

# ระบบควบคุมหุ่นยนต์และวิเคราะห์ข้อมูลการเคลื่อนไหว ของผู้ป่วยกายภาพบำบัดส่วนแขน โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์สมการถดถอย

## The Control System of the Robotics Arm for Motion Analysis in the Physical Therapy Using the Regression Analysis Technique

กฤษณะ ปันจา

ศูนย์ความเชี่ยวชาญทางคลื่นไมโครเวฟ และเทคโนโลยีหุ่นยนต์  
สำนักวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย  
Email: kitsana.jm@gmail.com

### บทคัดย่อ

เนื่องด้วยการนำเอาระบบหุ่นยนต์เพื่อการฟื้นฟูแขนเข้ามาช่วยในงานกายภาพบำบัด แต่ไม่มีการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลเพื่อติดตามการรักษา ในงานนี้จึงได้พัฒนาระบบควบคุมหุ่นยนต์ และวิเคราะห์ข้อมูลการเคลื่อนไหวของผู้ป่วยกายภาพบำบัดส่วนแขน ซึ่งช่วยให้แพทย์และเจ้าหน้าที่ด้านการฟื้นฟูสามารถติดตามผลการรักษาของผู้ป่วยที่เข้ารับการฟื้นฟูได้ จากการทดลองให้เจ้าหน้าที่ด้านการฟื้นฟูตอบแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจจากการใช้งานซอฟต์แวร์ 5 ระดับ สามารถสรุปผลความพึงพอใจที่มีต่อซอฟต์แวร์ภาพรวมในระดับมาก คิดเป็นค่าเฉลี่ยได้ที่ 3.65 และผลการทดสอบความแม่นยำในการทำนายผลข้อมูลการฟื้นฟูของผู้ป่วย พบว่าโมเดลที่ใช้มีค่าความแม่นยำในการทำนายผลข้อมูลแรงเท่ากับ 85.01 เปอร์เซ็นต์ และข้อมูลองศาการเคลื่อนไหวมีค่าความแม่นยำเท่ากับ 93.25 เปอร์เซ็นต์

**คำสำคัญ**— การวิเคราะห์ข้อมูลการเคลื่อนไหว; หุ่นยนต์เพื่อการฟื้นฟูแขน; การวิเคราะห์สมการถดถอย

### ABSTRACT

Nowadays, a robotic arm applied in a physical therapy in order to use as the assistant of the physical therapist. The robotic arm needs many functions such as collecting, monitoring and analyzing. In this work, we develop a control system of the robotic arm. The developed system is able to collect the data of the patient and analyzed the rehabilitation of the patient. The system allows the staff to monitor the important data of the patient in the physical therapy program. The experimental result from the officers shows that the

developed system has the average of satisfaction at 3.65. And test results, the accuracy of prediction of patient outcome data refresh. It found that using the model with the precision value in predicting the outcome of data labour equal to 85.01 percent and data movement with angle accuracy equal to 93.25 percent.

**Keywords**— Analysis of data movement; The Robotic Arm to Reconstruction; Regression Analysis

### 1. บทนำ

ประเทศไทยกำลังมีประชากรผู้สูงอายุเพิ่มสูงขึ้น และคาดว่าจะมีสูงถึง 20% ของประชากรทั้งหมด[1] ในปี 2564 ปัญหาที่มาพร้อมกับความสูงวัยก็คือโรคภัยไข้เจ็บและการเสื่อมสภาพของระบบต่างๆ ในร่างกายที่จำเป็นจะต้องได้รับการฟื้นฟู ซึ่งในปัจจุบันได้มีการนำเอาระบบหุ่นยนต์เพื่อการฟื้นฟูแขนเข้ามาช่วยเสริมในงานกายภาพบำบัด ในการฟื้นฟูสมรรถภาพทางด้านร่างกายให้กับผู้ป่วย ขณะที่ทำการฟื้นฟูระบบจะมีการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลแรงและองศาการเคลื่อนไหวของผู้ป่วย ซึ่งขาดการวิเคราะห์และประเมินผลการรักษา ทำให้แพทย์และเจ้าหน้าที่ด้านการฟื้นฟูไม่สามารถติดตามผลการรักษาของผู้ป่วยที่เข้ารับการฟื้นฟูจากระบบหุ่นยนต์ได้

จากปัญหาดังกล่าวผู้พัฒนา จึงได้มีแนวคิดในการพัฒนาระบบควบคุมหุ่นยนต์และวิเคราะห์ข้อมูลการเคลื่อนไหวของผู้ป่วยกายภาพบำบัดส่วนแขน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้แพทย์และเจ้าหน้าที่ด้านการฟื้นฟูสามารถติดตามผลการรักษาของผู้ป่วยที่เข้ารับการฟื้นฟูจากระบบหุ่นยนต์ได้ โดยการนำข้อมูลแรงและองศาการเคลื่อนไหวของผู้ป่วยมาทำการวิเคราะห์

และประเมินแนวโน้มในการรักษา ซึ่งผลของการวิเคราะห์และประเมินข้อมูลที่ได้ สามารถนำไปช่วยในการวางแผนการรักษาผ่านซอฟต์แวร์กำหนดแผนการฟื้นฟูให้กับผู้ป่วยตามสถานะความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ช่วยให้การกำหนดแผนการฟื้นฟูที่เหมาะสมให้กับผู้ป่วย ทำให้การรักษานั้นมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

## 2. ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ระบบควบคุมหุ่นยนต์และวิเคราะห์ข้อมูลการเคลื่อนไหวของผู้ป่วยกายภาพบำบัดส่วนแขน โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์สมการถดถอย มีทฤษฎี และหลักการที่เกี่ยวข้องดังนี้

### 2.1 การวัดพิสัยการเคลื่อนไหวของข้อต่อ

พิสัยการเคลื่อนไหวของข้อต่อคือ ค่ามุมเป็นองศาของการเคลื่อนไหวที่วัดได้[2] ระหว่างมุมสองมุม ที่ข้อนั้นงอเข้าและกางออกมากที่สุดในระดับเดียวกัน จำนวนองศาทั้งหมดที่ข้อสูญเสียการเคลื่อนไหว(A) จะเท่ากับผลบวกของมุมที่สูญเสียจากการเหยียดข้อ(E) กับมุมที่สูญเสียจากการงอข้อ(F)

$$A = E + F \quad (1)$$

### 2.2 ทฤษฎีการวิเคราะห์เส้นแนวโน้มของข้อมูล

รูปแบบการถดถอยเชิงเส้น ได้มาจากการคำนวณระยะห่างระหว่างเส้นตรงที่มาจากข้อมูล[3] และค่าที่คำนวณได้จากสมการเส้นตรง

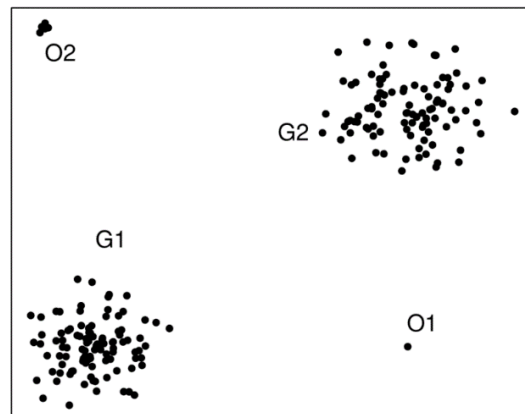
$$y = a + bx \quad (2)$$

การวิเคราะห์พัฒนาการในการฟื้นฟูของผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาจากระบบหุ่นยนต์ โดยสร้างกราฟการกระจาย และสร้างเส้นแนวโน้มสำหรับชุดข้อมูลของผู้ป่วยที่ได้จากการเข้ารับฟื้นฟู เพื่อพิจารณาลักษณะแนวโน้ม(Trend line) ของข้อมูลในอดีตถึงปัจจุบัน โดยพิจารณาทิศทางของแนวโน้มจากสัมประสิทธิ์การถดถอย(Regression coefficient) หรือค่าของ b ที่เป็นความชันของกราฟเส้นตรง ที่เกิดจากสมการเชิงเส้น ถ้า  $b > 0$  แสดงว่าพัฒนาการในการฟื้นฟูร่างกายของผู้ป่วยมีแนวโน้มในการรักษาที่ดีขึ้น แต่ถ้า  $b < 0$  แสดงว่าพัฒนาการในการฟื้นฟูร่างกายของผู้ป่วยมีแนวโน้มในการรักษาแย่ลง

### 2.3 การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลโดยใช้วิธีการตรวจสอบค่าผิดปกติของชุดข้อมูล

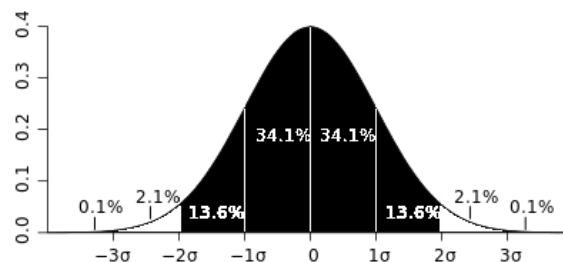
การวิเคราะห์ข้อมูลแรงที่ผู้ป่วยใช้ทำการเคลื่อนไหวขณะเข้ารับการฟื้นฟู ต้องนำข้อมูลมาตรวจสอบความถูกต้องก่อนที่จะเข้าสู่

กระบวนการคำนวณสถิติ เพราะถ้ามีข้อมูลที่มีค่าแตกต่างจากข้อมูลอื่นๆ ในชุดเดียวกันมากผิดปกติจะทำให้ค่าที่คำนวณได้เบี่ยงเบนและเกิดความคลาดเคลื่อน



รูปที่ 1. แสดงข้อมูลที่มีค่าแตกต่างจากข้อมูลอื่นๆ ในชุดเดียวกัน

จากรูปที่ 1 การทดสอบค่าผิดปกติโดยใช้ค่าคะแนนมาตรฐาน(Z) ถ้าตัวแปรที่ศึกษามีการแจกแจงเป็นโค้งปกติแล้ว ค่าคะแนนมาตรฐาน(Z) จะมีค่าอยู่ประมาณไม่เกิน  $\pm 3$  ถ้าหากข้อมูลค่าใดมีคะแนนมาตรฐานเกินกว่านี้แสดงว่าเป็นค่าผิดปกติ เพราะในการประมาณค่าการแจกแจงโค้งปกติ จะมีข้อมูลประมาณ 99% ที่ตกอยู่ใน 3 ช่วงของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ดังนั้นคะแนนมาตรฐาน(Z) มากกว่า 3 จึงมีโอกาสเกิดขึ้นได้น้อยมากดังแสดงในรูปที่ 2

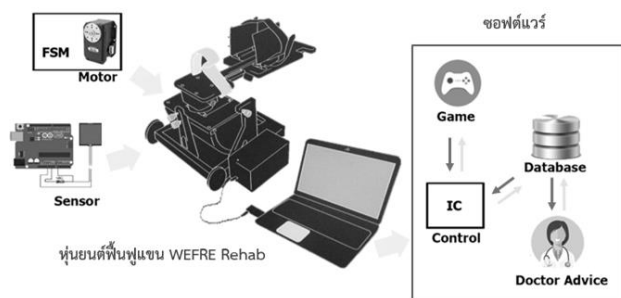


รูปที่ 2. ค่าคะแนนมาตรฐาน(Z)

## 3. การดำเนินงาน

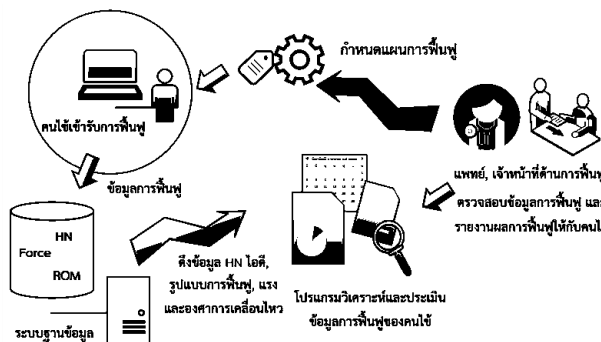
ระบบควบคุมหุ่นยนต์และวิเคราะห์ข้อมูลการเคลื่อนไหวของผู้ป่วยกายภาพบำบัดส่วนแขน แบ่งการพัฒนาออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ตัวระบบหุ่นยนต์ที่ช่วยในการฟื้นฟูแขน และซอฟต์แวร์ที่ทำงานร่วมกับระบบหุ่นยนต์ ซึ่งประกอบด้วยซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการควบคุมและสั่งงานระบบหุ่นยนต์ เกมส์เพื่อการฟื้นฟูซอฟต์แวร์สำหรับกำหนดแผนการฟื้นฟูและติดตามผลการรักษาของผู้ป่วย ดังแสดงในรูปที่ 3

### 3.1 รายละเอียดของการพัฒนาเชิงเทคนิค



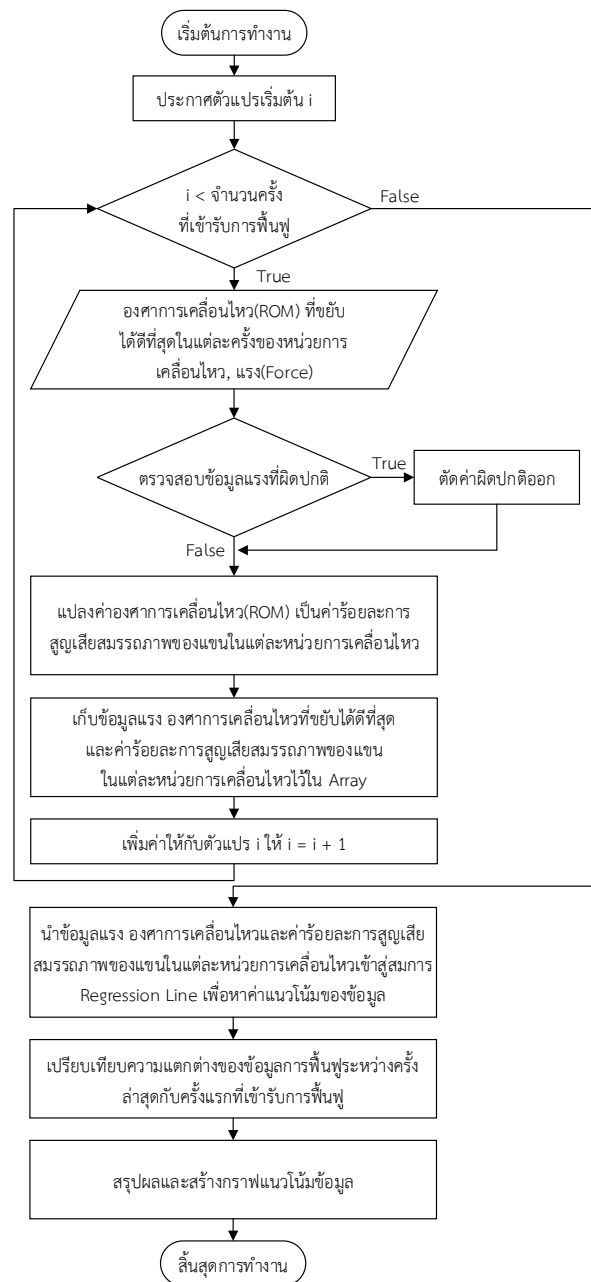
รูปที่ 3. ระบบการทำงานของหุ่นยนต์เพื่อช่วยในการฟื้นฟูแขน

จากรูปที่ 3 ระบบหุ่นยนต์ออกแบบมาเพื่อช่วยในการฟื้นฟูผู้ป่วยที่มีปัญหาในเรื่องของกล้ามเนื้อแขนอ่อนแรง โดยจะช่วยฟื้นฟูในส่วนของข้อมือ ข้อศอก และแขนท่อนล่าง ตัวระบบมีซอฟต์แวร์ที่ช่วยในการจัดการข้อมูลของผู้ใช้งานระบบหุ่นยนต์ ได้แก่ แพทย์ เจ้าหน้าที่ด้านการฟื้นฟู และผู้ป่วย ที่สำคัญช่วยให้แพทย์และเจ้าหน้าที่ด้านการฟื้นฟูสามารถติดตามผลการรักษาของผู้ป่วยที่เข้ารับการฟื้นฟูจากระบบหุ่นยนต์ และสามารถนำผลที่ได้ไปช่วยในการวางแผนการรักษา ผ่านซอฟต์แวร์กำหนดแผนการฟื้นฟูให้กับผู้ป่วยตามสถานะความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ช่วยให้ผู้ป่วยสามารถเข้ารับการฟื้นฟูตามแผนการรักษาที่วางไว้ได้ทันทีดังแสดงรูปที่ 4



รูปที่ 4. การรับข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์และประเมินผล

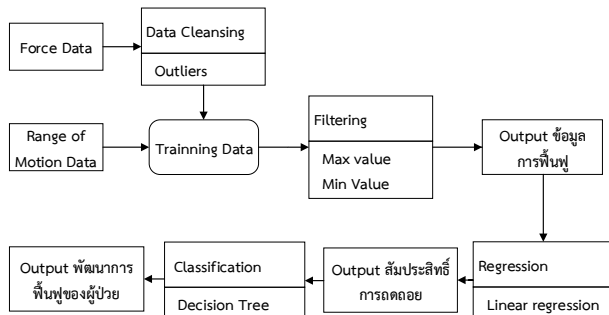
จากรูปที่ 4 เมื่อผู้ป่วยเข้ารับการฟื้นฟูระบบจะมีการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลแรงและองศาการเคลื่อนไหว รวมถึงข้อมูลรูปแบบการฟื้นฟูในแต่ละครั้ง โดยผู้ป่วยแต่ละคนจะมีหมายเลข HN ไอดี เป็นรหัสประจำตัวเพื่อใช้ในการระบุชุดข้อมูล ซึ่งช่วยให้แพทย์และเจ้าหน้าที่ด้านการฟื้นฟู สามารถนำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์และประเมินผลของการฟื้นฟูผ่านซอฟต์แวร์วิเคราะห์และประเมินข้อมูลการรักษา โดยใช้หลักการวิเคราะห์และประเมินข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 5 และ 6



รูปที่ 5. ไดอะแกรมแสดงรายละเอียดซอฟต์แวร์ที่ได้พัฒนาในเชิงเทคนิค

จากไดอะแกรมรูปที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลการฟื้นฟูของผู้ป่วยโดยการนำข้อมูลแรงที่ผ่านการตรวจสอบค่าผิดปกติ และช่วงองศาการเคลื่อนไหวของผู้ป่วยที่มากที่สุด จากการฟื้นฟูในแต่ละครั้ง ตามหน่วยการเคลื่อนไหวที่ผู้ป่วยเข้ารับการฟื้นฟูมาทำการวิเคราะห์แนวโน้มข้อมูล เพื่อหาพัฒนาการในการฟื้นฟูของผู้ป่วย และทำการวัดผลการฟื้นฟูโดยใช้วิธีการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลการฟื้นฟูระหว่าง ครั้งล่าสุดกับครั้งแรกที่เข้ารับการฟื้นฟู เพื่อดูพัฒนาการในการเข้ารับการรักษา ทำการรายงานผลการประเมินข้อมูลให้กับแพทย์และเจ้าหน้าที่ด้านการ

ฟื้นฟู เพื่อนำผลที่ได้ไปช่วยในการวางแผนการรักษา ซึ่งในการวิเคราะห์ข้อมูลมีกระบวนการต่างๆ ที่กระทำต่อข้อมูล(Raw Data) ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6. โมเดลการวิเคราะห์ข้อมูลการฟื้นฟูของผู้ป่วย

จากรูปที่ 6 แสดงขั้นตอนและกระบวนการในการนำข้อมูลการฟื้นฟูของผู้ป่วยมาทำการวิเคราะห์ผล โดยทำการเทรนนิ่งดาต้า(Training data) ข้อมูลแรงและช่วงองศาการเคลื่อนไหวขณะที่ผู้ป่วยได้รับการฟื้นฟูจากระบบหุ่นยนต์ในแต่ละครั้ง โดยที่ข้อมูลแรงต้องผ่านกระบวนการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล(Data cleansing) โดยใช้เทคนิคการตรวจสอบค่าผิดปกติของข้อมูล(Outlier) จากนั้นข้อมูลที่ได้จะผ่านกระบวนการคัดกรองข้อมูล(Filtering) โดยการเลือกข้อมูลที่สามารถทำการฟื้นฟูได้ดีที่สุดในแต่ละครั้ง โดยใช้วิธีการหาค่ามากที่สุดและน้อยที่สุด เมื่อคัดกรองข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำข้อมูลที่ได้เข้าสู่กระบวนการ วิเคราะห์สมการถดถอย(Regression) เพื่อหาพัฒนาในการฟื้นฟูของผู้ป่วยโดยใช้วิธีการตรวจสอบแบบ Linear regression ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นค่าสัมประสิทธิ์ของการถดถอย นำผลลัพธ์ที่ได้เข้าสู่กระบวนการ Classification โดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ(Decision Tree) เพื่อหาพัฒนาในการฟื้นฟูของผู้ป่วย โดยพิจารณาทิศทางของแนวโน้มจากสัมประสิทธิ์การถดถอย(Regression coefficient) หรือค่าของ b ที่เป็นความชันของกราฟเส้นตรงที่เกิดจากสมการเชิงเส้น ดังแสดงตัวอย่างข้อมูลการฟื้นฟูของผู้ป่วยในตารางที่ 1

ตารางที่ 1. ตัวอย่างการวิเคราะห์พัฒนาการในการฟื้นฟูของผู้ป่วย

HN	สมการ	ผลการฟื้นฟู
P001	$y = 29.73 + 2.6848x$	ดีขึ้น
P002	$y = 43.60 + 1.6000x$	ดีขึ้น
P003	$y = 54.00 + 0.8545x$	ดีขึ้น

จากตารางที่ 1 ข้อมูลการฟื้นฟูของผู้ป่วย ถ้า  $b > 0$  แสดงว่าพัฒนาการในการฟื้นฟูร่างกายของผู้ป่วยมีแนวโน้มในการรักษา

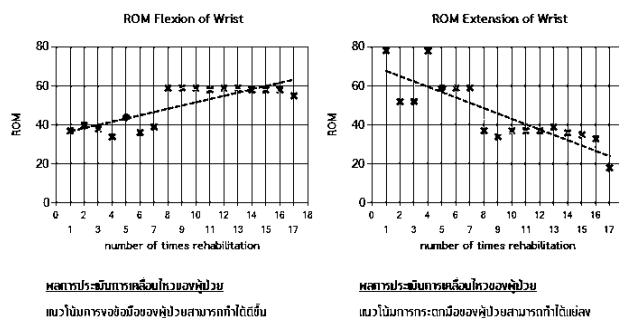
ที่ดีขึ้น แต่ถ้า  $b < 0$  แสดงว่าพัฒนาการในการฟื้นฟูร่างกายของผู้ป่วยมีแนวโน้มในการรักษาแย่ลง

### 3.2 ซอฟต์แวร์สำหรับแพทย์และเจ้าหน้าที่ด้านการฟื้นฟู

ระบบควบคุมหุ่นยนต์และวิเคราะห์ข้อมูลการเคลื่อนไหวของผู้ป่วยกายภาพบำบัดส่วนแขน สามารถใช้สำหรับกำหนดแผนการฟื้นฟูให้กับผู้ป่วย ซึ่งสามารถกำหนดรูปแบบการฟื้นฟูของระบบหุ่นยนต์ได้หลากหลายรูปแบบตามสถานะความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ช่วยให้ผู้ป่วยสามารถเข้ารับการฟื้นฟูตามแผนการรักษาที่วางไว้ได้ทันที ดังแสดงในรูปที่ 7

รูปที่ 7. ซอฟต์แวร์กำหนดการทำงานของระบบหุ่นยนต์

แพทย์และเจ้าหน้าที่ทางด้านการฟื้นฟูสามารถเข้าติดตามผลการรักษาของผู้ป่วยที่เข้ารับการฟื้นฟูจากระบบหุ่นยนต์ได้ดังแสดงตัวอย่างการประเมินในรูปที่ 8



รูปที่ 8. ซอฟต์แวร์วิเคราะห์ข้อมูลของผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษา

### 3.3 การทดลอง

การทดลองเพื่อวัดประสิทธิภาพของระบบควบคุมหุ่นยนต์ และซอฟต์แวร์วิเคราะห์ข้อมูลการเคลื่อนไหวของผู้ป่วยกายภาพบำบัดส่วนแขน แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

การทดลองที่ 1 ทำการทดลองโดยให้แพทย์และเจ้าหน้าที่ด้านการฟื้นฟูทดลองใช้งานซอฟต์แวร์และตอบแบบสอบถามเพื่อประเมินซอฟต์แวร์ โดยจะประเมินความพึงพอใจจากการใช้งานซอฟต์แวร์ วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลของผู้ป่วยในซอฟต์แวร์

ผู้ทำการประเมินเป็นเจ้าหน้าที่ด้านการฟื้นฟูโรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า แผนกพยาบาลเวชศาสตร์การฟื้นฟู ที่ใช้งานซอฟต์แวร์ทั้งหมด จำนวน 3 คน เพศชาย 1 คน และเพศหญิง 2 คน มีอายุอยู่ในช่วง 18 ถึง 24 ปี 2 คน และมีอายุอยู่ในช่วง 31 ถึง 40 ปี 1 คน

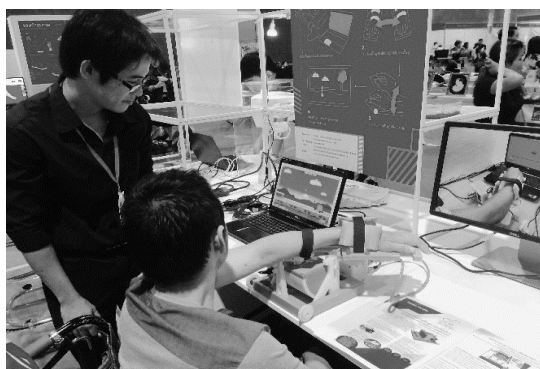
แบบสอบถามความพึงพอใจจากการใช้งานซอฟต์แวร์ใช้แบบสำรวจที่มีหัวข้อในการประเมินความพึงพอใจ และคำถามปลายเปิดในส่วนท้ายของแบบสอบถาม โดยจะมีเกณฑ์การให้คะแนนความพึงพอใจ 5 ระดับ ดังนี้ (1) น้อยที่สุด (2) น้อย (3) ปานกลาง (4) มาก (5) มากที่สุด

การวิเคราะห์ผลการประเมินความพึงพอใจจากการใช้งานซอฟต์แวร์ เมื่อได้ค่าเฉลี่ยของคะแนนแต่ละข้อแล้วนำมาเทียบกับเกณฑ์การประเมินผล[5] ซึ่งมีการแปลผลตามระดับค่าเฉลี่ยจากอันตรภาคชั้นดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2. การแปลผลตามระดับค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ

เกณฑ์การประเมินผล	การแปลผล
ระหว่าง 4.50 - 5.00	มากที่สุด
ระหว่าง 3.50 - 4.49	มาก
ระหว่าง 2.50 - 3.49	ปานกลาง
ระหว่าง 1.50 - 2.49	น้อย
ระหว่าง 0 - 1.50	น้อยที่สุด

การทดลองที่ 2 การทำนายผลการผลฟื้นฟูของผู้ป่วยโดยใช้ข้อมูลการฟื้นฟูข้อมือ ข้อศอก และแขนท่อนล่าง ของผู้ป่วยจำนวน 3 คนในการทดสอบ เพื่อหาค่าความแม่นยำในการวัดผลการฟื้นฟูของผู้ป่วย ทดลองโดยใช้ข้อมูลการฟื้นฟู 5,7 และ 10 วันตามลำดับ เป็นตัวแบบในการทำนายข้อมูลการฟื้นฟูอีก 7 วันข้างหน้าเทียบกับข้อมูลการฟื้นฟูจริง



รูปที่ 9. ผู้ป่วยทดลองเข้าใช้งานระบบหุ่นยนต์เพื่อการฟื้นฟูแขน

#### 4. ผลการทดลอง

จากการทดลองเพื่อประเมินความพึงพอใจจากการใช้งานซอฟต์แวร์ และการทดลองทำนายผลการฟื้นฟูของผู้ป่วย เพื่อหาค่าความแม่นยำในการวัดผลการฟื้นฟูสามารถสรุปผลได้ดังนี้

##### 4.1 ผลการประเมินความพึงพอใจจากการใช้งานซอฟต์แวร์

การประเมินความพึงพอใจจากการใช้งานซอฟต์แวร์ โดยใช้แบบสำรวจที่มีหัวข้อในการประเมิน 4 หัวข้อ โดยวัดความถี่ในการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจจากการใช้งานซอฟต์แวร์ในแต่ละข้อ โดยให้เจ้าหน้าที่ทางด้านการฟื้นฟูเป็นผู้ประเมิน ดังแสดงข้อมูลที่ได้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3. ความพึงพอใจจากการใช้งานซอฟต์แวร์

รายการประเมิน	ความพึงพอใจ		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. องค์ประกอบในซอฟต์แวร์มีความเหมาะสม นำใช้งาน	3.3	0.47	ปานกลาง
2. ซอฟต์แวร์ง่ายต่อการใช้งาน ไม่ซับซ้อน	3.7	0.47	มาก
3. ความเหมาะสมของข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการลงทะเบียน	4.0	0.00	มาก
4. ข้อความต่างๆ ในซอฟต์แวร์อ่านแล้วเข้าใจได้ง่าย	3.0	0.00	ปานกลาง
รวม	3.50	0.50	มาก

จากตารางที่ 3 ข้อมูลที่ได้จากการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานซอฟต์แวร์ ผลการประเมินความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่ด้านการฟื้นฟู พบว่าเจ้าหน้าที่ด้านการฟื้นฟูมีความพึงพอใจจากการใช้งานซอฟต์แวร์อยู่ในระดับมากจำนวน 2 รายการ ได้แก่ ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาง่ายต่อการใช้งาน ไม่ซับซ้อน และมีความเหมาะสมของข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการลงทะเบียน มีความพึงพอใจระดับปานกลางจำนวน 2 รายการ ได้แก่ องค์ประกอบต่างๆ ในซอฟต์แวร์ มีความเหมาะสม นำใช้งานและข้อความแจ้งเตือน และข้อความต่างๆ ในซอฟต์แวร์อ่านแล้วเข้าใจได้ง่าย ความพึงพอใจโดยรวมของการใช้งานซอฟต์แวร์อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความพึงพอใจเท่ากับ 3.50

การประเมินความพึงพอใจในวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลของผู้ป่วย โดยใช้แบบสำรวจที่มีหัวข้อในการประเมิน 6 หัวข้อ โดยให้เจ้าหน้าที่ทางด้านการฟื้นฟูเป็นผู้ทำการประเมิน ดังแสดงข้อมูลที่ได้ในตารางที่ 4

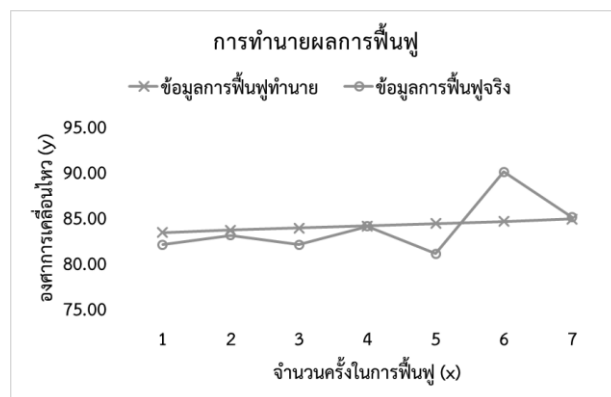
ตารางที่ 4. ความพึงพอใจวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลของผู้ป่วยในซอฟต์แวร์

รายการประเมิน	ความพึงพอใจ		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. ซอฟต์แวร์สามารถช่วยในการประเมินการเคลื่อนไหวของผู้ป่วยได้สอดคล้องกับผลการประเมินจากเจ้าหน้าที่	3.7	0.47	มาก
2. ข้อมูลมีความครบถ้วนตามการใช้งานจริง	4.0	0.00	มาก
3. ความถูกต้องในการจัดเก็บข้อมูลตรงกับข้อมูลการฟื้นฟูจริง	4.0	0.00	มาก
4. ซอฟต์แวร์ช่วยให้สามารถติดตามและประเมินผลการฟื้นฟูของผู้ป่วยได้อย่างต่อเนื่อง	3.7	0.47	มาก
5. สถิติที่นำมาใช้ในการประเมินข้อมูลมีความเหมาะสม และช่วยให้เห็นแนวโน้มข้อมูลรวมถึงพัฒนาการจากการฟื้นฟู	3.0	0.00	ปานกลาง
6. ความปลอดภัยในการจัดเก็บข้อมูลและการเข้าถึงข้อมูล	4.7	0.47	มากที่สุด
<b>รวม</b>	<b>3.8</b>	<b>0.60</b>	<b>มาก</b>

จากตารางที่ 4 เป็นข้อมูลที่ได้จากการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานซอฟต์แวร์ จากผลการประเมินความพึงพอใจที่ได้ พบว่าเจ้าหน้าที่ด้านการฟื้นฟูมีความพึงพอใจจากใช้งานซอฟต์แวร์อยู่ในระดับมากที่สุดจำนวน 1 รายการ ได้แก่ ซอฟต์แวร์มีความปลอดภัยในการจัดเก็บข้อมูลและการเข้าถึงข้อมูล มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดจำนวน 4 รายการ ได้แก่ ซอฟต์แวร์สามารถช่วยในการประเมินการเคลื่อนไหวของผู้ป่วยได้สอดคล้องกับผลการประเมินจากเจ้าหน้าที่, ซอฟต์แวร์มีการจัดเก็บข้อมูลครบถ้วนตามการใช้งานจริง, ซอฟต์แวร์สามารถจัดเก็บข้อมูลได้ถูกต้องตรงกับข้อมูลการฟื้นฟูจริง และซอฟต์แวร์ช่วยให้สามารถติดตามและประเมินผลการฟื้นฟูของผู้ป่วยได้อย่างต่อเนื่อง มีความพึงพอใจในระดับปานกลางจำนวน 1 รายการ ได้แก่ หลักการทางสถิติที่นำมาใช้ในการประเมินข้อมูลมีความเหมาะสม และช่วยให้เห็นแนวโน้มข้อมูลรวมถึงพัฒนาการจากการฟื้นฟู ความพึงพอใจโดยรวมของการใช้งานซอฟต์แวร์อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความพึงพอใจเท่ากับ 3.80

#### 4.2 การทำนายผลการฟื้นฟูเทียบกับข้อมูลการฟื้นฟูจริง

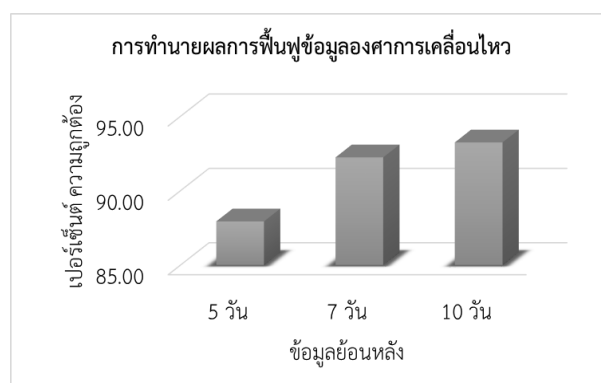
การทำนายผลการฟื้นฟูของผู้ป่วย โดยใช้ข้อมูลการฟื้นฟูข้อมูลมือ ข้อศอก และแขนท่อนล่าง ของผู้ป่วยจำนวน 3 คน ในการทดสอบ เพื่อหาค่าความแม่นยำในการวัดผลการฟื้นฟู ทดลองโดยใช้ข้อมูลการฟื้นฟู 5, 7 และ 10 วันตามลำดับ เป็นตัวแบบในการทำนายข้อมูลการฟื้นฟูอีก 7 วันข้างหน้า ดังแสดงตัวอย่างการทำนายผลในรูปที่ 10



รูปที่ 10. การทำนายผลการฟื้นฟูเทียบกับข้อมูลการฟื้นฟูจริง

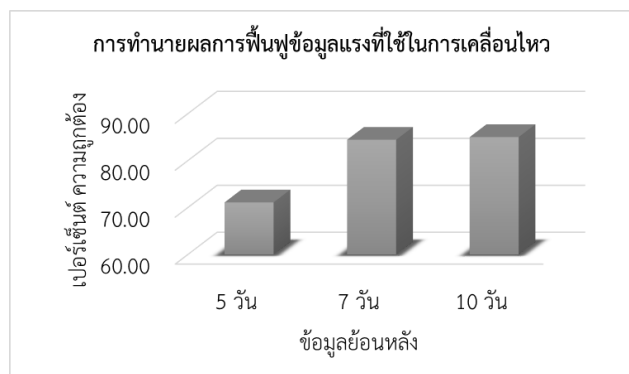
จากรูปที่ 10 เป็นตัวอย่างข้อมูลการทำนายผลการฟื้นฟูในหน่วยการเคลื่อนไหวแขนท่อนล่างเทียบกับข้อมูลการฟื้นฟูจริง โดยข้อมูลที่นำมาทดสอบเป็นช่วงองศาการเคลื่อนไหวที่ผู้ป่วยสามารถขยับได้ขณะที่เข้ารับการฟื้นฟูจากระบบหุ่นยนต์ในแต่ละครั้ง

การทำนายผลการฟื้นฟูของผู้ป่วยโดยใช้ข้อมูลการฟื้นฟูข้อมูลมือ ข้อศอก และแขนท่อนล่าง ของผู้ป่วยจำนวน 3 คน ในการทดสอบ มีความแม่นยำในการทำนายผลเทียบกับข้อมูลการฟื้นฟูจริง ดังแสดงในรูปที่ 11 และ 12



รูปที่ 11. การทำนายผลการฟื้นฟูข้อมูลองศาการเคลื่อนไหว

จากรูปที่ 11 การประเมินข้อมูลลงศาการเคลื่อนไหวจากตัวแบบในการทำนายโดยใช้ข้อมูลการฟื้นฟู 5 วัน มีค่าความแม่นยำเท่ากับ 87.94 เปอร์เซนต์ 7 วัน มีค่าความแม่นยำเท่ากับ 92.24 เปอร์เซนต์ และ 10 วัน มีค่าความแม่นยำเท่ากับ 93.25 เปอร์เซนต์

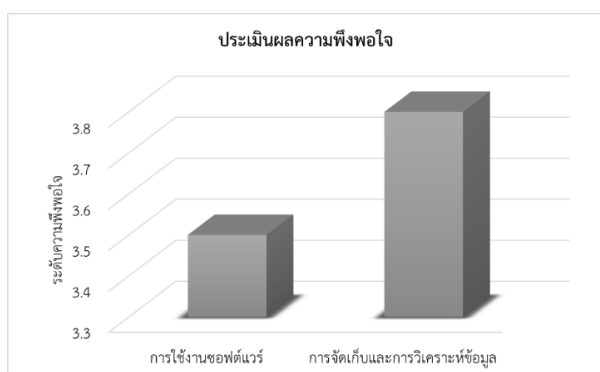


รูปที่ 12. การทำนายผลการฟื้นฟูข้อมูลแรงที่ใช้ในการเคลื่อนไหว

จากรูปที่ 12 การประเมินข้อมูลแรงที่ใช้ในการเคลื่อนไหวจากตัวแบบในการทำนายโดยใช้ข้อมูลการฟื้นฟู 5 วันมีค่าความแม่นยำเท่ากับ 71.10 เปอร์เซนต์ 7 วัน มีค่าความแม่นยำเท่ากับ 84.44 เปอร์เซนต์ และ 10 วัน มีค่าความแม่นยำเท่ากับ 85.01 เปอร์เซนต์

### 5. สรุปผลการทดลอง

เจ้าหน้าที่ด้านการฟื้นฟูมีความพึงพอใจจากการใช้งานซอฟต์แวร์ในระดับที่ตีมากที่สุดคิดเป็นค่าเฉลี่ยที่ 3.50 และความพึงพอใจในวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลรวมถึงวิธีการในการวิเคราะห์ข้อมูลในระดับที่ตีมากที่สุดคิดเป็นค่าเฉลี่ยที่ 3.80 สามารถสรุปผลความพึงพอใจที่มีต่อซอฟต์แวร์ภาพรวมในระดับมากที่สุดคิดเป็นค่าเฉลี่ยได้ที่ 3.65 ดังแสดงในรูปที่ 13



รูปที่ 13. ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานซอฟต์แวร์

จากการทดสอบการทำนายผลการฟื้นฟู พบว่าหากใช้ข้อมูลตัวแบบในการทำนายยิ่งมากจะทำให้ค่าความแม่นยำในการ

ทำนายนั้นมีความแม่นยำมากขึ้น ซึ่งผลที่ได้จากการทดสอบโดยใช้ข้อมูลฟื้นฟู 5, 7 และ 10 วันตามลำดับ เป็นตัวแบบในการทำนายพบว่าผลจากการใช้ข้อมูลการฟื้นฟู 10 วันเป็นตัวแบบในการทำนายผลมีความแม่นยำในการทำนายมากที่สุด โดยมีความแม่นยำในการทำนายผลข้อมูลแรงเท่ากับ 85.01 เปอร์เซนต์ และข้อมูลลงศาการเคลื่อนไหวมีความแม่นยำเท่ากับ 93.25 เปอร์เซนต์

เมื่อพิจารณาผลการประเมินจากเจ้าหน้าที่ด้านการฟื้นฟูและความแม่นยำในการวัดผลการฟื้นฟูที่ได้จากการทดสอบสามารถสรุปได้ว่า ระบบควบคุมหุ่นยนต์และวิเคราะห์ข้อมูลการเคลื่อนไหวของผู้ป่วยกายภาพบำบัดส่วนแขน สามารถนำไปใช้ร่วมกับระบบหุ่นยนต์ได้ เพราะช่วยทำให้แพทย์และเจ้าหน้าที่ด้านการฟื้นฟูสามารถติดตามผลการรักษาของผู้ป่วยที่เข้ารับการฟื้นฟู และสามารถนำผลการประเมินข้อมูลที่ได้ไปวางแผนการรักษา ทำให้การรักษานั้นมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

### กิตติกรรมประกาศ

ระบบควบคุมหุ่นยนต์และวิเคราะห์ข้อมูลการเคลื่อนไหวของผู้ป่วยกายภาพบำบัดส่วนแขน เป็นโครงการพัฒนาร่วมกับหน่วยพัฒนาอิเล็กทรอนิกส์และระบบทางชีวการแพทย์ ภายใต้ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ขอแสดงความขอบคุณ ดร.วินัย ชนปรมัตถ์ ผู้ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับเรื่องระบบการทำงานของหุ่นยนต์เพื่อการฟื้นฟูแขน รวมถึงวิธีการและแนวทางที่ใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากในการพัฒนาจนสำเร็จตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่กำหนดไว้

### เอกสารอ้างอิง

- [1] คณะกรรมการผู้สูงอายุแห่งชาติ. 2558. สถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย (มส.ผส.). สืบค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2559. จาก มส.ผส. <http://thaitgri.org/?p=37841>
- [2] สำนักงานประกันสังคมและกระทรวงแรงงาน. คู่มือแนวทางการประเมินการสูญเสียสมรรถภาพทางกายและจิต. สืบค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2559. จาก: <http://www.sso.go.th/sites/default/files/skt230453.pdf>
- [3] สุวดี น้าพาเจริญ. Regression Analysis. สืบค้นเมื่อ 5 ตุลาคม 2559. จาก: [http://www.tpa.or.th/writer/read\\_this\\_book\\_topic.php?bookID=3086&read=true&count=true](http://www.tpa.or.th/writer/read_this_book_topic.php?bookID=3086&read=true&count=true)
- [4] ดร.วินัย ชนปรมัตถ. WEFRE rehab system.i-CREATE International Conference. 2555.
- [5] บุญชม ศรีสะอาด. 2545. การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สุริยสาส์น.