การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ทโฟน

DEVELOPMENT OF APPLICATION SOFTWARE ON SMART PHONE

ยยุทธ เรืองศิรินุตรณ์

ตริเกษ เก็บฉันเทียร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ทโฟน

DEVELOPMENT OF APPLICATION SOFTWARE ON SMART PHONE

ยงยุทธ เรืองศิรินุสรณ์
สริเกษ เก็บสันเทียะ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2556

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ทโฟน

DEVELOPMENT OF APPLICATION SOFTWARE ON SMART PHONE

ผู้จัดทำ

1. นายยงยุทธ	เรืองศิรินุสรณ์	รหัสนักศึกษา	53011315
2. นางสาวสริเกษ	เก็บสันเทียะ	รหัสนักศึกษา	53011650

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร. บุญวัฒน์ อัตชู)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ทโฟน

นายยงยุทธ	เรืองศิรินุสรณ์	53011315
นางสาวสริเกษ	เก็บสันเทียะ	53011650
รศ.ดร. บุญวัฒน์	อัตชู	อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2556

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ จะเป็นการศึกษาการพัฒนาแอพพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนแอนดรอยด์ โดยใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ และเทคโนโลยี OMR (Optical Music Recognition) เพื่อพัฒนาแอพพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนแอนดรอยด์ โดยเป็นโปรแกรมที่จะส่งภาพโน้ตดนตรีจากสมาร์ทโฟนไปประมวลผลยังระบบประมวลผลภาพที่อยู่บนเซิร์ฟเวอร์ จากนั้นระบบจะทำการสร้างไฟล์เสียง MIDI และทำการส่งไฟล์กลับมายังเครื่องสมาร์ทโฟนแอนดรอยด์ เพื่อที่จะเล่นเสียงหรือบันทึกเก็บไว้ยังหน่วยความจำเครื่องต่อไป โดยแอพพลิเคชันนี้จะสามารถบอกถึงเสียงของโน้ตต่างๆ และทำการสร้างไฟล์เสียงจากตารางเสียง MIDI ซึ่งแอพพลิเคชันนี้สามารถใช้งานโดยผู้ที่กำลังศึกษาทางด้านดนตรีที่ไม่คุ้นเคยกับการอ่านโน้ตดนตรีต่างๆได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Development of Application Software on Smart Phone

Mr. Yongyut	Ruangsirinusorn	53011315
Miss Sariket	Kebsuntia	53011650
Assoc. Prof. Dr. Boonwat	Attachoo	Advisor

Academic Year 2013

ABSTRACT

In this study, we develop an application on Android smart phone which use Image Processing and OMR technology to create an application that can play audio sound from music sheet picture. By sending the picture to OMR system on server to generate MIDI file and send back to Android device to play MIDI playback or save it into device's memory. By applying various image segmentation, filtering, morphological processing, and feature detection techniques, the application is able to identify the pitch of the notes by spatial position, and generate corresponding music file through MIDI table lookup. This application can be used by music learners in practicing unfamiliar pieces of music.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สามารถสำเร็จไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับการแนะนำ ให้คำปรึกษา ตลอดจนการดำเนินงานต่างๆ เป็นอย่างดียิ่งจากคณาจารย์ทุกท่าน และผู้ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือที่ดีทุกคน ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. บุญวัฒน์ อัตชู อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ผู้ที่ได้คอยให้คำปรึกษา คำแนะนำ มอบความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการพัฒนาปริญญานิพนธ์ จนกระทั่งปริญญานิพนธ์นี้เสร็จสมบูรณ์อย่างมีประสิทธิภาพ

ขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ได้ให้การอบรมสั่งสอนวิชาความรู้ต่าง ๆ ทำให้สามารถนำความรู้ที่ได้รับเหล่านั้นมาใช้พัฒนาปริญญานิพนธ์นี้ได้

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้า ที่ให้การอบรมสั่งสอน เลี้ยงดู ให้กำลังใจ ให้โอกาสในการศึกษา และให้การสนับสนุนในทุกเรื่อง

ขอขอบคุณรุ่นพี่ และเพื่อน ๆ ทุกคน ที่ช่วยให้คำแนะนำ คำปรึกษา รวมถึงกำลังใจมาโดยตลอดในการทำปริญญานิพนธ์นี้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ข้าพเจ้าได้เข้ามาศึกษาหาความรู้ และได้อำนวยความสะดวกในการใช้งานทรัพยากรต่าง ๆ ทำให้สามารถศึกษาหาความรู้ในการจัดทำโครงงานนี้ได้อย่างสะดวกยิ่งขึ้น จึงขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

นาย ยงยุทธ เรืองศิรินุสรณ์
นางสาว สริเกษ เก็บสันเทียะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง IX

สารบัญรูป X

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 เป้าหมายและขอบเขตโครงงาน 2

1.4 วิธีการดำเนินการ 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.6 ส่วนประกอบของปริญญานิพนธ์ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ 4

2.1.1 สถาปัตยกรรมของแอนดรอยด์ 5

2.1.2 ส่วนประกอบของแอพพลิเคชัน (Application Component) 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.1.3 วงรอบชีวิตของแอพพลิเคชัน (Application Life Cycle) 8

2.1.4 เวอร์ชันของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ 10

2.2 ทฤษฎีทางสัญลักษณ์ดนตรี 11

2.2.1 กลุ่มสัญลักษณ์ที่เป็นเส้นตรง 11

2.2.2 โน้ต (Note) และ ตัวหยุด (Rest) 13

2.2.3 กลุ่มสัญลักษณ์อื่นๆ 16

2.3 การประมวลผลภาพ (IMAGE PROCESSING) 18

2.3.1 ภาพดิจิตอล 18

2.3.2 ประเภทของภาพดิจิตอล 19

2.3.3 Morphological Image Processing 21

2.3.4 Horizontal Projection และ Vertical Projection 26

2.3.5 Correlation และ Template Matching 28

2.3 MIDI 29

2.3.1 MIDI Message 31

2.4 WEB SERVICE 35

2.4.1 Web Service เป็น Distributed Computing 36

2.4.2 ข้อดีและจุดเด่นของการใช้งาน Web Service 36

2.5 REST 37

2.6 ASP.NET WEB API 38

บทที่ 3 การออกแบบและการพัฒนา 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.1 การออกแบบโครงงาน 39

3.2 วิเคราะห์ความต้องการของระบบ 39

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ 39

3.4 ขั้นตอนการทำงานของโครงงาน 40

3.5 ขั้นตอนการทำงานของระบบ OMR 40

3.5.1 การรับไฟล์ภาพ 42

3.5.2 ทำให้เป็นภาพ ขาว-ดำ (Binary Image) 42

3.5.3 หาเส้นบรรทัดห้าเส้น 43

3.5.4 ลบเส้นบรรทัดห้าเส้น 44

3.5.5 ตัดภาพตามขอบแล้วทำการเก็บภาพไว้ใน List 45

3.5.6 ตรวจจับสัญลักษณ์ทางดนตรีต่างๆ 46

3.5.7 การหาตำแหน่งของหัวโน้ต 48

3.5.8 การหาระดับเสียงของโน้ต 49

3.5.9 การหาความยาวของตัวโน้ต 50

3.5.10 นำข้อมูลที่ได้ไปสร้างเป็นไฟล์ MIDI 52

3.6 การสร้างไฟล์ MIDI 52

3.7 องค์ประกอบโดยรวมของระบบ 55

3.8 ส่วนติดต่อประสานงานกับผู้ใช้ 55

3.8.1 หน้าจอเมื่อเริ่มโปรแกรม 56

3.8.2 หน้าจอการเลือกภาพโน้ตดนตรี 57

3.8.3 หน้าจอเมื่อเลือกรูปภาพได้แล้วพร้อมทำการประมวลผล 58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.8.4 หน้าจอเมื่อระบบทำการประมวลผล 59

3.8.5 หน้าจอเมื่อระบบทำการประมวลผลสำเร็จแล้ว 60

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 62

4.1 การทดลองการทำงานของระบบ OMR บน DESKTOP 62

4.1.1 การทดลองลองรับภาพเข้ามายังระบบ 62

4.1.2 การทดลองแปลงภาพเป็นภาพขาว-ดำ 64

4.1.3 การทดลองลบเส้นบรรทัดห้าเส้น 65

4.1.4 การทดลองการหาขอบของบรรทัดห้าเส้น 66

4.1.5 การทดลองตัดภาพออกเป็นภาพย่อยๆ 67

4.1.6 การทดลองตรวจจับสัญลักษณ์ดนตรีต่างๆ 67

4.2 การทดลองการทำงานของระบบ OMR บนเซิร์ฟเวอร์ 68

4.2.1 IIS Server 68

4.2.2 ทดลองเข้าหน้าเว็บของเซอร์วิส 68

4.2.3 ผลลัพธ์ของการทดลองการประมวลผลและสร้างไฟล์ MIDI 69

4.3 การทดลองประสิทธิภาพของระบบ 70

4.3.1 Joy To The World 71

4.3.2 We Wish You A Merry Christmas 74

4.3.3 Go, Tell It To The Mountain 77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 80

5.1 บทสรุปของโครงงาน 80

5.2 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไข 80

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ 80

บรรณานุกรม 81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 โน้ตและตัวหยุดชนิดต่างๆ 14

2.2 สัญลักษณ์ทางกลุ่ม ACCIDENTAL ต่างๆ 16

2.3 สัญลักษณ์จำพวก DYNAMIC ต่างๆ 17

2.4 HTTP WEB METHOD 38

3.1 TEMPLATE ต่างๆที่มีในระบบ 47

3.2 ค่าความยาวของโน้ตและตัวหยุดชนิดต่างๆ 53

4.1 ประสิทธิภาพการตรวจจับสัญลักษณ์ดนตรีของเพลง JOY TO THE WORLD 72

4.2 ประสิทธิภาพการตรวจจับสัญลักษณ์ดนตรีของเพลง WE WISH YOU A MERRY CHRISTMAS ... 75

4.3 ประสิทธิภาพการตรวจจับสัญลักษณ์ดนตรีของเพลง GO, TELL IT TO THE MOUNTAIN 78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 ส่วนแบ่งการตลาดของสมาร์ทโฟนในไตรมาสที่ 3 ปี 2013 5

2.2 สถาปัตยกรรมแอนดรอยด์ 5

2.3 ACTIVITY LIFE CYCLE 9

2.4 ANDROID VERSION 10

2.5 ภาพโน้ตดนตรีมาตรฐานและสัญลักษณ์ทางเส้นตรงต่างๆ 12

2.6 เส้นกั้นห้องชนิดต่างๆ 13

2.7 ตัวอย่างระดับเสียงของโน้ต 15

2.8 พิกัดของภาพดิจิตอล 18

2.9 ภาพขาว-ดำ 19

2.10 ภาพระดับสีเทา 20

2.11 ภาพดัชนี 20

2.12 ภาพสี RGB 21

2.13 STRUCTURING ELEMENT 22

2.14 การทำ EROSION 23

2.15 การทำ DILATION 24

2.16 ตัวอย่างการทำ OPENING และ CLOSING 26

2.17 HORIZONTAL และ VERTICAL PROJECTION 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

2.18 ตัวอย่างการทำ TEMPLATE MATCHING 28

2.19 โครงสร้างของ MIDI MESSAGE 32

2.20 MIDI CHANNEL MESSAGE 34

2.21 โหมดต่างๆใน CHANNEL MESSAGE 35

2.22 ตัวอย่างการติดต่อสื่อสารแบบ REST 37

2.23 โครงสร้างของ ASP.NET 38

3.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบ OMR 41

3.2 ตัวอย่างภาพที่ถูกทำให้เป็นภาพขาว-ดำ โดยใช้ค่าเทรชโฮล T=200 43

3.3 การหาตำแหน่งของบรรทัดห้าเส้น โดยการทำ HORIZONTAL PROJECTION 44

3.4 บริเวณขอบของบรรทัดห้าเส้น 46

3.5 ตำแหน่งของหัวโน้ตหลังการทำ EROSION 49

3.6 ระดับเสียงของโน้ตต่างๆ เทียบตามตำแหน่งและ CLEF 49

3.7 โน้ตตัวกลมและโน้ตตัวขาว 50

3.8 โน้ตตัวดำ เขบ็ตหนึ่งชั้นและเขบ็ตสองชั้น 51

3.9 MIDI TABLE 54

3.10 ภาพรวมของการทำงานของระบบ 55

3.11 หน้าจอเมื่อเริ่มใช้งานโปรแกรม 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.12 หน้าจอในการเลือกรูปภาพที่ต้องการ 57

3.13 หน้าจอเมื่อพร้อมทำการประมวลผล 58

3.14 หน้าจอในขณะที่ระบบกำลังประมวลผล 59

3.15 หน้าจอเมื่อระบบประมวลผลเสร็จแล้ว 60

4.1 การทดลองรับภาพเข้ามายังระบบ 63

4.2 การทดลองแปลงภาพสีเป็นภาพขาว-ดำ 64

4.3 การทดลองลบเส้นบรรทัดห้าเส้น 65

4.4 การทดลองหาขอบของบรรทัดห้าเส้น 66

4.5 การทดลองการแบ่งภาพออกเป็นภาพย่อยๆ 67

4.6 การทดลองตรวจจับสัญลักษณ์ดนตรีต่างๆ 67

4.7 หน้าเว็บที่ใช้ในการทดลองระบบบนเซิร์ฟเวอร์ 69

4.8 ระบบ OMR ส่งไฟล์ MIDI กลับมายัง CLIENT 69

4.9 รายละเอียดของไฟล์ MIDI ที่สร้างโดยระบบ OMR 70

4.10 ภาพโน้ตเพลง JOY TO THE WORLD 71

4.11 ไฟล์ MIDI ของเพลง JOY TO THE WORLD 73

4.12 ภาพโน้ตเพลง WE WISH YOU A MERRY CHRISTMAS 74

4.13 ไฟล์ MIDI ของเพลง WE WISH YOU A MERRY CHRISTMAS 76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.14 ภาพโน้ตเพลง GO, TELL IT TO THE MOUNTAIN 77

4.15 ไฟล์ MIDI ของเพลง GO, TELL IT TO THE MOUNTAIN..... 79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน

ในปัจจุบันสมาร์ทโฟนนั้นได้มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งทำงานอยู่บนระบบปฏิบัติการที่แตกต่างกันออกไป หนึ่งในนั้นคือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายมากที่สุด เนื่องจากเป็นระบบปฏิบัติการแบบเปิด จึงทำให้มีสมาร์ทโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์อยู่เป็นจำนวนมาก ทำให้ผู้บริโภคสามารถเลือกใช้ได้ตามความต้องการ ในแง่ของการพัฒนาแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์นั้น สามารถทำได้โดยไม่มีเงื่อนไขใดๆ เนื่องจากระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์นั้นเป็นระบบปฏิบัติการแบบเปิด จึงทำให้มีชุดเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรมและมีไลบรารีให้เลือกใช้อย่างมากมาย โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายและไม่มีลิขสิทธิ์ในการพัฒนาแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์อีกด้วย

ด้วยเหตุปัจจัยดังกล่าวจึงทำให้สนใจศึกษาและพัฒนาแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยแอพพลิเคชันที่ได้เลือกพัฒนานั้น เป็นโปรแกรมที่เกี่ยวกับการจำลองการเล่นเสียงดนตรีจากแผ่นโน้ตดนตรีสากลโดยใช้เทคโนโลยีทางด้านการประมวลผลภาพ การจดจำรูปแบบ และเทคโนโลยีทางด้านเว็บเซอร์วิสเข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อที่จะสามารถจดจำรูปแบบของตัวโน้ตและจำลองการเล่นเสียงได้ตรงตามคีย์ที่ถูกต้องตามหลักโน้ตดนตรีสากล ซึ่งแอพพลิเคชันนี้จะเหมาะสำหรับผู้ที่มีความสนใจในการอ่านโน้ตดนตรีสากลเป็นอย่างดี

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1) เพื่อศึกษาการออกแบบและพัฒนาแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
2) เพื่อศึกษาทฤษฎีการประมวลผลภาพ
3) เพื่อศึกษาหลักการจดจำรูปแบบ
4) เพื่อศึกษารูปแบบโครงสร้างไฟล์เสียง MIDI และการสร้างไฟล์ MIDI
5) เพื่อนำความรู้ต่างๆมาพัฒนาแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ให้สามารถจำลองการเล่นโน้ตดนตรีสากลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 เป้าหมายและขอบเขตโครงงาน

1) สามารถวิเคราะห์และจดจำตัวโน้ตดนตรีสากลพื้นฐานต่างๆ ได้แก่ ตัวกลม ตัวขาว ตัวดำ เขบ็ตหนึ่งชั้น เขบ็ตสองชั้น และเขบ็ตสามชั้น
2) สามารถวิเคราะห์และจดจำสัญลักษณ์ทางดนตรีสากลอื่นๆได้ เช่น ตัวหยุด โน้ตประจุด เครื่องหมายชาร์ป เครื่องหมายแฟลต เป็นต้น
3) ระบบสามารถรับภาพอินพุตเข้ามาและนำไปประมวลผลเพื่อจำลองเสียงโน้ตดนตรีได้
4) ภาพที่รับเข้ามาต้องอยู่ในรูปแบบไฟล์ BMP, JPG, PNG
5) สามารถตรวจสอบชนิดของแม่กุญแจได้ 2 ชนิด ได้แก่ กุญแจซอล (G-clef) และกุญแจฟา (F-clef)

1.4 วิธีการดำเนินการ

1) ศึกษาทฤษฎีดนตรี เพื่อทำความเข้าใจความหมายเกี่ยวกับตัวโน้ตและสัญลักษณ์ต่างๆ ตามหลักดนตรีสากล
2) ศึกษาการพัฒนาแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
3) ศึกษาทฤษฎีการประมวลผลภาพ เพื่อใช้ในการปรับคุณภาพของภาพให้มีความเหมาะสมกับการประมวลผล
4) ศึกษาภาษาที่ใช้ในการพัฒนาระบบโดยเลือกใช้ ภาษาเบสิก (BASIC) และภาษาซีชาร์ป (C#)
5) ศึกษาเทคโนโลยี MIDI โครงสร้างไฟล์ MIDI และการสร้างไฟล์ MIDI
6) วิเคราะห์และออกแบบขั้นตอนการทำงานระบบ
7) ออกแบบและสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานโปรแกรม
8) ทดลองสร้างฟังก์ชันในการปรับปรุงคุณภาพของภาพ การตรวจหาบรรทัดห้าเส้นและการตรวจหาตำแหน่งของตัวโน้ต
9) ทดลองสร้างฟังก์ชันที่ใช้จดจำรูปแบบของสัญลักษณ์ทางดนตรีที่สำคัญได้
10) ทดลองสร้างไฟล์ MIDI ให้ตรงตามตัวโน้ต
11) ทดลองสร้างการติดต่อระหว่างสมาร์ทโฟนกับเว็บเซิร์ฟเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้รับความรู้ทางด้านการประมวลผลภาพ
2) ได้รับความรู้ทางด้านการพัฒนาแอพพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนแอนดรอยด์
3) ได้รับความรู้ทางด้านเทคโนโลยีเว็บเซอร์วิส
4) ได้รับความรู้ทางด้านทฤษฎีดนตรี
5) ได้รับความรู้ทางด้านการติดต่อระหว่าง Client และ Server
6) ได้รับความรู้ทางด้านการทำงานเป็นทีม

1.6 ส่วนประกอบของปริญญานิพนธ์

เนื้อหาบทที่ 1 บทนำกล่าว ถึงความเป็นมาของโครงงานวัตถุประสงค์ เป้าหมายและขอบเขตของโครงงาน

เนื้อหาบทที่ 2 ทฤษฎีที่ใช้ในการพัฒนา กล่าวถึงระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ทฤษฎีการประมวลผลภาพ เทคโนโลยี MIDI เทคโนโลยีเว็บเซอร์วิส

เนื้อหาบทที่ 3 การออกแบบและการพัฒนา กล่าวถึงการออกแบบภาพรวมของระบบ การทำงานของระบบส่วนต่างๆ หน้าจอส่วนติดต่อประสานงานกับผู้ใช้

เนื้อหาบทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง กล่าวถึงการทดลองการพัฒนาโปรแกรมและผลการทดลอง

เนื้อหาบทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ กล่าวถึงการดำเนินการในอนาคต อุปสรรคในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

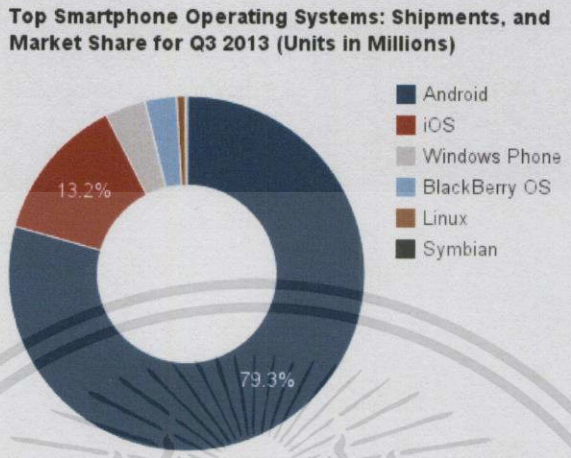
2.1 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

แอนดรอยด์ เป็นซอฟต์แวร์ที่มีโครงสร้างแบบเรียงทับซ้อนหรือแบบสแต็ค (Stack) ซึ่งรวมเอาระบบปฏิบัติการ มิดเดิลแวร์ และแอพพลิเคชันที่สำคัญเข้าไว้ด้วยกัน เพื่อใช้สำหรับทำงานบนอุปกรณ์พกพาเคลื่อนที่โดยเฉพาะ เช่น โทรศัพท์มือถือ,แท็บเล็ต เป็นต้น [1]

การทำงานของแอนดรอยด์นั้นมีพื้นฐานอยู่บนระบบลีนุกซ์เคอร์เนล (Linux Kernel) ซึ่งใช้ Android SDK (Software Development Kit) เป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยใช้ภาษาจาวา (Java) ในการพัฒนา

แอนดรอยด์นั้นได้เริ่มมีการพัฒนาโดยบริษัทแอนดรอยด์ และต่อมาได้ผนวกเข้ากับ Google ในเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2550 ซึ่งมีการร่วมมือกันระหว่างบริษัทชั้นนำมากกว่า 33 บริษัทเพื่อพัฒนาระบบแอนดรอยด์ ทั้งบริษัทผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ บริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ บริษัทซอฟต์แวร์ และบริษัทเอกชนต่างๆ เช่น HTC, LG, Motorola, Samsung, KDDI, DoCoMo, T-Mobile, eBay, Intel และ TAT เป็นต้น โดยใช้ชื่อกลุ่มว่า OHA (Open Handset Alliances) ซึ่งทั้งนี้ OHA นั้นได้ร่วมมือกันพัฒนามาตรฐานสำหรับการพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบเปิด (Open System) หรือโอเพ่นซอร์ส (Open Source) โดยมีลิขสิทธิ์ตาม Apache 2 license ซึ่งหลักลิขสิทธิ์ของ Apache นั้น จะอนุญาตให้ผู้พัฒนาสามารถนำโค้ดที่มีอยู่ไปพัฒนาต่อได้ ทั้งในส่วนของแบบการค้า (Commercial) หรือซอฟต์แวร์กรรมสิทธิ์ (Proprietary) และแบบใช้ฟรีหรือฟรีแวร์ (Freeware) ก็ได้ ซึ่งทำให้ในปัจจุบันระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์นั้นจึงได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นมาก โดยดูได้จากส่วนแบ่งการตลาด ดังรูป

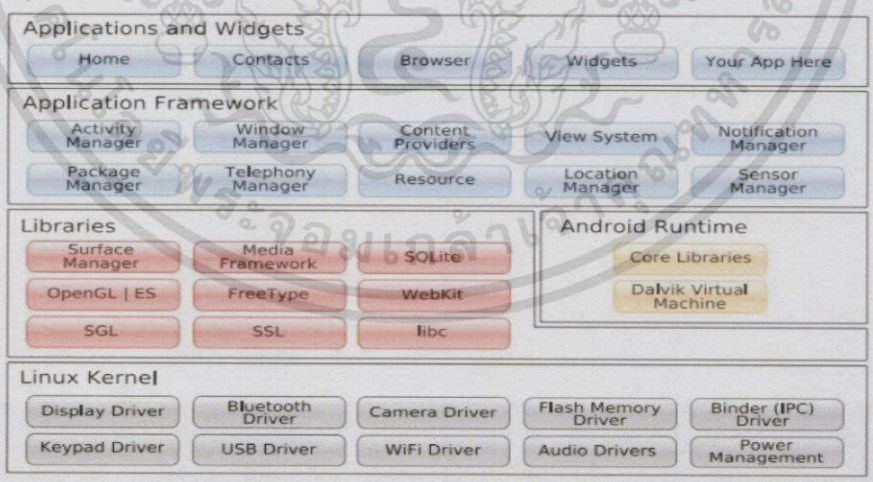
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ส่วนแบ่งการตลาดของสมาร์ทโฟนในไตรมาสที่ 3 ปี 2013 [2]

2.1.1 สถาปัตยกรรมของแอนดรอยด์

สถาปัตยกรรมการออกแบบแอนดรอยด์ นั้นถูกแบ่งออกเป็นลำดับชั้น หรือจะเรียกว่าเลเยอร์ (Layer) โดยที่แต่ละชั้นจะเรียกใช้บริการจากระดับชั้นที่อยู่ด้านล่างของตัวเอง ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 4 ชั้นหลักคือ ชั้นลีนุกซ์เคอร์เนล (Linux Kernel), ชั้นไลบรารี (Libraries), ชั้นแอพพลิเคชันเฟรมเวิร์ค (Application Framework) และชั้นแอพพลิเคชัน (Application)



รูปที่ 2.2 สถาปัตยกรรมแอนดรอยด์ [3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ชั้นแอพพลิเคชัน (Application) ชั้นนี้เป็นชั้นบนสุดของโครงสร้างแอนดรอยด์ ซึ่งเป็นส่วนของแอพพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมาใช้งาน เช่น แอพพลิเคชันรับส่งอีเมล, แอพพลิเคชันโทรศัพท์ (Phone Dial) เป็นต้น ทั้งนี้โปรแกรมในชั้นแอพพลิเคชันนั้นจะอยู่ในรูปแบบของไฟล์ .apkซึ่งทั่วไปแล้วจะอยู่ในไดเร็คทอรี data/app ของโทรศัพท์
2) ชั้นแอพพลิเคชันเฟรมเวิร์ค (Application Framework) โดยปกติแล้วนักพัฒนาสามารถเรียกใช้งานแอนดรอยด์ผ่าน API (Application Programming Interface) ได้ ซึ่งแอนดรอยด์ได้ออกแบบไว้เพื่อลดความซ้ำซ้อนในการใช้งานซ้ำของแอพพลิเคชันคอมโพเนนท์ (Application Component) ซึ่งมีตัวอย่างแอพพลิเคชันเฟรมเวิร์คดังนี้
    I. View System เป็นส่วนควบคุมการทำงานสำหรับการสร้างแอพพลิเคชัน เช่น lists, grids, text boxes, buttons และ embeddable web browser
    II. Location Manager เป็นส่วนจัดการค่าตำแหน่งของเครื่องอุปกรณ์พกพาเคลื่อนที่
    III. Content Provider เป็นส่วนควบคุมการเข้าถึงของข้อมูลที่มีการใช้งานร่วมกัน (Share Data) ระหว่างแอพพลิเคชันที่แตกต่างกัน เช่น ข้อมูลรายชื่อผู้ติดต่อ (Contact)
    IV. Resource Manager เป็นส่วนจัดการการเข้าใช้ข้อมูลต่างๆ ที่ไม่ใช่โค้ด เช่น localized strings, graphics และ layout ซึ่งจะอยู่ในไดเร็คทอรี res/
    V. Notification Manager เป็นส่วนควบคุมอีเวนต์ (Event) ต่างๆ ที่แสดงบนแถบสถานะ (Status Bar) เช่น ในกรณีที่ได้รับข้อความและการแจ้งเตือนต่างๆ
    VI. Activity Manager เป็นส่วนควบคุม Life Cycle ของแอพพลิเคชัน
3) ชั้นไลบรารี (Library) แอนดรอยด์ได้รวบรวมกลุ่มของไลบรารีต่างๆที่สำคัญและมีความจำเป็นต่อการพัฒนาโปรแกรมเอาไว้มากมาย โดยสำหรับการเรียกใช้แอพพลิเคชันต่างๆในชั้นไลบรารีนั้นจะไม่สามารถเรียกใช้แอพพลิเคชันในตัวเองได้ โดยจะต้องเรียกใช้แอพพลิเคชันที่สูงกว่าเท่านั้นจึงจะสามารถเรียกใช้ได้ นอกจากนี้ในชั้นไลบรารีนี้ แอนดรอยด์ยังแบ่งเป็นชั้นย่อยที่เรียกว่า แอนดรอยด์รันไทม์ (Android Runtime) ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลัก คือ Dalvik VM และ Core Java Library
    I. Dalvik VM (Dalvik Virtual Machine) ส่วนนี้ ถูกเขียนด้วยภาษาจาวา (Java) เพื่อใช้เฉพาะการใช้งานอุปกรณพกพาเคลื่อนที่ อย่างไรก็ตาม สิ่งที่แตกต่างจาก Java VM (Java Virtual Machine) คือ Dalvik VM จะรันไฟล์ .dexที่คอมไพล์ (compile) มาจากไฟล์ .class และ .jar โดยมี tool ที่ชื่อว่า dx ทำหน้าที่ในการบีบอัดคลาส Java ทั้งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฟล์ .dex จะมีขนาดกะทัดรัดและเหมาะสมกับอุปกรณ์พกพามากกว่าไฟล์ .class โดยเฉพาะอย่างยิ่งประสิทธิภาพการใช้พลังงานจากแบตเตอรี่

II. Core Java Library ส่วนนี้เป็นไลบรารีมาตรฐาน แต่ก็จะมีความแตกต่างจากไลบรารีของ Java SE (Java Standard Edition) และ Java ME (Java Mobile Edition)

4) ชั้นลีนุกซ์เคอร์เนล (Linux Kernel) ระบบแอนดรอยด์นั้น อยู่บนพื้นฐานของระบบปฏิบัติการลีนุกซ์ (Linux) โดยชั้นลีนุกซ์เคอร์เนลนั้นมีฟังก์ชันการทำงานหลายๆส่วน ซึ่งแต่ละส่วนถูกพัฒนาขึ้นด้วยภาษา C เช่น การจัดการหน่วยความจำ (Memory Management), การจัดการโพรเซส (Process Management), การเชื่อมต่อเครือข่าย (Networking) และฟังก์ชันการทำงานส่วนอื่นที่เกี่ยวข้องกับระบบปฏิบัติการ ทั้งนี้นักพัฒนาจะไม่มีสิทธิ์เข้าถึงส่วนนี้ได้โดยตรง อย่างไรก็ตามนักพัฒนาสามารถเข้าถึงระบบปฏิบัติการลีนุกซ์ได้จากชุดคำสั่ง Command Prompt เช่น adb shell ซึ่งจะสามารถใช้เครื่องมือต่างๆได้ เช่น การเข้าดูระบบไฟล์ (File System), โพรเซสการคัดลอกไฟล์ (Copy File) เป็นต้น

2.1.2 ส่วนประกอบของแอพพลิเคชัน (Application Component)

คุณลักษณะหนึ่งของแอนดรอยด์ก็คือ เป็นแอพพลิเคชันที่สามารถใช้เป็นส่วนประกอบของแอพพลิเคชันอื่นๆได้ โดยที่ไม่จำเป็นต้องเขียนแอพพลิเคชันนั้นขึ้นมาใหม่ทุกครั้ง เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการพัฒนาแอพพลิเคชัน ซึ่งเรียกแอพพลิเคชันเหล่านั้นว่า Application Component ซึ่ง Application Component ของแอนดรอยด์นั้นสามรถแบ่งออกเป็น 4 ส่วนคือ Activity, Service, Content Provider และ Broadcast and Intent Receiver

1) Activity คือหน้าจอที่ติดต่อกับผู้ใช้ ทั้งนี้ในแต่ละแอพพลิเคชันอาจจะมีได้มากกว่า 1 Activity หรือ 1 หน้าจอได้ซึ่งแต่ละ Activity จะทำหน้าที่เก็บสถานการณ์ใช้งานในส่วนต่างๆ
2) Service คืองานหรือบริการต่างๆ ที่ทำงานอยู่เบื้องหลัง เช่น Service ที่เปิดดนตรีอยู่ ขณะที่ผู้ใช้ทำงานอื่นๆ หรือใช้แอพพลิเคชันอื่นๆไปด้วย
3) Content Provide คือส่วนของการให้บริการข้อมูลสำหรับแต่ละแอพพลิเคชัน ทั้งนี้ข้อมูลสามารถเก็บอยู่ในรูปแบบของระบบไฟล์ หรือฐานข้อมูลก็ได้
4) Broadcast and Intent Receiver คือการตอบสนอง ซึ่งโดยปกติแล้ว Broadcast Receiver จะเป็นการตอบสนองต่อการเกิดอีเวนต์ของระบบในวงกว้าง เช่น การประกาศเตือนว่าแบตเตอรี่ใกล้จะหมด เป็นต้น นอกจากนี้ Intent Receiver เป็นส่วนที่ทำให้แอพพลิเคชันอื่นๆเข้าถึงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

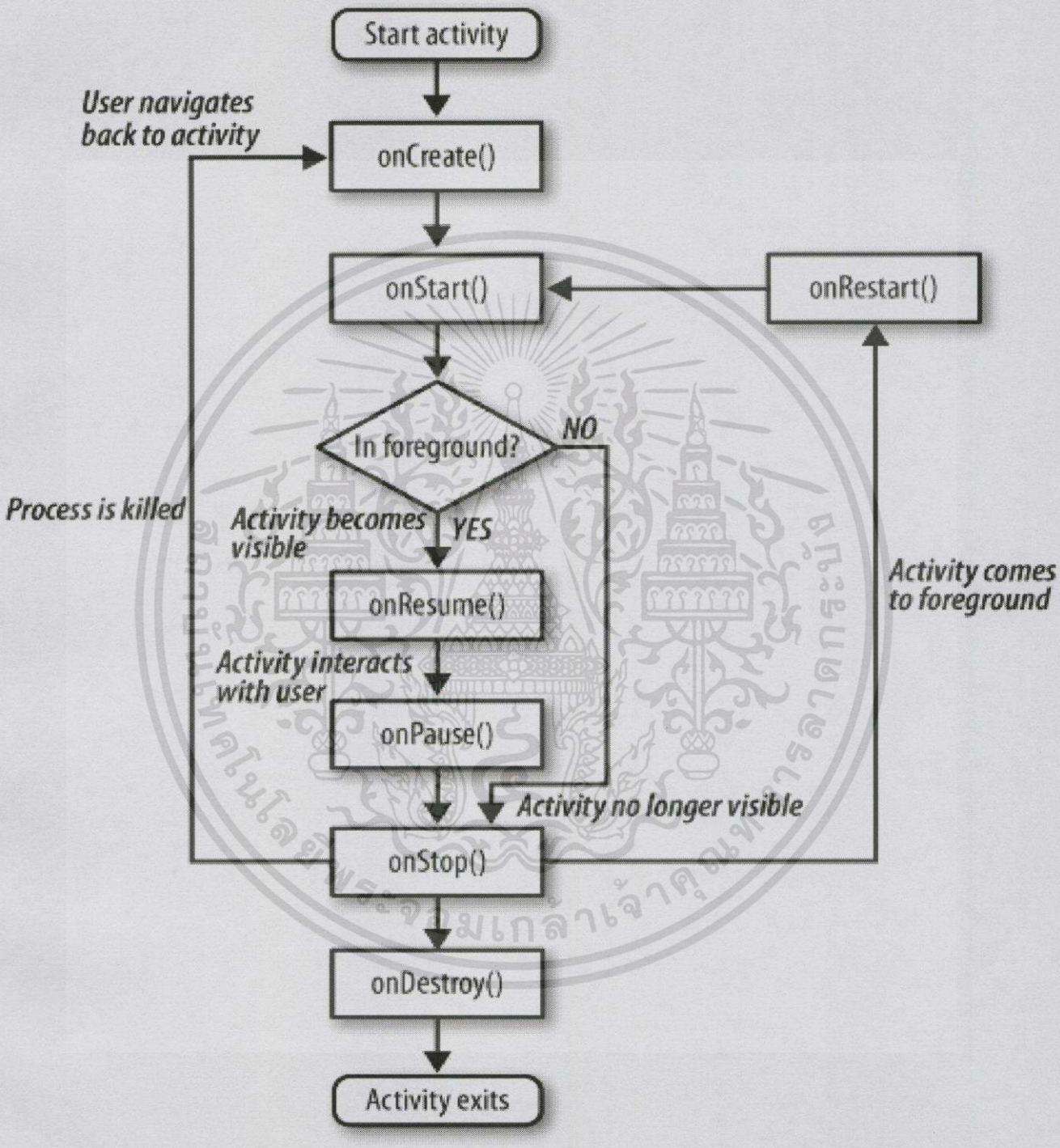
ทำงานของ Activity และ Service ได้ ซึ่งในการปฏิบัติงานแต่ละอย่างเป็นการตอบสนองการร้องขอจากข้อมูลหรือบริการของ Activity อื่นๆ

2.1.3 วงรอบชีวิตของแอพพลิเคชัน (Application Life Cycle)

โดยปกติแล้วแอพพลิเคชันจะทำงานแยกกันในแต่ละโพรเซส และในแต่ละโพรเซสอาจจะมี Activity/Service ที่ทำงานอยู่มากกว่า 1 Activity/Service ดังนั้นในแต่ละแอพพลิเคชันอาจจะมีมากกว่า 1 Activity ซึ่งในการเริ่มทำงานของ Activity จะเริ่มด้วย startActivity() สำหรับแบบซิงโครนัส (Synchronous) หรือ startSubActivity() สำหรับแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous) โดยในแต่ละ Activity จะมีวงรอบชีวิต (Life Cycle) ที่แยกจากกันโดยชัดเจน ซึ่งมีสถานการณ์ทำงานหลักดังนี้

I. onCreate() ส่วนนี้จะถูกเรียกใช้งานเมื่อเริ่มทำงาน ในกรณีที่มีการเรียกใช้งานเมธอด (Method) นี้ Android Framework จะนำ Bundle Object ไปบันทึกไว้ใน Activity ก่อนที่ Activity จะทำงาน ซึ่งจากนั้นจะตามด้วยฟังก์ชัน onStart()
II. onStart() ส่วนนี้เป็นการระบุว่า Activity นั้นๆ จะถูกแสดงขึ้นมา จากนั้นสถานะจะถูกย้ายไปเป็นสถานะ onResumeแต่ถ้า Activity นั้นไม่สามารถทำได้ด้วยเหตุผลบางประการ สถานะจะถูกย้ายไปเป็นสถานะ onStop
III. onRestart() ส่วนนี้เป็นการระบุว่า Activity นั้นจะถูกแสดงขึ้นมาอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งจะตามด้วยสถานะ onStart
IV. onResume() ส่วนนี้จะถูกเรียกว่า Activity นั้นๆ มีการติดต่อปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งาน เช่น นักพัฒนาต้องการเรียก Activity นั้นให้ขึ้นมาทำงานอีกรอบหนึ่ง หลังจากที่ Activity นั้นอยู่ในสถานะ onPause
V. onPause() ส่วนนี้จะถูกเรียกใช้เมื่อ Activity นั้นๆ จะถูกเปลี่ยนไปเป็นการทำงานเบื้องหลัง (Background)
VI. onStop() ส่วนนี้จะถูกเรียกใช้เมื่อผู้ใช้ไม่ต้องใช้งาน Activity นั้นๆ ในช่วงระยะเวลาหนึ่งๆ ซึ่งจะตามด้วยสถานะ onRestartเมื่อต้องการกลับมาใช้ Activity นั้นอีกครั้งหนึ่ง หรือตามด้วยสถานะ onDestroyเมื่อต้องการปิด Activity นั้นๆ
VII. onDestroy() ส่วนนี้จะถูกเรียกใช้เมื่อมีการปิดการทำงานของแต่ละ Activity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

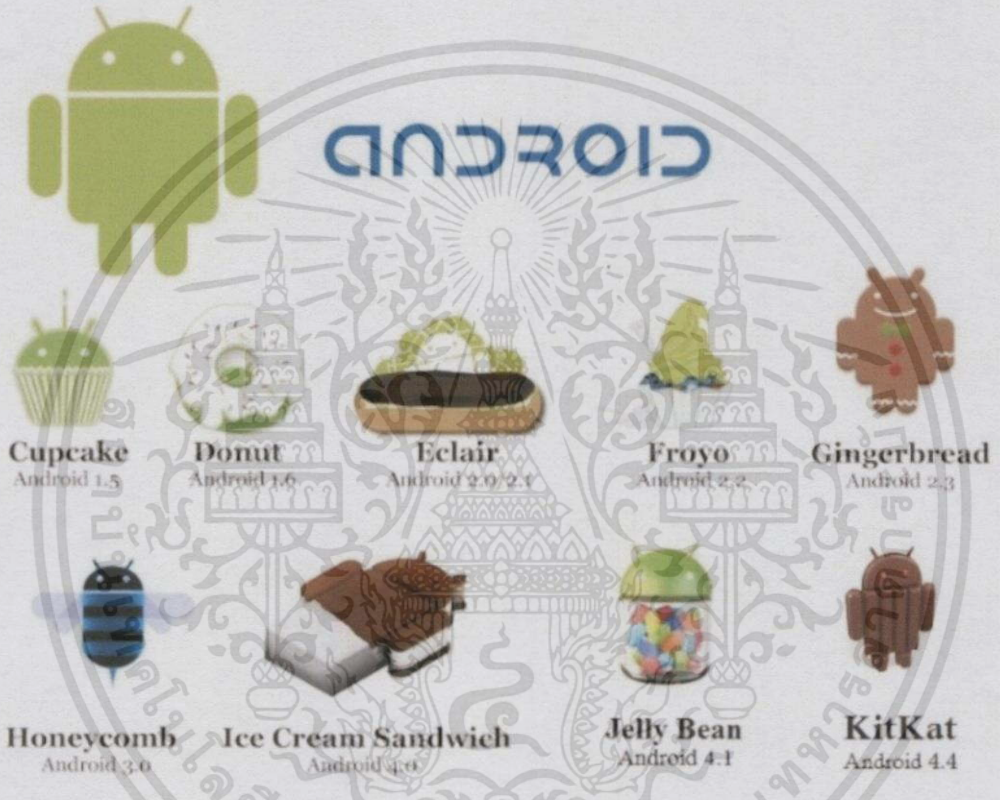


รูปที่ 2.3 Activity Life Cycle [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 เวอร์ชันของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

บริษัท Google นั้น ได้มีการพัฒนาระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์อย่างต่อเนื่อง ซึ่งในปัจจุบันระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์นั้นมีหลายรุ่น ตั้งแต่รุ่น 1.5 จนปัจจุบันที่เป็นรุ่น 4.4 ดังรูป



รูปที่ 2.4 Android Version [5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ทฤษฎีทางสัญลักษณ์ดนตรี

ในภาพโน้ตดนตรีเพลงหนึ่งๆนั้น จะประกอบไปด้วยสัญลักษณ์ต่างๆ ซึ่งแบ่งได้ดังนี้

- กลุ่มสัญลักษณ์ที่เป็นเส้นตรง
- โน้ต (Note) และ ตัวหยุด (Rest)
- กลุ่มสัญลักษณ์เริ่มต้นต่างๆ ซึ่งก็คือ Clef, Time และ Key Signature
- Accidental, Note Relation, และสัญลักษณ์ทาง Dynamic

2.2.1 กลุ่มสัญลักษณ์ที่เป็นเส้นตรง

ในภาพของโน้ตดนตรีนั้น จะมีส่วนประกอบหลักคือเส้นตรง โดยที่จะมีเส้นตรงแนวนอนขนาดยาวที่เรียกว่า เส้นบรรทัดห้าเส้น (Staff Line) และเส้นตรงแนวตั้งอีก 2 ชนิดคือ

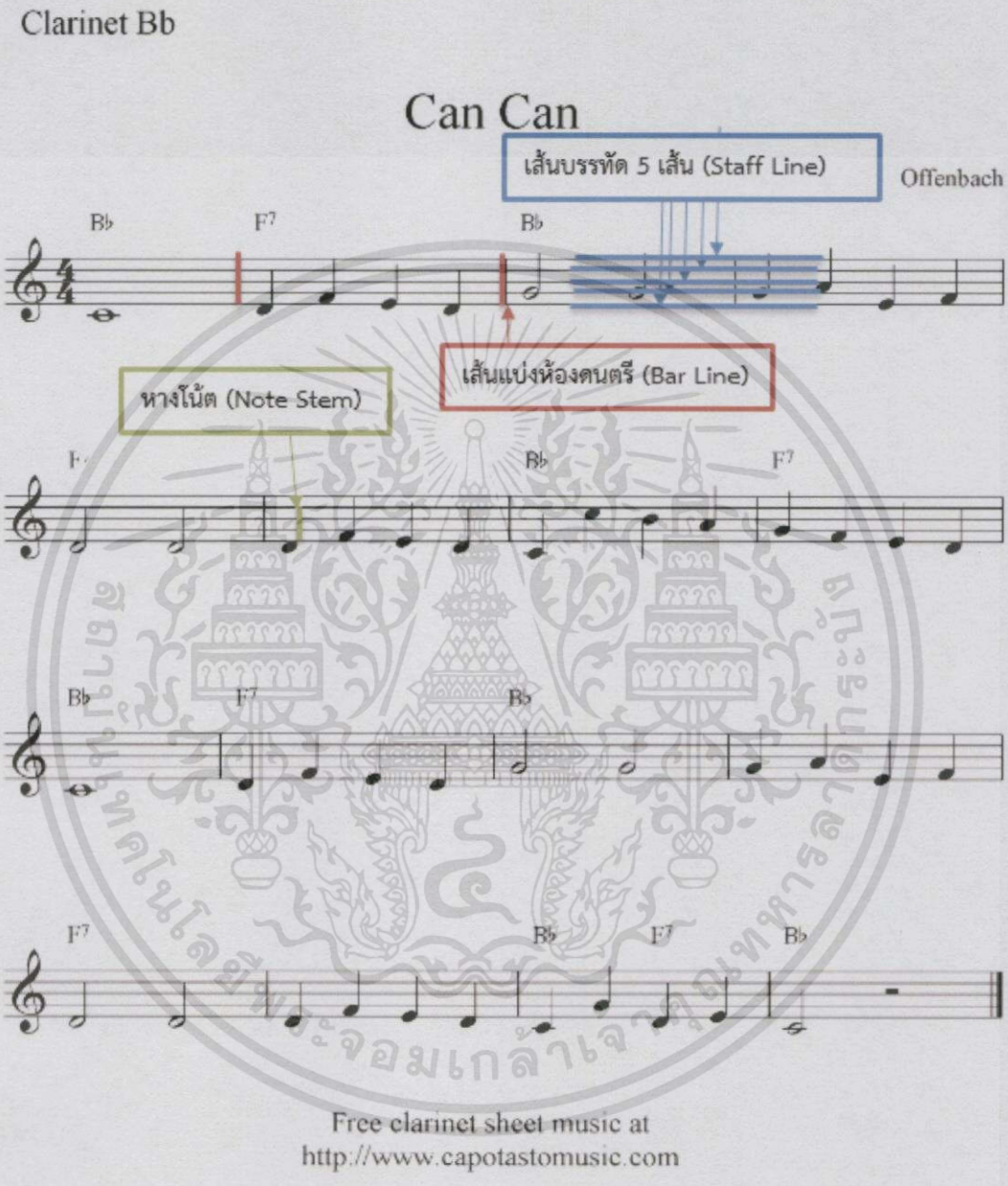
- หางโน้ต (Note Stem) คือส่วนของเส้นตรงที่อยู่ติดกับหัวโน้ต
- เส้นกั้นห้องดนตรี (Bar Line) ซึ่งจะมีขนาดยาวกว่าหางโน้ตทำหน้าที่แบ่งห้องของโน้ตดนตรีตาม Time Signature

ในภาพที่ 2.6 จะแสดงให้เห็นถึงภาพโน้ตดนตรีมาตรฐานที่พบเห็นได้ทั่วไป โดยจะแสดงให้เห็นถึงสัญลักษณ์ของกลุ่มที่เป็นเส้นตรงต่างๆ

2.2.1.1 เส้นบรรทัดห้าเส้น (Staff Line)

บรรทัดห้าเส้นคือกลุ่มของเส้นตรงแนวนอน 5 เส้นที่ขนานกันซึ่งเรียกว่าเส้นบรรทัดห้าเส้น โดยที่บรรทัดห้าเส้นนั้นเป็นพื้นฐานของการเขียนโน้ตดนตรี โดยที่หัวโน้ตดนตรีนั้นสามารถที่จะอยู่บริเวณระหว่างเส้นหรืออยู่บนเส้นบรรทัดห้าเส้นก็ได้ โดยที่ความสูงของหัวโน้ตนั้นจะต้องมีขนาดประมาณระยะห่างระหว่างเส้นบรรทัดห้าเส้นและความหนาของเส้นบรรทัดห้าเส้นจำนวน 1 หรือ 2 เส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



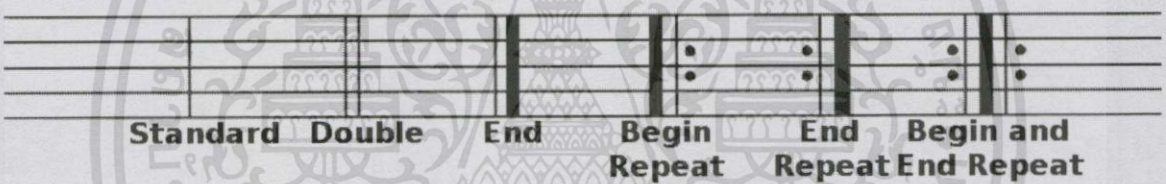
รูปที่ 2.5 ภาพโน้ตดนตรีมาตรฐานและสัญลักษณ์ทางเส้นตรงต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.2 เส้นกั้นห้องดนตรี (Bar line)

เส้นกั้นห้องดนตรีนั้นใช้สำหรับแบ่งบรรทัดห้าเส้นออกเป็นส่วนๆ เท่าๆกันเพื่อใช้สำหรับกำหนดอัตราจังหวะของดนตรี และแบ่งดนตรีออกเป็นท่อนๆ โดยประเภทของเส้นกั้นห้องดนตรีมีดังต่อไปนี้

- เส้นกั้นห้อง (Standard) สำหรับกั้นระหว่างห้อง
- เส้นกั้นห้องคู่ (Double) สำหรับกั้นแต่ละท่อนของดนตรี เช่น Intro, Chorus เป็นต้น
- เส้นจบ (End) สำหรับบอกท่อนจบเพลง
- Begin Repeat
- End Repeat
- Begin and End Repeat



รูปที่ 2.6 เส้นกั้นห้องชนิดต่างๆ

2.2.2 โน้ต (Note) และ ตัวหยุด (Rest)

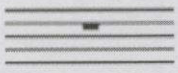
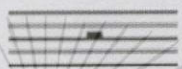
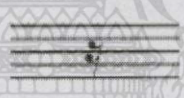
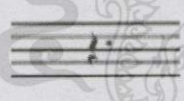
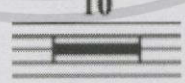
2.2.2.1 โน้ต (Note)

โน้ตนั้นเป็นสัญลักษณ์ที่สำคัญในระบบโน้ตดนตรี โดยส่วนของหัวโน้ตนั้นจะมีรูปทรงที่คงที่ และอาจจะทึบหรือมีช่องว่างในหัวโน้ตก็ได้ โดยโน้ตนั้นอาจจะปรากฏเป็นตัวๆไป หรืออาจจะมีความสัมพันธ์กับโน้ตตัวอื่นๆได้ โดยที่โน้ตส่วนใหญ่นั้นจะมีหางของตัวโน้ตติดกับบริเวณหัวโน้ต ยกเว้นโน้ตชนิดตัวกลมซึ่งจะเป็นโน้ตที่มีเฉพาะหัวที่มีช่องว่างตรงกลางเท่านั้น โดยในตารางที่ 2.1 จะเป็นตารางที่แสดงถึงโน้ตชนิดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 โน้ตและตัวหยุดชนิดต่างๆ

NOTES AND RESTS

Notes	Rests	Note Value
		Whole
		Half
		Quarter
		Eighth
		Sixteenth
		Duration dot
		Beamed notes
	10 	Measure rest

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.2 ตัวหยุด (Rest)

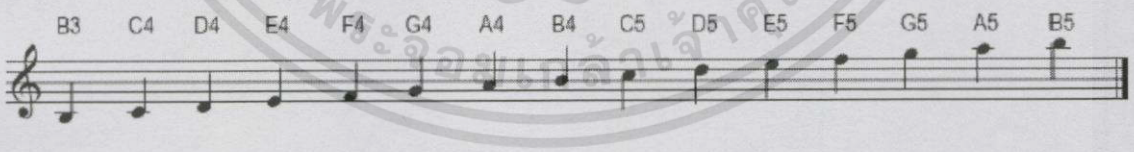
ตัวหยุดนั้น เป็นสัญลักษณ์มีความหมายคือหยุดการเล่นเสียง โดยตัวหยุดแต่ละประเภทก็จะมีความยาวในการหยุดเล่นเสียงแตกต่างกันไปเช่นเดียวกับตัวโน้ต และตัวหยุดนั้น มักจะมีตำแหน่งอยู่บริเวณกึ่งกลางของเส้นบรรทัดห้าเส้นเส้นที่ 3 โดยในตารางที่ 2.1 จะเป็นตารางที่ใช้แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างโน้ตและตัวหยุด

2.2.2.3 ความยาวของตัวโน้ต

ความยาวเสียงของตัวโน้ตจะได้มาจากการวิเคราะห์ของจำนวน hook (โน้ตตัวเดียว) หรือ beam (กลุ่มของตัวโน้ต) หรือตัวประจุด โดยที่ Hook นั้นจะหาได้จากบริเวณปลายหางโน้ตฝั่งตรงข้ามของหัวโน้ต ขณะที่ตัวประจุดนั้นสามารถหาได้บริเวณด้านหลังของหัวโน้ตหรือตัวหยุด ในตารางที่ 2.1 นั้นจะแสดงให้เห็นถึงความยาวของโน้ตชนิด

2.2.2.4 ระดับเสียงของตัวโน้ต

ระดับเสียงของตัวโน้ตนั้นจะทราบได้จากตำแหน่งในแนวตั้งของหัวตัวโน้ตเทียบกับบรรทัดห้าเส้น โดยจะต้องใช้ข้อมูลของประเภทของ Clef, Key Signature และ Accidental มาพิจารณาด้วย



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างระดับเสียงของโน้ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 กลุ่มสัญลักษณ์อื่นๆ

2.2.3.1 Accidental และ Key Signature

Accidental จะเป็นตัวที่ทำหน้าที่ดัดแปลงระดับเสียงของตัวโน้ตที่อยู่ติดกับมันบนตำแหน่งของบรรทัดห้าเส้นเดียวกันภายในห้องดนตรีห้องเดียวกัน หรือจะถูกยกเลิกการดัดแปลงระดับเสียงโดย Accidental ตัวอื่น โดย Accidental ที่ใช้กันโดยทั่วไปจะมีอยู่ 3 ประเภท คือ ชาร์ป, แฟลต และเนเจอรัล

Key Signature จะพบได้บริเวณเริ่มต้นของแต่ละบรรทัดห้าเส้น หลังจาก Clef และจะถูกใช้กับโน้ตดนตรีทุกตัวที่อยู่ภายในบรรทัดห้าเส้นนั้น ซึ่งจะเป็นการลดการใช้ Accidental กับโน้ตหลายๆตัว โดยที่ Accidental ที่อยู่ใน Key Signature จะถูกใช้ในทุกๆ Octave

คีย์เสียงที่แตกต่างกันจะถูกกำหนดโดยจำนวนของชาร์ปหรือแฟลตใน Key Signature นั้นๆ Accidental ใน Key Signature จะเป็นไปตามรูปแบบที่บังคับ โดยจะมีการเพิ่มเป็นลำดับที่แน่นอน จากซ้ายไปขวา หรือในอีกนัยหนึ่งคือ จำนวนของ Accidental ใน Key Signature อาจจะมีได้หลายแบบตั้งแต่ 0 ถึง 7 ตัว และเป็นได้ทั้งชาร์ปหรือแฟลต แต่จะไม่มีการรวมกันเด็ดขาด ตารางที่ 2.2 แสดงให้เห็นถึงสัญลักษณ์ต่างๆของ Accidental

ตารางที่ 2.2 สัญลักษณ์ทางกลุ่ม Accidental ต่างๆ

Symbol	Name
	Flat
	Natural
	Sharp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3.2 Dynamic

Dynamic นั้นจะใช้บ่งบอกถึงความหนักเบาของเสียงดนตรี โดย Dynamic ที่ใช้โดยทั่วไปจะสามารถแบ่งตามตารางที่ 2.3

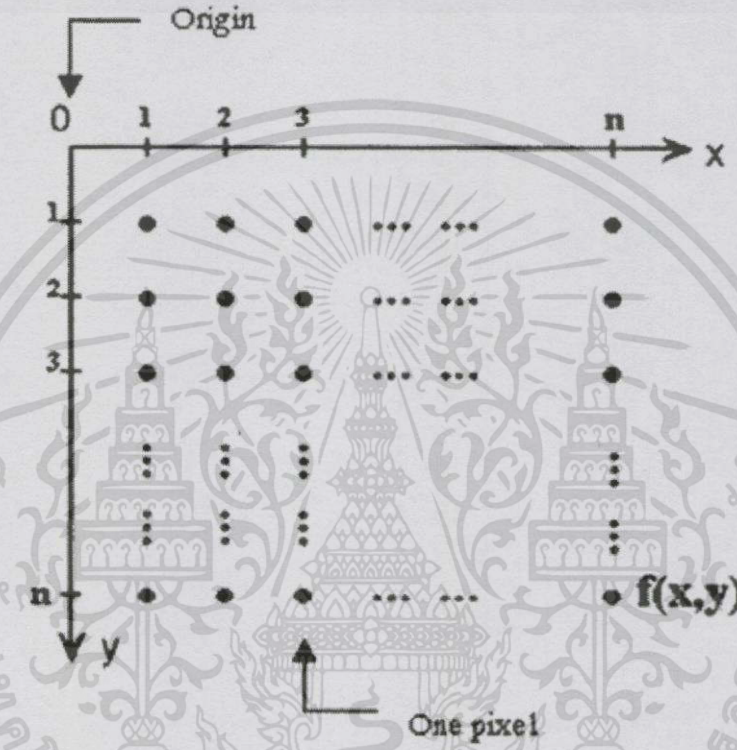
ตารางที่ 2.3 สัญลักษณ์จำพวก Dynamic ต่างๆ

คำศัพท์ทางดนตรี	คำย่อทางดนตรี/สัญลักษณ์	ความหมาย
Pianissimo	*Pp*	เบามาก
Piano	*P*	เบา
Mezzo piano	*Mp*	ค่อนข้างเบา
Mezzo forte	*Mf*	ค่อนข้างดัง
Forte	*F*	ดัง
Fortissimo	*Ff*	ดังมาก
accent		การเน้นเสียงให้ดังกว่าปกติธรรมดา
Sforzando	*Sf*	การเน้นเสียงให้ดังมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การประมวลผลภาพ (Image Processing)

2.3.1 ภาพดิจิตอล



รูปที่ 2.8 พิกัดของภาพดิจิตอล

ภาพดิจิตอลสามารถนิยามเป็นฟังก์ชัน 2 มิติ f(x,y) โดยที่ x และ y คือจำนวนแถวและ หลัก ตามลำดับAmplitude ที่พิกัด (x,y) ใดๆภายในภาพ คือค่าความเข้มแสงของภาพ (Intensity) ที่ ตำแหน่ง (x,y) (Amplitude f เป็นค่าจา กัด (Finite Value)) กำหนดให้ภาพดิจิตอลที่มีขนาด M แถว N หลัก และมีพิกัดของจุดกำเนิดเป็น (0,0) ดังนั้นจะสามารถเขียนให้อยู่ในรูปสมการเมตริกซ์ (Matrix) ได้ดังนี้

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & \cdots & f(0,N-1) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ f(M-1,0) & \cdots & f(M-1,N-1) \end{bmatrix}$$

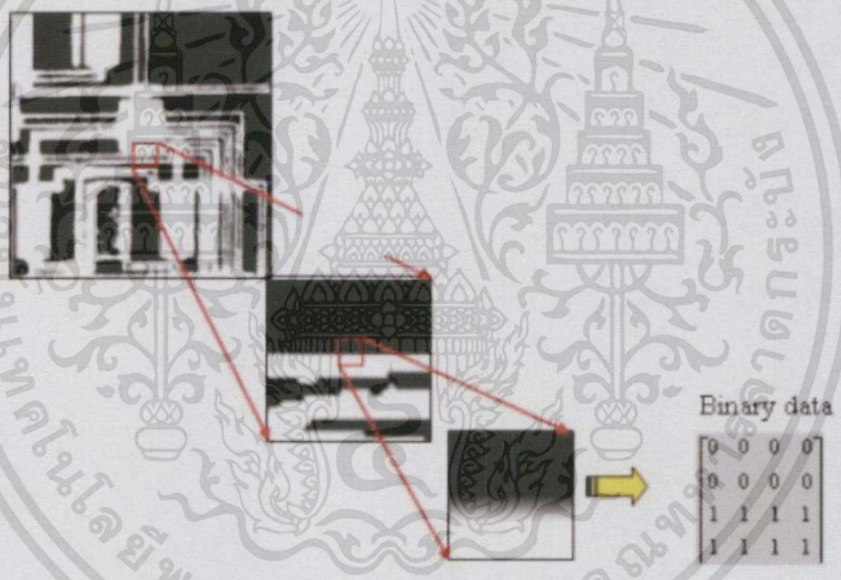
จากสมการข้างต้น ค่าแต่ละค่าที่อยู่ในเมตริกซ์จะเรียกว่า “องค์ประกอบภาพ (Picture Element)” หรือ Pixel โดยตำแหน่ง (0,0) จะอยู่ด้านซ้ายมือด้านบนของภาพ การจัดลำดับตำแหน่งของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดภาพจะเรียงจากซ้ายไปขวาในแต่ละเส้นภาพและจัดลำดับของเส้นภาพจะเรียงจากบนลงล่าง การใช้หน่วยความจำเพื่อจัดเก็บภาพดิจิตอลโดยเนื้อที่ในการเก็บภาพสามารถคำนวณได้จากจำนวนแถว M แถว จำนวนหลัก N หลัก และจำนวนบิตของข้อมูลในแต่ละจุดภาพ (Pixel)

2.3.2 ประเภทของภาพดิจิตอล

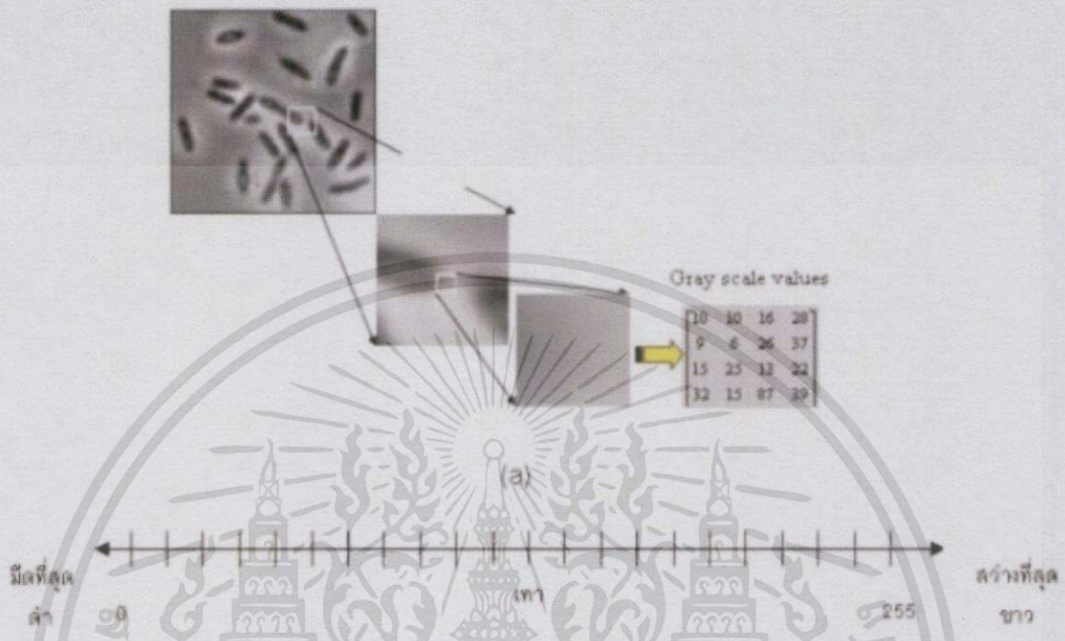
1) ภาพขาว-ดำ (Binary Image or Black and White Image) มีค่าความเข้มแสงที่แตกต่างกันอยู่ 2 ระดับคือขาว (1) และดำ (0)



รูปที่ 2.9 ภาพขาว-ดำ

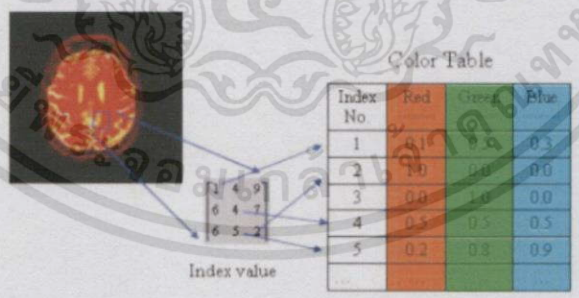
2) ภาพระดับสีเทา (Intensity Image or Monochrome Image or Gray Image) ภาพจะมีลักษณะเป็นโทนสีเทา (Gray Scale) โดยค่าความเข้มแสงที่สามารถแสดงได้ (Gray Levels) จะขึ้นอยู่กับจำนวนบิตที่ใช้แทนภาพในแต่ละภาพได้จาก L=2b เมื่อ L คือระดับสีเทา k คือจานวนบิต เช่น ภาพระดับสีเทาขนาด 8 บิตสามารถแสดงค่าสีเทาได้ 256 ระดับและค่าที่เป็นไปได้คือ 0-255 โดยจะไล่จากสีดำ สีเทาไปเรื่อยๆจนขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 ภาพระดับสีเทา

3) ภาพดัชนี (Indexed Image) ในแต่ละ Pixel ในภาพแทนด้วยค่าคงที่ค่าหนึ่งที่ชี้ไปยังตารางสี



รูปที่ 2.11 ภาพดัชนี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ภาพสี (Color Image or RGB Image) Pixel ในภาพประกอบด้วยค่าสี 3 สี คือ แดง เขียว และน้ำเงิน

รูปที่ 2.12 ภาพสี RGB

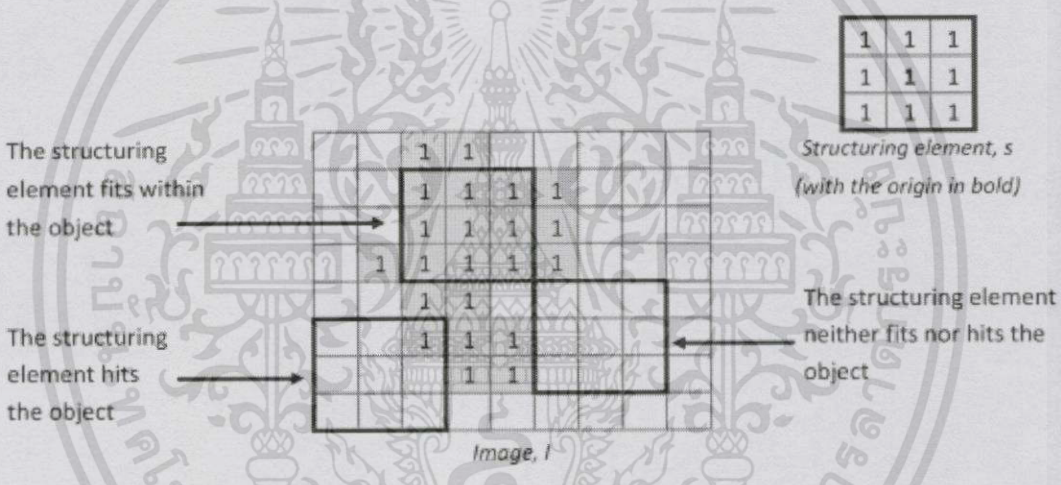
2.3.3 Morphological Image Processing

เทคนิคในการทำ Morphological นั้นคือการดำเนินการทางตรรกะ การดำเนินการ Morphological กับภาพขาว-ดำ I จะสร้างภาพขาว-ดำภาพใหม่ที่ที่Pixelจะมีค่าที่ไม่ใช่ 0 ถ้าการทดสอบนั้นสำเร็จที่บริเวณภาพอินพุต โดยจะมีการวาง Structuring Element ไปทุกๆตำแหน่งที่เป็นไปได้ในภาพอินพุตและจะทำการเปรียบเทียบกับจุดPixelนั้นๆ ผลลัพธ์ของ Morphological นั้นจะให้ภาพที่เกิดจากการเปลี่ยนโครงสร้างของภาพอินพุต เช่นการลดขอบของภาพหรือการขยายขอบ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.1 Structuring Element

Structuring Element, s, สามารถแสดงอยู่ในรูปของเมตริกซ์ของPixelที่มีค่า 0 หรือ 1 โดยที่มิติของเมตริกซ์นั้นจะถูกกำหนดโดยขนาดของเมตริกซ์ ในขณะที่รูปร่างของเมตริกซ์นั้นจะถูกกำหนดโดยรูปแบบของค่า 0 และ 1 โดยที่ผลลัพธ์ของการทำ Morphological Image processing นั้นจะมีอิทธิพลมาจากขนาดและรูปร่างของ s อย่างไรก็ตามอิทธิพลหลักในการทำ Morphological Image processing นั้นจะมาจากขนาดของภาพอินพุต



รูปที่ 2.13 Structuring Element

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.2 Erosion

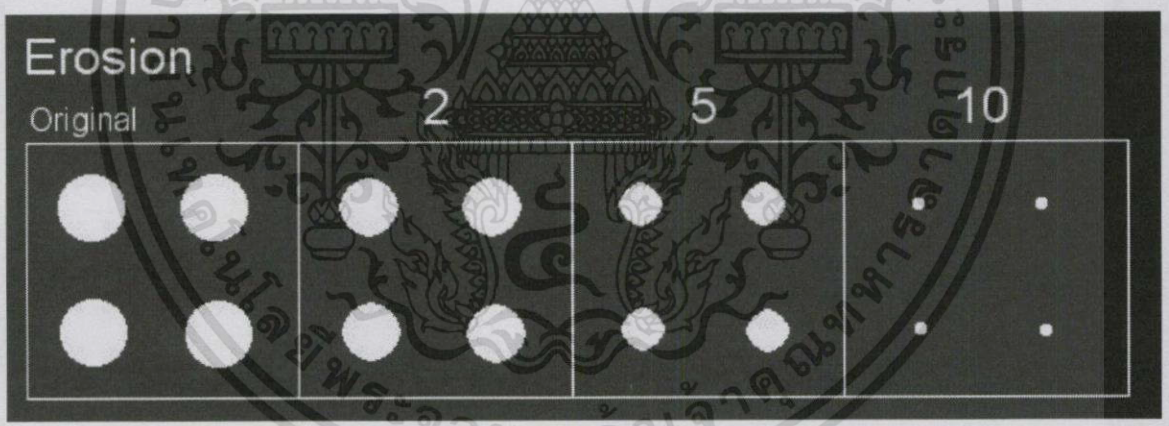
การ Erosion ภาพ I ด้วย Structuring Element s จะแสดงอยู่ในรูปดังนี้

$$I \ominus s$$

โดยที่วิธีการของ Erosion นั้นจะดูที่ตำแหน่งของ s ที่มีจุดเริ่มต้นอยู่ที่Pixelของรูป I(x,y) และทำการพิจารณาดังนี้

$$g(x,y) = \begin{cases} 1, & \text{ถ้า } s \; fit \text{ กับ } I \\ 0, & \text{ถ้าไม่ใช่กรณีแรก} \end{cases}$$

และจะดำเนินการดังกล่าวซ้ำๆจนครบทุก*Pixel*ของภาพ โดยการที่ s จะ fit I ที่ตำแหน่ง I(x,y) ก็ต่อเมื่อในแต่ละ*Pixel*ที่มีค่า 1 ใน s จะมีตำแหน่งเหมือนกับ*Pixel*ที่มีค่า 1 ในภาพ



รูปที่ 2.14 การทำ Erosion

การทำ Erosion นั้นจะลบวัตถุทั้งหมดที่ไม่มี s เป็นส่วนประกอบ และจะลดส่วนอื่นๆของภาพโดยการลบ*Pixel*จากทั้งขอบนอกและขอบในของบริเวณนั้น ดังนั้นการทำ Erosion จะเป็นการขยายช่องว่างที่ถูกล้อมรอบโดยบริเวณหนึ่งๆ เช่นเดียวกับการทำให้ช่องว่างระหว่างบริเวณต่างๆมีขนาดใหญ่ขึ้น นอกจากนี้ Erosion ยังทำการกำจัดส่วนตำหนิเล็กๆบริเวณขอบของบริเวณที่กำหนด ดังนั้นจึงนิยมใช้ Erosion ในการลบวัตถุเล็กๆที่ไม่ต้องการจากภาพทิ้งไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.3 Dilation

การ Dilation ภาพ I ด้วย Structuring Element s จะแสดงอยู่ในรูปดังนี้

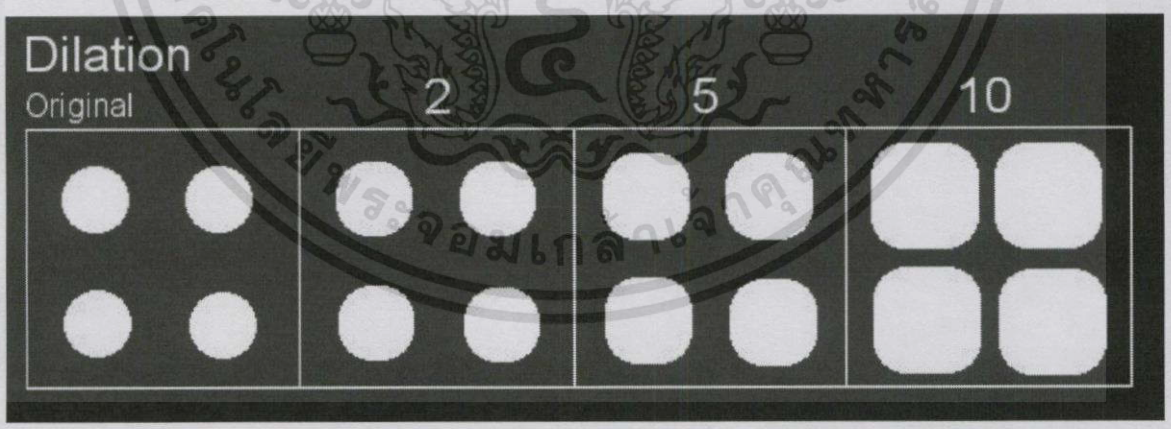
$$I \oplus s$$

โดยที่วิธีการของ Dilation นั้นจะดูที่ตำแหน่งของ s ที่มีจุดเริ่มต้นอยู่ที่Pixelของรูป I(x,y) และทำการพิจารณาดังนี้

$$g(x,y) = \begin{cases} 1, & \text{ถ้า } s \textit{ hit } \text{กับ } I \\ 0, & \text{ถ้าไม่ใช่กรณีแรก} \end{cases}$$

และจะดำเนินการดังกล่าวซ้ำๆจนครบทุก*Pixel*ของภาพ โดยการที่ s จะ hit I ที่ตำแหน่ง I(x,y) ก็ต่อเมื่อในมี*Pixel*ที่มีค่า 1 ใน s ที่มีตำแหน่งเหมือนกับ*Pixel*ที่มีค่า 1 ในภาพ

การ Dilation นั้นจะขยายวัตถุโดยการเพิ่มชั้นของ*Pixel*เข้าไปในวัตถุนั้นๆ ทั้งขอบนอกและขอบใน ดังนั้น Dilation จะเป็นการลดช่องว่างที่ถูกล้อมรอบด้วยบริเวณหนึ่งๆและทำให้ช่องว่างระหว่างบริเวณมีขนาดเล็กลงด้วย



รูปที่ 2.15 การทำ Dilation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.4 Opening

การ Opening ภาพ I ด้วย Structuring Element s จะแสดงอยู่ในรูปดังนี้

$$I \circ s = (I \ominus s) \oplus s$$

ซึ่งก็คือการ Erosion แล้วตามด้วย Dilation โดยใช้ s เดียวกัน

ข้อดีของการทำ Opening นั้นคือการที่ตัวมันจะไม่ลดขนาดของบริเวณต่างๆ เนื่องจากการ Erosion นั้นจะถูกตามด้วยการทำ Dilation ซึ่งจะทำให้วัตถุใดๆก็ตามที่ไม่ถูกลบจากการทำ Erosion จะถูกคืนค่าให้เป็นขนาดดั้งเดิมโดยการทำ Dilation ดังนั้นการ Opening จึงเป็นการสร้างช่องว่างระหว่างวัตถุที่เชื่อมต่อกันด้วยจุดPixelเล็กๆโดยที่ไม่ลดขนาดของวัตถุนั้นๆ

2.3.3.5 Closing

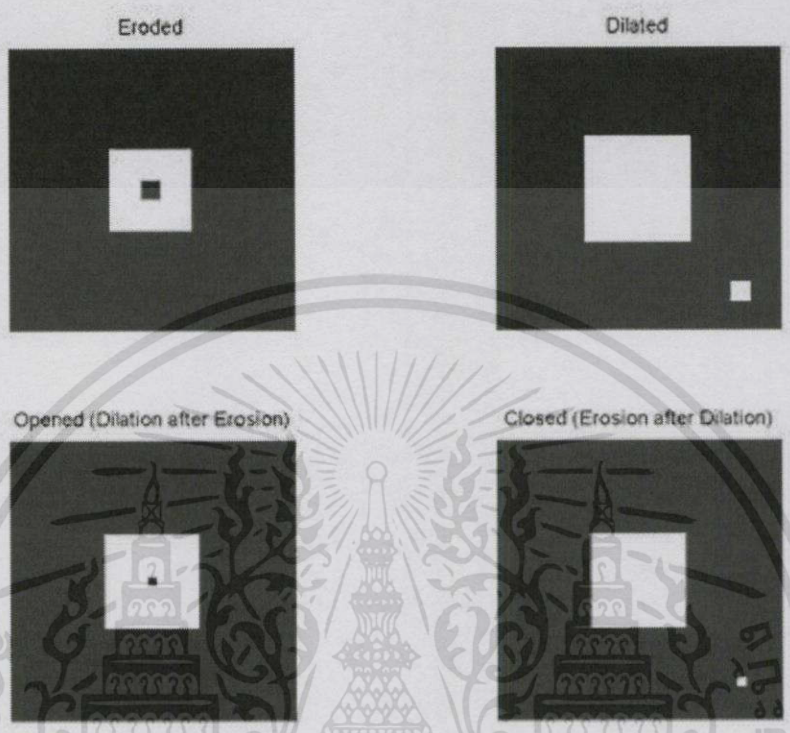
การ Closing ภาพ I ด้วย Structuring Element s จะแสดงอยู่ในรูปดังนี้

$$I \cdot s = (I \oplus s') \ominus s'$$

ซึ่งก็คือการทำ Dilation แล้วตามด้วย Erosion โดย s' คือ s ที่ถูกกลับด้าน

ข้อดีของ Closing คือการที่มันจะไม่ไปขยายบริเวณต่างๆ เพราะว่าการทำ Dilation จะถูกตามด้วย Erosion ด้วยการ Erosion นั้นจะทำให้วัตถุยังคงรูปร่างและขนาดอยู่ ดังนั้นการ Closing จึงเป็นการเติมการ Opening ระหว่างวัตถุ 2 วัตถุที่ถูกแบ่งโดยช่วงว่างเล็กๆเท่านั้น โดยการไม่ไปขยายบริเวณดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 ตัวอย่างการทำ Opening และ Closing

2.3.4 Horizontal Projection และ Vertical Projection

Projection นั้นถูกนิยามให้เป็นการดำเนินการที่จะทำการ map ภาพขาว-ดำให้เป็นภาพฮิสโตแกรม 1 มิติ โดยค่าของฮิสโตแกรมนั้นคือผลรวมของPixelของภาพตามแนวของทิศทาง

Horizontal Projection ของ I(x,y) จะ map ภาพ 2 มิติให้อยู่บนแกน y ซึ่งจะเขียนให้อยู่ในรูปสมการได้ดังนี้

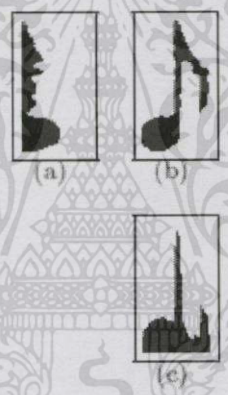
$$h_H(y) = \sum_{k=1}^{w} I(k,y)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในทุกค่า y โดยที่ h_H คือค่าฮิสโตแกรมและ w คือความกว้างของภาพ ส่วน Vertical Projection นั้น จะเป็นการ map ภาพ 2 มิติ ให้อยู่บนแกน x ดังสมการ

$$h_V(x) = \sum_{k=1}^{h} I(x,k)$$

ในทุกค่า x โดย h_V คือค่าฮิสโตแกรมและ h คือความสูงของภาพ โดยภาพที่ เป็นการแสดงการทำ Horizontal และ Vertical Projection ของภาพโน้ตดนตรี



รูปที่ 2.17 Horizontal และ Vertical Projection

โดยที่ภาพ (a) คือภาพการทำ Horizontal Projection ของโน้ตเขบ็ตหนึ่งชั้น ภาพ (b) คือภาพต้นฉบับของโน้ตเขบ็ตหนึ่งชั้น และภาพ (c) คือภาพการทำ Vertical Projection ของโน้ตเขบ็ตหนึ่งชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 Correlation และ Template Matching

ค่าสหสัมพันธ์หรือ Correlation ระหว่างวัตถุ 2 วัตถุ (f และ h) โดยมีมิติของ h ขนาด m × n คือ

$$g(x,y) = \sum_{k=-n_2}^{n_2} \sum_{j=-m_2}^{m_2} h(j,k) f(x+j, y+k) \quad (2.1)$$

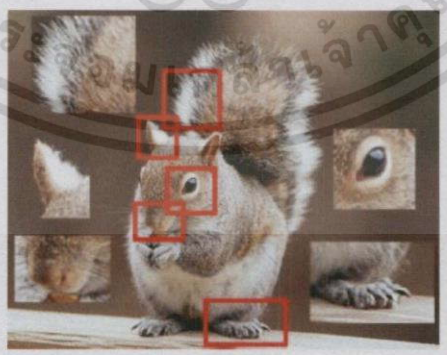
โดยที่ $m_2 = m/2$ และ $n_2 = n/2$

โดยปกติแล้วมักจะมีการทำ normalize ค่าสหสัมพันธ์ เพื่อที่จะทำให้ได้ค่าสหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0 และ 1 ซึ่งการทำ normalize นั้นจะทำได้โดยสมการ

$$g'(x,y) = \frac{g(x,y)}{m \times n}$$

ค่าสหสัมพันธ์นั้นมักจะใช้ในการวัดความคล้ายระหว่างภาพหรือส่วนของภาพ ซึ่งสามารถทำได้โดยการสร้างภาพเล็กๆขึ้นมาเป็น template หลังจากนั้นจะนำ template ไปวางบนภาพแล้วทำการเลื่อนไปทั่วภาพจนกว่าจะพบตำแหน่งที่มีค่าความคล้ายสูงที่สุดหรือมีการพบค่าสหสัมพันธ์นั่นเอง โดยเมื่อกล่าวถึง template matching จากสมการที่ 2.1 template ก็คือ h นั่นเอง

Correlation และ Template Matching นั้นจะได้ผลดีก็ต่อเมื่อทราบขนาดและทิศทางของวัตถุที่สนใจ จากนั้นจึงสร้าง template ที่เหมาะสมได้ ถ้าขนาดและทิศทางของวัตถุอาจมีหลายแบบได้ จำเป็นจะต้องสร้าง template เพิ่มขึ้นเพื่อรองรับวัตถุขนาดและทิศทางต่างๆ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ยังคงออกมาดี



รูปที่ 2.18 ตัวอย่างการทำ Template Matching

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 MIDI

MIDI มาจากคำว่า Musical Instrument Digital Interface มีความหมายว่าเป็นตัวกลางของการติดต่อสื่อสารกันระหว่างเครื่องดนตรีต่างๆ ซึ่งมีแนวคิดมาจากนักดนตรีที่ต้องการจะต่อพ่วงเครื่องดนตรีหลายๆตัวเข้าด้วยกันเมื่อเล่น หรือสั่งงานที่ตัวใดตัวหนึ่งแล้วให้ตัวอื่นๆ สามารถรับรู้และส่งเสียงไปพร้อมๆกันได้ด้วยทำให้ประหยัดทรัพยากรบุคคลไปได้มากและสิ่งที่ได้กลับมาก็คือความพร้อมเพรียงหรือความแน่นของเสียงดนตรีนั่นเอง

ไฟล์ MIDI ไม่ได้มีการเก็บเสียงดนตรีใดๆไว้เหมือนอย่างเทปเพลงหรือซีดีเพลง ข้อมูลทั้งหมดจะอยู่ในรูปของคำสั่งที่จะไปสั่งเครื่องดนตรีว่าให้เปล่งเสียงโน้ตตัวใด (Note ON) ด้วยระดับความดังแค่ไหน (Velocity) และคำสั่งอื่นๆ ตามคุณสมบัติเฉพาะของเครื่องดนตรีแต่ละชนิด ด้วยเหตุที่เป็นไฟล์คำสั่งนี่เองทำให้มันมีขนาดที่เล็กมากๆ แผ่นดิสก์ 3.5 นิ้วเพียงแผ่นเดียวก็สามารถเก็บไฟล์ MIDI ได้หลายสิบเพลง และจากความที่มันเป็นไฟล์คำสั่งแบบดิจิตอลนี่เอง นักคอมพิวเตอร์จึงสามารถนำข้อมูลดิจิตอลนี้มาพัฒนาด้วย จนในที่สุดทั้งคอมพิวเตอร์และเครื่องดนตรีก็สื่อสารกันได้อย่างสมบูรณ์โดยผ่านระบบ MIDI นี่เอง

ราวๆปี 1983 ระบบ MIDI ได้เปิดประตูแห่งการสื่อสารระหว่างเครื่องดนตรีต่างๆรวมไปถึงกับคอมพิวเตอร์ด้วยแต่ในเวลานั้นหลายๆ บริษัทที่ผลิตเครื่องดนตรีต่างก็มุ่งหน้าพัฒนาแต่ระบบของตัวเองให้มีความสามารถก้าวล้ำนำหน้าบริษัทคู่แข่งให้มากที่สุดเท่าที่เทคโนโลยีขณะนั้นจะอำนวย กลายเป็นผลเสียต่อวงการดนตรีเป็นอย่างมากเพราะถ้าลองได้เลือกใช้เครื่องดนตรีของบริษัทใดบริษัทหนึ่งแล้วก็ไม่สามารถที่จะนำเครื่องดนตรีของบริษัทอื่นๆมาร่วมใช้งานผ่านระบบ MIDI นี้ได้อีกเพราะต่างคนต่างก็มีรูปแบบในการคิดค้นและใช้งานคำสั่งต่างๆที่ไม่เหมือนกัน ก็คือหากใช้งานระบบ MIDI จะไปใช้เครื่องดนตรีผสมกันระหว่างหลายๆ บริษัทไม่ได้เพราะว่ามาตรฐานคำสั่งต่างๆยังไม่มี เลยสร้างความอึดอัดใจให้กับนักดนตรีทั่วๆไปมากพอสมควรจนกระทั่งในปี 1991 ได้มีการประกาศใช้มาตรฐานเกี่ยวกับ MIDI อันแรกออกมาโดยมีชื่อเรียกว่า The General MIDI System Level 1 หรือเรียกกันทั่วไปว่า GM Format อันเกิดจากความร่วมมือระหว่างกลุ่มทางประเทศญี่ปุ่นที่เรียกตัวเองว่า Japanese MIDI Standards Committee (JMSC) กับกลุ่มทางประเทศอเมริกาที่ชื่อว่า American MIDI Manufacturers Association (MMA)

มาตรฐาน GM ประกอบด้วยสาระสำคัญคือ มีจำนวนเสียงเครื่องดนตรีที่เก็บเอาไว้ทั้งหมด 128 ชนิด ซึ่งจะรวมทั้งเสียงของเครื่องดนตรีจริงๆกับเสียงของเอฟเฟคต์ต่างๆ เช่นเสียงปรบมือ เสียงฝนตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และอื่นๆ เอาไว้ด้วย หมายเลขของเครื่องดนตรีแต่ละชนิดจะเรียกว่า PATCH โดยจะมีการแบ่ง PATCH ออกเป็นกลุ่มๆดังต่อไปนี้

1) PIANO
2) CHROMATIC PERCUSSION
3) ORGAN
4) GUITAR
5) BASS
6) STRINGS
7) ENSEMBLE
8) BRASS
9) REED
10) PIPE
11) SYNTH LEAD
12) SYNTH PAD
13) SYNTH EFFECTS
14) ETHNIC
15) PERCUSSIVE
16) SOUND EFFECTS

และในแต่ละกลุ่มยังแบ่งย่อยๆไปอีกกลุ่มละ 8 ชนิด เช่น ในกลุ่มของเปียโนก็จะมีเสียงของเปียโนชนิดต่างๆ อีก 8 ชนิด หรือในกลุ่มของ BRASS ก็ประกอบด้วย ทรัมเป็ต ทรอมโบน และเครื่องเป่าอื่นๆอีกรวม 8 ชนิด เป็นต้น ในที่สุดเครื่องดนตรี ต่างๆทั่วโลก ของทุกๆบริษัทผู้ผลิตก็สามารถนำมาผสมผสานกันเพื่อใช้งานในระบบ MIDI โดยใช้มาตรฐาน GM นี้เป็นหลักนอกจากมาตรฐาน GM นี้จะถูกใช้กับเครื่องดนตรีของบริษัทต่างๆแล้วในวงการคอมพิวเตอร์ก็มาร่วมใช้มาตรฐานนี้ด้วยเหมือนกันซึ่งก็คือในส่วนของซาวด์การ์ด (Sound Card) ต้องระบุมาด้วยว่ารองรับมาตรฐาน GM นี้ด้วย เพราะฉะนั้นไม่ว่าจะสร้างเพลงจากเครื่องดนตรีแล้วนำมาเล่นในคอมพิวเตอร์หรือสร้างเพลงจากคอมพิวเตอร์แล้วนำไปเล่นกับเครื่องดนตรี ถ้าอยู่ในมาตรฐาน GM เหมือนกัน เสียงของเครื่องดนตรีแต่ละชนิดก็จะตรงกันอย่างไม่มีปัญหาใดๆ [10]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 MIDI Message

ข้อมูลรายละเอียดจำเพาะของ MIDI นั้นจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักซึ่งก็คือ

- Channel Message
- System Message

โดย Channel Message นั้นคือ message ที่จะส่งผลกระทบต่อ channel นั้นๆ เป็นอิสระต่อกัน ส่วน System Message จะเป็น message ที่มีผลต่อ MIDI module ทั้งหมด

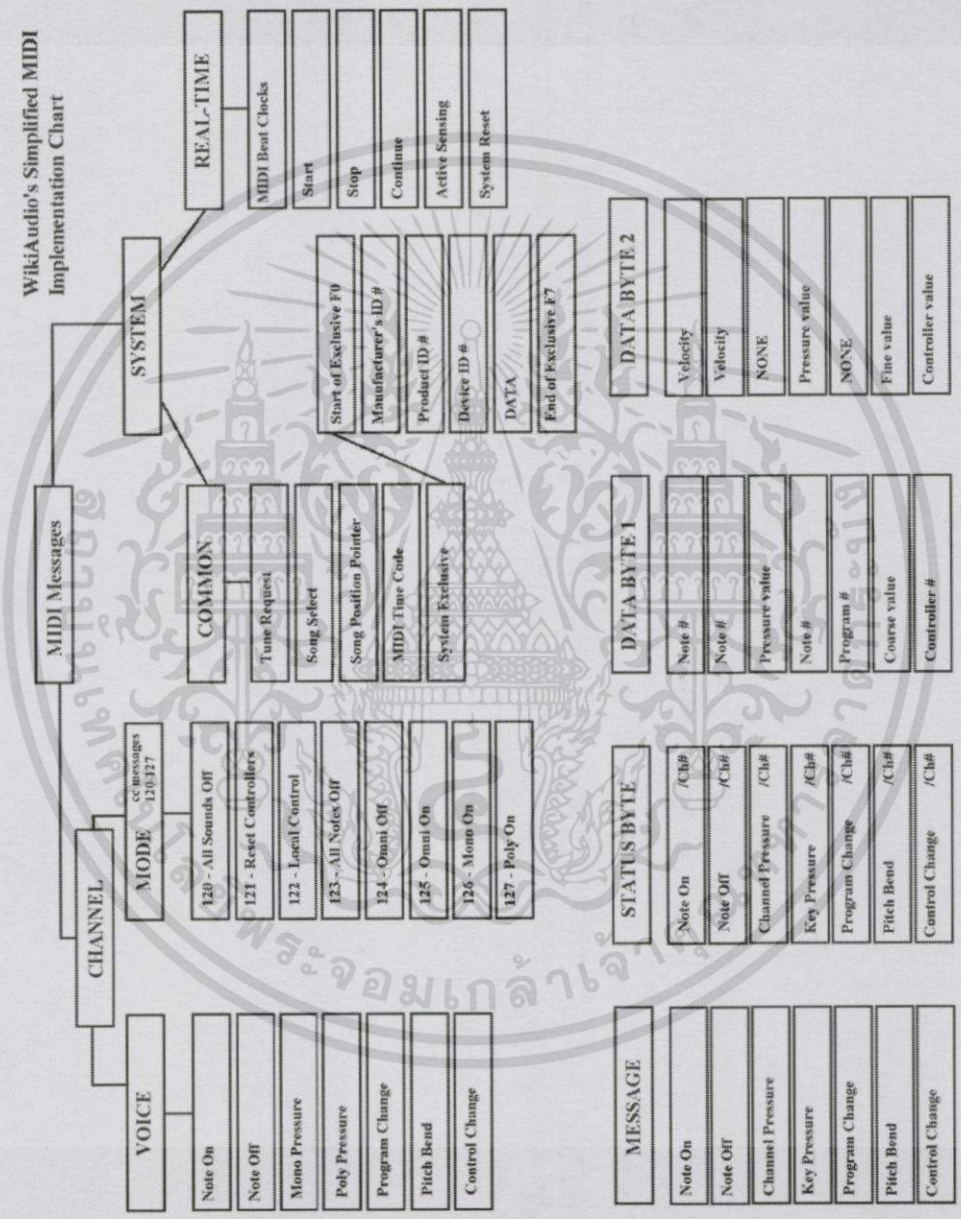
2.3.1.1 MIDI Channel Message

ในระบบของ MIDI นั้นจะมี 7 Channel Message ซึ่งแต่ละตัวนั้นจะถูกกำหนดโดย 4 บิทแรกของ status byte ของมันเอง ส่วน 4 บิทสุดท้ายของ status byte นั้นจะกำหนดว่า Channel Message ใดที่จะถูกส่งออกไป ซึ่ง 4 บิทจะเท่ากับ 16 ค่า ดังนั้น MIDI จึงมี channel ทั้งหมด 16 channel

Channel Message ของ MIDI มีดังนี้

- Note on (status byte 1001nnnn)
- Note off (status byte 1000nnnn)
- Mono Pressure (status byte 1101nnnn)
- Poly Pressure (status byte 1010nnnn)
- Program Change (status byte 1100nnnn)
- Pitch Bend (status byte 1110nnnn)
- Control Change (status byte 1011nnnn) (Mode Message มีความหมายเช่นเดียวกันกับ Control Change)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 โครงสร้างของ MIDI Message

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Note on

Note on Message จะมี status byte คือ 1001nnnn และมี 2 data byte โดยที่ data byte แรกนั้นคือ note number ซึ่งจะมีค่าตั้งแต่ 0-127 ส่วน data byte ตัวที่ 2 นั้น จะเป็นตัวที่บ่งบอกถึงระดับความดังของเสียง โดยมีค่าได้ตั้งแต่ 1-127 โดยค่า 1 เสียงจะเบาที่สุด ส่วนค่า 127 เสียงจะดังที่สุด โดยถ้าค่าความดังมีค่าเป็น0 นั้น จะมีค่าเท่ากับ Note off

Note off

Note off message นั้นจะมีค่า status byte คือ 1000nnnn และมี 2 data byte คือชนิดของโน้ตและระดับความดังของเสียง โดยที่มักจะใช้ในการหยุดเล่นเสียงของโน้ตที่เป็น Note on message

Mono Pressure

Mono Pressure หรือเรียกอีกอย่างว่า Aftertouch หรือ Channel Pressure นั้น จะมี status byte คือ 1101nnnn และอีก 1 data byte ที่จะใช้ในการแลกเปลี่ยนระดับความดันจาก 0-127 โดยจะเป็นค่าความดันเพิ่มเติมที่มีใช้ในคีย์บอร์ดบางประเภท โดยจะทำงานเมื่อกดคีย์คีย์บอร์ดด้วยความหนักเป็นพิเศษและทำการกดคาไว้อย่างนั้น ซึ่งแรงกดนี้มักจะทำให้โน้ตนั้นมีความผันผวนทางด้านระดับความดังเบา โดยที่ Mono Pressure นั้นจะส่งผลไปทั้ง Channel ที่กำลังเล่นเสียงอยู่ในขณะนั้น

Poly Pressure

Poly Pressure นั้นมี status byte คือ 1010nnnn และมีความคล้ายกับ Mono Pressure เพียงแค่ Pressure Message นั้นจะส่งผลเฉพาะโน้ตตัวหนึ่งๆเท่านั้น

Program Change

Program Change message นั้นมี status byte คือ 1100nnnn และอีก 1 data byte ที่เป็นตัวกำหนด program change มีค่าได้ตั้งแต่ 0-127 โดย Program Change จะเป็นการเปลี่ยนแปลงในกลุ่มของเสียงที่ถูกกำหนดให้เป็นหนึ่งใน MIDI 16 Channel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pitch Bend

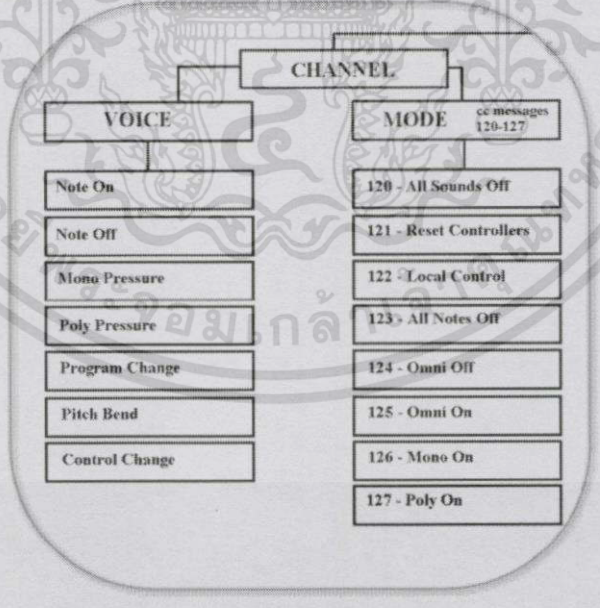
Pitch Bend นั้นจะมี status byte 1110nnnn และ 2 data byte คือ course value และ fine value โดย Pitch Bend จะทำเปลี่ยนระดับของเสียงโดยใช้ค่าจาก data byte

Control Change

Control Change message นั้นมี status byte 1110nnnn และ 2 data byte โดยที่ data byte แรกจะเป็นชนิดของ control message และ data byte ที่สองคือค่าของ control message ตั้งแต่ 0-127

Mode Message

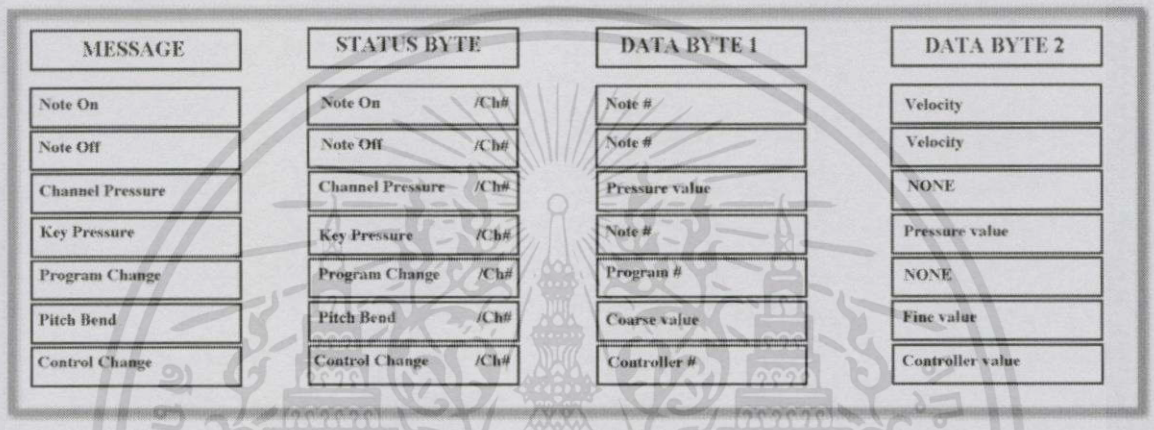
Mode Message นั้นเป็น Channel Message เดียวที่ส่งผลกระทบต่ออุปกรณ์ MIDI ทั้งหมด และไม่ได้เฉพาะเจาะจงกับ Channel ด้วย โดยมันคือ Control Change message 120-127



รูปที่ 2.20 MIDI Channel Message

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในแต่ละ Channel Message นั้นจะถูกสร้างขึ้นมาจาก status byte และจำนวน data byte ที่ไม่ได้กำหนด แม้ว่าจำนวนของ data byte จะถูกเรียกว่ายังไม่มีกำหนด แต่เพื่อความสะดวกจึงมีการจำลองให้ MIDI Channel Message มี 2 data byte และ 1 status byte



MESSAGE	STATUS BYTE	DATA BYTE 1	DATA BYTE 2
Note On	Note On /Ch#	Note #	Velocity
Note Off	Note Off /Ch#	Note #	Velocity
Channel Pressure	Channel Pressure /Ch#	Pressure value	NONE
Key Pressure	Key Pressure /Ch#	Note #	Pressure value
Program Change	Program Change /Ch#	Program #	NONE
Pitch Bend	Pitch Bend /Ch#	Coarse value	Fine value
Control Change	Control Change /Ch#	Controller #	Controller value

รูปที่ 2.21 โหมดต่างๆใน Channel Message

2.4 Web Service

Web Service คือ ระบบซอฟต์แวร์ที่ออกแบบมา เพื่อสนับสนุนการแลกเปลี่ยนข้อมูลกันระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่าย เป็น Web Application ยุคใหม่ ที่ประกอบด้วยส่วนย่อยๆ มีความสมบูรณ์ในตัวเอง สามารถติดตั้ง ค้นหา และทำงานได้ผ่านเว็บ Web Service สามารถทำอะไรก็ได้ตั้งแต่งานง่ายๆ เช่น การดึงข้อมูล จนถึงกระบวนการทางธุรกิจที่ซับซ้อน เมื่อ Web Service ตัวใดตัวหนึ่งเริ่มทำงาน Web Service ตัวอื่นก็สามารถรับรู้และเริ่มทำงานได้อีกด้วย [11]

ลักษณะการให้บริการของ Web Service นั้น จะถูกเรียกใช้งานจาก application อื่นๆ ในรูปแบบ RPC (Remote Procedure Call) ซึ่งการให้บริการจะมีเอกสารที่อธิบายคุณสมบัติของบริการกำกับไว้ โดยภาษาที่ถูกใช้เป็นสื่อในการแลกเปลี่ยนคือ XML ทำให้สามารถเรียกใช้ Component ใด ๆ ก็ได้ ใน ระบบ หรือ Platform ใด ๆ ก็ได้ บน Protocol HTTP ซึ่งเป็น Protocol สำหรับ World Wide

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Web หรืออินเทอร์เน็ต อันเป็นช่องทางที่ได้รับการยอมรับทั่วโลกในการติดต่อสื่อสารกันระหว่าง Application กับ Application ในปัจจุบัน

2.4.1 Web Service เป็น Distributed Computing

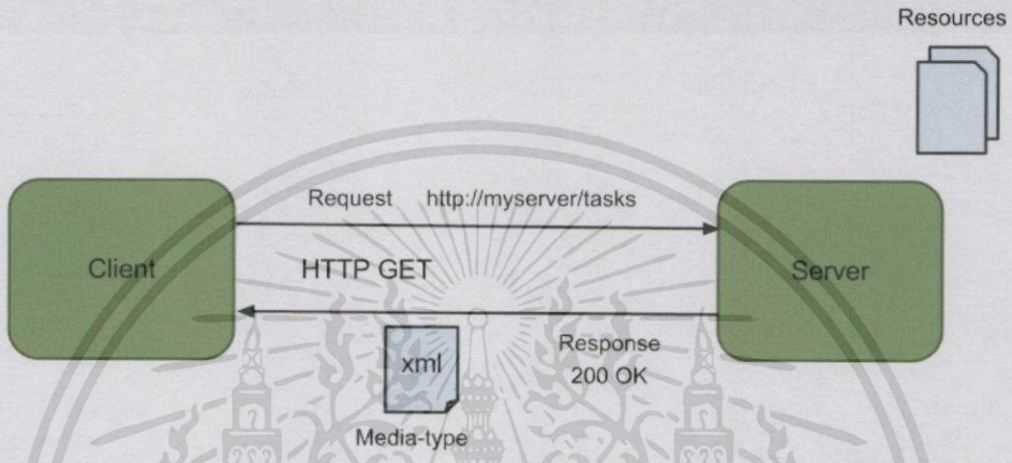
1) Web Service ใช้ Protocol ที่เป็นมาตรฐานโดยใช้รูปแบบ XML
2) เราสามารถเรียกใช้ Web Service โดย XML-based RPC จึงทำให้สามารถเรียกผ่าน Firewall ซึ่งแตกต่างกับกรณีของเทคโนโลยีแบบกระจาย
3) Web Service สนับสนุนการทำงานร่วมกันของ Solution ที่ข้ามแพลตฟอร์มและใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ต่างกันได้ โดยการส่งข้อมูลแบบ XML
4) Web Service สนับสนุนการการเรียกใช้จาก Software ประยุกต์อื่นๆ ผ่าน Protocol Internet ซึ่งแตกต่างกับแอพพลิเคชันบนเว็บที่เป็นการเรียกโดยตรงจากผู้ใช้

2.4.2 ข้อดีและจุดเด่นของการใช้งาน Web Service

1) การเชื่อมโยง (Interoperable): สนับสนุนการเชื่อมโยงกันระหว่างแอพพลิเคชันที่หลากหลาย (Heterogeneous Applications) ได้ โดยใช้มาตรฐานเว็บที่เป็นกลาง
2) ลดค่าใช้จ่าย (Economical): สนับสนุนการนำซอฟต์แวร์คอมโพเน้นท์กลับมาใช้ใหม่ (reuse) และไม่ต้องยึดติดกับเทคโนโลยีเดิม
3) อัตโนมัติ (Automatic): สนับสนุนการการเรียกใช้จากโปรแกรมโดยตรง โดยไม่ต้องโต้ตอบกับผู้ใช้
4) เข้าถึงได้ (Accessible): สามารถที่จะเรียกใช้โปรแกรมเดิม (Legacy) หรือโปรแกรมภายในผ่านเว็บได้
5) ใช้ได้ตลอด (Available): สนับสนุนการเรียกใช้ได้ทุกที่ ทุกอุปกรณ์ และทุกเวลา
6) ขยายได้ (Scalable): ไม่ได้จำกัดขนาดของโปรแกรมหรือจำนวนของระบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 REST



รูปที่ 2.22 ตัวอย่างการติดต่อสื่อสารแบบ Rest

REST (Representational State Transfer) เป็นแนวใหม่ในการสร้าง Web Service แบบเรียบง่าย โดยเรียกใช้ผ่านทาง HTTP Method GET/POST/PUT/DELETE และส่งข้อมูลออกมาในรูปของ XML ทำให้ปริมาณข้อมูลที่รับส่ง น้อยกว่าการใช้ Protocol SOAP อยู่มาก ข้อดีข้อนี้ของ REST ทำให้ Developer หลาย ๆ คนหันมาสนใจการเขียนโปรแกรมแบบใช้ RESTful Web Service กันมากขึ้น เพราะมีผลกับเรื่อง Performance ของการใช้งานโปรแกรมด้วย แต่เนื่องจากเรื่อง REST นี้เพิ่งเกิดขึ้นมาเมื่อปี 2000 ทำให้ยังไม่มีมาตรฐานที่กำหนดให้บังคับใช้งานเหมือน Protocol SOAP เดิม ถ้าหากอยากใช้ RESTful ก็ต้องกำหนดเงื่อนไขจากภาษาที่เขียนเอาเอง โดยภาษาในยุคปัจจุบันนี้มีการรองรับ RESTful Web Service หรืออีกชื่อหนึ่งคือ RESTful Web API กันเป็นส่วนใหญ่แล้ว

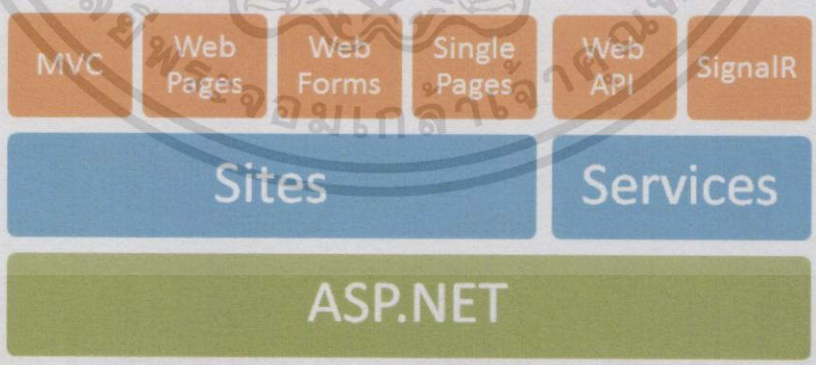
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 HTTP Web Method

Method	ลักษณะการทำงาน	รูปแบบ URL
GET	เรียกข้อมูลมาแสดงแบบหลายรายการ	http://example.com/products/
	เรียกข้อมูลมาแสดงแบบทีละรายการ	http://example.com/products/12
POST	ส่งข้อมูลจากฟอร์มหรือโปรแกรม เพื่อเพิ่มข้อมูล	http://example.com/products/
PUT	ส่งข้อมูลจากฟอร์มหรือโปรแกรม เพื่อแก้ไขข้อมูล	http://example.com/products/12
DELETE	ส่งข้อมูลจากโปรแกรม เพื่อลบข้อมูล	http://example.com/products/12

2.6 ASP.NET Web API

เป็น Framework ที่ใช้สำหรับการสร้างบริการบนอินเตอร์เน็ตหรือเว็บเซอร์วิส ที่มีการพัฒนาโดย Microsoft ซึ่ง ASP.NET Web API นั้นมีความสามารถในการสร้าง Restful Web Service ซึ่งสามารถเข้าใช้บริการได้จากหลายช่องทาง ไม่ว่าจะเป็น Web Browser, Mobile , Desktop Application เป็นต้น ซึ่งข้อดีของ ASP.NET Web API นั้นก็คือมีขนาดที่เล็ก เหมาะสำหรับแอพพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ



รูปที่ 2.23 โครงสร้างของ ASP.NET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการพัฒนา

3.1 การออกแบบโครงงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบโครงงาน ได้แก่ การวิเคราะห์ความต้องการของระบบเพื่อพัฒนาระบบให้เหมาะสมกับผู้ใช้งาน เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งานให้สะดวกและง่ายต่อการใช้งาน และขั้นตอนการทำงานของโครงงานโดยละเอียด

3.2 วิเคราะห์ความต้องการของระบบ

จากการศึกษาและประยุกต์การทำงานของโปรแกรม โดยพิจารณาถึงวัตถุประสงค์ในการทำงานของโปรแกรม ระบุถึงข้อดี ข้อเสีย โดยโปรแกรมจะต้องทำการรับภาพแผ่นโน้ตดนตรีเข้ามาวิเคราะห์หารูปแบบของตัวโน้ตที่ปรากฏบนภาพ เพื่อสร้างไฟล์ MIDI ที่มีข้อมูลสอดคล้องกันขึ้นมา ด้วยวิธีการดังนี้

1) ผู้ใช้งานสามารถเรียกไฟล์ภาพแผ่นโน้ตดนตรีเข้ามายังโปรแกรมได้
2) โปรแกรมจะสามารถวิเคราะห์รูปแบบของตัวโน้ตตามขอบเขตได้
3) โปรแกรมจะสามารถสร้างไฟล์ MIDI ตามเสียงของตัวโน้ตได้อย่างถูกต้อง
4) ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานจะต้องมีการสื่อความหมายที่เข้าใจได้ง่าย ฟังก์ชันควบคุมการทำงานต่าง ๆ ต้องมีความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

1) ไฟล์ภาพแผ่นโน้ตดนตรีที่รูปแบบไฟล์ภาพดิจิตอลโปรแกรมสามารถนำไปประมวลผลได้
2) ไลบรารี (Library) Emgu CV เป็นไลบรารีสำหรับเขียนโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับการประมวลภาพในภาษา C# โดยการเรียกใช้งานคำสั่งหรือฟังก์ชันสำเร็จรูปต่าง ๆ
3) C# MIDI Toolkit เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมเกี่ยวกับเทคโนโลยี MIDI โดยการเรียกใช้งานคำสั่งหรือฟังก์ชันสำเร็จรูปต่าง ๆ เช่น การเล่นไฟล์ MIDI เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) โทรศัพท์มือถือที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ใช้โทรศัพท์มือถือที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อการรับภาพและการส่งภาพไปยัง Server
5) โปรแกรม Visual Studio 2013 ใช้สำหรับพัฒนาระบบประมวลผลภาพ
6) โปรแกรม Basic4android ใช้สำหรับพัฒนาแอพพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือแอนดรอยด์

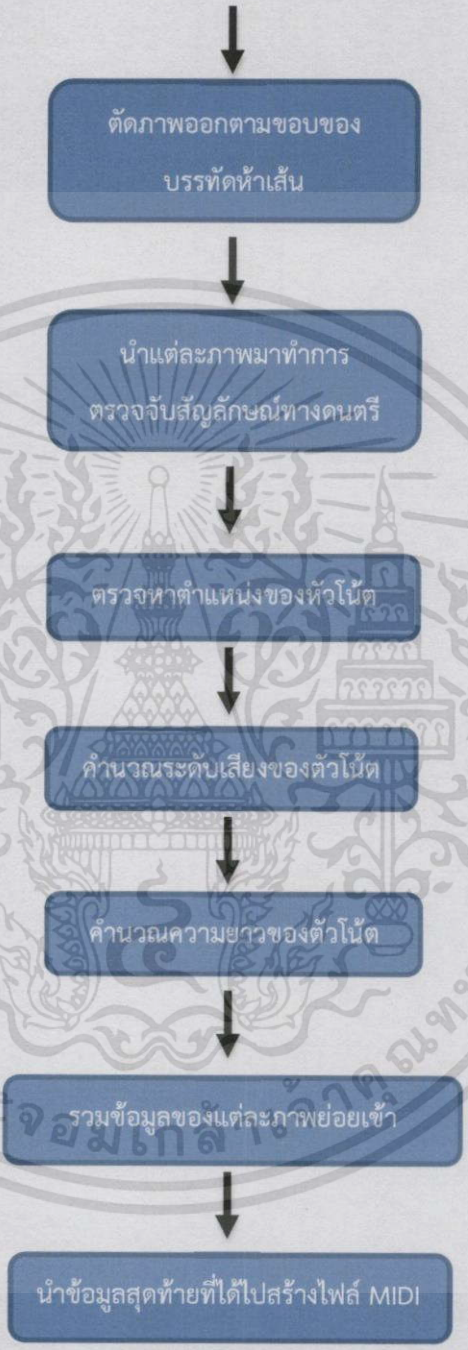
3.4 ขั้นตอนการทำงานของโครงงาน

ขั้นตอนการทำงานของโครงงานนี้จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน หลัก ๆ โดยแต่ละส่วนก็จะประกอบด้วยขั้นตอนการทำงาน ดังนี้

1) ส่งไฟล์ภาพจากมือถือไปประมวลผลโดยระบบ OMR ที่อยู่บน Server
2) ระบบ OMR ทำการวิเคราะห์และประมวลผลภาพ แล้วสร้างเป็นไฟล์ MIDI ออกมา เพื่อส่งกลับไปยังโทรศัพท์มือถือ
3) โทรศัพท์มือถือสามารถเล่นเพลงจากแผ่นภาพโน้ตดนตรีได้

3.5 ขั้นตอนการทำงานของระบบ OMR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบ OMR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.1 การรับไฟล์ภาพ

การรับภาพเป็นขั้นตอนที่นำข้อมูลภาพแผ่นโน้ตดนตรีที่ได้เตรียมไว้เข้ามายังระบบ โดยเพื่อให้ระบบทำงานได้มีประสิทธิภาพดีที่สุด ภาพที่รับเข้ามาควรมีลักษณะดังนี้

1) ภาพที่ได้ควรมีความคมชัด เพื่อให้ระบบสามารถวิเคราะห์สัญลักษณ์ทางดนตรีต่างๆได้ถูกต้อง
2) รูปแบบของสัญลักษณ์ดนตรีของภาพควรเป็นไปตามมาตรฐานสากล
3) ระยะห่างระหว่างสัญลักษณ์ดนตรีต่างๆ ไม่ควรติดกันเกินไป

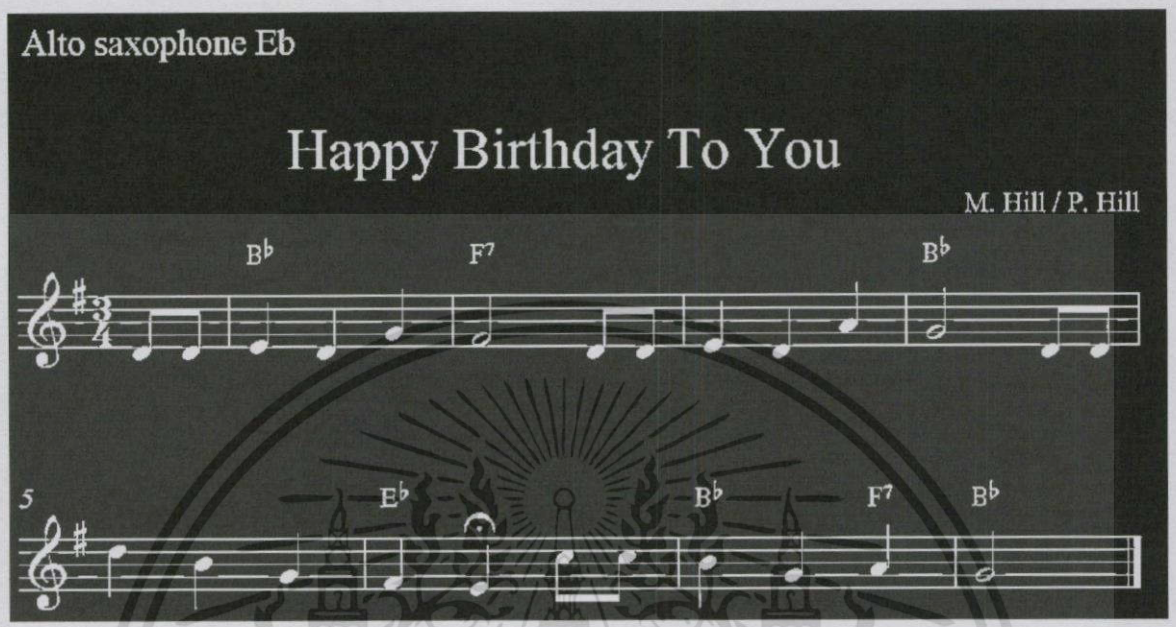
3.5.2 ทำให้เป็นภาพ ขาว-ดำ (Binary Image)

เนื่องจากภาพของโน้ตดนตรีนั้น มักจะประกอบไปด้วยสัญลักษณ์ต่างๆ และตัวโน้ต ซึ่งมักจะเป็นสีดำ ส่วนสีของพื้นหลังนั้นจะเป็นสีขาว ดังนั้นการที่ทำภาพให้เป็นภาพขาวดำนั้น จะช่วยในการแยกตัวโน้ตดนตรีและสัญลักษณ์ต่างๆออกจากพื้นหลังได้อย่างชัดเจน โดยที่ก่อนที่จะทำการเปลี่ยนภาพสีให้เป็นภาพขาวดำนั้น จะต้องทำการเปลี่ยนภาพสีให้เป็นภาพสีเทา (Grayscale) ก่อน

ในการเปลี่ยนภาพให้เป็นภาพขาวดำนั้นสามารถทำได้โดยใช้ค่าเทรชโฮล (Threshold) ซึ่งเทรชโฮลนั้นจะสามารถมีค่าได้ตั้งแต่ 0-255 เนื่องจากภาพเป็นภาพสีเทาจึงมีระดับสีทั้งหมด 256 ระดับ การพิจารณาว่าจุดภาพนั้นควรจะเป็นสีขาวหรือสีดำ จะกระทำโดยเปรียบเทียบระหว่างจุดภาพเริ่มต้นกับ ค่าเทรชโฮล เทคนิคนี้นิยมใช้กันมากในกรณีที่ข้อมูลภามมีลักษณะแตกต่างกันระหว่างวัตถุและพื้นหลัง โดยค่าของจุดภาพใด ๆ ที่มีค่ามากกว่าค่าของเทรชโฮลจะถูกกำหนดให้เป็นค่า 0 หรือจุดขาว และค่าของจุดภาพใด ๆ ที่มีค่าน้อยกว่าค่าของเทรชโฮลจะถูกกำหนดให้เป็นค่า 1 หรือจุดดำ วิธีคำนวณหาค่าเทรชโฮลที่เหมาะสมมีหลายวิธี โดยแต่ละวิธีจะเหมาะกับลักษณะของการนำไปใช้งานที่แตกต่างกันไป ในที่นี้จะทำการหาค่าเทรชโฮลโดยการกำหนดค่าล่วงหน้า แล้วเลือกค่าที่มีความเหมาะสมที่สุด โดยใช้เทรชโฮล t=200 ดังสมการ

$$I(x,y) = \begin{cases} 1, & \text{ความเข้มของสีน้อยกว่าค่าเทรชโฮล} \\ 0, & \text{ความเข้มของสีมากกว่าค่าเทรชโฮล} \end{cases}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ตัวอย่างภาพที่ถูกทำให้เป็นภาพขาว-ดำ โดยใช้ค่าเทรชโฮล t=200

3.5.3 หาเส้นบรรทัดห้าเส้น

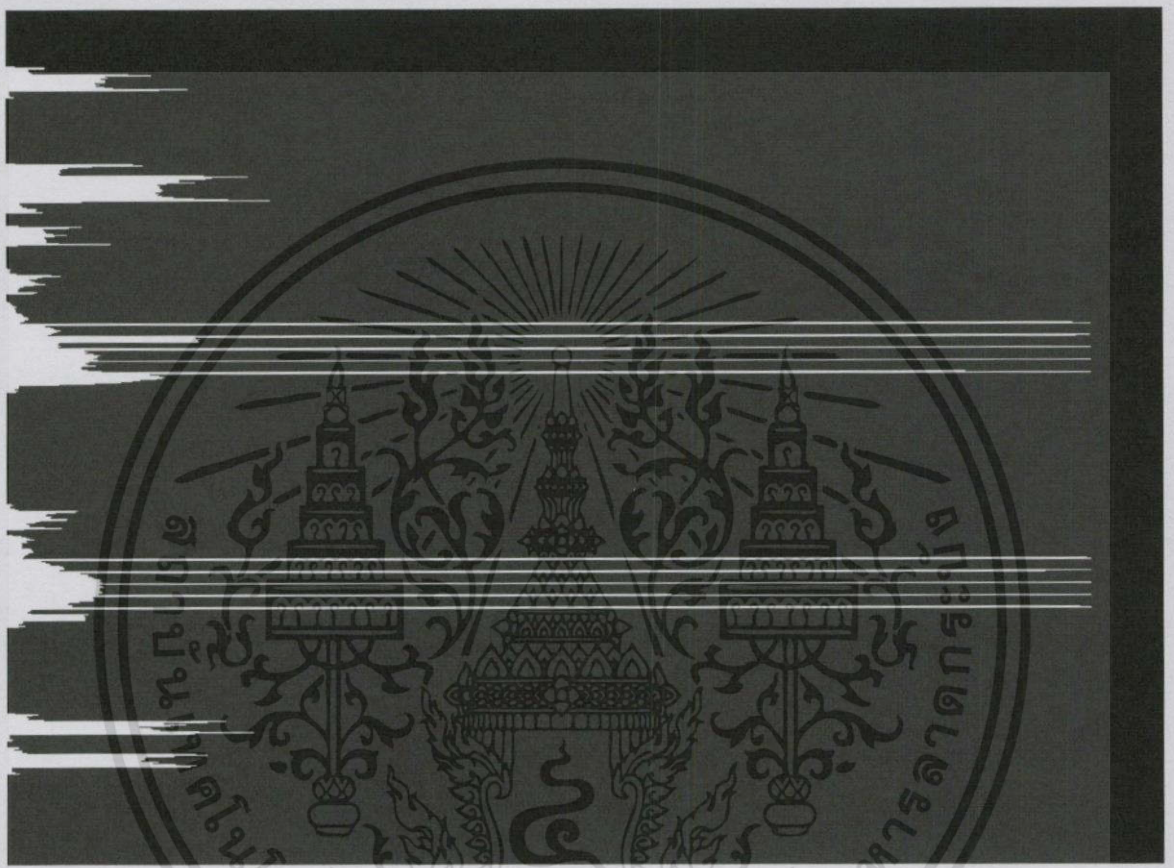
การหาตำแหน่งของบรรทัดห้าเส้นนั้น เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญของระบบ เนื่องจากจะต้องนำตำแหน่งของบรรทัดห้าเส้นนั้นไปใช้งานอีกหลายอย่าง ไม่ว่าจะเป็นการลบเส้นบรรทัดห้าเส้น การหาค่าระยะห่างระหว่างเส้นบรรทัดห้าเส้น และการคำนวณระดับเสียงของโน้ตดนตรี เป็นต้น ซึ่งในการหาตำแหน่งของบรรทัดห้าเส้นนั้น จะใช้หลักการทำ Horizontal Projection ซึ่งจะทำให้เห็นถึงตำแหน่งของบรรทัดห้าเส้นจาก 80 เปอร์เซ็นต์ของค่าที่สูงที่สุดของทุกแถว จากนั้นจึงทำการเก็บข้อมูลและกำหนดค่าของแต่ละแถวให้ตรงตามระดับของบรรทัดห้าเส้น ทำการเก็บข้อมูลที่จำเป็นอื่นๆ เช่น ค่าความหนาของเส้นบรรทัดห้าเส้นและระยะห่างระหว่างเส้นบรรทัดห้าเส้น

ขั้นตอนการหาตำแหน่งบรรทัดห้าเส้น

1) จากภาพให้ทำการนับจุดสีขาวในแต่ละแถวแล้วทำการเก็บค่าไว้
2) เปรียบเทียบค่าที่ได้ในข้อที่ 1 เพื่อหาค่าที่สูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เมื่อได้ค่าที่สูงที่สุดแล้ว จะทำการตรวจสอบค่าสีขาวในแต่ละแถวเพื่อดูว่าแถวใดที่มีจำนวนจุดสีขาวที่มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ของค่าสูงสุด จะกำหนดให้แถวนั้นๆเป็นตำแหน่งของบรรทัดห้าเส้น



รูปที่ 3.3 การหาตำแหน่งของบรรทัดห้าเส้น โดยการทำ Horizontal Projection

3.5.4 ลบเส้นบรรทัดห้าเส้น

เมื่อได้ตำแหน่งของบรรทัดห้าเส้นมาแล้วจะทำการลบเส้นบรรทัดห้าเส้นออก เพื่อให้ขั้นตอนการตรวจจับสัญลักษณ์ต่างๆทางดนตรีสามารถทำได้ง่ายยิ่งขึ้น โดยจะทำลบเส้นบรรทัดห้าเส้นตามตำแหน่งของบรรทัดห้าเส้นที่ได้ โดยจะตรวจสอบจากความหนาของจุดนั้นๆ ถ้าจุดนั้นมีความหนาน้อยกว่าหรือเท่ากับความหนาสูงสุดของเส้นบรรทัด5เส้นจะทำการลบจุดนั้นๆออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการลบเส้นบรรทัดห้าเส้น

1) ณ ตำแหน่งแถวที่เป็นบรรทัดห้าเส้นจะทำการตรวจสอบแต่ละจุดในแถวนั้นว่ามีความหนาเท่าใด
2) การหาความหนานั้นจะทำได้โดยการไล่ขึ้นและลงจากจุดนั้นๆเพื่อนับจำนวนของจุดสีขาวที่ติดกันในแนวตั้งว่ามีความหนาเป็นเท่าใด
3) นำค่าความหนาของจุดนั้นมาเปรียบเทียบกับค่าความหนาสูงสุดของเส้นบรรทัดห้าเส้นที่ได้หาไว้แล้ว โดยจะพิจารณาว่า

$$I(x,y) = \begin{cases} 0, & \text{ความหนาน้อยกว่าความหนาของเส้นบรรทัดห้าเส้น} \\ 1, & \text{ความหนามากกว่าความหนาของเส้นบรรทัดห้าเส้น} \end{cases}$$

โดยค่า 1 คือไม่ทำการลบจุดๆนั้น (สีขาว) และค่า 0 คือเปลี่ยนจุดนั้นให้เป็นจุดดำ

4) ทำข้อ 3 ไปทุกจุดของทุกแถวที่เป็นตำแหน่งของบรรทัดห้าเส้น

3.5.5 ตัดภาพตามขอบแล้วทำการเก็บภาพไว้ใน List

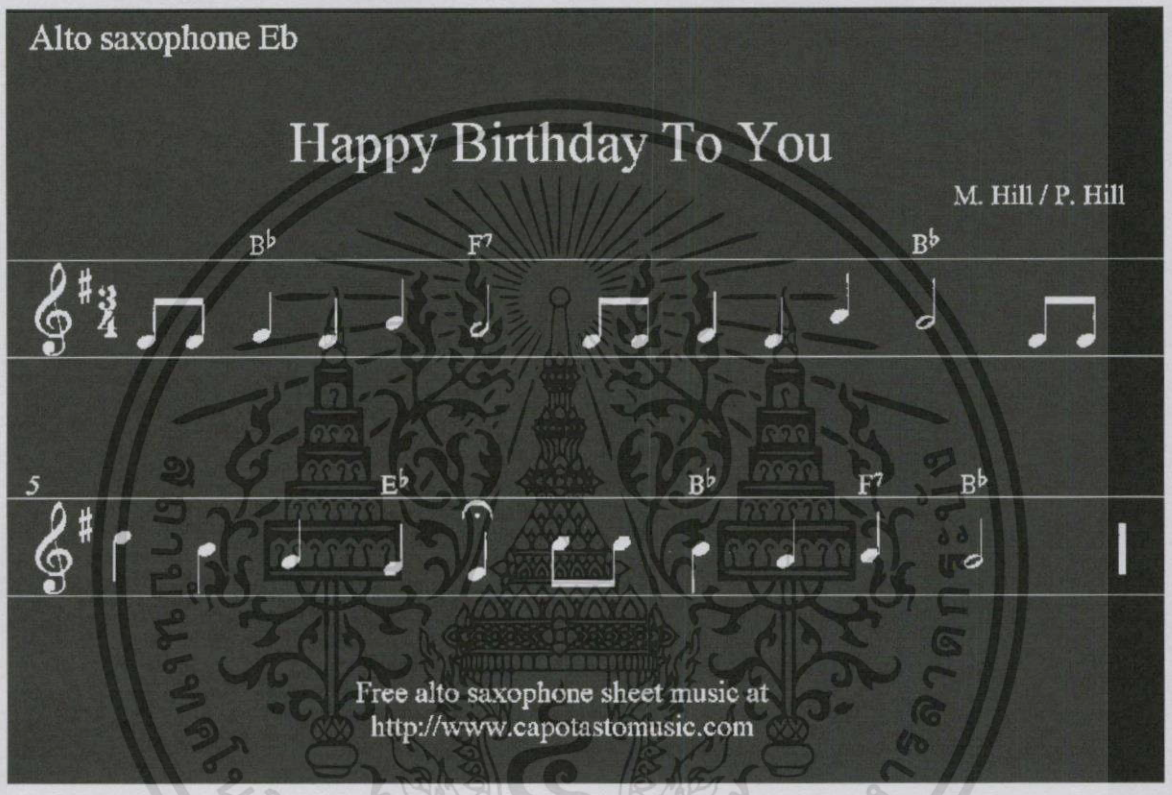
เมื่อลบบรรทัดห้าเส้น ออกแล้ว จะทำการแบ่งภาพออกเป็นภาพย่อยๆ โดยการหาขอบของบรรทัดห้าเส้น ทั้งด้านบนและด้านล่าง โดยหาบริเวณที่ใกล้ที่สุดที่ไม่มีจุดสีขาวอยู่บนแถวเลย โดยจะทำการตัดภาพตามแถวขอบของบรรทัดห้าเส้นที่ได้หาไว้ ซึ่งเมื่อทำการแบ่งภาพเรียบร้อยแล้วนำภาพที่เก็บไว้ใน list มาคำนวณทีละภาพ

ขั้นตอนการหาบริเวณขอบของบรรทัดห้าเส้น

1) ทำการตั้งชื่อให้ตำแหน่งของบรรทัดห้าเส้นเป็นกลุ่มๆ โดยที่แต่ละกลุ่มจะมีชื่อเรียงจาก 1 ถึง 5 โดยถ้าค่าของตำแหน่งห่างกันเพียง 1 จะใช้ชื่อเดิม
2) ที่ตำแหน่งที่ 1 จะทำการไล่แถวขึ้นไปด้านบนของภาพเพื่อหาตำแหน่งแถวที่ใกล้ที่สุดที่ไม่มีจุดสีขาวอยู่ในแถวนั้นเลย
3) ที่ตำแหน่งที่ 5 จะกระทำเช่นเดียวกับตำแหน่งที่ 1 เพียงแต่จะเป็นการไล่ลงเท่านั้น
4) ที่ตำแหน่งในข้อที่ 2 จะทำการลบค่าตำแหน่งอีก 1 แถว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ที่ตำแหน่งในข้อที่ 3 จะทำการเพิ่มค่าตำแหน่งอีก 1 แถว
6) ตำแหน่งที่ได้ในข้อที่ 4 และ 5 คือตำแหน่งของขอบบรรทัดห้าเส้น
7) เก็บตำแหน่งของขอบต่างๆไว้ใช้ในการคำนวณต่อไป



รูปที่ 3.4 บริเวณขอบของบรรทัดห้าเส้น

3.5.6 ตรวจจับสัญลักษณ์ทางดนตรีต่างๆ

ในขั้นตอนนี้ จะทำการตรวจจับสัญลักษณ์ต่างๆทางดนตรี ซึ่งจะทำโดยใช้เทคนิค Boundingbox Analysis ซึ่งจะทำการแยกวัตถุต่างๆออกจากกัน และทำการสร้างกล่องสี่เหลี่ยมรอบวัตถุนั้นๆ ซึ่งจะทำได้โดยใช้คำสั่ง cvFindContours() ซึ่งเป็นคำสั่งที่อยู่ในไลบรารี Emgu CV ซึ่งคำสั่งดังกล่าวนั้นจะเป็นการหาตำแหน่งของวัตถุ ซึ่งจะทำให้สามารถทราบค่าความกว้างและความสูงของแต่ละวัตถุที่อยู่ในภาพได้ หลังจากนั้นจะนำค่าความกว้างและความสูงของวัตถุมาวิเคราะห์เพื่อแยกชนิดของสัญลักษณ์ดนตรี หลังจากนั้นจะนำวัตถุแต่ละอันไปทำการทำ Template Matching ทำการจดจำรูปแบบของสัญลักษณ์นั้นๆ โดยได้มี Template ที่ได้เตรียมไว้ดังตารางที่ 3.1

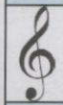
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนในการทำ Template Matching

1) นำวัตถุที่ต้องการเทียบมาทำการตรวจสอบความกว้างและความสูงเทียบกับระยะห่างระหว่างเส้นบรรทัดห้าเส้น
2) ถ้าความกว้างและความสูงของวัตถุนั้นไม่ตรงกับลักษณะของวัตถุที่ต้องการจะทำการยกเลิกทันที
3) ทำการเปลี่ยนขนาดของ Template และขนาดของวัตถุให้เท่ากัน โดยจะให้ภาพที่มีขนาดเล็กกว่าเปลี่ยนให้เท่ากับภาพที่มีขนาดใหญ่กว่าเสมอ
4) หาค่าสหสัมพันธ์จากสมการที่ 2.1
5) ทำการ normalize ค่าที่ได้ให้อยู่ในช่วง 0 ถึง 1
6) ตรวจดูว่าค่าที่ได้นั้นมีค่าเท่าใด ถ้าค่าที่ได้มีขนาดมากกว่าค่าที่ตั้งไว้ จะถือว่าภาพต้นแบบกับภาพ template นั้นคือภาพของวัตถุเดียวกัน
7) ค่าที่ตั้งเป็นเกณฑ์นั้น จะได้มาจากการทดลองเพื่อหาค่าที่ดีที่สุด (ในงานวิจัยนี้ใช้ 0.6)

เมื่อตรวจจับสัญลักษณ์ต่างๆได้แล้วจะทำการเก็บชื่อและตำแหน่งของสัญลักษณ์นั้นๆไว้ จากนั้นจะทำการลบสัญลักษณ์นั้นๆออกจากภาพ เพื่อให้เหลือเฉพาะตัวโน้ตเท่านั้น

ตารางที่ 3.1 Template ต่างๆที่มีในระบบ

G-Clef	Size	F-Clef	Size
	55 x 150		201 x 250
Whole Rest	Size	Sixteenth Rest	Size
	321 x 148		400 x 400
Eighth Rest	Size	Quarter Rest	Size
	204 x 204		275 x 380
Sharp	Size	Flat	Size

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	88 x 174		590 x 763
Natural	Size	Time Signature	Size
	116 x 174		180 x 240
Time Signature	Size	Time Signature	Size
	256 x 342		169 x 177

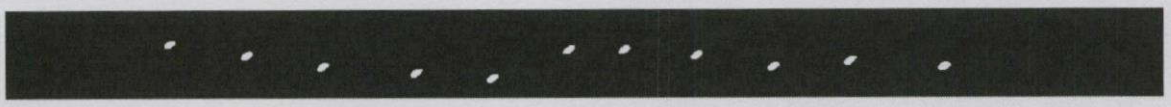
3.5.7 การหาตำแหน่งของหัวโน้ต

ในขั้นตอนนี้ ภาพที่ใช้จะเหลือแต่เพียงตัวโน้ตเท่านั้น ซึ่งในการหาตำแหน่งของตัวโน้ตนั้น จะทำได้โดยการ Erosion ซึ่งก่อนที่จะทำการ Erosion ได้นั้น จะต้องทำการเติมสีให้แก่หัวโน้ตตัวกลมและตัวขาวก่อน เพื่อให้สามารถทำการ Erosion ได้ ซึ่งจะใช้ Structuring element เป็นรูปวงรีที่มีขนาดกว้างและยาวเท่ากับ 0.5 * ระยะห่างระหว่างเส้นบรรทัดห้าเส้น ซึ่งผลของการ erosion จะทำให้เหลือเฉพาะหัวโน้ตเท่านั้น จากนั้นทำการเก็บตำแหน่งของหัวโน้ตเพื่อนำไปคำนวณระดับเสียงต่อไป

ขั้นตอนในการหาตำแหน่งของหัวโน้ต

1) ใช้คำสั่ง cvFindContours() เพื่อหาตำแหน่งของตัวโน้ต
2) ใช้คำสั่ง Draw() เพื่อเติมสีให้กับโน้ตตัวกลมและตัวขาว
3) สร้าง Structuring Element ขนาดครึ่งหนึ่งของระยะห่างระหว่างเส้นบรรทัดห้าเส้น โดยใช้รูปทรงวงรี
4) ทำการ Erosion ภาพ
5) ผลลัพธ์ที่ได้จะเหลือเพียงบริเวณด้านในของหัวโน้ตเท่านั้น
6) ทำการบันทึกตำแหน่งของหัวโน้ตแต่ละตัวเอาไว้ใช้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



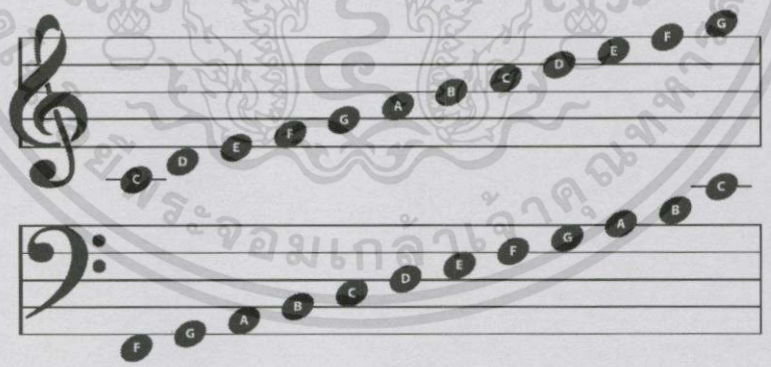
รูปที่ 3.5 ตำแหน่งของหัวโน้ตหลังการทำ Erosion

3.5.8 การหาระดับเสียงของโน้ต

การหาระดับเสียงนั้นจะนำค่าของตำแหน่งของหัวโน้ตที่ได้ มาทำการเทียบกับตำแหน่งของบรรทัดห้าเส้น เพื่อดูว่าระดับเสียงของตัวโน้ตนั้นๆ นั้นอยู่ในระดับเสียงใด โดยที่จะต้องทำการเช็คแม่กุญแจของบรรทัดห้าเส้นนั้นๆก่อนเสมอ

ขั้นตอนการหาระดับเสียงของโน้ต

1) เช็คว่าค่า Clef นั้นคือ Clef ใด
2) นำตำแหน่งของหัวโน้ตในแนวแกน y แต่ละตัวมาเปรียบเทียบกับตำแหน่งของบรรทัดห้าเส้นว่าอยู่ในตำแหน่งใดในบรรทัดห้าเส้น
3) กำหนดค่าระดับเสียงให้กับโน้ตโดยดูค่าจากแผนผังแสดงระดับเสียงตามตำแหน่งดังภาพ



รูปที่ 3.6 ระดับเสียงของโน้ตต่างๆ เทียบตามตำแหน่งและ Clef

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.9 การหาความยาวของตัวโน้ต

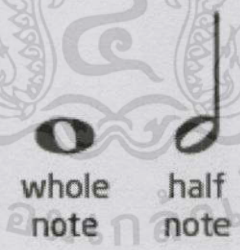
ตัวกลมและตัวขาว

โน้ตตัวกลมและตัวขาวนั้น ส่วนหัวของโน้ตจะเป็นช่องว่าง ดังนั้นการตรวจว่าโน้ตตัวใดเป็นโน้ตตัวกลมหรือตัวขาวนั้นจะทำได้โดยเช็คตำแหน่งของหัวโน้ตว่าตำแหน่งใดที่มีช่องว่าง จากนั้นนำลักษณะของโน้ตนั้นๆมาดูที่ส่วนสูง ถ้าส่วนสูงมากกว่า 3 * ระยะห่างระหว่างบรรทัดห้าเส้นจะเป็นโน้ตตัวขาว ถ้าน้อยกว่าจะเป็นโน้ตตัวกลม

ขั้นตอนในการหาโน้ตตัวกลมและตัวขาว

1) นำตำแหน่งของหัวโน้ตไปเทียบกับตำแหน่งของภาพก่อนการทำ Erosion
2) ถ้าพบว่า ณ ตำแหน่งนั้น เป็นสีดำ แสดงว่าบริเวณหัวโน้ตมีช่องว่าง ซึ่งจะทำให้ทราบว่าเป็นโน้ตตัวกลมหรือตัวขาว
3) นำตำแหน่งของโน้ตตัวนั้นมาวิเคราะห์ส่วนสูง โดยจะพิจารณาว่า

$$\text{โน้ต} = \begin{cases} \text{ตัวกลม}, & \text{ความสูงน้อยกว่า } 3 \text{ เท่าของระยะห่างระหว่างเส้นบรรทัดห้าเส้น} \\ \text{ตัวขาว}, & \text{ความสูงมากกว่า } 3 \text{ เท่าของระยะห่างระหว่างเส้นบรรทัดห้าเส้น} \end{cases}$$



รูปที่ 3.7 โน้ตตัวกลมและโน้ตตัวขาว

ตัวดำและเขบ็ต

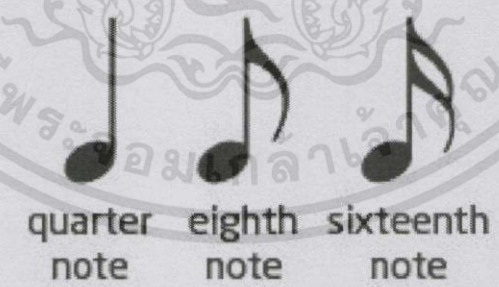
ก่อนที่จะตรวจหาชนิดของโน้ตได้นั้น จะต้องรู้ว่าหางของโน้ตนั้นชี้ขึ้นหรือลง โดยจะทำการหาจากการตรวจบริเวณรอบๆของหัวโน้ต เมื่อรู้ว่าหางโน้ตชี้ขึ้นหรือลงแล้ว จะทำการตรวจสอบที่บริเวณตรงข้ามกับหัวโน้ต โดยการ Open ภาพด้วย Structuring element รูปเส้นตรงแนวนอน เพื่อลบเส้นหางโน้ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทิ้ง จากนั้นตรวจดูว่า บริเวณนั้นมีจุดสีขาวใดๆบ้างไหม โดยถ้าไม่มีจะสามารถสรุปได้ว่าโน้ตนั้นๆเป็นโน้ตตัวดำ ส่วนถ้าบริเวณนั้นๆมีสีขาวหลงเหลือจะถือว่าเป็นตัวเขบ็ต โดยจะดูว่าเป็นเขบ็ตกี่ชั้นได้จากช่วงของสีขาวที่หลงเหลือ โดยที่ถ้ามี 1 ช่วงจะเป็นเขบ็ต 1 ชั้น 2 ช่วงจะเป็นเขบ็ต 2 ชั้น

ขั้นตอนในการหาโน้ตตัวดำและเขบ็ต

1) ที่ตำแหน่งบริเวณของหัวโน้ตในภาพก่อนการทำ Erosion จะทำการไล่หาเส้นตรงที่มีความสูงมากกว่า 2 เท่าของระยะห่างระหว่างบรรทัดห้าเส้น ซึ่งก็คือหางโน้ตนั่นเอง
2) เมื่อพบตำแหน่งของหางโน้ตแล้วนั้น จะทำการตรวจดูว่าหางของโน้ตนั้น ชี้ขึ้นหรือลง โดยพิจารณาได้จากตำแหน่งของหางโน้ต โดยถ้าหางโน้ตอยู่ใกล้กับตำแหน่งซ้ายมือของหัวโน้ตจะแสดงว่าหางโน้ตนั้นชี้ลง ถ้าหางใกล้กับขวามือของหัวโน้ตแสดงว่าหางโน้ตชี้ขึ้น
3) ทำการ Opening ภาพด้วย Structuring Element เป็นเส้นตรงแนวนอนขนาดเล็ก โดยผลลัพธ์ของการ Opening นั้นจะเป็นการลบเส้นตรงแนวตั้งออกไปจากภาพ
4) ที่บริเวณปลายของหางโน้ตหลังจาก Opening แล้ว จะทำการตรวจสอบไปตามบริเวณคอลัมน์ที่เป็นหัวโน้ตไป โดยดูว่ามีจุดสีขาวเหลือหรือไม่
5) ถ้าไม่มีจุดสีขาวหลงเหลืออยู่เลย จะกล่าวได้ว่าโน้ตตัวนั้นเป็นโน้ตตัวดำ
6) ในกรณีที่พบจุดสีขาวจะทำการวัดจำนวนการเปลี่ยนแปลงสีว่ามีทั้งหมดกี่ครั้งตามแกน y โดยถ้ามี 1 ครั้ง โน้ตจะเป็นเขบ็ต 1 ชั้น มี 2 ครั้ง โน้ตจะเป็นเขบ็ต 2 ชั้น เป็นต้น



รูปที่ 3.8 โน้ตตัวดำ เขบ็ตหนึ่งชั้นและเขบ็ตสองชั้น

หลังจากที่หาความยาวเสียงของตัวโน้ตได้แล้วนั้น จะทำการตรวจสอบที่บริเวณหลังของหัวโน้ต ว่ามีตัวประจุดอยู่หรือไม่ ถ้ามี จะทำการเพิ่มความยาวเสียงของโน้ตอีกครึ่งหนึ่งของความยาวเสียงเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.10 นำข้อมูลที่ได้ไปสร้างเป็นไฟล์ MIDI

เมื่อได้ข้อมูลครบแล้วจะนำข้อมูลทั้งหมดมารวมกันอยู่ในรูปของ List ข้อมูลเพื่อนำไปสร้างไฟล์ MIDI ต่อไป

ขั้นตอนในการรวม List ของแต่ละชนิดให้อยู่ใน List เดียว

1) นำตำแหน่งของโน้ต ตัวหยุด และ Accidental มาเปรียบเทียบกันตามแกน x
2) ถ้าบริเวณหน้าของหัวโน้ตมี Accidental อยู่ จะทำการแปลงเสียงให้ตรงกับ Accidental นั้น
3) นำ List ไปใช้ในการสร้างไฟล์ MIDI ต่อไป

3.6 การสร้างไฟล์ MIDI

ในการสร้างไฟล์ MIDI นั้น จะมีการนำไลบรารี Sanford C# MIDI Toolkit มาใช้ในการสร้างโดยที่จะมีการใช้คลาส Sequence ซึ่งเป็นคลาสที่ใช้ในการรวม Track เข้ามา ซึ่งในแต่ละ Track นั้นจะประกอบไปด้วย Channel Message ต่างๆซึ่งสร้างโดยการใช้คลาส ChannelMessageBuilder โดยขั้นตอนในการสร้างไฟล์ MIDI นั้นจะทำได้ดังนี้

1) สร้างอ็อบเจกต์ ChannelMessageBuilder, Track และ Sequence
2) ทำการ add Track เข้าไปใน Sequence
3) สร้าง Channel Message ตาม List ของโน้ตแต่ละตัว จากนั้นทำการ add เข้าไปใน Track
4) ทำขั้นตอนที่ 3 ซ้ำไปจนหมด
5) ทำการบันทึกไฟล์ Sequence ให้อยู่ในรูป .mid
6) จะได้ไฟล์ MIDI ที่ต้องการ

โดยในการสร้าง Channel Message จะมีรูปแบบดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมที่ 3.1 การสร้าง Channel Message

```
ChannelMessageBuilder channelBuilder = new ChannelMessageBuilder();
channelBuilder.Command = ChannelCommand.NoteOn;
channelBuilder.Data1 = 60; // note C
channelBuilder.Data2 = 127; // velocity 127
channelBuilder.Build();
track1.Insert(0, channelBuilder.Result);
```

อธิบายโปรแกรมที่ 3.1

- บรรทัดที่ 1 เป็นการสร้างอ็อบเจกต์ของคลาส ChannelMessageBuilder
- บรรทัดที่ 2 เป็นการกำหนดโหมดของ Channel Message โดยถ้าเป็นโน้ตจะใช้ Note on ส่วนถ้าเป็นตัวหยุดจะใช้ Note off
- บรรทัดที่ 3 จะเป็นระดับเสียงของโน้ตต่างๆ ซึ่งจะทราบได้จากการดู MIDI Table
- บรรทัดที่ 4 จะเป็นค่าความดังของเสียง โดยที่ 127 คือดังที่สุด ส่วน 0 คือไม่มีเสียงเลย
- บรรทัดที่ 5 จะเป็นการสร้าง Channel Message จากข้อมูลข้างต้น
- บรรทัดที่ 6 จะเป็นการ add Channel Message เข้าไปยัง Track โดยพารามิเตอร์ตัวแรกคือตำแหน่งที่จะใส่เข้าไป

ค่าความยาวของโน้ตและตัวหยุดแต่ละชนิด

ค่าความยาวของเสียงนั้นจะนับจากการ Tick ของตัว Timer โดยที่ค่าความยาวเสียงของโน้ตและตัวหยุดแต่ละประเภทมีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.2 ค่าความยาวของโน้ตและตัวหยุดชนิดต่างๆ

โน้ตและตัวหยุด	จำนวนครั้งในการ Tick
Whole	96
Half	48
Quarter	24
Eighth	12
Sixteenth	6

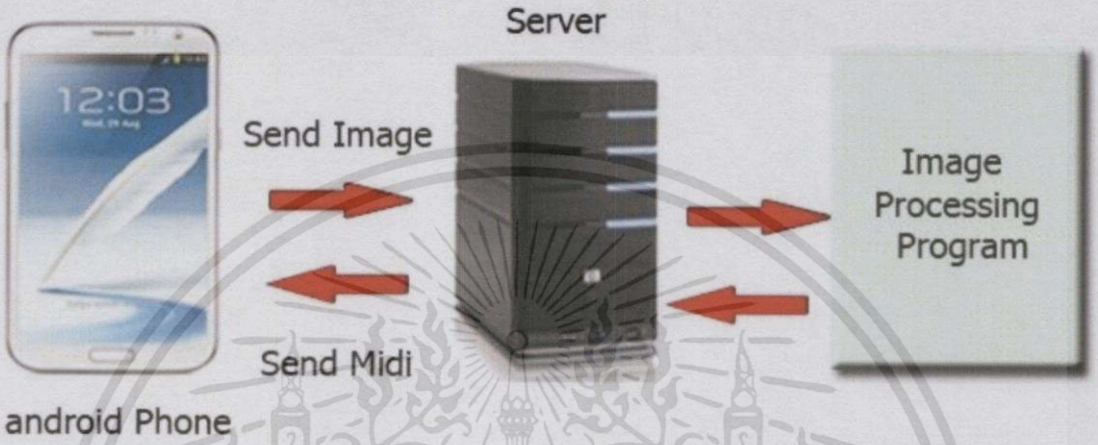
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Interval #	A	A#	B	C	C#	D	D#	E	F	F#	G	G#
1					1	2	3	4	5	6	7	8
2	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
3	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
4	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
5	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
6	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
7	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
8	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92
9	93	94	59	96	97	98	99	100	101	102	103	104
10	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116
11	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	

รูปที่ 3.9 MIDI Table

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 องค์ประกอบโดยรวมของระบบ



รูปที่ 3.10 ภาพรวมของการทำงานของระบบ

3.8 ส่วนติดต่อประสานงานกับผู้ใช้

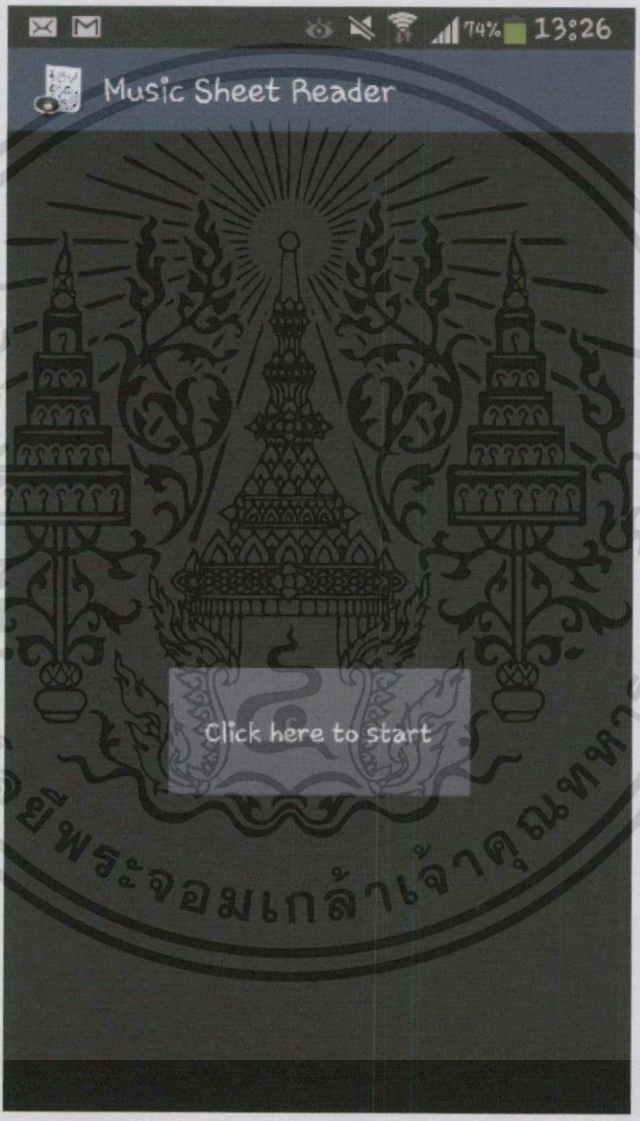
ในส่วนของส่วนติดต่อประสานงานกับผู้ใช้หรือ User Interface นั้นจะแบ่งออกเป็นการทำงานต่างๆ ซึ่งสามารถแยกออกเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

- หน้าจอเมื่อเริ่มโปรแกรม
- หน้าจอการเลือกรูปภาพโน้ตดนตรี
- หน้าจอเมื่อเลือกรูปโน้ตดนตรีได้แล้วพร้อมทำการประมวลผล
- หน้าจอเมื่อระบบทำการประมวลผล
- หน้าจอเมื่อระบบทำการประมวลผลสำเร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.1 หน้าจอเมื่อเริ่มโปรแกรม

เมื่อผู้ใช้กดเริ่มใช้งานโปรแกรมแล้ว จะปรากฏหน้าจอดังภาพ โดยกดที่ปุ่ม “Click here to Start” เพื่อเลือกรูปภาพที่ต้องการต่อไป

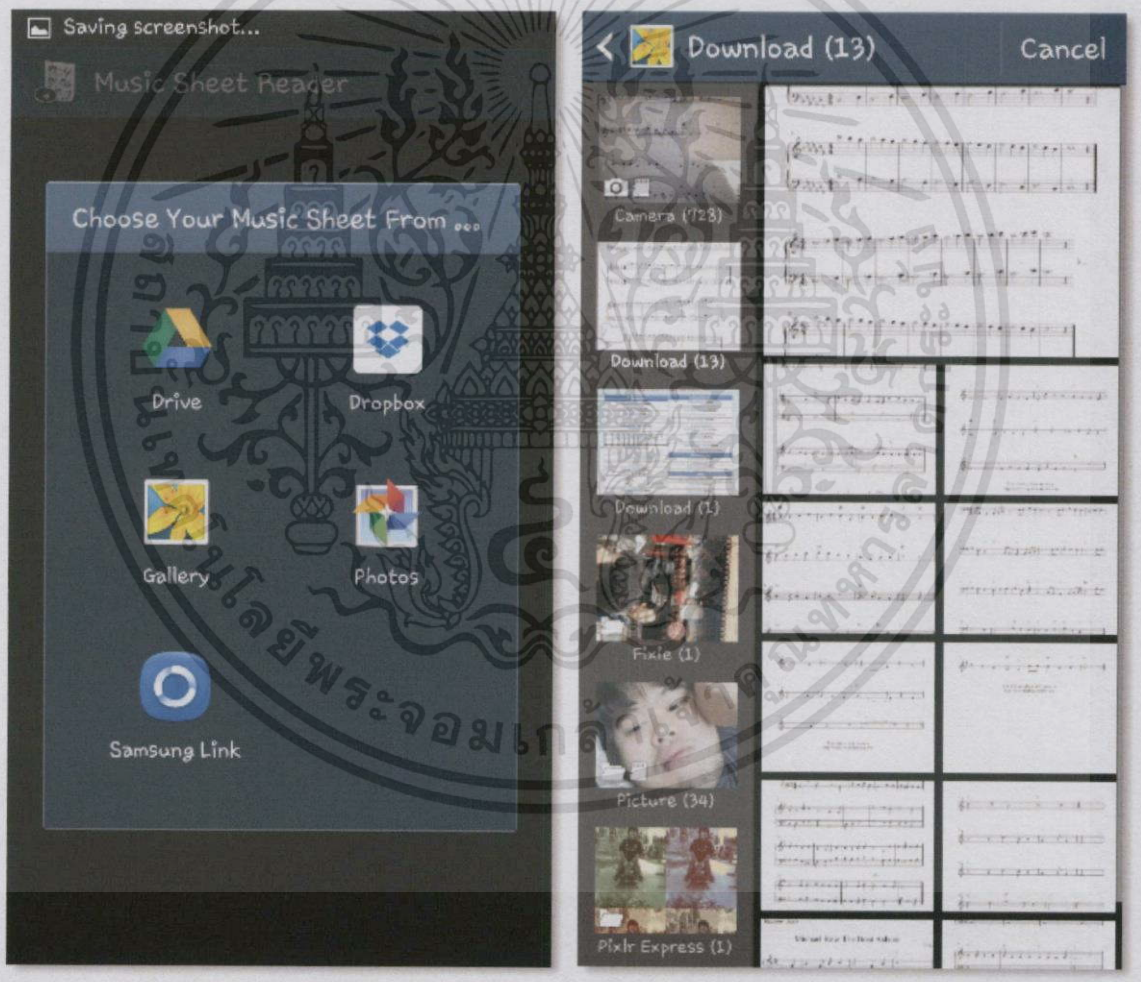


รูปที่ 3.11 หน้าจอเมื่อเริ่มใช้งานโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.2 หน้าจอการเลือกภาพโน้ตดนตรี

หลังจากที่กดปุ่มเลือกรูปภาพเข้ามาแล้ว จะปรากฏหน้าต่างให้เลือกรูปภาพ โดยจะมีหน้าต่างให้เลือกแหล่งของรูปภาพก่อนว่าต้องการนำเข้าภาพจากแหล่งใด ซึ่งทำได้โดยการใช้คลาส ContentChooser ของโปรแกรม Basic4Android ซึ่งจะใช้ในการเลือก Content ต่างๆที่อยู่ในหน่วยความจำของสมาร์ทโฟน



รูปที่ 3.12 หน้าจอในการเลือกรูปภาพที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.3 หน้าจอเมื่อเลือกรูปภาพได้แล้วพร้อมทำการประมวลผล

เมื่อกดเลือกรูปภาพที่ต้องการแล้ว โปรแกรมจะนำไปยังหน้าจอที่แสดงรูปภาพที่เลือก โดยจะมีปุ่มให้เลือกนั่นก็คือ Process และ Cancel โดยเลือกกดปุ่ม Process เพื่อทำการประมวลผล หรือเลือกกดปุ่ม Cancel เพื่อกลับไปยังหน้าจอเริ่มต้น

รูปที่ 3.13 หน้าจอเมื่อพร้อมทำการประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.4 หน้าจอเมื่อระบบทำการประมวลผล

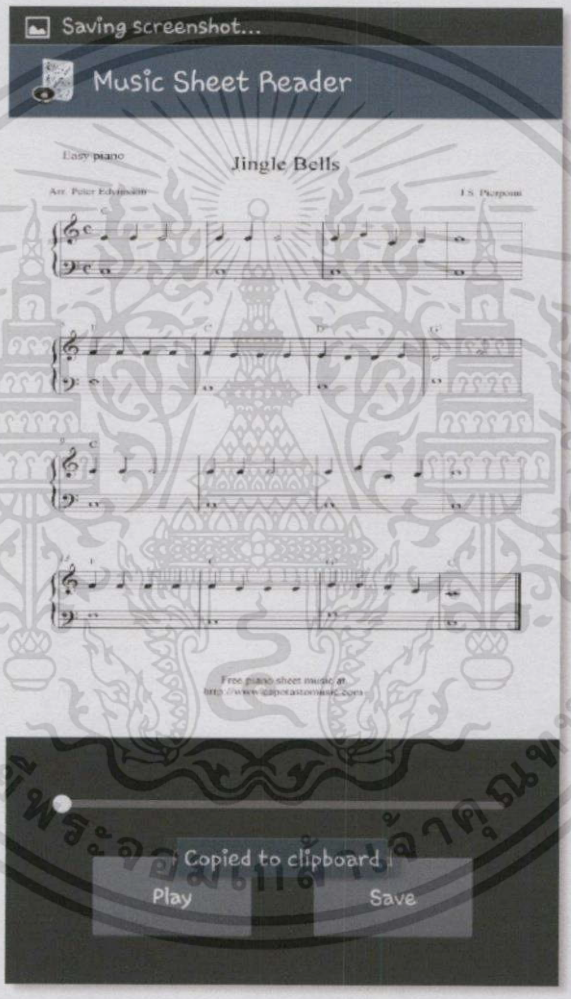
เมื่อกดปุ่ม Process จะเป็นการส่งภาพไปประมวลผลยังระบบ OMR บน Server ซึ่งตัวโปรแกรมจะมีหน้าต่างที่แสดงข้อความ Processing... เพื่อรอให้ระบบประมวลผล ซึ่งในการส่งไฟล์ภาพไปยังเซิร์ฟเวอร์นั้น จะทำได้โดยการใช้งานคลาส HttpUtils2 ของโปรแกรม Basic4Android โดยจะมีการเรียกใช้งานคลาส HttpJop และ HttpUtils2Service เพื่อที่จะทำการติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์ ตั้งการ Request Message กำหนด timeout เป็นต้น

รูปที่ 3.14 หน้าจอในขณะที่ระบบกำลังประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.5 หน้าจอเมื่อระบบทำการประมวลผลสำเร็จแล้ว

เมื่อระบบทำการประมวลผลเสร็จแล้วนั้น จะปรากฏหน้าจอดังภาพ โดยจะมีปุ่มกดให้เลือก 2 ปุ่ม ซึ่งก็คือปุ่ม Play เพื่อทำการเล่นเสียงไฟล์ MIDI ที่ได้จากการประมวลผล หรือกดที่ปุ่ม Save เพื่อทำการบันทึกไฟล์ MIDI ลงบนหน่วยความจำของเครื่องเพื่อเก็บไว้ใช้งานต่อไป



รูปที่ 3.15 หน้าจอเมื่อระบบประมวลผลเสร็จแล้ว

ซึ่งในการที่จะสามารถเล่นไฟล์ MIDI จากสมาร์ทโฟนแอนดรอยด์ได้นั้น จะทำได้โดยการเรียกใช้งานคลาส MediaPlayer ซึ่งเป็นคลาสที่ใช้สร้างโปรแกรมที่สามารถเล่นไฟล์เสียงรูปแบบต่างๆได้ เช่น MIDI และ MP3 เป็นต้น โดยเมื่อระบบ OMR ทำการส่งไฟล์ MIDI ที่มาจากการประมวลผลได้แล้วนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมบนสมาร์ทโฟนจะทำการโหลดไฟล์ MIDI เข้ามายังหน่วยความจำ จากนั้นจะทำการสร้างอ็อบเจกต์ของคลาส MediaPlayer ขึ้นมาแล้วทำการส่งตำแหน่งของไฟล์ MIDI ที่ต้องการไปยังอ็อบเจกต์ MediaPlayer เพื่อที่จะสามารถสั่งเล่นเสียงหรือดำเนินการต่างๆเกี่ยวกับเสียงนั้นๆได้ เช่น การสั่งให้หยุดเล่นเสียง การสั่งให้เล่นแบบวนซ้ำ เป็นต้น ซึ่งในโปรแกรมที่ได้พัฒนานั้น จะมีการทำ Seekbar กับคลาส Timer มาประยุกต์ใช้ร่วมกับคลาส MediaPlayer เพื่อให้สามารถดูตำแหน่งของเพลงได้ และสามารถเลื่อนไปยังตำแหน่งที่ต้องการได้ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองการทำงานของระบบ OMR บน Desktop

ในการทดลองเริ่มต้นนั้น จะทำการพัฒนาระบบ OMR ที่เป็น Desktop Application ก่อน เพื่อเป็นทดลองอัลกอริธึมและขั้นตอนต่างๆ ก่อนที่จะนำระบบที่พัฒนาขึ้นไปทำงานยังเซิร์ฟเวอร์ต่อไป โดยการทดลองระบบ OMR นั้น จะแบ่งการทำงานได้ดังนี้

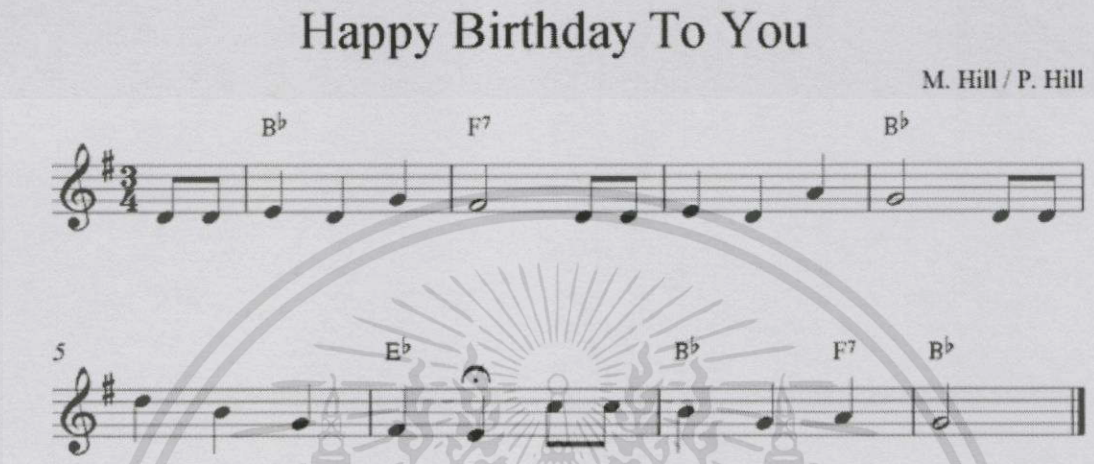
1) การทดลองรับภาพเข้ามายังระบบ
2) การทดลองแปลงภาพเป็นภาพขาว-ดำ
3) การทดลองลบเส้นบรรทัดห้าเส้น
4) การทดลองการหาขอบของบรรทัดห้าเส้น
5) การทดลองตัดภาพออกเป็นภาพย่อยๆ
6) การทดลองตรวจจับสัญลักษณ์ดนตรีต่างๆ

4.1.1 การทดลองลองรับภาพเข้ามายังระบบ

ในการที่จะเริ่มการทำงานของระบบ จะต้องมีการรับภาพเข้ามายังระบบก่อน โดยผลลัพธ์ของการรับภาพเข้ามาในระบบ จะได้ผลลัพธ์ดังภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Alto saxophone Eb

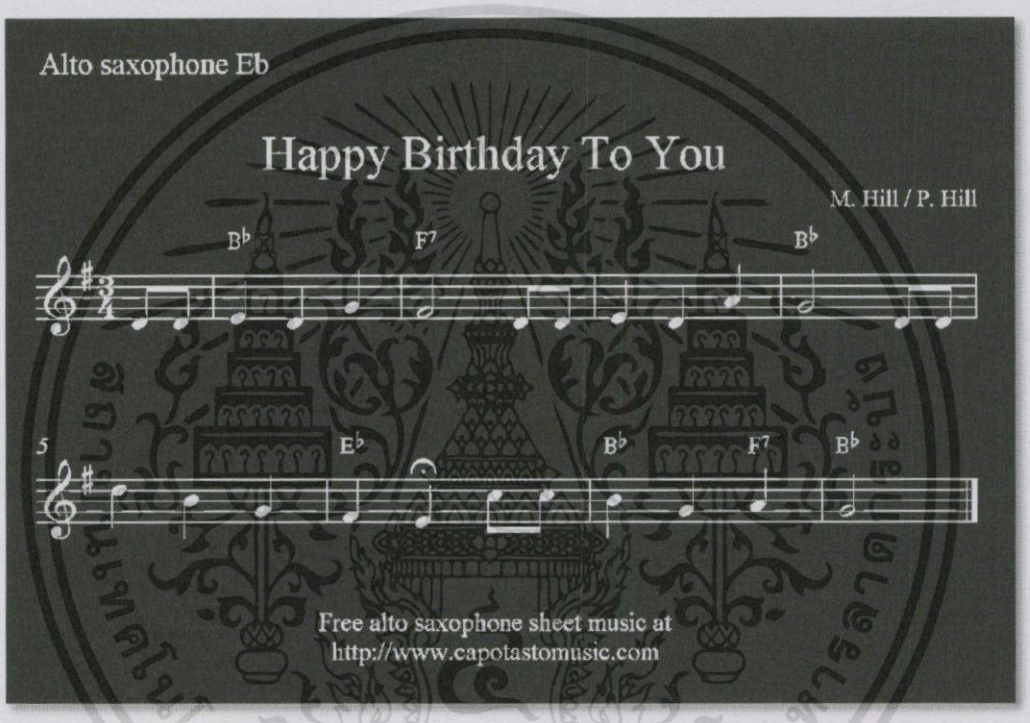


รูปที่ 4.1 การทดลองรับภาพเข้ามายังระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การทดลองแปลงภาพเป็นภาพขาว-ดำ

เมื่อได้รับภาพเข้ามาในระบบแล้ว ระบบจะทำการแปลงภาพจากภาพสีให้เป็นภาพขาวดำ โดยจะได้ผลลัพธ์ของการทดลองดังภาพ

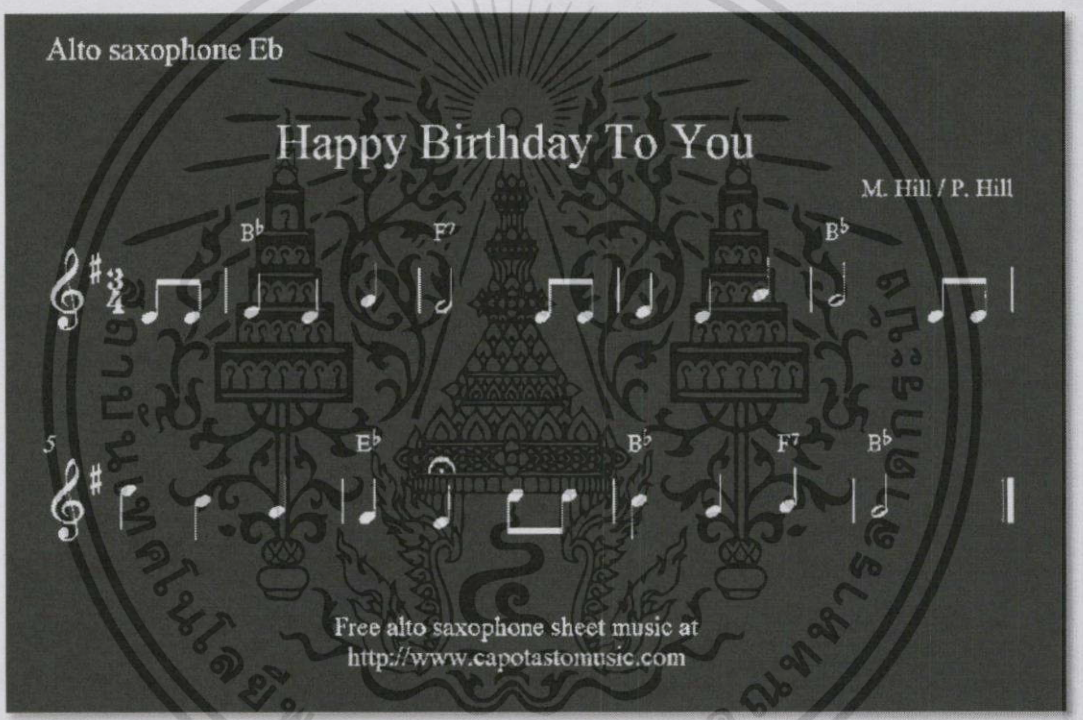


รูปที่ 4.2 การทดลองแปลงภาพสีเป็นภาพขาว-ดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 การทดลองลบเส้นบรรทัดห้าเส้น

การลบเส้นบรรทัด 5 นั้น เป็นขั้นตอนการทำงานที่สำคัญของระบบ OMR เนื่องจากจะช่วยให้สามารถทำการตรวจจับและรู้จำสัญลักษณ์ดนตรีต่างๆได้ง่ายและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยการทดลองลบเส้นบรรทัดห้าเส้น มีผลการทดลองดังนี้

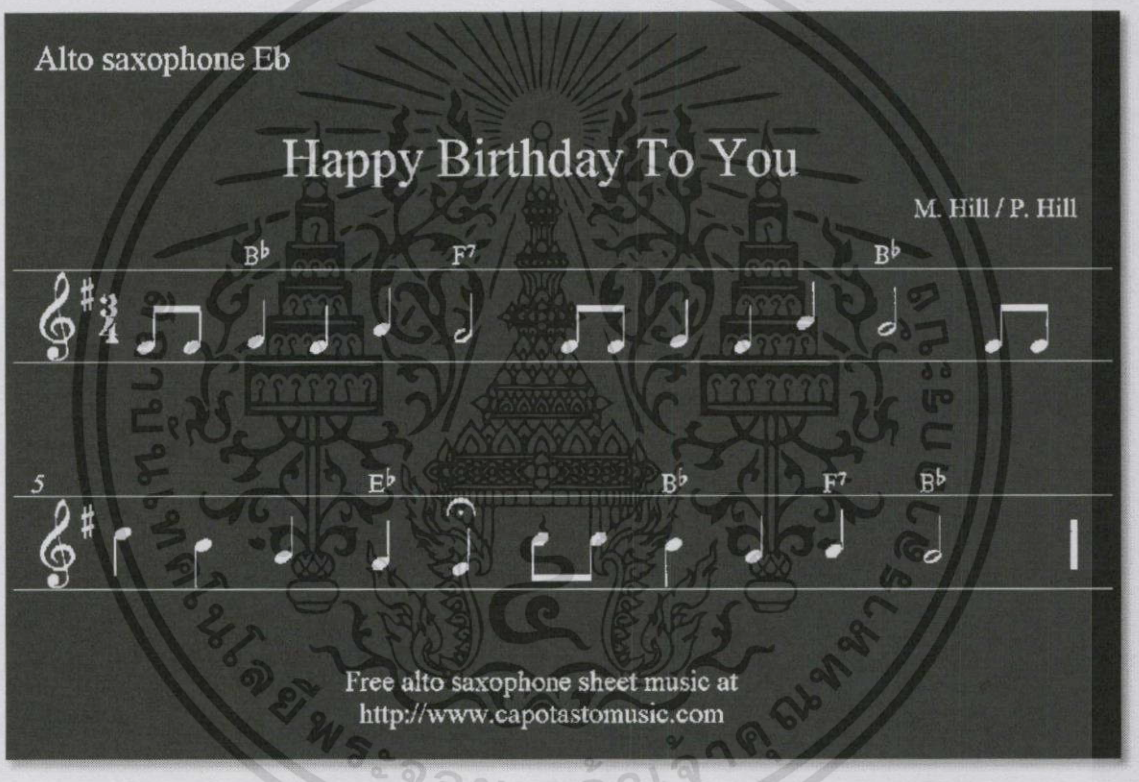


รูปที่ 4.3 การทดลองลบเส้นบรรทัดห้าเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 การทดลองการหาขอบของบรรทัดห้าเส้น

การหาขอบของบรรทัดห้าเส้นนั้น จะทำให้สามารถทำการแบ่งภาพออกเป็นภาพย่อยๆได้ ซึ่งช่วยเพิ่มความง่ายในการทำการวิเคราะห์สัญลักษณ์ดนตรีต่างๆ ซึ่งผลการทดลองของการหาขอบของบรรทัดห้าเส้นนั้นมีผลการทดลองดังภาพ

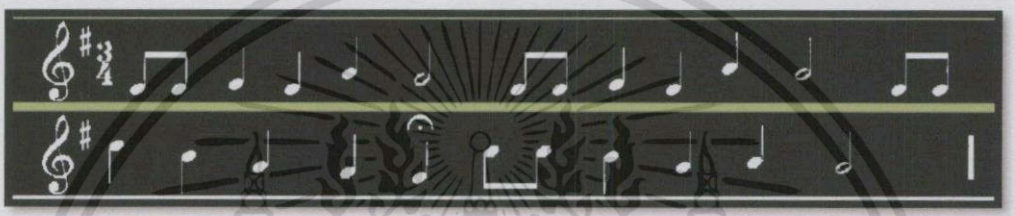


รูปที่ 4.4 การทดลองหาขอบของบรรทัดห้าเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 การทดลองตัดภาพออกเป็นภาพย่อยๆ

เมื่อทราบตำแหน่งของขอบบรรทัดห้าเส้นแล้วนั้น ระบบจะการตัดภาพออกเป็นภาพย่อย แล้วนำภาพย่อยๆเหล่านั้นเก็บไว้ในลิสต์ของภาพ เพื่อนำไปประมวลผลทีละภาพ ซึ่งผลการทดลองการตัดภาพออกเป็นภาพย่อยๆมีผลการทดลองดังนี้



รูปที่ 4.5 การทดลองการแบ่งภาพออกเป็นภาพย่อยๆ

4.1.6 การทดลองตรวจจับสัญลักษณ์ดนตรีต่างๆ

เมื่อได้ภาพย่อยๆมาแล้ว ระบบจะทำการนำแต่ละภาพไปทำการตรวจจับสัญลักษณ์ดนตรีต่างๆ ซึ่งเมื่อทำการตรวจจับสัญลักษณ์ดนตรีใดๆแล้ว ระบบจะทำการลบสัญลักษณ์ดนตรีนั้นๆ ออกจากภาพ ซึ่งจะได้ผลการทดลองดังนี้

รูปที่ 4.6 การทดลองตรวจจับสัญลักษณ์ดนตรีต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองการทำงานของระบบ OMR บนเซิร์ฟเวอร์

เมื่อผลการทดลองอัลกอริธึมต่างๆ และการทำงานของระบบ OMR บน Desktop ออกมาได้ผลลัพธ์ตามต้องการแล้วก็จะทำการนำระบบ OMR ที่ได้พัฒนาขึ้นไปทำงานเป็นเซอร์วิสบนเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งจะนำ Framework ของ ASP.NET Web API มาใช้ ซึ่งในการทดลอง ได้สร้างหน้าเว็บเพื่อที่จะทดลองการทำงานของระบบบนเซิร์ฟเวอร์ โดยใช้การจำลอง Localhost ให้ทำงานเป็นเซิร์ฟเวอร์ผ่านทาง Internet Information Services (IIS)

4.2.1 IIS Server

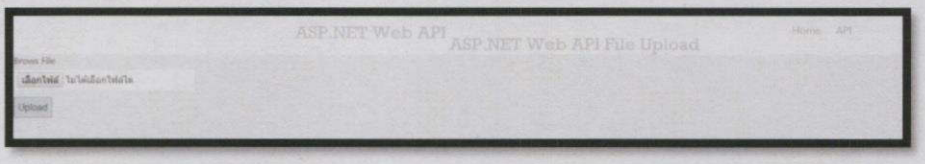
IIS Server นั้นเป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับจำลองเครื่องคอมพิวเตอร์ให้กลายเป็นเครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งมีไว้ให้บริการด้านเซิร์ฟเวอร์ในรูปแบบต่างๆ เช่น Web Server, FTP Server, SMTP Server เป็นต้น ซึ่งโปรแกรม IIS นั้นจะอยู่บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ ซึ่งพัฒนาโดยไมโครซอฟท์ โดยในงานวิจัยนี้ จะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนตัวของผู้วิจัยในการจำลองให้ทำงานเป็นเซิร์ฟเวอร์เพื่อนำระบบ OMR ที่ได้พัฒนาไว้แล้วขึ้นไปทำงานเป็นเว็บเซอร์วิส ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการจำลองเป็นเซิร์ฟเวอร์นั้น มีรายละเอียดสเป็คของเครื่องดังนี้

- CPU: Intel Core i7-2630QM
- RAM: DDRIII 12GB (4GB*3)
- HDD: 1TB 7200RPM

4.2.2 ทดลองเข้าหน้าเว็บของเซอร์วิส

เมื่อทำการเข้าไปยังหน้าเว็บที่ได้สร้างเอาไว้นั้น จะได้ผลลัพธ์ดังภาพ ซึ่งต้องทำการเลือกภาพเพื่อนำไปประมวลผลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



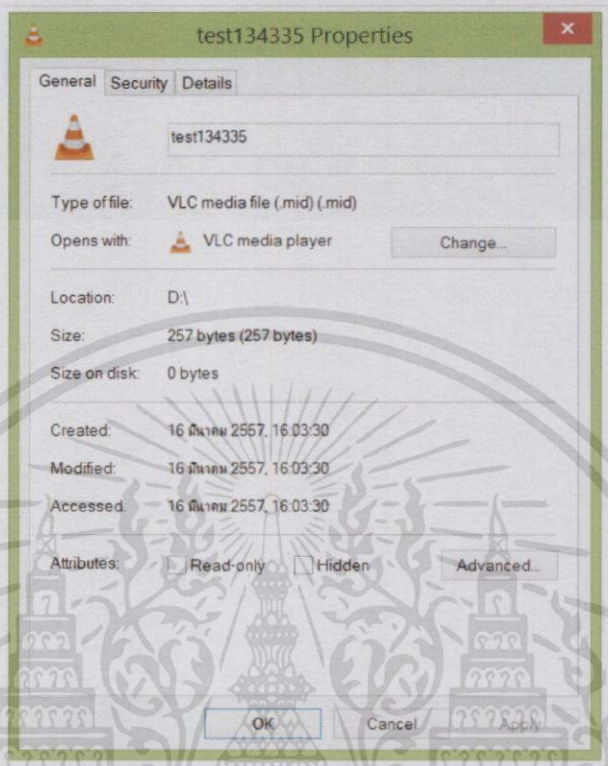
รูปที่ 4.7 หน้าเว็บที่ใช้ในการทดลองระบบบนเซิร์ฟเวอร์

4.2.3 ผลลัพธ์ของการทดลองการประมวลผลและสร้างไฟล์ MIDI

เมื่อได้ทำการอัพโหลดภาพโน้ตดนตรีไปยังระบบ OMR แล้ว เมื่อระบบทำการประมวลผลและสร้างไฟล์ MIDI เสร็จแล้ว ระบบจะทำการส่งไฟล์ MIDI กลับมา ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบ OMR สามารถทำงานบนเซิร์ฟเวอร์ได้อย่างไม่มีปัญหา จากนั้นจึงทำการพัฒนาแอพพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนแอนดรอยด์เพื่อติดต่อใช้งานระบบต่อไป

รูปที่ 4.8 ระบบ OMR ส่งไฟล์ MIDI กลับมายัง Client

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 รายละเอียดของไฟล์ MIDI ที่สร้างโดยระบบ OMR

4.3 การทดลองประสิทธิภาพของระบบ

เมื่อได้ทำการพัฒนาระบบสำเร็จแล้ว จะเป็นการทดลองเพื่อวัดประสิทธิภาพการทำงานของระบบ โดยจะทำการวัดประสิทธิภาพความแม่นยำ เวลาที่ใช้ ขนาดของไฟล์ MIDI โดยจะทำการทดลองทั้งหมด 3 เพลง ดังนี้

1) Joy To The World
2) We Wish You A Merry Christmas
3) Go, Tell It To The Mountain

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 Joy To The World

รูปที่ 4.10 ภาพโน้ตเพลง Joy To The World

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1.1 ประสิทธิภาพความแม่นยำในการตรวจจับสัญลักษณ์ทางดนตรี

ตารางที่ 4.1 ประสิทธิภาพของการตรวจจับสัญลักษณ์ดนตรีต่างๆของเพลง Joy To The World

สัญลักษณ์/ระดับเสียง	จำนวนครั้งที่ปรากฏ	จำนวนครั้งที่ตรวจจับได้	เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ
G-Clef	4	4	100
F-Clef	4	4	100
Quarter Rest	1	1	100
Whole Note	2	2	100
Half Note	47	47	100
Quarter Note	33	33	100
Eighth Note	11	11	100
Dot	12	12	100

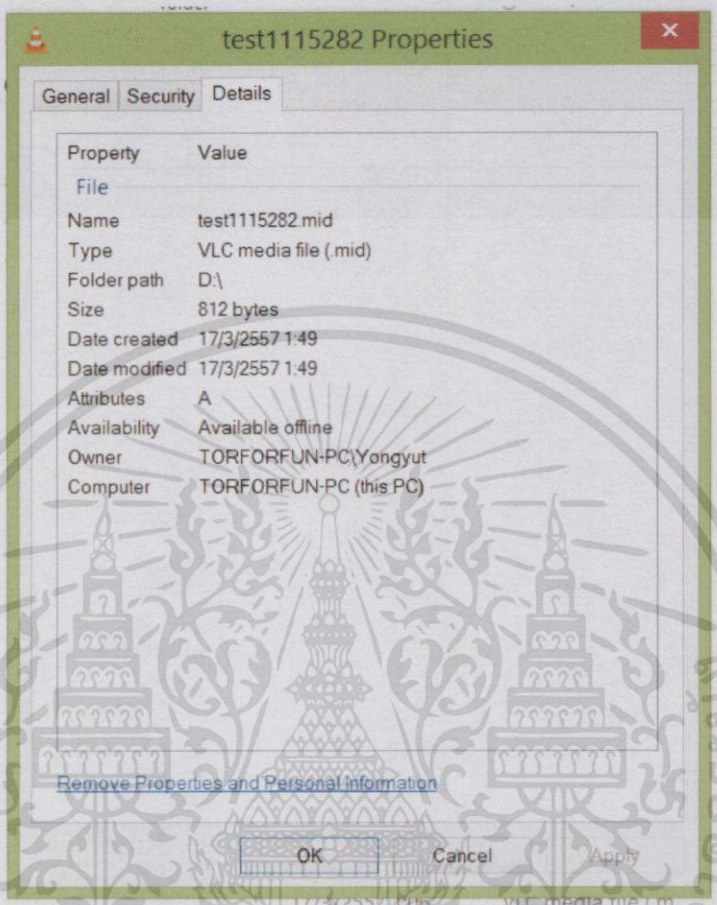
4.3.1.2 ระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน

1) การแปลงภาพเป็นภาพขาว-ดำ: 50 ms
2) การหาตำแหน่งบรรทัดห้าเส้น: 1934 ms
3) การลบเส้นบรรทัดห้าเส้น: 8 ms
4) การตรวจจับสัญลักษณ์ทางดนตรี: 3209 ms
5) การสร้างไฟล์ MIDI: 3 ms
6) ระยะเวลาที่ใช้ในระบบทั้งหมด: 5253 ms

4.3.1.3 ขนาดของไฟล์ MIDI ที่ได้

ในเพลง Joy To The World นั้น ระบบจะสามารถสร้างไฟล์ MIDI ขึ้นได้ โดยที่ไฟล์ MIDI ที่ได้นั้น จะมีขนาดเท่ากับ 812 bytes

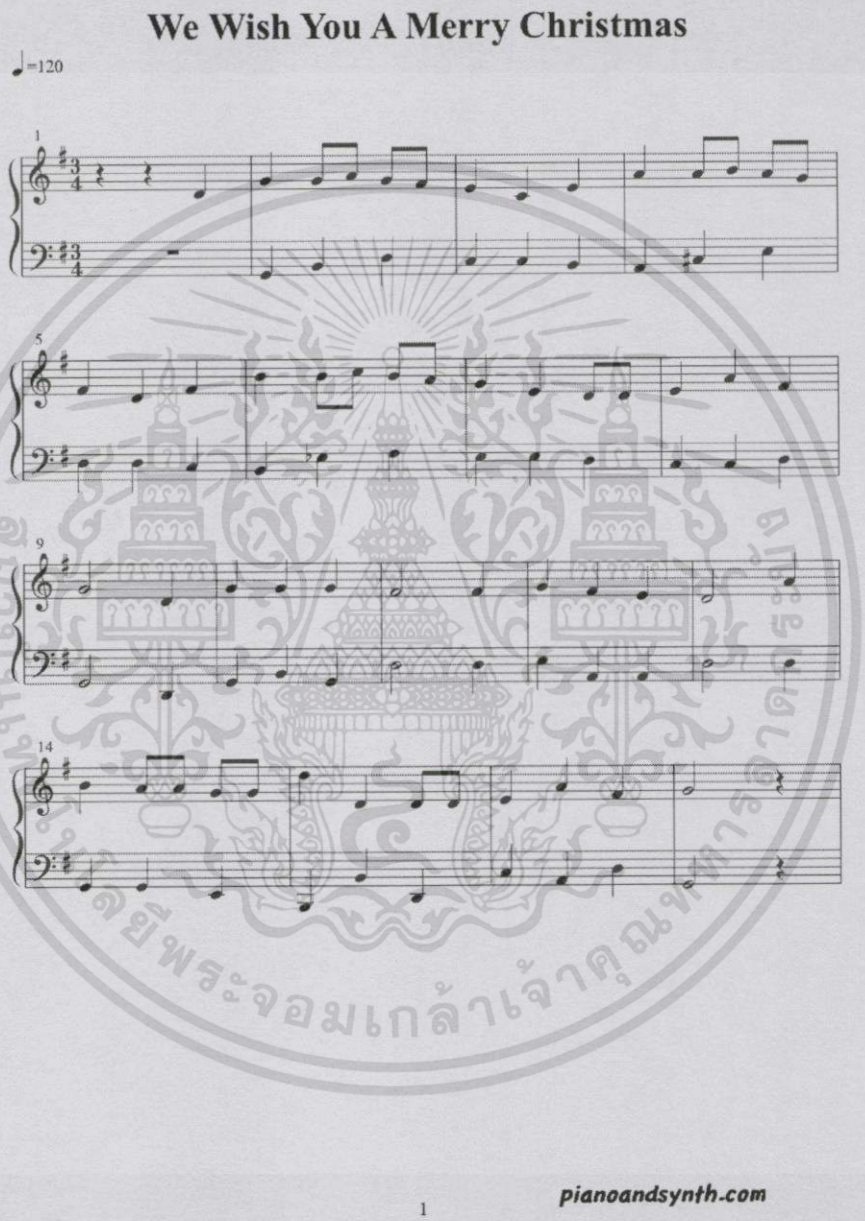
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 ไฟล์ MIDI ของเพลง Joy To The World

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 We Wish You A Merry Christmas



รูปที่ 4.12 ภาพโน้ตเพลง We Wish You A Merry Christmas

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2.1 ประสิทธิภาพความแม่นยำในการตรวจจับสัญลักษณ์ทางดนตรี

ตารางที่ 4.2 ประสิทธิภาพของการตรวจจับสัญลักษณ์ดนตรีต่างๆของเพลง We Wish You A Merry Christmas

สัญลักษณ์/ระดับเสียง	จำนวนครั้งที่ปรากฏ	จำนวนครั้งที่ตรวจจับได้	เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ
G-Clef	4	4	100
F-Clef	4	4	100
Sharp	9	9	100
Flat	1	1	100
Whole Rest	1	1	100
Quarter Rest	4	4	100
Half Note	8	8	100
Quarter Note	69	63	91
Eighth Note	20	20	100

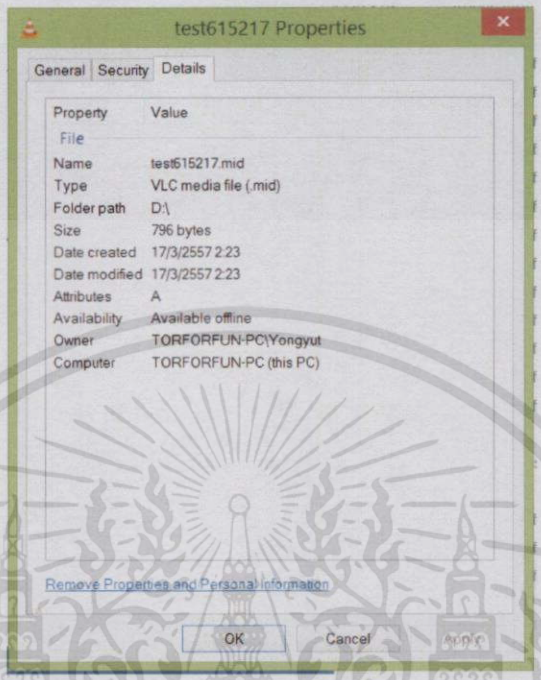
4.3.2.2 ระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน

1) การแปลงภาพเป็นภาพขาว-ดำ: 69 ms
2) การหาตำแหน่งบรรทัดห้าเส้น: 2164 ms
3) การลบเส้นบรรทัดห้าเส้น: 9 ms
4) การตรวจจับสัญลักษณ์ทางดนตรี: 3091 ms
5) การสร้างไฟล์ MIDI: 3 ms
6) ระยะเวลาที่ใช้ในระบบทั้งหมด: 5392 ms

4.3.2.3 ขนาดของไฟล์ MIDI ที่ได้

ในเพลง We Wish You A Merry Christmas นั้น ระบบจะสามารถสร้างไฟล์ MIDI ขึ้นได้ โดยที่ไฟล์ MIDI ที่ได้นั้น จะมีขนาดเท่ากับ 796 bytes

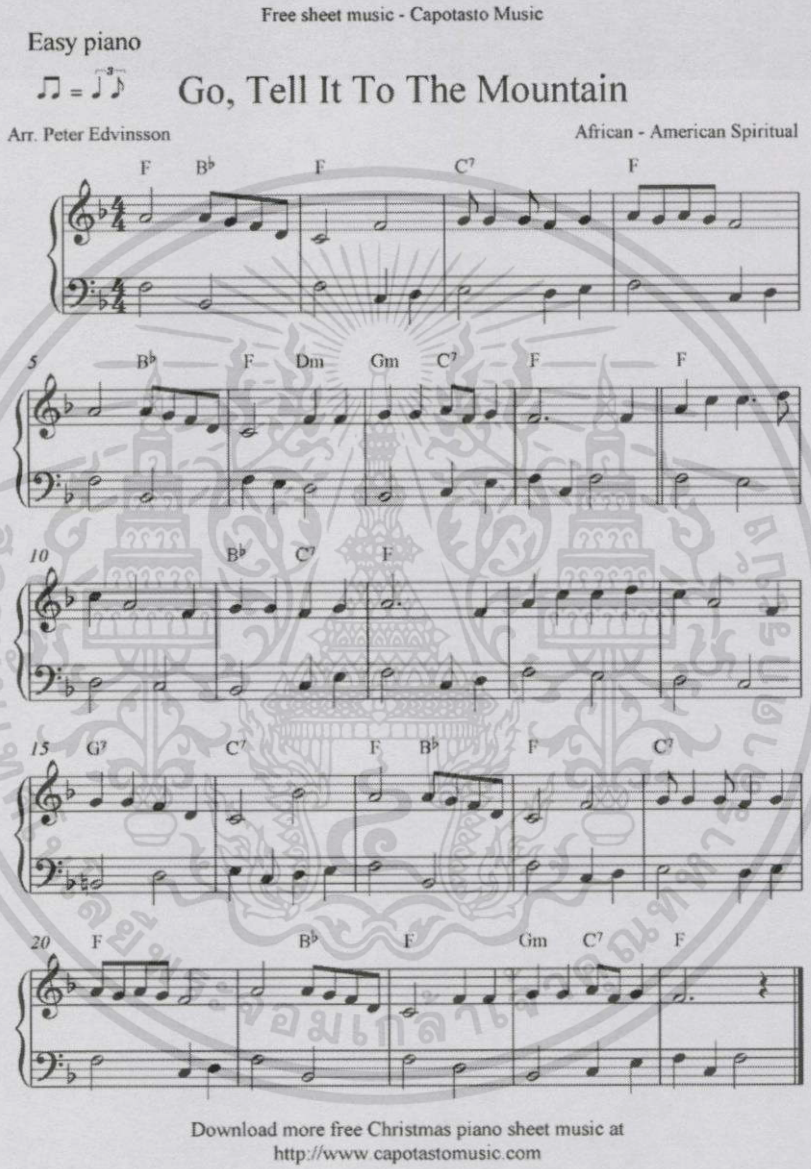
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 ไฟล์ MIDI ของเพลง We Wish You A Merry Christmas

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 Go, Tell It To The Mountain



รูปที่ 4.14 ภาพโน้ตเพลง Go, Tell It To The Mountain

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3.1 ประสิทธิภาพความแม่นยำในการตรวจจับสัญลักษณ์ทางดนตรี

ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพของการตรวจจับสัญลักษณ์ดนตรีต่างๆของเพลง Go, Tell It To The Mountain

สัญลักษณ์/ระดับเสียง	จำนวนครั้งที่ปรากฏ	จำนวนครั้งที่ตรวจจับได้	เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ
G-Clef	5	5	100
F-Clef	5	5	100
Flat	10	10	100
Natural	1	1	100
Quarter Rest	1	1	100
Half Note	52	46	88
Quarter Note	67	69	97
Eighth Note	33	29	87
Dot	4	3	75

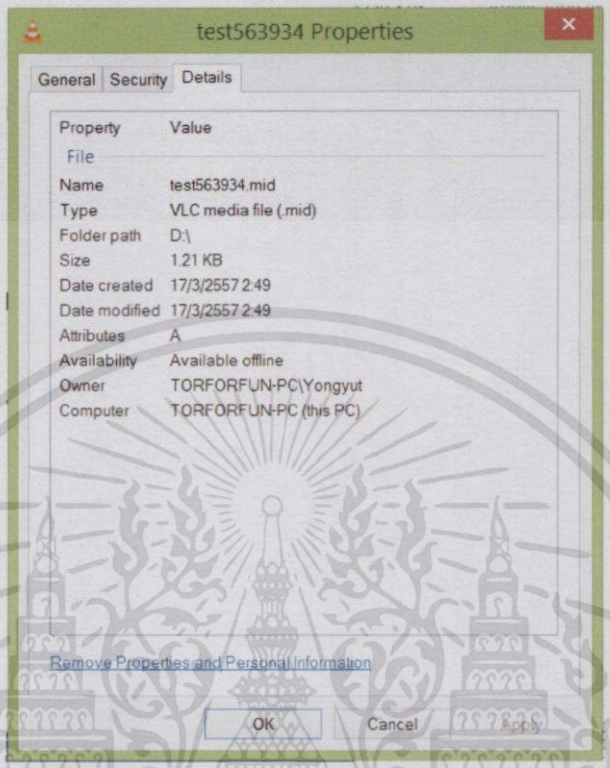
4.3.3.2 ระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน

1) การแปลงภาพเป็นภาพขาว-ดำ: 88 ms
2) การหาตำแหน่งบรรทัดห้าเส้น: 2722 ms
3) การลบเส้นบรรทัดห้าเส้น: 9 ms
4) การตรวจจับสัญลักษณ์ทางดนตรี: 4169 ms
5) การสร้างไฟล์ MIDI: 5 ms
6) ระยะเวลาที่ใช้ในระบบทั้งหมด: 7072 ms

4.3.3.3 ขนาดของไฟล์ MIDI ที่ได้

ในเพลง Go, Tell It To The Mountain นั้น ระบบจะสามารถสร้างไฟล์ MIDI ขึ้นได้ โดยที่ไฟล์ MIDI ที่ได้นั้น จะมีขนาดเท่ากับ 1.21 KB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 ไฟล์ MIDI ของเพลง Go, Tell It To The Mountain

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุปของโครงงาน

จากผลการทดลองระบบสามารถสามารถวิเคราะห์และจดจำตัวโน้ตดนตรีสากลพื้นฐานต่างๆ ได้แก่ ตัวกลม ตัวขาว ตัวดำ เขบ็ตหนึ่งชั้น และเขบ็ตสองชั้น และเมื่อระบบรับภาพอินพุตเข้ามาก็สามารถนำไปประมวลผลจำลองเสียงโน้ตดนตรีได้ แต่ระบบก็ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของสัญลักษณ์บางตัวที่ยังไม่สามารถวิเคราะห์ได้ รวมถึงรูปแบบที่หลากหลายของภาพโน้ตดนตรีทำให้ยากต่อการตรวจจับ

5.2 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไข

1) มีความรู้ในเรื่องของเทคโนโลยีเว็บเซอร์วิสน้อยเกินไป ทำให้การทำงานยังไม่ไหลลื่นเท่าที่ควร
2) มีปัญหาในเรื่องของขนาดหน้าจอที่หลากหลายของสมาร์ทโฟน ทำให้เป็นการยากในการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface)
3) มีความรู้ในเรื่องของการประมวลผลภาพไม่เพียงพอ จึงทำให้ยังไม่สามารถสร้างฟังก์ชันการทำงานที่เหมาะสมกับการใช้งานจริง
4) เทคโนโลยีที่ใช้ เป็นสิ่งที่ใหม่สำหรับผู้พัฒนา จึงทำให้ต้องใช้เวลามากในการศึกษา
5) ปัญหาของรุ่นของ API ซึ่งสมาร์ทโฟนบางรุ่นนั้นไม่รองรับ จึงมีปัญหาในการออกแบบโปรแกรม
6) รูปแบบของโน้ตดนตรีมีหลากหลายเกินไป จึงทำให้ไม่สามารถออกแบบระบบที่สามารถทำงานให้ครอบคลุมได้

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ

ตัวโครงงานนี้สามารถมีแผนการพัฒนาต่อในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1) โปรแกรมสามารถตรวจจับและรู้จำโน้ตดนตรีได้แม่นยำยิ่งขึ้น
2) เพิ่มสัญลักษณ์ทางดนตรีในการตรวจจับให้มากขึ้น
3) เพิ่มประสิทธิภาพของโปรแกรม
4) สามารถใช้ภาพที่ถ้ายจากกล้องถ่ายรูปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] ดร.จักรชัย โสอินทร์, พงษ์ศธร จันทร์ยอย, ณัฐณิชา วีระมงคลเลิศ. **Android App Development ฉบับสมบูรณ์** นนทบุรี : ไอดีซี พรีเมียร์. 2555.

[2] FP Staff "**Firstpost Tech 79 percent of smartphones shipped in Q2 of 2013 were Android: IDC**" [Online] Available : http://www.firstpost.com/tech/79-percent-of-smartphones-shipped-in-q2-of-2013-were-androids-idc-1021261.html 2013.

[3] Kebomix "**Android System Architecture**" [Online] Available : http://kebomix.wordpress.com/2010/08/17/android-system-architecture/. 2010.

[4] Sudheer "**Android Activity Lifecycle**" [Online] Available : http://mallelasudheer.blogspot.com/2010/12/android-activity-lifecycle.html. 2010.

[5] Sai Chaitanya "**New Android Version KITKAT(4.4) is Released**" [Online] Available : http://theunnaturalthings.blogspot.com/. 2013.

[6] Hornil StylePix User Manual "**Morphological**" [Online] Available : http://hornil.com/kr/docs/stylepix/UserManual/FiltersMorphological.html

[7] Cybermusic "**MIDI คืออะไร**" [Online] Available : http://www.cybermusic-karaoke.com/index.php/Orther-Karaoke-Article/MIDI-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3.html

[8] รศ. ดร. มนตรี กาญจนะเดชะ "**Introduction to Digital Image Processing**" [Online] Available : http://fivedots.coe.psu.ac.th/~montri/Teaching/image/chap1.htm. 2000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[9] N. Otsu. **"A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms."** IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. Sep. 1979. pp 62-66.

[10] รศ. ดร. มนตรี กาญจนะเดชะ **"Morphological Image Processing"** [Online] Available : http://fivedots.coe.psu.ac.th/~montri/Teaching/image/morph.doc. 2000

[11] Sompoch Kulthararom **"การทำ Web Service ใน ASP.NET (C#)"** [Online] Available : http://www.arit.rmutp.ac.th/kms/wp-content/uploads/2011/09/2011-08-29_103.pdf.

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้