อัลบูมินสมาร์ทเทสต์: แอพพลิเคชันบนมือถือสำหรับวิเคราะห์ปริมาณอัลบูมินในปัสสาวะ

ALBUMIN SMART TEST: AN APPLICATION ON MOBILE FOR URINARY ALBUMIN ANALYSIS

ภวันยา นามธรรม

วิมลมาศ ลือวิศวกุล

ศศิกานต์ แซ่เจ็ง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

อัลบูมินสมาร์ทเทสต์: แอพพลิเคชันบนมือถือสำหรับวิเคราะห์ปริมาณอัลบูมินในปัสสาวะ

ALBUMIN SMART TEST: AN APPLICATION ON MOBILE FOR URINARY ALBUMIN ANALYSIS

ภวันยา นามธรรม

วิมลมาศ ลือวิศวกุล

ศศิกานต์ แซ่เจ็ง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ALBUMIN SMART TEST: AN APPLICATION ON MOBILE FOR URINARY ALBUMIN ANALYSIS

PAWANYA NAMTAM

WIMOLMAS LUEWISAWAKUL

SASIKARN SAEJENG

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHATRONICS ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2556

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง **อัลบูมินสมาร์ทเทสต์ : แอพพลิเคชันบนมือถือสำหรับวิเคราะห์ปริมาณอัลบูมินในปัสสาวะ**

ALBUMIN SMART TEST: AN APPLICATION ON MOBILE FOR URINARY ALBUMIN ANALYSIS

ผู้จัดทำ นางสาวภวันยา นามธรรม 53011196

นางสาววิมลมาศ ลือวิศวกุล 53011488

นางสาวศศิกานต์ แซ่เจ็ง 53011545

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นพดล มณีรัตน์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัลบูมินสมาร์ทเทสต์: แอพพลิเคชันบนมือถือสำหรับวิเคราะห์ปริมาณอัลบูมินในปัสสาวะ

โดย

นางสาวภวันยา นามธรรม 53011196

นางสาววิมลมาศ ลือวิศวกุล 53011488

นางสาวศศิกานต์ แซ่เจ็ง 53011545

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์

ปีการศึกษา 2556

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอวิธีการวิเคราะห์ปริมาณอัลบูมินในปัสสาวะ ผ่านแอพพลิเคชันบนโทรศัพท์สมาร์ทโฟน เป็นการวินิจฉัยเบื้องต้นว่าบุคคลมีความเสี่ยงเป็นโรคไตหรือไม่ ทำได้โดยการใช้ชุดทดสอบสารอัลบูมินในปัสสาวะ โดยระดับความรุนแรงสามารถสังเกตจากสีปัสสาวะที่เปลี่ยนแปลงไปและนำไปเทียบกับแถบสีมาตรฐาน แต่การใช้สายตาของบุคคลวัดเทียบแถบสีอาจทำให้การตรวจสอบสีคลาดเคลื่อนไปได้ นอกจากนี้ถ้าบุคคลใดตาบอดสีก็จะไม่สามารถใช้วิธีการดังกล่าวได้เนื่องจากเหตุผลต่างๆ ดังที่กล่าวมาแล้วจึงเป็นที่มาของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ที่จะใช้หลักการทางการประมวลผลภาพดิจิตอล ในการสร้างเป็นแอพพลิเคชันบนโทรศัพท์สมาร์ทโฟน โดยสามารถตรวจวัดระดับความเสี่ยงโอกาสเป็นโรคไตจากการประมวลผลภาพถ่ายสารที่ทำการทดสอบ รวมถึงสามารถแสดงปริมาณอัลบูมินออกมาเป็นค่าที่แน่นอน แอพพลิเคชันนี้ได้สร้างบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และใช้ภาษาจาวาในการพัฒนาแอพพลิเคชัน เนื่องจากเป็นระบบปฏิบัติการที่ได้รับความนิยมอย่างมาก และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แอพพลิเคชันนี้จะเพิ่มความสะดวก ความแม่นยำ รวมถึงความสามารถในการเก็บบันทึกประวัติข้อมูลของผู้ใช้ รวมถึงสามารถเข้าถึงได้ในบุคคลทุกระดับอายุ และสามารถเป็นที่แพร่หลายได้ในสังคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ALBUMIN SMART TEST: AN APPLICATION ON MOBILE FOR URINARY ALBUMIN ANALYSIS

By

Miss. Pawanya Namtham 53011196

Miss. Wimolmas Luewisawakul 53011488

Miss. Sasikarn Saejeng 53011545

Advisor

Asst.Prof.Dr.Noppadol Maneerat

Academic 2013

ABSTRACT

This thesis presents a method to analyze amount of albumin in urine by mobile application. For the diagnosis, it can test by using albumin test kit which detects albumin in the urine. The level of risk can be compared between changing of color and reference color. Since the visual comparison has much error because of light reflection from light source to object and to eyes. Sometimes the color of solution is between the two colors, it also causes the error. In some case, the color blindness person cannot use the visual comparison. Therefore, the above reasons bring this thesis. Our key idea is to build android application using image processing technology to interpreting automatically the color image to the amount of albumin. It proposes a smartphone application which uses the embedded camera function on mobile device to analyze amount of albumin in urine using digital image processing technology. The application can be used to diagnose the risk level of kidney diease. It can be run on android operation system that we used Java language to develop this application. This application features include low cost, portability, ease of implementation, and possibly large distribution via application markets.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเพราะได้รับความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นพดล มณีรัตน์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำที่ดีมาโดยตลอด และได้รับความช่วยเหลือที่เป็นประโยชน์ต่อโครงงาน ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ ดร.ณัฐวุฒิ เชิงชั้น และนักศึกษาห้องปฏิบัติการเคมี Applied Analytical Chemistry Research Unit หรือ ห้องปฏิบัติการเคมี AACRU ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เป็นอย่างสูง สำหรับการเตรียมสารทดลองเพื่อให้ผู้จัดทำทดสอบและเก็บผลการทดลอง และให้การร่วมมือเป็นอย่างดีในการร้องขอให้ทำการทดลอง

ขอขอบคุณพี่ๆ และเพื่อนๆ ที่คอยให้กำลังใจที่ดีตลอดมา และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการทำโครงงานครั้งนี้

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ของผู้จัดทำที่คอยเป็นกำลังใจให้ รวมถึงสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการจัดทำโครงงานครั้งนี้ ตลอดจนเป็นแรงบันดาลใจที่ดีที่สุดที่ทำให้โครงงานนี้สำเร็จลงได้

คณะผู้จัดทำ

นางสาวภวันยา นามธรรม

นางสาววิมลมาศ ลือวิศวกุล

นางสาวศศิกานต์ แซ่เจ็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญรูป VIII

สารบัญตาราง XI

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 ขั้นตอนการศึกษาข้อมูลและการจัดทำโครงงาน 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ 4

2.1 แสงและการมองเห็น 4

2.1.1 ธรรมชาติของแสงและพฤติกรรมของแสง 4

2.1.2 ธรรมชาติของการมองเห็น 6

2.2 การประมวลผลภาพดิจิตอลเบื้องต้น 7

2.2.1 รูปภาพดิจิตอล (Digital Image) 7

2.2.2 ประเภทของภาพ (Image type) 9

2.2.3 ความสว่างของภาพ (Image Brightness) 11

2.2.4 ความแตกต่างระหว่างความสว่างกับความมืดของภาพ (Image Contrast) 12

2.3 มาตรฐานของสี 12

2.3.1 ระบบสี RGB 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.2 ระบบสี HSV 13

2.3.3 ระบบสี RYB 15

2.4 ความรู้พื้นฐานของภาษาจาวา (Java programming language) 16

2.4.1 ไวยากรณ์ระดับของคำ 16

2.4.2 ชนิดข้อมูลแบบพื้นฐาน 20

2.4.3 ตัวแปรและค่าคงที่ 24

2.4.4 ตัวดำเนินการ 26

2.4.5 การแปลงข้อมูลในคำสั่งกำหนดค่า 33

2.4.6 การแปลงชนิดข้อมูลแบบ Typecasting 34

2.4.7 ชนิดข้อมูลแบบอ้างอิง 34

2.4.8 โครงสร้างควบคุม 36

2.4.9 หลักการเชิงออปเจ็ค 38

2.4.10 การเขียนโปรแกรมเชิงออปเจ็คโดยใช้ภาษาจาวา 40

2.4.11 Unified Modeling Language 45

2.4.12 การสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบกราฟฟิก 47

2.4.13 ข้อดีของภาษาจาวา 52

2.4.14 ข้อเสียของภาษาจาวา 53

2.5 โปรแกรม Eclipse 53

2.5.1 ที่มาและลักษณะโปรแกรม 53

2.5.2 จุดเด่นของโปรแกรม Eclipse 54

2.6 ฐานนิยม (Mode) 54

2.6.1 ข้อดีของค่าฐานนิยม 54

2.6.2 ข้อเสียของค่าฐานนิยม 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.7 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตหรือมัชฌิมเลขคณิต (Mean) 55

2.7.1 ข้อดีของค่าเฉลี่ย 55

2.7.2 ข้อเสียของค่าเฉลี่ย 55

2.8 การประมาณฟังก์ชันเลขชี้กำลัง หรือฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล 56

บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง 58

3.1 การออกแบบแถบสี 58

3.2 หลักการตัดเงาในภาพ 67

3.3 การรองรับหน้าจอที่หลากหลาย (Supporting Multiple Screens) 68

3.3.1 ขนาดหน้าจอโทรศัพท์สมาร์ทโฟน (Screen size) 68

3.3.2 ความหนาแน่นของหน้าจอ (Screen Density) 69

3.3.3 ทิศทางของหน้าจอ (Orientation) 69

3.3.4 ความละเอียดของหน้าจอ (Resolution) 69

3.3.5 วิธีการรองรับหน้าจอที่หลากหลายขนาดของโทรศัพท์สมาร์ทโฟน 70

3.3.6 การกำหนดการเก็บข้อมูล (Resources) 70

3.4 การติดต่อฐานข้อมูล SQLite (SQLite database) 71

3.4.1 การสร้างการติดต่อฐานข้อมูล SQLite 71

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 72

4.1 วิธีการทดสอบ 72

4.1.1 อุปกรณ์ 72

4.1.2 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ 73

4.1.3 ขั้นตอนการทดสอบ 73

4.2 ผลการทดลอง 74

4.3 สรุปผลการทดลอง 81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป	82
5.1 สรุปงานวิจัย	82
5.2 ข้อเสนอแนะ	83
เอกสารอ้างอิง	84
ภาคผนวก	85
ภาคผนวก ก	86
ประวัติผู้เขียน	104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	การสะท้อนแสงบนวัตถุผิวเรียบและมัน	5
2.2	การหักเหของแสง	5
2.3	การทะลุผ่านของแสง	5
2.4	การดูดกลืนของแสง	6
2.5	รูปหน้าตัดของลูกนัยน์ตา	7
2.6	ภาพแบบบิตแมป	8
2.7	ภาพแบบเวคเตอร์	9
2.8	การเปรียบเทียบระหว่างภาพบิตแมปกับภาพแบบเวคเตอร์	9
2.9	ค่าระดับเทาในแต่ละพิกเซล	10
2.10	ค่าในแต่ละพิกเซลของภาพสี	10
2.11	ค่าไบนารีในแต่ละพิกเซล	11
2.12	ค่าดัชนีตามอัตราส่วนแต่ละแถบแสงของแม่สีหลัก	11
2.13	ค่าความสว่างของภาพ	12
2.14	ระบบสี RGB	13
2.15	ระบบสี HSV	14
2.16	ระบบสี RYB	15
2.17	จำนวนบิตของ mantissa และ exponent สำหรับตัวเลขแบบ single precision	23
2.18	การแปลงชนิดข้อมูล	34
2.19	ขั้นตอนการทำงานตามลำดับของคำสั่งที่มีอยู่ในโปรแกรม	37
2.20	โฟล์วชาร์ตของคำสั่ง if	37
2.21	โฟล์วชาร์ตของคำสั่ง if..else	38
2.22	ตัวอย่างของการส่งข่าวสารระหว่างออปเจ็ค	39
2.23	หลักการของการห่อหุ้ม	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.24	ตัวอย่าง UML ของคลาส Student	46
2.25	ส่วนประกอบที่สำคัญของ JFC	47
2.26	คลาสและอินเตอร์เฟสต่างๆ ในแพ็กเกจ AWT	48
2.27	คลาสต่างๆ ที่สืบทอดมาจากคลาสที่ชื่อ Component	49
2.28	กระจายแบบเอกซ์โปเนนเชียล	57
3.1	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี (Hue) และจำนวนครั้งที่ทำการทดลอง เมื่อสารละลายมีความเข้มข้น 1 ppm ที่ pH = 7.14 - 7.4	59
3.2	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี (Hue) และจำนวนครั้งที่ทำการทดลอง เมื่อสารละลายมีความเข้มข้น 10 ppm ที่ pH = 7.14 - 7.4	60
3.3	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี (Hue) และจำนวนครั้งที่ทำการทดลอง เมื่อสารละลายมีความเข้มข้น 20 ppm ที่ pH = 7.14 - 7.4	60
3.4	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี (Hue) และจำนวนครั้งที่ทำการทดลอง เมื่อสารละลายมีความเข้มข้น 30 ppm ที่ pH = 7.14 - 7.4	61
3.5	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี (Hue) และจำนวนครั้งที่ทำการทดลอง เมื่อสารละลายมีความเข้มข้น 40 ppm ที่ pH = 7.14 - 7.4	61
3.6	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี (Hue) และจำนวนครั้งที่ทำการทดลอง เมื่อสารละลายมีความเข้มข้น 50 ppm ที่ pH = 7.14 - 7.4	62
3.7	กราฟค่าเฉลี่ยสีที่ได้จากการทดลองที่ pH = 7.14 - 7.4	62
3.8	ค่าสีที่ได้จากการเฉลี่ย	63
3.9	แถบสีมาตรฐาน	66
3.10	รูปภาพในระบบสี HSV	67
3.11	กราฟการแจกแจงความถี่ของค่า V	68
3.12	ความหนาแน่นของหน้าจอของโทรศัพท์สมาร์ทโฟน	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.1 สารละลายอัลบูมินที่ความเข้มข้นต่างๆ 72

4.2 ตำแหน่งการวางจานหลุมที่ใส่สารสารละลายอัลบูมิน 73

4.3 การถ่ายรูปสารละลายพร้อมกับแถบสี 73

4.4 กราฟผลของแสงที่มีต่อสีของแถบสีมาตรฐาน 76

4.5 กราฟผลของแสงต่อแถบสีมาตรฐาน 76

4.6 กราฟผลการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของแอพพลิเคชัน ระหว่างกรณีตัดเงาและไม่ตัดเงา 79

4.7 กราฟค่าความเข้มข้นจากการแสดงผลของแอพพลิเคชัน 79

4.8 กราฟศึกษาสีของสารทดสอบต่อการแสดงค่าความเข้มข้น 80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 คีย์เวิร์ดที่ใช้ในภาษาจาวา	18
2.2 หน้าที่ของเครื่องหมายต่างๆ ที่ใช้ในภาษาจาวา	18
2.3 ขนาดและช่วงค่าของชนิดข้อมูลแบบพื้นฐานของภาษาจาวา	20
2.4 ตัวอักขระพิเศษที่นิยมใช้ทั่วไป	21
2.5 ค่าเริ่มต้นที่ถูกกำหนดให้อัตโนมัติ	25
2.6 ตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์	27
2.7 ตัวดำเนินการแบบย่อ	27
2.8 ตัวดำเนินการแบบสัมพันธ์	28
2.9 ตัวดำเนินการทางตรรกศาสตร์	29
2.10 ผลลัพธ์ของการกลับค่าทางตรรกะ	29
2.11 ผลลัพธ์ของการ AND ค่าทางตรรกะ	30
2.12 ผลลัพธ์ของการ OR ค่าทางตรรกะ	30
2.13 ผลลัพธ์ของการ Exclusive-OR ค่าทางตรรกะ	30
2.14 ตัวดำเนินการเพื่อจัดการกับข้อมูลเชิงบิต	31
2.15 ตัวดำเนินการเพื่อเลื่อนบิต	31
2.16 ลำดับความสำคัญของตัวดำเนินการ	32
3.1 ค่าสีจากสารละลายในระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่ pH = 7.14 - 7.5	59
3.2 การเทียบค่าเฉลี่ยที่ได้จากสีสารละลายและแถบสี	64
4.1 ผลกระทบของความเข้มแสงที่มีต่อค่าสีของแถบสีมาตรฐาน	74
4.2 ผลการทดลองการประมวลผลความเข้มข้นของสารละลายจากแอพพลิเคชัน	77
4.3 การทดสอบค่าความเข้มข้นที่แอพพลิเคชันแสดงผลในกรณีสารทดสอบเป็นน้ำกับปัสสาวะ	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันปัญหาสุขภาพถือเป็นอีกหนึ่งปัญหาสำคัญ ที่ส่งผลกระทบในชีวิตประจำวันหนึ่งในนั้นก็คือ ภาวะโรคไตโรคชนิดหนึ่งที่เกิดจากความผิดปกติของพยาธิสภาพของไต ซึ่งไตมีทำหน้าที่กรองของเสียออกจากเลือด ขับออกพร้อมกับน้ำในรูปของปัสสาวะ และดูดกลับสารที่มีประโยชน์เข้าสู่กระแสเลือด แต่เมื่อไตเสื่อมสภาพลงก่อให้เกิดโรคไตตามมา

ในเบื้องต้นการตรวจวินิจฉัยโรคไตทำได้โดยตรวจปริมาณสารอัลบูมินที่ปะปนมากับปัสสาวะ ปกติปัสสาวะของคนปกติจะไม่พบอัลบูมินในปัสสาวะ ดังนั้นหากมีการตรวจพบอัลบูมินในปัสสาวะจะบ่งชี้ถึงการเสื่อมของไต หากไม่มีการตรวจสอบอาจจะกลายเป็นโรคไตเสื่อม และกลายเป็นโรคไตวายเรื้อรังในที่สุด โดยที่หากมีการตรวจพบอัลบูมินหรือที่เรียกว่า ภาวะไมโครอัลบูมินูเรีย (Microalbuminuria) คือ ภาวะที่มีการขับอัลบูมิน ทางปัสสาวะในปริมาณระหว่าง 30 - 300 มิลลิกรัมภายในเวลา 24 ชั่วโมง และพบ 2 ใน 3 ครั้งของปัสสาวะที่เก็บต่างเวลากัน จะบ่งชี้ถึงการเสื่อมของไตที่ในระยะเริ่มแรก การตรวจวินิจฉัยโรคไตในเบื้องต้นสามารถทำได้ด้วยตนเองโดยใช้ชุดทดสอบโรคไต (Kidney Test Kit) โดยสังเกตสีของปัสสาวะที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อหยดสารทดสอบลงไป หากพบปริมาณอัลบูมินในปัสสาวะสีของปัสสาวะจะเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีน้ำเงิน และสามารถทำการตรวจเทียบสีของสารทดสอบที่เปลี่ยนแปลงไปกับแถบสีมาตรฐานเพื่อบอกระดับความรุนแรงในเบื้องต้นได้ จากเดิมมีการเทียบสีของสารทดสอบที่เปลี่ยนไปกับแถบสีมาตรฐานด้วยสายตาเปล่า ซึ่งมีความแม่นยำน้อยอาจเกิดจากปัจจัยหลายด้าน เช่น เกิดความคลาดเคลื่อนจากแสงจะสะท้อนเข้าสู่สายตาผู้วัด หรือสีของสารทดสอบที่ได้เมื่อนำไปทดสอบมีค่าอยู่กึ่งกลางระหว่างแผ่นเทียบสีมาตรฐานที่ใช้ นอกจากนี้ถ้าบุคคลใดตาบอดสีก็จะไม่สามารถใช้วิธีการดังกล่าวได้

จากปัญหาดังกล่าวเพื่อเป็นการพัฒนาวิธีตรวจวัดให้มีความรวดเร็ว ในงานวิจัยจึงได้มีการพัฒนาชุดทดสอบภาคสนามสำหรับวินิจฉัยโรคไตในเบื้องต้น โดยอาศัยปฏิกิริยาระหว่างอัลบูมิน และรีเอเจนต์ เพื่อตรวจวัด และแปรผลด้วยแอพพลิเคชันในโทรศัพท์มือถือ ซึ่งการแปรผลของแอพพลิเคชันมือถือจะรายงานออกมาให้รูปแบบของความเข้มข้นของอัลบูมินที่ตรวจวัดได้ งานวิจัยเล่มนี้ได้เสนอการออกแบบแอพพลิเคชันเพื่อวินิจฉัยโรคไตเบื้องต้น โดยใช้หลักการประมวลผลจาก

เอกสารนี้เป็น... ไม่ว่ากรณีใด...

ภาพถ่ายสารทดสอบ ซึ่งมีความสะดวก รวดเร็ว และเข้าถึงง่าย เนื่องจากเทคโนโลยีด้านแอพพลิเคชันบนโทรศัพท์สมาร์ทโฟนเป็นที่นิยม และแพร่หลายในปัจจุบัน ทำให้คนปกติสามารถตรวจหาโรคเพื่อเฝ้าระวัง และสำหรับผู้ป่วยที่เป็นโรคไตก็สามารถตรวจระดับความรุนแรงของโรคไตได้โดยที่ไม่ต้องเดินทางไปที่โรงพยาบาล

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษาเทคโนโลยีการประมวลภาพโดยใช้โปรแกรมแมทแลป (Matlab Programming)
2. เพื่อศึกษาภาษาจาวาเพื่อใช้ในการเขียนแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
3. เพื่อสร้างแอพพลิเคชันที่สามารถอ่านค่าความเข้มข้นของปริมาณอัลบูมินในปัสสาวะ
4. เพื่อเป็นต้นแบบสร้างแอพพลิเคชันสำหรับประเมินความเสี่ยงของโอกาสเป็นโรคไต

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. สามารถแปลงผลจากภาพถ่ายสารละลายเป็นปริมาณอัลบูมินได้
2. นำภาพถ่ายจากกล้อง Galaxy Note tab 10.1 มาวิเคราะห์
3. สารละลายที่ใช้ในการทดสอบมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ประมาณ 7 - 7.5
4. สามารถแปลผลจากภาพถ่ายในกรณีที่ไม่มีผลจากสีของปัสสาวะ

1.4 ขั้นตอนการศึกษาข้อมูลและการจัดทำโครงงาน

1. ศึกษางานวิจัยและโครงงานต่างๆ ที่ผ่านมาเกี่ยวกับแอพพลิเคชันการวินิจฉัยโรคที่มีอยู่และแอพพลิเคชันที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการประมวลผลดิจิตอลต่างๆ ที่ใช้ในการดำเนินงาน
3. ศึกษาการเขียนแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
4. ทำการเก็บข้อมูลโดยถ่ายภาพจากการทดลองทางวิทยาศาสตร์
5. วิเคราะห์และออกแบบขั้นตอนการทำงานของระบบ
6. หาฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาประมวลผล
7. ออกแบบและสร้างแอพพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ทดสอบการใช้งานและแก้ไขโปรแกรมในส่วนที่ผิดพลาด

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำงานนี้จะได้รับประโยชน์ทั้งผู้จัดทำและผู้ที่ใช้งานดั้งนี้

1. **ประโยชน์ต่อผู้จัดทำ**
    1.1 เรียนรู้และเข้าใจเทคโนโลยีในด้านการประมวลภาพดิจิตอลที่เกี่ยวข้อง
    1.2 เรียนรู้และเข้าใจภาษา JAVA ที่นำมาใช้ในการสร้างแอพพลิเคชัน
    1.3 เรียนรู้และเข้าใจโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ในการสร้างแอพพลิเคชัน
    1.4 เรียนรู้การทำงานร่วมกับผู้อื่น และการบริหารจัดการเวลาในการทำงาน
    1.5 มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย
    1.6 เข้าใจถึงการวางแผน และการทำงานอย่างเป็นระบบ

2. **มีประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน**
    2.1 เป็นแอพพลิเคชันที่แม่นยำสะดวก รวดเร็ว และง่ายต่อการใช้งาน
    2.2 ช่วยวินิจฉัยโรคไตเบื้องต้นเพื่อช่วยลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคไตวาย
    2.3 ช่วยเหลือผู้ที่ตาบอดสีให้สามารถตรวจโรคไตเบื้องต้นได้ด้วยตัวเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

ในการพัฒนาแอนดรอยด์แอพพลิชัน เพื่อใช้ในการประมวลในงานวิจัยนี้ควรศึกษาทฤษฎีของแสง และการมองเห็นภาพ การประมวลผลภาพดิจิตอลเบื้องต้น มาตรฐานของสีในระบบสีต่างๆ ความรู้พื้นฐานภาษาจาวา การเลือกใช้โปรแกรมเพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาแอนดรอยด์แอพพลิชัน และการประมาณฟังก์ชันเพื่อใช้ในการประมาณค่าสี ทฤษฎีต่างๆ มีเนื้อหาดังต่อไปนี้

2.1 แสงและการมองเห็น

แสงเป็นพลังงานรูปหนึ่ง เดินทางในรูปคลื่นด้วยอัตราเร็วสูง 300,000 กิโลเมตรต่อวินาที แหล่งกำเนิดแสงมีทั้งแหล่งกำเนิดที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น แสงดวงอาทิตย์ที่เป็นแหล่งพลังงานของสิ่งมีชีวิต แหล่งกำเนินแสงที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น แสงสว่างจากหลอดไฟ เป็นต้น ซึ่งเมื่อแสงตกกระทบวัสดุใดๆ ทำให้เกิดการสะท้อนผ่านเลนส์ตาทำให้เกิดการมองเห็นภาพ

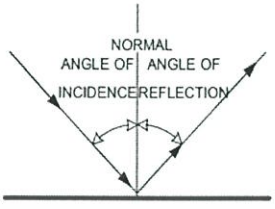
2.1.1 ธรรมชาติของแสงและพฤติกรรมของแสง

แสงเมื่อมีการเคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิดแสงผ่านออกสู่ตัวกลางชนิดต่างๆ นับตั้งแต่อากาศ ของเหลว วัตถุโปร่งแสง วัตถุทึบ ซึ่งตัวกลางแต่ละชนิดก็มีผลต่างกันไป การเรียนรู้ในหัวข้อนี้จะใช้ประกอบในการเลือกใช้โคมไฟฟ้าที่เหมาะสม การเลือกใช้หลอดไฟฟ้า ตลอดไปจนถึงการออกแบบระบบแสงสว่างสีของแสงในธรรมชาติที่ตาเรามองเห็นนั้นจะประกอบด้วยแสงสีต่างๆ เรียงกัน 7 สีคือ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง ถ้าพลังงานของแถบสีเหล่านี้มีความสมดุลกันก็จะให้แสงสีขาวออกมาเพียงสีเดียว สำหรับวัตถุที่มองเห็นเป็นสีต่างๆ นั้นเป็นผลมาจากการที่วัตถุนั้นดูดกลืนสีอื่นไปหมดแล้วสะท้อนสีที่ตัวมันมีอยู่ออกมาเข้าสู่ดวงตา เช่น วัตถุสีแดงเมื่อถูกแสงส่องกระทบมันจะดูดกลืนแสงสีอื่นๆ หมด แล้วสะท้อนแสงสีแดงออกมาจากตัวมันเข้าสู่ตาเราทำให้เรามองเห็นเป็นสีแดง พฤติกรรมของแสงสามารถแบ่งได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

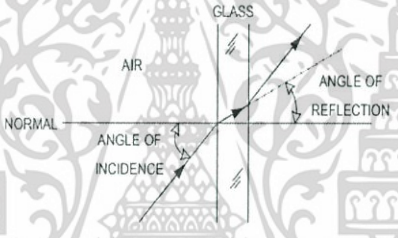
2.1.1.1 การสะท้อน (Reflection) เป็นพฤติกรรมของแสงที่ส่องไปกระทบผิวตัวกลาง ลักษณะต่างๆ กัน และสะท้อนตัวออกหากแสงไปตกกระทบผิวตัวกลางที่มีลักษณะผิวเรียบ

และมัน การสะท้อนตัวของแสงจะเป็นไปตามที่ว่ามุมตกกระทบ (angle of incidence) เท่ากับมุมสะท้อน (angle of reflection) ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 การสะท้อนแสงบนวัตถุผิวเรียบและมัน

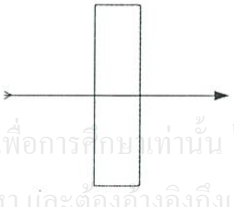
2.1.1.2 **การหักเห (Refraction)** เป็นพฤติกรรมของแสงที่ผ่านตัวกลางโปร่งแสง มีผลทำให้แสงหักเหออกจากแนวทางเดินของมัน ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การหักเหของแสง

2.1.1.3 **การกระจายแสง (Diffusion)** เป็นพฤติกรรมของแสงเมื่อกระทบถูกผิวของตัวกลาง เช่น แผ่นพลาสติกใสหรือแผ่นผิวหยาบขัดมัน แล้วกระจายตัวออกไปซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของตัวกลางว่าอยู่ในรูปทรงแบบใด

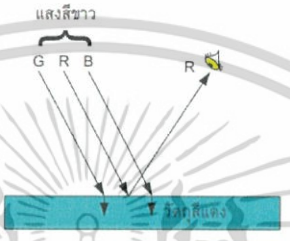
2.1.1.4 **การทะลุผ่าน (Transmission)** เป็นพฤติกรรมของแสงที่ส่องทะลุผ่านตัวกลางไปอีกด้านหนึ่งโดยไม่มีการหักเหของแสงแต่อย่างไร ดังรูปที่ 2.3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.3 การทะลุผ่านของแสง

2.1.1.5 การดูดกลืน (Absorption) เป็นปรากฏการณ์ที่แสงไปกระทบตัวกลางแล้วถูกดูดกลืนหายเข้าไปในตัวกลางบางส่วนในรูปของสีของแสง และจะปล่อยออกไปเฉพาะสีของแสงที่ไม่ต้องการ เช่น การฉายแสงสีขาวลงบนวัตถุ สีแดง แสงสีอื่นๆ จะถูกดูดกลืนเข้าไปในกำแพง ยกเว้นแสงสีแดงเท่านั้นที่สะท้อนออกมาเข้าสู่ตาเรา โดยปกติแล้วหากตัวกลางดูดกลืนพลังงานแสงเข้าไปแล้ว มันจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน ดังรูปที่ 2.4

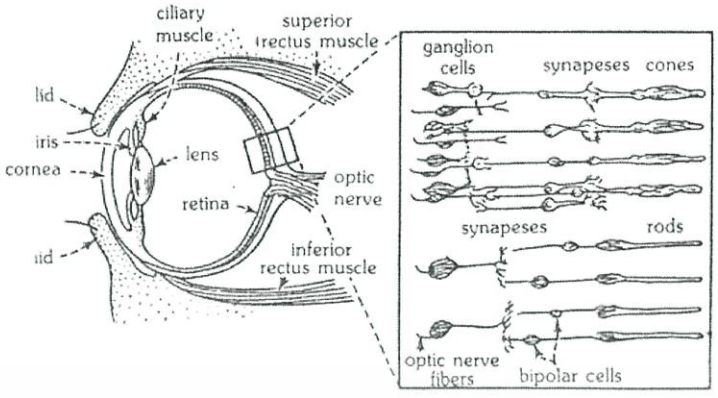


รูปที่ 2.4 การดูดกลืนของแสง

2.1.2 ธรรมชาติของการมองเห็น

ตาของคนเราเปรียบแล้วคล้ายกับกล้องถ่ายภาพ ซึ่งมีองค์ประกอบหลายส่วนของนัยน์ตา และดวงตาในการมองเห็นภาพต่างๆ รวมกับถึงระบบการป้องกันการมองเห็น การรับแสงตลอดไปจนถึงการป้องกันดวงตาจากอันตรายจากสิ่งรอบตัว องค์ประกอบของนัยน์ตาเราอาจแบ่งพอสังเขปได้ดังนี้ เมื่อแสงตกกระทบที่วัตถุใดๆ มันจะสะท้อนเข้าสู่กระบอกตา ผ่านแก้วตา (Cornea) ม่านตา (Iris) ลูกตา (Lens) เรตินา (Retina) ประสาทตา และสมอง ตามลำดับ การควบคุมปริมาณแสงจะอาศัยการทำงานของม่านตาคอยควบคุมปริมาณแสงให้เหมาะสม และปลอดภัยกับนัยน์ตา เช่น หากเรามองแสงที่มีความสว่างมาม่านตาจะปิดตัวลงมาเพื่อรับแสงที่เหมาะสม หรือเมื่อเรามองในที่มืดสลัวม่านตาจะเปิดกว้างเพื่อรับแสงได้มากขึ้น นอกจากนี้แล้วนัยน์ตายังมีกล้ามเนื้อตาจะทำหน้าที่ขยายตัวและหดตัว เพื่อโฟกัสให้คลื่นแสงที่มากระทบแก้วตา และลูกตา ไปตกลงบนเรตินา เพื่อให้ได้ภาพที่ชัดที่สุด บริเวณเรตินายังประกอบไปด้วยเซลล์ประสาทเป็นจำนวนมาก เซลล์ประสาทตาจะแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ โคน (Cones) และ รอดส์ (Rods) โคนจะทำหน้าที่ในการแยกรายละเอียดของสิ่งต่างๆ และรับความรู้สึกทางด้านสีของสิ่งที่เรามองเห็นได้เป็นอย่างดี โคนจะทำหน้าที่ในตอนกลางวันทำให้การมองเห็นภาพต่างๆ ได้ดี ส่วนรอดส์นั้นช่วยในการมองเห็นภาพอย่างหยาบๆ ไม่สามารถแยกรายละเอียด และสีได้ มันจะทำหน้าที่ได้ดีในตอนกลางคืน ดังนั้นรอดส์จึงไวต่อแสงแม้เพียงเล็กน้อย ดังรูปที่ 2.5 แสดงรายละเอียดรูปหน้าตัดของนัยน์ตาคนเรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 รูปหน้าตัดของลูกนัยน์ตา

ด้วยความสามารถในการทำงานและตอบสนองได้ ต่างกันของโคน และรอดส์ทำให้นัยน์ตาคนเราไม่สามารถตอบสนองต่อความยาวคลื่นต่างๆ ได้เท่าเทียมกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเห็นในบริเวณที่สลัวๆ หรือค่อนข้างมืด ความสามารถในการตอบสนองทางด้านสีจะเพี้ยนไป

2.2 การประมวลผลภาพดิจิตอลเบื้องต้น [4]

การประมวลผลภาพดิจิตอล (Digital Image Processing) เป็นขั้นตอนที่สำคัญในการทำงานกับขอมูลรูปภาพ ซึ่งประกอบด้วย รูปภาพดิจิตอล การประมวลผลภาพ และการประมวลผลภาพสี เป็นต้น

2.2.1 รูปภาพดิจิตอล (Digital Image)

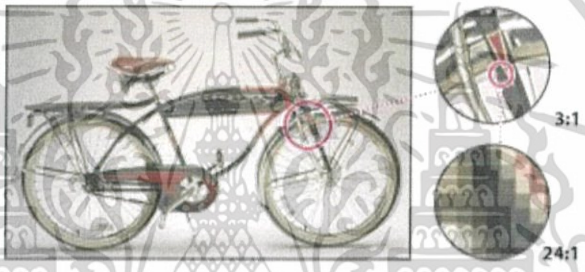
โดยทั่วไปเราอาจแบ่งรูปภาพที่ปรากฏ และใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ออกเป็นสองรูปแบบ คือ รูปภาพแบบบิตแมป (Bitmap Image) หรือภาพกราฟิกส์แรสเตอร์ (Raster Graphics) และรูปภาพแบบเวคเตอร์ (Vector Image) โดยรูปภาพแบบบิตแมปจะพิจารณาตัวรูปภาพแบ่งออกเป็นส่วนย่อยเล็กๆ หลายๆ ส่วน (Pixels) ที่ถูกนำมารวมกันและใช้แสดงผล ส่วนรูปภาพแบบเวคเตอร์จะพิจารณารูปภาพเป็นเสมือนวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.1 ภาพแบบบิตแมป (Bitmap Image)

เป็นภาพที่ประกอบจากจุดขนาดเล็กๆ จำนวนมาก (Pixels) ที่ต่อเรียงกันจนเป็นภาพๆ

หนึ่ง เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นภาพที่ชัดเจนยิ่งขึ้น ลักษณะของภาพชนิดนี้ให้นึกถึงการสร้างภาพบนตารางสี่เหลี่ยมเล็กๆ เราจะใช้สีแต้มลงในช่องสี่เหลี่ยมแต่ละช่องจนกลายเป็นภาพที่สมบูรณ์ขนาดใหญ่ เนื่องจากตารางนี้มีขนาดเล็กมากๆ ดังนั้นดวงตาของมนุษย์ไม่สามารถที่จะมองเห็น และแยกแยะลายระเอียดส่วนย่อยเล็กๆ นั้นได้ แต่เมื่อลองขยายภาพดูจะเห็นเป็นตาราง ยิ่งขยายใหญ่เท่าไหร่ ตารางสีเหลี่ยมก็ยิ่งมีขนาดใหญ่ขึ้นจนอาจมองภาพนั้นไม่ออกว่าเป็นภาพอะไร สิ่งนั้นส่งผลเช่นเดียวกัน เมื่อเราขยายภาพบิตแมปบนคอมพิวเตอร์ ซึ่งทำให้รายละเอียดไม่ชัดเจน โดยทั่วไปภาพบิตแมปเป็นภาพประเภทที่นิยมใช้กันมากในการถ่ายภาพหรือวาดภาพ เนื่องจากมันสามารถไล่โทนสีและแสงเงาได้เสมือนจริงที่สุด

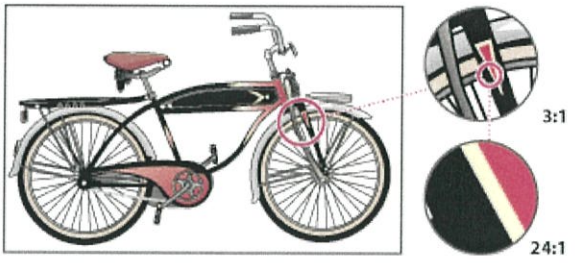


รูปที่ 2.6 ภาพแบบบิตแมป [1]

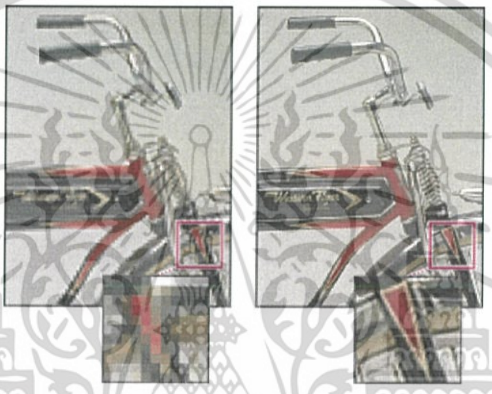
2.2.1.2 ภาพแบบเวกเตอร์ (Vector Image)

ภาพแบบเวกเตอร์จะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกับแบบบิตแมปคือ ภาพประเภทนี้ไม่ว่าจะขยายภาพใหญ่แค่ไหน ก็ยังคงรายละเอียดและความคมชัดไว้ได้โดยไม่ผิดเพี้ยน เนื่องจากภาพแบบเวกเตอร์นั้นประกอบด้วยเส้นตรง เส้นโค้งและรูปทรงต่างๆ ภาพที่ได้จะสร้างขึ้นจากคำสั่งที่บ่งบอกถึงลักษณะของภาพในรูปแบบต่างๆ ทางเลขาคณิตด้วยความสมการทางคณิตศาสตร์ ดั้งนั้นโปรแกรมที่ต้องการจะเปิดรูปภาพจะต้องนำสมการต่างที่บันทึกเอามาไว้มาคำนวณและสร้างรูปทรงของภาพต่างๆ ให้ใหญ่แค่ไหนคอมพิวเตอร์ก็คำนวณค่าต่างๆ ให้ใหม่ได้ทุกครั้งทำให้ภาพที่เกิดขึ้นมีความคมชัด ภาพแบบเวกเตอร์เหมาะกับงานที่มีความแม่นยำและต้องการความละเอียดสูง เช่น การสร้างภาพโลโก้ การสร้างภาพสามมิติ การสร้างแบบร่างทางวิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 ภาพแบบเวกเตอร์ [1]



รูปที่ 2.8 การเปรียบเทียบระหว่างภาพบิตแมปกับภาพแบบเวกเตอร์ [1]

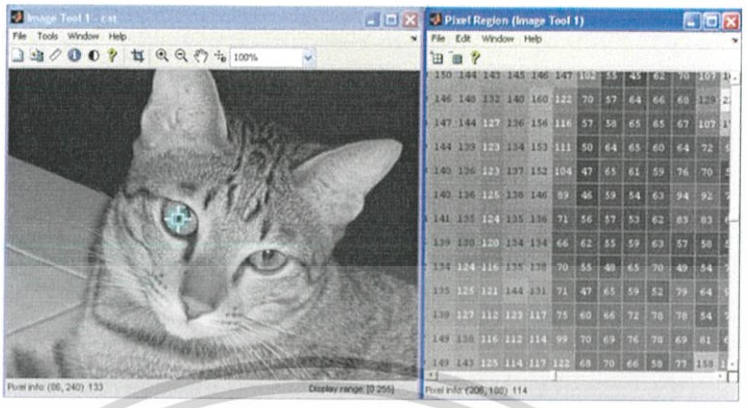
2.2.2 ประเภทของภาพ (Image Type) [2]

โดยทั่วไปเราสามารถแบ่งประเภทของภาพบิตแมปตามคุณสมบัติของสีออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้คือ

2.2.2.1 ภาพแบบระดับสีเทา (Intensity Images or Gray Scale Image)

ลักษณะของภาพชนิดนี้ในแต่ละพิกเซล (Pixel) จะมีค่าความเข้มของแสงในแต่ละระดับแตกต่างกันไปตั้งแต่สีขาวไปยังสีดำ เราสามารถกำหนดระดับความเข้มของแสงนั้นได้โดยใช้ค่าระดับเทา (Gray Scale หรือ Gray Level) ซึ่งแสดงรูปที่ 2.9 โดยปกติทั่วไป ภาพระดับสีเทาจะมีความละเอียดเท่ากับ 8 บิท ซึ่งภาพจะมีระดับความเข้มแสงของสีดำเท่ากับศูนย์ ส่วนค่าระดับความเข้มแสงของสีขาวจะมีค่าเท่ากับ 225

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 แสดงค่าระดับเทาในแต่ละพิกเซล [2]

2.2.2.2 ภาพสี (Color Image)

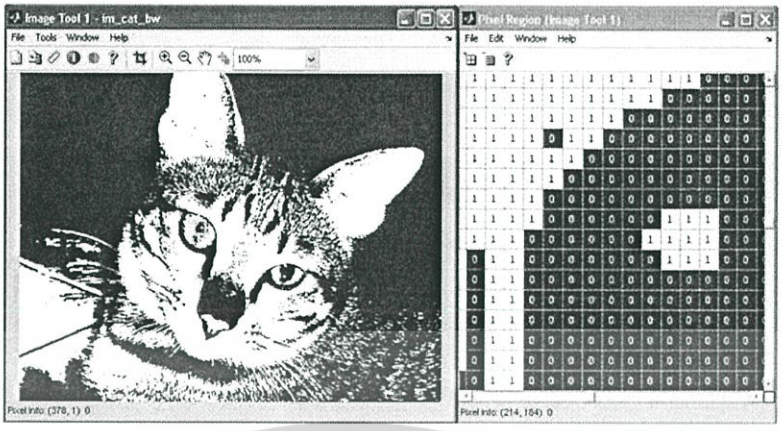
ภาพชนิดนี้ แต่ละพิกเซลของภาพจะเก็บค่าระดับความเข้มของแต่ละแถบแสงของแม่สีหลัง 3 สี ที่ซ้อนกันคือ สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน ซึ่งในแต่ละพิกเซลนั้นๆ ก็จะแสดงในรูปที่ 2.10

รูปที่ 2.10 แสดงค่าในแต่ละพิกเซลของภาพสี [2]

2.2.2.3 ภาพไบนารี (Binary Image)

ลักษณะของภาพขาวดำคือ ในแต่ละพิกเซลจะแสดงด้วยค่าไบนารี (Binary) คือ มี 1 บิท ซึ่งประกอบด้วยค่า 1 และ 0 โดยที่ 1 หมายถึง จุดภาพสีขาว และ0 หมายถึงจุดภาพสีดำ ภาพประเภทนี้เหมาะสำหรับภาพที่เกี่ยวกับตัวอักษร (Text) ภาพลายนิ้วมือ (Finger Print) เป็นต้น โดยรูปที่ 2.11 เป็นตัวอย่างแสดงภาพแบบไบนารี

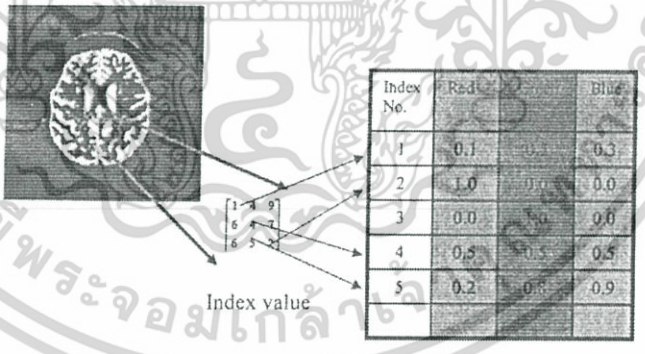
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งนี้ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 แสดงค่าไบนารีในแต่ละพิกเซล [2

2.2.2.4 ภาพแบบดัชนี

ภาพประเภทนี้ในแต่ละพิกเซลของภาพจะเก็บค่าดัชนี (Index Number) ซึ่งเป็นตัวเลขจำนวนเต็มซึ่งจะถูกนำค่าดัชนีดังกล่าวไปเทียบกับ ตารางสี (Color Table) ซึ่งเป็นตารางแสดงค่าสีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน ซึ่งค่าดัชนีนี้เป็นตัวชี้ให้เห็นว่าภาพในตำแหน่งพิกเซลนั้นๆ มีค่าอัตราส่วนของแม่แสง 3 สี ในอัตราส่วนละเท่าไร ดังตัวอย่างแสดงในรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 แสดงค่าดัชนีตามอัตราส่วนแต่ละแถบแสงของแม่สีหลัก

2.2.3 ความสว่างของภาพ (Image Brightness)

ความสว่างของภาพ (Image Brightness) คือ ค่าเฉลี่ยของค่าระดับเทาในแต่ละพิกเซลของภาพทั้งหมด ซึ่งถ้าสมมติให้ภาพมีขนาด N x M และ f(x,y) คือ ค่าระดับความเข้มเทาของแต่ละพิกเซลใดๆ ที่พิจารณา จะสามารถคำนวณค่าความสว่างของภาพได้จากสมการที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$B = \text{brightness} = \frac{1}{NM}\sum_{y=0}^{M-1}\sum_{y=0}^{N-1} f(x,y) \quad (2.1)$$

N = ความกว้างของภาพ

M = ความยาวของภาพ

รูปที่ 2.13 แสดงตัวอย่างของภาพดิจิตอลที่มีค่าความสว่างของภาพแต่ละภาพแตกต่างกันโดยรูปที่2.13 (ก) จะมีค่าความสว่างของภาพน้อยกว่ารูปที่ 2.13 (ข)

(ก) ค่าความสว่างน้อย (ข) ค่าความสว่างมาก

รูปที่ 2.13 แสดงค่าความสว่างของภาพ

2.2.4 ความแตกต่างระหว่างความสว่างกับความมืดของภาพ (Image Contrast)

ความแตกต่างระหว่างความสว่างกับความมืดของภาพ คือ รากที่สองของค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างความสว่างกับความมืดของภาพ ซึ่งสามารถคำนวณหาได้จากสมการที่ 2.2

$$C = \text{contrast} = \sqrt{\frac{1}{MN}\sum_{y=0}^{M-1}\sum_{x=0}^{N-1}[f(x,y) - B]^2} \quad (2.2)$$

2.3 มาตรฐานของสี [3]

มาตรฐานของสีที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีอยู่หลายระบบด้วยกัน ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ แต่โดยทั่วไปแล้วทุกมาตรฐานจะมีแนวคิดเดียวกันคือ การแทนจุดสีด้วยจุดที่อยู่ภายในสเปส 3 มิติ โดยจะมีแกนอ้างอิงสำหรับจุดสีนั้นในสเปส ซึ่งแต่ละแกนจะมีความเป็นอิสระต่อกัน ตัวอย่างเช่น ในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สี RGB จะมีแกนสีคือ แกนสีแดง เขียว และน้ำเงิน เป็นต้น ตัวอย่างระบบสีที่นิยมใช้กันได้แก่ ระบบสี RGB HSV (Hue Saturation Value) และ HLS (Hue Lightness Saturation)

2.3.1 ระบบสี RGB

ระบบสี RGB เป็นระบบสีที่เกิดจากการรวมกันของแสงสีแดงเขียวและน้ำเงินโดยมีการรวมกันแบบ Additive ซึ่งโดยปกติจะนำไปใช้ในจอภาพแบบ CRT (Cathode Ray Tube) ในการใช้งาน ระบบสี RGB ยังมีการสร้างมาตรฐานที่แตกต่างกันออกไปที่นิยมใช้งานได้แต่ RGBCIE และ RGBNTSC

2.3.1.1 ระบบสีแบบ RGB ของ CIE

เป็นระบบสีที่พัฒนาขึ้นโดย CIE (Commission International l 'Eclairage) ซึ่งอ้างอิงสีด้วยสีแดงที่ 700 nm สีเขียวเท่ากับ 546.1 nm และสีน้ำเงิน 435.8 nm

2.3.1.2 ระบบสีแบบ RGB ของ NTSC

เป็นระบบที่พัฒนาโดย NTSC (National Television System Committee) เพื่อใช้สำหรับการแสดงภาพของจอภาพแบบ CRT เป็นมาตรฐานสำหรับผู้ผลิตแบบ CRT ให้มีลักษณะเดียวกัน

รูปที่ 2.14 ระบบสี RGB

2.3.2 ระบบสี HSV

ระบบสี HSV (Hue Saturation Value) เป็นการพิจารณาสีโดยใช้ Hue Saturation และ Value ซึ่ง Hue คือ ค่าสีของสีหลัก (แดงเขียวและน้ำเงิน) ในทางปฏิบัติจะอยู่ระหว่าง 0 และ 255 ซึ่งถ้า Hue มีค่าเท่ากับ 0 จะแทนสีแดง และเมื่อ Hue มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ สีก็จะเปลี่ยนแปลงไปตามสเปกตรัมของสีจนถึง 256 จึงจะกลับมาเป็นสีแดงอีกครั้ง ซึ่งสามารถแทนให้อยู่ในรูปขององศาได้ดังนี้คือ สีแดง = 0 องศา สีเขียวเท่ากับ 120 องศา สีน้ำเงินเท่ากับ 240 องศา

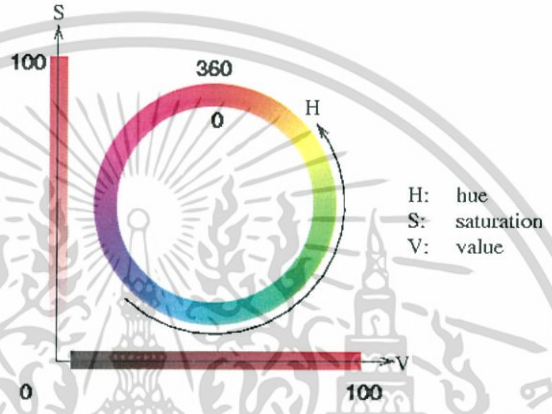
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hue สามารถคำนวณได้จากระบบสี RGB ได้ดังนี้

$$red_h = red - \min(red, green, blue) \tag{2.4}$$

$$green_h = green - \min(red, green, blue) \tag{2.5}$$

$$blue_h = blue - \min(red, green, blue) \tag{2.6}$$



รูปที่ 2.15 ระบบสี HSV

จากลักษณะโมเดลของระบบสี HSV พบว่าค่า Hue จะมีค่าอย่างน้อยหนึ่งค่าที่จะเท่ากับ 0 แต่ถ้ามีสองค่าเท่ากับ 0 แล้วค่า Hue จะเป็นมุมของสี (ค่าสี) มีค่าเป็นไปตามสีที่สามและถ้าทั้งสามสีมีค่าเท่ากับ 0 แล้วจะทำให้ไม่มีค่าของ Hue หรือ สีที่ได้จะมีค่าเท่ากับสีขาวนั่นเอง ตัวอย่างเช่น จอภาพขาว-ดำ ถ้าเกิดมีสีใดสีหนึ่งมีค่าเท่ากับ 0 จะทำให้ค่าสีที่ได้เป็นไปตามสีที่เหลือการให้น้ำหนักในการพิจารณาเมื่อ สีแดงมีค่าเท่ากับ 0

$$\frac{(240 x blue_h) + (120 x green_h)}{blue_h + green_h} \tag{2.7}$$

Saturation คือ ความบริสุทธิ์ของสีซึ่งถ้า Saturation มีค่าเท่ากับ 0 แล้วสีที่ได้จะไม่มี Hue ซึ่งจะเป็นสีขาว ล้วนแต่ถ้า Saturation มีค่าเท่ากับ 255 แสดงว่าจะไม่มีแสงสีขาวผสมอยู่เลย

Saturation สามารถคำนวณได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Saturation = \frac{\max(red, green, blue) - \min(red, green, blue)}{\max(red, green, blue)} \quad (2.8)$$

Value คือ ความสว่างของสีซึ่งสามารถวัดได้โดยค่าความเข้มของความสว่างของแต่ละสีที่ประกอบกัน

สามารถคำนวณได้จาก

$$value = \max(red, green, blue) \quad (2.9)$$

2.3.3 ระบบสี RYB

ระบบสี RYB [Subtractive Color: The RYB Primaries (Opaque Pigments)] ใช้กับสีที่มีลักษณะทึบแสงมี 3 สี คือ สีแดง (Red) สีน้ำเงิน (Blue) สีเหลือง (Yellow) ซึ่งระบบสีแบบลบ (Subtractive Color) เป็นสีที่เกิดจากการดูดกลืนแสงสะท้อนจากวัตถุ คือ เมื่อมีลำแสงสีขาวตกกระทบวัตถุสีต่างๆ คลื่นแสงบางส่วนจะดูดกลืนไว้ และสะท้อนเพียงบางสีออกมา จึงเรียกการผสมสีแบบนี้ว่า การผสมสีแบบลบ (Subtractive Color Mixing) ระบบสีที่ใช้ในงานศิลปะ หรือเรียกว่า ระบบสีของช่างเขียน ระบบสีนี้ใช้เป็นพื้นฐานการทำงานศิลปะและการออกแบบโดยเฉพาะอย่างยิ่งงานจิตรกรรม การจัดโครงสีในงานออกแบบ ฯลฯ

รูปที่ 2.16 ระบบสี RYB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ความรู้พื้นฐานของภาษาจาวา (Java programming language) [5]

เป็นภาษาสำหรับเขียนโปรแกรมภาษาหนึ่ง มีลักษณะสนับสนุนการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (OOP : Object-Oriented Programming) ซึ่งภาษานี้มีจุดประสงค์เพื่อใช้แทนภาษาซีพลัสพลัส (C++) โดยรูปแบบที่เพิ่มเติมขึ้นคล้ายกับภาษาอ็อบเจกต์ทีฟซี (Objective - C)

2.4.1 ไวยากรณ์ระดับของคำ

คำหรือข้อความที่สามารถเขียนในโปรแกรมภาษาจาวาจะต้องเป็นคำหรือข้อความในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งของประเภทต่างๆ เหล่านี้

2.4.1.1 คอมเมนต์

ข้อความที่แทรกอยู่ภายในคอมเมนต์ คอมไพเลอร์จะไม่แปลข้อความนี้ให้เป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมกล่าวคือ ข้อความนี้จะไม่มีผลต่อการทำงานของโปรแกรมคอมเมนต์เขียนไว้เพื่ออธิบายโปรแกรมเพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจโปรแกรมง่ายยิ่งขึ้น และช่วยทำให้การแก้ไข และปรับปรุงโปรแกรมเป็นไปได้ง่ายขึ้น ซึ่งภาษาจาวากำหนดรูปแบบของการเขียนคอมเมนต์ไว้สามรูปแบบดังนี้

1. คอมเมนต์สำหรับข้อความบรรทัดเดียวจะใช้เครื่องหมาย //
2. คอมเมนต์สำหรับข้อความตั้งแต่หนึ่งบรรทัดขึ้นไปเริ่มต้นด้วยเครื่องหมาย /* และสิ้นสุดด้วย */
3. คอมเมนต์สำหรับข้อความที่ต้องการสร้างเป็นไฟล์เอกสารที่เป็นไฟล์ประเภท HTML จะเริ่มต้นด้วย /** และสิ้นสุดด้วย */ คอมเมนต์รูปแบบนี้สามารถสร้างเป็นไฟล์เอกสารได้โดยใช้โปรแกรม javadoc.exe

2.4.1.2 Identifier

ชื่อที่ตั้งขึ้นในภาษาจาวาซึ่งอาจเป็นชื่อของคลาสชื่อของตัวแปรชื่อของเมธอดหรือชื่อของค่าคงที่ซึ่งจะต้องเป็นไปตามกฎการตั้งชื่อดังนี้

- identifier จะต้องขึ้นต้นด้วยอักขระ A-Z, a-z, _ หรือ $ เท่านั้น
- identifier ที่ประกอบไปด้วยตัวอักขระมากกว่าหนึ่งตัวตัวอักขระหลังจากตัวแรกนั้นจะต้องเป็นตัวอักขระข้างต้นหรือเป็นตัวเลข 0 ถึง 9 เท่านั้น
- identifier จะต้องไม่ตรงกับคีย์เวิร์ด identifier ในภาษาจาวาจะถือว่าตัวอักษรพิมพ์ใหญ่และตัวอักษรพิมพ์เล็กต่างกัน (case sensitive) ดังนั้น identifier ที่ชื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

myVariable จะแตกต่างจาก MyVariable ซึ่งมีแนวทางปฏิบัติที่ใช้ในการตั้งชื่อจะมีข้อกำหนดดังนี้

- การตั้งชื่อคลาส
  - จะขึ้นต้นด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่แล้วตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กหรือตัวเลข โดยจะใช้ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่สำหรับอักษรนำของแต่ละคำที่ตามมาในชื่อ
  - ควรเป็นคำนาม
  - ตัวอย่างเช่น Sample, HelloWorld, Student หรือGraduateStudent เป็นต้น
- การตั้งชื่อตัวแปร
  - จะขึ้นต้นด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กโดยจะใช้ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่สำหรับอักษรนำของแต่ละคำที่ตามมาในชื่อ
  - ควรเป็นคำนามหรือเป็นชื่อสั้นๆ
  - ตัวอย่างเช่น x, id, name หรือ thesisTitle เป็นต้น
- การตั้งชื่อเมธอด
  - จะใช้หลักการเดียวกับการตั้งชื่อตัวแปรแต่ควรเป็นคำกริยา
  - ตัวอย่างเช่น getName, setName หรือ showDetails เป็นต้น
- การตั้งชื่อค่าคงที่
  - จะใช้ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ทั้งหมดและจะแยกคำโดยใช้เครื่องหมาย_ (underscore)
  - ควรเป็นคำนาม
  - ตัวอย่างเช่น MINIMUM, MIN_GPA เป็นต้น

2.4.1.3 คีย์เวิร์ด

คีย์เวิร์ด คือ ชื่อที่มีความหมายพิเศษในภาษาจาวาคอมไพเลอร์ของภาษาจาวาจะเข้าใจความหมายและคำสั่งที่จะต้องดำเนินการสำหรับคีย์เวิร์ดแต่ละตัวภาษาจาวาได้กำหนดคีย์เวิร์ดต่างๆ ไว้ดังแสดงในตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 คีย์เวิร์ดที่ใช้ในภาษาจาวา

abstract	continue	for	new	switch
assert	default	goto	package	synchronied
boolean	do	if	private	this
break	double	implements	protected	throw
byte	else	import	public	throws
case	enum	Instanceof	return	transient
catch	extends	int	short	try
char	final	interface	static	void
class	finally	long	strictfp	volatile
const	float	native	super	while

คีย์เวิร์ดเหล่านี้ไม่สามารถจะนำมาตั้งเป็น Ldentifier ได้ซึ่งจากคีย์เวิร์ดข้างต้นจะเห็นว่าคีย์เวิร์ดทุกตัวจะเป็นตัวอักษรพิมพ์เล็ก และจะมีคีย์เวิร์ด goto และ const เป็นคีย์เวิร์ดที่ไม่ได้ตรงกับคำสั่งใดในภาษาจาวา ส่วนคำว่า true และ false ไม่ได้เป็นคีย์เวิร์ดในภาษาจาวา แต่จะเป็นข้อมูลค่าคงที่ชนิดตรรกะเช่นเดียวกับคำว่า null ซึ่งเป็นข้อมูลค่าคงที่ของตัวแปรที่มีชนิดข้อมูลแบบอ้างอิง

2.4.1.4 สัญลักษณ์แยกคำ

ภาษาจาวามีสัญลักษณ์แยกคำต่างๆ ที่สามารถนำไปใช้เขียนในโปรแกรมได้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 หน้าที่ของเครื่องหมายต่างๆ ที่ใช้ในภาษาจาวา

สัญลักษณ์แยกคำ	หน้าที่
;	เพื่อระบุการสิ้นสุดของคำสั่งต่างๆ ภายในภาษาจาวา
()	สำหรับต่อท้ายเมธอดหรือคำสั่งอื่นๆ ในภาษาจาวา เช่น if, for เป็นต้น
,	แยกตัวแปรหรือคำสั่งในภาษาจาวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 หน้าที่ของเครื่องหมายต่างๆ ที่ใช้ในภาษาจาวา (ต่อ)

สัญลักษณ์แยกคำ	หน้าที่
.	ใช้ในการระบุคุณลักษณะหรือเมธอดของออปเจ็ค หรือใช้ในการระบุแพ็กเกจของภาษาจาวา
{}	เพื่อระบุบล็อคคำสั่งของภาษาจาวา คำสั่งต่างๆ ของภาษาจาวาจะอยู่ภายในบล็อกอาทิเช่น คำสั่งที่อยู่ภายในคลาส ภายในเมธอด หรืออยู่ภายในชุดคำสั่งโครงสร้างควบคุมต่างๆ เช่น if, while, หรือ for เป็นต้น โดยปกติบล็อกเหล่านี้สามารถซ้อนกันได้

2.4.1.5 ช่องว่าง

โปรแกรมภาษาจาวาสามารถที่จะมีช่องว่างเพื่อแยกคำประโยคหรือคำสั่งต่างๆ ภายในโปรแกรมได้ โดยช่องว่างจะมีขนาดเท่าไรก็ได้ ทั้งนี้คอมไพเลอร์ของภาษาจาวาจะไม่นำส่วนที่เป็นช่องว่างมาเกี่ยวข้องกับขนาดของโปรแกรมไบท์โค้ด ช่องว่างจะช่วยทำให้รูปแบบของโปรแกรมซอร์ดโค้ดดูง่ายขึ้นซึ่งรูปแบบของช่องว่างประกอบด้วย

- ช่องว่าง (กดคีย์ Space บนคีย์บอร์ด)
- แท็ป (กดคีย์ Tab บนคีย์บอร์ด)
- การขึ้นบรรทัดใหม่ (กดคีย์ Enter บนคีย์บอร์

2.4.1.6 ข้อมูลค่าคงที่

คำที่ใช้แสดงข้อมูลที่เป็นตัวเลขตัวอักขระข้อความหรือค่าทางตรรกะซึ่งในภาษาจาวาได้กำหนดข้อมูลค่าคงที่ไว้ 5 ประเภทดังนี้

- ตรรกะ (boolean)
- ตัวอักขระ (character)
- ตัวเลขจำนวนเต็ม (integral)
- ตัวเลขทศนิยม (floating point)
- ข้อความ (string)

ซึ่งรูปแบบของการเขียนข้อมูลค่าคงที่และประเภทของชนิดข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ชนิดข้อมูลแบบพื้นฐาน

ภาษาจาวาเป็นภาษาที่ต้องระบุชนิดข้อมูลอย่างชัดเจน (Strongly Typed Language) กล่าวคือ ข้อมูลที่เป็นตัวแปรหรือค่าคงที่ทุกตัวที่ปรากฏอยู่ในโปรแกรมจะต้องมีการประกาศ และจะต้องระบุชนิดข้อมูลด้วยเสมอโดยชนิดข้อมูลในภาษาจาวาแบ่งเป็นสองประเภทใหญ่ๆ

2.4.2.1 ชนิดข้อมูลแบบพื้นฐาน (Primitive Data Type)

ชนิดข้อมูลที่กำหนดไว้ในภาษาจาวาซึ่งภาษาจาวากำหนดไว้ 8 ชนิดคือ boolean, char, byte, short, int, long, float และ double ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ขนาดและช่วงค่าของชนิดข้อมูลแบบพื้นฐานของภาษาจาวา

ชนิดข้อมูล	ขนาด(บิต)	ช่วงค่า	หมายเหตุ
boolean	1	True ถึง false	
char	16	'\u0000' ถึง '\uFFFF'	ข้อมูลอักขระแบบ Unicode
byte	8	-128 ถึง +127	
short	16	-32,768 ถึง +32,767	
int	32	-2^{31} ถึง $-2^{31}-1$	
long	64	-2^{63} ถึง $+2^{63}-1$	
float	32	-3.4E+38 ถึง +3.4E+38	IEEE 754 float precision floating point.
double	64	-1.80E+308 ถึง+1.80E+308	IEEE 754 double precision floating point.

2.4.2.2 ชนิดข้อมูลแบบอ้างอิง (Reference Data Type)

ชนิดข้อมูลอื่นๆ ที่ไม่ใช่ชนิดข้อมูลแบบพื้นฐาน ชนิดข้อมูลทั้งสองประเภทจะมีความแตกต่างกันในเรื่องของการเก็บข้อมูลในหน่วยความจำ และวิธีการเรียกใช้งานซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ชนิดข้อมูลตรรกะ (logical)

ในภาษาจาวาชนิดข้อมูลบูลีน (boolean) คือ ชนิดข้อมูลตรรกะโดยข้อมูลชนิดตรรกะเป็นข้อมูลที่ประกอบด้วยค่าสองค่าคือ จริง และเท็จ ซึ่งตรงกับจริงและเท็จค่าคงที่หรือตัวแปรที่มีชนิดข้อมูลเป็นบูลีนจะมีค่าเป็นค่าใดค่าหนึ่งภายในสองค่านี้เท่านั้น คำว่าจริงและเท็จแม้จะไม่ใช่คีย์เวิร์ดในภาษาจาวา แต่เนื่องจากเป็นคำที่สงวนไว้ (Reserved Word) จึงไม่อนุญาตให้ตั้งชื่อ Identifier ตรงกับคำทั้งสองภาษาจาวาเป็นภาษาที่ต้องระบุชนิดข้อมูลอย่างชัดเจน ดังนั้นจึงสามารถใช้ชนิดข้อมูลบูลีนในกรณีที่ต้องการค่าข้อมูลชนิดตรรกะเท่านั้น โดยไม่อนุญาตให้ใช้ชนิดข้อมูลอื่นๆ ซึ่งกรณีนี้จะแตกต่างจากภาษาซีหรือ C++ ที่อนุญาตให้แปลงข้อมูลชนิดตัวเลขจำนวนเต็มให้เป็นข้อมูลค่าคงที่ชนิดตรรกะได้

2. ชนิดข้อมูลตัวอักขระ (textual)

ในภาษาจาวาชนิดข้อมูล char คือ ชนิดข้อมูลตัวอักขระโดยข้อมูลชนิดตัวอักขระใช้เพื่อแสดงตัวอักขระหนึ่งตัวซึ่งในภาษาจาวาจะถูกเก็บอยู่ในรูปของมาตรฐาน Unicode ซึ่งจะมีขนาด 16 บิตข้อมูลค่าคงที่ซึ่งเป็นตัวอักขระแบบ Unicode จะอยู่ในเครื่องหมาย ‘ ’ โดยจะขึ้นต้นด้วยสัญลักษณ์ \u และตามด้วยเลขฐานสิบหก (Hexadecimal number) โดยจะมีค่าตั้งแต่ ‘\u0000’ ถึง ‘\uFFFF’ เพื่อเก็บตัวอักขระของภาษาต่างๆ ได้ทั้งหมด 65,536 ตัว

สำหรับรหัส ASCII ที่ใช้ในระบบคอมพิวเตอร์ทั่วไปตัวอักขระแบบ Unicode จะกำหนดค่าในช่วง ‘\u0000’ ถึง ‘\u00FF’ ให้สอดคล้องกับรหัส ASCII 128 ตัวแรก นอกจากนี้เราสามารถที่จะกำหนดข้อมูลค่าคงที่ชนิดตัวอักขระโดยกำหนดตัวอักขระภายในเครื่องหมาย ‘ ’

ภาษาจาวาสามารถที่จะเขียนข้อมูลค่าคงที่ที่เป็นอักขระพิเศษต่างๆ ได้ โดยใช้สัญลักษณ์ \ นำหน้าตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างๆ ตัวอักขระพิเศษที่นิยมใช้ทั่วไปจะเป็นไปตามตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ตัวอักขระพิเศษที่นิยมใช้ทั่วไป

อักขระ	Unicode	ความหมาย
‘\b’	‘\u000B’	Backspace
‘\t’	‘\u0009’	Tab
‘\n’	‘\u000A’	New line
‘\r’	‘\u000D’	Return

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ตัวอักขระพิเศษที่นิยมใช้ทั่วไป

อักขระ	Unicode	ความหมาย
'\\'	'\u005C'	Backslash
'\''	'\u0027'	Single quote
'\"'	'\u0022'	Double quote

3. ชนิดข้อมูลตัวเลขจำนวนเต็ม (Integral)

ในภาษาจาวาชนิดข้อมูล byte, short, int และ long คือ ชนิดข้อมูลตัวเลขจำนวนเต็ม โดยข้อมูลชนิดนี้คือ ข้อมูลที่เป็นจำนวนเต็มใดๆ ในทางคณิตศาสตร์ โดยที่แต่ละชนิดจะมีขนาดในการเก็บข้อมูลไม่เท่ากันทำให้มีช่วงของข้อมูลต่างกัน ดังที่กล่าวมาแล้วในตารางที่ 2.3 ซึ่งโดยทั่วไปภาษาจาวาจะกำหนดให้เลขจำนวนเต็มมีชนิดข้อมูลเป็น int การเขียนข้อมูลค่าคงที่ที่เป็นข้อมูลชนิดตัวเลขจำนวนเต็มใดๆ จะไม่มีการใช้เครื่องหมาย , (comma) เช่น 10,000 จะต้องเขียนเป็น 10000 โดยภาษาจาวาจะสามารถเขียนค่าคงที่ข้อมูลได้สามแบบดังนี้

- เลขฐานสิบคือ การเขียนเลขจำนวนเต็มทั่วไป อาทิเช่น -121 และ 75362 เป็นต้น
- เลขฐานแปดคือ การเขียนเลขจำนวนเต็มที่ขึ้นต้นด้วยเลข 0 แล้วตามด้วยตัวเลขตั้งแต่ 0 ถึง 7 อาทิเช่น 016 (มีค่าเท่ากับ 14 ในเลขฐานสิบ)
- เลขฐานสิบหกคือ การเขียนเลขจำนวนเต็มที่ขึ้นต้นด้วย 0x หรือ 0X แล้วตามด้วยตัวเลขตั้งแต่ 0 ถึง 9 หรือตัวอักษร A ถึง F อาทิเช่น 0xA2 (มีค่าเท่ากับ 162 ในเลขฐานสิบ)

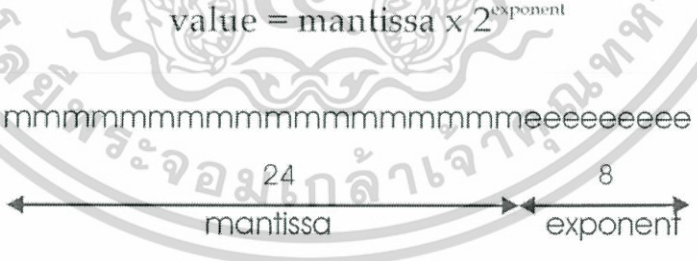
การประกาศตัวแปรใดๆ ให้มีชนิดข้อมูลเป็นตัวเลขจำนวนเต็มชนิดใดชนิดหนึ่งจะมีผลให้ภาษาจาวากำหนดขนาดของเนื้อที่สำหรับหน่วยความจำและช่วงในการเก็บข้อมูลให้สอดคล้องกับชนิดข้อมูลนั้นโดยอัตโนมัติแต่ภาษาจาวาสามารถกำหนดข้อมูลค่าคงที่ของตัวเลขจำนวนเต็มให้มีชนิดข้อมูลเป็นlong ได้โดยใส่ตัวอักษร l หรือ L ต่อท้าย อาทิเช่น

- 2l หมายถึง เลขฐานสิบที่มีค่าเท่ากับ 2 และมีชนิดข้อมูลเป็น long
- 077L หมายถึง เลขฐานแปดที่มีค่าเท่ากับ 63 และมีชนิดข้อมูลเป็น long
- 0xBAACL หมายถึง เลขฐานสิบหกที่มีชนิดข้อมูลเป็น long

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ชนิดข้อมูลตัวเลขทศนิยม (floating point)

ข้อมูลชนิดตัวเลขทศนิยมคือ เลขจำนวนจริง (real number) ซึ่งในระบบคอมพิวเตอร์จะเก็บข้อมูลประเภทนี้โดยแบ่งจำนวนบิตที่เก็บข้อมูลเป็นสองส่วนคือ ส่วนที่เป็นความละเอียดของตัวเลข (mantissa) และส่วนที่เป็นจำนวนเลขยกกำลัง (exponent) โดยส่วนที่เป็นความละเอียดของตัวเลขจะเก็บค่าในช่วงตั้งแต่ -1.0 ถึง 1.0 และส่วนที่เป็นเลขยกกำลังจะเก็บค่าที่เป็นเลขยกกำลังสอง ภาษาจาวาเก็บเลขจำนวนจริงตามมาตรฐาน IEEE 754 ซึ่งจะแบ่งเลขจำนวนจริงออกเป็น single precision และ double precision โดยที่ตัวเลขแบบ singleprecision จะใช้เนื้อที่หน่วยความจำจำนวน 32 บิตแบ่งเป็นส่วนที่เป็นความละเอียดของตัวเลขจำนวน 24 บิต และส่วนที่เป็นจำนวนเลขยกกำลังจำนวน 8 บิตดังแสดงในรูปที่ 2.17 ส่วนตัวเลขแบบ double precision จะใช้เนื้อที่หน่วยความจำจำนวน 64 บิตแบ่งเป็นส่วนที่เป็นความละเอียดของตัวเลขจำนวน 53 บิต และส่วนที่เป็นจำนวนเลขยกกำลังจำนวน 11 บิต ภาษาจาวากำหนดชนิดข้อมูลตัวเลขทศนิยมไว้สองชนิดคือ float และ double โดยที่ชนิดข้อมูล float จะเก็บข้อมูลขนาด 32 บิตตามมาตรฐานแบบ single precision ส่วนข้อมูลชนิด double จะเก็บข้อมูลขนาด 64 บิตตามมาตรฐานแบบ double precisionภาษาจาวากำหนดข้อมูลชนิดตัวเลขทศนิยมให้เป็นเลขที่มีเครื่องหมายจุดทศนิยม ข้อมูลค่าคงที่ชนิดตัวเลขทศนิยมโดยทั่วไปจะถูกกำหนดให้มีชนิดข้อมูลเป็น double แต่ภาษาจาวาสามารถกำหนดข้อมูลค่าคงที่ให้มีชนิดข้อมูลเป็น float ได้โดยใส่ตัวอักษร f หรือ F ต่อท้าย อาทิเช่น 2.718F หรือ 3.14f เป็นต้น



รูปที่ 2.17 จำนวนบิตของ mantissa และ exponent สำหรับตัวเลขแบบ single precision

นอกจากนี้ภาษาจาวาจะกำหนดข้อมูลค่าคงที่ชนิดตัวเลขทศนิยมที่มีอักษร D หรือ d ต่อท้ายว่าเป็นข้อมูลค่าคงที่ที่มีชนิดข้อมูลเป็น double อาทิเช่น 3.14D แต่เนื่องจากโดยทั่วไปข้อมูลค่าคงที่ชนิดตัวเลขทศนิยมจะถูกกำหนดให้เป็นชนิด double อยู่แล้วจึงไม่มีความจำเป็นต้องใส่ตัวอักษร D หรือ d ต่อท้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 ตัวแปรและค่าคงที่

ข้อมูลที่เก็บอยู่ในโปรแกรมเช่นข้อมูลที่เป็นคุณลักษณะของออปเจ็ค คุณลักษณะของคลาส และข้อมูลในเมธอดจะแบ่งเป็นสองประเภทคือ ตัวแปรและค่าคงที่ ซึ่งตัวแปรคือ ข้อมูลที่สามารถเปลี่ยนแปลงค่าได้ในโปรแกรมโดยใช้คำสั่งกำหนดค่า ส่วนค่าคงที่คือ ข้อมูลที่กำหนดค่าได้เพียงครั้งเดียว และไม่สามารถเปลี่ยนแปลงค่าได้ในโปรแกรมทั้งตัวแปร และค่าคงที่จะต้องมีการประกาศชื่อและชนิดของข้อมูลเพื่อที่จะเตรียมเนื้อที่ในหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล

คำสั่งในการประกาศตัวแปรของภาษาจาวามีรูปแบบดังนี้

[modifier] dataType variableName[,variableName];

โดยที่

- modifier คือ คีย์เวิร์ดระบุคุณสมบัติต่างๆ ของตัวแปร เช่น access modifier ส่วนกรณีที่ไม่ระบุจะถือว่าเป็น default
- dataType คือ ชนิดข้อมูล
- variableName คือ ชื่อของตัวแปรที่เป็นไปตามกฎการตั้งชื่อ

2.4.3.1 คำสั่งกำหนดค่า

ตัวแปรที่มีการประกาศชนิดข้อมูลแล้วสามารถที่จะกำหนดหรือเปลี่ยนแปลงค่าได้ โดยใช้คำสั่งกำหนดค่า (assignment statement) ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

variableName = expression;

โดยที่

- variableName คือ ชื่อตัวแปร
- expression คือ นิพจน์ซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณข้อความที่อาจประกอบไปด้วยค่าคงที่ข้อมูลตัวแปรและตัวดำเนินการ (operator) ต่างๆ ซึ่งนิพจน์อาจเป็นนิพจน์ที่ให้ผลลัพธ์เป็นข้อมูลค่าคงที่ชนิดตัวเลขจำนวนเต็มตรรกะตัวเลขทศนิยมอักขระหรือข้อความทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดข้อมูลและคำสั่งที่ใช้คำสั่งกำหนดค่าจะสั่งงานให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานสองขั้นตอนคือ คำนวณหาผลลัพธ์ของนิพจน์แล้วเก็บผลลัพธ์ที่ได้ไว้ในตัวแปร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3.2 ค่าคงที่

การประกาศค่าคงที่ในภาษาจาวาทำได้โดยการใส่คีย์เวิร์ด final หน้าคำสั่งประกาศชื่อ โดยมีรูปแบบดังนี้

[modifier] final dataType CONSTANT_NAME = expression;

โดยที่

- modifier คือ คีย์เวิร์ดระบุคุณสมบัติต่างๆ ของค่าคงที่ เช่น access modifier
- dataType คือ ชนิดข้อมูลของค่าคงที่
- CONSTANT_NAME คือ ชื่อของค่าคงที่ซึ่งโดยทั่วไปนิยมใช้ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่และแยกคำด้วยเครื่องหมาย _
- expression คือ นิพจน์ที่ให้ผลลัพธ์เป็นชนิดข้อมูลที่สอดคล้องกับชนิดข้อมูลของค่าคงที่

2.4.3.3 ขอบเขตของตัวแปรและค่าคงที่

ตัวแปรและค่าคงที่ซึ่งประกาศขึ้นจะสามารถใช้งานภายในบล็อกคำสั่ง { } ที่ประกาศเท่านั้น โดยภาษาจาวาแบ่งตัวแปร และค่าคงที่แบ่งเป็นสองประเภทคือ ตัวแปรหรือค่าคงที่ที่เป็นคุณลักษณะของออปเจ็คหรือคุณลักษณะของคลาส และตัวแปรหรือค่าคงที่ที่อยู่ในบล็อกของเมธอดที่เรียกว่า ค่าคงที่ภายใน (Localconstant) หรือตัวแปรภายใน (Local Variable)

ตัวแปรหรือค่าคงที่ ที่เป็นคุณลักษณะของออปเจ็คหรือคุณลักษณะของคลาสคือ ตัวแปรหรือคงที่ที่ประกาศภายในบล็อกของคลาสซึ่งอยู่นอกเมธอดของคลาสตัวแปร หรือค่าคงที่ประเภทนี้จะมีขอบเขตใช้งานอยู่ภายในคลาสโดยที่ทุกๆ เมธอดในคลาสสามารถเรียกใช้ได้ สำหรับตัวแปรประเภทนี้จะถูกกำหนดค่าเริ่มต้นให้โดยอัตโนมัติดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ค่าเริ่มต้นที่ถูกกำหนดให้อัตโนมัติ

ชนิดข้อมูล	ค่าเริ่มต้น
boolean	false
byte	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 ค่าเริ่มต้นที่ถูกกำหนดให้อัตโนมัติ (ต่อ)

ชนิดข้อมูล	ค่าเริ่มต้น
short	0
Int	0
long	0L
float	0.0f
char	'\u0000'
class	Null
double	0.0

ภาษาจาวากำหนดให้ต้องมีการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปรที่ประกาศไว้ก่อนที่จะสามารถเรียกใช้งานได้ในกรณีของตัวแปรของออปเจ็คหรือตัวแปรของคลาส ภาษาจาวาจะกำหนดค่าเริ่มต้นให้โดยอัตโนมัติดังตารางที่ 2.5 แต่ในกรณีของตัวแปรภายในจะต้องมีคำสั่งในการกำหนดค่าเริ่มต้นเองมิฉะนั้นจะเกิดข้อผิดพลาดในขั้นตอนคอมไพล์ (Compile Error)

2.4.4 ตัวดำเนินการ

นิพจน์ในภาษาจาวาอาจจะประกอบด้วยข้อมูลค่าคงที่ตัวแปรหรือค่าคงที่ต่างๆ โดยจะมีตัวดำเนินการต่างๆ ไว้เพื่อคำนวณหาผลลัพธ์ที่เป็นชนิดข้อมูลต่างๆ ทั้งนี้ตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์และตัวดำเนินการแบบบิตจะให้ผลลัพธ์เป็นข้อมูลชนิดจำนวนเต็มหรือจำนวนทศนิยม ส่วนตัวดำเนินการแบบสัมพันธ์และตัวดำเนินการทางตรรกศาสตร์จะให้ผลลัพธ์เป็นข้อมูลชนิดตรรกะ ตัวดำเนินการในภาษาจาวาแบ่งออกเป็น 4 ประเภท

2.4.4.1 ตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์ (Arithmetic Operator)

ตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์สำหรับภาษาจาวาจะประกอบไปด้วยเครื่องหมาย +, -, *, / และ % ดังแสดงในตารางที่ 2.6 ตัวดำเนินการ / จะให้ผลลัพธ์เป็นเลขจำนวนทศนิยม ถ้าตัวถูกดำเนินการ (Operand) ตัวใดตัวหนึ่งเป็นข้อมูลชนิดจำนวนทศนิยม ส่วนกรณีที่ตัวกระทำทั้งสองตัวเป็นข้อมูลชนิดจำนวนเต็ม ตัวดำเนินการจะให้ผลลัพธ์เป็นค่าจำนวนเต็มกล่าวคือ 1/2.0 จะได้ผลลัพธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น 0.5 ส่วน 1/2 จะได้ผลลัพธ์เป็น 0 ตัวดำเนินการหารกับตัวถูกดำเนินการที่เป็นตัวเลขจำนวนเต็ม โดยจะให้ผลลัพธ์เป็นตัวเลขจำนวนเต็มที่เป็นเศษของการหาร อาทิเช่น 7/3 จะได้ผลลัพธ์เป็น 1 ตัวดำเนินการส่วนใหญ่จะต้องมีตัวถูกดำเนินการสองตัวยกเว้นตัวดำเนินการ + และ – ที่อาจมีตัวถูกดำเนินการตัวเดียวได้ เช่น –3 หรือ +4.0 เป็นต้น

ตารางที่ 2.6 ตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์

เครื่องหมาย	ความหมาย	ตัวอย่างนิพจน์
+	บวก	a + b
-	ลบ	a - b
*	คูณ	a * b
/	หาร	a / b
%	เศษจากการหาร	a % b

ภาษาจาวาได้กำหนดตัวดำเนินการแบบย่อ (Shortcut Operator) เพื่อใช้แทนตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรทางด้านซ้ายของคำสั่งกำหนดค่าข้อดีของการเขียนคำสั่งโดยใช้ตัวดำเนินการแบบย่อคือ จะช่วยทำให้โปรแกรมทำงานได้เร็วขึ้น ภาษาจาวามีตัวดำเนินการแบบย่อ 5 ตัวคือ +=, -=, *=, /= และ %= ดังแสดงในตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 ตัวดำเนินการแบบย่อ

เครื่องหมาย	ตัวอย่าง	ความหมาย
+=	x += 3;	x = x + 3;
-=	x -= 3;	x = x - 3;
*=	x *= 3;	x = x * 3;
/=	x /= 3;	x = x / 2;
%=	x %= 3;	x = x % 3;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาษาจาวายังมีตัวดำเนินการแบบย่ออีกสองตัวคือ ตัวดำเนินการเพิ่มค่า (Increment Operator) ที่ใช้เครื่องหมาย ++ และตัวดำเนินการลดค่า (Decrement Operator) ที่ใช้เครื่องหมาย -- ตัวดำเนินการทั้งสองตัวใช้ในการเพิ่มค่าทีละ 1 หรือลดค่าทีละ 1 ตัวดำเนินการทั้งสองสามารถใส่ไว้ข้างหน้าหรือข้างหลังตัวแปรก็ได้ ตัวดำเนินการเพิ่มค่าและตัวดำเนินการลดค่าสามารถใช้กับตัวแปรทั้งที่มีชนิดข้อมูลเป็นตัวเลขจำนวนเต็มและตัวเลขจำนวนทศนิยม การวางเครื่องหมายไว้ด้านหน้าตัวแปรจะมีผลให้โปรแกรมทำการเพิ่มหรือลดค่าก่อน แล้วจึงทำคำสั่งของนิพจน์นั้น ส่วนการวางเครื่องหมายไว้ด้านหลังตัวแปรจะมีผลให้โปรแกรมทำการเพิ่มหรือลดค่าหลังจากทำคำสั่งของนิพจน์นั้น

2.4.4.2 ตัวดำเนินการแบบสัมพันธ์ (Relational Operator)

ตัวดำเนินการแบบสัมพันธ์ใช้ในการเปรียบเทียบค่าของข้อมูลชนิดใดๆ สองค่าโดยจะให้ผลลัพธ์ของการเปรียบเทียบเป็นข้อมูลค่าคงที่ชนิดตรรกะ ภาษาจาวากำหนดตัวดำเนินการแบบสัมพันธ์ไว้ 6 ตัวคือ <, <=, >, >=, == และ != ดังแสดงในตารางที่ 2.8ชนิดข้อมูลที่จะนำมาเปรียบเทียบจะต้องเป็นชนิดข้อมูลที่สอดคล้องกัน อาทิเช่น การเปรียบเทียบตัวเลขกับตัวเลข ตัวอักขระกับตัวอักขระ หรือออปเจ็คกับออปเจ็ค เป็นต้น

ตารางที่ 2.8 ตัวดำเนินการแบบสัมพันธ์

เครื่องหมาย	ความหมาย	ตัวอย่าง	ผลลัพธ์
<	น้อยกว่า	3 < 4	true
<=	น้อยกว่าหรือเท่ากับ	3 <= 4	true
>	มากกว่า	3 > 4	false
>=	มากกว่าหรือเท่ากับ	3 >= 4	false
==	เท่ากับ	3 == 4	false
!=	ไม่เท่ากับ	3 != 4	true

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4.3 ตัวดำเนินการทางตรรกศาสตร์ (Logical Operator)

ตัวดำเนินการทางตรรกศาสตร์จะใช้กับตัวถูกดำเนินการที่เป็นนิพจน์ตรรกศาสตร์หรือชนิดข้อมูล boolean ตัวดำเนินการประเภทนี้จะให้ผลลัพธ์เป็นข้อมูลค่าคงที่ชนิดตรรกะ โดยภาษาจาวากำหนดตัวดำเนินการทางตรรกศาสตร์ไว้ 6 ตัวดังแสดงในตารางที่ 2.9 ตัวดำเนินการทุกตัวจะต้องมีตัวถูกดำเนินการสองตัว ยกเว้นตัวดำเนินการที่เป็นตัวดำเนินการที่ใช้ในการกลับค่า ซึ่งต้องการตัวถูกดำเนินการเพียงหนึ่งตัวดังตารางที่ 2.10 ถึงตารางที่ 2.13 แสดงผลลัพธ์ที่เป็นข้อมูลค่าคงที่ชนิดตรรกะซึ่งได้จากการดำเนินการที่เป็นการกลับค่า, AND, OR และ Exclusive - OR ค่าทางตรรก

ตารางที่ 2.9 ตัวดำเนินการทางตรรกศาสตร์

เครื่องหมาย	ความหมาย
!	กลับค่าทางตรรกะ
&& หรือ &	AND ค่าทางตรรกะ
II หรือ I	OR ค้าทางตรรกะ
^	Exclusivs – OR ค่าทางตรรกะ

ตารางที่ 2.10 ผลลัพธ์ของการกลับค่าทางตรรกะ

op	!op
ture	false
false	true

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.11 ผลลัพธ์ของการ AND ค่าทางตรรกะ

op1	op2	op1 & op2
true	true	true
true	false	false
false	true	false
false	false	false

ตารางที่ 2.12 ผลลัพธ์ของการ OR ค่าทางตรรกะ

op1	op2	op1 I op2
true	true	true
true	false	true
false	true	true
false	false	false

ตารางที่ 2.13 ผลลัพธ์ของการ Exclusive-OR ค่าทางตรรกะ

op1	op2	op1 ^ op2
true	true	false
true	false	true
false	true	true
false	false	false

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวดำเนินการที่มีเครื่องหมาย && และ ll เรียกว่าตัวดำเนินการทางตรรกศาสตร์แบบ short circuit โดยที่ && เป็นการ AND ค่าทางตรรกะซึ่งจะแตกต่างจาก & ตรงที่ && จะหยุดการเปรียบเทียบถ้านิพจน์ตัวแรกเป็นเท็จเช่นเดียวกับ ll ที่เป็นการ OR ค่าทางตรรกะซึ่งจะแตกต่างจาก l ตรงที่ ll จะหยุดการเปรียบเทียบถ้านิพจน์ตัวแรกเป็นจริง

2.4.4.4 ตัวดำเนินการแบบบิต (Bitwise Operator)

ตัวดำเนินการแบบบิตเป็นตัวดำเนินการที่ใช้กับข้อมูลชนิดตัวเลขจำนวนเต็ม เพื่อจัดการกับข้อมูลเชิงบิตหรือเพื่อเลื่อนบิตโดยมีเครื่องหมายต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.14 และตารางที่ 2.15

ตารางที่ 2.14 ตัวดำเนินการเพื่อจัดการกับข้อมูลเชิงบิต

เครื่องหมาย	ความหมาย
~	Complement
&	AND
l	OR
^	XOR

ตารางที่ 2.15 ตัวดำเนินการเพื่อเลื่อนบิต

เครื่องหมาย	ความหมาย
>>	Singned right shift
>>>	unsingned right shift
<<	Left shift

เครื่องหมาย ~, &, l และ ^ ใช้ในการจัดการข้อมูลเชิงบิต เช่น 4 ^ 3 คือ 0100 ที่ทำการ XOR กับ 0011 จะมีค่าเป็น 0111 ส่วนเครื่องหมาย >>, >>> และ << เป็นตัวดำเนินการเพื่อเลื่อนบิตโดยจะใช้กับชนิดข้อมูลจำนวนเต็มที่เป็น int หรือ long โดยตัวถูกดำเนินการที่เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนบิตที่จะเลื่อนไปจะเป็นเศษของการหารด้วย 32 และ 64 สำหรับชนิดข้อมูล int และ long ตามลำดับ เครื่องหมาย >> เป็นการเลื่อนบิตโดยพิจารณาจากเครื่องหมายซึ่งถ้าบิตทางซ้ายเป็นค่า 1 ก็จะใส่ค่า 1 แทน แต่ถ้าเป็นค่า 0 ก็จะใส่ค่า 0 แทน ส่วนเครื่องหมาย >>> และ << จะเป็นการเลื่อนบิตโดยไม่พิจารณาเครื่องหมายกล่าวคือ จะใส่ค่า 0 เสมอการเลื่อนบิตไปทางขวา (>>) คือ การหารของจำนวนเต็มด้วยค่า 2 ยกกำลังจำนวนบิตที่จะเลื่อน ส่วนการเลื่อนบิตไปทางซ้าย (<<) จะเป็นการคูณเลขจำนวนเต็มด้วยค่า 2 ยกกำลังจำนวนบิตที่จะเลื่อน

กรณีที่นิพจน์ใดๆ มีตัวดำเนินการมากกว่าหนึ่งตัว ภาษาจาวาจะจัดลำดับความสำคัญของตัวดำเนินการเพื่อคำนวณหาผลลัพธ์ตามลำดับความสำคัญของตัวดำเนินการ โดยมีลำดับความสำคัญดังแสดงในตารางที่ 2.16

ตารางที่ 2.16 ลำดับความสำคัญของตัวดำเนินการ

ลำดับ	เรียงจาก	ตัวดำเนินการ
1	ขวาไปซ้าย (R to L)	++, --, +, -, ~, ! (data type)
2	ซ้ายไปขวา (L to R)	*, /, %
3	ซ้ายไปขวา (L to R)	+, -
4	ซ้ายไปขวา (L to R)	<<, >>, >>>
5	ซ้ายไปขวา (L to R)	<, >, <=, >=, instanceof
6	ซ้ายไปขวา (L to R)	==, !=
7	ซ้ายไปขวา (L to R)	&
8	ซ้ายไปขวา (L to R)	^
9	ซ้ายไปขวา (L to R)	|
10	ซ้ายไปขวา (L to R)	&&
11	ซ้ายไปขวา (L to R)	||
12	ขวาไปซ้าย (R to L)	?:
13	ขวาไปซ้าย (R to L)	=, +=, -=, *=, /=, %=, <<=, >>=, >>>=, &=, ^=, |=

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิพจน์ทางคณิตศาสตร์ในภาษาจาวาอาจมีตัวถูกดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่มีชนิดข้อมูลเป็นประเภทต่างๆ ภาษาจาวาได้กำหนดให้ผลลัพธ์ของนิพจน์เป็นดังนี้

- ในกรณีที่ตัวถูกดำเนินการทั้งสองตัวมีชนิดข้อมูลเป็น double เหมือนกันจะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่มีชนิดข้อมูลเป็น double
- ในกรณีที่ตัวถูกดำเนินการทั้งสองตัวมีชนิดข้อมูลเป็น float เหมือนกันจะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่มีชนิดข้อมูลเป็น float
- ในกรณีที่ตัวถูกดำเนินการทั้งสองมีชนิดข้อมูลที่ต่างกันภาษาจาวาจะมีหลักการแปลงชนิดข้อมูล (type conversion) ดังนี้
  - ถ้าตัวถูกดำเนินการตัวหนึ่งมีชนิดข้อมูลเป็น double ตัวถูกดำเนินการอีกตัวหนึ่งจะถูกแปลงให้มีชนิดข้อมูลเป็น double โดยอัตโนมัติ
  - ถ้าตัวถูกดำเนินการทั้งสองไม่ได้มีชนิดข้อมูลเป็น double แต่มีตัวถูกดำเนินการตัวหนึ่งที่มีชนิดข้อมูลเป็น float ตัวถูกดำเนินการอีกตัวหนึ่งจะถูกแปลงให้มีชนิดข้อมูลเป็น float โดยอัตโนมัติ
  - ถ้าตัวถูกดำเนินการทั้งสองไม่ได้มีชนิดข้อมูลเป็น double หรือ float แต่มีตัวถูกดำเนินการตัวหนึ่งที่มีชนิดข้อมูลเป็น long ตัวถูกดำเนินการอีกตัวหนึ่งจะถูกแปลงให้มีชนิดข้อมูลเป็น long โดยอัตโนมัติ
  - กรณีอื่นๆ ตัวถูกดำเนินการทั้งสองจะแปลงให้มีชนิดข้อมูลเป็น in

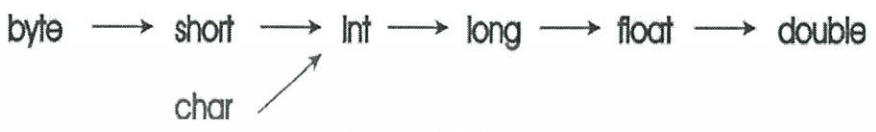
2.4.5 การแปลงข้อมูลในคำสั่งกำหนดค่า

ภาษาจาวากำหนดให้คำสั่งกำหนดค่าจะต้องมีชนิดข้อมูลของตัวแปรทางด้านซ้ายและชนิดข้อมูลของนิพจน์ทางด้านขวาสอดคล้องกัน ในกรณีที่ตัวแปรและนิพจน์มีชนิดข้อมูลที่แตกต่างกัน คอมไพเลอร์ของภาษาจาวาจะทำการแปลงชนิดข้อมูลทั้งสองชนิดให้สอดคล้องกัน โดยการแปลงชนิดข้อมูลมีสองรูปแบบคือ การแปลงข้อมูลที่กว้างขึ้น (widening conversion) และการแปลงข้อมูลที่แคบลง (narrowing conversion) ภาษาจาวากำหนดขนาดของชนิดข้อมูลต่างๆ ที่สามารถแปลงข้อมูลให้กว้างขึ้นได้ดังแสดงในรูปที่ 2.18 ซึ่งมีหลักการดังนี้

- ชนิดข้อมูลตัวเลขจำนวนเต็มสามารถแปลงให้เป็นชนิดข้อมูลตัวเลขทศนิยมได้
- ชนิดข้อมูล float สามารถแปลงให้เป็นชนิดข้อมูล double ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชนิดข้อมูลตัวเลขจำนวนเต็มมีขนาดเรียงกันจากน้อยไปมากดังนี้ byte ⟶ short ⟶ int ⟶ long
- ชนิดข้อมูล char สามารถแปลงให้เป็นชนิดข้อมูล int ได้
- ชนิดข้อมูล boolean จะไม่มีความสัมพันธ์กับชนิดข้อมูลแบบพื้นฐาน



รูปที่ 2.18 การแปลงชนิดข้อมูล

2.4.6 การแปลงชนิดข้อมูล (Typecasting)

ภาษาจาวาจะสามารถทำการแปลงชนิดข้อมูลให้เป็นชนิดข้อมูลที่มีขนาดเล็กลงได้ โดยใช้วิธีการที่เรียกว่า Typecasting ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

(targetType) expression

โดยที่

- targetType คือ ชนิดข้อมูลที่ต้องการ
- การใช้ Typecasting จะช่วยทำให้โปรแกรมที่มีคำสั่ง ซึ่งจำเป็นต้องแปลงชนิดข้อมูลให้มีขนาดเล็กลงสามารถคอมไพล์ผ่านได้ แต่จะทำให้ข้อมูลบางส่วนสูญหายไปในบางกรณี

2.4.7 ชนิดข้อมูลแบบอ้างอิง

ตัวแปรหรือค่าคงที่ที่ประกาศเป็นชนิดข้อมูลอื่นๆ ซึ่งไม่ใช่ชนิดข้อมูลแบบพื้นฐานจะเป็นชนิดข้อมูลแบบอ้างอิงซึ่งก็คือ ออปเจ็คในภาษาจาวา โดยแบ่งออกเป็นสองแบบคือ ชนิดข้อมูลที่เป็นคลาสและชนิดข้อมูลที่เป็นอะเรย์ ตัวอย่างของชนิดข้อมูลที่เป็นคลาสคือ ชนิดข้อมูล String โดย String ไม่ใช่ชนิดข้อมูลแบบพื้นฐานแต่เป็นคลาสที่นิยามไว้ใน Java API

2.4.7.1 คลาส String

String เป็นคลาสที่กำหนดไว้ใน Java API ตัวแปรที่มีชนิดข้อมูลเป็น String ก็คือออปเจ็คชนิดหนึ่งซึ่ง String มีข้อแตกต่างจากออปเจ็คทั่วๆ ไปดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- String เป็นออปเจ็คที่มีค่าคงที่ข้อมูลซึ่งก็คือ ข้อความใดๆ ที่อยู่ภายในเครื่องหมาย double quote (“ ”)
- String เป็นออปเจ็คที่สามารถถูกสร้างขึ้นและกำหนดค่าได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้คำสั่ง new
- String เป็นออปเจ็คที่เปลี่ยนค่าไม่ได้ (immutable object) การกำหนดค่าให้กับออปเจ็คชนิด String ใหม่เป็นการเปลี่ยนตำแหน่งอ้างอิงในหน่วยความจำของออปเจ็คดังกล่าว แต่จะไม่ได้มีการเปลี่ยนค่าภายในตำแหน่งอ้างอิงเดิม
- String เป็นออปเจ็คที่มีตัวดำเนินการที่ใช้ในการเชื่อมข้อความสองข้อความเข้าด้วยกันโดยใช้เครื่องหมาย +

2.4.7.2 คลาส Math

Java API ได้กำหนดให้มีคลาส Math ที่อยู่ในแพคเก็จ java.lang ซึ่งจะมีเมธอดต่างๆ ในการจัดการกับฟังก์ชันหรือคำสั่งทางคณิตศาสตร์ต่างๆ คลาส Math เป็นคลาสแบบ final และเมธอดทุกเมธอดจะเป็นเมธอดของคลาส การเรียกใช้เมธอดเหล่านี้ทำได้โดยไม่จำเป็นต้องสร้างออปเจ็คแต่สามารถเรียกผ่านชื่อคลาสได้โดยตรง อาทิเช่น Math.exp (4.0); เป็นการคำนวณหาค่า exponential ของ 4.0 คลาส Math ได้ประกาศค่าคงที่สองตัวดังนี้

- final static double E = 2.7182818284590452354;
- final static double PI = 3.14158265358979323846;
- ซึ่งการเรียกใช้ Math.E จะมีค่าเป็น 2.718281828... และ Math.PI จะมีค่าเป็น 3.141582653...

เมธอดอื่นๆ ในคลาส Math ที่สำคัญมีดังนี้

- static int abs(int x);
- static long abs(long x);
- static float abs(float x);
- static double abs(double x);
- static double acos(double x);
- static double asin(double x);
- static double atan(double x);
- static double atan2(double x, double y);
- static double ceil(double x);

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- static double cos(double x);
- static double exp(double x);
- static double floor(double x);
- static double log(double x);
- static int max(int x, int y);
- static long max(long x, long y);
- static float max(float x, float y);
- static double max(double x, double y);
- static int min(int x, int y);
- static long min(long x, long y);
- static float min(float x, float y);
- static double min(double x, double y);
- static double pow(double x, double y);
- static double random();
- static double rint(double x);
- static int round(float x);
- static long round(double x);
- static double sin(double x);
- static double sqrt(double x);
- static double tan(double x);

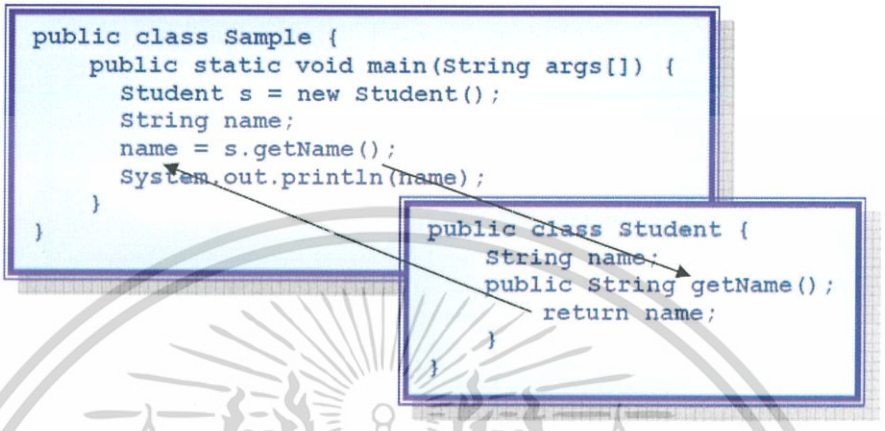
2.4.8 โครงสร้างควบคุม

2.4.8.1 คำสั่งโครงสร้างควบคุม

คำสั่งโครงสร้างควบคุม (control structure) เป็นคำสั่งที่ใช้ในการกำหนดลำดับการทำงานของคำสั่งต่างๆ ภาษาจาวามีโครงสร้างควบคุมสามรูปแบบคือ โครงสร้างแบบตามลำดับ (sequential structure), โครงสร้างแบบเลือกทำ (selection structure) และโครงสร้างแบบทำซ้ำ (repetition structure) โดยทั่วไปคำสั่งในภาษาจาวาจะมีโครงสร้างควบคุมแบบตามลำดับโดยจะทำงานตามลำดับของคำสั่งที่มีอยู่ในโปรแกรมซึ่งจะเริ่มทำงานจากเมธอด main() โดยจะทำงานจากคำสั่งแรกของเมธอด main() และทำงานเรียงตามลำดับคำสั่งต่อไปเรื่อยๆ กรณีที่มีการเรียกใช้เมธอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของออปเจ็คโปรแกรมจะเข้าไปทำคำสั่งภายในเมธอดนั้น และเมื่อสิ้นสุดคำสั่งสุดท้ายของเมธอดก็จะกลับมาทำคำสั่งที่เรียกใช้เมธอดดังแสดงในรูปที่ 2.19

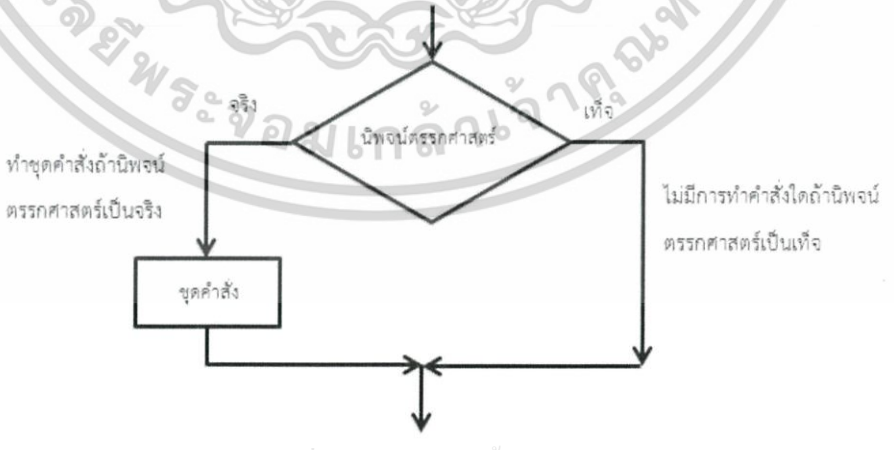


รูปที่ 2.19 ขั้นตอนการทำงานตามลำดับของคำสั่งที่มีอยู่ในโปรแกรม [5]

2.4.8.2 โครงสร้างแบบเลือกทำ

โครงสร้างแบบเลือกทำเป็นการให้เลือกทำชุดคำสั่งในกรณีที่นิพจน์ตรรกศาสตร์มีค่าเป็นจริง ตามเงื่อนไขซึ่งชุดคำสั่งโครงสร้างแบบเลือกทำจะประกอบไปด้วยคำสั่งดังต่อไปนี้

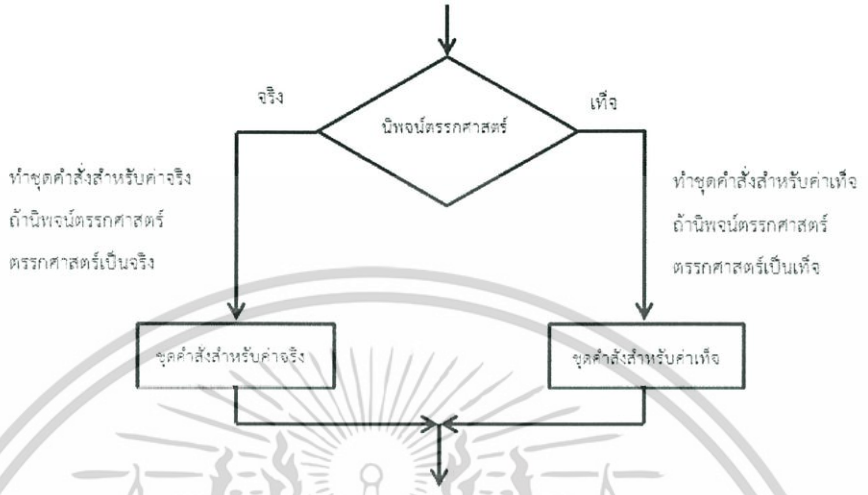
- **คำสั่ง** if จะทำงานในกรณีที่นิพจน์ตรรกศาสตร์ให้ค่าเป็นจริงซึ่งคำสั่ง if สามารถแสดงลำดับการทำงานเป็นโฟว์ชาร์ต (flowchart) ได้ดังแสดงในรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 โฟล์วชาร์ตของคำสั่ง if

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

– **คำสั่ง if..else** จะสมามารถรับคำสั่ง 2 ชุดชุดคำสั่งสำหรับค่าจริง และชุดคำสั่งสำหรับค่าเท็จโดยมีโฟว์ชาร์ตของการทำงานของคำสั่งนี้ดังแสดงในรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 โฟล์วชาร์ตของคำสั่ง if..else

2.4.9 หลักการเชิงออปเจ็ค

2.4.9.1 องค์ประกอบของโปรแกรมเชิงออปเจ็ค

ภาษาจาวาเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้หลักการการพัฒนาโปรแกรมเชิงออปเจ็คที่เรียกย่อว่าเป็นภาษาคอมพิวเตอร์แบบ OOP การพัฒนาโปรแกรมเชิงออปเจ็คจะเป็นกระบวนการการวิเคราะห์ปัญหาโดยการจำลองปัญหาว่าประกอบไปด้วยออปเจ็คใดบ้าง แล้วจึงเขียนให้อยู่ในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โปรแกรมเชิงออปเจ็คจะมีคำนิยามที่สำคัญสองคำคือ ออปเจ็ค (object) และคลาส (class)

2.4.9.2 ออปเจ็ค

ออปเจ็คคือ สิ่งต่างๆ ที่มีอยู่ในชีวิตประจำวันแบ่งได้เป็นสองประเภทคือ สิ่งที่เป็นรูปธรรม (tangible) และสิ่งที่เป็นนามธรรม (intangible) ออปเจ็คต่างๆ จะประกอบไปด้วยคุณลักษณะ (attribute) และพฤติกรรม (behavior) คุณลักษณะก็คือ ข้อมูลของออปเจ็คส่วนพฤติกรรมหรือเรียกว่าเมธอด (method) คือ สิ่งที่ออปเจ็คสามารถกระทำได้ซึ่งในโปรแกรมเชิงออปเจ็คก็คือ คำสั่งในการทำงานโปรแกรมเชิงออปเจ็คจะประกอบด้วยออปเจ็คต่างๆ หลายออปเจ็คซึ่งแต่ละออปเจ็คจะมีคุณลักษณะต่างๆ ที่เป็นข้อมูลของออปเจ็คและโปรแกรมสามารถจัดการกับข้อมูลเหล่านี้ได้ โดยการเรียกใช้เมธอดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.9.3 คลาส

โดยทั่วไปโปรแกรมเชิงออปเจ็คแต่ละโปรแกรมจะประกอบไปด้วยออปเจ็คที่เป็นชนิดเดียวกันหลายๆ ออปเจ็คแต่อาจมีข้อมูลหรือคุณลักษณะที่ต่างกัน

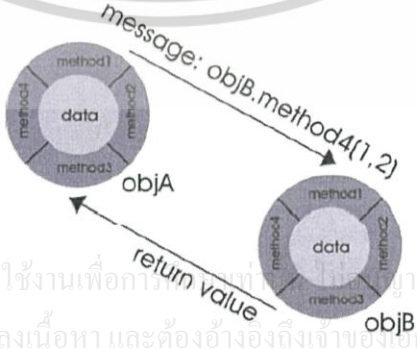
2.4.9.4 คุณลักษณะ

คุณลักษณะของออปเจ็คคือ ข้อมูลที่เก็บอยู่ในออปเจ็คซึ่งจะแบ่งออกเป็นสองประเภท คือ ตัวแปร (Variable) และค่าคงที่ (Constant) โดยที่คุณลักษณะที่เป็นตัวแปรจะสามารถเปลี่ยนค่าได้ส่วนคุณลักษณะที่เป็นค่าคงที่จะไม่สามารถเปลี่ยนค่าได้

โปรแกรมเชิงออปเจ็คได้กำหนดนิยามคุณลักษณะอีกประเภทหนึ่งที่เรียกว่า คุณลักษณะของคลาส (class data value) ซึ่งจะเป็นคุณลักษณะที่ทุกออปเจ็คใช้ร่วมกัน

2.4.9.5 เมธอด

เมธอดเป็นวิธีการหรือการกระทำที่นิยามอยู่ในคลาสหรือออปเจ็คเพื่อใช้ในการจัดการกับคุณลักษณะของออปเจ็คหรือคุณลักษณะของคลาส อาทิเช่น ออปเจ็คชนิดบัญชีเงินฝากอาจมีคุณลักษณะ balance เพื่อเก็บยอดเงินคงเหลือที่อยู่ในบัญชีและอาจมีเมธอด deposit() เพื่อเป็นวิธีการในการฝากเงินให้กับออปเจ็คในเมธอดจะมีคำสั่งเพื่อจัดการกับวิธีการฝากเงินและ จะทำการปรับเปลี่ยนค่าของคุณลักษณะ balance เราสามารถเปรียบเทียบเมธอดได้กับฟังก์ชัน Procedure หรือ Subroutine ของโปรแกรมเชิงกระบวนการ การเขียนโปรแกรมเชิงออปเจ็คจะกำหนดให้ออปเจ็คต่างๆ สื่อสารกันโดยการผ่านข่าวสาร (message) ระหว่างออปเจ็คที่เป็นผู้ส่ง (Sender) กับออปเจ็คที่เป็นผู้รับ (Receiver) โดยการเรียกใช้เมธอด อาทิเช่น รูปที่ 2.22 แสดงตัวอย่างของการส่งข่าวสารจากออปเจ็ค objA ที่เป็นผู้ส่งเพื่อเรียกการทำงานของเมธอด method4() ของออปเจ็ค objB ที่เป็นผู้รับการส่งข่าวสารระหว่างกันอาจมีการส่งข้อมูลจาก objA ผ่านไปยัง objB โดยผ่านทาง argument ของเมธอด (ตัวอย่างเช่น ค่า 1 และ 2 ในรูปที่ 2.22) และผู้รับก็อาจส่งค่ากลับ (return value) มายังผู้ส่ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.22 ตัวอย่างของการส่งข่าวสารระหว่างออปเจ็ค [5]

2.4.10 การเขียนโปรแกรมเชิงออปเจ็คโดยใช้ภาษาจาวา [6]

2.4.10.1 การประกาศคลาส

โปรแกรมภาษาจาวาแต่ละโปรแกรมจะประกอบไปด้วยคลาสอย่างน้อยหนึ่งคลาสโดยมีรูปแบบการประกาศดังนี้

```
[modifier] class ClassName {
[class member]
};
```

โดยที่

- modifier คือ คีย์เวิร์ด (keyword) ของภาษาจาวาที่ใช้เป็น access modifier เช่น public หรืออธิบายคุณสมบัติอื่นๆ ของคลาส เช่น abstract และ final ซึ่งเป็นเงื่อนไขเพิ่มเติม (option)
- class คือ คีย์เวิร์ดของภาษาจาวาเพื่อระบุว่าเป็นการประกาศคลาส
- ClassName คือ ชื่อของคลาสที่เป็นชื่อ identifier ใดๆ ที่สอดคล้องกับกฎการตั้งชื่อ
- class member คือ เมธอดหรือคุณลักษณะของคลาสตัวอย่างการประกาศคลาส Student สามารถทำได้ดังนี้

```
public class Student {
}
```

2.4.10.2 การประกาศคุณลักษณะ

คุณลักษณะของออปเจ็คคือตัวแปรหรือค่าคงที่ซึ่งประกาศภายในออปเจ็คโดยมีรูปแบบการประกาศดังนี้

```
[modifier] dataType attributeName;
```

โดยที่

- modifier คือ คีย์เวิร์ดของภาษาจาวาที่อธิบายคุณสมบัติต่างๆ ของตัวแปรหรือค่าคงที่ อาทิเช่น public, private, static, final และ transient เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- dataType คือ ชนิดข้อมูลซึ่งอาจเป็นชนิดข้อมูลแบบพื้นฐานหรือชนิดข้อมูลแบบอ้างอิง
- attributeName คือ ชื่อของคุณลักษณะที่เป็นชื่อ identifier ใดๆ ซึ่งสอดคล้องกับกฎการตั้งชื่อ

2.4.10.3 การประกาศเมธอด

ภาษาจาวากำหนดรูปแบบของการประกาศเมธอดที่อยู่ในคลาสไว้ดังนี้

```
[modifier] return_type methodName([arguments]) {
        [method_body]
                                                }
```

โดยที่

- modifier คือ คีย์เวิร์ดของภาษาจาวาที่เป็น access modifier เช่น public หรือ private หรืออธิบายคุณสมบัติอื่นๆ ของเมธอด เช่น abstract หรือ static เป็นต้น
- return_type คือ ชนิดข้อมูลของค่าที่ส่งกลับหลังจากเสร็จสิ้นการทำงานของคำสั่งในเมธอดนี้ โดยชนิดข้อมูลของค่าที่ส่งกลับอาจเป็นชนิดข้อมูลแบบพื้นฐานหรือชนิดข้อมูลแบบอ้างอิง ในกรณีที่ไม่มีการส่งค่าใดๆ กลับจะต้องระบุชนิดข้อมูลเป็น void
- methodName คือ ชื่อของเมธอดที่เป็นชื่อ Identifier ใดๆ ซึ่งสอดคล้องกับกฎการตั้งชื่อ
- arguments คือ ตัวแปรที่ใช้ในการรับข้อมูลที่ออปเจ็คส่งมาให้ โดยอาจมีมากกว่าหนึ่งตัวแปรหรือไม่มีเลยก็ได้ขึ้นอยู่กับการกำหนดเมธอด
- method_body คือ คำสั่งต่างๆ ของภาษาจาวาที่อยู่ในเมธอด

2.4.10.4 เมธอด main()

โปรแกรมภาษาจาวาที่เป็นโปรแกรมจาวาประยุกต์ (Java Application) จะเริ่มต้นการทำงานในคลาสที่มีเมธอด main() โดยมีรูปแบบของเมธอดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
public static void main (String args[]) {
        [method_body] }
```

2.4.10.5 การประกาศและสร้างออปเจ็ค

ออปเจ็คทุกออปเจ็คในโปรแกรมภาษาจาวาจะต้องมีคำสั่งประกาศเพื่อระบุว่าออปเจ็คนั้นเป็นออปเจ็คของคลาสใดโดยมีรูปแบบดังนี้

[modifier] ClassName objectName;

โดยที่

- modifier คือ คีย์เวิร์ดที่อธิบายคุณสมบัติต่างๆ ของออปเจ็ค
- ClassName คือ ชื่อของคลาส
- objectName คือ ชื่อของออปเจ็คที่เป็นชื่อ identifier ใดๆ ซึ่งสอดคล้องกับกฎการตั้งชื่อ

คำสั่งในการประกาศออปเจ็คไม่ได้เป็นคำสั่งที่ใช้ในการสร้างออปเจ็คคำสั่งที่ใช้ในการสร้างออปเจ็คจะมีรูปแบบดังนี้

objectName = new ClassName([arguments]);

โดยที่

- objectName คือ ชื่อของออปเจ็ค
- new คือ คีย์เวิร์ดของภาษาจาวาเพื่อใช้ในการสร้างออปเจ็ค
- ClassName คือ ชื่อของคลาส
- arguments คือ ค่าที่ต้องการส่งผ่านในการเรียกเมธอดในการสร้างออปเจ็คซึ่งอาจมีหรือไม่มีก็ได้
- การสร้างออปเจ็คโดยเรียกใช้คำสั่ง new นี้จะเป็นการเรียกใช้เมธอดในการสร้างออปเจ็คที่เรียกว่า constructor ของคลาสนั้นๆ

นอกจากนี้คำสั่งในการประกาศและสร้างออปเจ็คสามารถที่จะรวมเป็นคำสั่งเดียวกันได้โดยมีรูปแบบคำสั่งดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[modifier] ClassName objectName =new className([arguments]);

2.4.10.6 การเรียกใช้สมาชิกของออปเจ็ค

สมาชิกของออปเจ็คประกอบด้วยคุณลักษณะ และเมธอด การเรียกใช้สมาชิกของออปเจ็คทำได้โดยการใช้เครื่องหมายจุด (.) สามารถเรียกใช้โดยมีรูปแบบดังนี้

objectName.attributeName;

โดยที่

- objectName คือ ชื่อของออปเจ็คที่สร้างขึ้น
- attributeName คือ ชื่อของคุณลักษณะของออปเจ็คนั้น นอกจากนี้เราสามารถที่จะส่งข่าวสารไปยังออปเจ็คภายหลังจากที่มีการสร้างออปเจ็คขึ้นมาได้ โดยการเรียกใช้เมธอดของออปเจ็คนั้นรูปแบบคำสั่งในการเรียกใช้เมธอดมีดังนี้

objectName.methodName([arguments]);

โดยที่

- objectName คือ ชื่อของออปเจ็คที่สร้างขึ้น
- methodName คือ ชื่อของเมธอดของออปเจ็คนั้น
- arguments คือ ค่าที่ต้องการส่งผ่านไปให้กับเมธอดของออปเจ็คนั้นโดยที่จะต้องมีชนิดข้อมูลและจำนวน argument ให้สอดคล้องกับที่ประกาศในเมธอดของออปเจ็คนั้น

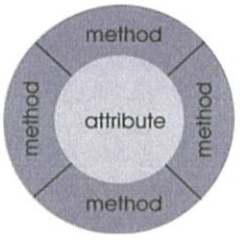
2.4.10.7 คุณลักษณะเด่นของโปรแกรมเชิงออปเจ็ค [6]

โปรแกรมเชิงออปเจ็คจะมีคุณลักษณะเด่นอยู่สามประการคือ การห่อหุ้ม (Encapsulation) การสืบทอด (Inheritance) และการมีได้หลายรูปแบบ (Polymorphism)

2.4.10.8 การห่อหุ้ม

หลักการที่สำคัญประการหนึ่งของการเขียนโปรแกรมเชิงออปเจ็คคือ การห่อหุ้มซึ่งคุณลักษณะของออปเจ็คจะถูกห่อหุ้มอยู่ภายในเพื่อไม่ให้ออปเจ็คอื่นๆ สามารถเข้าถึงข้อมูลที่เป็นคุณลักษณะได้โดยตรง การจะเรียกใช้คุณลักษณะของออปเจ็คจะทำได้โดยการเรียกผ่านเมธอดเท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 2.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.23 หลักการของการห่อหุ้ม [5]

ออปเจ็คแต่ละออปเจ็คจะประกอบไปด้วยส่วนที่เป็น interface และส่วนที่เป็น implementation ส่วนที่เป็น interface คือ ส่วนของออปเจ็คที่อนุญาตให้ออปเจ็คอื่นสามารถเรียกใช้งานได้ ซึ่งในภาษาจาวาก็คือ คุณลักษณะหรือเมธอดที่ถูกประกาศให้มี access modifier เป็น public สำหรับส่วนที่เป็น implementation คือ ส่วนของออปเจ็คที่ไม่สามารถเข้าถึงได้จากภายนอกออปเจ็คอื่นๆ จะไม่สามารถเห็นส่วนที่เป็น implementation ของออปเจ็คได้ ในภาษาจาวาก็คือ คุณลักษณะหรือเมธอดที่ถูกประกาศให้มี access modifier เป็น private การเขียนโปรแกรมเชิงออปเจ็คโดยใช้หลักการของการห่อหุ้มสามารถทำได้โดยกำหนดให้คุณลักษณะของออปเจ็คมี access modifier เป็น private และกำหนดให้เมธอดที่สามารถเรียกจากออปเจ็คภายนอกได้มี access modifier เป็น public

ข้อดีของการห่อหุ้มคือ

- การซ่อนเร้นข้อมูล (Information Hiding) ทำให้ออปเจ็คสามารถติดต่อกับออปเจ็คภายนอกผ่านเมธอดที่เป็นส่วนของ interface เท่านั้น ซึ่งถ้ามีการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะหรือเมธอดที่อยู่ภายในออปเจ็คก็จะไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อออปเจ็คภายนอกที่เรียกใช้
- ความเป็นโมดูล (Modularity) การพัฒนาโปรแกรมเชิงออปเจ็คจะสามารถกำหนดให้ออปเจ็คแต่ละออปเจ็คมีความเป็นอิสระต่อกัน ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นภายในออปเจ็คหนึ่งก็จะไม่มีผลกระทบต่อออปเจ็คอื่น

เครื่องโทรศัพท์เป็นตัวอย่างหนึ่งของการแสดงคุณลักษณะเด่นด้านการห่อหุ้มของออปเจ็คส่วนที่เป็น interface คือ ปุ่มของโทรศัพท์ที่ผู้ใช้สามารถติดต่อกับเครื่องได้สำหรับระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ในเครื่องโทรศัพท์คือ ส่วนที่เป็น implementation ซึ่งผู้ใช้ไม่สามารถมองเห็นและไม่จำเป็นต้องเข้าใจการทำงานของระบบดังกล่าว และหากระบบอิเล็กทรอนิกส์ภายในเปลี่ยนแปลงไปผู้ใช้ยังสามารถที่จะติดต่อกับเครื่องได้โดยใช้ปุ่มที่เป็นส่วน interface

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.10.9 การสืบทอด

คุณลักษณะเด่นประการหนึ่งของการโปรแกรมเชิงออปเจ็คคือ ความสามารถที่จะนำเอาโปรแกรมที่ออกแบบไว้แล้วมาใช้ใหม่ได้ ซึ่งสำหรับโปรแกรมเชิงกระบวนการจะทำได้โดยการกำหนดคำสั่งที่ต้องใช้บ่อยไว้ในโปรแกรมย่อย (ฟังก์ชันหรือ Procedure) ซึ่งจะมีความซับซ้อนในการออกแบบเพื่อให้ได้โปรแกรมย่อยที่เหมาะสม ทำให้การนำโปรแกรมมาใช้ใหม่ของโปรแกรมเชิงกระบวนการค่อนข้างจะเป็นไปได้ยากกว่า และเมื่อโปรแกรมมีความซับซ้อนขึ้นการนำโปรแกรมมาใช้ใหม่ก็เป็นไปได้ยากขึ้น เนื่องจากเราไม่สามารถออกแบบโปรแกรมครอบคลุมปัญหาทั้งหมดไว้ล่วงหน้าได้ วิธีการนำโปรแกรมมาใช้ใหม่ของโปรแกรมเชิงออปเจ็คจะใช้หลักการของการสืบทอด ซึ่งเป็นการนิยามคลาสใหม่จากรูปแบบของคลาสที่มีอยู่แล้ว โดยคลาสใหม่จะนำคุณลักษณะและเมธอดของคลาสเดิมมาใช้ได้ โดยทั่วไปคลาสต่างๆ ที่มีอยู่จะมีโครงสร้างที่มีความสัมพันธ์กันตามลำดับชั้น สามารถที่จะออกแบบโปรแกรมเชิงออปเจ็คเพื่อสร้างคลาสที่เป็นคลาสแบบทั่วไป (generalized class) ซึ่งจะมีคุณลักษณะและเมธอดเพื่อให้คลาสอื่นๆ ที่เป็นคลาสเฉพาะ (specific class) สืบทอดได้ คลาสที่เป็นคลาสแบบทั่วไปจะเรียกว่าเป็น superclass หรือ parent class ส่วนคลาสที่เป็นคลาสเฉพาะที่สืบทอดมาจะเรียกว่าเป็น subclass หรือ child class

ข้อดีของการสืบทอดคือ ความสามารถในการที่จะนำโปรแกรมเดิมมาพัฒนาเพิ่มเติมใหม่ได้ง่ายขึ้น และยังช่วยทำให้โปรแกรมแต่ละโปรแกรมมีขนาดเล็กซึ่งทำให้ง่ายต่อการเข้าใจ และการปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมทำได้ง่ายขึ้นโดยในภาษาจาวาจะใช้คีย์เวิร์ด extends เพื่อระบุการสืบทอด

2.4.10.10 การมีได้หลายรูปแบบ

หลักการของการมีได้หลายรูปแบบคือ คุณสมบัติของโปรแกรมเชิงออปเจ็คที่สามารถตอบสนองต่อข่าวสาร (เมธอด) เดียวกันด้วยวิธีการที่ต่างกัน และสามารถกำหนดออปเจ็คได้หลายรูปแบบหลักการของการมีได้หลายรูปแบบเป็นหลักการที่สืบเนื่องมาจากหลักการของการสืบทอด

2.4.11 Unified Modeling Language

Unified Modeling Language (UML) เป็นภาษาที่ใช้รูปกราฟฟิกเพื่อจำลองระบบซอฟต์แวร์ UML ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อจำลองโปรแกรมเชิงออปเจ็คในต้นทศวรรษที่ 1990 ซึ่งในปัจจุบัน UML ได้กลายเป็นมาตรฐานที่ใช้ในการจำลองระบบซอฟต์แวร์ตามข้อกำหนดของ OMG (Object Management Group) หนังสือเล่มนี้จะใช้สัญลักษณ์ของ UML ในการจำลองระบบโปรแกรมต่างๆ

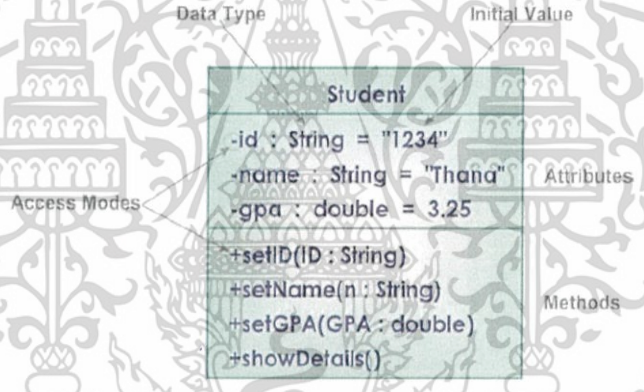
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่เนื่องจาก UML เป็นภาษาที่มีข้อกำหนดต่างๆ มาก ดังนั้นเนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงเฉพาะส่วนต่างๆ ที่จำเป็นต่อความเข้าใจที่จะใช้ในหนังสือเล่มนี้เท่านั้น

2.4.11.1 ไดอะแกรมของคลาส

ไดอะแกรมของคลาส (Class Diagram) เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้แสดงคลาสใน UML โดยไดอะแกรมของคลาสจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ สามส่วนคือ ชื่อของคลาส คุณลักษณะภายในคลาส และเมธอดภายในคลาสดังแสดงในรูปที่ 2.24 ไดอะแกรมของคลาสจะระบุข้อมูลต่างๆ สำหรับคุณลักษณะภายในคลาสคือ ชื่อของคุณลักษณะชนิดข้อมูลสถานะการเข้าถึง (access modes) และค่าเริ่มต้น ส่วนเมธอดภายในคลาสจะระบุถึงสถานะการเข้าถึงชื่อของเมธอดชนิดข้อมูลของ argument และชนิดข้อมูลของค่าที่ส่งกลับสำหรับสถานะการเข้าถึง UML ได้กำหนดสัญลักษณ์ต่างๆ ไว้ดังนี้ + สำหรับ public

- สำหรับ private



รูปที่ 2.24 ตัวอย่าง UML ของคลาส Student [5]

2.4.11.2 ไดอะแกรมของออปเจ็ค

UML สามารถที่จะแสดงให้เห็นได้ว่าออปเจ็คที่สร้างขึ้นมาเป็นออปเจ็คของคลาสใดและมีค่าของคุณลักษณะต่างๆ อย่างไร โดยใช้ไดอะแกรมของออปเจ็ค (Object Diagram) ที่ประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ สองส่วนคือ ส่วนที่ระบุชื่อของออปเจ็คและส่วนที่ระบุค่าของคุณลักษณะภายในออปเจ็ค

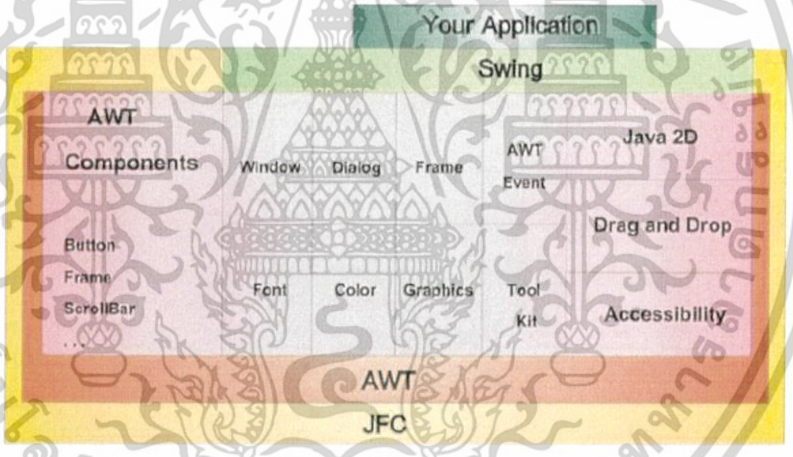
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.12 การสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบกราฟฟิก

2.4.12.1 Java Foundation Class

ระบบปฏิบัติการจะมีส่วนติดต่อกับผู้ใช้เป็นแบบกราฟฟิก (Graphical UserInterface เรียกย่อว่า GUI) ทั้งนี้เนื่องจากใช้งานง่ายกว่า ดังนั้นการพัฒนาโปรแกรมในปัจจุบันควรที่จะมีส่วนติดต่อกับผู้ใช้เป็นแบบกราฟฟิก ซึ่งโปรแกรมลักษณะนี้เรียกว่าโปรแกรม GUI การพัฒนาโปรแกรม GUI ผู้พัฒนาโปรแกรมต้องมีความเข้าใจชุดคำสั่งและองค์ประกอบทางด้านกราฟฟิกของระบบปฏิบัติการที่ต้องการพัฒนาภาษาคอมพิวเตอร์ ส่วนใหญ่จะใช้ชุดคำสั่งเฉพาะในแต่ละระบบปฏิบัติการ ดังนั้นผู้พัฒนาโปรแกรมจะต้องเรียนรู้ชุดคำสั่งในแต่ละระบบปฏิบัติการและโปรแกรม GUI ที่พัฒนาขึ้นมาจะขึ้นอยู่กับแพลตฟอร์ม (Platform Dependent) แต่ภาษาจาวาจะสนับสนุนการพัฒนาโปรแกรม GUI ที่สามารถใช้งานได้หลายแพลตฟอร์มโดยจะใช้ชุดคำสั่งเดียวกัน

ชุดคำสั่งของโปรแกรมภาษาจาวาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม GUI จะอยู่ในชุดของแพคเก็จ Java Foundation Classes (JFC) ดังแสดงในรูปที่ 2.25 ซึ่งประกอบด้วยแพคเก็จต่างๆ ดังนี้



รูปที่ 2.25 ส่วนประกอบที่สำคัญของ JFC [5]

- Abstract Window Toolkit (AWT) เป็นแพคเก็จที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม GUI ขั้นพื้นฐาน ซึ่งจะให้โปรแกรม GUI ที่เป็น look and feel ที่ขึ้นอยู่กับแพลตฟอร์ม ภาษาจาวาได้กำหนดแพคเก็จ AWT ขึ้นมาตั้งเวอร์ชั่นแรก (JDK 1.0) โดยกำหนดไว้ในแพคเก็จ java.awt
- Swing เป็นแพคเก็จที่มีส่วนประกอบกราฟฟิกที่มีคุณลักษณะ และรูปแบบที่ดีกว่าส่วนประกอบกราฟฟิกของแพคเก็จ AWT ซึ่งจะเหมาะกับการพัฒนาโปรแกรม GUI ที่นำไปใช้งานจริงภาษาจาวาได้กำหนดแพคเก็จ Swing ขึ้นในจาวาเวอร์ชั่น 2

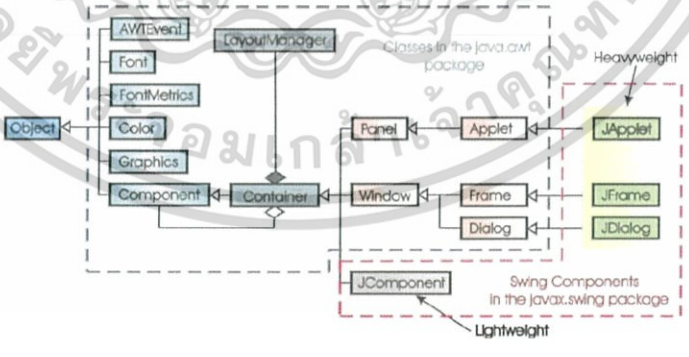
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Java 2) โดยกำหนดในแพคเก็จชื่อ javax.swing โดยทั่วไปโปรแกรมที่ใช้ชุดคำสั่งในแพคเก็จ Swing จะทำงานช้ากว่าโปรแกรม GUI ที่ใช้แพคเก็จ AWTแต่จะมีรูปแบบที่สวยงามกว่า

- Java 2D เป็นชุดคำสั่งกราฟฟิกที่มีคลาสที่ช่วยในการพัฒนาโปรแกรมกราฟฟิกสองมิติและคลาสที่ใช้ในการจัดการกับรูปภาพ
- Accessibility เป็นชุดคำสั่งที่มีคลาสในการพัฒนาโปรแกรมที่มีอินพุตหรือเอาต์พุตในลักษณะพิเศษ อาทิเช่น screen reader, screen magnifier และ audio textreader
- Drag and Drop เป็นชุดคำสั่งของเทคโนโลยีที่ช่วยในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโปรแกรมที่พัฒนาโดยภาษาจาวากับโปรแกรมภาษาอื่นๆ

2.4.12.2 แพคเก็จ AWT

แพคเก็จ AWT (Abstract Window Toolkit) ประกอบด้วยคลาสต่างๆ ที่เป็นประเภทส่วนประกอบกราฟฟิก (graphical component) เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาโปรแกรม GUI แพคเก็จ AWT จะช่วยในการสร้างโปรแกรม GUI ประเภท look and feel ที่ขึ้นอยู่กับแพลตฟอร์มที่ใช้งาน ภาษาจาวาได้กำหนดแพคเก็จ AWT ขึ้นไว้ตั้งแต่โปรแกรมจาวาเวอร์ชั่นแรก (JDK 1.0) โดยอยู่ในแพคเก็จ java.awt แพคเก็จ AWT จะประกอบไปด้วยคลาสและอินเตอร์เฟสต่างๆ เพื่อใช้ในการพัฒนาโปรแกรม GUI โดยคลาสและอินเตอร์เฟสต่างๆ เหล่านี้ จะมีความสัมพันธ์ดังแสดงในรูปที่ 2.26



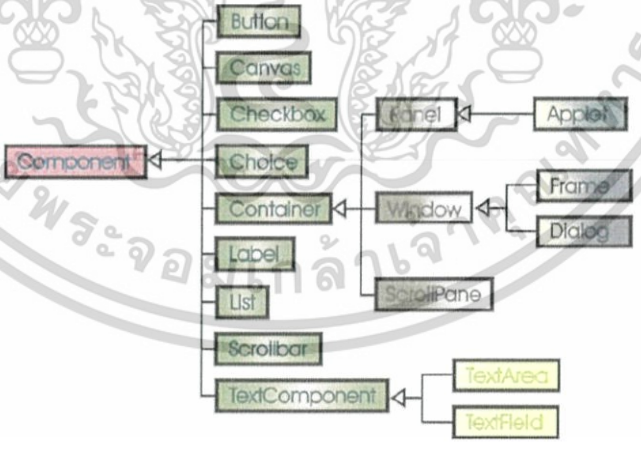
รูปที่ 2.26 คลาสและอินเตอร์เฟสต่างๆ ในแพคเก็จ AWT [5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คลาสและอินเตอร์เฟสในแพ็กเกจ AWT

คลาสและอินเตอร์เฟสต่างๆ ที่สำคัญในแพ็กเกจAWT มีดังนี้

- Component เป็นคลาสที่เป็น superclass ของคลาสประเภทส่วนประกอบกราฟฟิกทุกคลาสในแพ็กเกจ AWT
- Container เป็นคลาสที่ใช้ในการใส่ส่วนประกอบกราฟฟิก
- LayoutManager เป็นอินเตอร์เฟสที่ใช้ในการจัดตำแหน่งและขนาดของส่วนประกอบกราฟฟิก
- Graphics เป็นคลาสแบบ abstract ที่ใช้ในการวาดรูปกราฟฟิก
- Color เป็นคลาสที่ใช้ในการจัดการสีของส่วนประกอบกราฟฟิก
- Font เป็นคลาสที่ใช้ในการจัดการฟอนต์ของส่วนประกอบกราฟฟิก
- AWTEvent เป็นคลาสที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ (Event) ทางกราฟฟิกการเขียนโปรแกรม GUI นั้นจะเป็นการสร้างออปเจ็คต่างๆ ที่เป็นออปเจ็คของคลาสที่เป็นส่วนประกอบกราฟฟิก ซึ่งคลาสเหล่านี้จะสืบทอดมาจากคลาสที่ชื่อ Component ดังแสดงในรูปที่ 2.27 ซึ่งคลาสที่เป็น subclass ของคลาส Component จะแบ่งเป็นสองกลุ่มคือ คลาสที่เป็นคลาสประเภท Container เป็นคลาสที่ใช้ในการใส่ส่วนประกอบกราฟฟิกต่างๆ และคลาสที่เป็นส่วนประกอบกราฟฟิกอื่นๆ



รูปที่ 2.27 คลาสต่างๆ ที่สืบทอดมาจากคลาสที่ชื่อ Component [5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.12.3 ส่วนประกอบกราฟฟิกในแพคเก็จ AWT

แพคเก็จ java.awt มีคลาสที่เป็นส่วนประกอบกราฟฟิกที่สำคัญดังนี้

1. คลาส Button

Button เป็นคลาสที่ใช้ในการสร้างออปเจ็คที่แสดงเป็นปุ่มโดยจะมีข้อความ (label) ปรากฏอยู่บนปุ่มผู้ใช้สามารถใช้อุปกรณ์อินพุต เช่น เมาส์หรือคีย์บอร์ดกดเลือกปุ่มได้ Button เป็นคลาสที่สืบทอดมาจากคลาส Component เราสามารถที่จะสร้างออปเจ็คของคลาส Button โดยเรียกใช้ constructor ของคลาส Button ที่มีรูปแบบดังนี้

- public Button()
- public Button(String label)

โดยที่

Label คือ ข้อความที่จะปรากฏอยู่บนปุ่มคลาส Button ยังมีเมธอดอื่นๆ ที่สำคัญในการจัดการกับข้อความดังนี้

- public void setLabel(String label) เป็นเมธอดที่ใช้ในการกำหนดหรือเปลี่ยนข้อความของปุ่ม
- public String getLabel() เป็นเมธอดที่ใช้ในการเรียกดูข้อความของปุ่ม

2. คลาส Label

Label เป็นคลาสที่ใช้สร้างออปเจ็คที่เป็นส่วนประกอบกราฟฟิกที่ใช้ในการแสดงข้อความยาวหนึ่งบรรทัด โดยที่คลาส Label มี constructor ที่สำคัญดังนี้

- public Label(String text)
- public Label(String text, int align)

โดยที่

Text คือ ข้อความที่ต้องการแสดง

Align คือ การกำหนดการวางแนว (ชิดซ้ายขวาหรือตรงกลาง) ของข้อความคลาส Label มีเมธอดที่สำคัญดังนี้

- public void setText(String text)
- public String getText()

เมธอด setText() เป็นเมธอดที่ใช้ในการกำหนดหรือเปลี่ยนข้อความของออปเจ็คชนิด Label ส่วน เมธอด getText() เป็นเมธอดที่จะส่งข้อความของออปเจ็คชนิด Label คืนมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. คลาส TextArea

TextArea เป็นคลาสที่ใช้ในการสร้างออปเจ็คที่สามารถป้อนและแก้ไขข้อความได้ TextArea จะแตกต่างจาก TextField ตรงที่จะสามารถกำหนดจำนวนบรรทัดได้หลายบรรทัดโดยที่คลาส TextArea มี constructor ที่สำคัญดังนี้

- public TextArea()
- public TextArea(String Text)
- public TextArea(String Text, int row, int col)
- public TextArea(int row, int col)
- public TextArea(String Text, int row, in col, int scrollbar)

โดยที่

Text คือ ข้อความเริ่มต้นที่ต้องการแสดง

Row และ col คือ จำนวนแถวและคอลัมน์ของ TextArea

Scrollbar เป็นการกำหนดการมี scrollbar ของ TextArea

คลาส TextArea จะมีเมธอดที่สำคัญดังนี้

- public int getColumns()
- public int getRows()
- public String getSelectedText()
- public boolean isEditable()
- public void select(int selectionStart, intselectionEnd)
- public void selectAll()
- public void setEditable(boolean b)
- public void setText(String t)
- public void setColumns(int column)
- public void setRows(int rows)

ทั้งนี้เมธอดที่สำคัญที่อยู่ในคลาส TextArea จะคล้ายกับเมธอดของคลาส TextArea แต่จะเพิ่มเมธอดที่เกี่ยวข้องกับการจัดการจำนวนแถวขึ้นมา อาทิเช่น setRow() และ getRow()

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. คลาส Choice

Choice เป็นคลาสที่ใช้ในการสร้างออปเจ็คที่เป็นรายการให้ผู้ใช้สามารถเลือกได้โดย Choice จะแสดงรายการปรากฏให้เห็นเฉพาะรายการที่เลือกเพียงรายการเดียว ปกติก่อนที่จะมีการ

เลือกรายการ Choice จะแสดงรายการแรกที่มีอยู่ และหากมีการคลิกเมาส์ออปเจ็ค Choice จะแสดงรายการทั้งหมดที่มีอยู่โดยที่คลาส Choice มี constructor ที่สำคัญคือ

- public Choice()

คลาส Choice มีเมธอดต่างๆ ที่สำคัญดังนี้

- public void add(String item)
- public void addItem(String item)
- public String getItem(int index)
- public int getItemCount()
- public int getSelectedIndex()
- public String getSelectedItem()
- public void select(int pos)
- public void select(String str)

สามารถใส่รายการลงในออปเจ็ค Choice ได้โดยใช้เมธอด add(String item) หรือ addItem(String item) คลาส Choice ยังมีเมธอด select(int pos) และ select(String item) เพื่อใช้ในการเลือกให้ออปเจ็ค Choice แสดงรายการที่ตำแหน่ง หรือข้อความที่ต้องการให้แสดงได้ส่วนเมธอด getSelectedIndex() และ getSelectedItem() ใช้ในการแสดงตำแหน่งหรือข้อความที่ถูกเลือก

2.4.13 ข้อดีของภาษาจาวา [6]

1. เป็นภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุเหมาะกับผู้ใช้ทุกระดับ
2. เป็น Multi Platform Language สามารถใช้งานได้โดยไม่จำกัด OS ที่มี JVM (Java Development Kit) ติดตั้งอยู่
3. มีการพัฒนาทางภาษาอย่างต่อเนื่อง
4. ขนาดของตัวแปรไม่แปรผันตาม OS
5. ไม่ต้องคอมไพล์ใหม่ในการนำไปใช้งาน
6. การคอมไพล์นั้นเป็นแบบผสม ซึ่งมีกระบวนการแปลคำสั่ง (interpreter) ภายในทำให้หาจุดผิดพลาดได้
7. ทำงานหลายอย่างพร้อมกันได้ (Multithreaded)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. จัดการหน่วยความจำโดยอัตโนมัติ (Automatic "Garbage Collection")

2.4.14 ข้อเสียของภาษาจาวา

1. ทำงานค่อนข้างช้า เพราะต้องทำงานผ่าน JVM ซึ่งต้องทำงานอยู่เหนือ Layer ของ OS ซึ่งต่างกับบางภาษาโปรแกรมที่ทำงานในระดับของ OS ดังนั้นจึงไม่นิยมใช้ Java ในการสร้าง Application ที่ต้องการความเร็วของภาษาในการทำงานมาก เช่น เกมส์ 3D ใหญ่ๆ โปรแกรมทางวิทยาศาสตร์บางประเภท

2. การเข้าถึงส่วนต่างๆ ถูกจำกัดมากเกินไป ไม่เหมาะกับผู้ที่ต้องการความ Advance ของภาษาโปรแกรม เนื่องจากที่มันเป็นโปรแกรมเชิงวัตถุแบบเต็ม จึงทำให้ Object ต่างๆ ถูกห่อหุ้มไว้ ดังนั้นการเข้าถึงตัวแปรหรือหน่วยความจำทำได้ยากขึ้น ซึ่งเป็นทั้งข้อดีและข้อเสีย

3. มี Tool ในการพัฒนาน้อยมาก

2.5 โปรแกรม Eclipse [7]

Eclipse คือ โปรแกรมที่ใช้สำหรับพัฒนาภาษาจาวา ซึ่งโปรแกรม Eclipse เป็นโปรแกรมหนึ่งที่ใช้ในการพัฒนา Application Server ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเนื่องจาก Eclipse เป็นซอฟต์แวร์ OpenSource ที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้โดยนักพัฒนาเอง ทำให้ความก้าวหน้าในการพัฒนาของ Eclipse เป็นไปอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว

2.5.1 ที่มาและลักษณะโปรแกรม

โปรแกรมที่ใช้สำหรับพัฒนาภาษา Java ซึ่งโปรแกรม Eclipse เป็นโปรแกรมหนึ่งที่ใช้ในการพัฒนา Application Server ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเนื่องจาก Eclipse เป็นซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ซ (Open source software: OSS) ที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้โดยนักพัฒนาเอง ทำให้ความก้าวหน้าในการพัฒนาของ Eclipse เป็นไปอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว

Eclipse มีองค์ประกอบหลักที่เรียกว่า Eclipse Platform ซึ่งให้บริการพื้นฐานหลักสำหรับรวบรวมเครื่องมือต่างๆ จากภายนอกให้สามารถเข้ามาทำงานร่วมกันในสภาพแวดล้อมเดียวกัน และมีองค์ประกอบที่เรียกว่า Plug-in Development Environment (PDE) ซึ่งใช้ในการเพิ่มความสามารถในการพัฒนาซอฟต์แวร์มากขึ้น เครื่องมือภายนอกจะถูกพัฒนาในรูปแบบที่เรียกว่า Eclipse plug-ins ดังนั้นหากต้องการให้ Eclipse ทำงานเพิ่มเติมก็เพียงแต่พัฒนา plug-in สำหรับงานนั้นขึ้นมา และนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Plug-in นั้นมาติดตั้งเพิ่มเติมให้กับ Eclipse ที่มีอยู่เท่านั้น Eclipse Plug-in ที่มีมาพร้อมกับ Eclipse เมื่อเรา download มาครั้งแรก องค์ประกอบที่เรียกว่า Java Development Toolkit (JDT) ซึ่งเป็นเครื่องมือในการเขียนและ Debug โปรแกรมภาษา Java

2.5.2 จุดเด่นของโปรแกรม Eclipse

ติดตั้งง่าย สามารถใช้ได้กับ J2SDK ได้ทุกเวอร์ชั่น รองรับภาษาต่างประเทศอีกหลายภาษา มี plugin ที่ใช้เสริมประสิทธิภาพของโปรแกรม สามารถทำงานได้กับไฟล์หลายชนิด เช่น HTML, Java, C, JSP, EJB, XML และ GIF และที่สำคัญเป็นฟรีแวร์ใช้งานได้กับระบบปฏิบัติการ Windows, Linux และ Mac OS

2.6 ฐานนิยม (Mode)

ค่าที่เกิดขึ้นบ่อยที่สุดในจำนวนชุดของข้อมูลทั้งหมดสามารถแบ่งได้ 2 ประเภทคือ ข้อมูลที่ไม่ได้จัดกลุ่ม ค่าฐานนิยมคือ ค่าที่มีความถี่ของค่านั้นซ้ำกันมากที่สุด ข้อมูลที่จัดกลุ่มแล้ว ค่าฐานนิยมคำนวณได้จากสมการที่ 2.10

$$\text{Mode} = \left(\frac{\text{Lo}+(\text{fm}-\text{f1})}{(\text{fm}-\text{f1})+(\text{fm}-\text{f2})}\right)\text{I} \qquad (2.10)$$

Lo = ขีดจำกัดล่างของชั้นที่มี Mode อยู่

fm = ความถี่ของชั้นที่มี Mode อยู่

f1 = ความถี่ของชั้นที่ต่ำกว่าชั้นที่มี Mode อยู่ 1 ชั้น

f2 = ความถี่ของชั้นที่สูงกว่าชั้นที่มี Mode อยู่ 1 ชั้น

I = ช่วงของอันตรภาคชั้น

2.6.1 ข้อดีของค่าฐานนิยม

1. จะไม่ถูกกระทบกระเทือนเมื่อมีข้อมูลที่มีค่าสูงหรือต่ำผิดปกติ
2. เป็นค่ากลางที่ใช้วัดข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 ข้อเสียของค่าฐานนิยม

1. ในกรณีที่ไม่มีค่าของข้อมูลที่ซ้ำกัน จะไม่มีค่าฐานนิยม
2. กรณีที่ข้อมูลจัดกลุ่มแล้ว ฐานนิยมจะเปลี่ยนไปถ้าการจำแนกชั้นเปลี่ยนไป
3. ข้อมูลบางชุดอาจมีฐานนิยมมากกว่า 1 ค่าโดยที่ฐานนิยมนั้นอาจแตกต่างกันมาก

2.7 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตหรือมัชฌิมเลขคณิต (Mean)

ค่าที่ได้จากผลรวมของคะแนนหรือค่าที่ได้ทั้งหมดหารด้วยจำนวนนักเรียนหรือจำนวนข้อมูล การคำนวณหาค่าแบ่ง 2 ประเภท

การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตสำหรับข้อมูลที่ไม่ได้จัดกลุ่ม

$$\text{ค่าเฉลี่ยเลขคณิต} = \bar{C} = \frac{SCi}{n} = \frac{(C1 + C2 + \ldots + Cn)}{n} \qquad (2.11)$$

การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตสำหรับข้อมูลที่จัดกลุ่ม

$$\text{ค่าเฉลี่ยเลขคณิต} = \bar{C} = \frac{SCifi}{n} \qquad (2.12)$$

โดยที่ n = ขนาดตัวอย่าง, fi = ความถี่ของอันตรภาคชั้นที่ i

2.7.1 ข้อดีของค่าเฉลี่ย

1. การเปรียบเทียบข้อมูลเชิงปริมาณหลายๆ ชุด นิยมใช้ค่าเฉลี่ยในการเปรียบเทียบ
2. สะดวกในการคำนวณถึงแม้จะเก็บข้อมูลได้ไม่ครบ

2.7.2 ข้อเสียของค่าเฉลี่ย

1. ใช้กับข้อมูลเชิงปริมาณเท่านั้น
2. ค่าเฉลี่ยจะไม่ใช่ค่ากลางที่ดี ถ้ามีค่าผิดปกติไปมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 การประมาณฟังก์ชันเลขชี้กำลัง หรือฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล

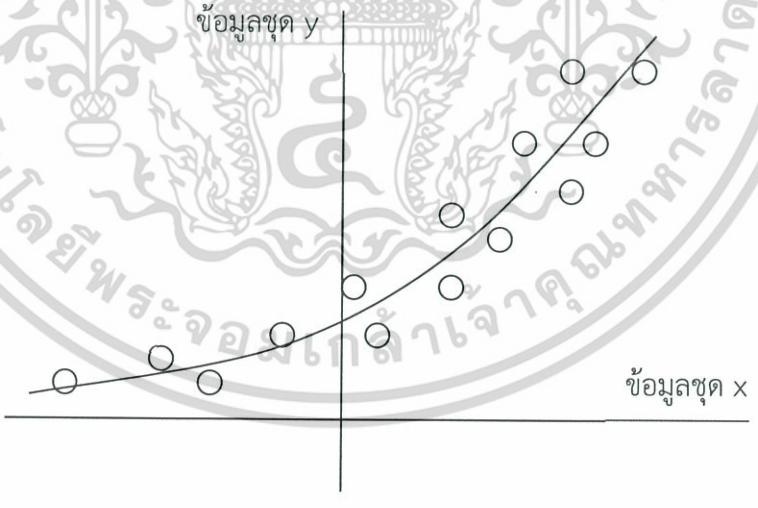
การวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วยข้อมูล 2 ตัวแปรขึ้นไป เช่น y = f(x) จะเห็นว่าตัวแปร y ขึ้นกับค่าตัวแปร x ดังนั้นเรียกตัวแปร x ว่า ตัวแปรอิสระ (independent variables) และเรียกตัวแปร y ว่า ตัวแปรตาม (dependent variables) ในทำนองเดียวกันถ้า x = f(y) จะเห็นว่าตัวแปร x ขึ้นกับค่าตัวแปร y ดังนั้นเรียกตัวแปร y ว่า ตัวแปรอิสระ (independent variables) และเรียกตัวแปร x ว่า ตัวแปรตาม (dependent variables)

ข้อมูลที่นำมาพิจารณาควรมีจำนวนมากพอสมควรเพื่อดูลักษณะการกระจายของกราฟซึ่งมีรูปแบบดังนี้

กำหนดข้อมูล ชุด $x: x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n$

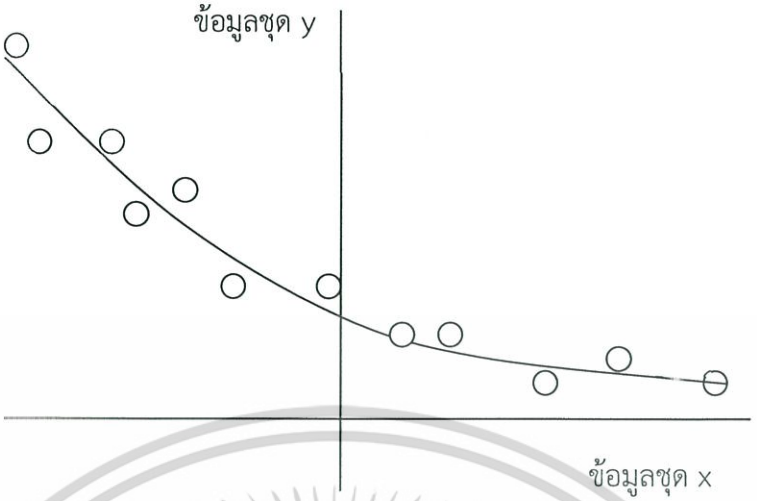
ชุด $y: y_1, y_2, y_3, \ldots, y_n$

และนำข้อมูลชุด x และชุด y มาเขียนแผนภาพการกระจายได้กราฟฟังก์ชันเลขชี้กำลัง ถูกใช้เพื่อจำลองความสัมพันธ์ เมื่อการเปลี่ยนแปลงคงตัวในตัวแปรอิสระ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตามสัดส่วนเดียวกันในตัวแปรตาม



(ก) ข้อมูลชุด x เป็นจำนวนจริงบวก ข้อมูลชุด y มีค่าพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข) ข้อมูลชุด x เป็นจำนวนจริงบวก ข้อมูลชุด y มีค่าลดลงและมค่าเข้าใกล้ศูนย์

รูปที่ 2.28 กระจายแบบเอกซ์โปเนนเชียล

สมการทั่วไป $y = ab^x$ หรือ $logy = loga + xlogb$

โดยมีสมการปกติคือ

$$\sum_{i=1}^{n} \log yi = nlog\ a + (\log b) \sum_{i=1}^{n} xi \qquad (2.13)$$

และ

$$\sum_{i=1}^{n} xi \log yi = (\log a) \sum_{i=1}^{n} xi + (\log b) \sum_{i=1}^{n} x^2 \qquad (2.14)$$

โดยที่ c และ b เป็นค่าคงที่ และ e เป็นฐานของลอการิทึมธรรมชาติมีค่าประมาณ 2.71828

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การคำนวณและการสร้าง

ในการออกแบบและพัฒนาแอพพลิเคชันเพื่อวิเคราะห์ปริมาณอัลบูมินในปัสสาวะ โดยใช้หลักการประมวลผลจากภาพถ่ายสารทดสอบจะมีการแบ่งส่วนในการพัฒนาดังต่อไปนี้

3.1 การออกแบบแถบสี

3.1.1 ถ่ายภาพสารละลายจากการทดลอง

3.1.2 อ่านค่าสีจากภาพถ่ายสารละลายในโปรแกรมแมทแลป ได้ค่าสีในแต่ละความเข้มข้น แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ค่าสีจากสารละลายในระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่ pH = 7.14 - 7.5

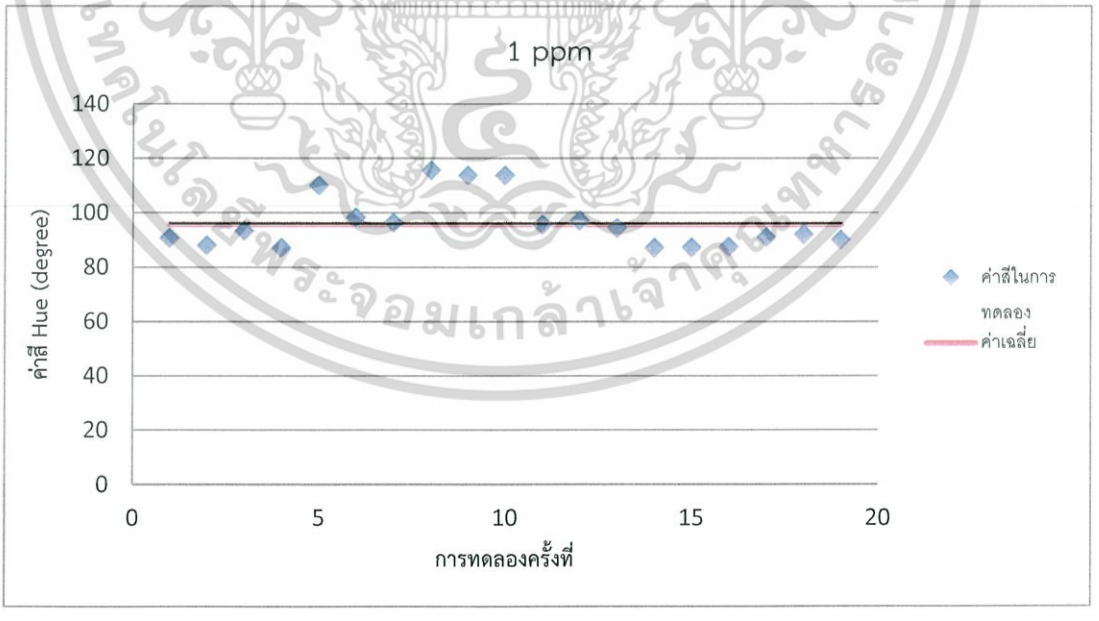
การทดลองครั้งที่	ถ่ายครั้งที่	ค่าสีแต่ละความเข้มข้น					
		1ppm	10ppm	20ppm	30ppm	40ppm	50ppm
1	1	91	137	156	170	177	184
	2	88	136	155	169	176	184
2	1	93	144	154	171	179	182
	2	87	137	142	177	178	184
3	1	110	139	164	172	183	185
	2	98	134	164	172	180	186
	3	96	136	160	172	179	182
4	1	115	150	163	174	187	192
	2	114	149	164	174	186	191
	3	114	150	163	175	186	191
5	1	96	141	156	171	184	189
	2	97	144	154	171	181	189

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ค่าสีจากสารละลายในระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่ pH = 7.14 - 7.5 (ต่อ)

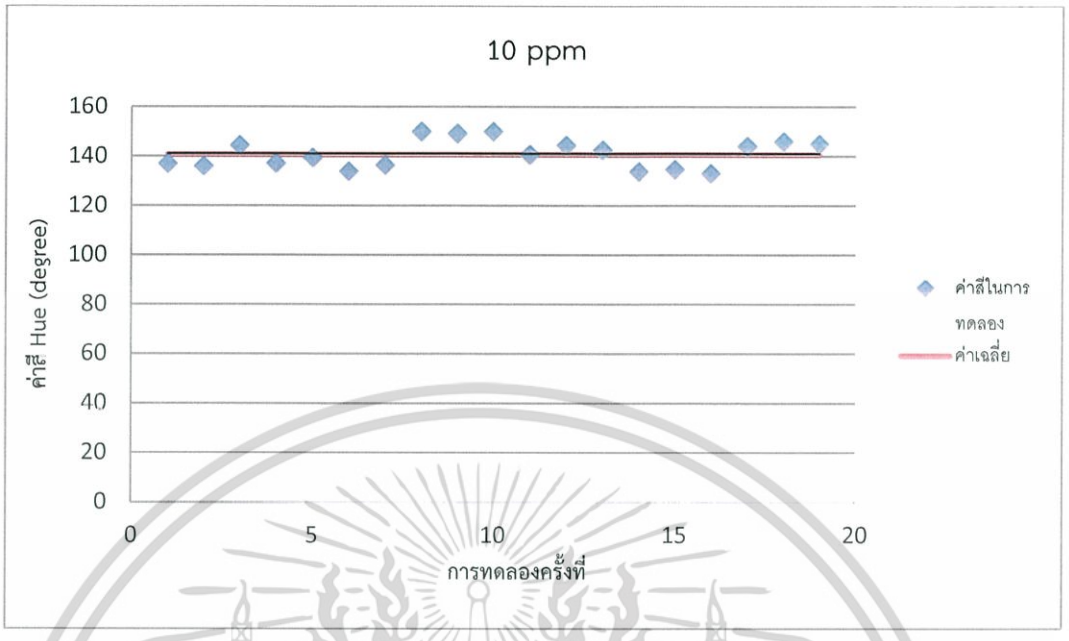
การทดลองครั้งที่	ถ่ายครั้งที่	ค่าสีแต่ละความเข้มข้น					
		1ppm	10ppm	20ppm	30ppm	40ppm	50ppm
5	3	94	143	157	172	182	189
6	1	87	134	167	176	185	192
	2	87	135	167	177	185	192
	3	87	133	167	176	185	193
7	1	91	144	160	170	173	189
	2	92	146	160	170	173	189
	3	90	145	161	171	173	188
	ค่าเฉลี่ย	96	141	160	173	181	188

3.1.3 นำค่าสีมาเฉลี่ย เพื่อเป็นค่าสีแทนของทุกความเข้มข้น

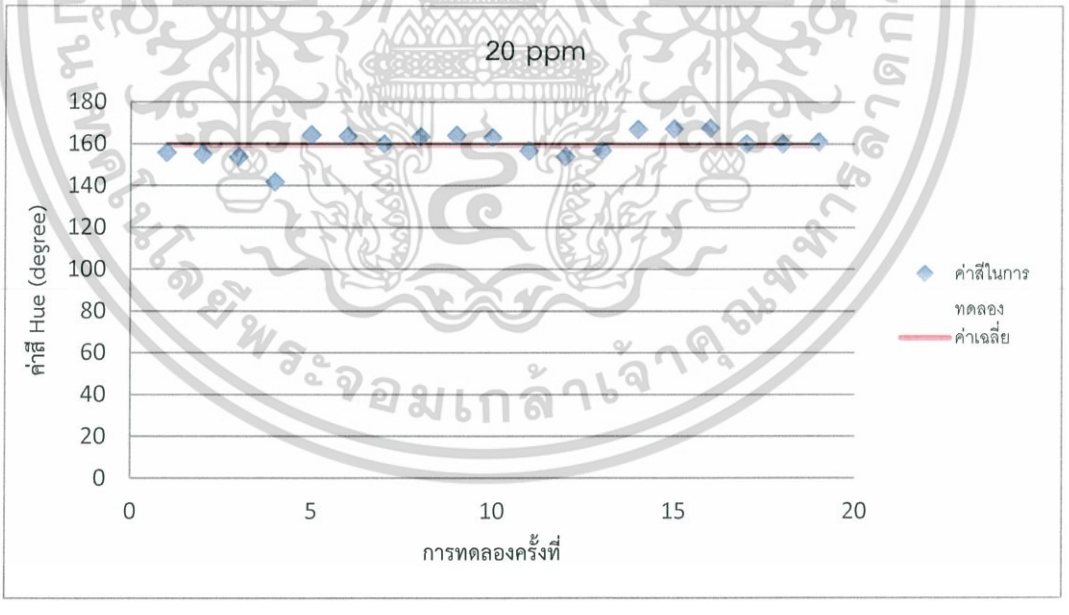


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี (Hue) และจำนวนครั้งที่ทำการทดลองเมื่อสารละลายมีความเข้มข้น 1 ppm ที่ pH = 7.14 - 7.4

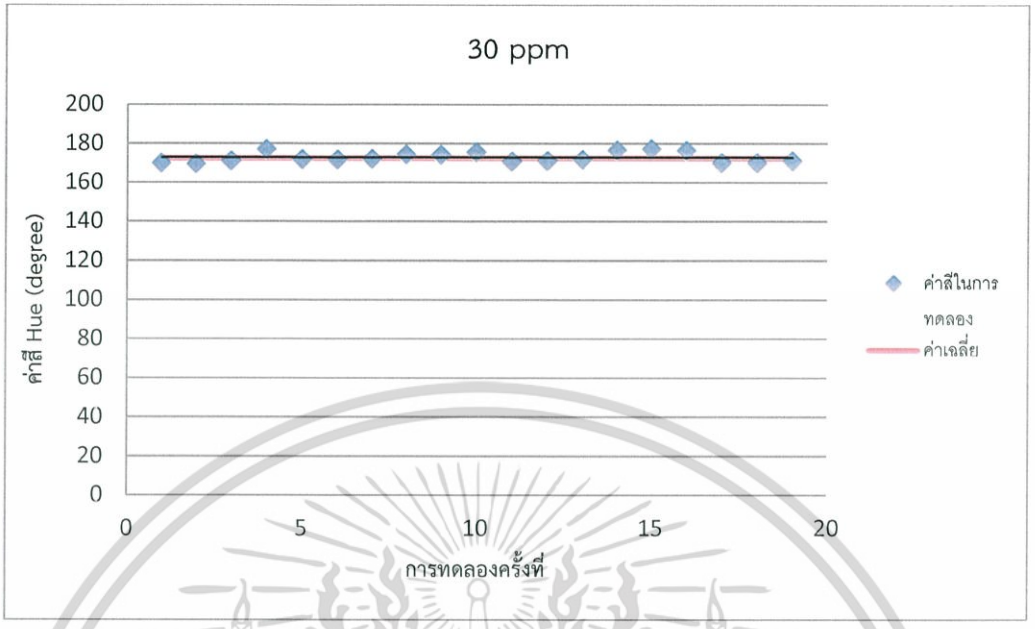


รูปที่ 3.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี (Hue) และจำนวนครั้งที่ทำการทดลองเมื่อสารละลายมีความเข้มข้น 10 ppm ที่ pH = 7.14 - 7.4

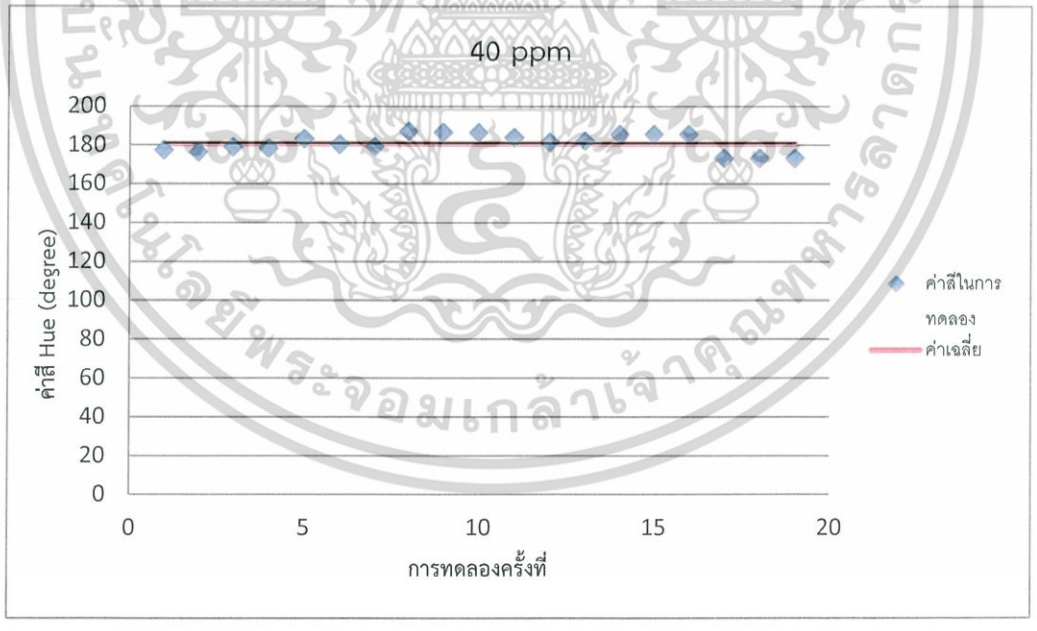


รูปที่ 3.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี (Hue) และจำนวนครั้งที่ทำการทดลองเมื่อสารละลายมีความเข้มข้น 20 ppm ที่ pH = 7.14 - 7.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

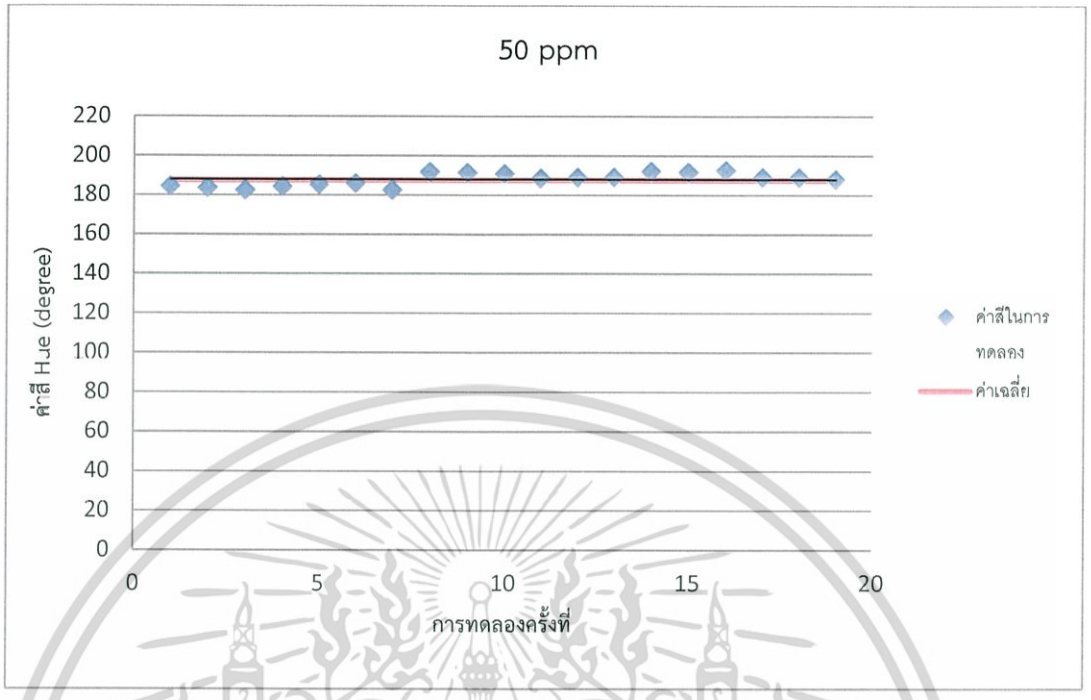


รูปที่ 3.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี (Hue) และจำนวนครั้งที่ทำการทดลองเมื่อสารละลายมีความเข้มข้น 30 ppm ที่ pH = 7.14 - 7.4

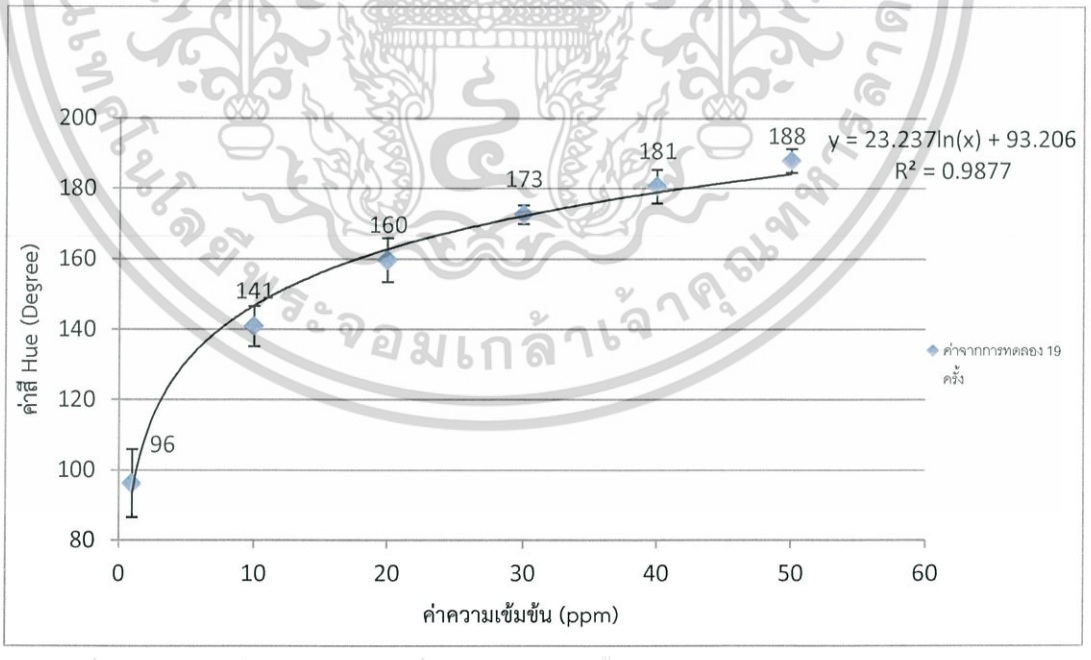


รูปที่ 3.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี (Hue) และจำนวนครั้งที่ทำการทดลองเมื่อสารละลายมีความเข้มข้น 40 ppm ที่ pH = 7.14 - 7.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี (Hue) และจำนวนครั้งที่ทำการทดลองเมื่อสารละลายมีความเข้มข้น 50 ppm ที่ pH = 7.14 - 7.4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.7 กราฟค่าเฉลี่ยสีที่ได้จากการทดลองที่ pH = 7.14 - 7.4

3.1.4 ปริ้นท์แถบสีออกมาหลายๆ เฉดสี ตามค่าสีที่ได้จากการเฉลี่ย

รูปที่ 3.8 ค่าสีที่ได้จากการเฉลี่ย

3.1.5 ใช้แอพพลิเคชันทดสอบค่าสีในแถบสีที่ได้จากการเฉลี่ย และนำค่าสีดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากสารละลาย เพื่อเลือกค่าสีที่ใกล้เคียงกับค่าสีของสารละลายดังตารางที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 การเทียบค่าเฉลี่ยที่ได้จากสีสารละลายและแถบสี

ความเข้มข้น (ppm)	ช่องที่	ค่า Hue	ค่า Hue สารละลาย (ในหลุม)
1	1	85	97
	2	95	
10	1	97	140
	2	148	
	3	136	
	4	137	
	5	143	
	6	136	
	7	130	
	8	127	
	9	134	
	10	108	
	11	120	
	12	111	
	13	136	
	14	143	
20	1	154	160
	2	164	
	3	170	
	4	179	
	5	170	
30	1	170	173
	2	180	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 แสดงการเทียบค่าเฉลี่ยที่ได้จากสีสารละลายและแถบสี (ต่อ)

ความเข้มข้น (ppm)	ช่องที่	ค่า Hue	ค่า Hue สารละลาย(ในหลุม)
30	6	184	137
	3	178	
	4	151	
	5	177	
40	1	179	181
	2	187	
	3	180	
	4	181	
	5	183	
	6	187	
	7	186	
	8	194	
	9	171	
	10	183	
	11	180	
	12	188	
50	1	196	188
	2	195	
	3	195	
	4	194	
	5	200	
	6	197	
	7	197	
	8	194	
	9	191	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 แสดงการเทียบค่าเฉลี่ยที่ได้จากสีสารละลายและแถบสี (ต่อ)

ความเข้มข้น (ppm)	ช่องที่	ค่า Hue	ค่า Hue สารละลาย(ในหลุม)
50	10	194	188
	11	196	
	12	192	
	13	202	
	14	196	
	15	201	
	16	203	
	17	194	
	18	195	
	19	200	
	20	202	

3.1.5 นำค่าสีที่เลือกแล้วมาทำเป็นแถบสีมาตรฐาน ดังนี้

รูปที่ 3.9 แถบสีมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 หลักการตัดเงาในภาพ

ในการตัดเงาในภาพ ได้แปลงระบบสีของภาพจาก RGB เป็นระบบสี HSV แล้วนำค่า V ที่มีค่า H เป็นฐานนิยมมาใช้ในการคำนวณค่าสีต่อไป จากกระบวนการวิเคราะห์นี้จะทำให้สามารถได้ค่าสีของสารละลายผสมกับปัสสาวะได้อย่างแม่นยำ

3.2.1 แปลงรูปภาพจากระบบสี RGB เป็นระบบสี HSV

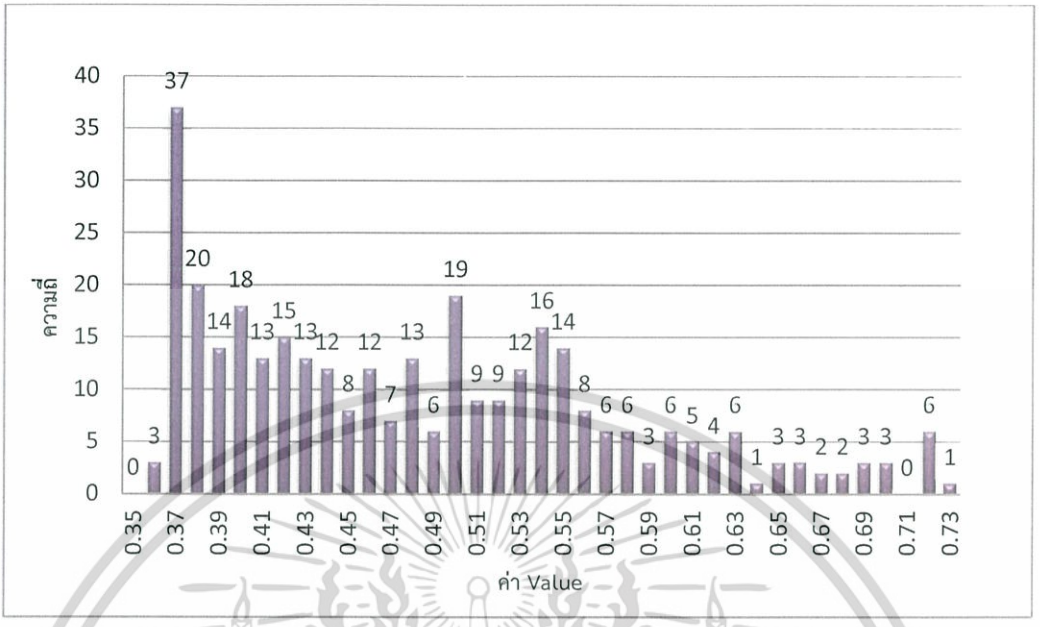
3.2.2 แยกรูปภาพออกเป็นภาพค่าสี (Hue), ความสว่าง (Lightness) และความบริสุทธิ์ของสี (Saturation) ดังรูปที่ 3.10

(ก) ค่าสี (ข) ความสว่าง (ค) ความบริสุทธิ์ของสี

รูปที่ 3.10 รูปภาพในระบบสี HSV

3.2.3 เลือกใช้ภาพที่แสดงค่าความสว่างของสี (Value) มาอ่านค่าความสว่างของสี ในทุกๆ พิกเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 กราฟการแจกแจงความถี่ของค่า V

3.3.4 เลือกเฉพาะพิกเซลที่มีค่าความสว่างของสีใกล้เคียงกันนำมาอ่านค่า ค่าสี (Hue) แล้วนำค่าสีไปเฉลี่ย เพื่อหาค่าสีที่ไม่มีเงามารบกวน

3.3 การรองรับหน้าจอที่หลากหลาย (Supporting Multiple Screens)

เพื่อให้แอพพลิเคชันทำงานได้อย่างเหมาะสม ควรใช้การเก็บข้อมูล (Resource) หลายๆ ขนาด โดยให้รองรับกับขนาดต่างๆ

3.3.1 ขนาดหน้าจอโทรศัพท์สมาร์ทโฟน (Screen size)

ขนาดความกว้างและยาวของหน้าจอบนอุปกรณ์แอนดรอยด์ ส่วนมากจะวัดกันเป็นนิ้ว เช่น 2.4", 3.5", 4.5", 5", 7" หรือ 10.1" เป็นต้น สำหรับในแอนดรอยด์จะแบ่งขนาดหน้าจอออกเป็น 4 ขนาดคือ Small, Normal, Large และ Extra Large

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ความหนาแน่นของหน้าจอ (Screen Density)

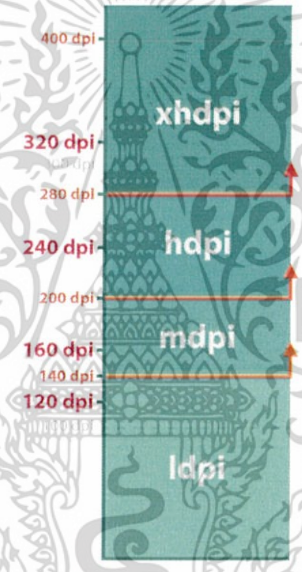
ความหนาแน่นของหน้าจอหมายถึง จำนวนพิกเซล (Pixels) ต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ โดยนิยมใช้หน่วยเป็น จุดต่อนิ้ว (dpi) หน้าจอที่มีค่า dpi มากจะได้ภาพที่มีคมชัดมากขึ้น สำหรับในโทรศัพท์สมาร์ทโฟนจะแบ่งสำหรับความหนาแน่นของหน้าจอแบ่งออกเป็น 4 แบบ โดยแบ่งออกตามค่า dpi

3.3.2.1 ldpi: น้อยกว่า 140 ลงมา (ไม่รวม 140 นะ ต้องน้อยกว่า)

3.3.2.2 mdpi: มากกว่าหรือเท่ากับ 140 และน้อยกว่า 200

3.3.2.3 hdpi: มากกว่าหรือเท่ากับ 200 และน้อยกว่า 280

3.3.2.4 xhdpi: มากกว่าหรือเท่ากับ 280 ขึ้นไป



รูปที่ 3.12 ความหนาแน่นของหน้าจอของโทรศัพท์สมาร์ทโฟน

3.3.3 ทิศทางของหน้าจอ (Orientation)

ทิศทางของหน้าจอที่สามารถเปลี่ยนเป็นแนวนอนและแนวตั้งได้ ซึ่งไม่ได้ถูกกำหนดแค่ตอนเริ่มใช้งานเท่านั้น แต่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลาที่ใช้งาน โดยจะเรียกทิศทางของหน้าจอเป็นทิศทางแนวตั้ง (Portrait) และทิศทางแนวนอน (Landscape)

3.3.4 ความละเอียดของหน้าจอ (Resolution)

ความละเอียดของหน้าจอเป็นจำนวนพิกเซลในความกว้างและความสูง ซึ่งเป็นปัจจัยหลักในการรองรับกับหน้าจอหลายขนาด อีกทั้งยังสัมพันธ์กับขนาดหน้าจอและความหนาแน่นของหน้าจอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Density-independent pixel (dp) เป็น Pixel เสมือนที่เกิดจากการคำนวณด้วยสูตร px = dp * (dpi / 160) อย่างเช่น หน้าจอขนาด 240 dpi ดังนั้น 1 dp ก็จะเท่ากับ 1.5 px

3.3.5 วิธีการรองรับหน้าจอที่หลากหลายขนาดของโทรศัพท์สมาร์ทโฟน

3.3.5.1 ประกาศว่าแอพพลิเคชันรองรับหน้าจอขนาดใดๆ บ้าง โดยประกาศใน AndroidManifest.xml

3.3.5.2 สร้าง Layout สำหรับขนาดหน้าจอที่แตกต่างกัน

3.3.5.3 ใช้ภาพบิตแมท (Bitmap) ในขนาดต่างกันสำหรับขนาดหน้าจอที่แตกต่างกัน โดยแบ่งตามขนาดหน้าจอหรือความหนาแน่นของหน้าจอก็ได้

3.3.5.4 กำหนดขนาดโดยใช้หน่วย dp จะเหมาะกับการกำหนดขนาด ซึ่งจะช่วยให้ขนาดของวัตถุมีขนาดที่เหมาะสมกับหน้าจอขนาดต่างกัน

3.3.5.5 สร้างโฟลเดอร์เก็บ (Resource) ตามขนาดของหน้าจอ อันนี้กล่าวถึงไปแล้วก่อนหน้า จึงไม่ขออธิบายเพิ่มเติม

3.3.6 การกำหนดการเก็บข้อมูล (Resources)

วิธีการเก็บข้อมูลให้แอพพลิเคชันสามารถเรียกใช้ได้ถูกต้อง โดยมักจะใช้กับ drawable และ layout เท่านั้น โดยการกำหนดแบบเจาะจงให้สร้างโฟลเดอร์ที่มีชื่อดังนี้ ในกรณีนี้ใช้กับโฟลเดอร์ layout ถ้ากรณีที่ใช้กับโฟลเดอร์ drawable ก็เพียงแค่เปลี่ยนจากเลเอาท์ (layout) เป็น drawable เท่านั้น

res/layout/ สำหรับหน้าจอขนาด Normal และ Default

res/layout-small/ สำหรับหน้าจอขนาด Small

res/layout-normal/ สำหรับหน้าจอขนาด Normal

res/layout-large/ สำหรับหน้าจอขนาด Large

res/layout-xlarge/ สำหรับหน้าจอขนาด Extra Large

res/layout-ldpi/ สำหรับหน้าจอ ldpi

res/layout-mdpi/ สำหรับหน้าจอ mdpi

res/layout-hdpi/ สำหรับหน้าจอ hdpi

res/layout-xhdpi/ สำหรับหน้าจอ xhdpi

res/layout-port/ สำหรับหน้าจอในแนวตั้ง

res/layout-land/ สำหรับหน้าจอในแนวนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การติดต่อฐานข้อมูล SQLite (SQLite Database)

ในการติดต่อฐานข้อมูลในแอนดรอย์จะใช้ SQLite ซึ่งเป็นฐานข้อมูลที่มีขนาดเล็ก จะมีฐานข้อมูล เพื่อให้เราสามารถจัดการกับข้อมูลได้

3.4.1 การสร้างการติดต่อฐานข้อมูล SQLite

1. ต้องสร้างโมเดลออฟเจ็ค (object model)

2. สร้าง ส่วนติดต่อ (Helper) object model แล้วก็เขียนคำสั่ง select, update, insert และdelete โดยการติดต่อ SQLite มี 2 แพคเกจคือ android.database.sqlite และ android.database ซึ่งจะมีคลาสที่สำคัญ ดังนี้

- SQLiteOpenHelper เป็นคลาสที่ใช้ Create และ Update Database ของเราซึ่งเป็นคลาสแรกที่เราควรจะสร้าง
- SQLiteDatabase เป็นคลาสที่ใช้ในการเปิด/ปิด Connection ของ Database และการ Query, Insert, Update, Delete
- Cursor เป็นคลาสที่ใช้จัดการกับ query ที่ได้จาก SQLiteDatabase (ปกติแล้วจะใช้ในคู่กับการ select ข้อมูล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการทดสอบการประมวลผลของแอพพลิเคชัน ผลการทดลอง และการวิเคราะห์ผลการทดลองในกรณีต่างๆ โดยที่มีสภาพแวดล้อมในการทำการที่เหมือนกันหรือใกล้เคียงกันมาก

4.1 วิธีการทดสอบ

วิธีการทดสอบจะกล่าวถึงขั้นตอนที่ใช้ในการทดสอบแอพพลิเคชัน อุปกรณ์ในการทดสอบ รวมทั้งสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดสอบแอพพลิเคชัน หลังจากการทดสอบแอพพลิเคชันจะได้ผลการทดลองจากนั้นนำผลไปพิจารณาผลของแสงต่อค่าสีของแถบสีมาตรฐาน และผลการทดลองอื่นๆ ต่อไปดังนี้

4.1.1 อุปกรณ์

4.1.3.1 สารละลายที่ความเข้มข้นของอัลบูมิน 1ppm, 10ppm, 20ppm, 30ppm, 40ppm, 50ppm ซึ่งได้จากการทำการทดลองของกลุ่มคณะวิทยาศาสตร์

รูปที่ 4.1 สารละลายอัลบูมินที่ความเข้มข้นต่างๆ

4.1.3.2 จานหลุมสีขาวทึบ

4.1.3.3 Galaxy Note 10.1

4.1.3.4 แถบสีมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

ทำการทดสอบภายในห้องมีที่มีแสงสว่าง 300 lux ภายใต้หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ช่วงเวลาในการทดสอบ ตั้งแต่ 12.00 น. - 16.00 น.

4.1.3 ขั้นตอนการทดสอบ

4.1.3.1 วางแถบสี และจานหลุมสารละลายบนกระดาษ A4

4.1.3.2 เตรียมอุปกรณ์แสดงผล ในที่นี้ใช้ Galaxy Note 10.1 พร้อมเปิดแอพพลิเคชัน Albumin Smart Test

4.1.3.3 จัดแถบสีให้อยู่ในตำแหน่งที่อยู่ภายในกรอบบนหน้าจอ

4.1.3.4 จัดจานหลุมที่ใส่สารละลายไว้แล้ว ให้อยู่ภายในกรอบวงกลมบนหน้าจอ

รูปที่ 4.2 ตำแหน่งการวางจานหลุมที่ใส่สารสารละลายอัลบูมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.3 การถ่ายรูปสารละลายพร้อมกับแถบสี

4.1.3.5 เมื่อทำการกดถ่ายรูประบบจะคำนวณตำแหน่งของแถบสีแต่ละสี และนำไปสร้างฟังก์ชันของค่าสีเทียบกับค่าความเข้มข้น และหลังจากสารละลายในจานหลุมถูกตัดเงาโดยกระบวนการภายในแอพพลิเคชันที่สร้างขึ้น ก็จะแสดงผลเป็นค่าความเข้มข้นของปริมาณอัลบูมินออกมาโดยที่ average analytic time = 10 วินาที และขนาดของแอพพลิเคชัน = 20 MB

4.2 ผลการทดลอง

4.2.1 การทดสอบแอพพลิเคชันเพื่อพิจารณาผลของแสงต่อค่าสีของแถบสีมาตรฐาน ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.1 ตารางผลกระทบของความเข้มแสงที่มีต่อค่าสีของแถบสีมาตรฐาน

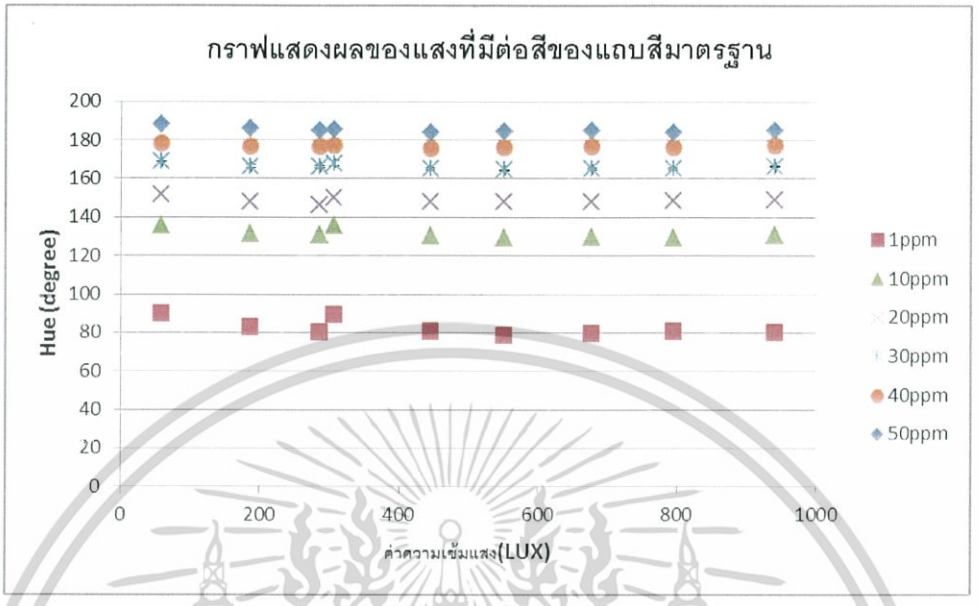
ค่าความเข้มแสง (LUX)	ค่าสีแถบสี (องศา)					
	1ppm	10ppm	20ppm	30ppm	40ppm	50ppm
794	81.67	129.23	148.36	165.33	176.13	183.61
	80	129.47	148.89	165	177	184.23
941	81.67	130.5	149.45	165.96	178.06	184.94
	78.86	131.05	148.3	166.36	177.05	184.94
187	81.08	131.71	147.6	165.33	177.1	185.38
	82.11	129.73	147.5	167.06	175.79	186.31
	85.94	132	149.39	166.25	176.95	186.15
58	90	135.71	152.83	168.62	177.86	188
	90	134.63	151.15	168.81	177.82	187.89
	90	136.1	151.15	168.62	178.91	188
306	89.33	134.35	150	166.76	177.27	185.68
	91.3	138.37	151.52	169.17	178.29	185.53
	88	134.67	149.47	167.83	177.19	184.74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ตารางผลกระทบของความเข้มแสงที่มีต่อค่าสีของแถบสีมาตรฐาน (ต่อ)

ค่าความเข้มแสง (LUX)	ค่าสีแถบสี (องศา)					
	1ppm	10ppm	20ppm	30ppm	40ppm	50ppm
285	80.45	130.91	145.71	166.15	175.89	184.34
	80.93	130.91	146.54	166.57	176.67	184.34
	79.5	131.16	146.94	165.82	177.46	185.12
444	79.46	130.24	147.46	164.65	175.38	183.57
	82.7	130.24	148.42	165.33	175.31	183.53
	81.67	130.5	147.27	165.33	176.13	183.57
551	78.33	129.23	147.86	164.65	176.19	183.57
	78.33	128.11	147.78	164.28	176.95	184.34
	80	130.5	148.36	164	176.13	184.88
677	81.67	130.5	148.36	164.68	176.25	184.19
	76.67	128.11	146.4	164.65	176.9	185
	81.08	130.5	148.93	165.96	177.19	184.88
794	81.08	129.23	148.3	164.35	176.06	184.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 กราฟผลของแสงที่มีต่อสีของแถบสีมาตรฐาน

รูปที่ 4.5 กราฟแสดงผลของแสงต่อแถบสีมาตรฐาน

4.2.2 การทดสอบแอพพลิเคชันในสภาวะแสงเดียวกันคือ 300 lux เพื่อเปรียบเทียบผลระหว่างกรณีตัดเงาและไม่ตัดเงา ได้ผลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ตารางผลการทดลองการประมวลผลความเข้มข้นของสารละลายจากแอพพลิเคชัน

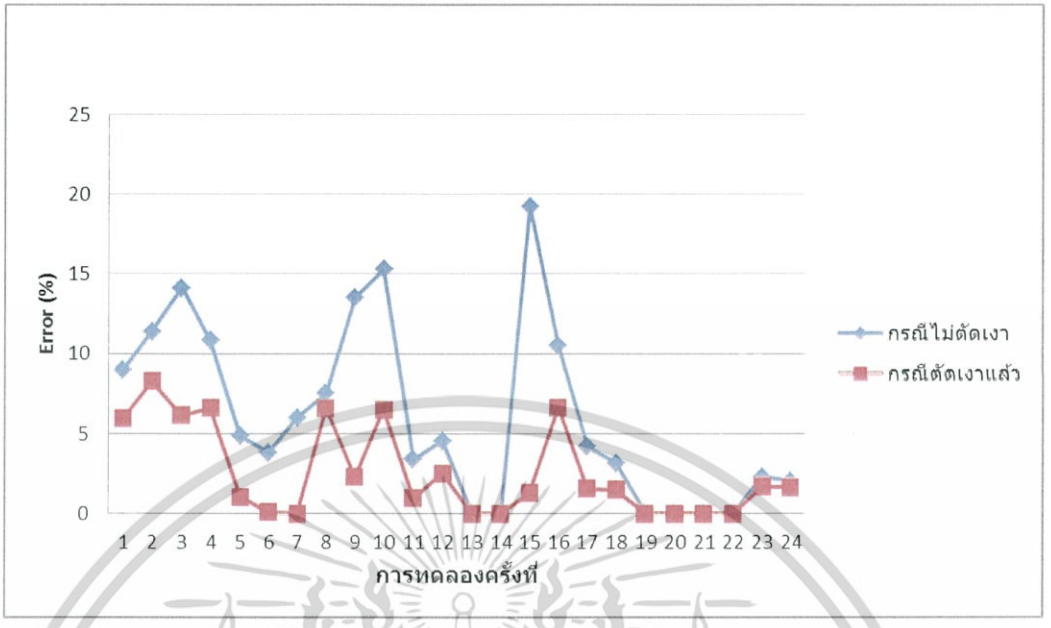
สารทดสอบเป็นน้ำ pH = 7.14 - 7.4					
ความเข้มข้นจริง (ppm)	ทดสอบครั้งที่	ความเข้มข้นที่ประมวลผลจากแอพพลิเคชัน (ppm)		% error	
		ไม่ตัดเงา	ตัดเงา	ไม่ตัดเงา	ตัดเงา
1	1	1.03	1.03	3	3
	2	1.06	1.04	6	4
	3	1.05	1.03	5	3
	4	1.09	1.06	9	6
	5	1.06	1	6	0
10	1	9.62	9.69	3.8	3.1
	2	9.23	9.51	7.7	4.9
	3	9.31	9.84	6.9	1.6
	4	8.86	9.17	11.4	8.30
	5	9.25	9.34	7.5	6.6
20	1	18.16	18.13	9.35	9.2
	2	18.05	18.24	9.75	8.8
	3	18.45	18.48	7.75	7.6
	4	17.18	18.77	14.1	6.15
	5	22.27	19.54	13.5	2.3
	6	23.85	20.26	19.25	1.3
30	1	28.13	28.15	6.23	6.17
	2	27.02	27.28	7.7	4.9
	3	27.37	27.61	8.77	7.97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

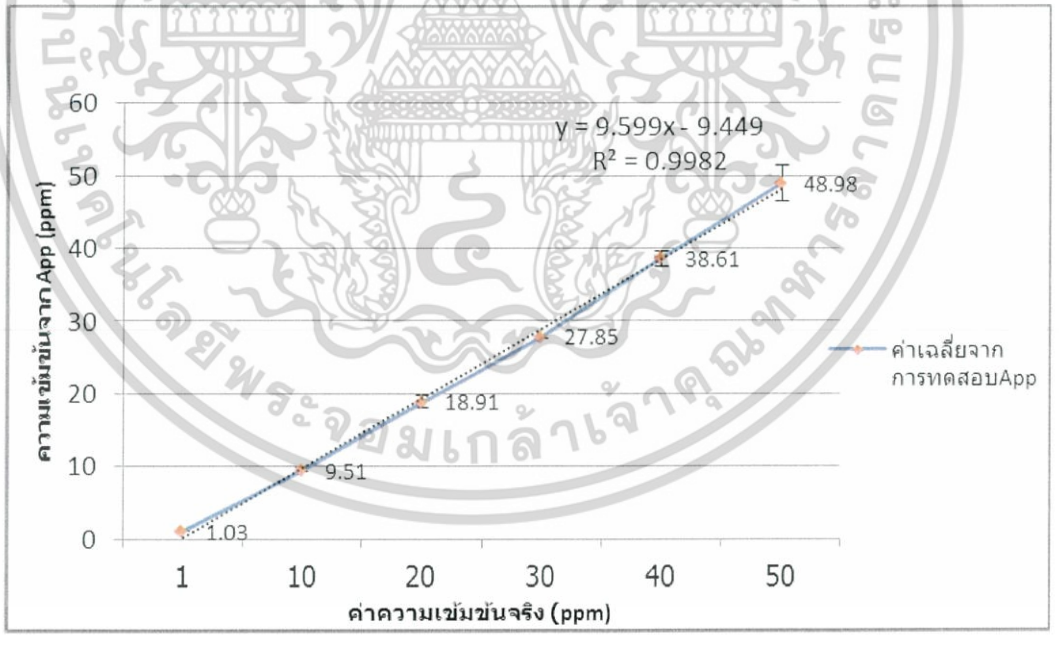
ตารางที่ 4.2 ตารางผลการทดลองการประมวลผลความเข้มข้นของสารละลายจากแอพพลิเคชัน (ต่อ)

สารทดสอบเป็นน้ำ pH = 7.14 - 7.4					
ความเข้มข้นจริง (ppm)	ทดสอบครั้งที่	ความเข้มข้นที่ประมวลผลจากแอพพลิเคชัน (ppm)		% error	
		ไม่ตัดเงา	ตัดเงา	ไม่ตัดเงา	ตัดเงา
30	4	26.75	28.01	10.83	6.63
	5	25.42	28.04	15.27	6.53
	6	26.85	28	10.5	6.67
40	1	37.27	37.49	6.83	6.28
	2	36.53	37.06	8.68	7.35
	3	36.17	37.81	9.58	5.48
	4	38.07	39.58	4.825	1.05
	5	38.65	39.62	3.375	0.95
	6	38.34	39.27	4.15	1.575
	7	39.09	39.32	2.275	1.7
50	1	45.40	45.43	9.20	9.14
	2	45.35	45.68	9.3	8.64
	3	48.33	48.85	3.34	2.3
	4	51.89	50.05	3.78	0.1
	5	52.27	51.27	4.54	2.54
	6	51.57	50.74	3.14	1.48
	7	49.01	50.83	1.98	1.66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 กราฟผลการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของแอพพลิเคชันระหว่างกรณีตัดเงาและไม่ตัดเงา



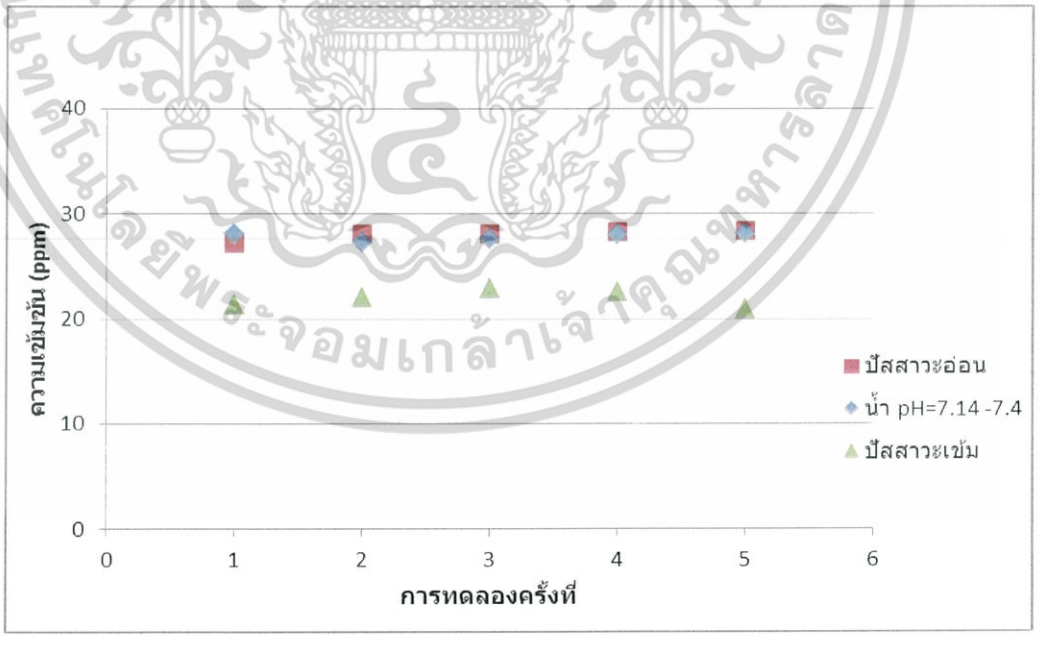
รูปที่ 4.7 กราฟค่าความเข้มข้นจากการแสดงผลของแอพพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 การทดสอบค่าความเข้มข้นที่แอพพลิเคชันแสดงผลในกรณีสารทดสอบเป็นน้ำกับปัสสาวะได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.3 การทดสอบค่าความเข้มข้นที่แอพพลิเคชันแสดงผลในกรณีสารทดสอบเป็นน้ำกับปัสสาวะ

ความเข้มข้นสารจริง	ทดสอบครั้งที่	ความเข้มข้นที่ประมวลผลจากแอพพลิเคชัน (ppm)			% error		
		น้ำ pH = 7.14 -7.4	ปัสสาวะอ่อน	ปัสสาวะเข้ม	น้ำ pH = 7.14 - 7.4	ปัสสาวะอ่อน	ปัสสาวะเข้ม
30	1	28.13	33.37	21.38	6.23	11.23	28.73
	2	27.28	32.26	21.96	9.07	7.53	26.8
	3	27.61	32.94	22.82	7.97	9.80	23.9
	4	28	32.36	22.56	6.67	7.87	24.7
	5	28.07	32.85	20.95	6.43	9.50	30.17



รูปที่ 4.8 กราฟศึกษาสีของสารทดสอบต่อการแสดงค่าความเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการพิจารณาอิทธิพลของแสงต่อแถบสีมาตรฐาน ที่ความเข้มแสงต่างกัน ตั้งแต่ 50 lux – 941 lux ตำแหน่งละ 3 ครั้ง จำนวน 9 ตำแหน่ง พบว่าค่าของแถบสีตั้งแต่ 1 ppm – 50 ppm มีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกันคือ มีการประมาณข้อมูลเป็นฟังก์ชันลอกการิทึ่ม จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าแถบสีมาตรฐานนี้สามารถใช้เพื่ออ้างอิงในการประมวลผลเพื่อแสดงความเข้นข้นของอัลบูมิน เพื่อเป็นการลดปัญหาเรื่องสภาพแสงมีผลต่อสี

จากการทดสอบระบบให้แสดงผลปริมาณอัลบูมิน จำนวน 36 ครั้ง พบว่า เมื่อทดสอบระบบกับสารทดสอบที่เป็นน้ำ pH = 7 – 7.5 ระบบสามารถอ่านค่าความเข้มข้นของปริมาณอัลบูมินโดยมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 10% ยกเว้นในความเข้มข้น 20 ppm และ 30 ppm ที่ยังมีการทดสอบบางครั้งที่ได้ความคลาดเคลื่อนมากกว่า 10% แต่เมื่อพิจารณาในกรณีที่มีการลบเงาออกไป พบว่า มีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 10% พิจารณาได้ว่าการประมวลผลภาพร่วมกับทฤษฎีการตัดเงานี้มีประสิทธิภาพกว่าการนำข้อมูลที่ไม่มีการตัดเงามาประมวลผล

จากการทดสอบระบบเมื่อสารทดสอบเป็นน้ำกับปัสสาวะพบว่า สีของปัสสาวะมีผลต่อการประมวลผล ทำให้ค่าความเข้มข้นที่ได้มีความเคลื่อนไปจากการสารทดสอบจริง เมื่อสีของปัสสาวะอ่อนมาก ค่าความเข้มข้นที่อ่านได้จะมีค่าความคลาดเคลื่อนใกล้เคียงกับเมื่อทดสอบกับน้ำ แต่เมื่อสีปัสสาวะมีสีเข้มขึ้น ค่าความเข้มข้นที่อ่านได้จะมีค่าความคลาดเคลื่อนมาก และค่าความเข้มข้นอ่านได้ค่าน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทวิจารณ์และสรุป

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลสรุปของงานวิจัย และข้อเสนอแนะต่างๆ ที่ควรนำงานวิจัยนี้ไปพัฒนาต่อไป

5.1 สรุปงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการศึกษาและพัฒนาแอพพลิเคชันสำหรับการแสดงผลปริมาณอัลบูมินในปัสสาวะ เพื่อนำไปสู่การวินิจฉัยโรคไตเบื้องต้น เพื่อเป็นระบบต้นแบบสำหรับการประยุกต์ใช้ในระบบการแพทย์ และระบบทางวิทยาศาสตร์ อันเป็นประโยชน์ในการช่วยให้การวิเคราะห์ปริมาณอัลบูมินได้อย่างรวดเร็ว และแม่นยำ ซึ่งระบบที่พัฒนาขึ้นประกอบไปด้วยการสร้างแถบสีมาตรฐานจากการทดลองทางวิทยาศาสตร์ การคัดแยกสีสารละลายที่ความเข้มข้นต่างๆ การลบเงาที่มารบกวนในภาพถ่ายสารละลาย และการแปลผลจากภาพถ่ายสารละลายเป็นปริมาณอัลบูมิน การดำเนินงานวิจัยดังกล่าวสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ โดยสามารถสรุปผลการศึกษาวิจัยและพัฒนาทางวิศวกรรมได้ดังต่อไปนี้

5.1.1 สามารถสร้างแอพพลิเคชันเพื่อใช้ในการประมวลผลภาพ และแสดงปริมาณอัลบูมินในปัสสาวะ

5.1.2 การประมวลผลอาศัยหลักการแปลงมาตรฐานสีจาก RGB เป็น HSV และพิจารณาค่าสีในเทอม H

5.1.3 แอพพลิเคชันสามารถใช้ง่าย สะดวก สามารถประมวลผลโดยมีความถูกต้อง และแม่นยำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินงานวิจัยที่ผ่านมาและผลการทดสอบระบบก่อให้เกิดแนวคิดและข้อเสนอแนะในการดำเนินงานวิจัยต่อไปในอนาคตดังต่อไปนี้

5.2.1 ระบบของงานวิจัยนี้สามารถวิเคราะห์ปริมาณอัลบูมินในปัสสาวะได้ เมื่อถ่ายรูปตามตำแหน่งที่ได้กำหนดไว้ ดังนั้นเพื่อพัฒนาระบบให้สามารถทำงานอัตโนมัติได้มากขึ้น โดยไม่ต้องจัดตำแหน่งแถบสี และสารละลาย อาจใช้หลักการทางการประมวลผลภาพดิจิตอลเรื่องการหาขอบภาพเข้ามาช่วยแยกรูปร่างลักษณะแถบสีที่เป็นสี่เหลี่ยม และสารละลายที่เป็นวงกลม

5.2.2 เพื่อให้ระบบสามารถใช้งานได้อย่างมีความเสถียร ข้อมูลจากการทดลองจำเป็นต้องมีความเสถียร

5.2.3 เพื่อทดสอบระบบเมื่อพิจารณากับสารทดสอบที่เป็นปัสสาวะ ปัสสาวะที่ใช้ทดสอบควรมีสีที่เจือจางมาก เกือบเทียบเท่าน้ำเปล่า เพื่อไม่ให้ผลของสีปัสสาวะมีผลต่อการประมวลผล เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้ดีกับสารทดสอบที่เป็นปัสสาวะโดยทั่วไป ควรมีตัวอย่างข้อมูลจำนวนมากที่มีสีปัสสาวะที่แตกต่างกันมาพิจารณา

5.2.4 หน้าตาของแอพพลิเคชันมีความสวยงามเมื่อรองรับสมาร์ทโฟน หรือแท็บเล็ตได้ทุกรุ่นที่มีขนาดอัตราส่วนหน้าจอ 4:3 ซึ่งเป็นที่นิยมในตลาด เพื่อต้องการให้แอพพลิเคชันมีความสวยงามเมื่อใช้กับหน้าจอที่มีอัตราส่วนอื่นๆ ควรออกแบบ layout เพิ่ม

5.2.5 เพื่อพัฒนาระบบในอนาคตควรศึกษาหาวิธีที่ช่วยให้ระบบสามารถประมวลผลได้เร็วขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] สมาคมถ่ายภาพกรุงเทพ.**“Computer Graphic.”** [Online]. Available : http://www.bpsthai.org

[2] หว้ากอ.**“Image Segmentation.”** [Onilne]. Available: http://www.bloggang.com/mainblog.php?id=hin-kmitnb

[3] ShikharJaiswal. **“The Colors of Graphic Design.”** [Online]. Available: http://teknonics.wordpress.com/2012/10/06/the-colors-of-graphic-design-color-model-history-and-study/.2012

[4] สมเกียรติ อุดมหรรษากุล. **การประมวลผลภาพดิจิตอลเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ : ท้อป, 2554.

[5] วงศ์ยศ เกิดศร. **“เริ่มต้นการเขียนโปรแกรมภาษาจาวา” [Online]**. Available: http://zeus.cp.eng.chula.ac.th/~g52wkr/javachula/files/Tutor01.pdf.2553

[6] อรพิน ประวัติบริสุทธ์. **คู่มือการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Java ฉบับสมบูรณ์**. กรุงเทพฯ : โปรวิชั่น.2556.

[7] กรีวุธ อัศวคุปตานนท์, **จะเขียนภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาไหนดี, หนทางสู่อาชีพโปรแกรมเมอร์,** กรุงเทพฯ : NetDesign. 2552.

[8] ศุภชัย สมพานิช. Basic Android Programming. นนทบุรี : ไอดีซีฯ. 2555.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
โปรแกรมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของ Matlab

โค้ดหาค่าเฉลี่ยค่าสีของภาพ

```
num_im = 0;

cam = 'IMG';

l= '2';

max_im = 3;

folder = 'C:\Users\Administrator\Desktop\project\IMG_0\';

for i = 0:max_im

name_im = sprintf('%s\\%s_%s_%d.jpg',folder,l,cam,i);

im_in = imread(name_im);

name_save_im = sprintf('%s\\RGB\\%d_%s_%s_%d_RGB.jpg',folder,num_im,cam,l,i);

im_out = mean_rgb(im_in);

imwrite(im_out,name_save_im);

name_save_im = sprintf('%s\\HSV\\%d_%s_%s_%d_HSV.jpg',folder,num_im,cam,l,i);

im_out = mean_hsv(im_in);

imwrite(im_out,name_save_im);

end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โค้ดอ่านค่าสีเทอม H ของโมเดล HSV

```
num_im = 0;

cam = 'IMG';

l= '2';

max_im = 3;

folder = 'C:\Users\Administrator\Desktop\project\IMG_0';

for i = 0:max_im

name_im = sprintf('%s\\HSV\\%d_%s_%s_%d_HSV.jpg',folder,num_im,cam,l,i);

im_in = imread(name_im);

im_in_hsv = rgb2hsv(im_in);

out_h(i+1) = im_in_hsv(1,1,1)*360;

out_s(i+1) = im_in_hsv(1,1,2);

out_v(i+1) = im_in_hsv(1,1,3);

end

out_h

out_s

out_v
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของ Eclipse

```
package com.example.astapp1;

import java.io.File;

import Jama.Matrix;

import Jama.QRDecomposition;

import android.graphics.Point;

import java.text.DecimalFormat;

import java.util.ArrayList;

import android.app.Activity;

import android.app.ProgressDialog;

import android.content.Intent;

import android.graphics.Bitmap;

import android.graphics.BitmapFactory;

import android.graphics.Color;

import android.graphics.Point;

import android.os.AsyncTask;

import android.os.Bundle;

import android.os.Environment;

import android.util.Log;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
import android.view.Display;

import android.view.View;

import android.view.View.OnClickListener;

import android.widget.Button;

import android.widget.ImageButton;

import android.widget.ImageView;

import android.widget.TextView;

public class ProcessPic extends Activity {

public static ArrayList<Double> HueValue = new ArrayList<Double>(9);

public static int xImage,yImage,red,green,blue,RR,Y,B;

public static float[] hsv = new float[3];

public static Bitmap myBitmapPic,myBitmapPic1;

public static double a,b,r,std_err = 0.0;

public static double e;

public static int N;

//Variable for Vmode

public static int Rred,Ggreen,Bblue, maxCount;

static float maxValue;

public static float[] hsvMode = new float[3];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
public static int[] ModeValue = new int[17415];//rare data

public static double[] HueValueMode = new double[17415];//rare data

@SuppressWarnings("static-access")

public void onCreate(Bundle savedInstanceState) {

super.onCreate(savedInstanceState);

setContentView(R.layout.layout_process);

TextView tv1 = (TextView)findViewById(R.id.textView1);

TextView tv2 = (TextView)findViewById(R.id.textView2);

TextView tv3 = (TextView)findViewById(R.id.textView3);

String path = Environment.getExternalStorageDirectory()+
"/DCIM/CameraSnap/IMG_0.jpg";

File imgFile = new File(path);

myBitmapPic1 = BitmapFactory.decodeFile(imgFile.getAbsolutePath());

//resize

Bitmap myBitmapPic = null;

myBitmapPic = Bitmap.createScaledBitmap(myBitmapPic1, 2560, 1920, true);

ImageView myImage = (ImageView) findViewById(R.id.imageAdd);

myImage.setImageBitmap(myBitmapPic);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//0

ProcessPic h1ppm = new ProcessPic();
```

```
h1ppm.AverageColor(myBitmapPic, 244,395,1198,1388);

HueValue.add((double) hsv[0]);//0

//1

ProcessPic h10ppm = new ProcessPic();

h10ppm.AverageColor(myBitmapPic, 244,395,798,938);

HueValue.add((double) hsv[0]);//1

//2

ProcessPic h20ppm = new ProcessPic();

h20ppm.AverageColor(myBitmapPic, 244,396,398,538);

HueValue.add((double) hsv[0]);//2

//3

ProcessPic h30ppm = new ProcessPic();

h30ppm.AverageColor(myBitmapPic, 655,807,1198,1388);

HueValue.add((double) hsv[0]);//3

//4

ProcessPic h40ppm = new ProcessPic();

h40ppm.AverageColor(myBitmapPic, 655,807,798,938);

HueValue.add((double) hsv[0]);//4

//5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ProcessPic h50ppm = new ProcessPic();

h50ppm.AverageColor(myBitmapPic, 655,807,398,538);

HueValue.add((double) hsv[0]);//5

//6-circle uria+substance//

ProcessPic substance1 = new ProcessPic();

substance1.AverageColor(myBitmapPic, 1855,1984,552,681);

HueValue.add((double) hsv[0]);//6

//7-circle uria pure pure//

ProcessPic substance2 = new ProcessPic();

substance2.AverageColor(myBitmapPic, 1855,1984,1055,1184);

HueValue.add((double) hsv[0]);//7

//8-circle (uria+substance)-shadow

ProcessPic substancesubshadow = new ProcessPic();

substancesubshadow.ValueArray(myBitmapPic, 1855,1984,552,681);

substancesubshadow.Mode(ModeValue);

HueValue.add(substancesubshadow.averagehuemode(ModeValue));//8

//9-circle (uria)-shadow

ProcessPic substancesubshadow1 = new ProcessPic();

substancesubshadow1.ValueArray(myBitmapPic, 1855,1984,1055,1184);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
substancesubshadow1.Mode(ModeValue);

HueValue.add(substancesubshadow1.averagehuemode(ModeValue));//9

double[] x = {
HueValue.get(0),HueValue.get(1),HueValue.get(2),HueValue.get(3),HueValue.get(4),Hue
Value.get(5) };

double[] y = { 1, 10, 20, 30, 40, 50 };

ProcessPic model = new ProcessPic();

model.Regression(x, y);

//tv4.setText("Exponential regression model for " +N +" equals : y = " + a + "*(e^(" + b
+ "*x))");

//tv5.setText("R-square value = " + r);

double result = Math.pow(2.71828182845904,HueValue.get(8)*b); // e^bx

final double concentrate = a*result;///////******static-final*****////////

tv1.setText("Concentration of Albumin = " + a*result +" mg/L");

if (a*result >= 30){

String Condition = "Microalbuminuria";

tv3.setText(Condition);

}else{

String Condition = "Normal";
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
tv3.setText(Condition);
```

```
}

//Adding listener

ImageView backButton = (ImageView) findViewById(R.id.imageBack);

backButton.setOnClickListener(

new View.OnClickListener() {

@Override

public void onClick(View v) { 86 }
Intent intent = new Intent(ProcessPic.this, MainMenuActivity.class);

startActivity(intent);

}

});

//Adding listener

ImageView nextButton = (ImageView) findViewById(R.id.imageSave);

nextButton.setOnClickListener(

new View.OnClickListener() {

@Override

public void onClick(View v) {

Intent intent1 = new Intent(ProcessPic.this, AddStudent.class);

intent1.putExtra("Intent", concentrate);

//intent1.putExtra("Condition", Condition);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งนี้ ผู้ใช้งานต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
startActivity(intent1);

}

});

}

public static void AverageColor (Bitmap myBitmap,int minw, int maxw,int minh, int
maxh){//for master color

red = 0;

green = 0;

blue = 0;

int count = 0;

for (int i=minw;i<maxw;i++){

for (int j=minh;j<maxh;j++){

int pixel = myBitmap.getPixel(i,j);

red += pixel >> 16 & 0xFF;

green += pixel >> 8 & 0xFF;

blue += pixel & 0xFF;

count++;

}

}

red /= count;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
green /= count;

blue /= count;

//--------------------convert RGB to HSV---------------//

int avgRed = red;

int avgGreen = green;

int avgBlue = blue;

Color.RGBToHSV(avgRed,avgGreen,avgBlue,hsv);

//float hue = hsv[0];

//float saturate = hsv[1];

//float brightness = hsv[2];

}

public static void ValueArray (Bitmap myBitmap,int minw, int maxw,int minh, int
maxh) {//

Rred = 0;

Ggreen = 0;

Bblue = 0;

int count = 0;

for (int i=minw;i<maxw;i++){

for (int j=minh;j<maxh;j++){

int pixel = myBitmap.getPixel(i,j);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งนี้ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Rred = pixel >> 16 & 0xFF;

Ggreen = pixel >> 8 & 0xFF;

Bblue = pixel & 0xFF;

ProcessPic.RGBtoHSV(Rred, Ggreen, Bblue, hsvMode);

//Color.RGBToHSV(Rred,Ggreen,Bblue,hsvMode);

//create V array

//ModeValue[count] = (int)(hsvMode[2]*100);

//HueValueMode[count] = hsvMode[0];

ModeValue[count] = (int)(hsvMode[2]*100);

HueValueMode[count] = hsvMode[0];

//can create h at this

count++;

}

}

}

public static int Mode(int a[]) {//ModeValue[]

for (int i = 0; i < a.length; ++i) {

int count = 0;

for (int j = 0; j < a.length; ++j) {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if (a[j] == a[i])
++count;
}
if (count > maxCount) {
maxCount = count;
maxValue = a[i];
}
}
return (int) maxValue;
}
public static double averagehuemode(int a[]) {//ModeValue[]
double temp=0;
int count=0;
for (int i = 0; i < a.length; ++i) {
if (a[i] >= maxValue-5 && a[i] <= maxValue+5){//เลขตรงนี้
temp+= HueValueMode[i];
count++;
}
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
return temp/count;

}

public static void RGBtoHSV(int r, int g, int b, float[] hsvMode){

double h, s, v;

double min, max, delta;

min = Math.min(Math.min(r, g), b);

max = Math.max(Math.max(r, g), b);

// V

v = max/255;

delta = max - min;

// S

if( max != 0 )

s = delta / max;

else {

s = 0;

h = -1;

//return new double[]{h,s,v};

}

// H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if( r == max )

h = ( g - b ) / delta; // between yellow & magenta

else if( g == max )

h = 2 + ( b - r ) / delta; // between cyan & yellow

else

h = 4 + ( r - g ) / delta; // between magenta & cyan

h *= 60; // degrees if( h < 0 )

h += 360;

hsvMode[0] = (int)(h);

hsvMode[1] = (float)(s); 92

hsvMode[2] = (float)(v);

}

public static void Regression (double[] oat, double[] energy) {

N = oat.length;

// constant e:

Double e = Math.E;

Double sumX = 0.00;

Double sumX2 = 0.00;

Double sumY = 0.00;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Double sumYlin = 0.00;

Double sumY2 = 0.00;

Double sumY2lin = 0.00;

Double sumXY = 0.00;

Double sumXYlin = 0.00;

for(int i=0;i<N;i++)

{

sumX = sumX + oat[i];

sumX2 = sumX2 + Math.pow(oat[i], 2);

// exponential

sumY = sumY + Math.log(energy[i]);

sumY2 = sumY2 + Math.pow(Math.log(energy[i]), 2);

sumXY = sumXY + (oat[i]*(Math.log(energy[i])));

}

b = ((N*sumXY) - (sumX*sumY))/(N*sumX2 - (sumX*sumX));

a = Math.pow(e, (sumY - (b*sumX))/N);

Double c = 0.00; // numerator

Double d = 0.00; // denominator

c = (b)*(sumXY - sumX*sumY/N);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
d = sumY2 - (sumY*sumY)/N;

r = c/d; Double p = 0.00;

if(r > 0){

p = Math.sqrt(r);

} else {

p = 0.00;

}

std_err = Math.sqrt((d-c)/(N-2));

}

}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ: นางสาวภวันยา นามธรรม

วันเกิด: 30 ตุลาคม 2534

ที่อยู่: 1/245 ซ.11ก ม.2 ถ.รักศักดิ์ชมูล ต.ท่าช้าง อ.เมือง จ.จันทบุรี 22000

โทร: 09 - 0930 - 3957

Email: pn.gaem@gmail.com

ประวัติการศึกษา

2007-2009 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดจันทบุรี

สายการเรียนวิทย์-คณิต

2010-2013 สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม หลักสูตรวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ: นางสาวศศิกานต์ แซ่เจ็ง

วันเกิด: 5 ตุลาคม 2534

ที่อยู่: 4 ม.4 ต.บางเพรียง อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ 10560

โทร: 08 - 9164 - 6686

Email: poongss@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

2007-2009 โรงเรียนราชวินิตบางแก้ว จังหวัดสมุทรปราการ

สายการเรียนวิทย์-คณิต

2010-2013 สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม หลักสูตรวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ: นางสาววิมลมาศ ลือวิศวกุล

วันเกิด: วันที่ 22 มกราคม 2535

ที่อยู่: 127 ซ.23 ถ.นิพัทธ์สงเคราะห์ 1 อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110

โทร: 08 - 3014 - 2420

Email: myentt_@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

2007-2009 โรงเรียนธิดานุเคราะห์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา

สายการเรียนวิทย์-คณิต

2010-2013 สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม หลักสูตรวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้