การใช้เทคนิคการบีบอัดข้อมูลแบบออฟไลน์เพื่อเพิ่มความจุให้คิวอาร์โค้ด

นางสาวดารุณี บุญมา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University
บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2557
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

USING OFFLINE DATA COMPRESSION TECHNIQUE TO INCREASE CAPACITY IN QR CODE

Miss Darunee Bunma

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Computer Science

Department of Computer Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2014

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การใช้เทคนิคการบีบอัดข้อมูลแบบออฟไลน์เพื่อเพิ่มความจุให้คิวอาร์โค้ด
โดย	นางสาวดารุณี บุญมา
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.สาธิต วงศ์ประทีป

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต เอื้ออาภรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร.ประภาส จงสถิตย์วัฒนา)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.สาธิต วงศ์ประทีป)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ดร.มหศักดิ์ เกตุฉ่ำ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ดารุณี บุญมา : การใช้เทคนิคการบีบอัดข้อมูลแบบออฟไลน์เพื่อเพิ่มความจุให้คิวอาร์โค้ด (USING OFFLINE DATA COMPRESSION TECHNIQUE TO INCREASE CAPACITY IN QR CODE) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร.สาธิต วงศ์ประทีป, 82 หน้า.

ในงานวิจัยได้นำเสนอเทคโนโลยี Augment Reality หรือ AR มาใช้ในงานวิจัย โดยการสร้าง AR Marker ขึ้นมาโดยใช้ QR Code มาสร้าง Marker เป็นตัวเก็บข้อมูล โดยกระบวนการสร้าง QR Marker ได้ถูกประยุกต์ใช้เพื่อสามารถเรียกข้อมูลขนาดใหญ่ที่บรรจุมาอ่าน ยกตัวอย่างเช่น ภาพ, เสียง และวีดีทัศน์ที่อธิบายขนาดของดอก, ต้นพืช ชนิดพันธุ์ จากเดิม QR Code ไม่สามารถบรรจุข้อมูลขนาดใหญ่ได้ แต่ในงานวิจัยได้นำเสนอวิธีการและกระบวนการในการนำภาพ, เสียงและวีดีทัศน์ที่มีขนาดใหญ่ทำผ่านกระบวนการบีบอัดและบรรจุลงใน QR Code ได้ โดยในงานวิจัยได้พัฒนาด้วยการใช้เทคนิคการบีบอัดข้อมูลแบบออฟไลน์มาใช้ในงานวิจัยเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการบรรจุข้อมูลของ QR CODE จากเดิมให้สามารถเพิ่มความจุขึ้นที่มากขึ้นได้และสามารถนำไปใช้งานผ่านมือถือสมาร์ทโฟนได้จริง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2557

5570976921 : MAJOR COMPUTER SCIENCE
KEYWORDS: QR CODE / AUGMENT REALITY / CAPACITY / QUICK RESPONSE CODE

DARUNEE BUNMA: USING OFFLINE DATA COMPRESSION TECHNIQUE TO INCREASE CAPACITY IN QR CODE. ADVISOR: ASSOC. PROF. SARTID VONGPRADHIP, Ph.D., 82 pp.

In this research, we propose new innovation on augmented reality and build 2D barcode tools, it was done by replacing conventional marker of augmented reality (AR) with Quick Response code (QR Code), The experiment was done by implementing a QR Codes as a multi-marker, where each maker was attached to each corresponding plant science to show multimedia as sound and image, to explain detail of the tree i.e. History, Flower, Species etc. The objective of this research was developing a media for learning Plant Science. The media was designed for running on smart phone and movement of media in form of 3D animation. In this case the data store in the marker can be larger than the maximum data store in that version of QR Code. This method (ARQR) can also be used to increases the amount of data in QR Code and show result of its performance is encouraging high data.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Department: Computer Engineering Student's Signature .....
Field of Study: Computer Science Advisor's Signature .....
Academic Year: 2014

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ดิฉันขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. สาธิต วงศ์ประทีป ที่ได้เสียสละเวลาดูแลงานวิจัย ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการทำวิจัย และช่วยชี้แนะการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการทำวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านเป็นอย่างสูงที่ให้ความเมตตากรุณา ในการให้ข้อคิดและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในงานวิจัยชิ้นนี้ ได้แก่ ศาสตราจารย์ ดร. ประภาส จงสถิตย์วัฒนา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อาทิตย์ ทองทักษ์ และ ดร. มหศักดิ์ เกตุฉ่ำ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่านเป็นอย่างสูงที่ให้ข้อคิดและแนวทางในการวิจัย ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ทุกท่าน รวมถึงเพื่อนๆ และพี่น้องทุกคนในห้องวิจัย Digital System Engineering Laboratory (DSEL) ที่ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำ และยังให้กำลังใจตลอดมา ขอบคุณนางสาวอาภาวดี จิตสมใจนึก และนางสาวสุพพัต รุ่งเรืองศิลป์ ที่ให้คำแนะนำมากมาย รวมทั้งข้อแนะนำในการส่งวาระสารการประชุม รวมถึงช่วยเหลือประสานงานกับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และแนะแนวทางในงานวิจัยชิ้นนี้

ท้ายที่สุดนี้ขอกราบขอบพระคุณ นายเดช บุญมา นางฟองรัตน์ บุญมา บิดามารดาของผู้วิจัยซึ่งให้การสนับสนุน คอยเป็นห่วงเป็นใย และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาให้ลุล่วงไปได้ด้วยดี นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จเรียบร้อยลงได้ด้วยดีทุกประการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 ส่วนประกอบของวิทยานิพนธ์ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น 3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.6 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย 3

1.7 บทความวิจัยที่ได้รับตีพิมพ์ 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบาร์โค้ด 5

2.1.1 บาร์โค้ดประเภทสแต็ก (Stack Barcode) 6

2.1.2 บาร์โค้ดประเภทสแต็ก (Stack Barcode) 6

2.2 ประวัติของ QR CODE 8

2.2.1 รูปแบบของภาษาที่ QR Code 10

2.2.2 การแก้ไขข้อผิดพลาด (Error correction) 11

2.2.3 โครงสร้างของคิวอาร์โค้ด (QR Code Structure) 11

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

2.2.4 ความสามารถในการบรรจุข้อมูล (QR Code Capacity) 15
2.3 กระบวนการเข้ารหัส QR Code 18
2.3.1 การวิเคราะห์กระแสข้อมูล input 18
2.3.2 การเข้ารหัสข้อมูล (Data encoding) 21
2.3.3 Error Correction Coding 21
2.4 ขั้นตอนการถอดรหัส QR Code 22
2.5 ลิขสิทธิ์ 23
2.6 ประวัติของ Augment Reality (AR) 23
2.7 ประเภทของ AR 24
2.7.1 ประเภทที่ใช้งานอยู่บนอุปกรณ์พกพา 24
บนอุปกรณ์พกพา 24
2.7.2 ประเภทที่ใช้งานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ 25
2.8 รูปแบบสัญญาณเสียงดิจิตอล 28
2.8.1 รูปแบบของเสียงที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ 29
บนอุปกรณ์พกพา 29
2.8.2 สัญญาณเสียง 29
2.8.3 การสุ่มหน้าคลื่น (Sampling of Waveform) 30
2.8.4 ระบบของเสียง (Digital Sound) 32
2.9 รูปแบบสัญญาณเสียงดิจิตอล 33
2.9.1 หลักการทำงานและการแสดงผลของคอมพิวเตอร์กราฟิก 33
2.9.2 ภาพในรูปแบบ Bitmap หรือ Raster 33
2.9.3 ภาพในรูปแบบ Vector 34
2.9.4 OBJ file 35

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

2.10 การบีบอัดข้อมูลภาพ 36
2.10.1 การบีบอัดแบบไม่สูญเสีย (lossless data compression) 36
2.10.2 การบีบอัดข้อมูลแบบสูญเสียบางส่วน (Lossy data compression) 36
2.11 เทคโนโลยีภาพ 3 มิติ 37
2.12 แนวโน้มการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง 38
2.13 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 38
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย 42
3.1 ภาพรวมทั้งหมดของงานวิจัย 42
3.1.1 การบีบอัดแบบไม่สูญเสีย (lossless data compression) 42
3.1.2 การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติของ Marker เทียบกับกล้อง 43
3.1.3 กระบวนการสร้างภาพสองมิติ 46
3.2 วิเคราะห์ภาพและระยะทางของแผ่น Marker ไปยังกล้อง 48
3.2.1 ภาพที่ได้จากกล้องโทรศัทพ์คำนวณหาค่าความสว่าง 48
3.3 การเข้ารหัสและการบีบอัด 49
3.3.1 การวัดค่าเฉลี่ยของจำนวนบิตต่อจุดภาพและอัตราการบีบอัด 49
3.3.2 การวัดค่าเฉลี่ยของจำนวนบิตต่อจุดภาพและอัตราการบีบอัด 50
3.4 วิเคราะห์ระบบ 50
3.4.1 ขั้นตอนการทำงานของเทคโนโลยี Vuforia 51
3.5 กระบวนการบีบอัดไฟล์ 52
บทที่ 4 ผลการทดลองและการประเมินผล 53
4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา 53
4.1.1 สภาพแวดล้อมด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ 53
4.1.2 สภาพแวดล้อมด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ 53

หน้า

4.1.3 การติดตั้งซอฟแวร์ในการพัฒนาระบบ 54
4.2 ผลการทดลอง 55
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 60
5.1 สรุปผลการวิจัย 60
5.2 อภิปรายผล 60
5.1 ปัญหาที่พบ 61
5.2 ข้อเสนอแนะ 61
รายการอ้างอิง 62
ภาคผนวก ก. 65
ภาคผนวก ข. 74
ภาคผนวก ค. 75
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 82

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2-1 แสดงลักษณะและคุณสมบัติของบาร์โค้ดสองมิติในแต่ละประเภท.....17

ตารางที่ 2-2 เปรียบเทียบบาร์โค้ด 1 มิติกับบาร์โค้ด 2 มิติ 2 มิติ.....18

ตารางที่ 2-3 Mode Indicator ของ QR Code.....19

ตารางที่ 2-4 แสดงเวอร์ชั่นและความจุของ QR Code ในแต่ละเวอร์ชั่น.....19

ตารางที่ 2-5 จำนวนบิต Character Count Indicator ของ QR Code.....20

ตารางที่ 2-6 ระดับของ Error Correcting.....20

ตารางที่ 2-7 โครงสร้างของ Finder Pattern.....29

ตารางที่ 2-8 โครงสร้างของคิวอาร์โค้ดตามมาตรฐานสัญลักษณ์ QR Code 2005.....32

ตารางที่ 2-9 ความแตกต่างระหว่างรูปแบบ Bitmap และ Vector.....32

ตารางที่ 2-10 ตัวอย่างการบรรจุข้อมูลของ alphanumeric จำนวน 300 ตัวไว้ใน QR Code.....40

ตารางที่ 2-11 ลักษณะตัวอักษรญี่ปุ่น (Kanji และ Hiragana) ในตัวเต็มรูปแบบนั้น QR Code.....41

ตารางที่ 4-1 แสดงผลการบีบอัดข้อมูลเสียงผ่านโปรแกรมลดลงที่ 64 kbps.....58

ตารางที่ 4-2 แสดงเวลาที่ใช้ถอดรหัสผ่านกล้องของโทรศัพท์มือถือ ทำการวัดประสิทธิภาพของ AR.....59

ตารางที่ 4-3 แสดงเวลาที่ใช้ถอดรหัสผ่านกล้องของโทรศัพท์มือถือ ทำการวัดประสิทธิภาพ QR Code.....60

ตารางที่ 4-4 แสดงเวลาที่ใช้ถอดรหัสผ่านกล้องของโทรศัพท์มือถือ ทำการวัดประสิทธิภาพของ AR.....66

ตารางที่ 4-5 แสดงเวลาที่ใช้ถอดรหัสผ่านกล้องของโทรศัพท์มือถือ ทำการวัดประสิทธิภาพ QR Code.....67

ตารางที่ 4-6 แสดงเวลาที่ใช้ถอดรหัสผ่านกล้องของโทรศัพท์มือถือ ทำการวัดประสิทธิภาพของ AR และเสียง.....68

Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2-1 บาร์โค้ดแบบ 1 มิติ....4
ภาพที่ 2-2 บาร์โค้ดแบบสแต็กPDF417....4
ภาพที่ 2-3 บาร์โค้ดชนิดต่างๆ....7
ภาพที่ 2-4 ตัวอย่างการใช้งานบาร์โค้ด 2 มิติ....8
ภาพที่ 2-5 ตัวอย่าง QR Code....9
ภาพที่ 2-6 กระบวนการถอดรหัสของ QR CODE โดยการใช้โทรศัพท์มือถือ....9
ภาพที่ 2-7 ตัวอ่านคิวอาร์โค้ดใน Application Line....10
ภาพที่ 2-8 พื้นที่สีเขียวแสดงให้เห็นขนาดของ Quiet Zone....11
ภาพที่ 2-9 โครงสร้างของ Finder Pattern....12
ภาพที่ 2-10 โครงสร้างของคิวอาร์โค้ดตามมาตรฐานสัญลักษณ์ QR Code 2005....13
ภาพที่ 2-12 โครงสร้างของคิวอาร์โค้ดตามมาตรฐานสัญลักษณ์ QR Code 2005....13
ภาพที่ 2-13 ตัวอย่างการบรรจุข้อมูลของ alphanumeric จำนวน 300 ตัวไว้ใน QR Code....14
ภาพที่ 2-14 ลักษณะตัวอักษรญี่ปุ่น (Kanji และ Hiragana) ในตัวเต็มรูปแบบนั้น QR Code....15
ภาพที่ 2-15 ลักษณะ QR Code ที่ฉีกขาด หรือ เปื้อนคราบสกปรก Version 2....15
ภาพที่ 2-16 ลักษณะ 3 มุมที่ทำให้อ่านข้อมูลได้ 360 องศ....16
ภาพที่ 2-17 ข้อมูลที่วางติดๆกัน สามารถอ่านออกมาได้ 2 ชิ้น....17
ภาพที่ 2-18 บาร์โค้ดแบบธรรมดา เทียบกับ QR Code จำนวนที่เท่ากัน....17
ภาพที่ 2-19 ลักษณะ 3 มุมที่ทำให้อ่านข้อมูลได้ 360 องศา....16
ภาพที่ 2-20 สัญญาณเสียง....30
ภาพที่ 2-21 แผ่น CD (compact disk)....31
ภาพที่ 2-22 สัญญาณเสียง Sine Wave....32
ภาพที่ 2-23 การสุ่มหน้าคลื่น....32
ภาพที่ 2-24 Sampling rate ที่เหมาะสมในการบันทึกเสียงต่างๆ....33

ภาพที่ 2-25 ตัวอย่างรูปภาพในรูปแบบ Bitmap และ Vector.....37
ภาพที่ 2-26 การสุ่มหน้าคลื่น.....39
ภาพที่ 2-27 แบบจำลองสามมิติของกล่อง.....40
ภาพที่ 2-28 Multiplexing and Demultiplexing method.....41
ภาพที่ 2-29 Algorithm for Multiplexing and Demultiplexing.....42
ภาพที่ 2-30 หน้าจอแสดงผลจากโทรศัพท์แสดงการเกิด Noise.....45
ภาพที่ 3-1 รูปปั้น 3 มิติ.....46
ภาพที่ 3-2 ภาพจำลองที่เกิดได้จากการคำนวณ.....47
ภาพที่ 3-3 ความสัมพันธ์ระหว่าง Camera Coordinated Frame.....48
ภาพที่ 3-4 Ideal Screen Coordinated Frame และ Observe Coordinated Frame.....48
ภาพที่ 3-5 กระบวนการคำนวณค่า 3D Pose.....49
ภาพที่ 3-6 ภาพจำลองที่แสดง.....50
ภาพที่ 3-7 หลักการออกแบบ Augment Reality.....51
ภาพที่ 3-8 ขั้นตอนในการบีบอัดและเพิ่มความจุให้ QR Code.....53

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
ส่วนประกอบของวิทยานิพนธ์

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เทคโนโลยี Augmented Reality ในภาษาไทยให้ชื่อไว้ว่า โลกเสมือนผสานโลกจริง คือการผสมผสานภาพที่เกิดขึ้นจากคอมพิวเตอร์และโลกของความเป็นจริงทั้งในรูปแบบที่เป็นสามมิติ สองมิติ หรือ วิดีโอ มาซ้อนทับกับฉากหลังซึ่งเป็นภาพในเวลาจริงกำลังเป็นที่นิยมอย่างมากในปัจจุบัน และเป็นเทคโนโลยีที่สามารถพัฒนาผ่านทางกล้อง (Webcam) กล้องโทรศัพท์มือถือ คอมพิวเตอร์หรือตัวตรวจจับ (Sensor) เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถมองเห็นและสัมผัสภาพเรื่องราวและสถานที่ต่าง ๆ แบบทันทีทันใด (Real time) ทั้ง 360 องศา หรือ ที่เรียกว่า 3 มิติ ในอดีตการใช้เทคโนโลยีของ AR นั้นทำได้ยาก เนื่องจากไม่มีเทคโนโลยีในการรับส่งข้อมูลที่เร็วพอในการรองรับข้อมูลขนาดใหญ่ได้จากข้อมูลข้างต้นหากนำเทคโนโลยีต่างดังกล่าวมาผสมผสาน รวมไปถึงสื่ออิเล็คทรอนิคส์ต่างๆ ในยุคปัจจุบันให้มีความน่าสนใจในการเรียนรู้ที่มากขึ้นและด้วย เทคโนโลยี AR จึงทำให้ทุกที่กลายเป็นการใช้สื่ออิเล็คทรอนิคส์ได้ไม่มีขีดจำกัด พร้อมด้วยเทคโนโลยี AR จะเปิดประสบการณ์การเรียนรู้และการนำมาใช้งานได้อย่างไร้ขอบเขต

2D Barcode หรือ QR Code (Quick Responded Code) [1]เป็นที่รู้จักกันดีในปัจจุบันนี้เช่นกัน ความสามารถ ของ QR Code สามารถบรรจุข้อมูลได้มากขึ้นและถูกนำเข้ามาใช้กับผลิตภัณฑ์สินค้า และ เทคโนโลยีในโทรศัพท์มือถือก็ถือว่าเป็นสิ่งที่เกิดการใช้งานผ่านมือถืออย่างรวดเร็วและถูกนำเอามาใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่ง QR Codeได้ถูกพัฒนาขึ้น โดยบริษัท Denso Wave [1] และได้ถูกพัฒนามาเรื่อยๆ จนเป็นที่ยอมรับในระดับสากล โดยเริ่มแรกบาร์โค้ดเป็นที่รู้จักในการนำเอามาใช้สแกนเนอร์ ต่อมาได้ถูกนำมาใช้ในสายงานด้านอุตสาหกรรม และถูกนำมาใช้ในปัจจุบันตามสื่อมีเดียอยู่หลายประเภท เช่น ภาพ เสียง และ วิดีโอ ถูกพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็วและใช้งานได้อย่างง่ายดายขึ้น โดยผู้ที่สร้างสรรค์ผลงานมีเดียต่างๆ ก็ได้คิดค้นการพัฒนาโดยได้ผนวกเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้าไปหลากหลายรูปแบบ จากขีดความสามารถของ QR Code ที่เห็นในปัจจุบัน เป็นที่น่าสนใจเป็นอย่างมาก ด้วยความสามารถจึงได้นำเทคโนโลยี Augmented Reality หรือ AR มาใช้พัฒนาร่วมกับ QR Code

ซึ่งเทคโนโลยี QR Code ในตอนนี้ที่ผู้ใช้งานสามารถใช้มือถือ ถ่ายรูป ดูหนังและซื้อของจากอินเตอร์เน็ต หรือเข้าเว็บต่างๆ เพิ่มขึ้น และ QR Code ยังทำให้เราได้เข้าถึงข้อมูลได้มากขึ้น แม้ว่า QR Code มีความสามารถในการบรรจุข้อมูลได้จำนวนมากแต่ก็ยังไม่มากพอที่จะบรรจุข้อมูลพวกสื่อ

วิดีโอและเสียงได้มากเท่าที่ควร ด้วยข้อจำกัดและขนาดของ QR Code ที่อาจจะมีขนาดใหญ่เกินกว่าที่จะสามารถกู้กลับมาได้

ในงานวิจัยชิ้นนี้จึงมุ่งเน้นให้เห็นการผสมผสานเทคโนโลยี AR กับ QR Code หลักการทำงานก็คือ ต้องสร้างสัญลักษณ์คิวอาร์ (QR Maker) ขึ้นมาโดยเขียนโปรแกรมในการ Detect ได้ง่ายและถูกต้อง โดยการสร้าง Marker

ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้นำสัญลักษณ์ QR Code มาสร้างเป็นตัว Marker ขึ้นมาเอง เป็นการประยุกต์การนำมาใช้ในงานวิจัยโดยได้สร้าง ARQR ที่เป็นเสียงเพลงวีดีทัศน์ขึ้นมา โดยได้ศึกษาการนำมาใช้ของ QR Code ความจุที่สามารถนำมาใส่เสียงและวีดีทัศน์ที่จำกัดแต่สามารถนำมาพัฒนาให้เพิ่มขีดความสามารถในการบรรจุข้อมูลให้เพิ่มขึ้นได้ โดยในอนาคตนิสิต นักศึกษาและบุคลากรสามารถนำไปใช้งานได้จริงตามในสื่อการเรียนการสอนและพัฒนาตามขั้นลำดับ ซึ่งมีคุณลักษณะในการนำมาใช้ในงานวิจัยดังกล่าวอย่างเป็นรูปธรรมและเสนอแนวคิดเชิงวิชาการที่นำเสนอการอภิปรายถึงผลลัพธ์และบทสรุปเพื่อนำไปพัฒนาต่อในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาเทคนิคเออาร์ร่วมกับคิวอาร์ โดยได้นำการใช้ QR Code มาสร้างแทนสัญลักษณ์ AR Code และได้พัฒนาปรับปรุงการนำ AR Code มาใช้เพื่อเพิ่มพื้นที่ที่บรรจุข้อมูลใน QR Code ที่ปัจจุบันมีจำกัดได้เพิ่มให้มีการบรรจุข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ได้โดยได้นำเทคโนโลยีของ AR ที่กำลังเป็นที่นิยมมาพัฒนาร่วมกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ข้อจำกัดและขอบเขตของงานวิจัยชิ้นนี้ได้จำกัดขอบเขตการวิจัยนี้จะมุ่งเน้นศึกษาและเสนอแนวทางความเป็นไปได้ที่จะนำเทคโนโลยีทั้งสองชนิด (AR และ QR Code)

1. ศึกษาเกี่ยวกับแนวคิดการพัฒนาการนำมาใช้ของ AR และ QR
2. ศึกษาการทำงานและพัฒนาร่วมกับระหว่าง AR และ QR
3. ศึกษาการเพิ่มเนื้อที่ความจุของ QR Code โดยใช้ AR เข้ามาช่วยพัฒนา
4. สามารถใช้งานผ่านทั้งเครือข่ายอินเตอร์เน็ตและไม่ใช้อินเตอร์

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น

ข้อตกลงเบื้องต้นข้อจำกัดและขอบเขตของงานวิจัยชิ้นนี้ได้จำกัดขอบเขตการวิจัยนี้จะมุ่งเน้นศึกษาและเสนอแนวทางความเป็นไปได้ที่จะนำเทคโนโลยีทั้งสองชนิด (AR และ QR Code)

1. ศึกษาเกี่ยวกับแนวคิดการพัฒนาการนำมาใช้ของ AR และ QR
2. ศึกษาการทำงานและพัฒนาร่วมกับระหว่าง AR และ QR
3. ศึกษาการเพิ่มเนื้อที่ความจุของ QR Code โดยใช้ AR เข้ามาช่วยพัฒนา
4. สามารถใช้งานผ่านทั้งเครือข่ายอินเตอร์เน็ตและไม่ใช้อินเตอร์เน็ต

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางการวิจัยด้าน การพัฒนาการผสมผสานเทคโนโลยี QR Code กับ AR มาใช้เพื่อพัฒนาพื้นที่จากใช้งานใน QR Code จากที่เคยใช้มากขึ้น
2. ทำให้สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ในด้านการเรียนรู้ AR ที่ใช้เป็นเทคโนโลยีที่นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ขึ้นมาจริง
3. เป็นแนวทางงานวิจัยและการพัฒนาร่วมกัน ของ AR Code และ QR Code ต่อไปในอนาคต

1.6 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย มีดังต่อไปนี้

1. กำหนดหัวข้อ เป้าหมาย จุดประสงค์ และขอบเขตของการทำวิทยานิพนธ์
2. ศึกษาทฤษฎีและหลักฐานพื้นฐานที่ใช้ในการวิจัย
3. ศึกษาเทคนิคต่างๆ ที่มีอยู่ถึงแนวคิด หลักการ ข้อดี และข้อบกพร่องของแต่ละเทคนิค
4. พัฒนาวิธีการสร้าง Marker ซึ่งสามารถบีบอัดเข้าไปในแต่ละวิธี
5. ทำการทดลอง ปรับปรุง และสรุปผล
6. จัดทำเอกสารประกอบวิทยานิพนธ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.7 บทความวิจัยที่ได้รับตีพิมพ์

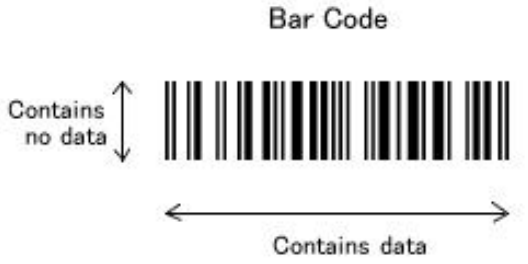
- Bunma, D. and S. Vongpradhip (2014). Using augment reality to increase capacity in QR code. Digital Information and Communication Technology and it's Applications (DICTAP), 2014 Fourth International Conference on.

- Bunma D. and S.Vongpradhip (2015). USING AUGMENT REALITY WITH QR CODE FOR LEARNING PLANT SCIENCE. The 3rd International Conference on Robotics, Informatics, and Intelligence control Technology (RIIT2015)

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนนี้จะเป็นทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับ ประวัติของ QR Code และ AR ซึ่งจะกล่าวถึงข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบาร์โค้ด โครงสร้างของบาร์โค้ด และขั้นตอนในการนำเออาร์มาใช้ พื้นฐานของเออาร์ รวมถึงข้อกำหนดในการสร้าง QR Code คุณสมบัติของ QR Code รวมถึงการประยุกต์ใช้เทคนิคการสร้าง Marker เพื่อเพิ่มข้อมูลใน QR Code โดยจำแนกออกเป็นเทคนิคต่างๆ ตามลำดับ

2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบาร์โค้ด



ภาพที่ 1 บาร์โค้ดแบบ 1 มิติ

ภาพที่ 2-1

ปัจจุบันนี้มีการใช้งานบาร์โค้ดอย่างแพร่หลายในธุรกิจต่างๆ เช่น ราคาสินค้าและอาหาร [1] โดยทั่วไปบาร์โค้ดที่ติดอยู่บนผลิตภัณฑ์เหล่านี้จะเป็นข้อมูลที่เก็บเพียงรหัสของสินค้านั้นๆ ซึ่งเมื่อทำการชำระสินค้า พนักงานก็จะแสกนบาร์โค้ด โดยใช้เครื่องอ่านบาร์โค้ดและส่งข้อมูลไปที่เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเพื่อประมวลผลสินค้านั้นๆ จากนั้นระบบจะส่งข้อมูลราคาสินค้ากลับมา โดยบาร์โค้ดนั้นไม่จำเป็นต้องพิมพ์รหัสอะไรลงไป เพียงแค่สแกนก็จะทราบถึงรายละเอียดราคาสินค้าชิ้นนั้นๆ บาร์โค้ดที่เห็นจะมีลักษณะเป็นแถบสีขาวและดำสลับกันไป เราเรียกว่า บาร์โค้ด 1 มิติ (One Dimension Barcode) ดังภาพ 2-1 ซึ่งจะพบเห็นมากในปัจจุบัน เช่น ISBN (International standard Book Number), UPN (Universal Product Code) และ ISBN จะพบบ่อยตามปกนิตยสาร หรือ หนังสือ ที่มีขายอยู่ในตลาดทั่วไป ซึ่งบาร์โค้ด 1 มิติ นี้จะเก็บข้อมูลได้ 13 อักขระ ซึ่งเพียงพอสำหรับเก็บข้อมูลสินค้าเท่านั้น เมื่อความจุค่อนข้างจำกัด จึงได้มีการพัฒนาบาร์โค้ดที่นอกเหนือจากที่มีอยู่เป็น บาร์โค้ด 2 มิติ (Two Dimension Barcode) ขึ้น โดยมีการออกแบบ

เมตริกซ์ที่สามารถแทนการเก็บข้อมูลทั้งแนวนอนและแนวตั้งได้ และสามารถแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1.1 บาร์โค้ดประเภทสแต็ก (Stack Barcode)

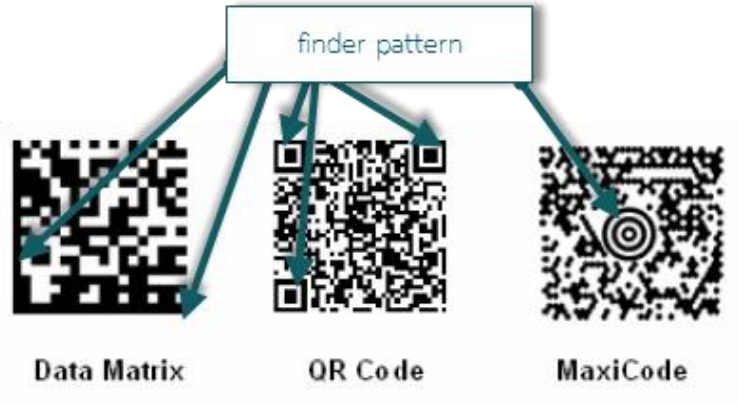
จะมีลักษณะคล้ายกับการนำบาร์โค้ด 1 มิติมาวางซ้อนกัน ซึ่งแบบสแต็กจะอ่านข้อมูลได้ทั้งจากทางขวาไปทางซ้าย หรือ ว่าทางซ้ายไปทางขวา และจากบนลงล่าง หรือ จากล่างขึ้นบน ตัวอย่างของบาร์โค้ดแบบนี้ ได้แก่ PDF417 (Portable Data File) ดังภาพที่ 2-2

ภาพที่ 2 บาร์โค้ดแบบสแต็ก PDF417

ภาพที่ 2-2

2.1.2 บาร์โค้ดประเภทสแต็ก (Stack Barcode)

จะมีลักษณะที่แตกต่างจากบาร์โค้ดแบบสแต็กมากแต่ในประเภทนี้จะมีลักษณะเด่น คือ จะมีองค์ประกอบที่ช่วยค้นหาบาร์โค้ดที่เรียดว่า Finder Pattern ดังภาพ 2-3 หน้าที่สำคัญของ Finder Pattern คือ ช่วยให้บาร์โค้ดอ่านได้รวดเร็วขึ้น แม้ตำแหน่งจะเอียง หรือ หมุนไปในทิศต่างๆ น้อยจากนี้เมตริกซ์ยังใช้พื้นที่น้อยกว่าบาร์โค้ดแบบสแต็ก



ภาพที่ 2-3 บาร์โค้ดชนิดต่างๆ

ประโยชน์ของบาร์โค้ด 2 มิติ เนื่องจากความจุในการบรรจุข้อมูลที่มีมากขึ้น ความเร็วในการสแกนที่รวดเร็ว จึงได้มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย ตัวอย่างการใช้บาร์โค้ดสองมิติ

1. ใช้ในด้านอุตสาหกรรมผลิตรถยนต์โดยนำมาติดตามอะไหล่ เพื่อเก็บข้อมูลชิ้นส่วนของอะไหล่
2. ใช้งานในการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยนำคิวอาร์โค้ดมาติดบนชิป (Chip) บนแผงวงจรเพื่อเก็บรายละเอียดของแผงวงจรนั้นๆ
3. ใช้งานด้านการแพทย์ โดยเฉพาะในญี่ปุ่น ถูกนำมาใช้บรรจุข้อมูล ใช้ในด้านการแพทย์ ในประเทศญี่ปุ่น ได้มีการนำบาร์โค้ดมาทำสายรัดข้อมือติดข้อมือผู้ป่วย (Life Tag) เพื่อบอกถึงชื่อผู้ป่วย ที่อยู่ ประวัติของผู้ป่วย อาการของผู้ป่วย ยาที่ผู้ป่วยแพ้ เพื่อทำให้ง่ายต่อการติดตามตัวผู้ป่วย
4. ใช้ในการขนส่งสินค้า บาร์โค้ดสองมิติถูกนำมาใช้บนกล่องพัสดุ และใบรับสินค้าโดยบาร์โค้ดจะมีการบรรจุข้อมลผู้รับและผู้ส่ง รวมถึงวันเวลาที่ส่ง จำนวน ของสินค้า ทำให้เจ้าหน้าที่สามารถดูข้อมูลได้ง่ายโดยการสแกนบาร์โค้ด
5. ด้านการปศุสัตว์ ได้มีการติดป้ายที่หูสัตว์ (Ear Tag) หรือ สายรัดที่หางสัตว์เลี้ยง (Tail Tag) เพื่อใช้ในการตรวจสอบเลขทะเบียนประจำตัวอายุ และพันธุ์ของสัตว์แต่ละชนิด ซึ่งมีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศออสเตรเลีย
6. ระบบจองตั๋วหนัง ตั๋วคอนเสิร์ต และบัตรโดยสาร มีการนำมาทำรายการจองตั๋ว ผู้จองทำรายการผ่านระบบออนไลน์หรือในแอปพลิเคชั่นในมือถือ จากนั้นผู้ใช้งานจะได้รับบาร์โค้ดที่สามารถนำไปใช้บริการชนิดนั้นได้เลย
7. ใช้บนนามบัตร เนื่องจากบาร์โค้ดสองมิติ มีความจุที่มากเพียงพอที่จะเก็บข้อมูลชื่อ อีเมล์เบอร์โทรศัพท์ เมื่อสแกนเรียบร้อยข้อมูลจะถูกจัดเก็บลงในสมุดโทรศัพท์ทันที ช่วยลดเวลาในการเก็บข้อมูลและกันการผิดพลาดของการกรอกข้อมูลติดต่อได้
8. ใช้งานด้านการประชาสัมพันธ์ เช่น ใน ประเทศญี่ปุ่น ประเทศไต้หวัน และประเทศไทย ถูกนำมาใช้ในป้ายโฆษณาเพื่อให้เกิดความน่าสนใจและเก็บข้อมูล URL ของผลิตภัณฑ์

นอกจากนี้บาร์โค้ด 2 มิติ ยังได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์อีกมากมายหลายด้าน แสดงดังภาพที่ 2-4

ภาพที่ 2-4 ตัวอย่างการใช้งานบาร์โค้ด 2 มิติ

2.2 ประวัติของ QR CODE

ภาพที่ 2-5 ตัวอย่าง QR Code

QR Code เป็นบาร์โค้ดสองมิติ ย่อมาจาก Quick Response Code ซึ่งถูกคิดค้นโดยบริษัท Denso Wave ในปี 1994 ซึ่ง QR Code มีโครงสร้างบาร์โค้ดสองมิติแรกเริ่มได้นำมาใช้กับอุตสาหกรรมการผลิตยานยนต์ ต่อมาได้ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งงานโฆษณาและสื่อสิ่งพิมพ์

ต่างๆ ด้วยความสามารถเฉพาะในเรื่องของการเข้าถึงข้อมูลอย่างรวดเร็วและยังสามารถเก็บข้อมูลได้ถึง 7,089 ตัวอักษร และยังสามารถอ่านข้อมูลผ่านมือถือสมาร์ทโฟน (Smartphone) ที่มีกล้อง อ่านข้อมูลผ่านซอฟแวร์หรือแอปพลิเคชั่นทั่วไปได้ทันที ดังภาพที่ 2-6

ภาพที่ 2-6 กระบวนการถอดรหัสของ QR CODE โดยการใช้โทรศัพท์มือถือ

ความนิยมการนำมาใช้ของ QR Code ไม่ใช่เพียงแค่ในเอเชีย แต่ในหลายประเทศโซนยุโรปได้มีการใช้ QR Code ด้วยเช่นกัน ข้อมูลที่บันที่บันทึกใน QR Code ส่วนมากจะเป็น URL (Uniform Resource Locator) ซึ่งเป็นที่อยู่ของเว็บเพจที่มีข้อมูลอยู่ เช่น ข้อมูลชื่อ นามสกุล หรือ โฆษณาเพื่อเป็นการดึงดูดความสนใจของลูกค้าในแต่ละสินค้านั้นๆ โดย Google ได้มีการนำ QR Code มาประยุกต์ใช้บริการมนชื่อว่า Favorite Place หรือใน Line Naver [2] ที่เป็นบริการในการใช้กลุ่มผู้ใช้งานสมาร์ทโฟนค้นหาเพิ่มเพื่อน โดยสแกนจาก QR Code ซึ่งเป็นบาร์โค้ด 2 มิติสามารถอ่านข้อมูลผ่านกล้องโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟนได้สะดวกรวดเร็วขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 2-7 ตัวอ่านคิวอาร์โค้ดใน Application Line

สัญลักษณ์ QR Code จะแทนความหมายของสัญลักษณ์ไบนารี จากที่ได้กล่าวมาจะเห็นได้ว่า QR Code มีคุณสมบัติในเรื่องการสะท้อนกลับ (Reflectance Revesal) ของ QR Code โดยแสดงส่วนโมดูลสีดำเป็นสีขาวและการแสดงโมดูลส่วนสีขาวเป็นสีดำ และภาพสะท้อน (Miror Imagine) โดยสลับเปลี่ยนแถวและคอลัมน์ ซึ่ง International Standard ได้ระบุตำแหน่งของ QR Code ไว้อย่างชัดเจน เช่น Finder Pattern เมื่อมองมุมกลับจะสลับจากซ้ายไปขวาเมื่อใช้ซอฟแวร์ในการถอดรหัสได้ เห็นได้จากภาพที่ 2-7 ทั้งนี้สามารถอ่าน QR Code ได้เมื่อบาร์โค้ดไม่สมบูรณ์อันเกิดจากการลบหรือถูกขีดเขียนบนบาร์โค้ด ซึ่งจะถูกอธิบายดังต่อไปนี้

2.2.1 รูปแบบของภาษาที่ QR Code

เก็บข้อมูล มี 4 ประเภท ดังนี้

- ตัวเลข (Numeric) ได้แก่ 0-9 ใช้การเข้ารหัสขนาด 10 บิตต่อ 3 ตัวเลข ตามทฤษฎีนั้นสามารถบรรจุใน QR Code ได้สูงสุด 7,089 ตัว หรือ น้อยกว่าที่ระบุไว้
- ชุดอักขระ (Alphanumeric) ตัวเลข 0-9, ตัวภาษาอังกฤษ A-Z, และเครื่องหมาย $%*+-./: ใช้การเข้ารหัส 11 บิตต่ออักษร ทั้งหมด 45 ตัว ตามทฤษฎีนั้นสามารถบรรจุใน QR Code ได้สูงสุด 4,296 ตัว หรือ น้อยกว่าที่ระบุไว้

- ข้อมูล (Data) ใช้เข้ารหัสขนาด 8 bit byte data สามารถเข้ารหัสเป็น QR Code ได้สูงสุด 2,953 ตัว หรือน้อยกว่าที่ระบุไว้
- ตัวอักษร Kanji ของญี่ปุ่นนั้นมีการบวกตัวอักษรโดยถูกเข้ารหัสซึ่งยาว 13 bits ตามทฤษฎีนั้นสามารถบรรจุใน QR Code ได้สูงสุด 1,817 ตัว หรือ น้อยกว่าที่ระบุไว้

2.2.2 การแก้ไขข้อผิดพลาด (Error correction)

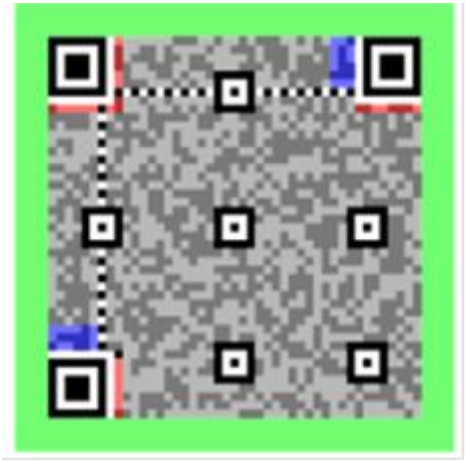
คือ เมื่อเกิดความผิดพลาดหรือเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่สูญเสียไปไม่เกินจากที่กำหนด สามารถกู้ข้อมูลนั้นกลับมาได้ แบ่งเป็น 4 ระดับข้างล่างนี้

- Level L : ความผิดพลาดประมาณ 7% หรือ น้อยกว่านั้นสามารถทำให้ถูกต้องได้
- Level M : ความผิดพลาดประมาณ 15% หรือ น้อยกว่านั้นสามารถทำให้ถูกต้องได้
- Level Q : ความผิดพลาดประมาณ 25% หรือ น้อยกว่านั้นสามารถทำให้ถูกต้องได้
- Level H : ความผิดพลาดประมาณ 30% หรือ น้อยกว่านั้นสามารถทำให้ถูกต้องได้

2.2.3 โครงสร้างของคิวอาร์โค้ด (QR Code Structure)

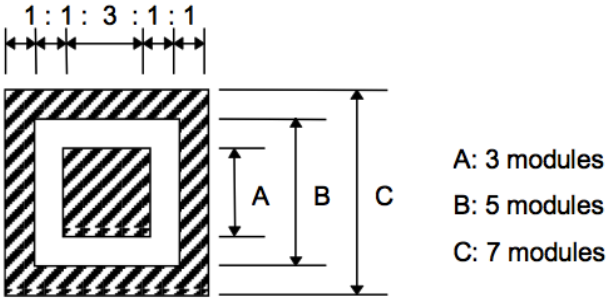
ลักษณะของคิวอาร์โค้ดจะขึ้นอยู่กับเวอร์ชันของคิวอาร์โค้ด ขนาดของ QR Code ถูกกำหนดเป็น version ซึ่ง version มีตั้งแต่ 1 ถึง 40 โดย version 1 คือ เมตริกซ์ขนาด 21*21 และเมื่อ version เพิ่มขึ้นที่ละหนึ่งจะเป็นการเพิ่มขึ้นขนาดด้านละ 4 ดังนั้น version 40 คือ เมตริกซ์ขนาด 177*177 ซึ่งเกิดจาก [3] โดยโครงสร้างของ QR Code รุ่นที่ 1 แบบ Extended model ประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลักๆดังนี้

1. Function Pattern จะเป็นองค์ประกอบที่ไม่ได้มีส่วนเก็บข้อมูลของ QR Code แต่จะใช้ในกระบวนอ่านเพื่อถอดรหัสภาพ QR Code จะประกอบด้วย
    a. Quiet Zone คือ ส่วน บริเวณพื้นว่างรอบๆ QR Code ซึ่งมีขนาดกว้าง 4 โมดูล โดยสีพื้นจะมีสีเดียวกับโมดูลสีขาว หรือสีสว่างซึ่งจะทำให้ซอฟต์แวร์ถอดรหัสสามารถค้นหา QR Code ได้รวดเร็วขึ้น โดยขนาดของ Quiet Zone จะมีขนาดเป็น 4 เท่าของโมดูลย่อย



ภาพที่ 2-8 พื้นที่สีเขียวแสดงให้เห็นขนาดของ Quiet Zone

b. Finder pattern คือ ส่วนที่ใช้ในการตรวจจับตำแหน่งของ QR Code ซึ่งจะแสดงอยู่ที่ มุมบนซ้าย, มุมบนขวา และมุมล่างซ้าย โดยที่แต่ละ Finder Pattern จะประกอบไปด้วยโมดูลสีดำขนาด 7x7 โมดูล ซ้อนทับด้วยโมดูลสีขาว 5x5 และซ้อนทับด้วยโมดูล 3x3 ซึ่งหากพิจารณาตามความกว้างของโมดูลจะได้ 1:1:3:1:1 แสดงดังภาพที่ 2-5 มีความสำคัญอย่างมากในกระบวนการถอดรหัส



ภาพที่ 2-9 โครงสร้างของ Finder Pattern

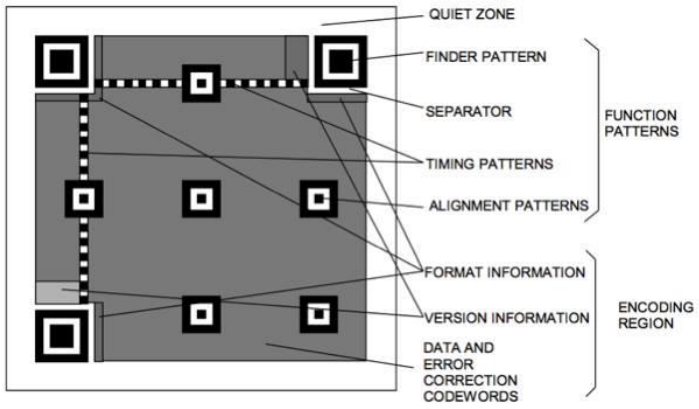
c. Separator เป็นโมดูลที่มีความกว้าง 1 โมดูล ซึ่งมีสีขาวจะอยู่บริเวณระหว่าง Finder Pattern และส่วนของ Encoding Region

d. Timing pattern คือ ส่วนที่ใช้สำหรับระบุพิกัดของสัญลักษณ์ในบาร์โค้ด ประกอบไปด้วยโมดูลสีดำสลับสีขาว ซึ่งจะมีการเริ่มและสิ้นสดที่โมดูลสีดำ โดย

เริ่มจากพื้นที่ของ Separator และสิ้นสุดที่ Separator อีกฝั่ง ซึ่ง Timing Pattern ทำให้ทราบถึงขนาดและเวอร์ชันของ QR Code ได้ หน้าที่ของ Timing Pattern นั้นช่วยตรวจจับพิกัดของสัญลักษณ์เพื่อใช้ถอดรหัส

e. Alignment Pattern จะมีตั้งแต่เวอร์ชัน 2 เป็นต้นไป ซึ่งแต่ละ Alignment Pattern จะขึ้นอยู่กับเวอร์ชันของ QR Code โดย Alignment Pattern จะทำหน้าที่ช่วยให้การอ่านและถอดรหัสได้ถูกต้องด้วย Decoder Application แม้ภาพที่ได้จะมีลักษณะเอียง

2. Encoding Region เป็นองค์ประกอบหลักในการเข้ารหัสข้อมูล จะประกอบไปด้วย
    a. Format information คือ ส่วนที่ใช้เก็บข้อมูล Data Type, Binary Indicator ของระดับการตรวจสอบข้อผิดพลาด (Error Correction Level) และ Data Mark ที่ใช้ใน QR Code เพื่อใช้ในการถอดรหัส
    b. Data and Error Correction Codewords ส่วนที่ใช้ในการเก็บข้อมูลของ QR Code ร่วมกับข้อมูลที่ใช้ใน Error Correction ซึ่งเป็นส่วนที่มีพื้นที่มากที่สุดใน QR Code



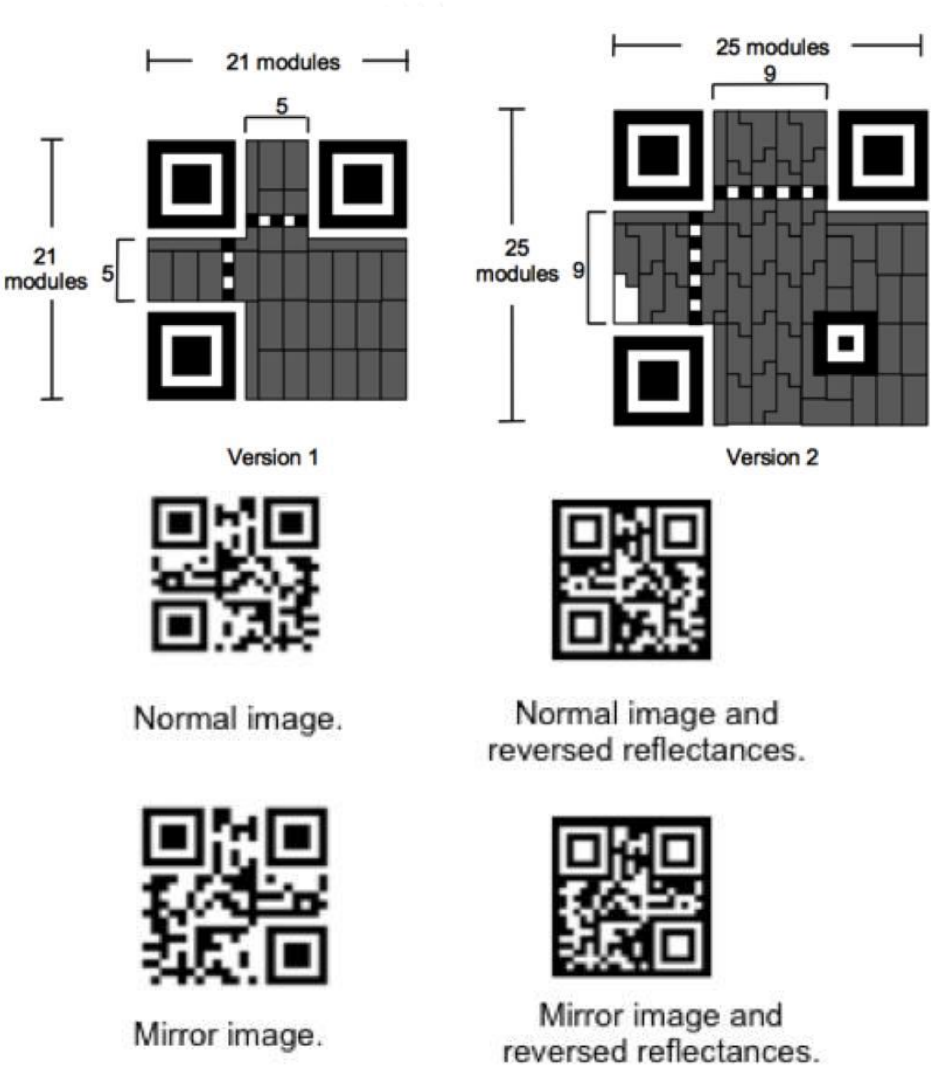
ภาพที่ 2-10 โครงสร้างของคิวอาร์โค้ดตามมาตรฐานสัญลักษณ์ QR Code

โดยในโครงสร้างของ QR Code จากรูปที่ 4 ประกอบไปด้วย

1. Version information

อยู่ตรงพื้นที่ในส่วนสีน้ำเงิน มีหน้าที่บอกเวอร์ชันของ QR Code ว่าเป็นเวอร์ชันไหน

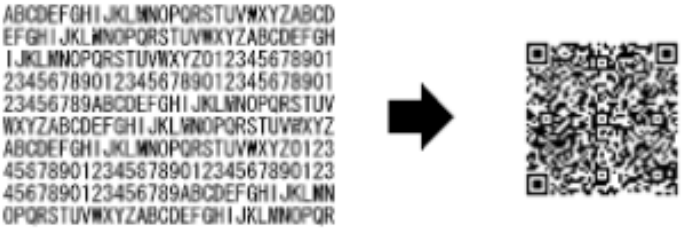
2. Format Information
   อยู่ตรงพื้นที่ในส่วนสีแดง จะประกอบไปด้วยส่วนของ Error Correction และ Mark ของ QR Code ซึ่งจะเป็นส่วนแรกที่อ่านเมื่อถอดรหัส
3. Data and Error Correction Keys
   พื้นที่ส่วนสีเทา ซึ่งใช้ในการเก็บข้อมูลและส่วนที่แก้ไขข้อผิดพลาด มีลักษณะเป็นอาร์เรย์ มีแถวและคอลัมน์เป็น โมดูลแต่ละโมดูลจะเก็บเป็นฐานสอง คือ 0 และ 1 โดยส่วนนี้จะเป็นการเรียงต่อกันจาก Data Codewords



ภาพที่ 2-12 จำนวนโมดูลใน QR Code Version 1 และ Version 2

2.2.4 ความสามารถในการบรรจุข้อมูล (QR Code Capacity)

บาร์โค้ดธรรมดา สามารถบรรจุข้อมูลได้สูงสุด 20 Digits (ตัวเลขจำนวนเดียว 20 ตัว) แต่ QR Code นั้นสามารถบรรจุข้อมูลได้มากกว่า บาร์โค้ดธรรมดาหลายตัว และการบรรจุข้อมูล QR Code นั้น ก็ยังไม่ได้จำกัดอยู่เพียงแค่ตัวเลขเท่านั้น แต่ยังสามารถบรรจุตัวอักษรเลข (Alphanumeric) ตัวอักษรภาษาญี่ปุ่น (ทั้ง Kanji และ Hiragana) สัญลักษณ์ ตัวเลขฐานสอง (binary) และรหัสสี (Colure code) อีกด้วย

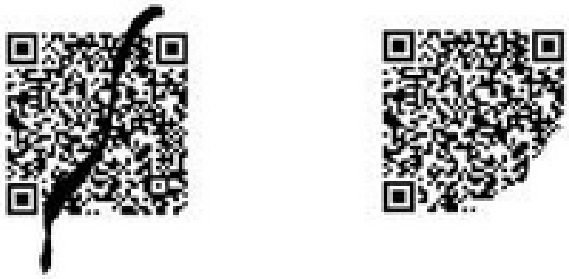


ภาพที่ 2-13 ตัวอย่างการบรรจุข้อมูลของ alphanumeric จำนวน 300 ตัวไว้ใน QR Code

a. <u>ความสามารถในการบรรจุตัวอักษรภาษาญี่ปุ่น</u> เนื่องจาก QR Code นี้เป็นการพัฒนาสัญลักษณ์โดยประเทศญี่ปุ่น ทำให้มีการบรรจุตัวอักษรญี่ปุ่นนี้ถูกบรรจุอยู่ในคุณสมบัติเบื้องต้น ด้วย และด้วยคุณสมบัตินี้เองทำให้ QR Code ได้รับ Japanese Industrial Standard (JIS) หรือมาตรฐานอุตสาหกรรมของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งการบรรจุในลักษณะตัวอักษรญี่ปุ่น (Kanji และ Hiragana) ในตัวเต็มรูปแบบนั้น QR Code สามารถทำได้สูงสุด ถึง 13 บิต (26 ตัวอักษร) มากกว่า 2D Code แบบอื่นๆ 20 %

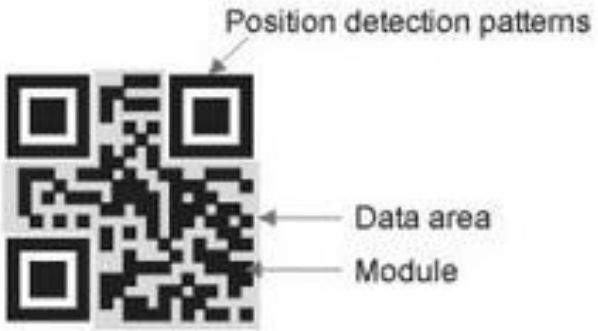
ภาพที่ 2-14 ลักษณะตัวอักษรญี่ปุ่น (Kanji และ Hiragana) ในตัวเต็มรูปแบบนั้น QR Code

b. <u>ป้องกันคราบสกปรกและการฉีกขาด</u> QR Code นั้นสามารถอ่านข้อมูลหรือกู้ข้อมูลได้แม้ว่าจะฉีกขาดหรือมีคราบสกปรกเพียงบางส่วน โดยจะสามารถกู้คืนไดสูงสุด 30% ของ Codewords (1 codewords = 8 bits หรือ 16 ตัวอักษร) การกู้กลับจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเสียหายที่เกิดขึ้น



ภาพที่ 2-15 ลักษณะ QR Code ที่ฉีกขาด หรือ เปื้อนคราบสกปรก

c. <u>สามารถอ่านข้อมูลได้ 360 องศา</u> QR Code มีความสามารถในการอ่านข้อมูล 360 องศาด้วยความเร็วสูง โดยทำได้ผ่านรูปแบบการตรวจสอบตำแหน่ง ที่อยู่ของทั้ง 3 มุมซึ่งจะใช้เครื่องอ่านที่มีความความเสถียร ในเรื่องของความเร็วในการอ่าน และเป็นตัวป้องกันของพื้นหลังอีกด้วย



ภาพที่ 2-16 ลักษณะ 3 มุมที่ทำให้อ่านข้อมูลได้ 360 องศา

d. <u>คุณสมบัติในการควบรวม QR Code</u> สามารถแบ่งข้อมูลหนึ่งสัญลักษณ์ลงในหลายๆ สัญลักษณ์ได้ และในขณะเดียวกันก็สามารถจะนำสัญลักษณ์ดังกล่าว มาวางติดกันแล้วอ่านข้อมูลอกมาเป็นชิ้นเดียวได้ โดย 1 สัญลักษณ์สามารถแบ่งได้สูงสุด 16 สัญลักษณ์ จึงเป็นประโยชน์อย่างมากในการใช้งานในพื้นที่ที่จำกัด

ภาพที่ 2-17 ข้อมูลที่วางติดๆกัน สามารถอ่านออกมาได้ 2 ชิ้น

e. <u>ขนาดเล็ก</u> QR Code นั้นสามารถบันทึกข้อมูลได้ทั้งแนวตั้งและแนวนอน ทำให้ความสามารถในการบรรจุข้อมูลเมื่อเปรียบกับบาร์โค้ดแบบธรรมดานั้น (ในจำนวนข้อมูลที่เท่ากัน) มีพื้นที่การบันทึกที่น้อยกว่าอย่างเห็นได้ชัด ดังภาพที่ 2-14

ภาพที่ 2-18 บาร์โค้ดแบบธรรมดาและ QR Code จำนวนที่เท่ากัน

ตารางที่ 2-1 แสดงลักษณะและคุณสมบัติของบาร์โค้ดสองมิติในแต่ละประเภท

บาร์โค้ด ๒ มิติ	PDF417	DATA MATRIX	MAXI CODE	QR CODE	AZTEC CODE
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	-ความจุข้อมูลสูง	-ความจุข้อมูลสูง -ขนาดเล็ก	-อ่านข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว	-ความจุข้อมูลสูง -ขนาดเล็ก -อ่านข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว	-ความจุข้อมูลสูง
การประยุกต์ใช้	-สำนักงาน	-โรงงาน -อุตสาหกรรมทางการแพทย์	-อุตสาหกรรมขนส่งสินค้านำเข้าและส่งออก	-อุตสาหกรรมทุกประเภท	-อุตสาหกรรมการบิน -อุตสาหกรรมการขนส่ง
มาตรฐาน	-AIMI, ISO	-AIMI, ISO	-AIMI, ISO	-AIMI, ISO, JIS	- AIMI

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 2.1 และตารางที่ 2-2 จะเห็นได้ว่าลักษณะของบาร์โค้ดสองมิติ หรือ QR Code จะได้รับการรับรองมาตรฐานที่สุด ไม่ว่าจะเป็น AIMI, ISO, และ JIS อีกทั้งยังมีความของข้อมูลในรูปแบบของตัวอักษรและตัวเลข และมีคุณลักษณะเฉพาะคือ ขนาดเล็ก และการเข้าถึงข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว โดยที่สามารถรองรับการทำงานของอุตสาหกรรมต่างๆได้ทุกประเภท

2.3 กระบวนการเข้ารหัส QR Code

2.3.1 การวิเคราะห์กระแสข้อมูล input

โดยจะระบุความแตกต่างของแต่ละตัวอักษรที่จะทำการเข้ารหัสโดยใน QR Code จะมีความสามารถที่จะ Extended Channel Interpretation Feature ตามมาตรฐานที่เรียกกัน QR Code 2005 [3]ดังตารางที่ 2-4 เพื่อให้มีการเข้ารหัสที่เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับข้อมูลนั้นๆ ข้อมูลจึงได้มีการสลับโหมดหากมีความจำเป็นจากนั้นจึงระบุ Error Detection และ Error

Correction Level ซึ่งถ้าเลือกเวอร์ชั่นที่ต่ำที่สุดให้สอดคล้องกับความจุของ QR Code จะแสดง QR Code เวอร์ชั่นรายละเอียดดังตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-3 Mode Indicator ของ QR Code

Mode	**QR Code Symbols**
Numeric	0001
Alphanumeric	0010
Byte	0100
Kanji	1000
Structured Append	0011
Terminator	0000

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2-4 แสดงเวอร์ชั่นและความจุของ QR Code ในแต่ละเวอร์ชั่น

Version	Number of modules side	Function pattern modules	version information modules	Data modules except	Data Capacity
1	21	202	31	208	26
2	25	235	31	359	44
3	29	243	31	567	70
4	33	251	31	807	100
5	37	259	31	1079	134
6	41	267	31	1383	172
7	45	390	31	1568	196

8	49	398	67	1936	242
9	53	406	67	2336	292
10	57	414	67	2768	346
11	61	422	67	3232	404
12	65	430	67	3728	466
13	69	438	67	4256	532
14	73	611	67	4651	581
15	77	619	67	5243	655
16	81	627	67	5867	733
17	85	635	67	6523	815
18	89	643	67	7211	901
19	93	651	67	7931	991
20	97	659	67	8683	1085
21	101	882	67	9252	1156
22	104	890	67	10068	1258
23	109	898	67	10916	1364
24	113	906	67	11796	1474
25	117	914	67	12708	1588
26	121	922	67	13652	1706
27	125	930	67	14628	1828
28	129	1203	67	15371	1921
29	133	1211	67	16411	2051
30	137	1219	67	17483	2185
31	141	1227	67	18587	2323
32	145	1235	67	19723	2465
33	149	1243	67	20891	2611

2.3.2 การเข้ารหัสข้อมูล (Data encoding)

วิธีการเข้ารหัสจะทำโดยการแทรก Mode indicators ด้านหน้าในทุกๆ Segment จากนั้นทำการจบ Bit Stream ด้วย Terminator แล้วทำการแบ่ง Bit Stream เป็น Codewords โดยแต่ละชุดของ Codewords จะมีความยาว 8 บิต จากนั้นเพิ่มแต่ละชุดของ Codewords จะมีความยาว 8 บิต จากนั้นทำการเพิ่ม Codewords ให้ครบตามเวอร์ชั่นที่กำหนด อย่างเช่น ต้องการเข้ารหัสข้อมูลที่เป็น Alphanumeric ต้องเลือกโหมด Alphanumeric ตามตามรางที่ 2-4 คือ 0010 ซึ่งนับตามบิตแสดงรายละเอียดในตาราง 2-5

ตารางที่ 2-5 จำนวนบิต Character Count Indicator ของ QR Code

Version	Numeric Mode	Alphanumeric Mode
1 ถึง 9	10	9
10 ถึง 26	12	11
27 ถึง 40	14	13

2.3.3 Error Correction Coding

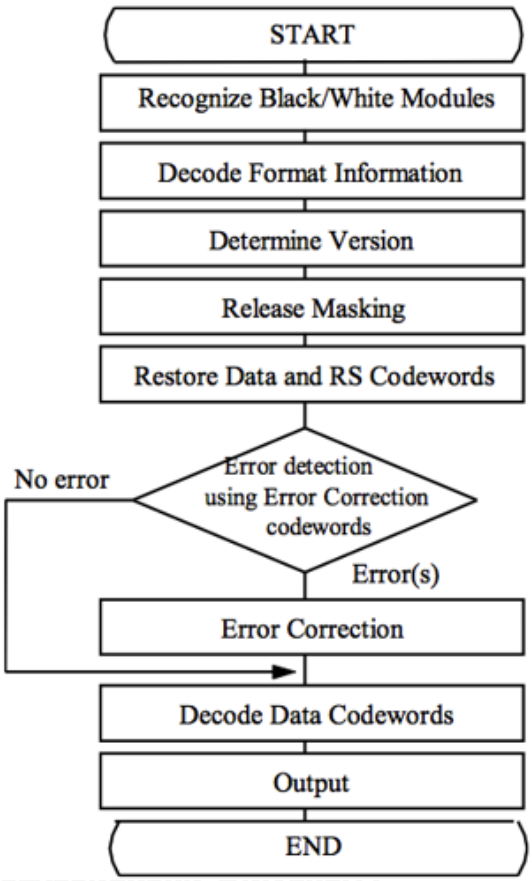
เมื่อทำการบาง codeword ที่ได้ตามจำนวนบล็อกที่ต้องการแล้วใน QR Code จะใช้กอลิทึ่มของ Reed-Solomon Error Correcting [3] ซึ่งในทุกๆ บล็อกของ Codeword จะมีการคำนวณ Error Correction Codewords [8] จากนั้นจะนำ Error Correction Codewords ที่ได้มาต่อท้ายข้อมูลเป็นลำดับต่อไป ซึ่งใน QR Code จะแบ่งระดับของ Error Correcting ดังแสดงในตาราง 2-6

ตารางที่ 2-6 ระดับของ Error Correcting

Error Correcting Level	**Recovery Capacity % (approx.)**
L	7
M	15
Q	25
H	30

2.4 ขั้นตอนการถอดรหัส QR Code

ขั้นตอนในการถอดรหัส QR Code นั้นใน QR Code 2005 [6] ในงานวิจัยนี้ใช้ Zxing Library [4] ในการถอดรหัสภาพซึ่งจะตรงกันข้ามกับการ Encode แสดงดังภาพที่ 2-19



ภาพที่ 2-19 แผนผังแสดงการถอดรหัส QR Code

<u>รายละเอียดของขั้นตอนการถอดรหัส QR Code มีดังต่อไปนี้</u>

2.4.1 ทำการแปลงภาพที่นำเข้าโดยแปลงภาพขาวดำใช้หลักการ Global Threshold

2.4.2 ทำการค้นหา Finder Pattern ใน QR Code

2.4.3 พิจารณาตำแหน่งการหมุน โดยการวิเคราะห์จุดศูนย์กลางของคู่ของ Finder Pattern เพื่อให้ทราบว่า Finder pattern [3] ที่อยู่ในตำแหน่งด้านซ้ายบน และเพื่อให้ทราบมุมการหมุนของสัญลักษณ์ด้วย

2.4.4 พิจารณาระยะทางที่หาได้จากจุดศูนย์กลางของ Finder Pattern มุมซ้ายถึงจุด

2.4.5 ศูนย์กลางของ Finder Pattern โดยความกว้างจะแทนด้วยใน W_{UL} ฝั่งซ้ายและ_W_{UR}_ฝั่งขวา ดังภาพ แสดงดังภาพที่ 2-20

รายละเอียดของขั้นตอนการถอดรหัส QR Code มีดังต่อไปนี้

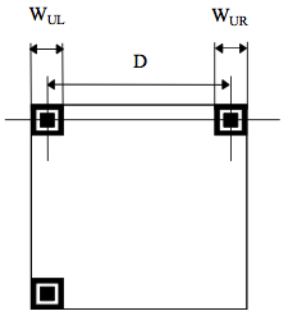
2.4.1 ทำการแปลงภาพที่นำเข้าโดยแปลงภาพขาวดำใช้หลักการ Global Threshold

2.4.2 ทำการค้นหา Finder Pattern ใน QR Code

2.4.3 พิจารณาตำแหน่งการหมุน โดยการวิเคราะห์จุดศูนย์กลางของคู่ของ Finder Pattern เพื่อให้ทราบว่า Finder pattern ที่อยู่ในตำแหน่งด้านซ้ายบน และเพื่อให้ทราบมุมการหมุนของสัญลักษณ์ด้วย

2.4.4 พิจารณาระยะทางที่หาได้จากจุดศูนย์กลางของ Finder Pattern มุมซ้ายถึงจุด

2.4.5 ศูนย์กลางของ Finder Pattern โดยความกว้างจะแทนด้วยใน WUL ฝั่งซ้ายและ WUR ฝั่งขวา ดังภาพ แสดงดังภาพที่ 2-20



ภาพที่ 2-20 แสดง Finder Pattern ที่อยู่ด้านบนของ QR Code

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.5 ลิขสิทธิ์

รหัสคิวอาร์โค้ดไม่มีลิขสิทธิ์ แต่กำหนดและเผยแพร่ ในลักษณะของมาตรฐานไอเอสโอ โดยทางบริษัทเดนโซเป็นผู้ถือสิทธิบัตรของรหัสคิวอาร์แต่มิได้สงวนลิขสิทธิ์แต่อย่างใด

2.6 ประวัติของ Augment Reality (AR)

Augment Reality (AR) เป็นเทคโนโลยีประเภทหนึ่งที่ผสมผสานความจริง (Real World) เข้ากับโลกในครั้งแรกการพัฒนาเทคโนโลยีนี้ เป็นการพัฒนาทางด้านการทหาร คือ ระบบการลงจอดและวิถีของอาวุธจากเครื่องบินขับไล่ ซึ่งเกิดประโยชน์อย่างยิ่ง ในการเพิ่มความแม่นยำ และความเชื่อมั่น ที่ได้จากกล้อง และคอมพิวเตอร์ก็สามารบอกระยะ และพิกัด ระดับข้อมูลต่างๆ ที่สำคัญและจำเป็นต่อนักบิน โดยเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augment Reality) เป็นเทคโนโลยีที่มีประโยชน์

เป็นอย่างมาก และอีกหลายๆเทคโนโลยีในยุคเริ่มแรกการใช้งานยังมีข้อจำกัดอยู่มาก และการพัฒนาวิจัยยังคงอยู่ในวงแคบ เฉพาะทางการทหารจนถึงยุคสิ้นสุดยุคปี 1980s โดยในยุคเริ่มแรกเทคโนโลยีจะเริ่มจากการซ้อน แต่ตัวหนังสือ และสัญลักษณ์เล็กๆลงไป เนื่องจากการคอมพิวเตอร์ที่ ใช้ประมวลผลทางด้านกราฟิก และ ข้อมูลที่ทับซ้อนลงไปยังมีข้อจำกัดอยู่ จึงไม่สามารถใส่ข้อมูลขนาดใหญ่ของไป จึงใส่ได้แค่ตัวอักษร และเส้นต่างๆที่ใช้งานเพื่อนำสายตาและระบุตำแหน่งสถานะความตรงเอียงในแนวดิ่งและแนวระนาบเท่านั้น

โดยต่อมา ภาพยนตร์ การ์ตูนจากประเทศญี่ปุ่นมีการนำมาประยุกต์เทคโนโลยีนี้ เข้ามาใช้กับอุปกรณ์ตัวนั้นก็คือ Saiyan Scouter เพื่อมองดูพลังของ ศัตรูหรือคู่ต่อสู้ฝ่ายตรงข้าม และ ยังบอกถึงทิศทางและ ระยะทางที่ห่างออกไปผ่านเทคโนโลยี AR ด้วย

ในโลกความเป็นจริงและโลกเสมือนที่สร้างขึ้นมาผสานเข้าด้วยกันผ่านโปรแกรมประยุกต์ (Application) และอุปกรณ์บนโทรศัพท์อัจฉริยะ หรือเรียกอีกชื่อว่า สมาร์ทโฟน (Smart Phone) การซ้อนทับภาพจริง (Augment Reality) [5]เป็นการนำ ภาพเคลื่อนไหวสามมิติ (3D Animation), เสียง (Music)

โดยเทคโนโลยี AR แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ แบบที่ใช้ภาพสัญลักษณ์และแบบที่ใช้ระบบพิกัดในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างข้อมูลบนโลกเสมือนจริง ซึ่งในทางเทคนิคแล้วภาพสัญลักษณ์ที่นิยมนำมาใช้ จะเรียกว่า “Marker” หรืออาจเรียกว่า “AR CODE” โดยใช้กล้องเว็บแคมหรือกล้องโทรศัพท์มือถือผ่าน application ในการรับภาพ เมื่อซอฟแวร์ประมวลผลรูปภาพเจอสัญลักษณ์ที่กำหนดไว้ก็จะแสดงข้อมูลภาพสามมิติที่ถูกระบุไว้ในโปรแกรมให้แสดงออกมา เราสามารถหมุนดูภาพที่ปรากฏได้ทุกทิศทางหรือหมุนได้ 360 องศาแต่เนื่องจากข้อมูลขนาดใหญ่จึงจำเป็นต้องอาศัยเครือข่าย (Server) ที่มีความเร็วสูงเข้ามาช่วย แต่ในทางกลับกันจากตารางที่ 2.3 ผู้วิจัยได้เสนอแนวทางในการนำข้อมูลมาใช้โดยจัดทำโดยไม่อาศัยเครือข่าย(Server) มาทดลองใช้กับงานวิจัยชิ้นนี้

2.7 ประเภทของ AR

กระบวนการภายในเทคโนโลยีของ AR สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทโดยแบ่งตามลักษณะการใช้งาน คือ

2.7.1 ประเภทที่ใช้งานอยู่บนอุปกรณ์พกพา

บนอุปกรณ์พกพาจะเห็นจากทั่วไปใน Application ที่มีมีอยู่ในตลาด ทั้งบนระบบปฏิบัติการ iOS และ Android หรืออื่นๆ ตัวอย่างเช่น Application ที่ให้ผู้คนค้นหาสถานที่ด้วยการเปิดกล้องและหมุนตัวไปในทิศทางต่างๆ เพื่อหาสถานที่ที่ต้องการ (Location Based) เป็นต้น

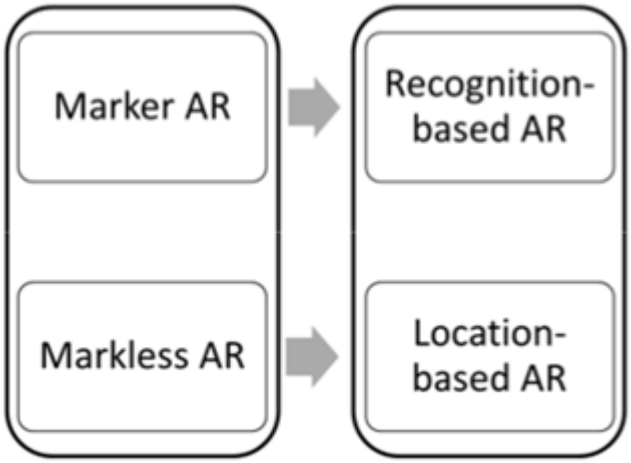
ภาพที่ 2-21 แสดง Application ที่ใช้งานบนอุปกรณ์พกพา

2.7.2 ประเภทที่ใช้งานกับเครื่องคอมพิวเตอร์

ซึ่งจะใช้กล้องเว็บแคมในการอ่านสัญลักษณ์เพื่อนำไปประมวลผลและแสดงภาพกราฟิก (Image Based) ออกมาผ่านทางหน้าจอ

ซึ่งนอกจากแบ่งประเภทการใช้งานนี้แล้วยังแบ่งชนิดของการใช้งานทั่วไปของ Augment Reality ที่จำแนกการนำไปใช้งานออกมาเป็นภาพให้เห็นภาพอย่างง่ายดังภาพต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 2-22 ประเภทของการนำไปใช้งานที่เห็นทั่วไป

โดยเทคโนโลยีนี้แบ่งประเภทตามส่วนการวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) ถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท วิเคราะห์ภาพโดยอาศัย Maker เป็นหลักการในการทำงาน (Marker Based AR) และการวิเคราะห์ภาพโดยใช้ลักษณะต่างๆ ที่อยู่ในภาพมาวิเคราะห์ (Maker – less based AR) โดย Marker - less Based AR ที่ Marker Based AR นั้นเป็นการวิเคราะห์ภาพที่ใช้ คุณลักษณะต่างที่อยู่ในภาพ (Natural Features) มาทำการวิเคราะห์เพื่อคำนวณหาค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (3D Pose) ซึ่งขั้นตอนของ Maker Based AR สามารถแบ่งออกเป็นอีก 3 ขั้นตอน ได้แก่ Image Analysis, Pose Estimation และ 3D Graphic Rendering ซึ่งหลักการทำงานของเทคโนโลยีเสมือนจริง ประกอบด้วย

a. ตัว Maker ที่เรียกว่า Markup
b. กล้องวิดีโอ กล้องเว็บแคม กล้องโทรศัพท์มือถือ หรือ ตัวจับเซนเซอร์อื่นๆ
c. ส่วนแสดงผล อาจจะเป็นจอภาพคอมพิวเตอร์ หรือ จอโทรศัพท์มือถือ
d. ซอฟแวร์หรือส่วนประมวลผลเพื่อสร้างวัตถุแบบสามมิติ

พื้นฐานหลักๆ ของ AR หลักทั่วไปคือ การตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Detection) หรือ ที่เรียกว่า การตรวจจับการเต้นหรือการเคาะ(Beat Detection) การจำเสียง (Voice Processing) โดยนอกจากการตรวจจับการเคลื่อนไหวผ่าน Motion Detect แล้วการตอบสนองบางอย่างของระบบผ่านสื่อนั้นๆ จะต้องมีการตรวจจับเสียงของผู้ใช้เพื่อประมวลผลด้วยหลักการของ Beat Detection เพื่อให้เกิดจังหวะในการสร้างทางเลือกแก่ระบบ เช่น เสียงสั่งให้ตัว Interactive Media ทำงาน ทั้งนี้การสั่งการด้วยเสียงจัดว่าเป็น AR และส่วนของการประมวลภาพนั้นๆ

ตารางที่2-8 ประเภทของ AR ขึ้นอยู่กับลักษณะการนำไปใช้งาน

ชนิดของ AR	ลักษณะ	Visual		Interactive		Example
		Real	Visual	Real	Visual	
Type	Combine Real and Virtual	Yes	Yes	No	No	การใช้ Blue Screen ในการถ่ายทำภาพยนต์
	Interactive in Real-Time	Yes	Yes	Yes	No	การใช้ Marker แสดงผล AR
	Register in 3-D	No	Yes	Yes	Yes	การใช้ HMD ในการเข้าไปใน Virtual World

ตารางที่2-9 ประเภทของ AR ที่แสดงลักษณะของการแสดงผล

ชนิดของ AR	ลักษณะ	Visual		Interactive		Example
		Real	Visual	Real	Visual	
ลักษณะการแสดงผล	Monitor-Based AR	Yes	Yes	No	No	การใช้งานแผ่น Marker ในการแสดงผล AR
	Video See-Through AR	Yes	Yes	Yes	No	การใช้ HMD แสดงผลวัตถุสามมิติ
	Optical See -Through AR	No	Yes	Yes	Yes	การใช้ HMD ในการแสดงผลวัตถุสามมิติที่หน้าจอโดยผู้ใช่งานมองภาพจริงอยู่

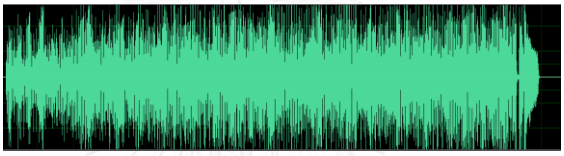
การทำงานแบบ Combine Real and Visual [6] จะเป็นการทำให้ผู้ใช้งานมองเห็นเพียงทั้งของจริงกับสิ่งที่สร้างขึ้นมาแต่ไม่มีการตอบสนองผู้ใช้ ส่วน Interactive in Real-time จะทำให้ผู้ใช้เห็นทั้งโลกจริงและโลกเสมือนอีกทั้งยังสามารถควบคุมสื่อได้ ทำให้เกิดการตอบสนองต่อผู้ใช้งานทั้งด้าน อารมณ์ และความรู้สึกของผู้ใช้งาน แต่ในการแบ่งประเภทการใช้งานจะคำนึงถึงฮาร์ดแวร์ที่นำเข้ามาใช้ในการแสดงผลออกมาทางจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งในงานวิจัย [6] แสดงผล AR โดยใช้หลักการ

ของ Monitor-Based AR และในทางตรงกันข้าม การใช้งาน AR แบบ Video See-Through AR และ Optical See-through จะใช้ HMD ที่มีจอแสดงผลต่างกันมาแสดงผล เพื่อให้เกิดการตอบสนองที่หลากหลายกับการทำงาน AR ที่มากขึ้น

2.8 รูปแบบสัญญาณเสียงดิจิตอล

เสียงเป็นองค์ประกอบของมัลติมีเดีย อันจะช่วยให้เกิดบรรยากาศที่น่าสนใจโดยอาศัยการนำเสนอในรูปแบบของ เสียงประกอบ เพลงบรรเลง เสียงพูด เสียงบรรยาย หรือเสียงพากย์ เป็นต้น ลักษณะของเสียง เมื่อขาดเสียงไปแล้วความสมบูรณ์ของสื่อก็อาจจะหมดไป

ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งใน สัญญาณเสียงจะถูกบันทึกในซีดีแล้วใช้เล่นกับเครื่องเล่นซีดีเพียงอย่างเดียวเท่านั้น โดย CD-DA จะถูกเข้า รหัสดิจิตอลเพื่อแปลงเป็น CD-DA



ภาพที่ 2-23 สัญญาณเสียง

โดยใช้อัตราการชักตัวอย่างที่ 2-2 CD-DA 44.1 kHz ซึ่งสูงกว่าความถี่ที่มนุษย์ได้ยินถึงเท่า ในแต่ละแซมเปิลจะมีความละเอียด 16 บิต ถ้าหากเป็นแบบสเตอริโอจะใช้พื้นที่ในการเก็บประมาณ 176 Kbps

ข้อมูลจะเก็บบนดิสก์ในลักษณะเป็นบล็อกโดยจะจุได้ 2,352 ไบท์ในจำนวนนี้ประกอบไปด้วยไบต์ที่ใช้แก้ไขความผิดพลาด โดยการบีบอัดนาน 1 นาทีเมื่อจัดเก็บในรูปแบบ CD (44.1 kHz, 16 บิต, สเตอริโอ) จะใช้พื้นที่ในการจัดเก็บประมาณ 10 MB

ลักษณะของเสียง ประกอบด้วย

a. คลื่นเสียงแบบออดิโอ (Audio) ซึ่งมีฟอร์มเป็น .Wav, .Au การบันทึกจะถูกบันทึกตามลื่นเสียงโดยมีการแปลงสัญญาณดิจิตอล และใช้เทคโนโลยีการบีบอัดเสียงให้เล็กลง (ซึ่งคุณภาพก็ต่ำลงไปด้วย)
b. เสียง CD เป็นรูปแบบการบันทึก ที่มีคุณภาพสูง ได้แก่ เสียงที่บันทึกลง CD เพลงต่างๆ
c. MIDI (Musical Instrument Digital Interface) เป็นรูปแบบของเสียงที่แทนเครื่องดนตรีชนิดต่างๆ สามารถเก็บข้อมูลข้อมูล และให้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ สร้างเสียงตามตัวโน๊ต เสมือนการเล่นของเครื่องเล่นดนตรีนั้นๆ

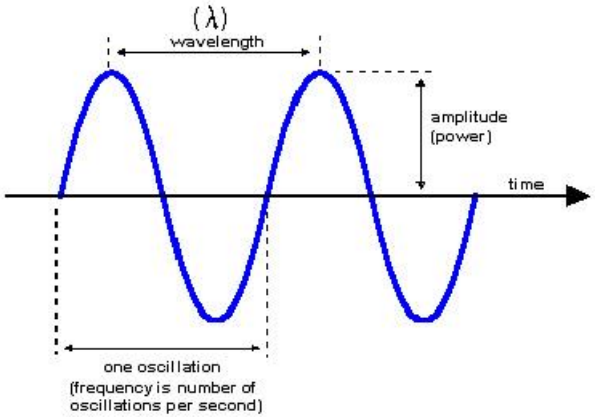
2.8.1 รูปแบบของเสียงที่ใช้ในคอมพิวเตอร์

บนอุปกรณ์พกพาจะเห็นจากทั่วไปใน Application ที่มีมีอยู่ในตลาด ทั้งบนระบบปฏิบัติการ iOS และ Android หรืออื่นๆ ตัวอย่างเช่น Application ที่ให้ผู้คนค้นหาสถานที่ด้วยการเปิดกล้องและหมุนตัวไปในทิศทางต่างๆ เพื่อค้นหาสถานที่ที่ต้องการ (Location Based) เป็นต้น

รูป 2-24 แผ่น CD (compact disk)

2.8.2 สัญญาณเสียง

เสียงที่เราได้ยินนั้นเป็นเพราะอากาศมีการเปลี่ยนแปลงความดัน ซึ่งเกิดจากการชนกันระหว่างโมเลกุลของวัตถุ เราอาจจะมองอัตราการเปลี่ยนแปลงของความดันให้อยู่ในรูป sine wave ก็ได้ แต่จริงๆ แล้ว คลื่นเสียงในธรรมชาติ มีความซับซ้อนมากๆ คือ ลักษณะของคลื่นเสียงเป็นเหมือนหยักคลื่นของภูเขา ที่ขึ้นๆลงๆ มี Amplitude และ Frequency ที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เราเรียกลักษณะรูปคลื่นนี้ว่า Waveform [7]

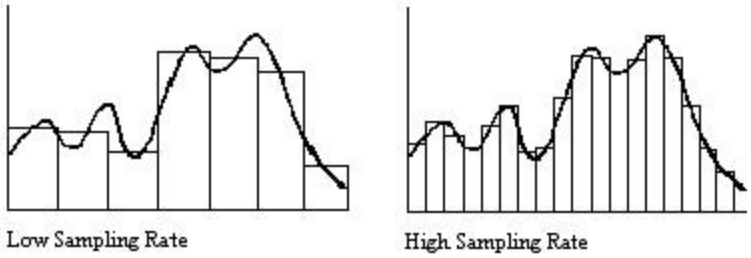


รูป 2-25 สัญญาณเสียง Sine Wave

ถึงแม้ว่า Waveform จะมีความซับซ้อนอย่างไรก็ตาม ก็จะสามารถกระจาย Waveform หนึ่งออกเป็นรูป sine wave นี้เมื่อนำมารวมกันก็จะได้ Waveform สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของ Gaussian functions นี้ว่า timbre ตัว timbre นี้เองจะทำให้เสียงของวัตถุต่างๆมีความแตกต่างกัน

2.8.3 การสุ่มหน้าคลื่น (Sampling of Waveform)

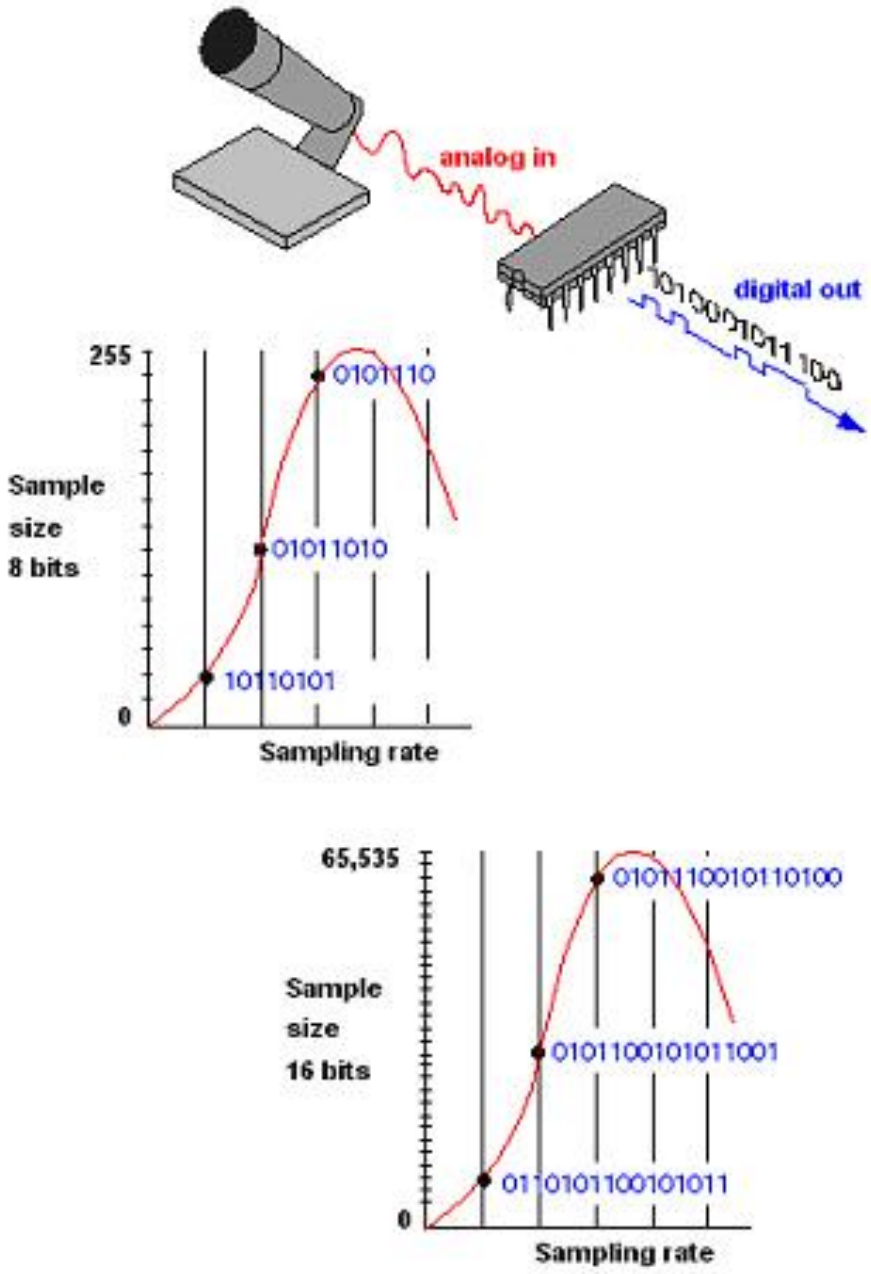
เนื่องจากสัญญาณเสียงเป็นอนาล็อก (Analog) การเปลี่ยนเป็นดิจิตอล (Digital) ต้องสุ่มหน้าคลื่น ด้วยการดูหน้าคลื่นขณะนั้นมี Amplitude เท่าไหร่ อัตราในการสุ่มหน้าคลื่น เรียกว่า sampling rate เช่น ถ้าสุ่ม 8000 ครั้งต่อวินาที ก็เรียกว่า 8kHz Sampling หมายความว่า 1 วินาทีนี้ เรามีข้อมูลของ amplitude จำนวน 8000 จุด



รูป 2-26 การสุ่มหน้าคลื่น

Application	Sample Rate (kHz)						
	48	44.1	32	22	11	8	5
Broadcast Video*	•	•	•				
Audio CD		•					
FM Broadcast (U.S.)			•				
FM Broadcast (Europe)			•				
AM Broadcast				•			
Home Video			•	•			
Internet Sound						•	
Desktop Presentations:							
standalone music track						•	
standalone narration					•	•	
sound effects					•	•	
mixed track				•			
Training					•	•	
Voice mail						•	•

รูปที่ 2-27 แสดงข้อมูลแต่ละชนิดของ Sampling rate



รูป 2-28 Sampling rate ที่เหมาะสมในการบันทึกเสียงต่างๆ

ซึ่งเราสามารถได้ยินเสียง 3 มิติได้ ด้วยวิธีการใช้ตาทั้ง 2 ข้าง มองวัตถุแบบ 3 มิติ นั้นก็คือการเพิ่ม channel ของเสียงให้เป็น 2 channels แล้วแยกให้แต่ละ channel มี แหล่งกำเนิดเสียงของตัวเอง แยกจากกันในระยะที่เหมาะ ก็จะทำให้ ผู้รับฟังสามารถรับรู้ ระยะของจุดที่ทำให้เกิดเสียงแตกต่างได้ เราเรียกระบบนี้ว่า Stereo การที่เราเพิ่มจำนวนของ channel ขึ้นมา ทำให้เราต้องการใช้เนื้อที่ในการเก็บข้อมูลมากขึ้นด้วย

2.8.4 ระบบของเสียง (Digital Sound)

ระบบเสียง Mono คือ ระบบเสียงที่มีช่องทางเสียง (Channel) เพียงช่องเดียวเท่านั้น สำหรับการฟังระบบ Mono จะใช้ลำโพงเพียงตัวเดียว หรืออาจจะมีมากกว่า 1 ตัว แต่ทุกตัว จะให้เสียงอันเดียวทั้งหมด

a. ระบบเสียง Stereo คือ ระบบเสียง Stereo เป็นระบบเสียงที่ประกอบด้วยช่องทางเสียง 2 ช่อง สำหรับการฟัง จะต้องใช้ลำโพง 2 ตัว แต่ละตัว จะให้เสียงแต่ละช่องทาง ระบบเสียง stereo นี้ จุดฟัง ควรจะอยู่กึ่งกลางระหว่างลำโพง 2 ตัว เพื่อให้ได้มิติของเสียง หากอยู่ใกล้ลำโพง 2 ตัว เพื่อให้ได้ของมิติของเสียง หากอยู่ใกล้ลำโพงตัวใดตัวหนึ่งมากเกินไป ความดังของลำโพง จะทำให้มิติของเสียงลำโพงอีกตัว หายไป

b. ไฟล์ WAV เป็นรูปแบบหนึ่งของไฟล์เสียงที่ใช้ในการจัดเก็บแบบดิจิตอลในลักษณะของรูปคลื่น แล้วนำมาบีบอัดโดยวิธีการบรรจุข้อมูล เช่น อัตราสุ่มของสัญญาณเสียง bit-depth ชนิดของการบีบอัด ความยาวของลูกคลื่น และอัตราการอ่านข้อมูลต่อวินาที เป็นต้น โดยคุณสมบัติ ของไฟล์ WAV สามารถนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้ถูกคิดค้นขึ้นโดย บริษัท Microsoft ร่วมมือกับ IBM จะใช้ไฟล์เสียงชนิดนี้

c. รูปแบบไฟล์ MP3 จึงได้กำเนิดขึ้นโดยการเข้ารหัสไฟล์ WAV เพื่อลดขนาดข้อมูลลงซึ่งปกติไฟล์ WAV จะมีขนาด 50 MB ทำให้ขนาดไฟล์ใหญ่เกินกว่าจะส่งผ่านทางอินเตอร์เน็ต เมื่อเทียบกับไฟล์ WAV ไฟล์ MP3 มีขนาดลดลง ถึง 10-12 เท่า แค่ ขนาด 4-5 MB โดยไฟล์ชนิดนี้อาจเป็นการลดคุณภาพของเสียงลงบ้าง

2.9 รูปแบบสัญญาณเสียงดิจิตอล

ภาพยนตร์คอมพิวเตอร์กราฟิก เกิดจากความสำเร็จของการพัฒนาจอแสดงภาพสีในทศวรรษที่ 70 คอมพิวเตอร์กราฟิกถูกนำมาใช้ในการสร้างเทคนิคพิเศษ (Special Effect) ซึ่งแต่เดิมภาพเป็นภาพสองมิติที่มีภาพเป็นขาวดำ งานกราฟิก แบ่งออกเป็นสองประเภท คือ กราฟิกแบบ 2 มิติ และแบบ 3 มิติ ภาพ 2 มิติ เป็นภาพที่พบเห็นได้ทั่วไป เช่น ภาพถ่าย รูปวาด ภาพลายเส้น สัญลักษณ์ กราฟ รวมถึงการ์ตูนต่างๆ ในโทรทัศน์

ภาพกราฟิกแบบ 3 มิติ เป็นภาพกราฟิกแบบ 3 มิติ เป็นภพกราฟิกที่ใช้โปรแกรมสร้างภาพ 3 มิติโดยเฉพาะ เช่น โปรแกรม 3D Max โปรแกรม Maya เป็นต้น ซึ่งภาพกราฟิกแบบ 3 มิติ มีบทบาทมากในการนำเสนอผลงานให้สวยงาม มีความน่าสนใจขึ้น ด้วยภาพและเสียงต่างๆ

2.9.1 หลักการทำงานและการแสดงผลของคอมพิวเตอร์กราฟิก

ภาพที่เกิดบนจอคอมพิวเตอร์เกิดจากการทำงานของโหมดสี RGB ซึ่งประกอบด้วยสีแดง (Red) สีเขียว (Green) และสีน้ำเงิน (Blue) โดยใช้หลักการยิงประจุไฟฟ้าให้เกิดการเปล่งคำว่า Picture กับ Element โดยพิกเซลจะมีหลากหลายสี เมื่อนำมาวางต่อกันจะเกิดเป็นรูปภาพ ซึ่งภาพที่ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์มี 2 ประเภท คือ แบบ Raster และแบบ Vector

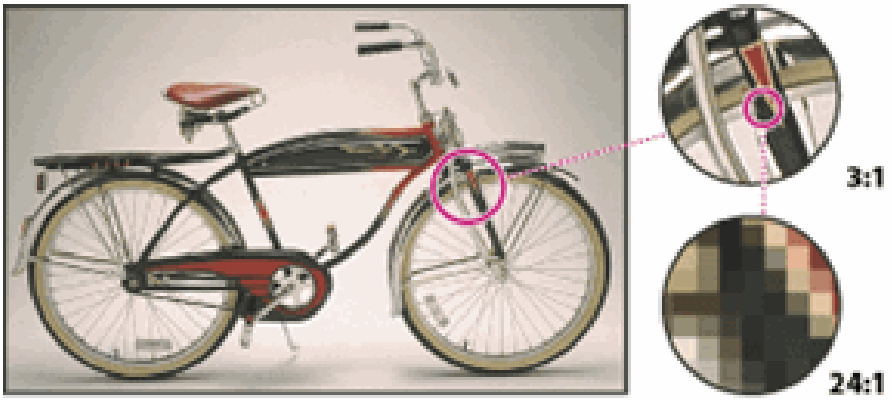
2.9.2 ภาพในรูปแบบ Bitmap หรือ Raster

หลักการของภาพกราฟิกแบบ Raster หรือ แบบ Bitmap เป็นภาพกราฟิกที่เกิดจากการเรียงตัวกันของจุดสี่เหลี่ยมเล็กๆ หลากหลายสี ซึ่งเรียกจุดสี่เหลี่ยมเล็กๆ นี้ว่าพิกเซล (Pixel) ในการสร้างภาพกราฟิกแบบ Raster จะต้องกำหนดภาพแบบ Resolution Dependent ประกอบขึ้นด้วยจุดสีต่างๆ ที่มีจำนวนคงที่ตายตัวตามการสร้างภาพที่มี Resolution หรือ ความละเอียดของภาพต่างกันไป หากขยายภาพ Bitmap จะเห็นได้ว่ามีลักษณะเป็นตารางเล็กๆ ซึ่งแต่ละบิต มีค่า Pixel จำนวนคงที่จึงทำให้มีข้อจำกัดในเรื่องการขยายขนาดภาพ การเปลี่ยนขนาดภาพทำโดยเพิ่มหรือลด Pixel จากที่มีอยู่เดิม เมื่อขยายภาพให้ใหญ่ขึ้น ความละเลียดของภาพให้ใหญ่ขึ้น ความละเอียดของภาพจึงลดลง และถ้าเพิ่มความค่าความละเอียดมากขึ้นก็จะทำให้ไฟล์มีขนาดใหญ่ และเปลืองเนื้อที่หน่วยความจำมากขึ้นตามไปด้วย ภาพที่ขยายโตขึ้นจะมองเห็นเป็นตารางสี่เหลี่ยมเรียงต่อกัน ทำให้ขาดความสวยงาม

2.9.3 ภาพในรูปแบบ Vector

เป็นภาพประเภท Resolution Independent มีลักษณะของการสร้างให้แต่ละส่วนเป็นอิสระต่อกัน โดยแยกชิ้นของภาพทั้งหมดออกเป็นเส้นตรง รูปทรงหรือส่วนเป็นการสร้างภาพที่รวมเอา Object มาผสมกัน ลักษณะเด่นของ Vector คือ สามารถยืดหรือหดภาพเท่าใดก็ได้ โดยที่ภาพจะไม่แตก ความละเอียดของภาพไม่เปลี่ยนแปลง คงคุณภาพของภาพไว้ได้เหมือนเดิม และยังสามารถขยายเฉพาะความกว้างหรือความสูง เพื่อให้มองเห็นภาพผอมหรืออ้วนกว่าภาพเดิมได้ด้วย และไฟล์ Vector มีข้อดีกว่า Bitmap ตรงที่ไฟล์มีขนาดเล็กกว่า และจึงเหมาะกับงานวาง Layout หรือ งานพิมพ์

ภาพ Bitmap



ภาพ Vector

ภาพที่ 2-29 ตัวอย่างรูปภาพในรูปแบบ Bitmap และ Vector

ตารางที่ 2-10 ความแตกต่างระหว่างรูปแบบ Bitmap และ Vector

Bitmap	Vector
1.ลักษณะภาพประกอบขึ้นด้วยจุดต่างๆมากมาย	1. ใช้สมการทางคณิตศาสตร์เป็นตัวสร้างภาพ โดยรวมเอา Object (เช่น วงกลม เส้นตรง) ต่างชนิดมาผสมกัน
2. ภาพมีจำนวนพิกเซลคงที่ จึงต้องการค่าความละเอียดมากขึ้นเมื่อขยายภาพโดยค่าทีละสีละพิกเซลทำให้ภาพแต่เมื่อขยายภาพให้ใหญ่	2. สามารถย่อและขยายขนาดได้มากกว่า โดยสัดส่วนและลักษณะของภาพยังเหมือนเดิม ความละเอียดของภาพไม่เปลี่ยนแปลง
3. เหมาะสำหรับงานกราฟิกในแบบแสงเงาในรายละเอียด	3. เหมาะสำหรับงานแบบวาง Layout งานพิมพ์อักษร Line Art หรือ Illustration
4. แสดงภาพบนจอทันที เมื่อรับคำสั่งในการย้ายข้อมูลจากหน่วยความจำที่เก็บไปยังหน่วยความจำของจอภาพ	4. คอมพิวเตอร์จะใช้เวลาในการแสดงภาพมากกว่าคำสั่ง

2.9.4 OBJ file

นามสกุลของไฟล์ OBJ เป็นที่รุจักกันเป็นไฟล์วัตถุของ 3D ซึ่งได้รับการพัฒนาโดยเทคโนโลยี Wavefront โดยเป็นวัตถุที่มีพิกัด 3D (เส้นรูปหลายเหลี่ยมและจุด) แผนที่พื้นผิวและข้อมูลวัตถุอื่น มันมีรูปแบบ 3 มิติ ซึ่งมีมาตรฐานที่สามารถส่งออกและเปิดหลายโปรแกรม 3 มิติและแก้ไขภาพ ไฟล์วัตถุที่อยู่ในรูป ASCII (.obj) หรือรูปไบนารี (.mod) แต่ไม่ได้มีคำจำกัดของสีสำหรับสีบนใบหน้า เพราะรูปแบบ OBJ สามารถอ่านได้ทั้งวัตถุรูปทรงเรขาคณิตและแบบฟรีฟอร์มในขณะที่ใช้เส้นโค้งและพื้นผิว

2.10 การบีบอัดข้อมูลภาพ

การบีบอัดข้อมูลแบ่งออกเป็นสองประเภทใหญ่ๆ ตามคุณภาพของข้อมูลที่ถูกบีบอัดแล้ว ซึ่งถูกแบ่งได้ตามหัวข้อต่อไปนี้

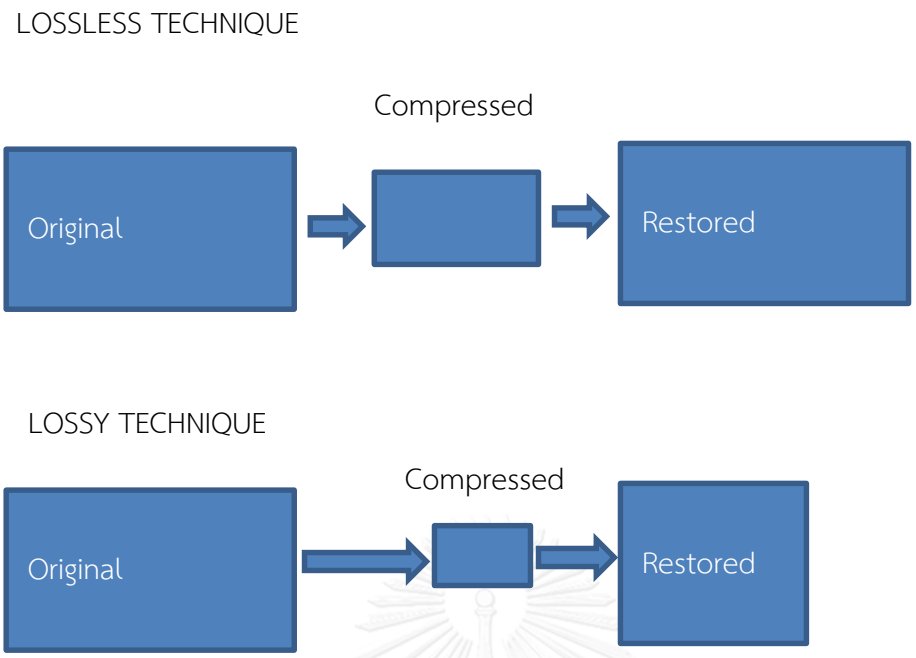
2.10.1 การบีบอัดแบบไม่สูญเสีย (lossless data compression)

การบีบอัดแบบไม่สูญเสียที่นำมาใช้โดยทั่วไป ยกตัวอย่าง เช่นการบีบอัดข้อมูลแบบ LZW ฯลฯ เป็นการบีบอัดข้อมูลเกิดจากสูญหายระหว่างการบีบอัด ผลลัทธ์ที่ได้จึงมีความสมบูรณ์เหมือนกับต้นฉบับตัวอย่างของ lossless compression ได้แก่ การทำงานของโปรแกรมจำพวก ZIP หรือ RAR โดยทั่วไปใช้สำหรับบีบอัดไฟล์ภาพ ชนิดต่างๆ เช่น JPEG, PNG, TIFF, GIF, AVI, WMA ข้อดี ของการบีบอัดไฟล์แบบ Lossless คือ ผลลัพธ์ของการบีบอัดจะมีคุณภาพดีเหมือนกับข้อมูลต้นฉบับและสามารถคลายข้อมูลกลับมาใช้ใหม่ได้ ส่วนข้อเสียคือ ข้อมูลจะมีความซับซ้อนจำนวนมาก ทำให้ไฟล์มีขนาด ดังนั้นการบีบอัดไฟล์ประเภทนี้เหมาะกับงานที่ต้องการความละเอียดสูง

ข้อดี ของการบีบอัดไฟล์แบบ Lossless คือ ผลลัพธ์ของการบีบอัดจะมีคุณภาพดีเหมือนกับข้อมูลต้นฉบับและสามารถคลายข้อมูลกลับมาใช้ใหม่ได้ ส่วนข้อเสียคือ ข้อมูลจะมีความซับซ้อนจำนวนมาก ทำให้ไฟล์มีขนาด ดังนั้นการบีบอัดไฟล์ประเภทนี้เหมาะกับงานที่ต้องการความละเอียดสูง

2.10.2 การบีบอัดข้อมูลแบบสูญเสียบางส่วน (Lossy data compression)

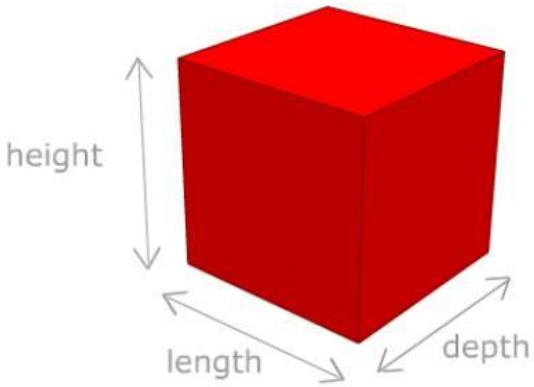
การบีบอัดข้อมูลแบบสูญเสียบางส่วน เช่น การบีบอัดภาพแบบ JPEG, PNG, TIFF, GIF และการบีบอัดเสียงแบบ MP3 ฯลฯ จะเป็นการบีบอัดโดยตัดข้อมูลต้นฉบับบางส่วนออกไปเพื่อลดขนาดไฟล์ โดยข้อมูลที่ซ้ำซ้อนจะถูกตัดทิ้งอย่างถาวรทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากบีบอัดไม่สมบูรณ์เหมือนกับข้อมูลต้นฉบับและคุณภาพของข้อมูลลดลงด้วย มักใช้ในการบีบอัด รูปภาพ เสียง หรือ video เช่น ไฟล์ MP3 โดยการบีบอัดไฟล์แบบ Lossy นิยมนำไปใช้กับแอปพลิเคชั่นของการส่งข้อมูลแบบสตรีมมิ่งและสนทนาผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ข้อดี คือ ข้อมูลจะมีขนาดเล็กลงมา แต่จะเกิดการสูญหายของข้อมูลบางส่วน ทำให้ไม่สามารถแสดงผลข้อมูลได้อย่างต้นฉบับ



ภาพที่ 2-30 ความแตกต่างระหว่างการบีบอัดแบบไม่สูญเสีย และ การบีบอัดข้อมูลแบบสูญเสียบางส่วน

2.11 เทคโนโลยีภาพ 3 มิติ

เทคโนโลยีด้าน 3 มิตินับว่ามีบทบาทสำคัญในการพัฒนาความก้าวหน้าของมัลติมีเดีย โดยในเทคโนโลยี 3 มิติ สามารถประยุกต์เข้ากับสื่อต่างๆ ได้หลากหลาย เช่น เกม โปรแกรมประยุกต์หลายอย่าง ทำให้เกิดความเสมือนจริงของข้อมูล ทำให้ผู้ใช้งานตื่นตาตื่นใจเกิดความเข้าใจในสื่อได้รวดเร็ว ภาพ 3 มิติ จะประกอบไปด้วย ความกว้าง (แกน x) สูง (แกน Y) และความลึก (แกน Z) เมื่อนำมาประกอบกับ texture แสงและเงาจะทำให้เกิดความเหมือนจริงขึ้นมา ซึ่งปัจจุบันโปรแกรมที่ทำการสร้างโมเดล 3 มิติ มีหลากหลายเช่น MAYA, 3DMAX, AUTOCAD เป็นต้น



ภาพที่ 2-31 แบบจำลองสามมิติของกล่อง

2.12 แนวโน้มการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

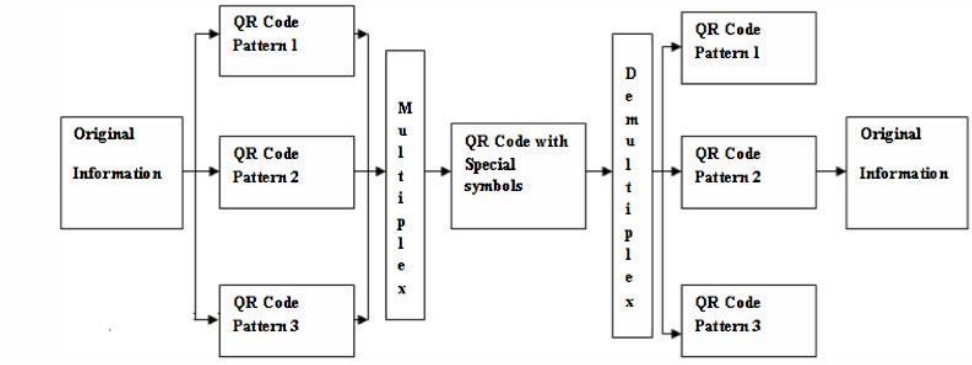
ในอนาคตสำหรับแนวโน้มการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงที่ทำการสำรวจเกี่ยวกับการประเมินผลกระทบจากอินเตอร์เน็ตในประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวกับเศรษฐกิจและสังคมบนโลกออนไลน์พบว่า ชีวิตมนุษย์ในอนาคตปี 2020 ผ่านทางอีเมล์และเฟสบุ๊ค ตั้งแต่วันที่ 28 ธันวาคม ค.ศ. 2007 ถึงวันที่ 3 มีนาคม ค.ศ. 2009 จากทั้งหมด 1,196 คน แบ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญ

2.13 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

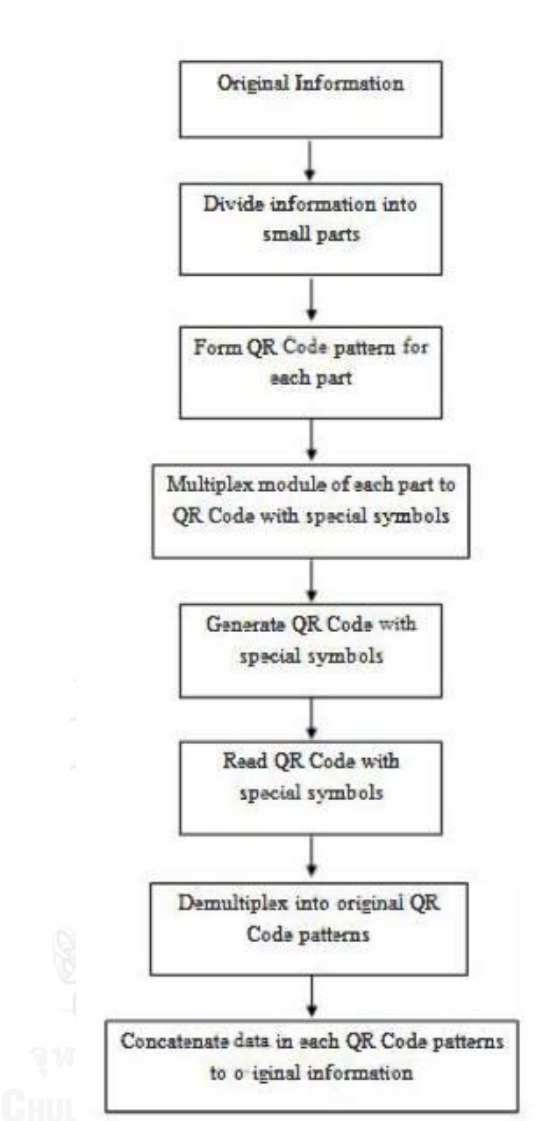
ในอนาคตสำหรับแนวโน้มการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงที่ทำการสำรวจเกี่ยวกับการประเมินผลกระทบจากอินเตอร์เน็ตในประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวกับเศรษฐกิจและสังคมบนโลกออนไลน์พบว่า ชีวิตมนุษย์ในอนาคตปี 2020 ผ่านทางอีเมล์และเฟสบุ๊ค ตั้งแต่วันที่ 28 ธันวาคม ค.ศ. 2007 ถึงวันที่ 3 มีนาคม ค.ศ. 2009 จากทั้งหมด 1,196 คน แบ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญ

งานวิจัย QR Code ถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัท Denso Wave [1] และได้ถูกเผยแพร่ขึ้นในปี 1994 ตามมาตรฐานของสากล [3] ความจุของ QR Code มีได้สูงสุด 2,953 ตัว และยังสามารถเก็บได้ถึง 20 ดิจิต แต่ QR Code สามารถจุข้อมูลได้หลายรูปแบบโดยในงานวิจัยของ Vongpradhip, S. [8] ได้พูดถึงการเพิ่มข้อมูลใน QR Code โดยใช้สัญลักษณ์พิเศษ 8 แบบ แล้วเปรียบเทียบว่าสัญลักษณ์ไหนที่จะนำมาใช้ในงานวิจัยโดยได้เลือกใช้สัญลักษณ์ \ โดยได้ใช้เทคนิคมัลติเพล็กซ์อิมเมจเข้ามาช่วยเพื่อเพิ่มข้อมูล ซึ่งสามารถเพิ่มได้ถึงสองเท่าของ QR Code ที่มีอยู่ ซึ่งปัญหาอาจจะอยู่ที่การถอดซึ่งจะใช้เวลาเพิ่มมากขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 2-32 Multiplexing and Demultiplexing method



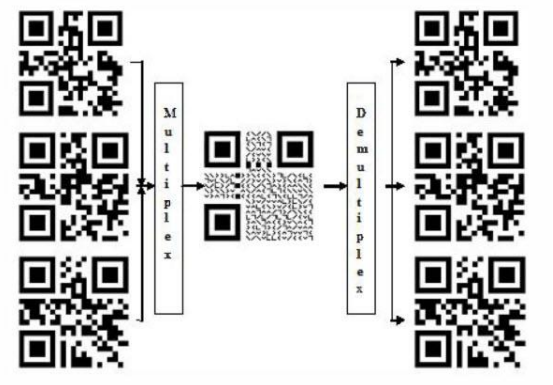
ภาพที่ 2-33 Algorithm for Multiplexing and Demultiplexing

ในส่วนของ AR Code ที่ได้ศึกษาทั่วไปมุ่งเน้นไปที่งานวิจัยที่จะแทรก AR Code เข้าไปใน QR Code เพื่อเพิ่มความจุให้กับ QR Code โดยนำวีดีทัศน์แทรกเข้าไปและสามารถแสดงวีดีทัศน์นั้นออกมามาเป็นภาพและเสียงในลักษณะสามมิติผ่าน AR Code ที่ถูกแทรกเข้าไปใน QR Code เพื่อลดเวลาในการสร้างตัว Maker ขึ้นมาใหม่และยังสามารถแสดงเพิ่มความสามารถในการจุข้อมูลที่เพิ่มมากขึ้นโดยการใช้วิธีในการบีบอัดข้อมูลลงไป

Augment Reality (AR) นั้นได้มีการตีพิมพ์ออกมาอย่างแพร่หลายในปี 2008 จนถึงปัจจุบัน โดยผู้เขียนได้นิยามออกมา 2 หลัก ในเรื่องของการ นำเอาข้อมูลแของภาพออกมาผสมผสานกับโลกความเป็นจริงและนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันไม่ว่าจะเป็นในการตลาด หรือ ว่าทางการแพทย์

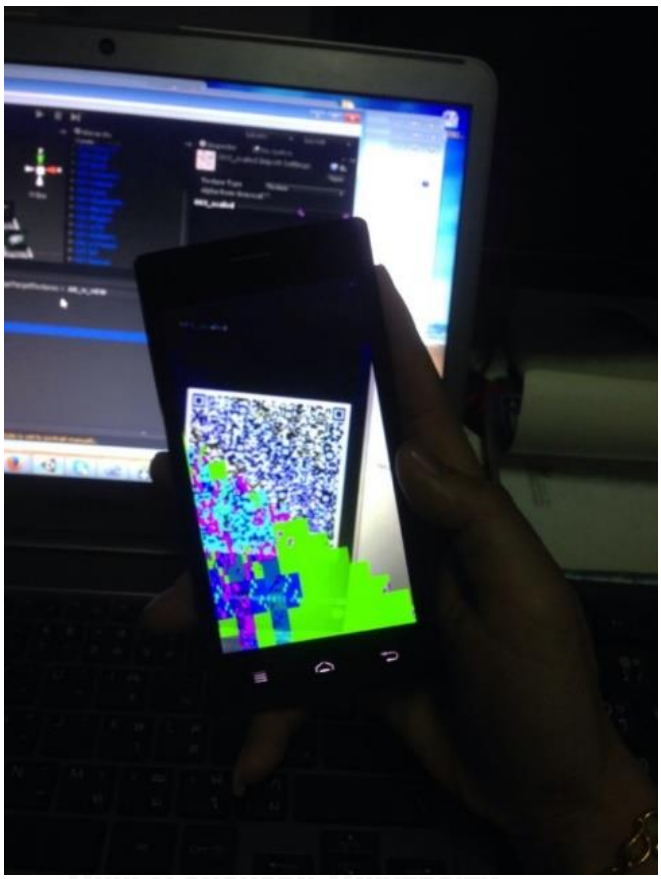
ผลงานวิจัยของ Kong และคณะ [5] ได้ศึกษาการการนำเอาสัญลักษณ์ของ QR Code มาใช้แทนที่การสร้าง AR Marker ขึ้นมาใหม่ โดยในงานวิจัยได้พูดถึงตำแหน่งที่จะสามารถอ่านตัว Marker บนระบบมือถือแอนดรอยด์ได้ว่าเหมาะสมกับตำแหน่งไหนที่เหมาะสมได้ และการถอดรหัสของ AR Code ออกมา โดยเปรียบเทียบจากการสร้างตัว Marker เพื่อใช้อ่าน QR Code ด้วย AR Toolkits ที่ถูกสร้างขึ้นมา ซึ่งผลการทดลองที่ได้ จะพบว่า QR Code มีการป้องกันความผิดพลาดในการอ่านหรือ Error Correction ที่เมื่อถูกโจมตีก็สามารถอ่านได้ในระดับ Level L : ความผิดพลาดประมาณ 7% หรือ น้อยกว่านั้นสามารถทำให้ถูกต้องได้

ผลงานวิจัยของ Sartid Vongpradhip[8] ในการสร้าง คิวอาร์โค้ดแบบ Special Symbol 8 แบบ เพื่อให้คิวอาร์โค้ดแบบดั้งเดิม ผู้วิจัยจะนำแนวคิดนี้มาประยุกต์ใช้ในงานวิจัย โดยงานวิจัยที่จะนำเสนอนี้เป็นการการเพิ่มปริมาณข้อมูลในคิวอาร์โค้ดโดยใช้สัญลักษณ์ส่วนเพิ่มของดาต้ากลิฟส์ แล้วนำมาเปรียบกับคิวอาร์โค้ดแบบดั้งเดิมในการสร้างคิวอาร์โค้ดแบบ Special Symbol เพื่อให้คิวอาร์โค้ดสามารถเก็บข้อมูลได้มากกว่าโค้ดแบบดั้งเดิม แล้วในงานวิจัยยังได้ใช้สัญลักษณ์ส่วยเพิ่มของดาต้ากลิฟส์ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับแบบดั้งเดิม ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของข้อมูลและเวอร์ชั่นของคิวอาร์โค้ด



ภาพที่ 2-33 ผลการทดลองในการใช้ Special Symbol

ผลงานวิจัยของ Sartid Vongpradhip และ Darunee [9] เป็นการจำลองการนำ QR Code มาใช้แทน AR Marker แต่ไม่สามารถเพิ่มจำนวนของ QR Code ในการเรียกMarker หลายประเภทที่ทำให้อ่านได้ และเกิดภาพสีที่ไม่สามารถอ่านได้ (Noise)



CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 2-34 หน้าจอแสดงผลจากโทรศัทพ์แสดงการเกิด Noise

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

ในส่วนนี้จะเป็นทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับ ประวัติของ QR Code และ AR ซึ่งจะกล่าวถึงข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบาร์โค้ด โครงสร้างของบาร์โค้ด และขั้นตอนในการนำเออาร์มาใช้ พื้นฐานของเออาร์ รวมถึงข้อกำหนดในการสร้าง QR Code คุณสมบัติของ QR Code รวมถึงการประยุกต์ใช้เทคนิคการสร้าง Marker เพื่อเพิ่มข้อมูลใน QR Code โดยจำแนกออกเป็นเทคนิคต่างๆ ตามลำดับ

3.1 ภาพรวมทั้งหมดของงานวิจัย

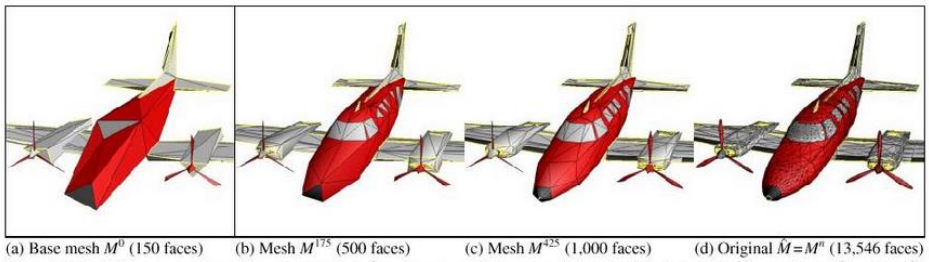
งานวิจัยได้นำเสนอแนวทางการพัฒนาเครื่องมือเพื่อเพิ่มความสามารถในการนำมาใช้ของคิวอาร์โค้ดและเออาร์โค้ด

3.1.1 การบีบอัดแบบไม่สูญเสีย (lossless data compression)

เป็นขั้นตอนการค้นหา Marker จากภาพที่ได้จากกล้องแล้วหาข้อมูล (Marker Database) ที่มีการเก็บข้อมูลขนาดของภาพและรูปแบบ Markerภาพที่ได้จากกล้องแล้วหาข้อมูล (Marker Database) ที่มีการเก็บข้อมูลขนาดของภาพและรูปแบบ Marker

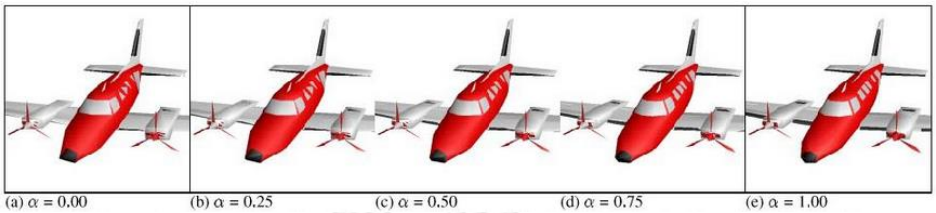
ภาพที่ 3-1 รูปปั้น 3 มิติ

3.1.2 การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติของ Marker เทียบกับกล้อง



(a) Base mesh M^0 (150 faces) (b) Mesh M^{175} (500 faces) (c) Mesh M^{425} (1,000 faces) (d) Original $\tilde{M} = M^n$ (13,546 faces)

Figure 5: The PM representation of an arbitrary mesh $\tilde{M}$ captures a continuous-resolution family of approximating meshes $M^0, \ldots, M^n = \tilde{M}$.

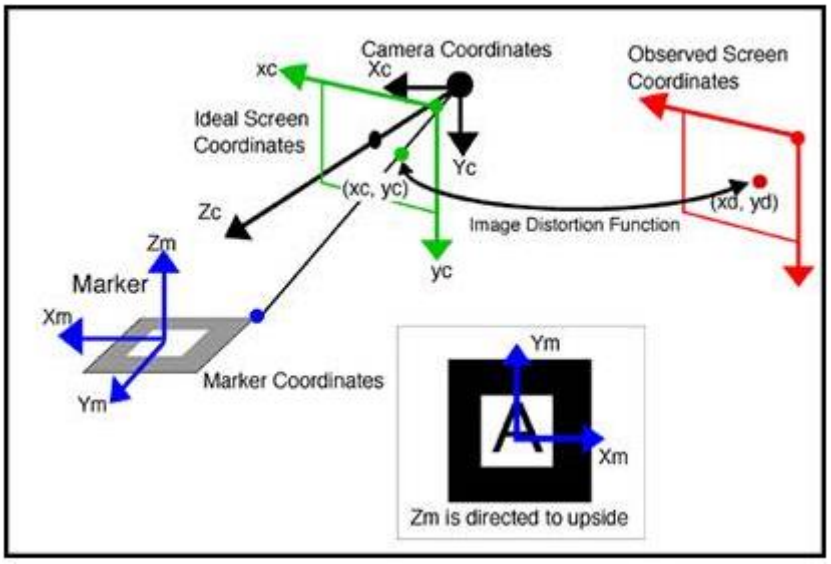


(a) $\alpha = 0.00$ (b) $\alpha = 0.25$ (c) $\alpha = 0.50$ (d) $\alpha = 0.75$ (e) $\alpha = 1.00$

ภาพที่ 3-2 ภาพจำลองที่เกิดได้จากการคำนวณ

$$\begin{bmatrix} X_C \\ Y_C \\ Z_X \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} & T_1 \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} & T_2 \\ R_{31} & R_{32} & R_{32} & T_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_M \\ Y_M \\ Z_M \\ 1 \end{bmatrix} = TCM \begin{bmatrix} X_M \\ Y_M \\ Z_M \\ 1 \end{bmatrix} \quad [10] \qquad (3\text{-}1)$$

ซึ่ง Camera Coordinated Frame ก็คือ Coordinated Frame ที่ใช้อ้างอิงตำแหน่งใดๆ ของกล้องวิดีโอ และ Maker Coordinated Frame ก็คือ Coordinated Frame ที่ใช้อ้างอิงของตำแหน่งๆใด ของ Maker ซึ่งสามารถดังรูป ต่อไปนี้



ภาพที่ 3-3 ความสัมพันธ์ระหว่าง Camera Coordinated Frame
และ Maker Coordinated Frame[10]

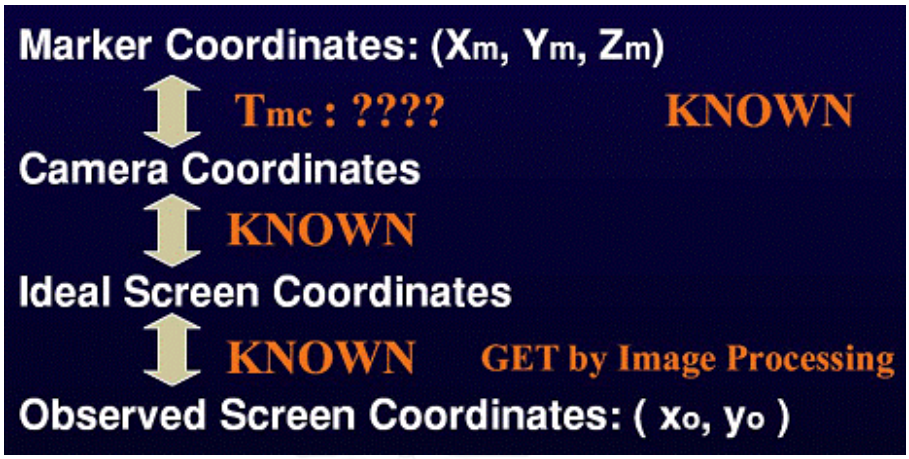
จากภาพที่ 3-3 ความสัมพันธ์ระหว่างจุดใดๆ (X_c ,Y_c ,Z_c) บน Camera Frame กับ จุดที่ตรงกัน ใน Ideal Screen Coordinated Frame เป็นปาม Perspective Projective ดังสมการที่

$$\begin{bmatrix} hx_1 \\ hy_1 \\ h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} sf_x & R_{12} & R_{13} & 0 \\ 0 & R_{22} & R_{23} & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_C \\ Y_C \\ Z_C \\ 1 \end{bmatrix} = TCM \begin{bmatrix} X_M \\ Y_M \\ Z_M \\ 1 \end{bmatrix} \quad [11]\ (3\text{-}2)$$

จากสมการ 3-3 โดยที่ c ซึ่งเป็นเมตริกซ์ขนาด 3x4 ซึ่งประกอบไปด้วยค่าของ F_x, F_y, X_c, Y_c โดยทั่วไปค่าเหล่านี้รวมกันเรียกว่า Camera Parameter ซึ่งจะคำนวณได้มาจาก Calibration[6] ส่วนค่าความสัมพันธ์ระหว่างจุดใดๆ บน Ideal Screen Coordinated Frame (X_1 Y_1) กับ Observe Screen Coordinated Frame (X_0 Y_0) ซึ่งเป็นจุดที่เราเห็นจริงๆ ในภาพ สามารถแสดงดังรูปที่ 3 และสามารถอธิบายได้แสดงดังสมการที่ (3-3)

$$d^2 = (x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2$$
$$p = \{1 - fd^2\} \quad [11] \quad (3\text{-}3)$$
$$x_0 = p(x_1 - x_0)\, x_0\, , x_1) = p(y_1 - y_0) + y_0$$

โดยที่ X_0 Y_0 จุดศูนย์กลางของ Distortion (Center Coordinates of Distortion) และ f คือ Distortion Factor ซึ่งค่าทั้ง 2 จะได้มาจากกระบวนการ Camera Calibration



ภาพที่ 3-5 กระบวนการคำนวณค่า 3D Pose

กระบวนการที่จะได้มาของค่า TCM เมื่อเรารู้ค่าตำแหน่งของ Marker ทั้ง 4 จุด บน Observed Screen Coordinates ในภาพที่ถ่ายจากกล้องวิดีโอ ซึ่งกล่าวโดยเฉพาะค่านี้สามารถหาได้จากการคำนวณหาคำตอบของฟังก์ชั่นค่าผิดพลาด (Error Function) แสดงดังสมการที่ 3-4 ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเราจะคำนวณหาค่าที่เหมาะสม (Optimization) ซึ่งเป็นกระบวนแบบ Iterative

โดยทั่วไปแล้วเราจะคำนวณหาค่าที่เหมาะสม (Optimization) ซึ่งเป็นกระบวนแบบ Iterative

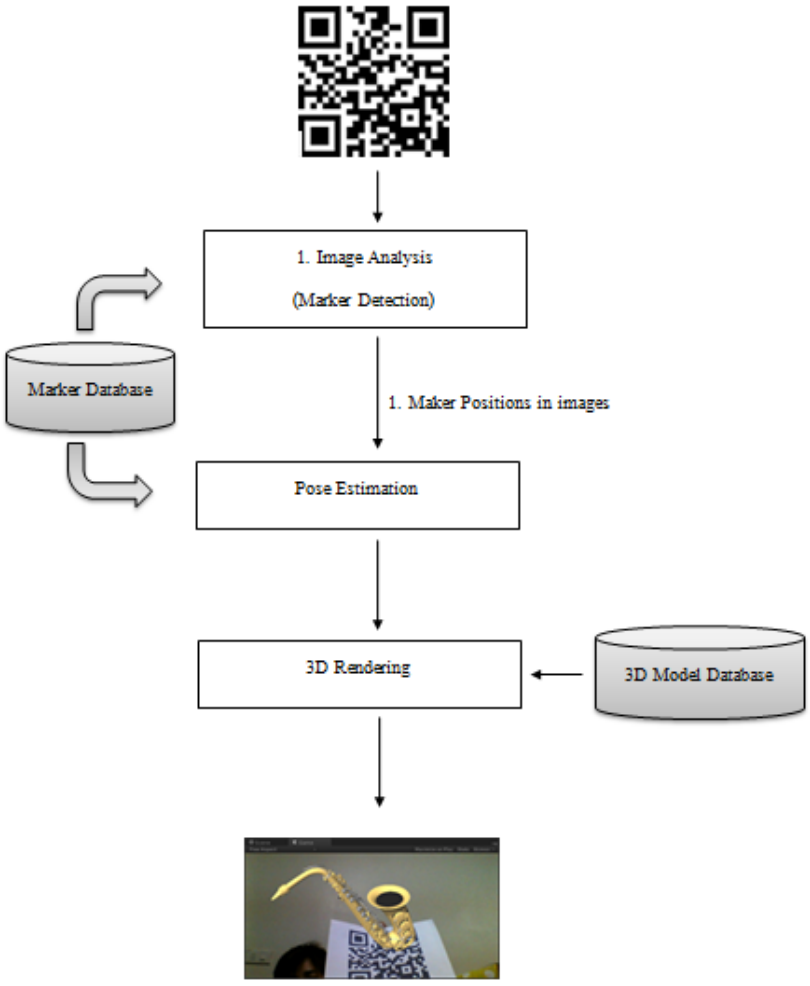
$$err = \frac{1}{4}\sum_{i=1,2,3,4}\{(x_i - \hat{x}_i)^2 + (y_i - \hat{y}_i)^2\} \quad [12] \qquad (3\text{-}4)$$

โดยที่ $\hat{x}_i$ $\hat{y}_i$ [11]แสดงออกมาเป็น

$$\begin{bmatrix} h\hat{x}_i \\ h\hat{y}_i \\ h \end{bmatrix} = C.T_{CM} \begin{bmatrix} X_{Mi} \\ Y_{mi} \\ Z_{mi} \\ 1 \end{bmatrix}, i = 1,2,3,4 \qquad [12] \qquad (3\text{-}5)$$

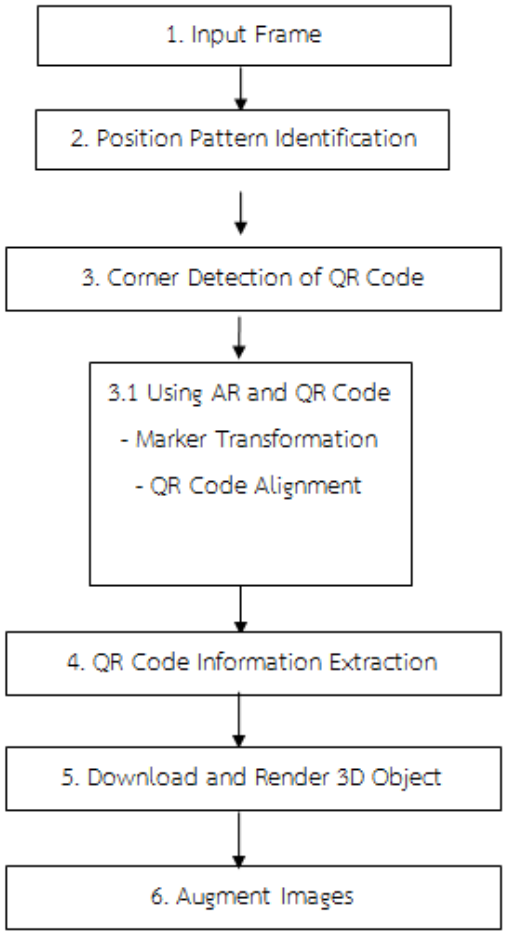
3.1.3 กระบวนการสร้างภาพสองมิติ

จากโมเดลสามมิติ (3D Rendering) เป็นส่วนสุดท้ายที่จะทำให้กระบวนการสมบูรณ์ คือ การเพิ่ม Augment Reality หรือ AR ลงบนข้อมูลที่ต้องการโดยทั่วไปแลวจะเป็นโมเดล 3 มิติ (3D Model) ลงไปในภาพที่ได้จากกล้องวิดีโอ ณ ตำแหน่งของ Maker ที่ตรวจพบจากขั้นตอน Image Analysis ภาพที่ 3-3 โดยใช้ค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ ที่คำนวณจาก Pose Estimation กล่าวคือการสร้างภาพเสมือนจริงแสดงจากทฟไฟล์ 2 มิติ ในภาพคือการเริ่มต้นนำไฟล์ภาพ Saxophone.png ที่เป็นภาพ 2 มิติ แปลงค่าให้เป็นไฟล์ OBJ ซึ่งเป็นไฟล์ของ 3D Model เพื่อนำไปจำลองให้เกิดภาพ 3 มิติ



ภาพที่ 3-6 ภาพจำลองที่แสดง

จากภาพที่ 3-6 จะเห็นได้ว่าจะมีอยู่ 2 ส่วนของโมเดล ที่มีเกี่ยวกับการ Render ภาพ ส่วนส่วนซ้าย คือการคำนวณ Pose Estimation จาก Maker Database และส่วนขวาในกระบวนการ Render ภาพออกมาจะเรียก Model Database ของ Maker ออกมาแสดงภาพ



ภาพที่ 3-7 หลักการออกแบบ Augment Reality

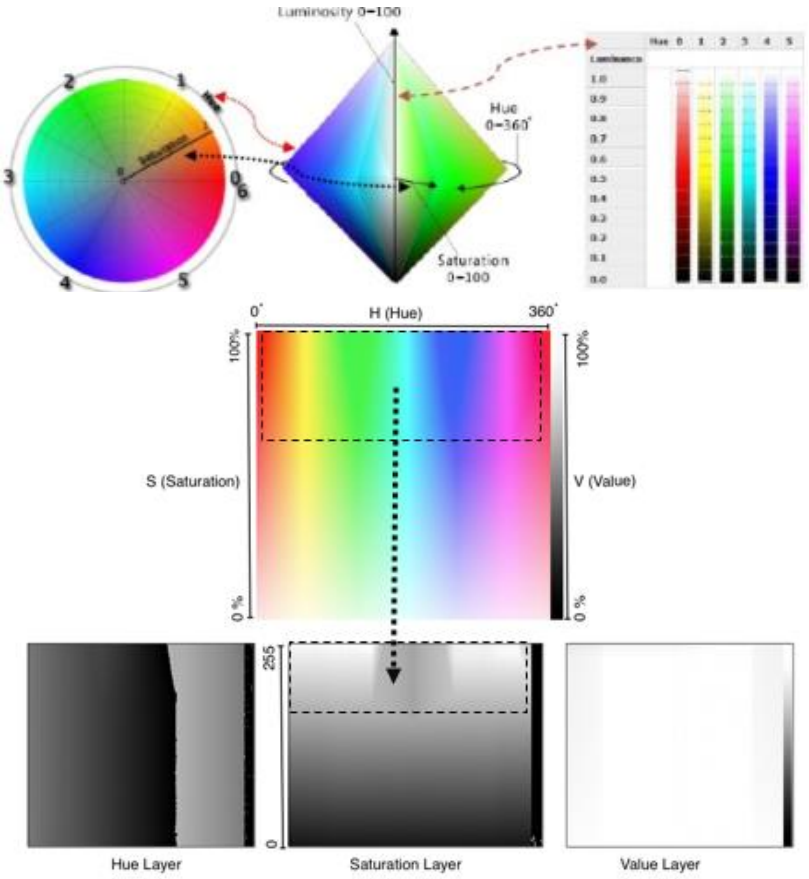
จากหลักการออกแบบ Augment Reality เราจะสามารถถอดกลับออกมาได้โดยการถอดรหัสซึ่งการทำงานของกระบวนการจำเป็นต้องรวบรวมหลักการของการ ตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Detection) การเคาะ (Beat Detection) การจดจำเสียง (Voice Recognize) และทำการประมวลภาพโดยงานวิจัยเน้นการทำงานในการผ่านสื่อทางภาพและเสียงในการสื่อกับผู้ใช้งาน

จาก รูปที่ 3-7 จะเห็นได้ว่า เมื่อทำการ Input Frame ของภาพเข้ามา และจะทำการตรวจสอบการวางตำแหน่งของ AR ว่าได้วางไว้ตำแหน่งไหน และก็ทำการเรียกใช้สร้าง Marker หรือภาพที่เป็น QR Code เป็นตัวนำข้อมูล และเมื่อ QR Code ได้ถูกอ่านข้อมูลผ่านมือถือแล้วจะถูกเรียกแสดงออกมาเป็นสามมิติ ที่เรียกว่า AR

3.2 วิเคราะห์ภาพและระยะทางของแผ่น Marker ไปยังกล้อง

3.2.1 ภาพที่ได้จากกล้องโทรศัทพ์คำนวณหาค่าความสว่าง

ทำการเปลี่ยนภาพให้เป็นระบบสี RGB (Red, Green, Blue) ให้เป็น HSL (Hue Solution Lightness) ซึ่งพัฒนาโดย Teletromix Incorporated [10] จะมีลักษณะคล้ายกับ HSV (Hue Solution Value) เพราะฉะนั้นสีจะขึ้นอยู่กับ Hue Lightness และ Saturation



ภาพที่ 3-8 ค่าระดับของ Hue Lightness และ Saturation

Lightness คือ ค่าความสว่างซึ่งจะเปลี่ยนแปลงตามแนว L โดยที่ L เท่ากับ 0 จะเป็นสีดำ L เท่ากับ 1 จะเป็นสีขาว สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$Lightness = \frac{Max(red,green,blue) - \min(red,green,blue)}{2} \quad [11] \quad (3\text{-}2)$$

แล้วจึงนำค่า Lightness ไปหาค่าเฉลี่ยความสว่างเพื่อบอกผู้ใช้ว่า AR สามารถทำงานได้ในสภาพแวดล้อม ณ ปัจจุบันหรือไม่

3.3 การเข้ารหัสและการบีบอัด

ภาพเชิงดิจิตอล เป็นการแสดงผลภาพลักษณะสองมิติที่เรียกว่า “จุดภาพ” เราสามารถนิยามเป็นฟังก์ชันสองมิติ $f(\mathrm{x},\mathrm{y})$ โดยที่ X และ y เป็นพิกัดของภาพ

$$f[x,y]=\begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & f(1,N-1) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ f(M,1,0) & f(M-1,1) & f(M-1,N-1) \end{bmatrix} \qquad [10] \qquad (3\text{-}3)$$

ค่าแต่ละค่าที่อยู่ในเมทริกซ์จะเรียกว่า จุดภาพ (Pixel) โดยตำแหน่ง (0,0) จะอยู่ทางด้านซ้ายมือสุดด้านบนของภาพ การจัดลำดับตำแหน่งของจุดภาพจะเรียงจากซ้ายไปขวาในแต่ละเส้นจุด และการจัดลำดับของเส้นจุดจะเรียงจากบนลงล่าง การเก็บค่าของความเข้มแสงของภาพดิจิตอลลงหน่วยความจำในลักษณะเส้นจุด (Raster) นี้ เรียกว่าภาพบิตแมป (Bitmap Image) หรือภาพราสเตอร์ (Raster Image) แต่ภาพที่จัดเก็บในลักษณะนี้มีขนาดใหญ่ จึงมีการบีบอัดภาพ (Image Compression) เพื่อทำให้ข้อมูลภาพมีขนาดเล็กลง การสร้างภาพดิจิตอลสามารถสร้างได้จากอุปกรณ์รับภาพ เช่น กล้องดิจิตอล (Digital Camera) หรือเครื่องสแกนเนอร์ (Scanner) เป็นต้น

การบีบอัดและการเข้ารหัสข้อมูลภาพ เป็นกระบวนการลดขนาดเนื้อที่หน่วยควาวมจำที่ใช้ในการเก็บข้อมูลภาพ ซึ่งไฟล์ภาพ (Raw Image) ที่เราได้ทั่วไปนั่นจะมีขนาดใหญ่ เช่น ภาพสี 1024x1024 จุดภาพ ต้องใช้เนื้อที่ในการเก็บขนาดของภาพถึง 3 GB ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองพื้นที่หน่วยความจำ ทางผู้วัจัยจึงได้ค้นหาวิธีในการจัดการลดขนาดไฟล์เพื่อให้เกิดความเหมาะสม เนื่องจากเป็นปัญหาหนึ่งของทางผู้วิจัย

3.3.1 การวัดค่าเฉลี่ยของจำนวนบิตต่อจุดภาพและอัตราการบีบอัด

การวัดด้วยค่าเฉลี่ยของจำนวนบิตต่อจุดภาพ (Bit Rate) ค่าเฉลี่ยของจำนวนบิตต่อจุดภาพ (Bit Per Pixel : bpp) ของภาพที่ผ่านการเข้ารหัสหรือลดข้อมูลลง ดังนั้นวิธีการบีบอัดข้อมูลภาพใดที่มีค่าอัตราบิตน้อย ก็แสดงว่าการบีบอัดข้อมูลภาพด้วยวิธีนั้นมีอัตราการบีบอัดภาพสูง การคำนวณหาอัตราบิตดังสมการที่ (3-4)

$$\text{อัตราบิต} = \left[\frac{\text{จำนวนบิตทั้งหมดของภาพที่ถูกลดข้อมูล}}{\text{จำนวนจุดภาพทั้งหมดของภาพต้นฉบับ}}\right] \quad (3\text{-}4)$$

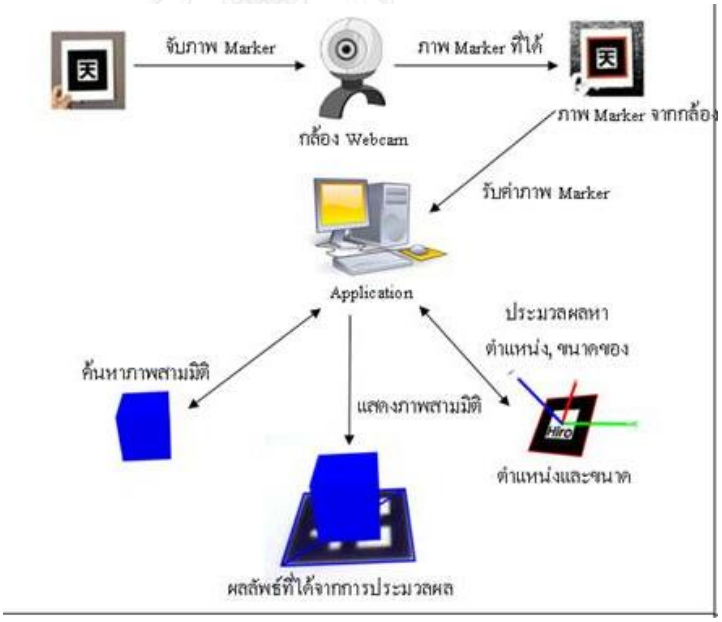
3.3.2 การวัดค่าเฉลี่ยของจำนวนบิตต่อจุดภาพและอัตราการบีบอัด

อัตราการบีบอัดคือ อัตราส่วนระหว่างจำนวนบิตข้อมูลที่ใช้แทนภาพต้นฉบับกับจำนวนบิตข้อมูลที่ใช้แทนภาพที่ผ่านการลดข้อมูลแล้วดังสมการที่ (3-5)

$$\text{อัตราบิต} = \left[\frac{\text{จำนวนบิตทั้งหมดของภาพที่ถูกลดข้อมูล}}{\text{จำนวนจุดภาพทั้งหมดของภาพต้นฉบับ}}\right] \quad (3\text{-}5)$$

3.4 วิเคราะห์ระบบ

เมื่อได้ศึกษาระบบงานและเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยจึงมีแนวทางในการวิเคราะห์และออกแบบระบบเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในงานวิจัย ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนสำคัญดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3-9 ภาพรวมการทำงานของเทคโนโลยีเสมือนจริง

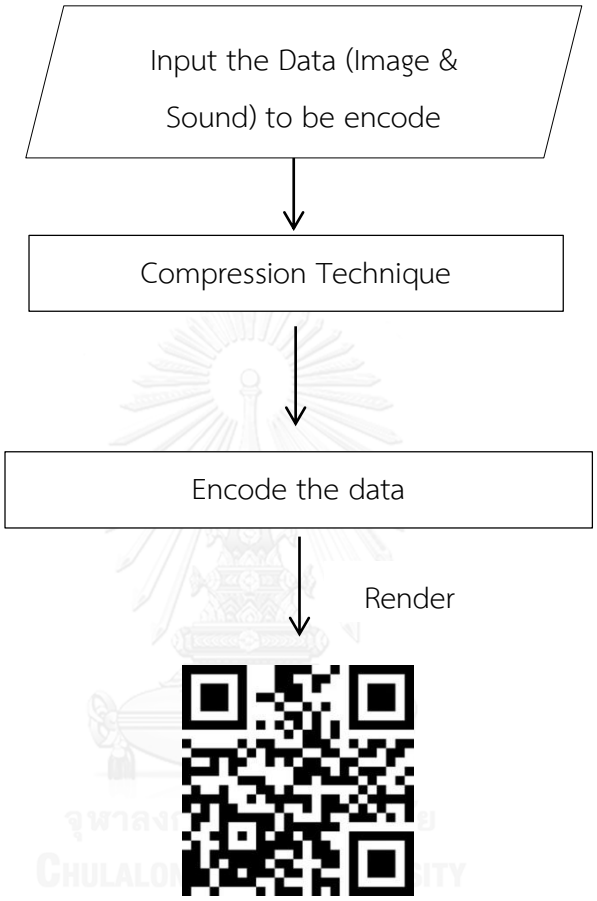
3.4.1 ขั้นตอนการทำงานของเทคโนโลยี Vuforia

a. ทำการแปลงภาพที่ได้จากกล้องวีดีโอที่เป็นภาพสีนั้น แปลงให้กลายเป็นภาพ 2 ระดับมีค่าเป็น 0 หรือ 1 โดยจะมีค่าเป็น 0 เมื่อระดับความสว่าง (Intensity) ของพิกเซลนั้นมีค่าต่ำกว่าค่า Threshold มิฉะนั้นแล้วจะมีค่าเป็น 1
b. ทำการหาพื้นที่ที่ติดกัน (Connect Component) โดยใช้เทคนิคทางการวิเคราะห์ภาพที่เรียกว่า Connect Component Labeling[13]
c. หลังจากนั้นทำการาหาเส้นรอบรูป (Contour) ของพื้นที่ ที่ได้มาจากผลลัพธ์ขั้นตอนที่แล้ว
d. จากผลลัพธ์ของขั้นตอนที่แล้ว ระบบจะทำการประมาณหาค่าพารามิเตอร์ของสมการเส้นตรงที่แทนเส้นรอบรูปซึ่งเป็นสี่เหลี่ยมทั้ง 4 จุดนี้จะถูกใช้ไปในขั้นตอนกระวนการ Pose Estimation
e. 3D Rendering ส่วนนี้จะเป็นส่วนสุดท้ายของระบบ ที่จะทำให้กระบวนการ Augment Reality ครบถ้วนสมบูรณ์ ซึ่งการเพิ่ม (Augment) ข้อมูลต้องการโดยทั่วไปแล้วจะเป็นโมเดล 3 มิติ ที่ได้จากกล้องวิดีโอ ณ ตำแหน่งสัญลักษณ์ (Marker) ที่ตรวจพบตั้งแต่ขั้นตอน Image Analysis โดยใช้ค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติที่คำนวณได้จากขั้นตอน Pose Estimation

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.5 กระบวนการบีบอัดไฟล์

เมื่อได้ศึกษาระบบงานและเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยจึงมีแนวทางในการวิเคราะห์และออกแบบระบบเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในงานวิจัย ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนสำคัญดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3-8 แสดงขั้นตอนในการบีบอัดและเพิ่มความจุให้ QR Code

บทที่ 4
ผลการทดลองและการประเมินผล

ในบทนี้จะกล่าวถึงเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ผลของการทดลองวิธีในการผนวกเออาร์กับคิวอาร์เข้าด้วยกัน โดยทำการทดสอบการใช้งานผ่านสมาร์ทโฟน และการประมวลผลของรูปภาพต่างขนาดกัน

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

งานวิจัยได้นำเสนอแนวทางการพัฒนาเครื่องมือเพื่อเพิ่มความสามารถในการนำมาใช้ของคิวอาร์โค้ดและเออาร์โค้ด

4.1.1 สภาพแวดล้อมด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

ฮาร์ดแวร์

1. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) อินเทล คอร์ไอห้า 1.60 กิกะเฮิรตซ์ (CPU Intel Core i5 1.60 GHz)
2. หน่วยความจำ (RAM) 4 กิกะไบต์ (RAM 4 GHz)
3. จานบันทึกข้อมูล (Hard Disk) 500 กิกะไบต์ (Hard Disk 500 GB)

4.1.2 สภาพแวดล้อมด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

ซอฟต์แวร์

1. ระบบปฏิบัติการไมโครซอฟวินโดว์เซเว่น โฮมพรีเมี่ยม 64 บิต (Microsoft Windows 7 Home Premium 64 Bit)
2. ระบบปฏิบัติการ ยูนิตี้ สามมิติ เวอร์ชัน 4.5.1 (Unity 3D Version 4.5)
3. โปรแกรม เออาร์ทูลคิท (ARToolkit)
4. โปรแกรม Adobe Flash
5. โปรแกรม เอกโค้ด เวอร์ชัน 5.1 (XCode Version 5.1 (5B130a)
6. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ คือ C#

4.1.3 การติดตั้งซอฟแวร์ในการพัฒนาระบบ

ทำการติดตั้งเครื่องมือทั้งหมดลงในเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการพัฒนาระบบ โดยมีขั้นตอนในการติดตั้งเครื่องมือเป็นไปตามลำดับต่อไปนี้

1. ติดตั้งระบบไมโครซอฟวินโดว์เซเว่น โฮมพรีเมียม
2. ติดตั้งโปรแกรมยูนิตี้ เวอร์ชัน 4.5
3. ติดตั้งโปรแกรมเอ็กโค้ด
4. ติดตั้งโปรแกรมอะโดบี แฟลช

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2 ผลการทดลอง

การทดลองนี้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนของการทดลองโดยการใช้โทรศัพท์สมาร์ทโฟนและโปรแกรมยูนิตี้ ทำการวัดประสิทธิภาพในการอ่านค่าและประมวลผลโดยทำการวัดเวลาในการถอดรหัสและภาพสามมิติที่ได้ จาก QR Code และ AR Marker ภาพตัวอย่างผลลัพธ์บางส่วนของผลการทดลองจำแนกตามลักษณะข้อมูลที่ถูกบีบอัดเสียงเข้าไปใน QR Code ผลการทดลองที่ได้แสดงดังตารางต่อไปนี้

ลำดับ	เสียงต้นฉบับที่เป็นตัวอักษรในการบันทึกเสียง	File Type	Original	Compressed
1.	**กลาย** ถิ่นกำเนิด ไทย ไม้ต้นขนาดเล็ก สูง ๒-๔ เมตร ใบเดี่ยวเรียงสลับ ดอกสีเหลืองนวล ออกดอกตรงข้ามใบ มีกลิ่นหอมอ่อน ทยอยออกดอกตลอดปี	Mp3	1.0 MB	156 Kbps
2	**กันภัย** ถิ่นกำเนิด ไทย ไม้เลื้อยขนาดกลาง ยาวประมาณ ๓๐ เมตร ใบประกอบแบบขนนกปลายคี่ ดอกสีชมพูแกมม่วง ออกเป็นช่อที่ปลายกิ่งออกดอกตลอดปี	Mp3	0.8 MB	156 Kbps
3	**แก้วไพฑูรย์** ถิ่นกำเนิด บราซิล ไม้เลื้อยขนาดเล็ก ยาวประมาณ ๑๕ เมตร ใบประกอบ ๒-๓ ใบ ออกตรงข้าม ดอกสีเหลือง ออกตามซอกใบและปลายกิ่ง กลีบเลี้ยงสีเขียว ออกดอกเดือน ตุลาคมถึงเดือนเมษายน	Mp3	1.3 MB	156 Kbps

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลำดับ	เสียงต้นฉบับที่เป็นตัวอักษรในการบันทึกเสียง	File Type	Original	Compressed
4.	**เถาไฟ** ถิ่นกำเนิด ไทย ไม้เถาเลื้อย ขนาดใหญ่ ยาวประมาณ ๓๐ เมตร ใบเดี่ยว เรียงสลับ ดอกสีเหลืองอมส้ม ออกเป็นช่อที่ซอกใบและปลายยอด ออกดอกเกือบตลอดปี	Mp3	2.4 MB	156 Kbps
5.	**โนรี** ถิ่นกำเนิด ไทย ไม้เถาเลื้อยเนื้อแข็ง ยาวประมาณ ๑๕ เมตร ใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม ดอกสีขาวอมชมพู ออกเป็นช่อตามปลายกิ่ง ออกดอกเกือบตลอดปี	Mp3	1.4 MB	156 Kbps
6.	**บานบุรี** ถิ่นกำเนิด บราซิล ไม้พุ่มรอเลื้อย ลำต้นเป็นข้อปล้อง น้ำนางสีขาว ใบเดี่ยว เรียงรอบข้อ ดอกสีเหลืองออกเป็นช่อ ๒-๕ ดอก ทยอยบาน ออกดอกเกือบตลอดปี	Mp3	1.2 MB	156 Kbps
7.	**ใบระบาด** ถิ่นกำเนิด อินเดีย ไม้เถาเลื้อยขนาดกลาง ยาวประมาณ ๓๐ เมตร มีน้ำยางสีขาว ใบเดี่ยว เรียงสลับ ดอกสีชมพูปนม่วง ออกเป็นช่อกระจุกตามซอกใบ ออกดอกตลอดปี	Mp3	0.8 MB	156 Kbps

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลำดับ	เสียงต้นฉบับที่เป็นตัวอักษรในการบันทึกเสียง	File Type	Original	Compressed
9.	**พวงทองเถา** ถิ่นกำเนิด เอกวาดอร์ ไม้เถาเลื้อยขนาดเล็ก ยาวประมาณ ๑๐ เมตร ใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม ดอกสีเหลืองออกเป็นช่อคล้ายซี่ร่ม ที่ซอกใบใกล้ปลายกิ่ง ออกดอกตลอดปี	Mp3	2.4 MB	156 Kbps
10.	**บานบุรี** ถิ่นกำเนิด บราซิล ไม้พุ่มรอเลื้อย ลำต้นเป็นข้อปล้อง น้ำนางสีขาว ใบเดี่ยว เรียงรอบข้อ ดอกสีเหลืองออกเป็นช่อ ๒-๕ ดอก ทยอยบาน ออกดอกเกือบตลอดปี	Mp3	1.4 MB	156 Kbps
11.	**ใบระบาด** ถิ่นกำเนิด อินเดีย ไม้เถาเลื้อยขนาดกลาง ยาวประมาณ ๓๐ เมตร มีน้ำยางสีขาว ใบเดี่ยว เรียงสลับ ดอกสีชมพูปนม่วง ออกเป็นช่อกระจุกตามซอกใบ ออกดอกตลอดปี	Mp3	1.2 MB	156 Kbps
12.	**เล็บมือนาง** ถิ่นกำเนิด เกาะนิวกินี ไม้เถาเลื้อยขนาดกลาง ยาวประมาณ ๑๕ เมตร ใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม ดอกสีแดง ชมพู ขาวอมเหลือง ออกเป็นช่อตามซอกใบและปลายกิ่ง มีกลิ่นหอม ออกดอกเดือนตุลาคมถึงเดือนมีนาคม	Mp3	1.1 MB	156 Kbps

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลำดับ	เสียงต้นฉบับที่เป็นตัวอักษรในการบันทึกเสียง	File Type	Original	Compressed
13.	**สร้อยอินทนิล** ถิ่นกำเนิด ไทย ไม้เถาเลื้อยเนื้อแข็ง ขนาดกลางยาวประมาณ ๒๐ เมตร ใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม ดอกสีฟ้าหรือสีม่วงอมฟ้า ออกเป็นช่อกะจะ ที่ซอกใบ ออกดอกเกือบตลอดปี	Mp3	2.4 MB	156 Kbps
14.	**สิรินธรวัลลี** ถิ่นกำเนิด เป็นพืชเฉพาะถิ่นของไทย ไม้เลื้อยขนาดกลาง ยาวประมาณ ๓๐ เมตร ใบเดี่ยว เรียงสลับ ใบจักลึกเป็นสองแฉก ดอกสีส้มแดง ออกเป็นช่อแยกแขนงสั้นๆออกดอกเดือนตุลาคมถึงเดือนมีนาคม	Mp3	1.4 MB	156 Kbps
15.	**หิรัญญิการ์** ถิ่นกำเนิด อินเดีย ไม้เถาเลื้อยขนาดกลาง ยาวประมาณ๑๕ เมตร มีน้ำยางสีขาว ใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม ดอกสีขาว ออกเป็นช่อ ที่ปลายกิ่งมีกลิ่นหอมอ่อน ออกดอกเดือนตุลาคมถึงเดือนมีนาคม	Mp3	1.2 MB	156 Kbps

ลำดับ	เสียงต้นฉบับที่เป็นตัวอักษรในการบันทึกเสียง	File Type	Original	Compressed
16.	**พรรณชมพู** ไม้ต้นขนาดกลาง ลำต้นสีเขียวอมน้ำตาล มีหนามตามลำต้น ใบประกอบแบบนิ้วมือ มีใบย่อย 5-7ใบ รูปไข่แกมรูปขอบขนานโคนใบรูปลิ่ม ปลายใบแหลม ขอบใบเรียบ ดอกสีชมพู รูประฆัง กลีบเลี้ยงรูปถ้วยสีเขียว ออกดอกเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน ถิ่นกำเนิดประเทศบราซิล	Mp3	1.1 MB	156 Kbps

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในส่วนนี้จะเป็นจะกล่าวถึงผลสรุปของงานวิจัย ปัญหาที่พบ และข้อเสนอแนะอันจะเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงความจุของ QR Code ที่มี Augment Reality เข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มข้อมูลที่มีความจุและสามารถอ่านได้มากขึ้น

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอเทคนิคการเพิ่มความจุให้กับ QR CODE จากผลการทดลองและแสดงให้เห็นว่า AR และ QR ในเรื่องของการบีบอัดข้อมูลขนาดใหญ่บน QR Code ก็ได้ถูกนำมาพัฒนาด้วยวิธีการต่างๆ เช่น วิธีการปรับตำแหน่งที่อ่านของ QR Code โดยการนำ AR มาช่วย และพัฒนาแอปพลิเคชั่นในเรื่องของการอ่านที่รวดเร็วจากกล้องโทรศัพท์มือถือ โดยเพิ่มความสามารถในการใช้งานในขณะข้อมูลที่บรรจุเป็นระบบออฟไลน์

5.2 อภิปรายผล

งานวิจัยในส่วนของ AR Code ที่ได้ศึกษาทั่วไปมุ่งเน้นไปที่งานวิจัยที่ต้องการจะแทรก AR Marker เข้าไปใน QR Code เพื่อเพิ่มความจุให้กับ QR Code โดยการสร้างสัญลักษณ์ (Maker) เพื่อนำวีดีทัศน์เข้าไป QR Code และสามารถแสดงวีดีทัศน์นั้นออกมามาเป็นภาพและเสียงในลักษณะสามมิติผ่านกล้อง ซึ่งสัญลักษณ์ (Maker) ที่ถูกแทรกเข้าไปใน QR Code จะอ่านข้อมูลแบบออฟไลน์ไม่ขึ้นกับเครือข่ายอินเตอร์เน็ต และเพื่อเป็นการลดเวลาในการสร้างตัวสัญลักษณ์ (Maker) ขึ้นมาใหม่จากเดิมที่ต้องสร้าง Maker ทางผู้วิจัยได้นำเสนอวิธีการประยุกต์ใช้ QR Code มาใช้ในงานวิจัยและยังเป็นการเพิ่มความสามารถในการจุข้อมูลที่เพิ่มมากขึ้นโดยการใช้วิธีในการบีบอัดข้อมูลลงไปเพื่อให้ QR Code สามารถจุข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ได้

AR Code ที่ถูกแปลงให้เป็น QR Code จะถูกแปลงโดยผ่านกระบวนการเข้ารหัสคิวอาร์โค้ดซึ่งจะต้องผ่านการบีบอัดข้อมูล ซึ่งปัจจุบันมีการศึกษาการแปลงรหัสเพื่อทำ AR Code โดยในขั้นตอนการ Masking ใน QR Code ต้องมีการ Mask เพื่อทำให้ Merge กันได้ระหว่าง AR กับ QR

ข้อดีของการนำระบบ AR มาใช้ เป็นการสร้างประสบการณ์แปลกใหม่ให้แก่ผู้บริโภค ถือเป็นทางเลือกหนึ่งในการเข้าถึงกลุ่มคนรุ่นใหม่ที่ชอบและสนใจเทคโนโลยี เพิ่มโอกาสของการค้าทาง Internet (E-Commerce) เนื่องจากผู้ซื้อสามารถเห็นภาพจำลองของตนและสินค้าก่อนการสั่งสินค้า

นอกจากมีข้อดีของ AR แล้ว ยังมีข้อจำกัด ในการนำระบบมาใช้ อาจจะไม่เหมาะกับกลุ่มคน Low Technology หรือกลุ่มคนที่อาจไม่ได้มีความรู้ด้านเทคโนโลยีมากนัก เนื่องจากการนำเสนอรูปแบบด้วยวิธีนี้ ผู้ใช้จำเป็นต้องมีเว็บแคมและเครื่องพิมพ์ในกรณีที่ต้อง Print ตัว Maker ผ่านหน้าเว็บไซต์ และอาจจะมีการลงทุนที่สูงในเรื่องของเครือข่ายรวมทั้งการทำฐานข้อมูลต่างๆ รวมถึงยังขาดการสนับสนุนจากภาครัฐบาล เนื่องจากการใช้งานโทรศัพท์มือถือต้องใช้ระบบ 3G ซึ่งระบบดังกล่าวยังไม่ครอบคลุมทั้งประเทศทำให้การใช้ AR อยู่ในวงที่จำกัด ในเรื่องของข้อจำกัด ที่ว่าด้วยตัว Maker ต้องอยู่ปรากฏตลอดเวลาส่งผลให้ขนาดการเลื่อนที่ของ Virtual Objects หายไปได้ หากส่วนใดส่วนหนึ่งของ Pattern ที่อยู่บนมือผู้ใช้หลุดเฟรมก็ไม่สามารถอ่านข้อมูลได้

5.1 ปัญหาที่พบ

งานวิจัยนี้ได้ใช้เทคโนโลยีที่เวอร์ชั่นของสมาร์ทโฟนที่ เวอร์ชั่น 2.5 ซึ่งปัจจุบัน อยู่ที่เวอร์ชั่น 5.1 ในระบบแอนดรอยด์[14] และ iOs ที่เวอร์ชั่น 6.0 ซึ่งกล้องมือถือของบางรุ่นอ่านได้แต่พบปัญหาการเกิด Noise ที่หน้าจอแสดงผลหากโปรแกรมทำการรันและอ่าน Marker หลายตัวพร้อมกัน

5.2 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอเทคนิคการเพิ่มความจุให้กับ QR CODE จากผลการทดลองจะแสดงให้เห็นว่า AR และ QR ในเรื่องของการบีบอัดข้อมูลขนาดใหญ่บน QR Code ก็ได้ถูกนำมาพัฒนาด้วยวิธีการต่างๆ เช่น วิธีการปรับตำแหน่งที่อ่านของ QR Code โดยการนำ AR มาช่วย และพัฒนาแอปพลิเคชั่นในเรื่องของการอ่านที่รวดเร็วจากกล้องโทรศัพท์มือถือ และเพิ่มความสามารถในการใช้งานในขณะข้อมูลที่บรรจุเป็นระบบออฟไลน์ได้ หากในอนาคตสามารถแก้ปัญหาการลดการรบกวนและเวอร์ชั่นต่างๆของ QR Code ได้ จะทำให้เพิ่มจำนวนข้อมูลที่มากขึ้นได้ อาจจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของการนำเทคนิคการสร้าง Maker ให้สามารถอ่านพร้อมกันได้หลายๆตัวพร้อมกันในระบบออฟไลน์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รายการอ้างอิง

1. Denso. *Denso Company*. Available from: https://www.denso-wave.com/en/.
2. Corporation, L. *LINE Corporation*. Available from: http://line.me/en/.
3. Code, Q. *The symbol versions of QR Code*. Available from: http://www.qrcode.com/en/about/version.html.
4. *Zxing*. Available from: http://zxing.org/w/decode.jspx.
5. Kong, R. and J. Hong. *An Augmented Reality System Using Qr Code as Marker in Android Smartphone*. in *Engineering and Technology (S-CET),* 2012 *Spring Congress on*. 2012.
6. Ukida, H., et al. *Visual communication using LED panel and video camera for mobile object*. in *Imaging Systems and Techniques (IST),* 2012 *IEEE International Conference on*. 2012.
7. Ketcham, M. and S. Vongprahip. *An algorithm for intelligent audio watermaking using genetic algorithm*. in *Evolutionary Computation,* 2007. *CEC* 2007. *IEEE Congress on*. 2007.
8. Vongpradhip, S. *Use multiplexing to increase information in QR code*. in *Computer Science & Education (ICCSE),* 2013 8*th International Conference on*. 2013.
9. Bunma, D. and S. Vongpradhip. *Using augment reality to increase capacity in QR code*. in *Digital Information and Communication Technology and it's Applications (DICTAP),* 2014 *Fourth International Conference on*. 2014.
10. ปริวัฒน์ พิสิษฐพงศ์, ม.แ., *An Add-on Component to Improve Efficiency in Augmented Reality.* 6-Mar-2013
11. วสันต์ เกียรติแสงทอง, พ.พ.แ.เ., *A Study of Augmented Reality Technologies: Case Study Developing "MemCards" Game.* 2552.
12. *enso*20854*sk.*
13. Agusta, G.M., et al. *QR Code Augmented Reality tracking with merging on conventional marker based Backpropagation neural network*. in *Advanced*

Computer Science and Information Systems (ICACSIS), 2012 *International Conference on*. 2012.

14. แอนดรอยด์ (ระบบปฏิบัติการ). Available from: https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%81%E0%B8%AD%E0%B8%99%E0%B8%94%E0%B8%A3%E0%B8%AD%E0%B8%A2%E0%B8%94%E0%B9%8C_(%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%9A%E0%B8%9A%E0%B8%9B%E0%B8%8F%E0%B8%B4%E0%B8%9A%E0%B8%B1%E0%B8%95%E0%B8%B4%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3).

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

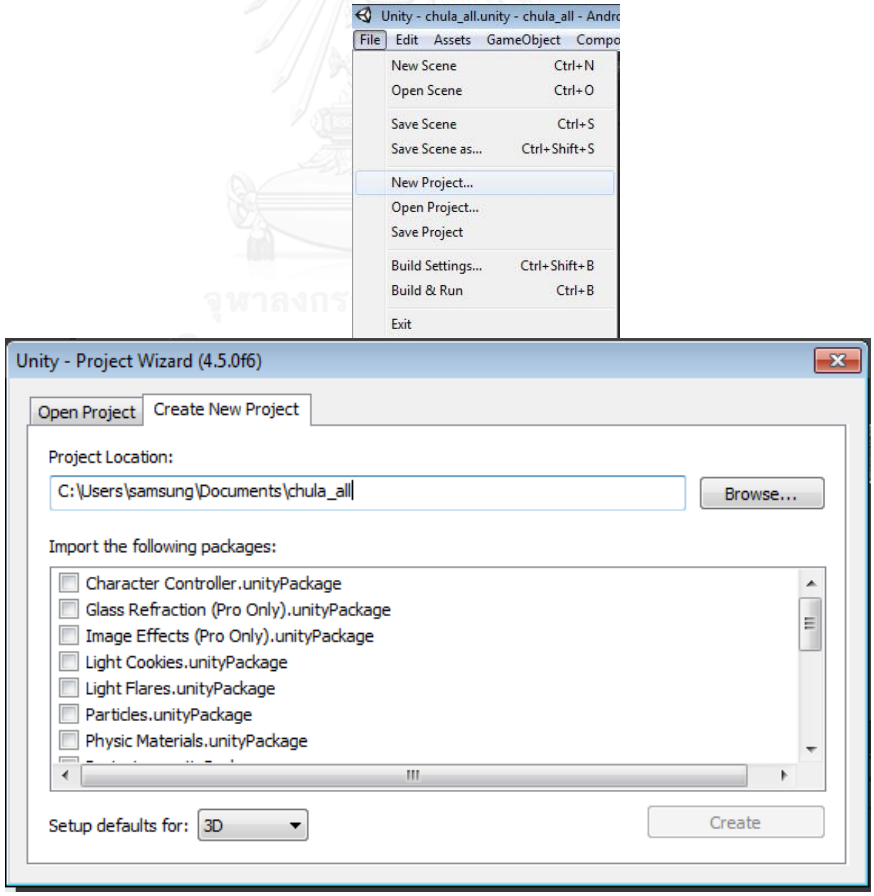
ภาคผนวก ก.

ขั้นตอนการทำงานอย่างละเอียดและวิธีการสร้าง Marker เพื่อนำมาใช้งาน

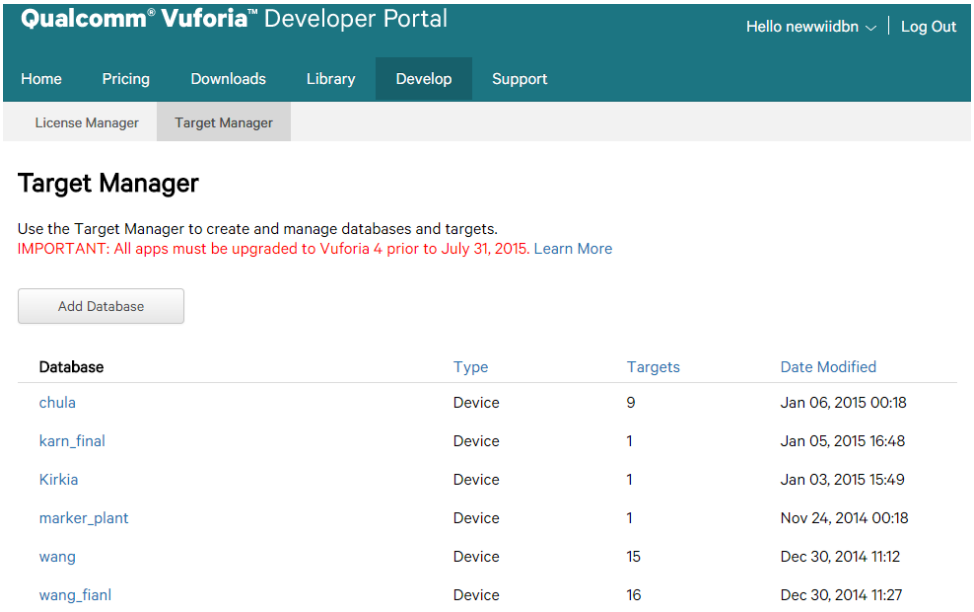
กระบวนการสร้าง AR ร่วมกับ Vuforia Unity คือ โปรแกรมที่สร้างเกมส์สามมิติ ร่วมกับเทคโนโลยี Augment Reality หรือ AR ร่วมกับ SDK ของ Vuforia เทคโนโลยี Augment Reality นั้นเมื่อหลายปีก่อน ได้มีการพัฒนาร่วมกับ FLARTToolkit หรือ Layar โดยเมื่อเกิดการเปลี่ยน Position ของ Content ออกมาเพื่อสามารถใช้ในสมาร์ทโฟนได้ และ AR SDK สามารถทำงานร่วมกับ Unity ได้ โดยอาศัยการทำงานของ Vuforia

การใช้งานโปรแกรม Unity กับ Vuforia

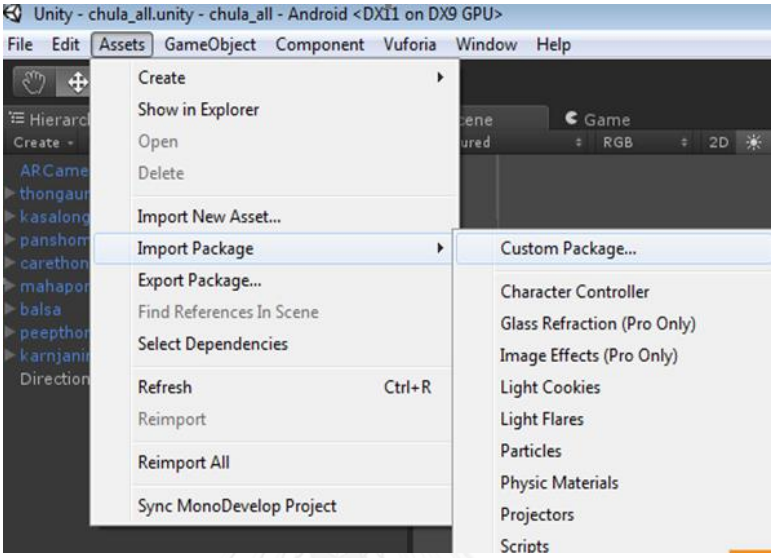
1. ขั้นตอนแรก เปิดโปรแกรม Unity ขึ้นมาสร้าง Project ตั้งชื่อตามที่เราต้องการ “chula_final”



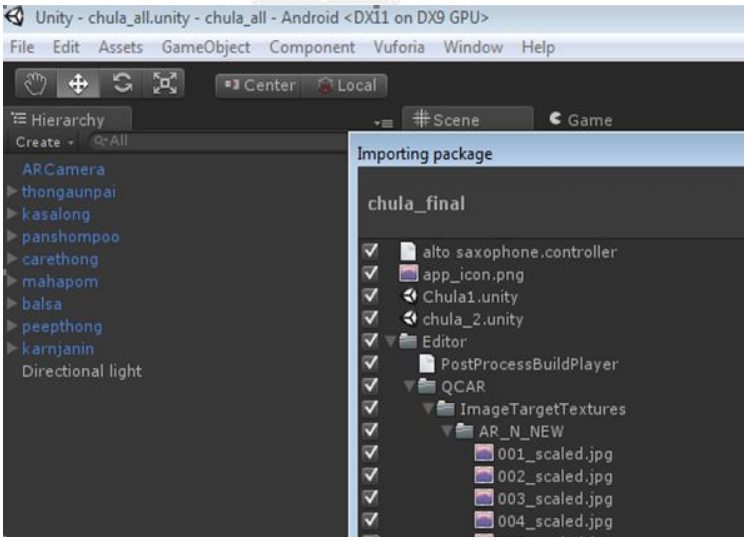
2. เปิดเว็บไซต์ https://developer.vuforia.com/downloads/sdk เพื่อทำการดาวน์โหลด SDK



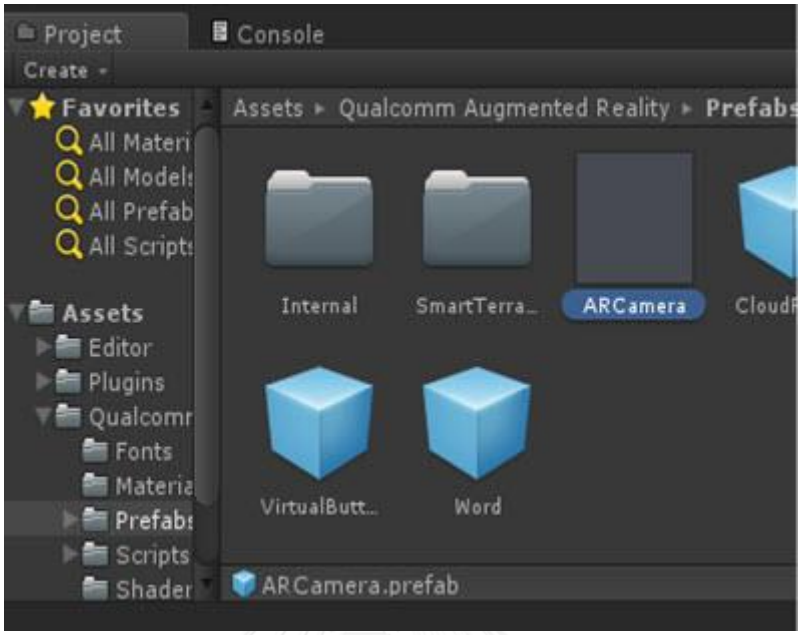
3. เมื่อทำการดาวน์โหลดเสร็จแล้วให้เราเปิด Unity ขึ้นมาครับ ทำการเลือกเมนู Assets > Import Package > Custom Package แล้วเลือก SDK ของ Vuforia ที่เรา Save ไว้ในเครื่องเลย



4. เมื่อทำการ Import Package ให้เรียบร้อย จะได้ Package ดังต่อไปนี้



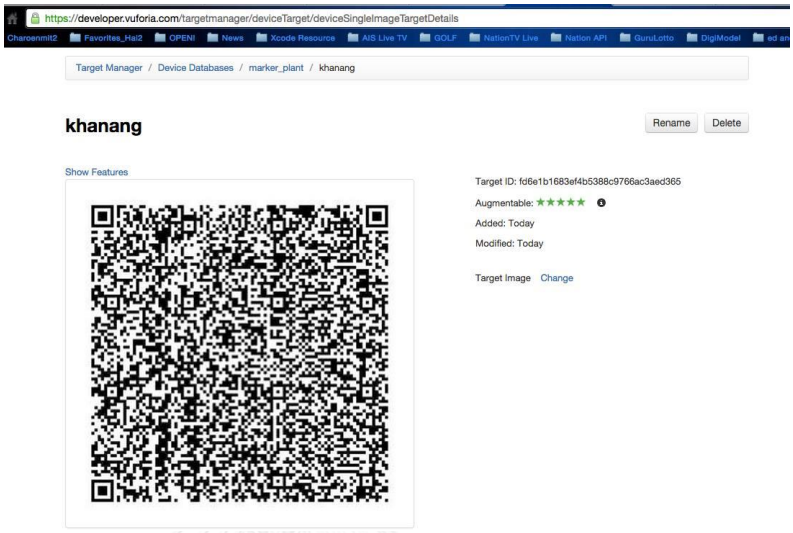
5. สังเกตที่ Project ของเรา ไปที่ Folder ชื่อ “Qualcomn Augment Reality” เลือก Folder ชื่อ Prefabs” แล้วลาก Prefabs ชื่อ ARCamera ไปวางใน Scene



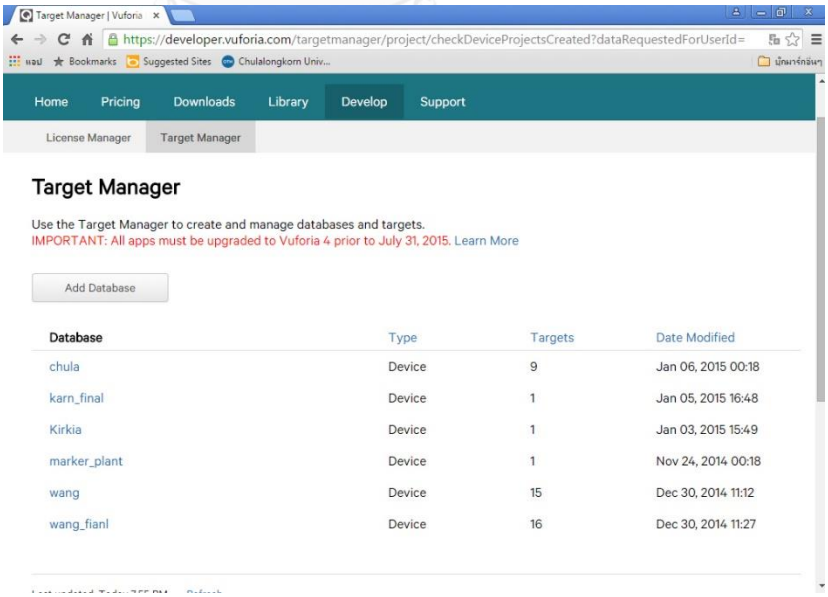
6. ตามด้วย Prefabs ที่ชื่อว่า “ImageTarget” ไปวางในมุมกล้องของ ARCamera

Chulalongkorn University

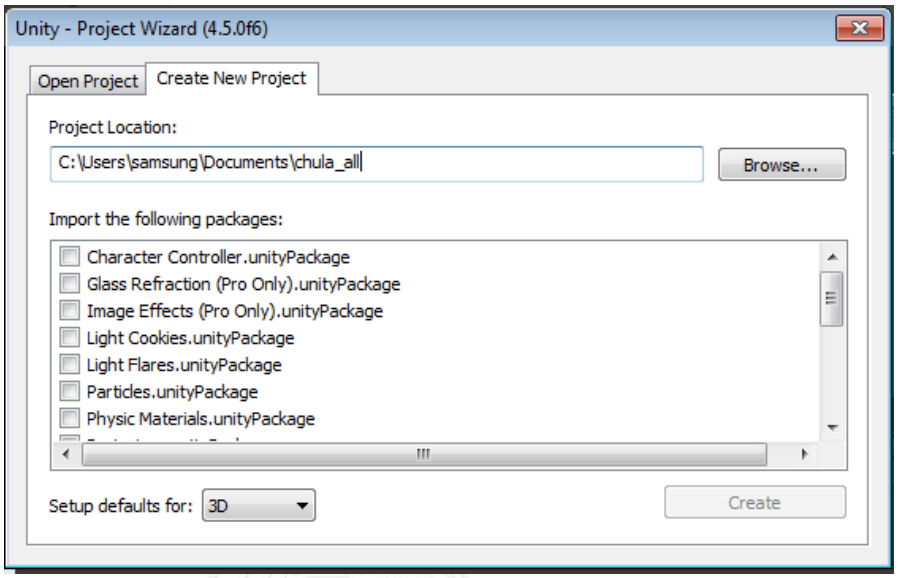
7. กระบวนการสร้าง Marker ของ Vuforia นำ QR Code ที่ถูก Generate เมื่อสร้าง Marker ของ Vuforia แล้ว จะมี Rating แสดงว่าภาพที่เราใช้ เหมาะสมหรือไม่กับการสร้าง Marker ถ้า 5 ดาว ถือว่า Marker นั้นเหมาะสมที่สุดในการนำมาสร้าง AR



8. กระบวนการสร้าง Marker ของ Vuforia นำ QR Code มาสร้างเป็น Marker เสร็จแล้ว เลือกเข้าไปที่ Database ของ Target Manager เลือกภาพที่มีอยู่แล้ว Download Database

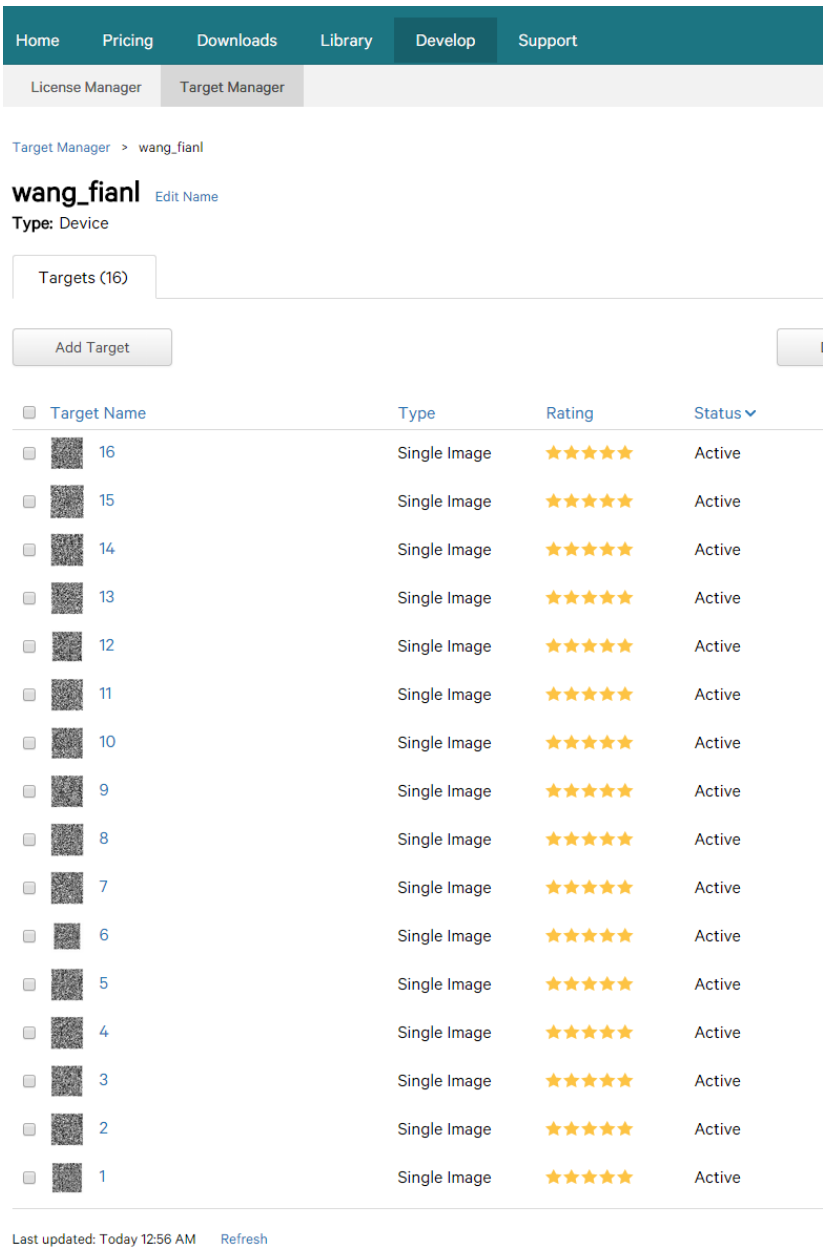


9. ไปที่โปรแกรม Unity แล้วทการเลือกเมนู Asset > Import Package > Custom Package เลือก Target Image ที่สร้างจาก Vuforia เข้ามาในโปรแกรม Unity (ทำเหมือนกันกับขั้นตอนที่ 1)

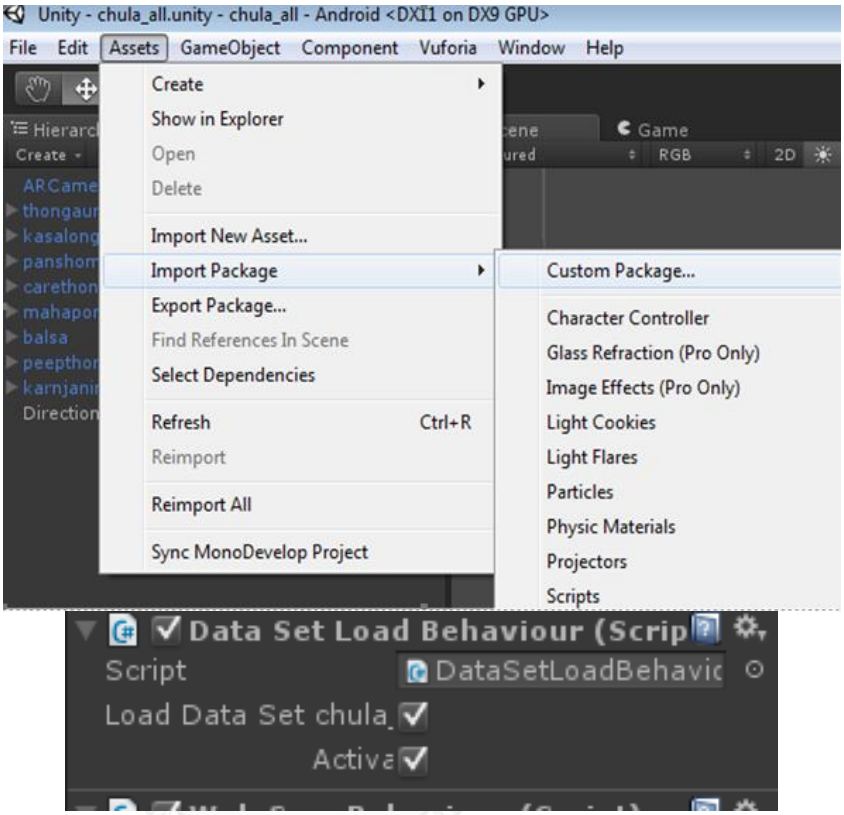


10. ไปที่ Hierarchy เลือก Object ตัว Image Target แล้วมองที่ Inspector ส่วนของ Image Target Behavior เลือก Data Set เป็นชื่อ Package ที่ตั้งจาก Vuforia ล่าสุดที่ได้ทำการ Import เข้ามา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University


Home
Pricing
Downloads
Library
Develop
Support
License Manager
Target Manager
Target Manager > wang_fianl
wang_fianl Edit Name
Type: Device
Targets (16)
Add Target
Target Name
Type
Rating
Status
16 Single Image Active
15 Single Image Active
14 Single Image Active
13 Single Image Active
12 Single Image Active
11 Single Image Active
10 Single Image Active
9 Single Image Active
8 Single Image Active
7 Single Image Active
6 Single Image Active
5 Single Image Active
4 Single Image Active
3 Single Image Active
2 Single Image Active
1 Single Image Active
Last updated: Today 12:56 AM
Refresh

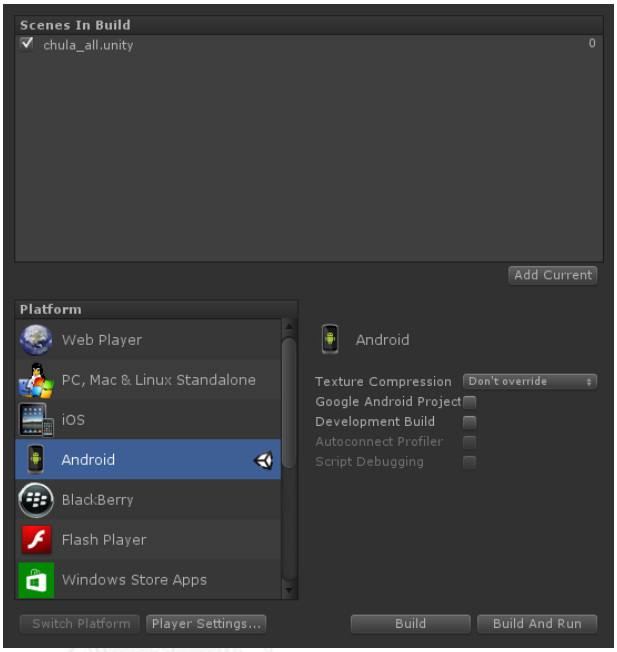
11. จากนั้นไปที่ Object ARCamera ให้เลือก Data Set Load Behavior เลือก Load Data Set ที่เรา Import เข้ามา และกด Activate เพื่อเปิดการทำงานของ Marker ที่สร้างขึ้น



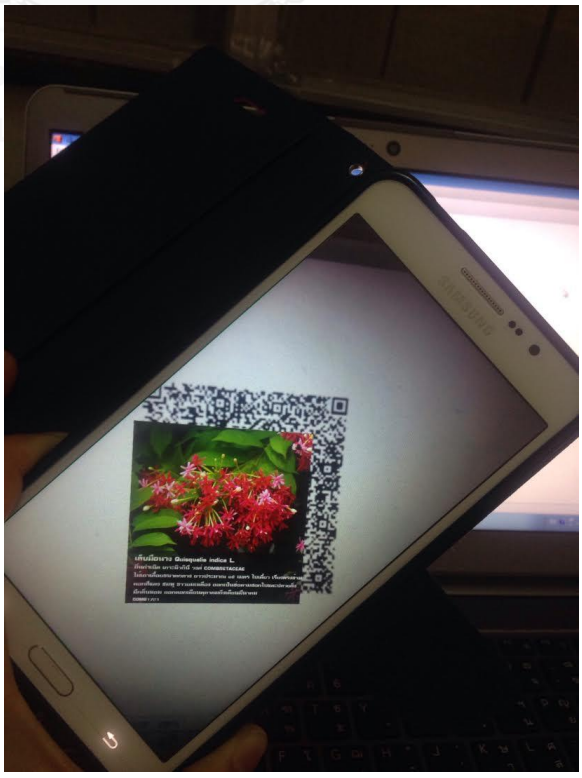
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนการทำทดสอบโปรแกรมก่อนจะแสดงผลบนสมาร์ทโฟน

1. ขั้นตอนในการทดสอบบนสมาร์ทโฟน ให้ไปที่เมนู Build and Setting ทำการ Export ออกมาเป็นไฟล์ APK



2. เมื่อลง Application แล้วทดสอบจะได้ผลลัพธ์ดังนี้



ภาคผนวก ข.

Script คำสั่งเรียก XML ของ Marker จาก โปรแกรม Vuforia

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<QCARConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:noNamespaceSchemaLocation="qcar_config.xsd">
  <Tracking>
    <ImageTarget name="001" size="300.000000 300.000000" />
    <ImageTarget name="002" size="300.000000 300.000000" />
    <ImageTarget name="003" size="300.000000 300.000000" />
    <ImageTarget name="004" size="300.000000 300.000000" />
    <ImageTarget name="005" size="300.000000 300.000000" />
    <ImageTarget name="006" size="300.000000 300.000000" />
    <ImageTarget name="007" size="300.000000 300.000000" />
    <ImageTarget name="008" size="300.000000 300.000000" />
    <ImageTarget name="009" size="300.000000 300.000000" />
    <ImageTarget name="010" size="300.000000 300.000000" />
    <ImageTarget name="011" size="300.000000 300.000000" />
    <ImageTarget name="012" size="300.000000 300.000000" />
    <ImageTarget name="013" size="300.000000 300.000000" />
    <ImageTarget name="014" size="300.000000 300.000000" />
    <ImageTarget name="015" size="300.000000 300.000000" />
    <ImageTarget name="016" size="300.000000 300.000000" />
  </Tracking>
</QCARConfig>
```

ภาคผนวก ค.

ตารางแสดง Version QR Code ตั้งแต่ Version 1-40

เวอร์ชั่น	โมดูล	ระดับข้อผิดพลาด	จำนวนบิต	ตัวเลข	ตัวอักษร	ไปนารี	เคนจิ
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	34	35	24	15
4	33x33	L	864	187	114	78	48
		M	688	149	90	62	38
		Q	496	111	67	46	28
		H	368	82	50	34	21
5	37x37	L	1,088	255	154	106	65
		M	864	202	122	84	52
		Q	608	144	87	60	37
		H	480	106	64	44	27
6	41x41	L	1,248	322	195	134	82
		M	992	255	154	106	65
		Q	704	178	108	74	45
		H	528	139	84	58	36

เวอร์ชั่น	โมดูล	ระดับข้อผิดพลาด	จำนวนบิต	ตัวเลข	ตัวอักษร	ไปนารี	เคนจิ
7	45x45	L	1,552	461	224	154	95
		M	1,232	365	178	122	75
		Q	880	259	125	86	53
		H	688	202	93	64	39
8	49x49	L	1,552	461	279	192	118
		M	1,232	365	221	152	93
		Q	880	259	157	108	66
		H	688	202	122	84	52
9	53x53	L	1,856	552	335	230	141
		M	1,456	432	262	180	111
		Q	1,056	312	189	130	80
		H	800	235	143	98	60
10	57x57	L	2,192	652	395	271	167
		M	1,728	513	311	213	131
		Q	1,232	364	221	151	93
		H	976	288	174	119	74
11	61x61	L	2,592	772	468	321	198
		M	2,032	604	366	251	155
		Q	1,440	427	259	177	109
		H	1,120	331	200	137	85
12	65x65	L	2,960	883	535	367	226
		M	2,320	691	419	287	177
		Q	1,648	489	296	203	125
		H	1,264	374	227	155	96

เวอร์ชั่น	โมดูล	ระดับข้อผิดพลาด	จำนวนบิต	ตัวเลข	ตัวอักษร	ไบนารี	เคนจิ
13	69x69	L	4,184	1,022	619	425	262
		M	3,320	796	483	331	204
		Q	2,360	580	352	241	149
		H	1,784	427	259	177	109
14	73x73	L	3,688	1,101	667	458	282
		M	2,920	871	528	362	223
		Q	2,088	621	376	258	159
		H	1,576	468	283	194	120
15	77x77	L	4,184	1,250	758	520	320
		M	3,320	991	600	412	254
		Q	2,360	703	426	292	180
		H	1,784	530	321	220	136
16	81x81	L	4,712	1,408	854	586	361
		M	3,624	1,082	656	450	277
		Q	2,600	775	470	322	198
		H	2,024	602	365	250	154
17	85x85	L	5,176	1,548	938	644	397
		M	4,056	1,212	734	504	310
		Q	2,936	876	531	364	224
		H	2,264	674	408	280	173
18	89x89	L	5,768	1,725	1,046	718	442
		M	4,504	1,346	816	560	345
		Q	3,176	948	574	394	243
		H	2,504	746	452	310	191

เวอร์ชั่น	โมดูล	ระดับข้อผิดพลาด	จำนวนบิต	ตัวเลข	ตัวอักษร	ไปนารี	เคนจิ
19	93x93	L	6,360	1,903	1,153	792	488
		M	5,016	1,500	909	624	384
		Q	3,560	1,063	644	442	272
		H	2,728	813	493	338	208
20	97x97	L	6,888	2,061	1,249	858	528
		M	5,352	1,600	970	666	410
		Q	3,880	1,159	702	482	297
		H	3,080	919	557	382	235
21	101x101	L	7,456	2,232	1,352	929	572
		M	5,712	1,708	1,035	711	438
		Q	4,096	1,224	742	509	314
		H	3,248	969	587	403	248
22	105x105	L	8,048	2,409	1,460	1,003	618
		M	6,256	1,872	1,134	779	480
		Q	4,544	1,358	823	565	348
		H	3,536	1,056	640	439	270
23	109x109	L	8,752	2,620	1,588	1,091	672
		M	6,880	2,059	1,248	857	528
		Q	4,912	1,468	890	611	376
		H	3,712	1,108	672	461	284
24	113x113	L	9,392	2,812	1,704	1,171	721
		M	7,312	2,188	1,326	911	561
		Q	5,312	1,588	963	661	407
		H	4,112	1,228	744	511	315
25	117x117	L	10,208	3,057	1,853	1,273	784
		M	8,000	2,395	1,451	997	614
		Q	5,744	1,718	1,041	715	440
		H	4,304	1,286	779	535	330

เวอร์ชั่น	โมดูล	ระดับข้อผิดพลาด	จำนวนบิต	ตัวเลข	ตัวอักษร	ไบนารี	เคนจิ
26	121x 121	L	10,960	3,283	1,990	1,367	842
		M	8,496	2,544	1,542	1,059	652
		Q	6,032	1,804	1,094	751	462
		H	4,768	1,425	864	593	365
27	125x 125	L	11,744	3,517	2,132	1,465	902
		M	9,024	2,701	1,637	1,125	692
		Q	6,464	1,933	1,172	805	496
		H	5,024	1,501	910	625	385
28	129x 129	L	12,248	3,669	2,223	1,528	940
		M	9,544	2,857	1,732	1,190	732
		Q	6,968	2,085	1,263	868	534
		H	5,288	1,581	958	658	405
29	133x 133	L	13,048	3,909	2,369	1,628	1,002
		M	10,136	3,035	1,839	1,264	778
		Q	7,288	2,181	1,322	908	559
		H	5,608	1,677	1,016	698	430
30	137x 137	L	13,880	4,158	2,520	1,732	1,066
		M	10,984	3,289	1,994	1,370	843
		Q	7,880	2,358	1,429	982	604
		H	5,960	1,782	1,080	742	457
31	141x 141	L	14,744	4,417	2,677	1,840	1,132
		M	11,640	3,486	2,113	1,452	894
		Q	8,264	2,473	1,499	1,030	634
		H	6,344	1,897	1,150	790	486
32	145x 145	L	15,640	4,686	2,840	1,952	1,201
		M	12,328	3,693	2,238	1,538	947
		Q	8,920	2,670	1,618	1,112	684
		H	6,760	2,022	1,226	842	518

เวอร์ชั่น	โมดูล	ระดับข้อผิดพลาด	จำนวนบิต	ตัวเลข	ตัวอักษร	ไบนารี	เคนจิ
33	149x149	L	16,568	4,965	3,009	2,068	1,273
		M	13,048	3,909	2,369	1,628	1,002
		Q	9,368	2,805	1,700	1,168	719
		H	7,208	2,157	1,307	898	553
34	153x153	L	17,528	5,253	3,183	2,188	1,347
		M	13,800	4,134	2,506	1,722	1,060
		Q	9,848	2,949	1,787	1,228	756
		H	7,688	2,301	1,394	958	590
35	157x157	L	18,448	5,529	3,351	2,303	1,417
		M	14,496	4,343	2,632	1,809	1,113
		Q	10,288	3,081	1,867	1,283	790
		H	7,888	2,361	1,431	983	605
36	161x161	L	19,472	5,836	3,537	2,431	1,496
		M	15,312	4,588	2,780	1,911	1,176
		Q	10,832	3,244	1,966	1,351	832
		H	8,432	2,524	1,530	1,051	647
37	165x165	L	20,528	6,153	3,729	2,563	1,577
		M	15,936	4,775	2,894	1,989	1,224
		Q	11,408	3,417	2,071	1,423	876
		H	8,768	2,625	1,591	1,093	673
38	169x169	L	21,616	6,479	3,927	2,699	1,661
		M	16,816	5,039	3,054	2,099	1,292
		Q	12,016	3,599	2,181	1,499	923
		H	9,136	2,735	1,658	1,139	701
39	173x173	L	22,496	6,743	4,087	2,809	1,729
		M	17,728	5,313	3,220	2,213	1,362
		Q	12,656	3,791	2,298	1,579	972
		H	9,776	2,927	1,774	1,219	750
40	177x177	L	23,648	7,089	4,296	2,953	1,817
		M	18,672	5,596	3,391	2,331	1,435
		Q	13,328	3,993	2,420	1,663	1,024
		H	10,208	3,057	1,852	1,273	784

ตารางแสดงเวอร์ชั่นแอนดรอยด์ตั้งแต่เวอร์ชั่น 1.0-5.1 [14]

รุ่น	ชื่อเล่น	ระดับเอพีไอ	ลีนุกซ์เคอร์เนล	เปิดตัว
1.0	-	1		23 ก.ย 51
1.1	-	2		9 ก.พ 52
1.5	Cupcake	3	2.6.27	30 เม.ย 52
1.6	Donut	4	2.6.29	15 ส.ค 52 (SDK)
2.0	Eclair	5	2.6.29	26 ต.ค 52
2.0.1	Eclair	6	2.6.29	3 ธ.ค 52
2.1	Eclair	7	2.6.29	12 ม.ค 53 (SDK)
2.2	Froyo	8	2.6.29	20 พ.ค 53 (SDK)
2.3	Gingerbread	9	2.6.32	6 ธ.ค 53
2.3.3	Gingerbread	10	2.6.35	9 ก.พ 54 (SDK)
3.0	Honeycomb	11	2.6.36	22 ก.พ 54 (SDK)
3.1	Honeycomb	12	2.6.36	10 พ.ค 54 (SDK)
3.2	Ice Cream & Sandwich	13	2.6.36	(SDK)
4.0	Jelly Bean & Sandwich	14	3.0.1	(SDK)
4.0.3	Ice Cream	15		(SDK)
4.1	Jelly Bean	16	3.10	28 มิ.ย 55
4.2	Jelly Bean	17	3.0.31	24 ก.ค 56
4.3	Jelly Bean	18	3.4.0	31 ต.ค 56
4.4	Kitkat	19	3.4.0	16 ธ.ค.57
4.4W	Kitkat	20		25 มิ.ย. 57
5.0	Lollipop	21		15 ต.ค. 57
5.1	Lollipop	22		9 มี.ค. 58
	M	23		28 พ.ค. 58

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวดารุณี บุญมา เกิดเมื่อวันที่ 28 มกราคม พ.ศ. 2529 เกิดที่จังหวัดพะเยา สำเร็จการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย ในปีการศึกษา 2552 จากนั้นได้ทำงานในตำแหน่งดูแลและออกแบบเว็บไซต์ให้กับบริษัทเอ็กซ่าส์ ไซส์ ประเทศออสเตรเลีย เป็นระยะเวลา 2 ปี หลังจากนั้นได้มีโอกาสได้เปลี่ยนงานโดยได้ร่วมงานบริษัทปั้น คอร์ปเปอเรชั่น โดยมีหน้าที่หลักคือ ออกแบบหน้าตาของแอปพลิเคชั่นมือถือระบบไอโอเอสและแอนดรอยด์พัฒนาร่วมกับบริษัท เอ ไอ เอส ประเทศไทย และในปี 2555 ได้มีโอกาสเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ที่ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2555

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University