การพัฒนาระบบปรับเปลี่ยนเฟอร์นิเจอร์อัตโนมัติ ตามแนวคิดการออกแบบเพื่อคนทั้งมวล กรณีศึกษา : ผู้นั่งวีลแชร์

The Development of the Automatic Furniture Changing System Based On Universal Design Case Study : Wheelchair User

พิมพ์ผกา อรรคไกรสีห์[1] ชุมเขต แสวงเจริญ[2] รมย์ ขำปัญญา[3] และ ชาวี บุษยรัตน์[4]
Pimpaka Akkhakraisi[1], Choomket Sawangjaroen[2], Rom Khampanya[3] and Chawee Busayarat[4]

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
E-mail: ar5516680286@gmail.com[1], choomket@gmail.com[2], romkh@me.com[3], cha_v_mek@hotmail.com[4]

Received 14/12/2018 Revised 12/8/2019 Accepted 26/8/2019

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการออกแบบเพื่อคนทั้งมวลได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านสภาพแวดล้อมและที่อยู่อาศัย งานวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายในการศึกษาปัญหาและความต้องการของผู้นั่งวีลแชร์ เพื่อนำมาพัฒนาเป็นระบบปรับเปลี่ยนเฟอร์นิเจอร์อัตโนมัติด้วยหลักการประมวลผลภาพวิดีโอ โดยระบบสามารถตรวจจับผู้ใช้งาน 2 ประเภท คือ คนยืนและคนนั่งวีลแชร์ที่อาศัยอยู่ภายในที่พักอาศัยเดียวกัน โดยผู้วิจัยแบ่งการศึกษา เป็น 3 ส่วน ดังนี้ 1.การศึกษาปัญหาและความต้องการ โดยใช้การแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ของคนนั่งวีลแชร์ จำนวน 5 กรณีศึกษา เพื่อนำผลวิเคราะห์มากำหนดพื้นที่ในการออกแบบ ซึ่งพบว่าปัญหาส่วนใหญ่ คือ เฟอร์นิเจอร์ เนื่องจากมีขนาดและการใช้งานคงที่ ไม่สามารถยืดหยุ่นได้ 2.การสร้างต้นแบบระบบปรับเปลี่ยนเฟอร์นิเจอร์อัตโนมัติ ตามแนวคิดการออกแบบเพื่อคนทั้งมวล 3.การทดสอบประสิทธิภาพในด้านการทำงานและการประเมินประสิทธิภาพในด้านการใช้งานของระบบ ซึ่งสรุปว่าระบบมีประสิทธิภาพในการทำงานและสามารถอำนวยความสะดวกให้กับคนทั่วไปและคนนั่งวีลแชร์ที่อาศัยอยู่ร่วมกันภายในที่พักอาศัย

คำสำคัญ
ระบบตรวจจับผู้ใช้งาน
ระบบปรับเปลี่ยนเฟอร์นิเจอร์อัตโนมัติ
หลักการประมวลผลภาพวิดีโอ
สถาปัตยกรรมปรับเปลี่ยนได้
การจัดที่พักอาศัยแบบยืดหยุ่น

Abstract

The designs for all people are widely used, especially in terms of environments and residences. Therefore, the purpose of this study is to examine the problems and needs of the wheelchair users in order to develop the automatic furniture changing system with the video processing principles. The system could detect two types of users: standing and wheelchair users living in the same residences. The study was divided by the researcher(s) into three parts as follows. Firstly, the problems and needs were studied by using questionnaires and interviews with the wheelchair users in the five cases in order to use the results for identifying the design areas. It was found that most problems were the furniture because the sizes and usages of the furniture were fixed. Secondly, the model of the automatic furniture changing system under the concept of the designs for all people was created. Thirdly, the performances of the system in terms of operations and uses were evaluated. It was summarized that the system was efficient and it could facilitate general people and wheelchair users living together.

Keywords
Object Tracking System
Automatic Furniture Changing System
Image Processing
Adaptive Architecture
Flexible House

1. บทนำ

ใน พ.ศ. 2548 ประเทศไทยเริ่มเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุและจะเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์ ใน พ.ศ.2564 ตามหลักเกณฑ์ขององค์กรสหประชาชาติ (Prompak, 2013, pp. 1-23) ส่งผลให้มีการอาศัยอยู่ร่วมกันของคนหลากหลายช่วงอายุภายในที่พักอาศัยเดียวกัน รวมทั้งบางครอบครัวยังมีผู้พิการอาศัยอยู่ร่วมด้วย จึงได้มีการนำหลักการออกแบบเพื่อคนทั้งมวล (principles of universal design) มาใช้พัฒนาสภาพแวดล้อม ที่อยู่อาศัยและสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆรอบตัว ซึ่งหลักการสำคัญข้อหนึ่ง คือ ความยืดหยุ่นและการปรับเปลี่ยนได้ ซึ่งการจัดที่พักอาศัยแบบยืดหยุ่น (flexible house) เป็นสถาปัตยกรรมที่มีปฏิสัมพันธ์กับการใช้งานหรือพฤติกรรมของมนุษย์ โดยสามารถปรับเปลี่ยนเพื่อตอบสนองต่อการใช้งานของผู้ใช้งานที่แตกต่างกันได้ และยังช่วยลดปัญหาการเกิดอุบัติเหตุภายในที่พักอาศัย ในปัจจุบันเฟอร์นิเจอร์ที่สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้งานได้หลายรูปแบบยังมีจำนวนไม่มาก และส่วนใหญ่ต้องให้มนุษย์เป็นผู้ปรับเปลี่ยนรูปแบบเพื่อใช้งาน ส่งผลให้ต้องออกแรงและเสียเวลา จึงได้มีการนำระบบจัดการและควบคุมอาคารอัตโนมัติหนึ่งในนั้น คือ การนำเซ็นเซอร์มาทำงานร่วมกับกล้องบันทึกภาพวิดีโอ เพื่อใช้ในการใช้เก็บข้อมูลอัตโนมัติ ลดแรงงาน และลดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น ผู้วิจัยจึงเกิดความต้องการพัฒนาระบบปรับเปลี่ยนเฟอร์นิเจอร์อัตโนมัติตามแนวคิดการออกแบบเพื่อคนทั้งมวลเพื่อให้เกิดความหลากหลายและความยืดหยุ่นในการใช้งานมากขึ้น โดยเลือกใช้กระบวนการตรวจจับวัตถุ (object tracking) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักการประมวลผลภาพ (image processing) นำมาตรวจจับผู้ใช้งาน 2 ประเภท คือ คนทั่วไปและคนนั่งวีลแชร์ และส่งผลให้มีการปรับเปลี่ยนเฟอร์นิเจอร์แบบอัตโนมัติ ทำให้ทุกคนภายในที่พักอาศัยสามารถใช้งานร่วมกันได้อย่างสะดวกสบายและปลอดภัย

2. วัตถุประสงค์งานวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีตรวจจับประเภทของผู้ใช้งาน ได้แก่ คนทั่วไปและคนนั่งวีลแชร์ ที่ส่งผลให้เฟอร์นิเจอร์สามารถปรับเปลี่ยนได้อัตโนมัติ

2.2 เพื่อประเมินประสิทธิภาพและความถูกต้องของระบบที่พัฒนา

3. วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาปัญหาและความต้องการของผู้สูงอายุในด้านที่อยู่อาศัย พบว่าผู้สูงอายุคิดว่าตนเองไม่สามารถอยู่กับครอบครัวได้ เนื่องจากมีที่อยู่อาศัยที่ไม่เหมาะสมหรือปลอดภัยเพียงพอ ต้องการได้รับการดูแลช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด อยู่สภาพแวดล้อมที่ดีและมีสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อป้องกันอุบัติเหตุ (Visantasajee, 2011)

จากรายงานข้อมูลสถานการณ์คนพิการในประเทศไทย พบว่าคนพิการส่วนใหญ่มีความพิการทางด้านการเคลื่อนไหวหรือทางร่างกาย และอยู่ในช่วงอายุ 60 ปีขึ้นไปหรือเป็นวัยผู้สูงอายุ (Ministry of Social Development and Human Security, 2017)

ในปัจจุบันคนพิการมีความต้องการในด้านที่อยู่อาศัยและสภาพแวดล้อมเป็นอันดับต้นๆ เพราะสิ่งอำนวยความสะดวกในด้านที่อยู่อาศัยหรือสภาพแวดล้อมในประเทศไทยยังไม่สามารถตอบสนองความต้องการของคนพิการได้อย่างครอบคลุม
(Jianrum, 2014)

Hammerman และ Maikowski ได้สรุปความหมายของ ความพิการ คือ ความเสียเปรียบ ความพิการ และความบกพร่อง สามารถอธิบายได้ว่า บุคคลหนึ่งอาจมีความบกพร่อง โดยไม่พิการและพิการโดยไม่เกิดการเสียเปรียบหากได้รับการสนับสนุนจากครอบครัวหรือมีสิ่งอำนวยความสะดวกทางกายภาพ สิ่งเหล่านี้สามารถเยียวยา ความบกพร่องที่มีอยู่ได้และจะไม่ส่งผลทำให้บุคคลนั้นเกิดความเสียเปรียบในการดำรงชีวิต (Hammerman & Maikowski, 1981)

การออกแบบเพื่อคนทั้งมวล หรือ universal design อาจจะอธิบายความออกมาหลากหลาย แต่มีนัยคล้ายกัน คือ ผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับผู้บริโภค ผลิตภัณฑ์เพื่อทุกคน การออกแบบผลิตภัณฑ์สินค้าเพื่อบุคคลทุกเพศทุกวัย และทุกสภาพร่างกาย ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบมาเพื่อใช้ประโยชน์จากอย่างเดียวกันด้วยกันได้ (Suksod, 2017)

หลักเกณฑ์ของการออกแบบเพื่อคนทั้งมวลมี 7 ประการ ได้แก่

1. เสมอภาค ใช้งานได้กับทุกคนในสังคมอย่างเท่าเทียมกันไม่มีการแบ่งแยกและเลือกปฏิบัติ

2. ยืดหยุ่น ใช้งานได้กับผู้ที่ถนัดซ้าย และขวาหรือปรับสภาพความสูงต่ำ ขึ้นลงได้ตามความสูงของผู้ใช้

3. เรียบง่ายและเข้าใจได้ดี เช่น มีภาพหรือคำอธิบายที่เรียบง่าย สำหรับคนทุกประเภทไม่ว่าจะมีความรู้ระดับไหน อ่านหนังสือออกหรือไม่ อ่านภาษาต่างประเทศได้หรือไม่ หรืออาจใช้รูปภาพเป็นสัญลักษณ์สากล สื่อสารให้เข้าใจได้ง่าย ฯลฯ

4. มีข้อมูลพอเพียง มีข้อมูลง่ายสำหรับประกอบการใช้งานที่พอเพียง

5. ทนทานต่อการใช้งานที่ผิดพลาด เช่น มีระบบป้องกันอันตรายหากมีการใช้ผิดพลาด รวมทั้งไม่เสียหายได้โดยง่าย

6. ทุ่นแรงกาย สะดวกและไม่ต้องออกแรง

7. ขนาด และสถานที่ที่เหมาะสม และใช้งานในเชิงปฏิบัติได้ โดยคิดออกแบบเผื่อสำหรับคนร่างกายใหญ่โต คนที่เคลื่อนไหวร่างกายยาก คนพิการ คนชรา

Holger Schnadelbach ให้ความหมาย สถาปัตยกรรมที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ คือ อาคารที่ออกแบบมาเพื่อให้สามารถปรับเข้ากับสภาพแวดล้อมของผู้ที่อยู่อาศัย ไม่ว่าจะเป็นการขยับแบบอัตโนมัติหรือโดยมนุษย์ ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้หลายระดับและส่วนใหญ่ เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีดิจิทัลหรือการใช้เซนเซอร์เป็นตัวควบคุมเทคโนโลยีการสื่อสาร (Schnadelbach, 2014)

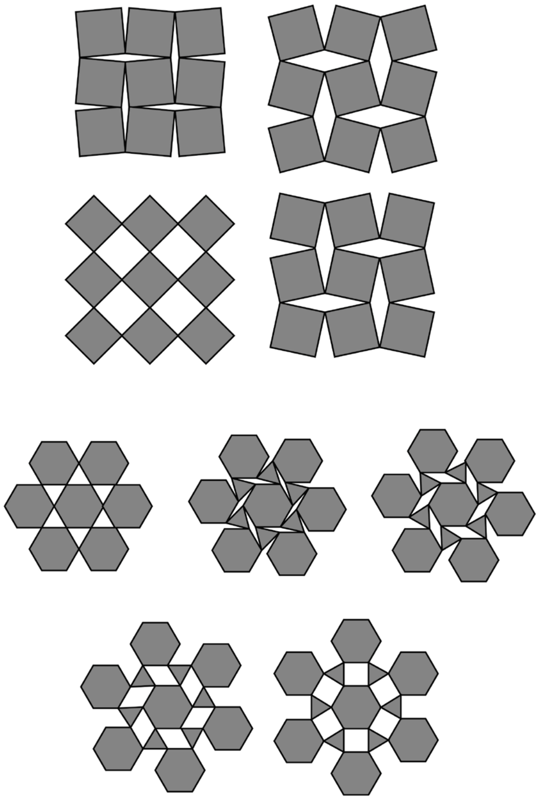
Vaishali Kawalkar ได้ให้ความหมายสถาปัตยกรรมที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ คือ สถาปัตยกรรมที่ได้รับการออกแบบให้สามารถปรับเปลี่ยนได้ทั้งด้านโครงสร้างหรือพฤติกรรม เพื่อตอบสนองต่อความต้องการและปรับให้เข้ากับสภาพแวดล้อม (Kawalkar, 2015)

Tessellation เป็นชุดของรูปภาพหรือเรขาคณิตที่สามารถนำมาเรียงต่อกันได้อย่างไม่มีกำหนด และมีจุดเชื่อมต่อแต่ละชิ้นส่วนด้วยบานพับ เพื่อให้สามารถหมุนไปพร้อมกับชิ้นส่วนที่อยู่ติดกัน (Grant, 2014) ดังรูปที่ 1

เมื่อนำทฤษฎีดังกล่าวมาใช้ร่วมกับการออกแบบ เช่น การออกแบบเฟอร์นิเจอร์ที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามพื้นที่ที่มีอย่างจำกัด หรือความต้องการในการใช้งานของผู้อยู่อาศัย เป็นต้น ซึ่งการปรับเปลี่ยนในรูปแบบต่างๆ อาจทำให้เกิดพื้นที่หรืองานสถาปัตยกรรมในรูปแบบใหม่ๆที่น่าสนใจหรือแตกต่างจากเดิม

3.2 โครงการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีหรือนวัตกรรม เข้ามามีบทบาทสำคัญในการดำเนินชีวิตรวมไปถึงกับการเข้ามาเป็นส่วนร่วมในงานสถาปัตยกรรมหลากหลายรูปแบบ



ที่มา: http://algrant.ca/projects/hinged-tessellations/

รูปที่ 1 ตัวอย่างของทฤษฎีเทสเซลเลชันแบบปกติ (Example -Regular Hinged Tessellations Theory)

3.2.1 Wheel Pad

Vermont Firm LineSync Architecture ได้ออกแบบบ้านหลังเล็กนี้ให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและเหมาะสำหรับการพักฟื้นของผู้ที่ประสบอุบัติเหตุ ไม่สามารถเดินได้ภายในบ้านซึ่งมีพื้นที่ขนาดจำกัด มีเตียง พื้นที่เก็บของ โต๊ะที่สามารถพับเก็บได้ และห้องน้ำ โดยด้านหน้าบ้านมีทางลาดสำหรับวีลแชร์ บ้านหลังนี้สามารถนำไปเชื่อมต่อกับบ้านหรืออาคารอื่นๆ และสามารถเคลื่อนย้ายได้ ดังรูปที่ 2

ที่มา: https://www.wheelpad.com

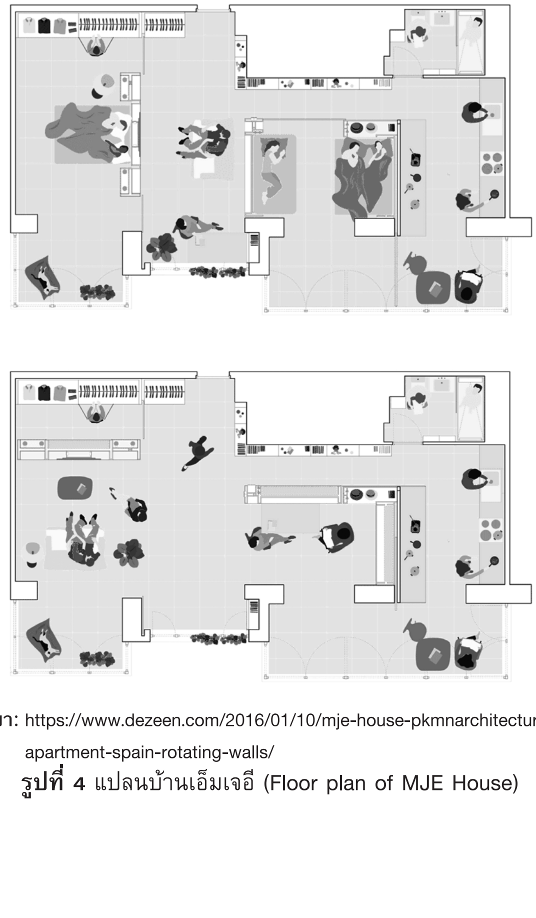
รูปที่ 2 ต้นแบบที่พักฟื้นของผู้ที่ประสบอุบัติเหตุ (Wheelpad)

3.2.2 MJE House

โครงการปรับปรุงอาคารนี้ออกแบบโดย PKMN architecture ตั้งอยู่ที่เมืองมาดริด ประเทศสเปน อพาร์ตเมนต์แห่งนี้มีปัญหาเรื่อง ขนาดพื้นที่ที่มีอย่างจำกัด มีผนังทรงสี่เหลี่ยม แบ่งห้องไว้เป็นสัดส่วน แต่ละพื้นที่มีการกำหนดการใช้งานเฉพาะตัว และไม่สามารถรองรับผู้ใช้งานที่มีจำนวนมากได้ จึงมีการปรับปรุงห้องพักนี้สามารถปรับเปลี่ยนพื้นที่การใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ เมื่อมีผู้ใช้งานจำนวนมาก โดยใช้ผนังแบบหมุนได้โดยที่ติดล้อขนาดเล็ก ร่วมกับเฟอร์นิเจอร์แบบลอยตัว สามารถพับ ยก หรือย้ายไปไว้พื้นที่ต่างๆ ได้ ดังรูปที่ 3-5

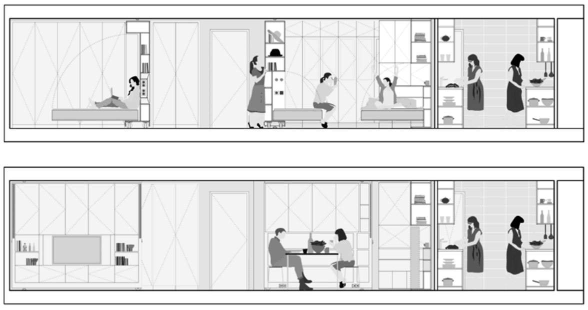
ที่มา: https://www.dezeen.com/2016/01/10/mje-house-pkmnarchitectures-apartment-spain-rotating-walls/

รูปที่ 3 บ้านเอ็มเจอี (MJE House)



ที่มา: https://www.dezeen.com/2016/01/10/mje-house-pkmnarchitectures-apartment-spain-rotating-walls/

รูปที่ 4 แปลนบ้านเอ็มเจอี (Floor plan of MJE House)



ที่มา: https://www.dezeen.com/2016/01/10/mje-house-pkmnarchitectures-apartment-spain-rotating-walls/

รูปที่ 5 รูปตัดบ้านเอ็มเจอี (Section of MJE House)

จากการศึกษากรณี พบว่าสถาปัตยกรรมที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ มีตั้งแต่เฟอร์นิเจอร์ ซึ่งเป็นส่วนประกอบเล็กๆ ภายในที่พักอาศัย ไปจนถึงการปรับอาคารที่มีขนาดใหญ่ โดยแต่ละรูปแบบที่เกิดการปรับเปลี่ยนถูกออกแบบขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการและแก้ไขปัญหาที่แตกต่างกัน ในปัจจุบันรูปแบบของการปรับเปลี่ยนพื้นที่เหล่านี้ มีบางส่วนได้นำเทคโนโลยีมาใช้ เพื่อลดการออกแรงของผู้ใช้งานและส่วนใหญ่ยังให้ผู้ใช้งานเป็นผู้ปรับเปลี่ยนเอง ซึ่งกรณีศึกษานี้สามารถนำไปปรับใช้และเป็นแนวทางในการออกแบบพื้นที่ที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายและความปลอดภัยให้แก่ผู้ใช้งาน (Trivisvavet, 2015)

3.2.3 การพัฒนาระบบตรวจจับท่าทางผู้ใช้งาน เพื่อควบคุมแผงกันแดดอัตโนมัติและปริมาณแสงสว่างภายในพื้นที่ปิดของอาคารสาธารณะ โดย อริสรา ตรีวิศวเวทย์

งานวิจัยนี้ทำเกี่ยวกับการพัฒนา ปรับปรุงปริมาณแสงภายในพื้นที่ที่มีปริมาณผู้ใช้งานที่มีความหลากหลาย โดยใช้เทคโนโลยีในปัจจุบันมาร่วมหลักการของการประมวลผลภาพ วีดีโอ (image processing) ซึ่งสามารถรองรับกลุ่มผู้ใช้งานได้มากกว่า 1 คนในเวลาเดียวกัน ซึ่งมีการพัฒนาระบบที่สามารถตรวจจับท่าทางออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ ท่าทางการยืนและการนั่ง โดยระบบนี้สามารถตอบสนองได้ในทันที และสามารถตั้งค่าของลักษณะท่าทางไปยังตัวควบคุมแผงกันแดดเพื่อให้สามารถปรับเปลี่ยนได้อัตโนมัติ

3.2.4 Wheelchair-user Detection Combined with Parts-based Tracking

งานวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับการตรวจจับวีลแชร์จากภาพวิดีโอ เพื่อตรวจสอบความปลอดภัยและการขอความ

ช่วยเหลือ ได้พัฒนาขึ้นโดยการทำให้สามารถตรวจจับได้แม่นยำและถูกต้องมากขึ้น มีการแบ่งการตรวจจับของวีลแชร์เป็น 6 ส่วน สามารถคาดเดาการเคลื่อนที่ของวีลแชร์ได้ในพื้นที่ที่มีคนหนาแน่นและแออัด Tanikawa, Kawanishi, Deguchi, Ide, Murase & Kawai, (2017) ดังรูปที่ 6

ที่มา: Wheelchair-user Detection Combined with Partsbased Tracking
รูปที่ 6 การพัฒนาระบบตรวจจับวีลแชร์ (Wheelchair-user detection system development)

จากการศึกษาทฤษฎี บทความ และกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องแสดงให้ว่าปัจจุบันประเทศไทยและต่างประเทศได้มีการออกแบบสถาปัตยกรรมโดยการนำเทคโนโลยีและวิธีการที่สามารถทำได้ในขณะนั้น มาแก้ไขปัญหาและตอบสนองความต้องการของผู้สูงอายุและคนพิการที่มีจำนวนมากปริมาณมากขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านที่อยู่อาศัย เพื่อให้สะดวกต่อการใช้ชีวิตประจำวัน ซึ่งแนวคิดของกรณีศึกษาข้างต้นสามารถนำมาปรับใช้กับงานวิจัยนี้ได้ เพื่อให้สิ่งที่ต้องการพัฒนาขึ้นเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในการใช้ชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุและคนพิการ

4. วิธีการวิจัย

4.1 การศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ

จากเอกสารงานวิชาการที่เกี่ยวข้อง สื่อสิ่งพิมพ์ และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้อง

4.2 การออกแบบต้นแบบที่พักอาศัย

4.2.1 กำหนดตัวแปรที่ศึกษาเพื่อจัดทำแบบสัมภาษณ์และแบบสอบถาม เรื่อง ปัญหาและความต้องการของคนนั่งวีลแชร์ที่เกิดขึ้นภายในที่พักอาศัย

ซึ่งเป็นปัญหาหลักในด้านการใช้งาน ตามแนวคิดการออกแบบเพื่อคนทั้งมวล โดยเลือกกลุ่มตัวอย่าง คือ คนนั่งวีลแชร์และมีผู้ดูแลอย่างน้อย 1 คน อยู่ภายในที่พักอาศัยเดียวกัน การสัมภาษณ์ โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยข้อมูล 5 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลด้านสุขภาพของกลุ่มตัวอย่าง

ส่วนที่ 2 ข้อมูลกิจวัตรประจำวันและบริเวณที่ทำกิจกรรมต่างๆภายในที่พักอาศัย

ส่วนที่ 3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาในการใช้พื้นที่บริเวณต่างๆ ภายในที่พักอาศัย ได้แก่ (1)ทางเดินภายในบ้าน (2)บันได ทางลาด (3)ประตู หน้าต่าง ช่องเปิด (4) เฟอร์นิเจอร์ (5)ห้องนอน (6)ห้องน้ำ (7)ห้องครัว

ส่วนที่ 4 แบบประเมินระดับความสำคัญของปัญหาเกี่ยวกับที่พักอาศัยของคนนั่งวีลแชร์ โดยให้คะแนนตามระดับปัญหาของแต่ละพื้นที่ภายในที่พักอาศัย

ส่วนที่ 5 ผังบริเวณภายในที่พักอาศัยโดยสังเขป

4.2.2 การวิเคราะห์และสรุปผลการศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์และการตอบแบบสอบถาม ผู้วิจัยใช้วิธีการวิเคราะห์กิจวัตรประจำวัน พฤติกรรมในการใช้พื้นที่ และระดับปัญหาในบริเวณต่างๆภายในที่พักอาศัย เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลพื้นที่ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มากำหนดรูปแบบของระบบปรับเปลี่ยนเฟอร์นิเจอร์อัตโนมัติ

4.2.3 การออกแบบระบบปรับเปลี่ยนเฟอร์นิเจอร์อัตโนมัติ

การทดลองออกแบบเฟอร์นิเจอร์ในรูปแบบต่างๆ ขนาด 1:10 โดยคำนึงถึงความยืดหยุ่นในการใช้งาน และใช้เกณฑ์ในการออกแบบ ดังนี้ (1)ปรับเปลี่ยนการใช้งานได้หลายรูปแบบ (2)น้ำหนักเบา ใช้แรงน้อยในการเคลื่อนที่ (3)ประหยัดพื้นที่(4)ควบคุมการปรับเปลี่ยนได้ โดยใช้เซอร์โวมอเตอร์ โดยนำโมเดลจำลองทั้งหมดมาเปรียบเทียบเพื่อศึกษาลักษณะการใช้งาน ข้อดี ข้อเสีย และคัดเลือกโมเดลจำลอง 1 แบบ เพื่อนำมาพัฒนาต่อให้สามารถใช้งานได้และสอดคล้องกับการออกแบบเพื่อคนทั้งมวล

4.3 การพัฒนาและทดสอบระบบ

4.3.1 การพัฒนา ทดสอบระบบปรับเปลี่ยนเฟอร์นิเจอร์อัตโนมัติ

4.3.2 การพัฒนา ทดสอบระบบตรวจจับการเคลื่อนไหว

4.3.3 การพัฒนา ทดสอบระบบปรับเปลี่ยนเฟอร์นิเจอร์อัตโนมัติ เพื่อรองรับคนนั่งวีลแชร์โดยทดสอบจากโมเดลจำลอง และวิพากษ์ระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

4.4 การสร้างต้นแบบ

ของระบบปรับเปลี่ยนเฟอร์นิเจอร์อัตโนมัติ เพื่อรองรับคนนั่งวีลแชร์

4.5 การประเมินผล การสรุปผล และนำเสนอแนวทางการพัฒนา

ระบบปรับเปลี่ยนเฟอร์นิเจอร์อัตโนมัติ เพื่อรองรับคนนั่งวีลแชร์ ตามแนวคิดการออกแบบเพื่อคนทั้งมวล

5. ผลการศึกษา

5.1 การออกแบบต้นแบบที่พักอาศัย

5.1.1 การศึกษาปัญหาและพฤติกรรมการใช้พื้นที่

จากการสัมภาษณ์และตอบแบบสอบถามคนนั่งวีลแชร์ซึ่งเป็นบุคคลที่มีความทุพพลภาพทางการเคลื่อนไหวและการเดิน ทั้งหมด 5 กรณีศึกษา เรื่อง พฤติกรรมการใช้งานในบริเวณต่างๆภายในที่พักอาศัยเพื่อให้ทราบถึงบริเวณที่พบปัญหาด้านการใช้งานและระดับความสำคัญของปัญหา โดยพบว่าจุดที่เป็นปัญหาด้านการใช้งานคนนั่งวีลแชร์มากที่สุด คือ เฟอร์นิเจอร์ เพราะบริเวณดังกล่าวถูกกำหนดให้มีการใช้งานแบบเฉพาะ และไม่สามารถยืดหยุ่นได้ มีขนาดและความสูงเป็นมาตรฐาน ส่งผลให้เมื่อคนนั่งวีลแชร์ไม่สามารถใช้งานได้สะดวกและเอื้อมหยิบของไม่ถึงเพราะไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อรองรับทุกคนที่ต้องการใช้งาน (รูปที่ 7)

รูปที่ 7 แสดงบริเวณที่พบปัญหาภายในที่พักอาศัยของกรณีศึกษา (Problem area in case study house)

จากการศึกษาโดยการสัมภาษณ์และตอบแบบสอบถามของคนนั่งวีลแชร์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเรื่องปัญหาและความต้องการของผู้สูงอายุและคนพิการ พบว่าปัญหาส่วนใหญ่ คือ ปัญหาด้านสภาพแวดล้อมหรือที่พักอาศัยไม่เหมาะสมและปลอดภัยเพียงพอ เนื่องจากผู้สูงอายุและคนพิการต้องการใช้ชีวิตประจำวันและทำกิจกรรมต่างๆ ได้โดยพึ่งพิงผู้อื่นน้อยลงและดำเนินชีวิตตามปกติ และการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเรื่องสถาปัตยกรรมที่สามารถปรับเปลี่ยนได้สามารถเป็นทางเลือกหนึ่งในการพัฒนาสิ่งอำนวยความสะดวกภายในที่พักอาศัยเพื่อให้เกิดความ ยืดหยุ่นในการใช้งานและเหมาะสมกับผู้ใช้งานแต่ละบุคคล

5.1.2 การกำหนดและออกแบบเฟอร์นิเจอร์ภายในที่พักอาศัย

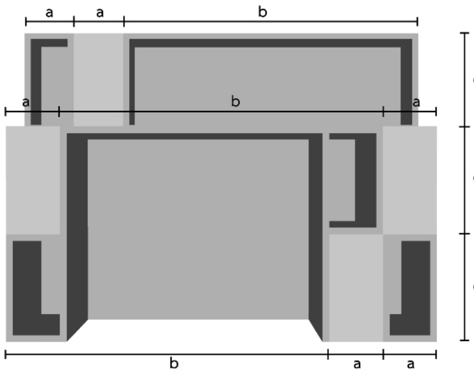
งานวิจัยนี้ต้องการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ ซึ่งโดยทั่วไปจะมีรูปแบบและสัดส่วนเป็นมาตรฐานเหมาะสำหรับคนทั่วไป แต่คนนั่งวีลแชร์จะไม่สามารถใช้งานได้อย่างสะดวกและปลอดภัย โดยโมเดลจำลองนี้ถูกออกแบบและพัฒนาขึ้นให้เป็นเฟอร์นิเจอร์ที่สามารถใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ เช่น เคาน์เตอร์ โต๊ะ และชั้นเก็บของ เป็นต้น โดยมีกลไกในการขับเคลื่อนผนังชิ้นนี้ให้สามารถขยายและพับเก็บได้ (รูปที่ 8-11) โดยใช้หลักการ Hinged Tessellations คือ

1) การนำรูปทรงเรขาคณิตมาเรียงต่อกัน โดยมีเงื่อนไขว่ารูปที่นำมาจัดเรียงนั้นจะต้องไม่เกิดช่องว่างหรือการทับซ้อนกัน

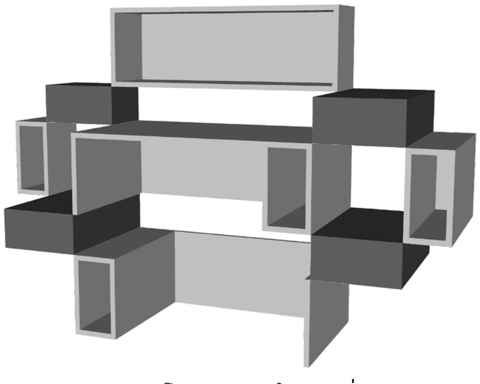
2) การนำบานพับมาใช้เป็นข้อต่อเชื่อมระหว่างรูปทรงเรขาคณิตแต่ละชิ้น เพื่อให้สามารถหมุนและพับให้เกิดรูปแบบที่แตกต่างกัน

3) การใช้รูปหลายเหลี่ยมด้านเท่าหรือมุมเท่าหลายชนิดจัดวางเรียงกันให้รอบจุดยอดร่วมกัน 360 องศา มุมตรงข้ามที่มีจุดยอดร่วมกัน 180 องศา

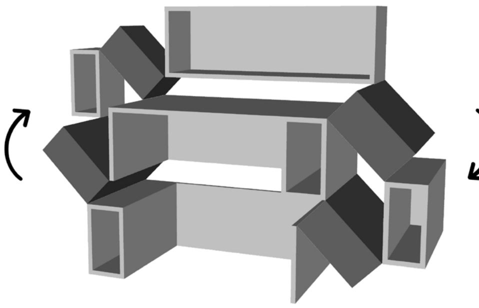
โดยโมเดลจำลองนี้ถูกกำหนดให้เป็นเฟอร์นิเจอร์ที่สามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับผู้ใช้งานทั้ง 2 ประเภท คือ คนทั่วไปและคนนั่งวีลแชร์ เฟอร์นิเจอร์นี้ถูกออกแบบตามแนวคิดการออกแบบเพื่อคนทั้งมวล คือ มีความยืดหยุ่นสามารถเพิ่มหรือลดขนาดเพื่อให้เหมาะสมกับผู้ใช้งานทุกประเภท โดยใช้เทคนิคการหมุนของกลไกร่วมกับระบบปรับเปลี่ยนแบบอัตโนมัติ ทำให้ใช้งานง่ายและ มีขนาดและสัดส่วนตรงกับขนาดมาตรฐานที่ผู้ใช้งานทั้ง 2 ประเภท สามารถใช้งานได้อย่างสะดวกสบายและปลอดภัย (รูปที่ 8-12)



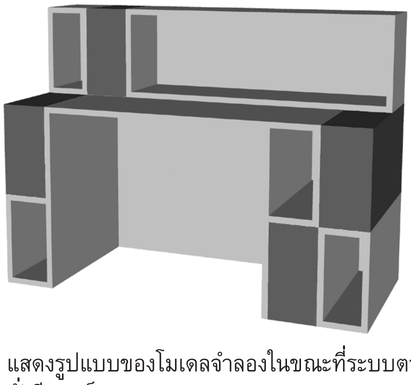
รูปที่ 8 แสดงสัดส่วนของโมเดลจำลอง
(Proportion of model : Standing user)



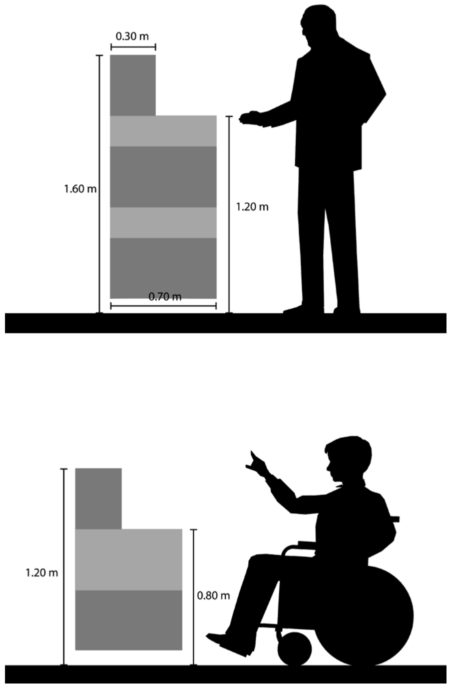
รูปที่ 9 แสดงรูปแบบของโมเดลจำลองในขณะที่ระบบตรวจจับคนยืน
(Prototype tracking system model : Standing user)



รูปที่ 10 แสดงรูปแบบของโมเดลจำลองในขณะที่ระบบขณะปรับเปลี่ยน (Prototype tracking system model : Transform)



รูปที่ 11 แสดงรูปแบบของโมเดลจำลองในขณะที่ระบบตรวจจับคนนั่งวีลแชร์ (Prototype tracking system model : Sitting user)



รูปที่ 12 แสดงรูปด้านข้างโมเดลจำลองเทียบกับ ผู้ใช้งาน 2 ประเภท (Elevation of model, compared to 2 types of users)

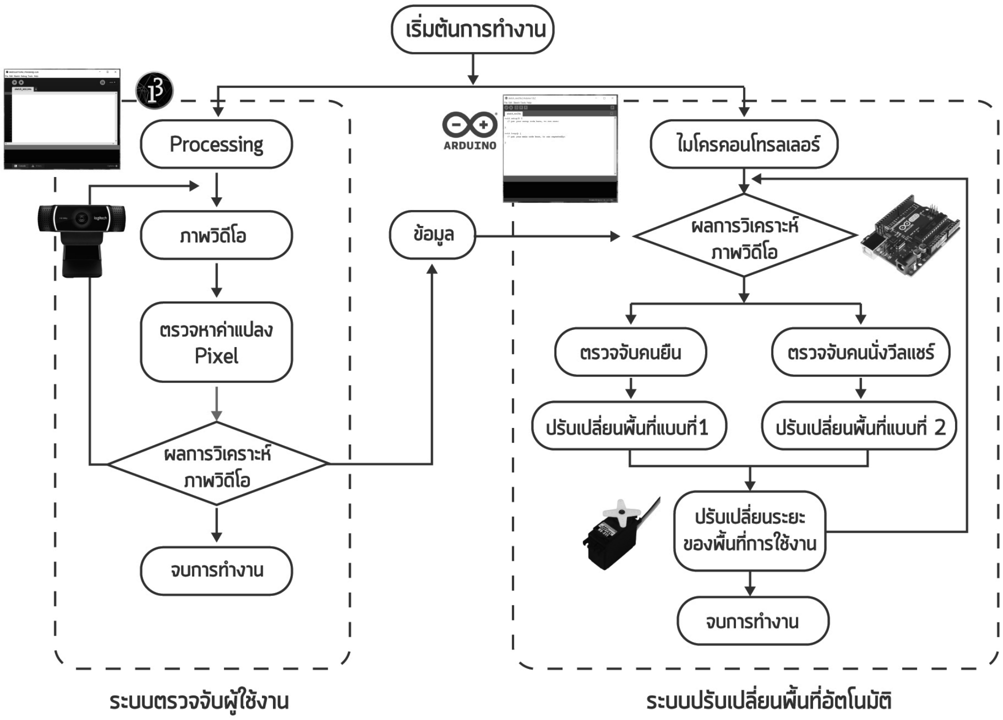
5.2 การพัฒนาระบบ

ต้นแบบของเฟอร์นิเจอร์ปรับเปลี่ยนอัตโนมัตินี้สามารถนำไปพัฒนาสร้างจริงในขนาด 1:1 และนำไปติดตั้งในที่พักอาศัยให้ผู้ใช้งานสามารถใช้ได้จริง ซึ่งในขณะขยายตัวมีความสูง 1.60 เมตร ความกว้าง 2.40 เมตรและความลึก 0.70 เมตร (รูปที่ 13) และในขณะพับเก็บมีความสูง 1.20 เมตร ความกว้าง 1.60 เมตรและ ความลึก 0.70 เมตร (รูปที่ 14)

โดยกลไกการทำงานเป็นระบบอัตโนมัติ ที่สามารถขยายและพับเก็บได้ ทำการติดตั้งกล้องบันทึกภาพวิดีโอกับเฟอร์นิเจอร์ที่สามารถปรับเปลี่ยนได้อัตโนมัติ โดยกล้องจะตรวจจับด้านหน้าของผู้ใช้งานเพื่อวิเคราะห์และแบ่งประเภทผู้ใช้งาน ด้วยโปรแกรม processing จะส่งค่าเป็นตัวเลขเพื่อแสดงถึงสถานะผู้ใช้งาน โดยแบ่งออกเป็น 3 สถานะ คือ ไม่มีวัตถุ คนทั่วไป และคนนั่งวีลแชร์ เมื่อได้รับค่าจากระบบตรวจจับวัตถุโปรแกรมจะส่งค่ามายังโปรแกรม arduino เพื่อให้เซอร์โวมอเตอร์ปรับเปลี่ยนไปยังองศาที่กำหนดตามเงื่อนไข เมื่อผู้ใช้งานเข้ามาจะทำให้เฟอร์นิเจอร์ปรับเปลี่ยนตามผู้ใช้งาน โดยระยะห่างระหว่างเฟอร์นิเจอร์ปรับเปลี่ยนอัตโนมัติและผู้ใช้งานควรมีระยะห่างอย่างน้อย 3 เมตร เพื่อทำให้เฟอร์นิเจอร์ปรับเปลี่ยนตามผู้ใช้งานได้อย่างถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น (รูปที่ 15)

รูปที่ 13 แสดงเฟอร์นิเจอร์ปรับเปลี่ยนอัตโนมัติ ในขณะที่ระบบตรวจจับคนยืน (Automatic Furniture Changing System : Standing user)

รูปที่ 14 แสดงเฟอร์นิเจอร์ปรับเปลี่ยนอัตโนมัติ ในขณะที่ระบบตรวจจับคนนั่งวีลแชร์ (Automatic Furniture Changing System : Sitting user)



รูปที่ 15 ไดอะแกรมการทำงานของระบบ (Automatic Adaptive Space System diagram)

5.3 การทดสอบ

การทดสอบแบ่งเป็น 2 ครั้ง เพื่อหาอัตราความถูกต้องของระบบ โดยการทดสอบครั้งที่ 1 ทำการทดสอบระบบด้วยคนในลักษณะยืนและการทดสอบครั้งที่ 2 ทำการทดสอบระบบด้วยคนนั่งวีลแชร์ สรุปผลการทดสอบระบบได้ดังตารางที่ 1

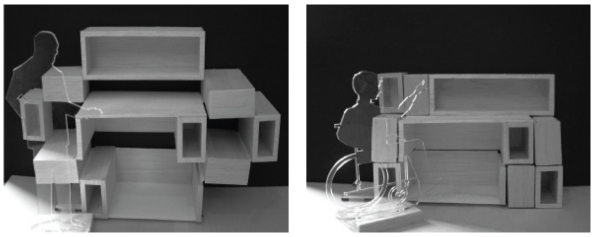
การทดสอบครั้งที่ 1 (รูปที่ 16) ทำการทดสอบระบบด้วยคนในลักษณะยืน และองศาของเซอร์โวมอเตอร์ที่เชื่อมต่อกับโมเดลจำลองปรับมาที่ A องศา โดยทดสอบทั้งหมด 100 ครั้ง ระบบส่งค่าถูกต้องทั้งหมด 92 ครั้ง ส่งค่าผิดทั้งหมด 5 ครั้ง ไม่สามารถจับค่าได้ทั้งหมด 3 ครั้ง และมีอัตราความถูกต้องร้อยละ 92

การทดสอบครั้งที่ 2 (รูปที่ 16) ทำการทดสอบระบบด้วยคนในลักษณะนั่ง และองศาของเซอร์โวมอเตอร์ที่เชื่อมต่อกับโมเดลจำลองปรับมาที่ B องศา โดยทดสอบทั้งหมด 100 ครั้ง ระบบส่งค่าถูกต้องทั้งหมด 87 ครั้ง ส่งค่าผิดทั้งหมด 2 ครั้ง ไม่สามารถจับค่าได้ทั้งหมด 11 ครั้ง และมีอัตราความถูกต้องร้อยละ 87

จากการทดสอบระบบทั้ง 2 ระบบ พบว่าการตรวจจับคนในลักษณะยืน ระบบสามารถตรวจจับได้แม่นยำกว่าคนนั่ง วีลแชร์ เนื่องจากการตรวจจับคนนั่งวีลแชร์มีปัจจัยอื่นเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น สีของวีลแชร์ซึ่งเป็นส่วนประกอบของภาพ ซึ่งมีสีใกล้เคียงกับพื้นหลัง จึงส่งผลให้ระบบมีประสิทธิภาพในการทำงานลดลง

ตารางที่ 1 สรุปผลการทดสอบระบบปรับเปลี่ยนเฟอร์นิเจอร์อัตโนมัติ (Summary, performances of the system were tested)

การทดสอบ	ส่งค่าถูกต้อง	ส่งค่าผิดพลาด	ไม่สามารถจับค่าได้	รวม	อัตราความถูกต้อง
ครั้งที่ 1	92	5	3	100	92%
ครั้งที่ 2	87	2	11	100	87%
เฉลี่ย					89.5%



รูปที่ 16 การทดสอบระบบ ครั้งที่ 1 (ซ้าย) ครั้งที่ 2 (ขวา) (Performances of the system were tested : First (left) and Second (right))

6. อภิปรายผล

6.1 สรุปผลการทดสอบระบบปรับเปลี่ยนอัตโนมัติ

ในการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบปรับเปลี่ยนเฟอร์นิเจอร์อัตโนมัติ พบว่าระบบมีอัตราความถูกต้องร้อยละ 89.5 ซึ่งอยู่ระดับประสิทธิภาพการทำงานที่สามารถยอมรับได้

6.2 สรุปผลการประเมินการใช้งานระบบปรับเปลี่ยนเฟอร์นิเจอร์อัตโนมัติ ตามแนวคิดการออกแบบเพื่อคนทั้งมวล โดยผู้เชี่ยวชาญ

จากการประเมินการใช้งานของระบบปรับเปลี่ยนเฟอร์นิเจอร์อัตโนมัติ เพื่อรองรับคนนั่งวีลแชร์ ตามแนวคิดการออกแบบเพื่อคนทั้งมวล โดยผู้เชี่ยวชาญประเมินจากวิดีโอบันทึกการทำงานของระบบ และโมเดลจำลอง สามารถสรุปในประเด็นต่างๆ ดังนี้

1) การอำนวยความสะดวก ภายในที่พักอาศัยที่มีผู้ใช้งานหลายประเภท ระบบสามารถอำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้งานที่มีความหลากหลายในระดับหนึ่ง และหากมีการเพิ่มความหลากหลายของผู้ใช้งานจะทำให้ระบบสามารถอำนวยความสะดวกให้สำหรับทุกคนภายในที่พักอาศัยได้ดีมากยิ่งขึ้น

2) ความสะดวกในการใช้ระบบ ระบบง่ายและสะดวกในการใช้งาน เพราะเป็นระบบปรับเปลี่ยนอัตโนมัติ ในการนำไปใช้งานควรคำนึงการดูแลและซ่อมแซมในภายหลัง

3) ความยืดหยุ่นและความหลากหลายในการปรับเปลี่ยนการใช้งาน ระบบสามารถเพิ่มความหลากหลายให้มากยิ่งขึ้น โดยการคำนึงถึงการใช้งานและการปรับเปลี่ยนเฟอร์นิเจอร์ในรูปแบบอื่นๆ เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของผู้อยู่อาศัยและเกิดความคุ้มค่าในการใช้งาน

จากการประเมินด้านการใช้งานโดยผู้เชี่ยวชาญสรุปได้ว่า ระบบสามารถอำนวยความสะดวกให้กับคนทั่วไปและคนนั่งวีลแชร์ที่อาศัยอยู่ร่วมกันภายในที่พักอาศัย ซึ่งมีความสะดวกในการใช้งาน เนื่องจากเป็นระบบอัตโนมัติและระบบมีความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนการใช้งานได้ในระดับหนึ่ง

7. ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ

7.1 ระบบตรวจจับวัตถุ

การทำงานของระบบปรับเปลี่ยนเฟอร์นิเจอร์อัตโนมัติ กล้องบันทึกภาพวิดีโอและผู้ใช้งานควรมีระยะห่างกันอย่างน้อย 3 เมตร แต่ไม่ควรเกิน 6 เมตร เพื่อให้เกิดความแม่นยำในการตรวจจับ และเมื่อมีผู้ใช้งานมากกว่า 1 คน เข้ามาในขอบเขตที่กำหนด ระบบจะตรวจจับผู้ใช้งานและปรับเปลี่ยนเฟอร์นิเจอร์ให้เป็นไปตามเงื่อนไขของผู้ใช้งาน คนแรกที่เข้ามาในขอบเขตที่กำหนดเสมอ เพื่อป้องกันการปรับเปลี่ยนเฟอร์นิเจอร์ขณะมีผู้อื่นใช้งานอยู่และคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้งาน

7.2 ระบบปรับเปลี่ยนเฟอร์นิเจอร์อัตโนมัติ

ถ้าเฟอร์นิเจอร์ถูกสร้างจริงในขนาด 1:1 ควรคำนึงถึงวัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาประกอบเป็นชิ้นงาน ซึ่งจะส่งผลต่อน้ำหนักและวิธีการพับเก็บของชิ้นงาน รวมถึงกลไกในการปรับเปลี่ยนเฟอร์นิเจอร์ที่เหมาะสม เช่น กลไกแบบ Linear และกลไกแบบเฟืองร่วมกับสายพาน เป็นต้น

7.3 การใช้งานระบบ

การใช้งานระบบในการทดสอบผู้ใช้งานได้ใช้คอมพิวเตอร์พกพาในการ เชื่อมต่อกล้องบันทึกภาพวิดีโอ และและบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งสะดวกในการทดสอบและการแก้ไขคำสั่ง ดังนั้นในการพัฒนาในอนาคต เมื่อระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและต้องการนำไปใช้ภายในที่พักอาศัยควรใช้ฮาร์ดแวร์ที่มีขนาดเล็กสำหรับการอัพโหลดคำสั่ง เช่น การใช้บอร์ด Raspberry Pi แทนบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งสามารถเป็นกล้องบันทึกภาพวิดีโอ สามารถเก็บคำสั่งการใช้งานได้และเหมาะสมสำหรับการติดตั้งในสถานที่จริง

ในงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อออกแบบเฟอร์นิเจอร์ที่เหมาะสมสำหรับผู้ใช้งานหลัก 2 ประเภท คือ คนทั่วไปและคนนั่งวีลแชร์ โดยมีสัดส่วนและความสูงตามมาตรฐานเฟอร์นิเจอร์ที่ออกแบบขึ้น จากการศึกษาปัญหาและความต้องการในด้านสภาพแวดล้อมภายในที่อยู่อาศัยของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นคนนั่งวีลแชร์จำนวน 5 กรณีศึกษาเท่านั้น ซึ่งในอนาคตสามารถนำงานวิจัยชิ้นนี้ไปประยุกต์ปรับใช้เพื่อออกแบบและใช้งานเฟอร์นิเจอร์ตามความต้องการของผู้อยู่อาศัยในกรณีอื่นๆให้เหมาะสมกับพื้นที่ เพื่อให้ผู้ใช้งานทุกคนภายในที่พักอาศัยเดียวกันสามารถใช้งานได้อย่างสะดวกสบายและปลอดภัย

8. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ภายใต้ “ทุนวิจัยทั่วไป” ตามสัญญาเลขที่ ทน 52/2561 ชื่องานวิจัย “แนวทางการออกแบบระบบการปรับเปลี่ยนพื้นที่แบบอัตโนมัติเพื่อรองรับคนนั่งวีลแชร์ ตามแนวคิดการออกแบบเพื่อคนทั้งมวล” และบทความ The 9th Built Environment Research Associates Conference 2018 (BERAC 9) (Akkhakraisi, Sawangjaroen and Busayarat, 2018, pp. 206-212).

References

Akkakraisi, P., Sawangjaroen, C. and Busayarat, C. (2018). Design Guideline of Automatic Adaptive Space System for Wheelchair Users Based On Universal Design. *The 9th Built Environment Research Associates Conference 2018 (BERAC 9)*, 206-212.

Grant. (2014). *Tessellations Theory*. Retrieved from http://algrant.ca/projects/hinged-tessellations/.

Hammerman, S. & Maikowski., S. (1981). The economics of Disability international perspection. *International Journal of Rehabilitation Research, 5*(2), 149-166.

Jianrum, A. (2013). The needs for life quality development of the disabled in Sanam Chai subdistrict administrative organization, Bang Sai District, Phra Nakhon Si Ayutthaya Province. *Academic Service Journal, 25*(1), 63-70. Retrieved from https://journal.oas.psu.ac.th/index.php/asj/article/view/119/685.

Kawalkar, V. (2015). *What is adaptive architecture?. Pune, Maharashtra.* Retrieved from http://www. sovereign architects.com/what-is-adaptive-architecture.

Ministry of Social Development and Human Security. (2017). *Report of the disabled in Thailand in June 2017*. Retrieved from http://dep.go.th/?q=th/news/.

Prompak, C. (2013). Aging society in Thailand. *Bureau of Academic Affairs, The Secretariat of the Senate, 3*(16), 1-23. Retrieved from http://library.senate.go.th/document/Ext6078/6078440_0002.PDF.

Schnadelbach, H. (2010). *Adaptive Architecture – A Conceptual Framework*. Computer Science, University of Nottingham.

Suksod, T. (2017). *Universal Design*. Retrieved from https://www.gotoknow.org/posts/358762?fbclid=IwAR3wApVWIEM-TrWyMXZzFOIB2ZRyRoElrXLZq23uIS0cGMBufc2yyIJKfVM.

Tanikawa, U., Kawanishi, Y., Deguchi, D., Ide, I., Murase, H. & Kawai, R. (2017). Wheelchair-user Detection Combined with Parts-based Tracking. *12th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications, 5*, 165-172.

Trivisvavet, A. (2015). *Automatic Sunscreen and Light Level Control base on Human Posture in Enclosed Space of Public Building. (Master's thesis)*. Thammasat University, Faculty of Architecture and Planning, Department of Architecture.

Visantasajee, S. (2011). *Design guidelines for elderly social and recreation center in Thrungkru and vicinity, Bangkok*. (Master's thesis). Thammasat University, Faculty of Architecture and Planning, Department of Architecture.