

การศึกษาการใช้ทฤษฎีกราฟจำลองเครือข่ายโครงการสหกิจศึกษา

A study of using graph theory in network simulation cooperative education.

ศิริเรือง พัฒน์ช่วย¹, ณัฐชуда มงคลชาติ²

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเครือข่ายโครงการสหกิจศึกษาในปัจจุบันและเพื่อศึกษาปัญหาและแนวทางแก้ปัญหาโครงการสหกิจให้มีจำนวนที่เพียงพอต่อนักศึกษาดังกล่าว ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาโดยใช้ทฤษฎีกราฟและการวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างของเครือข่ายโครงการสหกิจ โดยใช้โปรแกรม Pajek เป็นเครื่องมือในการศึกษา โดยสามารถแสดงค่าได้ดังนี้

1) ค่า Degree centrality (DC) ที่มากที่สุดอยู่ที่คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
DC = 72.0000

2) ค่า Betweenness centrality (BC) โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี BC = 0.3586

3) ค่า Closeness centrality (CC) โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี และคณะวิศวกรรมศาสตร์ CC = 0.6159 และ CC = 0.5602

คำสำคัญ : เครือข่ายสหกิจศึกษา, ทฤษฎีกราฟ, Degree centrality, Betweenness centrality, Closeness centrality

Abstract

This research to study the network of cooperative education in the present and to study the problem. And cooperative solutions to ensure a sufficient number of such students. The research was conducted using graph theory to analyze the structure of the network and cooperative. Pajek is a program of study. Can be expressed as follows.

1) Degree centrality (DC) the most in the Industry and Technology DC = 72.0000.

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ กระจับปี่ศรีจันทร์

² กองสารสนเทศภูมิศาสตร์ สำนักยุทธศาสตร์และประเมินผล กรุงเทพมหานคร

2) Betweenness centrality (BC) with the highest value in the Industry and Technology BC = 0.3586.

3) Closeness centrality (CC) is the highest in the industry and technology. Faculty of Engineering and CC = 0.6159 and CC = 0.5602.

Keywords: cooperative education networks, graph theory, Degree centrality, Betweenness centrality, Closeness centrality

บทนำ

โครงการสหกิจศึกษาเป็นระบบการศึกษาที่เน้นการปฏิบัติงานจริงในสถานประกอบการ โดยให้นักศึกษาได้ฝึกปฏิบัติงานในสถานประกอบการเสมือนเป็นพนักงานคนหนึ่งของสถานประกอบการ และมีหน้าที่รับผิดชอบที่แน่นอนเป็นระยะเวลา 1 ภาคการศึกษา โดยอยู่ภายใต้การดูแลจากพนักงานพี่เลี้ยงและการนิเทศติดตามจากอาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษาเป็นระยะ ๆ อย่างใกล้ชิด สหกิจศึกษาจึงเป็นกลไกความร่วมมือจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เกิดประโยชน์ร่วมกันสูงสุด สหกิจศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ได้จัดให้มีรายวิชาสหกิจศึกษา ในแผนการเรียนของนักศึกษาทุกหลักสูตร โดยอาจารย์ประจำสหกิจศึกษาได้คัดเลือกนักศึกษาเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษาประกอบด้วยนักศึกษาในชั้นปีที่ 3 เพื่อเข้าร่วมโครงการ

คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีพบปัญหาการเตรียมความพร้อมให้กับนักศึกษา คือ สถานประกอบการไม่เพียงพอต่อจำนวนนักศึกษา เพราะสถานประกอบการบางแห่งมีทัศนคติที่ไม่ดีและเห็นว่านักศึกษาไม่มีความรู้ความสามารถเพียงพอที่จะปฏิบัติงานให้เกิดประโยชน์ต่อองค์กรได้ และสถานประกอบการบางแห่งไม่สามารถเปิดเผยข้อมูลได้ทุกด้านเพราะเกรงว่าข้อมูลที่เป็นความลับขององค์กรอาจจะรั่วไหลจึงส่งผลให้นักศึกษาไม่สามารถปฏิบัติงานได้อย่างเต็มที่

โครงการสหกิจศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์มีการดำเนินการให้เป็นไปตามหลักสูตร แต่จากปัญหาของจำนวนสถานประกอบการไม่เพียงพอต่อจำนวนนักศึกษาที่ออกสหกิจในแต่ละปี ทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นว่าควรจะมีการเพิ่มสถานประกอบการมากขึ้น โดยอาศัยลักษณะความคล้ายของงานมาจัดกลุ่มสถานประกอบการเหล่านั้นที่ส่งนักศึกษาไป และศึกษาว่าสถานประกอบการประเภทใด ที่แต่ละคณะส่งนักศึกษาไปเข้าร่วมโครงการสหกิจมากที่สุด เพื่อเป็นแนวทางดำเนินงานโครงการสหกิจศึกษาได้อย่างเหมาะสม และมีประสิทธิภาพตรงตามวัตถุประสงค์การจัดการโครงการสหกิจศึกษา ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะวิเคราะห์เครือข่ายสหกิจกับสถานประกอบการที่ทำโครงการสหกิจศึกษาร่วมกัน เพื่อให้ทราบว่าสถานประกอบการใดที่สามารถรับนักศึกษาได้มาก โดยใช้ทฤษฎีกราฟในการจำลองเป็นแผนภาพแสดงความสัมพันธ์

ระหว่างคณะกับสถานประกอบการนอกจากนั้นยังใช้โปรแกรม Pajek ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเครือข่ายดังกล่าว และผู้วิจัยได้คำนวณหาค่าความเป็นศูนย์กลางของระบบเครือข่ายสหกิจศึกษาของคณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วย ค่า Degree centrality ค่า Closeness centrality และค่า Betweenness centrality ผลที่ได้จากการศึกษาจะทำให้สามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปช่วยในการตัดสินใจเพื่อวางแผนการส่งนักศึกษาออกสหกิจในแต่ละปีการศึกษาเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพอย่างสูงสุด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการใช้ทฤษฎีกราฟจำลองเครือข่ายโครงการสหกิจศึกษา
2. เพื่อศึกษาว่าสถานประกอบการใดเป็นศูนย์กลาง (Betweenness centrality) ในการส่งนักศึกษาเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษามากที่สุด

แนวคิด ทฤษฎี กรอบแนวคิด

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำทฤษฎีทางด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้เพื่อทำให้ทราบถึงลักษณะของเครือข่ายโครงการสหกิจศึกษาของมหาวิทยาลัย ว่าอยู่ลักษณะรูปแบบใด โดยใช้ทฤษฎีดังต่อไปนี้

1. Complex Network คือ เครือข่ายซับซ้อนซึ่งมีอยู่มากมายทุกหนทุกแห่ง ทั้งในธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น มีโครงสร้างประกอบด้วยโหนด (vertices) จำนวนมากที่เชื่อมโยงกันด้วยลิงค์ (edges) [1] ตัวอย่างเช่น เครือข่ายอินเทอร์เน็ตซึ่งประกอบด้วย routers หรือ domains ต่างๆที่เชื่อมต่อกันด้วยไฟเบอร์ออฟติก เวิลด์ไวด์เว็บเป็นเครือข่ายของเว็บเพจที่เชื่อมต่อกันด้วย hyperlinks สมอองเป็นเครือข่ายของเส้นใยประสาท องค์กรเป็นเครือข่ายของผู้คน เครือข่ายในโลกแห่งความเป็นจริงนั้นมีความซับซ้อนและมีพลวัตของพฤติกรรมต่างๆ ซึ่งอาจทำให้เครือข่ายนั้นเติบโตหรือล่มสลายได้

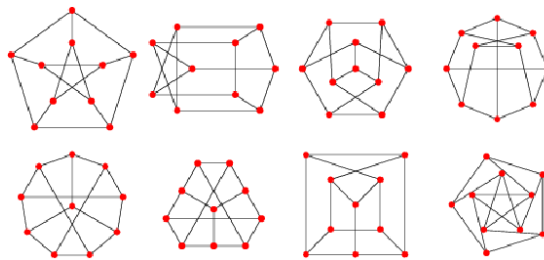
2. Betweenness centrality การวัดสัดส่วนผลรวมของจำนวนเส้นทางที่สั้นที่สุดของแต่ละคู่ของหน่วยย่อย (pair of nodes) ในเครือข่ายที่เชื่อมกันโดยผ่านหน่วยย่อยหนึ่ง หน่วยย่อยใดมีค่านี้สูงแสดงว่ามีความสำคัญมากในการเป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างหน่วยย่อย

3. Degree centrality การวัดจำนวน tie ของหน่วยย่อยหนึ่ง สามารถแบ่งได้ 2 กรณี กรณีแรกเป็นความสัมพันธ์แบบไม่มีทิศทาง degree คือ จำนวน path ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับหน่วยย่อยหนึ่ง แต่กรณีที่สอง เป็นความสัมพันธ์แบบมีทิศทางจะแบ่งเป็น in-degree คือ จำนวน path ที่มี

ทิศ ทางเข้าหาหน่วยย่อยหนึ่ง และ out-degree คือ จำนวน path ที่มีทิศทางออกจากหน่วยย่อยหนึ่ง

4. Closeness centrality การวัดความใกล้ชิดของหน่วยย่อยที่สนใจกับหน่วยย่อยอื่นในเครือข่าย ค่านี้เป็นส่วนกลับของ farness กรณีเป็นความสัมพันธ์แบบมีทิศทาง สามารถแบ่งค่านี้เป็น in-closeness และ out-closeness ถ้าหน่วยย่อยใดมีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าหน่วยย่อยนั้นมีความใกล้ชิดกับหน่วยย่อยอื่นในเครือข่ายมาก

5. ทฤษฎีกราฟ เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งใช้สำหรับจำลองปัญหาบางอย่างด้วยแผนภาพที่ประกอบด้วยโหนด และเส้นที่เชื่อมระหว่างโหนด 2 โหนด โดยกราฟมีอยู่ 2 ชนิด คือแบบ Directed graph เป็นกราฟแบบระบุทิศทาง และ Undirected graph เป็นกราฟแบบไม่ระบุทิศทาง



ภาพที่ 1 ทฤษฎีกราฟ

6. โปรแกรม Pajek เป็นภาษาสโลวาเนียซึ่งแปลว่า แมงมุม ชุดโปรแกรมนี้ได้รับการพัฒนาจากกลุ่มนักวิจัย ได้แก่ Wouter de Nooy, Andrej Mrvar and Vladimir Batagelj ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์โครงสร้างเครือข่ายทางสังคม [5] โดยมีจุดเด่นได้แก่ความสามารถสำหรับการวิเคราะห์ชุดข้อมูลขนาดใหญ่ และที่สำคัญคือ “Free” ทั้งนี้สำหรับชุดโปรแกรมในการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมที่นิยมอยู่ในตอนนี้จะมีสองโปรแกรม ได้แก่ UCINET (commercial) and Pajek นอกจากนี้ยังมีคู่มือสำหรับการใช้โปรแกรม Pajek ควบคู่กับการวิเคราะห์เชิงทฤษฎีเครือข่ายทางสังคม

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาระบบเครือข่ายสหกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ประกอบด้วยทั้งหมด 4 วิทยาเขต ประกอบด้วย ศาลายา วังไกลกังวล จักรวรรดิบพิตรพิมุข และ เพาะช่าง ซึ่งข้อมูลที่ได้

จัดเก็บมาต้องมาทำการแบ่งกลุ่ม เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ว่ามีคณะใดบ้างที่ได้เข้าร่วมโครงการ สหกิจศึกษาบ้าง โดยนำข้อมูลที่ได้เข้าสู่กระบวนการดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาคำนี้ เป็นลักษณะการศึกษากฎแบบระบุทิศทาง (Direction graph) โดยมี โหนด 94 โหนด และมีลิงค์ 318 ลิงค์ โดยจะวิเคราะห์ข้อมูลจากการติดต่อกันระหว่างคณะภายใน มหาวิทยาลัยและสถานประกอบการ เพื่อคำนวณหาค่าความเป็นศูนย์กลางของระบบเครือข่าย สหกิจศึกษาว่าคือสถานประกอบการใด ประกอบด้วยดังนี้

1) ค่า Degree centrality เป็นการค้นหาว่าสถานประกอบการใดบ้างที่เป็นจุดศูนย์กลางของการติดต่อในการส่งนักศึกษาออกสหกิจซึ่งเป็นตำแหน่งที่มีอิทธิพลสูงสุดในเครือข่าย วัดได้จาก จำนวนเส้นเชื่อมโยงทั้งหมดที่โยงมาจากคณะภายในมหาวิทยาลัย

$$d(i) = \sum_j m_{ij} \quad (1)$$

สมการที่ 1 การหาค่า Degree centrality

2) ค่า Betweenness centrality เป็นการค้นหาว่าสถานประกอบการใดบ้างที่มีตำแหน่งเป็นผู้ เชื่อมต่อกลุ่มต่าง ๆ ที่อยู่ห่างกันมีลักษณะงานเหมือนกันให้เข้าหากัน ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการ ติดต่อเชื่อมโยงระหว่างสถานประกอบการ คำนวณจากสัดส่วนของระยะทางที่สั้นที่สุด (Geodesic path) ในการเชื่อมโยงระหว่างสถานประกอบการ โดยใช้สมการดังนี้

$$B(k) = \sum_{i \neq j \neq k} \frac{\delta^k(i, j)}{\delta(i, j)} \quad (2)$$

สมการที่ 2 การหาค่า Betweenness centrality

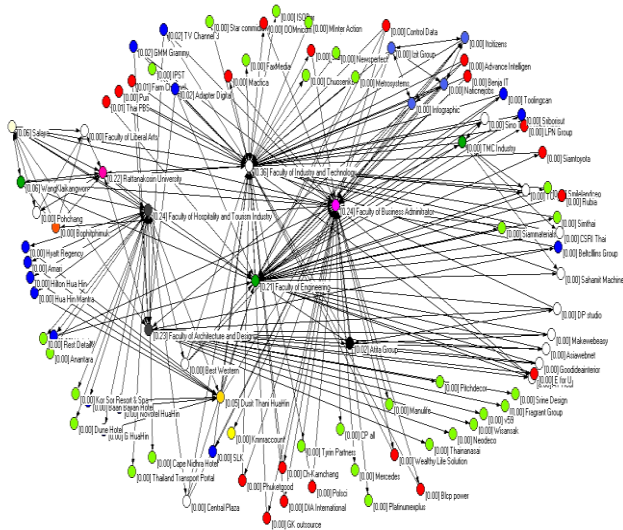
3) ค่า Closeness centrality เป็นการค้นหาว่าสถานประกอบการใดบ้างที่มีตำแหน่งเป็น จุดศูนย์กลางของเครือข่าย มีความใกล้ชิดกับสถานประกอบการอื่นโดยมีลักษณะงานที่คล้ายกัน และใช้ระยะทางที่สั้นที่สุดในการเข้าถึง (Geodesic path distance) วัดได้จากจำนวนเส้นเชื่อมโยง ทั้งหมดที่ใช้ในการเดินทางจากสถานประกอบการแห่งหนึ่งไปยังอีกแห่งหนึ่ง

$$c(i) = \sum_j d_{ij} \quad (3)$$

สมการที่ 3 การหาค่า Closeness centrality

ผลการศึกษา

ลักษณะความสัมพันธ์ของเครือข่ายโครงการสหกิจศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ พบว่า มีสถานประกอบการที่เข้าร่วมโครงการสหกิจทั้งหมด 83 แห่ง ในแต่ละแห่งจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 โครงสร้างเครือข่ายโครงการสหกิจศึกษา

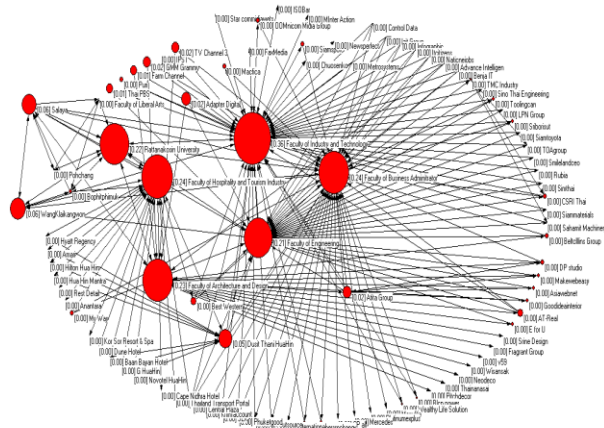
จากภาพที่ 2 สามารถทำการจัดกลุ่ม (Partition) สถานประกอบการที่มีลักษณะงานประเภทเดียวกันหรือคล้ายกันจำแนกออกเป็น 3 กลุ่ม โดยดูจากลักษณะของสีดังนี้

สีแดง คือ กลุ่มอุตสาหกรรม/วิศวกรรม

สีน้ำเงิน คือ กลุ่มโรงแรม/บริหารธุรกิจ

สีเขียว คือ กลุ่มโฆษณา/เทคโนโลยี

ทำการศึกษาต่อเพื่อดูว่าคณะใดทำการเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษามากที่สุด และเข้าร่วมกับสถานประกอบการใดบ้าง ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 โครงสร้างการเข้าโครงการสหกิจศึกษา

จากภาพที่ 3 แสดงได้ว่าคณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศได้ทำการเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษามากที่สุด รองลงมาคือ คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะบริหารธุรกิจ โรงแรมดุสิตธานี และ Atita Group โดยแสดงเป็นตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่า Degree Centrality

Rank	Vertex	Label Name	Value
1	8	Industry and Technology	72.0000
2	6	Engineering	51.0000
3	10	Business Administrator	57.0000
4	81	Dusit Thani HuaHin	19.0000
5	13	Atita Group	13.0000

ตารางที่ 2 ค่า Betweenness Centrality

Rank	Vertex	Label Name	Value
1	1	Industry and Technology	0.3586
2	37	Hospitality and Tourism Industry	0.2434
3	38	Dusit Thani HuaHin	0.0482
4	58	Adapter Digital	0.0240
5	28	Atita Group	0.0185

จากตารางที่ 2 แสดงว่าคณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี เป็นเหมือนตัวกลางในการเชื่อมต่อของเครือข่ายสหกิจ ระดับ $BC = 0.3586$ คือ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี เนื่องจากเป็นคณะที่มีการออกสหกิจศึกษามากที่สุด และยังเป็นตัวเชื่อมให้กับคณะอื่นๆ ในการติดต่อกับสถานประกอบการ เพราะคณะอื่นๆ จะดึงรายชื่อสถานประกอบการจากคณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีเป็นหลัก เพื่อส่งนักศึกษาเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษา

ตารางที่ 3 ค่า Closeness Centrality

Rank	Vertex	Label Name	Value
1	8	Industry and Technology	0.6159
2	6	Engineering	0.5602
3	10	Business Administrator	0.5167
4	81	Dusit Thani HuaHin	0.4844
5	87	Best Western	0.4673

จากตารางที่ 3 แสดงว่าคณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี เป็นจุดศูนย์กลางในการกระจายรายชื่อสถานประกอบการ เพราะภายในคณะประกอบไปด้วยสาขาวิชาที่มีลักษณะงานครอบคลุมทุกด้าน รายชื่อสถานประกอบการที่คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีติดต่ออยู่ทำให้เป็นฐานข้อมูลให้กับคณะอื่นๆ ได้เป็นอย่างดี

สรุป

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การจัดโครงการสหกิจศึกษา ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ยังมีไม่ครอบคลุมทุกคณะ บางคณะก็ยังไม่ครบทุกสาขาวิชา แต่ถึงอย่างไร โครงการสหกิจศึกษาก็จะต้องพัฒนาเพื่อให้สอดคล้องกับหลักสูตรของมหาวิทยาลัย

จากการวิเคราะห์เครือข่ายโครงการสหกิจของมหาวิทยาลัย พบว่า คณะที่เข้าร่วมโครงการสหกิจมากที่สุด คือ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี รองลงมาคือ คณะวิศวกรรมศาสตร์ และทางด้านสถานประกอบการที่ทางมหาวิทยาลัยได้ทำการส่งนักศึกษาออกสหกิจมากที่สุดคือ

โรงแรมดุสิตธานี รองลงมาคือ บริษัท อซิเตอร์ กรุ๊ป และ Adapter Digital เพราะทั้ง 3 สถานประกอบการมีลักษณะงาน ที่ครอบคลุม คือ นักศึกษาหลายคนจะสามารถเข้าร่วมโครงการสหกิจ กับทั้ง 3 สถานประกอบการได้ บริษัท อซิเตอร์ กรุ๊ป จำกัด และโรงแรมดุสิตธานี มีสาขาย่อย ทำให้สามารถส่งนักศึกษากระจายไปเข้าร่วมโครงการสหกิจได้ เพราะลักษณะมีความเหมือนและคล้ายกัน แต่ถึงอย่างไรจำนวนสถานประกอบการก็ยังไม่เพียงพอกับจำนวนนักศึกษาที่เข้าร่วมโครงการสหกิจในแต่ละปี จากการวิเคราะห์ผลครั้งนี้ ทางมหาวิทยาลัยจะต้องให้คณะทุกคน จัดหาสถานประกอบการเพื่อเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษาให้มากขึ้นเพื่อให้เพียงพอและโครงการสหกิจศึกษาจะได้บรรลุเป้าหมายตามหลักสูตรของมหาวิทยาลัย

จากผลการวิจัยการศึกษาการใช้ทฤษฎีกราฟในการจำลองเครือข่ายโครงการสหกิจศึกษา โดยผู้วิจัยได้ทำการจำลองแบบเครือข่าย ทำให้เห็นภาพในลักษณะการติดต่อกับสถานประกอบการที่ชัดเจนขึ้น ทำให้ทราบถึงการเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษาในอนาคต ว่าทางมหาวิทยาลัยสามารถส่งนักศึกษาเข้าสู่สถานประกอบการที่ได้ได้บ้าง แต่ละที่สามารถที่จะรับนักศึกษากี่คน และสถานประกอบการใดครอบคลุมต่อการออกสหกิจของนักศึกษาแต่ละคนมากที่สุด เพื่อเป็นประโยชน์ ต่อการทำเครือข่ายโครงการสหกิจศึกษาต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยพบว่าบางคณะยังไม่ได้มีการออกโครงการสหกิจศึกษา ทำให้การจำลองเครือข่ายโดยใช้ทฤษฎีกราฟที่ออกมายังไม่ครอบคลุมทุกคน และลักษณะของทฤษฎีกราฟ อาจต้องคำนวณลักษณะของ Betweenness centrality ทุกครั้งที่มีการปรับเปลี่ยนจำนวนคณะและสถานประกอบการเพื่อให้การจำลองเครือข่าย สมบูรณ์ที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- สุภัทรา ปานสุวรรณจิต และ ชัยรัตน์ ปานสุวรรณจิตร์. (2554). *การศึกษาปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาโครงการสหกิจศึกษา* สาขาบริหารธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจและ ศิลปะศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ภาควิชาฯ เชียงใหม่.
- วงษ์เนตร ชันธุวาร และ นพดล ศิริเพชร. (2552). *การค้นหา Minimum Spanning Tree ของเน็ตเวิร์คขนาดใหญ่อย่างมีประสิทธิภาพด้วยหน่วยประมวลผลกราฟิก*. หน่วยปฏิบัติการวิจัยคลังอนุพันธ์ความรู้ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, ปทุมธานี.

H. Ueda, M. Itoh, "Graph-Theoretical Approach for Quantifying the Large-Scale Structure of the Universe" *Publ. of the Astronomical Society of Japan*, v.49, 1997, pp.131-149.

C. Gang, W. Jianxin, P. Yi, and C. Jianer, "Identification of Breast Cancer Gene Signature in Protein Interaction Network Using Graph Centrality," in *Bioinformatics and Biomedicine (BIBM), 2011 IEEE International Conference on*, 2011, pp. 402-405.

Pajek Program for Large Network Analysis [url] <http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek/>