การศึกษารูปแบบการจัดที่นั่งกับการออกจากอาคารโรงภาพยนตร์ขนาดกลางในสถานการณ์ปกติ
โดยใช้วิธีการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

นางสาวเธียรธาดา หิรัญญะชาติธาดา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2556
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

A STUDY OF SEATING ARRANGMENT AND EXIT TRAFFIC FLOW IN MID-SIZE CINEMAS WITH NORMAL CIRCUMSTANCE USING COMPUTER SIMULATION

Miss Tiantada Hiranyachattada

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Architecture
Department of Architecture
Faculty of Architecture
Chulalongkorn University
Academic Year 2013

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษารูปแบบการจัดที่นั่งกับการออกจากอาคารโรงภาพยนตร์ขนาดกลางในสถานการณ์ปกติโดยใช้วิธีการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
โดย	นางสาวเธียรธาดา หิรัญญะชาติธาดา
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ นาวาโท ไตรวัฒน์ วิรยศิริ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กวีไกร ศรีหิรัญ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ศักดิ์ วัฒนสินธุ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ฐานิศวร์ เจริญพงศ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ นาวาโท ไตรวัฒน์ วิรยศิริ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กวีไกร ศรีหิรัญ)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ชลธี อิ่มอุดม)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ วิวัฒน์ อุดมปิติทรัพย์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เธียรธาดา หิรัญญะชาติธาดา : การศึกษารูปแบบการจัดที่นั่งกับการออกจากอาคารโรงภาพยนตร์ขนาดกลางในสถานการณ์ปกติโดยใช้วิธีการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์. (A STUDY OF SEATING ARRANGMENT AND EXIT TRAFFIC FLOW IN MID-SIZE CINEMAS WITH NORMAL CIRCUMSTANCE USING COMPUTER SIMULATION) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. นท.ไตรวัฒน์ วิรยศิริ ร.น., อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: ผศ. กวีไกร ศรีหิรัญ, 111 หน้า.

ปัจจุบันการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในกระบวนการแก้ปัญหา เนื่องจากสามารถควบคุมสภาพแวดล้อม กำหนดและปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรต่าง ๆ ส่งผลให้เห็นผลลัพธ์ที่แตกต่างกันได้

ในการวิจัยนี้ เป็นการศึกษารูปแบบการจัดที่นั่งกับเวลาที่ใช้ในการออกจากโรงภาพยนตร์ในสถานการณ์ปกติของผู้ใช้ โดยวิธีการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ ภายใต้มาตรฐานและข้อกำหนดทางกฎหมายอาคารที่เกี่ยวข้องกับโรงภาพยนตร์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน

การวิจัยนี้ได้เลือกโปรแกรม Pathfinder 2013 เป็นเครื่องมือในการจำลองสถานการณ์ โดยใช้กรณีตัวอย่าง โรงภาพยนตร์ขนาด 340 และ 552 ที่นั่ง และนำมาปรับรูปแบบการจัดที่นั่ง พร้อมปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องต่างๆ ประกอบด้วย ขนาดความกว้างทางออก จำนวนทางออก และ ตำแหน่งทางออก

ผลจากการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า รูปแบบการจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์ที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่แตกต่างกัน โดยในโรงภาพยนตร์ขนาด 340 ที่นั่ง ใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์มากที่สุด 112.0 วินาที และน้อยที่สุด 39.0 วินาที และในโรงภาพยนตร์ขนาด 552 ที่นั่งใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์มากที่สุด 195.3 วินาที และน้อยที่สุด 54.8 วินาที ส่วนตัวแปรที่ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ภายใต้รูปแบบการจัดที่นั่งแบบเดียวกันตามลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ จำนวนทางออกภายในโรงภาพยนตร์ ตำแหน่งทางออกภายในโรงภาพยนตร์ และขนาดความกว้างทางออก ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาควิชา	สถาปัตยกรรมศาสตร์	ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....
ปีการศึกษา	2556	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

5573337425 : MAJOR ARCHITECTURE
KEYWORDS: CINEMA / COMPUTER SIMULATION

TIANTADA HIRANYACHATTADA: A STUDY OF SEATING ARRANGMENT AND EXIT TRAFFIC FLOW IN MID-SIZE CINEMAS WITH NORMAL CIRCUMSTANCE USING COMPUTER SIMULATION. ADVISOR: ASSOC. PROF. CDR.TRIWAT VIRYASIRI, R.T.N., CO-ADVISOR: ASST. PROF. KAWEEKRAI SRIHIRAN, 111 pp.

At present, computer simulation is a popular method in problem-solving processes as it can control the environment, and specify and adjust different variables which lead to different results.

This research studied the seating arrangement and exit traffic time in mid-size cinemas under normal circumstances with computer simulation method under the current standards and legal regulations that govern cinemas.

The study used the Pathfinder 2013 program as a tool for the simulation with a case study involving 340 and 552 seat cinemas whose seating was rearranged. The related variables which were the exit width, the number of the exits and the position of the exits were adjusted.

The result can conclude that the different seating arrangement of the mid-size cinemas led to a different exit time. In the 340 seat cinema case, the maximum exit time was 112.0 seconds, and the minimum was 39.0 seconds. For the 552 seat cinema, the maximum exit time was 195.3 seconds, and the minimum was 54.8 seconds. The variables affecting the cinema exit time ranged by importance according to the numbers of the exits in the cinemas, the position of the exits, and the width of the exits.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Department:	Architecture	Student's Signature	.....
Field of Study:	Architecture	Advisor's Signature	.....
Academic Year:	2013	Co-Advisor's Signature	.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้ได้สำเร็จลุล่วงลงได้เนื่องจากความกรุณาให้คำแนะนำจากคณาจารย์คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ โดยเฉพาะ รศ.นท.ไตรวัฒน์ วิรยศิริ รน. และ ผศ.กวีไกร ศรีหิรัญ ที่ได้ถ่ายทอดความรู้ ให้คำปรึกษาและให้กำลังใจแก่ผู้เขียนด้วยดีตลอดระยะเวลาที่เข้าศึกษาและทำงานวิจัยเสมอมา ขอขอบคุณ รศ.ดร.ฐานิศวร์ เจริญพงศ์ รศ. ชลธี อิ่มอุดม และ รศ. วิวัฒน์ อุดมปิติทรัพย์ ที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำและให้ข้อคิดเห็นต่างๆ ของการวิจัยมาด้วยดีโดยตลอด ขอขอบพระคุณ บิดา - มารดา ผู้ให้กำเนิด ที่ให้กำลังใจและสนับสนุนค่าใช้จ่ายเสมอมา ขอบคุณเพื่อนๆ ระดับปริญญาตรีและปริญญาโท ที่คอยช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ และให้กำลังใจเสมอมา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญภาพ ..... ฎ
สารบัญตาราง ..... ฑ
บทที่ 1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย 2
1.3 ขอบเขตการศึกษา 2
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย 3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
1.6 นิยามศัพท์ในงานวิจัย 3
บทที่ 2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 5
2.1 การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ 5
2.1.1 ความหมายของการจำลองสถานการณ์และการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ ... 5
2.1.2 การจำลองฝูงชน (Crowd Simulation) 9
2.1.3 พื้นฐานของการจำลองฝูงชนด้วยคอมพิวเตอร์ 10
2.1.3.1 แบบจำลองเอเจนต์-เบส (Agent-based Simulation) 10
2.1.3.2 พฤติกรรมพื้นฐานของการจำลองเอเจนต์-เบส 11
2.1.3.3 พลศาสตร์ฝูงชน (Crowd Dynamics) 11
2.1.3.4 หลักการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดด้วยอัลกอริธึมแบบ เอ สตาร์ (A Star search algorithm) 12
2.1.4 การศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้ในการออกจากโรงภาพยนตร์ 15
2.1.4.1 ความเร็วในการเดินของคนไทย (Walking speed) 15
2.1.4.2 ระยะห่างระหว่างบุคคล (Personal Space) 16
2.1.4.3 พฤติกรรมการหน่วงเวลาก่อนการลุกออกจากที่นั่งชมภาพยนตร์ 16

หน้า

2.1.5 แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ในการจำลองสถานการณ์ 17
2.1.5.1 วิธีการจำลองของแบบจำลอง 17
2.1.5.2 วัตถุประสงค์การใช้งานแบบจำลอง 18
2.1.5.3 มุมมองของแบบจำลองและผู้อพยพ 18
2.1.5.4 พฤติกรรมของผู้อพยพ 18
2.1.5.5 การคำนวณการเคลื่อนที่ของผู้อพยพในอาคาร 19
2.1.5.6 การแสดงผลของแบบจำลอง 19
2.1.5.7 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง 20
2.1.6 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์ (Computer Simulation Software) 20
2.1.6.1 โปรแกรม Simulex 20
2.1.6.2 โปรแกรม Pathfinder 21
2.1.6.3 โปรแกรม buildingEXODUS 21
2.1.6.4 โปรแกรม EvacSim 22
2.1.6.5 โปรแกรม Myriad 22
2.1.7 ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์ 22
2.2 โรงภาพยนตร์ 24
2.2.1 ส่วนพื้นที่ใช้งานภายในโรงภาพยนตร์ 24
2.2.2 การวิเคราะห์รูปแบบการจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์ 24
2.3 มาตรฐานและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องในด้านความปลอดภัยของโรงภาพยนตร์ 26
2.3.1 กฎกระทรวง ว่าด้วยอนุญาตให้ใช้เพื่อประกอบกิจการโรงมหรสพประเภทและระบบความปลอดภัย ของโรงมหรสพ และอัตราค่าธรรมเนียมสำหรับการขอต่อใบอนุญาต พ.ศ. 2550 (มหาดไทย, 2550) 26
2.3.2 การคำนวณเวลาอพยพหนีภัยตามมาตรฐาน NFPA 101 Life safety code 32
บทที่ 3 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย 34
3.1 เครื่องมือในการจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการวิจัย 34
3.1.1 คุณสมบัติของโปรแกรม Pathfinder 2013 34

หน้า

3.1.2 หลักการ อัลกอรึธึมและเงื่อนไขในการทำงานของโปรแกรม Pathfinder 2013 34
3.1.3 ค่าความแม่นยำในการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Pathfinder 2013 36
3.1.4 กำหนดค่าเพื่อการจำลองสถานการณ์การออกจากโรงภาพยนตร์ด้วยโปรแกรม Pathfinder 2013 39
3.2 การกำหนดกลุ่มตัวอย่างโรงภาพยนตร์ 47
3.3 รูปแบบการจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์ที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์..... 48
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นในการจำลองสถานการณ์การออกจากโรงภาพยนตร์ของผู้ใช้ 51
บทที่ 4 การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล 52
4.1 ตัวแปรที่ส่งผลต่อการจำลองสถานการณ์ 52
4.1.1 ขนาดความกว้างทางออก 52
4.1.2 จำนวนทางออก 54
4.1.3 ตำแหน่งทางออก 55
4.2 การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล 57
4.2.1 การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ตัวแปรที่ส่งผลต่อการออกจากโรงภาพยนตร์ขนาด 340 ที่นั่ง 57
4.2.1.1 ขนาดความกว้างทางออก 58
4.2.1.2 จำนวนทางออก 62
4.2.1.3 ตำแหน่งทางออก 74
4.2.2 การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ตัวแปรที่ส่งผลต่อการออกจากโรงภาพยนตร์ขนาด 552 ที่นั่ง 83
4.2.2.1 ขนาดความกว้างทางออก 83
4.2.2.2 จำนวนทางออก 86
4.2.2.3 ตำแหน่งทางออก 92
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 97
5.1 สรุปผลการวิจัย 97
5.1.1 ผลของรูปแบบการจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์ที่ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ 97
5.1.2 อภิปรายผลของตัวแปรในแบบจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์ 97

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.1.2.1 ขนาดความกว้างทางออกภายในโรงภาพยนตร์ 97
5.1.2.2 จำนวนทางออกภายในโรงภาพยนตร์ 97
5.1.2.3 ตำแหน่งทางออกภายในโรงภาพยนตร์ 98
5.1.3 ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เกี่ยวข้องในโรงภาพยนตร์ความจุ 340 ที่นั่งและ 552 ที่นั่ง 98
5.1.4 อภิปรายผลของเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ในสถานการณ์ปกติ 104
5.1.5 อภิปรายผลของเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์กับความปลอดภัยในสถานการณ์ฉุกเฉิน 105
5.2 อภิปรายแนวทางการนำผลการทดลองไปประยุกต์ใช้งาน 106
5.3 ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น 106
5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยต่อไปในอนาคต 107
รายการอ้างอิง 108
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 111

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 แสดงขนาดความกว้างทางออก 3
ภาพที่ 2 แสดงตำแหน่งทางออกภายในโรงภาพยนตร์ 4
ภาพที่ 3 แสดงลักษณะการทำงานของการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ 7
ภาพที่ 4 แสดงแบบจำลองที่จะสนใจต่อเหตุการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงไป 8
ภาพที่ 5 แสดงแบบจำลองที่จะเก็บข้อมูลเป็นช่วงๆ ของเวลา 8
ภาพที่ 6 แสดงแบบจำลองแบบ เอเจนต์-เบส 10
ภาพที่ 7 แสดงพฤติกรรมของแบบจำลองบอยด์ส 11
ภาพที่ 8 แสดงกราฟตัวอย่าง 13
ภาพที่ 9 แสดงการค้นหาเส้นทางขั้นที่ 1 13
ภาพที่ 10 แสดงการค้นหาเส้นทางขั้นที่ 2 14
ภาพที่ 11 แสดงการค้นหาเส้นทางขั้นที่ 3 15
ภาพที่ 12 แสดงพฤติกรรมการหน่วงเวลาก่อนการลุกออกจากที่นั่งชมภาพยนตร์ 17
ภาพที่ 13 แสดงโปรแกรม Simulex 21
ภาพที่ 14 แสดงตัวอย่างรูปแบบการจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์แบบ 2 กลุ่ม 25
ภาพที่ 15 แสดงตัวอย่างรูปแบบการจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์แบบ 3 กลุ่ม 25
ภาพที่ 16 แสดงตัวอย่างรูปแบบการจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์แบบมีทางเดินตามยาวตรงกลาง 26
ภาพที่ 17 แสดงรูปแบบการจัดที่นั่งแบบ 20 ที่นั่งติด 27
ภาพที่ 18 แสดงรูปแบบการจัดที่นั่งแบบ 16 ที่นั่งติด 27
ภาพที่ 19 แสดงรูปแบบการจัดที่นั่งแบบติดผนัง 28
ภาพที่ 20 ทุกระยะที่นั่งไม่เกิน 8 แถว ต้องมีทางเดินตามขวางกว้าง 1.5 เมตร 28
ภาพที่ 21 แสดงขนาดความกว้างทางออก 29
ภาพที่ 22 แสดงตำแหน่งทางออกจำนวนทางออก 2 ทางออก 30
ภาพที่ 23 แสดงตำแหน่งทางออกจำนวนทางออก 3 ทางออก 30
ภาพที่ 24 แสดงตำแหน่งทางออกจำนวนทางออก 4 ทางออก 31
ภาพที่ 25 แสดงตำแหน่งทางออกจำนวนทางออก 5 ทางออก 31
ภาพที่ 26 แสดงการหาเส้นทางของผู้ใช้ด้วยหลักการ เอ สตาร์ ในโปรแปรม Pathfinder 2013 35
ภาพที่ 27 แสดงตำแหน่งของผู้ใช้, การเลือกเส้นทางและทางออกจากกรณีตัวอย่าง 37
ภาพที่ 28 แสดงผลลัพธ์การจำลองสถานการณ์จากกรณีตัวอย่าง 37
ภาพที่ 29 แสดงการจำลองสถานการณ์จากโปรแกรม Pathfinder 2013 38

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 30 แสดงการสร้างพื้น 40
ภาพที่ 31 แสดงการสร้างพื้น 40
ภาพที่ 32 แสดงการกำหนดค่าความสูงเพื่อสร้างพื้นในแต่ละชั้น 40
ภาพที่ 33 แสดงการสร้างบันได้เชื่อมต่อระหว่างแถวทีนั่งในแต่ละชั้น 41
ภาพที่ 34 แสดงการสร้างบันได้เชื่อมต่อระหว่างแถวทีนั่งในแต่ละชั้น 41
ภาพที่ 35 แสดงการรวมพื้นแต่ละชั้นกับบันไดเข้าด้วยกัน 42
ภาพที่ 36 แสดงการรวมพื้นแต่ละชั้นกับบันไดเข้าด้วยกัน 42
ภาพที่ 37 แสดงการรวมพื้นแต่ละชั้นกับบันไดเข้าด้วยกัน 42
ภาพที่ 38 แสดงการกำหนดทางออก 43
ภาพที่ 39 แสดงการกำหนดทิศทางการออกทิศทางเดียว 43
ภาพที่ 40 แสดงการกำหนดขนาดทางออกและทิศทางการออก 43
ภาพที่ 41 แสดงการกำหนดทางออกสู่ภายนอกโรงภาพยนตร์ 44
ภาพที่ 42 แสดงการกำหนดขนาดทางออกสู่ภายนอกโรงภาพยนตร์ 44
ภาพที่ 43 แสดงการกำหนดตำแหน่งเริ่มต้นของผู้ใช้ 45
ภาพที่ 44 แสดงการกำหนดตำแหน่งเริ่มต้นของผู้ใช้ 45
ภาพที่ 45 แสดงการกำหนดค่าความเร็วในการเดินของผู้ใช้ 46
ภาพที่ 46 แสดงการกำหนดขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้ 46
ภาพที่ 47 แสดงการกำหนดระยะห่างระหว่างบุคคล 46
ภาพที่ 48 แสดงการกำหนดค่าหน่วงเวลาก่อนการลุกออกจากที่นั่ง 46
ภาพที่ 49 แสดงการกำหนดค่าการเลือกทางออกแบบไม่ออกทางใดแบบเฉพาะเจาะจง 47
ภาพที่ 50 แสดงรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 1 48
ภาพที่ 51 แสดงรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 2 49
ภาพที่ 52 แสดงรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 3 49
ภาพที่ 53 แสดงรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 4 50
ภาพที่ 54 แสดงรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 5 50
ภาพที่ 55 แสดงรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 6 51
ภาพที่ 56 แสดงการออกจากโรงภาพยนตร์ของผู้ใช้ที่ขนาดความกว้างทางออก 150 เซนติเมตร 52
ภาพที่ 57 แสดงการออกจากโรงภาพยนตร์ของผู้ใช้ที่ขนาดความกว้างทางออก 160 เซนติเมตร 52
ภาพที่ 58 แสดงการออกจากโรงภาพยนตร์ของผู้ใช้ที่ขนาดความกว้างทางออก 170 เซนติเมตร 53
ภาพที่ 59 แสดงการออกจากโรงภาพยนตร์ของผู้ใช้ที่ขนาดความกว้างทางออก 180 เซนติเมตร 53
ภาพที่ 60 แสดงการออกจากโรงภาพยนตร์ของผู้ใช้ที่ขนาดความกว้างทางออก 190 เซนติเมตร 53

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 61 แสดงการออกจากโรงภาพยนตร์ของผู้ใช้ที่ขนาดความกว้างทางออก 200 เซนติเมตร 53
ภาพที่ 62 แสดงทางออกจำนวน 2 ทางออก 54
ภาพที่ 63 แสดงทางออกจำนวน 3 ทางออก 54
ภาพที่ 64 แสดงทางออกจำนวน 4 ทางออก 55
ภาพที่ 65 แสดงทางออกจำนวน 5 ทางออก 55
ภาพที่ 66 แสดงตำแหน่งทางออกด้านหน้า 56
ภาพที่ 67 แสดงตำแหน่งทางออกตรงกลาง 56
ภาพที่ 68 แสดงตำแหน่งทางออกด้านหน้าและตรงกลาง 57
ภาพที่ 69 แสดงตำแหน่งทางออกด้านหน้าและด้านหลัง 57
ภาพที่ 70 แสดงรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 2 ที่ใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์มากที่สุด 99
ภาพที่ 71 แสดงรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 2 ที่ใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์น้อยที่สุด 99
ภาพที่ 72 แสดงรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 1 และเปิดทางออกจำนวน 2 ทางออกด้านหน้า 100
ภาพที่ 73 แสดงรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 1 ที่ และเปิดทางออกจำนวน 5 ทางออก 100
ภาพที่ 74 แสดงรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 6 ที่ใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์มากที่สุด 101
ภาพที่ 75 แสดงรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 5 ที่ใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์น้อยที่สุด 102
ภาพที่ 76 ภาพแสดงช่วงเวลาที่กำหนดในการออกจากโรงภาพยนตร์ในสถานการณ์ปกติ 104
ภาพที่ 77 แสดงช่วงเวลาที่กำหนดในการออกจากโรงภาพยนตร์ในสถานการณ์ฉุกเฉิน 105

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบคุณสมบัติของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์..... 23
ตารางที่ 2 แสดงค่าคงที่ (k) สำหรับการคำนวณความเร็วในการอพยพ..... 32
ตารางที่ 3 แสดงขั้นตอนการสร้างและการกำหนดค่าของโมเดลโรงภาพยนตร์ในการจำลองสถานการณ์..... 40
ตารางที่ 4 แสดงขั้นตอนการกำหนดค่าตัวแปรของผู้ใช้ในการออกจากโรงภาพยนตร์ในการจำลองสถานการณ์..... 46
ตารางที่ 5 แสดงรูปแบบการจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์ชนาด 340 ที่นั่ง และ 552 ที่นั่ง..... 48
ตารางที่ 6 แสดงขนาดความกว้างทางออกที่ส่งผลต่อการออกจากโรงภาพยนตร์ของผู้ใช้ 52
ตารางที่ 7 แสดงจำนวนทางออกที่นำมาพิจารณา..... 54
ตารางที่ 8 แสดงตำแหน่งทางออกที่นำมาพิจารณาในการจำลองสถานการณ์..... 56
ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบขนาดความกว้างทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 1 ทางออกด้านหน้า 2 ทางออก..... 58
ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบขนาดความกว้างทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 2 ทางออกด้านหน้า 2 ทางออก..... 58
ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบขนาดความกว้างทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 3 ทางออกด้านหน้า 2 ทางออก..... 59
ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบขนาดความกว้างทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 4 ทางออกด้านหน้า 2 ทางออก..... 59
ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบขนาดความกว้างทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 1 ทางออก 4 ทางออก 60
ตารางที่ 14 การเปรียบเทียบขนาดความกว้างทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 2 ทางออก 4 ทางออก 60
ตารางที่ 15 การเปรียบเทียบขนาดความกว้างทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 3 ทางออก 4 ทางออก 61
ตารางที่ 16 การเปรียบเทียบขนาดความกว้างทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 4 ทางออก 4 ทางออก 61
ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 1 ที่ขนาดทางออก 150 เซนติเมตร 62

ตารางที่ 18 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 2 ที่ขนาดความกว้างทางออก 150 เซนติเมตร 62
ตารางที่ 19 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 3 ที่ขนาดความกว้างทางออก 150 เซนติเมตร 63
ตารางที่ 20 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 4 ที่ขนาดความกว้างทางออก 150 เซนติเมตร 63
ตารางที่ 21 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 1 ที่ขนาดความกว้างทางออก 160 เซนติเมตร 64
ตารางที่ 22 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 2 ที่ขนาดความกว้างทางออก 160 เซนติเมตร 64
ตารางที่ 23 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 3 ที่ขนาดความกว้างทางออก 160 เซนติเมตร 65
ตารางที่ 24 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 4 ที่ขนาดความกว้างทางออก 160 เซนติเมตร 65
ตารางที่ 25 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 1 ที่ขนาดความกว้างทางออก 170 เซนติเมตร 66
ตารางที่ 26 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 2 ที่ขนาดความกว้างทางออก 170 เซนติเมตร 66
ตารางที่ 27 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 3 ที่ขนาดความกว้างทางออก 170 เซนติเมตร 67
ตารางที่ 28 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 4 ที่ขนาดความกว้างทางออก 170 เซนติเมตร 67
ตารางที่ 29 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 1 ที่ขนาดความกว้างทางออก 180 เซนติเมตร 68
ตารางที่ 30 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 2 ที่ขนาดความกว้างทางออก 180 เซนติเมตร 68
ตารางที่ 31 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 3 ที่ขนาดความกว้างทางออก 180 เซนติเมตร 69
ตารางที่ 32 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 4 ที่ขนาดความกว้างทางออก 180 เซนติเมตร 69

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 33 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 1 ที่ขนาดความกว้างทางออก 190 เซนติเมตร 70
ตารางที่ 34 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 2 ที่ขนาดความกว้างทางออก 190 เซนติเมตร 70
ตารางที่ 35 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 3 ที่ขนาดความกว้างทางออก 190 เซนติเมตร 71
ตารางที่ 36 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 4 ที่ขนาดความกว้างทางออก 190 เซนติเมตร 71
ตารางที่ 37 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 1 ที่ขนาดความกว้างทางออก 200 เซนติเมตร 72
ตารางที่ 38 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 2 ที่ขนาดความกว้างทางออก 200 เซนติเมตร 72
ตารางที่ 39 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 3 ที่ขนาดความกว้างทางออก 200 เซนติเมตร 73
ตารางที่ 40 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 4 ที่ขนาดความกว้างทางออก 200 เซนติเมตร 73
ตารางที่ 41 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 1 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 150 เซนติเมตร 74
ตารางที่ 42 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 2 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 150 เซนติเมตร 74
ตารางที่ 43 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 3 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 150 เซนติเมตร 75
ตารางที่ 44 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 4 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 150 เซนติเมตร 75
ตารางที่ 45 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 1 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 160 เซนติเมตร 75
ตารางที่ 46 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 2 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 160 เซนติเมตร 76
ตารางที่ 47 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 3 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 160 เซนติเมตร 76

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 48 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 4 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 160 เซนติเมตร 77
ตารางที่ 49 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 1 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 170 เซนติเมตร 77
ตารางที่ 50 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 2 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 170 เซนติเมตร 77
ตารางที่ 51 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 3 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 170 เซนติเมตร 78
ตารางที่ 52 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 4 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้าง 170 เซนติเมตร 78
ตารางที่ 53 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 1 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 180 เซนติเมตร 79
ตารางที่ 54 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 2 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 180 เซนติเมตร 79
ตารางที่ 55 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 3 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 180 เซนติเมตร 79
ตารางที่ 56 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 4 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 180 เซนติเมตร 80
ตารางที่ 57 เปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 1 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 190 เซนติเมตร 80
ตารางที่ 58 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 2 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 190 เซนติเมตร 81
ตารางที่ 59 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 3 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 190 เซนติเมตร 81
ตารางที่ 60 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 4 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 190 เซนติเมตร 81
ตารางที่ 61 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 1 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 200 เซนติเมตร 82
ตารางที่ 62 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 2 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 200 เซนติเมตร 82

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 63 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 3 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 200 เซนติเมตร 83
ตารางที่ 64 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 4 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 200 เซนติเมตร 83
ตารางที่ 65 การเปรียบเทียบขนาดความกว้างทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 5 ทางออกด้านหน้า จำนวน 2 ทางออก 84
ตารางที่ 66 การเปรียบเทียบขนาดความกว้างทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 6 ทางออกด้านหน้า จำนวน 2 ทางออก 84
ตารางที่ 67 การเปรียบเทียบขนาดความกว้างทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 5 ทางออกด้านหน้า 2 ทางออก และตรงกลาง 2 ทางออก 85
ตารางที่ 68 การเปรียบเทียบขนาดความกว้างทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 6 ทางออกด้านหน้า 2 ทางออก และตรงกลาง 2 ทางออก 85
ตารางที่ 69 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 5 ขนาดความกว้างทางออก 150 เซนติเมตร 86
ตารางที่ 70 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 6 ขนาดความกว้างทางออก 150 เซนติเมตร 86
ตารางที่ 71 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 5 ขนาดความกว้างทางออก 160 เซนติเมตร 87
ตารางที่ 72 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 6 ขนาดความกว้างทางออก 160 เซนติเมตร 87
ตารางที่ 73 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 5 ขนาดความกว้างทางออก 170 เซนติเมตร 88
ตารางที่ 74 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 6 ขนาดความกว้างทางออก 170 เซนติเมตร 88
ตารางที่ 75 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 5 ขนาดความกว้างทางออก 180 เซนติเมตร 89
ตารางที่ 76 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 6 ขนาดความกว้างทางออก 180 เซนติเมตร 89
ตารางที่ 77 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 5 ขนาดความกว้างทางออก 190 เซนติเมตร 90

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 78 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 6 ขนาดความกว้างทางออก 190 เซนติเมตร 90
ตารางที่ 79 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 5 ขนาดความกว้างทางออก 200 เซนติเมตร 91
ตารางที่ 80 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 6 ขนาดความกว้างทางออก 200 เซนติเมตร 91
ตารางที่ 81 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกภายในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 5 ขนาดความกว้างทางออก 150 เซนติเมตร 92
ตารางที่ 82 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกภายในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 6 ขนาดความกว้างทางออก 150 เซนติเมตร 92
ตารางที่ 83 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกภายในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 5 ขนาดความกว้างทางออก 160 เซนติเมตร 93
ตารางที่ 84 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกภายในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 6 ขนาดความกว้างทางออก 160 เซนติเมตร 93
ตารางที่ 85 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกภายในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 5 ขนาดความกว้างทางออก 170 เซนติเมตร 93
ตารางที่ 86 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกภายในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 6 ขนาดความกว้างทางออก 170 เซนติเมตร 94
ตารางที่ 87 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกภายในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 5 ขนาดความกว้างทางออก 180 เซนติเมตร 94
ตารางที่ 88 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกภายในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 6 ขนาดความกว้างทางออก 180 เซนติเมตร 95
ตารางที่ 89 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกภายในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 5 ขนาดความกว้างทางออก 190 เซนติเมตร 95
ตารางที่ 90 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกภายในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 6 ขนาดความกว้างทางออก 190 เซนติเมตร 95
ตารางที่ 91 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกภายในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 5 ขนาดความกว้างทางออก 200 เซนติเมตร 96
ตารางที่ 92 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกภายในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 6 ขนาดความกว้างทางออก 200 เซนติเมตร 96

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1
ความเป็นมาและความสำคัญ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation) เป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาในด้านต่างๆ เป็นผลเนื่องมาจากความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ ซึ่งได้เริ่มเข้ามามีบทบาทและส่วนช่วยในการออกแบบและการศึกษาวิจัยอย่างแพร่หลาย หลักการของกระบวนการของการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์แบ่งเป็นสองส่วน คือ การสร้างแบบจำลองและการนำเอาแบบจำลองไปใช้งานเชิงวิเคราะห์ (ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ, 2529) การมีเครื่องมือช่วยในการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์จะช่วยให้เกิดความสะดวกในการทำงานและสามารถเห็นผลลัพธ์ได้รวดเร็ว เพราะการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์สามารถควบคุมสภาพแวดล้อม กำหนดและควบคุมปัจจัยในการจำลองสถานการณ์ได้ตามต้องการ ทำให้สามารถเห็นผลลัพธ์ที่แตกต่างกันโดยการปรับเปลี่ยนค่าปัจจัยต่างๆ ซึ่งจะช่วยให้เป็นทางเลือกในการออกแบบ เนื่องจากการศึกษาจากของจริง กระบวนการศึกษาจะต้องใช้โรงภาพยนตร์ ผู้ใช้จริง และองค์ประกอบอื่นๆ ที่เป็นจริง ซึ่งยากต่อการสร้างสภาพแวดล้อมนั้นขึ้นมา นอกจากนี้การกำหนดและควบคุมปัจจัยต่างๆ ให้เป็นไปตามต้องการยังทำได้ยาก และเสียค่าใช้จ่ายในปริมาณที่สูงอีกด้วย

ในการออกแบบโรงภาพยนตร์ การออกแบบต้องตอบสนองต่อการใช้งานตั้งแต่เริ่มการเข้ามาใช้งานจนกระทั่งการออกจากโรงภาพยนตร์ ซึ่งทุกขั้นตอนล้วนแต่มีความสำคัญ เช่น ปัจจัยด้านลักษณะทางกายภาพมีส่วนสำคัญในการส่งเสริมให้ผู้คนมาใช้บริการโรงภาพยนตร์มากขึ้น (จิระภา วรกิตติโสภณ และสุมนา ธีรกิตติกุล, 2554) เป็นต้น โดยเฉพาะการออกจากโรงภาพยนตร์ซึ่งเป็นที่ชุมนุมคนจำนวนมาก ทำให้เสี่ยงอันตรายจากเหตุฉุกเฉินที่อาจจะเกิดขึ้นขณะมีการใช้งาน (เชาวยัณ ภัณฑลักศณ์, 2550) จากการสำรวจความคิดเห็นจากผู้ใช้บริการในเรื่องของความปลอดภัยในการชมภาพยนตร์ โดย บจก.ศูนย์วิจัยกสิกรไทย (2540) พบว่า การชมภาพยนตร์ในโรงภาพยนตร์ประเภทรวมหลายโรงไม่มีความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สินถึง 52.2% โดย 91.1 % ของผู้ที่เห็นว่าไม่ปลอดภัยเป็นเพราะทางออกไม่มีความสะดวก รองลงมาคือมีผู้ใช้บริการจำนวนมาก เป็นต้น

ในการวิจัยนี้จึงทำการศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อการออกจากโรงภาพยนตร์ของผู้ใช้ในด้านของรูปแบบการจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์โดยการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ เพราะส่วนพื้นที่ชมภาพยนตร์เป็นบริเวณที่ผู้ใช้ทุกคนต้องเข้าใช้ จากการสำรวจความเห็นของผู้ใช้โรงภาพยนตร์บางส่วนเห็นว่าระยะระหว่างแถวที่นั่งยังไม่มีความเหมาะสม ไม่มีความสะดวกในการเข้าและออกจากที่นั่งชม (กัญญาภา อร่ามรักษ์, 2548) อีกทั้งยังมีมาตรฐานหรือกฎหมายหลายข้อบังคับใช้ การออกจากโรงภาพยนตร์ของผู้ใช้อาจเกิดในเวลาเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน ส่งผลให้เกิดปัญหาการติดขัด การเบียด นอกจากนี้จากทางเดินยังมืด มีแสงสว่างเพียงเล็กน้อยโดยรอบและมีความซับซ้อน ซึ่งเป็นสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการออก ส่งผลให้เกิดอันตรายต่อชีวิตของผู้ใช้มาบริการโรง

ภาพยนตร์ได้ ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ของอาคารประเภทนี้ในรูปแบบที่ชัดเจน

ในการศึกษานี้จะช่วยอธิบายถึงรูปแบบการจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์กับการออกจากโรงภาพยนตร์ของผู้ใช้ในสถานการณ์ปกติด้วยการจำลองสถานการณ์ และการสร้างสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการจำลองสถานการณ์ เพื่อให้เกิดความแม่นยำในการจำลองสถานการณ์ นำไปสู่รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างการออกจากโรงภาพยนตร์ของผู้ใช้ โดยใช้เวลาที่ใช้ในการออกจากโรงภาพยนตร์หมด และนำมาเปรียบกับเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ปลอดภัย โดยใช้วิธีการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ และใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation Software) ซึ่งสามารถจำลองสถานการณ์ได้ในรูปแบบของแบบจำลองสภาพเหมือนจริง (Visual Simulation) เพื่อให้เห็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น และสิ่งที่เป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อการออกแบบ อันจะเป็นประโยชน์ในการสร้างทางเลือกในการออกแบบ หรือการประเมินโรงภาพยนตร์ต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1. เพื่อศึกษารูปแบบการจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์ที่ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ ด้วยการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์
2. เพื่อศึกษามาตรฐานหรือข้อกำหนดในด้านความปลอดภัยในการออกจากโรงภาพยนตร์
3. เพื่อศึกษาการใช้เครื่องมือทางคอมพิวเตอร์ในการจำลองสถานการณ์
4. เพื่อสร้างเป็นแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้อาคารในการออกจากโรงภาพยนตร์
5. เพื่อเป็นทางเลือกหรือข้อเสนอแนะในการออกแบบโรงภาพยนตร์

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. ทำการศึกษาการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Pathfinder 2013
2. ศึกษาพฤติกรรมของคนเป็นกรณีการเดินแบบปกติ โดยไม่มีการตื่นตระหนก
3. ศึกษาเฉพาะโรงภาพยนตร์ขนาดกลาง ความจุตั้งแต่ 200 ถึง 600 ที่นั่ง ในเครือบริษัท เมเจอร์ ซีนีเพล็กซ์ กรุ๊ป และ บริษัท เอส เอฟ ซีเนม่า ซิตี้ จำกัด ในเขตจังหวัดกรุงเทพมหานครเท่านั้น
4. ศึกษาเฉพาะส่วนพื้นที่นั่งชมภาพยนตร์ ทางเดินภายใน และทางออก ภายในโรงภาพยนตร์เท่านั้น
5. การออกจากโรงภาพยนตร์ของผู้ใช้ นับเป็นสิ้นสุดเมื่อออกทางออกบริเวณที่เป็นพื้นที่ของโรงภาพยนตร์เท่านั้น
6. ทดสอบเปรียบเทียบเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์เท่านั้น ประสิทธิภาพในแง่ของการออกแบบไม่รวมอยู่ในงานวิจัย

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

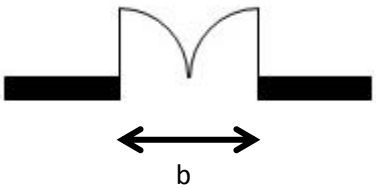
1. ศึกษารูปแบบการจัดที่นั่งของโรงภาพยนตร์ขนาดกลาง
2. ศึกษาโปรแกรมที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์
3. คัดเลือกกรณีตัวอย่างของโรงภาพยนตร์ขนาดกลางเพื่อใช้เป็นข้อมูล
4. นำกรณีตัวอย่างมาทดสอบกับแบบจำลองที่สร้างจากโปรแกรมที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์ และสร้างแบบจำลองในการออกจากโรงภาพยนตร์ของผู้ใช้
5. วิเคราะห์ผลการทดลอง
6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. นำผลการวิจัยไปเป็นตัวช่วยประกอบการตัดสินใจในการออกแบบโรงภาพยนตร์เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบให้แก่ผู้ออกแบบ
2. อาศัยผลจากการจำลองสถานการณ์ นำไปเปรียบเทียบกับข้อกำหนดหรือกฎหมายต่างๆ
3. แสดงให้เห็นการจำลองสถานการณ์การออกจากโรงภาพยนตร์ของผู้ใช้ก่อนการสร้างจริง
4. ได้แบบจำลองการออกจากในการออกจากโรงภาพยนตร์ของผู้ใช้

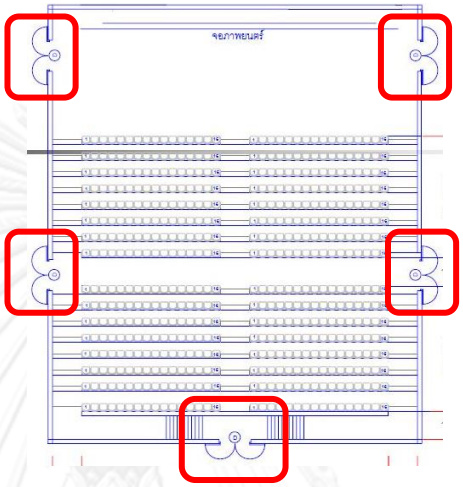
1.6 นิยามศัพท์ในงานวิจัย

1. โรงภาพยนตร์ คือ อาคารที่ใช้สำหรับฉายภาพยนตร์ ประกอบด้วย ส่วนพื้นที่นั่งชมภาพยนตร์ ทางเดินภายใน และทางออก
2. ผู้ใช้ คือ ผู้เข้ามาชมภาพยนตร์ภายในโรงภาพยนตร์
3. รูปแบบการจัดที่นั่ง คือ รูปแบบของการจัดที่นั่งชมภาพยนตร์ในส่วนพื้นที่นั่งชมภาพยนตร์
4. เวลาที่ใช้ในการออกจากโรงภาพยนตร์ คือ เวลาที่ผู้ใช้ทั้งหมดใช้ในการเดินออกจากที่นั่งชมจนออกจากบริเวณที่เป็นพื้นที่ของโรงภาพยนตร์
5. ขนาดความกว้างทางออก คือ ขนาดความกว้างของประตูทางออกที่ใช้ในการออกจากโรงภาพยนตร์ โดยจะนับเป็นความกว้างสุทธิของประตูทางออก (b)



ภาพที่ 1 แสดงขนาดความกว้างทางออก

6. จำนวนทางออกภายในโรงภาพยนตร์ คือ จำนวนทางออกทั้งหมดที่นำผู้ใช้ออกสู่ภายนอกโรงภาพยนตร์
7. ตำแหน่งทางออกภายในโรงภาพยนตร์ คือ ที่ตั้งของทางออกที่นำผู้ใช้ออกสู่ภายโรงภาพยนตร์



ภาพที่ 2 แสดงตำแหน่งทางออกภายในโรงภาพยนตร์
ที่มา คู่มือปฏิบัติการควบคุมโรงมหรสพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการทำวิจัย ซึ่งประกอบด้วย การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ หลักการของแบบจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โปรแกรมที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์ และส่วนของโรงภาพยนตร์ พฤติกรรมบางส่วนของผู้ใช้โรงภาพยนตร์ รูปแบบการจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์และ มาตรฐานและข้อกำหนดด้านความปลอดภัยที่เกี่ยวข้องกับโรงภาพยนตร์ในปัจจุบัน

2.1 การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์

2.1.1 ความหมายของการจำลองสถานการณ์และการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์

การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation) คือ การนำเสนอหรือการจำลองลักษณะของระบบอื่นๆ ตลอดช่วงเวลาที่สนใจ ซึ่งในกรณีนี้จะหมายถึงโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองการทำงานของระบบที่สนใจ
ระบบการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ แบ่งเป็น 4 ส่วนหลักๆ คือ

1. การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation) คือ การจำลองลักษณะการทำงานของโปรแกรมที่สนใจตลอดเวลาหรือเฉพาะช่วงเวลาที่ให้ความสนใจ
2. ตัวแปร (Program variables) หรือ State variables เป็นตัวแปรซึ่งใช้เป็นสื่อกลางในการแสดงถึงสถานะปัจจุบันของระบบที่จำลอง
3. โปรแกรมจำลองสถานการณ์ (Simulation Program) จะปรับเปลี่ยนค่าของตัวแปร เพื่อที่จะพัฒนาแบบจำลองไปตามช่วงเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปเรื่อยๆ
4. รูปแบบของเวลาที่มีการใช้งานในระบบซิมูเลชัน
   - เวลาที่ระบบต้นแบบใช้ในการทำงาน (Physical Time) คือ เวลาที่ระบบต้นแบบหรือระบบจริงใช้ในการทำงานดังกล่าวที่จะนำมาทำเป็นแบบจำลองจริง เช่น การทำแบบจำลองเพื่อแสดงการขึ้น-ลงของเครื่องบินตั้งแต่เวลาเที่ยงวันที่ 14 มกราคม 2545 จนกระทั่งถึงเวลาเที่ยงของวันที่ 15 มกราคม 2545 จะได้ว่า ช่วงเวลาตั้งแต่เวลาเที่ยงวันที่ 14 มกราคม 2545 จนกระทั่งถึงเวลาเที่ยงของวันที่ 15 มกราคม 2545 เป็นเวลาของ Physical Time
   - เวลาที่เลื่อนไปในแบบจำลอง (Simulation Time) คือ เวลาที่แบบจำลองใช้ในการทำงานเพื่อจำลองระบบ ซึ่งเวลาดังกล่าวจะมีความสัมพันธ์กับเวลาที่ระบบต้นแบบใช้ในการทำงานจริง (Physical Time) เช่น เวลาในแบบจำลองเป็น 9.0 จะหมายถึง

เวลา 9.00 น. ในระบบจริง และหนึ่งหน่วย (1.0) ของเวลาที่เลื่อนไปในแบบจำลองจะหมายถึงเวลา 1 ชั่วโมงที่เลื่อนไปในระบบจริง

- เวลาที่เลื่อนไปในความเป็นจริง (Wall Clock Time) คือ เวลาที่เลื่อนไปในความเป็นจริง (เหมือนกับเวลาที่แสดงโดยนาฬิกา) ในระหว่างที่แบบจำลองมีกำลังทำงาน เช่น แบบจำลองเริ่มต้นทำงานที่เวลา 10.00 น. จนกระทั่งถึงเวลา 12.00 น. ในวันที่ 10 มกราคม 2545

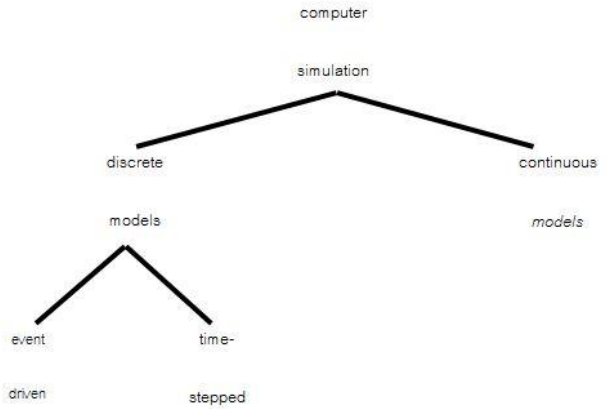
ลักษณะการทำงานของระบบการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยเมื่อแบ่งตามเวลาในการทำงาน จะมี 3 รูปแบบ คือ

- การทำงานของแบบจำลองจะทำงานไปด้วยความเร็วสูงสุดเท่าที่จะเป็นไปได้โดยไม่สัมพันธ์เวลาที่เลื่อนไปในโลกของความเป็นจริง (As-fast-as-possible execution) หรือ การทำงานจะไม่ขึ้นกับเวลาที่ใช้ในการทำงาน (แต่ยังคงสัมพันธ์กับเวลาที่ระบบต้นแบบใช้ในการทำงาน)
- การทำงานของแบบจำลองจะมีความสัมพันธ์กับเวลาจริงที่ใช้ในการทำงานของแบบจำลอง (Real time execution) เช่น โปรแกรมหรือแบบจำลองใช้เวลาในการทำงานตามความเป็นจริงไปเป็นเวลา 15 นาที ดังนั้นเวลาที่เลื่อนไปในแบบจำลองก็จะเท่ากับ 15 นาทีเช่นกัน
- การทำงานจะมีความสัมพันธ์กับเวลาจริงที่ใช้ในการทำงานในลักษณะที่เป็นอัตราส่วนต่อกัน (Scalable real-time execution) ในกรณีที่อัตราส่วนมีค่ามากกว่าหนึ่ง แบบจำลองก็จะทำงานได้เร็วกว่าระบบจริง ในกรณีที่อัตราส่วนมีค่าน้อยกว่าหนึ่ง (อัตราส่วนจะไม่ต่ำกว่า 0) แบบจำลองจะทำงานได้ช้ากว่าระบบจริง และในกรณีที่อัตราส่วนเท่ากับหนึ่งระบบจะทำงานแบบ Real-time execution เช่น อัตราส่วนในการทำงานเท่ากับ 2 ดังนั้นเมื่อแบบจำลองทำงานไปเป็นเวลา 15 นาที เวลาที่ถูกเลื่อนไปในแบบจำลองก็จะเท่ากับ 2 x 15 หรือ 30 นาที เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลักษณะการทำงานของการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation Taxonomy)

สามารถแบ่งการทำงานออกมาเป็นลักษณะหรือวิธีการทำงานย่อยได้ดังรูป

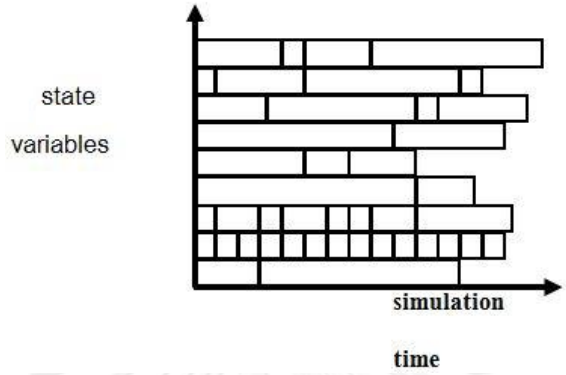


ภาพที่ 3 แสดงลักษณะการทำงานของการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์

จากรูป ลักษณะการทำงานของการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ สามารถอธิบายได้ดังนี้คือ

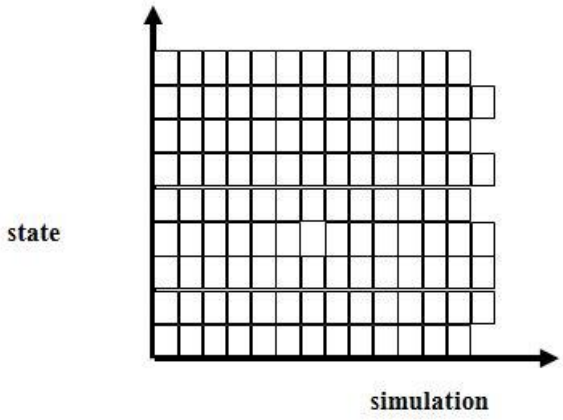
- ระบบที่จำลองโดยการให้ความสนใจการเปลี่ยนแปลงในแบบจำลองตลอดเวลาตั้งแต่เริ่มต้นทำงานจนสิ้นสุดการทำงาน (Continuous time simulation) ไม่ว่าระหว่างการทำงานของแบบจำลองจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ เกิดขึ้นก็ตาม ซึ่งลักษณะของแบบจำลองที่ได้มักจะขึ้นกับสมการที่จะนำมาใช้ในการอธิบายแบบจำลอง แบบจำลองที่เหมาะสมกับการทำงานแบบนี้มักจะเป็นแบบจำลองที่ต้องการความต่อเนื่องในการทำงาน เช่น แบบจำลองของเครื่องบินที่ใช้แสดงการบินของเครื่องบิน
- ระบบที่การจำลองโดยการให้ความสนใจการเปลี่ยนแปลงในลักษณะเป็นช่วงของเวลาที่ไม่ต่อเนื่อง (Discrete time simulation) คือ ไม่ต้องเก็บข้อมูลตลอดเวลาที่จำลองการทำงาน ซึ่งสามารถแบ่งเป็นรูปแบบย่อยๆได้ 2 รูปแบบ คือ
  - แบบจำลองที่จะสนใจต่อเหตุการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงไป (Event stepped) การเลื่อนไปของเวลาที่ใช้ในแบบจำลองจะขึ้นอยู่กับการเกิดเหตุการณ์ต่างๆ หากมีเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งเกิดขึ้นจึงจะมีการเลื่อนไปของเวลา แบบจำลองที่มีความเหมาะสม เช่น แบบจำลอง

ของสนามบินอย่างง่ายซึ่งจะสนใจการขึ้นและลงของเครื่องบิน นั้นคือจะมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเครื่องบันมีการบินขึ้นและบินลงในสนามบิน



ภาพที่ 4 แสดงแบบจำลองที่จะสนใจต่อเหตุการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงไป

- แบบจำลองที่จะเก็บข้อมูลเป็นช่วงๆของเวลา (Time stepped) ดังนั้นเวลาที่จะใช้ในการทำงานจะมีการเลื่อนไปด้วยอัตราคงที่ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับการกำหนดของแบบจำลอง เช่น แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำของทะเลซึ่งจะเก็บการเปลี่ยนแปลงทุกๆ ครึ่งชั่วโมง



ภาพที่ 5 แสดงแบบจำลองที่จะเก็บข้อมูลเป็นช่วงๆ ของเวลา

2.1.2 การจำลองฝูงชน (Crowd Simulation)

การจำลองการเคลื่อนไหวของกลุ่มคน หมายถึง กระบวนการในการจำลองการเคลื่อนที่ของ วัตถุหรือตัวละครที่มีจำนวนมาก ซึ่งจะเห็นได้จากในเกมคอมพิวเตอร์และภาพยนตร์เป็นส่วนใหญ่ การจำลองการเคลื่อนไหวของกลุ่มคนนั้น จะคำนึงถึงสองปัจจัยด้วยกันคือ ความเหมือนจริงของลักษณะการเคลื่อนที่ และคุณภาพของภาพ ความเหมือนจริงของลักษณะการเคลื่อนที่จะพิจารณาแค่ทิศทางเท่านั้น โดยไม่สนใจว่าตัวตนจำลองจะทำท่าทางแบบไหน โดยส่วนใหญ่จะแทนตัวตนจำลองด้วยวัตถุทรงกระบอก และดูเฉพาะการเคลื่อนที่เท่านั้น ส่วนคุณภาพของภาพเป็นการแสดงทั้งความเหมือนจริงของท่าทางของตัวตนจำลอง และความเหมือนจริงของทิศทางด้วย ซึ่งจะเห็นได้ในภาพยนตร์เพราะต้องการความเหมือนจริงสูง ขั้นตอนในการสร้างภาพเคลื่อนไหวของกลุ่มคนจำนวนมากนั้น จะแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย

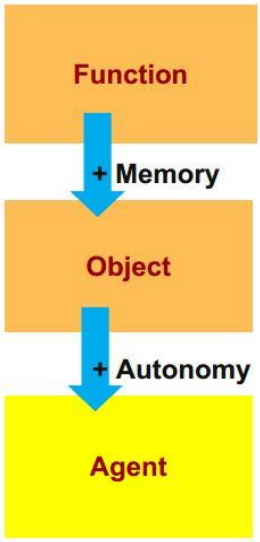
1. การควบคุม การควบคุมจะแบ่งออกเป็นสองแบบคือ การควบคุมเฉพาะที่และการควบคุมแบบภาพรวม ซึ่งการควบคุมแบบเฉพาะที่นั้น ผู้ใช้จะทำการควบคุมลักษณะการเคลื่อนไหวของแต่ละตัวตนจำลองโดยคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมรอบตัวของตัวตนจำลองเพียงเท่านั้น แต่การควบคุมแบบภาพรวมนั้น ผู้ใช้จะทำการควบคุมลักษณะการเคลื่อนไหวโดยคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมทั้งหมดในแผนที่
2. การประมวลผล เมื่อผู้ใช้ทำการป้อนข้อมูล ในส่วนของการควบคุมแล้ว ระบบจะทำการประมวลผล ซึ่งการประมวลผลนี้จะมีหน้าที่ในการหาทิศทางการเคลื่อนไหวในแต่ละช่วงเวลา ในการคำนวณของแต่ละตัวตนจำลอง โดยพิจารณาถึงสภาพแวดล้อมในแผนที่ การชนกัน ทิศทาง ความเร็วเป็นต้น เมื่อได้ทิศทางใหม่แล้ว จะทำการเรนเดอร์ออกมาเป็นภาพเคลื่อนไหว
3. การเรนเดอร์ จะทำการสร้างภาพเคลื่อนไหวในแต่ละเฟรมๆ โดยทีตำแหน่งการเคลื่อนที่ จะได้มาจากการประมวลผลนั้นเอง

ในการสร้างท่าทางและพฤติกรรมของตัวตนจำลองในกลุ่ม จะเป็นพฤติกรรมแบบอัตโนมัติ (Autonomous Behavior) โดยที่แต่ละตัวตนจำลองจะพิจารณาถึงสิ่งแวดล้อมภายนอก เมื่อพิจารณาแล้วจะทำการประมวลผล และพิจารณาว่าจะเคลื่อนที่ไปที่ไหน หลังจากนั้น จะทำการพิจารณาว่าจะเคลื่อนที่ไปที่นั่นได้อย่างไร เมื่อเคลื่อนที่แล้ว ก็จะพิจารณาสิ่งแวดล้อมอีกครั้ง และก็ทำการเคลื่อนที่ ทำแบบนี้ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะถึงตำแหน่งที่ต้องการ ถ้าสิ่งแวดล้อมมีความซับซ้อนและขนาดของกลุ่มคนมีจำนวนมากขึ้น การควบคุมพฤติกรรมของกลุ่มคนก็จะเป็นไปได้ยาก และเวลาในการคำนวณก็จะเพิ่มขึ้นด้วย

2.1.3 พื้นฐานของการจำลองฝูงชนด้วยคอมพิวเตอร์

2.1.3.1 แบบจำลองเอเจนต์-เบส (Agent-based Simulation)

Macal และ North (2008) กล่าวว่า เอเจนต์ (Agent) คือตัวแทนที่มีอิสระในการตัดสินใจที่มีความหลากลายทางด้านคุณลักษณะ (Characteristic) ซึ่งการตัดสินใจของเอเจนต์นั้นจะแตกต่างกันไปตามองค์ประกอบเหล่านี้ คือ ความซับซ้อนของกฎ องค์ความรู้ที่มี รูปแบบภายในและปัจจัยจากภายนอก และหน่วยความจำที่ใช้



ภาพที่ 6 แสดงแบบจำลองแบบ เอเจนต์-เบส

คมสัน สุริยะ (2552) ได้กล่าวถึง การจำลองสถานการณ์แบบเอเจนต์-เบส ว่า แบบจำลองแบบเอเจนต์-เบส คือ แบบจำลองที่พยากรณ์การตัดสินใจของคนแต่ละคนในระบบ และด้วยการตัดสินใจเหล่านั้นจะทำให้ผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นกับทั้งระบบเป็นอย่างไร ดังนั้น เมื่อผลลัพธ์บางอย่างเกิดขึ้นจากการตัดสินใจของคนแต่ละคนในระบบ เมื่อนั้นเราจะใช้แบบจำลองนี้ได้

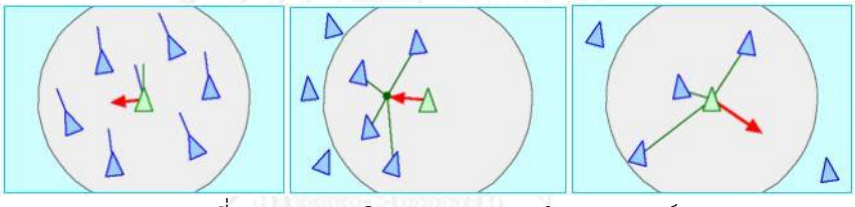
หลักการทำงานของแบบจำลองเอเจนต์-เบส แบ่งเป็นสามขั้นตอน คือ

1. การพยากรณ์การตัดสินใจของคนแต่ละคนในระบบ คนแต่ละคนจะตัดสินใจจากปัจจัยอะไรบางอย่าง ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ก็เกิดมาจากตัวแปรต่างๆ ที่เกิดขึ้นแวดล้อม
2. การพยากรณ์ผลลัพธ์ที่จะเกิดกับระบบ เมื่อคนแต่ละคนตัดสินใจทำอะไรสักอย่างแล้วย่อมเกิดผลเฉพาะหน้าขึ้น
3. การวนลูป เมื่อระบบเปลี่ยนแปลงไปย่อมกระทบต่อการตัดสินใจในรอบต่อไป

2.1.3.2 พฤติกรรมพื้นฐานของการจำลองเอเจนต์-เบส

แบบจำลองบอยด์ส (Boids Model) (Reynolds., Flocks, herds, และ schools, 1987) อธิบายถึงการสร้างพฤติกรรมในลักษณะของการรวมกลุ่มของฝูงสัตว์ โดยได้จำลองพฤติกรรมการรวมกลุ่มของฝูงนก โดยอาศัยกฎในการสร้างพฤติกรรมที่ประกอบด้วย

1. การเชื่อมติดกัน (Cohesion) หมายถึงพฤติกรรมในการพยายามเคลื่อนที่เข้ามาที่บริเวณตำแหน่งศูนย์กลางของฝูงชนเพื่อทำการรวมกลุ่ม
2. การกระจายตัว (Separation) หมายถึงพฤติกรรมในการมุ่งหน้าไปยังทิศทางที่หลีกเลี่ยงฝูงชนที่อยู่รอบข้าง
3. การปรับแนว (Alignment) หมายถึงพฤติกรรมในเคลื่อนที่ไปพร้อม ๆ กับฝูงชนที่อยู่รอบข้างในทิศทางและความเร็วใกล้เคียงกัน



ภาพที่ 7 แสดงพฤติกรรมของแบบจำลองบอยด์ส

2.1.3.3 พลศาสตร์ฝูงชน (Crowd Dynamics)

Still (2000) กล่าวว่า “การเคลื่อนที่ของฝูงชนถูกอธิบายให้เหมือนกับ การไหลไปเหมือนสายน้ำ นอกจากนี้เส้นทางการออกจากอาคารและการออกแบบนั้นตั้งอยู่บนสมมติฐานของกลศาสตร์ของไหล ดังนี้

ปริมาณการไหล (Flow Volume) = ความเร็วเฉลี่ย (Average Speed) x ความหนาแน่นเฉลี่ย (Average Density)

สมมติฐานของกลศาสตร์ของไหล นั้นแสดงให้เห็นว่า ความเร็วสูงสุดจะอยู่ตรงกลางของของไหล แต่จากการสังเกตพบว่าการเคลื่อนที่ของคนสามารถเดินทางได้ เร็วกว่าจากทางด้านข้าง”

การวิเคราะห์พฤติกรรมของฝูงชนนั้นมี 2 ประเภท คือ

1. การเปรียบเทียบกับของไหล คือเปรียบเทียบคนเหมือนหยดน้ำหรือของไหล ฝูงชนก็เปรียบเสมือนกับสายน้ำ หรือแม่น้ำ โดยการออกแบบสถาปัตยกรรมมักมีสมมติฐานเช่นนี้ในการออกแบบทางเดินภายในโรงภาพยนตร์ประเภทรวมหลายโรงที่ทางเดินออก

นั้นมีลักษณะเป็นท่อ และผู้ใช้อาคารทุกๆคนจะมีความเร็วในการเคลื่อนที่เท่ากันหมดแต่ข้อขัดแย้งหลักก็คือ มนุษย์ไม่จำเป็นที่จะต้องเคลื่อนที่ไปในระนาบใดๆตามเส้นทางที่เป็นไปตามกฎของฟิสิกส์ มนุษย์แต่ละคนก็มีความรู้สึกนึกคิด มีความแตกต่างระหว่างบุคคลออกไป

2. การวิเคราะห์พฤติกรรมของฝูงชนด้วยการแยกฝูงชนเป็นส่วนย่อยๆ คือการวิเคราะห์พฤติกรรมของฝูงชนด้วยการแยกฝูงชนออกเป็นหน่วยย่อยคือ 1 คนโดยในแต่ละคนก็จะมีความมุ่งมั่นความต้องการไปสู่จุดมุ่งหมายที่แตกต่างกัน รวมทั้งความเร็วของแต่ละคนก็จะไม่เท่ากัน โดยวิธีการนี้ได้ถูกใช้ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในการศึกษาพลศาสตร์ของฝูงชนเช่นกัน

2.1.3.4 หลักการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดด้วยอัลกอริธึมแบบ เอ สตาร์ (A Star search algorithm)

โดย สัญญา เครือหงษ์ และ สุรางค์รัตน์ เชาว์โคกสูง (2551) ได้กล่าวว่า อัลกอริธึมแบบ เอ สตาร์ เป็นหลักการในการหาเส้นทางระหว่างสองตำแหน่งบนแผนที่ เพื่อไปยังทางออกให้ได้รวดเร็วที่สุด และเส้นทางที่สั้นที่สุด โดยมักใช้ในการหาทางออกของโปรแกรมจำลองสถานการณ์การอพยพ โดยอัลกอริธึมแบบ เอ สตาร์ จะไม่มีการค้นหาแบบไม่รู้ทิศทาง แต่จะมีการกำหนดค่าในการค้นหาเส้นทางที่ดีที่สุด

หลักการของอัลกอริธึม เอ สตาร์ ประกอบด้วยข้อมูลต่างๆ ดังนี้

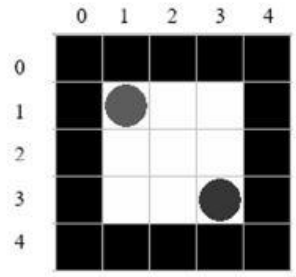
- กราฟ (graph) เป็นพื้นที่ที่ เอ สตาร์ ใช้สำหรับการค้นหาเส้นทางระหว่างสองตำแหน่ง
- โหนด (nodes) คือโครงสร้างที่แทนตำแหน่งใน Graph ซึ่งโหนดนี้จะเก็บข้อมูลต่าง ๆ ที่สำคัญสำหรับ เอ สตาร์ เช่น ข้อมูลตำแหน่ง ดังนั้นโหนดจะทำหน้าที่เหมือนเป็นที่ที่เก็บความก้าวหน้าของการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุด
- ระยะทาง (distance) หรือ ฮิวริสติก (heuristic) เป็นส่วนที่จะตัดสินใจว่าจะทำการค้นหาไปที่โหนดใด
- ค่าปัจจัย (cost) เป็นค่าปัจจัยอื่นๆ ที่ต้องนำมาพิจารณา เช่น เวลา ค่าใช้จ่าย เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

และประกอบด้วย ค่า 3 ค่าคือ ค่า g(n), h(n) และ f(n) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- g(n) เป็นค่าที่คิดจากโหนดเริ่มต้น (Start state) ถึงโหนดปัจจุบัน โดยอาจจะมีหลายเส้นทางที่เริ่มจากโหนดเริ่มต้นจนถึงตำแหน่งใน Graph ปัจจุบัน
- h(n) คือค่าประมาณจากโหนดปัจจุบันถึงโหนดเป้าหมาย (Goal state)
- f(n) เป็นค่าผลรวมของ g และ h ซึ่งจะเป็นตัวบอกว่าจะไปที่โหนดใดต่อไป โดยจะเลือกเอาโหนดที่มีค่า f(n) น้อยที่สุด

นอกจากนี้ เอ สตาร์ ยังเก็บสถิติข้อมูลสถานะของโหนดไว้ 2 ประเภท คือ Open list และ Close list โดย Open list ประกอบด้วยโหนดที่ยังไม่ได้ทำการค้นหา ส่วน Close list ประกอบด้วยโหนดที่เคยค้นหาไปแล้ว ดังตัวอย่างต่อไปนี้



ภาพที่ 8 แสดงกราฟตัวอย่าง

กำหนดให้ โหนดเริ่มต้น พิกัด (1,1) โหนดเป้าหมาย พิกัด (3,3)

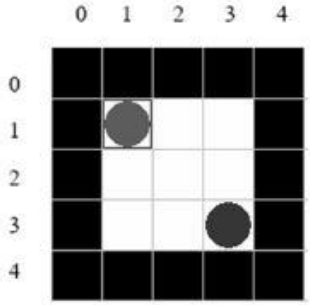
g(n) หาได้จากระยะที่โหนดปัจจุบันห่างจากโหนดเริ่มต้น

h(n) หาได้จาก h(n) = | dx - sx | + | dy - sy | เมื่อ

(dx,dy) เป็นตำแหน่งเป้าหมาย และ

(sx,sy) เป็นตำแหน่งเริ่มต้น

f(n) หาได้จาก f(n) = g(n) + h(n)



ภาพที่ 9 แสดงการค้นหาเส้นทางขั้นที่ 1

เริ่มโดยเก็บโหนด (1,1) เข้า Open list แล้วทำการคำนวณหาค่า f(1,1) จะได้

g(1,1) = 0

h(1,1) = | 3 – 1 | + | 3 – 1 | = 2 + 2 = 4

f(1,1) = 0+4 = 4

เลือกโหนด (1,1) เป็นโหนดที่ดีที่สุด (มีโหนดเดียว) แล้วดูโหนดต่อไปที่ติดกับโหนด (1,1) นั่นคือโหนด (2,1) (2,2) และ (1,2) จากนั้นนำเข้า Open list

g(2,1) = 1

h(2,1) = | 3 - 2 | + | 3 – 1 | = 3

f(2,1) = 1 + 3 = 4

g(2,2) = 1

h(2,2) = | 3 - 2 | + | 3 – 2 | = 2

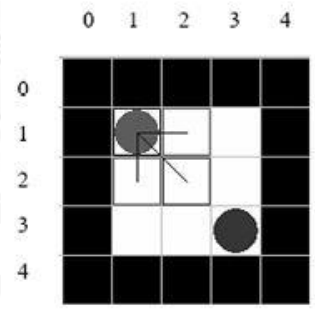
f(2,2) = 1 + 2 = 3

g(1,2) = 1

h(1,2) = | 3 - 1 | + | 3 – 2 | = 3

f(1,2) = 1 + 3 = 4

จากค่า f(n) ใน Open list จะเลือกโหนดที่มีค่า f(n) น้อยสุดมาพิจารณา ในตอนนี้จะต้องเลือกโหนด (2,2) เพราะมีค่า f(n) น้อยที่สุด จากนั้นย้ายโหนด (1,1) จาก Open list เข้า Close list



ภาพที่ 10 แสดงการค้นหาเส้นทางขั้นที่ 2

แล้วดูโหนดต่อไปที่ติดกับโหนด (2,2) นั่นคือโหนด (3,1) (3,2) (3,3) (2,3) (1,3) และทำการคำนวณหาค่า f(n) แล้วจึงเก็บเข้า Open list

g(3,1) = 2

h(3,1) = | 3 - 3 | + | 3 – 1 | = 2

f(3,1) = 2 + 2 = 4

g(3,2) = 2

h(3,2) = | 3 - 3 | + | 3 – 2 | = 1

f(3,2) = 2 + 1 = 3

g(3,2) = 2

h(3,2) = | 3 - 3 | + | 3 – 2 | = 1

f(3,2) = 2 + 1 = 3

g(3,3) = 2

h(3,3) = | 3 - 3 | + | 3 – 3 | = 0

f(3,3) = 2 + 0 = 2

g(2,3) = 2

h(2,3) = | 3 - 2 | + | 3 – 3 | = 1

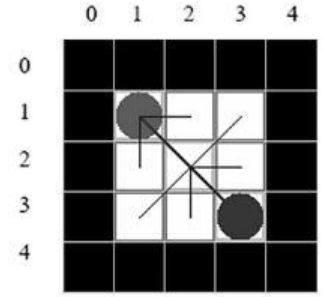
f(2,3) = 2 + 1 = 3

g(1,3) = 2

h(1,3) = | 3 - 1 | + | 3 – 3 | = 2

f(1,3) = 2 + 2 = 4

จากค่า f(n) ที่อยู่ใน Open list จะได้ว่าโหนด (3,3) จะถูกเลือกเพราะมีค่า f(n) น้อยที่สุด และโหนด (3,3) ก็เป็นโหนดเป้าหมายด้วย จะได้เส้นทางจากตำแหน่งเริ่มต้นถึงตำแหน่งเป้าหมายตามโหนดดังนี้คือ (1,1) (2,2) และ (3,3)



ภาพที่ 11 แสดงการค้นหาเส้นทางขั้นที่ 3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.1.4 การศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้ในการออกจากโรงภาพยนตร์

ในการจำลองสถานการณ์ พฤติกรรมของผู้ใช้ในโปรแกรมจำลองสถานการณ์เป็นตัวแปรหนึ่งที่ต้องทำการกำหนดค่าในโปรแกรมเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการและมีความแม่นยำ ซึ่งในหัวข้อจะกล่าวถึงพฤติกรรมของผู้ใช้ที่ส่งผลต่อการออกจากโรงภาพยนตร์

2.1.4.1 ความเร็วในการเดินของคนไทย (Walking speed)

โดย Tanaboriboon (1989) ได้ศึกษาลักษณะเกี่ยวกับการเดินและสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับคนเดินเท้าในกรุงเทพมหานคร โดยใช้กล้องวิดีโอเก็บข้อมูลลักษณะการเดินของคนในเขตชุมชนเมืองที่ใช้บริการ ทางเท้า บันได สัญญาณไฟจราจร และ บันไดเลื่อน ในช่วงเวลาปกติ และช่วงเวลาเร่งรีบในการเก็บข้อมูลนั้น

ได้ทำการจำแนกอายุและเพศ ผลปรากฏว่าคนไทยมีความเร็วในการเดินเท่ากับ 72.94 เมตร/นาที โดยผู้ชายเดินเร็วกว่าผู้หญิง ที่บริเวณบันไดพบว่าความเร็วการเดินในทิศทางขึ้นเท่ากับ 31.16 เมตร/นาที (ประมาณ 1.2 เมตร/วินาที) และทิศทางลงเท่ากับ 36.22 เมตร/นาที ซึ่งผลที่ได้นำมาใช้ในการออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับคนที่ใช้บริการทางเท้าให้เพียงพอและปลอดภัย

2.1.4.2 ระยะห่างระหว่างบุคคล (Personal Space)

ระยะห่างระหว่างบุคคล คือ ช่องว่างระหว่างบุคคลในสังคม บุคคลสามารถใช้ช่องว่างระหว่างบุคคลแสดงความรู้สึกต่อบุคคลอื่นที่มีการกระทำระหว่างกัน โดย Hall (1990) นักมนุษยวิทยา กล่าวว่า เมื่อเราโกรธหรือต้องการเน้นเรื่องใด เราจะพยายามเข้าใกล้สิ่งนั้นทีละนิด และเร่งเสียงโดยการตะโกนออกมา เช่นเดียวกับที่ผู้หญิงทุกคนที่รู้ตัวเมื่อมีผู้ชายมาจีบหรือรู้สึกเสน่หา ถ้าผู้หญิงไม่ได้รู้สึกเสน่หาตอบก็จะปฏิเสธโดยการถอยห่างออกไป ฮอลล์ได้เสนอระยะห่างระหว่างบุคคลไว้ 4 ระยะ แต่ละระยะก็แสดงออกถึงความสัมพันธ์อย่างชัดเจน ดังนี้

- ระยะส่วนตัว (Intimate distance) เริ่มจากระยะสัมผัส – 18 นิ้ว เป็นระยะที่ได้กลิ่นของลมหายใจ รู้สึก ได้ยิน และเห็นรายละเอียดของคนคนนั้น เป็นระยะของการแสดงความรัก ปลอบโยน การปกป้อง ระยะนี้เป็นระยะที่ไม่แสดงในที่สาธารณะ
- ระยะบุคคล (Personal distance) เริ่มจากระยะ 18 นิ้ว – 4 ฟุต เป็นระยะห่างของกลุ่มเพื่อนหรือคู่รักปกติ
- ระยะสังคม (Social distance) เริ่มจาก 4 ฟุต – 12 ฟุต เป็นระยะที่ใช้ในการพบปะกันทางสังคม คบค้าสมาคม และการทำธุระต่อกัน
- ระยะชุมชน (Public distance) เริ่มจากระยะมากว่า 12 ฟุต เป็นระยะของที่พักอาศัยของคนทั่วไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

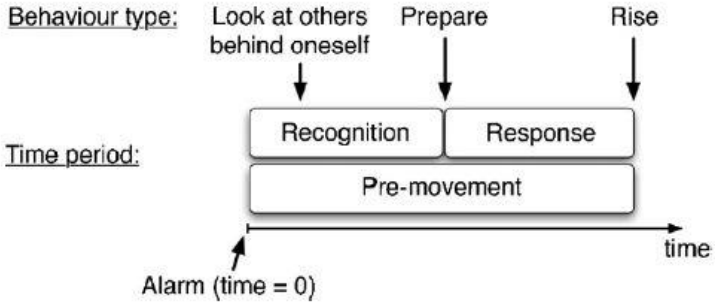
2.1.4.3 พฤติกรรมการหน่วงเวลาก่อนการลุกออกจากที่นั่งชมภาพยนตร์

เมื่อผู้ใช้ต้องการออกจากโรงภาพยนตร์ ผู้ใช้ต้องมีการเตรียมตัวตัวเพื่อออก โดยอาจจะไม่ได้ลุกจากที่นั่งในทันที เวลาในการเตรียมตัวลุกจากที่นั่งนี้จึงส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ โดย Nilsson และ Johansson (2009) ได้ทำการบันทึกวีดีโอในโรงภาพยนตร์แห่งหนึ่งเพื่อสังเกตพฤติกรรมในการเตรียมตัวเพื่อออกจากโรงภาพยนตร์ของผู้ใช้ โดยสรุปประเภทของพฤติกรรมการหน่วงเวลาก่อนการลุกออกจากที่นั่งชมภาพยนตร์ได้ 3 ประเภทคือ

- การมองคนด้านข้างหรือด้านหลัง (Look at others behind oneself)

- การเตรียมตัวลุก แบ่งเป็น มองหาสิ่งที่ติดมาด้วย หยิบของขึ้นมาเก็บของกินเล่นและเครื่องดื่ม หรือวางทิ้งไว้ที่พื้น แล้วจึงลุกออกจากที่นั่ง (Prepare)
- การลุกออกจากที่นั่ง ผู้ใช้ลุกจากที่นั่งขึ้นมาเป็นท่ายืนหลังตรง (Rise)

โดยพฤติกรรมเหล่านี้สามารถแสดงได้ดังนี้



ภาพที่ 12 แสดงพฤติกรรมการหน่วงเวลาก่อนการลุกออกจากที่นั่งชมภาพยนตร์

2.1.5 แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ในการจำลองสถานการณ์

ในการจำลองสถานการณ์ แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นจะต้องมีคุณสมบัติที่ตอบสนองการทำงานตามความต้องการของผู้ใช้แบบจำลอง โดย Kuligowski และ Peacock (2005) ได้แบ่งคุณสมบัติของแบบจำลองเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้

2.1.5.1 วิธีการจำลองของแบบจำลอง

แบ่งเป็น 3 ประเภทคือ

1. Behavioral models (B) แบบจำลองที่พิจารณาพฤติกรรมของผู้อพยพ เพิ่มเติมจากการเคลื่อนที่ไปสู่ทางออก รวมทั้ง การตัดสินใจและการตอบสนองต่อสภาวการณ์ภายในอาคาร
2. Movement models (M) แบบจำลองการเคลื่อนที่ของผู้อพยพจากจุดหนึ่งไปสู่อีกจุดหนึ่ง (ทางออก หรือบริเวณที่ปลอดภัย) ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการแสดงพื้นที่แออัด การเกิดคิว หรือบริเวณคอขวดภายในอาคาร
3. Partial behavior models (PB) แบบจำลองที่คำนวณการเคลื่อนที่ของผู้อพยพเป็นหลัก แต่มีการจำลองพฤติกรรมบางส่วน เช่น การกำหนดเวลาก่อนเริ่มอพยพสำหรับผู้อพยพรายบุคคล หรือการกำหนดคุณสมบัติเฉพาะของผู้อพยพ

2.1.5.2 วัตถุประสงค์การใช้งานแบบจำลอง

วัตถุประสงค์ของการใช้งานแบบจำลองจะแบ่งตามประเภทของอาคารคือ

1. Any type of building (1) แบบจำลองสามารถใช้กับอาคารประเภทใดก็ได้
2. Residences (2) แบบจำลองเหมาะสำหรับอาคารพักอาศัย
3. Public transport stations (3) แบบจำลองเหมาะสำหรับสถานีขนส่งสาธารณะ
4. Low-rise buildings (4) แบบจำลองเหมาะสำหรับอาคารที่มีความสูงไม่เกิน 22.9 เมตร
5. 1 route/exit buildings (5) แบบจำลองสำหรับอาคารที่มีทางออกเพียง 1 ทางเท่านั้น

2.1.5.3 มุมมองของแบบจำลองและผู้อพยพ

มุมมองของแบบจำลองต่อผู้อพยพ แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

1. Global perspective models (G) แบบจำลองมองผู้อพยพเป็นกลุ่มที่เคลื่อนที่สู่ทางออก
2. Individual perspective models (I) แบบจำลองติดตามข้อมูลการเคลื่อนที่ของผู้อพยพรายบุคคลตลอดช่วงเวลาการอพยพ

มุมมองของผู้อพยพต่ออาคาร แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

1. Global perspective models (G) แบบจำลองที่ผู้อพยพทราบข้อมูลทางหนีทั้งหมดของอาคาร รวมทั้งทางออกที่ดีที่สุด
2. Individual perspective models (I) แบบจำลองที่ผู้อพยพไม่ทราบข้อมูลทางหนีทั้งหมดของอาคารและต้องตัดสินใจเลือกทางหนีจากข้อมูลเฉพาะหน้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.5.4 พฤติกรรมของผู้อพยพ

แบบจำลองจะแบ่งพฤติกรรมของผู้อพยพเป็น 5 ประเภทคือ

1. No behavior (N) แบบจำลองพิจารณาเฉพาะการเคลื่อนที่เท่านั้น
2. Implicit behavior (I) แบบจำลองสามารถพิจารณาพฤติกรรมของผู้อพยพบางส่วน
3. Conditional or Rule behavior (C) แบบจำลองสามารถกำหนดเงื่อนไขของพฤติกรรมของผู้อพยพต่อสภาพแวดล้อม
4. Artificial Intelligence (AI) แบบจำลองที่พยายามจำลองพฤติกรรมการตัดสินใจของผู้อพยพ

5. Probabilistic (P) แบบจำลองสามารถกำหนดค่าความน่าจะเป็นสำหรับเงื่อนไขของพฤติกรรม

2.1.5.5 การคำนวณการเคลื่อนที่ของผู้อพยพในอาคาร

การคำนวณการเคลื่อนที่ของผู้อพยพในอาคาร แบ่งเป็น 11 ประเภทคือ

1. Density correlation (D) แบบจำลองที่คำนวณค่าความเร็วและการไหลของผู้อพยพจากความหนาแน่นของพื้นที่
2. User's choice (UC) แบบจำลองซึ่งให้ผู้ใช้งานกำหนดค่าความเร็ว การไหล และความหนาแน่นของแต่ละพื้นที่ในอาคาร
3. Inter-person distance (ID) แบบจำลองที่พิจารณาให้ผู้อพยพเป็นวงกลมมีระยะน้อยที่สุดจากสิ่งกีดขวางและผู้อพยพบุคคลอื่น
4. Potential (P) แบบจำลองที่พิจารณาการเคลื่อนที่ของผู้อพยพตามค่าศักย์ของแต่ละกริด โดยผู้ใช้สามารถกำหนดค่าศักย์ได้
5. Emptiness of next grid cell (E) แบบจำลองที่พิจารณาให้ผู้อพยพสามารถเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งกริดที่ว่างอยู่เท่านั้น
6. Conditional (C) แบบจำลองซึ่งพิจารณาการเคลื่อนที่ของผู้อพยพตามเงื่อนไขของสภาพแวดล้อมในอาคาร
7. Functional analogy (F) แบบจำลองที่พิจารณาการเคลื่อนที่ของผู้อพยพตามสมการการเคลื่อนที่ เช่น การเคลื่อนที่ของของไหลหรือสนามแม่เหล็ก
8. Other model link (OML) แบบจำลองที่อาศัยแบบจำลองอื่นคำนวณการเคลื่อนที่ของผู้อพยพ
9. Acquiring knowledge (AcK) แบบจำลองที่พิจารณาการเคลื่อนที่จากสิ่งที่เรียนรู้ระหว่างการอพยพ ซึ่งจะสามารถแสดงเพียงบริเวณพื้นที่ติดขัด หรือบริเวณคอขวดเท่านั้น
10. Unimpeded flow (UnF) แบบจำลองซึ่งพิจารณาการเคลื่อนที่ของผู้อพยพแบบปราศจากอุปสรรคเท่านั้น
11. Cellular automata (CA) แบบจำลองที่คำนวณการเคลื่อนที่ของผู้อพยพระหว่างกริดโดยอาศัยการทอยลูกเต๋า

2.1.5.6 การแสดงผลของแบบจำลอง

การแสดงผลของแบบจำลองแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1. 2-D visualization (2-D) แบบจำลองที่สามารถแสดงผลแบบกราฟฟิกใน 2 มิติ

2. 3-D visualization (3-D) แบบจำลองที่สามารถแสดงผลแบบกราฟฟิกใน 3 มิติ
3. No visualization capability (N) แบบจำลองที่ไม่สามารถแสดงผลแบบกราฟฟิกได้

2.1.5.7 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง แบ่งเป็น 6 ประเภทคือ

1. Validation against code requirements (C) แบบจำลองที่ได้มีการตรวจสอบความถูกต้องเทียบกับข้อกำหนดทางกฎหมาย
2. Validation against fire drills or other people movement experiments/trials (FD) แบบจำลองที่ได้มีการตรวจสอบความถูกต้องเทียบกับการทดลองอพยพ
3. Validation against literature on past evacuation experiments (PE) แบบจำลองที่ได้มีการตรวจสอบความถูกต้องเทียบกับงานวิจัยในอดีต
4. Validation against other models (OM) แบบจำลองที่ได้มีการตรวจสอบความถูกต้องเทียบกับแบบจำลองอื่น
5. Third party validation (3P) แบบจำลองที่ได้มีการตรวจสอบความถูกต้องโดยผู้ตรวจสอบอิสระ
6. No validation (N) แบบจำลองที่ไม่มีข้อมูลการตรวจสอบความถูกต้อง

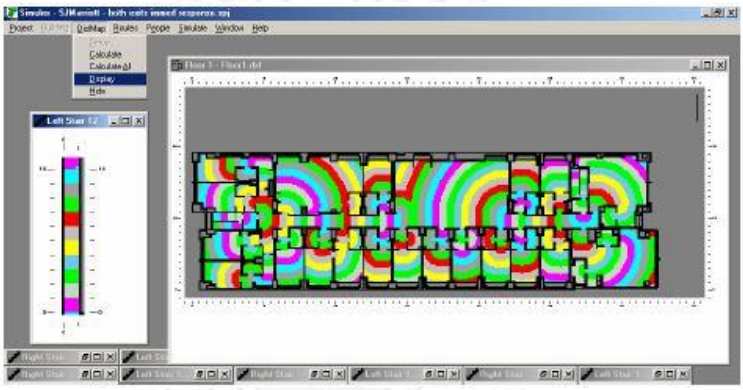
2.1.6 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์ (Computer Simulation Software)

จากแบบจำลองที่กล่าวมา มักจะอยู่ในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการจำลองสถานการณ์ หรือเรียกว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจำลองสถานการณ์จะทำให้สามารถคำนวณเวลาในการอพยพได้ตามลักษณะของตัวอาคารที่ทำการจำลองขึ้น ซึ่งจะมีคุณสมบัติที่ต่างกันไปตามความสามารถของโปรแกรมในการจำลองสถานการณ์ โดยในปัจจุบันมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการจำลองสถานการณ์จำนวนมาก ประมาณ 30 โปรแกรม โดยโปรแกรมที่ได้รับความนิยมและมีชื่อเสียงในปัจจุบันมีดังนี้

2.1.6.1 โปรแกรม Simulex

เป็นโปรแกรมในการจำลองสถานการณ์การออกจากอาคารขนาดใหญ่และซับซ้อน ในการอพยพจะแบ่งแปลนภายในอาคารในลักษณะโครงสร้างกริด (grid)

แล้วทำการคำนวณระยะห่างระหว่างกริดแต่ละช่องกับทางออกที่ใกล้ที่สุด และแสดงผลลัพธ์ออกมาในลักษณะ 2 มิติ แสดงจำนวนผู้ใช้ที่ผ่านทางออกต่อเวลา และแสดงเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการออก โดยการเคลื่อนที่ของผู้ใช้ในโปรแกรมประกอบด้วย ความเร็วในการเดิน ระยะห่างระหว่างคน และระยะเอียงตัวของคน โดยอ้างอิงจากการเก็บข้อมูลจากวีดีโอจากห้างสรรพสินค้า และการสังเกตจากอาคารเรียนภายในมหาวิทยาลัย และงานวิจัยเป็นต้น ซึ่งโปรแกรมนี้มีข้อจำกัด คือ ข้อจำกัดด้านจำนวนคนในการจำลองสถานการณ์ขึ้นกับความสามารถในการประมวลผลของคอมพิวเตอร์ เป็นต้น



ภาพที่ 13 แสดงโปรแกรม Simulex

2.1.6.2 โปรแกรม Pathfinder

เป็นโปรแกรมในการจำลองสถานการณ์การออกจากอาคาร สามารถวิเคราะห์ข้อมูลในการอพยพ และหาผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น โดยแสดงผลทั้งในรูปแบบของข้อมูล และภาพเคลื่อนไหวเสมือนจริง โดยสามารถปรับค่าตัวแปรเพื่อจำลองการเคลื่อนไหวของคนไปยังประตูทางออก เช่น การเลือกประตูทางออก การรอ และการเลือกเส้นทางเดิน สามารถประเมินผลลัพธ์ของการจำลองสถานการณ์ได้ โดยสามารถเลือกดูเส้นทางการเดินของคนแต่ละคนได้ และผลสรุปหลังการจำลองสถานการณ์จบซึ่งจะแสดงเวลาน้อยที่สุด มากที่สุด เวลาเฉลี่ย เวลาที่ผู้ใช้ออกคนแรก และออกคนสุดท้าย นอกจากนี้ยังสามารถแสดงกราฟอัตราการไหลของคนที่ห้องหรือประตูที่เลือกได้ ช่วยให้สามารถเห็นหรือประเมินในจุดที่มีปัญหาได้ และแสดงผลการจำลองสถานการณ์ได้ในลักษณะ 3 มิติ โดยโปรแกรมนี้มีการอ้างอิงจากงานวิจัย และบทความที่รับได้การตีพิมพ์ เป็นต้น

2.1.6.3 โปรแกรม buildingEXODUS

เป็นโปรแกรมในการจำลองสถานการณ์การออกจากอาคารขนาดใหญ่ โดยประกอบด้วยการพิจารณาปัจจัยระหว่างผู้ใช้กับผู้ใช้, ผู้ใช้กับอัคคีภัย และผู้ใช้กับ

โครงสร้างอาคาร ซึ่งจะประกอบด้วยโมเดลย่อยๆ อีกมากมาย ในการอพยพจะทำการสร้างโหนด (node) และ อาร์ค (arc) โดยแต่ละโหนดจะเป็นตัวแทนของพื้นที่แต่ละส่วนภายในแปลนและมีอาร์คเชื่อมโหนดแต่ละโหนดเข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่ผ่านแต่ละโหนด โดยการเคลื่อนที่ของผู้ใช้ในโปรแกรมประกอบด้วยการกำหนดเงื่อนไขของพฤติกรรมของผู้อพยพต่อสภาพแวดล้อม นอกจากนี้ยังสามารถใส่ข้อมูลด้านอัคคีภัย เช่น อุณหภูมิ มลพิษ เป็นต้น โดยโปรแกรมแสดงผลการจำลองสถานการณ์ได้ในลักษณะ 2 มิติ

2.1.6.4 โปรแกรม EvacSim

เป็นโปรแกรมในการจำลองสถานการณ์การอพยพออกจากอาคารขนาดใหญ่ที่มีผู้ใช้จำนวนมาก และจำลองความหลากหลายของพฤติกรรมผู้ใช้ตามกิจกรรมต่างๆ โดยสามารถกำหนดเงื่อนไขของพฤติกรรมของผู้อพยพต่อสภาพแวดล้อมได้ เช่น การค้นหา การเตือน และการป้องกันอันตราย เป็นต้น และสามารถใส่ข้อมูลของการเกิดอัคคีภัยได้ แต่โปรแกรมนี้ยังไม่ค่อยมีการตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์มากเท่าที่ควร

2.1.6.5 โปรแกรม Myriad

เป็นโปรแกรมในการจำลองสถานการณ์การอพยพออกจากอาคาร โดยทำการทำนายว่าบริเวณที่จะเกิดการติดขัดหรือแออัดของผู้ใช้ที่ภายในอาคาร รวมทั้งอัตราการไหลของผู้ใช้ เวลารอคิว เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการอพยพ โดยมีขั้นตอนการทำงานพื้นฐาน 3 ขั้นตอน คือ ขั้นแรกคำนวณระยะทาง ความกว้าง และทิศทางจากจุดต่างๆ ภายในอาคารกับทางออก แล้วทำการระบายสีบริเวณที่คาดว่าเป็นเส้นทางของการอพยพทั้งหมด และทำการกำหนดจำนวนและตำแหน่งเริ่มต้นของผู้ใช้เพื่อจำลองการอพยพ ขั้นต่อมาโปรแกรมจะระบุเส้นทางการอพยพทั้งหมดและบริเวณที่เกิดการติดขัด โดยแสดงออกมาเป็นสีที่แตกต่างกันตามระดับความหนาแน่นของผู้ใช้ สามารถใช้ร่วมกับโปรแกรม Simulex เพื่อคำนวณอัตราการอพยพ โดยโปรแกรมนี้มีการอ้างอิงจากงานวิจัย และเปรียบเทียบผลลัพธ์กับโปรแกรมอื่นๆ เช่น EXODUS, Simulex เป็นต้น

2.1.7 ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์

จากคุณสมบัติของแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ที่ได้กล่าว ในหัวข้อ 2.1.5 (ซึ่งในตารางจะแทนด้วยตัวอักษรย่อ) และตัวอย่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์ สามารถสรุปเป็นความสัมพันธ์และคุณสมบัติของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์ได้ดังนี้

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบคุณสมบัติของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์

โปรแกรม	วิธีการจำลอง	วัตถุประสงค์การใช้งาน	มุมมองของแบบจำลอง	พฤติกรรมของผู้อพยพ	การคำนวณการเคลื่อนที่	การแสดงผล	การตรวจสอบความถูกต้อง
Simulex	PB	1	I	I	ID	2D	FD, PE
PathFinder	PB	1	I/G	I	D	3D	C, PE
Building EXODUS	B	1	I	C	-	Y	-
EvacSim	B	1	I	R/C, P	D	N	N
Myriad	M	1	I	N	D	2D	3P

จากตารางเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์ที่แตกต่างกัน จะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันไป ซึ่งตอบสนองการทำงานที่แตกต่างกัน โดยผู้ใช้ต้องทำการเลือกโปรแกรมในการจำลองสถานการณ์ที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามต้องการ

จากการศึกษาที่กล่าวมา ในด้านหลักการทำงานของการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ พื้นฐานของการจำลองฝูงชนด้วยคอมพิวเตอร์ ในรูปแบบ เอเจนต์-เบส พฤติกรรมของผู้ใช้ในการออกจากโรงภาพยนตร์ ในด้านความเร็วในการเดิน ระยะห่างระหว่างบุคคล การหน่วงเวลาก่อนการลุกจากที่นั่ง คุณสมบัติของแบบจำลองการออกจากอาคารและคุณสมบัติของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์ โปรแกรมที่เลือกมาใช้ในการจำลองสถานการณ์ จึงควรมีคุณสมบัติ ดังนี้

1. แสดงผลลัพธ์ตามเวลาจริงในรูปแบบสามมิติเสมือนจริง ตามเวลาจริง เพื่อให้เห็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้
2. สามารถใช้งานได้กับอาคารประเภทโรงภาพยนตร์
3. สามารถกำหนดค่าพฤติกรรมของผู้ใช้ให้มีพฤติกรรมได้ตามที่กล่าวมา
4. โปรแกรมมีการตรวจสอบความถูกต้องน่าเชื่อถือของโปรแกรมในหลายวิธีการ

จากคุณสมบัติที่กล่าวมา ในงานวิจัยนี้จึงได้เลือกโปรแรม Pathfinder 2013 ซึ่งโปรแกรมนี้ยังเป็นที่นิยม ใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน มีแหล่งอ้างอิง และมีบทความวิจัยสนับสนุนจำนวนมาก การเข้าถึงผู้ผลิต แหล่งข้อมูล และการสอบถามข้อสงสัยโดยผู้เชี่ยวชาญการใช้โปรแกรมมีความสะดวก โปรแกรมมีการพัฒนาอยู่อย่างต่อเนื่อง และสามารถนำไปทดลองใช้ได้

2.2 โรงภาพยนตร์

2.2.1 ส่วนพื้นที่ใช้งานภายในโรงภาพยนตร์

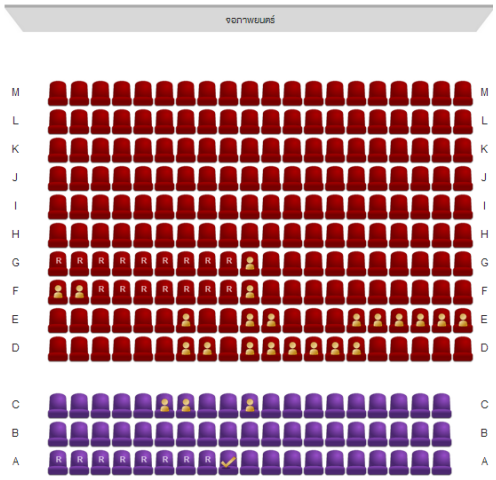
ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการศึกษาส่วนการใช้งานภายในโรงภาพยนตร์ที่ส่งผลต่อการออกจากโรงภาพยนตร์ของผู้ใช้ ซึ่งจะคิดในส่วนพื้นที่ใช้สอยซึ่งประกอบด้วย โรงภาพยนตร์ พื้นที่นั่งชมภาพยนตร์ ทางเดิน และทางออก อธิบายได้ดังนี้

1. โรงภาพยนตร์ จะมีขนาดที่แตกต่างกันไปตามประเภทซึ่งโรงภาพยนตร์ขนาดกลางจะมีที่นั่งตั้งแต่ 200-600 ที่นั่ง
2. พื้นที่นั่งชมภาพยนตร์ อยู่ภายในโรงภาพยนตร์ ประกอบด้วย ที่นั่งสำหรับชมภาพยนตร์ของผู้ใช้แต่ละคน โดยทั่วไปมักจัดเป็นแถวยาวมีจำนวนที่นั่งตั้งแต่ 8 -20 ที่นั่ง
3. ทางเดิน เป็นทางเดินภายในโรงภาพยนตร์ที่นำผู้ใช้ไปสู่ทางออกจากส่วนโรงภาพยนตร์ โดยผู้ใช้จะต้องใช้ทางเดินย่อยภายในโรงภาพยนตร์ ซึ่งประกอบด้วย ทางเดินตามยาวและทางเดินตามขวาง โดยทางเดินในแต่ละช่วงจะมีความกว้างและรูปแบบที่แตกต่างกันไป
4. ทางออก เป็นส่วนที่เมื่อผู้ใช้ใช้บริการโรงภาพยนตร์เสร็จ จะต้องออกจากโรงภาพยนตร์โดยผ่านทางทางออก ซึ่งโดยส่วนใหญ่หมายถึงประตู หรือบริเวณที่ได้กำหนดให้ออกจากตัวอาคารโรงภาพยนตร์ได้

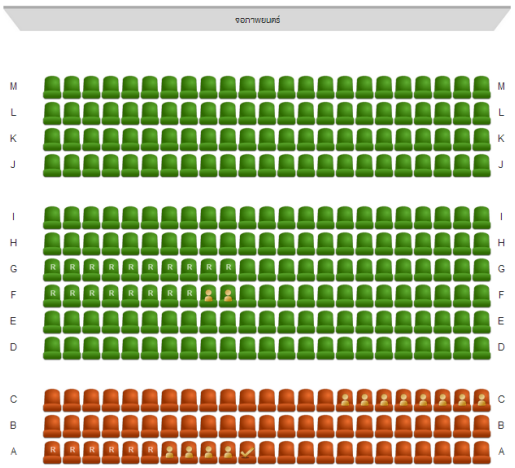
2.2.2 การวิเคราะห์รูปแบบการจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์

ในหัวข้อนี้จะอธิบายถึงรูปแบบการจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์ ซึ่งมักมีความสัมพันธ์กับขนาดของโรงภาพยนตร์ โดยในโรงภาพยนตร์ขนาดกลางรูปแบบการจัดที่นั่งชมภาพยนตร์ทั่วไปมักจะมีรูปแบบการจัดที่นั่งดังนี้

1. มีลักษณะเรียงกันเป็นกลุ่มๆ 2 หรือ 3 กลุ่ม ในลักษณะทางแนวนอน โดยมีตามขวางอยู่ระหว่างแต่ละกลุ่ม และทางเดินตามยาวขนาบสองข้าง โดยจำนวนแถวมักมีตั้งแต่ 8-16 แถว และมีจำนวนที่นั่งตั้งแต่ 12-24 ที่นั่งติดกัน

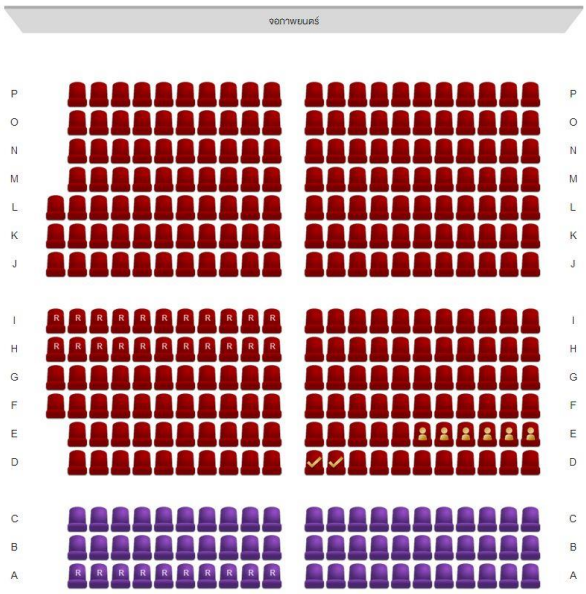


ภาพที่ 14 แสดงตัวอย่างรูปแบบการจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์แบบ 2 กลุ่ม
ที่มา โรงภาพยนตร์เมเจอร์



ภาพที่ 15 แสดงตัวอย่างรูปแบบการจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์แบบ 3 กลุ่ม
ที่มา โรงภาพยนตร์เมเจอร์

2. มีลักษณะเรียงกันเป็นกลุ่มๆ 2 ถึง 3 กลุ่ม ในแนวนอน โดยมีทางเดินแนวนอนระหว่างกลุ่มและมีทางเดินแนวตั้งตรงกลางและขนาบทั้งสองข้าง โดยจำนวนแถวมักมีตั้งแต่ 14-24 แถว และมีจำนวนที่นั่งตั้งแต่ 8-16 ที่นั่งติดกัน แล้วจึงคั่นด้วยทางเดินแนวตั้งตรงกลาง



ภาพที่ 16 แสดงตัวอย่างรูปแบบการจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์แบบมีทางเดินตามยาวตรงกลาง
ที่มา โรงภาพยนตร์เมเจอร์

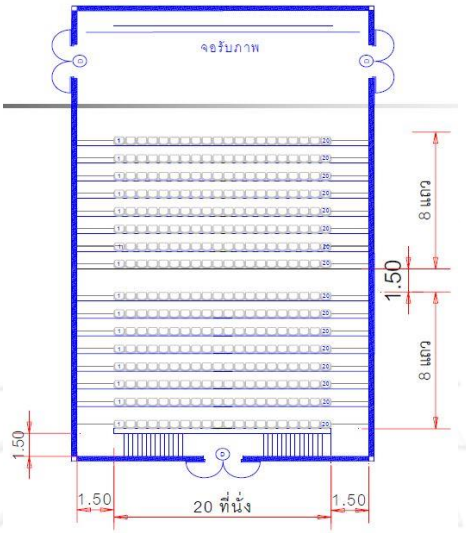
2.3 มาตรฐานและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องในด้านความปลอดภัยของโรงภาพยนตร์

2.3.1 กฎกระทรวง ว่าด้วยอนุญาตให้ใช้เพื่อประกอบกิจการโรงมหรสพประเภทและระบบความปลอดภัย ของโรงมหรสพ และอัตราค่าธรรมเนียมสำหรับการขอต่อใบอนุญาต พ.ศ. 2550 (มหาดไทย, 2550)

ออกโดยกระทรวงมหาดไทย โดยมีผลบังคับใช้ตั้งแต่ 18 ก.ค. 2550 โดยแต่เดิมนั้นเรื่องของโรงมหรสพมีพระราชบัญญัติป้องกันภยันตรายอันเกิดแต่การเล่นมหรสพ พระพุทธศักราช 2464 ใช้บังคับ ซึ่งต่อมา ถูกยกเลิกโดย พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2543 และการควบคุมโรงมหรสพก็กลายมาเป็นส่วนหนึ่งของกฎหมายควบคุมอาคารตั้งแต่ นั้นมา แต่เนื่องจากก่อนหน้านี้ยังไม่มีกฎกระทรวงออกมารองรับ จึงยังคงใช้ประกาศกรมโยธาธิการที่ออกใช้บังคับในปี พ.ศ. 2539 ต่อไปอยู่ การออกกฎกระทรวงควบคุมอาคารใหม่ฉบับนี้ จึงทำให้ประกาศกรมโยธาธิการฉบับดังกล่าวถูกยกเลิกไปโดยปริยาย โดยเนื้อหาของกฎกระทรวง ประกอบด้วย ข้อกำหนดเกี่ยวกับจำนวนและระยะห่างของสิ่งของหรือส่วนต่างๆ ภายในและภายนอกอาคารที่ใช้เป็นโรงมหรสพ เช่น การจัดที่นั่งคนดู จำนวนทางออกหรือประตูทางออก ระยะห่างของประตูทางออกและที่นั่งจากบันไดหนีไฟ ลักษณะของประตูทางออกและทางออก ทางเดินภายนอกโดยรอบอาคารโรงมหรสพ เป็นต้น โดยมีเนื้อหาสรุปได้ดังนี้

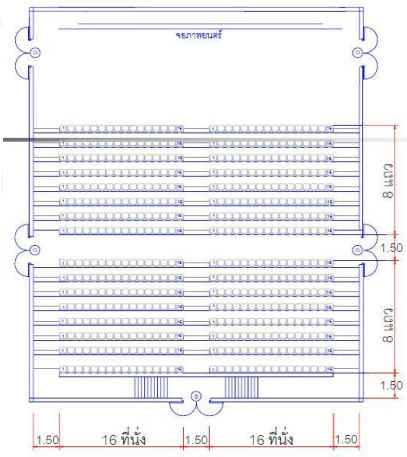
การจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์

- การจัดที่นั่งแบบติดกันหมดและปลายสองด้านติดทางเดิน จะมีที่นั่งได้ไม่เกิน 20 ที่นั่งต่อแถว



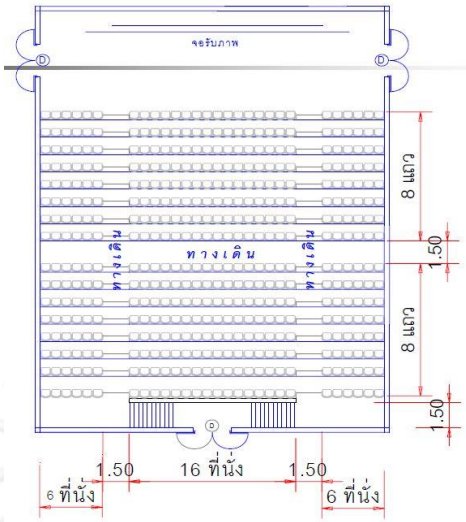
ภาพที่ 17 แสดงรูปแบบการจัดที่นั่งแบบ 20 ที่นั่งติด
ที่มา คู่มือปฏิบัติการควบคุมโรงมหรสพ

- การจัดที่นั่งแบบติดกันตลอดแถวเกินกว่า 1 ตอน และปลายสองด้านติดทางเดิน จะมีที่นั่งได้ไม่เกิน 16 ที่นั่งต่อแถว



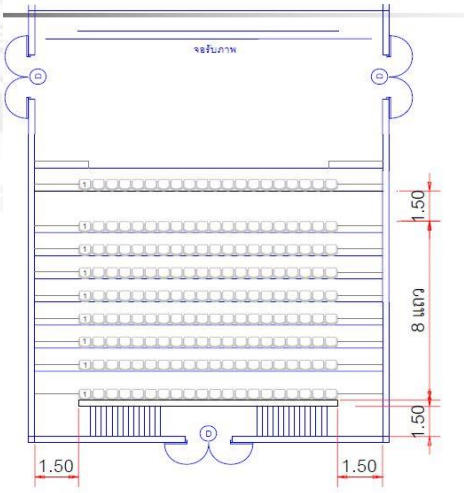
ภาพที่ 18 แสดงรูปแบบการจัดที่นั่งแบบ 16 ที่นั่งติด
ที่มา คู่มือปฏิบัติการควบคุมโรงมหรสพ

- การจัดที่นั่งติดผนังด้านข้างโรงภาพยนตร์จะมีที่นั่งได้ไม่เกิน 6 ที่นั่งต่อแถว



ภาพที่ 19 แสดงรูปแบบการจัดที่นั่งแบบติดผนัง
ที่มา คู่มือปฏิบัติการควบคุมโรงมหรสพ

- ทุกระยะที่นั่งไม่เกิน 8 แถว ต้องจัดให้มีทางเดินตามขวางความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร



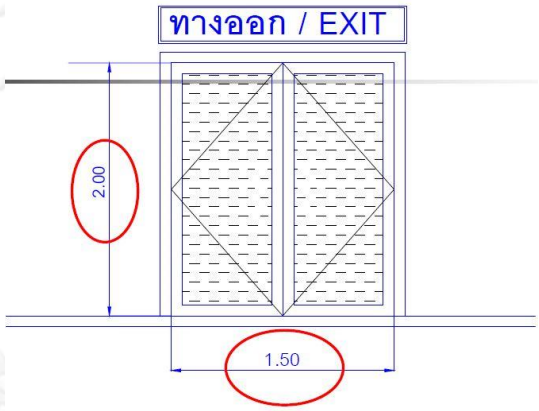
ภาพที่ 20 ทุกระยะที่นั่งไม่เกิน 8 แถว ต้องมีทางเดินตามขวางกว้าง 1.5 เมตร
ที่มา คู่มือปฏิบัติการควบคุมโรงมหรสพ

ทางเดินภายในโรงภาพยนตร์

- ทางเดินรอบภายในโรงต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร
- ทางเดินรอบภายในโรงต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร
- ทางเดินตามยาวต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร
- ทุกระยะที่นั่งไม่เกิน 8 แถว ต้องจัดให้มีทางเดินตามขวางความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร

ทางออกภายในโรงภาพยนตร์

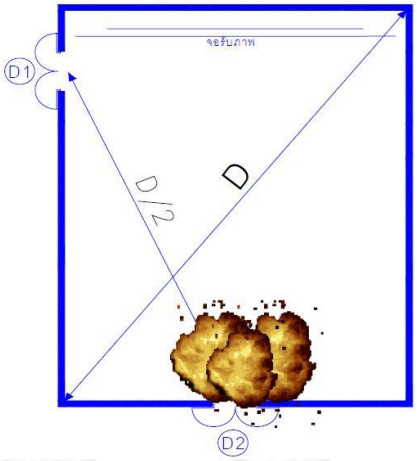
- ทางออกมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร สูงไม่น้อยกว่า 2 เมตร และขนาดความกว้างของทางออกทุกแห่งรวมกันต้องเป็นไปตามจำนวนที่นั่งคนดูในอัตราส่วน 1 เซนติเมตรต่อที่นั่ง



ภาพที่ 21 แสดงขนาดความกว้างทางออก
ที่มา คู่มือปฏิบัติการควบคุมโรงมหรสพ

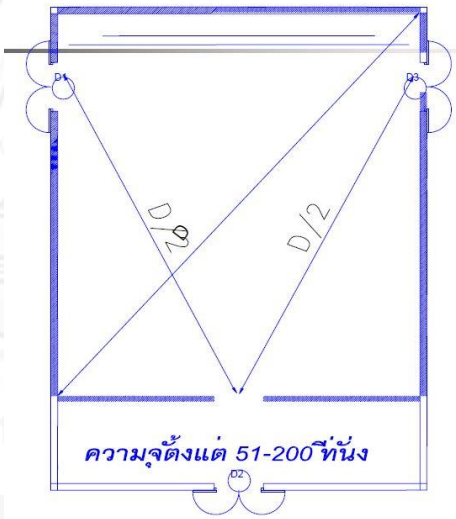
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- ทางออกต้องตรงกับทางเดินตามขวาง
  กำหนดให้ความยาวของเส้นทแยงมุมที่ยาวที่สุดเท่ากับ D
- หากมีประตูตั้งแต่ 2 ประตู ต้องมีระยะของประตูไม่น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของเส้นทแยงมุมที่ยาวที่สุด (D/2)
- ความจุคนไม่เกิน 50 คน ต้องมีทางออกไม่น้อยกว่า 2 แห่ง



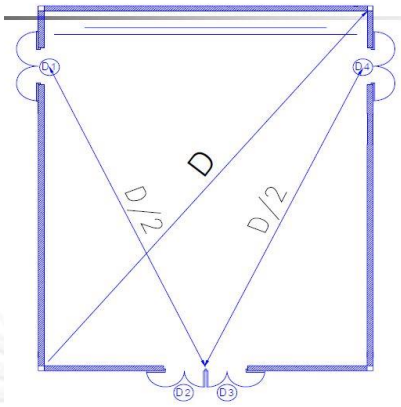
ภาพที่ 22 แสดงตำแหน่งทางออกจำนวนทางออก 2 ทางออก
ที่มา คู่มือปฏิบัติการควบคุมโรงมหรสพ

- ความจุ 50 – 250 คน ต้องมีทางออกไม่น้อยกว่า 3 แห่ง



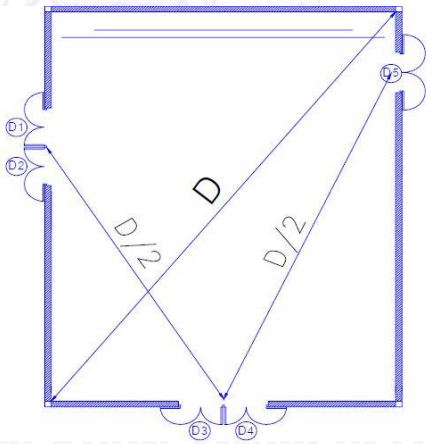
ภาพที่ 23 แสดงตำแหน่งทางออกจำนวนทางออก 3 ทางออก
ที่มา คู่มือปฏิบัติการควบคุมโรงมหรสพ

- ความจุ 251-600 คน ต้องมีทางออกไม่น้อยกว่า 4 แห่ง



ภาพที่ 24 แสดงตำแหน่งทางออกจำนวนทางออก 4 ทางออก
ที่มา คู่มือปฏิบัติการควบคุมโรงมหรสพ

- ความจุ 600 คนขึ้นไป ต้องมีทางออกไม่น้อยกว่า 5 แห่ง



ภาพที่ 25 แสดงตำแหน่งทางออกจำนวนทางออก 5 ทางออก
ที่มา คู่มือปฏิบัติการควบคุมโรงมหรสพ

ทางหนีไฟ

- ทางหนีไฟจะต้องมีขีดความสามารถในการระบายคนออกไปสู่ภายนอกอาคารได้หมดในเวลา 1 ชั่วโมง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3.2 การคำนวณเวลาอพยพหนีภัยตามมาตรฐาน NFPA 101 Life safety code

ในการคำนวณเวลาในการอพยพออกจากอาคาร ภายใต้มาตราฐานของ NFPA 101 Life safety code ได้กำหนดการคำนวณเวลาอพยพหนีไฟเพื่อความปลอดภัย โดย ขนิษฐา ส่งสกุลชัย, ปรณัฐ วิสุวรรณ , และ สุภัทร พัฒน์วิชัยโชติ (2555) ได้แสดงวิธีการคำนวณไว้ดังนี้

1. ความหนาแน่น

ความหนาแน่น คือ การวัดระดับการกระจุกตัวในเส้นทางอพยพ มีหน่วยเป็นคนต่อตารางเมตร ความหนาแน่นกับความเร็วในการอพยพมีความสัมพันธ์กัน ถ้าความหนาแน่นต่ำ ความเร็วในการอพยพจะสูง แต่ถ้าความหนาแน่นสูง ความเร็วในการอพยพจะต่ำ

2. ความเร็วในการอพยพ

ถ้าความหนาแน่นน้อยกว่า 0.54 คนต่อตารางเมตร คนจะอพยพด้วยความเร็วอิสระที่ไม่ขึ้นกับความเร็วของคนอื่น แต่ถ้าความหนาแน่นมากกว่า 3.8 คนต่อตารางเมตร จะเกิดการหยุดชะงัก จนกว่าความหนาแน่นจะลดลง หลังจากมีคนผ่านจุดนั้นออกไปบ้างแล้วจนพอขยับได้ ระหว่างขอบเขตความหนาแน่นที่ 0.54 และ 3.8 คนต่อตารางเมตร ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและความหนาแน่น มีลักษณะ เป็นแบบเส้นตรง ดังนี้

$$S = k - akD \quad (1)$$

S = ความเร็วในการอพยพ (เมตรต่อวินาที)

D = ความหนาแน่น (คนต่อตารางเมตร)

a = ค่าคงที่ เท่ากับ 0.266

k = ค่าคงที่ จะมีค่าแตกต่างกันไปดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 2 แสดงค่าคงที่ (k) สำหรับการคำนวณความเร็วในการอพยพ

ส่วนประกอบต่างๆ		**ค่า k**	**อัตราไหลจำเพาะสูงสุด (p/m.s)**
ช่องทางเดิน ประตู และทางลาด		1.40	1.32
บันได			
ลูกตั้ง (มม.)	ลูกนอน (มม.)		
190	254	1.00	0.94
178	279	1.08	1.01
165	305	1.16	1.09
165	330	1.23	1.16

3. อัตราการไหลจำเพาะ

อัตราการไหลจำเพาะ คือ จำนวนคนที่ไหลเคลื่อนผ่านจุดใดจุดหนึ่งต่อหน่วยเวลาต่อหน่วยความกว้างทางที่ใช้ได้จริง ดังแสดงในสมการที่ 2 และอัตราการไหลจำเพาะที่มากที่สุด จะเกิดเมื่อความหนาแน่นเท่ากับ 1.9 คนต่อตารางเมตร

$$Fs = SD \qquad (2)$$

รวมสมการ (1) และ (2) จะได้

$$Fs = (1 - aD)kD \qquad (3)$$

4. อัตราการไหลที่คำนวณได้

อัตราการไหลที่คำนวณได้ คือ จำนวนผู้คนที่คาดการณ์ว่าจะไหลเคลื่อนผ่านจุดใดจุด หนึ่ง มีหน่วยเป็นคนต่อวินาที ดังแสดงในสมการที่ 4

$$Fc = Fs\ We \qquad (4)$$

5. เวลาในการอพยพ

เวลาในการอพยพ แสดงในสมการที่ 5

$$Tp = P / Fc \qquad (5)$$

P = จำนวนคน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 เครื่องมือในการจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการวิจัย

จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในบทที่ 2 ส่งผลให้ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้โปรแกรม Pathfinder 2013 ซึ่งประกอบด้วยคุณลักษณะที่ตอบสนองต่องานวิจัยนี้คือ

3.1.1 คุณสมบัติของโปรแกรม Pathfinder 2013

1. สามารถแสดงผลการจำลองสถานการณ์ในรูปแบบ 3 มิติได้ และเวลาตามจริงได้
2. สามารถจำลองสถานการณ์กับอาคารประเภทโรงภาพยนตร์ได้
3. สามารถปรับค่าตัวแปรของทางออกเพื่อจำลองการเคลื่อนไหวของคนไปยังประตูทางออก ประกอบด้วย การกำหนดทิศทางการออกของประตู ตำแหน่ง ขนาดความกว้างทางออก เป็นต้น
4. สามารถปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรของผู้ใช้แต่ละคนได้ เช่น ขนาดสัดส่วนร่างกาย ความเร็วในการเดิน และมีพฤติกรรมเป็นของตัวเอง เช่น การเลือกประตูทางออก การรอคิว ซึ่งในการจำลองสถานการณ์ ผู้ใช้แต่ละคนจะใช้สภาพแวดล้อมที่อยู่รอบตัวขณะนั้นในการตัดสินใจว่าจะไปทาง ซึ่งการปรับค่าตัวแปรที่แตกต่างกันเหล่านี้จะส่งผลต่อการเลือกประตูทางออกที่แตกต่างกัน
5. มีการตรวจสอบความถูกต้องน่าเชื่อถือของงานวิจัยในหลายวิธี

3.1.2 หลักการ อัลกอรึธึมและเงื่อนไขในการทำงานของโปรแกรม Pathfinder 2013

โดย Thornton, O'Konski, Klein, Hardeman, และ Swenson (2012) ได้แสดงหลักการทำงานของโปรแกรม โดยโปรแกรมจะทำการกำหนดให้ผู้ใช้ (agent) ในโปรแกรมในโหมดที่เรียกว่า Steering Mode เพื่อควบคุมให้ผู้ใช้อยู่ในเส้นทางเพื่อไปยังทางออก โดยเมื่อผู้ใช้เดินไปตามเส้นทางจะมีการกำหนดค่าเข้าไปในโปรแกรมได้

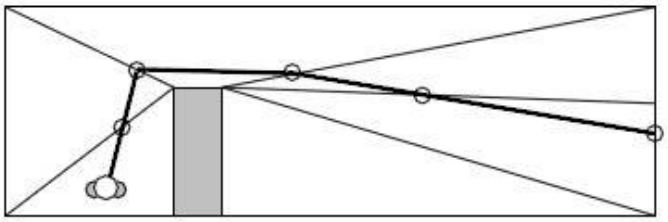
หลักการทำงานในโหมดนี้คือ ผู้ใช้จะเดินไปตามเส้นทาง (seek curve) ในขณะเดียวกันก็จะมีปฏิกริยาตอบสนองกับสิ่งแวดล้อมโดยรอบ โดยสถานะของผู้ใช้ในโหมดนี้จะประกอบด้วย 2 สถานะ คือ

1. สถานะการค้นหา (seeking) เป็นการที่ผู้ใช้พยายามที่จะไปตามเส้นทางเพื่อไปยังจุดหมาย โดยจะใช้หลักการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด (Path Planning) ที่ได้จากการคำนวณในโปรแกรม ในสถานะนี้จะประกอบด้วย การค้นหา (seek), การหลบหลีกผู้ใช้อื่น (avoid occupants) และ การหลบผนัง (avoid walls)

2. สถานะนิ่งเฉย (idling) เป็นการที่ผู้ใช้รอเพื่อให้ถึงเวลาที่เหมาะสม หรือให้เกิดเหตุการณ์ใดๆ ขึ้น ในสถานะนี้จะประกอบด้วย การแยกจากกัน (separation), การหลบหลีกผู้ใช้อื่น (avoid occupants) และ การหลบผนัง (avoid walls) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้
    - การค้นหา (seek) เป็นการที่ผู้ใช้เดินไปตามเส้นทางเพื่อไปยังทางออก
    - การแยกจากกัน (separation) เป็นการที่ผู้ใช้รักษาระยะห่างระหว่างผู้ใช้อื่นๆ โดยสามารถคำนวณได้จากสมการภายในโปรแกรม
    - การหลบผนัง (avoid walls) เป็นพฤติกรรมในการค้นหาผนังและให้ผู้ใช้หลบออกจากผนังนั้นเพื่อไม่ให้เกิดการชนผนังขึ้น โดยสามารถคำนวณได้จากสมการภายในโปรแกรม
    - การหลบหลีกผู้ใช้อื่น (avoid occupants) เป็นการหลบการชนระหว่างผู้ใช้อื่นๆ โดยสามารถคำนวณได้จากสมการภายในโปรแกรม

เมื่อทำการจำลองสถานการณ์มื่อผู้ใช้ทำการค้นหาทางออก ผู้ใช้จะทำการคำนวณว่าจะไปยังทางออกที่เป็นจุดหมายได้อย่างไร โดยสามารถอธิบายหลักการทำงานของโปรแกรม Pathfinder 2013 ในการค้นหาทางออกของผู้มใช้ได้ดังนี้

1. ทำการคำนวณหาเส้นทางที่สั้นที่สุด (shortest path algorithm) โดยใช้หลักการที่เรียกว่า เอ สตาร์ เพื่อไปยังทางออกได้รวดเร็วที่สุด และเส้นทางที่สั้นที่สุด



ภาพที่ 26 แสดงการหาเส้นทางของผู้ใช้ด้วยหลักการ เอ สตาร์ ในโปรแปรม Pathfinder 2013

แต่วิธีนี้ก็ส่งผลให้เกิดปัญหาต่างๆ ในการจำลองสถานการณ์ เช่น การรอคิว การเกิดปัญหาคอขวด และไม่ส่งผลให้เกิดการเลือกเส้นทางอื่นเมื่อเกิดการติดขัด (select alternative route) ของผู้ใช้

2. การนำหลักการ Locally Quickest มาแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในข้อ 1 โดยมีหลักการคือ เมื่อผู้ใช้คำนวณและเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุดไปยังทางออกแล้ว ผู้ใช้จะทำการเปรียบเทียบระหว่างเวลาที่สั้นที่สุดไปยังทางออก กับเวลาใน

การรอคิวในทางออกนั้น แล้วจึงเลือกเส้นทางที่ใช้เวลาน้อยกว่า โดยมีหลักการย่อย 2 ประการคือ

- ผู้ใช้จะตัดสินใจเลือกเส้นทางที่ไกลกว่าเมื่อเส้นทางที่สั้นที่สุดเกิดการแออัด (Local Movement Time)
- ผู้ใช้จะทำการคำนวณเวลาในการรอคิวในทางออกนั้น (Door Queue Approximation) โดยเลือกค่าที่มากกว่าระหว่างระยะทางที่สั้นที่สุดของความเร็วในการเดิน และ เวลาในการรอคิวที่ทางออกนั้น ซึ่งโปรแกรมจะทำการคำนวณขนาดของคิว (queue size) โดยนับจำนวนผู้ใช้ในทางออกนั้นที่อยู่ก่อนหน้า แล้วจึงจะสามารถคำนวนเวลาในการรอคิวที่ทางออกนั้นได้ โดยเปรียบเทียบกับมาตราฐานของ SFPE Handbook

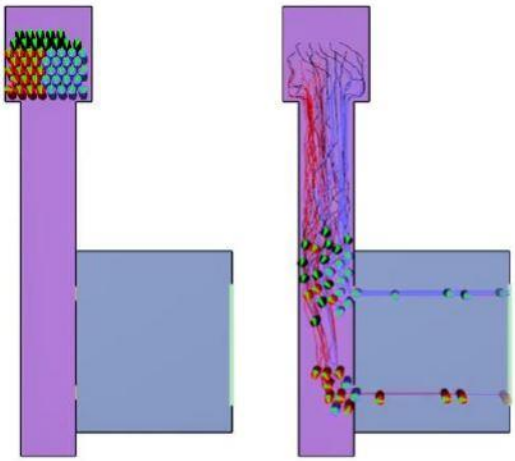
3. การป้องกันการเดินย้อนกลับเส้นทางเดิม (Backtrack Prevention) ในการคำนวณขนาดของคิว ผู้ใช้จะรับรู้ข้อมูลเฉพาะภายในห้องที่อยู่เท่านั้น หากขนาดของคิวภายในห้องนั้นมีจำนวนมาก จะทำให้เกิดสถานการณ์ที่ผู้ใช้เดินย้อนกลับไปยังห้องเดิมที่ผ่านมาแล้วได้ ซึ่งการแก้ปัญหาสามารถทำได้โดย ทางออกที่ใช้ได้จะต้องเป็นเส้นทางที่สั้นที่สุดไปยังทางออกกว่าทางที่เข้ามา และทางที่เข้ามาจะไม่สามารถย้อยกลับไปได้ ซึ่งการทำงานในข้อ 3 นี้ อาจจะไม่ทำงานได้หากจำเป็นจริงๆ เช่น เกิดการดันกันอย่างมาก เป็นต้น
4. เมื่อขนาดของคิวมีจำนวนมาก จะส่งผลให้เกิดการเดินอ้อมไปมาระหว่างห้องเพื่อไปยังทางออกที่มีทางเดียว (Downstream Queues) ซึ่งสามารถแก้ปัญหานี้ได้โดยการเลือกเส้นทางที่ดีที่สุดในแต่ละทางออกของแต่ละห้อง ถ้าเส้นทางนั้นผ่านห้องปัจจุบัน ผู้ใช้จะแทนค่าเวลานั้นด้วยเวลาในห้องปัจจุบันนั้น และเปรียบเทียบเวลานั้น โดยจะเลือกเวลาที่มากกว่าระหว่างเวลาที่คำนวณได้ในห้องปัจจุบันเพื่อไปยังทางออกกับเวลาที่ใช้ในการรอคิวที่ทางออก

3.1.3 ค่าความแม่นยำในการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Pathfinder 2013

การแสดงความแม่นยำในการทำงานของโปรแกรม Pathfinder 2013 โดยโปรแกรมจะทำการเปรียบเทียบกับ 3 สิ่ง คือ

1. การเปรียบเทียบกับงานวิจัย (Thornton et al., 2012) จากการสำรวจการเดินออกจากห้องของผู้ใช้ภายในห้องขนาดเล็กเพื่อไปตามทางไปยังทางออก ตำแหน่งเริ่มต้นของผู้ใช้จะอยู่ด้านบนซ้ายเพื่อไปทางออกด้านล่างขวา โดยกล่าวว่า “ผู้ใช้จะที่อยู่ด้านซ้ายหรืออยู่แถวหน้าตรงกลางของกลุ่มจะเลือกทางออกแรก ผู้ใช้ในแถวหลังจะมีแนวโน้มที่จะเลือกทางออกที่สอง”

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 27 แสดงตำแหน่งของผู้ใช้, การเลือกเส้นทางและทางออกจากกรณีตัวอย่าง

โดยผลลัพธ์แสดงได้ดังรูป

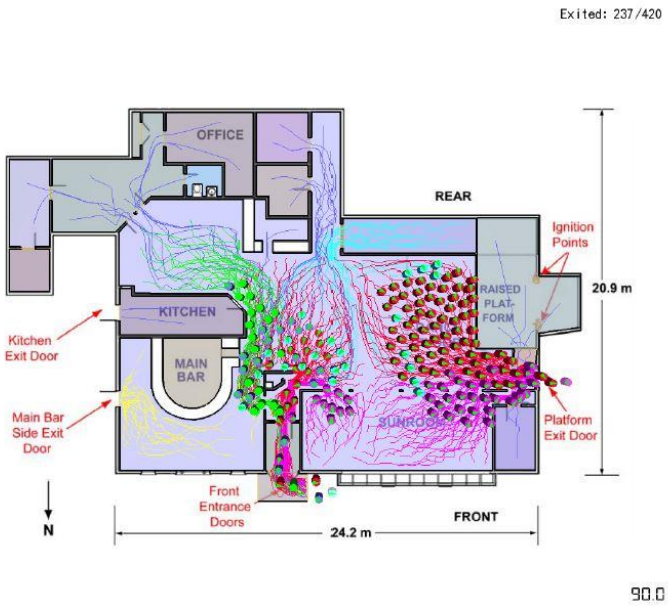
Pathfinder Exit Usage

	Top	Bottom
Left (blue)	16	4
Right (red)	5	13
Back (black)	5	7

ภาพที่ 28 แสดงผลลัพธ์การจำลองสถานการณ์จากกรณีตัวอย่าง

สามารถสรุปได้ว่าผลที่จากจากการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Pathfinder 2013 มีความใกล้เคียงกับผลการสำรวจของงานวิจัย

2. การเปรียบเทียบกับโปรแกรมจำลองสถานการณ์อื่น (Thunderhead Engineering, 2013) โดยได้ทำการเปรียบเทียบกับกรณีการเกิดอัคคีภัยที่มีชื่อเสียง คือ Station Nightclub ในปี 2003 เป็นตัวอย่าง กับโปรแกรมจำลองสถานการณ์อื่น คือ buildingEXODUS และ Simulex โดยได้กำหนดกรณีในการอพยพและทำการปรับค่าตัวแปรต่างๆ ให้มีค่าเท่ากัน



ภาพที่ 29 แสดงการจำลองสถานการณ์จากโปรแกรม Pathfinder 2013

สามารถสรุปได้ว่าผลที่ได้จากโปรแกรม Pathfinder 2013 ให้ผลลัพธ์เวลาในการจำลองสถานการณ์มีความใกล้เคียงกับโปรแกรม buildingEXODUS และ Simulex ในทุกกรณีทดสอบ

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ทำการสำรวจเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์จริงของผู้ใช้นำมาเปรียบเทียบกับเวลาในการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Pathfinder 2013

3. การเปรียบเทียบกับเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์จริงของผู้ใช้จากการสุ่มตัวอย่าง พบว่าเวลาที่ใช้ในการออกจากโรงภาพยนตร์จริงเท่ากับ 155.0 วินาที และเวลาที่ได้จากจำลองสถานการณ์เท่ากับ 108.8 วินาที ซึ่งแตกต่างกัน 46.2 วินาที โดยมีทางออกเปิดจำนวน 1 ทางออก บริเวณด้านหน้า และมีความจุ 167 คน สรุปได้ว่า การเลือกทางออกของผู้ใช้มีความเหมือนกับการจำลองสถานการณ์ หากเปรียบเทียบผลของเวลาจริงกับเวลาที่ได้จากการจำลองสถานการณ์พบว่าเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์จริงจะใช้เวลามากกว่าเวลาในการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Pathfinder 2013 เนื่องจากในสถานการณ์จริง มีค่าหน่วงเวลาในการลุกจากที่นั่ง ซึ่งในการจำลองสถานการณ์ ค่าการหน่วงเวลานี้ไม่สามารถกำหนดให้แน่นอนและมีความแม่นยำได้ จึงส่งผลให้ผลของเวลาที่ได้ไม่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงไม่มีการกำหนดค่าหน่วงเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์

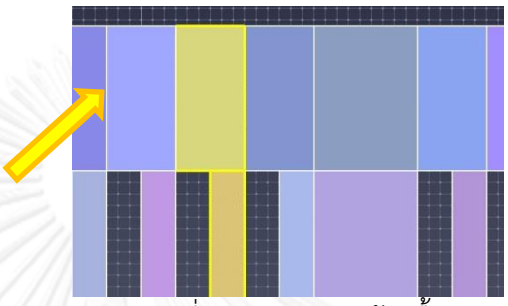
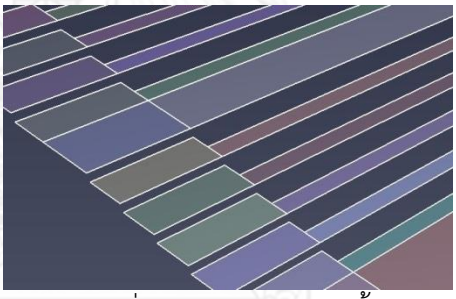
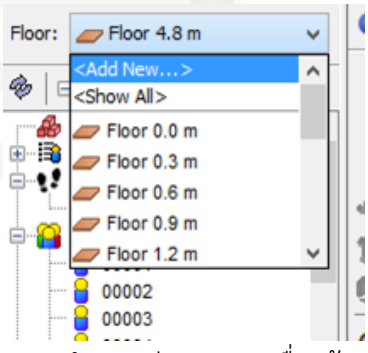
3.1.4 กำหนดค่าเพื่อการจำลองสถานการณ์การออกจากโรงภาพยนตร์ด้วยโปรแกรม Pathfinder 2013

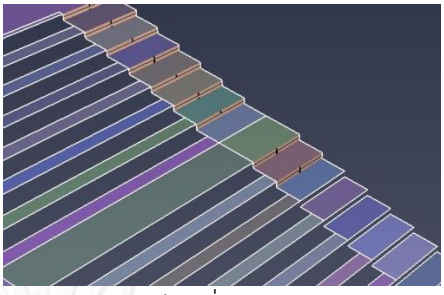
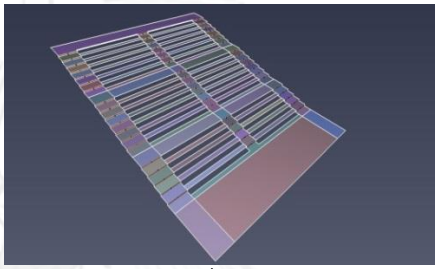
การกำหนดค่าในโปรแกรม Pathfinder 2013 เพื่อการจำลองสถานการณ์การจากออกจากโรงภาพยนตร์ เพื่อให้ได้ค่าเวลาใกล้เคียงกับความจริงประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลัก คือ

1. ขั้นตอนการสร้างและการกำหนดค่าของโมเดลโรงภาพยนตร์ในการจำลองสถานการณ์ โดยโมเดลของโรงภาพยนตร์ จะใช้เพียงแต่ผังพื้น (plan) ของโรงภาพยนตร์เท่านั้น เพราะส่วนพื้นที่ที่ใช้ในการเดินเป็นส่วนใช้คำนวณผลภายในโปรแกรม แสดงได้ดังตาราง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

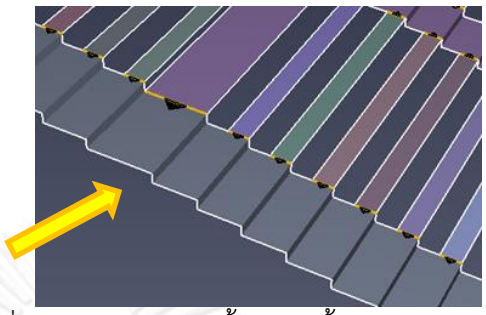
ตารางที่ 3 แสดงขั้นตอนการสร้างและการกำหนดค่าของโมเดลโรงภาพยนตร์ในการจำลองสถานการณ์

ขั้นตอนการและการกำหนดค่า	รายละเอียด
การสร้างพื้น (floors)	ทำการสร้างพื้นและกำหนดความสูงของพื้นแต่ละชั้นเพื่อเป็นแถวที่นั่ง  ภาพที่ 30 แสดงการสร้างพื้น  ภาพที่ 31 แสดงการสร้างพื้น  ภาพที่ 32 แสดงการกำหนดค่าความสูงเพื่อสร้างพื้นในแต่ละชั้น

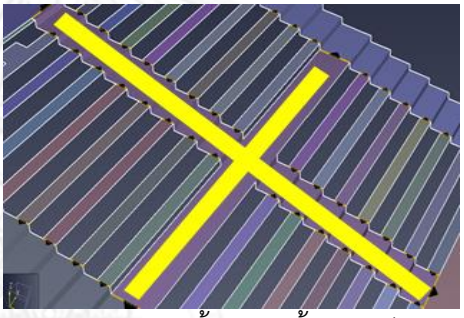
การสร้าง ขั้นบันได (stairs) 	สร้างขั้นบันไดเพื่อเชื่อมต่อระหว่างแถวที่นั่งในแต่ละชั้น  ภาพที่ 33 แสดงการสร้างบันได้เชื่อมต่อระหว่างแถวทีนั่งในแต่ละชั้น  ภาพที่ 34 แสดงการสร้างบันได้เชื่อมต่อระหว่างแถวทีนั่งในแต่ละชั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

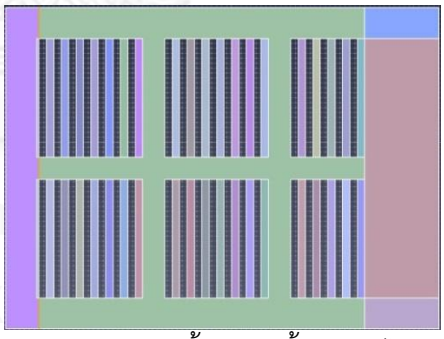
การรวมพื้นกับขั้นบันไดเข้าด้วยกัน	ทำการรวมพื้นเข้ากับขั้นบันไดให้เป็นวัตถุชิ้นเดียวกัน เพื่อให้เป็นแนวทางเดินภายในโรงภาพยนตร์



ภาพที่ 35 แสดงการรวมพื้นแต่ละชั้นกับบันไดเข้าด้วยกัน

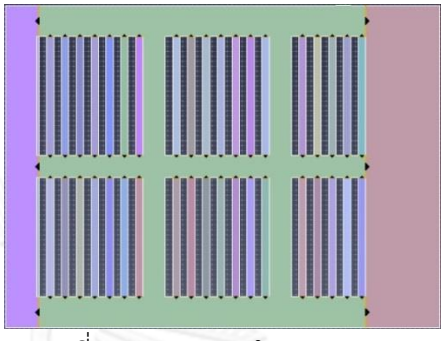


ภาพที่ 36 แสดงการรวมพื้นแต่ละชั้นกับบันไดเข้าด้วยกัน

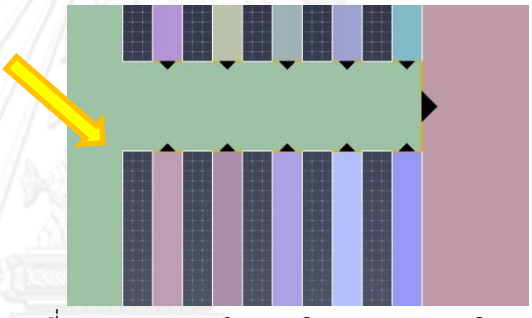


ภาพที่ 37 แสดงการรวมพื้นแต่ละชั้นกับบันไดเข้าด้วยกัน

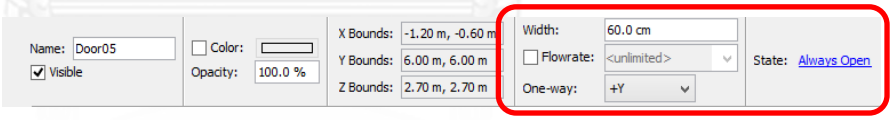
กำหนดตำแหน่งทางออกและทิศทางการออกในแต่ละแถวที่นั่ง	กำหนดตำแหน่งทางออก และทิศทางของทางออกนั้นว่าจะเป็นทิศทางการออกของผู้ใช้ ซึ่งจะกำหนดทางออกในแต่ละแถวที่นั่งจะกำหนดเป็นทางออกที่เดินออกได้อย่างเดียว



ภาพที่ 38 แสดงการกำหนดทางออก

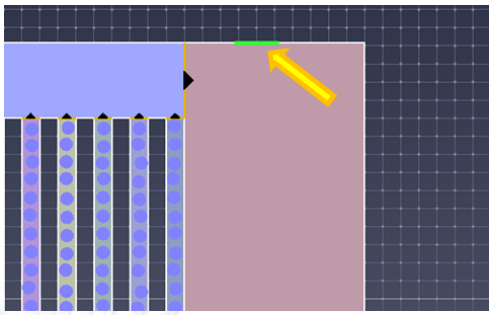


ภาพที่ 39 แสดงการกำหนดทิศทางการออกทิศทางเดียว

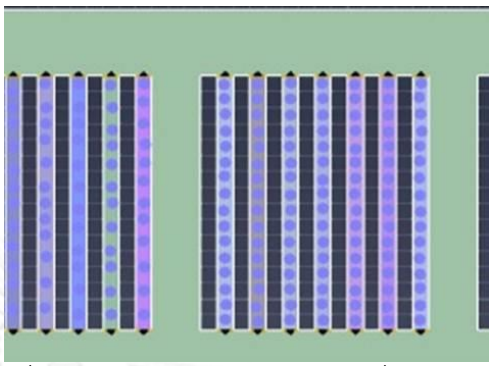
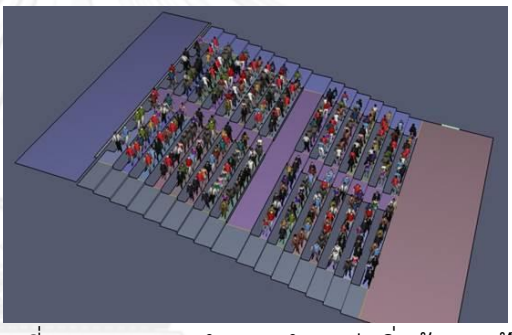


ภาพที่ 40 แสดงการกำหนดขนาดทางออกและทิศทางการออก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การกำหนดทางออกสู่ภายนอกโรงภาพยนตร์	ทำการกำหนดตำแหน่งทางออก (ประตู) เพื่อเป็นทางออกสู่ภายนอกโรงภาพยนตร์  ภาพที่ 41 แสดงการกำหนดทางออกสู่ภายนอกโรงภาพยนตร์ ภาพที่ 42 แสดงการกำหนดขนาดทางออกสู่ภายนอกโรงภาพยนตร์

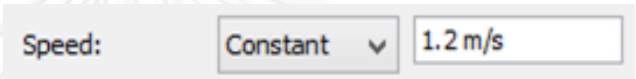
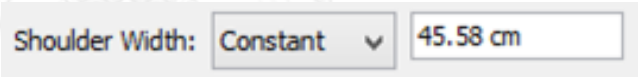
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กำหนดตำแหน่งเริ่มต้นของผู้ใช้	ทำการกำหนดตำแหน่งเริ่มต้นของผู้ใช้ภายในโรงภาพยนตร์ ผู้ใช้จะอยู่ตรงด้านหน้าของที่นั่งของตัวเองในแถวที่นั่งในท่ายืนเพื่อเตรียมออกจากโรงภาพยนตร์  ภาพที่ 43 แสดงการกำหนดตำแหน่งเริ่มต้นของผู้ใช้  ภาพที่ 44 แสดงการกำหนดตำแหน่งเริ่มต้นของผู้ใช้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. ขั้นตอนการกำหนดค่าตัวแปรของผู้ใช้ในการออกจากโรงภาพยนตร์ ในการปรับค่าตัวแปรของผู้ใช้โดยส่วนใหญ่จะอ้างอิงจากหลักการหาเส้นทางของโปรแกรม Pathfinder 2013 โดยในการจำลองสถานการณ์นี้กำหนดให้ผู้ใช้ทุกคนเป็นอิสระต่อกัน และผู้ใช้ทุกคนรู้ตำแหน่งทางออกทุกทางภายในโรงภาพยนตร์ แสดงได้ดังตาราง

ตารางที่ 4 แสดงขั้นตอนการกำหนดค่าตัวแปรของผู้ใช้ในการออกจากโรงภาพยนตร์ในการจำลองสถานการณ์

ค่าที่ต้องกำหนด	การกำหนดค่า
ความเร็วในการเดินของผู้ใช้	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.20 เมตรต่อวินาที  ภาพที่ 45 แสดงการกำหนดค่าความเร็วในการเดินของผู้ใช้
ขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้	มีค่าประมาณ 45.58 เซนติเมตร  ภาพที่ 46 แสดงการกำหนดขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้
ระยะห่างระหว่างบุคคล (comfort distance)	1 ฟุต หรือ 30 เซนติเมตร ภาพที่ 47 แสดงการกำหนดระยะห่างระหว่างบุคคล
การหน่วงเวลาก่อนการออกจากที่นั่ง (delay time)	ซึ่งในการจำลองสถานการณ์นี้จะทำการไม่กำหนดค่าการหน่วงเวลานี้ โดยมีสมมติฐานให้ผู้ใช้ทุกคนเริ่มเดินออกจากที่นั่งพร้อมกัน ภาพที่ 48 แสดงการกำหนดค่าหน่วงเวลาก่อนการลุกออกจากที่นั่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การเลือกทางออก	ไม่กำหนดว่าจะต้องออกทางใดแบบเฉพาะเจาะจง ภาพที่ 49 แสดงการกำหนดค่าการเลือกทางออกแบบไม่ออกทางใดแบบเฉพาะเจาะจง

3.2 การกำหนดกลุ่มตัวอย่างโรงภาพยนตร์

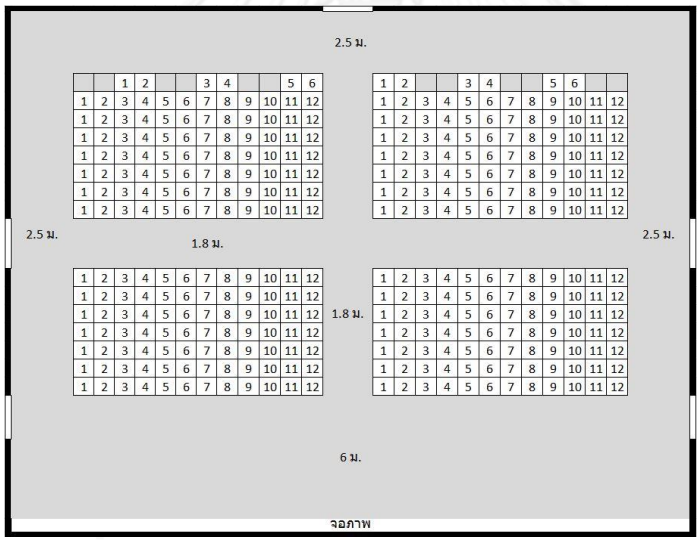
กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาได้แก่ โรงภาพยนตร์ขนาดกลาง ความจุตั้งแต่ 200 ถึง 600 ที่นั่ง ในเครือ บริษัท เมเจอร์ ซีนีเพล็กซ์ กรุ๊ป และ บริษัท เอส เอฟ ซีเนม่า ซิตี้ จำกัด ในเขตจังหวัดกรุงเทพมหานครเท่านั้น โดยมีวิธีการสุ่มตัวอย่างเพื่อเลือกโรงภาพยนตร์ แบบ Non-Probability Sampling ซึ่งมีขั้นตอนคือ ทำการศึกษาโรงภาพยนตร์ขนาดกลางตามกลุ่มตัวอย่างที่มีความจุในช่วงที่กำหนด แล้วทำการเลือกโรงภาพยนตร์ขนาดกลางความจุตั้งแต่ 340 ที่นั่ง 1 โรง และมากกว่า 500 ที่นั่ง 1 โรง ด้วยวิธีการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) ซึ่งเป็นโรงภาพยนตร์ที่จัดอยู่ในขนาดกลาง และมีมาตรฐานครอบคลุมเหมือนกัน ซึ่งโรงภาพยนตร์ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างจะมีความจุ 340 ที่นั่ง และ 552 ที่นั่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

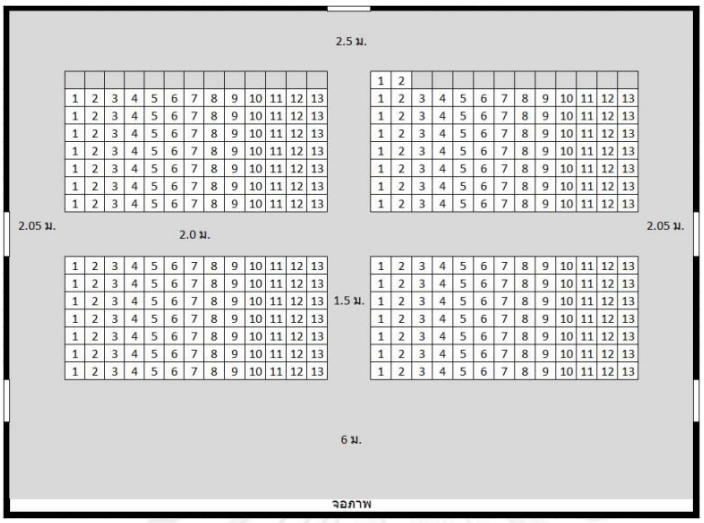
3.3 รูปแบบการจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์ที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์

การสร้างโมเดลแบบจำลองจากโรงภาพยนตร์ตัวอย่างความจุ 340 ที่นั่ง และ 552 ที่นั่ง จะนำมาปรับรูปแบบการจัดที่นั่งภายใต้ข้อกำหนดของกฎกระทรวง โดยกำหนดค่าขนาดความกว้าง ความยาว และความจุของผู้ใช้หรือจำนวนที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์ตัวอย่างให้คงที่ในทุกๆ กรณี ซึ่งรูปแบบการจัดที่นั่งที่สามารถเกิดขึ้นมี 6 รูปแบบ โดยแบ่งเป็นกรณี 340 ที่นั่ง 4 รูปแบบ และ 552 ที่นั่ง 2 รูปแบบ ดังนี้

ตารางที่ 5 แสดงรูปแบบการจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์ขนาด 340 ที่นั่ง และ 552 ที่นั่ง

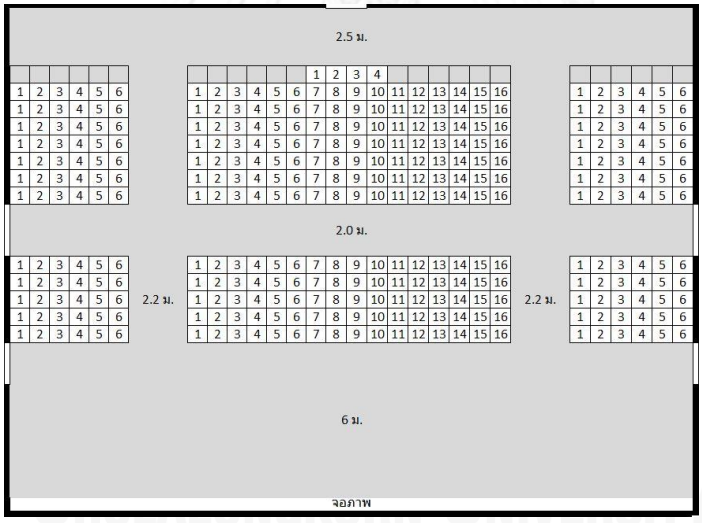
รูปแบบการจัดที่นั่งที่	**ภาพแสดงรูปแบบการจัดที่นั่ง**	**รายละเอียด**
1	 ภาพที่ 50 แสดงรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 1	ประกอบด้วย • จำนวนทางเดินตามขวาง 1 ทาง ขนาดความกว้างทางเดิน 1.8 เมตร • จำนวนทางเดินตามยาว 3 ทาง ขนาดความกว้างทางเดิน 2.5 เมตร แนวกลางขนาดความกว้างทางเดิน 1.8 เมตร • จำนวนแถวที่นั่ง 15 แถว จำนวนที่นั่งต่อแถว 24 ที่นั่ง

CHULALONGKORN UNIVERSITY

<table>
<tr>
<td>2</td>
<td>


ภาพที่ 51 แสดงรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 2
</td>
<td>ประกอบด้วย

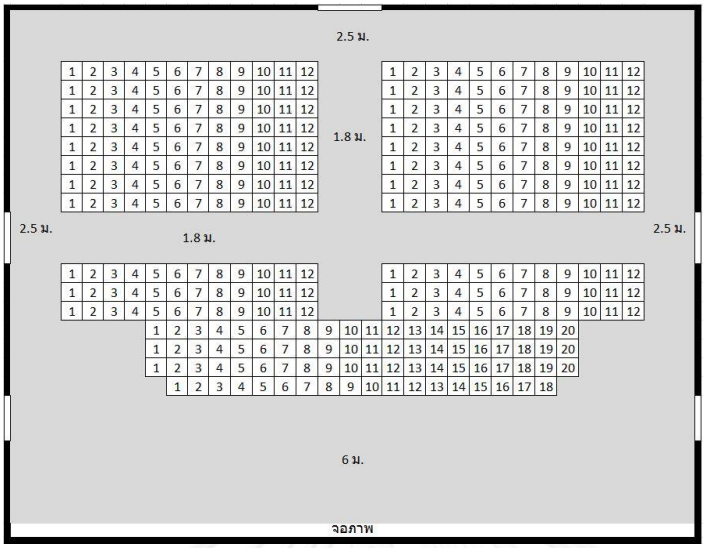
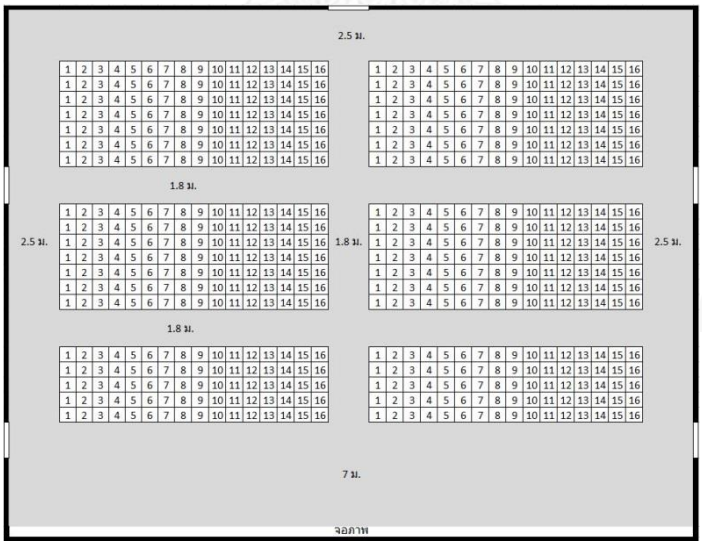
จำนวนทางเดินตามขวาง 1 ทาง ขนาดความกว้างทางเดิน 2 เมตร
จำนวนทางเดินตามยาว 3 ทาง ขนาดความกว้างทางเดิน 2.05 เมตร แนวกลางขนาดความกว้างทางเดิน 1.5 เมตร
จำนวนแถวที่นั่ง 15 แถว จำนวนที่นั่งต่อแถว 26 ที่นั่ง

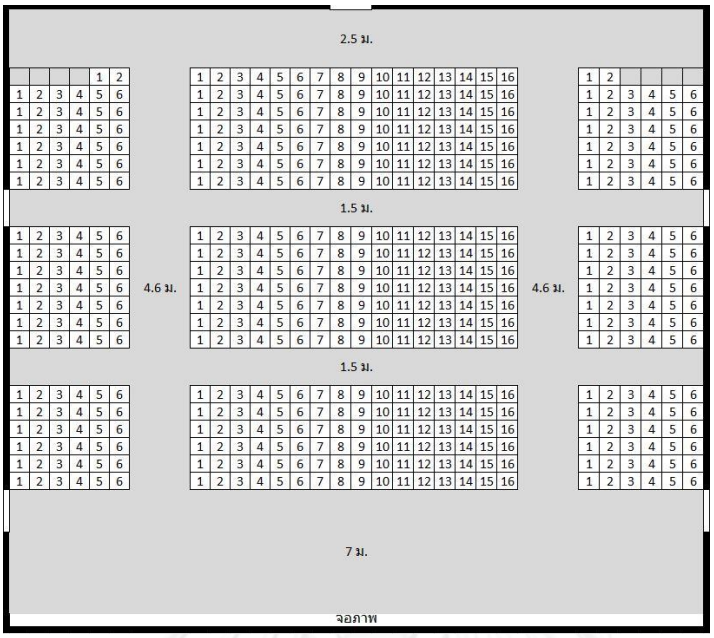
</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>


ภาพที่ 52 แสดงรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 3
</td>
<td>ประกอบด้วย

จำนวนทางเดินตามขวาง 1 ทาง ขนาดความกว้างทางเดิน 2 เมตร
จำนวนทางเดินตามยาว 2 ทาง ขนาดความกว้างทางเดิน 2.2 เมตร
จำนวนแถวที่นั่ง 13 แถว จำนวนที่นั่งต่อแถว 28 ที่นั่ง

</td>
</tr>
</table>

4	 ภาพที่ 53 แสดงรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 4	ประกอบด้วย ● จำนวนทางเดินตามขวาง 1 ทาง ขนาดความกว้างทางเดิน 1.8 เมตร ● จำนวนทางเดินตามยาว 2 ทาง ขนาดความกว้างทางเดิน 2.5 เมตร ● จำนวนแถวที่นั่ง 15 แถว จำนวนที่นั่งต่อแถว 24 ที่นั่ง แถวที่นั่ง 3 แถวล่าง จำนวนที่นั่งต่อแถว 20 ที่นั่ง และแถวล่างสุด จำนวนที่นั่งต่อแถว 18 ที่นั่ง
5	 ภาพที่ 54 แสดงรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 5	ประกอบด้วย ● จำนวนทางเดินตามขวาง 2 ทาง ขนาดความกว้างทางเดิน 1.8 เมตร ● จำนวนทางเดินตามยาว 3 ทาง ขนาดความกว้างทางเดิน 2.5 เมตร แนวกลาง 1.8 เมตร ● จำนวนแถวที่นั่ง 19 แถว จำนวนที่นั่งต่อแถว 32 ที่นั่ง

6	 ภาพที่ 55 แสดงรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 6	ประกอบด้วย ● จำนวนทางเดินตามขวาง 2 ทาง ขนาดความกว้างทางเดิน 1.5 เมตร ● จำนวนทางเดินตามยาว 2 ทาง ขนาดความกว้างทางเดิน 4.6 เมตร ● จำนวนแถวที่นั่ง 20 แถว จำนวนที่นั่งต่อแถว 28 ที่นั่ง ชั้นบนสุด 20 ที่นั่ง

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นในการจำลองสถานการณ์การออกจากโรงภาพยนตร์ของผู้ใช้

ทำการกำหนดตัวแปรที่คาดว่าจะส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ซึ่งเป็นผลจากรูปแบบการจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์ แสดงได้ดังนี้

1. ขนาดความกว้างของทางออก สัมพันธ์กับปริมาณการไหลออกของคนจากโรงภาพยนตร์ไปสู่ทางเดินภายนอก
2. จำนวนทางออก สัมพันธ์กับขนาดและรูปแบบของห้อง ถ้าโรงภาพยนตร์มีขนาดกว้างมาก จำเป็นต้องเพิ่มจำนวนประตูให้สอดคล้องกับการใช้งานด้วยเช่นกัน
3. ตำแหน่งทางออก มักมีความสัมพันธ์กับตำแหน่งของบันไดหนีไฟ จัดอย่างไรจึงให้ใกล้และสะดวกแก่การออกมากที่สุด

บทที่ 4
การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

ในบทนี้จะกล่าวถึงการเก็บและนำข้อมูลเวลาที่ใช้ในการออกจากโรงภาพยนตร์ของผู้ใช้ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ในแต่ละรูปแบบการจัดที่นั่ง เพื่อให้เห็นถึงความแตกต่างของเวลาใน โดยจะคำนึงรูปแบบทางออกที่สามารถพบเห็นได้โดยทั่วไปในโรงภาพยนตร์ เพื่อที่จะนำมาวิเคราะห์ผลของเวลาที่ได้จากการจำลองสถานการณ์

4.1 ตัวแปรที่ส่งผลต่อการจำลองสถานการณ์

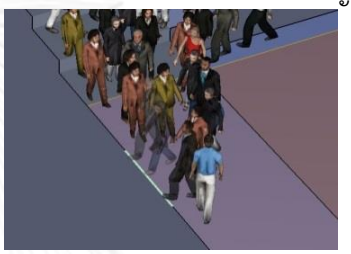
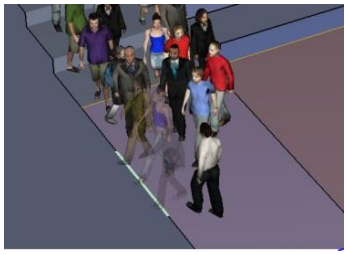
4.1.1 ขนาดความกว้างทางออก

การเปรียบเทียบขนาดความกว้างทางออกภายในโรงภาพยนตร์ ในรูปแบบการจัดที่นั่งต่างๆ โดยขนาดความกว้างทางออกที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อจำนวนผู้ใช้ที่จะออกได้ต่อครั้งและอัตราการไหลออกของผู้ใช้ที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 6 แสดงขนาดความกว้างทางออกที่ส่งผลต่อการออกจากโรงภาพยนตร์ของผู้ใช้

ขนาดความกว้างทางออก	ผลที่เกิดขึ้น
150 เซนติเมตร	ผู้ใช้สามารถออกได้ทีละ 1 – 2 คน ส่งผลต่อจำนวนของผู้ใช้ที่ออกได้ต่อครั้งมากขึ้นและอัตราการไหลออกของผู้ใช้เร็วขึ้น ภาพที่ 56 แสดงการออกจากโรงภาพยนตร์ของผู้ใช้ที่ขนาดความกว้างทางออก 150 เซนติเมตร
160 เซนติเมตร	ผู้ใช้สามารถออกได้ทีละ 1 – 2 คน โดยส่วนใหญ่เป็น 2 คน ภาพที่ 57 แสดงการออกจากโรงภาพยนตร์ของผู้ใช้ที่ขนาดความกว้างทางออก 160 เซนติเมตร

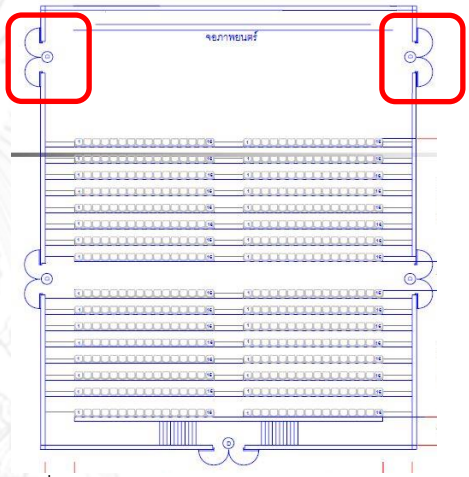
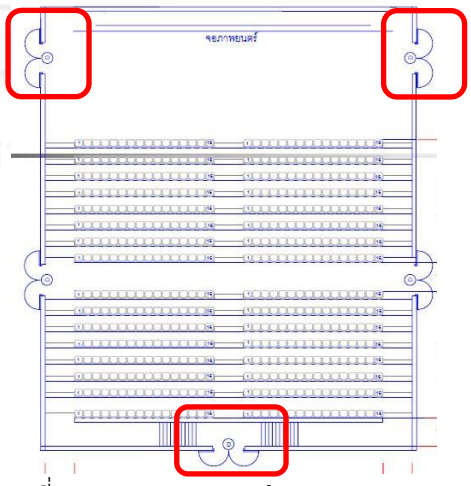
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

170 เซนติเมตร	ผู้ใช้สามารถออกได้ทีละ 1 – 2 คน โดยส่วนใหญ่เป็น 2 คน และมีอัตราการไหลที่มากขึ้น ภาพที่ 58 แสดงการออกจากโรงภาพยนตร์ของผู้ใช้ที่ขนาดความกว้างทางออก 170 เซนติเมตร
180 เซนติเมตร	ผู้ใช้สามารถออกได้ทีละ 1 – 3 คน โดยส่วนใหญ่เป็น 2 คน  ภาพที่ 59 แสดงการออกจากโรงภาพยนตร์ของผู้ใช้ที่ขนาดความกว้างทางออก 180 เซนติเมตร
190 เซนติเมตร	ผู้ใช้สามารถออกได้ทีละ 2 – 3 คน โดยส่วนใหญ่จะเป็น 2 คน ภาพที่ 60 แสดงการออกจากโรงภาพยนตร์ของผู้ใช้ที่ขนาดความกว้างทางออก 190 เซนติเมตร
200 เซนติเมตร	ผู้ใช้สามารถออกได้ทีละ 2 – 3 คน ส่งผลต่อจำนวนของผู้ใช้ที่ออกได้ต่อครั้งมากขึ้นและอัตราการไหลออกของผู้ใช้เร็วขึ้น  ภาพที่ 61 แสดงการออกจากโรงภาพยนตร์ของผู้ใช้ที่ขนาดความกว้างทางออก 200 เซนติเมตร

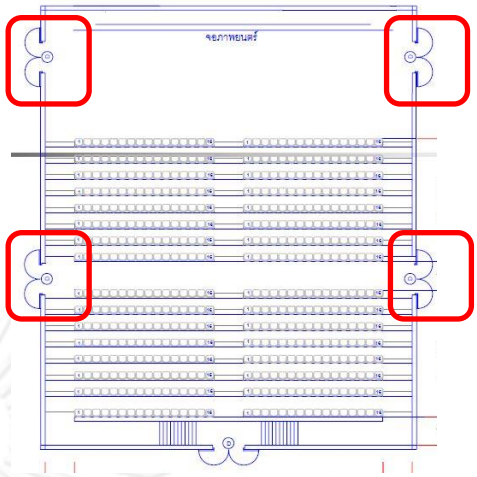
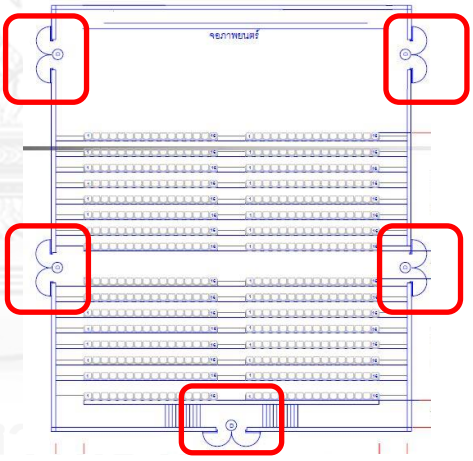
4.1.2 จำนวนทางออก

การเปรียบเทียบจำนวนทางออกภายในโรงภาพยนตร์ในการจำลองสถานการณ์จะทำการพิจารณาจำนวนทางออกตั้งแต่ 2 ทางออก ถึง 5 ทางออก แสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 7 แสดงจำนวนทางออกที่นำมาพิจารณา

จำนวนทางออก	รายละเอียด
2 ทางออก	 ภาพที่ 62 แสดงทางออกจำนวน 2 ทางออก
3 ทางออก	 ภาพที่ 63 แสดงทางออกจำนวน 3 ทางออก

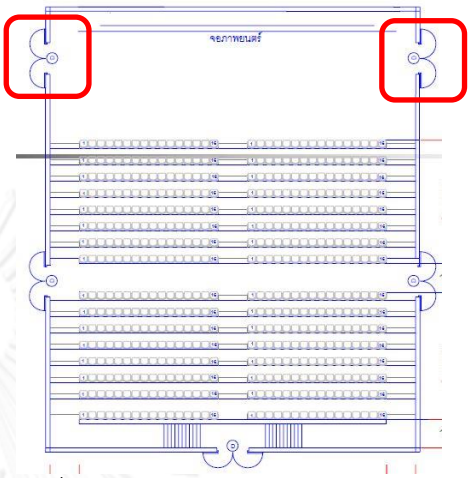
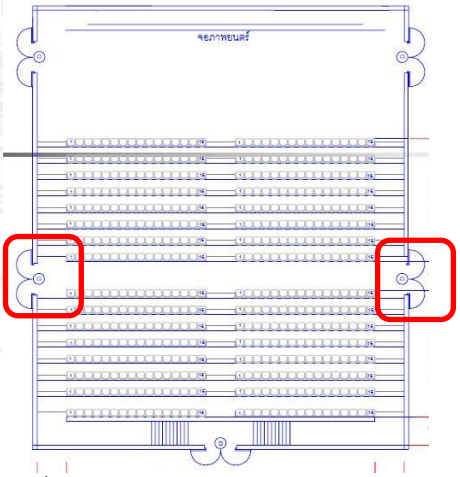
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn

4 ทางออก	 ภาพที่ 64 แสดงทางออกจำนวน 4 ทางออก
5 ทางออก	 ภาพที่ 65 แสดงทางออกจำนวน 5 ทางออก

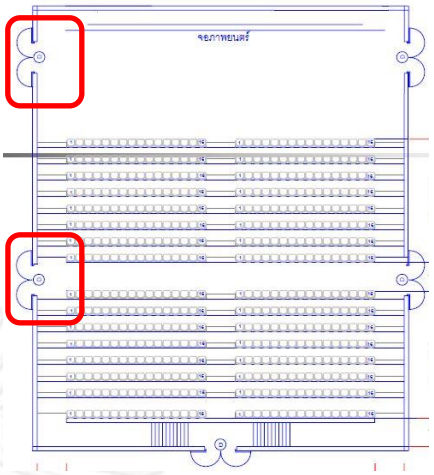
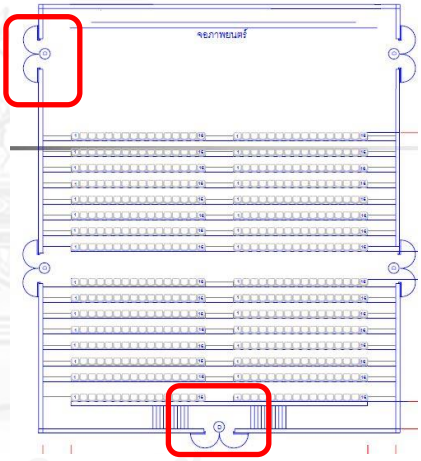
4.1.3 ตำแหน่งทางออก

การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกภายในโรง ในการจำลองสถานการณ์จะพิจารณาที่ทางออกจำนวน 2 ทางออก ซึ่งมีตำแหน่งแตกต่างกันคือ ตำแหน่งด้านหน้า ตำแหน่งตรงกลาง ตำแหน่งด้านหน้าและตรงกลาง และตำแหน่งด้านหน้าและด้านหลัง แสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 8 แสดงตำแหน่งทางออกที่นำมาพิจารณาในการจำลองสถานการณ์

ตำแหน่งทางออก	รายละเอียด
ด้านหน้า	 ภาพที่ 66 แสดงตำแหน่งทางออกด้านหน้า
ตรงกลาง	 ภาพที่ 67 แสดงตำแหน่งทางออกตรงกลาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ด้านหน้าและตรงกลาง	 ภาพที่ 68 แสดงตำแหน่งทางออกด้านหน้าและตรงกลาง
ด้านหน้าและด้านหลัง	 ภาพที่ 69 แสดงตำแหน่งทางออกด้านหน้าและด้านหลัง

4.2 การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

4.2.1 การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ตัวแปรที่ส่งผลต่อการออกจากโรงภาพยนตร์ขนาด 340 ที่นั่ง

การวิเคราะห์รูปแบบโรงภาพยนตร์ขนาด 340 ที่นั่ง ประกอบด้วย 3 ตัวแปร คือ ขนาดความกว้างทางออก จำนวนทางออก และตำแหน่งทางออก

4.2.1.1 ขนาดความกว้างทางออก

การเปรียบเทียบขนาดความกว้างทางออกภายในโรงภาพยนตร์ กรณีทางออก 2 ทางออกบริเวณด้านหน้าแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบขนาดความกว้างทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 1 ทางออกด้านหน้า 2 ทางออก

ขนาดทางออก (เซนติเมตร)	เวลา (วินาที)
150 cm	102.0
160 cm	96.5
170 cm	91.8
180 cm	87.8
190 cm	81.0
200 cm	76.8

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 1 เวลาที่ใช้ในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่มีความกว้างทางออกด้านหน้า 2 ทางออกที่กว้างขึ้น ส่งผลให้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ลดลง โดยช่วงเวลามีความแตกต่างกันในช่วง 4.2 - 6.3 วินาที โดยในช่วง 170 – 180 เซนติเมตรมีความต่างของเวลามากที่สุดคือ 11.0 วินาที และในช่วงอื่นๆ มีความต่างของเวลาในช่วง 2.0 – 6.3 วินาที

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบขนาดความกว้างทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 2 ทางออกด้านหน้า 2 ทางออก

ขนาดทางออก (เซนติเมตร)	เวลา (วินาที)
150 cm	106.3
160 cm	101.0
170 cm	95.3
180 cm	91.3
190 cm	89.5
200 cm	82.8

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 2 เวลาที่ใช้ในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่มีความกว้างทางออกด้านหน้า 2 ทางออกที่กว้างขึ้น ส่งผลให้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยมีความต่างของเวลาในช่วง 1.8 – 6.7 วินาที โดยในช่วง 190 – 200 เซนติเมตร มีความต่างของเวลามากที่สุดคือ 6.7 วินาที และในช่วงอื่นๆ มีความต่างของเวลาในช่วง 1.8 - 6.5 วินาที

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบขนาดความกว้างทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 3 ทางออกด้านหน้า 2 ทางออก

ขนาดทางออก (เซนติเมตร)	เวลา (วินาที)
150 cm	101.5
160 cm	94.0
170 cm	91.3
180 cm	86.8
190 cm	84.5
200 cm	75.0

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 3 เวลาที่ใช้ในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่มีความกว้างทางออกด้านหน้า 2 ทางออกที่กว้างขึ้น ส่งผลให้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยมีความต่างของเวลาในช่วง 2.0 – 9.5 วินาที โดยในช่วง 190 – 200เซนติเมตร มีความต่างของเวลามากที่สุดคือ 9.5 วินาที และในช่วงอื่นๆ มีความต่างของเวลาในช่วง 2.0 – 7.5 วินาที

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบขนาดความกว้างทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 4 ทางออกด้านหน้า 2 ทางออก

ขนาดทางออก (เซนติเมตร)	เวลา (วินาที)
150 cm	101.8
160 cm	95.3
170 cm	89.5
180 cm	84.0
190 cm	80.8
200 cm	74.3

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 4 เวลาที่ใช้ในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่มีความกว้างทางออกด้านหน้า 2 ทางออกที่กว้างขึ้น ส่งผลให้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลงโดยมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 3.2 – 7.3 วินาที โดยในช่วง 150 – 160เซนติเมตร มีความต่างของเวลามากที่สุดคือ 7.3 วินาที และในช่วงอื่นๆ มีความต่างของเวลาในช่วง 3.2 – 7.3 วินาที

จากการเปรียบเทียบขนาดความกว้างทางออก กรณีทางออก 2 ทางออก สามารถสรุปได้ว่าขนาดความกว้างทางออกจะแปรผกผันกับเวลาที่ใช้ในการออกจากโรงภาพยนตร์ในทุกๆ รูปแบบการจัดที่นั่ง

การเปรียบเทียบขนาดความกว้างทางออกภายในโรงภาพยนตร์ กรณีทางออก 4 ทางออก บริเวณด้านหน้า 2 ทางออก และตรงกลาง 2 ทางออก แสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบขนาดความกว้างทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 1 ทางออก 4 ทางออก

ขนาดทางออก (เซนติเมตร)	เวลา (วินาที)
150 cm	62.5
160 cm	59.8
170 cm	57.0
180 cm	53.3
190 cm	-
200 cm	-

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 1 เวลาที่ใช้ในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่มีความกว้างทางออก 4 ทางออกที่กว้างขึ้น ส่งผลให้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ลดลง โดยช่วงเวลามีความแตกต่างกันในช่วง 2.7 – 3.7 วินาที โดยในช่วง 170 – 180 เซนติเมตรมีความต่างของเวลามากที่สุดคือ 3.7 วินาที และในช่วงอื่นๆ มีความต่างของเวลาในช่วง 2.7 – 2.8 วินาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 14 การเปรียบเทียบขนาดความกว้างทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 2 ทางออก 4 ทางออก

ขนาดทางออก (เซนติเมตร)	เวลา (วินาที)
150 cm	68.8
160 cm	63.8
170 cm	62.5
180 cm	59.0
190 cm	54.8
200 cm	53.8

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 2 เวลาที่ใช้ในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่มีความกว้างทางออก 4 ทางออกที่กว้างขึ้น ส่งผลให้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 1.0 – 5.0 วินาที โดยในช่วง 150 – 160 เซนติเมตรมีความต่างของเวลามากที่สุดคือ 5.0 วินาที และในช่วงอื่นๆ มีความต่างของเวลาในช่วง 1.0 – 4.2 วินาที

ตารางที่ 15 การเปรียบเทียบขนาดความกว้างทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 3 ทางออก 4 ทางออก

ขนาดทางออก (เซนติเมตร)	เวลา (วินาที)
150 cm	57.0
160 cm	56.0
170 cm	58.0
180 cm	60.3
190 cm	57.3
200 cm	57.3

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 3 เวลาที่ใช้ในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่มีความกว้างทางออก 4 ทางออกที่กว้างขึ้น ไม่ส่งผลให้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ลดลงโดยมีความแตกต่างของเวลา โดยในรูปแบบนี้จะมีเวลาใกล้เคียงกัน แตกต่างกันเพียงเล็กน้อยในช่วง 1.0 – 3.0 วินาที

ตารางที่ 16 การเปรียบเทียบขนาดความกว้างทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 4 ทางออก 4 ทางออก

ขนาดทางออก (เซนติเมตร)	เวลา (วินาที)
150 cm	68.8
160 cm	62.0
170 cm	58.0
180 cm	55.8
190 cm	55.3
200 cm	55.0

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 4 เวลาที่ใช้ในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่มีทางออก 4 ทางออกที่กว้างขึ้น ส่งผลให้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ลดลงโดยมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 0.3 – 6.8 วินาที โดยในช่วง

150 – 160 เซนติเมตร เวลาจะลดลงมากที่สุดคือ 6.8 วินาที และในช่วงอื่นๆ มีความต่างของเวลาในช่วง 0.3 – 4.0 วินาที

จากการเปรียบเทียบขนาดความกว้างทางออก กรณีทางออก 4 ทางออก สามารถสรุปได้ว่าขนาดของทางออกจะแปรผกผันกับเวลาที่ใช้ในการออกจากโรงภาพยนตร์ในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 1, 2 และ 4 ซึ่งจะมีความแตกต่างของช่วงเวลาของแต่ละรูปแบบในช่วง 0.8 – 6.8 วินาที แต่ไม่ส่งผลต่อในเวลาการออกจากโรงภาพยนตร์ในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 3

4.2.1.2 จำนวนทางออก

ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 1 ที่ขนาดทางออก 150 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	102.0
3 ทางออก	75.3
4 ทางออก	62.5
5 ทางออก	48.3

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 1 จำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยกรณีทางออก 2 ทางออกจะใช้เวลาในการออกมากที่สุด และกรณีทางออก 5 ทางออกจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 12.8 – 26.7 วินาที โดยการเพิ่มจำนวนทางออกจาก 2 ทางออกเป็น 3 ทางออกเป็นช่วงที่ทำให้เวลาลดลงมากที่สุด

ตารางที่ 18 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 2 ที่ขนาดความกว้างทางออก 150 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	106.3
3 ทางออก	77.0
4 ทางออก	68.8
5 ทางออก	47.5

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 2 จำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยกรณีทางออก 2

ทางออกจะใช้เวลาในการออกมากที่สุด และกรณีทางออก 5 ทางออกจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 8.2 – 29.3 วินาที โดยการเพิ่มจำนวนทางออกจาก 2 ทางออกเป็น 3 ทางออกเป็นช่วงที่ทำให้เวลาลดลงมากที่สุดคือ 29.3 วินาที

ตารางที่ 19 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 3 ที่ขนาดความกว้างทางออก 150 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	101.5
3 ทางออก	94.5
4 ทางออก	57.0
5 ทางออก	73.3

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 3 เมื่อมีจำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยในกรณีทีมีทางออก 2 ทางออกจะใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งการเพิ่มจำนวนทางออกจาก 3 ทางออกเป็น 4 ทางออกเป็นช่วงที่ทำให้เวลาลดลงมากที่สุดคือ 37.0 วินาที โดยในกรณีมีข้อขัดแย้ง คือ กรณีที่มีทางออก 4 ทางออกจะใช้เวลาในการออกน้อยกว่ากรณีทางออก 5 ทางออก

ตารางที่ 20 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 4 ที่ขนาดความกว้างทางออก 150 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	101.8
3 ทางออก	72.0
4 ทางออก	68.8
5 ทางออก	48.3

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 4 จำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยกรณีทางออก 2 ทางออกจะใช้เวลาในการออกมากที่สุด และกรณีทางออก 5 ทางออกจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 3.2 – 29.8 วินาที โดยการเพิ่มจำนวนทางออกจาก 2 ทางออกเป็น 3 ทางออกเป็นช่วงที่ทำให้เวลาลดลงมากที่สุดคือ 29.8 วินาที

ตารางที่ 21 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 1 ที่ขนาดความกว้างทางออก 160 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	98.0
3 ทางออก	72.0
4 ทางออก	59.8
5 ทางออก	44.0

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 1 เมื่อมีจำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ โดยกรณีทางออก 2 ทางออกจะใช้เวลาในการออกมากที่สุด และกรณีทางออก 5 ทางออกจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 12.2 – 26.0 วินาที โดยการเพิ่มจำนวนทางออกจาก 2 ทางออกเป็น 3 ทางออกเป็นช่วงที่ทำให้เวลาลดลงมากที่สุด

ตารางที่ 22 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 2 ที่ขนาดความกว้างทางออก 160 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	97.0
3 ทางออก	85.0
4 ทางออก	63.8
5 ทางออก	45.8

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 2 เมื่อมีจำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยกรณีทางออก 2 ทางออกจะใช้เวลาในการออกมากที่สุด และกรณีทางออก 5 ทางออกจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 12.2 – 21.2 วินาที โดยการเพิ่มจำนวนทางออกจาก 2 ทางออกเป็น 3 ทางออกเป็นช่วงที่ทำให้เวลาลดลงมากที่สุดคือ 21.2 วินาที

ตารางที่ 23 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 3 ที่ขนาดความกว้างทางออก 160 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	87.0
3 ทางออก	71.5
4 ทางออก	56.0
5 ทางออก	68.8

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบที่ 3 เมื่อมีจำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยในกรณีทีมีทางออก 2 ทางออกจะใช้เวลาในการออกมากที่สุดซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 12.8 – 15.8 วินาที โดยการเพิ่มจำนวนทางออกจาก 3 ทางออกเป็น 4 ทางออกเป็นช่วงที่ทำให้เวลาลดลงมากที่สุด คือ 15.8 วินาที แต่ในกรณีมีข้อขัดแย้ง คือ กรณีที่มีทางออก 4 ทางออกจะใช้เวลาในการออกน้อยกว่า กรณีทางออก 5 ทางออก

ตารางที่ 24 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 4 ที่ขนาดความกว้างทางออก 160 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	95.3
3 ทางออก	70.8
4 ทางออก	62.0
5 ทางออก	47.3

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 4 เมื่อมีจำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยกรณีทางออก 2 ทางออกจะใช้เวลาในการออกมากที่สุด และกรณีทางออก 5 ทางออกจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 3.2 – 29.8 วินาที โดยการเพิ่มจำนวนทางออกจาก 2 ทางออกเป็น 3 ทางออกเป็นช่วงที่ทำให้เวลาลดลงมากที่สุดคือ 29.8 วินาที

ตารางที่ 25 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 1 ที่ขนาดความกว้างทางออก 170 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	92.0
3 ทางออก	72.3
4 ทางออก	57.0
5 ทางออก	43.0

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 1 เมื่อมีจำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยกรณีทางออก 2 ทางออกจะใช้เวลาในการออกมากที่สุด และกรณีทางออก 5 ทางออกจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 14.0 – 19.7 วินาที โดยการเพิ่มจำนวนทางออกจาก 2 ทางออกเป็น 3 ทางออกเป็นช่วงที่ทำให้เวลาลดลงมากที่สุดคือ 19.7 วินาที

ตารางที่ 26 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 2 ที่ขนาดความกว้างทางออก 170 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	95.3
3 ทางออก	73.3
4 ทางออก	62.5
5 ทางออก	45.5

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 2 เมื่อมีจำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยกรณีทางออก 2 ทางออกจะใช้เวลาในการออกมากที่สุด และกรณีทางออก 5 ทางออกจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 10.8 – 24.5 วินาที โดยการเพิ่มจำนวนทางออกจาก 2 ทางออกเป็น 3 ทางออกเป็นช่วงที่ทำให้เวลาลดลงมากที่สุด คือ 24.5 วินาที

ตารางที่ 27 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 3 ที่ขนาดความกว้างทางออก 170 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	91.3
3 ทางออก	83.5
4 ทางออก	58.0
5 ทางออก	66.8

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 3 เมื่อมีจำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยในกรณีทีมีทางออก 2 ทางออกจะใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 7.8 – 25.5 วินาที โดยการเพิ่มจำนวนทางออกจาก 3 ทางออกเป็น 4 ทางออกเป็นช่วงที่ทำให้เวลาลดลงมากที่สุด แต่ในกรณีมีข้อขัดแย้งคือ กรณีที่มีทางออก 4 ทางออกจะใช้เวลาในการออกน้อยกว่ากรณีทางออก 5 ทางออก

ตารางที่ 28 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 4 ที่ขนาดความกว้างทางออก 170 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	89.5
3 ทางออก	62.3
4 ทางออก	58.0
5 ทางออก	45.8

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 4 เมื่อมีจำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยกรณีทางออก 2 ทางออกจะใช้เวลาในการออกมากที่สุด และกรณีทางออก 5 ทางออกจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 4.3 – 27.2 วินาที โดยการเพิ่มจำนวนทางออกจาก 2 ทางออกเป็น 3 ทางออกเป็นช่วงที่ทำให้เวลาลดลงมากที่สุดถึง 27.2 วินาที

ตารางที่ 29 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 1 ที่ขนาดความกว้างทางออก 180 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	86.0
3 ทางออก	62.8
4 ทางออก	53.3
5 ทางออก	39.8

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 1 เมื่อมีจำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยกรณีทางออก 2 ทางออกจะใช้เวลาในการออกมากกว่าที่สุด และกรณีทางออก 5 ทางออกจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 9.5 – 22.7 วินาที โดยการเพิ่มจำนวนทางออกจาก 2 ทางออกเป็น 3 ทางออกเป็นช่วงที่ทำให้เวลาลดลงมากที่สุด

ตารางที่ 30 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 2 ที่ขนาดความกว้างทางออก 180 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	91.3
3 ทางออก	71.3
4 ทางออก	59.0
5 ทางออก	41.0

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 2 เมื่อมีจำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ โดยกรณีทางออก 2 ทางออกจะใช้เวลาในการออกมากกว่าที่สุด และกรณีทางออก 5 ทางออกจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 12.3 – 20.0 วินาที โดยการเพิ่มจำนวนทางออกจาก 2 ทางออกเป็น 3 ทางออกเป็นช่วงที่ทำให้เวลาลดลงมากที่สุด คือ 20.0 วินาที

ตารางที่ 31 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 3 ที่ขนาดความกว้างทางออก 180 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	86.8
3 ทางออก	81.0
4 ทางออก	58.8
5 ทางออก	60.3

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 3 เมื่อมีจำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยในกรณีทีมีทางออก 2 ทางออกจะใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 1.5 – 22.2 วินาที โดยการเพิ่มจำนวนทางออกจาก 3 ทางออกเป็น 4 ทางออกเป็นช่วงที่ทำให้เวลาลดลงมากที่สุด คือ 58.8 วินาที แต่ในกรณีมีข้อขัดแย้งคือ กรณีที่มีทางออก 4 ทางออกจะใช้เวลาในการออกน้อยกว่ากรณีทางออก 5 ทางออก

ตารางที่ 32 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 4 ที่ขนาดความกว้างทางออก 180 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	84.0
3 ทางออก	61.5
4 ทางออก	55.8
5 ทางออก	45.3

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 4 เมื่อมีจำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยกรณีทางออก 2 ทางออกจะใช้เวลาในการออกมากที่สุด และกรณีทางออก 5 ทางออกจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 5.7 – 22.5 วินาที โดยการเพิ่มจำนวนทางออกจาก 2 ทางออกเป็น 3 ทางออกเป็นช่วงที่ทำให้เวลาลดลงมากที่สุดคือ 27.2 วินาที

ตารางที่ 33 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 1 ที่ขนาดความกว้างทางออก 190 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	81.0
3 ทางออก	60.5
4 ทางออก	-
5 ทางออก	-

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 1 เมื่อมีจำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยจำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้นจะแปรผกผันกับเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาเท่ากับ 20.5 วินาที

ตารางที่ 34 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 2 ที่ขนาดความกว้างทางออก 190 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	89.5
3 ทางออก	62.0
4 ทางออก	54.8
5 ทางออก	40.8

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 2 เมื่อมีจำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยกรณีทางออก 2 ทางออกจะใช้เวลาในการออกมากที่สุด และกรณีทางออก 5 ทางออกจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 7.2 – 27.5 วินาที โดยการเพิ่มจำนวนทางออกจาก 2 ทางออกเป็น 3 ทางออกเป็นช่วงที่ทำให้เวลาลดลงมากที่สุดคือ 27.5 วินาที

ตารางที่ 35 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 3 ที่ขนาดความกว้างทางออก 190 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	84.5
3 ทางออก	77.3
4 ทางออก	57.3
5 ทางออก	55.5

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 3 เมื่อมีจำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยกรณีทางออก 2 ทางออกจะใช้เวลาในการออกมากที่สุด และกรณีทางออก 5 ทางออกจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 1.8 – 20.0 วินาที โดยการเพิ่มจำนวนทางออกจาก 3 ทางออกเป็น 4 ทางออกเป็นช่วงที่ทำให้เวลาลดลงมากที่สุดคือ 20.0 วินาที

ตารางที่ 36 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 4 ที่ขนาดความกว้างทางออก 190 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	80.8
3 ทางออก	58.8
4 ทางออก	55.3
5 ทางออก	-

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 4 เมื่อมีจำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยกรณีทางออก 2 ทางออกจะใช้เวลาในการออกมากที่สุด และกรณีทางออก 4 ทางออกจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 3.8 – 22.0 วินาที โดยการเพิ่มจำนวนทางออกจาก 2 ทางออกเป็น 3 ทางออกเป็นช่วงที่ทำให้เวลาลดลงมากที่สุดคือ 22.0 วินาที

ตารางที่ 37 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 1 ที่ขนาดความกว้างทางออก 200 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	76.9
3 ทางออก	60.3
4 ทางออก	-
5 ทางออก	-

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 1 เมื่อมีจำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยจำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้นจะแปรผกผันกับเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาเท่ากับ 16.6 วินาที

ตารางที่ 38 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 2 ที่ขนาดความกว้างทางออก 200 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	82.8
3 ทางออก	60.5
4 ทางออก	53.8
5 ทางออก	39.0

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 2 เมื่อมีจำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยกรณีทางออก 2 ทางออกจะใช้เวลาในการออกมากที่สุด และกรณีทางออก 5 ทางออกจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 6.7 – 22.3 วินาที โดยการเพิ่มจำนวนทางออกจาก 2 ทางออกเป็น 3 ทางออกเป็นช่วงที่ทำให้เวลาลดลงมากที่สุดคือ 22.3 วินาที

ตารางที่ 39 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 3 ที่ขนาดความกว้างทางออก 200 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	75.0
3 ทางออก	75.0
4 ทางออก	57.3
5 ทางออก	55.3

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 3 เมื่อมีจำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยจำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้นจะแปรผกผันกับเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 0.0 – 17.7 วินาที โดยการเพิ่มจำนวนทางออกจาก 3 ทางออกเป็น 4 ทางออกเป็นช่วงที่ทำให้เวลาลดลงมากที่สุดคือ 17.7 วินาที

ตารางที่ 40 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 4 ที่ขนาดความกว้างทางออก 200 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	74.3
3 ทางออก	60.3
4 ทางออก	55.0
5 ทางออก	-

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 4 เมื่อมีจำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยกรณีทางออก 2 ทางออกจะใช้เวลาในการออกมากที่สุด และกรณีทางออก 4 ทางออกจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 5.3 – 14.0 วินาที โดยการเพิ่มจำนวนทางออกจาก 2 ทางออกเป็น 3 ทางออกเป็นช่วงที่ทำให้เวลาลดลงมากที่สุดคือ 14.0 วินาที

4.2.1.3 ตำแหน่งทางออก

ตารางที่ 41 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 1 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 150 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	102.0
ตรงกลาง	103.0
ด้านหน้าและตรงกลาง	103.3
ด้านหน้าและหลัง	109.3

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 1 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกด้านหน้าจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและด้านหลังจะใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 1.0 – 7.3 วินาที

ตารางที่ 42 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 2 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 150 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	106.3
ตรงกลาง	102.8
ด้านหน้าและตรงกลาง	106.8
ด้านหน้าและหลัง	112.0

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 2 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกตรงกลางจะใช้เวลาการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและด้านหลังจะใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 3.5 – 9.2 วินาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 43 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 3 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 150 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	101.5
ตรงกลาง	83.8
ด้านหน้าและตรงกลาง	92.5
ด้านหน้าและหลัง	107.8

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 3 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกตรงกลางจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและด้านหลังใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 3.5 – 9.2 วินาที

ตารางที่ 44 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 4 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 150 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	101.8
ตรงกลาง	103.3
ด้านหน้าและตรงกลาง	103.5
ด้านหน้าและหลัง	108.5

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 4 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกด้านหน้าจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและด้านหลังใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 0.2 – 6.7 วินาที

ตารางที่ 45 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 1 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 160 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	96.5
ตรงกลาง	97.3
ด้านหน้าและตรงกลาง	98.0
ด้านหน้าและหลัง	101.3

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 1 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกด้านหน้าจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและด้านหลังใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 0.7 – 4.8 วินาที

ตารางที่ 46 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 2 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 160 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	101.0
ตรงกลาง	97.0
ด้านหน้าและตรงกลาง	98.0
ด้านหน้าและหลัง	104.3

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 2 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกตรงกลางจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและด้านหลังใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 1.0 – 7.3 วินาที

ตารางที่ 47 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 3 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 160 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	94.0
ตรงกลาง	80.5
ด้านหน้าและตรงกลาง	88.0
ด้านหน้าและหลัง	104.5

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 3 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกตรงกลางจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและด้านหลังใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 3.5 – 9.2 วินาที

ตารางที่ 48 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 4 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 160 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	95.3
ตรงกลาง	95.5
ด้านหน้าและตรงกลาง	99.8
ด้านหน้าและหลัง	99.9

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 4 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกด้านหน้าจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและด้านหลังใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 0.1 – 4.6 วินาที

ตารางที่ 49 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 1 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 170 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	87.5
ตรงกลาง	92.0
ด้านหน้าและตรงกลาง	87.8
ด้านหน้าและหลัง	91.5

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 1 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกด้านหน้าจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและด้านหลังใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 0.3 – 4.0 วินาที

ตารางที่ 50 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 2 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 170 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	95.3
ตรงกลาง	87.3
ด้านหน้าและตรงกลาง	93.0
ด้านหน้าและหลัง	97.0

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 2 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกตรงกลางจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและด้านหลังใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 5.7 – 9.7 วินาที

ตารางที่ 51 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 3 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 170 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	91.3
ตรงกลาง	81.0
ด้านหน้าและตรงกลาง	92.8
ด้านหน้าและหลัง	94.5

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 3 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกตรงกลางจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและด้านหลังใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 1.5 – 13.5 วินาที

ตารางที่ 52 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 4 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้าง 170 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	89.8
ตรงกลาง	87.3
ด้านหน้าและตรงกลาง	94.8
ด้านหน้าและหลัง	91.5

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 4 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกตรงกลางจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและด้านหลังใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 2.5 – 4.2 วินาที

ตารางที่ 53 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 1 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 180 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	86.0
ตรงกลาง	91.8
ด้านหน้าและตรงกลาง	86.5
ด้านหน้าและหลัง	92.0

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 1 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกด้านหน้าจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและด้านหลังใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 0.5 – 6.0 วินาที

ตารางที่ 54 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 2 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 180 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	91.3
ตรงกลาง	82.8
ด้านหน้าและตรงกลาง	87.0
ด้านหน้าและหลัง	92.0

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 2 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกตรงกลางจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและด้านหลังใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 3.2 – 9.2 วินาที

ตารางที่ 55 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 3 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 180 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	86.8
ตรงกลาง	74.8
ด้านหน้าและตรงกลาง	89.3
ด้านหน้าและหลัง	90.8

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 3 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกตรงกลางจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและด้านหลังใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 2.5 – 18.5 วินาที

ตารางที่ 56 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 4 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 180 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	84.0
ตรงกลาง	80.3
ด้านหน้าและตรงกลาง	87.0
ด้านหน้าและหลัง	89.3

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 4 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกตรงกลางจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและด้านหลังใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 2.3 – 9.0 วินาที

ตารางที่ 57 เปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 1 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 190 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	81.0
ตรงกลาง	-
ด้านหน้าและตรงกลาง	-
ด้านหน้าและหลัง	89.8

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 1 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกด้านหน้าจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและด้านหลังใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาเท่ากับ 8.8 วินาที

ตารางที่ 58 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 2 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 190 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	89.5
ตรงกลาง	74.5
ด้านหน้าและตรงกลาง	88.3
ด้านหน้าและหลัง	91.5

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 2 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกตรงกลางจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและด้านหลังใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 1.2 - 17.0 วินาที

ตารางที่ 59 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 3 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 190 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	84.5
ตรงกลาง	79.8
ด้านหน้าและตรงกลาง	92.0
ด้านหน้าและหลัง	88.0

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 3 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกตรงกลางจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและตรงกลางใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 3.5 – 12.2 วินาที

ตารางที่ 60 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 4 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 190 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	80.8
ตรงกลาง	-
ด้านหน้าและตรงกลาง	-
ด้านหน้าและหลัง	84.5

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 4 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกด้านหน้าจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและด้านหลังใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาเท่ากับ 3.7 วินาที

ตารางที่ 61 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 1 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 200 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	76.9
ตรงกลาง	-
ด้านหน้าและตรงกลาง	-
ด้านหน้าและหลัง	78.5

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 1 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกด้านหน้าจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและด้านหลังใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาเท่ากับ 1.6 วินาที

ตารางที่ 62 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 2 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 200 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	82.8
ตรงกลาง	73.5
ด้านหน้าและตรงกลาง	92.0
ด้านหน้าและหลัง	82.0

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 2 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกตรงกลางจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและตรงกลางใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 0.8 – 18.5 วินาที

ตารางที่ 63 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 3 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 200 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	75.0
ตรงกลาง	74.5
ด้านหน้าและตรงกลาง	92.0
ด้านหน้าและหลัง	82.8

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกตรงกลางจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและตรงกลางใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 0.5 – 17.5 วินาที

ตารางที่ 64 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 4 จำนวนทางออก 2 ทางออก ขนาดความกว้างทางออก 200 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	74.3
ตรงกลาง	-
ด้านหน้าและตรงกลาง	-
ด้านหน้าและหลัง	77.0

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบที่ 4 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกตรงกลางจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและด้านหลังใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาเท่ากับ 2.7 วินาที

4.2.2 การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ตัวแปรที่ส่งผลต่อการออกจากโรงภาพยนตร์ขนาด 552 ที่นั่ง

4.2.2.1 ขนาดความกว้างทางออก

การเปรียบเทียบขนาดความกว้างทางออกภายในโรงภาพยนตร์ กรณีทางออก 2 ทางออกบริเวณด้านหน้าแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 65 การเปรียบเทียบขนาดความกว้างทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 5 ทางออกด้านหน้า จำนวน 2 ทางออก

ขนาดทางออก (เซนติเมตร)	เวลา (วินาที)
150 cm	160.5
160 cm	151.3
170 cm	141.3
180 cm	135.8
190 cm	125.5
200 cm	124.8

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 5 เวลาที่ใช้ในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่มีความกว้างทางออกด้านหน้า 2 ทางออกที่กว้างขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 0.7 – 10.3 วินาที โดยในช่วง 180 – 190 เซนติเมตร มีความแตกต่างของเวลามากที่สุด คือ 10.3 วินาที

ตารางที่ 66 การเปรียบเทียบขนาดความกว้างทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 6 ทางออกด้านหน้า จำนวน 2 ทางออก

ขนาดทางออก (เซนติเมตร)	เวลา (วินาที)
150 cm	157.8
160 cm	150.5
170 cm	140.3
180 cm	131.5
190 cm	123.3
200 cm	120.0

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 6 เวลาที่ใช้ในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่มีความกว้างทางออกด้านหน้า 2 ทางออกที่กว้างขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 3.3 – 10.2 วินาที โดยในช่วง 160 - 170 เซนติเมตร มีความแตกต่างของเวลามากที่สุดคือ 10.2 วินาที

การเปรียบเทียบขนาดความกว้างทางออกภายในโรงภาพยนตร์ กรณีทางออก 4 ทางออก บริเวณด้านหน้า 2 ทางออก และตรงกลาง 2 ทางออก แสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 67 การเปรียบเทียบขนาดความกว้างทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 5 ทางออกด้านหน้า 2 ทางออก และตรงกลาง 2 ทางออก

ขนาดทางออก (เซนติเมตร)	เวลา (วินาที)
150 cm	87.5
160 cm	80.8
170 cm	78.0
180 cm	72.0
190 cm	66.0
200 cm	64.8

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 5 เวลาที่ใช้ในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่มีความกว้างทางออกด้านหน้า 2 ทางออก และตรงกลาง 2 ทางออก ที่กว้างขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ลดลง โดยมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 1.2 – 6.7 วินาที โดยในช่วง 150 – 160 เซนติเมตร มีความแตกต่างของเวลามากที่สุดคือ 6.7 วินาที

ตารางที่ 68 การเปรียบเทียบขนาดความกว้างทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 6 ทางออกด้านหน้า 2 ทางออก และตรงกลาง 2 ทางออก

ขนาดทางออก (เซนติเมตร)	เวลา (วินาที)
150 cm	107.0
160 cm	-
170 cm	-
180 cm	-
190 cm	-
200 cm	-

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 6 เวลาที่ใช้ในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่มีความกว้างทางออกด้านหน้า 2 ทางออก และตรงกลาง 2 ทางออก จะใช้เวลาเท่ากับ 107.0

4.2.2.2 จำนวนทางออก

ตารางที่ 69 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 5 ขนาดความกว้างทางออก 150 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	160.5
3 ทางออก	152.0
4 ทางออก	87.5
5 ทางออก	71.5

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 5 จำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยกรณีทางออก 2 ทางออกจะใช้เวลาในการออกมากที่สุด และกรณีทางออก 5 ทางออกจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 16.0 – 64.5 วินาที โดยการเพิ่มจำนวนทางออกจาก 3 ทางออกเป็น 4 ทางออกเป็นช่วงที่ทำให้เวลาลดลงมากที่สุดคือ 64.5 วินาที

ตารางที่ 70 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 6 ขนาดความกว้างทางออก 150 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	157.8
3 ทางออก	118.9
4 ทางออก	106.8
5 ทางออก	95.8

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 6 จำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยกรณีทางออก 2 ทางออกจะใช้เวลาในการออกมากที่สุด และกรณีทางออก 5 ทางออกจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 11.0 – 39.5 วินาที โดยการเพิ่มจำนวนทางออกจาก 2 ทางออกเป็น 3 ทางออกเป็นช่วงที่ทำให้เวลาลดลงมากที่สุดคือ 39.5 วินาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 71 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 5 ขนาดความกว้างทางออก 160 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	151.3
3 ทางออก	144.0
4 ทางออก	80.8
5 ทางออก	-

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 5 จำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยกรณีทางออก 2 ทางออกจะใช้เวลาในการออกมากที่สุด และกรณีทางออก 4 ทางออกจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 7.3 – 63.2 วินาที โดยการเพิ่มจำนวนทางออกจาก 3 ทางออกเป็น 4 ทางออกเป็นช่วงที่ทำให้เวลาลดลงมากที่สุดคือ 63.2 วินาที

ตารางที่ 72 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 6 ขนาดความกว้างทางออก 160 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	150.5
3 ทางออก	118.8
4 ทางออก	-
5 ทางออก	-

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 6 จำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยกรณีทางออก 2 ทางออกจะใช้เวลาในการออกมากที่สุด และกรณีทางออก 3 ทางออกจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาเท่ากับ 31.7 วินาที

ตารางที่ 73 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 5 ขนาดความกว้างทางออก 170 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	141.3
3 ทางออก	132.5
4 ทางออก	78.0
5 ทางออก	61.5

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ จำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยกรณีทางออก 2 ทางออกจะใช้เวลาในการออกมากที่สุด และกรณีทางออก 5 ทางออกจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 8.8 – 54.5 วินาที โดยการเพิ่มจำนวนทางออกจาก 3 ทางออกเป็น 4 ทางออกเป็นช่วงที่ทำให้เวลาลดลงมากที่สุดคือ 54.5 วินาที

ตารางที่ 74 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 6 ขนาดความกว้างทางออก 170 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	140.3
3 ทางออก	107.8
4 ทางออก	-
5 ทางออก	-

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 6 จำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยกรณีทางออก 2 ทางออกจะใช้เวลาในการออกมากที่สุด และกรณีทางออก 3 ทางออกจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาเท่ากับ 32.5 วินาที

ตารางที่ 75 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 5 ขนาดความกว้างทางออก 180 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	135.8
3 ทางออก	117.3
4 ทางออก	72.0
5 ทางออก	58.8

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 5 จำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยกรณีทางออก 2 ทางออกจะใช้เวลาในการออกมากที่สุด และกรณีทางออก 5 ทางออกจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 13.2 – 45.3 วินาที โดยการเพิ่มจำนวนทางออกจาก 3 ทางออกเป็น 4 ทางออกเป็นช่วงที่ทำให้เวลาลดลงมากที่สุดคือ 45.3 วินาที

ตารางที่ 76 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 6 ขนาดความกว้างทางออก 180 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	131.5
3 ทางออก	101.8
4 ทางออก	-
5 ทางออก	-

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 6 จำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยกรณีทางออก 2 ทางออกจะใช้เวลาในการออกมากที่สุด และกรณีทางออก 5 ทางออกจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาเท่ากับ 29.7 วินาที

ตารางที่ 77 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 5 ขนาดความกว้างทางออก 190 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	125.5
3 ทางออก	107.8
4 ทางออก	66.0
5 ทางออก	56.8

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 5 จำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยกรณีทางออก 2 ทางออกจะใช้เวลาในการออกมากที่สุด และกรณีทางออก 5 ทางออกจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 9.2 – 41.8 วินาที โดยการเพิ่มจำนวนทางออกจาก 3 ทางออกเป็น 4 ทางออกเป็นช่วงที่ทำให้เวลาลดลงมากที่สุดคือ 41.8 วินาที

ตารางที่ 78 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 6 ขนาดความกว้างทางออก 190 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	123.3
3 ทางออก	103.0
4 ทางออก	-
5 ทางออก	-

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 6 จำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยกรณีทางออก 2 ทางออกจะใช้เวลาในการออกมากที่สุด และกรณีทางออก 3 ทางออกจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาเท่ากับ 20.3 วินาที

ตารางที่ 79 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 5 ขนาดความกว้างทางออก 200 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	124.8
3 ทางออก	101.0
4 ทางออก	64.8
5 ทางออก	54.8

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 5 จำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยกรณีทางออก 2 ทางออกจะใช้เวลาในการออกมากที่สุด และกรณีทางออก 5 ทางออกจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 10.0 – 36.2 วินาที โดยการเพิ่มจำนวนทางออกจาก 3 ทางออกเป็น 4 ทางออกเป็นช่วงที่ทำให้เวลาลดลงมากที่สุดคือ 36.2 วินาที

ตารางที่ 80 การเปรียบเทียบจำนวนทางออกในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 6 ขนาดความกว้างทางออก 200 เซนติเมตร

จำนวนทางออก	เวลา (วินาที)
2 ทางออก	120.0
3 ทางออก	100.3
4 ทางออก	-
5 ทางออก	-

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 6 จำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยกรณีทางออก 2 ทางออกจะใช้เวลาในการออกมากที่สุด และกรณีทางออก 3 ทางออกจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาเท่ากับ 19.7 วินาที

4.2.2.3 ตำแหน่งทางออก

ตารางที่ 81 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกภายในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 5 ขนาดความกว้างทางออก 150 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	160.5
ตรงกลาง	162.5
ด้านหน้าและตรงกลาง	191.5
ด้านหน้าและหลัง	173.5

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 5 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกด้านหน้าจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและตรงกลางใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 2.0 – 31.0 วินาที

ตารางที่ 82 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกภายในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 6 ขนาดความกว้างทางออก 150 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	157.8
ตรงกลาง	173.3
ด้านหน้าและตรงกลาง	195.3
ด้านหน้าและหลัง	162.0

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบที่ 6 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกด้านหน้าจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและตรงกลางใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 4.2 – 37.5 วินาที

ตารางที่ 83 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกภายในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 5 ขนาดความกว้างทางออก 160 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	151.3
ตรงกลาง	150.5
ด้านหน้าและตรงกลาง	180.3
ด้านหน้าและหลัง	173.5

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 5 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกด้านหน้าจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและตรงกลางใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 0.8 – 29.8 วินาที

ตารางที่ 84 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกภายในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 6 ขนาดความกว้างทางออก 160 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	150.5
ตรงกลาง	-
ด้านหน้าและตรงกลาง	-
ด้านหน้าและหลัง	155.3

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 6 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกด้านหน้าจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและด้านหลังใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาเท่ากับ 4.8 วินาที

ตารางที่ 85 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกภายในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 5 ขนาดความกว้างทางออก 170 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	141.3
ตรงกลาง	143.3
ด้านหน้าและตรงกลาง	162.8
ด้านหน้าและหลัง	156.8

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 5 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกด้านหน้าจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและตรงกลางใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 2.0 – 21.5 วินาที

ตารางที่ 86 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกภายในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 6 ขนาดความกว้างทางออก 170 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	140.3
ตรงกลาง	-
ด้านหน้าและตรงกลาง	-
ด้านหน้าและหลัง	146.8

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 6 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกด้านหน้าจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและตรงกลางใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาเท่ากับ 6.5 วินาที

ตารางที่ 87 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกภายในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 5 ขนาดความกว้างทางออก 180 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	132.8
ตรงกลาง	133.3
ด้านหน้าและตรงกลาง	148.8
ด้านหน้าและหลัง	143.0

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 5 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกด้านหน้าจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและตรงกลางใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 0.5 – 16.0 วินาที

ตารางที่ 88 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกภายในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 6 ขนาดความกว้างทางออก 180 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	131.5
ตรงกลาง	-
ด้านหน้าและตรงกลาง	-
ด้านหน้าและหลัง	138.0

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 6 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกด้านหน้าจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและด้านหลังใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาเท่ากับ 6.5 วินาที

ตารางที่ 89 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกภายในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 5 ขนาดความกว้างทางออก 190 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	125.5
ตรงกลาง	126.8
ด้านหน้าและตรงกลาง	143.3
ด้านหน้าและหลัง	137.3

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 5 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกด้านหน้าจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและตรงกลางใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 1.3 – 17.8 วินาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 90 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกภายในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 6 ขนาดความกว้างทางออก 190 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	123.3
ตรงกลาง	-
ด้านหน้าและตรงกลาง	-
ด้านหน้าและหลัง	129.3

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 6 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกด้านหน้าจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและด้านหลังใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเท่ากับ 6.0 วินาที

ตารางที่ 91 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกภายในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 5 ขนาดความกว้างทางออก 200 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	124.8
ตรงกลาง	115.8
ด้านหน้าและตรงกลาง	140.5
ด้านหน้าและหลัง	128.0

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 5 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกด้านหน้าจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและตรงกลางใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเวลาในช่วง 3.2 – 24.7 วินาที

ตารางที่ 92 การเปรียบเทียบตำแหน่งทางออกภายในโรงภาพยนตร์รูปแบบที่ 6 ขนาดความกว้างทางออก 200 เซนติเมตร

ตำแหน่งทางออก	เวลา (วินาที)
ด้านหน้า	120.0
ตรงกลาง	-
ด้านหน้าและตรงกลาง	-
ด้านหน้าและหลัง	124.5

จากตารางแสดงให้เห็นว่าในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 6 ตำแหน่งของทางออกที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งทางออกด้านหน้าจะใช้เวลาในการออกน้อยที่สุด และตำแหน่งด้านหน้าและด้านหลังใช้เวลาในการออกมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างของเท่ากับ 4.5 วินาที

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลของรูปแบบการจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์ที่ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์

จากผลการจำลองสถานการณ์ แสดงให้เห็นว่าในทุกรูปแบบการจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่แตกต่างกัน โดยภายใต้รูปแบบการจัดที่นั่งนั้นจะส่งผลให้เกิดตัวแปรอื่นๆ ภายในโรงภาพยนตร์ ได้แก่ ขนาดความกว้างทางออกภายในโรงภาพยนตร์ จำนวนทางออกภายในโรงภาพยนตร์ และตำแหน่งทางออกภายในโรงภาพยนตร์ โดยตัวแปรเหล่านี้ล้วนมีความสำคัญและมีนัยยะที่แตกต่างกันไปตามรูปแบบการจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์

5.1.2 อภิปรายผลของตัวแปรในแบบจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์

5.1.2.1 ขนาดความกว้างทางออกภายในโรงภาพยนตร์

ในการจำลองสถานการณ์ในโรงภาพยนตร์ความจุ 340 ที่นั่งในรูปแบบการจัดที่นั่งต่างๆ สามารถสรุปผลของขนาดความกว้างทางออกภายในโรงภาพยนตร์ ได้คือทางออกที่มีขนาดกว้างขึ้นจะส่งผลต่อจำนวนของผู้ใช้ที่ออกได้ต่อครั้งมากขึ้นและอัตราการไหลออกของผู้ใช้เร็วขึ้น

ขนาดของทางออกจะแปรผกผันกับเวลาที่ใช้ในการออกจากโรงภาพยนตร์ โดยในแต่ละขนาดความกว้างทางออกที่เปลี่ยนไปทุก 10 เซนติเมตร เวลาที่ใช้ในการออกจากโรงภาพยนตร์ จะลดลงโดยเป็นหลักหน่วยของวินาที

ขนาดความกว้างทางออกที่ส่งผลให้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์มากที่สุดคือขนาดความกว้าง 150 เซนติเมตร และขนาดความกว้างทางออกที่ส่งผลให้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์น้อยที่สุด คือ 200 เซนติเมตร ในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 1, 2 และ 4 ยกเว้นในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 3

5.1.2.2 จำนวนทางออกภายในโรงภาพยนตร์

ในการจำลองสถานการณ์ในโรงภาพยนตร์ความจุ 340 ที่นั่งในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ต่างกัน สามารถสรุปผลของจำนวนทางออกภายในโรง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพยนตร์ โดยเปรียบเทียบจำนวน 2 – 5 ทางออก สามารถสรุปความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนทางออกและรูปแบบการจัดที่นั่ง คือ จำนวนทางออกที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ลดลง โดยแปรผกผันกัน

โดยจำนวนทางออกที่ส่งผลให้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์มากที่สุดคือจำนวนทางออก 2 ทางออก และจำนวนทางออกที่ส่งผลให้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์น้อยที่สุด คือจำนวนทางออก 5 ทางออก ในทุกรูปแบบการจัดที่นั่ง ยกเว้นในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 3

5.1.2.3 ตำแหน่งทางออกภายในโรงภาพยนตร์

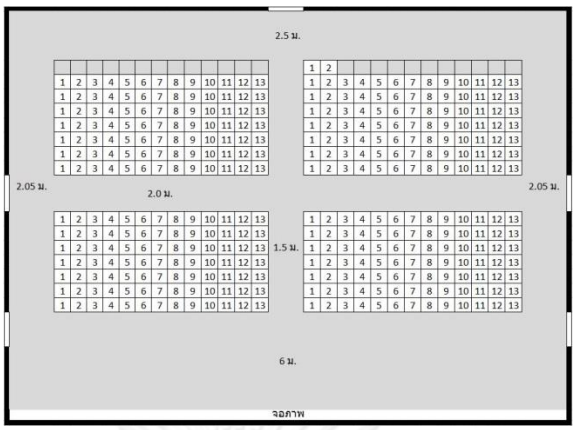
ในการจำลองสถานการณ์ในโรงภาพยนตร์ความจุ 340 ที่นั่ง ในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ต่างกัน สามารถสรุปผลของตำแหน่งทางออกภายในโรงภาพยนตร์ โดยตำแหน่งทางออกที่ต่างกันส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ต่างกัน

โดยตำแหน่งทางออกที่ส่งผลให้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่น้อยที่สุดคือ ทางออกที่อยู่ด้านหน้า โดยในบางกรณีจะเป็นทางออกตรงกลาง และตำแหน่งทางออกที่ส่งผลให้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่น้อยที่สุด คือ ทางออกด้านหน้าและด้านหลัง ยกเว้นในรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 3 ตำแหน่งทางออกที่ส่งผลให้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่น้อยที่สุด คือ ทางออกตรงกลาง

5.1.3 ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เกี่ยวข้องในโรงภาพยนตร์ความจุ 340 ที่นั่งและ 552 ที่นั่ง

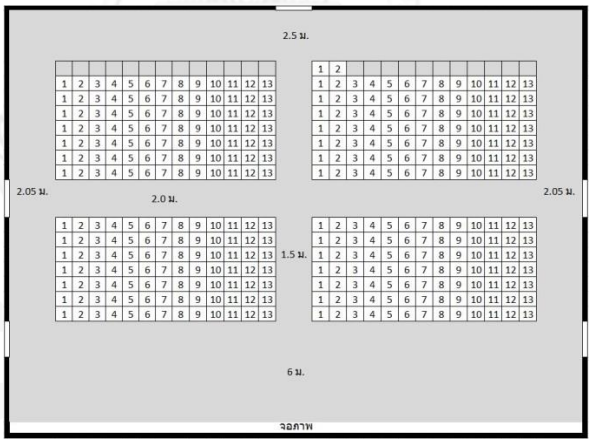
กรณีรูปแบบการจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์ความจุ 340 ที่นั่ง

รูปแบบการจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์ความจุ 340 ที่นั่ง ที่ใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์มากที่สุด คือ รูปแบบการจัดที่นั่งที่ 2 ซึ่งมีขนาดความกว้างทางเดินตามขวาง 2 เมตร ขนาดความกว้างทางเดินตามยาว 2.05 เมตร แนวกลางขนาดความกว้างทางเดิน 1.5 เมตร จำนวนแถวที่นั่ง 15 แถว จำนวนที่นั่งต่อแถว 26 ที่นั่ง โดยมี ขนาดความกว้างทางออก 150 เซนติเมตร จำนวนทางออก 2 ทางออก ตำแหน่งทางออกอยู่ด้านหน้าและด้านหลัง โดยใช้เวลา 112.0 วินาที



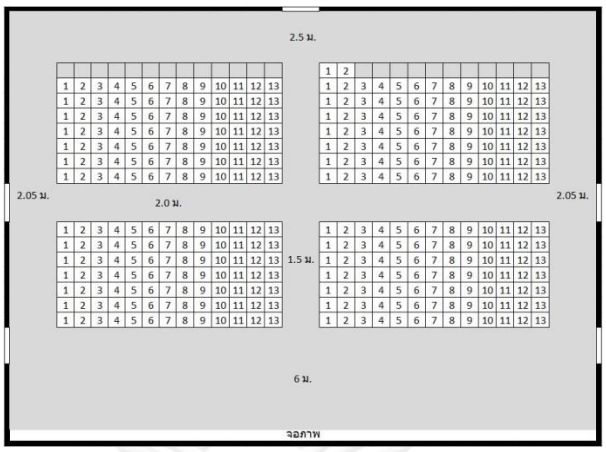
ภาพที่ 70 แสดงรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 2 ที่ใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์มากที่สุด

รูปแบบการจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์ความจุ 340 ที่นั่ง ที่ใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์น้อยที่สุด คือ รูปแบบการจัดที่นั้งที่ 2 ซึ่งมีขนาดความกว้างทางเดินตามขวาง 2 เมตร ขนาดความกว้างทางเดินตามยาว 2.05 เมตร แนวกลางขนาดความกว้างทางเดิน 1.5 เมตร จำนวนแถวที่นั่ง 15 แถว จำนวนที่นั่งต่อแถว 26 ที่นั่ง โดยมี ขนาดความกว้างทางออก 200 เซนติเมตร จำนวนทางออก 5 ทางออก โดยใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ 39.0 วินาที



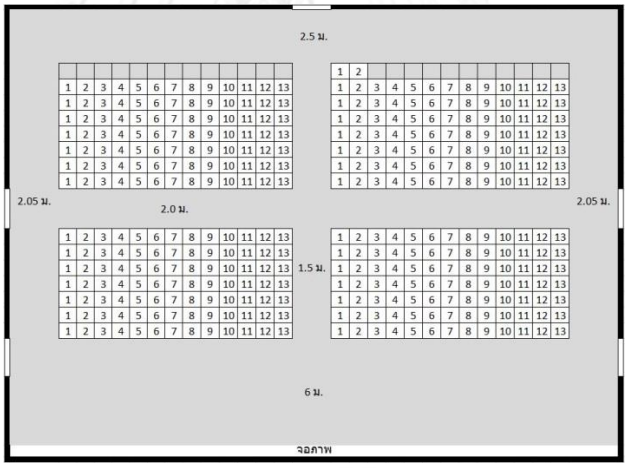
ภาพที่ 71 แสดงรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 2 ที่ใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์น้อยที่สุด

โดยโรงภาพยนตร์ในปัจจุบันตามรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 1 ซึ่งมีขนาดความกว้างทางเดินตามขวาง 1.8 เมตร ขนาดความกว้างทางเดินตามยาว 2.5 เมตร แนวกลางขนาดความกว้างทางเดิน 1.8 เมตร จำนวนแถวที่นั่ง 15 แถว จำนวนที่นั่งต่อแถว 24 ที่นั่ง เป็นรูปแบบที่นิยมจัด ในสถานการณ์ปกติทางออกภายในโรงภาพยนตร์จะนิยมเปิดเพียง 2 ทางออกในตำแหน่งด้านหน้า ขนาดความกว้างทางออก 150 เซนติเมตร โดยใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ 102.0 วินาที



ภาพที่ 72 แสดงรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 1 และเปิดทางออกจำนวน 2 ทางออกด้านหน้า

โดยในกรณีฉุกเฉิน เช่น การเกิดอัคคีภัย โรงภาพยนตร์จะเปิดทางออกทั้งหมดที่มีอยู่ภายในโรงภาพยนตร์ ในที่นี้คือจำนวนทางออกทั้ง 5 ทางออก โดยใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ 48.3 วินาที



ภาพที่ 73 แสดงรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 1 ที่ และเปิดทางออกจำนวน 5 ทางออก

เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาในสถานการณ์ปกติและสถานการณ์ฉุกเฉินกับกรณีทั้ง 3 ที่ได้กล่าวมาข้างต้น

- ความแตกต่างของเวลากับรูปแบบการจัดที่นั่งที่ใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์มากที่สุด จะมีความแตกต่าง 63.7 วินาที
- ความแตกต่างของเวลาในกับรูปแบบการจัดที่นั่งที่ใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์น้อยที่สุด คือ 7.7 วินาที

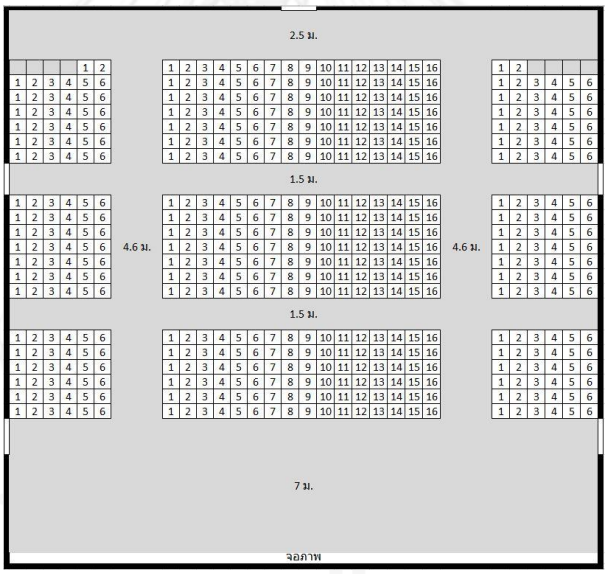
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- ความแตกต่างของเวลากับโรงภาพยนตร์ปกติรูปแบบที่ 1 ที่นิยมเปิด จะมีความแตกต่าง 53.7 วินาที

แต่อย่างไรก็ตามเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ เป็นพฤติกรรมในสถานการณ์ปกติ โดยไม่มีการตื่นกระหนก ซึ่งหากเป็นสถานการณ์ฉุกเฉินและมีการตื่นตระหนกจะส่งผลต่อเวลาที่เพิ่มมากขึ้น

กรณีรูปแบบการจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์ความจุ 552 ที่นั่ง

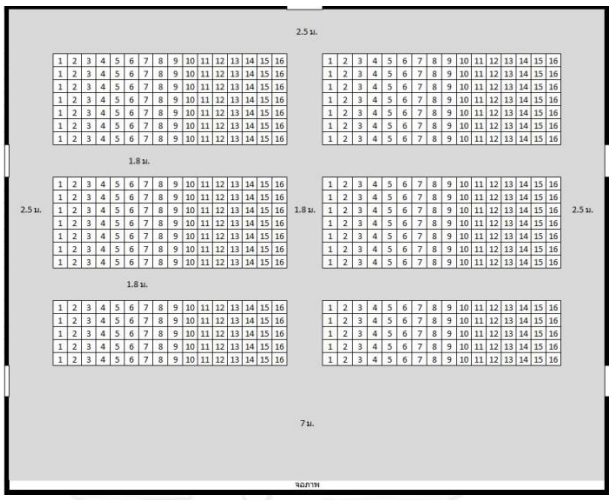
รูปแบบการจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์ความจุ 552 ที่นั่ง ที่ใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์มากที่สุดคือ รูปแบบการจัดที่นั่งที่ 6 ซึ่งมี ขนาดความกว้างทางเดินตามขวาง 1.5 เมตร ขนาดความกว้างทางเดินตามยาว 4.6 เมตร จำนวนแถวที่นั่ง 20 แถว จำนวนที่นั่งต่อแถว 28 ที่นั่ง ชั้นบนสุด 20 ที่นั่ง โดยมี ขนาดความกว้างทางออก 150 เซนติเมตร จำนวน 2 ทางออก ตำแหน่งทางออกด้านหน้าและตรงกลาง โดยใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ 195.3 วินาที



ภาพที่ 74 แสดงรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 6 ที่ใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์มากที่สุด

รูปแบบการจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์ขนาด 552 ที่นั่ง ที่ใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์น้อยที่สุด คือ รูปแบบการจัดที่นั่งที่ 5 ซึ่งมี ขนาดความกว้างทางเดินตามขวาง 1.8 เมตร ขนาดความกว้างทางเดินตามยาว 2.5 เมตร แนวกลาง 1.8 เมตร จำนวนแถวที่นั่ง 19 แถว จำนวนที่นั่งต่อแถว 32 ที่นั่ง โดยมีขนาดความกว้างทางออก 200 เซนติเมตร จำนวน 5 ทางออก ตำแหน่งด้านหน้าและตรงกลาง โดยใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ 54.8 วินาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 75 แสดงรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 5 ที่ใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์น้อยที่สุด

กรณีเปรียบเทียบรูปแบบการจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์ขนาด 340 ที่นั่ง และ 552 ที่นั่ง

- รูปแบบการจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์ทั้ง 2 ขนาด ที่ใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์มากที่สุด จะมีความแตกต่างของเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ 83.3 วินาที
- รูปแบบการจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์ทั้ง 2 ขนาด ที่ใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์น้อยที่สุด จะมีความแตกต่างของเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ 15.5 วินาที

การเปรียบเทียบรูปแบบการจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์ที่มีเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ทีเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน ซึ่งอาจนำไปใช้เป็นตัวเลือกในการออกแบบ สามารถสรุปในแต่ละรูปแบบได้ดังนี้

รูปแบบการจัดที่นั่งที่ 1

- ที่ขนาดความกว้างทางออก 170 เซนติเมตร จำนวนทางออก 2 ทางออก ตำแหน่งด้านหน้า จะใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์เท่ากับ ที่ขนาดความกว้างทางออก 190 เซนติเมตร จำนวนทางออก 2 ทางออก ตำแหน่งด้านหน้าและด้านหลัง โดยใช้เวลา 89.8 วินาที
- ที่ขนาดความกว้างทางออก 180 เซนติเมตร จำนวนทางออก 3 ทางออก จะใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ใกล้เคียงกับ ที่ขนาดความกว้างทางออก 150 เซนติเมตร จำนวนทางออก 4 ทางออก โดยใช้เวลา 62.8 วินาที และ 62.5 วินาที

รูปแบบการจัดที่นั่งที่ 2

- ที่ขนาดความกว้างทางออก 190 เซนติเมตร จำนวนทางออก 3 ทางออก จะใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ใกล้เคียงกับ ที่ขนาดความกว้างทางออก 170 เซนติเมตร จำนวนทางออก 4 ทางออก โดยใช้เวลา 62.0 วินาที และ 62.5 วินาที

รูปแบบการจัดที่นั่งที่ 3

- ที่ขนาดความกว้างทางออก 170 เซนติเมตร จำนวนทางออก 2 ทางออก ตำแหน่งด้านหน้าและด้านหลัง จะใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์เท่ากับ ที่ขนาดความกว้างทางออก 150 เซนติเมตร จำนวนทางออก 3 ทางออก โดยใช้เวลา 94.5 วินาที
- ที่ขนาดความกว้างทางออก 160 เซนติเมตร จำนวนทางออก 2 ทางออก ตำแหน่งด้านหน้าและตรงกลาง จะใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์เท่ากับ ที่ขนาดความกว้างทางออก 190 เซนติเมตร จำนวนทางออก 2 ทางออก ตำแหน่งด้านหน้าและด้านหลัง โดยใช้เวลา 88.0 วินาที
- ที่ขนาดความกว้างทางออก 200 เซนติเมตร จำนวนทางออก 2 ทางออก ตำแหน่งด้านหน้า จะใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์เท่ากับ ที่ขนาดความกว้างทางออก 200 เซนติเมตร จำนวนทางออก 3 ทางออก โดยใช้เวลา 75.0 วินาที

รูปแบบการจัดที่นั่งที่ 4

- ที่ขนาดความกว้างทางออก 170 เซนติเมตร จำนวนทางออก 2 ทางออก ตำแหน่งด้านหน้า จะใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ใกล้เคียงกับ ที่ขนาดความกว้างทางออก 180 เซนติเมตร จำนวนทางออก 2 ทางออก ตำแหน่งด้านหน้าและด้านหลัง โดยใช้เวลา 89.5 วินาที และ 89.3 วินาที
- ที่ขนาดความกว้างทางออก 170 เซนติเมตร จำนวนทางออก 3 ทางออก จะใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ใกล้เคียงกับ ที่ขนาดความกว้างทางออก 160 เซนติเมตร จำนวนทางออก 4 ทางออก โดยใช้เวลา 62.3 วินาที และ 62.0 วินาที
- ที่ขนาดความกว้างทางออก 190 เซนติเมตร จำนวนทางออก 3 ทางออก จะใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ใกล้เคียงกับ ที่ขนาดความกว้างทางออก 170 เซนติเมตร จำนวนทางออก 4 ทางออก โดยใช้เวลา 58.5 วินาที และ 58.0 วินาที

รูปแบบการจัดที่นั่งที่ 5

- ที่ขนาดความกว้างทางออก 190 เซนติเมตร จำนวนทางออก 2 ทางออก ตำแหน่งด้านหน้าและตรงกลาง จะใช้เวลาในการออก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากโรงภาพยนตร์ใกล้เคียงกับ ที่ขนาดความกว้างทางออก 180 เซนติเมตร จำนวนทางออก 2 ทางออก ตำแหน่งทางออกด้านหน้าและด้านหลัง โดยใช้เวลา 143.3 วินาที และ 143.0 วินาที

- ที่ขนาดความกว้างทางออก 190 เซนติเมตร จำนวนทางออก 3 ทางออก จะใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ใกล้เคียงกับ ที่ขนาดความกว้างทางออก 160 เซนติเมตร จำนวนทางออก 4 ทางออก โดยใช้เวลา 107.8 วินาที และ 107.0 วินาที

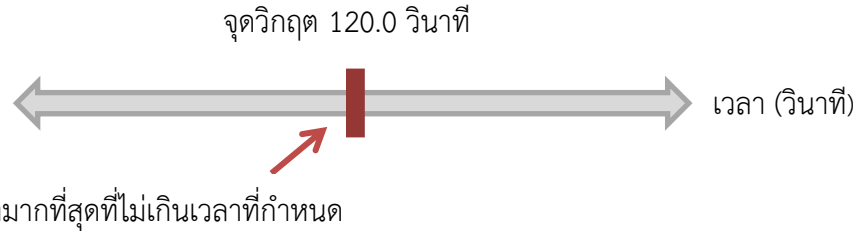
รูปแบบการจัดที่นั่งที่ 6

- ที่ขนาดความกว้างทางออก 190 เซนติเมตร จำนวนทางออก 2 ทางออก ตำแหน่งด้านหน้า จะใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ใกล้เคียงกับ ที่ขนาดความกว้างทางออก 200 เซนติเมตร จำนวนทางออก 2 ทางออก ตำแหน่งด้านหน้าและด้านหลัง โดยใช้เวลา 123.3 วินาที และ 124.5 วินาที

สรุปความสัมพันธ์และระดับความสำคัญของตัวแปรต่างๆ ในการออกจากโรงภาพยนตร์ โดยจากผลการจำลองสถานการณ์จะเห็นว่าในทุกรูปแบบ ตัวแปรทุกตัว คือ ขนาดความกว้างทางออก จำนวนทางออก ตำแหน่งทางออก ส่งผลต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ ตัวแปรที่ส่งต่อการจำลองสถานการณ์ที่ควรให้ความสนใจและส่งผลกระทบต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ค่อนข้างมากคือจำนวนทางออกภายในโรงภาพยนตร์มี ตามมาด้วยตำแหน่งทางออกภายในโรงภาพยนตร์ ตามมาด้วยขนาดความกว้างทางออกซึ่งส่งผลต่อเวลาที่ลดลงเพียงเล็กน้อย

5.1.4 อภิปรายผลของเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ในสถานการณ์ปกติ

โดย H. และ Cole. (1964) ได้กล่าวว่า ในสถานการณ์ปกติเวลาที่ใช้ในการออกจากโรงภาพยนตร์คือไม่เกิน 2 นาที (120.0 วินาที)



ภาพที่ 76 ภาพแสดงช่วงเวลาที่กำหนดในการออกจากโรงภาพยนตร์ในสถานการณ์ปกติ

ภายในโรงภาพยนตร์ความจุ 334 ที่นั่ง รูปแบบการจัดที่นั่งที่ 2 ใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์มากที่สุด คือ 112.0 วินาที ซึ่งเห็นได้ว่าจะไม่มีรูปแบบการจัดที่นั่งใดใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์เกิน 120.0 วินาที และในโรงภาพยนตร์ขนาด 552 ที่นั่ง

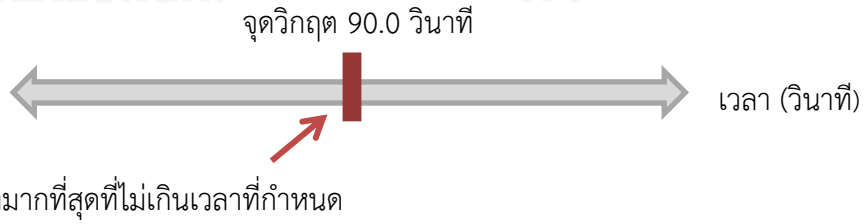
รูปแบบการจัดที่นั่งที่ 6 ที่ใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์มากที่สุดคือ 195.3 วินาที โดยมีหลายกรณีที่ใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์มากกว่า 120.0 วินาที โดยเวลามากที่สุดที่ยังไม่เกินเวลาที่กำหนดคือ รูปแบบการจัดที่นั่งที่ 6 ที่ขนาดความกว้างทางออก 200 เซนติเมตร จำนวนทางออก 2 ทางออก ตำแหน่งด้านหน้า โดยใช้เวลา 120.0 วินาที ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดที่นั่งที่สามารถนำไปใช้ในการออกแบบโรงภาพยนตร์ และรูปแบบการจัดที่นั่งที่ใช้เวลาเกินกว่าที่กำหนดไม่เหมาะสมแก่การนำไปออกแบบโรงภาพยนตร์

หากมองในแง่ของรูปแบบการจัดที่นั่งที่ไม่ขัดต่อกฎกระทรวงแล้วรูปแบบการจัดที่นั่งที่ใช้เวลามากที่สุดแต่ไม่เกิน 120.0 วินาที ในโรงภาพยนตร์ขนาด 552 ที่นั่ง คือ รูปแบบการจัดที่นั่งที่ 6 ที่ขนาดความกว้างทางเดิน 150 เซนติเมตร จำนวนทางออก 4 ทางออก ใช้เวลา 106.8 วินาที

5.1.5 อภิปรายผลของเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์กับความปลอดภัยในสถานการณ์ฉุกเฉิน

การเปรียบเทียบเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์กับกฎกระทรวงว่าด้วยอนุญาตให้ใช้เพื่อประกอบกิจการโรงมหรสพประเภทและระบบความปลอดภัย ของโรงมหรสพ และอัตราค่าธรรมเนียมสำหรับการขอต่อใบอนุญาต พ.ศ. 2550 โดยได้กำหนดว่าทางหนีไฟจะต้องมีขีดความสามารถในการระบายคนออกไปสู่ภายนอกอาคารได้หมดในเวลา 1 ชั่วโมง ซึ่งในการจำลองสถาณการณ์โรงภาพยนตร์ไม่มีกรณีใดที่ใช้เวลาเกิน 1 ชั่วโมง

การเปรียบเทียบเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์กับเวลาการเกิดอัคคีภัยจาก Station Nightclub ในปี ค.ศ. 2003 โดย Bryner, Madrzykowski, และ Grosshandler (2005) แสดงให้เห็นว่าช่วงเวลาตั้งแต่เริ่มเกิดอัคคีภัย ถึงช่วงเริ่มมีควันและลุกลามคือช่วงเวลา 1.00 นาที – 1.30 นาที จนถึงช่วงวิกฤตที่สุดคือไฟได้ลามไปทั่วและพุ่งออกมาทางหน้าต่างของ Station Nightclub จะไม่เกิน 6.00 นาที สามารถกล่าวได้ว่าช่วงเวลาที่มีความสำคัญต่อชีวิตของคือไม่เกิน 1.30 นาที (90.0 วินาที)



ภาพที่ 77 แสดงช่วงเวลาที่กำหนดในการออกจากโรงภาพยนตร์ในสถานการณ์ฉุกเฉิน

ในโรงภาพยนตร์ความจุ 340 ที่นั่ง เวลามากที่สุดที่ไม่เกินเวลาที่กำหนดคือรูปแบบการจัดที่นั่งที่ 2 ที่ขนาดความกว้างทางออก 190 เซนติเมตร จำนวนทางออก 2 ทางออก โดยใช้เวลา 89.5 วินาที และ รูปแบบการจัดที่นั่งที่ 4 ที่ขนาดความกว้างทางออก 170

เซนติเมตร จำนวนทางออก 2 ทางออก โดยใช้เวลา 89.5 วินาทีเท่ากัน และในโรงภาพยนตร์ความจุ 552 ที่นั่ง รูปแบบการจัดที่นั่งที่ 6 ที่ใช้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์มากที่สุดคือ 195.3 วินาที โดยเวลามากที่สุดที่ยังไม่เกินเวลาที่กำหนดคือ รูปแบบการจัดที่นั่งที่ 5 ที่ขนาดความกว้างทางออก 150 เซนติเมตร จำนวนทางออก 4 ทางออก โดยใช้เวลา 87.5 วินาที ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดที่นั่งที่สามารถนำไปใช้ในการออกแบบโรงภาพยนตร์ และรูปแบบการจัดที่นั่งที่ใช้เวลาเกินกว่าที่กำหนดไม่เหมาะสมแก่การนำไปออกแบบโรงภาพยนตร์

หากมองในแง่ของรูปแบบการจัดที่นั่งที่ไม่ขัดต่อกฎกระทรวงแล้วรูปแบบการจัดที่นั่งที่ใช้เวลามากที่สุดแต่ไม่เกิน 90.0 วินาที วินาที ในโรงภาพยนตร์ขนาด 552 ที่นั่ง คือ รูปแบบการจัดที่นั่งที่ 5 ที่ขนาดความกว้าง 150 เซนติเมตร จำนวนทางออก 4 ทางออก ใช้เวลา 87.5 วินาที

โดยในการนำไปออกแบบโรงภาพยนตร์ควรคำนึงถึงเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ในสถานการณ์ฉุกเฉินเป็นสำคัญในการนำไปออกแบบโรงภาพยนตร์

5.2 อภิปรายแนวทางการนำผลการทดลองไปประยุกต์ใช้งาน

1. ตัวแปรที่มีความสำคัญต่อเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์เรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อยได้แก่ จำนวนทางออก ตำแหน่งทางออกที่แตกต่างกัน และขนาดความกว้างช่องทางออกจากโรงภาพยนตร์ ซึ่งสามารถนำไปปรับใช้งานเพื่อการออกแบบโรงภาพยนตร์ที่มีความปลอดภัยขึ้นโดยยังสอดคล้องกับรูปแบบการจัดที่นั่งและการออกแบบโรงภาพยนตร์เดิม
2. รูปแบบการจัดที่นั่งของโรงภาพยนตร์ที่แตกต่างกัน แต่ถ้ามีการปรับเปลี่ยนตัวแปรอื่น ที่จะทำให้เวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ใกล้เคียงกัน สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการปรับลดขนาดของโรงภาพยนตร์ลงได้

5.3 ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น

1. ปัญหาด้านโปรแกรมที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์ การเกิดการดันไปมาของผู้ใช้ในแบบจำลองของโปรแกรม เกิดเนื่องจากภายในแถวทางเดิน ซึ่งถูกกำหนดให้เป็นห้องหนึ่งในโปรแกรมมีทางออกได้ 2 ทาง ผู้ใช้จึงเกิดการสวนกันเพื่อออกไปยังทางออกที่ต้องการ และไม่มีพื้นที่ให้หลบหลีกได้ เนื่องจากทางเดินมีขนาดแคบ การสร้างโมเดลโรงภาพยนตร์ รวมถึงการกำหนดพื้น บันได และทิศทางของทางออกที่จะกำหนดให้ผู้ใช้เดินเพื่อให้เกิดความแม่นยำมากที่สุด เช่น การกำหนดทิศทางของทางออกว่าสามารถเดินออกได้อย่างเดียว หรือสามารถเดินได้สองทาง เป็นต้น โดยการกำหนดรูปแบบของโมเดลนี้จะส่งผลต่อเวลาการออกที่ไม่เท่ากันในการจำลองสถานการณ์
2. ปัญหาด้านการปรับค่าพฤติกรรมของผู้ใช้ในโปรแกรมเพื่อการจำลองสถานการณ์ การกำหนดค่าของการหน่วงเวลาก่อนลุกจากที่นั่งของผู้ใช้ ซึ่งจะอยู่ในช่วง 0 – 60 วินาที ซึ่งมีความกว้างมาก อาจส่งผลต่อเวลาในการจำลองสถานการณ์ได้ ดังนั้นการ

กำหนดค่าทางด้านพฤติกรรมเหล่านี้จึงเป็นการยากที่จะทำให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง ซึ่งหากสามารถกำหนดค่าเหล่านี้ได้ จะส่งผลต่อการจำลองสถานการณ์ให้มีความแม่นยำเพิ่มขึ้นอย่างมาก และในการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมนี้จะกำหนดให้ผู้ใช้ทุกคนรู้ตำแหน่งทางออกทั้งหมดภายในโรงภาพยนตร์ทั้งหมดตั้งแต่เริ่มต้น

5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยต่อไปในอนาคต

1. ทำการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนพฤติกรรมในการออกจากโรงภาพยนตร์ทั้งในสถานการณ์ปกติและสถานการณ์ฉุกเฉิน เช่น กรณีเกิดอัคคีภัย เป็นต้น
2. ทำการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของตัวแปรด้านมุมมองและระยะการมองเห็นภายในโรงภาพยนตร์ ที่ส่งผลต่อรูปแบบการจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์
3. ทำการศึกษาเพิ่มเติมในแง่ของการใช้พื้นที่ภายในโรงภาพยนตร์อย่างเหมาะสม เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการออกจากโรงภาพยนตร์สูงที่สุด ทั้งในด้านความปลอดภัยและความคุ้มค่าทางด้านการตลาด เป็นต้น
4. ทำการศึกษาโดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่กว้างขึ้น มีจำนวนมากขึ้น เพื่อให้เกิดความครอบคลุมและทำให้ผลการวิจัยมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น
5. การออกจากโรงภาพยนตร์ในปัจจุบันมักเป็นโรงภาพยนตร์แบบมัลติเพล็กซ์ ซึ่งมีโรงภาพยนตร์ย่อยจำนวนมากอยู่รวมกัน และประกอบด้วยทางเดินโดยรอบโรงภาพยนตร์ย่อยทั้งหมด จะเป็นตัวส่งผลเวลาในการออกจากโรงภาพยนตร์ระบบมัลติเพล็กซ์ ซึ่งมีความสำคัญและส่งผลมากกว่าเวลาการออกจากโรงภาพยนตร์ย่อยหรือโรงภาพยนตร์โรงเดี่ยว
6. การนำผลสรุปที่ได้จากการทดลอง เพื่อไปปรับปรุงการออกแบบที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์ให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานมากยิ่งขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

Bryner, N., Madrzykowski, D., และ Grosshandler, W. (2005). Publication Citation: Reconstructing the Station Nightclub Fire: Computer Modeling of the Fire Growth and Spread. *International Interflam Conference,* 2(11).

H., B.-M., และ Cole. (1964). *Theaters & Auditoriums*.

Hall, E. T. (1990). *The Hidden Dimension*. New York: Anchor book.

Kuligowski, E. D., และ Peacock, R. D. (2005). *A Review of Building Evacuation Models*. National institute of standards and technology technical.

Macal, C. M., และ North, M. J. (2008). AGENT-BASED MODELING AND SIMULATION: ABMS EXAMPLES. *Winter Simulation Conference*, 102-112.

Nilsson, D., และ Johansson, A. (2009). Social influence during the initial phase of a fire evacuation - Analysis of evacuation experiments in a cinema theatre. *Fire Safety Journal,* 44, 71-79.

Reynolds., C., Flocks, herds, และ schools. (1987). A distributed behavioral model. International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques. *Computer graphics and interactive techniques,* 14, 25-34.

Still, G. K. (2000). *Crowd Dynamics.* Ph.D. Thesis University of Warwick.

Tanaboriboon, Y., , and Jocelyn, A. G. (1989). Level-Of-Service Standards for Pedestrain Facilities in Bangkok: A Case Study. *ITE Journal*, 39-41.

Thornton, C., O'Konski, R., Klein, B., Hardeman, B., และ Swenson, D. (2012). *New wayfinding techniques in pathfinder and supporting research*. Thunderhead engineering. Manhattan.

Thunderhead Engineering. (2013). Flexible movement simulation. from http://www.thunderheadeng.com/pathfinder/feature

เชาวยัณ ภัณฑลักศณ์. (2550). งานตรวจสอบสภาพอาคารด้านสถาปัตยกรรมตามกฎหมายควบคุมอาคาร: กรณีศึกษาโรงภาพยนตร์รวมหลายโรงในอาคารที่ประกอบกิจการหลายประเภทรวมกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กัญญาภา อร่ามรักษ์. (2548). มาตรฐานการออกแบบเพื่อความปลอดภัยสำหรับโรงภาพยนตร์ประเภทรวมหลายโรง : แนวทางการปรับปรุงกฎหมายที่เกี่ยวข้อง. วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ขนิษฐา ส่งสกุลชัย, ปรณัฐ วิสุวรรณ , และ สุภัทร พัฒน์วิชัยโชติ. (2555). การศึกษาระยะเวลาการอพยพออกจากโรงภาพยนตร์ประเภทรวมหลายโรงในเขตกรุงเทพมหานคร. วิศวกรรมสาร มก, 81(กรกฎาคม - กันยายน 2555), 74-85.

คมสัน สุริยะ. (2552). แบบจำลอง Agent-based Simulation. from http://www.tourismlogistics.com/index.php?option=com_content&view=article&id=197:-agent-based-simulation&catid=76:cge-model-analysis&Itemid=96

จิระภา วรกิตติโสภณ, และ สุมนา ธีรกิตติกุล. (2554, 29 กรกฎาคม 2554). การศึกษาพฤติกรรมการชมภาพยนตร์ไทยที่มีผลต่อปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด บริการของประชาชนในเขตกรุงเทพมหานคร.การประชุมวิชาการระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยกรุงเทพ ครั้งที่ 1, มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

มหาดไทย, กระทรวง. (2550). กฎกระทรวงว่าด้วยการอนุญาตให้ใช้อาคารเพื่อประกอบกิจการโรงมหรสพประเภทและระบบความปลอดภัยของโรงมหรสพและอัตราค่าธรรมเนียมเกี่ยวกับการอนุญาตให้ใช้อาคารเพื่อประกอบกิจกรรมโรงมหรสพ พ.ศ. 2550. กรุงเทพฯ: กระทรวงมหาดไทย.

ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. (2529). การจำลองแบบปัญหา. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม อุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, บจก. (2540). พฤติกรรมและความคิดเห็นเรื่องความปลอดภัยในการดูภาพยนตร์ในโรงภาพยนตร์. บจก. ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. กรุงเทพฯ.

สัญญา เครือหงษ์, และ สุรางค์รัตน์ เชาว์โคกสูง. (2551). การพัฒนาเกมแนวต่อสู้โดยใช้ชุดคำสั่งซีดีเอ็กซ์เอนจินและอัลกอรึธึมแบบเอ-สตาร์. วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ, 7(มกราคม – มิถุนายน), 38-46.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ นางสาวเธียรธาดา หิรัญญะชาติธาดา เกิดวันที่ 27 มิถุนายน 2532 จบการศึกษา วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2553 และในปี 2555 ได้เข้าศึกษาในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต กลุ่มวิชาคอมพิวเตอร์ในการออกแบบสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University