

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี RFID ในงานห้องสมุด

สิริยาภรณ์ ฬาลาวรรณ¹

สุรพล ฤทธิ์รวมทรัพย์²

บทคัดย่อ

เทคโนโลยี RFID (Radio Frequency Identification System) เป็นระบบที่ใช้สัญญาณคลื่นวิทยุในการตรวจสอบและระบุตำแหน่งวัตถุ ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการให้บริการห้องสมุดได้เป็นอย่างดี โดยระบบจะอ่านข้อมูลจากแผ่นข้อมูล RFID Tag ที่ติดอยู่กับหนังสือ และเชื่อมโยงกับโปรแกรมระบบบริหารงานห้องสมุด ในการยืม-คืนหนังสือด้วยตนเอง การตรวจสอบสถานภาพการยืม การควบคุมการเข้า-ออกห้องสมุด การสำรวจและการค้นหาหนังสือ เป็นต้น คลื่นความถี่วิทยุที่ใช้ในระบบ RFID ที่เหมาะสมกับงานห้องสมุดในปัจจุบันมีอยู่ 2 ย่านความถี่ ประกอบด้วย คลื่นวิทยุย่านความถี่สูง (High Frequency: HF) และคลื่นวิทยุย่านความถี่สูงยิ่ง (Ultra High Frequency: UHF) มีงานวิจัยหลายชิ้นได้ศึกษาเปรียบเทียบข้อดีข้อเสีย และข้อจำกัด ของคลื่นความถี่ทั้งสอง ดังนั้นการตัดสินใจนำระบบ RFID มาใช้ในงานห้องสมุด ควรพิจารณาวางแผนอย่างรอบคอบ ศึกษามาตรฐานและปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง รวมถึงกำหนดคุณสมบัติของระบบที่ต้องการอย่างเหมาะสม

คำสำคัญ: อาร์เอฟไอดี, การบ่งชี้ลักษณะโดยคลื่นความถี่วิทยุ, เทคโนโลยีห้องสมุด

¹ ศศ.บ. (สารสนเทศศึกษา) เกียรตินิยมอันดับหนึ่ง บรรณารักษ์โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ (องค์การมหาชน)

² ศศ.บ. (บรรณารักษศาสตร์) อ.ม. (บรรณารักษศาสตร์และสารนิเทศศาสตร์) ผู้เชี่ยวชาญ ปฏิบัติหน้าที่หัวหน้าฝ่ายวิทยบริการ โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ (องค์การมหาชน)

Implementing RFID Technology in Library

Sirayaporn Phalawan¹
Surapol Ritruamsup²

ABSTRACT

RFID (Radio Frequency Identification) is the technology that uses radio wave to identify objects automatically. This technology has been applied to library services; by storing data in RFID tag and attaching it inside the book, the tag will be read by the interrogator and the data will be transformed to the library management system for using with self-check-in/check-out station, security management, book sorting and inventory checking, etc. RFID for library operates with High Frequency (HF) and Ultra High Frequency (UHF) types. Thus, to implement RFID in library, related standards and topics should be considered and planned carefully; including defines attributes of the system appropriately.

Keywords: RFID, Radio Frequency Identification, Library Technology

¹ B.A. (Information Studies) First Class Honors, Librarian of Mahidol Wittayanusorn School (Public Organization)

² B.A. (Library Science), M.A. (Library and Information Science), Specialist, Head of Academic Resource Department, Mahidol Wittayanusorn School (Public Organization)

บทนำ

ปัจจุบัน เทคโนโลยี RFID (Radio Frequency Identification) ถูกนำมาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายทั้งทางด้านการขนส่ง การค้า การปศุสัตว์ การเก็บข้อมูลประวัติการรักษาพยาบาล การบริหารจัดการคลังสินค้า รวมถึงงานของห้องสมุดและศูนย์สารสนเทศต่างๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานและตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้บริการที่ต้องการความสะดวกรวดเร็วในการรับบริการ และเพื่อลดปัญหาต่างๆในการดำเนินงานของผู้ให้บริการ ทั้งในด้านการจัดการทรัพยากร การค้นหาและการตรวจสอบความครบถ้วนของทรัพยากร รวมถึงการรักษาความปลอดภัยและป้องกันการสูญหายของทรัพยากร อย่างไรก็ตาม ในการนำเทคโนโลยี RFID มาประยุกต์ใช้ยังคงมีข้อจำกัด และปัจจัยที่ควรคำนึงถึงอยู่หลายประการ จึงจำเป็นต้องมีการพิจารณาอย่างเหมาะสม เพื่อให้ได้ระบบที่ตรงกับความต้องการของห้องสมุดมากที่สุด

พัฒนาการของเทคโนโลยี RFID

Landt (2001) ได้อธิบายถึงพัฒนาการของเทคโนโลยี RFID ในทศวรรษต่างๆไว้โดยสังเขป เริ่มต้นจากช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 ในทศวรรษ 1940 ได้มีความพยายามในการพัฒนาเรดาร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรับให้มากขึ้น จนกระทั่งในปี 1948 จึงได้มีการคิดค้นเทคโนโลยี RFID ซึ่งเป็นการสื่อสารแบบไร้สายผ่านทางสัญญาณคลื่นวิทยุ และทดลองใช้ในห้องปฏิบัติการ จนถึงช่วงทศวรรษที่ 1960 จึงได้มีการพัฒนาในเชิงทฤษฎีและเริ่มมีการนำมาประยุกต์ใช้ในภาคสนาม ในทศวรรษ 1970 มีการพัฒนาเทคโนโลยี RFID อย่างแพร่หลายมากขึ้น เริ่มมีการทดสอบถึงความแม่นยำของระบบ และเป็นยุคเริ่มแรกของการนำระบบ RFID มาประยุกต์ใช้ในงานต่างๆ จนถึงทศวรรษ 1980 เทคโนโลยี RFID จึงถูกประยุกต์ใช้งานในเชิงพาณิชย์อย่างแพร่หลาย และได้มีการกำหนดมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี RFID ขึ้นในทศวรรษ 1990 และในปัจจุบัน ระบบนี้ได้เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตประจำวัน โดยมีการใช้ในด้าน การขนส่ง การแพทย์ และธุรกิจการค้า

สำหรับการนำระบบ RFID มาประยุกต์ใช้ในห้องสมุด จากการศึกษาของ Singh, Brar, & Fong (2006) พบว่า มีการนำระบบ RFID เข้ามาประยุกต์ใช้ในห้องสมุด Rockefeller University ในนิวยอร์ก และในห้องสมุดประชาชนฟาร์มิงตันในรัฐมิชิแกน ประเทศสหรัฐอเมริกา เมื่อปี ค.ศ. 1999 และในปีเดียวกัน Haley, Degnan, & Haeffliger (2008) พบว่า เริ่มมีการใช้ระบบ RFID ใน National Library of Singapore ซึ่งสัมพันธ์กับการปฏิวัติวรรณกรรมของ Singh & Mahajan (2014) ที่ได้สืบค้นบทความวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี RFID ในห้องสมุด จากฐานข้อมูล SCOPUS และ WEB of Science โดยปรากฏว่า ในช่วงก่อนปี ค.ศ. 2000 ไม่พบข้อมูลบทความ และงานวิจัยที่กล่าวถึงประเด็นดังกล่าว จึงอนุมานได้ว่าน่าจะมีการนำเทคโนโลยีนี้มาใช้ในห้องสมุดก่อนช่วงปี 2000 เพียงไม่นาน หลังจากนั้นจึงมีการนำไปประยุกต์ใช้ในห้องสมุดต่างๆเพิ่มมากขึ้นจนถึงปัจจุบัน

องค์ประกอบของเทคโนโลยี RFID

RFID ย่อมาจาก Radio Frequency Identification เป็นเทคโนโลยีที่ใช้สำหรับการจัดเก็บและเรียกดูข้อมูลเพื่อระบุวัตถุจากระยะไกล โดยใช้คลื่นวิทยุในการสื่อสารแบบไร้สาย ระหว่างแท็กและอุปกรณ์อ่านสัญญาณ (ชัยชนะ มิตรพันธ์ และกองบรรณาธิการศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2552) มีองค์ประกอบหลักในการทำงาน ดังนี้

1. แท็ก (Tag) หรือ ป้ายอิเล็กทรอนิกส์ มีลักษณะเป็นแผงวงจรขนาดเล็ก (Microchip) และเสาอากาศ (Antenna) ใช้สำหรับติดที่วัตถุ โดยส่วนนี้จะทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูล แท็กมีรูปร่างหลายลักษณะขึ้นอยู่กับการใช้งาน และมีการแบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามลักษณะการทำงานดังนี้

- Active Tag แท็กชนิดนี้เป็นแบบมีแหล่งพลังงาน (แบตเตอรี่) ในตัวเอง ทำให้อุปกรณ์สามารถรับสัญญาณได้ในระยะไกล แต่มีข้อเสียคืออายุการใช้งานจำกัดตามอายุของแบตเตอรี่ และเมื่อแบตเตอรี่หมดจะไม่สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้อีก (Singh, Brar, & Fong, 2006) มีราคาค่อนข้างสูง รวมถึงมีขนาดที่ใหญ่จึงไม่เหมาะสำหรับการใช้งานในห้องสมุด

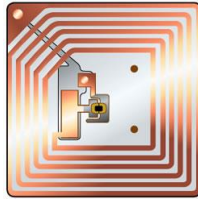
- Passive Tag เป็นแท็กที่ไม่มีแหล่งพลังงานในตัวเอง แต่จะสามารถทำงานได้เมื่อได้รับการกระตุ้นโดยสัญญาณคลื่นวิทยุที่ส่งมาจากอุปกรณ์อ่านสัญญาณ มีราคาค่าต่ำกว่า Active Tag มีขนาดเล็กและมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน เป็นแท็กที่นำมาใช้ในงานห้องสมุด (Singh, Brar, & Fong, 2006)

2. อุปกรณ์อ่านสัญญาณ (RFID Reader หรือ Interrogator) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับอ่านและบันทึกข้อมูลลงในแท็ก โดยจะส่งสัญญาณคลื่นวิทยุไปยังแท็กเพื่อให้อุปกรณ์ส่งข้อมูลกลับมา และแปลงสัญญาณที่ได้รับให้อยู่ในรูปแบบดิจิทัลเพื่อส่งต่อไปยังคอมพิวเตอร์ (Roy & Basak, 2011) ซึ่งอุปกรณ์นี้มีทั้งแบบพกพาและแบบยึดอยู่กับที่ เช่น ระบบยืม-คืนหนังสืออัตโนมัติ อุปกรณ์อ่านสัญญาณแบบพกพา เป็นต้น

คลื่นวิทยุที่ใช้กับเทคโนโลยี RFID ในงานห้องสมุด

คลื่นวิทยุที่ใช้งานกับระบบ RFID ในห้องสมุดของประเทศไทย ได้มีการประยุกต์มาจากหลักเกณฑ์ตามพระราชบัญญัติองค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม พ.ศ.2543 โดยอยู่ในย่านความถี่ไอเอสเอ็ม (Industrial Scientific Medical - ISM) ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่ใช้ในด้านอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์ และการแพทย์ สามารถใช้งานได้โดยไม่ตรงกับย่านความถี่ที่ใช้งานในการสื่อสารโดยทั่วไป แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ ย่านความถี่ต่ำ (Low Frequency - LF) ย่านความถี่สูง (High Frequency - HF) ย่านความถี่สูงยิ่ง (Ultra High Frequency - UHF) และย่านความถี่ไมโครเวฟ (Microwave Frequency) (วัชรกร หนูทอง และอนุกุล น้อยไม้, 2556) สำหรับประเภทที่มีการนำมาใช้ในงานห้องสมุดคือ ย่านความถี่สูง (HF) และ ย่านความถี่สูงยิ่ง (UHF) โดย Butters (2008a) ได้อธิบายถึงลักษณะของคลื่นวิทยุทั้งสองแบบที่ประยุกต์ในห้องสมุดดังนี้

1. คลื่นวิทยุแบบ HF เป็นคลื่นวิทยุที่มีย่านความถี่สูง โดยมีความถี่ 13.56 MHz และมีการนำมาใช้ในห้องสมุดอย่างแพร่หลายมากกว่า 10 ปีมาแล้ว โดยแท็กที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลจะเป็นแบบ Passive Tag มีขนาดโดยประมาณ 50X50 มม. ลักษณะของแท็กจะมีเสาอากาศอยู่โดยรอบ และมีชิพขนาดเล็กอยู่ภายในสามารถเก็บข้อมูลได้ตั้งแต่ 256-2048 บิต และมีระยะส่งคลื่นสัญญาณไกลที่สุดคือ 70 ซม. อย่างไรก็ตาม ในการใช้งานพบว่าเมื่อแท็กถูกห่อหุ้มด้วยพอยล์ อาจทำให้ไม่สามารถส่งคลื่นวิทยุสื่อสารกับอุปกรณ์อ่านสัญญาณได้



Passive Tag ที่ใช้กับคลื่นวิทยุแบบ HF (RFID Canada, 2015)

2. คลื่นวิทยุแบบ UHF เป็นคลื่นที่มีย่านความถี่สูงยิ่ง ซึ่งมีการนำมาประยุกต์ใช้กับห้องสมุดในภายหลัง แต่ไม่เป็นที่แน่ชัดว่าเริ่มใช้ที่ใดและช่วงเวลาใด สำหรับการใช้คลื่นความถี่ชนิดนี้ในบางประเทศอาจไม่อนุญาตให้ใช้งาน ขึ้นอยู่กับมาตรฐานการกำหนดใช้ของแต่ละประเทศ โดยในประเทศไทยประกาศอนุญาตให้ใช้ในย่านความถี่ 920-925 MHz เมื่อเดือนธันวาคม 2548 (ชัยชนะ มิตรพันธ์ และกองบรรณาธิการศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2552) ในการนำคลื่นแบบ UHF มาประยุกต์ใช้ในงานห้องสมุด Butters (2008a) ได้กล่าวถึงการใช้งานตามมาตรฐาน EPCglobal Gen2 specifications ซึ่งกำหนดให้ใช้ความถี่ 860-960 MHz แท็กที่ใช้กับคลื่น UHF จะเป็นแบบ Passive Tag มีลักษณะเป็นเส้นยาว โดยทั่วไปจะมีขนาด 12X97 มม. มีชิพอยู่ตรงกลาง และมีเสาอากาศยื่นออกไปทั้งด้านซ้ายและขวา สามารถเก็บข้อมูลได้ 64 หรือ 96 บิต ซึ่งน้อยกว่าแท็กสำหรับคลื่นวิทยุแบบ HF อย่างเห็นได้ชัด แต่ในขณะเดียวกันมีระยะในการรับสัญญาณที่ไกลกว่า



Passive Tag ที่ใช้กับคลื่นวิทยุแบบ UHF (Electronics solution group Ltd , 2011)

ข้อควรพิจารณาในการเลือกใช้ระหว่างคลื่นวิทยุแบบ HF และ คลื่นวิทยุแบบ UHF

จากที่กล่าวถึงประเภทของคลื่นวิทยุที่นิยมใช้ในห้องสมุดซึ่งมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบ HF และแบบ UHF โดยในแต่ละแบบต่างมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป จึงทำให้เกิดคำถามถึงประเภทของคลื่นวิทยุที่เหมาะสมกับการใช้งานภายในห้องสมุดมากที่สุด ซึ่งมีผู้ศึกษาเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของคลื่นวิทยุทั้ง 2 ประเภท ไว้ดังนี้

Butters (2008a) ทำนายว่า ระบบ RFID แบบ UHF จะกลายเป็นเทคโนโลยีพื้นฐานสำหรับห้องสมุดในอนาคต โดยได้อธิบายถึงเหตุผลหลักที่สำคัญ 2 ประการ คือ ประสิทธิภาพในการใช้งานและราคา โดยในด้านประสิทธิภาพการใช้งาน Butters พบว่า แท็กของคลื่นวิทยุแบบ UHF มีความเร็วและระยะในการรับ-ส่งสัญญาณที่มากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับแท็กแบบ HF ที่ห้องสมุดใช้อยู่เดิม เว้นแต่การใช้งานในระบบคืนอัตโนมัติ (Returns chute) ซึ่งพบว่า ทั้งแบบ HF และแบบ UHF มีประสิทธิภาพในด้านความเร็วไม่แตกต่างกันมากนัก และจากการศึกษาของ Ching & Tai (2009) ที่ได้ทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี RFID แบบ HF และแบบ UHF ในห้องสมุดของ City University of Hong Kong เมื่อปี 2008 พบว่า ในด้านประสิทธิภาพการใช้งาน คลื่นวิทยุแบบ UHF มีประสิทธิภาพมากกว่าแบบ HF ในเรื่องอัตราการอ่านแท็ก อัตราการอ่านวัตถุพร้อม

กันหลายชิ้น การแจ้งเตือนของระบบตรวจสอบการนำทรัพยากรออกนอกห้องสมุด และระยะในการอ่านสัญญาณของระบบการยืมอัตโนมัติและระบบตรวจสอบการนำทรัพยากรออกนอกห้องสมุด

ในด้านราคาและงบประมาณ Butters (2008a) ได้กล่าวถึงกรณีศึกษาของห้างสรรพสินค้าวอลมาร์ต (WalMart) ในประเทศสหรัฐอเมริกา ที่พบว่ามีความต้องการในการใช้แท็กสำหรับระบบ UHF เพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลทำให้ตลาด RFID tag มีการผลิตแท็กชนิดนี้มากขึ้น และจะส่งผลทำให้ราคาของแท็กประเภทนี้ค่อยๆ ลดลง ในที่สุดราคาจะอยู่ในระดับที่ห้องสมุดสามารถจัดซื้อได้ ในการศึกษาของ Ching & Tai (2009) พบว่า งบประมาณในการติดตั้งทั้งสองระบบอยู่ในระดับที่เท่ากัน แต่เมื่อเปรียบเทียบราคาแท็กของทั้งสองระบบพบว่า แท็กที่ใช้สำหรับคลื่นแบบ UHF มีราคาต่ำกว่าแท็กที่ใช้สำหรับคลื่นแบบ HF เกือบครึ่งหนึ่ง และพบว่าในส่วนของฮาร์ดแวร์และอุปกรณ์อื่นๆที่เกี่ยวข้องก็มีแนวโน้มที่จะมีราคาต่ำกว่าเช่นเดียวกัน แต่ในส่วนพื้นที่จัดเก็บข้อมูล แท็กแบบ UHF มีพื้นที่จัดเก็บข้อมูลน้อยกว่า อย่างไรก็ตาม ประเด็นนี้ไม่มีผลต่อห้องสมุด เนื่องจากข้อมูลทางบรรณานุกรมสามารถเรียกดูได้จากระบบจัดการห้องสมุดโดยตรง

ในด้านการใช้งานกับระบบยืมอัตโนมัติ Butters (2008a) พบว่า ในการใช้คลื่นวิทยุแบบ HF อาจเกิดปัญหาอุปกรณ์ไม่สามารถอ่านสัญญาณของแท็กในทรัพยากรที่ซ้อนกันได้ ดังนั้น หากผู้ใช้บริการไม่ได้ตรวจสอบรายการยืม และนำหนังสือผ่านออกทางระบบตรวจสอบการนำทรัพยากรออกนอกห้องสมุด ซึ่งมีอุปกรณ์อ่านสัญญาณอยู่เช่นกัน จะทำให้เกิดเสียงสัญญาณเตือนดังขึ้น และอาจทำให้เกิดการลดลงของระดับความพึงพอใจจากการใช้บริการ ห้องสมุดอาจป้องกันปัญหานี้โดยกำหนดจำนวนหนังสือที่จะวางบนอุปกรณ์อ่านสัญญาณของระบบการยืม-คืนอัตโนมัติ และเมื่อทดสอบบริการนี้ในคลื่นวิทยุแบบ UHF พบว่า ปัญหาการอ่านสัญญาณของแท็กในทรัพยากรที่ซ้อนกันหรือถูกบดบัง เกิดขึ้นน้อยกว่าที่พบในการทดสอบของคลื่นวิทยุแบบ HF และจากการทดลองของ Ching & Tai (2009) ที่ได้ทดลองนำหนังสือที่มีความหนา 0.4 ซม. จำนวน 20 รายการมาทดสอบ พบว่า คลื่นแบบ UHF สามารถอ่านข้อมูลในแท็กทั้งหมดได้ในครั้งเดียว ในขณะที่คลื่นแบบ HF สามารถอ่านข้อมูลได้ 8 รายการ

ทางด้านการรักษาความปลอดภัย เมื่อใช้งานกับประตูนิรภัย (Security gate) เพื่อตรวจสอบการนำทรัพยากรออกนอกห้องสมุด จากการทดสอบ Butters (2008a) พบว่า คลื่นวิทยุแบบ UHF มีประสิทธิภาพมากกว่าคลื่นวิทยุแบบ HF อย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากมีคลื่นความถี่ที่มากกว่า ทำให้สามารถตรวจจับสัญญาณจากแท็กได้ดีกว่า จากการทดลองซ้ำหลายครั้งพบว่า เมื่อถือหนังสือที่มีความหนาไม่มากนัก จำนวน 10 เล่ม เดินผ่านประตูนิรภัยออกนอกห้องสมุด ซึ่งมีอุปกรณ์อ่านสัญญาณอยู่ ระบบสามารถตรวจจับสัญญาณได้ ร้อยละ 90-100 และเมื่อทดลองเพียง 5 รายการพบว่าสามารถตรวจจับสัญญาณได้ถึง ร้อยละ 100 นอกจากนี้ Ching & Tai (2009) พบว่า ในกรณีที่หนังสือถูกบดบังด้วยร่างกายมนุษย์ คลื่นแบบ UHF ยังคงอ่านสัญญาณของแท็กได้ดีกว่า และพวกเขายังกล่าวถึงความปลอดภัยของข้อมูลส่วนบุคคลว่า อุปกรณ์อ่านสัญญาณทั้งที่ใช้ในคลื่นประเภท HF และคลื่น UHF สนับสนุนการป้องกันการอ่านและเขียนข้อมูล เพื่อป้องกันการบันทึกข้อมูลลงบนแท็กโดยไม่ตั้งใจ และป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายต่อแท็กข้อมูล

ในด้านผลกระทบต่อสุขภาพ จากการศึกษาของ Ching & Tai (2009) กล่าวว่า บริษัทผู้ติดตั้งคลื่นแบบ HF ที่ใช้ในการศึกษา ได้รับใบรับรองระดับการแผ่รังสีของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตามข้อกำหนดของมาตรฐานด้านความ

ปลอดภัยในระดับสากล สำหรับคลื่นแบบ UHF มีการวัดระดับการแผ่รังสีในสถานที่จริงและได้รับการยืนยันว่าอยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ

นอกจากนี้ ในด้านความเข้ากันได้กับระบบจัดการห้องสมุด Ching & Tai (2009) พบว่า ระบบ RFID ทั้งสองแบบสามารถปรับใช้กับระบบจัดการห้องสมุดได้เป็นอย่างดีผ่านทาง Standard Interchange Protocol Version 2.00 (SIP2) ในส่วนของอุปกรณ์อ่านสัญญาณสามารถใช้กับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อเชื่อมต่อไปยังระบบจัดการห้องสมุดได้ง่ายเช่นกัน

อย่างไรก็ตาม จากการพูดคุยกับผู้ปฏิบัติงานภายในห้องสมุด Butters (2008a) ได้พบข้อดีของการใช้คลื่นวิทยุแบบ UHF เมื่อเปรียบเทียบกับระบบ HF ด้วยเช่นกัน โดยเป็นประเด็นทางด้านธรรมชาติของคลื่นวิทยุแบบ UHF กับสภาพแวดล้อมภายในห้องสมุด เนื่องจากความถี่ของคลื่นวิทยุแบบ UHF สูงกว่าคลื่นวิทยุแบบ HF ทำให้มีรัศมีในการรับ-ส่งสัญญาณที่มากกว่า ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดกรณีที่มีผู้ใช้บริการยืนผ่านระบบยืมอัตโนมัติ แต่กลับมีการอ่านสัญญาณจากแท็กในหนังสือเล่มอื่นที่อยู่ใกล้ อย่างไรก็ตาม ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้ด้วยการปรับระดับความถี่ของคลื่นให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการใช้งานของห้องสมุดแต่ละแห่ง

จากการอภิปรายการศึกษาทั้งสองกรณี แสดงให้เห็นว่าการใช้เทคโนโลยี RFID แบบ UHF นั้นมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้เทคโนโลยี RFID แบบ HF อย่างไรก็ตาม ในการเลือกว่าจะใช้แบบใดจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆด้วยเช่นกัน ซึ่งหลักในการพิจารณาจะกล่าวถึงในส่วนอื่นต่อไป

มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี RFID

ในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี RFID สำหรับห้องสมุดมีมาตรฐานที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. มาตรฐาน ISO/IEC

ISO หรือ International Organization for Standardization เป็นองค์กรระหว่างประเทศที่ว่าด้วยการมาตรฐานก่อตั้งเมื่อปี 1946 ตั้งอยู่ ณ กรุงเจนีวา ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ เกิดจากการรวมตัวระหว่างองค์กรอุตสาหกรรมนานาชาติเพื่อพัฒนามาตรฐานอุตสาหกรรมให้เป็นระบบมาตรฐานสากล (วัชรกร หนูทอง และ อนุกุล น้อยไม้, 2556) สำหรับมาตรฐาน ISO/IEC ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี RFID มีดังนี้

1.1 มาตรฐาน ISO 15693 – Vicinity Card ประกาศใช้ครั้งแรกเมื่อปี 2000 (Butters, 2008a) เป็นมาตรฐานในการใช้งานบัตรสมาร์ทการ์ดในระยะไกลประมาณ 1 เมตร ในคลื่นวิทยุย่านความถี่ 13.56 MHz ลักษณะการส่งข้อมูลของบัตร กำลังของเครื่องอ่าน รวมถึงการป้องกันการชนกันของข้อมูล (Anti-Collision) มีรูปแบบเป็น Memory Card เพียงอย่างเดียว และใช้ติดในหนังสือต่างๆในห้องสมุด (วัชรกร หนูทอง และ อนุกุล น้อยไม้, 2556) ซึ่ง Butters (2008a) ได้กล่าวว่า ห้องสมุดนำมาตรฐานนี้มาปรับใช้ในเรื่องระยะห่างของการอ่านสัญญาณระหว่างแท็ก RFID ใน Smart card และอุปกรณ์อ่านสัญญาณ ซึ่งกำหนดระยะไว้ที่ 70 ซม. ซึ่งเป็นระยะการรับข้อมูลของคลื่นวิทยุแบบ HF

1.2 มาตรฐาน ISO 18000 เริ่มมีการประกาศใช้ในปี 2004 (Butters, 2008a) เป็นมาตรฐานเกี่ยวกับการกำหนดใช้เทคโนโลยี RFID ในการจัดการสิ่งของต่างๆและการเชื่อมต่อผ่านทางคลื่นวิทยุ (ชัยชนะ มิตรพันธ์, ม.ป.ป.) แบ่งออกเป็นส่วยย่อยดังนี้

- Part1 ระบุตัวแปรสำคัญ (Parameter) เพื่อใช้ในการกล่าวถึงในส่วนย่อยอื่นๆต่อไป
 - Part2 ตัวแปรในการส่งข้อมูลด้วยคลื่นวิทยุความถี่ต่ำกว่า 135 kHz
 - Part3 ตัวแปรในการส่งข้อมูลด้วยคลื่นวิทยุความถี่ 13.56 MHz
 - Part4 ตัวแปรในการส่งข้อมูลด้วยคลื่นวิทยุความถี่ 2.45 GHz
 - Part5 ตัวแปรในการส่งข้อมูลด้วยคลื่นวิทยุความถี่ 5.8 GHz
 - Part6 ตัวแปรในการส่งข้อมูลด้วยคลื่นวิทยุความถี่ระหว่าง 860-930 MHz
 - Part7 ตัวแปรในการส่งข้อมูลของ RFID แบบ Active ด้วยคลื่นวิทยุความถี่ต่ำกว่า 433 MHz
- (วัชรกร หนูทอง และ อนุกุล น้อยไม้, 2556)

2. มาตรฐาน EPCglobal

EPCglobal เป็นการดำเนินงานร่วมกันของ EAN International ในทวีปยุโรป Uniform Code Council (UCC) และ Auto ID Center ในสหรัฐอเมริกา เป็นมาตรฐานที่ถูกกำหนดมาเพื่อใช้ในการกำหนดรหัสสินค้าต่างๆ โดยใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ (วัชรกร หนูทอง และ อนุกุล น้อยไม้, 2556) สำหรับมาตรฐาน EPCglobal Class1 Generation2 เป็นมาตรฐานเกี่ยวกับข้อกำหนดเชิงกายภาพ และเชิงระบบสำหรับการใช้งานแท็ก และอุปกรณ์อ่านสัญญาณ (RFID Gen 2 Reader) ในระบบ RFID ที่อยู่ในช่วงความถี่ 860 MHz-960 MHz โดยมีเนื้อหาครอบคลุมถึงการปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุปกรณ์อ่านสัญญาณ และแท็ก มาตรฐานทางด้านรูปแบบและการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ในระบบ RFID รวมถึงข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับคลื่นวิทยุในการระบุข้อมูลของแท็ก เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีแท็กจำนวนมาก (EPCglobal Inc., 2008)

3. มาตรฐานทางเทคนิคของเครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์ เรื่องเครื่องวิทยุคมนาคมประเภท Radio Frequency Identification: RFID

เป็นมาตรฐานที่ระบุลักษณะขั้นต่ำทางเทคนิคของคลื่นวิทยุย่านความถี่ 13.533-13.567 MHz 433.05-434.79 MHz และ 920-925 MHz หรือย่านความถี่วิทยุอื่นในประเทศไทย ตามที่คณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติประกาศกำหนดไว้เมื่อวันที่ 28 ธันวาคม 2549 (ราชกิจจานุเบกษา, 2550) ดังนี้

3.1 มาตรฐานทางเทคนิคของเครื่องวิทยุคมนาคมประเภท RFID ที่ใช้งานในย่านความถี่วิทยุ 13.533-13.567 MHz มีการกำหนดกำลังส่งสูงสุดไว้ 2 ค่าคือ กำลังส่งสูงสุดไม่เกิน 10 mW (e.i.r.p) ได้รับยกเว้นใบอนุญาตวิทยุคมนาคม และกำลังส่งสูงสุดไม่เกิน 1W (e.i.r.p.) ต้องได้รับใบอนุญาตวิทยุคมนาคมที่เกี่ยวข้อง ในส่วนลักษณะทางเทคนิคภาคส่ง และภาครับ ให้เป็นไปตามมาตรฐาน ETSI EN 300 330-1 หรือ ETSI EN 302 291-1 หรือ FCC Part 15.225 อย่างใดอย่างหนึ่ง

3.2 มาตรฐานทางเทคนิคของเครื่องวิทยุคมนาคมประเภท RFID ชนิดอ่าน/เขียน (Interrogator/Reader) ที่ใช้งานในย่านความถี่วิทยุ 920-925 MHz มีการกำหนดกำลังส่งสูงสุดไว้ 2 ค่าคือ กำลังส่งสูงสุดไม่เกิน 0.5 W (e.i.r.p) ได้รับยกเว้นใบอนุญาตวิทยุคมนาคม และกำลังส่งสูงสุดไม่เกิน 4 W (e.i.r.p) ต้องได้รับใบอนุญาตวิทยุคมนาคมที่เกี่ยวข้อง ในส่วนลักษณะทางเทคนิคภาคส่ง และภาครับ ให้เป็นไปตามมาตรฐาน FCC Part 15.247 หรือ ETSI EN 302 208-1 (บังคับใช้โดยอนุโลม) อย่างใดอย่างหนึ่ง

4. Standard Interchange Protocol (SIP) เป็นมาตรฐานทางด้านการติดต่อสื่อสารข้อมูลระหว่างระบบพัฒนาและกำหนดเป็นมาตรฐานขึ้นโดย 3M (Implement The Standard Interchange Protocol 2.0 As An Authentication Schema, 2013) ในช่วงแรกจัดทำขึ้นเพื่อใช้สนับสนุนการสื่อสารระหว่างระบบอัตโนมัติ (Automated Circulation System: ACS) ของห้องสมุดและระบบการยืมอัตโนมัติของ 3M ต่อมาจึงมีการปรับใช้กับอุปกรณ์และบริการอัตโนมัติอื่นๆของห้องสมุด ปัจจุบันมาตรฐานนี้ได้มีการปรับปรุงและเรียกว่า Standard Interchange Protocol version 2.00 หรือ SIP2 (3M, 2006)

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี RFID กับระบบงานห้องสมุด

ในการนำเทคโนโลยี RFID มาใช้ในห้องสมุด พบว่าสามารถประยุกต์ใช้และทำให้เกิดการพัฒนาในระบบงานต่างๆภายในห้องสมุด ดังนี้

1. การยืม-คืนทรัพยากร ผู้ใช้สามารถบริการตนเองผ่านระบบยืม-คืนอัตโนมัติ ซึ่งมีขั้นตอนการใช้งานที่ไม่ยุ่งยาก และสามารถทำรายการได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นการประหยัดเวลาของผู้ใช้บริการ (Roy & Basak, 2011) รวมถึงสนับสนุนการให้บริการคืนทรัพยากรนอกเวลาทำการ ผ่านตู้คืนหนังสืออัตโนมัติ (Book drop) ซึ่งให้บริการตลอด 24 ชั่วโมง (Ngian, 2003) และระบบดังกล่าวสามารถเปลี่ยนสถานะของทรัพยากรในระบบของห้องสมุด และข้อมูลการยืมของผู้ใช้บริการให้เป็นปัจจุบันได้ในทันที (Baba & Tripuram, 2014)

2. การแยกหมวดหมู่หนังสือโดยใช้อุปกรณ์คัดแยกหนังสือ (Sorting stations) อุปกรณ์นี้จะอ่านข้อมูลจากแท็กแล้วส่งหนังสือที่อ่านแท็กแล้วไปตามสายพาน ให้ตกลงไปในช่องตามหมวดหมู่ของหนังสือเล่มนั้น และเปลี่ยนสถานะของหนังสือเล่มนั้นใหม่ (Singh, Brar, & Fong, 2006) อุปกรณ์นี้จะช่วยลดเวลาในการแยกหมวดหมู่ของหนังสือให้น้อยลง และทำให้เจ้าหน้าที่สามารถจัดเรียงหนังสือชั้นชั้นได้รวดเร็วมากขึ้น (Sutar, 2012)

3. การค้นหาทรัพยากรที่อยู่บนชั้น หรือทรัพยากรที่สูญหาย โดยใช้อุปกรณ์อ่านสัญญาณแบบพกพา แล้วนำอุปกรณ์กราดตามชั้นหนังสือและบริเวณต่างๆของห้องสมุด หากอยู่ภายในเขตสัญญาณของทรัพยากรที่ค้นหาแท็กที่ติดอยู่กับสิ่งนั้นจะส่งสัญญาณกลับมายังอุปกรณ์ ในห้องสมุดวาติกันมีการใช้เทคโนโลยี RFID ในการตรวจสอบชั้นหนังสือเพื่อค้นหาหนังสือที่อยู่ผิดตำแหน่งตั้งแต่ช่วงที่เริ่มมีการปรับใช้ระบบดังกล่าว และปรากฏผลว่าช่วยให้พบหนังสือเร็วขึ้น (Libbenga, 2004)

4. การตรวจสอบทรัพยากรที่มีในห้องสมุด โดยใช้อุปกรณ์อ่านสัญญาณแบบพกพากราดผ่านชั้นหนังสืออย่างช้าๆ โดยไม่จำเป็นต้องหยิบหนังสือบนชั้นออกมาที่ละเล่ม ซึ่งช่วยทำให้การตรวจสอบทรัพยากรเสร็จสิ้น โดยใช้เวลาที่น้อยกว่าการตรวจสอบแบบปกติที่ไม่ใช้ระบบ RFID อย่างเห็นได้ชัด (Singh, Brar, & Fong, 2006) และในการศึกษาของ Sandu & Scholastica (2012) ได้กล่าวถึงการใช้ระบบ RFID ในการตรวจสอบทรัพยากรของห้องสมุด ซึ่งทำให้เสร็จสิ้นอย่างรวดเร็วและถูกต้อง

5. ระบบตรวจสอบการนำทรัพยากรออกนอกห้องสมุด โดยการใช้ประตูนิรภัยที่มีอุปกรณ์อ่านสัญญาณฝังอยู่เมื่อนำทรัพยากรผ่านประตูออกไป อุปกรณ์อ่านสัญญาณจะอ่านข้อมูลภายในแท็กที่อยู่ในทรัพยากรนั้นและส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ หากพบว่าสถานะภายในแท็กยังไม่ผ่านการยืม จะทำให้เกิดเสียงเตือนดังขึ้น พร้อมกับ

แสดงข้อมูลของทรัพยากรนั้นบนจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งช่วยให้เจ้าหน้าที่สามารถทราบและป้องกันทรัพยากรสูญหายได้อย่างปลอดภัย (Chang, Wang, & Fan, 2013)

6. การใช้บริการผ่านบัตรสมาชิกห้องสมุด การใช้บัตรที่รองรับเทคโนโลยี RFID ช่วยให้ห้องสมุดสามารถระบุตัวตนของผู้ใช้บริการ และสถิติการใช้บริการในแต่ละวันของแต่ละบุคคล รวมถึงสามารถใช้ในการยืมผ่านระบบยืมอัตโนมัติ นอกจากนี้ห้องสมุดยังสามารถใช้ในการกำหนดสิทธิ์ของผู้ใช้บริการและเจ้าหน้าที่ในการเข้าถึงพื้นที่ต่างๆ (Baba & Tripuram, 2014) และใช้เป็นเดบิตการ์ด (Debit card) เพื่อชำระค่าปรับต่างๆ (Suthar, 2014) รวมถึงค่าถ่ายเอกสารด้วยเช่นกัน

ข้อดีของการนำเทคโนโลยี RFID มาใช้ในห้องสมุด

จากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี RFID กับระบบงานต่างๆในห้องสมุดดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ทำให้เกิดผลดีที่เป็นประโยชน์ต่อห้องสมุด ดังนี้

1. ประหยัดเวลาในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ ทำให้เจ้าหน้าที่สามารถใช้เวลาในการให้บริการอื่นอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Butters, 2008b) โดยช่วยลดเวลาในการยืมคืนทรัพยากรและช่วยในงานที่ต้องใช้เวลามาก เช่น การตรวจสอบทรัพยากรห้องสมุด ซึ่งในห้องสมุดสิงคโปร์เคยใช้เวลาถึงสองสัปดาห์ แต่เมื่อเปลี่ยนเป็นระบบ RFID สามารถเสร็จสิ้นได้ในเวลาไม่ถึงหนึ่งวัน (Chia, 2001)

2. สร้างความพึงพอใจแก่ผู้ให้บริการ จากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี RFID ทำให้กระบวนการต่างๆภายในห้องสมุดมีความรวดเร็วและง่ายมากขึ้น (Butters, 2008b) ซึ่งส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ โดย Cunningham (2010) พบว่าหลังมีการปรับเปลี่ยนไปใช้ระบบ RFID ผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจในระบบมากกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ นอกจากนี้ในการศึกษาของ Dwivedi, Kapoor, Williams, & Williams (2013) ยังพบว่าคุณภาพของระบบ RFID คุณภาพของสารสนเทศ และคุณภาพของการบริการ มีผลต่อความพึงพอใจของผู้ใช้บริการเป็นอย่างยิ่ง

3. ช่วยป้องกันการสูญหายของทรัพยากรห้องสมุด จากการใช้ RFID ในระบบการนำทรัพยากรออกจากห้องสมุด สามารถช่วยลดจำนวนผู้ที่นำทรัพยากรออกจากห้องสมุดโดยไม่ได้ผ่านการยืมให้ลดน้อยลง (Sandu & Scholastica, 2012) อย่างไรก็ตาม ควรหาแนวปฏิบัติสำหรับกรณีไฟดับหรือระบบล่มเหลว ที่จะส่งผลให้ระบบ RFID ไม่สามารถทำงานได้ (Handy, 2014)

4. ใช้ในการวิจัยเพื่อพัฒนาคุณภาพห้องสมุด เช่น การศึกษาพฤติกรรมการใช้สารสนเทศ Sugie (2013) ได้ทดลองนำเทคโนโลยี RFID มาใช้ในการเก็บข้อมูลการแสวงหาสารสนเทศของผู้ใช้บริการห้องสมุด เพื่อนำไปวิเคราะห์รูปแบบพฤติกรรมการแสวงหาสารสนเทศ ผลปรากฏว่าเทคโนโลยีดังกล่าวสามารถให้ข้อมูลทางด้านวิธีการและระยะเวลาในการแสวงหาสารสนเทศภายในห้องสมุดได้ตามที่ต้องการ นอกจากนี้ Suthar (2014) ได้กล่าวถึงการเก็บสถิติและรายงานต่างๆ จากข้อมูลในบัตรห้องสมุดของผู้ใช้บริการ ซึ่งเป็นบัตรที่ใช้เทคโนโลยี RFID เช่นกัน ข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์การใช้ทรัพยากรต่างๆของห้องสมุด และการพัฒนาบริการให้ดีขึ้นต่อไป

5. สร้างภาพลักษณ์ที่ดีแก่ห้องสมุด การริเริ่มนำเทคโนโลยี RFID เข้ามาประยุกต์ใช้ในห้องสมุด สามารถเป็นตัวอย่างเพื่อการศึกษา และเป็นผู้นำทางด้านนวัตกรรมให้แก่วงการห้องสมุดด้วยกัน (Butters, 2008b)

6. ความปลอดภัยในการทำงานและสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน จากการศึกษาของ Cunningham (2010) กล่าวว่า หลังจากมีการปรับใช้เทคโนโลยี RFID ใน Pilkington Library เพียงสองปี เจ้าหน้าที่ซึ่งมีอาการบาดเจ็บทางกล้ามเนื้อและเส้นประสาท (Repetitive Strain Injury) ซึ่งเป็นผลจากการใช้คอมพิวเตอร์เป็นเวลานาน มีการลาหยุดเนื่องจากอาการดังกล่าวน้อยลง อันเป็นผลมาจากการที่ผู้ใช้บริการทำรายการต่างๆด้วยตนเองผ่านระบบที่มีอยู่ ทำให้เจ้าหน้าที่ไม่จำเป็นต้องประจำคอมพิวเตอร์เพื่อให้บริการยืมคืนอีกต่อไป

ข้อจำกัดของการนำเทคโนโลยี RFID มาใช้ในห้องสมุด

ถึงแม้การนำเทคโนโลยี RFID มาประยุกต์ใช้งานในห้องสมุดจะมีข้อดีหลายประการ แต่ยังคงมีข้อจำกัดในการใช้งานบางประการ ซึ่งมีผลต่อการตัดสินใจของห้องสมุด ดังนี้

1. ต้นทุนเริ่มต้นมีราคาค่อนข้างสูง โดยค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อจัดหาอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและอุปกรณ์ต่างๆจำเป็นต้องใช้งบประมาณจำนวนมาก (Baba & Tripuram, 2014) หลังจากการติดตั้ง ยังต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายสำหรับแท็กที่ใช้ติดบนทรัพยากร ซึ่งต้องจัดซื้อเพิ่มในระยะยาวอย่างต่อเนื่อง รวมถึงค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบ จึงเป็นอุปสรรคที่สำคัญในการตัดสินใจใช้เทคโนโลยีนี้

2. ประเด็นทางด้านความปลอดภัยของข้อมูลส่วนบุคคล มีความกังวลถึงความปลอดภัยของข้อมูลผู้ใช้บริการ ซึ่งเกิดจากความเข้าใจว่ามีการเก็บข้อมูลของผู้ใช้บริการไว้ในแท็กของทรัพยากร และอาจถูกอ่านได้เมื่อผู้ใช้บริการคนอื่นยืมทรัพยากรนั้นกลับ (Baba & Tripuram, 2014) ซึ่งปัญหานี้เกี่ยวข้องกับระดับของการเขียนข้อมูลภายในแท็ก ซึ่งอาจทำให้ถูกอ่านจากอุปกรณ์อื่นที่ไม่ได้รับการอนุญาต (Chavan, 2012) นอกจากนี้ Thornley, Ferguson, Weckert, & Gibb (2011) ได้ตั้งคำถามถึงประเด็นทางจริยธรรมที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการนำเทคโนโลยี RFID เข้ามาประยุกต์ใช้ในห้องสมุด ซึ่งเป็นภาวะความขัดแย้งของบรรณารักษ์ระหว่างประสิทธิภาพในการบริการ ความปลอดภัยของข้อมูลผู้ใช้บริการ และภาระหน้าที่ในการปกป้องความปลอดภัยของสังคม

3. แท็กอาจมีโอกาสดูถูกทำลาย ในกรณีที่ติดแท็กไว้บนปกหลังซึ่งมองเห็นได้ง่าย ผู้ใช้บริการที่เข้าใจถึงการทำงานของแท็ก อาจจะดึงแท็กออกจากทรัพยากรได้ (Sutar, 2012) ซึ่งปัญหานี้มักจะเกิดขึ้นกับแท็กที่ใช้กับคลื่นวิทยุแบบ HF

ข้อควรพิจารณาในการเลือกใช้เทคโนโลยี RFID

เนื่องจากการนำเทคโนโลยี RFID มาประยุกต์ใช้ในห้องสมุดเป็นเรื่องที่ส่งผลในระยะยาว ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาข้อมูลอย่างละเอียด รอบด้าน และตัดสินใจอย่างรอบคอบ ในงานวิจัยของ Singh, Brar & Fong (2006) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ RFID ภายในห้องสมุด พบว่า หลักในการประเมินเพื่อตัดสินใจใช้เทคโนโลยี RFID ที่มีผู้เลือกตอบมากที่สุดคือ การสอบถามข้อมูลจากห้องสมุดอื่นที่มีการใช้เทคโนโลยีนี้อยู่แล้ว ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริงมากที่สุด สำหรับการพิจารณาเลือกใช้เทคโนโลยี RFID สำหรับห้องสมุด มีข้อควรคำนึงและหลักเกณฑ์ในการพิจารณาไว้ดังนี้

1. ความน่าเชื่อถือของบริษัทที่จำหน่ายระบบ ซึ่งควรพิจารณาตั้งแต่ข้อมูลการจัดตั้งบริษัท โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริษัทตัวแทนจำหน่ายที่มีบริษัทหลักอยู่ในต่างประเทศ ควรพิจารณาถึงความเสี่ยงที่อาจมีการยกเลิกสาขาใน

อนาคต ซึ่งจะมีผลต่อการดูแลรักษาระบบ นอกจากนี้ควรพิจารณาถึงนโยบายและการให้บริการหลังการขาย ความถี่ในการบำรุงรักษาและตรวจสอบระบบ (Handy, 2014) ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ควรสอบถามจากห้องสมุดอื่นที่มีการใช้เทคโนโลยี RFID หรือใช้บริการของบริษัทดังกล่าว

2. ราคา ในส่วนนี้เป็นการพิจารณาตั้งแต่ความคุ้มค่าในระยะยาว และค่าใช้จ่ายตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมการติดตั้งซึ่งรวมถึงการจัดซื้อจัดหาอุปกรณ์ต่างๆที่จำเป็นเพื่อให้รองรับกับระบบที่จะเปลี่ยน ค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง ราคาของแท็กและบัตรสมาชิกซึ่งต้องจัดซื้อในระยะยาว ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบ รวมถึงค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนจากระบบเดิมเป็นระบบ RFID ซึ่งรวมถึงค่าจ้างผู้ช่วยในการติดแท็กบนทรัพยากรของห้องสมุด (Handy, 2014) โดยราคาระบบของแต่ละบริษัทนั้นจะมีความแตกต่างกันไป ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของห้องสมุด ในการเลือกว่าจะใช้อุปกรณ์ใดบ้างด้วยเช่นกัน (Singh, Brar, & Fong, 2006)

3. ระยะเวลาในการเปลี่ยนระบบเดิมเป็นระบบ RFID ในส่วนนี้เป็นการวางแผนถึงระยะเวลาที่จะใช้ในการเปลี่ยนไปสู่ระบบ RFID ซึ่งนอกจากเวลาที่ใช้ในการติดตั้งอุปกรณ์ และการทดสอบระบบ ยังควรคำนึงถึงเวลาที่ใช้ในการติดแท็กให้กับทรัพยากรของห้องสมุด โดย Handy (2014) ได้เสนอแนะว่าอาจจะใช้วิธีปิดห้องสมุดในช่วงที่มีการติดแท็กให้กับทรัพยากร หรือติดแท็กให้กับทรัพยากรพร้อมกับเปิดให้บริการตามปกติ แต่ก็อาจจะทำให้เกิดปัญหาในการทำงานของเจ้าหน้าที่ได้ นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงระยะเวลาในการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ให้เข้าใจและสามารถใช้งานระบบได้ โดยเฉพาะเจ้าหน้าที่บันทึกข้อมูลลงในแท็กของหนังสือ

4. เทคโนโลยีและความปลอดภัย เป็นการพิจารณาถึงความพร้อมทางด้านเทคโนโลยีและลักษณะของอุปกรณ์ที่ห้องสมุดต้องมีเพื่อให้รองรับกับการใช้ระบบ RFID และต้องพิจารณาถึงการดูแลรักษาหลังการติดตั้ง ทั้งทางด้านราคา ระยะเวลา และความถี่ในการตรวจสอบเช็คระบบจากบริษัทที่ให้บริการ รวมถึงความเข้ากันได้กับระบบจัดการห้องสมุดที่มีอยู่ ซึ่งในส่วนนี้ต้องมีการประสานงานกับผู้ให้บริการระบบจัดการห้องสมุด (Handy, 2014) รวมถึงการสื่อสารข้อมูลผ่านอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งห้องสมุดมีการใช้มาตรฐาน SIP2 (Standard Interchange Protocol version 2.00) ในการเชื่อมโยงดังกล่าว (Butters, 2008a) และควรมีการวางแผนถึงแนวทางปฏิบัติเมื่อระบบผิดพลาดหรือล้มเหลว และลักษณะของระบบและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องต่างๆว่าตรงตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้องหรือไม่ ซึ่งต้องมีการกำหนดคุณสมบัติที่ต้องการให้ชัดเจน โดยจัดทำในรูปแบบเอกสาร Term of reference (TOR) ซึ่งจะมีการยกตัวอย่างในส่วนถัดไป

5. การใช้ทรัพยากรระหว่างห้องสมุด เป็นการพิจารณาถึงกรณีที่มีความร่วมมือกับห้องสมุดอื่น หรือมีห้องสมุดสาขา จำเป็นต้องพิจารณาว่าแต่ละแห่งมีที่ใดนำเทคโนโลยีนี้มาใช้บ้าง และเป็นของบริษัทใด และในกรณีที่มีการยืมทรัพยากรจากห้องสมุดที่ไม่ได้ใช้ระบบ RFID มาจัดให้บริการในห้องสมุดที่ใช้เทคโนโลยี RFID หรือใช้เทคโนโลยี RFID เหมือนกันแต่ใช้คลื่นความถี่ที่แตกต่างกัน จำเป็นต้องมีการกำหนดวิธีการยืมที่ต่างออกไป ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดความสับสนทั้งเจ้าหน้าที่และผู้ให้บริการ (Handy, 2014)

6. การให้ความรู้แก่เจ้าหน้าที่และผู้ให้บริการ Handy (2014) ได้กล่าวว่าประเด็นนี้เป็นสิ่งที่สำคัญมากทั้งต่อห้องสมุดและผู้ให้บริการ โดยต้องมีการวางแผนให้เจ้าหน้าที่ทุกคนได้รับการอบรมเพื่อให้ใช้ระบบเป็นทั้งหมด ซึ่งเจ้าหน้าที่ทุกคนต้องสามารถใช้อุปกรณ์ทุกอย่างที่เกี่ยวข้องกับระบบ RFID ได้ และสามารถแก้ไขปัญหาของระบบที่อยู่ในระดับง่ายได้ นอกจากนี้ควรเตรียมการแจ้งให้ผู้ให้บริการทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของห้องสมุดที่กำลังจะ

เกิดขึ้น และเตรียมแผนฝึกอบรมผู้ให้บริการให้รับรู้ เข้าใจ และสามารถใช้ระบบในการบริการตนเองได้ ผ่านทางเอกสารต่างๆ การจัดทำวิดีโอสอนบนเว็บไซต์ การแนะนำโดยเจ้าหน้าที่ หรือจัดทำป้ายอธิบายวิธีการใช้งานเครื่องยืม-คืนอัตโนมัติให้แก่ผู้ให้บริการ เป็นต้น

ตัวอย่างการเขียน Term of Reference (TOR) จากกรณีศึกษาศูนย์วิทยบริการ โรงเรียนมหิตลวิทยานุสรณ์ (องค์การมหาชน)

โรงเรียนมหิตลวิทยานุสรณ์ได้จัดทำ TOR (Term of Reference) เพื่อจัดหาบริษัท หรือหน่วยงานที่มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับระบบบริการทรัพยากรห้องสมุดด้วยเทคโนโลยี RFID เพื่อดำเนินการติดตั้งระบบที่สามารถทำงานร่วมกับโปรแกรม Liberty ซึ่งเป็นโปรแกรมระบบบริหารงานห้องสมุด (Library Management System – LMS) ที่โรงเรียนใช้อยู่ได้อย่างดีและมีประสิทธิภาพ อันประกอบด้วยระบบงานต่าง ๆ ดังนี้

- ระบบลงรหัสข้อมูลบน RFID Tag
- ระบบทำบัตรสมาชิกห้องสมุด (Member Card System)
- ระบบสำรวจทรัพยากรห้องสมุด (Inventory System)
- ระบบควบคุมบุคคลเข้า-ออกห้องสมุด (Access Control System)
- ระบบตรวจสอบการนำทรัพยากรออกนอกห้องสมุด (Security Gate System)
- ระบบยืม-คืนหนังสืออัตโนมัติ (Patron Self Check System)
- ระบบคืนหนังสืออัตโนมัติ (Book Drop System)

เนื้อหาภายในเอกสาร TOR จะมีการกำหนดลักษณะและคุณสมบัติของระบบ ทั้งคุณสมบัติโดยทั่วไป และคุณสมบัติเฉพาะ รวมถึงมาตรฐานที่ควรคำนึงถึงในแต่ละระบบ ซึ่งได้มีการยกตัวอย่างมาบางส่วน เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดลักษณะเบื้องต้นของระบบที่มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี RFID สำหรับห้องสมุด ดังนี้

1. คุณสมบัติทั่วไปของระบบ เป็นการกำหนดคุณสมบัติและลักษณะเบื้องต้นของระบบทั้งหมดที่จะมีการใช้งานในห้องสมุด

- 1.1 ระบบโปรแกรมที่เสนอต้องมีบริษัทผู้แทนจำหน่ายและให้บริการหลังการขายอยู่ในประเทศไทย
- 1.2 เป็นโปรแกรมระบบบริการทรัพยากรห้องสมุดด้วยเทคโนโลยี RFID ซึ่งประกอบด้วยระบบงานหลักที่สำคัญ ดังนี้
 - 1.2.1 ระบบลงรหัสข้อมูลบน RFID Tag เป็นระบบที่สามารถทำงานร่วมกับระบบบริหารงานห้องสมุดที่โรงเรียนใช้อยู่ ในการลงรหัสข้อมูลต่าง ๆ บน RFID Tag ได้แก่ เลขทะเบียนหนังสือ เลขเรียกหนังสือ ชื่อเรื่อง หรือผู้แต่ง เป็นต้น เพื่อนำไปใช้ในระบบงานต่าง ๆ นอกจากนี้ระบบสามารถเปลี่ยนโหมดการทำงานระหว่างการลงรหัสข้อมูลและการยืมคืนผ่านเจ้าหน้าที่
 - 1.2.2 ระบบทำบัตรสมาชิกห้องสมุด (Member Card System) ระบบสามารถเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลสมาชิก ในการพิมพ์ข้อมูลสมาชิกและภาพถ่ายลงบนบัตร RFID ได้

- 1.2.3 ระบบสำรวจทรัพยากรห้องสมุด (Inventory System) เป็นระบบที่ใช้อุปกรณ์เก็บข้อมูลเคลื่อนที่ (RFID Portable Inventory Reader) ในการตรวจสอบและเก็บข้อมูลทรัพยากรห้องสมุด และสามารถค้นหาทรัพยากรห้องสมุดที่ต้องการโดยการระบุรหัสทรัพยากร มีสัญญาณเสียงเตือนเมื่อพบรายการที่ค้น
- 1.2.4 ระบบควบคุมบุคคลเข้า-ออกห้องสมุด (Access Control System) เป็นระบบตรวจสอบและบันทึกข้อมูลผู้เข้า-ออกห้องสมุดเป็นรายบุคคล ผ่านบัตรสมาชิกระบบ RFID สามารถทำรายงานสถิติจำนวนการใช้ห้องสมุดได้เช่น จำแนกเป็นรายบุคคล ระดับชั้น ประเภทสมาชิก เพศ วัน และเวลา
- 1.2.5 ระบบตรวจสอบการนำทรัพยากรออกนอกห้องสมุด (Security Gate System) ระบบสามารถตรวจจับสัญญาณของ RFID Tag ที่ติดอยู่กับทรัพยากรห้องสมุด มีสัญญาณไฟและเสียงเตือนเมื่อตรวจพบว่าทรัพยากรห้องสมุดที่จะนำออกนอกห้องสมุดไม่ผ่านการยืมอย่างถูกต้อง และสามารถระบุรายการทรัพยากรห้องสมุดที่ไม่ผ่านการยืมปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ของเจ้าหน้าที่
- 1.2.6 ระบบยืม-คืนหนังสืออัตโนมัติ (Patron Self Check System) ผู้ใช้บริการสามารถทำรายการยืม คืน หรือยืมต่อ และรองรับการตรวจสอบรายการยืมได้ด้วยตนเอง ผ่านเครื่องบริการเครื่องเดียวกันโดยไม่ต้องติดต่อเจ้าหน้าที่
- 1.2.7 ระบบคืนหนังสืออัตโนมัติ (Book Drop System) ผู้ใช้บริการสามารถส่งคืนหนังสือผ่านตู้คืนหนังสืออัตโนมัติได้ตลอดเวลา แม้ขณะห้องสมุดปิดบริการ และมีการแสดงรายการรับคืนบนหน้าจอ LCD แจ้งให้ผู้คืนหนังสือรับรู้ มีระบบสายพานลำเลียงหนังสือติดตั้งมากับตัวเครื่อง
- 1.3 ระบบที่นำเสนอต้องสามารถเชื่อมต่อกับโปรแกรม Liberty ซึ่งเป็นระบบบริหารงานห้องสมุด (Library Management System – LMS) ที่โรงเรียนใช้งานอยู่ได้อย่างดีและมีประสิทธิภาพ
- 1.4 สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ RFID กับระบบ LMS ด้วยมาตรฐาน SIP2 (Standard Interchange Protocol version 2.00)
- 1.5 อุปกรณ์ทุกตัวสามารถทำงานร่วมกับแผ่นข้อมูล (RFID Tag) คลื่นวิทยุความถี่ 920-925 MHz ภายใต้มาตรฐาน ISO 18000-6C และ EPC Gen 2
- 1.6 ระบบสามารถสำรองข้อมูล (Back up) ไปยังฐานข้อมูลได้ตามช่วงเวลาที่กำหนด
- 1.7 อุปกรณ์ต้องผ่านการรับรองมาตรฐานสากลด้านความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน โดยมีเอกสารอ้างอิงรับรอง เช่น FCC, CE หรือหน่วยงานที่เชื่อถือได้ โดยแสดงเอกสารประกอบ

2. คุณลักษณะเฉพาะของระบบตรวจสอบการนำทรัพยากรออกนอกห้องสมุด (Security Gate System)

2.1 คุณลักษณะการทำงานของระบบ

- 2.1.1 ระบบสามารถตรวจสอบทรัพยากรห้องสมุดที่จะนำออกนอกห้องสมุดว่าได้ผ่านการยืมอย่างถูกต้องหรือไม่
- 2.1.2 ระบบสามารถแสดงรายการทรัพยากรห้องสมุดที่ไม่ผ่านการยืมปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ของเจ้าหน้าที่ได้อย่างถูกต้อง

- 2.1.3 สามารถตรวจสอบทรัพยากรห้องสมุดที่ผ่านประตูพร้อมกันในแต่ละครั้งได้ไม่ต่ำกว่า 10 รายการ
- 2.1.4 ระบบต่อเชื่อมกับกล้องบันทึกภาพ สามารถบันทึกภาพกรณีที่ระบบตรวจพบความผิดปกติ
- 2.1.5 ระบบสามารถแสดงผลได้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- 2.1.6 ระบบรองรับการทำงานแบบออฟไลน์ ระหว่างที่มีการปิดระบบ LMS หรือระบบเครือข่ายขัดข้อง ระบบของตัวเครื่องจะเปลี่ยนเป็นโหมดออฟไลน์ โดยอุปกรณ์สามารถทำงานได้ปกติและเมื่อเปิดระบบ LMS หรือระบบเครือข่ายใช้งานได้ การทำรายการทั้งหมดที่เกิดขึ้นในขณะออฟไลน์จะส่งข้อมูลล่าสุดไปยังระบบ LMS ทันที

2.2 คุณลักษณะของอุปกรณ์ในระบบ

2.2.1 ประตู จำนวน 1 ชุด (2 บาน)

- 2.2.1.1 สามารถตรวจจับสัญญาณของ RFID Tag ที่ติดอยู่กับทรัพยากรห้องสมุด
- 2.2.1.2 ทำงานด้วยคลื่นวิทยุความถี่ 920-925 MHz รองรับมาตรฐาน ISO 18000-6C และ EPC Gen 2
- 2.2.1.3 ทรัพยากรห้องสมุดประเภทต่าง ๆ ได้แก่ หนังสือ ซีดี/ดีวีดี เทปเสียง และวีดิโอเทป สามารถผ่านประตูโดยไม่เกิดความเสียหาย
- 2.2.1.4 สามารถทำงานแบบ 3-Dimension คือ สามารถจับสัญญาณ RFID tag ทั้งแนวตรง แนวตั้ง และแนวนอน
- 2.2.1.5 มีสัญญาณไฟและเสียงเตือนเมื่อตรวจพบว่าทรัพยากรห้องสมุดที่นำผ่านประตูตรวจสอบ (Security Gate) ไม่ผ่านการยืมอย่างถูกต้อง
- 2.2.1.6 ประตูสามารถแสดงสัญญาณไฟและเสียงร้องเตือนเมื่อผู้ใช้บริการเข้าห้องสมุดโดยใช้ประตูทางออก
- 2.2.1.7 ความกว้างของช่องทางเดินประตูเป็นไปตามมาตรฐาน ADA โดยสามารถให้ผู้ใช้บริการและผู้พิการสามารถเข้าห้องสมุดได้ตลอดเวลา
- 2.2.1.8 ประตูมีการตรวจจับสัญญาณ ระยะความกว้างไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร และระยะความสูงไม่ต่ำกว่า 170 เซนติเมตร
- 2.2.1.9 มีเครื่องนับจำนวนคนผ่านเข้า-ออก มาพร้อมกับประตู
- 2.2.1.10

3. คุณลักษณะเฉพาะของระบบยืม-คืน หนังสืออัตโนมัติ (Patron Self Check System)

3.1 คุณลักษณะการทำงานของระบบ

- 3.1.1 ระบบสามารถทำรายการยืม รายการคืน รายการยืมต่อ และรองรับการตรวจสอบรายการยืมด้วยตนเองร่วมกับระบบ LMS ที่ใช้งานอยู่ได้เป็นอย่างดีและมีประสิทธิภาพ โดยทำรายการผ่านหน้าจอแบบสัมผัส
- 3.1.2 ผู้ใช้บริการสามารถทำรายการยืม รายการคืนและรายการยืมต่อด้วยตนเองได้ครั้งละหลายรายการพร้อมกัน

- 3.1.3 ผู้ใช้บริการสามารถเลือกภาษาบนหน้าจอได้อย่างน้อย 2 ภาษา ได้แก่ ภาษาไทย และภาษาอังกฤษ
- 3.1.4 ระบบการใช้งานง่ายสะดวกกับผู้ใช้บริการ มีการแสดงขั้นตอนการใช้งานแบบมัลติมีเดียแนะนำ ผู้ใช้บริการตลอดกระบวนการยืม การคืน หรือยืมต่อ พร้อมเลือกฟังเสียงบรรยายเป็นภาษาไทย ภาษาอังกฤษหรือปิดเสียงบรรยายได้ตามการเลือกของผู้ใช้บริการ
- 3.1.5 การระบุตัวตนของสมาชิก สามารถใช้ได้กับบัตรสมาชิกทั้งแบบ RFID และแบบบาร์โค้ด ได้อย่างมีประสิทธิภาพในเครื่องเดียวกัน โดยใช้ควบคู่กับการใส่รหัสผ่านของผู้ใช้บริการ ซึ่งมาจากฐานข้อมูลของระบบ LMS ที่โรงเรียนใช้อยู่
- 3.1.6 ระบบสามารถอ่านสัญญาณแผ่นข้อมูล (RFID Tag) คลื่นวิทยุความถี่ 920-925 MHz ภายใต้มาตรฐาน ISO 18000-6C และ EPC Gen 2
- 3.1.7 ระบบสามารถควบคุมการอ่านสัญญาณ RFID Tag ได้ในระยะเวลาที่กำหนดและป้องกันการอ่านสัญญาณจากด้านข้างและด้านล่างของอุปกรณ์
- 3.1.8 ระบบสามารถอ่านสัญญาณ RFID Tag ได้พร้อมกันไม่ต่ำกว่า 15 รายการ
- 3.1.9 ระบบสามารถแสดงระเบียนผู้ใช้งานได้ทั้งชื่อ-สกุล หมายเลขสมาชิก ภาพถ่ายของสมาชิก ค่าปรับ สิทธิในการยืม เป็นอย่างน้อย
- 3.1.10 ระบบสามารถรองรับ ระบบชำระค่าปรับ และค่าธรรมเนียมอัตโนมัติได้
- 3.1.11 ระบบสามารถพิมพ์รายการหลังจากเสร็จสิ้นขั้นตอนการยืมหรือคืน โดยแสดงรายละเอียดในใบบันทึกรายการดังนี้ ชื่อผู้ยืม/คืน วันเดือนปีที่ใช้บริการ เวลาที่ยืม จำนวนหนังสือที่ยืม ชื่อหนังสือที่ยืม กำหนดวันส่งคืน ตราสัญลักษณ์ของห้องสมุด เป็นต้น
- 3.1.12 ผู้ใช้สามารถเลือกไม่พิมพ์ใบบันทึกรายการได้
- 3.1.13 ระบบสามารถเตือนเมื่อกระดาดพิมพ์หมด โดยแสดงข้อความเตือนที่หน้าจอ เพื่อแจ้งให้เจ้าหน้าที่ทราบ เพื่อดำเนินการแก้ไข และสามารถส่งข้อความเตือนด้วย อีเมล ไปยังผู้ดูแลระบบ
- 3.1.14 ระบบสามารถบันทึกภาพผู้ใช้บริการขณะทำรายการ โดยจับภาพและบันทึกไว้ในฮาร์ดดิสก์ของตัวเครื่องที่ใช้บริการ เจ้าหน้าที่สามารถตรวจสอบย้อนหลังและเก็บไว้เป็นหลักฐานได้
- 3.1.15 ระบบสามารถตรวจสอบประวัติการทำรายการของผู้ใช้บริการด้วยภาพผู้ใช้บริการเรียงตามวันที่
- 3.1.16 ระบบรองรับการทำงานแบบออฟไลน์ ระหว่างที่มีการปิดระบบ LMS หรือระบบเครือข่ายขัดข้องระบบของตัวเครื่องจะเปลี่ยนเป็นโหมดออฟไลน์ โดยอุปกรณ์สามารถทำงานได้ปกติและเมื่อเปิดระบบ LMS หรือระบบเครือข่ายใช้งานได้ การทำรายการทั้งหมดที่เกิดขึ้นในขณะที่ออฟไลน์จะส่งข้อมูลล่าสุดไปยังระบบ LMS ทันที
- 3.1.17 ผู้ดูแลระบบสามารถแก้ไข ปรับตั้งค่าข้อความและรูปแบบที่แสดงบนหน้าจอของตัวเครื่อง อุปกรณ์ได้จากทุกที่ผ่านเว็บเบราว์เซอร์

4. คุณลักษณะเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

4.1 คุณลักษณะการทำงานของระบบ

- 4.1.1 สามารถตรวจสอบสถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์ในระบบได้ทันทีแบบเวลาจริงผ่าน TCP/IP เช่น อุปกรณ์ลงรหัสข้อมูล ประตูดตรวจสอบการนำทรัพยากรออกนอกห้องสมุด เครื่องพิมพ์ใบบันทึกรายการ เป็นต้น
- 4.1.2 หากระบบพบว่ามีอุปกรณ์เสียหาย สามารถส่งข้อความเตือนด้วยอีเมล ไปยังผู้ดูแลระบบเพื่อดำเนินการแก้ไขได้
- 4.1.3 สามารถแสดงข้อมูลประวัติการใช้งาน (log files) การเชื่อมต่อ การทำรายการ และความผิดพลาดของอุปกรณ์ในระบบ รวมทั้งฐานข้อมูลได้
- 4.1.4 สามารถเก็บข้อมูลสถิติการให้บริการ เรียกดูรายงาน บันทึกและพิมพ์รายงานเป็นรายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน เป็นอย่างน้อย ได้ผ่านเว็บเบราว์เซอร์
- 4.1.5 สามารถบันทึกและแสดงผลได้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- 4.1.6 ผู้ดูแลระบบสามารถตั้งค่าสิทธิ์การใช้งานของผู้ใช้แต่ละระดับได้

สรุป

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี RFID ในระบบงานต่างๆของห้องสมุด ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้ใช้บริการและเจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการหลายประการ ประเด็นหนึ่งที่น่าสนใจคือการใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์พฤติกรรม การแสวงหาสารสนเทศของผู้ใช้บริการ อย่างไรก็ตาม ควรตระหนักเสมอว่า RFID เป็นตัวอย่างของเทคโนโลยีประเภทหนึ่ง ที่มีการนำมาประยุกต์ใช้กับงานห้องสมุด ในอนาคตจึงอาจมีเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมใหม่ที่สามารถนำเข้ามาประยุกต์ใช้ในห้องสมุดได้เช่นกัน จึงเป็นหน้าที่อย่างหนึ่งของ บรรณารักษ์ ผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานสารสนเทศ ตลอดจนผู้บริหารห้องสมุดและศูนย์สารสนเทศต่างๆ ในการติดตามและศึกษา นวัตกรรมที่เกิดขึ้นใหม่อยู่เสมอ เพื่อเตรียมพร้อมและปรับตัวให้เข้ากับเทคโนโลยีใหม่ และนำมาปรับใช้เพื่อพัฒนาห้องสมุดอย่างเหมาะสม

บรรณานุกรม

- ชัยชนะ มิตรพันธ์ และกองบรรณาธิการศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. (2552). ระบบการระบุด้วยคลื่นวิทยุหรืออาร์เอฟไอดี ใน *สารานุกรมโทรคมนาคมไทย*. (หน้า 145-153). กรุงเทพฯ: สมาคมวิชาการไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ โทรคมนาคม และสารสนเทศ (อิตีซีไอ).
- ประกาศคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติว่าด้วยมาตรฐานทางเทคนิคของเครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์ เรื่อง เครื่องวิทยุคมนาคมประเภท Radio Frequency Identification: RFID. (2550, 26 มกราคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 124 ตอนพิเศษ 9 ง. หน้า 335-339.
- วัชรกร หนูทอง และ อนุกุล น้อยไม้. (2556). *RFID เทคโนโลยีอัจฉริยะแห่งอนาคต (ตอนที่ 4)*. สืบค้นจาก <http://www.thailandindustry.com/guru/view.php?id=19458§ion=9>
- 3M. (2006). *3M standard interchange protocol: Describes 3M standard interchange protocol version 2.00*. Retrieved from <http://multimedia.3m.com/mws/media/3553610/sip2-protocol.pdf>
- Baba, K., & Tripuram, R. (2014). Implementation RFID technology for library security: A proposal of Maulana Azad National Urdu University (MANUU). *International of innovative research & development*, 3(12), 151-157.
- Butters, A. (2008). RFID for libraries: a comparison of high frequency and ultra high frequency options. *Aplis*, 21(3), 120-134.
- Butters, A. (2008). RFID in Australian academic libraries: Exploring the barriers to implementation. *Australian academic & research libraries*, 39(3), 198-206.
- Chang, Q. B., Wang, L. J., & Fan, Z. J. (2013). Radio frequency identification books monitoring system. *Proceedings of the International conference on Information Engineering and Applications (IEA) 2012*, 687-694. doi:10.1007/978-1-4471-4853-1_84
- Chavan, S. P. (2012). Use of RFID technology in libraries. *Online international interdisciplinary research journal*, 11(IV), 235-241. Retrieved from <http://www.oijrj.org/oijrj/july-aug2012/30.pdf>
- Chia, C. (2001). Transformation of libraries in Singapore. *Library review*, 50(7/8), 343-348.
- Ching, S. H., & Tai, A. (2009). HF RFID versus UHF RFID - technology for library service transformation at City University of Hong Kong. *The journal of academic librarianship*, 35(4), 347-359.
- Cunningham, M. S. (2010). *A case study into the implementation of RFID at the Pilkington Library Loughborough University* (Master's Dissertation). Retrieved from <https://dspace.lboro.ac.uk/dspace-jspui/bitstream/2134/8820/1/MAdissertation-Cunningham.pdf>
- Dwivedi, Y. K., Kapoor, K. K., Williams, M. D., & Williams, J. (2013). RFID systems in libraries: An empirical examination of factors affecting system. *International journal of Information management*, 33(2), 367-377. doi:10.1016/j.ijinfomgt.2012.10.008
- Electronics solution group Ltd . (2011). *RFID tags*. Retrieved from http://www.electronics-solution.com/?r=rfid_tags

- EPCglobal Inc. (2008). *Specification for RFID air interface*. Retrieved from http://www.gs1.org/gsmp/kc/epcglobal/uhfc1g2/uhfc1g2_1_2_0-standard-20080511.pdf
- Haley, C. K., Degnan, K., & Haeffliger, K. (2008). *Library RFID technology update*. Retrieved from <https://sites.google.com/site/chaley102/Home/library-rfid-technology-update>
- Handy, S. (2014). Considering RFID? consider this. *Computers in libraries*, 34(9). Retrieved from <http://www.infotoday.com/cilmag/nov14/Handy--Considering-RFID.shtml>
- Implement the standard interchange protocol 2.0 as an authentication schema*. (2013). Retrieved from <https://features.opensuse.org/315097>
- Landt, J. (2001). *Shrouds of time: The history of RFID*. Retrieved from <https://www.transcore.com/sites/default/files/History%20of%20RFID%20White%20Paper.pdf>
- Libbenga, J. (2004). *Vatican library adopts RFID*. Retrieved from http://www.theregister.co.uk/2004/07/09/vatican_library_rfid/
- Ngian, L. C. (2003). *A totally do-it-yourself library without a library customer service desk: The Singapore experience*. Retrieved from <http://archive.ifa.org/IV/ifa69/papers/050e-Ngian-Lek-Choh.pdf>
- RFID Canada. (2015). *HF square 45 x 45 dry inlay*. Retrieved from <https://www.rfidcanada.com/products/passive-hf/tags/intisq-hf-inlay/>
- Roy, S. B., & Basak, M. (2011). RFID technology in libraries and information centers: Beginning of a new era. *International journal of Information dissemination and technology*, 1(4), 249-252.
- Sandu, G., & Scholastica, U. (2012). *Awaking stock taking practice in academic libraries; The radio frequency identification*. Retrieved from <http://roar.uel.ac.uk/1771/1/Awaking%20Stocktaking%20practices.pdf>
- Singh, J., Brar, N., & Fong, C. (2006). The state of RFID applications in libraries. *Information technology and libraries*, 25(1), 24-32. doi: 10.6017/ital.v25i1.3326
- Singh, N. K., & Mahajan, P. (2014). RFID and its use in libraries: A literature review. *International journal of Information dissemination and technology*, 4(2), 117-123.
- Sugie, N. (2013). Application of radio frequency identification technology to study library users' information-seeking behavior. *Library & Information Science research*, 35(1), 69-77. doi:10.1016/j.lisr.2012.06.006
- Sutar, M. S. (2012). RFID based library management system. *International indexed & referred research journal*, IV(38), 43-44.
- Suthar, A. A. (2014). RFID: An emerging technology for libraries. *Asian journal of multidisciplinary studies*, 2(7), 43-46.
- Thornley, C., Ferguson, S., Weckert, J., & Gibb, F. (2011). Do RFIDs (radio frequency identifier devices) provide new ethical dilemmas for librarians and information professionals?. *International journal of Information management*, 31(6), 546-555. doi:10.1016/j.ijinfomgt.2011.02.006