ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

นางสาวหยาดนภา จิรวัฒนกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
เขนงวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2563

Electronic Document Management Using QR Code

Miss Yardnapa Jirawatanakul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for

the Degree of Master of Science in Information and Communication Technology

School of Science and Technology

Sukhothai Thammathirat Open University

2020

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

ชื่อและนามสกุล นางสาวหยาดนภา จิรวัฒนกุล

แขนงวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

อาจารย์ที่ปรึกษา 1. รองศาสตราจารย์ ดร.วรัญญา ปุณณวัฒน์

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิติเศรษฐ์ หมวดทองอ่อน

วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 29 ตุลาคม พ.ศ. 2564

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

สุวรรณี อัศวกุลชัย ..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณี อัศวกุลชัย)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วรัญญา ปุณณวัฒน์)

นิติเศรษฐ์ หมวดทองอ่อน ..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิติเศรษฐ์ หมวดทองอ่อน)

..... ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.เทพศักดิ์ บุณยรัตพันธุ์)

ชื่อวิทยานิพนธ์ ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด
ผู้วิจัย นางสาวหยาดนภา จิรวัฒนกุล **รหัสนักศึกษา** 2609600271 **ปริญญา** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร) **อาจารย์ที่ปรึกษา** (1) รองศาสตราจารย์ ดร.วรัญญา ปุณณวัฒน์ (2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิติเศรษฐ์ หมวดทองอ่อน **ปีการศึกษา** 2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด และ (2) ประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

การพัฒนาระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด มีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 5 ขั้นตอนตามหลักการของวัฏจักรการพัฒนาระบบงาน ดังนี้ (1) วิเคราะห์ปัญหาและเก็บรวบรวมข้อมูลความต้องการของระบบ (2) ออกแบบระบบต้นแบบ (3) พัฒนาและทดสอบระบบต้นแบบ (4) นำขึ้นใช้งานและประเมินประสิทธิภาพระบบต้นแบบ และ (5) สรุปผลงานวิจัย ข้อมูลตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ ข้อมูลบุคคลจากระบบงานหลัก ข้อมูลเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ และข้อมูลดัชนี เครื่องมือที่ใช้ มีดังนี้ ภาษาโปรแกรมซีชาร์ป ชุดคำสั่ง Spire.Barcode for .Net ชุดคำสั่ง Spire.PDF for .Net โปรแกรม Visual Studio Community 2017 และโปรแกรม Microsoft SQL Server 2014 Developer Edition ส่วนประกอบของระบบ มีดังนี้ (1) การสร้างคิวอาร์โค้ด สำหรับติดเอกสารต้นฉบับ (2) การตรวจจับคิวอาร์โค้ด เพื่อหาตำแหน่งคิวอาร์โค้ดและอ่านข้อมูลดัชนีจากเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ และ (3) การทำดัชนีโดยการบันทึกข้อมูลดัชนีและไฟล์พีดีเอฟโดยอัตโนมัติเข้าระบบ ซึ่งพบว่า สามารถช่วยแก้ปัญหาการจัดทำดัชนีและข้อผิดพลาดต่างๆ จากการจัดการเอกสารกระดาษด้วยมนุษย์

การประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด พบว่า กระบวนการจัดการเอกสาร รวดเร็วขึ้นและขั้นตอนลดลง นอกจากนั้น การสร้างและการตรวจจับคิวอาร์โค้ดดำเนินการได้ถูกต้องร้อยละ 100 การวัดประสิทธิภาพโดยรวมในการสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ด้วยดัชนี มีค่าร้อยละ 100 แสดงว่าไม่มีความผิดพลาดในการทำดัชนี และระบบเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานต่อไป

คำสำคัญ ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ คิวอาร์โค้ด การทำดัชนี

Thesis title: Electronic Document Management Using QR Code
Researcher: Miss Yardnapa Jirawatanakul; **ID:** 2609600271; **Degree:** Master of Science (Information and Communication Technology); **Thesis advisors:** (1) Assoc. Prof. Dr. Waranya Poonnawat; (2) Asst. Prof. Dr. Nithizethe Mhuadthongon; **Academic year:** 2020

Abstract

The purposes of this research were to: (1) develop an electronic document management system using QR code and (2) evaluate the efficiency of an electronic document management system using QR code.

The development of an electronic document management system using QR code. There were five steps, as followed by the system development life cycle (SDLC): (1) problem analysis and system requirements data, (2) prototype system design, (3) prototype system development and testing, and (4) prototype system evaluation, and (5) providing a summary of the research findings. The sample data were the personal data from the main system, the electronic documents, and the keyword for indexes. The research tools were the C# programming language, Spire. Barcode for .Net, Spire. PDF for .Net, Visual Studio Community 2017, and Microsoft SQL Server 2014 Developer Edition. The system components consisted of (1) the QR code generation for labeling the original documents; (2) the QR code detection to find the QR code position and read the indexes from the electronic documents, and (3) the indexing which was performed automatically by recording the index and pdf file to the system, which found that the system was able to solve manual indexing and the mistakes of manual document management.

The performance evaluation of the electronic document management system using QR code founded that the document management process being faster and the steps being reduced. Moreover, QR code generation and detection performed 100% accurately. The overall efficiency (F-measure) for searching the electronic documents by indexes was 100%. This results showed that there was no mistake for indexing and the system was suitable for implementation.

Keywords: Electronic Document Management System, Electronic Document, QR Code, Indexing

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รศ.ดร.วรัญญา ปุณณวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และ ผศ.ดร.นิติเศรษฐ์ หมวดทองอ่อน อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ตลอดจนคณะกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ให้ความเมตตา ให้ข้อคิด คำแนะนำ รวมถึงคำติชมที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่าน และเจ้าหน้าที่ประจำแขนงวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ทุกคน ที่ได้สละเวลาให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการเสนอและการขออนุมัติหัวข้องานวิจัย ตลอดจนการสำเร็จการศึกษา

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณเพื่อนๆ และสมาชิกทุกคนในครอบครัว คุณพ่อ คุณแม่ พี่สาว และพี่ชายของผู้วิจัย ที่คอยให้กำลังใจ ตลอดการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

หยาดนภา จิรวัฒนกุล

ตุลาคม 2564

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2
กรอบแนวคิดของงานวิจัย 2
สมมติฐานของงานวิจัย 3
ขอบเขตของงานวิจัย 3
นิยามศัพท์เฉพาะ 4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย 5
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 6
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ 6
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับคิวอาร์โค้ด 14
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 19
การประเมินประสิทธิภาพของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ 24
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 27
การจำลองข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง 27

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 27
การวิเคราะห์ระบบ 28
การออกแบบระบบ 29
การประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบ 48
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 50
ผลการพัฒนาระบบ 50
ผลการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบ 53
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 58
สรุปการวิจัย 58
อภิปรายผล 60
ข้อเสนอแนะ 62
บรรณานุกรม 64
ภาคผนวก 68
คู่มือการใช้งานระบบ 70
ประวัติผู้วิจัย 85

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ลักษณะและคุณสมบัติของบาร์โค้ดสองมิติแบบเมตริกซ์แต่ละแบบ 18
ตารางที่ 3.1 คำอธิบาย Use Case ล็อกอินเข้าระบบ 41
ตารางที่ 3.2 คำอธิบาย Use Case สร้างคิวอาร์โค้ด 41
ตารางที่ 3.3 คำอธิบาย Use Case นำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เจ้าหน้าที่ 42
ตารางที่ 3.4 คำอธิบาย Use Case นำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ผู้ดูแลระบบ 43
ตารางที่ 3.5 คำอธิบาย Use Case สืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เจ้าหน้าที่ 44
ตารางที่ 3.6 คำอธิบาย Use Case สืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ผู้ดูแลระบบ 44
ตารางที่ 3.7 คำอธิบาย Use Case รายงานประวัติการเข้าใช้ระบบ 45
ตารางที่ 4.1 ผลการคำนวณค่าความถูกต้อง การสร้างคิวอาร์โค้ด 54
ตารางที่ 4.2 ผลการคำนวณค่าความถูกต้อง การตรวจจับคิวอาร์โค้ด 55
ตารางที่ 4.3 ผลการคำนวณค่าความถูกต้อง การอ่านคิวอาร์โค้ด 56
ตารางที่ 4.4 ผลการคำนวณค่าประสิทธิภาพโดยรวมจาก การสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ... 57

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดของงานวิจัยระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ 3
ภาพที่ 2.1 กระบวนการทำงานหลักของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ 8
ภาพที่ 2.2 ระบบประมวลผลภาพเอกสาร 9
ภาพที่ 2.3 ระบบจัดการเวิร์กโฟลว์ 10
ภาพที่ 2.4 ระบบบันทึกข้อมูลเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ 11
ภาพที่ 2.5 ระบบจัดการเนื้อหาบนเว็บไซต์ 12
ภาพที่ 2.6 ระบบจัดการเนื้อหาและข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ระดับองค์กร 13
ภาพที่ 2.7 บาร์โค้ดแบบสแต็ก (Stacked Barcode) 15
ภาพที่ 2.8 บาร์โค้ดแบบเมตริกซ์ (Matrix Barcode) 16
ภาพที่ 2.9 โครงสร้างบาร์โค้ดแบบเมตริกซ์ (Matrix Barcode) 16
ภาพที่ 3.1 กระบวนการทำงานของระบบงานเดิม 28
ภาพที่ 3.2 กระบวนการทำงานของระบบงานใหม่ 30
ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการทำงานของระบบงานใหม่ 30
ภาพที่ 3.4 แผนภาพ Use Case Diagram ของระบบงานใหม่ 31
ภาพที่ 3.5 แบบจำลอง Prototype ของระบบงานใหม่ 32
ภาพที่ 3.6 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน การสร้างคิวอาร์โค้ด 33
ภาพที่ 3.7 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน การนำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ 34
ภาพที่ 3.8 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน การสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ 35
ภาพที่ 3.9 การทำงานของไลบารี่ Spire.Barcode for .Net 36
ภาพที่ 3.10 การทำงานของไลบารี่ Spire.PDF for .Net 37
ภาพที่ 3.12 แผนภาพ Context Diagram ของระบบงานใหม่ 39
ภาพที่ 3.13 แผนภาพ DFD 1 ของระบบงานใหม่ 40
ภาพที่ 3.14 แผนภาพ ER Diagram 46
ภาพที่ 3.15 ความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี้ 47
ภาพที่ 3.16 โครงสร้างตารางฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ 47
ภาพที่ 3.17 ตัวอย่างข้อมูลในตาราง 48
ภาพที่ 4.1 ผลการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้ การสร้างคิวอาร์โค้ด 50

ภาพที่ 4.2 ผลการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้ การนำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ 51
ภาพที่ 4.3 ผลการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้ การสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ 52
ภาพที่ 4.4 ผลการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้ การเรียกดูเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ 44

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการเอกสารสำหรับใช้อ้างอิงภายในและภายนอกองค์กรเป็นงานพื้นฐานและมีความสำคัญต่อทุกองค์กรธุรกิจ แต่กระบวนการจัดการเอกสารสำหรับธุรกิจส่วนใหญ่ยังดำเนินการด้วยมนุษย์ เอกสารต่างๆ อยู่ในรูปแบบกระดาษ ในระหว่างการจัดการเอกสาร มักจะเกิดปัญหาต่างๆ เช่น เอกสารกระดาษชำรุด เสียหาย หรือสูญหาย การแยกประเภทเอกสารและการทำดัชนีมีความล่าช้า ผิดพลาด หรือตกหล่น ถ้าเอกสารมีเป็นจำนวนมากจะยิ่งทำให้การจัดการเอกสารใช้เวลาในการดำเนินการมากยิ่งขึ้น ส่งผลทำให้ข้อมูลของเอกสารไม่เป็นปัจจุบัน ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ใช้พื้นที่ในการจัดเก็บเอกสารกระดาษจำนวนมาก และการสืบค้นทำได้ไม่สะดวก

ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เป็นระบบซอฟต์แวร์ที่ออกแบบมาสำหรับการจัดระเบียบและการจัดเก็บเอกสารประเภทต่างๆ เป็นระบบที่ช่วยผู้ใช้งานในการจัดระเบียบ และจัดเก็บข้อมูลเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยเฉพาะ และถูกออกแบบมาเพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานขององค์กรหรือบุคคลในการจัดการงานเอกสาร เช่น การจัดเก็บเอกสาร การเข้าถึงเอกสาร การส่งออกเอกสาร และการสืบค้นนำเอกสารออกมาใช้ วัตถุประสงค์หลักของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ คือ การจัดหาที่เก็บเอกสารส่วนกลาง จึงเป็นการลดงานเอกสารและปรับปรุงการดำเนินงานเอกสารให้มีประสิทธิภาพ (University of California, 2021) ด้วยการนำเข้าข้อมูลเอกสารในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ การเพิ่มและบันทึกข้อมูลดัชนีอัตโนมัติให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ และสามารถเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลของระบบสารสนเทศอื่นได้ เทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด เป็นเทคโนโลยีที่นิยมใช้ในงานเชิงพาณิชย์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้ข้อมูลกับผู้บริโภคในการอ่านข้อมูลบนป้ายกำกับสินค้าผ่านอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ทโฟนของลูกค้า และสามารถประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย เช่น การให้บริการยืมคืนหนังสือของห้องสมุด การใช้เป็นสื่อโฆษณา ประชาสัมพันธ์ และให้ข้อมูลในด้านการท่องเที่ยว การให้ข้อมูลบนฉลากยาทางการแพทย์ และการจำแนกตัวบุคคลในการรักษาความปลอดภัย เป็นต้น (Denso Wave, Inc., 2016c) ซึ่งเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดสามารถนำมาประยุกต์ในการจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ได้ โดยการบรรจุข้อมูลสำคัญๆ เช่น ประเภทเอกสารและดัชนีต่างๆ ของเอกสาร เป็นต้น เนื่องจากมีขนาดเล็ก จึงสามารถติดลงบนเอกสารที่มีพื้นที่จำกัด

สามารถอ่านข้อมูลได้รวดเร็วด้วยอุปกรณ์หรือแอปพลิเคชันอ่านคิวอาร์โค้ด และสามารถอำนวยความสะดวกในการใช้ข้อมูลของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ร่วมกับระบบสารสนเทศอื่นได้ ทั้งนี้ จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไปยังไม่ได้นำเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดมาประยุกต์ในส่วนของการนำเข้าข้อมูลเอกสารอิเล็กทรอนิกส์และการทำดัชนีแบบอัตโนมัติ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการเอกสาร

ดังนั้น งานวิจัยนี้ จึงนำเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด มาใช้ร่วมกับการพัฒนาระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อแก้ปัญหาต่างๆ ของการจัดการเอกสารที่เป็นกระดาษ และเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ โดยทำการนำเข้าเอกสารในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ การเพิ่มและบันทึกข้อมูลดัชนีให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ทำได้รวดเร็วและเป็นอัตโนมัติมากขึ้น และสามารถทำงานจากต่างสถานที่ได้พร้อมกัน

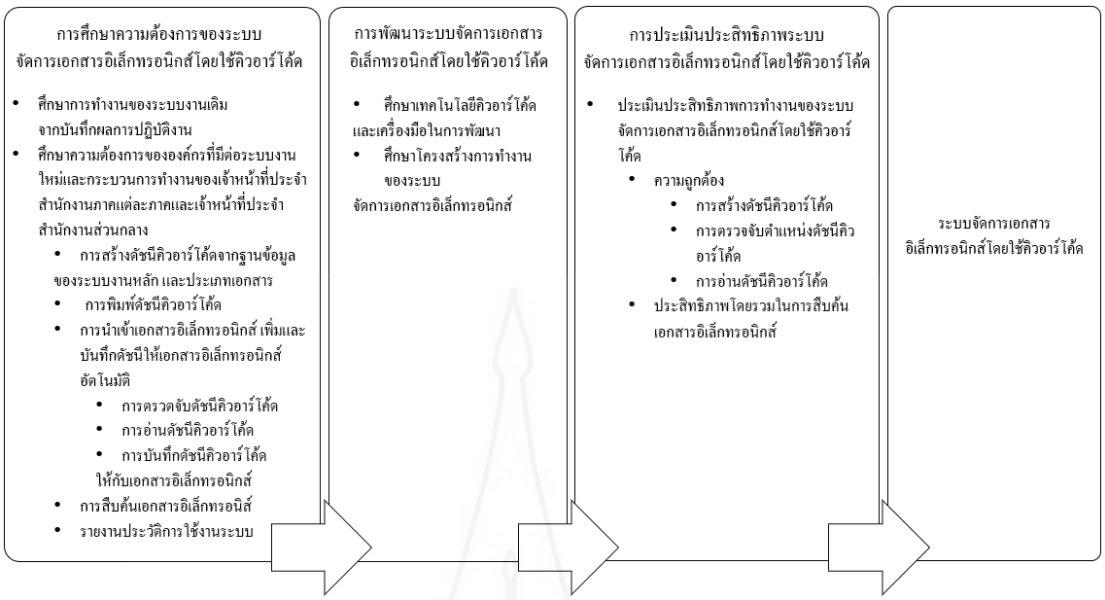
2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

2.1 พัฒนาระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

2.2 ประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

3. กรอบแนวคิดของงานวิจัย

ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด ประกอบด้วย งานส่วนต่างๆ ดังนี้ 1) การศึกษาความต้องการของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด โดยศึกษาและทำความเข้าใจกระบวนการทำงานของระบบงานเดิมจากบันทึกขั้นตอนการปฏิบัติงาน กำหนดสิ่งที่ต้องการปรับปรุง และพัฒนาแนวความคิดสำหรับระบบงานใหม่ 2) การพัฒนาระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด โดยศึกษาเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด เครื่องมือในการพัฒนา รวมถึง การพัฒนาระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ และ 3) การประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด โดยคำนวณค่าความถูกต้องจากการสร้างการตรวจจับและการอ่านดัชนีจากคิวอาร์โค้ด และประสิทธิภาพโดยรวมในการสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ของระบบงานใหม่ กรอบแนวคิดของงานวิจัยระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ดังแสดงในภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดของงานวิจัยระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์

4. สมมติฐานของงานวิจัย

ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้เทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดมาช่วยในการทำงาน จะสามารถทำให้การจัดการเอกสารมีประสิทธิภาพ ทั้งในส่วนของการลดเวลา การลดขั้นตอน การสร้างดัชนีได้ถูกต้องร้อยละ 100% การบันทึกข้อมูลดัชนีทำได้โดยอัตโนมัติ และการสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์จากดัชนีทำได้ถูกต้อง แม่นยำ

5. ขอบเขตของงานวิจัย

ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด มีขอบเขตของงานวิจัย ดังนี้

5.1 ข้อมูลและกลุ่มตัวอย่าง ข้อมูลและกลุ่มตัวอย่างสำหรับระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เป็นข้อมูลจำลองของเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 5 ประเภท คือ (1) ใบสมัคร (2) ใบรายงานผลการศึกษา (3) บัตรประจำตัวประชาชน (4) ทะเบียนบ้าน และ (5) ผลการสอบภาษาอังกฤษ ของนักศึกษาผู้ผ่านการคัดเลือกเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโทหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต แขนงวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช จำนวน 20 คน และกำหนดดัชนีสำหรับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์

จำนวน 5 ดัชนี คือ (1) รหัสนักศึกษา (2) ชื่อนักศึกษา (3) นามสกุลนักศึกษา (4) ชื่อและนามสกุลนักศึกษา (5) ประเภทเอกสาร รวมข้อมูลทั้งหมด จำนวน 500 ข้อมูล

5.2 กลุ่มผู้ใช้งานระบบ คือ (1) เจ้าหน้าที่ และ (2) ผู้ดูแลระบบ ซึ่งเป็นบุคลากรภายในฝ่ายที่มีหน้าที่รับผิดชอบดูแลการจัดการเอกสาร จำนวน 6 คน โดยเจ้าหน้าที่ มีหน้าที่ สร้างดัชนีคิวอาร์โค้ดจากฐานข้อมูลของระบบงานหลัก และประเภทเอกสาร พิมพ์ดัชนีคิวอาร์โค้ด นำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ และสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิส์ ผู้ดูแลระบบ มีหน้าที่ นำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่เจ้าหน้าที่ต้องการแก้ไข ลบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ และเรียกดูรายงานประวัติการใช้งานระบบ

5.3 รูปแบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างในระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ อยู่ในรูปแบบนามสกุลพีดีเอฟ (Netware Printer Definition File : PDF) เท่านั้น เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้ คือ ไลบารี่ (Library) Spire.PDF for .Net เป็นชุดคำสั่งเฉพาะ สำหรับการตรวจจับคิวอาร์โค้ด และการแยกคิวอาร์โค้ดออกจากเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลภาพรูปแบบนามสกุล (Portable Network Graphics : PNG)

5.4 คิวอาร์โค้ด คิวอาร์โค้ดที่สร้างในระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เป็นรุ่นและโมเดลที่สอง ซึ่งเก็บข้อมูลตัวเลขได้ 7,089 ดิจิต (digit) และตัวอักษรผสมตัวเลขได้ 4,296 ตัวอักษร มีขนาด 1.5 x 1.5 เซนติเมตรต่อชิ้น ระดับความสามารถแก้ไขข้อผิดพลาดและคืนค่าข้อมูล ระดับ M โดยสามารถคืนค่าข้อมูลจากการอ่านรหัสผิดพลาดร้อยละ 15 มีความละเอียด 300 DPI (Dots per inch) ขึ้นไป คิวอาร์โค้ด 1 ชิ้นจะติดบนเอกสารต้นฉบับ 1 ประเภทเอกสาร โดยติดให้อยู่ในลักษณะตั้งตรง 90 องศา ที่มุมบนซ้ายของเอกสารต้นฉบับ

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

นิยามศัพท์ของงานวิจัย มีดังนี้

6.1 เอกสารต้นฉบับ หมายถึง เอกสารกระดาษฉบับจริงหรือฉบับต้นสำเนา

6.2 เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่มีนามสกุลพีดีเอฟ (Netware Printer Definition File : PDF)

6.3 ดัชนี หมายถึง คำที่ใช้บอกคุณสมบัติของเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วยประเภทเอกสาร ได้แก่ (1) ใบสมัคร (2) ใบรายงานผลการศึกษา (3) บัตรประจำตัวประชาชน (4) ทะเบียนบ้าน และ (5) ผลการสอบภาษาอังกฤษ และคำสำคัญของเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ (1) รหัสนักศึกษา (2) ชื่อนักศึกษา (3) นามสกุลนักศึกษา (4) ชื่อและนามสกุลนักศึกษา (5) ประเภท

เอกสาร โดยจะบรรจุไว้ในคิวอาร์โค้ด บันทึกลงฐานข้อมูล และใช้สำหรับการสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์

7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการพัฒนาระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด ดังนี้

7.1 เจ้าหน้าที่ซึ่งรับผิดชอบดูแลการจัดการเอกสาร สามารถนำเข้าเอกสารเป็นอิเล็กทรอนิกส์ กำหนดประเภท สร้างดัชนี สร้างคิวอาร์โค้ด จัดเก็บ บันทึกข้อมูลดัชนีอัตโนมัติ และสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง ครบถ้วน และปฏิบัติงานจากสถานที่ต่างๆ ได้พร้อมกัน

7.2 องค์กรสามารถรวบรวมข้อมูลเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ไว้ในฐานข้อมูลส่วนกลาง (Data Centralization) และระบบสารสนเทศอื่นๆ สามารถเรียกใช้ข้อมูลได้

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

1. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์

การจัดเก็บเอกสารมีวิวัฒนาการมาอย่างยาวนาน เริ่มจากการจัดเก็บเอกสารในตู้เอกสารที่ตั้งไว้ภายในสำนักงาน ต่อมาเมื่อเอกสารมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ตู้เอกสารและพื้นที่ภายในสำนักงานไม่เพียงพอต่อการจัดเก็บ ทำให้องค์กรจำเป็นต้องเช่าพื้นที่สำหรับจัดเก็บเอกสาร ซึ่งการดำเนินการจัดเก็บเอกสารในขั้นตอนต่างๆ ดำเนินการโดยมนุษย์ ต่อมาในปี พ.ศ. 2475 เทคโนโลยีก้าวหน้ามากขึ้น มีการประดิษฐ์เครื่องประมวลผลคำ มีการนำเครื่องคอมพิวเตอร์เข้าสู่งานสำนักงานอย่างกว้างขวาง และในปี พ.ศ. 2523 ได้มีการนำเทคโนโลยีมาช่วยพัฒนาระบบจัดเก็บเอกสาร โดยเอกสารส่วนใหญ่ ถูกจัดเก็บให้อยู่ในรูปแบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ผ่านการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ที่สามารถอ่านได้ ทำให้สำนักงานมีสภาพเป็นสำนักงานที่ไร้กระดาษมากขึ้น

ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Document Management System : EDMS) เป็นระบบซอฟต์แวร์ที่ออกแบบมาสำหรับการจัดระเบียบและการจัดเก็บเอกสารประเภทต่างๆ เป็นระบบที่ช่วยผู้ใช้งานในการจัดระเบียบ และจัดเก็บข้อมูลเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยเฉพาะ และถูกออกแบบมาเพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานขององค์กรหรือบุคคลในการจัดการงานเอกสาร เช่น การจัดเก็บเอกสาร การเข้าถึงเอกสาร การส่งออกเอกสาร และการสืบค้นนำเอกสารออกมาใช้ วัตถุประสงค์หลักของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ คือ การจัดหาที่เก็บเอกสารส่วนกลาง จึงเป็นการลดงานเอกสารและปรับปรุงการดำเนินงานเอกสารให้มีประสิทธิภาพ

1.1 องค์ประกอบของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย (1) คำอธิบายข้อมูล (2) ความสามารถในการใช้งานร่วมกับระบบงานอื่น (3) การทำดัชนี (4) การจัดเก็บข้อมูล (5) การค้นคืนข้อมูล (6) การเผยแพร่ (7) ความปลอดภัย (8) การจัดการเวิร์กโฟลว์ และ (9) การกำหนดรุ่นเอกสาร รายละเอียดมีดังนี้

***1.1.1* คำอธิบายข้อมูล (Metadata)** คือ ข้อมูลที่ใช้อธิบายข้อมูล โดยระบุแหล่งข้อมูล รูปแบบ และบรรยายรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูล ช่วยอำนวยความสะดวกในการสืบค้นข้อมูล และใช้ประโยชน์ในการจัดทำบัญชีข้อมูล (Data Catalog) ของหน่วยงานหรือองค์กร

1.1.2 **ความสามารถในการใช้งานร่วมกับระบบงานอื่น (Integration)** การใช้งานเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ภายในระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์เองแล้วยังมีการใช้งานร่วมกับระบบงานอื่น เช่น ระบบงานทรัพยากรมนุษย์ ระบบงานตรวจสอบภายใน ระบบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น

1.1.3 **การทำดัชนี (Indexing)** เป็นการติดป้ายกำกับให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์เพื่อประโยชน์ในการจัดหมวดหมู่ การสืบค้นข้อมูลให้ได้อย่างรวดเร็ว

1.1.4 **การจัดเก็บข้อมูล (Storage)** การจัดเก็บเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ต้องคำนึงถึงสถานที่ในการจัดเก็บ ระยะเวลาในการจัดเก็บ หรือการเปลี่ยนที่อยู่การจัดเก็บของเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการออกแบบและการจัดการฐานข้อมูล

1.1.5 **การค้นคืนข้อมูล (Retrieval)** การเรียกดูเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่จัดเก็บในฐานข้อมูล ต้องเริ่มจากการกำหนดและระบุดัชนีให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ โดยบางระบบสามารถสืบค้น โดยการระบุนิพจน์ให้มีหลากหลายคำหรือวลีที่ต้องการ ซึ่งเป็นการเพิ่มความซับซ้อนในการค้นหา

1.1.6 **การเผยแพร่ (Distribution)** เอกสารที่เผยแพร่จะต้องมีรูปแบบ (Format) ที่ยากต่อการถูกเปลี่ยนแปลงโดยง่าย ในทางกฎหมายเอกสารต้นฉบับจะไม่ถูกเผยแพร่ แต่จะเก็บไว้ในสถานที่ที่ปลอดภัย กรณีเผยแพร่เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ในสภาวะที่มีการควบคุม เครื่องมือที่ใช้งานต้องมีคุณภาพและได้รับการตรวจสอบว่าสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง โดยระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน ความสมบูรณ์ของเอกสารเป็นสิ่งที่จำอย่างยิ่ง

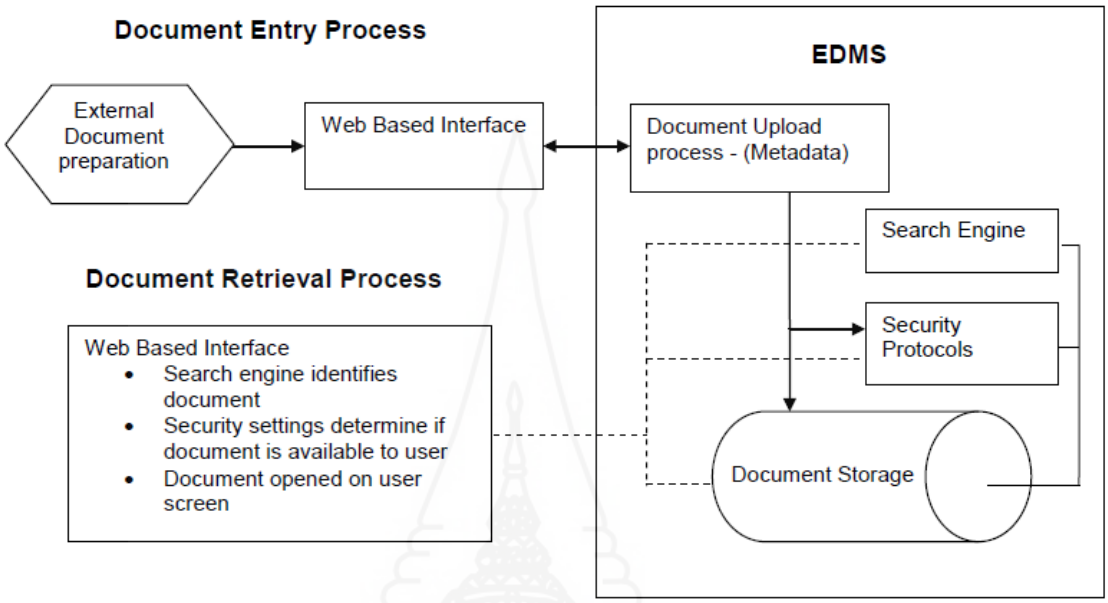
1.1.7 **ความปลอดภัย (Security)** การรักษาความปลอดภัยมีความสำคัญอย่างมากในการจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์จำนวนมาก ข้อมูลบางอย่างจำเป็นต้องเข้ารหัส เป็นความลับและมีข้อกำหนดที่ซับซ้อน เช่น ข้อมูลประวัติการรักษา ข้อมูลสัญญาทางธุรกิจ เป็นต้น

1.1.8 **การจัดการเวิร์กโฟลว์ (Workflow)** คือ การบริหารจัดการลำดับ ขั้นตอนและกฎเกณฑ์ต่างๆ ของการปฏิบัติงานระหว่างบุคลากรหรือหน่วยงานในองค์กร และ

1.1.9 **การกำหนดรุ่นเอกสาร (Versioning)** เป็นการควบคุมการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ โดยให้มีหมายเลขกำกับการเปลี่ยนแปลง และจัดเก็บสำรองข้อมูลดั้งเดิมไว้ เพื่อทำการเรียกคืนข้อมูลหรือแก้ไขกลับ รวมถึงการแสดงสถานะการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล

1.2 กระบวนการทำงานหลักของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ กระบวนการทำงานหลักของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ มี 2 กระบวนการ คือ (1) กระบวนการเพิ่ม

เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (Document Entry Process) และ (2) กระบวนการสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (Document Retrieval Process) (University of California, 2021)



ภาพที่ 2.1 กระบวนการทำงานหลักของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์

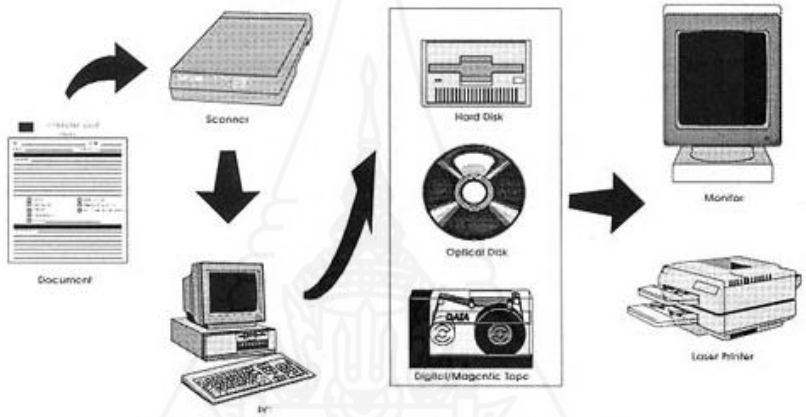
จากภาพที่ 2.1 (1) กระบวนการเพิ่มเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (Document Entry Process) ประกอบด้วย การสร้างสำเนาเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ และการนำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์เข้าระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (EDMS) การนำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์จะมีฟิลด์ข้อมูลให้ผู้ใช้งานระบุคำอธิบายข้อมูล (Metadata) หรือระบุดัชนีที่เกี่ยวข้องกับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่กำลังนำเข้าเพื่ออำนวยความสะดวกในการสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์และนำเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ออกมาใช้ ในขั้นตอนนี้การตั้งชื่อเอกสาร คำค้นหรือดัชนีเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อให้เอกสารอิเล็กทรอนิกส์สามารถสืบค้นได้ง่ายหลังจากนำเข้าระบบ และการกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เช่น สิทธิ์ในการเพิ่มลบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ สิทธิ์ในการส่งออกเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ จะเกิดขึ้นก่อนการจัดเก็บเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ในระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (EDMS)

และ (2) กระบวนการสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (Document Retrieval Process) ประกอบด้วย การสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ผู้ใช้ใช้งานผ่านการล็อกอินเข้าระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (EDMS) เริ่มการสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยคำอธิบายข้อมูล (Metadata) หรือดัชนี และดำเนินการค้นหาเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ผ่านที่เก็บ ระบบจะตรวจสอบสิทธิ์การเข้าถึง

เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ของผู้ใช้ หากผู้ใช้มีสิทธิ์เข้าถึงเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เอกสารอิเล็กทรอนิกส์จะปรากฏในผลการค้นหา

1.3 ประเภทของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ แบ่งประเภทตามวิวัฒนาการของเทคโลยีที่ใช้ ดังนี้

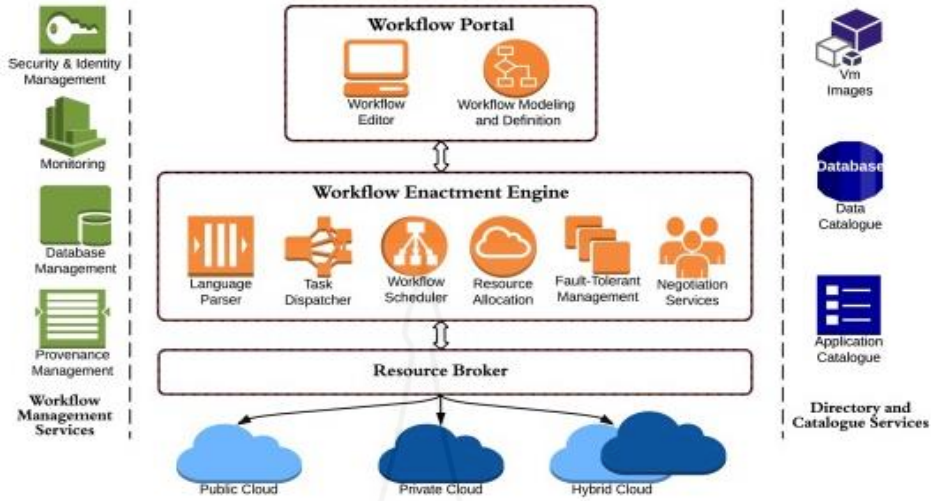
***1.3.1* ระบบประมวลผลภาพเอกสาร** (Document Imaging Systems : DIS) (Wilfred W. Fong, 1992) ประกอบด้วย เครื่องสแกนเอกสาร การรู้จำอักขระด้วยแสง (Optical Character Recognition : OCR) แผ่นบีบอัดและคลายการบีบอัดภาพ อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลขนาดใหญ่ เครื่องพิมพ์เลเซอร์ ซอฟต์แวร์จัดทำดัชนี และการค้นหาข้อมูล



ภาพที่ 2.2 ระบบประมวลผลภาพเอกสาร ที่มา: Wilfred W. Fong, 1992.

ระบบประมวลผลภาพเอกสาร เป็นวิธีการนำเอกสารต้นฉบับที่อยู่ในรูปแบบกระดาษทั้งหมดมาแปลงเป็นภาพเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ผ่านเครื่องสแกนเอกสาร จากนั้นบีบอัดและจัดเก็บภาพเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ลงในอุปกรณ์ออปติคัลดิสก์จัดเก็บข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นการนำเทคโนโลยีการถ่ายภาพจากเครื่องสแกนเอกสารและการรู้จำอักขระด้วยแสงมาใช้ร่วมกัน สามารถช่วยลดพื้นที่ของตู้จัดเก็บเอกสารให้เหลือเพียงการจัดเก็บลงออปติคัลดิสก์หลายแผ่น นอกจากนี้ยังอนุญาตให้ผู้ใช้งานหลายคนเข้าถึงเอกสารเดียวกันได้พร้อมกัน

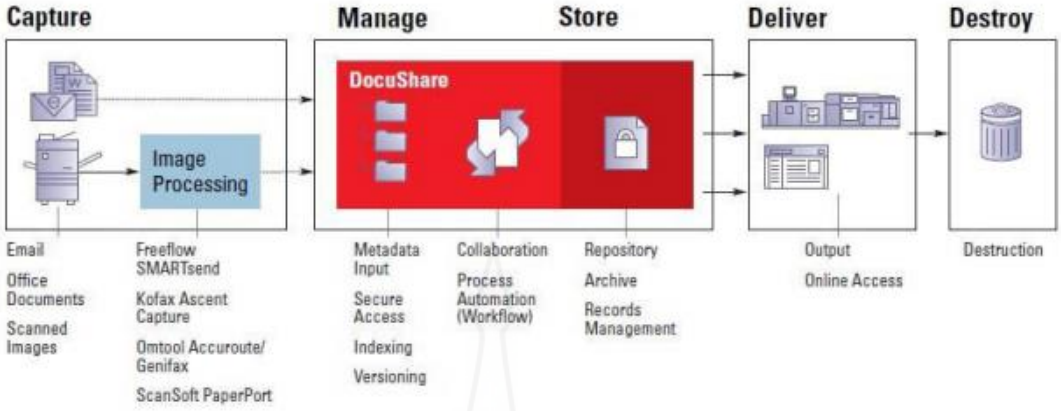
***1.3.2* ระบบจัดการเวิร์กโฟลว์** (Workflow Management Systems : WFMS) (Elanchezhian Ramalingam, 2016) เป็นระบบจัดการเอกสารที่เน้นกระบวนการทำงานในองค์กร ประกอบด้วย เทคโนโลยีการดำเนินการแบบเวิร์กโฟลว์อัตโนมัติ ซึ่งอนุญาตให้ผู้ใช้งานสามารถกำหนดและสร้างแบบจำลองเวิร์กโฟลว์ เพื่อกำหนดขอบเขต ข้อจำกัด สายการอนุมัติ และสภาพแวดล้อมที่ต้องการดำเนินการได้ด้วยตนเอง จากนั้นระบบจะประเมินข้อมูลที่ได้รับและดำเนินการภายในข้อจำกัดที่กำหนดไว้



ภาพที่ 2.3 ระบบจัดการเวิร์กโฟลว์ ที่มา: Elanchezhian Ramalingam, 2016.

กระบวนการทำงานของระบบจัดการเวิร์กโฟลว์ ประกอบด้วย (1) พอร์ทัล (Workflow Portal) ทำหน้าที่กำหนดและสร้างแบบจำลองเวิร์กโฟลว์อัตโนมัติ (2) กลไกการจัดการ (Workflow Enactment Engine) จะวิเคราะห์การขึ้นต่อกันและส่งงานที่พร้อมไปยังการจัดการที่กำหนด โดยงานจะสามารถทำได้เมื่อตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ล่วงหน้าในรูปแบบของเหตุการณ์ เหตุการณ์จะถูกทริกเกอร์ (Trigger) เมื่องานเสร็จสิ้น (3) การจัดการทรัพยากร (Resource Broker) ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับโครงสร้างพื้นฐานเพื่อให้มุมมองเป็นหนึ่งเดียวกับกลไกการจัดการ นอกจากนี้ยังทำหน้าที่สื่อสารกับการประมวลผลทางคอมพิวเตอร์เพื่อจัดหาทรัพยากร โดย (1) (2) และ (3) เป็นส่วนหลักการทำงานของระบบจัดการเวิร์กโฟลว์ ในการออกแบบ การสร้างแบบจำลอง และการจัดสรรทรัพยากร ทำงานร่วมกับส่วนสนับสนุน (4) การจัดการเวิร์กโฟลว์ (คอลัมน์ซ้าย) ทำหน้าที่ในการรักษาความปลอดภัย การตรวจสอบ ฐานข้อมูล และการจัดการแหล่งที่มา และ (5) ไดเรกทอรีและแค็ตตาล็อก (คอลัมน์ขวา) ทำหน้าที่ในการจัดการแค็ตตาล็อกและข้อมูลสำหรับการดำเนินการของเวิร์กโฟลว์

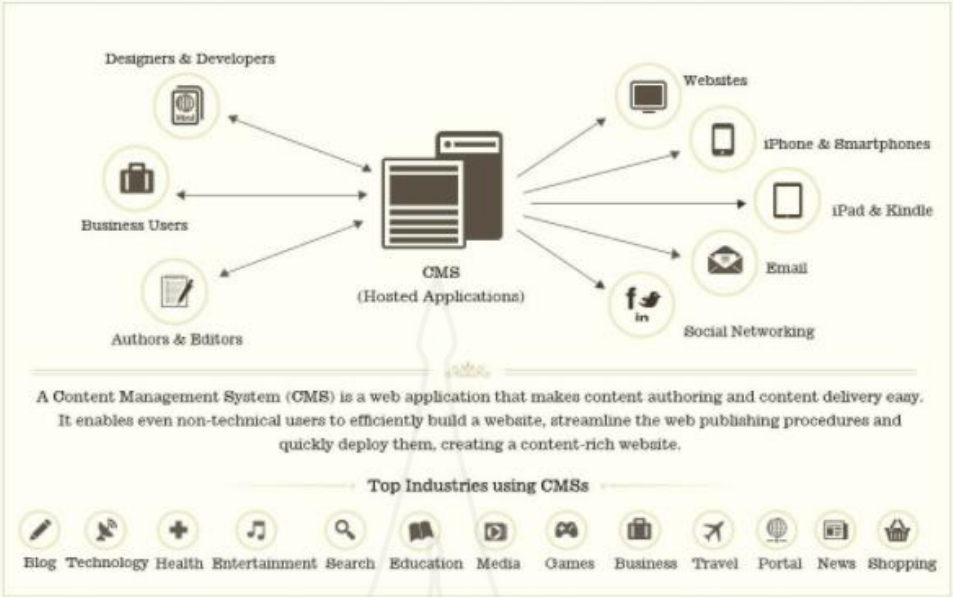
1.3.3 **ระบบบันทึกข้อมูลเอกสารอิเล็กทรอนิกส์** (Records Management Systems : ERMS) (Konstantinos Manikas, 2015) ประกอบด้วย เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ และการดำเนินการแบบเวิร์กโฟลว์อัตโนมัติ



ภาพที่ 2.4 ระบบบันทึกข้อมูลเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ที่มา: Konstantinos Manikas, 2015.

กระบวนการทำงานของระบบบันทึกข้อมูลเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย (1) การสร้างและนำเอกสารอิเล็กทรอนิกส์เข้าระบบ (Capture) กรณีที่เอกสารอยู่ในรูปแบบกระดาษ ต้องทำการแปลงเอกสารให้อยู่ในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ผ่านเทคโนโลยีการประมวลผลภาพ (2) การจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (Manage) การนำข้อมูลมาจัดเก็บแยกตามประเภทและหมวดหมู่ จัดทำดัชนี กำหนดสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูล กำหนดรุ่นให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ กรณีที่มีการแก้ไข เปลี่ยนแปลงเนื้อความและนำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์เดิมซ้ำ ระบบจะกำหนดอายุให้กับเอกสาร ในขั้นตอนนี้สามารถกำหนดการจัดการเอกสารแบบเวิร์กโฟลว์ (Workflow) อัตโนมัติสำหรับ เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่จำเป็นต้องมีลำดับหรือขั้นตอนในการดำเนินการเพิ่มเติม เช่น การแจ้งเตือน การอนุมัติ (3) การจัดเก็บเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (Store) คือ การจัดเก็บเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ใน ฐานข้อมูล (4) การนำเอกสารอิเล็กทรอนิกส์มาใช้หรือเผยแพร่ภายในองค์กร (Deliver) เป็นการ ค้นหาเอกสารอิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้อ้างอิง หรือส่งต่อเพื่อใช้งานภายในองค์กร และ (5) การลบหรือ ทำลายเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (Destroy) เมื่อเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ครบอายุในการจัดเก็บ หรือผ่าน การพิจารณาอนุมัติเห็นชอบให้เข้าสู่กระบวนการลบหรือทำลายเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ต่อไป ซึ่งใน ภายหลังระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ EDMS และ ERMS มีการรวมระบบเข้าด้วยกันเกิดเป็น EDRMS

1.3.4 **ระบบจัดการเนื้อหาบนเว็บไซต์** (Content Management Systems : CMS) (Kevin Senior, 2020) ประกอบด้วย ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานแบบกราฟิกพร้อมเครื่องมือในการสร้าง แก้ไข และเผยแพร่เนื้อหาบนเว็บไซต์โดยไม่ต้องพัฒนาโปรแกรมด้วยตนเองตั้งแต่ต้น มีใช้ เทคโนโลยีการดำเนินการแบบเวิร์กโฟลว์อัตโนมัติ ในการจัดการลำดับการดำเนินงานของเนื้อหา

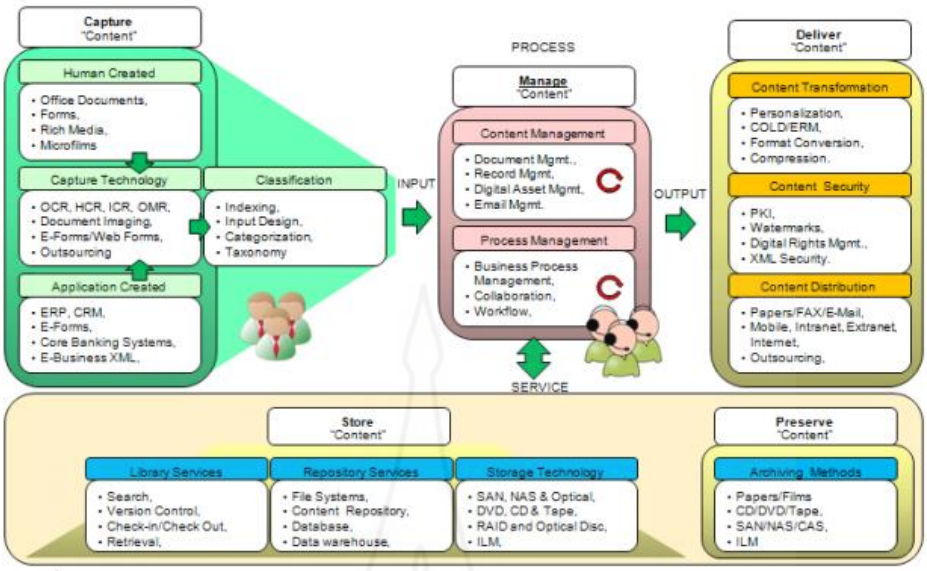


ภาพที่ 2.5 ระบบจัดการเนื้อหาบนเว็บไซต์

http://quickenwebsites.com/cms-vs-non-cms-websites-finding-your-perfect-match

ระบบจัดการเนื้อหาบนเว็บไซต์ประเภทนี้มุ่งเน้นไปที่การสร้าง การแก้ไข การจัดระเบียบ และการส่งมอบเนื้อหาให้กับผู้ใช้งาน ในการจัดการเนื้อหาระบบจะมีเครื่องมือการจัดทำดัชนีในลักษณะของการบันทึกข้อมูลด้วยมนุษย์ การค้นหา และการเผยแพร่ ไว้อำนวยความสะดวก

1.3.5 **ระบบจัดการเนื้อหาและข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ระดับองค์กร** (Enterprise Content Management Systems : ECM) (ผศ.อรวรรณ วงศ์แก้วโพธิ์ทอง และธัญญรัตน์ ประสาทสกุลชัย, 2554) ประกอบด้วย เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ เพื่อแปลงเอกสารให้อยู่ในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ การรู้จำอักขระด้วยแสง การสร้างดัชนีอัตโนมัติ และการเข้ารหัส (Public Key Infrastructure: PKI) ก่อนการเผยแพร่ เพื่อให้เอกสารมีความปลอดภัย



ภาพที่ 2.6 ระบบจัดการเนื้อหาและข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ระดับองค์กร
ที่มา: ผศ.อรวรรณ วงศ์แก้วโพธิ์ทอง และธัญญรัตน์ ประสาทสกุลชัย, 2554.

กระบวนการทำงานของระบบจัดการเนื้อหาและข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ระดับองค์กร ประกอบด้วย (1) การนำเอกสารเข้าระบบ (Capture) เป็นการแปลงเอกสารที่อยู่ในรูปแบบกระดาษให้อยู่ในรูปแบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อบันทึกเข้าระบบ (2) การจัดการเอกสาร (Manage) เป็นการทำงานกับเอกสารในระบบ เช่น การกำหนดรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับเอกสาร การทำดัชนีผ่านเทคโนโลยีการรู้จำอักขระด้วยแสง (Optical Character Recognition : OCR) การกำหนดรุ่น (Version) เอกสาร การกำหนดอายุขัยของเอกสาร เป็นต้น (3) การจัดเก็บข้อมูลเอกสาร (Store) เป็นการจัดการงานด้านการค้นหา การแบ่งประเภทเอกสาร ระบบฐานข้อมูลหรือคลังเอกสาร (4) การสำรองข้อมูลเอกสาร (Preserve) กำหนดให้มีการสำรองข้อมูลเอกสารในระยะยาว ส่วนมากจะจัดเก็บในฮาร์ดดิสก์ และ (5) การจัดส่งเอกสาร (Deliver) เป็นการดัดแปลงเอกสารโดยการเข้ารหัส (Public Key Infrastructure: PKI) ให้เอกสารมีความปลอดภัย แล้วจึงส่งเอกสารให้บุคคลภายนอกหน่วยงาน

1.4 ประโยชน์ของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์

1.4.1 **ลดค่าใช้จ่าย** ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ทำหน้าที่เป็นพื้นที่จัดเก็บเอกสารแบบดิจิทัล (Digital Store) เปรียบเสมือนตู้เก็บเอกสารขนาดใหญ่ โดยเปลี่ยนเอกสารที่อยู่ในรูปแบบกระดาษให้อยู่ในรูปแบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ และทำการจัดเก็บเอกสารอิเล็กทรอนิกส์เข้าระบบจัดเก็บเอกสาร ซึ่งสามารถจุข้อมูลเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ได้เป็นจำนวนมาก ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อตู้เอกสาร และการเช่าพื้นที่จัดเก็บเอกสารภายในองค์กร

1.4.2 **ประหยัดเวลา** ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ มีการทำดัชนีอัตโนมัติ การกำหนดประเภทเอกสารที่ชัดเจน ช่วยลดเวลาการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน และช่วยให้การค้นหาเอกสารทำได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น

1.4.3 **เพิ่มความถูกต้องแม่นยำ** ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ มีการทำดัชนีอัตโนมัติ ช่วยลดความผิดพลาดจากการปฏิบัติงานของมนุษย์ และช่วยให้การค้นหาเอกสารถูกต้องและแม่นยำขึ้น

1.4.4 **เป็นศูนย์กลางของการจัดเก็บข้อมูลภายในองค์กร** ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เป็นศูนย์กลางของการจัดเก็บข้อมูลสำหรับการจัดการและเก็บรักษาเอกสารที่มาจากทุกที่ภายในองค์กร ทำให้สะดวกต่อการค้นหาและการนำออกมาใช้

1.4.5 **เพิ่มความปลอดภัยให้กับเอกสาร** เนื่องจากเอกสารภายในองค์กรไม่ได้มีเพียงเอกสารทั่วไป แต่ยังมีเอกสารทางธุรกิจ และเอกสารข้อมูลลับอื่นๆ ที่ไม่ต้องการให้พนักงานทั่วไปเห็น ระบบจัดการเอกสารเล็กทรอนิกส์สามารถกำหนดการได้รับอนุญาตให้เข้าถึงเอกสารและช่วยป้องกันเอกสารเสียหายหรือสูญหาย

2. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับคิวอาร์โค้ด

คิวอาร์โค้ด หรือบาร์โค้ดสองมิติ (Two-dimensional or 2D barcodes) ถูกพัฒนามาจากบาร์โค้ดหนึ่งมิติ (One-dimensional or 1D barcodes) โดย บริษัทเดนโซเวฟ (Denso Wave Incorporated) ประเทศญี่ปุ่น ในปี พ.ศ.2537 ซึ่ง ณ ขณะนั้นเป็นบริษัทในเครือของบริษัทโตโยต้า (Toyota Motor Corporation) วัตถุประสงค์หลักในการพัฒนา คือ เพื่อบริหารจัดการและตรวจสอบข้อมูลชิ้นส่วนอะไหล่ยานพาหนะในกระบวนการผลิตให้เกิดความรวดเร็ว ความถูกต้องและความน่าเชื่อถือ โดยบริษัทเดนโซเวฟได้ทำการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดอย่างต่อเนื่อง และเล็งเห็นถึงประโยชน์ในวงกว้างที่มากกว่าบาร์โค้ดหนึ่งมิติในรูปแบบเดิม

เทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด เป็นเทคโนโลยีที่นิยมใช้ในงานเชิงพาณิชย์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้ข้อมูลกับผู้บริโภคในการอ่านข้อมูลบนป้ายกำกับสินค้าผ่านอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ทโฟนของลูกค้า และสามารถประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย เช่น การให้บริการยืมคืนหนังสือของห้องสมุด การใช้เป็นสื่อโฆษณา ประชาสัมพันธ์ และให้ข้อมูลในด้านการท่องเที่ยว การให้ข้อมูลบนฉลากยาทางการแพทย์ และการจำแนกตัวบุคคลในการรักษาความปลอดภัย เป็นต้น โดยสามารถเก็บข้อมูลประเภทข้อความทั้งตัวเลขและตัวอักษร คิวอาร์โค้ด แต่ละรุ่น (Version) จะมีความแตกต่างกัน เรื่องความสามารถในการแก้ไขข้อผิดพลาดและการคืนค่า

ข้อมูล ชนิดและขนาดของข้อมูลที่สามารถบันทึกได้ การเลือกใช้รุ่นคิวอาร์โค้ด จึงเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงอย่างมาก เพราะขนาดของสัญลักษณ์คิวอาร์โค้ดจะแปรผันตามขนาดของข้อมูล หากข้อมูลมีขนาดใหญ่ สัญลักษณ์ของคิวอาร์โค้ดจะมีขนาดใหญ่ด้วย หากข้อมูลมีขนาดเล็ก ขนาดสัญลักษณ์ของคิวอาร์โค้ดจะมีขนาดเล็กตาม แต่ในทางปฏิบัติ หากเลือกรุ่นคิวอาร์โค้ดไม่เหมาะสมกับขนาดของข้อมูล เช่น ต้องการเก็บข้อมูลขนาดเล็ก แต่เลือกใช้รุ่นคิวอาร์โค้ดที่มีขนาดใหญ่จะทำให้ขนาดสัญลักษณ์ของคิวอาร์โค้ดมีขนาดใหญ่เกินความจำเป็น ทำให้เกิดขนาดรูปทรงที่ไม่เหมาะสมกับพื้นที่ที่จะนำไปใช้งาน อีกทั้งอาจเกิดข้อผิดพลาดในการอ่านสัญลักษณ์ได้ (Denso Wave, Inc., 2016c)

คิวอาร์โค้ดแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.1 บาร์โค้ดแบบสแต็ก (Stacked Barcode) มีลักษณะเป็นการนำบาร์โค้ดหนึ่งมิติมาวางซ้อนกันมากกว่าหนึ่งแถว ทำงานด้วยการอ่านและปรับความกว้างของภาพบาร์โค้ดก่อนทำการถอดรหัส ทำให้สามารถถอดรหัสข้อมูลภาพบาร์โค้ดที่มีความเสียหายบางส่วนทำได้ ซึ่งส่วนที่เสียหายต้องไม่เกินขีดจำกัดที่กำหนดไว้ รูปแบบการอ่านบาร์โค้ดเป็นการอ่านแบบทิศทางเดียว คือ อ่านจากด้านบนลงล่างหรือด้านล่างขึ้นบน และอ่านจากด้านขวาไปซ้ายหรือด้านซ้ายไปขวา โดยจะนำไปใช้กับงานที่ต้องการความละเอียด และถูกต้องมากเป็นพิเศษ (อเสช ขันธวิชัย, 2558)

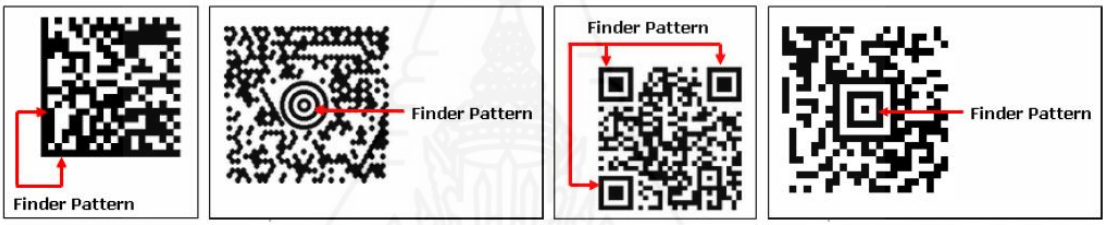
ภาพที่ 2.7 บาร์โค้ดแบบสแต็ก (Stacked Barcode) ที่มา: อเสช ขันธวิชัย, 2558.

โครงสร้างของบาร์โค้ดแบบสแต็ก มีดังนี้

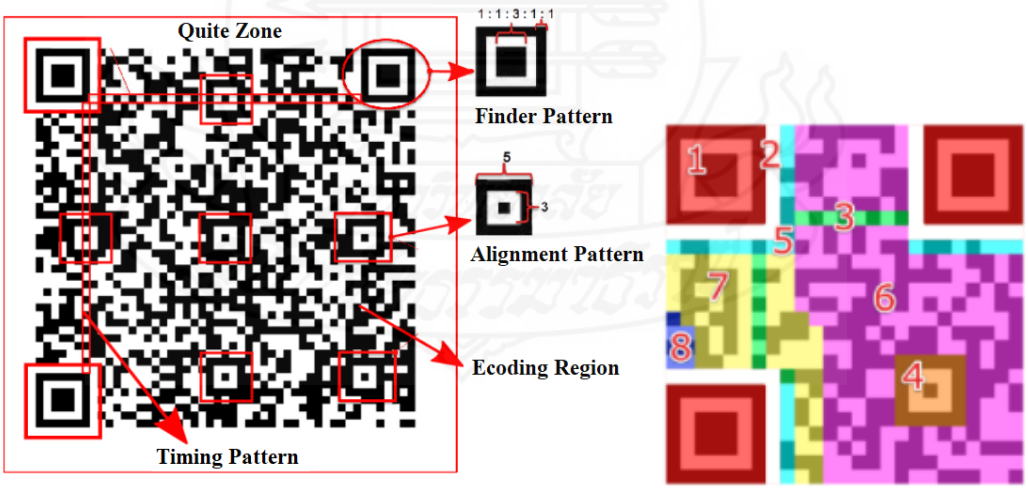
- Quiet Zone เป็นบริเวณว่างเปล่า ไม่มีการพิมพ์ข้อความใดๆ อยู่โดยรอบบาร์โค้ด ใช้เป็นส่วนกำหนดขอบเขตของบาร์โค้ด ในการอ่านและการถอดรหัส
- Start Pattern เป็นตัวกำหนดตำแหน่งเริ่มต้นการอ่านค่าของข้อมูลบาร์โค้ด
- Stop pattern เป็นตัวกำหนดตำแหน่งสิ้นสุดการอ่านค่าของข้อมูลบาร์โค้ด

- Left Indicator และ Right Indicator เป็นส่วนถัดเข้ามาจาก Start pattern ทำหน้าที่เก็บข้อมูล และ Stop pattern ทำหน้าที่เก็บข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนแถว จำนวนคอลัมน์ และขีดจำกัดความเสียหายของข้อมูลที่ยังทำให้ถอดรหัสบาร์โค้ดได้
- Data Region เป็นส่วนของข้อมูลที่บรรจุในบาร์โค้ด

2.2 บาร์โค้ดแบบเมตริกซ์ (Matrix Barcode) มีหลายแบบ แบ่งตามลักษณะและคุณสมบัติในการใช้งาน ดังตารางที่ 2.1 มีความเป็นสองมิติมากกว่าบาร์โค้ดแบบสแต็ก มีลักษณะเหมือนการนำบาร์โค้ดแบบสแต็กมาวางทับกัน มีลักษณะเด่น คือ มีการระบุตำแหน่งในการค้นหา (Finder Pattern) ทำหน้าที่เป็นตัวระบุตำแหน่งสำหรับการอ่านและถอดรหัสข้อมูล แม้บาร์โค้ดกลับหัว หมุนหรือเอียง ก็สามารถอ่านข้อมูลได้ และอ่านข้อมูลได้รวดเร็ว (อเสช ขันธวิชัย, 2558)



ภาพที่ 2.8 บาร์โค้ดแบบเมตริกซ์ (Matrix Barcode) ที่มา: อเสช ขันธวิชัย, 2558.



ภาพที่ 2.9 โครงสร้างบาร์โค้ดแบบเมตริกซ์ (Matrix Barcode)

ที่มา: https://qrcode.meetheed.com/question14.php?s=s

โครงสร้างของบาร์โค้ดแบบเมตริกซ์ มีดังนี้

- Quiet Zone เป็นบริเวณว่างเปล่า ไม่มีการพิมพ์ข้อความใดๆ อยู่โดยรอบคิวอาร์โค้ด ใช้เป็นส่วนกำหนดขอบเขตของบาร์โค้ด ในการอ่านและการถอดรหัส
- Finder Pattern (1) เป็นตัวระบุตำแหน่งของบาร์โค้ดเพื่อถอดรหัส ประกอบด้วยโครงสร้างที่เหมือนกันสามแบบซึ่งอยู่ในทุกมุมของคิวอาร์โค้ด ยกเว้นที่มุมล่างขวา แต่ละรูปแบบจะขึ้นอยู่กับเมทริกซ์ 3x3 ของโมดูลสีดำที่ล้อมรอบด้วยโมดูลสีขาวที่ล้อมรอบด้วยโมดูลสีดำอีกครั้ง รูปแบบ Finder ช่วยให้ซอฟต์แวร์ถอดรหัสสามารถจดจำคิวอาร์โค้ดและกำหนดทิศทางที่ถูกต้องได้
- Separator (2) เป็นตัวคั่นสีขาวมีความกว้างหนึ่งพิกเซลและปรับปรุงความสามารถในการจดจำของ Finder Pattern ขณะที่แยกจากข้อมูลจริง มักเป็นสีขาวเสมอ
- Alignment Pattern (4) เป็นตัวรองรับซอฟต์แวร์ตัวถอดรหัสในการชดเชยความผิดเพี้ยนของภาพในระดับปานกลาง
- Encoding Region เป็นตำแหน่งของข้อความที่ถูกเข้ารหัส
- Timing Pattern (3) เป็นตัวระบุพิกัดของสัญลักษณ์ในคิวอาร์โค้ดเพื่อถอดรหัส การสลับโมดูลขาวดำในรูปแบบ Timing ทำให้ซอฟต์แวร์ตัวถอดรหัสสามารถกำหนดความกว้างของโมดูลเดียวได้
- Format Information (5) ใช้เก็บข้อมูลของระดับการตรวจสอบข้อผิดพลาด ส่วนของข้อมูลประกอบด้วย 15 บิตถัดจากตัวคั่นและเก็บข้อมูลเกี่ยวกับระดับการแก้ไขข้อผิดพลาดของคิวอาร์โค้ด
- Data (6) ข้อมูลจะถูกแปลงเป็นบิตสตรีมแล้วจัดเก็บเป็นข้อมูล 8 บิต (เรียกว่าคำรหัส)
- Error Correction (7) รหัสการแก้ไขข้อผิดพลาดจะถูกเก็บไว้ในคำรหัสยาว 8 บิตในส่วนการแก้ไขข้อผิดพลาด
- Reminder Bit (8) ประกอบด้วยบิตว่าง หากบิตส่วนของข้อมูลและการแก้ไขข้อผิดพลาดไม่สามารถแบ่งออกเป็นคำรหัส 8 บิตโดยไม่มีเศษเหลือได้

ตารางที่ 2.1 ลักษณะและคุณสมบัติของบาร์โค้ดสองมิติแบบเมตริกซ์แต่ละแบบ

ชื่อบาร์โค้ดแบบสองมิติ	**PDF417**	**DATA MATRIX**	**MAXI CODE**	**QR CODE**	**AZTEC CODE**
ภาพตัวอย่าง					
ผู้พัฒนา (ประเทศ)	Symbol (USA)	CI Matrix (USA)	UPS (USA)	DENSO (Japan)	Han Held Products (USA)
ชนิดโค้ด	Multi-low	Matrix	Matrix	Matrix	Matrix
ขนาดความจุข้อมูล (ตัวอักษรและตัวเลข)	1,850	2,355	93	4,296	3,067
ลักษณะเฉพาะ					
- ขนาด		เล็ก		เล็ก	
- ความจุข้อมูล	สูง	สูง		สูง	สูง
- การอ่านข้อมูล			รวดเร็ว	รวดเร็ว	
ประยุกต์ใช้					
- สำนักงาน	ใช้				
- อุตสาหกรรมทางการแพทย์		ใช้		ใช้	
- อุตสาหกรรมขนส่งสินค้า			ใช้	ใช้	ใช้
- อุตสาหกรรมการบิน				ใช้	ใช้
- อุตสาหกรรม อื่นๆ				ใช้	
มาตรฐาน	AIMI, ISO	AIMI, ISO	AIMI, ISO	AIMI, ISO, JIS	AIMI

ที่มา: Denso Wave Incorporated, 2012.

2.3 ประโยชน์ของคิวอาร์โค้ด มีดังนี้

2.3.1 **สามารถบรรจุข้อมูลได้มาก** ถึง 200 เท่าของบาร์โค้ดหนึ่งมิติ หรือประมาณ 4,296 – 7,089 ตัวอักษร บนพื้นที่ที่มีขนาดเท่ากันหรือเล็กกว่า สามารถบรรจุตัวอักษร ตัวเลข (Alphanumeric) ตัวอักษร ภาษาญี่ปุ่น (ทั้ง Kanji และ Hiragana) สัญลักษณ์ ตัวเลขฐานสอง (Binary digits) และรหัสสี (Color code) ได้ทั้งหมดในคราวเดียวกัน

2.3.2 **มีขนาดเล็ก** ใช้พื้นที่บนวัตถุน้อยเพื่อติดคิวอาร์โค้ด

***2.3.3* สามารถแสดงข้อมูลได้โดยไม่ต้องเรียกใช้ฐานข้อมูล**

***2.3.4* สามารถอ่านข้อมูลได้ 360 องศา** ด้วยความเร็วสูง ผ่านรูปแบบการตรวจสอบตำแหน่งที่อยู่ทั้งสามมุมของสัญลักษณ์ ซึ่งรูปแบบการตรวจสอบเหล่านี้ทำให้เครื่องอ่านมีเสถียรภาพด้านความเร็วในการอ่าน และช่วยป้องกันการรบกวนของพื้นหลังอีกด้วย

***2.3.5* สามารถอ่านข้อมูลหรือกู้ข้อมูลได้** แม้ว่าจะมีการชำรุด ฉีกขาดหรือมีคราบสกปรกเพียงบางส่วน โดยสามารถกู้คืนได้มากถึงร้อยละ 30 ของ codeword (1 codeword = 8 bits หรือ16 ตัวอักษร) ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณความเสียหายที่เกิดขึ้น

***2.3.6* สะดวกและง่ายในการใช้งาน** โดยสามารถอ่านคิวอาร์โค้ดได้ ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ทโฟนที่มีกล้องถ่ายภาพ และมีการติดตั้งโปรแกรมถอดรหัสไว้ โดยไม่จำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อและจัดหาเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี (Radio Frequency Identification : RFID)

***2.3.7* ไม่มีค่าใช้จ่าย** เนื่องจากรหัสคิวอาร์ไม่มีลิขสิทธิ์ แต่กำหนดและเผยแพร่ในลักษณะของมาตรฐานไอเอสโอ (International Organization for Standardization : ISO) โดยทางบริษัทเดนโซเวฟเป็นผู้ถือสิทธิบัตรของคิวอาร์โค้ด แต่มิได้สงวนลิขสิทธิ์แต่อย่างใด และเปิดให้ใช้โดยสาธารณะ

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ดลญา สดแสงจันทร์ (2563) ศึกษาและพัฒนาระบบงานสารบรรณอิเล็กทรอนิกส์เพื่ออำนวยความสะดวกในการรับ การส่ง การเก็บรักษา การยืม รวมไปถึงการสืบค้นหนังสือได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อลดขั้นตอนและเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน โดยพัฒนาในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชันซึ่งสามารถทำงานผ่านเว็บเบราเซอร์ในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผลการพัฒนาสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานในการอำนวยความสะดวกในการรับส่งข้อมูล รวมถึงการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบฐานข้อมูลออนไลน์ ซึ่งบุคลากรในหน่วยงานสามารถใช้ข้อมูลร่วมกันเพื่อบริหารจัดการหรือใช้บริการผ่านเว็บเบราเซอร์ในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้ข้อมูลเป็นปัจจุบัน บุคลากรมีความสะดวก และรวดเร็วในการปฏิบัติงาน รูปแบบการจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์แบบออนไลน์ ช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถปฏิบัติงานได้พร้อมกันแม้อยู่ต่างสถานที่กัน และข้อมูลเป็นปัจจุบันเสมอ เพราะดำเนินการด้วยฐานข้อมูลส่วนกลางชุดเดียวกัน การจัดทำดัชนีมีลักษณะผสมระหว่างการพิมพ์เพื่อเพิ่มและบันทึกข้อมูลดัชนีผสมกับการเลือกประเภทจากข้อมูล (Drop down list) ซึ่งยังเป็นการดำเนินการด้วยมนุษย์ทั้งหมด

Phan Viet Anh, Nguyen Duy Tung Khanh, Tran Manh Dat, Pham Van Dan (2020) วัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ ต้องการเพิ่มประสิทธิภาพการสืบค้นเอกสารของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์แบบอัตโนมัติให้ดีมากขึ้น โดยนำเทคโนโลยีการรู้จำอักขระมาพัฒนาร่วมกับระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยการปรับปรุงอัลกอริทึมการรู้จำอักขระและทำการทดลองกับแบบจำลองการรู้จำอักขระที่ปรับปรุงขึ้น ผลการปรับปรุงอัลกอริทึมเพื่อปรับปรุงความถูกต้องของแบบจำลองการรู้จำอักขระ สามารถวิเคราะห์เค้าโครงตาราง สามารถประมวลผลภาพเอกสารอิเล็กทรอนิกส์และจัดเรียงรูปภาพได้อย่างแม่นยำ ด้วยมุมการหมุนอย่างอิสระแม้ว่าโครงหน้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์จะแตกต่างกัน ส่งผลให้ข้อความดัชนีมีความถูกต้องเพิ่มขึ้น 23% คุณภาพของข้อความดัชนีที่ส่งออกช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการค้นหาเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น จากงานวิจัยนี้ แสดงให้เห็นว่า (1) ดัชนีเป็นส่วนสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ แต่ (2) การรู้จำอักขระจำเป็นต้องมีฐานข้อมูลขนาดใหญ่เพื่อสอนระบบในการรู้จำ ส่งผลต่อความเร็วในการประมวลผลภาพเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ของระบบ และ (3) คุณภาพของภาพเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่นำเข้าส่งผลต่อการรู้จำอักขระในการบันทึกข้อความดัชนีอัตโนมัติ เช่น การจัดโครงหน้าเอกสาร ที่ต่างกัน ความเอียง และสัดส่วนรูปแบบอักษรที่แตกต่างกันบนกระดาษต้นฉบับ

วริทธิ์ธร คำหมาย (2559) พัฒนาระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์แบบวินโดวส์แอปพลิเคชันเพื่อใช้งานภายในองค์กร ให้ตอบโจทย์กับงานการขึ้นทะเบียนเอกสาร เช่น การขอขึ้นทะเบียนเอกสาร การขอแก้ไขเอกสาร รายการเอกสารควบคุมขึ้นทะเบียน การเก็บรักษาเอกสาร เป็นต้น และทำให้เป็นปัจจุบันสำหรับการใช้เป็นเอกสารอ้างอิงภายในองค์กร โดยมีแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ว่าเป็นสิ่งจำเป็น แต่ละหน่วยงานหรือองค์กรมีความจำเป็นต้องจัดเก็บข้อมูลเอกสารไว้เป็นหลักฐานในการดำเนินงาน หากจัดเก็บในลักษณะแฟ้มเอกสารที่อยู่ในรูปแบบกระดาษจะเกิดข้อจำกัดในการค้นหาเพื่อนำออกมาใช้ รวมทั้งเอกสารที่อยู่ในรูปแบบกระดาษจะเกิดการชำรุดหรือสูญหายได้ง่าย จึงจำเป็นต้องมีระบบจัดการเอกสารที่เหมาะสม มีการออกแบบโครงสร้างการทำงานตามลักษณะการใช้งานและวัตถุประสงค์ของแต่ละหน่วยงานหรือองค์กร เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานระบบได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เมื่อเอกสารผ่านการขึ้นทะเบียนจะถูกนำเข้าระบบในรูปแบบของเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ไฟล์พีดีเอฟ ช่วยลดปัญหาเอกสารที่ผ่านการขึ้นทะเบียนชำรุด และสูญหาย สามารถสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ขึ้นทะเบียนมาใช้ได้ตลอดเวลา แต่ในขั้นตอนการจัดทำดัชนีนั้นยังเป็นขั้นตอนที่ดำเนินการด้วยมนุษย์

พงศ์กร จันทราช (2558) พัฒนาระบบรับส่งเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อช่วยให้การจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ของสำนักงานพระพุทธศาสนา และคณะสงฆ์ จังหวัดเชียงใหม่ให้เป็นระบบ

ฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ โดยพัฒนาในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชันทำงานผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้ใช้งานเป็นผู้จัดทำดัชนีด้วยการพิมพ์และบันทึกข้อมูลคำค้นบนหน้าจอที่เป็นแบบฟอร์มผสม เช่น เลขที่เอกสาร, หัวข้อเอกสาร, รายละเอียดเอกสาร และผสมกับการเลือกประเภทจากข้อมูล (Drop down list) เช่น ประเภทเอกสาร, สถานะเอกสาร, วันที่ส่งเอกสาร เพื่อช่วยให้การสืบค้นข้อมูล ติดตามและตรวจสอบสถานะการรับส่งเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ทำได้สะดวกมากขึ้น จากงานวิจัยพัฒนาระบบรับส่งเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ช่วยให้การจัดการเอกสารเป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์มากขึ้น ลดปัญหาเอกสารที่อยู่ในรูปแบบกระดาษเสียหาย สูญหาย สามารถทำการสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์เพื่อนำออกมาใช้งานได้สะดวก รวดเร็ว แต่การจัดทำดัชนียังเป็นขั้นตอนที่ดำเนินการด้วยมนุษย์

ชรินธร แก้งคา (2558) พัฒนาระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ในรูปแบบแอปพลิเคชันซอฟต์แวร์ติดตั้งบนเครื่องของผู้ใช้งาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านการจัดเก็บ การสืบค้น และการรับส่งเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ภายในห้องสมุด โดยเอกสารภายในห้องสมุดที่มีการจัดเก็บ คือ บันทึกข้อความแจ้งการยืมคืน หนังสือ บันทึกข้อความขออนุมัติจัดซื้อที่เกี่ยวข้องกับงานห้องสมุด ประกาศ และบันทึกข้อคำขอ เป็นต้น โดยนำแนวคิดและทฤษฎีของระบบจัดการเอกสารเข้ามาใช้ในการพัฒนาระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์เพื่อแก้ปัญหา ผลการพัฒนาพบว่า ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์สามารถลดปริมาณเอกสารที่อยู่ในรูปแบบกระดาษ และตู้เอกสาร ช่วยลดปัญหาเอกสารสูญหาย เพราะเอกสารถูกจัดเก็บให้อยู่ในรูปแบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งผู้ใช้สามารถเรียกดูข้อมูลได้ตลอดเวลา และสามารถเข้าใช้งานระบบได้พร้อมกัน ผู้ใช้สามารถสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ได้จากคำค้น วันที่ของเอกสาร และเลข ศธ ของเอกสารที่ต้องการค้นหา โดยมีการจัดทำดัชนีแบบผสม คือ มีการพิมพ์เพื่อเพิ่มและบันทึกข้อมูลดัชนีด้วยมนุษย์ผสมกับการเลือกประเภทจากข้อมูล (Drop down list) เช่น วันที่ของเอกสาร และเลข ศธ ของเอกสาร ลักษณะการเลือกช่วงวันที่เริ่มต้นและวันที่สิ้นสุดของข้อมูลในการสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ช่วยกำหนดขอบเขตในการสืบค้นทำให้ระบบจัดการเอกสารสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ได้ง่ายขึ้น

ณัฐวุฒิ บุญโรจน์วงค์ และกชกร พระพรตระการ (2560) ศึกษาความสามารถของเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด (1) การเก็บข้อมูลประเภทข้อความ ประกอบด้วย ตัวเลขและตัวอักษร (2) ขนาดของข้อมูลที่สามารถบันทึกลงในคิวอาร์โค้ด ขึ้นอยู่กับรุ่นและประเภทโมเดลของคิวอาร์โค้ดในแต่ละรุ่นมีความแตกต่างกันในด้านของขนาดความจุข้อมูล ชนิดของข้อมูลที่เก็บ เช่น ชนิดข้อมูลตัวอักษรหรือชนิดข้อมูลตัวเลข เป็นต้น และ (3) ระดับความสามารถในการแก้ไขข้อผิดพลาดและคืนค่าข้อมูล คิวอาร์โค้ดสามารถแก้ไขข้อผิดพลาดและคืนค่าข้อมูลได้ด้วยตนเอง ในกรณีที่คิวอาร์โค้ดมีคราบสกปรก หรือเกิดความเสียหาย ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ L, M, Q, และ H โดยสามารถคืน

ค่าข้อมูลจากการอ่านรหัสผิดพลาดร้อยละ 7, 15, 25 และ 30 ตามลำดับ ซึ่งในสภาพการใช้งานแบบปกติ คือ ระดับ M และ ความสามารถที่แตกต่างกันของคิวอาร์โค้ดแต่ละรุ่นและโมเดล ทำให้สามารถเลือกใช้คิวอาร์โค้ดตามสภาพแวดล้อมของการใช้ในงานวิจัยได้อย่างความเหมาะสม

กิตติกวิน ตาวงศ์ และพงศกร วงศ์กระจ่าง (2560) นำเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดและบาร์โค้ดมาประยุกต์ใช้ทางการแพทย์โดยต้องการให้ซองยาหรือฉลากยาสามารถให้ข้อมูลได้เพียงพอต่อความต้องการของผู้ป่วย เพื่อความถูกต้องและความปลอดภัยในการใช้ยามากขึ้น โดยการนำคิวอาร์โค้ดมาใช้ร่วมกับซองยาหรือฉลากยาเพื่อให้สามารถบอกข้อมูลของยา ระบุวันเวลาในการรับประทานยาอย่างครบถ้วนตามใบสั่งยาของแพทย์ และเจ้าหน้าที่สามารถตรวจสอบข้อมูลหรือประวัติผู้ป่วยผ่านบาร์โค้ดที่พิมพ์ติดออกมาพร้อมประวัติการรักษา เพื่ออำนวยความสะดวกและรวดเร็วในการตรวจสอบข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ การนำเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดมาเก็บข้อมูลการใช้และการรับประทานยาจากใบสั่งยา ช่วยอำนวยความสะดวกและลดความผิดพลาดของเจ้าหน้าที่จากการเขียนข้อมูลการใช้และการรับประทานยาที่ซองยา เจ้าหน้าที่สามารถทำงานได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น

จิรภรณ์ มิตรแสง (2559) พัฒนาระบบจัดการอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ด้วยคิวอาร์โค้ด สำหรับการบันทึกรายละเอียดและจัดเก็บข้อมูลอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นทรัพย์สินของบริษัทในระบบฐานข้อมูลเดียวกันและสามารถดูข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย ด้วยการนำคิวอาร์โค้ดมาประยุกต์ใช้งานร่วมกับเว็บแอปพลิเคชัน ในการรับค่าจากการสแกนคิวอาร์โค้ดผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ทโฟน ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สามารถเพิ่ม ลบ บันทึก แก้ไขข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งของอุปกรณ์ได้ เพื่อเพิ่มความสะดวก รวดเร็วในการตรวจสอบข้อมูลครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ประจำปี เพื่อแก้ปัญหาการตรวจสอบทรัพย์สินที่มีอยู่จำนวนมากและเพิ่มขึ้นในทุกปี เช่น เครื่องจักร อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เครื่องมือวัดงานการผลิต อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ต่อพ่วงและซอฟแวร์ต่างๆ ทำให้ยากต่อการตรวจสอบให้ถูกต้องครบถ้วน ผลการประเมินของระบบ ใช้แบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 5 คน และผู้ใช้งานทั่วไป จำนวน 21 คน พบว่า ระบบมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 99 การนำเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดมาประยุกต์ใช้ร่วมกับเว็บแอปพลิเคชัน สำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลให้เป็นฐานข้อมูลเดียวกันและใช้งานผ่านระบบเครือข่าย สามารถอำนวยความสะดวก เพิ่มความถูกต้อง และความรวดเร็วในกระบวนการทำงานให้กับผู้ปฏิบัติงาน

Wu (2016) ศึกษาการปรับปรุงคุณภาพของคิวอาร์โค้ดที่ถ่ายจากกล้องโทรศัพท์เคลื่อนที่ บางครั้งคิวอาร์โค้ดที่ได้ทำให้เกิดปัญหาในการอ่านข้อมูล เช่น การถ่ายภาพในมุมเฉียงทำให้คิวอาร์โค้ดที่ได้มีลักษณะสัณฐาณเป็นทรงสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ภาพไม่คมชัด และตัวคิวอาร์โค้ดมีความ

เสียหายบางส่วน นักวิจัยจึงนำเอาเทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์ โดยนำอัลกอริทึมในการรู้จำ คือ Team progress algorithm และ Genetic algorithm มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการอ่านข้อมูลคิวอาร์โค้ด ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ Team progress algorithm มีความเร็วในการอ่านข้อมูลคิวอาร์โค้ดมากกว่า ดังนั้น นักวิจัยจึงได้ทดลองนำอัลกอริทึมดังกล่าว ไปใช้งานร่วมกับ BP neural network algorithm และพัฒนาโปรแกรม โดยใช้ Matlab และ Visual C++ ปรับปรุงคุณภาพของคิวอาร์โค้ดก่อนการถอดรหัส เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับการอ่านข้อมูลจากคิวอาร์โค้ด ความเอียงของคิวอาร์โค้ดมีผลต่อความถูกต้องและความแม่นยำในการอ่านและการถอดรหัส ซึ่งจะต้องมีกระบวนการในการปรับปรุงคุณภาพของคิวอาร์โค้ดก่อนการอ่านและนำมาถอดรหัส

วรรษมน หงษ์ประชา (2558) พัฒนาการอ่านคิวอาร์โค้ดบนวัตถุที่เคลื่อนที่ ด้วยการนำเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดมาประยุกต์ใช้ในการนำคิวอาร์โค้ดมาติดบนวัตถุ ตัวสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ เพื่อเก็บข้อมูล และสามารถดึงข้อมูลที่จัดเก็บออกมาใช้งานได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้องและแม่นยำ โดยความแม่นยำในการตรวจจับตำแหน่งคิวอาร์โค้ดบนวัตถุที่ไม่มีการเคลื่อนที่เพื่อถอดรหัส มีความคมชัด และแม่นยำกว่าวัตถุที่มีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว แต่เนื่องจากความเร็วในการเคลื่อนที่ส่งผลให้คิวอาร์โค้ดที่ตรวจจับมีลักษณะไม่คมชัด ต้องมีการปรับปรุงคุณภาพของคิวอาร์โค้ดก่อนนำมาถอดรหัส การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดกับการบันทึกข้อมูลผ่านการอ่านและถอดคิวอาร์โค้ด สามารถเพิ่มความรวดเร็วและความถูกต้องให้กับการจัดเก็บข้อมูลได้จริง แต่ความไม่คมชัดของคิวอาร์โค้ด หรือคิวอาร์โค้ดเสียหายบางส่วน มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบ

ศุภศิลป์ กุลจิตต์เจือวงศ์ (2555) นำเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดมาใช้ในการบันทึกข้อมูลรหัสสินค้า วันที่หมดอายุ วันที่ผลิต สถานที่การผลิต และข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อควบคุมวันหมดอายุของสินค้า สะดวกต่อการแยกประเภทและวันที่ต่างๆ ของสินค้า อีกทั้งยังสามารถปรับปรุงและติดตามประวัติการผลิตได้ ซึ่งการผลิตสินค้าในรูปแบบเดิม ที่ผลิตออกมาโดยใช้การพิมพ์วันที่หมดอายุ วันที่ผลิต และสถานที่การผลิต เกิดการชำรุดเสียหายของข้อความ เช่น หมึกพิมพ์ซีด จางเลือนหาย ไม่ชัดเจน ทำให้เสียเวลาในการตรวจสอบ และต้องใช้วิธีการบันทึกข้อมูลแยกไว้ในรูปแบบไฟล์สำนักงาน ซึ่งการบันทึกข้อมูลแยกทำให้เกิดงานเพิ่ม และมีความผิดพลาดของข้อมูลที่บันทึกสูง เช่น ข้อมูลไม่ถูกต้องจากการพิมพ์ผิด บันทึกข้อมูลของสินค้าไม่ครบทุกชิ้น ผู้ปฏิบัติงานต้องเสียเวลาบันทึกข้อมูลเข้าระบบ และวิธีการบันทึกข้อมูลแยกนี้ยากต่อการค้นหาประวัติว่าสินค้าชิ้นใดผลิตก่อน ชิ้นใดผลิตหลัง เนื่องจากต้องนำสินค้ามาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่บันทึก การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดในการบันทึกข้อมูล สามารถนำมาใช้เพื่อเพิ่มความถูกต้องแม่นยำของข้อมูล และลดกระบวนการทำงานของผู้ปฏิบัติงานได้

4. การประเมินประสิทธิภาพระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์

การประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรก เป็นการประเมินประสิทธิภาพในเรื่องของกระบวนการจัดการเอกสาร คือ ขั้นตอน เวลา และความผิดพลาดในกระบวนการจัดการเอกสารที่ลดลง ส่วนที่สอง เป็นการประเมินประสิทธิภาพในเรื่องของความถูกต้องจากการทำงานของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ คือ การสร้างดัชนีคิวอาร์โค้ดจากดัชนีที่กำหนด การตรวจจับตำแหน่งดัชนีคิวอาร์โค้ด การอ่านดัชนีคิวอาร์โค้ด และประสิทธิภาพโดยรวมของการสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์จากดัชนีที่กำหนดในคิวอาร์โค้ด มีรายละเอียดดังนี้

ส่วนแรก การประเมินประสิทธิภาพในเรื่องของ (1) ขั้นตอนการจัดการเอกสารที่ลดลงจากเดิม เอกสารต้นฉบับจากสำนักงานแต่ละภาคจะถูกส่งมารวมที่สำนักงานส่วนกลาง ตามรอบการรับส่งเอกสาร เพื่อรอเจ้าที่ประจำสำนักงานส่วนกลางดำเนินการ (2) เวลาในกระบวนการจัดการเอกสารที่ลดลงจากเดิม เจ้าหน้าที่ประจำสำนักงานแต่ละภาคต้องรอเจ้าหน้าที่ประจำสำนักงานส่วนกลางดำเนินการ ทำให้กระบวนการจัดการเอกสารมีความล่าช้าอย่างน้อยมากถึง 21 วัน และ (3) ความผิดพลาดจากการพิมพ์และบันทึกข้อมูลดัชนีให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ด้วยมนุษย์ที่ลดลง

ส่วนที่สอง การประเมินประสิทธิภาพในเรื่องของความถูกต้องจากการทำงานของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ คือ (1) การสร้างดัชนีคิวอาร์โค้ดจากดัชนีที่กำหนด เพื่อติดบนเอกสารต้นฉบับ (2) การตรวจจับตำแหน่งดัชนีคิวอาร์โค้ด บนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ และ (3) การอ่านดัชนีคิวอาร์โค้ด บนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเพิ่มและบันทึกข้อมูลดัชนีให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ตามที่กำหนดในคิวอาร์โค้ดแบบอัตโนมัติ และประสิทธิภาพโดยรวมของการสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์จากดัชนีที่กำหนดในคิวอาร์โค้ด

4.1 การประเมินประสิทธิภาพในเรื่องของกระบวนการจัดการเอกสาร คือ (1) ขั้นตอน (2) เวลา และ (3) ความผิดพลาดในกระบวนการจัดการเอกสารที่ลดลง จากการเปรียบเทียบผลการคำนวณค่าความถูกต้องจากการทำงานของระบบกับบันทึกขั้นตอนการปฏิบัติงานที่มีอยู่เดิม

4.2 การคำนวณหาค่าความถูกต้อง (Accuracy) (มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, 2560) การประเมินประสิทธิภาพในเรื่องของความถูกต้องจากการทำงานของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ คือ (1) การสร้างดัชนีคิวอาร์โค้ดจากดัชนีที่กำหนด เพื่อติดบนเอกสาร (2) การตรวจจับตำแหน่งดัชนีคิวอาร์โค้ด และ (3) การอ่านดัชนีคิวอาร์โค้ดที่ติดบนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเพิ่มและบันทึกข้อมูลดัชนีให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ตามที่กำหนดในคิวอาร์โค้ดแบบ

อัตโนมัติ โดยการคำนวณค่าความถูกต้อง (accuracy) ซึ่งเป็นค่าที่บอกถึงความสามารถของเครื่องมือในการอ่านค่า หรือแสดงค่าที่วัดได้เข้าใกล้ค่าจริง (สมการที่ (4.2-1))

$$\%\text{Accuracy} = 100 - \%\text{Error}$$

โดยที่ $$\text{Relative error} = \left|\frac{x_{mea} - x_t}{x_t}\right| \qquad (4.2\text{-}1)$$

$$\%\text{Error} = \text{Relative error} \times 100$$

เมื่อ x_{mea} คือ ค่าที่ได้จากการวัด (Measure value)

x_t คือ ค่าจริง (True value)

4.3 การคำนวณหาค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) ไกรศักดิ์ เกษตร (2558) การประเมินประสิทธิภาพในเรื่องของประสิทธิภาพโดยรวมจากการทำงานของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ในการสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์จากดัชนีที่กำหนดในคิวอาร์โค้ด ประกอบด้วยค่าสองค่า คือ ค่าความเที่ยงตรง/ ค่าความแม่นยำ (Precision) หมายถึง ประสิทธิภาพของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ในการค้นหาข้อมูลเอกสารอิเล็กทรอนิกส์จากดัชนีที่กำหนดโดยดูจากอัตราส่วนของจำนวนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกต้องจากเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกเลือกมาทั้งหมด (สมการที่ (4.3-1)) และ ค่าความจริง/ ค่าความครบถ้วน (Recall) หมายถึง ประสิทธิภาพของการค้นหาเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยดูจากอัตราส่วนจำนวนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกต้องที่เลือกมาต่อจำนวนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกต้องทั้งหมดที่อยู่ในคอลเล็คชั่น (สมการที่ (4.3-2))

$$\text{Precision} = \frac{X}{Y} \qquad (4.3\text{-}1)$$

$$\text{Recall} = \frac{X}{Z} \qquad (4.3\text{-}2)$$

X คือ จำนวนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกต้องที่ถูกดึงมาเป็นผลลัพธ์ตาม*แนวแกน X*

Y คือ จำนวนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมดที่ถูกดึงมาเป็นผลลัพธ์ตามแนวแกน Y

Z คือ จำนวนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกต้องทั้งหมดที่อยู่ในคอลเล็คชั่น

ผู้พัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ดต้องการให้ระบบค้นหาเลือกเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกต้องจากคอลเล็คชั่นให้ได้มากที่สุด เน้นที่ค่าความจริง/ ค่า

ความครบถ้วน เป็นหลัก และค่าที่นำมาใช้ในการรวมค่าความเที่ยงตรง/ ค่าความแม่นยำ และค่าความจริง/ ค่าความครบถ้วน เข้าด้วยกัน โดยการหาค่าเฉลี่ยที่ดีที่สุด (Weighted harmonic mean) คือ “ตัววัดค่าเอฟ (F-measure)” หรือ “F1 score” (สมการที่ (4.3-3))

$$\text{F} - \text{measure} = \frac{2 \text{ x Precision x Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}} \qquad (4.3\text{-}3)$$

ทั้งสามค่าเป็นค่ามาตรฐานที่นิยมมากที่สุดในการประเมินระบบสืบค้นสารสนเทศในปัจจุบัน โดยค่า F-measure ที่มีค่าเข้าใกล้ 1 หมายถึง ประสิทธิภาพของการค้นหาเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ของระบบสูง โดยค่า 1 เทียบเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

1. การจำลองข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้จำลองข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด ประกอบด้วยข้อมูล ดังนี้

1.1 กำหนดข้อมูลบุคคลจากระบบงานหลัก จำนวน 20 ข้อมูล ประกอบด้วยข้อมูล ชื่อ นามสกุล และรหัสประจำตัว

1.2 กำหนดข้อมูลเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 5 ประเภท คือ (1) ใบสมัคร (2) ใบรายงานผลการศึกษา (3) บัตรประจำตัวประชาชน (4) ทะเบียนบ้าน และ (5) ผลการสอบภาษาอังกฤษของนักศึกษาผู้ผ่านการคัดเลือกเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโทหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต แขนงวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช รวมจำนวน 100 ข้อมูล

1.3 กำหนดข้อมูลดัชนีในการสืบค้น จำนวน 5 ดัชนี คือ (1) รหัสนักศึกษา (2) ชื่อนักศึกษา (3) นามสกุลนักศึกษา (4) ชื่อและนามสกุลนักศึกษา และ (5) ประเภทเอกสาร รวมจำนวน 500 ข้อมูล

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือสำหรับการพัฒนาระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด ประกอบด้วยเครื่องมือ ดังนี้

2.1 ภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ภาษาซีชาร์ป (CSharp: C#)

2.2 ชุดคำสั่ง ไลบารี่ (Library) Spire.Barcode for .Net ชุดคำสั่ง สำหรับการสร้างคิวอาร์โค้ด และการอ่านดัชนีในคิวอาร์โค้ด บนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ในรูปแบบนามสกุลพีดีเอฟ (Netware Printer Definition File : PDF)

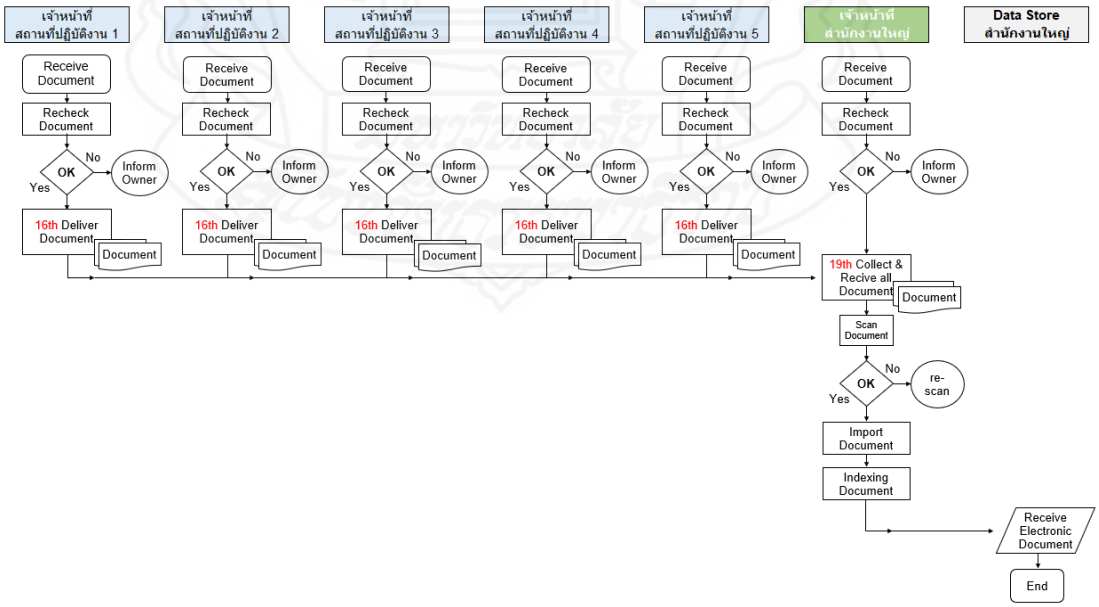
2.3 ชุดคำสั่ง ไลบารี่ (Library) Spire.PDF for .Net ชุดคำสั่ง สำหรับการตรวจจับคิวอาร์โค้ด และการแยกคิวอาร์โค้ดออกจากเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลภาพรูปแบบนามกสุล (Portable Network Graphics : PNG)

2.4 โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับพัฒนาซอฟต์แวร์ โปรแกรมวิชวลสตูดิโอ คอมมิวนิตี (Visual Studio Community 2017) สำหรับการสร้างเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application)

2.5 โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการบริหารจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (RDBMS) โปรแกรมไมโครซอฟต์ เอสคิวแอลเซิร์ฟเวอร์ (Microsoft SQL Server 2014 Developer Edition) สำหรับการบริหารจัดการฐานข้อมูล

3. การวิเคราะห์ระบบ

กระบวนการทำงานของระบบงานเดิม มีเจ้าหน้าที่ประจำสำนักงานส่วนกลางและสำนักงานภาค ดูแลงานเอกสารสำนักงานละ 1 คน รวม จำนวน 6 คน เจ้าหน้าที่ประจำสำนักงานแต่ละภาคซึ่งอยู่ต่างสถานที่ปฏิบัติงาน ทำหน้าที่ตรวจสอบความครบถ้วนของเอกสารต้นฉบับเบื้องต้นและส่งเอกสารต้นฉบับมารวมที่สำนักงานส่วนกลาง เจ้าหน้าที่ประจำสำนักงานส่วนกลาง ทำหน้าที่แปลงเอกสารต้นฉบับที่อยู่ในรูปแบบกระดาษให้อยู่ในรูปแบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ นำเอกสารอิเล็กทรอนิกส์เข้าระบบ และบันทึกข้อมูลดัชนีในการสืบค้นให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการพิมพ์ตัวเลขและตัวอักษร ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 กระบวนการทำงานของระบบงานเดิม

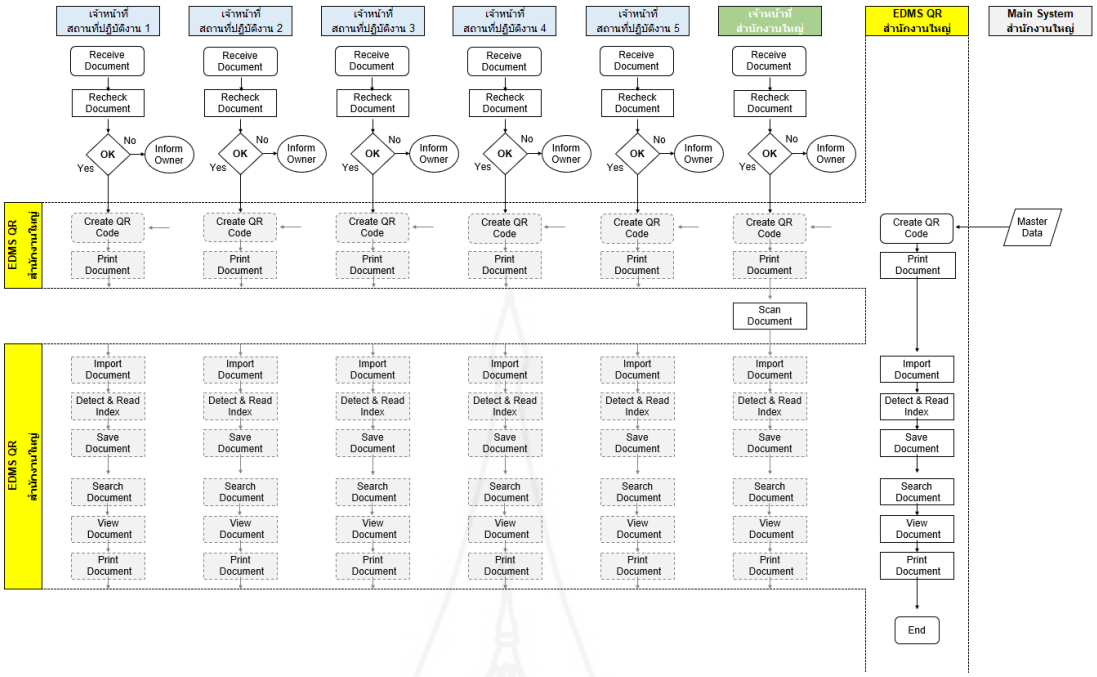
การรับส่งเอกสารต้นฉบับมารวมที่สำนักงานส่วนกลาง เป็นไปตามรอบการรับส่งเอกสาร โดยกำหนดรอบการรับส่งเอกสารทุกวันที่ 16 ของทุกเดือน รถรับส่งเอกสารใช้เวลาเดินทางมาถึงสำนักงานส่วนกลางอย่างต่ำ เป็นเวลา 3 วัน หลังจากเจ้าหน้าที่ประจำสำนักงานส่วนกลางรับเอกสารต้นฉบับ ใช้เวลาเพิ่มอีก 1-2 วัน หรือมากกว่าตามปริมาณเอกสาร เพื่อดำเนินการแปลงเอกสารต้นฉบับให้อยู่ในรูปแบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ นำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ พิมพ์และบันทึกข้อมูลดัชนีให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับเอกสารต้นฉบับที่ดำเนินการไม่ทันและคงค้างจะถูกจัดเก็บเข้าตู้เอกสารเพื่อรอดำเนินการในวันต่อไป

การบันทึกข้อมูลดัชนีให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์เป็นงานง่าย แต่มีโอกาสความผิดพลาดสูง โดยเฉพาะการพิมพ์ข้อมูลประเภทตัวอักษรมีอัตราความผิดพลาดสูงสุดถึง 95 เปอร์เซ็นต์ ตามการศึกษาของ สงบ เสริมนา และยุพา ถาวรพิทักษ์ (2557) เป็นขั้นตอนที่ใช้เวลา ยิ่งปริมาณเอกสารอิเล็กทรอนิกส์มากยิ่งใช้เวลาในการบันทึกข้อมูลดัชนีนาน จัดเป็นงานที่ทำให้สูญเสียเวลา และทรัพยากรมนุษย์ที่มีค่าในการทำงานเชิงวิเคราะห์ให้กับองค์กร

กระบวนการทำงานของระบบงานเดิมนี้ เมื่อต้องการนำเอกสารอิเล็กทรอนิกส์มาใช้ ส่งผลให้สืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ไม่พบ เนื่องจากข้อมูลไม่เป็นปัจจุบัน มีความล่าช้ามากถึง 21 วัน และการบันทึกข้อมูลดัชนีให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ไม่ถูกต้อง ซึ่งเกิดจากความผิดพลาดในการพิมพ์และบันทึกข้อมูลดัชนีด้วยมนุษย์

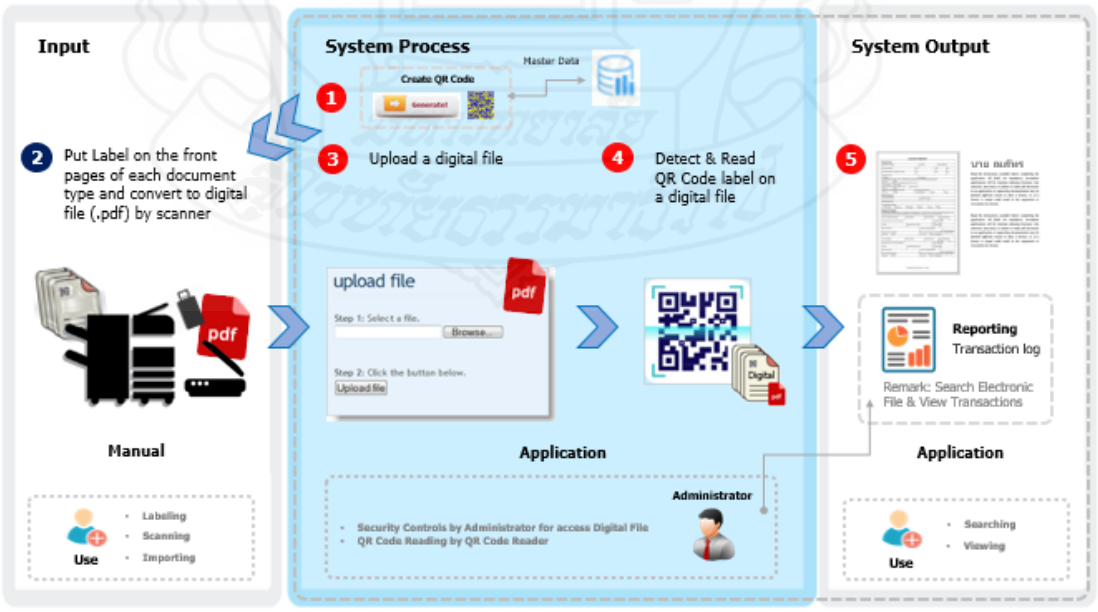
4. การออกแบบระบบ

กระบวนการทำงานของระบบงานใหม่ เจ้าหน้าที่ทุกคน ที่ประจำอยู่แต่ละสำนักงาน สามารถสร้างคิวอาร์โค้ดจากข้อมูลบุคคลของระบบงานหลัก สั่งพิมพ์คิวอาร์โค้ด และติดคิวอาร์โค้ดบนเอกสารต้นฉบับได้พร้อมกันจากต่างสถานที่ปฏิบัติงาน สามารถแปลงเอกสารต้นฉบับที่ติดคิวอาร์โค้ดให้อยู่ในรูปแบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์และนำเข้าระบบโดยไม่ต้องพิมพ์และบันทึกข้อมูลดัชนีด้วยตนเอง ระบบจะทำหน้าที่ตรวจจับดัชนีคิวอาร์โค้ดบนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ อ่านและบันทึกข้อมูลดัชนีในคิวอาร์โค้ดให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 กระบวนการทำงานของระบบงานใหม่

กระบวนการทำงานของระบบงานใหม่นี้ ทำให้เจ้าหน้าที่ที่อยู่ต่างสถานที่ปฏิบัติงานสามารถดำเนินการได้พร้อมกัน และสามารถดำเนินการจัดเก็บเอกสารให้อยู่ในรูปแบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ได้ทันที โดยไม่ต้องรอการส่งเอกสารต้นฉบับมาที่สำนักงานส่วนกลาง ขั้นตอนการทำงานของระบบงานใหม่ ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการทำงานของระบบงานใหม่

ขั้นตอนการทำงานของระบบงานใหม่ ดังนี้

1) เจ้าหน้าที่สร้างคิวอาร์โค้ดจากข้อมูลบุคคลของระบบงานหลัก
2) เจ้าหน้าที่พิมพ์คิวอาร์โค้ดที่สร้างขึ้นจากข้อมูลบุคคลของระบบงานหลัก และติดบนเอกสารต้นฉบับ
3) เจ้าหน้าที่นำเข้าเอกสารต้นฉบับที่ติดคิวอาร์โค้ดในรูปแบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์
4) ระบบทำหน้าที่ตรวจจับตำแหน่งของคิวอาร์โค้ดบนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ อ่านข้อมูลในคิวอาร์โค้ด และบันทึกข้อมูลดัชนีให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์แบบอัตโนมัติ
5) เจ้าหน้าที่สืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์จากดัชนีที่กำหนดในคิวอาร์โค้ด

เมื่อเทียบกระบวนการทำงานของระบบงานใหม่กับกระบวนการทำงานของระบบงานเดิม กระบวนการทำงานของระบบงานใหม่นี้ จะทำให้มีความเร็วในการดำเนินการจัดเก็บเอกสารในอยู่ในรูปแบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์มากขึ้นถึง 21 วัน หรือ 100 เปอร์เซ็นต์ การพิมพ์และบันทึกข้อมูลดัชนีให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์แบบอัตโนมัติด้วยระบบ ทำให้ข้อมูลดัชนีมีความถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์ ช่วยลดความผิดพลาดจากการพิมพ์และบันทึกข้อมูลดัชนีด้วยมนุษย์ ส่งผลให้การสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ทำได้ถูกต้อง แม่นยำ

4.1 แผนภาพ Use Case Diagram

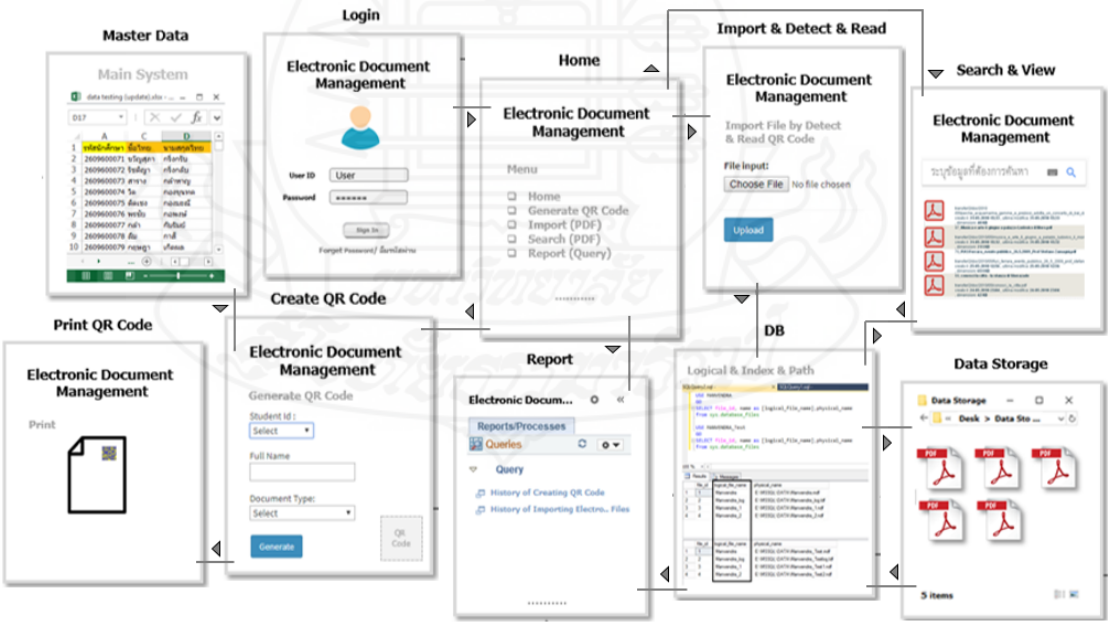
แผนภาพแสดงการทำงานของผู้ใช้งานระบบ ความสัมพันธ์ของระบบงานย่อยภายใน และภายนอกของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด ดังภาพที่ 3.4

ภาพที่ 3.4 แผนภาพ Use Case Diagram ของระบบงานใหม่ ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

ผู้ใช้งานระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด ประกอบด้วย เจ้าหน้าที่ และผู้ดูแลระบบ สามารถเลือกระบบงานย่อยที่ต้องการดำเนินการผ่านการล็อกอินเข้าระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด ระบบงานย่อยที่เจ้าหน้าที่สามารถเลือกดำเนินการ คือ (1) การสร้างคิวอาร์โค้ด (2) การนำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (3) การสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ และ (4) รายงานประวัติการใช้งานระบบ ระบบงานย่อยที่ผู้ดูแลระบบสามารถเลือกดำเนินการ คือ (1) การนำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (2) การสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ และ (3) การลบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการติดคิวอาร์โค้ดบนเอกสารต้นฉบับ และการแปลงเอกสารต้นฉบับให้อยู่ในรูปแบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เป็นการดำเนินการภายนอกระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

4.2 แบบจำลอง Prototype

ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด มีส่วนประกอบของระบบ ดังนี้ (1) การสร้างคิวอาร์โค้ด สำหรับติดเอกสารต้นฉบับ (2) การตรวจจับ และการอ่านคิวอาร์โค้ด ด้วยการสแกนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ หาตำแหน่งคิวอาร์โค้ด อ่านข้อมูลดัชนีที่ระบุในคิวอาร์โค้ด และ (3) การทำดัชนี โดยการบันทึกข้อมูลดัชนีให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์แบบอัตโนมัติ ประกอบด้วย แบบจำลอง Prototype ของระบบงานใหม่ ดังภาพที่ 3.5



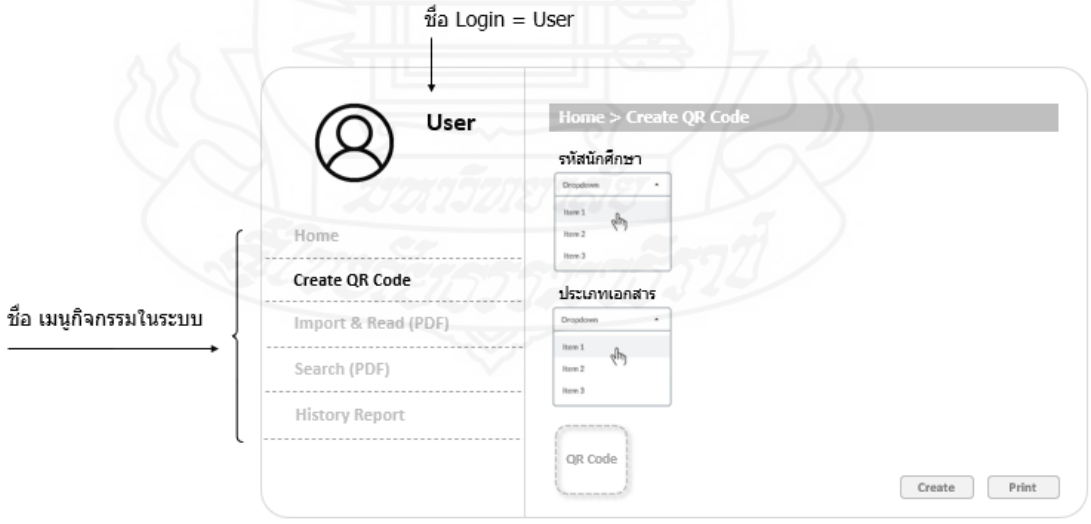
ภาพที่ 3.5 แบบจำลอง Prototype ของระบบงานใหม่
ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

แบบจำลอง Prototype ของระบบงานใหม่ ประกอบด้วย การล็อกอิน (Login) หน้าหลัก (Home) การสร้างคิวอาร์โค้ด (Create QR Code) ข้อมูลบุคคลจากระบบงานหลัก (Master Data) การสั่งพิมพ์คิวอาร์โค้ด (Print QR Code) การนำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (Import & Detect & Read) การจัดเก็บเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (DB & Data Store) การสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (Search & View) และรายงานประวัติการใช้งานระบบ (Report) โดยสามารถจัดกลุ่มให้สัมพันธ์กับการพัฒนาการทำงานหลักของระบบ ดังนี้

การสร้างคิวอาร์โค้ด สำหรับติดเอกสารต้นฉบับ ประกอบด้วย แบบจำลอง Prototype คือ การสร้างคิวอาร์โค้ด (Create QR Code) ข้อมูลบุคคลจากระบบงานหลัก (Master Data) ในการสร้างและระบุดัชนีลงในคิวอาร์โค้ด และการสั่งพิมพ์คิวอาร์โค้ด (Print QR Code)

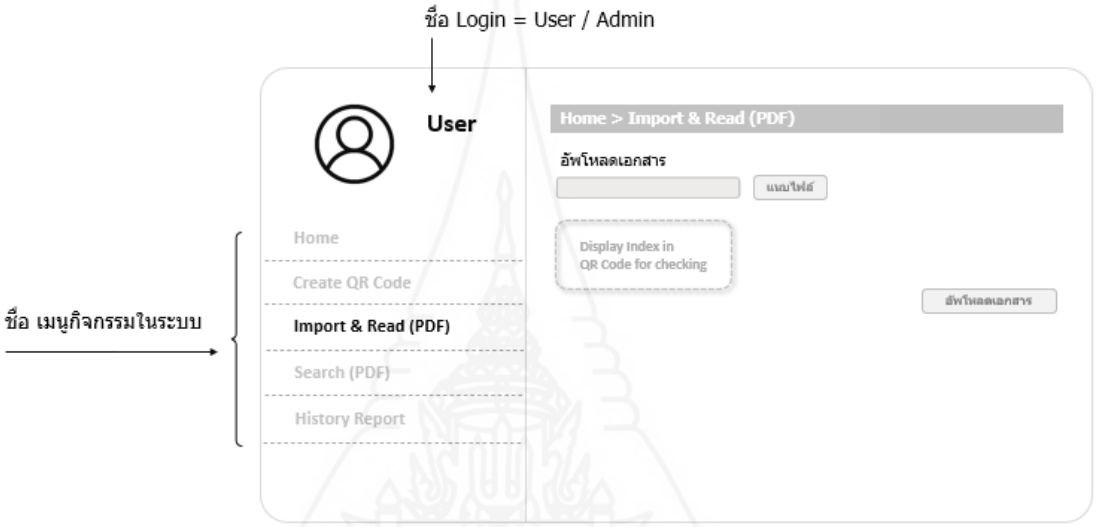
การตรวจจับ และการอ่านคิวอาร์โค้ด ด้วยการสแกนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์เพื่อหาตำแหน่งคิวอาร์โค้ด อ่านข้อมูลดัชนีที่ระบุในคิวอาร์โค้ด และการทำดัชนีโดยการบันทึกข้อมูลดัชนีให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์แบบอัตโนมัติ มีแบบจำลอง Prototype กลุ่มเดียวกัน คือ การนำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ติดคิวอาร์โค้ดในรูปแบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์นามสกุลพีดีเอฟ (Import & Detect & Read) และ จัดเก็บเอกสารอิเล็กทรอนิกส์เข้าระบบ (DB & Data Storage)

4.3 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface : UI) สำหรับทำกิจกรรมหลักของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด ประกอบด้วย การสร้างคิวอาร์โค้ด การนำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ และการสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์



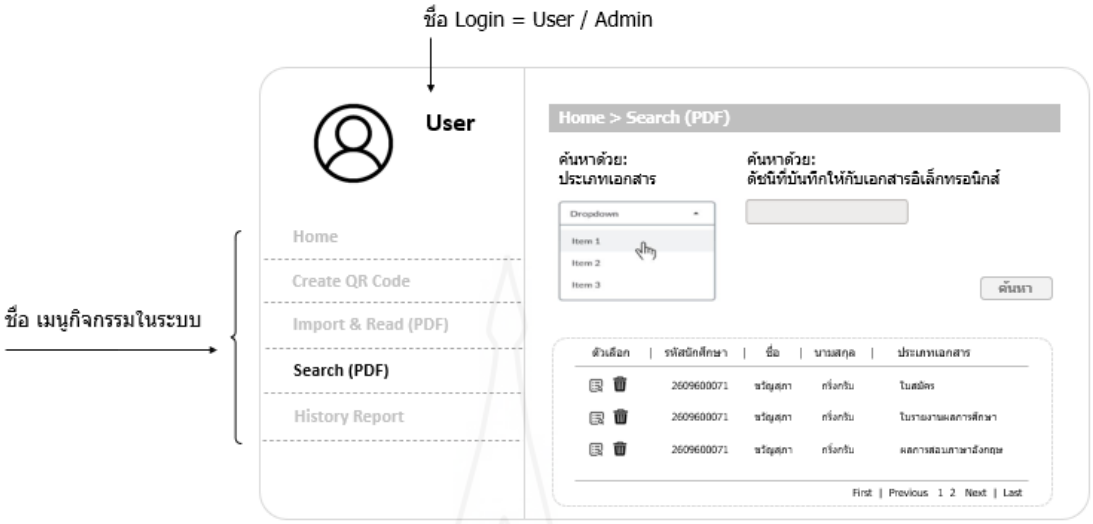
ภาพที่ 3.6 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน การสร้างคิวอาร์โค้ด
ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

ภาพที่ 3.6 คือ ส่วนติดต่อกับ เจ้าหน้าที่ และผู้ดูแลระบบ ทางด้านซ้าย คือ รายการกิจกรรมที่สามารถดำเนินการได้ในระบบ ประกอบด้วย การสร้างคิวอาร์โค้ด การนำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ และการสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ทางขวามือ เป็นส่วนติดต่อในการดำเนินการเมื่อเลือกกิจกรรมทางด้านซ้าย โดยในภาพทางขวามือ คือ การสร้างคิวอาร์โค้ด ด้านขวา ประกอบด้วย การสร้างคิวอาร์โค้ดจากข้อมูลบุคคลของระบบงานหลัก และการสั่งพิมพ์คิวอาร์โค้ดเพื่อติดลงบนเอกสารต้นฉบับ



ภาพที่ 3.7 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน การนำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์
ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

ภาพที่ 3.7 คือ ส่วนติดต่อการนำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ดังภาพที่ 3.7 ประกอบด้วย การนำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ติดคิวอาร์โค้ดในรูปแบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์นามสกุลพีดีเอฟ เมื่อแนบไฟล์เข้าระบบ ระบบจะทำการตรวจจับตำแหน่งคิวอาร์โค้ดบนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ อ่าน และแสดงข้อมูลดัชนีที่อ่านได้จากคิวอาร์โค้ด และเมื่อเลือกอัปโหลดเอกสาร ระบบจะบันทึกข้อมูลดัชนีที่ได้จากการอ่านคิวอาร์โค้ดให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์แบบอัตโนมัติ และจัดเก็บเอกสารอิเล็กทรอนิกส์เข้าระบบ

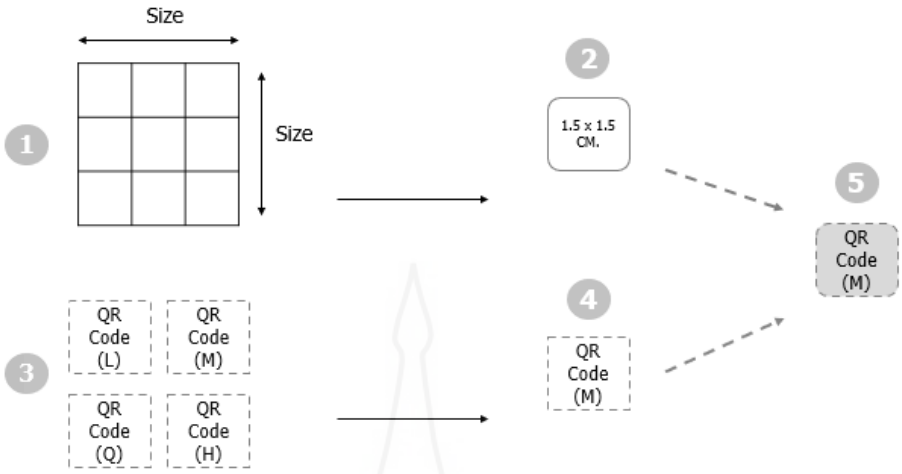


ภาพที่ 3.8 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน การสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์
ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

ภาพที่ 3.8 คือ การสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เจ้าหน้าที่ และผู้ดูแลระบบสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์จากประเภทเอกสาร หรือดัชนีที่กำหนดในคิวอาร์โค้ด เมื่อเลือกค้นหาระบบจะแสดงรายการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ตรงกับประเภทเอกสาร หรือคำค้นที่เป็นดัชนีตามที่กำหนด และปรากฏรายการ ดู หรือ ลบ ให้เลือกกระทำกับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์รายการนั้น

4.4 ชุดคำสั่ง ไลบารี่ (Library) ที่ใช้ในระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด ประกอบด้วย ไลบารี่ Spire.Barcode for .Net และไลบารี่ Spire.PDF for .Net โดยทั้งคู่เป็นเวอร์ชั่นทดลองใช้ฟรีสำหรับนักพัฒนา

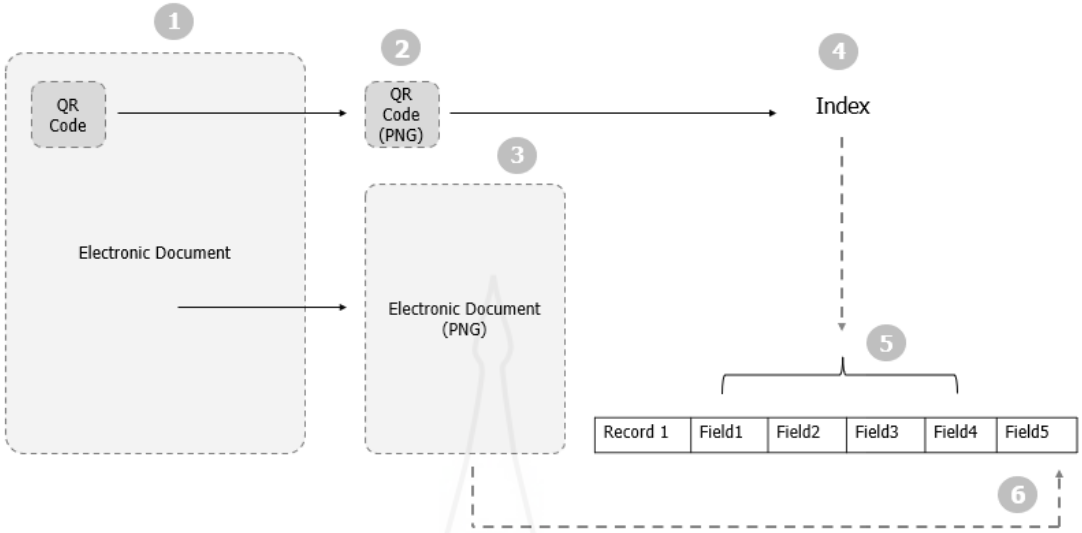
4.4.1 **Spire.Barcode for .Net** ชุดคำสั่ง สำหรับการสร้างคิวอาร์โค้ด และการอ่านดัชนีในคิวอาร์โค้ด บนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ในรูปแบบนามสกุลพีดีเอฟ (Netware Printer Definition File : PDF) ดังภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 การทำงานของไลบารี่ Spire.Barcode for .Net

การทำงานของไลบารี่ Spire.Barcode for .Net มาสร้างคิวอาร์โค้ด ดังนี้ เมื่อมีคำสั่งสร้างคิวอาร์โค้ด ด้วยการส่งข้อมูล รหัสนักศึกษา และประเภทเอกสาร ไปยังฟังก์ชันสร้างคิวอาร์โค้ด ฟังก์ชันนี้จะตรวจสอบข้อมูลนักศึกษาว่ามีอยู่ในระบบจริงหรือไม่ หากมีข้อมูลนักศึกษาจริง จะนำข้อมูลนักศึกษา ประกอบด้วย รหัสนักศึกษา ชื่อ นามสกุลนักศึกษา และรหัสประเภทเอกสาร มาสร้างเป็นชุดข้อมูลรอไว้ (1) ใช้ไลบารี่ Spire.Barcode for .Net กำหนดขนาดคิวอาร์โค้ด ตามหมายเลข 1 และหมายเลข 2 (2) เลือกรุ่น (Version) ของคิวอาร์โค้ด ตามหมายเลข 3 และหมายเลข 4 (3) นำขนาดของคิวอาร์โค้ด รุ่นของคิวอาร์โค้ด และชุดข้อมูลนักศึกมา ที่สร้างรอไว้เพื่อกำหนดเป็นดัชนี มารวมเข้าด้วนกันสร้างเป็นคิวอาร์โค้ด

4.4.2 **Spire.PDF for .Net** ชุดคำสั่ง สำหรับการตรวจจับคิวอาร์โค้ด และการแยกคิวอาร์โค้ดออกจากเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลภาพรูปแบบนามสกุล (Portable Network Graphics : PNG) ดังภาพที่ 3.10

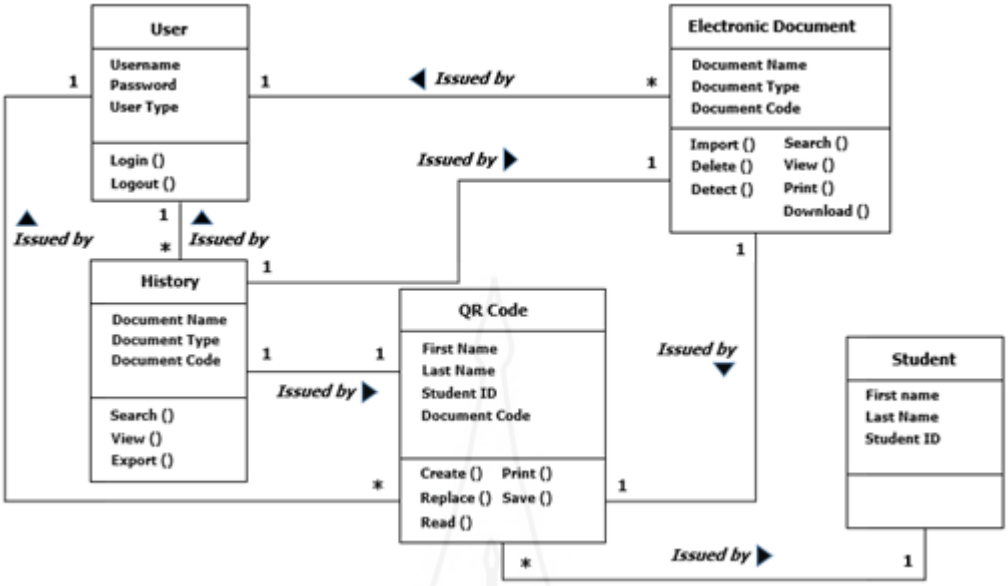


ภาพที่ 3.10 การทำงานของไลบารี่ Spire.PDF for .Net

การทำงานของไลบารี่ Spire.PDF for .Net ทำงานร่วมกับไลบารี่ Spire.Barcode for .Net ดังนี้ (1) ใช้ไลบารี่ Spire.PDF for .Net มาสแกนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ติดคิวอาร์ที่อยู่ในรูปแบบนามสกุลพีดีเอฟ เพื่อหา และตรวจจับตำแหน่งคิวอาร์โค้ด (2) ใช้ไลบารี่ Spire.PDF for .Net แยกคิวอาร์โค้ด และเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ออกจากกันในลักษณะของข้อมูลภาพ ตามหมายเลข 2 และหมายเลข 3 (3) ใช้ Spire.Barcode for .Net ในการอ่านดัชนีที่ระบุในคิวอาร์โค้ด ตามหมายเลข 4 และ (5) นำดัชนีที่อ่านได้ไปสร้างเป็นสร้างเรคคอร์ด (Record) ตามหมายเลข 5 และบันทึกเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ไว้ในฟิลด์ (field) ถัดไปบนเรคคอร์ดเดียวกัน ตามหมายเลข 6

4.5 แผนภาพ Class Diagram

คลาส ของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด ประกอบด้วย คลาสผู้ใช้งานระบบ (User) คลาสนักศึกษา (Student) คลาสคิวอาร์โค้ด (QR Code) คลาสเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Document) และคลาสประวัติการใช้งาน (History) ดังภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.11 แผนภาพ Class Diagram ของระบบงานใหม่
ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

คลาสผู้ใช้งานระบบ (User) ประกอบด้วย ชื่อผู้ใช้งานะบบ รหัสผ่านของผู้ใช้งานระบบ และประเภทผู้ใช้งานระบบ สามารถล็อกอินเข้าระบบ และล็อกเอาต์ออกจากระบบ มีความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อกลุ่ม กับ คลาสเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Document) คลาสคิวอาร์โค้ด และคลาสประวัติการใช้งาน (History) คือ ผู้ใช้งานระบบหนึ่งคน มีมากกว่าหนึ่งกิจกรรมที่ดำเนินการ สามารถดำเนินการกับคิวอาร์โค้ดได้หลายชิ้น และเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ได้หลายข้อมูล

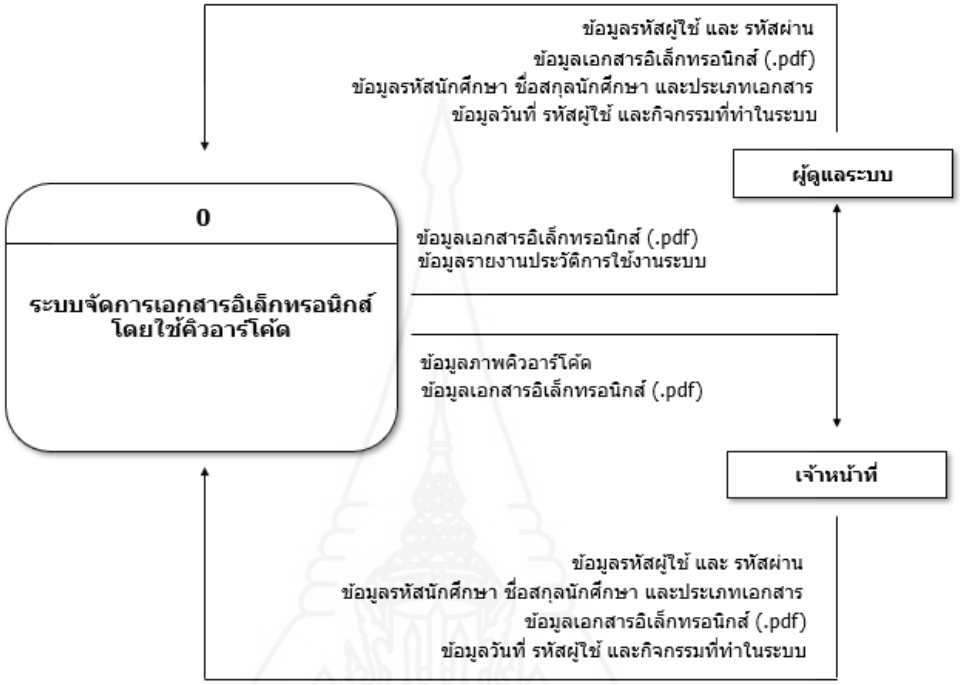
คลาสนักศึกษา (Student) ประกอบด้วย รหัสประจำตัวนักศึกษา ชื่อ และนามสกุลนักศึกษา มีความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อกลุ่ม กับ คลาสคิวอาร์โค้ด (QR Code) คือ นักศึกษาหนึ่งคนมีคิวอาร์โค้ดได้หลายชิ้น

คลาสคิวอาร์โค้ด (QR Code) ประกอบด้วย รหัสประจำตัวนักศึกษา ชื่อและนามสกุลนักศึกษา มีความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อหนึ่ง กับ คลาสเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ และคลาสประวัติการใช้งาน คือ คิวอาร์โค้ดหนึ่งชิ้นต่อเอกสารอิเล็กทรอนิกส์หนึ่งประเภท ต่อหนึ่งประวัติการใช้งาน

คลาสเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Document) ประกอบด้วย ชื่อเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ประเภทเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ และรหัสเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ มีความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อหนึ่ง กับ คลาสคิวอาร์โค้ด และคลาสประวัติการใช้งาน คือ เอกสารอิเล็กทรอนิกส์หนึ่งประเภทต่อหนึ่งคิวอาร์โค้ด และหนึ่งประวัติการใช้งานระบบ

4.6 แผนภาพ Dataflow Diagram

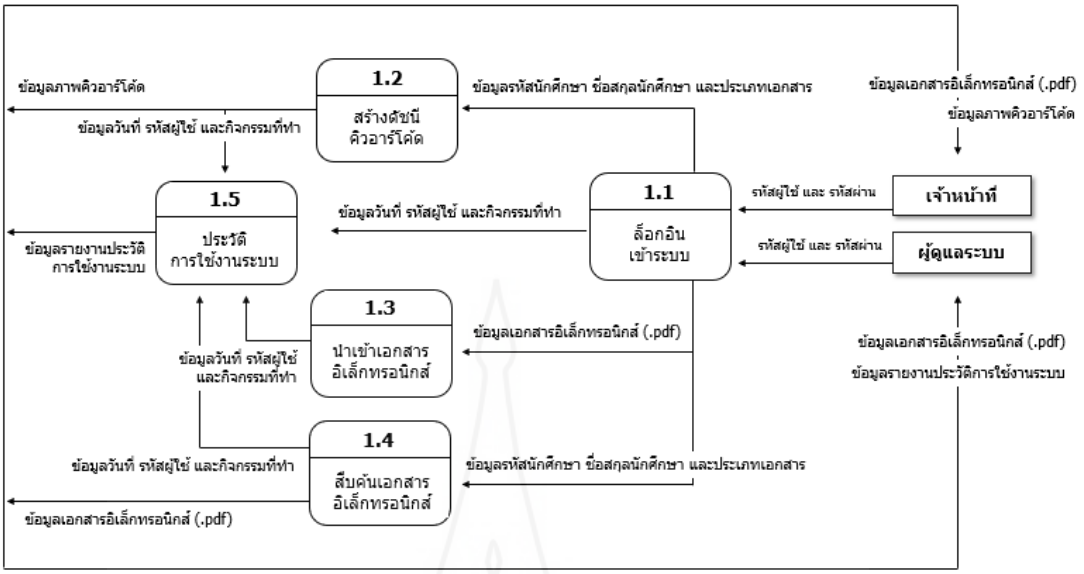
ภาพการไหลของข้อมูลของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด ดังภาพที่ 3.12



ภาพที่ 3.12 แผนภาพ Context Diagram ของระบบงานใหม่
ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ รับข้อมูลเข้า จากเจ้าหน้าที่และผู้ดูแลระบบ ดังนี้ (1) ข้อมูลรหัสผู้ใช้ และ รหัสผ่าน เพื่อล็อกอินเข้าระบบ (2) ข้อมูลรหัสนักศึกษา ชื่อสกุลนักศึกษา และประเภทเอกสาร เพื่อสร้างคิวอาร์โค้ด (3) ข้อมูลเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (.pdf) เพื่อบันทึกข้อมูลดัชนีให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์และจัดเก็บเข้าระบบ และ (5) ข้อมูลวันที่ รหัสผู้ใช้ และกิจกรรมที่ทำในระบบ เพื่อบันทึกเป็นประวัติการใช้งานระบบ

ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ส่งข้อมูลออก ให้กับเจ้าหน้าที่และผู้ดูแลระบบ ดังนี้ ข้อมูลที่ส่งออกให้กับเจ้าหน้าที่ คือ ข้อมูลคิวอาร์โค้ด จากการสร้างคิวอาร์โค้ด และข้อมูลเอกสารอิเล็กทรอนิกส์นามสกุลพีดีเอฟ จากการสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ข้อมูลที่ส่งออกให้กับผู้ดูแลระบบ คือ ข้อมูลรายงานประวัติการใช้งานระบบ จากการเรียกดูประวัติการใช้งานระบบ และข้อมูลเอกสารอิเล็กทรอนิกส์นามสกุลพีดีเอฟ จากการสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ดังภาพที่ 3.13



ภาพที่ 3.13 แผนภาพ DFD 1 ของระบบงานใหม่
ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

เจ้าหน้าที่ ระบุข้อมูลรหัสผู้ใช้ และรหัสผ่าน เพื่อล็อกอินเข้าระบบ ระบุข้อมูลรหัสนักศึกษา ชื่อสกุลนักศึกษา และประเภทเอกสาร เพื่อสร้างคิวอาร์โค้ด นำเข้าข้อมูลเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ติดคิวอาร์โค้ด และสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยการระบุข้อมูลดัชนี โดยการนำเข้าข้อมูลเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เป็นการนำเข้าเพื่อเพิ่มเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ให้กับระบบแทนการจัดเก็บเอกสารที่อยู่ในรูปแบบกระดาษ และการสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการนำข้อมูลเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ออกมาใช้งานอ้างอิง สำหรับข้อมูลวันที่ในการล็อกอินเข้างานระบบ ข้อมูลรหัสเจ้าหน้าที่ และข้อมูลกิจกรรมที่ทำในระบบจะถูกบันทึกเก็บในประวัติการใช้งานระบบ

ผู้ดูแลระบบ ระบุข้อมูลรหัสผู้ใช้ และรหัสผ่าน เพื่อล็อกอินเข้าระบบ นำเข้าข้อมูลเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ และสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยการระบุข้อมูลดัชนี และระบุวันที่เริ่มต้นสิ้นสุดที่ต้องการดูประวัติการใช้งานระบบ โดยการนำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เป็นการนำเข้าเพื่อแก้ไขเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยการบันทึกข้อมูลเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ทับข้อมูลเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่มีอยู่เดิมในระบบ และการสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์เพื่อหาข้อมูลเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องการลบออกจากระบบ สำหรับข้อมูลวันที่ล็อกอินเข้าระบบ ข้อมูลรหัสผู้ดูแลระบบ และข้อมูลกิจกรรมที่ทำในระบบจะถูกบันทึกเก็บในประวัติการใช้งานระบบ

4.7 คำอธิบาย Use Case

คำอธิบายกรณีต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระบบงานย่อยของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด ดังนี้

ตารางที่ 3.1 คำอธิบาย Use Case ล็อกอินเข้าระบบ ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

ชื่องาน (Use Case)	ล็อกอินเข้าระบบ (1.1)
ผู้ที่กระทำ (Actor)	เจ้าหน้าที่, ผู้ดูแลระบบ
คำอธิบาย (Description)	ล็อกอินเข้าระบบ
การทำงานหลัก (Main Flow)	1. ระบบ แสดงฟอร์มให้ระบุข้อมูล รหัสผู้ใช้ และ รหัสผ่าน 2. ระบุ รหัสผู้ใช้ และ รหัสผ่าน 3. ระบบตรวจสอบ ข้อมูลรหัสผู้ใช้ และ รหัสผ่าน
เหตุการณ์ที่เกิดแทรก (Exception Flow)	3a. กรณี ผลการตรวจสอบข้อมูล พบว่า “รหัสผู้ใช้และรหัสผ่านถูกต้อง” ให้เข้าระบบตามสิทธิ์การใช้งาน 3b. กรณี ผลการตรวจสอบข้อมูล พบว่า “รหัสผู้ใช้และรหัสผ่านไม่ถูกต้อง” ให้แจ้งข้อความ “รหัสผู้ใช้หรือรหัสผ่านไม่ถูกต้อง” และกลับไปยังหน้าล็อกอิน

ตารางที่ 3.2 คำอธิบาย Use Case สร้างคิวอาร์โค้ด ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

ชื่องาน (Use Case)	สร้างคิวอาร์โค้ด (1.2)
ผู้ที่กระทำ (Actor)	เจ้าหน้าที่
คำอธิบาย (Description)	สร้างคิวอาร์โค้ด
การทำงานหลัก (Main Flow)	1. เลือก ข้อมูลรหัสนักศึกษา ชื่อ สกุลนักศึกษา และประเภทเอกสาร 2. ระบบ สร้างคิวอาร์โค้ดที่บรรจุดัชนีจากข้อมูลที่เลือก 3. ระบบ แสดงคิวอาร์โค้ดที่สร้างขึ้น
เหตุการณ์ที่เกิดแทรก (Exception Flow)	2a. กรณีระบบสร้างคิวอาร์โค้ดสำเร็จ แสดงคิวอาร์โค้ด 2b. กรณีระบบสร้างคิวอาร์โค้ดไม่สำเร็จ แสดงข้อความ “ไม่สำเร็จ”

ตารางที่ 3.3 คำอธิบาย Use Case นำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

ชื่องาน (Use Case)	นำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (1.3)
ผู้ที่กระทำ (Actor)	เจ้าหน้าที่
คำอธิบาย (Description)	นำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ติดคิวอาร์โค้ด
การทำงานหลัก (Main Flow)	1. เลือก ข้อมูลเอกสารอิเล็กทรอนิกส์รูปแบบนามสกุลพีดีเอฟ (Netware Printer Definition File : PDF) 2. เลือก นำเข้าข้อมูล 3. ระบบ ตรวจจับตำแหน่งคิวอาร์โค้ด 4. ระบบ อ่านข้อมูลดัชนีที่บรรจุในคิวอาร์โค้ด 5. ระบบ บันทึกข้อมูลดัชนีที่อ่านได้จากคิวอาร์โค้ด กำกับลงบนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์
เหตุการณ์ที่เกิดแทรก (Exception Flow)	1a. กรณี นำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์สำเร็จ แสดงข้อความ “สำเร็จ” 1b. กรณี นำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ไม่สำเร็จ แสดงข้อความ “ไม่สำเร็จ” 3a. กรณี ระบบตรวจจับตำแหน่งคิวอาร์โค้ด สำเร็จ ทำขั้นตอนที่ 4 3b. กรณี ระบบตรวจจับตำแหน่งคิวอาร์โค้ด ไม่สำเร็จ แสดงข้อความ “ไม่สำเร็จ” 4a. กรณี ระบบอ่านข้อมูลดัชนีที่บรรจุในคิวอาร์โค้ด สำเร็จ ทำขั้นตอนที่ 5 4b. กรณี ระบบอ่านข้อมูลดัชนีที่บรรจุในคิวอาร์โค้ด ไม่สำเร็จ แสดงข้อความ “ไม่สำเร็จ” 5a. กรณี ระบบบันทึกข้อมูลดัชนีกำกับลงเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ สำเร็จ แสดงข้อความ “ไม่สำเร็จ” 5b. กรณี ระบบบันทึกดัชนีกำกับลงเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ไม่สำเร็จ แสดงข้อความ “ไม่สำเร็จ”

ตารางที่ 3.4 คำอธิบาย Use Case นำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

ชื่องาน (Use Case)	นำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (1.3)
ผู้ที่กระทำ (Actor)	ผู้ดูแลระบบ
คำอธิบาย (Description)	นำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ติดคิวอาร์โค้ด ทับ เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่มีอยู่ในระบบเดิม
การทำงานหลัก (Main Flow)	1. เลือก ข้อมูลเอกสารอิเล็กทรอนิกส์รูปแบบนามสกุลพีดีเอฟ (Netware Printer Definition File : PDF) 2. เลือก นำเข้าข้อมูล 3. ระบบ ตรวจจับตำแหน่งคิวอาร์โค้ด 4. ระบบ อ่านข้อมูลดัชนีที่บรรจุในคิวอาร์โค้ด 5. ระบบ บันทึกข้อมูลดัชนีที่อ่านได้จากคิวอาร์โค้ด กำกับลงบนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์
เหตุการณ์ที่เกิดแทรก (Exception Flow)	1a. กรณี นำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์สำเร็จ แสดงข้อความ “สำเร็จ” 1b. กรณี นำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ไม่สำเร็จ แสดงข้อความ “ไม่สำเร็จ” 3a. กรณี ระบบตรวจจับตำแหน่งคิวอาร์โค้ด สำเร็จ ทำขั้นตอนที่ 4 3b. กรณี ระบบตรวจจับตำแหน่งคิวอาร์โค้ด ไม่สำเร็จ แสดงข้อความ “ไม่สำเร็จ” 4a. กรณี ระบบอ่านข้อมูลดัชนีที่บรรจุในคิวอาร์โค้ด สำเร็จ ทำขั้นตอนที่ 5 4b. กรณี ระบบอ่านข้อมูลดัชนีที่บรรจุในคิวอาร์โค้ด ไม่สำเร็จ แสดงข้อความ “ไม่สำเร็จ” 5a. กรณี ระบบบันทึกข้อมูลดัชนีกำกับลงเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ สำเร็จ แสดงข้อความ “ไม่สำเร็จ” 5b. กรณี ระบบบันทึกดัชนีกำกับลงเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ไม่สำเร็จ แสดงข้อความ “ไม่สำเร็จ”

ตารางที่ 3.5 คำอธิบาย Use Case สืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

ชื่องาน (Use Case)	สืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (1.4)
ผู้ที่กระทำ (Actor)	เจ้าหน้าที่
คำอธิบาย (Description)	สืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์จากดัชนีที่กำหนด
การทำงานหลัก (Main Flow)	1. ระบุ ดัชนี ของเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องการค้นหา 2. เลือก ค้นหา 3. เลือก เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องการ 4. ระบบ แสดงเอกสารอิเล็กทรอนิกส์
เหตุการณ์ที่เกิดแทรก (Exception Flow)	1a. กรณี พบเอกสารที่ตรงกับดัชนี ระบบแสดงเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ 1b. กรณี ไม่พบเอกสารที่ตรงกับดัชนี ระบบแสดงข้อความ “ไม่พบ”

ตารางที่ 3.6 คำอธิบาย Use Case สืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

ชื่องาน (Use Case)	สืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (1.4)
ผู้ที่กระทำ (Actor)	ผู้ดูแลระบบ
คำอธิบาย (Description)	สืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์จากดัชนีที่กำหนด และลบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ออกจากระบบฯ
การทำงานหลัก (Main Flow)	1. ระบุ ดัชนี ของเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องการค้นหา 2. เลือก ค้นหา 3. เลือก ลบ เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องการ
เหตุการณ์ที่เกิดแทรก (Exception Flow)	1a. กรณี พบเอกสารที่ตรงกับดัชนี ระบบแสดงเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ 1b. กรณี ไม่พบเอกสารที่ตรงกับดัชนี ระบบแสดงข้อความ “ไม่พบ” 3a. กรณี ลบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์สำเร็จ ระบบแสดงข้อความ “สำเร็จ” 3b. กรณี ลบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ไม่สำเร็จ ระบบแสดงข้อความ “ไม่สำเร็จ”

ตารางที่ 3.7 คำอธิบาย Use Case รายงานประวัติการเข้าใช้ระบบ ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

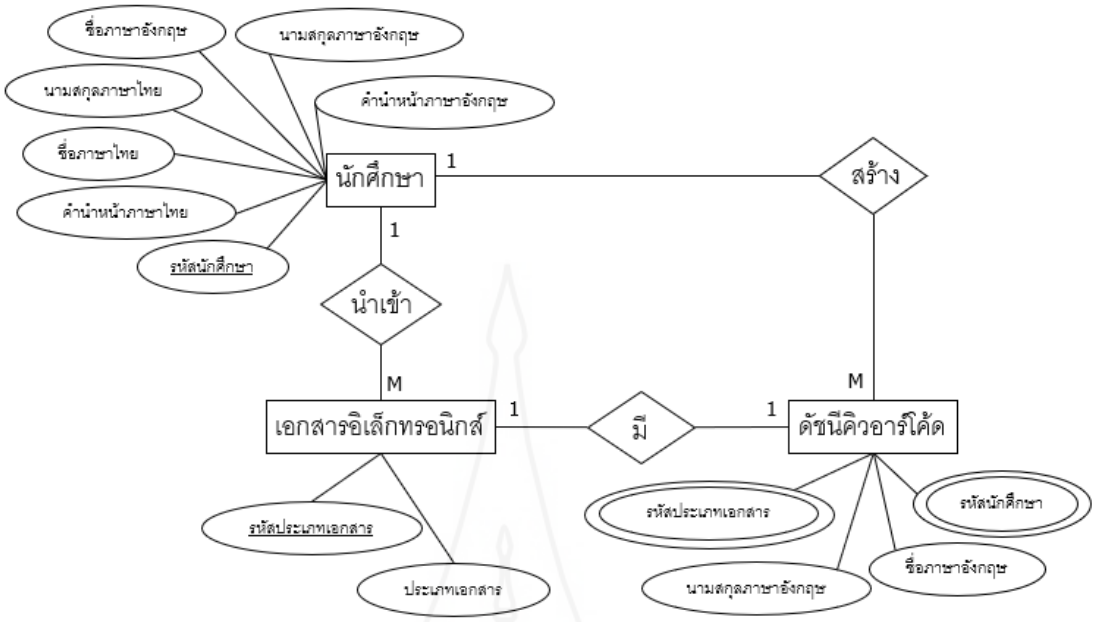
ชื่องาน (Use Case)	รายงานประวัติการเข้าใช้ระบบ (1.5)
ผู้ที่กระทำ (Actor)	ผู้ดูแลระบบ
คำอธิบาย (Description)	ดูรายงานประวัติการใช้งานระบบ
การทำงานหลัก (Main Flow)	1. ระบุ วันที่เริ่มต้น วันที่สิ้นสุด 2. เลือก ข้อมูลทั้งหมด หรือเฉพาะที่แสดงที่หน้าจอ 3. เลือก ส่งออกรายงาน
เหตุการณ์ที่เกิดแทรก (Exception Flow)	14a. กรณี ระบุวันที่เริ่มต้นและวันสิ้นสุดไม่ครบ ระบบแสดงข้อความ “ระบุข้อมูลไม่ถูกต้อง” 1b. กรณี ระบุวันที่เริ่มต้นและวันสิ้นสุดครบ ระบบแสดงข้อมูล

4.8 ฐานข้อมูลของระบบ

ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด มีการออกแบบฐานข้อมูล ดังนี้

4.8.1 แผนภาพ ER Diagram

ภาพแบบจำลองอธิบายโครงสร้างฐานข้อมูลของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด ดังภาพที่ 3.14

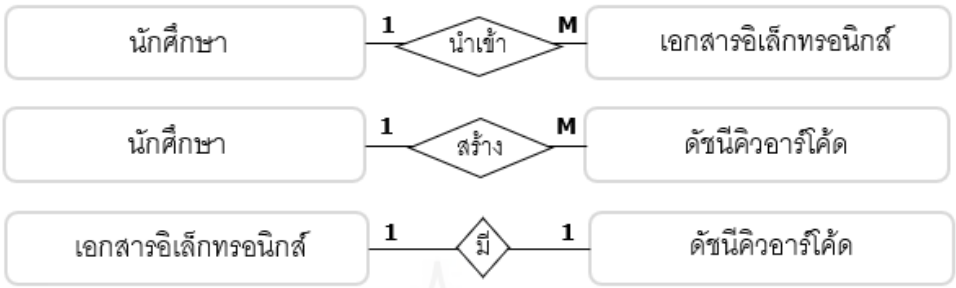


ภาพที่ 3.14 แผนภาพ ER Diagram
ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

แผนภาพ ER Diagram ประกอบด้วย 3 เอนทิตี้ (Entity) คือ เอนทิตี้ นักศึกษา เอนทิตี้ เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ และเอนทิตี้ ดัชนีคิวอาร์โค้ด

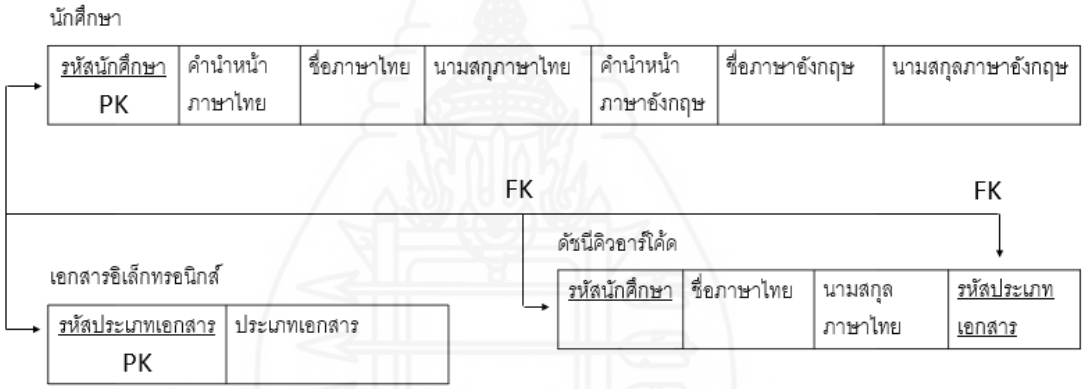
เอนทิตี้ นักศึกษา ประกอบด้วย แอททริบิวท์ รหัสนักศึกษา, คำนำหน้าภาษาไทย, ชื่อภาษาไทย, นามสกุลภาษาไทย, คำนำหน้าภาษาอังกฤษ, ชื่อภาษาอังกฤษ และนามสกุลภาษาอังกฤษ มีรหัสนักศึกษาเป็นคีย์หลัก เอนทิตี้ เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย แอททริบิวท์ รหัสประเภทเอกสาร และประเภทเอกสาร มีรหัสประเภทเอกสารเป็นคีย์หลัก เอนทิตี้ ดัชนีคิวอาร์โค้ด ประกอบด้วย แอททริบิวท์ รหัสนักศึกษา, ชื่อภาษาอังกฤษ, นามสกุลภาษาอังกฤษ และรหัสประเภทเอกสาร โดยมีรหัสนักศึกษา และรหัสประเภทเอกสาร เป็นคีย์นอก

เอนทิตี้ นักศึกษา มีความสัมพันธ์ระหว่าง เอนทิตี้ เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ และเอนทิตี้ ดัชนีคิวอาร์โค้ดแบบหนึ่งต่อกลุ่ม เอนทิตี้ เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ และเอนทิตี้ ดัชนีคิวอาร์โค้ด มีความสัมพันธ์ระหว่าง เอนทิตี้แบบหนึ่งต่อหนึ่ง กล่าวคือ นักศึกษา 1 คน สามารถนำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ได้หลายประเภทเอกสาร และสามารถสร้างดัชนีคิวอาร์โค้ดได้หลายดัชนี แต่เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ 1 ประเภทเอกสาร มีดัชนีคิวอาร์โค้ดได้ 1 ดัชนี ดังภาพที่ 3.15



ภาพที่ 3.15 ความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี้
ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

4.8.2 **โครงสร้างตารางข้อมูล** ประกอบด้วย 3 ตาราง คือ (1) ตารางนักศึกษา (2) ตารางเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ และ (3) ตารางดัชนีคิวอาร์โค้ด ดังภาพที่ 3.16



ภาพที่ 3.16 โครงสร้างตารางฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์
ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

ตารางนักศึกษา กำหนดให้รหัสนักศึกษาเป็นคีย์หลัก (Primary Key : PK) และตารางเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ กำหนดให้รหัสประเภทเอกสารเป็นคีย์หลัก ทำการเชื่อมโยงคีย์หลักของทั้งสองตารางไปยังตารางดัชนีคิวอาร์โค้ด เพื่อสร้างดัชนีคิวอาร์โค้ดให้กับแต่ละประเภทเอกสาร โดยกำหนดฟิลด์ (Field) รหัสนักศึกษา และรหัสประเภทเอกสารในตารางดัชนีคิวอาร์โค้ดเป็นคีย์นอก (Foreign Key : FK) ตัวอย่างข้อมูลในตาราง ดังภาพที่ 3.17

นักศึกษา

รหัสนักศึกษา	คำนำหน้าภาษาไทย	ชื่อภาษาไทย	นามสกุลภาษาไทย	คำนำหน้าภาษาอังกฤษ	ชื่อภาษาอังกฤษ	นามสกุลภาษาอังกฤษ
2609600071	นางสาว	ขวัญสุภา	กริ่งกรับ	Miss	Kwansupa	Kringkrap

เอกสารอิเล็กทรอนิกส์

รหัสประเภทเอกสาร	ประเภทเอกสาร
01	ใบสมัคร
02	ใบรายงานผลการศึกษา
03	บัตรประจำตัวประชาชน
04	ทะเบียนบ้าน
05	ผลสอบภาษาอังกฤษ

ดัชนีคิวอาร์โค้ด

รหัสนักศึกษา	ชื่อภาษาไทย	นามสกุลภาษาไทย	รหัสประเภทเอกสาร
2609600071	ขวัญสุภา	กริ่งกรับ	01
2609600071	ขวัญสุภา	กริ่งกรับ	02
2609600071	ขวัญสุภา	กริ่งกรับ	03
2609600071	ขวัญสุภา	กริ่งกรับ	04
2609600071	ขวัญสุภา	กริ่งกรับ	05

ภาพที่ 3.17 ตัวอย่างข้อมูลในตาราง
ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

ตัวอย่างข้อมูลในตาราง ดังภาพที่ 3.17 แสดงลักษณะความสัมพันธ์ของของข้อมูลในตาราง ระหว่างตารางนักศึกษา กับ ตารางเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ และตารางดัชนีคิวอาร์โค้ด แบบหนึ่งต่อกลุ่ม (One to Many) หมายความว่า รหัสนักศึกษา 1 รหัส สามารถสร้างดัชนีคิวอาร์โค้ดได้มากกว่า 1 ดัชนี ดังนั้น จึงสามารถมีรหัสนักศึกษาซ้ำกันได้ ในตารางดัชนีคิวอาร์โค้ด

5. การประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบ

การประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาจากข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่ได้ ด้วยการคำนวณหาค่าทางสถิติ ดังนี้

5.1 การคำนวณหาค่าความถูกต้อง (Accuracy) จากการทำงานของระบบ 3 ด้าน คือ

5.1.1 **การสร้างคิวอาร์โค้ดจากดัชนีที่กำหนด** ที่ติดบนเอกสารต้นฉบับ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในการสร้างคิวอาร์โค้ดตามดัชนีที่กำหนด

5.1.2 **การตรวจจับคิวอาร์โค้ด** ที่ติดบนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในการตรวจจับตำแหน่งคิวอาร์โค้ด

5.1.3 **การอ่านดัชนีในคิวอาร์โค้ด** ที่ติดบนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการอ่านดัชนีที่ระบุในคิวอาร์โค้ด ก่อนการเพิ่มและบันทึกข้อมูลดัชนีให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์แบบอัตโนมัติ

5.2 คำนวณหาค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) จากการทำงานของระบบในการสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์จากดัชนีที่กำหนดในคิวอาร์โค้ด

ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ข้อ 5.1 และ 5.2 จากการแปลผลการคำนวณเปอร์เซ็นต์ (Percent) ความถูกต้อง และประสิทธิภาพโดยรวม จากผลลัพธ์ที่ได้

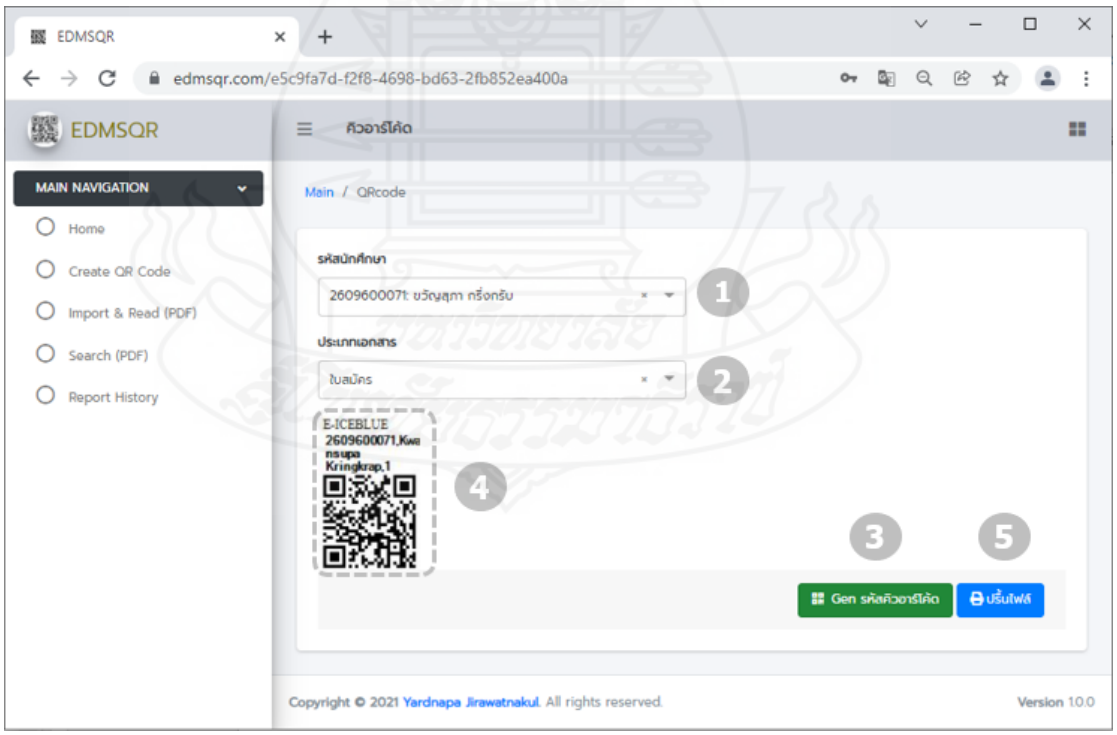
บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด สำหรับเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบจัดการเอกสารแบบเดิมที่ใช้มนุษย์ดำเนินการ และประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบฯที่พัฒนาขึ้น ผลการพัฒนาระบบฯ และผลการประเมินประสิทธิภาพ มีดังนี้

1. ผลการพัฒนาระบบ

ผลการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้ สำหรับทำกิจกรรมหลักในระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด ดังนี้ (1) การสร้างคิวอาร์โค้ด (2) การนำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์เพื่อตรวจจับตำแหน่งคิวอาร์โค้ด อ่านดัชนีที่ระบุในคิวอาร์โค้ด และการทำดัชนีให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์แบบอัตโนมัติ (3) การสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีผลการพัฒนา ดังนี้

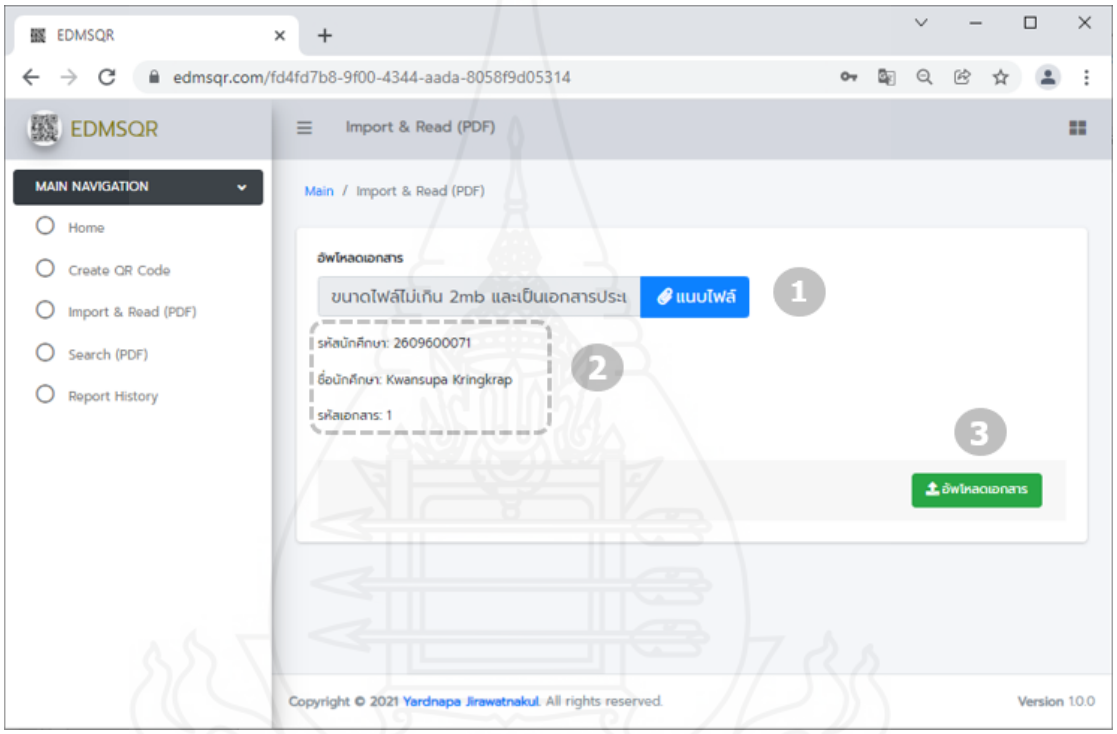
1.1 ผลการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้ การสร้างคิวอาร์โค้ด ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ผลการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้ การสร้างคิวอาร์โค้ด
ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

การสร้างคิวอาร์โค้ด สำหรับติดเอกสารต้นฉบับ เจ้าหน้าที่ เลือกข้อมูลบุคคลจากระบบงานหลัก ตามหมายเลข 1 และหมายเลข 2 และเลือกสร้างคิวอาร์โค้ด ตามหมายเลข 3 เจ้าหน้าที่ สามารถเลือกบันทึกคิวอาร์โค้ดในรูปแบบข้อมูลภาพ โดยการคลิกขวาและบันทึกลงเครื่องคอมพิวเตอร์ ตามหมายเลข 4 หรือสั่งพิมพ์คิวอาร์โค้ดเพื่อติดลงบนเอกสารต้นฉบับในรูปแบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์นามสกุลพีดีเอฟ

1.2 ผลการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้ การตรวจจับและการอ่านคิวอาร์โค้ด ดังภาพที่ 4.2

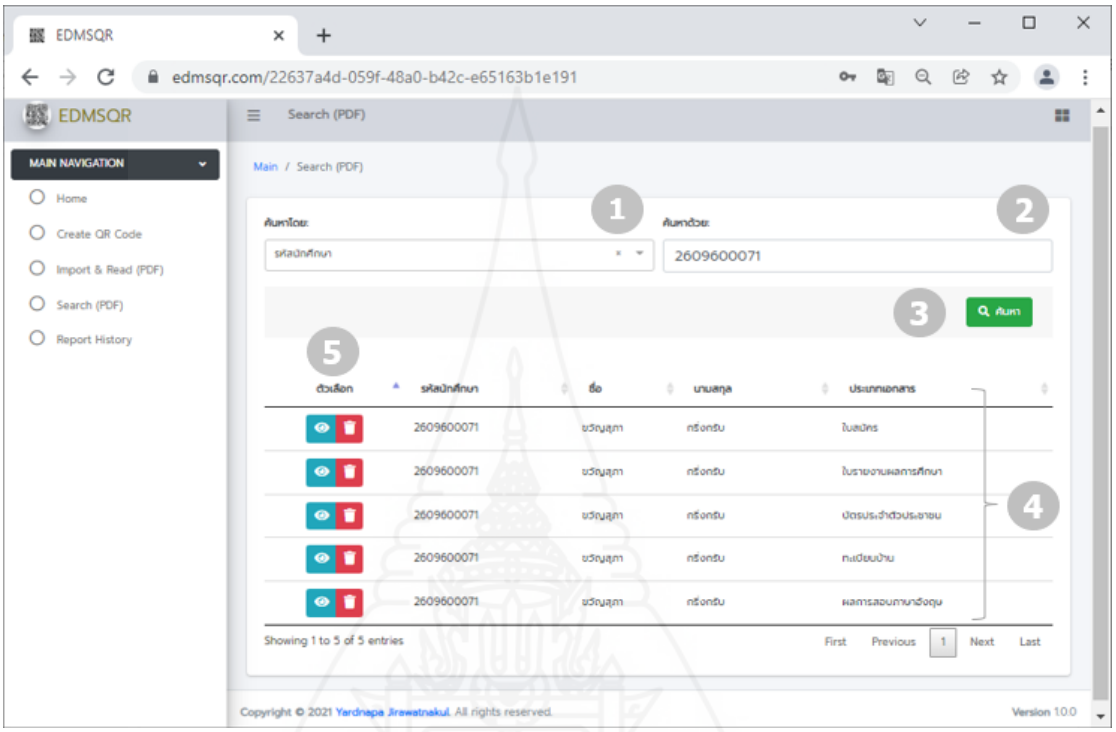


ภาพที่ 4.2 ผลการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้ การนำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

การนำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อตรวจจับตำแหน่งคิวอาร์โค้ด อ่านดัชนีที่ระบุในคิวอาร์โค้ด และการทำดัชนีให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์แบบอัตโนมัติ เจ้าหน้าที่ เลือกนำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ติดคิวอาร์โค้ดในรูปแบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์นามสกุลพีดีเอฟ ตามหมายเลข 1 กระบวนการทำงานภายในระบบหลังนำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ มี 3 ขั้นตอน คือ (1) การตรวจจับตำแหน่งคิวอาร์โค้ดบนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (2) การอ่านข้อมูลดัชนีที่ระบุในคิวอาร์โค้ด และ (3) การบันทึกข้อมูลดัชนีที่ได้จากการอ่านคิวอาร์โค้ดให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์แบบอัตโนมัติ จากภาพที่ 4.2 ระบบแสดงข้อมูลดัชนีที่อ่านได้ ตามหมายเลข 2 และการเลือกอัปโหลด

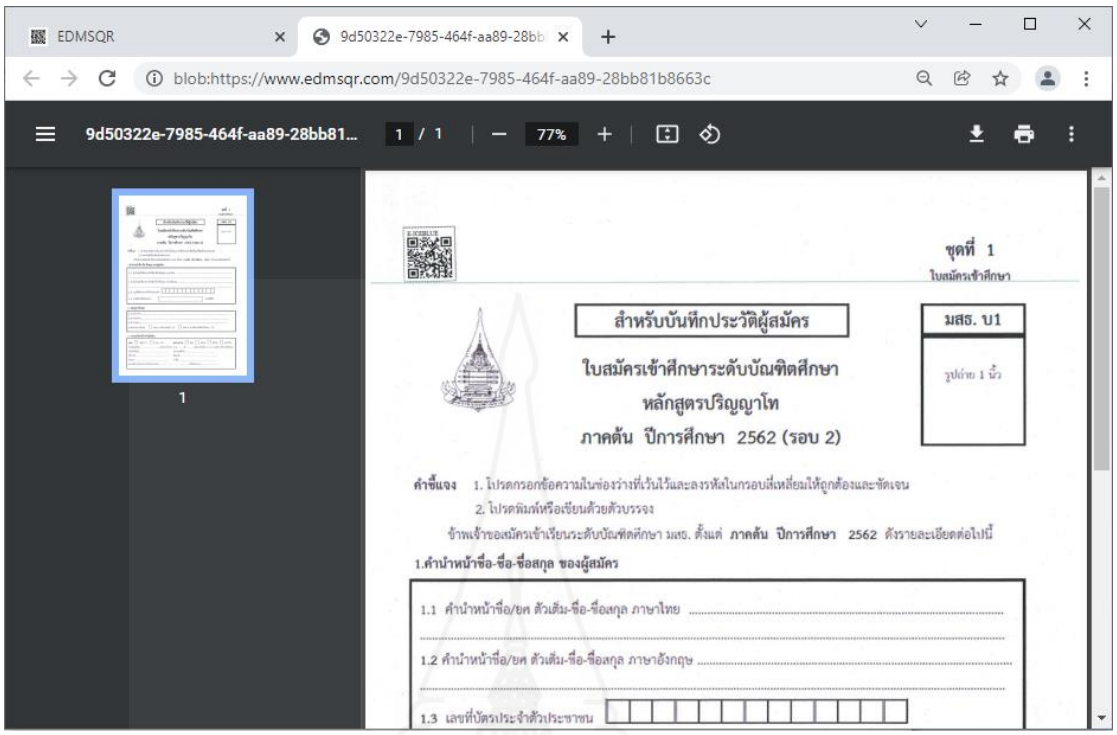
เอกสาร ตามหมายเลข 3 เป็นการบันทึกข้อมูลดัชนีที่ได้จากการอ่านคิวอาร์โค้ดให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์แบบอัตโนมัติ

1.3 ผลการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้ การสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 ผลการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้ การสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์
ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

การสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์จากดัชนีที่กำหนดในคิวอาร์โค้ด ด้วยการเลือกประเภทเอกสาร ตามหมายเลข 1 หรือพิมพ์ดัชนีที่กำหนดในคิวอาร์โค้ด ตามหมายเลข 2 และเลือกค้นหาเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ตามหมายเลข 3 ระบบจะแสดงรายการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ตรงกับประเภทเอกสาร หรือคำค้นที่เป็นดัชนีตามที่กำหนด ตามหมายเลข 4 เจ้าหน้าที่ สามารถเลือกเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องการจากรายการเพื่อดู ตามหมายเลข 5 หรือ เลือกลบ สำหรับลบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ออกจากระบบโดยผู้ดูแลระบบ ผลการเรียกดูเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 ผลการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้ การเรียกดูเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพ

การประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด จากการนำเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดมาเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบงานหลัก 3 ด้าน คือ คือ (1) การสร้างคิวอาร์โค้ด สำหรับติดเอกสารต้นฉบับ (2) การตรวจจับและการอ่านคิวอาร์โค้ดด้วยการสแกนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ หาตำแหน่งคิวอาร์โค้ด อ่านข้อมูลดัชนีที่ระบุในคิวอาร์โค้ด และ (3) การทำดัชนี โดยการบันทึกข้อมูลดัชนีให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์แบบอัตโนมัติ

ผู้วิจัยได้จำลองข้อมูลขึ้นเพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบประกอบด้วยข้อมูลบุคคลจากระบบงานหลัก จำนวน 20 คน ข้อมูลเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 5 ประเภท คือ (1) ใบสมัคร (2) ใบรายงานผลการศึกษา (3) บัตรประจำตัวประชาชน (4) ทะเบียนบ้าน และ (5) ผลการสอบภาษาอังฤษ ของนักศึกษาผู้ผ่านการคัดเลือกเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโทหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต แขนงวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช แต่ละคน รวมจำนวน 100 ข้อมูล และกำหนดข้อมูลดัชนีในการสืบค้น จำนวน 5 ดัชนี คือ (1) รหัสนักศึกษา (2) ชื่อนักศึกษา (3) นามสกุลนักศึกษา (4) ชื่อและนามสกุลนักศึกษา (5) ประเภทเอกสาร แต่ละดัชนี จำนวน 100 ข้อมูล รวมจำนวน 500

ข้อมูล คำนวณหาค่าความถูกต้อง (Accuracy) จากการทำงานของระบบ 3 ด้าน คือ (1) การสร้างคิวอาร์โค้ดจากดัชนีที่กำหนดเพื่อติดบนเอกสาร (2) การตรวจจับคิวอาร์โค้ดที่ติดบนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในการตรวจจับตำแหน่งคิวอาร์โค้ด (3) การอ่านดัชนีที่ระบุในคิวอาร์โค้ดที่ติดบนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเพิ่มและบันทึกข้อมูลดัชนีให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์แบบอัตโนมัติ และคำนวณหาค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) จากการทำงานของระบบในการสืบค้นข้อมูลจากดัชนีที่กำหนดในคิวอาร์โค้ด วิเคราะห์ข้อมูลจากการแปลผลการคำนวณเปอร์เซ็นต์ (Percent) ความถูกต้อง และประสิทธิภาพโดยรวม มีรายละเอียด ดังนี้

2.1 การสร้างคิวอาร์โค้ดจากดัชนีที่กำหนด เพื่อติดบนเอกสารต้นฉบับ

ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด สามารถสร้างคิวอาร์โค้ดจากข้อมูลบุคคลของระบบงานหลัก ดังนี้

ตารางที่ 4.1 จำนวนความถูกต้อง และผลการคำนวณค่าความถูกต้องจากการทำงานของระบบด้านการสร้างคิวอาร์โค้ดจากดัชนีที่กำหนด

ดัชนีที่กำหนด	จำนวน (ข้อมูล x ครั้ง)	ถูกต้อง (จำนวน)	ไม่ถูกต้อง (จำนวน)	ค่าความถูกต้อง
1. รหัสนักศึกษา	20 x 1	20	0	100%
2. ชื่อนักศึกษา	20 x 1	20	0	100%
3. นามสกุลนักศึกษา	20 x 1	20	0	100%
4. ชื่อและนามสกุลนักศึกษา	20 x 1	20	0	100%
5. ประเภทเอกสาร	20 x 1	20	0	100%
รวม 5 ดัชนี	100	100	0	100%

จากการทำงานของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด ในการสร้างคิวอาร์โค้ดจากดัชนีที่กำหนด เพื่อติดบนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 5 ประเภท คือ (1) ใบสมัคร (2) ใบรายงานผลการศึกษา (3) สำเนาบัตรประจำตัวประชาชน (4) สำเนาทะเบียนบ้าน (5) ผลการสอบภาษาอังกฤษ จำนวนประเภทละ 20 ข้อมูล รวมจำนวน 100 ข้อมูล ผลการคำนวณค่า

ความถูกต้อง ด้านการสร้างคิวอาร์โค้ดจากดัชนีที่กำหนด พบว่า ระบบสามารถสร้างคิวอาร์โค้ดจากดัชนีที่กำหนด ได้ถูกต้อง มีค่าความถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์ ทั้ง 5 ประเภทเอกสาร

2.2 การตรวจจับคิวอาร์โค้ดที่ติดบนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในการตรวจจับตำแหน่งคิวอาร์โค้ด

ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด สามารถตรวจจับคิวอาร์โค้ดที่ติดบนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ดังนี้

ตารางที่ 4.2 จำนวนความถูกต้อง และผลการคำนวณค่าความถูกต้องจากการทำงานของระบบด้านการตรวจจับคิวอาร์โค้ด

ดัชนีที่กำหนด	จำนวน (ข้อมูล x ครั้ง)	ถูกต้อง (จำนวน)	ไม่ถูกต้อง (จำนวน)	ค่าความถูกต้อง
1. รหัสนักศึกษา	20 x 1	20	0	100%
2. ชื่อนักศึกษา	20 x 1	20	0	100%
3. นามสกุลนักศึกษา	20 x 1	20	0	100%
4. ชื่อและนามสกุลนักศึกษา	20 x 1	20	0	100%
5. ประเภทเอกสาร	20 x 1	20	0	100%
รวม 5 ดัชนี	100	100	0	100%

จากการทำงานของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด ในการตรวจจับคิวอาร์โค้ดที่ติดบนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 5 ประเภท คือ (1) ใบสมัคร (2) ใบรายงานผลการศึกษา (3) สำเนาบัตรประจำตัวประชาชน (4) สำเนาทะเบียนบ้าน (5) ผลการสอบภาษาอังกฤษ จำนวนประเภทละ 20 ข้อมูล รวมจำนวน 100 ข้อมูล ผลการคำนวณค่าความถูกต้องด้านการตรวจจับคิวอาร์โค้ด พบว่า ระบบสามารถตรวจจับคิวอาร์โค้ด ได้ถูกต้อง มีค่าความถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์ ทั้ง 5 ประเภทเอกสาร

2.3 การอ่านดัชนีที่ระบุในคิวอาร์โค้ดที่ติดบนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเพิ่มและบันทึกข้อมูลดัชนีให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์แบบอัตโนมัติ

จากการทำงานของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด ในการอ่านดัชนีที่ระบุในคิวอาร์โค้ดที่ติดบนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยการนำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ติดคิวอาร์โค้ด จำนวน 5 ประเภท คือ (1) ใบสมัคร (2) ใบรายงานผลการศึกษา (3) สำเนาบัตรประจำตัวประชาชน (4) สำเนาทะเบียนบ้าน (5) ผลการสอบภาษาอังกฤษ จำนวนประเภทละ 20 ข้อมูล รวมจำนวน 100 ข้อมูล

ตารางที่ 4.3 จำนวนความถูกต้อง และผลการคำนวณค่าความถูกต้องจากการทำงานของระบบด้านการอ่านดัชนีในคิวอาร์โค้ด

ดัชนีที่กำหนด	จำนวน (ข้อมูล x ครั้ง)	ถูกต้อง (จำนวน)	ไม่ถูกต้อง (จำนวน)	ค่าความถูกต้อง
1. รหัสนักศึกษา	20 x 1	20	0	100%
2. ชื่อนักศึกษา	20 x 1	20	0	100%
3. นามสกุลนักศึกษา	20 x 1	20	0	100%
4. ชื่อและนามสกุลนักศึกษา	20 x 1	20	0	100%
5. ประเภทเอกสาร	20 x 1	20	0	100%
รวม 5 ดัชนี	100	100	0	100%

โดยกำหนดดัชนีในการสืบค้น 5 ดัชนี คือ (1) รหัสนักศึกษา (2) ชื่อนักศึกษา (3) นามสกุลนักศึกษา (4) ชื่อและนามสกุลนักศึกษา (5) ประเภทเอกสาร ผลการคำนวณค่าความถูกต้องด้านการอ่านดัชนีที่ระบุในคิวอาร์โค้ด ที่ติดบนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ พบว่า ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด สามารถอ่านข้อมูลดัชนีที่ระบุในคิวอาร์โค้ดตามที่กำหนด ได้ถูกต้อง มีค่าความถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์ ทั้ง 5 ประเภทเอกสาร

2.4 คำนวณหาค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) จากการทำงานของระบบในการสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์จากดัชนีที่กำหนดในคิวอาร์โค้ด

จากการทำงานของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด ตามดัชนีที่กำหนดในการสืบค้น จำนวน 5 ดัชนี คือ (1) รหัสนักศึกษา (2) ชื่อนักศึกษา (3) นามสกุลนักศึกษา (4) ชื่อและนามสกุลนักศึกษา (5) ประเภทเอกสาร ทำการทดสอบประสิทธิภาพโดยรวมในการสืบค้นจำนวน 5 ครั้ง ครั้งละ 100 ข้อมูลของแต่ละประเภทเอกสาร รวมจำนวน 500 ข้อมูล

ตารางที่ 4.4 จำนวนความถูกต้อง และค่าประสิทธิภาพโดยรวมจากการทำงานของระบบในการสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์จากดัชนีที่กำหนดในคิวอาร์โค้ด

ดัชนีที่ใช้ในการสืบค้น	จำนวน (ข้อมูล x ครั้ง)	สืบค้น “พบ” (จำนวน)	สืบค้น “ไม่พบ” (จำนวน)	ค่าประสิทธิภาพโดยรวม
1. รหัสนักศึกษา	20 x 5	100	0	1 (100%)
2. ชื่อนักศึกษา	20 x 5	100	0	1 (100%)
3. นามสกุลนักศึกษา	20 x 5	100	0	1 (100%)
4. ชื่อและนามสกุลนักศึกษา	20 x 5	100	0	1 (100%)
5. ประเภทเอกสาร	20 x 5	100	0	1 (100%)
รวม 5 ดัชนี	500	500	0	100%

โดยการสุ่มสืบค้นเอกสารอิเล็กนิกส์แบบไม่เรียงลำดับ ผลการทดสอบพบว่า ผลการคำนวณค่าประสิทธิภาพโดยรวมของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ดสามารถสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์จากดัชนีที่กำหนดได้ครบถ้วน มีค่าประสิทธิภาพโดยรวม 1 หรือเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ ทั้ง 5 ดัชนี

บทที่ 5
สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด พัฒนาขึ้นเพื่อแก้ปัญหาการจัดการเอกสาร และการบันทึกข้อมูลดัชนีด้วยมนุษย์ โดยประยุกต์ความสามารถของเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด และเพิ่มประสิทธิภาพให้กับการจัดการเอกสาร โดยสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. สรุปการวิจัย

สรุปการวิจัย แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1) ผลการพัฒนาระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด และ 2) ผลการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด ดังนี้

1.1 ผลการพัฒนาระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

1.1.1 **ข้อมูลบุคคลจากระบบงานหลักที่ใช้ในการพัฒนาระบบ** คือ ข้อมูลนักศึกษา ประกอบด้วย (1) รหัสประจำตัว (2) ชื่อ และ (3) นามสกุล รวมจำนวน 20 ข้อมูล

1.1.2 **ข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาระบบ** คือ ข้อมูลเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 5 ประเภท คือ (1) ใบสมัคร (2) ใบรายงานผลการศึกษา (3) บัตรประจำตัวประชาชน (4) ทะเบียนบ้าน และ (5) ผลการสอบภาษาอังกฤษของนักศึกษาผู้ผ่านการคัดเลือกเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต แขนงวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช รวมจำนวน 100 ข้อมูล และข้อมูลดัชนีในการสืบค้น จำนวน 5 ดัชนี คือ (1) รหัสนักศึกษา (2) ชื่อนักศึกษา (3) นามสกุลนักศึกษา (4) ชื่อและนามสกุลนักศึกษา และ (5) ประเภทเอกสาร รวมจำนวน 500 ข้อมูล

1.1.3 **เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ** คือ (1) ภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ภาษาซีชาร์ป (2) ชุดคำสั่ง ไลบารี่ Spire.Barcode for .Net เป็นชุดคำสั่ง สำหรับการสร้างคิวอาร์โค้ด และการอ่านดัชนีในคิวอาร์โค้ด บนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ในรูปแบบนามสกุลพีดีเอฟ (Netware Printer Definition File : PDF) (3) ชุดคำสั่ง ไลบารี่ Spire.PDF for .Net เป็นชุดคำสั่งสำหรับการตรวจจับคิวอาร์โค้ด และการแยกคิวอาร์โค้ดออกจากเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลภาพรูปแบบนามกสุล (Portable Network Graphics : PNG) (4) โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับพัฒนาซอฟต์แวร์ โปรแกรมวิชวลสตูดิโอ คอมมิวนิตี (Visual Studio

Community 2017) สำหรับการสร้างเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) และ (5) โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการบริหารจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (RDBMS) โปรแกรมไมโครซอฟต์เอสคิวแอลเซิร์ฟเวอร์ (Microsoft SQL Server 2014 Developer Edition) สำหรับการบริหารจัดการฐานข้อมูล

1.1.4 **การพัฒนาระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด** มีส่วนประกอบหลักของระบบ ดังนี้ (1) การสร้างคิวอาร์โค้ด สำหรับติดเอกสารต้นฉบับ (2) การตรวจจับและการอ่านคิวอาร์โค้ด ด้วยการสแกนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ หาตำแหน่งคิวอาร์โค้ด อ่านข้อมูลดัชนี และ (3) การทำดัชนี โดยการบันทึกข้อมูลดัชนีให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ และจัดเก็บเข้าระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด ส่วนประกอบอื่นๆ ดังนี้ การสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ และรายงานประวัติการใช้งานระบบ

1.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

1.2.1 **ความถูกต้อง ด้านการสร้างคิวอาร์โค้ด** จากการทำงานของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด ในการสร้างคิวอาร์โค้ดจากดัชนีที่กำหนด เพื่อติดบนเอกสารต้นฉบับ จำนวน 5 ประเภท คือ (1) ใบสมัคร (2) ใบรายงานผลการศึกษา (3) สำเนาบัตรประจำตัวประชาชน (4) สำเนาทะเบียนบ้าน (5) ผลการสอบภาษาอังกฤษ จำนวนประเภทละ 20 ข้อมูล รวมจำนวน 100 ข้อมูล ผลการคำนวณค่าความถูกต้อง ด้านการสร้างคิวอาร์โค้ดจากดัชนีที่กำหนด พบว่า ระบบสามารถสร้างคิวอาร์โค้ดจากดัชนีที่กำหนด ได้ถูกต้อง มีค่าความถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์ ทั้ง 5 ประเภทเอกสาร

1.2.2 **ความถูกต้อง ด้านการตรวจจับคิวอาร์โค้ด** จากการทำงานของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด ที่ติดบนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 5 ประเภท คือ (1) ใบสมัคร (2) ใบรายงานผลการศึกษา (3) สำเนาบัตรประจำตัวประชาชน (4) สำเนาทะเบียนบ้าน (5) ผลการสอบภาษาอังกฤษ จำนวนประเภทละ 20 ข้อมูล รวมจำนวน 100 ข้อมูล เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในการตรวจจับตำแหน่งคิวอาร์โค้ด ผลการคำนวณค่าความถูกต้อง ด้านการตรวจจับคิวอาร์โค้ด พบว่า ระบบสามารถตรวจจับตำแหน่งคิวอาร์โค้ด ได้ถูกต้อง มีค่าความถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์ ทั้ง 5 ประเภทเอกสาร

1.2.3 **ความถูกต้อง ด้านการอ่านดัชนีที่ระบุในคิวอาร์โค้ด** จากการทำงานของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด ในการอ่านดัชนีที่ระบุในคิวอาร์โค้ดที่ติดบนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเพิ่มและบันทึกข้อมูลดัชนีให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์แบบอัตโนมัติ ด้วยการนำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 5 ประเภท คือ (1) ใบสมัคร (2) ใบรายงานผล

การศึกษา (3) สำเนาบัตรประจำตัวประชาชน (4) สำเนาทะเบียนบ้าน (5) ผลการสอบภาษาอังกฤษ จำนวนประเภทละ 20 ข้อมูล รวมจำนวน 100 ข้อมูล โดยกำหนดดัชนีในการสืบค้น 5 ดัชนี คือ (1) รหัสนักศึกษา (2) ชื่อนักศึกษา (3) นามสกุลนักศึกษา (4) ชื่อและนามสกุลนักศึกษา (5) ประเภทเอกสาร ผลการคำนวณค่าความถูกต้อง ด้านการอ่านดัชนีที่ระบุในคิวอาร์โค้ด พบว่า ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด สามารถอ่านดัชนีที่ระบุในคิวอาร์โค้ด ได้ถูกต้อง มีค่าความถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์ ทั้ง 5 ประเภทเอกสาร

1.2.4 **ประสิทธิภาพโดยรวม ด้านการสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์** จากการทำงานของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด ในการสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์จากดัชนีที่กำหนดในคิวอาร์โค้ดในการสืบค้น จำนวน 5 ดัชนี คือ (1) รหัสนักศึกษา (2) ชื่อนักศึกษา (3) นามสกุลนักศึกษา (4) ชื่อและนามสกุลนักศึกษา (5) ประเภทเอกสาร ทำการทดสอบประสิทธิภาพโดยรวมในการสืบค้นจำนวน 5 ครั้ง ครั้งละ 100 ข้อมูลของแต่ละประเภทเอกสาร รวมจำนวน 500 ข้อมูล โดยการสุ่มสืบค้นข้อมูลเอกสารอิเล็กนิกส์แบบไม่เรียงลำดับ ผลการคำนวณค่าประสิทธิภาพโดยรวมของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด พบว่า สามารถสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์จากดัชนีที่กำหนดได้ครบถ้วน มีค่าประสิทธิภาพโดยรวม 1 หรือเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ ทั้ง 5 ดัชนี

1.2.5 **ประสิทธิภาพให้กับการจัดการเอกสาร** ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด ที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถช่วยให้เจ้าหน้าที่ที่ประจำอยู่แต่ละสำนักงาน สามารถดำเนินการจัดการเอกสารได้พร้อมกัน สามารถลดขั้นตอนและลดเวลาในการดำเนินการจากเดิมที่ล่าช้ามากถึง 21 วัน หรือมากกว่าตามปริมาณเอกสารต้นฉบับคงค้าง กล่าวคือ สามารถลดขั้นตอนและลดเวลา ดังนี้ (1) ลดขั้นตอนการรับส่งเอกสารต้นฉบับจากสำนักงานภาคมายังสำนักงานส่วนกลาง จากเดิมใช้เวลา 19 วัน (2) ลดขั้นตอนการพิมพ์และบันทึกข้อมูลดัชนีด้วยมนุษย์ จากเดิมใช้เวลา 1-2 วัน เทียบเท่ากับสามารถลดเวลาในการดำเนินการได้มากถึง 100 เปอร์เซ็นต์

2. อภิปรายผล

จากการวิจัยเชิงพัฒนาระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด ด้วยการจำลองการทำงานหลักของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ สามารถทำให้การจัดการเอกสารมีประสิทธิภาพ ทั้งการสร้างคิวอาร์โค้ด การตรวจจับและการอ่านคิวอาร์โค้ด เพื่อบันทึกข้อมูลดัชนีให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ ทำได้ถูกต้อง 100% เปอร์เซ็นต์ และการสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์จากดัชนีได้อย่างรวดเร็ว รวมถึงการลดเวลา และการลดขั้นตอนในการทำงาน ดังนี้

2.1 ผลการพัฒนาระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด พบว่า ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ดสามารถทำงานได้ถูกต้อง แม่นยำ ในการสร้างคิวอาร์โค้ด การตรวจจับและการอ่านคิวอาร์โค้ด เพื่อแทนที่การเพิ่มและบันทึกข้อมูลดัชนีจำนวนมากของเจ้าหน้าที่จากการพิมพ์ และสามารถทำงานร่วมกับข้อมูลบุคคลจากระบบงานหลัก โดยการนำข้อมูลบุคคลจากระบบงานหลักมาสร้างดัชนีตามที่กำหนดให้อยู่ในรูปแบบคิวอาร์โค้ด หลังจากระบบทำการตรวจจับตำแหน่งและอ่านคิวอาร์โค้ด ระบบจะทำการเพิ่มและบันทึกข้อมูลดัชนีให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์และจัดเก็บเอกสารอิเล็กทรอนิกส์เข้าระบบอัตโนมัติ สอดคล้องกับการศึกษาของ E-iceblue (2020) ที่พบว่า เทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด สามารถทำงานร่วมกับระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ที่ติดตั้งไลบรารี่ในการสร้างคิวอาร์โค้ด ตรวจจับตำแหน่งคิวอาร์โค้ด และอ่านคิวอาร์โค้ดด้วยการถอดรหัส

2.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด พบว่า

***2.2.1* การสร้างคิวอาร์โค้ดจากดัชนีที่กำหนดเพื่อติดบนเอกสาร** มีความถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์ตามหลักการคำนวณค่าความถูกต้องของ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม (2560) กรณีที่มีการสร้างคิวอาร์โค้ดจากดัชนีที่กำหนด ด้วยข้อมูลบุคคลจากข้อมูลบุคคลของระบบงานหลักและประเภทเอกสารเดิม ระบบจะการสร้างคิวอาร์โค้ดให้ตามปกติ แต่ในการนำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ติดคิวอาร์โค้ดของข้อมูลบุคคลและประเภทเอกสารเดิม ระบบจะตรวจจับและอ่านคิวอาร์โค้ดเพื่อเพิ่มและบันทึกข้อมูลดัชนีให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ในลักษณะทับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่มีอยู่เดิม

***2.2.2* การตรวจจับคิวอาร์โค้ดที่ติดบนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์** มีความถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์ตามหลักการคำนวณค่าความถูกต้องของ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม (2560) สอดคล้องกับการศึกษาของ ณัฐวุฒิ บุญโรจน์วงค์ และกชกร พระพรตระการ (2560) ที่พบว่า คุณลักษณะเด่นของเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด คือ มีขนาดเล็ก สามารถติดลงบนเอกสารที่มีเนื้อความสำคัญและมีพื้นที่จำกัด และสามารถบรรจุข้อมูลได้มาก ทั้งแบบตัวเลขและตัวอักษร

***2.2.3* การอ่านดัชนีที่ระบุในคิวอาร์โค้ดที่ติดบนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์** มีความถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์ตามหลักการคำนวณค่าความถูกต้องของ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม (2560) สอดคล้องกับการศึกษาของ วรรษมน หงษ์ประชา (2558) ที่พบว่า คุณลักษณะเด่นของเทคโนโลยี

คิวอาร์โค้ด คือ การอ่านข้อมูลทำได้ถูกต้องสูงและใช้เวลาน้อย โดยเฉพาะเมื่ออยู่บนวัตถุที่ไม่มีการเคลื่อนที่

***2.2.4* การสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์จากดัชนีที่กำหนดในคิวอาร์โค้ด** มีประสิทธิภาพโดยรวมจากการทำการทดสอบประสิทธิภาพโดยรวมในการสืบค้นจำนวน 5 ครั้ง ครั้งละ 100 ข้อมูล ของแต่ละประเภทเอกสาร รวมจำนวน 500 ข้อมูล โดยการสุ่มสืบค้นข้อมูลเอกสารอิเล็กทรอนิกส์แบบไม่เรียงลำดับ ผลการสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ มีค่า 1 หรือมีค่าเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามหลักการคำนวณค่าประสิทธิภาพโดยรวมของ ผศ.ดร.ไกรศักดิ์ เกษตร (2558) โดยดัชนีขั้นต่ำจำนวน 1 ดัชนี ที่ยังคงทำให้ผลการประเมินทั้งหมดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ คือ ดัชนีรหัสนักศึกษา

***2.2.5* การลดขั้นตอน ลดเวลา และเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานอัตโนมัติ** ดังนี้ (1) ลดขั้นตอนและเวลาในการรับส่งเอกสารที่มากถึง 19 วัน (2) ลดขั้นตอนและเวลาในการจัดทำดัชนีของเจ้าหน้าที่ที่ใช้เวลา 1-2 วัน หรือมากกว่าตามปริมาณเอกสาร ซึ่งเอกสารต้นฉบับที่ดำเนินการไม่ทันและคงค้างจะถูกจัดเก็บเข้าตู้เอกสารเพื่อรอดำเนินการในวันต่อไป ในกรณีนี้ เมื่อเจ้าหน้าที่ที่อยู่ต่างสถานที่ปฏิบัติงานสามารถดำเนินการได้พร้อมกัน โดยไม่ต้องรอการส่งเอกสารต้นฉบับมาที่สำนักงานส่วนกลาง ทำให้มีความเร็วในการดำเนินการจัดเก็บเอกสารในอยู่ในรูปแบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์มากขึ้นถึง 21 วัน เทียบเท่ากับดำเนินการจัดการเอกสารได้เร็วขึ้น 100 เปอร์เซ็นต์ (3) การพิมพ์และบันทึกข้อมูลดัชนีให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์แบบอัตโนมัติด้วยระบบ ทำให้ข้อมูลดัชนีมีความถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์ ช่วยลดความผิดพลาดจากการพิมพ์และบันทึกข้อมูลดัชนีด้วยมนุษย์ ส่งผลให้การสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ทำได้ถูกต้อง แม่นยำ

สามารถสรุปการอภิปรายผลได้ว่า ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้เทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดสามารถทำให้การจัดการเอกสารมีประสิทธิภาพ ทั้งในส่วนของการลดเวลา การลดขั้นตอน การสร้างดัชนีได้ถูกต้อง 100% เปอร์เซ็นต์ การบันทึกข้อมูลดัชนีทำได้โดยอัตโนมัติ และการสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์จากดัชนีทำได้ถูกต้อง แม่นยำ

3. ข้อเสนอแนะ

การวิจัยระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด มีข้อเสนอแนะดังนี้

3.1 การนำผลการวิจัยไปใช้งาน

***3.1.1* การจัดเก็บเอกสารส่วนกลาง** เพื่อลดงานเอกสารที่อยู่ในรูปแบบกระดาษและปรับปรุงการดำเนินงานเอกสารให้มีประสิทธิภาพ ด้วยการนำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เพิ่ม

และบันทึกข้อมูลดัชนีให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ และสามารถเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลของระบบสารสนเทศอื่นได้

3.1.2 **การนำแนวคิดการปรับปรุงกระบวนการทำงาน** การลดเวลา การลดขั้นตอน และนำเทคโนโลยีมาช่วยให้การทำงานเป็นแบบอัตโนมัติ จะสามารถทำให้การจัดการงานเอกสารมีประสิทธิภาพมากขึ้น

3.2 การทำวิจัยต่อยอดในอนาคต

3.2.1 **การประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ด** ในลักษณะของการเรียกดูเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ติดคิวอาร์โค้ด มาแสดงผลผ่านหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ทโฟน โดยระยะในการอ่านคิวอาร์โค้ดจากเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่มีขนาด (Actual Size) 100 เปอร์เซ็นต์ ได้ไกลสุดอยู่ที่ 18 นิ้ว หรือเท่ากับ 45.72 เซนติเมตร

3.2.2 **ควรเพิ่มการใช้คำสั่งพิเศษ** ในการตรวจจับตำแหน่งคิวอาร์โค้ด และอ่านคิวอาร์โค้ด เพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นในขั้นตอนการติดคิวอาร์โค้ดให้กับเอกสารต้นฉบับ ก่อนนำเข้าเอกสารในรูปแบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เช่น การเพิ่มคำสั่งตรวจจับเชิงลึก (Deep Scan) เพื่อเพิ่มระดับการแสดงพิกเซล (Pixel) ให้ละเอียดมากขึ้นในการตรวจจับตำแหน่งคิวอาร์โค้ด การเพิ่มการหมุนอัตโนมัติ (Auto Rotate) เพื่อให้ระบบสามารถตรวจจับตำแหน่งคิวอาร์โค้ดที่อยู่นอกเหนือจากมุม 90 องศาได้ และการเพิ่มคำสั่งการขจัดสิ่งรบกวน (Clear Noise) ในการขจัดสิ่งรบกวนที่บดบังคิวอาร์โค้ด เช่น จุดดำที่เกิดจากคราบบนเครื่องพิมพ์มัลติฟังก์ชัน ซึ่งเป็นอุปสรรคในการอ่านข้อมูลดัชนีที่ระบุในคิวอาร์โค้ด

3.2.3 **การนำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์** ควรนำไปพัฒนาต่อด้วยเทคโนโลยีอาร์พีเอ (Robotic Process Automation : RPA) เพื่อให้มีการพัฒนาการแยกหน้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์แบบอัตโนมัติ เพื่อความสะดวกต่อการใช้งาน กรณีที่นำเอกสารต้นฉบับไปแปลงให้อยู่ในรูปเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ 1 ไฟล์ อาจประกอบด้วยหลายประเภทเอกสาร และของหลายบุคคลรวมกัน เมื่อระบบสามารถแยกหน้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ได้อัตโนมัติ ทำให้สามารถใช้งานระบบสะดวกมากขึ้น

บรรณานุกรม

ไกรศักดิ์ เกษตร. (2558). “บทที่9 การประเมินประสิทธิภาพระบบค้นคืนสารสนเทศ” ใน *ระบบค้นคืนสารสนเทศแนวคิดและแนวทางการพัฒนาในอนาคต*. พิษณุโลก : โฟกัสพริ้นติ้ง.

วรรษมน หงษ์ประชา. (2558). *การพัฒนาการอ่านคิวอาร์โค้ดบนวัตถุที่เคลื่อนที่* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

ดลญา สดแสงจันทร์. (2563). *การพัฒนาระบบงานสารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ (E-Document) โรงเรียนจันทร์ประดิษฐารามวิทยาคม* (วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพมหานคร.

จิรภรณ์ มิตรแสง. (2559). *การพัฒนาระบบจัดการอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ด้วยคิวอาร์โค้ด* (สารนิพนธ์ปริญญาวิทยาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพมหานคร.

Konstantinos Manikas. (2015). *Records Management and Electronic Records Management Opportunities and Limitations. A case study in Greek companies.* (Master dissertation). Linnaeus University, Sweden.

วริทธิ์ธร คำหมาย. (2559). *การพัฒนาระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ของบริษัท โรงสีธัญญรุ่งเรือง (ประเทศไทย) จำกัด* (ภาคนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, นครราชสีมา.

Elanchezhian Ramalingam. (2016). *Research Paper on Content Management Systems (CMS) : Problems in the Traditional Model and Advantages of CMS in Managing Corporate Websites* (Master dissertation). Harrisburg University, Pennsylvania.

Wilfred W. Fong. (1992). *Document Imaging : A Step Toward a Paperless Office* (Master dissertation). Milwaukee University, Wisconsin.

พงศ์กร จันทราช. (2558). *การพัฒนาระบบรับส่งเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต กรณีศึกษา สำนักงานพระพุทธศาสนาจังหวัดเชียงใหม่* (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น, เชียงใหม่.

ชรินธร แก้งคา. (2558). *ระบบบริหารการจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์* (สารนิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, กรุงเทพมหานคร.

กิตติกวิน ตาวงศ์, และ พงศกร วงศ์กระจ่าง. (2560). *การประยุกต์ใช้ QR Code และ Barcode บนฉลากยา* (ปริญญานิพนธ์ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี

อรวรรณ วงศ์แก้วโพธิ์ทอง, และ ธัญญรัตน์ ประสาทสกุลชัย. (2554). การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันด้วยระบบจัดการงานเอกสารธุรกิจ. *วารสาร Executive Journal มหาวิทยาลัยกรุงเทพ*, 84-88.

ศุภศิลป์ กุลจิตต์เจือวงศ์. (2555). คิวอาร์โค้ด: นวัตกรรมการสื่อสารการตลาดในยุคดิจิตัล. *วารสารวไลอลงกรณ์ปริทัศน์ มหาวิทยาลัยนานาชาติแสตมฟอร์ด*, 2(2), 85-96.

จักรกฤษณ์ หมั่นวิชา. (2557). การประยุกต์ใช้บาร์โค้ดสองมิติ (2D Barcode) เพื่อการจัดการระบบเทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับธุรกิจ. *วารสาร Hatyai Journal มหาวิทยาลัยหาดใหญ่*, 12(2), 183-193.

Wu, Y. (2016). An embedded QR Code intelligent recognition platform based on a team progress Algorithm. *International Journal of Online Engineering*, 12(2), 46-50. DOI:10.3991/ijoe.v12i02.5047

สงบ เสริมนา, และ ยุพา ถาวรพิทักษ์. (2557). การเปรียบเทียบอัตราความผิดพลาดของการนำเข้าข้อมูลด้วยหน้าจอป้อนข้อมูล 2 แบบ. *วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 14(1), 80-88.

ณัฐวุฒิ บุญโรจน์วงค์, และ กชกร พระพรตระการ. (2560). ความหลากหลายของคิวอาร์โค้ด. *วารสารสมาคม สถาบันอุดมศึกษา เอกชนแห่งประเทศไทยในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี*, 6(1), 117-126.

อัจฉรา กิจเดช, และ กิตติศักดิ์ แก้วบุตรดี. (2561). QR Code ในประเทศไทยและการประยุกต์ใช้ภายในโรงพยาบาลในยุคไทยแลนด์ 4.0. *วารสาร Mahidol R2R e-Journal มหาวิทยาลัยมหิดล*, 5(2). DOI: https://doi.org/10.14456/jmu.2018.16

Phan V., Nguyen D., Tran M, and Pham V. (2020). Improved OCR quality for smart scanned Document Management System. Journal of Science and Technique Le Quy Don Technical University, 210.

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม. (2560). *บทที่ 3 ความแม่นยำและความเที่ยงตรง*. สืบค้นจาก https://issuu.com/npru.ac.th/docs/ppt_____3_____

University of California. (2021). *Electronic Document Management Systems*. Retrieved from https://www.ucop.edu/information-technology-services/_files/webinars/electronic-document-management-system.pdf

Quickenwebsites. (2013). *Content Management System (CMS)*
สืบค้นจาก http://quickenwebsites.com/cms-vs-non-cms-websites-finding-your-perfect-match/

อเสช ขันธวิชัย. (2558). *Barcode และ QR Code คืออะไร*.
สืบค้นจาก https://www.appdisqus.com/author/loaxiom/

Meetheed. (2017). *What Are the Different Sections in A QR Code?*.
Retrieved from https://qrcode.meetheed.com/question14.php?s=s

E-iceblue. (2020). *Programme Guide for Spire.BarCode*. สืบค้นจาก
https://www.e-iceblue.com/Knowledgebase/Spire.BarCode/Program-Guide/Programme-Guide-for-Spire.BarCode.html

E-iceblue. (2020). *Spire.PDF Program Guide Content for .Net*. สืบค้นจาก
https://www.e-iceblue.com/Tutorials/Spire.PDF/Spire.PDF-Program-Guide/Spire.PDF-Program-Guide-Content.html

Denso Wave Inc. (2012). *QR Code*.
Retrieved from http:// www.denso-wave.com.

Denso Wave, Inc. (2016c). *How to determine the version of QR Code to be used*.
Retrieved from http://www.qrcode.com/

Kevin Senior. (2020). Breaking Down the Types of Document Management Systems.
Retrieved from https://www.glasscubes.com/types-of-document-management-systems/

ภาคผนวก

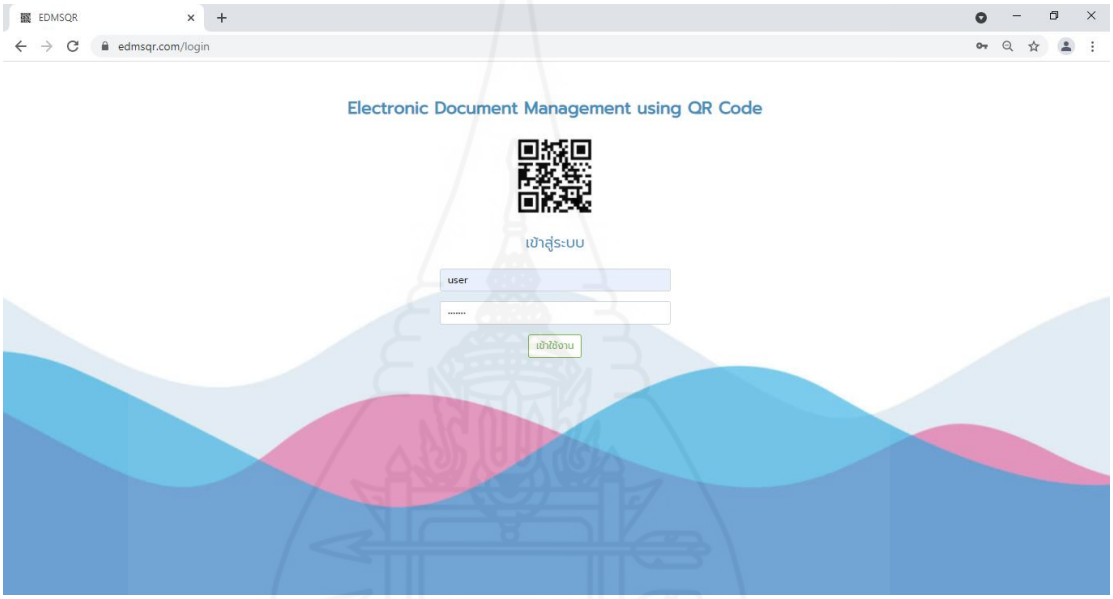
ภาคผนวก

คู่มือการใช้งานระบบ

คู่มือการใช้งานระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

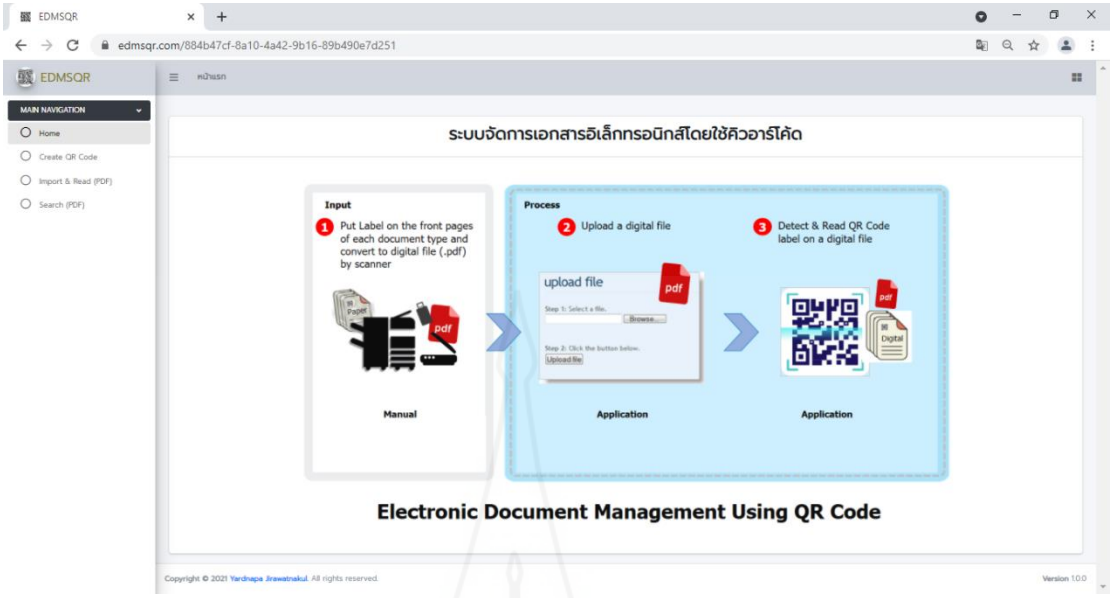
1. การล็อกอินเข้าสู่ระบบ

เจ้าหน้าที่ และผู้ดูแลระบบ เข้าใช้งานระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด ผ่านการล็อกอินเข้าสู่ระบบ โดย ระบุชื่อผู้ใช้งาน (Username) และรหัสผ่าน (Password) ดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 ล็อกอิน
ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

เมื่อ เจ้าหน้าที่ และผู้ดูแลระบบ ล็อกอินเข้าสู่ระบบสำเร็จ จะปรากฏหน้าแรกของระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด ที่มีเมนูรายการกิจกรรมที่สามารถดำเนินการในระบบได้ ปรากฏทางด้านซ้ายมือ ดังภาพที่ 1.2

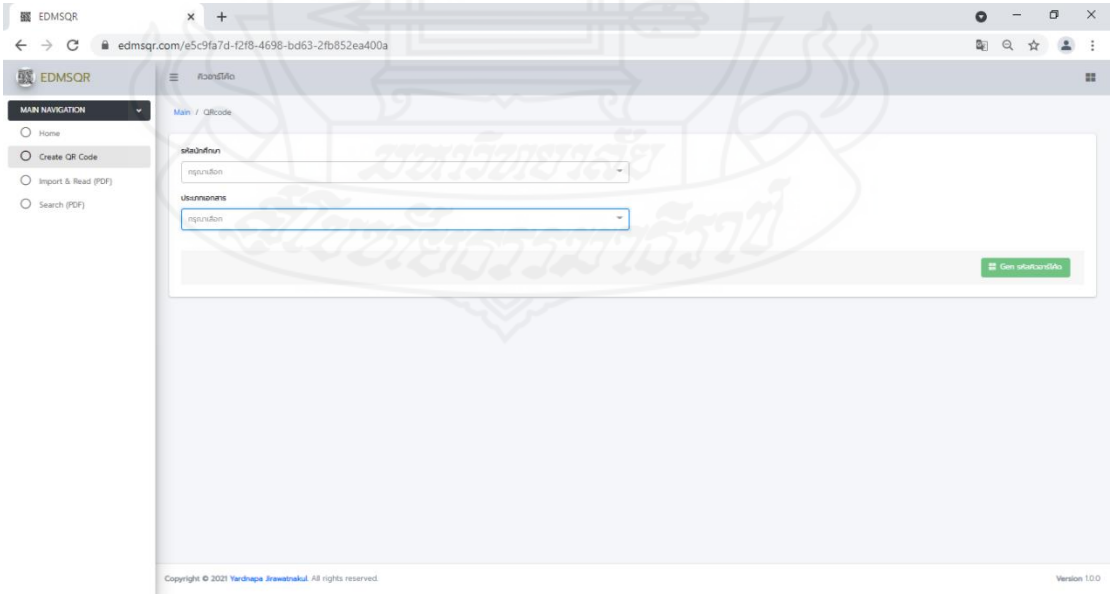


ภาพที่ 1.2 หน้าแรก

ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

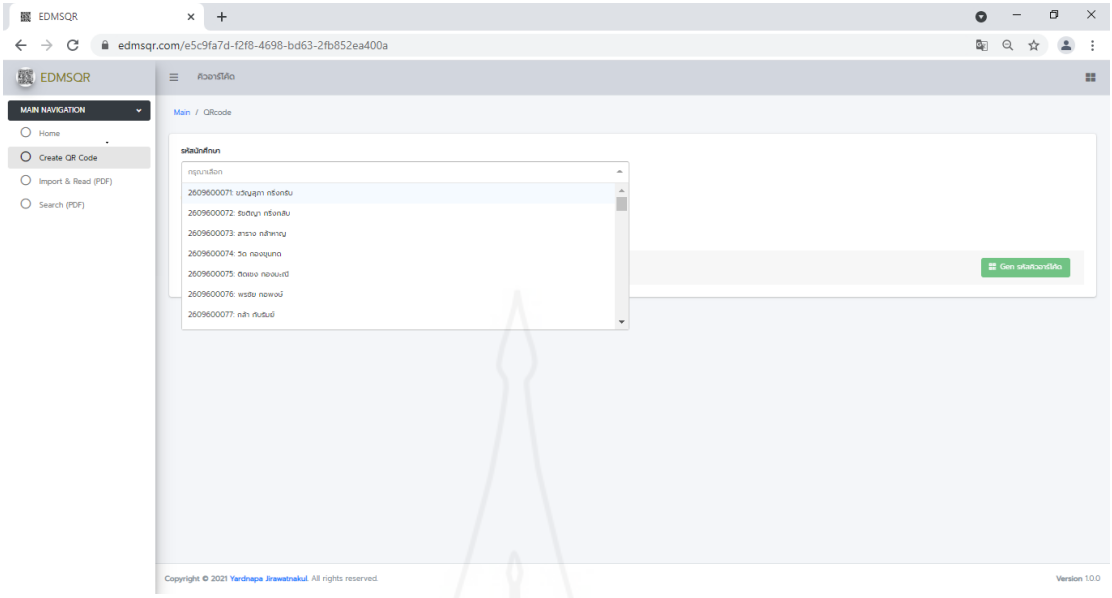
2. การสร้างคิวอาร์โค้ด

เจ้าหน้าที่ สร้างคิวอาร์โค้ดจากข้อมูลบุคคลของระบบงานหลัก จากการเลือกข้อมูลในรายการ (Drop-down List) ประกอบด้วย ข้อมูลรหัสนักศึกษา ชื่อ นามสกุลนักศึกษา และประเภทเอกสาร ดังภาพที่ 1.3 ถึง ภาพที่ 1.6 และ เลือกสร้างคิวอาร์โค้ด ดังภาพที่ 1.7



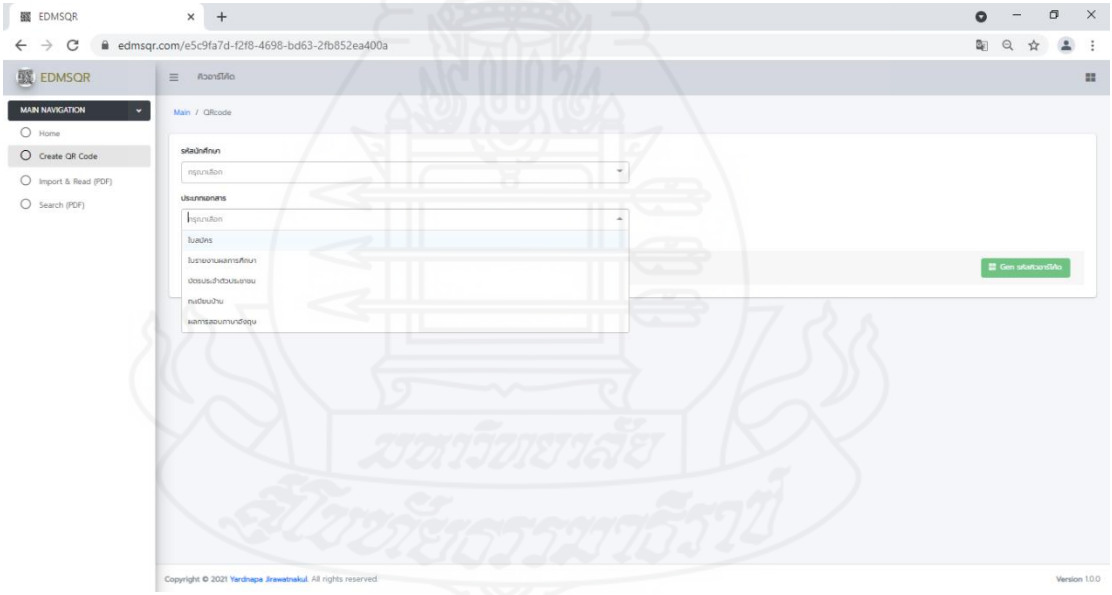
ภาพที่ 1.3 สร้างคิวอาร์โค้ด

ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด



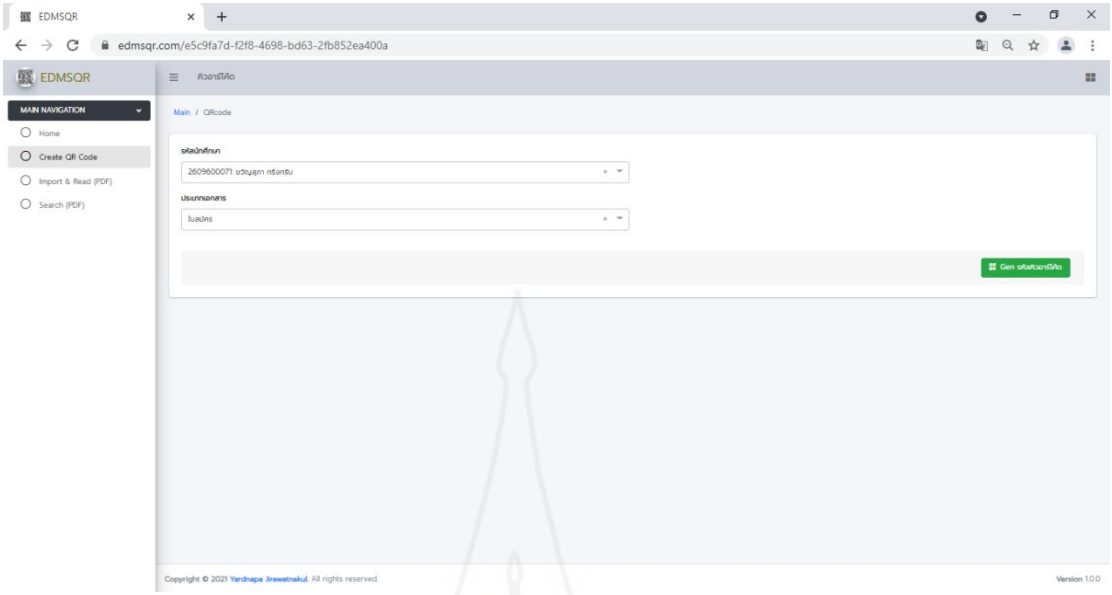
ภาพที่ 1.4 สร้างคิวอาร์โค้ด

ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

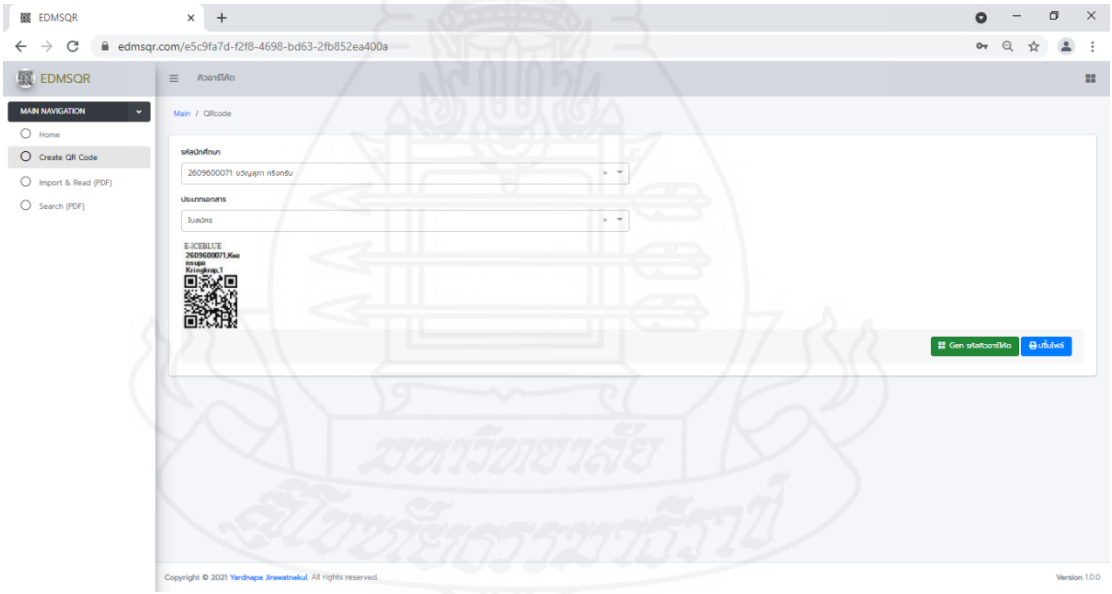


ภาพที่ 1.5 สร้างคิวอาร์โค้ด

ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

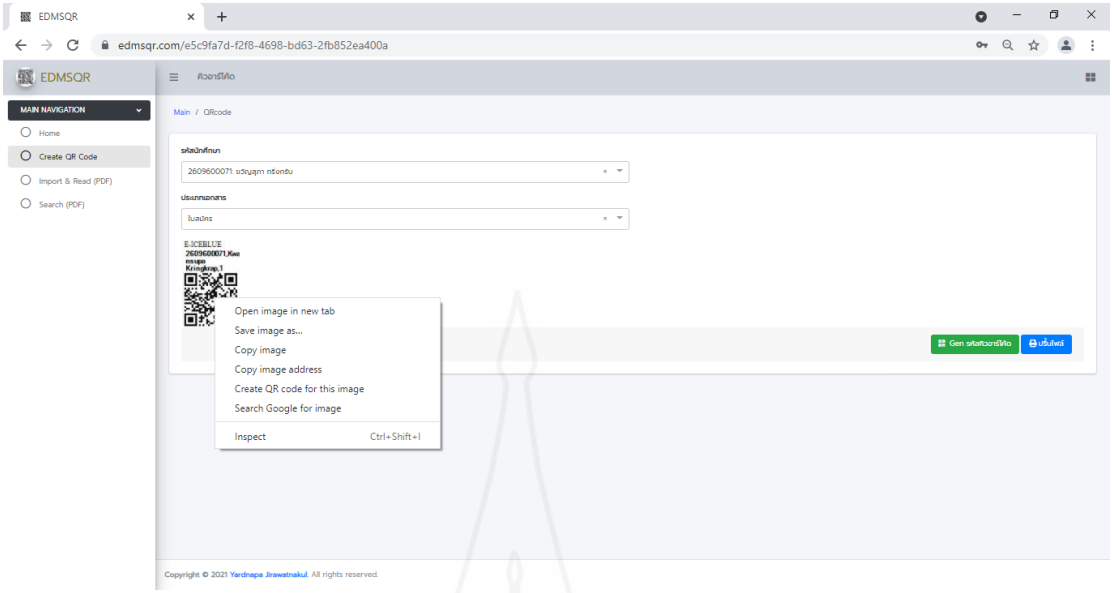


ภาพที่ 1.6 สร้างคิวอาร์โค้ด
ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด



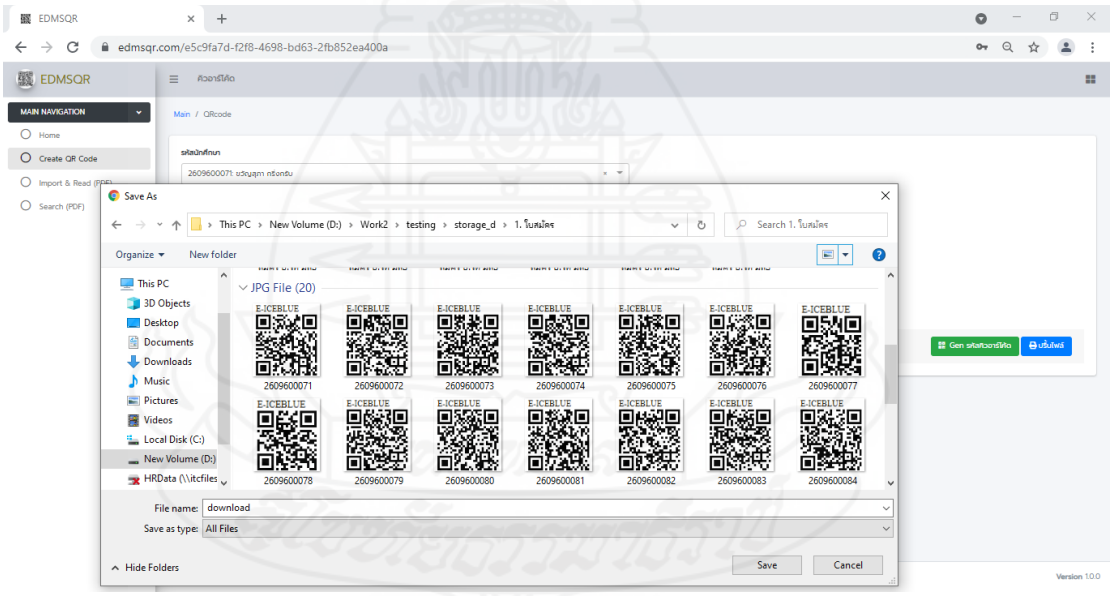
ภาพที่ 1.7 สร้างคิวอาร์โค้ด
ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

กรณี เจ้าหน้าที่ต้องการจัดเก็บคิวอาร์โค้ด และนำกลับมาสั่งพิมพ์ในภายหลัง โดยไม่ต้องสร้างใหม่ เจ้าหน้าที่ สามารถบันทึกคิวอาร์โค้ดจัดเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูล (folder) ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยจะถูกจัดเก็บในรูปแบบของข้อมูลภาพ ดังภาพที่ 1.8 และภาพที่ 1.9



ภาพที่ 1.8 สร้างคิวอาร์โค้ด

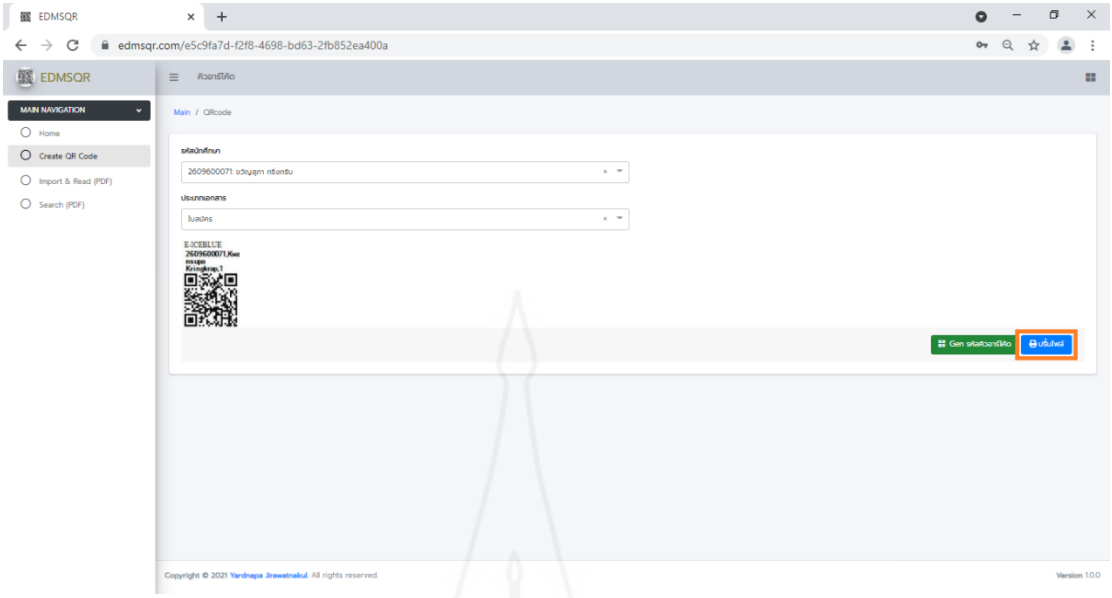
ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด



ภาพที่ 1.9 สร้างคิวอาร์โค้ด

ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

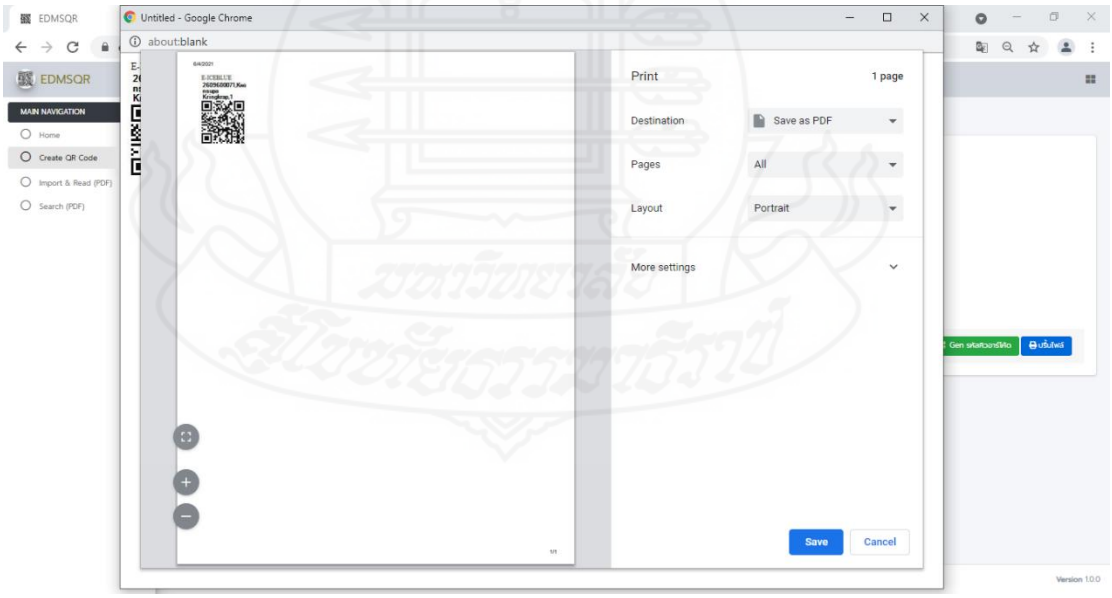
กรณี เจ้าหน้าที่ต้องการพิมพ์คิวอาร์โค้ดทันที สามารถเลือกคำสั่งพิมพ์ ดังภาพที่ 1.10



ภาพที่ 1.10 สร้างคิวอาร์โค้ด

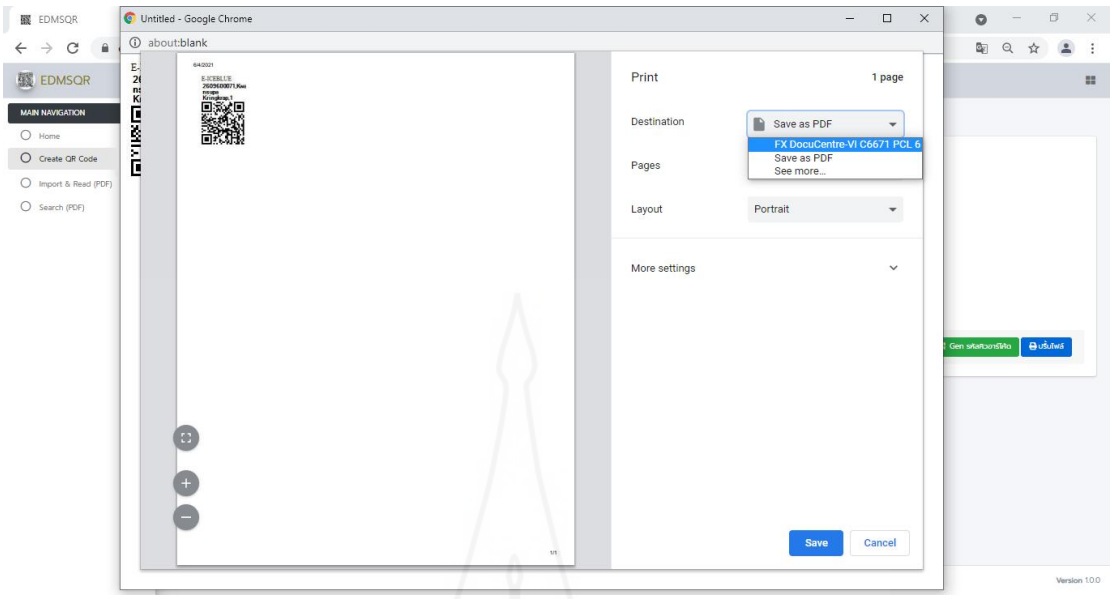
ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

ขั้นตอนนี้ เจ้าหน้าที่สามารถเลือกจัดเก็บคิวอาร์โค้ดได้เช่นกัน โดยเป็นการจัดเก็บคิวอาร์โค้ดในรูปแบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์นามสกุลพีดีเอฟ ดังภาพที่ 1.11 ถึง ภาพที่ 1.14



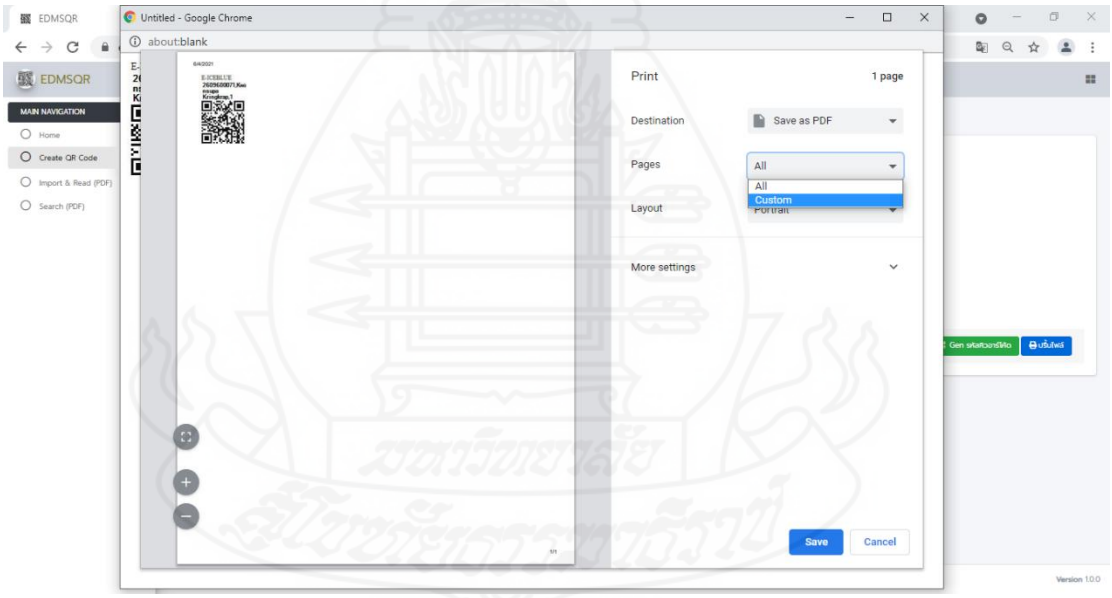
ภาพที่ 1.11 สร้างคิวอาร์โค้ด

ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด



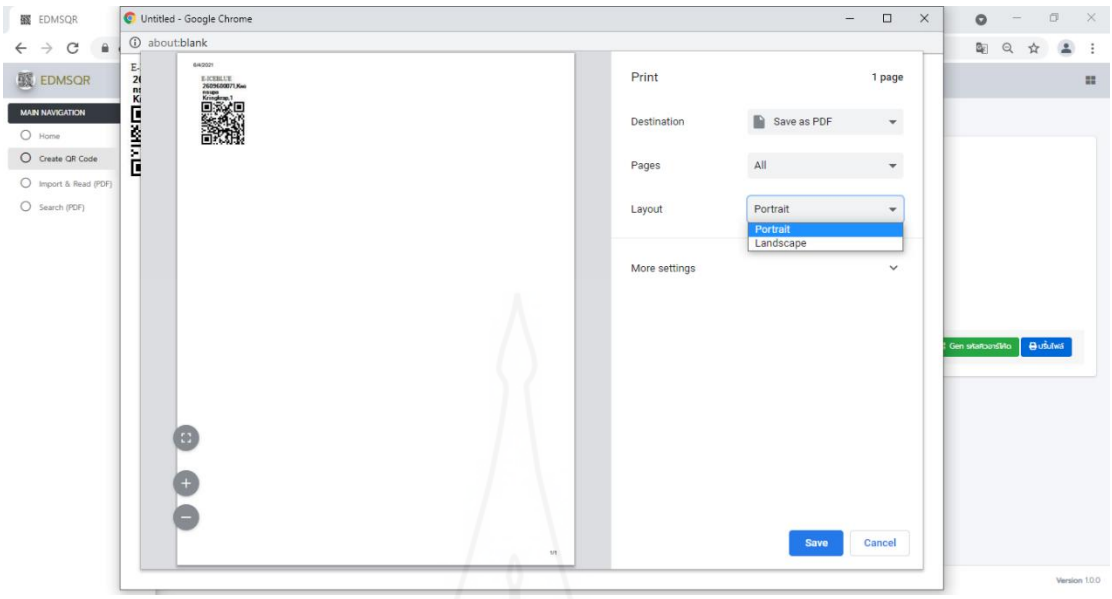
ภาพที่ 1.12 สร้างคิวอาร์โค้ด

ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด



ภาพที่ 1.13 สร้างคิวอาร์โค้ด

ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

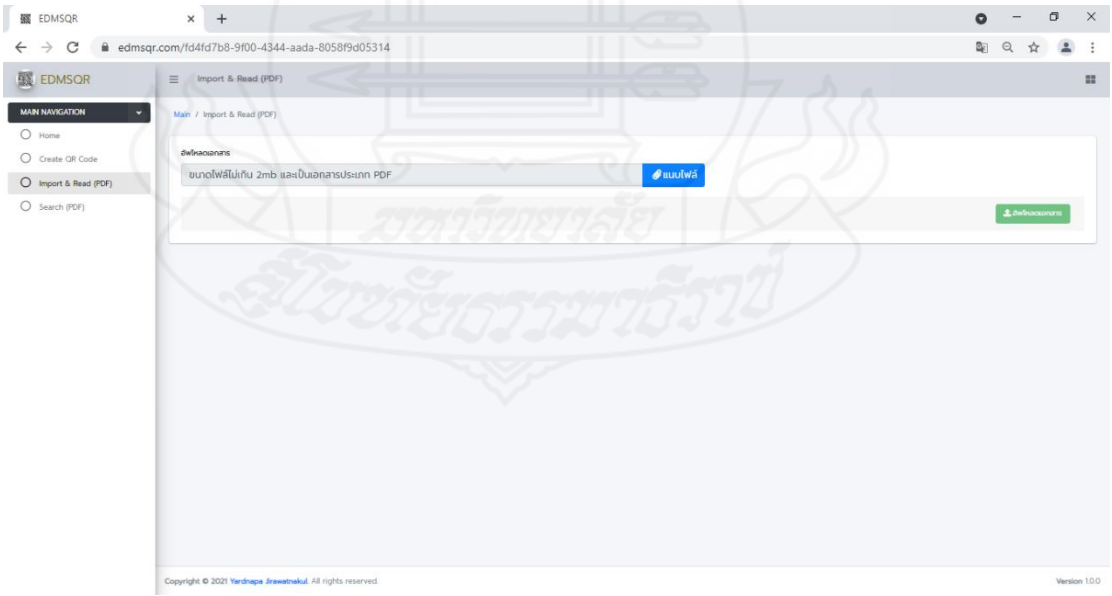


ภาพที่ 1.14 สร้างคิวอาร์โค้ด

ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

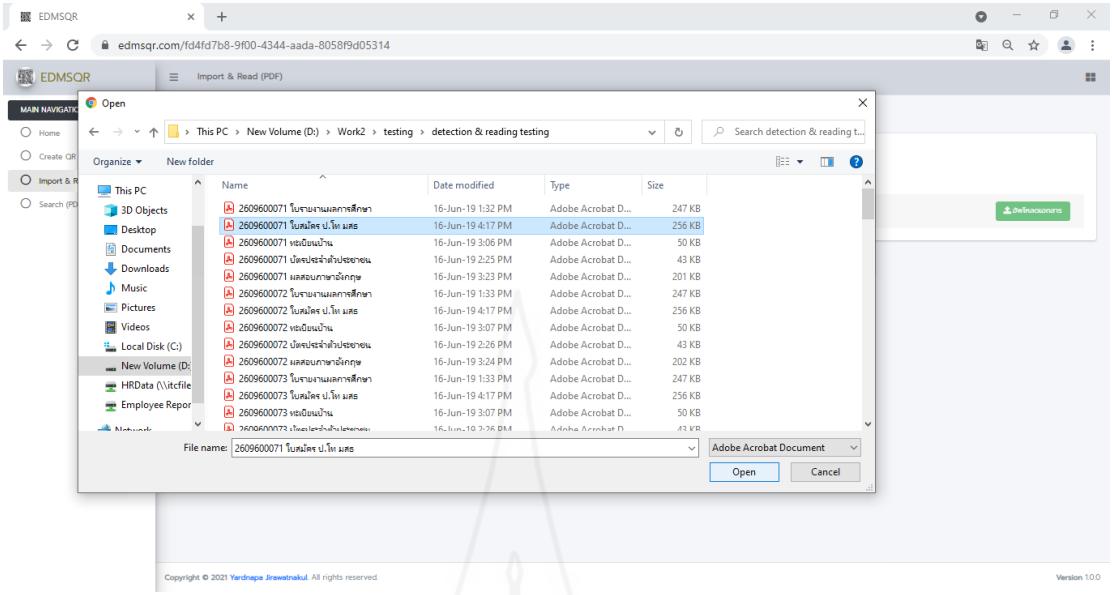
3. การนำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์

เจ้าหน้าที่ และผู้ดูแลระบบ เลือกแนบไฟล์ ดังภาพที่ 1.15 และเลือกเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ในรูปแบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์นามสกุลพีดีเอฟที่ต้องการ ดังภาพที่ 1.16



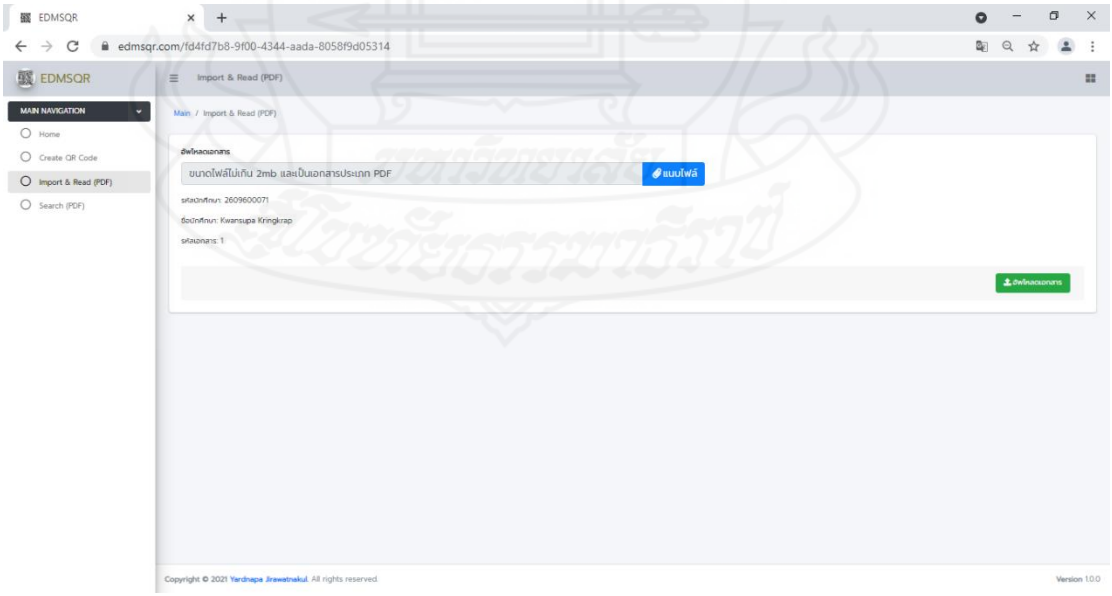
ภาพที่ 1.15 นำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์

ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด



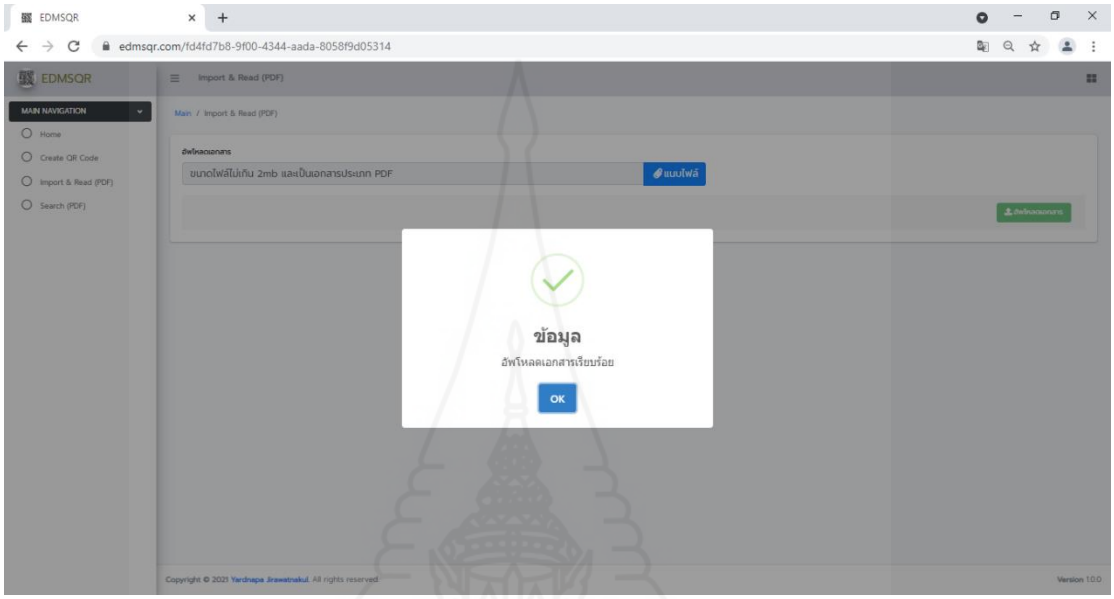
ภาพที่ 1.16 นำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์
ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

เมื่อ เจ้าหน้าที่ และผู้ดูแลระบบ เลือกเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องการ ระบบจะทำการตรวจจับตำแหน่งคิวอาร์โค้ดบนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ อ่านดัชนีที่ระบุอยู่ในคิวอาร์โค้ด และแสดงข้อมูลดัชนีที่ระบุอยู่ในคิวอาร์โค้ด เพื่อให้เจ้าหน้าที่ และผู้ดูแลระบบตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลดัชนีที่ระบบจะทำการบันทึกให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ดังภาพที่ 1.17



ภาพที่ 1.17 นำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์
ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

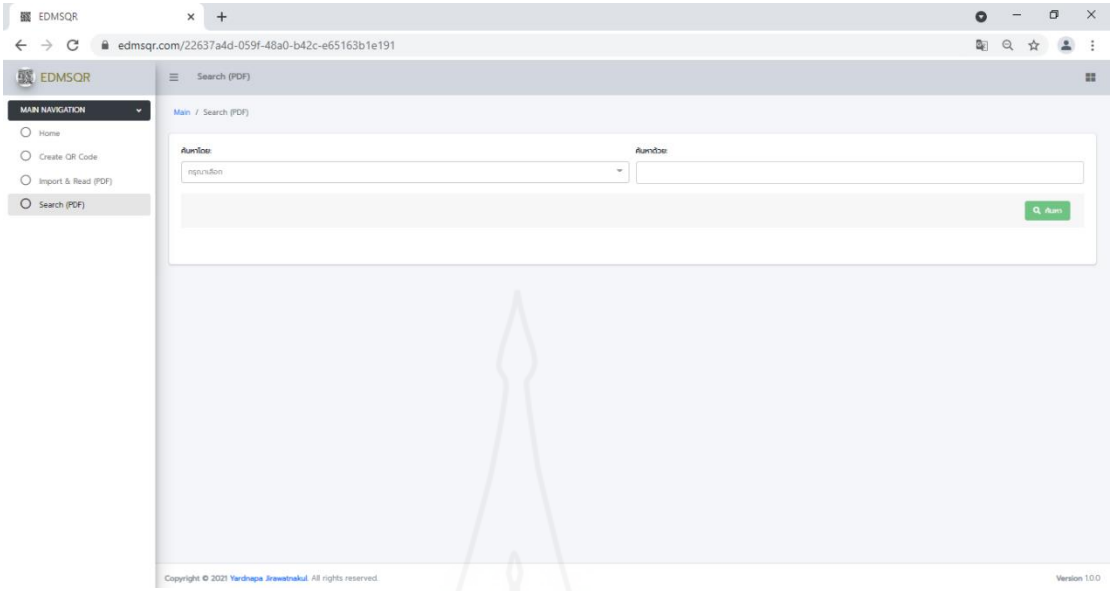
เมื่อ เจ้าหน้าที่ และผู้ดูแลระบบ ความถูกต้องของข้อมูลดัชนีที่ระบบจะทำการบันทึกให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์เรียบร้อย เลือกอัพโหลดเอกสาร ระบบจะทำการบันทึกข้อมูลดัชนีให้กับเอกสารอิเล็กทรอนิกส์แบบอัตโนมัติ ดังภาพที่ 1.18



ภาพที่ 1.18 นำเข้าเอกสารอิเล็กทรอนิกส์
ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

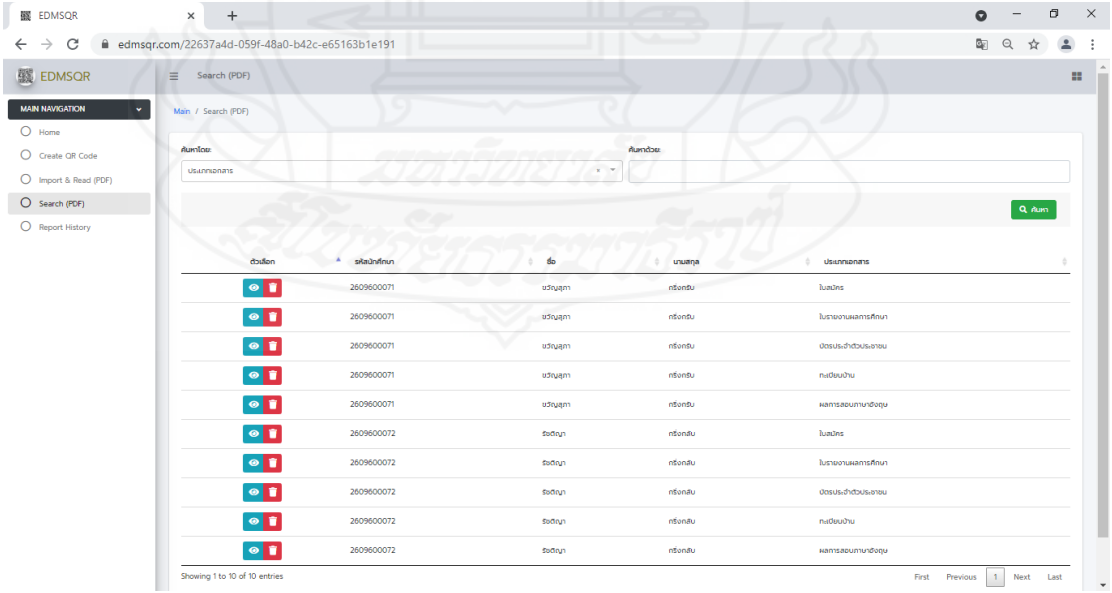
4. การสืบค้นข้อมูลเอกสารอิเล็กทรอนิกส์จากดัชนีที่บันทึก

เจ้าหน้าที่ และผู้ดูแลระบบ สามารถสืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ได้จากประเภทเอกสารอิเล็กทรอนิกส์จากรายการ (Drop-down List) หรือระบุคำค้นที่เป็นดัชนีตามที่กำหนดไว้ในคิวอาร์โค้ด เช่น รหัสนักศึกษา ชื่อ และสกุลนักศึกษา ดังภาพที่ 1.19



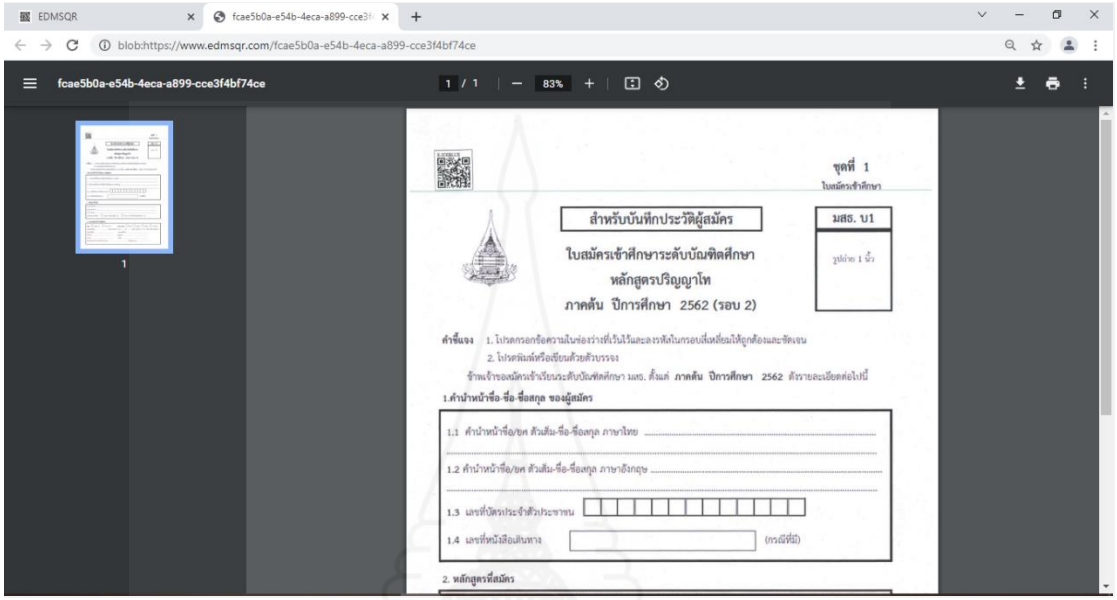
ภาพที่ 1.19 สืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์
ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

เจ้าหน้าที่ และผู้ดูแลระบบ เลือกค้นหา เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ระบบจะแสดงรายการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ตรงกับประเภทเอกสาร หรือคำค้นที่เป็นดัชนีตามที่กำหนด โดยเจ้าหน้าที่ สามารถเลือกดูเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ดังภาพที่ 1.20 และผู้ดูแลระบบ สามารถเลือกลบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ได้ ดังภาพที่ 1.22 และภาพที่ 1.23

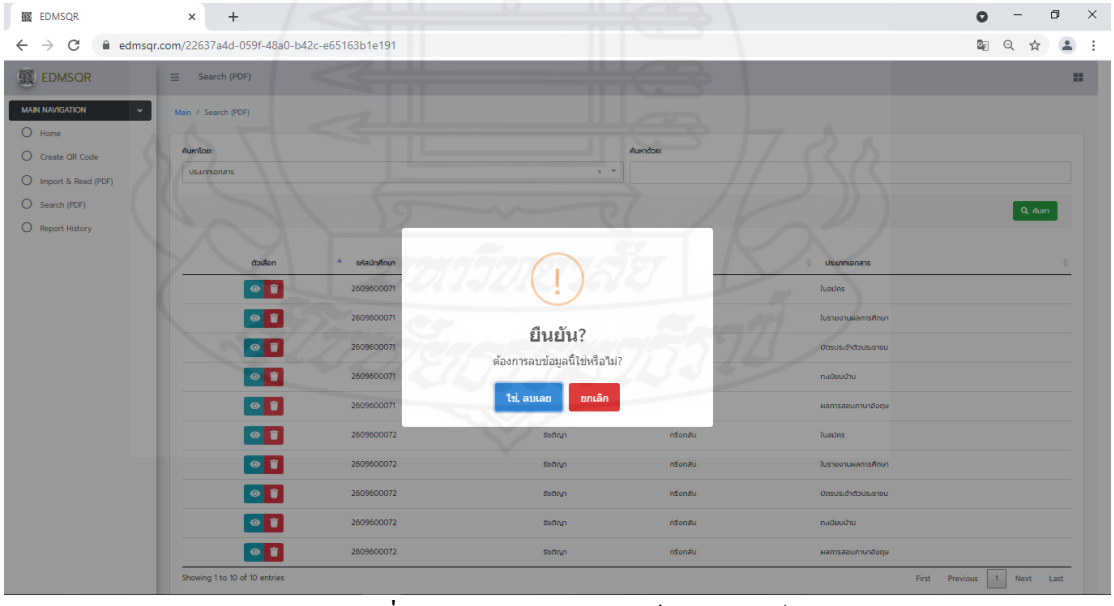


ภาพที่ 1.20 สืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์
ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

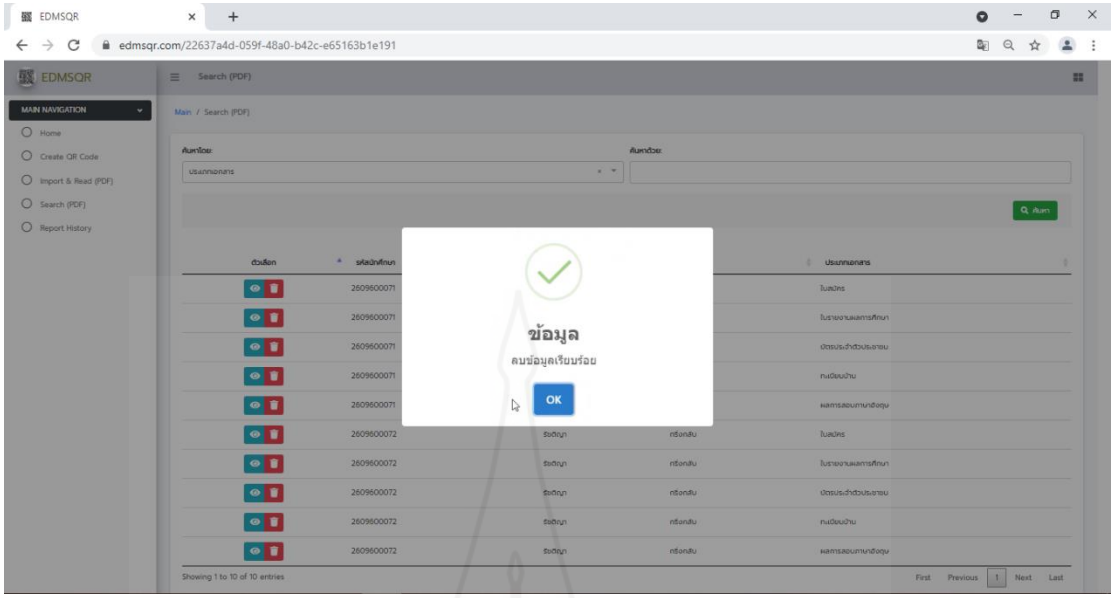
เจ้าหน้าที่ สามารถเลือกดูเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ดาวน์โหลด เพื่อจัดเก็บในเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือสั่งพิมพ์ผ่านเครื่องพิมพ์เอกสาร ดังภาพที่ 1.21



ภาพที่ 1.21 สืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์
ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด



ภาพที่ 1.22 สืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์
ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

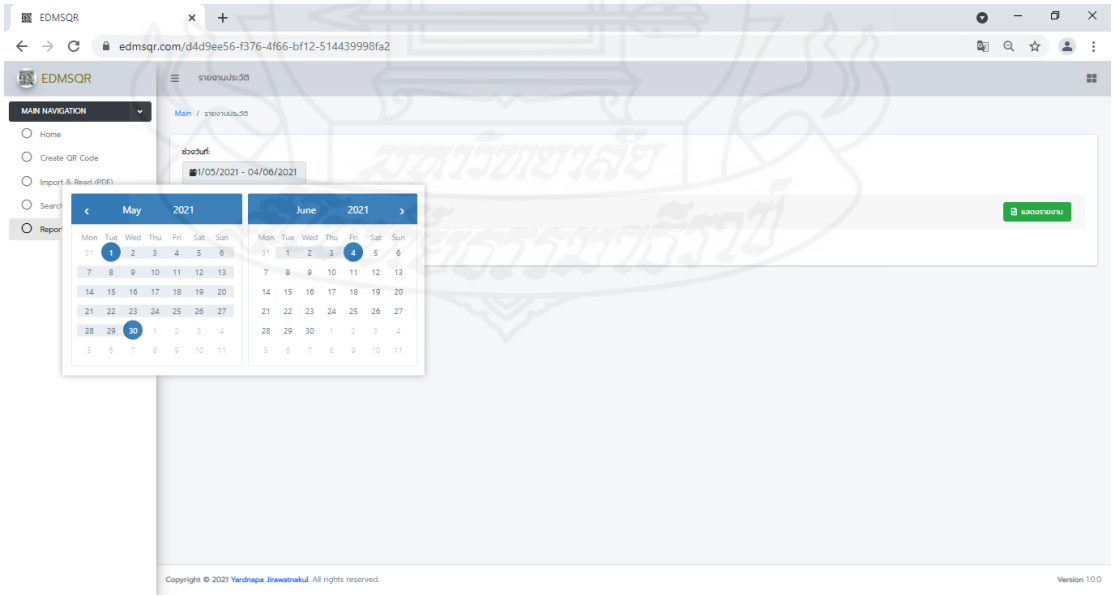


ภาพที่ 1.23 สืบค้นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์

ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

5. รายงานประวัติการใช้งานระบบ

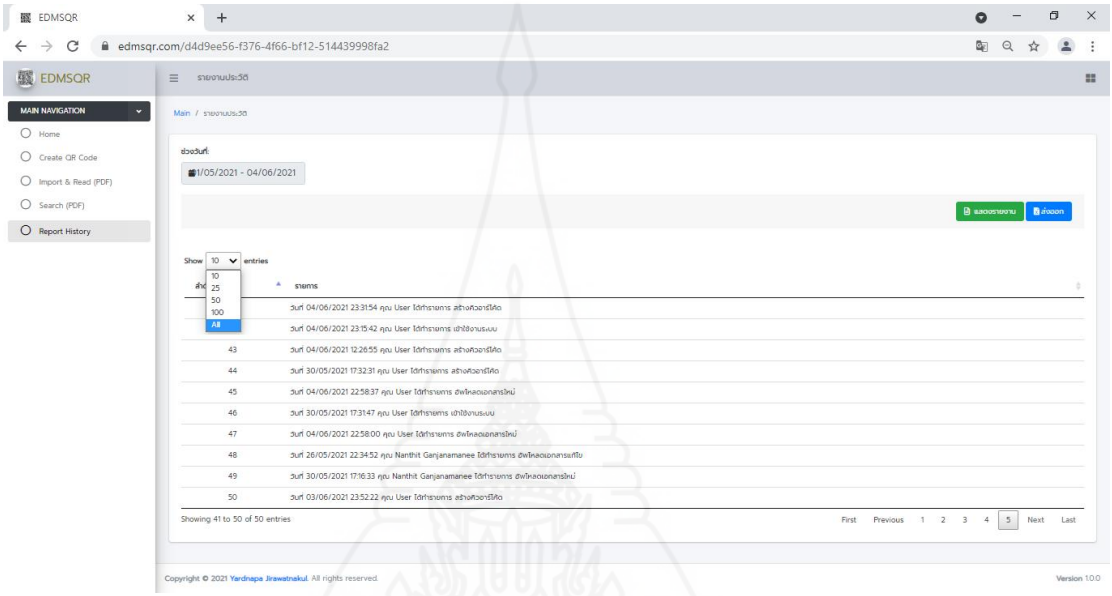
ผู้ดูแลระบบ สามารถตรวจสอบประวัติการใช้งานระบบของผู้ใช้ โดยการเลือกดูรายงานประวัติการใช้งาน โดยกำหนดช่วงวันที่เริ่มต้นและวันที่สิ้นสุดที่ต้องการดูรายงาน ดังภาพที่ 1.24



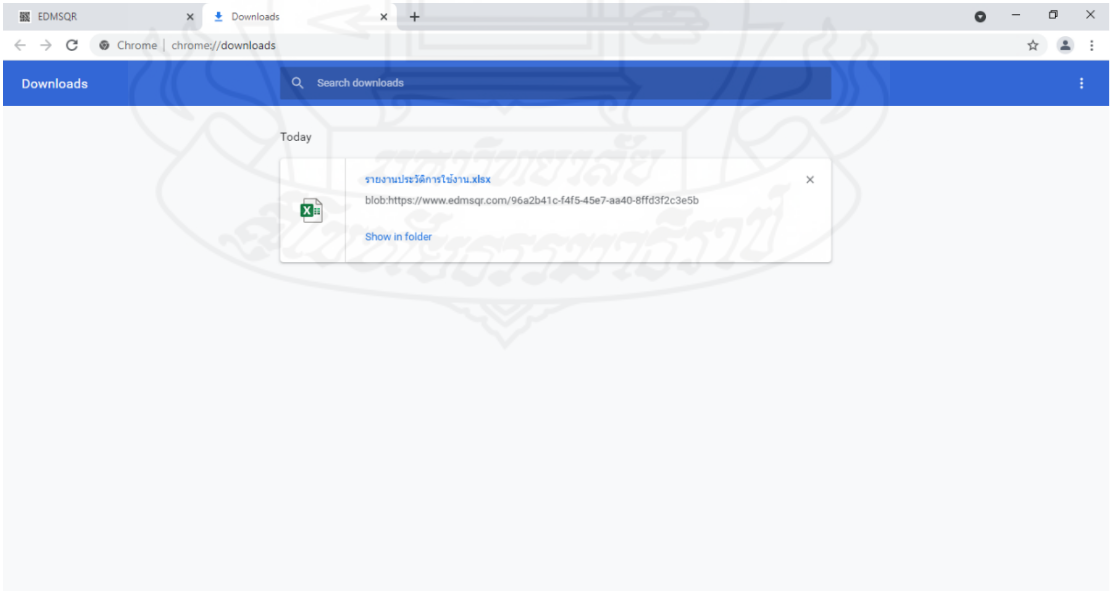
ภาพที่ 1.24 ประวัติการเข้าใช้งานระบบ

ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

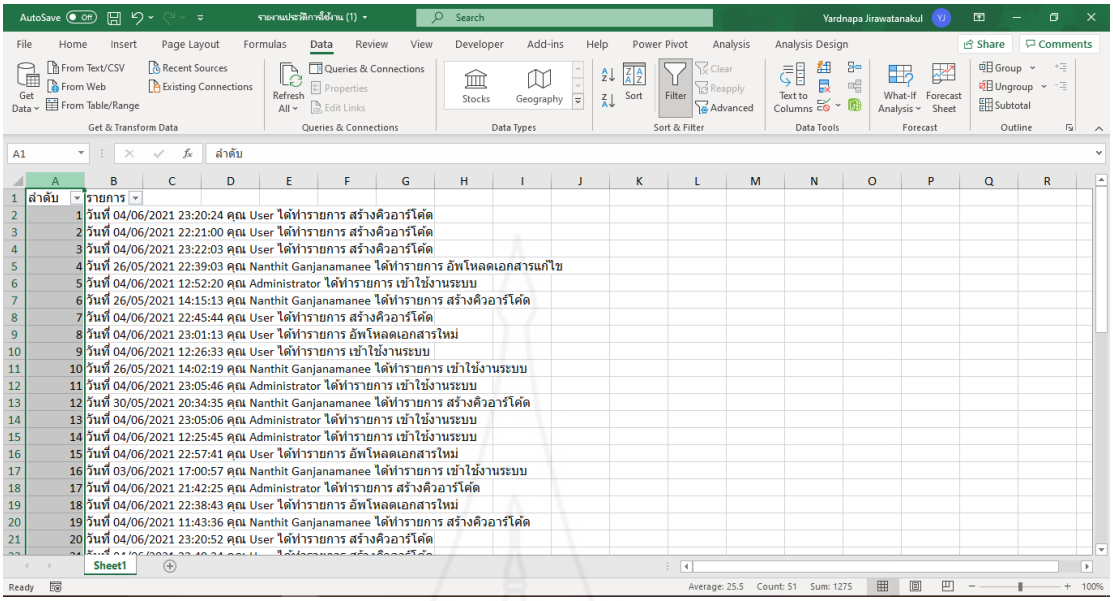
ผู้ดูแลระบบ สามารถส่งออกรายงานออกมาภายนอกระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ดในรูปแบบนามสกุลเอกซ์เซล ดังภาพที่ 1.25 และภาพที่ 1.26 โดยสามารถส่งออกข้อมูลตามช่วงวันที่เริ่มต้นสิ้นสุดที่กำหนดทั้งหมด หรือ ส่งออกเฉพาะข้อมูลที่แสดงผลในหน้านั้นๆ เท่านั้น ดังภาพที่ 1.27 และภาพที่ 1.28



ภาพที่ 1.25 ประวัติการเข้าใช้งานระบบ
ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด



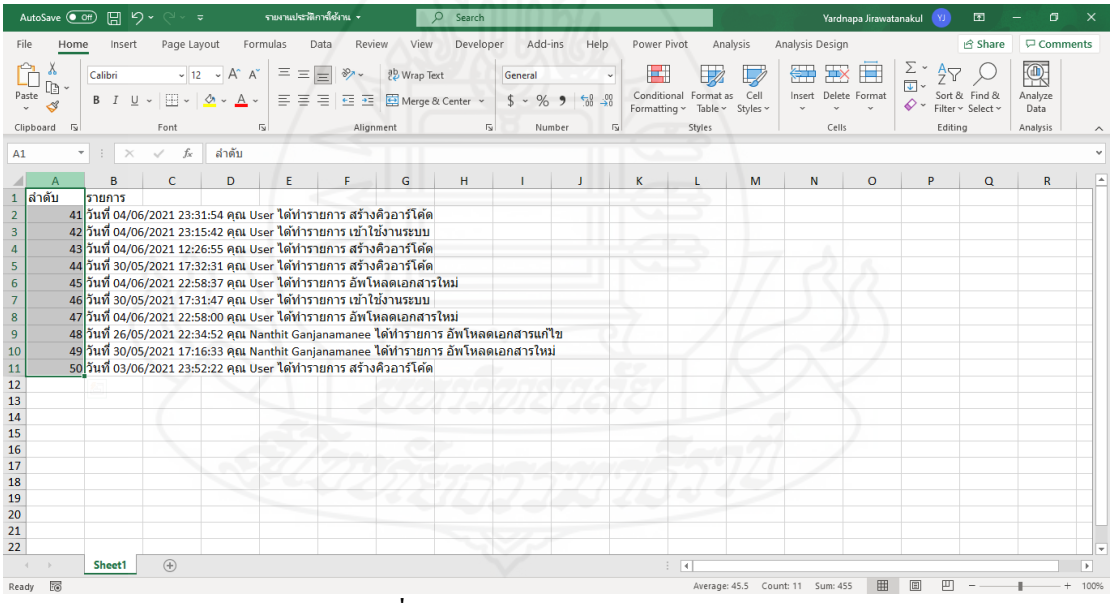
ภาพที่ 1.26 ประวัติการเข้าใช้งานระบบ
ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด



ลำดับ	รายการ
1	วันที่ 04/06/2021 23:20:24 คุณ User ได้ทำรายการ สร้างคิวอาร์โค้ด
2	วันที่ 04/06/2021 22:21:00 คุณ User ได้ทำรายการ สร้างคิวอาร์โค้ด
3	วันที่ 04/06/2021 23:22:03 คุณ User ได้ทำรายการ สร้างคิวอาร์โค้ด
4	วันที่ 26/05/2021 22:39:03 คุณ Nanthit Ganjanamanee ได้ทำรายการ อัพโหลดเอกสารแก้ไข
5	วันที่ 04/06/2021 12:52:20 คุณ Administrator ได้ทำรายการ เข้าใช้งานระบบ
6	วันที่ 26/05/2021 14:15:13 คุณ Nanthit Ganjanamanee ได้ทำรายการ สร้างคิวอาร์โค้ด
7	วันที่ 04/06/2021 22:45:44 คุณ User ได้ทำรายการ สร้างคิวอาร์โค้ด
8	วันที่ 04/06/2021 23:01:13 คุณ User ได้ทำรายการ อัพโหลดเอกสารใหม่
9	วันที่ 04/06/2021 12:26:33 คุณ User ได้ทำรายการ เข้าใช้งานระบบ
10	วันที่ 26/05/2021 14:02:19 คุณ Nanthit Ganjanamanee ได้ทำรายการ เข้าใช้งานระบบ
11	วันที่ 04/06/2021 23:05:46 คุณ Administrator ได้ทำรายการ เข้าใช้งานระบบ
12	วันที่ 30/05/2021 20:34:35 คุณ Nanthit Ganjanamanee ได้ทำรายการ สร้างคิวอาร์โค้ด
13	วันที่ 04/06/2021 23:05:06 คุณ Administrator ได้ทำรายการ เข้าใช้งานระบบ
14	วันที่ 04/06/2021 12:25:45 คุณ Administrator ได้ทำรายการ เข้าใช้งานระบบ
15	วันที่ 04/06/2021 22:57:41 คุณ User ได้ทำรายการ อัพโหลดเอกสารใหม่
16	วันที่ 03/06/2021 17:00:57 คุณ Nanthit Ganjanamanee ได้ทำรายการ เข้าใช้งานระบบ
17	วันที่ 04/06/2021 21:42:25 คุณ Administrator ได้ทำรายการ สร้างคิวอาร์โค้ด
18	วันที่ 04/06/2021 22:38:43 คุณ User ได้ทำรายการ อัพโหลดเอกสารใหม่
19	วันที่ 04/06/2021 11:43:36 คุณ Nanthit Ganjanamanee ได้ทำรายการ สร้างคิวอาร์โค้ด
20	วันที่ 04/06/2021 23:20:52 คุณ User ได้ทำรายการ สร้างคิวอาร์โค้ด

ภาพที่ 1.27 ประวัติการเข้าใช้งานระบบ

ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด



ลำดับ	รายการ
41	วันที่ 04/06/2021 23:31:54 คุณ User ได้ทำรายการ สร้างคิวอาร์โค้ด
42	วันที่ 04/06/2021 23:15:42 คุณ User ได้ทำรายการ เข้าใช้งานระบบ
43	วันที่ 04/06/2021 12:26:55 คุณ User ได้ทำรายการ สร้างคิวอาร์โค้ด
44	วันที่ 30/05/2021 17:32:31 คุณ User ได้ทำรายการ สร้างคิวอาร์โค้ด
45	วันที่ 04/06/2021 22:58:37 คุณ User ได้ทำรายการ อัพโหลดเอกสารใหม่
46	วันที่ 30/05/2021 17:31:47 คุณ User ได้ทำรายการ เข้าใช้งานระบบ
47	วันที่ 04/06/2021 22:58:00 คุณ User ได้ทำรายการ อัพโหลดเอกสารใหม่
48	วันที่ 26/05/2021 22:34:52 คุณ Nanthit Ganjanamanee ได้ทำรายการ อัพโหลดเอกสารแก้ไข
49	วันที่ 30/05/2021 17:16:33 คุณ Nanthit Ganjanamanee ได้ทำรายการ อัพโหลดเอกสารใหม่
50	วันที่ 03/06/2021 23:52:22 คุณ User ได้ทำรายการ สร้างคิวอาร์โค้ด

ภาพที่ 1.28 ประวัติการเข้าใช้งานระบบ

ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้คิวอาร์โค้ด

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาว หยาดนภา จิรวัฒนกุล
วัน เดือน ปีเกิด	27 มิถุนายน 2529
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	รัฐศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พ.ศ. 2552
สถานที่ทำงาน	บริษัทฯ ในกลุ่มธุรกิจอุตสาหกรรมการเกษตรและอาหารครบวงจร
ตำแหน่ง	จนท. อวส. ฝ่ายพัฒนาระบบงานทรัพยากรมนุษย์ (HRIS)