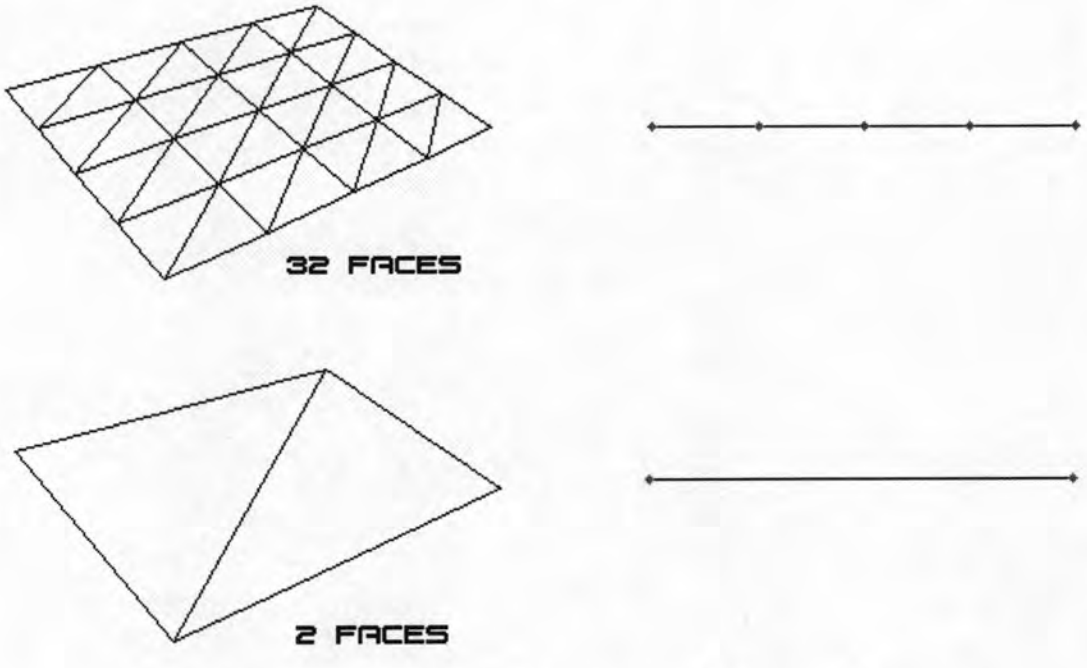
บทที่ 3

การลดทอน และ คืนรายละเอียดของเมช เพื่อการประมวลภาพแบบเซล-เชด

งานวิจัยนี้จะนำเสนอวิธีการลดทอนรายละเอียดเมชเพื่อการประมวลภาพแบบเซล-เชด เพื่อให้สามารถมีการประมวลภาพแบบทันที และ ได้ภาพที่ใกล้เคียงกับเมชต้นแบบ โดยจะเป็นการผสมผสานวิธีการต่างๆที่ใช้ในการลดทอนรายละเอียดของเมช และ การประมวลภาพ

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประมวลภาพแบบเซล-เชด นั้นส่วนใหญ่จะเป็นการทำการประมวลภาพที่ใช้เวลาในการประมวลภาพสูง เช่นงานวิจัยของ P. Decaudin [4] ซึ่งจะใช้กระบวนการทางภาพในการสร้างภาพแบบ เซล-เชด ซึ่งไม่สามารถทำการประมวลภาพแบบทันทีได้ นอกจากจะใช้คอมพิวเตอร์ที่ประสิทธิภาพสูงมาก ดังนั้นจึงได้มีงานวิจัยที่พัฒนาวิธีการในการประมวลภาพแบบเซล-เชด ให้มีความรวดเร็วยิ่งขึ้น เช่น ในงานวิจัยของ J. Buchanan [15] ที่นำเสนอวิธีการประมวลภาพจากข้อมูลของเมชแทนการใช้กระบวนการทางภาพ โดยการสร้างตารางข้อมูลของเส้นขอบรูปของเมช เพื่อความรวดเร็วในการคำนวณหาเส้นขอบรูป และลดความซ้ำซ้อนที่จะเกิดจากการแยกคำนวณแบบทีละจุดบนเมช แต่การสร้างตารางเพื่อเก็บข้อมูลของเส้นขอบนี้ต้องใช้หน่วยความจำเป็นจำนวนมากจึงไม่เหมาะสมกับเมชที่มีรายละเอียดสูง ซึ่งแม้ว่าต่อมาจะมีงานวิจัยที่ทำการลดทอนรายละเอียดของเมช[2][3]ออกมาแต่ภาพที่ได้จากการประมวลภาพแบบเซล-เชด จากเมชที่ถูกลดทอนรายละเอียดแล้วนั้นกลับมีคุณภาพที่ต่ำลงมาก ทำให้มีงานวิจัยที่เพิ่มคุณภาพของภาพจากการประมวลภาพแบบเซล-เชดจากเมชที่ถูกลดทอนรายละเอียด[6] ซึ่งจะใช้วิธีการแบ่งแขนงย่อยเพื่อเพิ่มคุณภาพแต่ก็เป็นเหมือนการสร้างเมชใหม่ที่มีรายละเอียดไม่เหมือนกับเมชต้นแบบหรือในงานวิจัยที่นำเสนอวิธีการลดทอนรายละเอียดในเฉพาะบางส่วนตามมุมมองเพื่อการประมวลภาพแบบเซล-เชด[17] แต่กระนั้นเมชที่ได้จากทั้งสองวิธีการก็สามารถใช้ได้ตามมุมมองนั้นๆเพียงมุมมองเดียวเท่านั้น เพราะการลดทอนรายละเอียดตามมุมมองนั้นจะสามารถใช้งานได้เพียงมุมเดียวเมื่อมีการเปลี่ยนมุมมองไปจะต้องทำการคำนวณการลดทอนรายละเอียดตามมุมมองใหม่ซึ่งการลดทอนรายละเอียดของเมชนั้นเป็นกระบวนการที่ใช้เวลาคำนวณสูงเพราะการลดทอนรายละเอียดนั้นจะสามารถลดทอนได้ที่ละเส้นขอบไม่สามารถทำการลบเส้นขอบได้ทั้งหมดในคราวเดียวเพราะเมื่อทำการลบเส้นขอบที่อยู่ในเมชไปอันหนึ่งย่อมส่งผลต่อโครงสร้างเมชรวม ซึ่งจะต้องทำการคำนวณค่าน้ำหนักของเส้นขอบทุกเส้นใหม่ทั้งหมดทุกครั้ง ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะนำเสนอวิธีการประมวลภาพแบบเซล-เชด แบบทันทีจาก

เมชที่ถูกลดทอน โดยการลดทอนรายละเอียดของเมชทั้งหมดก่อนในขั้นตอนประมวลผลก่อนหน้า ซึ่งจะทำให้ได้เมชที่มีรายละเอียดน้อยลง และไม่เสียเวลาในการคำนวณในขณะประมวลภาพ และทำการเพิ่มคุณภาพของภาพโดยการคืนรายละเอียดในส่วนสำคัญของภาพในการประมวลภาพแบบเซล-เชด นั่นก็คือ ส่วนเส้นขอบรูป และส่วนเส้นเงาของรูป ซึ่งจะทำให้รายละเอียดของเมชเพิ่มขึ้นไม่มาก แต่การคืนรายละเอียดนั้นสามารถทำทั้งหมดได้ในในคราวเดียวกันทำให้สามารถประมวลภาพได้ในเวลาอันรวดเร็วและมีคุณภาพของภาพที่เพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับต้นแบบอีกด้วยในการลดทอนรายละเอียดของเมชจะทำการพิจารณาเส้นขอบของเมชเพื่อทำการลบเส้นขอบเส้นนั้นๆออกไป โดยจะพิจารณาความสำคัญของเส้นขอบนั้นๆว่า มีผลต่อโครงสร้างโดยรวมเพียงใด ซึ่งจะพิจารณาในกรณีการประมวลภาพแบบเซล-เชด ส่วนที่สำคัญของการประมวลภาพแบบเซล-เชด นั้นก็คือบริเวณที่เป็นเส้นขอบรูป ดังนั้น เราจะพยายามรักษาเส้นขอบที่สามารถที่จะเป็นเส้นขอบรูปเอาไว้ และ ทำการลดความซ้ำซ้อนของเส้นขอบรูปดังรูปที่3.1 จะเห็นว่า เมชที่ประกอบด้วยพื้นผิวรูปสามเหลี่ยมจำนวนต่างกันซึ่งเมื่อเมชเหล่านี้มาอยู่ในแนวระนาบที่จะกลายเป็นเส้นขอบรูป จะเห็นว่าเมชที่พื้นผิวรูปสามเหลี่ยมจำนวนมากนั้นจะได้เส้นขอบที่เหมือนกับ เมชที่มีพื้นผิวรูปสามเหลี่ยมเพียงสองรูป จึงกล่าวได้ว่าเมช เมชนี้มีความซ้ำซ้อนของเส้นขอบอยู่

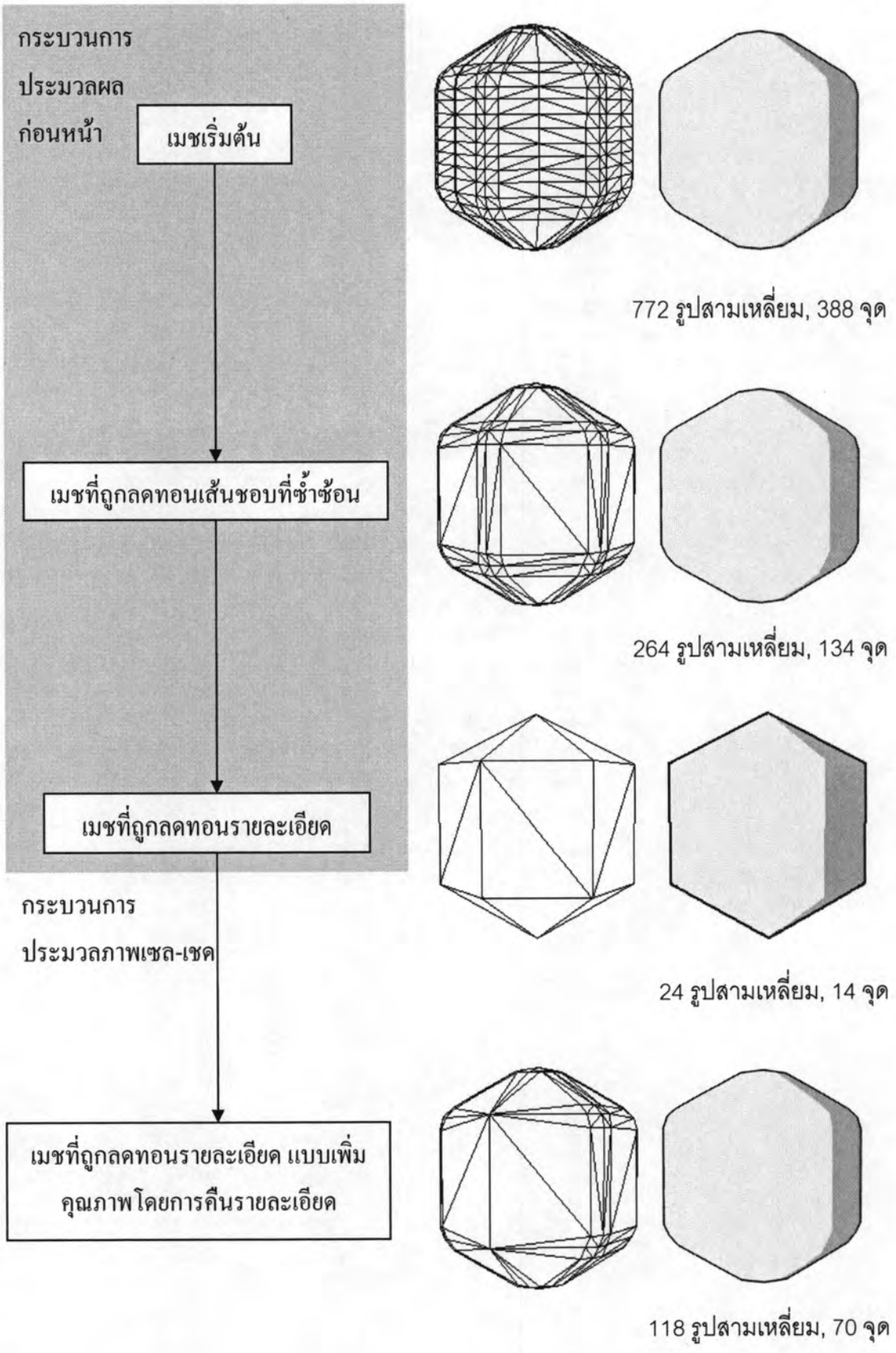


รูปที่ 3.1 การลดทอนรายละเอียดเมชลดความซ้ำซ้อนของเส้นขอบ

โดย เมช ที่มีความซ้ำซ้อนนี้จะไม่ทำให้การประมวลภาพแบบเซล-เชด มีคุณภาพของภาพสูงขึ้นแต่อย่างใด แต่กลับทำให้การประมวลภาพแบบเซล-เชด ต้องใช้เวลาประมวลภาพมากขึ้น ดังนั้น

เพื่อให้การประมวลภาพแบบเซล-เชด ทำได้แบบทันที เราจึงต้องทำการลดทอนรายละเอียดของเมชเพื่อลดความความซ้ำซ้อนของเส้นขอบโดยเมชที่ได้จะเป็นเมชที่กะทัดรัดที่สุดที่เมื่อทำการประมวลภาพจะได้ภาพที่มีความเหมือนกับเมชต้นแบบที่สุดซึ่งจะนำเอาเมชไปทำการลดทอนและคืนรายละเอียดในขั้นตอนต่อไปโดยในการลดทอนรายละเอียดของเมชจะพิจารณาจากค่าน้ำหนักของเส้นขอบตาม วิธีหาเส้นขอบคม และ วิธีหาค่าน้ำหนักเส้นขอบแบบ เอสโอดี ซึ่งวิธีในการลดทอนรายละเอียดเหล่าจะเป็นวิธีการลดทอนรายละเอียดของเมชในแบบไม่ขึ้นกับมุมมอง (View-independent) แต่ในการประมวลภาพแบบเซล-เชด นั้นเป็นการประมวลภาพที่เป็นแบบขึ้นกับมุมมอง (View-dependent) ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงจะนำเสนอวิธีการลดทอนรายละเอียดของเมช แบบไม่ขึ้นกับมุมมอง และจะทำการคืนรายละเอียดโดยจะขึ้นกับมุมมองในขณะการประมวลภาพแบบเซล-เชด โดยขั้นตอนการทำงานจะประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนการลดทอนรายละเอียดของเมช, ส่วนที่จะการปรับปรุงคุณภาพของเมชที่ลดทอนรายละเอียดโดยวิธีการคืนรายละเอียดของเมชในส่วนเส้นขอบรูปสำหรับการประมวลภาพแบบเซล-เชดและส่วนการประมวลภาพแบบเซล-เชด

ขั้นตอนทั้ง 3 นั้นจะแบ่งลำดับช่วงการทำงานได้ เป็น 2 ช่วงคือ ช่วงกระบวนการประมวลผลก่อนหน้า(Pre process) และ ช่วงกระบวนการประมวลภาพ ในช่วงกระบวนการประมวลผลก่อนหน้านั้นจะเป็นขั้นตอนที่นำเอาเมชต้นแบบมาทำการลดรายละเอียดเมช และเก็บข้อมูลของเมชที่ถูกลดทอนไว้ เพื่อเตรียมไว้สำหรับการประมวลภาพ ช่วงการทำงานในช่วงนี้จะไม่เป็นแบบทันที ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้คือเมชที่มีรายละเอียดต่ำลดลงจากเมชต้นแบบ ส่วนกระบวนการในช่วงการประมวลภาพแบบเซล-เชดนั้นจะเป็นกระบวนการปรับปรุงคุณภาพของเมชโดยทำการคืนรายละเอียดในส่วนขอบรูปและส่วนที่เป็นเส้นเงากลับมาพร้อมกับทำการประมวลภาพแบบเซล-เชด โดยการทำงานในส่วนนี้จะเป็นการทำงานแบบทันที ขั้นตอนการทำงานโดยรวมจะแสดงได้ดังรูป 3.2



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการทำงานโดยรวมของระบบ

3.1 ขั้นตอนการประมวลภาพแบบเซล-เชด

กระบวนการที่ใช้ในการประมวลภาพแบบเซล-เชดมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1.1 การหาค่าสีในแต่ละบริเวณ ทำได้โดยการคำนวณ โดยใช้สูตรคำนวณ

$$Color = Ambient + max(N \cdot L, 0)x\ Diffuse \qquad (8)$$

3.1.2 ปรับค่าระดับสีตามระดับความเข้มที่แบ่งช่วงตามค่าแบ่งขีด

3.1.3 หาขอบรูปโดยการหาขอบของเมช ด้วยวิธีการดูค่าเวกเตอร์ตั้งฉากของจุดบนเมช โดย

3.1.3.1 คำนวณหาขอบร่วมของเมชมาสร้างตารางเพื่อลดความซ้ำซ้อนของขอบที่เกิดขึ้นบนเมช

3.1.3.2 สำหรับขอบแต่ละขอบในตารางขอบร่วม ให้ทำดังนี้

- คำนวณ V จาก การ นำค่าตำแหน่งจุดจ้องมอง ลบกับจุดใดจุดหนึ่งที่ขอบ

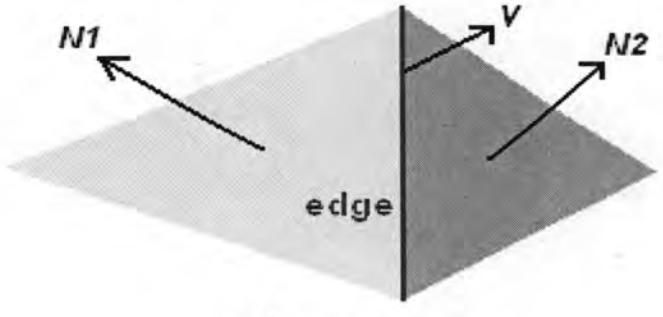
- ตรวจว่าเป็นเส้นขอบโดยใช้สมการ

$$(N1 \cdot V) \times (N2 \cdot V) \leq 0 \qquad (9)$$

กำหนดให้เป็นเส้นขอบถ้าสมการเป็นจริง โดยที่

N1 คือ ค่าเวกเตอร์ตั้งฉากของพื้นผิวที่มีขอบร่วมกันอันที่ 1

N2 คือ ค่าเวกเตอร์ตั้งฉากของพื้นผิวที่มีขอบร่วมกันอันที่ 2



รูปที่ 3.3 การหาเส้นขอบ

3.1.4 วาดรูปทั้งหมดจากข้อมูลจากขั้นตอนก่อนหน้า

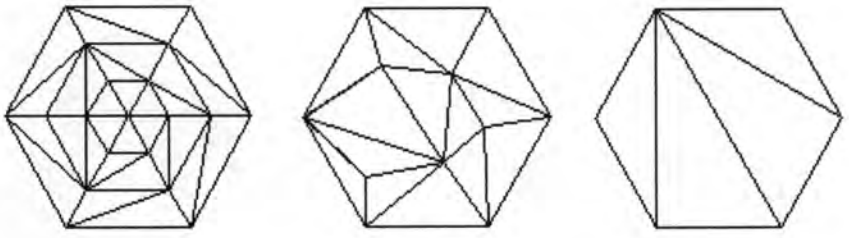
3.2 ขั้นตอนการลดรายละเอียดของเมช

การลดรายละเอียดของเมชในงานวิจัยนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ซึ่งเป็นการลดทอนรายละเอียดของเมชในกระบวนการก่อนหน้า ประกอบด้วย การลดทอนรายรายละเอียดของเมช โดยการลบเส้นขอบที่เป็นเส้นขอบที่ซ้ำซ้อนในการประมวลภาพแบบเซล-เชด ออกให้หมด ซึ่งเมชที่ได้จากกระบวนการนี้จะได้เมชที่เมื่อประมวลภาพแบบเซล-เชด แล้วจะได้ภาพที่มีความเพี้ยนจาก

เมชต้นแบบน้อยมาก เราจะใช้เมชที่ได้ทำการลบเส้นขอบที่ซ้ำซ้อนนี้เป็นเมชตั้งต้นในการคืนรายละเอียดในขั้นต่อไป และ การลดรายละเอียดของเมชในส่วนที่ 2 คือการลดทอนรายละเอียดตามค่าน้ำหนักของเส้นขอบโดย การตรวจสอบเส้นขอบคม และ เส้นขอบฐาน โดยวิธี เอสโอดี กระบวนการที่ใช้ในการลดรายละเอียดของเมชที่ใช้ในแต่ละส่วนมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.2.1 การลบเส้นขอบที่ซ้ำซ้อน

ขั้นตอนนี้จะเป็นการปรับปรุงเมชต้นแบบ ให้มีความกะทัดรัดที่สุดโดยไม่มีผลต่อรูปร่างโครงสร้างหลักแต่อย่างใด ซึ่งจะทำโดยการลดจำนวนหน้าสามเหลี่ยมที่อยู่ในระนาบเดียวกันให้ในแต่ละหน้าระนาบประกอบด้วยหน้าสามเหลี่ยมให้น้อยที่สุด



(a) (b) (c)

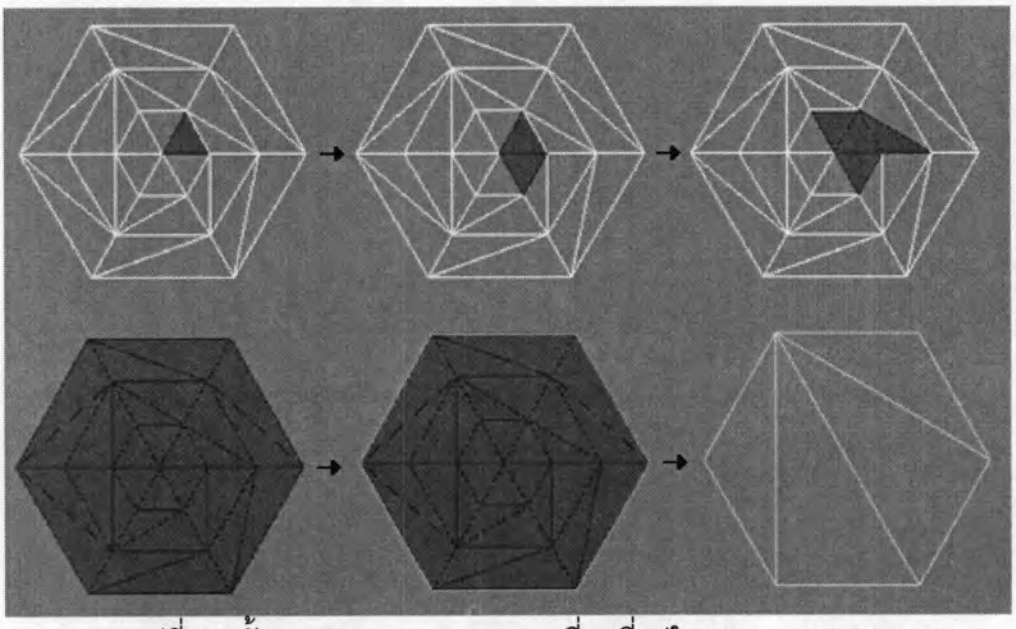
รูปที่ 3.4 การลดรายละเอียดของเมชในระนาบ
(a) ต้นแบบ (b) ลดรายละเอียดที่ยังไม่ดีที่สุด (c) ลดรายละเอียดแบบดีที่สุด

ขั้นตอนการตรวจสอบหาหน้าสามเหลี่ยมที่อยู่ในระนาบ มีดังต่อไปนี้

- สุ่มเลือกหน้าสามเหลี่ยมที่อยู่ในเมชมา 1 หน้า
- ตรวจหน้าสามเหลี่ยมที่อยู่ติดกันว่า มี เวกเตอร์ตั้งฉากไปในทิศทางเดียวหรือไม่ ถ้าไปในทิศทางเดียวกัน แสดงหน้าสามเหลี่ยมนั้นๆ เป็นหน้าสามเหลี่ยมที่อยู่ในระนาบเดียวกัน ตั้งให้หน้าสามเหลี่ยมเป็นกลุ่มระนาบเดียวกัน
- ตรวจสอบหน้าสามเหลี่ยมที่อยู่ติดกันไปเรื่อยๆ จนกว่าจะไม่พบหน้าสามเหลี่ยมที่อยู่ในระนาบเดียวกันอีกแล้ว
- สุ่มเลือกหน้าสามเหลี่ยมที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มระนาบใดๆขึ้นมาแล้วทำตามกระบวนการไปเรื่อยๆ จนครบทุกหน้าสามเหลี่ยมในเมช

ขั้นตอนการลดทอนรายละเอียดแบบดีที่สุดของสามเหลี่ยมที่อยู่ในระนาบ มีดังต่อไปนี้

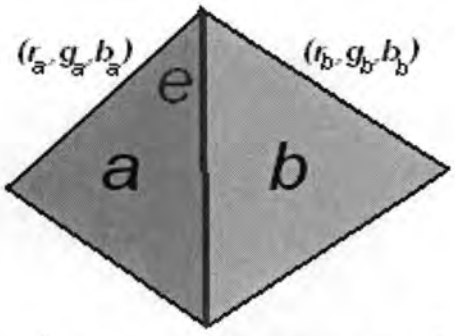
- นำกลุ่มหน้าสามเหลี่ยมที่อยู่ในระนาบเดียวกันมาพิจารณาที่ละกลุ่ม ตรวจสอบหาหน้าสามเหลี่ยมที่เป็นขอบระนาบซึ่งจะเป็นหน้าสามเหลี่ยมที่มีหน้าสามเหลี่ยมประกบอยู่เพียงด้านเดียว
- เลือกจุดจากเส้นขอบของหน้าสามเหลี่ยมที่เป็นขอบของระนาบ มาจุดหนึ่ง จากนั้นทำการลากจุดจากจุดๆนั้นไปยังทุกจุดที่เส้นขอบของหน้าสามเหลี่ยมทุกๆหน้าที่เป็นขอบของระนาบ จะได้ระนาบที่มีรายละเอียดน้อยที่สุด
- ทำเช่นนี้กับกลุ่มระนาบอื่นๆ ให้ครบ ทั้งเมช



รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการตรวจสอบสามเหลี่ยมที่อยู่ในระนาบ และ การลดทอนรายละเอียดแบบดีที่สุด

3.2.2 ทำการตรวจหาเส้นขอบคม

ในการตรวจหาเส้นขอบคม ซึ่งเส้นขอบใดๆนั้นจะเป็นเส้นขอบคมก็ต่อเมื่อ เส้นขอบนั้นเป็นเส้นขอบแบ่งขอบเขต หรือ เส้นขอบนี้เป็นเส้นขอบที่แบ่งสีของเมช โดยกำหนดให้แต่ละรูปสามเหลี่ยมมีค่าสีเป็น r,g และ b (ค่าสีแดง,ค่าสีเขียว และ ค่าสีน้ำเงิน) โดยจะอ่านค่าสี r,g และ b ของแต่ละพื้นผิวรูปสามเหลี่ยม เพื่อจะตรวจสอบความแตกต่างของสีระหว่างพื้นผิว a และ b ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 การตรวจเส้นขอบคมจากค่าสี

โดยถ้าค่าความแตกต่างของสีนั้นเกินค่าที่ตั้งไว้ค่าคงที่ T ค่าหนึ่ง เราจะกำหนดให้เส้นขอบนี้เป็นเส้นขอบคมเมื่อเป็น ดังสมการ

$$|r_a - r_b| + |g_a - g_b| + |b_a - b_b| > T \qquad (9)$$

3.2.3 ทำการหาเส้นขอบฐาน

การหาเส้นขอบเสมือนโดยจะพิจารณาจากเส้นขอบที่มีหน้าสามเหลี่ยมประกบทั้งสองด้านคือหน้าสามเหลี่ยมพื้นผิว a และ หน้าสามเหลี่ยมพื้นผิว b อยู่ในระนาบเดียวกัน แล้วหาค่าน้ำหนักของเส้นขอบเสมือน โดยใช้สูตรการคำนวณดังนี้

$$w(e) = -n_a \bullet n_b \qquad (10)$$

เมื่อ n_a คือ เวกเตอร์ตั้งฉากจากพื้นผิว a และ n_b คือ เวกเตอร์ตั้งฉากจากพื้นผิว b จากนั้นจะพิจารณาเส้นขอบเสมือนโดยคำนวณน้ำหนักเส้นสมมุติที่ตัดกันกลับเส้นเดิมซึ่งจะเป็นเส้นขอบเสมือนหากค่าที่ได้มากกกว่าน้ำหนักอันแรกให้สลับเส้นขอบ

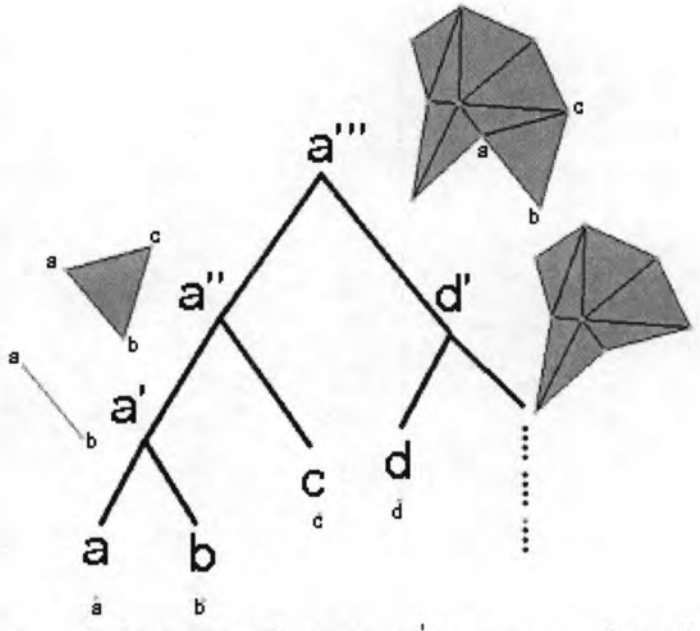
3.2.4 ทำการเลือกเส้นขอบเพื่อทำการลบ

จุดที่อยู่บนเส้นขอบที่เหลือจะถูกลบออกไปตามลำดับของค่าน้ำหนักที่คำนวณได้ โดยหลังจากที่ทำการลบเส้นขอบออกไปแล้ว ค่าน้ำหนักของแต่ละเส้นขอบจะเปลี่ยนไป ดังนั้นจะทำการคำนวณใหม่เพื่อตรวจสอบว่ามีเส้นขอบฐานเกิดขึ้นหรือไม่ จากนั้นก็จะทำการลบเส้นขอบอีกครั้ง และทำเช่นนี้ไปจนกระทั่งไม่มีเส้นขอบใดที่จะทำการลบได้อีก

3.3 การเก็บรายละเอียดที่ถูกลดทอนของเมช

เมื่อเมชได้ถูกลดทอนรายละเอียด เมชนั้นๆจะมีข้อมูลของโครงสร้างที่เปลี่ยนไป ซึ่งหากไม่มีการเก็บข้อมูลของเมชที่ถูกลดทอนไปแล้วนั้นจะทำให้ไม่สามารถคืนรายละเอียดให้แก่เมชนั้นๆได้ โดยในการเก็บรายละเอียดของเมชที่ถูกลดทอนในงานวิจัยนี้ มีแนวคิดที่ว่าในการคืนรายละเอียดของเมชนั้นจะใช้วิธีคืนรายละเอียดในเฉพาะส่วนที่ต้องการได้ ดังนั้นในการเก็บข้อมูลเราจะทำการ

เก็บรายละเอียดแบบแยกตามจุด ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้วิธีลดทอนรายละเอียดโดยการลบเส้นขอบ ดังนั้นในการลดจุดนั้นจะเป็นการรวมจุดทีละ 2 จุด จึงเป็นการเก็บข้อมูลแบบโครงสร้างต้นไม้ ดังรูปที่3.7



รูปที่ 3.7 การเก็บข้อมูลรายละเอียดของเมชที่ถูกลดทอนแบบโครงสร้างต้นไม้

ข้อมูลของเมชเดิมทั้งหมด คือ จุด a, b, c, d ฯลฯ จะถูกเก็บไว้ ซึ่งจะเก็บข้อมูล ของ ข้อมูลเกี่ยวกับจุดที่ติดกับจุดนั้น ตำแหน่ง และ องศาการหมุน ในแกน x, y, z ค่าเวกเตอร์ตั้งฉาก โดยจะเป็นค่าที่อ้างอิงกับ จุดa''' ที่เป็นจุดที่อยู่ในเมชใหม่ เพื่อสามารถคืนรายละเอียดได้อย่างสมบูรณ์ ในขั้นตอนการคืนรายละเอียด

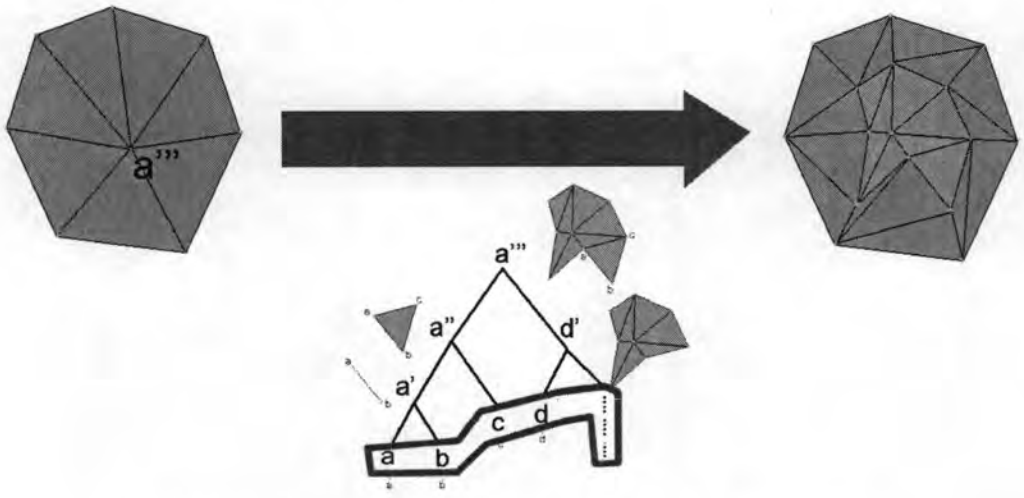
ขั้นตอนการในการเก็บรายละเอียดที่ถูกลดทอนของเมชมีดังนี้

- เมื่อทำการค่าน้ำหนักเส้นขอบทุกเส้นในเมชแล้วเลือกเส้นขอบที่มีค่าน้ำหนักน้อยที่สุด
- นำจุดบนเส้นขอบมาพิจารณาว่าจุดใดจะถูกยุบรวม โดยพิจารณาจากค่าน้ำหนักของเส้นขอบที่เกิดขึ้นหลังทำการยุบรวมจุดโดยเลือกจุดที่มีค่าน้ำหนักน้อยกว่า
- นำข้อมูลของจุดที่จะถูกยุบรวมมาสร้างลิสต์ของจุดที่ถูกยุบรวมที่จุดที่เกิดขึ้นใหม่ และถ้าจุดที่ถูกยุบรวมเป็นจุดที่เกิดจากการยุบรวม ให้นำลิสต์ของจุดที่ถูกยุบรวมของจุดนั้นมาใส่ในลิสต์ของจุดใหม่ด้วย
- ทำการลบข้อมูลของจุดที่ถูกยุบรวมออกจากข้อมูลเมช

3.4 การคืนรายละเอียดของเมช

เมื่อนำเมชที่ถูกลดทอนรายละเอียดมาประมวลภาพจะทำการตรวจสอบจุดที่เป็นขอบและเงาของภาพแบบการ์ตูน เพื่อจะทำการคืนรายละเอียดในตำแหน่งนั้น โดยวิธี การแยกจุดของเมช โดยจะค้นกลับไปยังจุดที่ถูกลดทอนลงไปเพื่อทำการคืนรายละเอียดของเมช.ในตำแหน่งนั้นๆ

การคืนรายละเอียดของเมชนั้นจะมีการสืบค้นข้อมูล เมชต้นแบบ ที่ได้เก็บเอาในขั้นตอนการลดทอนรายละเอียดของเมช ซึ่งจะทำการคืนรายละเอียดของแต่ละจุดนั้นจะทำการสืบค้นลงไปยังที่ปลายสุดของกิ่งข้อมูลแบบไบนารีทรี ซึ่งจุดทั้งหมดที่ได้จากการสืบค้นจะนำมาแทนที่ จุดที่จะทำการคืนรายละเอียด โดยจะนำข้อมูล ตำแหน่ง และ องศาการหมุน ในแกน x, y, z ค่าเวกเตอร์ตั้งฉาก มาใช้โดยจะอ้างอิงจากจุดที่จะทำการคืนรายละเอียด ส่วนข้อมูลเกี่ยวกับจุดที่ติดกับจุดนั้นจะต้องทำการตรวจสอบก่อนว่าจุดนั้นถูกยุบรวมไปเป็นจุดใดหรือไม่ หากถูกยุบรวมไปให้ชี้ไปที่จุดที่เป็นจุดยุบรวมแทน เมื่อทำการคืนรายละเอียดของเมชแล้วเมชที่ได้ในส่วนที่คืนคืนรายละเอียดจะมีรูปร่างเหมือนเมชในส่วนนั้นๆ ของเมชต้นแบบ ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 การคืนรายละเอียดของเมชโดยการสืบค้นข้อมูลของเมช

ขั้นตอนการในการคืนรายละเอียดของเมชมีดังนี้

- เมื่อทำการคำนวณหาเส้นขอบที่เป็นเส้นขอบรูปแล้ว
- นำจุดบนเส้นขอบมาพิจารณาว่าจุดนั้นเป็นจุดที่เกิดจากการยุบรวมหรือไม่โดย ค้นหาข้อมูลจากลิสต์ของจุดที่ถูกยุบรวมของจุดนั้น
- ทำการแยกที่เกิดจากการยุบรวมโดยนำข้อมูลจุดที่ถูกยุบรวมที่จุดๆนั้นจากลิสต์จุดที่ถูกยุบรวมที่จุดนั้น กลับมาใส่ในข้อมูลเมชที่จะนำไปประมวลภาพ
- นำข้อมูลเมชใหม่ไปทำการประมวลภาพแบบเซล-เชด

3.5 สรุป

ในการลดทอนรายละเอียดของเมช เพื่อการประมวลภาพแบบเซล-เชด จะต้องทำการลดทอนรายละเอียดของเมช ในส่วนที่ไม่สำคัญออกให้หมดโดยกระบวนการลดเส้นขอบที่ซ้ำซ้อนออก จากนั้นเราจะใช้กระบวนการลดทอนรายละเอียดโดยการ หาเส้นขอบคม และ เส้นขอบฐานอีเอสโอดี ซึ่งเป็นกระบวนลดทอนรายละเอียดตามค่าน้ำหนักของเส้นขอบ ซึ่งจะเป็นการลดทอนรายละเอียดที่เราจะสามารถคงเส้นขอบที่มีความสำคัญต่อโครงสร้างโดยรวมของรูปได้ และเราจะใช้วิธีการคืนรายละเอียดของเมชตามมุมมองในขั้นตอนการประมวลภาพแบบเซล-เชด ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณภาพของภาพในการประมวลภาพ และ ยังได้เมชที่มีรายละเอียดเพียงพอสำหรับการประมวลภาพแบบเซล-เชด แบบทันทีอีกด้วย