บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาเทคนิค ขั้นตอนวิธีทางคอมพิวเตอร์ในระบบออกแบบวางผังอัตโนมัติ ให้เป็นระบบที่สามารถประยุกต์ใช้ในการออกแบบจัดวางพื้นที่ส่วนกลางในอาคารสูงพักอาศัย ผู้วิจัยจำเป็นต้องศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

1. ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูล และปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเข้าถึงพื้นที่ส่วนกลางในอาคารสูงพักอาศัย

2. ศึกษาแนวทางการนำหลักการและทฤษฎีทางคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสม มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาประสิทธิภาพในการออกแบบจัดวางพื้นที่ส่วนกลางในอาคารสูงพักอาศัย

2.1 ปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเข้าถึงพื้นที่ส่วนกลางในอาคารสูงพักอาศัย

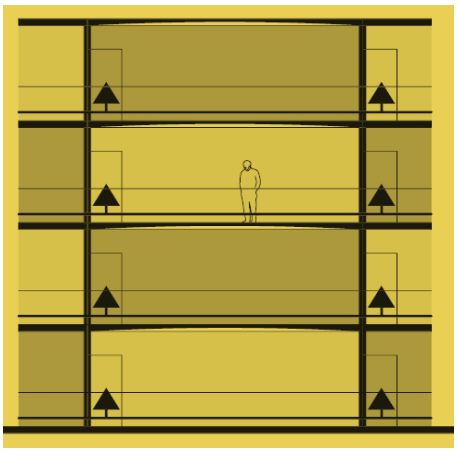
ในบทนี้ จะเป็นการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูล และปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเข้าถึงพื้นที่ส่วนกลางในอาคารสูงพักอาศัย เพื่อหาความสัมพันธ์ คัดเลือกวัตถุประสงค์ในการออกแบบเพื่อนำไปสู่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และแนวทางในการพัฒนาระบบช่วยออกแบบต่อไป

ลักษณะการเข้าถึงในอาคารสูงพักอาศัย สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท (North Shore City Council, 2006, pp. 44-49) ได้แก่ การเข้าถึงแนวราบ (horizontal access) และ การเข้าถึงแนวดิ่ง (vertical access)

1) การเข้าถึงแนวราบ (ภาพที่ 2.1) ได้แก่ การเข้าถึงห้องพัก หรือพื้นที่ส่วนกลาง ด้วยทางสัญจรแนวราบภายในหรือภายนอกอาคาร สามารถแบ่งได้เป็น แบบระเบียงเดี่ยว (single-loaded corridors) (ภาพที่ 2.2) และแบบทางเดินกลาง (double-loaded corridors) (ภาพที่ 2.3)

ภาพที่ 2.1

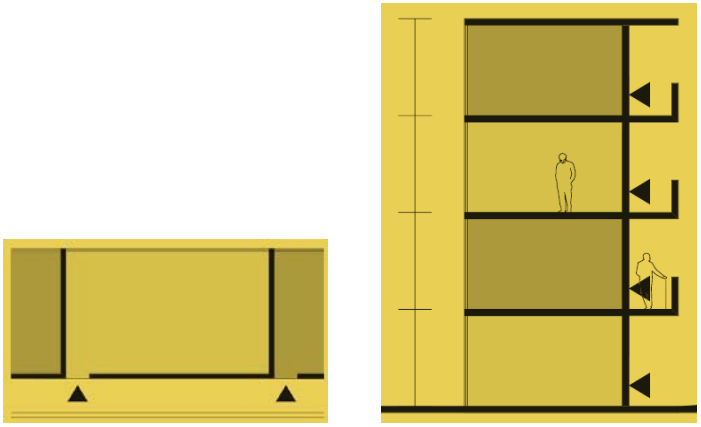
การเข้าถึงแนวราบ



ที่มา: North Shore City Council, 2006, p. 47.

ภาพที่ 2.2

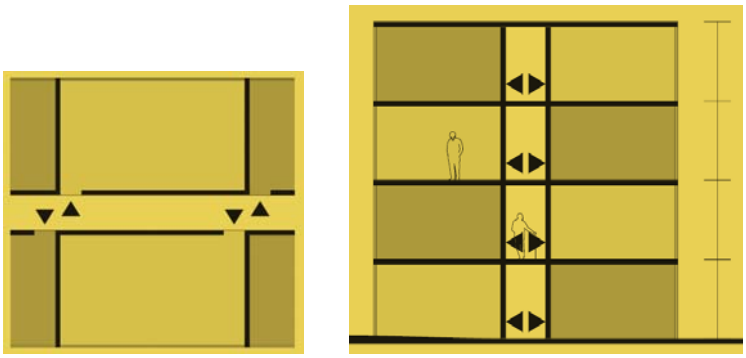
การเข้าถึงแนวราบ แบบระเบียงเดี่ยว



ที่มา: North Shore City Council, 2006, p. 47.

ภาพที่ 2.3

การเข้าถึงแนวราบ แบบทางเดินกลาง

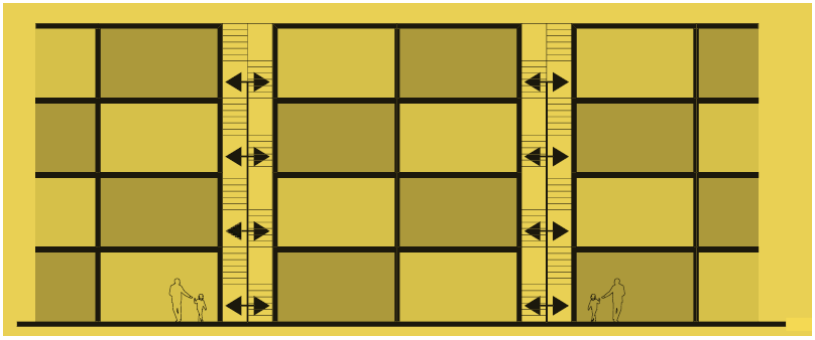


ที่มา: North Shore City Council, 2006, p. 47.

2) การเข้าถึงแนวดิ่ง หมายถึง การเข้าถึงชั้นต่าง ๆ ของอาคารด้วยทางสัญจรแนวดิ่ง (vertical circulation) ซึ่งได้แก่ บันได หรือลิฟต์ แบ่งได้เป็น อาคารที่ประกอบด้วยทางสัญจรแนวดิ่งหลายจุด (long-block building) (ภาพที่ 2.4) และอาคารที่มีทางสัญจรแนวดิ่งจุดเดียว (point -block building) (ภาพที่ 2.5) อาคารที่มีทางสัญจรแนวดิ่งหลายจุด มักจะมีการคำนึงถึงเรื่องความสวยงามผ่านลักษณะของเปลือกอาคาร สามารถลดทอนขนาดทางการมองเห็นสำหรับอาคารที่มีความยาวมาก โดยอาจจะอยู่ภายนอก หรือภายในอาคาร แบบปิด หรือแบบเปิด เป็นต้น

ภาพที่ 2.4

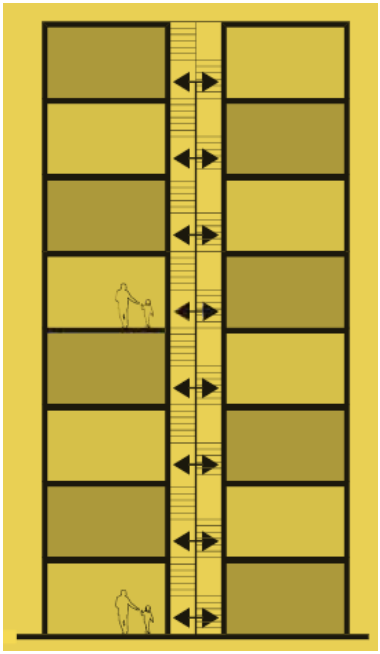
การเข้าถึงแนวดิ่ง



ที่มา: North Shore City Council, 2006, p. 49.

ภาพที่ 2.5

ตัวอย่างทางสัญจรแนวดิ่ง



ที่มา: North Shore City Council, 2006, p. 49.

ทางสัญจรแนวดิ่งเป็นพื้นที่ที่นำมาซึ่งปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้อยู่อาศัย เนื่องจากจำนวนทางสัญจรแนวดิ่งที่มากขึ้น ส่งผลให้ทางสัญจรแนวราบสั้นลง และมีห้องที่อยู่ในขอบเขตการใช้งานน้อยลง (North Shore City Council, 2006, p. 48)

ปัจจัยในการออกแบบทางสัญจรแนวดิ่ง (Yeang, 2000) ประกอบด้วย

(1) ประสิทธิภาพในการจัดวางทางสัญจร ได้แก่ สัดส่วนระหว่างพื้นที่ให้เช่าใน 1 ชั้น (net rentable areas (NRA)) ต่อพื้นที่ทั้งหมดใน 1 ชั้น (gross floor areas (GFA)) ซึ่งไม่ควรน้อยกว่า 75 %

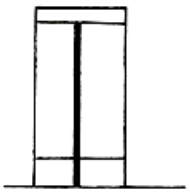
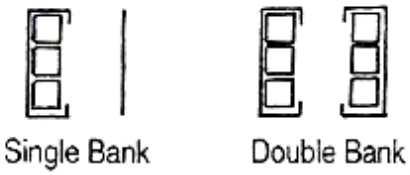
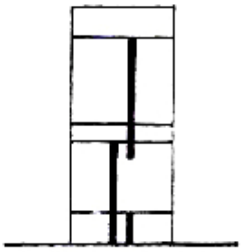
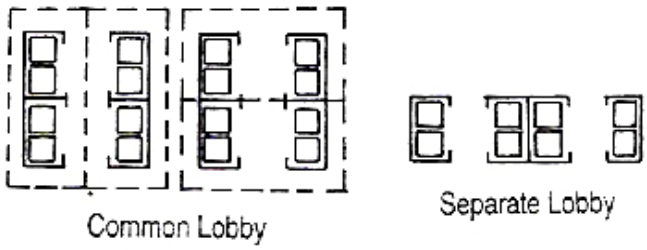
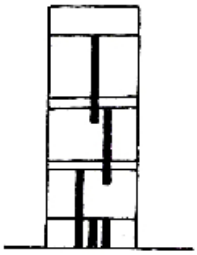
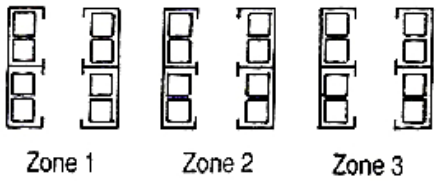
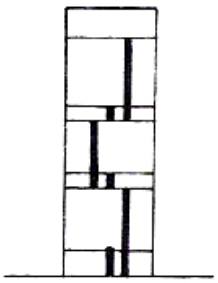
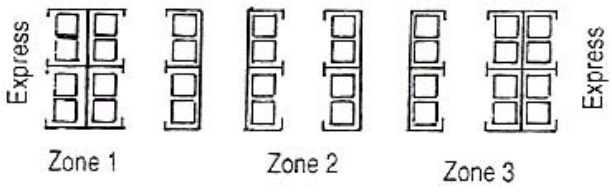
(2) ประเภทของทางสัญจรแนวดิ่ง เช่น ลิฟต์ บันได บันไดหนีไฟ เป็นต้น

(3) ตำแหน่งทางสัญจรแนวดิ่ง ดังตารางที่ 2.1

(4) ประสิทธิภาพของลิฟต์ ซึ่งรวมถึง ความจุของลิฟต์ ช่วงเวลาในการรอ (average waiting interval (AWI)) และเวลาในการเดินทาง

ตารางที่ 2.1

ตำแหน่งทางสัญจรแนวดิ่ง ประเภทลิฟต์

รูปด้าน	ผังลิฟต์
	
	
	
	

ที่มา: Yeang, 2000, quoted in Core Design, 2008, p. 24.

จากปัจจัยเรื่องการเข้าถึงแนวราบ และแนวดิ่ง ตามที่ได้กล่าวไปข้างต้น ทำให้ทราบว่า “ประสิทธิภาพในการเข้าถึง” เป็นประเด็นสำคัญประเด็นหนึ่งที่ควรพิจารณา

3) ตำแหน่งการจัดวางพื้นที่ส่วนกลาง เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการเข้าถึงพื้นที่ส่วนกลางในอาคารสูงพักอาศัย ดังจะเห็นได้จากความพยายามในการจัดวางพื้นที่ส่วนกลางในตำแหน่งต่าง ๆ ของโครงการอาคารสูงพักอาศัย ดังภาพที่ 2.6 ถึง 2.17 เป็นแผนภาพแสดงลักษณะการสัญจรในแนวราบ ระหว่างห้องพัก ทางสัญจรแนวดิ่ง และพื้นที่ส่วนกลาง โดยหมายเลข 1 แสดงตำแหน่งทางสัญจรแนวดิ่ง หมายเลข 2 แสดงตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลาง ซึ่งประกอบด้วย สระว่ายน้ำ สวนส่วนกลาง สวนศิลปะ และสวนลอยฟ้า ห้องออกกำลังกาย โถงพักผ่อนชั้นบน ห้องซักผ้า ร้านค้า ห้องสมุด ห้องประชุม ห้องทำงาน ห้องกิจกรรมสำหรับเด็ก และสปา

การศึกษาในส่วนนี้มีจุดประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างทางสัญจรแนวดิ่ง ทางสัญจรแนวราบ และพื้นที่ส่วนกลาง

ภาพที่ 2.6

คอนโดมิเนียมสูง 38 ชั้น จำนวนห้อง 476 ยูนิต (ชั้น 8)

ที่มา: บริษัท อนันดา ดีเวลลอปเม้นท์ ทู จำกัด, 2008.

ภาพที่ 2.7

คอนโดมิเนียมสูง 8 ชั้น จำนวนห้อง 266 ยูนิต (ชั้น 2)

ที่มา: บริษัท อนันดา ดีเวลลอปเม้นท์ ทู จำกัด, 2008.

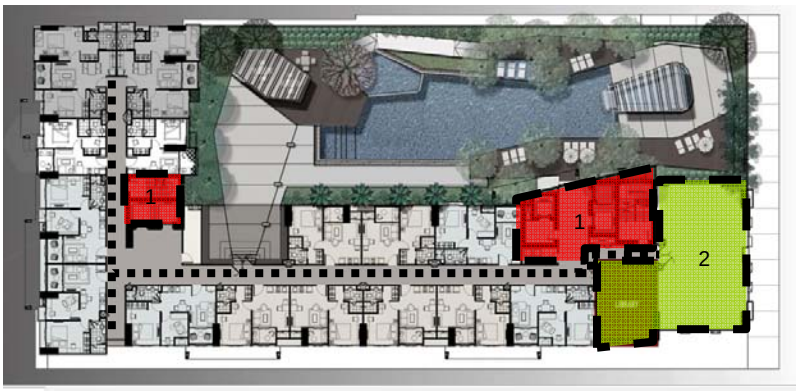
ภาพที่ 2.8

คอนโดมิเนียมสูง 24 ชั้น จำนวนห้อง 476 ยูนิต (ชั้น 1)

ที่มา: บริษัท อนันดา ดีเวลลอปเม้นท์ ทู จำกัด, 2008.

ภาพที่ 2.9

คอนโดมิเนียม สูง 30 ชั้น จำนวนห้อง 490 ยูนิต (ชั้น 5)



ที่มา: บริษัท อนันดา ดีเวลลอปเม้นท์ ทู จำกัด, 2008.

ภาพที่ 2.10

คอนโดมิเนียม สูง 27 ชั้น จำนวนห้อง 349 ยูนิต (ชั้น 1)

ที่มา: บริษัท อนันดา ดีเวลลอปเม้นท์ ทู จำกัด, 2008.

ภาพที่ 2.11

คอนโดมิเนียม สูง 27 ชั้น จำนวนห้อง 349 ยูนิต (ชั้น 14)

ที่มา: บริษัท อนันดา ดีเวลลอปเม้นท์ ทู จำกัด, 2008.

ภาพที่ 2.12

คอนโดมิเนียม สูง 19 ชั้น จำนวนห้อง 398 ยูนิต (ชั้น 1)

ที่มา: บริษัท อนันดา ดีเวลลอปเม้นท์ ทู จำกัด, 2008.

ภาพที่ 2.13

คอนโดมิเนียม สูง 19 ชั้น จำนวนห้อง 398 ยูนิต (ชั้น 5)

ที่มา: บริษัท อนันดา ดีเวลลอปเม้นท์ ทู จำกัด, 2008.

ภาพที่ 2.14

คอนโดมิเนียม สูง 34 ชั้น จำนวนห้อง 447 ยูนิต (ชั้น 1)

ที่มา: บริษัท อนันดา ดีเวลลอปเม้นท์ ทู จำกัด, 2008.

ภาพที่ 2.15

คอนโดมิเนียม สูง 34 ชั้น จำนวนห้อง 447 ยูนิต (ชั้น 9)

ที่มา: บริษัท อนันดา ดีเวลลอปเม้นท์ ทู จำกัด, 2008.

ภาพที่ 2.16

คอนโดมิเนียม สูง 34 ชั้น จำนวนห้อง 447 ยูนิต (ชั้น 28)

ที่มา: บริษัท อนันดา ดีเวลลอปเม้นท์ ทู จำกัด, 2008.

ภาพที่ 2.17
คอนโดมิเนียม สูง 34 ชั้น จำนวนห้อง 447 ยูนิต (ชั้น 33)

ที่มา: บริษัท อนันดา ดีเวลลอปเม้นท์ ทู จำกัด, 2008.

จากการค้นคว้า ผู้วิจัยยังพบอีกว่า ได้มีงานสถาปัตยกรรมที่ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการเข้าถึงจากภายใน ที่เน้นให้เกิดการมีปฏิสัมพันธ์ของผู้อยู่อาศัย โดยการออกแบบทางสัญจรแนวดิ่งกระจายตัวอยู่ตามอาคาร ซึ่งมีความสอดคล้องกันกับพื้นที่ส่วนกลาง ส่งผลให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้อยู่อาศัย และสร้างบรรยากาศเสมือนชุมชน ดังภาพที่ 2.18 และ 2.19

อย่างไรก็ดี การสร้างและประเมินแบบทางเลือกเป็นจำนวนมาก เพื่อการหาตำแหน่งการจัดวางพื้นที่ส่วนกลางที่เหมาะสมที่สุดในประเด็นดังกล่าว เป็นเรื่องที่ยากลำบาก เห็นได้จากความพยายามในการสร้างแบบทางเลือกด้วยมือ ของโครงการอาคารหอพักนักศึกษาในเมืองโคเปนเฮเกน ดังภาพที่ 2.20 ซึ่งพบว่า การนำความสามารถในการคำนวณอย่างรวดเร็วและแม่นยำของคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ เป็นแนวทางที่ควรจะพัฒนาต่อไป

ภาพที่ 2.18

อาคารหอพักนักศึกษาในเมืองโคเปนเฮเกน (1)

ที่มา: Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co. KG, 2008, p. 960.

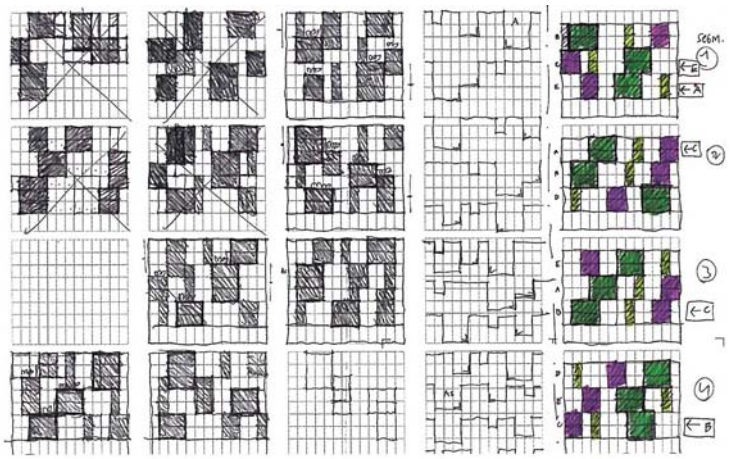
ภาพที่ 2.19

อาคารหอพักนักศึกษาในเมืองโคเปนเฮเกน (2)

ที่มา: Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co. KG, 2008, p. 962.

ภาพที่ 2.20

การสร้างแบบทางเลือกด้วยมือ อาคารหอพักนักศึกษาในเมืองโคเปนเฮเกน



ที่มา: Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co. KG, 2008, p. 957.

2.2 หลักการและทฤษฎีทางคอมพิวเตอร์

ในบทนี้ จะเป็นการศึกษาแนวทางการนำหลักการและทฤษฎีทางคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสม มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาประสิทธิภาพในการออกแบบจัดวางพื้นที่ส่วนกลางในอาคารสูงพักอาศัย ซึ่งผู้วิจัยพบว่า ขั้นตอนการคัดเลือกแบบทางเลือกที่เหมาะสม เป็นขั้นตอนที่ขาดไม่ได้ในการสังเคราะห์แบบทางเลือกด้วยระบบช่วยออกแบบอัตโนมัติ โดยที่แบบเหล่านั้นจะถูกประเมินจากเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนด ขั้นตอนเหล่านี้ สามารถเรียกในเชิงคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และคอมพิวเตอร์ ว่า การหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (optimization)

2.2.1 แบบจำลองสำหรับหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Papalambros & Wilde, 2000, pp. 1-12)

ในแวดวงการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม การอธิบายระบบ (system) ต่าง ๆ ในโลกแห่งความเป็นจริงนั้นมีความซับซ้อนมาก ซึ่งจะเป็นที่เข้าใจตรงกันว่าระบบที่ศึกษานั้น เป็นเพียงการศึกษาคุณลักษณะและพฤติกรรมของระบบเท่าที่จำเป็นต้องรับรู้และใช้งาน ซึ่งนำไปสู่แนวคิดของ “แบบจำลอง (model)”

แบบจำลองถูกพัฒนาขึ้นเพื่อการสร้างความเข้าใจในการทำงานของระบบ ซึ่ง “การออกแบบ (design)” ก็เป็นระบบอย่างหนึ่งที่ประกอบด้วยการสร้างรูปทรงเรขาคณิต การกำหนดวัสดุ และ

ประโยชน์ใช้สอย โดยในการสร้างแบบจำลองในการออกแบบ จะต้องสามารถระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้องทั้งหมดได้ สำหรับค่าเหล่านั้นที่เปลี่ยนไป ผลลัพธ์ที่ได้คือ “แบบทางเลือก (alternatives)”

เป้าหมายหลักของการสร้างแบบจำลองสำหรับการออกแบบคือ การเลือกแบบที่ “เหมาะสมที่สุด” จากแบบทางเลือกจำนวนหนึ่ง ซึ่งสิ่งที่จำเป็นคือ “การตัดสินใจ” และ “การเลือก” จากแบบทางเลือกเหล่านั้น โดยการตั้ง “เกณฑ์” ในการประเมินจากแบบทางเลือกแล้วทำการจัดลำดับ แต่เนื่องจากเกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกแบบที่ “เหมาะสมที่สุด” นั้นได้รับอิทธิพลจากหลายปัจจัย เช่น ประเภทของโครงการ เวลา มุมมอง และการตัดสินใจของผู้ออกแบบ ขึ้นอยู่กับว่าผู้ออกแบบคนนั้นมองจากมุมมองไหน ดังนั้นเกณฑ์ในการประเมินไม่สามารถมีเพียงเกณฑ์เดียวได้ เช่น การออกแบบห้างสรรพสินค้า เกณฑ์หนึ่งคือจำนวนพื้นที่ให้เช่า ดังนั้นแบบที่ “เหมาะสมที่สุด” ได้แก่ แบบที่สามารถจัดให้มีจำนวนพื้นที่ให้เช่ามากที่สุด แต่ในมุมมองของผู้รับเหมา เกณฑ์ในการตัดสินใจอาจจะเป็นความง่ายและรวดเร็วในการก่อสร้าง ซึ่งเกณฑ์ในการตัดสินใจเหล่านั้นอาจจะเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา เช่น การออกแบบรถยนต์ ในอดีตรถยนต์ดีที่สุดอาจจะวัดจากความแรงและสะดวกสบายที่สุด แต่ปัจจุบันอาจจะเป็นรถที่ประหยัดน้ำมันที่สุด (Papalambros & Wild, 2000)

แบบจำลองที่มีเกณฑ์ในการประเมินผล เรียกว่าแบบจำลองสำหรับหาค่าที่เหมาะสมที่สุด “optimization model” ส่วนเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน เรียกว่า “วัตถุประสงค์ (objective)” ของแบบจำลอง ประกอบไปด้วยขั้นตอนดังนี้

1) การกำหนดปัญหาและความต้องการในการออกแบบ (problem definition)
2) การสังเคราะห์ การสร้างรูปทรง (synthesis)
3) การวิเคราะห์ ประสิทธิภาพของรูปทรง (analysis)
4) การเลือกแบบทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด (optimization)

แบบจำลองสำหรับหาค่าที่เหมาะสมที่สุดมีความสามารถในการสังเคราะห์ วิเคราะห์ และประเมินแบบผลลัพธ์ที่ดีจากการผสมผสานความต้องการในการออกแบบที่หลากหลาย โดยที่ไม่จำเป็นต้องเขียนแบบหรือสร้างหุ่นจำลอง ทำให้ประหยัดทั้งค่าใช้จ่าย และเวลาในการออกแบบ ทำให้สามารถนำไปพัฒนาต่อ โดยที่ไม่ต้องคำนึงถึงความต้องการพื้นฐานในการออกแบบ

อย่างไรก็ดี ในโลกแห่งความเป็นจริง ทุกสิ่งล้วนอยู่ภายใต้ขอบเขตที่จำกัด การออกแบบก็เช่นกัน กฎทางธรรมชาติ แรงดึงดูด คุณสมบัติของวัตถุ หรือในแง่ของการออกแบบ ความต้องการของผู้ใช้งาน กฎหมาย สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นข้อจำกัดในการออกแบบที่ต้องคำนึงถึง ดังนั้น คำว่า “ข้อจำกัด” จึงหมายถึงชุดของข้อกำหนดพื้นฐานของแบบผลลัพธ์ที่ได้มาทุกแบบ เช่น ใน

กรณีของห้างสรรพสินค้า หาก “วัตถุประสงค์ในการออกแบบ” ได้แก่ จำนวนพื้นที่ให้เช่า ดังนั้นแบบที่ “เหมาะสมที่สุด” ได้แก่แบบที่สามารถจัดให้มีจำนวนพื้นที่ให้เช่ามากที่สุด ที่อยู่ในข้อจำกัดเรื่องกฎหมาย ขอบเขตของพื้นที่โครงการ หรือสัดส่วนของพื้นที่ให้เช่าต่อพื้นที่ใช้สอยอื่น ๆ เป็นต้น ซึ่งข้อจำกัดเหล่านี้ เรียกว่า “เงื่อนไขบังคับในการออกแบบ (design constraints)” (Papalambros & Wild, 2000)

การพัฒนาระบบช่วยออกแบบอัตโนมัติ เพื่อการจัดวางพื้นที่ส่วนกลางที่เข้าถึงได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นจะต้องศึกษาขั้นตอนการสังเคราะห์ การสร้างรูปทรง ตลอดจนการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของรูปทรง และกำหนดวัตถุประสงค์ในการออกแบบ เพื่อเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกแบบทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งในบทต่อไปนี้ จะเป็นการศึกษาขั้นตอนดังกล่าว ตั้งแต่ภาพรวมแล้วจึงเจาะลึกในประเด็นที่มีศักยภาพในการนำไปพัฒนาต่อได้

2.2.2 <u>งานวิจัยเกี่ยวกับระบบช่วยออกแบบอัตโนมัติ</u>

งานวิจัยเกี่ยวกับระบบช่วยออกแบบอัตโนมัติ มุ่งเน้นในการศึกษาหาขั้นตอนวิธีในการจัดวางผัง จากตัวแปรและเงื่อนไขบังคับต่าง ๆ เพื่อให้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ในการออกแบบที่กำหนด ด้วยวิธีการนำเสนอ และวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างกันไป โดยงานวิจัยส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นการพัฒนาโดยคำนึงถึงวัตถุประสงค์ในการออกแบบ 2 ประเภท ได้แก่

1) Dimensional objectives (geometrical objectives) คือ วัตถุประสงค์เชิงรูปทรง เช่น ขนาด ตำแหน่ง ทิศทางการวางตัวของพื้นที่
2) Topological objectives คือ วัตถุประสงค์เชิงความสัมพันธ์ เช่น ระยะการเดินทางระหว่างพื้นที่ (travel cost) (Liggett, 1985) ความประชิด ความห่าง โดยเงื่อนไขประเภทนี้มักได้มาจากการวิเคราะห์บริบท หรือความต้องการของผู้ใช้งาน

ในบทนี้ จะเป็นการศึกษาแนวทางการนำหลักการและทฤษฎีทางคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสม มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาประสิทธิภาพในการออกแบบจัดวางพื้นที่ส่วนกลางในอาคารสูงพักอาศัย เกี่ยวกับขั้นตอนวิธีในการพัฒนาระบบ วิธีการหาคำตอบในขั้นตอนการค้นหาคำตอบของระบบ และแนวทางในการโต้ตอบกับผู้ใช้งาน ดังนี้

1) ระเบียบวิธี (method) ในการพัฒนาระบบ

ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งหมวดหมู่ตามประเภทของระเบียบวิธีที่ใช้ในการพัฒนา โดยอ้างอิงจาก Architecture's New Media. Principles, Theories, and Methods of Computer-Aided Design (Kalay, 2004, pp. 237-277) ดังนี้

(1) ระเบียบวิธีเชิงกระบวนการ (Procedural Methods)

ในขั้นตอนการสังเคราะห์แบบทางเลือกด้วยระเบียบวิธีเชิงกระบวนการ มนุษย์จะเป็นผู้กำหนดเงื่อนไข เช่น การกำหนดจำนวนห้อง ซึ่งจะต้องมีการระบุเฉพาะเจาะจงถึงขั้นตอนของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทีละขั้นตอน แล้วใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการทดสอบหรือพิสูจน์ความสัมพันธ์ของเงื่อนไขเหล่านั้นด้วยตัวแปรจำนวนมาก โดยจะได้ผลออกมาเป็นรูปแบบการจัดวางผังทั้งหมดที่สามารถเป็นไปได้ แล้วสถาปนิกจึงทำการเลือกแบบที่เหมาะสมที่สุดจากแบบทางเลือกเหล่านั้น แนวทางที่ได้พัฒนาต่อยอดจากระเบียบวิธีเชิงกระบวนการแบบพื้นฐาน ได้แก่ แนวทางการบรรจุที่ว่าง (space allocation) ซึ่งจะใช้คอมพิวเตอร์ในการแสดงแบบผลลัพธ์ทั้งหมด จากเงื่อนไขที่กำหนดเพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่สุด เช่น ระยะห่างระหว่างพื้นที่ (Grason, 1971) คุณภาพของแสงธรรมชาติ (Flemming and Mahdavi, 1993) ความเป็นส่วนตัว (ACTLOC, 1999)

(2) ระเบียบวิธีเชิงวิทยาการศึกษาสำนึก (Heuristic Methods)

ระเบียบวิธีเชิงวิทยาการศึกษาสำนึก เป็นระบบช่วยออกแบบอัตโนมัติเชิงอุปมาอุปไม ที่ใช้ลักษณะการเปรียบเทียบ เช่นเดียวกับการออกแบบของสถาปนิกในขั้นตอนการออกแบบเบื้องต้น ที่จะนำแรงบันดาลใจในการออกแบบมาจากสิ่งแวดล้อม หรือจากประสบการณ์ที่ได้สะสมมาในทางสาขาวิชาชีพ มาปรับใช้ในการออกแบบ ซึ่งระเบียบวิธีนี้จะแตกต่างจากระเบียบวิธีเชิงกระบวนการ เนื่องจากแบบผลลัพธ์ที่ได้จากระเบียบวิธีเชิงวิทยาการศึกษาสำนึกนั้นในบางกรณีอาจจะไม่สามารถหาคำตอบสำหรับวัตถุประสงค์ในการออกแบบได้ (Kalay, 2004, pp. 255-276) อีกทั้งแรงบันดาลใจที่นำมาปรับใช้ในการออกแบบนั้น อาจจะมีช่องโหว่ หรือความไม่แน่นอนของแบบผลลัพธ์ แต่ขณะเดียวกัน ความไม่แน่นอนเหล่านี้กลับทำให้ระเบียบวิธีเชิงวิทยาการศึกษาสำนึกสามารถตอบวัตถุประสงค์ในการออกแบบบางอย่าง ที่ระเบียบวิธีเชิงกระบวนการทำไม่ได้ เช่น เรื่องความสวยงาม สัดส่วน ความน่าสนใจ เป็นต้น

แนวทางหนึ่งที่สามารถพบเห็นในงานวิจัยในอดีต คือแนวทางเชิงอุปมา (Analogical approach) เป็นการนำ "กฎ (rules)" จากแหล่งความรู้อื่น ๆ ที่สามารถนำมาปรับใช้เป็นแนวทางในการพัฒนา เช่น การพัฒนาระบบจัดวางผังเชิงฟิสิกส์ (Arvin and House, 1999)

ในช่วงปลายทศวรรษ 1970 ได้มีนักวิจัยที่คิดค้นระบบที่นำเอาระบบองค์ความรู้ในการออกแบบ มาปรับใช้กับการตอบวัตถุประสงค์ในการออกแบบของบริบทใหม่ ด้วยวิธีการ

หาคำตอบเก่าในบริบทคล้ายกัน หรือที่เรียกว่า กรณีศึกษา (case-based method) มาใช้ในลักษณะของ “ภาษาในการออกแบบ (design languages)” จนกลายเป็นแนวทางที่เรียกว่าการสร้างรูปทรงจากกฎ (rule-based geometrical construction) ที่ออกแบบรูปร่างโดยอ้างอิงจากชุดของกฎ ซึ่งภายหลัง กลายเป็นที่รู้จักกันว่า shape grammar หลังจากนั้นได้มีนักวิจัยที่ได้นำทฤษฎีต่าง ๆ มาใช้ในลักษณะเดียวอีกมากมาย เช่น Cellular Automata หรือ Polyautomaton เป็นทฤษฎีในการสร้างรูปทรงจากกฎการเชื่อมโยงกันของแต่ละเซลล์ที่ก่อให้เกิดผลต่อเซลล์ข้างเคียง เช่น แบบจำลองCellular automaton ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดชื่อว่า Game of life ของ John Conway (Gardner, 1970)

L-System หรือ Lindenmayer sytem ระบบที่ถูกสร้างขึ้นในปี 1968 โดย Aristid Lindenmayer นักชีววิทยาและพฤกษศาสตร์ชาวฮังกาเรียน เพื่อจำลองลักษณะการเติบโตของพืช ซึ่งสามารถสร้างรูปทรงที่ซับซ้อนได้จากกฎพื้นฐานที่เกี่ยวเนื่องกันเพียงไม่กี่กฎ

(3) ระเบียบวิธีเชิงวิวัฒน์ (Evolutionary Methods)

จากความก้าวหน้าของปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence (AI)) ได้ก่อให้เกิดวิธีใหม่ที่เรียกได้ว่าเป็นวิทยาการศึกษาสำนึกแบบปัญญาประดิษฐ์ (AI’s heuristic approach) ซึ่งเรียกได้อีกอย่างว่า ระเบียบวิธีเชิงวิวัฒน์ (evolutionary method) ที่มีศักยภาพในการหาคำตอบที่กว้างและไม่มีโครงสร้างตายตัว อย่างไรก็ดี ในขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมที่ใช้ระเบียบวิธีเชิงวิวัฒน์ประสิทธิภาพในการเขียนโค้ดนั้นมีผลอย่างมากต่อเวลาในการประมวลผลของระบบ

อัลกอริทึมเชิงพันธุศาสตร์ (Genetic Algorithms) เป็นอีกหนึ่งแนวทางของระเบียบวิธีเชิงวิวัฒน์ โดยการนำทฤษฎีการคัดเลือกทางธรรมชาติของดาร์วิน (darwinian principle of the survival of the fittest or natural selection) (Jagielski and Gero,1997) มาปรับใช้ในการสังเคราะห์แบบผลลัพธ์ที่แปลกใหม่ และมีศักยภาพในการค้นหาคำตอบให้กับวัตถุประสงค์ในการออกแบบได้จริง เช่นเดียวกันกับแนวทางการจำลองการอบเหนียว (simulated annealing) ที่นำเอาหลักการอุณหพลศาสตร์ของกระบวนการอบเหนียว (annealing) คือขั้นตอนการลดอุณหภูมิระหว่างการหลอมวัสดุ เช่นโลหะ เพื่อให้ได้โลหะที่อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมที่สุด

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้คัดเลือกระเบียบวิธีเชิงวิทยาการศึกษาสำนึก มาเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบ เนื่องจากศักยภาพในการคำนวณหาแบบผลลัพธ์ โดยการนำวิธีการหาคำตอบจากแหล่งความรู้ที่ใกล้เคียง ซึ่งประสิทธิภาพในการหาคำตอบขึ้นอยู่ทฤษฎีที่นำมาอ้างอิงว่าสามารถตอบจุดประสงค์ในการออกแบบได้ตรงแค่ไหน (Homayouni, 2007) ซึ่งทฤษฎีในการนำมาประยุกต์ใช้จะถูกนำมาอภิปรายในบทที่ 2.2.3

2) วิธีการหาคำตอบในขั้นตอนการค้นหาคำตอบของระบบ

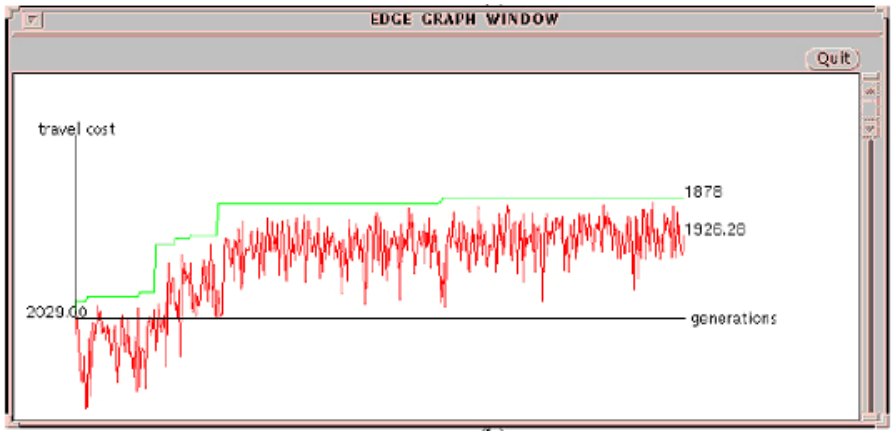
ศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบในการหาคำตอบ ซึ่งจากการศึกษากระบวนในการค้นหาคำตอบของระบบช่วยออกแบบอัตโนมัติ สามารถจำแนกได้เป็น 2 แบบ

(1) การหาคำตอบแบบผ่านเกณฑ์

เป็นกระบวนการหาคำตอบที่มีการกำหนดเกณฑ์ในการวัดค่าความเหมาะสมของแบบผลลัพธ์ที่ได้ ซึ่งถ้าแบบผลลัพธ์ที่ได้มีค่าความเหมาะสมผ่านเกณฑ์ที่กำหนด จะถือว่าแบบผลลัพธ์นั้นสามารถเกิดขึ้นได้ หลังจากนั้นจึงเป็นขั้นตอนการพัฒนาค่าความเหมาะสมต่อไปด้วยวิธีต่าง ๆ ดังภาพที่ 2.21 งานวิจัยที่ใช้กระบวนการหาคำตอบแบบผ่านเกณฑ์ เช่น ACTLOC (1999) อัลกอริทึมเชิงพันธุศาสตร์ และ แนวทางการจำลองการอบเหนียว เป็นต้น

ภาพที่ 2.21

การหาคำตอบแบบผ่านเกณฑ์



ที่มา: Jo and Gero, 1998, p. 23.

การหาคำตอบด้วยวิธีนี้ หากเขียนโค้ดอย่างมีประสิทธิภาพแล้ว จะเหมาะกับการหาคำตอบในกรณีที่มีจำนวนคำตอบมาก เนื่องจากไม่จำเป็นต้องเสียเวลาค้นหาคำตอบในบริเวณที่ค่าไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนด แต่ก็มีข้อจำกัดในแง่ของผลลัพธ์ที่ในบางกรณีอาจจะบอกไม่ได้ว่าเป็นคำตอบที่ดีที่สุด เนื่องจากไม่ได้ทำการค้นหาคำตอบทั้งระบบ

(2) การหาคำตอบแบบแจกแจง

เป็นการหาคำตอบโดยการแจกแจงหาผลลัพธ์ทั้งหมดที่สามารถเกิดขึ้นได้ แล้วจึงทำการสังเคราะห์ด้วยวิธีการต่าง ๆ จากคำตอบเหล่านั้น เช่น

Baykan and Fox (1997) และ Medjdoub and Yannou (1999) พัฒนาระบบในแนวทางเงื่อนไขบังคับด้วย Constraint Satisfaction Programming (CSP) ในการแจกแจงรูปแบบการจัดวางที่สามารถเกิดขึ้นได้ออกมาเป็นแผนผังแสดงความสัมพันธ์ (ภาพที่ 2.22) โดยรูปแบบการจัดวางที่ว่างถูกกำหนดโดยความประชิดกันของแต่ละห้อง ซึ่งถูกแทนค่าโดยเงื่อนไขบังคับ เช่น

ห้อง a อยู่ติดกับ ทิศเหนือของ ห้อง b

ห้อง a อยู่ติดกับ ทิศใต้ของ ห้อง b

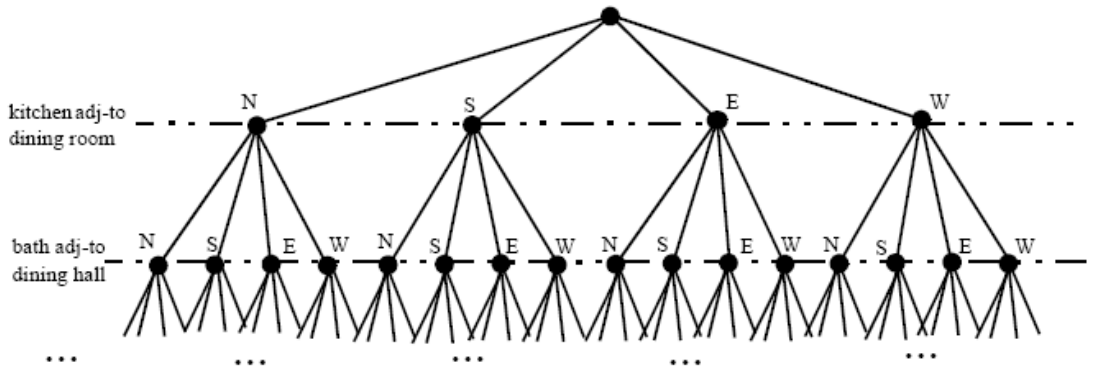
ห้อง a อยู่ติดกับ ทิศตะวันออกของ ห้อง b

ห้อง a อยู่ติดกับ ทิศตะวันตกของ ห้อง b

แนวทางนี้ถือว่าประสบความสำเร็จในแง่ของความสามารถในการหาคำตอบให้กับอัลกอริทึมได้เสมอ แต่อย่างไรก็ตาม แนวทางนี้ต้องใช้เวลาในการคำนวณที่มาก และยังไม่สามารถใช้กับพื้นที่ใช้สอยมาก ๆ ได้

ภาพที่ 2.22

ตัวอย่างการแจกแจงรูปแบบการจัดวางที่เกิดขึ้นได้



ที่มา: Baykan & Fox, 1997, quoted in Michalek, 2001, p. 11.

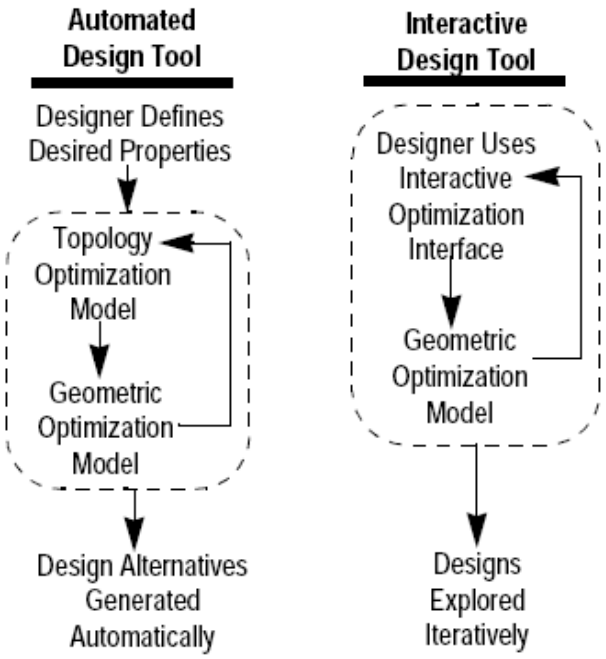
วิธีนี้มีความแม่นยำในการหาคำตอบ เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้จะสามารถมั่นใจได้ว่าเป็นคำตอบที่ดีที่สุด แต่ในขณะเดียวกัน เนื่องจากระบบต้องทำการค้นหาคำตอบของทั้งระบบ จึงไม่เหมาะกับการหาคำตอบในกรณีที่มีจำนวนคำตอบมาก

3) แนวทางในการโต้ตอบกับผู้ใช้งาน

เป็นการศึกษาระบบช่วยออกแบบอัตโนมัติเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการโต้ตอบกับผู้ใช้งาน โดยที่งานวิจัยเกี่ยวกับระบบช่วยออกแบบอัตโนมัติสามารถจำแนกแนวทางในการโต้ตอบกับผู้ใช้งานได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ แบบอัตโนมัติ และแบบ

โต้ตอบกับผู้ใช้งาน โดยในระบบช่วยออกแบบอัตโนมัติ ผู้ใช้งานจะเป็นผู้กำหนดค่าตัวแปรต่าง ๆ ในขั้นตอนแรก หลังจากนั้นระบบจะทำการสร้างแบบทางเลือกที่เป็นไปได้ออกมาอย่างอัตโนมัติ ส่วนระบบช่วยออกแบบประเภทโต้ตอบกับผู้ใช้งาน จะเป็นการทำงานสลับกันไปมาระหว่างผู้ใช้งาน กับระบบช่วยออกแบบ โดยผู้ใช้งานจะทำหน้าที่ให้คำสั่ง ระบบจะทำหน้าที่ประเมินผล ผู้ใช้งานสังเกตผล แล้วทำการปรับเปลี่ยน ดังภาพที่ 2.23

ภาพที่ 2.23
การทำงานของแบบอัตโนมัติ และแบบโต้ตอบ



ที่มา: Michalek, 2001, p. 4.

Tidd, Rinderle, and Witkin (1992) Arvin and House (1999) และLiggett and Mitchell (1981) ได้พัฒนาระบบช่วยออกแบบประเภทโต้ตอบกับผู้ใช้งาน โดยสามารถปรับแต่งวัตถุประสงค์ในการออกแบบเพื่อเปลี่ยนรูปทรงของพื้นที่ใช้สอย โดยการดึงเส้นกราฟเสมือนการดึงตัววัตถุ ซึ่งส่งผลให้ผู้ใช้งานสามารถปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรต่าง ๆ ด้วยความเข้าใจในผลที่เกิดจากการปรับค่านั้น ๆ นำไปสู่การตัดสินใจเลือกลักษณะการจัดวางพื้นที่ใช้สอย

เครื่องมือช่วยออกแบบเชิงสำรวจ (exploratory design cad tools) เช่น Maya 3dsMAX Form-Z ฯลฯ มีความสามารถในการสร้างภาพ 3 มิติที่เที่ยงตรงและแม่นยำ อีกทั้งหลาย ๆ ระบบมี

ความสามารถในการวิเคราะห์รายละเอียดเพื่อการประเมินประสิทธิภาพของแบบ แต่ยังมีน้อยมากที่สนับสนุนความต้องการของผู้ออกแบบในระหว่างขั้นตอนการออกแบบเบื้องต้น เมื่อยังไม่มีการกำหนดวัตถุประสงค์ในการออกแบบในการออกแบบและแนวทางการแก้ไขที่ชัดเจน

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

ดังนั้น การผสมผสานระหว่างความสามารถในการประมวลผลของคอมพิวเตอร์กับความสามารถในการชี้นำของผู้ใช้งาน เป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการพัฒนาต่อยอด เนื่องจากปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบหลาย ๆ ปัจจัยนั้นเป็นการคำนึงเกี่ยวกับประเด็นในเรื่องความสวยงามและความสามารถในการใช้งานได้จริง ซึ่งยากต่อการสร้างเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ แต่ง่ายต่อการประเมินทางสายตา อีกทั้งงานวิจัยเกี่ยวกับเครื่องมือช่วยออกแบบหลาย ๆ ระบบ ก็ยังต้องการให้ผู้ใช้งานเป็นคนชี้นำอัลกอริทึมสู่พื้นที่ที่สนใจ เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการคำนวณ (Michalek, 2001, p. 15)

4) เทคนิคในการนำเสนอ (representation technique)

เป็นการศึกษาเพื่อปรับใช้เป็นเทคนิคในการนำเสนอระบบออกแบบจัดวางผัง สามารถแจกได้เป็น 2 ประเภท คือการนำเสนอแบบตาราง ที่ถูกนำเสนอโดย Liggett and Mitchell (1981) ACTLOC (1999) และ Jo & Gero (1998) และการนำเสนอแบบเส้น โดย Baykan & Fox (1997), Medjdoub & Yannou (1999) และ Michalek, Choudhary, & Papalambros (2002)

ทั้งนี้ ระบบช่วยออกแบบอัตโนมัติในงานวิจัยนี้ เน้นผลการพัฒนาในวัตถุประสงค์การออกแบบเชิงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ มากกว่าในเชิงรูปทรง และเพื่อการใช้งานจริงเนื่องจากอาคารสูงมีข้อจำกัดเรื่องโครงสร้างที่ค่อนข้างซับซ้อน เทคนิคการนำเสนอแบบตารางจะสามารถลดปัญหาในส่วนนั้นได้ อีกประเด็นหนึ่ง ในขั้นตอนการประเมินผลของงานวิจัยนี้ จะเป็นการจำลองการสร้างแบบมาใช้กับอาคารที่มีอยู่จริง และมีตัวแปรในการออกแบบที่ต่างกันไป ซึ่งตัวแปรเหล่านั้นจะนำมาสู่เงื่อนไขบังคับเกี่ยวกับรูปทรงของระบบ

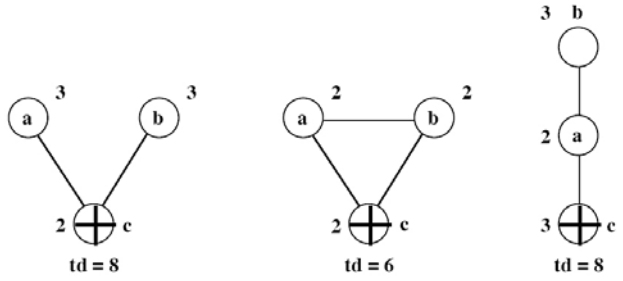
2.2.3 หลักการ และทฤษฎี เพื่อนำมาประยุกต์ใช้

ในบทนี้จะเป็นการอภิปรายทฤษฎีที่ผู้วิจัยเล็งเห็นว่ามีศักยภาพในการนำมาประยุกต์ใช้กับระบบออกแบบจัดวางพื้นที่ส่วนกลาง ด้วยระเบียบวิธีเชิงวิทยาการศึกษาสำนึก ซึ่งเป็นแนวทางที่ใช้วิธีการหาคำตอบจากแหล่งความรู้ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ใน 2 ส่วน ได้แก่ ประสิทธิภาพการเข้าถึง ด้วยวิธีการนิยามรูปทรง (defining configuration) ของทฤษฎี space syntax และความสามารถในการสร้างแบบทางเลือกในลักษณะโต้ตอบกับผู้ใช้งาน ด้วยทฤษฎีตรรกศาสตร์คลุมเครือ

1) วิธีการนิยามรูปทรง ของทฤษฎี space syntax (Hillier, 1996, pp. 71-77)

space syntax เป็นทฤษฎีที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อนิยามลักษณะของพื้นที่ว่างทางสถาปัตยกรรม หรือภูมิสถาปัตยกรรม ผ่านการจำลอง “การเข้าถึง” ที่เกิดจาก “การมองเห็น” ของผู้ใช้งาน ซึ่งประเด็นที่ผู้วิจัยเห็นว่ามีศักยภาพในการนำมาประยุกต์ใช้กับระบบออกแบบวางผังพื้นที่ส่วนกลาง ได้แก่ การคำนวณระยะความลึก และความเป็นศูนย์กลางของพื้นที่ว่าง ด้วยแผนผังแสดงการเข้าถึง j-graph (justified graph) (Hillier, 1996, p. 22) ดังภาพที่ 2.24

ภาพที่ 2.24
แผนผังแสดงการเข้าถึง j-graph



(1) (2) (3)

ที่มา: Hillier, 1996, p. 71.

(1) ระยะความลึก (depth distance) เป็นระเบียบวิธีในการวิเคราะห์ความลึกของพื้นที่ว่าง ซึ่งมีค่าเท่ากับผลรวมของระยะการเข้าถึงจากตำแหน่งที่ต้องการวิเคราะห์ถึงตำแหน่งอื่น ๆ ทั้งระบบ เช่นในภาพที่ 2.24(1) ระยะความลึกของตำแหน่ง a เท่ากับ 3 ตำแหน่ง b เท่ากับ 3 โดยที่ค่า td ซึ่งได้แก่ผลรวมระยะความลึกของทุกตำแหน่ง แสดงประสิทธิภาพในการเข้าถึงของทั้งระบบ

สามารถแสดงเป็นการเรียงตัวของช่องตารางสี่เหลี่ยมในลักษณะที่ซับซ้อนขึ้นได้ดังภาพที่ 2.25 ซึ่งทำให้ทราบถึงประเด็นต่าง ๆ ดังนี้ (Hillier, 1996, pp. 70-82)

(1.1) ตำแหน่งที่มีค่าน้อยที่สุด คือตำแหน่งที่มีความลึกน้อยที่สุด หรือเข้าถึงได้ง่ายที่สุด

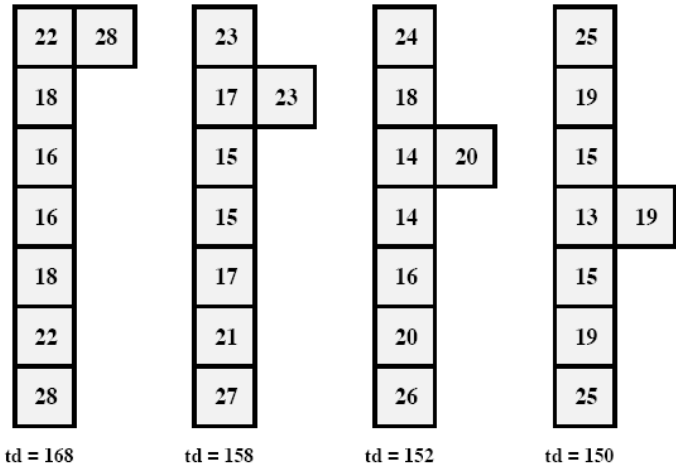
(1.2) ตำแหน่งที่มีค่ามากที่สุด คือตำแหน่งที่มีความลึกมากที่สุด

(1.3) การสลับตำแหน่งพื้นที่เพียงแค่ตำแหน่งเดียว ส่งผลต่อระยะความลึกรวมของทั้งระบบ

(1.4) ค่าระยะความลึกที่เท่ากันในแต่ละตำแหน่ง แสดงถึงความเป็นสมมาตรซึ่งกันและกัน

ภาพที่ 2.25

แผงผังแสดงการเข้าถึงแบบช่องตาราง

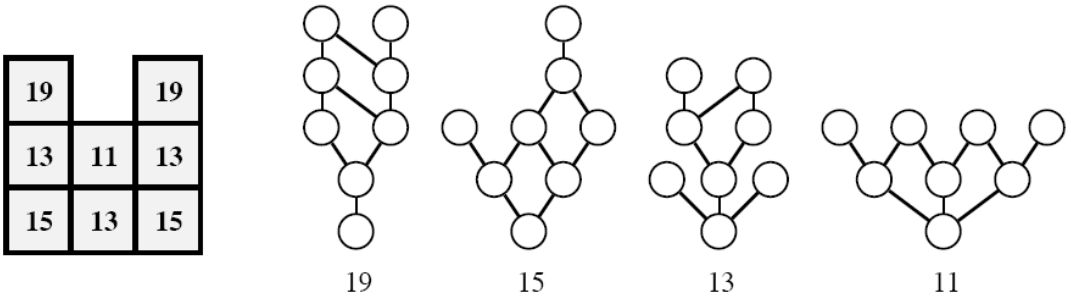


ที่มา: Hillier, 1996, p. 72.

(2) ความเป็นศูนย์กลาง (centrality) นอกเหนือจากระยะความลึกแล้ว แผงผังแสดงการเข้าถึง j-graph ยังแสดงความเป็นศูนย์กลางของตำแหน่งหนึ่ง ๆ โดยในภาพที่ 2.26 ด้วยจำนวนพื้นที่ที่เท่ากัน พื้นที่ที่มีลำดับชั้นของแผนผัง j-graph น้อยที่สุด หรือมีค่าระยะความลึกน้อยที่สุดแสดงถึงความเป็นศูนย์กลางในระบบนั้น ๆ (Hillier, 1996, p. 82)

ภาพที่ 2.26

แผนผังแสดงการเข้าถึง



ที่มา: Hillier, 1996, p. 76.

2) ตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic)(Zadeh, 1965)

การผสมผสานระหว่างความสามารถในการประมวลผลของคอมพิวเตอร์กับความสามารถในการชี้นำของผู้ใช้งาน เป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการพัฒนาต่อยอด เนื่องจากปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบหลาย ๆ ปัจจัยนั้นเป็นการคำนึงเกี่ยวกับประเด็นในเรื่องความสวยงามและความสามารถในการใช้งานได้จริง ซึ่งยากต่อการสร้างเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แต่ง่ายต่อการประเมินทางสายตา อีกทั้งงานวิจัยเกี่ยวกับเครื่องมือช่วยออกแบบหลาย ๆ ระบบ ก็ยังต้องการให้ผู้ใช้งานเป็นคนชี้นำอัลกอริทึมสู่พื้นที่ที่สนใจ เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการคำนวณ ดังนั้น ตรรกศาสตร์คลุมเครือ ซึ่งเป็นศาสตร์ที่เลียนแบบการตัดสินใจของมนุษย์ เป็นทฤษฎีที่น่าศึกษาเพื่อนำมาประยุกต์ใช้

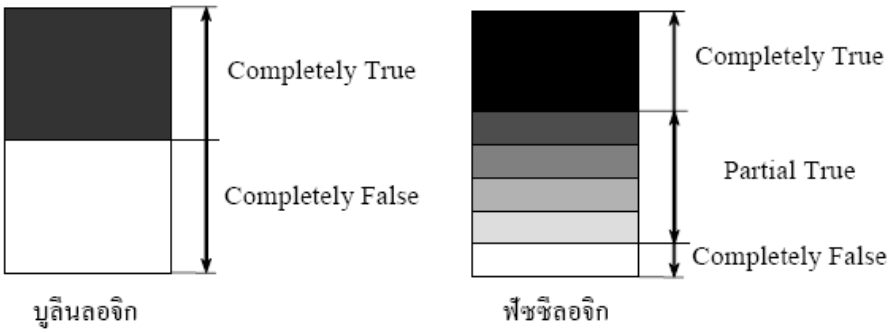
ตรรกศาสตร์คลุมเครือเป็นระบบด้านคอมพิวเตอร์ที่ทำงานโดยตรรกะที่อยู่บนพื้นฐานความเป็นจริงที่ว่า “ทุกสิ่งบนโลกแห่งความเป็นจริงไม่ได้มีเฉพาะสิ่งที่มีความแน่นอนเท่านั้น แต่มีหลายสิ่งหลายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างไม่เที่ยง และไม่แน่นอน (uncertain) อาจเป็นสิ่งที่คลุมเครือ (fuzzy) และไม่ชัดเจน (exact)” เช่น เซตของอายุคน อาจแบ่งเป็น วัยทารก วัยเด็ก วัยรุ่น วัยกลางคน และวัยชรา จะเห็นได้ว่าในแต่ละช่วงอายุคนไม่สามารถระบุได้แน่ชัดว่าวัยทารกกับวัยเด็กแยกจากกันแน่ชัดช่วงใด วัยทารกอาจถูกตีความว่าเป็นอายุระหว่าง 0 ถึง 1 ปี บางคนอาจตีความว่าวัยทารกอยู่ในช่วงอายุ 0 ถึง 2 ปี ในทำนองเดียวกัน วัยเด็กและวัยรุ่น ก็ไม่สามารถระบุได้ชัดเจนว่าช่วงต่อของอายุควรจะอยู่ในช่วงใด อาจตีความว่าวัยเด็กมีอายุอยู่ในช่วง 1 ถึง 12 ปี

หรืออาจเป็น 2 ถึง 10 ปี เป็นต้น เซ็ตของเหตุการณ์ที่ไม่แน่นอนเช่นนี้เรียกว่าเซ็ตของความคลุมเครือ (fuzzy set) (Zadeh, 1965)

ตรรกศาสตร์คลุมเครือ ถูกสร้างขึ้นเพื่อที่จะเลียนแบบการแก้ปัญหาและการตัดสินใจของมนุษย์ แต่ทำให้การตัดสินใจนั้นเป็นไปอย่างรวดเร็วมากขึ้น

ตรรกศาสตร์คลุมเครือ เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจภายในใต้ความไม่แน่นอนของข้อมูล โดยยอมให้มีความยืดหยุ่นได้ ใช้หลักเหตุผลที่คล้ายการเลียนแบบวิธีความคิดที่ซับซ้อนของมนุษย์ ตรรกศาสตร์คลุมเครือ มีลักษณะที่พิเศษกว่าตรรกะแบบจริงเท็จ (Boolean logic) เป็นแนวคิดที่มีการต่อขยายในส่วนของความจริง (partial true) โดยค่าความจริงจะอยู่ในช่วงระหว่างจริง (completely true) กับเท็จ (completely false) ส่วนตรรกศาสตร์เดิมจะมีค่าเป็นจริงกับเท็จเท่านั้น แสดงดังภาพที่ 2.28

ภาพที่ 2.27
ตรรกศาสตร์ทั่วไปกับตรรกศาสตร์คลุมเครือ



ที่มา: Yen, 1999, อ้างถึงใน พยุง มีสัจ, 2551, น. 1.

ความคลุมเครือ (fuzziness) มีชื่อเรียกว่า มัลติวาลานซ์ (multivalance) ซึ่งมีค่าที่ความเป็นสมาชิกมากกว่า 2 ค่า จะแตกต่างกับไบวาลานซ์ (bivalance) ที่มีความเป็นสมาชิกเพียง 2 ค่า

เซ็ตของความคลุมเครือ (fuzzy set) เป็นเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่สื่อถึง “ความไม่แน่นอน (uncertainty)” สามารถที่จะสร้างและกำหนดรูปแบบของลักษณะความไม่แน่นอนที่เป็นความคลุมเครือ ความไม่ตายตัว รวมถึงความขาดข้อมูลบางส่วน โดยทฤษฎีเซ็ตของความคลุมเครือ จะใช้ลักษณะความหมายตัวแปร (linguistic) มากกว่าปริมาณ (quantitative) ของตัวแปร ภาพที่ 2.29 เป็นการแสดงให้เห็นว่าแนวทางในการตัดสินใจของปัญหาทั้งหมดมีเพียง ส่วนน้อยที่เป็นสิ่งที่แน่นอน (certainty) ที่เหลือคือสิ่งที่ไม่แน่นอนซึ่งประกอบด้วยความไม่แน่นอนที่มีลักษณะแบบสุ่ม

และความไม่แน่นอนที่มีลักษณะเป็นฟัซซี หรือคลุมเครือ ซึ่งมีมากกว่าร้อยละ 40 เพราะปัญหาส่วนมากเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจของมนุษย์ซึ่งจะตัดสินใจตามพื้นฐานความคิดของตนเป็นหลัก

ผลลัพธ์จากตรรกศาสตร์ที่ได้ในการอนุมานแต่ละกฎจะรวมเป็นสมาชิกฟังก์ชันซึ่งใช้วิธีใดวิธีหนึ่ง เช่น ค่ามากที่สุด ค่าน้อยที่สุด หรือวิธีอื่น ๆ การอนุมานครั้งหนึ่งเอาท์พุทของสมาชิกฟังก์ชันจะเป็นส่วนหนึ่งของผลลัพธ์ทั้งหมด จุดกึ่งกลางของพื้นที่เกิดขึ้นจากสมาชิกฟังก์ชันเป็นผลลัพธ์สุดท้ายของเอาท์พุททั้งหมดและการปรับค่าทำให้ระบบตอบกลับสมบูรณ์มากขึ้น

ภาพที่ 2.28

ความไม่แน่นอน

ที่มา: Yen, 1999, อ้างถึงใน พยุง มีสัจ, 2551, น. 1.

ทั้งนี้ ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงศักยภาพในการนำมาประยุกต์ใช้ในระบบช่วยออกแบบอัตโนมัติในแง่ของการเป็นเครื่องมือช่วยออกแบบเชิงสำรวจ ที่มีความไม่ชัดเจนของวัตถุประสงค์ในการออกแบบ ซึ่งปกติแล้ววัตถุประสงค์ในการออกแบบจะยังไม่ถูกกำหนดชัดเจนในขั้นตอนการออกแบบเบื้องต้น ทำให้ไม่สามารถสร้างแบบจำลองเงื่อนไขบังคับของวัตถุประสงค์นั้นได้ในช่วงแรก