การพัฒนาระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของผู้พิการ

The Development of Communication System for Independent Living of Persons with Disabilities

วีรวรรณ จันทนะทรัพย์
วิภา จักรชัยกุล
ณัฐติญา ไข่ติยากุล

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินงบประมาณรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๑
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

การพัฒนาระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของผู้พิการ

The Development of Communication System for Independent Living of Persons with Disabilities

วีรวรรณ จันทนะทรัพย์

วิภา จักรชัยกุล

ณัฐติญา ไข่ติยากุล

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินงบประมาณรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๑

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อเรื่อง : การพัฒนาระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของผู้พิการ
ผู้วิจัย : นางวีรวรรณ จันทนะทรัพย์
นางวิภา จักรชัยกุล
นางสาวณัฐติญา ไข่ติยากุล
พ.ศ. : 2561

บทคัดย่อ

ปัจจุบันเทคโนโลยีติดตามดวงตาเป็นหนึ่งในความท้าทายในงานด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีติดตามดวงตาช่วยให้ผู้คนทั่วโลกใช้งานคอมพิวเตอร์ได้เพียงการเพ่งมองของสายตา โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับคนพิการที่มีความบกพร่องทางด้านร่างกาย งานวิจัยนี้นำเสนอระบบเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกบนพื้นฐานการติดตามดวงตาที่สนับสนุนการดำรงชีวิตอย่างเป็นอิสระของคนพิการ การทำงานหลักของระบบประกอบด้วยปุ่มสั่งการที่เป็นรูปภาพบนเว็บไซต์ จำนวน 3 เว็บไซต์ ซึ่งทำงานร่วมกับอุปกรณ์ติดตามดวงตาต้นทุนต่ำ

ประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบด้วยค่าวัดประสิทธิภาพทรูพุตซึ่งเป็นมาตรฐานการวัดประสิทธิภาพในงานการชี้ตำแหน่งของอุปกรณ์ในระบบคอมพิวเตอร์ ดำเนินการทดสอบกับคนพิการจำนวน 10 ราย ด้วยการสั่งการให้เพ่งมองสายตาไปยังปุ่มสั่งการต่างๆ บนจอภาพ โดยใช้ระยะตรึงของสายตา 500 มิลลิวินาที ผลการทดลองพบว่าผู้ทดสอบสามารถสั่งการด้วยสายตาที่ความเร็วในการสั่งการทรูพุต 1.03 บิตต่อวินาที นอกจากนี้ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อระบบอยู่ในระดับค่อนข้างดี ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าเทคโนโลยีติดตามดวงตาเป็นเครื่องมือที่ดีสำหรับคนพิการในการปฏิสัมพันธ์ใช้งานกับเว็บแอปพลิเคชัน

คำสำคัญ : เทคโนโลยีติดตามดวงตา, เทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวก
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์

Title : The Development of Communication System for Independent Living of Persons with Disabilities

Researcher : Mrs. Veerawan Janthanasub
Mrs. Vipa Jakchaikul
Miss Nattiya Kaitiyakul

Year : 2018

Abstract

Nowadays, Eye tracking technology is the next challenges of human computer interaction (HCI). This technology can help people all over the world access computers through systems that use gaze control and especially important for people with physical disability. This research presents a system of assistive technology base on an eye-tracking interface while supported the communication system for independent living of persons with disabilities usability. The primary method of this system consists of a selection of pictogram buttons on three websites, which used a low-cost eye-tracking device.

The evaluation used the throughput of standards for computer pointing devices as a measurement of user performance to look at an on-screen target and dwell on it for 500ms for selection. The results showed that ten participants with a disability can be pointing and selection their overall mean throughput was 1.08 bits/s. Moreover, the overall users of respondents were rather satisfied with the system. Consequently, eye tracking technology is a great tool for interaction in the web application for a user with a disability.

Keywords: Eye Tracking Technology, Assisting Technology, Human Computer Interface

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของผู้พิการได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ประจำปีงบประมาณ 2561 ซึ่งในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกหน่วยงานที่มีส่วนให้การสนับสนุนทำให้ผลการวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ได้แก่

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ซึ่งเป็นหน่วยงานต้นสังกัดของคณะผู้วิจัย และเอื้อเฟื้อสถานที่ อุปกรณ์ต่างๆ ในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ รวมทั้งหน่วยงานภายในคณะที่เกี่ยวข้อง คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณหน่วยงานภายนอก และบุคคลที่เกี่ยวข้องในการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบ ประกอบด้วย สภาศูนย์การดำรงชีวิตอิสระของคนพิการแห่งประเทศไทย และหน่วยงานในสังกัด รวมทั้งกลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์และสนับสนุนการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบในงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณ ศูนย์การดำรงชีวิตอิสระของคนพิการจังหวัดชลบุรี ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ให้การสนับสนุนส่งตัวแทนบุคลากร และสมาชิกคนพิการเข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ได้รับจากงานวิจัย และขอขอบคุณเทศบาลเจ้าพระยาสุรศักดิ์เพื่อการดำรงชีวิตอิสระของคนพิการจังหวัดชลบุรี ที่ได้อนุเคราะห์สถานที่ในการฝึกอบรมและฝึกปฏิบัติการถ่ายทอดเทคโนโลยีงานวิจัย รวมทั้งผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยีงานวิจัยทุกท่าน ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่งจึงใคร่ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณหน่วยงานเจ้าของลิขสิทธิ์ช่องทีวี สถานีวิทยุ และเจ้าของวิดีโอ และสื่อมัลติมีเดียที่เผยแพร่บนเว็บไซต์ยูทูปที่ได้นำมาใช้ในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และขอยืนยันถึงวัตถุประสงค์หลักในการวิจัยและพัฒนาระบบปฏิสัมพันธ์ต้นแบบสำหรับสำหรับคนพิการด้วยการทำงานร่วมกับเทคโนโลยีติดตามดวงตา มิได้หวังประโยชน์ในเชิงพาณิชย์

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากงานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยขอมอบบูชาแด่ บิดา มารดา ที่ให้การอบรมสั่งสอนเลี้ยงดู และบูชาแด่คณาจารย์ทุกท่านที่ประสาทวิชาความรู้แก่คณะผู้วิจัย

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		(ก)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		(ข)
กิตติกรรมประกาศ		(ค)
สารบัญ		(ง)
สารบัญตาราง		(ฉ)
สารบัญภาพ		(ช)
บทที่ 1	**บทนำ**	1
1.1	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3	ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4	วิธีการวิจัย	2
1.5	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2	**วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง**	5
2.1	พระราชบัญญัติส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ	5
2.2	ดิจิทัลไทยแลนด์กับคนพิการ	7
2.3	คนพิการและเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวก	10
2.4	เทคโนโลยีติดตามดวงตา	16
2.5	ระบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนพิการกับคอมพิวเตอร์	17
2.6	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	21
บทที่ 3	**วิธีดำเนินการวิจัย**	23
3.1	การพัฒนาระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของคนพิการ	23
3.2	การหาประสิทธิภาพของระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระคนพิการ	41
3.3	การศึกษาความคิดเห็นของคนพิการและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง	44
3.4	การถ่ายทอดเทคโนโลยีงานวิจัย	45
บทที่ 4	**ผลการดำเนินการวิจัย**	46
4.1	ผลการพัฒนาซอฟต์แวร์เว็บแอปพลิเคชัน	46
4.2	ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบปฏิสัมพันธ์ด้วยสายตา	51
4-3	ผลการศึกษาความคิดเห็นของคนพิการและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง	58
4.4	ผลการดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีงานวิจัย	60
บทที่ 5	**สรุปผลการดำเนินงานวิจัย**	63
5.1	สรุป และอภิปรายผล	63
5.2	ข้อเสนอแนะ	64

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม	66
ภาคผนวก ก รายละเอียดผลการทดสอบ	69
ประวัติผู้วิจัย	75

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3-1	รายละเอียดปุ่มสั่งการด้วยสายตาส่วนงานฟังก์ชันดูทีวีออนไลน์	27
3-2	รายละเอียดปุ่มสั่งการด้วยสายตาส่วนหน้าจอหลักฟังก์ชันดูวิดีโอบนเว็บไซต์ยูทูป	31
3-3	รายละเอียดปุ่มสั่งการด้วยสายตาส่วนหน้าจอค้นหาและตามประเภทไฟล์วิดีโอ	33
3-4	รายละเอียดปุ่มสั่งการด้วยสายตาส่วนหน้าจอแสดงวิดีโอบนเว็บไซต์ยูทูป	35
3-5	รายละเอียดปุ่มสั่งการด้วยสายตาส่วนงานฟังก์ชันดูทีวีออนไลน์	36
4-1	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบในภาพรวม	59
4-2	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อเว็บดูทีวีออนไลน์	59
4-3	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อเว็บดูวิดีโอยูทูปออนไลน์	60
4-4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อเว็บฟังวิทยุออนไลน์	60
4-5	กำหนดการการฝึกอบรมและปฏิบัติการถ่ายทอดเทคโนโลยีโครงการวิจัย	61
ก-1	รายละเอียดผลการทดสอบส่วนหน้าจอหลักของระบบ	70
ก-2	รายละเอียดผลการทดสอบส่วนเว็บแอปพลิเคชันดูทีวีออนไลน์	70
ก-3	รายละเอียดผลการทดสอบส่วนเว็บแอปพลิเคชันดูวิดีโอยูทูปออนไลน์	71
ก-4	รายละเอียดผลการทดสอบส่วนเว็บแอปพลิเคชันฟังวิทยุออนไลน์	71
ก-5	รายละเอียดผลการสำรวจระดับความพึงพอใจส่วนเว็บแอปพลิเคชันดูทีวีออนไลน์	72
ก-6	รายละเอียดผลการสำรวจระดับความพึงพอใจส่วนเว็บแอปพลิเคชันดูวิดีโอยูทูปออนไลน์	73
ก-7	รายละเอียดผลการสำรวจระดับความพึงพอใจส่วนเว็บแอปพลิเคชันฟังวิทยุออนไลน์	74

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	ภูมิทัศน์ดิจิทัลของไทยในระยะเวลา 20 ปี	8
2-2	กรอบยุทธศาสตร์การพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม	8
2-3	ตัวอย่างอุปกรณ์เมาส์สติกส์	11
2-4	ตัวอย่างอุปกรณ์ไม้ชี้ด้วยศีรษะ	12
2-5	ตัวอย่างภาพอุปกรณ์ปุ่มสวิทช์	12
2-6	ตัวอย่างภาพอุปกรณ์เมาส์แทร็กบอล	13
2-7	ตัวอย่างภาพอุปกรณ์แป้นพิมพ์พิเศษ	13
2-8	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อุปกรณ์ติดตามดวงตากลุ่มต้นทุนต่ำ	14
2-9	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อุปกรณ์ติดตามดวงตากลุ่มต้นทุนสูง	15
2-10	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อุปกรณ์สั่งการด้วยสมอง	16
2-11	สหวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเอชซีไอ	19
2-12	องค์ประกอบพื้นฐานของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์	19
2-13	โมเดลกระบวนการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์ผ่านสมอง 3 ส่วน	21
3-1	โครงสร้างระบบระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของคนพิการ	24
3-2	แผนผังส่วนต่อประสานระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของคนพิการ	26
3-3	ลักษณะปุ่มสั่งการช่องรายการทีวี	27
3-4	ลักษณะปุ่มสั่งการกลับเมนูหลักของระบบของเว็บดูทีวีออนไลน์	27
3-5	ลักษณะปุ่มสั่งการแผงรีโมททีวี	28
3-6	หน้าจอส่วนต่อประสานหลักฟังก์ชันดูทีวีออนไลน์	29
3-7	หน้าจอส่วนต่อประสานส่วนแสดงทีวีเต็มจอฟังก์ชันดูทีวีออนไลน์	29
3-8	หน้าจอส่วนต่อประสานส่วนแสดงรีโมททีวีออนไลน์	30
3-9	หน้าจอส่วนต่อประสานหลักฟังก์ชันดูวิดีโอบนเว็บไซต์ยูทูป	31
3-10	ลักษณะปุ่มสั่งการเว็บดูวิดีโอยูทูป	31
3-11	ลักษณะปุ่มสั่งการแผงรีโมทวิดีโอ	32
3-12	ลักษณะปุ่มสั่งการกลับสู่หน้าจอหลักระบบของเว็บดูวิดีโอยูทูป	32
3-13	หน้าจอส่วนต่อประสานค้นหาไฟล์วิดีโอตามประเภท	32
3-14	หน้าจอส่วนต่อประสานแป้นพิมพ์เสมือนค้นหาไฟล์วิดีโอ	33
3-15	ลักษณะปุ่มสั่งการเรียกใช้คีย์บอร์ด	33
3-16	ลักษณะปุ่มสั่งการปิดแป้นพิมพ์	33
3-17	ลักษณะปุ่มสั่งการเลือกประเภทวิดีโอ	34
3-18	ลักษณะปุ่มสั่งการควบคุมการแสดงหน้าจอ	34
3-19	ลักษณะปุ่มสั่งการบนแป้นพิมพ์	34
3-20	หน้าจอส่วนต่อประสานแสดงวิดีโอบนเว็บไซต์ยูทูป	35

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
3-21	ลักษณะปุ่มสั่งการควบคุมวิดีโอเว็บไซต์ยูทูป	35
3-22	ลักษณะปุ่มสั่งการรายการสถานีวิทยุ	36
3-23	ลักษณะปุ่มสั่งการแผงรีโมทวิทยุ	37
3-24	หน้าจอส่วนต่อประสานหลักฟังก์ชันฟังวิทยุออนไลน์	38
3-25	หน้าจอส่วนต่อประสานรีโมทวิทยุออนไลน์	38
3-26	แบบจำลองปฏิกริยาย้อนกลับสำหรับผู้ใช้	39
3-27	ตัวอย่างสคริปส์คำสั่งสร้างปฏิสัมพันธ์สั่งการด้วยสายตาบนปุ่มสั่งการเล่นทีวี	40
3-28	ตัวอย่างสคริปส์คำสั่งสร้างปฏิสัมพันธ์สั่งการด้วยสายตาบนปุ่มสั่งการฟังวิทยุ FM88.5	40
3-29	ตัวอย่างสคริปส์คำสั่งสร้างปฏิสัมพันธ์สั่งการด้วยสายตาบนแอปพลิเคชันดูวิดีโอบนยูทูป	41
4-1	หน้าหลักของระบบปฏิสัมพันธ์สั่งการด้วยสายตา	47
4-2	หน้าโฮมเพจเว็บแอปพลิเคชันดูทีวีออนไลน์	47
4-3	ตัวอย่างหน้าเว็บเพจดูทีวีแบบเต็มจอ	48
4-4	ตัวอย่างหน้าเว็บเพจดูทีวีแบบเปิดรีโมททีวี	48
4-5	หน้าโฮมเพจเว็บแอปพลิเคชันดูวิดีโอยูทูป	49
4-6	ตัวอย่างหน้าเว็บเพจดูวิดียูทูป	49
4-7	ตัวอย่างหน้าเว็บเพจแป้นพิมพ์เสมือนค้นหาวิดีโอยูทูป	50
4-8	หน้าโฮมเพจเว็บแอปพลิเคชันฟังวิทยุออนไลน์	50
4-9	ตัวอย่างหน้าเว็บเพจเปิดวิทยุคลื่น FM 90.75	50
4-10	ชุดฮาร์ดแวร์ตรวจจับและติดตามดวงตาที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้	51
4-11	ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยทรูพุตในแต่ละส่วนงานของระบบ	52
4-12	ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยเวลารวมเมื่องานเสร็จในแต่ละส่วนงานของระบบ	52
4-13	ผลการทดสอบค่าประสิทธิภาพทรูพุตเฉลี่ยส่วนผลการทดสอบเบื้องต้น	53
4-14	ผลการทดสอบเวลารวมของความสำเร็จของงานเฉลี่ยส่วนผลการทดสอบเบื้องต้น	54
4-15	หน้าจอส่วนต่อประสานค้นหาไฟล์วิดีโอตามประเภท	54
4-16	หน้าเว็บเพจเลือกประเภทวิดีโอยูทูป	55
4-17	กราฟเปรียบเทียบข้อมูลผลลัพธ์สมรรถนะการทำงานทรูพุต	56
4-18	กราฟเปรียบเทียบข้อมูลผลลัพธ์ค่าเวลารวมของความสำเร็จของงานทั้งหมด	56
4-19	ผลการทดสอบค่าประสิทธิภาพทรูพุตเฉลี่ยส่วนผลการทดสอบใช้งานจริง	57
4-20	ผลการทดสอบเวลารวมของความสำเร็จของงานเฉลี่ยส่วนผลการทดสอบใช้งานจริง	57
4-21	ตัวอย่างภาพการเปิดโครงถ่ายทอดเทคโนโลยีงานวิจัย จังหวัดชลบุรี	62
4-22	ตัวอย่างภาพผู้เข้าร่วมอบรมฝึกปฏิบัติการใช้งานระบบ	62

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการพัฒนาเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกและการสื่อสาร (Augmentative & Alternative Communication; ACC) และเทคนิควิธีการใช้งานคอมพิวเตอร์สำหรับคนพิการถูกคิดค้นและพัฒนาอย่างต่อเนื่องจากอดีตจนถึงปัจจุบัน ภายใต้แนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องมือ อุปกรณ์ ซอฟต์แวร์ และการให้บริการสำหรับคนพิการ โดยคำนึงถึงลักษณะเฉพาะของความบกพร่อง หรือความต้องการพิเศษของคนพิการแต่ละกลุ่ม หรือแต่ละบุคคล อันเป็นการเพิ่ม รักษา และคงไว้ หรือพัฒนาความสามารถและศักยภาพที่จะเข้าถึงและใช้ประโยชน์ได้จากข้อมูล ข่าวสาร และการสื่อสารเป็นหลัก (สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา, 2550) โดยมีจุดมุ่งหวังให้คนพิการสามารถทำงานหรือดำเนินกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้แบบดำรงชีวิตอิสระ (Independent Living; IL) ด้วยการพึ่งพิงตัวเอง หรือผู้อื่นน้อยที่สุด และมีส่วนร่วมในสังคมได้อย่างเต็มที่ (กมลพรรณ พันพึ่ง, 2553) ซึ่งก็ไม่อาจปฏิเสธได้ว่าความบกพร่องทางร่างกายของคนพิการเป็นอุปสรรคสำคัญในการเข้าถึงเทคโนโลยียุคดิจิทัลในปัจจุบันที่ใช้คอมพิวเตอร์และการสื่อสารข้อมูลเป็นหลักโดยทั่วไปการปฏิสัมพันธ์ควบคุมสั่งการคอมพิวเตอร์จะใช้อุปกรณ์ตัวชี้ หรือ เมาส์ (Mouse) ในการสั่งการเพื่อใช้งานซอฟต์แวร์ในลักษณะการใช้มือควบคุมการเคลื่อนที่ของตัวชี้ไปยังตำแหน่งต่างๆ บนจอภาพ และสั่งการผ่านการคลิก แต่สำหรับคนพิการที่ประสบปัญหาการควบคุมตัวชี้ด้วยมือ อาทิเช่น คนพิการที่มีอวัยวะแขนหรือมือหายแต่กำเนิด การมีภาวะความผิดปกติของข้อต่อจนสูญเสียการควบคุมของมือ คนพิการที่มีแขนขาลีบ หรือคนพิการด้านระบบประสาทอัมพาต หรือผู้ป่วยซีพี เป็นต้น การใช้งานอุปกรณ์คอมพิวเตอร์โดยใช้เมาส์ควบคุมสั่งการอาจเป็นไปด้วยความยากลำบากและไม่เหมาะสม เนื่องจากความพิการดังกล่าวทำให้เกิดอุปสรรคจนไม่สามารถใช้งานคอมพิวเตอร์ได้

จากปัญหาที่ไม่สามารถควบคุมกล้ามเนื้อมือในการควบคุมอุปกรณ์ตัวชี้ (Mouse) ของคนพิการที่กล่าวข้างต้น คณะผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าพบว่าระบบปฏิสัมพันธ์ที่สนับสนุนและรองรับการใช้งานคอมพิวเตอร์ของคนพิการในกลุ่มนี้คือ ระบบปฏิสัมพันธ์สั่งการด้วยสายตา (Eye Control Interface) โดยมีหลักการทำงานกล่าวคือ ผู้ใช้งานใช้ดวงตาควบคุมตัวชี้ผ่านอุปกรณ์ติดตามดวงตา (Eye Tracker Device) แล้วสั่งการให้คอมพิวเตอร์ทำงานได้ด้วยการกระพริบตา (Eye Blink) หรือกำหนดระยะเวลาตรึงของสายตาเพื่อสั่งการ (Dwell time) (Hansen et al., 2001; Ward & MacKay, 2002; Tobii, 2018) อย่างไรก็ตามพบว่าระบบปฏิสัมพันธ์สั่งการด้วยสายตาที่มีใช้งานอยู่ในปัจจุบันมีราคาที่ค่อนข้างสูง ซึ่งนับเป็นอุปสรรคสำคัญในการเข้าถึงเทคโนโลยีของคนพิการที่มีฐานะทางการเงินปานกลาง หรือต่ำ ดังนั้นคณะผู้วิจัยขอนำเสนอแนวคิดพัฒนาเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อการสื่อสารในการใช้งานคอมพิวเตอร์สำหรับคนพิการที่ประสบปัญหาการใช้มือควบคุมอุปกรณ์ตัวชี้ หรือเมาส์ ด้วยการพัฒนาระบบปฏิสัมพันธ์สั่งการด้วยสายตาต้นทุนต่ำเพื่อช่วยในการสื่อสารในการดำรงชีวิตของคนพิการ โดยมีจุดมุ่งหวังเพื่อพัฒนาศักยภาพในการดำรงชีวิตของคนพิการ

ของไทยให้ดีขึ้น และสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีบนระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตที่ทันสมัยและเหมาะสมกับสภาพความพิการของตน ยังผลต่อการดำรงชีวิตได้อย่างเป็นอิสระและพึ่งพิงตนเองได้มากขึ้น เสริมสร้างกำลังใจของคนพิการให้ดำรงชีวิตได้อย่างสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของผู้พิการ

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของผู้พิการ

1.2.3 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของคนพิการ และบุคลากรที่เกี่ยวข้องที่มีต่อระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของผู้พิการ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ คนพิการมีความบกพร่องในการใช้มือควบคุมอุปกรณ์ตัวชี้ (Mouse) ของคอมพิวเตอร์ ที่เป็นสมาชิกของศูนย์การดำรงชีวิตอิสระของคนพิการแห่งประเทศไทย จำนวน 15 ราย โดยแบ่งประชากรออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1.3.1.1 ประชากรชุดภาคสนาม สำหรับหาคุณภาพของเครื่องมือ จำนวน 5 ราย

1.3.1.2 ประชากรที่ใช้ทดสอบจริง จำนวน 10 ราย

1.3.2 ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่

1.3.2.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) คือ การจัดให้คนพิการได้ใช้งานระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของผู้พิการ

1.3.2.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) ได้แก่ ประสิทธิภาพการใช้งานระบบทั้งในด้านความเร็ว และความถูกต้องตรงตามความต้องการของผู้ใช้ และความคิดเห็นของคนพิการและบุคลากรที่เกี่ยวข้องที่มีต่อระบบการสื่อสารฯ ที่พัฒนาขึ้น

1.3.3 ฟังก์ชันการทำงานของระบบสั่งการด้วยสายตาของผู้พิการประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก

1.3.3.1 เว็บแอปพลิเคชันดูทีวีออนไลน์

1.3.3.2 เว็บแอปพลิเคชันดูวิดีโอยูทูปออนไลน์

1.3.3.3 เว็บแอปพลิเคชันฟังวิทยุออนไลน์

1.3.4 อุปกรณ์ตรวจจับและติดตามดวงตา (Eye Tracker Device)

เป็นอุปกรณ์ติดตามดวงตาประเภทประมวลผลกับสัญญาณภาพวิดีทัศน์ (Video-Occulography; VOG) กลุ่มต้นทุนต่ำ เชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตยูเอสบี (USB Port) ทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดว์

1.4 วิธีการวิจัย

การพัฒนาระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของผู้พิการในครั้งนี้ มีรายละเอียดวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

1.4.1 เก็บรวบรวมความต้องการของกลุ่มคนพิการกลุ่มเป้าหมาย ทั้งในส่วนของคำสนทนาภาษาไทย ความต้องการรับชมช่องรายการทีวี คลื่นความถี่วิทยุ แล้วนำมาศึกษาถึงความเป็นไปได้

รวมทั้งดำเนินการวิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของคนพิการ โดยในการพัฒนางานวิจัยในครั้งนี้มุ่งหวังเพื่อพัฒนางานวิจัยเพื่อช่วยเหลือคนพิการมิได้มุ่งหวังในเชิงพาณิชย์แต่อย่างใด

1.4.2 พัฒนาอุปกรณ์ติดตามดวงตาภายใต้แนวคิดการใช้งานอุปกรณ์ต้นทุนต่ำ โดยเป็นอุปกรณ์ติดตามดวงตาชนิดใช้หลักการประมวลผลบนสัญญาณภาพวีดีทัศน์ (Video-Base Oculography; VOG) ที่ทำงานร่วมกับเคลื่อนสัญญาณแสงอินฟาเรด (Infrared Spectrum) ติดตั้งอยู่ด้านล่างของจอภาพขนาด 21 นิ้ว เพื่อตรวจจับและติดตามตำแหน่งดวงตาของผู้ใช้งานในระยะ 30 เซนติเมตร โดยประมวลผลการทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดว์

1.4.3 ออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface) ในส่วนสั่งการด้วยสายตา ประกอบด้วยส่วนการทำงานหลัก 3 ส่วนคือ เว็บแอปพลิเคชันดูทีวีออนไลน์ เว็บแอปพลิเคชันดูวิดีโอยูทูปออนไลน์ และเว็บแอปพลิเคชันฟังวิทยุออนไลน์ โดยปุ่มสั่งการต่างๆ บนเว็บแอปพลิเคชันเปรียบเหมือนรีโมททีวี รีโมทเครื่องเล่นวิดีโอ และรีโมทของวิทยุ โดยปุ่มบนรีโมทต่างๆ สามารถสั่งการได้ด้วยสายตา

1.4.4 เขียนรหัสคำสั่งคอมพิวเตอร์ เพื่อพัฒนาฟังก์ชันต่างๆ ข้างต้น

1.4.5 ทดสอบกับอุปกรณ์ติดตามดวงตาที่ได้พัฒนาขึ้น ด้วยแบบจำลองกฎของฟิตส์ (Fitt's Law Model) และทดสอบสมรรถนะของอุปกรณ์ที่ทำงานร่วมกับซอฟต์แวร์ตามกรอบมาตรฐานของ ISO 9241-9 แล้วนำผลลัพธ์มาปรับปรุงแก้ไขระบบ

1.4.6 สร้างแบบประเมินความคิดเห็นต่อระบบการสื่อสารฯ ที่พัฒนาขึ้น โดยการกำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบถามความคิดเห็นที่ต้องการทราบระดับความพึงพอใจ และสร้างแบบสอบถามให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย ลักษณะของแบบสำรวจความคิดเห็น เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับของ ลิเคิร์ท (Likert's Five Rating Scale) จากนั้นจึงนำแบบประเมินสอบถามความคิดเห็นกับผู้คนพิการ ผู้ดูแล และบุคลากรที่เกี่ยวข้องจำนวน 30 คน นำผลข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าสถิติเบื้องต้น ได้แก่ ค่าเฉลี่ยมาตรฐาน (mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

1.4.7 สถานที่ดำเนินการวิจัย เก็บข้อมูล และทดสอบ มีรายละเอียดดังนี้

1.4.7.1 สถานที่พัฒนาอุปกรณ์ และซอฟต์แวร์ คือ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1.4.7.2 สถานที่จัดเก็บข้อมูลคำไทย และความต้องการใช้งานระบบ คือ หน่วยงานในสังกัดศูนย์การดำรงชีวิตอิสระของคนพิการประเทศไทย จำนวน 9 หน่วยงาน

ก) ศูนย์การดำรงชีวิตอิสระของคนพิการจังหวัดชลบุรี
ข) ศูนย์การดำรงชีวิตอิสระคนพิการจังหวัดนนทบุรี
ค) ศูนย์การดำรงชีวิตอิสระของคนพิการนครปฐม
ง) ศูนย์การดำรงชีวิตอิสระของคนพิการพุทธมณฑล จ.นครปฐม
จ) ศูนย์การดำรงชีวิตอิสระของคนพิการจังหวัดปทุมธานี
ฉ) กลุ่มคนพิการตำบลบางกร่าง จ.นนทบุรี
ช) ชมรมคนพิการตำบลบางรักพัฒนา จ.นนทบุรี
ซ) ศูนย์การดำรงชีวิตอิสระของคนพิการกรุงเทพฯ
ญ) ชมรมคนพิการทุกประเภทจังหวัดชัยนาท

1.4.7.3 สถานที่ทดสอบระบบ คือ ศูนย์การดำรงชีวิตอิสระคนพิการจังหวัดนนทบุรี

1.4.7.4 สถานที่ถ่ายทอดเทคโนโลยีงานวิจัย คือ ศูนย์การดำรงชีวิตอิสระคนพิการจังหวัดชลบุรี

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของผู้พิการ

1.5.2 คนพิการมีโอกาสได้ใช้อุปกรณ์และสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศในการดำรงชีวิตด้วยความเป็นอิสระ และพึ่งพาตนเองในการใช้ชีวิตประจำวัน

1.5.3 คนพิการของไทยได้รับโอกาส และมีศักยภาพที่จะเข้าถึงสื่อและเทคโนโลยีสารสนเทศตามความพิการเฉพาะตนได้เพิ่มขึ้น อันเป็นเพิ่มคุณภาพชีวิตของคนพิการของไทยให้มีมาตรฐานที่ดีขึ้นทัดเทียมกับนานาประเทศที่พัฒนาแล้ว

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอเนื้อหาที่เน้นถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดของเนื้อหาประกอบด้วยหัวข้อย่อย 6 หัวข้อ ดังนี้

2.1 พระราชบัญญัติส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ
2.2 ดิจิทัลไทยแลนด์กับคนพิการ
2.3 คนพิการและเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวก
2.4 เทคโนโลยีติดตามดวงตา
2.5 ระบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนพิการกับคอมพิวเตอร์
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พระราชบัญญัติส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ

การส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตของคนพิการ ได้บัญญัติไว้ในพระราชบัญญัติส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ พ.ศ. 2550 โดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา ณ วันที่ 27 กันยายน 2550 และได้มีการแก้ไขเพิ่มเติมฉบับที่ 2 ในปี พ.ศ. 2556 (กองทุนและส่งเสริมความเสมอภาคคนพิการ กรมส่งเสริมแลพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์, 2559) โดยมีใจความสำคัญสรุปได้ดังนี้

2.1.1 นิยามความหมาย คนพิการ หมายถึง “บุคคลซึ่งมีข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวัน หรือเข้าไปมีส่วนร่วมทางสังคม เนื่องจากมีความบกพร่องทางการมองเห็น การได้ยิน การเคลื่อนไหว การสื่อสาร จิตใจ อารมณ์ พฤติกรรม สติปัญญา การเรียนรู้ ความบกพร่องอื่นใด ประกอบกับมีอุปสรรค์ในด้านต่าง ๆ และมีความต้องการจำเป็นพิเศษทางการศึกษาที่จะต้องได้รับความช่วยเหลือด้านหนึ่งด้านใด เพื่อให้สามารถปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวัน หรือเข้าไปมีส่วนร่วมทางสังคมได้อย่างบุคคลทั่วไป ทั้งนี้ ตามประเภทและหลักเกณฑ์ที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการประกาศกำหนด”

2.1.2 ประเภทของความพิการ จากประกาศกระทรวงฯ เรื่อง ประเภทและหลักเกณฑ์ความพิการ ซึ่งได้ประกาศไว้ในราชกิจจานุเบกษา กำหนดประเภทของความพิการไว้ 7 ประเภท ดังนี้

2.1.2.1 ความพิการทางเห็น เป็นบุคคลที่มีความบกพร่องทางการเห็น กล่าวคือ เป็นบุคคลที่สูญเสียการเห็นตั้งแต่ระดับเล็กน้อยจนถึงตาบอดสนิท ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภทดังนี้

ก) คนตาบอด หมายถึง การที่บุคคลมีข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวัน หรือการเข้าไปมีส่วนรวมในกิจกรรมทางสังคม ซึ่งเป็นผลมากจากการมีความบกพร่องในการเห็นหรือตรวจวัดการเห็นของสายตาข้างที่ดีกว่าเมื่อใช้แว่นสายตาธรรมดาแล้ว อยู่ในระดับแย่กว่า 3 ส่วน 60 เมตร (3/60) หรือ 20 ส่วน 400 ฟุต (20/400) ลงมาจนกระทั่งมองไม่เห็นแม้แต่แสงสว่าง หรือลานสายตาแคบกว่า 10 องศา

ข) คนเห็นเลือนราง หมายถึง การที่บุคคลมีข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวันหรือการเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม ซึ่งเป็นผลมาจากการมีความบกพร่องในการเห็นเมื่อตรวจวัดการเห็นของสายตาข้างที่ดีกว่า เมื่อใช้แว่นสายตาธรรมดาแล้วอยู่ในระดับตั้งแต่ 3 ส่วน 60 เมตร (3/60) หรือ 20 ส่วน 400 ฟุต (20/400) ไปจนถึงแย่กว่า 6 ส่วน 18 เมตร (6/18) หรือ 20 ส่วน 70 ฟุต (20/70) หรือมีลายสายตาแคบกว่า 30 องศา

2.1.2.2 ความพิการทางการได้ยินหรือสื่อความหมาย

บุคคลที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน หรือการสื่อความหมาย ประกอบด้วยบุคคลที่มีความบกพร่องดังต่อไปนี้

ก) คนหูหนวก

การที่บุคคลมีข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวันหรือการเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม ซึ่งเป็นผลมาจากการมีความบกพร่องในการได้ยินจนไม่สามารถรับข้อมูลผ่านทางการได้ยิน เมื่อตรวจการได้ยิน โดยใช้คลื่นความถี่ 500 เฮิรตซ์ 1000 เฮิรตซ์ และ 2000 เฮิรตซ์ ในหูข้างที่ได้ยินดีกว่าจะสูญเสียการได้ยินที่ความดังของเสียง 90 เดซิเบลขึ้นไป

ข) คนหูตึง

การที่บุคคลมีข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวันหรือการเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม ซึ่งเป็นผลมาจากการมีความบกพร่องในการได้ยิน โดนใช้คลื่นความถี่ที่ 500 เฮิรตซ์ 1000 เฮิรตซ์ และ 2000 เฮิรตซ์ ในหูข้างที่ได้ยินดีกว่าจะสูญเสียการได้ยินที่ความดึงของเสียงน้อยกว่า 90 เดซิเบลลงมาจนถึง 40 เดซิเบล

ค) บุคคลที่มีความพิการทางการสื่อสาร

การที่บุคคลมีข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวันหรือการเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม ซึ่งเป็นผลมากจาการมีความบกพร่องทางการสื่อความหมาย เช่น พูดไม่ได้ พูดหรือฟังผู้อื่นไม่เข้าใจ เป็นต้น

2.1.2.3 ความพิการทางการเคลื่อนไหวหรือทางร่างกาย

ก) บุคคลที่มีความพิการทางการเคลื่อนไหว หรือทางร่างกาย

การที่บุคคลมีข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวันหรือการเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม ซึ่งเป็นผลมาจากการมีความบกพร่องหรืออการสูญเสียความสามารถของอวัยวะในการเคลื่อนไหว ได้แก่ มือ เท้า แขน ขา อาจมาจากสาเหตุอัมพาต แขน ขา อ่อนแรง แขน ขาขาด หรือภาวะเจ็บปป่วยเรื้อรังจนมีผลกระทบต่อการทำงานมือ เท้า แขน ขา

ข) ความพิการทางร่างกาย

การที่บุคคลมีข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวันหรือการเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม ซึ่งเป็นผลมาจากการมีความบกพร่องหรือความผิดปกติของศีรษะ ใบหน้า ลำตัว และภาพลักษณ์ภายนอกของร่างกายที่เห็นได้อย่างชัดเจน

2.1.2.4 ความพิการทางจิตใจหรือพฤติกรรม

การที่บุคคลมีข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวัน หรือการเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม ซึ่งเป็นผลมาจากความบกพร่องหรือความผิดปกติทางจิตใจหรือสมองในส่วนของการรับรู้ อารมณ์ หรือความคิด

2.1.2.5 ความพิการทางสติปัญญา

การที่บุคคลมีข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวัน หรือการไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม ซึ่งเป็นผลมาจากการมีพัฒนาการช้ากว่าปกติ หรือมีระดับเชาว์ปัญญาต่ำกว่าบุคคลทั่วไป โดยมีความผิดปกตินั้นแสดงก่อนอายุ 18 ปี

2.1.2.6 ความพิการทางการเรียนรู้

การที่บุคคลมีข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวัน หรือการเข้ามีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคมโดยเฉพาะด้านการเรียนรู้ ซึ่งเป็นผลมาจากความบกพร่องทางสมอง ทำให้เกิดความบกพร่องในด้านการอ่านการเขียน การคิดคำนวณ หรือกระบวนการเรียนรู้พื้นฐานในระดับความสามารถที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานตามช่วงอายุและระดับสติปัญญา

2.1.2.7 ความพิการทางออทิสติก

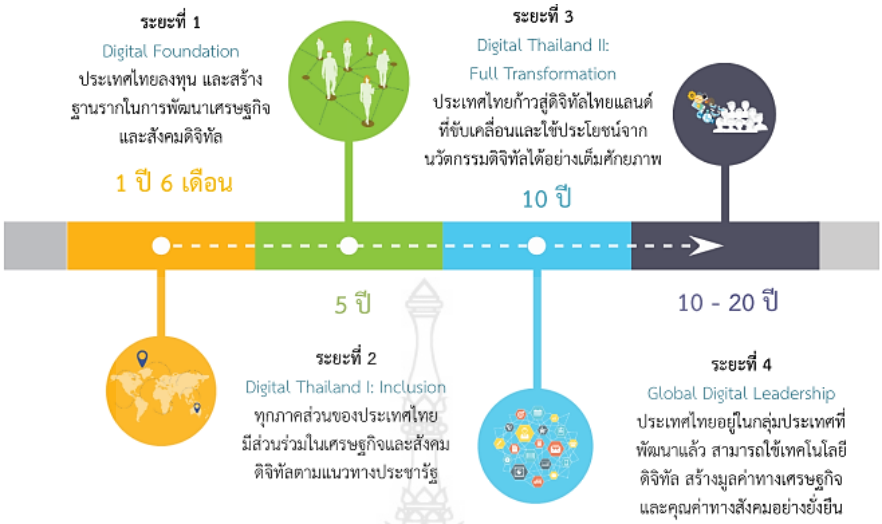
การที่บุคคลมีข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวันหรือการเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม ซึ่งเป็นผลมาจากความบกพร่องทางพัฒนาการด้านสังคม ภาษาและการสื่อความหมาย พฤติกรรมและอารมณ์ โดยมีสาเหตุมาจากความผิดปกติของสมอง และความผิดปกตินั้นแสดงก่อนอายุ 2 ปีครึ่ง ทั้งนี้ ให้รวมถึงการวินิจฉัยกลุ่มออทิสติกสเปกตรัมอื่นๆ

จะเห็นได้ว่าความพิการมีหลากหลาย และคนพิการในแต่ละประเภทมีข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวันหรือการเข้ามีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม โดยเฉพาะด้านการเข้าถึงและรับรู้ข่าวสารเทคโนโลยีสารสนเทศแตกต่างกันไป อย่างไรก็ตามขณะนี้สังคมไทยก้าวสู่ “ยุคดิจิทัล” ตามนโยบายไทยแลนด์ 4.0 จึงเป็นประเด็นสำคัญที่จำเป็นต้องพัฒนาเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวก (Assistive Technology) เพื่อช่วยให้ผู้พิการสามารถปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวัน หรือการได้เข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม ในยุคที่ข้อมูลข่าวสารไร้พรมแดนด้วยระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตดังเช่นปัจจุบัน

2.2 ดิจิทัลไทยแลนด์กับคนพิการ

ปัจจุบันประเทศไทยกำลังเข้าสู่การปฏิรูปประเทศสู่การขับเคลื่อนดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม หรือที่เรียกว่า ดิจิทัลไทยแลนด์ (Digital Thailand) ซึ่งหมายถึง การที่ประเทศไทยสามารถสร้างสรรค์ และใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีดิจิทัลอย่างเต็มศักยภาพในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน นวัตกรรม ข้อมูล ทุนมนุษย์ และทรัพยากรอื่นใด เพื่อขับเคลื่อนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไปสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน ตามนโยบายแผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งรับผิดชอบโดยกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (2559)

โดยแผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแบ่งออกเป็น 4 ระยะ รายละเอียดดังแผนภาพภูมิทัศน์ภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 ภูมิทัศน์ดิจิทัลของไทยในระยะเวลา 20 ปี
(กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2559 : 2)

จากภาพแผนภูมิทัศน์ดิจิทัลของไทยในระยะเวลา 20 ปีข้างต้น ได้จัดแบ่งระยะเวลาเพื่อความสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ซึ่งกำหนดกรอบยุทธศาสตร์การพัฒนาแบ่งออกเป็น 6 ด้าน ดังภาพที่ 2-2

ภาพที่ 2-2 กรอบยุทธศาสตร์การพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม
(กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2559 : 3)

จากกรอบยุทธศาสตร์การพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมข้างต้น แบ่งออกได้ 6 กรอบยุทธศาสตร์ รายละเอียดดังนี้

ยุทธศาสตร์ที่ 1 การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลประสิทธิภาพสูงให้ครอบคลุมทั่วไปประเทศ

กรอบยุทธศาสตร์นี้มุ่งเน้นที่การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลให้มีประสิทธิภาพสูง เพื่อให้ประชากรของประเทศทุกคนสามารถเข้าถึงและใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีดิจิทัลได้ทุกที่ ทุกเวลา และมีความเร็วที่เพียงพอต่อความต้องการ รวมทั้งค่าใช้จ่ายหรือค่าบริการที่ถูกและไม่เป็นอุปสรรคต่อการเข้าถึง โดยเน้นที่โครงสร้างพื้นฐานของระบบเครือข่ายอินเตอร์ความเร็วสูง ในระยะยาวจะถูกจัดให้เป็นสาธารณูปโภคพื้นฐาน

ยุทธศาสตร์ที่ 2 การขับเคลื่อนเศรษฐกิจด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล

เพื่อดำเนินการกระตุ้นเศรษฐกิจของประเทศ ด้วยการผลักดันให้ภาคธุรกิจได้ปรับตัวและใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในดำเนินธุรกิจทั้งในส่วนการผลิต และการใช้บริการ อันเป็นการลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินธุรกิจ ตลอดจนช่วยในด้านการแข่งขันทางการค้าในระยะยาว นอกจากนั้นยังมุ่งเน้นการสร้างสภาพแวดล้อมการดำเนินธุรกิจด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล

ยุทธศาสตร์ที่ 3 การสร้างสังคมคุณภาพที่ทั่วถึงเท่าเทียมด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล

ยุทธศาสตร์ที่ 3 ถือเป็นกรอบการพัฒนาประเทศที่มุ่งสร้างให้ประชาชนทุกกลุ่มสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีดิจิทัล และสามารถใช้ประโยชน์จากบริการต่างๆ ของภาครัฐผ่านเทคโนโลยีดิจิทัล โดยเร่งรัดพัฒนาให้มีความง่าย สะดวก ประหยัดในการเข้าถึง อันเป็นการเพิ่มศักยภาพ และทักษะของผู้คนด้วยการเข้าถึงและรู้เท่าทันเหตุการณ์จากข้อมูลข่าวสารต่างๆ รวมทั้งการเข้ามามีส่วนร่วมและรับผิดชอบต่อ**สังคม โดยกลุ่มคนที่ใช้การดูแลและพัฒนาเป็นพิเศษ ประกอบด้วย กลุ่มเกษตรกร ผู้อยู่ห่างไกล ผู้สูงอายุ ผู้ด้อยโอกาส และคนพิการในรูปแบบต่างๆ** โดยมีเป้าประสงค์หลักเพื่อสร้างโอกาสและความเท่าเทียมกันในการเข้าถึงเทคโนโลยีดิจิทัลในสังคม

ยุทธศาสตร์ที่ 4 การปรับเปลี่ยนภาครัฐสู่การเป็นรัฐสู่การเป็นรัฐบาลดิจิทัล

เป็นยุทธศาสตร์ที่มุ่งพัฒนาให้มีการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและการบริหารจัดการของหน่วยงานของรัฐทั้งส่วนกลาง และส่วนภูมิภาค ด้วยการปรับปรุงโครงสร้างและระบบเดิมเพื่อก่อให้เกิดการให้บริการภาครัฐในรูปแบบดิจิทัล ยังผลต่อการเข้าถึงข้อมูลของประชาชนได้โดยไม่มีข้อจำกัดทางกายภาพ พื้นที่ และภาษา ซึ่งในระยะยาวเกิดรัฐบาลดิจิทัลในอนาคตซึ่งจะเปิดโอกาสให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการกำหนดแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม

ยุทธศาสตร์ที่ 5 การพัฒนากำลังคนให้พร้อมเข้าสู่ยุคเศรษฐกิจและสังคมดิจิทัล

ยุทธศาสตร์นี้ให้ความสำคัญกับการพัฒนากำลังคนวัยทำงานทุกสาขาอาชีพ ทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ให้มีความสามารถในการสรรค์สร้างและสามารถใช้เทคดนโลยีดิจิทัลอย่างชาญฉลาดและเป็นมืออาชีพในการประกอบอาชีพ รวมทั้งการพัฒนาบุคลากรในสาขาเทคโนโลยีดิจิทัลเฉพาะด้านให้ก้าวไปในระดับมาตรฐานสากล ยังผลต่อการจ้างงานที่มีคุณค่าสูงในยุคเศรษฐกิจและสังคมที่ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเป็นปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อน

ยุทธศาสตร์ที่ 6 การสร้างความเชื่อมั่นในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล

มุ่งเน้นด้านกฎหมาย กฎระเบียบ กติกาและมาตรฐานที่มีประสิทธิภาพ ทันสมัย และสอดคล้องกับหลักเกณฑ์สากล ทั้งนี้ก็เพื่อสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการทำธุรกิจโดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัล และสร้างความเชื่อมั่นในการทำธุรกรรมออนไลน์ ให้มีความมั่นคง ปลอดภัย และคุ้มครองสิทธิ์ต่างๆ ให้แก่ผู้ใช้งานเทคโนโลยีดิจิทัลในทุกภาคส่วน

จากยุทธศาสตร์ชาติยุทธศาสตร์ที่ 3 ข้างต้นจะเห็นได้ว่าคนพิการเป็นกลุ่มบุคคลที่ต้องได้รับการดูและพัฒนาเป็นพิเศษในการย่างก้าวเข้าสู่ยุคเศรษฐกิจและสังคมที่ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเป็นปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อน อันเป็นการสร้างสังคมคุณภาพที่ทั่วถึงเท่าเทียมด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลนั้น อย่างไรก็ตามการพัฒนาคนพิการให้สามารถเข้าถึงการเทคโนโลยีดิจิทัลได้นั้นต้องคำนึงถึงความพิการเฉพาะตน และต้องใช้อุปกรณ์และเทคโนโลยีที่ช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่คนพิการเป็นพื้นฐานก่อนเป็นอันดับแรก

2.3 คนพิการและเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวก

จะเห็นได้ว่าความพิการมีหลากหลาย และคนพิการในแต่ละประเภทมีข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวันหรือการเข้ามีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม โดยเฉพาะด้านการเข้าถึงและรับรู้ข่าวสารเทคโนโลยีสารสนเทศแตกต่างกันไป อย่างไรก็ตามขณะนี้สังคมไทยก้าวสู่ “ยุคดิจิตอล” ตามนโยบายไทยแลนด์ 4.0 จึงเป็นประเด็นสำคัญที่จำเป็นต้องพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อช่วยให้ผู้พิการพัฒนาตนเองให้สามารถปรับตัว และสามารถปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวัน รวมทั้งสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีดิจิทัลได้ และเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม ในยุคที่ข้อมูลข่าวสารไร้พรมแดนด้วยระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตดังเช่นปัจจุบัน จากเอกสารการอบรมหลักสูตรด้าน ICT เพื่อการส่งเสริมความเท่าเทียมแก่ผู้สูงอายุ คนพิการ และผู้ด้อยโอกาสด้วย ICT สำหรับอาเซียน (สำนักส่งเสริมและพัฒนาการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2556) ได้แบ่งประเภทของเทคโนโลยีสำหรับคนพิการออกได้ดังนี้

1. เทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวก
2. อุปกรณ์อำนวยความสะดวก
3 เทคโนโลยีการเข้าถึง
4. เทคโนโลยีการปรับตัว
5 เทคโนโลยีขั้นพื้นฐาน
6. สื่อเทคโนโลยี
7. เทคโนโลยีชั้นสูง
8. การออกแบบสากล
9. การออกแบบพิเศษ
10. การเข้าถึงคอมพิวเตอร์
11. การสื่อสารทางอินเทอร์เน็ต

โดยการใช้เทคโนโลยีสำหรับคนพิการนั้นต้องได้รับการประเมินความเหมาะสมจากปัจจัยสำคัญ 4 ปัจจัย คือ ข้อจำกัดและความสามารถในส่วนที่เหลือของความพิการ ความต้องการของผู้ใช้งานเทคโนโลยีในปัจจุบัน และการดำเนินการและติดตามผล ซึ่งปัจจุบันเทคโนโลยีสำหรับคนพิการได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องทั้งนี้ก็เพื่อช่วยเหลือคนพิการให้สามารถพัฒนาตนเองตามศักยภาพที่เหลือของความพิการเฉพาะตน แต่ก่อนอื่นมาทำความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับคนพิการ (Assistive Technology with Disabilities) ว่ามีความหมายว่าอย่างไร ซึ่ง วีรวรรณ และคณะ (2559) ได้สรุปคำนิยามของเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับคนพิการจากหลายผู้ให้คำนิยามไว้ คือ “เทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับคนพิการ หมายถึง เทคโนโลยีที่ได้รับการพัฒนาขึ้นทั้งด้านเครื่องมือ อุปกรณ์ ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ หรือบริการอื่นใด ที่ผลิตขึ้นใหม่เป็นผลิตภัณฑ์ที่วางจำหน่ายทั่วไป หรือดัดแปลงชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิม โดยพัฒนาให้ตรงกับความต้องการจำเป็นพิเศษของคนพิการแต่ละบุคคล หรือหลักการออกแบบ

อารยสถาปัตย์ หรือ การออกแบบเพื่อคนทั้งมวล (Universal Design) โดยมีเป้าหมายเพื่อใช้เป็นเทคโนโลยีเครื่องมือช่วยการในการปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวัน หรือการเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคมได้สำเร็จ ภายในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย อันเป็นการเพิ่มศักยภาพในความบกพร่องหรือความพิการต่างๆ นอกจากนี้ยังรวมถึงการเข้าถึงแหล่งเทคโนโลยีข่าวสารบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ได้ดี อันเป็นการลดอุปสรรคที่ทำให้คนพิการที่มีสมรรถนะที่ด้อยกว่าคนปกติให้สามารถใช้ชีวิตแบบพึ่งพิงตัวเอง (Independent Living; IL) หรือพึ่งพิงผู้อื่นน้อยที่สุด”

สำหรับงานวิจัยนี้มุ่งเน้นพัฒนาศักยภาพคนพิการโดยกำหนดกลุ่มคนพิการเป้าหมายที่ประสบปัญหาด้านการเคลื่อนไหวและการสื่อสารด้วยการออกแบบและพัฒนาการเข้าถึงข้อมูลในระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งปัจจุบันเทคโนโลยีสำหรับคนพิการในกลุ่มเป้าหมายสรุปโดยสังเขปได้ดังนี้ (สำนักส่งเสริมและพัฒนาการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2556)

2.3.1 เทคโนโลยีการเข้าถึงข้อมูลสำหรับคนพิการทางการเคลื่อนไหว

เป็นเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับคนพิการที่ความบกพร่องทางร่างกายจนทำให้ประสบปัญหาด้านการเคลื่อนไหวร่างกาย เช่นสูญเสียการควบคุมกล้ามเนื้อ หรือพิการแขน ขาขาดแต่กำเนิด เป็นโรคที่ทำให้ไม่สามารถเคลื่อนไหวร่างกายได้ อาทิ โรคไขข้อ อัมพาต หรือเป็นผู้ป่วยติดเตียง เป็นต้น เทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการเข้าถึงข้อมูลสำหรับคนพิการทางการเคลื่อนไหวในปัจจุบันมีดังนี้

ก) เมาส์สติกส์ (Mouth Sticks) เป็นอุปกรณ์ช่วยให้คนพิการเข้าถึงข้อมูลด้วยการใช้ปาก ตัวอย่างดังภาพที่ 2-3

ภาพที่ 2-3 ตัวอย่างอุปกรณ์เมาส์สติกส์
(https://www.amazon.com/ShapeDad-Mouthstick-Stylus/dp/B00GZHEC9C, 2018)

ข) ไม้ชี้ด้วยศีรษะ (Head Wand) เป็นอุปกรณ์ช่วยให้คนพิการเข้าถึงข้อมูลข่าวสารได้ด้วยอุปกรณ์ที่มีลักษณะไม้ชี้ที่มีสายรัดติดที่ศีรษะ ตัวอย่างดังภาพที่ 2-4

ภาพที่ 2-4 ตัวอย่างอุปกรณ์ไม้ชี้ด้วยศีรษะ
(https://www.rehabmart.com/product/adjustable-head-stylus-40513.html, 2018)

ค) ปุ่มสวิทช์ (Button Switch) เป็นอุปกรณ์สวิทช์ที่ติดตั้งไว้ด้านข้างของศีรษะหรือปลายเท้าซึ่งจะช่วยในการสั่งการด้วยการกดลงที่สวิทช์ ตัวอย่างอุปกรณ์ดังภาพที่ 2-5

ภาพที่ 2-5 ตัวอย่างภาพอุปกรณ์ปุ่มสวิทช์
(https://www.livingmadeeasy.org.uk/ 2018)

ง) เมาส์แทร็กบอล (Mouse Trackball) เป็นอุปกรณ์ที่มีแทร็กบอลขนาดใหญ่ไว้ด้านบนเพื่อช่วยให้คนพิการที่ประสบปัญหาการควบคุมเมาส์ปกติในการใช้งานอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ตัวอย่างอุปกรณ์ดังภาพที่ 2-6

ภาพที่ 2-6 ตัวอย่างภาพอุปกรณ์เมาส์แทร็กบอล (http://www.tetraplegicliving.com/computers-disability-info/237-myhobbies/computers/61-trackballs-are-great-for-disabled-people, 2018)

จ) แป้นพิมพ์พิเศษ (Special Keyboard) เป็นอุปกรณ์แป้นพิมพ์ หรือคีย์บอร์ดที่ออกแบบมาเป็นพิเศษ อาทิเช่น รูปร่าง ขนาดแป้นพิมพ์ ทั้งนี้ก็เพื่อช่วยให้คนพิการสามารถพิมพ์คำสั่ง หรือข้อความเข้าสู่การค้นหาข้อมูลได้ นอกจากนั้นยังมีการออกแบบวิธีการพิมพ์ด้วยการปรับแต่งปุ่มพิมพ์สำหรับคนพิการที่ไม่สามารถกดแป้นพิมพ์ในกลุ่ม Shift, Control, Alt พร้อมกันกับปุ่มพิมพ์อื่นได้ ให้สามารถกดปุ่มเพียงปุ่มเดียวในแต่ละครั้ง เป็นต้น ตัวอย่างอุปกรณ์แป้นพิมพ์พิเศษดังภาพที่ 2-7

ภาพที่ 2-7 ตัวอย่างภาพอุปกรณ์แป้นพิมพ์พิเศษ (https://www.livingmadeeasy.org.uk/communication/keyboards-with-keyguards-p/guarded-keyboard-0041230-974-information.htm, 2018)

ฉ) ซอฟต์แวร์จดจำเสียง (Voice Recognition) เป็นซอฟต์ที่ช่วยให้คนพิการสั่งการระบบคอมพิวเตอร์เพื่อเข้าถึงข้อมูลได้ด้วยเสียง โดยการพูดใส่ไมโครโฟนซึ่งซอฟต์แวร์ดังกล่าวจะนำเสียงไปผ่านกระบวนการวิเคราะห์และแปลความหมายเพื่อสั่งการต่อไป ตัวอย่างซอฟต์แวร์จดจำเสียง อาทิเช่น Dragon NaturallySpeaking, Braina, Sonix, SpeechTexter, Speech Assistant และ Google Speech Recognition เป็นต้น

ช) อุปกรณ์ติดตามดวงตา (Eye Tracking) สำหรับอุปกรณ์ติดตามดวงตานั้นช่วยให้คนพิการสามารถเข้าถึงข้อมูลข่าวสารได้ด้วยการใช้การเคลื่อนไหวลูกตา โดยอุปกรณ์ดังกล่าวจะคำนวณตำแหน่งการเพ่งมองของสายตาที่จ้องมองไปยังจอภาพของคอมพิวเตอร์ แล้วรอรับคำสั่งในการเลือก หรือคลิกจากคนพิการด้วยการกระพริบตา หรือ เพ่งมองเป็นระยะเวลาที่กำหนด อุปกรณ์ติดตามดวงตามีความเหมาะสมกับคนพิการมีปัญหาด้านการควบคุมกล้ามเนื้อมือในการควบคุมเมาส์ปกติ หรือผู้ป่วยติดเตียงที่ไม่สามารเคลื่อนไหวร่างกาย และยังประสบปัญหาด้านการสื่อสารกับผู้คนรอบข้างได้อีกด้วย ซึ่งปัจจุบันพบว่ามีคนพิการในกลุ่มนี้ค่อนข้างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับผู้สูงอายุ หรือผู้ป่วยโรคกล้ามเนื้ออ่อนแรง (Amyotrophic Lateral Sclerosis; ALS) เป็นต้น ซึ่งเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกอุปกรณ์ติดตามดวงตาเป็นเทคโนโลยีที่ถูกนำมาใช้ในการวิจัยนี้ เนื่องจากปัจจุบันในประเทศไทยยังไม่แพร่หลายนัก เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีระดับสูงและมีต้นทุนค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตามอุปกรณ์ติดตามดวงตาที่จำหน่ายในท้องตลาดสามารถแบ่งออกได้ 2 กลุ่มหลักคือ กลุ่มต้นทุนต่ำซึ่งมีราคาโดยประมาณ 100$-1,000$ และกลุ่มต้นทุนสูงซึ่งมีราคา 1,000$ ขึ้นไป ตัวอย่างอุปกรณ์ติดตามดวงตาดังภาพที่ 2-8 และ 2-9 ตามลำดับ

(ก) ผลิตภัณฑ์จาก Tobii (https://imotions.com/tobii-x2-30/, 2018)

(ข) ผลิตภัณฑ์จาก SMI (SensoMotoric Instruments) (https://imotions.com/smi-red-m/, 2018)

(ค) ผลิตภัณฑ์จาก The EyeTribe (https://www.ippinka.com/blog/eyeproof-affordable-eye-tracking/, 2018)

(ง) ผลิตภัณฑ์จาก Pupil Labs Glasses (https://imotions.com/pupil-labs-glasses/, 2018)

ภาพที่ 2-8 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อุปกรณ์ติดตามดวงตากลุ่มต้นทุนต่ำ

(ก) Tobii **Model:** TX300
(https://imotions.com/tobii-tx300/, 2018)

(ข) SMI **Model:** RED
(https://imotions.com/smi-red/, 2018)

(ค) LC Technologies EyeFollower
(https://eyegaze.com/products/eyegaze-edge/, 2018)

(ง) EyeLink 1000 Plus
(https://www.sr-research.com/products/eyelink-1000-plus/, 2018)

ภาพที่ 2-9 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อุปกรณ์ติดตามดวงตากลุ่มต้นทุนสูง

2.3.2 เทคโนโลยีการเข้าถึงข้อมูลสำหรับคนพิการทางการสื่อสาร

เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้คนพิการที่ประสบปัญหาด้านการสื่อสารทั้งในส่วนของร่างกาย และเปล่งเสียงพูดทางภาษา ซึ่งเทคโนโลยีนี้ใช้อุปกรณ์ที่เป็นทางเลือกในการสื่อสาร หรือที่เรียกสั้นๆ ว่า ACC ซึ่งย่อมาจาก (Alternative and Augmentative Communication) สำหรับอุปกรณ์ในกลุ่ม ACC แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ เทคโนโลยีขั้นพื้นฐาน เทคโนโลยีระดับกลาง และเทคโนโลยีระดับสูง ตัวอย่างของเทคโนโลยีระดับสูง เช่น อุปกรณ์ติดตามดวงตา (Eye tracking) ดังตัวอย่างข้างต้น และอุปกรณ์สั่งการด้วยสมอง (Brain Machine Interface) รายละเอียดดังภาพที่ 2-10

(ก) อุปกรณ์สั่งการด้วยสมองจากบริษัทฮิตาชิ (https://phys.org/news/2011-09-hitachi-unveils-headset-brain.html, 2018)

(ข) อุปกรณ์สั่งการด้วยสมอง XWave (http://thebraincomputerinterface.weebly.com/bci-products--future-use.html, 2018)

(ค) อุปกรณ์สั่งการด้วยสมอง GREENTEX (https://www.ecvv.com/product/4842069.html, 2018)

(ง) อุปกรณ์สั่งการด้วยมอง intendiX (https://www.engadget.com/2010/03/10/g-tec-intendix-brain-computer-interface-ready-for-consumers-vid/, 2018)

ภาพที่ 2-10 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อุปกรณ์สั่งการด้วยสมอง

2.4 เทคโนโลยีติดตามดวงตา (Eye Tracking Technology)

เทคโนโลยีติดตามดวงตา เป็นนวัตกรรมทางเทคโนโลยีที่ถูกนำมาประยุกต์กับการสร้างรูปแบบระบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ หรือ เอชซีไอ (Human Computer Interface; HCI) ภายใต้หลักการออกแบบอารยสถาปัตย์ หรือการออกแบบเพื่อคนทั้งมวล (Universal Design) เพื่อช่วยในการสื่อสารสำหรับผู้พิการ (วีรวรรณ และคณะ, 2559) ในอดีตเทคโนโลยีติดตามดวงตาถูกนำมาใช้ในงานวิจัยจัยทางจิตวิทยาเพื่อศึกษาพฤติกรรมการอ่านของมนุษย์ ซึ่งต่อมาถูกพัฒนาให้มีความปลอดภัยและสะดวกต่อการใช้งานและนำมาใช้สร้างระบบปฏิสัมพันธ์เพื่อช่วยในการสื่อสารของคนพิการที่ประสบปัญหาด้านการเคลื่อนไหวและด้านการสื่อสารทางภาษา

นอกจากนั้นยังนำมาใช้ศึกษาพฤติกรรมของเด็ก พฤติกรรมของผู้บริโภคเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางการตลาดอีกด้วย จะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีติดตามตาถูกพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันอุปกรณ์ติดตามดวงตาสามารถแบ่งออกได้ 3 ประเภทหลัก (1) อุปกรณ์ติดตามดวงตาด้วยเทคนิควิธีกระแสไฟฟ้ากระตุ้นกล้ามเนื้อ (Electrooculography; EOG) (2) อุปกรณ์ติดตามดวงตาด้วยเทคนิควิธีใช้ขดลวดไฟฟ้า (Scleral Search Coil; SSC) และ (3) เทคนิควิธีใช้สัญญาณภาพวิดีโอ (Video-based Occulography; VOG) ซึ่งอุปกรณ์ติดตามดวงตาด้วยเทคนิค VOG นั้นมีความเหมาะสมกับการนำมาใช้สร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ เพราะเนื่องจากมีความปลอดภัยและไม่รบกวนผู้ใช้มากนัก

สำหรับงานวิจัยนี้เลือกใช้อุปกรณ์ติดตามดวงตาด้วยเทคนิควิธีสัญญาณภาพวิดีโอ (VOG) โดยมีหลักการการตรวจจับและติดตามดวงตาแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนหลัก คือ การตรวจจับและติดตามดวงตา (Eye Detection and Tracking) และการประมาณตำแหน่งของสายตาที่เพ่งมอง (Estimate Point of Gaze; POG) ในพิกัดตำแหน่งบนจอภาพในระบบคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้ต้องอาศัยหลักการและทฤษฎีในศาสตร์ด้านการประมวลผลภาพ (Digital Image Processing; DIP) การคำนวณทางคณิตศาสตร์ (Mathematical) และอื่นๆ สำหรับโครงสร้างและกระบวนการติดตามดวงตาด้วยเทคนิควิธีใช้สัญญาณภาพวิดีโอสามารถอ่านเพิ่มเติมได้จากงานวิจัยของ Hansen and Qiang (2010) และงานวิจัยของ วีรวรรณ และคณะ (2559) สำหรับเทคนิควิธีการสั่งการคอมพิวเตอร์ด้วยดวงตาที่นิยมใช้มีอยู่ด้วยกัน 2 วิธี คือ การใช้ระยะเวลาในการเพ่งมอง (dwell time) และการใช้วิธีการกระพริบตา (Eye Blink) โดยวิธีใช้ระยะการเพ่งมองของสายตานั้นผู้ใช้งานสั่งการคอมพิวเตอร์ด้วยการเพ่งมองสายตาไปยังตำแหน่งสั่งการเป็นระยะเวลาที่กำหนดเพื่อให้ระบบได้ทราบถึงการสั่งการทำงาน ในขณะที่การสั่งการด้วยกระพริบตานั้นผู้ใช้สั่งการด้วยการกระพริบตาเป็นจังหวะเพื่อแจ้งให้ระบบทราบว่าต้องการสั่งการทำงาน วิธีการสั่งการวิธีการนี้อาจไม่เหมาะสมกับผู้ใช้งานที่ประสบปัญหาการกระพริบตาที่เป็นจังหวะได้ อย่างไรก็ตามจากการศึกษาพบว่าอุปกรณ์ติดตามดวงตาด้วยเทคนิค VOG นั้นให้ประสิทธิภาพด้านความแม่นยำในการคำนวณตำแหน่งของสายตาที่เพ่งมองบนจอภาพที่ด้อยกว่าอุปกรณ์ติดตามดวงตามด้วยเทคนิค EOG และ SSC นอกจากนี้ความแม่นยำของอุปกรณ์ติดตามดวงตา VOG ยังขึ้นอยู่กับต้นทุนของอุปกรณ์อีกด้วย กล่าวคืออุปกรณ์ติดตามดวงตาที่มีต้นทุนสูงจะให้ความแม่นยำของตำแหน่ง POG ที่ดีกว่าอุปกรณ์ต้นทุนต่ำ

2.5 ระบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนพิการกับคอมพิวเตอร์

ก่อนทำความเข้าใจการปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนพิการกับคอมพิวเตอร์ ขออธิบายคำว่า การปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ (Human Computer Interaction) ก่อนเพื่อนำไปสู่การทำความเข้าใจถึงความหมายและหลักการออกแบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนพิการกับคอมพิวเตอร์ต่อไป รายละเอียดในหัวข้อนี้พอสรุปได้ดังต่อไปนี้

2.5.1 นิยามและองค์ประกอบพื้นฐานของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์

ศาสตร์ด้านการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ได้มีการศึกษาและนำมาใช้ในช่วงกลางทษวรรษ 1980 หรือกว่า 30 ปีมาแล้ว โดยมีเป้าหมายหลักเพื่อสร้างรูปแบบ อุปกรณ์ต่างๆเพื่อให้ผู้งานคอมพิวเตอร์มีความปลอดภัย และสามารถทำงานได้อย่างสะดวกสบายและ

เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมทั้งหมดยังผลต่อความสำเร็จและประสิทธิภาพของงาน ซึ่งมีผู้ให้คำนิยามและความหมายของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ไว้สรุปสังเขปได้ดังนี้

Hewett และคณะ (1996) ให้ความหมายว่า “ระเบียบวิธีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ พัฒนา ประเมินผล และการดำเนินการของระบบคอมพิวเตอร์ที่สามารถมีปฏิสัมพันธ์กับมนุษย์เพื่อประโยชน์ของการใช้งาน และการศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆ ที่สำคัญในภาพแวดล้อมต่างๆ ของระบบคอมพิวเตอร์”

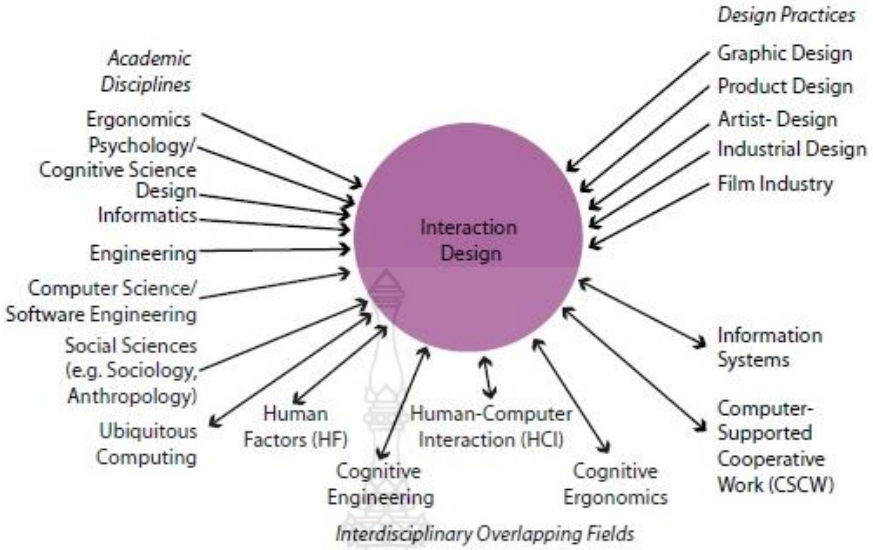
สมาคมคอมพิวเตอร์เอซีเอ็ม (Association for Computer Machinery; ACM) ได้นิยามความหมายของ HCI ไว้คือ “องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ การประเมินผล และการนำไปใช้ของระบบคอมพิวเตอร์แบบมีปฏิสัมพันธ์ของมนุษย์ และศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง”

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ หมายถึง เป็นการศึกษาศาสตร์พื้นฐานต่างๆ ที่เกี่ยวในการศึกษาความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย จิตวิทยาขององค์กร กายศาสตร์และปัจจัยของมนุษย์ ภาษาศาสตร์ ปรัชญา สังคมวิทยา วิทยาการคอมพิวเตอร์ วิศวกรรม การออกแบบอื่นๆ เป็นต้น (Rogers et al., 2011)

ดังนั้นพอสรุปความหมายของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ (Human Computer Interaction; HCI) หมายถึง *“การศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ด้วยรูปแบบการสื่อสารระหว่างกันเพื่อนำไปออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์เครื่องมือ วิธีการ ซึ่งใช้เป็นเครื่องมือในการเชื่อมต่อระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ โดยประยุกต์องค์ความรู้ในศาสตร์ต่างๆ ร่วมกันประกอบด้วย ความรู้ทางด้านการสื่อสาร จิตวิทยาการเรียนรู้ กายศาสตร์และปัจจัยของมนุษย์ ภาษาศาสตร์ สังคมและปรัชญา วิทยาการคอมพิวเตอร์ สถาปัตยกรรมและการออกแบบอื่น ๆ วิศวกรรมศาสตร์ และวิทยาการจัดการผลิตสื่อดิจิทัล เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสื่อสารระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์”*

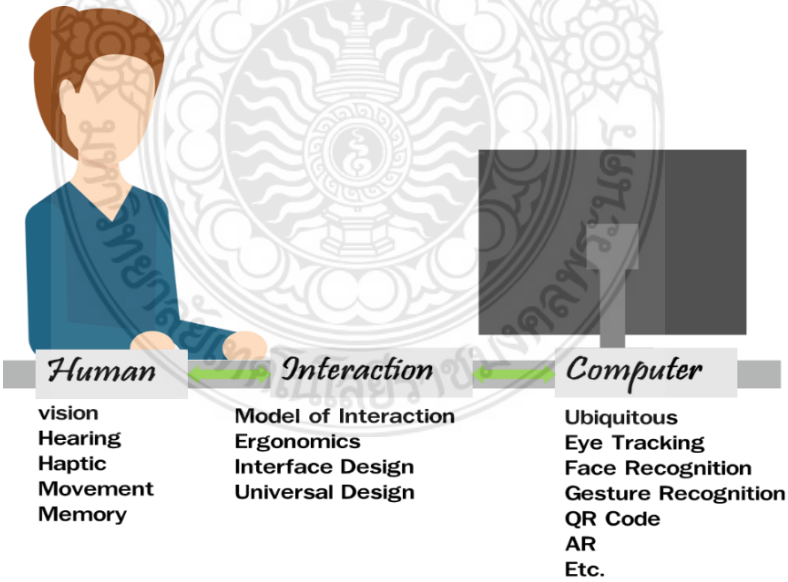
สำหรับความหมายของ **ระบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนพิการกับคอมพิวเตอร์** นั้นมีความหมายและนิยามเช่นเดียวกันกับคำว่า ระบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนพิการกับคอมพิวเตอร์ข้างต้น แต่เน้นเพิ่มส่วนต่อขยาย **“เพื่อสนับสนุนและรองรับความบกพร่องในความพิการของบุคคลด้วยหลักการออกแบบและพัฒนาตามหลักสากล (Universal Design)”**

สำหรับสหวิทยาการศาสตร์ที่เกี่ยวข้องด้านการออกแบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ Rogers และคณะ (2011) ได้สรุปผลจากงานวิจัยดังภาพที่ 2-11



ภาพที่ 2-11 สหวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ HCI (Interdisciplinary Overlapping Fields of HCI) (Rogers el at., 2011)

จากนิยามความหมายของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ ประกอบองค์ประกอบด้วยพื้นฐาน 3 องค์ประกอบด้วยกัน คือ *มนุษย์ (Human) ปฏิสัมพันธ์ (Interaction) และคอมพิวเตอร์ (Computer)* รายละเอียดดังภาพที่ 2-12



ภาพที่ 2-12 องค์ประกอบพื้นฐานของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์

จากภาพองค์ประกอบพื้นฐานของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์สามารถอธิบายได้ว่า *ปฏิสัมพันธ์ (Interaction) เป็นส่วนที่เชื่อมให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์ (Human) และอุปกรณ์ทางคอมพิวเตอร์ (Computer) ซึ่งการออกแบบและพัฒนาปฏิสัมพันธ์ให้มีประสิทธิภาพนั้นผู้ออกแบบและพัฒนาจะต้องมีความรู้และความเข้าใจถึงศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบเหล่านั้น* ซึ่งจะขออธิบายรายละเอียดองค์ประกอบพื้นฐานของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ในส่วนกระบวนการรับรู้ของมนุษย์ในหัวข้อลำดับถัดไป

2.5.2 กระบวนการรับรู้ข้อมูลของมนุษย์ (Human Information Processing)

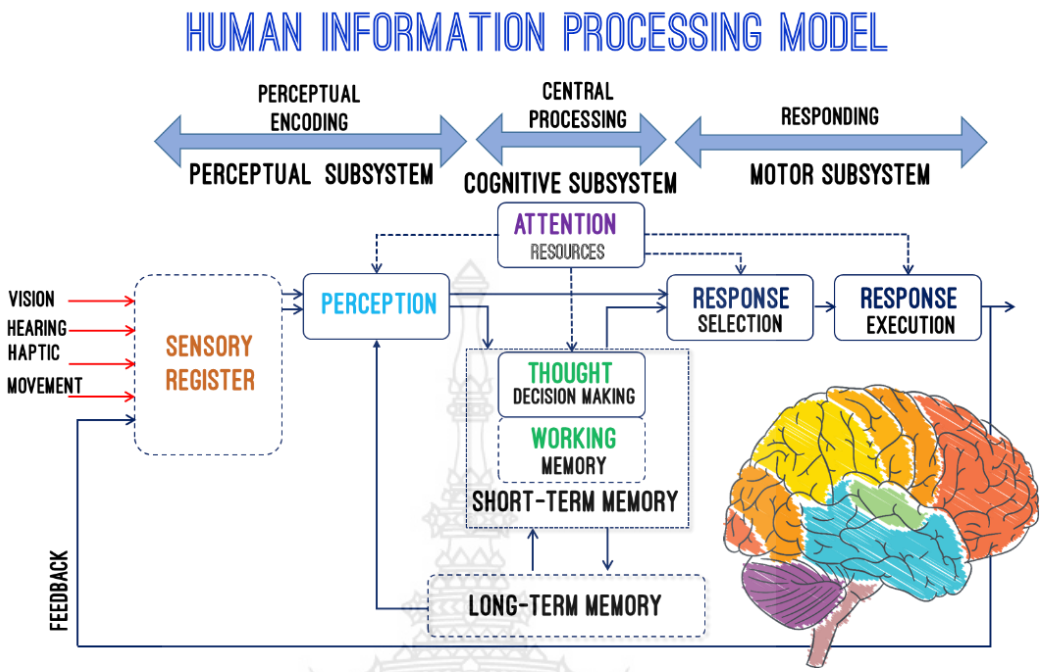
มนุษย์ (Human)

มนุษย์ในงานด้าน HCI คือ ผู้ใช้งาน (Users) ซึ่งถือเป็นองค์ประกอบสำคัญในการออกแบบและพัฒนาส่วนต่อประสาน (User Interface) ที่เชื่อมต่อกันระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ โดยปัจจัยที่สำคัญของมนุษย์ คือ การรับรู้ข้อมูลทั้งสองด้านคือทั้งในส่วนของช่องทางการรับข้อมูลเข้าและออก รวมทั้งกลไกของสมองในการจดจำนั่นเอง

กระบวนการรับรู้ข้อมูลของมนุษย์เริ่มต้นจาก การรับสัญญาณด้วยอวัยวะที่ทำหน้าที่รับข้อมูลทางประสาทสัมผัสในด้านต่างๆ ผ่านอวัยะต่างๆ ที่ทำหน้าที่ตรวจจับ (Sensor) ซึ่งในงานด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน อวัยวะประสาทสัมผัสประกอบด้วย

ดวงตา อวัยวะตรวจจับสัญญาณภาพเพื่อการรับรู้การมองเห็น (Vision)
หู เป็นอวัยวะตรวจจับสัญญาณเสียงเพื่อการรับรู้ในการได้ยิน (Hearing)
ผิวหนัง เป็นอวัยวะรับรู้การสัมผัส (Haptic) ในเรื่องของอากาศ แรงกดต่างๆ
กล้ามเนื้อ เป็นอวัยวะควบคุมการเคลื่อนไหว (Movement)

โดยการทำงานของประสาทสัมผัสทุกส่วนทำงานผสานกันผ่านกลไลการเรียนรู้ และควบคุมของสมองมนุษย์ (Human-Brain) โดยเราสามารถแบ่งความจำของมนุษย์ออกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน คือ หน่วยความจำที่เกี่ยวกับความรู้สึก (Sensory Memory) ซึ่งได้รับสัญญาณการรับรู้จากประสาทสัมผัสดังกล่าวข้างต้น และเมื่อได้รับการกระตุ้นความสนใจ (Attention) การรับรู้ข้อมูลนั้นจะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำระยะสั้น (Short-term Memory) ซึ่งจะสูญหายไปหากไม่ได้รับการกระตุ้นบ่อยๆ เพื่อฝึกฝนทำซ้ำๆ (Rehearsal) โดยส่วนการรับรู้ข้อมูลที่ถูกฝึกฝนจะไม่สูญหายไปและถูกนำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำระยะยาว (Long-term Memory) ซึ่งจะถูกดึงกลับมาใช้ โดยการรับรู้และความรู้สึกของมนุษย์เมื่อผ่านการประมวลผลแล้วก็เกิดปฏิกริยาตอบสนอง (Response) ผ่านส่วนสมองสั่งการ (Motor Processor) ซึ่งในด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์นั้นปฏิกริยาตอบสนองมักเป็นส่วนการควบคุมกล้ามเนื้อการเคลื่อนไหว (Movement Response) แบบจำลองกระบวนการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์แสดงดังภาพที่ 2-13



ภาพที่ 2-13 โมเดลกระบวนการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์ผ่านสมอง 3 ส่วน (Wickens et al., 2015)

คอมพิวเตอร์ (Computer)

ราว 3,000 ปีกว่าที่เครื่องคำนวณเครื่องแรกถูกพัฒนาขึ้นโดยชาวจีน ที่ถูกเรียกชื่อว่า ลูกคิด (Abacus) จนปัจจุบันเครื่องคำนวณที่ได้ความนิยมและใช้งานอย่างแพร่หลาย และถูกนำมาใช้เป็นอุปกรณ์สำนักงานที่จำเป็นถูกเรียกชื่อว่า คอมพิวเตอร์ (Computer) โดยคอมพิวเตอร์ในยุคปัจจุบันเป็นยุคที่ห้า (Fifth Generation Computer)

คอมพิวเตอร์ในยุคที่ห้า เป็นยุคที่พัฒนาให้เครื่องจักรกลอย่างคอมพิวเตอร์มีความสามารถและความเร็วในการประมวลผลที่สูงขึ้น รวมทั้งพัฒนาให้คอมพิวเตอร์มีความชาญฉลาดในการตัดสินใจ หรือปฏิบัติงานได้เทียบเคียงกับสมองของมนุษย์โดยนำศาสตร์ด้านปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence : AI) มาประยุกต์ใช้ ซึ่งปัญญาประดิษฐ์เป็นหัวใจหลักของการพัฒนาคอมพิวเตอร์ในยุคนี้

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่นำระบบปฏิสัมพันธ์สั่งการด้วยสายตามาประยุกต์กับงานทางด้านการสร้างระบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ (HCI) ในประเทศไทยพบว่ายังไม่เป็นที่นิยมและแพร่หลาย ทั้งนี้อาจเนื่องจากในอดีตต้นทุนของอุปกรณ์ติดตามดวงตาค่อนข้างสูง แต่ในต่างประเทศพบว่ามีนักวิจัยให้ความสนใจศึกษาค้นคว้าการนำเทคโนโลยีติดตามดวงตามาประยุกต์ใช้กับงานด้านด้าน HCI เป็นอย่างมาก

อย่างไรก็ตามรูปแบบการนำมาประยุกต์ใช้มีหลากหลายตามวัตถุประสงค์ของผู้วิจัย สำหรับงานวิจัยประยุกต์เทคโนโลยีติดตามดวงตากับการสร้างระบบปฏิสัมพันธ์สั่งการด้วยสายตาเพื่อช่วยในการสื่อสารของคนพิการ สามารถยกตัวอย่างพอสังเขปดังนี้

โครงการวิจัยภายใต้ชื่อแองเจลอาย (Eagle Eyes) พัฒนาขึ้นโดยวิทยาลัยบอสตัน (Boston College) เป็นระบบปฏิสัมพันธ์เพื่อช่วยในการสื่อสารสำหรับเด็กนักเรียนคนพิการ ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนจากมูลนิธิช่วยเหลือคนพิการของอเมริกา (Opportunity Foundation of America) ผลงานวิจัยนี้ใช้เทคนิคติดตามดวงตาด้วยเทคนิค EOG

เกบชทอล์ค (Gaze Talk) พัฒนาโดยทีมงานวิจัย และพัฒนาระบบปฏิสัมพันธ์ด้วยดวงตา (Eye Gaze Interaction Group) จากมหาวิทยาด้านไอทีในประเทศเดนมาร์ก (IT University of Copenhagen) (Hansen, J. P., et al., 2001) Gaze Talk เป็นระบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ด้วยการควบคุมผ่านสายตาสำหรับคนพิการ โดย Gaze Talk ซึ่งระบบป้อนข้อความของแดชเชอร์ (Dasher) ในการป้อนข้อความโดยใช้อุปกรณ์ติดตามดวงตาต้นทุนด้วยการดัดแปลงกล้องดิจิทัลเว็บแคม

นอกจากนั้นยังพบว่ามีการพัฒนาระบบปฏิสัมพันธ์สั่งการด้วยตาเพื่อช่วยในการสื่อสารของคนพิการที่พัฒนาให้อยู่ในรูปแบบของผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ แต่พบว่ามีราคาที่ค่อนข้างแพง ซึ่งเป็นอุปสรรคสำคัญในการเข้าถึงของคนพิการของไทย สำหรับงานวิจัยในประเทศไทย อาทิ SenzE ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัท เมดิเทค โซลูชั่น จำกัด ซอฟต์แวร์สั่งการด้วยสายตาเพื่อช่วยเหลือด้านการสื่อสารผู้ป่วยกล้ามเนื้ออ่อนแรง (http://www.meditechsolution.com/, 2561)

ผลงานวิจัย โอภาปราศัย (Ophapasai) ผลงานวิจัยของ วีรวรรณ จันทนะทรัพย์ (2016) นำเสนอระบบปฏิสัมพันธ์สั่งงานคอมพิวเตอร์ด้วยสายตา สำหรับช่วยเหลือด้านการสื่อสารสำหรับคนพิการ ภายใต้ชื่อ “*โอภาปราศรัย*” ประกอบด้วยส่วนการทำงานหลัก 2 ส่วนคือ ส่วนของฮาร์ดแวร์สำหรับตรวจจับและติดตามตำแหน่งของสายตา (Eye-Tracking Device) และส่วนของซอฟต์แวร์สำหรับช่วยในการสื่อสารของคนพิการ อย่างไรก็ตามซอฟต์แวร์โอภาปราศัยมีการทำงานแบบออฟไลน์ (Offline) มุ่งเน้นเพื่อช่วยการสื่อสารสำหรับคนพิการที่นอนติดเตียงได้ใช้สื่อสารกับผู้ดูแล และบุคคลรอบข้าง ซึ่งจากผลการวิจัยในครั้งนั้น พบความต้องการของคนพิการในการเข้าถึงข้อมูลสารสนเทศบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต และความต้องการนี้ได้ถูกนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนางานวิจัยในครั้งนี้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของคนพิการด้วยระบบปฏิสัมพันธ์ควบคุมสั่งการด้วยดวงตา ผู้วิจัยดำเนินงานวิจัยตามขั้นตอนกรอบแนวคิดที่ได้กำหนดไว้ โดยแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยการออกเป็น 4 ส่วนหลัก ประกอบด้วย

3.1 การพัฒนาระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของคนพิการ

3.2 การหาประสิทธิภาพของระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระคนพิการ

3.3 การศึกษาความคิดเห็นของคนพิการและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง

3.4 การถ่ายทอดเทคโนโลยีงานวิจัย

3.1 การพัฒนาระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระคนพิการ

การศึกษาและพัฒนาระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของผู้พิการครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนาระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของผู้พิการ ในการเข้าถึงข้อมูลข่าวสารบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยนำเทคโนโลยีสั่งการด้วยสายตาเข้ามาประยุกต์ใช้ในการสร้างระบบปฏิสัมพันธ์ คณะผู้วิจัยดำเนินงานตามขั้นตอนกรอบแนวคิดที่ได้กำหนดไว้ โดยแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานการออกเป็น 5 ส่วนหลักรายละเอียดในแต่ส่วนมีดังนี้

3.1.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

ผู้วิจัยได้ศึกษาหาข้อมูลต่างๆ เพื่อทำการวิจัย โดยดำเนินการศึกษาดังนี้

3.1.1.1 ศึกษาหลักการและวิธีการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์สั่งการด้วยสายตา (Eye Tracking Interface) บนแอปพลิเคชันในระบบปฏิบัติการวินโดว์ทั้งในส่วนของเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) และวินโดว์แอปพลิเคชัน (Windows Application) จากตำรา บทความ เอกสารรายงานการวิจัย สิ่งตีพิมพ์อื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลงานวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบโต้ตอบด้วยดวงตาเรื่องความรู้เกี่ยวกับอาเซียนในระดับประถมศึกษาสำหรับเด็กนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการควบคุมด้วยมือ (วีรวรรณ และคณะ, 2559) ซึ่งผลของงานวิจัยดังกล่าวจะถูกนำมากำหนดพารามิเตอร์ต่างๆ สำหรับการออกแบบปฏิสัมพันธ์สั่งการด้วยสายตา นอกจากนั้นยังได้ศึกษาถึงเทคโนโลยีที่ใช้ทั้งในส่วนฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟต์แวร์ (Software) เพื่อพัฒนาระบบสั่งการด้วยสายตาสำหรับคนพิการ

3.1.1.2 การเลือกประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ คนพิการมีความบกพร่องในการใช้มือควบคุมอุปกรณ์ตัวชี้ (Mouse) ของคอมพิวเตอร์ ที่เป็นสมาชิกของศูนย์การดำรงชีวิตอิสระของคนพิการประเทศไทย จำนวน 15 ราย โดยแบ่งประชากรออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

ก) กลุ่มตัวอย่างสำหรับหาคุณภาพเครื่องมือ จำนวน 5 ราย

ข) กลุ่มตัวอย่างสำหรับทดสอบจริง จำนวน 10 ราย

3.1.1.3 การสำรวจความต้องการของผู้ใช้งาน

เป็นกระบวนการสำคัญเนื่องความต้องการของผู้ใช้งานเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดเนื้อหาสาระที่นำเสนอในแอปพลิเคชัน โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานสำรวจข้อมูลดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ดำเนินการศึกษาโครงสร้างของหน่วยงานในสังกัดศูนย์การดำรงชีวิตอิสระของคนพิการประเทศไทย เพื่อกำหนดเป็นหน่วยงานเป้าหมายในการสำรวจข้อมูลความต้องการ

ขั้นตอนที่ 2 จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลไปยังหน่วยงานเป้าหมาย

ข้อตอนที่ 3 รวบรวมข้อมูลความต้องการและสรุปผล ซึ่งผลลัพธ์ของความต้องการจะถูกนำไปออกแบบ และพัฒนาระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของคนพิการในขั้นตอนถัดไป

3.1.2 การวิเคราะห์ระบบ (System Analysis)

เป็นกระบวนการที่นำความรู้ที่ได้จากการศึกษา และข้อมูลความต้องการของผู้ใช้กลุ่มเป้าหมายข้างต้นมาดำเนินการวิเคราะห์กระบวนการทำงานของระบบโดยภาพรวม ซึ่งจากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าองค์ประกอบของระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของคนพิการด้วยระบบปฏิสัมพันธ์ควบคุมสั่งการด้วยดวงตาประกอบด้วยส่วนหลัก 5 ส่วน ประกอบด้วย

3.1.2.1 ผู้ใช้งาน หรือคนพิการเป้าหมาย (User)

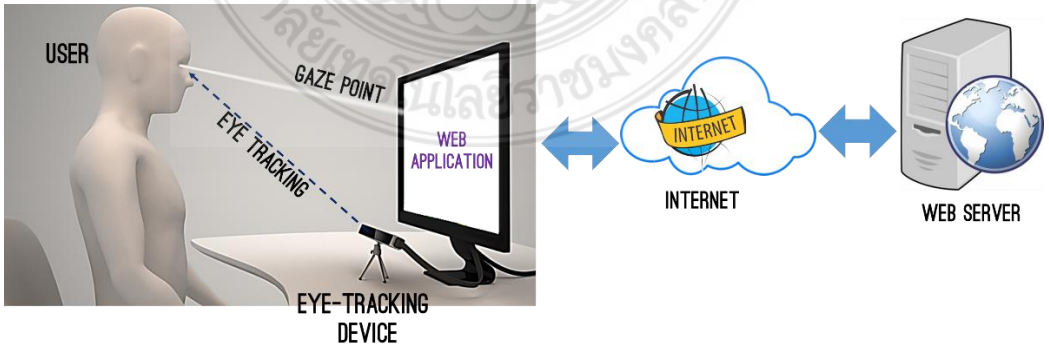
3.1.2.2 อุปกรณ์ติดตามดวงตา (Eye-Tracking Device)

3.1.2.3 เว็บแอปพลิเคชันสำหรับสั่งการด้วยสายตา (Web Application) ซึ่งประกอบด้วยฟังก์ชันการทำงาน 3 ส่วน คือ ฟังก์ชันดูทีวีออนไลน์ ฟังก์ชันดูวิดีโอบนเว็บไซต์ยูทูปออนไลน์ และฟังก์ชันฟังวิทยุออนไลน์

3.1.2.4 ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet)

3.1.2.5 ส่วนบริการแม่ข่ายเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server)

รายละเอียดโครงสร้างองค์ประกอบของระบบแสดงดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 โครงสร้างระบบระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของคนพิการ

จากภาพโครงสร้างระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของคนพิการข้างต้น สามารถอธิบายการทำงานได้ คือ ผู้ใช้งานดำเนินการปรับเทียบตำแหน่งสายตากับตำแหน่งในจอภาพ เพื่อจำลองตำแหน่งตัวชี้ของเมาส์ในระบบปฏิสัมพันธ์ปกติของระบบคอมพิวเตอร์เป็นตำแหน่งของสายตาด้วยอุปกรณ์ติดตามดวงตา จากนั้นผู้ใช้เพ่งมองสายตาไปยังปุ่มสั่งการบนหน้าจอเว็บแอปพลิเคชันที่แสดงอยู่ปุ่มสั่งการจะตอบรับการสั่งการด้วยสายตาแล้วร้องขอไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

3.1.3 การออกแบบระบบ (System Design)

ในการออกแบบสำหรับการพัฒนาระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของคนพิการมีเนื้อหาบรรยายเกี่ยวกับ การออกแบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ การออกแบบส่วนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย และการออกแบบส่วนการสั่งการด้วยสายตา โดยรายละเอียดในแต่ละส่วนมีดังต่อไปนี้

3.1.3.1 การออกแบบส่วนฮาร์ดแวร์ในการพัฒนาระบบ

เป็นการออกแบบฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ประกอบด้วยฮาร์ดแวร์สำหรับตรวจจับและติดตามดวงตา ฮาร์ดแวร์สำหรับพัฒนาระบบฯ รายละเอียดมีดังนี้

ก) อุปกรณ์ติดตามดวงตา (Eye-Tracking Devices)

อุปกรณ์ติดตามดวงตา เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ คณะผู้วิจัยเลือกใช้อุปกรณ์ติดตามดวงตาบนสัญญาณภาพวิดีโอ The EyeTribe เพราะมีความเหมาะสมกับการสร้างระบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ นอกจากนั้นยังมีราคาที่เหมาะสมกับงบประมาณในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ ปัจจุบันจำหน่ายในราคา 199$ (ดอลลาร์สหรัฐ) หรือประมาณ 6,285.00 บาท ทั้งนี้ไม่นับรวมหน่วยประมวลผลตำแหน่งของสายตา โดยคุณสมบัติของอุปกรณ์ The EyeTribe สามารถสุ่มภาพที่ความเร็ว 30-60 เฮิร์ต รองรับการปรับเทียบตำแหน่งของสายตาได้สูงถึง 16 จุดบนจอภาพขนาดสูงสุด 24 นิ้วที่ระยะห่างในการติดตามของดวงตา 45-75 เซนติเมตร ที่ความแม่นยำในการระบุตำแหน่งที่สายตาเพ่งมอง 0.5-1 องศา โดยเชื่อมต่อกับหน่วยประมวลด้วยพอร์ต USB 3.0 สนับสนุนระบบปฏิบัติการของ Windows, Mac และ Linux และยังรองรับการภาษาในการพัฒนาได้หลายภาษา อาทิ MATLAB, C#, C++, Python และ Java เป็นต้น

ข) เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

เป็นคอมพิวเตอร์ชนิดตั้งโต๊ะ (Desktop Computer) มีหน่วยประมวลผล Intel® Core™ i5 ความเร็ว 2.5 GHz. มีหน่วยความจำ 4 GB. มีหน่วยบันทึกข้อมูล (Hard Disk) ขนาด 1 TB และมีหน่วยแสดงผลขนาด 21 นิ้ว ทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์

ค) เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Web Server)

งานวิจัยนี้เลือกใช้บริการเว็บโฮสติ้ง (Web Hosting) ของหน่วยงานเอกชนที่เปิดให้บริการด้วยเซิฟเวอร์ที่มีคุณภาพสูงและความเร็วสูงขนาด 1 Gbps. เชื่อมต่อโดยตรงจาก ISP เข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการติดตั้งและให้บริการเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น

3.1.3.2 การออกแบบซอฟต์แวร์และภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

ก) ซอฟต์แวร์ EyeTribe SDK เป็นซอฟต์แวร์ที่ทำงานร่วมกับอุปกรณ์ติดตามดวงตา The EyeTribe ในการจำลองตำแหน่งของสายตาบนเครื่องคอมพิวเตอร์ สามารถกำหนดตำแหน่ง ขนาด และอัตราความเร็วของเมาส์

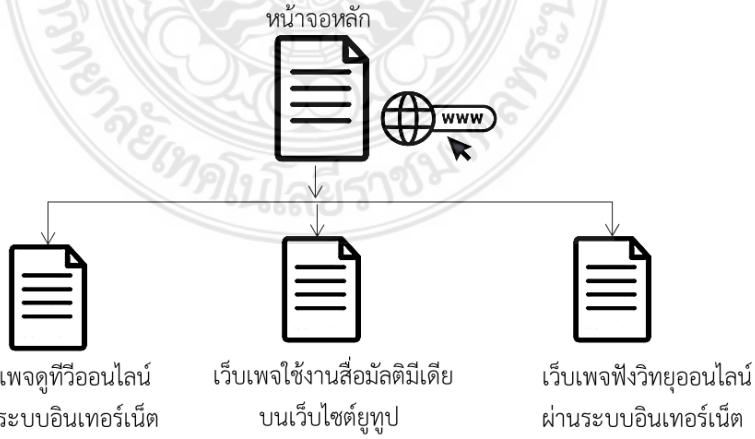
ข) ซอฟต์แวร์ Sublime Text สำหรับเขียนรหัสคำสั่งในการพัฒนาเว็บไซต์ที่สามารถรองรับได้ทั้งภาษา HTML, PHP, CSS, Python และอื่น ๆ โดย Sublime Text เป็นซอฟต์แวร์ประเภทแชร์แวร์ (Shareware)

ค) ซอฟต์แวร์ XAMPP เวอร์ชั่น 3.2.1 สำหรับจำลองเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) เพื่อใช้ในการทดสอบการทำงานของระบบโดยที่ไม่ต้องเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตและไม่ต้องมีค่าใช้จ่ายใดๆ XAMPP เป็นซอฟต์แวร์ประเภทฟรีแวร์ (Freeware) และอยู่ภายใต้ใบอนุญาตของ GNU General Public License

ง) ในส่วนของภาษาสำหรับการพัฒนาระบบประกอบด้วย ภาษา HTML (Hypertext Markup Language) ในการพัฒนารูปแบบโครงสร้างหลักของเว็บไซต์ CSS3 (Cascading Style Sheet) ส่วนการจัดการและปรับแต่งหน้าตาของเว็บไซต์ให้สวยงาม ภาษา JavaScript สำหรับอ่านค่าตำแหน่งเมาส์จากอุปกรณ์ติดตามดวงตา และสร้างปฏิสัมพันธ์สั่งการด้วยสายตาไปปุ่มควบคุมการสั่งการ และส่วนการเชื่อมต่อไปยัง API (Application Programming Interface) ทั้งในส่วนของ YouTube และ Flow player

3.1.4 การออกแบบหน้าจอส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน

ในการพัฒนาระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของคนพิการ กำหนดกลุ่มเป้าหมาย คือ คนพิการที่ประสบปัญหาการเคลื่อนไหวและด้านการสื่อสาร สำหรับงานวิจัยนี้สิ่งที่สำคัญคือการสร้างรูปแบบปฏิสัมพันธ์ที่มีความเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายข้างต้น ซึ่งงานวิจัยนี้เลือกใช้การปฏิสัมพันธ์สั่งการด้วยสายตาผ่านอุปกรณ์ติดตามดวงตาต้นทุนต่ำ The EyeTribe สำหรับแผนผังเว็บแอปพลิเคชันของระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของคนพิการ แสดงดังภาพที่ 3-2



ภาพที่ 3-2 แผนผังส่วนต่อประสานระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของคนพิการด้วยระบบปฏิสัมพันธ์ควบคุมสั่งการด้วยดวงตา

จากภาพแผนผังภาพที่ 3-2 ข้างต้น ระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของคนพิการด้วยการควบคุมสั่งการด้วยดวงตา ประกอบด้วยฟังก์ชันการทำงานหลัก 3 ส่วน คือ ฟังก์ชันดูทีวีออนไลน์ ฟังก์ชันใช้งานสื่อมัลติมีเดียบนเว็บไซต์ยูทูป และฟังก์ชันฟังวิทยุออนไลน์ ในการออกแบบส่วนต่อประสานระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของคนพิการด้วยการควบคุมสั่งการด้วยดวงตาเพื่อช่วยในการอำนวยความสะดวกของคนพิการที่ประสบปัญหาการเคลื่อนไหวและด้านการสื่อสารนั้น องค์ประกอบหลักที่สำคัญ คือ การออกแบบปุ่มสั่งการด้วยสายตาบนเว็บแอปพลิเคชันที่จัดทำขึ้นทั้งในด้านขนาด และตำแหน่งของปุ่มสั่งการ สำหรับรายละเอียดการออกแบบหน้าจอเว็บเพจในแต่ละฟังก์ชันมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

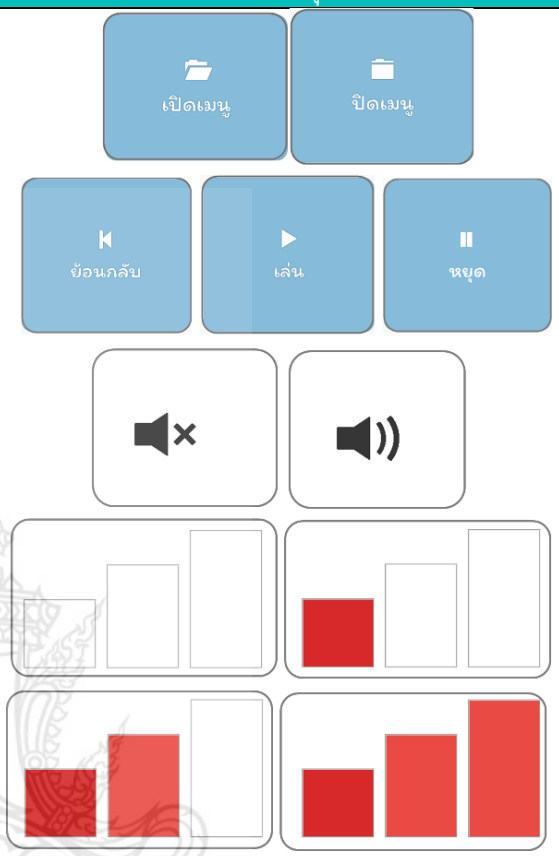
3.1.4.1 การออกแบบแผนผังหน้าจอเว็บเพจดูทีวีออนไลน์

ในการออกแบบแผนผังหน้าจอเว็บเพจดูทีวีออนไลน์ สำหรับพัฒนาฟังก์ชันดูทีวีออนไลน์นั้นเป็นการพัฒนาในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อช่วยในการอำนวยความสะดวกของคนพิการที่ประสบปัญหาการเคลื่อนไหวและด้านการสื่อสารกับผู้ดูแลคนพิการ ให้สามารถสั่งการบนเว็บแอปพลิเคชันเพื่อดูทีวีออนไลน์ จำนวน 10 ช่อง ซึ่งจากการลงพื้นที่จัดเก็บข้อมูลเบื้องต้น และนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความต้องการ และนำมาออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน สรุปผลช่องรายงานทีวี 10 ช่องประกอบด้วย ช่อง 3 ช่อง 9 ช่อง 5 ช่อง 11 ช่องเวิร์คพอยท์ ช่อง 8 ช่อง โมโน 29 ช่องวัน ช่องไทยรัฐทีวี และทีวีช่องทรูโฟร์ยู ในการออกแบบส่วนต่อประสานหน้าจอเว็บแอปพลิเคชันเพื่อดูทีวีออนไลน์ประกอบด้วยปุ่มสั่งการต่างๆ รายละเอียดดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 รายละเอียดปุ่มสั่งการด้วยสายตาส่วนงานฟังก์ชันดูทีวีออนไลน์

ลำดับ	คำอธิบาย	ลักษณะปุ่ม
1.	ปุ่มสั่งการเปิดช่องรายการทีวีจำนวน 10 ปุ่มสั่งการ ประกอบด้วย - ปุ่มสั่งการดูช่อง 3 - ปุ่มสั่งการดูช่อง 5 - ปุ่มสั่งการดูช่อง 9 - ปุ่มสั่งการดูช่อง 11 - ปุ่มสั่งการดูช่อง Workpoint *TV* - ปุ่มสั่งการดูช่อง 8 - ปุ่มสั่งการดูช่อง MONO29 - ปุ่มสั่งการดูช่อง One - ปุ่มสั่งการดูช่อง ไทยรัฐ *TV* - ปุ่มสั่งการดูช่อง True4U	 **ภาพที่ 3-3** ลักษณะปุ่มสั่งการช่องรายการทีวี
2.	ปุ่มสั่งการกลับสู่เมนูหลัก เป็นปุ่มสั่งการเพื่อสั่งให้กลับมายังแผงควบคุมหลักของระบบ	 **ภาพที่ 3-4** ลักษณะปุ่มสั่งการกลับเมนูหลักของระบบของเว็บดูทีวีออนไลน์

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

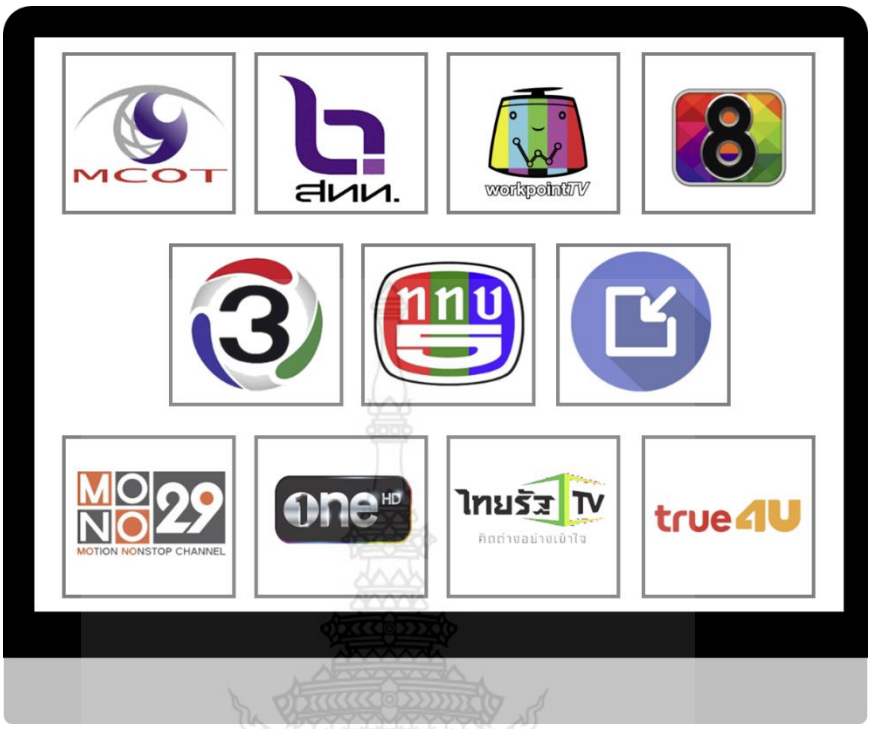
ลำดับ	คำอธิบาย	ลักษณะปุ่ม
3.	ปุ่มสั่งการควบคุมการเล่นทีวีออนไลน์ทำหน้าที่เสมือนรีโมททีวีควบคุมการเล่นของรายการทีวีที่กำลังรับชม ประกอบด้วย - ปุ่มสั่งการเปิดเมนูควบคุม - ปุ่มสั่งการปิดเมนูควบคุม - ปุ่มสั่งการกลับสู่หน้าจอหลักฟังก์ชันดูทีวีออนไลน์ - ปุ่มสั่งการเล่นทีวี - ปุ่มสั่งการหยุดการเล่นทีวี - ปุ่มสั่งการปิดเสียง - ปุ่มสั่งการเปิดเสียง - ปุ่มสั่งการปิดเสียงระดับ 0 - ปุ่มสั่งการเปิดเสียงระดับ 1 - ปุ่มสั่งการเปิดเสียงระดับ 2 - ปุ่มสั่งการเปิดเสียงระดับ 3	

ภาพที่ 3-5 ลักษณะปุ่มสั่งการแผงรีโมททีวี

โดยหน้าจอส่วนต่อประสานสำหรับฟังก์ชันงานดูทีวีออนไลน์ ประกอบด้วย 3 หน้าจอหลัก คณะผู้วิจัยได้ออกแบบแผนผังตำแหน่งและขนาดของปุ่มสั่งการโดยอ้างอิงผลงานวิจัยของ วีรวรรณ และคณะ (2559) โดยกำหนดขนาดของปุ่มสั่งการอยู่ในรูปทรงสี่เหลี่ยมขนาด 300x300px. และออกแบบตำแหน่งปุ่มสั่งการช่องรายการทีวีที่มีระดับความชื่นชอบจากมากไปน้อยในการรับชมช่องทีวีของกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสำรวจข้อมูลไว้บริเวณพื้นที่กึ่งกลางจอภาพ รายละเอียดหน้าจอส่วนฟังก์ชันดูทีวีออนไลน์มีดังนี้

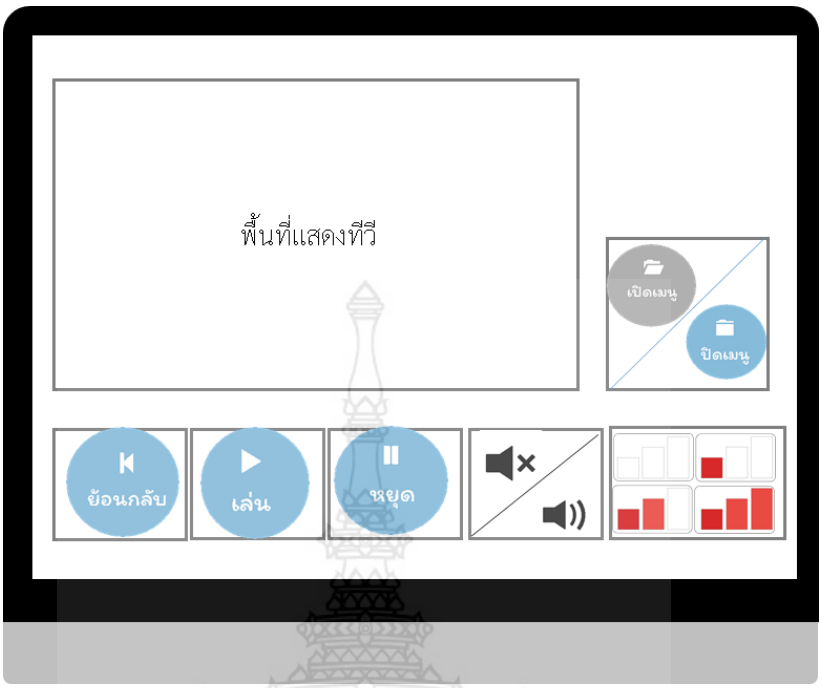
ก) หน้าจอส่วนต่อประสานหลักฟังก์ชันดูทีวีออนไลน์
ข) หน้าจอส่วนต่อประสานส่วนแสดงทีวีเต็มจอฟังก์ชันดูทีวีออนไลน์
ค) หน้าจอส่วนต่อประสานส่วนแสดงรีโมททีวีออนไลน์

สำหรับรายละเอียดในแต่ละหน้าจออแสดงดังภาพที่ 3-6 ถึงภาพที่ 3-8 ตามลำดับ



ภาพที่ 3-6 หน้าจอส่วนต่อประสานหลักฟังก์ชันดูทีวีออนไลน์

ภาพที่ 3-7 หน้าจอส่วนต่อประสานส่วนแสดงทีวีเต็มจอฟังก์ชันดูทีวีออนไลน์



ภาพที่ 3-8 หน้าจอส่วนต่อประสานส่วนแสดงรีโมททีวีออนไลน์

3.1.4.2 การออกแบบแผนผังหน้าจอเว็บเพจดูวิดีโอบนยูทูป

ในการออกแบบแผนผังหน้าจอเว็บเพจดูวิดีโอบนยูทูป สำหรับพัฒนาฟังก์ชันใช้งานสื่อมัลติมีเดียบนเว็บไซต์ยูทูปนั้นเป็นการพัฒนาในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อช่วยในการอำนวยความสะดวกของคนพิการที่ประสบปัญหาการเคลื่อนไหวและด้านการสื่อสารกับผู้ดูแลคนพิการ ให้สามารถสั่งการบนเว็บแอปพลิเคชันเพื่อใช้งานสื่อมัลติมีเดียวบนเว็บไซต์ยูทูป

สำหรับหน้าจอส่วนต่อประสานฟังก์ชันงานดูวิดีโอบนเว็บไซต์ยูทูป ประกอบด้วย 4 หน้าจอหลัก คณะผู้วิจัยได้ออกแบบแผนผังตำแหน่งและขนาดของปุ่มสั่งการโดยอ้างอิงผลงานวิจัยของวีรวรรณ และคณะ (2559) เช่นกัน โดยกำหนดขนาดของปุ่มสั่งการอยู่ในรูปทรงสี่เหลี่ยมขนาดที่แตกต่างกัน รายละเอียดหน้าจอต่างๆ มีดังต่อไปนี้

ก) หน้าจอส่วนต่อประสานหลักฟังก์ชันดูวิดีโอบนเว็บไซต์ยูทูป เป็นหน้าจอหลักของแอปพลิเคชัน ประกอบด้วยส่วนควบคุมการแสดงผลไฟล์วิดีโอจาก API ของเว็บไซต์ยูทูป อาทิเช่น การค้นหาไฟล์วิดีโอ การเลื่อนจอภาพ เป็นต้น รายละเอียดหน้าจอแสดงดังภาพที่ 3-9

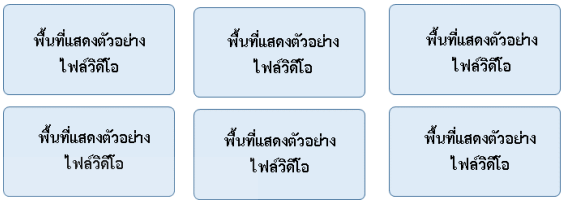
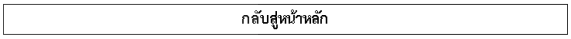
ภาพที่ 3-9 หน้าจอส่วนต่อประสานหลักฟังก์ชันดูวิดีโอบนเว็บไซต์ยูทูป

จากภาพที่ 3-9 หน้าจอแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย ส่วนหัว (Header Page) ส่วนรายละเอียดไฟล์วิดีโอ (Video File Content) และส่วนท้าย (Footer Page) โดยแต่ละส่วนประกอบด้วยปุ่มสั่งการต่างๆ รายละเอียดของปุ่มสั่งการแสดงดังตารางที่ 3-2

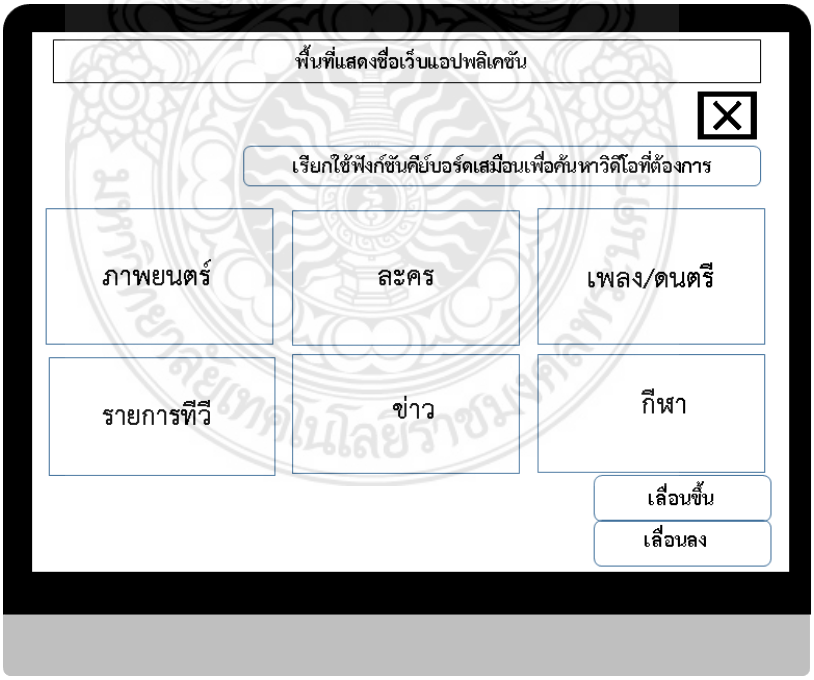
ตารางที่ 3-2 รายละเอียดปุ่มสั่งการด้วยสายตาส่วนหน้าจอหลักฟังก์ชันดูวิดีโอบนเว็บไซต์ยูทูป

ลำดับ	คำอธิบาย	ลักษณะปุ่ม
1.	ปุ่มสั่งการเพื่อควบคุมไฟล์วิดีโอจำนวน 7 ปุ่มสั่งการ ทำหน้าควบคุมการแสดงผลรายการไฟล์วิดีโอหน้าหน้าจอ 1 หน้าจอ ประกอบด้วย - ปุ่มสั่งการย้อนกลับ (บน) - ปุ่มสั่งการหน้าถัดไป (บน) - ปุ่มสั่งการย้อนกลับ (ล่าง) - ปุ่มสั่งการหน้าถัดไป (ล่าง) - ปุ่มสั่งการเลื่อนขึ้น - ปุ่มสั่งการเลื่อนลง - ปุ่มค้นหาไฟล์วิดีโอ	< ย้อนกลับ หน้าถัดไป > ค้นหาวิดีโอ เลื่อนขึ้น < ย้อนกลับ หน้าถัดไป > เลื่อนลง **ภาพที่ 3-10** ลักษณะปุ่มสั่งการเว็บดูวิดีโอยูทูป

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ลำดับ	คำอธิบาย	ลักษณะปุ่ม
2.	ปุ่มสั่งการเล่นไฟล์วิดีโอ ทำหน้าที่ลิงก์ไปยังไฟล์วิดีโอของเว็บไซต์ยูทูป โดยแสดงผล 6 ไฟล์ต่อ 1 หน้าจอ จัดเรียง 2 แถว x 3 คอลัมน์ ประกอบด้วย ปุ่มสั่งการไฟล์วิดีโอ 1, 2, 3, ..., 6	 **ภาพที่ 3-11** ลักษณะปุ่มสั่งการแผงรีโมทวิดีโอ
3.	ปุ่มสั่งการกลับสู่เมนูหลัก เป็นปุ่มสั่งการเพื่อสั่งให้กลับมายังแผงควบคุมหลักของระบบ	 **ภาพที่ 3-12** ลักษณะปุ่มสั่งการกลับสู่หน้าจอหลักระบบของเว็บดูวิดีโอยูทูป

ข) หน้าจอส่วนต่อประสานค้นหาไฟล์วิดีโอตามประเภท
เป็นหน้าจอส่วนการค้นหาไฟล์วิดีโอตามประเภทต่างๆ โดยจัดแบ่งออกเป็น 6 ประเภท ประกอบด้วย ภาพยนต์ ละคร เพลง รายการทีวี ข่าว และกีฬา นอกจากนี้ยังมีฟังก์ชันแป้นพิมพ์เสมือนสำหรับการค้นหาไฟล์วิดีโอบนเว็บไซต์ยูทูปด้วยการพิมพ์ค้นหา รายละเอียดหน้าจอแสดงดังภาพที่ 3-13



ภาพที่ 3-13 หน้าจอส่วนต่อประสานค้นหาไฟล์วิดีโอตามประเภท

ค) หน้าจอส่วนต่อประสานแป้นพิมพ์เสมือน

เป็นหน้าจอส่วนแสดงฟังก์ชันแป้นพิมพ์เสมือนสำหรับพิมพ์เพื่อค้นหาไฟล์วิดีโอตามที่ผู้ใช้ต้องการ รายละเอียดหน้าจอแสดงดังภาพที่ 3-14

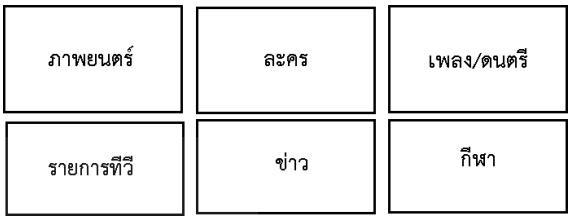
ภาพที่ 3-14 หน้าจอส่วนต่อประสานแป้นพิมพ์เสมือนค้นหาไฟล์วิดีโอ

จากภาพที่ 3-13 และภาพที่ 3-14 ข้างต้น ประกอบด้วยปุ่มสั่งการต่างๆ รายละเอียดของปุ่มสั่งการแสดงดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 รายละเอียดปุ่มสั่งการด้วยสายตาส่วนหน้าจอค้นหาและตามประเภทไฟล์วิดีโอ

ลำดับ	คำอธิบาย	ลักษณะปุ่ม
1.	ปุ่มสั่งการเรียกใช้ฟังก์ชันคีย์บอร์ดเสมือน	**ภาพที่ 3-15** ลักษณะปุ่มสั่งการเรียกใช้คีย์บอร์ด
2.	ปุ่มสั่งการปิดฟังก์ชันแป้นพิมพ์	**ภาพที่ 3-16** ลักษณะปุ่มสั่งการปิดแป้นพิมพ์

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

ลำดับ	คำอธิบาย	ลักษณะปุ่ม
3.	ปุ่มสั่งการเพื่อเลือกประเภทไฟล์วิดีโอ ประกอบด้วยปุ่มสั่งการ 6 ปุ่มดังนี้ - ปุ่มสั่งการเลือกวิดีโอภาพยนตร์ - ปุ่มสั่งการเลือกวิดีโอละคร - ปุ่มสั่งการเลือกวิดีโอเพลง - ปุ่มสั่งการเลือกวิดีโอรายการทีวี - ปุ่มสั่งการเลือกวิดีโอข่าว - ปุ่มสั่งการเลือกวิดีโอกีฬา	 **ภาพที่ 3-17** ลักษณะปุ่มสั่งการเลือกประเภทวิดีโอ
4.	ปุ่มสั่งการควบคุมการเลื่อนจอภาพ ประกอบด้วย:- - ปุ่มสั่งการเลื่อนขึ้น - ปุ่มสั่งการเลื่อนลง	 **ภาพที่ 3-18** ลักษณะปุ่มสั่งการควบคุมการแสดงหน้าจอ
5.	ปุ่มสั่งการพิมพ์ สำหรับงานวิจัยนี้เลือกใช้ปลั๊กอินแป้นพิมพ์เสมือนของ jQuery Keyboard Plugins ซึ่งเป็นพัฒนาด้วยสคริปส์คำสั่งภาษาจาวา	 **ภาพที่ 3-19** ลักษณะปุ่มสั่งการบนแป้นพิมพ์

ง) หน้าจอส่วนต่อประสานแสดงวิดีโอบนเว็บไซต์ยูทูป เป็นหน้าจอแสดงวิดีโอที่ผู้ใช้เลือกรับชม ซึ่งประกอบด้วยส่วนพื้นที่แสดงวิดีโอ และส่วนของปุ่มสั่งการควบคุมการเล่นวิดีโอซึ่งเปรียบเสมือนรีโมทเครื่องเล่นวิดีโอบนเว็บไซต์ยูทูป รายละเอียดหน้าจอแสดงดังภาพที่ 3-14 และรายละเอียดปุ่มสั่งการควบคุมด้วยสายตาดังตารางที่ 3-4 ตามลำดับ

ภาพที่ 3-20 หน้าจอส่วนต่อประสานแสดงวิดีโอบนเว็บไซต์ยูทูป

ตารางที่ 3-4 รายละเอียดปุ่มสั่งการด้วยสายตาส่วนหน้าจอแสดงวิดีโอบนเว็บไซต์ยูทูป

ลำดับ	คำอธิบาย	ลักษณะปุ่ม
1.	ปุ่มสั่งการควบคุมการเล่นวิดีโอบนเว็บไซต์ยูทูป ประกอบด้วย:- - ปุ่มสั่งการหยุดวิดีโอชั่วคราว - ปุ่มสั่งการเล่นย้อนหลัง 30 วินาที - ปุ่มสั่งการเล่นข้างหน้า 30 วินาที - ปุ่มสั่งการลดเสียง - ปุ่มสั่งการเพิ่มเสียง - ปุ่มสั่งการปิดเสียง - ปุ่มสั่งการปิดการเล่นวิดีโอ	หยุดชั่วคราว <<ย้อนหลัง 30 วินาที ไปข้างหน้า 30 วินาที >>ลดเสียง เพิ่มเสียง ปิดเสียง ปิดวิดีโอ **ภาพที่ 3-21** ลักษณะปุ่มสั่งการควบคุมวิดีโอเว็บไซต์ยูทูป

3.1.4.3 การออกแบบแผนผังหน้าจอเว็บเพจฟังวิทยุออนไลน์

ในการออกแบบแผนผังหน้าจอเว็บเพจฟังวิทยุออนไลน์ สำหรับพัฒนาฟังก์ชันฟังวิทยุออนไลน์นั้นเป็นการพัฒนาในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อช่วยในการอำนวยความสะดวกของคนพิการที่ประสบปัญหาการเคลื่อนไหวและด้านการสื่อสารกับผู้ดูแลคนพิการ ให้สามารถสั่งการบนเว็บแอปพลิเคชันเพื่อฟังวิทยุออนไลน์ จำนวน 15 สถานี ซึ่งจากการลงพื้นที่จัดเก็บข้อมูลเบื้องต้น และนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความต้องการ และนำมาออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน สรุปผลสถานีวิทยุ 15 สถานีประกอบด้วย

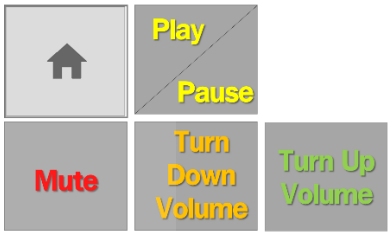
ก) สถานีวิทยุ FM88Mhz. (Radio Thailand English Language Service)
ข) สถานีวิทยุ FM88.5Mhz. (Everyday Station; EDS)
ค) สถานีวิทยุ FM90.5Mhz. (มิติข่าว)
ง) สถานีวิทยุ FM90.75Mhz. (RMUTP Radio)
จ) สถานีวิทยุ FM91Mhz. (สวพ. ข่าวจราจร)
ฉ) สถานีวิทยุ FM91.5Mhz. (Mono Fresh FM)
ช) สถานีวิทยุ FM92.5Mhz. (วิทยุกรมประชาสัมพันธ์)
ซ) สถานีวิทยุ FM93Mhz. (Cool Fahrenheit)
ฌ) สถานีวิทยุ FM93.5Mhz. (Happy Time)
ญ) สถานีวิทยุ FM94.5Mhz. (ลูกทุ่งเน็ตเวิร์ก)
ฎ) สถานีวิทยุ FM95.5Mhz. (Virgin HITZ)
ฏ) สถานีวิทยุ FM96Mhz. (Sport Radio)
ฐ) สถานีวิทยุ FM102.5Mhz. (Get FM)
ฑ) สถานีวิทยุ FM103.5Mhz. (FM One)
ฒ) สถานีวิทยุ FM106Mhz. (วิทยุครอบครัวข่าว)

ในการออกแบบส่วนต่อประสานหน้าจอเว็บแอปพลิเคชันเพื่อฟังวิทยุออนไลน์ประกอบด้วยปุ่มสั่งการรายละเอียดดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 รายละเอียดปุ่มสั่งการด้วยสายตาส่วนงานฟังก์ชันฟังวิทยุออนไลน์

ลำดับ	คำอธิบาย	ลักษณะปุ่ม
1.	ปุ่มสั่งการเปิดสถานีวิทยุ ประกอบด้วย - สถานีวิทยุ FM88Mhz. - สถานีวิทยุ FM88.5Mhz. - สถานีวิทยุ FM90.5Mhz. - สถานีวิทยุ FM90.75Mhz. - สถานีวิทยุ FM91Mhz. - สถานีวิทยุ FM91.5Mhz. - สถานีวิทยุ FM92.5Mhz. - สถานีวิทยุ FM93Mhz. - สถานีวิทยุ FM93.5Mhz. - สถานีวิทยุ FM94.5Mhz. - สถานีวิทยุ FM95.5Mhz. - สถานีวิทยุ FM96Mhz. - สถานีวิทยุ FM102.5Mhz. - สถานีวิทยุ FM103.5Mhz. - สถานีวิทยุ FM106Mhz.	 **ภาพที่ 3-22** ลักษณะปุ่มสั่งการรายการสถานีวิทยุ

ตารางที่ 3-5 (ต่อ)

ลำดับ	คำอธิบาย	ลักษณะปุ่ม
2.	ปุ่มสั่งการควบคุมเล่นวิทยุออนไลน์ ทำหน้าที่เสมือนรีโมทวิทยุควบคุมการเล่นของรายการวิทยุที่กำลังรับฟัง ประกอบด้วย:- - ปุ่มสั่งการกลับสู่หน้าจอหลักฟังก์ชันฟังวิทยุออนไลน์ - ปุ่มสั่งการเล่นวิทยุ - ปุ่มสั่งการหยุดการเล่นวิทยุ - ปุ่มสั่งการปิดเสียง - ปุ่มสั่งการเพิ่มเสียง - ปุ่มสั่งการลดเสียง	 **ภาพที่ 3-23** ลักษณะปุ่มสั่งการแผงรีโมทวิทยุ
3.	ปุ่มสั่งการกลับสู่เมนูหลัก เป็นปุ่มสั่งการเพื่อสั่งให้กลับมายังแผงควบคุมหลักของระบบ	 มีลักษณะเล่นเดียวกับปุ่มสั่งการภาพที่ 3-5

สำหรับหน้าจอส่วนต่อประสานฟังก์ชันงานฟังวิทยุออนไลน์ ประกอบด้วย 2 หน้าจอหลัก คณะผู้วิจัยได้ออกแบบแผนผังตำแหน่งและขนาดของปุ่มสั่งการโดยอ้างอิงผลงานวิจัยของ วีรวรรณ และคณะ (2559) โดยกำหนดขนาดของปุ่มสั่งการอยู่ในรูปทรงสี่เหลี่ยมขนาด 300x300px. และออกแบบตำแหน่งปุ่มสั่งการช่องรายการวิทยุที่มีระดับความชื่นชอบจากมากไปน้อยในการรับฟังสถานีวิทยุของกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสำรวจข้อมูลไว้บริเวณพื้นที่กึ่งกลางจอภาพ ประกอบด้วยหน้าจอ 2 หน้าจอดังต่อไปนี้

ก) หน้าจอส่วนต่อประสานหลักฟังก์ชันฟังวิทยุออนไลน์

ข) หน้าจอส่วนต่อประสานรีโมทวิทยุออนไลน์

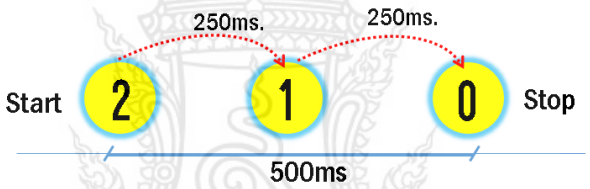
รายละเอียดหน้าจอส่วนฟังก์ชันฟังวิทยุออนไลน์แสดงดังภาพที่ 3-11 และภาพที่ 3-12 ตามลำดับ

ภาพที่ 3-24 หน้าจอส่วนต่อประสานหลักฟังก์ชันฟังวิทยุออนไลน์

ภาพที่ 3-25 หน้าจอส่วนต่อประสานรีโมทวิทยุออนไลน์

3.1.4 การออกแบบวิธีการสั่งการด้วยสายตา

งานวิจัยนี้เลือกใช้วิธีการสั่งการด้วยสายตาด้วยวิธีใช้ระยะเพ่งมองของสายตา (D-well Time) โดยใช้ระยะเวลา 500 มิลลิวินาที โดยอ้างอิงจากผลงานวิจัยของ วีรวรรณ และคณะ (2559) กล่าวคือ ผู้ใช้เพ่งมองด้วยสายตาค้างไว้ที่ปุ่มสั่งการใดๆ ที่แสดงบนแอปพลิเคชันเป็นระยะเวลา 500 มิลลิวินาที ระบบปฏิกริยาย้อนกลับสำหรับผู้ใช้ (User Feedback) จะแสดงรูปร่างตัวชี้ด้วยสายตาเป็นรูปวงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 50px. พร้อมแสดงตัวเลขบอกระยะเวลา 2 ระดับ และดำเนินการตามปุ่มสั่งการที่ต้องการต่อไป อย่างไรก็ตามหากผู้ใช้งานต้องการยกเลิกการสั่งการให้หยุดเพ่งมองสายตาไปยังตำแหน่งปุ่มสั่งการ ระบบจะทำการยกเลิกการนับเวลาเพ่งมองทันที ทั้งนี้ปฏิสัมพันธ์ด้วยสายตานั้นมีความแตกต่างจากการปฏิสัมพันธ์แบบปกติ เนื่องจากการปฏิสัมพันธ์ด้วยสายตาผู้ใช้จะไม่สามารถความคุมกล้ามเนื้อไปยังอุปกรณ์ได้โดยตรง ดังเช่นการควบคุมกล้ามเนื้อมือคลิกเมาส์หรืออุปกรณ์ตัวชี้ ดังนั้นปฏิกิริยาย้อนกลับสำหรับผู้ใช้จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการปฏิสัมพันธ์ด้วยสายตา สำหรับแบบจำลองปฏิกริยาย้อนกลับสำหรับผู้ใช้ในงานวิจัยนี้แสดงดังภาพที่ 3-26



ภาพที่ 3-26 แบบจำลองปฏิกริยาย้อนกลับสำหรับผู้ใช้

3.1.5 การพัฒนารหัสคำสั่ง

ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนของการเขียนรหัสคำสั่งภาษาในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันที่สามารถสั่งการทำงานได้ด้วยสายตา โดยทำงานร่วมกับอุปกรณ์ติดตามดวงตา The EyeTribe งานวิจัยนี้พัฒนาด้วยสคริปส์รหัสคำสั่งภาษา JavaScript และ JQuery ทำงานร่วมกับภาษา HTML5 อย่างไรก็ตามการพัฒนาแอปพลิเคชันด้วยปฏิสัมพันธ์สั่งการด้วยสายตานั้นมีความแตกต่างจากระบบปฏิสัมพันธ์แบบปกติที่ผู้ใช้คลิกเมาส์ด้วยการควบคุมกล้ามเนื้อมือ เนื่องจากปฏิสัมพันธ์สั่งการด้วยสายตาเป็นการสั่งการทางอ้อมด้วยการเพ่งมองทางสายตาแบบค้างไว้ ดังนั้นเทคนิคในการเขียนรหัสคำสั่งบนปุ่มสั่งการต่างๆ บนหน้าเว็บแอปพลิเคชันจึงต้องใช้หลักการและเทคนิคพิเศษอีกด้วย

งานวิจัยนี้เขียนรหัสคำสั่งภาษารหัสคำสั่งภาษา JavaScript และ JQuery เพื่อควบคุมปฏิกริยาย้อนกลับสำหรับผู้ใช้ และนับเวลาในการเพ่งมองสายตาเพื่อสั่งการบนปุ่มสั่งการของผู้ใช้ภายในเหตุการณ์ (Event) ต่างๆ ของเมาส์ ประกอบด้วยเหตุการณ์ 2 เหตุการณ์คือ

mouseover เพื่อสั่งการให้ปุ่มคำสั่งทำงาน เมื่อผู้ใช้เพ่งมองสายตาไปยังปุ่มสั่งการใดๆ บนเว็บแอปพลิเคชัน

mouseout เพื่อสั่งการให้ปุ่มคำสั่งหยุดทำงาน เมื่อผู้ใช้เพ่งมองสายตาออกจากปุ่มคำสั่งการใดๆ บนเว็บแอปพลิเคชัน

ในการพัฒนารหัสคำสั่งในงานวิจัยนี้ใช้ซอฟต์แวร์ Sublime Text รุ่น 3 เป็นอิดิเตอร์สำหรับเขียนรหัสคำสั่ง ตัวอย่างรหัสคำสั่งเหตุการณ์ mouseover บนปุ่มสั่งการแสดงดังภาพที่ 3-27 ถึงภาพที่ 3-28 ตามลำดับ

```
// ==================== TV Online : Play Button ====================
$('#play').mouseover(function () {
    $('#play').mousemove(function (e) {
        var left = e.pageX + 10;
        var top = e.pageY + 10;
        $('#timerID').css({"top": top, "left": left}).show();
    });
    timerID.innerText = timer;
    var f = $('.flowplayer').data('flowplayer');
    setIntervalConst = setInterval(function () {
        timer--;
        if (timer == 0) {
            f.play();
            clearInterval(setIntervalConst);
        }
        timerID.innerText = timer;
    }, delay);
}).mouseout(function () {
    clearInterval(setIntervalConst);
    $('#timerID').hide();
    timer = 2;
});
```

ภาพที่ 3-27 ตัวอย่างสคริปส์คำสั่งสร้างปฏิสัมพันธ์สั่งการด้วยสายตาบนปุ่มสั่งการเล่นทีวี

```
// ======== Radio Online FM 88.5 (EVERDAY SATATION) ==========
$('#88_5').mouseover(function () {
    $('#88_5').mousemove(function (e) {
        var left = e.pageX + 10;
        var top = e.pageY + 10;
        $('#timerID').css({"top": top, "left": left}).show();
    });
    timerID.innerText = timer;
    setIntervalConst = setInterval(function () {
        timer--;
        if (timer == 0) {
            location.href = "88-5.html"; //Link file
            clearInterval(setIntervalConst);
        }
        timerID.innerText = timer;
    }, delay);
}).mouseout(function () {
    clearInterval(setIntervalConst);
    $('#timerID').hide();
    timer = 2;
});
```

ภาพที่ 3-28 ตัวอย่างสคริปส์คำสั่งสร้างปฏิสัมพันธ์สั่งการด้วยสายตาบนปุ่มสั่งการฟังวิทยุ FM88.5

สำหรับเว็บแอปพลิเคชันดูวิดีโอบนเว็บไซต์ยูทูป เขียนรหัสคำสั่งในรูปแบบของฟังก์ชันเพื่อเรียกใช้งาน ประกอบด้วย ฟังก์ชัน mouseenter เมื่อผู้ใช้เพ่งมองสายตาไปยังปุ่มสั่งการ และฟังก์ชัน mouseleave เมื่อผู้ใช้หละสายตาจากปุ่มสั่งการใดๆ ตัวอย่างรหัสคำสั่งแสดงดังภาพที่ 3-29

```
37  //================ Youtube : Buttons ==========================
38  var counter_button = 0;
39  var myInterval_button =null;
40  $(document).on({
41      mouseenter: function () {
42          $("#show-time").show();
43          showMouseRight();
44          var a = $(this);
45          counter_button = 0;
46          myInterval_button = setInterval(function () {
47              ++counter_button;
48
49              if(counter_button == 0){
50                  $("#show-time").text("1");
51              }
52              else if(counter_button == 1){
53                  $("#show-time").text("2");
54              }
55              else if(counter_button == 2){
56                  $("#show-time").text("Click");
57                  $(a)[0].click(function(){ });
58              }
59
60          }, 1000);
61      },
62      mouseleave: function () {
63          $("#show-time").text("3");
64          $("#show-time").hide();
65          clearInterval(myInterval_button);
66      }
67  }
```

ภาพที่ 3-29 ตัวอย่างสคริปส์คำสั่งสร้างปฏิสัมพันธ์สั่งการด้วยสายตาบนแอปพลิเคชันดูวิดีโอยูทูป

3.2 การหาประสิทธิภาพของระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระคนพิการ

คณะผู้วิจัยดำเนินการนำระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของคนพิการด้วยระบบปฏิสัมพันธ์ควบคุมสั่งการด้วยดวงตาที่พัฒนาเสร็จสมบูรณ์แล้ว ไปทดสอบกับคนพิการกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 2 ชุด ประกอบด้วย กลุ่มตัวอย่างทดสอบเบื้องต้น จำนวน 5 ราย และกลุ่มตัวอย่างทดสอบจริง จำนวน 10 ราย รวมทั้งสิ้น 15 ราย ซึ่งในขณะทดสอบระบบจะดำเนินการบันทึกเวลาในแต่ละคำสั่ง บันทึกเวลารวมทั้งหมด และบันทึกพิกัดตำแหน่งของสายตาในแต่ละคำสั่ง เพื่อนำไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของระบบปฏิบัติสัมพันธ์สั่งการด้วยสายตา รายละเอียดขั้นตอนการทดสอบและเก็บข้อมูลมีดังต่อไปนี้

3.2.1 ปฐมนิเทศเพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ และอธิบายขั้นตอนวิธีให้ผู้ทดสอบเข้าใจและปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง

3.2.2 ฝึกปฏิบัติให้กลุ่มตัวอย่างได้ใช้งานระบบปฏิสัมพันธ์สั่งการด้วยสายตาบนปุ่มสั่งการของระบบ เพื่อสร้างความคุ้นเคย และความชำนาญในการควบคุมสายตาไปยังตำแหน่งที่ต้องการผ่านอุปกรณ์ติดตามตำแหน่งของสายตาที่ได้พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ โดยใช้เวลาในการฝึกปฏิบัติการสั่งการด้วยสายตาคนละ 20 นาที

3.2.3 ดำเนินการให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบด้วยการกำหนดให้ผู้ทดสอบเพ่งมองสายตายังปุ่มสั่งการ จำนวน 35 คำสั่ง ตามที่ผู้ควบคุมการทดสอบออกคำสั่ง รายละเอียดคำสั่งในการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบในแต่ละฟังก์ชันการทำงานของระบบมีดังต่อไปนี้

3.2.3.1 คำสั่งส่วนการทดสอบหน้าจอหลักของระบบ จำนวน 3 คำสั่ง

ก) ปุ่มสั่งการไปยังเว็บแอปพลิเคชันดูทีวีออนไลน์
ข) ปุ่มสั่งการไปยังเว็บแอปพลิเคชันดูยูทูปออนไลน์
ค) ปุ่มสั่งการไปยังเว้บแอปพลิเคชันฟังวิทยุออนไลน์

3.2.3.2 คำสั่งส่วนทดสอบเว็บแอปพลิเคชันดูทีวีออนไลน์ จำนวน 10 คำสั่ง

ก) ปุ่มสั่งการเปิดทีวีช่อง 5
ข) ปุ่มสั่งการเปิดทีวีช่อง 11 (สทท.)
ค) ปุ่มสั่งการแสดงรีโมททีวี
ง) ปุ่มสั่งการเล่นทีวี
จ) ปุ่มสั่งการหยุดเล่นทีวี
ฉ) ปุ่มสั่งการปิดรีโมททีวี
ช) ปุ่มสั่งการเพิ่มเสียงระดับที่ 1
ซ) ปุ่มสั่งการปิดเสียงทีวี
ฌ) ปุ่มสั่งการกลับหน้าจอหลักเว็บแอปพลิเคชันดูทีวีออนไลน์
ญ) ปุ่มสั่งการหลับหน้าจอหลักของระบบ

3.2.3.3 คำสั่งส่วนทดสอบเว็บแอปพลิเคชันดูวิดีโอยูทูป จำนวน 12 คำสั่ง

ก) ปุ่มสั่งการเลื่อนขึ้น
ข) ปุ่มสั่งการเลื่อนลง
ค) ปุ่มคำสั่งการค้นหา
ง) ปุ่มสั่งการเปิดแป้นพิมพ์
จ) ปุ่มสั่งการพิมพ์อักษร ก บนแป้นพิมพ์
ฉ) ปุ่มสั่งการย้อนกลับ
ช) ปุ่มสั่งการเลือกไฟล์วิดีโอบนยูทูป
ซ) ปุ่มสั่งการหยุดเล่นไฟล์วิดีโอชั่วคราว
ฌ) ปุ่มสั่งการเล่นไฟล์วิดีโอ
ญ) ปุ่มสั่งการลดระดับเสียง
ฎ) ปุ่มสั่งการกลับหน้าจอหลักเว็บแอปพลิเคชันดูวิดีโอยูทูป
ฏ) ปุ่มสั่งการกลับสู่หน้าจอของหลักระบบ

3.2.3.4 คำสั่งส่วนทดสอบเว็บแอปพลิเคชันฟังวิทยุออนไลน์ จำนวน 10 คำสั่ง

ก) ปุ่มสั่งการฟังวิทยุคลื่น 88.5
ข) ปุ่มสั่งการฟังวิทยุคลื่น 90.5
ค) ปุ่มสั่งการฟังวิทยุคลื่น 93.5
ง) ปุ่มสั่งการฟังวิทยุคลื่น 95.5
จ) ปุ่มสั่งการฟังวิทยุคลื่น 103.5
ฉ) ปุ่มสั่งการเล่นวิทยุ
ช) ปุ่มสั่งการหยุดเล่นวิทยุ
ซ) ปุ่มสั่งการเพิ่มเสียง
ฌ) ปุ่มสั่งการกลับหน้าจอหลักเว็บแอปพลิเคชันฟังวิทยุออนไลน์
ญ) ปุ่มสั่งการหลับหน้าจอหลักของระบบ

โดยขณะทดสอบผู้วิจัยและผู้ช่วยนักวิจัยควบคุมการทดสอบด้วยตนเอง และให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา ตลอดระยะเวลาการทดสอบ รวมทั้งสังเกตพฤติกรรมผู้ทดสอบ โดยการสังเกตุปฏิกิริยาขณะทดสอบ ซักถามปัญหา ข้อบกพร่อง และข้อเสนอแนะ จากนั้นนำข้อมูลการทดสอบไปวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบต่อไป

3.2.4 วิเคราะห์ข้อมูลและประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบ

นำข้อมูลที่ระบบเก็บบันทึกไว้ในขณะทดสอบมาวิเคราะห์และคำนวณหาประสิทธิภาพในชี้ตำแหน่งของอุปกรณ์ติดตามดวงตา ด้วยค่าประสิทธิภาพทรูพุต (Throughput; TP) ซึ่งเป็นค่าประสิทธิภาพที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีแบบจำลองกฎของฟิตส์ (Fitt's' Law Model) ซึ่งเป็นมาตรฐานการวัดประสิทธิภาพทางกายศาสตร์ในงานด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ (Human Computer Interface) โดยค่าประสิทธิภาพทรูพุตคำนวณได้จากอัตราส่วนระหว่างดัชนีค่าความยากของงาน (ID_e) กับเวลาเฉลี่ยในการเคลื่อนที่ของสายตาทั้งหมด (MT) นิยามดังสมการที่ (3-1) ซึ่งค่าดัชนีความยากของงานคำนวณได้จากฟังก์ชันลอการิทึมฐานสองของอัตราส่วนระหว่างระยะทางจากปุ่มสั่งการต้นทางไปยังปุ่มสั่งการปลายทาง (D) กับความกว้างเป้าหมายประสิทธิผล (W_e) นิยามดังสมการที่ (3-2)

$$TP = \frac{ID_e}{MT} \tag{3-1}$$

$$ID_e = \log_2\left(\frac{D}{W_e + 1}\right) \tag{3-2}$$

โดยที่ความกว้างเป้าหมายประสิทธิผล คำนวณได้จากสมการที่ (3-3)

$$W_e = 4.133 \times SD \tag{3-3}$$

โดยที่ SD คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในพิกัดตำแหน่งของปุ่มสั่งการต้นทางไปยังจุดกึ่งกลางของปุ่มคำสั่งปลายทาง

ค่าประสิทธิภาพทรูพุตมีหน่วยวัดเป็นบิตต่อวินาที (bit per second; bps) เนื่องจากเวลาเฉลี่ยในการเคลื่อนที่ของสายตาทั้งหมดมีหน่วยเป็นวินาที (second) และค่าดัชนีความยากของงานมีหน่วยเป็นบิต (bits) นั่นเอง

3.3 การศึกษาความคิดเห็นของคนพิการและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ใช้โดยใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือในการศึกษาความคิดเห็นหรือความพึงพอใจของคนพิการ ผู้ดูแลคนพิการ และบุคลากรที่เกี่ยวข้องที่มีต่อระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของคนพิการด้วยระบบปฏิสัมพันธ์ควบคุมสั่งการด้วยดวงตา โดยกำหนดจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 30 ราย โดยดำเนินการสร้างแบบสำรวจระดับความพึงพอใจ โดยกำหนดแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วน (Rating Scale) ประเมินค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert's Rating Scale) และกำหนดค่าความคิดเห็นแต่ละช่วงคะแนนมีความหมาย ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก
ระดับ 4 หมายถึง มีความพึงพอใจค่อนข้างมาก
ระดับ 3 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง
ระดับ 2 หมายถึง มีความพึงพอใจค่อนข้างน้อย
ระดับ 1 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย

โดยเกณฑ์การยอมรับว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อระบบปฏิสัมพันธ์ที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยกำหนดให้มีค่าเฉลี่ย ≥3.50 คือ ความพึงพอใจในระดับมาก สำหรับการแปลความหมายของค่าเฉลี่ยที่วัดได้ โดยกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการให้ความหมายเป็นค่าเฉลี่ยเป็นรายช่วงและรายข้อ ดังนี้

4.50-5.00	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ใน ระดับมาก
3.50-4.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ใน ระดับค่อนข้างมาก
2.50-3.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ใน ระดับปานกลาง
1.50-2.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ใน ระดับค่อนข้างน้อย
1.00-1.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ใน ระดับน้อย

แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนสำรวจความระดับความพึงพอใจที่มีเกณฑ์การให้คะแนน 5 ระดับข้างต้น และข้อคำถามปลายเปิดเพื่อให้ผู้ตอบแบบสอบถามแสดงความคิดเห็นด้านความพึงพอใจที่มีต่อระบบที่พัฒนาขึ้น โดยในส่วนของการสำรวจความระดับความพึงพอใจที่มีเกณฑ์การให้คะแนน 5 ระดับ มีประเด็นข้อคำถามแบ่งได้ 3 ด้านดังนี้

ก) ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ
ข) ด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบ
ค) ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ

สำหรับสถิติที่ใช้ในการประเมินความพึงพอใจของคนพิการ และบุคลากรที่เกี่ยวข้องที่มีต่อระบบฯ ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นิยามดังสมการที่ (3-4) และสมการที่ (3-5) ตามลำดับ

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{N} X_i}{N} \quad (3\text{-}4)$$

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} \left(X_i - \bar{X}\right)^2}{(N-1)}} \quad (3\text{-}5)$$

โดยที่ $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$S.D.$ คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X_i คือ ข้อมูลแต่จำนวน

N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.4 การถ่ายทอดเทคโนโลยีงานวิจัย

งานวิจัยนี้กำหนดกลุ่มเป้าหมายผู้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีงานวิจัย คือ คนพิการที่มีความบกพร่องทางด้านการเคลื่อนไหวและการสื่อสาร ผู้ดูแลคนพิการ และบุคลากรที่เกี่ยวข้องในสังกัดศูนย์การดำรงชีวิตอิสระของคนพิการประเทศไทย จำนวน 30 ราย โดยมีวิธีการถ่ายทอดด้วยการจัดฝึกอบรมและฝึกปฏิบัติการใช้งานระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของคนพิการด้วยระบบปฏิสัมพันธ์ควบคุมสั่งการด้วยดวงตา เป็นระยะเวลา 1 วัน (8 ชั่วโมง) โดยมีจุดมุ่งหวังเพื่อให้คนพิการกลุ่มเป้าหมายได้ใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับสภาพความบกพร่องของตน บุคลากรที่เกี่ยวข้องได้รับความรู้ และสามารถใช้งานอุปกรณ์ช่วยการสื่อสารด้วยดวงตาได้ยังผลต่อการนำไปใช้เป็นนวัตกรรมเพื่อช่วยในการสื่อสารสำหรับคนพิการกลุ่มเป้าหมายต่อไป สำหรับขั้นตอนการดำเนินงานถ่ายทอดเทคโนโลยีงานวิจัยมีรายละเอียดดังนี้

3.4.1 ดำเนินการศึกษาโครงสร้างของหน่วยงานในสังกัดศูนย์การดำรงชีวิตอิสระของคนพิการประเทศไทย เพื่อกำหนดเป็นหน่วยงานเป้าหมายในการถ่ายทอดเทคโนโลยีงานวิจัย

3.4.2 จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ถ่ายทอดเทคโนโลยีงานวิจัย ไปยังหน่วยงานเป้าหมาย

3.4.3 ดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีงานวิจัยไปยังหน่วยงานเป้าหมายในรูปแบบอบรมและฝึกปฏิบัติการใช้งานระบบ

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้ ผู้วิจัยนำเสนอผลการดำเนินงานวิจัยเรื่อง ระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของผู้พิการด้วยระบบปฏิสัมพันธ์ควบคุมสั่งการด้วยดวงตา ซึ่งประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก คือ

4.1 ผลการพัฒนาซอฟต์แวร์เว็บแอปพลิเคชัน
4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบปฏิสัมพันธ์ด้วยสายตา
4.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของคนพิการและบุคลากรที่เกี่ยวข้องที่มีต่อระบบ
4.4 ผลการดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีงานวิจัย

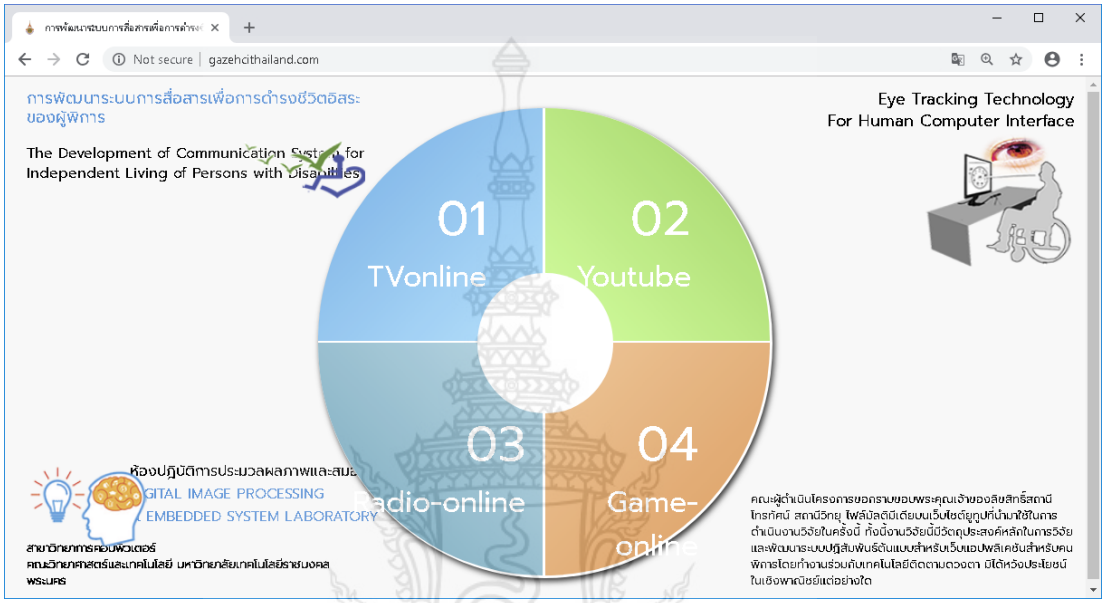
โดยรายละเอียดในแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ผลการพัฒนาซอฟต์แวร์เว็บแอปพลิเคชัน

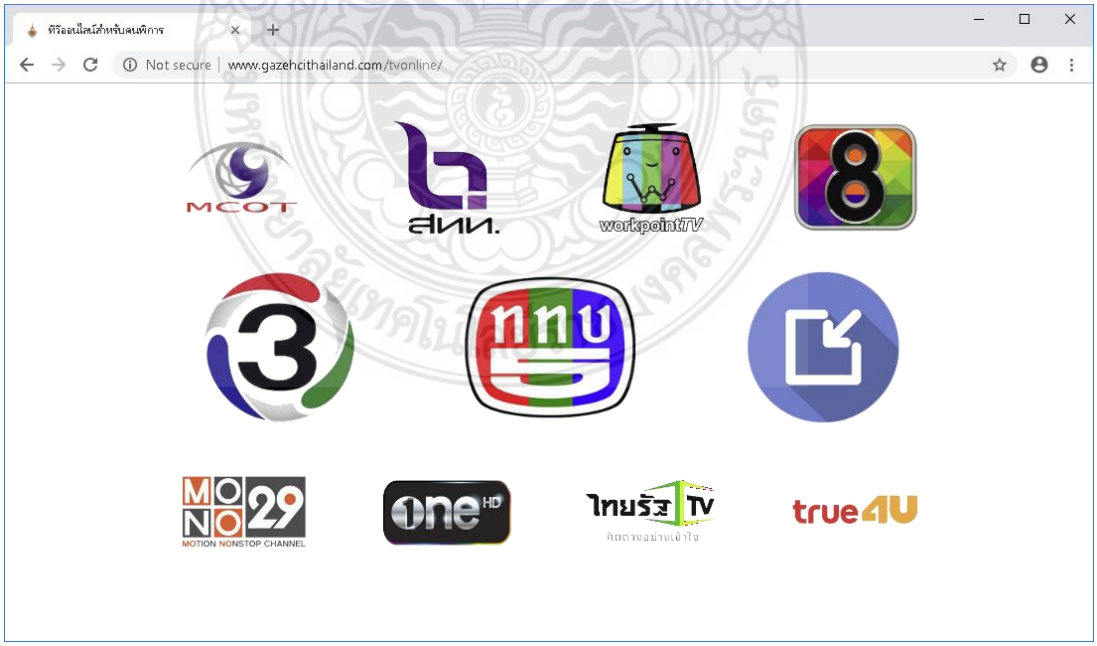
ผู้วิจัยได้นำข้อมูลต่างๆ ที่ได้ดำเนินการเก็บรวมรวมข้อมูลความต้องการมาวิเคราะห์ออกแบบ และพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อช่วยในการสื่อสารของคนพิการเป้าหมายด้วยรูปแบบปฏิสัมพันธ์สั่งการด้วยสายตา โดยพัฒนาในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) 3 ส่วนหลัก ประกอบด้วย เว็บแอปพลิเคชันดูทีวีออนไลน์ เว็บแอปพลิเคชันดูวิดีโอยูทูป และเว็บแอปพลิเคชันฟังวิทยุออนไลน์ โดยดำเนินการออกแบบปุ่มสั่งการภายในเว็บแอปพลิเคชันทั้งสามส่วนให้ทำงานสนับสนุนการสั่งการด้วยสายตาซึ่งทำงานร่วมกับอุปกรณ์ติดตามดวงตาต้นทุนต่ำ The EyeTribe สำหรับปัจจัยที่สนับสนุนการเพิ่มประสิทธิภาพชี้ตำแหน่งด้วยสายตาซึ่งประกอบด้วย ขนาดและตำแหน่งของปุ่มสั่ง รูปแบบการสั่งการ และระยะเวลาเพ่งมองของสายตา อ้างอิงจากผลการวิจัยเดิมเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบโต้ตอบด้วยดวงตาเรื่องความรู้เกี่ยวกับอาเซียนในระดับประถมศึกษาสำหรับเด็กนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการควบคุมด้วยมือที่ผ่านมาในปี 2559 วีรวรรณ และคณะ (2559) ในส่วนของภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันใช้ภาษา HTML5 (Hypertext Markup Language) ในการพัฒนารูปแบบโครงสร้างหลักของเว็บไซต์ ใช้สไตล์ชีต CSS3 (Cascading Style Sheet) จัดการและปรับแต่งองค์ประกอบของเว็บไซต์ให้สวยงาม ใช้ JavaScript สำหรับอ่านค่าตำแหน่งเมาส์จากอุปกรณ์ติดตามดวงตา และสร้างปฏิสัมพันธ์สั่งการด้วยสายตาไปยังปุ่มสั่งการต่างๆ และใช้ API (Application Programming Interface) สำหรับการใช้งาน YouTube และ Flow player โดยงานวิจัยนี้เลือกใช้บริการเว็บโฮสติ้ง (Web Hosting) ของหน่วยงานเอกชนที่เปิดให้บริการ โดยจดทะเบียนโดเมนเว็บไซต์ คือ http://gazehcithailand.com/

อย่างไรก็ตามในการพัฒนาระบบในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักในการวิจัยและพัฒนาระบบปฏิสัมพันธ์ต้นแบบสำหรับเว็บแอปพลิเคชันสำหรับคนพิการโดยทำงานร่วมกับเทคโนโลยีติดตามดวงตา มิได้หวังประโยชน์ในเชิงพาณิชย์แต่อย่างใด คณะผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเจ้าของลิขสิทธิ์สถานีโทรทัศน์ สถานีวิทยุ ไฟล์มัลติมีเดียบนเว็บไซต์ยูทูปที่นำมาใช้ในการดำเนินงานวิจัย

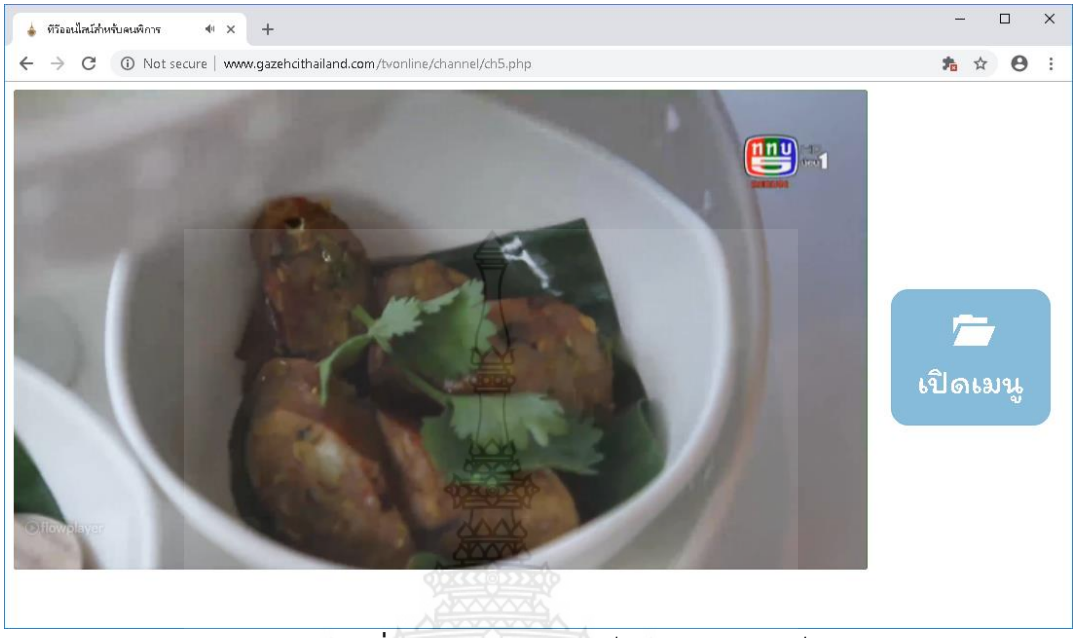
ในครั้งนี้ โดยมีจุดมุ่งหมายหลักให้คนพิการได้ใช้เทคโนโลยีที่มีความทันสมัยและเหมาะสมกับสภาพความพิการของตนและมิได้มุ่งหวังพัฒนาในเชิงพาณิชย์ สำหรับตัวอย่างภาพหน้าเว็บเพจต่างๆ จากผลการพัฒนาระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของคนพิการด้วยระบบปฏิสัมพันธ์ควบคุมสั่งการด้วยดวงตา แสดงดังภาพที่ที่ 4-1 ถึง ภาพที่ 4-9 ตามลำดับ



ภาพที่ 4-1 หน้าหลักของระบบปฏิสัมพันธ์สั่งการด้วยสายตา

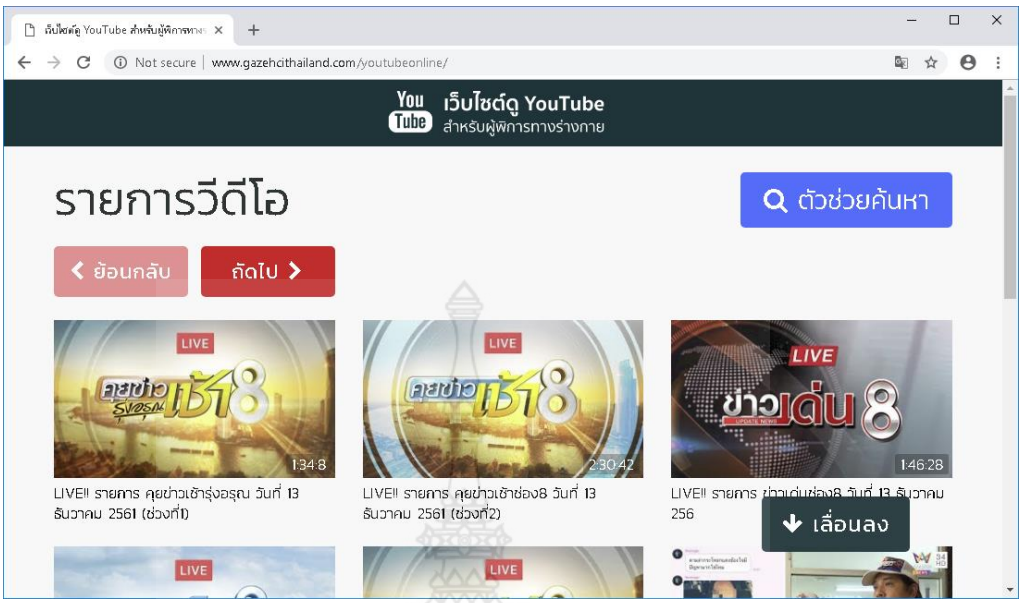


ภาพที่ 4-2 หน้าโฮมเพจเว็บแอปพลิเคชันดูทีวีออนไลน์

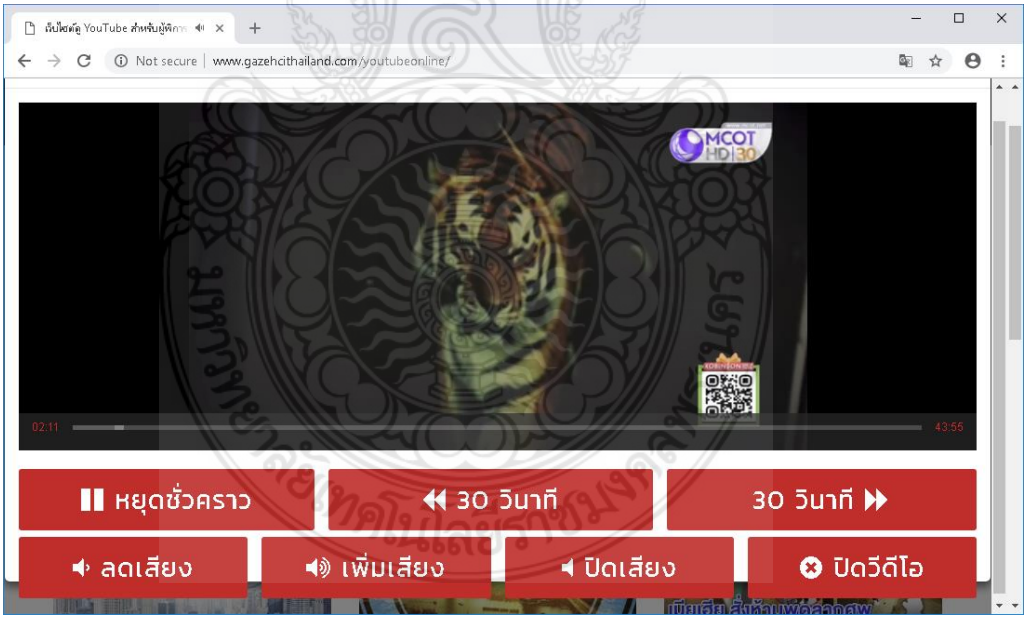


ภาพที่ 4-3 ตัวอย่างหน้าเว็บเพจดูทีวีแบบเต็มจอ

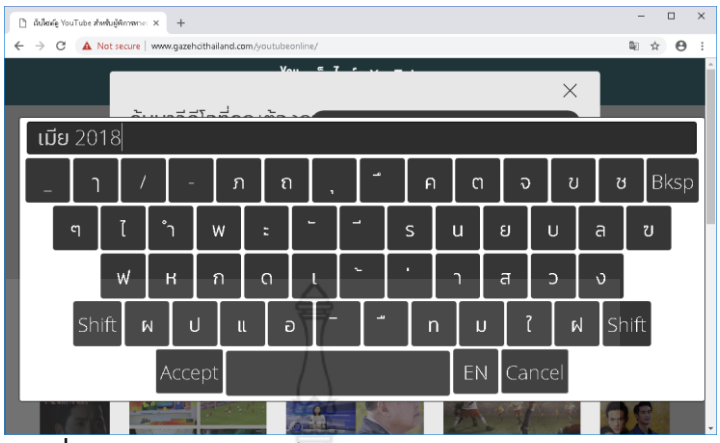
ภาพที่ 4-4 ตัวอย่างหน้าเว็บเพจดูทีวีแบบเปิดรีโมททีวี



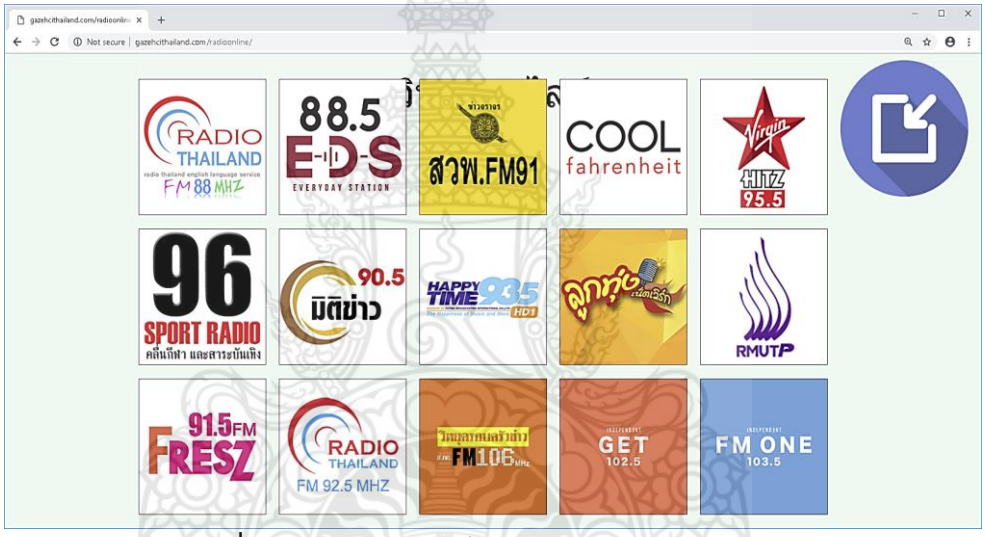
ภาพที่ 4-5 หน้าโฮมเพจเว็บแอปพลิเคชันดูวิดีโอยูทูป



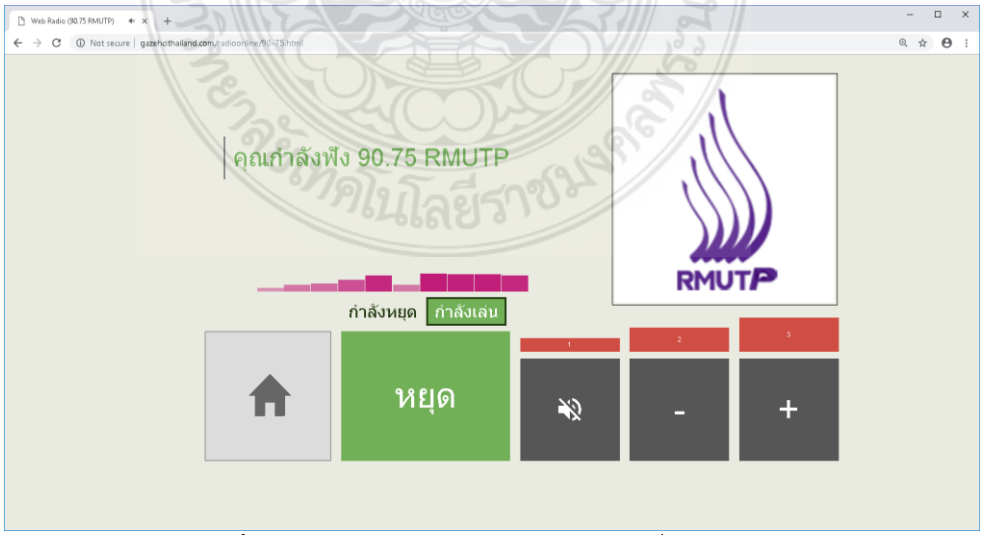
ภาพที่ 4-6 ตัวอย่างหน้าเว็บเพจดูวิดียูทูป



ภาพที่ 4-7 ตัวอย่างหน้าเว็บเพจแป้นพิมพ์เสมือนค้นหาวิดีโอยูทูป



ภาพที่ 4-8 หน้าโฮมเพจเว็บแอปพลิเคชันฟังวิทยุออนไลน์



ภาพที่ 4-9 ตัวอย่างหน้าเว็บเพจเปิดวิทยุคลื่น FM 90.75

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบปฏิสัมพันธ์ด้วยสายตา

ในส่วนของผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบปฏิสัมพันธ์ด้วยตา เป็นการใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้นกับคนพิการเป้าหมายจากศูนย์การดำรงชีวิตอิสระคนพิการ จำนวน 15 ราย โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มตัวอย่างชุดทดสอบเบื้องต้น (Trial Out) จำนวน 5 ราย และกลุ่มตัวอย่างทดสอบจริง (Trial Run) จำนวน 10 ราย โดยอุปกรณ์ติดตามดวงตาที่ใช้ในการทดสอบผู้วิจัยเลือกใช้อุปกรณ์ติดตามดวงตาต้นทุนต่ำ The EyeTribe ซึ่งมีลักษณะเป็นวงจรตรวจจับสัญญาณภาพดวงตาด้วยคลื่นแสงอินฟาเรด และเป็นการตรวจจับและติดตามตำแหน่งของสายตาด้วยเทคโนโลยีประมวลผลบนสัญญาณภาพวีดิทัศน์ หรือ “วีโอจี” (Video- Oculography; VOG) เชื่อมต่อกับหน่วยประมวลผลภาพดิจิทัลที่มีความเร็ว 2.5 GHz. ที่หน่วยความจำ 4GB. และมีหน่วยแสดงผลขนาด 24 นิ้ว โดยชุดฮาร์ดแวร์ติดตามดวงตาที่ใช้ในการทดสอบแสดงดังภาพที่ 4-10

ภาพที่ 4-10 ชุดฮาร์ดแวร์ตรวจจับและติดตามดวงตาที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้

สำหรับรูปแบบการทดสอบมีลักษณะเป็นการทดสอบแบบเดี่ยว (Individual Testing) สำหรับคนพิการ 1 คน ต่อผู้ควบคุมการทดสอบ 1 คน ดำเนินการทดสอบโดยผู้ควบคุมการทดสอบออกคำสั่งทีละคำสั่งให้ผู้ทดสอบเพ่งมองสายตาตามคำสั่ง ระบบจะและติดตามตำแหน่งของสายตาตลอดการทดสอบ รวมทั้งบันทึกเวลา และผลความถูกต้องในการทดสอบแต่ละคำสั่งอีกด้วย โดยมีรายละเอียดผลการทดสอบดังต่อไปนี้

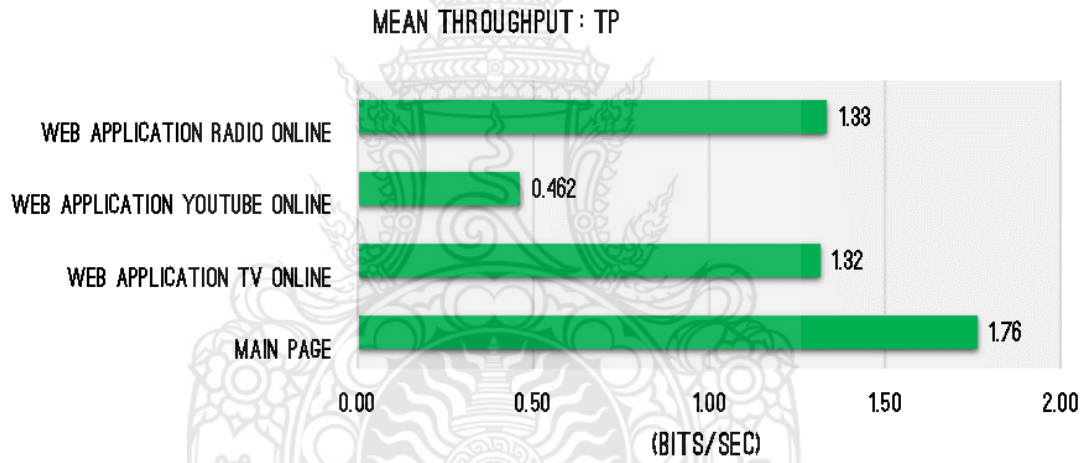
4.2.1 ผลการทดสอบเบื้องต้น (Try Out Experimental Result)

การทดสอบเบื้องต้นมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบข้อบกพร่องของระบบในด้านต่างๆ ประกอบด้วย ความชัดเจนของตัวอักษร ขนาด ตำแหน่ง ปฏิกริยาตอบสนองย้อนกลับผู้ใช้ และความชัดเจนของภาษาที่ใช้ การทดสอบเริ่มต้นโดยให้ผู้ทดสอบปรับเทียบตำแหน่งของสายตา และฝึกปฏิบัติใช้งานชี้ตำแหน่งด้วยสายตากับระบบที่พัฒนาขึ้นอย่างอิสระ เป็นเวลา 30 นาที และให้พักสายตาเป็นเวลา 20 นาทีก่อนการทดสอบจริงเพื่อให้เกิดความคุ้นเคยและมีความชำนาญในการสั่งการด้วยสายตา

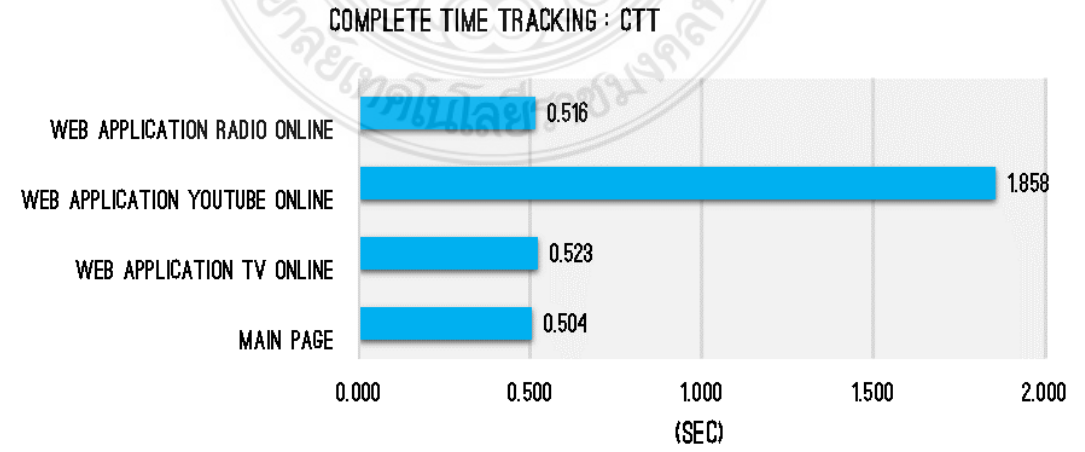
ในระดับหนึ่งและลดอาการล้าของสายตา จากนั้นดำเนินการทดสอบจริงด้วยให้ผู้ทดสอบปรับเทียบตำแหน่งของสายตาอีกครั้ง ผู้ควบคุมการทดสอบอ่านคำสั่งทีละคำสั่งให้ผู้ทดสอบปฏิบัติตาม จำนวน 35 คำสั่ง โดยเป็นคำสั่งประกอบด้วย 4 ส่วนหลักดังนี้

ก) คำสั่งสำหรับหน้าจอหลักระบบ จำนวน 3 คำสั่ง
ข) คำสั่งสำหรับเว็บแอปพลิเคชันดูทีวีออนไลน์ จำนวน 10 คำสั่ง
ค) คำสั่งสำหรับเว็บแอปพลิเคชันดูวิดีโอยูทูป จำนวน 12 คำสั่ง
ง) คำสั่งสำหรับเว็บแอปพลิเคชันฟังวิทยุออนไลน์ จำนวน 10 คำสั่ง

ในขณะทดสอบระบบจะบันทึกข้อมูลการทดสอบตลอดการทดสอบ ดำเนินการทดสอบกับผู้ทดสอบจำนวน 5 ราย ผลการทดสอบพบว่าในภาพรวมประสิทธิภาพการทำงานชี้ตำแหน่งตามคำสั่งมีค่าประสิทธิภาพทรูพุตเฉลี่ย (Throughput; TP) 1.07 บิต/วินาที และมีค่าเวลารวมของความสำเร็จของงานเฉลี่ย (Complete Time Tracking; CTT) ต่อคำสั่งโดยประมาณ 1 วินาที รายละเอียดผลการทดสอบแสดงกราฟภาพที่ 4-11 และภาพที่ 4-12 ตามลำดับ



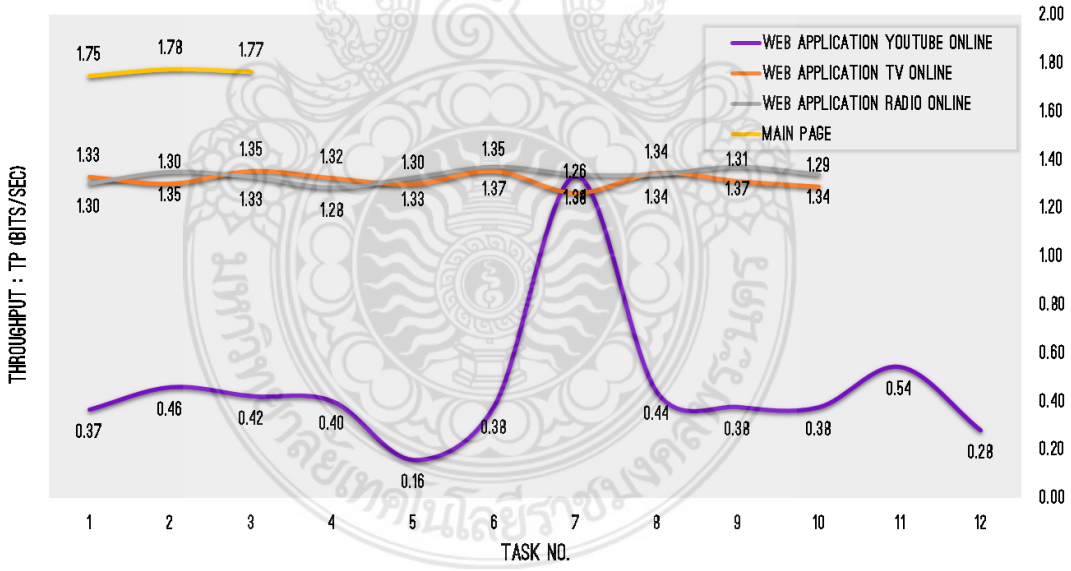
ภาพที่ 4-11 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยทรูพุตในแต่ละส่วนงานของระบบ



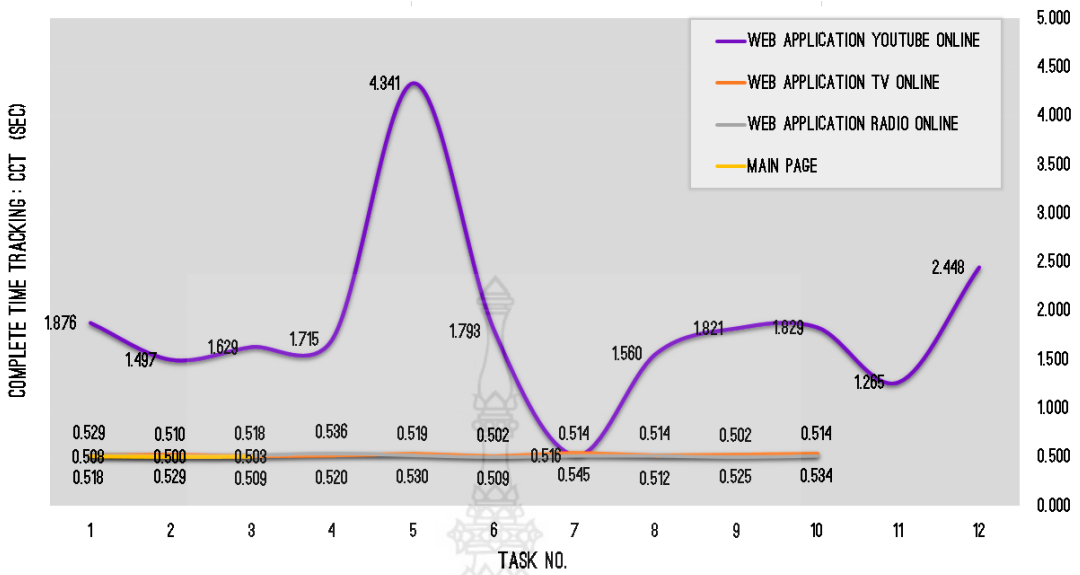
ภาพที่ 4-12 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยเวลารวมเมื่องานเสร็จในแต่ละส่วนงานของระบบ

จากกราฟผลการทดสอบภาพที่ 4-12 และภาพที่ 4-13 แสดงให้เห็นว่าค่าดัชนีประสิทธิภาพทรูพุตของหน้าเว็บหลักของระบบมีค่าประสิทธิภาพทรูพุตเฉลี่ยสูงสุด 1.76 หรือโดยประมาณ 2 บิต/วินาที และมีใช้เวลารวมของความสำเร็จของงานเฉลี่ย 0.504 วินาที รองลงมาคือ เว็บแอปพลิเคชันฟังวิทยุออนไลน์ และเว็บแอปพลิเคชันดูทีวีออนไลน์ สำหรับค่าค่าประสิทธิภาพทรูพุตเฉลี่ยของเว็บแอปพลิเคชันดูวิดีโอยูทูปมีค่าต่ำสุด โดยมีค่าประสิทธิภาพทรูพุตเฉลี่ย 0.462 บิตต่อวินาที และใช้เวลารวมของความสำเร็จของงานเฉลี่ย 1.858 วินาที/คำสั่ง หรือโดยประมาณ 2 วินาทีต่อคำสั่ง ทั้งนี้ก็เนื่องจากในการคำนวณค่าประสิทธิภาพทรูพุตของคำสั่งแต่ละคำสั่งในการทดสอบพบว่าค่า *MT* สูงกว่าการทดสอบในส่วนอื่นๆ และจำนวนของปุ่มสั่งการมีจำนวนมาก และมีขนาดที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งประสิทธิภาพสั่งการด้วยสายตาบนฟังก์ชันแป้นพิมพ์เสมือนให้ประสิทธิภาพที่ค่อนข้างต่ำที่ค่าประสิทธิภาพทรูพุตเฉลี่ย 0.15 บิต/วินาที และใช้เวลารวมของความสำเร็จของงานเฉลี่ย 4.341 วินาที

รายละเอียดผลการทดสอบรายคำสั่งค่าประสิทธิภาพทรูพุตเฉลี่ย (Throughput; TP) แสดงดังภาพที่ 4-13 และผลการทดสอบเวลารวมของความสำเร็จของงานเฉลี่ย (Complete Time Tracking; CTT) แสดงดังภาพที่ 4-14 ตามลำดับ

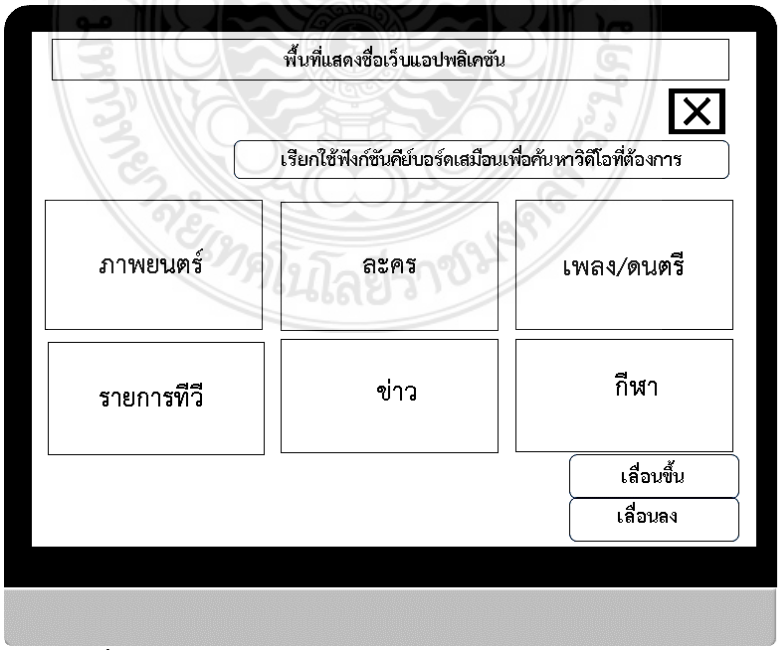


ภาพที่ 4-13 ผลการทดสอบค่าประสิทธิภาพทรูพุตเฉลี่ย (Throughput; TP) ส่วนผลการทดสอบเบื้องต้น (Try Out Experimental Result)

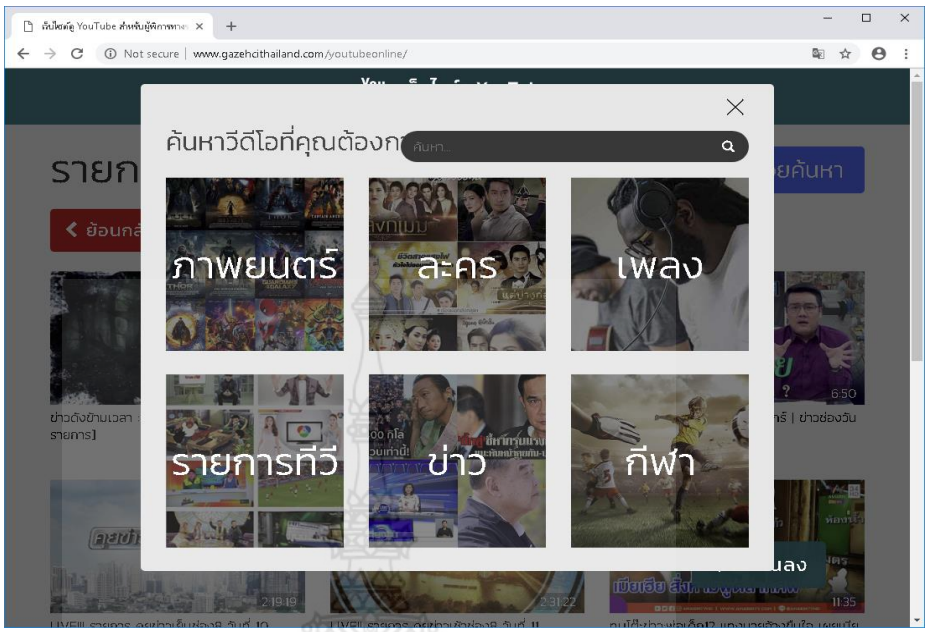


ภาพที่ 4-14 ผลการทดสอบเวลารวมของความสำเร็จของงานเฉลี่ย
ส่วนผลการทดสอบเบื้องต้น (Try Out Experimental Result)

จากประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานสั่งการพิมพ์ด้วยสายตาบนแป้นพิมพ์เสมือนของเว็บแอปพลิเคชันดูวิดีโอยูทูปออนไลน์ นั้น คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขด้วยการเพิ่มหน้าเว็บเพจจัดกลุ่มประเภทวิดีโอ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงประเภทของวิดีโอบนยูทูปได้สะดวกขึ้น และลดความถี่ในการพิมพ์ค้นหาผ่านแป้นพิมพ์เสมือน โดยจัดแบ่งประเภทของวิดีโอออกเป็นทั้งหมด 6 ประเภท คือ ภาพยนต์ ละคร เพลง รายการทีวี ข่าว และกีฬา รายละเอียดหน้าจอแสดงดังภาพที่ 4-15 และพัฒนาเว็บเพจผลลัพธ์แสดงดังภาที่ 4-16 ตามลำดับ



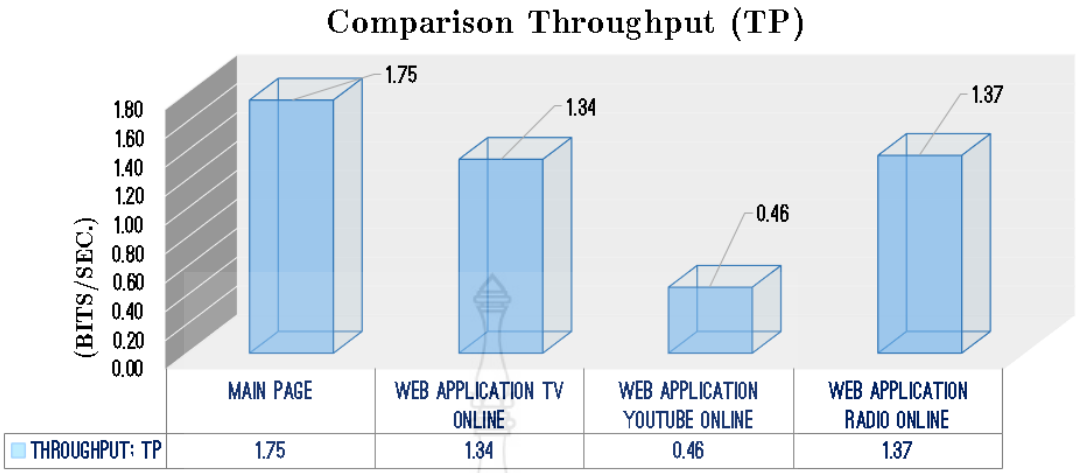
ภาพที่ 4-15 หน้าจอส่วนต่อประสานค้นหาไฟล์วิดีโอตามประเภท



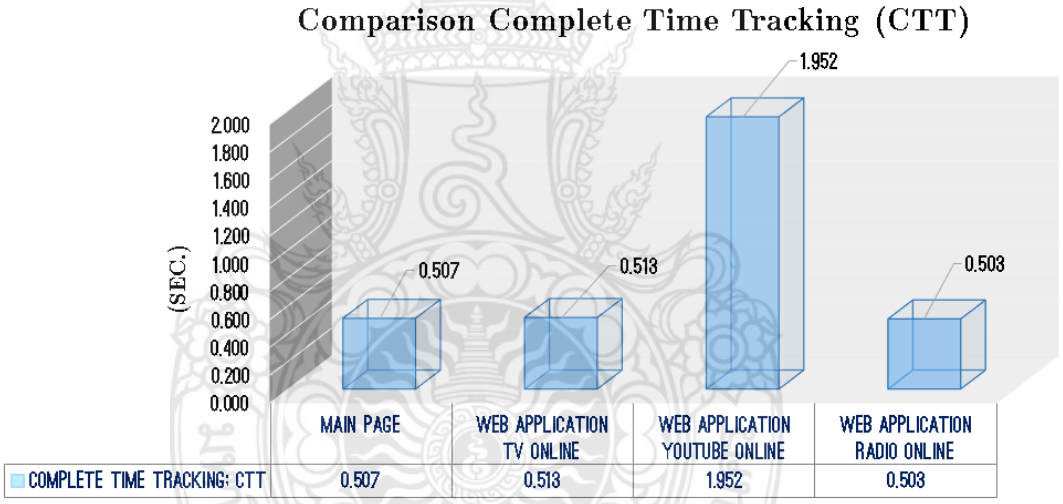
ภาพที่ 4-16 หน้าเว็บเพจเลือกประเภทวิดีโอยูทูป

4.2.2 ผลการทดสอบใช้งานจริง (Trial Run Experimental Result)

คณะผู้วิจัยนำระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของคนพิการด้วยระบบปฏิสัมพันธ์ควบคุมสั่งการด้วยดวงตาทดลองใช้งานจริงกับคนพิการกลุ่มเป้าหมายจำนวน 10 ราย โดยเป็นผู้ป่วยติดเตียงจำนวน 3 ราย และเป็นคนพิการทางด้านการเคลื่อนไหว จำนวน 7 ราย การทดสอบเริ่มต้นโดยให้ผู้ทดสอบปรับเทียบตำแหน่งของสายตา และฝึกปฏิบัติใช้งานชี้ตำแหน่งด้วยสายตากับระบบที่พัฒนาขึ้นอย่างอิสระ เป็นเวลา 30 นาที และให้พักสายตาเป็นเวลา 20 นาทีก่อนการทดสอบจริงเพื่อให้เกิดความคุ้นเคยและมีความชำนาญในการสั่งการด้วยสายตาในระดับหนึ่งและลดอาการล้าของสายตา จากนั้นดำเนินการทดสอบจริงด้วยการให้ผู้ทดสอบปรับเทียบตำแหน่งของสายตาอีกครั้ง ผู้ควบคุมการทดสอบอ่านคำสั่งทีละคำสั่งให้ผู้ทดสอบปฏิบัติตามจำนวน 35 คำสั่ง โดยเป็นคำสั่งเดียวกันกับการทดสอบเบื้องต้นข้างต้น วัดประสิทธิภาพด้วยค่าทรูพุต (*TP*) และค่าเวลารวมของความสำเร็จของงานทั้งหมด (*CTT*) รายละเอียดผลการทดสอบพบว่าเฉลี่ย *T P*= 1.08bits/sec. และมีค่าเวลารวมของความสำเร็จของงานทั้ง 35 คำสั่งกับผู้ทดสอบจำนวน 10 ราย *CTT*=351sec. หรือประมาณ 6 นาที คิดเป็นค่าเฉลี่ย 1 วินาทีต่อคำสั่งการ สำหรับรายละเอียดการทดสอบในแต่ละส่วนประกอบด้วย (1) ส่วนหน้าจอหลัก (Main System Webpage) (2) ส่วนเว็บแอปพลิเคชันดูทีวีออนไลน์ (TV online Web Application) (3) ส่วนเว็บแอปพลิเคชันดูวิดีโอยูทูป (Video on YouTube Web Application) และ (4) เว็บแอปพลิเคชันฟังวิทยุออนไลน์ (Radio Online Web Application) รายละเอียดแสดงดังกราฟภาพที่ 4-17 และ ภาพที่ 4-18 ตามลำดับ



ภาพที่ 4-17 กราฟเปรียบเทียบข้อมูลผลลัพธ์สมรรถนะการทำงานทรูพุต



ภาพที่ 4-18 กราฟเปรียบเทียบข้อมูลผลลัพธ์ค่าเวลารวมของความสำเร็จของงานทั้งหมด

จากกราฟผลลัพธ์ข้างต้นสามารถอธิบายออกเป็นส่วนการทดสอบได้ดังนี้

ส่วนหน้าจอหลัก (Main System Webpage)

การทดสอบค่าประสิทธิภาพทรูพุตของการทำงานบนปุ่มสั่งการแบบวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 800px ด้วยระยะตรึงของสายตาในการสั่งการ 500 มิลลิวินาที (ms) ดำเนินการทดสอบด้วยคำสั่ง จำนวน 3 คำสั่ง ผลการทดสอบพบว่ามีอัตราความเร็วในการทำงานเฉลี่ยทรูพุต 1.75 บิตต่อวินาที หรือโดยประมาณ 2 บิตต่อวินาที และใช้เวลาเฉลี่ยของความสำเร็จของงานทั้งหมด 507 มิลลิวินาทีต่อคำสั่ง

ส่วนเว็บแอปพลิเคชันดูทีวีออนไลน์ (Web Application TV Online)

การทดสอบค่าประสิทธิภาพทรูพุตของการทำงานบนปุ่มสั่งการรูปสี่เหลี่ยมขนาด 500x500px ด้วยระยะตรึงของสายตาในการสั่งการ 500 มิลลิวินาที (ms) ดำเนินการทดสอบด้วยคำสั่งจำนวน 10 คำสั่ง ผลการทดสอบพบว่ามีความเร็วในการทำงานเฉลี่ยทรูพุต 1.34 บิตต่อวินาที และใช้เวลาเฉลี่ยของความสำเร็จของงานทั้งหมด 513 มิลลิวินาทีต่อคำสั่ง

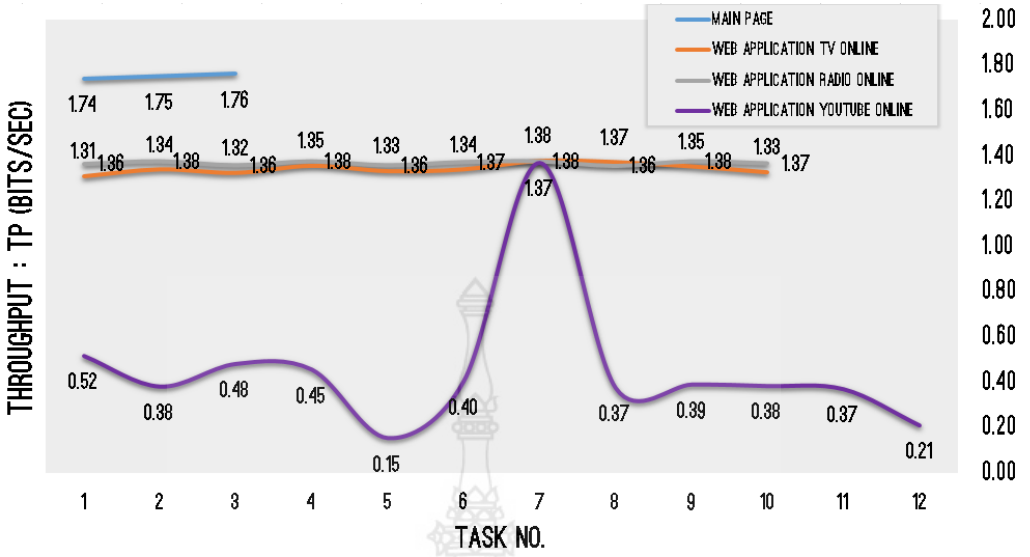
ส่วนเว็บแอปพลิเคชันดูวิดีโอยูทูปออนไลน์ (Web Application YouTube Online)

การทดสอบค่าประสิทธิภาพทรูพุตของการทำงานบนปุ่มสั่งการแบบสี่เหลี่ยมขนาด มีความหลากหลาย ประกอบด้วยขนาด 500x500px ขนาด 150x600px และขนาด 150x200px สำหรับปุ่มสั่งการบนแป้นพิมพ์เสมือน สั่งการด้วยระยะตรึงของสายตา 500 มิลลิวินาที (ms) ดำเนินการทดสอบด้วยคำสั่งจำนวน 12 คำสั่ง ผลการทดสอบพบว่ามีอัตราความเร็วในการทำงานเฉลี่ยที่ค่อนข้างต่ำโดยมีค่าทรูพุต 0.46 บิตต่อวินาที และใช้เวลารวมของความสำเร็จของงานทั้งหมด 234 วินาที หรือโดยประมาณ 4 นาที คิดเป็นเวลาเฉลี่ย 1.922 วินาทีต่อคำสั่ง หรือโดยประมาณ 2 วินาทีต่อคำสั่ง อย่างไรก็ตามคณะผู้วิจัยได้ออกแบบให้มีหน้าจอเว็บเพจแบ่งประเภทไฟล์วิดีโอเพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานได้ค้นหาไฟล์วิดีโอตามประเภท ซึ่งจะทำให้มีง่ายและรวดเร็วขึ้น

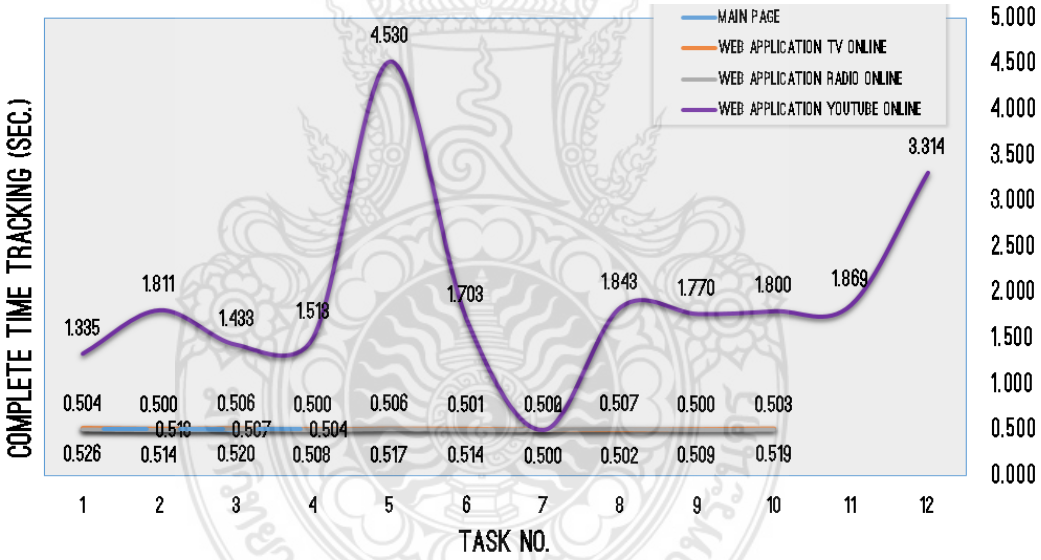
ส่วนเว็บแอปพลิเคชันฟังวิทยุออนไลน์ (Web Application Radio Online)

การทดสอบค่าประสิทธิภาพทรูพุตของการทำงานบนปุ่มสั่งการรูปสี่เหลี่ยมขนาด 500x500px สั่งการด้วยระยะตรึงของสายตา 500 มิลลิวินาที (ms) ดำเนินการทดสอบด้วยคำสั่งจำนวน 10 คำสั่ง ผลการทดสอบพบว่ามีอัตราความเร็วในการทำงานเฉลี่ย 1.37 บิตต่อวินาที และใช้เวลาเฉลี่ยของความสำเร็จของงานทั้งหมด 503 มิลลิวินาทีต่อคำสั่ง

จากผลการทดสอบค่าสมรรถนะในการทำงานทรูพุต (*TP*) และค่าเวลารวมของความสำเร็จของงานทั้งหมด (*CTT*) แสดงให้เห็นว่าระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของคนพิการด้วยระบบปฏิสัมพันธ์ควบคุมสั่งการด้วยดวงตาที่พัฒนาขึ้น เมื่อนำมาให้คนพิการกลุ่มเป้าหมายทดสอบใช้งานจริง จำนวน 10 ราย ทดสอบชี้ตำแหน่งสายตาไปยังปุ่มสั่งการตามคำสั่งจำนวน 35 คำสั่ง รวมทั้งสิ้น 350 ครั้งของการทดสอบ พบว่า ค่าสมรรถนะ *TP* บน 3 ส่วนหลัก ประกอบด้วย ส่วนทดสอบหน้าจอหลัก ส่วนเว็บแอปพลิเคชันดูทีวีออนไลน์ และส่วนเว็บแอปพลิเคชันฟังวิทยุออนไลน์มีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเฉลี่ยความเร็วในการทำงานโดยประมาณ TP=1bits/sec และมีเวลารวมของความสำเร็จของงานทั้งหมดเฉลี่ยโดยประมาณ *CTT*=0.5sec สำหรับผลการทดสอบในส่วนของเว็บแอปพลิเคชันดูวิดีโอยูทูปออนไลน์ให้ค่าประสิทธิภาพต่ำสุดทั้งนี้เนื่องคำสั่งแต่ละคำสั่งมีค่าเวลาเฉลี่ยในการเคลื่อนที่ของสายตาทั้งหมดในการทดสอบ (MT) สูงกว่าส่วนอื่นข้างต้น นอกจากนี้ส่วนเว็บแอปพลิเคชันดูวิดีโอยูทูปออนไลน์มีขนาดของปุ่มสั่งการที่หลากหลายเนื่องจากฟังก์ชันการทำงานจำนวนมากกว่าเว็บแอปพลิเคชันอื่น รายละเอียดผลการทดสอบประสิทธิภาพแสดงดังกราฟในภาพที่ 3-19 และภาพที่ 3-20 ตามลำดับ



ภาพที่ 4-19 ผลการทดสอบค่าประสิทธิภาพทรูพุตเฉลี่ย
ส่วนผลการทดสอบใช้งานจริง



ภาพที่ 4-20 ผลการทดสอบเวลารวมของความสำเร็จของงานเฉลี่ย
ส่วนผลการทดสอบใช้งานจริง

4.3 ผลการศึกษาความคิดเห็นของคนพิการและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนของการศึกษาความคิดเห็นของคนพิการและบุคลากรที่เกี่ยวข้องที่มีต่อระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของคนพิการด้วยระบบปฏิสัมพันธ์ควบคุมสั่งการด้วยดวงตา ใช้เครื่องมือแบบสอบถาม (Questionnaire) สำรวจความคิดเห็นกับกลุ่มเป้าหมายจำนวน 30 ราย ประกอบด้วย คนพิการที่ประสบปัญหาด้านการเคลื่อนไหวและการสื่อสาร จำนวน 10 ราย ผู้ดูแลคนพิการ 12 ราย และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง จำนวน 8 ราย โดยดำเนินการสำรวจความคิดเห็น 2 ส่วน คือ สำรวจระดับความพึงพอใจที่มีเกณฑ์การให้คะแนน 5 ระดับ และข้อคำถามปลายเปิดเพื่อให้ผู้ตอบ

แบบสอบถามแสดงความคิดเห็นด้านความพึงพอใจที่มีต่อระบบที่พัฒนาขึ้น โดยดำเนินการแจกแบบสำรวจความคิดเห็น หลังจากที่กลุ่มเป้าหมายได้ใช้งานระบบเสร็จสิ้น อย่างไรก็ตามแม้ผู้ดูแลคนพิการและบุคลากรที่เกี่ยวข้องมิได้เป็นผู้ใช้งานระบบโดยตรง แต่ก็เป็นผู้ที่เข้าร่วมรับฟังและร่วมดูแลคนพิการขณะทดสอบประสิทธิภาพและใช้งานระบบตลอดเวลา ผลการสำรวจความพึงพอใจแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบในภาพรวม

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ	3.89	0.96	ค่อนข้างมาก
2. ด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบ	3.92	0.97	ค่อนข้างมาก
3. ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ	3.67	0.99	ค่อนข้างมาก
เฉลี่ยรวมทุกด้าน	3.83	0.98	ค่อนข้างมาก

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลตารางที่ 4-1 แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้งานมีระดับความพึงพอใจที่มีต่อระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของคนพิการด้วยระบบปฏิสัมพันธ์ควบคุมสั่งการด้วยดวงตาในระดับค่อนข้างมากที่ค่าเฉลี่ย 3.83 อย่างไรก็ตามผู้ตอบแบบสอบถามมีข้อเสนอแนะในส่วนคำถามปลายเปิดโดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนเว็บแอปพลิเคชันดูวิดีโอยูทูปออนไลน์ สรุปได้ดังนี้ขนาดของปุ่มพิมพ์บนแป้นพิมพ์เสมือนในส่วนของเว็บแอปพลิเคชันดูวิดีโอยูทูปออนไลน์ค่อนข้างเล็กและชี้ตำแหน่งได้ยาก ปุ่มสั่งการในส่วนฟังก์ชันรีโมทวิดีโอมีขนาดที่ไม่เท่ากัน และชี้ตำแหน่งได้ยาก การปิดหน้าต่าง หรือหน้าจอต่างๆ และการกลับสู่หน้าหลักมีภาษาที่ไม่ชัดเจน และสับสนอีกด้วย

เมื่อพิจารณาถึงความพึงพอใจที่มีต่อฟังก์ชันการทำงานหลักของระบบ ซึ่งประกอบด้วย 3 เว็บแอปพลิเคชัน คือ ดูทีวีออนไลน์ ดูวิดีโอยูทูปออนไลน์ และฟังวิทยุออนไลน์พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีระดับความพึงพอใจในส่วนของเว็บแอปพลิเคชันฟังวิทยุออนไลน์ และดูทีวีออนไลน์ในระดับค่อนข้างมากที่ค่าเฉลี่ย 4.15 และ 4.16 ตามลำดับ สำหรับระดับความพึงพอใจในส่วนของเว็บแอปพลิเคชันดูวิดีโอยูทูปออนไลน์มีความพึงพอใจในระดับปานกลางที่ค่าเฉลี่ย 3.21 รายละเอียดดังตารางที่ 4-2 ถึง ตารางที่ 4-4 ตามลำดับ

ตารางที่ 4-2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อเว็บดูทีวีออนไลน์

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ	4.26	0.67	ค่อนข้างมาก
2. ด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบ	4.10	0.81	ค่อนข้างมาก
3. ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ	4.01	0.82	ค่อนข้างมาก
เฉลี่ยรวมทุกด้าน	4.12	0.77	ค่อนข้างมาก

ตารางที่ 4-3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อเว็บดูวิดีโอยูทูปออนไลน์

รายการ	$\overline{X}$	S.D.	แปลผล
1. ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ	3.14	1.00	ปานกลาง
2. ด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบ	3.51	1.14	ค่อนข้างมาก
3. ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ	3.05	1.01	ปานกลาง
เฉลี่ยรวมทุกด้าน	3.21	1.06	ปานกลาง

ตารางที่ 4-4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อเว็บฟังวิทยุออนไลน์

รายการ	$\overline{X}$	S.D.	แปลผล
1. ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ	4.26	0.68	ค่อนข้างมาก
2. ด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบ	4.15	0.76	ค่อนข้างมาก
3. ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ	3.97	0.81	ค่อนข้างมาก
เฉลี่ยรวมทุกด้าน	4.15	0.78	ค่อนข้างมาก

อย่างก็ตามจากการสัมภาษณ์พูดคุยกับผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่ให้ความคิดเห็นเพิ่มเติมพอสรุปได้ว่า ระบบสามารถทำงานได้ดีสอดคล้องกับความต้องการกับผู้ใช้งาน ขั้นตอนการปรับเทียบตำแหน่งสายตาก่อนการใช้งานค่อนข้างรบกวนผู้ใช้งาน แต่พอรับได้ถึงปัญหาทางเทคนิคของอุปกรณ์ติดตามดวงตาต้นทุนต่ำ การทดสอบการใช้งานมีเวลาจำกัด ทำให้ผู้ใช้งานมีเวลาในการฝึกปฏิบัติการใช้สายตาควบคุมค่อนข้างน้อย ส่งผลต่อทักษะการใช้สายตาควบคุมและสั่งการของผู้ใช้ยังมีไม่ดีนัก ซึ่งหากให้ผู้งานมีเวลาฝึกปฏิบัติใช้สายตาสั่งการมากขึ้นจะทำให้ผู้ใช้งานมีทักษะ และเกิดความคุ้นเคยกับปฏิสัมพันธ์สั่งการด้วยสายตามากยิ่งขึ้น ซึ่งอาจส่งผลให้ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับที่มากขึ้น

4.4 ผลการดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีงานวิจัย

งานวิจัยนี้กำหนดกลุ่มเป้าหมายเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีงานวิจัย คือ คนพิการที่ประสบปัญหาด้านการเคลื่อนไหวและการสื่อสาร ผู้ดูแลคนพิการ และเจ้าบุคลากรที่เกี่ยวข้องในสังกัดศูนย์การดำรงชีวิตอิสระคนพิการแห่งประเทศไทย จำนวน 1 แห่ง ขั้นตอนการทำงานเริ่มต้นจากดำเนินการโทรศัพท์ติดต่อสอบถามถึงความพร้อมเบื้องต้นไปยังศูนย์การดำรงชีวิตอิสระของคนพิการในจังหวัดต่างๆ จากนั้นคณะผู้วิจัยร่วมกันประเมินความพร้อมและจัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ไปยังหน่วยงาน โดยงานวิจัยดำเนินการฝึกอบรมและปฏิบัติการถ่ายทอดเทคโนโลยีงานวิจัยแก่กลุ่มเป้าหมายจากศูนย์การดำรงชีวิตอิสระคนพิการจังหวัดชลบุรี โดยมีกลุ่มเป้าหมายในการเข้าร่วมฝึกอบรมและปฏิบัติการถ่ายทอดเทคโนโลยีงานวิจัย จำนวน 30 ราย ณ ศูนย์เทศบาลนครเจ้าพระยาสุรศักดิ์เพื่อการดำรงชีวิตอิสระของคนพิการ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี โดยจัดให้มีวิธีการถ่ายทอดเทคโนโลยีงานวิจัยด้วยการจัดฝึกอบรม สาธิต และฝึกปฏิบัติใช้ระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิต

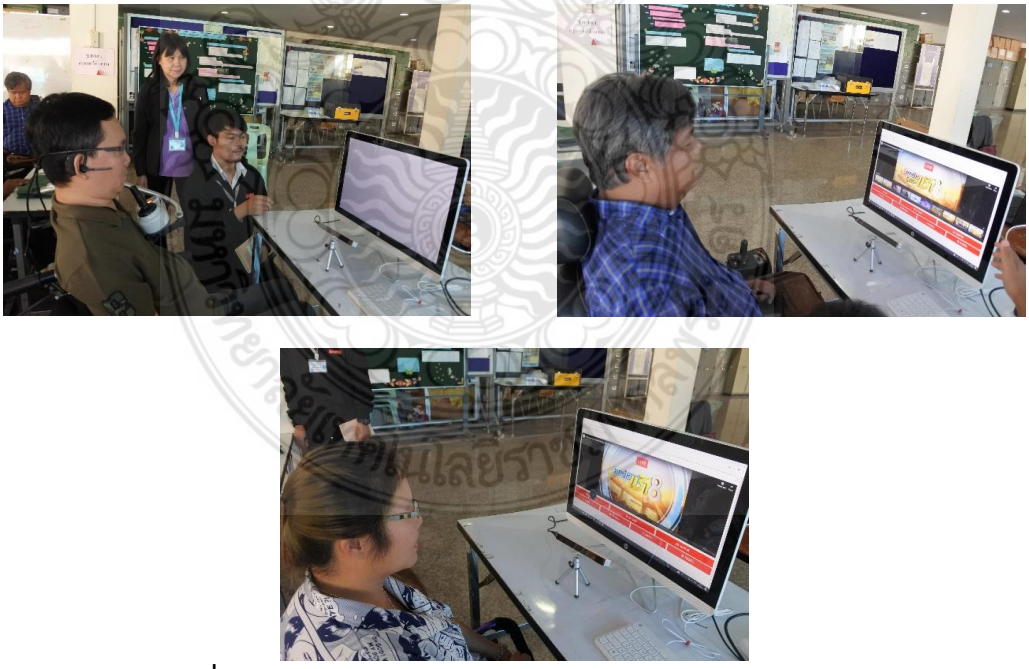
อิสระของคนพิการด้วยระบบปฏิสัมพันธ์ควบคุมสั่งการด้วยดวงตา เป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง รายละเอียดการหัวข้อและกำหนดการดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 กำหนดการการฝึกอบรมและปฏิบัติการถ่ายทอดเทคโนโลยีโครงการวิจัย

เวลา	รายละเอียดกิจกรรม
07.30-08.00 น.	ลงทะเบียน และพิธีเปิด
08.00-10.30 น.	บรรยาย-สาธิต และฝึกปฏิบัติใช้งานอุปกรณ์ เรื่อง การติดตั้งและขั้นตอนการใช้งานอุปกรณ์ติดตามดวงตา - แนะนำอุปกรณ์ - การประกอบชิ้นส่วนอุปกรณ์ - ติดตั้งซอฟต์แวร์ - ฝึกปฏิบัติใช้งานอุปกรณ์ติดตามดวงตาเบื้องต้น
10.30-10.45 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
10.45-12.00 น.	บรรยาย-สาธิต และฝึกปฏิบัติใช้งานระบบ เรื่อง การใช้งานเว็บแอปพลิเคชันดูทีวีออนไลน์ - แนะนำปุ่มสั่งการ - สาธิตวิธีการใช้งานด้วยการสั่งการด้วยสายตา - ฝึกปฏิบัติใช้งานเว็บแอปพลิเคชันดูทีวีออนไลน์
12.00-13.00 น.	พักทานอาหารกลางวัน
13.00-14.30 น.	บรรยาย-สาธิต และฝึกปฏิบัติใช้งานระบบ เรื่อง การใช้งานเว็บแอปพลิเคชันดูวิดีโอยูทูปออนไลน์ - แนะนำปุ่มสั่งการ - สาธิตวิธีการใช้งานด้วยการสั่งการด้วยสายตา - ฝึกปฏิบัติใช้งานเว็บแอปพลิเคชันดูวิดีโอยูทูปออนไลน์
14.30-14.45 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
14.45-17.00 น.	บรรยาย-สาธิต และฝึกปฏิบัติใช้งาระบบ เรื่อง การใช้งานเว็บแอปพลิเคชันฟังวิทยุออนไลน์ - แนะนำปุ่มสั่งการ - สาธิตวิธีการใช้งานด้วยการสั่งการด้วยสายตา - ฝึกปฏิบัติใช้งานเว็บแอปพลิเคชันฟังวิทยุออนไลน์

ผลการสอบถามและร่วมประชุมปรึกษาหารือกับบุคลากรที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี งานวิจัยพบว่า ระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของคนพิการด้วยระบบปฏิสัมพันธ์ควบคุมสั่งการด้วยดวงตามีประโยชน์และสามารถนำไปใช้กับคนพิการได้ ตัวอย่างภาพการถ่ายทอดเทคโนโลยีงานวิจัยแสดงดังภาพที่ 4-21 และ ภาพที่ 4-23 ตามลำดับ

ภาพที่ 4-21 ตัวอย่างภาพการเปิดโครงถ่ายทอดเทคโนโลยีงานวิจัย จังหวัดชลบุรี



ภาพที่ 4-22 ตัวอย่างภาพผู้เข้าร่วมอบรมฝึกปฏิบัติการใช้งานระบบ

หมายเหตุ ผู้เข้าร่วมโครงการเป็นผู้ที่มีวุฒิภาวะในการตัดสินใจทั้งหมด และอนุญาตให้นำภาพของตนนำเสนอในรายงานวิจัยได้อย่างเป็นทางการ

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป และอภิปรายผล

รายงานการวิจัยฉบับนี้เสนอการพัฒนาระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของผู้พิการ โดยมีวัตถุประสงค์ในการดำเนินงานวิจัย (1)เพื่อพัฒนาระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของคนพิการ (2) เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของคนพิการ และ (3) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของคนพิการ และบุคลากรที่เกี่ยวข้องที่มีต่อระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของคนพิการ โดยมีจุดมุ่งหวังเพื่อพัฒนาศักยภาพในการดำรงชีวิตของคนพิการของไทยให้ดีขึ้น และสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีบนระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตที่ทันสมัยและเหมาะสมกับสภาพความพิการของแต่ละบุคคล ยังผลต่อการดำรงชีวิตได้อย่างเป็นอิสระและพึ่งพิงตนเองได้มากขึ้น เสริมสร้างกำลังใจของคนพิการให้ดำรงชีวิตได้อย่างสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น

การดำเนินการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ คณะผู้วิจัยศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหาด้วยการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับและติดตามตำแหน่งของสายตาภายใต้แนวคิดฮาร์ดแวร์ต้นทุนต่ำ โดยนำผลการวิจัยที่ได้ศึกษาถึงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการชี้ตำแหน่งของสายตา (วีรวรรณ และคณะ, 2559) ซึ่งประกอบด้วย ขนาด ตำแหน่งของปุ่มสั่งการด้วยสายตา และระยะตรึงของสายตาที่เหมาะสม มาใช้เป็นปัจจัยในการออกแบบส่วนต่อประสานในระบบการสื่อการเพื่อการดำรงชีวิตของคนพิการ โดยพัฒนาในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันที่มีฟังก์ชัน 3 ส่วนงานหลัก คือ เว็บแอปพลิเคชันดูทีวีออนไลน์ เว็บแอปพลิเคชันดูวิดีโอยูทูปออนไลน์ และเว็บแอปพลิเคชันฟังวิทยุออนไลน์

จากนั้นดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบ และสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของคนพิการสรุปได้ดังนี้

5.1.1 สรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบ

การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบใช้แบบทดสอบประสิทธิภาพด้วยการออกคำสั่งให้ผู้ใช้ชี้ตำแหน่งด้วยสายตาไปยังปุ่มสั่งการที่กำหนด โดยทดสอบกับผู้ทดสอบ 2 กลุ่ม คือชุดภาคสนามสำหรับหาคุณภาพของเครื่องมือ จำนวน 5 ราย และชุดทดสอบใช้จริง จำนวน 10 ราย โดยใช้อุปกรณ์ติดตามดวงตา The EyeTribe ตรวจจับและติดตามตำแหน่งของสายตา (Gaze Point) ด้วยหลักการประมวลผลภาพวีดิทัศน์ (Video-Oculography; VOG) ที่ทำงานร่วมกับอุปกรณ์เปล่งสัญญาณคลื่นแสงอินฟาเรด (Infrared Spectrum) ติดตั้งอุปกรณ์บริเวณด้านล่างจอภาพ ใช้ระยะตรึงของสายตาในการสั่งการ 500 มิลลิวินาที ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบจากกลุ่มผู้ทดสอบทั้ง 2 ชุด ให้ค่าประสิทธิภาพการทำงานที่ใกล้เคียงกัน โดยมีค่าประสิทธิภาพทรูพุต (*TP*) ที่ความเร็วเฉลี่ยในการชี้ตำแหน่งด้วยสายตาที่ 1 วินาทีต่อคำสั่ง สำหรับค่าเวลารวมของความสำเร็จของงานทั้งหมด (*CTT*) ใช้เวลาประมาณ 6 นาที ในการชี้ตำแหน่งด้วยสายตาตามคำสั่งจำนวน 35 คำสั่ง

อย่างไรก็ตามพบว่าค่าประสิทธิภาพการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันดูยูทูปออนไลน์มีค่าประสิทธิภาพที่ต่ำกว่าในส่วนอื่นๆ ทั้งนี้ก็เนื่องจากมีปุ่มสั่งการที่ค่อนข้างมาก จึงทำให้การออกแบบขนาด และตำแหน่งของปุ่มสั่งการที่ส่งผลกระทบต่อการชี้ตำแหน่งของสายตา รวมทั้งในส่วนงานนี้มีฟังก์ชันแป้นพิมพ์เพื่อค้นหาไฟล์วิดีโอบนเว็บไซต์ยูทูป ซึ่งปุ่มพิมพ์ค่อนข้างมีขนาดที่เล็กกว่าปุ่มสั่งการอื่นๆ นอกจากนั้นยังพบว่าปริมาณแสง ความตื่นเต้น และแว่นตา ก็ยังเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบปฏิบัติสัมพันธ์สั่งการด้วยตาบนอุปกรณ์ติดตามดวงตาต้นทุนต่ำ The EyeTribe

ในขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบในงานวิจัยนี้ พบข้อผิดพลาดในการวางแผนการทดสอบ โดยคณะผู้วิจัยได้วางแผนการทดสอบโดยกำหนดเป็นระยะเวลา 5 วัน ณ ศูนย์การดำรงชีวิตอิสระของคนพิการ จังหวัดนนทบุรี โดยจัดสรรงบประมาณในการจัดอาหารกลางวันและอาหารว่างสำหรับผู้เข้าร่วมทดสอบ แต่เมื่อเข้าไปสำรวจจริงพบว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่ไม่สะดวกเดินทางมายังศูนย์การดำรงชีวิตอิสระของคนพิการ จังหวัดนนทบุรีได้ และหากต้องเดินทางต้องใช้ค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างมาก ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงต้องวางแผนการทดสอบประสิทธิภาพใหม่ ด้วยการเดินทางไปทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบที่บ้านพักของผู้ทดสอบเป็นรายบุคคล ส่งกระทบต่อระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัยในครั้ง รวมทั้งส่งผลต่อการเบิกจ่ายงบประมาณที่ได้รับจัดสรร โดยงานวิจัยนี้ได้ดำเนินการขยายเวลาในการดำเนินงานวิจัยเพิ่มอีก 3 เดือน

5.1.2 สรุปผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบ

ในส่วนของการศึกษาความคิดเห็นของคนพิการและบุคลากรที่เกี่ยวข้องที่มีต่อระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของคนพิการด้วยระบบปฏิสัมพันธ์ควบคุมสั่งการด้วยดวงตา ใช้เครื่องมือแบบสอบถาม (Questionnaire) สำรวจความคิดเห็นกับกลุ่มเป้าหมายจำนวน 30 ราย โดยดำเนินการสำรวจความคิดเห็น 2 ส่วน คือ สำรวจความระดับความพึงพอใจที่มีเกณฑ์การให้คะแนน 5 ระดับ และข้อคำถามปลายเปิด ผลการศึกษาสรุปได้ว่าผู้ใช้เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้งานได้จริงตรงตามต้องการ และมีประสิทธิภาพในการชี้ตำแหน่งของสายตา รวมทั้งมีการออกแบบให้ใช้งานง่ายในระดับความพึงพอใจที่ค่อนข้างมาก ที่ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ 3.83 อย่างไรก็ตามก็พบปัญหาในส่วนของฟังก์ชันแป้นพิมพ์ในส่วนของแอปพลิเคชันดูวิดีโอยูทูปออนไลน์ที่ผู้ตอบแบบสอบถามมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง และได้ให้ความคิดเห็นส่วนข้อคำถามปลายเปิดว่าควรปรับปรุงในส่วนนี้

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ ได้รับข้อเสนอแนะจากกลุ่มตัวอย่างเป้าหมาย ซึ่งประกอบด้วย คนพิการ ผู้ดูแล บุคลากรที่เกี่ยวข้องสรุปได้ดังนี้

5.2.1 ส่วนต่อประสานเว็บแอปพลิเคชันดูวิดีโอยูทูปออนไลน์ควรปรับปรุงในเรื่องของขนาดตำแหน่ง ระบบปฏิสัมพันธ์ย้อนกลับสำหรับผู้ใช้ โดยให้มีขนาดที่ใหญ่ขึ้น และลดจำนวนปุ่มสั่งการบางปุ่มออก เช่น ปุ่มสั่งการเลื่อนขึ้น-ลง ควรเพิ่มการจัดหมวดหมู่ของไฟล์วิดีโอให้มากขึ้น

5.2.2 จำนวนรายการช่องทีวี และรายการสถานีวิทยุ ในส่วนของเว็บแอปพลิชันดูทีวีออนไลน์ และเว็บแอปพลิเคชันฟังวิทยุออนไลน์ ควรเพิ่มจำนวนให้มากขึ้น และเพิ่มความสามารถของ

ระบบด้วยการจัดตำแหน่งช่องทีวี และสถานีวิทยุจากสถิติความถี่ของการใช้งานแบบอัตโนมัติ หรือมีระบบปฏิสัมพันธ์สำหรับผู้ใช้เพื่อชี้ตำแหน่งของปุ่มสั่งการที่ใช้งานบ่อย และมีลำดับการใช้งานที่ต่อเนื่องกัน ซึ่งจะช่วยให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5.2.3 ในการดำเนินงานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาเทคโนโลยีที่สามารถช่วยเหลือคนพิการ (Assistive Technology) หรือผู้ที่มีความลำบาก ความขัดข้องในการใช้อุปกรณ์ หรือการใช้ชีวิตประจำวันตามปกติในครั้งต่อไป คนพิการมีความต้องการสั่งการอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านได้ด้วยสายตา ซึ่งจะมีการทำงานที่คล้ายกับตัวช่วยอัจริยะประจำบ้านของ Google Home ซึ่งปัจจุบันใช้การสั่งการด้วยเสียง และควบคุมผ่านโทรศัพท์มือถือ

ซึ่งคณะผู้วิจัยจะนำข้อความคิดเห็น และข้อเสนอต่างๆ ที่ได้จากงานวิจัยนี้ไปปรับปรุงผลงานวิจัยให้มีความสมบูรณ์ ตรงตามความต้องการของคนพิการต่อไป

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กมลพรรณ พันพึ่ง. (2551). ไอแอล:การดำรงชีวิตอิสระของคนพิการ. : กรุงเทพฯ : ยิ้มสู้ (มูลนิธิคนพิการไทย)

กรมส่งเสริมแลพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ. (2559). *พระราชบัญญัติส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ พ.ศ.* 2550 (*ฉบับแก้ไขเพิ่มเติมฉบับที่* 2 *ปีพ.ศ.*2556). กรุงเทพฯ : กองทุนและส่งเสริมความเสมอภาคคนพิการ.

กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (2559). *แผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม*. กรุงเทพฯ : กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร.

สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา. (2550). *พระราชบัญญัติส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ พ.ศ. ๒๕๕๐*. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 124/ตอนที่ 61, 27 กันยายน 2550.

สำนักงานส่งเสริมและพัฒนาการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (2556). *เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับคนพิการ*. กรุงเทพฯ: สำนักงานปลัดกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร.

สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา. (2551). *พระราชบัญญัติการจัดการศึกษาสำหรับคนพิการ พ.ศ. ๒๕๕๑*. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 125/ตอนที่ 28 ก, 1 กุมภาพันธ์ 2551.

สำนักงานส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการแห่งชาติ กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์. (2552). *คู่มือกฎหมายการปฏิบัติงานเพื่อการส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

วีรวรรณ จันทนะทรัพย์ และพยุง มีสัจ. (2559). *การพัฒนาและวัดประสิทธิภาพระบบติดตามดวงตาต้นทุนต่ำ*. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร. ปีที่ 10 ฉบับที่ 1 มีนาคม 2559: 141-145.

_____. (2559). *รายงานผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบโต้ตอบด้วยดวงตาเรื่อง ความรู้เกี่ยวกับอาเซียนในระดับประถมศึกษาสำหรับเด็กนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการควบคุมด้วยมือ*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

ภาษาอังกฤษ

Brain Computer Interface. [Online]. BCI Productions. In Retrieve Date 20 July 2018 Available from http://thebraincomputerinterface.weebly.com/about.html

Bruno, P., and Paulo, M. (2013). "An Interactive for People Suffering from Cerebral Palsy". International Journal of Reliable and Quality E-Healthcare.2, 3:30-43.

DLF Living made easy. [Online]. Button Switch. In Retrieve Date 20 July 2018 Available from https://www.livingmadeeasy.org.uk/

_____. [Online]. Guarded Keyboard. In Retrieve Date 20 July 2018 Available from https://www.livingmadeeasy.org.uk/communication/keyboards-with-keyguards-p/guarded-keyboard-0041230-974-information.htm

Dongheng, L., Babcock, J. and Parkhurnt, D. (2006). "openEyes : a low-cost head-mounted eye-tracking solution." In Proceedingts of the 2006 symposium on Eye tracking research & applications (ETRA'06), ACM New York : USA, 95-100.

Enabling Device. [Online]. Adjustable Head Stylus. In Retrieve Date 20 July 2018 Available from https://www.rehabmart.com/product/adjustable-head-stylus-40513.html

Greentex. [Online]. Brain Computer Interface BCI EEG Caps. In Retrieve Date 20 July 2018 Available from https://www.ecvv.com/product/4842069.html

G-Tec. [Online]. Intendix brain-computer interface ready for consumers. In Retrieve Date 20 July 2018 Available from https://www.engadget.com/2010/03/10/g-tec-intendix-brain-computer-interface-ready-for-consumers-vid/

Hansen, D., W., and Qiang, J. (2010). In the Eye of the Beholder: A Survey of Models for Eyes and Gaze. IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence. 32, 3: 478-500.

Hansen, J. P., Hansen, D. W. and Johansen, A. S. (2001). Bringing Gaze-based Interaction Back to Basics. In Proceedings of Universal Access in Human-Computer (UAHCI 2001), New Orleans: Louisiana, 325-328.

Hewett, et al. [Online]. ACM SIGCHI Curricula for Human-Computer Interaction. Retrieved 20 July, 2018. Available from http://old.sigchi.org/cdg/cdg4.html

Hitachi. [Online]. Hitachi unveils headset to study brain activity. In Retrieve Date 20 July 2018 Available from https://phys.org/news/2011-09-hitachi-unveils-headset-brain.html

IMOTIONS. [Online]. Pupil Labs Glasses. In Retrieve Date 20 July 2018 Available from https://imotions.com/ pupil-labs-glasses /

_____. [Online]. SMI RED-m. In Retrieve Date 20 July 2018 Available from https://imotions.com/smi-red-m/

_____. [Online]. SMI Model: RED. In Retrieve Date 20 July 2018 Available from https://imotions.com/ smi-red/

_____. [Online]. Tobii X2-30. In Retrieve Date 20 July 2018 Available from https://imotions.com/tobii-x2-30/

_____. [Online]. Tobii Model: TX300. In Retrieve Date 20 July 2018 Available from https://imotions.com/ tobii-tx300/

IPPINKA. [Online]. The EyeTribe. In Retrieve Date 20 July 2018 Available from https://www.ippinka.com/blog/eyeproof-affordable-eye-tracking/

LC Technology. [Online]. The Eyegaze Edge. In Retrieve Date 20 July 2018 Available from https://eyegaze.com/products/eyegaze-edge/

Meditech Solution. [Online]. SenzE Version 4. In Retrieve Date 20 July 2018 Available from http://www.meditechsolution.com

Rogers, Y., Sharp, H., and Preece, J. (2011). Interaction Design: Beyond Human Computer Interaction. New York : John Wiley & Sons, Inc.

ShapeDad. [Online]. Kinetic Mouthstick Stylus. In Retrieve Date 20 July 2018 Available from https://www.amazon.com/ShapeDad-Mouthstick-Stylus/dp/B00GZHEC9C

Shuo Samuel Liu, et al. (2010). An Eye-Gaze Tracking and Human Computer Interface System for People with ALS and Other Locked-in Diseases. Journal on Medical and Biological Engineering. 32, 2(2010): 111-116.

SR Research EyeLink. [Online]. EyeLink 1000 Plus. In Retrieve Date 20 July 2018 Available from https://www.sr-research.com/products/eyelink-1000-plus/

Tetraplegic Living. [Online]. Computer Trackball. In Retrieve Date 20 July 2018 Available from http://www.tetraplegicliving.com/computers-disability-info/237-myhobbies/computers/61-trackballs-are-great-for-disabled-people

Tobii. [Online]. Sono Key Tobii Eye Tracking. In Retrieve Date 20 May 2018 Available from https://www.tobiidynavox.com

Veerawan J. (2016). Ophapasai. Augmentative and Alternative Communication Based on Video-Occulography Control Interface. In Applied Mechanics and Materials Journal. 60-63. doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.848.60

Ward, D.J., MacKay, D.J.C. (2002). Fast hand-free write by gaze direction. In Nature. Vol. 418, pp. 838-840.

Wickens CD., et al. (2015). Engineering Psychology & Human Performance. London: Psychology Press.

ภาคผนวก ก รายละเอียดผลการทดสอบ

1. รายละเอียดผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบ
2. รายละเอียดผลการประเมินระดับความพึงพอใจ

ตารางที่ ก-1 รายละเอียดผลการทดสอบส่วนหน้าจอหลักของระบบ (Home Page)

Topic	CTT	TP
web application TV online	0.510	1.74
web application YouTube online	0.507	1.75
web application radio online	0.504	1.76
Total	0.057	1.75

ตารางที่ ก-2 รายละเอียดผลการทดสอบส่วนเว็บแอปพลิเคชันดูทีวีออนไลน์

Topic	CTT	TP
channel 5	0.526	1.31
channel 11	0.514	1.34
show menu	0.520	1.32
play TV	0.508	1.35
stop TV	0.517	1.33
close menu	0.514	1.34
increate sound level 1	0.500	1.38
mute	0.502	1.37
home web application TV online	0.509	1.35
home page	0.519	1.33
Total	0.513	1.34

ตารางที่ ก-3 รายละเอียดผลการทดสอบส่วนเว็บแอปพลิเคชันดูวิดีโอยูทูปออนไลน์

Topic	CTT	TP
scroll up	1.335	0.52
scroll down	1.811	0.38
search video	1.433	0.48
open keyboard	1.513	0.45
press letter ก	4.530	0.15
back	1.703	0.40
select video file ….	0.502	1.37
pause video	1.843	0.37
play video	1.770	0.39
reduce sound	1.800	0.38
home web application YouTube online	1.869	0.37
home page	3.314	0.21
Total	1.952	0.46

ตารางที่ ก-4 รายละเอียดผลการทดสอบส่วนเว็บแอปพลิเคชันฟังวิทยุออนไลน์

Topic	CTT	TP
play radio channel 88.5	0.504	1.36
play radio channel 90.5	0.500	1.38
play radio channel 93.5	0.506	1.36
play radio channel 95.5	0.500	1.38
play radio channel 103.5	0.506	1.36
stop radio	0.501	1.37
play radio	0.500	1.38
increate sound	0.507	1.36
home web application radio online	0.500	1.38
home page	0.503	1.37
Total	0.503	1.37

ตารางที่ ก-5 รายละเอียดผลการสำรวจระดับความพึงพอใจส่วนเว็บแอปพลิเคชันดูทีวีออนไลน์

	ข้อคำถามในแต่ละด้าน	$\bar{X}$	S.D.
1	ด้านความตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ	**4.26**	**0.67**
	1.1 ระบบสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ระดับใด	3.93	0.78
	1.2 ระบบมีจำนวนช่องรายการทีวีที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ระดับใด	4.37	0.49
	1.3 ระบบมีปุ่มสั่งการรีโมทคอนโทรลทีวีที่เหมาะสมและเพียงพอระดับใด	4.43	0.50
	1.4 ระบบมีหน้าจอส่วนต่อประสานที่เหมาะสมและตรงต่อความต้องการเพียงใด	4.50	0.51
	1.5 ระบบใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับผู้ใช้ในระดับใด	4.07	0.83
2	ด้านความมีประสิทธิภาพการทำงานของระบบ	**4.10**	**0.81**
	2.1 ระบบมีความแม่นยำในการชี้ตำแหน่งด้วยสายตาในระดับใด	4.10	0.80
	2.2 ระบบมีความถูกต้องในการทำงานในแต่ละฟังก์ชันต่างๆ เพียงใด	4.53	0.51
	2.3 ระบบสามารถช่วยด้านการสื่อสารและการเข้าถึงสารสนเทศเพียงใด	3.90	0.88
	2.4 ระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาในการสื่อสารจากรูปแบบเดิมมากน้อยเพียงใด	3.87	0.86
3	ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ	**4.01**	**0.82**
	3.1 ระบบออกแบบหน้าจอส่วนต่อประสานสำหรับผู้ใช้ที่มีมาตรฐานเดียวกันเพียงใด	4.03	0.81
	3.2 ระบบออกแบบองค์ประกอบของรูปภาพ ตัวอักษร สี และ ตำแหน่งที่เหมาะสม	4.03	0.76
	3.3 ระบบมีการใช้ภาษา สัญลักษณ์ ที่สื่อความหมายชัดเจนเพียงใด	4.00	0.91
	3.4 ระบบมีปฏิกริยาตอบสนองย้อนกลับที่เหมาะสมเพียงใด	4.07	0.74
	3.5 ระบบมีการจัดลำดับการใช้งานของปุ่มสั่งการต่างๆ ที่ชัดเจน เข้าใจง่ายเพียงใด	3.90	0.92
	ผลการประเมินภาพรวม	**4.12**	**0.77**

ตารางที่ ก-6 รายละเอียดผลการสำรวจระดับความพึงพอใจส่วนเว็บแอปพลิเคชันดูวิดีโอยูทูปออนไลน์

	ข้อคำถามในแต่ละด้าน	$\bar{X}$	S.D.
1	ด้านความตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ	**3.14**	**1.00**
	1.1 ระบบสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ระดับใด	3.33	0.48
	1.2 ระบบมีจำนวนช่องรายการวิดีโอที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ระดับใด	2.97	0.76
	1.3 ระบบมีปุ่มสั่งการรีโมทคอนโทรลวิดีโอที่เหมาะสมและเพียงพอระดับใด	2.70	1.06
	1.4 ระบบมีหน้าจอส่วนต่อประสานที่เหมาะสมและตรงต่อความต้องการเพียงใด	2.37	0.49
	1.5 ระบบใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับผู้ใช้ในระดับใด	4.33	0.80
2	ด้านความมีประสิทธิภาพการทำงานของระบบ	**3.51**	**1.14**
	2.1 ระบบมีความแม่นยำในการชี้ตำแหน่งด้วยสายตาในระดับใด	2.00	0.74
	2.2 ระบบมีความถูกต้องในการทำงานในแต่ละฟังก์ชันต่างๆเพียงใด	3.77	0.43
	2.3 ระบบสามารถช่วยด้านการสื่อสารและการเข้าถึงสารสนเทศเพียงใด	4.03	0.81
	2.4 ระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาในการสื่อสารจากรูปแบบเดิมมากน้อยเพียงใด	4.23	0.86
3	ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ	**3.05**	**1.01**
	3.1 ระบบออกแบบหน้าจอส่วนต่อประสานสำหรับผู้ใช้ที่มีมาตรฐานเดียวกันเพียงใด	2.70	0.75
	3.2 ระบบออกแบบองค์ประกอบของรูปภาพ ตัวอักษร สี และ ตำแหน่งที่เหมาะสม	3.03	0.81
	3.3 ระบบมีการใช้ภาษา สัญลักษณ์ ที่สื่อความหมายชัดเจนเพียงใด	3.53	0.51
	3.4 ระบบมีปฏิกริยาตอบสนองย้อนกลับที่เหมาะสมเพียงใด	4.00	0.79
	3.5 ระบบมีการจัดลำดับการใช้งานของปุ่มสั่งการต่างๆ ที่ชัดเจน เข้าใจง่ายเพียงใด	1.97	0.81
	ผลการประเมินภาพรวม	**3.21**	**1.06**

ตารางที่ ก-7 รายละเอียดผลการสำรวจระดับความพึงพอใจส่วนเว็บแอปพลิเคชันฟังก์วิทยุออนไลน์

	ข้อคำถามในแต่ละด้าน	$\overline{X}$	S.D.
1	ด้านความตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ	**4.26**	**0.68**
	1.1 ระบบสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ระดับใด	3.93	0.87
	1.2 ระบบมีจำนวนช่องรายการวิทยุที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ระดับใด	4.40	0.50
	1.3 ระบบมีปุ่มสั่งการรีโมทคอนโทรลวิทยุที่เหมาะสมและเพียงพอระดับใด	4.43	0.50
	1.4 ระบบมีหน้าจอส่วนต่อประสานที่เหมาะสมและตรงต่อความต้องการเพียงใด	4.53	0.51
	1.5 ระบบใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับผู้ใช้ในระดับใด	4.00	0.74
2	ด้านความมีประสิทธิภาพการทำงานของระบบ	**4.15**	**0.76**
	2.1 ระบบมีความแม่นยำในการชี้ตำแหน่งด้วยสายตาในระดับใด	4.00	0.83
	2.2 ระบบมีความถูกต้องในการทำงานในแต่ละฟังก์ชันต่างๆเพียงใด	4.50	0.51
	2.3 ระบบสามารถช่วยด้านการสื่อสารและการเข้าถึงสารสนเทศเพียงใด	4.00	0.74
	2.4 ระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาในการสื่อสารจากรูปแบบเดิมมากน้อยเพียงใด	4.10	0.84
3	ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ	**3.97**	**0.81**
	3.1 ระบบออกแบบหน้าจอส่วนต่อประสานสำหรับผู้ใช้ที่มีมาตรฐานเดียวกันเพียงใด	4.03	0.85
	3.2 ระบบออกแบบองค์ประกอบของรูปภาพ ตัวอักษร สี และ ตำแหน่งที่เหมาะสม	4.10	0.84
	3.3 ระบบมีการใช้ภาษา สัญลักษณ์ ที่สื่อความหมายชัดเจนเพียงใด	4.03	0.76
	3.4 ระบบมีปฏิกริยาตอบสนองย้อนกลับที่เหมาะสมเพียงใด	4.03	0.81
	3.5 ระบบมีการจัดลำดับการใช้งานของปุ่มสั่งการต่างๆ ที่ชัดเจน เข้าใจง่ายเพียงใด	3.63	0.72
	ผลการประเมินภาพรวม	**4.13**	**0.76**

ประวัติผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

1. ชื่อ — นางวีรวรรณ จันทนะทรัพย์
MRS. VEERAWAN JANTHANASUB

2. ตำแหน่งปัจจุบัน — อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
เวลาที่ใช้ทำวิจัย 10 ชั่วโมง : สัปดาห์

3. ที่อยู่ที่ทำงาน — สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
1381 ถ. ประราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ
กรุงเทพฯ 10800
โทรศัพท์ (+66) 0-2836-3016
โทรสาร (+66) 0-2836-3016
e-mail : veerawan.j@rmtup.ac.th

4. ประวัติการศึกษา
B.B.A (Business Computer)
Sripatum University, Thailand
M.S.Tech.Ed. (Computer Technology)
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok
Ph.D. (Information Technology)
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญ
Digital Image Processing
Evolutionary Computation
Human Computer Interface; HCI

6. งานวิจัยที่ผ่านมา

Veerawan J. (2016). Ophapasai. Augmentative and Alternative Communication Based on Video-Occulography Control Interface. In Applied Mechanics and Materials Journal. 60-63. Doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.848.60

Veerawan J., Phyung M. (2015). Improving the Evolutionary Computation For General Keyboard Arrangemnt Problem. In Applied Mechanics and Materials Journal. 804 (pp.337-340). doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.804.337

Veerawan J., Phayung M. (2015). Evaluation of a Low-Cost Eye Tracking System for Computer Input. In King Mongkut's University of Technology North Bangkok International Journal of Applied Science and Technology KMUTNB: IJAST. 8(3). doi : http://dx.doi.org/10.14416/j.ijast.2015.07.001

ผู้ร่วมวิจัยคนที่ 1

1. ชื่อ นาง.วิภา จักรชัยกุล
MRS.VIPA JAKCHAIKUL

2. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาวิชา วิทยาการคอมพิวเตอร์
เวลาที่ใช้ทำวิจัย 5 ชั่วโมง : สัปดาห์

3. ที่อยู่ที่ทำงาน
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
1381 ถ. ประราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพ 10800
โทรศัพท์ (+66) 0-2836-3016
โทรสาร (+66) 0-2836-3016
e-mail : vipa.j@rmutp.ac.th

4. ประวัติการศึกษา
B.Sc. (Computer Science)
Suandusit University, Thailand
M.S. Tech. Ed. (Computer and Information Technology)
King Mongkut's University of Technology Thonburi
Ph.D. (Innovation and Technical Education Technology)
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญ
The development of Instruction media
Computer and Information Technology

6. งานวิจัยที่ผ่านมา
6.1 การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการมอดูลการเรียน (2556)
6.2 การประเมินหลักสูตรสาขาวิชาเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
6.3 องค์ประกอบพื้นฐานการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร อย่างมีประสิทธิภาพ (2551)
6.4 การผลิตบัณฑิตของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครกับการศึกษาตลอดชีพ คณะวิศวกรรมศาสตร์ (2550)
6.5 สร้างชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง วิชาโครงสร้างข้อมูลในหลักสูตร ระดับปริญญาตรี ของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล (2541)

ผู้ร่วมวิจัยคนที่ 2

1. ชื่อ — นางสาวณัฐติญา ไข่ติยากุล
MISS NATTIYA KHAITIYAKUL

2. ตำแหน่งปัจจุบัน — อาจารย์ประจำสาขาวิชา วิทยาการคอมพิวเตอร์
เวลาที่ใช้ทำวิจัย 5 ชั่วโมง : สัปดาห์

3. ที่อยู่ที่ทำงาน — สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
1381 ถ. ประราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800
โทรศัพท์ (+66) 0-2836-3016
โทรสาร (+66) 0-2836-3016
e-mail : nattiyaa@gmail.com

4. ประวัติการศึกษา
B.Eng. (Electrical Engineering)
Sirindhorn International Institute of Technology.
M.Sc. (Information Technology)
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
D.Eng. (Information and Communication Technologies)
Asian Institute of Technology, Thailand

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญ — Mobile ad hoc network, Wireless mesh network

6. งานวิจัยที่ผ่านมา

Khaitiyakun, N.,Sanguankotchakorn, T. (2014). An analysis of data dissemination on VANET by using content delivery network (CDN) technique. Asian Internet Engineering Conference, AINTEC 2014 pp. 37-42.

Khaitiyakun, N.,Sanguankotchakorn, T.,Tunpan, A. (2014). Data dissemination on MANET using content delivery network (CDN) technique. International Conference on Information Networking. 6799732, pp. 502-506.

Mekbungwan, P., Tunpan, A., Borlido, L.F.S.,Khaitiyakun, N.,Kanchanasut, K. (2011). A DTN routing on OLSR for VANET: A preliminary road experiment. Global Information Infrastructure Symposium, GIIS 2011, 6026702.

โครงการวิจัยและพัฒนา
ระบบการสื่อสารเพื่อการดำรงชีวิตอิสระของคนพิการ
THE COMMUNICATION SYSTEM FOR INDEPENDENT LIVING OF PERSONS WITH DISABILITIES

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
เลขที่ 399 ถ. สามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กทม. 10300 โทรศัพท์ : 02-665-3777