แอม วันเดอร์ริ่ง : ต้นแบบระบบจัดการพฤติกรรมการเดินหลง โดยใช้เทคนิคกระแสข้อมูลภูมิสารสนเทศ

I'm Wandering: A Prototype Wandering Management System Using Geo-Stream Technique

สุรศักดิ์ วาจี[1*], กรวัสส์ ธณะทรัพย์จินดา[2], และวัศวี แสนศรีมหาชัย[3]

[1*,2,3] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย 126/1 ถนนวิภาวดีรังสิต ดินแดง กรุงเทพฯ 10400

โทร 02-697-6506 โทรสาร 02-277-7007 E-mail:watsawee_san@utcc.ac.th

บทคัดย่อ

จำนวนผู้สูงอายุในประเทศไทยมีอัตราเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และคาดการณ์ว่าในอนาคตอันใกล้ ประเทศไทยจะเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างเต็มรูปแบบ ปัญหาที่พบมากในผู้สูงอายุ มีผลมาจากความเสื่อมโทรมของสุขภาพที่เกิดตามอายุที่เพิ่มมากขึ้น หนึ่งในปัญหาที่สำคัญของผู้สูงอายุ คือ ภาวะความถดถอยในการทำงานของสมอง หรือที่รู้จักกันในนามของโรคสมองเสื่อม ซึ่งภาวะดังกล่าวนำมาสู่พฤติกรรมการเดินหลง (Wandering behavior) ซึ่งคือพฤติกรรมที่ผู้สูงอายุหรือผู้ป่วยเดินอย่างไร้จุดหมาย เดินซ้ำไปซ้ำมา ลืมสิ่งที่ทำอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งผู้สูงอายุอาจเกิดอันตรายตามมาทั้งการเกิดอุบัติเหตุ การสูญหาย บ่อยครั้งเป็นอันตรายถึงชีวิต เพื่อเฝ้าระวังความปลอดภัยของผู้สูงอายุและลดความเสี่ยงต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น ผู้จัดทำจึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบที่สนับสนุนการจัดการพฤติกรรมการเดินหลงอย่างมีประสิทธิภาพ ต้นแบบระบบที่พัฒนาขึ้นประยุกต์ใช้เทคนิคกระแสข้อมูลภูมิสารสนเทศร่วมกับเทคโนโลยีจีพีเอส (GPS) เพื่อระบุตำแหน่งและตรวจจับพฤติกรรมการเดินหลงของผู้สูงอายุแบบทันที (Real-time) อีกทั้งระบบยังถูกออกแบบให้สามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์เคลื่อนที่ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และส่วนติดต่อผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนตามขนาดหน้าจอของอุปกรณ์

คำสำคัญ : การเดินหลง, โรคสมองเสื่อม, การประมวลผลกระแสข้อมูล

Abstract

In recent years, the elderly population in Thailand has grown rapidly and continuously. These indicators illustrate the fact that Thailand is entering into a full-fledged aging society. The elderly are usually faced with many problems resulting from the deterioration of health with increasing age. One of the major problems comes in the form of a decline in mental ability, commonly called dementia. This problem leads to wandering behavior - aimless movement and repetitive locomotion with no identifiable goal. The wandering behavior often results in negative consequences such as getting lost and serious injury or eventually death. To reduce such negative consequences, we propose a novel system that efficiently manages wandering behavior. Our prototype system applies geo-stream based technique together with GPS technology to identify location and detect wandering behavior of

the elderly in real-time. In addition, the system can run on both general purpose computers and a range of mobile devices over the Internet using a responsive user interface.

Keywords : Wandering, Dementia, Stream processing

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีประชากรผู้สูงอายุ (ประชากรที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป) ในสัดส่วนร้อยละ 15.3 ของประชากรทั้งหมด (สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล, 2557) และมีแนวโน้มการเพิ่มจำนวนมากขึ้นเรื่อย ๆ ทุกปี ในอัตราเพิ่มขึ้นกว่า 5 แสนคนต่อปี อีกทั้งจากรายงานดัชนีการสูงวัยของประชากรไทย ระหว่าง พ.ศ. 2503 – 2583 (สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล, 2557) แสดงให้เห็นว่า ปัจจุบันประเทศไทยเริ่มเข้าสู่สังคมสูงวัย (Aged society) ซึ่งค่าดัชนีสูงวัยของประชากร (ประชากรที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป / ประชากรที่มีอายุน้อยกว่า 15 ปี) มีค่ามากกว่า 50 และในอีกประมาณไม่เกิน 30 ปีข้างหน้า ประเทศไทยจะเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างเต็มรูปแบบ (Super aged society) ด้วยแนวโน้มดังกล่าว จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ประเทศ จะต้องมีการเตรียมความพร้อมในการดูแลผู้สูงอายุอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งด้านสุขภาวะ ด้านความปลอดภัย รวมถึงการตระเตรียมเทคโนโลยีและสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในการดูแลผู้สูงอายุในระยะยาว

ปัญหาที่พบมากในผู้สูงอายุ มีผลมาจากความเสื่อมโทรมของสุขภาพและปัญหาเรื่องการเคลื่อนไหว หนึ่งในปัญหาที่สำคัญของผู้สูงอายุ คือ ภาวะความถดถอยในการทำงานของสมอง ภาวะดังกล่าวเป็นที่รู้จักกันในชื่อ “โรคสมองเสื่อมในผู้สูงอายุ” จากรายงานปัญหาสุขภาพผู้สูงอายุไทย (สุทธิชัย จิตะพันธ์กุล และคณะ, 2542) พบว่า ความชุกของโรคสมองเสื่อมเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนประชากรทั้งหมด อยู่ที่สัดส่วนร้อยละ 3.4 และความชุกของโรคจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่ออายุเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ภาวะสมองเสื่อมดังกล่าวนำมาสู่ พฤติกรรมการเดินหลง (Wandering) ซึ่งคือพฤติกรรมที่ผู้สูงอายุเดินอย่างไร้จุดหมาย หรือการที่ผู้สูงอายุเดินซ้ำไปซ้ำมา เดินวนเหมือนวงกลม ลืมสิ่งที่ทำอยู่ในปัจจุบัน ไม่สามารถรับรู้วัน เวลา และสถานที่ ซึ่งผู้สูงอายุอาจเกิดอันตรายตามมาทั้งการเกิดอุบัติเหตุ การสูญหาย บ่อยครั้งเป็นอันตรายถึงชีวิต นอกจากอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับตัวผู้สูงอายุเอง แล้ว พฤติกรรมการเดินหลงนับว่าเป็นต้นเหตุที่สำคัญซึ่งทำให้เกิดความเครียดอย่างรุนแรงต่อพยาบาลหรือผู้ดูแลเป็นอย่างยิ่ง (วรรัตน์ สุขคุ้ม และจิราพร เกศพิชญวัฒนา, 2551)

ด้วยปัญหาข้างต้น ผู้จัดทำจึงมีแนวคิดในการพัฒนาต้นแบบของระบบที่สามารถเฝ้าระวังพฤติกรรมการเดินหลงเนื่องจากโรคสมองเสื่อมในผู้สูงอายุ โดยระบบถูกพัฒนาขึ้นสำหรับเป็นเครื่องมือในการระบุตำแหน่งของผู้สูงอายุอ้างอิงกับข้อมูลเชิงพื้นที่แบบทันที (Real-time) ในการทำงานของระบบ เซ็นเซอร์จีพีเอส (GPS) ถูกใช้เป็นอุปกรณ์หลักที่ติดไว้กับผู้สูงอายุ ระบบจะรับสัญญาณข้อมูลจากเซ็นเซอร์และวิเคราะห์พฤติกรรมการเดินของผู้สูงอายุ เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุและการสูญหายที่อาจจะเกิดขึ้น อีกทั้งในระหว่างการทำงาน ผู้ดูแล (Caregiver) สามารถเรียกดูตำแหน่งของผู้สูงอายุได้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่ออำนวยความสะดวกและรวดเร็วในการติดตามเมื่อผู้สูงอายุเกิดการสูญหาย ด้วยฟังก์ชันที่ให้บริการในระบบจัดการพฤติกรรมการเดินหลง นอกจากจะสามารถช่วยลดภาระ รวมถึงความเครียดของพยาบาลหรือผู้ดูแลในการดูแลผู้สูงอายุแล้ว ระบบที่

พัฒนาขึ้นยังถือเป็นต้นแบบที่สำคัญในการพัฒนาระบบซอฟต์แวร์ที่สามารถเฝ้าระวังพฤติกรรมของผู้สูงอายุในระยะไกล อีกทั้งระบบยังสามารถนำไปต่อยอดเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ในการศึกษาพฤติกรรมของผู้สูงอายุ เพื่อลดความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ และการสูญหาย รวมทั้งเหตุการณ์ที่ก่อให้เกิดอันตรายถึงชีวิต

2. วัตถุประสงค์

พัฒนาระบบที่สนับสนุนการจัดการพฤติกรรมการเดินหลง

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วองและคณะ (Vuong et al., 2013) นำเสนอระบบเน้นการตรวจจับภาวะการเดินหลงแบบทันที ในงานวิจัยนี้ อัลกอริทึมสำหรับตรวจจับและจำแนกรูปแบบการเดินหลง ถูกพัฒนาขึ้นบนพื้นฐานของการรู้จำรูปแบบและความสัมพันธ์ทางพื้นที่ (Spatial Topology) ซึ่งคิดค้นโดยมาร์ติโนซาลส์แมน (Martino-Saltzman et al., 1991) ข้อมูลตำแหน่งและข้อมูลเวลาขณะที่ผู้สูงอายุเคลื่อนที่ถือเป็นข้อมูลหลักที่นำมาใช้ในการประมวลผล อัลกอริทึมดังกล่าวถูกรวมเป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อตรวจจับภาวะการเดินหลงแบบทันที โดยเน้นการตรวจจับภายในอาคารเป็นหลัก งานวิจัยโดย ลิน และคณะ (Lin et al., 2012) พัฒนากระบวนการตรวจจับการเดินหลง (Wandering detection method) บนพื้นฐานของความสัมพันธ์ทางพื้นที่ (Martino-Saltzman et al., 1991) เช่นเดียวกัน สิ่งที่แตกต่างจากงานวิจัยก่อนหน้าคือ งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการตรวจจับภายนอกอาคารเป็นหลัก ผลการทดสอบโดยใช้ข้อมูลรูปแบบการเดินที่เก็บจากสถานที่จริง สามารถการันตีความน่าเชื่อถือของกระบวนการตรวจจับการเดินหลงที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ โดยอัตราการเกิดสัญญาณเตือนที่ผิดพลาด (False alarm) อยู่ในระดับต่ำกว่าร้อยละ 5

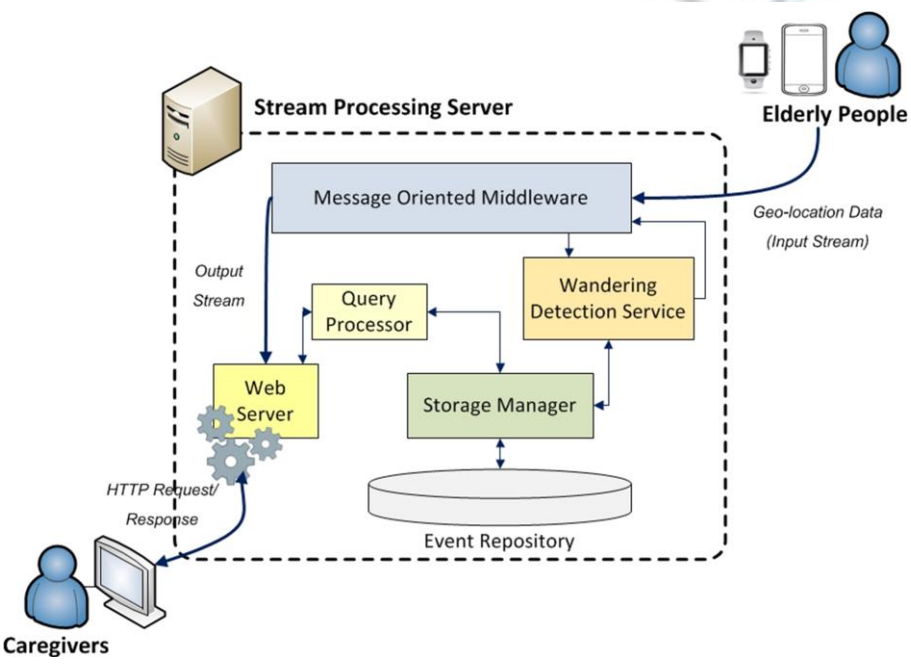
งานวิจัยของ คิมและคณะ (Kim et al., 2009) นำเสนอแนวคิดการใช้มาตรความเร่ง (Accelerometer) สามแกน เพื่อจำแนกกิจกรรมของผู้สูงอายุโรคสมองเสื่อมจากกิจกรรมปกติหรือกิจวัตรประจำวัน จากนั้นข้อมูลกิจกรรมจะถูกวิเคราะห์ร่วมกับเงื่อนไขของเวลาที่ผู้สูงอายุใช้ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในแต่ละสถานที่ ท้ายที่สุดแบบจำลองการใช้ชีวิตประจำวันจะถูกสร้างเพื่อระบุว่าผู้สูงอายุแต่ละคนมีพฤติกรรมการเดินหลงหรือไม่ มัตสุโอกะและคณะ (Matsuoka et al., 2011) นำเสนอระบบซึ่งเน้นการป้องกันพฤติกรรมที่ผู้สูงอายุออกนอกพื้นที่ที่ได้รับอนุญาต (Eloping behavior) ในงานวิจัยนี้ อุปกรณ์เซ็นเซอร์แบบไร้สาย ชื่อ วีซิม (W-SIM) ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อตรวจจับตำแหน่งของผู้สูงอายุแบบทันที (Ogawa et al., 2004) ในกรณีที่ผู้สูงอายุเคลื่อนที่ออกนอกพื้นที่ที่กำหนด ระบบจัดส่งอีเมลล์ไปยังผู้ดูแลอย่างอัตโนมัติเพื่อเฝ้าระวังผู้สูงอายุจากระยะไกล จุดเด่นที่สำคัญของงานวิจัยนี้ คือ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการระบุตำแหน่งผ่านเครือข่ายสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งเทคนิคดังกล่าวทำให้ระบบสามารถตรวจจับตำแหน่งของผู้สูงอายุ ทั้งภายในและภายนอกอาคาร

โดยสรุป ระบบจัดการพฤติกรรมการเดินหลงที่นำเสนอ ปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบที่มีอยู่เดิมในหลายมิติ ระบบได้ประยุกต์ใช้แนวคิดการรู้จำรูปแบบและความสัมพันธ์ทางพื้นที่ (Martino-Saltzman et al., 1991) เข้ากับแนวคิดการป้องกันผู้สูงอายุออกนอกพื้นที่ที่ได้รับอนุญาต (Matsuoka

et al., 2011) เพื่อให้ระบบสามารถจัดการพฤติกรรมการเดินหลงได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อีกทั้งเพื่อแก้ไขปัญหาของระบบที่มีอยู่เดิม (Matsuoka et al., 2011; Lin et al., 2012; Vuong et al., 2013) ซึ่งระบบเหล่านั้นจำเป็นต้องจัดเก็บกระแสข้อมูลจากเซ็นเซอร์ลงในฐานข้อมูลขนาดใหญ่ ซึ่งทำให้เกิดความล่าช้าในการประมวลผล ระบบที่พัฒนาขึ้นได้ประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลกระแสข้อมูลภูมิสารสนเทศ (Geo-Stream Processing) ซึ่งมีคุณลักษณะในการประมวลผลข้อมูลแบบต่อเนื่อง โดยไม่จำเป็นต้องจัดเก็บข้อมูลลงในแหล่งเก็บข้อมูลถาวรระหว่างการประมวลผล ด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิคดังกล่าว ทำให้ระบบสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการประมวลผลข้อมูลปริมาณมหาศาล (Big data) และสนับสนุนการวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ ภายในกรอบเวลาที่จำกัด

4. แนวทางการออกแบบและพัฒนาระบบ

4.1 โครงสร้างสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์



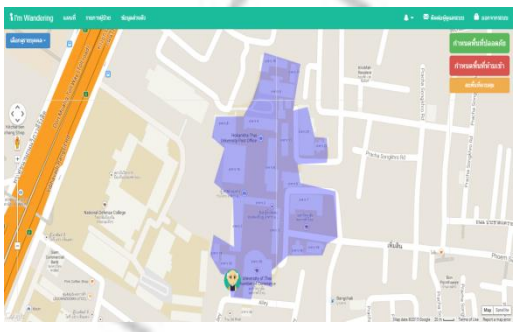
ภาพที่ 1 ภาพรวมสถาปัตยกรรมของระบบ

ภาพรวมของโครงสร้างสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ของระบบแสดงดังภาพที่ 1 จากภาพซอฟต์แวร์ตัวกลางสำหรับการรับส่งข้อความ (Message Oriented Middleware - MOM) ทำงานในลักษณะเป็นศูนย์กลางของระบบ โดยทำหน้าที่รับและส่งกระแสข้อมูล (Data streams) ระหว่างเครื่องแม่ข่ายการประมวลผลกระแสข้อมูล (Stream processing server) และโปรแกรมลูกข่าย (โปรแกรม I'm Wandering – Online) ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยการทำงานของระบบเริ่มต้นที่อุปกรณ์ที่ติดตั้งที่ตัวผู้สูงอายุ (จำเป็นต้องเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตตลอดเวลา) ได้แก่ โทรศัพท์เคลื่อนที่ติดตั้งจีพีเอส (Mobile phone equipped GPS) และเซ็นเซอร์อัตราการเต้นของหัวใจ ซึ่งอยู่ในรูปแบบของสายรัดข้อมือซึ่งสามารถส่งสัญญาณแบบไร้สาย (Wireless heart-rate

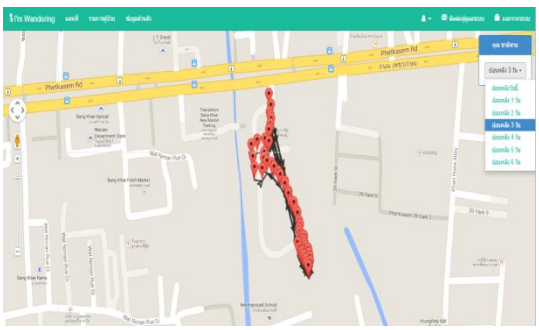
wristband) ทำการส่งกระแสข้อมูล (Data streams) โดยแต่ละรายการข้อมูล (Stream event) ประกอบด้วยข้อมูลหลักได้แก่ ค่าพิกัดจีพีเอส ค่าความเร็ว ทิศทางการเคลื่อนที่ ค่าความถูกต้องของพิกัด และค่าอัตราการเต้นของหัวใจมายัง Stream Processing Server (ค่าความถูกต้องของตำแหน่งพิกัดจีพีเอสบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ขึ้นอยู่กับชิปเซ็ตที่ใช้งาน โดยปกติจะมีระดับความถูกต้องเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 3 - 10 เมตร) รายการข้อมูลจะถูกรับโดย MOM จากนั้นแต่ละรายการข้อมูลจะถูกส่งไปยังส่วนการตรวจจับพฤติกรรมการเดินหลง (Wandering detection service - WDS) WDS ซึ่งมีคุณสมบัติในการประมวลผลแบบทันกาล (Real-time processing) โดยประยุกต์ใช้กระบวนวิธีการตรวจจับพฤติกรรมการเดินหลง (Wandering detection method) ที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ ในกรณีที่รูปแบบการเดินของผู้สูงอายุ (ประเมินจากค่าพิกัดจีพีเอส) ถูกระบุว่าเป็นรูปแบบการเดินหลง ข้อความแจ้งเตือนจะถูกสร้างขึ้นโดย WDS และข้อความดังกล่าวจะถูกส่งไปยังโปรแกรมลูกข่าย (I'm Wandering – Online) ซึ่งลงทะเบียนเพื่อรับการแจ้งเตือนจาก MOM นอกจากนั้นผู้ใช้งานของระบบ ได้แก่ พยาบาลหรือผู้ดูแลผู้สูงอายุโรคสมองเสื่อม สามารถส่งคำสั่งเพื่อสืบค้นข้อมูล เช่น ประวัติการเดิน ประวัติการเดินหลง และข้อมูลส่วนตัวของผู้สูงอายุ ผ่านการเรียกใช้งานเว็บเซอร์วิส

4.2 คุณลักษณะที่สำคัญของระบบ

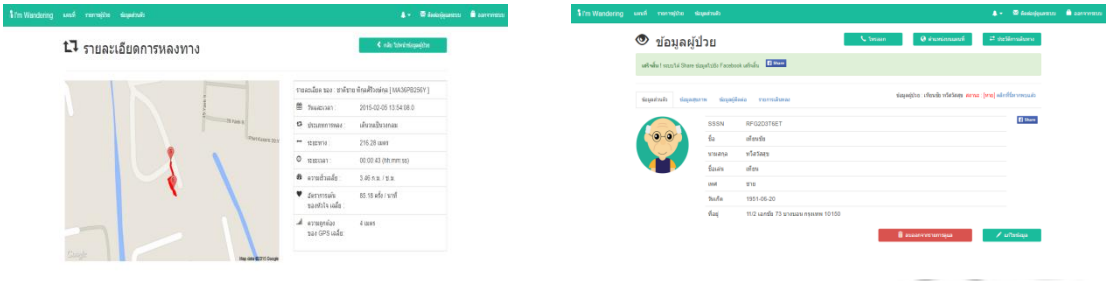
โปรแกรม I'm Wandering – Online (ImW-O) ถือเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของระบบจัดการพฤติกรรมการเดินหลง โดยโปรแกรมประยุกต์ดังกล่าวทำหน้าที่เป็นส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (พยาบาลหรือผู้ดูแลผู้สูงอายุโรคสมองเสื่อม) ผ่านเว็บบราวเซอร์ ImW-O จัดเตรียมฟังก์ชันต่าง ๆ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเรียกดูข้อมูลของผู้สูงอายุอ้างอิงกับข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial information) นอกจากนั้น หนึ่งในความต้องการสำคัญซึ่งมีความจำเป็นในการออกแบบระบบ คือ โปรแกรมจะต้องสามารถใช้งานได้ ทั้งบนคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC) และบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ (Mobile devices) รูปแบบต่าง ๆ ด้วยเหตุนี้ ImW-O จึงถูกออกแบบบนพื้นฐานของ Responsive web interface ซึ่งทำให้ระบบสามารถทำงานและแสดงผล ได้อย่างถูกต้องและเหมาสม บนอุปกรณ์ที่แตกต่างกัน โดยไม่จำกัดขนาดและความละเอียดของหน้าจอแสดงผล แนวของการแสดงผล (Orientation) หรือแม้แต่ระบบปฏิบัติการ (Operating systems) ด้วยการใช้งาน ImW-O หรือส่วนต่อประสานนี้ ผู้ใช้สามารถติดตามและเฝ้าระวังความปลอดภัยของผู้สูงอายุทุกที่ทุกเวลาผ่านอุปกรณ์ที่หลากหลาย อีกทั้งผู้ดูแลสามารถได้รับการแจ้งเตือนที่รวดเร็วและทันกาล (Real-time)



(ก)



(ข)



(ค) (ง)

ภาพที่ 2 ตัวอย่างฟังก์ชันการทำงานของระบบ (ก) การกำหนดพื้นที่ควบคุม (Geo-fencing) (ข) ประวัติการเดินทางของผู้สูงอายุ (Location history) (ค) รายละเอียดพฤติกรรมการเดินหลง (Wandering details) และ (ง) แสดงข้อมูลส่วนตัวของผู้สูงอายุ (Patient information)

รูปแบบการทำงานของ I'm Wandering – Online สามารถจำแนกได้เป็น 6 ฟังก์ชันการทำงานหลัก โดยรายละเอียดมีดังต่อไปนี้

1) แสดงตำแหน่งปัจจุบัน (Real-Time Location) ระบบสามารถแสดงตำแหน่งปัจจุบันของผู้สูงอายุที่อยู่ในความดูแลแบบทันที และสามารถเรียกดูตำแหน่งบนแผนที่เป็นรายบุคคล

2) กำหนดพื้นที่ควบคุม (Geo-Fencing) ระบบสามารถกำหนดพื้นที่ควบคุมและทำการแจ้งเตือนอย่างอัตโนมัติ ในกรณีที่ผู้สูงอายุออกนอกเขตพื้นปลอดภัยหรือเข้าเขตพื้นที่อันตราย แสดงหน้าจอการทำงานของฟังก์ชันดังภาพที่ 2 (ก)

3) ตรวจจับพฤติกรรมการเดินหลง (Wandering detection) ระบบสามารถตรวจจับการเกิดพฤติกรรมการเดินหลงแบบทันที พร้อมทั้งสามารถแสดงรายละเอียดเพื่อติดตามและตรวจสอบพฤติกรรรมอย่างต่อเนื่อง แสดงหน้าจอการทำงานของฟังก์ชั่นดังภาพที่ 2 (ค)

4) เฝ้าระวังอัตราการเต้นของหัวใจ(Heart-Rate Monitoring) ระบบสามารถเฝ้าระวังอัตราการเต้นของหัวใจของผู้สูงอายุพร้อมทั้งแจ้งเตือนอัตโนมัติ เมื่อมีเหตุการณ์ผิดปกติ

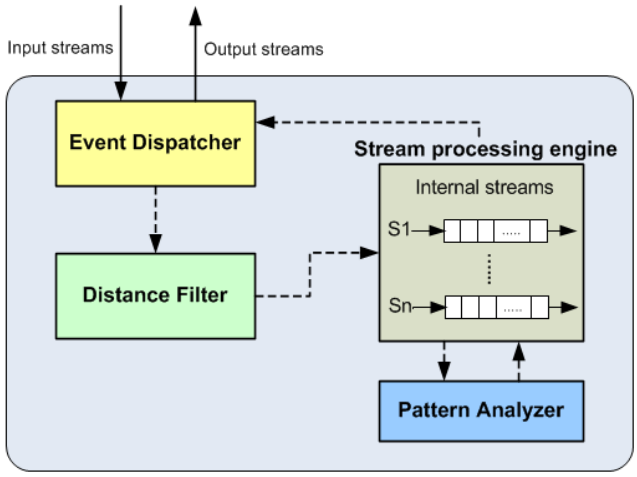
5) แสดงประวัติการเดินทาง (Location History) ระบบสามารถตรวจสอบตำแหน่งของผู้สูงอายุ ย้อนหลังภายใน 7 วัน พร้อมทั้งแสดงรายละเอียดเวลาในการเดินทาง และอัตราการเต้นของหัวใจ แสดงหน้าจอการทำงานของฟังก์ชันดังภาพที่ 2 (ข)

6) จัดเก็บข้อมูลส่วนตัวของผู้สูงอายุ (Patient information) ระบบสามารถจัดเก็บและสืบค้นข้อมูลของผู้สูงอายุ โดยข้อมูลดังกล่าวถูกใช้สำหรับการวิเคราะห์เพื่อกำหนดแนวทางการดูแลผู้สูงอายุต่อไป แสดงหน้าจอการทำงานของฟังก์ชันดังภาพที่ 2 (ง)

นอกเหนือจากฟังก์ชันการทำงานหลักแล้ว ระบบยังถูกออกแบบให้สนับสนุนฟังก์ชันเสริมอื่น ๆ ได้แก่ แจ้งข้อมูลคนหายผ่านเครือข่ายสังคม บริการเบอร์โทรศัพท์ฉุกเฉิน และสัญญาณเสียงกรณีเกิดเหตุการณ์ไม่ปลอดภัย เป็นต้น พร้อมกันนั้นระบบยังรองรับการดูแลผู้สูงอายุมากกว่า 1 คน ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวสนับสนุนการทำงานของศูนย์ดูแลผู้สูงอายุซึ่งจำเป็นต้องดูแลผู้สูงอายุจำนวนมาก อีกทั้งยังช่วยลดภาระในการจัดจ้างผู้ดูแลผู้สูงอายุในศูนย์อีกด้วย

4.3 การประยุกต์ใช้เทคนิคกระแสข้อมูลภูมิสารสนเทศ

เทคนิคกระแสข้อมูลภูมิสารสนเทศ (Geo-Stream) เป็นเทคนิคที่เกิดจากการผนวกรวมเทคนิคการประมวลกระแสข้อมูล (Stream processing) เข้ากับการสืบค้นภูมิสารสนเทศ (Geospatial query) แนวคิดหลักคือ การนำข้อมูลเชิงพื้นที่ซึ่งตรวจวัดได้จากเซ็นเซอร์ อาทิเช่น พิกัดจีพีเอส มาผ่านตัวประมวลผลกระแสข้อมูล (Stream engine) ซึ่งมีคุณสมบัติการประมวลผลแบบพลวัตรและต่อเนื่อง เพื่อสนับสนุนการวิเคราะห์ข้อมูลแบบทันกาล (Real-time analysis) โดยการประมวลผลแบบพลวัตรนั้น จะกระทำบนกระแสข้อมูลนำเข้า (Input stream) อย่างอัตโนมัติซึ่งการประมวลผลจะปรับเปลี่ยนไปตามตัวข้อมูล (Stream event) อีกทั้งการประมวลผลดังกล่าวจะกระทำอย่างต่อเนื่อง โดยอาจมีการใช้ความสัมพันธ์ของเวลาและลำดับของตัวข้อมูลเป็นเงื่อนไขในการประมวลผล ข้อแตกต่างที่สำคัญจากแนวคิดการจัดการข้อมูลแบบดั้งเดิม (อาทิเช่น ระบบจัดการฐานข้อมูล) คือ แทนที่จะจัดเก็บข้อมูลจำนวนมหาศาลลงในแหล่งเก็บข้อมูลถาวร (Persistent storage) ก่อนสืบค้นข้อมูล การประมวลผลกระแสข้อมูลเน้นจัดการ



ภาพที่ 3 การประยุกต์ใช้ Geo-Stream ในการจัดการพฤติกรรมการเดินหลง

กับข้อมูลขนาดเล็กที่ถูกส่งมาอย่างต่อเนื่อง โดยการสืบค้นจะถูกกระทำแทรกสลับในระหว่างการประมวลผล และเมื่อการประมวลผลเสร็จสิ้น ข้อมูลจะถูกกำจัดทิ้ง ดังนั้นจึงสามารถลดข้อจำกัดด้านเวลาการตอบสนอง รวมทั้งสนับสนุนการตอบสนองภายในเวลาที่จำกัด ภาพที่ 3 แสดงการประยุกต์ใช้เทคนิค Geo-Stream ภายในส่วนการตรวจจับพฤติกรรมการเดินหลง (WDS) กระแสข้อมูลนำเข้า (Input streams) จะถูกรับโดยส่วนการรับ/ส่งข้อมูล (Event dispatcher) จากนั้นแต่ละรายการข้อมูลจะถูกจัดส่งไปยังส่วนการคัดกรองข้อมูล (Distance filter) เพื่อคัดเลือกเฉพาะพิกัดจีพีเอส ที่มีระยะห่างจากจุดก่อนหน้ามากกว่าหรือเท่ากับค่าขีดแบ่ง (Threshold) ทั้งนี้เพื่อกำจัดพิกัดที่เกินความจำเป็น จากนั้นแต่ละรายการข้อมูลจะถูกส่งไปประมวลผลที่ Stream engine ซึ่งทำงานร่วมกับส่วนการวิเคราะห์รูปแบบการเดิน (Pattern analysis) เพื่อตรวจจับพฤติกรรมการเดินหลงอย่างอัตโนมัติ กรณีที่ตรวจพบรูปแบบการเดินที่ผิดปกติ ข้อความแจ้งเตือน จะถูกสร้าง

และส่งออกผ่าน Event dispatcher โดยกระบวนการทั้งหมดที่เกิดขึ้นจะกระทำในลักษณะ On-the-fly โดยที่ไม่มีการจัดเก็บข้อมูลระหว่างการประมวลผล

5. การทดสอบและประเมินประสิทธิภาพของระบบ

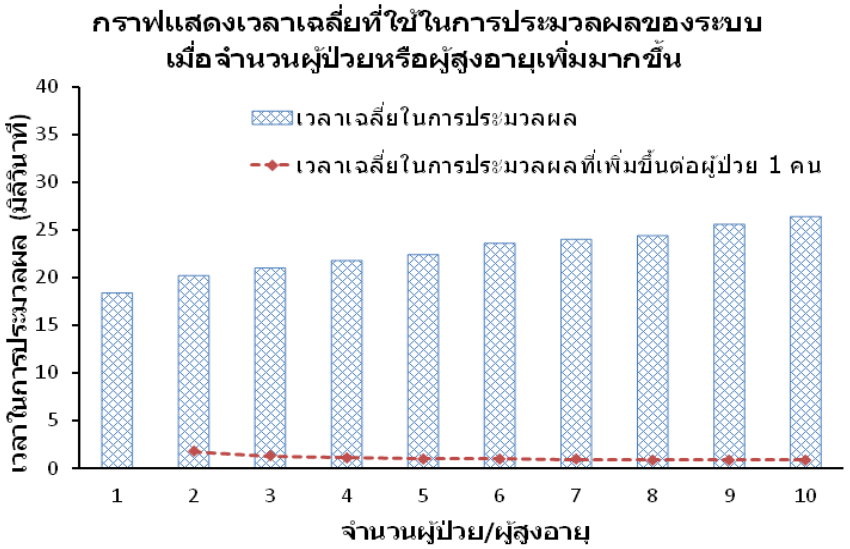
5.1 การประเมินความระดับพึงพอใจต่อระบบ

ภาพที่ 4 การทดสอบระบบที่บ้านบางแค (ก) นำเสนอระบบ และ (ข) ผู้สูงอายุเดินทดสอบระบบ

ผู้จัดทำได้นำระบบไปติดตั้งและทดสอบ ณ ศูนย์พัฒนาการจัดสวัสดิการสังคมผู้สูงอายุบ้านบางแค ดังภาพที่ 4 (ก) และ 4 (ข) โดยในกระบวนการทดสอบ ได้มีการสาธิตวิธีการใช้งานระบบให้กับเจ้าหน้าที่และผู้สูงอายุภายในศูนย์ฯ จากนั้นได้ร่วมทำการทดสอบระบบและอุปกรณ์ส่งสัญญาณซึ่งประกอบด้วย โทรศัพท์เคลื่อนที่และเซ็นเซอร์วัดอัตราการเต้นของหัวใจ ในการนี้ได้มีการวัดผลการทำงานของระบบตามฟังก์ชันต่าง ๆ อีกทั้งภายหลังการทดสอบ ผู้จัดทำได้สอบถามความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่ เพื่อประเมินระดับความพึงพอใจและผลการใช้งานจากผู้ใช้จริงของระบบ จากผลการทดสอบ เจ้าหน้าที่ดูแลผู้สูงอายุมีความพึงพอใจรวมต่อระบบในระดับมาก โดยคะแนนเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 3.85 คะแนน และเมื่อจำแนกตามหัวข้อสำคัญในการประเมินฯ คะแนนแต่ละหัวข้อมีดังนี้ ส่วนติดต่อผู้ใช้ 3.78 คะแนน ข้อมูลผู้สูงอายุหรือผู้ป่วย 3.71 คะแนน การแสดงตำแหน่งของผู้สูงอายุ 4.0 คะแนน การกำหนดพื้นที่ควบคุม 3.95 คะแนน และการตรวจจับการเดินหลง 3.81 คะแนน ทั้งนี้เจ้าหน้าที่ทั้งหมดมีความคิดเห็นว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ในการดูแลผู้สูงอายุในสถานการณ์จริงได้และยังเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะนำไปใช้ในหน่วยงาน

5.2 การทดสอบประสิทธิภาพการประมวลผลของระบบ

ประสิทธิภาพของระบบสามารถประเมินได้จากเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการประมวลผล (Latency) ในบริบทของการทดสอบนี้ Latency ถูกนิยามว่าคือ ช่วงเวลาตั้งแต่เมื่อแต่ละรายการข้อมูล (Stream event) ถูกรับโดยระบบ จนกระทั่งถึงเมื่อข้อความแจ้งเตือนถูกส่งออกจากระบบ ในการทดสอบ 10,000 รายการข้อมูล จะถูกส่งเข้าสู่ระบบด้วยอัตรา 1 รายการต่อวินาที อีกทั้งจำนวนผู้สูงอายุที่ส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบจะถูกเพิ่มขึ้นจนกระทั่งถึง 10 คน ทั้งนี้ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการทดสอบ จะถูกติดตั้งบนเครื่องแม่ข่าย Intel Core i5 2.40GHz หน่วยความจำ 4 GB และใช้ระบบปฏิบัติการลินุกซ์ในการทำงาน ซอฟต์แวร์ ActiveMQ จะถูกใช้เพื่อรับและส่งกระแสข้อมูลโดยประยุกต์ใช้ MQTT เป็นโพรโทคอลสื่อสาร



ภาพที่ 5 ผลการทดสอบเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการประมวลผลของระบบ

ภาพที่ 5 แสดงกราฟเปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการประมวลผล (Average latency) และเวลาเฉลี่ยในการประมวลผลที่เพิ่มขึ้นต่อผู้สูงอายุ 1 คน (Marginal cost of average latency) จากรูปเมื่อเพิ่มจำนวนผู้สูงอายุ Latency จะเพิ่มขึ้นจาก 18 มิลิวินาที (ms) ไปจนถึงประมาณ 26 ms ที่จำนวนผู้สูงอายุ 10 คน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงผลกระทบของการประมวลผลกระแสข้อมูลที่มีต่อระบบ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาค่า Marginal cost จะพบว่าค่าอยู่ในระดับที่ต่ำมาก และค่าดังกล่าวเพิ่มขึ้นในอัตราคงที่ (ราว 1 ms) ดังนั้นผลการทดสอบสามารถยืนยันได้ว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถสนับสนุนการวิเคราะห์ข้อมูลแบบทันกาลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยค่า Marginal cost ที่ต่ำและคงที่

6. สรุปผลและอภิปรายผล

ระบบจัดการพฤติกรรมการเดินหลงที่พัฒนาขึ้นมีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นเครื่องมือในการระบุตำแหน่งของผู้สูงอายุอ้างอิงกับข้อมูลเชิงพื้นที่แบบทันที (Real-time) ระบบมีความสามารถในการวิเคราะห์พฤติกรรมการเดิน เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุและการสูญหายของผู้สูงอายุ ผลการทดสอบระบบแสดงให้เห็นว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถปฏิบัติงานภายใต้สภาพแวดล้อมการทำงานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ดูแลผู้สูงอายุมีความพึงพอใจรวมต่อระบบในระดับมาก คะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 3.85 คะแนน อีกทั้งระบบสามารถสนับสนุนการวิเคราะห์ข้อมูลแบบทันกาล (Real-time analysis) ได้เป็นอย่างดี ด้วยเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการประมวลผลที่ค่อนข้างต่ำ

7. เอกสารอ้างอิง

วรรัตน์ สุขคุ้ม และจิราพร เกศพิชญวัฒนา. (2551). การจัดการกับพฤติกรรมเดินหลงในผู้สูงอายุโรคสมองเสื่อม. **วารสารการพยาบาลและสุขภาพ มหาวิทยาลัยนเรศวร, ปีที่ 2, ฉบับที่ 2, กรกฎาคม-ธันวาคม 2551**, หน้า 30 - 44

สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล. (2557). **การสูงวัยของประชากรไทย พ.ศ. 2557**, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา http://www.ipsr.mahidol.ac.th/ipsrbeta/FileUpload/ PDF/Report-File-480.pdf, เข้าดูเมื่อวันที่ 01/06/2558.

สุทธิชัย จิตะพันธ์กุล และคณะ. (2542). **ปัญหาสุขภาพผู้สูงอายุไทย**. สถาบันวิจัยสาธารณสุขไทย มูลนิธิสาธารณสุขแห่งชาติและสำนักนโยบายและแผนสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข.

Kim, K.-J., Hassan, M.M., Na, S.-H., Huh, E.-N. (2009). Dementia Wandering Detection and Activity Recognition Algorithm Using Tri-axial Accelerometer Sensors, **paper presented in the International Conference on Ubiquitous Information Technologies & Applications (ICUT'09)**, Fukuoka, Japan, pp. 1-5.

Lin, Q., Zhang, D., Huang, X., Ni, H. and Zhou, X. (2012). Detecting Wandering Behavior Based on GPS Traces for Elders with Dementia, **paper presented in the International Conference on Control Automation Robotics & Vision (ICARCV)**, Guangzhou, China, pp.672-677.

Matsuoka, S., Ogawa, H. and Maki, H. (2011). A New Safety Support System for Wandering Elderly Persons, **paper presented in the 33th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (IEEE EMBS'11)**, Boston, MA, USA, pp. 5232-5235.

Martino-Saltzman, D., Blasch, B. B., Morris, R. D. and McNeal, L. W. (1991). Travel behavior of nursing home residents perceived as wanderers and nonwanderers, **Gerontologist, vol. 31, no. 5**, pp. 666–672.

Ogawa, H., Yonezawa, Y. and Maki, H. (2004). A mobile phone-based safety support system for wandering elderly persons," **paper presented in the 26th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (IEEE EMBS'04)**, San Francisco, USA, pp. 3316-3317.

Vuong, N. K., Goh, S.G.A., Chan, S. and Lau, C.T. (2013). A mobile-health application to detect wandering patterns of elderly people in home environment, **paper presented in the 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (IEEE EMBS'13)**, Osaka, Japan, pp. 6748-6751.