



ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

การออกแบบเส้นทางรถสาธารณะโดยใช้วิธีการตัดสินใจโดยใช้ กระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์

การออกแบบเส้นทางรถสาธารณะ การพัฒนาโครงข่ายระบบขนส่งมวลชนที่สามารถดึงดูดผู้โดยสาร ได้นั้นมีหลักการสำคัญ คือ การออกแบบเส้นทางให้ครอบคลุมพื้นที่เพื่อสามารถเชื่อมโยงแหล่งการเดินทางระหว่างกิจกรรมสำคัญต่างๆ ได้ มีการต่อรถหรือเปลี่ยนถ่ายรถและเวลาเดินทางน้อยที่สุด เพราะสิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยที่สะท้อนถึงประสิทธิภาพของระบบโครงข่ายการให้บริการระบบ จากหลักการดังกล่าวจำเป็นต้องออกแบบและทดสอบสถานที่แตกต่างกัน แต่ต้องมีความสามารถในการประสานการให้บริการกันอย่างสมบูรณ์ โดยโครงข่ายของเส้นทางนั้นอาจแบ่งออกเป็น 4 แบบใหญ่ๆ คือ โครงข่ายแนวรัศมี (Radial Route) คือเส้นทางหลักที่ใช้ในการขนส่งเป็นลักษณะวงแหวนรอบเมือง โครงข่ายแนววงกลม (Circumferential Route) คือสายที่วิ่งวนอยู่รอบนอกบริเวณขอบของเมือง ส่วนที่เป็นปริมาตรของเมือง โครงข่ายสายชอย (Feeder Route) คือสายที่แยกออกมาจากถนนสายหลัก เพื่อเข้าไปในแหล่งที่อยู่อาศัย สถานที่สำคัญต่าง ๆ และโครงข่ายสายสั้น (Shuttle routes) คือสายการเดินทางสายสั้น ๆ ที่เชื่อมระหว่างจุด 2 จุด นอกจากรูปแบบโครงข่ายแล้ว ในการออกแบบและวางเส้นทางระบบขนส่งมวลชนจำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องในหลาย ๆ ด้านที่มีผลกระทบโดยตรงต่อปริมาณผู้โดยสารที่จะเปลี่ยนพฤติกรรมการเดินทางมาใช้ระบบขนส่งมวลชน ซึ่งเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องเหล่านี้ ได้แก่ ที่ตั้งและขนาดของแหล่งกิจกรรมที่สำคัญ ลักษณะโครงข่ายถนนและลักษณะการเดินทางของประชาชน ดังนั้นการออกแบบแนวเส้นทางของโครงข่ายทั้งหมดจึงจำเป็นต้องมีการออกแบบให้สอดคล้องกับโครงข่ายถนนทิศทางความต้องการในการเดินทางของผู้ใช้บริการ และเชื่อมโยงการเดินทางระหว่างแหล่งกิจกรรมที่สำคัญ ส่วนงานวางแผนการขนส่งในเขตเมืองจำเป็นต้องพิจารณาลักษณะการใช้ที่ดินระบบการขนส่งรวมทั้งสภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของผู้เดินทาง (Trip Makes) ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่กระตุ้นให้เกิดการเดินทางโดยมีขั้นตอนการวางแผนเส้นทางขนส่งในเขตเมืองดังนี้

1. คาดคะเนรูปแบบการใช้ที่ดินในพื้นที่วางแผน (Pattern of land use) ของปีเป้าหมาย
2. ประมาณความต้องการของการเดินทางและการขนส่ง จากลักษณะการใช้ที่ดินและข้อมูลทางสังคมและเศรษฐกิจของผู้อาศัยในพื้นที่
3. วิเคราะห์เสนอทางเลือกระบบการขนส่งโดยอาจเป็นระบบการขนส่งด้วยรถส่วนตัวและรถโดยสารขนาดเล็ก หรือแบบการขนส่งมวลชนทั้งทางบกหรือทางน้ำหรือระบบผสม

4. วิเคราะห์สภาพการเดินทางในรูปของปริมาณการจราจร เวลาของการเดินทางของระบบการขนส่งที่เสนอ
5. เปรียบเทียบและเลือกระบบการขนส่งที่ดีที่สุดจากชุดของระบบทางเลือกที่เสนอโดยพิจารณาจากเงื่อนไขของสภาพการเดินทางและการขนส่ง ค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ของแต่ละระบบ เป็นต้น

ขั้นตอนที่สำคัญที่สำคัญอันหนึ่งในขบวนการทางวางแผนคือ การเสนอทางเลือกระบบการขนส่งสำหรับอนาคตเพื่อนำมาวิเคราะห์ดูความเหมาะสมทางวิศวกรรมนั้น ผู้ออกแบบจะต้องอาศัยประสบการณ์วางแผนและความรู้เกี่ยวกับลักษณะการเดินทางของคนในเมือง รวมทั้งวิธีการแก้ปัญหาที่เคยใช้มาก่อน ประยุกต์คิดหาแผนระบบขนส่งที่เหมาะสม นอกจากนั้นการวางแผนเส้นทางระบบขนส่งมวลชนโดยรถบัสนั้นยังต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆอีก เช่น ความเร็ว (Speeds) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ (Operating Costs) แรงงานในการดำเนินการ (Labor requirements) พลังงานที่ต้องใช้ (Energy Consumption) ค่าใช้จ่ายในการลงทุนและบำรุงรักษา (Capital and rehabilitation Costs) ประสิทธิภาพ (Performance Characteristics) ความจุ (Capacities) และอุบัติเหตุ (Accident rates) เป็นต้น

การตัดสินใจโดยใช้กระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process หรือ AHP) ในชีวิตประจำวัน มักมีเหตุการณ์ให้เราต้องตัดสินใจอยู่บ่อยครั้ง ถ้าเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจมีเพียงเกณฑ์เดียว การตัดสินใจก็คงไม่ยาก เช่น ถ้าเราจำเป็นต้องเดินทางสู่จุดหมายโดยใช้เกณฑ์ในการตัดสินใจคือ “เส้นทางที่ใช้ระยะทางน้อยที่สุด” ขั้นตอนที่ใช้ในการเลือกคือ เราอาจเลือกขึ้นมาสัก 3-4 เส้นทาง แล้วเปรียบเทียบว่าเส้นทางไหนใช้ระยะทางในการเดินทางน้อยที่สุด จากนั้นก็ตัดสินใจใช้เส้นทางนั้น

แต่ในความเป็นจริงการตัดสินใจแต่ละครั้งมักไม่ได้มีเกณฑ์ในการเปรียบเทียบเพื่อการตัดสินใจเพียงเกณฑ์เดียว เช่น ในการตัดสินใจเลือกเส้นทางรถสาธารณะเราอาจต้องคำนึงถึงระยะทาง สภาพการจราจร ความสะดวกสบายของเส้นทาง เป็นต้น นอกจากนี้ ผู้ที่ตัดสินใจก็อาจจะไม่ใช่เราเพียงคนเดียว แต่อาจประกอบไปด้วยบุคคลหลายคน ซึ่งแต่ละคนก็ให้ความสำคัญหรือให้น้ำหนักในเกณฑ์แต่ละเกณฑ์แตกต่างกันไป เช่น ผู้ใช้เส้นทางอาจมีนาย A นาย B และ นาย C โดยที่นาย A อาจจะสนใจเรื่องระยะเวลา ขณะที่นาย B และนาย C อาจจะทำให้ให้ความสำคัญเรื่องสภาพการจราจร

จากที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ ย่อมทำให้กระบวนการตัดสินใจมีความลึกซึ้งและซับซ้อนมากขึ้น ดังนั้น เพื่อให้เราสามารถตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นที่ยอมรับต่อทุกฝ่าย และเป็น

ประโยชน์ต่อผู้ใช้งานมากที่สุด เราจึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือบางตัวมาช่วยในการตัดสินใจ เพื่อให้การตัดสินใจดังกล่าวมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และเครื่องมือที่จะแนะนำต่อไปนี้คือ เทคนิคการตัดสินใจที่เรียกว่า “**Analytic Hierarchy Process หรือ AHP**” นั่นเอง (สุธรรม แสงอรุณ, อ้างอิงจาก http://202.183.190.2/FTPiWebAdmin/knw_pworld/image_content/64/process1.pdf HOMAS L.)

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ เป็นกระบวนการที่ใช้ในการ “วัดค่าระดับ” ของการตัดสินใจในเรื่องต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และให้ผลการตัดสินใจที่ถูกต้องตรงกับเป้าหมายของการตัดสินใจได้มากที่สุด กระบวนการที่ว่านี้ได้รับการคิดค้นเมื่อปลายทศวรรษที่ 1970 โดยศาสตราจารย์ Thomas Saaty แห่งมหาวิทยาลัยเพนซิลวาเนีย ตั้งแต่กระบวนการนี้ได้รับการคิดค้นขึ้นมา ก็มีการนำไปประยุกต์ใช้ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจต่างๆ มากมาย เช่น การตัดสินใจเกี่ยวกับการดำเนินงานทางธุรกิจ ได้แก่ การสั่งซื้อวัตถุดิบ การเลือกสถานที่ในการประกอบการ การกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาด ฯลฯ รวมถึงการประยุกต์ใช้ในเรื่องของการบริหารทรัพยากรบุคคลในองค์กร เช่น การจัดลำดับความสามารถของพนักงาน การประเมินทางเลือกของสายอาชีพ การสำรวจทัศนคติของพนักงาน ฯลฯ (Saaty,1980) ซึ่งจุดเด่นของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ มีดังนี้

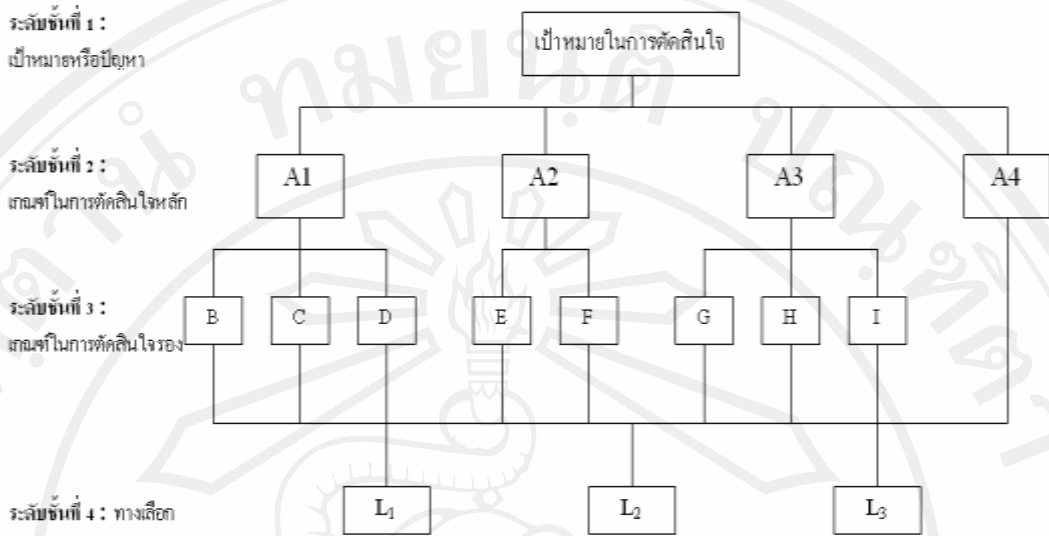
1. ให้ผลการสำรวจน่าเชื่อถือกว่าวิธีอื่นๆ เนื่องจากใช้วิธีการเปรียบเทียบเชิงคู่ในการตัดสินใจก่อนที่จะลงมือตอบคำถาม
2. มีโครงสร้างที่เป็นแผนภูมิลำดับชั้น เลียนแบบกระบวนการความคิดของมนุษย์ ทำให้ง่ายต่อการใช้และการทำความเข้าใจ
3. ผลลัพธ์ที่ได้เป็นปริมาณตัวเลข ทำให้ง่ายต่อการจัดลำดับความสำคัญ และยังสามารถนำผลลัพธ์ดังกล่าวไปเปรียบเทียบ (Benchmarking) กับหน่วยงานอื่นๆ ได้
4. สามารถจัดการตัดสินใจแบบมือคดิหรือลำเอียงออกไปได้
5. ใช้ได้ทั้งกับการตัดสินใจแบบคนเดียวและแบบที่เป็นกลุ่มหรือหมู่คณะ
6. ก่อให้เกิดการประนีประนอมและการสร้างประชามติ
7. ไม่จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญพิเศษมากอยควบคุม

ขั้นตอนของการใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

Saaty(1980) ได้อธิบายถึงขั้นตอนของการใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ไว้ดังนี้

- 1) สร้างแผนภูมิลำดับชั้นหรือแบบจำลองของการตัดสินใจ โดยมีรายละเอียดดังแสดงได้

ในแผนภูมิที่ ก-1 ดังนี้



แผนภูมิ ก-1 แสดงตัวอย่างของแผนภูมิลำดับชั้นหรือแบบจำลองของการตัดสินใจ

แผนภูมิ ก-1 เป็นการแสดงแบบจำลองหรือแผนภูมิลำดับชั้นของ “กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์” ซึ่งเป็นเครื่องมือพื้นฐานที่ช่วยในการตัดสินใจ โครงสร้างของแผนภูมินี้ประกอบไปด้วย “องค์ประกอบ” หรือปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจต่างๆ แผนภูมินี้มีลักษณะเป็นระดับชั้น จำนวนของลำดับชั้นจะขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของการตัดสินใจ ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

- ระดับชั้นที่ 1 หรือระดับบนสุด แสดงจุดโฟกัสหรือเป้าหมายของการตัดสินใจ
- ระดับชั้นที่ 2 แสดงถึงเกณฑ์การตัดสินใจหลัก ที่มีผลต่อเป้าหมายในการตัดสินใจนั้น
- ระดับชั้นที่ 3 ลงมา แสดงถึงเกณฑ์ย่อยของการตัดสินใจ ซึ่งจะมีจำนวนเท่าไรนั้นขึ้นอยู่กับความชัดเจนของเกณฑ์หลัก (อาจไม่จำเป็นต้องมี ถ้าเกณฑ์หลักมีความชัดเจนเพียงพอ)
- ส่วนระดับชั้นล่างสุด หรือระดับชั้นสุดท้าย คือทางเลือกที่เราจะนำมาพิจารณาผ่านเกณฑ์การตัดสินใจตามที่เรากำหนดไว้

2) ให้นำหนักความสำคัญของเกณฑ์การประเมิน

เนื่องจากเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจแต่ละเกณฑ์นั้น มีความสำคัญต่อเป้าหมายในการตัดสินใจไม่เท่ากัน ดังนั้น จึงจำเป็นที่เราจะต้องหาน้ำหนัก “ความสำคัญ” ของแต่ละเกณฑ์ก่อนที่จะทำการประเมินทางเลือก โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1) สร้างตารางเมตริกซ์เปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเป็นคู่ ดังแสดงใน

ตาราง ก-1

ตาราง ก-1 ตัวอย่างตารางเมตริกซ์ที่ใช้แสดงการเปรียบเทียบเป็นคู่

เกณฑ์การตัดสินใจ		ปัจจัย			
		A1	A2	A3	A4
ปัจจัย	A1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}
	A2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	a_{24}
	A3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	a_{34}
	A4	a_{41}	a_{42}	a_{43}	a_{44}

โดย a_{ij} คือ สมาชิกในแถวที่ i หลักที่ j ของเมตริกซ์ หมายถึง ผลการเปรียบเทียบความสำคัญระหว่างปัจจัย A_i และ A_j

2.2) กำหนดมาตราส่วนในการวินิจฉัยเปรียบเทียบ เช่น

ถ้า $a_{ij} = 1$ หมายถึง ปัจจัย A_i และ A_j มีความสำคัญเท่า ๆ กัน

ถ้า $a_{ij} = 3$ หมายถึง ปัจจัย A_i มีความสำคัญมากกว่าปัจจัย A_j เล็กน้อย

ถ้า $a_{ij} = 5$ หมายถึง ปัจจัย A_i มีความสำคัญมากกว่าปัจจัย A_j ปานกลาง

ถ้า $a_{ij} = 7$ หมายถึง ปัจจัย A_i มีความสำคัญมากกว่าปัจจัย A_j มาก

ถ้า $a_{ij} = 9$ หมายถึง ปัจจัย A_i มีความสำคัญมากกว่าปัจจัย A_j มากที่สุด

จำนวนระดับของมาตราส่วนในการเปรียบเทียบนี้ ขึ้นอยู่กับตัวผู้ทำการวิเคราะห์เองว่า ต้องการรายละเอียดในการเปรียบเทียบมากแค่ไหน ถ้าต้องการรายละเอียดมากขึ้น ก็อาจจะกำหนดระดับการเปรียบเทียบหลายระดับมากขึ้น เช่น อาจจะมีเพิ่มจำนวนระดับขึ้นไปอีก คือ ถ้า $a_{ij} = 5$ หมายถึง ปัจจัย A_i มีความสำคัญมากกว่า A_j อย่างยิ่งยวด หรือถ้าคิดว่าระดับของมาตราส่วนดังกล่าว มีความแตกต่างกันไป ก็อาจจะกำหนดใหม่ ให้มาตราส่วนในการเปรียบเทียบมีความแตกต่างกันน้อยลงก็ได้ เช่น ให้ $a_{ij} = 2$ หมายถึง ปัจจัย A_i มีความสำคัญมากกว่า A_j เล็กน้อย และ $a_{ij} = 3$ หมายถึง ปัจจัย A_i มีความสำคัญมากกว่า A_j ปานกลาง เป็นต้น

3) คำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การประเมิน (ค่าน้ำหนักของคุณลักษณะตามวิธี AHP)

4) คำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละทางเลือกสำหรับแต่ละคุณลักษณะตามวิธี AHP

5) คำนวณค่าคะแนนความเหมาะสม (คุณค่า) รวมของแต่ละทางเลือกจาก

คะแนนรวม (ทางเลือกที่ i) =

$$\sum_j (\text{คะแนนทางเลือก } i \text{ สำหรับคุณลักษณะ } j \times \text{ น้ำหนักของคุณลักษณะ } j)$$

การคำนวณเกี่ยวกับ AHP

อัตราส่วน (ratio) คือค่าความสัมพันธ์หรือเป็นเศษส่วนผลหารของจำนวน 2 จำนวน เช่น a กับ b และการที่ค่าของอัตราส่วนมีค่าเทียบเท่ากันจะเรียกว่า **ความเป็นสัดส่วนกัน (Proportionality)** ratio scale เป็น set ของตัวเลขที่คงที่ภายใต้การแปลงเป็นค่าที่คล้ายกัน คือคูณด้วยตัวคงที่บวก

หน่วยปอนด์และหน่วยกิโลกรัมใช้ในการวัดค่าน้ำหนัก แต่อัตราส่วนของน้ำหนักของวัตถุ 2 ชิ้นจะอยู่ในหน่วยเดียวกันกับหน่วยของวัตถุทั้งสอง ต่อมาจึงได้มีแนวคิดค่าน้ำหนักของวัตถุตลอดทั้ง set สามารถทำให้เป็นมาตรฐานเดียวกันได้โดยการ Normalizing ปกติแล้วถ้าค่าของ ratio scale เป็น aw_i , $i=1, 2, \dots, n$ รูปแบบมาตรฐานจะเป็น $w_i = aw_i / aw^* = 1 w_i / w_i^*$ ซึ่งได้ผลลัพธ์เป็น $w_i = 1$ และ w_i , $i= 1, 2, \dots, n$ ก็จะเป็นค่าที่ได้ normalize แล้ว เราจึงไม่จำเป็นต้องบอกหน่วยของค่าดังกล่าวนี้ เช่น น้ำหนัก (2.21, 4.42) ในหน่วยปอนด์และ (1, 2) ในหน่วยกิโลกรัมสามารถให้เป็นรูปแบบมาตรฐานของ ratio scale ได้เป็น (1/3, 2/3) โดยไม่ต้องมีหน่วย เราเรียกจำนวนเหล่านี้ว่า **dominance number**

ส่วน Relative ratio scale นั้นหาได้จาก matrix ของการเปรียบเทียบเป็นคู่ pairwise comparison โดยการ solve

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j = \mu_{\max}w_i \quad \dots(1)$$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad \dots(2)$$

โดยที่ $a_{ji} = 1/a_{ij}$ หรือ $a_{ji} \times a_{ij} = 1$, $a_{ij} > 0$ (A เป็น matrix บวก) ผลจากการแก้ Solution เรียกว่า Principal eigenvector ซึ่ง normalize ในสมการที่ (2) และค่า relative ratio scale เป็นค่าที่ไม่มีหน่วย

เมื่อ $a_{ji} \times a_{jk} = a_{ik}$, และ matrix A เป็น matrix ของ a_{ij} จำนวน principle eigenvalue เท่ากับ n สำหรับค่า general eigenvalue สามารถหาได้ดังนี้

$$A_w = \begin{matrix} & A_1 \dots A_n \\ A_1 & \begin{bmatrix} w_1/w_1 & \dots & w_1/w_1 \\ \vdots & & \vdots \\ A_n & w_n/w_1 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} \\ \vdots & \\ A_n & \end{matrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = n \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = nw$$

จากทฤษฎี เราสามารถสร้าง pairwise comparison matrix โดยการเปรียบเทียบทีละคู่ สำหรับ Criteria โดยคำถามทำนองว่า “Criteria A มีระดับความสำคัญมากกว่า Criteria B เท่าไร” ก็คือตีค่าความสำคัญของ A ว่าเป็นกี่เท่าของ B โดยค่าการเปรียบเทียบ จะคิดเป็นจำนวนเต็มตั้งแต่ 1-5 โดยความหมายของตัวเลขแต่ละตัวได้แก่

ค่าการประเมิน	ความหมาย
1	สำคัญเท่า ๆ กัน (Equally important)
2	สำคัญกว่าเล็กน้อย (Weakly more important)
3	สำคัญกว่ามาก (Strongly more important)
4	สำคัญกว่าอย่างมากที่สุด (Very strongly more important)
5	สำคัญกว่าอย่างสิ้นเชิง (Absolutely more important)

สำหรับการเปรียบเทียบกับตัวเองเราจะให้ค่าการเปรียบเทียบเท่ากับ 1 เสมอ นั่นคือ A มีความสำคัญเท่ากับ A และการเปรียบเทียบย้อนกลับจะใช้ค่าที่เป็นส่วนกลับของค่าการเปรียบเทียบปกติเป็นค่าการเปรียบเทียบปกติของการเปรียบเทียบย้อนกลับนั้นเช่น การเปรียบเทียบของ A และ B เป็น 4 ดังนั้นค่าการเปรียบเทียบของ B และ A จะเป็น 1/4 กล่าวคือ $a_{ji} = 1/a_{ij}$

ต่อมาจะต้องหา vector of priorities ซึ่งจะนำไปสู่ค่า Weighting factor ต่อไป ซึ่ง vector of priorities หาได้จาก Normalized Principle eigenvector และวิธีการหา Principle eigenvector ซึ่ง Normalized ให้เป็น vector of priorities การหาค่า vector นี้โดยประมาณมีอยู่ด้วยกัน 4 วิธี ((Thomas L.S., 1992 และ http://www.ssu.missouri.edu/faculty/lmarks/teaching/AHP_lect/sld007.htm) ได้แก่

- 1) **หอย่างหยาบ ๆ ที่สุด** หาผลรวมของสมาชิกในแต่ละแถวและ Normalized โดยการหารผลรวมเหล่านั้นด้วยผลรวมทั้งหมด (Total of all the sums)
- 2) **หอย่างแม่นยำเล็กน้อย** หาผลรวมของสมาชิกในแต่ละหลัก และสร้าง vector ใหม่ที่สมาชิกในกลุ่มแต่ละตัวมีค่าเป็นส่วนกลับของ vector เดิม และ Normalized โดยการหารสมาชิกในแต่ละแถวออกมา
- 3) **อย่างแม่นยำสูง** หารสมาชิกในแต่ละหลักด้วยผลรวมของสมาชิกในหลักนั้น ๆ (Normalized the column) แล้วหาเฉลี่ยของสมาชิกในแต่ละแถวออกมา
- 4) **อย่างแม่นยำสูง** คูณสมาชิกในแต่ละแถว แล้วนำผลลัพธ์ไปถอดค่ารากที่ n โดย n เป็นจำนวนสมาชิกในแถวนั้น ๆ และทำการ Normalized vector ผลลัพธ์ที่ได้

การตรวจสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์

เนื่องจากวิธีการแก้ปัญหาด้วย Matrix เพื่อหา Priority vector นั้นมีอยู่ด้วยกันหลายวิธีแต่ละวิธีก็จะให้ความละเอียดที่แตกต่างกันดังที่ได้อธิบายไปแล้ว เราจึงควรตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำของการวิเคราะห์ด้วย AHP ทุกครั้ง โดยอาศัยค่า **Consistency Ratio** ซึ่งสามารถหาได้จากคุณสมบัติ 2 ประการคือ **Consistency Index** และ **Random Index**

- **Consistency Index** โดยสามารถหาค่า Consistency Index ด้วยวิธีดังต่อไปนี้

- 1) หาค่า Principle Eigenvalue (μ_{max}) ก่อนเป็นอันดับแรก โดยเป็นไปตามสมการ

$a_{ij}w_j = \mu_{max}w_i$ คือ ทำการคูณทางขวา Pairwise comparison matrix ด้วย Priority vector จะได้ vector ใหม่ขึ้นมา เรียกว่า Column Vector

- 2) หาร Vector นี้ด้วย Priority vector โดยให้สมาชิกใน vector ที่ตำแหน่งเดียวกัน หารกัน

- 3) หาค่าเฉลี่ยผลลัพธ์ที่ได้จะได้ค่า Maximum หรือ Principle Eigenvalue (μ_{\max})
- 4) นำค่า Principle Eigenvalue แทนค่าในสมการเพื่อหาค่า Consistency Index ตามสมการต่อไปนี้

$$CI = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{n - 1}$$

เมื่อ CI คือ ค่า Consistency Index

μ_{\max} คือ ค่า Principle Eigenvalue

n คือ มิติหรือจำนวนกิจกรรมใน Pairwise comparison matrix

- **Random Index** เป็นค่าดัชนีคงที่ที่เปรียบเทียบออกมาจากมิติ หรือจำนวนกิจกรรมที่มีใน Pairwise comparison matrix ดังแสดงในตาราง ก-2

ตาราง ก-2 ความสัมพันธ์ระหว่างมิติของ Pairwise comparison matrix

For n =	2	3	4	5	6	7	8
RI	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41

- **Consistency Ratio** เป็นดัชนีสำหรับตรวจสอบความละเอียด ความถูกต้อง แม่นยำของ **Priority Vector** ที่คำนวณออกมาได้ ว่ามีความละเอียดถูกต้องเพียงพอหรือไม่ โดยหาได้จากสมการดังนี้

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

โดยค่า Consistency Ratio นี้ อนุญาตให้มีค่าได้ไม่เกิน 10% หรือ 0.10 หากคำนวณค่า Consistency Ratio ออกมาแล้วพบว่ามีความมากกว่า 0.10 ให้ทำการคำนวณหา Priority Vector ซ้ำอีกครั้งด้วยวิธีที่มีความละเอียดสูงกว่า

ภาคผนวก ข
แบบสอบถามด้านเส้นทางเดินรถที่ดีที่สุด

วันที่เก็บ _____ ชุดที่ _____

นักศึกษา บุคคลากร

เพศ _____ คณะ _____ ชั้นปี/ตำแหน่ง _____

สถานที่พัก

ในมหาวิทยาลัย นอกมหาวิทยาลัยในระยะ 500 เมตร นอกมหาวิทยาลัยในระยะไกลกว่า 500 เมตร

วิธีที่มักใช้เดินทางมามหาวิทยาลัย

จักรยานยนต์ รถยนต์ รถแดง รถมุง เดิน จักรยาน

แบบประเมินสำหรับงานวิจัยเรื่อง "การปรับปรุงและจัดการสภาพแวดล้อมเพื่อส่งเสริมการเดินและการใช้จักรยานในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เขตการศึกษาสวนสัก"

โดย รัฐพร บุญทองดี คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการส่งเสริมการเดินและการใช้จักรยาน โดยการปรับปรุงและจัดการสภาพแวดล้อมในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยที่ปัจจัยหนึ่งที่จะส่งเสริมให้ผู้ใช้ในมหาวิทยาลัยหันมาเดินกันสูงขึ้นได้คือการพัฒนาเส้นทางรถไฟฟ้าสาธารณะในมหาวิทยาลัยให้รองรับกับความต้องการของผู้ใช้ เพื่อให้ผู้ใช้ที่อาศัยอยู่ในหรือใกล้มหาวิทยาลัยสามารถใช้รถไฟฟ้าสาธารณะแทนยานยนต์ส่วนตัวในการเดินทางในมหาวิทยาลัย ส่วนผู้ที่อาศัยไกลจากมหาวิทยาลัยก็สามารถจอดรถไว้ที่บริเวณที่จอดรถรวมแล้วใช้รถไฟฟ้าสาธารณะในการสัญจรต่อได้

เพื่อค้นหาเส้นทางที่มีประสิทธิภาพ และตอบรับกับความต้องการของผู้ใช้ ขอให้ท่านตอบคำถามต่อไปนี้
โปรดดูภาพที่ 1 ถ้าทางมหาวิทยาลัยมีนโยบายที่จะลดการใช้รถส่วนตัวภายในมหาวิทยาลัย โดยการจัดที่จอดรถรวมไว้รอบนอกเพื่อให้ผู้ใช้มาจอดรถแล้วใช้บริการรถไฟฟ้าเพื่อเดินทางในมหาวิทยาลัย โดยจัดให้มีรถที่วิ่งอย่างพอเพียงและตรงเวลากรุณาวงกลมล้อมรอบหมายเลขตามความสำคัญที่ท่านเห็นว่าปัจจัยหนึ่งสำคัญกว่าอีกปัจจัยหนึ่งเป็นค่าเท่าใด

ตัวอย่าง

เมื่อท่านเห็นว่า การใช้รถไฟฟ้าเพื่อการเดินทางจากที่พักมายังมหาวิทยาลัย มีความสำคัญกว่า การใช้รถไฟฟ้าเพื่อการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยระหว่างวัน เพียงเล็กน้อย

การใช้รถไฟฟ้า เพื่อการเดินทางจากที่พักมายังมหาวิทยาลัย				การใช้รถไฟฟ้า เพื่อการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยในระหว่างวัน				
สำคัญกว่า ที่สุด	สำคัญกว่า มาก	สำคัญกว่า ปานกลาง	สำคัญกว่า เล็กน้อย	สำคัญ เท่ากัน	สำคัญกว่า เล็กน้อย	สำคัญกว่า ปานกลาง	สำคัญกว่า มาก	สำคัญกว่า ที่สุด
5	4	3	2	1	2	3	4	5

คำจำกัดความ

การเดินทางจากที่พักมายังมหาวิทยาลัย : ผู้ที่พักใกล้หรือภายในมหาวิทยาลัยสามารถเดินมาขึ้นรถไฟฟ้าตามจุดจอดได้/

ผู้ที่พักไกลจากมหาวิทยาลัยอาจขับรถมาจอดไว้ที่ที่จอดรถรวมแล้วใช้บริการรถไฟฟ้าต่อ

การเดินทางระหว่างวันในมหาวิทยาลัย : เช่นการเดินทางเพื่อเปลี่ยนสถานที่เรียน เพื่อใช้บริการต่างๆระหว่างวัน

การมีเส้นทางที่ครอบคลุม : ระบบเส้นทางเดินรถครอบคลุมพื้นที่ที่ผู้ใช้ต้องการเดินทางไป

การมีเส้นทางที่รวดเร็ว : ระบบเส้นทางเดินรถที่ตรงไปตรงมาไม่อ้อม

การมีจุดเชื่อมต่อที่เข้าถึงได้ง่าย : มีจุดเชื่อมต่อที่เข้าถึงได้สะดวก

การผ่านสถานที่สำคัญ : ระบบเส้นทางเดินรถวิ่งผ่านสถานที่ใช้งานเป็นประจำและหนาแน่นเพื่อสะดวกในการเข้าถึงแก่ทุกคน

กรุณาดูภาพเส้นทางการเดินรถแบบใหม่สามแบบต่อไปนี้ สีที่แตกต่างกันของเส้นแสดงถึงสายการเดินรถที่ต่างกัน โดยเส้นทางการเดินรถทั้งสามรูปแบบมีสายการเดินรถที่เหมือนกันคือสายสีเขียวและสายสีส้ม แต่สายอื่นจะมีเส้นทางการเดินรถที่แตกต่างกันไป

แบบที่ 1 มีสายการเดินรถทั้งหมด 4 สาย

แบบที่ 2 มีสายการเดินรถทั้งหมด 5 สาย

แบบที่ 3 มีสายการเดินรถทั้งหมด 4 สาย

กรุณาประเมินค่าความสำคัญของประสิทธิภาพในด้านต่างๆของแต่ละเส้นทางโดยการเขียนเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่เว้นไว้

ด้านเส้นทางการเดินรถที่ครอบคลุมพื้นที่ใช้งาน	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
แบบที่ 1					
แบบที่ 2					
แบบที่ 3					

ด้านการมีจุดเชื่อมต่อที่เข้าถึงได้ง่าย	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
แบบที่ 1					
แบบที่ 2					
แบบที่ 3					

ด้าน การมีเส้นทางที่รวดเร็ว สำหรับการเดินทางจากที่พักมายังมหาวิทยาลัย	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
แบบที่ 1					
แบบที่ 2					
แบบที่ 3					

การมีเส้นทางที่รวดเร็ว สำหรับการเดินทางระหว่างวันในมหาวิทยาลัย	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
แบบที่ 1					
แบบที่ 2					
แบบที่ 3					

ด้านการผ่านสถานที่สำคัญที่ใช้งานบ่อยๆ	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
แบบที่ 1					
แบบที่ 2					
แบบที่ 3					

ขอขอบคุณที่สละเวลาและให้ความร่วมมือค่ะ

ภาคผนวก ก

รายละเอียดของผู้ทำแบบสอบถามด้านเส้นทางรถไฟฟ้า

รายละเอียดของผู้ทำแบบสอบถามด้านเส้นทางรถไฟฟ้าแสดงดังตารางต่อไปนี้

ตาราง ก-1 รายละเอียดของผู้ทำแบบสอบถามด้านเส้นทางรถไฟฟ้า

ลำดับ แบบสอบถาม	สถานะ		เพศ		คณะ	ชั้นปี ตำแหน่ง		ที่พักปัจจุบัน			ชีวิตประจำวันมหาวิทยาลัย					
	นักศึกษา	บุคลากร	ชาย	หญิง		ชั้นปี	ตำแหน่ง	ภายใน มธ.	ภายนอก ในระยะ 5000.จก.มธ.	ภายนอก ไกลกว่า500 ม. จก.มธ.	จักรยานยนต์	รถยนต์	รถแดง	รถม่วง	เดิน	จักรยาน
1	1			1	วิศวกรรมศาสตร์	5			1			1				
2	1			1	ศึกษาศาสตร์	1		1								1
3	1		1		วิศวกรรมศาสตร์	4				1		1				
4	1			1	วิทยาลัยเยา	4				1		1				
5		1	1		camt		อาจารย์			1		1				
6	1			1	สถาปัตยกรรมศาสตร์	ป.โท				1						1
7	1		1		เกษตรศาสตร์	ป.โท				1		1				
8		1	1		เกษตรศาสตร์		นักวิชาการ			1		1				
9	1		1		จิตวิทยา	5			1			1				
10	1			1	บริหารธุรกิจ	2			1				1			
11	1		1		ศึกษาศาสตร์	1		1								1
12		1		1	ศึกษาศาสตร์		บุคลากร				1		1			
13		1	1		บริหารธุรกิจ		อาจารย์		1							1
14		1		1	สถาปัตยกรรมศาสตร์		อาจารย์			1		1				
15	1			1	สังคมศาสตร์	4			1			1				
16	1			1	มนุษยศาสตร์	4			1			1				
17		1	1		มนุษยศาสตร์		พนักงาน			1		1				
18	1		1		สังคมศาสตร์	2			1			1				
19		1	1		วิทยาการศาสตร์		พนักงาน	1				1				
20	1			1	เศรษฐศาสตร์	1		1							1	
21		1		1	รัฐศาสตร์		อาจารย์			1			1			
22	1			1	รัฐศาสตร์	1		1							1	
23	1		1		วิทยาการศาสตร์	ป.โท			1			1				
24	1			1	วิทยาการศาสตร์	3			1			1				
25		1	1		วิทยาการศาสตร์		พนักงาน			1		1				
26	1		1		สื่อสารมวลชน	2				1		1				
27	1		1		เศรษฐศาสตร์	3				1		1				
28	1		1		บริหารธุรกิจ	3				1			1			
29	1			1	ทันตแพทยศาสตร์	1		1					1			
30	1			1	สังคมศาสตร์	โท				1		1				
รวม	21	9	14	16				6	9	15	16	8		2	2	2

ภาคผนวก ง
ประเด็นการสัมภาษณ์ผู้บริหาร

1. **รองอธิการบดี ฝ่ายบริหารทั่วไปและทรัพยากรบุคคล** ทำการสัมภาษณ์ในหัวข้อต่อไปนี้
 - นโยบายการควบคุมการใช้รถในมหาวิทยาลัยในระยะยาว เช่น การทำบัตรผ่านทาง การเปิดปิดประตูสำหรับรถยนต์และประตูทางเดิน
 - นโยบายการจัดการบริหารพื้นที่ (แบบกำหนดขอบเขตในปัจจุบัน) ในอนาคต
 - นโยบายการปรับปรุงหรือเพิ่มที่พักในมหาวิทยาลัย (โดยเฉพาะที่พักของบุคลากร)
2. **รองอธิการบดี ฝ่ายกายภาพและสิ่งแวดล้อม** ทำการสัมภาษณ์ในหัวข้อต่อไปนี้
 - นโยบายการปรับปรุงระบบกายภาพ เช่น ระบบถนน ทางเดินเท้า ทางจักรยาน
 - นโยบายการจัดทำผังแม่บทสำหรับการขยายตัวของมหาวิทยาลัยในอนาคต
3. **รองอธิการบดี ฝ่ายวิชาการและคุณภาพการศึกษา** ทำการสัมภาษณ์ในหัวข้อต่อไปนี้
 - นโยบายการขยายการศึกษา (เพิ่มคณะ) ของเขตการศึกษาสวนสักในอนาคต
4. **รองอธิการบดี ฝ่ายพัฒนาคุณภาพนักศึกษาและกิจการพิเศษ** ทำการสัมภาษณ์ในหัวข้อต่อไปนี้
ด้านรถไฟฟ้า
 - ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานด้านรถไฟฟ้าในปัจจุบัน เช่น ปัญหาจากการดำเนินงานของบริษัทที่ดูแลรถไฟฟ้าให้มหาวิทยาลัย รายได้รายจ่ายเป็นต้น
 - นโยบายของการบริหารจัดการและพัฒนารถไฟฟ้าระยะยาว**ด้านจักรยานสาธารณะ**
 - ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานด้านจักรยานสาธารณะในปัจจุบัน เช่น ค่าใช้จ่ายในการจัดการ การซ่อมบำรุงรักษา
 - นโยบายของการบริหารจัดการและพัฒนาจักรยานสาธารณะระยะยาว
5. **คณบดีรวม 14 คณะ** ทำการสัมภาษณ์ในหัวข้อต่อไปนี้
 - นโยบายการขยายตัวของคณะ ทั้งด้านผู้ใช้งานและการขยายพื้นที่การศึกษา
 - ปัญหาด้านที่จอดรถและนโยบายการจัดการที่จอดรถของคณะในปัจจุบันและในระยะยาว
 - ความเป็นไปได้ในการปรับปรุงทางเดินเท้าในคณะเพื่อให้เชื่อมต่อเป็นโครงข่ายที่เหมาะสมในมหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ

แบบสัมภาษณ์ผู้ใช้งาน

สำหรับนักศึกษาที่พักในหอพักมหาวิทยาลัย ผู้เก็บ..... วันที่.....
คณะ..... ชั้นปี..... เพศ..... ตำแหน่งที่พักอาศัย(หอ).....
พาหนะที่มีครอบครองขณะพักในมหาวิทยาลัย.....

ความเชื่อมโยงของพื้นที่และพฤติกรรมการเดินทาง

1) ระหว่างวัน ท่านจำเป็นต้องเปลี่ยนสถานที่เรียนบ้างหรือไม่
ถ้ามีต้องเปลี่ยนไปที่ใดบ้าง ด้วยความถี่เท่าใด มีระยะเวลาเปลี่ยนคาบเท่าไร
ใช้วิธีอะไรเพื่อเดินทางไปและเพราะสาเหตุใดจึงเลือกใช้วิธีนั้น

Table with 5 columns: จุดเริ่ม - จุดหมาย, ความถี่/week, ระยะเปลี่ยนคาบ, วิธีที่ใช้, สาเหตุที่เลือกใช้วิธีนี้

(ถ้ามีการเดิน ให้บันทึกเส้นทางที่ใช้เดินลงในแผนที่ด้วย)
(ถ้าพบว่า สถานที่ที่ไปมีระยะห่างไม่เกิน 500 เมตร แต่ผู้ใช้ไม่ใช้วิธีเดิน ให้ถามให้ถามต่อข้อ2)

2) สาเหตุที่ไม่เดิน.....

3) ระหว่างวันท่านมักจะเดินทางไปไหนบ้างทั้งในและนอกมหาวิทยาลัย (เช่น สถานที่ที่มักไปรับประทานอาหาร ไปพักผ่อน หรือทำธุระต่างๆ)

Table with 5 columns: จุดเริ่ม - จุดหมาย, สาเหตุที่ไป, ความถี่/week, วิธีที่ใช้, สาเหตุที่เลือกใช้วิธีนี้

(ถ้ามีการเดิน ให้บันทึกเส้นทางที่ใช้เดินลงในแผนที่ด้วย)
(ถ้าพบว่า สถานที่ที่ไปมีระยะห่างไม่เกิน 500 เมตร แต่ผู้ใช้ไม่ใช้วิธีเดิน ให้ถามต่อข้อ4)

4) สาเหตุที่ไม่เดิน.....

5) ท่านคิดว่าอะไรคือแรงจูงใจที่จะทำให้ท่านเดินได้ไกลขึ้น.....

สำหรับนักศึกษาที่พักนอกมหาวิทยาลัย ผู้เก็บ..... วันที่.....
 คณะ..... ชั้นปี..... เพศ..... ตำแหน่งที่พักอาศัย.....
 วิธีที่ใช้เดินทางมามหาวิทยาลัย.....

ความเชื่อมโยงของพื้นที่และพฤติกรรมการเดินทาง

- 1) ในระหว่างวัน ตารางเรียนในปัจจุบันทำให้ท่านต้องเปลี่ยนสถานที่เรียนไปเรียนนอกคณะบ้างหรือไม่ ถ้ามีต้องเปลี่ยนไปที่ใดบ้าง ด้วยความถี่เท่าใด มีระยะเวลาเปลี่ยนคาบเท่าไร และมักใช้วิธีอะไรเพื่อเดินทางไปและเพราะสาเหตุใดจึงเลือกใช้วิธีนั้น

สถานที่	ความถี่/week	ระยะเวลาเปลี่ยนคาบ	วิธีที่ใช้	สาเหตุที่เลือกใช้วิธีนี้

(ถ้ามีการเดิน ให้บันทึกเส้นทางที่ใช้เดินลงในแผนที่ด้วย)

(ถ้าพบว่า สถานที่ที่ไปมีระยะห่างไม่เกิน 500 เมตร แต่ผู้ใช้ไม่ใช้วิธีเดิน ให้ถาม ให้ถามต่อข้อ 2)

- 2) สาเหตุที่ไม่เดิน.....

- 3) นอกจากการเปลี่ยนสถานที่เรียนแล้ว ระหว่างวันเพื่อนร่วมชั้นและท่านมักจะเดินทางไปไหนบ้างทั้งในและนอกมหาวิทยาลัย (เช่น ไปรับประทานอาหาร ไปหอสมุดกลาง ไปถ่ายเอกสาร ไปเล่นอินเทอร์เน็ต เป็นต้น)

สถานที่	สาเหตุที่ไป	ความถี่/week	วิธีที่ใช้	สาเหตุที่เลือกใช้วิธีนี้

(ถ้ามีการเดิน ให้บันทึกเส้นทางที่ใช้เดินลงในแผนที่ด้วย)

(ถ้าพบว่า สถานที่ที่ไปมีระยะห่างไม่เกิน 500 เมตร แต่ผู้ใช้ไม่ใช้วิธีเดิน ให้ถามต่อข้อ 4)

- 4) สาเหตุที่ไม่เดิน.....

- 5) ท่านคิดว่าอะไรคือแรงจูงใจที่จะทำให้ท่านเดินได้ไกลขึ้น

.....

สำหรับอาจารย์..... ผู้เก็บ..... วันที่.....
 คณะ..... อายุ..... เพศ..... ตำแหน่งที่พักอาศัย.....
 วิธีที่ใช้เดินทางมามหาวิทยาลัย.....

ความเชื่อมโยงของพื้นที่และพฤติกรรมการเดินทาง

- 1) ในระหว่างวัน คณาจารย์ในคณะ (ที่ท่านสังกัดอยู่) ต้องเปลี่ยนสถานที่สอน หรือต้องไปทำธุระนอกคณะที่
 สถานที่ใดบ้าง
 ด้วยความถี่ประมาณเท่าใด
 มักจะใช้วิธีใดเพื่อเดินทางไปและเพราะสาเหตุใดจึงเลือกใช้วิธีนั้น

จุดเริ่ม - จุดหมาย	ความถี่/week	วิธีที่ใช้	สาเหตุที่เลือกใช้วิธีนี้

(ถ้ามีการเดิน ให้บันทึกเส้นทางที่ใช้เดินลงในแผนที่ด้วย)

(ถ้าพบว่า สถานที่ที่ไปมีระยะห่างไม่เกิน 500 เมตร แต่ผู้ใช้ไม่ใช้วิธีเดิน ให้ถามต่อข้อ2)

- 2) สาเหตุที่ไม่เดิน.....

- 3) นอกจากการเปลี่ยนสถานที่สอนหรือไปทำธุระแล้ว ระหว่างวันคณาจารย์ในคณะที่ท่านสังกัด และท่าน มักจะ
 เดินทางไปที่ไหนบ้างทั้งในและนอกมหาวิทยาลัย (เช่น ไปรับประทานอาหาร ไปธนาคาร)

จุดเริ่ม - จุดหมาย	สาเหตุที่ไป	ความถี่/week	วิธีที่ใช้	สาเหตุที่เลือกใช้วิธีนี้

(ถ้ามีการเดิน ให้บันทึกเส้นทางที่ใช้เดินลงในแผนที่ด้วย)

(ถ้าพบว่า สถานที่ที่ไปมีระยะห่างไม่เกิน 500 เมตร แต่ผู้ใช้ไม่ใช้วิธีเดิน ให้ถามต่อข้อ4)

- 4) สาเหตุที่ไม่เดิน.....

- 5) ท่านคิดว่าอะไรคือแรงจูงใจที่จะทำให้ท่านเดินได้ไกลขึ้น

.....

สำหรับเจ้าหน้าที่ทั่วไป ผู้เก็บ..... วันที่.....
 สถานที่ทำงาน..... อายุ..... เพศ..... ตำแหน่งที่พักอาศัย.....
 วิธีที่ใช้เดินทางมามหาวิทยาลัย.....

ความเชื่อมโยงของพื้นที่และพฤติกรรมการเดินทาง

- 1) ในระหว่างวัน เจ้าหน้าที่ในหน่วยงานที่ท่านสังกัดอยู่ จำเป็นต้องไปทำธุระนอกหน่วยงาน (เช่นประชุม ติดต่อกิจการ) ที่ สถานที่ใดในมหาวิทยาลัยบ้าง
 ด้วยความถี่ประมาณเท่าใด
 มักจะใช้วิธีอะไรเพื่อเดินทางไปและเพราะสาเหตุใดจึงเลือกใช้วิธีนั้น

จุดเริ่ม - จุดหมาย	ความถี่/week	วิธีที่ใช้	สาเหตุที่เลือกใช้วิธีนี้

(ถ้ามีการเดิน ให้บันทึกเส้นทางที่ใช้เดินลงในแผนที่ด้วย)

(ถ้าพบว่า สถานที่ที่ไปมีระยะห่างไม่เกิน 500 เมตร แต่ผู้ใช้ไม่ใช้วิธีเดิน ให้ถามต่อข้อ2)

- 2) สาเหตุที่ไม่เดิน.....

- 3) นอกจากจากการไปทำธุระต่างๆแล้ว ระหว่างวันเจ้าหน้าที่ในหน่วยงานที่ท่านสังกัดอยู่มักจะเดินทางไปไหนบ้างทั้งในและนอกมหาวิทยาลัย (เช่น ไปรับประทานอาหาร)

จุดเริ่ม - จุดหมาย	สาเหตุที่ไป	ความถี่/week	วิธีที่ใช้	สาเหตุที่เลือกใช้วิธีนี้

(ถ้ามีการเดิน ให้บันทึกเส้นทางที่ใช้เดินลงในแผนที่ด้วย)

(ถ้าพบว่า สถานที่ที่ไปมีระยะห่างไม่เกิน 500 เมตร แต่ผู้ใช้ไม่ใช้วิธีเดิน ให้ถามต่อข้อ4)

- 4) สาเหตุที่ไม่เดิน.....

- 5) ท่านคิดว่าอะไรคือแรงจูงใจที่จะทำให้ท่านเดินได้ไกลขึ้น

สำหรับนักศึกษาจากเขตการศึกษาอื่นที่เข้ามาทำงานในมหาวิทยาลัย ผู้เก็บ..... วันที่.....

คณะ..... ชั้นปี..... เพศ..... ตำแหน่งที่พักอาศัย.....

วิธีที่ใช้เดินทางมาเขตสวนสัก.....

ความเชื่อมโยงของพื้นที่และพฤติกรรมการเดินทาง

1) ใน 1 สัปดาห์ นักศึกษาในคณะของท่านต้องเดินทางมาเรียนที่เขตสวนสักกี่วัน.....

ระหว่างเข้าเรียนในเขตสวนสัก ท่านต้องเปลี่ยนสถานที่เรียนหรือไม่ ถ้ามีไปที่ใดบ้าง ด้วยความถี่เท่าใด มีระยะเวลาเปลี่ยนคาบเท่าไร ใช้วิธีอะไรเพื่อเดินทางไปและเพราะสาเหตุใดจึงเลือกใช้วิธีนั้น

สถานที่	ความถี่/week	ระยะเปลี่ยนคาบ	วิธีที่ใช้	สาเหตุที่เลือกใช้วิธีนี้

(ถ้ามีการเดิน ให้บันทึกเส้นทางที่ใช้เดินลงในแผนที่ด้วย)

(ถ้าพบว่า สถานที่ที่ไปมีระยะห่างไม่เกิน 500 เมตร แต่ผู้ใช้ไม่ใช้วิธีเดิน ให้ถามต่อข้อ 2)

2) สาเหตุที่ไม่เดิน.....

3) นอกจากจากเปลี่ยนสถานที่เรียนแล้ว ระหว่างที่มาเรียนในเขตสวนสัก เพื่อนๆ ในคณะและท่านมักจะเดินทางไปไหนบ้างทั้งในและนอกมหาวิทยาลัย (เช่น ไปรับประทานอาหาร ไปหอสมุดกลาง)

สถานที่	สาเหตุที่ไป	ความถี่/week	วิธีที่ใช้	สาเหตุที่เลือกใช้วิธีนี้

(ถ้ามีการเดิน ให้บันทึกเส้นทางที่ใช้เดินลงในแผนที่ด้วย)

(ถ้าพบว่า สถานที่ที่ไปมีระยะห่างไม่เกิน 500 เมตร แต่ผู้ใช้ไม่ใช้วิธีเดิน ให้ถามต่อข้อ 4)

4) สาเหตุที่ไม่เดินคือ.....

5) ท่านคิดว่าอะไรคือแรงจูงใจที่จะทำให้ท่านเดินได้ไกลขึ้น

จักรยาน

(สำหรับผู้ที่ไม่ใช่จักรยานเป็นประจำ)

6) ถ้าเป็นไปได้ ท่านต้องการใช้จักรยานในการสัญจรในมหาวิทยาลัยหรือไม่

ต้องการใช้ ไม่ต้องการใช้

7) (ถ้าต้องการใช้) ท่านไม่สามารถใช้จักรยานในมหาวิทยาลัยเนื่องจากสาเหตุใด

.....

.....

8) (ถ้าไม่ต้องการใช้) สาเหตุหลักที่ทำให้ท่านไม่ต้องการใช้จักรยานคืออะไร

.....

.....

9) ท่านเคยทราบถึงโครงการจักรยานสาธารณะของมหาวิทยาลัยหรือไม่

ทราบ

ไม่ทราบ (อธิบายถึงรายละเอียดของโครงการจักรยานสาธารณะ จุดยืมคืนและระเบียบวิธีการยืมคืนและข้ามไปข้อ 14)

10) ท่านเคยใช้บริการจักรยานสาธารณะของมหาวิทยาลัยหรือไม่

ไม่เคย (ข้ามไปข้อ 13)

เคย

11) ความถี่ในการใช้บริการคือกี่ครั้งต่อสัปดาห์/เดือน.....

12) จุดมุ่งหมายในการใช้บริการจักรยานของท่านคืออะไร.....

13) ถ้าทราบแต่ไม่เคยใช้ สาเหตุใดที่ทำให้ท่านไม่สามารถใช้จักรยานสาธารณะในมหาวิทยาลัยได้

.....

.....

14) สิ่งที่สามารถดึงดูดให้ท่านอยากนำรถจักรยานมาใช้หรืออยากใช้บริการจักรยานสาธารณะ เพื่อการเดินทางในมหาวิทยาลัยคืออะไร

.....

จักรยาน

(สำหรับผู้ที่ใช้จักรยานเป็นประจำ)

- 1) เส้นทางจักรยานที่ท่านใช้เป็นประจำคือเส้นทางใด (mapping ในแผนที่)
- 2) เหตุผลในการใช้จักรยานของท่านคืออะไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- 3) ในการขี่จักรยานในมหาวิทยาลัย ท่านรู้สึกว่าจะอะไรเป็นอุปสรรคที่สร้างความลำบากหรืออันตรายในการขี่จักรยานของท่านบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- 4) ท่านต้องการให้มหาวิทยาลัยมีการปรับปรุงด้านใดเพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้จักรยานของท่าน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

โครงการข่าทางเดิน รดสาธารณะ และระบบที่จอดรถ

(ถามเหมือนกันทุกกลุ่มตัวอย่าง)

(แสดงแผนผังประกอบและอธิบายรายละเอียดและจุดมุ่งหมายระบบการสัญจรในอนาคตที่ออกแบบมาเพื่อสนับสนุนให้เกิด การเดินและใช้จักรยานในมหาวิทยาลัยให้ผู้ถูกสัมภาษณ์เข้าใจในระบบต่างๆก่อนถามคำถาม)

15) ท่านมีความคิดเห็นอย่างไร ถ้าทางมหาวิทยาลัยจะจัดพื้นที่บางส่วนดังแผนผังที่แสดงให้เป็นพื้นที่สำหรับการเดินและใช้จักรยานโดยเฉพาะ (ซึ่งหมายความว่าไม่อนุญาตให้ยานยนต์ส่วนตัววิ่งผ่านเข้าไปได้)

.....

.....

.....

.....

16) ถ้าทางมหาวิทยาลัยทำการปรับปรุงระบบการเดินเท้า จักรยานและรถไฟฟ้าตามรูปแบบดังกล่าวแล้ว พร้อมกับมีการจัดที่จอดรถรวมไว้ตามจุดต่างๆดังภาพ ท่านคิดว่าอัตราค่าจอดรถยนต์และค่าจอดรถจักรยานยนต์ที่สูงที่สุดที่ท่านสามารถยอมรับได้ คือเท่าไรต่อวัน และ ต่อภาคการศึกษา

รถยนต์บาท /วันบาท /ภาคการศึกษา

รถจักรยานยนต์บาท/วันบาท /ภาคการศึกษา

17) ความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ฉ
ผลการวิเคราะห์หาเส้นทางเดินรถที่ดีที่สุดโดยวิธี AHP

ผลการศึกษาด้านโครงข่ายเส้นทางรถไฟฟ้าที่ผู้ใช้พึงพอใจ

จากการเก็บข้อมูลโดยแบบสอบถามกับผู้ใช้ 30 คนเพื่อหาเส้นทางรถไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพตรงตามความต้องการการใช้งานของผู้ใช้ ปรากฏผลดังนี้

ผู้ใช้ให้ค่าความสำคัญระหว่างเส้นทางรถเพื่อการเดินทางจากที่พักมายังมหาวิทยาลัย กับเส้นทางรถสำหรับการใช้งานระหว่างวันในมหาวิทยาลัย ในระดับที่ใกล้เคียงกันมากดังนี้ (ดูข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามและวิธีการคำนวณได้ในภาคผนวก ค)

การใช้รถไฟฟ้าจากที่พักมายังมหาวิทยาลัย	มีระดับความสำคัญ=0.505
การใช้รถไฟฟ้าสำหรับการใช้งานระหว่างวันในมหาวิทยาลัย	มีระดับความสำคัญ=0.495

คุณลักษณะต่างๆของเส้นทางทั้งสองแบบ

สำหรับการใช้รถไฟฟ้าจากที่พักมายังมหาวิทยาลัย ผู้ใช้ได้ให้ค่าความสำคัญด้านความรวดเร็วในการเดินทางมากกว่าความครอบคลุมเล็กน้อย ส่วนด้านจุดเชื่อมต่อได้ให้ค่าความสำคัญน้อยที่สุด ดังนี้

ค่าความสำคัญด้าน	การมีเส้นทางที่ครอบคลุม	มีระดับความสำคัญ = 0.389
	เส้นทางที่รวดเร็วไม่แออัด	มีระดับความสำคัญ = 0.398
	มีจุดเชื่อมต่อที่เข้าถึงง่าย	มีระดับความสำคัญ = 0.213

สำหรับการใช้รถไฟฟ้าสำหรับการใช้งานระหว่างวันในมหาวิทยาลัย ผู้ใช้ได้ให้ความสำคัญด้านความครอบคลุมมากที่สุด รองลงมาคือความรวดเร็วในการเดินทางและจุดเชื่อมต่อที่เข้าถึงได้ง่าย ส่วนการผ่านสถานที่สำคัญที่ใช้งานนั้น ผู้ใช้เห็นว่าสำคัญน้อยที่สุด ดังนี้

ค่าความสำคัญด้าน	การมีเส้นทางที่ครอบคลุม	มีระดับความสำคัญ = 0.327
	เส้นทางที่รวดเร็วไม่แออัด	มีระดับความสำคัญ = 0.309
	มีจุดเชื่อมต่อที่เข้าถึงง่าย	มีระดับความสำคัญ = 0.218
	ผ่านสถานที่สำคัญที่ใช้งาน	มีระดับความสำคัญ = 0.146

ส่วนค่าเฉลี่ย Rating ของคุณลักษณะต่าง ๆ ในเส้นทางเดินรถแบบใหม่ 3 แบบนั้น ปรากฏดังตาราง ฉ-1

ตาราง น-1 ค่าเฉลี่ย Rating ของคุณลักษณะต่าง ๆ ในเส้นทางเดินรถแบบใหม่ 3 แบบ

	ความครอบคลุม	ความรวดเร็ว ที่พัก-ที่เรียน	ความรวดเร็ว เดินทางระหว่างวัน	จุดเชื่อมต่อ	การผ่านสถานที่ สำคัญ
แบบที่ 1	3.6	3.47	3.43	3.5	3.8
แบบที่ 2	3.6	3.67	3.6	3.67	3.6
แบบที่ 3	3.3	3.33	3.47	3.3	3.7

หมายเหตุ : จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน

จากตารางจะเห็นได้ว่า ผู้ใช้คิดว่าเส้นทางเดินรถแบบที่สองนั้นเป็นเส้นทางที่มีความรวดเร็วและมีจุดเชื่อมต่อที่ดีที่สุด เนื่องจากเส้นทางแต่ละสายเป็นแบบสายสั้นๆ แต่มาพบกันที่บริเวณสี่แยกไฟแดงในปัจจุบัน ซึ่งเป็นจุดที่ผู้ใช้สามารถเดินเชื่อมไปยังส่วนสำคัญของสถานที่ต่างๆในมหาวิทยาลัยได้ทุกจุด เช่น อมช. อาคารเรียนรวม หอสมุด สหกรณ์ เป็นต้น สอดคล้องกับการให้ค่าคุณลักษณะเบื้องต้นที่ผู้ใช้คิดว่า เส้นทางไม่จำเป็นต้องผ่านจุดสำคัญมากนักแต่เน้นที่ความรวดเร็วในการเดินทางมากกว่า เพราะสามารถเดินต่อไปได้ในระยะทางสั้นๆ

เมื่อนำข้อมูลด้านค่า Rating ของคุณลักษณะต่างๆในเส้นทางเดินรถแบบใหม่ 3 แบบ มาประมวลกับค่า Priority vector ของคุณลักษณะต่างๆของเส้นทาง แล้วปรากฏว่าเส้นทางทั้งสามแบบได้คะแนนดังต่อไปนี้ จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน

เส้นทางเดินรถแบบที่ 1	3.542 คะแนน
เส้นทางเดินรถแบบที่ 2	3.610 คะแนน
เส้นทางเดินรถแบบที่ 3	3.432 คะแนน

เห็นได้ว่าค่าระดับความสำคัญของเส้นทางเดินรถทั้งสามแบบต่างกันไม่มากนักเนื่องจากในขั้นตอนการออกแบบ ได้พยายามออกแบบเส้นทางที่คาดว่าดีที่สุดโดยมีจำนวนเส้นทางและระยะทางรวมในการเดินทางที่ใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามเส้นทางที่ได้คะแนนสูงสุด ซึ่งได้แก่เส้นทางที่สองนั้น มีความโดดเด่นในด้านระยะเวลาในการเดินทางที่รวดเร็ว และจุดเชื่อมต่อที่ดี ดังนั้นจึงนำเส้นทางในรูปแบบนี้มาพัฒนาและใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยขั้นต่อไป

โดยมีรายละเอียดในการค่าต่างๆ ดังนี้

1. การวิเคราะห์หา Priority Vector

จากการสัมภาษณ์ผู้ใช้งานทั้งสามสิบคนเกี่ยวกับการเปรียบเทียบแบบ Pairwise Comparison ของคุณลักษณะต่างๆของเส้นทางได้ผลดังนี้

ตาราง จ-2 ผลการสำรวจ Pairwise Comparison ของค่าคุณลักษณะต่างๆของรถไฟฟ้า
ที่ผู้ใช้ให้ความสำคัญ

ลำดับ แบบสอบถาม	A1				A2					
	A1-A2	a1-a2	a1-a3	a2-a3	b1-b2	b1-b3	b1-b4	b2-b3	b2-b4	b3-b4
1	1/4	1/3	1/3	4	1/4	4	3	4	3	3
2	1/3	1	2	3	1/3	3	3	2	2	1/2
3	3	3	3	4	4	3	3	4	2	1/3
4	1/4	4	1/4	3	4	1/4	4	1/4	3	4
5	4	1	3	2	1/2	3	1	1	1	1/2
6	1	1/3	3	2	1/4	1/4	1/2	4	4	2
7	1/4	1/3	1/4	1/3	1	1/4	1/2	3	1/3	1/2
8	1/4	4	4	1/4	4	4	1/5	1/4	1/5	1/5
9	1/2	4	5	5	4	3	1/5	3	1/4	1/4
10	1/4	1/4	3	5	1	1	4	1	4	4
11	1/3	3	2	2	2	4	1	2	1	1
12	1/4	1/4	1/4	4	5	4	1/4	4	5	1/5
13	1/3	4	1/4	1/4	3	5	4	3	1/4	1/2
14	3	3	2	1/2	1/3	1/2	1/3	3	2	1
15	1/4	1/4	1/3	1/2	1/3	1	1/2	1	1	1/2
16	1/4	1/4	4	4	1/4	1	1/4	4	1	1/4
17	1/4	1/4	1/4	1/4	4	1/3	1/4	1/4	1/4	1/4
18	1/4	1/5	1/3	4	1/4	1/4	1/3	4	1	1/3
19	1	1/2	1/3	1/4	1/4	1/3	1/4	4	1/3	2
20	1/4	1/5	1	1/4	1	1/5	3	1/3	1/4	3
21	1/4	1/4	4	1	1	1	4	1	3	2
22	5	1	3	1	1	1/3	1	1	3	3
23	4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	4	1/4	4
24	1/3	1/4	1	1	1	1	1/3	2	3	3
25	1	1/4	1/5	4	1/4	1/4	1/3	1/3	1/4	1/4
26	1/2	1/5	1/4	4	3	3	3	1/3	4	5
27	1	1/5	1/5	5	1/4	1/4	4	3	5	3
28	1	1/2	1/4	1	1	1/2	1/4	1	1	3
29	1/4	2	2	1	2	2	1	2	2	1
30	1	1/5	1/4	5	1/5	1/4	1/4	4	4	1/4
AVER	1.019	1.175	1.533	2.261	1.523	1.573	1.466	2.225	1.912	1.627
INVE	0.981	0.8511	0.652	0.442	0.656	0.636	0.682	0.449	0.523	0.615

- A1 หมายถึง โครงการเดินทางจากที่พักมายังมหาวิทยาลัย
 A2 หมายถึง โครงการเดินทางระหว่างวันภายในมหาวิทยาลัย
 a1 หมายถึง การมีเส้นทางที่ครอบคลุม (สำหรับโครงการ A1)
 a2 หมายถึง เส้นทางที่รวดเร็วไม่อ้อม (สำหรับโครงการ A1)
 a3 หมายถึง มีจุดเชื่อมต่อที่เข้าถึงง่าย (สำหรับโครงการ A1)
 b1 หมายถึง การมีเส้นทางที่ครอบคลุม (สำหรับโครงการ A2)
 b2 หมายถึง เส้นทางที่รวดเร็วไม่อ้อม (สำหรับโครงการ A2)
 b3 หมายถึง มีจุดเชื่อมต่อที่เข้าถึงง่าย (สำหรับโครงการ A2)
 b4 หมายถึง การผ่านสถานที่สำคัญที่ใช้งานบ่อย (สำหรับโครงการ A2)

โดยค่าเฉลี่ยของการเปรียบเทียบที่แต่ละคู่แสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ ๓-3 คู่ของการเปรียบเทียบคุณลักษณะของเส้นทางต่างๆ

	คู่การเปรียบเทียบ	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนกลับ
รูปแบบของเส้นทาง	A1-A2	1.02	0.98
คุณลักษณะของเส้นทาง จากที่พักมายัง มหาวิทยาลัย	a1-a2	1.175	0.851
	a1-a3	1.533	0.652
	a1-a4	2.261	0.442
คุณลักษณะของเส้นทาง การเดินทางภายใน มหาวิทยาลัย	b1-b2	1.523	0.656
	b1-b3	1.573	0.636
	b1-b4	1.466	0.682
	b2-b3	2.225	0.449
	b2-b4	1.912	0.523
	b4-b4	1.627	0.615

ความหมายของตัวเลขในตารางนี้มาจากการเปรียบเทียบค่าความสำคัญในแต่ละคุณลักษณะว่าคุณลักษณะแรกมีความสำคัญมากกว่าคุณลักษณะที่สองอยู่เท่าไร เช่น a1- a2 ค่าเฉลี่ย 1.175 หมายความว่า ในการเปรียบเทียบความสำคัญของโครงการเดินทางจากที่พักมายังมหาวิทยาลัย ระหว่างการมีเส้นทางที่ครอบคลุมกับการมีเส้นทางที่รวดเร็ว ไม่อ้อมนั้น การมีเส้นทางที่ครอบคลุมมีความสำคัญกว่าเส้นทางที่รวดเร็วอยู่ 1.175 คะแนนและเมื่อคิดในทางกลับคือการมีเส้นทางที่รวดเร็วสำคัญน้อยกว่า การมีเส้นทางที่ครอบคลุมอยู่ 0.851 คะแนนซึ่งเป็นค่าที่น้อยกว่า 1

เมื่อนำข้อมูลเหล่านี้มาจัดเรียงในตาราง Pairwise Comparison Matrix โคนการเปรียบเทียบปกติให้นำค่าเฉลี่ยกรอก ส่วนการเปรียบเทียบที่กลับข้างกันให้ใช้ส่วนกลับกรอก และสำหรับการเปรียบเทียบกับตัวเองให้ใช้ค่าการเปรียบเทียบเท่ากับ 1 เช่น

การเปรียบเทียบระหว่าง a1-a2 ให้กรอกตัวเลข 1.175

การเปรียบเทียบระหว่าง a2-a1 ให้กรอกตัวเลข 0.851

การเปรียบเทียบระหว่าง a1-a1 ให้กรอกตัวเลข 1

เมื่อนำข้อมูลต่างๆมากรอกแล้ว แสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง ก-4 Pairwise Comparison Matrix แสดงการเปรียบเทียบระหว่าง

โครงข่ายการเดินทางจากที่พักมายังมหาวิทยาลัย (A1)

กับโครงข่ายการเดินทางระหว่างวันภายในมหาวิทยาลัย (A2)

	A1	A2
A1	1.000	1.019
A2	0.981	1.000
รวม	1.981	2.019

ตาราง ก-5 Pairwise Comparison Matrix แสดงการเปรียบเทียบระหว่างคุณลักษณะ

ภายในโครงข่ายการเดินทางจากที่พักมายังมหาวิทยาลัย

	a1	a2	a3
a1	1.000	1.175	1.533
a2a	0.851	1.000	2.261
a3	0.652	0.442	1.000
รวม	2.503	2.617	4.794

ตาราง จ-6 Pairwise Comparison Matrix แสดงการเปรียบเทียบระหว่างคุณลักษณะ
ภายในโครงข่ายการเดินทางระหว่างวันภายในมหาวิทยาลัย

	b1	b2	b3	b4
b1	1.000	1.523	1.573	1.466
b2	0.656	1.000	2.225	1.912
b3	0.636	0.682	1.000	1.627
b4	0.449	0.523	0.614	1.000
รวม	2.74	3.73	5.41	6.006

2. การหา Priority Vector ของแต่ละนักศึกษาผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการประเมินค่า Weight หรือ vector of priority วิธีที่ 3 ซึ่งเป็นวิธีที่ให้ค่าที่มีความแม่นยำสูงและไม่ซับซ้อนยุ่งยากโดยมีวิธีดังนี้

1. เมื่อได้ Pairwise Comparison Matrix แล้วให้หาผลรวมในแต่ละหลัก
2. หารสมาชิกในแต่ละหลักด้วยผลรวมของหลักนั้นๆ เพื่อ Normalized the column
3. สำหรับ Vector ที่ Normalized แล้วนี้ ให้หาค่าเฉลี่ยของสมาชิกในแต่ละแถวออกมาเป็น Priority Vector

โดยเมื่อนำข้อมูล Pairwise Comparison Matrix ของคุณลักษณะต่างๆมาคำนวณหา Priority Vector แล้ว สามารถแสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ จ-7 Priority Vector ของโครงข่ายการเดินทางจากที่พักมายังมหาวิทยาลัย (A1) และ
โครงข่ายการเดินทางระหว่างวันภายในมหาวิทยาลัย (A2)

	A1	A2	Priority Vector
A1	0.505	0.505	0.505
A2	0.495	0.495	0.495
รวม	1.000	1.000	1.000

ตารางที่ ๘-8 Priority Vector ของคุณลักษณะ
ภายในโครงข่ายการเดินทางจากที่พักมายังมหาวิทยาลัย (a1-a3)

	a1	a2	a3	Priority Vector
a1	0.399	0.440	0.320	0.389
a2a	0.340	0.382	0.472	0.398
a3	0.261	0.169	0.209	0.213
รวม	1.000	1.000	1.000	1.000

ตารางที่ ๘-9 Priority Vector ของคุณลักษณะ
ภายในโครงข่ายการเดินทางระหว่างวันภายในมหาวิทยาลัย (b1-b4)

	b1	b2	b3	b4	Priority Vector
b1	0.365	0.409	0.291	0.244	0.327
b2	0.239	0.268	0.411	0.318	0.309
b3	0.232	0.183	0.185	0.271	0.218
b4	0.164	0.140	0.113	0.167	0.146
รวม	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

การตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำของการวิเคราะห์

1) ความถูกต้องแม่นยำของการวิเคราะห์ Priority Vector A1 และ A2

จากการหาค่า Priority Vector ของแต่ละคุณลักษณะ สามารถหาค่า Principle Eigenvalue

ได้โดยการใช้สมการ $a_{ij}w_j = \mu_{\max}w_i$

1. ได้ค่า Principal Eigenvalue (μ_{\max}) $\mu_{\max} = 2$

2. Pairwise comparison matrix ของการหา มี $n = 2$

3. นำไปแทนค่าในสมการ $CI = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{n - 1}$ จะได้ค่า Consistency Index $CI = 0$

4. ได้ค่า Random Index $RI = 0$

5. นำไปแทนค่าในสมการ $CR = \frac{CI}{RI}$ จะได้ค่า Consistency Ratio $CR = 0$

สรุปได้ว่า $CR < 0.1$ จึงถือว่าข้อมูลมีความละเอียดถูกต้องเพียงพอ

2) ความถูกต้องแม่นยำของการวิเคราะห์ Priority Vector ของคุณลักษณะ a1-a3

1. ได้ค่า Principal Eigenvalue(μ_{\max}) $\mu_{\max} = 3.036$
2. Pairwise comparison matrix ของการหา มี $n = 3$
3. นำไปแทนค่าในสมการ $CI = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{n - 1}$ จะได้ค่า Consistency Index $CI = 0.018$
4. ได้ค่า Random Index (เทียบในตารางหน้า) $RI = 0.58$
5. นำไปแทนค่าในสมการ $CR = \frac{CI}{RI}$ จะได้ค่า Consistency Ratio $CR = 0.031$
สรุปได้ว่า $CR < 0.1$ จึงถือว่าข้อมูลมีความละเอียดถูกต้องเพียงพอ

3) ความถูกต้องแม่นยำของการวิเคราะห์ Priority Vector ของคุณลักษณะ b1-b4

1. ได้ค่า Principal Eigenvalue(μ_{\max}) $\mu_{\max} = 4.105$
2. Pairwise comparison matrix ของการหา มี $n = 4$
3. นำไปแทนค่าในสมการ $CI = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{n - 1}$ จะได้ค่า Consistency Index $CI = 0.033$
4. ได้ค่า Random Index (เทียบในตารางหน้า) $RI = 0.90$
5. นำไปแทนค่าในสมการ $CR = \frac{CI}{RI}$ จะได้ค่า Consistency Ratio $CR = 0.037$

สรุปได้ว่า $CR < 0.1$ จึงถือว่าข้อมูลมีความละเอียดถูกต้องเพียงพอ

3. การหาค่าความสำคัญของคุณลักษณะต่างๆของแต่ละเส้นทางรถทางเลือกสามแบบ

จากการสัมภาษณ์ผู้ใช้งานทั้งสามสิบคนเกี่ยวกับการให้ค่าของคุณลักษณะต่างๆของเส้นทางรถทางเลือกสามแบบได้ผลดัง ตารางที่ จ-10

ตาราง จ-10 ผลการสำรวจค่าความสำคัญของคุณลักษณะต่างๆของเส้นทางเดินรถทางเลือกสามแบบ

ลำดับ แบบสอบถาม	การมีเส้นทางที่ครอบคลุม(c)			จุดเชื่อมต่อที่เข้าถึงได้ง่าย(d)			ความเร็วของโครงข่าย การเดินทางจากที่พัก มายังที่เรียน (e)			ความเร็วของโครงข่าย เส้นทางเดินทาง ระหว่างวัน (f)			การผ่านสถานที่สำคัญ (g)		
	แบบที่ 1 c1	แบบที่ 2 c2	แบบที่ 3 c3	แบบที่ 1 d1	แบบที่ 2 d2	แบบที่ 3 d3	แบบที่ 1 e1	แบบที่ 2 e2	แบบที่ 3 e3	แบบที่ 1 f1	แบบที่ 2 f2	แบบที่ 3 f3	แบบที่ 1 g1	แบบที่ 2 g2	แบบที่ 3 g3
1	4	4	3	4	4	3	4	3	3	4	4	3	3	3	3
2	2	4	3	3	3	3	2	5	3	2	5	3	4	3	3
3	3	4	3	3	3	3	3	4	2	3	3	3	3	4	3
4	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4	4	3
5	4	4	3	3	4	2	3	3	3	3	3	3	4	3	4
6	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	3	4	5	4	4
7	3	2	4	3	3	3	3	4	3	2	5	4	3	5	3
8	4	5	3	3	3	3	5	4	3	5	4	3	5	4	3
9	4	3	2	4	3	2	4	3	2	5	3	2	5	5	5
10	4	3	5	2	3	4	2	3	5	2	3	4	2	4	4
11	5	3	4	3	4	3	5	3	4	3	3	5	3	4	3
12	3	5	5	4	3	4	5	5	5	5	3	5	5	3	5
13	3	4	3	4	5	3	3	4	4	3	5	3	3	4	5
14	3	3	3	3	4	4	3	4	3	3	2	4	4	4	4
15	3	3	2	4	3	3	3	4	3	4	3	3	3	4	4
16	3	5	1	3	5	3	4	2	4	5	2	4	5	3	3
17	1	3	3	1	4	4	1	4	4	2	3	4	3	3	4
18	2	2	4	4	2	5	2	4	3	3	5	4	2	2	4
19	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4
20	5	4	3	5	4	3	5	4	3	5	5	4	5	4	5
21	4	4	3	4	4	3	3	5	3	2	4	2	4	2	4
22	4	4	4	3	5	3	3	5	3	3	5	3	3	5	3
23	4	5	3	5	2	4	5	2	3	5	4	2	4	2	4
24	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	4	4	5	5	5
25	3	2	4	3	4	5	2	3	4	3	2	4	3	2	4
26	4	4	3	4	3	2	3	4	2	3	2	4	3	3	3
27	4	3	4	2	4	2	3	4	3	2	3	2	4	3	3
28	4	4	3	3	5	3	3	3	3	3	3	4	3	5	2
29	4	3	4	5	3	4	5	4	3	5	4	3	5	4	3
30	4	3	2	4	5	3	4	2	3	3	5	4	5	3	4
AVER	3.60	3.60	3.30	3.50	3.67	3.30	3.47	3.67	3.33	3.43	3.60	3.47	3.80	3.60	3.70

จากนั้นนำผลของการหา Priority Vector ของแต่ละคุณลักษณะ และ ค่าความสำคัญของ
คุณลักษณะต่างๆของเส้นทางเดินรถทางเลือกสามแบบ มาคำนวณค่าคะแนนของเส้นทาง
เดินรถแต่ละแบบ โดยมีสมการดังนี้

คะแนนของเส้นทางการเดินรถแต่ละแบบ = คะแนนของ A1 + คะแนนของ A2

เพราะฉะนั้นจึงมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน

โดยที่

$$A1 = (a1 \times c) + (a2 \times e) + (a3 \times d)$$

$$A2 = (b1 \times c) + (b2 \times f) + (b3 \times d) + (b2 \times g)$$

ดังนั้นจะได้

$$\text{คะแนนของเส้นทางการเดินรถแบบที่ 1} = 3.542$$

$$\text{คะแนนของเส้นทางการเดินรถแบบที่ 2} = 3.610$$

$$\text{คะแนนของเส้นทางการเดินรถแบบที่ 3} = 3.432$$

ภาคผนวก ข
รายละเอียดการสัมภาษณ์กลุ่มผู้บริหาร

การสัมภาษณ์กลุ่มผู้บริหาร ทำการสัมภาษณ์ทั้งหมด 18 ท่าน แบ่งเป็นรองอธิการบดี (หรือผู้ได้รับมอบหมายแทน) 4 ท่าน และคณบดี (หรือผู้ได้รับมอบหมายแทน) แต่ละคณะ 14 ท่าน ได้แก่

- 1) รศ.นพ.สุภชัย เชื้อรัตนพงษ์ รองอธิการบดีฝ่ายบริหารทั่วไปและทรัพยากรบุคคล
- 2) รศ.ดร.ประโยชน์ อุนจะนำ รองอธิการบดีฝ่ายกายภาพและสิ่งแวดล้อม
- 3) ผศ.ดร.พงษ์อินทร์ รักอริยะธรรม รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและคุณภาพการศึกษา
- 4) รศ.นพ.อำนาจ อยู่สุข รองอธิการบดีฝ่ายพัฒนาคุณภาพนักศึกษาและกิจการพิเศษ
- 5) คณบดีรวม 14 คณะ (หรือตัวแทน) ได้แก่

คณะ	ผู้บริหาร	ตำแหน่ง
ศึกษาศาสตร์	ผศ.ดร.พงษ์อินทร์ รักอริยะธรรม	รักษาการคณบดี
	คุณฉัตรนุช ไชยวัฒน์	เลขานุการคณะศึกษาศาสตร์
บริหารธุรกิจ	อ.ดร. นฤนาถ สรภักย์วานิช	รองคณบดีฝ่ายบริหาร
เกษตรศาสตร์	อ.ฉัฐศักดิ์ กฤตติกาเมษ	ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายบริหาร เทคโนโลยีสารสนเทศและ วิทยบริการ
จิตรศิลป์	ผศ. อัครวิทย์ หวานจริง	รองคณบดีฝ่ายพัฒนาคุณภาพนักศึกษา
สถาปัตยกรรมศาสตร์	อ.ดร.เอกชัย มหาเอก	คณบดี
วิศวกรรมศาสตร์	ผศ.ดร. วสันต์ จอมภักดี	ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายพัฒนาสังคมและบริการวิชาการชุมชน
รัฐศาสตร์	รศ. ไพรัช ตระการศิรินนท์	คณบดี
วิทยาศาสตร์	รศ.ดร.สัมพันธ์ สิงหาราชมารพันธ์	คณบดี
สื่อสารมวลชน	ผศ. อรรณพ ลิ้มปนารมย์	รักษาการคณบดี
เศรษฐศาสตร์	ดร.พิสิฐ ลี้อาธรรม	คณบดี
วิทยาลัยศิลปะ สื่อ และเทคโนโลยี	อ.อรรณพ ธนัญชนะ	ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายกายภาพและทรัพยากร
นิติศาสตร์	ผศ.ชาติรี เรืองเดชณรงค์	คณบดี
มนุษยศาสตร์	ผศ.ปรีชา วงศ์ทิพย์	รองคณบดีฝ่ายแผนและพัฒนาทรัพยากรมนุษย์
สังคมศาสตร์	อ.ดร.สิทธิณัฐ ประพุทธินิติสาร	คณบดี

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ

นางสาวรัฐพร บุญทองดี

วัน เดือน ปี เกิด

10 ธันวาคม 2522

ประวัติการศึกษา

สำเร็จการศึกษาปริญญาภูมิสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2545