บทที่ 4

ระบบจินตทัศน์อัลกอริทึมสำหรับปัญหาทางทฤษฎีกราฟ

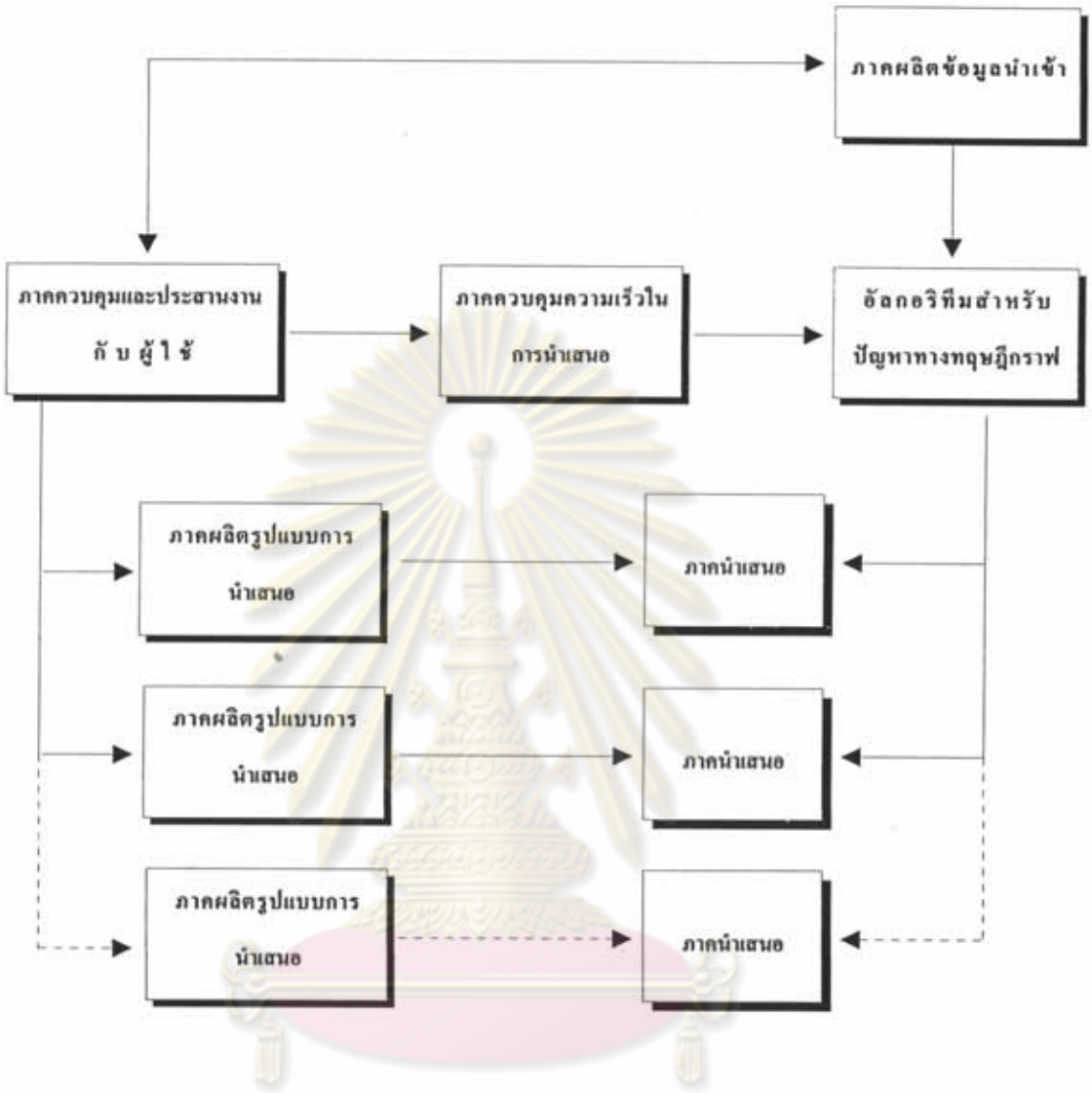
ระบบนี้เป็นระบบที่ใช้ในการแสดงผลของขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึมของกราฟ โดยใช้ภาพที่จำลองโครงสร้างข้อมูลแบบกราฟ หรือ สถานะต่างๆของการทำงานรวมเข้ากับการเปลี่ยนแปลงของภาพที่แสดงถึงความเป็นไปของการทำงาน ซึ่งทำให้เราสามารถติดตามการทำงานได้พร้อมกับทำให้เกิดความเข้าใจถึงขั้นตอนการทำงานได้ง่ายขึ้น ดังนั้นโครงงานวิทยานิพนธ์นี้จะทำการออกแบบและ พัฒนาระบบนี้ในแบบต่างๆดังได้กล่าวมาแล้ว และ เพื่อให้ระบบนี้เป็นที่แพร่หลาย และ มีประโยชน์อย่างมากระบบนี้จึงถูกพัฒนาภายใต้ระบบระบบปฏิบัติการไมโครซอฟดอส(MS-DOS) และไมโครซอฟวินโดว์(Microsoft Windows) ซึ่งเป็นระบบสภาวะแวดล้อมที่ได้รับความนิยมใช้งานได้ง่ายรวมทั้งมีส่วนติดต่อกับผู้ใช้ในรูปแบบของกราฟฟิคที่สื่อความหมายได้ดี จึงเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะนำมาใช้กับระบบจินตทัศน์อัลกอริทึมสำหรับปัญหาทางทฤษฎีกราฟ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โครงสร้างของระบบ

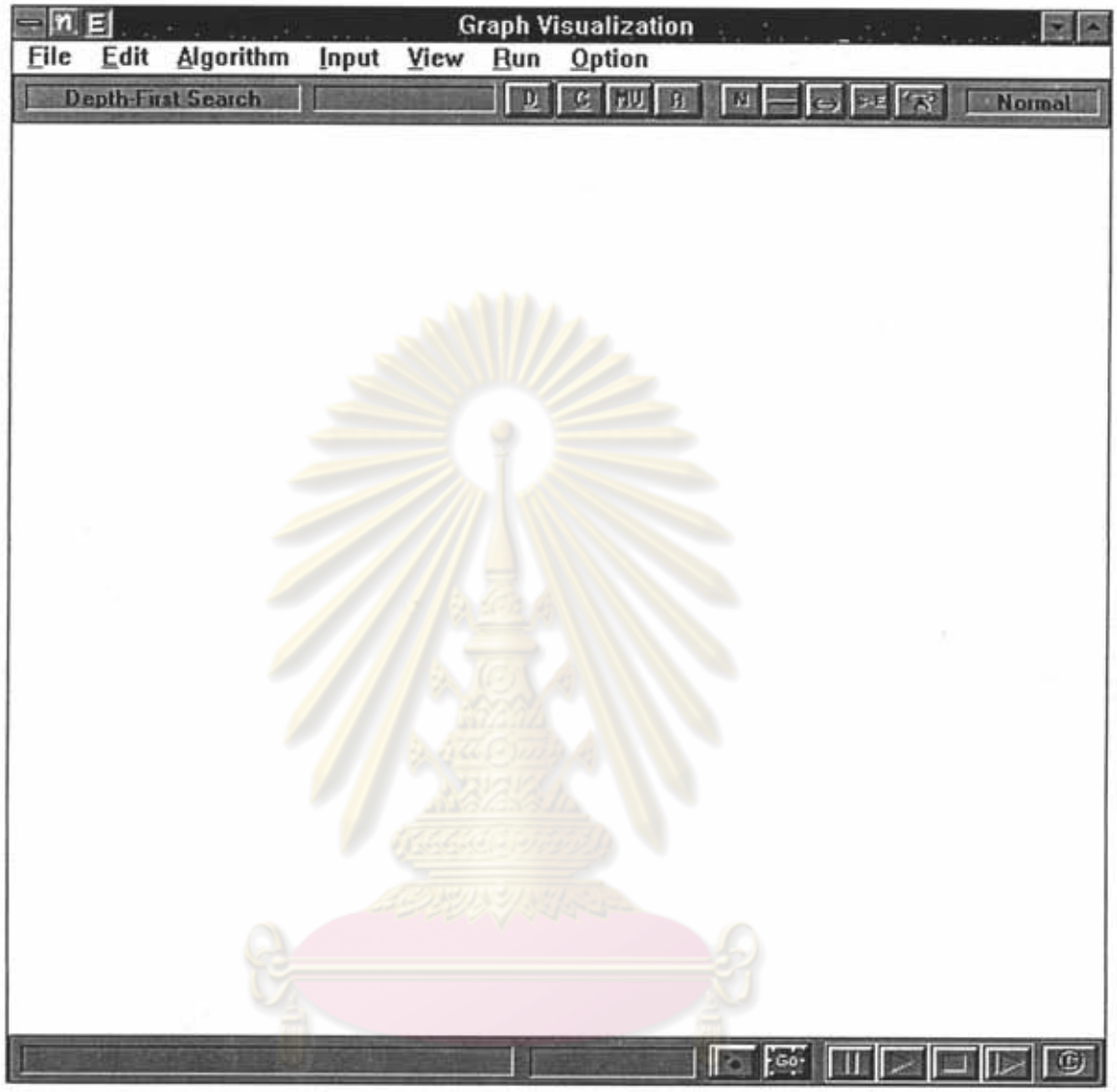
โครงสร้างของระบบประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ภาคด้วยกันดังนี้

1. **ภาคควบคุมและประสานงานกับผู้ใช้** ในส่วนนี้จะเป็นส่วนที่รับคำสั่งต่างๆ จากผู้ใช้ก่อนเริ่มการทำงานหรือในระหว่างการทำงาน โดยมีลักษณะเป็นเมนูและเป็นปุ่ม เช่นการเลือกอัลกอริทึมที่สนใจ , การเลือกข้อมูลนำเข้า , การสร้างและแก้ไขจุด และเส้น เป็นต้น นอกจากนี้ยังเป็นส่วนที่ช่วยให้การทำงานในการนำเสนอเป็นไปอย่างพร้อมๆกัน รูปที่ 4.2 แสดงส่วนของภาคควบคุมและประสานงานกับผู้ใช้



รูปที่ 4.1
แสดงโครงสร้างของระบบจินตทัศน์อัลกอริทึมสำหรับปัญหาทางทฤษฎีกราฟ

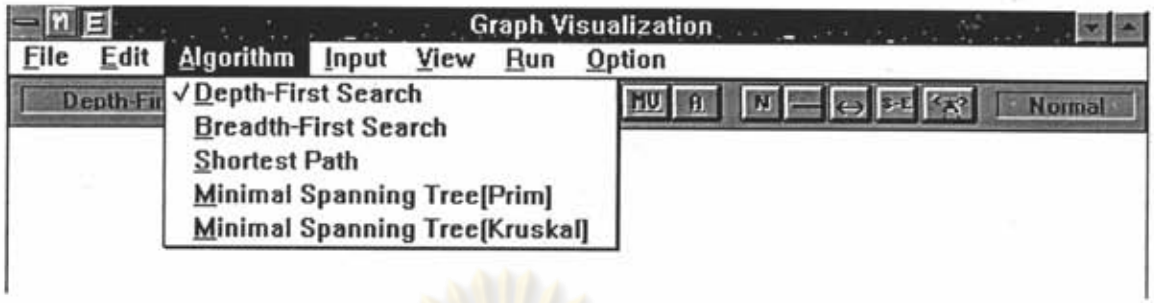
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.2 แสดงส่วนของภาคควบคุมและประสานงานกับผู้ใช้

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นภาคควบคุมและประสานงานกับผู้ใช้ยังมีการประสานงานกับภาคควบคุมอื่นๆ โดยการส่งข้อมูลถึงกันโดยอาศัยหลักการของ การแลกเปลี่ยนข้อมูลแบบพลวัต (DDE - Dynamic Data Exchange) มาช่วยทำให้การทำงานเป็นระบบมากยิ่งขึ้น เช่นนำมาใช้กับส่วนที่ใช้ในการควบคุมความเร็วของการนำเสนอ โดยมีมิเตอร์ความเร็วของรถยนต์แสดงระดับของความเร็วที่จะให้อัลกอริทึมทำงาน ซึ่งผู้ใช้สามารถปรับความเร็วได้ตามความต้องการ นอกจากนี้ภาคควบคุมและประสานงานกับผู้ใช้ยังมีหน้าที่ในการรับคำสั่งจากผู้ใช้ในการเลือกอัลกอริทึมแบบใดขึ้นมาศึกษาได้อีกด้วย ดังแสดงในรูปที่ 4.3 ซึ่งเป็นตัวอย่างแสดงส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้เพื่อเลือกอัลกอริทึมทางกราฟ



รูปที่ 4.3 แสดงส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้เพื่อเลือกอัลกอริทึมทางกราฟ

2. ภาคผลิตข้อมูลนำเข้า ในส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการผลิตข้อมูลนำเข้าเพื่อนำไปใช้ในการทำงานของอัลกอริทึมที่กำลังศึกษาอยู่โดยที่ข้อมูลเหล่านี้อยู่ในรูปของจุดและเส้น ซึ่งใช้วงกลมแทนจุด และ ใช้เส้นตรงแทนเส้นทาง ก่อนที่จะมีการสร้างหรือกำหนดข้อมูลผู้ศึกษาจำเป็นต้องเลือกชนิดของข้อมูลที่จะสร้างโดยผ่านทางภาคควบคุมและประสานงานกับผู้ใช้เสียก่อนดังรูปที่ 4.4 โดยที่ชนิดของข้อมูลมีอยู่ 2 ลักษณะด้วยกันคือ

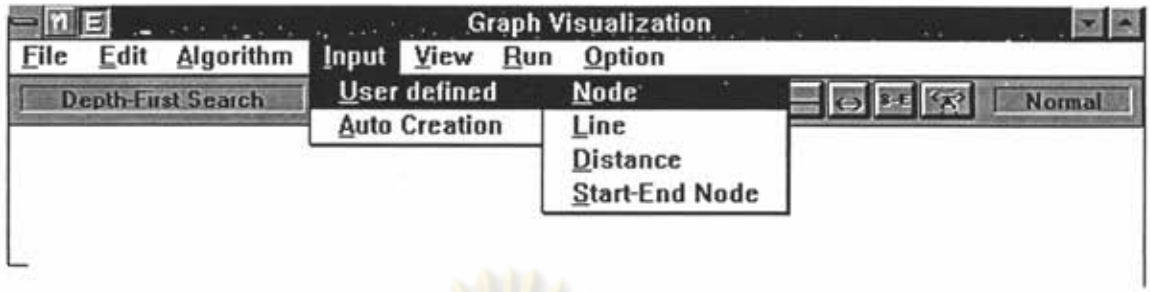
1. ข้อมูลที่ผู้ใช้กำหนดเอง ซึ่งในการกำหนด ผู้ศึกษาเสมือนใช้บรรณาธิกรในการสร้างกราฟ

2. ข้อมูลที่ให้โปรแกรมกำหนดโดยอัตโนมัติ โดยที่ผู้ศึกษาจะต้องระบุความต้องการเพื่อที่จะให้โปรแกรมกำหนดข้อมูลโดยอัตโนมัติดังนี้

- ระบุโครงสร้างของข้อมูลที่ต้องการ โดยมี 2 แบบด้วยกันคือ ต้นไม้ หรือ กราฟ
- ระบุจำนวนจุดที่ต้องการ โดยสามารถระบุได้ตั้งแต่ 2 จุด ถึง 100 จุด

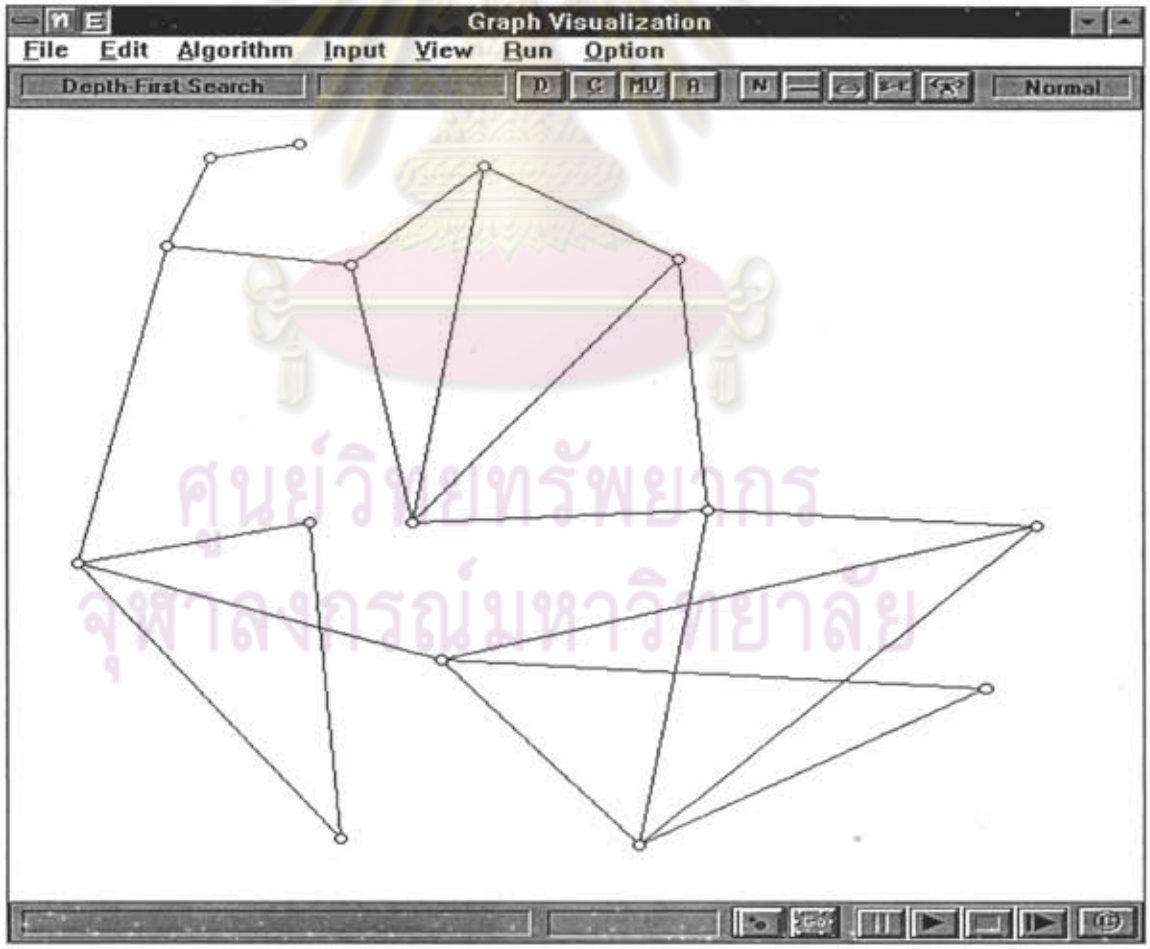
เมื่อผู้ศึกษาระบุความต้องการเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะสร้างกราฟให้อัตโนมัติ โดยใช้หลักการของการกำหนดตัวเลขแบบสุ่ม (Random Number) มาช่วยในการกำหนดตำแหน่งของจุดในพื้นที่สร้างกราฟ และ กำหนดดีกรี (degree) ของจุดให้มีค่าอยู่ในช่วง 1 ถึง 4 ซึ่งดีกรีของจุดอาจมากกว่า 4 ทั้งนี้ก็ย่อมขึ้นอยู่กับการตรวจสอบให้รูปกราฟเป็นกราฟต่อเนื่องด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.4 แสดงส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้เพื่อเลือกชนิดของข้อมูลนำเข้า

จากรูปที่ 4.5 เป็นตัวอย่างของข้อมูลที่ถูกผลิตซึ่งข้อมูลที่ได้จะมีลักษณะเป็นวงกลม และเส้นเชื่อมโยงระหว่างวงกลม เมื่อทำการผลิตข้อมูลนำเข้าเรียบร้อยแล้วยังสามารถบันทึกข้อมูลเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลเพื่อนำกลับมาใช้งานในครั้งต่อไปได้



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.5 แสดงตัวอย่างของการผลิตข้อมูลนำเข้า

3. อัลกอริทึมทางกราฟ เป็นอัลกอริทึมที่ผู้ใช้กำลังสนใจศึกษาและต้องการทำความเข้าใจถึงขั้นตอนการทำงานของแต่ละอัลกอริทึม หรือเพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางทฤษฎีกราฟ เมื่อเริ่มการทำงานของอัลกอริทึม อัลกอริทึมจะนำข้อมูลที่ได้จากภาคผลิตข้อมูลนำเข้ามาผ่านกระบวนการทำงานของอัลกอริทึมที่กำลังสนใจ พร้อมกับส่งผลการทำงานในแต่ละขั้นตอนไปยังภาคนำเสนอเพื่อแสดงขั้นตอนการทำงานต่อไป สำหรับโครงงานวิทยานิพนธ์นี้ประกอบด้วยอัลกอริทึมทางกราฟดังนี้

- อัลกอริทึมการค้นหาในแนวลึก
- อัลกอริทึมการค้นหาในแนวกว้าง
- อัลกอริทึมในการหาทางเดินสั้นที่สุดของดิสตรา
- อัลกอริทึมในการหาต้นไม้แบบทอดข้ามที่เล็กที่สุดของครูสกัล
- อัลกอริทึมในการหาต้นไม้แบบทอดข้ามที่เล็กที่สุดของพริม

4. ภาคควบคุมความเร็วในการนำเสนอ ในการนำเสนอระบบจินตทัศน์อัลกอริทึมองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งที่จะส่งผลให้การนำเสนอให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิผล ก็คือความสามารถในการควบคุมความเร็วในการนำเสนอ ซึ่งจะมีหน้าที่ในการควบคุมความถี่ในการลากเส้นจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งให้กับตัวประสานงานกับผู้ใช้เพื่อสั่งให้อัลกอริทึมทำงานอีกทีหนึ่ง ซึ่งหลักการทำงานได้ใช้การแลกเปลี่ยนข้อมูลแบบพลวัติมาช่วยในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างภาคควบคุมความเร็วกับภาคนำเสนอ กล่าวคือจากรูปที่ 2.5 จะเห็นชิ้นข้อมูลสำหรับใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลโดยที่ เมื่อมีการปรับเปลี่ยนความเร็วข้อมูลในชิ้นข้อมูลของภาคควบคุมความเร็วจะเปลี่ยนแปลงและส่งผลให้ข้อมูลในชิ้นข้อมูลของภาคนำเสนอมีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย และ ภาคนำเสนอจะนำข้อมูลในชิ้นข้อมูลนั้นไปใช้สำหรับการกำหนดจำนวนเส้นที่ใช้ประกอบกันเป็นเส้นเชื่อม นั่นหมายถึง จำนวนเส้นจะถูกเปลี่ยนแปลงตามความเร็วที่กำหนดซึ่งถ้ากำหนดความเร็วสูง จำนวนเส้นที่ใช้ประกอบกันเป็นเส้นเชื่อมจะน้อย ดังนั้นทำให้เห็นการลากเส้นเร็วขึ้น ในทางกลับกันถ้ากำหนดความเร็วต่ำ จำนวนเส้นที่ใช้ประกอบกันเป็นเส้นเชื่อมจะมาก ดังนั้นทำให้เห็นการลากเส้นช้าลง เมื่อมองภาพรวมของการนำเสนอแล้วจะเห็นการทำงานที่ช้าหรือเร็วได้ สำหรับรูปที่ 4.6 จะแสดงส่วนของภาคควบคุมความเร็วในการนำเสนอจะสังเกตเห็นว่าใช้รูปมิเตอร์ความเร็วของรถยนต์เป็นตัวแสดงความเร็ว และ ผู้ใช้สามารถทำการเพิ่มหรือลดความเร็วได้โดยการเลื่อนเมาส์มาที่เครื่องหมายลูกศรและทำการกดตามทิศทางการเพิ่มหรือลด หรือ จะเลื่อนเมาส์มาที่ปุ่มสี่เหลี่ยมภายในกดเมาส์ค้างไว้พร้อมกับลากขึ้นหรือลงตามแนวดิ่งก็จะเป็นการเพิ่มหรือลดได้ช่นกัน

รูปที่ 4.6 แสดงตัวอย่างส่วนที่ใช้ควบคุมความเร็ว

5. ภาคผลิตรูปแบบการนำเสนอ ในการนำเสนอระบบจินตทัศน์อัลกอริทึมสำหรับปัญหาทางทฤษฎีกราฟมีได้หลายวิธีที่จะทำให้ผู้ศึกษาทำความเข้าใจในตัวอัลกอริทึมดีขึ้น ตัวอย่างเช่น การแสดงผลของการทำงานของอัลกอริทึมว่าทำงานไปมากน้อยเพียงใดแล้วการแสดงการติดตามการทำงานของอัลกอริทึมทีละขั้นตอนสำหรับโครงงานวิทยานิพนธ์นี้จะนำเสนอในแบบรูปเคลื่อนไหว (computer graphics animation) โดยนำความสามารถในการแสดงผลแบบกราฟฟิคของวินโดว์มาช่วยในการนำเสนอ สำหรับรูปแบบการนำเสนอที่ถูกผลิตนั้นมีอยู่ด้วยกัน 3 แบบ ดังต่อไปนี้

1.) แบบเปอร์เซ็นต์ ใช้แสดงถึงความสำเร็จของกระบวนการทำงานของอัลกอริทึม โดยสังเกตจากตัวเลขในกรอบสี่เหลี่ยมจะเพิ่มขึ้น พร้อมกับพื้นที่ในกรอบสี่เหลี่ยมจะเริ่มถูกแทนที่ด้วยสี

รูปที่ 4.7 แสดงตัวอย่างการนำเสนอแบบเปอร์เซนต์

2.) แบบการพิจารณาเหตุการณ์ ใช้แสดงพฤติกรรมการทำงานของอัลกอริทึมโดยอยู่ในรูปของกราฟเส้นซึ่ง แกน X แทนลำดับเหตุการณ์ในการหาเส้นเชื่อมในการเดินทาง และ แกน Y แทนจำนวนเส้นเชื่อมที่ถูกนำมาพิจารณาในเหตุการณ์หนึ่ง และ ในระหว่างการทำงานของอัลกอริทึมจะแสดงข้อมูลที่สนใจโดยมีรายละเอียดดังนี้

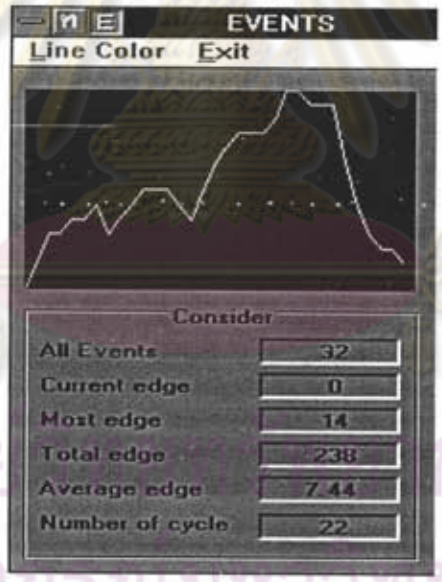
All Events หมายถึง จำนวนเหตุการณ์ทั้งหมดในการหาเส้นเชื่อมสำหรับการเดินทาง

Current edge หมายถึง จำนวนเส้นเชื่อมที่ถูกนำมาพิจารณาในขณะนั้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Most edge	หมายถึง	จำนวนเส้นเชื่อมที่ถูกนำมาพิจารณามากที่สุดสำหรับการหาเส้นเชื่อมในการเดินทาง
Total Edge	หมายถึง	จำนวนเส้นเชื่อมที่ถูกนำมาพิจารณาทั้งหมดสำหรับการหาเส้นเชื่อมในการเดินทาง
Average edge	หมายถึง	จำนวนเส้นเชื่อมที่ถูกนำมาพิจารณาโดยเฉลี่ย
Number of cycle	หมายถึง	จำนวนวงจรที่เกิดขึ้น

จากรูปที่ 4.8 เมื่อสิ้นสุดการทำงานของอัลกอริทึม กราฟเส้นจะแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมการทำงานของอัลกอริทึม และ ทำให้ทราบถึงจำนวนเหตุการณ์ในการหาเส้นเชื่อมสำหรับการเดินทาง ซึ่งมีทั้งหมด 32 เหตุการณ์ และในเหตุการณ์ทั้งหมด 32 เหตุการณ์จะมีจำนวนเส้นเชื่อมที่ถูกนำมาพิจารณามากที่สุด เป็นจำนวน 14 เส้นเชื่อมสำหรับเลือกการเดินทาง และ จำนวนเส้นเชื่อมที่ถูกนำมาพิจารณาทั้งหมดเป็นจำนวน 238 และ จำนวนวงจรที่เกิดขึ้นมีทั้งหมด 22 วงจร และเมื่อคิดโดยเฉลี่ยแล้วจะต้องพิจารณาเส้นเชื่อม 7.44 เส้นเชื่อมต่อหนึ่งเหตุการณ์



รูปที่ 4.8 แสดงตัวอย่างการนำเสนอแบบการพิจารณาเหตุการณ์

3.) แบบแสดงการแวะผ่าน ใช้แสดงถึงพฤติกรรมการทำงานของอัลกอริทึมการแวะผ่าน โดยแสดงอยู่ในรูปของกราฟเส้น ซึ่งแกน X แทนด้วยลำดับเหตุการณ์ในการแวะเยี่ยมจุดจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง และ แกน Y แทนด้วยระดับในการแวะเยี่ยม สำหรับรายละเอียดอื่นๆมีดังนี้

ปุ่มเลื่อนทางซ้าย	ใช้สำหรับเลื่อนรูปกราฟเส้นไปทางซ้าย ในกรณีที่ไม่สามารถแสดงกราฟเส้นได้หมดในพื้นที่กราฟ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

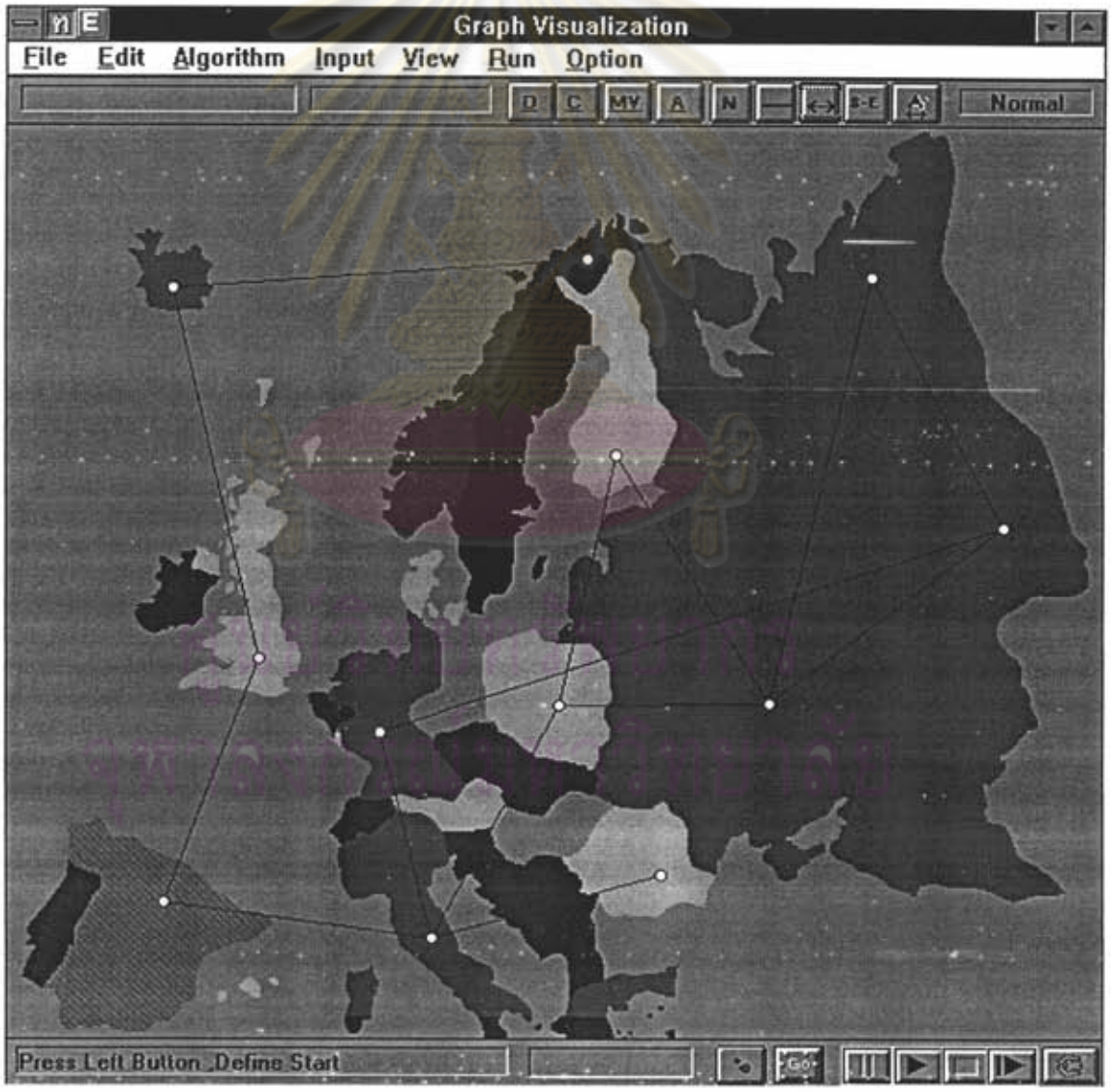
ปุ่มเลื่อนทางขวา	ใช้สำหรับเลื่อนรูปกราฟเส้นไปทางขวา ในกรณีที่ไม่สามารถแสดงกราฟเส้นได้หมดในพื้นที่กราฟ
Max. Depth	ใช้แสดงจำนวนระดับมากที่สุดในการแวะเยี่ยมจุด
# Stacks	ใช้แสดงจำนวนกองซ้อนที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงานของอัลกอริทึม
# Backtracks	ใช้แสดงจำนวนครั้งของการย้อนรอย
All Events	ใช้แสดงจำนวนเหตุการณ์ในการแวะเยี่ยมจุดทั้งหมด

จากรูปที่ 4.9 เมื่อสิ้นสุดการทำงานของอัลกอริทึมการแวะผ่าน กราฟเส้นจะแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมการทำงานของอัลกอริทึม และ ในเหตุการณ์ทั้งหมด 64 เหตุการณ์สำหรับการแวะเยี่ยมจุด จะมีจำนวนครั้งของการย้อนรอยเกิดขึ้นทั้งหมด 32 ครั้ง และ ระดับที่ 7 เป็นระดับที่มากที่สุดในการแวะเยี่ยมจุด

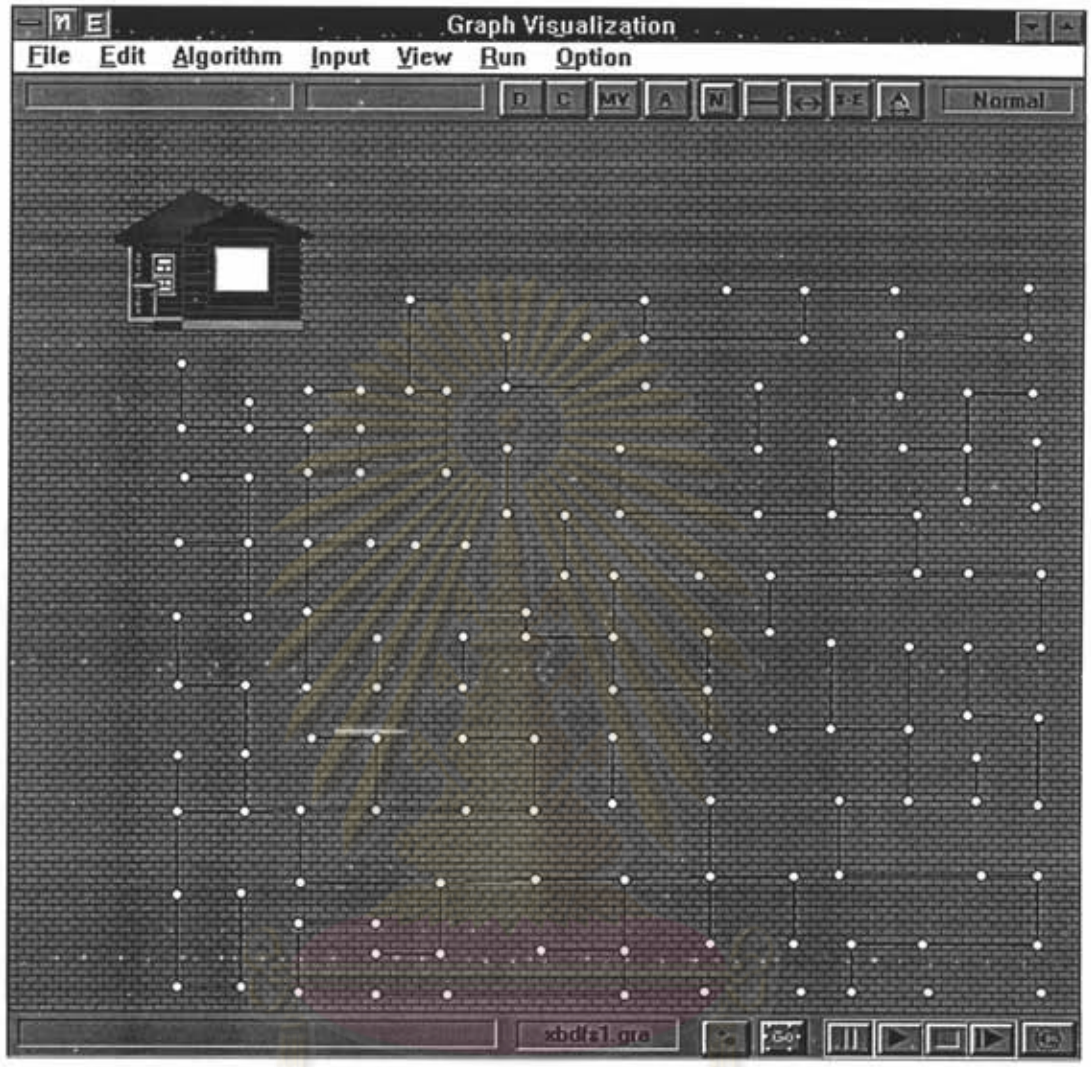
รูปที่ 4.9 แสดงตัวอย่างการนำเสนอแบบแสดงการแวะผ่าน

6. ภาคนำเสนอ ในส่วนนี้ระบบจินตทัศน์อัลกอริทึมสำหรับปัญหาทางทฤษฎีกราฟมีการนำเสนอในหลายรูปแบบ ซึ่งได้มุ่งเน้นถึงการนำ สี และ รูปภาพ รวมทั้งการเคลื่อนที่ของสีมาช่วยในการนำเสนอเพื่อให้ผู้ศึกษาสามารถทำความเข้าใจ และ ติดตามการทำงานได้ง่ายขึ้นในพื้นที่ที่แสดงรูปกราฟ และ การแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมการทำงานของอัลกอริทึมตามที่ภาคผลิตรูปแบบการนำเสนอ

ผลิต ในส่วนของการนำเสนอยังสามารถนำรูปภาพมาแสดงเป็นภาพเบื้องหลังพร้อมกับรูปกราฟทำให้การนำเสนอน่าสนใจเพิ่มมากขึ้น และ ช่วยให้การสื่อความหมายได้ดีขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 4.10 จะมีรูปแผนที่แสดงเป็นรูปภาพเบื้องหลัง และ จุดอาจใช้แทนสนามบิน และ เส้นเชื่อมอาจใช้แทน เส้นทางในการบิน และในรูปที่ 4.11 จะเป็นเขาวงกตโดยที่รูปกราฟที่แสดงจะใช้จุดแทนกำแพง หรือ ทางแยก ส่วนเส้นเชื่อมใช้แทนทางเดิน



รูปที่ 4.10 แสดงรูปกราฟพร้อมกับภาพเบื้องหลัง



รูปที่ 4.11 แสดงภาพเขาวงกตซึ่งแทนด้วยกราฟ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

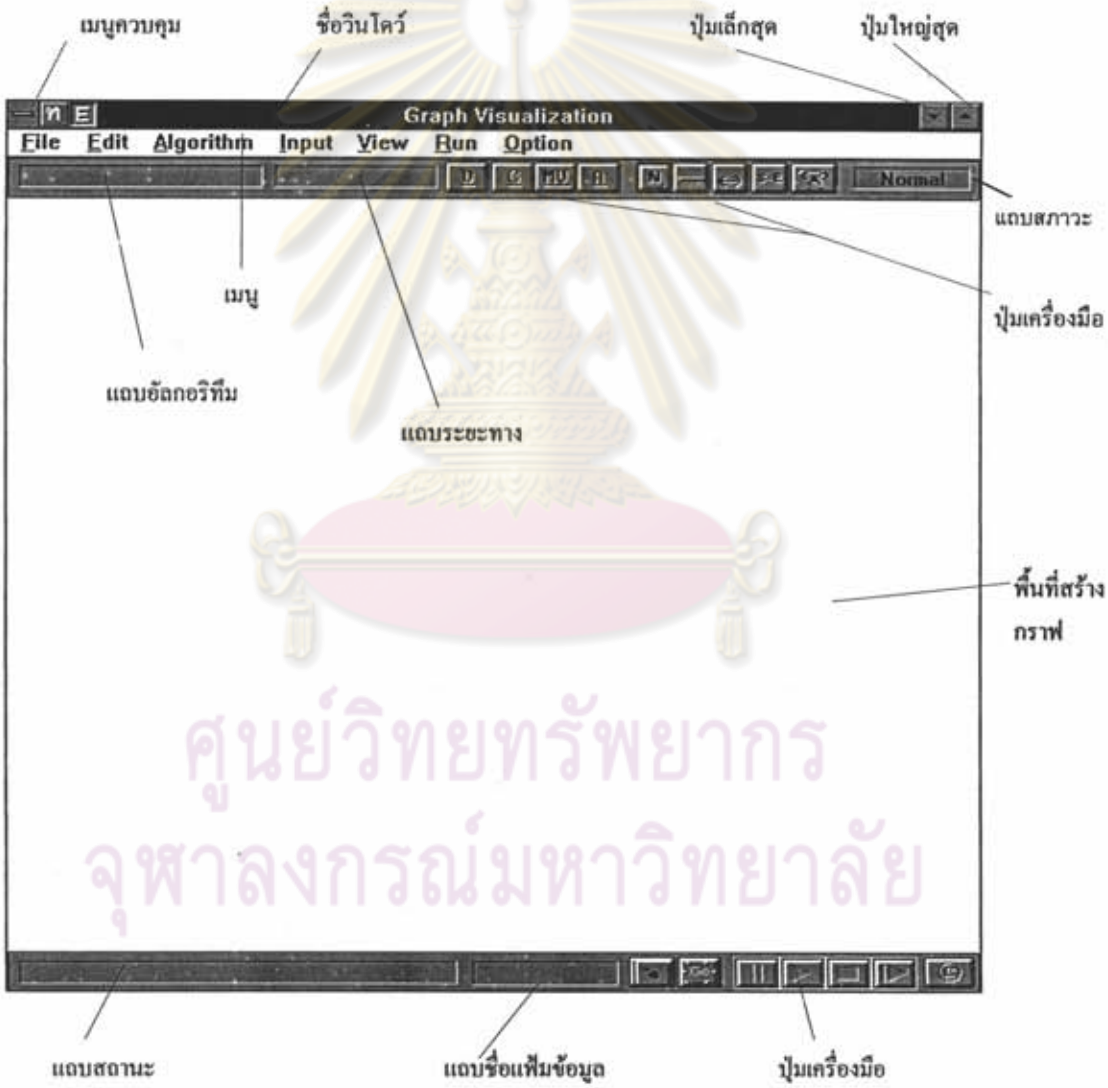
การประสานงานกับผู้ใช้

เมื่อโปรแกรมถูกเรียกใช้จะเริ่มต้นทำงานที่ ภาคควบคุมและประสานงานกับผู้ใช้เป็นลำดับแรก ดังแสดงในรูปที่ 4.12 สำหรับการประสานงานกับผู้ใช้จะเป็นลักษณะมีปุ่ม และ เมนู ให้ผู้ใช้สามารถเลือกการทำงาน และจากวินโดว์นี้สามารถทำงานตามรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้

1. สามารถสร้างและแก้ไขรูปกราฟในพื้นที่สร้างกราฟ
2. สามารถเลือกวิธีการสร้างข้อมูลนำเข้า
3. สามารถเลือกอัลกอริทึมที่ต้องการ
4. สามารถแสดงการทำงานของอัลกอริทึม
5. สามารถติดตามขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึมตามลำดับขั้น

6. สามารถกำหนดรูปแบบการแสดงการทำงานของแต่ละอัลกอริทึม
7. สามารถผลิตการนำเสนอในรูปแบบต่างๆ
8. สามารถเก็บรูปกราฟลงแฟ้มข้อมูล และ เรียกกลับมาใช้งานใหม่ได้
9. สามารถนำรูปกราฟมาแสดงเป็นภาพเบื้องหลังของรูปกราฟ หรือ ลบภาพเบื้องหลังไม่ให้แสดงก็ได้

สำหรับรายละเอียดในส่วนต่างๆสามารถดูเพิ่มเติมจากภาคผนวก ข. ซึ่งได้รวบรวมไว้แล้ว



รูปที่ 4.12 จอภาพโปรแกรมระบบจินตทัศน์อัลกอริทึมสำหรับปัญหาทางทฤษฎีกราฟ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย