

ความหลากหลายของคิวอาร์โค้ด

A Variety of QR Code

ณัฐวุฒิ บุญโรจน์วงศ์

กษกร พระพรตระกูล

อาจารย์ประจำ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยพายัพ

E-mail: donutz@payap.ac.th

บทคัดย่อ

คิวอาร์โค้ด (QR Code: Quick Response Code) ถูกคิดค้นโดย บริษัทเดนโซ เวฟ ประเทศญี่ปุ่นเป็นบาร์โค้ด 2 มิติ ที่พัฒนาจากบาร์โค้ด สามารถเก็บข้อมูลประเภทข้อความ ที่ประกอบด้วย ตัวเลขและตัวอักษร ขนาดของข้อมูลที่สามารถบันทึกลงในคิวอาร์โค้ด ขึ้นอยู่กับเวอร์ชันของคิวอาร์โค้ด ได้แก่ เวอร์ชัน 1 จนถึง เวอร์ชัน 40 ในแต่ละเวอร์ชันมีข้อแตกต่างของชนิด ขนาดของข้อมูลที่สามารถบันทึก และระดับความสามารถในการแก้ไขข้อผิดพลาดในการอ่านข้อมูล คิวอาร์โค้ด มีความสามารถในการแก้ไขข้อผิดพลาดและคืนค่าข้อมูล ในกรณีที่รหัสมีครบสกปรก หรือเกิดความเสียหาย ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ L M Q H โดยสามารถคืนค่าข้อมูลจากการอ่านรหัสผิดพลาดร้อยละ 7 15 25 และ 30 ตามลำดับ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเลือกตามความเหมาะสมของสภาพแวดล้อมในการใช้งาน ในสภาพการใช้งานแบบปกติ คือ ระดับ M คิวอาร์โค้ดมีหลายประเภท เช่น คิวอาร์โค้ดโมเดล 1 และ 2 ไมโครคิวอาร์โค้ด ไอคิวอาร์โค้ด เอสคิวอาร์ซี เฟรมคิวอาร์ และโลโก้คิว ซึ่งวัตถุประสงค์ในการพัฒนาตั้งแต่ริเริ่ม เพื่อความรวดเร็วและความน่าเชื่อถือในการตรวจสอบอะไหล่ ยานพาหนะ ซึ่งบริษัทเดนโซ เวฟ ได้ทำการวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ถูกนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ เพิ่มความสะดวกและประสิทธิภาพในการอ่านหรือสแกนด้วยอุปกรณ์ สำหรับข้อมูลบนป้ายกำกับสินค้า สื่อสิ่งพิมพ์ บันทึกข้อความ และขยายขอบเขตการประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ดในด้านต่างๆ เช่น การศึกษา การรักษาความปลอดภัย บริการทางการแพทย์ การท่องเที่ยว การตลาด และการบริการลูกค้า เป็นต้น

คำสำคัญ: คิวอาร์โค้ด บาร์โค้ด 2 มิติ ประเภทคิวอาร์โค้ด การประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ด

ABSTRACT

Quick Response Code (QR Code) developed by Denso Wave, Inc. Japan is a two dimensional matrix barcode that can store data including numeric and text in a way that is readable from any direction, rotation or reflection. A QR Code has versions numbered 1 to 40 that differ in the amount, type and error correction capability of the data. QR Code has error correction capability to restore data if the code is dirty or damaged. Error Correction Levels L, M, Q, and H correspond to the ability to recover data despite misreading errors of 7, 15, 25 and 30%, respectively. Level M is used in most situations. Recent versions even have the ability to include logos in the middle of the bar code. There are many types of QR Code such as QR Code Model 1, QR Code Model 2, Micro QR Code, iQR Code, SQRC, Frame QR, and LogoQ. While initially developed to achieve reliable and rapid automobile part identification, Denso Wave has continued to develop new research and commercial versions of QR Codes to better link machine readable information to labels, publications, memos

and signage in order to support an ever growing list of applications in such diverse fields as education, security, medical services, tourism, marketing and user training/support.

KEYWORDS: QR Code, 2D Barcode, Types of QR Code, The Application of QR Code

บทนำ

รหัสคิวอาร์ หรือคิวอาร์โค้ด (QR Code : Quick Response Code) คือ บาร์โค้ดสองมิติ (Two-Dimensional Bar Code) ชนิดหนึ่ง ที่ถูกพัฒนามาจากบาร์โค้ด (Bar code) ภายใต้นแนวคิดเพื่อให้บาร์โค้ดอ่านง่ายและเร็วต่อการตอบสนอง (Quick response)

QR Code ถูกพัฒนาขึ้นในปี พ.ศ.2537 โดยบริษัทเดนโซ เวฟ (Denso Wave Incorporated) ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งเป็นบริษัทในเครือของโตโยต้า และได้จดทะเบียนลิขสิทธิ์ชื่อ "QR Code" ที่ประเทศญี่ปุ่น และทั่วโลก วัตถุประสงค์หลักในการพัฒนา QR Code คือ เพื่อบริหารจัดการและตรวจสอบข้อมูลชิ้นส่วนอะไหล่ยานพาหนะในกระบวนการผลิต (Tucker, 2011) หลังจากนั้นบริษัทเดนโซ เวฟ จึงได้นำเทคโนโลยีนำเสนอต่อสาธารณชน เพราะเล็งเห็นประโยชน์ของ QR Code ที่สามารถเก็บข้อมูลได้หลายประเภทและเก็บข้อมูลได้มากกว่า bar code (รูปที่ 1) (Denso Wave Inc., 2016a)



รูปที่ 1 QR Code (คิวอาร์โค้ด)

QR Code ประกอบด้วยชิ้นส่วนโมดูลรูปสี่เหลี่ยม สีขาว-ดำ เรียงตัวกัน ในสัดส่วนสี่เหลี่ยม สามารถอ่านด้วยการสแกน QR Code ผ่านอุปกรณ์เครื่องอ่าน QR Code หรือผ่านโทรศัพท์สมาร์ตโฟน (Smart phone) ที่มีกล้อง และได้ติดตั้งแอปพลิเคชันสำหรับกรอทรหัส QR Code โดยข้อมูลที่ถูกละเปลี่ยนเป็นรหัสและถูกจัดเก็บหรือบันทึกอยู่ในสัญลักษณ์ QR Code จะเป็นข้อมูลชนิดตัวอักษร (Characters) หรือตัวเลข (Numeric) ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้เพื่อเก็บข้อมูลได้หลากหลาย เช่น เก็บข้อมูลแหล่งของ

เว็บไซต์ เบอร์โทรศัพท์ ข้อความ และข้อมูลที่เป็นตัวอักษรอื่นๆ ได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับการประยุกต์ใช้งาน เป็นต้น

ความจุ และเวอร์ชันของ QR Code

QR Code แบ่งเป็นเวอร์ชัน ตั้งแต่ เวอร์ชัน 1 จนถึง เวอร์ชัน 40 ซึ่งแต่ละเวอร์ชันมีความแตกต่างกันในการกำหนดค่าของโมดูล Module configuration) โดยโมดูล คือ จุดสีขาว และสีดำ ที่ประกอบกันเป็นสัญลักษณ์ QR Code การกำหนดค่าของโมดูลเป็นการอ้างถึงจำนวนของโมดูลที่สามารถบรรจุอยู่ใน QR Code ในแต่ละด้าน ยกตัวอย่าง เช่น เวอร์ชัน 1 (21 x 21 โมดูล) ขยายไปถึง เวอร์ชัน 40 (177 x 177 โมดูล) ซึ่งหมายเลขเวอร์ชันที่สูงขึ้นแต่ละระดับหมายถึงการเพิ่มจำนวนโมดูลเข้าไปในแต่ละด้านจำนวน 4 โมดูลจากเวอร์ชันก่อนหน้า (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 การเพิ่มจำนวนโมดูลในแต่ละเวอร์ชันของ QR Code

ซึ่งแต่ละเวอร์ชันของ QR Code มีความแตกต่างกันในด้านของขนาดความจุข้อมูล ชนิดของข้อมูลที่เก็บ เช่น ชนิดข้อมูลตัวอักษร (Characters) หรือชนิดข้อมูลตัวเลข (Numeric) เป็นต้น และระดับความสามารถในการแก้ไขข้อผิดพลาดและคืนค่าข้อมูล (Error correction level)

ในแง่ของความจุ ถ้าต้องการเก็บข้อมูลปริมาณมากไว้ใน QR Code จะทำให้จำนวนโมดูลที่ประกอบกันเป็นสัญลักษณ์ QR Code มีจำนวนมากขึ้น และส่งผลให้ขนาดของสัญลักษณ์ QR Code มีขนาดใหญ่ขึ้นตามไปด้วย (Denso Wave, Inc., 2016b)

การเลือกใช้ QR Code เวอร์ชัน ให้เหมาะสมกับข้อมูล

การเก็บข้อมูลไว้ใน QR Code เป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงอย่างมาก เพราะขนาดของสัญลักษณ์ QR Code จะแปร

ผันตามขนาดของข้อมูล หากข้อมูลมีขนาดใหญ่ สัญลักษณ์ QR Code จะมีขนาดใหญ่ ในทางกลับกัน หากข้อมูลมีขนาดเล็ก ขนาดของสัญลักษณ์ก็จะเล็กตามไปด้วย แต่ในทางปฏิบัติ หากเลือกเวอร์ชันของ QR Code ไม่เหมาะสมกับขนาดของข้อมูล เช่น ต้องการเก็บข้อมูลขนาดเล็ก แต่เลือกใช้ QR Code เวอร์ชันสูงเกินไป จะทำให้ขนาดของสัญลักษณ์ QR Code มีขนาดใหญ่เกินความจำเป็น อาจก่อให้เกิดขนาดรูปทรงที่เอะอะไม่เหมาะสมกับพื้นที่ที่จะนำไปใช้งาน อีกทั้งอาจเกิดข้อผิดพลาดในการอ่านสัญลักษณ์ได้ (Denso Wave, Inc., 2016c)

ตัวอย่างการเลือกใช้เวอร์ชันของ QR Code ให้เหมาะสมกับขนาดข้อมูล

ในกรณีที่ต้องการเก็บข้อมูลชนิดตัวเลข 100 ดิจิต โดยพิจารณาจากตาราง จะมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) เลือกชนิดข้อมูล (ในกรณีนี้ คือ ตัวเลข (Numeral))
- 2) เลือกระดับการตรวจสอบข้อผิดพลาด เช่น L M Q และ H (ในกรณีนี้คือระดับ M)
- 3) ค้นหาข้อมูลในตาราง ที่ใกล้เคียงกับจำนวน 100 ในคอลัมน์ Numeric และแถวที่ M จะเกิดจุดตัดในแถวของ QR Code เวอร์ชัน

ดังนั้นเวอร์ชัน QR Code ที่เหมาะสมในการเก็บข้อมูลชนิดตัวเลข 100 ดิจิต คือ เวอร์ชัน 3 (29 x 29 โมดูล)

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบเวอร์ชันของ QR Code ที่เหมาะสมกับขนาดข้อมูลต่างๆ

Version	Modules	ECC Level	Data bits (mixed)	Numeric	Alpha numeric	Binary	Kanji
1	21x21	L	152	41	25	17	10
		M	128	34	20	14	8
		Q	104	27	16	11	7
		H	72	17	10	7	4
2	25x25	L	272	77	47	32	20
		M	224	63	38	26	16
		Q	176	48	29	20	12
		H	128	34	20	14	8
3	29x29	L	440	127	77	53	32
		M	352	101	61	42	26
		Q	272	77	47	32	20
		H	208	58	35	24	15

ตารางที่ 2 ความจุข้อมูลรหัสคิวอาร์

ชนิดข้อมูล	ความจุ
ตัวเลขอย่างเดียว	มากที่สุด 7,089 ดิจิต
ตัวอักษร ผสม ตัวเลข	มากที่สุด 4,296 ตัวอักษร
ไบนารี (8 บิต)	มากที่สุด 2,953 ไบต์
คันจิ/คะนะ	มากที่สุด 1,817 ตัวอักษร

ความสามารถในการแก้ไขข้อผิดพลาดและคืนค่าข้อมูล

QR Code มีความสามารถในการแก้ไขข้อผิดพลาดและคืนค่าข้อมูลที่ถูกต้องได้ ในกรณีที่สัญลักษณ์ QR Code มีคราบสกปรก หรือเกิดความเสียหาย

ความสามารถดังกล่าวได้นำ Reed-Solomon Code (Reed & Solomon, 1960) ซึ่งเป็นหลักการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกคิดค้นขึ้นมาเพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดในการอ่านข้อมูลจากแผ่นซีดีเพลง และใช้ในการป้องกันแก้ไขสัญญาณรบกวนการสื่อสารผ่านดาวเทียมอีกด้วย (Immink, 1994) ซึ่งเป็นหลักการที่ใกล้เคียงกัน ทำให้ผู้พัฒนามานำมาประยุกต์ใช้กับการแก้ไขข้อผิดพลาดและคืนค่าข้อมูลใน QR Code

ความสามารถในการแก้ไขข้อผิดพลาด แบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ ระดับ L M H และ Q ซึ่งมีร้อยละในการคืนค่าข้อมูลที่แตกต่างกัน โดยผู้ใช้สามารถเลือกตามความเหมาะสมของสภาพการใช้งาน การเพิ่มระดับจะเป็นการเพิ่มความสามารถในการแก้ไขข้อผิดพลาด แต่ก็เป็นการเพิ่มจำนวนโมดูลสำหรับการแก้ไขข้อผิดพลาดให้แก่ QR Code ส่งผลทำให้ความจุในการเก็บข้อมูลน้อยลง และขนาดของสัญลักษณ์ก็จะใหญ่ขึ้นตามไปอีกด้วย (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ระดับความสามารถในการแก้ไขข้อผิดพลาด และร้อยละของการคืนค่าข้อมูล

ระดับ	ร้อยละของการคืนค่าข้อมูล
L	ประมาณ 7%
M	ประมาณ 15%
Q	ประมาณ 25%
H	ประมาณ 30%

ปัจจัยต่างๆ ในการเลือกระดับความสามารถในการแก้ไขข้อผิดพลาด เช่น สภาพแวดล้อมการใช้งานและขนาดของสัญลักษณ์ QR Code ยกตัวอย่างเช่น การเลือก

ระดับ Q (ร้อยละ 25) หรือ H (ร้อยละ 30) เหมาะสำหรับสภาพแวดล้อมในโรงงานที่ QR Code อาจมีสิ่งสกปรกไปจับที่พื้นผิวได้ง่าย ในขณะที่ระดับ L เหมาะสำหรับการใช้งานในสภาพแวดล้อมที่สะอาด อีกทั้งยังบันทึกข้อมูลได้มากที่สุด อีกด้วย

การใช้งานทั่วไป นิยมเลือกระดับ M (ร้อยละ 15) เพราะสัญลักษณ์จะมีขนาดไม่ใหญ่มาก สามารถบันทึกข้อมูลได้มาก และมีระดับความสามารถในการแก้ไขข้อผิดพลาดและคืนค่าได้ในระดับดี (Denso Wave, Inc., 2016d)

QR Code ประเภทต่างๆ

1. QR Code โมเดล 1 และ โมเดล 2

โมเดล 1 เป็น QR Code แบบดั้งเดิม มีขนาดใหญ่ที่สุดเท่ากับ QR Code เวอร์ชัน 14 (73 x 73 โมดูล) สามารถเก็บข้อมูลชนิดตัวเลข ได้สูงสุด 1,167 ดิจิต (รูปที่ 3)



รูปที่ 3 QR Code โมเดล 1

โมเดล 2 เป็นการปรับปรุงโครงสร้างมาจากโมเดล 1 มีขนาดใหญ่ที่สุดเท่ากับ QR Code เวอร์ชัน 40 (177 x 177 โมดูล) สามารถเก็บข้อมูลชนิดตัวเลข ได้สูงสุด 7,089 ดิจิต ซึ่งเป็นโมเดลที่นิยมใช้ในปัจจุบัน (รูปที่ 4)



รูปที่ 4 QR Code โมเดล 2

2. ไมโคร QR Code

QR Code ขนาดเล็ก ซึ่งใช้ตำแหน่งในการตรวจสอบรูปแบบ (Position detection pattern) เพียง 1

ตำแหน่ง (จากปกติใช้ 3 ตำแหน่ง) เพื่อให้ขนาดของ ไมโคร QR Code มีขนาดเล็กกว่า QR Code แบบปกติ ไมโคร QR Code แบ่งออกเป็น 4 เวอร์ชัน ประกอบไปด้วย M1 (11 โมดูล) M2 (13 โมดูล) M3 (15 โมดูล) และ M4 (17 โมดูล) ซึ่งสามารถบันทึกข้อมูลชนิดตัวเลข ได้สูงสุด 35 ดิจิต (ตารางที่ 4 และรูปที่ 5)

ตารางที่ 4 ความจุของ ไมโคร QR Code

Symbol version	Number of modules	Error correction level	Numeric	Alpha numeric	Binary	Kanji
M1	11	-	5	-	-	-
M2	13	L	10	6	-	-
		M	8	5	-	-
M3	15	L	23	14	9	6
		M	18	11	7	4
M4	17	L	35	21	15	9
		M	30	18	13	8
		Q	21	13	9	5



รูปที่ 5 ไมโคร QR Code

3. iQR Code

เรียกว่าเป็น QR Code แบบโค้ด เมตริกซ์ 2 มิติ (Matrix-type 2D code) ถูกออกแบบมาเพื่อความสะดวกในการอ่าน และมีขนาดเล็ก โดยมี 2 รูปทรง คือ แบบสี่เหลี่ยม และแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า

คุณสมบัติในด้านการเก็บข้อมูลเมื่อเปรียบเทียบ iQR Code กับ QR Code ปกติ ที่มีขนาดเท่ากัน พบว่า iQR Code สามารถเก็บข้อมูลได้มากกว่าร้อยละ 80 และด้านการเก็บข้อมูลในปริมาณข้อมูลเท่ากัน iQR Code จะมีขนาดเล็กกว่า QR Code ปกติถึงร้อยละ 30

รูปทรงของ iQR Code ที่นิยมนำไปใช้ คือ รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า เพราะสามารถนำไปติดกับป้ายกำกับสินค้าที่มีขนาดเล็ก ซึ่งส่วนมากจะอยู่ในรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าเช่นเดียวกัน ทำให้เกิดความสะดวกในการนำไปใช้งานมากกว่า QR Code รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มี

ขนาดใหญ่ และใช้พื้นที่ในการพิมพ์ลงบนป้ายกำกับสินค้ามากกว่า (รูปที่ 6)



รูปที่ 6 iQR Code

4. SQRC

มาจาก Secret-function-equipped QR Code เป็น QR Code ที่ออกแบบมาเพื่อให้มีความสามารถในซ่อนข้อมูล หรือเก็บข้อมูลที่มีความเป็นส่วนตัว ข้อมูลที่เป็นความลับได้

ซึ่งถ้าต้องการที่จะอ่านข้อมูลที่ถูกซ่อนไว้ ต้องใช้เครื่องอ่านพิเศษที่พัฒนาสำหรับ SQRC โดยเฉพาะ จึงจะสามารถอ่านข้อมูลที่ถูกเก็บไว้ในส่วนของความเป็นส่วนตัวได้

ถ้าใช้อุปกรณ์อ่านทั่วไป ก็ยังสามารถอ่านค่าได้ แต่จะปรากฏเฉพาะข้อมูลในส่วนที่กำหนดให้เปิดเผยได้เท่านั้น ซึ่งการมองด้วยตาจะไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่าง SQRC กับ QR Code ได้เลย (รูปที่ 7)



รูปที่ 7 การอ่านข้อมูลจาก SQRC

5. เฟรมคิวอาร์ (Frame QR)

เป็น QR Code ที่มีส่วนของพื้นที่ว่างตรงกลาง (Canvas area) สำหรับการนำรูปต่างๆ เข้ามาใส่ได้ โดยที่ไม่มีผลกระทบต่อข้อมูลที่เก็บใน QR Code เหมาะสำหรับการนำไปใช้เกี่ยวกับการนำเสนอสินค้า ข้อกำหนดในการใช้งานของสินค้า หรืออื่นๆ ตามความต้องการของผู้ใช้ (รูปที่ 8)



รูปที่ 8 เฟรมคิวอาร์ (Frame QR)

6. โลโก้คิว (LogoQ)

คือ รูปลักษณะใหม่ของ QR Code ที่นำเอารูปภาพที่มีสี ผสมเข้ากับ QR Code ปกติที่มีสีขาว-ดำ โดยสร้างจาก LogoQ algorithm เพื่อให้ได้ LogoQ (รูปที่ 9)



รูปที่ 9 การสร้าง LogoQ จาก LogoQ algorithm (Denso Wave, Inc., 2016e)

7. QR Code Color multiplexing

เป็นการเพิ่มปริมาณความจุในการเก็บข้อมูลของ QR Code โดยใช้สีอื่นๆ นอกเหนือจากสีขาวและดำ ด้วยเทคนิคมัลติเพล็กซ์ซึ่ง นักวิจัยผู้คิดค้นวิธีการนี้ได้มองเห็นถึงข้อจำกัดในการเก็บข้อมูลของ QR Code แบบปกติที่มีเฉพาะสีขาวและดำ ซึ่งสีที่มีนัยสำคัญต่อการอ่านข้อมูลคือสีดำ ดังนั้น นักวิจัยจึงได้เสนอแนวคิดในการเก็บข้อมูลโดยใช้สีในการเพิ่มปริมาณความจุข้อมูล

ข้อมูลจะถูกเก็บแยกออกจากกัน โดยการใช้แม่สี CMYK ซึ่งประกอบไปด้วยสี 4 สี คือ ฟ้ำ (C : Cyan) ม่วงแดง (M : Magenta) เหลือง (Y : Yellow) และดำ (K : Black) และใช้วิธีการอ่านข้อมูลที่เก็บไว้ในแต่ละสี ทำให้สามารถเพิ่มปริมาณความจุข้อมูลได้มากขึ้น (รูปที่ 10)



รูปที่ 10 QR Code Color multiplexing (André & Ferreira, 2014)

ตารางที่ 5 การประยุกต์ใช้ QR Code ประเภทต่างๆ

ประเภท	ลักษณะเฉพาะ	การประยุกต์ใช้
QR Code Model 1 & Model 2	เหมาะสำหรับการใช้งานทั่วไป	เก็บข้อมูลต่างๆ เช่น รหัสสินค้า ข้อความ เบอร์โทรศัพท์ เว็บไซต์ เป็นต้น
Micro QR Code	มีขนาดเล็ก สำหรับติดในพื้นที่ที่จำกัด ใช้เก็บข้อมูลที่มีขนาดเล็ก	เก็บข้อมูลที่มีขนาดเล็ก
iQR Code	มีรูปทรงเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า	ป้ายกำกับสินค้า (tag) เช่น เสื้อผ้า รองเท้า สินค้าต่างๆ เป็นต้น
SQRC	รูปลักษณะเหมือน QR Code ทั่วไป สามารถเก็บข้อมูลที่มีความเป็นส่วนตัว และต้องใช้เครื่องอ่านพิเศษโดยเฉพาะในการอ่านข้อมูลที่เก็บไว้ในส่วนของความเป็นส่วนตัว แต่ถ้าใช้อุปกรณ์อ่านทั่วไป จะแสดงข้อมูลเฉพาะในส่วนที่กำหนดให้เปิดเผยได้เท่านั้น	ป้ายกำกับที่สามารถแสดงข้อมูลเปิดเผยและซ่อนข้อมูลที่มีความเป็นส่วนตัว
Frame QR	มีพื้นที่ว่างตรงกลาง เพื่อบรรจุรูปภาพกราฟิก หรือข้อความที่ต้องการสื่อ	การนำสัญลักษณ์หรือข้อความ บรรจุไว้กับ QR Code เพื่อเกิดเอกลักษณ์ และสร้างการจดจำ
LogoQ	การผนวกรูปภาพกราฟิกเข้ากับ QR Code เพื่อให้เกิดความสวยงาม และเกิดเอกลักษณ์เฉพาะตัว	การนำสัญลักษณ์ขององค์กรผนวกกับ QR Code เพื่อเกิดเอกลักษณ์ และสร้างการจดจำ
QR Code Color multiplexing	เพิ่มความจุในการเก็บข้อมูล โดยใช้แม่สี CMYK ในการเก็บข้อมูล แต่ละชุด โดยแยกตามแม่สี	ยังไม่มีให้นำไปใช้งาน เนื่องจากเป็นแนวคิดจากงานวิจัย เพื่อเพิ่มความจุในการเก็บข้อมูลของ QR Code

ตัวอย่างการนำ QR Code ไปใช้ประโยชน์

ในช่วงกลางปี พ.ศ.2533 QR Code ได้ถูกพัฒนา รูปแบบ และมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งเป็นที่นิยมในประเทศ ญี่ปุ่นและจีน ส่วนในประเทศอื่นๆ เช่น สหรัฐอเมริกา

แคนาดา เยอรมัน ฯลฯ ได้นำ QR Code มาประยุกต์ใช้ในทางธุรกิจ และอุตสาหกรรม (Gradel & Edson, 2012)

ในปัจจุบันได้มีการนำ QR Code มาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย ในหลากหลายด้าน ยกตัวอย่าง ดังนี้

1. ห้องสมุดของมหาวิทยาลัยโคโลราโด (University of Colorado at Boulder: CUB) นำ QR Code มาใช้ในการตอบคำถามต่างๆ แก่ผู้ใช้บริการห้องสมุดของมหาวิทยาลัย เช่น การตอบคำถามเกี่ยวกับการบริการต่างๆ ของห้องสมุด การติดต่อกับบรรณารักษ์ห้องสมุด การขอเส้นทางเพื่อไปยังเครื่องถ่ายเอกสาร เป็นต้น (Hicks & Sinkinson, 2011)

2. ห้องสมุดของโรงเรียนโอเวอร์เลค รัฐวอชิงตัน ประเทศสหรัฐอเมริกา มีแนวคิดในการเชื่อมโยงฐานข้อมูลออนไลน์ (Online resources) กับทรัพยากรทางกายภาพ (Physical resources) เข้าด้วยกันโดยใช้ QR Code ในการเชื่อมโยงข้อมูลเลขหมู่หนังสือกับตำแหน่งที่ตั้งชั้นเก็บหนังสือที่ต้องการค้นหา การยืมหนังสือของนักเรียน (Ewel, 2014)

3. การประยุกต์ใช้ QR Code เพื่อเป็นสื่อโฆษณา ประชาสัมพันธ์ และให้ข้อมูลสินค้า อาทิ บริษัท เซฟโรเลท มีการนำ QR Code ออกแสดงพร้อมกับรถรุ่นใหม่ๆ เมื่อผู้สนใจสแกน QR Code จะสามารถดูข้อมูลและรายละเอียดของรถรุ่นนั้นๆ ได้ หรือบริษัท Warbasse Design ได้นำสัญลักษณ์ QR Code พิมพ์ลงบนโปสเตอร์ประชาสัมพันธ์ ภาพยนตร์ โดยใน QR Code นั้นเก็บ URL (Uniform Resource Locator) ของตัวอย่างภาพยนตร์เรื่องดังกล่าว เพื่อให้ผู้สนใจได้เข้าไปเยี่ยมชมเว็บไซต์หลักของภาพยนตร์ ผ่านทางการอ่านหรือสแกน QR Code (O'Brien, 2010)

4. เทคโนโลยี QR Code เป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง เพื่อเป็นสื่อประชาสัมพันธ์ทางการตลาด ของสินค้ายี่ห้อชั้นนำ บนตลาดออนไลน์ ซึ่งบริษัทต่างๆ ในปัจจุบันได้นำ QR Code มาพิมพ์ลงบนนามบัตรเพื่อให้ข้อมูลอื่นๆ ที่สำคัญของบริษัท เช่น เว็บไซต์ ข้อมูลบริษัท อีเมล และเบอร์โทรศัพท์ เป็นต้น เพื่อเพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการเข้าถึงข้อมูลของบริษัท (Alexander, 2012)

5. เมืองแมนอร์ รัฐเท็กซัส ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้นำ QR Code มาใช้ในการให้ข้อมูลแก่นักท่องเที่ยวในการท่องเที่ยวเมืองแมนอร์ เช่น ประวัติของสถานที่ต่างๆ

และเส้นทางสำหรับการเดินทางไปยังสถานที่ท่องเที่ยว
ถัดไป (Jeffers, 2009)

6. ศูนย์การแพทย์ฉุกเฉิน มาติน เคาน์ตี (Medical emergencies of Marin County) ในรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศ
สหรัฐอเมริกา ได้มีการแลกเปลี่ยนความรู้ด้านเทคโนโลยีเพื่อ
ช่วยเหลือผู้ป่วยในกรณีฉุกเฉิน มีการกล่าวถึงการนำ QR
Code มาใช้เก็บข้อมูลที่จำเป็นของผู้ป่วย เช่น ประวัติการ
แพ้ยา โรคประจำตัว เป็นต้น โดย QR Code ดังกล่าวควรติด
ไว้กับของใช้ส่วนตัวที่พบได้ง่าย เช่น พวงกุญแจ หรือ
กระเป๋าเงิน เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน ทีมแพทย์จะทราบข้อมูล
เบื้องต้นของผู้ป่วยผ่านการอ่านหรือสแกน QR Code ซึ่ง
จะทำให้สามารถช่วยผู้ป่วยได้ทันการณ์ (Rich, 2012)

การพัฒนา QR Code ผสมกับเทคโนโลยี

ปัจจุบันการประยุกต์ใช้ QR Code จะเป็นการ
นำไปผสมกับเทคโนโลยีในด้านต่างๆ เพื่อเพิ่ม
ประสิทธิภาพในการใช้งาน ยกตัวอย่าง ดังนี้

1. QR Code กับ ปัญญาประดิษฐ์

นักวิจัยได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการอ่านข้อมูล
จากภาพ QR Code ที่ถ่ายได้จากกล้องโทรศัพท์มือถือ
ซึ่งบางครั้งจะได้อุปกรณ์ที่ทำให้การอ่านข้อมูลจาก QR Code
เกิดปัญหา เช่น การถ่ายในมุมเฉียง ทำให้รูป QR Code
ที่ได้มีลักษณะเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ภาพไม่
คมชัด และภาพมีความเสียหายในตัว QR Code บางส่วน
 เป็นต้น

นักวิจัยดำเนินการโดยได้นำเอาเทคนิคทางปัญญา
ประดิษฐ์ ซึ่งเป็นอัลกอริทึมในการรู้จำ (Recognition) คือ
Team progress algorithm และ Genetic algorithm
มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการอ่านข้อมูล QR Code
โดยผลลัพธ์ที่ได้ คือ Team progress algorithm มี
ความเร็วในการอ่านข้อมูล QR Code มากกว่า ดังนั้น
นักวิจัยจึงได้ทดลองนำอัลกอริทึมดังกล่าว ไปใช้ร่วมกับ
BP neural network algorithm เพื่อเป็นการเพิ่ม
ประสิทธิภาพ และได้ทำการพัฒนาโปรแกรม โดยใช้
Matlab และ Visual C++ (Wu, 2016)

2. QR Code กับ เทคโนโลยีการพิมพ์

งานวิจัยนี้เป็นความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัย
South Dakota กับ โรงเรียน South Dakota of Mines

and Technology ได้ทำการวิจัย Invisible QR Code
โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันการปลอมแปลงผลิตภัณฑ์
ซึ่ง Invisible QR Code ดังกล่าวจะถูกสร้างขึ้นโดยการ
ใช้เทคโนโลยีการพิมพ์ด้วยเครื่อง Aerosol Jet Printer
และใช้น้ำหมึกฟลูออเรสเซนต์สีฟ้าและสีเขียวผสมเข้า
ด้วยกัน จากนั้นทำการพิมพ์ Invisible QR Code ลงบน
ตัวผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า
แต่จะสามารถมองเห็นได้โดยการใช้แสงอินฟราเรดแบบ
ใกล้ (Near Infrared: NIR) เท่านั้น จึงเป็นความเพิ่ม
ประสิทธิภาพให้กับ QR Code ในด้านการรักษาความ
ปลอดภัย และสามารถป้องกันการปลอมแปลงผลิตภัณฑ์
ได้

งานวิจัยฉบับนี้ได้รับข้อเสนอแนะให้มีการย่อ
ขนาดของ QR Code ให้เล็กลงมากๆ โดยใช้เทคโนโลยี
การพิมพ์ และน้ำหมึกชนิดพิเศษ ซึ่งการอ่าน QR Code
จะต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ (Microscope) เพื่อเป็นอีก
แนวทางหนึ่งในการเพิ่มระดับการป้องกันการปลอม
แปลงผลิตภัณฑ์ให้ดียิ่งขึ้น (Michael, 2012)

3. QR Code กับ เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ

งานวิจัยฉบับนี้ได้นำเสนอการประยุกต์ใช้
เทคโนโลยี ระบบการประมวลผลภาพคุณภาพต่ำก่อน
การนำไปใช้งานจริง (Low-complexity Pre-processing
System) เพื่อกู้คืนภาพ QR Code ที่มีคุณภาพต่ำ ที่ได้
จากการถ่ายภาพจากกล้องโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดย
พิจารณาจากคุณภาพของภาพ QR Code ที่แสดงบน
จอภาพของโทรศัพท์เคลื่อนที่เครื่องดังกล่าว

นักวิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยการถ่ายภาพ QR
Code โดยใช้กล้องโทรศัพท์เคลื่อนที่ A สังเกตพบว่า
ภาพ QR Code ที่ถ่ายได้ มีคุณภาพต่ำ ไม่ชัดเจน ซึ่งเกิด
จากข้อจำกัดด้านคุณภาพและความสามารถของกล้อง
รวมไปถึงความละเอียดจอภาพของโทรศัพท์เคลื่อนที่ A

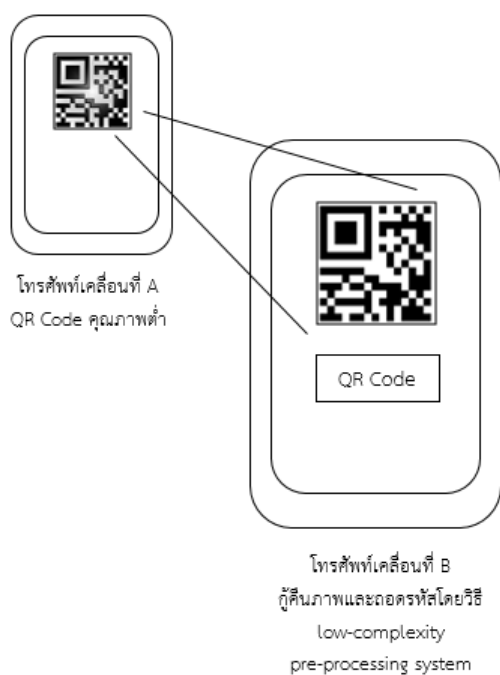
นักวิจัยนำเสนอวิธีการกู้คืนภาพ QR Code ที่
มีคุณภาพต่ำที่แสดงบนจอภาพของโทรศัพท์เคลื่อนที่ A
โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) ติดตั้งแอปพลิเคชัน ระบบการประมวลผล
ภาพคุณภาพต่ำก่อนการนำไปใช้งานจริงที่ได้ทำการ
พัฒนาขึ้นในโทรศัพท์เคลื่อนที่ B

2) ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ B ทำการถ่ายภาพ QR Code ที่แสดงอยู่บนจอภาพของโทรศัพท์เคลื่อนที่ A

3) ส่งต่อภาพที่ถ่ายได้ ไปยังระบบการประมวลผล ภาพคุณภาพต่ำก่อนการนำไปใช้งานจริง ทำการกู้คืน ภาพ QR Code ที่มีคุณภาพต่ำ ให้มีคุณภาพที่ดีขึ้น อยู่ใน รูปแบบที่สามารถนำไปใช้งานได้

4) ระบบทำการแปลรหัส QR Code ดังแสดง ในรูปที่ 11 (Munoz-Mejias et al., 2011)



รูปที่ 11 แสดงการทำงานของ Low-complexity pre-processing system

4. QR Code กับ เทคโนโลยีการสื่อสาร
นักวิจัยได้ดำเนินการออกแบบ วิธีการฝัง UHF RFID (Ultra-High Frequency Radio Frequency Identification) tag ไว้กับ QR Code โดยการติดตั้ง RFID Chip ไว้ตรงกลาง และใช้น้ำหมึกพิมพ์ที่มีคุณสมบัติ เป็นสื่อนำไฟฟ้า ทำการพิมพ์เป็นรูป QR Code เพื่อทำ หน้าที่เป็นเสาสัญญาณให้แก่ RFID โดยจะใช้ Genetic Algorithm Searching ในการหาจุดเชื่อมต่อที่เหมาะสม กับ RFID Chip รวมไปถึงการสร้างรูป QR Code เพื่อให้ เหมาะสมกับการใช้งานในช่วงความถี่คลื่นต่างๆ

งานวิจัยฉบับนี้ได้นำเสนอวิธีการใช้เทคโนโลยี

การสื่อสาร UHF RFID ผสมเข้ากับ QR Code และใช้ เทคนิค Genetic Algorithm Searching ซึ่งเป็นวิธีการ แก้ปัญหาทางปัญญาประดิษฐ์ เพื่อแก้ไขข้อจำกัดเรื่อง ขนาดของ QR Code และช่วงความถี่คลื่น RFID ซึ่งในอดีตสามารถทำได้เฉพาะขนาดและช่วงคลื่นเดียว ให้ สามารถทำได้หลากหลายมากขึ้น (Jiangxiao et al., 2015)

บทสรุป

QR Code เป็นบาร์โค้ดสองมิติที่ถูกพัฒนาเพื่อ เก็บข้อมูลในอุตสาหกรรมอะไหล่ของยานยนต์ และถูก นำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ในงานด้านต่างๆ เช่น ด้าน การศึกษา ด้านการแพทย์ ด้านการท่องเที่ยว และด้าน การตลาด เป็นต้น โดย QR Code เป็นโค้ดที่สามารถ บันทึกข้อมูล ตัวเลข ตัวอักษร ได้มากกว่าบาร์โค้ด ซึ่ง ปริมาณความจุข้อมูลที่เก็บเหล่านี้ ขึ้นอยู่กับเวอร์ชันของ QR Code ที่เลือกใช้ ซึ่งมีให้เลือกมากถึง 40 เวอร์ชัน การเลือกใช้งานแต่ละเวอร์ชัน ควรจะเลือกให้เหมาะสม กับขนาดของข้อมูลที่ต้องการเก็บ หากเลือกเวอร์ชันไม่ เหมาะสมกับขนาดของข้อมูล เช่น มีข้อมูลที่ต้องการเก็บ จำนวนน้อย แต่เลือกใช้เวอร์ชันสูงเกินความจำเป็น ส่งผลให้สัญลักษณ์ QR Code มีขนาดใหญ่ อาจไม่ เหมาะสมกับพื้นที่สำหรับจัดพิมพ์ เป็นต้น

ปัจจุบัน QR Code มีความหลากหลายมากขึ้น โดยเป็นการพัฒนามาจาก QR Code ดั้งเดิม ให้สัญลักษณ์ QR Code มีขนาดเล็กลงแต่เก็บข้อมูลได้มากขึ้น อีกทั้ง ยังมีการพัฒนาให้ QR Code สามารถเก็บข้อมูลที่เป็น ความลับได้ และมีการออกแบบรูปลักษณะของ QR Code ที่หลากหลายมากขึ้น เช่น การเพิ่มภาพกราฟิก รวมไปถึงการกำหนดสีอื่นที่นอกเหนือจากสีดำลงไปใน QR Code เพื่อให้ QR Code นั้นเก็บข้อมูลได้มากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ถึงแม้ว่า QR Code สามารถประยุกต์ใช้งานได้ หลากหลายประเภท ด้วยคุณลักษณะเฉพาะ ที่เป็นรหัส สัญลักษณ์ที่มีขนาดเล็ก เก็บข้อมูลได้หลากหลาย จึง สามารถตอบสนองความต้องการในการเก็บข้อมูลของผู้ ใช้ได้เป็นอย่างดี แต่การนำ QR Code ไปใช้งานนั้น ควร คำนึงถึงขนาดข้อมูลที่ต้องการเก็บ รูปร่างขนาดของ QR

Code สภาพแวดล้อมในการแสดง QR Code และควรคำนึงถึงกลุ่มผู้ใช้ว่ามีอุปกรณ์สำหรับอ่านหรือสแกน QR Code แบบนั้นๆ หรือไม่ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดประสิทธิผลกับการใช้ QR Code

ปัจจุบันนักวิจัยยังคงทำการวิจัยเกี่ยวกับ QR Code อย่างต่อเนื่อง โดยการนำเอาเทคโนโลยีด้านต่างๆ เช่น อัลกอริทึม (Algorithm) การประมวลผลภาพ การสื่อสาร การพิมพ์ และปัญญาประดิษฐ์ เป็นต้น เข้ามามีส่วนร่วมในการวิจัยและพัฒนา เพื่อเพิ่มขีดความสามารถและประสิทธิภาพของ QR Code ให้มากยิ่งขึ้น

จากการศึกษาผู้เขียนพบว่าแนวโน้มในการพัฒนา และการทำวิจัยเกี่ยวกับ QR Code ในอนาคต ไม่ได้มุ่งเน้นที่จะพัฒนาในด้านการเพิ่มปริมาณความจุข้อมูล รูปแบบ และขนาดของ QR Code เท่านั้น แต่จะมีการผนวกเทคโนโลยีอื่นๆ เข้ากับ QR Code เพื่อให้ได้ QR Code ที่มีคุณลักษณะเฉพาะตัว สำหรับงานที่ต้องการความถูกต้องแม่นยำ ความน่าเชื่อถือ การรักษาความปลอดภัย และการป้องกันการปลอมแปลง ทั้งข้อมูลที่ถูกรหัสไว้ใน QR Code รวมไปถึงตัวผลิตภัณฑ์ที่นำ QR Code ไปติดด้วย

ดังนั้น การปรับปรุงประสิทธิภาพ และการเพิ่มขีดความสามารถ รวมไปถึงการประยุกต์ใช้งาน QR Code จะถูกพัฒนาไปพร้อมๆ กับการพัฒนาเทคโนโลยีที่ไม่มีวันหยุดนิ่ง

เอกสารอ้างอิง

Michael, G. 2012. A laser illuminated invisible QR code could defeat counterfeiters. **Electro Optics**. 227: 14.

Alexander, J. 2012. Quick response codes: a marketing tool for accounting firms. **Certified Public Accountant Journal (CPA Journal)**. 82(8): 18.

André, P.S. and Ferreira, R.S. 2014. Color multiplexing of Quick-Response (QR) codes. **Electronics Letters**. 50 (2 4): 1828-1829.

Denso Wave, Inc. 2016a. **QR Code**. Retrieved from <http://qrcode.com/en/index.html>

Denso Wave, Inc. 2016b. **Information capacity and versions of the QR Code**. Retrieved from <http://www.qrcode.com/en/about/version.html>

Denso Wave, Inc. 2016c. **How to determine the version of QR Code to be used**. Retrieved from <http://www.qrcode.com/en/about/version.html>

Denso Wave, Inc. 2016d. **Error Correction Feature**. Retrieved from http://www.qrcode.com/en/about/error_correction.html

Denso Wave, Inc. 2016e. **LogoQ**. Retrieved from http://stafa.sakura.ne.jp/stafadesign/qrcode_140804/en/codes/logoq.html

Ewel, A. 2014. Orientation using QR Codes: iPADS in the library. **Library Media Connection**, 32(5): 52.

Gradel, K and Edson, A.J. 2012. QR Codes in higher Ed: fad or functional tool? **Journal of Educational Technology Systems**. 41(1): 45-67.

Hicks, A. and Sinkinson, C. 2011. Situated questions and answers: responding to library users with QR Codes. **Reference & User Services Quarterly**. 51(1): 60-69.

Immink, K.A.S. 1994. **Reed-Solomon Codes and the Compact Disc**. In S.B. Wicker and V.K. Bhargava (Eds.). Reed-Solomon Codes and Their Applications. New York: IEEE Press.

Jeffers, M.R. 2009. Not-So-Secret Code. **Government Technology**. 22(2): 42-43.

Jiangxiao, H., Gang, W. and Johan, S. 2015. Fragment-type UHF RFID tag embedded

- in QR barcode label. **Electronics Letters**. 51(4): 313-314. doi:10.1049/el.2014.4355.
- Munoz-Mejias, D., Gonzalez-Diaz, I. and Diaz-de-Maria, F. 2011. A low-complexity pre-processing system for restoring low-quality QR code images. **IEEE Transactions On Consumer Electronics**. 57(3): 1320-1328. doi:10.1109/TCE.2011.6018890.
- O'Brien, K. 2010. Hold the phone for QR codes. **American Printer**. 127(4): 6.
- Reed, I.S. and Solomon, G. 1960. Polynomial codes over certain finite fields. **SIAM Journal of Applied Mathematics**. 8: 300-304.
- Rich, S. 2012. QR Code Blue. **Government Technology**. 25(10): 40-41.
- Tucker, A. 2011. What are those checkerboard things? How QR codes can enrich student projects. **Tech Directions**. 71(4): 14-16.
- 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