

โปรแกรมแก้ปริศนาซูโดะกูดโน้มนัติผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

Automatic Sudoku Solver via Internet

นางสาวพิมพ์อัปสร ใจศรี รหัส 51362084

นายวิศรุต ศรีสัตนา รหัส 51364989

ของสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ...../...../.....
- 2 ก.ค. 2556
เลขทะเบียน.....
เลขเรียกหนังสือ..... 16280122
มหาวิทยาลัยนเรศวร ๗๕.

๗๕.๑๙ ๗ 25๕๕  
ปริญญาบัตรนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร


ปีการศึกษา 2555



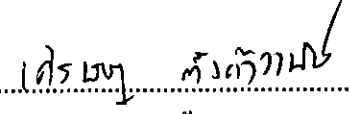
## ใบรับรองปริญญาโท


ชื่อหัวข้อโครงการ โปรแกรมแก้ปริศนาซูโคะกูด โนมิตีผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต  
ผู้ดำเนินโครงการ นางสาวพิมพ์อัปสร ใจศรี รหัส 51362084  
นายวิศรุต ศรีสัตนา รหัส 51364989  
ที่ปรึกษาโครงการ อาจารย์ปรัชญภูมิ วรรณสาสน์  
สาขาวิชา วิศวกรรมศาสตร์  
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์  
ปีการศึกษา 2555

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญาโทฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

  
.....ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พนมขวัญ ธิยะมงคล)

  
.....กรรมการ  
(ดร. พงศ์พันธ์ กิจสนาไยชิน)

  
.....กรรมการ  
(อาจารย์เศรษฐา ตั้งคำวานิช)

  
.....กรรมการ  
(อาจารย์ปรัชญภูมิ วรรณสาสน์)

ชื่อหัวข้อโครงการ	โปรแกรมแก้ปริศนาซูโคะกุอัด โนมัตผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต		
ผู้ดำเนินโครงการ	นางสาวพิมพ์อัปสร ใจศรี	รหัส	51362084
	นายวิศรุต ศรีสัตนา	รหัส	51364989
ที่ปรึกษาโครงการ	อาจารย์รัฐภูมิ วรรณสาสน์		
สาขาวิชา	วิศวกรรมศาสตร์		
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2555		

### บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการศึกษาและพัฒนา โปรแกรมแก้ปริศนาซูโคะกุอัด โนมัตผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ที่ชอบเล่นเกมลับสมอง อย่างเกมซูโคะกุ เนื่องจากเกมซูโคะกุมีความยากหลายระดับ และมีหลายคำตอบ จึงได้พัฒนา โปรแกรมนี้ขึ้นมาเพื่อให้ผู้ใช้ทราบคำตอบ และสามารถ ใช้โปรแกรมนี้ได้ ไม่ว่าผู้ใช้จะอยู่ที่ใดเพียงเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้ากับอินเทอร์เน็ต ผู้ใช้ถ่ายรูปและส่งจากนั้นรอรับผลเฉลย ไม่ว่าจะเล่นที่บ้าน อยู่บนรถ ระหว่างรอก็สามารถใช้โปรแกรมได้ผ่านอุปกรณ์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และคอมพิวเตอร์ หรือ โน้ตบุ๊ก ระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์ วินโดวส์ ซึ่ง โปรแกรมนี้เมื่อผู้ใช้ถ่ายภาพตารางเกมซูโคะกุแล้วกดส่ง การประมวลผลจะทำบนเครื่องแม่ข่ายทั้งหมด มีขั้นตอนการประมวลผลภาพดังนี้ การปรับปรุงภาพ การหาวัตถุบนภาพ การเทียบแม่แบบเพื่อหาตัวเลข จากนั้นจึงทำการแก้ปัญหา และส่งกลับไปให้ผู้ใช้โดยแสดงผลบนหน้าจอ โครงการนี้จะเห็นว่าสามารถพัฒนา โปรแกรมต่อเพื่อใช้บนระบบปฏิบัติการอื่นได้ เพียงเขียน โปรแกรมเพื่อถ่ายรูปส่งไปที่เครื่องแม่ข่าย และรับรูปเพื่อแสดงผล

**Project Title** Automatic Sudoku Solver via Internet  
**Name** Miss. Pimupsorn Jaisri ID. 51362084  
Mr. Vitsarut Sresattana ID. 51364989  
**Project Advisor** Mr. Rattapoom Waranusast  
**Major** Computer Engineering  
**Academic Year** 2012

.....

### ABSTRACT

Due to the variety of answers and levels of Sudoku. We have studied and developed a software which provides online answers for the player. The user just goes online and uploads the picture of Sudoku puzzle to the server running the software. The server will process the image by adjusting the resolution, detecting object, comparing the image with template for matching the numbers, solving the puzzle and provide the answer back to the user. The software is compatible with Android mobiles, and PC with Microsoft Windows operating system. Furthermore, we can develop softwares for other platforms using the same principle by creating a program for a client to send picture to our server, receive results back, and display the answers.

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาชี้แจงจากอาจารย์หลายท่าน ประกอบด้วย อาจารย์รัฐภูมิ วรานุสาสน์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ กรรมการที่ปรึกษาโครงการ ประกอบด้วย ผศ.ดร. พนมขวัญ ริยะมงคล อาจารย์พงศ์พันธ์ กิจสนาโยธิน และอาจารย์เสรษฐา ตั้งคำวานิช ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำการทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้ ผู้ดำเนินโครงการขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณเพื่อนๆ นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ และตลอดจนผู้มีพระคุณอีกหลายท่านที่ได้กล่าวนาม ที่คอยช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา แนะนำ และคอยให้กำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ออกมาจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เหนือสิ่งอื่นใดขอขอบพระคุณครอบครัวที่ให้การสนับสนุน และคอยให้กำลังใจเสมอมาจนสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี

นางสาวพิมพ์อัปสร ใจศรี  
นายวิศรุต ศรีสัตนา

# สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองปริญญาโท.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ซ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	3
1.3 ขอบข่ายของโครงการ.....	3
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	3
1.5 แผนการดำเนินงาน.....	4
1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ.....	5
1.7 งบประมาณ.....	6
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 เกมซูโดกุ (Sudoku).....	7
2.2 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android).....	9
2.3 เครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet).....	10
2.4 ทฤษฎีทางด้านการประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital Image Processing).....	11
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	20
3.1 ภาพโดยรวมของระบบ.....	20
3.2 การออกแบบโปรแกรมส่วนประมวลผลภาพดิจิทัล.....	22
3.3 ขั้นตอนและวิธีการประมวลผลภาพดิจิทัล.....	23
3.4 การออกแบบหน้าต่างโปรแกรมส่วนติดต่อกับผู้ใช้.....	30
3.5 ลำดับขั้นตอนการทำงานแอปพลิเคชัน.....	32

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.6 ลำดับขั้นตอนการทำงานของวิน โควส์ แอปพลิเคชัน.....	38
<b>บทที่ 4 ผลการทดลอง.....</b>	<b>41</b>
4.1 ทดสอบความถูกต้อง.....	41
4.2 กรณีภาพเชิงและหมุน.....	51
4.3 ภาพถ่ายที่ประมวลผลภาพไม่ได้.....	53
<b>บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....</b>	<b>59</b>
5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ.....	59
5.2 ปัญหาในการดำเนินโครงการ.....	59
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	59
<b>เอกสารอ้างอิง.....</b>	<b>60</b>
ภาคผนวก.....	62
ภาคผนวก ก เครื่องมือสำหรับเขียน โปรแกรม.....	63
ภาคผนวก ข โปรแกรมส่วนการประมวลผลภาพ.....	64
ภาคผนวก ค โปรแกรมส่วนการเปรียบเทียบตัวเลขกับแม่แบบ.....	67
ภาคผนวก ง โปรแกรมส่วนการคำนวณแก้ปัญห.....	69
ประวัติผู้เขียนโครงการ.....	71

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงาน.....	4
4.1 ตารางแสดงความถูกต้องของผลการทดลองภาพถ่ายเกมชูโคะกระดับง่าย.....	42
4.2 ตารางแสดงความถูกต้องของผลการทดลองภาพถ่ายเกมชูโคะระดับค่อนข้างยาก.....	45
4.3 ตารางแสดงความถูกต้องของผลการทดลองภาพถ่ายเกมชูโคะระดับยาก.....	48





## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 ตัวอย่างเกมซูโดะกุและหนังสือเกมซูโดะกุ ( <a href="http://www.bearpuzzle.com">www.bearpuzzle.com</a> ).....	2
2.1 แสดงตารางซูโดะกุ ( <a href="http://www.sudoku.name/rules/th">http://www.sudoku.name/rules/th</a> ).....	8
2.2 สัญลักษณ์ของแอนดรอยด์ ( <a href="http://www.android.com">http://www.android.com</a> ) .....	9
2.3 เครื่อง่ายอินเทอร์เน็ต ( <a href="http://togathergroup.blogspot.com/2010/09/blog-post_13.html">http://togathergroup.blogspot.com/2010/09/blog-post_13.html</a> ).....	10
2.4 ผลลัพธ์ของการ Erosion A ด้วย B ( $A \ominus B$ ).....	13
2.5 ผลลัพธ์ของการ Dilation A ด้วย B ( $A \oplus B$ ).....	14
2.6 ผลลัพธ์ของ Opening A ด้วย B.....	15
2.7 ผลลัพธ์ของ Closing A ด้วย B.....	16
2.8 แสดงลักษณะการเชื่อมต่อกัน แบบ 8 และ 4 Point Connection.....	17
2.9 แสดงภาพตัวอย่างที่ได้จากการทำ Blob Coloring แบบ 8 และ 4 Point Connection.....	17
2.10 แสดงภาพตัวอย่างค่าสีแต่ละจุดภาพในรูป.....	18
2.11 แสดงการทำตัวกรองแบบมัลติฐานแบบ $2 \times 2$ .....	18
2.12 แสดงการทำตัวกรองแบบมัลติฐานแบบ $3 \times 3$ .....	19
3.1 แสดงภาพโดยรวมของระบบ.....	20
3.2 บล็อกโคอะแกรมการทำงานประมวลผลภาพดิจิทัล.....	22
3.3 ภาพต้นฉบับและภาพระดับเทา.....	23
3.4 ภาพการทำตัวกรองแบบมัลติฐาน.....	24
3.5 ตัวอย่างการแปลงภาพเป็นขาว-ดำ.....	25
3.6 ภาพก่อนการกำจัดสิ่งรบกวน.....	25
3.7 ภาพหลังจากการกำจัดสิ่งรบกวน.....	26
3.8 ภาพหาตารางเกมซูโดะกุ.....	27
3.9 ภาพการหาตัวเลขในตารางซูโดะกุ.....	28
3.10 ภาพการสร้างตารางย่อย.....	29
3.11 แบบตัวเลข.....	29
3.12 หน้าเว็บเพจความโน้มถ่วงแอปพลิเคชัน.....	30
3.13 ไอคอนแอปพลิเคชัน.....	30
3.14 รูปหน้าต่างวินโดวส์แอปพลิเคชัน.....	31
3.15 การออกแบบแอปพลิเคชัน.....	32

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.16 ไอคอนแอปพลิเคชันและหน้าต่างแอปพลิเคชัน.....	33
3.17 เมนูหลัก.....	33
3.18 เลือกกกดถ่ายภาพ.....	34
3.19 การส่งรูปขึ้นเครื่องแม่ข่าย.....	35
3.20 ข้อความแสดงเมื่อส่งรูปเสร็จ.....	35
3.21 ข้อความแสดงการรอประมวลผล.....	35
3.22 เลือกรูปจากแกลลอรี่.....	36
3.23 แสดงภาพที่ส่งเข้ามาในเครื่องแม่ข่าย.....	36
3.24 แสดงภาพโปรแกรม Matlab แก้เกมซูโดะกุได้.....	37
3.25 ภาพเฉลยก่อนส่งมาแสดงบนแอนดรอยด์โฟน.....	37
3.26 ภาพเฉลยเกมซูโดะกุแก้ปัญหาได้และแก้ปัญหาไม่ได้.....	38
3.27 กดถ่ายภาพหน้าต่างวินโดว แอปพลิเคชัน.....	38
3.28 กดอัปโหลดภาพไปยังเครื่องแม่ข่าย.....	39
3.29 ภาพเฉลยเกมซูโดะกุ.....	39
4.1 หนังสือเกมซูโดะกุ.....	41
4.2 ซูโดะกุระดับง่าย.....	42
4.3 ซูโดะกุระดับก่อนข้างยาก.....	45
4.4 ซูโดะกุระดับยาก.....	48
4.5 ภาพถ่ายเชิงกล้องไปทางซ้ายขณะถ่าย.....	51
4.6 ภาพถ่ายเชิงกล้องไปทางขวาขณะถ่าย.....	51
4.7 ภาพถ่ายเชิงกล้องไปทางข้างหน้าขณะถ่าย.....	52
4.8 ภาพถ่ายหมุนซ้ายและขวา.....	52
4.9 เฉลยภาพถ่ายหมุนซ้ายและขวา.....	53
4.10 ตัวอย่างการถ่ายภาพเฉียงจนเกินไป.....	53
4.11 ผลลัพธ์จากการประมวลผลภาพถ่ายเฉียง.....	54
4.12 ตัวอย่างภาพหมุนจนเกินไป.....	54
4.13 ผลลัพธ์จากการประมวลผลภาพหมุนเกินซ้ายหรือขวาเกินไป.....	55
4.14 ตัวอย่างภาพเบลอ.....	55

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.15 ผลลัพธ์จากการประมวลผลภาพเบลอ.....	56
4.16 ตัวอย่างภาพถ่ายที่ไกลเกินไป.....	56
4.17 ภาพผลลัพธ์จากการประมวลผลภาพขนาดเล็ก.....	57
4.18 ภาพการประมวลผลกรณีถ่าย 2 ตารางแนวตั้ง.....	57
1.19 ภาพการประมวลผลกรณีถ่าย 2 ตารางแนวนอน.....	58



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

โลกของการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นสิ่งทีกว้างขวางมากในปัจจุบัน ทุกวันการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ล้วนเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตได้พัฒนาไปมาก มีการสร้างเครือข่ายให้เข้าถึงได้ง่าย ทุกที่ ทุกเวลา วิถีชีวิตที่เชื่อมโยงเข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ตั้งแต่การใช้อีเมลล์ การพูดคุย แชท การสื่อสารแบบเห็นหน้าตา การเชื่อมโยงเป็นเครือข่ายสังคมออนไลน์ เช่น Facebook, Twitter การเข้าถึงข่าวสารและแสดงความคิดเห็นแลกเปลี่ยนแบบต่างๆ เช่น YouTube, Game Online และที่ขาดไม่ได้ระบบปฏิบัติการสำเร็จรูปที่อำนวยความสะดวกในการใช้งานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ไม่ว่าจะเป็นระบบปฏิบัติการ Android, IOS, Microsoft Windows, Windows Mobile, Linux, Unix เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีนี้กำลังได้รับความนิยมอย่างยิ่งเช่น โทรศัพท์มือถือ (Windows Mobile) โทรศัพท์สมาร์ทโฟนและแท็บเล็ต (Android), iPhone และ iPad (IOS) เป็นต้น นอกจากโทรเข้าและออกแล้ว ยังสามารถใช้งานได้หลายอย่างรวมถึงการเข้าถึงบริการบนอินเทอร์เน็ตโดยผ่านแอปพลิเคชัน (Application) เช่น บริการข่าวสาร ความบันเทิงต่างๆ เป็นต้น ที่สำคัญคือมีการเชื่อมต่อกับดาวเทียม กล้อง อินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (3G) และสามารถพกพาไปได้ทุกที่เพื่อติดตามข่าวสาร

ดังนั้นการพัฒนาโปรแกรมที่สามารถใช้ได้ทุกระบบปฏิบัติการเพื่อให้ผู้ใช้งานสะดวกสบายในการใช้งานโปรแกรมไม่ว่าจะใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) หรือ ไมโครซอฟท์ วินโดวส์ (Microsoft Windows) ก็จะสามารถใช้โปรแกรมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนี้ได้จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้

ซูโดกุ (Sudoku) [1] เกมปริศนาตารางตัวเลข เกมซูโดกุเริ่มต้นเป็นครั้งแรกที่ประเทศสหรัฐอเมริกาในปี พ.ศ. 2522 รู้จักในชื่อ นัมเบอร์เพลส (Number Place) แต่เป็นที่นิยมและโด่งดังในประเทศญี่ปุ่น ภายใต้ชื่อ ซูโดกุ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2529 และเป็นที่นิยมทั่วโลกอีกครั้งในปี พ.ศ. 2548 ในปัจจุบันสามารถพบเห็นและมีการเล่นตามคอลัมน์ในหนังสือพิมพ์ หรือตามคอลัมน์ในวารสาร หนังสือรวมเล่ม โทรศัพท์มือถือ เกมคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล หรือเล่นบนอินเทอร์เน็ตตามเว็บไซต์ต่างๆ

กติกาการเล่นคือ เติมตัวเลข 1 - 9 ลงในช่องว่างตาราง โดยตัวเลขจะต้องไม่ซ้ำกันทั้งแนวตั้งและแนวนอน รวมทั้งในตารางย่อย 3×3

1		7		6	9			8
	3	8	2		7	9	1	
	9		8					2
		1			5	7	8	
9	5		4	7				6
		6			3	5	2	
	7		9					1
	6	9	7		2	8	5	
2		5		8	6			7



รูปที่ 1.1 ตัวอย่างเกมซูโดกุและหนังสือเกมซูโดกุ (www.bearpuzzle.com)

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นคณะผู้จัดทำได้สังเกตเห็นถึงประโยชน์และความสำคัญของเกมปริศนาซูโดกุและการพัฒนาโปรแกรมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งมีความสอดคล้องกัน จึงได้มีแนวคิดที่จะพัฒนาโปรแกรมแก้ปริศนาซูโดกุอัตโนมัติผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อแก้ปริศนาเกมซูโดกุ เพื่อให้ผู้เล่นเกมทราบคำตอบและเพื่อช่วยส่งเสริมการขายหนังสือหรือสื่ออื่นๆ ที่มีเกมปริศนาซูโดกุ

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. สร้างและพัฒนาโปรแกรมแก้ปริศนาเกมซูโดกุที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) และ ไมโครซอฟท์ วินโดวส์ (Microsoft Windows)
2. ศึกษาและเรียนรู้เทคนิคเกี่ยวกับการประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital image processing)

## 1.3 ขอบข่ายของโครงการ

1. สามารถใช้ได้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) และ ไมโครซอฟท์ วินโดวส์ (Microsoft Windows)
2. ถ่ายภาพตารางเกมซูโดกุในระยะห่างประมาณ 5 - 10 นิ้ว ให้ตารางซูโดกุอยู่ตรงตำแหน่งกึ่งกลางของภาพ
3. ภาพข้อมูลเป็นภาพตารางซูโดกุชนิด 9×9 พิมพ์ด้วยหมึกสีดำบนกระดาษสีขาวเท่านั้น
4. ภาพข้อมูลเป็นภาพถ่ายในสภาพแสงที่เพียงพอและมีแสงสม่ำเสมอ ภาพคมชัด
5. แอปพลิเคชันต้องมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต

## 1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ออกแบบและวางแผนโครงการ
2. ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการ
  - 2.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบปฏิบัติการ และเกมซูโดกุ
  - 2.2 ศึกษาข้อมูลและทฤษฎีเกี่ยวกับการประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital image processing)
  - 2.3 ศึกษาการติดตั้งและการทำงาน โปรแกรม Matlab เพื่อใช้ในการประมวลผลภาพดิจิทัล
  - 2.4 ศึกษาการติดตั้งและการทำงานของโปรแกรม Microsoft Visual C# Studio 2012
  - 2.5 ศึกษาการติดตั้งและการทำงาน โปรแกรม Eclipse, Android SDK เพื่อใช้พัฒนาโปรแกรม
  - 2.6 ศึกษาการเชื่อมต่อระหว่าง Android Phone กับ Server เพื่อประมวลผลด้วย Microsoft Visual C# Studio 2010
  - 2.7 ศึกษาเทคนิคการรับภาพ และการปรับแต่งภาพ
  - 2.8 ศึกษาการค้นหาตารางและตัวเลขจากภาพเกมซูโดกุ

## 3. เขียนโปรแกรม

3.1 เขียนโปรแกรมการรู้จำอักขระทางภาพตารางเกมซูโดะกุและอัลกอริทึมแก้ปริศนาเกมซูโดะกุ แล้วแสดงผลออกทางหน้าจอ

3.2 เขียนโปรแกรมเชื่อมต่อระหว่าง Android Phone, Windows Application กับ Server ด้วย Microsoft Visual C# Studio 2010

3.3 สร้าง Windows Application ด้วย Microsoft Visual C# Studio 2010

3.4 สร้างหน้าเว็บเพื่อใช้ดาวน์โหลดโปรแกรมด้วย PHP

## 4. ทดสอบโปรแกรมและแก้ไขข้อผิดพลาด

## 5. สรุปการดำเนินงานและเขียนปฏิญานិพนธ์

## 1.5 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

รายละเอียด	ระยะเวลาการดำเนินงาน									
	ปี 2554							ปี 2555		
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	มี.ค.	พ.ค.
								-ก.พ.	-เม.ย.	-ก.ค.
1. ออกแบบและวางแผน โครงการ	←→									
2. ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล - ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ ระบบปฏิบัติการ และเกมซูโดะกุ - ศึกษาข้อมูลและทฤษฎีเกี่ยวกับ การประมวลผลภาพดิจิทัล - ศึกษาการติดตั้งและการทำงาน โปรแกรม Matlab - ศึกษาการติดตั้งและการทำงาน โปรแกรม Eclipse, Android sdk - ศึกษาการเชื่อมต่อระหว่าง Android Phone, Windows Application กับ Server			←→							

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน (ต่อ)

รายละเอียด	ระยะเวลาการดำเนินงาน									
	ปี 2554							ปี 2555		
	มี.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค. -ก.พ.	มี.ค. -เม.ย.	พ.ค. -ก.ค.
- ศึกษาเทคนิคการรับภาพ และ การปรับแต่งภาพ - ศึกษาการค้นหาตารางและ ตัวเลขจากภาพเกมซูโดะกุ			↔							
3. เขียนโปรแกรม - เขียนโปรแกรมการรู้จำอักขระ ทางภาพตารางเกมซูโดะกุและ อัลกอริทึมแก้ปริศนาเกมซูโดะกุ - เขียนโปรแกรมเชื่อมต่อระหว่าง Android Phone กับ Server - เขียนโปรแกรมสร้าง Windows Application - สร้างหน้าเว็บเพื่อใช้ ดาวน์โหลดโปรแกรม						↔				
4. ทดสอบโปรแกรม และแก้ไขข้อผิดพลาด								↔		
5. สรุปการดำเนินงาน และเขียนปฏิญญาพันธ										↔

### 1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

1. ได้โปรแกรมแก้ปริศนาเกมซูโดะกุอัตโนมัติผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตบนระบบปฏิบัติการ ไมโครซอฟท์ วินโดวส์ (Microsoft Windows) และอุปกรณ์มือถือที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android)
2. ได้รับความรู้เรื่องการประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital image processing)
3. สามารถใช้งานโปรแกรม Matlab บนคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer) ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ ไมโครซอฟท์ วินโดวส์ (Microsoft Windows)



4. สามารถติดตั้ง JDK, Eclipse IDE for Java Developers, Android SDK, Eclipse (ADT Plug-in) และใช้งานโปรแกรมเบื้องต้นได้

5. สามารถนำความรู้เรื่องที่ได้ไปใช้งานและศึกษาต่อในอนาคตได้

### 1.7 งบประมาณ

1. ค่าวัสดุสำนักงาน	200 บาท
2. ค่าถ่ายเอกสาร	400 บาท
3. ค่าจัดทำปริญญาบัตร	1400 บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น (สองพันบาทถ้วน)	<u>2000 บาท</u>
<u>หมายเหตุ : ถัวเฉลี่ยทุกรายการ</u>	



## บทที่ 2

### หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงหลักการและทฤษฎีที่ใช้สำหรับโครงงานนี้ ซึ่งประกอบด้วยหลักการประมวลผลภาพ และนำความรู้เรื่องเครือข่ายอินเทอร์เนตและเกมซูโดะกุ มาประยุกต์ใช้ในการสร้างโครงงาน โดยการนำเทคนิคต่างๆ ทางด้านการประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงภาพเพื่อหาตารางเกมซูโดะกุ และแก้ปัญหาปริศนาเกมซูโดะกุ

#### 2.1 เกมซูโดะกุ (Sudoku)

##### 2.1.1 ที่มาของเกมซูโดะกุ

เกมซูโดะกุ [1] เริ่มต้นเป็นครั้งแรกที่สหรัฐอเมริกาในปี พ.ศ. 2522 รู้จักในชื่อ “นัมเบอร์เพลส” (Number Place) คิดค้นขึ้นโดย ออยเลอร์ (Leonhard Euler) นักคณิตศาสตร์ แต่เป็นที่นิยมและโด่งดังในประเทศญี่ปุ่น ภายใต้ชื่อ ซูโดะกุ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2529 และเป็นที่นิยมทั่วโลกอีกครั้งในปี พ.ศ. 2548 โดย เวย์น กูลย์ (Wayne Gould) ซึ่งเป็นอดีตผู้พิพากษา ได้พบหนังสือเกมซูโดะกุ จากร้านหนังสือในโตเกียว แล้วเกิดความสนุกในการเล่น จนกระทั่งเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์สร้างเกมซูโดะกุขึ้นเอง ต่อมา เวย์น กูลย์ ได้นำเสนอเกมปริศนาซูโดะกุกับหนังสือพิมพ์ The Times โดยจะส่งปริศนาเกมให้วันละหนึ่งเกมฟรีๆ แต่ขอพื้นที่ขายโปรแกรมเกมซูโดะกุเท่านั้น

จากจุดนี้เองทำให้ซูโดะกุเริ่มได้รับความนิยมขึ้นชื่อ “ซูโดะกุ” ในภาษาญี่ปุ่น ย่อมาจากคำว่า ซูจิวะ โดะกุชินนิกาจิรุ (数字は独身に限る) มีความหมายว่า “ตัวเลขต้องมีเพียงเลขเดียว” ซึ่งมีการเรียนแตกต่างกันในแต่ละภาษา เช่น ซูโดะกุ ซูโดกุ ซูโคกุ ซูโคกุ เป็นต้น

##### 2.1.2 กติกาการเล่นเกม

กติกาการเล่นเกมซูโดะกุ [2] จะเติมตัวเลข 1 – 9 ลงในช่องว่าง 1 ตัวเลข ในแต่ละแถวทั้งแนวนอน แนวตั้ง ให้ครบทุกช่อง และในตารางย่อย  $3 \times 3$  โดยไม่มีเลขซ้ำกันเลย

##### 2.1.3 วิธีการแก้ปริศนา

เทคนิคการแก้ปริศนาประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ Scanning, Marking up and Analysing

###### 1. มองกวาดสายตา (Scanning)

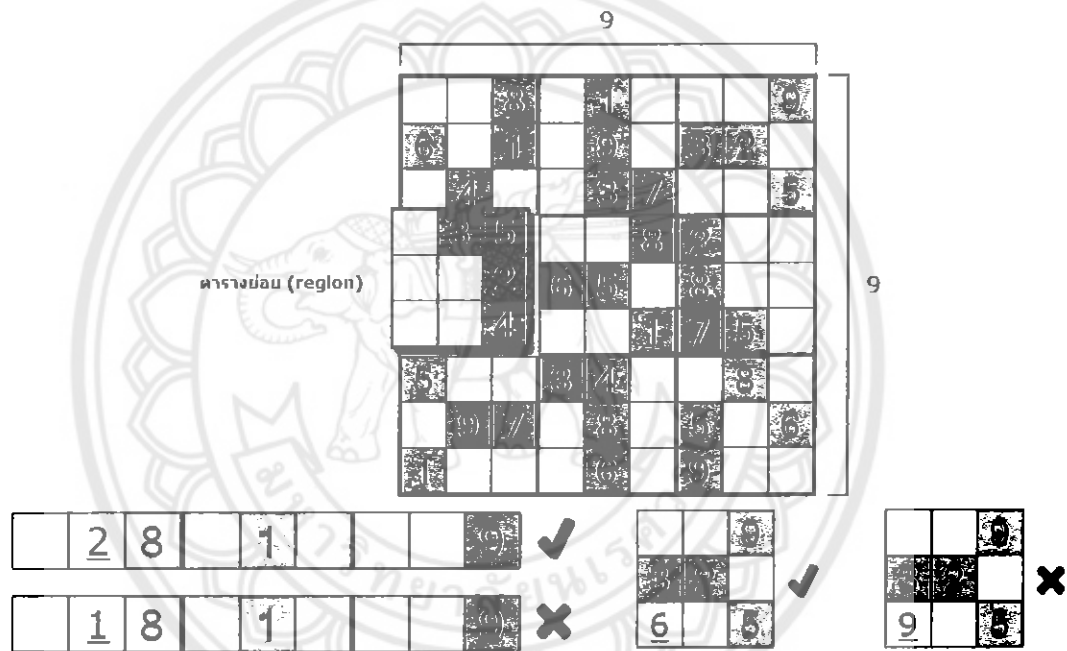
เริ่มต้นต้องมองกวาดในแถวแนวนอนและแนวตั้ง เพื่อที่จะรู้ว่าแถวไหนมีตัวเลขอยู่ และตัดเลขนั้นออกไป เพื่อให้ได้ผลลัพธ์เร็ว โดยจะมองกวาดตามลำดับเลข 1-9

## 2. การทำเครื่องหมาย (Marking up)

การทำเครื่องหมาย โดยที่ในการเขียนเครื่องหมายไว้ นั้น เราจะเขียนตัวเลขที่คิดว่า จะอยู่ในช่องนั้น เพราะฉะนั้นในการเขียนเครื่องหมายควรมีความแม่นยำเพื่อไม่ให้เกิดความสับสน

## 3. การวิเคราะห์ (Analysing)

การวิเคราะห์เพื่อที่จะรู้ว่าเมื่อใส่ตัวเลขไปแล้วจะมีอะไรเกิดขึ้นบ้าง ในตารางย่อย ของเลข 1-9 ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีที่ใช้ในการตรวจสอบอย่างละเอียดว่าเราควรจะใส่ตัวเลขในช่องไหน หลังจากที่มีตัวเลขที่เข้ามาในแต่ละตารางย่อย



รูปที่ 2.1 แสดงตารางซูโดกุ (<http://www.sudoku.name/rules/th>)

### 2.1.4 ประโยชน์ของการเล่นเกมปริศนาซูโดกุ

การเล่นเกมปริศนาซูโดกุทำให้เกิดความท้าทายกับสมอง นั่นคือเกิดการกระตุ้นให้ สมองเกิดกระบวนการคิดเชิงตรรกะ หรือเกิดการคิดวิเคราะห์ ความอดทน ความมุ่งมั่นสิ่งสำคัญ ความคิด สร้างสรรค์

มีงานวิจัยชื่อว่า “เล่นเกมซูโดกุช่วยเผาผลาญแคลอรี” [3] โดยนักวิจัย ทิม ฟอร์ด เรสเคอร์ นักวิจัยจาก cannyminds.com ผู้เชี่ยวชาญด้านการส่งเสริมความว่องไวของสมองอธิบาย ว่าปกติแล้วสมองของคนเราต้องการพลังงาน 0.1 แคลอรีต่อนาที แต่เมื่อต้องทำภารกิจท้าทาย บางอย่าง เช่น เกมปริศนา หรือเกมตอบคำถาม สมองจะต้องการพลังงานเพิ่มเป็นนาทีละ 1.5

แคลอรี เพื่อทำหน้าที่ส่งผ่านข้อความไปยังอวัยวะต่างๆ ของร่างกาย เซลล์ประสาทในสมองจะทำหน้าที่ผลิตสารเคมีที่เรียกว่า "สารสื่อประสาท" สำหรับถ่ายทอดสัญญาณ โดยเซลล์ประสาทเหล่านี้ ควบน้ำตาลกลูโคส 3 ใน 4 ตลอดจนแคลอรี และออกซิเจน 20% จากเลือดมาสร้างสารสื่อประสาท ดังนั้น การเล่นอักษรไขว้หรือซูโดะกุจึงกระตุ้นให้สมองต้องการกลูโคสและแคลอรีเพิ่มขึ้น หมายความว่าถ้าเล่นเกมปริศนา 2 ชั่วโมง สมองจะเผาผลาญพลังงาน 180 แคลอรี มากกว่าที่มีอยู่ในครีมเค้ก 1 ชิ้น และน้อยกว่าเบียร์ 1 ไพน์ เล็กน้อย

## 2.2 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android)

จุดเริ่มต้นของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) [4] ถูกพัฒนาโดยบริษัทแอนดรอยด์ (Android Inc.) ก่อตั้งในปี ค.ศ. 2003 โดย Andy Rubin และ Rich Miner จากนั้นบริษัทกูเกิล (Google) ได้ซื้อบริษัทแอนดรอยด์ กูเกิล ได้ร่วมมือกับกลุ่มบริษัทผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ บริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ บริษัทฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ เช่น Intel, HTC, LG, Texas Instruments Motorola, Samsung, China Mobile Communications, KDDI, DoCoMo, T-Mobile, NVidia, eBay เป็นต้น เพื่อจัดตั้งองค์กรความร่วมมือชื่อว่า OHA (Open Handset Alliance) ในปี ค.ศ. 2007 สร้างแพลตฟอร์ม (Platform) สำหรับอุปกรณ์พกพาที่มีพื้นฐานอยู่บนมาตรฐานเปิด (Open Standard) โดยโครงการแรกคือ The Android Open Source Project มีลิขสิทธิ์ตาม Apache Version 2 license

บริษัทผู้ผลิตมือถือหรืออุปกรณ์ที่นำแอนดรอยด์ไปใช้งานจึงไม่มีค่าใช้จ่ายด้านลิขสิทธิ์ เพราะแอนดรอยด์มีรูปแบบเป็นโอเพนซอร์ส (Open Source) ทำให้ผู้ผลิตสามารถปรับแต่งระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ให้เหมาะกับฮาร์ดแวร์ของตนเอง

นักพัฒนาทั่วไปสามารถพัฒนาแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ได้โดยใช้ภาษาจาวา (Java) โดยการเข้าถึงความสามารถต่างๆ ของแอนดรอยด์กระทำผ่าน Java Library ที่ Google ได้จัดเตรียมไว้ให้ใน Android SDK (Software Development Kit) หรือ ชุดพัฒนาซอฟต์แวร์ ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้ฟรี



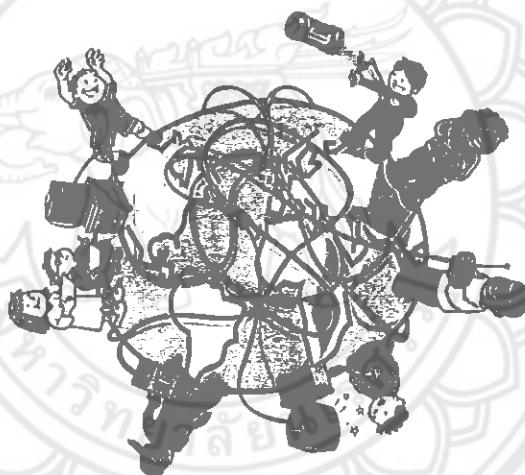
รูปที่ 2.2 สัญลักษณ์ของแอนดรอยด์ (<http://www.android.com>)

## 2.3 เครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet)

อินเทอร์เน็ตเป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ครอบคลุมพื้นที่กว้างที่สุด และมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว อินเทอร์เน็ตได้พัฒนาศักยภาพขึ้น ทำให้คนในโลกทุกชาติทุกภาษาสามารถติดต่อสื่อสารกันได้โดยไม่ต้องเดินทางไปหากันทำให้ประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย อินเทอร์เน็ตจึงสำคัญต่อสังคมโลกปัจจุบันมาก

### 2.3.1 ความหมายของอินเทอร์เน็ต (Internet)

อินเทอร์เน็ต (Internet) คือ เครือข่ายของคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ที่เกิดจากเครือข่ายขนาดเล็กมากมาย รวมเป็นเครือข่ายเดียวกันทั้งโลก หรือเครือข่ายสื่อสาร ซึ่งเชื่อมโยงระหว่างคอมพิวเตอร์ทั้งหมดที่ต้องการเข้ามาในเครือข่าย คำว่า Internet มาจาก Inter หมายถึง “ระหว่าง” หรือ “ท่ามกลาง” และ Net มาจากคำว่า Network หมายถึง “เครือข่าย” ดังนั้น Internet จึงมีความหมายว่า “การเชื่อมต่อกันระหว่างเครือข่าย”



รูปที่ 2.3 เครือข่ายอินเทอร์เน็ต ([http://togethergroup.blogspot.com/2010/09/blog-post\\_13.html](http://togethergroup.blogspot.com/2010/09/blog-post_13.html))

### 2.3.2 ประโยชน์ของอินเทอร์เน็ต

จากที่ได้กล่าวมาเครือข่ายคอมพิวเตอร์ครอบคลุมไปทั่วโลก จึงมีข้อมูลมหาศาลทุกประเภทให้ค้นหา และรับส่งข้อมูลไปมาระหว่างกัน ดังนั้นประโยชน์ของอินเทอร์เน็ต จะยกตัวอย่างดังนี้

- การรับส่งข่าวสาร ผู้ใช้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต สามารถรับส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) กับผู้ใช้คนอื่นๆ ในเวลาอันรวดเร็ว และส่งข้อมูลได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น เพิ่มข้อมูลรูปภาพ ข้อมูลแบบมัลติมีเดีย เป็นต้น
- ผู้ใช้ซื้อขายสินค้าผ่านอินเทอร์เน็ต ผู้ใช้สามารถเลือกดูสินค้ารายละเอียดสินค้า และการสั่งซื้อได้ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์
- ผู้ใช้เล่นเกมออนไลน์ผ่านอินเทอร์เน็ตกับผู้ใช้คนอื่นๆ เกิดเป็นสังคมออนไลน์

ที่ได้กล่าวมาเป็นเพียงการยกตัวอย่างบางส่วนเท่านั้น อินเทอร์เน็ตยังมีประโยชน์อีกมากมาย รวมถึงยังส่งเสริมให้ประเทศได้พัฒนาก้าวล้ำทันสมัยด้วยเทคโนโลยีที่หลากหลาย

## 2.4 ทฤษฎีทางการประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital Image Processing)

การประมวลผลภาพ [5] คือ การประยุกต์ใช้งานการประมวลผลสัญญาณบนสัญญาณ 2 มิติ เช่น ภาพนิ่ง(ภาพถ่าย) ภาพวีดิทัศน์ (วิดีโอ) คือเอาภาพมาประมวลผลคิดคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อให้คอมพิวเตอร์รู้จักภาพ หรือมีสิ่งที่น่าสนใจอยู่ในภาพหรือไม่ การคิดคำนวณมีหลายวิธี เช่น การนำเอาสี่แต่ละจุด (Pixel) มาคิด การนำเอาบริเวณหลายๆ จุดรวมๆกัน (Area) มาคิด เป็นต้นเพื่อให้เราทราบสิ่งที่ค้นหาหรือสนใจอยู่

การประมวลผลภาพดิจิทัล คือ การแปลงข้อมูลภาพให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลดิจิทัล (Digital format) ซึ่งนำเอาข้อมูลนี้เข้ามาเข้ากระบวนการต่างๆ ด้วยคอมพิวเตอร์ในระบบดิจิทัล อินพุตและเอาพุตของระบบจะอยู่รูปแบบดิจิทัล

ภาพดิจิทัล คือ การแสดงผลภาพในลักษณะ 2 มิติในหน่วยพิกเซล (Pixel) มีค่าสีอยู่ในระดับ 0 – 255 สามารถนิยามเป็นฟังก์ชัน 2 มิติ  $F(x, y)$  โดยที่  $X$  และ  $Y$  เป็นพิกัดของภาพและแอมพลิจูดของ  $F$  ที่พิกัด  $(X, Y)$  ใดๆ ภายในภาพคือ ความเข้มแสงของภาพ (Intensity) ที่ตำแหน่งนั้นๆ เมื่อ  $(X, Y)$  และแอมพลิจูดของ  $F$  เป็นค่าจำกัด (Finite value) จึงเรียกรูปภาพนี้เป็นภาพดิจิทัล (Digital Image)

### 2.4.1 Binary Image

ภาพขาว-ดำ แต่ละจุดภาพมีได้เพียง 2 ค่า คือ 0 และ 1 หรือ 0 และ 255 โดยที่ค่า 0 แทนจุดภาพสีดำและค่า 1 หรือ 255 แทนจุดภาพสีขาวดังนั้นค่าในแต่ละจุดภาพจะใช้แค่ 1 บิต ในการเก็บข้อมูล

การแปลงภาพให้เป็นไบนารีเพื่อแปลงค่าภาพก่อนนำไปสู่กระบวนการประมวลผลภาพถัดไป โดยการใช้ค่าเทรชโฮลด์ (Threshold) ระดับความเข้มที่น้อยที่สุดที่ทำให้เกิดลวดลายได้คือ ความเข้มสองระดับที่เรียกว่าไบนารี (Binary) คือสีขาวและดำ และระดับความเข้มของสีขาวดำที่สามารถเก็บรายละเอียดของภาพได้หมดคือ 256 ระดับ วิธีการแปลงภาพจึงใช้ ค่าเทรชโฮลด์ (Threshold) มีสมการดังนี้ ให้  $B(i, j)$  คือภาพไบนารีที่เกิดจากภาพ  $F(i, j)$  ดังนั้น

$$F_T(i, j) = \begin{cases} 1 & \text{if } F(i, j) > T \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

โดยที่  $F_T(i, j)$  = ค่าระดับความสว่างที่ตำแหน่ง  $(i, j)$

$T$  = ค่าเทรชโฮลด์ (Threshold)

จากสมการภาพวัตถุ (Object) จะเป็นระดับความเข้มที่สว่าง ส่วนที่มีค่าน้อยกว่าจะเป็นพื้น (Background) แต่ถ้าวัตถุมีความเข้มอยู่ในระดับกลางๆ จะหาภาพไบนารีได้จากสมการดังนี้

$$F_T(i,j) = \begin{cases} 1 & \text{if } T_1 \leq F(i,j) \leq T_2 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

โดยที่  $T_1$  = ค่าเทรชโฮลด์ของความเข้มระดับที่ 1

โดยที่  $T_2$  = ค่าเทรชโฮลด์ของความเข้มระดับที่ 2

จากสมการจะได้ภาพที่มีความเข้มในระดับกลางๆ เป็น 1 ส่วน ที่เหลือนั้นจะเป็น 0 การที่ในภาพเดียวกันมีแต่ละส่วนไม่เท่ากันเราอาจแบ่งภาพออกเป็นส่วนๆ แล้วใช้ค่า เทรชโฮลด์อัตโนมัติ (Automatic Threshold)

#### 2.4.2 Morphological Image Processing

การประมวลผลภาพโดยการเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่างหรือโครงสร้างของภาพ โอเปอร์เรชันพื้นฐาน (Morphological Image Processing [6]) โดยทั่วไปได้แก่ การ Dilation, Erosion และ Skeleton โดยที่การทำ Dilation คือ การขยายภาพโดยมีสัดส่วนเท่ากันทั่วทั้งภาพ (Uniform) การทำ Erosion คือ การย่อภาพ การทำ Skeleton คือการหาโครงสร้างหลักของวัตถุ นอกจากโอเปอร์เรชันพื้นฐานที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้วยังมีโอเปอร์เรชันอื่นที่จะได้กล่าวต่อไปได้แก่ การทำ Opening และ Closing

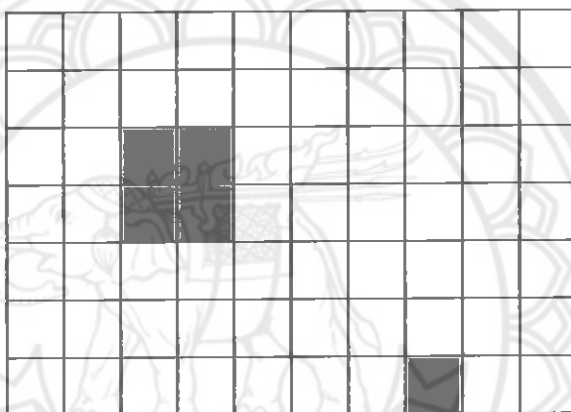
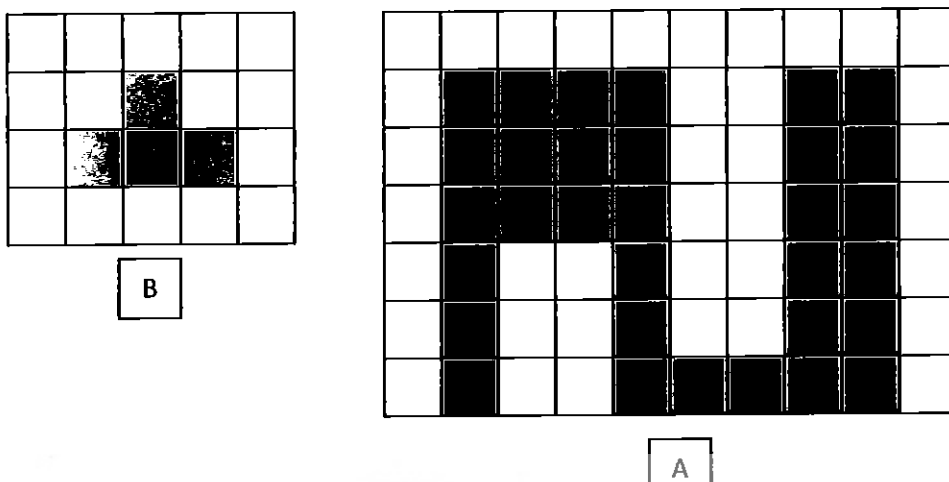
##### 2.4.2.1 Erosion

การย่อภาพ (Erosion) [7] เป็นการลบข้อมูลภาพบริเวณขอบของภาพ สามารถทำได้โดยการสร้าง Template ขึ้นมาแล้วนำ Template ไปสแกนตามภาพ ทุกตำแหน่งที่เลื่อน Template ไปบนภาพจะมีการเปรียบเทียบกับข้อมูลภาพในตำแหน่งที่ตรงกับจุดเริ่มต้น (Origin) ของ Template กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1 ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. ให้ A และ B เป็น set ใน  $Z^2$  (Binary Image)
2. Erosion ของ A ด้วย B จะเขียนสัญลักษณ์เป็น  $A \ominus B$

$$A \ominus B = \{z | (B)_z \subseteq A\}$$

3. เรียก B ว่า “the structuring element”



รูปที่ 2.4 ผลลัพธ์ของการ Erosion A ด้วย B ( $A \ominus B$ )

2.4.2.2 Dilation

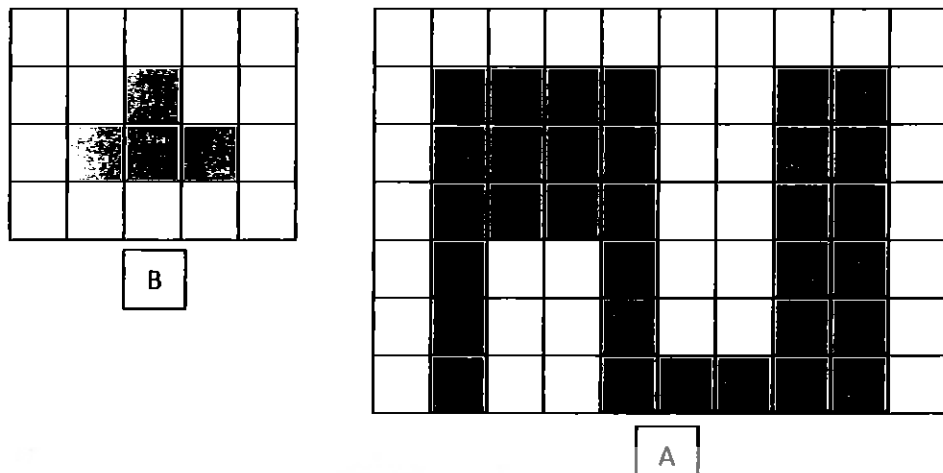
การขยายภาพไบนารี (Dilation) โดยการใช้เทคนิคการ Hit และ Miss การขยายภาพทำได้โดยสร้าง Template และนำ Template สแกนบนข้อมูลภาพ ซึ่งขณะที่จุดเริ่ม (Origin) ของ Template ตรงกับตำแหน่งข้อมูลภาพที่พิกเซลมีค่าเท่ากับ 1 นั้นจะทำการยูเนียน (Union) Template เข้ากับข้อมูลภาพ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. ให้ A และ B เป็น set ใน  $Z^2$  (binary image)
2. Dilation ของ A ด้วย B จะเขียนสัญลักษณ์เป็น  $A \oplus B$

$$A \oplus B = \{z | (\hat{B})_z \cap A \neq \Phi\}$$

3. เรียก B ว่า “the structuring element”





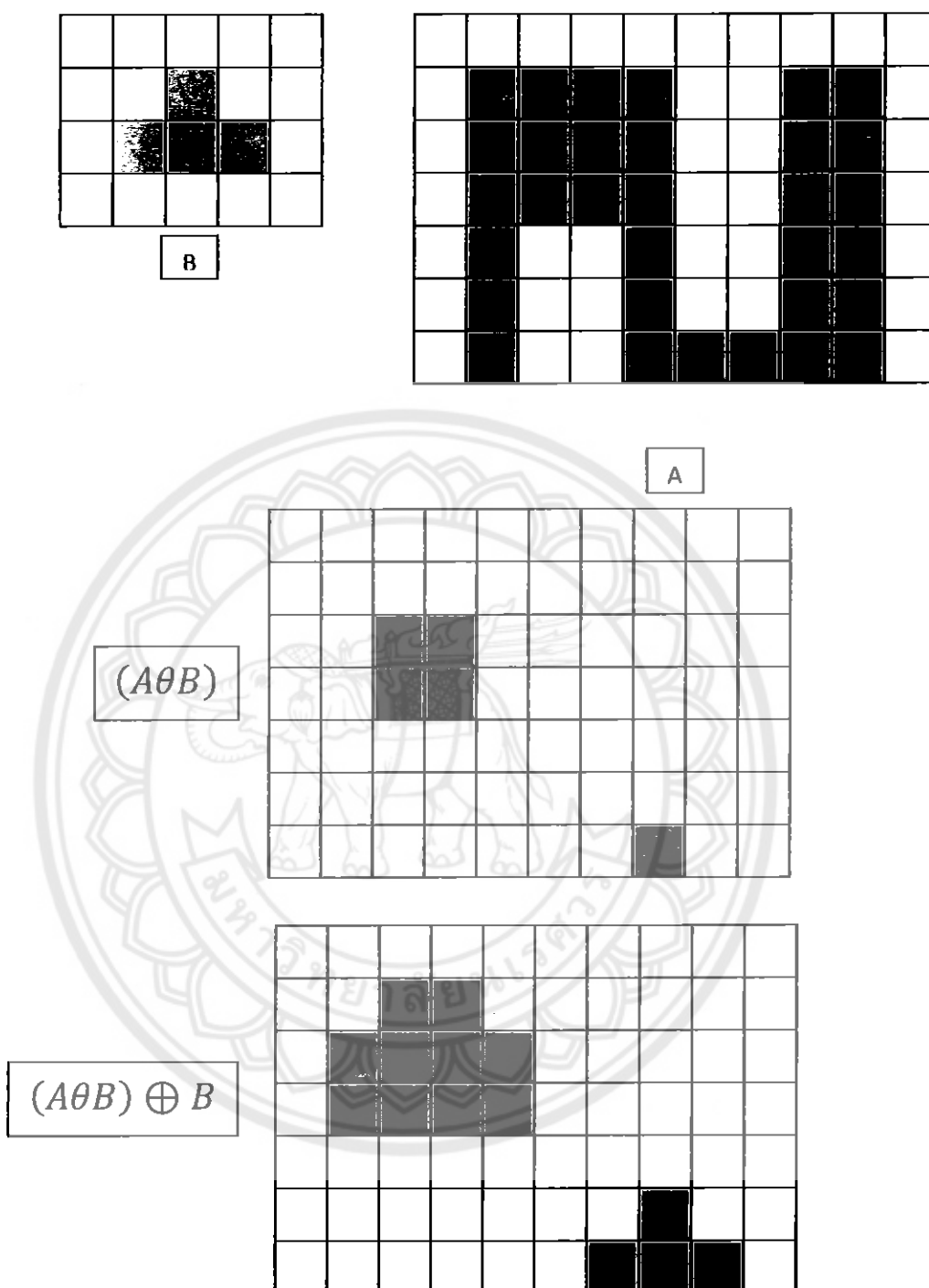
รูปที่ 2.5 ผลลัพธ์ของการ Dilation A ด้วย B ( $A \oplus B$ )

2.4.2.3 Opening

หลักการทำให้ Opening คือ นำข้อมูลภาพผ่านการขยายภาพ (Dilation) แล้วตามด้วยการย่อภาพ (Erosion) โดยใช้ Template เดียวกัน นิยามเป็นสมการได้ดังนี้

$$A \circ B = (A \oplus B) \ominus B$$

ข้อดีของการทำ Opening คือ การทำให้เส้นรูปร่างหรือเส้นขอบของวัตถุมีความนุ่มนวลมากขึ้น ทำลายเส้นที่เป็นเส้นคอคบขขนาดเล็ก และกำจัดส่วนเกินที่ยื่นออกมาจากภาพ ดังตัวอย่างรูปที่ 2.6

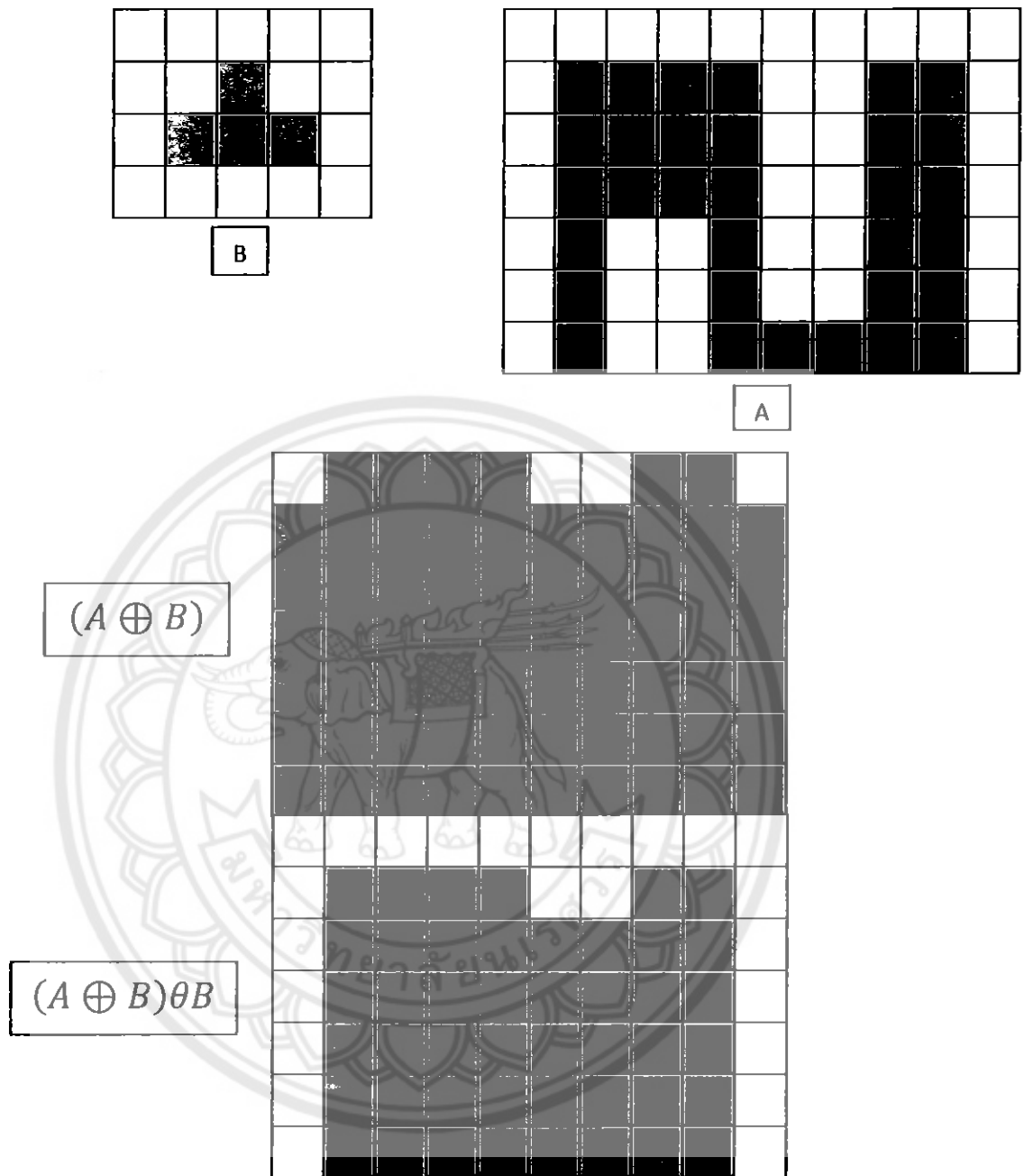


รูปที่ 2.6 ผลลัพธ์ของ Opening A ด้วย B

#### 2.4.2.4 Closing

หลักการทำให้ Closing คือ การนำข้อมูลภาพผ่านการทำการข่อยภาพ (Erosion) แล้วตามด้วยการขยายภาพ (Dilation) โดยใช้ Template เดียวกัน นิยามเป็นสมการ ได้ดังนี้

$$A \bullet B = (A \ominus B) \oplus B$$

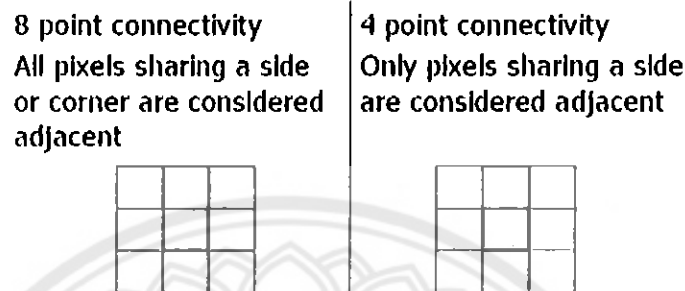


รูปที่ 2.7 ผลลัพธ์ของ Closing A ด้วย B

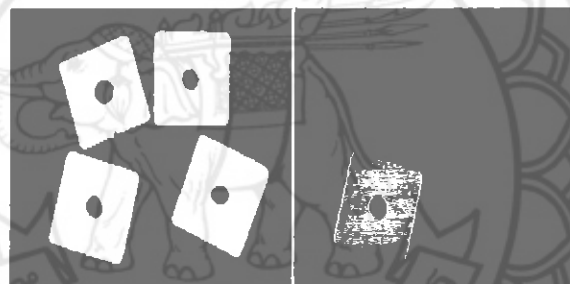
ข้อดีของการทำ Closing คือ การทำให้เส้นของรูปร่างของภาพมีความนุ่มนวลมากขึ้น เช่น เดียวกันกับ Opening แต่จะต่างกันตรงที่ Opening จะเป็นการรวมกันระหว่างช่องแคบเล็กๆ หรือ การเติมเต็มช่องว่าง ส่วน Closing จะเติมเส้นบางหรือจุดขนาดเล็กให้มีความหนาขึ้น เป็นการทำให้ หลุมหรือช่องว่างขนาดเล็กเติมเต็มเป็นเนื้อเดียวกับรูป

### 2.4.3 Blob Coloring

เทคนิคที่ช่วยในการหาบริเวณที่เชื่อมต่อกัน (Blob Coloring) [8] มีหลายวิธีด้วยกัน เช่น การทำ Blob Coloring แบบ 4 Point Connection ใช้ในการหาบริเวณที่เป็นเส้น หรือ Blob Coloring แบบ 8 Point Connection ใช้ในการหาพื้นที่ที่เชื่อมต่อกัน



รูปที่ 2.8 แสดงลักษณะการเชื่อมต่อกัน แบบ 8 และ 4 Point Connection



รูปที่ 2.9 แสดงภาพตัวอย่างได้จากการทำ Blob Coloring แบบ 8 และ 4 Point Connection

จากภาพที่ 2.8 และ 2.9 พื้นที่ที่แยกออกจากกันในภาพ จะถูกตรวจสอบและทำการ Recursive ต่อไปเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงบริเวณที่เป็นขอบจะเห็นว่าภาพที่ได้จากการทำ Blob Coloring แล้วจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนๆ แยกกัน

### 2.4.4 Two Dimensional Geometric Transformation (การแปลงข้อมูลภาพใน 2 มิติ)

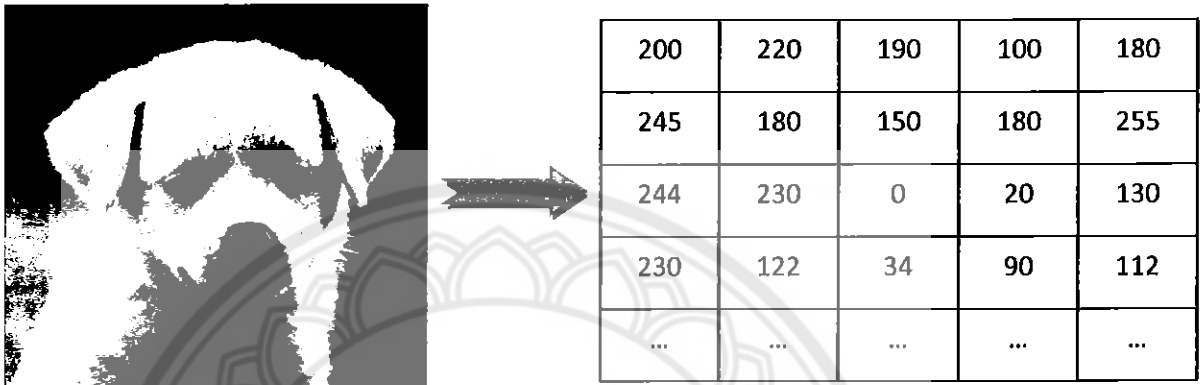
การแปลงข้อมูลภาพภาพใน 2 มิติ (Transformation) [10] โดยการแปลงภาพเป็น สิ่งจำเป็นสำหรับ Digital Image Processing เนื่องจากเป็นกระบวนการที่จะนำไปสู่การวิเคราะห์ ภาพ (Digital Image Analysis)

#### 2.4.4.1 Median Filtering (การกรองข้อมูลแบบใช้ค่ามัธยฐาน)

การกรองข้อมูลแบบใช้ค่ามัธยฐาน (Median Filtering) [11] วิธีนี้จะใช้สำหรับการกำจัดสิ่งรบกวน และลดการเบลอของรูปภาพ โดยจะเอาความเข้มแสงของจุดภาพที่ตรงกันใน ภาพต่างๆ มาเรียงลำดับ (Sort) จากน้อยไปมาก จากนั้นจะเลือกค่าที่อยู่ตรงกลางไปใช้ หากจำนวน

ภาพทั้งหมดเป็นจำนวนคู่ ค่าทั้งสองที่อยู่ตรงกลางจะนำมาหาค่าเฉลี่ย วิธีการนี้จะต้องใช้การเรียงลำดับซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้เวลาในการคำนวณสูง แต่จะไม่สูญเสียความคมชัด

ตัวอย่าง



รูปที่ 2.10 แสดงภาพตัวอย่างค่าสีแต่ละจุดภาพในรูป

ตัวกรองแบบมัธยฐานจะพิจารณาสีที่จุดภาพหนึ่งๆ จากสีที่จุดภาพของภาพ Original และจุดข้างเคียง โดยจะเลือกค่ามัธยฐานของสีออกมาเป็นค่าของจุดภาพนั้นๆ ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากจุดภาพข้างเคียงโดยใช้ขนาด  $n \times n$  ดังรูปที่ 2.11 และ 2.12



รูปที่ 2.11 แสดงการทำตัวกรองแบบมัธยฐานแบบ  $2 \times 2$

123	125	126	130	140
122	124	126	127	135
118	120	150	125	134
119	115	119	123	133
111	116	110	120	130

Neighbourhood values:

115, 119, 120, 123, 124,  
125, 126, 127, 150

Median value: 124

รูปที่ 2.12 แสดงการทำตัวกรองแบบมัธยฐานแบบ 3\*3

ในการประมวลผลภาพดิจิทัลนั้น จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น ได้ใช้เทคนิคหลายอย่าง เช่น เทคนิคการทำ Binary Image เทคนิค Morphological Image Processing เทคนิค Blob Coloring และ เทคนิค Two Dimensional Geometric Transformation ซึ่งในบทความต่อไปจะ ได้กล่าวถึงการนำเทคนิคนี้ ไปใช้กับ โครงงาน รวมถึงขั้นตอนการทำงานของประมวลผลภาพ

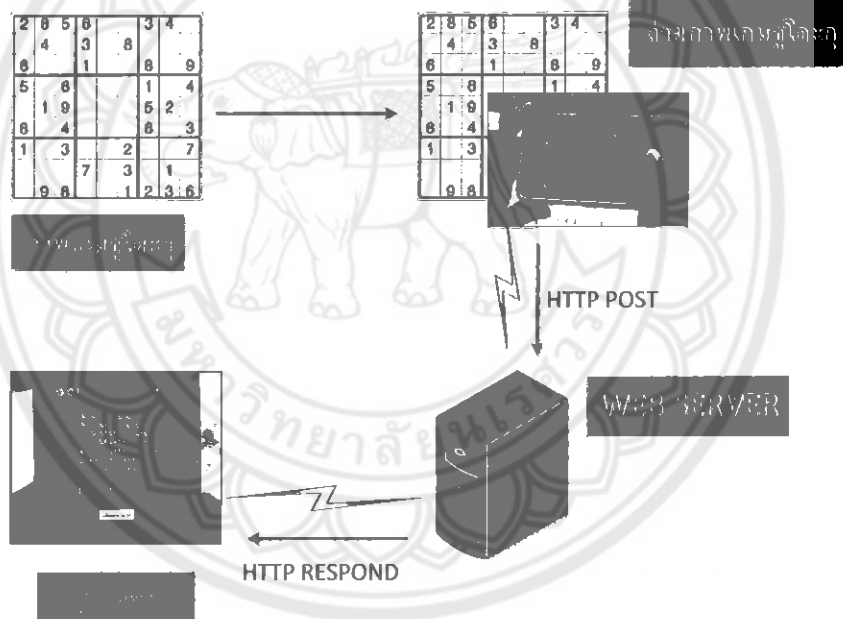
## บทที่ 3

### ขั้นตอนการดำเนินงาน

โครงการแบ่งขั้นตอนและวิธีการออกแบบการทำงานเป็น 2 ส่วน คือการทำงานโดยรวมของระบบและส่วนการประมวลผลภาพดิจิทัล

#### 3.1 ภาพโดยรวมของระบบ

ระบบมีการทำงานเชื่อมโยงกัน โดยมีการทำงานเชื่อมต่อกันระหว่างเครื่องแม่ข่าย (Server) กับแอนดรอยด์โฟน (Android Phone) และ วินโดวส์ แอปพลิเคชัน (Windows Application) โดยเครื่องแม่ข่ายจะรับข้อมูลรูปภาพตารางปริศนาเกมซูโดกุและนำรูปภาพมาประมวลผลและแสดงผลทางหน้าจอแอนดรอยด์โฟน และวินโดวส์ แอปพลิเคชัน



รูปที่ 3.1 แสดงภาพโดยรวมของระบบ

จากภาพเมื่อผู้ใช้งานเข้าใช้งานแอปพลิเคชัน โดยการถ่ายภาพตารางเกมซูโดกุและทำการบันทึกรูปภาพเพื่ออัปโหลดรูปภาพไปยังเครื่องแม่ข่าย จากนั้นจะทำแปลงรูปภาพให้เป็นไฟล์ .bmp ก่อนทำการประมวลผลภาพและแก้เกมซูโดกุ เมื่อโปรแกรมแก้ปริศนาเสร็จแล้ว โปรแกรมจะสร้างตารางเกมซูโดกุขึ้นมาใหม่และแสดงผลลัพท์กลับบนหน้าจอแอนดรอยด์โฟนให้กับผู้ใช้

ต่อไปจะได้กล่าวถึงส่วนการเขียนโปรแกรมเพื่อเชื่อมต่อกันระหว่างแอนดรอยด์โฟน วินโดวส์แอปพลิเคชัน กับเครื่องแม่ข่าย โดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตบนเว็บเซิร์ฟเวอร์ มีการเขียนโปรแกรมดังต่อไปนี้ในส่วนต่างๆ 4 ส่วน

### 3.1.1 ANDROID PHONE

- ใช้ HTTP Request library จาก Apache.org [<http://httpd.apache.org/apreq/>]  
httpclient-4.2-beta1.jar ร่วมกับ Eclipse Java โดยมีหน้าที่ในการส่งข้อมูลรูปภาพจากแอนดรอยด์โฟนไปยังเครื่องแม่ข่าย สามารถดาวน์โหลดแอปพลิเคชันได้ที่

[<http://grepcode.com/snapshot/repo1.maven.org/maven2/org.apache.httpcomponents/httpclient/4.2-beta1/>]

- เขียนโปรแกรม HTTP Browser แบบ Chrome Engine
- เขียนโปรแกรมเพื่ออัปโหลดภาพจากกล้องด้วย HTTP Request Library

### 3.1.2 Windows Application

- เขียนโปรแกรม C# สร้าง Windows Application เพื่อถ่ายรูปและส่งรูปไปยังเครื่องแม่ข่าย และดึงรูปที่เครื่องแม่ข่ายประมวลผลเสร็จแล้วมาแสดงผล
- เขียนโปรแกรม PHP ในการดึงภาพจาก Web Server ไปที่ Database เพื่อให้ C# Server ดึงภาพไปประมวลผล

### 3.1.3 เขียน PHP และ MySQL บนเว็บเซิร์ฟเวอร์ (<http://www.sudokusolver2012.co.cc/>)

- การอัปโหลดไฟล์ด้วย FTP ด้วยโปรแกรม Filezilla [<http://filezilla-project.org/download.php>]

- การเข้าใช้งาน PHP MyAdmin [<http://SudokuSolver2012.co.cc/phpmyadmin>]  
โดยการเข้าไปสร้าง Database และดูรูปภาพที่อัปโหลดเข้าสู่ Database

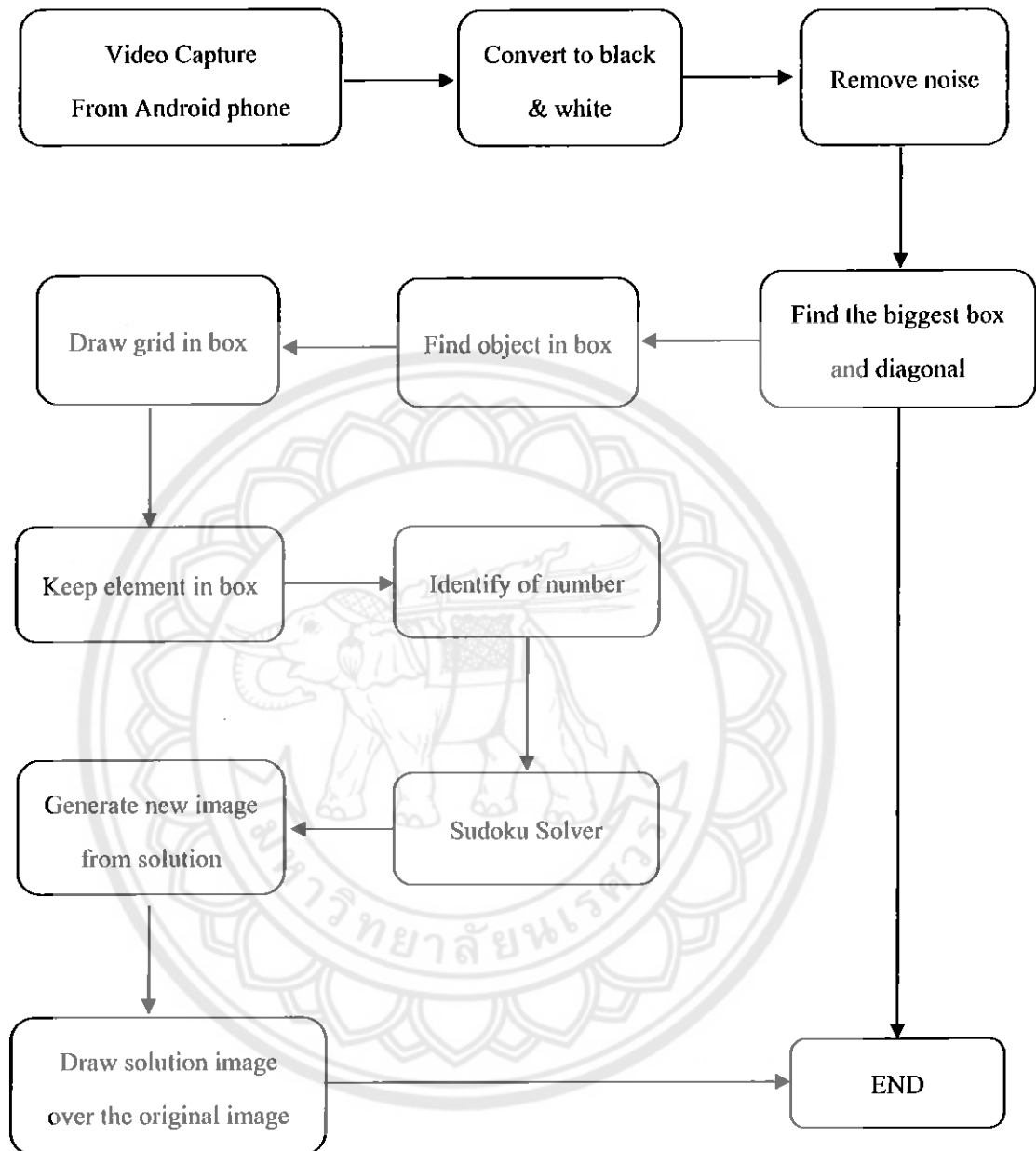
- เขียนโปรแกรม PHP ในการสร้างฐานข้อมูลจาก MySQL ไปยัง XML ใช้ในส่วนของการติดต่อระหว่าง Android, Windows Application กับเครื่องแม่ข่าย

### 3.1.4 C#

- อ่าน XML ตาม Timer ที่กำหนด แบบ Auto โดยการเขียนโปรแกรม C# เมื่อมีสัญญาณข้อมูลเข้ามา C# Server จะสั่งให้แปลงภาพ .jpg เป็น .bmp ขนาด (640×480) แล้วสั่งให้ Matlab ประมวลผล ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผล C# Server จะใช้ FTP Upload ไปยัง Web Server อีกที ซึ่งบนแอนดรอยด์โฟนในหน้าต่าง Chrome Engine จะ Refresh ตลอดเวลาเพื่อรอภาพจากเครื่องแม่ข่าย



### 3.2 การออกแบบโปรแกรมส่วนประมวลผลภาพดิจิทัล



รูปที่ 3.2 บล็อกไคอะแกรมการทำงานประมวลผลภาพดิจิทัล

### 3.3 ขั้นตอนและวิธีการประมวลผลภาพดิจิทัล

ในส่วนนี้เมื่อผู้ใช้ถ่ายภาพตารางเกมซูโกะด้วยแอนดรอยด์โฟนและทำการบันทึกภาพก่อนจะเข้าสู่การประมวลผลภาพ โปรแกรมจะทำการแปลงไฟล์ภาพจาก .jpg เป็น .bmp และแปลงขนาดภาพเป็น  $640 \times 480$  แล้วจึงนำเข้าสู่กระบวนการประมวลผลภาพดิจิทัลดังขั้นตอนตามลำดับต่อไปนี้

#### 3.3.1 กำจัดเงาบนภาพและภาพที่มีแสงน้อยให้ตารางชัดเจนขึ้น

ขั้นตอนแรกต้องปรับภาพที่มีเงาหรือภาพที่มีแสงสว่างน้อย หรือ เบลอให้ตารางดูชัดเจนขึ้น โดยมีวิธีการทำดังนี้

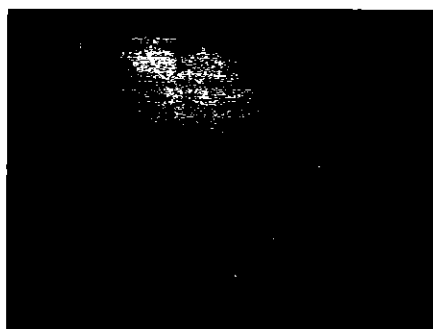
- ทำภาพให้เป็นภาพระดับเทา (Gray Scale) ด้วยคำสั่ง  $I = \text{rgb2gray}(I); // I$  คือภาพระดับเทา



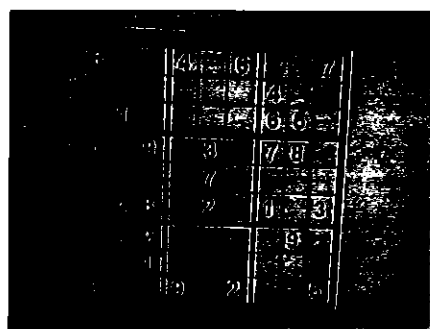
รูปที่ 3.3 ภาพต้นฉบับและภาพระดับเทา

- นำภาพระดับเทามาทำตัวกรองแบบมีค่ามัธยฐาน (Median Filter) ด้วยคำสั่ง  $B = \text{medfilt2}(I, [35 \ 35]);$  โดย  $B$  คือภาพที่ทำตัวกรองแบบมีค่ามัธยฐาน คิวเลข 35 คือขนาดของพิกเซลที่ใช้สแกนบนรูปภาพ จะได้รูป 3.4 (ก)

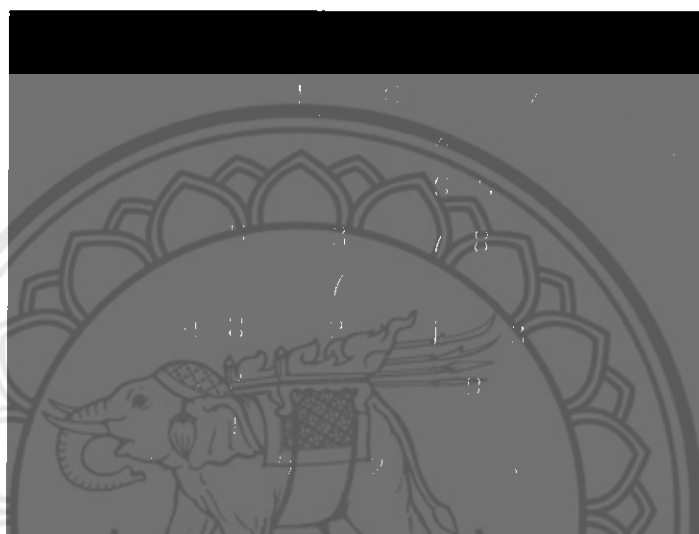
- ทำการลบภาพเพื่อให้ตารางดูชัดเจนขึ้น โดยนำภาพที่ทำตัวกรองแบบมีค่ามัธยฐาน ลบด้วยภาพที่ทำระดับเทา ด้วยคำสั่ง  $I = B - I;$   $B$  คือ ภาพตัวกรองแบบมีค่ามัธยฐาน,  $I$  คือ ภาพระดับเทา จะได้รูป 3.4 (ข)



(ก)



(ข)



(ค)

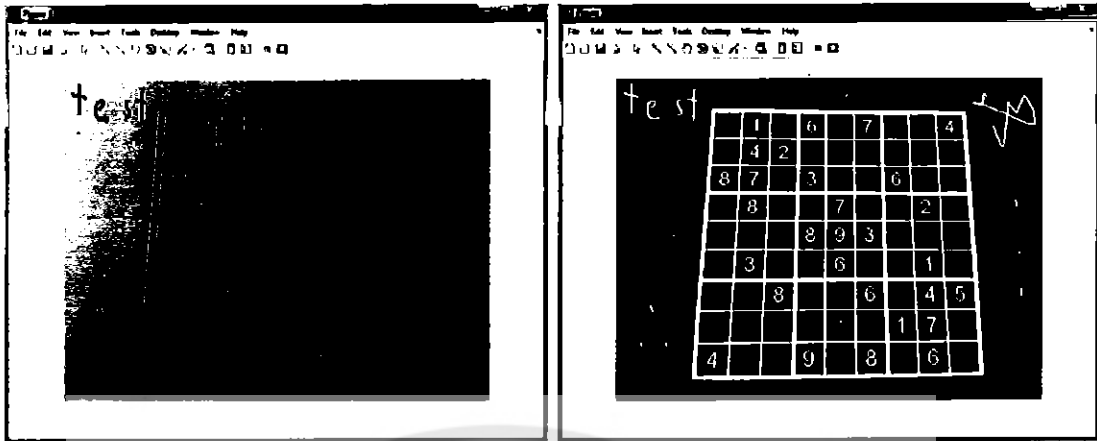
รูปที่ 3.4 ภาพการทำตัวกรองแบบมีค่ามัลติฐาน

(ก) ภาพหลังจากทำตัวกรองแบบมีค่ามัลติฐาน (ข) ภาพระดับเทา (ค) ภาพผลลัพธ์

เทคนิคนี้เหมาะกับภาพที่มีตัวหนังสือ ภาพที่มีสิ่งรบกวนและภาพที่มีโทนสีมืด แสงสว่างน้อย เพราะเมื่อทำภาพตัวกรองแบบมีค่ามัลติฐาน แล้วจะพบว่าสิ่งที่เราสนใจนั้นดูโดดเด่นชัดเจนขึ้น เห็นได้ชัดเจนจากภาพต้นฉบับ ที่มีสีค่อนข้างแตกต่างคือสีดำ (255) และสีเทา (128)

### 3.3.2 แปลงภาพเป็นภาพขาว - ดำ

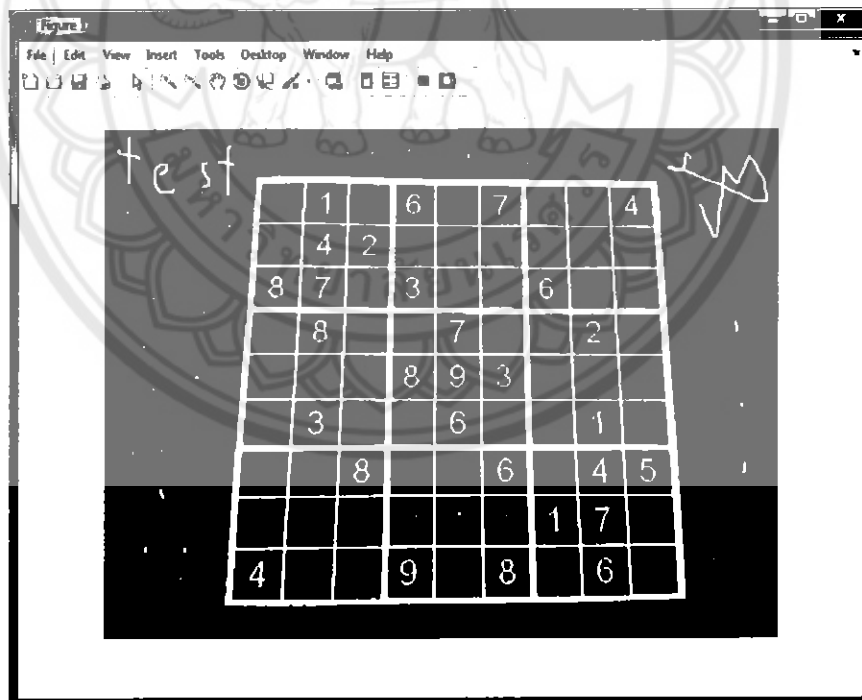
ขั้นตอนการแปลงภาพต้นฉบับ เป็นภาพเฉดสีเทา (Gray Scale) โดยใช้ฟังก์ชัน Gray thresh (หาค่าเทรสโฮลด์ ที่เหมาะสมที่จะแบ่งระหว่างสีขาวกับสีดำ) และขั้นตอนต่อไปคือแปลงภาพระดับเทาที่ได้เป็นภาพขาว - ดำ โดยใช้ค่าเทรสโฮลด์ที่ได้มาใช้ ซึ่งเรียกการหาค่าเทรสโฮลด์นี้ว่า โกลบอลเทรสโฮลด์ (Global Threshold) คือ การใช้ค่าเทรสโฮลด์ค่าเดียวกับทั้งภาพ ดังรูปที่ 3.5



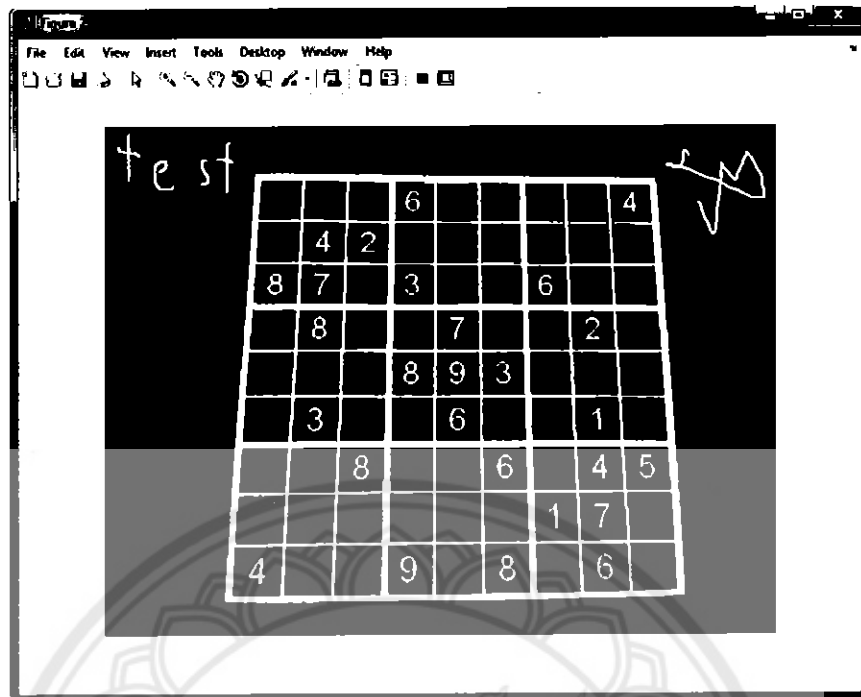
รูปที่ 3.5 ตัวอย่างการแปลงภาพเป็นขาว – ดำ

### 3.3.3 การกำจัดสิ่งรบกวน (Noise)

เมื่อได้ภาพขาว – ดำ แล้วขั้นตอนต่อไปจะต้องทำการกำจัดสิ่งรบกวนด้วยวิธีการทำโคลสซิ่ง (Closing) และตามด้วย โอเพนนิง (Opening) จะได้ภาพดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ภาพก่อนการกำจัดสิ่งรบกวน



รูปที่ 3.7 ภาพหลังจากการกำจัดสิ่งรบกวน

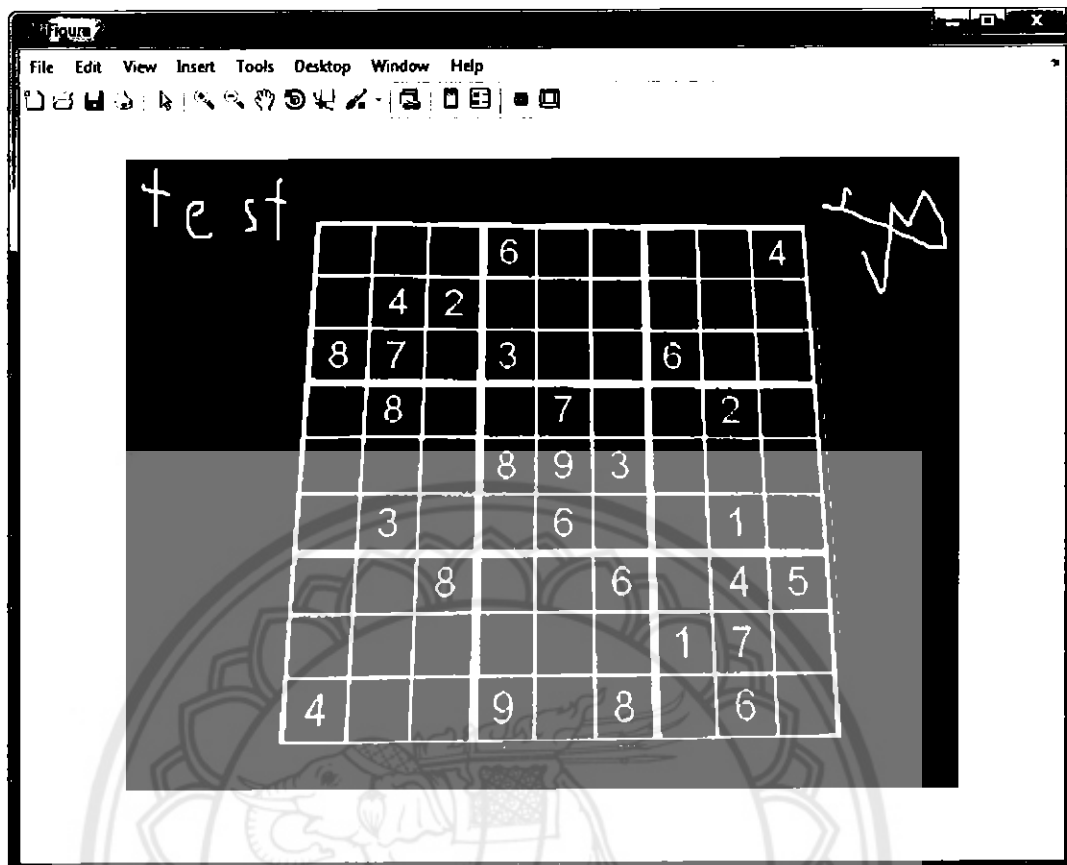
หลักการกำจัดสิ่งรบกวน คือ กำหนดขนาดพิกเซล (Pixel) ไว้และตรวจสอบดูว่าพิกเซลไหน น้อยกว่าที่เรากำหนดไว้ให้ถือเป็นสิ่งรบกวนและทำการลบ ขนาดของพิกเซล ที่กำหนดจะต้องน้อยกว่าขนาดของพิกเซล ตัวเลขในตาราง โดยจะต้องทำการทดลองหลายๆ ครั้งเพื่อหาค่าที่เหมาะสม

### 3.3.4 หาดาวที่ใหญ่ที่สุด

หาดาวด้วยการใช้คำสั่ง `regionprops(Area,BoudingBox,PixelList)` โดยที่ Area เก็บค่าของพื้นที่ และ BoudingBox เก็บค่าตำแหน่ง (x,y) ของแต่ละพิกเซล และ Pixel list เก็บค่าพิกเซลแต่ละพิกเซล ที่มีอยู่ใน BoudingBox

หามุมทั้งสี่มุมโดยหาเส้นทแยงมุมบนซ้ายไปล่างขวาจากการใช้ผลรวมของ Pixel list ระหว่างแถวกับคอลัมน์จะได้ค่าบวกน้อยสุดและมากที่สุด

หาเส้นทแยงมุมล่างซ้ายไปบนขวาจากการใช้ผลต่างของ Pixel list ระหว่างแถวกับคอลัมน์จะได้ค่าน้อยสุดและมากที่สุด จะได้ว่ามุมบนซ้ายจะมีค่าบวกน้อยสุด มุมล่างขวามีค่าบวกมากที่สุด มุมล่างซ้ายมีค่าน้อยที่สุด มุมบนขวามีค่ามากที่สุด เมื่อได้ทั้งสี่มุมแล้วจึงทำการลากเส้นก็จะได้ดาวที่ใหญ่ที่สุดนั้นคือกรอบดาวชูโคะกู ดังรูปที่ 3.8



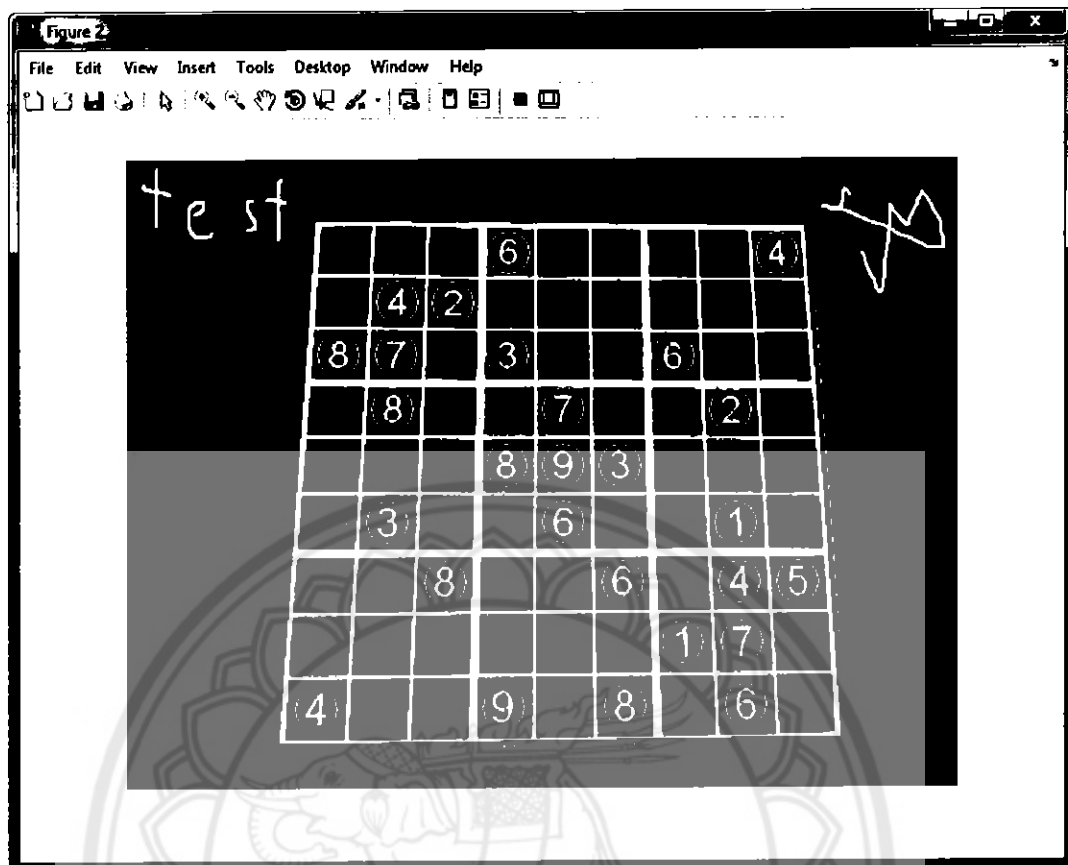
รูปที่ 3.8 ภาพหารตารางเกมซูโดะกุ

### 3.3.5 หารายละเอียดในตารางซูโดะกุ

- ทำได้โดย - การกำหนดค่าพิกเซลน้อยที่สุด และมากที่สุดในตาราง
- กำหนดค่าพื้นที่มากที่สุดและน้อยที่สุดใน Blob

ตัวอย่างคือ 1. กำหนดค่าพิกเซล น้อยสุดเป็น 30 และมากที่สุดคือความยาวของเส้นหารด้วยเก้า

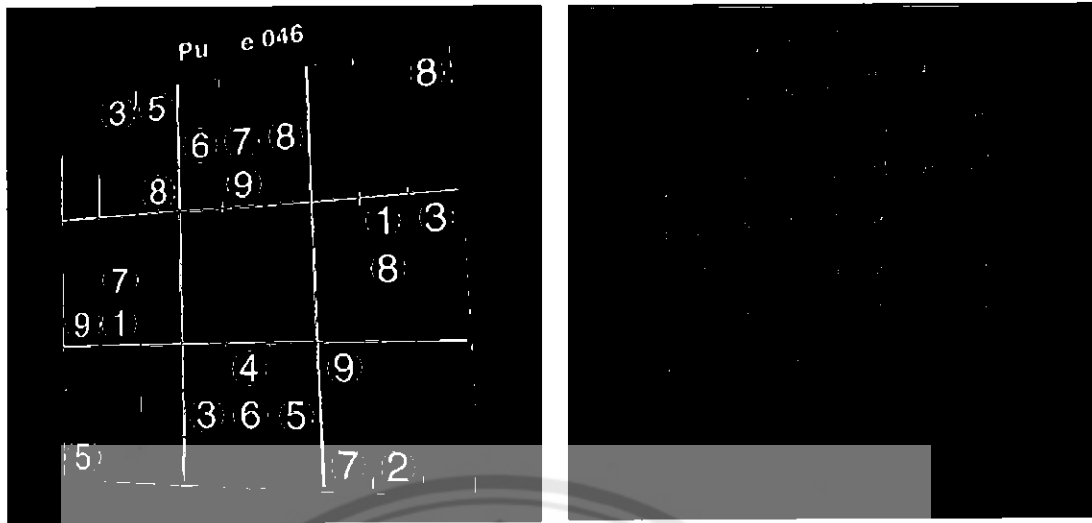
2. กำหนดค่าพื้นที่ที่บรีอบ (Blob) น้อยสุดเป็น 20 และมากที่สุดคือความยาวของเส้นหารด้วยเก้า เทคนิคบรีอบ คัลเลอร์ริง (Blob Coloring) จะหาสิ่งที่อยู่ในตาราง โดยจะสแกนหาไปในแต่ละพิกเซล โดยจะหาบริเวณที่เชื่อมต่อกัน ถ้าอยู่ในเงื่อนไข ก็จะนับวัตถุนั้นๆ คังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 ภาพการหาตัวเลขในตารางซูโดะกุ

### 3.3.6 วาดเส้นตารางย่อย

หากตารางเกมซูโดะกุที่ถ่ายนั้นเบ้และเอียง ก่อนจะเข้าสู่การเทียบแม่แบบ จึงต้องทำการสร้างตารางใหม่ที่มีทั้งตารางใหญ่และตารางย่อยภายในโดยใช้คำสั่ง `cp2iform` โดยทำการย้ายจากจุดในตารางเดิมไปอีกที่หนึ่งด้วยคำสั่ง `iformfwd` จะได้ตารางใหม่ โดยจะนำไปซ้อนภาพต้นฉบับ เพื่อให้เห็นความแตกต่างระหว่างตัวเลขที่มีและตัวเลขเฉลย ดังรูปที่ 3.10



(ก)

(ข)

รูปที่ 3.10 ภาพการสร้างตารางย่อย

(ก) ภาพที่มีการวาดตารางย่อย (ข) ภาพต้นฉบับที่มีภาพเคลือบซ้อนอยู่

3.3.7 สร้างแม่แบบและเทียบแม่แบบ (Template)

ตัวเลขที่ใช้ทำแม่แบบมีทั้งหมด 5 แบบ นั่นคือ Angsana New, Cordia New, Tahoma, Arial, Times new Roman มีลักษณะแบบอักษรดังรูปที่ 3.11

<b>1</b> 1arial	<b>1</b> 1cordia	<b>1</b> 1new	<b>1</b> 1roman	<b>1</b> 1tahoma
<b>2</b> 2arial	<b>2</b> 2cordia	<b>2</b> 2new	<b>2</b> 2roman	<b>2</b> 2tahoma
<b>3</b> 3arial	<b>3</b> 3cordia	<b>3</b> 3new	<b>3</b> 3roman	<b>3</b> 3tahoma
<b>4</b> 4arial	<b>4</b> 4cordia	<b>4</b> 4new	<b>4</b> 4roman	<b>4</b> 4tahoma
<b>5</b> 5arial	<b>5</b> 5cordia	<b>5</b> 5new	<b>5</b> 5roman	<b>5</b> 5tahoma
<b>6</b> 6arial	<b>6</b> 6cordia	<b>6</b> 6new	<b>6</b> 6roman	<b>6</b> 6tahoma
<b>7</b> 7arial	<b>7</b> 7cordia	<b>7</b> 7new	<b>7</b> 7roman	<b>7</b> 7tahoma
<b>8</b> 8arial	<b>8</b> 8cordia	<b>8</b> 8new	<b>8</b> 8roman	<b>8</b> 8tahoma
<b>9</b> 9arial	<b>9</b> 9cordia	<b>9</b> 9new	<b>9</b> 9roman	<b>9</b> 9tahoma

รูปที่ 3.11 แบบตัวเลข



### 3.4 การออกแบบหน้าต่างโปรแกรมส่วนติดต่อกับผู้ใช้

#### 3.4.1 แอนดรอยด์โฟน (Android Phone)

1. ผู้ใช้จะต้องดาวน์โหลดโปรแกรมจาก [www.sudokusolver2012.co.cc](http://www.sudokusolver2012.co.cc) ดังรูปที่ 3.12 โดยใช้แอปพลิเคชันสแกน QR Code และทำการติดตั้ง



รูปที่ 3.12 หน้าเว็บเพจดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน

2. จะมีไอคอนแอปพลิเคชัน ชื่อว่า Sudoku Solver

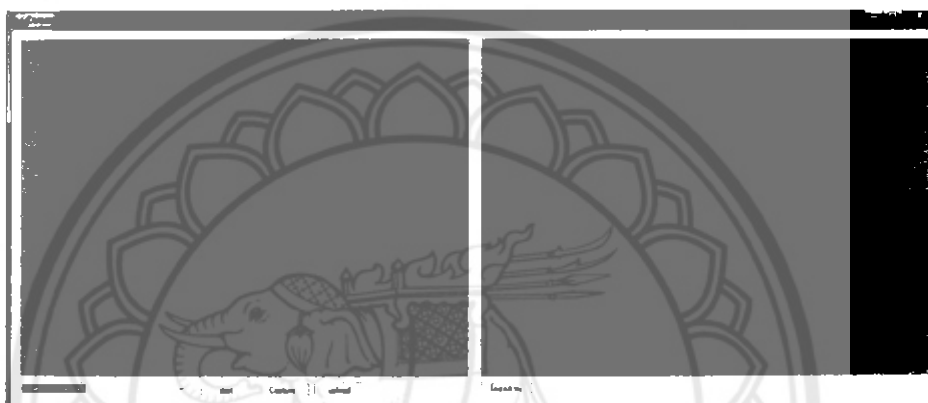


รูปที่ 3.13 ไอคอนแอปพลิเคชัน

ทำตาม 2 ขั้นตอนนี้ ผู้ใช้ก็สามารถใช้งานแอปพลิเคชันได้แล้ว และใช้พื้นที่เพียง 256 KB ติดตั้งง่ายไม่ยุ่งยาก

### 3.4.2 วินโดวส์ แอปพลิเคชัน (Windows Application)

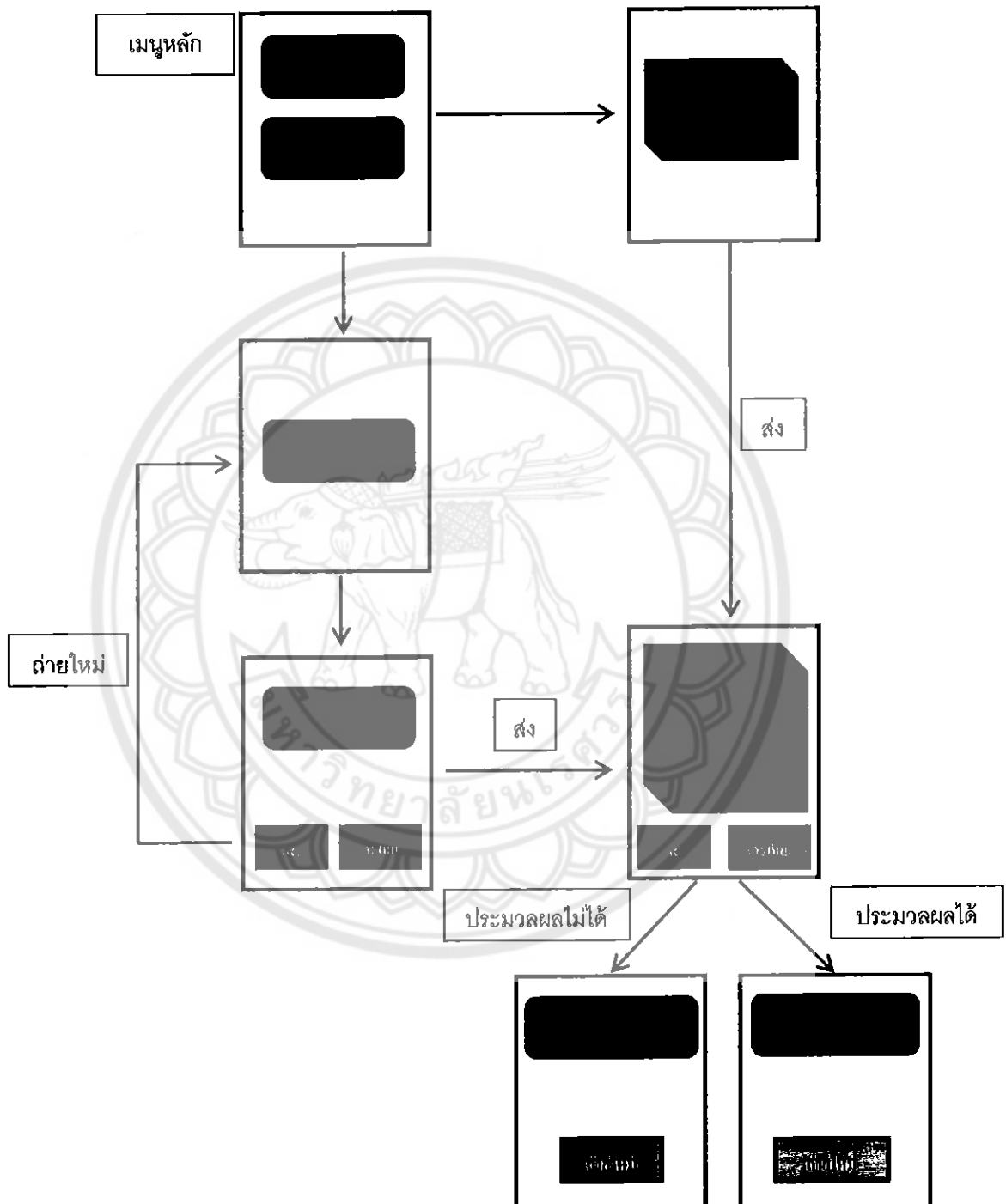
1. ติดตั้งแอปพลิเคชันบนคอมพิวเตอร์หรือโน้ตบุค (.exe) และเปลี่ยน Path ตามที่ไฟล์เดอร์ที่ติดตั้ง
2. กด Run โปรแกรมจะปรากฏ 2 หน้าต่าง คือ หน้าต่างถ่ายรูป และหน้าต่างเล่นเกม ซูโตะกุดังรูป



รูปที่ 3.14 รูปหน้าต่างวินโดวส์แอปพลิเคชัน

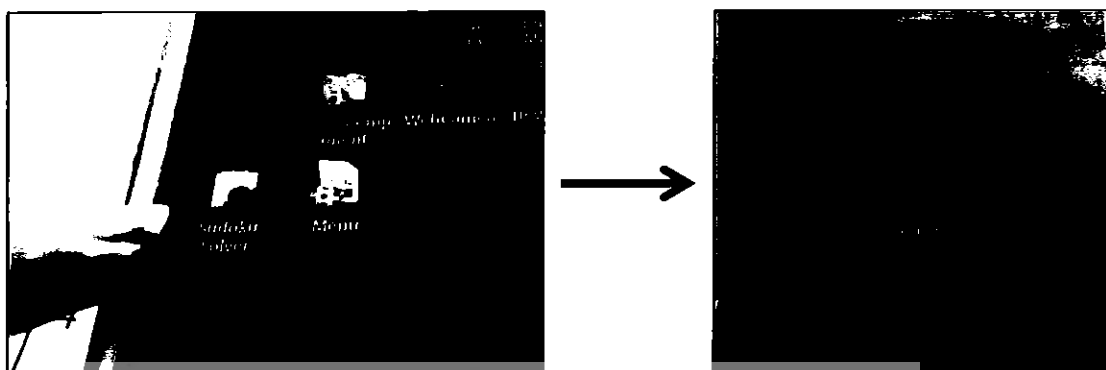
### 3.5 ลำดับขั้นตอนการทำงานแอปพลิเคชัน

#### 1. โฟลว์ชาร์ตการออกแบบแอปพลิเคชัน



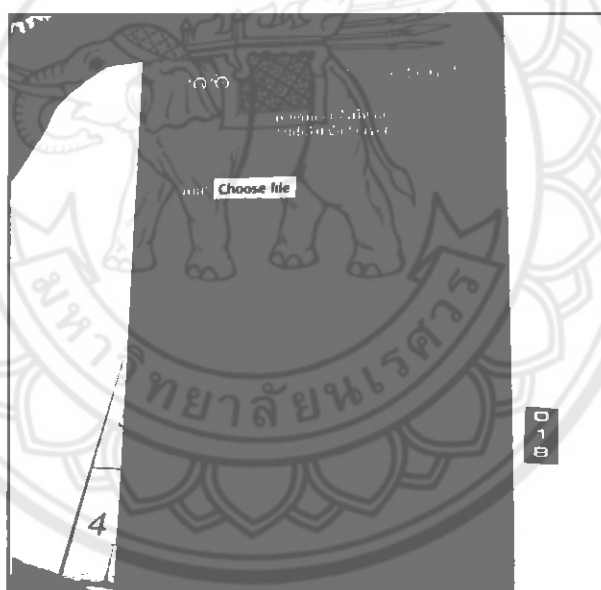
รูปที่ 3.15 การออกแบบแอปพลิเคชัน

## 2. เริ่มต้นการใช้งานโดยผู้ใช้คอมพิวเตอร์ Sudoku Solver



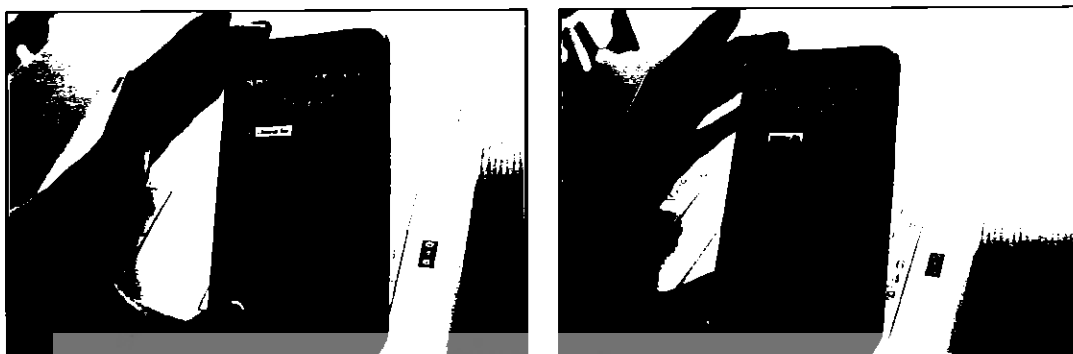
รูปที่ 3.16 ไอคอนแอปพลิเคชันและหน้าต่างแอปพลิเคชัน

## 3. เมนูหลักของแอปพลิเคชัน



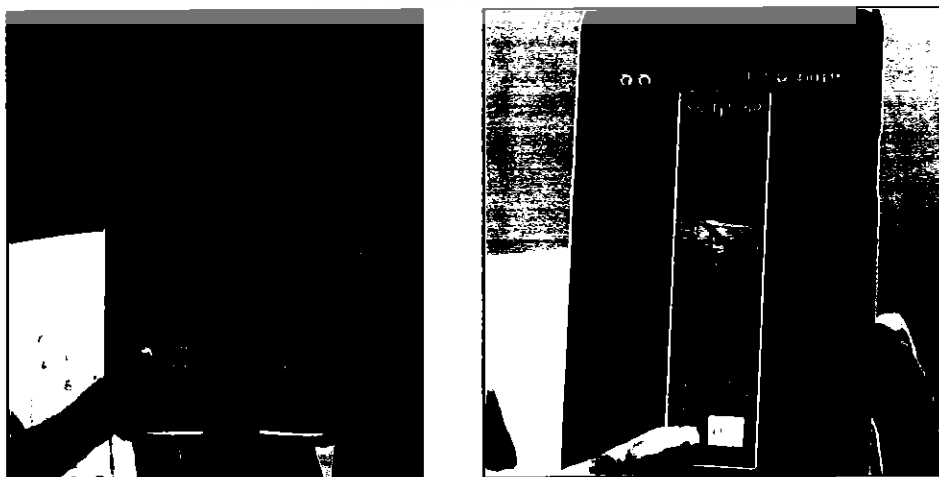
รูปที่ 3.17 เมนูหลัก

#### 4. เลือกถ่ายภาพ กดปุ่มตัวเลือก เลือก Capture Image



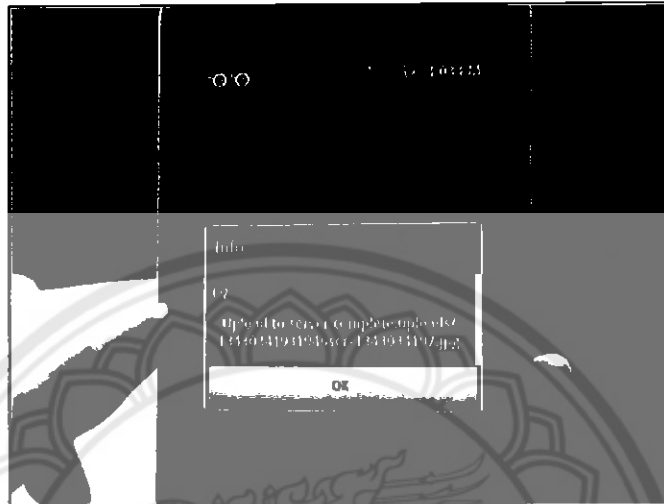
รูปที่ 3.18 เลือกกดถ่ายภาพ

#### 5. กดถ่ายรูปแล้ว จะต้องบันทึกและกด Send เพื่อส่งรูปไปยังเครื่องแม่ข่าย



รูปที่ 3.19 การส่งรูปขึ้นเครื่องแม่ข่าย

6. กดส่งรูปแล้ว จะมีหน้าต่างปรากฏข้อความแสดงสถานะของการส่งรูปเสร็จแล้ว (Upload to server complete) ตามด้วยชื่อรูปภาพ จากนั้นกด OK จะเปลี่ยนหน้าต่างเพื่อรอการประมวลผล “กรุณารอสักครู่ระบบกำลังรอการประมวลผล...” ดังรูปที่ 3.21

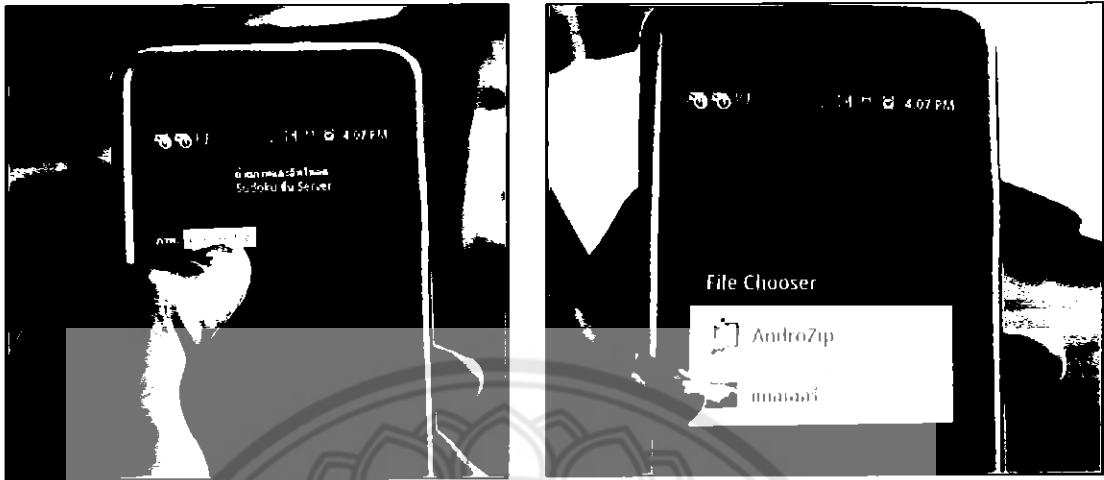


รูปที่ 3.20 ข้อความแสดงเมื่อส่งรูปเสร็จ



รูปที่ 3.21 ข้อความแสดงการรอประมวลผล

7. เลือกรูปภาพจากแกลลอรี กดปุ่ม Choose file และกดเลือกรูปภาพที่ต้องการ รูปจะถูกส่งไปอัปเดตในมิติ จากนั้นก็จะปรากฏหน้าต่างรอกการประมวลผล ตามรูปที่ 3.21



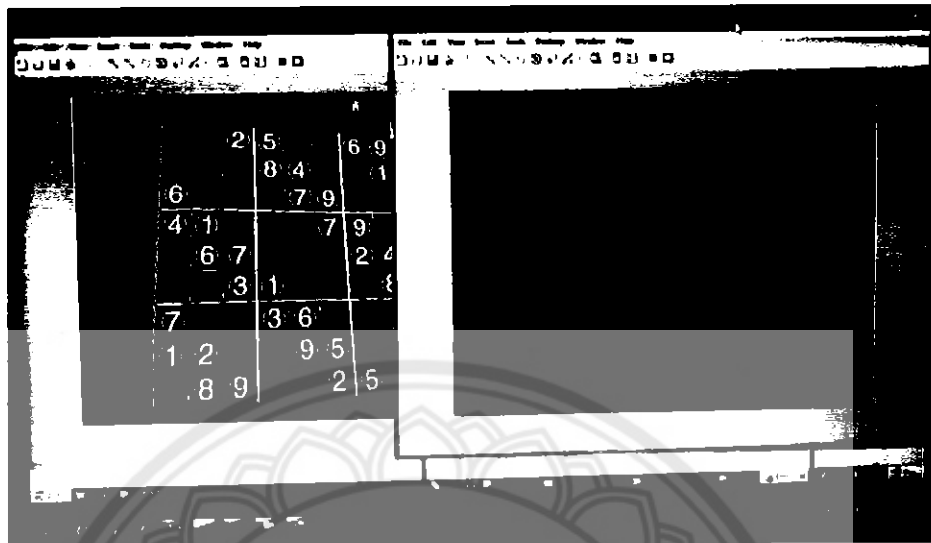
รูปที่ 3.22 เลือกภาพจากแกลลอรี

8. เมื่อรูปภาพถูกส่งเข้าเครื่องแม่ข่ายจะแสดงภาพที่เข้ามา



รูปที่ 3.23 แสดงภาพที่ส่งเข้ามาในเครื่องแม่ข่าย

### 9. โปรแกรม Matlab ทำการประมวลผลภาพ และแก้เกมซูโดะกุ



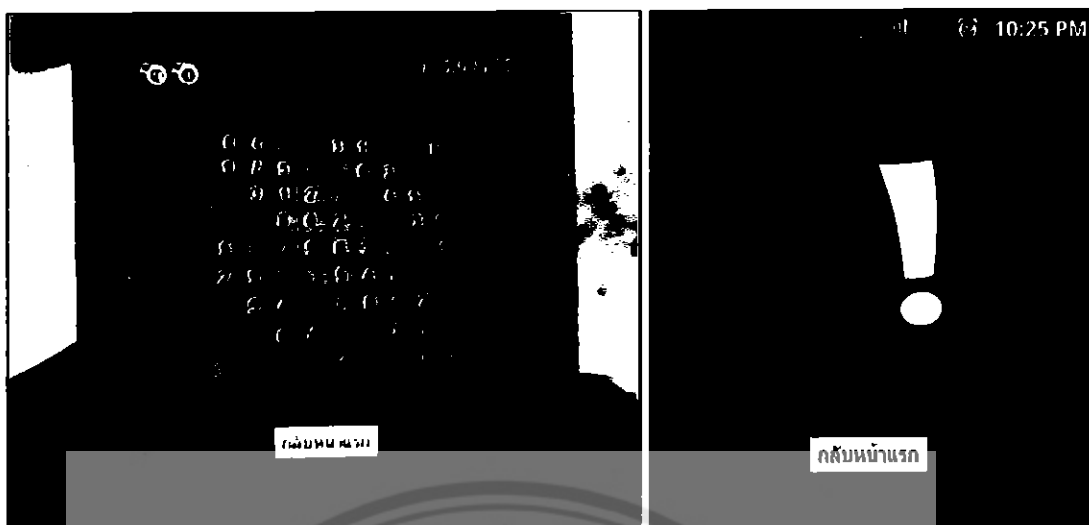
รูปที่ 3.24 แสดงภาพโปรแกรม Matlab แก้ปัญหาเกมซูโดะกุได้

### 10. ผลเฉลยจะถูกส่งกลับมาที่แอนดรอยด์โฟน



รูปที่ 3.25 ภาพเลขก่อนส่งมาแสดงบนแอนดรอยด์โฟน





รูปที่ 3.26 ภาพเฉลยเกมซูโดะกุกรณีแก้ปัญหาได้และแก้ปัญหาไม่ได้

ข้อจำกัดของแอปพลิเคชันคือ

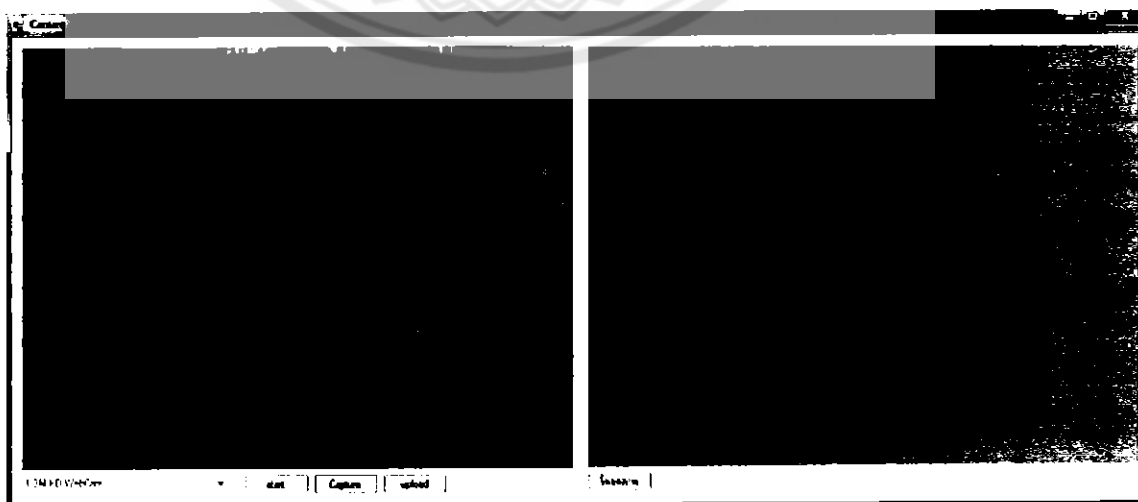
1. ถ่ายรูปส่งได้ที่ละรูป หากส่งหลายรูปจะนำรูปที่ส่งเข้ามารูปแรกมาประมวลผล
2. ถ่ายรูปภาพกล้องสามารถเอียงได้มากที่สุด 30 องศา และภาพหมุนเอียงได้ไม่เกิน 5 องศา

### 3.6 ลำดับขั้นตอนการทำงานของวินโดวส์ แอปพลิเคชัน

วินโดวส์ แอปพลิเคชัน จะประมวลผลภาพจากรูปที่ถ่ายเท่านั้น จะเป็นกล้องใน Notebook คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่มีกล้อง เว็บแคม (Webcam) เชื่อมต่อ โดยสามารถเลือกกล้องได้ว่าจะใช้กล้องไหนถ่ายภาพ

1. กดเลือกกล้องบนแถบด้านซ้าย และคลิกปุ่ม Start เพื่อเริ่มถ่ายภาพ กดปุ่ม Capture เพื่อ

ถ่ายภาพ



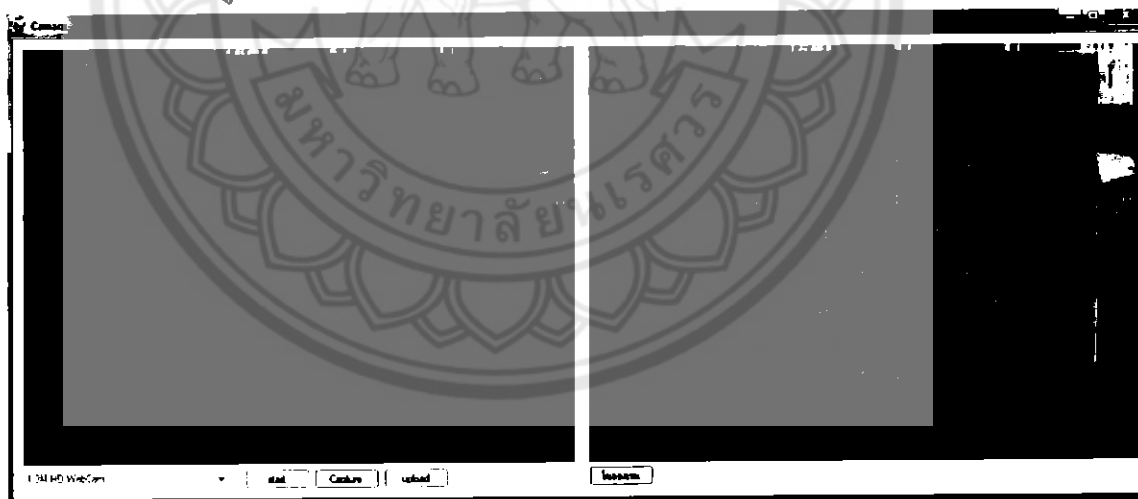
รูปที่ 3.27 กดถ่ายภาพบนหน้าต่างวินโดวส์ แอปพลิเคชัน

2. เมื่อถ่ายภาพเสร็จแล้วกดปุ่ม Upload และจะมีหน้าต่างเล็กๆ ปรากฏขึ้นมาว่า Uploaded Successfully แสดงว่าอัปโหลดรูปเสร็จแล้วจากนั้นกด OK



รูปที่ 3.28 กดอัปโหลดภาพไปยังเครื่องแม่ข่าย

3. กดปุ่ม โหลดภาพ เพื่อให้แสดงภาพเฉลย ตรงนี้ต้องรอสักครู่เพื่อให้เครื่องแม่ข่ายได้ประมวลผล และส่งรูปกลับมา



รูปที่ 3.29 ภาพเฉลยเกมซุโคะกุ

ข้อจำกัดของแอปพลิเคชันคือ

1. วินโดวส์ แอปพลิเคชันใช้งานง่ายไม่ยุ่งยาก แต่มีข้อจำกัดเรื่องความเร็วของอินเทอร์เน็ต ซึ่งมีผลต่อการรับส่งรูปภาพจากเครื่องแม่ข่าย ผู้ใช้จะต้องรอสักครู่ถึงความเร็วเน็ตช้า
2. ระยะเวลาถ่ายภาพจะต้องให้ตารางเกมซุโคะกุอยู่พอดีกับหน้าต่าง ไม่ไกลจนมองไม่เห็นตัวเลข และไม่เอียงจนมากไป เพื่อประสิทธิภาพในการประมวลผลภาพดิจิทัล

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมทั้ง 2 แบบ คือ แอนดรอยด์และวิน โดวส์ แอปพลิเคชันในการถ่ายภาพเกมซูโคะกุเพื่อส่งไปประมวลผลภาพนั้น จะมีข้อจำกัดอยู่บ้างเรื่องระยะเวลาการถ่ายภาพ ผู้ใช้จะต้องถ่ายภาพใหม่กรณีที่ไม่สามารถประมวลผลได้ ดังนั้นในบทต่อไปจะได้กล่าวถึงการทดลองโปรแกรมในเรื่องของความถูกต้องของการแก้ปริศนาซูโคะกุ และการถ่ายภาพที่ถ่ายถูกต้องและถ่ายภาพผิด เพื่อให้ผู้ใช้ได้เข้าใจในกรณีที่หาตารางไปเจอหรือแก้ปัญหาไม่ได้



## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

ภาพเกมซูโดกุที่ใช้ในการทดสอบเป็นภาพจากหนังสือ 3 เล่ม คือ SUDOKU LEVEL 5 ค่อนข้างยาก, บริหารสมองด้วยเกม Sudoku ระดับง่ายมาก และบริหารสมองด้วยเกม Sudoku ระดับยากรวมทั้งภาพเกมซูโดกุจากเว็บไซต์เกมซูโดกุ ทำการทดลอง 3 แบบ คือ ความถูกต้อง กรณีเอียงกล้องและหมุนภาพ และการถ่ายภาพที่ไม่ถูกต้อง

#### 4.1 ทดสอบความถูกต้อง

เกมซูโดกุที่ใช้ในการทดลองมี 3 แบบคือ ระดับง่าย ค่อนข้างยากและยาก ทั้งนี้เพื่อให้ครอบคลุมสำหรับผู้เล่นทุกวัย ประกอบด้วยตารางเกมซูโดกุจากอินเทอร์เน็ต (<http://gamecenter.kapook.com/showfull-47510>) และหนังสือดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 หนังสือเกมซูโดกุ

##### 4.1.1 ซูโดกุระดับง่าย

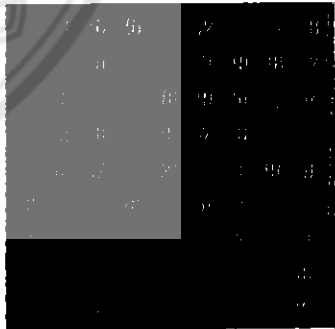
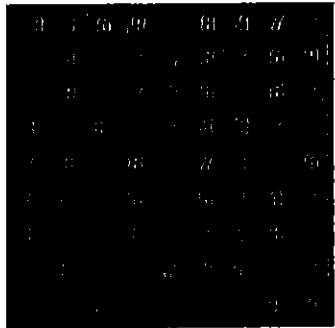
เกมซูโดกุระดับง่ายเหมาะสำหรับผู้ที่ยังหัดเล่น จะมีตัวเลขมาให้ค่อนข้างเยอะดังตัวอย่างรูปที่ 4.2

1	5					8	7				8	6				5	3
9	6		5	3			1				3	4		1	7		
		3		7		5			2	5			8			9	6
5				4	2	7			4			8					6
2			6			3		8		8	9	1	6				
	4	9		1	7		5			7	2		9		8	4	
		4	7	2		9		5	5			2		8	6	3	
6				8		1	2				6		4	7		8	
7				5			3	6			7	9	3				1

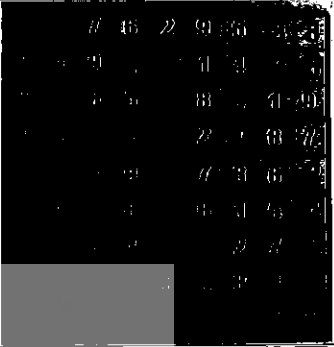
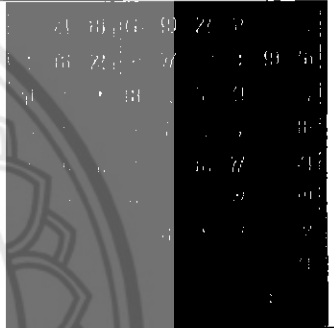
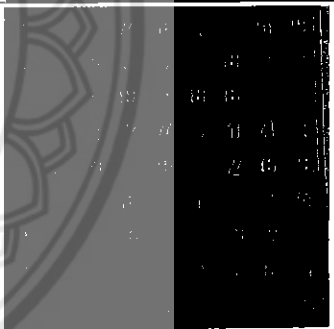
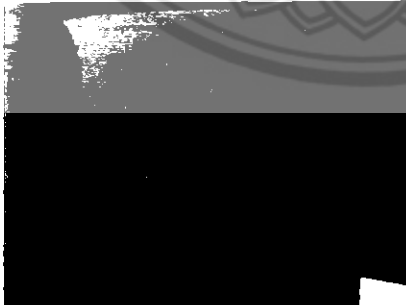
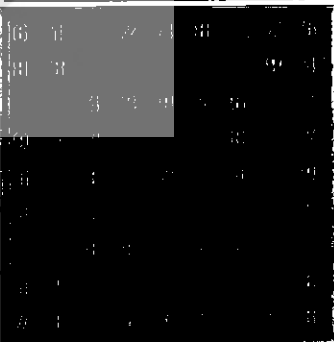
รูปที่ 4.2 ซูโดะกระดับง่าย

ในการทดลองจะใช้ภาพซูโดะกระดับง่ายจำนวน 10 ภาพ ถ่ายภาพจากในหนังสือ 5 ภาพ และในเว็บไซต์เกมซูโดะกุ 5 ภาพ (<http://gamecenter.kapook.com/showfull-47510>) โดยมีผลการทดลองดังตารางที่ 4.1


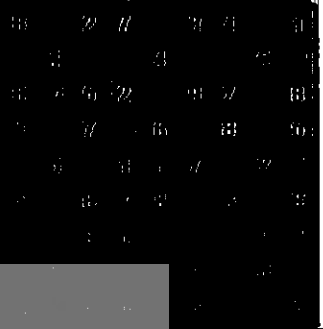
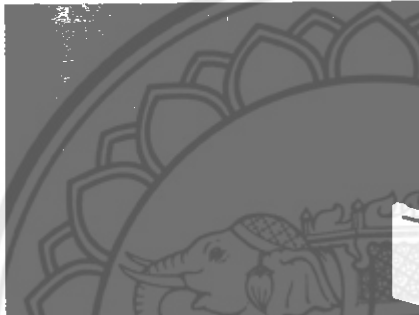
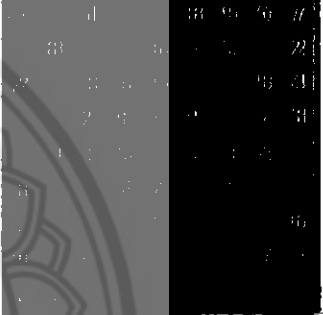

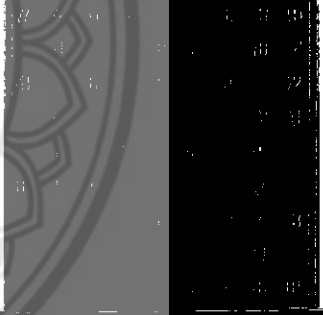

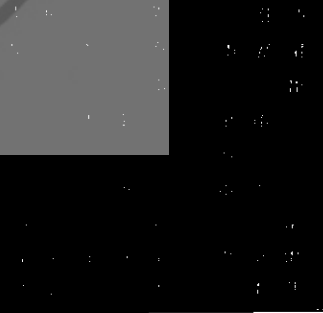
ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงความถูกต้องของผลการทดลองภาพถ่ายเกมซูโดะกระดับง่าย

ครั้งที่	อินพุต	ผลการทดลอง	เอาต์พุต																																																																								
1	<table border="1"> <tr><td>9</td><td>8</td><td></td><td></td><td>7</td><td></td><td>1</td><td>4</td></tr> <tr><td>7</td><td>1</td><td></td><td>3</td><td>6</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>4</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td>6</td></tr> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td>6</td><td></td><td></td><td>2</td><td>5</td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td>4</td><td>3</td><td>8</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>2</td><td>9</td><td></td><td>1</td><td></td><td></td><td>7</td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td>7</td><td>5</td><td></td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>2</td><td>9</td><td></td><td>1</td><td>6</td><td>5</td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td>8</td><td></td><td>1</td></tr> </table>	9	8			7		1	4	7	1		3	6						4	1				6	1			6			2	5	5			4	3	8				2	9		1			7	8			7	5			3			2	9		1	6	5	6				4	8		1	ถูกต้อง	
9	8			7		1	4																																																																				
7	1		3	6																																																																							
		4	1				6																																																																				
1			6			2	5																																																																				
5			4	3	8																																																																						
	2	9		1			7																																																																				
8			7	5			3																																																																				
		2	9		1	6	5																																																																				
6				4	8		1																																																																				
2	<table border="1"> <tr><td></td><td>6</td><td></td><td></td><td>1</td><td></td><td></td><td>2</td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td>7</td><td>2</td><td>6</td><td></td><td>8</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>5</td><td></td><td>1</td><td>9</td><td></td><td></td><td>2</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td></td><td>2</td><td></td><td>6</td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td>3</td><td></td><td>9</td><td>8</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td>5</td><td>9</td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>9</td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>5</td><td>7</td><td></td><td></td><td>8</td><td>1</td><td>2</td><td></td></tr> </table>		6			1			2	4		7	2	6		8		2		8				1	3		5		1	9			2			1		2		6	4			4		3		9	8			2		5	9		1			9	4				3	5	7			8	1	2		ถูกต้อง	
	6			1			2																																																																				
4		7	2	6		8																																																																					
2		8				1	3																																																																				
	5		1	9			2																																																																				
		1		2		6	4																																																																				
		4		3		9	8																																																																				
		2		5	9		1																																																																				
		9	4				3																																																																				
5	7			8	1	2																																																																					

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงความถูกต้องของผลการทดลองภาพถ่ายเกมซูโดะกระดับง่าย (ต่อ)

ครั้งที่	อินพุต	ผลการทดลอง	เอาต์พุต																																																																																	
3	<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>4</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td>8</td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td>3</td><td>7</td><td></td><td></td><td>2</td><td>6</td></tr> <tr><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td>7</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>6</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td></td><td>9</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>8</td><td></td><td></td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td>2</td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td>2</td><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td>9</td><td>5</td><td></td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>7</td><td>1</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>5</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td>8</td><td>4</td><td>6</td><td>9</td><td></td></tr> </table>	4	1						3	8	8			3	7			2	6		3			4		7				6	3	4	5		9			5	8			1				2	7		2		3				4		4			9	5			3		7	1	2					5	3				8	4	6	9		ถูกต้อง	
4	1						3	8																																																																												
8			3	7			2	6																																																																												
	3			4		7																																																																														
	6	3	4	5		9																																																																														
5	8			1				2																																																																												
7		2		3				4																																																																												
	4			9	5			3																																																																												
	7	1	2					5																																																																												
3				8	4	6	9																																																																													
4	<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td>7</td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td>1</td><td>8</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>7</td><td>9</td><td></td><td>5</td><td></td><td></td><td>2</td><td>6</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>7</td><td>9</td><td></td><td>5</td><td>6</td><td>3</td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td>2</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td>8</td><td></td><td></td><td>5</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>4</td><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>6</td></tr> <tr><td>9</td><td>8</td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td>5</td><td>4</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>5</td><td></td><td>1</td><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	5			6				7	3	3			4		1	8				7	9		5			2	6			7	9		5	6	3		8			2	3				1	6				4	8			5			4	5					6	9	8			2		5	4		2	5		1	6					ถูกต้อง	
5			6				7	3																																																																												
3			4		1	8																																																																														
	7	9		5			2	6																																																																												
		7	9		5	6	3																																																																													
8			2	3				1																																																																												
6				4	8			5																																																																												
		4	5					6																																																																												
9	8			2		5	4																																																																													
2	5		1	6																																																																																
5	<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td></td><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td>4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>6</td><td>5</td><td></td><td>3</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td>1</td><td>7</td></tr> <tr><td></td><td>9</td><td>8</td><td></td><td></td><td>6</td><td></td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td>5</td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td>8</td></tr> <tr><td></td><td>2</td><td>6</td><td></td><td>3</td><td></td><td>7</td><td>9</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>5</td><td></td><td></td><td>8</td><td>2</td><td></td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td>6</td></tr> <tr><td>6</td><td>8</td><td></td><td>3</td><td></td><td>7</td><td>9</td><td></td><td></td></tr> </table>		6				3	4							6	5		3	2	3	4			2			1	7		9	8			6			3	1			5		4			8		2	6		3		7	9			5			8	2			1		3		1	4				6	6	8		3		7	9			ถูกต้อง	
	6				3	4																																																																														
				6	5		3	2																																																																												
3	4			2			1	7																																																																												
	9	8			6			3																																																																												
1			5		4			8																																																																												
	2	6		3		7	9																																																																													
	5			8	2			1																																																																												
	3		1	4				6																																																																												
6	8		3		7	9																																																																														
6		ถูกต้อง																																																																																		

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงความต้องการของผลการทดลองภาพถ่ายเกมซูโคะกูระดับง่าย (ต่อ)

ครั้งที่	อินพุต	ผลการทดลอง	เอาต์พุต
7		ถูกต้อง	
8		ถูกต้อง	
9		ถูกต้อง	
10		ถูกต้อง	

#### 4.1.2 ซูโดะกระดับก่อนข้างยาก

ระดับนี้การหาตัวเลขจะเพิ่มระดับความยากขึ้น ตัวเลขจะน้อยลง เหมาะกับผู้ที่เล่นเป็น และเพิ่มระดับความท้าทายมากขึ้น ดังตัวอย่างรูปที่ 4.3

	7	9		5		6	3	
		5		1	8			
3							1	
		6			1		2	4
		4	8		3	7		
9	2			6			5	
					9	1	4	
		1	7	3			6	
		7		4	5		8	
						8		
						6	7	
	9							3
	8	2						9
		8			4	5		6
2		7	1					5
	6				9		3	
	5	9			2			1
1	7				6			8
					3	8	5	

รูปที่ 4.3 ซูโดะกระดับก่อนข้างยาก

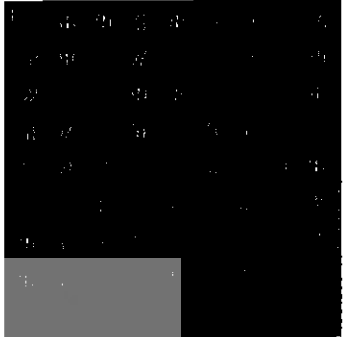
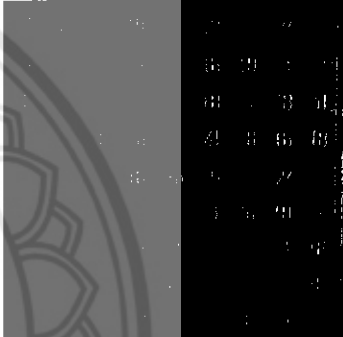
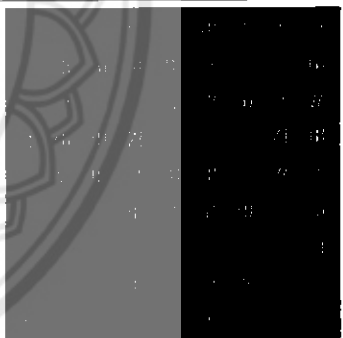
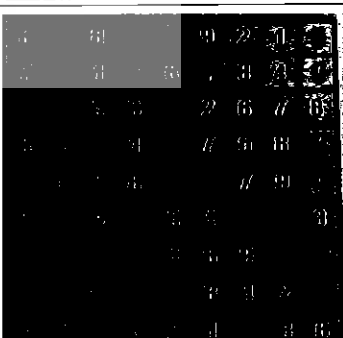
ในการทดลองจะใช้ภาพซูโดะกระดับก่อนข้างยากจำนวน 10 ภาพ ถ่ายภาพจากในหนังสือ 5 ภาพ และในเว็บไซต์เกมซูโดะกุ 5 ภาพ (<http://gamecenter.kapook.com/showfull-47510>) โดยมีผลการทดลองดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงความถูกต้องของผลการทดลองภาพถ่ายเกมซูโดะกระดับก่อนข้างยาก


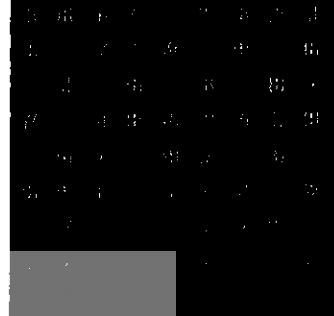

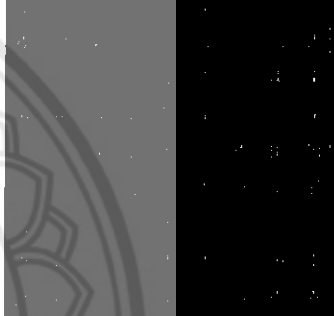

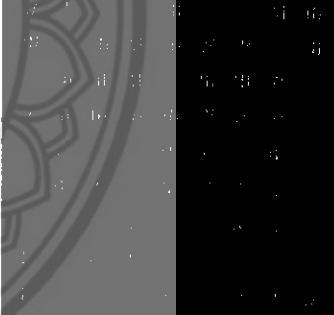
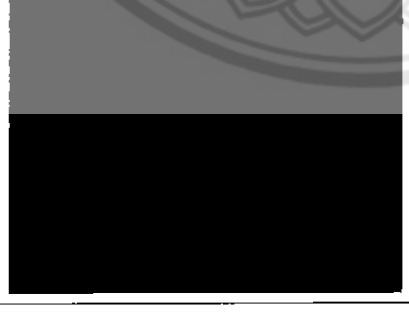
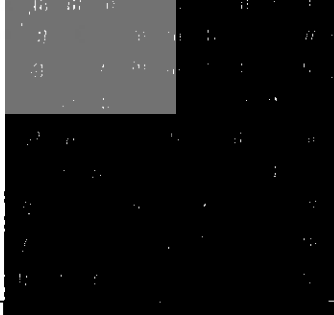
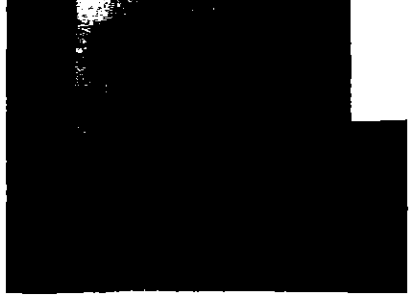
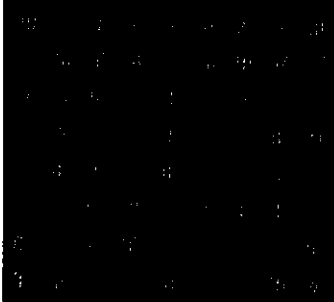
ครั้งที่	อินพุต	ผลการทดลอง	เอาต์พุต																																																																																	
1	<table border="1"> <tbody> <tr><td></td><td></td><td>5</td><td></td><td>1</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>8</td><td>2</td><td></td><td></td><td>5</td><td>7</td><td>4</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td>3</td><td>6</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>8</td><td></td><td>5</td><td>6</td><td></td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>3</td><td>8</td><td></td><td>4</td><td></td><td>7</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>7</td><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td>9</td><td>6</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>6</td><td>1</td><td>4</td><td></td><td>8</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td>7</td><td></td><td>5</td><td></td></tr> </tbody> </table>			5		1	3					8	2			5	7	4		4								3					2		3	6				8		5	6		1				3	8		4		7				7		3			9	6			6	1	4		8			2	9				7		5		ถูกต้อง	
		5		1	3																																																																															
	8	2			5	7	4																																																																													
4								3																																																																												
				2		3	6																																																																													
		8		5	6		1																																																																													
		3	8		4		7																																																																													
		7		3			9	6																																																																												
		6	1	4		8																																																																														
2	9				7		5																																																																													



ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงความถูกต้องของผลการทดลองภาพถ่ายเกมซูโดะกระดับก่อนข้างยาก(ต่อ)

ครั้งที่	อินพุต	ผลการทดลอง	เอาต์พุต																																																																																	
2	<table border="1"> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>5</td><td></td><td>6</td><td>2</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>1</td><td>4</td><td></td><td></td><td>5</td><td>8</td><td>7</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>8</td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td>9</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>3</td><td>6</td><td>7</td><td></td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td>8</td><td></td><td>5</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>2</td><td>1</td><td>7</td><td></td><td></td><td>8</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td>5</td><td>3</td><td></td><td></td><td>6</td></tr> </table>	7						2				5		6	2				1	4			5	8	7			8		2			9			3	6	7		1		4	9				8		5					4		2	3			2	1	7			8			1	5	3			6	ถูกต้อง										
7						2																																																																														
		5		6	2																																																																															
	1	4			5	8	7																																																																													
		8		2			9																																																																													
		3	6	7		1																																																																														
4	9				8		5																																																																													
				4		2	3																																																																													
		2	1	7			8																																																																													
		1	5	3			6																																																																													
3	<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td>8</td><td></td><td>1</td><td></td><td>4</td><td></td><td>5</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>7</td><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td>8</td><td>2</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>7</td><td>5</td><td></td><td>6</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td></td><td>7</td></tr> <tr><td></td><td>8</td><td>6</td><td>3</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>3</td><td></td><td>9</td><td>5</td><td>7</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>5</td><td>8</td><td></td><td></td><td>2</td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td>9</td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td>3</td></tr> </table>			8		1		4		5			7		3			8	2				7	5		6			2			7								4				1		7		8	6	3	2				4			3		9	5	7					5	8			2	1		6	9			4				3	ถูกต้อง	
		8		1		4		5																																																																												
		7		3			8	2																																																																												
			7	5		6																																																																														
2			7																																																																																	
		4				1		7																																																																												
	8	6	3	2				4																																																																												
		3		9	5	7																																																																														
		5	8			2	1																																																																													
6	9			4				3																																																																												
4	<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td>6</td><td></td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>9</td><td></td><td>3</td><td>6</td><td></td><td></td><td>8</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td>7</td><td>5</td><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td>9</td><td></td><td></td><td>6</td><td></td><td>2</td></tr> <tr><td></td><td>7</td><td>4</td><td></td><td>8</td><td></td><td></td><td>3</td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td>8</td><td>5</td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td>6</td><td>9</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>5</td><td></td><td>4</td><td></td><td></td></tr> </table>			6		1					8						2	1		4	9		3	6			8		3				7	5	1			5			9			6		2		7	4		8			3		9				2		8	5		1				3			6	9				1	5		4			ถูกต้อง	
		6		1																																																																																
8						2	1																																																																													
4	9		3	6			8																																																																													
3				7	5	1																																																																														
5			9			6		2																																																																												
	7	4		8			3																																																																													
9				2		8	5																																																																													
1				3			6	9																																																																												
			1	5		4																																																																														
5	<table border="1"> <tr><td></td><td>3</td><td></td><td>4</td><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td>5</td></tr> <tr><td></td><td>2</td><td></td><td>8</td><td></td><td>5</td><td></td><td></td><td>9</td></tr> <tr><td>9</td><td>4</td><td></td><td></td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>6</td><td>4</td><td></td><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td>2</td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td>8</td><td>3</td><td></td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>7</td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td>1</td><td>6</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>8</td><td></td><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td>5</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>9</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td>7</td></tr> <tr><td></td><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>8</td><td></td><td></td></tr> </table>		3		4	7				5		2		8		5			9	9	4			1						6	4		9				2	5				8	3			4		7		2			1	6		2	8		7				5	1				9	3				7		9					8			ถูกต้อง	
	3		4	7				5																																																																												
	2		8		5			9																																																																												
9	4			1																																																																																
	6	4		9				2																																																																												
5				8	3			4																																																																												
	7		2			1	6																																																																													
2	8		7				5	1																																																																												
			9	3				7																																																																												
	9					8																																																																														

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงความถูกต้องของผลการทดลองภาพถ่ายเกมซูโดะกระดับก่อนข้างยาก(ต่อ)

ครั้งที่	อินพุต	ผลการทดลอง	เอาต์พุต
6		ถูกต้อง	
7		ถูกต้อง	
8		ถูกต้อง	
9		ถูกต้อง	
10		ถูกต้อง	

4.1.3 ซูโคะกุระดักบียาก

ในระดับนี้การหาตัวเลขจะซับซ้อนมากขึ้น นั่นหมายความว่าตัวเลขที่ให้มาจะน้อยลง เมื่อเทียบกับระดับง่าย ดังตัวอย่างรูปที่ 4.4

3				4												9	7			
	5	6	2	3					9				7			4	3	8		
			9						4	8										
				4	1						6		6			8	3			5
			4		2			5	3								1	6	7	
			5								9		8				2			
					7	1							1	8			2		5	3
			1	5				8		3			2			6	4			
6	7									2					3					6

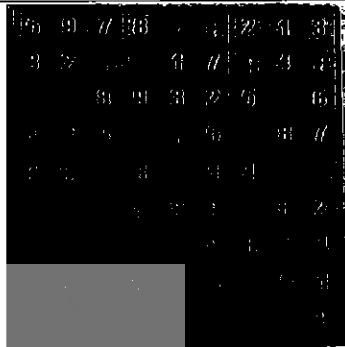
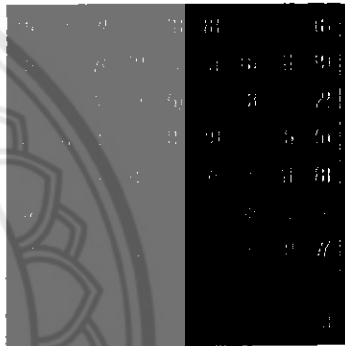
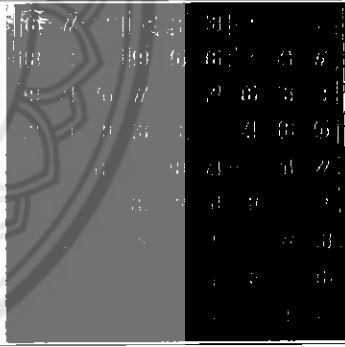
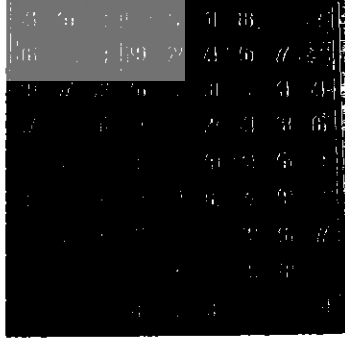
รูปที่ 4.4 ซูโคะกุระดักบียาก

ในการทดลองจะใช้ภาพซูโคะกุระดักบียากจำนวน 10 ภาพ ถ่ายภาพจากในหนังสือ 5 ภาพ และในเว็บไซต์เกมซูโคะกุ 5 ภาพ (<http://gamecenter.kapook.com/showfull-47510>) โดยมีผลการทดลองดังตารางที่ 4.3


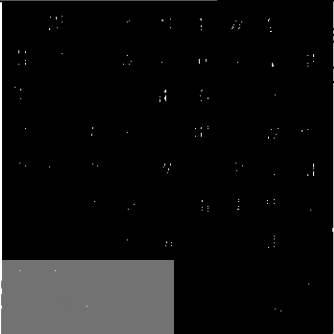

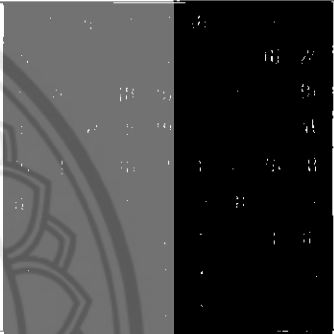

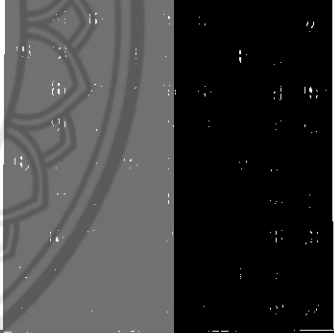

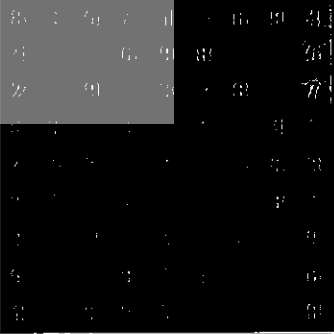

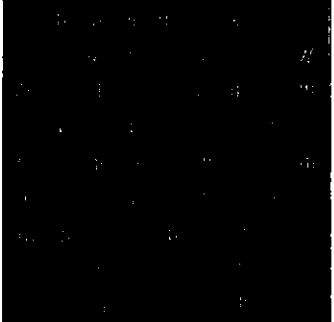
ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงความถูกต้องของผลการทดลองภาพถ่ายเกมซูโคะกุระดักบียาก

ครั้งที่	อินพุต	ผลการทดลอง	เอาต์พุต																																																																																										
1	<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>6</td><td>5</td><td></td><td></td><td>9</td><td></td><td>8</td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>7</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td>6</td><td></td><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td>7</td><td></td><td></td><td>9</td><td>5</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>5</td><td>1</td><td>7</td><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td>8</td><td>2</td><td></td><td></td></tr> </table>					4	6							6	5			9		8		1	4							7					2	6		1						2		7			9	5				5					3				5	1	7	9					3	9				2								3				8	2			ถูกต้อง	
				4	6																																																																																								
		6	5			9		8																																																																																					
1	4							7																																																																																					
			2	6		1																																																																																							
		2		7			9	5																																																																																					
		5					3																																																																																						
	5	1	7	9					3																																																																																				
9				2																																																																																									
		3				8	2																																																																																						

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงความถูกต้องของผลการทดลองภาพถ่ายเกมซูโดะกุระดับยาก(ต่อ)

ครั้งที่	อินพุต	ผลการทดลอง	เอาต์พุต																																																																																										
2	<table border="1"> <tr><td></td><td>4</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>6</td></tr> <tr><td></td><td>6</td><td></td><td>3</td><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td>5</td><td>7</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td>9</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>8</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td></td><td>9</td><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2</td></tr> <tr><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>7</td><td>8</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>5</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>7</td><td>4</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>9</td><td></td><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>4</td></tr> </table>		4	1						6		6		3	9				5	7					4			9							8	2					1		9	5						2		3						7	8				6							5				7	4	2					5	9			3					4	ถูกต้อง		
	4	1						6																																																																																					
	6		3	9				5	7																																																																																				
				4			9																																																																																						
				8	2																																																																																								
1		9	5						2																																																																																				
	3						7	8																																																																																					
		6							5																																																																																				
			7	4	2																																																																																								
5	9			3					4																																																																																				
3	<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>5</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>5</td><td></td><td></td><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td>6</td><td></td><td>9</td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td>7</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td>7</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>9</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>8</td><td></td><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>6</td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>2</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td>6</td><td></td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>9</td><td>2</td><td></td><td>8</td><td></td><td></td></tr> </table>				7				1	5			5			6						8	6		9		4			7					4			7				5	3						9				8		5					6	4		2	3								4			3			6			1					9	2		8			ถูกต้อง	
			7				1	5																																																																																					
	5			6																																																																																									
8	6		9		4			7																																																																																					
			4			7																																																																																							
5	3						9																																																																																						
	8		5					6	4																																																																																				
	2	3																																																																																											
4			3			6			1																																																																																				
				9	2		8																																																																																						
4	<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td>2</td><td>4</td><td>8</td><td></td><td>9</td><td>5</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>3</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>8</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>6</td><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>8</td><td></td><td>5</td><td></td><td></td><td>7</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>6</td><td>9</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td>8</td><td></td><td>4</td><td></td><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>9</td><td></td><td>1</td><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>5</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>			2	4	8		9	5				3	1				2								1					8					6	7					3	8		5			7						4					6	9		5		8		4		1					9		1	7							2					5				ถูกต้อง	
		2	4	8		9	5																																																																																						
	3	1				2																																																																																							
				1					8																																																																																				
				6	7																																																																																								
3	8		5			7																																																																																							
		4					6	9																																																																																					
5		8		4		1																																																																																							
	9		1	7																																																																																									
	2					5																																																																																							
5	<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td>3</td><td>7</td><td>6</td><td></td><td></td><td>2</td><td>9</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>1</td><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>8</td><td></td><td>6</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>9</td><td></td><td>8</td><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td>6</td><td></td><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>8</td></tr> <tr><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>6</td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>5</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td>9</td><td>4</td><td></td><td></td></tr> </table>			3	7	6			2	9			1	8							3					8		6					9		8	5						2		6		7					8		3								2					4	5					1	6		2						5			7				9	4			ถูกต้อง	
		3	7	6			2	9																																																																																					
	1	8							3																																																																																				
				8		6																																																																																							
	9		8	5																																																																																									
2		6		7					8																																																																																				
	3								2																																																																																				
				4	5																																																																																								
1	6		2						5																																																																																				
		7				9	4																																																																																						

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงความถูกต้องของผลการทดลองภาพถ่ายเกมซูโดะกุระดับยาก (ต่อ)

ครั้งที่	อินพุต	ผลการทดลอง	เอาต์พุต
6		ถูกต้อง	
7		ถูกต้อง	
8		ถูกต้อง	
9		ถูกต้อง	
10		ถูกต้อง	

## สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าชุดโคะระดับง่าย ระดับก่อนข้างยาก และระดับยาก เมื่อประมวลผลภาพดิจิทัลแล้วความถูกต้อง 100% จะเห็นได้จากการทดลอง

### 4.2 กรณีภาพเอียงและหมุน

การถ่ายรูปเพื่อให้ประมวลผลได้มีข้อจำกัด จึงได้ทำการทดลองเรื่องการเอียงภาพและหมุนภาพเพื่อให้ผู้ใช้ได้ปฏิบัติอย่างถูกต้องขณะถ่ายภาพ ซึ่งการเอียงนั้นมี 3 แบบ เอียงซ้าย ขวา และด้านหน้า โดยการเอียงคือกล้องจะเอียงไปทางไหน ส่วนการหมุนมี 2 แบบ คือซ้ายและขวา โดยการหมุนคือภาพหมุนไปทางซ้ายและทางขวา

#### 4.2.1 กล้องเอียงไปทางซ้าย

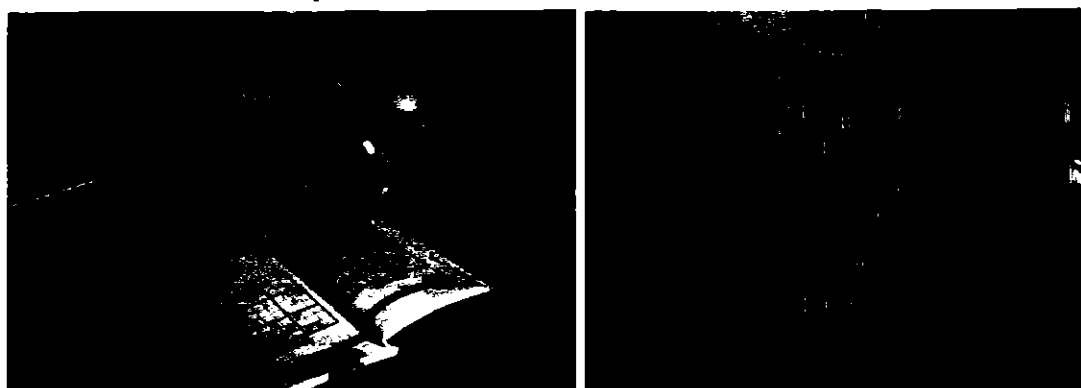
เมื่อกำลังเอียงไปทางซ้าย ภาพที่ถ่ายได้จะเป็นดังรูป คือภาพด้านซ้ายจะเล็กลงและมองเห็นไม่ชัดเจน ขณะประมวลผลภาพอาจเทียบตัวเลขดังกล่าวไม่ได้เพราะมีขนาดเล็กและไม่ชัดเจนดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 ภาพถ่ายเอียงกล้องไปทางซ้ายขณะถ่าย

#### 4.2.2 กล้องเอียงไปทางขวา

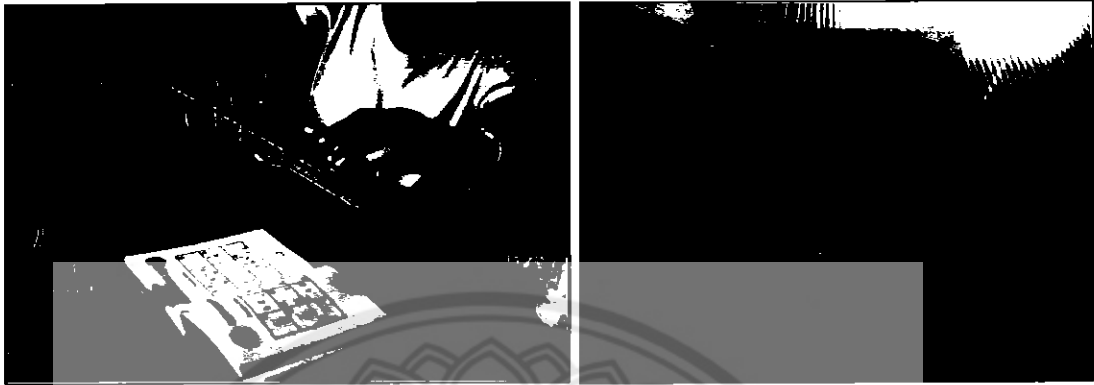
ขณะถ่ายภาพหากกล้องเอียงไปทางขวา ภาพที่ถ่ายได้จะเป็นดังรูป คือภาพด้านขวาจะเล็กลงและมองเห็นไม่ชัดเจนดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ภาพถ่ายเอียงกล้องไปทางขวาขณะถ่าย

### 4.2.3 กล้องเอียงไปข้างหน้า

เมื่อตัวกล้องเอียงไปทางข้างหน้าขณะถ่ายภาพ ภาพที่ได้จะเป็นคังรูป คือ ภาพจะค่อยๆ จางหายไป ด้านล่างจะคมชัด ภาพด้านบนจะไม่ชัด ดังรูปที่ 4.7



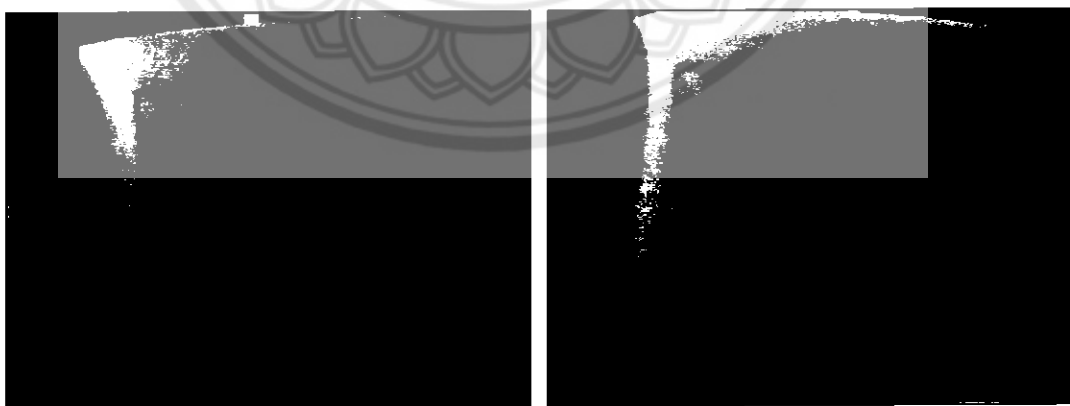
รูปที่ 4.7 ภาพถ่ายเอียงกล้องไปข้างหน้าขณะถ่าย

### สรุปผลการทดลอง

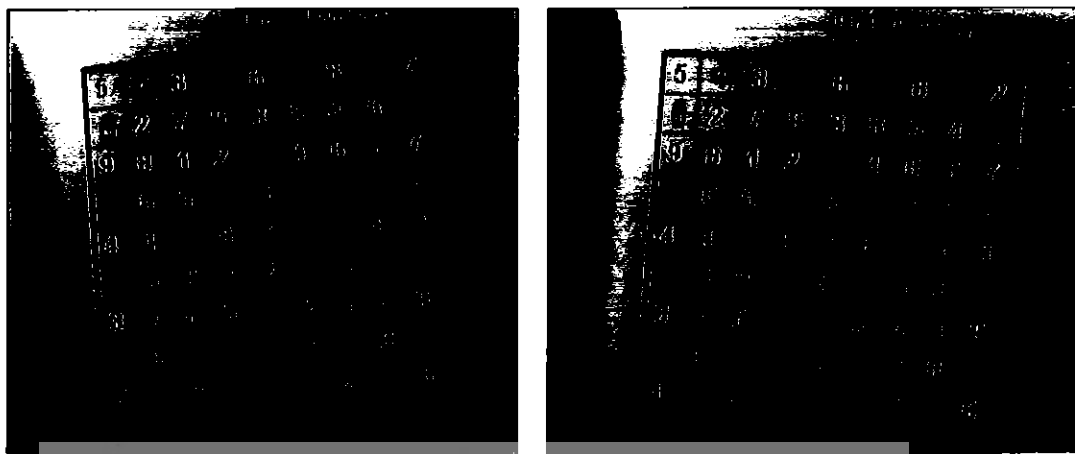
จากการทดลองพบว่าขณะที่ถ่ายภาพ สามารถเอียงกล้องไปทางซ้าย ขวา และด้านหน้า ได้ไม่เกิน 30 องศา เพื่อให้ภาพยังคงคมชัดการประมวลผลภาพจะ ได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

### 4.2.4 การหมุนภาพ

ขณะที่ถ่ายภาพ ภาพอาจจะหมุนซ้ายหรือขวาได้ กรณีที่ไม่ได้วางบนพื้นราบเรียบ จึงได้ทดลองการหมุนภาพเพื่อให้ผู้ใช้วางภาพ ได้อย่างถูกต้อง ตัวอย่างภาพหมุนซ้ายและขวาดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 ภาพถ่ายหมุนซ้ายและขวา



รูปที่ 4.9 เกมถ่ายภาพหมอนซ้ายและขวา

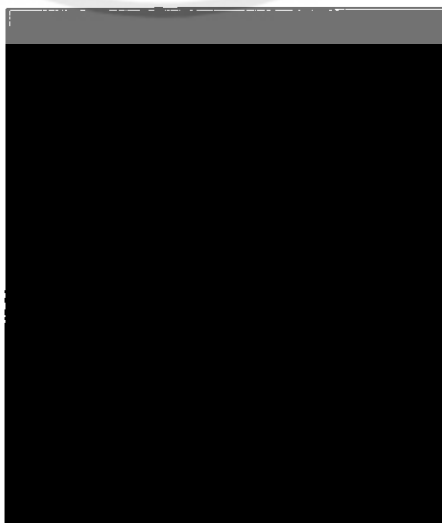
#### สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า หากถ่ายภาพที่หมอนจะสามารถหมอนได้ไม่เกิน 5 องศา หากมากกว่านั้น จะไม่สามารถประมวลผลภาพได้ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการทดลอง ซึ่งสามารถเอียงได้เล็กน้อยเท่านั้น

#### 4.3 ภาพถ่ายที่ประมวลผลภาพไม่ได้

การถ่ายภาพมีผลต่อประสิทธิภาพการประมวลผลภาพดิจิทัล จากที่ได้ทำการทดลองพบว่า การถ่ายภาพมีผลทำให้การประมวลผลภาพผิดพลาด คือหาตารางไม่เจอ จึงไม่สามารถแก้ปัญหาได้ จึงได้รวบรวมการถ่ายภาพที่ไม่ถูกต้อง เพื่อให้ผู้ใช้ปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง และเข้าใจข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการถ่ายภาพที่ไม่ถูกต้องมี 4 แบบ คือ ภาพเอียง ภาพหมอน ภาพเบลอ และถ่ายภาพไกลเกินไป

##### 1. ภาพเอียงเกินไป



ภาพที่ 4.10 ตัวอย่างการถ่ายภาพเอียงจนเกินไป



เมื่อเอียงกล้องไปทางไหนจะพบว่าฝั่งตรงกันข้ามของรูปภาพจะมองเห็นไม่ชัดเจน จะเห็นได้จากการทดลองการเอียงกล้องขณะถ่ายภาพ ในกรณีนี้เอียงกล้องไปทางขวา ภาพทางด้านซ้ายจึงมองเห็นตัวเลขไม่ชัดเจน โปรแกรมจึงไม่สามารถค้นหาตัวเลขฝั่งซ้ายได้ จึงทำการแทนตัวเลขจาก 1 เป็น 4 ดังรูปที่ 4.11



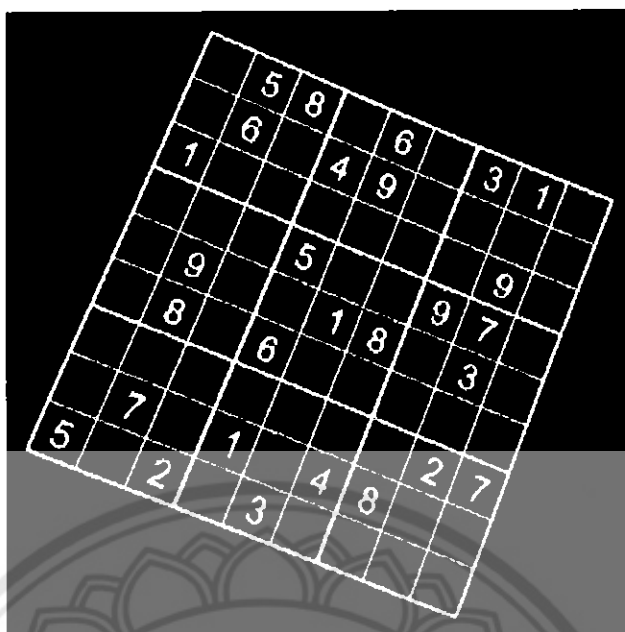
ภาพที่ 4.11 ผลลัพธ์จากการประมวลผลภาพถ่ายเอียง

## 2. ภาพหมุนซ้ายหรือขวาเกินไป



ภาพที่ 4.12 ตัวอย่างภาพหมุนจนเกินไป

เมื่อถ่ายรูปและกดส่งเพื่อไปประมวลผลภาพดิจิทัลที่เครื่องแม่ข่าย จากการประมวลผลภาพสามารถหาระดับที่ใหญ่ที่สุดได้ หาค่าในตารางได้ และนำค่าไปเก็บในอาร์เรย์ (Array) แต่เพราะว่าตารางเอียงการเก็บค่าตัวเลขจึงผิด จึงไม่สามารถนำตัวเลขนั้นไปแก้ปัญหาได้ ดังภาพที่ 4.13



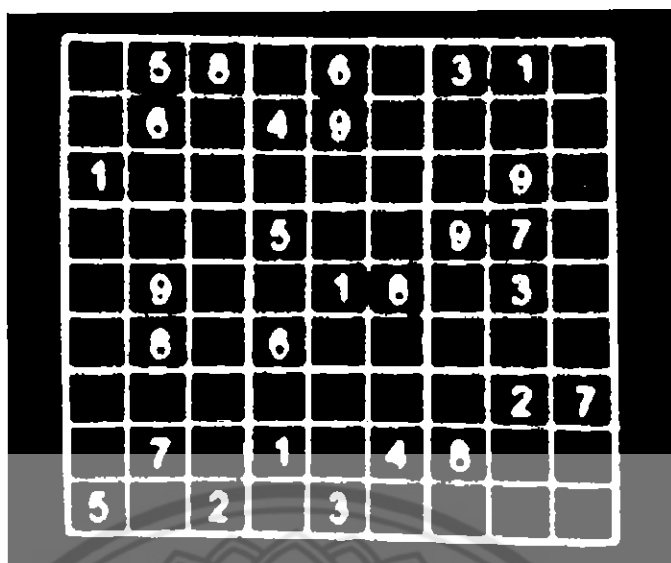
ภาพที่ 4.13 ผลลัพธ์จากการประมวลผลภาพหมุนเกินซ้ายหรือขวาเกินไป

### 3. ภาพเบลอ



รูปที่ 4.14 ตัวอย่างภาพเบลอ

ในการประมวลผลภาพนั้น ภาพเบลอจะหาตารางใหญ่ไม่เจอเพราะในโปรแกรมได้ทำการกำหนดไว้ว่าถ้าพิกเซลหารด้วยขนาดพื้นที่ของ Blob นั้นมีค่ามากกว่าที่เรากำหนดจะถือว่าไม่ใช่ตาราง ซึ่งภาพเบลอนั้นอัตราส่วนดังกล่าวมีค่ามากกว่าที่เรากำหนด จึงทำให้โปรแกรมหาตารางไม่เจอ ดังรูปที่ 4.15



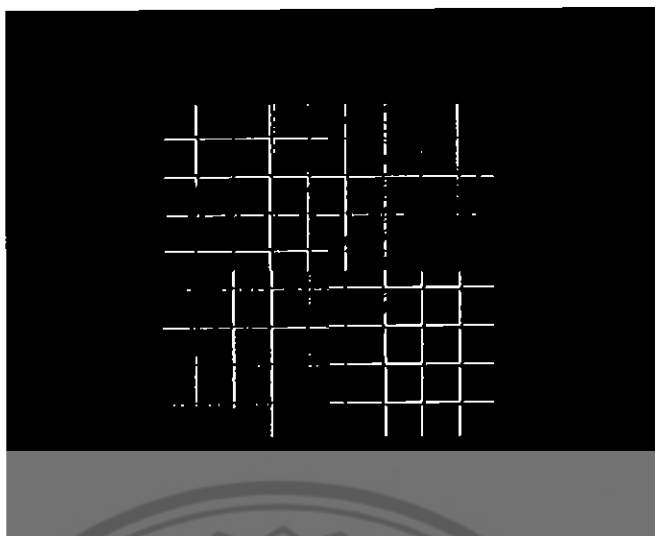
ภาพที่ 4.15 ผลลัพธ์จากการประมวลผลภาพเบลอ

4. ภาพถ่ายไกลเกินไป



รูปที่ 4.16 ตัวอย่างภาพถ่ายที่ไกลเกินไป

ในกรณีที่ถ่ายภาพไกลเกินไป ทำให้ภาพมีขนาดเล็กลง ตัวเลขขนาดเล็กน้อยกว่าขอบเขตที่กำหนดไว้ในการหาวัตถุในตาราง ทำให้โปรแกรมพบว่าตารางนั้น เป็นเพียงตารางที่ว่างเปล่าไม่มีวัตถุใดๆ อยู่ในตาราง ดังรูปที่ 4.17

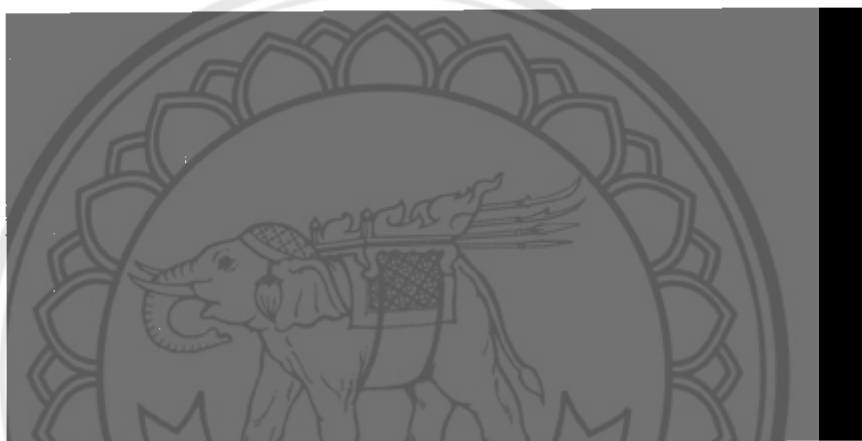


รูปที่ 4.17 ภาพผลลัพธ์จากการประมวลผลภาพขนาดเล็ก

การถ่ายภาพที่ใกล้เกินไปอาจคิดตารางเกมซูโดะกามา 2 ตาราง ในการประมวลผลภาพนั้น จะทำการเลือกภาพที่มีพื้นที่ตารางที่ใหญ่ที่สุดเลือกมาประมวลผลภาพและแก้ปัญหาลูโซะ ดังรูปที่ 4.18 และ 4.19 ในแนวดิ่งและแนวนอน



รูปที่ 4.18 ภาพการประมวลผลกรณีถ่าย 2 ตารางแนวดิ่ง



รูปที่ 4.19 ภาพการประมวลผลกรณีถ่าย 2 ตารางแนวนอน

ในบทนี้ได้ทำการทดลอง โปรแกรมในเรื่องความถูกต้องของการแก้ปัญหา และการทดลองถ่ายภาพที่ไม่ถูกต้อง รวมถึงกรณีการถ่ายภาพแบบต่างๆ ที่สามารถประมวลผลภาพได้และไม่สามารถประมวลผลภาพได้ และในบทต่อไปจะได้กล่าวถึงการสรุปผลการทดลอง ข้อเสนอแนะ และปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทดลอง

## บทที่ 5

### บทสรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ

จากการดำเนินการศึกษาและทำโครงการได้ผลสรุปดังนี้ การทดลองโปรแกรมแก้ปริศนาซูโดกุอัตโนมัติผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต พบว่าสามารถตรวจหาตารางและค้นหาตัวเลขจากภาพปริศนาได้ และแสดงผลลัพธ์ให้ผู้ใช้ได้ ซึ่งสามารถแก้ได้อย่างถูกต้อง

การทดลองโปรแกรมแก้ปริศนาซูโดกุอัตโนมัติผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีความผิดพลาดอยู่บ้างในเรื่องของการค้นหาตัวเลขที่อยู่ในตาราง เนื่องจากถ้ามีการถ่ายภาพที่ไม่ชัด จะทำให้โปรแกรมค้นหาตัวเลขไม่พบในบางตัวเลข จึงทำให้ไม่สามารถแก้ไขได้ถูกต้องทั้งหมด และถ้าระบบอินเทอร์เน็ตที่ใช้ในการทดลองเกิดมีปัญหาหรือว่าช้าเกินไป โปรแกรมจะไม่สามารถส่งผลลัพธ์กลับมาให้ผู้ใช้ได้

โปรแกรมที่พัฒนาสามารถใช้ได้ 2 ระบบคือ แอนดรอยด์ และ ไมโครซอฟท์วินโดวส์ ซึ่งหากจะให้สามารถนำไปใช้บนระบบอื่นก็สามารถทำได้เพียงแค่เขียน โปรแกรมขนาดเล็ก ที่ทำหน้าที่ถ่ายรูปส่งไปยังเครื่องแม่ข่าย และรับรูปภาพเพื่อแสดงผล

หากผู้พัฒนาได้พัฒนาอัลกอริทึมที่สามารถแก้ได้เร็วกว่าเดิม ก็สามารถแก้ได้บนเครื่องแม่ข่าย ได้เลยโดยไม่ต้องให้ผู้ใช้งานโหลดใหม่ หรืออัปเดตโปรแกรมเพิ่ม

#### 5.2 ปัญหาในการดำเนินโครงการ

1. ในการส่งภาพไปประมวลผลเพื่อกำหนดบั้นต้องส่งไฟล์ที่เป็นรูปภาพ พอลงประมวลผลภาพเสร็จก็จะต้องรอรับไฟล์ที่เป็นรูปภาพ ซึ่งในจุดนี้ทำให้เวลาในการส่งผลลัพธ์กลับไปหาผู้ใช้นั้นมีเวลามากเกินไป

2. ความเร็วของอินเทอร์เน็ตที่ใช้เชื่อมต่อมีผลกับโปรแกรม เนื่องจากถ้ามีการส่งข้อมูลกันช้าเกินไป โปรแกรมจะไม่สามารถแก้ไขและส่งข้อมูลกลับมาหาผู้ใช้ได้ จึงต้องทำการส่งภาพนั้นกลับไปประมวลผลอีกครั้ง

#### 5.3 ข้อเสนอแนะ

1. หากจะให้ลดแบนด์วิธ (Bandwidth) และเพิ่มความเร็วในการส่งข้อมูล ทำได้โดยการส่งเป็นพร็อกซี และข้อความตัวอักษรแทน
2. พัฒนาโปรแกรมเพื่อรองรับผู้ใช้หลายๆ คน
3. พัฒนาให้เป็นแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน
4. พัฒนาโปรแกรมให้ใช้ได้หลากหลายระบบปฏิบัติการ เช่น IOS, Windows Mobile

## เอกสารอ้างอิง

- [1] วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (24 มิถุนายน 2554). ชูโคะกุ. สืบค้นเมื่อ 5 กรกฎาคม 2554,  
จาก <http://th.wikipedia.org/wiki/ชูโคะกุ>
- [2] NANMEEBOOKS. วิธีการเล่น SUDOKU. สืบค้นเมื่อ 13 สิงหาคม 2554,  
จาก [http://www.nanmeebooks.com/reader/news\\_inside.php?newsid=37](http://www.nanmeebooks.com/reader/news_inside.php?newsid=37)
- [3] เต็กดีคอตคอม. งานศึกษาและวิจัยจากทั่วโลกที่น่าสนใจ ตอนที่ 325 : พบนอนเอกเขนเล่นเกม  
ลับสมองผลาญแคลอรีกว่าคุณก็หนึ่งชิ้น. สืบค้นเมื่อ 5 กรกฎาคม 2554,  
จาก [http://writer.dek-d.com/little\\_satan/story/viewlongc.php?id=404229&chapter=325](http://writer.dek-d.com/little_satan/story/viewlongc.php?id=404229&chapter=325)
- [4] ดร.จักรชัย โสอินทร์ และ พงษ์สร จันทร์ยอย. (2554). Basic Android App Development. (1).  
นนทบุรี: ไอดีซีซี
- [5] PSU KNOWLEDGE BANK PRINCE OF SONGKLA UNIVERCITY. บทที่ 3 หลักการ  
ประมวลผล]ภาพ. [online] Available:  
[http://kb.psu.ac.th/psukb/bitstream/2553/2731/7/250935\\_ch3.pdf](http://kb.psu.ac.th/psukb/bitstream/2553/2731/7/250935_ch3.pdf)
- [6] COE.PSU.AT.TH ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ม.สงขลานครินทร์. บทที่ 5 Morphological  
Image Processing. [online] Available:  
[http://www.google.co.th/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CFUQFjAA&url=http%3A%2F%2Ffivedots.coe.psu.ac.th%2F~montri%2Fteaching%2Fimage%2Fmorph.DOC&ei=Ocz9T8HcOIPJrQfOwf3fBg&usg=AFQjCNEZnLL3jqKDjCvof\\_wyH4vvnBzkNA&sig2=VPrm6ktVhNeP4cWO0k5hYw](http://www.google.co.th/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CFUQFjAA&url=http%3A%2F%2Ffivedots.coe.psu.ac.th%2F~montri%2Fteaching%2Fimage%2Fmorph.DOC&ei=Ocz9T8HcOIPJrQfOwf3fBg&usg=AFQjCNEZnLL3jqKDjCvof_wyH4vvnBzkNA&sig2=VPrm6ktVhNeP4cWO0k5hYw)
- [7] Assistant Professor Panomkhawn Riyamongkol, Ph.D. (2554). 305434 Digital Image  
Processing chapter9: Morphological Image Processing. [online] Available:  
<http://www.ecpe.nu.ac.th/panomkhawn/imagepro/download.html>
- [8] A podcast powered by FeedBurner. What-when-how. BLOB Analysis (Introduction to Video  
and Image Processing) Part 1. [online] Available:  
<http://what-when-how.com/introduction-to-video-and-image-processing/blob-analysis-introduction-to-video-and-image-processing-part-1/>
- [10] COE.PSU.AT.TH ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ม.สงขลานครินทร์. บทที่ 6 การแปลง  
ข้อมูลภาพ Two Dimensional Geometric Transformation. [online] Available:

[http://www.google.co.th/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CFsQFjAA&url=http%3A%2F%2Ffivedots.coe.psu.ac.th%2F~montri%2Fteaching%2Fimage%2Ftransform.DOC&ei=sQr\\_T8ekJoHZrQfMgqAO&usg=AFQjCNE-KuSmfRCtoZ2EVzPT2\\_n1GrzmQ&sig2=Y7qMNekLiPZHNkXXnHEgTQ](http://www.google.co.th/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CFsQFjAA&url=http%3A%2F%2Ffivedots.coe.psu.ac.th%2F~montri%2Fteaching%2Fimage%2Ftransform.DOC&ei=sQr_T8ekJoHZrQfMgqAO&usg=AFQjCNE-KuSmfRCtoZ2EVzPT2_n1GrzmQ&sig2=Y7qMNekLiPZHNkXXnHEgTQ)

- [11] กฤษฏี เค่นอริยะกุล. ซึยวีไมนเนอร์ ซอฟต์แวร์ทำเหมือนข้อมูลเชิงปริมาตร โดยใช้การวิเคราะห์ทอพอโลยีสามมิติ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. [online] Available: [http://www.vcharkarn.com/project/upload/0/510\\_1.pdf](http://www.vcharkarn.com/project/upload/0/510_1.pdf)







ภาคผนวก ก.  
เครื่องมือสำหรับเขียนโปรแกรม

เครื่องมือที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม

1. Matlab R2011B
2. Microsoft Visual C# studio 2010
3. FileZilla
4. Notepad++

เครื่องมือที่ใช้เขียนโปรแกรมระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

การพัฒนาแอนดรอยด์แอปพลิเคชัน (Android Application) นั้นสามารถทำได้บนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งระบบปฏิบัติการดังนี้

- Windows XP (32 bit), Windows Vista (32 หรือ 64 bit), Windows 7 (32 หรือ 64 bit)
- Mac OS X 10.5.8 ขึ้นไป
- Linux ที่มี GNU C Library (glibc) 2.7 ขึ้นไป
- Ubuntu Linux ใช้เวอร์ชัน 8.04 ขึ้นไป

จะต้องติดตั้งโปรแกรมดังต่อไปนี้

1. Eclipse IDE for Java Developer
2. JDK (Java Development Kit)
3. Android SDK (Android Software Development Kit)
4. ADT (Android Development Toolkit)

## ภาคผนวก ข.

## โปรแกรมส่วนการประมวลผลภาพ

ในโปรแกรมส่วนการประมวลผลภาพนี้จะทำหน้าที่รับภาพมาจากผู้ใช้ ซึ่งเมื่อโปรแกรมได้ทำการประมวลผลเสร็จสิ้นแล้ว ก็จะทำการส่งผลลัพธ์กลับไปให้ผู้ใช้

## Source Code ของโปรแกรม

```
% Read In a File
I_cam =
imread('C:\CS_MATLAB_SERVER\CS_MATLAB_SERVER\CS_MATLAB_SERVER\bin\Debug\shot.bmp');
imshow(I_cam);
load NEWTEMPLATE
output = imread('error.bmp');
imwrite(output, 'testimage.png');
I = I_cam;
imshow(I);
```

เป็นการอ่านไฟล์จากที่อยู่ของภาพที่บันทึกไว้เพื่อนำเข้ามาประมวลผล จากนั้นทำการเรียก

Template เข้ามา แล้วแสดงภาพที่อ่านเข้ามา

---

```
% Convert to Black and White
I = rgb2gray(I);
imshow(I);
B = medfilt2(I, [35 35]);
imshow(B);
I = B - I;
level = graythresh(I);
imshow(I);
BW = im2bw(I, level);
I = BW;
imshow(I);
```

เป็นการแปลงจากภาพสีให้เป็นภาพขาว-ดำ

---

```
% Remove Noise
figure
se = strel('rectangle', [1 1]);
closeBW = imclose(I, se);
I = bwareaopen(closeBW, 50);
imshow(I);
```

เป็นการกำจัดสิ่งรบกวนเล็กๆ ที่มีขนาดต่ำกว่าที่กำหนดไว้ออกไป

---

```

%% Find the biggest blob
hold on;
R = regionprops(I, 'Area', 'BoundingBox', 'PixelList');
NR = numel(R);

maxArea = 0;
for k = 1:NR
    A(k) = prod(R(k).BoundingBox(3:4));
    if (R(k).Area > maxArea) && ((R(k).Area/A(k)) < 0.2)
        maxArea = R(k).Area;
        kmax = k;
    end
end
end

```

```

boundingboxmax = R(kmax).BoundingBox;
Diagonal1 = sum(R(kmax).PixelList, 2);
Diagonal2 = diff(R(kmax).PixelList, [], 2);

[m, upperleft] = min(Diagonal1);
[m, downright] = max(Diagonal1);
[m, downleft] = min(Diagonal2);
[m, upperright] = max(Diagonal2);

pts = R(kmax).PixelList([upperleft downleft downright upperright
upperleft], :);
h_pts = plot(pts(:, 1), pts(:, 2), 'b', 'linewidth', 3);

```

เป็นการหาตารางที่ใหญ่ที่สุดในภาพ แล้วหามุมทั้งสี่ของตารางเพื่อวาดเส้นรอบรูป

---

```

%% Find object in blob
A_Objectmin = 80;
A_Objectmax = (boundingboxmax(3)/9)^2;
digitbox_minarea = 20;
digitbox_maxarea = (boundingboxmax(3)/9)^2;

h_digitcircles = zeros(1, NR);
Poriginal = zeros(NR, 2);
for k = 1:NR
    if R(k).Area < A_Objectmax && A(k) > digitbox_minarea &&
        A(k) < digitbox_maxarea ...
        && R(k).BoundingBox(3) < 40 &&
        R(k).BoundingBox(4) < 40 ...
        && R(k).BoundingBox(3) > 1 && R(k).BoundingBox(4)
        > 1
            Poriginal(k, :) =
                [R(k).BoundingBox(1)+R(k).BoundingBox(3)/2
                R(k).BoundingBox(2)+R(k).BoundingBox(4)/2];
            if
                inpolygon(Poriginal(k, 1), Poriginal(k, 2), pts(:, 1), pts(:, 2))
            h_digitcircles(k) =
                plot(Poriginal(k, 1), Poriginal(k, 2), 'yo', 'markersize', 24);
            end
        end
    end
end
end

```

เป็นการหาวัตถุที่อยู่ในตาราง โดยมีเงื่อนไขเป็นตัวกำหนด ถ้าวัตถุที่พบอยู่ในเงื่อนไขทั้งหมด โปรแกรมจะทำการวงกลมรอบวัตถุนั้นๆ

---

%% Draw grid on blob

```
T = cp2tform(pts(1:4,:),0.5 + [0 0; 9 0; 9 9; 0 9],'projective');
for n = 0.5 + 0:9
    [x,y] = tforminv(T,[n n],[0.5 9.5]); plot(x,y,'g');
end
for n = 0.5 + 0:9
    [x,y] = tforminv(T,[0.5 9.5],[n n]); plot(x,y,'g');
end
```

เป็นการวาดตารางย่อยทั้งแนวตั้งและแนวนอน ในตารางใหญ่

---

%% keep elements in blob

```
Pnew = (tformfwd(T,Poriginal));
Pnew = round(2*Pnew)/2;

del = find(sum(Pnew - floor(Pnew) > 0 | Pnew < 1 | Pnew > 9,2)) ;
Poriginal(del,:) = [];
Pnew(del,:) = [];
delete(nonzeros(h_digitcircles(del)));
```

เป็นการเก็บค่าของวัตถุในตาราง เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับ Template

## ภาคผนวก ก.

## โปรแกรมส่วนการเปรียบเทียบตัวเลขกับแม่แบบ

ในโปรแกรมส่วนนี้ จะเป็นการนำวัตถุที่ส่วนประมวลผลภาพหาพบในตาราง มาเปรียบเทียบกับ Template เพื่อให้ทราบว่าวัตถุนั้นเป็นตัวเลขใด เพื่อที่จะได้นำไปประมวลผลในขั้นตอนต่อไป

```
function [Pnew,del] = identifynumbers_fun(Pnew, Poriginal, NT, IBW)

% The actual identification algorithm
try
    Pnew(end,3) = 0;
    for k = 1:size(Poriginal,1)
        for s = [0 -1 1 -2 2 -3 3 -4 4 -5 5]
            N = bwselect(IBW, Poriginal(k,1) + s , Poriginal(k,2));
            if any(N(:))
                break
            end
        end
        if s == 5
            Pnew = nan;
            return
        end
        [i,j] = find(N);
        N = N(min(i):max(i), min(j):max(j));

        % Resize to be 20x20
        N = imresize(N, [20 20]);

        % convert image to double and background to -1
        N0 = double(N);
        [r,c] = find(N0==0);
        for i=1:length(r)
            N0(r(i),c(i)) = -1;
        end

        %for each digit, S(v) represents the degree of matching
        for v = 1:9
            for w=1:5
                S(v,w) = sum(sum(N0.*NT{v,w}));
            end
        end
        SR = max(S, [], 2);
        [C,I] = max(SR);
        Pnew(k,3) = I;

        if (Pnew(k,3) == 5 || Pnew(k,3) == 6) && abs(SR(5) - SR(6)) <
10
            E1 = regionprops(N, 'EulerNumber');
            if ~E1(1).EulerNumber
                Pnew(k,3) = 6;
            else
                Pnew(k,3) = 5;
            end
        end
    end
end
```

```
end
if (Pnew(k,3) == 3 || Pnew(k,3) == 8) && abs(SR(3) - SR(8)) <
10
    E2 = regionprops(N, 'EulerNumber');
    if ~E2(2).EulerNumber
        Pnew(k,3) = 8;
    else
        Pnew(k,3) = 3;
    end
end
end
catch
end
```



## ภาคผนวก ง.

## โปรแกรมส่วนการคำนวณแก้ปัญหา

ในโปรแกรมส่วนนี้จะเป็นการนำตัวเลขที่หาเจอมาทำการแก้ปัญหา โดยมีหลักการที่ใช้แก้คือ ตัวเลขที่จะเติมในช่องว่างนั้นจะต้องไม่ซ้ำกับตัวเลขภายในแถว หลัก และช่อง 3x3 ของตัวเลขนั้น

โดยจะเก็บค่าตัวเลขที่สามารถใส่ได้ ซึ่งโปรแกรมจะเริ่มใส่ตัวเลขลงไปก็ต่อเมื่อช่องนั้นสามารถใส่เลขได้ตัวเดียว หรือมีตัวเลขที่เป็นตัวเลข น้อยที่สุด หากลองใส่ตัวเลขนั้นลงไปแล้วเกิดข้อผิดพลาด โปรแกรมก็จะนำเลขจำนวนอื่นใส่ไปทดลองจนกว่าจะไม่มีข้อผิดพลาด

```
function D = sudoku_solver(D)

onefound = 1;
N = 0;
poss = 1:9;
while onefound
    splits = {};
    onefound = 0;
    for m = 1:9
        rowdata = nonzeros(D(m,:));
        for n = 1:9
            E = D(m,n);
            if E ~= 0, continue, end
            coldata = nonzeros(D(:,n));
            blk = [ceil(m/3) ceil(n/3)]-1;
            blkdata = nonzeros(D(blk(1)*3+[1:3],blk(2)*3+[1:3]));
            EE = zeros(1,9);
            RCB = [rowdata; coldata; blkdata(:)];
            EE(RCB) = 1;
            Enew = find(~EE);
            if isempty(Enew)
                D = []; return;
            elseif length(Enew) == 1;
                onefound = 1;
                D(m,n) = Enew;
                rowdata = nonzeros(D(m,:));
            else
                splits{end+1} = [m n Enew];
            end
        end
    end
end
end
if isempty(splits)
    return
end

splitlength = cellfun(@length,splits);
splits = splits(find(splitlength == min(splitlength),1));
m = splits(1); n = splits(2);
```



```
for test = 3:length(splits)
    D(m,n) = splits(test);
    D0 = sudoku_solver(D);
    if ~isempty(D0)
        D = D0;
        return
    end
end
D = [];
```

