

การจัดการแข่งขันวิ่งโดยใช้ อาร์เอฟไอดี กรณีศึกษา ขอนแก่นมาราธอน นานาชาติ ครั้งที่ 11

Race Management Using RFID Case Study The 11th Khon Kaen International Marathon

มงคล เต็งรุ่งโรจน์^{1,2}, พิชราภรณ์ จิราวุฒินวงษ์^{1,2}, สุชาติ จุฬรัตน์¹, อนันต์ เจ้าสกุล^{1,2}, กานดา สายแก้ว^{1,2}

¹ศูนย์คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง ขอนแก่น

²ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง ขอนแก่น

E-mail: mongte@kku.ac.th¹, krunapon@kku.ac.th²

บทคัดย่อ

ปัจจัยสำคัญของการจัดการแข่งขันวิ่ง คือ การตัดสินผลการแข่งขันที่ถูกต้อง แม่นยำ รวดเร็ว และเป็นธรรม แต่เนื่องจากการจัดการแข่งขันวิ่งมาราธอน จะมีผู้เข้าร่วมเป็นจำนวนผู้เข้าร่วมไม่น้อยกว่า 7,000 คน และมีเงื่อนไขการมอบเงินรางวัลที่หลากหลายโดยรวมทุกประเภทรางวัล เป็นจำนวน 250 รางวัล เช่น การแข่งขันขอนแก่นมาราธอน จึงได้มีการนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี เข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อลดข้อผิดพลาด และระยะเวลาในการตัดสินผลการแข่งขัน ซึ่งระบบเชิงพาณิชย์มีราคาสูงมาก บทความนี้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาระบบจัดการแข่งขันวิ่งเพื่อให้ได้ต้นทุนที่ต่ำลง และสามารถจัดการแข่งขันวิ่งได้จริง บทความนี้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาระบบเพื่อใช้ในการขอนแก่นมาราธอนครั้งที่ 11 จากประสบการณ์ของการจัดการแข่งขันมาราธอนมา 2 ครั้ง (ครั้งที่ 9 และครั้งที่ 10) โดยที่จากการใช้ระบบที่ออกแบบและพัฒนาในการแข่งขันมาราธอนครั้งที่ 11 นั้นพบว่า ระบบสามารถให้ข้อมูลผลการแข่งขันได้แม่นยำตามที่ต้องการ และมีต้นทุนลดลง 30% จากที่ใช้ระบบเชิงพาณิชย์

คำสำคัญ: อาร์เอฟไอดี, การแข่งขันวิ่ง

Abstract

The key success factor of race event management is to judge the race result quickly, accurately, and fairly. This is a challenging task for the the marathon race events with at least 7,000 people and 250 prizes, such as the Khon Kaen International Marathon. Radio frequency identification (RFID) is widely used to reduce errors and provide judgment time. However, the commercial RFID system is for sale with high prices. Thus, this paper presents the design and development of a RFID system for judging the 11th Khon Kaen International Marathon. The proposed system is based on the experiences in organizing the 9th and 10th Khon Kaen International Marathon. We have found that the system can present can time the race precisely as expected. Moreover, the operating cost of the developed system is reduced by 30 % from that of the commercial system.

Keywords: RFID, contact-less identification, mass races

1. บทนำ

เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี (Radio-frequency Identification : RFID) ระบบที่ระบุข้อมูลเอกลักษณ์ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ประกอบด้วย คอมพิวเตอร์ เครื่องอ่าน สายอากาศ และชิประบุตัวตน สำหรับอ่านและเขียนข้อมูล โดยเครื่องอ่านสามารถอ่าน ชิประบุตัวตนได้โดยไร้การสัมผัส และสามารถอ่านได้ด้วยความเร็วในการอ่านสูงเปรียบเสมือนว่าอ่านได้หลายชิประบุตัวตนในคราวเดียว ซึ่งได้มีการนำมาประยุกต์ใช้งาน อย่างหลากหลาย เช่น การจัดเก็บข้อมูลและตรวจนับสินค้าคงคลัง, การตรวจจับและระบุตัวตนของรถยนต์ รวมไปถึงการทำตัวโดยสารในระบบขนส่งมวลชนต่างๆ และระบบอื่นๆ ในเชิงพาณิชย์อีกมากมาย

ในวงการแข่งขันวิ่ง ได้มีการนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี (Radio-frequency Identification : RFID) มาประยุกต์ใช้ระบุตัวตน และจับเวลาที่ของนักวิ่งที่เข้าร่วมแข่งขัน เนื่องจาก ช่วยให้สามารถตัดสินผลการแข่งขันได้อย่างเป็นธรรม และมีความรวดเร็วในการประมวลผลลำดับการแข่งขัน เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้คนในการตรวจสอบ และบันทึกผลการแข่งขัน สำหรับการแข่งขันวิ่งที่มีมาตรฐานระดับนานาชาติ จะจับเวลาของนักวิ่งรายบุคคล 2 ประเภท คือ 1. เวลาเข้าเส้นชัย (Finish Time) คือเวลาที่ผู้เข้าแข่งขันวิ่งเข้าสู่เส้นชัย นับจากเวลาที่ปล่อยตัว ในการมอบรางวัลในประเภททั่วไป และ 2. เวลาวิ่งสุทธิ (Net Time) คือเวลาที่ผู้เข้าแข่งขันวิ่งออกจากจุดปล่อยตัว จนกระทั่งเข้าสู่เส้นชัย เนื่องจากในการแข่งขันที่มีผู้เข้าแข่งขันเป็นจำนวนมาก หลังจากปล่อยตัวแล้ว ผู้เข้าแข่งขันไม่สามารถผ่านจุดปล่อยตัว (Start Point) ได้พร้อมกันทั้งหมด ทำให้มีการใช้เวลารั้งสุทธิ (Net Time) ในการมอบรางวัลประเภทกลุ่มอายุ จากนั้นทำการจัดอันดับการวิ่ง ของผู้เข้าแข่งขันทั้งหมด ตามเวลาที่วิ่งสุทธิ

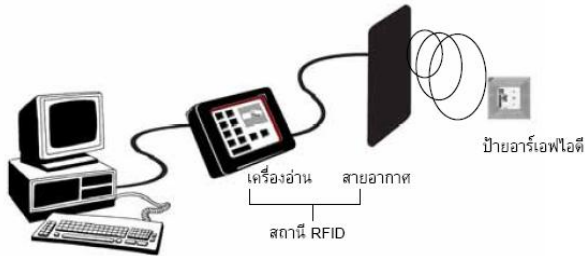
เนื่องจาก ระบบอาร์เอฟไอดี ที่มีอยู่ในท้องตลาดส่วนใหญ่เป็นของต่างชาติและมีค่าใช้จ่ายในการบริการที่ค่อนข้างสูง บทความนี้จึงได้ทำการออกแบบพัฒนาและทดสอบระบบ เพื่อให้สามารถใช้ในการจัดการแข่งขันวิ่ง โดยมีต้นทุนในการบริหารจัดการที่ลดลง

2. ความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบอาร์เอฟไอดี

ระบบอาร์เอฟไอดี คือ ระบบที่ระบุข้อมูลเอกลักษณ์ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ประกอบด้วย คอมพิวเตอร์ เครื่องอ่าน สายอากาศ และชิประบุตัวตนสำหรับอ่าน/เขียนข้อมูล โดยเครื่องอ่านสามารถอ่านชิประบุ

ตัวตนได้โดยไร้การสัมผัส และสามารถอ่านได้ด้วยความเร็วในการอ่านสูง เปรียบเสมือนว่าอ่านได้หลายชิประบุตัวตนในคราวเดียว รูปที่ 1. แสดง ส่วนประกอบของอาร์เอฟไอดีที่ประกอบรวมกันเป็นระบบเดียว



รูปที่ 1 ระบบอาร์เอฟไอดี [1]

จากรูปที่ 1. เริ่มจากด้านซ้ายมือ คือเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่ในการประมวลผลข้อมูลที่รับจากเครื่องอ่าน และสายอากาศ (เครื่องอ่านและสายอากาศรวมกันเรียกว่า สถานี RFID) โดยสายอากาศทำหน้าที่ในการส่งและรับคลื่นความถี่เพื่อติดต่อสื่อสารกับป้ายอาร์เอฟไอดี สำหรับการแข่งขันวิ่งที่มีการจับเวลา ส่วนใหญ่นิยมใช้ระบบตรวจสอบชิปการแข่งขันแบบติดตั้งบนอากาศ และแบบวางพื้น เนื่องจากสามารถตรวจสอบชิปได้โดยที่ไม่เป็นอุปสรรคกับคู่แข่ง และชิประบุตัวตนที่ใช้ ส่วนใหญ่นิยมแบบพาสซีฟ เนื่องจากมีราคาที่ถูกที่สุด และมีประสิทธิภาพเพียงพอสำหรับการแข่งขันวิ่ง

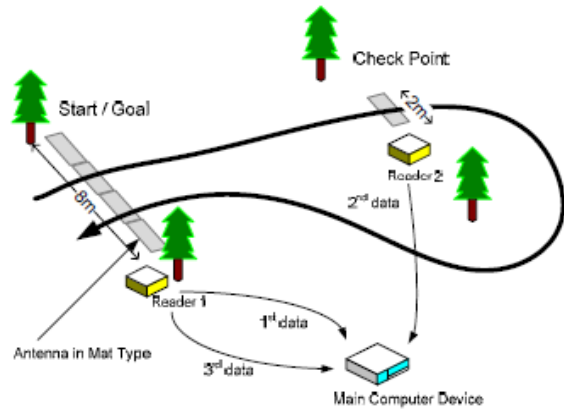
2.2 การตัดสินผลการแข่งขันวิ่ง

ความยากลำบากในการตัดสินผลการแข่งขันวิ่ง อย่างเป็นธรรมชาติ คือ เงื่อนไขในการจัดอันดับ และมอบรางวัลให้แก่กึ่ง ยกตัวอย่างการแข่งขันวิ่งขอนแก่นมาราธอน นานาชาติ แบ่งประเภทการวิ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ 1. มาราธอน ระยะทาง 42.195 กิโลเมตร 2. ฮาล์ฟมาราธอน ระยะทาง 21.100 กิโลเมตร 3. มินิมาราธอน ระยะทาง 11.550 กิโลเมตร และ 4. เดินวิ่งเพื่อสุขภาพ ระยะทาง 4 กิโลเมตร ซึ่งในการแข่งขัน 3 ประเภทแรก มีการให้รางวัลและตัดสินผลการแข่งขัน โดยใช้ชิประบุตัวตนในการจับเวลาของนักวิ่ง ซึ่งมีจำนวนนักวิ่งเข้าร่วมการแข่งขันโดยรวมประมาณ 7,000 คน อ้างอิงข้อมูลจากการแข่งขันขอนแก่นมาราธอนนานาชาติ ครั้งที่ 9, 10 และ 11

เงื่อนไข การมอบรางวัลในแต่ละประเภท แยกเป็น ประเภททั่วไป (Over All) ชาย - หญิง 10 อันดับ หมายถึงนักวิ่งที่เข้าถึงเส้นชัย 10 อันดับแรกโดยใช้เวลาเข้าเส้นชัย (Finish Time) คือเวลาที่ผู้เข้าแข่งขันวิ่งเข้าสู่เส้นชัย นับจากเวลาที่ปล่อยตัวนักวิ่ง รวมทุกประเภท เป็นจำนวน 60 รางวัล และกลุ่มอายุ ชาย - หญิง กลุ่มละ 5 อันดับ โดยใช้เวลารั้งสุทธิ (Net Time) คือเวลาที่นักวิ่งออกจากจุดปล่อยตัว จนกระทั่งเข้าสู่เส้นชัย ซึ่งจะทราบได้ก็ต่อเมื่อนักวิ่งในกลุ่มอายุนั้นๆ เข้าถึงเส้นชัยครบตามลำดับรางวัล รวมทุกประเภท 255 รางวัล และผู้ที่ได้รับรางวัลประเภททั่วไปแล้ว จะไม่ได้รับรางวัลในประเภทกลุ่มอายุซ้ำอีก เนื่องจากมูลค่าของเงินรางวัลประเภททั่วไปสูงกว่า จากนั้นจะต้องรายงานผลเวลาของนักวิ่งทุกคนที่เข้าร่วมการแข่งขัน จัดอันดับตามเวลารั้งสุทธิ

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

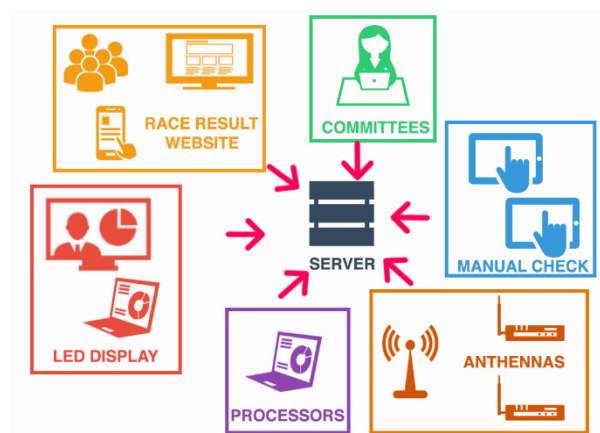
การแก้ปัญหาความหนาแน่นของชิประบุตัวตนในจุดเริ่มต้นในการแข่งขันวิ่งมาราธอนโดยเทคโนโลยีบ่งชี้ด้วยคลื่นวิทยุความถี่สูงยิ่ง [2] งานวิจัยนี้ ได้นำเสนอแนวทางการทดสอบ โดยใช้คลื่นความถี่วิทยุความถี่สูงยิ่ง โดยใช้เสาอากาศแบบวางที่พื้น ซึ่งจากผลการทดลองระบุว่า ประสิทธิภาพในการอ่าน จากจำนวนชิประบุตัวตนที่ผ่าน 50 อัน สามารถอ่านข้อมูลได้ 96.69% ทั้งนี้ที่หน้ากว้างเพียง 2 เมตร ที่ความเร็ว 10-20 คนต่อวินาที โดยงานวิจัยนี้มีข้อเหมือนคือได้ทำการออกแบบระบบสำหรับตัดสินผลการแข่งขันวิ่ง แต่ทำการจำลองสภาพการแข่งขันเท่านั้น ไม่ได้นำมาใช้กับการแข่งขันวิ่งจริง เหมือนบทความนี้



รูปที่ 2 ภาพรวมของระบบในงานวิจัย [2]

รูปที่ 2 เป็นภาพรวมของระบบในงานวิจัย [2] โดยจำลองรูปแบบการติดตั้งกับการแข่งขันวิ่ง มีเสาอากาศแบบติดตั้งที่พื้น ณ จุดเริ่มต้น และสิ้นสุด ที่หน้ากว้าง 8 เมตร และที่จุดตรวจสอบ หน้ากว้าง 2 เมตร โดยจำลองสภาพการแข่งขันวิ่ง

3. การออกแบบและพัฒนาระบบ



รูปที่ 3 ภาพรวมของระบบที่ออกแบบ

รูปที่ 3 แสดงภาพรวมของระบบที่ออกแบบ โดยตรงกลางของรูป คือเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย ที่ทำหน้าที่จัดเก็บ รับ-ส่ง และประมวลผลข้อมูลของผู้เข้าแข่งขัน รวมถึงแสดงผลการแข่งขัน โดยมีการเชื่อมต่อกับ อุปกรณ์อื่นๆ ในระบบ เช่น เครื่องตรวจสอบชิประบุตัวตนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ระบบสามารถส่งข้อมูลถึงกันได้อย่างสะดวกรวดเร็ว

3.1 องค์ประกอบของระบบ

องค์ประกอบในการทำงานของระบบ ที่ใช้ในการจัดการแข่งขันวิ่งหลักๆ มี 3 อย่าง คือ 1. ชิปรระบุตัวตนแบบม้วนได้เชือกรองเท้า 2. เสอาอากาศแบบติดตั้งที่พื้น ทำหน้าที่ในการอ่านข้อมูลจากชิปรระบุตัวตน และส่งข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเพื่อทำการประมวลผล 3. เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย ทำหน้าที่ในการจัดเก็บ รับ-ส่ง และประมวลผลข้อมูลของผู้เข้าแข่งขัน รวมถึงแสดงผลการแข่งขัน



รูปที่ 4 ชิปรระบุตัวตนแบบม้วนได้เชือกรองเท้า

จากรูปที่ 4 แสดงชิปรระบุตัวตนแบบม้วน เป็นวงกลมได้เชือกรองเท้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้พื้นที่ว่างภายในวงกลม เพิ่มระยะห่างระหว่างเท้าของผู้เข้าแข่งขันกับชิปรระบุตัวตน เพื่อลดการดูกลืนคลื่นสัญญาณในการตรวจสอบชิปรระบุตัวตน ของเสอาอากาศที่พื้น เพื่อให้เสอาอากาศสามารถอ่านชิปรระบุตัวตนได้ดีขึ้น



รูปที่ 5 เสอาอากาศแบบติดตั้งบนพื้น

จากรูปที่ 5 แสดงเสอาอากาศแบบติดตั้งบนพื้น ทำหน้าที่ในการอ่านข้อมูลจากชิปรระบุตัวตนที่ผ่านเข้ามาในระยะเวลาอ่าน ซึ่งจะมีหน่วย

ควบคุมเสอาอากาศ ทำหน้าที่ในการเก็บและส่งข้อมูลที่อ่านได้ ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเพื่อนำข้อมูลไปประมวลต่อผลไป

3.2 แนวคิดในการออกแบบระบบ

เนื่องจากการแข่งขันวิ่งจริงจะมีผู้เข้าร่วมการแข่งขันเป็นจำนวนมาก ซึ่งหมายถึงข้อมูลจะมีปริมาณมากขึ้นตามไปด้วย ประกอบกับเงื่อนไขในการตัดสิน และจัดอันดับผลรางวัลโดยรวม 315 รางวัล และต้องมีข้อมูลเวลานักวิ่งทั้งหมดไม่ต่ำกว่า 7,000 คน จึงได้ทำการออกแบบให้อุปกรณ์ในระบบทั้งหมดส่งข้อมูลผ่านระบบอินเทอร์เน็ต

และเมื่อมีผู้เข้าแข่งขันเป็นจำนวน จึงมีความเป็นไปได้ที่จะแจกอุปกรณ์ผิดพลาด เช่น ให้ชิปรระบุตัวตนไม่ตรงกับชื่อของผู้เข้าแข่งขัน จึงได้ออกแบบจุดบริการตรวจสอบและแก้ไขข้อมูลชิปรระบุตัวตน ก่อนการแข่งขันดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 การตรวจสอบและแก้ไขข้อมูลชิปรระบุตัวตน

เพื่อเป็นการตรวจสอบข้อมูลชิปรระบุตัวตน ที่ผู้เข้าแข่งขันได้รับนั้นถูกต้องและสามารถทำงานได้หรือไม่ จึงได้ออกแบบจุดตรวจสอบและแก้ไขข้อมูลชิปรระบุตัวตนให้กับผู้เข้าแข่งขัน เพื่อความแน่ใจก่อนนำไปใช้งานในวันแข่งขัน



รูปที่ 7 การทดสอบเพื่อหาระยะการอ่านของเสอาอากาศ

จากรูปที่ 7 เป็นการทดสอบเพื่อหาระยะการอ่านของเสอาอากาศว่าสามารถอ่านชิปได้อย่างรวดเร็ว และครบถ้วนมากที่สุดที่ระยะเท่าไร โดยพิจารณาระยะห่างต่างๆ 3 อย่างคือ 1. ระยะห่างระหว่างเสอาอากาศกับชิปรระบุตัวตน 2. ระยะห่างระหว่างเสอาอากาศภายใต้ชุดควบคุม

เดียวกัน และ 3. ระยะห่างระหว่างเสาอากาศต่างชุดควบคุมกัน เพื่อ กำหนดรูปแบบและระยะในการติดตั้งที่เหมาะสม



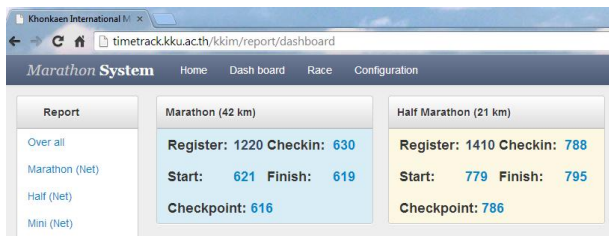
รูปที่ 8 เสาอากาศแบบติดตั้งบนพื้น ณ จุดปล่อยตัว

จากรูปที่ 8 เป็นการติดตั้งชุดตรวจสอบชิประบุตัวตน ณ จุดปล่อยตัวกว้าง จำนวน 4 ชุด ติดตั้ง 2 แถวละ 2 ชุด เพื่อให้มีพื้นที่ในการอ่านที่หน้ากว้าง 8 เมตรและรองรับปริมาณชิประบุตัวตนได้ทั้งหมด



รูปที่ 9 เสาอากาศแบบติดตั้งบนพื้น ณ จุดตรวจสอบระหว่างทาง

จากรูปที่ 9 เป็นการติดตั้งเสาอากาศ ระหว่างเส้นทางวิ่งเพื่อใช้ในการตรวจสอบว่าผู้เข้าแข่งขัน มีการวิ่งลัดเส้นทางหรือไม่ แล้วทำการส่งข้อมูลกลับมายังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย นอกจากนี้ใช้ข้อมูลในการประมวลผลเวลาและจัดอันดับเพื่อมอบรางวัลการแข่งขันแล้ว ยังสามารถใช้ข้อมูลจากระบบ ในการประเมินเวลาที่นักวิ่งจะเข้าถึงเส้นชัยได้



รูปที่ 10 ตัวอย่างหน้าจอแสดงข้อมูลระหว่างที่จุดตรวจสอบชิปต่างๆ

เมื่อมีการส่งข้อมูลมายังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย จะสามารถแสดงข้อมูล ณ จุดต่างๆ ที่ได้รับเข้ามาได้แบบทันทีทันใด โดยจากรูปที่ 10 สามารถดูปริมาณชิประบุตัวตน ที่ผ่านเข้ามาในระบบสำหรับแต่ละประเภทได้ ทุกจุด เช่น จุดปล่อยตัว จุดกลับตัว จุดตรวจสอบ ไปจนถึงเส้นชัย



รูปที่ 11 การทดสอบระบบที่งานขอนแก่นมาราธอน นานาชาติ

จากรูปที่ 11 แสดงการติดตั้งและทดสอบระบบ ที่งานขอนแก่นมาราธอน นานาชาติ ครั้งที่ 11 โดยเก็บข้อมูลชิปผู้เข้าร่วมแข่งขัน จำนวน 4,487 คน โดยชิปที่ใช้สามารถอ่านข้อมูลของผู้เข้าร่วมแข่งขันได้ครบถ้วน



รูปที่ 12 หน้ารายงานแสดงผลการแข่งขัน

จากรูปที่ 12 แสดงหน้าจอของระบบรายงานผลการแข่งขัน ซึ่งจะได้รับข้อมูลมาจากหน่วยควบคุมเสาอากาศในจุดต่างๆ ที่ส่งเข้ามายังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายผ่านระบบอินเทอร์เน็ต และจะจัดอันดับผลการแข่งขันไปเรื่อยๆ ตามข้อมูลที่เข้ามา ซึ่งสามารถดูสรุปข้อมูลได้ว่าข้อมูลที่ได้รับเข้ามาครบถ้วนแล้วหรือไม่

4. ผลการดำเนินการ

ระบบที่ได้ทำการออกแบบพัฒนา และติดตั้ง ได้นำไปใช้จริงในการแข่งขันมาราธอน นานาชาติ ครั้งที่ 11 ซึ่งมีผู้เข้าร่วมแข่งขัน 4,487 คน ซึ่งพบว่า ระบบสามารถอ่านชิปของผู้เข้าร่วมแข่งขันได้ครบทุกคนและสามารถคำนวณเวลาของนักวิ่งได้ถูกต้องและแม่นยำ

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ระบบที่ได้ออกแบบและพัฒนา นี้สามารถจัดการแข่งขันวิ่งโดยสามารถตัดสินใจ และประกาศผลการแข่งขันได้รวดเร็ว และลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการจัดการแข่งขันวิ่งขอนแก่นมาราธอน นานาชาติ ฝ่ายเทคนิคการจัดการแข่งขันลง 30% จากเดิมที่ใช้ระบบอาร์เอฟไอดีเชิงพาณิชย์ ดังมีรายละเอียดดังนี้ ระบบในเชิงพาณิชย์ ใช้งบประมาณในการดำเนินการรายปีประมาณ 500,000 บาท ประกอบไปด้วย 1) ค่าเช่าอุปกรณ์, 2) ค่าเช่าชิประบุตัวตน และ 3) ค่าประมวลผลจัดทำรายงานผลการแข่งขันโดย

ใช้คนเนื่องจากชิประบุตัวตนไม่สามารถระบุเวลาวิ่งได้ ระบบอาร์เอฟไอดีแบบติดตั้งบนพื้น รวมทั้งหมด 350,000 บาท ประกอบไปด้วย ค่าอุปกรณ์ 300,000 บาท และ ค่าชิประบุตัวตนแบบใช้ครั้งเดียวทั้ง 50,000 บาท ค่าใช้จ่ายในส่วนที่ลดลงไป ได้แก่ ค่าเช่าอุปกรณ์และค่าเช่าชิประบุตัวตนลดลง 100,000 บาท ส่วนค่าประมวลผลจัดทำรายงานโดยใช้คน ลดลง 50,000 บาทอีกทั้งยังสามารถนำไปให้บริการกับการจัดการแข่งขันวิ่ง ทั้งภายในและต่างประเทศได้ต่อไป แต่ทั้งนี้ระบบยังสามารถพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อป้องกันปัญหาต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นได้ เช่น การตรวจสอบผู้เข้าแข่งขันว่าติดชิประบุตัวตนแทนกันหรือไม่ การเพิ่มจุดบริการที่ให้ผู้เข้าแข่งขันสามารถพิมพ์ผลเวลาการวิ่งของตนเองได้ ที่เส้นชัย

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะกรรมการ และผู้จัดงาน โครงการขอนแก่นมาราธอน นานาชาติ ที่ได้สนับสนุนและเปิดโอกาสให้พัฒนา และทดสอบระบบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ลิขิต อมาตยคง, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เต็มพงษ์ สุดภักดิ์, และ ดร. กิตติ์ เขียรธโนปจัย สำหรับคำแนะนำและการแก้ไขปัญหาต่างๆ โครงการสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมไทย (iTAP), บริษัท เอเชนเทค (ประเทศไทย) จำกัด, บริษัท สตาร์ส ไมโคร อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน), บริษัท เรียวล-ไหม้ โซลูชั่น จำกัด และบริษัท อื่นๆ ในชมรม อาร์เอฟไอดี ประเทศไทย ที่ให้การสนับสนุน ด้านอุปกรณ์อาร์เอฟไอดี ที่ใช้ในการทดสอบและพัฒนาระบบ

เอกสารอ้างอิง

- [1] ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. (2548). รู้จักกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี. ค้นเมื่อ 13 มีนาคม 2556, จาก <http://home.npru.ac.th/piya/RFID/index.php>
- [2] จักรวิ วิทยญาณ และ ดารณี หอมดี “การแก้ไขปัญหาความหนาแน่นของแท็กในจุดเริ่มต้น ในการแข่งขันวิ่งมาราธอน โดยเทคโนโลยีบ่งชี้ด้วยคลื่นวิทยุย่านความถี่สูงยิ่ง” in NCSEC 2010.
- [3] โครงการขอนแก่นมาราธอน นานาชาติ. (2556) ข้อมูลการแข่งขัน ค้นเมื่อ 13 มีนาคม 2556, จาก http://www.khonkaenmarathon.com/th/Race-Day_Venue.html