



ใบรับรองโครงงานวิทยาศาสตร์

โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ (องค์การมหาชน)

มัธยมศึกษาตอนปลาย

หลักสูตร

วิทยาการคอมพิวเตอร์

สาขาวิชา

ซอฟต์แวร์พิสูจน์ตัวตนด้วยลายเซ็น และจังหวะการเซ็น (Dynamic signature recognition)

นามผู้ทำโครงงาน นายณัฐกิตติ อารเสรษฐวิวัฒน์ ม. 5/8

เลขประจำตัวนักเรียน 06603

นายธนวรรณดีโป ม. 5/8

เลขประจำตัวนักเรียน 06604

นายปณณธร บุญเอกอนันต์ ม. 5/8

เลขประจำตัวนักเรียน 06608

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

(อาจารย์ พิชญุตม์ อุปพันธ์)

กรรมการ.....วันที่.....เดือน.....

.....พ.ศ.....

(อาจารย์ เลขาวิญ งามประสิทธิ์)

กรรมการ.....วันที่.....เดือน...

.....พ.ศ.....

(อาจารย์ ศิริพร ศักดิ์บุญญารัตน์)

หัวหน้าสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์.....วันที่.....เดือน
น.....พ.ศ.....

(อาจารย์ ศิริพร ศักดิ์บุญญารัตน์)

หัวข้อโครงการ ซอฟต์แวร์พิสูจน์ตัวตนด้วยลายเซ็น และจังหวะการเซ็น
Dynamic signature recognition

ผู้ทำโครงการ นายณัฐกิตติ ถาวรเศรษฐ์วัฒน์

นายธนวรรณ ดีโป

นายปณณธร บุญเอกอนันต์

อาจารย์ที่ปรึกษา นายพิชณุตม์ อุปพันธ์

ผศ.ดร.โชติรัตน์ รัตนามหัทธนะ

สาขาวิชา วิทยาการคอมพิวเตอร์

โรงเรียน มหิดลวิทยานุสรณ์ปีการศึกษา 2557

บทคัดย่อ

ปัจจุบันข้อมูลของเราต้องมีการป้องกันเพื่อความปลอดภัยที่มากขึ้น ถ้าต้องการให้รหัสผ่าน มีความซับซ้อนมากขึ้น เราสามารถเพิ่มอักขระพิเศษเช่น @, #, _ และ % เป็นต้น หรือเพิ่มความยาวของรหัสผ่าน ไม่ว่าวิธีใดก็ตาม ต่างก็เพิ่มระยะเวลาที่ผู้ใช้ใช้ในการเข้าสู่ระบบ ในโครงการนี้การระบุตัวตนจะรวดเร็ว ปลอดภัยจากการ shoulder surfing โดยใช้เทคนิคการจดจำลายเซ็นบนข้อมูล time series อัลกอริทึม dynamic time warping ใช้ในการวัดระยะห่างเพื่อนำไปวิเคราะห์และจดจำลายเซ็นที่รับเข้ามาในรูปแบบ พิกัด (x, y) เราสร้างส่วนติดต่อผู้ใช้แบบพิเศษขึ้นมาใหม่ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเซ็นลายเซ็นและจะเก็บข้อมูลลายเซ็นทุกๆ 10 ms ข้อมูลที่รับเข้ามาจะถูกวิเคราะห์ในกระบวนการระบุตัวตนเพื่อยืนยันตัวตนผู้ใช้งาน การทดลองของเราพิสูจน์ว่าโปรแกรม shoulder-surfing protector ที่เราสร้างขึ้นสามารถเพิ่มความปลอดภัยต่อบัญชีผู้ใช้ได้

Research Title Dynamic signature recognition

Researcher Mr. Nutkitti Thavornsettawat

Mr. Tanawat Deepo

Mr. Pannatorn Bunakanan

Advisor Mr. Pichayoot Ouppaphan

Asst. Prof. Chotirat Ratanamahatana

Department Computer Science

School Mahidol Wittayanusorn School

Academic Year 2014

Abstract

Nowadays, we need more security to protect our information. If we want to increase the complexity of our password, we could add some special characters such as @, #, _ and % or increase its length. However, this in turn would increase the time to log in for a user. In this project, authentication will be faster and more secured against shoulder surfing using signature recognition technique on time series data. Our algorithm used dynamic time warping distance measure to analyze and recognize an input signature represented by a series of x, y-coordinates. We devised a special user interface that a user can provide the signature input, whose data are sampled every 10 ms. The input data were then analyzed in the authentication process to verify the user. Our experiment demonstrated that our shoulder-surfing protector program added more security and increased the recognition rate compared to the previously proposed image processing method.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติที่ให้ทุนสนับสนุนในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ขอขอบพระคุณ อาจารย์พิชญุตม์ อุปพันธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ช่วยศาสตราจารย์

ดร. โขติรัตน์ รตนามัทธนะซึ่งกรุณาสละเวลาให้ความรู้และคำแนะนำตลอดการทำงาน

ขอขอบพระคุณ โรงเรียนมหิตลวิทย์านุสรณ์ที่เอื้อเฟื้อระบบอินเทอร์เน็ตไร้สายอันเป็นพื้นฐานสำคัญที่ทำให้โครงงานนี้ขับเคลื่อนไปได้

ท้ายที่สุด ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ผู้ให้กำลังใจและให้โอกาสการศึกษาอันมีค่ายิ่งขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ทุกคนที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ จนทำให้โครงงานนี้สำเร็จเสร็จไปได้ด้วยดี

ผู้พัฒนา

22 ม.ค. 2558

สารบัญ

หัวข้อ

หน้า

บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
ที่มาและความสำคัญ	1
ขอบเขตการศึกษา	1
วัตถุประสงค์	1
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
ระยะเวลาทำโครงการ	1
สถานที่ทำโครงการ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
ข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series Data)	3
ไดนามิกไทม์วอร์ปิง (Dynamic Time Warping – DTW)	4
Windows Presentation Foundation (WPF)	6
บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลอง	8
หลักการที่ใช้	8
อัลกอริทึม	9
การวิเคราะห์ฟังก์ชัน	10
เครื่องมือที่ใช้	10
Input	10
Output	10
การสร้างซอฟต์แวร์	10
Functional Specification	13
บทที่ 4 ผลการทดลอง	15

บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	21
การวิเคราะห์ข้อมูล	21
การสรุปผลข้อมูล	22
บรรณานุกรม	24
ประวัติผู้วิจัย	25

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางผลการทดลอง	14-17
ตารางสรุปผลการทดลอง	19

สารบัญภาพ

ภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ Time Series Data ในการรับข้อมูลลายเซ็น	4
ภาพที่ 2 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ Dynamic Time Warping ในการวิเคราะห์ลายเซ็น	5
ภาพที่ 3 ตัวอย่างการพัฒนา WPF application ด้วยโปรแกรม Microsoft Visual Studio	7
ภาพที่ 4 Z-normalization	8
ภาพที่ 5 Off-line algorithm	9
ภาพที่ 6 Dynamic Time Warping algorithm (DTW)	9
ภาพที่ 7 โปรแกรม Shoulder surfing protector	11
ภาพที่ 8 หน้าต่าง Sign up	11
ภาพที่ 9 หน้าต่าง Sign in	12
ภาพที่ 10 การสร้างบัญชีผู้ใช้ใหม่ด้วยการเซ็น 10 ลายเซ็น	14
ภาพที่ 11 การเซ็นหลายส่วนโดยการยกปากกา	14
ภาพที่ 12 กราฟแสดงผลการทดลอง	20

บทที่ 1 บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบัน การพิสูจน์ตัวตนนั้น มีหลายรูปแบบ ซึ่งในแต่ละรูปแบบมีทั้งข้อดีและข้อเสีย ผู้ที่ต้องการให้ข้อมูลของตนมีความเป็นส่วนตัวก็ควรเพิ่มความยากในการเข้ารหัส เช่น เพิ่มความยาวของรหัส หรือการใช้อักขระพิเศษเป็นต้น ซึ่งจะทำให้ใช้เวลานานในการพิสูจน์ตัวตน และในบางครั้งอาจมีผู้ไม่ประสงค์ดีสามารถรู้ข้อมูลของรหัสได้โดยวิธีการต่างๆ เช่น การแอบมองในขณะที่กรอกรหัส หรือการใช้โปรแกรมบางอย่างในการบันทึกข้อมูลรหัสที่กรอก เป็นต้น ซึ่งจะทำให้เกิดความเสียหายต่อเจ้าของรหัสได้ ข้าพเจ้าจึงสร้างโปรแกรมเพื่อแก้ปัญหาการพิสูจน์ตัวตนดังกล่าว

ขอบเขตการศึกษา

สามารถใช้งานได้ในระบบสัมผัส
รองรับระบบ Windows 7 ขึ้นไป
รองรับระบบ real time

วัตถุประสงค์

เพื่อลดระยะเวลาในการพิสูจน์ตัวตนของผู้ใช้งาน
เพื่อเพิ่มความปลอดภัยของรหัสจากการปลอมตัวตน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ลดระยะเวลาในการพิสูจน์ตัวตนของผู้ใช้งาน
เพิ่มความปลอดภัยของรหัสจากการปลอมตัวตน

ระยะเวลาทำโครงการ

งานวิจัยมีระยะเวลา 7 เดือน เริ่มตั้งแต่ พฤษภาคม พ.ศ. 2557 –
มกราคม พ.ศ. 2558

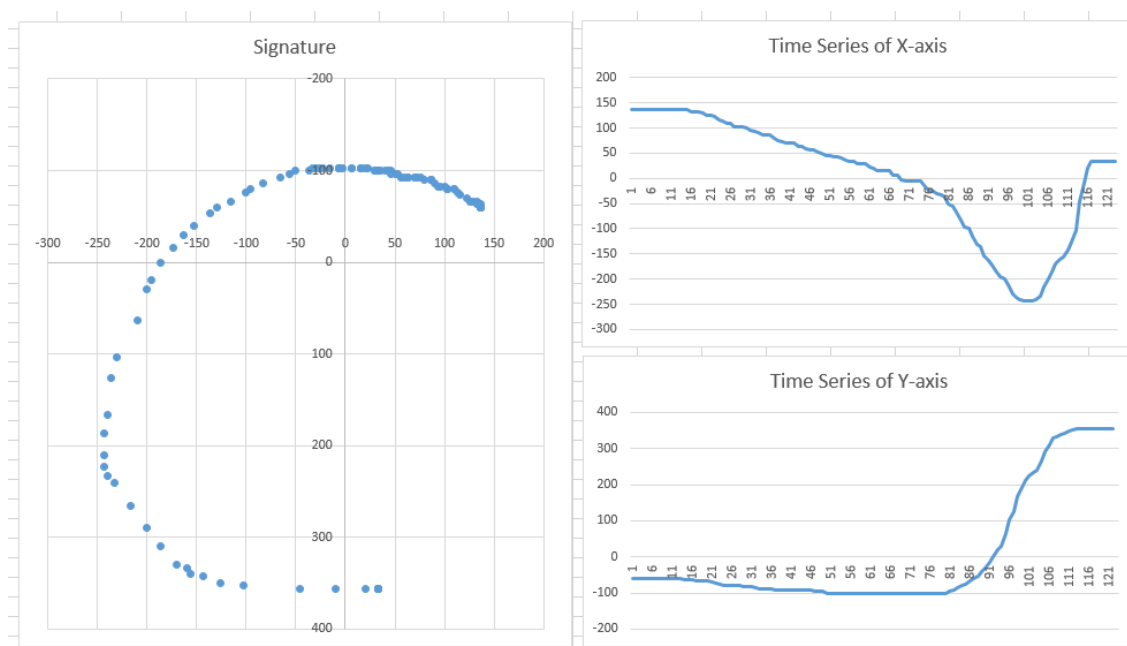
สถานที่ทำโครงการ

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series Data)

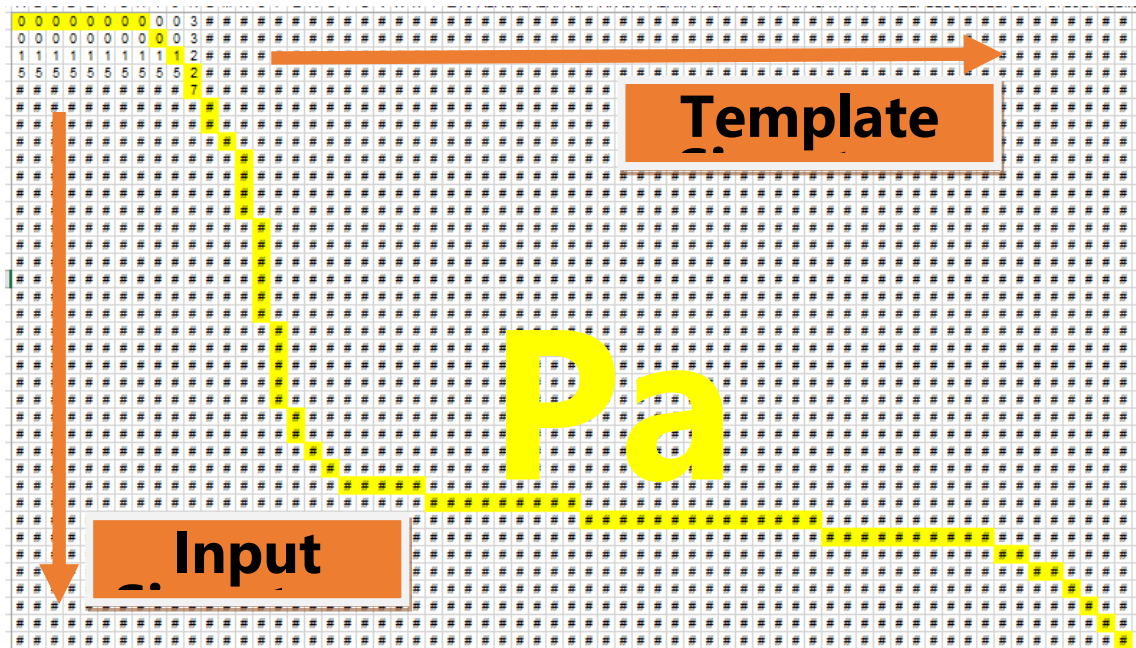
ข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series Data) เป็นชนิดของข้อมูลใด ๆ ที่ได้จากการเก็บค่าจุดข้อมูลอย่างต่อเนื่องเป็นลำดับของเวลาก่อนหลัง เช่น ข้อมูลตลาดหุ้น ข้อมูลอุณหภูมิรายวัน ข้อมูลคลื่นหัวใจ อัตราการเติบโตทางการตลาด เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีรูปแบบของข้อมูลที่ไม่ใช่อนุกรมเวลา (เช่น รูปภาพ และ ข้อมูลมัลติมีเดียต่าง ๆ) แต่สามารถแปลงให้อยู่ในรูปของอนุกรมเวลาได้ เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการข้อมูลเหล่านั้น ในปัจจุบันข้อมูลอนุกรมเวลาได้เข้ามามีบทบาทที่สำคัญกับงานวิจัยในศาสตร์แขนงต่าง ๆ เช่น ชีวสารสนเทศศาสตร์ (Bioinformatics) วิทยาการหุ่นยนต์ (Robotics) การแพทย์ (Medicine) เคมี (Chemistry) การรู้จำท่าทาง (Gesture Recognition) การรู้จำคำพูด (Speech Recognition) การสะกดรอย (Tracking) การเงิน (Finance) ชีวมาตร (Biometrics) ดาราศาสตร์ (Astronomy) อุตสาหกรรม (Manufacturing) ฯลฯ



ภาพที่ 1 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ Time Series Data ในการรับข้อมูลลายเซ็น

ไดนามิกไทม์วอร์ปิง (Dynamic Time Warping – DTW)

ไดนามิกไทม์วอร์ปิง (Dynamic Time Warping – DTW) เป็นวิธีกำหนดการพลวัต (Dynamic Programming) ที่ใช้สำหรับวัดความคล้ายกันระหว่างข้อมูลอนุกรมเวลา 2 ชุด โดยผลลัพธ์ที่ได้ จะให้ค่าระยะทางและวิธีการปรับแนว (Alignment) ที่ดีที่สุดระหว่างข้อมูลทั้งสอง ซึ่งสามารถยืด/หดให้รองรับความแปรผันในแกนเวลาได้เป็นอย่างดี และเป็นวิธีที่มีการนำไปประยุกต์ใช้กับระบบรู้จำเสียงพูด (Speech Recognition) และการประมวลผลสัญญาณต่าง ๆ โดยมีประสิทธิภาพในด้านความแม่นยำสูงสุด อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดหลักของวิธีนี้อยู่ที่ระยะเวลาที่ต้องใช้ในการประมวลผลที่ค่อนข้างมาก และยังขาดการแก้ปัญหาและพัฒนาที่สมบูรณ์ จึงทำให้วิธีนี้ยังไม่เป็นที่แพร่หลายในเชิงพาณิชย์



ภาพที่ 2 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ Dynamic Time Warping ในการวิเคราะห์ลายเซ็น

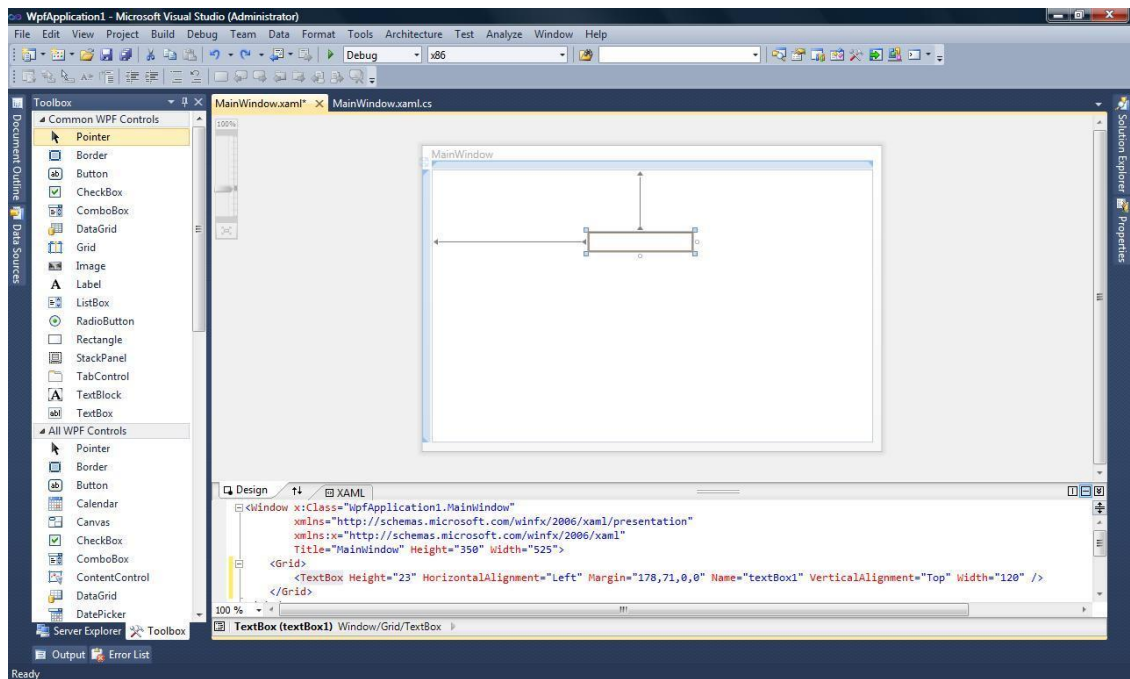
Windows Presentation Foundation (WPF)

Windows Presentation Foundation (WPF) เป็นเทคโนโลยีในการออกแบบ User interface ออกโดยบริษัท Microsoft

ช่วยให้โปรแกรมเมอร์พัฒนาหน้าต่างของโปรแกรมได้อย่างง่ายและสวยงาม โดยใช้ .Net framework 3.0 ขึ้นไป ใช้เครื่องมือในการพัฒนา WPF application มีมากมายโดยมาจากบริษัท Microsoft เป็นหลัก (ในที่นี้ใช้โปรแกรม Microsoft Visual Studio Express 2013)

ลักษณะเด่นของ WPF

- Designer
สามารถแบ่งหน้าที่การทำงานในส่วนการออกแบบโปรแกรม แยกจาก Programmer ได้
- กราฟิกของ WPF มีความสวยงาม ทันสมัย
- สามารถสร้างองค์ประกอบของโปรแกรมขึ้นมาใช้เองได้
- การใช้ภาษา XAML ซึ่งโครงสร้างคล้ายกับ HTML ทำให้เขียนโปรแกรมง่ายและอ่านง่าย
- มี style ร่วมกัน
จึงทำให้เปลี่ยนลักษณะการแสดงผลของโปรแกรมง่ายโดยแก้ไขไฟล์ XAML เพียงไม่กี่แห่ง



**ภาพที่ 3 ตัวอย่างการพัฒนา WPF application
ด้วยโปรแกรม Microsoft Visual Studio**

บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลอง

หลักการที่ใช้

Z-normalization

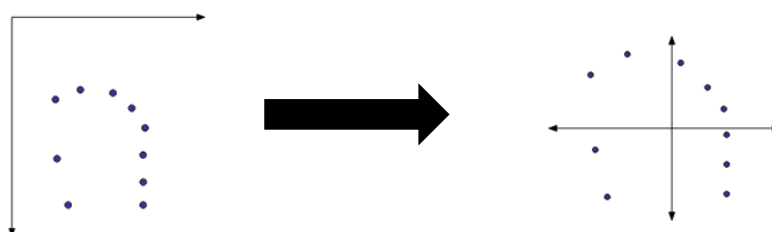
เป็นหลักการที่ใช้ในการปรับค่าของพิกัดก่อนจะนำไปวิเคราะห์ด้วยอัลกอริทึมต่างๆ

สมการ

$$X_{new} = \frac{x - \bar{x}}{S.D._x} \times size$$

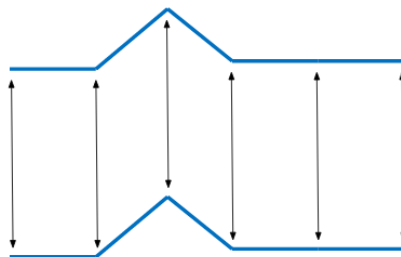
$$Y_{new} = \frac{y - \bar{y}}{S.D._y} \times size$$

ตำแหน่งของพิกัดหลังจากผ่านการ **Z-normalization** จะกระจายตำแหน่งโดยรอบจุดกำเนิด (0,0) เป็นระยะทางเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับค่า size ที่เราตั้งไว้



ภาพที่ 4 Z-normalization

อัลกอริทึม

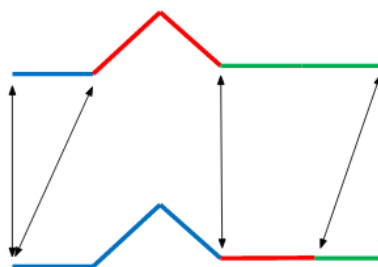


ภาพที่ 5 Off-line algorithm

กำหนดให้ลายเซ็นล่างเป็นลายเซ็นที่รับเข้ามาใหม่
และลายเซ็นบนเป็นลายเซ็นเทมเพลต

อัลกอริทึมนี้จะวิเคราะห์เฉพาะรูปร่าง รูปทรงของลายเซ็นเท่านั้น โดยเมื่อผู้ใช้งานเซ็นสำเร็จ จะทำการสร้างพิกัดเพื่อแบ่งลายเซ็นออกเป็นส่วนๆ ที่เท่ากันแล้วจึงทำการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของพิกัดพวกนี้กับเทมเพลต

Dynamic Time Warping algorithm (DTW)



ภาพที่ 6 Dynamic Time Warping algorithm (DTW)

กำหนดให้ลายเซ็นล่างเป็นลายเซ็นที่รับเข้ามาใหม่
ลายเซ็นบนเป็นลายเซ็นเทมเพลต และแต่ละสีคือจังหวะต่างๆกัน

อัลกอริทึมนี้จะรับค่าพิกัดขณะที่ผู้ใช้งานเซ็นลายเซ็น (แบบ on-line) โดยจะรับค่าพิกัดทุกๆ 10 ms แล้วนำไปวิเคราะห์ค่าความต่างต่างของพิกัดพวกนี้กับเทมเพลต แม้ว่ารูปร่าง รูปทรงของลายเซ็นจะเหมือนกัน

แต่ถ้าจังหวะในการเขียนต่างกัน การยืนยันตัวตนด้วยอัลกอริทึมนี้ก็จะไม่สำเร็จ

การวิเคราะห์พิกัด

ในทุกๆ พิกัดที่รับเข้ามา อัลกอริทึมก็จะนำพิกัดที่รับมาทุกพิกัดมาจับคู่กับพิกัดที่เหมาะสมในเทมเพลต โดยพิจารณาหาระยะห่างระหว่างคู่พิกัดที่น้อยที่สุด ถ้าลายเซ็นที่รับเข้ามาใกล้เคียงกับลายเซ็นในเทมเพลตระยะทางระหว่างคู่พิกัดก็จะน้อย อัลกอริทึมจะพิจารณาระยะทางเหล่านี้ โดยเทียบกับช่วงระยะทางที่ยอมรับได้ว่าเป็นลายเซ็นที่เหมือนกัน

เครื่องมือที่ใช้

Hardware

- 1.เมาส์ปากกา
- 2.คอมพิวเตอร์ ASUS X44H Intel® Core™ i3-2350M
CPU 2.30 GHz RAM 4.00 GB

Software

- 1.©Microsoft Visual Studio Express 2013 with C#
- 2.Windows 7 Ultimate

Input

List ของพิกัด (x,y) ของลายเซ็นในทุกๆหนึ่งหน่วยเวลาคงที่ และเวลาในการยกปากกาแต่ละครั้ง

Output

ผลการยืนยันตัวตนด้วยอัลกอริทึมที่สอง คือ ผ่านและไม่ผ่าน

การสร้างซอฟต์แวร์

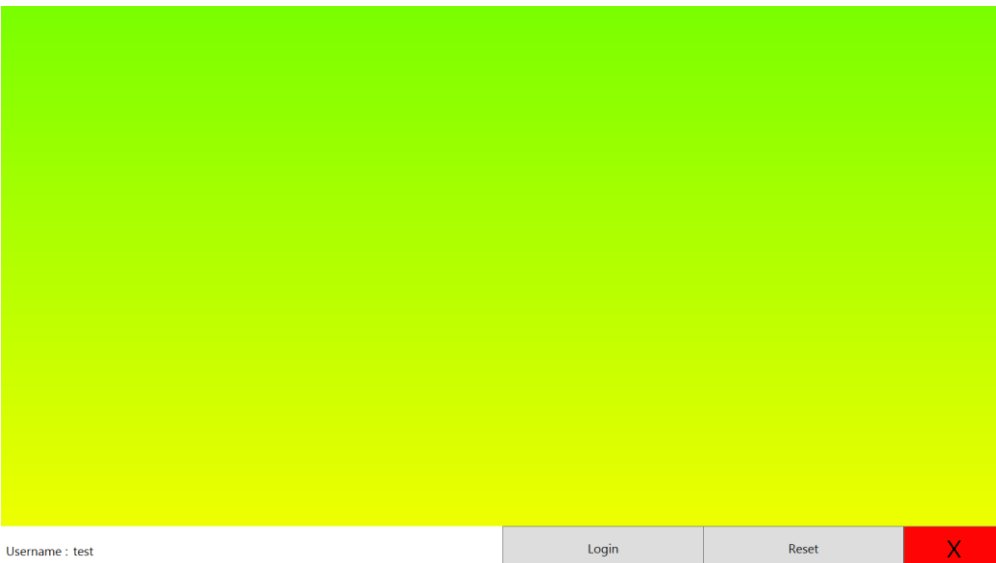
สร้าง User interface



ภาพที่ 7 โปรแกรม **Shoulder surfing protector**



ภาพที่ 8 หน้าต่าง **Sign up**



ภาพที่ 9 หน้าต่าง Sign in

ส่วนการสร้างเทมเพลต

1.เขียนโปรแกรมรับพิกัด x, y จากตำแหน่งของเมาส์ปากกา ทุกๆ 10 ms เมื่อคลิกเมาส์ และระยะเวลาที่ใช้ในการยกเมาส์ปากกา

2.ทำการปรับพิกัดของลายเซ็น ด้วยเทคนิค Z normalization

3.ตรวจสอบด้วยอัลกอริทึม Dynamic time warping จนผ่าน 10 ลายเซ็น

4.นำข้อมูลทั้งหมดทั้ง 10 ลายเซ็น มาเรียงกันเพื่อสร้างเทมเพลตโดยเรียงจากลายเซ็นที่มีค่าความแตกต่างสะสมจากการตรวจสอบด้วยอัลกอริทึม Dynamic time warping กับอีก 9 ลายเซ็น โดยเรียงจากจากน้อยไปมาก แล้วเก็บข้อมูลเป็น Binary file ของผู้ใช้งาน

ส่วนการเปรียบเทียบ

1.เขียนโปรแกรมรับพิกัด x, y จากตำแหน่งของเมาส์ปากกา ทุกๆ 10 ms เมื่อคลิกเมาส์ และระยะเวลาที่ใช้ในการยกเมาส์ปากกา

2.ทำการปรับพิกัดของลายเซ็น ด้วยเทคนิค Z normalization

3.นำข้อมูลลายเซ็นที่รับมาใหม่มาเปรียบเทียบกับลายเซ็นแรคจากเทมเพลตของผู้ใช้งาน ด้วยอัลกอริทึม Dynamic time warping และ เปรียบเทียบด้วยอัลกอริทึม Off-line แล้วแสดงผลว่าอัลกอริทึมใดผ่านหรือไม่ผ่าน

ทดลองกับผู้ใช้งาน

1.ให้ผู้ใช้งานสร้างบัญชีใหม่

2.ทำการทดลองโดยให้ล็อกอินเข้าบัญชีด้วยผู้ใช้งานจริง 10 ครั้ง และผู้ปลอมแปลง (ให้ภาพลายเซ็นผู้ใช้งานจริงไปฝึก) 10 ครั้ง

3.บันทึกผลการทดลอง

4.ทดลองกับ 10 ผู้ใช้งาน

5.นำผลการทดลองมาวิเคราะห์เปรียบเทียบ

Functional Specification

-

ให้ลายมือหรือลายเซ็นเป็นรหัสผ่านในการยืนยันตัวตนเพื่อเข้าใช้บัญชี

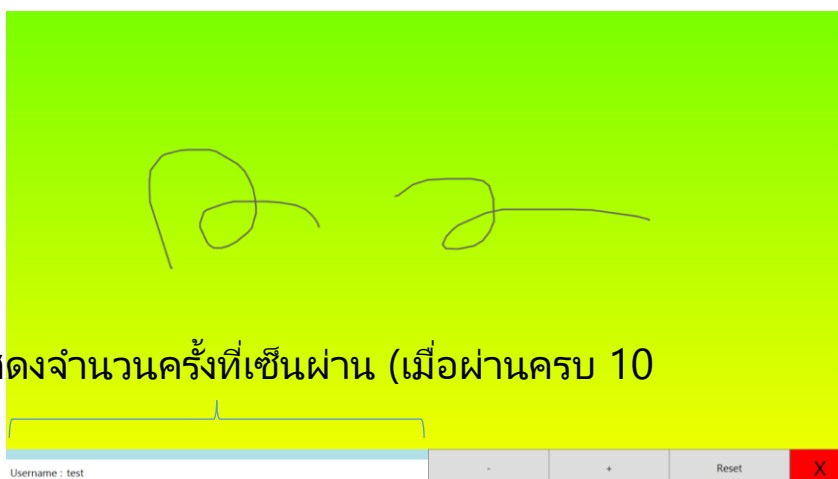
-บัญชีผู้ใช้ 1 บัญชี รองรับลายมือหรือลายเซ็น 1 อัน

-สร้างบัญชีผู้ใช้ใหม่ด้วยการเซ็น 10 ลายเซ็น



ภาพที่ 10 การสร้างบัญชีผู้ใช้ใหม่ด้วยการเซ็น 10 ลายเซ็น

-รองรับการเซ็นหลายส่วนโดยการยกปากกา



แถบแสดงจำนวนครั้งที่เซ็นผ่าน (เมื่อผ่านครบ 10

ภาพที่ 11 การเซ็นหลายส่วนโดยการยกปากกา

-

มีการอัปเดตการเปลี่ยนแปลงของลายเซ็นทุกครั้งที่ยืนยันตัวตนผ่าน

บทที่ 4 ผลการทดลอง

ผู้ทดสอบ(คนที่)	ครั้งที่เซ็น	ทดลองเข้ารหัสด้วยลายเซ็น			
		ผู้ใช้จริง		ผู้ปลอมแปลง	
		Off-line	DTW	Off-line	DTW
1	1	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
	2	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
	3	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
	4	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
	5	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน
	6	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
	7	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
	8	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
	9	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน
	10	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
2	1	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน
	2	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
	3	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน
	4	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
	5	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
	6	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
	7	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
	8	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
	9	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
	10	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
	1	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
	2	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน

9	3	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
	4	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
	5	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน
	6	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
	7	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
	8	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน
	9	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน
	10	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
10	1	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
	2	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
	3	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
	4	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
	5	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
	6	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
	7	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน
	8	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
	9	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน
	10	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน

ในการทดลองเราควบคุมตัวแปรโดย

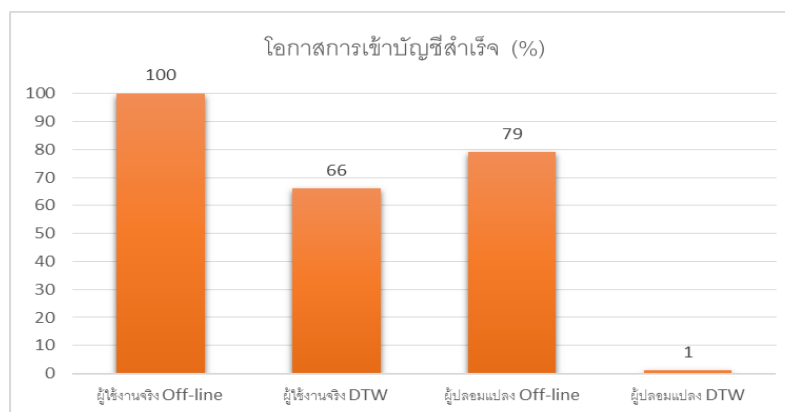
ผู้ใช้งานจริงเขียนลายเซ็นลงในกระดาษแล้วนำไปให้ผู้ปลอมแปลงศึกษาลักษณะก่อน แล้วจึงเข้าสู่ระบบ

ได้ว่าผู้ปลอมแปลงรู้ถึงรูปร่างลักษณะของลายเซ็นแต่ไม่สามารถทราบถึงจังหวะที่ใช้ในการเซ็น

ตารางสรุปผลการทดลอง

ผู้ทดสอบ (คนที่)	ผู้ใช้งานจริง(จำนวนครั้งที่ผ่าน)		ผู้ปลอมแปลง(จำนวนครั้งที่ผ่าน)	
	Off-line	DTW	Off-line	DTW
1	10	7	8	0
2	10	6	8	0
3	10	8	10	0
4	10	6	8	0
5	10	7	8	0
6	10	5	9	0
7	10	8	8	0
8	10	6	6	0
9	10	6	6	1
10	10	7	8	0
รวม	100	66	79	1

กราฟแสดงผลการทดลอง



ภาพที่ 12 กราฟแสดงผลการทดลอง

บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

กรณีที่อัลกอริทึมประมวลผลถูกต้องคือ

- 1.เข้าบัญชีสำเร็จเมื่อเป็นผู้ใช้งานจริง
- 2.เข้าบัญชีไม่สำเร็จเมื่อเป็นผู้ปลอมแปลง

1. เปรียบเทียบความแม่นยำระหว่างอัลกอริทึม Dynamic Time Warping (DTW) กับอัลกอริทึม Off-line

1.นับจำนวนครั้งที่อัลกอริทึมประมวลผลถูกต้องของแต่ละบัญชีผู้ใช้ ซึ่งก็คือผ่านเมื่อผู้เซ็นเป็นเจ้าของบัญชีและไม่ผ่านเมื่อผู้เซ็นไม่ใช่เจ้าของบัญชีผู้ใช้นั้น รวมทั้งหมด 20 ครั้งต่อหนึ่งบัญชีผู้ใช้ (จากผู้ใช้จริง 10 ครั้ง และการถูกปลอมตัวตน 10 ครั้ง ตามข้อ)

2.กลุ่มแรก นำเลขจำนวนครั้งที่ถูกของอัลกอริทึม Dynamic Time Warping (DTW) 10 จำนวน (10 บัญชีผู้ใช้) มาเปรียบเทียบกับกลุ่มที่สอง นำเลขจำนวนครั้งที่ถูกของอัลกอริทึม Off-line 10 จำนวน (10 บัญชีผู้ใช้) ว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่อย่างไร

2.เปรียบเทียบจำนวนครั้งที่เข้าสู่ระบบสำเร็จเมื่อใช้จังหวะในการวิเคราะห์ของผู้ใช้งานจริงกับผู้ปลอมแปลง

1.นับจำนวนครั้งที่ลดลงเมื่อเปลี่ยนการเข้าสู่ระบบด้วย อัลกอริทึม Off-line (ไม่พิจารณาจังหวะ) เป็นการเข้าสู่ระบบด้วย อัลกอริทึม Dynamic Time Warping (พิจารณาจังหวะ)

2.กลุ่มแรกของ ผู้ใช้งานจริง กลุ่มที่สองของผู้ปลอมแปลง นำมาเปรียบเทียบกันว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่อย่างไร

การสรุปผลข้อมูล

1. เปรียบเทียบความแม่นยำระหว่างอัลกอริทึม Dynamic Time Warping (DTW) กับอัลกอริทึม Off-line

อัลกอริทึม DTW

ผู้ใช้งานจริงเข้าระบบได้ 66 ครั้งจาก 100 ครั้ง เพราะฉะนั้นประมวลผลถูกต้องเท่ากับ 66 ครั้งจาก 100 ครั้ง

ผู้ปลอมแปลงเข้าระบบได้ 1 ครั้งจาก 100 ครั้ง เพราะฉะนั้นประมวลผลถูกต้องเท่ากับ 99 ครั้งจาก 100 ครั้ง

รวมอัลกอริทึมประมวลผลถูกต้อง 165 ครั้งจาก 200 ครั้ง คิดเป็น 82.5 %

อัลกอริทึม Off-line

ผู้ใช้งานจริงเข้าระบบได้ 100 ครั้งจาก 100 ครั้ง เพราะฉะนั้นประมวลผลถูกต้องเท่ากับ 100 ครั้งจาก 100 ครั้ง

ผู้ใช้งานจริงเข้าระบบได้ 79 ครั้งจาก 100 ครั้ง เพราะฉะนั้นประมวลผลถูกต้องเท่ากับ 21 ครั้งจาก 100 ครั้ง

รวมอัลกอริทึมประมวลผลถูกต้อง 121 ครั้งจาก 200 ครั้ง คิดเป็น 60.5 %

เมื่อนำข้อมูลการประมวลผลถูกต้องของแต่ละบัญชีผู้เข้ามาเปรียบเทียบกันได้ว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จากเปอร์เซ็นต์ที่อัลกอริทึมประมวลผลถูกต้อง

ได้ว่าอัลกอริทึม Dynamic Time Warping (DTW)

มีความแม่นยำมากกว่า อัลกอริทึม Off-line คิดเป็น 12%

2. เปรียบเทียบจำนวนครั้งที่เข้าสู่ระบบสำเร็จเมื่อใช้จังหวะในการวิเคราะห์ของผู้ใช้งานจริงกับผู้ปลอมแปลง

จำนวนครั้งที่ผู้ใช้งานจริงเข้าสู่ระบบด้วย อัลกอริทึม Off-line เท่ากับ 100 ครั้ง อัลกอริทึม Dynamic Time Warping (DTW) เท่ากับ 66 ครั้ง ลดลงเท่ากับ 34 ครั้ง

จำนวนครั้งที่ผู้ปลอมแปลงเข้าสู่ระบบด้วย อัลกอริทึม Off-line เท่ากับ 79 ครั้ง อัลกอริทึม Dynamic Time Warping (DTW) เท่ากับ 1 ครั้ง ลดลงเท่ากับ 78 ครั้ง

เมื่อพิจารณาจำนวนครั้งที่ลดลงได้ว่าการพิจารณาจังหวะในการเซ็นสามารถลดจำนวนการเข้าของผู้ปลอมแปลงได้มากกว่าผู้ใช้งานจริง

**สรุปได้ว่าการนำจังหวะมาพิจารณาสามารถแก้ปัญหา
Shoulder Surfing ได้**

บรรณานุกรม

- Donald O. Tanguay, Jr. Hidden Markov Models for Gesture Recognition. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, 1995
- Ying-Jun Weng. Time series clustering based on shape dynamic time warping using cloud models. IEEE, 2003
- Rabiner, L. An introduction to hidden Markov models. IEEE, 2003

ประวัติผู้วิจัย

นายณัฐกิตติ ถาวรเศรษฐวัฒน์ เกิดวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2540 สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาจากโรงเรียนอนุบาลสุธีธร จังหวัดนครปฐม ในปีการศึกษา 2552 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย จังหวัดกรุงเทพมหานคร ในปีการศึกษา 2555 และปัจจุบันศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์

นายธนวรรธน์ ดีโป เกิดวันที่ 6 ตุลาคม พ.ศ. 2540 สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาจากโรงเรียนยิ่งยศอนุสรณ์ จังหวัดปทุมธานี ในปีการศึกษา 2552 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ในปีการศึกษา 2555 และปัจจุบันศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์

นายปณณธร บุญเอกอนันต์ เกิดวันที่ 15 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2541 สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาจากโรงเรียนอัสสัมชัญสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ ในปีการศึกษา 2552 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน จังหวัดกรุงเทพมหานคร ในปีการศึกษา 2555 และปัจจุบันศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์