

ระบบแนะนำการออกกำลังกายด้วยเว็บเซอร์วิสโดยใช้การประมวลผลภาพดิจิทัล Exercise Suggestion System on Web Services Using Digital Image Processing

วณัชยา ร่มสายหยุด

คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยสยาม 235 ถนนเพชรเกษม เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร 10160

โทร 024570068 ต่อ 210, โทรสาร 024573892

E-mail: walisa.r@siamu.ac.th

บทคัดย่อ

การออกกำลังกายทำให้ร่างกายแข็งแรง สมบูรณ์ ปราศจากโรคภัยไข้เจ็บ แต่ปัจจุบันผู้คนไม่ค่อยให้ความสนใจกับการออกกำลังกาย อาจด้วยความเร่งรีบในการดำรงชีพหรือไม่สะดวกในการออกกำลังกาย เพราะสถานที่ออกกำลังกายอยู่ไกลหรือไม่ก็มีค่าใช้จ่ายสูง ทำให้ผู้คนทั่วไปไม่นิยมออกกำลังกาย ส่งผลให้มีสถิติของผู้ที่เจ็บป่วยสูงขึ้นทุกปี

ในปัจจุบันโทรศัพท์มือถือมีความสามารถเพิ่มขึ้นมากมาย เช่นสามารถถ่ายรูป, ถ่ายวิดีโอ หรือรับ-ส่งข้อมูลผ่านอุปกรณ์ไร้สายต่างๆ ได้อีกด้วย ดังนั้นหากสามารถนำเทคนิคการออกกำลังกายมาแสดงบนอุปกรณ์มือถือผ่านทางระบบอินเทอร์เน็ตไร้สายหรือ GPRS ทำให้ผู้ที่สนใจสามารถออกกำลังกายได้ทุกสถานที่ ทุกเวลาและเลือกวิธีออกกำลังกายที่ถูกต้องเหมาะสมกับตัวเองมากที่สุด

ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการเลือกวิธีการออกกำลังกายที่เหมาะสมกับรูปร่าง, อายุ, เพศ, น้ำหนักและส่วนสูงของแต่ละบุคคลเพื่อทำการค้นหารายละเอียดของข้อมูลจากระบบฐานข้อมูลการออกกำลังกายผ่านเว็บเซอร์วิส (Web Services)

คำสำคัญ: เว็บเซอร์วิส, เอ็กเอ็มแอล, การประมวลผลภาพ, จีพีอาร์เอส

Abstract

Although exercise brings us many benefits such as improving physical health and preventing from illness and diseases, but people seem to pay less attention to exercise. The reasons are may be because they hurry up and live or the places where they go to exercise are too far or they can't afford to pay for the gym service or fitness center. As the result, the illness rate of people is continuously increasing every year.

Nowadays many mobile phones are very powerful. In addition to the standard voice function of a telephone, they can support many additional services and accessories; such as digital camera, camcorder and wireless equipments for data transfer. Therefore, the advancement of mobile technology can be utilized to make exercise easier and more

convenient regardless of place and time. The exercise techniques can be sent to display on mobiles phones via the wireless internet system or GPRS for users to choose their own exercise methods.

This research represents how to choose the exercise method that is suitable for individual body shape, age, sex, weight and height by searching information from exercise database via the web services.

Keywords: Web Services, XML, Image Processing, GPRS

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในสังคมยุคโลกาภิวัตน์ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งการแข่งขันทางด้านธุรกิจที่เป็นไปอย่างสูงยิ่ง ในเรื่องการศึกษา การประกอบอาชีพ ปัญญาดังกล่าวทำให้ประชาชนส่วนใหญ่ไม่สามารถปรับตัวได้ทัน ประกอบกับการดำเนินวิถีชีวิตในปัจจุบันขาดการ เคลื่อนไหวในกิจวัตรประจำวัน ขาดการออกกำลังกาย และทำให้เกิดปัญหาสุขภาพทางกายและจิต กล่าวคือพบว่าเป็นสาเหตุการตายและอัตราการตายที่สำคัญได้แก่ โรคหัวใจ ร้อยละ 78.9 อุบัติเหตุร้อยละ 61.50 มะเร็งทุกชนิดร้อยละ 50.90 ความดันโลหิตร้อยละ 16.10 ต่อจำนวนประชากรล้านคนตามลำดับ (แหล่งข้อมูล จาก: สำนักนโยบายและแผนสาธารณสุขปี 2546)

จากปัญหาดังกล่าวทำให้ทางผู้วิจัย เห็นประโยชน์ของการออกกำลังกายและหาวิธีที่จะส่งเสริมให้ประชาชนทั่วไปสามารถออกกำลังกายได้อย่างถูกต้องและมีวิธีการที่สะดวก โดยอาศัยเทคโนโลยี อุปกรณ์สื่อสารเข้ามาช่วย โดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาจะช่วยวิเคราะห์ข้อมูลของแต่ละบุคคลและเสนอแนะวิธีการออกกำลังกายที่ถูกต้องและเหมาะสมแก่ผู้ใช้งาน ซึ่งผู้ใช้งานสามารถใช้โปรแกรมนี้โดยผ่าน อุปกรณ์สื่อสาร เช่นมือถือ หรือ Pocket PC ที่มีสามารถท่องอินเทอร์เน็ตบนอุปกรณ์สื่อสารได้ (GPRS: General Packet Radio Service) โปรแกรมนี้จะเหมาะกับบุคคลทุกเพศ ทุกวัยที่ต้องการออกกำลังกายโดยไม่จำกัดสถานที่ และสามารถออกกำลังกายได้ตลอดเวลาโดยผู้ใช้งานจะเห็นภาพวิดีโอสาธิตการออกกำลังกายในแต่ละท่าทางอย่างถูกต้องและเหมาะสม เนื่องจากหากออกกำลังกายผิดวิธีแทนที่จะเป็นการช่วยให้มีสุขภาพร่างกายที่แข็งแรงแต่กลับส่งผลเสียต่อร่างกายเช่น บาดเจ็บ หรือปวดเมื่อย

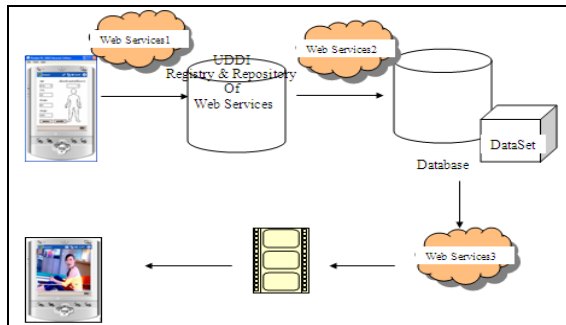
2. วิธีดำเนินการ

การทำงานของระบบแบ่งเป็น 2 ส่วนสำคัญดังต่อไปนี้

1. ส่วนเว็บเซอร์วิส (Web Services) จะทำการนำข้อมูลที่ผู้ใช้งานกรอกเข้าไป เช่นข้อมูลเฉพาะบุคคล อายุ, เพศ, น้ำหนักและส่วนสูงไปคำนวณและหาผลลัพธ์ออกมาว่า จะต้องออกกำลังกายทำได้นานระยะเวลาเท่าใด

2. ส่วนการประมวลผลภาพ (Image Processing) เมื่อได้ข้อมูลจากเว็บเซอร์วิส (Web Services) จะไปดึงภาพขึ้นมาแสดงบนอุปกรณ์

Pocket PC เพื่อให้ผู้ใช้งานของโปรแกรมได้เห็นภาพ และเสียงประกอบการออกกำลังกาย



ภาพที่ 2.1: แสดงการทำงานของระบบการออกกำลังกายด้วยเว็บเซอร์วิสโดยใช้การประมวลผลภาพดิจิทัล

หน้าที่ของเว็บเซอร์วิส (Web Services) มีดังต่อไปนี้

1 เว็บเซอร์วิส (Web Services) ตัวที่ 1 จะเป็นการคำนวณข้อมูลหรือพารามิเตอร์ (Parameter) ต่างๆ ส่งที่เข้ามาในระบบ เช่น อายุ, เพศ, น้ำหนักละส่วนสูง

2 เว็บเซอร์วิส (Web Services) ตัวที่ 2 จะเป็นการนำข้อมูลที่เก็บอยู่ในระบบฐานข้อมูล เช่น ทำการออกกำลังกาย, ทำการอบอุ่นร่างกาย และทำการผ่อนคลายกล้ามเนื้อ มาแสดง ในการออกกำลังกายที่ถูกต้อง จะต้องประกอบไปด้วยท่าทางการออกกำลังกาย 3 ส่วนคือ

- การอุ่นร่างกาย (Warm up) ก่อนที่จะออกกำลังกายต้องมีการอุ่นร่างกายก่อน เช่น ถ้าเราจะออกกำลังกายด้วยการวิ่ง ก็ไม่สมควรที่จะลงวิ่งทันที เมื่อไปถึงสนามควรจะอุ่นร่างกายให้ร่างกาย มีอุณหภูมิสูงขึ้นก่อน ซ้ำๆ เช่น การเคลื่อนไหวร่างกาย สะบัดแข้ง สะบัดขา แกว่งแขน วิ่งเหยาะๆ อยู่กับที่ซ้ำๆ ซ้ำๆ ระยะเวลาหนึ่งก่อน แล้วจึงออกวิ่ง ดังนั้นการ

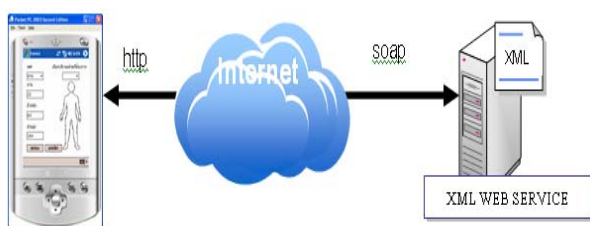
อุ่นร่างกายก่อนออกกำลังกายจึงเป็นขั้นตอนแรกที่จะต้องกระทำ

- เป็นขั้นตอนออกกำลังกาย (Exercise) อย่างจริงจัง การออกกำลังกายนั้นจะต้องเพียงพอทำให้ร่างกายเกิดการเผาไหม้ไขมันในร่างกายโดยใช้ออกซิเจนในอากาศ โดยการหายใจเข้าไปเพื่อทำให้เกิดพลังงานจนถึงระดับหนึ่ง การที่จะออกกำลังกายได้ถึงระดับนี้ เป็นเรื่องสำคัญที่ผู้ออกกำลังกายจะต้องเข้าใจให้ถูกต้อง
- เป็นขั้นตอนการผ่อนให้เย็นลง (Cool down) คือ เมื่อได้ออกกำลังกายตาม กำหนดที่เหมาะสม ตามขั้นตอนที่ 2 แล้วควรจะค่อยๆ ผ่อนการออกกำลังกายลงทีละน้อยแทนการหยุดการออกกำลังกายโดยทันที ทั้งนี้เพื่อให้เลือดที่คั่งอยู่ตามกล้ามเนื้อได้มีโอกาสกลับคืนสู่หัวใจ

3.เว็บเซอร์วิส (Web Services) ตัวที่ 3 จะ

เป็นการนำภาพที่ได้จากระบบฐานข้อมูลที่เก็บเป็น XML file มาแปลงเป็นไฟล์ภาพและเสียงเพื่อประกอบการออกกำลังกาย ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการและหลักการในการออกแบบเว็บเซอร์วิสแนะนำการออกกำลังกายรวมถึงโครงสร้างข้อมูลต่าง ๆ ในการทำงานของเว็บเซอร์วิสแนะนำการออกกำลังกาย หลักในการออกแบบระบบนั้นต้องคำนึงถึงข้อมูลเฉพาะบุคคล เช่น เพศ, อายุ, น้ำหนัก, ส่วนสูงและบริเวณส่วนใดของร่างกายที่ต้องการออกกำลังกาย โดยมีการเรียกใช้งานเว็บเซอร์วิสผ่านระบบ GPRS ของ Pocket PC และเข้าถึงระบบอินเทอร์เน็ต (Internet) ผ่านทาง Protocol: HTTP จากนั้นระบบจะทำการประมวลผล

เพื่อเลือกข้อมูลของท่าทางการออกกำลังกายและ
 คำนวณระยะเวลาในการออกกำลังกาย โดยจะนำ
 ข้อมูลที่เก็บไว้ในระบบฐานข้อมูล (Database) มาใช้
 ในการประมวลผลและส่งผลลัพธ์จากการทำงาน
 ออกมาเป็นข้อมูลภาพและเสียงสำหรับแนะนำการ
 ออกกำลังกาย เพื่อให้ท่าทางการออกกำลังกายที่
 เหมาะสม และถูกต้อง



ภาพที่ 2-2: แสดงการทำงานของโปรแกรม

การออกแบบฐานข้อมูล (Database Design) ในเว็บ
 เซอร์วิสการแนะนำการออกกำลังกาย สามารถจำแนก
 ตารางได้ 3 ตาราง

ตารางที่ 2-1: การแสดง Table ชื่อ Warm Up

ชื่อตาราง: WarmUp		
ชื่อฟิลด์	คำอธิบาย	รูปแบบ
WID (PK)	รหัสการอบอุ่น ร่างกาย	Integer
Name	ชื่อ ท่า การ อบอุ่นร่างกาย	nvarchar
WarmUp_Step	วิธีการอบอุ่น ร่างกาย	nvarchar
Type	ส่วนต่างๆของ ร่างกาย	nvarchar
EID (FK)	รหัสการออก กำลังกาย	Integer

ตารางที่2-2: การแสดง Table ชื่อ Exercise

ชื่อตาราง: Exercises		
ชื่อฟิลด์	คำอธิบาย	รูปแบบ
EID (PK)	รหัส การ ออก กำลังกาย	Integer
Name	ชื่อ ท่า การ ออก กำลังกาย	nvarchar
Exercise	วิธีการออกกำลังกาย	nvarchar
Type	ส่วนต่างๆของ ร่างกาย	nvarchar
Age	อายุ	Text
Sex	เพศ	Text
Weight	น้ำหนัก	Text
Hight	ส่วนสูง	Text

ตารางที่2-3: การแสดง Table ชื่อ Cool-down

ชื่อตาราง: Cooldown		
ชื่อฟิลด์	คำอธิบาย	รูปแบบ
CID (PK)	รหัสการผ่อนคลาย กล้ามเนื้อ	Integer
Name	ชื่อท่าการผ่อนคลาย กล้ามเนื้อ	nvarchar
Cooldown_Step	วิธีการผ่อนคลาย กล้ามเนื้อ	nvarchar
Type	ส่วนต่างๆของ ร่างกาย	nvarchar
EID (FK)	รหัสการออก กำลังกาย	Integer

3. ผลการวิจัย

จากการออกแบบหน้าจอ ผู้ใช้จะต้องกรอก
 เพศ อายุ ส่วนสูงและน้ำหนัก ให้ครบถ้วนและทำการ
 เลือกบริเวณที่ต้องการออกกำลังกายบนรูปจำลองตัว

บุคคลบนอุปกรณ์ Pocket pc แล้วโปรแกรมจะแสดงแท็บสีบนตัวรูปจำลองตัวบุคคลเพื่อบอกให้ทราบว่าผู้ใช้ได้เลือกบริเวณส่วนที่ต้องการออกกำลังกายส่วนนั้นแล้ว ดังแสดงภาพที่ 3.1 จากผู้ใช้ทำการกดปุ่มตกลง เพื่อเป็นการยืนยันและสู่หน้าจอถัดไป



ภาพที่ 3.1: แสดงหน้าจอเริ่มต้นของโปรแกรม

จากนั้นโปรแกรมจะทำการคำนวณผลข้อมูลตามที่ระบุ ซึ่งจะนำข้อมูลของแต่ละบุคคลมาคำนวณเพราะข้อมูลแต่ละบุคคลนี้จะเป็นตัวบ่งบอกถึงจำนวนครั้งในการออกกำลังกายแต่ละท่า, ระยะเวลาที่ออกกำลังกายของแต่ละคน โดยจะแสดงท่าทางการอบอุ่นร่างกาย, ท่าทางการออกกำลังกาย และท่าการผ่อนคลายกล้ามเนื้อหลังจากที่ได้ออกกำลังกายเรียบร้อยแล้ว โดยจะแสดงระยะเวลาและจำนวนครั้งของแต่ละท่าทางในการออกกำลังกาย โดยรายการที่ต้องออกกำลังกายจะแสดงโดยใช้เป็นรายการเลือก (Check box) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกท่าทางการออกกำลังกายและระยะเวลาได้ตามสะดวก โดยที่หน้าจอของโปรแกรมจะมีคำอธิบายปรากฏอยู่ด้วย เพื่อให้ผู้ใช้

โปรแกรมได้เข้าใจการออกกำลังกายแต่ละท่า ดังแสดงภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2: แสดงระยะเวลาที่จะต้องออกกำลังกาย

จากนั้นผู้ใช้จะต้องกดปุ่มถัดไป เพื่อไปยังหน้าจอถัดไป จะเป็นการแสดงรูปภาพการออกกำลังกายพร้อมเสียงประกอบ ดังแสดงภาพที่ 3.3 เพื่อเป็นการอธิบายให้ผู้ใช้สามารถทำตามได้โดยง่าย โดยการทำงานของโปรแกรมจะเริ่มนำท่าอบอุ่นร่างกายก่อน จากนั้นเป็นท่าการออกกำลังกาย และจบด้วยท่าการผ่อนคลายกล้ามเนื้อ ดังแสดงภาพที่ 3.4 ตามลำดับ เพื่อให้ผู้ที่ออกกำลังกายไม่เกิดอาการบาดเจ็บระหว่างออกกำลังกายหรือรู้สึกปวดเมื่อยเมื่อเสร็จสิ้นการออกกำลังกาย



ภาพที่ 3.3: แสดงทำการอบอุ่นร่างกายก่อนการออกกำลังกาย



ภาพที่ 3.4: แสดงทำการออกกำลังกาย

3.1 สรุปผลการใช้งานโปรแกรมระบบการแนะนำการออกกำลังกายด้วยเทคโนโลยีเว็บเซอร์วิส (Web Services)

ในการพัฒนาระบบการแนะนำการออกกำลังกายด้วยเทคโนโลยีเว็บเซอร์วิส (Web Services) มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ประชาชนบุคคลทั่วไปหันมาใส่ใจกับสุขภาพของตัวเอง โดยอาศัยเทคโนโลยีอุปกรณ์สื่อสารเข้ามาช่วย โดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาจะ

ช่วยวิเคราะห์ข้อมูลของแต่ละบุคคลและเสนอแนะวิธีการออกกำลังกายที่ถูกต้องและเหมาะสมแก่ผู้ใช้งาน ซึ่งผู้ใช้งานสามารถใช้โปรแกรมนี้โดยผ่านอุปกรณ์สื่อสาร เช่นมือถือ หรือ Pocket PC ที่มีสามารถท่องอินเทอร์เน็ตบนอุปกรณ์สื่อสารได้ (GPRS: General Packet Radio Service) และโปรแกรมจะทำการอธิบายการทำท่าทางออกกำลังกายโดยอาศัยภาพและเสียง เพื่อสื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจได้ง่ายและสะดวกในการเล่นกีฬา โดยจะมีทั้งทำอบอุ่นร่างกายทั้ง (Cool down และ Warm up) เพื่อปรับสภาพร่างกายพร้อมในการออกกำลังกายในครั้งต่อไป

3.2 ข้อเสนอนแนะ

อุปกรณ์มือถือที่ใช้ในระบบการแนะนำการออกกำลังกายด้วยเทคโนโลยีเว็บเซอร์วิส (Web Services) นี้จะต้องรองรับการทำงานของ (GPRS: General Packet Radio Service) ด้วยและอุปกรณ์มือถือนี้จะต้องสามารถเปิดอ่านเอกสาร Word สำหรับแนะนำวิธีการออกกำลังกายที่จะให้มาหลังจากที่ได้ติดตั้งโปรแกรมนี้แล้ว

4. สรุปผลการวิจัย

สรุปประเด็นปัญหาสำคัญๆ 3 ข้อ ระหว่างที่มีการพัฒนาระบบการแนะนำการออกกำลังกายด้วยเทคโนโลยีเว็บเซอร์วิส (Web Services) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. Pocket PC ไม่สามารถเรียกใช้เว็บเซอร์วิสได้

แนวทางแก้ไข ทำการเปลี่ยนค่า Properties ของ Web Reference เป็น IP Address ของเครื่อง

2.ไม่รองรับภาษาไทย และไม่สามารถติดต่อผ่าน Emulator Pocket PC ได้โดยตรง

แนวทางแก้ไข ใช้โปรแกรม ThaiWinCE2.10.8.17 และทำการติดตั้งโปรแกรม Microsoft ActiveSync 4.2 เพื่อที่จะสามารถติดต่อกับ Emulator Pocket PC ได้

3.Pocket PC ไม่สามารถแสดงรูปภาพที่ทำการบันทึกลงฐานข้อมูลที่เป็น Path ได้

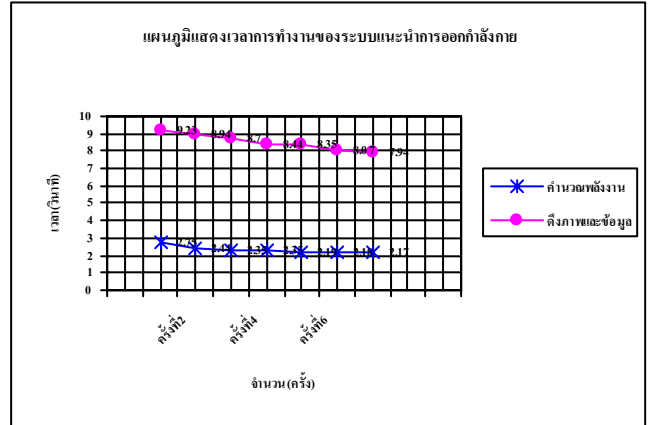
แนวทางแก้ไข ต้องทำการบันทึกข้อมูลรูปภาพเป็น Binary File โดยทำการเขียนโปรแกรมบันทึกรูปภาพลงฐานข้อมูล

4.1 คำแนะนำจากผู้ใช้งานระบบจำนวน 20 ท่าน

ผู้พัฒนาได้นำโปรแกรมการแนะนำการออกกำลังกาย ด้วยเว็บเซอร์วิสนี้ ไปให้ผู้ที่มาออกกำลังกายที่ศูนย์กีฬามหาวิทยาลัยสยาม ในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2550 ในช่วงเวลา 17:00-18:00 น. เฉพาะวันพฤหัสบดีและวันศุกร์ เป็นจำนวนทั้งสิ้น 8 วัน

4.1.1 ทดสอบเปรียบเทียบเวลาในการแสดงข้อมูล

ในการพัฒนาโปรแกรมการแนะนำการออกกำลังกาย ด้วยเว็บเซอร์วิสนี้ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถทราบกฎกติกาและวิธีการเล่นที่ถูกต้องและทราบพลังงานที่ใช้ไปในการเล่นกีฬา ซึ่งสามารถเรียกใช้โปรแกรมได้ทุกสถานที่ และทุกเวลาที่ต้องการจะออกกำลังกาย โดยโปรแกรมจะแสดงชนิดกีฬาได้ 10 และเมื่อผู้ใช้เริ่มต้นเข้าสู่โปรแกรม โปรแกรมจะทำงานเร็วขึ้นตามลำดับดังรูปที่ 4.1 กราฟแสดงเวลาการทำงานของโปรแกรม



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงเวลาการทำงานของโปรแกรม

จากกราฟแสดงให้เห็นเวลาในการสืบค้นข้อมูลและแสดงผลผ่านระบบ GPRS ของโทรศัพท์มือถือในช่วงเวลาระหว่างเวลา 17:00-18:00 น. เป็นช่วงเวลาที่มีการใช้โทรศัพท์สูงมาก แต่ผลลัพธ์ที่ได้ในการเรียกใช้โปรแกรมและแสดงผลจะใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 8.45 วินาทีต่อครั้งในการส่งข้อมูลเข้าไปที่ระบบ Server ผ่านเว็บเซอร์วิสและส่งผลลัพธ์กลับมาภายในช่วงเวลาดังกล่าว

ข้อเสนอแนะจากผู้ใช้งานโปรแกรม

1. โปรแกรมควรมีชนิดการออกกำลังกายให้มากขึ้น และรายละเอียดควรให้มากกว่านี้
2. รูปภาพที่แสดงขึ้นมาควรจะเป็นไฟล์วิดีโอและควรมีเสียงพูดอธิบายถึงกฎกติกาและวิธีการเล่นกีฬาพร้อมกับแสดงข้อมูลที่แสดงขึ้นมา
3. ควรจะมีให้ผู้ใช้เลือกหน่วยของน้ำหนักว่าเป็นปอนด์หรือเป็นกิโลกรัมได้

5.เอกสารอ้างอิง

1. [AF03] T. Anderson, M. Feng, S. Riddle, A. Romanovsky. Protective Wrapper Development: A Case Study. To be presented at the 2nd Int. Conference on COTS-based Software Systems. Ottawa, Canada. February, 2003.
2. [AL81] T. Anderson, P. A. Lee. Fault Tolerance: Principles and Practice. Prentice-Hall, 1981.
3. [D99] R. DeLine. "A Catalog of Techniques for Resolving Packaging Mismatch". Proceedings of the 5th Symposium on Software Reusability (SSR'99). Los Angeles, CA. May 1999. pp. 44-53.
4. [GAO95] D. Garlan, R. Allen, J. Ockerbloom. Architectural mismatch: Why reuse is so hard. IEEE Software, 12(6):17-- 26, November 1995.
5. [GRL02] P. A. C. Guerra, C. M. F. Rubira, R. de Lemos. An Idealized Fault-Tolerant Architectural Component, in Proceedings of the ICSE 2002 Workshop on Architecting Dependable Systems, Orlando, USA, 2002, pp. 15--20.
6. Brereton, Pearl, Budgen, David: Component-Based Systems: A Classification of Issues. IEEE Computer 33, (2000), 54-62.
7. Cox, Brad: Object-Oriented Programming. Addison-Wesley, Reading (1986).
8. Li, Wei: Another metric suite for object-oriented programming. The Journal of Systems and Software 44, (1998), 155-16.
9. Fang, C. Y., et. al.,(2004), An automatic road sign recognition system based on a computational model of human recognition processing, Computer Vision and Image Understanding, vol. 96, pp. 237-268.
10. Avi-Itzhak H.I., Diep T.A. and Garland H., (1995), High Accuracy Optical Character Recognition Using Neural Networks with Centroid Dithering, IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 17, No.2, pp. 218-223.
11. Meechai L., and Kosin P. (2005), Car License Analyzer based on Multiregion Hopfield Neural Network, pp. 5-6