

คีย์บอร์ดเท้าสำหรับผู้พิการทางแขน
FEET KEYBOARD FOR PEOPLE WITH THE DISABILITY OF
THE ARM, SHOULDER AND HAND



ปริญญาานิพนธ์นี้ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

คีย์บอร์ดเท้าสำหรับผู้พิการทางแขน
FEET KEYBOARD FOR PEOPLE WITH THE DISABILITY OF
THE ARM, SHOULDER AND HAND



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FEET KEYBOARD FOR PEOPLE WITH THE DISABILITY OF
THE ARM, SHOULDER AND HAND



THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHATRONICS ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2557

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง คีย์บอร์ดเท้าสำหรับผู้พิการทางแขน
FEET KEYBOARD FOR PEOPLE WITH THE DISABILITY OF THE ARM,
SHOULDER AND HAND

ผู้จัดทำ นายภาสกร โรจนวิภาต 54010999
นายคมะ กาญจนะประยูร 54011239
นายสมิทธิ์ เมืองหมด 54011236



[Handwritten signature]

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดอน อิศรากร)

[Handwritten signature]

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์สองเมือง นันทขว้าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คีย์บอร์ดเท้าสำหรับผู้พิการทางแขน

โดย

นายภาสกร	โรจนวิภาต	54010999
นายศมะ	กาญจนะประยูร	54011239
นายสมิทธิ์	เมืองหมุด	54011236

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดอน

อิศรากร

อาจารย์สองเมือง

นันทขว้าง

ปีการศึกษา 2557

บทคัดย่อ

เนื่องจากในปัจจุบันมีผู้พิการทางแขนจำนวนมาก ซึ่งผู้พิการบางคนไม่ได้มีการพิการมาตั้งแต่กำเนิด และพวกเขาอาจจะมีความรู้ด้านคอมพิวเตอร์หรือความจำเป็นที่ต้องใช้คอมพิวเตอร์ เมื่อได้รับความพิการทางแขนทำให้ไม่สามารถใช้ความสามารถที่มีอยู่ในการทำงานได้ หรือทำงานได้ไม่สะดวกเท่าที่ควร ซึ่งอาจทำให้เสียเวลา และโอกาสในการประกอบอาชีพ ประโยชน์อันพึงประสงค์ฉบับนี้จึงทำการศึกษา วิเคราะห์การทำงานและออกแบบโครงสร้างคีย์บอร์ดเท้าสำหรับผู้พิการที่พิการทางแขนข้างเดียว โดยคีย์บอร์ดเท้าสำหรับผู้พิการทางแขนจะประกอบด้วย ส่วนโครงสร้าง ส่วนปุ่มกด ส่วนโปรแกรม และส่วนคอนโทรลเลอร์ โดยจะใช้อาร์ดูโนเป็นตัวคอนโทรลเลอร์ ในการควบคุมคำสั่งในการกดปุ่มของคีย์บอร์ด เพราะอาร์ดูโนสามารถเขียนโปรแกรมควบคุม กำหนดค่าปุ่ม เพื่อให้ผู้พิการใช้งานได้หลากหลายมากขึ้น โดยจะกำหนดค่าผ่านซอฟต์แวร์ที่เขียนขึ้นมา ซึ่งเขียนโดยใช้ภาษาซีชาร์ป จากการไปสำรวจให้ผู้พิการเป้าหมายได้ทดสอบใช้คีย์บอร์ดเท้าสำหรับผู้พิการทางแขน ผลสรุปว่าคีย์บอร์ดนี้มีส่วนช่วยให้ผู้พิการเป้าหมายใช้คอมพิวเตอร์ได้สะดวกและรวดเร็วมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FEET KEYBOARD FOR PEOPLE WITH THE DISABILITY OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

By

Mr. Patsakorn Rojanawipast 54010999

Mr. Sama Kanjanapayoon 54011206

Mr. Smith Muangmud 54011326

Advisors

Asst.Prof.Dr. Don Isarakorn

Mr. Songmoung Nundrakwang

Academic Year 2014

ABSTRACT

At present, there is a lot of disabled who does not has an arm. That disabled people had not have a disability since they were birth, some of them can use a computer. Once they got a disability, they can not use a computer as good as they can or they may lost time for the job more than the past. This thesis concerns about analyzing feet keyboard system and designed structure feet keyboard for disabled who has one arm. This keyboard feature structure part, buttons part, software part and controller part. The Arduino was used as a controller for control buttons because Arduino can be used programmable for keyboard, which can easily define parameter by using software created from visual C#. According to experiment by letting the people with disability test feet keyboard. The results concluded that this keyboard can contribute the people with disability in using computer more comfortably.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปฏิญานិพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี เนื่องจากอาจารย์ที่ปรึกษาของเราทั้งสองท่าน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดอน อิศรางกร และอาจารย์สองเมือง นันทขว้าง ที่ได้ให้คำแนะนำและปรึกษาเกี่ยวกับงานที่ทำมาโดยตลอด

ขอขอบคุณนายฐาปนันท์ สุธาวิยางกูร และนายศุภวัฒน์ ชัยสวัสดิ์ ที่คอยให้คำปรึกษา และสามารถตอบข้อสงสัยต่างๆ ที่กลุ่มของเราสงสัย สามารถแนะนำให้กลุ่มของเราเกิดแนวคิดใหม่ๆ

ขอขอบคุณนายเมธา ศิริพรประसार และนายวิโรจน์ ภาณุวัฒน์ไพศาล ที่คอยให้คำปรึกษาสอนในสิ่งที่กลุ่มเราไม่รู้ให้วิทยานิพนธ์สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณบิดา มารดา ของพวกเราผู้ให้กำเนิด เลี้ยงดู ให้โอกาสทางการศึกษา ให้กำลังใจจนงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการศึกษา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา	1
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	2
2.1 หลักการทำงานของคีย์บอร์ด	2
2.2 ปุ่มบนคีย์บอร์ด	3
2.3 อาร์ดูโน (Arduino)	3
2.4 ความสัมพันธ์และความแตกต่างในการเคลื่อนไหกระหว่างนิ้วมือกับเท้าในการกดคีย์บอร์ด	5
บทที่ 3 ขั้นตอนการศึกษาและออกแบบ	6
3.1 ศึกษาจากคีย์บอร์ดจริง (Investigating Form Real Keyboard)	6
3.2 ทดลองโดยใช้อาร์ดูโนเป็นคีย์บอร์ด (Using Arduino as a Keyboard)	7
3.2.1 ศึกษาการเขียนโปรแกรมคีย์บอร์ดของอาร์ดูโนเลโอนาร์โด (Arduino Leonardo) โดยเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์	7
3.2.2 สร้างซอฟต์แวร์กำหนดค่าคีย์บอร์ดโดยใช้อาร์ดูโนเลโอนาร์โด (Software for Define Parameter by Using Arduino Leonardo)	7
3.2.3 การทำงานระหว่างอาร์ดูโน (Arduino) กับซอฟต์แวร์ (Software)	9
3.2.4 ทดลองใช้งาน	9
3.3 ทดลองออกแบบโครงสร้างคีย์บอร์ดและวิเคราะห์รูปแบบต่างๆ	10
3.3.1 โครงสร้างแบบที่ 1	10
3.3.2 โครงสร้างแบบที่ 2	10
3.3.3 โครงสร้างแบบที่ 3	11
3.4 ทดลองสร้างชิ้นงานเพื่อทดลอง	11
3.4.1 ต้นแบบคีย์บอร์ดที่ทำการทดลอง	11
3.4.2 สร้างชิ้นงานจากที่ออกแบบเพื่อใช้ทดลอง	11
3.5 ทดลองแยกสวิตซ์การกด	12
3.6 ทดลองลดขนาดสวิตซ์ให้เล็กลง	13
3.6.1 รูปแบบที่ 1	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.6.2 รูปแบบที่ 2	14
3.6.3 รูปแบบที่ 3	14
บทที่ 4 สถิติและผลการสำรวจ	15
4.1 สถิติผู้พิการในประเทศไทย	15
4.1.1 ผู้พิการที่พิการทางการเคลื่อนไหว	15
4.1.2 ผู้พิการที่ใช้คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต	16
4.2 วิเคราะห์จำนวนกลุ่มเป้าหมาย	16
4.2.1 ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลอง	16
4.3 แนวทางการสำรวจและประมวลผล	17
4.4 ผลการสำรวจ	17
4.5 วิเคราะห์ข้อมูล	19
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน	20
5.1 สรุปผล	20
เอกสารอ้างอิง	21
ภาคผนวก	22
ภาคผนวก ก	23
ภาคผนวก ข	39



สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	บอร์ดอาร์ดูโน (Arduino)	4
2.2	ซอฟต์แวร์ของอาร์ดูโน (Arduino Software)	4
2.3	Basic Movement Pattern	5
3.1	ศึกษาการทำงานของคีย์บอร์ด	6
3.2	ทดลองกดแผ่นวงจร	6
3.3	อาร์ดูโนเลโอนาร์โด (Arduino Leonardo)	7
3.4	การติดต่อสื่อสารของอาร์ดูโนเลโอนาร์โด (Arduino Leonardo) กับคอมพิวเตอร์	7
3.5	ซอฟต์แวร์การกำหนดค่าพารามิเตอร์ของคีย์บอร์ด (Software for Setting Parameters)	8
3.6	แผนผังการทำงานของคีย์บอร์ด	8
3.7	ทดลองกดสวิตช์ (Switch)	9
3.8	โปรแกรม Ghosting Keyboard	9
3.9	โครงสร้างแบบที่ 1	10
3.10	โครงสร้างแบบที่ 2	10
3.11	โครงสร้างแบบที่ 3	11
3.12	แบบโครงคีย์บอร์ดจากแบบที่ 2	11
3.13	แบบที่สร้างขึ้นมาเพื่อทดลอง	12
3.14	สวิตช์ (Switch) ที่แยกออกมา	12
3.15	สวิตช์ (Switch) ที่มีขนาดเล็กลง	13
3.16	แบบการจัดเรียงสวิตช์ (Switch) แบบที่ 1	13
3.17	แบบการจัดเรียงสวิตช์ (Switch) แบบที่ 2	14
3.18	แบบการจัดเรียงสวิตช์ (Switch) แบบที่ 3	14
4.1	จำนวนประชากรพิการที่มีลักษณะความบกพร่อง จำแนกตามลักษณะความบกพร่อง เพศ และเขตการปกครอง ทัวราชอาณาจักร พ.ศ. 2555	15
4.2	ร้อยละของประชากรที่พิการอายุตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไปที่ใช้คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต จำแนกตามเพศ กลุ่ม อายุ เขตการปกครอง และภาค พ.ศ. 2555	16
4.3	กราฟแผนภูมิแท่งแสดงความพึงพอใจของผู้ทดสอบสำหรับผู้พิการทางแขนข้างเดียว	18
4.4	กราฟแผนภูมิแท่งแสดงความพึงพอใจของผู้ทดสอบสำหรับผู้พิการอัมพฤกษ์ครึ่งซีก	18

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการศึกษา

เนื่องจากในปัจจุบันมีผู้พิการทางแขนและสามารถใช้งานคอมพิวเตอร์ได้จำนวนมากขึ้น ซึ่งการใช้งานคอมพิวเตอร์ของผู้พิการทางแขนนั้นไม่มีความสะดวกเท่าที่ควร ทำให้ไม่สามารถใช้ความสามารถที่มีอยู่ได้อย่างเต็มที่ เช่น การกดคีย์บอร์ดของผู้พิการที่ใช้งานแขนได้ข้างเดียว หากจะพิมพ์ตัวอักษร ญ ก็จะต้องกด Shift + ย จะสามารถพิมพ์ได้ลำบาก โดยจะต้องเอื้อมมือไกลเพราะปุ่ม Shift กับ ญ อยู่ห่างกันมาก หรือต้องกด Capslock ก่อนเพื่อพิมพ์ ญ และต้องกด Capslock ซ้ำอีกครั้งเพื่อปิดฟังก์ชัน Capslock ซึ่งทำให้ในการใช้งานจริงมีความลำบากและช้าในการใช้งาน หรือการกดปุ่ม Ctrl + Alt + Delete ซึ่งต้องกดสามปุ่มพร้อมกัน หากใช้แขนได้ข้างเดียวจะกดได้ลำบาก

ในโครงการนี้จึงทำการศึกษาเกี่ยวกับคีย์บอร์ดสำหรับผู้พิการทางแขน กลุ่มผู้วิจัยมีแนวคิดให้ใช้เท้าในการกดคีย์บอร์ดควบคู่กับการใช้มือ และสามารถกำหนดค่าของแต่ละปุ่มในการใช้งาน เนื่องจากผู้ใช้งานมีความต้องการในการใช้งานปุ่มต่างๆ ไม่ตรงกัน เพื่อให้ผู้พิการทางแขนใช้งานคีย์บอร์ดได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ในการทำงาน

1. เพื่อให้ผู้พิการทางแขนข้างเดียวสามารถใช้คอมพิวเตอร์ได้สะดวก
2. เพื่อให้ผู้พิการสามารถเข้าถึงคีย์บอร์ดเท่าได้มากขึ้น โดยออกแบบให้มีราคาถูก

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. ศึกษาการทำงานของระบบคีย์บอร์ด
2. ศึกษาการเชื่อมต่อระหว่างคีย์บอร์ดกับคอมพิวเตอร์
3. วิเคราะห์โครงสร้างที่เหมาะสมกับผู้พิการ
4. ศึกษาการทำงานของอาร์ดูโน (Arduino) เพื่อควบคุมคำสั่งของคีย์บอร์ด
5. ออกแบบโครงสร้างคีย์บอร์ด และผู้พิการสามารถกำหนดค่าของปุ่มต่างๆ ได้
6. สำรวจความพึงพอใจของคีย์บอร์ดจากกลุ่มเป้าหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการทำงานของคีย์บอร์ด

การกดปุ่มคีย์บอร์ดคือ การกดปุ่มสวิตช์ไฟฟ้า เมื่อกดสวิตช์จะเป็นการส่งสัญญาณไปที่ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์จะประมวลผลข้อมูลเหล่านั้นอีกทีว่าเป็นคำสั่งอะไร ซึ่งคีย์บอร์ดก็มีเทคโนโลยีที่แตกต่างกันทำให้มีลักษณะการทำงานที่ไม่เหมือนกัน แบบที่ใช้งานมากที่สุดคือแบบสวิตช์ที่มีการแตะกันของหน้าสัมผัส แต่ปัจจุบันได้มีการนำหน้าสัมผัสแบบคาร์บอนมาใช้ ซึ่งก็คือคีย์บอร์ดนั่นเอง

เมื่อกดสวิตช์ตามแบบธรรมดาแล้ว ส่วนใหญ่จะเป็นสวิตช์ที่กดแล้วจะมีกระแสไฟฟ้าไหลในสายเส้นนั้น โดยจะเป็นการกดและทำงานหนึ่งสวิตช์ต่อหนึ่งชุดคำสั่ง แต่ในกรณีของคีย์บอร์ดนั้นจำนวนปุ่มมีมากถึง 101-105 ปุ่ม ทำให้ต้องต่อสายจำนวนมาก ซึ่งถ้าหากต้องต่อสายทั้งหมดนั้นจะมีความยุ่งยากเป็นอย่างมาก จึงต้องใช้วิธีอื่นในการลดสายที่ต่อกับคีย์ต่างๆ ลง โดยจัดให้อยู่ในรูปเมตริกซ์ (Matrix) [1] โดยจะจัดให้อยู่ในรูปเมตริกซ์ขนาด 13×8 โดยมีสายในแนวตั้ง 8 สาย และสายในแนวนอน 13 สายมาทับกัน จะเกิดเป็นจุดตัดทั้งหมด 104 จุด ซึ่งก็คือ จุดของสวิตช์แต่ละตัวของคีย์บอร์ดนั่นเอง โดยสายในแนวตั้งเส้นหนึ่งและแนวนอนอีกเส้นหนึ่งจะต่อถึงกัน ทำให้มีกระแสไหลผ่านในสายคู่นี้ ซึ่งวิธีเมตริกซ์นี้จะช่วยลดจำนวนสายในคีย์บอร์ดได้

เมื่อคีย์บอร์ดอยู่ในรูปเมตริกซ์แล้วการที่จะบอกให้เครื่องรู้ว่าสวิตช์ใดถูกกดจะทำได้ โดยการสแกน (Scan) กระแสไฟฟ้าที่อยู่ในสายต่างๆ ว่ามีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร จะเริ่มส่งข้อมูลเป็นสัญญาณดิจิทัล คือมีเพียง 2 สถานะ ที่เป็น 0 คือไม่มีสัญญาณ และ 1 มีไฟฟ้า สัญญาณที่ส่งออกมาจึงเขียนแทนเป็นรหัสได้ เช่น ถ้าเมตริกซ์มีด้านละ 4 สาย ก็จะเขียนได้เป็น 1000, 0100, 0100, 0000 จะมีเพียงสายเดียวเท่านั้นที่เป็น 1 และ 1 ตัวนี้จะสแกนไปตามสายที่ 4 อย่างรวดเร็ว ส่วนอีกด้านหนึ่งของเมตริกซ์ (Matrix) นั้นสายอีก 4 สายที่เหลืออยู่ก็จะทำหน้าที่เป็นตัวรับสัญญาณตามปกติ ถ้าไม่มีการกดคีย์ใดๆ สายทั้ง 2 ชุดคือ แนวนอนและแนวตั้ง จะไม่สัมผัสกัน ดังนั้นไม่ว่าแนวตั้งจะส่งรหัสอะไรออกมา สายทางแนวนอนจะรับสัญญาณได้เป็น 0 ทั้งหมดเสมอ แต่เมื่อมีการกดคีย์ เลข 1 สแกนตรงกับสายที่ผ่านคีย์นั้นๆ จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านคีย์มาถึงสายทางแนวนอน ทำให้สายทางแนวนอนรับรู้ได้ว่ามีการกดคีย์ หรือหมายถึงว่า ตัวที่อยู่ในตำแหน่งของสายแนวตั้งและแนวนอนทั้งสองนั้นตัดกัน วงจรของคีย์บอร์ดจะส่งสัญญาณทั้งสองนี้และประมวลผลว่าเป็นคีย์ใด

จากคีย์บอร์ดส่งไปหน่วยประมวลผลนั้น จะต้องมีการเข้ารหัสแทนที่จะนำไปประมวลผลจริงเลย เช่น รหัสแอสกี (ASCII) ย่อมาจาก American Standard Code For Information Interchange ซึ่งในกรณีนี้ข้อมูลที่รับจะสามารถนำไปประมวลผลได้ทันทีเลย และอีกวิธีคือ วิธีการเข้ารหัสพิเศษที่เรียกว่า สแกนโค้ด (Scan Code) ซึ่งเป็นรหัสเฉพาะที่ใช้ภายในเครื่อง เมื่อหน่วยประมวลผลรับสแกนโค้ดไปแล้ว จะไปแปลงเป็นข้อมูลจริงอีกทีหนึ่ง ในปัจจุบันมีคีย์พิเศษเพิ่มเข้ามา มาก เช่น ฟังก์ชันคีย์ ดังนั้นการใช้สแกนโค้ดจึงสามารถนำไปใช้งานได้หลากหลายกว่า เพราะรหัสแอสกีอาจจะไม่มีข้อมูลของบางคีย์ระบุไว้ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการส่งข้อมูลจากคีย์บอร์ดคอนโทรลเลอร์ (Keyboard Controller) ไปยังหน่วยประมวลผลนั้น ปัจจุบันจะทำการส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial) ไปทีละบิตแทนที่จะส่งทีละหลายบิตไปแบบขนาน เพราะต้องการให้สายที่ต่อคีย์บอร์ดกับตัวเครื่องมีเส้นเดียว หรือส่งผ่านแบบไร้สาย ซึ่งในการที่จะส่งข้อมูลทีละบิตได้นั้นจะต้องมีอุปกรณ์พิเศษที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณข้อมูลทั้ง 8 บิต หรือ 16 บิต ให้ส่งออกไปทีละบิต และทางตัวรับที่เครื่องจะต้องมีอุปกรณ์ประเภทเดียวกันเพื่อนำบิตแต่ละบิตมาเรียงต่อกันเป็น 8 บิต หรือ 16 บิต เพื่อส่งให้หน่วยประมวลผลอีกที ซึ่งคือการพอลลิง (Polling) หรืออินเตอร์รัพท์ (Interrupt)

2.2 ปุ่มบนคีย์บอร์ด

ในการพิมพ์ตัวอักษรบนคอมพิวเตอร์ จะใช้คีย์บอร์ดที่มีการจัดเรียงปุ่มเหมือนเครื่องพิมพ์ดีดทั่วไปคือ การจัดเรียงแบบ QWERTY ซึ่งเป็นรูปแบบที่ใช้กันมายาวนานจนเป็นมาตรฐานในการพิมพ์

โดยปุ่มที่สำคัญบนคีย์บอร์ดมีดังนี้

ปุ่มตัวเลข เป็นปุ่มที่ใช้ในการพิมพ์ตัวเลข

ปุ่มตัวอักษร เป็นปุ่มที่ใช้ในการพิมพ์ตัวอักษรต่างๆ เช่น ตัวอักษรภาษาอังกฤษ ตัวอักษรภาษาไทย เป็นต้น

ปุ่ม Shift ใช้สำหรับพิมพ์ตัวพิมพ์ใหญ่ของคีย์บอร์ด เช่น จะพิมพ์ตัวอักษร A ก็พิมพ์โดยการกดปุ่ม Shift + a

ปุ่ม Alt จะใช้เป็นปุ่มเสริมของคีย์บอร์ด เช่น เมื่อกด Alt กับ A พร้อมกัน ก็จะกลายเป็นการเรียกใช้ฟังก์ชันของคำสั่ง Alt+A ซึ่งฟังก์ชันหรือการทำงานของคำสั่งนั้นในแต่ละโปรแกรมจะแตกต่างกัน

ปุ่ม Ctrl จะใช้เป็นปุ่มเสริมของคีย์บอร์ดเหมือนกับปุ่ม Alt เช่น เมื่อกด Ctrl กับ A พร้อมกัน ก็จะกลายเป็นการเรียกใช้ฟังก์ชันของคำสั่ง Ctrl + A ซึ่งฟังก์ชันหรือการทำงานของคำสั่งนั้นในแต่ละโปรแกรมจะแตกต่างกัน

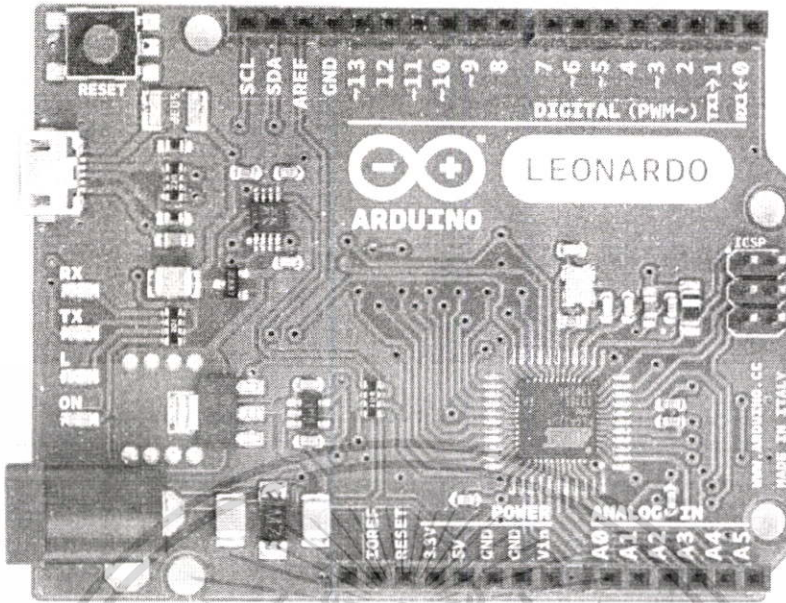
ปุ่มวินโดวส์คีย์ (Windows Key) เป็นปุ่มที่อยู่บนคีย์บอร์ดสำหรับระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows เป็นปุ่มที่อำนวยความสะดวกในการใช้ฟังก์ชันต่างๆ ของระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows เช่น จะ Log Off ก็ให้กดปุ่ม Windows + L

ปุ่มควบคุมอื่นๆ เช่น ปุ่ม Home, End, Insert, Delete, Esc

2.3 อาร์ดูโน (Arduino)

อาร์ดูโน (Arduino) [2] เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ [3] ชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมเข้าไปสั่งการได้และใช้ประมวลผลเพื่อควบคุมอุปกรณ์อื่นๆ โดยจะใช้งานร่วมกับภาษา C ซึ่งถูกออกแบบมาให้สามารถใช้งานได้ง่าย และมีไลบรารีต่างๆ ให้พร้อม สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ได้โดยผ่านทางสาย USB นอกจากนั้นซอฟต์แวร์ของอาร์ดูโน สามารถดาวน์โหลดได้ฟรี โดยไม่ต้องเสียค่าลิขสิทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่มา : http://www.arduino.cc/en/uploads/Main/ArduinoLeonardoFront_2.jpg

รูปที่ 2.1 บอร์ดอาร์ดูโน (Arduino).

```

Blink | Arduino 0021
File Edit Sketch Tools Help
Blink
/*
 * Blink:
 * Turns on an LED on for half second, then off for half second, repeatedly.
 *
 * This example code is in the public domain.
 */

void setup() {
  // initialize the digital pin as an output.
  // Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH); // set the LED on
  delay(1000);           // wait for a second
  digitalWrite(13, LOW); // set the LED off
  delay(1000);          // wait for a second
}

```

ที่มา : <https://arduino-info.wikispaces.com/GettingStarted-Software>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (รูปที่ 2.2) ขอพืดแพร่ของอาร์ดูโน (Arduino-Software) นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ความสัมพันธ์และความแตกต่างในการเคลื่อนไหวระหว่างนิ้วมือกับเท้าในการกด คีย์บอร์ด

ในความสัมพันธ์ของมนุษย์กับคีย์บอร์ด โดยปกติมนุษย์จะใช้นิ้วมือในการทำสิ่งต่างๆ ที่หลากหลายในชีวิตประจำวัน ซึ่งมนุษย์ใช้จะสามารถใช้นิ้วมือได้คล่องแคล่ว อย่างไรก็ตามการใช้เท้าและนิ้วเท้าไม่สามารถใช้งานได้หลากหลายหรือยืดหยุ่นเหมือนนิ้วมือ เช่น การเคลื่อนที่ในแนวซ้ายขวา การเคลื่อนที่ในแนวขึ้นลง นิ้วมือจะมีความยืดหยุ่นและง่ายต่อการเคลื่อนที่มากกว่านิ้วเท้ามาก ดังรูปที่ 2.3 [4]



รูปที่ 2.3 Basic Movement Pattern

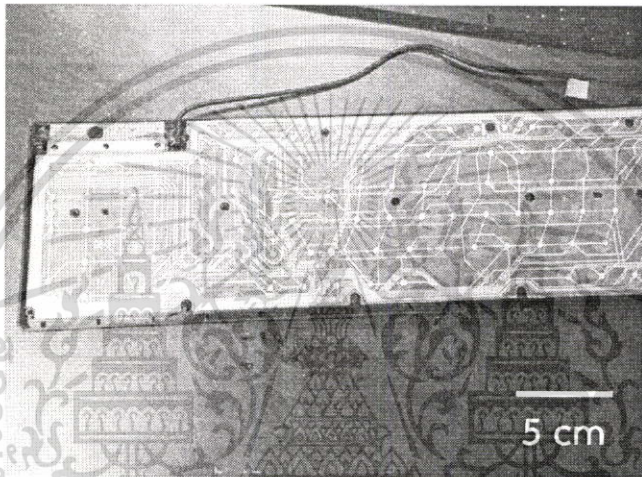
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

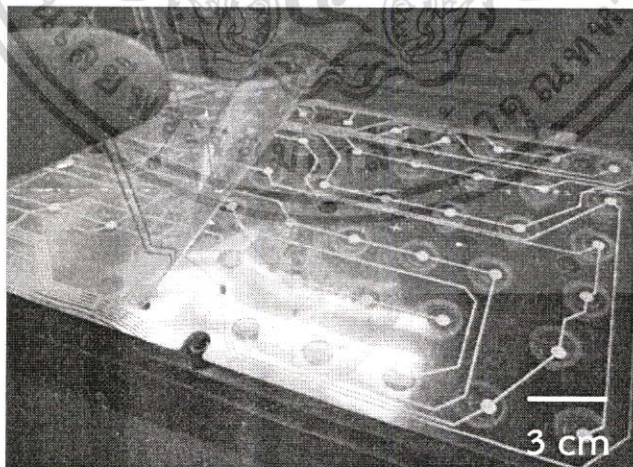
ขั้นตอนการศึกษาและออกแบบ

3.1 ศึกษาจากคีย์บอร์ดจริง (Investigating Form Real Keyboard)

ศึกษาดูส่วนประกอบของคีย์บอร์ด ดังรูปที่ 3.1 เพื่อศึกษาดูกระบวนการทำงานของคีย์บอร์ด ซึ่งจากการศึกษาจึงได้ทราบว่าคีย์บอร์ดทั่วไปต่อวงจรแบบเมตริกซ์ โดยจะมีไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) ในการสแกนและตรวจสอบว่าแถวและหลักที่เท่าไรทำงาน จากนั้นส่งข้อมูลเข้าคอมพิวเตอร์แล้วแสดงผลออกมา



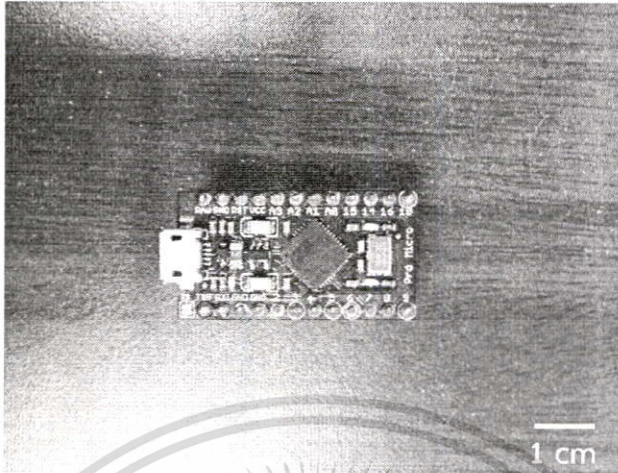
รูปที่ 3.1 โครงสร้างภายในของคีย์บอร์ดทั่วไป



รูปที่ 3.2 แผงวงจรภายในคีย์บอร์ดทั่วไป

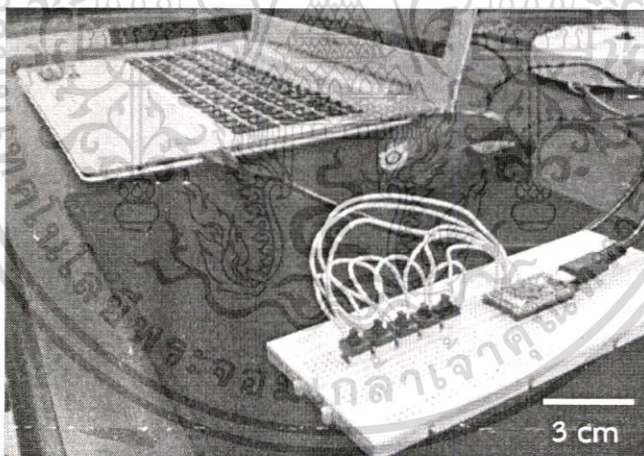
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ทดลองโดยใช้อาร์ดูโนเป็นคีย์บอร์ด (Using Arduino as a Keyboard)



รูปที่ 3.3 อาร์ดูโนเลโอนาโด (Arduino Leonardo)

3.2.1 ศึกษาการเขียนโปรแกรมคีย์บอร์ดของอาร์ดูโนเลโอนาโด (Arduino Leonardo) โดยเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์

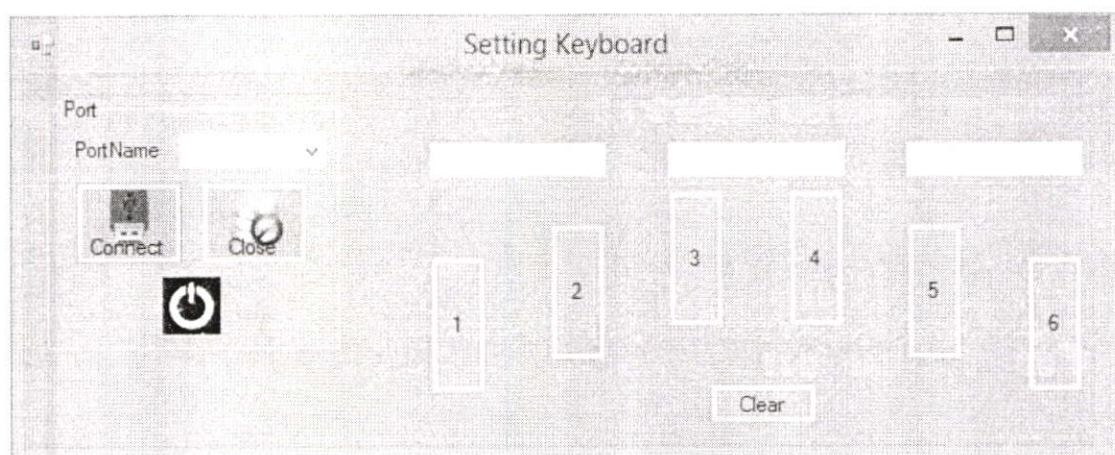


รูปที่ 3.4 การติดต่อสื่อสารของอาร์ดูโนเลโอนาโด (Arduino Leonardo) กับคอมพิวเตอร์

จากรูปที่ 3.4 คือการติดต่อสื่อสารของบอร์ดอาร์ดูโนเลโอนาโด (Arduino Leonardo) กับคอมพิวเตอร์ การที่ทำให้อาร์ดูโนเลโอนาโดสามารถเชื่อมต่อและทำงานกับคอมพิวเตอร์ได้นั้น ผู้ใช้จะต้องติดตั้งซอฟต์แวร์ (Software) ของอาร์ดูโน (Arduino) ลงบนคอมพิวเตอร์ เพื่อเป็นไดรเวอร์ (Driver) ด้วย มิฉะนั้นคอมพิวเตอร์จะไม่สามารถติดต่อสื่อสารกับบอร์ดอาร์ดูโนได้

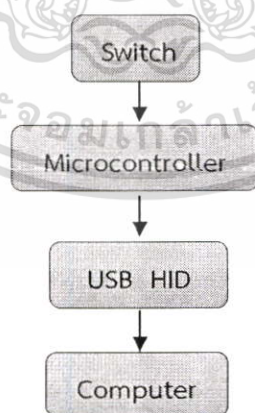
3.2.2 สร้างซอฟต์แวร์กำหนดค่าคีย์บอร์ดโดยใช้โปรแกรม (Software For Define Parameter by Using Arduino Leonardo)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 ซอฟต์แวร์การกำหนดค่าพารามิเตอร์ของคีย์บอร์ด (Software for Setting Parameters)

โปรแกรมนี้สามารถกำหนดค่าของปุ่มได้ ดังรูปที่ 3.5 เนื่องจากความต้องการของผู้ใช้อาจจะไม่ตรงกัน จึงต้องทำให้สามารถกำหนดค่าของพารามิเตอร์ได้ เพื่อให้ความเหมาะสมกับผู้ใช้หรือลักษณะการใช้งานต่างๆ นอกจากนี้โปรแกรมนี้ยังสามารถกำหนดลำดับค่าพารามิเตอร์ (Parameter) ในการกดได้ วิธีการใช้ให้ป้อนค่าพารามิเตอร์ที่ต้องการกำหนดในช่องว่าง (หากต้องการลำดับค่าพารามิเตอร์ให้ใส่ทั้ง 3 ช่องตามลำดับ) จากนั้นกดปุ่ม 1 ถ้าต้องการกำหนดค่าพารามิเตอร์สวิตช์ (Switch) ที่ 1 หากต้องการกำหนดค่าพารามิเตอร์ สวิตช์ตัวอื่นๆ ให้เลือกเขตตามด้วยหมายเลขสวิตช์นั้นๆ เช่น กำหนดให้ปุ่มที่ 1 เป็นปุ่ม Ctrl กำหนดให้ปุ่มที่ 5 เป็นปุ่ม Delete กำหนดให้ปุ่มที่ 6 เป็นปุ่ม Spacebar เป็นต้น เมื่อกำหนดพารามิเตอร์ที่ต้องการเรียบร้อยแล้ว ต้องทำการปิดโปรแกรมเสมอ และหากต้องการเชื่อมต่ออีกครั้งให้กดปุ่มเชื่อมต่อ (Connect) ทางด้านซ้ายของซอฟต์แวร์ หากกำหนดค่าพารามิเตอร์ผิดพลาด ให้ทำการแก้ไขโดยการกดปุ่มเคลียร์ (Clear) ที่อยู่ด้านล่าง หรือกำหนดค่าพารามิเตอร์ใหม่ที่ต้องการทับซ้อนลงไป



รูปที่ 3.6 แผนผังการทำงานของคีย์บอร์ด

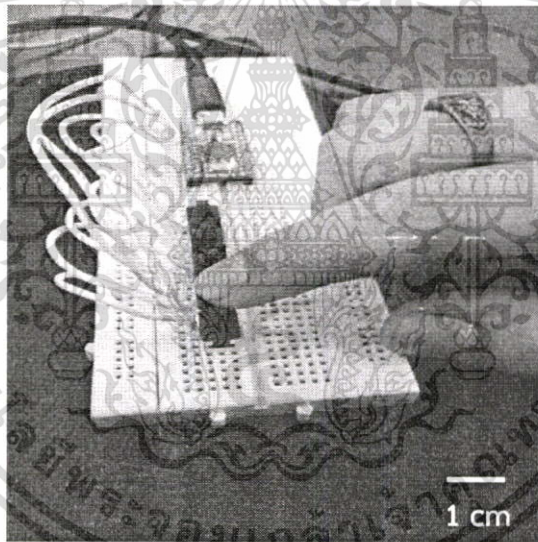
จากรูปที่ 3.6 เป็นแผนผังการทำงานของคีย์บอร์ด เมื่อกดสวิตช์ (Switch) ข้อมูลจะถูกส่งเข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งข้อมูลเข้าสู่คอมพิวเตอร์ผ่านทาง Universal Serial Bus Human Interface Device เนื่องจากไม่สามารถต่อสวิตช์เข้า USB โดยตรงได้ สำหรับการใช้นี้เป็นการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 วิธีการเข้าโหมดตั้งค่าปุ่ม

จากที่จัดทำซอฟต์แวร์ (Software) เพื่อให้กำหนดค่าพารามิเตอร์ (Parameter) ของปุ่มได้นั้น จะต้องเขียนโปรแกรมเพื่อให้ซอฟต์แวร์รับรู้ว่าจะใช้คำสั่ง Set Up ในการกำหนดค่าพารามิเตอร์ของปุ่ม ในที่นี้จะเพิ่มสวิตช์ (Switch) เข้าไปอีกตัวหนึ่ง โดยจะให้สวิตช์นี้เป็นสวิตช์สำหรับใช้ในการเข้าโหมด Set Up โดยเฉพาะเมื่อกดสวิตช์นี้แล้ว คำสั่งของโปรแกรมจะทำงานให้เชื่อมต่อกับซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการกำหนดค่าปุ่มนี้ และเมื่อใช้ซอฟต์แวร์ที่กำหนดค่าพารามิเตอร์ตามต้องการเรียบร้อยแล้วนั้น ให้กดสวิตช์ปิดเพื่อออกจากคำสั่ง Set Up เสมอ

3.2.4 ทดลองใช้งาน

ทดลองนำอาร์ดูโนเลโอนาร์โด (Arduino Leonardo) มาทดลองใช้จริงโดยจะต่อเข้ากับโปรโทบอร์ด (Protoboard) จากนั้นดูผลที่ได้ว่าเป็นอย่างไรดังรูปที่ 3.7 เมื่อได้ทำการทดลองกดแล้วนั้นทำให้รู้ว่าอาร์ดูโนเลโอนาร์โดสามารถใช้เป็นคีย์บอร์ดได้จริงและมีฟังก์ชันที่เป็นคีย์บอร์ดครบถ้วนตามที่ต้องการ ซึ่งจะใช้โปรแกรม Keyboard Ghosting เพื่อแสดงผลปุ่มที่กดดังรูปที่ 3.8 และดูว่าปุ่มไหนกำลังถูกกดอยู่ ไม่ว่าจะเป็นการกดปุ่มทีละครั้ง หรือกดปุ่มค้าง



รูปที่ 3.7 ทดลองกดสวิตช์ (Switch)

Keyboard Ghosting Explained!



[More Information About This Application](#)

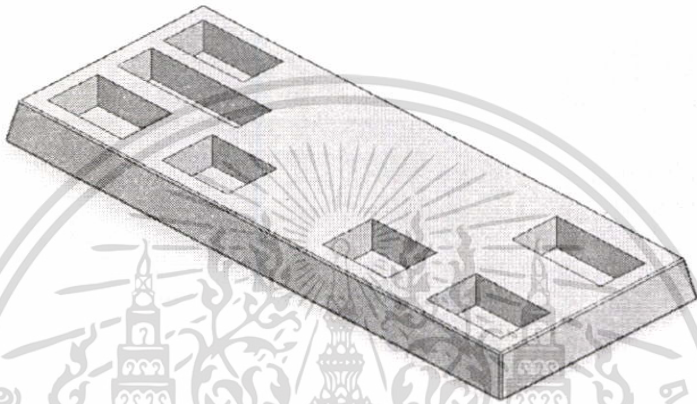
ที่มา : <http://www.microsoft.com/appliedsciences/antighostingexplained.aspx>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น และอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ทดลองออกแบบโครงสร้างคีย์บอร์ดและวิเคราะห์รูปแบบต่างๆ

3.3.1 โครงสร้างแบบที่ 1

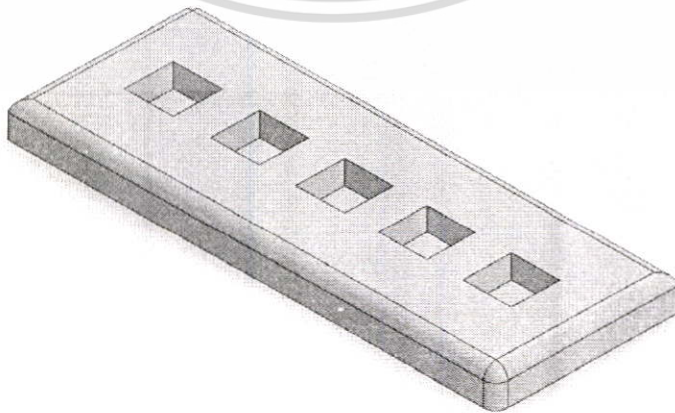
มีลักษณะสวิตช์ (Switch) อยู่ด้านข้างเพื่อที่จะสามารถใช้เท่าในการกดได้สะดวก โดยไม่ต้องก้าวเท้าในระยะทางมาก แต่มีข้อเสียคือ ปุ่มจะอยู่ใกล้กันในแนวตั้งทำให้เมื่อใช้เท้ากดอาจจะมีการกดผิดพลาดไปถูกอีกปุ่มหนึ่งได้ ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 โครงสร้างแบบที่ 1

3.3.2 โครงสร้างแบบที่ 2

มีลักษณะสวิตช์ (Switch) เรียงกันในแนวนอน โดยจะไม่มีข้อเสียจากแบบที่ 1 คือ การกดปุ่มผิดพลาดในแนวตั้ง แต่ข้อเสียในรูปแบบนี้คือ การที่ปุ่มอยู่ในแนวนอนเรียงกันเป็นเส้นตรงทำให้อาจจะต้องยกเท้าและก้าวเท้าในระยะที่ค่อนข้างมาก ซึ่งไม่สะดวกและเหมาะสมในการใช้จริง ดังรูปที่ 3.10

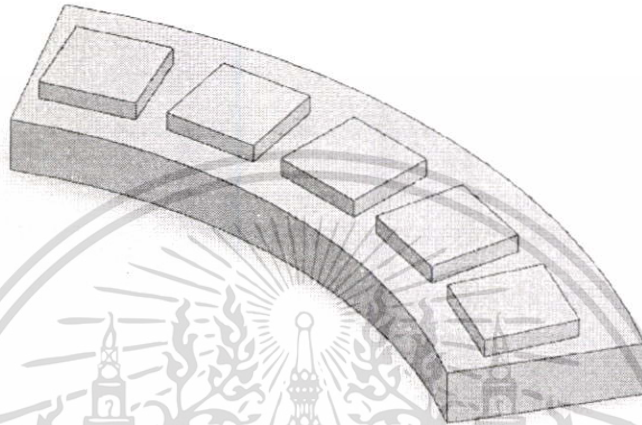


รูปที่ 3.10 โครงสร้างแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 โครงสร้างแบบที่ 3

มีลักษณะสวิตช์ (Switch) เรียงกันในแนวโค้งเข้าหาเท้าผู้ใช้งานเพื่อให้ใช้ระยะในการก้าวเท้า น้อยลง ทำให้สะดวกในการใช้งานมากขึ้น แต่ข้อเสียของรูปแบบทั้ง 3 แบบนี้คือ มีฐานที่แคบทำให้ไม่มีที่วางเท้าระหว่างรอกดปุ่ม ซึ่งอาจจะทำให้รู้สึกเมื่อยขณะยกเท้าและก้าวเท้าในการกด ดังรูปที่ 3.11

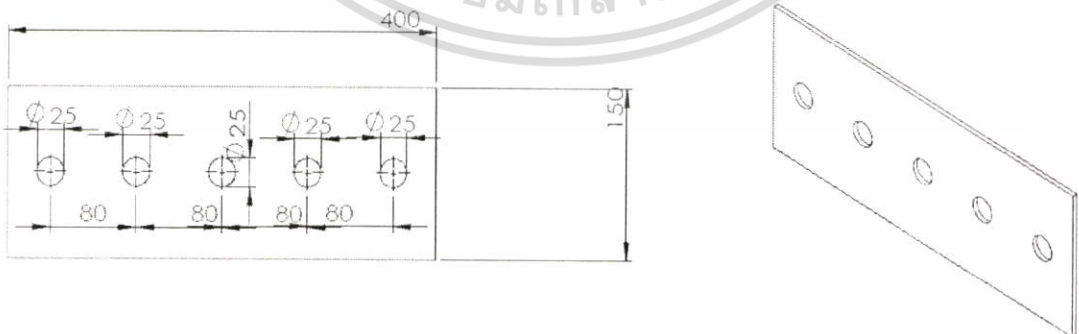


รูปที่ 3.11 โครงสร้างแบบที่ 3

3.4 ทดลองสร้างชิ้นงานเพื่อทดลอง

3.4.1 ดินแบบคีย์บอร์ดที่ทำการทดลอง

ออกแบบจากโปรแกรม Solid Works 2014 มีขนาด 150*400*30 มิลลิเมตร โดยจะมีสวิตช์ 5 ตัว ในการกด และวางเรียงกันโดยจะมีระยะห่างระหว่างกันตัวละ 80 มิลลิเมตรดังรูปที่ 3.12



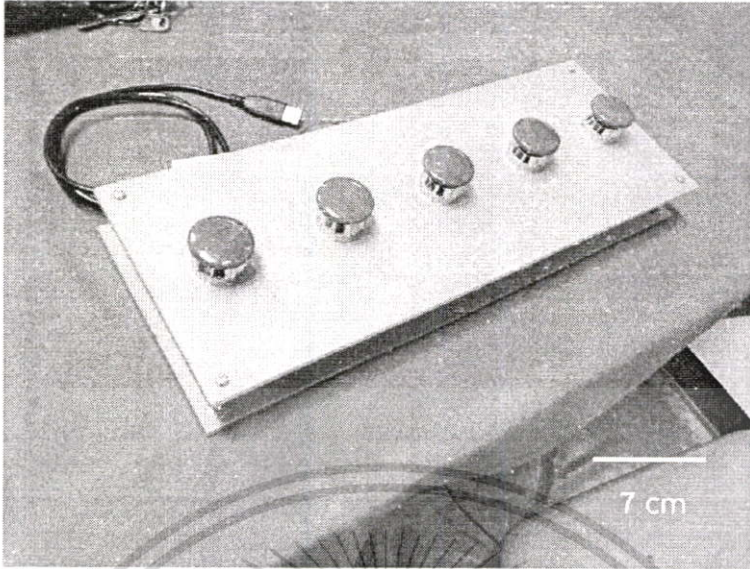
รูปที่ 3.21 แบบโครงคีย์บอร์ดจากแบบที่ 2

3.4.2 สร้างชิ้นงานจากที่ออกแบบเพื่อใช้ทดลอง

จากที่ออกแบบไว้นำมาสร้างชิ้นงานจริงเพื่อทำการทดลองเทียบ ซึ่งทำจากแผ่นอะคริลิก

ดังรูปที่ 3.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

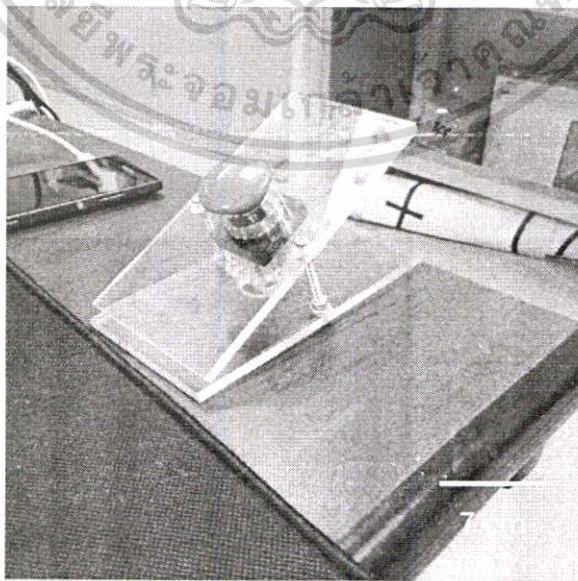


รูปที่ 3.13 แบบที่สร้างขึ้นมาเพื่อทดลอง

3.5 ทดลองแยกสวิทซ์การกด

แยกสวิทซ์แต่ละตัวออกมา เพื่อทดลองวางตำแหน่งของสวิทซ์ โดยออกแบบให้เอียงเข้ามา รับเท้าพอดี ทำให้ง่ายต่อการกด ซึ่งจะมีลักษณะคล้ายกับคันเร่งรถยนต์หรือเอฟเฟคกีตาร์ ดังรูปที่ 3.14

แต่หลังจากทำการทำการทดลองเหยียบแล้วนั้น เมื่อนำสวิทซ์หลายตัวมาวางเรียงกันนั้น ทำให้มีพื้นที่ในการใช้งานมาก ซึ่งไม่สะดวกต่อการเหยียบเนื่องจากต้องยกเท้าและใช้ระยะก้าวเท้ามาก มีผลทำให้เมื่อยและไม่ถนัดในการใช้งาน

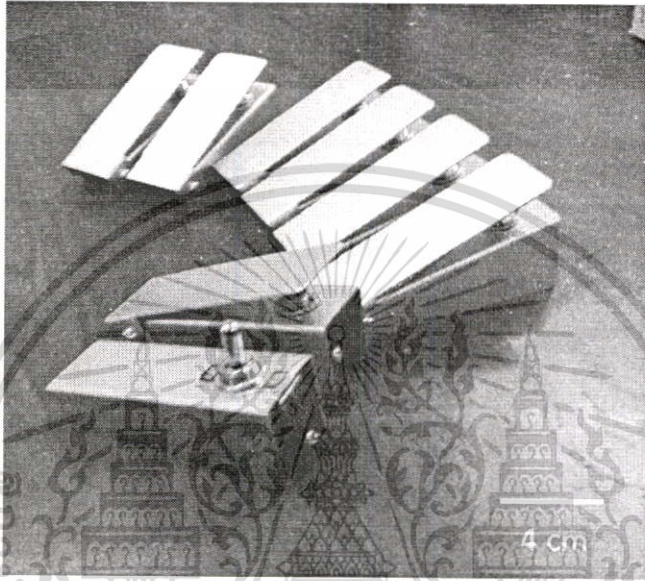


รูปที่ 3.14 สวิทซ์ (Switch) ที่แยกออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ทดลองลดขนาดสวิตช์ให้เล็กลง

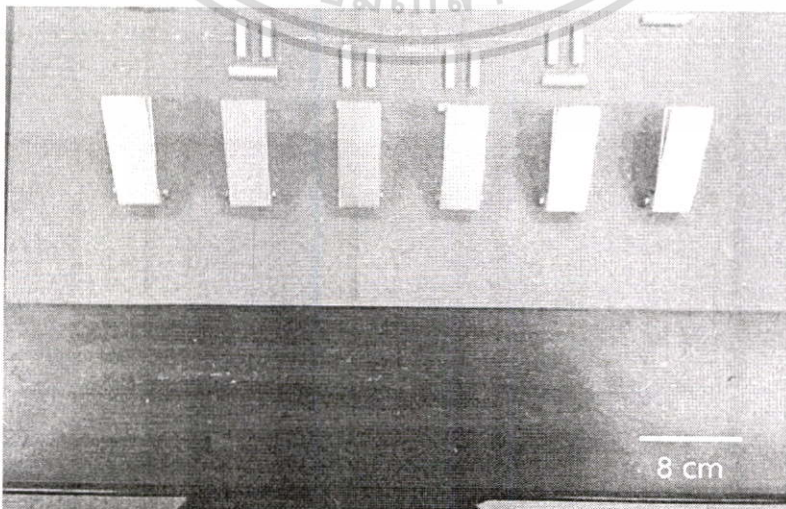
โดยจะลดขนาดแต่ละสวิตช์ให้เล็กลงดังรูปที่ 3.15 เพื่อลดพื้นที่ในการกด ทำให้ไม่ต้องยกเท้า หรือใช้ระยะก้าวเท้ามาก ทำให้สะดวกสบายในการทำงานมากขึ้นและจะเพิ่มสวิตช์มากขึ้นอีก 1 ตัว รวมทั้งหมดคือใช้สวิตช์ 6 ตัว จะจัดรูปแบบการเรียงสวิตช์เป็นรูปแบบต่างๆ จากนั้นจะนำแต่ละรูปแบบไปทำการทดลองใช้จริงเพื่อหารูปแบบที่เหมาะสมที่สุด สำหรับการใช้งานจริง จะจัดรูปแบบการเรียงสวิตช์ตามรูปแบบต่างๆ ดังนี้



รูปที่ 3.15 สวิตช์ (Switch) ที่มีขนาดเล็กลง

3.6.1 รูปแบบที่ 1

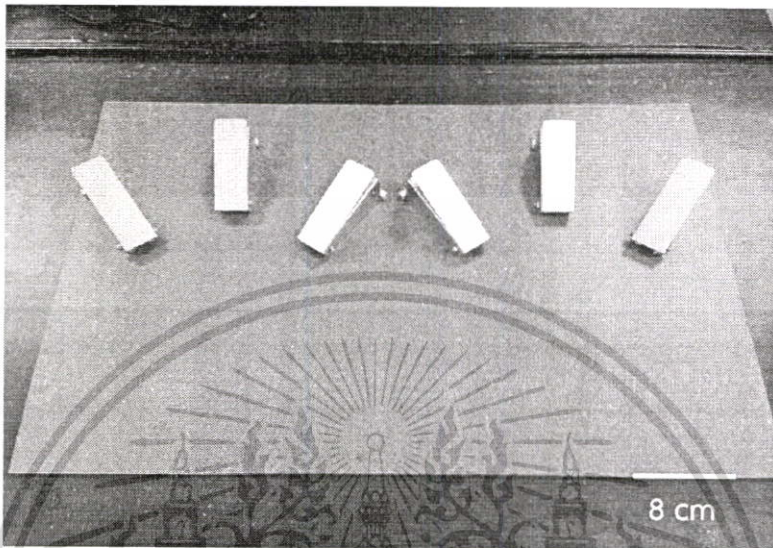
นำสวิตช์ (Switch) มาวางเรียงกันในแนวตรง โดยแต่ละสวิตช์นั้นจะมีระยะห่างกัน 80 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3.16



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรณีการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 3.16 แบบการจัดเรียงสวิตช์ (Switch) แบบที่ 1
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 รูปแบบที่ 2

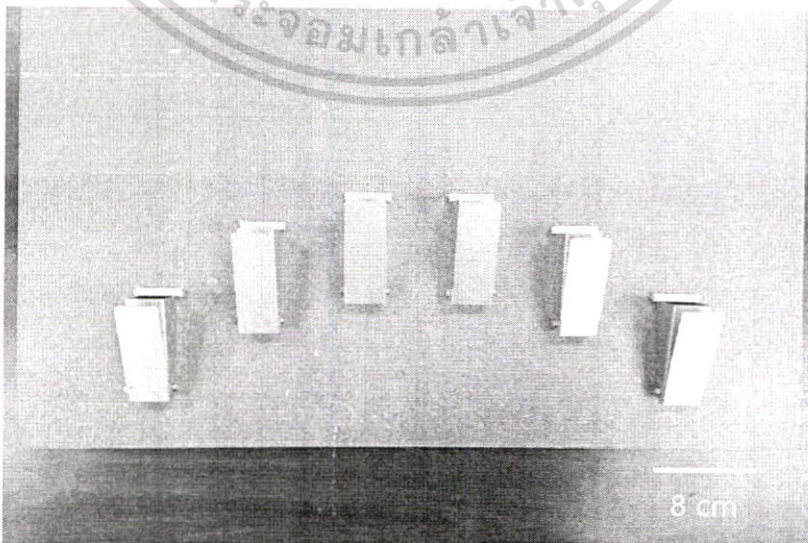
นำสวิตช์ (Switch) วางบนฐาน 600*400 มิลลิเมตร จะเรียงสวิตช์เป็นแบบสมมาตรฝั่งละ 3 ตัว โดยจะให้ปุ่มตรงกลางอยู่สูงที่สุดและห่างจากขอบด้านบน 60 มิลลิเมตร สวิตช์อีก 2 ตัวอยู่ด้านข้างโดยจะเอียงทำมุม 35 องศา กับแนวดิ่ง โดยเว้นระยะจากขอบด้านบน 120 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 แบบการจัดเรียงสวิตช์ (Switch) แบบที่ 2

3.6.3 รูปแบบที่ 3

นำสวิตช์ (Switch) มาวางเรียงเป็นสวนโค้งซึ่งมีรัศมีมีความโค้งเท่ากับ 300 มิลลิเมตร ให้สวิตช์ที่อยู่ตรงกลาง 2 ตัวอยู่เท่ากันที่ความสูงจากฐาน 135 มิลลิเมตร สวิตช์ที่สุ่งรองลงมา มีความสูงจากฐาน 110 มิลลิเมตร ส่วนสวิตช์ที่อยู่ต่ำที่สุด 2 ตัวนั้น มีความสูงจากฐาน 50 มิลลิเมตร โดยแต่ละปุ่มจะอยู่ห่างกันในแนวราบ 80 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3.18



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้รูปที่ 3.18 แบบการจัดเรียงสวิตช์ (Switch) แบบที่ 3 นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

สถิติและผลการสำรวจ

4.1 สถิติผู้พิการในประเทศไทย

จากการสำรวจความพิการของสำนักงานสถิติแห่งชาติ [5] พ.ศ. 2555 พบว่าประเทศไทยมีประชากรที่พิการประมาณ 1.5 ล้านคน หรือร้อยละ 2.2 ของประชากรทั่วประเทศ

4.1.1 ผู้พิการที่พิการทางด้าน การเคลื่อนไหว

จากรูปที่ 4.1 แสดงจำนวนผู้พิการในแต่ละประเภท ซึ่งกลุ่มเป้าหมายของการสำรวจคือผู้พิการที่มีแขนข้างเดียว แบ่งเป็นแขนขาด 6,805 คน มือขาด 3,143 คน นิ้วมือขาดที่ไม่สามารถหยิบจับสิ่งของได้ 15,621 คน ซึ่งรวมแล้วทั้งสิ้น 25,569 คน คิดเป็นร้อยละ 2.37 ของประชากรที่มีลักษณะความบกพร่องทางร่างกายและคิดเป็นร้อยละ 1.7 ของผู้พิการทั้งหมด [6]

1 ตารางที่ 21 จำนวนประชากรพิการที่มีลักษณะความบกพร่อง จำนวนคนตามลักษณะความบกพร่อง เพศ และเขตการปกครอง ทวีราชอาณาจักร พ.ศ. 2555

2 Table 21 Number of persons with disabilities having impairments by type of impairments, sex and area, Whole Kingdom : 2012

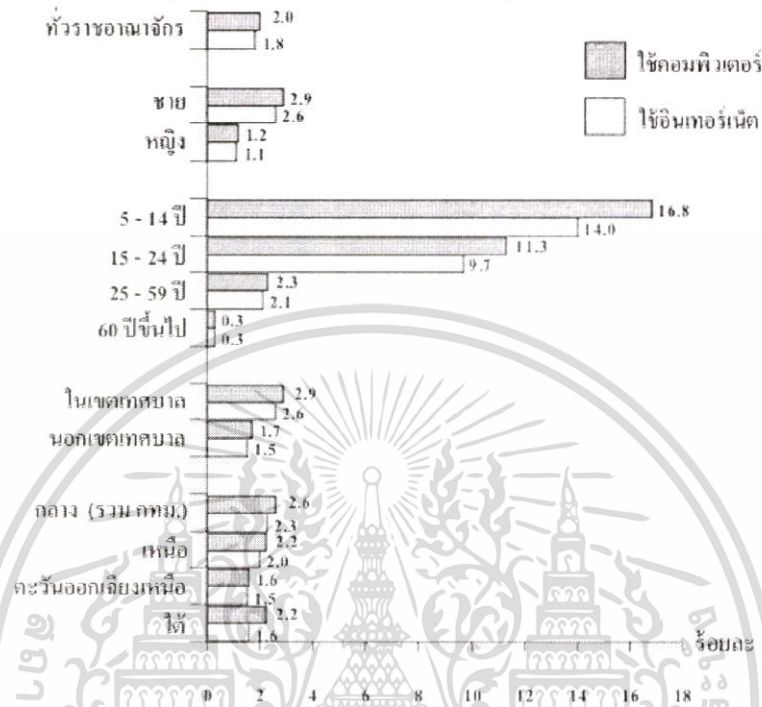
ลักษณะความบกพร่อง	รวม Total		เพศ Sex		เขตการปกครอง Area		Type of impairments ¹
	ชาย Male	หญิง Female	ไม่เขตเทศบาล Municipal	นอกเขตเทศบาล Non-municipal			
รวม	1,077,446	538,940	538,506	228,207	849,239	Total	
ตาบอด 2 ข้าง	29,907	12,792	16,816	5,296	24,011	Two-eyed blindness	
สายตาดูเลือนราง 2 ข้าง	783,948	64,556	120,408	40,254	144,691	Low vision	
ตาบอด 1 ข้างและเลือนราง 1 ข้าง	69,339	40,214	49,175	19,039	69,449	One-eyed blindness and low vision in one eye	
หูหนวก 2 ข้าง	42,266	22,293	19,974	5,367	34,900	Total deafness	
หูตึง 2 ข้าง	136,879	62,361	74,316	26,671	110,209	Hard of hearing on both ears	
สื่อความด้วยการพูด และการฟังไม่ได้	46,633	23,278	23,359	8,452	38,175	Cannot communicate with verbal language	
แขนขาด	6,805	5,566	939	1,258	5,547	Amputation, part of arm	
ขาขาด	24,758	13,094	6,704	5,997	19,707	Amputation, part of leg	
มือขาด	3,143	2,321	602	463	2,679	Loss of hand	
นิ้วมือขาด ไม่สามารถหยิบจับสิ่งของได้	15,621	10,017	5,505	2,797	12,914	Amputation, part of finger cannot gripping/holding things	
นิ้วเท้าแม่เท้าขาด	9,257	5,935	3,323	1,666	7,591	Amputation, part of toe	
แขน ขา สืบเหยียดคงไม่ได้	96,375	55,105	41,201	19,669	76,504	Disability of limbs	
แขน ขา มือ ลำตัว คอ งอเกร็ง						Limb deformity, spine	
โรคกระดูกสันหลัง	111,404	49,173	62,231	23,303	88,101	Spasticity, tremor	
แขน 2 ข้าง ขา 2 ข้าง ไม่เท่ากัน	23,204	13,431	9,772	5,304	17,899	Both arms both legs are not equal	
เท้าผูกเท้าตะแบงเท้าสลับ	12,233	6,442	5,791	2,250	9,952	Cliff-footed, deficiency foot	
อัมพาต	43,285	22,046	21,239	11,471	31,813	Paralysis	
อัมพฤกษ์	123,055	63,412	60,343	33,476	90,479	Paresis	
โรคจิต จิตลืมนิด	71,559	45,689	25,710	12,546	59,053	Psychosis	

รูปที่ 4.1 จำนวนประชากรพิการที่มีลักษณะความบกพร่อง จำแนกตามลักษณะความบกพร่อง เพศ และเขตการปกครอง ทวีราชอาณาจักร พ.ศ. 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผู้พิการที่ใช้คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต

การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศของประชากรผู้พิการอายุตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไปมีสัดส่วนที่น้อยมาก โดยจากรูปที่ 2.4 จะเห็นได้ว่ามีจำนวนผู้พิการที่ใช้คอมพิวเตอร์ และอินเทอร์เน็ตมีเพียงร้อยละ 2.0 และร้อยละ 1.8 ตามลำดับ จากผู้พิการทั้งหมดของประเทศ ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ร้อยละของประชากรที่พิการอายุตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไปที่ใช้คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต จำแนกตามเพศ กลุ่ม อายุ เขตการปกครอง และภาค พ.ศ. 2555

4.2 วิเคราะห์จำนวนกลุ่มเป้าหมาย

จากจำนวนผู้พิการที่ใช้แขนได้ข้างเดียว มีจำนวน 25,569 คน และจากที่ทราบว่าผู้พิการที่ใช้คอมพิวเตอร์มีร้อยละ 2.0 ทำให้สามารถประมาณจำนวนผู้พิการที่มีแขนข้างเดียวและใช้คอมพิวเตอร์จะได้ประมาณ 511 คน จากคนพิการทั่วประเทศ

4.2.1 ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลอง

สูตรที่นิยมใช้ในการคำนวณขนาดตัวอย่างคือ สูตรของ Taro Yamane (1973) [7] เหตุผลคือ เพราะเป็นสูตรที่ใช้าง่าย ไม่ซับซ้อน และที่สำคัญคือบอกถึงจำนวนตัวอย่างขั้นต่ำที่ต้องเก็บมาเพื่อการวิเคราะห์ ดังนี้

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

N = จำนวนประชากร

e = ค่าความคลาดเคลื่อน (ร้อยละ)
 เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสถาบันวิจัยและพัฒนาเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากจำนวนผู้พิการที่มีแขนข้างเดียวและใช้คอมพิวเตอร์มีทั้งหมด 511 คน ซึ่งเมื่อนำมาคำนวณจากสูตรของ Taro Yamane (1973) ซึ่งในที่นี้เลือกใช้ค่าความคลาดเคลื่อนที่ 0.2 ซึ่งจะคำนวณได้ประมาณ 24 คน

4.3 แนวทางการสำรวจและประมวลผล

จากที่ได้ไปทำการสำรวจความพึงพอใจของผู้ที่ได้ทดลองใช้คีย์บอร์ดในรูปแบบต่างๆ ที่ได้จัดทำทั้ง 3 รูปแบบ โดยกลุ่มเป้าหมายคือ ผู้พิการทางแขนที่สามารถใช้แขนได้ข้างเดียว สามารถใช้เท้าได้และใช้คอมพิวเตอร์ได้ สิ่งที่ต้องการจากการสำรวจนั้น เพื่อหาว่ารูปแบบไหนที่จะเหมาะสมที่สุดในการใช้งานจริง ซึ่งจะให้เป็นแบบประเมินให้กลุ่มเป้าหมายลงคะแนนและลงความคิดเห็น จากนั้นจะนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ เพื่อหารูปแบบที่เหมาะสมที่สุด

หัวข้อที่มีในแบบประเมินจะมี 6 หัวข้อ ดังนี้

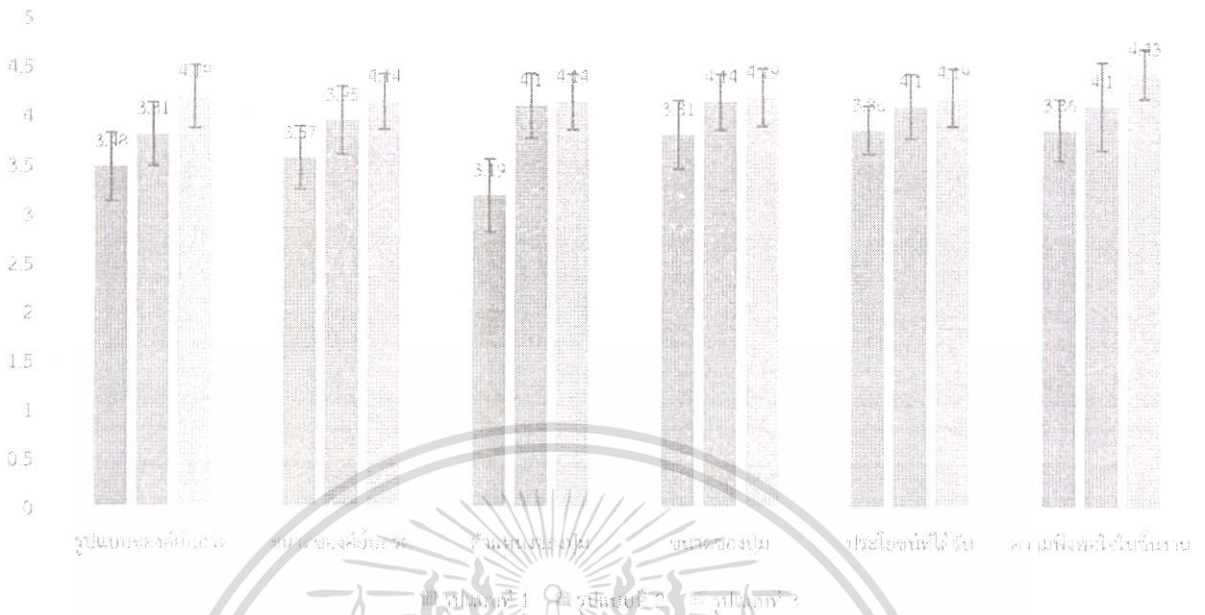
1. รูปแบบของคีย์บอร์ด
2. ขนาดความเหมาะสมของคีย์บอร์ด
3. ตำแหน่งของปุ่มกดมีความเหมาะสม
4. ขนาดของปุ่มมีความเหมาะสม
5. ประโยชน์ที่ได้รับจากชิ้นงาน
6. ความพึงพอใจของภาพรวมของชิ้นงาน

4.4 ผลการสำรวจ

จากที่ได้ทำการสำรวจความพึงพอใจในการใช้คีย์บอร์ดรูปแบบต่างๆ ที่ได้นำคีย์บอร์ดรูปแบบต่างๆ ไปให้กลุ่มเป้าหมายผู้พิการได้ทดลองใช้งานจริง ซึ่งได้ไปสำรวจที่ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพคนพิการ พระประแดงและโรงเรียนอาชีวพระมหาไถ่ พัทยา โดยจำนวนทั้งหมดที่ทำการสำรวจนั้นรวมทั้งสิ้น 25 คนที่ตรงตามความต้องการของการทดลอง จากที่สำรวจได้แบ่งกลุ่มเป้าหมายเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. ผู้พิการทางแขนข้างเดียว จำนวน 21 คน
2. ผู้พิการอัมพฤกษ์ครึ่งซีก จำนวน 4 คน

กราฟแผนภูมิแท่งแสดงความพึงพอใจของผู้ทดสอบสำหรับผู้พิการทางแขนข้างเดียว



รูปที่ 4.3 กราฟแผนภูมิแท่งแสดงความพึงพอใจของผู้ทดสอบสำหรับผู้พิการทางแขนข้างเดียว

กราฟแผนภูมิแท่งแสดงความพึงพอใจของผู้ทดสอบสำหรับผู้พิการอัมพลกษัครงซีก



รูปที่ 4.4 กราฟแผนภูมิแท่งแสดงความพึงพอใจของผู้ทดสอบสำหรับผู้พิการอัมพลกษัครงซีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 วิเคราะห์ข้อมูล

จากการสำรวจผู้พิการที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย จากศูนย์ฟื้นฟูอาชีพคนพิการพระประแดงและโรงเรียนอาชีวพระมหาไถ่ พัทยา รวม 25 คน

จากรูปที่ 4.4 กราฟแผนภูมิแท่งแสดงความพึงพอใจของผู้ทดสอบสำหรับผู้พิการทางแขนข้างเดียวจำนวน 21 คน จะเห็นว่ารูปแบบที่ 3 มีค่าเฉลี่ยรวมมากที่สุด รูปแบบที่ 2 มีค่าเฉลี่ยรวมรองลงมา และรูปแบบที่ 1 มีค่าเฉลี่ยรวมน้อยที่สุด

จากรูปที่ 4.5 กราฟแผนภูมิแท่งแสดงความพึงพอใจของผู้ทดสอบสำหรับผู้พิการอัมพฤกษ์ครึ่งซีกจำนวน 4 คน จะเห็นว่ารูปแบบที่ 2 มีค่าเฉลี่ยรวมมากที่สุด รูปแบบที่ 3 มีค่าเฉลี่ยรวมรองลงมา และรูปแบบที่ 1 มีค่าเฉลี่ยรวมน้อยที่สุด

จึงสรุปได้ว่าผู้พิการทางแขนข้างเดียวพึงพอใจในรูปแบบที่ 3 มากที่สุด เนื่องจากเป็นรูปแบบที่มีลักษณะการเรียงกันของปุ่มเป็นแบบโค้งงอต่อการกดและจดจำตำแหน่งของปุ่ม แต่ผู้พิการอัมพฤกษ์ครึ่งซีกพึงพอใจในรูปแบบที่ 2 มากที่สุด เนื่องจากผู้พิการอัมพฤกษ์ครึ่งซีกสามารถใช้เท้าได้ข้างเดียวจึงเหมาะสมกับรูปแบบที่การจัดวางปุ่มที่มีความใกล้เคียงกันทำให้การเคลื่อนที่ของเท้าในการกดแต่ละปุ่มน้อย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผล

จากการศึกษาอาร์ดูโน (Arduino) สามารถใช้งานเป็นคีย์บอร์ดได้ซึ่งในปริภูมียนิพนธ์เลือกใช้ อาร์ดูโนเลโอนาร์โด (Arduino Leonardo) เนื่องจากเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) ที่มีฟังก์ชันในการใช้งานเป็นคีย์บอร์ด สามารถเชื่อมต่อกับ USB กับคอมพิวเตอร์ได้โดยตรง มีราคาถูก และหาซื้อได้ง่าย

เนื่องจากความต้องการของผู้ใช้คีย์บอร์ดแต่ละคนแตกต่างกัน คีย์บอร์ดเท่าจึงต้องทำให้สามารถกำหนดปุ่มเองได้ เพื่อให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้คีย์บอร์ด โดยได้จัดทำซอฟต์แวร์ (Software) ในการกำหนดค่าของปุ่มแต่ละปุ่ม โดยจะสามารถกำหนดค่าผ่านซอฟต์แวร์ได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน

รูปแบบสวิตช์ (Switch) เป็นสวิตช์ที่มีลักษณะคล้ายกับคันเร่งรถยนต์หรือเอฟเฟกกีตาร์ เพราะจากการทดลองใช้พบว่ามีความสะดวกและง่ายต่อการกด เนื่องจากมีพื้นที่ในการกดมาก และสวิตช์จะเด้งขึ้นมารับเท้าพอดี โดยสวิตช์จะใช้เหล็กในการทำ เนื่องจากสามารถทำได้ง่ายและมีความแข็งแรงพอที่จะรับแรงกดจากเท้าได้

จากข้อมูลของการสำรวจ พบว่าผู้พิการทางแขนข้างเดียวพึงพอใจในรูปแบบที่ 3 มากที่สุด แต่ผู้พิการอัมพฤกษ์ครึ่งซีกพึงพอใจในรูปแบบที่ 2 มากที่สุด แต่ในวัตถุประสงค์ของการทดลอง กลุ่มเป้าหมายที่ต้องการคือกลุ่มที่พิการทางแขนข้างเดียว จึงสนใจในข้อมูลของผู้พิการทางแขนข้างเดียวมากกว่าข้อมูลของผู้พิการอัมพฤกษ์ครึ่งซีก

เอกสารอ้างอิง

- [1] Kai Shi, Zhanquan Wang “Design and Realization of General Matrix Keyboard based on STM32” Institute of information science and engineering East China University of Science and Technology Shanghai, China (Page 447-448)
- [2] Yusuf Abdullahi Badamasi “The Working Principle Of An Arduino” Nigerian Turkish Nile University Abuja, Nigeria
- [3] Jianyun Ni “Microcontroller-based Engineering Education Innovation” Tianjin Key Laboratory for Control Theory & Applications in Complicated Systems, School of Electrical Engineering, Tianjin University of Technology, Tianjin, 300384, China (Page 109-110)
- [4] Tuan Nguyen, Duc-Anh Le, Thanh-Vinh Dang, Tuan-Anh Nguyen “Towards the designing a ubiquitous soft keyboard for disabled people” University of Information Technology Faculty of Computer Network and Telecommunication KM20 Hanoi Highway, Thu Duc District, HCMC, Vietnam (Page 399-400)
- [5] สำนักงานสถิติแห่งชาติ. “การสำรวจความพิการ พ.ศ. 2555” [Online]. Available : <http://service.nso.go.th/nso/nsopublish/themes/files/disabledSum55.pdf>. 2555
- [6] สำนักงานสถิติแห่งชาติ. “ตารางที่ 21 จำนวนประชากรพิการที่มีลักษณะความบกพร่องจำแนกตามลักษณะความบกพร่อง เพศ และเขตการปกครอง ที่ว่าราชอาณาจักร พ.ศ. 2555” [Online]. Available : http://service.nso.go.th/nso/nso_center/project/table/files/S-disable/2555/000/00_S-disable_2555_000_000000_02100.xls 2555
- [7] มารยาท โยทองยศ และผศ.ปราณี สวัสดิ์สรรพ “การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพื่อการวิจัย” (Page 4-5) ศูนย์บริการวิชาการ สถาบันส่งเสริมการวิจัยและพัฒนานวัตกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

โปรแกรมภาษาซีในโปรแกรมอาร์ดูโน (Arduino)

```

#define KEY_LEFT_CTRL      0x80
#define KEY_LEFT_SHIFT     0x81
#define KEY_LEFT_ALT       0x82
#define KEY_DELETE         0xD4
#define KEY_TAB             0xB3
#define KEY_BACKSPACE      0xB2
// http://arduino.cc/en/Reference/KeyboardModifiers
///// serialEvent
boolean comLinkComplete;
byte inBytes[9];
const int inLength=8; // ส่ง 7 ตัว '\n' ตัว
/// Mode sw
boolean ModeChange=true;
int State = 0; // 0 = Normal : 1 = Setup
int lastState = 1;
/// Set Pin yy
int BUTTON_1_PIN = 2;
int BUTTON_2_PIN = 3;
int BUTTON_3_PIN = 4;
int BUTTON_4_PIN = 5;
int BUTTON_5_PIN = 6;
int BUTTON_6_PIN = 7;
int SETUP_MODE_PIN = 9;
/// Set CMD
int NUL=0x00; // ยังไม่เซ็ต
byte BUTTON_1_CMD1 ;
byte BUTTON_1_CMD2 ;
byte BUTTON_1_CMD3 ;
byte BUTTON_2_CMD1 ;
byte BUTTON_2_CMD2 ;
byte BUTTON_2_CMD3 ;
byte BUTTON_3_CMD1 ;
byte BUTTON_3_CMD2 ;
byte BUTTON_3_CMD3 ;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

byte BUTTON_4_CMD1 ;
byte BUTTON_4_CMD2 ;
byte BUTTON_4_CMD3 ;
byte BUTTON_5_CMD1 ;
byte BUTTON_5_CMD2 ;
byte BUTTON_5_CMD3 ;
byte BUTTON_6_CMD1 ;
byte BUTTON_6_CMD2 ;
byte BUTTON_6_CMD3 ;
#include <EEPROM.h>
long lastDebounceTime = 0;
long debounceDelay = 100;
int BUTTON_1_STATE;
int BUTTON_1_STATE_LAST = LOW;
long BUTTON_1_LAST_TIME = 0;
int BUTTON_2_STATE;
int BUTTON_2_STATE_LAST = LOW;
long BUTTON_2_LAST_TIME = 0;
int BUTTON_3_STATE;
int BUTTON_3_STATE_LAST = LOW;
long BUTTON_3_LAST_TIME = 0;
int BUTTON_4_STATE;
int BUTTON_4_STATE_LAST = LOW;
long BUTTON_4_LAST_TIME = 0;
int BUTTON_5_STATE;
int BUTTON_5_STATE_LAST = LOW;
long BUTTON_5_LAST_TIME = 0;
int BUTTON_6_STATE;
int BUTTON_6_STATE_LAST = LOW;
long BUTTON_6_LAST_TIME = 0;
void setup() {
  pinMode(BUTTON_1_PIN , INPUT_PULLUP); // set ขา input
  pinMode(BUTTON_2_PIN , INPUT_PULLUP);
  pinMode(BUTTON_3_PIN , INPUT_PULLUP);
  pinMode(BUTTON_4_PIN , INPUT_PULLUP);
  pinMode(BUTTON_5_PIN , INPUT_PULLUP);
  pinMode(BUTTON_6_PIN , INPUT_PULLUP);
  pinMode(SETUP_MODE_PIN , INPUT_PULLUP);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Keyboard.begin();
Serial.begin(9600);
if(EEPROM.read(1)>0) BUTTON_1_CMD1 = EEPROM.read(1);
if(EEPROM.read(2)>0) BUTTON_1_CMD2 = EEPROM.read(2);
if(EEPROM.read(3)>0) BUTTON_1_CMD3 = EEPROM.read(3);
if(EEPROM.read(4)>0) BUTTON_2_CMD1 = EEPROM.read(4);
if(EEPROM.read(5)>0) BUTTON_2_CMD2 = EEPROM.read(5);
if(EEPROM.read(6)>0) BUTTON_2_CMD3 = EEPROM.read(6);
if(EEPROM.read(7)>0) BUTTON_3_CMD1 = EEPROM.read(7);
if(EEPROM.read(8)>0) BUTTON_3_CMD2 = EEPROM.read(8);
if(EEPROM.read(9)>0) BUTTON_3_CMD3 = EEPROM.read(9);
if(EEPROM.read(10)>0) BUTTON_4_CMD1 = EEPROM.read(10);
if(EEPROM.read(11)>0) BUTTON_4_CMD2 = EEPROM.read(11);
if(EEPROM.read(12)>0) BUTTON_4_CMD3 = EEPROM.read(12);
if(EEPROM.read(13)>0) BUTTON_5_CMD1 = EEPROM.read(13);
if(EEPROM.read(14)>0) BUTTON_5_CMD2 = EEPROM.read(14);
if(EEPROM.read(15)>0) BUTTON_5_CMD3 = EEPROM.read(15);
if(EEPROM.read(16)>0) BUTTON_6_CMD1 = EEPROM.read(16);
if(EEPROM.read(17)>0) BUTTON_6_CMD2 = EEPROM.read(17);
if(EEPROM.read(18)>0) BUTTON_6_CMD3 = EEPROM.read(18);
}
void loop() {
  State=0; // Normal Mode
  chkModechange();
  if (ModeChange==true)
  {
    Serial.println("Normal Mode");
    ModeChange=false;
  }
  /// Setup Mode
  while(digitalRead(SETUP_MODE_PIN)==LOW){    /// Debounce
    State=1; // Setup Mode
    chkModechange();
    if (ModeChange==true)
    {
      Serial.println("setUp Mode");
      ModeChange=false;
    }
  }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    comLink();
    /// Link Setup Complete
    if (comLinkComplete)
    {
        Serial.println("comLinkComplete");
        getCmd();
        comLinkComplete = false;
    }
}
/// CHK BUTTON 1
BUTTON_1_STATE = digitalRead(BUTTON_1_PIN);
if (BUTTON_1_STATE != BUTTON_1_STATE_LAST)
{
    BUTTON_1_LAST_TIME = millis();
}
if (millis() - BUTTON_1_LAST_TIME > debounceDelay)
{
    if(digitalRead(BUTTON_1_PIN)==LOW)
    {
        if(BUTTON_1_CMD1 > 64 && BUTTON_1_CMD1 < 91) BUTTON_1_CMD1 += 32;
        if(BUTTON_1_CMD2 > 64 && BUTTON_1_CMD2 < 91) BUTTON_1_CMD2 += 32;
        if(BUTTON_1_CMD3 > 64 && BUTTON_1_CMD3 < 91) BUTTON_1_CMD3 += 32;
        if(BUTTON_1_CMD1!= NUL) Keyboard.press(BUTTON_1_CMD1);
        if(BUTTON_1_CMD2!= NUL) Keyboard.press(BUTTON_1_CMD2);
        if(BUTTON_1_CMD3!= NUL) Keyboard.press(BUTTON_1_CMD3);
        delay(100);
        Keyboard.releaseAll();
        if(BUTTON_1_CMD1==KEY_DELETE ||BUTTON_1_CMD1==KEY_BACKSPACE)delay(500);
        if(BUTTON_1_CMD2==KEY_DELETE ||BUTTON_1_CMD2==KEY_BACKSPACE)delay(500);
        if(BUTTON_1_CMD3==KEY_DELETE ||BUTTON_1_CMD3==KEY_BACKSPACE)delay(500);
    }
    BUTTON_1_STATE_LAST = BUTTON_1_STATE;
}
/// CHK BUTTON 2
BUTTON_2_STATE = digitalRead(BUTTON_2_PIN);
if (BUTTON_2_STATE != BUTTON_2_STATE_LAST)
{

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}
if (millis() - BUTTON_2_LAST_TIME > debounceDelay)
{
  if(digitalRead(BUTTON_2_PIN)==LOW)
  {
    if(BUTTON_2_CMD1 > 64 && BUTTON_2_CMD1 < 91) BUTTON_2_CMD1 += 32;
    if(BUTTON_2_CMD2 > 64 && BUTTON_2_CMD2 < 91) BUTTON_2_CMD2 += 32;
    if(BUTTON_2_CMD3 > 64 && BUTTON_2_CMD3 < 91) BUTTON_2_CMD3 += 32;
    if(BUTTON_2_CMD1!= NUL) Keyboard.press(BUTTON_2_CMD1);
    if(BUTTON_2_CMD2!= NUL) Keyboard.press(BUTTON_2_CMD2);
    if(BUTTON_2_CMD3!= NUL) Keyboard.press(BUTTON_2_CMD3);
    delay(100);
    Keyboard.releaseAll();
    if(BUTTON_2_CMD1==KEY_DELETE
      ||BUTTON_2_CMD1==KEY_BACKSPACE)delay(500);
    if(BUTTON_2_CMD2==KEY_DELETE
      ||BUTTON_2_CMD2==KEY_BACKSPACE)delay(500);
    if(BUTTON_2_CMD3==KEY_DELETE
      ||BUTTON_2_CMD3==KEY_BACKSPACE)delay(500);
  }
  BUTTON_2_STATE_LAST = BUTTON_2_STATE;
}
}
/// CHK BUTTON 3
BUTTON_3_STATE = digitalRead(BUTTON_3_PIN);
if (BUTTON_3_STATE != BUTTON_3_STATE_LAST)
{
  BUTTON_3_LAST_TIME = millis();
}
if (millis() - BUTTON_3_LAST_TIME > debounceDelay)
{
  if(digitalRead(BUTTON_3_PIN)==LOW)
  {
    if(BUTTON_3_CMD1 > 64 && BUTTON_3_CMD1 < 91) BUTTON_3_CMD1 += 32;
    if(BUTTON_3_CMD2 > 64 && BUTTON_3_CMD2 < 91) BUTTON_3_CMD2 += 32;
    if(BUTTON_3_CMD3 > 64 && BUTTON_3_CMD3 < 91) BUTTON_3_CMD3 += 32;
    if(BUTTON_3_CMD1!= NUL) Keyboard.press(BUTTON_3_CMD1);
    if(BUTTON_3_CMD2!= NUL) Keyboard.press(BUTTON_3_CMD2);
    if(BUTTON_3_CMD3!= NUL) Keyboard.press(BUTTON_3_CMD3);
  }
}

```

```

    delay(100);
Keyboard.releaseAll();
if(BUTTON_3_CMD1==KEY_DELETE ||BUTTON_3_CMD1==KEY_BACKSPACE)delay(500);
if(BUTTON_3_CMD2==KEY_DELETE ||BUTTON_3_CMD2==KEY_BACKSPACE)delay(500);
if(BUTTON_3_CMD3==KEY_DELETE ||BUTTON_3_CMD3==KEY_BACKSPACE)delay(500);
}
BUTTON_3_STATE_LAST = BUTTON_3_STATE;
}
///  

// CHK BUTTON 4
BUTTON_4_STATE = digitalRead(BUTTON_4_PIN);
if (BUTTON_4_STATE != BUTTON_4_STATE_LAST)
{
    BUTTON_4_LAST_TIME = millis();
}
if (millis() - BUTTON_4_LAST_TIME > debounceDelay)
{
    if(digitalRead(BUTTON_4_PIN)==LOW)
    {
if(BUTTON_4_CMD1 > 64 && BUTTON_4_CMD1 < 91) BUTTON_4_CMD1 += 32;
if(BUTTON_4_CMD2 > 64 && BUTTON_4_CMD2 < 91) BUTTON_4_CMD2 += 32;
if(BUTTON_4_CMD3 > 64 && BUTTON_4_CMD3 < 91) BUTTON_4_CMD3 += 32;
if(BUTTON_4_CMD1!= NUL) Keyboard.press(BUTTON_4_CMD1);
if(BUTTON_4_CMD2!= NUL) Keyboard.press(BUTTON_4_CMD2);
if(BUTTON_4_CMD3!= NUL) Keyboard.press(BUTTON_4_CMD3);
        delay(100);
        Keyboard.releaseAll();
if(BUTTON_4_CMD1==KEY_DELETE ||BUTTON_4_CMD1==KEY_BACKSPACE)delay(500);
if(BUTTON_4_CMD2==KEY_DELETE ||BUTTON_4_CMD2==KEY_BACKSPACE)delay(500);
if(BUTTON_4_CMD3==KEY_DELETE ||BUTTON_4_CMD3==KEY_BACKSPACE)delay(500);
    }
    BUTTON_4_STATE_LAST = BUTTON_4_STATE;
}
}
///  

// CHK BUTTON 5
BUTTON_5_STATE = digitalRead(BUTTON_5_PIN);
if (BUTTON_5_STATE != BUTTON_5_STATE_LAST)
{
    BUTTON_5_LAST_TIME = millis();
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if (millis() - BUTTON_5_LAST_TIME > debounceDelay)
{
  if(digitalRead(BUTTON_5_PIN)==LOW)
  {
if(BUTTON_5_CMD1 > 64 && BUTTON_5_CMD1 < 91) BUTTON_5_CMD1 += 32;
if(BUTTON_5_CMD2 > 64 && BUTTON_5_CMD2 < 91) BUTTON_5_CMD2 += 32;
if(BUTTON_5_CMD3 > 64 && BUTTON_5_CMD3 < 91) BUTTON_5_CMD3 += 32;
if(BUTTON_5_CMD1!= NUL) Keyboard.press(BUTTON_5_CMD1);
if(BUTTON_5_CMD2!= NUL) Keyboard.press(BUTTON_5_CMD2);
if(BUTTON_5_CMD3!= NUL) Keyboard.press(BUTTON_5_CMD3);
    delay(100);
    Keyboard.releaseAll();
if(BUTTON_5_CMD1==KEY_DELETE ||BUTTON_5_CMD1==KEY_BACKSPACE)delay(500);
if(BUTTON_5_CMD2==KEY_DELETE ||BUTTON_5_CMD2==KEY_BACKSPACE)delay(500);
if(BUTTON_5_CMD3==KEY_DELETE ||BUTTON_5_CMD3==KEY_BACKSPACE)delay(500);
  }
  BUTTON_5_STATE_LAST=BUTTON_5_STATE;
}
/// CHK BUTTON 6
  BUTTON_6_STATE = digitalRead(BUTTON_6_PIN);
if (BUTTON_6_STATE != BUTTON_6_STATE_LAST)
  {
    BUTTON_6_LAST_TIME = millis();
  }
if (millis() - BUTTON_6_LAST_TIME > debounceDelay)
{
  if(digitalRead(BUTTON_6_PIN)==LOW)
  {
if(BUTTON_6_CMD1 > 64 && BUTTON_6_CMD1 < 91) BUTTON_6_CMD1 += 32;
if(BUTTON_6_CMD2 > 64 && BUTTON_6_CMD2 < 91) BUTTON_6_CMD2 += 32;
if(BUTTON_6_CMD3 > 64 && BUTTON_6_CMD3 < 91) BUTTON_6_CMD3 += 32;
if(BUTTON_6_CMD1!= NUL) Keyboard.press(BUTTON_6_CMD1);
if(BUTTON_6_CMD2!= NUL) Keyboard.press(BUTTON_6_CMD2);
if(BUTTON_6_CMD3!= NUL) Keyboard.press(BUTTON_6_CMD3);
    delay(100);
    Keyboard.releaseAll();
if(BUTTON_6_CMD1==KEY_DELETE ||BUTTON_6_CMD1==KEY_BACKSPACE)delay(500);
if(BUTTON_6_CMD2==KEY_DELETE ||BUTTON_6_CMD2==KEY_BACKSPACE)delay(500);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if(BUTTON_6_CMD3==KEY_DELETE ||BUTTON_6_CMD3==KEY_BACKSPACE)delay(500);
}
BUTTON_6_STATE_LAST = BUTTON_6_STATE;
}
}
void comLink() {
while (Serial.available()) { // อ่านข้อมูลจาก COM PORT
Serial.readBytes(inBytes,inLength);
}
comLinkComplete = true;
}
int varCMD1,varCMD2,varCMD3,varBUTTON ;
void getCmd(){ // เก็บข้อมูลที่อ่านจาก COM PORT
clrCmd(); // ล้างข้อมูลเก่า
varBUTTON = (int)inBytes[0];
varCMD1 = inBytes[1];
varCMD2 = inBytes[2];
varCMD3 = inBytes[3];
doCmd(varBUTTON);
Serial.print("Set Button ");
Serial.print(inBytes[0]);
Serial.print("\t");
Serial.print(inBytes[1]);
Serial.print("\t");
Serial.print(inBytes[2]);
Serial.print("\t");
Serial.println(inBytes[3]);
}
void doCmd(int varBUTTON){ // Set ค่าปุ่มจากที่อ่าน COM PORT
switch (varBUTTON) {
case 1:
BUTTON_1_CMD1 = varCMD1;
BUTTON_1_CMD2 = varCMD2;
BUTTON_1_CMD3 = varCMD3;
EEPROM.write(1, varCMD1); // เมม ค่าตัวแปร ลง EEPROM
EEPROM.write(2, varCMD2); //(addr, val)
EEPROM.write(3, varCMD3);
break;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

case 2:

```
BUTTON_2_CMD1 = varCMD1;
BUTTON_2_CMD2 = varCMD2;
BUTTON_2_CMD3 = varCMD3;
EEPROM.write(4, varCMD1);
EEPROM.write(5, varCMD2);
EEPROM.write(6, varCMD3);
break;
```

case 3:

```
BUTTON_3_CMD1 = varCMD1;
BUTTON_3_CMD2 = varCMD2;
BUTTON_3_CMD3 = varCMD3;
EEPROM.write(7, varCMD1);
EEPROM.write(8, varCMD2);
EEPROM.write(9, varCMD3);
break;
```

case 4:

```
BUTTON_4_CMD1 = varCMD1;
BUTTON_4_CMD2 = varCMD2;
BUTTON_4_CMD3 = varCMD3;
EEPROM.write(10, varCMD1);
EEPROM.write(11, varCMD2);
EEPROM.write(12, varCMD3);
break;
```

case 5:

```
BUTTON_5_CMD1 = varCMD1;
BUTTON_5_CMD2 = varCMD2;
BUTTON_5_CMD3 = varCMD3;
EEPROM.write(13, varCMD1);
EEPROM.write(14, varCMD2);
EEPROM.write(15, varCMD3);
break;
```

case 6:

```
BUTTON_6_CMD1 = varCMD1;
BUTTON_6_CMD2 = varCMD2;
BUTTON_6_CMD3 = varCMD3;
EEPROM.write(16, varCMD1);
EEPROM.write(17, varCMD2);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

EEPROM.write(18, varCMD3);
break;
}
clrInBytes();
Serial.println("setCMD Complete");
}
void clrCmd(){ // ล้างตัวเก็บข้อมูล
varBUTTON = 0;
varCMD1 = 0;
varCMD2 = 0;
varCMD3 = 0;
}
void clrInBytes(){ // ล้างข้อมูล COM PORT
for(int i =0;i<inLength;i++)
{
inBytes[i]=(char)0;
}
}
void chkModechange(){
if (State != lastState)
{
ModeChange=true;
}
lastState = State;
}
}

```

โปรแกรมภาษาซีชาร์ปในโปรแกรมvisualสตูดิโอ(Visual Studio)

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;
using System.Speech.Synthesis;
using System.IO.Ports;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่เพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

using System.IO;
namespace pedBot_v0._1
{
    public partial class MainPage : Form
    {
        public MainPage()
        {
            InitializeComponent();
        }
        SpeechSynthesizer pedSynth = new SpeechSynthesizer();
        String readAll;
        String speech, username;
        int rcount, tcount ;
        int indBegin, indEnd, length;
        Boolean rxLED = false;
        Boolean txLED = false;
        Boolean StateSpeechReady=true;
        Boolean pedPause = false;
        Boolean loopState = false;
        String trim1, trim2 ,trim3 ,trim4;
        int addTrim1 = 1;
        int addTrim2 = 2;
        int addTrim3 = 3;
        int addTrim4 = 4;
        private void MainPage_Load(object sender, EventArgs e)
        {
            username = System.Security.Principal.WindowsIdentity.GetCurrent().Name;
            // pedSynth.Speak("hello");
            //pedSynth.Speak(username);
            string[] portNames = System.IO.Ports.SerialPort.GetPortNames();
            cname.Items.Clear();
            for (int i = 0; i <= portNames.Length - 1; i++)
            cname.Items.Add(portNames[i]);
            serialPort.DataReceived += new
            SerialDataReceivedEventHandler(serialPort_DataReceived);
            cname.SelectedIndex = portNames.Length - 1;
            btconnect.PerformClick();
            //trackBar1.Value = 20;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}
private delegate void updateText();
private void serialPort_DataReceived(object sender,
System.IO.Ports.SerialDataReceivedEventArgs e)
{
    /*int counttt = serialPort.BytesToRead;
    MessageBox.Show(Convert.ToString(counttt));*/
    tbReceived.BeginInvoke(new updateText(updateTextBox));
}
public void updateTextBox()
{
    //readAll = serialPort.ReadExisting();
    readAll = serialPort.ReadLine();
    tbReceived.ScrollToCaret();
    tbReceived.AppendText(readAll);
}
private void updateLEDRX()
{
    rcount++;
    rxLED = !rxLED;
    if (rxLED) pbRx.Image = pedBot_v0._1.Properties.Resources.RXon;
    else pbRx.Image = pedBot_v0._1.Properties.Resources.RXoff;
}
private void updateLEDTX()
{
    tcount++;
    txLED = !txLED;
    if (txLED) pbTx.Image = pedBot_v0._1.Properties.Resources.TXon;
    else pbTx.Image = pedBot_v0._1.Properties.Resources.TXoff;
}
private void btconnect_Click(object sender, EventArgs e)
{
    try
    {
        serialPort.PortName = cbname.Text;
        serialPort.BaudRate = 9600;
        serialPort.StopBits = System.IO.Ports.StopBits.One;
        serialPort.DataBits = 8 ;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

serialPort.Parity = System.IO.Ports.Parity.None;
serialPort.Open();
pbPower.Image = pedBot_v0._1.Properties.Resources.PWon;
}
catch
{
    MessageBox.Show("พบข้อผิดพลาดนะ จีฟ");
}
}
private void btclose_Click(object sender, EventArgs e)
{
    try
    {
        serialPort.Close();
        pbPower.Image = pedBot_v0._1.Properties.Resources.PWoff;
    }
    catch
    {
        // MessageBox.Show(ex.Message);
        MessageBox.Show("พบข้อผิดพลาดนะ จีฟ");
    }
}
int KEY_LEFT_CTRL = 0x80;
int KEY_LEFT_SHIFT = 0x81;
int KEY_LEFT_ALT = 0x82;
int KEY_LEFT_GUI = 0x83;
int KEY_RIGHT_CTRL = 0x84;
int KEY_RIGHT_SHIFT = 0x85;
int KEY_RIGHT_ALT = 0x86;
int KEY_RIGHT_GUI = 0x87;
int KEY_RETURN = 0xB0;
int KEY_ESC = 0xB1;
int KEY_BACKSPACE = 0xB2;
int KEY_TAB = 0xB3;
int KEY_CAPS_LOCK = 0xC1;
int KEY_F1 = 0xC2;
int KEY_F2 = 0xC3;
int KEY_F3 = 0xC4;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

int KEY_F4 = 0xC5;
int KEY_F5 = 0xC6;
int KEY_F6 = 0xC7;
int KEY_F7 = 0xC8;
int KEY_F8 = 0xC9;
int KEY_F9 = 0xCA;
int KEY_F10 = 0xCB;
int KEY_F11 = 0xCC;
int KEY_F12 = 0xCD;
int KEY_INSERT = 0xD1;
int KEY_HOME = 0xD2;
int KEY_PAGE_UP = 0xD3;
int KEY_DELETE = 0xD4;
int KEY_END = 0xD5;
int KEY_PAGE_DOWN = 0xD6;
int KEY_RIGHT_ARROW = 0xD7;
int KEY_LEFT_ARROW = 0xD8;
int KEY_DOWN_ARROW = 0xD9;
int KEY_UP_ARROW = 0xDA;
byte[] outBytes = new byte[8];
private void btSet_Click(object sender, EventArgs e)
{
    /*int inVAR1 = Convert.ToInt16(BUTTON_2_CMD1.Text);
    int inVAR2 = Convert.ToInt16(BUTTON_2_CMD2.Text);
    int inVAR3 = Convert.ToInt16(BUTTON_2_CMD3.Text);
    outBytes[0] = 1; /// button 1
    outBytes[1] = Convert.ToByte(inVAR1);
    outBytes[2] = Convert.ToByte(inVAR2); ;
    outBytes[3] = Convert.ToByte(inVAR3); ;
    */
    outBytes[0] = 1; /// button 1
    for (int i = 1; i <= 3;i++) {
        if(outBytes[i]==13)outBytes[i]=176;
        if(outBytes[i]==16)outBytes[i]=133;
        if(outBytes[i]==17)outBytes[i]=132;
        if(outBytes[i]==18)outBytes[i]=134;
        if(outBytes[i]==46)outBytes[i]=212;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

serialPort.Write(outBytes, 0, outBytes.Length);
tbSentHistory.AppendText(Convert.ToString(outBytes[0]));
tbSentHistory.AppendText("=");
tbSentHistory.AppendText(Convert.ToString(outBytes[1]));
tbSentHistory.AppendText("+");
tbSentHistory.AppendText(Convert.ToString(outBytes[2]));
tbSentHistory.AppendText("+");
tbSentHistory.AppendText(Convert.ToString(outBytes[3]));
tbSentHistory.AppendText("\n");
}
private void btSet2_Click(object sender, EventArgs e)
{
    /*byte[] inVAR1 =
System.Text.Encoding.ASCII.GetBytes(BUTTON_2_CMD1.Text);
byte[] inVAR2 = System.Text.Encoding.ASCII.GetBytes(BUTTON_2_CMD2.Text);
byte[] inVAR3 = System.Text.Encoding.ASCII.GetBytes(BUTTON_2_CMD3.Text);
byte inVAR1 = Convert.ToByte(BUTTON_2_CMD1.Text);
byte inVAR2 = Convert.ToByte(BUTTON_2_CMD2.Text);
byte inVAR3 = Convert.ToByte(BUTTON_2_CMD3.Text);
*/
    outBytes[0] = 2; /// button 1
    for (int i = 1; i <= 3; i++)
    {
        if (outBytes[i] == 13) outBytes[i] = 176;
        if (outBytes[i] == 16) outBytes[i] = 133;
        if (outBytes[i] == 17) outBytes[i] = 132;
        if (outBytes[i] == 18) outBytes[i] = 134;
        if (outBytes[i] == 46) outBytes[i] = 212;
    }
    serialPort.Write(outBytes, 0, outBytes.Length);
    tbSentHistory.AppendText(Convert.ToString(outBytes[0]));
    tbSentHistory.AppendText("=");
    tbSentHistory.AppendText(Convert.ToString(outBytes[1]));
    tbSentHistory.AppendText("+");
    tbSentHistory.AppendText(Convert.ToString(outBytes[2]));
    tbSentHistory.AppendText("+");
    tbSentHistory.AppendText(Convert.ToString(outBytes[3]));
    tbSentHistory.AppendText("\n");
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}
private void BUTTON_1_CMD1_KeyDown(object sender, KeyEventArgs e)
{
    outBytes[1] = Convert.ToByte(e.KeyValue);
}
private void BUTTON_1_CMD1_KeyUp(object sender, KeyEventArgs e)
{
    BUTTON_1_CMD1.Text = Convert.ToString(e.KeyData);
}
private void BUTTON_1_CMD2_KeyDown(object sender, KeyEventArgs e)
{
    outBytes[2] = Convert.ToByte(e.KeyValue);
}
private void BUTTON_1_CMD2_KeyUp(object sender, KeyEventArgs e)
{
    BUTTON_1_CMD2.Text = Convert.ToString(e.KeyData);
}
private void BUTTON_1_CMD3_KeyDown(object sender, KeyEventArgs e)
{
    outBytes[3] = Convert.ToByte(e.KeyValue);
}
private void BUTTON_1_CMD3_KeyUp(object sender, KeyEventArgs e)
{
    BUTTON_1_CMD3.Text = Convert.ToString(e.KeyData);
}
private void btClear_Click(object sender, EventArgs e)
{
    for (int i = 1; i <= 3; i++)
    {
        outBytes[i] = 0;
    }
    BUTTON_1_CMD1.Text = "";
    BUTTON_1_CMD2.Text = "";
    BUTTON_1_CMD3.Text = ""; }
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

แบบประเมินการใช้คีย์บอร์ดเท้าสำหรับผู้พิการทางแขน

แบบประเมินการใช้คีย์บอร์ดเท้าสำหรับผู้พิการทางแขน

แบบสอบถามเพื่อประเมินผลคีย์บอร์ดสำหรับผู้พิการทางแขน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1.เพศ

ชาย หญิง

2.อายุ.....ปี

3.ส่วนสูง.....ซม.

4.น้ำหนัก.....กก.

5.อาชีพ.....

6.ระดับความสามารถการใช้คอมพิวเตอร์

ดีมาก ดี พอใช้

7.ท่านใช้คอมพิวเตอร์บ่อยแค่ไหนต่อสัปดาห์

มากกว่า 5 วัน 2-4 วัน น้อยกว่า 2 วัน

8.ท่านเคยใช้คีย์บอร์ดเท้ามาก่อนหรือไม่

ไม่เคย เคย โปรดระบุยี่ห้อ.....

กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

(5 = ดีมาก, 4 = ดี, 3 = ปานกลาง, 2 = พอใช้, 1 = ต้องปรับปรุง)

ส่วนที่ 2 เกี่ยวกับอุปกรณ์คีย์บอร์ด

คีย์บอร์ดรูปแบบที่ 1

หัวข้อการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. รูปแบบของคีย์บอร์ดมีความเหมาะสม					
2. ขนาดของคีย์บอร์ดมีความเหมาะสม					
3. ตำแหน่งของปุ่มมีความเหมาะสม					
4. ขนาดของปุ่มกดมีความเหมาะสม					
5. ประโยชน์ที่ได้รับจากคีย์บอร์ด					
6. โดยภาพรวมท่านมีความพึงพอใจในชิ้นงานนี้					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คีย์บอร์ดรูปแบบที่ 2

หัวข้อการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. รูปแบบของคีย์บอร์ดมีความเหมาะสม					
2. ขนาดของคีย์บอร์ดมีความเหมาะสม					
3. ตำแหน่งของปุ่มมีความเหมาะสม					
4. ขนาดของปุ่มกดมีความเหมาะสม					
5. ประโยชน์ที่ได้รับจากคีย์บอร์ด					
6. โดยภาพรวม ท่านมีความพึงพอใจในชิ้นงานนี้					

คีย์บอร์ดรูปแบบที่ 3

หัวข้อการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. รูปแบบของคีย์บอร์ดมีความเหมาะสม					
2. ขนาดของคีย์บอร์ดมีความเหมาะสม					
3. ตำแหน่งของปุ่มมีความเหมาะสม					
4. ขนาดของปุ่มกดมีความเหมาะสม					
5. ประโยชน์ที่ได้รับจากคีย์บอร์ด					
6. โดยภาพรวม ท่านมีความพึงพอใจในชิ้นงานนี้					

*สำหรับท่านที่เคยใช้คีย์บอร์ดชิ้นนี้มาก่อน

หัวข้อการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. รูปแบบของคีย์บอร์ดมีความเหมาะสม					
2. ขนาดของคีย์บอร์ดมีความเหมาะสม					
3. ตำแหน่งของปุ่มมีความเหมาะสม					
4. ขนาดของปุ่มกดมีความเหมาะสม					
5. ประโยชน์ที่ได้รับจากคีย์บอร์ด					
6. โดยภาพรวม ท่านมีความพึงพอใจในชิ้นงานนี้					

ข้อเสนอแนะและความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

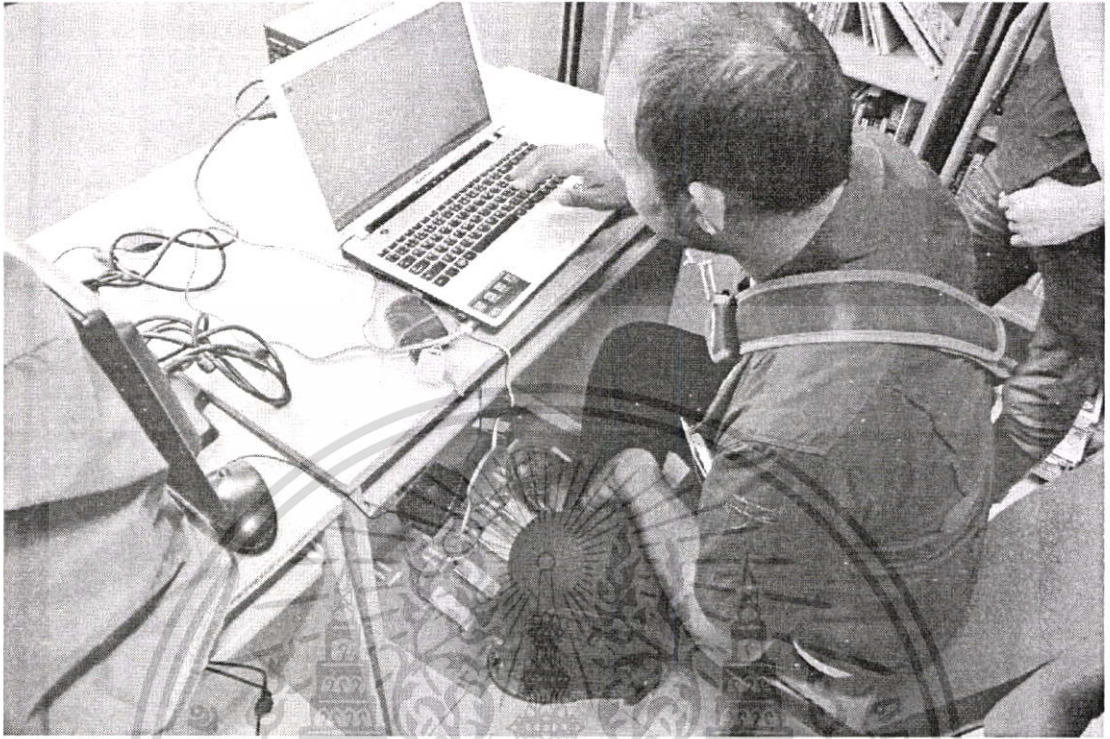
.....

.....

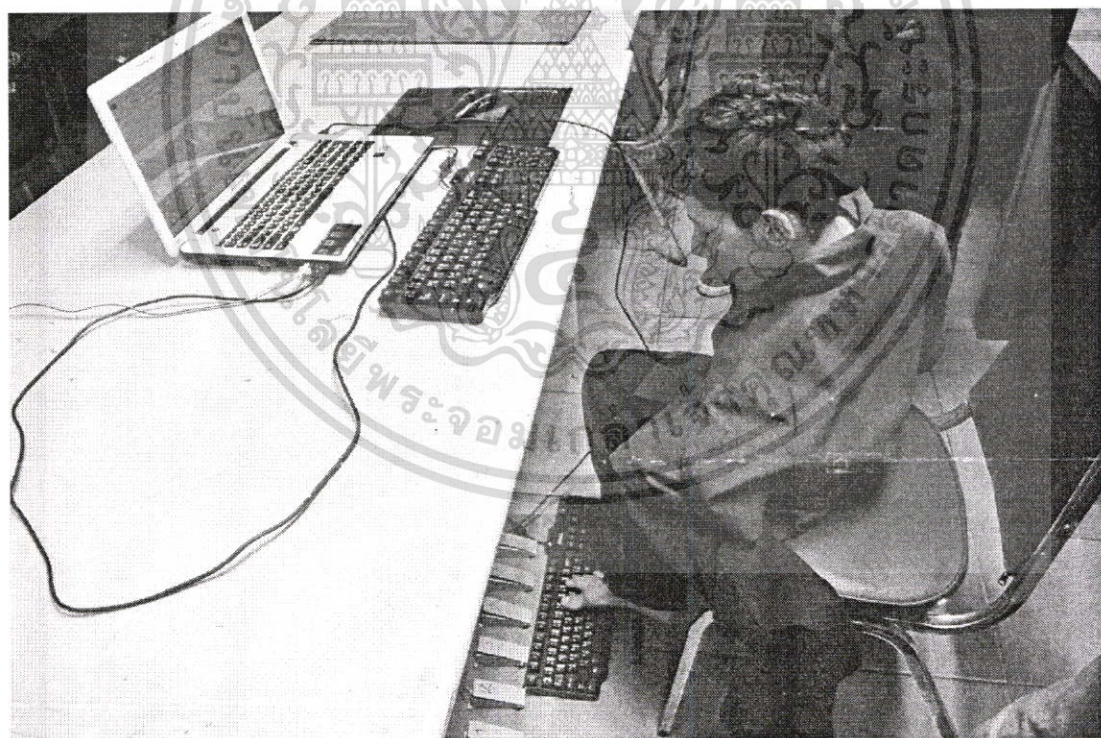
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

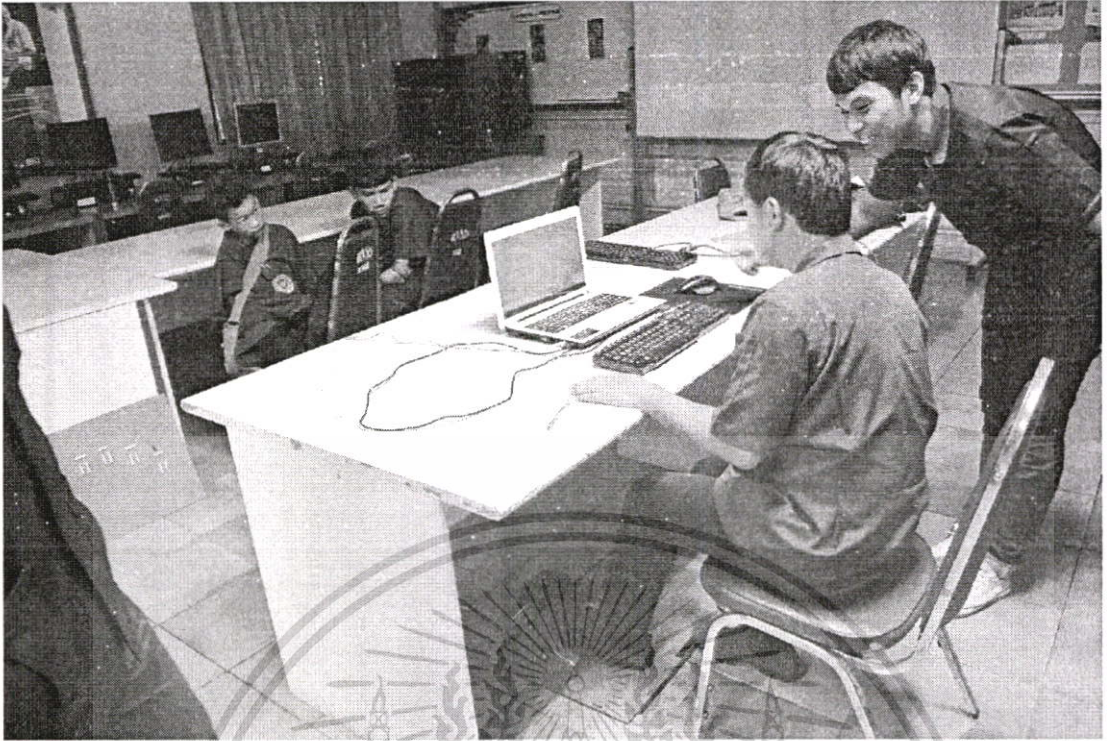
รูปภาพเพิ่มเติม



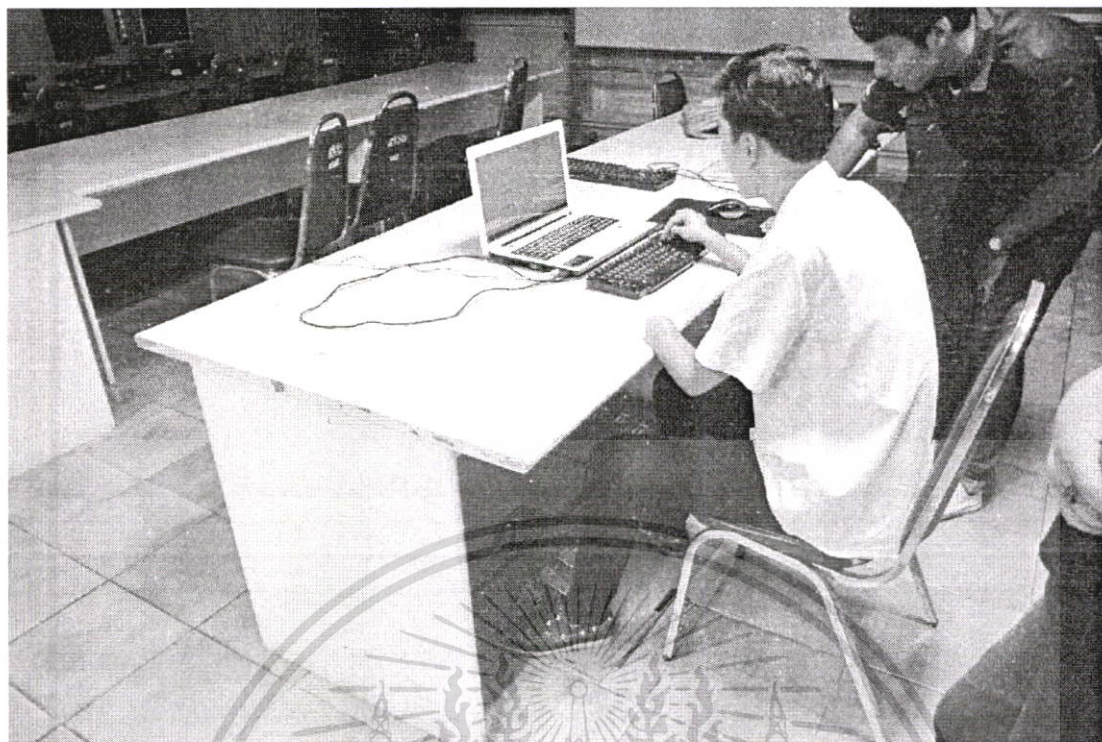
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้