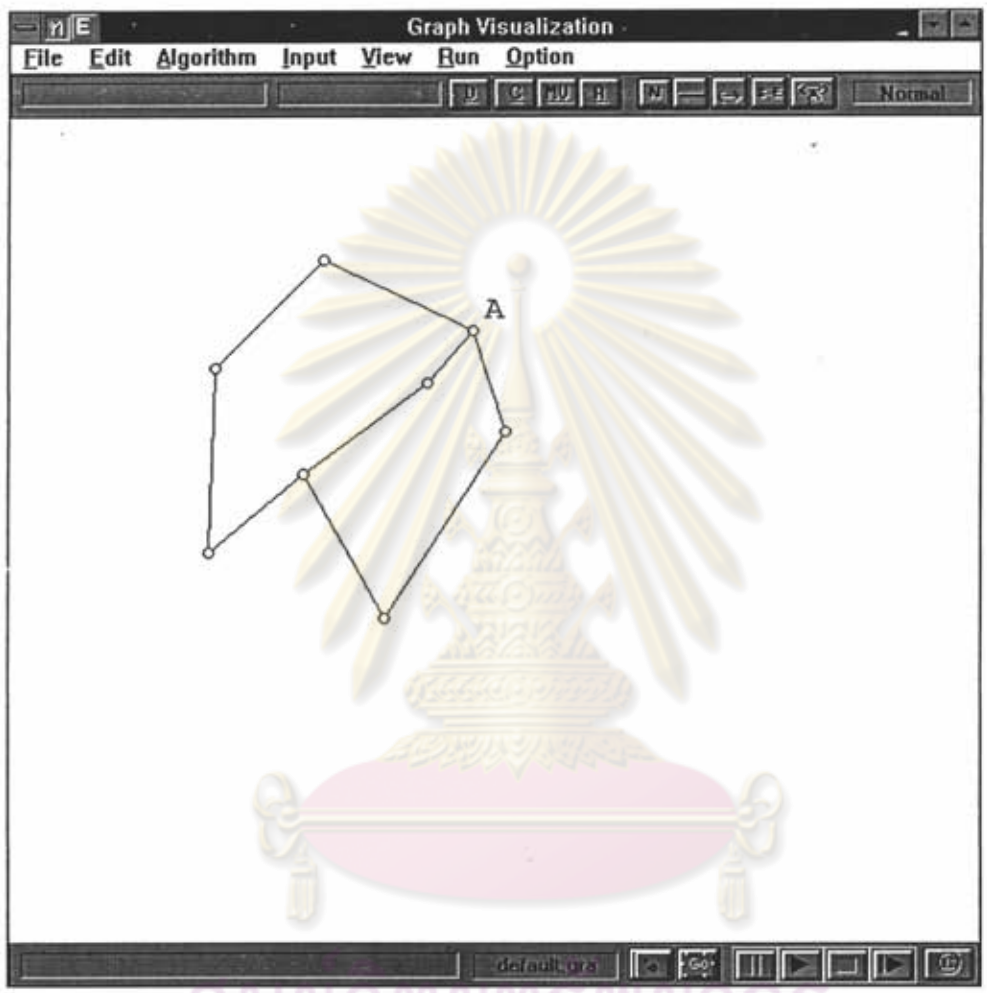
บทที่ 5

ผลการวิจัยและการทดสอบโปรแกรม

จากการศึกษาการออกแบบระบบจินตทัศน์อัลกอริทึมสำหรับปัญหาทางทฤษฎีกราฟ แล้วนำมาพัฒนาโปรแกรม จนกระทั่งได้โปรแกรมระบบจินตทัศน์อัลกอริทึมสำหรับปัญหาทางทฤษฎีกราฟ (GRAPHVIS.EXE) ซึ่งต้องใช้งานร่วมกับ DLL และ VBX ดังนี้ VBRUN300.DLL , MCI.VBX, ANIBUTON.VBX, THREAD.VBX และ GUAGE.VBX ซึ่งทั้งหมดนี้ทำงานภายใต้ซอฟต์แวร์ไมโครซอฟต์วินโดว์รุ่น 3.1 ไทย เมื่อนำโปรแกรมมาทดสอบในการใช้งานในลักษณะต่าง ๆ ทำให้ทราบถึงขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึม และ พฤติกรรมการทำงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

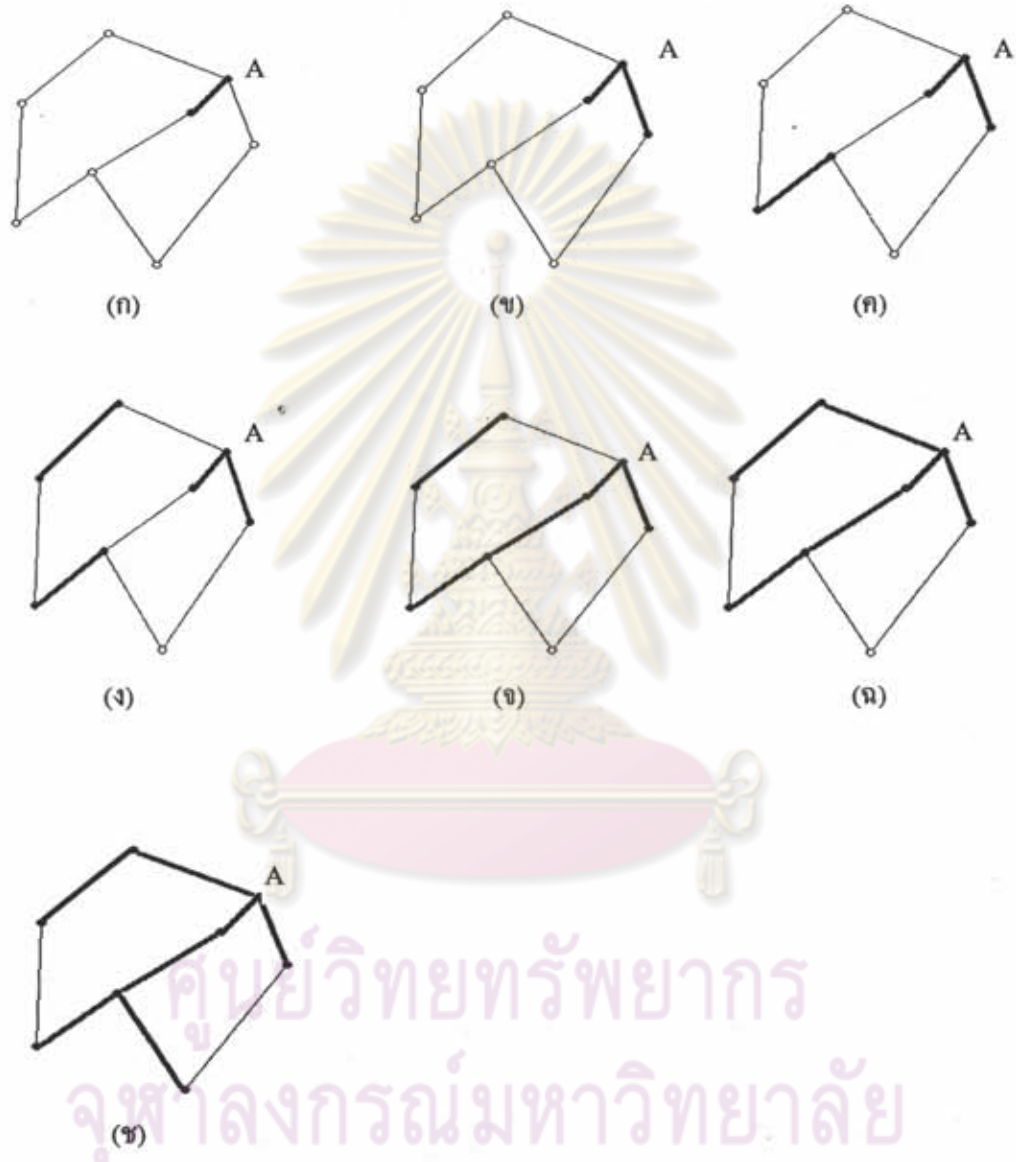
<u>การทดสอบโปรแกรมแบบที่ 1</u>

จากรูปที่ 5.1 สมมติให้บริษัทแห่งหนึ่งต้องการทำการขนสินค้าไปตามเมืองต่าง ๆ โดยที่แต่ละเมืองจะมีการคิดเงินค่าผ่านทางที่แตกต่างกัน ดังนั้นอยากทราบว่าบริษัทจะใช้เส้นทางใดบ้างเพื่อให้เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ซึ่งในที่นี้ได้ใช้อัลกอริทึมของครุสกัลมาช่วยในการแก้ปัญหา และ ใช้ความยาวของเส้นตรงแทนระยะทาง เมื่ออัลกอริทึมเริ่มทำงานนั้นผู้ใช้สามารถติดตามการทำงานได้อย่างเป็นขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 5.2 และ ในระหว่างอัลกอริทึมกำลังทำงานนั้นผู้ใช้อาจต้องการทราบความคืบหน้าของการทำงานของอัลกอริทึมว่าผ่านไปมากน้อยเพียงใดแล้ว ก็สามารถดูได้จากรูปแบบการนำเสนอแบบเปอร์เซ็นต์ดังแสดงในรูปที่ 5.3 จากรูปที่ 5.3 จะเห็นว่าความคืบหน้าในการทำงานของอัลกอริทึมได้ผ่านไปแล้ว 45 %



รูปที่ 5.1 แสดงรูปกราฟสำหรับการทดสอบโปรแกรมแบบที่ 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.2 แสดงขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึมแบบครูสกัล
สำหรับการทดสอบโปรแกรมแบบที่ 1

รูปที่ 5.3 แสดงความคืบหน้าในการทำงานของอัลกอริทึมในการทดสอบโปรแกรมแบบที่ 1

การทดสอบโปรแกรมแบบที่ 2

จากปัญหาในลักษณะเดียวกันกับการทดสอบโปรแกรมแบบที่ 1 นั้นถ้าต้องการทราบว่าการพิจารณาเส้นทางสำหรับการเดินทางไปแต่ละเมืองนั้นต้องใช้การพิจารณาเป็นจำนวนมากน้อยเท่าใด ซึ่งสามารถดูได้จากรูปแบบการนำเสนอแบบเหตุการณ์ จากรูปที่ 5.4 จะเป็นรูปกราฟสำหรับการทดสอบ ซึ่งเมื่อใช้อัลกอริทึมครูสกัลมาช่วยแก้ปัญหาแล้วนั้น เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 5.5 จะเห็นว่าจะต้องใช้การพิจารณาเส้นทางสำหรับการเดินทางทั้งหมดถึง 6903 เส้นทาง และในจำนวน 117 เหตุการณ์ต้องพิจารณาเส้นทางมากที่สุด 117 เส้นทาง ซึ่งถ้าคิดโดยเฉลี่ยแล้วจะต้องใช้การพิจารณาเส้นทาง 59 เส้นทางต่อหนึ่งเหตุการณ์

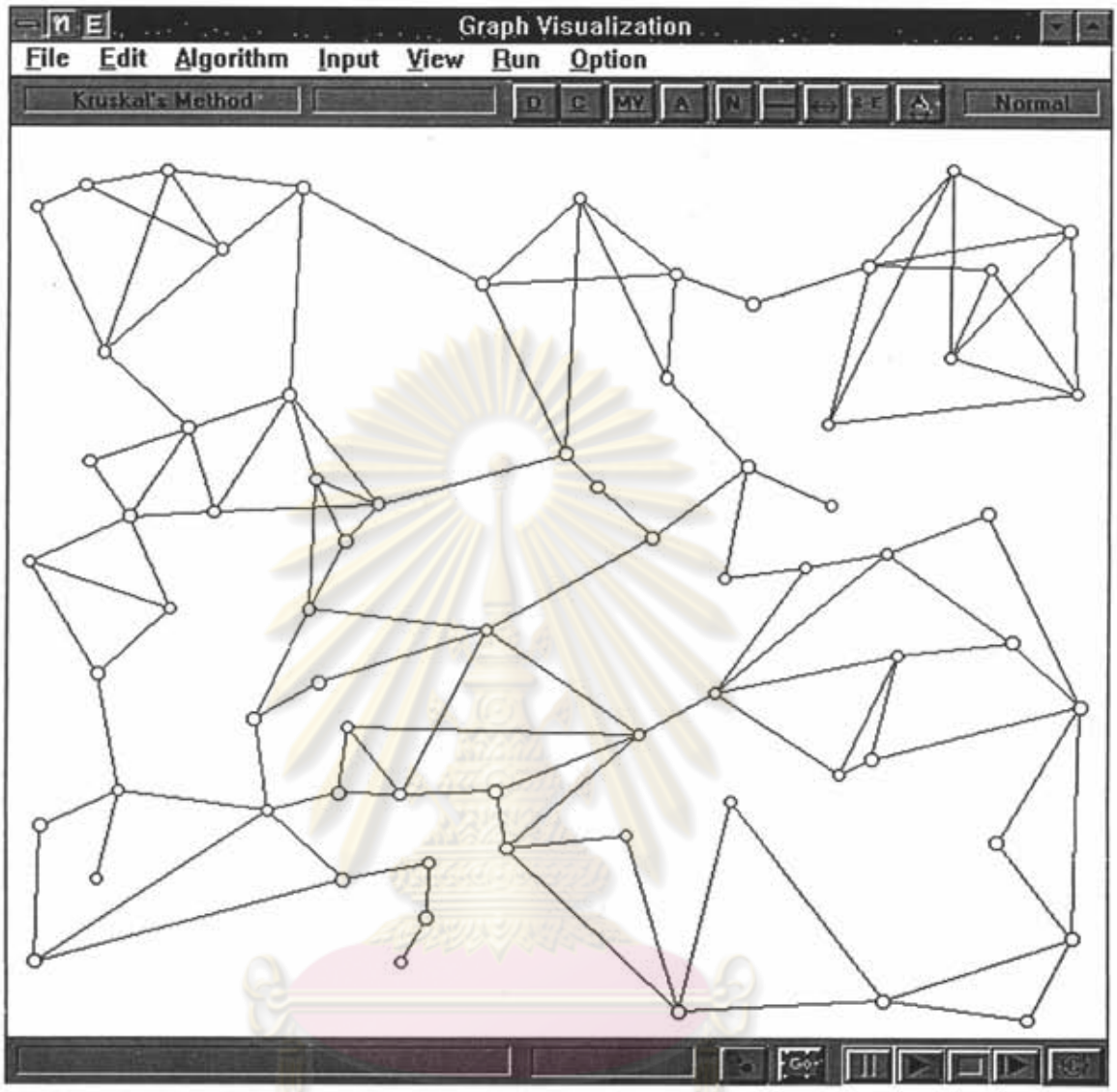
ในทำนองเดียวกันเมื่อใช้อัลกอริทึมพริมมาช่วยแก้ปัญหาแล้วนั้นเมื่อพิจารณาจากรูปที่ 5.6 จะเห็นว่าจะต้องใช้การพิจารณาเส้นทางสำหรับการเดินทางทั้งหมดถึง 812 เส้นทาง และในจำนวน 69 เหตุการณ์ต้องพิจารณาเส้นทางมากที่สุด 21 เส้นทาง ซึ่งถ้าคิดโดยเฉลี่ยแล้วจะต้องใช้การพิจารณาเส้นทาง 11.77 เส้นทางต่อหนึ่งเหตุการณ์

เมื่อเปรียบเทียบการทำงานของทั้ง 2 อัลกอริทึมจะเห็นว่าอัลกอริทึมพริมนั้นจะใช้จำนวนในการพิจารณาน้อยกว่า และ จำนวนเหตุการณ์ที่ต้องทำการเปรียบเทียบมีน้อยกว่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

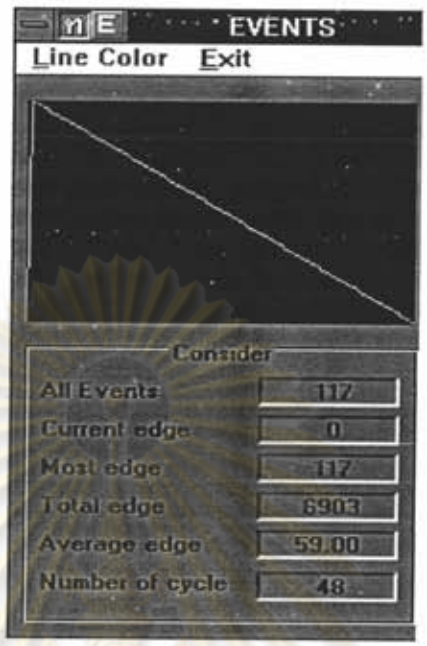
การทดสอบโปรแกรมแบบที่ 3

จากรูปที่ 5.4 ต้องการทราบว่าเมื่อใช้อัลกอริทึมพริมในการแก้ปัญหาและมีการกำหนดจุดเริ่มต้นที่ต่างกันนั้นจะมีผลต่อการพิจารณาเส้นทางหรือไม่ ซึ่งจากรูปที่ 5.7 เมื่อเทียบกับรูปที่ 5.6 แล้วนั้นผลของการพิจารณาเส้นทางในการเดินทางจะมีจำนวนมากน้อยต่างกัน ดังนั้นจึงสามารถสมมติฐานได้ว่า จุด เริ่มต้นมีผลกระทบกับประสิทธิภาพในการทำงานของอัลกอริทึมพริม



รูปที่ 5.4 แสดงรูปกราฟสำหรับการทดสอบโปรแกรมแบบที่ 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.5 แสดงการนำเสนอแบบการพิจาณาเหตุการณ์เมื่อสิ้นสุดการทำงานของอัลกอริทึมครุสกัล สำหรับการทดสอบโปรแกรมแบบที่ 2

รูปที่ 5.6 แสดงการนำเสนอแบบการพิจาณาเหตุการณ์เมื่อสิ้นสุดการทำงานของอัลกอริทึมพริม สำหรับการทดสอบโปรแกรมแบบที่ 2

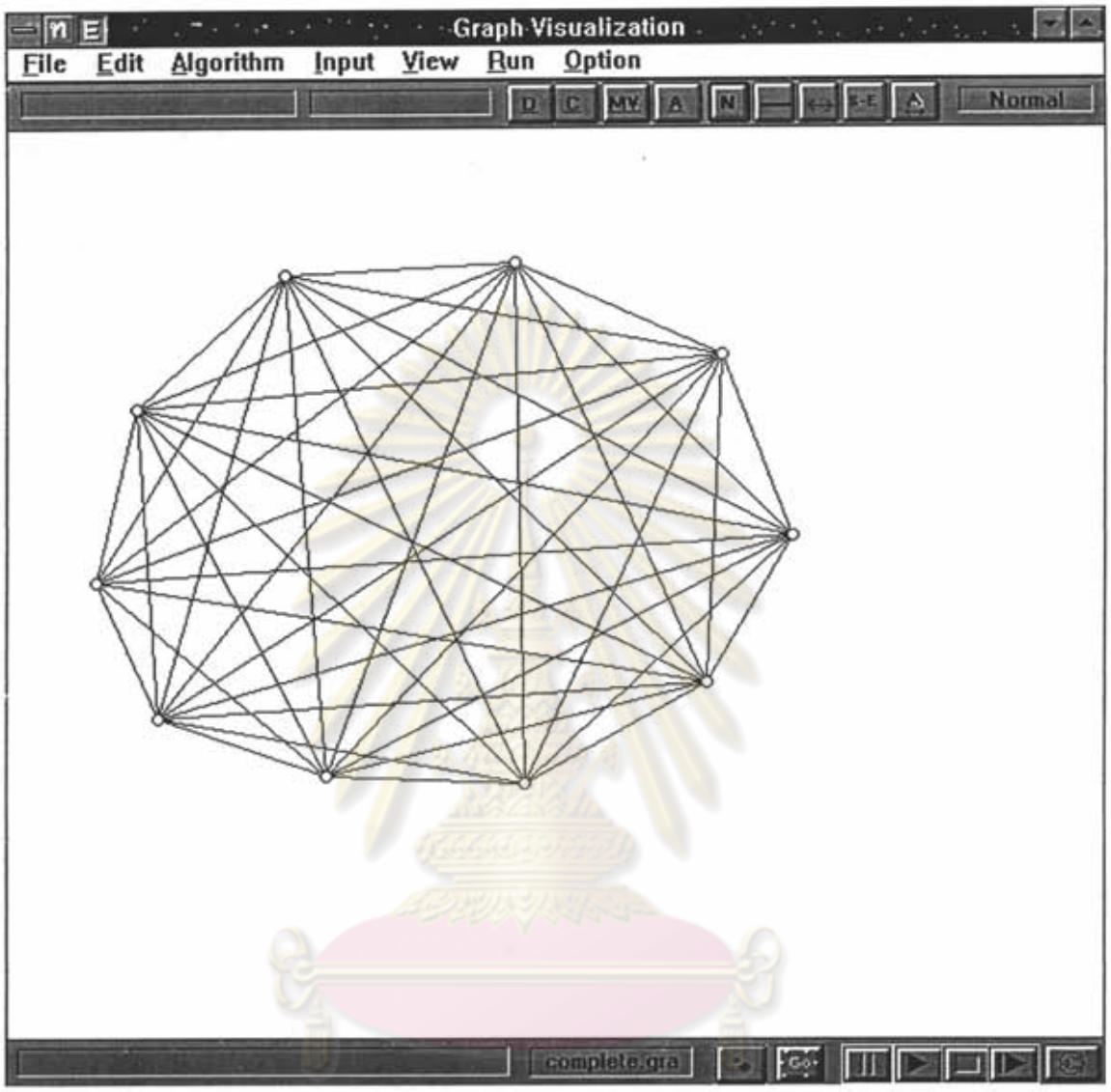
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.7 แสดงการนำเสนอแบบการพิจาณาเหตุการณ์เมื่อสิ้นสุดการทำงานของอัลกอริทึมพริม สำหรับการทดสอบโปรแกรมแบบที่ 3

การทดสอบโปรแกรมแบบที่ 4

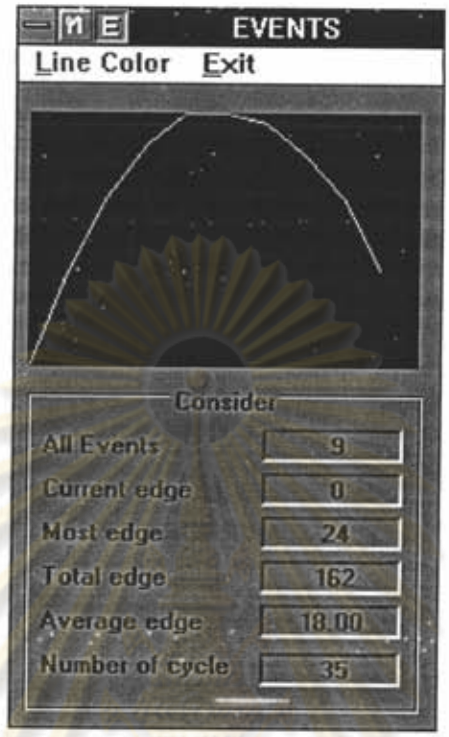
กราฟรูปที่ 5.8 ซึ่งเป็นตัวอย่างของกราฟที่มีจำนวนจุดทั้งหมด 10 จุด และมีเส้นเชื่อมโยงถึงกันหมด เมื่อต้องการค้นหาต้นไม้แบบทอดข้ามที่เล็กที่สุดโดยใช้อัลกอริทึมของพริมมาช่วยนั้น จะสังเกตเห็นพฤติกรรมในการพิจารณาเส้นเชื่อมในแถวคอยเป็นลักษณะรูปกราฟพาราโบลาคว่ำตามรูปที่ 5.9 และเมื่อทำการเพิ่มจำนวนจุดให้มากขึ้น พฤติกรรมดังกล่าวจะแสดงเป็นรูปกราฟพาราโบลาคว่ำเหมือนเดิม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.8 แสดงรูปกราฟสำหรับการทดสอบโปรแกรมแบบที่ 8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

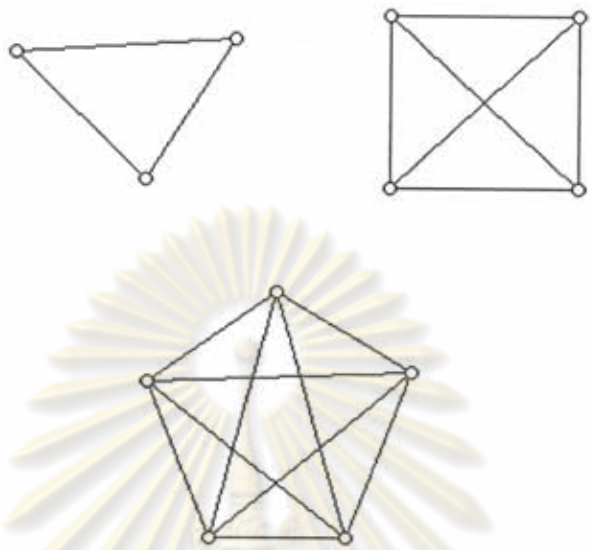


รูปที่ 5.9 แสดงพฤติกรรมในการพิจารณาเส้นเชื่อมในแถวคอยโดยใช้อัลกอริทึมพริม

การทดสอบโปรแกรมแบบที่ 5

ในกรณีของรูปกราฟที่จุดทุกจุดมีเส้นเชื่อมโยงถึงกันดังแสดงในรูปที่ 5.10 นั้น ถ้าใช้อัลกอริทึมการค้นหาในแนวลึกมาทำการแวะผ่านจุดทุกจุด สามารถสรุปได้ว่าจำนวนครั้งของการย้อนรอยจะเพิ่มขึ้นตามลำดับอนุกรมดังนี้ 0, 1, 3, 6, 10, 15, 21, 28, ... โดยเริ่มจากจำนวนจุด 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, ...

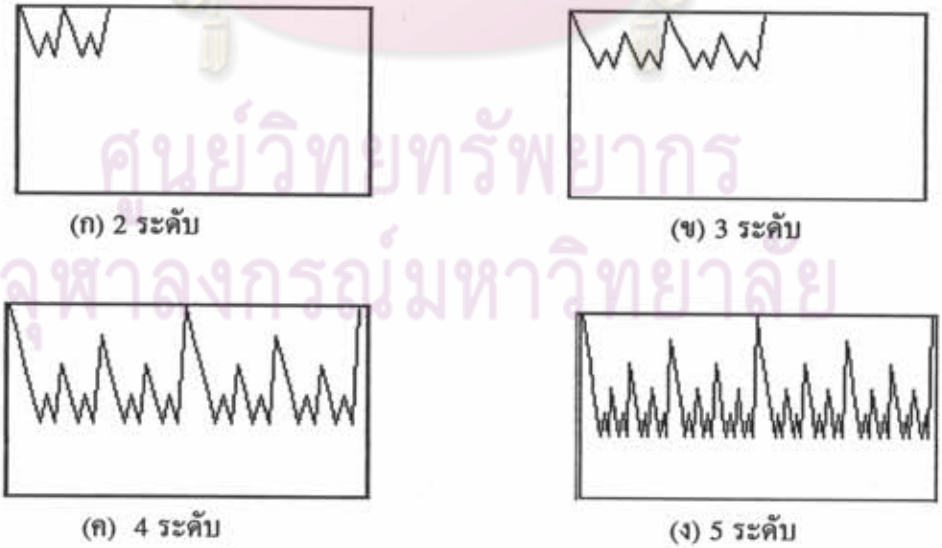
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.10 แสดงตัวอย่างกราฟที่ทุกๆจุดมีเส้นเชื่อมโยงถึงกัน

การทดสอบโปรแกรมแบบที่ 6

แสดงพฤติกรรมการย้อนรอยของต้นไม้แบบทวิภาค (Binary Tree) โดยใช้อัลกอริทึมการค้นหาในแนวลึก ดังแสดงในรูปที่ 5.11



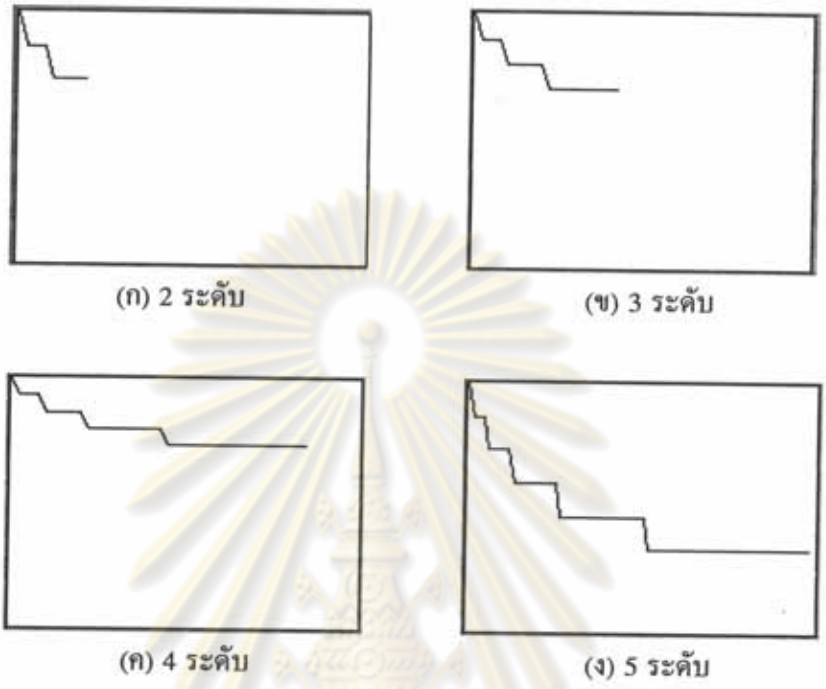
(ก) 2 ระดับ (ข) 3 ระดับ

(ค) 4 ระดับ (ง) 5 ระดับ

รูปที่ 5.11 แสดงการแวะผ่านจุดของอัลกอริทึมการค้นหาในแนวลึก ของต้นไม้แบบทวิภาค

และแสดงพฤติกรรมในการแวะผ่านจุด โดยใช้อัลกอริทึมการค้นหาจุดในแนวกว้าง ดังแสดงในรูปที่ 5.12

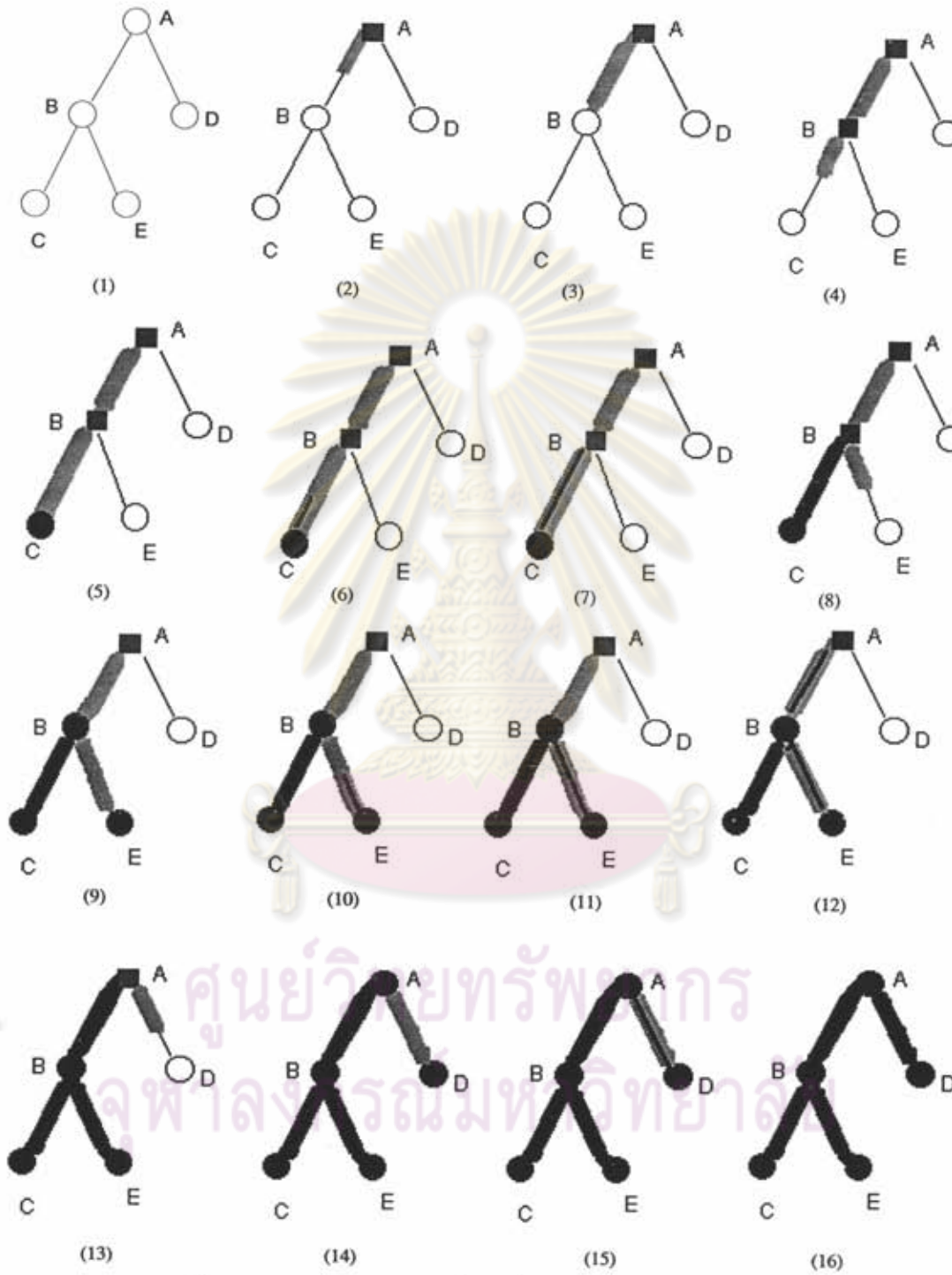
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.12 แสดงการแวะผ่านจุดของอัลกอริทึมการค้นหาในแนวกว้าง ของต้นไม้แบบทวิภาค

การทดสอบโปรแกรมแบบที่ 7

ในการทดสอบนี้จะแสดงให้เห็นถึงการติดตามการทำงานของอัลกอริทึมโดยใช้การเคลื่อนที่ของสีมาช่วยให้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น จากรูปที่ 5.13 ใช้อัลกอริทึมการค้นหาในแนวลึกในการแวะผ่านจุดทุกจุดในต้นไม้ และ ให้สังเกตว่าเมื่อเริ่มการแวะผ่านจุด จุดใดที่ถูกแวะผ่านแล้วแต่ยังมีเส้นทางที่สามารถ แวะไปยังจุดอื่นอีก จุดนั้นจะเปลี่ยนจากรูปวงกลมเป็นรูปสี่เหลี่ยม และ เมื่อแวะผ่านถึงจุดใบก็จะเกิดการย้อนรอย

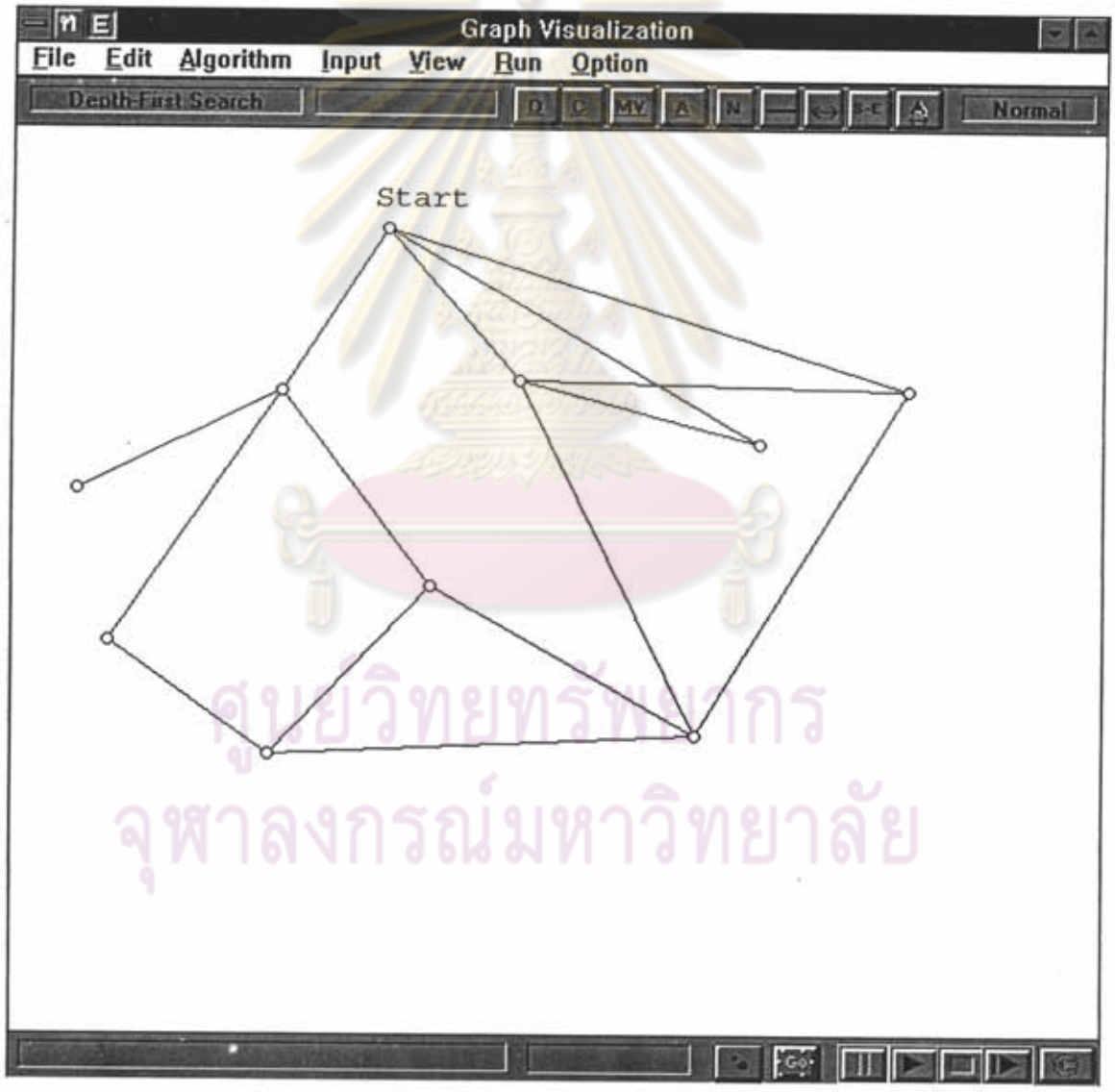


รูปที่ 5.13 แสดงตัวอย่างการเคลื่อนที่ของสีและการย้อนรอย
ของอัลกอริทึมการค้นหาในแนวลึก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

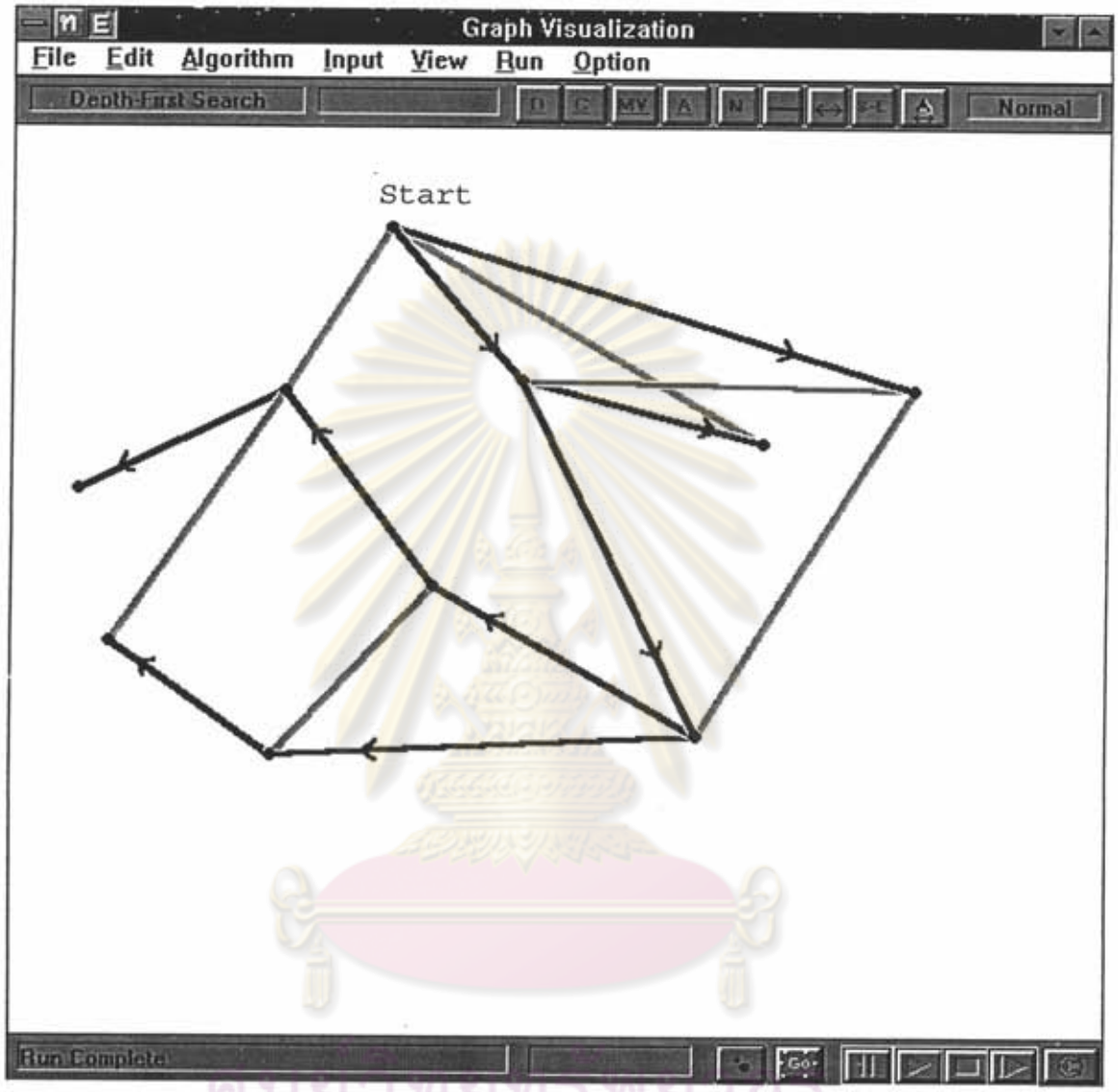
การทดสอบโปรแกรมแบบที่ 8

จากกราฟรูปที่ 5.14 เมื่อใช้อัลกอริทึมการค้นหาในแนวลึกแวะผ่านจุดทุกจุด โดยมีเงื่อนไขให้เส้นเชื่อมที่ทำให้เกิดวงจร ลากเส้นด้วยสีที่แตกต่างกันซึ่งผลที่ได้คือจะได้ต้นไม้ 1 ต้น พร้อมทั้งแสดงลูกศรเพื่อบอกทิศทางในการแวะจุดต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 5.15 ต้นไม้จะเริ่มจากจุด Start ซึ่งเป็นราก และไปตามเส้นที่มีลูกศรกำกับ และ ทำให้ทราบไปถึงว่าในกรณีเป็นกราฟที่ไม่ต่อเนื่อง การทดสอบนี้จะได้เป็นป่า



รูปที่ 5.14 แสดงรูปกราฟสำหรับการทดสอบโปรแกรมแบบที่ 7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.15 ผลของการทดสอบโปรแกรมแบบที่ 7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปผลการทดสอบโปรแกรม

จากการทดสอบโปรแกรมทั้งหมด ผู้ใช้สามารถได้ข้อสรุปบางประการซึ่งอาจนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ผู้ใช้สามารถทราบความคืบหน้าในการทำงานของอัลกอริทึม เพื่อนำไปคาดคะเนเวลาที่อัลกอริทึมทำงานเสร็จ จากรูปแบบการนำเสนอแบบเปอร์เซ็นต์

2. เมื่อแสดงการทำงานของอัลกอริทึมครูสกัล และ พิจารณาจำนวนเส้นเชื่อมในรูปแบบ

การนำเสนอแบบการพิจารณาเหตุการณ์ จะได้กราฟเส้นตรงเสมอ เนื่องจากการทำงานของอัลกอริทึมครูสกัลต้องพิจารณาเส้นเชื่อมครั้งแรกเท่ากับ จำนวนเส้นเชื่อมทั้งหมด และ เมื่อพิจารณาครั้งต่อไปจำนวนเส้นเชื่อมจะลดลงทีละหนึ่ง

3. เมื่อพิจารณาจำนวนเส้นเชื่อมในการทำงานของอัลกอริทึมพริม กับ กราฟสมบูรณ์ (Complete Graph) นั้นเมื่อดูจากการนำเสนอแบบการพิจารณาเหตุการณ์จะได้รูปกราฟพาราโบลาคว่ำ แต่เมื่อกราฟสมบูรณ์ถูกลดจำนวนเส้นเชื่อมลง จะได้ว่าเส้นกราฟจะเป็นรอยหยักเนื่องจากการพิจารณาจำนวนเส้นเชื่อมลดลงจากเดิมจึงทำให้ไม่เป็นเส้นโค้ง แต่อย่างไรก็ตามเมื่อมองรูปภาพโดยรวมยังคงมีลักษณะเป็นพาราโบลาคว่ำเหมือนเดิม

4. สรุปได้ว่ากราฟเมื่อไม่นำเส้นเชื่อมที่ทำให้เกิดวงจรมาพิจารณาในการแวะเยี่ยมจุดจะได้ต้นไม้

5. การแสดงพฤติกรรมการย้อนรอยของต้นไม้แบบทั้งหมด โดยใช้อัลกอริทึมการค้นหาในแนวลึก จะสังเกตเห็นรูปภาพจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนที่เหมือนกัน นั่นย่อมหมายถึงว่าเมื่อกราฟเส้นลากถึงขอบด้านบนเพื่อแบ่งรูปกราฟออกเป็น 2 ส่วนที่เหมือนกันนั้น ความคืบหน้าในการทำงานของอัลกอริทึมจะผ่านไปแล้ว 50%

6. กราฟที่จุดทุกจุดมีเส้นเชื่อมโยงถึงกัน โดยเริ่มจากจำนวนจุดตั้งแต่ 1,2,3,4,5,... จะได้ว่าจำนวนครั้งของการย้อนรอยจะเป็นตามลำดับดังนี้ 0,1,3,6,10,...

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย