

การพัฒนาระบบนำชมพิพิธภัณฑ์แบบเครือข่ายด้วยคิวอาร์โค้ดบนสมาร์ตโฟน

The Development of Museums Network Guide System by using QR Code on Smart Phone

ธิติพงษ์ วงสาโท ละออ โควาวิสารุช ทวีศักดิ์ สรรเพชชуда กฤษฎา จินดา
สไตส์ วิเศษสุด และอนุวัฒน์ ไชยวงศ์เย็น

Thitipong Wongsatho, La-or Kovavisaruch, Taweesak Sanpechuda,
Krisada Chinda, Sodsai Wisadsud and Anuwat Chaiwongyen

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ 112 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

NECTEC, National Science and Technology Development Agency (NSTDA)

112 Thailand Science Park, Thanon Phahonyothin, Tambon Khlong Nueng,

Amphoe Khlong Luang, Pathum Thani 12120, Thailand

E-mail: Thitipong.Wongsatho@nectec.or.th

บทคัดย่อ

เทคโนโลยีการบ่งชี้วัตถุแบบอัตโนมัติได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ที่วิจัยจึงได้พัฒนาระบบนำชมพิพิธภัณฑ์ขึ้นโดยนำเอาเทคโนโลยีนี้มาประยุกต์ใช้ เนื่องจากสามารถเป็นสื่อกลางในการเก็บข้อมูลการเข้าชมเพื่อพัฒนาและปรับปรุงการจัดแสดงวัตถุในพิพิธภัณฑ์ อีกทั้งยังสามารถเก็บสถิติและการตรวจสอบย้อนหลังต่างๆได้เป็นระบบ ที่วิจัยจึงได้เลือกนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีมาประยุกต์ใช้กับระบบส่งสัญญาณเสียงอัตโนมัติในการพัฒนาระบบนำชม โดยได้ติดตั้งและใช้งานจริงแล้วที่พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติเจ้าสามพระยา และได้พบปัญหาและข้อบกพร่องบางอย่างในการใช้งาน เพื่อปรับปรุงแก้ไขระบบเดิมให้ดีขึ้น จึงได้พัฒนาระบบนำชมพิพิธภัณฑ์ด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนขึ้นมาใหม่ และมีการเปลี่ยนรูปแบบทิศทางการอ่านป้ายของอุปกรณ์ โดยใช้สมาร์ตโฟนเป็นตัวอ่านคิวอาร์โค้ดแล้วติดตั้งป้ายคิวอาร์โค้ดที่จุดจัดแสดงแทนระบบเดิมที่ใช้เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีติดตั้งที่จุดจัดแสดงแล้วจึงตรวจจับป้ายอาร์เอฟไอดีจากผู้เข้าชม ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาความยุ่งยากในการใช้อุปกรณ์ และสามารถเคลื่อนย้ายจุดจัดแสดงได้ง่าย สนับสนุนการเชื่อมโยงข้อมูลในแต่ละพิพิธภัณฑ์ อีกทั้งยังมีค่าติดตั้งและค่าบำรุงรักษาที่ต่ำกว่าระบบนำชมด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี อย่างไรก็ตามทางพิพิธภัณฑ์อาจจะต้องเตรียมสมาร์ตโฟนให้ผู้เข้าชมกรณีที่ไม่มียุโรปกรณ์เป็นของตนเอง โครงการนี้ได้นำร่องทดสอบติดตั้งที่พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ จังหวัดปทุมธานี

คำสำคัญ: นำชมพิพิธภัณฑ์แบบเครือข่าย นำชมพิพิธภัณฑ์บนสมาร์ตโฟน ระบบนำชมพิพิธภัณฑ์ คิวอาร์โค้ด อาร์เอฟไอดี

Abstract

Auto-ID technology has proved widely applicable over the past decade, and one prime example of its use is museum guide system improvement. Our previous project inserted a subtype of Auto-ID, namely RFID technology, with wireless audio devices in order to create a tool to guide visitors through museum exhibits. This system was implemented at the National Museum Chaosamphraya and encountered complications during its operative period. Foremost was the number of devices needed to complete the system, which presented as an inconvenience for visitors to carry and museum staff to operate. Additionally, the setup was inflexible with regards to adding or relocating an exhibition point, and required high installation and maintenance costs. Therefore, we developed a solution that replaced RFID technology with QR codes, enabling smart mobile users to navigate the museum tour guide system on personal devices. Using Auto-ID technology, the new system can identify



objects by unique ID, stored within a QR code instead of a RFID tag. This system is also capable of accumulating visitor data and other relevant statistics for monitoring and exhibition improvement purposes. However, museums are required to stock and provide smartphones for visitors who do not possess a viable device. This pilot system was installed and tested at the National Science Museum

Keywords: Museums network guide, Museums guide for smart phone, Museums guide, RFID, QR Cod

Paper type: Research

1. บทนำ

ปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีการบ่งชี้วัตถุแบบอัตโนมัติ(Auto-ID)[1] มาใช้อย่างแพร่หลายเพื่อวัตถุประสงค์ในการระบุตัวตนของสิ่งต่างๆ ช่วยลดความผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ เทคโนโลยีการบ่งชี้วัตถุอัตโนมัติที่นิยมใช้ปัจจุบัน ได้แก่ รหัสแท่ง บาร์โค้ดสองมิติ อาร์เอฟไอดี บัตรเอนกประสงค์หรือสมาร์ทการ์ด ฯลฯ ซึ่งได้มีการพัฒนาและประยุกต์ใช้งานหลายอย่าง หนึ่งในนั้นคือระบบนำชมพิพิธภัณฑ์ และการจัดนิทรรศการต่างๆ เนื่องจากเทคโนโลยีการบ่งชี้วัตถุแบบอัตโนมัติสามารถเป็นสื่อกลางเพื่อช่วยในการเก็บข้อมูลของผู้เข้าชม โดยเราสามารถพัฒนาหรือปรับปรุงนิทรรศการและการจัดแสดงวัตถุในพิพิธภัณฑ์ เพื่อแก้ไขข้อจำกัดต่างๆในการนำเสนอข้อมูลของพิพิธภัณฑ์ เช่น การขาดบุคลากรในการนำเสนอข้อมูล, ใช้เวลามากในการอัปเดตเนื้อหาแต่ละชิ้นงาน, การขาดข้อมูลที่เชื่อมโยงกันระหว่างพิพิธภัณฑ์, ขาดแรงดึงดูดทางเทคโนโลยีให้คนรุ่นใหม่และเยาวชนเข้ามาศึกษา เดิมทางทีมงานได้พัฒนาระบบนำชมพิพิธภัณฑ์ด้วยการใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี [2, 3] โดยได้พัฒนาในปี พ.ศ. 2553 ด้วยการประยุกต์ระบบส่งสัญญาณเสียงอัตโนมัติทำงานร่วมกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี โดยระบบจะติดตั้งเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีไว้ที่จุดจัดแสดงคอยตรวจจับป้ายอาร์เอฟไอดีที่ติดไว้ข้อมือของผู้เข้าชม และส่งคำบรรยายไปยังหูฟังไร้สายแบบอัตโนมัติ ระบบได้มีการพัฒนาและติดตั้งใช้ในพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติเจ้าสามพระยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ด้วยข้อจำกัดของเทคโนโลยีในขณะนั้นทำให้ระบบที่ออกแบบนั้นยังมีข้อบกพร่องบางอย่างในการใช้งาน ทีมวิจัยจึงได้พัฒนาเพิ่มเติมเพื่อปรับปรุงระบบขึ้นมาใหม่ ประกอบกับปัจจุบันเทคโนโลยีของโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้เจริญรุดหน้าไปอย่างรวดเร็วและไม่ได้เป็นเพียงอุปกรณ์สื่อสารที่มีไว้ใช้โทรออกหรือรับสายอีกต่อไป แต่สามารถถ่ายรูป เล่นเพลง และเล่นวิดีโอที่เรียกว่าสมาร์ทโฟน ในยุคแรกของสมาร์ทโฟน Yu-Hsuan Chang และคณะ [4] ได้เขียนซอฟต์แวร์ในการควบคุมกล้องที่มีในสมาร์ทโฟนให้สามารถตรวจจับและอ่านรูปคิวอาร์โค้ด โดยไม่ต้องติดตั้งฮาร์ดแวร์เพิ่มเติมในการใช้งาน ในขณะที่ Sartid Vongpradhip [5] ได้มีการนำเสนอการเพิ่มความจุของข้อมูลในคิวอาร์โค้ดและเพิ่มความปลอดภัยของข้อมูล

ทางทีมงานได้พัฒนาระบบนำชมพิพิธภัณฑ์แบบเครือข่ายผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนขึ้นด้วยการใช้คิวอาร์โค้ด ทั้งนี้การสร้างป้ายคิวอาร์โค้ดสามารถทำได้ง่ายและราคาถูกด้วยการใช้เครื่องพิมพ์เอกสารที่ใช้อยู่ทั่วไป จาก สุชาติดา พลชัยภิรมย์ศิลป์ [6] ได้กล่าวถึงแนวโน้มการใช้แอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนและมีแนวโน้มที่จะมีความนิยมใช้มากขึ้นเรื่อยๆอย่างก้าวกระโดด ประกอบกับราคาที่ถูกลงของสมาร์ตโฟน ทำให้คนทั่วไปสามารถเข้าถึงสมาร์ตโฟนได้สะดวกขึ้น เมื่อผู้เยี่ยมชมสามารถใส่สมาร์ตโฟนของตัวเองในการชมพิพิธภัณฑ์ จะช่วยลดต้นทุนในการติดตั้งและค่าบำรุงรักษาในส่วนของพิพิธภัณฑ์ลงได้ เพื่อให้ผู้เยี่ยมชมสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทุกๆพิพิธภัณฑ์ด้วยแอปพลิเคชันเดียว ลดความซับซ้อนในการเข้าถึงแอปพลิเคชัน ซึ่งอยู่ในระหว่างการพัฒนาและทดสอบใช้งานที่พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ จังหวัดปทุมธานี

สำหรับเทคโนโลยีการบ่งชี้วัตถุแบบอัตโนมัติอื่นๆที่นำมาใช้ในระบบบนำชมสำหรับพิพิธภัณฑ์ เช่น การใช้เทคโนโลยีอินฟราเรด Jun Park และคณะ [7] ได้มีการพัฒนาระบบนำชมโดยการใช้อินฟราเรด โดยพัฒนาเครื่อง รับ-ส่ง อินฟราเรดใช้ในการตรวจจับผู้เข้าชมและส่งเนื้อหาคำบรรยายให้กับผู้เข้าชม โดยมีลักษณะการทำงานคล้ายๆกับอาร์เอฟไอดีแต่เปลี่ยนตัวกลางในการสื่อสารจากอาร์เอฟไอดีเป็นอินฟราเรด แต่ก็ยังไม่ได้รับความนิยมและยังไม่ดึงดูดให้พิพิธภัณฑ์นำไปติดตั้งเชิงพาณิชย์อย่างจริงจังเพราะต้องใช้เงินทุนสูงในการติดตั้งและบำรุงรักษา ยาก ขณะเดียวกัน U. Biader Ceipidor และคณะ [8] ได้มีการประยุกต์เทคโนโลยีสนามสื่อสารระยะใกล้ (Near Field Communication: NFC) ใช้ในระบบนำชมพิพิธภัณฑ์ และล่าสุดกมลมาลย์ เสวตวงษ์และคณะ [9] ได้มีการประยุกต์ NFC เพื่อใช้ในการแนะนำห้องสมุด แต่เทคโนโลยี NFC นั้นก็ยังมีราคาแพงและมีในสมาร์ตโฟนบางรุ่นเท่านั้นจึงไม่ได้รับความนิยมใช้มากนักในปัจจุบัน

2. การทบทวนวรรณกรรมและกรอบแนวคิด

2.1 ภาพรวมของระบบนำชมพิพิธภัณฑ์ด้วยอาร์เอฟไอดี

ทีมวิจัยได้มีการพัฒนาระบบนำชมพิพิธภัณฑ์ก่อนหน้าแล้ว คือระบบนำชมพิพิธภัณฑ์ด้วยอาร์เอฟไอดี [2, 3] และใช้งาน



มาระยะหนึ่งแล้ว ได้พบข้อจำกัดของระบบเดิมที่ใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี ซึ่งพัฒนาให้ใช้ร่วมกับฮาร์ดแวร์หลายตัว ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ภาพรวมของระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดี

จากภาพที่ 1 แสดงภาพรวมของระบบนำชมที่ใช้เทคโนโลยีการบังคับอัตโนมัติแบบอาร์เอฟไอดีโดยมีอุปกรณ์หลัก คือ ฐานข้อมูลหลัก(Main Database) ตัวควบคุมหลัก(Main Control) เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี(RFID Reader) ป้ายอาร์เอฟไอดี(Tag) ตัวส่งสัญญาณเสียง (Wireless Transmitter) ตัวรับสัญญาณเสียงหรือหูฟัง (Wireless Receiver) จะเห็นได้ว่าระบบจะมีตัวควบคุมหลักและทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด โดยประมวลผลและเก็บข้อมูลจากการเข้าชมลงฐานข้อมูลซึ่งจะทำการติดต่อกับเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี เมื่อผู้เยี่ยมชมต้องการรับฟังคำบรรยาย และตัวควบคุมหลักจะทำการติดต่อกับเครื่องส่งสัญญาณเสียงเพื่อส่งคำบรรยายให้กับผู้เยี่ยมชม

1.1.1 การใช้งานระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดี

จากภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการใช้งานระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดี ผู้เยี่ยมชมจะต้องลงทะเบียนเพื่อเข้าชม ผู้เยี่ยมชมจะได้รับป้ายอาร์เอฟไอดีพร้อมหูฟังเพื่อใช้ในการรับฟังคำบรรยาย การรับฟังคำบรรยายนั้นจะต้องนำป้ายอาร์เอฟไอดี เข้าสู่บริเวณรัศมีการอ่านป้ายของเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีที่ติดตั้งไว้ ณ จุดจัดแสดง เมื่อเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีสามารถอ่านป้ายจากผู้เยี่ยมชม จะส่งสัญญาณไปที่ตัวควบคุมหลัก เพื่อให้ตัวควบคุมหลักแจ้งให้เครื่องส่งสัญญาณเสียงส่งเสียงไปที่เครื่องรับของผู้เยี่ยมชม และสามารถรับฟังคำบรรยายได้แบบอัตโนมัติ



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการใช้งานระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดี

2.1.2 รูปแบบการนำเสนอของระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดี

การนำเสนอข้อมูลของพิพิธภัณฑ์เป็นส่วนสำคัญที่จะดึงความสนใจผู้เยี่ยมชม โดยรูปแบบการนำเสนอข้อมูลของระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดีนั้น จะสามารถรับฟังคำบรรยายโดยการใช้หูฟังไร้สายที่รับสัญญาณจากเครื่องส่งสัญญาณเสียงอัตโนมัติ ซึ่งผู้เยี่ยมชมต้องเดินทางมาที่พิพิธภัณฑ์เท่านั้นดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 รูปแบบการนำเสนอด้วยระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดี

2.1.3 การบริหารจัดการข้อมูลของระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดี

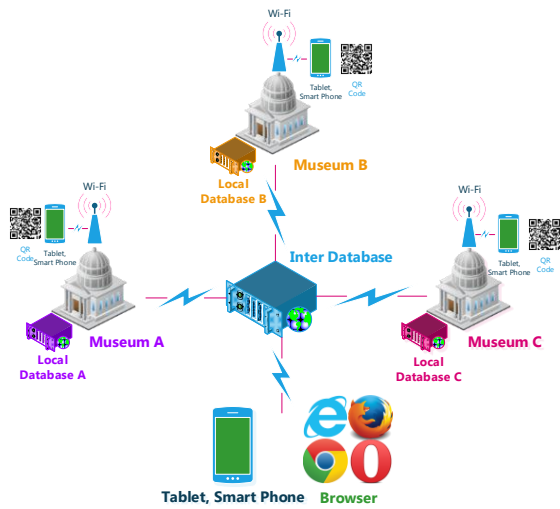
เนื่องจากระบบนี้ไม่ได้เชื่อมต่อกับเครือข่ายภายนอก จึงประกอบไปด้วยฐานข้อมูลภายในเพียงอย่างเดียว ทำให้ไม่มีการเชื่อมต่อข้อมูลแต่ละพิพิธภัณฑ์ และไม่ได้สนับสนุนการเชื่อมต่อแบบโครงข่าย ดังภาพที่ 4 ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการพัฒนาระบบต่อไปในอนาคต อาทิเช่น การยืม – คืน ชิ้นงานจัดแสดง เป็นต้น



ภาพที่ 4 การบริหารจัดการระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดี

2.2 ภาพรวมของระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ตโฟน

เพื่อปรับปรุงและพัฒนาาระบบนำชมพิพิธภัณฑ์ให้มีขีดความสามารถมากขึ้น ทีมวิจัยจึงได้มีการพัฒนาแอปพลิเคชันระบบนำชมพิพิธภัณฑ์เครือข่ายผ่านสมาร์ตโฟน สดใส วิเศษสุดและคณะ [10] เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการนำเสนอชิ้นงานจัดแสดงเด่นของพิพิธภัณฑ์และดึงดูดผู้เยี่ยมชมก่อนการเข้าชมพิพิธภัณฑ์นั้นๆ ผู้เข้าชมสามารถทราบราคาเข้าชม, กิจกรรม, แผนที่ตั้งและอื่นๆ อีกทั้งยังสามารถแนะนำผู้ที่จะเข้าชมเดินทางไปพิพิธภัณฑ์นั้นด้วยระบบนำทาง และเมื่อผู้เข้าชมเดินทางมาเข้าเยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์นั้น ผู้เข้าชมก็สามารถเข้าถึงข้อมูลที่มีความละเอียดมากขึ้นทั้ง เนื้อหา ภาพ สื่อมัลติมีเดีย แผนที่ภายในอาคารและอื่นๆ เมื่อผู้เยี่ยมชมเข้าชมเสร็จแล้ว ผู้เยี่ยมชมยังสามารถเข้าถึงข้อมูลย้อนหลังจากประวัติการเข้าเยี่ยมชมของตนเองอีกด้วย โดยสามารถลดจำนวนของอุปกรณ์ที่ผู้เยี่ยมชมต้องใช้ ลดขั้นตอนและเพิ่มความสะดวกให้กับผู้เยี่ยมชม ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ภาพรวมของระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ตโฟน

- ระบบนำชมที่นำเสนอประกอบไปด้วยอุปกรณ์ต่างๆดังนี้
- สมาร์ตโฟนที่มีกล้องถ่ายภาพและมีระบบปฏิบัติการไอโอเอส(iOS) หรือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์(Android)
 - คิวอาร์โค้ด ใช้สำหรับระบุตัวตนของวัตถุจัดแสดงซึ่งจะติดที่จัดแสดง

- ฐานข้อมูลส่วนกลาง(Inter Database) ทำหน้าที่เก็บข้อมูลส่วนกลางเพื่อจัดแสดงชิ้นงานเด่นและข้อมูลพื้นฐานของแต่ละพิพิธภัณฑ์
- ฐานข้อมูลภายใน(Local Database) ของแต่ละพิพิธภัณฑ์ ทำหน้าที่เก็บข้อมูลทั้งหมดในพิพิธภัณฑ์นั้นๆ
- อุปกรณ์เครือข่ายไร้สาย(Wi-Fi access point)

จะเห็นได้ว่าจะสามารถลดจำนวนอุปกรณ์เพื่อลดความซับซ้อนของระบบ และลดภาระของเจ้าหน้าที่ได้อีกทางหนึ่งด้วย เพราะไม่จำเป็นต้องมีการแจกอุปกรณ์ในการนำชม โดยการทำงานของระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ตโฟน สามารถแบ่งรูปแบบการเยี่ยมชมได้ 2 รูปแบบ ได้แก่ การเยี่ยมชมภายนอกพิพิธภัณฑ์และการเยี่ยมชมภายในพิพิธภัณฑ์

1) การเยี่ยมชมภายนอกพิพิธภัณฑ์

ก่อนการเข้าชมจริง ผู้ที่จะเยี่ยมชมสามารถเข้าถึงข้อมูลพื้นฐานของพิพิธภัณฑ์ โดยมีรูปแบบของการให้ข้อมูลอย่างย่อหรือแบบสรุปและข้อมูลพื้นฐานด้วยแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน จากรูปที่ 5 จะเห็นได้ว่า ฐานข้อมูลส่วนกลาง(Inter Database) นั้นสามารถเชื่อมต่อเข้ากับทุกๆ พิพิธภัณฑ์ เจ้าหน้าที่พิพิธภัณฑ์สามารถเข้าถึงฐานข้อมูลกลางในการควบคุมและบริหารจัดการข้อมูลได้ผ่านเบราว์เซอร์ทั่วไป ด้วยเว็บแอปพลิเคชัน(Web Application) เพื่อติดต่อกับฐานข้อมูลส่วนกลางผ่านโครงข่ายอินเทอร์เน็ต

2) การเยี่ยมชมภายในพิพิธภัณฑ์

เมื่อผู้เยี่ยมชมเดินทางมาถึงพิพิธภัณฑ์และได้เชื่อมต่อสมาร์ตโฟนของตนเองเข้ากับระบบโครงข่ายภายในพิพิธภัณฑ์(Wi-Fi) ผู้เข้าชมสามารถเข้าเยี่ยมชมวัตถุจัดแสดงและรายละเอียดต่างๆที่มีมิติมากขึ้นผ่านแอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟน ด้วยการอ่านคิวอาร์โค้ดที่ติดอยู่กับวัตถุจัดแสดง ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 โครงสร้างระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดี สำหรับการเยี่ยมชมภายใน

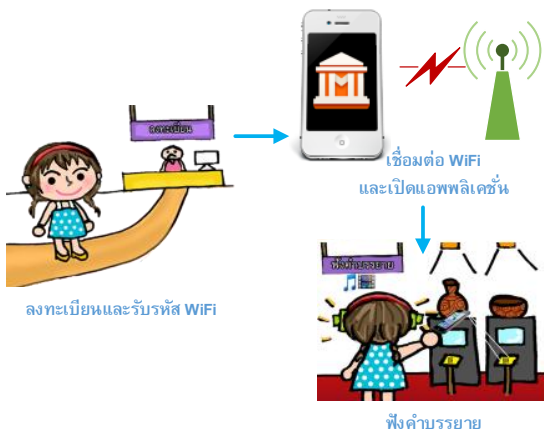
จากภาพที่ 6 จะเห็นว่าฐานข้อมูลภายในยังติดต่อกับฐานข้อมูลส่วนกลาง เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลต่างๆของฐานข้อมูลภายใน เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลและบันทึกข้อมูลทางสถิติ แต่จะเข้าถึงข้อมูลเฉพาะที่ฐานข้อมูลภายในที่ได้รับอนุญาตเท่านั้น เนื่องจากในบางพิพิธภัณฑ์มีข้อมูลที่ไม่สามารถเปิดเผยได้ ซึ่งการบริหารจัดการฐานข้อมูลภายในสามารถกระทำได้ผ่านเบราว์เซอร์ทั่วไป ส่วนการติดต่อกับสมาร์ตโฟนนั้นจะติดต่อกับฐานข้อมูลภายในผ่านทางเอพีไอ (API: Application Programming Interface) โดยแอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนจะร้องขอข้อมูลในรูปแบบ XML (Extensible Markup Language) หรือJSON (JavaScript Object Notation) และประมวลผลเพื่อแสดงให้ผู้เข้าชมต่อไป

2.2.1 การใช้งานระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ตโฟน

ส่วนการใช้งานระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ตโฟน จากภาพที่ 7 ผู้เข้าชมจะต้องลงทะเบียนและรับรหัสผ่านเพื่อเชื่อมต่อเข้าระบบ เมื่อผู้เข้าชมเชื่อมต่อกับโครงข่ายหรือ Wi-Fi ภายในพิพิธภัณฑ์แล้ว สามารถใช้แอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนอ่านคิวอาร์โค้ดเพื่อรับฟังคำบรรยาย ซึ่งระบบใหม่นี้ง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน

2.2.2 รูปแบบการนำเสนอของระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ตโฟน

สำหรับรูปแบบการนำเสนอของระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ตโฟน ผู้เยี่ยมชมสามารถรับทราบข้อมูลพื้นฐานได้ก่อนเดินทางมาที่พิพิธภัณฑ์ (เยี่ยมชมภายนอกพิพิธภัณฑ์) และแบบเดินทางมาที่พิพิธภัณฑ์(เยี่ยมชมภายในพิพิธภัณฑ์) ดังนี้



ภาพที่ 7 ขั้นตอนการใช้งานนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ตโฟน

1) รูปแบบการนำเสนอภายนอกพิพิธภัณฑ์

รูปแบบการนำเสนอข้อมูลและเมนูการใช้งานแอปพลิเคชันภายนอกพิพิธภัณฑ์ เช่น ข้อมูลพื้นฐานของแอปพลิเคชัน เมนูการเลือกกลุ่มพิพิธภัณฑ์ เมนูการเลือก

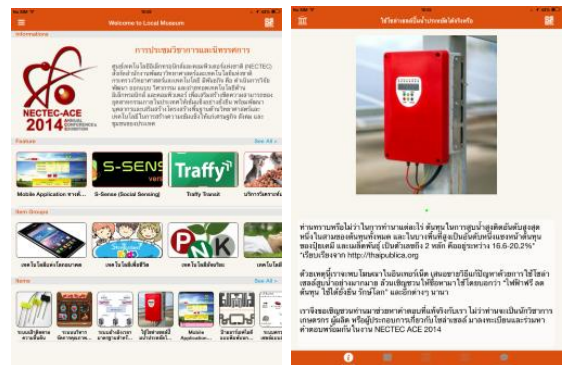
พิพิธภัณฑ์ ในหน้าแรก ส่วนในหน้าที่สอง จะเป็นการแสดงข้อมูลพื้นฐานของพิพิธภัณฑ์ เช่น ชื่อ ที่อยู่ แผนที่ตั้ง วัตถุประสงค์แสดงเด่น เป็นต้น ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 รูปแบบการนำเสนอภายนอกพิพิธภัณฑ์

2) รูปแบบการนำเสนอภายในพิพิธภัณฑ์

เมื่อผู้เยี่ยมชมใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนอ่านคิวอาร์โค้ดที่ติดอยู่กับวัตถุจัดแสดง ผู้เยี่ยมชมก็จะสามารถเข้าถึงข้อมูลของชิ้นงาน เช่น รูปภาพและคำอธิบาย เสียงบรรยาย วีดิโอ มัลติมีเดีย และผู้เยี่ยมชมสามารถดูภาพรวมของวัตถุจัดแสดงและแผนผังภายในอาคารของพิพิธภัณฑ์ ดังแสดงในภาพที่ 9

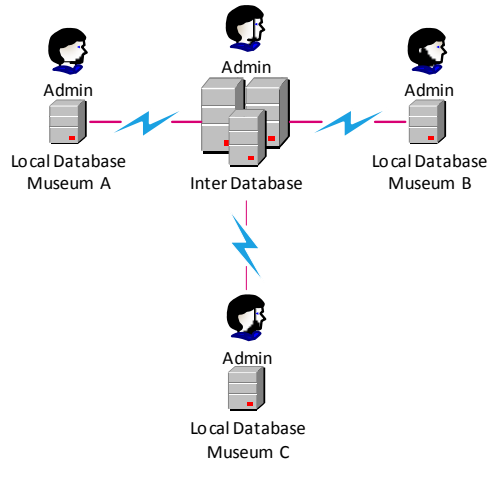


ภาพที่ 9 รูปแบบการนำเสนอภายในพิพิธภัณฑ์

2.2.3 การบริหารจัดการข้อมูลของระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ตโฟน

การบริหารจัดการข้อมูลของระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ตโฟนจะมีลักษณะเป็นโครงข่ายเชื่อมโยงกันดังภาพที่ 10





ภาพที่ 10 การบริหารจัดการระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่าน
สมาร์ตโฟน

จากภาพที่ 10 จะเห็นได้ว่าจะมีฐานข้อมูลส่วนกลาง (Inter Database) เป็นจุดศูนย์กลางในการเชื่อมต่อฐานข้อมูลภายใน (Local Database) ของแต่ละพิพิธภัณฑ์และช่วยเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานของทุกๆ พิพิธภัณฑ์ โดยสามารถเชื่อมโยงได้อย่างไม่จำกัดจำนวนของพิพิธภัณฑ์ แบ่งผู้ดูแลอย่างชัดเจนและทำงานเป็นอิสระจากกัน

สำหรับการบริหารจัดการชิ้นงานแสดง จะมีการแบ่งหน้าที่ของเจ้าหน้าที่อย่างชัดเจนในการจัดการข้อมูลของระบบ ได้แก่ ผู้นำเสนอชิ้นงานและผู้อนุมัติข้อมูล ดังนี้



ภาพที่ 11 การจัดแสดงชิ้นงานระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่าน
สมาร์ตโฟน

จากรูปที่ 11 ผู้นำเสนอชิ้นงานมีหน้าที่ในการเขียน เพิ่ม ลด หรือเปลี่ยนแปลงชิ้นงาน และต้องส่งต่อไปให้ผู้อนุมัติชิ้นงาน เมื่อผู้อนุมัติชิ้นงานตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อยแล้วและไม่มีข้อผิดพลาด ก็จะอนุมัติให้ชิ้นงานนั้นสามารถจัดแสดงขึ้นสู่ระบบนำชมฯ ได้ แต่ถ้าไม่อนุมัติก็จะส่งกลับไปให้ผู้นำเสนอชิ้นงานแก้ไข ส่วนชิ้นงานที่ถูกจัดแสดงแล้วผู้นำเสนอชิ้นงานสามารถขอแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมได้

2.3 การเปรียบเทียบระบบนำชมระหว่างระบบนำชมที่ใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีกับระบบนำชมที่ใช้เทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด

ระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดีที่ทีมวิจัยได้พัฒนามาก่อนหน้านี้ เป็นระบบที่จะต้องใช้อาร์ดแวร์หลายอย่างในการทำงาน ต้องติดตั้งเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีและสายอากาศในทุกๆ จุดจัดแสดง ซึ่งจำเป็นต้องใช้งบประมาณที่มาก และมีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาที่สูง ต้องมีป้ายอาร์เอฟไอดีซึ่งผู้เข้าชมจะต้องลงทะเบียนรับป้ายเพื่อนำไปใช้ในการนำชม และต้องมีฮาร์ดแวร์ในการแสดงผลคำบรรยายอีกด้วย ซึ่งมีความยุ่งยากในการจัดการฮาร์ดแวร์ เช่น ต้องเพิ่ม-ลดเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีที่จุดจัดแสดง ถ้าหากมีการเพิ่ม-ลดจุดจัดแสดงซึ่งเป็นข้อจำกัดของระบบนี้หรือเพิ่มจำนวนผู้เยี่ยมชมให้มากขึ้นก็จำเป็นต้องเพิ่มเครื่องส่งและเครื่องรับสัญญาณเสียง การย้ายจุดจัดแสดงก็ทำได้ยากเช่นกัน เนื่องจากต้องย้ายเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี เป็นต้น ซึ่งเหมาะสำหรับพิพิธภัณฑ์ที่มีข้อมูลไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงจุดจัดแสดงและมีผู้เข้าชมไม่มากนัก ดังแสดงในภาพที่ 12 (บน)



ภาพที่ 12 (บน)ทิศทางการอ่านป้ายอาร์เอฟไอดี
(ล่าง)ทิศทางการอ่านป้ายคิวอาร์โค้ด

สำหรับระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ตโฟนนั้นจะใช้ป้ายคิวอาร์โค้ดติดไว้ที่จุดจัดแสดงแทน กล่าวคือ ระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดี จะติดอุปกรณ์การอ่านป้ายไว้ที่จุดจัดแสดงและป้ายอาร์เอฟไอดีจะติดที่ข้อมือของผู้เข้าชม แต่ระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ตโฟนจะติดป้ายคิวอาร์โค้ดไว้ที่จุดจัดแสดงและอุปกรณ์การอ่านป้ายจะอยู่กับผู้เข้าชมซึ่งก็คือสมาร์ตโฟน โดยจะมีรูปแบบการอ่านป้ายที่ตรงข้ามกัน ดังแสดงในรูปที่ 12 (ล่าง) ซึ่งจะแก้ไขข้อจำกัดข้างต้นเมื่อมีการเพิ่ม-ลดจำนวนหรือเคลื่อนย้ายจุดจัดแสดง

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้นำตัวแปรต่างๆมาเป็นตัวเปรียบเทียบระบบ 2 ระบบ โดยตัวแปรที่ใช้ในการเปรียบเทียบครั้งนี้คือ ค่าดำเนินการในการติดตั้งและดูแลระบบ โดยแบ่งการเปรียบเทียบดังต่อไปนี้ 1) การเปรียบเทียบค่าดำเนินการในการติดตั้งระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดีกับระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ทโฟน 2) การเปรียบเทียบค่าดำเนินการในการติดตั้งระหว่างระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดีกับระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ทโฟนเมื่อพิจารณารูปแบบการทำงานของอุปกรณ์การอ่านเหมือนกัน 3) การเปรียบเทียบค่าดำเนินการระหว่างระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดีกับระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ทโฟนเมื่อพิจารณาในกรณีที่ผู้เข้าชมไม่มีสมาร์ทโฟน โดยอ้างอิงราคาปัจจุบันของอุปกรณ์ ณ วันที่ 15 มีนาคม 2557

3.1 การเปรียบเทียบค่าดำเนินการในการติดตั้งระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดีกับระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ทโฟน

ค่าดำเนินการของทั้งสองระบบมีความแตกต่างกัน เนื่องจากมีการใช้อุปกรณ์ในการนำชมที่ต่างกัน และมีรูปแบบการทำงานของอุปกรณ์การอ่านที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถคำนวณค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบโดยประมาณ ดังแสดงในตารางที่ 1 ดังนี้ เมื่อพิพิธภัณฑ์มีความต้องการติดตั้งระบบที่มีจุดแสดง n จุด ($0 \dots 15$) และรองรับผู้เข้าชมได้ m คน พร้อมกันในเวลาเดียวกัน โดยที่ m เท่ากับ 15 คน เนื่องจากข้อจำกัดในระบบส่งสัญญาณเสียงแบบไร้สายของระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดีที่พัฒนาเดิมนั้นรองรับผู้เข้าชมพร้อมกันสูงสุด 15 คน โดยมีพื้นที่จัดแสดงเท่ากัน

ดังนั้นค่าดำเนินการของระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดี จะประกอบด้วยต้นทุนคงที่คือ ค่าติดตั้งฐานข้อมูลภายใน, ค่าป้ายอาร์เอฟไอดีสำหรับผู้เข้าชม และต้นทุนผันแปรคือ ค่าติดตั้งเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีที่จุดจัดแสดง, ค่าอุปกรณ์ในการแสดงผลหรือคำบรรยายให้กับผู้เข้าชม ส่วนค่าดำเนินการของระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ทโฟน ประกอบไปด้วยต้นทุนคงที่คือ ค่าติดตั้งฐานข้อมูลภายใน, ค่าติดตั้งเครือข่ายไร้สาย และต้นทุนผันแปรคือ ค่าใช้จ่ายในการพิมพ์ป้ายคิวอาร์โค้ดที่จุดจัดแสดง

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบค่าดำเนินการในการติดตั้งระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดีกับระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ทโฟน

ประเภท ระบบ รายการ	อาร์เอฟไอดี (บาท)	คิวอาร์โค้ด (บาท)
ฐานข้อมูลภายใน	~200,000	~200,000
จุดจัดแสดง	$30,000 \times n$	$20 \times n$
ป้ายอาร์เอฟไอดี สำหรับผู้เข้าชม	$100 \times m$	-
อุปกรณ์แสดงผลหรือ คำบรรยาย	$6000 \times n$	-
เครือข่ายไร้สาย	-	4,000

3.2 การเปรียบเทียบค่าดำเนินการในการติดตั้งระหว่างระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดีกับระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ทโฟนเมื่อพิจารณารูปแบบการทำงานของอุปกรณ์การอ่านเหมือนกัน

ทั้งนี้ระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดีกับระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ทโฟนที่นำเสนอขึ้นใหม่มีรูปแบบการทำงานของอุปกรณ์การอ่านที่ตรงข้ามกัน กล่าวคือ ระบบเดิมเป็นการให้เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีอยู่กับที่โดยติดตั้งที่จุดจัดแสดงและคอยตรวจจับป้ายอาร์เอฟไอดีจากผู้เข้าชม ในทางตรงกันข้าม ระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ทโฟนที่นำเสนอขึ้นมาใหม่นั้น ไขก๊อลงถ่ายภาพที่มีอยู่ในสมาร์ทโฟนเป็นเครื่องอ่านคิวอาร์โค้ดแล้วติดตั้งป้ายคิวอาร์โค้ดที่จุดจัดแสดงแทน จึงทำให้ระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ทโฟนมีข้อได้เปรียบมากเมื่อพิจารณาจากค่าดำเนินการ เราจึงต้องการเปรียบเทียบค่าดำเนินการโดยมีรูปแบบการทำงานของอุปกรณ์การอ่านของทั้งสองที่เหมือนกัน เพื่อให้แน่ใจว่าระบบที่ใช้คิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ทโฟนมีข้อได้เปรียบกว่าระบบที่ใช้อาร์เอฟไอดี โดยสมมติให้พิพิธภัณฑ์มีความต้องการติดตั้งระบบที่มีจุดแสดง n จุด ($0 \dots 50$) และรองรับผู้เข้าชมได้ m คน พร้อมกันในเวลาเดียวกัน โดยที่ m เท่ากับ 15 คน

ดังนั้นค่าดำเนินการในรูปแบบการทำงานของอุปกรณ์การอ่านเหมือนกันของระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดี จะประกอบด้วยต้นทุนคงที่คือ ค่าติดตั้งฐานข้อมูลภายใน, ค่าเครื่องอ่านป้ายอาร์เอฟไอดีแบบพกพาสำหรับผู้เข้าชม, ค่าติดตั้งเครือข่ายไร้สาย และต้นทุนผันแปรคือ ค่าป้ายอาร์เอฟไอดีที่จุดจัดแสดง ส่วนค่าดำเนินการในรูปแบบการทำงานของอุปกรณ์การอ่านเหมือนกันของระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ทโฟน ประกอบไปด้วยต้นทุนคงที่คือ ค่าติดตั้งฐานข้อมูลภายใน, ค่าติดตั้งเครือข่ายไร้สาย และต้นทุนผันแปรคือ ค่าใช้จ่ายในการพิมพ์ป้ายคิวอาร์โค้ดที่จุดจัดแสดง ดังแสดงในตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดีกับระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ทโฟนเมื่อพิจารณารูปแบบการทำงานของอุปกรณ์การอ่านเหมือนกัน

ประเภท ระบบ รายการ	อาร์เอฟไอดี (บาท)	คิวอาร์โค้ด (บาท)
ฐานข้อมูลภายใน	~200,000	~200,000
ป้ายไอดี ณ จุดจัด แสดง	100 × n	20 × n
เครื่องอ่านป้ายไอดี แบบพกพา	20,000 × m	-
เครือข่ายไร้สาย	4,000	4,000

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบค่าดำเนินการระหว่างระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดีกับระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ทโฟนเมื่อพิจารณาในกรณีที่ผู้เข้าชมไม่มีสมาร์ทโฟน

ประเภท ระบบ รายการ	อาร์เอฟไอดี (บาท)	คิวอาร์โค้ด (บาท)
ฐานข้อมูลภายใน	~200,000	~200,000
ป้ายไอดี ณ จุดจัด แสดง	100 × n	20 × n
เครื่องอ่านป้ายไอดี แบบพกพา	20,000 × m	(5,000-20,000) × m
เครือข่ายไร้สาย	4,000	4,000

3.3 การเปรียบเทียบค่าดำเนินการระหว่างระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดีกับระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ทโฟนเมื่อพิจารณาในกรณีที่ผู้เข้าชมไม่มีสมาร์ทโฟน

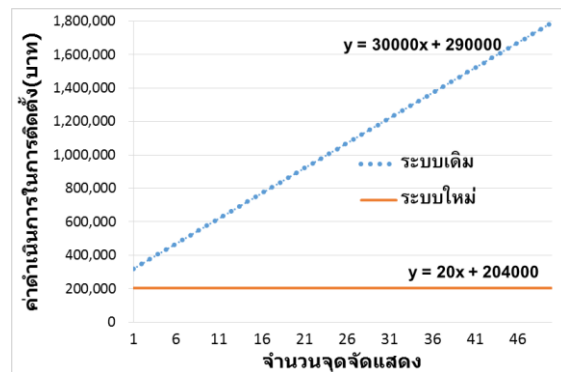
การนำชมในกรณีนี้ พิธีกรจะต้องมีค่าใช้จ่ายเพื่อสำรองอุปกรณ์ให้กับผู้เข้าชมที่ไม่มีสมาร์ทโฟน เมื่อพิธีกรที่มีความต้องการติดตั้งระบบที่มีจุดแสดง n จุด (0...50) และรองรับผู้เข้าชมได้ m คน พร้อมกันในเวลาเดียวกัน โดยที่ m เท่ากับ 15 คน ซึ่งมีพื้นที่จัดแสดงเท่ากัน

ดังนั้นค่าของระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดี จะประกอบด้วยต้นทุนคงที่คือ ค่าติดตั้งฐานข้อมูลภายใน ค่าเครื่องอ่านป้ายอาร์เอฟไอดีแบบพกพาสำหรับผู้เข้าชมค่าติดตั้งเครือข่ายไร้สาย และต้นทุนผันแปรคือ ค่าป้ายอาร์เอฟไอดีที่จุดจัดแสดง ส่วนค่าดำเนินการพิจารณาในกรณีที่ผู้เข้าชมไม่มีสมาร์ทโฟนของระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ทโฟน ประกอบไปด้วยต้นทุนคงที่คือ ค่าติดตั้งฐานข้อมูลภายใน ค่าติดตั้งเครือข่ายไร้สาย ค่าสมาร์ทโฟนที่พิธีกรต้องลงทุนซื้อเพื่อให้กับผู้เข้าชม(ราคาตั้งแต่ 5,000 ถึง 20,000 บาท) และต้นทุนผันแปรคือ ค่าใช้จ่ายในการพิมพ์ป้ายคิวอาร์โค้ดที่จุดจัดแสดง ดังแสดงในตารางที่ 3

4. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

4.1 ผลการเปรียบเทียบค่าดำเนินการในการติดตั้งระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดีกับระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ทโฟน

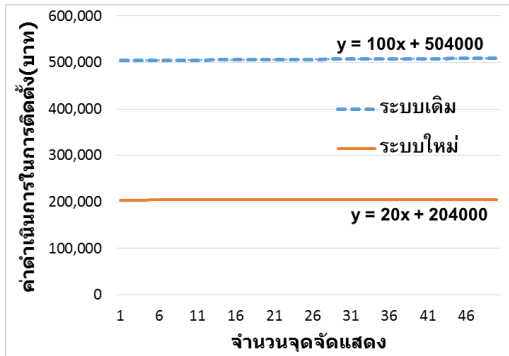
เมื่อแทนค่า n และ m (จุดจัดแสดงและจำนวนผู้เข้าชมที่เข้าชมพร้อมกันในเวลาเดียวกัน) ในตารางที่ 1 เพื่อคำนวณค่าใช้จ่ายในการติดตั้งโดยประมาณ จากรูปที่ 13 เป็นกราฟแสดงค่าดำเนินการในการติดตั้งต่อจุดจัดแสดง แกนตั้งเป็นค่าดำเนินการในการติดตั้ง แกนนอนเป็นจำนวนของจุดจัดแสดง จะเห็นได้ว่าระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดี (เส้นประ) มีค่าดำเนินการในการติดตั้งที่สูงกว่าระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ทโฟน(เส้นทึบ) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามจำนวนที่มีจุดจัดแสดงที่เพิ่มขึ้น โดยแสดงค่าดังนี้



ภาพที่ 13 กราฟค่าดำเนินการกับจำนวนจุดจัดแสดง

4.2 ผลการเปรียบเทียบค่าดำเนินการในการติดตั้งระหว่างระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดีกับระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ทโฟนเมื่อพิจารณารูปแบบการทำงานของอุปกรณ์การอ่านเหมือนกัน

เมื่อแทนค่า n และ m (จุดจัดแสดงและจำนวนผู้เข้าชมที่เข้าชมพร้อมกันในเวลาเดียวกัน) ในตารางที่ 2 เพื่อคำนวณค่าใช้จ่ายในการติดตั้งโดยประมาณ จากรูปที่ 14 เป็นกราฟแสดงค่าดำเนินการในการติดตั้งต่อจุดจัดแสดงเมื่อพิจารณารูปแบบการทำงานของอุปกรณ์การอ่านของทั้งสองระบบเหมือนกัน โดยแกนตั้งเป็นค่าดำเนินการในการติดตั้ง แกนนอนเป็นจำนวนของจุดจัดแสดง จะเห็นได้ว่าระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดี (เส้นประ) มีค่าดำเนินการในการติดตั้งที่สูงกว่าระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ตโฟน (เส้นทึบ) เพราะระบบเดิมที่ใช้อาร์เอฟไอดีมีป้ายไอดีที่มีราคาสูงกว่าและมีเครื่องอ่านป้ายไอดีแบบพกพาที่ทางพิพิธภัณฑ์จำเป็นต้องจัดซื้อเพื่อมาสนับสนุนผู้ที่มาเข้าชม อีกทั้งป้ายไอดีของระบบใหม่ที่ใช้คิวอาร์โค้ดก็มีต้นทุนที่ถูกกว่าและบำรุงรักษาง่ายกว่าระบบเดิมที่ใช้ป้ายอาร์เอฟไอดี และสมาร์ตโฟนก็มีน้ำหนักเบาพกพาได้สะดวกสบายกว่าเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีแบบพกพาโดยแสดงค่าดังนี้

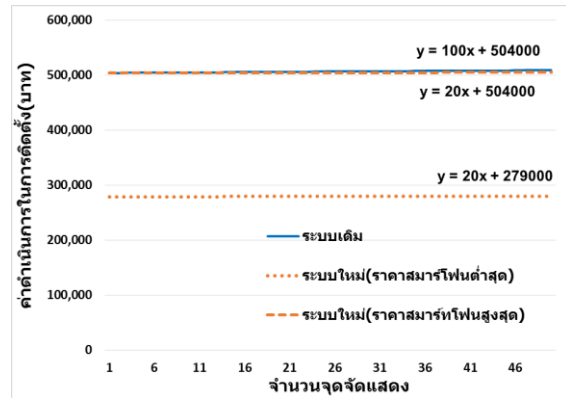


ภาพที่ 14 กราฟค่าดำเนินการกับจำนวนจุดจัดแสดงเมื่อพิจารณารูปแบบการทำงานของอุปกรณ์การอ่านทั้งสองระบบเหมือนกัน

4.3 ผลการเปรียบเทียบค่าดำเนินการระหว่างระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดีกับระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ตโฟน เมื่อพิจารณาในกรณีที่มีผู้เข้าชมไม่มีสมาร์ตโฟน

เมื่อแทนค่า n และ m (จุดจัดแสดงและจำนวนผู้เข้าชมที่เข้าชมพร้อมกันในเวลาเดียวกัน) ในตารางที่ 3 เพื่อคำนวณค่าใช้จ่ายในการติดตั้งโดยประมาณ จากรูปที่ 15 เป็นกราฟแสดงค่าดำเนินการในการติดตั้งต่อจุดจัดแสดงเมื่อพิจารณาในกรณีที่ผู้เข้าชมไม่มีสมาร์ตโฟนและรูปแบบการทำงานของอุปกรณ์การอ่านของทั้งสองระบบเหมือนกัน โดยแกนตั้งเป็นค่าดำเนินการในการติดตั้ง แกนนอนเป็นจำนวนของจุดจัดแสดง จะเห็นได้ว่า ระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดี (เส้นทึบ) กับระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ตโฟนเมื่อราคาสมาร์ตโฟนสูงสุด 20,000 บาท (เส้นประ) มีค่าดำเนินการที่ใกล้เคียงกันมาก และเมื่อเปรียบเทียบระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดี (เส้นทึบ) กับระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ตโฟน เมื่อราคาสมาร์ตโฟนต่ำสุด 5,000 บาท (เส้นไขว่ปลา) จะมีค่าดำเนินการที่ต่างกันเฉลี่ยประมาณเกือบครึ่งหนึ่ง ดังนั้นถ้าทาง

พิพิธภัณฑ์จำเป็นต้องสนับสนุนผู้เข้าชมที่ไม่มีสมาร์ตโฟนนั้น ระบบใหม่นี้อาจมีข้อจำกัดและอาจต้องพิจารณาซื้อสมาร์ตโฟนราคาระดับกลางในท้องตลาด



ภาพที่ 15 กราฟค่าดำเนินการกับจำนวนจุดจัดแสดงเมื่อพิจารณาในกรณีที่ผู้เข้าชมไม่มีสมาร์ตโฟน

เพื่อให้มองเห็นภาพได้ชัดเจนที่มิวิจัยจึงได้ทำการเปรียบเทียบระบบนำชมที่ใช้อาร์เอฟไอดีกับระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ตโฟนที่นำเสนอขึ้นมาใหม่ ดังนี้

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดีกับระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ตโฟน

ประเภท	อาร์เอฟไอดี	คิวอาร์โค้ด
ระบบการดำเนินการ		
ค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง	สูง	ต่ำ / ปานกลาง
ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา	สูง	ต่ำ
การดูแลรักษาอุปกรณ์	ยาก	ง่าย
ขออนุญาตส่งคลื่นความถี่	ต้องขออนุญาต	ไม่ต้องขออนุญาต
ข้อมูลสถิติในการเยี่ยมชม	มี	มี

จากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดีมีค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา ที่สูงกว่า และยากต่อการดูแลรักษาอุปกรณ์เมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่ใช้เทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดจากสมาร์ตโฟน เนื่องจากเทคโนโลยีของคิวอาร์โค้ดสามารถใช้งานง่ายโดยพิมพ์ลงในกระดาษหรือสติ๊กเกอร์



เท่านั้น ส่วนเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูงต้องใช้ฮาร์ดแวร์หลายตัวในการทำงานเพื่อให้ครบองค์ประกอบ และมีไมโครชิปในการควบคุมการส่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูงย่านความถี่สูงยิ่ง (UHF) อีกทั้งต้องขออนุญาตกระจายสัญญาณความถี่จาก กสทช. (สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ) ขณะที่ฮาร์ดแวร์ในการแสดงผลของระบบที่มิวเซียมได้นำเสนอใหม่นี้ใช้แค่สมาร์ตโฟนและไม่ต้องพึ่งพาเครื่องเล่นเสียงหรืออุปกรณ์แสดงผลอื่นๆ ซึ่งระบบนำชมที่นำเสนอนี้ก็ยังสามารถบันทึกสถิติการใช้งานของผู้เข้าชม ตลอดจนขึ้นงานจัดแสดงได้กับระบบที่ใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีอีกด้วย

จากผลสำรวจความพึงพอใจของผู้เข้าชมจากการใช้งานระหว่างระบบนำชมที่ใช้อาร์เอฟไอดีกับระบบนำชมที่ใช้คิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ตโฟน (จากการสำรวจผู้ใช้งานจำนวน 50 คน) ดังแสดงในตารางที่ 5 ปรากฏว่า

- ความพึงพอใจของผู้เยี่ยมชมในขั้นตอนการลงทะเบียนเพื่อเข้าชมระบบคิวอาร์โค้ดมีความพึงพอใจมากกว่าระบบอาร์เอฟไอดี ซึ่งเป็นผลจากการที่ระบบอาร์เอฟไอดีจะต้องมากรอกข้อมูลในกรลงทะเบียนด้วยตนเองโดยการกรอกข้อมูลทีละคน ณ จุดลงทะเบียนแต่ระบบที่ใช้คิวอาร์โค้ดสามารถลงทะเบียนและกรอกข้อมูลได้ทีละคนผ่านสมาร์ตโฟนของตนเอง ทำให้มีความรวดเร็วกว่า

- ความพึงพอใจในขั้นตอนการใช้งานของผู้เยี่ยมชมระบบที่ใช้อาร์เอฟไอดีมีความพึงพอใจมากกว่าระบบที่ใช้คิวอาร์โค้ด เนื่องจากการทำงานของระบบที่ใช้อาร์เอฟไอดีจะเป็นแบบอัตโนมัติเมื่อผู้เยี่ยมชมเดินเข้ามาบริเวณจุดจัดแสดง ระบบก็จะส่งคำบรรยายให้ผู้เยี่ยมชมทันที แต่ระบบที่ใช้คิวอาร์โค้ดเป็นแบบกึ่งอัตโนมัติซึ่งผู้เยี่ยมชมจะต้องใช้กล้องถ่ายป้ายคิวอาร์โค้ดด้วยตนเองและความสามารถของกล้องบนสมาร์ตโฟนแต่ละเครื่องมีความแตกต่างกันทำให้พบปัญหาบ้างในการถ่ายป้ายคิวอาร์โค้ดในบางจุดที่มีแสงน้อย

- ความพึงพอใจของผู้เยี่ยมชมในความสามารถในการดึงดูดผู้เข้าชมระหว่างการใช้งาน ระบบที่ใช้คิวอาร์โค้ดได้รับความพึงพอใจมากกว่าระบบที่ใช้อาร์เอฟไอดี เนื่องจากระบบที่ใช้อาร์เอฟไอดีสามารถแสดงเนื้อหาคำบรรยายได้เพียงเสียงบรรยายเท่านั้นแต่ระบบที่ใช้คิวอาร์โค้ดสามารถแสดงคำบรรยายได้ทั้งภาพข้อความ เสียง วีดีโอ และอื่นๆ ทำให้ผู้เข้าชมมีความพึงพอใจมากกว่า ส่วนอายุเฉลี่ยของผู้เข้าชมนั้นระบบที่ใช้อาร์เอฟไอดีมีอายุเฉลี่ยของผู้เข้าชมที่มากกว่าระบบที่ใช้คิวอาร์โค้ด ซึ่งอาจเป็นเพราะผู้เข้าชมที่มีอายุมากยังไม่มียุทธการใช้สมาร์ตโฟนมากนักในปัจจุบัน

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบผลสำรวจความพึงพอใจของผู้เข้าชมระหว่างระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดีกับระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ตโฟน

ประเภทระบบการดำเนินการ	อาร์เอฟไอดี	คิวอาร์โค้ด
ขั้นตอนการลงทะเบียนเพื่อเข้าชมมีความสะดวกและรวดเร็ว	ปานกลาง	มาก
ขั้นตอนการใช้งานมีความสะดวกและรวดเร็ว	มากที่สุด	มาก
การดึงดูดการใช้งานระหว่างการเข้าชม	ปานกลาง	มาก
อายุเฉลี่ยของผู้เยี่ยมชม	30 – 50 ปี	12 – 25 ปี

4.4 สรุป

ระบบนำชมพิพิธภัณฑ์ด้วยอาร์เอฟไอดีนั้นได้ถูกพัฒนาขึ้น ซึ่งหลังจากการติดตั้งและใช้งานจริงทำให้พบข้อจำกัดทางเทคโนโลยีและข้อบกพร่องเกิดขึ้น อีกทั้งยังต้องเสียค่าใช้จ่ายที่สูง ด้วยเหตุนี้ระบบนำชมพิพิธภัณฑ์แบบเครือข่ายบนสมาร์ตโฟนจึงได้ถูกพัฒนาขึ้น โดยเปลี่ยนจากการใช้อาร์เอฟไอดีเป็นการใช้คิวอาร์โค้ดแทน และเปลี่ยนทิศทางการอ่านป้ายของอุปกรณ์ ซึ่งทางทีมงานได้มีการพิจารณาเปรียบเทียบระบบที่ใช้อาร์เอฟไอดีกับระบบที่ใช้คิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ตโฟนทั้งด้านความสามารถที่เพิ่มขึ้นในการนำเสนอข้อมูลให้กับผู้เข้าชม การจัดการวัตถุจัดแสดงที่ง่ายขึ้นสำหรับเจ้าหน้าที่พิพิธภัณฑ์เอง โดยที่ระบบนำชมที่ใช้อาร์เอฟไอดีจำเป็นต้องใช้ฮาร์ดแวร์หลายตัวขณะที่ระบบที่ใช้คิวอาร์โค้ดใช้เฉพาะสมาร์ตโฟนในการอ่านคิวอาร์โค้ด อีกทั้งระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ตโฟนมีข้อได้เปรียบเมื่อพิจารณาค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่างๆ เช่น ค่าติดตั้งระบบที่ต่ำกว่า ค่าบำรุงรักษาที่ต่ำกว่า เพราะผู้เยี่ยมชมสามารถใช้สมาร์ตโฟนของตนเอง หรือถ้าหากผู้เยี่ยมชมไม่มีสมาร์ตโฟน พิพิธภัณฑ์ก็ยังสามารถสนับสนุนสมาร์ตโฟนราคาระดับกลางในท้องตลาดซึ่งมีราคาที่ถูกลงกว่าเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี สามารถเคลื่อนย้ายจุดจัดแสดงได้ง่าย และไม่จำเป็นต้องขออนุญาตกระจายคลื่นความถี่สูงในการทำงาน อีกทั้งคิวอาร์โค้ดก็เป็นเทคโนโลยีการบ่งชี้อัตโนมัติเช่นกันกับอาร์เอฟไอดี ทำให้สามารถใช้ข้อมูลทางสถิติได้เหมือนระบบเดิมที่ใช้อาร์เอฟไอดีอีกด้วย เมื่อพิจารณาให้รอบด้านในการเปรียบเทียบ ซึ่งระบบที่ใช้อาร์เอฟไอดีกับระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ตโฟนมีรูปแบบการใช้งานของเครื่องอ่านป้ายไอดีที่ตรงข้ามกันและรูปแบบเดียวกัน ซึ่งให้เห็นว่าระบบนำชมด้วยคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ตโฟนก็ยังมีคามได้เปรียบในค่าดำเนินการ การบำรุงรักษา และความสะดวกให้กับทางพิพิธภัณฑ์รวมถึงผู้เยี่ยมชมก็สามารถเข้าถึงข้อมูลที่สะดวกและเป็นส่วนตัวมากขึ้นอีกด้วย

5. ข้อเสนอแนะ

ควรมีการสำรวจกลุ่มเป้าหมายของแต่ละพิพิธภัณฑ์ก่อน กล่าวคือ ระบบนำชมโดยใช้อาร์เอฟไอดีที่เหมาะสมสำหรับผู้เข้าชมที่ไม่มีสมาร์ตโฟนและมีจุดจัดแสดงที่ไม่จำเป็นต้องเคลื่อนย้ายมากนัก เป็นพิพิธภัณฑ์ประเภทโบราณวัตถุที่ห้ามถ่ายภาพ ส่วนระบบนำชมที่ใช้สมาร์ตโฟนเหมาะสมสำหรับพิพิธภัณฑ์ที่ต้องการเคลื่อนย้ายจุดจัดแสดง หรือการจัดนิทรรศการ กรณีที่พิพิธภัณฑ์ที่ได้ติดตั้งระบบนำชมด้วยอาร์เอฟไอดีไปแล้ว สามารถเสริมด้วยระบบนำชมพิพิธภัณฑ์ด้วยสมาร์ตโฟนได้ เพื่อรองรับผู้เยี่ยมชมที่ไม่มีสมาร์ตโฟนและผู้เข้าชมที่มีสมาร์ตโฟน ทั้งนี้หากเทคโนโลยีสนามสื่อสารระยะใกล้(NFC) มีราคาที่ต่ำลงหรือได้รับความนิยมมากขึ้นจนสามารถติดตั้งได้ที่สมาร์ตโฟนทุกตัว ในอนาคตอาจจะได้มีการประยุกต์ให้ใช้ร่วมกับระบบนำชมที่ได้พัฒนาขึ้น ก็จะสามารถอำนวยความสะดวกให้กับผู้เยี่ยมชมได้มากขึ้น

6. เอกสารอ้างอิง

- กมลมาลย์ เสวตวงษ์ กิตตินันท์ นานา วนิดา แก่นอากาศและ วลัยลักษณ์ แสงวรรณกุล. 2014. เทคโนโลยี NFC และ QR Code ในสมาร์ตโฟนและแนะนำห้องสมุด. *PULINET Journal*, 27-31.
- ชิตติพงษ์ วงสาโท สดใส วิเศษสุด อนุวัฒน์ ไชยวงศ์เย็น ละออ โควารินทร์ ทวีศักดิ์ สรรเพชดา และกฤษฎา จินดา. ระบบนำชมพิพิธภัณฑ์แบบประหยัดพลังงาน. การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 35 (EECON-35). ธันวาคม 2555, 279-282.
- ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. 2548. *รู้จักเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี*. พิมพ์ครั้งที่ 1.
- สดใส วิเศษสุด ชิตติพงษ์ วงสาโท อนุวัฒน์ ไชยวงศ์เย็น ละออ โควารินทร์ ทวีศักดิ์ สรรเพชดา และกฤษฎา จินดา. 2556. *การพัฒนาแอปพลิเคชันระบบนำชมพิพิธภัณฑ์เครือข่ายผ่านสมาร์ตโฟนเพื่อนำเสนอการปรับปรุงแอปพลิเคชัน สำหรับเพิ่มประสิทธิภาพในการนำชม*. การประชุมวิชาการระดับชาติด้านอิเล็กทรอนิกส์, 179-184.
- สุชาดา พลาชัยภิมย์ศิลป์. 2554. แนวโน้มการใช้โมบายแอปพลิเคชัน. *Executive Journal*, 110-115.
- Jun Park, Kyu Hwa Lee, Sang Goog Lee. 2007. *ID recognition for museum tourists using infrared LED's*. Digital Media and its Application in Museum & Heritages, Second Workshop on. 10-12 Dec. 2007, 115-117.
- L. Kovavisaruch, T. sanpechuda, J. Wisanmongkol, S. Wisadsud, T. Wongsatho, A. Chaiwongyen, K. Chinda, T. Charoenporn. 2011. *Personal Tour Guide: An RFID Implementation in Museums and Exhibitions*. IC-ICTES. Thailand: 27-29 Jan 2011, 87 - 90.
- Sartid Vongpradhip. 2013. *Use Multiplexing to Increase Information in QR Code*. The 8th International Conference on Computer Science & Education. ICCSE. April 26-28, 2013. Colombo. Sri Lanka, 361-364.
- U.Biader Ceipidor, C.M Medaglia., V. Volpi, A. Moroni, S. Sposato, M. Carboni, A. Caridi. 2013. *NFC technology applied to touristic-cultural field: A case study on an Italian museum*. Near Field Communication (NFC), International Workshop on. 2013, 1-6.
- Y.-H. Chang, C.-H. Chu and M.-S. Chen. 2007. *A general scheme for extracting QR code from a non-uniform background in camera phones and applications*. Ninth IEEE International Symposium on Multimedia. Taichung. Taiwan: Dec. 2007, 123-130.