# บทที่ 1

# บทนำ

การจำลองลักษณะการเคลื่อนไหวของก้อนเมฆเสมือนจริงในชั้นบรรยากาศ ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานหลากหลายรูปแบบ เช่น การสร้างสภาพแวดล้อมชั้นบรรยากาศของโปรแกรมจำลองการฝึกบิน การสร้างฉากสภาพอากาศในภาพยนตร์สามมิติแบบพิเศษตามจุดมองของผู้ชม ซึ่งลักษณะของงานเหล่านี้ จำเป็นต้องจำลองลักษณะการเคลื่อนไหวของก้อนเมฆเสมือนจริงได้ในแบบทันทีทันใด ตามหลักเชิงฟิสิกส์พลศาสตร์ของไหล

## ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการสร้างแบบจำลองการเคลื่อนที่ของก้อนเมฆเชิงฟิสิกส์ ซึ่งพื้นฐานของแบบจำลองเชิงฟิสิกส์นั้น ใช้หลักทฤษฎีพลศาสตร์ของไหล และพลวัตความร้อน โดยอาศัยข้อมูลปัจจัยและองค์ประกอบทางกายภาพ ซึ่งเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ ความเร็วลม ความกดอากาศ อุณหภูมิ ละอองน้ำ และการควบแน่น มาใช้คำนวณลักษณะการเคลื่อนที่ของก้อนเมฆ โดยข้อมูลที่คำนวณได้ในแต่ละหน่วย จะถูกจัดเก็บอยู่ภายในพื้นที่สามมิติ ซึ่งในแต่ละรอบของการจำลองการเคลื่อนที่ของก้อนเมฆ ข้อมูลภายในพื้นที่สามมิติเหล่านี้ จะถูกคำนวณขึ้นมาใหม่ทุกครั้ง และด้วยปริมาณของการคำนวณจำนวนมากดังกล่าว จึงส่งผลกระทบโดยตรงต่อประสิทธิภาพในการจำลองการเคลื่อนที่ของก้อนเมฆในแบบทันที ดังนั้น การสร้างแบบจำลองด้วยวิธีการดังที่กล่าวมานี้ จึงจำเป็นต้องหาแนวทางในการปรับปรุง และพัฒนาเทคนิคแบบใหม่ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจำลองการเคลื่อนที่ของก้อนเมฆ

หากพิจารณาลักษณะ และรูปร่างของก้อนเมฆจริง ที่ล่องลอยอยู่ในชั้นบรรยากาศ จะสังเกตเห็นว่า รูปร่างของก้อนเมฆจริงนั้น มีลักษณะเป็นกลุ่มของลายผิวรูปแบบหนึ่ง ที่มีระยะของลายกระจายตัวแบบเฟ้นสุ่ม ซึ่งลวดลายสามมิติของก้อนเมฆเหล่านี้ จะเปลี่ยนแปลงไปตามปัจจัยทางกายภาพของการเกิดเมฆ และหากพิจารณาว่า การจำลองก้อนเมฆนั้น สามารถทำให้ข้อมูลของลายผิวที่อยู่ภายในพื้นที่สามมิติ มีลักษณะเป็นกลุ่มของข้อมูล ที่สามารถจำแนกออกมาเป็นกลุ่มลายผิวย่อยได้ ข้อมูลของกลุ่มลายผิวย่อยเหล่านี้ จึงควรที่จะสามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่ในพื้นที่อื่น เพื่อลดขั้นตอนในการคำนวณ

การนำแบบจำลองการเคลื่อนที่พลศาสตร์ของไหล มาประยุกต์ใช้ร่วมกับงานที่มีลักษณะแบบ การไม่คำนึงถึง ความแม่นยำของผลลัพธ์ในเชิงฟิสิกส์ แต่เน้นหลักที่ความเร็วของการแสดงผลลัพธ์ เช่น การจำลองก้อนเมฆในภาพยนตร์ ซึ่งลักษณะของงานเช่นนี้ อาจนำเทคนิคแบบอื่นมาประยุกต์ใช้ผสมผสาน เพื่อลดขั้นตอนของการคำนวณลงได้ อย่างไรก็ดี เทคนิคที่นำมาผสมผสานดังกล่าว จะต้องสามารถทำงานภายใต้ทฤษฎีตามหลักการทางฟิสิกส์ได้ด้วย เพื่อยังคงไว้ซึ่งความสมจริงในการแสดงผลเชิงฟิสิกส์

แบบจำลองแลตทิซ-โบทสแมนน์ หรือ แอลบีเอ็ม เป็นแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงฟิสิกส์อีกชนิดหนึ่ง ซึ่งทำการคำนวณ โดยอาศัยองค์ประกอบของอนุภาคย่อยในระดับจุลภาค จึงทำให้การแก้สมการสามารถทำได้ง่ายในแบบเชิงเส้น ซึ่งเมื่อนำผลลัพธ์ และพฤติกรรมของอนุภาคย่อยในระดับจุลภาคเหล่านี้ รวมเข้าด้วยกันจะทำให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์พลวัตของไหลในระดับมหภาค โดยเฉพาะค่าพลังงานจลพลศาสตร์ เป็นค่าที่สะท้อนถึงพลังงานของการเคลื่อนที่

จากการศึกษาขั้นตอน และวิธีการที่ใช้ในการสังเคราะห์ลายผิวแบบเฟ้นสุ่ม ของแผ่นแวงไทล์ในระบบภาพสองมิติ พบว่าขั้นตอนวิธีดังกล่าว เป็นวิธีการสังเคราะห์ลายผิวขนาดใหญ่จากกลุ่มตัวอย่างลายผิวต้นแบบขนาดเล็ก ที่เชื่อมต่อประสานกัน โดยลักษณะระยะของลายผิวกระจายตัวแบบเฟ้นสุ่มที่ไม่ซ้ำกัน โดยแผ่นแวงไทล์ดังกล่าว มีลักษณะเป็นแผ่นสี่เหลื่อมจัตุรัสของลายผิวต้นแบบ ซึ่งขอบแต่ละด้านมีสีกำกับไว้ทั้งสี่ด้าน โดยขอบสีแต่ละสีจะถูกใช้เป็นข้อกำหนดในการเชื่อมต่อแผ่นแวงไทล์เข้าด้วยกัน หรือเรียกว่า *การปูลาย* ซึ่งการปูลายของแผ่นแวงไทล์เหล่านี้จะไม่สามารถหมุนกลับทิศทางของแผ่นได้ ดังนั้น จำนวนของสีที่นำมาใช้กำกับขอบสี จะเป็นตัวกำหนดจำนวน และลักษณะความหลากหลายของรูปแบบในการปูลาย ซึ่งความหลากหลายนี้จะมีความสัมพันธ์โดยตรง กับลักษณะการกระจายตัวของลายผิว นอกจากนี้ การกำหนดสีของแผ่นแวงไทล์ สามารถกำหนดไว้ได้ที่มุมทั้งสี่ของแผ่น ทำให้รูปแบบ และลักษณะของการกระจายตัวแบบเฟ้นสุ่มมีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น

ลูกบาศก์แวงคิวก์เป็นการพัฒนารูปแบบจากแผ่นแวงไทล์สองมิติ จนกลายมาเป็นลูกบาศก์สามมิติ ใช้สำหรับการสังเคราะห์ลายผิวเฟ้นสุ่มแบบสามมิติ ซึ่งมีคุณสมบัติพื้นฐานคล้ายกับแผ่นแวงไทล์ หากแต่มีจุดแตกต่างอยู่ที่ ลูกบาศก์แวงคิวก์ จะกำกับสีไว้ที่ผิวหน้าของลูกบาศก์ทั้งหกด้าน และวิธีการปูลาย จะต้องให้สีแต่ละด้านมีหน้าสีที่เหมือนกัน ดังนั้น จำนวนของสีที่ผิวหน้าของลูกบาศก์ จึงมีความสัมพันธ์กับจำนวนกลุ่มตัวอย่างต้นแบบแวงคิวก์ รวมถึงลักษณะความหลากหลายของรูปแบบลายผิวสามมิติ

หากพิจารณาการสังเคราะห์ลายผิวสามมิติ ซึ่งเกิดจากการปูลายของกลุ่มตัวอย่างลูกบาศก์แวงคิวก์ เปรียบเทียบกับการจำลองการเคลื่อนที่ของก้อนเมฆเชิงฟิสิกส์ ซึ่งมีลักษณะของข้อมูล ที่สามารถจำแนกเป็นกลุ่มย่อยในพื้นที่สามมิติ จะสังเกตเห็นถึงความสอดคล้องกันในเรื่องรูปแบบของการสังเคราะห์ โดยหากสามารถ ทำการสังเคราะห์ กลุ่มลายผิวต้นแบบสามมิติของก้อนเมฆ จากกลุ่มของข้อมูลที่อยู่ภายในพื้นที่สามมิติ และกำหนดให้รูปแบบของสีที่ผิวหน้าของลูกบาศก์ มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบทางกายภาพ ในการเคลื่อนที่ของก้อนเมฆเชิงฟิสิกส์แล้ว การเคลื่อนที่ของก้อนเมฆนั้น จึงเปรียบเสมือนเป็นการเลือกกลุ่มของลูกบาศก์ต้นแบบที่มีสีที่ผิวหน้าสัมพันธ์กับองค์ประกอบทางกายภาพดังกล่าว ขึ้นมาทำการปูลาย แทนการคำนวณของข้อมูลภายในพื้นที่สามมิติใหม่ทั้งหมด ทำให้สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการจำลองการเคลื่อนที่ของก้อนเมฆได้ดียิ่งขึ้น

จากแนวความคิดและข้อสมมุติฐานดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษา และพัฒนาขั้นตอนวิธี ตลอดจนวิธีการทำให้เกิดผลที่เป็นจริง ในการประยุกต์ใช้แบบจำลองแลตทิซ-โบทสแมนน์ร่วมกับเทคนิคการสังเคราะห์ลายผิวสามมิติ และการปูลายผิวสามมิติลูกบาศก์แวงคิวก์มาจำลองการเคลื่อนที่ของก้อนเมฆในชั้นบรรยากาศแบบทันทีทันใด โดยเน้นที่ประสิทธิภาพของการแสดงผล มากกว่าความแม่นยำของผลลัพธ์ในเชิงฟิสิกส์

## วัตถุประสงค์และขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษา การจำลองลักษณะการเคลื่อนที่พลศาสตร์ของไหล ด้วยแบบจำลองแลตทิซ-โบทสแมนน์ร่วมกับวิธีการปูลายผิว ซึ่งวัตถุประสงค์และขอบเขตของงานวิจัยนี้มีดังนี้

1. เพื่อจำลองลักษณะการเคลื่อนที่ของก้อนเมฆ ในชั้นบรรยากาศแบบทันที
2. เพื่อศึกษาแบบจำลองก้อนเมฆพลศาสตร์ของไหล และเทคนิคของการสังเคราะห์ลายผิวแบบเฟ้นสุ่ม
3. เพื่อศึกษาวิธีการประยุกต์ใช้แบบจำลองแลตทิซ-โบทสแมนน์ ร่วมกับการสังเคราะห์และการปูลายผิวด้วยแวงคิวก์
4. งานวิจัยนี้มุ่งเน้นที่ความเร็วในการแสดงลายผิวของก้อนเมฆ ซึ่งมีลักษณะการเคลื่อนที่อ้างอิงพลศาสตร์ของไหล มิได้เน้นที่ความแม่นยำของการจำลองตามหลักเชิงฟิสิกส์

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาถึงขั้นตอนวิธี และวิธีการทำให้เกิดผลที่เป็นจริง ซึ่งประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัยนี้มีดังนี้

1. สามารถจำลองการเคลื่อนที่ของก้อนเมฆ ในชั้นบรรยากาศแบบทันที
2. ผลการศึกษาของขั้นตอนวิธี ในการประยุกต์ใช้แบบจำลองแลตทิซ-โบทสแมนน์ ร่วมกับวิธีการปูลายผิวแวงคิวก์ สำหรับการจำลองก้อนเมฆ
3. ผลการศึกษาในการกำหนดองค์ประกอบของปัจจัย และความสัมพันธ์ที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการสังเคราะห์ และการปูลายผิว
4. สามารถนำแนวความคิดและขั้นตอนวิธี ของงานวิจัยนี้ ไปประยุกต์ใช้จำลองลักษณะสสารพลศาสตร์ของไหลประเภทอื่นได้

## รายละเอียดของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้จัดแบ่งเนื้อหาข้อมูลออกเป็น 5 บท โดยแต่ละบทได้นำเสนอข้อมูลซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

บทที่ 1 บทนำ ได้กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ซึ่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ความสนใจในการศึกษาหาวิธีแก้ไขให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ ภายใต้ขอบเขตของการวิจัย เพื่อให้เกิดประโยชน์ ตามที่คาดว่าจะได้รับ

บทที่ 2 นำเสนอผลงานวิจัยและงานเขียนที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งแยกเนื้อหาออกเป็นสองส่วนหลัก เนื้อหาส่วนแรก เป็นส่วนของตัวแบบจำลองก้อนเมฆ ซึ่งส่วนนี้ได้อธิบายถึงหลักการของแบบจำลองโดยสมการเนฟเออร์สโตรกส์ และการทำงานของแบบจำลองแลตทิซ-โบทสแมนน์ ส่วนเนื้อหาอีกส่วนเป็นข้อมูลเกี่ยวกับเทคนิคการสังเคราะห์ลายผิว ซึ่งเน้นเทคนิคการสังเคราะห์และปูลายแบบเฟ้นสุ่มด้วยแวงไทล์ และแวงคิวก์

บทที่ 3 แสดงวิธีการวิจัย ของขั้นตอนวิธีในการปูลายผิวลูกบาศก์แวงคิวก์ ร่วมกับแบบจำลองแลตทิซ-โบทสแมนน์ รวมทั้งขอบเขตและขั้นตอนของการทดสอบแบบจำลอง ตลอดจนวิธีการวัดผลการทดสอบ

บทที่ 4 ผลการทดสอบของแบบจำลองแลตทิซ-โบทสแมนน์ และผลการสังเคราะห์ลายผิวและการปูลายผิว

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ เพื่อใช้เป็นฐานองค์ความรู้สืบต่อไป