง 2 มิติ ดังรูป 4.6 ซึ่งหลังจากใช้งานกฎดังกล่าวเป็นจำนวน 4 ครั้งจะเห็นได้ชัดว่ามีจำนวนส่วนของกิ่งไม้เพิ่มขึ้น ดังรูป 4.7 - 4.8

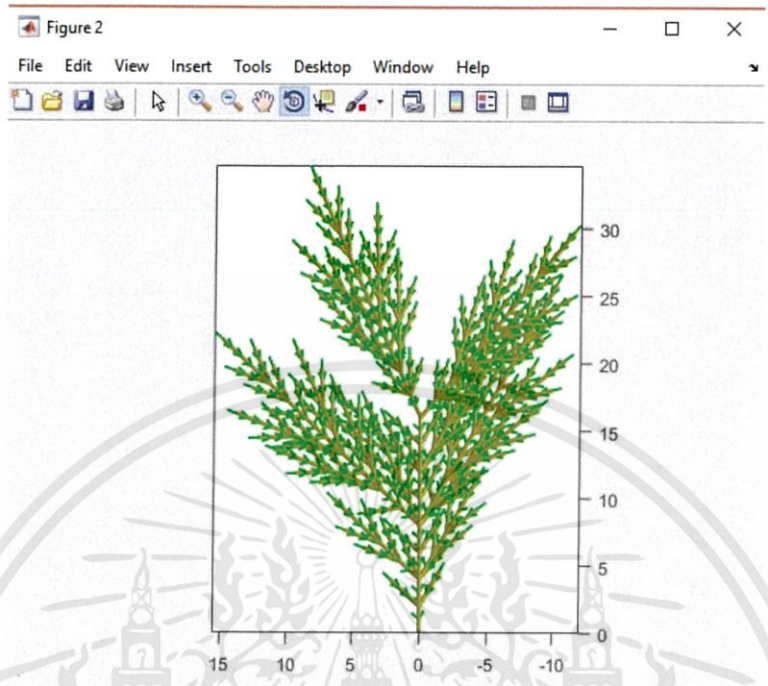


รูปที่ 4.6 แสดงการใช้งาน ระบบกำหนดบริบทลินเดนเมเยอร์ 1 ครั้ง



รูปที่ 4.7 แสดงการใช้งาน ระบบกำหนดบริบทลินเดนเมเยอร์ 2 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 แสดงการใช้งาน ระบบกำหนดบริบทลินเดนเมเยอร์ 4 ครั้ง

ต่อมาได้ทำการกำหนดให้ลำต้นของต้นไม้มีกฎดังนี้

- กำหนดให้กิ่ง 1 กิ่งจะมีการแตกออกเป็น 2 กิ่งทุกรอบ ทำแฟร็กทัล 6 ครั้ง และกำหนดให้มีอัตราการเปลี่ยนแปลงมุมอยู่ระหว่าง 30-45 องศา จะได้ผลลัพท์ออกมา ดังรูป 4.9

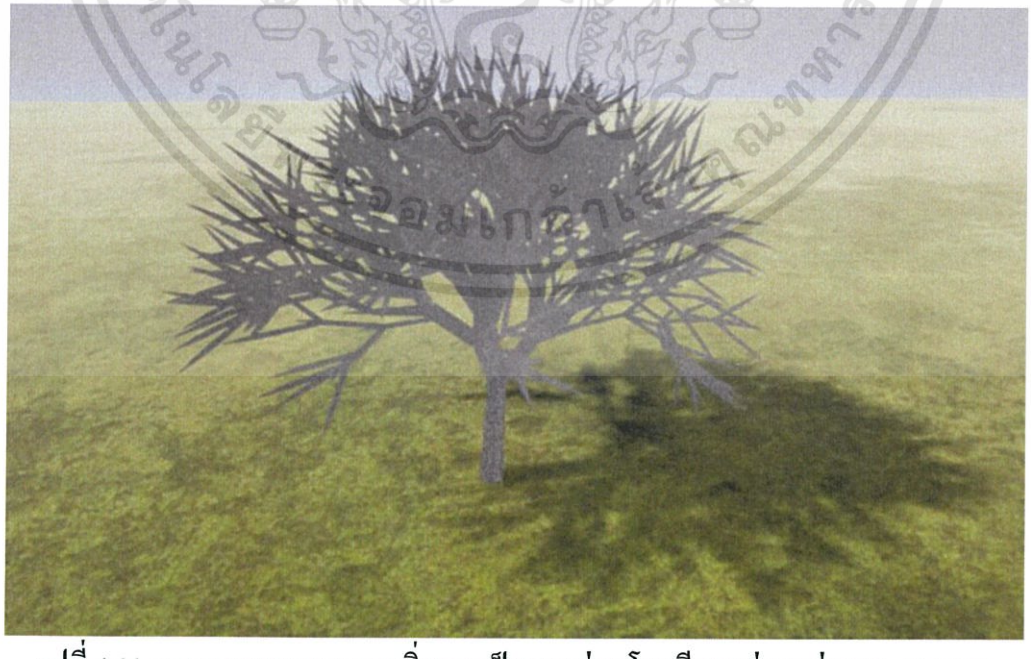
รูปที่ 4.9 ผลการทดลองการแตกกิ่งออกเป็นสองส่วนโดยมีมุมอยู่ระหว่าง 30-45 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กำหนดให้กิ่ง 1 กิ่งจะมีการแตกออกเป็น 2 กิ่งทุกรอบ ทำแฟร็กทัล 6 ครั้ง และกำหนดให้มีอัตราการเปลี่ยนแปลงมุมอยู่ระหว่าง 5-20 องศา จะได้ผลลัพท์ออกมา ดังรูป 4.10

รูปที่ 4.10 ผลการทดลองการแตกกิ่งออกเป็นสองส่วนโดยมีมุมอยู่ระหว่าง 5-20 องศา

- กำหนดให้กิ่ง 1 กิ่งจะมีการแตกออกเป็น 3 กิ่งทุกรอบ ทำแฟร็กทัล 6 ครั้ง และกำหนดให้มีอัตราการเปลี่ยนแปลงมุมอยู่ระหว่าง 30-45 องศา จะได้ผลลัพท์ออกมา ดังรูป 4.11



รูปที่ 4.11 ผลการทดลองการแตกกิ่งออกเป็นสามส่วนโดยมีมุมอยู่ระหว่าง 30-45 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กำหนดให้กิ่ง 1 กิ่งจะมีการแตกออกเป็น 2 กิ่งทุกรอบ ทำแฟร็กทัล 10 ครั้ง และกำหนดให้มีอัตราการเปลี่ยนแปลงมุมอยู่ระหว่าง 30-45 องศา จะได้ผลลัพท์ออกมา ดังรูป 4.12

รูปที่ 4.12 ผลการทดลองการแตกกิ่งออกเป็นสองส่วน
โดยมีมุมอยู่ระหว่าง 30-45 องศา และทำแฟร็กทัลจำนวน 10 ครั้ง

จะเห็นได้ว่าการตั้งค่ามุม จำนวนครั้งที่ทำแฟร็กทัล การเพิ่มขึ้นของกิ่ง ที่แตกต่างกันนั้นจะทำให้ลักษณะของต้นไม้ที่ออกมานั้นมีลักษณะรูปโครงสร้างของต้นไม้นั้นแตกต่างกัน ซึ่งทำให้เกิดความหลากหลายของต้นไม้ประเภทเดียวกัน

ทำการเพิ่มใบไปในส่วนปลายของแต่ละกิ่งโดยกำหนดขนาดความสูงและความกว้างของใบ และเลือกรูปแบบหรือลายของใบไม้ให้มีลักษณะตามที่ต้องการนำไปสร้างเป็นต้นไม้ ดังตัวอย่างรูปที่ 4.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.13 ตัวอย่างต้นไม้หลังจากการต่อเติมใบ

4.4 ทดลองนำไลบรารี่ไปใช้ในการสร้างโลก 3 มิติ

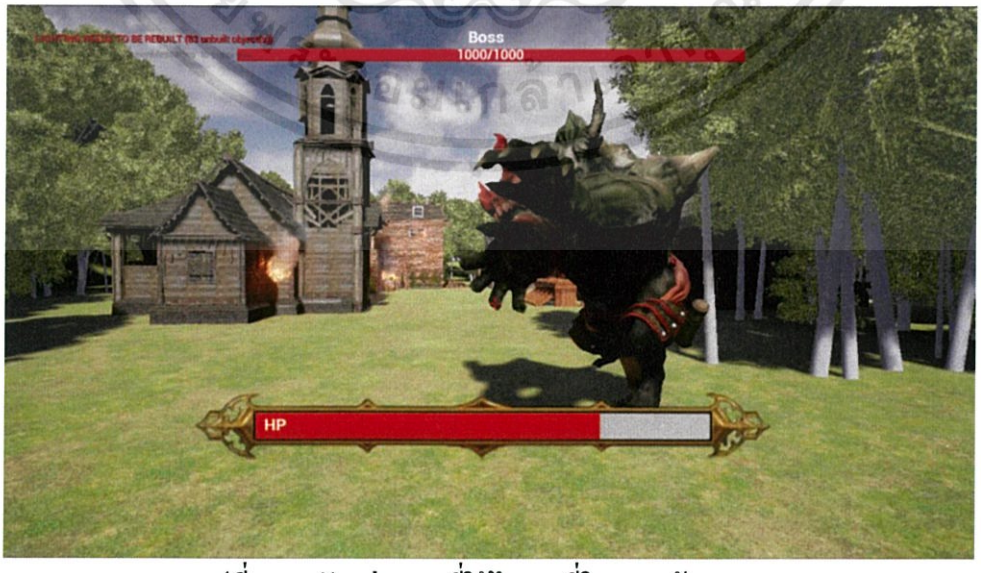
นำต้นไม้ที่ได้มาจากการสร้างไปลองใช้งานเพื่อสร้างเป็นเกมที่มีสภาพแวดล้อมอยู่ในป่า นำไปแสดงผลบนเครื่องมือถือ และใช้เครื่อง VR ในการควบคุมการมองเห็น โดยสร้างต้นไม้ให้มีความหลากหลาย และสมจริงโดยกำหนดให้แสดงเงาอีกด้วย

รูปที่ 4.14 การนำต้นไม้ที่ถูกสร้างจากไลบรารี่ไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.15 กลุ่มต้นไม้ที่ถูกสร้างจากไลบรารี่

รูปที่ 4.16 ตัวอย่างเกมที่ใช้ไลบรารี่ในการสร้างฉาก 1



รูปที่ 4.17 ตัวอย่างเกมที่ใช้ไลบรารี่ในการสร้างฉาก 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

จากการทดลองพบว่าในโครงสร้างของต้นไม้ ไม่ว่าจะมีกิ่งขนาดเล็กหรือลำต้นขนาดใหญ่จะมีอัตราส่วนของ รัศมีและความยาวกิ่งที่ใกล้เคียงกัน ทำให้สามารถมองภาพรวมของต้นไม้เป็นรูปแบบได้ และสามารถกำหนดเป็นกฎได้อย่างชัดเจน

ไลบรารี่การสร้างต้นไม้ด้วยวิธีแฟร็กทัล โดยใช้ระบบลินเดนเมเยอร์ในการสร้างโครงสร้างเพื่อกำหนดกฎที่ใช้ในการควบคุมในการสร้างต้นไม้ และใช้ไดมอนด์ สแควร์ อัลกอริทึม กำหนดพื้นผิวของลำต้นเพื่อให้มีความสมจริง สามารถนำมาประยุกต์สร้างต้นไม้ให้มีความแตกต่างแต่ยังเป็นชนิดเดียวกันอยู่ อีกทั้งยังสามารถกำหนดความสูง รวมไปถึงการแตกกิ่ง และความดกของใบไม้ให้มีความหลากหลาย ตามธรรมชาติได้

5.2 ปัญหา อุปสรรค และแนวทางการแก้ไขปัญหา

1) UNREAL ENGINE เป็นโปรแกรมที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อการสร้างเกมซึ่งโดยทั่วไปแล้ว UNREAL ENGINE จะใช้งานควบคู่กับโปรแกรมสร้างวัตถุอื่นเช่น AUTODESK 3DS MAX เนื่องจาก UNREAL ENGINE ในรุ่นปัจจุบัน (v.4.14) ไม่สามารถสร้างวัตถุ 3 มิติได้โดยตรงจากตัวโปรแกรม จึงจะทำการสร้างไลบรารี่ที่ช่วยในการสร้างวัตถุ 3 มิติขึ้นมา

2) ในการสร้างต้นไม้จำเป็นต้องมีพื้นผิวที่เป็น ลายไม้ และ ใบไม้ ในการใช้งานซึ่งส่วนใหญ่พื้นผิวที่มีอยู่ใน UNREAL ENGINE นั้นจะเป็นพื้นผิวพื้นฐาน และไม่หลากหลาย ทำให้ไม่สามารถนำมาทดสอบพื้นผิวของต้นไม้พันธ์ต่างๆได้ จึงได้สร้างให้รองรับการเพิ่มพื้นผิวแบบกำหนดเองตามความต้องการของผู้ใช้

3) การใช้ บลูพริ้นท์ (Blueprint) ใน UNREAL ENGINE 4 ยากต่อการทำโปรแกรมที่ซับซ้อน แต่ใช้งานง่าย ในขณะที่การเขียนไลบรารี่โดยใช้ภาษา C++ จะทำให้กำหนดข้อมูลที่ซับซ้อนได้ละเอียดยิ่งขึ้น แต่ยุ่งยากในการปรับแต่งและนำไปใช้ยากกว่าตัวบลูพริ้นท์ ไลบรารี่ของโครงงานนี้จึงเป็นการเขียนไลบรารี่ด้วยภาษา C++ เพื่อความละเอียด แล้วแปลงฟังก์ชันที่เขียนเป็นบลูปริ้นท์เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้และตั้งค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ

1) กำหนดการสร้างกฎให้ง่ายขึ้น ในการสร้างกฎที่ใช้ในการสร้างต้นไม้แต่ละครั้งนั้นต้องมีความรู้ความสามารถในระดับหนึ่งจะทำให้การตั้งค่าดังกล่าวนั้นง่ายขึ้นได้เช่นมี การตั้งค่าแบบเดิมไว้แล้วเปลี่ยนแปลงได้เพียงบางส่วน

2) เพิ่มตัวแปรไปในการสร้างต้นไม้ การสร้างต้นไม้แต่ละครั้งการสร้างทุกครั้งเป็นไปตามกฎที่ตั้งไว้ แต่ในโลกความเป็นจริงยังมีตัวแปลอื่นนอกจากกฎที่เกิดจากโครงสร้างเช่น แรงโน้มถ่วง แสงจากพระอาทิตย์ ที่เป็นตัวแปร ของลักษณะของต้น ไม้ด้วยทำให้ยังมีลักษณะที่ไม่ควรจะมีเกิดขึ้นมา

3) สร้างวัตถุอื่นๆ นอกจากต้นไม้ โดยมีความหลากหลายต่อลักษณะที่ต่างกันเล็กน้อยแต่ยังคงเป็นชนิดเดียวกันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

Martz, P. 1996. **Generating Random Fractal Terrain.** [Online]. Available: http://www.gameprogrammer.com/fractal.html

Owens, A. Cieslak, M. Hart, J. Bockhoff, R. Prusinkiewicz, P. 2016. **"Modeling Dense Inflorescences."** *ACM Transactions on Graphics* 35(4): 1-14

Prusinkiewicz, P. and Lindenmayer, A. 1990. **The Algorithmic Beauty of Plants**. New York: Springer-Verlag.

Turner, M. 1998. **Modelling Nature with Fractals**. [Online]. Available: https://plus.maths.org/content/modelling-nature-fractals

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้