# บทที่ 5

# ผลการทดลอง และการอภิปรายผลการทดลอง

ในบทนี้จะแสดงผลการทดลองของการทดลองต่าง ๆ และมีการอภิปรายถึงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น โดยแบ่งการทดลองออกเป็นสองการทดลองดังแสดงในบทที่ 4 ซึ่งผลการทดลองของทั้งสองการทดลองแสดงดังต่อไปนี้

## 5.1 ผลการทดลองที่ 1

การทดลองที่ 1 มุ่งเน้นเพื่อวัดประสิทธิภาพในด้านของความเร็วในการตอบสนอง และการใช้ทรัพยากรของหน่วยประมวลผล โดยผลลัพธ์ในด้านของความเร็วในการตอบสนอง แสดงในตารางที่ 5.1 และตารางที่ 5.2 โดยตัวเลขในวงเล็บแสดงถึงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการทดลองในด้านของการใช้ทรัพยากรของหน่วยประมวลผลแสดงดังรูปที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 เวลาในการตอบสนองของตัวชี้ตำแหน่ง VJ และ U3I

| | **ช่วงเริ่มการเคลื่อนที่ (วินาที)** | **ช่วงหยุดการเคลื่อนที่ (วินาที)** |
|---|---|---|
| **VJ** | 0.142<br>(0.04) | 0.05<br>(0.046) |
| **U3I** | 0.32<br>(0.272) | 0<br>(0) |

ตารางที่ 5.2 เวลาในการตอบสนองของส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอ

| | **เวลาในการตอบสนอง (วินาที)** |
|---|---|
| **เสียงฮัม** | 0.246<br>(0.050) |
| **เสียงเสียดแทรก** | 0.19<br>(0.043) |

โดยการทดลองด้วยตัวชี้ตำแหน่ง U3I พบปัญหาเช่นเดียวกับในส่วน 5.2.1 จึงใช้การทดสอบเพียงคำสั่งเคลื่อนที่ขึ้นทางด้านบน และด้านล่าง โดยให้ผู้ทดลองใช้เสียงฮัมระดับกลางแทนเส้นขีดแบ่งในการแบ่งระดับเสียง และเปล่งเสียงฮัมที่มีระดับเสียงสูง และเปลี่ยนระดับเสียงให้ลดลง หรือเพิ่มขึ้น เพื่อใช้ในการควบคุมให้ตัวชี้ตำแหน่งเคลื่อนที่ทางด้านล่าง และบนตามลำดับ

โดยการทดลองด้วยตัวชี้ตำแหน่ง VJ พบปัญหาเช่นเดียวกับในส่วน 5.2.1 ดังนั้นจึงทำการทดสอบเพียงชุดคำสั่งที่ใช้ในการเคลื่อนที่ตามทิศทางหลัก 4 ทิศทาง

จากตารางที่ 5.1 และ 5.2 แสดงให้เห็นว่าการเริ่มต้นการเคลื่อนที่ด้วยเสียงฮัมของตัวชี้ตำแหน่ง U3I มีการหน่วงเวลาในการสั่งการมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 0.32 วินาที เพราะต้องรอให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระดับเสียงฮัมมากพอ จึงจะสั่งการให้ตัวชี้ตำแหน่งเคลื่อนที่ได้

การตอบสนองของเสียงฮัมในส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอใช้เวลา 0.246 วินาที ซึ่งมีช่วงเวลามากกว่าการตอบสนองของเสียงเสียดแทรกที่ใช้เวลาเพียง 0.19 วินาที เพราะระบบจะทำการรู้จำเสียงฮัมเมื่อระบบพบกรอบสัญญาณเสียงที่เป็นเสียงเงียบลำดับที่สอง ต่อจากกรอบของเสียงฮัม ต่างจากเสียงเสียดแทรกที่ตรวจจับเมื่อพบกรอบสัญญาณเสียงแรกที่เป็นเสียงเสียดแทรก

ตัวชี้ตำแหน่ง VJ ใช้เวลาในการตอบสนองน้อยที่สุด โดยใช้เวลา 0.142 วินาที

สำหรับการหน่วงเวลาในช่วงการหยุดการเคลื่อนที่พบว่า ตัวชี้ตำแหน่ง U3I สามารถหยุดได้ทันทีเมื่อไม่มีเสียงเข้ามาในระบบ และในบางครั้งตัวชี้ตำแหน่งมีการหยุดการเคลื่อนที่ก่อนที่จะหยุดเปล่งเสียง เพราะในช่วงท้ายของการเปล่งเสียง ระบบไม่สามารถตรวจจับค่าคุณลักษณะระดับเสียงของเสียงฮัมได้ ต่างจากตัวชี้ตำแหน่ง VJ ที่มีการหน่วงเวลาในการหยุดการเคลื่อนที่ของตัวชี้ตำแหน่งอยู่เล็กน้อย ที่ช่วงเวลา 0.05 วินาที

ก

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| taskmgr.exe | pream | 01 | 1,908 K | Windows Task Manager |
| TscHelp.exe | pream | 00 | 720 K | TechSmith HTML Help Helper |
| u3i.exe | pream | 04 | 1,756 K | SoundCtrl |
| utility.exe | pream | 00 | 2,904 K | Lenovo Battery Management Software Ver |

ข

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| vegas90.exe | pream | 00 | 82,100 K | Vegas Pro |
| vj.exe | pream | 15 | 3,108 K | vj.exe |
| VM331_STI.EXE | pream | 00 | 848 K | VM331 StiMnt |

ค

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| taskmgr.exe | pream | 02 | 1,816 K | Windows Task Manager |
| TrainSnd.vsh... | pream | 12 | 48,236 K | vshost.exe |
| utility.exe | pream | 00 | 1,092 K | Lenovo Battery Management Software Ver3.0 |

รูปที่ 5.1 การใช้ทรัพยากรของหน่วยประมวลผล

ในรูปที่ 5.1 แสดงถึงร้อยละของการใช้หน่วยประมวลผล โดยตัวชี้ตำแหน่ง VJ ใช้หน่วยประมวลผลมากที่สุดที่ประมาณ 15% ดังแสดงในรูปที่ 5.1ข รองลงมาคือส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอ โดยใช้หน่วยประมวลผลที่ 12% ดังแสดงในรูปที่ 5.1ค และตัวชี้ตำแหน่ง U3I ใช้หน่วย

ประมวลผลน้อยที่สุดที่ 4% ดังแสดงในรูปที่ 5.1ก ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากระบวนการในการรู้จำเสียงฮัมใช้ทรัพยากรของระบบประมวลผลน้อยกว่า

สาเหตุที่ทำให้ส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอมีการใช้หน่วยประมวลผลมากกว่าตัวชี้ตำแหน่ง U3I ทั้งที่ใช้ในการรู้จำเสียงฮัมเหมือนกัน เพราะส่วนรับเข้าด้วยเสียงใช้โปรแกรมแมทแลป และโปรแกรมไมโครซอฟท์วิชวลสตูดิโอร่วมกันประมวลผลสัญญาณเสียง ซึ่งทำให้ต้องใช้หน่วยประมวลผลในการถ่ายโอนข้อมูลระหว่างทั้งสองโปรแกรม และตัวชี้ตำแหน่งที่นำเสนอทำงานในรูปแบบแก้ไข (Debug Mode)

### 5.2.1 การคำนวณความเร็วในการใช้งานส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอ

จากช่วงเวลาในการหน่วงเวลาของเสียงเสียดแทรกที่มีค่าประมาณ 0.2 วินาที (ปัดขึ้นจาก 0.19 วินาที เพื่อความง่ายในการคำนวณ) และขนาดของสัญรูปที่เล็กที่สุดที่นิยมใช้มีขนาด 16 จุดภาพคูณ 16 จุดภาพ ส่งผลให้ตัวชี้ตำแหน่งต้องเคลื่อนที่ไม่เกิน 16 จุดในเวลา 0.2 วินาที ซึ่งสามารถนำไปคำนวณหาความเร็วในการเคลื่อนที่ของตัวชี้ตำแหน่งได้จากสมการที่ 5.1 ซึ่งส่งผลให้ตัวชี้ตำแหน่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 80 จุดต่อวินาที

$$\text{ความเร็ว} = \frac{\text{ระยะทาง}}{\text{เวลา}} \tag{5.1}$$

สำหรับเวลาในการหน่วงเวลาในการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุที่ถูกเลือก คำนวณจากการหน่วงเวลาทั้งหมด ซึ่งประกอบด้วย การหน่วงเวลาจากการสังเกตเห็นการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุที่ถูกเลือก การสั่งการให้อวัยวะเคลื่อนไหว และเปล่งเสียง และการหน่วงเวลาจากระบบ ซึ่งการหน่วงเวลาจากการสังเกตเห็นการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุที่ถูกเลือก การสั่งการให้อวัยวะเคลื่อนไหว และเปล่งเสียงมีค่าประมาณ 0.3 วินาที [18] แต่เพื่อไม่ให้ผู้ใช้งานวิตกกังวลกับเรื่องการเคลื่อนที่เลยเป้าหมายที่ต้องการ จึงกำหนดให้ช่วงเวลาการหน่วงเวลาจากส่วนดังกล่าวมีค่าเป็น 0.6 วินาที ซึ่งรวมกับการหน่วงเวลาของส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่มีช่วงเวลา 0.2 วินาที ส่งผลให้การหน่วงเวลาในการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุที่ถูกเลือกมีค่าเป็น 0.8 วินาที

## 5.2 ผลการทดลองที่ 2

ในส่วนนี้กล่าวถึงปัญหา และผลลัพธ์จากการทดลองในส่วนของการทดลองที่ 2 ดังต่อไปนี้

### 5.2.1 ปัญหาในการทดลองใช้ส่วนรับเข้าด้วยเสียง

ปัญหาแรกเกิดขึ้นในการทดลองที่ใช้ตัวชี้ตำแหน่ง U3I พบว่าผู้ทดลองไม่สามารถทำการเปล่งเสียงฮัมให้เกิดความแตกต่างกันเป็นจำนวน 5 เสียง เพื่อใช้ในการควบคุมตัวชี้ตำแหน่ง U3I ได้ โดยพบว่าผู้ทดลองทั้งหมดออกเสียงได้เพียงเสียงฮัมที่มีระดับเสียงต่ำ เสียงฮัมที่มีระดับเสียงสูง และเสียงฮัมที่มีระดับเสียงสูงมากที่เกิดจากดัดเสียง จึงทำให้เกิดปัญหาในการสั่งการที่ต้องเปล่งเสียงต่ำกว่าเส้นขีดแบ่ง และทำการเปลี่ยนแปลงของระดับเสียงให้ต่ำลงไปอีก ส่งผลให้ผู้ทดลองทั้ง 8 คน ไม่สามารถใช้ตัวชี้ตำแหน่ง U3I ได้ จึงทำให้การทดลองนี้ไม่สามารถวัดผลเปรียบเทียบกับตัวชี้ตำแหน่ง U3I ได้

ปัญหาที่สองเกิดจากการเปล่งเสียงของหน่วยเสียง k และ ch ที่ใช้ในควบคุมการคลิก และการลากของตัวชี้ตำแหน่ง VJ ซึ่งผู้ทดลองบางคนสามารถทำการเปล่งเสียงได้อย่างถูกต้อง แต่ก็มีผู้ทดลองบางคนไม่สามารถใช้ออกเสียง k และ ch อย่างถูกต้องจนผ่านเกณฑ์ในการฝึกฝนได้ ซึ่งเป็นผลมาจากการที่ผู้ทดลองมักออกเสียงสระตามมาด้วย จึงทำให้เป็นการเปลี่ยนตำแหน่งของตัวชี้ตำแหน่ง แทนที่จะเป็นการคลิก หรือการลาก ดังนั้นในการทดลองนี้จึงให้ผู้ทดลองทั้งหมดใช้การคลิกจากปุ่มคลิกของเครื่องคอมพิวเตอร์พกพา แทนการใช้เสียงในการสั่งการคำสั่งคลิก และลากในการทดลองด้วยตัวชี้ตำแหน่ง VJ

### 5.2.2 ความถูกต้องในการรู้จำเสียง

ผลการทดลองในส่วนของความถูกต้องในการรู้จำเสียงของส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอแสดงในตารางที่ 5.3 และความถูกต้องในการรู้จำเสียงของตัวชี้ตำแหน่ง VJ แสดงในตารางที่ 5.4 โดยค่าที่อยู่ในวงเล็บแสดงถึงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากการทดลองพบว่าโดยเฉลี่ยแล้วตัวชี้ตำแหน่งที่นำเสนอมีค่าความถูกต้องที่ 95.87% มากกว่าตัวชี้ตำแหน่ง VJ ที่มีค่าความถูกต้องที่ 90.74% แต่มีข้อสังเกตจากผลการทดลองดังต่อไปนี้

- ผู้ทดลอง F4 ทำการเปล่งเสียงในการสั่งการตัวชี้ตำแหน่ง VJ เป็นจำนวนมาก อันเนื่องมาจากผู้ทดลอง F4 ใช้เทคนิคการเปล่งเสียงคำสั่งแบบเปล่งเสียงเป็นคำย่อย ๆ แทนที่จะสั่งการเป็นคำสั่งเดียวแล้วลากเสียงยาว ส่งผลให้ในบางครั้งที่ทำการเปล่งเสียงติดกันอย่างรวดเร็ว ทำให้โปรแกรมเคลื่อนที่ผิดจากทิศทางที่ควรจะเป็น ซึ่งถ้าตัดผลการทดลองของ F4 ออกไปจะทำให้ค่าความถูกต้องของการใช้ตัวชี้ตำแหน่ง VJ อยู่ที่ 95.56% เทียบเท่ากับระดับความถูกต้องของการใช้ส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอ

- การเปล่งเสียงฮัมในส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอมีค่าความถูกต้องในการรู้จำเสียงที่ 90.93% น้อยกว่าความถูกต้องในการรู้จำเสียงของเสียงเสียดแทรกที่ 99.81%
- ความถูกต้องในการรู้จำเสียงฮัมที่ประกอบด้วยเสียงฮัมสองระดับเสียง มีค่าความถูกต้องน้อยกว่าการเปล่งเสียงฮัมเพียงระดับเสียงเดียว ซึ่งแสดงให้เห็นว่าวิธีการแบ่งแยกเสียงฮัมที่ประกอบด้วยเสียงฮัมสองระดับเสียงยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

ตารางที่ 5.3 ผลการทดลองในส่วนของความถูกต้องในการรู้จำเสียงของส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอ

| ผู้ทดลอง | | ฮัมต่ำ | ฮัมสูง | ฮัมต่ำสูง | ฮัมสูงต่ำ | รวมเสียงฮัม | เสียดแทรก | รวมทั้งหมด |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| M1 | เปล่งเสียงทั้งหมด (ครั้ง) | 39 | 35 | 35 | 27 | 136 | 133 | 269 |
| | ระบบตรวจจับผิด (ครั้ง) | 2 | 1 | 2 | 3 | 8 | 2 | 10 |
| | ร้อยละความถูกต้อง | 94.87 | 97.14 | 94.29 | 88.89 | 94.12 | 98.50 | 96.28 |
| M2 | เปล่งเสียงทั้งหมด (ครั้ง) | 18 | 30 | 20 | 16 | 84 | 117 | 201 |
| | ระบบตรวจจับผิด (ครั้ง) | 0 | 0 | 3 | 1 | 4 | 0 | 4 |
| | ร้อยละความถูกต้อง | 100.00 | 100.00 | 85.00 | 93.75 | 95.24 | 100.00 | 98.01 |
| M3 | เปล่งเสียงทั้งหมด (ครั้ง) | 23 | 27 | 26 | 19 | 95 | 151 | 246 |
| | ระบบตรวจจับผิด (ครั้ง) | 0 | 0 | 9 | 5 | 14 | 0 | 14 |
| | ร้อยละความถูกต้อง | 100.00 | 100.00 | 65.38 | 73.68 | 85.26 | 100.00 | 94.31 |
| M4 | เปล่งเสียงทั้งหมด (ครั้ง) | 22 | 30 | 22 | 19 | 93 | 132 | 225 |
| | ระบบตรวจจับผิด (ครั้ง) | 1 | 1 | 5 | 3 | 10 | 0 | 10 |
| | ร้อยละความถูกต้อง | 95.45 | 96.67 | 77.27 | 84.21 | 89.25 | 100.00 | 95.56 |
| F1 | เปล่งเสียงทั้งหมด (ครั้ง) | 30 | 32 | 20 | 29 | 111 | 132 | 243 |
| | ระบบตรวจจับผิด (ครั้ง) | 1 | 1 | 3 | 8 | 13 | 0 | 13 |
| | ร้อยละความถูกต้อง | 96.67 | 96.88 | 85.00 | 72.41 | 88.29 | 100.00 | 94.65 |

ตารางที่ 5.3 ผลการทดลองในส่วนของความถูกต้องในการรู้จำเสียงของส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอ (ต่อ)

| ผู้ทดลอง | | ฮัมต่ำ | ฮัมสูง | ฮัมต่ำสูง | ฮัมสูงต่ำ | รวมเสียงฮัม | เสียดแทรก | รวมทั้งหมด |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F2 | เปล่งเสียงทั้งหมด (ครั้ง) | 18 | 30 | 18 | 19 | 85 | 115 | 2000 |
| | ระบบตรวจจับผิด (ครั้ง) | 0 | 1 | 2 | 3 | 6 | 0 | 6 |
| | ร้อยละความถูกต้อง | 100.00 | 96.67 | 88.89 | 84.21 | 92.94 | 100.00 | 97.00 |
| F3 | เปล่งเสียงทั้งหมด (ครั้ง) | 24 | 40 | 24 | 33 | 121 | 128 | 249 |
| | ระบบตรวจจับผิด (ครั้ง) | 3 | 2 | 2 | 5 | 12 | 0 | 12 |
| | ร้อยละความถูกต้อง | 87.50 | 95.00 | 91.67 | 84.85 | 90.08 | 100.00 | 95.18 |
| F4 | เปล่งเสียงทั้งหมด (ครั้ง) | 24 | 33 | 17 | 28 | 102 | 128 | 230 |
| | ระบบตรวจจับผิด (ครั้ง) | 0 | 0 | 1 | 7 | 8 | 0 | 8 |
| | ร้อยละความถูกต้อง | 100.00 | 100.00 | 94.12 | 75.00 | 92.16 | 100.00 | 96.52 |
| ค่าเฉลี่ยการเปล่งเสียงทั้งหมด (ครั้ง) | | 24.75 (6.90) | 32.125 (3.98) | 22.75 (5.78) | 23.75 (6.20) | 103.375 (18.23) | 129.5 (11.07) | 232.875 (23.93) |
| ค่าเฉลี่ยการที่ระบบตรวจจับผิด (ครั้ง) | | 0.875 (1.13) | 0.75 (0.71) | 3.375 (2.56) | 4.375 (2.33) | 9.375 (3.50) | 0.25 (0.71) | 9.625 (3.46) |
| ร้อยละความถูกต้อง | | 96.46 | 97.67 | 85.16 | 81.58 | 90.93 | 99.81 | 95.87 |

ตารางที่ 5.4 ผลการทดลองในส่วนของความถูกต้องในการรู้จำเสียงของตัวชี้ตำแหน่ง VJ

| ผู้ทดลอง | | Cat | Feet | Boot | Law | รวม |
|---|---|---|---|---|---|---|
| M1 | เปล่งเสียงทั้งหมด (ครั้ง) | 46 | 23 | 38 | 24 | 131 |
| | ระบบตรวจจับผิด (ครั้ง) | 2 | 0 | 1 | 1 | 4 |
| | ร้อยละความถูกต้อง | 95.65 | 100.00 | 97.37 | 95.83 | 96.95 |
| M2 | เปล่งเสียงทั้งหมด (ครั้ง) | 17 | 12 | 32 | 24 | 85 |
| | ระบบตรวจจับผิด (ครั้ง) | 0 | 1 | 7 | 0 | 8 |
| | ร้อยละความถูกต้อง | 100.00 | 91.67 | 78.13 | 100.00 | 90.59 |
| M3 | เปล่งเสียงทั้งหมด (ครั้ง) | 13 | 15 | 22 | 13 | 63 |
| | ระบบตรวจจับผิด (ครั้ง) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | ร้อยละความถูกต้อง | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| M4 | เปล่งเสียงทั้งหมด (ครั้ง) | 38 | 26 | 26 | 15 | 105 |
| | ระบบตรวจจับผิด (ครั้ง) | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| | ร้อยละความถูกต้อง | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 86.67 | 98.10 |
| F1 | เปล่งเสียงทั้งหมด (ครั้ง) | 53 | 31 | 51 | 42.00 | 177 |
| | ระบบตรวจจับผิด (ครั้ง) | 4 | 1 | 7 | 5.00 | 17 |
| | ร้อยละความถูกต้อง | 92.45 | 96.77 | 86.27 | 88.10 | 90.40 |

ตารางที่ 5.4 ผลการทดลองในส่วนของความถูกต้องในการรู้จำเสียงของตัวชี้ตำแหน่ง VJ (ต่อ)

| ผู้ทดลอง | | Cat | Feet | Boot | Law | รวม |
|---|---|---|---|---|---|---|
| F2 | เปล่งเสียงทั้งหมด (ครั้ง) | 46 | 23 | 38 | 24 | 131 |
| | ระบบตรวจจับผิด (ครั้ง) | 2 | 0 | 1 | 1 | 4 |
| | ร้อยละความถูกต้อง | 95.65 | 100.00 | 97.37 | 95.83 | 96.95 |
| F3 | เปล่งเสียงทั้งหมด (ครั้ง) | 13 | 15 | 26 | 10 | 64 |
| | ระบบตรวจจับผิด (ครั้ง) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | ร้อยละความถูกต้อง | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| F4 | เปล่งเสียงทั้งหมด (ครั้ง) | 137 | 91 | 89 | 72 | 389 |
| | ระบบตรวจจับผิด (ครั้ง) | 20 | 25 | 10 | 16 | 71 |
| | ร้อยละความถูกต้อง | 85.40 | 72.53 | 88.76 | 77.78 | 81.75 |
| ค่าเฉลี่ยการเปล่งเสียงทั้งหมด (ครั้ง) | | 45.375 (40.37) | 29.5 (25.66) | 40.25 (21.74) | 28 (20.35) | 143.125 (106.51) |
| ค่าเฉลี่ยที่ระบบตรวจจับผิด (ครั้ง) | | 3.5 (6.82) | 3.375 (8.75) | 3.25 (4.06) | 3.125 (5.46) | 13.25 (23.98) |
| ร้อยละความถูกต้อง | | 92.29 | 88.56 | 91.93 | 88.84 | 90.74 |

### 5.2.3 รูปแบบการเคลื่อนที่ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่

ในส่วนนี้แสดงถึงความนิยมในการเลือกใช้รูปแบบการเคลื่อนที่ของส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอ โดยรูปแบบการเคลื่อนที่ที่ผู้ทดลองเลือกใช้แสดงในตารางที่ 5.5

สำหรับการเข้าถึงในรูปแบบของรายการ ดังแสดงในงานย่อยที่ 1 พบว่ามีผู้ทดลอง 4 คน เลือกใช้รูปแบบการเข้าถึงแบบเลือกวัตถุในรายการเริ่มต้นของวินโดว์ เพราะถ้าใช้การเคลื่อนที่ของตัวชี้ตำแหน่งแบบต่อเนื่อง จำเป็นต้องเลื่อนตัวชี้ตำแหน่งไปกดที่ปุ่ม Start ก่อน แต่สำหรับผู้ทดลองอีก 4 คนที่เลือกใช้การเคลื่อนที่ของตัวชี้ตำแหน่งแบบต่อเนื่อง เพราะคิดว่าการใช้รูปแบบการเข้าถึงด้วยการใช้ตัวชี้ตำแหน่ง ให้ผลลัพธ์ที่ไม่แตกต่างจากการใช้รูปแบบการเข้าถึงแบบเลือกวัตถุในรายการเริ่มต้นของวินโดว์ และไม่จำเป็นต้องเลือกรูปแบบการเคลื่อนที่ใหม่ เมื่อเริ่มการทำงานย่อยที่ 2

สำหรับงานย่อยที่ 2 ซึ่งเป็นการเข้าถึงเป้าหมายที่อยู่ใกล้กัน ผู้ทดลองทุกคนใช้รูปแบบการเคลื่อนที่ของตัวชี้ตำแหน่งแบบต่อเนื่องเหมือนกันทุกคน ตามที่คาดหวังไว้

สำหรับงานย่อยที่ 3 เป็นการทดสอบการใช้ตัวเลือกใช้การเลื่อนหน้าจอ ที่ใช้ในการเลื่อนหน้าจอลงมา พบว่าผู้ทดลองทุกคนเลือกใช้ตัวเลือกการเลื่อนหน้าจอ ในการเลื่อนหน้าจอ ตามที่คาดหวังไว้

สำหรับงานย่อยที่ 4 เป็นการเข้าถึงเป้าหมายที่อยู่ไกลกัน พบว่าผู้ทดลองทุกคนเลือกใช้การเคลื่อนที่ของตัวชี้ตำแหน่งแบบต่อเนื่องในการทดลอง โดยให้เหตุผลเหมือนกันว่าการใช้รูปแบบการเคลื่อนที่ของตัวชี้ตำแหน่งแบบตาราง มีขั้นตอนการเข้าถึงที่ยุ่งยากกว่า ดังแสดงในตารางที่ 5.6 โดยค่าที่อยู่ในวงเล็บแสดงถึงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากตารางที่ 5.6 แสดงให้เห็นว่าจำนวนคำสั่งที่ใช้ในการทำงานย่อยที่ 4 ด้วยการใช้รูปแบบการเคลื่อนที่ของตัวชี้ตำแหน่งแบบตาราง ต้องใช้คำสั่งในการควบคุมที่มากกว่าการใช้รูปแบบการเคลื่อนที่ของตัวชี้ตำแหน่งแบบต่อเนื่อง

สำหรับงานย่อยที่ 5 ที่ให้ผู้ทดลองสลับกลับมาใช้โปรแกรมมายคอมพิวเตอร์ พบว่าผู้ทดลองทุกคนเลือกใช้รูปแบบการเคลื่อนที่ของตัวชี้ตำแหน่งแบบต่อเนื่อง ต่อจากการทำงานย่อยที่ 4 แล้วสั่งให้ตัวชี้ตำแหน่งเลื่อนลงมาเปิดโปรแกรมที่แสดงในแถบแสดงโปรแกรมที่ทำงานอยู่ แทนที่จะเลือกใช้รูปแบบการเคลื่อนที่แบบที่ใช้เลือกโปรแกรมที่กำลังทำงานอยู่ โดยผู้ทดลองทุกคนให้เหตุผลว่าการใช้รูปแบบการเคลื่อนที่ของตัวชี้ตำแหน่งแบบต่อเนื่องในการสลับกลับไปเลือกโปรแกรมอื่น ๆ สามารถทำได้ง่ายกว่า เพราะไม่ต้องเปลี่ยนรูปแบบการเคลื่อนที่

ตารางที่ 5.5 รูปแบบการเคลื่อนที่ที่ผู้ทดลองเลือกใช้ในการควบคุมด้วยส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอ

| ผู้ทดลอง | งานย่อยที่ 1 | งานย่อยที่ 2 | งานย่อยที่ 3 | งานย่อยที่ 4 | งานย่อยที่ 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| M1 | เลือกวัตถุในรายการเริ่มต้นของวินโดวส์ | ตัวชี้ตำแหน่ง-ต่อเนื่อง | ใช้การเลื่อนหน้าจอ | ตัวชี้ตำแหน่ง-ต่อเนื่อง | ตัวชี้ตำแหน่ง-ต่อเนื่อง |
| M2 | ตัวชี้ตำแหน่ง-ต่อเนื่อง | ตัวชี้ตำแหน่ง-ต่อเนื่อง | ใช้การเลื่อนหน้าจอ | ตัวชี้ตำแหน่ง-ต่อเนื่อง | ตัวชี้ตำแหน่ง-ต่อเนื่อง |
| M3 | เลือกวัตถุในรายการเริ่มต้นของวินโดวส์ | ตัวชี้ตำแหน่ง-ต่อเนื่อง | ใช้การเลื่อนหน้าจอ | ตัวชี้ตำแหน่ง-ต่อเนื่อง | ตัวชี้ตำแหน่ง-ต่อเนื่อง |
| M4 | ตัวชี้ตำแหน่ง-ต่อเนื่อง | ตัวชี้ตำแหน่ง-ต่อเนื่อง | ใช้การเลื่อนหน้าจอ | ตัวชี้ตำแหน่ง-ต่อเนื่อง | ตัวชี้ตำแหน่ง-ต่อเนื่อง |
| F1 | ตัวชี้ตำแหน่ง-ต่อเนื่อง | ตัวชี้ตำแหน่ง-ต่อเนื่อง | ใช้การเลื่อนหน้าจอ | ตัวชี้ตำแหน่ง-ต่อเนื่อง | ตัวชี้ตำแหน่ง-ต่อเนื่อง |
| F2 | ตัวชี้ตำแหน่ง-ต่อเนื่อง | ตัวชี้ตำแหน่ง-ต่อเนื่อง | ใช้การเลื่อนหน้าจอ | ตัวชี้ตำแหน่ง-ต่อเนื่อง | ตัวชี้ตำแหน่ง-ต่อเนื่อง |
| F3 | เลือกวัตถุในรายการเริ่มต้นของวินโดวส์ | ตัวชี้ตำแหน่ง-ต่อเนื่อง | ใช้การเลื่อนหน้าจอ | ตัวชี้ตำแหน่ง-ต่อเนื่อง | ตัวชี้ตำแหน่ง-ต่อเนื่อง |
| F4 | เลือกวัตถุในรายการเริ่มต้นของวินโดวส์ | ตัวชี้ตำแหน่ง-ต่อเนื่อง | ใช้การเลื่อนหน้าจอ | ตัวชี้ตำแหน่ง-ต่อเนื่อง | ตัวชี้ตำแหน่ง-ต่อเนื่อง |

ตารางที่ 5.6 จำนวนคำสั่งที่ใช้ในการทำงานย่อยที่ 2 และงานย่อยที่ 4

| ผู้ทดลอง | | งานย่อยที่ 2 | | งานย่อยที่ 4 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอ | ตัวชี้ตำแหน่ง VJ | ส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอแบบต่อเนื่อง | ส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอแบบตาราง | ตัวชี้ตำแหน่ง VJ |
| M1 | เปล่งเสียงทั้งหมด (ครั้ง) | 69 | 22 | 49 | 117 | 115 |
| | ระบบตรวจจับผิด (ครั้ง) | 4 | 0 | 2 | 4 | 5 |
| M2 | เปล่งเสียงทั้งหมด (ครั้ง) | 40 | 22 | 57 | 80 | 46 |
| | ระบบตรวจจับผิด (ครั้ง) | 0 | 0 | 1 | 2 | 5 |
| M3 | เปล่งเสียงทั้งหมด (ครั้ง) | 36 | 26 | 46 | 91 | 35 |
| | ระบบตรวจจับผิด (ครั้ง) | 2 | 0 | 3 | 4 | 2 |
| M4 | เปล่งเสียงทั้งหมด (ครั้ง) | 71 | 16 | 44 | 94 | 37 |
| | ระบบตรวจจับผิด (ครั้ง) | 10 | 0 | 3 | 1 | 0 |
| F1 | เปล่งเสียงทั้งหมด (ครั้ง) | 63 | 65 | 53 | 92 | 96 |
| | ระบบตรวจจับผิด (ครั้ง) | 6 | 7 | 6 | 1 | 7 |

ตารางที่ 5.6 จำนวนคำสั่งที่ใช้ในการทำงานย่อยที่ 2 และงานย่อยที่ 4 (ต่อ)

| ผู้ทดลอง | | งานย่อยที่ 2 | | งานย่อยที่ 4 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอ | ตัวชี้ตำแหน่ง VJ | ส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอแบบต่อเนื่อง | ส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอแบบตาราง | ตัวชี้ตำแหน่ง VJ |
| F2 | เปล่งเสียงทั้งหมด (ครั้ง) | 42 | 54 | 44 | 81 | 52 |
| | ระบบตรวจจับผิด (ครั้ง) | 3 | 3 | 1 | 2 | 1 |
| F3 | เปล่งเสียงทั้งหมด (ครั้ง) | 53 | 17 | 75 | 90 | 28 |
| | ระบบตรวจจับผิด (ครั้ง) | 3 | 0 | 7 | 0 | 0 |
| F4 | เปล่งเสียงทั้งหมด (ครั้ง) | 55 | 67 | 44 | 88 | 210 |
| | ระบบตรวจจับผิด (ครั้ง) | 1 | 6 | 1 | 3 | 34 |
| ค่าเฉลี่ยการเปล่งเสียงทั้งหมด (ครั้ง) | | 53.625<br>(13.42) | 36.125<br>(21.97) | 51.5<br>(10.62) | 91.625<br>(11.43) | 72.75<br>(61.93) |
| ค่าเฉลี่ยการที่ระบบตรวจจับผิด (ครั้ง) | | 3.625<br>(3.16) | 2<br>(2.98) | 3<br>(2.33) | 2.125<br>(1.46) | 6.75<br>(11.31) |
| ร้อยละความถูกต้อง | | 93.24 | 94.46 | 94.17 | 97.68 | 90.72 |

### 5.2.4 ความเร็วในการเข้าถึงเป้าหมาย

เวลาในการทำงานย่อยแต่ละงานของผู้ทดลองทุกคนที่ใช้ส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอแสดงในตารางที่ 5.7 โดยเวลารวมในตารางที่ 5.7 คิดจากผลรวมของงานย่อยที่ 1 ถึงงานย่อยที่ 5 และในงานย่อยที่ 4 เลือกใช้เวลาของการสั่งการด้วยตัวชี้ตำแหน่งแบบต่อเนื่องเพียงอย่างเดียว และเวลาในการทำงานย่อยด้วยตัวชี้ตำแหน่ง VJ แสดงในตารางที่ 5.8

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้ตัวชี้ตำแหน่ง VJ มีเวลาเฉลี่ยในการทำงานย่อยทั้งหมดให้เสร็จโดยใช้เวลาเฉลี่ย 298 วินาที ซึ่งน้อยกว่าเวลาที่ใช้ในการเข้าถึงเป้าหมายด้วยส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอที่ใช้เวลาเฉลี่ย 534 วินาที และเมื่อวิเคราะห์ในระดับผู้ทดลองแต่ละคน พบว่าผู้ทดลองทุกคนใช้เวลาในการทำงานย่อยทั้งหมดให้เสร็จด้วยตัวชี้ตำแหน่ง VJ ได้รวดเร็วกว่าการใช้ส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอ และเมื่อพิจารณาในแต่ละงานย่อยพบว่าการใช้ตัวชี้ตำแหน่ง VJ สามารถใช้เวลาในการทำแต่ละงานย่อยให้เสร็จได้รวดเร็วกว่าการใช้ส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอในทุก ๆ งานย่อย

ปัจจัยที่ทำให้ตัวชี้ตำแหน่ง VJ ใช้เวลาในการทำงานที่น้อยกว่าตัวชี้ตำแหน่งที่นำเสนอ เป็นผลมาจากความเร็วในการเข้าถึงเป้าหมาย โดยหลังจากการทดลองได้นำภาพเคลื่อนไหวที่บันทึกไว้ขณะทำการทดลองมาทำการหาความเร็วเฉลี่ยในการเข้าถึงเป้าหมายด้วยตัวชี้ตำแหน่ง VJ พบว่ามีความเร็วเฉลี่ยประมาณ 300 จุดภาพต่อวินาที และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 70 จุดภาพต่อวินาที ซึ่งเร็วกว่าความเร็วในการเคลื่อนที่ของตัวชี้ตำแหน่งในส่วนรับเข้าที่นำเสนอ ที่กำหนดไว้เพียง 80 จุดภาพต่อวินาที ถึง 3.75 เท่า และในส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอ ใช้ระยะเวลาในการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุที่สนใจที่ 0.8 วินาที ในช่วงเวลาดังกล่าวตัวชี้ตำแหน่ง VJ สามารถเคลื่อนที่ได้ระยะทางถึง 240 จุดภาพ

แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาผู้ทดลอง M2 และ F3 ซึ่งทั้งสองคนใช้เวลาในการทำงานย่อยทั้งหมดด้วยตัวชี้ตำแหน่ง VJ ใกล้เคียงกันที่ประมาณ 185 วินาที แต่ใช้เวลาในการทำงานย่อยทั้งหมดด้วยส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอแตกต่างกันอย่างมาก โดยผู้ทดลอง M2 ใช้เวลา 372 วินาที ต่างจากผู้ทดลอง F3 ที่ใช้เวลาถึง 749 วินาที แสดงให้เห็นว่าผู้ทดลองแต่ละคนมีความคุ้นเคยในการใช้งานส่วนรับเข้าด้วยเสียงทั้งสองไม่เท่ากัน ปัญหาดังกล่าวอาจจะเกิดจากความไม่คุ้นเคยในการใช้งาน และระยะเวลาในการเรียนรู้การใช้ส่วนรับเข้าด้วยเสียง ที่บางคนสามารถเรียนรู้ได้เร็วกว่า หรือช้ากว่าบางคน ดังนั้นถ้ามีการให้ผู้ทดลองได้ลองใช้ส่วนรับเข้าด้วยเสียงสั่งการด้วยเสียงในระยะเวลาที่นานมากขึ้น อาจจะส่งผลต่อระยะเวลาในการทำงานย่อยทั้งหมดด้วยส่วนรับเข้าด้วยเสียงทั้งสองรูปแบบ

สำหรับประสิทธิภาพในการใช้ส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอในการเข้าถึงเป้าหมายระยะไกล ด้วยวิธีการเคลื่อนที่ของตัวชี้ตำแหน่งแบบต่อเนื่อง และวิธีการเคลื่อนที่ของตัวชี้ตำแหน่ง

แบบตารางที่ออกแบบใหม่ ได้แสดงในตารางที่ 5.7 โดยจากผลลัพธ์แสดงให้ว่าการเคลื่อนที่ของตัวชี้ตำแหน่งแบบต่อเนื่อง ใช้เวลาในการเข้าถึงเป้าหมายที่เร็วกว่าการใช้การเคลื่อนที่ของตัวชี้ตำแหน่งแบบตาราง

โดยสาเหตุที่ทำให้การเคลื่อนที่ของตัวชี้ตำแหน่งแบบต่อเนื่อง เข้าถึงเป้าหมายที่อยู่ไกลได้รวดเร็วกว่าการใช้การเคลื่อนที่ของตัวชี้ตำแหน่งแบบตาราง เพราะการเคลื่อนที่ของตัวชี้ตำแหน่งแบบตารางที่พัฒนาขึ้นมาใหม่นั้น ใช้ขั้นตอนในการเคลื่อนที่มากกว่าการใช้การเคลื่อนที่ของตัวชี้ตำแหน่งแบบต่อเนื่อง ดังแสดงในตารางที่ 5.9 ส่งผลให้ผู้ทดลองต้องทำการเปล่งเสียงในการทำงานมากกว่า สอดคล้องกับผลการทดลองในส่วนที่ 5.2.3

ตารางที่ 5.7 เวลาที่ใช้ในการทำงานย่อยด้วยส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอ

| ผู้ทดลอง | งานย่อยที่ 1 | งานย่อยที่ 2 | งานย่อยที่ 3 | งานย่อยที่ 4 แบบต่อเนื่อง | งานย่อยที่ 4 แบบตาราง | งานย่อยที่ 5 | รวม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **M1** | 30 | 211 | 43 | 201 | 483 | 34 | 519 |
| **M2** | 56 | 86 | 35 | 170 | 267 | 25 | 372 |
| **M3** | 44 | 141 | 46 | 175 | 177 | 13 | 419 |
| **M4** | 79 | 103 | 50 | 200 | 308 | 23 | 455 |
| **F1** | 84 | 201 | 36 | 347 | 340 | 12 | 680 |
| **F2** | 77 | 128 | 50 | 196 | 279 | 11 | 462 |
| **F3** | 45 | 233 | 42 | 398 | 248 | 31 | 749 |
| **F4** | 82 | 202 | 62 | 231 | 345 | 38 | 615 |
| **ค่าเฉลี่ย** | 62.13 | 163.13 | 45.50 | 239.75 | 305.88 | 23.38 | 533.88 |
| **ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน** | 20.95 | 55.30 | 8.72 | 85.08 | 89.65 | 10.54 | 133.75 |

ตารางที่ 5.8 เวลาที่ใช้ในการทำงานย่อยด้วยตัวชี้ตำแหน่ง VJ

| ผู้ทดลอง | งานย่อยที่ 1 | งานย่อยที่ 2 | งานย่อยที่ 3 | งานย่อยที่ 4 | งานย่อยที่ 5 | รวม |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **M1** | 25 | 40 | 24 | 182 | 5 | 276 |
| **M2** | 25 | 53 | 14 | 87 | 9 | 188 |
| **M3** | 13 | 25 | 18 | 69 | 5 | 130 |
| **M4** | 13 | 26 | 19 | 67 | 4 | 129 |
| **F1** | 29 | 160 | 50 | 289 | 10 | 538 |
| **F2** | 52 | 154 | 38 | 159 | 11 | 414 |
| **F3** | 21 | 53 | 21 | 81 | 9 | 185 |
| **F4** | 26 | 117 | 80 | 290 | 14 | 527 |
| **ค่าเฉลี่ย** | 25.5 | 78.5 | 33 | 153 | 8.375 | 298.375 |
| **ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน** | 12.24 | 56.35 | 22.46 | 94.21 | 3.46 | 171.40 |

### 5.2.5 ความแม่นยำในการเข้าถึงเป้าหมาย

จำนวนครั้งที่ผู้ทดลองเคลื่อนที่เลยเป้าหมายด้วยการใช้ส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอ และตัวชี้ตำแหน่ง VJ แสดงในตารางที่ 5.9 โดยแสดงเฉพาะในงานย่อยที่ 2 และงานย่อยที่ 4 เท่านั้น เพราะงานย่อยทั้งสองเน้นวัดประสิทธิภาพเกี่ยวกับเวลาในการเข้าถึงเป้าหมายแบบใกล้ และไกล ตามลำดับ

การวัดค่าการเคลื่อนที่เลยเป้าหมายในงานย่อยที่ 4 ด้วยส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอ โดยใช้รูปแบบการเคลื่อนที่ของตัวชี้ตำแหน่งแบบตาราง นับการเลยเป้าหมายโดยนับในกรณีที่ผู้ทดลองสั่งหยุดการเคลื่อนที่ของช่องที่สนใจ แล้วช่องที่สนใจนั้นไม่ได้อยู่ในแนวของเป้าหมาย สำหรับในตารางที่ 5.10 แสดงร้อยละในการเคลื่อนที่เลยเป้าหมายเทียบกับจำนวนครั้งที่เปล่งเสียงถูกต้อง โดยค่าของจำนวนครั้งที่เปล่งเสียงได้ถูกต้องคำนวณได้จากตารางที่ 5.6

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าโดยเฉลี่ยแล้วส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอนั้นมีความแม่นยำในการเข้าถึงเป้าหมายมากกว่าตัวชี้ตำแหน่ง VJ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้เสียงเสียดแทรกในการหยุดการเคลื่อนที่ของตัวชี้ตำแหน่งได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการหยุดการเคลื่อนที่ของตัวชี้ตำแหน่งด้วยการใช้หลักการของการหยุดเปล่งเสียง และผลจากการทดลองสังเกตได้แน่ชัดว่าผู้ทดลอง M1 F1 F2 และ F4 มีปัญหากับการหยุดตัวชี้ตำแหน่ง VJ

สำหรับในงานย่อยที่ 4 ที่ทดสอบด้วยการใช้ส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอ พบกว่าการใช้รูปแบบการเคลื่อนของตัวชี้ตำแหน่งที่แบบตาราง มีจำนวนครั้งที่ตัวชี้ตำแหน่งเคลื่อนที่เลยเป้าหมายมากกว่าการใช้รูปแบบการเคลื่อนที่ของตัวชี้ตำแหน่งแบบต่อเนื่อง เพราะต้องใช้คำสั่งในการสั่งการเพื่อให้ทำงานย่อยให้เสร็จมากกว่า ดังแสดงในตารางที่ 5.9 จึงส่งผลให้มีจำนวนครั้งที่ตัวชี้ตำแหน่งเคลื่อนที่เลยเป้าหมายมากขึ้นตามไป

เมื่อเปรียบเทียบร้อยละของการที่เคลื่อนที่เลยเป้าหมายโดยการใช้รูปแบบการเคลื่อนที่แบบต่อเนื่อง และแบบตารางของส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอ พบว่ามีค่าที่ไม่แตกต่างกันมาก แสดงให้เห็นว่าการกำหนดให้ตัวชี้ตำแหน่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 80 จุดต่อวินาที และกำหนดให้ตัวระบุตำแหน่งเปลี่ยนตำแหน่งทุก ๆ 0.8 วินาที ทำให้ผู้ทดลองหยุดตรงเป้าหมายได้อย่ามีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 5.9 จำนวนครั้งที่ตัวชี้ตำแหน่งเคลื่อนที่เลยเป้าหมาย

| | งานย่อยที่ 2 | | งานย่อยที่ 4 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ผู้ทดลอง | ส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอ | ตัวชี้ตำแหน่ง VJ | ส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอแบบต่อเนื่อง | ส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอแบบตาราง | ตัวชี้ตำแหน่ง VJ |
| **M1** | 6 | 3 | 1 | 16 | 45 |
| **M2** | 0 | 7 | 0 | 0 | 9 |
| **M3** | 3 | 1 | 0 | 0 | 7 |
| **M4** | 0 | 6 | 0 | 3 | 9 |
| **F1** | 2 | 29 | 3 | 2 | 29 |
| **F2** | 1 | 26 | 2 | 1 | 25 |
| **F3** | 6 | 1 | 5 | 3 | 4 |
| **F4** | 1 | 30 | 1 | 2 | 86 |
| **ค่าเฉลี่ย** | 2.38 | 12.88 | 1.50 | 3.38 | 26.75 |
| **ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน** | 2.45 | 13.02 | 1.77 | 5.24 | 27.75 |

ตารางที่ 5.10 ร้อยละของการที่ตัวชี้ตำแหน่งเคลื่อนที่เลยเป้าหมาย

| ผู้ทดลอง | งานย่อยที่ 2 | | งานย่อยที่ 4 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอ | ตัวซ้ำตำแหน่ง VJ | ส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอแบบต่อเนื่อง | ส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอแบบตาราง | ตัวชี้ตำแหน่ง VJ |
| **M1** | 9.23 | 13.64 | 2.13 | 14.16 | 40.91 |
| **M2** | 0.00 | 31.82 | 0.00 | 0.00 | 21.95 |
| **M3** | 8.82 | 3.85 | 0.00 | 0.00 | 21.21 |
| **M4** | 0.00 | 37.50 | 0.00 | 3.23 | 24.32 |
| **F1** | 3.51 | 50.00 | 6.38 | 2.20 | 32.58 |
| **F2** | 2.56 | 50.98 | 4.65 | 1.27 | 49.02 |
| **F3** | 12.00 | 5.88 | 7.35 | 3.33 | 14.29 |
| **F4** | 1.85 | 49.18 | 2.33 | 2.35 | 48.86 |
| **ค่าเฉลี่ย** | 4.75 | 37.73 | 3.09 | 3.77 | 37.88 |

### 5.2.6 ความเหนื่อยในการใช้งาน

การวัดผลทางด้านความเหนื่อยในการใช้งานวัดจากแบบสอบถาม โดยใช้เครื่องหมาย x ที่ปรากฏในตารางแทนถึงการที่ผู้ทดลองเลือกคำตอบนั้น ดังแสดงในตารางที่ 5.10

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าผู้ทดลองทั้งหมดเลือกให้ส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอนั้นมีระดับความเหนื่อยน้อยกว่าตัวชี้ตำแหน่ง VJ เหตุผลที่ผู้ทดลองเลือกให้ส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอมีระดับความเหนื่อยน้อยกว่า ทั้งที่ส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอใช้เวลาในการทำงานให้เสร็จมากกว่า เพราะส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอนั้นไม่ต้องเปล่งเสียงในขณะที่ตัวชี้ตำแหน่งมีการเคลื่อนที่

สำหรับความเหนื่อยในการเปล่งเสียงเสียดแทรก มีผู้ทดลองทักท้วงว่า ต้องใช้การพ่นลมที่มีพลังงานมาก จึงจะสามารถทำให้ระบบรับรู้ว่ามีเสียงเสียดแทรกเข้ามาในระบบ ซึ่งปัญหาในส่วนนี้เกิดจากการเลือกใช้ไมโครโฟนรุ่นที่มีการกรองเสียงรบกวน จึงทำให้เสียงเสียดแทรกถูกลดพลังงานลงจนทำให้ผู้ทดลองต้องเปล่งเสียงดังขึ้น

ผู้ทดลอง M1 แนะนำว่าสามารถใช้เสียงคลิกที่เกิดบริเวณกระพุ้งแก้ม (เหมือนเสียงที่แสดงออกมาเมื่อไม่พอใจ) สามารถใช้แทนเสียงเสียดแทรกได้ เพราะมีระดับความเข้มของสัญญาณที่ความถี่สูงเหมือนกับเสียงเสียดแทรก

ตารางที่ 5.11 ผลของแบบสอบถามด้านความเหนื่อย

| | **ส่วนรับเข้าด้วยเสียงไหนมีความเหนื่อยในการใช้งานน้อย?** | | |
|---|---|---|---|
| **ผู้ทดลอง** | **ส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอ** | **ไม่ต่างกัน** | **ตัวชี้ตำแหน่ง VJ** |
| **M1** | X | | |
| **M2** | X | | |
| **M3** | X | | |
| **M4** | X | | |
| **F1** | X | | |
| **F2** | X | | |
| **F3** | X | | |
| **F4** | X | | |
| **รวม** | 8 | 0 | 0 |

### 5.2.7 ความนิยมในการเลือกใช้

การวัดผลทางด้านความนิยมในการเลือกใช้วัดจากแบบสอบถาม โดยถามผู้ทดลองว่า "ถ้าผู้ทดลองต้องเลือกใช้ส่วนรับเข้าด้วยเสียงในการควบคุมคอมพิวเตอร์ ผู้ทดลองจะเลือกใช้ส่วนรับเข้ารูปแบบใด" ผลจากแบบสอบถามแสดงในตาราง 5.11 โดยใช้เครื่องหมาย x ที่ปรากฏในตารางแทนถึงการที่ผู้ทดลองเลือกคำตอบนั้น

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าผู้ทดลองทุกคนเลือกใช้ส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอทุกคน แสดงว่าส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอมีความนิยมในการใช้งานมากกว่า โดยผู้ทดลองให้เหตุผลที่เลือกใช้ส่วนรับเข้าด้วยที่นำเสนอ เพราะส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอมีระดับความเหนื่อยที่น้อยกว่า และรู้สึกไม่เครียดระหว่างการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบกับตัวชี้ตำแหน่ง VJ เพราะตัวชี้ตำแหน่ง VJ มีความเร็วในการเคลื่อนที่ที่มากกว่า และยากในการควบคุมให้ตัวชี้ตำแหน่งหยุดตรงเป้าหมาย

ตารางที่ 5.12 ผลของแบบสอบถามด้านความนิยมในการเลือกใช้

| | **ถ้าผู้ทดลองต้องเลือกใช้ส่วนรับเข้าด้วยเสียงในการควบคุมคอมพิวเตอร์ ผู้ทดลองจะเลือกใช้ส่วนรับเข้ารูปแบบใด?** | |
|---|---|---|
| **ผู้ทดลอง** | **ส่วนรับเข้าด้วยเสียงที่นำเสนอ** | **ตัวชี้ตำแหน่ง VJ** |
| **M1** | X | |
| **M2** | X | |
| **M3** | X | |
| **M4** | X | |
| **F1** | X | |
| **F2** | X | |
| **F3** | X | |
| **F4** | X | |
| **รวม** | 8 | 0 |