บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

จากการศึกษาข้อมูล และปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเข้าถึงพื้นที่ส่วนกลางในอาคารสูงพักอาศัย ในบทที่ 2 รวมถึงหลักการและทฤษฎีทางคอมพิวเตอร์ที่มีศักยภาพในการนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัย ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนในการนำเสนอการวิเคราะห์และพัฒนาระบบไว้ ดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบวางผังพื้นที่ส่วนกลาง
2. การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับวัตถุประสงค์ในการออกแบบ
3. การวิเคราะห์ และพัฒนาแบบจำลองสำหรับหาค่าเหมาะที่สุด
4. การวิเคราะห์ และนำเสนอแนวทางในการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งาน
5. การวิเคราะห์ และออกแบบโครงสร้างระบบ
6. การพัฒนา และออกแบบส่วนโต้ตอบกับผู้ใช้งาน

3.1 การวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบวางผังพื้นที่ส่วนกลาง

จากการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเข้าถึงพื้นที่ส่วนกลางในอาคารสูงพักอาศัยในบทที่ 2 บทนี้จะเป็นการวิเคราะห์ปัจจัยดังกล่าว เพื่อหาความสัมพันธ์ คัดเลือกวัตถุประสงค์ในการออกแบบเพื่อนำไปสู่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และแนวทางในการพัฒนาระบบช่วยออกแบบต่อไป

สิ่งที่พบจากภาพที่ 2.6 ถึง 2.17 ในบทที่ 2.1 โดยคำนึงถึงปัจจัยทั้ง 3 ซึ่งได้แก่ การเข้าถึงแนวราบ แนวดิ่ง และตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลาง พบว่ามีความสัมพันธ์กันดังตารางที่ 3.1 สามารถกล่าวได้ว่า จำนวนทางสัญจรแนวดิ่งที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ระยะทางสัญจรแนวราบลดลง ประสิทธิภาพของทางสัญจรแนวราบดีขึ้น และทำให้ระยะทางการเข้าถึงพื้นที่ส่วนกลางลดลง แต่ก็ทำให้ค่าประสิทธิภาพของทางสัญจรแนวดิ่ง (NRA/GFA) แย่ลง ในทางกลับกัน จำนวนทางสัญจรแนวดิ่งที่ลดลง ค่าประสิทธิภาพของทางสัญจรแนวดิ่งดีขึ้น ส่งผลให้ระยะทางสัญจรแนวราบเพิ่มขึ้น และทำให้ระยะทางการเข้าถึงพื้นที่ส่วนกลางเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งผู้วิจัยพบว่า การออกแบบวางผังพื้นที่ส่วนกลางในอาคารสูงพักอาศัยที่ได้นำเสนอไปนั้นเป็นการจัดวางพื้นที่ส่วนกลางที่

คำนึงถึงประเด็นอื่น ๆ ซึ่งพบว่าอาจจะยังขาดการคำนึงเรื่องการเข้าถึงจากภายในด้วย 3 ปัจจัยดังกล่าว ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงจะนำเสนอแนวทางในการพัฒนาระบบทางคอมพิวเตอร์ที่จะสามารถนำมาปรับใช้ในการออกแบบรวมถึงประเมินการวางผังพื้นที่ส่วนกลางที่สอดคล้องกับประเด็นดังกล่าวต่อไป

ตารางที่ 3.1

ความสัมพันธ์ของสามปัจจัย

จำนวนทางสัญจรแนวดิ่ง	ประสิทธิภาพทางสัญจรแนวดิ่ง (NRA/GFA)	ประสิทธิภาพทางสัญจรแนวราบ (ระยะทาง)	ระยะการเข้าถึงพื้นที่ส่วนกลาง
ลด	ดี	แย่	เพิ่ม
เพิ่ม	แย่	ดี	ลด

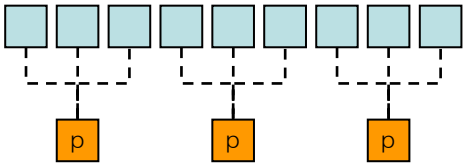
นอกจากนั้น ยังพบอีกว่า การวางผังพื้นที่ส่วนกลางหลายตำแหน่ง สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) การวางผังพื้นที่ส่วนกลางแบบกระจายตัว เป็นการจัดวางตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลางที่เป็นพื้นที่ลักษณะเดียวกัน เช่นพื้นที่สีเขียว ในลักษณะกระจายตัวอยู่ตามจุดต่าง ๆ ของอาคาร มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ห้องที่อยู่ในระแวกนั้นใช้งาน ดังภาพที่ 3.1

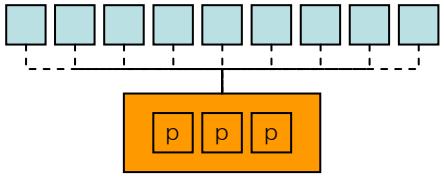
2) การวางผังพื้นที่ส่วนกลางแบบรวมศูนย์ เป็นการจัดวางพื้นที่ส่วนกลางหลาย ๆ ประเภทอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกัน เช่น สระว่ายน้ำ ห้องสมุด ห้องออกกำลังกาย โดยจัดให้อยู่บริเวณส่วนใดส่วนหนึ่งของอาคาร เช่น ชั้นล่าง หรือชั้นดาดฟ้า มีจุดประสงค์เพื่อให้ห้องพักทุกห้องมาใช้งานรวมกัน ดังภาพที่ 3.2

การวางผังพื้นที่ 2 ประเภทนี้ส่งผลให้วิธีการหาคำตอบทางคอมพิวเตอร์ที่แตกต่างกันในแต่ละกรณี ผู้วิจัยจึงเลือกวิธีการวางผังพื้นที่ส่วนกลางแบบรวมศูนย์ เนื่องจากมีวัตถุประสงค์ในการส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้อยู่อาศัย ซึ่งหากเลือกใช้การวางผังพื้นที่ส่วนกลางแบบกระจายตัว จะส่งผลให้เกิดการกระจายตัวกันของผู้อยู่อาศัย

ภาพที่ 3.1
การวางผังพื้นที่ส่วนกลางแบบกระจายตัว



ภาพที่3.2
การวางผังพื้นที่ส่วนกลางแบบรวมศูนย์



สามารถสรุปได้ว่า การหาตำแหน่งการวางผังพื้นที่ส่วนกลางที่เหมาะสมที่สุด คือการหาจุดดุลภาพระหว่าง 3 วัตถุประสงค์ ได้แก่ ประสิทธิภาพของทางสัญจรแนวดิ่ง ซึ่งประกอบด้วยสัดส่วนระหว่างพื้นที่ให้เช่าใน 1 ชั้น (NRA) (ซึ่งสัมพันธ์กับจำนวนทางสัญจรแนวดิ่ง) ต่อพื้นที่ทั้งหมดใน 1 ชั้น (GFA) ซึ่งไม่ควรน้อยกว่า 75 % ประสิทธิภาพของทางสัญจรแนวราบ ได้แก่ ระยะทางจากห้องพักถึงทางสัญจรแนวดิ่ง และระยะการเข้าถึงพื้นที่ส่วนกลาง ด้วยการเข้าถึงในแนวราบและแนวดิ่ง

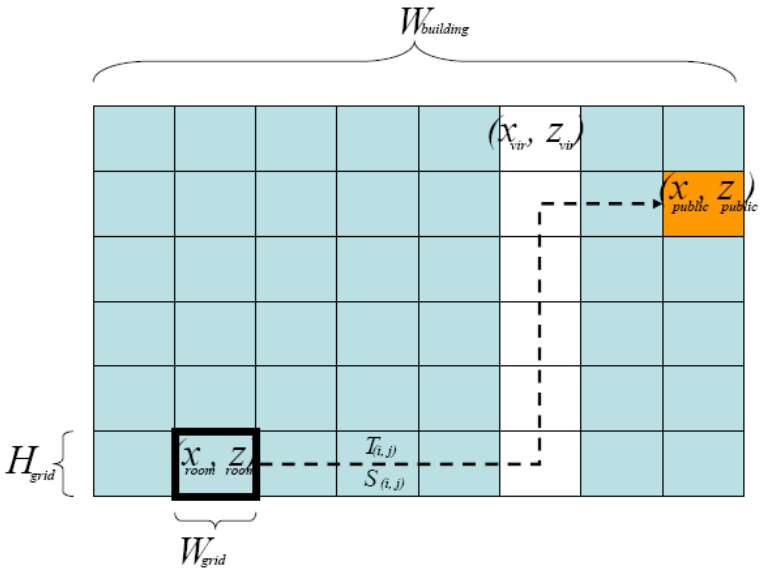
3.2 การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับวัตถุประสงค์ในการออกแบบ

ในบทนี้เป็นการจำลองวัตถุประสงค์ในการออกแบบ ให้อยู่ในรูปของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการนำไปใช้ในแบบจำลองสำหรับหาค่าที่เหมาะที่สุด โดยจำแนกเป็น 3 วัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1) ประสิทธิภาพของทางสัญจรแนวดิ่ง
2) ประสิทธิภาพของทางสัญจรแนวราบ
3) ระยะการเข้าถึงพื้นที่ส่วนกลาง

ด้วยรูปแบบการนำเสนอแบบตารางที่ได้ศึกษาในบทที่ 2 สามารถแจกแจงตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับ 3 ปัจจัยดังกล่าว ได้ดังภาพที่ 3.3 ตารางที่ 3.2 และ 3.3

ภาพที่ 3.3
ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง



ตารางที่ 3.2
ตัวแปรเชิงรูปทรง

ประเภทตัวแปร	ตัวแปร	
ตัวแปรเชิงรูปทรง (geometrical variables)	H: ความสูง	ความสูงช่องตาราง ความสูงอาคาร
	W: ความกว้าง	ความกว้างช่องตาราง ความกว้างอาคาร
	x: พิกัดในแนวแกน x	พิกัดของห้องพัก พิกัดของทางสัญจรแนวดิ่ง พิกัดของพื้นที่ส่วนกลาง
	z: พิกัดในแนวแกน z	พิกัดของห้องพัก พิกัดของทางสัญจรแนวดิ่ง พิกัดของพื้นที่ส่วนกลาง
	N: จำนวน	จำนวนห้องพัก จำนวนพื้นที่ส่วนกลาง จำนวนทางสัญจรแนวดิ่ง
	P: ตำแหน่งที่	ตำแหน่งของห้องพัก ตำแหน่งของทางสัญจรแนวดิ่ง ตำแหน่งของพื้นที่ส่วนกลาง

ตารางที่ 3.3
ตัวแปรเชิงความสัมพันธ์

ประเภทตัวแปร	ตัวแปร
ตัวแปรเชิงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ (topological variable)	$T_{(i,j)}$ (travel cost): ระยะทางระหว่างห้องพักที่ i กับพื้นที่ส่วนกลางที่ j มีหน่วยเป็นช่อง $S_{(i,j)}$: ระยะทางระหว่างห้องพักที่ i กับพื้นที่ส่วนกลางที่ j มีหน่วยเป็น เมตร

3.2.1 ประสิทธิภาพของทางสัญจรแนวดิ่ง

จากการศึกษาในบทที่ 2 ประสิทธิภาพของทางสัญจรแนวดิ่ง หมายถึง สัดส่วนระหว่างพื้นที่ให้เช่าใน 1 ชั้น (net rentable areas (NRA)) ต่อพื้นที่ทั้งหมดใน 1 ชั้น (gross floor areas (GFA)) ซึ่งไม่ควรน้อยกว่า 75 % ซึ่งเมื่อนำมาปรับใช้กับงานวิจัยนี้ สามารถเขียนเป็นสมการได้ว่า

$$E_{ver} = \frac{N_{room}}{N_{grid}}$$

เมื่อ E_{ver} แทน ประสิทธิภาพการเข้าถึงแนวดิ่ง N_{room} แทนจำนวนห้องพัก ซึ่งเท่ากับจำนวนช่องตารางทั้งหมด ลบด้วยจำนวนทางสัญจรแนวดิ่ง และ N_{grid} แทนจำนวนช่องตารางทั้งหมดใน 1 ชั้น

3.2.2 ประสิทธิภาพของทางสัญจรแนวราบ

จากการศึกษาในบทที่ 2 พบว่าประสิทธิภาพของทางสัญจรแนวราบมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกับประสิทธิภาพของทางสัญจรแนวดิ่ง จำนวนทางสัญจรแนวดิ่งที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพทางสัญจรแนวดิ่งแย่ลง ประสิทธิภาพทางสัญจรแนวราบที่ดีขึ้น ที่ผ่านมามีการกล่าวถึงการประเมินประสิทธิภาพของทางสัญจรแนวราบเพียงว่าเป็นการวัด “ระยะทางการเข้าถึงในแนวราบ” ซึ่งในงานวิจัยนี้จะเป็นการนำเสนอแนวทางใหม่ในการประเมินประสิทธิภาพของทางสัญจรแนวราบ โดยการบูรณาการเข้ากับความสามารถในการประเมินการเข้าถึงของวิธีการนิยามรูปทรงของทฤษฎี space syntax ที่ได้ศึกษาไว้ในบทที่ 2

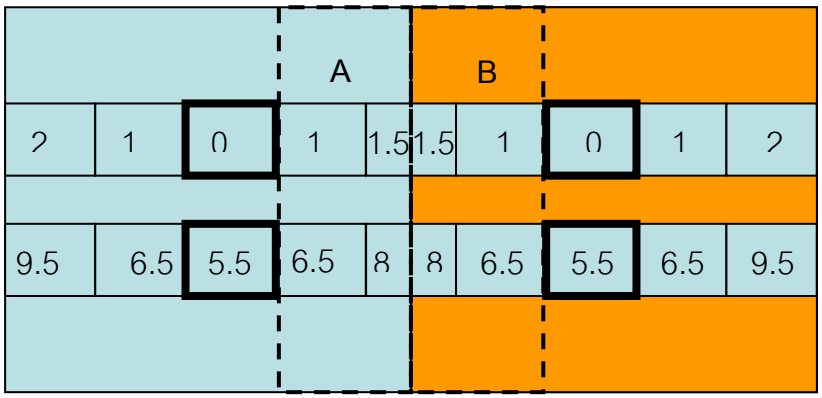
ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงพลังในการประเมินประสิทธิภาพการเข้าถึงแนวราบและแนวดิ่ง ด้วยวิธีการนิยามรูปทรงของทฤษฎี space syntax เนื่องจากมีความสามารถในการหาความลึกและความเป็นศูนย์กลาง อย่างไรก็ดี ค่าระยะความลึกนี้ เป็นวิธีการคำนวณจากพื้นฐานแนวคิดเกี่ยวกับพื้นที่ที่สามารถมองเห็น และเดินไปได้ (Hillier, 2003) ดังนั้น ในกรณีนี้ ค่าระยะความลึกน่าจะเหมาะกับการสัญจร “ภายในชั้นเดียว” สามารถเขียนเป็นสูตรในการคำนวณได้ว่า

$$D_i = P_i^2 - \left(P_i \times N_{grid}\right) - P_i + \left\{\frac{N_{grid}^2 + N_{grid}}{2}\right\}$$

เมื่อ D_i แทนระยะความลึกของห้องพักที่ i P_i แทนตำแหน่งของห้องพักที่ i N_{grid} แทนจำนวนช่องตารางทั้งหมดใน 1 ชั้น

การคำนวณระยะความลึกสำหรับการเข้าถึงแนวราบในกรณีที่มีจำนวนทางสัญจรแนวดิ่งมากกว่าหนึ่ง ยังเป็นประเด็นที่ยังไม่ได้ถูกกล่าวถึงในสูตรการคำนวณที่ผ่านมา จากภาพที่ 3.4 เป็นการทดสอบวิธีการคำนวณในกรณีที่มีจำนวนทางสัญจรแนวดิ่งมากกว่าหนึ่ง โดยหลักการคือ พื้นที่ระหว่างทางสัญจรแนวดิ่ง 2 จุด คือ พื้นที่ A และ B จะถูกแบ่งครึ่งเป็น 2 ส่วน และทำให้แยกระบบ เป็น 2 ระบบ โดยส่วน A จะถูกคำนวณอยู่ในระบบที่ 1 ส่วน B จะถูกคำนวณอยู่ในระบบที่ 2 เมื่อได้ค่าความลึกของตำแหน่งทางสัญจรแนวดิ่งของทั้ง 2 ระบบแล้ว จึงนำมาหาค่าเฉลี่ย เป็นค่าความลึกของชั้นนั้น ๆ

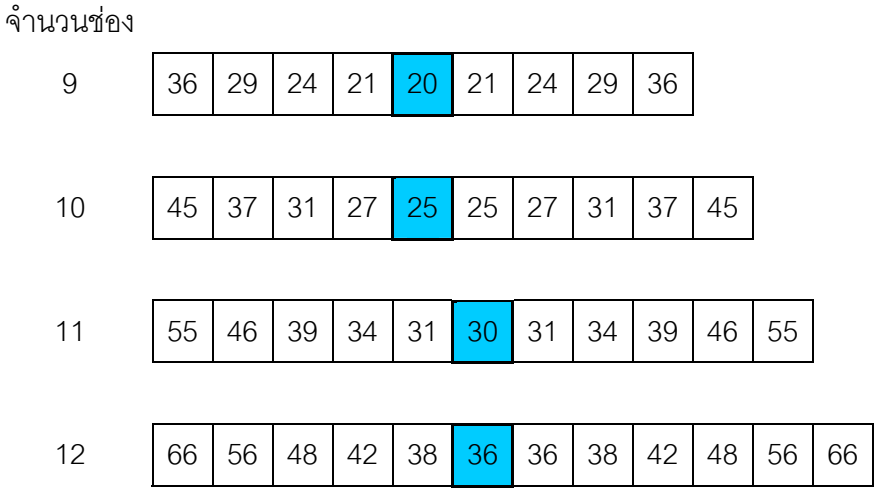
ภาพที่ 3.4
ระยะความลึกสำหรับทางสัญจรแนวตั้ง 2 ตำแหน่งขึ้นไป



จากการศึกษาในบทที่ 2 พบว่า “การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของระบบเพียงเล็กน้อยจะส่งผลต่อระยะความลึกของทั้งระบบ” (Hillier, 1996) ดังเช่นในภาพที่ 3.5 แสดงการเพิ่มจำนวนของพื้นที่ ซึ่งพบว่าจำนวนช่องตารางที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ค่าระยะความลึกของแต่ละตำแหน่งเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

ภาพที่ 3.5

ค่าระยะความลึกในจำนวนช่องที่ต่างกัน



ปัจจัยสำคัญเหล่านี้ สามารถสรุปได้ว่าเป็น “วัตถุประสงค์ในการออกแบบ” สำหรับการประเมินความเหมาะสมของตำแหน่งทางสัญจรแนวดิ่ง ซึ่งในขั้นตอนต่อไปจะเป็นการประยุกต์วิธีการคำนวณเหล่านี้ให้เหมาะสมกับงานวิจัย โดยทดสอบจากประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1) ความเป็นศูนย์กลาง จากภาพที่ 3.5 ถึงแม้ทางสัญจรแนวดิ่งถูกจัดวางให้อยู่ตรงกลางทั้ง 4 แบบ แต่ระบบยังไม่สามารถให้ค่าที่เท่ากันได้

2) ความลึก เนื่องจากค่าความลึกแปรผันกับจำนวนช่องตาราง ทำให้เมื่อจำนวนของช่องตารางเพิ่มขึ้น ค่าความลึกจะเพิ่มขึ้นตามโดยไม่มีขอบเขต ควรจะหาค่าที่มีขอบเขตแน่นอน

จากตารางที่ 3.4 ผู้วิจัยได้ทำการทดลองคำนวณค่าต่าง ๆ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำมาประยุกต์ใช้ ซึ่งได้ผลดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.4

ค่าจากตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

Ngrid	Nroom	Pmin(กลาง)	Pmax(ริม)	Dmin(กลาง)	Dmax(ริม)	$\sum D$	Dave	Dave-Dmin	Dave-Dmax	$\frac{Dave - D\,min}{Dave}$	$\frac{Dave - D\,max}{Dave}$
2.00	1.00	1.50	1.00	0.75	1.00	2.00	1.00	0.25	0.00	0.25	0.00
3.00	2.00	2.00	1.00	2.00	3.00	8.00	2.67	0.67	-0.33	0.25	-0.13
4.00	3.00	2.50	1.00	3.75	6.00	20.00	5.00	1.25	-1.00	0.25	-0.20
6.00	5.00	3.50	1.00	8.75	15.00	70.00	11.67	2.92	-3.33	0.25	-0.29
8.00	7.00	4.50	1.00	15.75	28.00	168.00	21.00	5.25	-7.00	0.25	-0.33
10.00	9.00	5.50	1.00	24.75	45.00	330.00	33.00	8.25	-12.00	0.25	-0.36
15.00	14.00	8.00	1.00	56.00	105.00	1,120.00	74.67	18.67	-30.33	0.25	-0.41
20.00	19.00	10.50	1.00	99.75	190.00	2,660.00	133.00	33.25	-57.00	0.25	-0.43
25.00	24.00	13.00	1.00	156.00	300.00	5,200.00	208.00	52.00	-92.00	0.25	-0.44
30.00	29.00	15.50	1.00	224.75	435.00	8,990.00	299.67	74.92	-135.33	0.25	-0.45
35.00	34.00	18.00	1.00	306.00	595.00	14,280.00	408.00	102.00	-187.00	0.25	-0.46
40.00	39.00	20.50	1.00	399.75	780.00	21,320.00	533.00	133.25	-247.00	0.25	-0.46
45.00	44.00	23.00	1.00	506.00	990.00	30,360.00	674.67	168.67	-315.33	0.25	-0.47
50.00	49.00	25.50	1.00	624.75	1,225.00	41,650.00	833.00	208.25	-392.00	0.25	-0.47
55.00	54.00	28.00	1.00	756.00	1,485.00	55,440.00	1,008.00	252.00	-477.00	0.25	-0.47
60.00	59.00	30.50	1.00	899.75	1,770.00	71,980.00	1,199.67	299.92	-570.33	0.25	-0.48
65.00	64.00	33.00	1.00	1,056.00	2,080.00	91,520.00	1,408.00	352.00	-672.00	0.25	-0.48
70.00	69.00	35.50	1.00	1,224.75	2,415.00	114,310.00	1,633.00	408.25	-782.00	0.25	-0.48
75.00	74.00	38.00	1.00	1,406.00	2,775.00	140,600.00	1,874.67	468.67	-900.33	0.25	-0.48
80.00	79.00	40.50	1.00	1,599.75	3,160.00	170,640.00	2,133.00	533.25	-1,027.00	0.25	-0.48
85.00	84.00	43.00	1.00	1,806.00	3,570.00	204,680.00	2,408.00	602.00	-1,162.00	0.25	-0.48
90.00	89.00	45.50	1.00	2,024.75	4,005.00	242,970.00	2,699.67	674.92	-1,305.33	0.25	-0.48
95.00	94.00	48.00	1.00	2,256.00	4,465.00	285,760.00	3,008.00	752.00	-1,457.00	0.25	-0.48
100.00	99.00	50.50	1.00	2,499.75	4,950.00	333,300.00	3,333.00	833.25	-1,617.00	0.25	-0.49
1,000,000.00	999,999.00	500,000.50	1.00	249,999,999,999.75	499,999,500,000.00	333,333,333,329,666,000.00	333,333,333,329.67	83,333,333,329.92	-166,666,166,670.33	0.25	-0.50

โดยที่ N แทน จำนวนช่อง P แทน ตำแหน่งที่ D แทน ระยะความลึก Dmin แสดงค่าความลึกของตำแหน่งกลาง ซึ่งเป็นค่าที่น้อยที่สุด และ Dmax แสดงค่าความลึกของตำแหน่งริม ซึ่งเป็นค่าที่มากที่สุด Dave แสดงค่าเฉลี่ยความลึกของทุกช่องและ $\sum D$ แสดงค่าผลรวมความลึกของทุกช่อง จากสูตร

$$\sum D = \frac{T_{(i_1, i_{max})}{}^{3}}{3} + T_{(i_1, i_{max})}{}^{2} + \frac{2T_{(i_1, i_{max})}}{3}$$

ประเด็นที่จะนำเสนอคือ Dave-Dmin และ Dave-Dmax คือ ความลึกที่น้อยที่สุด และมากที่สุด ในจำนวนช่องหนึ่ง ๆ มีความต่างจากความลึกเฉลี่ยอย่างไร หมายความว่า ค่าความลึกที่ว่านั้น ดีหรือแย่กว่าทั่ว ๆ ไป อย่างไร เท่าไหร่ ซึ่งหากนำค่าความต่างนี้ มาเทียบสัดส่วนด้วยการหารความลึกเฉลี่ยอีกครั้งหนึ่ง $\frac{Dave - D\min}{Dave}$ และ $\frac{Dave - D\max}{Dave}$ จะได้เป็นสัดส่วนของความต่าง ซึ่งนำเสนอค่าที่น่าสนใจ ดังนี้

1) สำหรับช่องที่อยู่ตรงกลาง คือความลึกน้อยที่สุด จะมีค่าเท่ากับ 0.25 ในทุกกรณี

2) สำหรับช่องริม คือความลึกมากที่สุด จะมีค่าเพิ่มขึ้นไปเรื่อย ๆ แต่จะไม่เกิน 0.5 ซึ่งค่าทั้งหมดจะนำเสนอในค่าลบ

ดังนั้น ค่าสองค่านี้ สามารถนำมาใช้เป็นขอบเขตในประเด็นความเป็นศูนย์กลาง (centrality) และความลึกได้ หากค่าที่ได้ ใกล้ 0.25 มากเท่าไหร่ แสดงว่ายิ่งมีความเป็นศูนย์กลางมากเท่านั้น และในประเด็นความลึกคือ หากค่าความต่างความลึกมากสุด มีค่าใกล้ 0 มากเท่าไหร่ ก็ยิ่งใกล้มากเท่านั้น หรืออาจกล่าวได้ว่า มีการกระจายตัวของลิฟต์ได้ดี มากขึ้นเท่านั้น ในขณะเดียวกันหากค่าเข้าใกล้ -0.5 เท่าไหร่ ยิ่งแสดงว่ามีความลึก มากเท่านั้น

3.2.3 <u>ระยะการเข้าถึงพื้นที่ส่วนกลาง</u>

จากการศึกษาในบทที่ 2 พบว่าระยะการเข้าถึงพื้นที่ส่วนกลาง มีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกับจำนวนทางสัญจรแนวดิ่ง จำนวนทางสัญจรแนวดิ่งที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพทางสัญจรแนวดิ่งแย่ลง ประสิทธิภาพทางสัญจรแนวราบที่ดีขึ้น ระยะการเข้าถึงพื้นที่ส่วนกลางดีขึ้น

การวางผังพื้นที่ส่วนกลางหลายตำแหน่ง สามารถจำแนกได้เป็น 2 กรณี ได้แก่ การวางผังพื้นที่ส่วนกลางแบบกระจายตัว และแบบรวมศูนย์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกลักษณะการวางผังพื้นที่ส่วนกลางแบบรวมศูนย์ เนื่องจากมีวัตถุประสงค์ในการส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้อยู่อาศัย ดังที่ได้กล่าวไปในบทที่ 2

ในบทนี้จะเป็นการนำเสนอแนวทางการประเมินและวางผังพื้นที่ส่วนกลางโดยการคัดเลือกจาก 2 วิธี คือการหาค่าเฉลี่ย และการหาค่าไกลที่สุด ดังต่อไปนี้

1) การคำนวณหาระยะทางเฉลี่ย

$$\overline{S}_{(i,j)} = \frac{\sum(S_{(i,1)} + S_{(i,2)} + ... + S_{(i,N)})}{N}$$

ทำได้โดยการคำนวณหาระยะทางเฉลี่ยจากห้องพักหนึ่ง ๆ ไปยังพื้นที่ส่วนกลางทุกห้อง แล้วทำการเก็บค่าระยะทางนั้นไว้ หลังจากนั้นทำจนครบห้องพักทุกห้อง แล้วจึงการหาผลรวมของค่าที่เก็บไว้นั้นแล้วหาค่าเฉลี่ยในกรณีที่ใช้วิธีหาคำตอบแบบผ่านเกณฑ์ หรืออาจจะเก็บค่าไว้แล้วหาค่าที่น้อยที่สุด ในกรณีหาคำตอบแบบแจกแจง

อย่างไรก็ดี ค่าระยะทางเฉลี่ยของระยะทางนั้น เป็นค่าที่เกิดจากการเฉลี่ยกันของระยะทางห้องพักทุกห้อง ซึ่งห้องที่ไกลที่สุดอาจจะไกลเกินไปจนยอมรับไม่ได้ แต่ก็ไม่อาจทราบได้เพราะค่าเฉลี่ยไม่ได้บอกระยะทางที่ไกลที่สุดไว้ ดังนั้น ค่าที่น่าจะมีประโยชน์กว่าระยะทางเฉลี่ยคือ ระยะทางที่ไกลที่สุด

2) ระยะทางที่ไกลสุด

$$S_{(i,j)_{\max}} = \max\left(S_{(i,1)}, S_{(i,2)}, ..., S_{(i,N)}\right)$$

ทำได้โดยการวัดระยะที่ไกลที่สุดจากห้องพักหนึ่ง ๆ ถึงพื้นที่ส่วนกลางทุกห้อง ซึ่งผลที่ได้จากการคำนวณวิธีนี้ จะเป็นแบบผลลัพธ์ที่มีระยะทางไกลที่สุดจากห้องพักหนึ่ง ถึงพื้นที่ส่วนกลางทุกห้อง ส่งผลให้สามารถควบคุมระยะทางสำหรับห้องที่อยู่ไกลที่สุดไม่ให้ไกลจนเกินไปได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกวิธีหาระยะการเข้าถึงพื้นที่ส่วนกลางด้วยระยะทางไกลที่สุด

ในขั้นตอนการคำนวณวัดระยะไกลที่สุด ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการหาคำตอบแบบแจกแจง เนื่องจากจำนวนคำตอบที่ไม่มาก และได้ผลที่แม่นยำ โดยมีขั้นตอนการคำนวณ 3 ขั้นตอน (ภาพที่ 3.6) ดังนี้

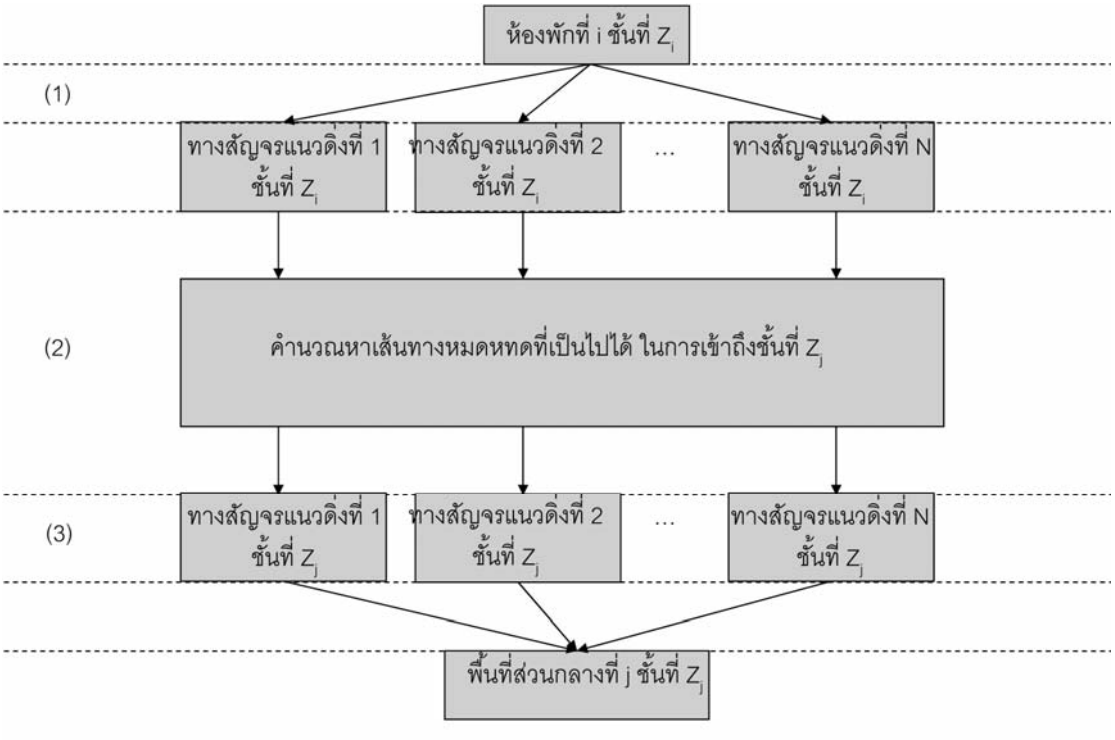
(1) วัดระยะจากห้องพักถึงทางสัญจรแนวดิ่ง

(2) วัดระยะจากทางสัญจรแนวดิ่งนั้น ขึ้นไปจนถึงชั้นพื้นที่ส่วนกลาง หากไม่สามารถไปต่อได้ในแกนเดิม ให้เลือกเส้นทางแนวราบ และแนวดิ่งใหม่ จนไปถึงชั้นพื้นที่ส่วนกลาง

(3) วัดระยะจากทางสัญจรแนวดิ่งถึงพื้นที่ส่วนกลาง

ภาพที่ 3.6

การคำนวณระยะทางการเข้าถึงพื้นที่ส่วนกลางแบบแจกแจง



3.3 <u>การวิเคราะห์ และพัฒนาแบบจำลองสำหรับหาค่าที่เหมาะที่สุด</u>

ในบทนี้จะเป็นการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการออกแบบวางผังพื้นที่ส่วนกลางในอาคารสูงพักอาศัยโดยจำแนกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ระบบประเมินประสิทธิภาพของการเข้าถึง และ ระบบประเมินและวางผังพื้นที่ส่วนกลาง

3.3.1 ระบบประเมินประสิทธิภาพการเข้าถึง

การพัฒนาระบบประเมินประสิทธิภาพการเข้าถึงด้วยแบบจำลองสำหรับหาค่าที่เหมาะสมที่สุด แบบหลายวัตถุประสงค์ เป็นการนำเสนอวิธีการรวม 3 วัตถุประสงค์ที่ได้นำเสนอไปในบทที่ 3.1 ได้แก่ ประสิทธิภาพของทางสัญจรแนวดิ่ง และประสิทธิภาพของทางสัญจรแนวราบ ซึ่งประกอบด้วย ความเป็นศูนย์กลาง และความลึก ให้เป็นวัตถุประสงค์เดียว ด้วยวิธีเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ดังต่อไปนี้

จากตารางที่ 3.5 แสดงวิธีการหาค่าประสิทธิภาพการเข้าถึง สำหรับจำนวนทางสัญจรแนวดิ่งในหลาย ๆ กรณี ในอาคารที่มีจำนวนช่องต่อหนึ่งชั้นเท่ากับ 20 โดยที่ $N_{globalgrid}$ แทน จำนวนช่องตารางของทั้งชั้น $N_{localgrid}$ แทน จำนวนช่องตารางเมื่อมีการแบ่งพื้นที่โดยทางสัญจรแนวดิ่ง N_{vir} แทน จำนวนทางสัญจรแนวดิ่ง P แทนตำแหน่งทางสัญจรแนวดิ่ง R_{vir} R_{far} และ R_{vir} แสดงขอบเขตของค่าความเป็นศูนย์กลางของตำแหน่งทางสัญจรแนวดิ่ง ค่าความลึก และ สัดส่วนจำนวนทางสัญจรแนวตั้งต่อจำนวนช่อง ตามลำดับ $\frac{D_{ave} - D_{vir}}{D_{ave}}$ และ $\frac{D_{ave} - D_{far}}{D_{ave}}$ แสดงค่าความเป็นศูนย์กลางและความลึก ตามที่ได้นำเสนอไปก่อนหน้านี้ $\frac{N_{vir}}{N_{global\,grid}}$ แสดงค่าสัดส่วนจำนวนทางสัญจรแนวดิ่ง ต่อจำนวนช่องในหนึ่งชั้น

เนื่องจากการประเมินความเหมาะสมของตำแหน่งทางสัญจรแนวดิ่ง แบบหลายวัตถุประสงค์ ได้แก่ ความเป็นศูนย์กลาง (centrality) ความลึก (depth) และจำนวนทางสัญจรแนวดิ่งดังที่ได้กล่าวไปข้างต้น ผู้วิจัยจึงนำเสนอวิธีการหาค่าที่ดีที่สุดแบบเทียบสัดส่วน โดยที่ %Dvir %Dfar และ %Dvir แสดงค่าสัดส่วนเป็นอัตราร้อยละของขอบเขตของค่าความเป็นศูนย์กลาง ความลึก และจำนวนทางสัญจร ตามลำดับ ซึ่งเปรียบเสมือนการย่อ ขยายสัดส่วนของค่าทั้ง 3 นี้ให้มีขนาดที่เท่ากัน แล้วจึงนำมาเฉลี่ย เพื่อนำมาหาค่าผลลัพธ์สุดท้ายได้ ซึ่งในงานวิจัยนี้เรียกว่า “ค่าประสิทธิภาพการเข้าถึง”

ตารางที่ 3.5

การหาค่าประสิทธิภาพการเข้าถึง

$N_{globalgrid}$	$N_{localgrid}$	Nvir	P	Pmax(วิ่ม)	RDvir	RDfar	Rvir	$\frac{Dave - Dvir}{Dave}$	$\frac{Dave - Dfar}{Dave}$	$\frac{Nvir}{Nglobalgrid}$	%Dvir	%Dfar	%vir	overall	ranking
20	20	1	1	1	[0.25,-0.50]	[0.00,-0.50]	[0.00,-0.50]	-0.4286	-0.4286	0.05	90.48%	85.71%	10.00%	62.06%	11
20	20	1	10	1	[0.25,-0.5]	[0.00,-0.50]	[0.00,-0.50]	0.2481	-0.4286	0.05	0.25%	85.71%	10.00%	31.99%	1
20	20	1	18	1	[0.25,-0.5]	[0.00,-0.50]	[0.00,-0.50]	-0.1729	-0.4286	0.05	56.39%	85.71%	10.00%	50.70%	9
20	10,10	2	10,11	1	[0.25,-0.5]	[0.00,-0.50]	[0.00,-0.50]	-0.3636	-0.3636	0.10	81.82%	72.73%	20.00%	58.18%	10
20	10,10	2	9,12	1	[0.25,-0.5]	[0.00,-0.50]	[0.00,-0.50]	-0.1212	-0.3636	0.10	49.49%	72.73%	20.00%	47.41%	6
20	10,10	2	4,17	1	[0.25,-0.5]	[0.00,-0.50]	[0.00,-0.50]	0.1818	-0.3636	0.10	9.09%	72.73%	20.00%	33.94%	3
20	6,14	2	5,2	1	[0.25,-0.5]	[0.00,-0.50]	[0.00,-0.50]	-0.0791	-0.4000	0.10	43.88%	80.00%	20.00%	47.96%	8
20	15,5	2	11,20	1	[0.25,-0.5]	[0.00,-0.50]	[0.00,-0.50]	-0.0603	-0.4063	0.10	41.37%	81.25%	20.00%	47.54%	7
20	7,5,8	3	5,3,3	1	[0.25,-0.5]	[0.00,-0.50]	[0.00,-0.50]	0.1935	-0.3333	0.15	7.54%	66.67%	30.00%	34.74%	4
20	6,4,4,6	4	4,3,3,4	1	[0.25,-0.5]	[0.00,-0.50]	[0.00,-0.50]	0.2393	-0.2857	0.20	1.43%	57.14%	40.00%	32.86%	2
20	3,2,2,2,2,2,2,2,3	9	2,2,2,2,2,2,2,2,2	1	[0.25,-0.5]	[0.00,-0.50]	[0.00,-0.50]	0.2500	-0.1786	0.45	0.00%	35.71%	90.00%	41.90%	5

3.3.2 ระบบประเมินและวางผังพื้นที่ส่วนกลาง

ในขั้นตอนนี้ เป็นการพัฒนาระบบออกแบบวางผังด้วยแบบจำลองสำหรับหาค่าที่ดีที่สุด โดยมีวัตถุประสงค์ในการออกแบบ คือ การหาค่าที่น้อยที่สุด ของระยะไกลที่สุด ตามที่ได้นำเสนอไปในบทที่ 3.1

$$S_{(i,j)_{opt}} = \min\left(\max\left(S_{(1,1)}, S_{(1,2)}, ..., S_{(1,N)}\right), \max\left(S_{(2,1)}, S_{(2,2)}, ..., S_{(2,N)}\right), ..., \max\left(S_{(N,1)}, S_{(N,2)}, ..., S_{(N,N)}\right)\right)$$

จากจำนวนประชากรที่ไม่มาก จึงสามารถประมวลผลด้วยโดยใช้ระเบียบวิธีเชิงกระบวนการ (Procedural Methods) ด้วยวิธีการหาคำตอบแบบแจกแจง แล้วใช้ความน่าสนใจของตรรกศาสตร์คลุมเครือ ที่ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงศักยภาพในการนำมาประยุกต์ใช้ในระบบ ในแง่ของการเป็นเครื่องมือช่วยออกแบบเชิงสำรวจ ที่มีประสิทธิภาพในการโต้ตอบกับผู้ใช้งาน ในแง่ของการสำรวจแบบทางเลือก ในกรณีที่สามารถมีความยืดหยุ่นของวัตถุประสงค์ในการออกแบบ โดยการนำมาพัฒนาความสามารถเชิงปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งาน มีกระบวนการทำงานตามภาพที่ 3.7

3.4 การวิเคราะห์ และนำเสนอแนวทางในการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งาน

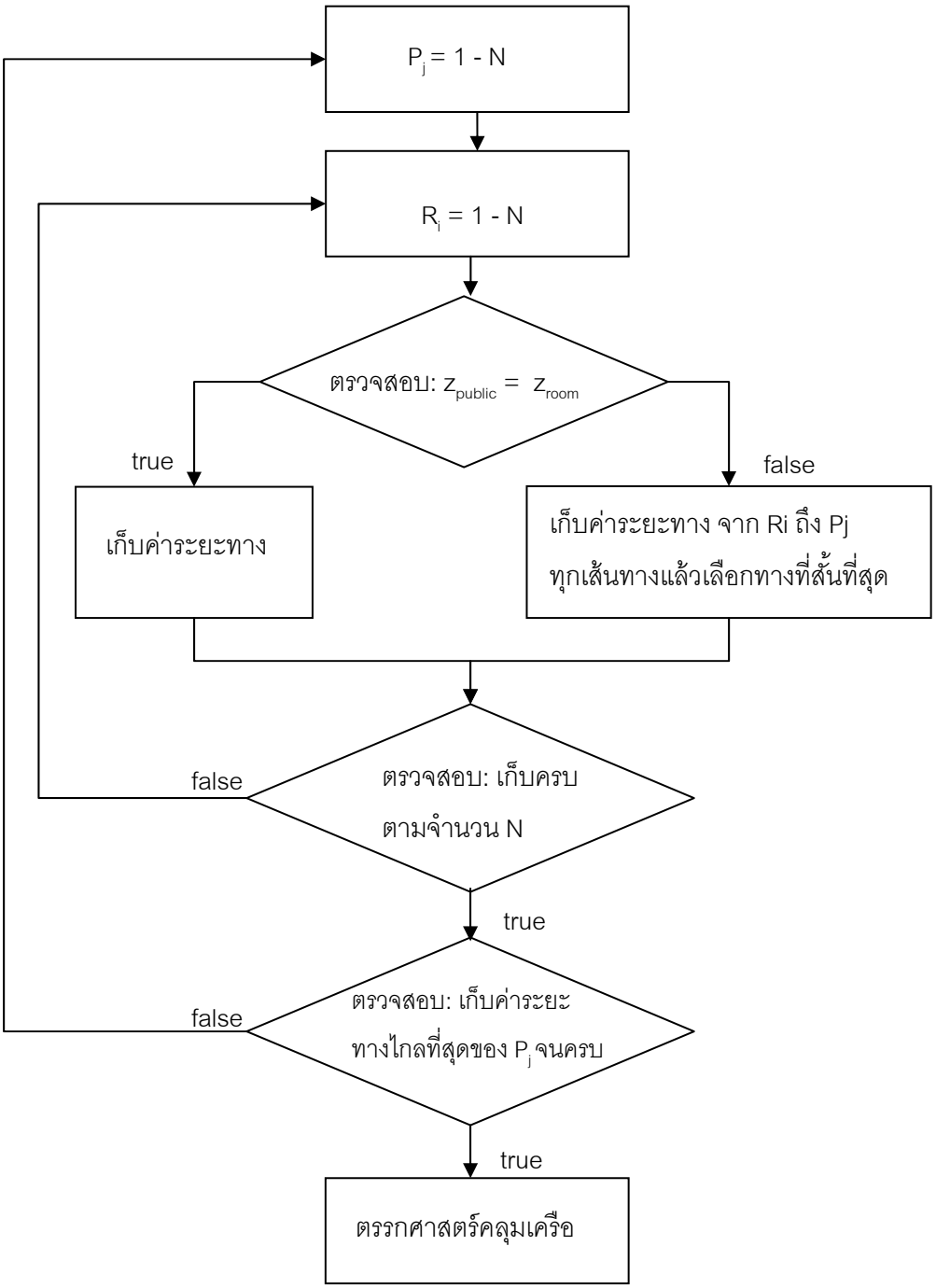
ในบทนี้จะเป็นการพัฒนาความสามารถในการโต้ตอบกับผู้ใช้งาน โดยการบูรณาการกับตรรกศาสตร์คลุมเครือ รวมถึงการนำเสนอแผนภาพเปรียบเทียบกับการทำงานในรูปแบบเดิม กับรูปแบบที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ แล้วนำมาเป็นหลักในการออกแบบระบบการทำงาน และการออกแบบส่วนโต้ตอบกับผู้ใช้งาน

3.4.1 การพัฒนาความสามารถในการโต้ตอบกับผู้ใช้งานด้วยตรรกศาสตร์คลุมเครือ

จากภาพที่ 3.7 เมื่อเก็บค่าระยะทางไกลที่สุดของ P ที่ j จนครบจำนวน N จะได้เซ็ตของ P ที่มีลำดับข้อมูลแบบสุ่ม หลังจากนั้นระบบจะทำการจัดเรียงลำดับตามค่าระยะทาง ซึ่งจะทำให้ผลที่ได้ออกมาเป็นเซ็ตของ P ที่มีการจัดเรียงลำดับระยะทางไกลที่สุด จากน้อยไปหามากที่สุด ลำดับที่ 1 ถึง N

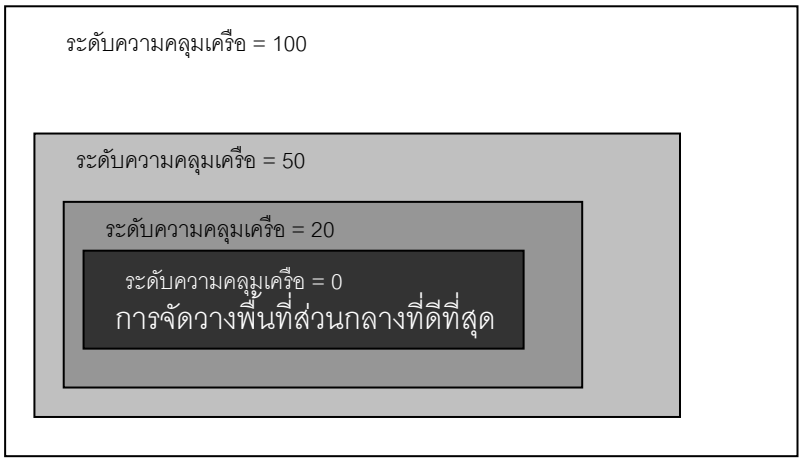
ภาพที่ 3.7

การทำงานของระบบออกแบบวางผังพื้นที่ส่วนกลาง



หลังจากนั้น จะเข้าสู่ขั้นตอนการวางผังพื้นที่ส่วนกลางด้วยตรรกศาสตร์คลุมเครือ โดยจำนวนพื้นที่ส่วนกลางนั้นจะคิดเป็นสัดส่วน 7% จากจำนวนช่องตารางทั้งหมด (Rutes, Penner & Adams, 2001) ซึ่งค่าอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสมได้ก่อนการใช้งานจริง ดังที่ได้กล่าวไปในบทที่ 3.2 ซึ่งผู้ใช้งานจะสามารถเลือกระดับความคลุมเครือ จาก 100 % ไปจนถึง 0 % โดยที่ 100 % นั้นหมายถึง ระบบจะจัดวางพื้นที่ส่วนกลาง จำนวน N x 0.07 ตำแหน่ง โดยคัดเลือกแบบสุ่มจากเซ็ตของ P ในตำแหน่งที่ 1 ถึง N หากระดับความคลุมเครือเท่ากับ 50 % หมายถึง ระบบจะจัดวางพื้นที่ส่วนกลาง จำนวน N x 0.07 ตำแหน่ง โดยคัดเลือกแบบสุ่มจากเซ็ตของ P ในตำแหน่งที่ 1 ถึง N/2 ซึ่งหมายความว่า พื้นที่ส่วนกลางที่จะถูกจัดวางนี้ มีค่าระยะทางไกลที่สุด อยู่ในอันดับ N/2 แรก และหากค่าระดับความคลุมเครือ เท่ากับ 0 % นั่นหมายถึงไม่มีความคลุมเครืออยู่เลย ดังนั้น พื้นที่ส่วนกลางที่ถูกจัดวาง จะมาจากเซ็ต P ในลำดับที่ 1 ถึง N x 0.07 ดังภาพที่ 3.8

ภาพที่ 3.8
การประยุกต์ใช้ตรรกศาสตร์คลุมเครือ



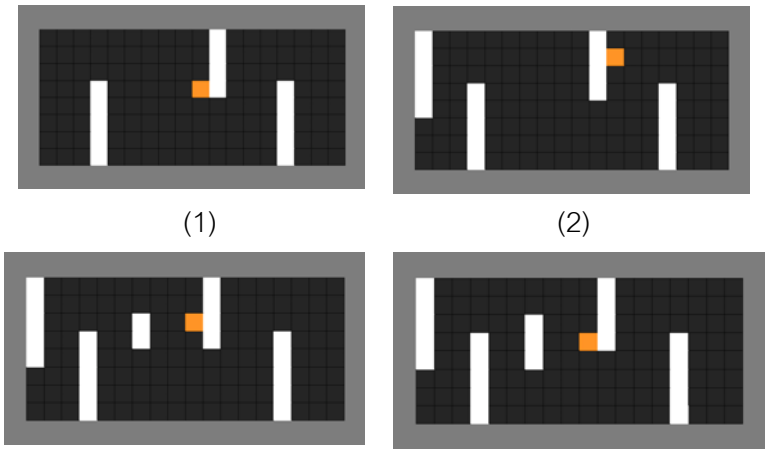
3.4.2 <u>การพัฒนาความสามารถในการโต้ตอบกับผู้ใช้งานด้วยระบบ “ชี้นำ”</u>

เนื่องจากการผสมผสานระหว่างความสามารถในการประมวลผลของคอมพิวเตอร์กับความสามารถในการชี้นำของผู้ใช้งาน เป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการพัฒนาต่อยอด เนื่องจากปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบหลาย ๆ ปัจจัยนั้นเป็นการคำนึงเกี่ยวกับประเด็นในเรื่องความสวยงามและความสามารถในการใช้งานได้จริง ซึ่งยากต่อการสร้างเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ แต่ง่ายต่อการประเมินทางสายตา อีกทั้งงานวิจัยเกี่ยวกับเครื่องมือช่วยออกแบบ

หลาย ๆ ระบบ ก็ยังต้องการให้ผู้ใช้งานเป็นคนชี้นำอัลกอริทึมสู่พื้นที่ที่สนใจ เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการคำนวณ ดังที่ได้กล่าวไปในบทที่ 2

“ขั้นตอนการออกแบบเบื้องต้นเป็นขั้นตอนที่ผู้ออกแบบกลั่นกรองแนวความคิดออกมาอย่างคร่าว ๆ ผ่านสื่อใด ๆ โดยปกติจะเป็นการสเกตช์ การทำโมเดล หรือภาพจำลอง 3 มิติ เพื่อการนำเสนอแบบทางเลือกมากมายเท่าที่จะเป็นไปได้ ซึ่งจะถูกประเมินด้วยสายตาก่อนการศึกษาความเป็นไปได้ในด้านอื่น ๆ ซึ่งมีลักษณะสำคัญ 2 ประการ ได้แก่ การนำเสนอแนวความคิดอย่างรวดเร็ว และการสังเคราะห์แบบทางเลือกที่หลากหลายในเวลาอันสั้น ดังนั้นผู้ออกแบบจึงนิยมใช้วิธีการสเกตช์ในการพัฒนาแนวความคิดใหม่ ๆ ในขั้นตอนการออกแบบเบื้องต้น” (Stuyver & Hennessey, 1996)

ภาพที่ 3.9
“การชี้นำ” ของระบบโต้ตอบกับผู้ใช้งาน

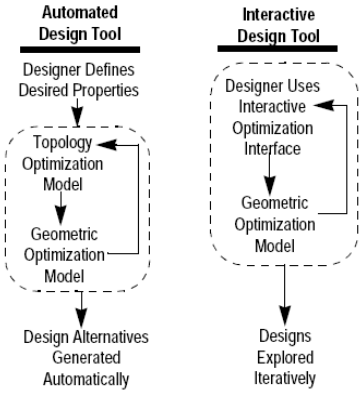


จากบทความดังกล่าว พิสูจน์ว่าการพัฒนาระบบโต้ตอบกับผู้ใช้งานเป็นสิ่งที่จำเป็น ผู้วิจัยจึงกำหนดให้มีการแสดงแนวโน้มของจุดกึ่งกลางอาคาร ก่อนที่จะดำเนินไปถึงขั้นตอนการคำนวณหาตำแหน่งที่ดีที่สุดในการวางผังพื้นที่ส่วนกลาง โดยส่วนนี้จะเป็นการชี้ตำแหน่งคร่าว ๆ จากการคำนวณระยะทางแบบคร่าว ๆ แล้วนำเสนอด้วยช่องตารางเดียว ดังภาพที่ 3.9 เพื่อให้ผู้ใช้งานรู้สึกถึง “การคาดการณ์ได้” เพื่อให้เกิดการลด หรือเพิ่ม ตำแหน่งและจำนวนทางสัญจรแนวตั้ง ในตำแหน่งใด ๆ

3.5 การวิเคราะห์ และออกแบบโครงสร้างระบบ

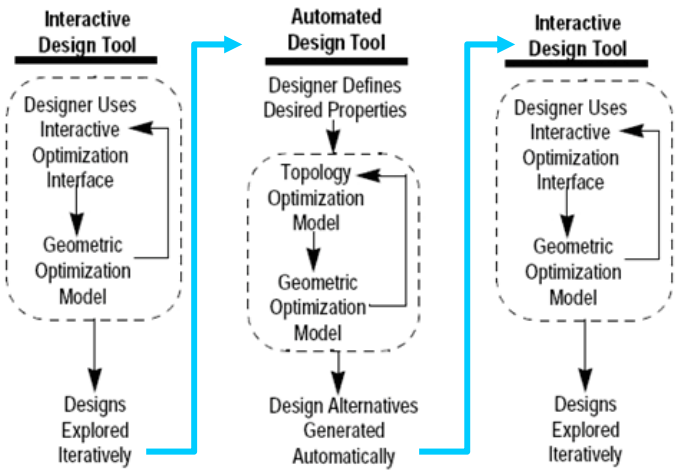
จากการศึกษาแนวทางในการโต้ตอบกับผู้ใช้งาน สามารถจำแนกการโต้ตอบกับผู้ใช้งานได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ แบบอัตโนมัติ และแบบโต้ตอบกับผู้ใช้งาน (ภาพที่ 3.10) ซึ่งระบบออกแบบวางผังพื้นที่ส่วนกลางที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ มีขั้นตอนในการโต้ตอบกับผู้ใช้งานที่ต่างออกไป โดยมีโครงสร้างและการทำงานของระบบ ดังภาพที่ 3.11 และ 3.12 ตามลำดับ

ภาพที่ 3.10
การโต้ตอบกับผู้ใช้งาน 2 ประเภท



ที่มา: Michalek, 2001, p. 4.

ภาพที่ 3.11
การโต้ตอบกับผู้ใช้งานที่นำเสนอในงานวิจัยนี้

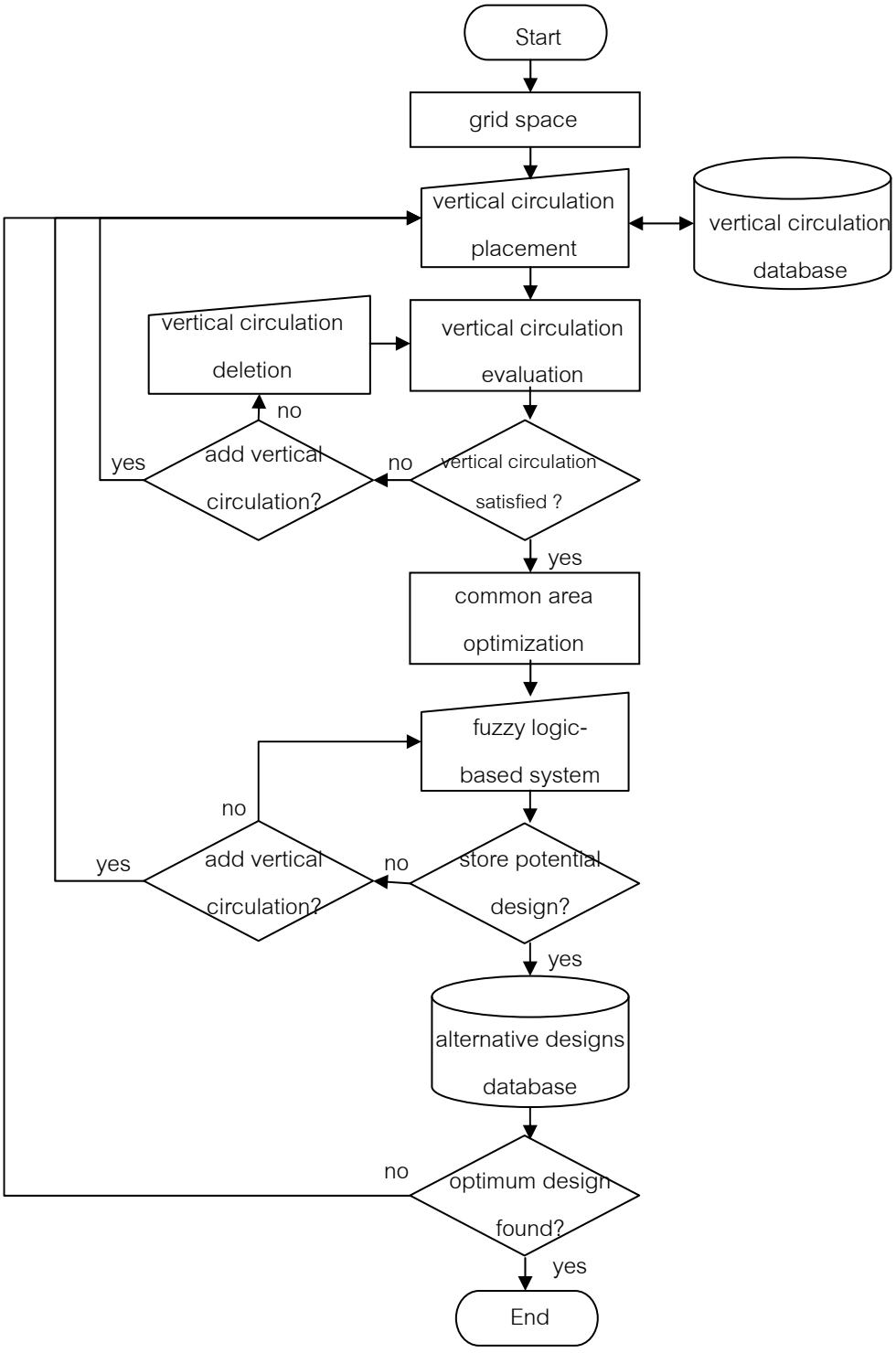


ภาพที่ 3.12

โครงสร้างของระบบช่วยออกแบบวางผังพื้นที่ส่วนกลาง

ภาพที่ 3.13

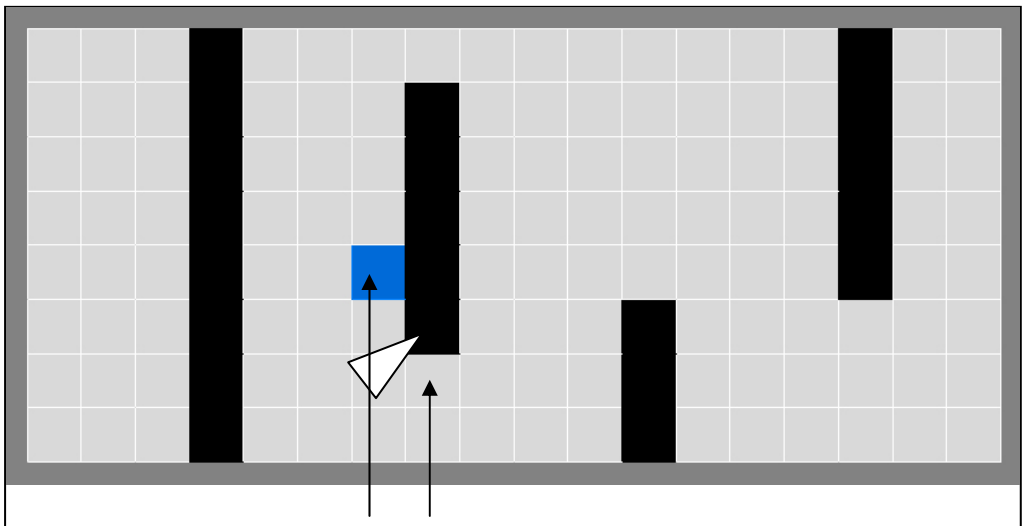
การทำงานระบบช่วยออกแบบวางผังพื้นที่ส่วนกลาง



3.6 การพัฒนา และออกแบบส่วนโต้ตอบกับผู้ใช้งาน

จากการออกแบบกระบวนการทำงานของระบบออกแบบวางผังพื้นที่ส่วนกลางในบทที่ผ่านมา จึงสามารถนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบส่วนโต้ตอบกับผู้ใช้งาน โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนหน้าจอ มีหน้าที่แสดงผลเป็นกราฟิก และโต้ตอบกับผู้ใช้งานผ่านหุ่นจำลอง 3 มิติ และกล่องเครื่องมือ ที่ถูกออกแบบมาโดยเรียงลำดับตามขั้นตอนการใช้งาน จากบนลงล่าง เน้นการใช้งานง่าย ประกอบไปด้วย ส่วนออกคำสั่ง และส่วนแสดงผล ในส่วนแสดงผลจะแสดงผลการประเมินออกมาอย่างโต้ตอบ ควบคู่ไปกับการทดลองจัดวางทางสัญจรของผู้ใช้งาน ดังภาพที่ 3.13 และ 3.14

ภาพที่ 3.14
ส่วนหน้าจอ



ผู้ใช้งานสามารถคลิกเลือกที่หุ่นจำลอง เพื่อเพิ่ม หรือลดจำนวนทางสัญจรแนวดิ่ง โดยที่ส่วนแสดงผลจะแสดงผลการประเมินการจัดวางขึ้นมาทันทีทันใด พร้อมกับมีช่องชี้นำ เพื่อแสดงถึงแนวโน้มรูปแบบและระยะทางของการจัดวางพื้นที่ส่วนกลางที่จะเกิดขึ้นได้

ภาพที่ 3.15
กล่องเครื่องมือ