

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของการศึกษา

ในโลกปัจจุบันนี้ เทคโนโลยีได้เจริญก้าวหน้าและพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว ขณะเดียวกัน ได้มีวิวัฒนาการของเทคโนโลยีในหลายรูปแบบเกิดขึ้นซึ่งเข้ามาเปลี่ยนแปลงและมีบทบาทสำคัญ ต่อลักษณะการดำเนินกิจกรรมของมนุษย์ การมีวิทยาการที่ก้าวหน้าไปในด้านต่างๆ เช่น วิทยาการ ในด้านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับประมวลผล วิทยาการของระบบเครือข่ายการสื่อสารแบบ เคลื่อนที่และไร้สาย และการพัฒนาอุปกรณ์เซนเซอร์ที่ใช้พลังงานและต้นทุนที่ต่ำ (low-cost low-power sensors) ได้นำพาไปสู่โอกาสในการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ในอนาคตที่เรียกว่า "pervasive computing" [1] เทคโนโลยี pervasive computing บรรยายถึงเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการสื่อสารแบบ เครือข่ายและการประมวลผลข้อมูลแบบกระจายซึ่งอาศัยการแลกเปลี่ยนข้อมูลจากอุปกรณ์เซนเซอร์ ต่างๆ ที่ฝังตัว (embedded) หรือแฝงเร้นอยู่ภายในสิ่งแวดล้อม ตึกอาคาร ยานพาหนะ หรือ สิ่งของ รอบๆ ตัวมนุษย์ รวมถึงอุปกรณ์ประมวลผลคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์สื่อสารพกพา เช่น โทรศัพท์ เคลื่อนที่ เป็นต้น เพื่อสร้างให้เกิดสถานะแวดล้อมแบบชาญฉลาด (intelligent environment) ที่ สามารถตรวจจับและรับรู้กิจกรรมของคนใช้งานหรือแม้กระทั่งสามารถตอบสนองต่อความต้องการ ของมนุษย์ได้โดยอัตโนมัติ ตัวอย่างสถานะแวดล้อมแบบชาญฉลาดเช่น ระบบบ้านอัจฉริยะที่มี ระบบซึ่งสามารถตรวจจับคนภายในบ้านและสามารถสั่งเพื่อทำการเปิดหลอดไฟ เครื่องปรับอากาศ คอมพิวเตอร์ โทรทัศน์ หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆแบบอัตโนมัติเมื่อตรวจจับว่ามีคนอยู่ภายในบ้าน และขณะเดียวกันก็สามารถสั่งปิดอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆได้เมื่อตรวจจับว่าไม่มีคนอยู่ ภายในบ้าน ระบบควบคุมแบบอัจฉริยะที่สามารถตรวจการเคลื่อนไหวของคนเพื่อใช้ในการควบคุม การทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าในแบบต่างๆ หรืออุปกรณ์ตัวควบคุมเกม (game controller) เพื่อความ บันเทิงที่ใช้การควบคุมเกมผ่านการเคลื่อนไหวของมนุษย์เป็นต้น จะเห็นว่าระบบที่มีลักษณะสถานะ แวดล้อมแบบชาญฉลาดจะสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายและช่วยอำนวยความสะดวก แก่มนุษย์

ในระบบสถานะแวดล้อมแบบชาญฉลาดนั้น การรู้จำกิจกรรมของมนุษย์ (activity recognition) ผ่านอุปกรณ์เซนเซอร์ถือเป็นจุดเริ่มและเป็นประเด็นการวิจัยที่สำคัญและท้าทาย นักวิจัยที่ต้องการพัฒนาระบบสถานะแวดล้อมแบบชาญฉลาดให้เกิดขึ้นได้จริง การรู้จำกิจกรรมของ

มนุษย์เป็นกระบวนการที่ระบบจะนำข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์เซนเซอร์ เช่น ภาพวิดีโอหรือสัญญาณจากเซนเซอร์หนึ่งๆ ภายในพื้นที่ทำงาน เพื่อมาประมวลผลทำนาย รู้จำและแยกแยะถึงการกระทำ (actions) หรือพฤติกรรม (behaviors) ของผู้ใช้ ณ ขณะหนึ่งได้ การจำแนกและรู้จำกิจกรรมแบบต่างๆ กันของมนุษย์นี้จะช่วยให้ระบบมีข้อมูลบริบท (contextual information) ที่แตกต่างกันตามกิจกรรมเพื่อใช้สำหรับตัดสินใจสั่งการและตอบสนองความต้องการต่างๆ กันแบบอัตโนมัติได้

แนวทางเพื่อการรู้จำกิจกรรมของมนุษย์นั้น สามารถจำแนกออกตามประเภทข้อมูลที่ใช้เพื่อนำมาจำได้ 3 แบบ ได้แก่ 1. การใช้ภาพวิดีโอ (video-based) 2. การใช้อุปกรณ์เซนเซอร์ที่สวมใส่กับผู้ใช้งาน (wearable sensor-based) และ 3. การใช้อุปกรณ์เซนเซอร์ที่ฝังตัวอยู่ในพื้นที่สภาวะแวดล้อมของการใช้งาน (environmental sensor-based) การใช้ภาพวิดีโอเพื่อการรู้จำกิจกรรมของมนุษย์จะอาศัยกล้อง (surveillance camera) เพื่อรับภาพเคลื่อนไหวของคนและเพื่อประมวลผลทำนายกิจกรรมของคนที่เกิดขึ้นจากภาพนั้น เช่น การนั่ง การเดิน เป็นต้น อย่างไรก็ตามการใช้ภาพวิดีโอนั้นมีข้อจำกัดคือ คุณภาพของภาพคนที่ใช้เพื่อทำนายกิจกรรมจะขึ้นกับสภาวะแวดล้อมว่าเป็นอย่างไร เช่น ภาพคนในสภาวะที่มีมืด มีควันหรือมีสิ่งของกีดขวางที่บังบุคคลซึ่งอาจทำให้การวิเคราะห์ภาพคนหรือกิจกรรมของบุคคลทำได้ยาก ขณะเดียวกันการใช้ภาพวิดีโออาจรบกวนความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้งาน (user's privacy) ได้ [2] การใช้เซนเซอร์ฝังตัวในอุปกรณ์เช่น เซนเซอร์วัดความเร่ง accelerometer [3] หรือ digital gyroscope เพื่อตรวจกิจกรรมการเคลื่อนไหวของคนนั้น มีข้อจำกัดคือผู้ใช้งานทุกคนที่ต้องการตรวจสอบการเคลื่อนไหวหรือต้องการตรวจสอบกิจกรรมจะต้องสวมใส่อุปกรณ์นั้นไว้กับตัวตลอดเวลา ทำให้เกิดความไม่สะดวก ดังนั้นการใช้อุปกรณ์เซนเซอร์ที่ไม่ได้ติดกับผู้ใช้งานแต่ฝังตัวอยู่ในพื้นที่สภาวะแวดล้อมจึงเป็นแนวทางที่สะดวกและเหมาะสมกว่า โดยเซนเซอร์จะอาศัยการรับการเปลี่ยนแปลงข้อมูลของสิ่งแวดล้อมเพื่อใช้ทำนายและบ่งบอกถึงกิจกรรมของมนุษย์ได้ ตัวอย่างเซนเซอร์ที่ถูกประยุกต์ใช้ในแบบนี้ เช่น เซนเซอร์อินฟราเรด (Infrared sensors) [4] การใช้ Radio Tomographic Imaging [5] หรือ เซนเซอร์ความดัน (Pressure sensors) [6] เป็นต้น ในบางครั้งการใช้เซนเซอร์ที่ฝังตัวอยู่ในพื้นที่สภาวะแวดล้อม ต้องอาศัยอุปกรณ์ที่มีลักษณะพิเศษ มีค่าใช้จ่ายสูง เช่น เซนเซอร์อินฟราเรดที่มีราคาแพง อีกทั้งยังใช้งานได้เฉพาะกรณีที่ไม่มีสิ่งกีดขวางระหว่างตัวรับ-ส่งสัญญาณอินฟราเรด คือ ตามแนวทางเดินของคนแบบเส้นตรงหรือ Line-of-sight (LOS) เท่านั้นเพราะคลื่นอินฟราเรดไม่สามารถทะลุผ่านสิ่งกีดขวางเช่นกำแพงได้ และหากนำมาใช้งานก็ต้องติดตั้งเซนเซอร์นี้เป็นจำนวนมากเพื่อครอบคลุมพื้นที่ใช้งาน ในกรณีการใช้คลื่นความถี่วิทยุ (Radio Frequency; RF) เพื่อเป็นข้อมูลเพื่อตรวจจับบุคคลและกิจกรรมนั้นจะมีข้อได้เปรียบคือการตรวจจับคนสามารถทำได้แม้ในกรณีที่มีสิ่งกีดขวาง

(Obstructed-line-of-sight: OLOS) ระหว่างตัวรับ-ส่งคลื่นความถี่วิทยุ และ Non Line-of-sight (NLOS) อีกยังไม่เป็นการรบกวนความเป็นส่วนตัวด้วย

ในปัจจุบันเทคโนโลยีระบบเครือข่ายท้องถิ่นแบบไร้สาย (Wireless LAN) สำหรับการสื่อสารข้อมูลหรือการเชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ตผ่านอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณคลื่นวิทยุความถี่สูงย่าน 2.4 GHz ถือเป็นระบบที่ได้รับความนิยม มีอุปกรณ์ราคาไม่สูงมาก และติดตั้งใช้งานในอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ส่วนตัวหรือโทรศัพท์พกพาในปัจจุบัน ทำให้ระบบนี้เป็นระบบที่ได้รับความนิยม อีกทั้งสะดวกเพราะมีติดตั้งครอบคลุมในหลายพื้นที่เช่น บ้าน สำนักงาน โรงพยาบาล โรงเรียนหรือมหาวิทยาลัย เป็นต้น ในเครือข่ายระบบ Wireless LAN นั้นอาศัยการรับ-ส่งสัญญาณคลื่นวิทยุความถี่สูงซึ่งคลื่นมีคุณสมบัติสามารถเดินทางทะลุสิ่งกีดขวางได้ อย่างไรก็ดีค่ากำลังสัญญาณคลื่นที่รับได้ (Received Signal Strength) จากตัวรับสัญญาณจะมีการลดทอน (Attenuation) ลงไปเมื่อสัญญาณเดินทางผ่านสิ่งกีดขวาง เช่น ผนังกำแพง เสา เฟอร์นิเจอร์ กระจกหน้าต่าง และสิ่งกีดขวางอื่น หรือแม้แต่ตัวบุคคลเองซึ่งโดยทั่วไปร่างกายมนุษย์จะประกอบด้วยน้ำมากกว่า 70% ที่สามารถดูดซับ สะท้อนหรือกระจายคลื่นสัญญาณ RF ที่ย่านความถี่นี้ได้ ก็สามารทำให้เกิดการลดทอนกำลังของสัญญาณที่ตัวรับได้ ในกรณีที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งกีดขวางภายในช่องสัญญาณสื่อสารที่เวลาต่าง ๆ กันก็จะส่งผลให้ค่ากำลังของสัญญาณที่ได้รับมีโอกาสเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา โดยเรียกรวมการเปลี่ยนของค่ากำลังความแรงสัญญาณตามเวลาว่าเฟดดิ้ง (Fading) ฉะนั้นในระบบ Wireless LAN หากเกิดเหตุการณ์เช่น การเคลื่อนไหวหรือการทำกิจกรรมต่างๆ ของบุคคลอยู่ในช่องทางสื่อสารระหว่างตัวส่งและตัวรับ (Transmitter and Receiver) หรือใกล้บริเวณช่องสัญญาณนั้น ก็ควรมีผลต่อค่าการเปลี่ยนแปลงความแรงของสัญญาณที่ได้รับด้วย ดังนั้นเพื่อให้สามารถนำอุปกรณ์ที่มีอยู่ในระบบ Wireless LAN มาใช้ประโยชน์อื่นนอกเหนือจากการใช้รับส่งข้อมูล จึงเกิดแนวคิดที่จะนำสัญญาณคลื่นวิทยุในระบบ Wireless LAN นี้มาประยุกต์ใช้สำหรับงานการรู้จำกิจกรรมของมนุษย์

วิทยานิพนธ์นี้จึงนำเสนอการศึกษาและทดสอบเทคนิคการใช้เฟดดิ้งบนช่องสัญญาณไร้สายเพื่อการรู้จำกิจกรรมของมนุษย์ โดยพิจารณาเฟดดิ้งของสัญญาณขณะดำเนินกิจกรรมต่างๆ ของบุคคลเพื่อใช้สร้างการรู้จำกิจกรรมต่างๆ ของบุคคลและทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความถูกต้องของระบบ เช่น ระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ตัวรับ-ส่งสัญญาณ ตำแหน่งบุคคลภายในช่องสัญญาณ โดยทำการทดสอบการรู้จำกิจกรรมบุคคลตามสถานะแวดล้อมในพื้นที่ต่างๆ ได้แก่ ห้องในอาคาร (indoor room) ระเบียงทางเดินในอาคาร (hallway) และลานกิจกรรมในร่ม (large open-space lobby)

1.2 แนวทางการแก้ปัญหา

ทำการศึกษาทดสอบและเก็บข้อมูลลักษณะการเปลี่ยนแปลงตามเวลาของกำลังสัญญาณที่ได้รับ (Variation of Received Signal Power) จากการเกิดเฟดดิ้งในช่องสัญญาณไร้สาย ซึ่งมีค่าขึ้นกับสภาวะทางกายภาพช่องทางสื่อสาร (Physical geometry of wireless channel) การจัดวางพื้นที่แวดล้อมในห้อง (Room layout and environmental settings) และพิจารณาลักษณะที่เปลี่ยนไปของสัญญาณนี้เมื่อมีบุคคลดำเนินกิจกรรมในรูปแบบต่างๆ ภายในช่องสัญญาณ ข้อมูลสัญญาณที่ได้จะถูกนำมาใช้เพื่อออกแบบและสร้างตัวคัดแยก (Classifier) สำหรับการรู้จำกิจกรรมของบุคคล ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised learning) ค่ากำลังสัญญาณจะวัดได้จากความแรงของสัญญาณที่ได้รับ (Received Signal Strength : RSS) หน่วย dBm การทดสอบและเก็บข้อมูลสัญญาณจะอาศัย อุปกรณ์ Wireless LAN Access Point ทำหน้าที่เป็นตัวส่งสัญญาณตามมาตรฐาน IEEE 802.11 ที่ย่านความถี่ 2.4 GHz และ อุปกรณ์ฝังตัวไวไฟ (Wi-Fi Embedded module) ทำหน้าที่เป็นตัวรับสัญญาณในระบบ โดยเก็บข้อมูลกำลังสัญญาณจากสภาวะแวดล้อมในพื้นที่ต่างๆ 3 พื้นที่ ได้แก่ ห้องในอาคาร (indoor room) ระเบียงทางเดินในอาคาร (hallway) และ ลานกิจกรรมในร่ม (large open-space lobby) และกำหนดรูปแบบกิจกรรมของบุคคลเพื่อใช้จำแนกใน 4 กรณี ซึ่งได้แก่ (1) กรณีไม่มีคน (No man) (2) กรณีมีคน (With man) (3) กรณีคนมีการเคลื่อนไหว (With movement) (4) กรณีคนเดิน (With walking) โดยตั้งสมมุติฐานไว้คือ รูปแบบกิจกรรมของบุคคลที่ต่างกรณีกันจะมีลักษณะของเปลี่ยนแปลงค่าสัญญาณหรือการเกิดเฟดดิ้งที่ไม่เหมือนกันภายในช่องสัญญาณ ซึ่งส่งผลให้พารามิเตอร์ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยของความแรงที่วัดได้จากตัวรับสัญญาณ (Average RSS) ค่าความแปรปรวนสัญญาณ (RSS's variance) และการกระจายตัวของความแรงสัญญาณ (RSS distribution) มีค่าไม่เท่ากัน โดยอาศัยสมมุติฐานดังกล่าวและการเขียนโปรแกรม MATLAB เพื่อสร้าง ทดสอบ และประเมินความถูกต้อง (Accuracy) ของตัวคัดแยกรูปแบบกิจกรรมของบุคคลตามที่กำหนดไว้ก่อนหน้านี้

1.3 การทบทวนเอกสารและงานวิจัย

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงบทความวิชาการที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการรู้จำกิจกรรมและการตรวจจับการเคลื่อนไหวของมนุษย์ในรูปแบบต่างๆ โดยสามารถสรุปสาระสำคัญจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้

Sharma และคณะ [2] นำเสนอเทคนิคการรู้จำกิจกรรมของมนุษย์โดยวิธีการจับคู่เทมเพลต (template matching) ที่ถูกสร้างขึ้นโดยใช้ motion history images (MHI) ของการดำเนินกิจกรรมในรูปแบบต่างๆ 10 รูปแบบกิจกรรมในภาพวิดีโอ สำหรับการจับคู่เทมเพลตนั้นได้ทำการ

เปรียบเทียบกับวิธีการคำนวณค่า Mahalanobis distance จากผลการทดสอบพบว่าได้ค่าเฉลี่ยความถูกต้อง 86.52% ในการรู้จำกิจกรรมของมนุษย์

Mannini และ Sabatini [3] ได้ทำการทบทวนวิธีการจำแนกกิจกรรมของมนุษย์โดยอาศัยข้อมูลจากอุปกรณ์เซนเซอร์วัดความเร่ง accelerometers ทั้งในแบบหนึ่งและหลายตัว จากการทบทวนพบว่าวิธีที่ดีที่สุดคืออาศัยคุณลักษณะเวฟเลต (wavelet features) เพื่อใช้เป็นตัวจำแนกเกณฑ์ (threshold classifiers) ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบจำแนก 7 กิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ในการทดลองได้ใช้อุปกรณ์เซนเซอร์วัดความเร่ง accelerometer 5 ตัว ติดไว้กับส่วนต่างๆ ของร่างกายโดยใช้เวกเตอร์คุณลักษณะที่ 17 มิติและใช้เทคนิค Hidden Markov Models (HMMs) เป็นตัวจำแนกพบว่าวิธีนี้ให้ค่าความถูกต้องที่ 98.4%

Nishi และคณะ [7] ได้นำเสนอระบบการตรวจสอบสถานการณ์ภายในห้องว่ามีคนอยู่ภายในห้องหรือไม่ โดยอาศัยคลื่นย่านความถี่ 625.75 MHz ที่ได้รับจาก UHF band TV ในการทดลองได้ใช้เสาอากาศ (Antenna) ที่ตั้งไว้ใจกลางห้องอยู่ชั้นที่ 5 ของมหาวิทยาลัย Hiroshima City ที่ระดับความสูง 200 m และทำการวัดคลื่นออกอากาศจากสถานี Koi TV ที่ระดับความสูงของเสาส่งสัญญาณ 445.8 m กำลังส่ง 2.5 W และมีระยะห่างจากห้องทดสอบ 1.9 Km (ระยะ LOS) ในการศึกษาพบว่าหากไม่มีคนอยู่ภายในห้อง ค่าการกระจายของคลื่นจะไม่เปลี่ยนแปลงมากโดยมีค่า fluctuation width ที่ 2 dB แต่หากมีคนอยู่ภายในห้องจะทำให้การกระจายของคลื่นเกิดการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น โดยมีค่า fluctuation width ระหว่าง 3-10 dB ทั้งนี้เนื่องจากการเคลื่อนไหวกของคน ทำให้เกิดลักษณะช่องสัญญาณแบบ multi-path fading หรือ shadowing เกิดขึ้น ส่งผลให้ระดับของความแรงและค่าการกระจายของสัญญาณเปลี่ยนแปลงไป

Lee และคณะ [8] ได้ทำการศึกษาทดลองเพื่อจำแนก 2 เหตุการณ์ได้แก่มีคน และไม่มีคนเดินไปเดินมาระหว่างตัวส่ง และตัวรับสัญญาณ ณ ที่ต่างๆ เช่น ห้องประชุม 3 ห้องที่มีขนาด 6m x 4m โดยการพิจารณาจากความผิดปกติของคลื่นวิทยุ (Radio Irregularity) ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้คู่เซนเซอร์รุ่น Crossbow TelosB ที่ทำงานอยู่บนมาตรฐาน IEEE 802.15.4 ย่านความถี่ 2.4GHz วางไว้สูงจากพื้นของห้องเป็นระยะ 1.5 m และห่างจากกัน 4 m โดยมีการรับส่งข้อมูลทุกๆ 0.25 s สำหรับวิธีที่ใช้จำแนกหรือตรวจสอบสองเหตุการณ์ดังกล่าวนี้ ได้ทำการพิจารณาและคำนวณหาค่า RSSI Fluctuation ของสัญญาณ หลังจากนั้นสังเกตค่าความถี่ของ Fluctuation อยู่ในช่วงระหว่าง [-1,1] dB ถ้าหากว่ามีค่าความถี่มากกว่า 90% ของ Fluctuation ทั้งหมดแสดงว่า ณ ช่วงเวลานั้น ไม่มีคนอยู่ แต่ถ้าหากว่าค่าความถี่ดังกล่าวมีน้อยกว่า 65% แสดงว่า ณ ช่วงเวลานั้น มีคนกำลังเดินอยู่ภายในห้อง จากผลการทดลองพบว่าสามารถจำแนกในเหตุการณ์ที่มีคนได้ทุกครั้งทั้งหมด 10 ครั้ง แต่ยังมี การเกิด False Positives 3 ครั้งสำหรับกรณีไม่มีคน

Lin และคณะ [9] ได้นำเสนอวิธีการนับจำนวนคนที่เดินผ่านตัวส่ง และตัวรับสัญญาณไร้สาย โดยพิจารณาจากความผิดปกติของคลื่นวิทยุ โดยทำการปรับปรุงเทคนิคการตรวจสอบจากงานวิจัยก่อนหน้านี้ [8] ที่ใช้การคำนวณค่า RSSI Fluctuation เพียงอย่างเดียวเพื่อจำแนกสองเหตุการณ์ออกจากกัน (มีคนและไม่มีคน) ซึ่งยังพบว่ามี False Positives เกิดอยู่ ในงานวิจัยนี้ได้รับการปรับปรุงโดยอาศัยการคำนวณความน่าจะเป็น Fluctuation (Probability of Fluctuations) อยู่ในช่วงระหว่าง $[-1, 1]$ dB โดยกำหนดค่าอ้างอิงคือ ถ้าค่าความน่าจะเป็นภายในช่วงดังกล่าวต่ำกว่า 0.3 แสดงว่า ณ ช่วงเวลานั้นมีคน แต่ถ้าหากว่า ค่าดังกล่าวสูงกว่า 0.3 แสดงว่า ณ ช่วงเวลานั้นไม่มีคนอยู่ หลังจากทำการทดลองแล้วพบว่าสามารถให้ผลดีกว่าวิธี [8] และพร้อมได้ทดสอบเทคนิคใหม่นี้ในการนับจำนวนคนที่เดินผ่านระหว่างตัวส่ง 1 ตัว และตัวรับ 2 ตัว ทั้งนี้การใช้ตัวรับมากกว่า 1 ตัวจะช่วยลดผลการเกิด False Positives ได้

Youssef และคณะ [10] ได้นำเสนอแนวคิดในการระบุตำแหน่งของคนภายในอาคารโดยปราศจากอุปกรณ์ติดตัว ซึ่งอาศัยการทดลองอยู่ภายในอาคาร โดยใช้ตัวส่งหรือ Access Points (APs) 2 ตัว และตัวรับหรือ Monitoring Points (MPs) 2 ตัว บนมาตรฐาน IEEE 802.11 ย่านความถี่ 2.4GHz สำหรับการตรวจสอบหรือทำนายตำแหน่งปัจจุบันของคน จากตำแหน่งทั้งหมด 4 ตำแหน่งที่ได้เก็บข้อมูลค่า RSSI ที่ตัวรับแต่ละตัวไว้และใช้เทคนิคทางสถิติ 2 วิธีคือ ค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ (Moving Average) และค่าความแปรปรวนแบบเคลื่อนที่ (Moving Variance) เพื่อใช้ทำนายตำแหน่งจากการทดลองพบว่าวิธีการนี้มีความถูกต้อง 86% ในการทำนายตำแหน่งของคน

Mossa และ Youssef [11] พิจารณาประสิทธิภาพของระบบตรวจจับหาตำแหน่งของมนุษย์โดยปราศจากอุปกรณ์ติดตัวในสภาพแวดล้อมจริง ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ใช้ 2 เทคนิค (Moving Average และ Moving Variance) เหมือนกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ [10] แต่ไม่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม หลังจากนั้นได้คำนวณ ตัวประมาณค่าที่คล้ายที่สุด (Maximum Likelihood Estimator; MLE) เพื่อเปรียบเทียบกัน จากการทดลองพบว่าวิธี MLE นี้มีความถูกต้องในการทำนายตำแหน่งดีกว่า 2 เทคนิคแรก 10% ในสภาพแวดล้อมจริง

Kosba และคณะ [12] นำเสนอเทคนิคสำหรับการตรวจสอบการเคลื่อนไหวของมนุษย์โดยอาศัยเทคนิคการตรวจสอบความผิดปกติทางสถิติแบบนอนพารามेटริก (A non-parametric statistical anomaly detection techniques) ซึ่งอาศัยการสร้างโปรไฟล์ลักษณะความแรงของสัญญาณเมื่อไม่มีคนอยู่ในพื้นที่ที่ต้องการตรวจสอบและใช้โปรไฟล์เหล่านี้เป็นแบบอ้างอิงถึงความผิดปกติในค่าความแรงของสัญญาณที่เกิดจากกิจกรรมการเคลื่อนไหวมนุษย์ แต่ข้อเสียของวิธีการแบบนี้คือ ต้องทำการปรับปรุงหรือสร้างโปรไฟล์ใหม่เมื่อสภาพแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลง จาก

การทดลองพบว่า วิธีการดังกล่าวมีค่าความถูกต้องดีกว่าวิธี Moving Average และ Moving Variance [10] และวิธี MLE [11]

Terasaka และคณะ [13] นำเสนอวิธีการตรวจหาบุคคลโดยใช้ช่องสัญญาณย่านความถี่ 2–7 GHz ของ Ultra-wideband impulse-radio (UWB-IR) เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในระบบรักษาความปลอดภัยในอาคารบ้านเรือน ซึ่งพิจารณาจาก Power delay profiles โดยระบุว่า Power delay profiles จะมีการเปลี่ยนแปลงไปถ้าหากมีคนเคลื่อนไหวอยู่ระหว่างเส้นทางการสื่อสารหรือใกล้กับตัวส่งและตัวรับสัญญาณไร้สาย ในงานวิจัยนี้ทำการทดลองอยู่ภายในบ้านพักโดยได้ติดตั้งเสาอากาศตัวส่งตัวรับสองเสาไว้คนละห้องของบ้านและทำการวัดสัญญาณเพื่อคำนวณหาค่า Power delay profiles เมื่อมีคนเดินไปมาภายในบ้าน โดยใช้อุปกรณ์ Vector Network Analyzer เพื่อวัดพร้อมเปรียบเทียบกับค่ากับกรณีที่ไม่มีคนอยู่ภายในบ้าน จากผลการทดลองพบว่า Power delay profiles ที่ได้รับในสถานการณ์ที่มีคนอยู่ภายในบ้านมีค่าความแรงสัญญาณเปลี่ยนแปลงมากกว่าค่าจากสถานการณ์ที่ไม่มีคนเดินอยู่ 15 dB

Ono และคณะ [14] ได้ระบุว่าการใช้ช่องสัญญาณย่านความถี่ของ UWB-IR ต้องอาศัยอุปกรณ์ Analog – to – Digital Converter (AD) ที่มีอัตราสุ่มสูงในระดับ GS/s จำนวนหลายตัวทำให้ระบบมีความซับซ้อน และค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นจึงเสนอวิธีการตรวจจับบุคคล ที่ย่านคลื่นความถี่ 2.4 GHz Wideband (ISM band) ซึ่งมีอุปกรณ์ AD อัตราสุ่มสูงอยู่แล้ว งานวิจัยนี้จำแนกเหตุการณ์โดยการพิจารณาจากค่า Power delay profiles เหมือน [13] และสังเกตความแตกต่างของค่า Power delay profiles ระหว่างสองกรณี โดยทำการทดลอง ณ พื้นที่เดิมภายในบ้าน และอุปกรณ์ Vector Network Analyzer เพื่อวัดค่า Power delay profiles

Kafrawy และคณะ [15] ได้ทำการศึกษาและสร้างแบบจำลอง (Model) ผลกระทบจากการเคลื่อนไหวของมนุษย์ที่ทำให้ความแรงของสัญญาณที่ได้รับหรือค่า RSS เกิดความแปรปรวนสำหรับ WLAN ย่านความถี่ 2.4GHz โดยได้ศึกษาแบบจำลอง 2 แบบคือ Ellipsoid model และ Ray-tracing-based model ในการทดลองได้ทำการแบ่งเป็นพื้นที่ขนาด 13 m x 13 m ออกเป็นสี่เหลี่ยมขนาด 60 cm x 60 cm โดยให้คนเดินอยู่ภายในกรอบสี่เหลี่ยมเหล่านั้นที่ละจุด แล้ววัดค่า RSS ที่ประกอบไปด้วยตัวส่ง (APs) 2 ตัวติดตั้งไว้บนเพดานสูง 278 cm และตัวรับ (MP) เป็นแล็ปท็อปคอมพิวเตอร์ ที่วางไว้บนโต๊ะไม้สูง 75 cm ซึ่งแต่ละจุดเก็บข้อมูล RSS 300 ค่าโดยมีอัตราการสุ่ม (Sampling rate) 10 ตัวอย่างต่อวินาที (samples/s) จากการทดลองพบว่ากรณีมีสองคนเคลื่อนไหวอยู่ในแต่ละจุดค่า RSS มีความแปรปรวนมากกว่ากรณีมีคนเดียวเคลื่อนไหว ส่วนการทำแบบจำลองเพื่อเปรียบเทียบพบว่าแบบจำลอง Ellipsoid model มีค่าประมาณ RSS ใกล้เคียงค่าจริงมากกว่าแบบจำลอง Ray-tracing-based model

Vance และคณะ [20] นำเสนอเทคนิคการระบุตำแหน่งบุคคลภายในอาคารโดยปราศจากอุปกรณ์ติดตั้ง งานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองโดยใช้ Wireless motes ทำงานที่ย่านความถี่ 2.4 GHz ตามมาตรฐาน IEEE 802.15.4 ซึ่งได้เสนอ 2 วิธีในการทำนายได้แก่ Neural Networks (NNs) และ Max/Min Heuristic Threshold Algorithm จากการทดสอบพบว่าในกรณีใช้ตัวส่ง 2 ตัวและตัวรับ 2 ตัวโดยตัวส่ง-ตัวรับห่างจากกันระยะ 3 เมตร สำหรับวิธี NNs ให้ค่าความถูกต้อง 96% และวิธี Max/Min Heuristic Threshold ให้ค่าความถูกต้องที่ 72%

1.4 วัตถุประสงค์

- 1.4.1 เพื่อศึกษาลักษณะเฟดดิ้งของช่องสัญญาณในระบบเครือข่ายไร้สายย่านความถี่ 2.4 GHz ภายในอาคารกรณีมีและไม่มีบุคคลภายในช่องสัญญาณไร้สาย
- 1.4.2 เพื่อศึกษาออกแบบเทคนิคการรู้จำกิจกรรมของบุคคลโดยอาศัยการวิเคราะห์การเฟดดิ้งของช่องสัญญาณไร้สาย
- 1.4.3 เพื่อประเมินผลกระทบจากปัจจัยสถานะแวดล้อม ตำแหน่งบุคคล ระยะห่าง ตัวรับ-ส่งสัญญาณ ต่อค่าความถูกต้องของเทคนิคการรู้จำกิจกรรมของบุคคล

1.5 ขอบเขตของการดำเนินงาน

- 1.5.1 ทำการทดสอบเทคนิคโดยใช้คู่อุปกรณ์ตัวส่งสัญญาณและตัวรับสัญญาณที่มีกำลังส่งขนาด 15 dBm ตามมาตรฐาน IEEE 802.11b/g
- 1.5.2 ทำการทดสอบ การจำแนกรูปแบบกิจกรรมใน 4 กรณี ได้แก่ กรณีไม่มีคน กรณีมีคน กรณีคนมีการเคลื่อนไหวและกรณีคนเดิน ภายในช่องสัญญาณ
- 1.5.3 ทำการทดสอบการรู้จำกิจกรรมบุคคลตามสถานะแวดล้อมในพื้นที่ต่างๆ ได้แก่ ห้อง ในอาคาร ระเบียงทางเดินในอาคารและ ลานกิจกรรมในร่ม ระยะห่างตัวรับ-ส่งสัญญาณอยู่ระหว่าง 5 - 20 เมตร

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 ได้เทคนิคเพื่อจำแนกกิจกรรมของมนุษย์โดยใช้สัญญาณไร้สายที่ความถี่ 2.4 GHz บนมาตรฐานของ IEEE 802.11 พร้อมผลทดสอบประสิทธิภาพความถูกต้องในสถานะแวดล้อมแบบต่างๆ
- 1.6.2 ได้แนวทางในการนำเทคโนโลยีสื่อสารไร้สายที่ความถี่ 2.4 GHz บนมาตรฐานของ IEEE 802.11 ไปประยุกต์ใช้งานในขั้นต่อไป

1.7 แผนการดำเนินการวิจัย

- 1.7.1 ศึกษาทฤษฎีและบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการใช้ค่า RSS ในงานวิจัย
- 1.7.2 รวบรวมและคัดเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเกิดเฟดดิ้งของช่องสัญญาณไร้สายที่จะนำมาใช้ในงานวิจัย
- 1.7.3 ศึกษาทำความเข้าใจอุปกรณ์ Wireless LAN Access Point และ Wi-Fi Embedded Module ที่นำมาใช้ในงานวิจัย
- 1.7.4 ทำการทดลองและรวบรวมข้อมูลค่า RSS จากการทดลอง
- 1.7.5 นำข้อมูลค่า RSS ที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์เพื่อหาคุณลักษณะเด่นของแต่ละกรณีโดยใช้การคำนวณทางคณิตศาสตร์และเขียนโปรแกรม MATLAB
- 1.7.6 ศึกษาหาเทคนิคที่จะมาใช้ในการจำแนกในแต่ละกรณี
- 1.7.7 ทำการทดสอบค่าความถูกต้องในการจำแนกกิจกรรมบุคคลและประเมินผล
- 1.7.8 จัดทำบทความวิชาการและส่งบทความเพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ
- 1.7.9 วิจัย สรุปผลการวิจัย และจัดทำวิทยานิพนธ์