ผลของความถี่ และจังหวะของดนตรีพื้นหลังต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลา

นายปวีย์ เพชรรักษ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

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.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการพัฒนาซอฟต์แวร์ด้านธุรกิจ ภาควิชาสถิติ
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THE EFFECT OF PITCH AND TEMPO OF BACKGROUND MUSIC ON THE PERCEPTION OF TIME PROGRESSION

Mr. Pawee Petchruk

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Business Software Development
Department of Statistics
Faculty of Commerce and Accountancy
Chulalongkorn University
Academic Year 2017

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของความถี่ และจังหวะของดนตรีพื้นหลังต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลา
โดย	นายปวีย์ เพชรรักษ์
สาขาวิชา	การพัฒนาซอฟต์แวร์ด้านธุรกิจ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.ภูริพันธุ์ รุจิขจร

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี

(รองศาสตราจารย์ ดร.พสุ เดชะรินทร์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ถาวร อานุภาพไตรรงค์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ ดร.ภูริพันธุ์ รุจิขจร)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัฒนา วิริยสิทธาวัฒน์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร.สุวรรณ จันทิวาสารกิจ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปวีย์ เพชรรักษ์ : ผลของความถี่ และจังหวะของดนตรีพื้นหลังต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลา (THE EFFECT OF PITCH AND TEMPO OF BACKGROUND MUSIC ON THE PERCEPTION OF TIME PROGRESSION) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อ. ดร.ภูริพันธุ์ รุจิขจร, 103 หน้า.

ผู้ใช้คอมพิวเตอร์ต่างไม่ชอบการรอคอยที่ต้องใช้เวลานาน เสียงดนตรีสามารถเข้ามาช่วยทำผู้ใช้รู้สึกใช้เวลารอคอยสั้นกว่าเดิม โดยการศึกษานี้นำเสียงมาใช้ร่วมกับแถบแสดงความก้าวหน้ามุ่งศึกษาไปที่เรื่องของความถี่และจังหวะของดนตรีพื้นหลัง การศึกษานี้ประกอบด้วยการทดลองสองการทดลอง โดยการทดลองแรกเป็นการประเมินเวลา และในการทดลองที่สอง เป็นการเปรียบเทียบการรับรู้ถึงระยะเวลาในการรอคอย การทดลองทั้งสองแสดงให้เห็นว่าเสียงดนตรีทำให้การรับรู้การผ่านไปของเวลาแตกต่างกันเมื่อทำการเปรียบเทียบ เช่น เสียงดนตรีทำให้คนรู้สึกว่ารอคอยสั้นกว่าการไม่ใช้เสียงอะไรเลย เป็นต้น นอกจากนั้นแสดงให้เห็นว่าการนำความถี่และจังหวะของเสียงมาช่วยในการออกแบบเสียงดนตรีมีผลต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลาแตกต่างกันหลายระดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาควิชา สถิติ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา การพัฒนาซอฟต์แวร์ด้านธุรกิจ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2560

5881542226 : MAJOR BUSINESS SOFTWARE DEVELOPMENT
KEYWORDS: PROGRESS BAR / FREQUENCY / TEMPO / MUSIC / THE PERCEPTION OF TIME PROGRESSION

PAWEE PETCHRUK: THE EFFECT OF PITCH AND TEMPO OF BACKGROUND MUSIC ON THE PERCEPTION OF TIME PROGRESSION. ADVISOR: PURIPANT RUCHIKACHORN, Ph.D., 103 pp.

Computer users do not like waiting for a long time and music can be used to make the user perceive shorter waiting time. This research studies different sound frequencies and tempos of background music played simultaneously with a progress bar, a common user interface to indicate time progression. This research has two experiments to measure time evaluation and time comparison. They reveal that music has a comparative effect on time progression i.e. background music makes a temporal delay seemingly faster than a silent delay. A further analysis shows how the combinations of different acoustic frequencies and tempos have varied degrees of the aforementioned effect.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Department:	Statistics	Student's Signature	.....
Field of Study:	Business Software Development	Advisor's Signature	.....
Academic Year:	2017		

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะสำเร็จไม่ได้ถ้าขาดความกรุณาจาก อาจารย์ ดร.ภูริพันธุ์ รุจิขจร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยขอขอบคุณท่านที่สละเวลาอันมีค่าที่ช่วยชี้แนะแนวทางที่เป็นประโยชน์ให้กับผู้วิจัย จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ถาวร อานุภาพไตรรงค์ ประธานกรรมการวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัฒนา วิริยสิทธาวัฒน์ และอาจารย์ ดร.สุวรรณ จันทิวาสารกิจ กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย ที่ช่วยชี้แนะสิ่งต่างๆ ให้คำแนะนำอันมีค่าแก่ผู้วิจัย และทำให้วิทยานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

การเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างของงานวิจัยนี้จะไม่สามารถดำเนินไปได้ด้วยดี หากปราศจากอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความกรุณาในการติดต่อกลุ่มตัวอย่างให้กับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร.อัษฎาพร ทรัยพ์สมบูรณ์, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิมพ์มณี รัตนวิชา, อาจารย์ ดร.อัครินทร์ ไพบูลย์พานิช, อาจารย์ ดร.ณัตติฤดี เจริญรักษ์ และกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาสถิติ สาขาการพัฒนาซอฟต์แวร์ด้านธุรกิจทุกท่านที่ได้มอบความรู้อันเป็นเครื่องมือสำคัญในการวิจัย ตลอดจนกำลังใจความห่วงใย ทำให้ผู้วิจัยรู้สึกถึงความอบอุ่นตลอดเวลาที่ผู้วิจัยศึกษาอยู่ในภาควิชานี้ นอกจากนี้ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาสถิติ เจ้าหน้าที่ศูนย์คอมพิวเตอร์ ตึก 9 และเจ้าหน้าที่สำนักงานทะเบียนนิสิต คณะพาณิชย์ศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับการให้ความช่วยเหลือที่ดียิ่งตลอดมาในช่วงเวลาเก็บข้อมูล รวมทั้งกลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่ได้สละเวลาให้ข้อมูลในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์และช่วยเหลือผู้วิจัยเป็นอย่างดี

ที่สำคัญที่สุดขอขอบพระคุณ คุณแม่ คุณพ่อ คุณตา คุณยาย คุณน้า ผู้มีพระคุณกัลยาณมิตร ที่มอบกำลังใจและคอยสอบถามถึงความก้าวหน้าของงานวิจัยเสมอมา และขอขอบคุณเพื่อนๆ หลักสูตรการพัฒนาซอฟต์แวร์ด้านธุรกิจ ที่คอยให้ความช่วยเหลือทั้งในด้านกำลังใจและกำลังกายแก่ผู้วิจัยเสมอมา รวมถึงทุกท่านที่ให้คำแนะนำ และกำลังใจแก่ผู้วิจัยที่อาจกล่าวไม่หมด ณ ที่นี้ จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฎ
สารบัญรูปภาพ ..... ฐ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย 8
1.3. ขอบเขตของการวิจัย 8
1.4. ตัวแปรสำคัญที่ศึกษา 9
1.5. ข้อจำกัดของการวิจัย 9
1.6. คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 10
1.7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 10
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม 11
2.1. ความนำ 11
2.2. จุดเริ่มต้นของแถบแสดงความก้าวหน้า 11
2.3. ประเภทและรูปแบบของแถบแสดงความก้าวหน้า 12
2.3.1. แถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางภาพ (Visual Progress bar) 12
2.3.2. แถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางเสียง (Auditory Progress bar) 12
2.4. ปัญหาของการใช้แถบแสดงความก้าวหน้า 13
2.5. เสียงดนตรี (Music) และเสียงเพลง (Song) 16

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

2.6. เสียงและองค์ประกอบของเสียง 17
2.6.1. ความถี่ของเสียง (Pitch) 19
2.6.2. จังหวะของเสียงเพลง (Musical Tempo) 22
2.7. การรับรู้ผ่านทางการได้ยิน (Auditory perception) 24
2.8. เวลาในการตอบสนอง (Response time) ความคาดหวัง และทัศนคติ 26
โดยปัจจัยซึ่งมีอิทธิพลต่อการตั้งความคาดหวังต่อระยะเวลาในการตอบสนองมีดังนี้ 26
2.9. เสียงกับความสามารถใช้งานได้ (Usability) และประสบการณ์ของผู้ใช้ (User Experience) 28
2.10. เสียงกับการใช้เทคโนโลยีในการนำเข้าข้อมูล 29
2.11. สรุปวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 30
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย 34
3.1. ความนำ 34
3.2. การทดลองที่ 1 35
3.2.1. แนวทางการศึกษาและการทดสอบสมมติฐาน 35
3.2.2. ประชากรและหน่วยทดลอง 40
3.2.3. การเลือกหน่วยทดลองและจำนวนหน่วยทดลอง 42
3.2.4. เครื่องมือในการเก็บข้อมูล 43
3.2.5. ขั้นตอนการเก็บข้อมูล 47
3.3. การทดลองที่ 2 48
3.3.1. แนวทางการศึกษาและการทดสอบสมมติฐาน 48
3.3.2. ประชากรและหน่วยทดลอง 51
3.3.3. การเลือกหน่วยทดลองและจำนวนหน่วยทดลอง 52
3.3.4. เครื่องมือในการเก็บข้อมูล 52

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

3.3.5. ขั้นตอนการเก็บข้อมูล 55
3.4. ประเด็นความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่เก็บ 55
3.5. กรอบการวิเคราะห์ข้อมูล 57
บทที่ 4 ผลการทดลอง 59
4.1. ความนำ 59
4.2. การทดลองที่ 1 59
4.2.1. ลักษณะทางประชากรของหน่วยทดลอง 59
4.2.2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา 60
4.2.3. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแถบแสดงความก้าวหน้าทั้ง 7 รูปแบบ 61
4.2.4. การตรวจสอบการแจกแจงข้อมูล 62
4.2.5. การเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อช่วงความถี่ของเสียงประกอบการรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าแตกต่างกันโดยใช้การประเมินเวลา 62
4.2.6. การเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อช่วงจังหวะของเสียงประกอบการรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าแตกต่างกันโดยใช้การประเมินเวลา 64
4.2.7. การเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อใช้เสียงประกอบและไม่ใช้เสียงประกอบการรอคอยโดยใช้การประเมินเวลา 66
4.2.8. สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน 68
4.3. การทดลองที่ 2 69
4.3.1. ลักษณะทางประชากรของหน่วยทดลอง 69
4.3.2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา 70
4.3.3. การเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อช่วงความถี่ของเสียงประกอบการรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าแตกต่างกันโดยใช้การเปรียบเทียบเวลาที่รับรู้ได้ 72
4.3.4. การเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อช่วงจังหวะของเสียงประกอบการรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าแตกต่างกันโดยใช้การเปรียบเทียบเวลาที่รับรู้ได้ 74

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.3.5. การเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อใช้เสียงประกอบและไม่ใช้เสียงประกอบการรอคอยโดยใช้การเปรียบเทียบเวลาที่รับรู้ได้ 77

4.3.6. สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล 81

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 84

5.1. ความนำ 84

5.2. การทดลองและลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง 84

5.3. ข้อสังเกตการทดลองที่ 1 และการพัฒนาการทดลองที่ 2 85

5.4. การสรุปผลที่ได้จากการทดลองและการอภิปรายผล 87

5.4.1. สรุปผลการทดลองที่ 1 87

5.4.2. สรุปผลการทดลองที่ 2 88

5.5. การนำผลสรุปไปประยุกต์ใช้งาน 91

5.6. ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะเพื่อโอกาสการทำวิจัยในอนาคต 91

รายการอ้างอิง 93

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 103

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตาราง 2.1 ความถี่ของเสียงโน๊ตดนตรีจำนวน 11 อ๊อกเทฟ (Zytrax, 2016) 20
ตาราง 2.2 ช่วงความถี่ของเสียงร้องโดยประมาณสำหรับเสียงผู้หญิง (Herbst และคณะ, 2012)..... 21
ตาราง 2.3 ช่วงความถี่ของเสียงร้องโดยประมาณสำหรับเสียงผู้ชาย (Herbst และคณะ, 2012)..... 22
ตาราง 2.4 คำภาษาอิตาเลียนที่ใช้เรียกแทนช่วงจังหวะและคำอธิบาย (Kornfeld, 2005) 23
ตาราง 2.5 คำภาษาอิตาเลียนที่ใช้เรียกแทนการเปลี่ยนจังหวะและคำอธิบาย (Kornfeld, 2005) ... 24
ตาราง 3.1 ช่วงความถี่ของเสียงร้องที่ใช้ประกอบแถบแสดงความก้าวหน้าในการทดลองที่ 1 44
ตาราง 3.2 ช่วงจังหวะของเสียงร้องที่ใช้ประกอบแถบแสดงความก้าวหน้าในการทดลองที่ 1..... 44
ตาราง 3.3 รูปแบบของแถบแสดงความก้าวหน้าที่ใช้ในการทดลองที่ 1 45
ตาราง 3.4 ช่วงความถี่ของเสียงร้องที่ใช้ประกอบแถบแสดงความก้าวหน้าในการทดลองที่ 2 53
ตาราง 3.5 ช่วงจังหวะของเสียงร้องที่ใช้ประกอบแถบแสดงความก้าวหน้าในการทดลองที่ 2..... 53
ตาราง 4.1 ข้อมูลส่วนบุคคลของหน่วยทดลองในการทดลองที่ 1 จำนวนทั้งสิ้น 62 คน 60
ตาราง 4.2 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยของการรับรู้การผ่านไปของเวลา เมื่อหน่วยทดลองมีจำนวน 62 คน 60
ตาราง 4.3 การแสดงค่าสถิติทดสอบการแจกแจงแบบปกติ (Normality Test) ของการรับรู้การผ่านไปของเวลา จำแนกตามรูปแบบแถบแสดงความก้าวหน้า 62
ตาราง 4.4 สถิติทดสอบการรับรู้การผ่านไปของเวลาด้วยวิธีของแมนวิทนีย์ เมื่อความถี่ของเสียงประกอบการรอคอยแตกต่างกัน 63
ตาราง 4.5 สถิติทดสอบการรับรู้การผ่านไปของเวลาด้วยวิธีของแมนวิทนีย์ เมื่อจังหวะของเสียงประกอบการรอคอยแตกต่างกันในกลุ่มของเสียงต่ำ 64
ตาราง 4.6 สถิติทดสอบการรับรู้การผ่านไปของเวลาด้วยวิธีของแมนวิทนีย์ เมื่อจังหวะของเสียงประกอบการรอคอยแตกต่างกันในกลุ่มของเสียงสูง 65
ตาราง 4.7 สถิติทดสอบการรับรู้การผ่านไปของเวลาด้วยวิธีของแมนวิทนีย์ เมื่อไม่ใช้เสียงประกอบกับการใช้เสียงต่ำประกอบการรอคอย 66

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตาราง 4.8 สถิติทดสอบการรับรู้การผ่านไปของเวลาด้วยวิธีของแมนวิทนีย์ เมื่อไม่ใช้เสียงประกอบกับการใช้เสียงสูงประกอบการรอคอย 67

ตาราง 4.9 สรุปผลการทดสอบสมมติฐานของการทดลองที่ 1 68

ตาราง 4.10 ข้อมูลส่วนบุคคลของหน่วยทดลองในการทดลองที่ 2 จำนวนทั้งสิ้น 43 คน 69

ตาราง 4.11 ผลการเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาทุกเงื่อนไขในการทดลองที่ 2 70

ตาราง 4.12 การเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อช่วงความถี่ของเสียงประกอบการรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าแตกต่างกัน 73

ตาราง 4.13 การทดสอบสมมติฐานเพิ่มเติมโดยเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อช่วงความถี่ของเสียงประกอบการรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าแตกต่างกัน 74

ตาราง 4.14 การเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อจังหวะของเสียงประกอบการรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าแตกต่างกันในกลุ่มช่วงเสียงต่ำ 75

ตาราง 4.15 การทดสอบสมมติฐานเพิ่มเติมโดยการเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อจังหวะของเสียงประกอบการรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าแตกต่างกันในกลุ่มช่วงเสียงต่ำ 76

ตาราง 4.16 การเปรียบเทียบการรับการผ่านไปของเวลาเมื่อจังหวะของเสียงประกอบการรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าแตกต่างกันในกลุ่มช่วงเสียงสูง 77

ตาราง 4.17 การเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อไม่ใช้เสียงประกอบกับการใช้เสียงต่ำประกอบการรอคอย 78

ตาราง 4.18 การทดสอบสมมติฐานเพิ่มเติมโดยการเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อไม่ใช้เสียงประกอบกับการใช้เสียงต่ำประกอบการรอคอย 79

ตาราง 4.19 การเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อไม่ใช้เสียงประกอบกับการใช้เสียงสูงประกอบการรอคอย 80

ตาราง 4.20 การทดสอบสมมติฐานเพิ่มเติมโดยการเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อไม่ใช้เสียงประกอบกับการใช้เสียงสูงประกอบการรอคอย 81

ตาราง 4.21 สรุปผลการทดสอบสมมติฐานของการทดลองที่ 2 81

ตาราง 5.1 ผลการทดลองเปรียบเทียบลักษณะเสียงทั้ง 7 รูปแบบ 88

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ 2.1 แสดงตัวอย่างของแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางภาพ (Visual Progress bar) 12
ภาพที่ 2.2 การจำแนกกลุ่มของเสียงดนตรีและองค์ประกอบของเสียงเพลง 16
ภาพที่ 2.3 คลื่นความดันของเสียงเคลื่อนที่ผ่านอนุภาคในอากาศ 17
ภาพที่ 2.4 คลื่นเสียงที่ถูกนำเสนอในรูปของฟังก์ชัน 18
ภาพที่ 2.5 คลื่นเสียงที่มีความซับซ้อน จากความถี่เริ่มต้น 100 เฮิร์ตซ์ 18
ภาพที่ 2.6 กราฟของโทนเสียง A4 และ A5 19
ภาพที่ 2.7 เมโทรโนมโดย Johann Maelzel (Drum, 2016) 23
ภาพที่ 3.1 แถบแสดงความก้าวหน้าแบบเป็นแนวยาวในการทดลองที่ 1 43
ภาพที่ 3.2 บรรยากาศการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการประเมินเวลาในการทดลองที่ 1 48
ภาพที่ 4.1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการรับรู้การผ่านไปของเวลาของแถบแสดงความก้าวหน้าทั้ง 7 รูปแบบ 61

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันคอมพิวเตอร์ถูกนำมาใช้งานเป็นจำนวนมากในอุตสาหกรรมหลากหลายแขนง การนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการทำงานล้วนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน มีการนำคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ในภาคอุตสาหกรรมอย่างหลากหลาย นอกจากนั้นคอมพิวเตอร์ยังเป็นเครื่องมือ ที่สามารถนำมาช่วยในการจัดการงานที่มีความซับซ้อน และที่สำคัญคอมพิวเตอร์ในยุคสมัยปัจจุบันยังสามารถจับต้องหรือเข้าถึงได้ง่าย แนวโน้มการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ร่วมกับการทำงานมีการเติบโตขึ้นมาจากอดีตอย่างต่อเนื่อง และยังมีแนวโน้มว่า คอมพิวเตอร์จะถูกนำมาช่วยในการทำงานอื่นๆ ได้ในอนาคต การนำซอฟต์แวร์มาใช้ร่วมกับคอมพิวเตอร์ช่วยเพิ่มความสะดวกและความง่ายในการใช้งานคอมพิวเตอร์รวมไปถึงการดำเนินงานในทางธุรกิจอย่างมาก ดังนั้นคอมพิวเตอร์จึงมีบทบาทสำคัญต่อประสิทธิภาพในการทำงาน (Valletta & MacDonald, 2004)

การทำงานของคอมพิวเตอร์นั้นย่อมมีการประมวลผล ส่วนประมวลผลที่สามารถทำให้คอมพิวเตอร์ทำงานได้ คือ ไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) หรือหน่วยประมวลผลกลางซึ่งเปรียบได้กับสมองของคอมพิวเตอร์ (Watson, 1980) การประมวลผลของคอมพิวเตอร์มีหลากหลายรูปแบบโดยแนวคิดที่เป็นที่นิยมตั้งแต่อดีตมาจนถึงปัจจุบันคือ 1) Open shop 2) Batch Processing 3) Multiprogramming 4) Timesharing 5) Concurrent Programming 6) Personal Computing และ 7) Distributed Systems แต่ละแนวคิดถูกนำมาปรับแต่ง เพื่อเลือกใช้กับงานตามความเหมาะสมและความจำเป็น (Hansen, 2000)

สำหรับการประมวลผลแบบกลุ่ม (Batch Processing) คือ การประมวลผลที่มีลักษณะการทำงานโดยการประมวลผลมากกว่าหนึ่งงาน Multiple Task ในครั้งเดียว การประมวลผลรูปแบบนี้มักจะใช้เวลาในการประมวลผล และการประมวลผลจะดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งงานทั้งหมดเสร็จสิ้นหรือมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น การประมวลผลแบบกลุ่มมักจะไม่มีการโต้ตอบกับมนุษย์ขณะที่กำลังประมวลผล การประมวลผลแบบกลุ่ม ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในหลายสถานการณ์ ในทางธุรกิจมีการนำมาใช้ในระบบจ่ายเงินของบัตรเครดิต Credit Card Transaction และนำมาช่วยในการประมวลผลข้อมูลพัสดุสำหรับจัดส่งในธุรกิจขนส่ง ประโยชน์ของการประมวลผลแบบกลุ่ม คือ ช่วยเพิ่มความรวดเร็วในการทำงานและลดขั้นตอนที่จะต้องติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้ใช้ ทั้งนี้ยังช่วยลด

ข้อผิดพลาดจากการประมวลผลงานทุกครั้ง และช่วยลดเวลาในการทำธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ แต่ต้องแลกมากับเวลาที่ต้องใช้เพิ่มขึ้นในการประมวลผลงานทั้งหมดในครั้งเดียว

มีการศึกษาและพัฒนา ความสามารถของหน่วยประมวลผลกลาง รวมถึงความจุของหน่วยความจำ (Memory) มาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นความพยายามในการเพิ่มประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ อันประกอบไปด้วยอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ อย่างไรก็ตามเนื่องจากอุปกรณ์เหล่านี้ทำงานภายใต้ข้อจำกัดต่างๆ ในการประมวลผล นักออกแบบต่างพยายามพัฒนาคอมพิวเตอร์ให้มีความเร็วเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ แต่การทำงานหรือประมวลผลของซอฟต์แวร์ยังคมใช้เวลาในการประมวลผล

การประมวลผลบางครั้งจำเป็นต้องใช้เวลานานและผู้ใช้ไม่สามารถทราบได้ว่างานนี้จะประมวลผลเสร็จลงเมื่อใด การประมาณระยะเวลาหรือความก้าวหน้านี้มีทั้งความยากและความซับซ้อน เพราะมีสาเหตุมาจากหลายๆ ปัจจัย ซึ่งถูกนำมาเป็นส่วนช่วยในการประมวลผล เช่น ขนาดของหน่วยความจำ ความสามารถของหน่วยประมวลผลกลาง เป็นต้น (Harrison, Amento, Kuznetsov, & Bell, 2007) ถึงแม้ว่ามีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในการพัฒนาความเร็วของอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ และจำนวนปริมาณการรับการส่งข้อมูล (Bandwidth) ในการสื่อสารแต่สิ่งนี้ก็ยังไม่สามารถช่วยจัดการปัญหาอย่าง เวลาในการตอบสนองของระบบ อันส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบได้ ซึ่งปัญหาที่กล่าวมานี้ยังคงสร้างความกังวลให้ผู้ใช้ในปัจจุบันอย่างมาก (Hoxmeier & DiCesare, 2000)

เวลาในการตอบสนองของระบบ (System Response Time) คือหนึ่งองค์ประกอบที่มีความสำคัญอันส่งผลต่อการยอมรับของผู้ใช้ (User Acceptance) ต่อซอฟต์แวร์ (Shneiderman, 1984) เวลาในการตอบสนองของระบบ คือ ระยะเวลาที่คอมพิวเตอร์ต้องใช้สำหรับการประมวลผล ซึ่งจะเริ่มต้นจากการรับข้อมูลนำเข้าจากผู้ใช้ ประมวลผล และส่งคำตอบมาที่ผู้ใช้ (Thadhani, 1981) โดยคิดจากจำนวนวินาทีซึ่งเริ่มนับจากผู้ใช้เริ่มกิจกรรมหรือทำงานนั้นๆ จนกระทั่งคอมพิวเตอร์เริ่มต้นแสดงผลลัพธ์ของการทำงานทางจอภาพออกมา (Shneiderman, 1984) ในช่วงระยะเวลาการตอบสนองของระบบนี้ ผู้ใช้ต้องรอคอยระบบประมวลผลจนเสร็จ ขณะเดียวกันก็สังเกตการณ์งานในระบบไปด้วย (Polkosky & Lewis, 2002) ขณะที่ผู้ใช้รอคอยการประมวลผล ผู้ใช้จะรับรู้ถึงความล่าช้า (Perception of delay) หรือ ช่วงเวลาที่ทนรอคอยได้ (Time tolerance window) ซึ่งคือระยะเวลาที่ผู้ใช้ตกลงยินยอมในการรอคอยการประมวลผล ก่อนจะตัดสินใจว่างานนั้นไม่ได้มีความก้าวหน้าแล้ว หรือตั้งข้อสงสัยว่าการประมวลผลต้องมีข้อผิดพลาดบางสิ่งบางอย่างเกิดขึ้น ช่วงเวลาที่ทนรอคอยได้จะแตกต่างกันไปตามประสบการณ์ ลักษณะงานที่ทำตามที่ผู้ใช้เคยพบเจอ

ความล่าช้า (Delay) ที่เกิดขึ้นในการประมวลผลของคอมพิวเตอร์นั้น มีสาเหตุมาจากหลายๆ ปัจจัย ทั้งด้านฮาร์ดแวร์หรืออาจเกิดมาจากปัญหาทางด้านเครือข่าย (Conn, 1995) ดังนั้น ระยะเวลาในการตอบสนองของระบบที่นานเกินไปนั้นอาจส่งผลให้ผู้ใช้มีความพึงพอใจที่ต่ำ และมีการทำงานที่แย่ลง ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งสำคัญที่ควรคำนึงถึง เพราะว่ามันอาจเป็นเหตุผลซึ่งนำไปสู่การไม่ใช้งานซอฟต์แวร์ต่อ ทั้งยังเป็นการสร้างโอกาสให้ผู้ใช้หันไปใช้ซอฟต์แวร์ทางเลือกอื่นๆ (Hoxmeier & DiCesare, 2000)

เวลาเป็นสิ่งมีค่า เมื่อใดก็ตามที่เกิดความล่าช้ากับงานที่ประมวลผลอยู่โดยไม่ได้คาดหวังเอาไว้ คนจำนวนมากจะรู้สึกหวาดกลัว วิตก รำคาญ และในที่สุดก็จะโกรธ ระยะเวลาในการตอบสนองของระบบที่นานเกินไป อาจทำให้ผู้ใช้ตัดสินใจยกเลิกการประมวลผลหรือเลือกทำการแก้ไขด้วยทางเลือกอื่นๆ ซึ่งอาจนำไปสู่หนทางแก้ไขที่ยุ่งยากกว่าเดิม หากเกิดเหตุการณ์เช่นนั้นอยู่บ่อยครั้ง อาจนำไปสู่ความพึงพอใจในการใช้งานระบบที่ต่ำด้วย ถึงแม้ว่าผู้ใช้งานระบบจะสามารถละเลยหรือมองข้ามความล่าช้าตรงนี้ไปได้ แต่ผู้ใช้ส่วนใหญ่ยังคงชอบทำงานด้วยความรวดเร็ว แต่การทำงานที่รวดเร็วไปของมนุษย์ก็จะนำมาซึ่งความอันตรายเช่นเดียวกัน เช่น ขาดการเรียนรู้และความรอบคอบในการทำงาน ทำให้ตัดสินใจได้ผิดพลาดเป็นต้น (Shneiderman, 1984)

กระบวนการทำงานเพื่อประมวลผล มีส่วนต่อประสานผู้ใช้ (User-Interface) ซึ่งถูกนำมาใช้เพื่อแสดงข้อมูลตอบกลับ (Feedback) ขณะประมวลผล มีอยู่ด้วยกันสองประเภท คือแบบแสดงข้อมูลตอบกลับผ่านทางภาพ (Visual feedback) และแบบแสดงข้อมูลตอบกลับผ่านทางเสียง (Audio feedback)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การแสดงข้อมูลตอบกลับผ่านทางภาพ เป็นที่นิยมในการนำมาใช้เพื่อแสดงให้ผู้ใช้ทราบถึงข้อมูลของความก้าวหน้าในการประมวลผล เช่น แถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางภาพ (Visual Progress bar) คือส่วนต่อประสานผู้ใช้โดยการใช้ภาพเพื่อแสดงความก้าวหน้าของงานเช่น การส่งไฟล์ ด้วยแถบแสดงที่มีการเคลื่อนไหว นอกจากนั้นยังมีรูปแบบที่เป็นวงกลม (Ohtsubo & Yoshida, 2014) โดยมีเป้าหมายการทำงานหลัก คือแสดงความก้าวหน้าของการดำเนินงานว่างานแล้วเสร็จไปแล้วเท่าใด ผู้ใช้จะใช้ข้อมูลที่แสดงผลเพื่อยืนยันถึงการทำงานว่างานสำเร็จไปแล้วเท่าใด และผู้ใช้จะนำข้อมูลตอบกลับที่ได้รับไปใช้ในการประมาณเวลาที่ต้องดำเนินงานในการประมวลผลที่จะทำสำเร็จ (Myers, 1985) ซึ่งจะมีลักษณะเป็นแถบว่างซึ่งจะมีการเติมแถบสีแสดงผลจากซ้ายไปขวาและอัตราของแถบสีที่ถูกเติมลงไปนั้นจะสัมพันธ์กับอัตราซึ่งซอฟต์แวร์ทำงานไปแล้ว ดังนั้นเมื่อแถบว่างเต็มนั้นหมายถึงว่างานนั้นทำงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว (Harrison และคณะ, 2007) และนอกจากนี้ยังมี ตัวบ่งบอกการประมวลผล (Activity indicator) มีลักษณะเป็นวงล้อที่กำลังหมุนอยู่ และยังมีรูปแบบอื่นๆ อีก เช่น

นาฬิกาทราย แถบยาวที่มีการเคลื่อนไหวตลอดเวลา ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกว่างานนี้กำลังถูกประมวลผลอยู่ โดยงานที่ถูกประมวลผลไม่สามารถบอกเวลาได้แน่นอน เช่น งานที่ต้องใช้ส่วนประมวลผลกลางในการทำงานอย่างหนัก (CPU Intensive task) หรืองานที่อยู่ในขั้นตอนที่กำลังเชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ต ตัวบ่งบอกการประมวลผลจะถูกนำมาใช้เพื่อแสดงข้อมูลให้ผู้ใช้ทราบว่า กำลังดำเนินการประมวลผลอยู่ หรือกำลังทำงานอยู่ ทั้งหมดนี้ล้วนเป็นการให้ความมั่นใจแก่ผู้ใช้ว่าซอฟต์แวร์นี้ไม่ได้หยุดการทำงานลงไปแล้ว

การแสดงข้อมูลตอบกลับผ่านทางเสียง มักจะมีการนำมาใช้ในการออกแบบอยู่บ่อยครั้ง เนื่องจากการแสดงข้อมูลตอบกลับผ่านทางเสียง จะช่วยเพิ่มปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้กับคอมพิวเตอร์ โดยการนำพาข้อมูลผ่านมาทางเสียงจะมีส่วนช่วยเสริมสร้างประสิทธิภาพในการทำงานของผู้ใช้ โดยสามารถช่วยลดข้อผิดพลาดในการทำงานลง (Absar & Guastavino, 2008) นอกจากนั้นยังมีการนำเสียงดิจิตอลที่สร้างโดยซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์มาใช้เพิ่มขึ้น ซึ่งมีความซับซ้อนมากกว่าเสียงบิ๊บ (Beeb) ซึ่งมักจะถูกนำมาใช้ในการบอกข้อมูลตอบกลับให้แก่ผู้ใช้ (Gaver, 1986) ในอดีตมีการนำเสียงมาใช้แสดงความก้าวหน้าของงาน เช่น โซนิกไฟนเดอร์ (SonicFinder) มีการใช้เสียงมาเสริมเข้ากับการแสดงข้อมูลตอบกลับผ่านทางภาพเมื่อไฟล์ถูกคัดลอก โดยใช้เสียงน้ำที่ถูกเติมจนเต็มแจกัน หรือขณะที่งานกำลังดำเนินการอยู่ ก็จะใช้เสียงน้ำที่ไหลลงแจกันที่มีความถี่สูงขึ้น ซึ่งพบว่าผู้ใช้หลังจากได้ทดลองใช้รู้สึกว่าการนำเสียงมาใช้มีประโยชน์และทำให้ส่วนต่อประสานผู้ใช้ดูน่าใช้งานขึ้นอีกด้วย (Gaver, 1989) และหนึ่งในการแสดงข้อมูลป้อนกลับผ่านทางเสียงที่นิยมนำมาใช้กันคือ แถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางเสียง (Auditory Progress Bar) คือการนำเสียงมาเป็นตัวกระตุ้นเพื่อที่จะบอกถึงจำนวนเวลาที่ผู้ใช้รอสายโทรศัพท์ (Crease & Brewster, 1998) โดยสรุปแล้ว แถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางเสียง คือเทคนิคในการใช้เสียงที่ไม่ใช่คำพูดในการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะเป็นการแจ้งผ่านทางเสียงไปสู่ผู้ใช้ว่างานกำลังดำเนินการอยู่อย่างต่อเนื่อง (Garcia, Peres, Ritchey, Kortum, & Stallmann, 2011)

ไม่ว่าจะเป็นแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางภาพ และ แถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางเสียงต่างได้รับความนิยมนำมาใช้ในการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ แต่ทั้งสองรูปแบบมีความแตกต่างกันตรงที่ระบบการรับรู้ของผู้ใช้ที่นำมาตีความ โดยแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางภาพใช้ระบบการรับรู้ผ่านทางการมองเห็น และแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางเสียงใช้ระบบการรับรู้ผ่านทางการได้ยินมาตีความ (Kortum, Peres, & Stallmann, 2011)

เสียงถือเป็นอีกหนึ่งช่องทางในการสื่อสารผ่านทางคอมพิวเตอร์ (Blattner, Sumikawa, & Greenberg, 1989) มีการนำเสียงมาใช้ร่วมกับส่วนต่อประสานผู้ใช้มานานแล้วเช่นกัน โดยยุคเริ่มแรกเสียงถูกนำมาใช้งานหลักเพื่อเป็นสัญญาณปลุก และการเตือน ตลอดจนการติดตามตรวจตราและใช้สำหรับบอกข้อมูล สำหรับการใช้งานอื่นๆ ของเสียงที่ไม่ใช่เสียงพูด คือการใช้ในเพลง เสียงดนตรี และเสียงประกอบต่างๆ สำหรับเกม และสื่อมัลติมีเดียอื่นๆ (S. Brewster, 2003) ทั้งนี้เสียงดนตรีมีบทบาทสำคัญต่อชีวิตของมนุษย์อย่างมาก ตั้งแต่ยุคโบราณผู้คนสร้างเสียงดนตรีขึ้นมาและสนุกไปกับมัน ทุกวันนี้เสียงดนตรีถูกนำมาใช้กันในวงกว้าง และได้เข้ามามีส่วนสำคัญในทางด้านการตลาด การให้บริการลูกค้า สื่อ และโฆษณา (Oakes & North, 2006) เสียงที่ใช้เป็นข้อมูลตอบกลับแบ่งออกเป็นสองประเภทคือ เสียงที่ไม่ใช่เสียงพูด (Non- speech Sound) และเสียงพูด (Speech Sound)

สำหรับเสียงที่ไม่ใช่เสียงพูด สามารถแบ่งออกเป็นสองกลุ่มย่อย กลุ่มแรกคือเสียงในชีวิตประจำวัน (Everyday Sound) หรือเรียกอีกชื่อว่า เสียงในโลกความเป็นจริง (Real world sound) คือ เสียงที่เกิดจากการรับรู้จากเหตุการณ์ที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ เช่น เสียงกระแทกของประตูหรือเสียงตบมือ เสียงในกลุ่มนี้จะมีการเชื่อมโยงกับวัตถุ หรือสร้างเสียงตามลักษณะเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ตัวอย่างที่นำมาประยุกต์ใช้ เช่น ไอคอนแบบใช้เสียง (Auditory Icon) เป็นต้น กลุ่มที่สองคือ เสียงดนตรี (Musical sound) หรือเรียกอีกชื่อว่าเสียงนามธรรม (Abstract sound) เสียงกลุ่มนี้ถูกสร้างขึ้น จากเครื่องดนตรีหรือจากการสังเคราะห์ขึ้นมา โดยการกำหนดหรือระบุ ความถี่ของเสียง (Pitch) ช่วงระยะเวลา (Duration) และรูปร่างของคลื่น (Waves shape) ตัวอย่างของเสียงกลุ่มนี้ เช่น Earcons เป็นต้น (Absar & Guastavino, 2008; Sikora, Roberts, & Murray, 1995)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เสียงพูด สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้เช่นเดียวกับเสียงประเภทแรก แต่อย่างไรก็ตามเสียงที่ไม่ใช่เสียงพูดย่อมมีข้อได้เปรียบกว่า อุปมาว่า ถ้าเป็นการแสดงผลออกมาทางจอภาพ ข้อมูลตอบกลับที่เป็นเสียงพูดจะเปรียบเหมือนกับข้อความบนจอภาพ และข้อมูลตอบกลับที่ไม่ใช่เสียงพูดจะเปรียบเหมือนกับไอคอน ดังนั้นการแสดงข้อมูลตอบกลับแบบเสียงพูดจะช้ากว่าแบบไม่ใช่เสียงพูด เพราะว่าต้องลำดับคำพูดตามธรรมชาติออกมา เพื่อให้เหมือนกับข้อมูล โดยปกติแล้วการใช้เสียงพูดมาเป็นข้อมูลตอบกลับ ผู้ใช้ต้องได้ยินข้อความจากต้นจนจบ คำหลายๆ คำอาจต้องถูกนำมาตีความก่อนที่จึงจะสามารถทำความเข้าใจข้อความทั้งหมดได้ สำหรับข้อความแบบไม่ใช่เสียงพูด นั้นข้อความจะมีลักษณะที่สั้น ทำให้ได้ยินอย่างรวดเร็ว (S. Brewster, 2003) ดังนั้นเสียงที่ไม่ใช่เสียงพูดจึงมีการนิยมนำมาใช้ในการพัฒนาส่วนติดต่อผู้ใช้อย่างต่อเนื่อง สืบเนื่องมาจากขนาดหน้าจอที่มีขนาดจำกัด และการแสดงผลบนหน้าจอมีการแสดงที่ซับซ้อนมากขึ้น ทั้งยังมีองค์ประกอบ ที่นำมาใช้แสดงผลออกมา

เป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงมีการศึกษาเพื่อหาทางเลือกอื่นเพื่อเป็นตัวนำพาข้อมูลไปสู่ผู้ใช้ (Beaudouin-Lafon & Conversy, 1996)

สำหรับส่วนประกอบของเสียงปกติที่นำมาใช้ในการศึกษาในอดีต เช่น ความถี่ของเสียง ความดัง (Loudness) หรือ ช่วงระยะเวลา มักถูกนำมาใช้เป็นตัวแทนในการแสดงข้อมูล (Gaver, 1986) และนอกจากปัจจัยพื้นฐานที่ได้กล่าวมานี้ ยังมีการศึกษาปัจจัยอื่นๆ อย่างกว้างขวาง (Deutsch, 2007) หนึ่งในนั้นคือการศึกษาเรื่องจังหวะ (Tempo) ต่อพฤติกรรมในการรอคอยของผู้ใช้ (Guéguen & Jacob, 2002)

มีการนำเสียงดนตรีมาประยุกต์ใช้ประกอบกับการรอคอย เป็นที่ทราบกันว่าเสียงดนตรีมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมในการรอคอยของมนุษย์ โดยเฉพาะระยะเวลาที่จะต้องใช้ในการรอคอย (Milliman, 1982) ตัวอย่างเช่น เมื่อคนต้องรออยู่ในห้อง การเปิดเสียงดนตรีขณะที่ผู้คนกำลังรอคอยอยู่นั้นส่งผลให้มีเพียงคนจำนวนน้อยออกจากห้องแม้จะรอคอยในระยะเวลานาน (North & Hargreaves, 1999) หากพูดถึงลักษณะของเพลงหรือเสียงดนตรีซึ่งมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมในการรอคอย โดยส่วนใหญ่แล้วจะคำนึงถึง จังหวะของเสียงดนตรี อย่างไรก็ตาม จังหวะของเสียงดนตรีไม่ใช่ตัวแปรเดียวที่ส่งผลต่อพฤติกรรมในการรอคอยของผู้ใช้ (Guéguen & Jacob, 2002) ความถี่ของเสียงก็เป็นหนึ่งในปัจจัยที่มีการศึกษาเช่นเดียวกัน (Brigner, 1988)

สำหรับความถี่ของเสียง (Pitch) คือ หนึ่งในความรู้สึกที่รับรู้ได้ผ่านทางการได้ยิน ควบคู่ไปกับความดัง และลักษณะของเสียง (Timbre) ซึ่งอาจเกิดจากเสียงร้องหรือเกิดจากเครื่องดนตรี ในทางดนตรีนั้นลำดับของความถี่ของเสียงเป็นตัวที่กำหนดถึงทำนอง (Melody) และการนำความถี่ของเสียงมาประกอบไปพร้อมๆ กันบ่งบอกถึง เสียงประสาน (Harmony) สำหรับเสียงพูด รูปร่างของความถี่ของเสียงที่สูงและต่ำนั้น เป็นตัวช่วยในการกำหนดถึงรูปแบบการสัมผัสของคำในการออกเสียง เช่นในภาษาไทย ประกอบไปด้วย ภาษาใต้ ภาษากลาง ภาษาอีสาน และภาษาเหนือ รูปร่างความถี่ของเสียงนี้จะเป็นตัวช่วยกำหนดความหมายของคำ (Oxenham, 2012) ความถี่ของเสียงนี้มีส่วนสำคัญมากในการช่วยแยกแยะถึงแหล่งที่มาของเสียง (de Cheveigné, 2005) มนุษย์สามารถได้ยินความถี่ในช่วงความถี่ที่กว้าง โดยปกติมนุษย์ที่มีความสามารถในการได้ยินปกติสามารถได้ยินเสียงที่อยู่ในช่วงความถี่ระหว่าง 20 Hz ถึง 20 KHz (de Cheveigné, 2005) การรับรู้ถึงความถี่ของเสียงนี้จะลดไปตามอายุ ดังนั้นคนอายุ 70 ปีอาจจะได้ยินความถี่เสียงสูงสุดเพียง 10 KHz (S. Brewster, 2003) ในกรณีที่เสียงร้องเกิดจากมนุษย์ช่วงความถี่ของเสียง (Vocal range) จะถูกกำหนดโดยเพลงที่จะถูกร้อง ซึ่งขึ้นอยู่

กับระดับของเสียง โดยปกติแล้วจะแบ่งอยู่ในระดับ โซปราโน (Soprano) อัลโท (Alto) เทเนอร์ (Tenor) หรือ เบส (Bass) (Herbst, Duus, Jers, & Švec, 2012)

จังหวะ (Tempo) เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่น่าสนใจ และในอดีตได้มีการศึกษากันอย่างมากมาย โดยจังหวะในภาษาอิตาเลียนหมายถึง เวลา (Time) โดยปกติจะอ้างถึงความเร็วของเสียงเพลง เสียงดนตรี หรือความเร็วของชีพจร ดังนั้น จังหวะของดนตรีสามารถเป็นไปได้ทั้งช้า หรือเร็ว (Kornfeld, 2005) อีกทั้งจังหวะ ถือเป็นตัวแปรหนึ่งที่ถือว่ามีความแม่นยำ สามารถนำค่ามาใช้เปรียบเทียบ และสามารถวัดในเชิงปริมาณได้โดยเมโทรโนม (Metronume) (Oakes, 2003) โดยปกติจะใช้หน่วยวัดคือ บีทต่อนาที (Eronen & Klapuri, 2010) นักดนตรีใช้คำอิตาเลียนหลายๆ คำสำหรับการอธิบายถึงจังหวะ โดยปกติแล้วคำส่วนใหญ่ที่นิยมนำมาใช้สำหรับอธิบายจังหวะ จากช้าไป เร็ว เช่น เกรฟ (Grave) ลาโก้ (Largo) เลนโต้ (Lento) อาดิโก (Adagio) แอนเดท (Andante) โมเดเรโต้ (Moderato) แอลเลอโก้ (Allegro) ไวแวนซ์ (Vivace) เพรสโต้ (Presto) ตามลำดับ (Feezell, 2011)

การนำข้อมูลตอบกลับผ่านทางภาพ และทางเสียงมาใช้ร่วมกันในส่วนต่อประสานผู้ใช้นั้นถือว่าเป็นการสร้างเครื่องมือที่มีสมรรถภาพสูงสำหรับการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ ในชีวิตประจำวันมนุษย์รับข้อมูลผ่านทางการมองเห็นและทางการได้ยินร่วมกัน ซึ่งข้อมูลทั้งสองนี้จะประกอบเข้าด้วยกันเกิดเป็นข้อมูลที่มีความสมบูรณ์ครบถ้วน ซึ่งทำให้เราได้ทราบถึงความเป็นไปของสถานการณ์ต่างๆ รอบตัว และนำข้อมูลเหล่านั้นมาช่วยในการโต้ตอบสื่อสาร โดยระบบการมองเห็นจะทำให้เราได้ทราบข้อมูลในพื้นที่เล็กๆ ที่เราเฝ้ามองอยู่เท่านั้น แต่ระบบการได้ยินจะได้รับข้อมูลมาจากรอบๆ ทิศทาง (Absar & Guastavino, 2008; S. Brewster, 2003) การใช้ข้อมูลตอบกลับผ่านทางภาพเพียงอย่างเดียว ถือว่าเป็นช่องทางที่มีการนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย แต่สำหรับบางสถานการณ์หน้าจออาจไม่สามารถใช้งานได้ หรือการมีอุปสรรคบางอย่างเกิดขึ้นทำให้ไม่สามารถมองหน้าจอได้ ด้วยเหตุผลเหล่านี้ ข้อมูลตอบกลับผ่านทางเสียงจึงถือเป็นตัวเลือกที่น่าสนใจในการนำมาใช้ (Morrison, Smyth, Corish, O'Hara, & Sellen, 2014) ดังนั้น จึงมีการประยุกต์นำเสียงมาออกแบบเพื่อสร้างเป็นข้อมูลตอบกลับผ่านทางเสียง ซึ่งจะนำมาใช้ร่วมกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ในรูปแบบปกติ (Sikora และคณะ, 1995)

ประโยชน์ในการใช้เสียงมาประกอบกับส่วนติดต่อผู้ใช้นั้นมีหลายเหตุผลด้วยกัน อย่างที่ทราบกันอยู่แล้วว่าการมองเห็นและการได้ยินนั้นต่างเป็นอิสระจากกัน แต่ทั้งสองระบบสามารถทำงานร่วมมือกันได้อย่างดี (S. Brewster, 2003) เสียงยังเป็นตัวกระตุ้นที่เร็วกว่าการกระตุ้นผ่านทางการมองเห็น (Bly, 1982) เสียงยังเข้ามามีส่วนช่วยลดปริมาณงานที่แสดงบนหน้าจอขนาดใหญ่ได้ รวมถึงช่วยลด

จำนวนข้อมูลที่ต้องแสดงผลบนหน้าจอ นอกจากนั้นเสียงยังช่วยดึงดูดความสนใจ และสำหรับผู้ที่ไม่สามารถรับรู้ผ่านทางการมองเห็นได้นั้น เสียงยังเข้ามาเติมเต็มให้คอมพิวเตอร์มีความสามารถใช้งาน (Usability) ได้มากยิ่งขึ้นกว่าเดิม (S. Brewster, 2003)

เสียงมีประโยชน์อย่างมากในการนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับส่วนต่อประสานผู้ใช้ จึงถือว่าเสียงยังคงเป็นประเด็นที่น่าสนใจที่จะทำการศึกษา อีกทั้งยังไม่มีงานวิจัยใดที่ทำการศึกษาถึงผลของความถี่ และจังหวะของดนตรีพื้นหลังต่อการรับรู้ถึงการผ่านไปของเวลา การศึกษานี้จะทำให้สามารถรู้ได้ถึงการรับรู้การผ่านไปของเวลา ในขณะที่มีเสียงประกอบ ซึ่งผลการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเลือกใช้ช่วงความถี่ จังหวะที่เหมาะสมในการออกแบบเสียงเพลง เสียงดนตรี หรือ ใช้ในการเลือกเพลงมาประกอบแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางภาพ อันก่อให้เกิดความรู้สึกดีแก่ผู้ใช้และช่วยเสริมสร้างประสบการณ์ที่ผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง โดยการรับรู้การผ่านไปของเวลาที่ถือว่าดี ผู้ใช้ต้องประมาณระยะเวลาในการรอคอยต่ำ (Under estimate) ส่วนการรับรู้การผ่านไปของเวลาที่ถือว่าแย่ คือผู้ใช้ต้องประมาณระยะเวลาในการรอคอยสูงกว่าความเป็นจริง (Over estimate)

1.2. **วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

1. ศึกษาผลของความถี่ของดนตรีพื้นหลังต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลา
2. ศึกษาผลของจังหวะของดนตรีพื้นหลังต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลา

1.3. **ขอบเขตของการวิจัย**

1. วิเคราะห์และศึกษาถึงการรับรู้การผ่านไปของเวลา โดยอาศัยข้อมูลจากการประมาณระยะเวลาจากหน่วยทดลองที่ใช้ในการรอคอยการทำงานสำเร็จของแถบแสดงความก้าวหน้า

2. การศึกษานี้ประกอบด้วยการทดลอง 2 การทดลองโดยการทดลองแรกใช้วิธีการประเมินเวลาและการทดลองที่ 2 ใช้วิธีการเปรียบเทียบการผ่านไปของเวลา

3. การทดลองที่ 1 จะทำการสังเคราะห์เสียงโดยใช้เสียงไซน์ โดย ช่วงของเสียงต่ำประกอบด้วยความถี่ 139 156 และ 175 เฮิรตซ์ ช่วงของเสียงสูงประกอบด้วยความถี่ 370 415 และ 466 เฮิรตซ์ ส่วนจังหวะประกอบด้วยสามช่วง คือ ช่วงจังหวะช้า มีความเร็ว 30 40 50 BPM ช่วงจังหวะความเร็วปานกลาง มีความเร็ว 90 100 110 BPM ช่วงจังหวะเร็ว มีความเร็ว 150 160 170 BPM

4. การทดลองที่ 2 จะใช้เสียงกล่องดนตรีมาปรับแต่งโดยใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ตามแต่ละเงื่อนไขในการทดลอง โดยช่วงของเสียงต่ำมีความถี่ 131 – 247 เฮิรตซ์ ช่วงของเสียงสูงมีความถี่

262-493 เฮิรตซ์ ส่วนจังหวะประกอบด้วยสามช่วง คือ ช่วงจังหวะช้า มีความเร็ว 30 70 BPM ช่วงจังหวะความเร็วปานกลาง มีความเร็ว 100 110 120 BPM ช่วงจังหวะเร็ว มีความเร็ว 150 160 BPM

5. งานวิจัยนี้เก็บข้อมูลจากนิสิตระดับปริญญาตรี คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เฉพาะหลักสูตรภาษาไทย

1.4. **ตัวแปรสำคัญที่ศึกษา**

1. ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (Independent Variable) มีสองตัวแปรได้แก่

1.1. ช่วงความถี่ของเสียง หมายถึง ช่วงความถี่ของเสียงที่เกิดจากมนุษย์ (Vocal range) ถูกกำหนดโดยเพลงที่จะถูกร้อง ขึ้นอยู่กับระดับของเสียง จะแบ่งเป็นช่วงของเสียงผู้หญิงและเสียงผู้ชาย โดยปกติแล้วจะแบ่งเป็นระดับ เช่น โซปราโน (Soprano) อัลโท (Alto) เทเนอร์ (Tenor) หรือ เบส (Bass) มีหน่วยเป็นเฮิรตซ์ (Hertz) (de Cheveigné, 2005; Herbst และคณะ, 2012)

1.2. ช่วงจังหวะ หมายถึง ความเร็วของเสียงเพลงหรือเสียงดนตรี โดยปกติมีชื่อเรียกของช่วงจังหวะ จากช้าไปเร็ว เช่น เกรฟ (Grave) ลาโก้ (Largo) เลนโต้ (Lento) อาดิโก (Adagio) แอนเดท (Andante) โมเดเรโต้ (Moderato) แอลเลอโก้ (Allegro) ไวแวนซ์ (Vivace) และ เพรสโต้ (Presto) ใช้หน่วยวัดคือ บีทต่อนาที (BPM) (Eronen & Klapuri, 2010; Feezell, 2011; Kornfeld, 2005)

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variable) มีหนึ่งตัวแปร ดังนี้

2.1. การรับรู้การผ่านไปของเวลา หมายถึง ระยะเวลาที่ผู้ใช้ประมาณในการรอคอยการประมวลผลโดยการประมาณค่าแบบระลึกย้อนหลัง (Retrospective) (Garcia และคณะ, 2011)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.5. **ข้อจำกัดของการวิจัย**

เนื่องจากงานวิจัยนี้ต้องเก็บข้อมูลในห้องปฏิบัติการ (Laboratory) ซึ่งผู้วิจัยสามารถควบคุมปัจจัยอื่นๆ รวมถึงสิ่งแวดล้อมให้คงที่ เพื่อชี้ให้เห็นถึงความสามารถในการรับรู้การผ่านไปของเวลาของผู้ใช้ ซึ่งอาจแตกต่างกันเนื่องมาจากตัวแปรที่สนใจคือ (1) ช่วงความถี่ของเสียง (2) ช่วงจังหวะ ทำให้ความน่าเชื่อถือภายนอก (External Validity) มีข้อจำกัด

1.6. **คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย**

1. แถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางภาพ (Visual Progress bar) คือ การแสดงแสดงความก้าวหน้าของงานว่างานดำเนินการสำเร็จไปแล้วเท่าใดผ่านทางภาพที่มีการเคลื่อนไหว ตามสัดส่วนความสำเร็จของงาน (Ohtsubo & Yoshida, 2014)

2. แถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางเสียง (Auditory Progress bar) คือ การนำเสียงเพื่อมาใช้เป็นข้อมูลตอบกลับ เพื่อแจ้งข้อมูลผ่านทางเสียงไปสู่ผู้ใช้ว่างานกำลังดำเนินการอยู่อย่างต่อเนื่อง (Crease & Brewster, 1998; Garcia และคณะ, 2011)

1.7. **ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1. ได้ทราบถึงช่วงความถี่ และช่วงจังหวะ ของเพลงประกอบการรอคอยเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาส่วนติดต่อผู้ใช้ที่ทำให้ผู้ใช้รู้สึกว่ารวดเร็วขึ้น

2. สามารถนำผลการศึกษาไปใช้ในการอ้างอิงในการพัฒนาส่วนติดต่อผู้ใช้ที่มีการนำเสียงมาใช้ประกอบการแสดงผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรม

2.1. ความนำ

ในบทนี้เป็นการนำเสนอวรรณกรรมในอดีต (Literature Review) ที่เกี่ยวข้อง เพื่อชี้ให้เห็นถึงการศึกษาหรือสำรวจในประเด็นการออกแบบและพัฒนาแถบแสดงความก้าวหน้าประกอบไปด้วหัวข้อย่อย คือ (1) จุดเริ่มต้นของแถบแสดงความก้าวหน้า (2) ประเภทและรูปแบบของแถบแสดงความก้าวหน้า (3) ปัญหาของการใช้แถบแสดงความก้าวหน้า (4) เสียงดนตรีและเสียเพลง (5) เสียงและองค์ประกอบของเสียง (6) การรับรู้ผ่านทางการได้ยิน (7) เวลาในการตอบสนอง ความคาดหวังและทัศนคิต (8) เสียงกับความสามารถใช้งานได้และประสบการณ์ของผู้ใช้ (9) เสียงกับเทคโนโลยีในการนำเข้าข้อมูล และประเด็นสุดท้ายของบทจะนำเสนอข้อจำกัดสำคัญของการศึกษาที่ผ่านมา เพื่อชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของงานวิจัยนี้

2.2. จุดเริ่มต้นของแถบแสดงความก้าวหน้า

ซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันมีการนำเสนอแถบแสดงความก้าวหน้ามาใช้เพื่อแสดงสถานะว่าโปรแกรมกำลังทำงานอยู่ การที่แถบแสดงความก้าวหน้าถูกนำมาใช้นั้นก็เพื่อทำให้ผู้ใช้วางใจได้ว่างานกำลังถูกประมวลผลอยู่ และเพื่อที่ผู้ใช้จะสามารถประมาณเวลาที่การประมวลผลจะทำสำเร็จ (Myers, 1985)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Hamada, Yoshida, Ohnishi และ Koppen (2011) กล่าวว่า แถบแสดงความก้าวหน้าคือหนึ่งในส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่มีการนำไปใช้กันอย่างแพร่หลายในระบบคอมพิวเตอร์ จะใช้ในการแสดงความก้าวหน้าของงาน โดยใช้แถบแนวนอนที่กำลังเคลื่อนไหวอยู่ เช่น ในการรับส่งไฟล์ การดาวน์โหลดข้อมูล เป็นต้น แถบแสดงความก้าวหน้าพบได้อยู่ทั่วไป ตัวอย่างเช่น บนเว็บบราวเซอร์ จะมีองค์ประกอบคือ แถบสีเคลื่อนไหว จากซ้ายไปขวาโดยเคลื่อนไหวไปตามสัดส่วนของงานที่ประมวลผลไปแล้ว อีกรูปแบบหนึ่งที่มักพบเจอจะเป็นการนำแถบแสดงความก้าวหน้ามาใช้เพื่อบอกว่างานกำลังประมวลผลอยู่ โดยทั้งสองรูปแบบแตกต่างกันที่วัตถุประสงค์ที่นำมาใช้งาน

Harrison, Yeo และ Hudson (2010) กล่าวว่า โดยปกติแล้วแถบแสดงความก้าวหน้าใช้เพื่อแสดงความก้าวหน้าของการประมวลผลที่ต้องมีการใช้เวลาในการประมวลผล

2.3. **ประเภทและรูปแบบของแถบแสดงความก้าวหน้า**

จากที่ได้กล่าวไปนั้นจะเห็นว่าแถบแสดงความก้าวหน้าประกอบด้วยกันอยู่สองประเภทใหญ่ๆ ด้วยกัน ประเภทแรกคือแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางภาพ และประเภทที่สองคือแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางเสียง โดยทั้งสองรูปแบบมีเป้าหมายเพื่อบอกผู้ใช้ถึงความก้าวหน้าของการดำเนินงาน

2.3.1. แถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางภาพ (Visual Progress bar)

สำหรับรูปแบบที่บอกให้ทราบถึงความก้าวหน้าของงาน จะมีแถบแสดงความก้าวหน้าที่มีลักษณะเป็นแถบว่างแนวยาว โดยจะมีการเติบแถบสีแสดงผลจากซ้ายไปขวาและอัตราการเพิ่มขึ้นของแถบสีที่ถูกเพิ่มเติมเข้าไปนั้นจะสัมพันธ์กับอัตราความสำเร็จของงานซึ่งซอฟต์แวร์ประมวลผลไปแล้ว ดังนั้นเมื่อแถบว่างถูกแถบสีเติมจนเต็มนั้นหมายความว่างานนั้นทำงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว (Crease & Brewster, 1998) แถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางภาพมีอยู่ด้วยกัน 2 รูปแบบ รูปแบบแรกเป็นรูปแบบที่บอกให้ทราบถึงข้อมูลความก้าวหน้าของงาน และรูปแบบที่สองคือรูปแบบที่บอกเพียงสถานะของงาน เช่น นาฬิกาทราย เป็นต้น การนำแถบแสดงความก้าวหน้ามาใช้ เป็นการให้ความมั่นใจแก่ผู้ใช้ว่างานที่คอมพิวเตอร์กำลังประมวลผล ไม่ได้หยุดการทำงานหรือเกิดปัญหา ตัวอย่างของแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางภาพแสดงให้เห็นดังภาพที่ 2.1

ภาพที่ 2.1 แสดงตัวอย่างของแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางภาพ (Visual Progress bar)

2.3.2. แถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางเสียง (Auditory Progress bar)

แถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางเสียง เป็นการแสดงข้อมูลตอบกลับผ่านทางเสียงชนิดหนึ่ง อย่างที่ทราบกันว่าการนำเสียงเข้ามาใช้ประกอบกับส่วนติดต่อผู้ใช้ จะสามารถช่วยเพิ่มปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้กับคอมพิวเตอร์ได้ เสียงมีส่วนช่วยเสริมสร้างประสิทธิภาพในการทำงานของผู้ใช้ โดยสามารถช่วยลดข้อผิดพลาดในการทำงานลง (Absar & Guastavino, 2008) โดยแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางเสียง คือรูปแบบที่มักนำมาใช้ในการช่วยบอกสถานะของงานรวมทั้งแสดงความก้าวหน้าของงาน แถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางเสียง คือ การนำเสียงเพื่อมาใช้เป็นข้อมูล

ตอบกลับ เพื่อแจ้งข้อมูลผ่านทางเสียงไปสู่ผู้ใช้ว่างานกำลังดำเนินการอยู่อย่างต่อเนื่องในกิจกรรมหนึ่งๆ ตัวอย่างของแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางเสียงที่มักจะมีการนำมาใช้กัน เช่น เสียงรอสารโทรศัพท์ เสียงสำหรับการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตของโมเด็ม (Crease & Brewster, 1998)

แถบแสดงความก้าวหน้าทั้งสองแบบไม่ว่าจะเป็นแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางภาพ หรือแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางเสียง ต่างได้รับความนิยมนำมาใช้ในการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ โดยสรุปแล้ว แถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางเสียง เป็นการใช้เทคนิคโดยการนำเสียงมาช่วยในการออกแบบ โดยมีเป้าหมายเดียวกับแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางภาพ คือเพื่อเป็นการแจ้งข้อมูลไปสู่ผู้ใช้ว่างานกำลังดำเนินการอยู่อย่างต่อเนื่อง (Garcia และคณะ, 2011) และสามารถประมวลผลไปได้อย่างปกติ แถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางภาพมีความแตกต่างกับแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางเสียง โดยแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางภาพจะใช้ระบบการรับรู้ผ่านทางการมองเห็น และแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางเสียงจะใช้ระบบการรับรู้ผ่านทางการได้ยินนำมาตีความ (Kortum และคณะ, 2011)

2.4. **ปัญหาของการใช้แถบแสดงความก้าวหน้า**

งานจำนวนมากที่ทำในระบบคอมพิวเตอร์ย่อมเกี่ยวข้องกับการประมวลผล มีงานหลายประเภทซึ่งเกี่ยวข้องกับการที่ผู้ใช้ต้องรับรู้ถึงเวลาที่ผ่านไปในการทำงานบนซอฟต์แวร์ หรือบนเครือข่าย (Ohtsubo & Yoshida, 2014) การรับรู้ถึงการทำงานเหล่านี้ต่างได้เคยมีการศึกษา ในรูปแบบของการประเมินเวลา Tayama (2007) กล่าวไว้ว่าคนจะรู้สึกว่านานเมื่อสิ่งเร้ามีการเคลื่อนไหวที่เร็ว ในแง่ของศาสตร์ทางวิทยาการคอมพิวเตอร์ เวลาที่ผู้ใช้รับรู้ได้นี้ล้วนมีความสำคัญเมื่อเกิดในสถานการณ์ที่มีการรอคอยเช่น ในการติดตั้งโปรแกรม หรือ การประมวลผลอื่นๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Harrison และคณะ (2010) กล่าวว่า แถบแสดงความก้าวหน้ามักจะใช้เพื่อแสดงความก้าวหน้าของงานที่มีการดำเนินงานที่ใช้ระยะเวลา และถือว่าเป็นส่วนติดต่อผู้ใช้ที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ผู้ใช้ซึ่งมีประสบการณ์ จะรับรู้ถึงความผิดปกติของการดำเนินงานที่ล่าช้าได้โดยง่าย ส่วนผู้ใช้ที่ขาดประสบการณ์ก็มีแนวโน้มว่าจะสังเกตเห็นความผิดปกติของระยะเวลาดำเนินงานเช่นเดียวกัน แต่ก็ได้แต่หวังว่าคงไม่มีข้อผิดพลาดใดๆ ในการดำเนินงานเกิดขึ้น และยิ่งถ้าเป็นระบบที่ไม่ใช่ระบบคอมพิวเตอร์แบบทั่วไป หากเกิดปัญหาหรือข้อผิดพลาดระหว่างการประมวลผล ผู้ใช้ทั้งสองกลุ่มจะไม่มีทางเลือกอื่น แต่ต้องดูแถบแสดงความก้าวหน้า พร้อมความรู้สึกกังวล วิตก ว่าอาจจะมีข้อผิดพลาดบางอย่างเกิดขึ้น

Harrison และคณะ (2007) ได้ทำการศึกษาถึงพฤติกรรมในแถบแสดงความก้าวหน้า การแสดงความก้าวหน้าของงานผ่านแถบแสดงความก้าวหน้านั้นจะแสดงตามสัดส่วนของงานที่ทำสำเร็จไปแล้วแต่อย่างไรก็ตามการประมาณความก้าวหน้าของงานเป็นเรื่องที่มีทั้งความยากและความซับซ้อน เพราะการดำเนินงานอาจมีการประมวลผลหลายขั้นตอน ความหลากหลายของหน่วยความจำ หน่วยประมวลผลกลาง หรือปัจจัยอื่นๆ ซึ่งส่งผลให้ การประมาณความก้าวหน้าไม่สามารถออกแบบเป็นฟังก์ชันเส้นตรงได้ เนื่องมาจาก การดำเนินการในการประมวลผลนั้น มีทั้งช่วงที่กระทำไปด้วยความรวดเร็ว ช้า หรือ หยุด นอกจากนั้นมนุษย์เราไม่ได้รับรู้การผ่านไปของเวลาในรูปแบบฟังก์ชันเส้นตรงเมื่อนำมาประกอบกับ การแสดงผลแถบแสดงความก้าวหน้าซึ่งไม่สามารถแสดงเป็นเส้นตรงได้ ทำให้มนุษย์เกิดการรับรู้ถึงช่วงเวลาที่จะใช้ในการประมวลผลที่แตกต่างกัน การทำความเข้าใจถึงพฤติกรรมการรับรู้ของมนุษย์ ต่อระยะเวลาการดำเนินงานสามารถถูกนำมาใช้เพื่อคิดค้นออกแบบแถบแสดงความก้าวหน้าที่ทำให้รู้สึกว่ารวดเร็วถึงแม้ว่าระยะเวลาในการดำเนินงานจริงจะยังคงเหมือนเดิม

Hamada และคณะ (2011) ได้ทำการศึกษาถึงผลของสีต่อการรับรู้ได้ถึงความเร็วของแถบแสดงความก้าวหน้า ซึ่งได้มีการกล่าวถึงปัญหาของแถบแสดงความก้าวหน้าเอาไว้ว่าเทคโนโลยีและข่าวสารได้มีการเติบโตกันอย่างรวดเร็วทำให้สามารถดาวน์โหลดไฟล์ขนาดใหญ่ได้อย่างรวดเร็ว ส่วนใหญ่เมื่อทำการดาวน์โหลดข้อมูลโดยคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล แถบแสดงความก้าวหน้ามักจะปรากฏเพื่อแสดงถึงความก้าวหน้าของงานที่กำลังดาวน์โหลด ถึงแม้ว่า ปัจจุบันความเร็วในการดาวน์โหลดได้เพิ่มขึ้นอย่างมาก ดังนั้นผู้ใช้จะไม่ค่อยรู้สึกเป็นกังวลกับความเร็วในการดาวน์โหลด แต่ผู้ใช้ยังคงเป็นกังวลกับการดำเนินงานของแถบแสดงความก้าวหน้าและลักษณะของความก้าวหน้าซึ่งปรากฏบนแถบแสดงความก้าวหน้า ตัวอย่างเช่น ถ้าแถบแสดงความก้าวหน้าหยุดการทำงานลงระหว่างการดาวน์โหลด ผู้ใช้จะรู้สึกวิตกกังวล ไม่ว่าความเร็วในการดาวน์โหลดมีค่าสูงเพียงใด ดังนั้น แม้ว่าเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์และอินเตอร์เน็ตจะพัฒนาสูงขึ้นเพียงใด ผู้ใช้ก็ยังคงกังวลต่อการแสดงผลของแถบแสดงความก้าวหน้า ว่าจะมีข้อผิดพลาดหรือความผิดปกติเกิดขึ้นหรือไม่ หากมีระยะเวลาประมวลผลที่นานเกินที่ผู้ใช้จะสามารถอดทนรอได้

Crease และ Brewster (1998) กล่าวว่าแถบแสดงความก้าวหน้ามีปัญหาเกี่ยวกับการออกแบบที่สามารถใช้งานได้จริง (Usability) เพราะว่าขณะที่แถบแสดงความก้าวหน้าได้แสดงข้อมูลความก้าวหน้าในการดำเนินงานผ่านทางภาพออกมานั้น ถ้าผู้ใช้ต้องการรับรู้ข้อมูลความก้าวหน้าของงานควบคู่ไปกับการทำงาน ผู้ใช้ต้องมองไปที่แถบแสดงความก้าวหน้าอยู่เสมอ แต่การนำเสียงเข้ามาเสริมแถบแสดงความก้าวหน้านี้จะทำให้ผู้ใช้ได้ทราบถึงสถานะการประมวลผลของงานโดยไม่จำเป็นต้องมองแถบแสดงความก้าวหน้า

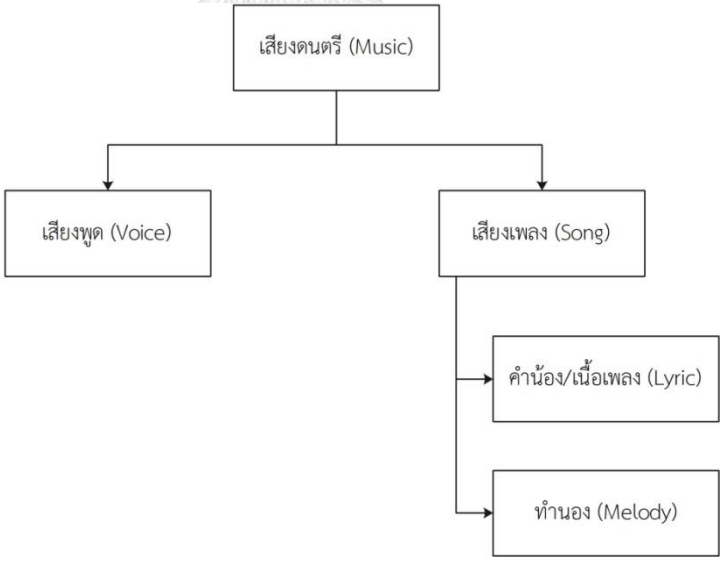
การนำแถบแสดงความก้าวหน้ามาใช้งานเป็นส่วนต่อประสานผู้ใช้นั้น ไม่ว่าจะเป็นแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางภาพ หรือเป็นแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางเสียง ย่อมแสดงผลขณะที่ผู้ใช้รอคอยการตอบสนองจากระบบ ซึ่ง Polkosky และ Lewis (2002) ได้ระบุเอาไว้ว่า ช่วงระยะเวลาในการรอคอยการตอบสนองจากระบบ (System response time) นั้นส่งผลกับผู้ใช้ได้หลากหลายทาง มีการค้นพบว่าระยะเวลาตอบสนองของระบบที่มีระยะเวลาที่ยาวนาน ทำให้ผู้ใช้รู้สึกเบื่อ (Kohlisch & Kuhmann, 1997) นอกจากนั้นระยะเวลาการตอบสนองของระบบยังเป็นสิ่งที่นำพามาซึ่งความเครียดหรืออารมณ์ตลอดจนทัศนคติในแง่ลบจากผู้ใช้ โดยเฉพาะความหวาดกลัวและความรำคาญ (Guynes, 1988; Schaefer, 1990; Schleifer & Amick, 1989) ดังนั้น นักพัฒนาจึงจำเป็นที่จะต้องออกแบบสร้างแถบแสดงความก้าวหน้าที่เหมาะสม อันเนื่องจากแถบแสดงความก้าวหน้าเป็นส่วนหนึ่งในส่วนติดต่อผู้ใช้ที่มีบทบาทสำคัญในการแสดงผลถึงความก้าวหน้า และบ่งบอกว่างานกำลังประมวลผลอยู่ เพื่อทำให้การรับรู้ถึงระยะเวลาในการตอบสนองของระบบของผู้ใช้ต่ำ อันทำให้ผู้ใช้เกิดความพึงพอใจต่อระบบเพิ่มมากขึ้น

Kortum และคณะ (2011) ได้ศึกษาเกี่ยวกับแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางการได้ยิน ใบบริบทของเสียงรอสายโทรศัพท์ โดยได้กล่าวถึงระยะเวลารอคอยของผู้ใช้ไว้เช่นเดียวกัน เป็นที่ทราบกันดีว่าจำนวนระยะเวลา ที่ผู้ใช้หรือผู้รับบริการต้องรอรับบริการหนึ่งๆ เป็นส่วนประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญในการจะทำให้ผู้ใช้ได้รับความพึงพอใจ (Pruyn & Smidts, 1998; Tom & Lucey, 1997) ลูกค้าที่รอรับบริการเป็นระยะเวลานาน ย่อมมีความพึงพอใจที่ต่ำตามไป ถึงแม้ว่าลูกค้าจะได้รับบริการเมื่อสิ้นสุดการรอคอย (Katz, Larson, & Larson, 1991) การทำความเข้าใจว่า ทำอย่างไรผู้ใช้ถึงจะได้รับความพึงพอใจสูงสุดจากการใช้งานระบบ ในระยะเวลาที่ผู้ใช้ต้องใช้ไปในการรอคอยจึงมีส่วนสำคัญ สิ่งที่น่าสนใจคือการรับรู้ของผู้ใช้ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้ใช้ มีการศึกษาพบว่ายิ่งผู้ใช้ต้องรอสายโทรศัพท์นานเท่าใดก็มีแนวโน้มที่จะละทิ้ง หรือยกเลิกสายสูงขึ้น (Guéguen & Jacob, 2002; Ramos, 1993) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการศึกษาหารูปแบบของการแสดงผล หรือรูปแบบของเสียงที่เหมาะสมต่อการรับรู้ของผู้ใช้ เพื่อนำมาพัฒนาสร้างรูปแบบแถบแสดงความก้าวหน้าที่เหมาะสม

Conn (1995) กล่าวว่าปัญหาหนึ่งซึ่งพบเจอโดยทั่วไปกับระบบคอมพิวเตอร์คือว่า ผู้ใช้ไม่ได้เข้าใจเสมอว่าอะไรกำลังเกิดขึ้น ผู้ใช้ซึ่งมีประสบการณ์อาจจะประมวลผลหลายๆ งาน พร้อมกัน ซึ่งจะทำให้การคำนวณความก้าวหน้าบนแถบแสดงความก้าวหน้ายากมาก และเมื่อมีความล่าช้าเกิดขึ้น และผู้ใช้ไม่เข้าใจถึงวิธีการประมวลผลของคอมพิวเตอร์ด้วยนั้น ผู้ใช้เหล่านี้จะเกิดพฤติกรรมที่ผิดปกติออกไป

นอกจากนั้น Conn (1995) ยังได้กล่าวถึงเหตุผลที่ต้องให้ความสำคัญกับปัญหาเรื่องความล่าช้า (Delay) ซึ่งมักเกิดกับแถบแสดงความก้าวหน้าไว้ว่า สำหรับคอมพิวเตอร์ที่ทำงานอยู่เพียงเครื่องเดียว โดยไม่ได้เชื่อมต่อกับเครื่องอื่นๆ นั้น การไม่คำนึงถึงปัญหาที่จะเกิดจากความล่าช้านั้น อาจจะได้รับผลกระทบน้อยกว่า เครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งมีการเชื่อมต่อกันเป็นเครือข่ายขนาดใหญ่และมีการเชื่อมโยงหลายๆ ระบบเข้าไว้ด้วยกัน ความล่าช้าถือว่าเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญของระบบสารสนเทศ นอกจากนั้นยังรวมไปถึงซอฟต์แวร์ที่ทำงานสำคัญมากๆ เช่น งานควบคุมการดำเนินงาน ซึ่งมักนำมาใช้ในระบบขนส่งสาธารณะ และธุรกิจเกี่ยวกับพลังงาน ข้อสรุปที่ผิดพลาดเกี่ยวกับความล่าช้าเนื่องจากระบบไม่สามารถให้ข้อมูลตอบกลับที่เพียงพอได้ ก่อให้เกิดผลรุนแรงที่ตามมาอย่างต่อเนื่องได้ ตัวอย่างเช่น การยกเลิกที่ไม่เหมาะสมจากผู้ใช้ เพียงเพราะผู้ใช้คิดว่าการประมวลผลเกิดข้อขัดข้องหรือมีปัญหาเกิดขึ้น แต่แท้จริงแล้วซอฟต์แวร์กำลังประมวลผลหรือกำลังหาทางแก้ปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ การยกเลิกการประมวลผลจากผู้ใช้ลักษณะนี้ อาจทำให้ซอฟต์แวร์ใช้เวลาในการประมวลผลจนสำเร็จล่าช้าออกไป และการไปขัดจังหวะโดยไม่เหมาะสมในโรงงานอาจทำให้เกิดผลที่ตามมา คือ สูญเสียวัตถุดิบ เป็นต้น ซึ่งยากที่จะกลับมาแก้ไขหลังจากเกิดเหตุการณ์นั้นไปแล้ว

2.5. **เสียงดนตรี (Music) และเสียงเพลง (Song)**



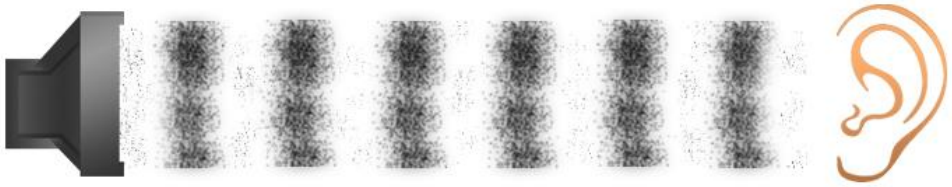
ภาพที่ 2.2 การจำแนกกลุ่มของเสียงดนตรีและองค์ประกอบของเสียงเพลง

เสียงดนตรี (Music) มักจะมีการใช้เสียงจากเครื่องดนตรีมาบรรเลงเป็นหลักหรือเกิดจากการพูดซึ่งมีเสียงสูงเสียงต่ำ ประกอบด้วยเสียง 2 กลุ่มคือ เสียงพูด (Voice) และเสียงเพลง (Song) โดยกลุ่ม

เสียงพูดเกิดจากการเปล่งเสียงของมนุษย์ (Vocal) ออกมาเพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างกัน และอีกกลุ่มคือเสียงเพลงคือเสียงที่ถูกขับร้องโดยมนุษย์ โดยส่วนใหญ่แล้วเสียงเพลงจะมีช่วงระยะเวลาที่สั้น และไม่จำเป็นว่าต้องมีการใช้เสียงจากเครื่องดนตรี (Musical Instrument) มาประกอบ โดยเสียงเพลงจะประกอบด้วย คำร้องหรือเนื้อเพลง (Lyric) และทำนอง (Melody) และเมื่อนำเนื้อเพลงและทำนองมารวมกันเพื่อให้เกิดเป็นเสียงเพลงที่สมบูรณ์นั้น จะเรียกว่าการเรียบเรียงเสียงประสาน (Arranging) ดังนั้นเสียงเพลงจึงเป็นส่วนหนึ่งของเสียงดนตรี โดยแสดงให้เห็นรายละเอียดดังภาพที่ 2.2 (Kusnierek, 2016; Olivia, 2011; Reith, 2015)

2.6. **เสียงและองค์ประกอบของเสียง**

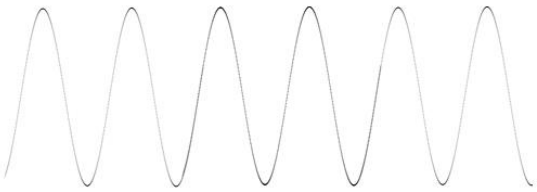
Smus (2013) ได้อธิบายความหมายของเสียงในทางฟิสิกส์ และทางคณิตศาสตร์ โดยเสียงในแง่มุมทางฟิสิกส์ ได้อธิบายเอาไว้ว่า เสียงคือ คลื่นตามยาว บางครั้งเรียกว่าคลื่นความดัน ซึ่งเคลื่อนที่ผ่านอากาศหรือสื่อตัวกลางอื่นๆ แหล่งกำเนิดเสียงจะก่อให้โมเลกุลในอากาศสั่นสะเทือนและชนกันไปต่อเนื่อง ซึ่งก่อให้เกิดเป็นส่วนที่มีแรงดันสูงและส่วนที่มีแรงดันต่ำ ซึ่งอนุภาพที่สั่นสะเทือนเหล่านี้จะจับกลุ่มไปด้วยกัน และกระจายออกไป ถ้าหากว่าหยุดเวลาได้รูปแบบของคลื่นเสียงจะเป็นดังรูปภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 คลื่นความดันของเสียงเคลื่อนที่ผ่านอนุภาคในอากาศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ในศาสตร์ทางคณิตศาสตร์ เสียงสามารถถูกนำเสนอโดยฟังก์ชัน ซึ่งเป็นช่วงของความดันตามระยะเวลา ทั้งนี้ S. Brewster (2003) กล่าวว่าเสียงคือ การเปลี่ยนแปลงความดันซึ่งแพร่กระจายผ่านตัวกลางที่มีความสามารถยืดหยุ่นได้ เช่น ในอากาศ การเปลี่ยนแปลงของความดันนี้ก่อกำเนิดมาจากการเคลื่อนไหวหรือการสั่นสะเทือนของวัตถุ ซึ่งจะกระทบกับหูของผู้ฟังและจะเป็นการเริ่มต้นถึงกระบวนการรับรู้ผ่านทางเสียง ภาพที่ 2.4 แสดงให้เห็นกราฟที่ถูกนำเสนอมาจากฟังก์ชัน จะเห็นได้ว่ามีลักษณะคล้ายคลึงกับภาพที่ 2.3 ซึ่งค่าของช่วงความดันที่สูงจะสอดคล้องกับบริเวณที่โมเลกุลกระจุกกันหนาแน่น และค่าที่ต่ำของความดันจะสอดคล้องกับบริเวณที่โมเลกุลอยู่รวมกันเบาบาง

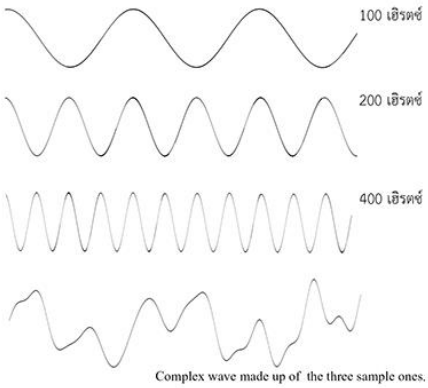


ภาพที่ 2.4 คลื่นเสียงที่ถูกนำเสนอในรูปของฟังก์ชัน

ทั้งนี้ S. Brewster (2003) ยังระบุด้วยว่า เสียงถูกสร้างขึ้นมาจากสามองค์ประกอบพื้นฐาน คือ ความถี่ คือ จำนวนคลื่นที่เคลื่อนที่ผ่านจุดใดๆ ในหนึ่งหน่วยเวลา Rossing (1990) กล่าวไว้ว่า ความถี่ของเสียง คือ ความถี่พื้นฐานซึ่งสามารถวัดได้โดยอัตราการกระทำซ้ำกันของการสั่นกระทบกันทางกายภาพ ตัวอย่างเช่น จำนวนของการกำเนิดเสียงต่อหนึ่งวินาที ซึ่งจะวัดโดยใช้หน่วย เฮิร์ตซ์ อีกแง่มุมหนึ่ง ANSI (1976) ระบุว่าความถี่ของเสียง หมายถึงการรับรู้เชิงปริมาณของผู้ฟัง ซึ่งถูกกำหนดเอาไว้ว่า คือ องค์ประกอบหนึ่งของประสาทสัมผัสทางการได้ยินในรูปแบบการวัดจากต่ำไปสูง

อีกองค์ประกอบหนึ่งของเสียงคือแอมพลิจูด (Amplitude) คือ ค่าที่เบี่ยงเบนไปออกไปจากค่าความดันเฉลี่ย โดยปกติจะวัดในหน่วยเดซิเบล (Decibel) และองค์ประกอบสุดท้ายของเสียงคือ เฟส (Phase) คือตำแหน่งของจุดเริ่มต้นของคลื่นบนแกนที่เป็นระยะเวลา จะวัดในหน่วย มิลลิวินาที (Milliseconds)

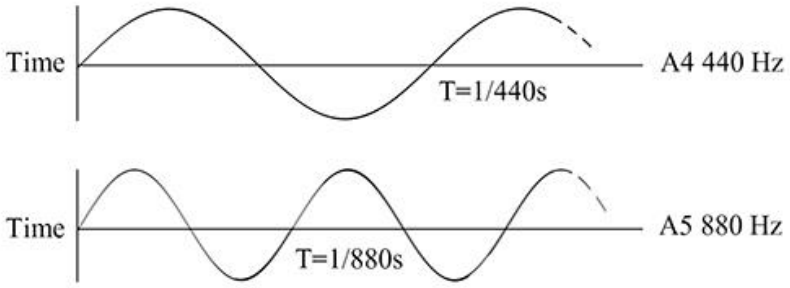
ทั้งนี้เสียงในชีวิตประจำวันที่มักจะพบเจอกันนั้น โดยปกติคลื่นจะมีความซับซ้อนกว่าภาพที่ 2.4 และเป็นไปได้ว่าจะถูกสร้างมาจากคลื่นไซน์หลายๆ คลื่นที่มีความถี่แตกต่างกัน รวมทั้งแอมพลิจูดและเฟส จากภาพที่ 2.5 แสดงให้เห็นถึงคลื่นเสียงที่มีความซับซ้อน ซึ่งถูกสร้างมาจากคลื่นรูปแบบไซน์สามรูปแบบ นำมาประกอบเข้าด้วยกัน



ภาพที่ 2.5 คลื่นเสียงที่มีความซับซ้อน จากความถี่เริ่มต้น 100 เฮิร์ตซ์

2.6.1. ความถี่ของเสียง (Pitch)

Smus (2013) กล่าวไว้ว่าเสียงดนตรีประกอบไปด้วยเสียงมากกว่าหนึ่งเสียงที่เล่นไปด้วยกันอย่างต่อเนื่อง เสียงที่ถูกสร้างมาจากเครื่องดนตรีถือว่าเป็นเสียงที่มีความซับซ้อนอย่างมาก ตามที่เสียงได้ผ่านส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องดนตรีและผ่านออกมาทางใดทางหนึ่ง อย่างไรก็ตาม เสียงดนตรีเหล่านี้มีสิ่งหนึ่งที่เหมือนกันทั้งหมด ด้วยลักษณะทางกายภาพคือ เสียงดนตรีเหล่านี้มีลักษณะที่เป็นคลื่นที่มีคาบเป็นระยะๆ (Periodic waveform) การเคลื่อนที่เป็นระยะๆ ของคลื่นเสียงสามารถรับรู้ได้โดยหูของผู้ฟัง โดยรู้จักกันในชื่อ ความถี่ของเสียง (Pitch) ความถี่ของเสียงดนตรี ของโน้ต (Note) ถูกวัดโดยหน่วย เฮิร์ตซ์ ตามภาพที่ 2.6 จะเห็นว่าถ้าเราแบ่งขนาดคลื่นให้เหลือเพียงครึ่งหนึ่งแล้ว เราจะได้ความถี่เพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า โดยที่หูของเราจะได้ยินเสียงในทำนองเดียวกัน โดยมีโน้ตตัวหนึ่งอยู่ในอ๊อกเทฟ (Octave) ที่สูงกว่า ในทางกลับกันถ้าเราขยายขนาดของคลื่นออกไปเป็นสองเท่า เราจะได้เสียงที่อยู่ในอ๊อกเทฟที่ต่ำกว่า ดังนั้นจะเห็นว่าความถี่ของเสียง รับรู้ได้ในในรูปแบบ ฟังก์ชันเอ็กซโพเนนเชียล ผ่านทางหู โดยทุกๆ อ๊อกเทฟ ความถี่จะเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า



ภาพที่ 2.6 กราฟของโทนเสียง A4 และ A5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ความถี่ของเสียง ถูกกำหนดเป็นส่วนหนึ่งของประสาทสัมผัสทางการได้ยินในแง่ที่ว่าเสียงจะถูกลำดับอยู่ตรงไหนบนมาตราส่วนการวัดทางดนตรี (Moore, 2012) ในระบบดนตรีทางตะวันตกมี 96 ความถี่ของเสียงที่แตกต่างกัน จัดอยู่ใน 8 อ๊อกเทฟ สำหรับโน้ต 12 โน้ต เสียงที่แยกโดยอ๊อกเทฟหนึ่งๆ จะมีความถี่ของเสียงเป็นสองเท่าของอีกอ๊อกเทฟหนึ่ง ตัวอย่างเช่น Middle C มีความถี่ 261.3 เฮิร์ตซ์ อ๊อกเทฟที่อยู่เหนือกว่าจะมีความถี่อยู่ที่ 523.25 เฮิร์ตซ์ และอ๊อกเทฟที่อยู่ต่ำกว่าจะมีความถี่อยู่ที่ 130.81 เฮิร์ตซ์ ระบบเหล่านี้มีประโยชน์อย่างมาก และทำให้ง่ายต่อการควบคุมเสียงของผู้ที่ทำงานเกี่ยวกับการนำเสียงมาใช้ (S. Brewster, 2003)

ตามตารางที่ 2.1 แสดงให้เห็นถึงความถี่ของโน้ตดนตรีจำนวน 11 อ๊อกเทฟ ซึ่งครอบคลุมความถี่ที่ต่ำ และมากจนกว่ามนุษย์สามารถได้ยิน โดยปกติแล้วมนุษย์จะได้ยินเสียงที่อยู่ในช่วงความถี่ 20 เฮิร์ตซ์ ถึง 20 กิโลเฮิร์ตซ์ โดยตารางนี้ถูกสร้างโดยอยู่บนพื้นฐานของความถี่ของอเมริกัน (Tha American Standard Pitch) ซึ่งระบุเอาไว้ว่าให้ A4 มีค่ากับ 440 เฮิร์ตซ์ เพื่อใช้สำหรับจูนความถี่ และยังมีมาตรฐานอื่นอีกเช่นกันซึ่งถูกนำมาใช้ค่อนข้างน้อย เนื่องจากเก่าแล้ว คือ มาตรฐานของระดับนานาชาติ (International Standard Pitch) ซึ่งได้กำหนดให้ A4 มีค่าเท่ากับ 435 เฮิร์ตซ์ (Zytrax, 2016) โดยตารางที่ 2.1 ได้แสดงค่าความถี่ในรูปแบบจำนวนเต็มเพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ

ตาราง 2.1 ความถี่ของเสียงโน๊ตดนตรีจำนวน 11 อ๊อกเทฟ (Zytrax, 2016)

		Octave										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ตัวโน๊ตดนตรี	C	16	33	65	131	262	523	1047	2093	4186	8372	16744
	C#	17	35	69	139	277	554	1109	2217	4435	8870	17740
	D	18	37	73	147	294	587	1175	2349	4699	9397	18794
	D#	19	39	78	156	311	622	1245	2489	4978	9956	19912
	E	21	41	82	165	330	659	1319	2637	5274	10548	21096
	F	22	44	87	175	349	698	1397	2794	5588	11175	22351
	F#	23	46	93	185	370	740	1480	2960	5920	11840	23680
	G	25	49	98	196	392	784	1568	3136	6272	12544	25088
	G#	26	52	104	208	415	831	1661	3322	6645	13229	26580
	A	28	55	110	220	440	880	1760	3520	7040	14080	28159
	A#	29	58	117	233	466	932	1864	3729	7459	14917	29832
	B	31	62	123	247	493	988	1976	3951	7902	15804	31604

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แต่ละมาตรฐานที่เอามาใช้จะมีค่าหนึ่ง ซึ่งกำหนดค่าระหว่างโน๊ตที่อยู่ติดกันเท่าๆ กัน โน๊ตตัวหนึ่งจะเชื่อมโยงกับโน๊ตตัวถัดไปโดยใช้ค่านี้ อ๊อกเทฟหนึ่งๆ จะประกอบไปด้วยเสียงที่ติดกันจำนวน 12 เสียง (Semi tone) (C C# D D# E F F# G G# A A# B) โดยปกติแล้วใช้ค่า 1.0594 คูณไปกับค่าความถี่ของโน้ตเพื่อที่จะได้ โน้ตที่อยู่ติดกันในระดับที่สูงกว่า หรือนำ 1.0594 หาร ค่าความถี่เพื่อที่จะได้โน้ตที่อยู่ติดกันในระดับที่ต่ำกว่า (Zytrax, 2016)

ดังนั้นเสียงของโน้ตในแต่ละตัว สามารถเพิ่มระดับความถี่ของเสียงเป็นสองเท่าได้ตามอ๊อกเทฟ นั้นหมายความว่ามันคือโน้ตตัวเดียวกันซึ่งอยู่คนละละอ๊อกเทฟ ตัวอย่างเช่น C3 คือ 131 เฮิร์ตซ์ และ C4 คือ 262 เฮิร์ตซ์ ซึ่งคือโน๊ตตัวเดียวกัน

เครื่องดนตรีโดยส่วนใหญ่แม้แต่เสียงของมนุษย์ ต่างก็มีลักษณะของเสียง ๆ นั้น เฉพาะตัว และล้วนถูกกำหนดโดยช่วงของโน้ตที่สามารถสร้างขึ้นมาได้ตัวอย่าง เช่น เสียงสูงของผู้หญิง จะถูกจัดอยู่ช่วงที่เรียกว่าโซปราโน (Soprano) ซึ่งมักจะถูกคาดหวังไว้ว่าเสียงจะอยู่ในช่วงของ C4 ถึง C6 โดยความถี่ในช่วงของโน้ตนี้เริ่มต้นจาก 262 ถึง 1047 เฮิร์ตซ์ (Zytrax, 2016)

ระดับของเสียงร้องของมนุษย์ ถูกแบ่งออกเป็นช่วงๆ ช่วงของความถี่ (Pitch range) นี้ถูกกำหนดโดยเพลงที่จะถูกร้อง ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับของเสียง (Voice class) โดยปกติ คือ โซปราโน (Soprano) อัลโท (Alto) เทเนอร์ (Tenor) และเบส (Bass) อย่างที่ทราบกันอยู่แล้วว่าเสียงของมนุษย์มีความสามารถในการที่จะสร้างเสียงบนความถี่พื้นฐานที่มีช่วงของความถี่กว้าง ในการร้องผสานเสียงเป็นกลุ่มคณะผู้ประพันธ์เพลงมักจะกำหนดโน้ต หรือระดับของความถี่ของเสียงสำหรับนำมาใช้ร้อง ในอุดมคติแล้วนั้นจะเป็นการดีมากๆ เลยหากเกิดการจับคู่ที่ไปด้วยกันของเสียงร้อง (Vocal range) และโน้ตของดันตรีที่จะใช้ร้อง (Herbst และคณะ, 2012)

ตามที่ Seidner และ Wendler (2004) ได้แบ่งประเภทของเสียงเพื่อนำมาใช้ในดนตรีคลาสสิก และคอนเสิร์ต และ Koth (2007) ได้แบ่งประเภทของเสียงโดยอ้างมาจาก The new Harvard Dictionary of Music ซึ่ง Herbst และคณะ (2012) ได้ทำการจัดกลุ่ม ตามตารางที่ 2.2 และ ตารางที่ 2.3 เพื่อแสดงให้เห็นถึงช่วงความถี่พื้นฐานที่ใช้ในการร้องเพลง ซึ่งเชื่อมโยงกับระดับของเสียง (Voice class) ซึ่งอาจเรียกต่างกันไปเช่น หมวดหมู่ของเสียง (Voice categories) หรือกลุ่มของเสียง (Voice groups) โดยจะแบ่งเสียงออกเป็นเสียงผู้หญิงและเสียงผู้ชาย

ตาราง 2.2 ช่วงความถี่ของเสียงร้องโดยประมาณสำหรับเสียงผู้หญิง (Herbst และคณะ, 2012)

Female	Seider and Wendler	New Harvard Dictionary of Music
Soprano	C4 (262 Hz) - C6 (1047 Hz)	C4 (262 Hz) - A5 (880 Hz)
Mezzo-Soprano	A3 (220 Hz) - A5 (880 Hz)	A3 (220 Hz) - F5 (698 Hz)
Contralto	D3 (147 Hz) - E5 (660 Hz)	F3 (175 Hz) - D5 (587 Hz)

ตาราง 2.3 ช่วงความถี่ของเสียงร้องโดยประมาณสำหรับเสียงผู้ชาย (Herbst และคณะ, 2012)

Male	Seider and Wendler	New Harvard Dictionary of Music
Tenor	C3 (131 Hz) - C5 (523 Hz)	B2 (123 Hz) - G4 (392 Hz)
Baritone	G2 (98 Hz) - G4 (392 Hz)	G2 (98 Hz) - E4 (330 Hz)
Bass	D2 (73 Hz) - E4 (330 Hz)	E2 (82 Hz) - C4 (262 Hz)

2.6.2. จังหวะของเสียงเพลง (Musical Tempo)

จังหวะ (Tempo) ในภาษาอีตาเลียนหมายถึงเวลา โดยปกติจะอ้างถึงความเร็วของเสียงเพลง เสียงดนตรีหรือความเร็วของชีพจร ดังนั้น จังหวะของดนตรีสามารถเป็นไปได้ทั้งจังหวะช้า หรือจังหวะเร็ว (Kornfeld, 2005) ในทางดนตรีจังหวะ ถือเป็นตัวแปรที่สามารถวัดค่าเชิงปริมาณได้อย่างแม่นยำ โดยเมโทรโนม (Metronome) (Oakes, 2003) โดยปกติจะใช้หน่วยวัดเป็น บีทต่อนาที (Eronen & Klapuri, 2010) อีกทั้ง จังหวะสามารถนำมาใช้ในการกำหนดอัตราของการกระทำซ้ำกันได้ ในการศึกษาเกี่ยวกับการรับรู้กับเสียงเพลง (Music Perception) จังหวะถูกใช้สำหรับการบอกความเร็วของเสียงเคาะ และจังหวะยังช่วยในการเคลื่อนไหวซ้ำๆ ซึ่งอาจใช้ในการ เต้น หรือการเคาะเท้า (Moelants, 2002)

Drum (2016) กล่าวไว้ว่าหากพูดถึงเสียงดนตรี โดยปกติเสียงดนตรีจะสร้างมาจากหลายๆ เสียงประกอบกัน และค่อนข้างยากที่จะให้ให้เสียงดนตรีเป็นเสียงที่มีความคงที่ เป็นเสียงเดียวตลอด เสียงดนตรีปกติจะสามารถเปลี่ยนแปลงไปได้ และสามารถแปรเปลี่ยนรูปแบบไปได้ การสร้างเสียงดนตรีให้ผู้ฟังสนใจ มีวิธีหนึ่ง โดยผู้ประพันธ์จะสร้างเพลงหรือดนตรีจะกำหนดความเร็วหรืออัตราการเล่นของดนตรี ซึ่งในที่นี้คือ จังหวะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อย่างไรก็ตามไม่ว่าจังหวะของดนตรีจะเป็นจังหวะที่ช้า เร็ว หรือมีความเร็วอยู่ในระดับปานกลาง จังหวะถือว่าเป็นหนึ่งสิ่งที่มีความสำคัญอย่างมากที่เป็นส่วนผสมสำคัญที่ทำให้เกิด เพลงหรือเสียงดนตรีออกมา เช่น ในสถานการณ์ที่มีการเดินสวนสนามก็จะไม่ใช้เพลงที่มีจังหวะช้ามากๆ มาประกอบ ขณะเดียวกันสำหรับงานที่มีบรรยากาศโศกเศร้า ก็จะไม่นำเพลงที่มีจังหวะเร็วมากๆ มาประกอบเช่นกัน ภายหลังนักดนตรีได้พัฒนาระบบคำขึ้นมาซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ และ ใช้เป็นตัวบ่งบอกถึงจังหวะ (Tempo marking) ซึ่งระบบเหล่านี้ช่วยให้นักดนตรีสามารถจำแนกแยกแยะได้อย่างรวดเร็วในการที่จะเลือกนำจังหวะมาใช้ประกอบเสียงเพลง (Drum, 2016)

โดยตั้งต้นแล้ว ระบบที่นักดนตรีต่างช่วยกันสร้างนี้ประกอบไปด้วยคำอิตาเลียนจำนวนมากมายหลายคำ แต่ภายหลังจากมีการกำเนิดเกิดขึ้นของ เมโทรโนม (Metronome) ซึ่งคืออุปกรณ์ที่เข้ามาเป็นตัวช่วยสำคัญที่ทำให้นักดนตรีสามารถบรรเลงหรือร้องเพลงได้อย่างถูกต้องตามจังหวะที่สม่ำเสมอ ถูกพัฒนาโดย Johann Maelzed ในปี 1986 ดังแสดงให้ให้ในภาพที่ 2.7 ทำให้นักดนตรีสามารถคำนวณจำนวนเสียงเคาะต่อหนึ่งนาที ที่เกิดขึ้นในเพลงได้ จำนวนเสียงเคาะต่อหนึ่งนาทีเป็นหน่วยวัด ซึ่งวัดได้จากจำนวนเสียงเคาะทั้งหมดที่เกิดขึ้นในหนึ่งนาที โดยมักจะใช้ตัวย่อว่า Beats per minute ตัวอย่างเช่น เสียงการเดินของนาฬิกาในหนึ่งวินาที คือหนึ่งเสียงที่เกิดขึ้น แต่นาฬิกาเดิน 60 ครั้งใน หนึ่งนาที นั้นหมายความว่า เสียงของนาฬิกามีจังหวะ 60 BPM นอกจากนั้นจังหวะ อาจจะมีการใช้หน่วยอื่นๆ ได้อีกเช่น M.M โดยเป็นการอ้างถึง Maelzel Metronome (Feezell, 2011; Kornfeld, 2005)

ภาพที่ 2.7 เมโทรโนมโดย Johann Maelzel (Drum, 2016)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จนในที่สุดแล้วคำอิตาเลียนต่างๆ ก็ถูกเชื่อมโยงเข้ากับจำนวนที่มีค่าเฉพาะของเสียงเคาะในหนึ่งนาที สิ่งนี้เองทำให้การอ้างหรือการใช้คำแทนต่างๆ มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น ตารางที่ 2.4 คือคำส่วนใหญ่ที่ใช้ พร้อมคำอธิบาย และ BPM โดยประมาณ

ตาราง 2.4 คำภาษาอิตาเลียนที่ใช้เรียกแทนช่วงจังหวะและคำอธิบาย (Kornfeld, 2005)

Italian	**English**	**BPM**
Largo	Very, Very Slow	40-60
Larghetto	Very Slow	60-66
Adagio	Slow	66-76

Italian	English	BPM
Andante	Moving Along	76-108
Moderato	Moderately	108-120
Allegro	Quickly, Cheerfully	120-169
Presto	Fast	169-200
Prestissimo	Very Fast	200+

จังหวะไม่จำเป็นต้องเท่ากันเสมอตลอดทั้งเพลง ในความเป็นจริงจังหวะอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงไปมาบ่อยครั้งเพื่อสร้างความสนใจหรืออารมณ์ให้กับผู้ฟัง (Drum, 2016) ซึ่งอาจจะมีการเปลี่ยนจังหวะครั้งหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งครั้งในตลอดเพลงที่ทำการเล่น ซึ่งมันไม่มีข้อกำหนดตายตัว และเมื่อเพลงหรือดนตรีเปลี่ยนจากจังหวะหนึ่งไปอีกจังหวะหนึ่ง ไม่ว่าจะช้าลงหรือเร็วขึ้น ผู้ประพันธ์หรือผู้แต่งเพลงจะใช้คำภาษาอิตาเลียน ในการบ่งบอกเช่นกันตามตารางที่ 2.5 (Kornfeld, 2005)

ตาราง 2.5 คำภาษาอิตาเลียนที่ใช้เรียกแทนการเปลี่ยนจังหวะและคำอธิบาย (Kornfeld, 2005)

Italian	English	Abbreviation
Accelerando	Gradually Accelerate	Accel.
Ritardando	Gradually Slow Down	Rit.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.7. **การรับรู้ผ่านทางการได้ยิน (Auditory perception)**

S. Brewster (2003) กล่าวว่า มนุษย์สามารถรับรู้ความถี่ของเสียงได้ในช่วงที่มีความกว้าง โดยมนุษย์มีช่วงที่ได้ยินปกติสูงสุดอยู่ในช่วง 20 เฮิร์ตซ์ ถึง 20 กิโลเฮิร์ตซ์ และระดับสูงสุดที่จะสามารรับรู้ได้นี้จะลดลงไปตามอายุ เช่น เมื่อผู้ฟังมีอายุ 70 ผู้ฟังอาจจะได้ยินเสียงถี่มีความถี่สูงสุด 10 กิโลเฮิร์ตซ์เท่านั้น ดังนั้นจึงค่อนข้างสำคัญที่จะต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าเสียงที่เราสร้างผ่านส่วนติดต่อผู้ใช้ออกไป ผู้ใช้จะสามารรับรู้เสียงนั้นได้ ลำโพงเป็นอีกหนึ่งสิ่งที่ควรคำนึงถึงเช่นกัน โดยลำโพงที่ไม่ได้มาตรฐานอาจจะไม่มีความสามารถที่เล่นเสียงครอบคลุมช่วงความถี่ที่ผู้ออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ต้องการได้ ทั้งนี้ Moore (2012) ยังระบุว่า ผู้ฟังไม่สามารถรับรู้ความถี่ของเสียงได้อย่างสมบูรณ์ และมีเพียงประชากรจำนวน 1 % เท่านั้นทีสามารถรับรู้ช่วงความถี่ของเสียงได้ทั้งหมด ปัจจัยหนึ่งที่ทำให้สังเกตได้ คืออาการ หูเพี้ยน (Tone deafness) คือการที่ไม่สามารถแยกความถี่ของเสียงที่แตกต่างกันได้ ยังไงก็ตามคนส่วนใหญ่สามารถที่จะบอกได้ว่าเสียงแตกต่างกัน

ความดัง (Loudness) คือ การรับรู้ถึงความเข้มของเสียง (Intensity) มีหน่วยวัดเป็นเดซิเบล (Decibel) โดยมนุษย์สามารถรับรู้ถึงความดังของเสียง โดยสามารถได้ยินสูงสุดอยู่ที่ 120 เดซิเบล (Gelfand, 2016)

S. Brewster (2003) กล่าวว่า ลักษณะของเสียง (Timbre) สิ่งนี้เป็นตัวบอกถึงคุณภาพของเสียง ถือเป็นองค์ประกอบหนึ่งของประสาทสัมผัสทางการได้ยินที่ช่วยให้ผู้ฟังสามารถตัดสินใจได้ว่าเสียงสองเสียงซึ่งมีระดับความดังและความถี่ของเสียงเท่ากันมีความแตกต่างกัน สิ่งนี้ทำให้ผู้ฟังสามารรับแยกแยะได้ว่าเสียงไวโอลินแตกต่างจากเสียงเปียโน ถึงแม้ว่าเครื่องดนตรีทั้งคู่จะเล่นที่ระดับความถี่ของเสียงและระดับความดังเท่ากัน อย่างไรก็ตามความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของเสียงยังน้อยนัก ตามที่ Blattner และคณะ (1989) ได้ระบุไว้ว่าถึงแม้ว่าลักษณะของเสียงจะยากที่จะอธิบายให้แน่ชัดได้ แต่ลักษณะของเสียง คือหนึ่งสิ่งที่ทำให้สามารถจำแนกลักษณะของเสียงได้โดยง่ายในทันที

S. Brewster (2003) ได้ระบุถึง ช่วงระยะเวลา (Duration) ไว้เช่นกันโดยช่วงระยะเวลา คืออีกหนึ่งองค์ประกอบที่สำคัญของเสียง เสียงที่อยู่บนช่วงเวลาแตกต่างกันถูกใช้เพื่อจะที่สร้างโครงสร้างที่เป็นจังหวะซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญสำหรับดนตรีหรือเพลง ช่วงระยะเวลาสามารถส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบอื่นของเสียงได้เช่นกัน ตัวอย่างเช่น เสียงซึ่งมีช่วงระยะเวลาสั้นมากๆ ควรมีระดับความดังที่มากด้วย เพราะว่า บ่อยครั้งเสียงที่มีช่วงระยะเวลาสั้น ผู้ฟังมักจะไม่ได้ยิน ดังนั้นในการสร้างส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่มีการนำเสียงมาใช้ร่วมด้วย ควรคำนึงถึงด้วยว่าเสียงที่เราสร้างขึ้นมามีความดังเพียงพอที่ผู้ฟังจะได้ยินตามช่วงระยะเวลาหรือไม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทิศทาง (Direction) ของแหล่งกำเนิดเสียงเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ต้องพิจารณาเมื่อทำการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องเสียง การรับรู้ผ่านทางการได้ยินของมนุษย์นั้นจะรับรู้หรือได้ยินเสียงมาจากทุกทิศทางรอบตัว ถ้าแหล่งกำเนิดเสียงอยู่ด้านหนึ่งของศีรษะผู้ฟัง เสียงที่จะเข้ามากระทบกับหูด้านที่ไกลสุดจะถูกลดความเข้มลงในที่นี้คือระดับความดังลดลง (Interaural Intensity Difference; IID) และจะได้ยินเสียงนั้นช้าตามไปด้วย (Interaural Time Difference; ITD) (Blauert, 1997; S. Brewster, 2003)

นอกเหนือจากนั้นการรับรู้ผ่านทางการได้ยินของมนุษย์ยังถูกนำมาศึกษาเพื่อพัฒนาสินค้าผลิตภัณฑ์ต่างๆ หนึ่งในนั้น คือการออกแบบเสียงของยวดยานพาหนะที่ผู้ขับขี่จะสามารถรับรู้ได้ มีการศึกษาและพบว่าคุณภาพของเสียงเป็นปัจจัยที่สำคัญในกระบวนการตัดสินใจในการเลือกซื้อของลูกค้า (Jay, 2007) ทุกวันนี้ยานพาหนะต่างๆ ต้องนำเสนอฟังก์ชันซึ่งถูกคาดหวังเอาไว้ว่าต้องมี

ขณะเดียวกันที่ต้องให้ความสะดวกความสบายและสิ่งแวดล้อมที่ทำให้ผู้ขับขี่รู้สึกสนุกกับการขับขี่ไปด้วย (Cerrato, 2009) หนึ่งในค่ายรถที่สำคัญในการศึกษาด้านการออกแบบเสียงภายในตัวรถ คือ BMW ซึ่งได้ออกแบบเสียงของยานพาหนะเพื่อที่จะนำสามารถนำเสนอภาพลักษณ์ของสินค้า ให้ผู้ใช้สามารถแยกแยะได้ทันทีว่านี้คือเสียงของ BMW และทำให้ผู้ขับขี่สามารถรับรู้ได้ถึงความแรงของรถ (Sporty) และขณะเดียวกันก็ต้องรู้สึกถึงความสะดวกสบาย (Comfortable) จากเสียงของรถด้วย (Penne, 2004)

2.8. **เวลาในการตอบสนอง (Response time) ความคาดหวัง และทัศนคติ**

ระยะเวลาในการตอบสนองของระบบคอมพิวเตอร์ คือจำนวนวินาทีซึ่งเริ่มนับจาก ช่วงที่ผู้ใช้เริ่มลงมือทำกิจกรรมหรืองานบนระบบ มักจะเป็นการกดปุ่ม ENTER หรือ RETURN จนกระทั่งคอมพิวเตอร์เริ่มต้นแสดงผลลัพธ์บนหน้าจอหรือเครื่องพิมพ์ (Shneiderman, 1984)

Shneiderman (1984) ได้ทำการศึกษาถึงเวลาในการตอบสนองว่าระยะเวลานานเท่าใดที่ผู้ใช้สามารถรอคอยสำหรับการตอบสนองก่อนที่ผู้ใช้จะรู้สึกรำคาญ และการทดลองหลายการทดลองถูกออกแบบขึ้นมาในสถานการณ์ซึ่งมีความแตกต่างกัน การทดลองเหล่านี้ช่วยตอบคำถามเรื่องเวลาที่ใช้ในการตอบสนองที่ผู้ใช้ยอมรับ ตัวอย่างเช่น ระยะเวลานานเท่าใดที่ผู้ใช้ควรจะต้องรอก่อนที่จะได้ยินเสียงตอบรับจากโทรศัพท์ หรือภาพจากโทรทัศน์ ถ้าค่าบริการไม่ได้ถูกจำกัด มีการกล่าวกันไว้ว่าบ่อยครั้งระยะเวลาที่ 2 วินาที (Miller, 1968) น่าจะเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ทุกงาน อย่างไรก็ตามในสถานการณ์บางสถานการณ์ ความคาดหวังถึงเวลาในการตอบสนองของผู้ใช้ อยู่ภายในเสี้ยววินาที ตัวอย่างเช่น การกดแป้นพิมพ์ การเล่นเปียโน การพูดคุยโทรศัพท์ หรือการเปลี่ยนช่องของโทรทัศน์ เหตุการณ์เหล่านี้ ระยะเวลาตอบสนอง 2 วินาที อาจจะทำให้ไม่รู้สึกพึงพอใจนักเพราะว่าผู้ใช้จะปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำงาน และตั้งความคาดหวังตามระยะเวลาในการตอบสนอง เช่น การแสดงภาพของโทรทัศน์ภายหลังจากการเปลี่ยนช่อง ผู้ใช้คาดหวังว่าภาพจะแสดงภายในเสี้ยววินาที ในสถานการณ์อื่นๆ ผู้ใช้จะคุ้นเคยกับระยะเวลาในการตอบสนองที่มีระยะเวลานานเช่น การรอ 30 วินาทีสำหรับการรอไฟจราจร สองวันสำหรับการมาถึงของจดหมาย หรือระยะเวลาหนึ่งเดือนสำหรับรอคอยการผลิบานของดอกไม้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดยปัจจัยซึ่งมีอิทธิพลต่อการตั้งความคาดหวังต่อระยะเวลาในการตอบสนองมีดังนี้

Shneiderman (1984) ได้กล่าวว่า ปัจจัยแรกซึ่งมีอิทธิพล ต่อระยะเวลาในการตอบสนองที่ยอมรับได้นั้น คือ การที่ผู้ใช้ได้ตั้งความคาดหวังไว้ โดยอ้างอิงจากประสบการณ์ที่ผ่านมาในอดีต

เกี่ยวกับระยะเวลาที่ต้องใช้เพื่อให้งานหนึ่งสำเร็จ ถ้างานนี้เสร็จเร็วเกินระยะเวลาที่คาดหวังเอาไว้ ผู้ใช้จะรู้สึกพึงพอใจ แต่ถ้างานเสร็จช้ากว่าระยะเวลาที่คาดหวังเอาไว้เป็นเวลานานมากๆ ผู้ใช้จะรู้สึกกังวลว่าต้องมีบางสิ่งบางอย่างผิดปกติแน่

ในหลายๆ ปีที่ผ่านมา มีการเปลี่ยนแปลงของการตั้งความคาดหวังตามที่ผู้ใช้รู้สึกคุ้นเคยกับการใช้งานคอมพิวเตอร์มากยิ่งขึ้น ไมโครคอมพิวเตอร์ได้มีการแพร่กระจายไปทั่ว สิ่งนี้จะไปเพิ่มการตั้งความคาดหวังของผู้ใช้ว่าคอมพิวเตอร์ควรจะตอบสนองได้อย่างรวดเร็วมากยิ่งขึ้น (Shneiderman, 1984)

ปัจจัยที่สองซึ่งมีอิทธิพล กับความคาดหวังต่อระยะเวลาในการตอบสนองคือ ช่วงระยะเวลาที่สามารถทนรอคอยได้ (Tolerance for delays) ตามบุคคล ผู้ใช้คอมพิวเตอร์ซึ่งยังไม่มีประสบการณ์มากนักอาจจะเต็มใจรอนานกว่าผู้ใช้ซึ่งมีประสบการณ์ในการใช้งาน ข้อแตกต่างนี้อาจจะมาจากบุคลิกภาพ อายุ ประสบการณ์ในอดีต อารมณ์ หรือ วัฒนธรรม ดังนั้นการที่บุคคลมีความหลากหลายนี้ล้วนส่งผลต่อระยะเวลาในการตอบสนองที่สามารถยอมรับได้

ปัจจัยที่สามซึ่งมีอิทธิพลกับความคาดหวังต่อระยะเวลาในการตอบสนองคือ มนุษย์เรามีความสามารถในการปรับตัวสูง และสามารถเปลี่ยนรูปแบบการทำงานเพื่อที่จะช่วยให้ได้รับเวลาในการตอบสนองที่แตกต่างไปจากเดิม กล่าวคือ ถ้าความล่าช้าที่ผู้ใช้พบมีระยะเวลานาน ผู้ใช้จะพยายามหาช่องทางหรือกลยุทธ์ทางเลือกอื่นๆ ซึ่งจะช่วยลดขั้นตอนในการทำงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปัจจัยสามปัจจัยซึ่งมีอิทธิพลกับความคาดหวังต่อระยะเวลาในการตอบสนองสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ประสบการณ์ในอดีตมีส่วนอย่างมากในการที่จะนำข้อมูลมาเพื่อสร้างเป็นความคาดหวัง
2. มีความแตกต่างและหลากหลายอย่างมากในการตั้งความคาดหวังกับระยะเวลาในการตอบสนองซึ่งขึ้นอยู่กับบุคคล และลักษณะของงาน
3. มนุษย์มีความสามารถในการปรับตัวที่สูง ถึงแม้ว่าผู้ใช้อาจจะสามารถรอคอยต่อระยะเวลาที่ยาวนานและความล่าช้าที่เกิดขึ้นได้นั้น แต่ประสิทธิภาพและความพึงพอใจของผู้ใช้อาจมีแนวโน้มที่จะออกมาไม่ดี

2.9. เสียงกับความสามารถใช้งานได้ (Usability) และประสบการณ์ของผู้ใช้ (User Experience)

การนำการตอบกลับผ่านทางเสียงมาใช้ร่วมกับการตอบกลับผ่านทางภาพช่วยให้ความสามารถในการใช้งาน (Usability) ของผู้ใช้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ตามที่ได้มีการศึกษาในอดีตหลายๆ งานเคยทำการศึกษา ทั้งนี้เป็นการใช้ประโยชน์จาก ความสามารถของระบบประสาทสัมผัสผ่านทางเสียงและทางภาพมาช่วยมาทำงานร่วมกัน (Alty, 1995; Beaudouin-Lafon & Conversy, 1996; Stephen A Brewster, 1995) ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าในอนาคตเสียงจะเป็นองค์ประกอบมาตรฐานหนึ่งที่ต้องถูกนำมาใช้ร่วมกับส่วนติดต่อผู้ใช้แบบปกติ

Buxton (1989) ได้ทำการศึกษาเรื่องเสียง และได้ให้คำแนะว่าไว้ว่าเสียงบางเสียงสามารถช่วยให้เราได้รับรู้ถึงข้อมูล (Information) และเช่นเดียวกันเสียงบางเสียงทำให้เรารู้สึกถึงเสียงรบกวน (Noise) ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่ต้องควบคุมเสียงเพื่อที่ว่าเสียงจะได้สามารถนำพาข้อมูลออกไปได้เป็นจำนวนมาก และขณะเดียวกันต้องไม่ก่อให้เกิดเสียงรบกวนด้วย นั้นหมายความว่า เสียงควรจะถูกใช้ในทางที่จะนำพาข้อมูลที่เป็นประโยชน์ไปแก่ผู้ใช้ ดังนั้นถ้าผู้ใช้ได้รับข้อมูลที่มีประโยชน์ซึ่งระบุมาผ่านเสียงนั้นจะมีประสิทธิภาพมากแต่เมื่อไหร่ก็ตามที่เสียงนั้นเป็นเสียงรบกวน ผู้ใช้ก็มักจะปิดเสียงนั้นลงด้วยเหตุผลเพียงแค่มันรบกวน และแน่นอนจะเกิดสิ่งที่ตามมาคือ คนหนึ่งได้รับเสียงที่มีประโยชน์แต่อีกคนที่อยู่ใกล้ๆ เสียงนั้นคือเสียงรบกวน นักออกแบบและพัฒนาส่วนติดต่อส่วนผู้ใช้จึงต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าเสียงบนคอมพิวเตอร์นั้น จะไม่ก่อให้เกิดความรำคาญกับคนรอบข้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประสบการณ์ที่ผู้ใช้จะรับรู้ได้กับการนำเสียงมาเสริมกับส่วนติดต่อผู้ใช้จะได้รับมาจากการใช้งานซึ่งผู้ใช้จะต้องพบเจอทั้งประโยชน์และสิ่งไม่เป็นประโยชน์ของเสียงในการใช้งาน (Stephen A. Brewster & Crease, 1999) กล่าวว่า ปัญหาที่ทำให้ผู้ใช้มีประสบการณ์ที่แย่เกี่ยวกับการนำเสียงมาใช้เป็นส่วนประกอบของส่วนติดต่อผู้ใช้ คือ เสียงที่ถูกส่งออกมาถูกเผยแพร่และบุคคลรอบข้างสามารถได้ยินได้เป็นสาธารณะ ในขณะที่การตอบกลับผ่านทางภาพให้ความเป็นส่วนตัว อย่างไรก็ตามสิ่งนี้ก็ถูกมองเป็นประโยชน์อย่างหนึ่งได้ เพราะว่าผู้ใช้สามารถได้ยินเสียงตอบกลับและรับรู้ได้ว่าว่าคอมพิวเตอร์กำลังดำเนินการอะไรอยู่ ถึงแม้ว่าผู้ใช้นั้นไม่ได้มองหน้าจอก็ตาม อย่างไรก็ตามสิ่งนี้ก็ก่อให้เกิดปัญหาความรำคาญกับผู้ใช้งานข้างเคียงได้ ปัญหาถัดไปซึ่งเชื่อมโยงกับปัญหาแรกคือ เสียงช่วยในการดึงดูดความสนใจ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ก็ต่อเมื่อเสียงสามารถนำพาข้อมูลที่มีประโยชน์ออกไปได้และหากสิ่งนี้จะไม่มีประโยชน์เช่นเดียวกันเมื่อ เสียงทุกเสียงสามารถดึงความสนใจได้หมดเพราะว่าเสียงนั้นอาจไม่มีความจำเป็นอะไรที่จะต้องสนใจ การดึงดูดความสนใจถือว่าเป็นธรรมชาติ

ของเสียงและสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้เช่นในเรื่องของการปลุก หรือการเตือนซึ่งถูกบ่งบอกว่าสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพกับผู้ใช้งานระบบต่างๆ ผู้ใช้สามารถได้ยินเสียงโดยที่ไม่จำเป็นต้องมองหน้าจอคอมพิวเตอร์ ตรงกันข้ามสิ่งนี้เองนำไปสู่ปัญหาความรำคาญ ดังนั้นประสบการณ์ที่ผู้ใช้ได้รับนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน และการได้ประโยชน์จากการได้ยินเสียงนั้น

2.10. **เสียงกับการใช้เทคโนโลยีในการนำเข้าข้อมูล**

เซนเซอร์ (Sensor) เป็นอุปกรณ์ที่นำมาช่วยในการแปลงสัญญาณแบบฟิสิคัล (Physical Signal) ไปสู่สัญญาอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Signal) ซึ่งจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้บนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ เซนเซอร์จำนวนมากถูกศึกษาและพัฒนาสำหรับนำมาประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยี อากาศยาน ยานยนต์ หรือในอุตสาหกรรมหุ่นยนต์ เป็นต้น (Wilson, 2009) นอกจากนั้นยังมีการประยุกต์นำอุปกรณ์เซนเซอร์ มาใช้เพื่อแยกแยะถึงกิจกรรมที่มนุษย์ได้กระทำขึ้น โดยมีเป้าหมายเพื่อทำความเข้าใจกิจกรรมปัจจุบันที่กำลังกระทำอยู่ของผู้ใช้ ผ่านข้อมูลที่ได้รับจาก อุปกรณ์เซนเซอร์ซึ่งนำมาเชื่อมโยงกัน เซนเซอร์เหล่านี้ถูกแบ่งตามวิธีการใช้งานออกได้เป็น 2 ประเภท ประเภทแรกคือ การใช้อุปกรณ์สวมใส่มาเก็บข้อมูลต่างๆ เช่น อัตราการเต้นของหัวใจ อุณหภูมิของผิวหนัง เป็นต้น ประเภทถัดไปเป็นการใช้งานผ่านอุปกรณ์โทรศัพท์ (Smartphone) ซึ่งมักจะถูกออกแบบมาให้สนับสนุนการทำงานของเซนเซอร์ อาทิเช่น Gyroscope, Accelerometer และ Microphone (Ghosh & Riccardi, 2014)

การนำเซนเซอร์เหล่านี้มาใช้งานร่วมกันสามารถนำผลลัพธ์มาช่วยในการวิเคราะห์และทำความเข้าใจถึงกิจกรรมของผู้ใช้ สามารถรับรู้ได้ว่าผู้ใช้กำลังนั่งอยู่หรือกำลังเดินอยู่ การจำแนกกิจกรรมที่ผู้ใช้กระทำอยู่นั้นถูกนำไปใช้ประโยชน์ในวงการอื่นๆ เช่น การเฝ้าระวังติดตามผู้สูงอายุ (Perolle, Fraisse, Mavros, & Etxeberria, 2006) หรือการให้คำแนะนำต่างๆ เมื่อผู้ใช้กระทำกิจกรรมบางอย่าง (Bellotti และคณะ, 2008)

สำหรับเสียง เซนเซอร์นำเข้าข้อมูลที่สำคัญคือไมโครโฟน (Microphone) ซึ่งโทรศัพท์สมัยใหม่มีการฝังเซนเซอร์นี้ลงไปอยู่แล้ว อย่างที่ทราบกันว่า Accelerometer และ Gyroscope ประสบความสำเร็จในการนำมาใช้ในการระบุถึงกิจกรรมของมนุษย์ (Anguita, Ghio, Oneto, Parra, & Reyes-Ortiz, 2012) ซึ่งสามารถทำความเข้าใจถึงรูปแบบที่ทำการเคลื่อนไหว (Chon, Talipov, Shin, & Cha, 2011) ตลอดจนการติดตามเก็บข้อมูลพฤติกรรมในชีวิตประจำวัน แต่สำหรับการนำเสียงที่ได้จากเซนเซอร์มาทำการวิเคราะห์ยังคงต้องการการพัฒนาให้สามารถใช้ได้ดียิ่งขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นักวิทยาศาสตร์มีการนำเสียงจากไมโครโฟนบนโทรศัพท์มาทำการศึกษาเพื่อจำแนกกิจกรรมที่ได้กระทำหรือเกิดขึ้นในแต่ละวันโดยการสร้างแบบจำลองของเสียงที่เกิดเหล่านั้นขึ้นมา (Lu, Pan, Lane, Choudhury, & Campbell, 2009) อย่างไรก็ตามข้อมูลเสียงที่ได้มานี้ยังคงขาดความสมบูรณ์ข้อมูลไปอย่างมาก อันเนื่องมาจากโทรศัพท์ถูกจัดเก็บอยู่ในกระเป๋าหรือผู้ใช้กำลังใช้งานโทรศัพท์เพื่อสนทนากับคู่สายอยู่ และจากปัจจัยอื่นๆ ที่ทำให้ไม่สามารถไมโครโฟนไม่สามารถใช้งานได้อย่างเต็มที่ และหนึ่งในนั้นคือปัญหาในเรื่องของเสียงรบกวน

2.11. **สรุปวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง**

การทบทวนวรรณกรรมในบทนี้ แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของแถบแสดงความก้าวหน้าที่ก่อให้เกิดปัญหากับการรอคอยต่อผู้ใช้มานาน โดยได้นำเสนอถึงแนวคิดและจุดเริ่มต้นของแถบแสดงความก้าวหน้า ประเภทและรูปแบบของแถบแสดงความก้าวหน้า ปัญหาของการใช้แถบแสดงความก้าวหน้า เสียงดนตรีและเสียงเพลง เสียงและองค์ประกอบของเสียง การรับรู้ผ่านทางการได้ยินและเวลาในการตอบสนอง ความคาดหวังและทัศนคติของผู้ใช้ เสียงกับความสามารถใช้งานได้และประสบการณ์ของผู้ใช้ เสียงกับการใช้เทคโนโลยีในการนำเข้าข้อมูล

จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรมในอดีต ผู้วิจัยพบว่ามีการศึกษาวิจัยค้นคว้ากันมาอย่างต่อเนื่องถึงการนำเสียงไปเป็นส่วนหนึ่งของส่วนต่อประสานผู้ใช้ หนึ่งในนั้นคือ การศึกษาเพื่อเพิ่มระดับประสิทธิภาพส่วนติดต่อผู้ใช้ผ่านทางภาพ แถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางเสียงนี้โดยดั้งเดิมนั้นถูกนำมาใช้เพื่อเสริมความสามารถให้กับแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางภาพ ซึ่งใช้แสดงผลกันอย่างแพร่หลาย Crease และ Brewster (1998) นำเสนอแนวคิดนี้โดยการเสริมส่วนติดต่อผู้ใช้โดยนำเสียงเข้ามาช่วย เพื่อที่เมื่อผู้ใช้ต้องหักเหความสนใจไปจากงานหลักที่แสดงผลอยู่ ผู้ใช้จะยังคงสามารถรับทราบข้อมูลเกี่ยวกับการทำงานได้

ภายหลังจากนั้นได้มีการศึกษาในสถานการณ์อื่นๆ ซึ่งไม่มีการแสดงผลออกมาทางจอภาพ และเสียงต้องนำพาข้อมูลไปทั้งหมด ต่อมา Guéguen และ Jacob (2002) ได้ศึกษาถึงการนำเพลงมาใช้เป็นเสียงรอสายโทรศัพท์ โดยจัดการทดลองโดยให้ผู้เข้าทดลองรอสายโทรศัพท์ โดย มีทั้งมีเสียงรอสายเป็นเสียงเพลงและไม่มีเสียงรอสาย โดยการทดลองปรากฏว่า การนำเพลงมาใช้เป็นเสียงรอสายนี้ทำให้หน่วยตัวอย่างประมาณเวลาที่ใช้ในการรอสายได้ต่ำกว่าความเป็นจริง Polkosky และ Lewis (2002) ศึกษาถึงระยะเวลาตอบสนองของระบบและอัตราของเสียงเคาะ ต่อการประมาณเวลาของหน่วยตัวอย่าง โดยศึกษาอยู่ในบริบทแอพพลิเคชันตอบรับอัตโนมัติ ซึ่งแตกต่างกับการศึกษาที่เลือก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ศึกษาในบริบทที่หน่วยทดลองต้องรอคอยการแสดงผลของแถบแสดงความก้าวหน้า ผลการศึกษาทำให้ได้ทราบว่า การรับรู้ถึงระยะเวลาตอบสนอง (Perceived duration) ของหน่วยตัวอย่างนั้น จะเพิ่มขึ้นตามอัตราเสียงเคาะที่สูงขึ้น และเมื่อมีอัตราเสียงเคาะที่ต่ำลง (2 วินาทีต่อเสียงเคาะหนึ่งครั้ง) หน่วยตัวอย่างจะประมาณระยะเวลาที่ใช้ในการรอคอยได้ต่ำกว่าระยะเวลาที่ใช้จริง

วิธีการศึกษามีหลากหลายวิธีการโดย Kortum, Peres, Knott และ Bushey (2005) ได้ศึกษาถึงผลของแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางเสียงต่อ การประมาณระยะเวลาในการรอสายโทรศัพท์ โดยได้มีการประเมินแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางเสียงสี่รูปแบบด้วยกัน ซึ่งจะแตกต่างตาม มิติของเสียง คือ ความถี่ของเสียง การเปลี่ยนช่วงเวลาในการแสดงเสียงออกมา และ ลักษณะของการกำเนิดเสียง โดยการเพิ่มความถี่และการลดความถี่ รวมทั้งระยะเวลา ปรากฏว่ารูปแบบของแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางเสียงที่ใช้ในการทดลองนี้ไม่มีผลต่อการรับรู้ถึงการรอคอย ไม่ว่าจะมาจาก มิติของเสียง หรือ ลักษณะของการกำเนิดเสียงก็ตาม

นอกจากนั้นยังมีการศึกษาเพิ่มเติมโดย Peres, Kortum และ Stallmann (2007) ได้เปรียบเทียบแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางเสียง โดยการใช้ส่วนของเสียงเซลโล่ (Cello tone) และเสียงไซน์ (Sine tone) เป็นเสียงรอสายโทรศัพท์ โดยการเปรียบเทียบนี้ทำให้ได้ทราบว่าประสิทธิภาพของแถบแสดงความก้าวหน้าทั้งสองแบบมีความใกล้เคียงกันมาก ซึ่งหน่วยตัวอย่างต่างให้คะแนนแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางเสียงทั้งสองแบบต่ำพอๆ กัน ภายหลังได้มีการนำแถบแสดงความก้าวหน้าอีกรูปแบบเพิ่มเข้ามาในการทดลอง คือการนำเสียงเพลงมาใช้ขณะผู้ใช้รอคอย ผลปรากฏว่าหน่วยตัวอย่างกลับรู้สึกชื่นชอบ แต่อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพของการแสดงแถบความก้าวหน้าแบบใช้เสียงเพลงมาประกอบนี้ มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับ การแสดงเสียงเซลโล่และเสียงไซน์ ซึ่งทำให้ได้ทราบว่าเสียงทั้งสามรูปแบบ คือเสียง เซลโล่ ไซน์ และเสียงเพลงให้ประสิทธิภาพไม่แตกต่างกัน Kortum และคณะ (2011) ศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพและความชอบ ต่อการออกแบบแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางเสียงที่แตกต่างกันทั้งสามแบบ คือ เสียงรูปแบบไซน์ เสียงเซลโล่ และเสียงอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับช่วงระยะเวลา 30 วินาที 60 วินาที 120 วินาที และ 240 วินาที โดยหน่วยตัวอย่างถูกขอให้ประมาณระยะเวลาที่รอคอยตามแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางเสียง โดยผลการศึกษาทำให้ได้ทราบว่า การประมาณระยะเวลาจะยิ่งมีความแม่นยำยิ่งขึ้นตามช่วงระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น

ภายหลังจากนั้น Garcia และคณะ (2011) ได้ทำการศึกษาแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางเสียง โดยมีแนวคิดมาจากแถบแสดงความก้าวหน้าทางภาพ ที่ผู้ใช้จะสามารถทราบถึงจุดสิ้นสุดของการ

ประมวลผลได้ ซึ่งคือจุดที่แถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางภาพแสดงผลครบ 100 % ซึ่งหากเป็นแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางภาพ ผู้ใช้จะสามารถประมาณระยะเวลาหรือสัดส่วนของงานที่เหลืออยู่ในการประมวลผลได้ แต่ในมุมของแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางเสียงกลับยังไม่มีการศึกษาในเรื่องนี้ ดังนั้นวิธีการศึกษาจึงเป็นการประมาณล่วงหน้า (Prospective estimation) ถึงสัดส่วนของงานที่เหลืออยู่ โดยผู้ใช้ได้จะรับทราบถึงลักษณะของเสียงจุดสิ้นสุด (End point) ก่อนการเริ่มฟังเสียงตามเงื่อนไขการทดลองเพื่อประมาณล่วงหน้าถึงสัดส่วนงานที่เหลืออยู่ การศึกษานี้เลือกศึกษากับแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางเสียงซึ่งมีการออกแบบแตกต่างกันสามรูปแบบ คือเสียงเซลโล่ เสียงไซน์ และเสียงอิเล็กทรอนิกส์ โดยผลการทดลองทำให้ได้ทราบว่า ความแม่นยำของการประมาณการล่วงหน้านี้จะแตกต่างกันตามลักษณะเสียงที่นำมาใช้ โดยเสียงอิเล็กทรอนิกส์ผู้ใช้จะมีการประมาณถึงสัดส่วนงานที่เหลืออยู่มีความแม่นยำมากที่สุด รองลองมาคือ เสียงไซน์ และเสียงเซลโล่ตามลำดับ อีกทั้งการศึกษานี้ยังทำให้ได้ทราบว่าการที่ผู้ใช้ทราบถึงจุดสิ้นสุดของการประมวลผลไม่ส่งผลต่อความแม่นยำในการประมาณการล่วงหน้าถึงสัดส่วนของงานที่เหลืออยู่แตกต่างกัน

ล่าสุด Tangmanee และ Nontasil (2013) ได้ทำการศึกษาถึงการนำเสียงมาใช้ร่วมกับส่วนติดต่อผู้ใช้ที่แสดงผลออกมาทางภาพเช่นกัน โดยได้ทำการทดลองกับแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางภาพ โดยทำการศึกษาระหว่างการการนำเสียงและภาพมาใช้เป็นข้อมูลตอบกลับ เพื่อแจ้งเตือนเมื่อการทำงานของแถบแสดงความก้าวหน้าสิ้นสุดลง ว่าจะสามารถช่วยลดการรับรู้ถึงความล่าช้าลงได้หรือไม่ ผลการศึกษาทำให้ทราบว่า ไม่ว่าจะใช้เสียงหรือภาพมาเพื่อแจ้งเตือนเมื่อการทำงานของแถบแสดงความก้าวหน้าเสร็จสิ้นลง ต่างไม่ทำให้การรับรู้ถึงความล่าช้าแตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการทบทวนวรรณกรรมในอดีตพบว่า วิธีการในการประมาณระยะเวลาสามารถแบ่งได้ออกเป็น 2 ประเภทด้วยกัน ประเภทแรกคือการประมาณล่วงหน้า (Prospective estimation) ซึ่งนำมาใช้ในการประมาณระยะเวลาที่เหลืออยู่ที่คาดว่างานจะแล้วเสร็จ และอีกประเภทคือการประมาณค่าแบบระลึกย้อนหลัง (Retrospective estimation) ซึ่งจะเป็นการประมาณระยะเวลาว่าใช้เวลาไปนานเท่าใดแล้วระหว่างรอคอย การศึกษาส่วนใหญ่เกี่ยวกับแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางเสียงจะใช้วิธีการประมาณค่าแบบระลึกย้อนหลัง (Garcia และคณะ, 2011) ด้วยบริบทของงานวิจัยนี้ที่ศึกษาเกี่ยวกับความถี่และจังหวะของเสียงพื้นหลังขณะรอคอยโดยมีเป้าหมายเพื่อทำให้ผู้ใช้รู้สึกว่าใช้เวลาในการรอคอยสั้นที่สุด และเป็นการศึกษาที่มุ่งศึกษาเกี่ยวเสียงประกอบการรอคอยเป็นสำคัญจึงเลือกที่จะใช้วิธีการวัดแบบระลึกย้อนหลัง ซึ่งเป็นวิธีการที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

การศึกษาในอดีตล้วนวัดและศึกษาประสิทธิภาพ (Performance) และประสิทธิผล (Effectiveness) ของแถบแสดงความก้าวหน้าแบบใช้เสียงโดยการประมาณค่าแบบระลึกย้อนหลัง (Retrospective) เป็นส่วนใหญ่ โดยมีเป้าหมายเพื่อศึกษาถึงความแม่นยำในการประมาณระยะเวลาขณะถือสายคอยโทรศัพท์ (Garcia และคณะ, 2011) ประสิทธิภาพ สามารถวัดได้จากระยะเวลาที่ได้จากการประมาณในการรอสาย โดยนำค่านี้มาคำนวณโดยการ ทำให้เป็นค่าสัมบูรณ์ไม่ว่าจะเป็นการประมาณต่ำกว่าหรือเกินกว่าเวลาจริงที่ใช้ในการรอคอย หลังจากนั้นนำมาหารด้วยระยะเวลารอคอยที่แท้จริง

สำหรับแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางภาพนั้น จะมุ่งศึกษาโดยศึกษาระหว่างความสัมพันธ์ของรูปแบบลักษณะการแสดงผลและการรับรู้ความเร็วในสาขาของการรับรู้ทางจิตวิทยา (Tayama, 2007) ส่วนการศึกษาแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางเสียง ศึกษาความแม่นยำในการประมาณการระยะเวลาที่ใช้ในการรอคอยเสียงตอบรับปลายสาย โดยการประมาณระยะเวลาที่ใช้ในการรอคอย (Garcia และคณะ, 2011) ซึ่งไม่ว่าจะเป็นแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางภาพหรือผ่านทางเสียงนั้นนั้นมักจะใช้วิธีการประมาณค่าแบบระลึกย้อนหลังในการศึกษา งานวิจัยที่มีการนำแถบแสดงก้าวหน้าผ่านทางเสียง และผ่านทางภาพมาใช้ร่วมกัน ได้นำระยะเวลารวมทั้งหมดที่ใช้ในการทำงานมาใช้ในการศึกษา ซึ่งใช้เป็นตัวแทนของประสิทธิภาพของการทำงาน (Crease & Brewster, 1998) และในการศึกษาของ Tangmanee และ Nontasil (2013) ได้มีการใช้วิธีการวัดโดยใช้มาตราวัดแบบลิเคอร์ (Likert Scale) เพื่อนำมาใช้ในการวัดถึงการรับรู้ถึงความล่าช้า เมื่อพิจารณาแล้วงานวิจัยชิ้นนี้ จึงเลือกใช้การรับรู้การผ่านไปของเวลา (Perception of time progression) โดยมีวิธีการวัดใกล้เคียงกับการวัดประสิทธิภาพแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางเสียงดังที่ได้อธิบายไปก่อนหน้านี้ คือการนำค่าที่ได้จากการประมาณในการรอคอยมาหารด้วยระยะเวลารอคอยที่แท้จริง ซึ่งเป็นตัวแปรที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้สำหรับศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของเสียงในบริบทของงานวิจัยนี้

ทั้งนี้ผู้วิจัยยังพบว่ายังไม่มีการศึกษาใดที่ศึกษาถึง ความถี่ และจังหวะของดนตรีพื้นหลังต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลา ดังนั้น งานวิจัยชิ้นนี้จึงมุ่งมั่นที่จะเลือกที่ศึกษาผลของความถี่ และจังหวะของดนตรีพื้นหลังประกอบแถบแสดงความก้าวหน้าต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลา

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

3.1. ความนำ

ในบทนี้ได้นำเสนอถึงแนวทางในการทำวิจัยเพื่อตอบวัตถุประสงค์ทั้งสามข้อของการวิจัย การนำเสนอประกอบด้วยการทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Testing) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง (Population or Universe and Sample) การเลือกตัวอย่างและจำนวนตัวอย่าง (Sample Technique) เครื่องมือในการเก็บข้อมูล ขั้นตอนการเก็บข้อมูล (Data Gathering Execution) ประเด็นความถูกต้อง (Validity) และความน่าเชื่อถือ (Reliability) ของข้อมูลที่เก็บ และกรอบการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis Framework)

ผู้วิจัยได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง โดยการทดลองที่ 1 เป็นการประเมินเวลา ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบการทดลองโดยการพัฒนาเว็บไซต์สำหรับแสดงแถบแสดงความก้าวหน้าพร้อมมีเสียงประกอบการรอคอย โดยเสียงที่ใช้ในการทดลองที่ 1 นี้เป็นเสียงที่ประกอบที่ไม่มีทำนอง และเป็นเสียงที่เกิดจากการสังเคราะห์ขึ้นโดยใช้คลื่นรูปไซน์ (Sine Wave) ส่วนการทดลองที่ 2 ใช้วิธีการเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาของหน่วยทดลองที่รับรู้ได้ โดยได้ออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์เช่นเดียวกัน เสียงประกอบในการทดลองที่ 2 จะเป็นเสียงกล่องดนตรีซึ่งมีลักษณะเป็นทำนอง

ผู้วิจัยได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง ในการทดลองที่ 1 จะใช้วิธีการให้หน่วยทดลองทำการประเมินเวลาเป็นหลัก ซึ่งได้ออกแบบการทดลองโดยการพัฒนาเว็บไซต์สำหรับแสดงแถบแสดงความก้าวหน้าพร้อมมีเสียงประกอบกับการรอคอย โดยเสียงที่ใช้ในการทดลองนี้ เป็นเสียงที่เกิดจากการสังเคราะห์ขึ้นโดยใช้คลื่นรูปไซน์ (Sine Wave) ส่วนการทดลองที่ 2 ใช้วิธีการเปรียบเทียบความรู้สึกที่รับรู้ถึงการผ่านไปของเวลาเป็นหลัก โดยใช้วิธีการออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์เช่นเดียวกันกับการทดลองแรก เมื่อแถบแสดงความก้าวหน้าทำงานนั้น จะใช้เสียงประกอบเป็นเสียงที่มีลักษณะเป็นเพลงที่ถูกสร้างมาจากกล่องดนตรี ที่มีความสอดคล้องกับเงื่อนไขตามที่ได้กำหนดเอาไว้ในการทดลองที่ 1 โดยรายละเอียดของการออกแบบการทดลองทั้งสองการทดลองมีดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.2. **การทดลองที่ 1**

3.2.1. แนวทางการศึกษาและการทดสอบสมมติฐาน

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experiment Research) ที่ต้องการวิเคราะห์ผลของตัวแปรที่คุมค่าให้เปลี่ยนต่ออีกตัวแปร (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2553; มณีรัตน์ ชาติรังสรรค์, 2556) โดยเลือกใช้การทดลองในห้องปฏิบัติการ (Laboratory Experiment) ในลักษณะของการใช้เว็บไซต์

งานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของ (1) ช่วงความถี่ของเสียง (Frequency range) ซึ่งแตกต่างกันตามความถี่ของเสียงแบ่งออกเป็นสองช่วงด้วยกัน คือ ช่วงของเสียงต่ำ (Low frequency range) และช่วงของเสียงสูง (High frequency range) (2) ช่วงจังหวะ (Tempo range) แตกต่างกันตามเสียงเคาะต่อหนึ่งนาที (BPM) โดยแบ่งเป็น จังหวะช้า (Slow tempo) จังหวะความเร็วปาน (Moderate tempo) และจังหวะเร็ว (Fast tempo) ต่อ การรับรู้การผ่านไปของเวลา โดยศึกษาเฉพาะแถบแสดงความก้าวหน้าแบบใช้เสียงประกอบ และเพื่อให้การทดลองเกิดความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นผู้วิจัยจึงกำหนดสมมติฐานขึ้นมาเพิ่มโดยมีวัตถุประสงค์ คือมาช่วยยืนยันสมมติฐานที่ศึกษาผลของปัจจัยข้างต้น โดยศึกษาถึงผลของ (3) การใช้เสียงเพลงประกอบ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบด้วยกัน คือ มีเสียงประกอบ (Presence) และไม่มีเสียงประกอบ (Absence) ว่ามีผลต่อการรับรู้ถึงการผ่านไปของเวลาหรือไม่

สมมติฐานทั้งหกสมมติฐานและมูลเหตุที่นำไปสู่สมมติฐานในงานนี้ เป็นดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. ผลของช่วงความถี่ของเสียง ต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลา

เนื่องด้วยความถี่ของเสียงที่ใช้ในการร้องเพลงถูกแบ่งออกเป็นหลายๆ ช่วงด้วยกัน ตามเสียงร้องของผู้หญิงและเสียงร้องของผู้ชาย ทำให้ผู้วิจัยเลือกที่จะแบ่งความถี่ของเสียงออกเป็นเสียงสูงและเสียงต่ำ เพราะผู้ฟังสามารถจำแนกแยกเสียงออกจากกันได้อย่างอย่างชัดเจนอีกทั้งสามารถนำไปใช้ในการจำแนกเพลงได้โดยง่าย โดยเสียงสูงเกิดจากการนำเสียงร้องของผู้หญิงที่อยู่ในช่วง โซปราโน เมซโซ่โซปราโน และคอนทราโท ที่มีค่าความถี่ซ้อนทับกัน ซึ่งเมื่อพิจารณาตามเงื่อนไขที่ระบุแล้วจะพบว่าค่าความถี่ทุกค่าที่ซ้ำกันตกอยู่ในอ๊อกเทฟที่ 4 โดยมีค่าความถี่เริ่มต้นตั้งแต่ 262 ถึง 493 เฮิร์ตซ์ ส่วนช่วงของเสียงต่ำมีที่มาจากการนำเสียงร้องของผู้ชายในช่วง เทเนอร์ บาริโทน และ เบส ที่มีค่าความถี่ซ้ำกัน อยู่ในอ๊อกเทฟที่ 3 โดยมีค่าความถี่เริ่มต้นตั้งแต่ 131 ถึง 1247 เฮิร์ตซ์ ทั้งนี้ได้อ้างอิงมาจากการศึกษาของ Seidner และ Wendler (2004) และ Koth (2007)

ในอดีตมีการศึกษาที่นำเรื่องความถี่ของเสียงมาศึกษา ซึ่งเป็นการศึกษาของ Kortum และคณะ (2005) โดยได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของการออกแบบเสียงของแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางการได้ยินต่อการประมาณระยะเวลาในการรอสายโทรศัพท์ โดยการทดลองนี้จะมีแถบแสดงความก้าวหน้าผ่านทางเสียงสี่เงื่อนไขด้วยกัน คือ (1) รูปแบบเสียงที่ ส่วนของเสียงแต่ละส่วนจะมีการเพิ่มขึ้นของช่วงระยะเวลาที่แสดงเสียงออกมา (Duration increasing) อย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลารอสาย ด้วยอัตราคงที่ (2) รูปแบบเสียงที่ ส่วนของเสียงแต่ละส่วนจะมีการลดลงของช่วงระยะเวลาที่แสดงเสียงออกมา (Duration decreasing) อย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลารอสาย ด้วยอัตราคงที่ โดยทั้งสองรูปแบบข้างต้นจะใช้เสียงที่มีความถี่เท่ากัน (3) รูปแบบของเสียง ที่แต่ละส่วนของเสียงจะมีความยาวคงที่ โดยส่วนแรกจะมีความถี่ต่ำ และจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนถึงค่าหนึ่งที่กำหนดไว้ (Pitch increasing) (4) รูปแบบของเสียง ที่แต่ละส่วนของเสียงจะมีความยาวคงที่ โดยส่วนแรกจะมีความถี่สูงและจะค่อยๆ ลดลงจนถึงค่าหนึ่งที่กำหนดไว้ (Pitch decreasing) โดยระยะเวลาที่หน่วยตัวอย่างได้ประมาณถูกนำมาใช้เพื่อคิดเป็นประสิทธิภาพของแถบแสดงความก้าวหน้าแบบใช้เสียงตามแต่ละเงื่อนไขในการทดลอง และจากการทดลองทำให้ได้ทราบว่า การออกแบบเสียงของแถบแสดงความก้าวหน้าตามการทดลองทั้งสี่แบบไม่ส่งผลต่อการรับรู้ถึงการรอคอยของหน่วยตัวอย่าง

จากการศึกษาของ Kortum และคณะ (2005) นั้นทำให้ทราบว่า รูปแบบของเสียง ที่แต่ละส่วนของเสียงจะมีความยาวคงที่ โดยส่วนแรกจะมีความถี่ของเสียงสูง และจะค่อยๆ ลดความถี่ลงจนถึงค่าหนึ่งที่กำหนดไว้ (Pitch decreasing) เมื่อหน่วยตัวอย่างประมาณในระยะเวลารอสายที่ยาวนานมากขึ้น คือ 30 วินาที 60 วินาที 120 วินาที และ 240 วินาที หน่วยตัวอย่างมีแนวโน้มประมาณระยะเวลาที่ใช้ในการรอคอยต่ำกว่าระยะเวลาที่ใช้ไปจริง (Under estimation) ตามระยะเวลาในการรอสายที่เพิ่มขึ้น ตรงข้ามกับการศึกษาของ Kortum และคณะ (2011) ที่ระบุไว้ว่าการประมาณระยะเวลาจะมีความแม่นยำมากขึ้นเมื่อช่วงระยะเวลาแสดงของแถบแสดงความก้าวหน้าแบบใช้เสียงยาวนานขึ้น

สำหรับการทดลองนี้เป็นการให้หน่วยตัวอย่างประมาณระยะเวลาที่ต้องใช้ในการรอคอย ภายหลังจากที่แถบแสดงความก้าวหน้าแสดงผลจนเสร็จสิ้นแล้ว จากการศึกษาในอดีตที่มีการศึกษาเกี่ยวกับความถี่ของเสียงในการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ไม่มากนัก ทำให้ผู้วิจัยเลือกที่จะตั้งสมมติฐานดังนี้

H_0 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาไม่แตกต่างกันเมื่อความถี่ของเสียงดนตรีพื้นหลังแตกต่างกัน

H_1 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาแตกต่างกันเมื่อความถี่ของเสียงดนตรีพื้นหลังแตกต่างกัน

ทั้งนี้ได้มีการตั้งสมมติฐานเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการศึกษากรณีที่ ผลการทดลองปฏิเสธสมมติฐานหลักและยอมรับสมมติฐานรอง ด้านบนข้างต้น ดังนี้

H_0 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อความถี่ของเสียงพื้นหลังสูง ไม่มากกว่าเมื่อความถี่ของเสียงดนตรีพื้นหลังต่ำ

H_1 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อความถี่ของเสียงพื้นหลังสูง มากกว่าเมื่อความถี่ของเสียงดนตรีพื้นหลังต่ำ

2. ผลของช่วงจังหวะ การรับรู้การผ่านไปของเวลา

เนื่องด้วยจังหวะที่ถูกนำมาใช้ประกอบเสียงดนตรี มีตั้งแต่จังหวะที่มีความเร็วช้ามากไปจนถึงมีความเร็วมาก สำหรับในศาสตร์ทางดนตรีได้มีการแบ่งจังหวะออกเป็นช่วงๆ พร้อมทั้งกำหนดชื่อเรียกและคำอธิบายไว้แล้ว เพื่อให้ง่ายสำหรับการเรียกใช้หรือระบุถึง โดยสำหรับงานวิจัยชิ้นนี้ผู้วิจัยได้เลือกแบ่งจังหวะออกเป็น 3 ช่วงจังหวะด้วยกัน คือ จังหวะช้า จังหวะความเร็วปานกลาง และจังหวะเร็ว เพราะว่า ทั้ง 3 ช่วงจังหวะสามารถนำมาใช้ในการจำแนกและเป็นตัวแทนเพื่อที่อธิบายถึงลักษณะเพลงได้อย่างชัดเจน โดยที่มาของค่าที่นำมาใช้กำหนดในแต่ละช่วงของการทดลองถูกพิจารณามาจากการศึกษาของ Kornfeld (2005) และ Drum (2016)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

มีการศึกษาถึงถึงลักษณะของเสียงดนตรีซึ่งพบว่าเสียงดนตรีมีอิทธิพลต่อการรอคอย โดยมีงานในสาขาทางการตลาด ได้ทำการศึกษาถึงจังหวะของเสียงดนตรี พบว่าเพลงช้า ซึ่งมีจะหวะน้อยกว่า 73 BPM ทำให้ลูกค้าในร้านอาหารนั่งอยู่ที่โต๊ะนานกว่าลูกค้าอีกกลุ่มที่เปิดเพลงเดียวกันแต่มีจังหวะที่เร็วคือมีจังหวะมากกว่า 90 BPM (Caldwell & Hibbert, 1999; Milliman, 1986; Roballey และคณะ , 1985) คล้ายคลึงกับ Milliman (1982) ที่พบว่า เมื่อใช้เพลงเดียวกันเปิดในจังหวะที่ช้าเปรียบเทียบกับจังหวะที่เร็ว เพลงที่มีจังหวะช้าช่วยลดการก้าวเดินในห้างสรรพสินค้าได้ และยังช่วยเพิ่มเวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าใช้ในห้างสรรพสินค้าด้วย เช่นเดียวกันนี้ McElrea และ Standing (1992) ได้ทำการศึกษาถึงความเร็วในการดื่มของลูกค้าในสถานบันเทิง พบว่าลูกค้ามีการดื่มเครื่องดื่มเร็วกว่าเมื่อลูกค้าได้ยินเพลงที่มีจังหวะเร็ว มากกว่าการได้ยินเพลงที่มีจังหวะช้า

จะเห็นว่าเสียงเพลงถูกนำมาใช้ในการตลาดอย่างมาก แต่ภายหลังจากนั้นได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ที่มีการใช้เสียงประกอบ มีการศึกษาในอดีตเกี่ยวกับการประมาณระยะเวลาของหน่วยตัวอย่างซึ่งมีการนำเสียงเข้ามาประยุกต์ใช้ในส่วนติดต่อผู้ใช้ การศึกษาเหล่านี้ชี้แนะว่า ผู้ออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้สามารถใช้สิ่งกระตุ้นทำให้เกิดการได้ยินระหว่างระบบกำลังประมวลผลอันจะช่วยปรับเปลี่ยนการรับรู้ของหน่วยตัวอย่างได้ Polkosky และ Lewis (2002) ได้นำแนวคิดเหล่านี้มาทำการศึกษาถึง ระยะเวลาการตอบสนองของระบบ และ อัตราของเสียงเคาะระหว่างที่ต้องรอคอยในระยะเวลาการตอบสนองของระบบ ต่อการประมาณระยะเวลาของหน่วยตัวอย่าง ในบริบทของการรอสายจากระบบตอบรับอัตโนมัติทางโทรศัพท์ ผลลัพธ์ของการทดลองนี้ทำให้ได้ทราบว่า หน่วยตัวอย่างจะรู้สึกว่าเวลาผ่านไปนานขึ้นตามที่อัตราเสียงเคาะเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามเสียงเคาะที่เกิดหนึ่งครั้งใน 2 วินาที หน่วยตัวอย่างกลับประมาณระยะเวลาต่ำกว่าที่ใช้ไปจริง การศึกษานี้ทำให้ได้ทราบว่าผู้ออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ควรเลือกใช้เสียงที่มีลักษณะของจังหวะที่ช้าระหว่างการประมวลผล

ข้อค้นพบของ Polkosky และ Lewis (2002) สอดคล้องกับ Zakay, Nitzan และ Glicksohn (1983) ที่ทำการศึกษาโดยใช้เสียงมากระตุ้นผ่านทางการได้ยินเช่นกัน โดยเสียงที่ใช้ศึกษาเป็นเสียงกริ่ง (Buzzer tone) โดยเสียงจะมีลักษณะเป็นเสียงที่มักจะนำมาใช้ในการส่งโทรเลข แทนเสียงในการเชื่อมต่อ ซึ่งเสียงนี้จะกำเนิดจากวงจรจากแม่เหล็กหรือแบบเปียโซที่มีวงจรกำเนิดความถี่ (Oscillator) อยู่ภายในตัว เมื่อมีการป้อนแรงดันเข้าไปสามารถกำเนิดเสียงได้ด้วยตัวเอง แต่ไม่สามารถเปลี่ยนความถี่ของเสียงได้ โดยการทดลองนี้จะส่งเสียงออกมาที่อัตรา 0.5 วินาที หรือ 2.0 วินาที ระหว่างระยะเวลาที่ใช้ในการพูดคุยกัน 14 วินาที ภายหลังจึงให้หน่วยตัวอย่างที่เข้าร่วมการทดลองประมาณระยะเวลา การทดลองนี้พบว่า อัตราของจังหวะมีผลต่อการรับรู้ถึงช่วงระยะเวลาในการรอคอยโดยการใช้เสียงกริ่ง ซึ่งชี้ให้เห็นว่า เสียงที่มีจังหวะที่ช้าจะทำให้หน่วยตัวอย่างประมาณระยะเวลาต่ำกว่าที่ใช้ไปจริง

นอกจากนั้นเรื่องของจังหวะยังมีการศึกษาในอดีตอื่นๆ อีกเช่น การทดลองโดยใช้การปรากฏเป็นจังหวะผ่านทางการมองเห็นต่อความรำคาญ ซึ่งพบว่าความรำคาญจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการแสดงผลปรากฏด้วยจังหวะช้า (Planas & Treurniet, 1988) และการศึกษาว่าเสียงที่ให้จังหวะที่ถูกสร้างจากเมโทรโนมมีผลต่อการประเมินเวลาหรือไม่ ซึ่งการทดลองมีการแบ่งออกเป็น 7 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะรับฟังจังหวะที่แตกต่างกันออกไป ทั้งนี้จังหวะที่ใช้ในการทดลองมีความเร็ว 0- 60 BPM ผลการศึกษาพบว่า อัตราความเร็วของจังหวะที่เกิดจากเมโทรโนมส่งผลให้การประเมินเวลาของผู้เข้าร่วมการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (Jones & Natale, 1973)

จากการศึกษาในอดีตที่ผ่านมาทำให้ทราบว่าเมื่อหน่วยตัวอย่างได้ฟังเพลงที่มีจังหวะที่ช้า หน่วยตัวอย่างจะสามารถอดทนรอคอยได้นานยิ่งขึ้น ทั้งนี้ยังส่งผลไปถึงการแสดงอากัปกริยาที่ช้าลงด้วย และความสามารถในการประมาณระยะเวลาในการรอคอย ซึ่งจะประมาณต่ำกว่าความเป็นจริง โดยผลการศึกษาในอดีตที่ได้กล่าวมาเป็นไปในแนวทางเดียวกัน สำหรับการทดลองนี้เป็นการให้หน่วยตัวอย่างประมาณระยะเวลาที่ต้องใช้ในการรอคอยโดยใช้เสียงประกอบ ภายหลังจากที่แถบแสดงความก้าวหน้าแสดงผลจนเสร็จสิ้น และจากผลการศึกษาจากงานในอดีตที่ผ่านมา ทำให้ผู้วิจัยเลือกที่จะตั้งสมมุติฐานดังนี้

H_0 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาไม่แตกต่างกันเมื่อจังหวะของเสียงดนตรีพื้นหลังแตกต่างกัน

H_1 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาแตกต่างกันเมื่อจังหวะของเสียงดนตรีพื้นหลังแตกต่างกัน

ทั้งนี้ได้มีการตั้งสมมติฐานเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการศึกษากรณีที่ ผลการทดลองปฏิเสธสมมติฐานหลักและยอมรับสมมติฐานรอง ด้านบนข้างต้น ดังนี้

H_0 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อดนตรีพื้นหลังมีจังหวะเร็ว ไม่มากกว่าเสียงดนตรีพื้นหลังที่มีจังหวะกลางและช้า

H_1 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อดนตรีพื้นหลังมีจังหวะเร็ว มากกว่าเสียงดนตรีพื้นหลังที่มีจังหวะกลางและช้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3. ผลของการใช้เสียงเพลง แบ่งออกเป็น มีเสียงเพลงประกอบ และไม่มีเสียงเพลงประกอบ ต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลา

การเปิดเสียงเพลงประกอบกิจกรรมเป็นที่รู้กันว่ามีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของมนุษย์ โดยเฉพาะเวลาที่ต้องใช้ในการรอคอย (Kim & Areni, 1993; Milliman, 1982; Yalch & Spangenberg, 1993) ตัวอย่างเช่นกัน เมื่อคนต้องรออยู่ในห้อง โดยห้องหนึ่งเงียบ ส่วนอีกห้องมีการเปิดเพลง ผลปรากฏว่าห้องที่เปิดเพลงมีคนออกจากห้องไปน้อยกว่าห้องที่ไม่ได้เปิดเพลง (North & Hargreaves, 1999)

Guéguen และ Jacob (2002) ได้ทำการศึกษาเช่นกันแต่ได้เปลี่ยนมาศึกษาในบริบทของเสียงรอสายโทรศัพท์ ระหว่างใช้เสียงเพลงในการรอสายและไม่ใช้เสียงในการรอสาย โดยส่วนหนึ่งของผลการทดลองที่ได้ค้นพบทำให้ทราบว่า การประมาณระยะเวลาที่รอคอยจากการนำเสียงเพลงมาใช้เป็นเสียงรอสายนั้น จะทำให้หน่วยทดลองประเมินระยะเวลาต่ำกว่าความเป็นจริง ขณะที่อีกกลุ่มที่ไม่ได้ใช้เสียงเพลงประกอบหน่วยทดลองจะประมาณระยะเวลาที่ผ่านไปนานกว่าความเป็นจริง ผลการทดลองส่วนนี้สอดคล้องกับ Stratton (1992) ที่ได้ระบุเอาไว้ว่าคนจะประมาณระยะเวลามากกว่าความเป็นจริงเมื่ออยู่ในห้องที่ไม่มีเสียงเพลง เมื่อเปรียบเทียบกับห้องที่มีเสียงเพลง โดยผลการศึกษาของ Guéguen และ Jacob (2002) ช่วยยืนว่าว่าเสียงเพลงมีผลต่อการรับรู้ถึงระยะเวลาจริง

สำหรับการตั้งสมมติฐานในส่วนนี้เพื่อเป็นการทดสอบกลุ่มแถบแสดงความก้าวหน้าที่ไม่มีการใช้เสียงประกอบซึ่งเป็นกลุ่มควบคุมกับการใช้เสียงประกอบ ว่าการมีเสียงประกอบมีผลต่อการรับรู้ถึงการผ่านไปของเวลาหรือไม่ ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานดังนี้

H_0 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาไม่แตกต่างกันเมื่อใช้เสียงเพลงประกอบแตกต่างกัน

H_1 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาแตกต่างกันเมื่อใช้เสียงเพลงประกอบแตกต่างกัน

ทั้งนี้ได้มีการตั้งสมมติฐานเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการศึกษากรณีที่ ผลการทดลองปฏิเสธสมมติฐานหลักและยอมรับสมมติฐานรองข้างต้น โดยจะจำแนกทดสอบสมมติฐานฐานที่สร้างเพิ่มเติมขึ้นมานี้แยกเป็นกลุ่มของช่วงเสียงสูง และช่วงเสียงต่ำ ซึ่งกำหนดสมมติฐานเพิ่มเติมได้ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

H_0 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อใช้เสียงเพลงประกอบที่มีช่วงจังหวะช้าหรือปานกลางหรือเร็ว ไม่น้อยกว่าการไม่ใช้เสียงเพลงประกอบ

H_1 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อใช้เสียงเพลงประกอบที่มีช่วงจังหวะช้าหรือปานกลางหรือเร็ว น้อยกว่าการไม่ใช้เสียงเพลงประกอบ

3.2.2. ประชากรและหน่วยทดลอง

งานวิจัยนี้ต้องการศึกษาถึงผลของ ช่วงความถี่ของเสียง และช่วงจังหวะต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลา แต่เนื่องจากผู้เคยมีประสบการณ์ในการใช้งานแถบแสดงความก้าวหน้าเป็นประชากร

ขนาดใหญ่ ทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลจากทุกหน่วยของประชากรได้ จึงต้องเก็บข้อมูลจากตัวอย่างหรือหน่วยทดลองที่สามารถเป็นตัวแทนของประชากร (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2553)

จากรายงานผลการสำรวจพฤติกรรมผู้ใช้อินเตอร์เน็ตในประเทศไทย ปี 2559 ซึ่งเป็นการศึกษาเพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ตของคนไทยอย่างต่อเนื่องประจำทุกปี ซึ่งจะแสดงให้เห็นแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลง โดย สำนักยุทธศาสตร์สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (องค์การมหาชน) กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (2559) โดยการสอบถามผ่านแบบสำรวจโดยมีผู้เข้าร่วมตอบจำนวน 16,661 คน โดยจำแนกช่วงอายุของผู้ตอบแบบสำรวจออกเป็น 4 เจนเนอเรชั่น ได้แก่ Gen Y (ร้อยละ 45) Gen X (ร้อยละ 36.3) Baby Boomer (ร้อยละ 8.5) และ Gen Z (ร้อยละ 0.8) ตามลำดับ โดยผลสำรวจได้แสดงให้เห็นจำนวนชั่วโมงการใช้อินเตอร์เน็ตเฉลี่ยต่อสัปดาห์โดยจำแนกตามลักษณะผู้ใช้ ทำให้ทราบว่าคน Gen Y มีการใช้อินเตอร์เน็ต 53.2 ชั่วโมง/สัปดาห์ ซึ่งสูงสุดในทุกกลุ่ม

โดยการศึกษาในงานวิจัยนี้ ต้องการหาประชากรที่สามารถสะท้อนถึงผู้ใช้คอมพิวเตอร์ในการทำงานและมีโอกาสพบเจอกับแถบแสดงความก้าวหน้า โดยจากผลการสำรวจด้านบนทำให้ทราบว่าคน Generation Y หรือเรียกสั้นๆ ว่า Gen Y เป็นผู้ที่เกิดในปี พ.ศ.2524-2543 มีแนวโน้มการเข้าถึงอินเตอร์เน็ตร้อยละ 45 ซึ่งสูงสุด ผู้วิจัยจึงคิดว่าคนกลุ่มนี้น่าจะมีการใช้คอมพิวเตอร์ในการเข้าถึงข้อมูลในสถานที่ทำงาน หรือมีการใช้คอมพิวเตอร์ระหว่างการทำงานสูงสุด จึงทำให้ผู้วิจัยเลือกกำหนดให้กลุ่มคน ซึ่งมีอายุระหว่าง 15 – 35 ปี เป็นประชากรของการการวิจัยนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เนื่องจากผู้วิจัยไม่ทราบจำนวนประชากรทั้งหมด อีกทั้งผู้วิจัยยังไม่ทราบรายชื่อของแต่ละหน่วยประชากรแต่การเลือกหน่วยทดลองตามความน่าจะเป็น (Probability Sampling) จะต้องทราบขนาดประชากรและต้องมีกรอบตัวอย่าง (Sampling Frame) อันหมายถึง รายชื่อของแต่ละหน่วยของประชากรพร้อมรายละเอียดการติดต่อ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2553) ดังนั้นการเลือกหน่วยทดลองในงานวิจัยนี้จึงเป็นไปในเชิงไม่อิงกับความน่าจะเป็น (Non-Probability Sampling) ผู้วิจัยจึงกำหนดหน่วยทดลองเป็นนิสิตปริญญาตรีของคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อเป็นตัวอย่างของผู้ที่เคยมีประสบการณ์ในการใช้งานแถบแสดงความก้าวหน้า

3.2.3. การเลือกหน่วยทดลองและจำนวนหน่วยทดลอง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงผลของ ช่วงความถี่ของเสียง และช่วงจังหวะ ของเพลงที่ใช้ประกอบกับการแสดงแถบแสดงความก้าวหน้า เมื่อตัวแปรต้นทั้งสองตัว มีค่าแตกต่างกันได้แก่ (1) ช่วงความถี่ของเสียง ซึ่งแตกต่างกันตามความถี่ของเสียง แบ่งออกเป็นสองช่วงด้วยกันคือ ช่วงของเสียงต่ำ และ ช่วงของเสียงสูง (2) ช่วงจังหวะ ซึงแตกต่างกันตามจำนวนเสียงเคาะต่อหนึ่งนาที (BPM) โดยแบ่งออกเป็น จังหวะช้า จังหวะความเร็วปานกลาง และจังหวะเร็ว เนื่องด้วยงานวิจัยนี้ถูกออกแบบให้เก็บรวบรวมข้อมูลในห้องปฏิบัติการ จึงมีการปรับเปลี่ยนค่าต่างๆ ของตัวแปรต้น เพื่อตรวจสอบผลต่อตัวแปรตามหนึ่งตัวว่ามีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องควบคุมตัวแปรอื่นๆ ให้คงที่หรือเหมือนกัน ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเลือกทดลองในห้องปฏิบัติการ (Laboratory Experiment) แต่เนื่องจากมีการทดลองในห้องปฏิบัติการมากกว่า 1 ห้องซึ่งเป็นเหตุให้ หน่วยทดลองอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่มีความแตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงพยายามควบคุมโดย เลือกใช้คอมพิวเตอร์ในการทำการทดลองที่มีองค์ประกอบและความสามารถใกล้เคียงกัน และหน่วยทดลองต้องใช้หูฟังรุ่นเดียวกัน ทั้งนี้ได้เลือกหน่วยทดลองที่มีคุณสมบัติทัดเทียมกันมากที่สุด คือ นิสิตระดับปริญญาตรีของคณะพาณิชย์ศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อให้ความแตกต่างที่อาจเกิดขึ้นเป็นผลเนื่องจากตัวแปรอิสระ ไม่ใช่ผลที่มาจากความแตกต่างกันของหน่วยทดลอง

เนื่องจากตัวแปรต้นมีสองตัว ดังนั้น การทดลองนี้จึงประกอบไปด้วยกลุ่มการทดลอง 2×3=6 กลุ่ม รวมกับกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการแสดงเสียงประกอบออกมาทำให้มีกลุ่มการทดลองรวมทั้งสิ้น 7 กลุ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ด้วยข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ในห้องปฏิบัติการของคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ประกอบกับการเก็บข้อมูลจากหน่วยทดลองในกลุ่มเดียวกันควรกระทำในเวลาใกล้เคียงกัน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการเปรียบเทียบกับหน่วยทดลองที่ได้รับทริตเมนต์แตกต่างกัน และการทดลองที่ 1 จะให้หน่วยทดลองทำการประเมินเวลาโดยใช้วิธีการประมาณค่าเวลาที่ผ่านไปขณะรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าทำงานจนเสร็จสิ้นนั้น จำนวนหน่วยทดลองที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐานควรมีอย่างน้อย 50 หน่วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดให้หน่วยทดลองเป็นนิสิตปริญญาตรี คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ดังนั้นการทดลองนี้จึงต้องการหน่วยทดลองทั้งสิ้นจำนวนอย่างน้อย 50 คน

3.2.4. เครื่องมือในการเก็บข้อมูล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงผลของ ช่วงความถี่ของเสียง และช่วงจังหวะ ของดนตรีพื้นหลัง ต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลา โดยการปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรอิสระทั้งสองตัวแปร ซึ่งแสดงควบคู่กับแถบแสดงความก้าวหน้าที่มีลักษณะ มีความกว้าง 500 พิกเซล ความสูง 25 พิกเซล ขอบมีความหนา 1 พิกเซล โดยสาเหตุที่ผู้วิจัยเลือกใช้ความกว้างและความสูงตามที่ได้กล่าวไปนั้น เพราะว่าต้องการให้หน่วยทดลองสามารถมองเห็นแถบแสดงความก้าวหน้าได้อย่างชัดเจน และสามารถมองเห็นได้ครอบคลุมทั้งแถบขณะรอคอย ประกอบกับตำแหน่งการจัดวางแถบแสดงความก้าวหน้าจะอยู่บริเวณกึ่งกลางของจอ ก็จะสามารถช่วยให้หน่วยทดลองมองเห็นได้ง่าย เนื่องจากอยู่ในระดับสายตาขณะเข้าร่วมการทดลอง ทั้งนี้แถบแสดงความก้าวหน้าจะมีความกว้างจากตำแหน่งเส้นแบ่งความกว้างกึ่งกลางของจอข้างละ 250 พิกเซล แถบที่เคลื่อนไหวใช้สีเขียว โดยมีการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้นอย่างด้วยอัตราคงที่ตลอดเวลาตามระยะเวลาการทำงานที่ถูกกำหนด และมีการแสดงเปอร์เซ็นความก้าวหน้าบริเวณกึ่งกลางของแถบแสดงความก้าวหน้า ดังแสดงในภาพที่ 3.1

ภาพที่ 3.1 แถบแสดงความก้าวหน้าแบบเป็นแนวยาวในการทดลองที่ 1

จากการที่ได้ทราบถึงองค์ประกอบของแถบแสดงความก้าวหน้าซึ่งเป็นแถบยาว และวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่ต้องการศึกษาถึงผลของ ช่วงความถี่ของเสียง และช่วงจังหวะ ของดนตรีพื้นหลังขณะแสดงแถบแสดงความก้าวหน้า สามารถปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรอิสระทั้งสองตัวได้ ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. ช่วงความถี่ของเสียง คือ ความถี่ของเสียงภายในอ๊อกเทฟ โดยจำแนกช่วงความถี่ของเสียงออกได้เป็นสองช่วงคือ (1) ช่วงของเสียงต่ำ ซึ่งอยู่ในอ๊อกเทฟที่ 3 และ (2) ช่วงของเสียงสูง ซึ่งอยู่ในอ๊อกเทฟที่ 4 เมื่อกำหนดให้ A4 คือ 440 โดยกำหนดค่าข้อมูลเป็นสเกลระดับอัตราส่วน (Ratio Scale) รายละเอียดของค่าความถี่ในแต่ละช่วงแสดงให้เห็น ดังตารางที่ 3.1

จากการแบ่งช่วงเสียง (Voice class) ทำให้ทราบว่ามีเสียงหลายช่วง ไม่ว่าจะเป็นเสียงผู้ชายและเสียงผู้หญิง เมื่อได้มาทำการตรวจสอบกับตารางที่ 2.1 ซึ่งแสดงความถี่ของโน้ตจำนวน 12 โน้ตในอ๊อกเทฟที่ต่างกัน โดยมีการกำหนดความถี่ตามมาตรฐานความถี่ของอเมริกัน (The American

Standard Pitch) ซึ่งระบุเอาไว้ว่าให้ A4 มีค่ากับ 440 เฮิร์ตซ์ ทำให้การแบ่งช่วงเสียงย่อยๆ นี้ มีทั้งช่วงเสียงที่ซ้อนทับกันและไม่ได้ซ้อนทับกัน แต่ไม่ว่าจะเป็นการแบ่งช่วงของเสียงตาม Seidner และ Wendler (2004) หรือตามคำแนะนำของ Koth (2007) ช่วงเสียงผู้หญิงทุกช่วงมีการซ้อนทับกันกันตกอยู่ในอ๊อกเทฟที่ 4 ตามตารางอ๊อกเทฟเสมอ และเช่นเดียวกันทุกช่วงของเสียงผู้ชายก็มีการซ้อนทับกันตกอยู่ในอีอกเทฟที่ 3 เสมอด้วย ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงทำการเลือกตัวแทนของเสียงต่ำ มาจากโน๊ตในอ๊อกเทฟที่ 3 จำนวน 3 ตัว เช่นเดียวกัน ตัวแทนของเสียงสูงก็ถูกเลือกมาจากโน้ตจากอ๊อกเทฟที่ 4 จำนวน 3 ตัว ทั้งนี้ได้พิจารณาเลือกเสียงที่เป็นตัวแทนของแต่ละช่วงความถี่ของเสียงได้ดี และสามารถให้ความแตกต่างกันระหว่างช่วงของเสียงต่ำ และส่วนของเสียงสูงได้อย่างชัดเจน เมื่อ ระบุ A4 มีค่าเท่ากับ 440 เฮิร์ตซ์

ตาราง 3.1 ช่วงความถี่ของเสียงร้องที่ใช้ประกอบแถบแสดงความก้าวหน้าในการทดลองที่ 1

Frequency range	Frequency value (Hertz)
Low frequency	175, 156, 139
High frequency	370, 415, 466

2. ช่วงจังหวะ คืออัตราของเสียงเคาะต่อหนึ่งนาที มีหน่วยวัดเป็น BPM แบ่งออกเป็น (1) จังหวะช้า (2) จังหวะความเร็วปานกลาง และ (3) จังหวะเร็ว โดยกำหนดค่าเป็นข้อมูลแบบสเกลระดับอัตราส่วน (Ratio Scale) รายละเอียดของแต่ละค่าของตัวแปรแสดงให้เห็นในตารางที่ 3.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เหตุผลในการระบุค่าในทั้งสามช่วงจังหวะตามตารางที่ 3.2 ได้กำหนดตามการแบ่งช่วงจังหวะของ Kornfeld (2005) และ Drum (2016) ซึ่งได้เลือกค่าของจังหวะเพื่อนำมากำหนดให้แต่ละช่วง ที่ไม่มีความใกล้เคียงกันมากเกินไป ทั้งนี้เพื่อทำให้เกิดความแตกต่างของจังหวะ และความแตกต่างของช่วงจังหวะทั้งสามช่วง

ตาราง 3.2 ช่วงจังหวะของเสียงร้องที่ใช้ประกอบแถบแสดงความก้าวหน้าในการทดลองที่ 1

Tempo range	Tempo value (BPM)
Slow tempo	30, 40, 50 (Largo-Adagio)
Moderate tempo	90, 100, 110 (Andante-Moderato)
Fast tempo	150, 160, 170 (Allegro-Presto)

การวัดการรับรู้ได้ถึงความล่าช้าต่อแถบแสดงความก้าวหน้า ในงานวิจัยที่ไม่ได้นำเสียงมาศึกษาร่วมด้วย ส่วนใหญ่มักกระทำด้วยตัวแปรสองตัวแปรคือ การรับรู้ถึงความเร็ว (Perceived speed) และการับรู้ถึงความล่าช้า (Perceived delay) แต่สำหรับในกลุ่มงานงานวิจัยที่ศึกษาถึงแถบแสดงความก้าวหน้าและมีการนำเสียงมาใช้เป็นส่วนประกอบ มักจะวัดกันในเรื่องของประสิทธิภาพของแถบแสดงความก้าวหน้า หรือประสิทธิภาพในการทำงาน อย่างไรก็ตามวิธีการวัดต่างใช้วิธีการประมาณระยะเวลาในการรอคอยเหมือนกัน สำหรับงานวิจัยชิ้นนี้ได้ศึกษาโดยการนำเสียงมาใช้ประกอบกับการแสดงผลของแถบแสดงความก้าวหน้า จึงเห็นว่าเหมาะสมที่จะ นำวิธีการวัดจากการศึกษาในอดีตมาใช้ โดยให้ชื่อว่า การรับรู้การผ่านไปของเวลา ในส่วนนี้จึงขออธิบายถึงการเก็บข้อมูลของตัวแปรนี้

การรับรู้การผ่านไปของเวลา หมายถึง ระยะเวลาที่ผู้ใช้ประมาณในการรอคอยการประมวลผลโดยการประมาณค่าแบบระลึกย้อนหลัง (Retrospective) (Garcia และคณะ, 2011) สำหรับการรับรู้การผ่านไปของเวลา นี้วัดได้จากระยะเวลาที่ได้จากการประมาณในการรอคอย โดยนำค่านี้มาคำนวณโดยการ ไม่ว่าจะเป็นการประมาณต่ำกว่าหรือเกินกว่าเวลาจริงที่ใช้ในการรอคอย หลังจากนั้นนำมาหารด้วยระยะเวลารอคอยที่แท้จริง ซึ่งในอดีตได้มีการค้นพบว่าการประมาณระยะเวลาที่ใช้ในการรอคอยนั้นจะยิ่งมีความแม่นยำเมื่ออยู่ในระยะเวลารอคอยที่นานขึ้น (Kortum และคณะ, 2011)

ดังนั้นจากเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลในการทดลองที่ 1 ทำให้ผู้วิจัยได้ออกแบบการทดลองโดยการพัฒนาเว็บไซต์สำหรับแสดงแถบแสดงความก้าวหน้าพร้อมมีเสียงประกอบกับการรอคอย ในขณะที่หน่วยทดลองรอแถบแสดงความก้าวหน้าทำงานนั้น เมื่อแถบแสดงความก้าวหน้าแสดงความก้าวหน้าครบ 100 เปอร์เซ็นต์ จะมีคำถามมาเพื่อสอบถามระยะเวลาที่หน่วยทดลองใช้ไปในการรอคอย โดยจะให้หน่วยทดลองประมาณเวลาจากตัวเลือกที่มีให้ จำนวน 5 ตัวเลือก ซึ่งหน่วยทดลองต้องประมาณระยะเวลาที่ใช้รอคอยต่อแถบแสดงความก้าวหน้าพร้อมมีเสียงประกอบการรอคอย จำนวน 7 รูปแบบด้วยกัน โดยลำดับการแสดงผลจะเกิดจากการสุ่ม ตามตารางที่ 3.3 ระยะเวลาที่หน่วยทดลองประมาณในการรอคอยจะถูกนำมาใช้ในการบ่งบอกถึงการรับรู้การผ่านไปของเวลา การเลือกรูปแบบเว็บไซต์ในการทดลองที่ 1 ได้คำนึงถึงความเรียบง่ายและความชัดเจนในการแบ่งกลุ่มของเสียงประกอบ ทั้งนี้ระยะเวลาในการแสดงผลจะแบ่งออกเป็นสามกลุ่มด้วยกันคือ 30 วินาที 60 วินาที และ 120 วินาที โดยมีที่มาจากการศึกษาในอดีต

ตาราง 3.3 รูปแบบของแถบแสดงความก้าวหน้าที่ใช้ในการทดลองที่ 1

ลำดับ	ลักษณะของเสียงประกอบแถบแสดงความก้าวหน้า
1	เสียงความถี่สูง จังหวะช้า

ลำดับ	ลักษณะของเสียงประกอบแถบแสดงความก้าวหน้า
2	เสียงความถี่สูง จังหวะปานกลาง
3	เสียงความถี่สูง จังหวะเร็ว
4	เสียงความถี่ต่ำ จังหวะช้า
5	เสียงความถีต่ำ จังหวะปานกลาง
6	เสียงความถี่ต่ำ จังหวะเร็ว
7	ไม่มีเสียงประกอบ

ผู้วิจัยได้พัฒนาเว็บไซต์ที่ใช้ในการทดลองที่ 1 ด้วยภาษา PHP และ Javascript โดยใช้ไลเบอรี่สำหรับสังเคราะห์เสียงชื่อว่า Web Audio API มีการเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล MySQL และใช้ระบบจัดการฐานข้อมูล PHPMyadmin เว็บไซต์ดังกล่าวจะแสดงแถบแสดงความก้าวหน้าพร้อมทั้งมีเสียงประกอบขณะแสดงผล เมื่อการแสดงความก้าวหน้าสิ้นสุด จะมีคำถามเพื่อสอบถามระยะเวลาที่หน่วยทดลองใช้ไปในการรอคอย โดยจะให้หน่วยทดลองประมาณระยะเวลาจากตัวเลือกที่นำเสนอไว้ ทั้งนี้การออกแบบเว็บไซต์จะมีข้อมูลเหมือนกันทุกหน้าที่มีการแสดงแถบแสดงความก้าวหน้า แต่จะมีความแตกต่างเฉพาะเสียงประกอบ ขณะแสดงแถบแสดงความก้าวหน้า และระยะเวลาที่ใช้ประมวลผล โดยรูปแบบของแถบแสดงความก้าวหน้าที่ใช้ในการทดลองมีทั้งหมดจำนวน 7 รูปแบบ และระยะเวลาในการรอคอยมี สามกลุ่ม คือ 30 วินาที 60 วินาที และ 120 วินาที

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ตั้งคำถามเพื่อเก็บข้อมูลส่วนบุคคลของหน่วยทดลอง โดยคำถามนี้จะแสดงหลังจากหน่วยทดลองได้ทำการประมาณระยะเวลาเสร็จสิ้นทั้ง 7 รูปแบบของแถบแสดงความก้าวหน้าเป็นที่เรียบร้อยแล้ว โดยข้อมูลส่วนบุคคล คือ เพศ ช่วงอายุ ประเภทสายตา ซึ่งประกอบด้วย สายตาปกติ สายตาสั้น สายตายาว สายตาเอียง สั้นเอียง ยาวเอียง และความสามารถทางการได้ยิน ซึ่งประกอบด้วย การได้ยินปกติ มีความบกพร่องทางการได้ยิน

สำหรับการทดลองที่ 1 ที่ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบขึ้นมาใช้ในการเก็บข้อมูลนั้น จะมีตัวแปรอื่นๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้องคือ (1) เพศ (2) ช่วงอายุ (3) ประเภทสายตา (4) ความสามารถทางการได้ยิน และนอกจากนั้นยังมีตัวแปรอีกส่วนหนึ่งที่จำเป็นต้องทำให้เป็นค่าคงที่ ได้แก่ (5) สีของพื้นหลังของแถบแสดงความก้าวหน้า (6) สีของแถบที่บ่งบอกถึงความก้าวหน้า (7) อัตราความเร็วในการเพิ่มขึ้นของแถบสีที่บ่งบอกถึงความก้าวหน้า (8) ความกว้าง (9) ความยาว (10) ตำแหน่งของการแสดงผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ของแถบแสดงความก้าวหน้า และ (11) ความละเอียดของหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยให้ทุกเครื่องใช้ความละเอียดหน้าจอและระบบปฏิบัติการ Window เหมือนกัน

โดยผู้วิจัยได้ทำการควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่มาเกี่ยวข้องซึ่งประกอบไปด้วย (1) เพศ โดยวิธีการเลือกจำนวนหน่วยทดลองทั้งผู้ชายและผู้หญิงให้มีสัดส่วนใกล้เคียงกัน (2) ช่วงอายุ เนื่องจากผู้วิจัยเลือกหน่วยทดลองซึ่งเป็นนิสิตปริญญาตรีของคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จึงมั่นใจได้ว่าหน่วยทดลองทั้งหมดอยู่ในกลุ่มบุคคล Gen Y ซึ่งมีอายุระหว่าง 15-35 ปี ซึ่งเป็นประชากรของการวิจัยนี้ (3) ประเภทสายตา ผู้วิจัยทำการควบคุมโดยให้หน่วยทดลองที่มีปัญหาทางด้านสายตา สวมใส่แว่นสายตา ซึ่งทำให้ความสามารถในการมองเห็นของหน่วยทดลองทัดเทียมกัน และ (4) ความสามารถทางการได้ยิน เนื่องจากตัวแปรนี้มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทำการควบคุม ดังนั้นข้อมูลที่เก็บมาจากผู้ที่มีความบกพร่องทางการได้ยินจะไม่ถูกนำมาวิเคราะห์ผล

3.2.5. ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลของงานวิจัยนี้ ทำในห้องปฏิบัติการของศูนย์คอมพิวเตอร์ โดยสุ่มหน่วยทดลองจากนิสิตปริญญาตรี คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชีจำนวนอย่างน้อย 50 คน โดยหน่วยทดลองแต่ละคนจะต้องประมาณระยะเวลาที่ใช้ในการรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าทั้ง 7 เงื่อนไข

ก่อนเริ่มการทดลองที่ 1 ผู้วิจัยจะอธิบายโดยสรุปเกี่ยวกับระบบและขั้นตอนการทำงานพร้อมความเป็นมาของเว็บไซต์ที่ใช้ในการทดลองให้กับหน่วยทดลองได้ทราบ หลังจากนั้นจะให้หน่วยทดลองได้ทำการทดลองใช้ เพื่อเรียนรู้วิธีการทำงาน เมื่อหน่วยทดลองเรียนรู้วิธีการใช้งานเว็บไซต์เรียบร้อยแล้ว จึงเริ่มต้นการทดลอง เมื่อเสร็จสิ้นจึงเก็บข้อมูลส่วนบุคคลของหน่วยทดลอง โดยบรรยากาศภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ขณะที่ทำการทดลองที่ 1 แสดงดังภาพที่ 3.2 และขณะดำเนินการทดลองนั้นสิ่งแวดล้อมขณะทดลองไม่มีเสียงรบกวนจากภายนอกห้องปฏิบัติการ ขณะเดียวกันห้องปฏิบัติการมีการใช้เครื่องปรับอากาศทำให้อุณหภูมิอยู่ในระดับที่หน่วยทดลองทุกคนรู้สึกสบาย ประกอบกับมีแสงสว่างที่เพียงพอแก่การมองเห็นได้ทั่วถึงทุกบริเวณของห้องปฏิบัติการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 3.2 บรรยากาศการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการประเมินเวลาในการทดลองที่ 1

3.3. **การทดลองที่ 2**

3.3.1. แนวทางการศึกษาและการทดสอบสมมติฐาน

การทดลองนี้ใช้วิธีการศึกษาโดยให้หน่วยทดลองทำการเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาจากแถบแสดงความก้าวหน้าจำนวน 2 แถบ อย่างที่ทราบว่างานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experiment Research) ที่ต้องการวิเคราะห์ผลของตัวแปรที่คุมค่าให้เปลี่ยนต่ออีกตัวแปร (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2553; มณีรัตน์ ชาติรังสรรค์, 2556) โดยในการทดลองที่ 1 ได้ทำการเลือกใช้การทดลองในห้องปฏิบัติการ (Laboratory Experiment) การทดลองนี้ก็เช่นกัน แต่จะเปลี่ยนวิธีการเก็บข้อมูลจากการประมาณค่ามาใช้วิธีการเปรียบเทียบแถบแสดงความก้าวหน้าแบบใช้เสียงแทน โดยในทดลองนี้จะใช้เสียงดนตรีพื้นหลังเป็นเสียงกล่องดนตรี ซึ่งจะถูกนำมาปรับแต่งโดยใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ให้เป็นไปตามแต่ละเงื่อนไขเช่นเดียวกับการทดลองแรก

ในการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของ (1) ช่วงความถี่ของเสียง ซึ่งถูกแบ่งออกเป็นสองช่วง เช่นเดียวกันกับการทดลองแรก คือ ช่วงของเสียงต่ำ และช่วงของเสียงสูง รวมไปถึง (2) ช่วงจังหวะตามการทดลองแรก เช่นเดียวกัน คือ จังหวะช้า จังหวะความเร็วปานกลาง และจังหวะเร็ว ต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลา เมื่อใช้วิธีการเปรียบเทียบความรู้สึกที่รับรู้ถึงการผ่านไปของเวลาที่หน่วย

ทดลองรับรู้ได้ และเพื่อให้ผลการทดลองสมบูรณ์ยิ่งขึ้นเช่นเดียวกับการทดลองแรกจึงทำการทดสอบสมมติฐานเพิ่มเติมโดยศึกษา ผลของ (3) การใช้เสียงเพลงประกอบ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบด้วยกัน เช่นเดียวกันกับการทดลองที่ 1 คือ มีเสียงประกอบ และไม่มีเสียงประกอบ ว่ามีผลต่อการรับรู้ถึงการผ่านไปของเวลาหรือไม่

สมมติฐานทั้งหกสมมติฐานและมูลเหตุที่นำไปสู่สมมติฐานในการทดลองนี้ เป็นดังต่อไปนี้

1. ผลของช่วงความถี่ของเสียง ต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลา

ความถี่ของเสียงเป็นสิ่งทีน่าสนใจที่จะทำการศึกษาในการนำมาใช้ในสถานการณ์ที่เกิดการรอคอย สำหรับการทดลองนี้จะทำการศึกษาโดยใช้วิธีการเปรียบเทียบซึ่งต่างจากการทดลองแรกซึ่งเป็นการให้หน่วยทดลองทำการประมาณค่า เป็นไปได้ว่าผลการทดลองที่ได้อาจแตกต่างกัน โดยมูลเหตุของสมมติฐานสำหรับการศึกษาที่ผ่านมาที่มีความเกี่ยวข้องกับการศึกษาผลของความถี่ของเสียงได้กล่าวถึงในแล้วในส่วนของการทดลองแรกไปแล้ว

สำหรับการทดลองที่ 2 นี้ให้หน่วยทดลองทำการเปรียบเทียบความรู้สึกที่รับรู้ได้ถึงการผ่านไปของเวลาเวลาขณะรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าทำงาน ภายหลังแถบแสดงความก้าวหน้าที่มีเสียงประกอบจำนวน 2 แถบทำงานเสร็จสิ้นลงแล้วตามลำดับ ทั้งนี้ผู้วิจัยจึงเลือกที่จะตั้งสมมติฐานดังนี้

H_0 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาไม่แตกต่างกันเมื่อความถี่ของเสียงดนตรีพื้นหลังแตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

H_1 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาแตกต่างกันเมื่อความถี่ของเสียงดนตรีพื้นหลังแตกต่างกัน

ทั้งนี้ได้มีการตั้งสมมติฐานเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการศึกษากรณีที่ผลการทดลองที่ 2 ปฏิเสธสมมติหลักและยอมรับสมมติฐานรอง ด้านบนข้างต้น ดังนี้

H_0 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อความถี่ของเสียงพื้นหลังสูง ไม่มากกว่าเมื่อความถี่ของเสียงดนตรีพื้นหลังต่ำ

H_1 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อความถี่ของเสียงพื้นหลังสูง มากกว่าเมื่อความถี่ของเสียงดนตรีพื้นหลังต่ำ

2. ผลของช่วงจังหวะ ต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลา

ในอดีตพบว่ามีการศึกษาเกี่ยวกับจังหวะอยู่มาก และสำหรับการทดลองที่ 2 นี้คล้ายคลึงกับการทดลองแรกแต่แตกต่างกันที่เสียงที่ใช้ประกอบแถบแสดงความก้าวหน้าและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล อย่างไรก็ตามสำหรับการศึกษาที่ผ่านมาซึ่งเกี่ยวข้องกับจังหวะ ที่จะนำมาเป็นมูลเหตุในการทดลองที่ 2 นี้ได้กล่าวถึงในตอนต้นของการทดลองแรกแล้ว

สำหรับการทดลองนี้เป็นการให้หน่วยทดลองเปรียบเทียบความรู้สึกที่รับรู้ได้ถึงการผ่านไปของเวลาเวลาขณะรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าทำงาน ภายหลังแถบแสดงความก้าวหน้าที่มีเสียงประกอบจำนวน 2 แถบ ทำงานเสร็จสิ้นลงแล้วตามลำดับ ทั้งนี้ผู้วิจัยจึงเลือกที่จะตั้งสมมติฐานดังนี้

H_0 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาไม่แตกต่างกันเมื่อจังหวะของเสียงดนตรีพื้นหลังแตกต่างกัน

H_1 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาแตกต่างกันเมื่อจังหวะของเสียงดนตรีพื้นหลังแตกต่างกัน

ทั้งนี้ได้มีการตั้งสมมติฐานเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการศึกษากรณีที่ ผลการทดลองปฏิเสธสมมติฐานหลักและยอมรับสมมติฐานรองด้านบนข้างต้น โดยจะทดสอบทั้งในกลุ่มช่วงความถี่ของเสียงต่ำและช่วงความถี่ของเสียงสูง ซึ่งสมติฐานเพิ่มเติมที่เตรียมไว้มีดังนี้

H_0 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อดนตรีพื้นหลังมีจังหวะเร็ว ไม่มากกว่าเสียงดนตรีพื้นหลังที่มีจังหวะกลางและช้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

H_1 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อดนตรีพื้นหลังมีจังหวะเร็ว มากกว่าเสียงดนตรีพื้นหลังที่มีจังหวะกลางและช้า

3. ผลของการใช้เสียงเพลง แบ่งออกเป็น มีเสียงเพลงประกอบ และไม่มีเสียงเพลงประกอบ ต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลา

จังหวะมีการศึกษาที่ผ่านมาในอดีตอยู่มาก การทดลองที่ 2 นี้คล้ายคลึงกับการทดลองแรกแต่แตกต่างกันที่ลักษณะของเสียงที่ใช้ประกอบ การใช้เสียงเพลงมาประกอบขณะรอคอยนั้น การศึกษาในอดีตพบว่าการนำเสียงเพลงมาใช้ส่งผลต่อการที่ผู้ใช้จะรับรู้ถึงเวลาที่ผ่านไปแตกต่างกัน ดังที่ได้

กล่าวในการทดลองที่ 1 อย่างไรก็ตามการในการศึกษานี้ทั้งสองการทดลองมีวิธีการศึกษาที่แตกต่างกัน โดยในการทดลองแรกจะใช้วิธีการประเมินเวลา และการทดลองที่ 2 จะใช้วิธีการเปรียบเทียบการรับรู้ถึงการผ่านไปของเวลาที่หน่วยทดลองรับรู้ได้ขณะรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าทำงานจนเสร็จ ซึ่งผลการทดลองอาจจะออกมาแตกต่างกัน

สำหรับการตั้งสมมติฐานในส่วนนี้เพื่อเป็นการทดสอบกลุ่มแถบแสดงความก้าวหน้าที่ไม่มีการใช้เสียงประกอบซึ่งเป็นกลุ่มควบคุมกับการใช้เสียงประกอบ ว่าการมีเสียงประกอบมีผลต่อการรับรู้ถึงการผ่านไปของเวลาหรือไม่ ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานดังนี้

H_0 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาไม่แตกต่างกันเมื่อใช้เสียงเพลงประกอบแตกต่างกัน

H_1 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาแตกต่างกันเมื่อใช้เสียงเพลงประกอบแตกต่างกัน

ทั้งนี้ได้มีการตั้งสมมติฐานเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการศึกษากรณีที่ผลการทดลองปฏิเสธสมมติฐานหลักและยอมรับสมมติฐานรองข้างต้น โดยจะจำแนกทดสอบสมมติฐานฐานที่สร้างเพิ่มเติมขึ้นมานี้แยกเป็นกลุ่มของความถี่ของเสียงสูง และความถี่ของเสียงต่ำ ซึ่งกำหนดสมมติฐานเพิ่มเติมได้ดังนี้

H_0 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อใช้เสียงเพลงประกอบที่มีช่วงจังหวะช้าหรือปานกลางหรือเร็ว ไม่น้อยกว่าการไม่ใช้เสียงเพลงประกอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

H_1 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อใช้เสียงเพลงประกอบที่มีช่วงจังหวะช้าหรือปานกลางหรือเร็ว น้อยกว่าการไม่ใช้เสียงเพลงประกอบ

3.3.2. ประชากรและหน่วยทดลอง

ในการทดลองที่ 2 นี้ผู้วิจัย มีวิธีการเลือกประชากรและหน่วยทดลอง ด้วยวิธีการเดียวกับการทดลองที่ 1 โดยระบุให้ประชากร คือ บุคคลซึ่งมีอายุระหว่าง 15-35 ปี และได้กำหนดให้หน่วยทดลอง คือ นิสิตปริญญาตรีของคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.3. การเลือกหน่วยทดลองและจำนวนหน่วยทดลอง

การทดลองที่ 2 เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยผู้วิจัยควบคุมโดยการให้หน่วยทดลองใช้คอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถใกล้เคียงกัน และหูฟังรุ่นเดียวกัน เช่นเดียวกับการทดลองแรก

เนื่องจากตัวแปรต้นมีจำนวน 2 ตัว เช่นเดียวกับการทดลองแรก คือ (1) ช่วงความถี่ของเสียง แบ่งออกเป็น ช่วงของเสียงต่ำ และช่วงของเสียงสูง (2) ช่วงจังหวะ แบ่งออกเป็น จังหวะช้า จังหวะความเร็วปานกลาง และจังหวะเร็ว

ด้วยข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ในห้องปฏิบัติการของคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ประกอบกับการเก็บข้อมูลจากหน่วยทดลองในกลุ่มเดียวกันควรกระทำในเวลาใกล้เคียงกัน จึงเลือกที่จะกำหนดจำนวนหน่วยทดลองที่เหมาะสมในการทดสอบสมมุติฐานควรเป็นอย่างน้อย 40 หน่วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดให้หน่วยทดลองเป็นนิสิตปริญญาตรี คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และเพื่อให้ข้อมูลในการทดลองที่ 2 เพียงพอต่อการวิเคราะห์จึงต้องการหน่วยทดลองทั้งสิ้นจำนวนอย่างน้อย 40 คน

3.3.4. เครื่องมือในการเก็บข้อมูล

การทดลองที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของ ช่วงความถี่ของเสียง และช่วงจังหวะของดนตรีพื้นหลัง ต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลาโดยใช้วิธีการเปรียบเทียบความรู้สึกที่หน่วยทดลองรับรู้การผ่านไปของเวลา โดยการปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรอิสระทั้งสองตัวแปรเช่นเดียวกับการทดลองแรก โดยในการทดลองนี้จะให้หน่วยทดลองทำการเปรียบเทียบแถบแสดงความก้าวหน้าจำนวน 2 แถบ ซึ่งแถบแสดงความก้าวหน้าแต่ละอันมีลักษณะ ดังนี้ มีความความกว้าง 500 พิกเซล ความสูง 25 พิกเซล ขอบมีความหนา 1 พิกเซล สาเหตุที่กำหนดขนาดดังกล่าวได้กล่าวไปแล้วในการทดลองที่ 1 โดยทั้งสองมีแถบสีที่บ่งเคลื่อนไหวเพื่อบ่งออกความก้าวหน้าของงานสีเขียว มีการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้นด้วยอัตราคงที่ตลอดเวลาตามระยะเวลาการทำงานที่ถูกกำหนด และมีการแสดงเปอร์เซ็นความก้าวหน้าบริเวณกึ่งกลางของแถบแสดงความก้าวหน้าทั้ง 2 แถบ เช่นเดียวกันกับการทดลองแรก

จากการที่ได้ทราบถึงองค์ประกอบของแถบแสดงความก้าวหน้าซึ่งจะนำมาใช้ในการทดลองที่ 2 สามารถปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรอิสระทั้งสองตัวเพื่อให้เหมาะสมในการทดลองที่ 2 ดังนี้

1. ช่วงความถี่ของเสียง คือ ความถี่ของเสียงภายในอ๊อกเทฟ โดยมีหลักการจำแนกช่วงความถี่ของเสียงออกได้เป็นสองช่วงคือ (1) ช่วงของเสียงต่ำ ซึ่งอยู่ในอ๊อกเทฟที่ 3 และ (2) ช่วงของ

เสียงสูงซึ่งอยู่ในอ๊อกเทฟที่ 4 เมื่อกำหนดให้ A4 คือ 440 เช่นเดียวกับการทดลองแรกแต่จะแตกต่างกันที่การทดลองนี้จะใช้เสียงเพลงที่เป็นเสียงกล่องดนตรี ดังนั้นค่าความถี่จะมีรายละเอียดดังตารางที่ 3.4

ตาราง 3.4 ช่วงความถี่ของเสียงร้องที่ใช้ประกอบแถบแสดงความก้าวหน้าในการทดลองที่ 2

Frequency range	Frequency value (Hertz)
Low frequency	131 – 247
High frequency	262 - 493

2. ช่วงจังหวะ คืออัตราของเสียงเคาะต่อหนึ่งนาที มีหน่วยวัดเป็น BPM แบ่งออกเป็น (1) จังหวะช้า (2) จังหวะปานกลาง และ (3) จังหวะเร็ว ทั้งนี้ในการทดลองที่ 2 เนื่องจากทำการเลือกใช้เพลงจึงมีการพิจารณาถึงค่าของจังหวะที่เมื่อเมื่อฟังแล้วจะสามารถจำแนกไปอยู่ตามแต่ละกลุ่มได้โดยง่าย ซึ่งจะมีการกำหนดค่าจังหวะตามตารางที่ 3.5 ทั้งนี้ยังคงคำนึงถึงจังหวะปานกลาง คือ 80 BPM ทั้งสองการทดลอง

ตาราง 3.5 ช่วงจังหวะของเสียงร้องที่ใช้ประกอบแถบแสดงความก้าวหน้าในการทดลองที่ 2

Tempo range	Tempo value (BPM)
Slow tempo	30, 70
Moderate tempo	100, 110, 120
Fast tempo	150, 160

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในการทดลองที่สองนี้จะใช้วิธีการวัดการรับรู้การผ่านไปของเวลาเช่นเดียวกับการทดลองแรกโดยจะแตกต่างกัน คือจากการทดลองแรกจะใช้วิธีการให้หน่วยตัวอย่างทำการประมาณค่าแบบระลึกย้อนหลัง การทดลองที่ 2 นี้จะใช้วิธีการให้หน่วยตัวอย่างทำการเปรียบเทียบแถบแสดงความก้าวหน้าจำนวน 2 แถบซึ่งมีการแสดงผล เมื่อทำงานจนเสร็จสิ้นว่าหน่วยตัวอย่างรู้สึกว่าอันไหนให้ความรู้สึกว่าเร็วกว่า หรือทั้งสองอันให้ความรู้สึกว่าใช้เวลาในการรอคอยเท่ากัน

ดังนั้นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลในการทดลองที่ 2 นี้ผู้วิจัยยังคงใช้วิธีการออกแบบการทดลองโดยการพัฒนาเว็บไซต์สำหรับแสดงแถบแสดงความก้าวหน้าพร้อมมีเสียงประกอบกับการรอคอย โดยในหน้าเดียวกันนั้นจะมีแถบแสดงความก้าวหน้าทำงานจำนวน 2 แถบ แต่ละแถบจะมีตัวอักษรอยู่บริเวณซ้ายมือ คือตัวอักษร A และ B โดยแถบแสดงความก้าวหน้าจะเริ่มทำงานเมื่อ

หน่วยทดลองกดปุ่มเริ่มต้นโดยจะเริ่มทำงานจนครบ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ระหว่างที่แถบแสดงความก้าวหน้าแต่ละแถบทำงานนั้นจะมีเสียงเพลงประกอบซึ่งในการทดลองที่ 2 นี้จะใช้เสียงเพลงซึ่งเป็นเสียงกล่องดนตรีโดยได้มาจากการการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยในการสังเคราะห์เสียงเพื่อให้อยู่ในเงื่อนไขตามการทดลองคือจะมีเสียงประกอบจำนวน 7 รูปแบบด้วยกัน คือ (1) เสียงความถี่สูง จังหวะช้า (2) เสียงความถี่สูง จังหวะปานกลาง (3) เสียงความถี่สูง จังหวะเร็ว (4) เสียงความถี่ต่ำ จังหวะช้า (5) เสียงความถี่ต่ำ จังหวะปานกลาง (6) เสียงความถี่ต่ำ จังหวะเร็ว และ (7) ไม่มีเสียงประกอบ โดยเสียงเพลงประกอบจะเกิดจากการนำความถี่หลายๆ ช่วงมาประกอบเข้าด้วยกัน การทดลองนี้จึงใช้วิธีการหาค่าความถี่เฉลี่ยของเพลง อย่างที่ทราบการทดลองนี้ใช้วิธีการเปรียบเทียบ ดังนั้นหน่วยทดลองต้องทำการเปรียบเทียบแถบแสดงความก้าวหน้าจำนวน 21 คู่ ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบทุกเงื่อนไขเพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการศึกษา ลำดับข้อในการเปรียบเทียบและลำดับการแสดงผลของทั้ง 21 ข้อจะมีการสุ่มเพื่อสลับ และเนื่องจากการทดลองที่ 2 หน่วยทดลองต้องรอคอยถึงสองครั้ง ระยะเวลาในการทำงานของแถบแสดงความก้าวหน้าแต่ละแถบ จึงใช้ระยะเวลาในการทำงาน 10 ถึง 30 วินาที ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้หน่วยทดลองเสียสมาธิ หรือเกิดความกระวนกระวายและไม่ให้ความร่วมมือในการทดลอง ภายหลังจากแถบแสดงความก้าวหน้าทั้ง 2 แถบแสดงผลครบ 100 เปอร์เซ็น จะมีคำถามเพื่อเพื่อให้หน่วยทดลองทำการเปรียบเทียบ โดยให้หน่วยทดลองทำการเลือกว่ารู้สึกอย่างไรขณะรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าในการทำงาน จะมีตัวเลือกซึ่งเป็นคำตอบให้เลือกจำนวน 3 ตัวเลือก คือ 1) รู้สึกว่า A เร็วกว่า B 2) รู้สึกว่า B เร็วกว่า A และ 3) รู้สึกว่า A และ B ทั้งสองมีความเร็วเท่ากัน และข้อมูลผลของการเปรียบเทียบในแต่ละข้อจะเป็นไปได้ 3 ค่า คือมีค่าเป็น 1 เมื่อหน่วยทดลองเลือกให้คำตอบว่ารู้สึกว่า A เร็วกว่า B หรือมีค่าเป็น -1 เมื่อหน่วยทดลองให้คำตอบว่ารู้สึกว่า B เร็วกว่า A และถ้าหากหน่วยทดลองรู้สึกว่าแถบแสดงความก้าวหน้าทั้งสองแถบมีความเร็วเท่ากับ ผลการเปรียบเทียบจะมีค่าเป็น 0

เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 สำหรับการทดลองที่ 2 นี้ผู้วิจัยได้ตั้งคำถามเพื่อเก็บข้อมูลส่วนบุคคลของหน่วยทดลอง โดยคำถามนี้จะแสดงหลังจากหน่วยทดลองได้ทำการเปรียบเทียบแถบแสดงความก้าวหน้าในการทดลองเสร็จสิ้นลงเป็นที่เรียบร้อยแล้ว โดยข้อมูลส่วนบุคคล คือ เพศ ช่วงอายุ ประเภทสายตา ซึ่งประกอบด้วยสายตาปกติ สายตาสั้น สายตายาว สายตาเอียง สั้นเอียง ยาวเอียง และความสามารถทางการได้ยินซึ่งประกอบด้วย มีความสามารถในการได้ยินเป็นปกติ มีความบกพร่องทางการได้ยิน ซึ่งเหมือนกับการทดลองที่ 1 แต่จะมีคำถามเพิ่มเติมที่สอบถามเกี่ยวกับประสบการณ์ในการที่เคยได้ยิน ประกอบด้วย มีประสบการณ์และไม่มีประสบการณ์

สำหรับการทดลองที่ 2 ที่ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบขึ้นมาใช้ในการเก็บข้อมูลนั้น จะมีตัวแปรอื่นๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้องคือ (1) เพศ (2) ช่วงอายุ (3) ประเภทสายตา (4) ความสามารถทางการได้ยิน และนอกจานั้นยังมีตัวแปรอีกส่วนหนึ่งที่จำเป็นต้องทำให้เป็นค่าคงที่ ได้แก่ (5) สีของพื้นหลังของแถบแสดงความก้าวหน้า (6) สีของแถบที่บ่งบอกถึงความก้าวหน้า (7) อัตราความเร็วในการเพิ่มขึ้นของแถบสีที่บ่งบอกถึงความก้าวหน้า (8) ความกว้าง และ (9) ความยาว (10) ตำแหน่งของการแสดงผลของแถบแสดงความก้าวหน้า และ (11) ความละเอียดของหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยให้ทุกเครื่องใช้ความละเอียดหน้าจอและระบบปฏิบัติการ Window เหมือนกัน โดยทั้งนี้ในส่วนตัวแปรอื่นๆ มีวิธีการควบคุมเช่นเดียวกับวิธีการในการทดลองที่ 1

3.3.5. ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลของงานวิจัยนี้ ทำในห้องปฏิบัติการของศูนย์คอมพิวเตอร์ โดยสุ่มหน่วยทดลองจากนิสิตปริญญาตรี คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชีจำนวนอย่างน้อย 40 คน โดยหน่วยทดลองแต่ละคนจะต้องทำการเปรียบเทียบแถบแสดงความก้าวหน้าที่มีเสียงประกอบแตกต่างกันจำนวน 21 คู่

ก่อนเริ่มการทดลองที่ 2 ผู้วิจัยจะอธิบายโดยสรุปเกี่ยวกับระบบและขั้นตอนการทำงานพร้อมความเป็นมาของเว็บไซต์ที่ใช้ในการทดลองให้กับหน่วยทดลองได้ทราบ แต่จะไม่แจ้งให้ทราบถึงวัตถุประสงค์ของการทดลอง หลังจากนั้นจะให้หน่วยทดลองได้ทำการทดลองใช้ เพื่อเรียนรู้วิธีการทำงาน เมื่อหน่วยทดลองเรียนรู้วิธีการใช้งานเว็บไซต์เรียบร้อยแล้ว จึงเริ่มต้นทำการทดลอง เก็บข้อมูลที่หน่วยทดลองทำการเปรียบเทียบและเมื่อเสร็จสิ้นจึงเก็บข้อมูลส่วนบุคคลของหน่วยทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สำหรับสิ่งแวดล้อมขณะดำเนินการทดลองในการทดลองที่ 2 นั้น ไม่มีเสียงรบกวนจากภายนอกห้องปฏิบัติการ ขณะเดียวกันห้องปฏิบัติการมีการใช้เครื่องปรับอากาศทำให้อุณหภูมิอยู่ในระดับที่หน่วยทดลองทุกคนรู้สึกสบาย ประกอบกับมีแสงสว่างที่เพียงพอแก่การมองเห็นได้ทั่วถึงทุกบริเวณของห้องปฏิบัติการ

3.4. **ประเด็นความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่เก็บ**

งานวิจัยนี้เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการ เพื่อตอบวัตถุประสงค์ทั้งหมดของงานวิจัย ดังนั้นสิ่งที่สำคัญที่สุดคือ การควบคุมการทดลองให้ได้ข้อมูลที่ดีสำหรับนำไปสู่ผลสรุปที่ถูกต้อง และน่าเชื่อถือได้ จึงจำเป็นต้องควบคุมปัจจัยต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. เทคโนโลยีสื่อสารอันเป็นตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อการทดลอง โดยเฉพาะการส่งข้อมูลระหว่างกัน ได้แก่ ความเร็วในการประมวลผลของเซิร์ฟเวอร์ ความเร็วในการประมวลผลของเครื่องผู้ใช้ ความเร็วของสายส่งข้อมูลระหว่างเครื่องเซิร์ฟเวอร์กับเครื่องผู้ใช้ และความเร็วในการส่งผ่านข้อมูลในเครือข่าย ปัจจัยทุกข้อดังที่กล่าวมานั้นผู้วิจัยได้พยายามลดความคลาดเคลื่อนในเรื่องความเร็วที่แตกต่างกัน ที่อาจเกิดขึ้นขณะที่หน่วยทดลองกำลังทำงานที่ได้รับมอบหมายให้น้อยที่สุด ดังนั้น จึงจำเป็นต้องทดลองในห้องปฏิบัติการ และสถานที่ทดลองคือห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อันประกอบไปด้วย เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีรุ่นใกล้เคียงกัน และความเร็วของสายส่งข้อมูลระหว่างเครื่องเซิร์ฟเวอร์กับเครื่องผู้ใช้ใกล้เคียงกันมากที่สุด เพื่อผลการทดลองที่ออกมาจะอยู่บนพื้นฐานของระบบที่เหมือนกันและน่าเชื่อถือ ตลอดจนถูกต้องในระดับที่ยอมรับได้ (ขวัญหทัย สันติบุตร, 2550; มณีรัตน์ ชาติรังสรรค์, 2556)

2. การกำหนดหน่วยทดลอง ผู้วิจัยเลือกนิสิตปริญญาตรีของคณะพาณิชย์ศาสตร์และการบัญชี อันประกอบด้วย หลักสูตรสถิติ บริหารธุรกิจ และบัญชี เป็นหน่วยทดลอง เนื่องจากมีความสามารถที่ทัดเทียมกัน กล่าวคือหน่วยทดลองจะเรียนในรายวิชาที่มีลักษณะเหมือนกัน หรือคล้ายคลึงกัน (ขวัญหทัย สันติบุตร, 2550; มณีรัตน์ ชาติรังสรรค์, 2556) ทำให้หน่วยทดลองที่ได้มีความใกล้เคียงกันมากที่สุด โดยหน่วยทดลองแต่ละคนจะถูกเรียกมาเก็บข้อมูลเพียงครั้งเดียวเท่านั้น และขอความร่วมมือจากหน่วยทดลองไม่ให้พูดคุยกัน หรือแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างการทดลองอีกทั้งไม่ให้กลุ่มตัวอย่างเดิมเข้าร่วมให้ข้อมูลอีก นอกจากจากนี้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวกันจะถูกเก็บข้อมูลพร้อมกันในห้องเดียวกัน และยังขอความร่วมมือไม่ให้หน่วยทดลองใช้นาฬิการะหว่างการทดลองด้วย การที่ผู้วิจัยควบคุมการเก็บข้อมูลตามที่กล่าวมานั้น จะทำให้ผลการทดลองมีข้อมูลที่ถูกต้องและเชื่อถือได้ (มณีรัตน์ ชาติรังสรรค์, 2556)

3. การพัฒนาเว็บไซต์เพื่อใช้เก็บข้อมูลในการทดลอง เนื่องจากความคุ้นเคยเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการทำงานของผู้ใช้ที่มีต่อเว็บไซต์นั้น (ขวัญหทัย สันติบุตร, 2550; มณีรัตน์ ชาติรังสรรค์, 2556) ดังนั้นในการทดลองที่ 1 ผู้วิจัยจึงเลือกพัฒนาเว็บไซต์สำหรับเก็บข้อมูลขึ้นมาใหม่ ซึ่งมีความเรียบง่ายในการใช้งาน เพื่อให้หน่วยทดลองได้เรียนรู้ถึงรูปแบบของเว็บไซต์ที่ใช้ในการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2 ใหม่ และเป็นการป้องกันไม่ให้หน่วยทดลองเกิดความคุ้นเคยกับระบบนั้นมาก่อน ซึ่งอาจส่งผลต่อความถูกต้องและความน่าเชื่อถือได้

4. ความตั้งใจในการประมาณเวลาของหน่วยทดลอง โดยผู้วิจัยได้ขออนุญาตอาจารย์ประจำรายวิชา ในการเข้าไปเก็บข้อมูลจากหน่วยทดลอง (มณีรัตน์ ชาติรังสรรค์, 2556) อาจทำให้หน่วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทดลองรู้สึกวิตก เป็นกังวลถึงผลกระทบจากการให้ข้อมูลได้ โดยผู้วิจัยได้แจ้งกับหน่วยทดลองว่าข้อมูลที่หน่วยทดลองได้ให้ในขณะทำการทดลองจะไม่มีผลอะไรกับหน่วยทดลองในภายหลัง

5. ปัจจัยส่วนบุคคล เช่น อารมณ์ ช่วงเวลาของวันในการทดลอง ความกดดันในการกระทำการทดลอง ปัจจัยเหล่านี้ ผู้วิจัยได้พยายามจัดสภาพวะแวดล้อมของการทดลองให้หน่วยทดลองทุกหน่วยได้รับสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกัน อันจะช่วยให้ข้อมูลที่ได้จากการทดลองไม่ได้รับผลกระทบมาจากปัจจัยส่วนบุคคลดังที่ได้กล่าวไปข้างต้น มีความแตกต่างเกินกว่าจะเป็นที่ยอมรับได้ (Shneiderman, 1984)

6. ประสิทธิภาพของลำโพงที่ใช้ในการทดลอง โดยคุณภาพของลำโพงและลักษณะของลำโพงอาจมีผลต่อการรับรู้ถึงความถี่ของเสียงของหน่วยทดลอง เนื่องจากลำโพงอาจไม่สามารถเล่นเสียงตามช่วงความถี่ที่กำหนดได้อย่างครอบคุลม (S. Brewster, 2003) ทั้งนี้ผู้วิจัยจึงให้หน่วยทดลองที่ทดลองในห้องปฏิบัติการใช้ลำโพงชนิดเดียวกัน

7. ทิศทางของแหล่งกำเนิดเสียง ก็เป็นส่วนหนึ่งที่อาจส่งผลต่อการรับรู้เสียงของหน่วยทดลองได้ ตัวอย่างเช่น หากเสียงมีแหล่งกำเนิดมาจากข้างหนึ่งของหู เสียงที่เดินทางไปยังหูอีกข้างหนึ่งที่อยู่ไกลออกไปจะมีความดังที่ลดลง อีกนัยคือความเข้มของเสียงลดลง (Interaural Intensity Difference; IID) และระยะเวลาที่เสียงเดินทางมานั้นจะเดินทางมากระทบหูข้างที่ไกลออกไปช้ากว่ากระทบหูอีกข้างที่อยู่ใกล้แหล่งกำเนิดเสียง (Interaural Time Difference; ITD) (S. Brewster, 2003) ดังนั้นในการทดลองนี้จึงเลือกที่จะใช้หูฟัง (Headphone) ในการทดลอง โดยคำนึงจากการทดลองในอดีตที่มีมักมีการใช้โทรศัพท์มือถือเชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ (Kortum และคณะ, 2011; Peres และคณะ, 2007; Polkosky & Lewis, 2002)

3.5. **กรอบการวิเคราะห์ข้อมูล**

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน ในการทดลองทั้ง 2 การทดลองเพื่อตอบวัตถุประสงค์ 2 ข้อของงานวิจัย โดยการทดลองแรกใช้วิธีการประเมินเวลาขณะรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้า และการทดลองที่ 2 ใช้วิธีการเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลา ซึ่งทั้งสองการทดลองจะใช้เสียงประกอบขณะแถบแสดงความก้าวหน้าทำงาน มีแนวทางการวิเคราะห์ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. สำหรับตัวแบบที่จะใช้ในการศึกษาในงานวิจัยสำหรับการทดลอง ได้แบ่งกลุ่มตัวแปรออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ได้แก่ (1) ช่วงความถี่ของเสียง และ (2) ช่วงจังหวะ และ กลุ่มที่ 2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) ได้แก่ (1) การรับรู้การผ่านไปของเวลา โดยผู้วิจัยสนใจว่าตัวแปรต้นมีอิทธิพลอย่างไรต่อตัวแปรตาม

2. ข้อมูลตัวแปรตาม คือ การรับรู้การผ่านไปของเวลาซึ่งเป็นสัดส่วนของระยะเวลาที่หน่วยทดลองประมาณในการรอคอย (Estimation time) กับระยะเวลาในการรอคอยที่เกิดขึ้นจริง (Actual time)

การทดลองที่ 1 ผู้วิจัยได้ออกแบบที่จะเลือกเก็บข้อมูลตัวแปรตามในรูปแบบเชิงปริมาณเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ด้วยสถิติแบบอิงพารามิเตอร์ (Parametric test) โดยการเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way ANOVA) แต่ถ้าข้อมูลที่จัดเก็บไม่ได้มีรูปแบบการแจกแจงแบบไม่ปกติ จะเปลี่ยนใช้วิธีการวิเคราะห์ด้วยสถิติแบบไม่อิงพารามิเตอร์ (Non Parametric test) แทน ซึ่งเลือกใช้การวิเคราะห์ค่ามัธยฐาน (Median) ด้วยวิธีการทดสอบของแมนวิทนีย์ (Mann-Whitney Test) และการทดลองที่ 2 เลือกเก็บข้อมูลด้วยวิธีการเปรียบเทียบความรู้สึกการรับรู้การผ่านไปของเวลาที่หน่วยทดลองรับรู้ได้ โดยผู้วิจัยได้ออกแบบการทดลองตามวิธีการศึกษาในอดีตและนำมาประยุกต์ออกแบบให้เหมาะสมกับการศึกษานี้ ด้วยลักษณะข้อมูลในการทดลองที่ 2 ผู้วิจัยจึงเลือกใช้สถิติแบบไม่อิงพารามิเตอร์เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการใช้เครื่องมือทางสถิติคือ Sign Test ทั้งนี้เพื่อทำการทดสอบ อิทธิพลของปัจจัยว่ามีอิทธิพลต่อตัวแปรตามหรือไม่ (Main effect) รวมถึงการทดสอบปฏิสัมพันธ์ (Interaction effect)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองทั้งสองนี้ จะนำค่าตัวแปรตาม คือ การรับรู้การผ่านไปของเวลา โดยทั้ง 2 การทดลองได้แบ่งตามกลุ่มเงื่อนไขของเสียงพื้นหลังโดยแบ่งออกเป็น 7 กลุ่มคือ (1) เสียงความถี่สูง จังหวะช้า (2) เสียงความถี่สูง จังหวะปานกลาง (3) เสียงความถี่สูง จังหวะเร็ว (4) เสียงความถี่ต่ำ จังหวะช้า (5) เสียงความถี่ต่ำ จังหวะปานกลาง (6) เสียงความถี่ต่ำ จังหวะเร็ว และ (7) ไม่มีเสียงประกอบ แต่การวิธีการเก็บข้อมูลและลักษณะของเสียงประกอบจะแตกต่างกันโดยการทดลองที่ 1 จะใช้การประเมินเวลาและมีลักษณะเสียงที่สังเคราะห์ด้วยคลื่นรูปไซน์ แต่การทดลองที่ 2 จะใช้วิธีการเปรียบเทียบและเสียงจะเป็นเสียงเพลงที่มีทำนองโดยใช้เสียงกล่องดนตรี ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลจะวิเคราะห์ตามขั้นตอนที่ได้อธิบายไปก่อนหน้านี้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1. ความนำ

บทนี้จะกล่าวถึงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการเก็บข้อมูลจากทั้ง 2 การทดลอง ทั้งการที่ให้หน่วยทดลองประเมินเวลาในการทดลองที่ 1 และการใช้วิธีการเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาที่หน่วยทดลองรับรู้ได้ในการทดลองที่ 2 เพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัย อันได้แก่การวิเคราะห์ ผลของความถี่ และจังหวะของดนตรีพื้นหลังต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลา โดยทั้ง 2 การทดลอง ช่วงความถี่ถูกแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงของเสียงต่ำ และช่วงของเสียงสูง สำหรับช่วงจังหวะแบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงจังหวะช้า ช่วงจังหวะความเร็วปานกลาง และช่วงจังหวะเร็ว ทั้งนี้ 2 การทดลองมีสิ่งที่แตกต่างกันคือการใช้เสียงประกอบ โดยการทดลองแรกใช้เสียงที่เกิดจากการนำคลื่นรูปไซน์ทำการสังเคราะห์ขึ้น แต่การทดลองที่ 2 จะใช้เสียงของกล่องดนตรีซึ่งมีทำนองประกอบ ขณะที่แถบแสดงความก้าวหน้าทำงาน นอกเหนือจากนั้น ระยะเวลาในการรอคอย วิธีการรวบรวมข้อมูล ยังแตกต่างกันซึ่งได้อธิบายไว้ก่อนหน้านี้แล้ว

ในบทนี้จะแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือการวิเคราะห์ในส่วนการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2 ซึ่งจะวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic) การตรวจสอบการแจกแจงข้อมูล และผลการทดสอบสมมติฐานด้วยหลักสถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistic)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2. การทดลองที่ 1

4.2.1. ลักษณะทางประชากรของหน่วยทดลอง

การเก็บข้อมูลในการทดลองที่ 1 กระทำในห้องปฏิบัติการของศูนย์คอมพิวเตอร์ โดยเป็นนิสิตระดับปริญญาตรีคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 63 คน เข้าร่วมการทดลอง โดยมีหน่วยทดลองเพียง 1 รายเท่านั้น ที่มีโรคประจำตัวคือสมาธิสั้นจึงจำเป็นต้องนำข้อมูลที่เก็บจากหน่วยทดลองรายนี้ออกไป ดังนั้นจึงเหลือหน่วยทดลอง 62 คน ทั้งนี้ตารางที่ 4.1 ได้แสดงข้อมูลส่วนบุคคลของหน่วยทดลองทั้งหมด จำแนกตามเพศ อายุ ประเภทสายตา ประเภทของการได้ยิน พบว่าหน่วยทดลองเป็นเพศชายและเพศหญิงคิดเป็นร้อยละ 45.16 และ 54.84 ตามลำดับ ส่วนการจำแนกตามอายุพบว่าหน่วยทดลองอายุต่ำกว่า 20 ปี และอายุ 20 ปีขึ้นคิดเป็นร้อยละ 88.17 และ 11.29 ตามลำดับ โดยการจำแนกตามประเภทสายตา พบว่าหน่วยทดลองอยู่ในกลุ่มสายตาปกติ

มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 37.10 รองลงมาคือ กลุ่มสายตาสั้น สายตาสั้นเอียง และสายตาเอียง คิดเป็นร้อยละ 37.10, 35.48, 25.81, 1.61 ตามลำดับ และการจำแนกตามประเภทของการได้ยินพบว่าหน่วยทดลองทั้ง 62 คนมีความสามารถในการได้ยินเสียงเป็นปกติ

ตาราง 4.1 ข้อมูลส่วนบุคคลของหน่วยทดลองในการทดลองที่ 1 จำนวนทั้งสิ้น 62 คน

คุณสมบัติ		จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ	ชาย	28	45.16
	หญิง	34	54.84
อายุ	ต่ำกว่า 20 ปี	55	88.71
	อายุ 20 ปีขึ้นไป	7	11.29
ประเภทสายตา	สายตาปกติ	23	37.10
	สายตาสั้น	22	35.48
	สายตาสั้นเอียง	16	25.81
	สายตาเอียง	1	1.61
ประเภทของการได้ยิน	ได้ยินเสียงปกติ	62	100.00

4.2.2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ (Laboratory) เพื่อตอบวัตถุประสงค์ตามที่ได้กล่าวไปข้างต้น ซึ่งทำการเก็บข้อมูลโดยการออกแบบเว็บไซต์โดยให้หน่วยทดลองการประเมินเวลาขณะรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าที่กำลังทำงานพร้อมมีเสียงประกอบขณะรอคอย โดยมีการนำข้อมูลจากหน่วยทดลองทั้งหมดจำนวน 62 คนมาศึกษา ทั้งนี้หลังจากนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาวิเคราะห์แล้ว ผู้วิจัยได้นำเสนอในรูปแบบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด ค่ามัธยฐาน และค่าสูงสุดตามตารางที่ 4.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

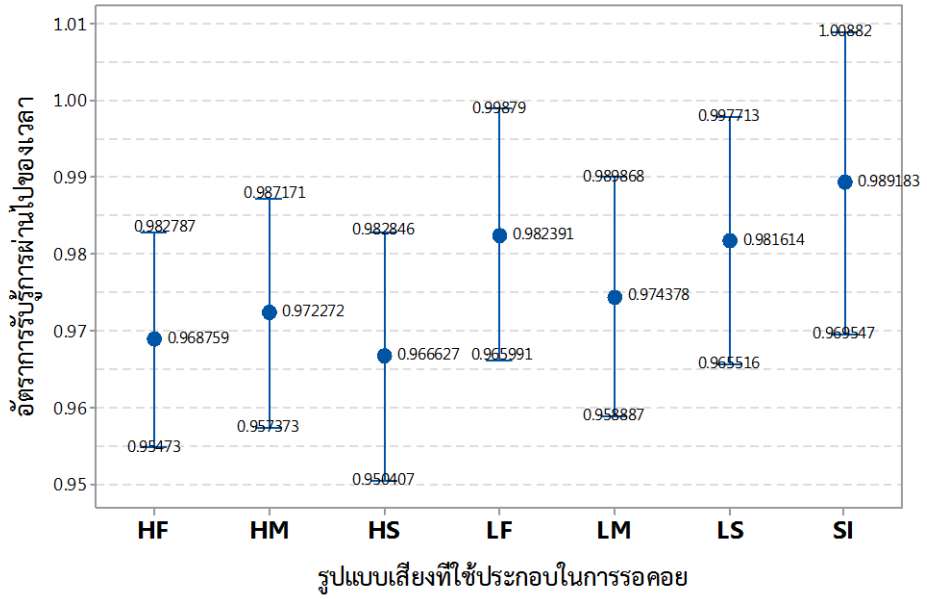
ตาราง 4.2 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยของการรับรู้การผ่านไปของเวลา เมื่อหน่วยทดลองมีจำนวน 62 คน

ประเภทของแถบแสดงความก้าวหน้า	อัตราการรับรู้การผ่านไปของเวลา				
	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าต่ำสุด	ค่ามัธยฐาน	ค่าสูงสุด
เสียงความถี่สูง จังหวะเร็ว	0.96876	0.05524	0.85000	0.96154	1.10714
เสียงความถี่สูง จังหวะปานกลาง	0.97227	0.05867	0.85000	0.96362	1.14286

ประเภทของแถบแสดงความก้าวหน้า	อัตราการรับรู้การผ่านไปของเวลา				
	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าต่ำสุด	ค่ามัธยฐาน	ค่าสูงสุด
เสียงความถี่สูง จังหวะช้า	0.96663	0.06387	0.85000	0.96154	1.13043
เสียงความถี่ต่ำ จังหวะเร็ว	0.98239	0.06458	0.86364	1.00000	1.13043
เสียงความถี่ต่ำ จังหวะปานกลาง	0.97438	0.06100	0.85714	0.96296	1.10714
เสียงความถี่ต่ำ จังหวะช้า	0.98161	0.06339	0.88889	0.96548	1.13043
ไม่มีเสียงประกอบ	0.98918	0.07732	0.85000	0.96481	1.15000

4.2.3. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแถบแสดงความก้าวหน้าทั้ง 7 รูปแบบ

จากภาพที่ 4.1 แสดงอัตราการรับรู้การผ่านไปของเวลาตามแถบแสดงความก้าวหน้าซึ่งมีเสียงประกอบแตกต่างกันทั้ง 7 รูปแบบ พบว่าในกลุ่มของแถบแสดงความก้าวหน้าซึ่งไม่ได้ใช้เสียงประกอบขณะรอคอยทำให้หน่วยทดลองรู้สึกว่ารอคอยยาวนานที่สุด และพบว่าหน่วยทดลองรู้สึกว่าเวลาผ่านไปไว ซึ่งหมายถึงหน่วยทดลองรู้สึกว่าเวลาผ่านไปรวดเร็วที่สุดเมื่อรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าซึ่งใช้เสียงประกอบเป็นเสียงที่มีลักษณะความถี่สูงจังหวะช้า



ภาพที่ 4.1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการรับรู้การผ่านไปของเวลาของแถบแสดงความก้าวหน้าทั้ง 7 รูปแบบ

4.2.4. การตรวจสอบการแจกแจงข้อมูล

ผู้วิจัยได้ตรวจสอบการแจกแจงข้อมูล โดยถ้าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ ผู้วิจัยจึงสามารถทดสอบสมมติฐานแบบอิงพารามิเตอร์ (Parametric Test) แต่ถ้าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ จะทดสอบสมมติฐานด้วยวิธีการแบบไม่อิงพารามิเตอร์ (Non Parametric test) ทั้งนี้ตัวแปรที่นำมาตรวจสอบการแจกแจง คือ (1) การรับรู้การผ่านไปของเวลา เพื่อทดสอบว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ จำแนกตามแต่ละกลุ่มของแถบแสดงความก้าวหน้า ซึ่งมีรายละเอียดตามตารางที่ 4.3

ตาราง 4.3 การแสดงค่าสถิติทดสอบการแจกแจงแบบปกติ (Normality Test) ของการรับรู้การผ่านไปของเวลา จำแนกตามรูปแบบแถบแสดงความก้าวหน้า

ประเภทของแถบแสดงความก้าวหน้า	Anderson – Darling		
	N	AD	P-Value
เสียงความถี่สูง จังหวะเร็ว	62	2.150	<0.005*
เสียงความถี่สูง จังหวะปานกลาง	62	1.656	<0.005*
เสียงความถี่สูง จังหวะช้า	62	0.926	0.018
เสียงความถี่ต่ำ จังหวะเร็ว	62	0.779	0.041
เสียงความถี่ต่ำ จังหวะปานกลาง	62	0.902	0.020
เสียงความถี่ต่ำ จังหวะช้า	62	1.085	0.007
ไม่มีเสียงประกอบ	62	1.488	<0.005*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลการทดสอบในตารางที่ 4.3 พบว่าค่า P-Value มีค่าน้อยกว่า 0.05 ในทุกกลุ่ม จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก H_0 และยอมรับสมมติฐานรอง H_1 แสดงว่าข้อมูลตามที่ได้ทดสอบนี้ ไม่ได้มีการกระจายแบบปกติ ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องใช้วิธีการทดสอบสมมติฐานแบบไม่อิงกับพารามิเตอร์ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้การวิธีการทดสอบของแมนวิทนีย์ (Mann-Whitney Test) ซึ่งใช้สำหรับการทดสอบความแตกต่างของลักษณะของข้อมูลจำนวน 2 กลุ่ม (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2553)

4.2.5. การเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อช่วงความถี่ของเสียงประกอบการรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าแตกต่างกันโดยใช้การประเมินเวลา

การตรวจสอบการแจกแจงของการรับรู้การผ่านไปของเวลาที่หน่วยทดลองรับรู้ได้ขณะประเมินระยะเวลาที่ต้องรอคอยของแถบแสดงความก้าวหน้าทั้ง 7 รูปแบบนั้น ข้อมูลไม่มีการแจกแจง

แบบปกติ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกการทดสอบสมมติฐานแบบไม่อิงกับพารามิเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Minitab ในการทดสอบด้วยวิธี แมนวิทนีย์เพื่อตอบสมมติฐานทางสถิติในเรื่องของความถี่ที่ว่า

H_0 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาไม่แตกต่างกันเมื่อความถี่ของเสียงดนตรีพื้นหลังแตกต่างกัน

H_1 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาแตกต่างกันเมื่อความถี่ของเสียงดนตรีพื้นหลังแตกต่างกัน

เมื่อทำการเปรียบเทียบเฉพาะกลุ่มเพื่อพิจารณาว่าเมื่อความถี่ของเสียงแตกต่างกันโดยให้จังหวะเท่ากันนั้น หน่วยทดลองจะรับรู้ถึงการผ่านไปของเวลาที่แตกต่างกันไปได้หรือไม่เพื่อตอบสมมติฐานข้างต้น จากตารางที่ 4.4 พบว่าการเปรียบเทียบทั้ง 3 คู่ มีค่าสถิติแมนวิทนีย์ที่โปรแกรมคำนวณได้ W-Value คู่ที่ 1 ถึง 3 คือ 3655.5, 3846.5 และ 3648.0 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาผลของสถิติพบว่า P-Value ทั้ง 3 คู่มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญคือ 0.05 ดังนั้น จึงยอมรับสมมติฐาน H_0 นั้นหมายความว่า การรับรู้การผ่านไปของเวลาไม่แตกต่างกันเมื่อความถี่ของเสียงดนตรีพื้นหลังแตกต่างกัน โดยรายละเอียดแสดงในตารางที่ 4.4

ตาราง 4.4 สถิติทดสอบการรับรู้การผ่านไปของเวลาด้วยวิธีของแมนวิทนีย์ เมื่อความถี่ของเสียงประกอบการรอคอยแตกต่างกัน

ประเภทของแถบแสดงความก้าวหน้า	W-Value	P-Value
เสียงความถี่สูง จังหวะเร็ว กับ เสียงความถี่ต่ำ จังหวะช้า	3655.5	0.2728
เสียงความถี่สูง จังหวะปานกลาง กับเสียงความถี่ต่ำ จังหวะปานกลาง	3846.5	0.8886
เสียงความถี่สูง จังหวะช้า กับ เสียงความถี่ต่ำ จังหวะช้า	3648.0	0.2565

ดังนั้นการรับรู้ของการผ่านไปของเวลาไม่แตกต่างกันเมื่อความถี่ของเสียงดนตรีพื้นหลังแตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงไม่ต้องทดสอบสมมติฐานที่เตรียมไว้สำหรับกรณีที่ผลการทดสอบทางสถิติปฏิเสธสมมติฐานหลัก โดยสมมติฐานรองเป็นจริง คือการรับรู้การผ่านไปของเวลาแตกต่างกันเมื่อความถี่ของเสียงดนตรีพื้นหลังแตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.2.6. การเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อช่วงจังหวะของเสียงประกอบการรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าแตกต่างกันโดยใช้การประเมินเวลา

การตรวจสอบการแจกแจงข้อมูลของการรับรู้การผ่านไปของเวลาของหน่วยทดลองที่รับรู้ได้ในกลุ่มของแถบแสดงความก้าวหน้าเพื่อที่จะใช้วิธีการเปรียบเทียบจังหวะในกลุ่มเสียงประกอบที่มีความถี่ต่ำพบว่าข้อมูลทั้งหมดไม่มีการแจกแจงแบบปกติ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกการทดสอบสมมติฐานแบบไม่อิงกับพารามิเตอร์ และใช้วิธีการทดสอบด้วยวิธีการของแมนวิทนีย์เช่นเดียวกัน เพื่อตอบสมมติฐานทางสถิติในเรื่องของความถี่ ดังต่อไปนี้

H_0 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาไม่แตกต่างกันเมื่อจังหวะของเสียงดนตรีพื้นหลังแตกต่างกัน

H_1 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาแตกต่างกันเมื่อจังหวะของเสียงดนตรีพื้นหลังแตกต่างกัน

การทดสอบสมมติฐานเพื่อดูว่าการรับรู้การผ่านไปของเวลาของหน่วยทดลองที่รับรู้ได้เมื่อจังหวะของเสียงประกอบการรอคอยแตกต่างกันนั้นสามารถแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติออกได้เป็น 2 ส่วน ซึ่งจะนำเสนอผลการทดสอบดังต่อไปนี้

1. ผลของช่วงจังหวะของเสียงประกอบการรอคอยเมื่อช่วงความถี่ต่ำ ต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางที่ 4.5 พบว่าจากการเปรียบเทียบทั้ง 3 คู่เพื่อพิจารณาว่าหน่วยทดลองจะรับรู้ถึงการผ่านไปของเวลาแตกต่างกันหรือไม่เมื่อใช้เสียงประกอบการรอคอยที่มีจังหวะแตกต่างกันแต่มีความถี่เท่ากัน พบว่าทั้ง 3 คู่มีค่าสถิติแมนวิทนีย์ W-Value คู่ที่ 1 ถึง 3 คือ 3988.5, 3899.5 และ 3787.0 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาผลของสถิติพบว่า P-Value ทั้ง 3 คู่มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ ซึ่งหมายความได้ว่าในกลุ่มของเสียงความถี่ต่ำ จังหวะไม่มีผลต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลา

ตาราง 4.5 สถิติทดสอบการรับรู้การผ่านไปของเวลาด้วยวิธีของแมนวิทนีย์ เมื่อจังหวะของเสียงประกอบการรอคอยแตกต่างกันในกลุ่มของเสียงต่ำ

ประเภทของแถบแสดงความก้าวหน้า	W-Value	P-Value
เสียงความถี่ต่ำ จังหวะเร็ว กับ เสียงความถี่ต่ำ จังหวะปานกลาง	3988.5	0.5711
เสียงความถี่ต่ำ จังหวะเร็ว กับ เสียงความถี่ต่ำ จังหวะช้า	3899.5	0.9060

ประเภทของแถบแสดงความก้าวหน้า	W-Value	P-Value
เสียงความถี่ต่ำ จังหวะปานกลาง กับ เสียงความถี่ต่ำ จังหวะช้า	3787.0	0.6612

2. ผลของช่วงจังหวะของเสียงประกอบการรอคอยเมื่อช่วงความถี่สูง ต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลา

จากตารางที่ 4.6 พบว่าเมื่อทำการเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาที่หน่วยทดลองรับรู้ได้เมื่อฟังเสียงประกอบการรอคอยที่เสียงมีลักษณะความถี่สูง แต่มีจังหวะที่แตกต่างกัน พบว่าทั้ง 3 คู่ในกลุ่มของเสียงสูง มีค่าสถิติแมนวิทนีย์ W-Value คู่ที่ 1 ถึง 3 คือ 3832.5, 4002.0 และ 4000.0 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาผลของสถิติพบว่า P-Value ทั้ง 3 คู่มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญคือ 0.05 ดังนั้นหมายความได้ว่าในกลุ่มของเสียงความถี่สูงนั้น จังหวะไม่มีผลต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลา

ตาราง 4.6 สถิติทดสอบการรับรู้การผ่านไปของเวลาด้วยวิธีของแมนวิทนีย์ เมื่อจังหวะของเสียงประกอบการรอคอยแตกต่างกันในกลุ่มของเสียงสูง

ประเภทของแถบแสดงความก้าวหน้า	W-Value	P-Value
เสียงความถี่สูง จังหวะเร็ว กับ เสียงความถี่สูง จังหวะปานกลาง	3832.5	0.8335
เสียงความถี่สูง จังหวะเร็ว กับ เสียงความถี่สูง จังหวะช้า	4002.0	0.5269
เสียงความถี่สูง จังหวะปานกลาง กับ เสียงความถี่สูง จังหวะช้า	4000.0	0.5332

จากตารางที่ 4.5 และ 4.6 สามารถสรุปได้ว่าทั้งในกลุ่มเสียงต่ำและเสียงสูงจังหวะไม่มีผลต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลาที่หน่วยทดลองจะรับรู้ได้ ซึ่ง P-Value ของทุกคู่มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญคือ 0.05 ดังนั้น จึงยอมรับสมมติฐาน H_0 นั้นหมายความว่าการรับรู้การผ่านไปของเวลาไม่แตกต่างกันเมื่อจังหวะของเสียงดนตรีพื้นหลังแตกต่างกัน

ทั้งนี้เมื่อการรับรู้ของการรับรู้การผ่านไปของเวลาไม่แตกต่างกันเมื่อจังหวะของเสียงดนตรีพื้นหลังแตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงไม่ต้องทดสอบสมมติฐานที่เตรียมไว้สำหรับกรณีที่ผลการทดสอบทางสถิติปฏิเสธสมมติฐานหลัก คือการรับรู้การผ่านไปของเวลาแตกต่างกันเมื่อจังหวะของเสียงดนตรีพื้นหลังแตกต่างกัน

4.2.7. การเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อใช้เสียงประกอบและไม่ใช้เสียงประกอบการรอคอยโดยใช้การประเมินเวลา

การตรวจสอบการแจกแจงความถี่ของการรับรู้การผ่านไปของเวลาของแถบแสดงความก้าวหน้าทั้ง 7 รูปแบบนั้น ซึ่งมีทั้งการใช้เสียงประกอบ และไม่มีการใช้เสียงประกอบพบว่าไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ เพื่อทดสอบสมติฐานทางสถิติว่า การใช้เสียงประกอบการรอคอยกับการไม่ใช้เสียงจะให้การรับรู้ถึงการผ่านไปของเวลาแตกต่างกันหรือไม่ ด้วยลักษณะข้อมูลจึงเลือกใช้วิธีการทดสอบด้วยวิธีการของแมนวิทนีย์ เช่นเดียวกันเพื่อตอบสมมติฐานทางสถิติ ดังนี้

H_0 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาไม่แตกต่างกันเมื่อใช้เสียงเพลงประกอบแตกต่างกัน

H_1 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาแตกต่างกันเมื่อใช้เสียงเพลงประกอบแตกต่างกัน

การทดสอบสมมติฐานเพื่อดูว่าการรับรู้การผ่านไปของเวลาของหน่วยทดลองที่รับรู้ได้เมื่อใช้เสียงประกอบและไม่ใช้เสียงประกอบการรอคอยนั้นสามารถแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติออกได้เป็น 2 ส่วนด้วยกัน ซึ่งจะนำเสนอดังต่อไปนี้

1. ผลของการใช้เสียงประกอบที่มีช่วงความถี่ต่ำกับการไม่ใช้เสียงประกอบ ต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางที่ 4.7 พบว่าจาการเปรียบเทียบทั้ง 3 คู่เพื่อพิจารณาว่าหน่วยทดลองจะรับรู้ถึงการผ่านไปของเวลาแตกต่างกันหรือไม่เมื่อไม่ใช้เสียงประกอบกับการใช้เสียงต่ำประกอบการรอคอย พบว่าทั้ง 3 คู่ มีค่าสถิติแมนวิทนีย์ W-Value คู่ที่ 1 ถึง 3 คือ 3824.5, 3726.5 และ 3787.0 ตามลำดับเมื่อพิจารณาผลของสถิติพบว่า P-Value ทั้ง 3 คู่มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ ซึ่งหมายความได้ว่าในกลุ่มของเสียงความถี่ต่ำ จังหวะไม่มีผลต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลาแตกต่างกับการไม่ใช้เสียงประกอบ

ตาราง 4.7 สถิติทดสอบการรับรู้การผ่านไปของเวลาด้วยวิธีของแมนวิทนีย์ เมื่อไม่ใช้เสียงประกอบกับการใช้เสียงต่ำประกอบการรอคอย

ประเภทของแถบแสดงความก้าวหน้า	W-Value	P-Value
เสียงความถี่ต่ำ จังหวะเร็ว กับ ไม่มีเสียงประกอบ	3824.5	0.8022

ประเภทของแถบแสดงความก้าวหน้า	W-Value	P-Value
เสียงความถี่ต่ำ จังหวะปานกลาง กับ ไม่มีเสียงประกอบ	3726.5	0.4592
เสียงความถี่ต่ำ จังหวะช้า กับ ไม่มีเสียงประกอบ	3787.0	0.6613

2. ผลของการใช้เสียงประกอบที่มีช่วงความถี่สูงกับการไม่ใช้เสียงประกอบ ต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลา

จากตารางที่ 4.8 พบว่าเมื่อทำการเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาที่หน่วยทดลองรับรู้ได้เมื่อไม่ใช้เสียงประกอบกับการใช้เสียงสูงประกอบโดยมีจังหวะที่แตกต่างกันนั้น พบว่าทั้ง 3 คู่ในกลุ่มของเสียงสูง ทั้งหมดมีค่าสถิติแมนวิทนีย์ W-Value คู่ที่ 1 ถึง 3 คือ 3711.0, 3737.0 และ 3601.5 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาผลของสถิติพบว่า P-Value ทั้ง 3 คู่มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญคือ 0.05 ดังนั้น หมายความได้ว่าในกลุ่มของเสียงความถี่สูงนั้น จังหวะไม่มีผลต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลา

ตาราง 4.8 สถิติทดสอบการรับรู้การผ่านไปของเวลาด้วยวิธีของแมนวิทนีย์ เมื่อไม่ใช้เสียงประกอบกับการใช้เสียงสูงประกอบการรอคอย

ประเภทของแถบแสดงความก้าวหน้า	W-Value	P-Value
เสียงความถี่สูง จังหวะเร็ว กับ ไม่มีเสียงประกอบ	3711.0	0.4134
เสียงความถี่สูง จังหวะปานกลาง กับ ไม่มีเสียงประกอบ	3737.0	0.4915
เสียงความถี่สูง จังหวะช้า กับ ไม่มีเสียงประกอบ	3601.5	0.1721

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 4.7 และ 4.8 สามารถสรุปได้ว่าไม่ว่าจะเป็นเสียงความถี่ต่ำหรือความถี่สูงและช่วงของจังหวะที่มีระดับ เร็ว ปานกลาง หรือช้าเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใช้เสียงใดๆ เลย การใช้เสียงประกอบการรอคอยไม่มีผลการต่อการรับรู้ต่อการผ่านไปของเวลาที่หน่วยทดลองจะรับรู้ได้ ซึ่ง P-Value ของทุกคู่มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญคือ 0.05 ดังนั้น จึงยอมรับสมมติฐาน H_0 นั้นหมายความว่าการรับรู้การผ่านไปของเวลาไม่แตกต่างกันเมื่อใช้เสียงเพลงประกอบแตกต่างกัน

ดังนั้นการรับรู้ของการรับรู้การผ่านไปของเวลาไม่แตกต่างกันเมื่อใช้เสียงประกอบและไม่ใช้เสียงประกอบการรอคอย ผู้วิจัยจึงไม่ต้องทดสอบสมมติฐานที่เตรียมไว้สำหรับกรณีที่ผลการทดสอบทางสถิติปฏิเสธสมมติฐานหลัก

4.2.8. สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน

ผลการทดสอบสมมติฐานของงานวิจัย หรือผลของความถี่หรือจังหวะของดนตรีพื้นหลังต่อการรับรู้ถึงการผ่านไปของเวลา จากที่ได้กล่าวในหัวข้อ 4.2.5-4.2.7 สามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 4.9

ตาราง 4.9 สรุปผลการทดสอบสมมติฐานของการทดลองที่ 1

สมมติฐาน	ผลการทดสอบ
1. การเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อช่วงความถี่ของเสียงประกอบการรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าแตกต่างกันโดยใช้การประเมินเวลา	
1.1. H_0 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาไม่แตกต่างกันเมื่อความถี่ของเสียงดนตรีพื้นหลังแตกต่างกัน	ยอมรับสมมติฐาน
1.2 H_1 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาแตกต่างกันเมื่อความถี่ของเสียงดนตรีพื้นหลังแตกต่างกัน	ปฏิเสธสมมติฐาน
2. การเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อช่วงจังหวะของเสียงประกอบการรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าแตกต่างกันโดยใช้การประเมินเวลา	
2.1. H_0 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาไม่แตกต่างกันเมื่อจังหวะของเสียงดนตรีพื้นหลังแตกต่างกัน	ยอมรับสมมติฐาน
2.2. H_1 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาแตกต่างกันเมื่อจังหวะของเสียงดนตรีพื้นหลังแตกต่างกัน	ปฏิเสธสมมติฐาน
3. การเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อใช้เสียงประกอบและไม่ใช้เสียงประกอบการรอคอยโดยใช้การประเมินเวลา	
3.1. H_0 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาไม่แตกต่างกันเมื่อใช้เสียงเพลงประกอบแตกต่างกัน	ยอมรับสมมติฐาน
3.2. H_1 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาแตกต่างกันเมื่อใช้เสียงเพลงประกอบแตกต่างกัน	ปฏิเสธสมมติฐาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3. **การทดลองที่ 2**

4.3.1. ลักษณะทางประชากรของหน่วยทดลอง

สำหรับการทดลองที่ 2 ได้ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการของศูนย์คอมพิวเตอร์ โดยหน่วยทดลองเป็นนิสิตระดับปริญญาตรี คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เช่นเดียวกับการทดลองแรก การทดลองที่ 2 นี้มีผู้เข้าร่วมการทดลอง จำนวน 43 คน ทั้งนี้ ตารางที่ 4.10 ได้แสดงข้อมูลส่วนบุคคลของหน่วยทดลองทั้งหมด จำแนกตามเพศ อายุ ประเภทสายตา ประเภทของการได้ยินและประสบการณ์ในการได้ยินทำนองเพลงที่ใช้ในการทดลอง พบว่าหน่วยทดลองเป็นเพศชายและเพศหญิงคิดเป็นร้อยละ 41.86 และ 58.15 ตามลำดับ ส่วนการจำแนกตามอายุพบว่าหน่วยทดลองมีอายุระหว่าง 18-23 ปี โดยการจำแนกประเภทสายตา พบว่าหน่วยทดลองอยู่ในกลุ่มสายตาสั้นมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 34.88 รองลงมาคือ สายตาปกติ สายตาสั้นเอียง สายตาเอียง คิดเป็นร้อยละ 32.56, 27.91 และ 4.65 ตามลำดับ ซึ่งหากมองตามประเภทของการได้พบว่าหน่วยทดลองทั้ง 62 คนมีความสามารถในการได้ยินเสียงเป็นปกติ และในการทดลองนี้มีการเก็บรวมรวบประสบการณ์ในการได้ยินทำนองของเสียงเพลงปรากฏว่าหน่วยทดลองทั้ง 43 คน มีประสบการณ์ในการได้ยินทำนองเพลงร้อยละ 65.12 และไม่มีประสบการณ์ในการได้ยินทำนองเพลงมาก่อน ร้อยละ 34.88 โดยประสบการณ์คิดจากหน่วยทดลองคุ้นเคยหรือรู้จักทำนองเพลงอย่างน้อย 1 เพลงจากเพลงที่ใช้ประกอบการรอคอยในการทดลองทั้งหมด

ตาราง 4.10 ข้อมูลส่วนบุคคลของหน่วยทดลองในการทดลองที่ 2 จำนวนทั้งสิ้น 43 คน

คุณสมบัติ		จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ	ชาย	18	41.86
	หญิง	25	58.14
อายุ	อายุ 18-25 ปี	43	100.00
ประเภทสายตา	สายตาปกติ	14	32.56
	สายตาสั้น	15	34.88
	สายตาสั้นเอียง	12	27.91
	สายตาเอียง	2	4.65
ประเภทของการได้ยิน	ได้ยินเสียงปกติ	43	100.00
ประสบการณ์ในการได้ยินทำนองเพลง	มีประสบการณ์	28	65.12
	ไม่มีประสบการณ์	15	34.88

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3.2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา

การทดลองที่ 2 เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการ (Laboratory) เช่นเดียวกับการทดลองแรกทั้งนี้เพื่อตอบวัตถุประสงค์ตามที่ได้กล่าวไปในบทที่ 1 การทดลองที่ 2 ได้ทำการเก็บข้อมูลโดยการออกแบบเว็บไซต์โดยให้หน่วยทดลองทำการเปรียบเทียบการผ่านไปของเวลาที่หน่วยทดลองรับรู้ได้ โดยมีการเก็บข้อมูลจากหน่วยทดลองทั้งหมด 43 คน โดยหน่วยทดลองแต่ละคนต้องทำการเปรียบเทียบแถบแสดงความก้าวหน้าจำนวน 21 คู่ ซึ่งจะมีการสลับลำดับการแสดงและการสุ่มข้อขึ้นมาให้หน่วยทดลองได้ทำการทดสอบ ทั้งนี้คำตอบที่หน่วยทดลองเลือกตอบแสดงให้เห็นในตารางที่ 4.11

ตาราง 4.11 ผลการเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาทุกเงื่อนไขในการทดลองที่ 2

ลำดับ	ประเภทของแถบแสดงความก้าวหน้า	N	ผลการเปรียบเทียบของหน่วยทดลอง		
			ลำดับหลังเร็วเร็วกว่า	เร็วเท่ากัน	ลำดับแรกเร็วกว่า
1	เสียงความถี่สูง จังหวะเร็ว กับ เสียงความถี่สูง จังหวะปานกลาง	43	12	13	18
2	เสียงความถี่สูง จังหวะเร็ว กับ เสียงความถี่สูง จังหวะช้า	43	10	13	20
3	เสียงความถี่สูง จังหวะเร็ว กับ เสียงความถี่ต่ำ จังหวะเร็ว	43	22	7	14
4	เสียงความถี่สูง จังหวะเร็ว กับ เสียงความถี่ต่ำ จังหวะปานกลาง	43	20	7	16
5	เสียงความถี่สูง จังหวะเร็ว กับ เสียงความถี่ต่ำ จังหวะช้า	43	11	5	27
6	เสียงความถี่สูง จังหวะเร็ว กับ ไม่มีเสียงประกอบ	43	10	10	23
7	เสียงความถี่สูง จังหวะปานกลาง กับ เสียงความถี่สูง จังหวะช้า	43	14	7	22
8	เสียงความถี่สูง จังหวะปานกลาง กับ เสียงความถี่ต่ำ จังหวะเร็ว	43	20	10	13

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลำดับ	ประเภทของแถบแสดงความก้าวหน้า	N	ผลการเปรียบเทียบของหน่วยทดลอง		
			ลำดับหลังเร็วเร็วกว่า	เร็วเท่ากัน	ลำดับแรกเร็วกว่า
10	เสียงความถี่สูง จังหวะปานกลาง กับ เสียงความถี่ต่ำ จังหวะช้า	43	10	12	21
11	เสียงความถี่สูง จังหวะปานกลาง กับ ไม่มีเสียงประกอบ	43	12	8	23
12	เสียงความถี่สูง จังหวะช้า กับ เสียงความถี่ต่ำ จังหวะเร็ว	43	19	12	12
13	เสียงความถี่สูง จังหวะช้า กับ เสียงความถี่ต่ำ จังหวะปานกลาง	43	28	7	8
14	เสียงความถี่สูง จังหวะช้า กับ เสียงความถี่ต่ำ จังหวะช้า	43	20	15	8
15	เสียงความถี่สูง จังหวะช้า กับ ไม่มีเสียงประกอบ	43	10	10	23
16	เสียงความถี่ต่ำ จังหวะเร็ว กับ เสียงความถี่ต่ำ จังหวะปานกลาง	43	19	10	14
17	เสียงความถี่ต่ำ จังหวะเร็ว กับ เสียงความถี่ต่ำ จังหวะช้า	43	13	5	25
18	เสียงความถี่ต่ำ จังหวะเร็ว กับ ไม่มีเสียงประกอบ	43	9	10	24
19	เสียงความถี่ต่ำ จังหวะปานกลาง กับ เสียงความถี่ต่ำ จังหวะช้า	43	12	6	25
20	เสียงความถี่ต่ำ จังหวะปานกลาง กับ ไม่มีเสียงประกอบ	43	10	6	27
21	เสียงความถี่ต่ำ จังหวะช้า กับ ไม่มีเสียงประกอบ	43	10	9	24

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อย่างไรก็ตามเพื่อดูผลของช่วงความถี่และช่วงจังหวะของดนตรีพื้นหลังต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลานั้นข้อมูลในตารางที่ 4.11 จะถูกนำไปจัดกลุ่มให้สามารถวิเคราะห์ผลอันจะช่วยตอบ

สมมติฐานในการทดลองที่ตั้งเอาไว้เพื่อดูผลระหว่างตัวแปรต้น คือ (1) ช่วงความถี่ของเสียงและ (2) ช่วงจังหวะต่อตัวแปรตามคือการรับรู้การผ่านไปของเวลาได้ โดยจะนำเสนอในลำดับถัดไป

4.3.3. การเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อช่วงความถี่ของเสียงประกอบการรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าแตกต่างกันโดยใช้การเปรียบเทียบเวลาที่รับรู้ได้

การทดลองที่ 2 นี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบการทดลองและรวบรวมข้อมูลให้เหมาะสมกับการใช้สถิติทดสอบคือ Sign Test ซึ่งเป็นการทดสอบสมมติฐานแบบไม่อิงกับพารามิเตอร์ โดยผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรม Minitab ในการวิเคราะห์ข้อมูลเช่นเดียวกับการทดลองแรก เพื่อทดสอบสมมติฐานทางสถิติเกี่ยวกับผลของช่วงของความถี่ ดังนี้

H_0 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาไม่แตกต่างกันเมื่อความถี่ของเสียงดนตรีพื้นหลังแตกต่างกัน

H_1 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาแตกต่างกันเมื่อความถี่ของเสียงดนตรีพื้นหลังแตกต่างกัน

การทดลองที่ 2 อย่างที่ทราบกันว่าใช้วิธีการเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาของหน่วยทดลองขณะที่หน่วยทดลองรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าซึ่งมีเสียงประกอบเป็นเสียงกล่องดนตรีจนการทำงานของแถบแสดงความก้าวหน้าเสร็จสิ้นนั้น เมื่อเราพิจารณาถึงผลของช่วงความถี่ที่แตกต่างในช่วงจังหวะเดียวกันจะสามารถทำให้หน่วยทดลองรับรู้การผ่านไปของเวลาแตกต่างได้หรือไม่ ผลการวิเคราะห์ทำให้ทราบว่า หน่วยทดลองรับรู้ถึงการผ่านไปของเวลาที่แตกต่างกันในช่วงจังหวะช้าโดยรู้สึกว่าเสียงสูงและเสียงต่ำจังหวะช้าให้ความรู้สึกว่าใช้เวลาในการรอคอยที่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (P-Value=0.047) แสดงในตารางที่ 4.12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ดังนั้น จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก H_0 และยอมรับสมมติฐานรอง H_1 เพียงบางส่วน คือ คู่ของเสียงความถี่สูงจังหวะช้าและเสียงความถี่ต่ำจังหวะช้านั้นหมายความว่า การรับรู้การผ่านไปของเวลาจะแตกต่างกันเมื่อใช้เสียงความถี่สูงจังหวะเช้า และเสียงความถี่ต่ำจังหวะช้า โดยการทดสอบสมมติฐานด้วยวิธีการ Sign Test นี้ให้ผล P-Value ทีมีระดับน้อยกว่าระดับนัยสำคัญเฉพาะกลุ่มของจังหวะช้าเท่านั้น นอกจากนั้นคู่อื่นๆ ยอมรับสมมติฐานหลัก H_0 โดยรายละเอียดแสดงตามตารางที่ 4.12

ตาราง 4.12 การเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อช่วงความถี่ของเสียงประกอบการรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าแตกต่างกัน

ประเภทของแถบแสดงความก้าวหน้า	ลำดับหลังเร็วกว่า	เร็วเท่ากัน	ลำดับแรกเร็วกว่า	P-Value	มัธยฐาน
เสียงความถี่สูง จังหวะเร็ว กับ เสียงความถี่ต่ำ จังหวะช้า	22	7	14	0.2430	-1.000
เสียงความถี่สูง จังหวะปานกลาง กับ เสียงความถี่ต่ำ จังหวะปานกลาง	20	10	13	0.2962	0.00000
เสียงความถี่สูง จังหวะช้า กับ เสียงความถี่ต่ำ จังหวะช้า	20	15	8	0.0357*	0.00000

ดังนั้นเมื่อมีการปฏิเสธสมมติฐานหลักและยอมรับสมมติฐานรอง จึงต้องทดสอบสมมติฐานที่เตรียมไว้ เพื่อทำการเปรียบเทียบว่าแตกต่างกันอย่างไรในกลุ่มจังหวะช้า โดยมีสมมติฐานดังนี้

H_0 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อความถี่ของเสียงพื้นหลังสูง ไม่มากกว่าเมื่อความถี่ของเสียงดนตรีพื้นหลังต่ำ

H_1 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อความถี่ของเสียงพื้นหลังสูง มากกว่าเมื่อความถี่ของเสียงดนตรีพื้นหลังต่ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทำการทดสอบสมมติฐานเพิ่มเติมนั้นเลือกใช้สถิติ Sign Test เช่นเดิม แต่ใช้วิธีการทดสอบสมมติฐานทางเดียวแทน จากตารางที่ 4.13 พบว่า หน่วยทดลองจำนวน 43 คน ได้ทำการเปรียบเทียบและให้คำตอบว่า เสียงความถี่ต่ำจังหวะช้าทำให้รู้สึกเร็วกว่าต้องรอคอยเสียงความถี่สูงจังหวะช้า จำนวน 20 คน และรู้สึกว่าทั้งสองเสียงให้ความรู้สึกในการรอคอยนานเท่าๆกัน จำนวน 15 คน เมื่อทำการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ พบว่าค่า P-Value มีค่าเท่ากับ 0.9937 ซึ่งเป็นการยอมรับสมมติฐานหลัก H_0 นั้นหมายความว่า การรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อความถี่ของเสียงพื้นหลังสูง ไม่มากกว่าเมื่อความถี่ของเสียงดนตรีพื้นหลังต่ำ หรือพูดอีกแง่หนึ่งได้ว่าหน่วยทดลองจะรับรู้ถึงการผ่านไปของเวลาเมื่อใช้เสียงประกอบการรอคอยเป็นเสียงความถี่ต่ำ จังหวะช้าน้อยกว่าเสียงความถี่สูงจังหวะช้า

ตาราง 4.13 การทดสอบสมมติฐานเพิ่มเติมโดยเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อช่วงความถี่ของเสียงประกอบการรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าแตกต่างกัน

ประเภทของแถบแสดงความก้าวหน้า	ลำดับหลังเร็วกว่า	เร็วเท่ากัน	ลำดับแรกเร็วกว่า	P-Value	มัธยฐาน
เสียงความถี่สูง จังหวะช้า กับ เสียงความถี่ต่ำ จังหวะช้า	20	15	8	0.9937	0.00000

4.3.4. การเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อช่วงจังหวะของเสียงประกอบการรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าแตกต่างกันโดยใช้การเปรียบเทียบเวลาที่รับรู้ได้

การทดลองที่ 2 ในส่วนการวิเคราะห์ผลของช่วงจังหวะที่แตกต่างกับของเสียงประกอบการรอคอยระหว่างรอแถบแสดงความก้าวหน้าทำงานนั้น ใช้วิธีการเช่นเดียวกับก่อนหน้านี้คือใช้สถิติแบบไม่อิงพารามิเตอร์ โดยใช้ Sign Test ในการวิเคราะห์ข้อมูล ทั้งนี้เพื่อตอบสมมติฐานทางสถิติเกี่ยวกับผลของช่วงของจังหวะว่ามีผลต่อการรับรู้ถึงการผ่านไปของเวลาแตกต่างกันหรือไม่ ดังนี้

H_0 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาไม่แตกต่างกันเมื่อจังหวะของเสียงดนตรีพื้นหลังแตกต่างกัน

H_1 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาแตกต่างกันเมื่อจังหวะของเสียงดนตรีพื้นหลังแตกต่างกัน

การทดสอบสมมติฐานเพื่อดูว่าการรับรู้การผ่านไปของเวลาของหน่วยทดลองที่รับรู้ได้เมื่อจังหวะของเสียงประกอบการรอคอยแตกต่างกันนั้นสามารถแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติออกได้เป็น 2 ส่วน ซึ่งจะนำเสนอผลการทดสอบดังต่อไปนี้

1. ผลของช่วงจังหวะของเสียงประกอบการรอคอยเมื่อช่วงความถี่ต่ำ ต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลา

ข้อมูลที่เก็บมาจากการทดลองที่ 2 โดยการให้หน่วยทดลองเปรียบเทียบแถบแสดงความก้าวหน้านั้น เมื่อนำมาวิเคราะห์ถึงผลของช่วงจังหวะที่แตกต่างกันขณะที่หน่วยทดลองฟังขณะรอคอยการทำงานจนเสร็จสิ้นนั้น ส่งผลให้การรับรู้การผ่านไปของเวลาแตกต่างกันหรือไม่ในกลุ่มของเสียงต่ำ ข้อมูลที่เก็บรวมรวบมาจากหน่วยทดลองที่เข้าร่วมในการทดลองที่ 2 เมื่อนำมาวิเคราะห์ผลพบว่าหน่วยทดลองจะรู้สึกรับรู้ถึงการผ่านไปของเวลาที่แตกต่างกันเมื่อใช้เสียงต่ำจังหวะปานกลางและเสียงต่ำจังหวะช้า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (P-Value= 0.047) ตามตารางที่ 4.14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ดังนั้น จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก H_0 และยอมรับสมมติฐานรอง H_1 เพียงบางส่วน คือ คู่ของเสียงความถี่ต่ำจังหวะปานกลางและเสียงความถี่ต่ำจังหวะช้า หมายความว่าการรับรู้การผ่านไปของเวลาจะแตกต่างกันเมื่อใช้เสียงความถี่สูงจังหวะเช้า และเสียงความถี่ต่ำจังหวะช้าที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 นอกจากนั้นคู่อื่นๆ ยอมรับสมมติฐานหลัก H_0 โดยรายละเอียดแสดงในตารางที่ 4.12

ตาราง 4.14 การเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อจังหวะของเสียงประกอบการรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าแตกต่างกันในกลุ่มช่วงเสียงต่ำ

ประเภทของแถบแสดงความก้าวหน้า	ลำดับหลังเร็วกว่า	เร็วเท่ากัน	ลำดับแรกเร็วกว่า	P-Value	มัธยฐาน
เสียงความถี่ต่ำ จังหวะเร็ว กับ เสียงความถี่ต่ำ จังหวะปานกลาง	19	10	14	0.4869	0.00000
เสียงความถี่ต่ำ จังหวะเร็ว กับ เสียงความถี่ต่ำ จังหวะช้า	13	5	25	0.0730	1.000
เสียงความถี่ต่ำ จังหวะปานกลาง กับ เสียงความถี่ต่ำ จังหวะช้า	12	6	25	0.0470*	1.000

ดังนั้นเมื่อมีการปฏิเสธสมมติฐานหลัก H_0 และยอมรับสมมติฐานรอง H_1 จึงต้องทดสอบสมมติฐานที่เตรียมไว้ เพื่อทำการเปรียบเทียบว่าจังหวะมีความแตกต่างกันอย่างไรในกลุ่มของเสียงต่ำ โดยมีสมมติฐานดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

H_0 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อดนตรีพื้นหลังมีจังหวะเร็วและปานกลาง ไม่น้อยกว่าเสียงดนตรีพื้นหลังที่มีจังหวะช้า เมื่อช่วงความถี่ของเสียงต่ำ

H_1 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อดนตรีพื้นหลังมีจังหวะเร็วและปานกลาง น้อยกว่าเสียงดนตรีพื้นหลังที่มีจังหวะช้า เมื่อช่วงความถี่ของเสียงต่ำ

สำหรับการวิเคราะห์สมมติฐานเพิ่มเติม กรณีที่มีบางคู่ในการเปรียบเทียบให้ผลว่าการรับรู้ถึงการผ่านไปของเวลาแตกต่างกันนั้นใช้เครื่องมือทางสถิติคือ Sign Test เช่นเดียวกันแต่จะเป็นการทดสอบทางเดียว สำหรับคู่ที่จะนำมาทดสอบนั้นคือคู่ระหว่างเสียงต่ำจังหวะปานกลางและเสียงต่ำจังหวะช้า จากตารางที่ 4.15 พบว่า เมื่อหน่วยทดลองทำการเปรียบเทียบแถบแสดงความก้าวหน้าซึ่ง

มีเสียงที่มีลักษณะแตกต่างกันทั้งสองถูกเปิดระหว่างรอคอยนั้น หน่วยทดลองจำนวน 25 คนให้คำตอบว่าเสียงความถี่ต่ำจังหวะปานกลางให้ความรู้สึกว่ารอคอยไวกว่าเสียงความถี่ต่ำจังหวะช้า โดยมีคนที่เลือกให้คำตอบในการเปรียบเทียบข้อนี้ว่าทั้งสองรู้สึกเร็วเท่ากันจำนวน 6 คน ทั้งนี้มีหน่วยร่วมทดสอบจำนวน 43 คน ผลการทดสอบทางสถิติด้วย Sign Test นั้นพบว่าเมื่อทำการทดสอบแบบทางเดียวค่า P-Value มีค่า 0.0235 ซึ่งเป็นการปฏิเสธสมมติฐานหลัก H_0 และยอมรับสมมติฐานรอง H_1 หมายความว่าการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อดนตรีพื้นหลังมีจังหวะเร็วและปานกลาง น้อยกว่าเสียงดนตรีพื้นหลังที่มีจังหวะช้า ดังนั้นหน่วยทดลองจะรู้สึกว่าการรับรู้การผ่านไปของเวลาสำหรับจังหวะปานกลางจะน้อยกว่าจังหวะช้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีรายละเอียดแสดงในตารางที่ 4.15

ตาราง 4.15 การทดสอบสมมติฐานเพิ่มเติมโดยการเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อจังหวะของเสียงประกอบการรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าแตกต่างกันในกลุ่มช่วงเสียงต่ำ

ประเภทของแถบแสดงความก้าวหน้า	ลำดับหลังเร็วกว่า	เร็วเท่ากัน	ลำดับแรกเร็วกว่า	P-Value	มัธยฐาน
เสียงความถี่ต่ำ จังหวะปานกลาง กับ เสียงความถี่ต่ำ จังหวะช้า	12	6	25	0.0235*	1.000

2. ผลของช่วงจังหวะของเสียงประกอบการรอคอยเมื่อช่วงความถี่สูง ต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลที่รวบรวมมาจากหน่วยทดลองที่เข้าร่วมในการทดลองที่ 2 เมื่อนำมาวิเคราะห์การรับรู้การผ่านไปของเวลาจากหน่วยทดลองทั้งหมดในกลุ่มเสียงที่มีความถี่สูง ว่าช่วงจังหวะ คือ จังหวะเร็ว จังหวะปานกลาง และจังหวะช้า ทำให้หน่วยทดลองเกิดความรู้สึกต่อการรับรู้แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไรก็ตามผลการวิเคราะห์พบว่า ในกลุ่มของเสียงสูงนั้นจังหวะที่แตกต่างกันไม่ทำให้หน่วยทดลองรับรู้ถึงเวลาที่ผ่านไปแตกต่างกันออกไป โดยการเปรียบเทียบทุกคู่ค่า P-Value มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติทั้งหมด

ดังนั้น จึงยอมรับสมมติฐานหลัก H_0 ทุกคู่ในกลุ่มของช่วงเสียงสูง นั้นหมายความว่า การรับรู้ถึงการผ่านไปของเวลาไม่ว่าช่วงจังหวะจะมีลักษณะเช่นไรในกลุ่มช่วงความถี่ของเสียงสูงการรับรู้การผ่านไปของเวลาจะไม่แตกต่างกัน โดยรายละเอียดแสดงในตารางที่ 4.16

ตาราง 4.16 การเปรียบเทียบการรับการผ่านไปของเวลาเมื่อจังหวะของเสียงประกอบการรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าแตกต่างกันในกลุ่มช่วงเสียงสูง

ประเภทของแถบแสดงความก้าวหน้า	ลำดับหลังเร็วกว่า	เร็วเท่ากัน	ลำดับแรกเร็วกว่า	P-Value	มัธยฐาน
เสียงความถี่สูง จังหวะเร็ว กับ เสียงความถี่สูง จังหวะปานกลาง	12	13	18	0.3616	0.00000
เสียงความถี่สูง จังหวะเร็ว กับ เสียงความถี่สูง จังหวะช้า	10	13	20	0.0987	0.00000
เสียงความถี่สูง จังหวะปานกลาง กับ เสียงความถี่สูง จังหวะช้า	14	7	22	0.2430	1.000

ดังนั้นการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อเสียงประกอบการรอคอยเป็นช่วงเสียงสูงไม่แตกต่างกันเมื่อจังหวะของเสียงดนตรีพื้นหลังแตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงไม่ต้องทดสอบสมมติฐานที่เตรียมไว้สำหรับกรณีที่การรับรู้ถึงการผ่านไปของเวลาที่หน่วยทดลองรับรู้ได้แตกต่างกัน

4.3.5. การเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อใช้เสียงประกอบและไม่ใช้เสียงประกอบการรอคอยโดยใช้การเปรียบเทียบเวลาที่รับรู้ได้

สำหรับส่วนของการเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อหน่วยทดลองต้องรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าซึ่งมีเสียงประกอบกับการไม่ใช้เสียงประกอบ ด้วยข้อมูลที่จัดเก็บซึ่งเป็นการให้หน่วยตัวอย่างทำการเปรียบเทียบความรู้สึกที่รับรู้ถึงเวลาที่ผ่านไปว่ารู้สึกว่าอันไหนให้ความรู้สึกรวดเร็วกว่า จึงเหมาะสมที่จะเลือกใช้วิธีการทางสถิติคือ Sign Test มาเป็นเครื่องมือทางสถิติในการวิเคราะห์ผลเช่นเดียวกับการศึกษรในกรณีอื่นๆเพื่อตอบสมมติฐานทางสถิติดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

H_0 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาไม่แตกต่างกันเมื่อใช้เสียงเพลงประกอบแตกต่างกัน

H_1 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาแตกต่างกันเมื่อใช้เสียงเพลงประกอบแตกต่างกัน

การทดสอบสมมติฐานเพื่อดูว่าการรับรู้การผ่านไปของเวลาของหน่วยทดลองที่รับรู้ได้เมื่อใช้เสียงประกอบและไม่ใช้เสียงประกอบการรอคอยนั้นสามารถแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติออกได้เป็น 2 ส่วนด้วยกัน เช่นเดียวกับการทดลองแรก ซึ่งจะนำเสนอดังต่อไปนี้

1. ผลของการใช้เสียงประกอบที่มีช่วงความถี่ต่ำกับการไม่ใช้เสียงประกอบ ต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลา

ในการทดลองที่ 2 เมื่อนำแถบแสดงความก้าวหน้าที่ใช้เสียงประกอบมาเปรียบเทียบกันกับแถบแสดงความก้าวหน้าซึ่งไม่มีเสียงประกอบ เพื่อดูว่าความรู้สึกที่หน่วยทดลองรับรู้ได้ถึงการผ่านไปของเวลานั้นจะแตกต่างกันหรือไม่ พบว่าในกลุ่มของเสียงต่ำนั้น ไม่ว่าจะใช้ จังหวะเร็ว จังหวะปานกลาง และจังหวะช้า ต่างทำให้การรับรู้การผ่านไปของเวลาที่หน่วยทดลองรับรู้ได้แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบแถบแสดงความก้าวหน้าที่ไม่ได้ใช้เสียงประกอบ รายละเอียดตามตารางที่ 4.17

ดังนั้นผลการทดสอบด้วยสถิติในตารางที่ 4.17 พบว่าระดับค่า P-Value มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ในทุกๆ คู่ที่มีจังหวะแตกต่างกันในช่วงของเสียงต่ำเมื่อทำการเปรียบเทียบกับการไม่ใช้เสียง ซึ่งเป็นการปฏิเสธสมมติฐานหลัก H_0 และเป็นการยอมรับสมมติฐานรอง H_1 ทั้งหมด หมายความว่า การรับรู้การผ่านไปของเวลาแตกต่างกันเมื่อใช้เสียงเพลงประกอบแตกต่างกัน

ตาราง 4.17 การเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อไม่ใช้เสียงประกอบกับการใช้เสียงต่ำประกอบการรอคอย

ประเภทของแถบแสดงความก้าวหน้า	ลำดับหลังเร็วกว่า	เร็วเท่ากัน	ลำดับแรกเร็วกว่า	P-Value	มัธยฐาน
เสียงความถี่ต่ำ จังหวะเร็ว กับ ไม่มีเสียงประกอบ	9	10	24	0.0135*	1.000
เสียงความถี่ต่ำ จังหวะปานกลาง กับ ไม่มีเสียงประกอบ	10	6	27	0.0076*	1.000
เสียงความถี่ต่ำ จังหวะช้า กับ ไม่มีเสียงประกอบ	10	9	24	0.0243*	1.000

ดังนั้นเมื่อมีการปฏิเสธสมมติฐานหลักและยอมรับสมมติฐานรอง จึงต้องทดสอบสมมติฐานที่เตรียมไว้ เพื่อทำการเปรียบเทียบว่าเสียงประกอบที่มีจังหวะแตกต่างกันไปในกลุ่มของช่วงเสียงต่ำทำให้การรับรู้ถึงการผ่านไปของเวลาแตกต่างกันอย่างไร โดยมีสมมติฐานดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

H_0 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อใช้เสียงเพลงประกอบที่มีช่วงจังหวะเร็วหรือปานกลางหรือช้า ไม่น้อยกว่าการไม่ใช้เสียงเพลงประกอบ เมื่อช่วงความถี่ของเสียงต่ำ

H_1 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อใช้เสียงเพลงประกอบที่มีช่วงจังหวะเร็วหรือปานกลางหรือช้า น้อยกว่าการไม่ใช้เสียงเพลงประกอบ เมื่อช่วงความถี่ของเสียงต่ำ

การทดสอบสมมติฐานเพิ่มเติมเลือกใช้สถิติในการทดสอบคือ Sign Test เช่นเดียวกัน จากตารางที่ 4.18 พบว่าในทุกๆ คู่ในกลุ่มเสียงต่ำหน่วยทดลองต่างเลือกที่จะตอบว่าการใช้เสียงให้ความรู้สึกว่ารวดเร็วกว่าไม่ใช้เสียง เมื่อพิจารณาถึงค่า P-Value พบว่าทุกคู่มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นการปฏิเสธสมมติฐานหลัก H_0 และเป็นการยอมรับสมมติฐานรอง H_1 ซึ่งหมายความว่า การรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อใช้เสียงดนตรีพื้นหลังที่มีช่วงเสียงต่ำ น้อยกว่าการไม่ใช้เสียงดนตรีพื้นหลัง กล่าวอีกแง่หนึ่งได้ว่า การรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อเลือกใช้เสียงถี่มีความถี่ต่ำไม่ว่าจะมีจังหวะเช่นไร จะน้อยกว่าการไม่ใช้เสียงประกอบอะไรเลยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 4.18 การทดสอบสมมติฐานเพิ่มเติมโดยการเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อไม่ใช้เสียงประกอบกับการใช้เสียงต่ำประกอบการรอคอย

ประเภทของแถบแสดงความก้าวหน้า	ลำดับหลังเร็วกว่า	เร็วเท่ากัน	ลำดับแรกเร็วกว่า	P-Value	มัธยฐาน
เสียงความถี่ต่ำ จังหวะเร็ว กับ ไม่มีเสียงประกอบ	9	10	24	0.0068*	1.000
เสียงความถี่ต่ำ จังหวะปานกลาง กับ ไม่มีเสียงประกอบ	10	6	27	0.0038*	1.000
เสียงความถี่ต่ำ จังหวะช้า กับ ไม่มีเสียงประกอบ	10	9	24	0.0122*	1.000

2. ผลของการใช้เสียงประกอบที่มีช่วงความถี่สูงกับการไม่ใช้เสียงประกอบ ต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลา

จากการรวบรวมข้อมูลในการทดลองที่ 2 และเมื่อนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาจากการให้หน่วยทดลองทำการเปรียบเทียบในกลุ่มของเสียงความถี่สูง กับแถบแสดงความก้าวหน้าซึ่งไม่มีเสียงประกอบ พบว่ามีเพียง เสียงความถี่สูงจังหวะเร็ว และเสียงความถี่สูงจังหวะช้าที่หน่วยทดลองรับรู้ถึง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การผ่านไปของเวลาแตกต่างไปจากการไม่ใช้เสียงประกอบเลย ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่ง P-value ของทั้งสองคู่คือ 0.0351 จากตารางที่ 4.19 พบว่าผลของการทดสอบสมมติฐานด้วยวิธีการทางสถิติ พบว่ามีทั้งการยอมรับสมมติฐานหลัก H_0 และยอมรับสมมติฐานรอง H_1

ตาราง 4.19 การเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อไม่ใช้เสียงประกอบกับการใช้เสียงสูงประกอบการรอคอย

ประเภทของแถบแสดงความก้าวหน้า	ลำดับหลังเร็วกว่า	เร็วเท่ากัน	ลำดับแรกเร็วกว่า	P-Value	มัธยฐาน
เสียงความถี่สูง จังหวะเร็ว กับ ไม่มีเสียงประกอบ	10	10	23	0.0351*	1.000
เสียงความถี่สูง จังหวะปานกลาง กับ ไม่มีเสียงประกอบ	12	8	23	0.0895	1.000
เสียงความถี่สูง จังหวะช้า กับ ไม่มีเสียงประกอบ	10	10	23	0.0351*	1.000

ดังนั้นเมื่อมีการปฏิเสธสมมติฐานหลักและยอมรับสมมติฐานรองเพียงบางส่วนแล้ว จึงต้องทดสอบสมมติฐานที่เตรียมไว้ เพื่อทำการเปรียบเทียบว่าเสียงประกอบที่มีจังหวะแตกต่างกันไปในกลุ่มของช่วงเสียงสูงนี้ทำให้การรับรู้ถึงการผ่านไปของเวลาแตกต่างกันได้อย่างไร โดยมีสมมติฐานดังนี้

H_0 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อใช้เสียงเพลงประกอบที่มีช่วงจังหวะเร็วหรือช้า ไม่น้อยกว่าการไม่ใช้เสียงเพลงประกอบ เมื่อช่วงความถี่ของเสียงสูง

H_1 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อใช้เสียงเพลงประกอบที่มีช่วงจังหวะเร็วหรือช้า น้อยกว่าการไม่ใช้เสียงเพลงประกอบ เมื่อช่วงความถี่ของเสียงสูง

การทดสอบสมมติฐานเพิ่มเติมในกลุ่มของเสียงที่มีช่วงความถี่สูงกับการไม่ใช้เสียงประกอบนั้น เลือกใช้วิธีการทดสอบเช่นเดียวกับที่ผ่านมาในตอนต้น ซึ่งมีเพียงสองคู่เท่านั้นที่มีผลให้การรับรู้การผ่านไปของเวลาแตกต่างกัน โดยจากตารางที่ 4.20 พบว่าทั้ง 2 คู่ไม่ว่าจะเป็นจังหวะช้าหรือจังหวะเร็วเมื่อใช้เสียงที่มีความถี่สูงหน่วยทดลองจะเลือกว่ารู้สึกเร็วกว่าการไม่มีเสียงประกอบอะไรเลย เมื่อพิจารณาค่า P-Value พบว่า ทั้งสองคู่มีค่า 0.0175 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญคือ 0.05 จึง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เป็นการปฏิเสธสมมติฐานหลัก H_0 และถือว่าเป็นการยอมรับสมมติฐานรอง H_1 หมายความว่า การรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อใช้เสียงดนตรีพื้นหลังที่มีช่วงเสียงสูง น้อยกว่าการไม่ใช้เสียงดนตรีพื้นหลัง กล่าวได้ว่าการรับรู้ถึงการผ่านไปของเวลาเมื่อใช้เสียงดนตรีพื้นหลังที่มีจังหวะเร็วหรือช้าโดยเสียงเหล่านั้นเป็นเสียงที่มีความถี่สูงจะน้อยกว่าการไม่ใช้เสียงประกอบอะไรเลยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 4.20 การทดสอบสมมติฐานเพิ่มเติมโดยการเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อไม่ใช้เสียงประกอบกับการใช้เสียงสูงประกอบการรอคอย

ประเภทของแถบแสดงความก้าวหน้า	ลำดับหลังเร็วกว่า	เร็วเท่ากัน	ลำดับแรกเร็วกว่า	P-Value	มัธยฐาน
เสียงความถี่สูง จังหวะเร็ว กับ ไม่มีเสียงประกอบ	10	10	23	0.0175*	1.000
เสียงความถี่สูง จังหวะช้า กับ ไม่มีเสียงประกอบ	10	10	23	0.0175*	1.000

4.3.6. สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการทดสอบสมมติฐานของงานวิจัย หรือผลของความถี่หรือจังหวะของดนตรีพื้นหลังต่อการรับรู้ถึงการผ่านไปของเวลาโดยใช้วิธีการเปรียบเทียบความรู้สึกที่หน่วยทดลองรับรู้ได้ถึงเวลาที่ผ่านไปขณะรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าทำงาน จากที่ได้กล่าวในหัวข้อ 4.3.3 - 4.3.5 สามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 4.21

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง 4.21 สรุปผลการทดสอบสมมติฐานของการทดลองที่ 2

สมมติฐาน	ผลการทดสอบ
1. การเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อช่วงความถี่ของเสียงประกอบการรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าแตกต่างกันโดยใช้การเปรียบเทียบเวลาที่รับรู้ได้	
1.1. H_0 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาไม่แตกต่างกันเมื่อความถี่ของเสียงดนตรีพื้นหลังแตกต่างกัน	ปฏิเสธสมมติฐานบางกรณี
1.2. H_1 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาแตกต่างกันเมื่อความถี่ของเสียงดนตรีพื้นหลังแตกต่างกัน	ยอมรับสมมติฐานบางกรณี
1.2.1. H_0 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อความถี่ของเสียงพื้นหลังสูง ไม่มากกว่าเมื่อความถี่ของเสียงดนตรีพื้นหลังต่ำ	ยอมรับสมมติฐาน

สมมติฐาน	ผลการทดสอบ
1.2.2. H_1 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อความถี่ของเสียงพื้นหลังสูง มากกว่าเมื่อความถี่ของเสียงดนตรีพื้นหลังต่ำ	ปฏิเสธสมมติฐาน
2. การเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อช่วงจังหวะของเสียงประกอบการรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าแตกต่างกันโดยใช้การเปรียบเทียบเวลาที่รับรู้ได้	
2.1. เมื่อช่วงความถี่ของเสียงต่ำ	
2.1.1. H_0 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาไม่แตกต่างกันเมื่อจังหวะของเสียงดนตรีพื้นหลังแตกต่างกัน	ปฏิเสธสมมติฐานบางกรณี
2.1.2. H_1 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาแตกต่างกันเมื่อจังหวะของเสียงดนตรีพื้นหลังแตกต่างกัน	ยอมรับสมมติฐานบางกรณี
2.1.2.1. H_0 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อดนตรีพื้นหลังมีจังหวะเร็วและปานกลาง ไม่น้อยกว่าเสียงดนตรีพื้นหลังที่มีจังหวะช้า เมื่อช่วงความถี่ของเสียงต่ำ	ปฏิเสธสมมติฐาน
2.1.2.2 H_1 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อดนตรีพื้นหลังมีจังหวะเร็วและปานกลาง น้อยกว่าเสียงดนตรีพื้นหลังที่มีจังหวะช้า เมื่อช่วงความถี่ของเสียงต่ำ	ยอมรับสมมติฐาน
2.2. เมื่อช่วงความถี่ของเสียงสูง	
2.2.1. H_0 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาไม่แตกต่างกันเมื่อจังหวะของเสียงดนตรีพื้นหลังแตกต่างกัน	ยอมรับสมมติฐาน
2.2.2. H_1 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาแตกต่างกันเมื่อจังหวะของเสียงดนตรีพื้นหลังแตกต่างกัน	ปฏิเสธสมมติฐาน
3. การเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อใช้เสียงประกอบและไม่ใช้เสียงประกอบการรอคอยโดยใช้การเปรียบเทียบเวลาที่รับรู้ได้	
3.1. เมื่อช่วงความถี่ของเสียงต่ำ	
3.1.1.H_0 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาไม่แตกต่างกันเมื่อใช้เสียงเพลงประกอบแตกต่างกัน	ปฏิเสธสมมติฐานบางกรณี
3.1.2.H_1 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาแตกต่างกันเมื่อใช้เสียงเพลงประกอบแตกต่างกัน	ยอมรับสมมติฐานบางกรณี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สมมติฐาน	ผลการทดสอบ
3.1.2.1 H_0 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อใช้เสียงเพลงประกอบที่มีช่วงจังหวะเร็วหรือปานกลางหรือช้า ไม่น้อยกว่าการไม่ใช้เสียงเพลงประกอบ เมื่อช่วงความถี่ของเสียงต่ำ	ปฏิเสธสมมติฐาน
3.1.2.2 H_1 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อใช้เสียงเพลงประกอบที่มีช่วงจังหวะเร็วหรือปานกลางหรือช้า น้อยกว่าการไม่ใช้เสียงเพลงประกอบ เมื่อช่วงความถี่ของเสียงต่ำ	ยอมรับสมมติฐาน
3.2. เมื่อช่วงความถี่ของเสียงสูง	
3.1.3. H_0 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาไม่แตกต่างกันเมื่อใช้เสียงเพลงประกอบแตกต่างกัน	ปฏิเสธสมมติฐานบางกรณี
3.1.4. H_1 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาแตกต่างกันเมื่อใช้เสียงเพลงประกอบแตกต่างกัน	ยอมรับสมมติฐานบางกรณี
3.2.2.1 H_0 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อใช้เสียงเพลงประกอบที่มีช่วงจังหวะเร็วหรือช้า ไม่น้อยกว่าการไม่ใช้เสียงเพลงประกอบ เมื่อช่วงความถี่ของเสียงสูง	ปฏิเสธสมมติฐาน
3.2.2.2 H_1 : การรับรู้การผ่านไปของเวลาเมื่อใช้เสียงเพลงประกอบที่มีช่วงจังหวะเร็วหรือช้า น้อยกว่าการไม่ใช้เสียงเพลงประกอบ เมื่อช่วงความถี่ของเสียงสูง	ยอมรับสมมติฐาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1. **ความนำ**

บทนี้นำเสนอสรุปผลการวิเคราะห์เพื่อตอบวัตถุประสงค์ของงานวิจัย การอภิปรายประเด็นต่างๆ ที่เกิดขึ้นในงานวิจัย การนำงานวิจัยนี้ไปใช้ประโยชน์ในเชิงทฤษฎีและเชิงประยุกต์ ข้อจำกัดของงานวิจัยและข้อเสนอแนะเพื่อเป็นโอกาสในการศึกษาต่อไปในอนาคต

5.2. **การทดลองและลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง**

งานวิจัยนี้ประกอบด้วย 2 การทดลอง โดยทั้ง 2 การทดลองเป็นงานวิจัยที่ทดลองในห้องปฏิบัติการ (Laboratory) โดยใช้หน่วยทดลองเป็นนิสิตปริญญาตรี คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยการทดลองแรกมีหน่วยทดลองจำนวน 62 คน คิดเป็นร้อยละ 45.16 จากจำนวนหน่วยทดลองทั้งหมด และเป็นเพศหญิง 34 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 54.84 ของจำนวนหน่วยทดลองทั้งหมด โดยปัญหาทางสายตา เช่นสายตาสั้น สายตาเอียง ถูกแก้ไขโดยให้หน่วยทดลองทุกคนสวมใส่แว่นหรือ Contact lenses เพื่อช่วยสำหรับการมองเห็น โดยจะทำให้หน่วยทดลองทุกคนมีความสามารถในการมองเห็นได้เท่าเทียบกัน และหน่วยทดลองทั้ง 62 คนที่ผู้วิจัยนำผลมาใช้ในการศึกษาหาข้อมูล ทั้งหมดมีความสามารถในการได้ยินเป็นปกติ

การทดลองที่ 2 เป็นการทดลองที่ถูกทดลองในห้องปฏิบัติการ เช่นเดียวกับการทดลองแรกโดยการทดลองนี้ มีหน่วยทดลองจำนวน 43 คน เข้าร่วมการทดลอง โดยร้อยละ 41.86 เป็นเพศชายและร้อยละ 58.14 เป็นเพศหญิง โดยปัญหาทางสายตาของหน่วยทดลองถูกแก้ไข เช่นเดียวกับการทดลองแรกเพื่อให้ความสามารถในการมองเห็นของหน่วยทดลองอยู่ในระดับที่ทัดเทียมกัน และหน่วยทดลองทั้งหมดของการทดลองที่ 2 มีความสามารถในการได้ยินเป็นปกติ

ตามที่ได้มีการอธิบายในบทที่ 3 ก่อนหน้านี้นั้นว่าผู้วิจัยมีวิธีการเลือกหน่วยตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน โดยผู้วิจัยได้เลือกหน่วยทดลองที่อยู่ในเจนเนอเรชั่น X เพราะว่าถือว่าเป็นบุคคลสมัยใหม่และอยู่ในยุคที่มีการใช้เทคโนโลยี มีการใช้อุปกรณ์อุปกรณ์ติดต่อสื่อสาร รวมถึงคอมพิวเตอร์ ซึ่งคนกลุ่มนี้คือวัยทำงาน ซึ่งวัยทำงานเป็นวัยที่มีโอกาสได้พบเจอแถบแสดงความก้าวหน้า และการทำงานร่วมกับคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้หน่วยตัวอย่างทั้ง 2 การทดลองที่นำมาใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีลักษณะ

ตรงกับลักษณะของหน่วยทดลองที่ผู้วิจัยต้องการในตอนต้น ผู้วิจัยจึงมั่นใจได้ว่าข้อมูลที่เก็บมาจากหน่วยทดลองจะสามารถช่วยสะท้อนผลของลักษณะประชากรโดยภาพรวมออกมาได้

5.3. **ข้อสังเกตการทดลองที่ 1 และการพัฒนาการทดลองที่ 2**

สิ่งที่น่าสนใจคือเสียงในการทดลองแรกนี้ใช้วิธีการสร้างโดยใช้ลักษณะคลื่นเสียงแบบไซน์ โดยที่การระบุค่าความถี่ และกำหนดจังหวะโดยใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์สังเคราะห์เสียงขึ้นมาตามแต่ละเงื่อนไข ลักษณะของเสียงในการทดลองแรกคือ จะเริ่มต้นด้วยแถบแสดงความก้าวหน้าแบบที่มีเสียงสลับกับแบบที่ไม่มีเสียง สิ่งนี้เองประกอบกับคำสั่งในการทดลองที่ระบุว่าให้หน่วยทดลองตั้งใจประเมินเวลาขณะรอคอยการทำงานของแถบแสดงความก้าวหน้าทำงานเสร็จ ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่าหน่วยทดลองบางส่วนมีเจตนาในการพยายาม นับจำนวนวินาทีที่ใช้ในการรอคอยโดยตัวผู้เข้าทดลองเอง หรือ อ้างอิงตามเสียงซึ่งถูกเปิดระหว่างการทำงานของแถบแสดงความก้าวหน้านั้นเอง สิ่งนี้เองที่เป็นข้อสังเกตที่ทำให้ทราบว่า วิธีการเก็บข้อมูลจากการประเมินเวลานั้นไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการเก็บความรู้สึกในการรับรู้ถึงเวลาที่ผ่านไปของผู้ใช้

ก่อนการทดลองผู้วิจัยพยายามให้หน่วยทดลองเกิดความเคยชินกับรูปแบบการทำงานตลอดการจัดวางต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นตำแหน่งหรือองค์ประกอบของเว็บไซต์ ทั้งสองการทดลองจึงถูกแบ่งออกเป็น 2 ช่วง ช่วงแรกเป็นส่วนสำหรับทดลองใช้งาน เพื่อทำให้หน่วยทดลองเกิดความเคยชิน และเป็นการทดสอบความพร้อมของอุปกรณ์ไปพร้อม ๆ กันด้วยว่าสามารถใช้งานได้ปกติหรือไม่ ส่วนช่วงหลังเป็นส่วนของการทดลองหลัก ซึ่งจะแตกต่างกันออกไปตามแต่ละการทดลอง ในการทดลองแรกจะใช้วิธีการที่ให้หน่วยตัวอย่างดูแถบแสดงความก้าวหน้าพร้อมกับฟังเสียงประกอบขณะรอคอย และเมื่อแถบแสดงความก้าวหน้าสิ้นสุดลงเสียงก็จะสิ้นสุดลงเช่นเดียวกัน ต่างกับการทดลองที่ 2 ที่ในแต่ละข้อใช้การเปรียบเทียบ ซึ่งจะเป็นการแสดงผลของแถบแสดงความก้าวหน้าจำนวน 2 แบบ โดยแถบความก้าวหน้าจะมีเสียงเพลงประกอบเป็นลักษณะของเสียงกล่องดนตรีแตกต่างกัน แต่ระยะเวลาในการทำงานของแถบแสดงความก้าวหน้าทั้ง 2 แบบจะเท่ากัน ทั้งนี้เสียงจะสิ้นสุดลงเมื่อแถบแสดงความก้าวหน้าทำงานเสร็จสิ้นเช่นเดียวกัน

เวลาที่ใช้ในการแสดงเสียงของทั้งสองการทดลองยังแตกต่างกันอีกด้วย โดยในการทดลองแรกแบ่งเวลาออกเป็น 3 กลุ่ม คือ 30 วินาที 60 วินาที และ 120 วินาที แต่การทดลองที่ 2 แถบแสดงความก้าวหน้าที่ใช้ในการเปรียบเทียบจะใช้เวลาในการทำงาน 10 ถึง 30 วินาที ระยะเวลาทั้งสองการทดลองจะถูกเลือกนำมาใช้จากการสุ่ม การแบ่งเวลาเป็น 3 กลุ่มในการทดลองแรก เพื่อที่จะดูความ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แตกต่างกันของการรับรู้การผ่านไปของเวลาว่าระยะเวลามีผลหรือไม่ แต่การทดลองที่ 2 เลือกใช้วิธีการศึกษาโดยการให้หน่วยทดลองทำการเปรียบเทียบทำให้ต้องใช้ข้อมูลจำนวนมากขึ้นกว่าการทดลองแรก ทำให้ผู้วิจัยเลือกใช้ระยะเวลาในการรอคอยที่ไม่นานจนเกินไป เพราะหน่วยทดลองต้องรอคอยถึง 2 ครั้ง ทั้งนี้เป็นการป้องกันไม่ให้หน่วยทดลองเสียสมาธิ หรือเกิดความกระวนกระวาย และไม่ให้ความร่วมมือในการทดลอง

เสียงที่ใช้ในการทดลองทั้งสอง เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่แตกต่างกันโดยในการทดลองแรกจะใช้เสียงที่เป็นการสังเคราะห์ขึ้นโดยการนำคลื่นรูปแบบไซน์ มาทำการสร้าง ผ่านการใช้ซอฟต์แวร์ทางคอมพิวเตอร์ ส่วนการทดลองที่ 2 เสียงที่นำมาใช้จะเป็นเสียงเพลง ซึ่งจะมีลักษณะเป็นเสียงของกล่องดนตรี เสียงรอคอยจะถูกปรับแต่งให้เข้ากับช่วงความถี่และช่วงจังหวะของแต่ละเงื่อนไขที่ใช้ในการทดลอง ด้วยซอฟต์แวร์ทางคอมพิวเตอร์เช่นเดียวกัน สาเหตุที่เลือกเสียงที่ใช้ในการทดลองแตกต่างกันเนื่องจากผู้วิจัยคิดว่าเป็นไปได้ว่าในการทดลองแรกมีการใช้เสียงที่มีลักษณะที่ชัดเจนเกินไป ไม่มีทำนองซึ่งการมีทำนองของเสียงเพลงจะช่วยป้องกันการนับจำนวนวินาทีขณะรอคอยของหน่วยทดลองลงได้

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลของทั้งสองการทดลองนั้น ขั้นตอนนี้จะเกิดขึ้นภายหลังจากแถบแสดงความหน้าทำงานสิ้นสุดลง และในการทดลองที่ 2 คือแถบแสดงความก้าวหน้าทำงานสิ้นสุดลงทั้ง 2 แบบ จึงจะเริ่มขั้นตอนที่จะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งแตกต่างกัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 2 จะแสดงคำถามให้หน่วยทดลองทำการเปรียบเทียบโดยให้หน่วยทดลองทำการเลือกว่ารู้สึกอย่างไร จะมีตัวเลือกซึ่งเป็นคำตอบให้เลือกจำนวน 3 ตัวเลือกคือ 1) รู้สึกว่า A เร็วกว่า B 2) รู้สึกว่า B เร็วกว่า A และ 3) รู้สึกว่า A และ B ทั้งสองมีความเร็วเท่ากัน การทดลองทั้ง 2 มีวิธีการเก็บข้อมูลที่แตกต่างกันเนื่องจากการทดลองแรกมุ่งศึกษาถึงการรับรู้การผ่านไปของเวลาโดยการที่ให้หน่วยทดลองทำการประเมินเวลาที่ใช้ไปในการรอคอย แต่การทดลองที่ 2 ใช้วิธีการเปรียบเทียบการรับรู้การผ่านไปของเวลาของผู้ใช้เป็นหลัก

ในการวิเคราะห์ผลภายหลังที่ได้จากการเก็บรวมรวมข้อมูลมาแล้วนั้นเลือกใช้สถิตที่นำมาวิเคราะห์ข้อมูลแตกต่างกัน ในการทดลองแรกมีการเก็บข้อมูลการรับรู้การผ่านไปของเวลาอยู่ในรูปของตัวแปรเชิงปริมาณ ภายหลังจากการนำไปตรวจสอบการแจกแจงของข้อมูลจึงเลือกใช้สถิติไม่อิงพารามิเตอร์ โดยใช้วิธีการทดสอบของแมนวิทนีย์ (Mann-Whitney Test) มาทำการวิเคราะห์ผลเพื่อดูผลของปัจจัยที่สนใจในว่ามีผลต่อตัวแปรตามที่สนใจในการทดลองหรือไม่ ต่างกับการทดลองที่ 2 ซึ่งจะใช้วิธีการให้หน่วยทดลองทำการเปรียบเทียบ ข้อมูลที่ได้มาจึงเหมาะที่จะนำวิธีการทางสถิติคือ Sign Test มาทำการวิเคราะห์ผล

เสียงเพลงที่มีทำนองง่ายต่อการจดจำ และถูกนำมาประยุกต์ใช้งานหลากหลาย เช่น การนำมาเป็นเสียงประกอบภาพยนตร์ในบางช่วงเพื่อจูงใจให้ผู้ชมมีความรู้สึกที่ตื่นเต้นหรือเศร้า การทดลองที่ 2 จึงน่าสนใจที่เลือกนำเสียงกล่องดนตรีซึ่งมีทำนองมาใช้ในการศึกษา

5.4. **การสรุปผลที่ได้จากการทดลองและการอภิปรายผล**

5.4.1. สรุปผลการทดลองที่ 1

การทดลองแรกนี้ใช้วิธีการให้หน่วยทดลองทำการประเมินเวลาขณะรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าทำงานตั้งแต่ต้นจนจบ โดยขณะรอคอยแถบแสดงความก้าวหน้าทำงานนั้นจะมีลักษณะเสียงตามเงื่อนไขที่ได้กล่าวไปในตอนต้นจำนวน 7 รูปแบบ การทดลองนี้ข้อมูลเวลาที่หน่วยทดลองได้ทำการประเมินเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ ผู้วิจัยได้วางแผนว่าจะใช้สถิติแบบอิงพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์ แต่เมื่อทดสอบการแจกแจงข้อมูลแบบปกติด้วยวิธีการของ Anderson Darling พบว่าการรับรู้การผ่านไปของเวลาในทุกๆ กลุ่มไม่ได้มีการแจกแจงข้อมูลแบบปกติ จึงมาใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติแบบไม่อิงพารามิเตอร์แทน โดยใช้วิธีการทดสอบทางสถิติชื่อ แมนวิทนีย์ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการทดสอบสมมติฐานในเรื่องดังต่อไปนี้ (1) ผลของช่วงความถี่ของเสียงประกอบขณะรอคอยว่าจะมีผลต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลาที่แตกต่างไปหรือไม่ (2) ผลของช่วงจังหวะที่แตกต่างกันจะมีผลให้การรับรู้การผ่านไปของเวลาแตกต่างกันหรือไม่ และ (3) เมื่อใช้เสียงและไม่ใช้เสียงประกอบการรอคอยการรับรู้การผ่านไปของเวลาจะแตกต่างกันหรือไม่ ผลการทดสอบสมมติฐานข้างต้นด้วยวิธีของแมนวิทนีย์ ปรากฏว่ายอมรับสมมติฐานหลักทุกข้อ กล่าวคือไม่ว่าเสียงจะมีความถี่หรือจังหวะเช่นใด รวมถึงการใช้เสียงดนตรีประกอบการรอคอยหรือไม่ได้ใช้การรับรู้การผ่านไปของเวลาที่หน่วยทดลองรับรู้ได้จะไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษาส่วนใหญ่ในอดีต

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงค่าเฉลี่ยๆ ของอัตราการรับรู้การผ่านไปของเวลาทั้งตามที่ได้แสดงในภาพที่ 4.1 นั้นพบว่า การใช้เสียงในทุกๆ กลุ่มจะทำให้หน่วยทดลองประเมินเวลาได้ต่ำกว่าการไม่ใช้เสียง โดยเสียงความถี่สูงจังหวะเร็วจะทำให้หน่วยทดลองรู้สึกรับรู้การผ่านไปของเวลาน้อยที่สุดและการไม่ใช้เสียงทำให้หน่วยทดลองรับรู้การผ่านไปของเวลามากที่สุด ผู้วิจัยคิดว่าข้อมูลข้างต้นที่รวบรวมมาได้มีแนวโน้มที่จะสนับสนุนข้อค้นพบเก่าๆ จากการศึกษาที่ผ่านมาในอดีตแต่ข้อมูลที่นำมาใช้วิเคราะห์ในการทดลองนี้อาจได้รับผลกระทบมาจากหลายๆ ปัจจัยซึ่งได้กล่าวไปแล้วในข้อ 5.3

5.4.2. สรุปผลการทดลองที่ 2

สำหรับการทดลองที่ 2 นี้ใช้วิธีที่ให้หน่วยทดลองทำการเปรียบเทียบแถบแสดงความก้าวหน้าจำนวน 2 แถบ ซึ่งแถบแสดงความก้าวหน้าแต่ละแถบจะมีเสียงประกอบการรอคอยที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองที่ 2 มาวิเคราะห์ผลด้วยเครื่องมือทางสถิติคือ Sign Test อย่างไรก็ตามเสียงประกอบการรอคอยมีจำนวน 7 รูปแบบด้วยกัน คือ (1) HF, เสียงความถี่สูง จังหวะเร็ว (2) HM, เสียงความถี่สูง จังหวะปานกลาง (3) HS, เสียงความถี่สูง จังหวะช้า (4) LF,เสียงความถี่ต่ำ จังหวะเร็ว (5) LM, เสียงความถี่ต่ำ จังหวะปานกลาง (6) LS, เสียงความถี่ต่ำ จังหวะช้า และ (7) SI, ไม่มีเสียงประกอบ โดยตารางที่ 5.1 ได้แสดงผลการทดลองของทุกๆ เงื่อนไขที่ทดลอง เริ่มต้นจากกลุ่มแรก คือกลุ่มที่มีเส้นประหนาล้อมรอบบริเวณมุมบนซ้ายของตารางคือกลุ่มที่ทำการเปรียบเทียบจังหวะเมื่อเลือกใช้ความถี่ของเสียงสูง บริเวณล่างขวาที่ถูกล้อมรอบด้วยเส้นประหนาเช่นเดียวกันนั้นเป็นการเปรียบเทียบจังหวะเมื่อเลือกใช้ความถี่ของเสียงต่ำ บริเวณระหว่างทั้งสองกลุ่มที่ได้กล่าวมานั้นซึ่งมีลักษะเป็นเส้นประหนาเป็นแนวทแยงนั้นคือกลุ่มที่ทำการเปรียบเทียบความถี่ของเสียงเมื่อมีจังหวะในกลุ่มเดียวกัน กลุ่มสุดท้ายคือกลุ่มที่มีเส้นตรงหนาล้อมรอบคือกลุ่มที่นำลักษณะของเสียงประกอบการรอคอยทั้ง 7 แบบมาเปรียบเทียบกับการไม่ใช้เสียงประกอบขณะรอคอย ซึ่งภายในแบ่งออกเป็นทั้งเสียงสูงและเสียงต่ำ

ตาราง 5.1 ผลการทดลองเปรียบเทียบลักษณะเสียงทั้ง 7 รูปแบบ

	HM	HS	LF	LM	LS	SI
HF	0.362	0.099	0.243	0.618	**0.014**	**0.035**
HM		0.243	0.296	0.296	0.070	0.089
HS			0.281	**0.001**	**0.036**	**0.035**
LF				0.487	0.073	**0.014**
LM					**0.047**	**0.008**
LS						**0.024**

หากพิจารณาว่าความถี่มีผลต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลาหรือไม่ ปรากฏว่าสำหรับจังหวะที่ช้านั้นหน่วยทดลองจะรู้สึกว่าเสียงต่ำจะทำให้หน่วยทดลองรู้สึกว่าเวลาผ่านไปไวกว่า เสียงสูงอย่างมีนัยสำคัญ 0.05 (P-Value = 0.036) และถ้าหากพิจารณาในเรื่องของจังหวะปรากฏว่ามีเพียงคู่เดียวที่ให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยเสียงต่ำจังหวะปานกลาง จะทำให้คนรู้สึกว่าเวลาผ่านไปเร็วกว่าเสียงต่ำจังหวะช้า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (P-Value =0.047)

สำหรับการใช้เสียงมาประกอบ เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใช้เสียงประกอบผลปรากฏว่าหลายๆ คู่ส่งผลต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 ยกเว้นในกลุ่มเสียงสูงจังหวะปานกลางกับการไม่ใช้เสียงประกอบ

ผลการศึกษาข้างต้น สนับสนุนทฤษฎีขนาดความจำ (The storage-size memory model) ซึ่ง Ornstein (1969) เสนอไว้ว่าปริมาณข้อมูลที่มนุษย์รับรู้ได้จะถูกจัดเก็บอยู่ในความจำซึ่งภายหลังจะถูกดึงขึ้นมาเพื่อใช้ในการประมาณการช่วงเวลา โดยถ้าปริมาณข้อมูลระหว่างช่วงเวลาหรือเหตุการณ์นั้นมีปริมาณมาก มนุษย์จะรับรู้ว่าเหตุการณ์หรือช่วงเวลานั้นยาวนาน เพราะว่ามนุษย์ต้องใช้การระลึกถึงข้อมูลปริมาณมาก ในทางตรงกันข้ามถ้ามีปริมาณข้อมูลที่น้อยถูกเก็บอยู่ในความจำระหว่างช่วงเวลาหรือเหตุการณ์หนึ่งๆ นั้น เวลาที่ถูกประมาณก็จะน้อยลงตามไปด้วย ซึ่งเป็นสาเหตุว่าทำไมหน่วยทดลองเมื่อฟังเสียงต่ำจังหวะช้าจึงรู้สึกว่าเวลาผ่านไปไวหรือการรับรู้ถึงการผ่านไปของเวลาน้อยนั้นเอง

การทดลองที่ 2 นี้ผู้วิจัยจะใช้วิธีการวิเคราะห์ผลด้วย Sign Test ทำให้ต้องการข้อมูลในปริมาณที่มาก ดังนั้นจำนวนข้อที่หน่วยทดลองต้องทำการเปรียบเทียบในการทดลองที่ 2 จึงจำเป็นต้องทำการเปรียบเทียบจำนวนหลายข้อมากกว่าการทดลองแรก ซึ่งเวลาโดยรวมของการทดลองที่ 2 ใช้เวลานานมากกว่าการทดลองแรก สิ่งนี้ทำให้หน่วยทดลองให้ข้อคิดเห็นว่า การทดลองที่ 2 ใช้เวลาในการทดลองที่มีระยะเวลาที่นานจนเกินไป ซึ่งเป็นไปได้ว่าข้อมูลที่ได้รับในข้อหลังๆ ของการทดลองหน่วยทดลองจะไม่เจตนาที่จะตอบคำถามหรือสนใจกับการทดลองเท่าใดนัก เนื่องจากสูญเสียสมาธิจากการทดลองที่ใช้เวลานานเกินไป ทำให้การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อเป็นตัวแทนของการรับรู้การผ่านไปของเวลาอาจมีความคลาดเคลื่อนจากการรับรู้ที่หน่วยทดลองรับรู้ได้จริงๆ

ผลการทดลองทั้งสองการทดลองไม่เป็นไปในแนวทางเดียวกัน คือในการทดลองแรกนั้นผลการทดลองต่างไม่สะท้อนออกมาให้เห็นว่าความถี่และจังหวะของเสียงมีผลต่อการรับรู้ถึงการผ่านไปของเวลาเมื่อใช้วิธีการประเมินเวลา แต่การทดลองที่สองเมื่อใช้วิธีการเปรียบเทียบการผ่านไปของเวลา ผลการทดลองทำให้ทราบว่าความถี่และจังหวะของเสียงดนตรีมีผลต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สิ่งนี้ผู้วิจัยคิดว่าน่าจะมีสาเหตุมาจากหลายๆ ปัจจัย ที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น ในการทดลองแรกด้วยลักษณะของเสียงที่ใช้ในการรอคอยประกอบกับคำสั่งที่ใช้ในการทดลองที่ระบุว่าให้หน่วยทดลองตั้งใจทำการประเมินเวลาที่ใช้ไปในการรอคอย สิ่งสำคัญคือลักษณะของเสียงที่ใช้ประกอบการรอคอยในการทดลองแรกนี้จูงใจให้หน่วยทดลองบางส่วนนับจำนวนวินาทีที่ผ่านไปตามจังหวะของเสียงที่ปรากฏระหว่างการรอคอย แต่การทดลองที่ 2 เลือกที่จะนำเพลงมาใช้ซึ่ง

มีลักษณะเป็นเสียงของกล่องดนตรี ซึ่งถูกนำมาเป็นตัวแทนของแต่ละเงื่อนไขในการทดลอง และใช้วิธีการเปรียบเทียบในการเก็บรวบรวมข้อมูลความรู้สึกที่หน่วยทดลองรับรู้ได้ระหว่างให้มองแถบแสดงความก้าวหน้าทั้งสองแบบ สิ่งนี้อาจจะช่วยลดแรงจูงใจที่เกิดในการทดลองแรกลงไปได้ และช่วยให้ข้อมูลที่เก็บในการทดลองที่ 2 สามารถเก็บการรับรู้การผ่านไปของเวลาได้ดีกว่าการทดลองแรก

นอกจากนั้น ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ผลในการทดลองนี้ เมื่อทำการจำแนกข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มเพศชาย และกลุ่มเพศหญิง เพื่อดูว่าเพศเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ส่งผลต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลาที่หน่วยทดลองรับรู้ได้หรือไม่ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย Sign Test แสดงให้เห็นว่า ไม่ว่าจะเป็นความถี่ของเสียงที่แตกต่างกันหรือจังหวะของเสียงที่แตกต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นเพศชายหรือเพศหญิงต่างไม่รู้สึกถึงการรับรู้การผ่านไปของเวลาที่แตกต่างกัน แต่ในกลุ่มที่มีการนำเสียงมาเปรียบเทียบกับการไม่ใช้เสียงนั้นให้ข้อสังเกตที่น่าสนใจ คือหน่วยทดลองที่เป็นเพศหญิงจะรับรู้ถึงการผ่านไปของเวลาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ 0.05 สำหรับเสียงทุกรูปแบบตามเงื่อนไขในการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใช้เสียง แต่ในกลุ่มเพศชายเมื่อเปรียบเทียบการใช้เสียงกับการไม่ใช้เสียงใดๆ เช่นเดียวกันแล้ว หน่วยทดลองเพศชายต่างรู้สึกว่าเวลาที่รับรู้ได้ไม่แตกต่างกันไม่ว่าจะเป็นการใช้เสียงและไม่ใช้เสียง สิ่งนี้เองผู้วิจัยคิดว่าส่วนหนึ่งน่าจะมาจากการที่หน่วยทดลองเพศหญิงจะให้ความร่วมมือและตั้งใจมากกว่าเพศชาย และประสาทสัมผัสในการรับรู้ของเพศหญิงจะมีมากกว่าเพศชาย

ประสบการณ์ในการได้ยินเสียงหรือการที่หน่วยทดลองมีความคุ้นเคยกับทำนองเพลงมาก่อนนั้นเป็นอีกหนึ่งตัวแปรที่การทดลองนี้มีการจัดเก็บข้อมูลและเมื่อนำตัวแปรเรื่องประสบการณ์มาทำการจำแนกออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่มีประสบการณ์และกลุ่มที่ไม่มีประสบการณ์ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นด้วยสถิติ Sign Test บ่งบอกให้ทราบว่าไม่ว่าหน่วยทดลองจะมีประสบการณ์ในการที่เคยรับฟังทำนองเพลงระหว่างรอคอยนั้นมาก่อนหรือไม่มีประสบการณ์กับเพลงใด ๆ ระหว่างรอคอยเลย ทั้งสองกลุ่มไม่ว่าจะใช้เสียงที่มีความถี่หรือจังหวะเช่นใดก็ต่างไม่ทำให้การรับรู้การผ่านไปของเวลาของหน่วยทดลองแตกต่างกัน

อย่างไรก็ตามการนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาทำการจำแนกตามเพศ หรือประสบการณ์นั้นผลการทดลองอาจผิดพลาดหรือไม่สะท้อนถึงความเป็นจริงได้ดีมากพอเนื่องจากหน่วยทดลองในแต่ละกลุ่มภายหลังทำการแบ่งกลุ่มนั้นมีขนาดเล็กลงกว่าก่อนการแบ่งกลุ่มมาก และการออกแบบการทดลองสำหรับการทดลองที่ 2 นี้ก็ไม่ได้ออกแบบเพื่อจัดเก็บข้อมูลประสบการณ์ที่หน่วยทดลองมีต่อเพลงแต่ละรูปแบบ และคำถามที่ใช้ในการทดลองที่ 2 นั้น กลุ่มที่มีประสบการณ์หมายถึงกลุ่มของหน่วยทดลองที่มีความคุ้นเคยกับเพลงหรือทำนองอย่างน้อยจำนวน 1 เพลงจากจำนวนเพลงทั้งหมดที่

ใช้ประกอบการรอคอยในการทดลอง ดังนั้นผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ตามที่ได้กล่าวไปแล้วนั้นก็เป็นข้อสังเกตที่น่าสนใจซึ่งอาจนำมาศึกษาเพิ่มเติมในอนาคตได้

5.5. **การนำผลสรุปไปประยุกต์ใช้งาน**

เสียงเป็นสิ่งใกล้ตัวเราที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ ให้มีความน่าใช้งานมากกว่าเดิมยิ่งขึ้น โดยการศึกษาครั้งนี้ทำให้ได้ทราบว่า การเลือกความถี่และจังหวะของเพลงที่เหมาะสมมาใช้ เพื่อสร้างเสียงประกอบในสถานการณ์ที่ต้องมีการรอคอย มีส่วนช่วยทำให้ผู้ใช้รู้สึกว่าเวลาผ่านไปเร็วยิ่งขึ้นกว่าการไม่ใช้เสียงประกอบเลย โดยในกลุ่มของจังหวะช้าหน่วยทดลองจะรู้สึกว่าเสียงต่ำทำให้เวลาผ่านไปไวกว่าเสียงสูงอย่างมีนัยสำคัญและเมื่อเปรียบเทียบการใช้เสียงกับการไม่ใช้เสียงอะไรเลยนั้น ผลปรากฏว่าส่วนใหญ่เสียงช่วยให้หน่วยทดลองรับรู้การผ่านไปเวลาแตกต่างกัน

ผลการศึกษานี้สามารถนำไปช่วยในการเลือกเสียงดนตรีขณะที่ผู้ใช้ต้องอยู่ในสถานการณ์ที่ต้องรอคอย ในระยะลา 30 วินาทีถึง 60 วินาที โดยหากเพลงที่นำมาใช้มีจังหวะที่ช้าแล้ว ควรเลือกเพลงที่มีเสียงโทนต่ำ เนื่องจากเสียงดนตรีที่มีจังหวะช้าและโทนเสียงต่ำ จะทำให้ผู้ฟังรู้สึกว่าใช้เวลาในการรอคอยเร็วกว่า การใช้เสียงดนตรีซึ่งมีจังหวะช้าโทนเสียงสูง และสำหรับสถานการณ์อื่นๆ ที่มีการรอคอยเกิดขึ้นก็สามารถนำผลการศึกษานี้ไปประยุกต์ใช้ได้ด้วย เช่น ในการรอคอยเพื่อทำกิจกรรมต่างๆ การรอบัตรคิว เป็นต้น ควรนำเสียงที่ช่วยให้ผู้ฟังรู้สึกว่าใช้เวลาไม่นานในการรอคอย ไปประยุกต์ใช้ประกอบขณะที่เกิดเหตุการณ์ที่ต้องมีการรอคอย สิ่งนี้เองจะช่วยเพิ่มคุณภาพด้านบริการ ความพึงพอใจของลูกค้ากับผู้ให้บริการ นอกจากนั้นเมื่อทำการเปรียบเทียบการใช้เสียงกับการไม่ใช้เสียงอะไรเลยระหว่างสถานการณ์ที่มีการรอคอยเกิดขึ้น พบว่าการใช้เสียงส่วนใหญ่จะส่งผลต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลา โดยคนส่วนใหญ่รู้สึกว่าระยะเวลาที่ต้องใช้ในการรอคอยเมื่อใช้เสียงนั้นจะผ่านไปไว หรือสั้นกว่า การไม่ได้ใช้เสียงอะไรมาประกอบการรอคอยเลย

ดังนั้นการเลือกเสียงดนตรีมาใช้ให้ถูกต้องและเหมาะสมในสถานการณ์ที่ต้องมีการรอคอยไม่ว่าจะเป็นในการรอคอยการทำงานขณะประมวลผลของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ หรือการรอคอยในชีวิตจริง เสียงดนตรีสามารถช่วยให้ผู้ฟังรู้สึกว่าใช้เวลาในการรอคอยไวกว่าไม่ใช้เสียงอะไรเลย

5.6. **ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะเพื่อโอกาสการทำวิจัยในอนาคต**

สำหรับการศึกษาในอนาคตที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับเสียงควรมีการเก็บข้อมูลจากหน่วยทดลองที่มีจำนวนมากกว่านี้และพยายามลดข้อผิดพลาดหรือปัจจัยต่างๆ ที่อาจส่งผลต่อการทดลอง สิ่งที่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

น่าสนใจของการศึกษานี้คือ การที่ได้ทราบถึงแนวทางในการออกแบบเสียงเพลงที่เหมาะสม เพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์ประกอบการรอคอยซึ่งสามารถช่วยให้ผู้ใช้รับรู้ได้ถึงเวลาที่ใช้ไปในการรอคอยที่แตกต่างไปจากเดิมซึ่งเป็นประโยชน์ในการนำไปประยุกต์ใช้ร่วมกับส่วนติดต่อผู้ใช้ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพในการใช้งานโดยรวมดียิ่งขึ้นกว่าเดิม นอกจากนั้นองค์ประกอบของเสียง เช่น ความดัง หรือ ทำนอง ยังคงเป็นสิ่งที่น่าสนใจเหมาะแก่การศึกษาเพิ่มเติมในบริบทเรื่องการรับรู้การผ่านไปของเวลาในอนาคตอีกด้วย

ปัจจัยเรื่องของประสบการณ์หรือความคุ้นเคยกับเสียงเพลง ต่อการรับรู้การผ่านไปของเวลายังคงมีความน่าสนที่จะทำการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต เช่นเดียวกัน และการศึกษาจะยิ่งมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้นเมื่อทำการศึกษา รวมไปถึงระยะเวลาที่สามารถอดทนรอคอยได้ โดยประยุกต์ใช้การเก็บข้อมูลด้วยวิธีการรูปแบบใหม่ ผ่านอุปกรณ์เซนเซอร์หรืออุปกรณ์ Eye Tracking เป็นต้น เพื่อดูความสนใจของหน่วยทดลองที่จะให้ความสนใจต่อแถบแสดงความก้าวหน้าแต่ละรูปแบบก่อนที่จะละความสนใจออกไป ซึ่งหากทำการศึกษาเพิ่มเติมในประเด็นข้างต้นดังที่ได้กล่าวมานี้ ก็จะสามารถนำผลการศึกษาไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ เช่น ด้านการตลาดและโฆษณา เพื่อที่จะสามารถเลือกระยะเวลาในการแสดงผลและรูปแบบเสียงที่เหมาะสมซึ่งคนจะให้ความสนใจมากที่สุดขณะเดียวกันก็ต้องไม่รู้สึกว่าใช้เวลาในการรอคอยที่นานด้วย ส่งผลให้เกิดประสบการณ์ที่ดีแก่ผู้ใช้ในการใช้งาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

Absar, R., & Guastavino, C. (2008). *Usability of non-speech sounds in user interfaces*. The Electronic proceedings of the 14th International Conference on Auditory Display (ICAD '08), Paris, France.

Alty, J. L. (1995). *Can we use music in computer-human communication?* The Proceedings of the HCI'95 conference on People and computers X, Huddersfield, United Kingdom.

Anguita, D., Ghio, A., Oneto, L., Parra, X., & Reyes-Ortiz, J. L. (2012). Human Activity Recognition on Smartphones Using a Multiclass Hardware-Friendly Support Vector Machine. In J. Bravo, R. Hervás & M. Rodríguez (Eds.), *Ambient Assisted Living and Home Care: 4th International Workshop, IWAAL 2012, Vitoria-Gasteiz, Spain, December 3-5, 2012. Proceedings* (pp. 216-223). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

ANSI. (1976). USA standard, acoustical terminology (including mechanical shock and vibration). New York :: ANSI.

Beaudouin-Lafon, M., & Conversy, S. (1996). *Auditory illusions for audio feedback.* The Conference Companion on Human Factors in Computing Systems.

Bellotti, V., Begole, B., Chi, E. H., Ducheneaut, N., Fang, J., Isaacs, E., . . . Walendowski, A. (2008). *Activity-based serendipitous recommendations with the Magitti mobile leisure guide*. The Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, Florence, Italy.

Blattner, M. M., Sumikawa, D. A., & Greenberg, R. M. (1989). Earcons and icons: Their structure and common design principles. *Human–Computer Interaction,* 4(1), 11-44.

Blauert, J. (1997). *Spatial hearing: the psychophysics of human sound localization*: MIT press.

Bly, S. (1982). Sound and computer information presentation (pp. Medium: ED; Size: Pages: 124): ; Lawrence Livermore National Lab., CA (USA); California Univ., Davis (USA).

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Brewster, S. (2003). Nonspeech auditory output. In A. J. Julie & S. Andrew (Eds.), *The human-computer interaction handbook* (pp. 220-239): L. Erlbaum Associates Inc.

Brewster, S. A. (1995). The development of a sonicallyenhanced widget set. *Proceedings of EWHCI'*95, 126-129.

Brewster, S. A., & Crease, M. (1999). Correcting menu usability problems with sound. *Behaviour & IT,* 18, 165-177.

Brigner, W. L. (1988). Perceived duration as a function of pitch. *Perceptual and motor skills,* 67(1), 301-302.

Buxton, W. (1989). Introduction to this special issue on nonspeech audio. *Human Computer Interaction,* 4(1), 1-9.

Caldwell, C., & Hibbert, S. A. (1999). Play that one again: The effect of music tempo on consumer behaviour in a restaurant. *E-European Advances in Consumer Research Volume* 4.

Cerrato, G. (2009). Automotive sound quality–powertrain, road and wind noise. *Sound & vibration,* 43(4), 16-24.

Chon, Y., Talipov, E., Shin, H., & Cha, H. (2011). *Mobility prediction-based smartphone energy optimization for everyday location monitoring*. The Proceedings of the 9th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems, Seattle, Washington.

Conn, A. P. (1995). *Time affordances: the time factor in diagnostic usability heuristics.* The Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems.

Crease, M., & Brewster, S. (1998). *Making progress with sounds - the design & evaluation of an audio progress bar*. The Proceedings of the 1998 international conference on Auditory Display, UK.

de Cheveigné, A. (2005). Pitch Perception Models. In C. J. Plack, R. R. Fay, A. J. Oxenham & A. N. Popper (Eds.), *Pitch: Neural Coding and Perception* (pp. 169-233). New York, NY: Springer New York.

Deutsch, D. (2007). Music perception. *Front Biosci,* 12, 4473-4482.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Drum, J. (2016). Tempo in Music. *Music Terminology & Concepts.* Retrieved November 15, 2016, from https://www.phoenixsymphony.org/uploads/Tempo.pdf

Eronen, A. J., & Klapuri, A. P. (2010). Music Tempo Estimation With-NN Regression. *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing,* 18(1), 50-57.

Feezell, M. (2011). Music Theory Fundamentals High-Yield Music Theory. Vol. 1. Retrieved November 15, 2016, from http://learnmusictheory.net/free/freefeezelltheorybookvol1.pdf

Garcia, A., Peres, S. C., Ritchey, P., Kortum, P., & Stallmann, K. (2011). *Auditory Progress Bars Estimations of Time Remaining.* The Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting.

Gaver, W. W. (1986). Auditory icons: Using sound in computer interfaces. *Human-computer interaction,* 2(2), 167-177.

Gaver, W. W. (1989). The SonicFinder: An interface that uses auditory icons. *Human-computer interaction,* 4(1), 67-94.

Gelfand, S. A. (2016). *Hearing: An introduction to psychological and physiological acoustics*: CRC Press.

Ghosh, A., & Riccardi, G. (2014). *Recognizing Human Activities from Smartphone Sensor Signals*. The Proceedings of the 22nd ACM international conference on Multimedia, Orlando, Florida, USA.

Guéguen, N., & Jacob, C. (2002). The influence of music on temporal perceptions in an on-hold waiting situation. *Psychology of Music,* 30(2), 210-214.

Guynes, J. L. (1988). Impact of system response time on state anxiety. *Commun. ACM,* 31(3), 342-347. doi: 10.1145/42392.42402

Hamada, K., Yoshida, K., Ohnishi, K., & Koppen, M. (2011, Nov. 30 2011-Dec. 2 2011). *Color Effect on Subjective Perception of Progress Bar Speed.* The Third International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems (INCoS), 2011.

Hansen, P. B. (2000). The evolution of operating systems. In P. B. Hansen (Ed.), *Classic Operating Systems: From Batch Processing to Distributed Systems* (pp. 1-29): Springer.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Harrison, C., Amento, B., Kuznetsov, S., & Bell, R. (2007). *Rethinking the progress bar*. The Proceedings of the 20th annual ACM symposium on User interface software and technology, Newport, Rhode Island, USA.

Harrison, C., Yeo, Z., & Hudson, S. E. (2010). *Faster progress bars: manipulating perceived duration with visual augmentations*. The Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, Atlanta, Georgia, USA.

Herbst, C. T., Duus, E., Jers, H., & Švec, J. G. (2012). Quantitative voice class assessment of amateur choir singers: a pilot investigation. *International Journal of Research in Choral Singing (IJRCS),* 4(1), 47-59.

Hoxmeier, J. A., & DiCesare, C. (2000). System response time and user satisfaction: An experimental study of browser-based applications. *AMCIS* 2000 *Proceedings*, 347.

Jay, G. C. (2007). Sound/Vibration Quality Engineering. *SOUND AND VIBRATION,* 17.

Jones, E. C., & Natale, T. E. (1973). Information-processing theory of time estimation. *Percept Mot Skills,* 36(1), 226. doi: 10.2466/pms.1973.36.1.226

Katz, K. L., Larson, B. M., & Larson, R. C. (1991). Prescription for the waiting-in-line blues: Entertain, enlighten, and engage. *MIT Sloan Management Review,* 32(2), 44.

Kim, D., & Areni, C. S. (1993). The influence of background music on shopping behavior: Classical versus top-forty music in a. *Advances in consumer research,* 20(1), 336-340.

Kohlisch, O., & Kuhmann, W. (1997). System response time and readiness for task execution the optimum duration of inter-task delays. *Ergonomics,* 40(3), 265-280. doi: 10.1080/001401397188143

Kornfeld, J. (2005). Music Notation and Theory for Intelligent Beginners. Retrieved November 15, 2016, from http://www.jkornfeld.net/theory_text.htm

Kortum, P., Peres, S. C., Knott, B. A., & Bushey, R. (2005). The Effect of Auditory Progress Bars on Consumer's Estimation of Telephone wait Time. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting,* 49(4), 628-632. doi: 10.1177/154193120504900406

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Kortum, P., Peres, S. C., & Stallmann, K. (2011). Extensible auditory progress bar design: Performance and aesthetics. *International Journal of Human-Computer Interaction,* 27(9), 864-884.

Koth, M. (2007). Vocal Ranges according to The New Harvard Dictionary of Music. Retrieved November 15, 2016, from http://web.library.yale.edu/cataloging/music/vocal-ranges

Kusnierek, A. (2016). The role of music and songs in teaching English vocabulary to students. *World Scientific News,* 43(1), 1.

Lu, H., Pan, W., Lane, N. D., Choudhury, T., & Campbell, A. T. (2009). *SoundSense: scalable sound sensing for people-centric applications on mobile phones*. The Proceedings of the 7th international conference on Mobile systems, applications, and services, Kraków, Poland.

McElrea, H., & Standing, L. (1992). Fast music causes fast drinking. *Percept Mot Skills,* 75(2), 362. doi: 10.2466/pms.1992.75.2.362

Miller, R. B. (1968). *Response time in man-computer conversational transactions*. The Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I, San Francisco, California.

Milliman, R. E. (1982). Using background music to affect the behavior of supermarket shoppers. *The journal of Marketing*, 86-91.

Milliman, R. E. (1986). The Influence of Background Music on the Behavior of Restaurant Patrons. *Journal of Consumer Research,* 13(2), 286-289. doi: 10.1086/209068

Moelants, D. (2002). *Preferred tempo reconsidered.* The Proceedings of the 7th international conference on music perception and cognition.

Moore, B. C. (2012). *An introduction to the psychology of hearing* (Vol. 6). Howard House, Wagon Lane, Bingley BD16 1WA, UK: Emerald Group Publishing Limited.

Morrison, C., Smyth, N., Corish, R., O'Hara, K., & Sellen, A. (2014). *Collaborating with computer vision systems: an exploration of audio feedback*. The Proceedings of the 2014 conference on Designing interactive systems, Vancouver, BC, Canada.

Myers, B. A. (1985). *The importance of percent-done progress indicators for computer-human interfaces.* The ACM SIGCHI Bulletin.

North, A. C., & Hargreaves, D. J. (1999). Can music move people? The effects of musical complexity and silence on waiting time. *Environment and Behavior,* 31(1), 136-149.

Oakes, S. (2003). Musical tempo and waiting perceptions. *Psychology and Marketing,* 20(8), 685-705. doi: 10.1002/mar.10092

Oakes, S., & North, A. C. (2006). The impact of background musical tempo and timbre congruity upon ad content recall and affective response. *Applied Cognitive Psychology,* 20(4), 505-520.

Ohtsubo, M., & Yoshida, K. (2014). *How does shape of progress bar effect on time evaluation.* The International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems (INCoS), 2014

Olivia. (2011). Difference Between Music and Song. Retrieved December 5, 2017, from http://www.differencebetween.com/difference-between-music-and-vs-song/

Ornstein, R. E. (1969). *On the experience of time / Robert E. Ornstein*. Harmondsworth: Penguin.

Oxenham, A. J. (2012). Pitch perception. *J Neurosci,* 32(39), 13335-13338. doi: 10.1523/JNEUROSCI.3815-12.2012

Penne, F. (2004). Shaping the sound of the next-generation BMW. *Proc. Of ISMA*2004.

Peres, S. C., Kortum, P., & Stallmann, K. (2007). *Auditory Progress Bars Preference Performance, and Aesthetics.* The Proceedings of the 13th International Conference on Auditory Display, Montreal, Canada.

Perolle, G., Fraisse, P., Mavros, M., & Etxeberria, I. (2006). Automatic fall detection and activity monitoring for elderly. *Proceedings of MEDETEL*.

Planas, M. A., & Treurniet, W. C. (1988). The effects of feedback during delays in simulated teletext reception. *Behaviour & Information Technology,* 7(2), 183-191. doi: 10.1080/01449298808901872

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Polkosky, M. D., & Lewis, J. R. (2002). Effect of auditory waiting cues on time estimation in speech recognition telephony applications. *International Journal of Human-Computer Interaction,* 14(3-4), 423-446.

Pruyn, A., & Smidts, A. (1998). Effects of waiting on the satisfaction with the service: Beyond objective time measures1. *International Journal of Research in Marketing,* 15(4), 321-334. doi: 10.1016/S0167-8116(98)00008-1

Ramos, L.-V. (1993). The Effects of On-Hold Telephone Music on the Number of Premature Disconnections to a Statewide Protective Services Abuse Hot Line. *Journal of Music Therapy,* 30(2), 119-129. doi: 10.1093/jmt/30.2.119

Reith, H. (2015). Is there a difference between a song and a piece of music. Retrieved December 5, 2017, from https://www.quora.com/Is-there-a-difference-between-a-song-and-a-piece-of-music

Roballey, T. C., McGreevy, C., Rongo, R. R., Schwantes, M. L., Steger, P. J., Wininger, M. A., & Gardner, E. B. (1985). The effect of music on eating behavior. *Bulletin of the Psychonomic Society,* 23(3), 221-222. doi: 10.3758/bf03329832

Rossing, T. D. (1990). *The science of sound*: Addison-Wesley Publishing Company.

Schaefer, F. (1990). The Effect of System Response Times on Temporal Predictability of Work Flow in Human-Computer Interaction. *Human Performance,* 3(3), 173-186. doi: 10.1207/s15327043hup0303_3

Schleifer, L. M., & Amick, B. C. (1989). System response time and method of pay: Stress effects in computer-based tasks. *International Journal of Human–Computer Interaction,* 1(1), 23-39. doi: 10.1080/10447318909525955

Seidner, W., & Wendler, J. (2004). Die Sängerstimme: Phoniatrische Grundlagen des Gesanges. *Berlin: Henschel*.

Shneiderman, B. (1984). Response time and display rate in human performance with computers. *ACM Computing Surveys (CSUR),* 16(3), 265-285.

Sikora, C. A., Roberts, L., & Murray, L. T. (1995). *Musical vs. real world feedback signals.* The Conference companion on Human factors in computing systems.

Smus, B. (2013). *Web audio API*: O'Reilly Media, Inc.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Stratton, V. N. (1992). Influence of Music and Socializing on Perceived Stress While Waiting. *Perceptual and motor skills,* 75(1), 334. doi: 10.2466/pms.1992.75.1.334

Tangmanee, C., & Nontasil, P. (2013). Effects of Audio Feedback and Download Status Display on Perception of Delay: An Exploration into Thai Downloaders. *The Journal of American Academy of Business,* 18(2), 373-379.

Tayama, T. (2007). Time perception during perceiving motion pattern (Mind, Behavior, and Time, Symposium 1 at the 25th Annual Meeting). *The Japanese journal of psychonomic science.,* 25(2), 212-220.

Thadhani, A. J. (1981). Interactive user productivity. *IBM Systems Journal,* 20(4), 407-423.

Tom, G., & Lucey, S. (1997). A Field Study Investigating the Effect of Waiting Time on Customer Satisfaction. *The Journal of Psychology,* 131(6), 655-660. doi: 10.1080/00223989709603847

Valletta, R., & MacDonald, G. (2004). The computer evolution. *FBRSF Economic Letter, July,* 23.

Watson, W. G. (1980). Computer evolution or revolution. *American Journal of Orthodontics,* 78(6), 674-676. doi: 10.1016/0002-9416(80)90207-9

Wilson, A. D. (2009). Sensor-and recognition-based input for interaction. *Human-computer interaction*, 153.

Yalch, R. F., & Spangenberg, E. (1993). Using store music for retail zoning: a field experiment. *NA-Advances in Consumer Research Volume* 20.

Zakay, D., Nitzan, D., & Glicksohn, J. (1983). The influence of task difficulty and external tempo on subjective time estimation. *Perception & Psychophysics,* 34(5), 451-456. doi: 10.3758/bf03203060

Zytrax. (2016). Tech Stuff - Frequency Ranges. Retrieved October 27, 2016, from http://www.zytrax.com/tech/audio/audio.html

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2553). สถิติสำหรับงานวิจัย. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ขวัญหทัย สันติบุตร. (2550). ผลกระทบของความล่าช้าของการแสดงผล รูปแบบของเมนู การใช้ข้อมูลป้อนกลับ ต่อประสิทธิภาพของการใช้งานบนเว็บแอพพลิเคชัน. (มหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

มณีรัตน์ ชาติรังสรรค์. (2556). ผลของแบบอักษร การหมุนเอียง จำนวนอักษร และชุดอักขระต่ออัตราการยืนยันความเป็นมนุษย์ และอัตราความทนทานของแคปท์ชา. (ปริญญาโท (M.Sc.)), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักยุทธศาสตร์สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (องค์การมหาชน) กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (2559). รายงานผลการสำรวจพฤติกรรมผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทย ปี 2559 Thailand Internet User Profile 2016.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายปวีย์ เพชรรักษ์ เกิดวันที่ 10 ตุลาคม พ.ศ.2534 จบการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ (เกียรตินิยมอันดับ 1) จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อปีการศึกษา 2547 และเข้าศึกษาต่อในระดับมหาบัณฑิต หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาซอฟต์แวร์ด้านธุรกิจ ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY