



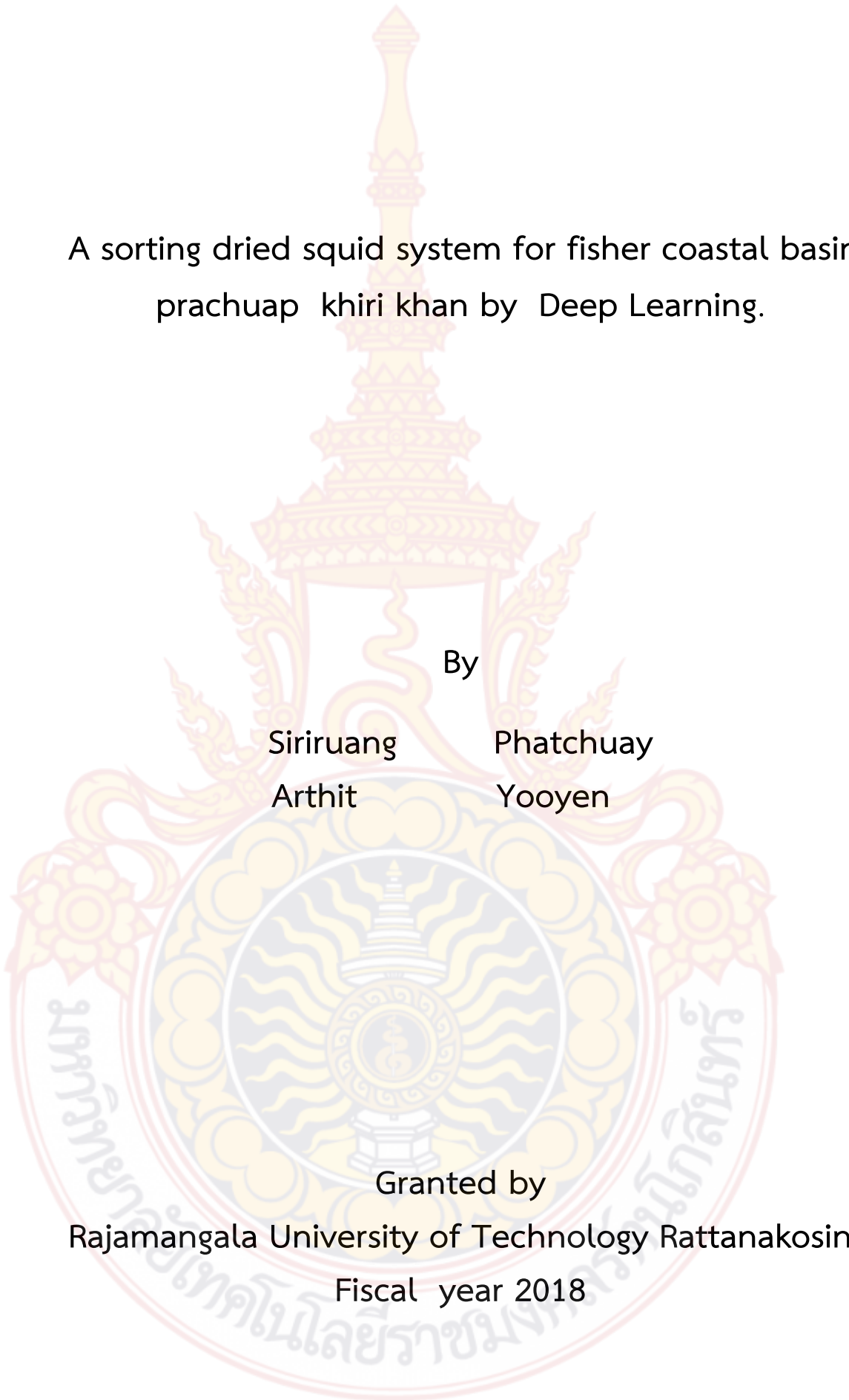
ระบบคัดแยกเกรดปลาหมึกแห้งสำหรับกลุ่มชาวประมงลุ่มน้ำชายฝั่ง  
ทะเลประจวบคีรีขันธ์ ด้วยหลักการ Deep Learning

โดย

ศิริเรือง  
อาทิตย์

พัฒน์ช่วย  
อยู่เย็น

สนับสนุนงบประมาณโดย  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์  
ประจำปีงบประมาณ 2561



A sorting dried squid system for fisher coastal basin  
prachuap khiri khan by Deep Learning.

By

Siriruang

Phatchuay

Arthit

Yooyen

Granted by

Rajamangala University of Technology Rattanakosin

Fiscal year 2018

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการวิจัย ประเภทผลผลิตผลงานวิจัยเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น/ชุมชน (SOC) โดยออกแบบและพัฒนาระบบต้นแบบสำหรับคัดแยกเกรดปลาหมึกแห้งสำหรับกลุ่มชาวประมงกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์ ด้วยหลักการ Deep Learning เพื่อช่วยเพิ่มมูลค่าการขายปลาหมึกแห้งให้แก่ชาวประมงกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์

ขอขอบคุณ กลุ่มชาวประมงพื้นที่เขาตะเกียบ และ ปราณบุรี สำหรับข้อมูลตัวอย่างภาพปลาหมึกที่ได้นำมาทดลองในงานวิจัยตลอดจนการให้ข้อมูลและให้ความร่วมมือในการให้ความร่วมมือในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ที่ให้เงินสนับสนุนในการทำงานวิจัยในครั้งนี้ จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

คณะผู้วิจัย  
กุมภาพันธ์ 2562



## บทคัดย่อ

**รหัสโครงการ** : SOC-24/2561  
**ชื่อโครงการวิจัย** : ระบบคัดแยกเกรดปลาหมึกแห้งสำหรับกลุ่มชาวยุโรปประมงกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเล  
ประจวบคีรีขันธ์ ด้วยหลักการ Deep Learning  
**ชื่อนักวิจัย** : นางสาวศิริเรือง พัฒน์ช่วย และนายอาทิตย์ อยู่เย็น

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการพัฒนาระบบต้นแบบการคัดแยกเกรดปลาหมึกแห้ง เพื่อช่วยเพิ่มมูลค่าการขายปลาหมึกแห้งให้แก่ชาวยุโรปประมงกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์ โดยหลักการดำเนินงานจะออกแบบและพัฒนาระบบด้วยภาษา Open CV ในโปรแกรม Microsoft Visual Studio Express 2013 โดยลักษณะการทำงานได้แนวคิดจากอัลกอริทึมของการประมวลผลภาพแบบเทคนิคการเรียนรู้แบบเชิงลึก (Deep Learning) โดยระบบที่พัฒนาขึ้นนั้นจะทำการคัดแยกเกรดปลาหมึก และประเภทของปลาหมึก โดยตัวอย่างรูปภาพที่มีความเกี่ยวข้อง ทั้งหมด 500 ภาพ โดยระบบจะทำการนำไฟล์ภาพเข้าสู่โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น และให้ระบบทำการประมวลผล โดยระบบจะไปดึงลักษณะของภาพที่มีความคล้ายเคียง หรือเกี่ยวข้องจาก 500 ภาพ มาทำการประมวลผลให้มีความถูกต้องแม่นยำมากที่สุด โดยชนิดของปลาหมึกมีอยู่ 2 ประเภท คือ ปลาหมึกแบบผ่า และปลาหมึกแบบไม่ผ่า และเกรดของปลาหมึกประกอบด้วย 3 เกรด คือ เกรด A เกรด B และเกรด C โดยผลค่าความถูกต้องแม่นยำอยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 85

---

**E-mail Address** : siriruang.pha@rmutr.ac.th  
**ระยะเวลาโครงการ** : 1 ตุลาคม 2560 - 30 กันยายน 2561

## Abstract

**Code of project** : SOC-24/2561  
**Project name** : A sorting dried squid system for fisher coastal basin prachuap khiri khan by Deep Learning  
**Resercher name** : Miss Siriruang Phatchuay and Mr. Arthit Yooyen

The purpose of this study was to develop a prototype of an octopus grade sorting system to help increase the value of dried squid sales to Prachuap Khiri Khan coastal fishermen. By working principle, will design and develop the system by language Open CV in Microsoft Visual Studio Express 2013 .By the behavior of the concept from the in deep learning algorithm The developed system will use 500 images for example. There are 2 types of squid that are tested, And there are 3 types of squid, ie grade A grade B and grade C, with a sorting dried squid system for fisher coastal basin an accuracy of 85 Percent.

---

**E-mail Address** : siriruang.pha@rmutr.ac.th  
**Period of project** : 1 October 2017 - 30 September 2018



## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	1
3 ขอบเขตงานวิจัย	2
4 นิยามศัพท์เฉพาะของการจัดทำวิจัย	2
5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
6 แนวทางในการนำงานวิจัยไปใช้ประโยชน์	3
<b>บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง</b>	
1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับปลาหมึก	4
2 การประมวลผลภาพและเทคโนโลยีการประมวลผลภาพ	8
3 การสื่อสารข้อมูล	27
4 แม่สี RGB	30
5 การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning)	35
6 Visual Studio C#	36
7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	37
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย</b>	
1 ประชากรและกลุ่มเป้าหมาย	42
2 วิธีดำเนินการวิจัย	42
3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	43

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4 อัลกอริทึมวิเคราะห์ภาพตัวอย่างข้อมูลปลาหมึก	46
5 วิธีการประเมินผลสัมฤทธิ์	46
<b>บทที่ 4 ผลการศึกษาทดลอง</b>	
1 การประมวลผลภาพแบบเทคนิคการเรียนรู้แบบเชิงลึก	47
2 การพัฒนาระบบคัดแยกเกรดปลาหมึก	48
<b>บทที่ 5 บทสรุป</b>	
1 สรุปผลการวิจัย	52
2 การอภิปรายผล	52
3 ปัญหาที่พบในการวิจัย	53
4 ข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาวิจัย	53
<b>บรรณานุกรม</b>	54
<b>ภาคผนวก ก</b>	56
<b>ภาคผนวก ข</b>	64
<b>ประวัติผู้วิจัย</b>	68

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3-1	การดำเนินงานของการจัดทำวิจัย	42
3-2	การสร้างฐานข้อมูลตัวอย่างข้อมูลปลาหมึก	44
4-1	การคัดแยกชนิดของภาพปลาหมึก	47





สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1 การแปรรูปปลาหมึก	2
2-1 ปลาหมึกกล้วย	5
2-2 ปลาหมึกกระดอง	5
2-3 ปลาหมึกหอม	6
2-4 ปลาหมึกสาย	6
2-5 หลักการทำงานของหลักการประมวลผลภาพ	8
2-6 รูปถ่ายดาวเทียมใช้หลักการประมวลผลภาพ	9
2-7 การวิเคราะห์ความเคลื่อนไหวด้วยการลบพื้นหลังแบบเฟรมติดกัน	10
2-8 การวิเคราะห์การเคลื่อนไหวด้วยการลบพื้นหลังแบบเลือกพื้นที่	12
2-9 แลปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าย่านที่มีความถี่คลื่นต่างๆ	13
2-10 ช่วงความยาวคลื่นของรังสี Gamma Ray	13
2-11 แสดงอุปมาอุปมัยของการสุ่มเลือกของตำแหน่งของภาพ	14
2-12 ผลกระทบของความละเอียดของการสุ่มทางตำแหน่งที่มีต่อคุณภาพของรูป	15
2-13 การแทนค่าความเข้มแสงด้วยจำนวนเต็ม	16
2-14 เปรียบเทียบค่าความเข้มแสงของจุดภาพ	16
2-15 แสดงสี	17
2-16 การหาขอบของวัตถุในภาพเพื่อใช้ในการตัดแบ่งภาพ	18
2-17 ทางซ้ายแสดงฮิสโตแกรมของภาพชุด	19
2-18 แสดงค่าเฉลี่ยของความเข้มของภาพ	19
2-19 แสดงความคมชัดของภาพ	19
2-20 ฟังก์ชันแบบเป็นคาบเวลา	20
2-21 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างภาพใน Spatial Domain	22
2-22 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ทางตำแหน่ง	22
2-2 การแสดงการกระทำคอนโวลูชันทางตำแหน่งโดยใช้ Kernel	23

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2-24 แสดงปณเปื้อนสัญญาณรบกวน	25
2-25 เปรียบเทียบความสว่างของรูป	25
2-26 เปรียบเทียบความคมชัดของรูป	26
2-27 แสดงการกำจัดสัญญาณรบกวน	27
2-28 การแสดงรูปแบบอย่างง่ายที่สุดของข้อมูลแบบอะซิงโครนัส	28
2-29 การเรียนรู้แบบเชิงลึก (Deep Learning)	35
2-30 แสดงวิวัฒนาการของ Visual C#	37
2-31 การพัฒนาอัลกอริทึมของระบบ	38
2-32 การพัฒนาโปรแกรม	38
3-1 แสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	43
4-1 หน้าจอการทำงานของโปรแกรม	48
4-2 การจำแนกเกรดของปลาหมึกแบบผ้า เกรด A	49
4-3 การจำแนกเกรดของปลาหมึกแบบผ้า เกรด B	49
4-4 การจำแนกเกรดของปลาหมึกแบบผ้า เกรด C	50
4-5 การจำแนกเกรดของปลาหมึกแบบไม่ผ้า เกรด A	50
4-6 การจำแนกเกรดของปลาหมึกแบบไม่ผ้า เกรด B	51
4-7 การจำแนกเกรดของปลาหมึกแบบไม่ผ้า เกรด C	51

## บทที่ 1 บทนำ

### 1. ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปลาหมึก หรือ หมึก คือ สัตว์น้ำเค็มที่ไม่มีกระดูกสันหลังที่มีขนาดใหญ่เคลื่อนที่ได้รวดเร็ว และว่องไว มีหนวดรอบปาก 4-5 คู่ บนหนวดมีปุ่มดูดเรียงเป็นแถว มีหน้าที่จับเหยื่อป้อนเข้าปาก โดยจัดอยู่พวกมอลลัส (molluscs) ซึ่งเป็นสัตว์ในไฟลัมมอลลัสกา (mollusca) ซึ่งเป็นไฟลัมเดียวกับหอย ปลาหมึกเป็นสัตว์ ที่มีวิวัฒนาการมากที่สุดในไฟลัมนี้ เป็นอาหารทะเล (seafood) ที่นิยมบริโภคทั่วไป โดยอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ปลาหมึกแปรรูป เป็นอุตสาหกรรมการแปรรูปสัตว์น้ำที่ได้รับ การส่งเสริม และสนับสนุนให้มีการแปรรูป เพื่อการส่งออกเนื่องจากมีความเอื้ออำนวยทั้งด้านแรงงานและเทคโนโลยีในการผลิต การส่งออกผลิตภัณฑ์ปลาหมึกของไทยได้ขยายตัวขึ้นอย่างมากในช่วงพัฒนา เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 4 และ 5 โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลาหมึกแช่แข็งมีปริมาณและมูลค่า ในการส่งออกมากกว่าปลาหมึกแปรรูปชนิดอื่นๆ และสามารถนำมาซึ่งรายได้เข้าประเทศปีหนึ่งๆ เป็นจำนวนสูงถึง 3,797 ล้านบาท



ภาพที่ 1-1 การแปรรูปปลาหมึก

โดยความต้องการในปัจจุบันและอนาคตอาหารทะเลตากแห้ง สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทหลักตามวัตถุดิบ คือ ปลาหมึกแห้ง กุ้งแห้งและหอยแห้ง โดยปลาหมึกจะมีสัดส่วนการแปรรูป โดยการตากแห้งมากที่สุด ทั้งนี้อาจมีการแปรรูปตามราคาวัตถุดิบที่มีก็ปรับตัวขึ้นลงตามฤดูกาล แต่เนื่องจากชาวประมงส่วนใหญ่จะเป็นรายเล็ก เวลาขายต้องผ่านพ่อค้าคนกลาง และสิ่งสำคัญคือไม่มีสถานที่เก็บรักษาเพื่อรอให้ราคาปรับตัวสูงขึ้น จึงจำเป็นต้องขายปลาหมึกแห้งออกไปแม้ว่าอาจจะขาดทุน เพราะจำเป็นต้องนำเงินที่ขายได้มาเป็นทุนหมุนเวียนเพื่อทำการผลิตต่อไป



จากปัจจัยข้างต้นผู้วิจัยจึงแนวคิดที่จะพัฒนาระบบคัดแยกเกรดปลาหมึกแห้งสำหรับกลุ่มชาวประมงกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์ ด้วยหลักการ Deep Learning เข้ามาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการการคัดแยกเกรดปลาหมึกแห้ง จากเดิมจะทำการคัดแยกปลาหมึกแห้งที่แห้งแล้วด้วยคน เมื่อนำระบบที่พัฒนาขึ้นเข้ามาใช้ทำให้ลดระยะเวลาในการคัดแยกและเพิ่มมูลค่าของปลาหมึกแห้งในการส่งขายพ่อค้าคนกลางอีกทั้งสามารถทำรายได้ให้กับชาวประมง และปลาหมึกแห้งที่ได้จากการคัดแยกเกรดมีคุณภาพพร้อมนำไปแปรรูปส่งออกในตลาดโลกต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 2.1 เพื่อพัฒนาระบบการคัดแยกเกรดปลาหมึกแห้งด้วยหลักการ Deep Learning
- 2.2 เพื่อนำระบบคัดแยกที่ได้ไปใช้และเพิ่มมูลค่าการขายปลาหมึกแห้งให้แก่ชาวประมงกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์

## 3. ขอบเขตของงานวิจัย

- กลุ่มเป้าหมาย คือ ชาวประมงกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์
- 3.1 ทำการพัฒนากระบวนการคัดแยกเกรดปลาหมึกแห้งด้วยหลักการ Deep Learning
  - 3.2 ระบบสามารถคัดแยกชนิดปลาหมึก และแยกความสะอาด สกปรก ในตัวปลาหมึกแห้งได้

## 4. นิยามศัพท์เฉพาะของการจัดทำวิจัย

- 4.1 ปลาหมึกแห้ง (dried squid) คือ ปลาหมึกที่ผ่านกระบวนการตากแดดมาแล้ว
- 4.2 การเรียนรู้เชิงลึก (Deep learning) คือ การประมวลผลแบบขนาน (Parallel Processing) ทำให้สามารถประมวลผลได้ครั้งละจำนวนมาก
- 4.3 การประมวลผลภาพ (Image Processing) คือ การประมวลผลภาพเป็นกระบวนการจัดการและวิเคราะห์สารสนเทศของรูปภาพ โดยใช้คอมพิวเตอร์ในการประมวลผล
- 4.4 การจำแนก (Classification) คือ การจัดจำแนกสิ่งของหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่างๆโดยพิจารณาจากลักษณะที่เหมือนกัน สัมพันธ์กัน หรือแตกต่างกันของสิ่งของหรือเหตุการณ์

## 5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 5.1 งานวิจัยที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้จริง และมีประโยชน์ต่อการเพิ่มประสิทธิภาพและศักยภาพการผลิตของชาวประมง
- 5.2 ชาวประมงได้ผลประโยชน์จากการคัดแยกเกรดปลาหมึกเพิ่มขึ้นและมีรายได้ภายในครัวเรือนอย่างยั่งยืน
- 5.3 ปลาหมึกแห้งที่นำส่งขายพ่อค้าคนกลางมีคุณภาพอีกทั้งเพื่อการแปรรูปต่อไปในอนาคต และเกิดประโยชน์คุ้มค่าต่อการนำส่งออกไปยังตลาดระดับสากลเพื่อก้าวสู่ประชาคมอาเซียน

## 6. แนวทางในการนำงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

จากการศึกษาและพัฒนาระบบสามารถนำไปทดลองใช้ในการคัดแยกเกรดปลาหมึกได้ ทำให้ปลาหมึกที่ผ่านการคัดแยกแล้วได้มาตรฐาน ก่อนที่ชาวประมงจะส่งขายให้กับพ่อค้าคนกลาง ทำให้ช่วยชาวประมงได้ อีกทั้ง ยังสามารถลดระยะเวลาในการคัดแยกด้วยคนได้ด้วย





## บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษางานวิจัย เรื่อง ระบบคัดแยกเกรดปลาหมึกแห้งสำหรับกลุ่มชาวประมงลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์ ด้วยหลักการ Deep Learning ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่สามารถนำมาประยุกต์เพื่อการพัฒนากระบวนการวิจัย ดังนี้

### 1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับปลาหมึก

ปลาหมึก (Cuttlefish, Octopus) เป็นสัตว์ทะเลที่มีลำตัวนิ่ม ไม่มีกระดูกสันหลัง มีเปลือกลักษณะแบนอยู่กลางลำตัวเพื่อให้คงรูปร่างได้ (บางชนิดไม่มีเปลือก) มีระยางค์หรือที่เรียกทั่วไปว่าหนวด รอบปาก 8-10 เส้น ปาก เป็นปากดูดที่มีปุ่มดูด (sucker) ช่วยในการจับ และยึดเกาะ

ปลาหมึกจัดอยู่ในไฟลัม Mollusca คลาส Cephalopoda ที่เป็นคลาสที่มีพัฒนาการสูงสุดในไฟลัมนี้ แบ่งย่อยได้ 2 คลาส คือ

1. ชั้นคลาส Nautiloidea หรือ Tetrabranchina มีลักษณะประจำชั้นคลาส คือ มีระยางค์รอบปาก 10 เส้น มีเหงือก 2 คู่ ไม่มีกระดูกตา

2. ชั้นคลาส Coleoidea หรือ Dibranchina มีลักษณะประจำชั้นคลาส คือ มีระยางค์รอบปาก 8-10 เส้น มีเหงือก 1 คู่ มีกระดูกตา มีเปลือกอยู่ภายในลำตัว แต่บางชนิดไม่มีเปลือก

#### 1.1 ชนิดปลาหมึกตามลักษณะรูปร่าง

##### 1.1.1 ปลาหมึกกล้วย (squid)

ปลาหมึกกล้วยมีลักษณะลำตัวค่อนข้างยาว มีครีบค่อนไปด้านท้ายลำตัว มีระยางค์ล้อมรอบปาก ประกอบด้วยระยางค์สั้นที่เป็นแขน 4 คู่ มีปุ่มดูดที่ประกอบด้วย chitinouse ring ซึ่งจะพบบนแขนจำนวน 2-4 แถว แต่บางชนิดอาจพบมีตะขอ (hook) มีระยางค์ยาวที่เรียกว่า หนวด (tentacle) 1 คู่ บนหนวดมีปุ่มดูด 2 แถว หรือมากกว่า



ภาพที่ 2-1 ปลาหมึกกล้วย (squid)  
(ที่มา : <http://pasusat.com/ปลาหมึก/>)

1.1.2 ปลาหมึกกระดอง (cuttlefish) ปลาหมึกกระดอง เป็นปลาหมึกที่มีลักษณะแบนกว้าง คล้ายถุง มีกระดองสีขาวขุ่น มีครีบบ้านข้าง หากมีครีบทลอดลำตัวจัดเป็น sepiidae หากมีครีบสั้นกลม จัดเป็น sepiolidae ปลาหมึกกระดองมีระยางค์เหมือนปลาหมึกกล้วย มีแขน 4 คู่ หนวด 1 คู่ แต่ไม่มีตะขอ



ภาพที่ 2-2 ปลาหมึกกระดอง (cuttlefish)  
(ที่มา : <http://pasusat.com/ปลาหมึก/>)

1.1.3 ปลาหมึกหอม หรือ ปลาหมึกตะเกา (อังกฤษ: Bigfin reef squid, Soft cuttlefish; ชื่อวิทยาศาสตร์: *Sepioteuthis lessoniana*) หมึกหอมหรือหมึกตะเกา แม้จะได้ชื่อในภาษาอังกฤษว่า Cuttlefish ซึ่งหมายถึง หมึกกระดอง แต่แท้จริงแล้ว หมึกหอมเป็นหมึกในอันดับหมึกกล้วย มีลำตัวทรงกระบอก มีขนาดความยาวประมาณ 26 เซนติเมตร ตัวผู้มีขนาดเรียวยาวกว่าตัวเมีย ครีบทหรือแพนข้างตัวทั้ง 2 ด้าน มีลักษณะกว้างและแบนยาวเกือบตลอดลำตัวคล้ายหมึกในอันดับหมึกกระดอง กระดองของหมึกหอมจะเป็นแผ่นใส เห็นเส้นกลางกระดอง หนวดรอบปากมี 10 เส้น เป็นแขน 8 เส้น มีหนวดคู่ยาว 2 เส้น ที่ลำตัวมีจุดสีน้ำตาลอมแดงกระจายอยู่ทั่วไป นัยน์ตามีสี

เซียว ชอบรวมกลุ่มอยู่เป็นฝูง กินสิ่งมีชีวิตและสัตว์น้ำชนิดอื่น ๆ ที่มีขนาดเล็กเป็นอาหาร ออกหากินในเวลากลางคืน โดยสามารถกินอาหารได้มากถึง 30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว



ภาพที่ 2-3 ปลาหมึกหอม (octopus)

#### 1.1.4 ปลาหมึกสาย (octopus)

ปลาหมึกสาย มีลักษณะลำตัวกลม คล้ายถุง ไม่มีครีบ มีระยางค์รอบปาก 4 คู่ ปุ่มดูดไม่มี chitinous ring เหมือนปลาหมึกกล้วย



ภาพที่ 2-4 ปลาหมึกสาย (octopus)

(ที่มา : <http://pasusat.com/ปลาหมึก/>)

1.2 ถุงน้ำหมึก (ink sac) เป็นอวัยวะเฉพาะที่พบในปลาหมึกเกือบทุกชนิด ยกเว้นปลาหมึกชนิด nautilus, finned octopus และปลาหมึกชนิดที่อาศัยอยู่ในมหาสมุทรที่มีความลึกมากๆ น้ำหมึกของปลาหมึกจะมีสีน้ำตาลจนถึงดำเข้ม ขึ้นอยู่กับชนิดของปลาหมึก การพ่นน้ำหมึกถือเป็นวิธีการขับไล่ศัตรูหรือเพื่ออำพรางตัวสำหรับหลบหนีศัตรู จะพบได้บริเวณช่องท้องตอนบนของลำไส้ บริเวณด้านหลังของลำไส้ แต่ปลาหมึกปลาชนิดจะมีถุงน้ำหมึกฝังอยู่ในเนื้อเยื่อภายในตัว ภายในถุงน้ำ



หมึกบริเวณผนังถุงน้ำหมึกจะพบเซลล์ต่อมน้ำหมึกจำนวนมาก เซลล์เหล่านี้ทำหน้าที่ผลิตน้ำหมึกเก็บสะสมไว้ในถุงน้ำหมึก ส่วนน้ำหมึกที่พร้อมสำหรับพ่นออกทางทวารหนักจะอยู่บริเวณปลายท่อถุงน้ำหมึกใกล้กับบริเวณปาก โดยบริเวณปากของหมึกจะประกอบด้วยกล้ามเนื้อที่สามารถบีบตัวได้จำนวน 1 คู่ (sphincter) ขณะที่หมึกพ่นน้ำหมึกออกจากทวารหนัก อวัยวะ sphincter จะบีบรัดน้ำหมึกเข้าสู่ลำไส้ และพ่นออกมาผ่านทางช่องทวารหนัก น้ำหมึกเป็นสารชีวโมเลกุลที่ประกอบด้วยเม็ดสีเมลานิน (melanin) และไทโรซีน (tyrosine) สำหรับปลาหมึกชนิด *sepia* จะมีเอนไซม์ที่สามารถเปลี่ยน ไทโรซีน (tyrosine) ไปเป็นเมลานิน (melanin) ได้ กระบวนการเปลี่ยนสารไทโรซีน (tyrosine) ไปเป็นเมลานิน (melanin) จะทำให้เกิดสาร 5,6-indolquinone ผสมอยู่ในน้ำหมึก สารนี้สามารถออกฤทธิ์ทำให้ประสาทสัมผัสสกลิ่นของศัตรูชาไปได้ชั่วคราว และมีฤทธิ์ทำให้ตาของศัตรูเกิดการระคายเคืองด้วย ถือเป็นสารที่มีประโยชน์ของปลาหมึกสำหรับการไล่ การอำพราง และการหลบหนีศัตรูของปลาหมึก น้ำหมึกของปลาหมึกจัดเป็นสารย้อมผ้าที่มีความคงทนต่อกาล้างออกมา หากมีการเปื้อนผ้าหรือไม้จะล้างออกได้ยาก ซึ่งในอดีตมีการนำน้ำหมึกมาใช้ประโยชน์เป็นสียวาดภาพ

### 1.3 การแพร่กระจาย

ปลาหมึกในอ่าวไทย และทะเลอันดามัน ปลาหมึกที่มีการจับในทะเลของอ่าวไทย และทะเลอันดามันทางฝั่งพม่า ได้แก่ ปลาหมึกกล้วย ปลาหมึกกระดอง และปลาหมึกสาย ซึ่งปริมาณการจับของปลาหมึกกล้วย และปลาหมึกกระดองมีปริมาณใกล้เคียงกัน ส่วนปลาหมึกสายพบปริมาณการจับน้อยที่สุด

1. ปลาหมึกกล้วย (squid) เป็นปลาหมึกที่อาศัยอยู่ทุกระดับน้ำ แต่พบบางช่วงชีวิตที่อาศัยอยู่ในระดับน้ำหน้าดิน ชนิดปลาหมึกกล้วยที่มีการจับมาก ได้แก่

- *Loligo chinensis* เรียก ปลาหมึกคอกหรือปลาหมึกกล้วย
- *Loligo duvauceli* เรียก ปลาหมึกกล้วยหรือปลาหมึกจ๊กโก
- *Loligolus sumatrensis* เรียก ปลาหมึกกระดอง
- *Sepioteu lessoniana* เรียก ปลาหมึกหอมหรือปลาหมึกตะเกา

2. ปลาหมึกกระดอง (cuttlefish) เป็นปลาหมึกที่มีกระดองสีขาวขุ่น นิยมนำมาเป็นส่วนผสมของยาแผนโบราณ และทำเป็นอาหารสัตว์ รวมถึงการสกัดเอาสารโคติน ปลาหมึกชนิดนี้มักลอยตัวอยู่กับที่ เคลื่อนไหวช้า แต่มีลักษณะการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าอย่างรวดเร็ว ชนิดปลาหมึกกระดองที่มีการจับมาก ได้แก่

- *Sepia pharaonis* เรียก ปลาหมึกกระดองลายเสือ
- *Sepia aculeata* เรียก ปลาหมึกกระดอง Needle cuttlefish
- *Sepia lycidas* เรียก ปลาหมึกกระดอง Kisslip cuttlefish
- *Sepia recurvirostra* เรียก ปลาหมึกกระดอง Curvesprie cuttlefish
- *Sepia brevimana* เรียก ปลาหมึกกระดอง Shortclub cuttlefish
- *Sepia inermis* เรียก ปลาหมึกกระดองก้นไหม้ Spineless cuttlefish

3. ปลาหมึกสาย (octopus) เป็นปลาหมึกชนิดที่ไม่มีกระดอง พบได้ในน้ำตื้นชายฝั่งจนถึงน้ำลึกปานกลาง มีการเคลื่อนไหวช้า เคลื่อนไหวตามพื้นทะเล ชนิดที่จับกันมาก ได้แก่

- *Octopus membranaceus*

- Octopus dollfusi
- Octopus aegina
- Octopus indicus
- Hepalochlaena maculosa

## 2. การประมวลผลภาพและเทคโนโลยีการประมวลผลภาพ

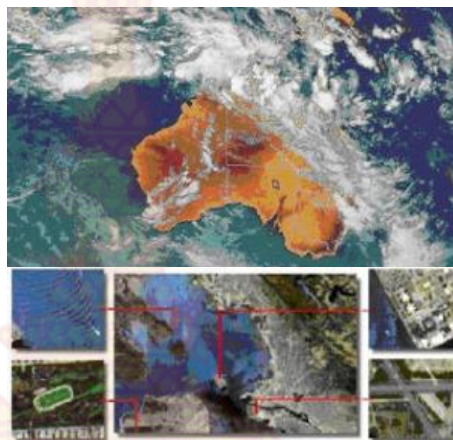
หลักการประมวลผลภาพ (Image Processing) หมายถึง การนำภาพมาประมวลผลหรือคิดคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เราต้องการทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณโดยมีขั้นตอนต่างๆ ที่สำคัญคือ



ภาพที่ 2-5 หลักการทำงานของหลักการประมวลผลภาพ

การทำให้ภาพมีความคมชัดมากขึ้น การกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพการแบ่งส่วนของวัตถุที่เราสนใจออกมาจากภาพเพื่อนำภาพวัตถุที่ได้ไปวิเคราะห์หาข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น ขนาด รูปร่าง และทิศทางการเคลื่อนของวัตถุในภาพ จากนั้นเราสามารถนำข้อมูลเชิงปริมาณเหล่านี้ไปวิเคราะห์ และสร้างเป็นระบบ เพื่อใช้ประโยชน์ในงานด้านต่างๆ เช่น ระบบรู้จำลายนิ้วมือเพื่อตรวจสอบว่าภาพลายนิ้วมือที่มีอยู่นั้นเป็นของผู้ใด ระบบตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม ระบบคัดแยกเกรดหรือคุณภาพของพืชผลทำการเกษตร ระบบอ่านรหัสไปรษณีย์อัตโนมัติ เพื่อคัดแยกปลายทางของจดหมายที่มีจำนวนมากในแต่ละวันโดยใช้ภาพถ่ายของรหัสไปรษณีย์ที่อยู่บนซอง ระบบเก็บข้อมูลรถที่เข้าและออกอาคารโดยใช้ภาพถ่ายของป้ายทะเบียนรถเพื่อประโยชน์ในด้านความปลอดภัย ระบบดูแลและตรวจสอบสภาพการจราจรบนท้องถนนโดยการนับจำนวนรถบนท้องถนนในภาพถ่ายด้วยกล้องวงจรปิดในแต่ละช่วงเวลา ระบบรู้จำใบหน้าเพื่อเฝ้าระวังผู้ก่อการร้ายในอาคารสถานที่สำคัญๆ หรือในเขตคนเข้าเมือง เป็นต้น จะเห็นได้ว่าระบบเหล่านี้จำเป็นต้องมีการประมวลผลภาพจำนวนมาก และเป็นกระบวนการที่ต้องทำซ้ำๆ กันในรูปแบบเดิมเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งงานในลักษณะเหล่านี้ หากให้มนุษย์วิเคราะห์เอง มักต้องใช้เวลาและใช้แรงงานสูง อีกทั้งหากจำเป็นต้องวิเคราะห์ภาพเป็นจำนวนมาก ผู้วิเคราะห์ภาพเองอาจเกิดการล้า ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้ ดังนั้นคอมพิวเตอร์จึงมีบทบาทสำคัญในการทำหน้าที่เหล่านี้แทนมนุษย์อีกทั้งเป็นที่ทราบโดยทั่วกันว่า คอมพิวเตอร์มีความสามารถในการคำนวณและประมวลผลข้อมูลจำนวนมากมหาศาลได้ในเวลาอันสั้นจึงมีประโยชน์อย่างมากในการเพิ่มประสิทธิภาพการประมวลผลภาพและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากภาพในระบบต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น





ภาพที่ 2-6 รูปถ่ายดาวเทียมใช้หลักการของการประมวลผลภาพ

(ที่มา: <http://jaratcyberu.blogspot.com/2009/10/image-processing.html>)

## 2.1 การตรวจจับวัตถุเคลื่อนไหว

ในส่วนนี้จะเป็นการศึกษาและทดลองการตรวจจับวัตถุเคลื่อนไหวจากภาพที่ได้จากกล้องหรือไฟล์ภาพโดยใช้เทคนิคการลบพื้นหลัง (Background subtraction) แบบต่าง ๆ การหาวัตถุเคลื่อนไหวคือการนำเอาภาพที่ต้องการวิเคราะห์มาหาความแตกต่างกับพื้นหลัง ซึ่งสามารถหาได้หลายวิธี ได้แก่ การหาความแตกต่างจากเฟรมที่ติดกัน (Frame Differencing) การหาพื้นหลังด้วยค่าเฉลี่ย (Averaging background) สำหรับงานวิจัยนี้จะเน้นไปที่การวิเคราะห์ภาพขาวดำเป็นหลัก แนวคิดพื้นฐานในการตรวจจับหรือค้นหาวัตถุเคลื่อนไหว  $O$  คือการหาความแตกต่างระหว่างพื้นหลัง  $B_t$  และภาพจากเฟรมใดๆ  $I_t$  ตามสมการดังต่อไปนี้

$$O = \min(|I_t - B_t|, I_{\max}) \quad (1)$$

ความถูกต้องของวิธีการนี้จะขึ้นอยู่กับคุณภาพของพื้นหลังซึ่งปกติจะมีสัญญาณรบกวนเกิดขึ้นอันเนื่องมาจากหลายสาเหตุ ได้แก่ การกำหนดค่า Threshold ที่จะกำหนดว่าพิกเซลใดควรเป็นภาพพื้นหลังหรือวัตถุ การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของความสว่างและค่า contrast ของบริเวณที่สนใจ เป็นต้น

### 2.1.1 การหาวัตถุเคลื่อนไหวจากพื้นหลังที่เป็นเฟรมติดกัน

วิธีนี้เป็นวิธีพื้นฐานที่ง่ายที่สุดที่จะทำให้ได้วัตถุที่สนใจ (Foreground) โดยการกำหนดใช้เฟรมก่อนหน้าเฟรมที่ต้องการวิเคราะห์เป็นพื้นหลัง เนื่องจากเป็นการใช้ภาพขาวดำที่มีแปดบิต ผลลัพธ์ที่ได้จึงมีค่าความสว่างของพิกเซลอยู่ระหว่าง 0 - 255 ซึ่งหากมีค่าน้อยจะหมายความว่าพิกเซลนั้นน่าจะเป็นพื้นหลัง ในทางตรงข้ามหากมีค่ามากแสดงว่าตำแหน่งนั้นน่าจะเป็นวัตถุที่เคลื่อนไหว ซึ่งทำให้จำเป็นอย่างยิ่งที่จำเป็นต้องมี Threshold ค่าหนึ่งเพื่อที่จะใช้ระบุว่าตำแหน่งหรือพิกเซลใดเป็นวัตถุที่เคลื่อนไหว



**ภาพที่ 2-7** การวิเคราะห์การเคลื่อนไหวด้วยการลบพื้นหลังแบบเฟรมติดกัน  
(ที่มา: การศึกษาเบื้องต้นการนำเทคโนโลยีทางด้านการประมวลผลภาพมาใช้ในระบบรักษาความปลอดภัย, ดร.นิคม สุวรรณวร, 2550)

ผลลัพธ์ที่ได้จากการหาความแตกต่างระหว่างเฟรมที่สนใจและพื้นหลังซึ่งเป็นเฟรมที่ติดกัน พบว่าจะมีสัญญาณรบกวนปนอยู่เป็นจำนวนมาก โดยจะทำให้ได้การเคลื่อนไหวเฉพาะตรงขอบของวัตถุเท่านั้น โดยไม่สามารถหาการเคลื่อนไหวภายในวัตถุได้

### 2.1.2 การหาวัตถุเคลื่อนไหวจากพื้นหลังด้วยค่าเฉลี่ย (ดร.นิคม สุวรรณวร, 2550)

การหาวัตถุเคลื่อนไหวจากพื้นหลังด้วยค่าเฉลี่ยเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ให้ผลลัพธ์ค่อนข้างดีและมีความเร็วในการทำงานสูง ซึ่งภาพพื้นหลังจะสามารถหาได้โดยการใช้หลักการของการนำเฟรมจำนวน  $n$  เฟรมมาหาค่าค่าเฉลี่ย (average) หรือค่ากลาง (median) ซึ่งเมื่อนำเฟรมที่ได้จากการหาค่าเฉลี่ยนี้มาหาค่าความแตกต่างกับเฟรมภาพที่ต้องการวิเคราะห์ ก็จะได้วัตถุที่สนใจ อย่างไรก็ตามการใช้วิธีนี้จำเป็นที่จะต้องใช้หน่วยความจำเป็นจำนวนมาก ( $n \times$  จำนวนหน่วยความจำของหนึ่งเฟรม) ซึ่งสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการประมาณการหาค่าเฉลี่ยโดยใช้ค่า learning rate มาช่วยในการคำนวณ ซึ่งจะได้ ภาพพื้นหลังแบบไม่เลือกพื้นที่ (without selectivity) สมการในการคำนวณหา ดังนี้

$$B_{i+1} = a * F_i + (1-a) * B_i \quad (2)$$

จากสมการดังกล่าวจะพบว่าข้อมูลภาพหลายๆ เฟรมจะไม่ถูกนำมาเก็บไว้ในหน่วยความจำอีกต่อไป โดยการคำนวณจะใช้หน่วยความจำเพียงสามเฟรมเท่านั้น ได้แก่ เฟรมพื้นหลังล่าสุด ( $i$  B) เฟรมพื้นหลังปัจจุบัน ( $i+1$  B) และเฟรมของวัตถุสนใจล่าสุด ( $i$  F) ในขณะที่  $\alpha$  คือค่า learning rate โดยปกติแล้วมีค่าเท่ากับ 0.05 ซึ่งหมายความว่า จะกำหนดค่าความเข้มของเฟรมพื้นหลังปัจจุบันจะเท่ากับการนำเอาค่าความเข้มแสงจำนวน 95% จากเฟรมพื้นหลังก่อนหน้านั้นและอีก 5% จากข้อมูลภาพเฟรมใหม่ที่เข้ามา ค่า learning rate จะมีความสำคัญต่อการประมาณค่าพื้นหลังอย่างมาก ซึ่งหากมีค่าน้อยหมายความว่าภาพพื้นหลังจะมีความทนทานต่อสัญญาณรบกวนแต่จะทำให้ไม่สามารถปรับตัวกับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของพื้นที่ที่สนใจได้ เช่น การเกิดฝนตกในทันใด การมีเมฆบังที่ทำให้พื้นที่นั้นมีแสงมากหรือน้อยอย่างปัจจุบันทันด่วน เป็นต้น



อัลกอริทึมนี้ยังสามารถทำการเพิ่มประสิทธิภาพได้โดยการเพิ่มเงื่อนไขการปรับค่าบนภาพพื้นหลังแบบเลือกพื้นที่ (With selectivity) ซึ่งมีหลักการง่ายๆ คือให้มีการปรับค่าในเฟรมพื้นหลังใหม่เฉพาะบริเวณพิกเซลที่ถูกจำแนกว่าเป็นพื้นหลัง (background) เท่านั้น ซึ่งสามารถอธิบายได้ตามสมการต่อไปนี้

$$B_{i+1}(x,y) = \alpha F_i(x,y) + (1-\alpha)B_i(x,y) \quad \text{เมื่อ } F_i(x,y) \text{ เป็นพื้นหลัง} \quad (3)$$

$$B_{i+1}(x,y) = B_i(x,y) \quad \text{ถ้า } F_i(x,y) \text{ เป็นวัตถุที่สนใจ} \quad (4)$$

จากรูปแสดงผลการทดลองการหาวัตถุเคลื่อนไหวด้วยวิธีการหาภาพพื้นหลังจากค่าเฉลี่ยและมีลักษณะเป็นการปรับค่าตามพื้นที่



ภาพที่ 2-8 การวิเคราะห์การเคลื่อนไหวด้วยการลบพื้นหลังแบบเลือกพื้นที่  
(ที่มา: การศึกษาเบื้องต้นการนำเทคโนโลยีทางด้านการประมวลผลภาพมาใช้ในระบบรักษาความปลอดภัย, ดร.นิคม สุวรรณวร, 2550)

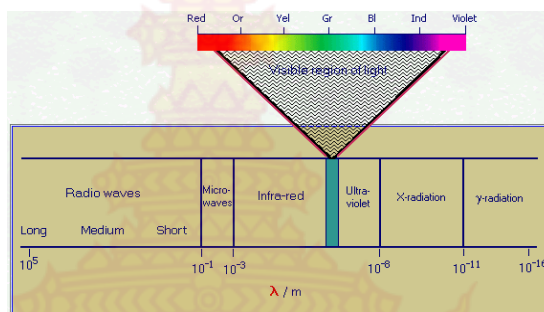
ลักษณะเด่นของวิธีนี้คือ จะได้วัตถุที่กำลังเคลื่อนไหวทั้งหมดโดยไม่มีรบกวนและในกรณีที่วัตถุหยุดการเคลื่อนไหวเป็นการชั่วคราว วิธีนี้ก็ยังสามารถตรวจจับได้ ทั้งที่ไม่สูญเสียหน่วยความจำและมีการทำงานอย่างรวดเร็ว

## 2.2 ภาพเชิงกายภาพ (Physical Image)

ภาพเป็นผลผลิตที่ได้จากการกระทำในกระบวนการทางแสง (Optical Process) ซึ่งเกิดจากพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Spectrum) ในแต่ละช่วงความถี่เช่นแสงธรรมดาร์ังสีเอ็กซ์เรย์ (X-ray) รังสีอินฟราเรด (Infrared) เป็นต้นตกกระทบวัตถุแล้วสะท้อนมาสู่ประสาทรับรู้ของมนุษย์แต่เนื่องจากข้อจำกัดของประสาทรับรู้ของมนุษย์ทำให้ไม่สามารถรับรู้พลังงานบางช่วงความถี่เช่นรังสีเอ็กซ์เรย์รังสีอินฟราเรด เป็นต้นดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) ที่เหมาะสมเพื่อแปลงพลังงานข้างต้นให้อยู่ในรูปแบบที่มนุษย์สามารถมองเห็นได้เช่นภาพที่ได้จากการฉายรังสีเอ็กซ์เรย์เพื่อใช้ในการแพทย์

พิจารณาภาพที่เกิดจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงที่ตาสามารถมองเห็น (Visible Light Waves) ซึ่งก็คือแสงสีขาวนั่นเองโดยแสงสีขาวนี้แท้จริงแล้วประกอบด้วยแสงสีต่างๆเช่นที่มองเห็นในรุ้งกินน้ำ แสงสีต่างๆมีความยาวคลื่นต่างๆมีความยาวคลื่น (Wavelength) ที่ต่างกันกล่าวคือแสงสีแดงมีความยาวคลื่นยาวที่สุดซึ่งหมายถึงมีพลังงานน้อยที่สุดในทางตรงข้ามกับแสงสีม่วงมีความยาวคลื่นสั้นที่สุด

ซึ่งหมายถึงมีพลังงานมากที่สุดสีของวัตถุที่มนุษย์มองเห็นคือสีของแสงที่สะท้อนออกมาจากวัตถุนั้นๆ ในขณะที่สีอื่นถูกดูดกลืน



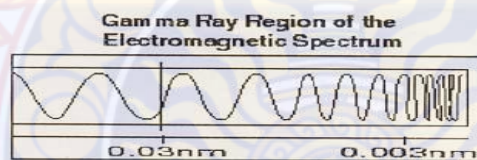
ภาพที่ 2-9 แถบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าย่านที่มีความถี่คลื่นต่างๆ

(ที่มา: <http://chevasit.blogspot.com/2012/01/alternative-physics.html>)

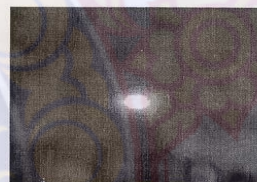
แม้ว่ามนุษย์จะบอดต่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงอื่นก็ตามมนุษย์สามารถรับรู้พลังงานนี้ได้โดยใช้อุปกรณ์ตรวจจับที่เหมาะสมเพื่อแปลงพลังงานข้างต้นให้อยู่ในรูปแบบที่มนุษย์สามารถรับรู้ได้และสามารถประยุกต์ใช้ให้เหมาะสม

### 2.3 การแปลงภาพให้เป็นภาพเชิงดิจิทัล (Image Digitization)

ภาพเชิงกายภาพเป็นฟังก์ชันต่อเนื่อง (Continuous Function) ถ้าต้องการที่จะนำภาพนี้มาประมวลผลโดยใช้คอมพิวเตอร์จำเป็นต้องดำเนินการแปลงภาพจากภาพเชิงกายภาพ



(ก)



(ข)

ภาพที่ 2-10 ก) ช่วงความยาวคลื่นของรังสี Gamma Ray ข) ภาพท่อน้ำที่มีดวงจันทร์เมื่อถ่ายอุปกรณ์ที่สามารถตรวจจับ Gamma Ray ได้

(ที่มา : <http://chevasit.blogspot.com/2012/01/alternative-physics.html>)

อนึ่งในเล่มนี้ผู้เรียบเรียงต้องการมุ่งเน้นที่การประมวลผลภาพซึ่งเกิดจากแสงธรรมดาที่สายตามนุษย์สามารถรับรู้ได้เท่านั้นอย่างไรก็ตามวิธีการที่ใช้กับภาพประเภทนี้ได้ก็สามารถปรับปรุงเพื่อใช้กับภาพที่เกิดจากคลื่นพลังงานชนิดอื่นได้

**นิยาม 1.1** รูปคือฟังก์ชัน 2 มิติ  $f(x,y)$  ของค่าความเข้มของแสงโดยที่  $x$  และ  $y$  คือค่าแสดงตำแหน่งในระบบพิกัดฉากและค่าของฟังก์ชัน  $f$  ณ ตำแหน่ง  $(x,y)$  ใดๆจะเป็นสัดส่วนกับความเข้มแสง ณ ตำแหน่งนั้น

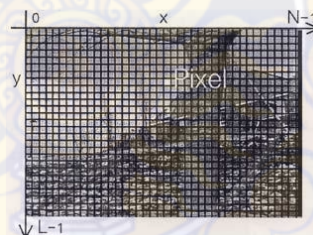
พิจารณาตำแหน่งใดๆภายในภาพ พบว่าแต่ละตำแหน่งจะมีค่าความเข้มแสงต่างกันออกไป งานในลำดับถัดไปคือแปลงค่าความเข้มของภาพนี้ให้เป็นจำนวนที่คอมพิวเตอร์สามารถคำนวณได้ซึ่งภาพที่ได้หลังจากการแปลงคือ “ภาพเชิงดิจิทัล” ภาพให้เป็นภาพเชิงดิจิทัลซึ่งเป็นฟังก์ชันแบบเต็มหน่วย (Discrete Function) และเรียกกระบวนการนี้ว่า Image Digitization

#### 2.4 การบันทึกภาพ (Image Acquisition)

การบันทึกภาพด้วยอุปกรณ์เชิงแสง (Optical Device) เป็นการแปลงภาพเชิงต่อเนื่อง 3 มิติ ซึ่งเป็นภาพที่สามารถเห็นในธรรมชาติรอบตัวเราให้เป็นภาพเชิงต่อเนื่อง 2 มิติเช่นภาพบนฟิล์มรูปถ่ายบนกระดาษภาพบนจอภาพของคอมพิวเตอร์การบันทึกภาพแบบดั้งเดิม (แบบอนาลอก) เป็นกระบวนการที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาเคมีระหว่างแสงกับสารเคมีบนแผ่นฟิล์มเนื่องด้วยสารเคมีนี้มีความไวต่อแสงต่างกันทำให้สิ่งที่ปรากฏบนแผ่นฟิล์มหรือกระดาษอัดรูปเป็นสัดส่วนกับความเข้มแสงที่ตกกระทบการบันทึกด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ให้ผลลัพธ์เป็นปริมาณดิจิทัลเป็นกระบวนการแปลงความเข้มแสงให้เป็นกระแสไฟฟ้าด้วยอุปกรณ์ตรวจจับที่เรียกว่า The Charge-Coupled Device (CCD) Sensor

#### 2.5 การสุ่มเลือกทางตำแหน่ง (Spatially Image Sampling)

หลังจากได้ภาพซึ่งเป็นภาพเชิงต่อเนื่อง 2 มิติแล้วกระบวนการถัดไปคือการแปลงภาพนี้ให้เป็นภาพเชิงดิจิทัลแบบเต็มหน่วยโดยการสุ่มเลือกทางตำแหน่ง (Spatially Sampling) โดยจะสุ่มเลือกวัดค่าของ  $f(x,y)$  เฉพาะบางจุดบนภาพทั้งทางแนวแกน  $x$  และ  $y$  ค่าความเข้มแสงของแต่ละตัวอย่างที่ถูกสุ่มเลือกมาจะสมนัยกับค่าความเข้มแสงที่ตกกระทบบนแต่ละหน่วยที่มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมเล็กๆบนภาพ (เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจอาจแสดงให้เห็นได้ด้วยพื้นที่ที่ถูกแบ่งด้วยเส้นตรงทั้งสองแนวดังแสดงในรูปที่ 2.8) และเรียกแต่ละจุดนี้ว่าจุดภาพ (Picture Element หรือ pel หรือ pixel) ผลที่ได้นี้สามารถแทนด้วยเมทริกซ์ (Matrix) ของปริมาณเชิงจำนวนเต็ม (Integer) ขนาด  $L \times N$  โดย  $L$  และ  $N$  จำนวนจุดภาพในแนวแกนตั้งและระับตามลำดับและจุดกำเนิดของระบบอ้างอิงที่ใช้ในภาพจะอยู่ที่มุมบนด้านซ้ายของภาพเสมอ



ภาพที่ 2-11 แสดงอุปมาอุปมัยของการสุ่มเลือกทางตำแหน่งของภาพ (อนึ่งขณะปฏิบัติจริงการสุ่มเลือกทั้งสองแกนจะมีความถี่มากกว่าในภาพนี้)

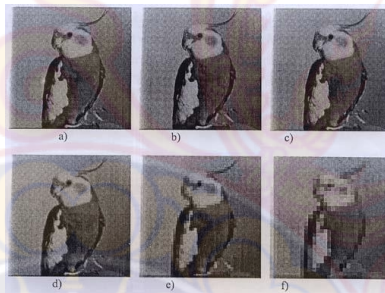
(ที่มา: <http://ojs.kmutnb.ac.th/index.php/kjournal/article/download/442/402>)

$$F = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \cdots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \cdots & f(1,N-1) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ f(L-1,0) & f(L-1,1) & \cdots & f(L-1,N-1) \end{bmatrix}$$



ดังนั้น  $f(2,3)$  แทนจุดภาพ ณ ตำแหน่งแถวที่ 2 คอลัมน์ที่ 3 และ  $f(L-1, N1-)$  แทนจุดภาพ ณ ตำแหน่งแถวสุดท้ายคือ  $L-1$  คอลัมน์สุดท้ายคือ  $N-1$  ในทางปฏิบัติค่าของ  $L$  และ  $N$  นิยมให้เป็นค่าจำนวนเต็มที่เป็นกำลังของสอง (Power of Two) เช่น 1024 ( $2^{10}$ ), 512 ( $2^9$ ), 256 ( $2^8$ ) เป็นต้น ดังนั้น  $L=2^k$ ,  $N=2^n$  โดยที่  $k$  และ  $n$  เป็นค่าคงที่ใดๆ

อนึ่งคุณภาพของภาพเชิงดิจิทัลที่ได้นี้ขึ้นอยู่กับความถี่ในการสุ่มเลือกทางตำแหน่งทั้งสอง แนวแกนกล่าวคือถ้าหากสุ่มเลือกอย่างละเอียดก็จะได้จำนวนจุดภาพมากนั้นหมายถึงคุณภาพที่ดีของภาพที่ได้แต่ผลกระทบที่ตามมาคือความต้องการเนื้อที่เพื่อจัดเก็บภาพในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์มากขึ้นและในทางกลับกันถ้าหากสุ่มเลือกอย่างหยาบก็จะได้จำนวนจุดภาพน้อยภาพที่ได้มีคุณภาพไม่ดีแต่ใช้เนื้อที่เพื่อจัดเก็บน้อยกว่าภาพที่ 2-7 แสดงผลกระทบของความละเอียดของการสุ่มเลือกทางตำแหน่งที่มีต่อคุณภาพของภาพโดยภาพทุกภาพมีขนาดเท่ากันแต่สุ่มเลือกด้วยความถี่ต่างกันเช่น ภาพที่ 2-7 ก) ถูกสุ่มเลือกด้วยความถี่สูงสุดคือ 1024 จุดภาพทั้งสองแนวแกนในขณะที่ภาพที่ 2-7 ถูกสุ่มด้วยความถี่ต่ำสุดคือ 32 จุดภาพทั้งสองแนวแกนพบว่าภาพหลังนี้มีลักษณะเป็นตารางสี่เหลี่ยม (Blocky Effect) อย่างชัดเจน



ภาพที่ 2-12 ผลกระทบของความละเอียดของการสุ่มทางตำแหน่งที่มีต่อคุณภาพของรูปโดยจำนวนจุดรูปของการสุ่มทั้งสองแกนคือ 1024, 512, 256, 128, 64 และ 32 ตามลำดับ (ที่มา: <http://ojs.kmutnb.ac.th/index.php/kjournal/article/download/442/402>)

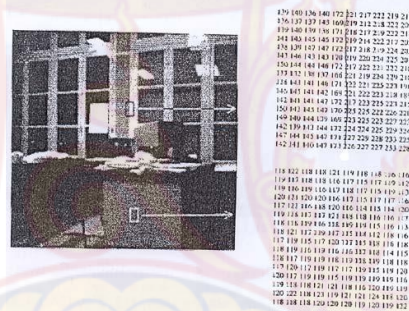
## 2.6 การประมาณค่าความเข้มแสงของแต่ละจุดภาพ (Quantization)

หลังจากได้สุ่มเลือกจุดภาพ (ซึ่งเปรียบเสมือนการเลือกตัวแทนของภาพจริง) มาแล้วขั้นตอนถัดไปคือกำหนดค่าให้กับความเข้มแสงของแต่ละจุดภาพนั้นโดยในกรณีของภาพโทนสีเทาสีขาวจะถูกแทนด้วยค่า 255 และสีดำถูกแทนด้วยค่า 0 ในขณะที่ระดับของโทนสีจะเข้มขึ้นเรื่อยๆจากสีขาวจนถึงสีดำ (ดังแสดงในรูปที่ 2.10) ค่าเหล่านี้จะถูกแทนด้วยจำนวนเต็มที่มีค่าระหว่างค่าทั้งสองนี้โดยจะแบ่งออกเป็น 256 ระดับสีหรือ 28 โดย 8 คือจำนวนบิตในหน่วยความจำที่ใช้เพื่อเก็บค่านี้หนึ่งค่าดังนั้นสีดำจะถูกแทนด้วย 00000000 และสีขาวจะถูกแทนด้วย 11111111 (ซึ่งใช้เนื้อที่ในหน่วยความจำ 8 บิตหรือ 1 ไบต์)



ภาพที่ 2-13 การแทนค่าความเข้มแสงด้วยจำนวนเต็มที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 และ 255  
(ที่มา: <http://suanpalm3.kmutnb.ac.th/teacher/FileDL/supot56255518524.pdf>)

พิจารณาภาพที่ 2-9 เป็นตัวอย่างประกอบเพื่อความเข้าใจที่ชัดเจนขึ้นจากรอบทั้งสองบนภาพนี้ตัวเลขที่แสดงทางด้านขวามือคือค่าความเข้มแสง ณ จุดภาพใดๆภายในกรอบสีดำที่อยู่ด้านบนบริเวณที่มีสีขาวกว่าจะมีค่าประจำจุดภาพมากกว่าอีกบริเวณหนึ่งอย่างเห็นได้ชัดในขณะที่ภายในกรอบสีขาวที่อยู่ด้านล่างซึ่งมีสีค่อนข้างสม่ำเสมอค่าความเข้มแสงแต่ละจุดภาพจะมีค่าใกล้เคียงกัน



ภาพที่ 2-14 เปรียบเทียบค่าความเข้มแสงของจุดภาพใดๆภายในกรอบสี่เหลี่ยมที่มีลักษณะต่างกัน  
(ที่มา: <http://suanpalm3.kmutnb.ac.th/teacher/FileDL/supot56255518524.pdf>)

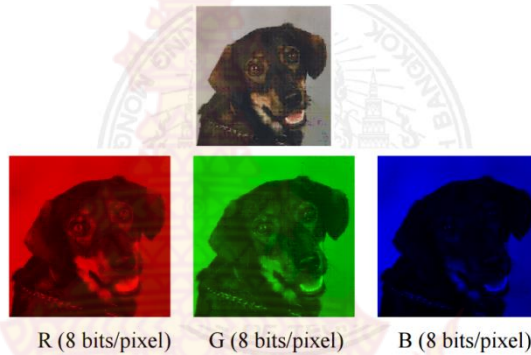
ในกรณีที่เป็นภาพขาว-ดำค่าความเข้มแสง ณ จุดภาพใดๆจะมีค่าที่เป็นไปได้เพียง 2 ( $2 = 2^1$ ) ค่าเท่านั้นคือ 0 หรือไม่เกิน 255 ดังนั้นหนึ่งจุดภาพจะต้องการพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลที่มีความยาวเพียง 1 บิตเท่านั้นถ้าให้  $G$  แทนจำนวนระดับสีทั้งหมดของภาพที่กำลังพิจารณาจะได้  $G = 2^b$  เมื่อ  $b$  คือจำนวนบิตของหน่วยความจำที่ใช้เก็บภาพหนึ่งจุดภาพและถ้าให้  $M$  คือขนาดหน่วยความจำที่ต้องการเพื่อเก็บภาพทั้งภาพ (มีหน่วยเป็นบิต) จะได้  $M = L \times N \times b$  หรือ  $M = N^2 \times b$  ถ้า  $L = N$

ตัวอย่างเช่นภาพโทนสีเทาที่ถูกแทนด้วย 256 ระดับสีขนาดกว้าง 128 จุดภาพและยาว 128 จุดภาพต้องการหน่วยความจำขนาด  $128 \times 128 \times 8 = 131,072$  บิตทำนองเดียวกับความละเอียดของการสุ่มเลือกทางตำแหน่งที่มีผลต่อคุณภาพของภาพที่ได้ระดับสีที่ประมาณค่าความเข้มแสงก็มีผลต่อคุณภาพของภาพเช่นกันกล่าวคือรายละเอียดของภาพจะลดลงเมื่อจำนวนระดับสีลดลง

## 2.7 ลักษณะของภาพสี (Color Image Characteristics)

โดยทั่วไปภาพสีเชิงดิจิทัลจะถูกเก็บในลักษณะเป็นค่าเวกเตอร์ กล่าวคือ แต่ละจุดภาพจะถูกแทนด้วยค่า 3 ค่า ซึ่งเป็นค่าความเข้มแสงของสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ผลรวมของค่าทั้งสามใช้แทนสีผสมอื่น ๆ หนึ่งเพื่อที่จะทำให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจเราจะแทนภาพสีด้วยภาพ 3 ระนาบดังแสดงในรูปที่ 2.12 การประมวลผลภาพสีจึงไม่แตกต่างจากการประมวลผลภาพโทนสีเทามากนัก เพียงแต่ประยุกต์ใช้กระบวนการนี้บนแต่ละระนาบสี หรือทำการแปลงแบบจำลองสีจากระบบ RGB

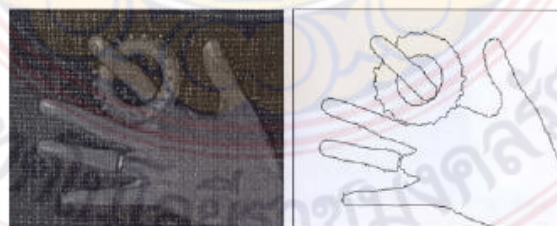
ดังกล่าวมาข้างต้นไปสู่ระบบอื่น เช่น ระบบ YCrCb ก่อนแล้วจึงประมวลผลบนองค์ประกอบที่เหมาะสมของแบบจำลองสีระบบใหม่นั้น เช่น องค์ประกอบ Y เท่านั้น อนึ่ง จะกล่าวถึงการประมวลผลภาพสีโดยละเอียดต่อไป



ภาพที่ 2-15 แสดงสี a) ซึ่งมี 3 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบสีแดง b), สีเขียว c), และสีน้ำเงิน d) (ที่มา: <http://suanpalm3.kmutnb.ac.th/teacher/FileDL/supot56255518524.pdf>)

## 2.8 การตัดแบ่งภาพ (Image Segmentation)

จุดประสงค์หลักของการตัดแบ่งภาพ คือ เพื่อหาอาณาเขตของบริเวณต่าง ๆ ในภาพซึ่งแต่ละบริเวณอาจสื่อความหมายที่แตกต่างกันออกไป เช่น บริเวณที่เป็นพื้นหลัง บริเวณที่มีค่าความเข้มที่เท่ากันซึ่งมีความเป็นไปได้สูงที่จะเป็นบริเวณที่สมนัยกับวัตถุเชิงกายภาพวัตถุเดียวกัน เป็นต้น เพื่อให้ระบบคอมพิวเตอร์ เช่น หุ่นยนต์ สามารถเข้าใจความหมายของข่าวสารที่แฝงอยู่ในภาพและใช้ประโยชน์ในระดับสูงขึ้น เช่น การรู้จำวัตถุในภาพ ต่อไปได้ โดยทั่วไปการตัดแบ่งภาพแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ การตัดแบ่งตัดโดยอาศัยความสม่ำเสมอของลักษณะของบริเวณแต่ละลักษณะที่ต่างกัน เช่น บริเวณเดียวกันอาจถูกแทนในรูปของคุณลักษณะที่ค้นหาจากขอบเขตหรือจากกลาดลาย เป็นต้น ภาพที่ 2-11 แสดงการแทนภาพของตัวอักษร M ด้วยเส้นแกนกลางบริเวณ (Similarity-based Segmentation) การตัดแบ่งโดยใช้ความไม่ต่อเนื่องของลักษณะของแต่ละบริเวณ (Discontinuity-based Segmentation) โดยพิจารณาตำแหน่งของจุด เส้นขอบ (Edge) ซึ่งเกิดจากการเชื่อมกันของจุดภาพหลาย ๆ จุดภาพเข้าด้วยกัน เป็นต้น ภาพที่ 2-11 แสดงตัวอย่างการตัดแบ่งภาพ

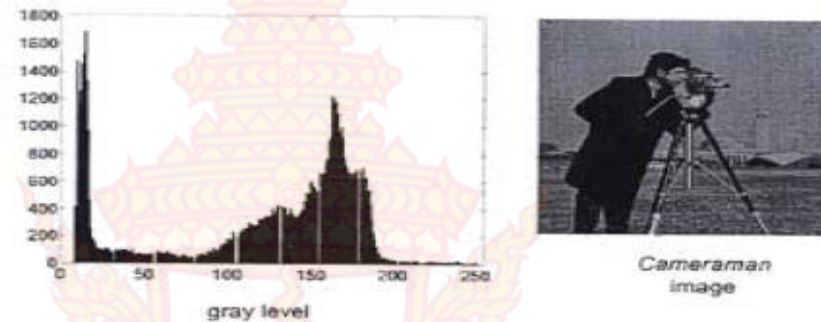


ภาพที่ 2-16 การหาขอบของวัตถุในภาพเพื่อใช้ในการตัดแบ่งภาพ (Image Segmentation) โดยขอบเป็นปริมาณที่บอกถึงความไม่ต่อเนื่องในภาพ (ที่มา: <https://www.gotoknow.org/posts/492648>)



## 2.9 ฮิสโตแกรม (Gray-Level Histogram)

ฮิสโตแกรมเป็นฟังก์ชันที่แสดงว่าในแต่ละระดับความเข้มมีจำนวนจุดภาพ (Pixel) ในภาพที่มีค่าความเข้มนี้เท่าไรเมื่อนำมาเขียนเป็นกราฟแกนนอนคือระดับความเข้ม (Gray Level) และแกนยี่งคือความถี่ของค่าความเข้มนั้นๆ (Number of Pixels) ฮิสโตแกรมเป็นการนำเสนอภาพในลักษณะแบบรวมๆ (Global Characteristic) รูปที่ 2.14 แสดงฮิสโตแกรมของภาพขวามือ



ภาพที่ 2-

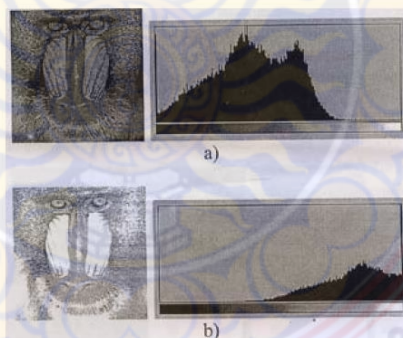
17 ทางซ้ายมือแสดงฮิสโตแกรมของภาพชุด Cameraman ทางขวามือ  
(ที่มา: <http://fingerprintimage.blogspot.com/2009/04/gray-level-histogram.html>)

ให้  $h_i$  เป็นฮิสโตแกรมของระดับ  $i$  ซึ่งสามารถคำนวณได้จากค่าร้อยละของจำนวนจุดภาพที่มีความเข้มระดับนี้ ( $n_i$ ) เทียบกับจำนวนจุดภาพทั้งหมด (กว้าง  $L$  จุดภาพ และยาว  $N$  จุดภาพ)

$$h_i = \frac{n_i}{LN} \text{ สำหรับ } 0 \leq i \leq 255$$

ลักษณะที่สำคัญของฮิสโตแกรมคือ

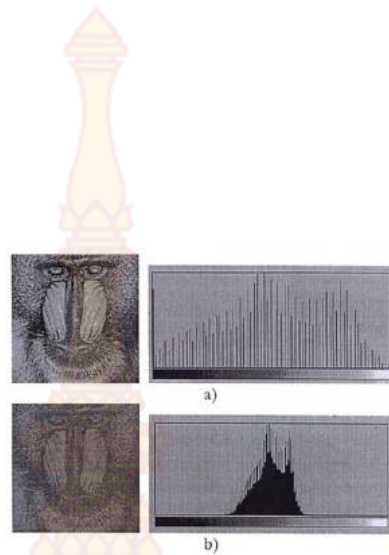
1. ค่าเฉลี่ยของความเข้มฮิสโตแกรมที่มีค่าเฉลี่ยต่ำ (เข้ามาทางค่าความเข้มต่ำ) จะแทนภาพที่มีมืดและฮิสโตแกรมที่มีค่าเฉลี่ยสูง (เข้ามาทางค่าความเข้มสูง) จะแทนภาพที่สว่าง



ภาพที่ 2-18 แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความเข้มของภาพ a) ฮิสโตแกรมที่มีค่าเฉลี่ยของค่าความเข้มต่ำจะแทนภาพที่มีมืด b) ฮิสโตแกรมที่มีค่าเฉลี่ยของค่าความเข้มสูงจะแทนภาพที่สว่าง

(ที่มา: <http://web.stanford.edu>)

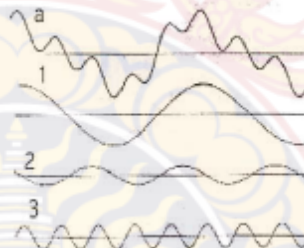
2. ลักษณะของการกระจายฮิสโตแกรม จะแสดงความคมชัดของภาพ นั่นคือ ฮิสโตแกรมที่มีการกระจายเป็นแถบกว้างจะแทนภาพที่ความคมชัดสูง และฮิสโตแกรมที่มีการกระจายเป็นแถบแคบจะแทนภาพที่มีความคมชัดต่ำ



ภาพที่ 2-19 แสดงความคมชัดของภาพ a) ฮิสโตแกรมที่มีการกระจายเป็นแถบกว้างจะแทนภาพที่ความคมชัดสูง b) ฮิสโตแกรมที่มีการกระจายเป็นแถบแคบจะแทนภาพที่มีความคมชัดต่ำ (ที่มา: <http://web.stanford.edu>)

## 2.10 การแปลงแบบฟูเรียร์ (Fourier Transform)

ถ้า  $f(t)$  เป็นฟังก์ชันของเวลาและ  $f(x)$  เป็นฟังก์ชันของตำแหน่งใน 1 มิติตามลำดับ ถ้าฟังก์ชันทั้ง 2 นี้เป็นฟังก์ชันแบบมีคาบเวลา ซึ่งหมายความว่าค่าของฟังก์ชันจะซ้ำกันในระยะเวลาหรือระยะทางหนึ่ง ๆ ที่แน่นอน นั่นคือ  $f(t+T) = f(t)$  หรือ  $f(x+X) = f(x)$  ฟังก์ชันทั้งสองนี้สามารถกระจายออกเป็นผลบวกของฟังก์ชันย่อย ๆ มากกว่าหนึ่งฟังก์ชัน โดยที่ฟังก์ชันย่อยหรือฟังก์ชันฐาน (Basis Function) เหล่านี้จะเป็นฟังก์ชันของ Sine และ/หรือ Cosine ดังรูป



ภาพที่ 2-20 ในรูป a) เป็นฟังก์ชันแบบเป็นคาบเวลา (Periodic Function) ซึ่งสามารถแสดงในรูปของผลบวกของฟังก์ชันฐานรูป Sine และ/หรือ Cosine (1, 2, และ 3) (ที่มา: <http://www.rmcs.buu.ac.th/cecos/project/tsp/Methods5.htm>)

นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศสชื่อ Fourier เป็นผู้เสนอแนวความคิดนี้ และสามารถแทนด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$f(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} F(k) e^{jkn\omega} \quad (5)$$

$$F(k) = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(t) e^{-jkn\omega} dt \quad (6)$$

เราเรียกผลบวกทางด้านขวาว่า Fourier Series ของฟังก์ชัน  $f(t)$  และถ้าฟังก์ชัน  $f(t)$  เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องแล้วลำดับ (Series) ของสมการที่ (1) นี้จะมีค่าเข้าใกล้ค่าจริงของ  $f(t)$  และ  $F(k)$  เรียกว่าสัมประสิทธิ์ของฟูเรียร์ (Fourier Coefficient) ซึ่งเป็นน้ำหนัก (Weighting Factor) ที่ทำให้ทราบว่าแต่ละฟังก์ชันฐานมีความสำคัญมากน้อยเท่าใดเพื่อที่จะทำให้ได้ผลรวมเท่ากับค่าของฟังก์ชัน



เดิมแนวความคิดนี้สามารถขยายออกไปจนครอบคลุมฟังก์ชันซึ่งไม่ได้เป็นฟังก์ชันแบบมีคาบเวลา (Aperiodic Function) และเรียกความสัมพันธ์นี้ว่าการแปลงแบบฟูเรียร์ (Fourier Transform) โดย

$$f(x) = \int_{-\infty}^{\infty} F(u)e^{j2\pi ux} du \quad (7)$$

ซึ่งหมายความว่า ฟังก์ชัน  $f(x)$  ใด ๆ สามารถแสดงอยู่ในรูปของผลรวมของฟังก์ชันฐานที่เป็นฟังก์ชันแบบ Sine และ/หรือ Cosine ( $e^{j2\pi ux}$ ) โดยที่แต่ละฟังก์ชันฐานถูกถ่วงด้วยค่าน้ำหนัก (Weighting Factors หรือ Fourier Coefficients) ต่าง ๆ กันและสามารถหาค่าได้จาก

$$F(u) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)e^{-j2\pi ux} dx \quad (8)$$

อนึ่งฟังก์ชันฐานแต่ละฟังก์ชันจะมีความถี่เฉพาะค่าของตัวเองดังนั้นเมื่อเราได้แปลงฟังก์ชันเดิมให้อยู่ในรูปของผลบวกของฟังก์ชันฐานทั้งหลายแล้วจะทำให้ทราบว่าฟังก์ชันเดิมประกอบด้วยความถี่ใดบ้างซึ่งการพิจารณาเพียงลักษณะของฟังก์ชันเดิม  $f(x)$  เท่านั้นไม่สามารถบอกค่าความถี่ย่อยๆที่แฝงอยู่ในตัวมันได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ฟังก์ชันรูปสี่เหลี่ยม (บนสุด) สามารถแตกย่อยออกเป็นฟังก์ชันฐานมากมาย (แต่เราจะพิจารณาเฉพาะฟังก์ชันฐานที่มีอิทธิพลต่อผลบวกซึ่งทำให้ลักษณะฟังก์ชันผลรวมเปลี่ยนไปอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเพิ่มฟังก์ชันฐานที่กำลังพิจารณานี้) และจากตัวอย่างนี้ทำให้ทราบว่าฟังก์ชันรูปสี่เหลี่ยมสามารถถูกสร้างขึ้นได้โดยใช้ฟังก์ชันฐานที่มีความถี่ต่างๆกันดังนั้นทำให้สรุปได้ว่าฟังก์ชันใดๆสามารถอธิบายได้ 2 แนวทางคือ

1. อธิบายโดยใช้ลักษณะของฟังก์ชันนั้นโดยตรงบน Time Domain,  $f(t)$  หรือ Spatial Domain,  $f(x)$
2. อธิบายโดยใช้ลักษณะทางความถี่ใน Frequency Domain หรือ Fourier Domain คุณสมบัติที่สำคัญของการแปลงฟูเรียร์ใน 1 มิติมีดังนี้

ถ้า  $F(u)$  และ  $G(u)$  เป็นการแปลงฟูเรียร์ของฟังก์ชัน  $f(t)$  และ  $g(t)$  ดังนั้น

1. Time Scaling  $f(at) \Leftrightarrow \frac{1}{|a|} H\left(\frac{u}{a}\right)$
2. Frequency Scaling  $\frac{1}{|a|} f\left(\frac{t}{a}\right) \Leftrightarrow H(au)$
3. Time Shifting  $f(t-t_0) \Leftrightarrow H(u)e^{j2\pi ut_0}$
4. Frequency Shifting  $f(t)e^{-j2\pi ut_0} \Leftrightarrow H(u-u_0)$
5. Convolution Theorem  $f(t)*g(t) \equiv \int_{-\infty}^{\infty} f(\tau)g(t-\tau)d\tau \Leftrightarrow H(u)G(u)$
6. Correlation Theorem  $\text{Corr}(f(t), g(t)) \equiv \int_{-\infty}^{\infty} f(\tau+t)g(\tau)d\tau$

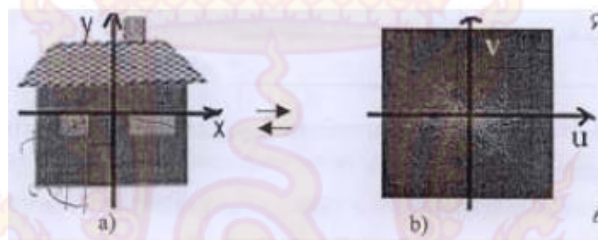
### 2.10.1 การแปลงแบบฟูเรียร์ใน 2 มิติ (The 2-D Discrete Fourier Transform)

แนวความคิดของการแปลงฟูเรียร์สามารถนำมาใช้กับฟังก์ชันหรือสัญญาณ 2 มิติเช่น ภาพซึ่งจะเป็นการแปลงฟังก์ชันบน Spatial Domain ไปเป็น Frequency Domain สมการคณิตศาสตร์แสดงความสัมพันธ์นี้เป็นดังนี้

$$f(x, y) \Leftrightarrow \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} F(u, v) e^{j2\pi(ux+vy)} du dv \quad (9)$$

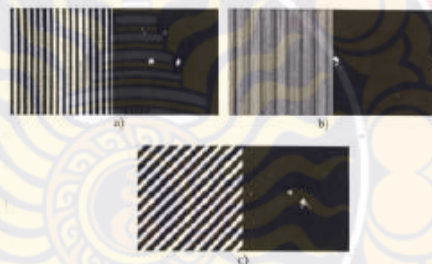
$$F(u, v) \Leftrightarrow \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x, y) e^{-j2\pi(ux+vy)} dx dy \quad (10)$$

โดยความสัมพันธ์ระหว่าง 2 Domain แสดงไว้ดังรูปข้างล่างนี้



ภาพที่ 2-21 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างภาพใน Spatial Domain และความถี่ใน Frequency (or Fourier) Domain

(ที่มา: <http://slideplayer.in.th/slide/2116542/>)



ภาพที่ 2-22 แสดง ความสัมพันธ์ระหว่าง ความถี่ทางตำแหน่งใน Spatial Domain และภาพแสดงตำแหน่งของค่าความถี่ใน Frequency Domain โดยภาพ a) และ b)

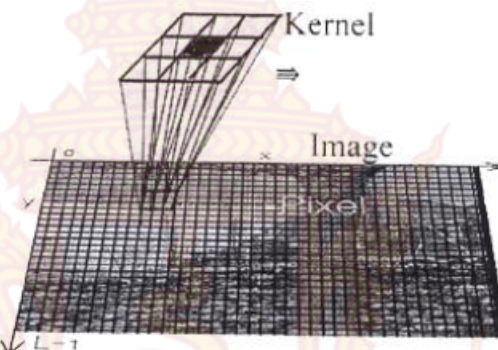
(ที่มา: <http://slideplayer.in.th/slide/2116542/>)

### 2.10.2 การแปลงแบบฟาสต์ฟูเรียร์ (The Fast Fourier Transform)

ในกรณีที่ข้อมูลเป็นปริมาณเต็มหน่วย (Discrete) ดังเช่นภาพที่ถูกนำเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์การแปลงฟูเรียร์ข้างต้นยังคงใช้ได้อย่างสะดวกหลังจากมีการปรับปรุงแล้วดังนั้นสมการคณิตศาสตร์ของความสัมพันธ์คู่นี้จึงเป็นแบบเต็มหน่วย (Discrete Fourier Transform DFT)

## 2.11 การกระทำแบบคอนโวลูชัน (Convolution Operation)

1. การกระทำคอนโวลูชันทางตำแหน่ง (Spatial Convolution Operation) การกระทำแบบคอนโวลูชันเป็นการหาค่าใหม่ของจุดภาพใดๆโดยพิจารณาระบบเพื่อนบ้าน(Neighbors System) ในขั้นแรกจะต้องกำหนด Window หรือ Kernel ซึ่งเป็นตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด3x3, 5x5 หรือขนาดอื่นๆและแต่ละช่องของตารางนี้จะถูกกำหนดให้มีค่าน้ำหนัก (Weights) โดยแต่ละช่องอาจมีค่าเท่ากันหรือไม่ก็ได้จากนั้นนำ Kernel นี้มาทำบนภาพและหาบวกของผลคูณระหว่างค่าน้ำหนักกับค่าความเข้มบนจุดภาพสุดท้ายให้เลื่อน Kernel นี้เพื่อไปหาค่าใหม่ของจุดภาพถัดไป



ภาพที่ 2-23 แสดง

การกระทำคอนโวลูชัน

ทางตำแหน่งโดยใช้ Kernel ที่มีค่าน้ำหนักต่างกันตามลักษณะงาน

(ที่มา: [http://jittranutsri.blogspot.com/2010\\_01\\_01\\_archive.html](http://jittranutsri.blogspot.com/2010_01_01_archive.html))

2. การกระทำคอนโวลูชันทางความถี่ (Frequency Convolution Operation) การกระทำคอนโวลูชันอีกแบบหนึ่งซึ่งเรียกว่า “Frequency Convolution Operation” โดยใช้คุณสมบัติ Convolution ของการแปลงฟูเรียร์

$$f(t) * g(t) \equiv \int_{-\infty}^{\infty} f(\tau)g(t-\tau)d\tau \Leftrightarrow H(u)G(u) \quad (11)$$

โดยในขั้นแรกนำภาพต้นฉบับและ Kernel (หรือ Filter) มาทำการแปลงฟูเรียร์จากนั้นหาผลคูณระหว่างผลการแปลงของปริมาณทั้งสองใน Frequency Domain สุดท้ายทำการแปลงผลคูณนี้กลับโดยใช้ Inverse Fourier Transform

### 2.12 การปรับปรุงคุณภาพของภาพ (Image Enhancement)

การปรับปรุงภาพ (Image Enhancement) เป็นกระบวนการทำให้คุณภาพของภาพดีขึ้นเพื่อจุดมุ่งหมายเฉพาะ โดยการกระทำทำให้คุณลักษณะของภาพ (feature) เช่น ความคมชัด ความสว่าง ขอบของวัตถุในภาพ ให้ปรากฏชัดเจนผลรวมทางการกำจัดสบบกวน (noise) การปรับปรุงภาพแบ่งออกตามประเภทของการประมวลผลได้เป็น 4 แบบ คือ

1. Pixel – based Image Enhancement เป็นการปรับปรุงภาพด้วยวิธีที่กระทำครั้งละหนึ่งจุดภาพจนหมดซึ่งได้แก่ การกระทำทางพีชคณิต การกระทำเชิงตรรกะการกระทำทางเรขาคณิต



2. Histogram-based Image Enhancement เป็นการปรับปรุงคุณภาพของภาพ โดยการกระทำบนฮิสโตแกรมของภาพต้องการปรับปรุงคุณภาพบน

3. Spatial-filtering-based Image Enhancement เป็นการปรับปรุงคุณภาพของภาพโดยใช้กระบวนการ spatial convolutions

4. Frequency-based Image Enhancement เป็นการปรับปรุงคุณภาพของภาพ โดยกระทำบน frequency domain โดยใช้การแปลงฟูเรียร์

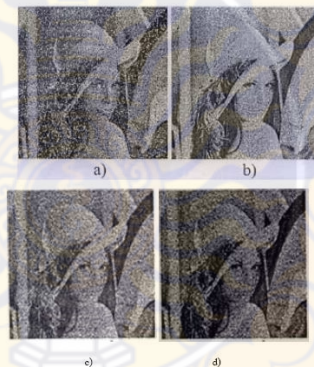
### 2.12.1 วัตถุประสงค์หลักของการปรับปรุงคุณภาพของภาพ

1. สัญญาณรบกวน (noise) ที่เกิดขึ้นในภาพขณะหรือหลังจากการบันทึกซึ่งได้แก่ Salt-pepper noise เป็นสัญญาณรบกวนประเภท impulsive noise ซึ่งเกิดจากการปนเปื้อนบนจุดภาพ ณ ตำแหน่งใดๆแบบสุ่มด้วยเข้มแสงสองความเข้มที่คงที่เช่นสีขาวและดำเท่านั้น Uniform เป็นสัญญาณรบกวนซึ่งเกิดจากการปนเปื้อนบนจุดภาพทุกจุดภาพด้วยค่าความเข้มแสงที่แปรเปลี่ยนไปด้วยการกระจายแบบสม่ำเสมอ (uniformly distribution) ดังภาพที่ 2-18 b)

Gaussian เป็นสัญญาณรบกวนซึ่งเกิดจากการปนเปื้อนบนจุดภาพทุกจุดภาพด้วยค่าความเข้มแสงที่แปรเปลี่ยนไปด้วยการกระจายแบบปกติ (normal distribution) ที่มีค่าเฉลี่ย (mean) เป็นศูนย์และค่าความแปรผัน (variance) เป็นหนึ่งดังภาพที่ 2-18 c)

Laplacian เป็นสัญญาณรบกวนซึ่งเกิดจากการปนเปื้อนบนจุดภาพทุกจุดภาพด้วยค่าความเข้มแสงที่แปรเปลี่ยนไปด้วยการกระจายแบบ Laplacian distribution ดังภาพที่ 2-18 d)

โดยสัญญาณรบกวนเหล่านี้ปนเปื้อนในภาพได้ 2 วิธีคือกระบวนการแบบ additive generator และแบบ multiplicative generator



ภาพที่ 2-24 แสดงปนเปื้อนสัญญาณรบกวน (noise) แบบต่างๆได้แก่ a) แบบ salt-pepper, b) แบบ uniform, c) แบบ Gaussian, และ d) แบบ Laplacian

(ที่มา: [http://jittranutsri.blogspot.com/2010\\_01\\_01\\_archive.html](http://jittranutsri.blogspot.com/2010_01_01_archive.html))

2. ความสว่างของภาพ (Brightness) ความสว่างคือลักษณะความเข้มแสงแต่ละจุดภาพลักษณะของฮิสโตแกรมสามารถบอกถึงความสว่างในภาพโดยในภาพที่มีความสว่างมากฮิสโตแกรมจะอยู่ด้านขวาซึ่งมีค่าความเข้มสูงส่วนในภาพที่มีความสว่างน้อยฮิสโตแกรมจะอยู่ทางด้านซ้ายซึ่งมีค่าความเข้มต่ำดังภาพที่ 2-19 ค่าความสว่างสามารถคำนวณได้จาก



$$\text{Brightness} = B = \frac{1}{MN} \sum_{y=0}^{M-1} \sum_{x=0}^{N-1} i(x, y) \quad (12)$$

$$\text{Brightness} = B = \frac{1}{MN} \sum_{y=0}^{M-1} \sum_{x=0}^{N-1} i(x, y) \quad (13)$$



a)



b)

ภาพที่ 2-25 เปรียบเทียบ

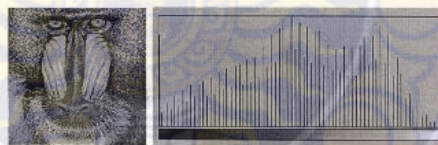
ความสว่างของรูป

(brightness) โดยภาพ a) เป็นรูปที่มีความสว่างมากและภาพ b) เป็นรูปที่มีความสว่างน้อย

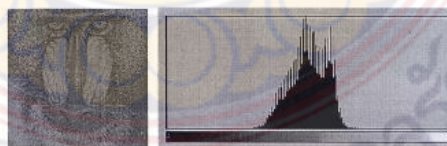
(ที่มา: <http://web.stanford.edu>)

3. ความคมชัดของภาพ (Contrast) ความคมชัดคือลักษณะความเด่นชัดของเส้นและขอบในภาพโดยวัดได้ด้วยขอบเขตค่าของระดับความเข้มแสงที่ปรากฏในภาพภาพที่มีระดับความเข้มแสงเป็นขอบเขตกว้าง (ดังภาพที่ 2-20 a) ซึ่งสังเกตจากฮิสโตแกรมพบว่าภาพนี้มีค่าความเข้มแสงตั้งแต่ 0 ถึง 255 ในขณะที่ภาพที่ 2-20 b) มีขอบเขตความเข้มแสงที่แคบกว่าโดยค่าความคมชัดจึงสามารถคำนวณได้จาก

$$\text{Contrast} = C = \sqrt{\frac{1}{MN} \sum_{y=0}^{M-1} \sum_{x=0}^{N-1} [i(x, y) - B]^2} \quad (14)$$



a)



b)

ภาพที่ 2-26 เปรียบเทียบ

ความคมชัดของรูป

(contrast) โดยรูป a) เป็นรูปที่มีความคมชัดสูงและภาพ b) เป็นรูปที่มีความคมชัดต่ำ

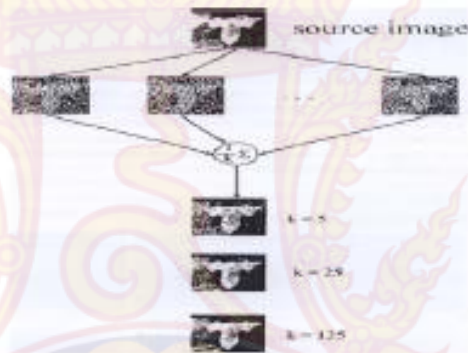
(ที่มา: [http://jittranutsri.blogspot.com/2010\\_01\\_01\\_archive.html](http://jittranutsri.blogspot.com/2010_01_01_archive.html))

### 2.13 การปรับปรุงภาพโดยกระทำบนแต่ละจุดภาพ

เป็นการปรับปรุงคุณภาพของภาพที่ใช้การกระทำทางพีชคณิตและกระทำบนทุกๆจุดภาพ ตัวอย่างเช่นการบวกภาพที่ต้องการจะปรับปรุงเข้าด้วยกันแล้วหาค่าเฉลี่ย (image averaging) ถ้า  $i(x,y)$  เป็นภาพต้นฉบับก่อนการปนเปื้อนด้วยสัญญาณรบกวน (noise) ซึ่งแทนด้วย  $n(x,y)$  ดังนั้นภาพผลลัพธ์  $g(x,y)$  คือ  $g(x,y) = i(x,y) + n(x,y)$

ซึ่งสามารถกำจัดสัญญาณรบกวนนี้ด้วยการหาค่าเฉลี่ย  $\sigma_{\frac{2}{g(x,y)}} = \frac{1}{k} \sigma_{n(x,y)}^2$   
โดยที่  $E\{g(x,y)\} = i(x,y)$   $g(x,y) = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k g_i(x,y)$

ซึ่งพบว่าเมื่อจำนวนภาพ  $k$  เพิ่มขึ้นค่าของ  $g(x,y)$  จะมีค่าเข้าใกล้ค่า  $i(x,y)$  และค่าความแปรปรวนของภาพจะมีค่าลดลงรูปแสดงผลลัพธ์ของการกระทำนี้



ภาพที่ 2-27 แสดงการ

กำจัดสัญญาณรบกวนโดย

ใช้การกระทำพีชคณิตซึ่งกระทำบนทุกจุดภาพ

(ที่มา: <http://chevasit.blogspot.com/2012/01/alternative-physics.html>)

## 3. การสื่อสารข้อมูล

### 3.1 การใช้งานพอร์ตอณุกรม

มีทางเลือกอยู่ 2 ทางในการที่จะเคลื่อนย้ายข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังอุปกรณ์ต่อพ่วงอื่นๆหรือคอมพิวเตอร์ด้วยกัน คือการรับส่งข้อมูลแบบขนานและการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมการรับส่งข้อมูลแบบขนานจะเป็นการส่งข้อมูลคราวละ 4 บิต หรือ 8 บิต ในเวลาเดียวกันซึ่งจะทำให้การรับส่งข้อมูลทำได้ที่ความเร็วสูง ซึ่งหมายความว่าจำนวนของสายที่ใช้ในการส่งจะต้องมีมากเท่ากับจำนวนบิตของข้อมูลที่จะส่งด้วยนอกจากนี้ยังจะต้องรวมถึงสายที่ใช้สำหรับการควบคุมและการตรวจสอบการรับส่งข้อมูลด้วย ซึ่งต้องใช้สายมากเป็น 2 เท่าของจำนวนบิตข้อมูลที่จะส่ง ซึ่งก็เป็นปัญหาในเรื่องราคาของสายที่ใช้ในการเชื่อมต่อแบบขนานมักจะมีราคาแพงในขณะที่การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมเป็นการรับส่งข้อมูลครั้งละ 1 บิต แต่สามารถรับส่งข้อมูลได้คราวละหลายๆบิตได้แต่ต้องมีการตกลงกันระหว่างตัวส่งและตัวรับว่าจะรับส่งข้อมูลคราวละกี่บิต ตัวรับจะต้องรอข้อมูลมาให้ครบทุกบิตเสียก่อนจึงทำการประมวลผล ส่งผลให้การสื่อสารข้อมูลอนุกรมอาจมีความเร็วต่ำกว่าแบบขนานในด้านจำนวนสายสัญญาณการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมจะใช้สายจำนวนที่น้อยกว่ามาก อย่างน้อยที่สุดใช้เพียง 2-3 เส้นเท่านั้นแต่อัตราเร็วในการรับส่งข้อมูลอาจต่ำกว่าแบบขนาน อย่างไรก็ตาม

การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมสามารถใช้สายสัญญาณที่มีความยาวมากกว่าแบบขนานทำให้ระยะทางในการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมดีกว่า

### 3.2 การสื่อสารแบบอนุกรม

การสื่อสารแบบอนุกรมนี้อาจแบ่งออกได้เป็น 2 แบบคือการสื่อสารอนุกรมแบบซิงโครนัสและการสื่อสารอนุกรมแบบอะซิงโครนัส การสื่อสารแบบซิงโครนัสจะมีสัญญาณนาฬิกาพร้อมอยู่กับการรับและส่งสัญญาณด้วย ตัวอย่างการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัสก็คือคีย์บอร์ดของคอมพิวเตอร์ซึ่งสายเส้นหนึ่งจะเป็นสายของสัญญาณนาฬิกา ส่วนสายอีกเส้นจะเป็นสายของข้อมูล ดังนั้นการติดต่อกันแบบซิงโครนัสนี้จะต้องใช้สายในการเชื่อมต่ออย่างน้อยที่สุด 3 เส้นคือ สัญญาณนาฬิกา ข้อมูล และกราวด์

### 3.3 การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส

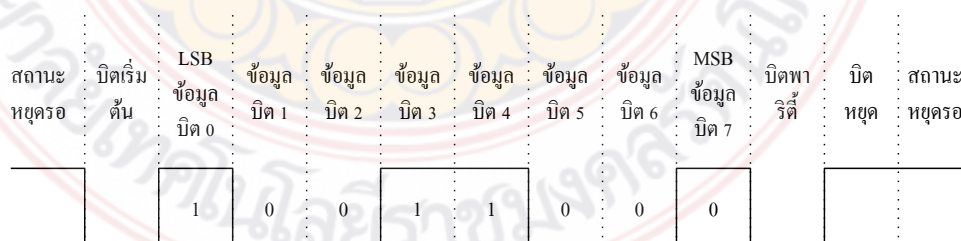
การรับและส่งข้อมูลไปในสายโดยไม่จำเป็นต้องมีสัญญาณนาฬิกาพร้อมเหมือนกับการรับส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส แต่ใช้การกำหนดค่าสัญญาณนาฬิกาทั้งภาครับและภาคส่งให้มีค่าเท่ากัน ซึ่งเรียกสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการกำหนดค่าให้ภาครับและภาคส่งนี้ว่า อัตราการถ่ายทอดข้อมูล หรือบอเรต (Baud rate) มีหน่วยเป็นบิตต่อวินาที

รูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในการรับส่งแบบอะซิงโครนัสประกอบด้วย 4 ส่วนด้วยกันคือ

- บิตเริ่มต้น (Start Bit) ซึ่งจะมีขนาด 1 บิต
- บิตข้อมูลแบบอนุกรมจะมีขนาด 5 บิต 6 บิต 7 บิต หรือ 8 บิต
- บิตตรวจสอบพาริตี (Parity Bit) จะมีขนาด 1 บิต หรือไม่มี
- บิตปิดท้าย (Stop Bit) จะมีขนาด 1 บิต หรือ 2 บิต

ซึ่งเมื่อไม่มีข้อมูลที่จะส่งหาข้อมูล (Data) จะมีสถานะลอจิก 1 ซึ่งจะเรียกสถานะนี้ว่าสถานะหยุดรอ (waiting stage) การเริ่มต้นส่งข้อมูลจะเริ่มจากการให้หาข้อมูลมีลอจิก 0 ด้วยช่วงระยะเวลา 1 บิต ซึ่งจะเรียกบิตนี้ว่าบิตเริ่มต้น จากนั้นบิตข้อมูลจะถูกส่งออกไป โดยเริ่มจากบิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุด (LSB) ก่อน ซึ่งข้อมูลในไบต์ที่จะส่งอาจจะมีจำนวนบิต 5 บิต 6 บิต 7 บิต หรือ 8 บิต ก็ได้ จากนั้นจะตามด้วยบิตพาริตี ซึ่งใช้เพื่อตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการส่งข้อมูล บิตสุดท้ายที่จะส่งคือบิตปิดท้าย ซึ่งจะให้หาข้อมูลมีสถานะลอจิก 1 อีกครั้งด้วยระยะเวลาอย่างน้อย 1 บิต 1.5 บิต หรือ 2 บิต เพื่อเป็นการแสดงว่าสิ้นสุดข้อมูลแล้ว

อุปกรณ์พิเศษที่ได้รับการออกแบบมาสำหรับการรับและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสเรียกว่า ยูเออาร์ที (UART: Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) อัตราความเร็วในการรับและส่งข้อมูล



ภาพที่ 2-28 แสดงรูปแบบอย่างง่ายที่สุดของข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส  
(ที่มา: [http://electronics.se-ed.com/contents/046s061/046s061\\_p01.asp](http://electronics.se-ed.com/contents/046s061/046s061_p01.asp))



ข้อมูลของการรับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสคือค่าบอเร็ตซึ่งก็คือค่าจำนวนบิตต่อวินาทีที่ใช้ในการรับและส่งข้อมูลบอเร็ตมาตรฐานที่ใช้สำหรับพอร์ตอนุกรม RS-232 ได้แก่ 110 150 300 600 1,200 2,400 4,800 9,600 และ 19,200 บิตต่อวินาที และมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์ ซึ่งการรับส่งแบบอนุกรมโดยไม่ผ่านโมเด็มอาจจะสามารถกำหนดค่าบอเร็ตได้สูงถึง 115,200 บิตต่อวินาที เนื่องจากบอเร็ตคือจำนวนบิตของข้อมูลที่สามารถถ่ายทอดได้ภายใน 1 วินาที ยกตัวอย่างข้อมูลอนุกรมถูกส่งในลักษณะ 8 บิต ไม่มีการตรวจสอบพาริตี มีบิตเริ่มต้น 1 บิต และบิตท้าย 1 บิต ความยาวของข้อมูลที่รับส่งนี้เท่ากับ 10 บิต ถ้าใช้บิตเรตในการส่งข้อมูลเท่ากับ 9600 บิตต่อวินาทีจะสามารถรับส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็ว 960 ไบต์ต่อวินาที และถ้ามีการใช้พาริตีความเร็วในการรับส่งข้อมูลจะเหลือเป็น 872 ไบต์ต่อวินาที

การตรวจสอบพาริตีสามารถกำหนดให้เป็นแบบคี่ (odd) แบบคู่ (even) หรือไม่มีการตรวจสอบพาริตีก็ได้ การตรวจสอบพาริตีเป็นการตรวจสอบจำนวนรวมของบิตที่เป็นลอจิก 1 ภายในข้อมูลที่ส่งไป 1 ไบต์ว่ามีจำนวนรวมเป็นเลขคู่หรือเลขคี่โดยต้องรวมบิตพาริตีเข้าไปด้วย ยกตัวอย่างข้อมูลที่ทำการส่งมีขนาด 8 บิต และมีค่าเท่ากับ 99 ฐานสิบหก หรือ 10011001 ฐานสอง จะเห็นว่าข้อมูลในไบต์นี้มีจำนวนลอจิก 1 จำนวน 4 ตัวซึ่งเป็นเลขคู่ ดังนั้นถ้ากำหนดค่าพาริตีเป็นคู่ ค่าในบิตพาริตีจะต้องมีลอจิกเป็น 0 แต่ถ้าพาริตีเป็นคี่ ค่าพาริตีจะต้องเป็น 1 เพื่อให้ข้อมูล 1 ไบต์รวมทั้งบิตพาริตีมีจำนวนบิตที่เป็นลอจิก 1 มีจำนวนรวมกันเป็นเลขคี่

บิตพาริตีถูกสร้างขึ้นจากภาคส่งข้อมูลของยูเออาร์ทีซีซึ่งทางภาครับจะต้องทำการกำหนดคุณสมบัติการตรวจสอบพาริตีให้ตรงกันว่าจะตรวจสอบพาริตีคี่หรือพาริตีคู่จากนั้นภาครับของยูเออาร์ทีซี จะทำการตรวจสอบค่าพาริตีที่เกิดขึ้นว่าเป็นคู่หรือเป็นคี่โดยการนับจำนวนลอจิก 1 ทั้งหมดรวมทั้งบิตพาริตีด้วย ถ้ากำหนดพาริตีไว้เป็นคู่แต่อ่านค่าตัวเลขในการนับออกมาได้ตัวเลขเป็นคี่ทางภาครับจะแสดงข้อผิดพลาดออกมาให้ผู้ใช้งานทราบ นับเป็นการตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการถ่ายทอดข้อมูลที่ง่ายที่สุด แต่จะเชื่อถือได้เมื่อมีบิตข้อมูลที่ทำการส่งผิดพลาดเพียงบิตเดียวเท่านั้น ถ้าข้อมูลที่ทำการส่งมีบิตที่ผิดพลาดมากกว่า 1 บิต การตรวจสอบด้วยวิธีนี้จะไม่ได้ผล สำหรับการตั้งพาริตีบิตเป็น None นั้นทั้งภาครับและภาคส่งจะไม่มีการตรวจสอบพาริตี

คอมพิวเตอร์ในรุ่น AT เกือบทั้งหมดใช้ยูเออาร์ทีซีเบอร์ 16450 และ 16550 ส่วนคอมพิวเตอร์ในรุ่น XT ใช้ยูเออาร์ทีซีเบอร์ 8250 ยูเออาร์ทีซีเหล่านี้มีระดับแรงดันเป็นแบบฟิฟท์แอล (0 และ +5V) แต่เพื่อให้มีแรงดันเป็นไปตามมาตรฐาน RS-232 และเพื่อให้การรับส่งข้อมูลสามารถทำได้ในระยะทางไกลมากขึ้น ระดับแรงดันที่ฟิฟท์แอลจะถูกแปลงเป็นระดับแรงดันที่สูงขึ้นโดยลอจิก 0 มีระดับแรงดัน +3V ถึง +12V ในขณะที่ลอจิก 1 มีระดับแรงดัน -3V จนถึง -12V

## 4. แม่สี RGB

### 4.1 แม่สีทางแสง

แม่สีทางแสงประกอบด้วย สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน โดยสามารถผสมแม่สีให้เกิดเป็นสีอื่นๆ ได้ดังนี้

สีแดง + สีเขียว = สีเหลือง

สีแดง + สีน้ำเงิน = สีม่วง

















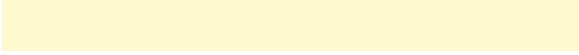
สีเขียว + สีน้ำเงิน = สีฟ้า

#### 4.2 ค่าโชนสี

รูปแบบสีที่ใช้มีลักษณะของเลขฐานสิบหก ในแต่ละหลักแสดงถึงส่วนประกอบของแม่สีแสง ได้แก่ สีแดงสีเขียว และสีน้ำเงิน ซึ่งทุกสีสามารถประกอบขึ้นได้จากปริมาณที่แตกต่างกันของแม่สีแสงทั้งสาม มีการนำเสนอสองรูปแบบคือ

เลขฐานสิบหก 3 หลัก แต่ละหลักมีค่า 0 ถึง F (15) จำนวนสีทั้งหมดที่สามารถแสดงได้คือ  $16^3 = 4,096$  สี

เลขฐานสิบหก 6 หลัก ทุกๆ 2 หลักจะมีค่าตั้งแต่ 00 ถึง FF (255) จำนวนสีทั้งหมดที่สามารถแสดงได้คือ  $256^3 = 16,777,216$  สี

ตัวอย่างสี					ตัวอย่างสี
ชื่อ	HTML	R	G	B	
<b>สีแดง</b>					
Indianred		CD	5C	5C	
Lightcoral		F0	80	80	
Salmon		FA	80	72	
Darksalmon		E9	96	7A	
Orangered		FF	45	00	
Red		FF	00	00	
Crimson		DC	14	3C	
Firebrick		B2	22	22	
Darkred		8B	00	00	
<b>สีชมพู</b>					
Pink		FF	C0	CB	
Lightpink		FF	B6	C1	
Palevioletred		DB	70	93	
Hotpink		FF	69	B4	
Deeppink		FF	14	93	
Mediumvioletred		C7	15	85	
<b>สีเหลือง</b>					
Lightyellow		FF	FF	E0	
Lemonchiffon		FF	FA	CD	

Lightgoldenrodyellow	FA	FA	D2
Papayawhip	FF	EF	D5
Moccasin	FF	E4	B5
Peachpuff	FF	DA	B9
Palegoldenrod	EE	E8	AA
Khaki	F0	E6	8C
Yellow	FF	FF	00
Gold	FF	D7	00
Darkkhaki	BD	B7	6B

## สีน้ำเงิน

Lightcyan	E0	FF	FF
Paleturquoise	AF	EE	EE
Aqua	00	FF	FF
Aquamarine	7F	FF	D4
Turquoise	40	E0	D0
Mediumturquoise	48	D1	CC
Darkturquoise	00	CE	D1
Powderblue	B0	E0	E6
Lightsteelblue	B0	C4	DE
Lightblue	AD	D8	E6
Skyblue	87	CE	EB
Lightskyblue	87	CE	FA
Deepskyblue	00	BF	FF
Cornflowerblue	64	95	ED
Steelblue	46	82	B4
Cadetblue	5F	9E	A0
Mediumslateblue	7B	68	EE
Dodgerblue	1E	90	FF
Royalblue	41	69	E1
Blue	00	00	FF
Mediumblue	00	00	CD
Darkblue	00	00	8B



Navy 00 00 80

Midnightblue 19 19 70

### สีส้ม

Lightsalmon FF A0 7A

Orange FF A5 00

Darkorange FF 8C 00

Coral FF 7F 50

Tomato FF 63 47

Orangered FF 45 00

### สีเขียว

Greenyellow AD FF 2F

Chartreuse 7F FF 00

Lawnngreen 7C FC 00

Lime 00 FF 00

Palegreen 98 FB 98

Lightgreen 90 EE 90

Mediumspringgreen 00 FA 9A

Springgreen 00 FF 7F

Yellowgreen 9A CD 32

Limegreen 32 CD 32

Mediumseagreen 3C B3 71

Seagreen 2E 8B 57

Forestgreen 22 8B 22

Green 00 80 00

Olivedrab 6B 8E 23

Olive 80 80 00

Darkolivegreen 55 6B 2F

Darkgreen 00 64 00

Aquamarine 7F FF D4

Mediumaquamarine 66 CD AA

Darkseagreen 8F BC 8F

Lightseagreen 20 B2 AA

## สีม่วง

Darkcyan 00 8B 8B

Teal 00 80 80

Lavender E6 E6 FA

Thistle D8 BF D8

Plum DD A0 DD

Violet EE 82 EE

Fuchsia FF 00 FF

magenta FF 00 FF

Orchid DA 70 D6

Mediumorchid BA 55 D3

Mediumpurple 93 70 DB

Slateblue 6A 5A CD

Blueviolet 8A 2B E2

Darkviolet 94 00 D3

Darkorchid 99 32 CC

Darkmagenta 8B 00 8B

Purple 80 00 80

Darkslateblue 48 3D 8B

Indigo 4B 00 82

## สีน้ำตาล

Cornsilk FF F8 DC

Blanchedalmond FF EB CD

Bisque FF E4 C4

Navajowhite FF DE AD

Wheat F5 DE B3

Burlywood DE B8 87

Tan D2 B4 8C

Rosybrown BC 8F 8F

Sandybrown F4 A4 60

Goldenrod DA A5 20

Darkgoldenrod B8 86 0B

Peru	CD 85 3F
Chocolate	D2 69 1E
Saddlebrown	8B 45 13
Sienna	A0 52 2D
Brown	A5 2A 2A
Maroon	80 00 00

### สีขาว

White	FF FF FF
Snow	FF FA FA
Honeydew	F0 FF F0
Mintcream	F5 FF FA
Azure	F0 FF FF
Aliceblue	F0 F8 FF
Ghostwhite	F8 F8 FF
Whitesmoke	F5 F5 F5
Seashell	FF F5 EE
Beige	F5 F5 DC
Oldlace	FD F5 E6
Floralwhite	FF FA F0
Ivory	FF FF F0
Antiquewhite	FA EB D7
Linen	FA F0 E6
Lavenderblush	FF F0 F5
Mistyrose	FF E4 E1

### สีเทา

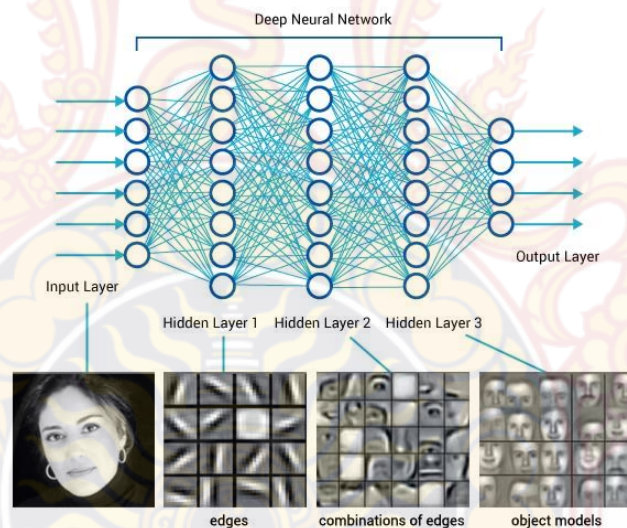
Gainsboro	DC DC DC
Lightgrey	D3 D3 D3
Silver	C0 C0 C0
Darkgray	A9 A9 A9
Gray	80 80 80
Dimgray	69 69 69
Lightslategray	77 88 99



Slategray	70 80 90	
Darkslategray	2F 4F 4F	
Black	00 00 00	

## 5. การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning)

คือ ชุดคำสั่ง (algorithm) ที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อการเรียนรู้ของเครื่องจักรหรือเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยชุดคำสั่งนี้จะทำให้ตัวเครื่องจักรสามารถประมวลผลข้อมูลจำนวนมาก ด้วยการจำลองเครือข่ายประสาทแบบเดียวกับในสมองของมนุษย์ เป็นวิธีการหนึ่งของการเรียนรู้ของเครื่องที่พยายามเรียนรู้วิธีการแทนข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น รูปภาพหนึ่งสามารถแทนได้เป็นเวกเตอร์ของความสว่างต่อจุดพิกเซล หรือมองในระดับสูงขึ้นไป เป็นเซตของขอบของวัตถุต่างๆ หรือมองว่าเป็นพื้นที่ของรูปร่างใดๆก็ได้ การแทนความหมายดังกล่าวจะทำให้การเรียนรู้ที่จะทำงานต่างๆทำได้ง่ายขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการเรียนรู้จดจำใบหน้าหรือการรู้จำการแสดงออกทางสีหน้า



ภาพที่ 2-29 การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning)

โดยหลักการของ Deep Learning ก็จะเป็น ANN ที่เป็นโหนดหลายๆชั้น และจะใช้การประมวลผลแบบขนาน (Parallel Processing) ทำให้สามารถประมวลผลได้ครั้งละจำนวนมาก ช่วยให้การเรียนรู้ของเครื่องสามารถให้ผลลัพธ์ในการตัดสินใจและคาดการณ์ได้ดีมากยิ่งขึ้น เปรียบได้กับการสร้างสัญญาณการมองเห็น ที่ประกอบไปด้วยหน่วยเซลล์ต่างๆ เช่น ในเรติน่าที่เป็นตัวรับและแปลสัญญาณแสงให้กลายเป็นสัญญาณประสาทหรือกระแสประสาท ซึ่งในเรติน่าจะประกอบไปด้วย เซลล์รูปแท่ง (Rod cell) และเซลล์รูปกรวย (Cone cell) เซลล์รูปแท่งทำงานในที่มืดสลัวและทำให้เกิดการเป็นรูปตัวขาวดำ ส่วนเซลล์รูปกรวยทำให้เกิดการเห็นในช่วงกลางวันเป็นรูปสี เป็นต้น

### 5.1 ประโยชน์ Deep Learning

เทคโนโลยี Deep Learning ทำให้ซอฟต์แวร์ด้านการจดจำภาพและเสียงของเครื่องจักรพัฒนาขึ้นมา จนสามารถนำไปต่อยอดทำเป็นแอปพลิเคชัน อุปกรณ์ หรือบริการออนไลน์ ที่สามารถเลียนแบบความเป็นมนุษย์ มองมนุษย์คิดอะไรได้ จดจำอะไรได้ แยกแยะอะไรได้ Deep Learning ก็ทำได้ไม่ต่างจากสมองของมนุษย์ สิ่งที่จะได้จาก Deep Learn ได้แก่

การแยกคน -- เป็นการแยกแยะใบหน้าของแต่ละคน เช่น การติดแท็กใน Google+ และ Facebook

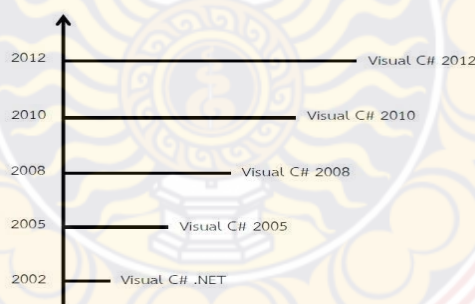
การแยกวัตถุที่ไม่ใช่คน -- เป็นการแยกแยะสิ่งมีชีวิต เช่น แยกแมวออกจากสุนัข การแยกสิ่งไม่มีชีวิต เช่น แยกโต๊ะออกจากเก้าอี้

แยกเสียง -- เป็นการแยกแยะสำเนียงภาษาพูดให้เป็นภาษาเขียนและแปลภาษา

แยกการแต่งกาย -- เป็นการแยกได้ว่าใครแต่งตัวในสไตล์เดียวกับเราบ้าง แล้วเสนอข้อมูลว่ามีเสื้อผ้าแนวไหนอยู่ที่บ้าน

## 6. VISUAL STUDIO C#

Visual C# (วิซวล-ซี-ชาร์ป) เป็นโปรแกรมหรือเครื่องมือที่ช่วยในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษา C# ซึ่งโปรแกรมนี้ได้พัฒนาขึ้นครั้งแรกในชื่อของ Visual C# .NET (วิซวล-ซี-ชาร์ป-ดอตเน็ต) ต่อมาก็ได้พัฒนาโปรแกรมให้มีความสามารถสูงขึ้นและรองรับการเขียนโปรแกรมในรูปแบบต่างๆ มากมาย



ภาพที่ 2-30

แสดงวิวัฒนาการของ Visual

C#

(ที่มา: <https://sites.google.com/site/programmingm42/visual-c>)

จากภาพที่ 2-32 โปรแกรม Visual C# .NET ถูกพัฒนาขึ้นมาครั้งแรกพร้อมกับ Visual Studio .NET และต่อมาโด่งดังและได้รับความนิยมอย่างสูงในเวอร์ชันถัดมา คือ Visual C# 2005 โดยมาพร้อมกับ Visual Studio 2005 จากนั้นก็ได้มีการพัฒนาโปรแกรมให้มีความสามารถสูงขึ้นและ

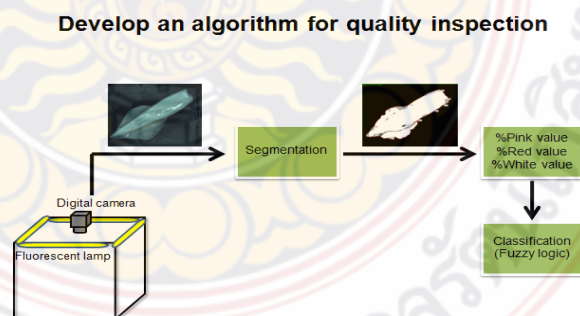
รองรับการเขียนโปรแกรมในรูปแบบต่างๆ มากมายอีกด้วยใน Visual C# 2008 (มาพร้อมกับ Visual Studio 2008) Visual C# 2010 (มาพร้อมกับ Visual Studio 2010) 2 และ Visual C# 2012 (มาพร้อมกับ Visual Studio 2012) ตามลำดับ สำหรับในปัจจุบันการเขียนโปรแกรมไม่ใช่เพียงแค่การสร้างโปรแกรมให้ทำงานบนคอมพิวเตอร์เพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่ยังเป็นการสร้างโปรแกรมให้สามารถทำงานบนอินเทอร์เน็ต โทรศัพท์มือถือ เครื่องเล่นเกม และหุ่นยนต์ เป็นต้น

Visual Studio เป็นชุดโปรแกรมที่นำไปใช้เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาต่างๆ เช่น ภาษา C, ภาษา C++ และ ภาษา C# เป็นต้น เพื่อสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ โดยโปรแกรมนี้ได้รวบรวมเครื่องมือต่างๆที่ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน เพื่อที่จะคอยอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งานนั่นเอง

Visual Studio 2010 นั้นมีหลากหลาย edition โดยแบ่งเป็น 4 edition ดังนี้ Visual Studio 2010 Professional, Visual Studio 2010 Premium, Visual Studio 2010 Ultimate และ Visual Studio Test Professional 2010 ซึ่งแต่ละ edition ก็จะมี ความแตกต่างกันไป ไม่ว่าจะเป็นเรื่อง ของราคา ขอบเขตความสามารถ และ กลุ่มผู้ใช้งาน

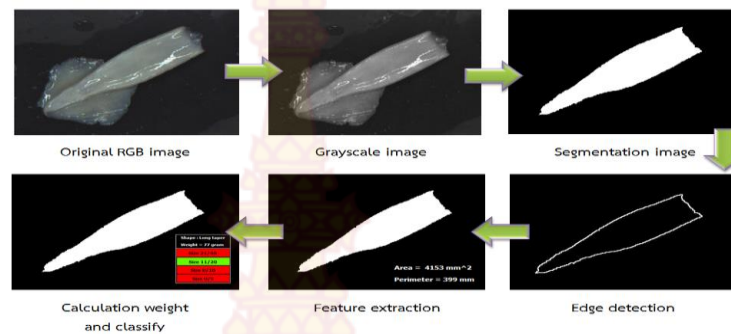
## 7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากงานวิจัย[1] ได้ศึกษาและทำการประยุกต์โดยใช้ Image processing ในการตรวจสอบขนาดเพื่อคัดเกรด และตรวจจับสิ่งปลอมปนในการตรวจรับปลาหมึกกล้วยขาวแปรรูปที่กำลังถูกลำเลียงผ่านสายพานลำเลียง แทนการใช้คนคัดขนาดที่ละตัว รวมทั้งการตรวจสอบสิ่งปลอมปน เช่น หนังกุ้งไม่หมด ตา และ เขี้ยว แต่ทั้งนี้ก่อนที่จะนำเทคนิคของการประมวลผลทางภาพเหล่านี้ไปประยุกต์ใช้งานจริง มีความจำเป็นต้องประเมิน 2 ตัวแปรสำคัญในเบื้องต้น คือ ความแม่นยำของเทคนิคที่ได้พัฒนาขึ้นเมื่อนำไปใช้กับแก้ปัญหาโจทย์ของแต่ละแอปพลิเคชัน และเรื่องของความเร็วในการประมวลผล



ภาพที่ 2-31 การพัฒนาอัลกอริทึมของระบบ





ภาพที่ 2-32 การพัฒนาโปรแกรม

จากงานวิจัย [2] ได้ทำการศึกษาและตรวจหาลักษณะเด่นในการคัดแยกคุณภาพแผ่นยาง เนื่องจากตามมาตรฐานการคัดแยกแผ่นยางนั้นจะดูจากความใสและปริมาณจุดดำที่เกิดจากรา โดยวิธีดำเนินการในขั้นแรกภาพของแผ่นยางจะถูกเปลี่ยนให้เป็นภาพระดับเทาแล้วจึงนำไปหาค่าผลรวมของระดับความเข้มของภาพเพื่อใช้เป็นตัวแทนของความใส สำหรับการวัดปริมาณจุดดำนั้นทำได้โดยการนำภาพระดับเทาไปผ่านการเปลี่ยนเป็นภาพขาวดำ จำนวนพื้นที่จุดดำที่ได้เป็นตัวแทนของปริมาณจุดดำในแผ่นยาง การแยกเกรดของแผ่นยางเป็น 4 เกรด ทำได้โดยการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ได้จากการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ วิธีที่นำเสนอได้รับการทดสอบกับตัวอย่างแผ่นยางจำนวน 100 ตัวอย่างโดยสามารถคัดแยกได้ถูกต้อง 89 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับการคัดแยกโดยผู้เชี่ยวชาญ

จากงานวิจัย[3] ได้ศึกษาถึงการจำแนกประเภทอัตโนมัติ Modulation (AMC) ได้ถูกนำมาใช้ในพื้นที่ยุคใหม่ต่างๆ เช่น วิทยาของค์ความรู้ (CR) โดยนำเสนอการเรียนรู้แบบเชิงลึก (Deep Learning) ตามวิธี AMC เทคโนโลยีการเรียนรู้ลึกความเชื่อลึกเครือข่าย (DBN) ถูกนำไปใช้สำหรับการรับรู้รูปแบบและการจัดหมวดหมู่ โดยการใช้เสียงที่มีความยืดหยุ่นและลายเซ็น SCF DBN ที่มีประสิทธิภาพในการเรียนรู้รูปแบบที่ซับซ้อนเราบรรลุความแม่นยำสูงในการตรวจสอบคลื่น FM และการจำแนกแม่ในที่มีเสียงรบกวนสภาพแวดล้อม ผลการจำลองของเราแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของวิธีการที่เรานำเสนอในการจำแนก 4FSK, 16QAM, BPSK, QPSK และเทคนิคการปรับ OFDM ในสภาพแวดล้อมต่างๆ

จากงานวิจัย[4] นำเสนออัลกอริทึมการจัดหมวดหมู่การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) ของภาพที่ใช้งาน Hyperspectral โดยข้อความในภาพ Hyperspectral สำหรับการใช้งานระยะไกล ขั้นตอนวิธีการเรียนรู้ที่ใช้งานอยู่บนพื้นฐานของการเรียนรู้ที่ถ่วงน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น โดยอัลกอริทึมที่นำเสนอเลือกตัวอย่างการฝึกอบรมที่เพิ่มเกณฑ์การคัดเลือกทั้งสองคือตัวแทนและความไม่แน่นอน ขั้นตอนวิธีการเช่นนี้จะทำให้เครือข่ายลึกได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยการเลือกตัวอย่างแข่งขันการฝึกอบรมที่ซ้ำกัน อัลกอริทึมที่เสนอถูกนำไปใช้สำหรับการจำแนกประเภทของภาพ Hyperspectral

และเมื่อเทียบกับขั้นตอนวิธีการจัดหมวดหมู่อื่น ๆ ของการเรียนรู้การใช้งาน แสดงให้เห็นว่าอัลกอริทึมที่นำเสนอมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิภาพในการแบ่งประเภทของภาพ Hyperspectral

จากงานวิจัย[5] ได้ศึกษาและทำการพัฒนา 12 Layer ของเครือข่ายประสาทเทียม เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้น โดยประเมินผลการปฏิบัติงานโดยใช้ชุดของ mammograms ดิจิตอลเต็มรูปแบบ 840 สาขาจาก 210 กรณีใช้ทั้งรับ freeresponse ปฏิบัติการลักษณะ (FROC) การวิเคราะห์และแคลเซียมปริมาณมวลวิเคราะห์ การวิเคราะห์ FROC แสดงให้เห็นว่าวิธีการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) โดยผลการทดลองอยู่ในระดับของการตรวจสอบที่คล้ายกับผู้เชี่ยวชาญด้านมนุษย์ ซึ่งการวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมมวลแสดงให้เห็นว่ามวลแคลเซียมสรุปอยู่ใกล้กับความจริงที่มีค่าสัมประสิทธิ์ของความมุ่งมั่นของ 96.24% ทำให้เห็นว่าการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) สามารถนำมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพในการพัฒนาระบบอัตโนมัติสำหรับการตรวจสอบ BAC (Breast arterial calcifications) ใน mammograms เพื่อช่วยระบุและประเมินความเสี่ยงผู้ป่วยที่มีโรคหัวใจและหลอดเลือด

จากงานวิจัย[6] ได้นำเสนอวิธีการตรวจสอบการปลอมแปลงภาพใหม่บนพื้นฐานของเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) ซึ่งใช้เครือข่ายประสาทเทียม Convolutional Neural Network (CNN) เพื่อเรียนรู้การแสดงลำดับชั้นจากการป้อนข้อมูลภาพสี RGB โดยอัตโนมัติ CNN ที่นำเสนอได้รับการออกแบบมาโดยเฉพาะสำหรับเนื้อหาภาพและการจับภาพวัตถุที่ลึกซึ่งจากการดำเนินงานการแก้ไขตัดแปลง ก่อนได้รับการฝึกฝน CNN โดยนำไปทำการจำแนกคุณลักษณะขั้นสุดท้ายสำหรับการจัดหมวดหมู่ SVM ผลการทดลองในชุดกลุ่มข้อมูลแสดงให้เห็นว่าวิธีการที่นำเสนอรูปแบบของ CNN ตามประสิทธิภาพดีกว่าบางวิธีในการทำงานแบบเครือข่ายประสาทเทียม

จากงานวิจัย[7] นำเสนอในการใช้มิติพิเศษส่วนบุคคลสมบัติสำหรับการจำแนกยางแผ่นรมควัน RSS (Ribbed Smoked Sheets) เพื่อการปนเปื้อนฟองอากาศ โดยภาพยางแผ่นรมควันถูกจับในสภาพแวดล้อมที่ควบคุมการใช้แหล่งกำเนิดแสงเรืองแสง ภาพเหล่านี้จะถูกปรับขนาดและแบ่งออกเป็น 16 พื้นที่ขนาดเล็ก จากนั้นค่ามิติพิเศษส่วนบุคคลของพื้นที่เหล่านี้มีการคำนวณ สุดท้ายค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ 16 มิติพิเศษส่วนบุคคลสำหรับการเปรียบเทียบกับที่กำหนดไว้เกณฑ์การจัดหมวดหมู่ โดยทำทดลอง 500 ภาพ ซึ่งครั้งหนึ่งมีฟองอากาศบางส่วนได้ดำเนินการเพื่อตรวจสอบวิธีการที่นำเสนอ ผลการทดลองแสดงให้เห็นความถูกต้องของการจัดหมวดหมู่ 98.00%

จากงานวิจัย[8] ได้ศึกษาการดึงภาพสีและการจำแนกมีความสำคัญมากในด้านการประมวลผลภาพ รวมถึงนำเสนอวิธีการที่อยู่ในสัญลักษณ์ของลักษณะสีของภาพโดยถูกนำมาใช้ในการคำนวณความคล้ายคลึงกันระหว่างสองภาพ นอกจากนี้เรายังใช้ ค่าสถิติ วัดหาเกณฑ์ที่ดีที่สุด และ

อัลกอริทึมที่ดีในการจัดหมวดหมู่ของภาพ นอกจากนี้ยังสร้างกรอบที่เปรียบเทียบภาพโดยวัดความคล้ายคลึงกัน จะขึ้นอยู่กับคุณลักษณะเวกเตอร์สีของภาพ

จากงานวิจัย[9] ได้พัฒนาแอปพลิเคชันการจัดหมวดหมู่ภาพกราฟสีจะใช้กันอย่างแพร่หลาย เป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่ระบุเนื้อหาของภาพ อย่างไรก็ตามความละเอียดสูง แบบฮิสโตแกรมด้านสี มักจะมีขนาดสูงและมีข้อมูลที่ซ้ำซ้อนมากซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาของภาพในขณะที่ฮิสโตแกรมความละเอียดต่ำไม่สามารถให้ข้อมูลที่เพียงพอสำหรับการจำแนกการจัดหมวดหมู่ของภาพ ในงานวิจัยนี้ แสดงคุณลักษณะสีใหม่จะเสนอความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบใกล้เคียงของกราฟสีธรรมดา โดยรวมเข้าด้วยกันเพื่อสร้างองค์ประกอบคุณลักษณะใหม่ที่จะเพิ่มความสามารถในการจำแนก

จากงานวิจัยของ[10] โดยใช้คอมพิวเตอร์วิทัศน์ในการจำแนกวัชพืชออกจากทุ่งข้าวสาลีโดยแบ่งวิธีวิเคราะห์ออกเป็น 3 วิธี

1. วิเคราะห์สีของภาพ (Color Analysis) เปรียบเทียบระดับค่าสีเทาหรือความเข้มแสงของภาพและจำแนกวัตถุในภาพออกเป็น 5 ส่วนคือใบข้าวสาลีใบวัชพืชก้านของข้าวสาลีดิน และทราย
2. วิเคราะห์รูปร่าง (Shape Analysis) เปรียบเทียบรูปร่างของใบโดยแยกแยะระหว่างใบข้าวสาลีและใบวัชพืช
3. วิเคราะห์พื้นผิว (Texture Analysis) เปรียบเทียบพื้นที่ของใบไม้ความเรียบและความโค้งงอของใบไม้ต่างชนิดกันหลังจากนั้นจึงรวบรวมข้อมูลและนำไปประยุกต์ใช้กับงานเกษตรกรรมต่อไป



### บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาเรื่อง ระบบคัดแยกเกรดปลาหมึกแห้งสำหรับกลุ่มชาวมังกรน้ำชายฝั่งทะเล ประจวบคีรีขันธ์ ด้วยหลักการ Deep Learning ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

#### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มเป้าหมาย คือ ชาวมังกรน้ำชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์ เขตปากน้ำปราณบุรี

ตารางที่ 3-1 การดำเนินงานของการจัดทำวิจัย

ลำดับที่	แผนการดำเนินงานโดยสังเขป	เดือน/ปี												
		2560			2561									
		ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	
1	ศึกษากระบวนการในการคัดแยกขนาดปลาหมึกแห้ง	↔												
2	เก็บตัวอย่างข้อมูลขนาดปลาหมึกแห้ง		↔											
3	วิเคราะห์และออกแบบระบบ			↔										
4	พัฒนาระบบ				↔				↔					
5	ทดสอบระบบ								↔					
6	แก้ไขปรับปรุงระบบงานวิจัย									↔				
7	สรุปผล												↔	

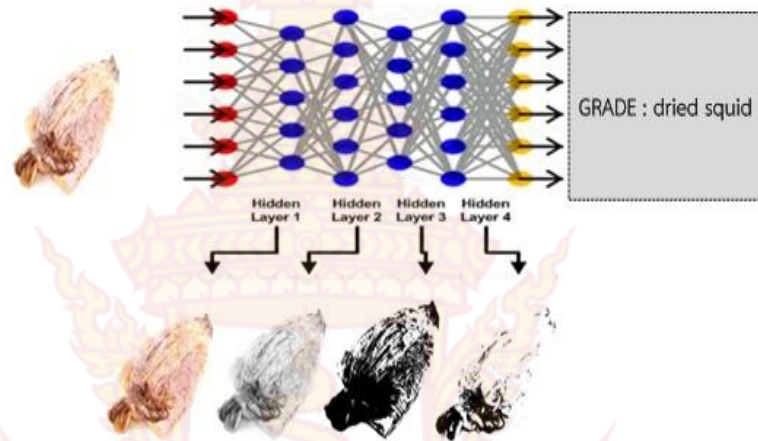
#### 2. วิธีดำเนินการวิจัย

- 2.1 ศึกษากระบวนการและเทคนิค Deep Learning
- 2.2 เก็บตัวอย่างไฟล์ภาพตัวอย่างปลาหมึกแห้ง
- 2.3 วิเคราะห์และออกแบบพัฒนาระบบคัดแยกเกรดปลาหมึกแห้งสำหรับกลุ่มชาวมังกรน้ำชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์ ด้วยหลักการ Deep Learning
- 2.4 แก้ไขปรับปรุงข้อผิดพลาดของข้อมูลที่ได้จากการวิจัย
- 2.5 จัดทำเอกสารงานวิจัย

#### 3. ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้พัฒนาระบบระบบคัดแยกเกรดปลาหมึกแห้งสำหรับกลุ่มชาวประมงกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์ ด้วยหลักการ Deep Learning โดยมีขั้นตอนของกรอบการทำงานดังภาพที่ 3-1

Framework sorting dried squid system by Deep Learning













ภาพที่ 3-1 แสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

จากภาพเป็นขั้นตอนการดำเนินการวิจัย โดยระบบทำการเก็บข้อมูลภาพปลาหมึกตัวอย่าง เก็บในลักษณะฐานข้อมูลเพื่อทำการเรียนรู้ให้กับระบบเพื่อเกิดความเชี่ยวชาญในการคัดแยกเกรดของปลาหมึก โดยแสดงดังลักษณะการทำงานของกระบวนการดังนี้













## 3.1.1 การสร้างฐานข้อมูลตัวอย่างข้อมูลปลาหมึก

ตารางที่ 3-2 การสร้างฐานข้อมูลตัวอย่างข้อมูลปลาหมึก

ลำดับที่	ภาพตัวอย่าง	ประเภทปลาหมึก	เกรดปลาหมึก
1		หมึกไม่ผ่า	1
2		หมึกไม่ผ่า	3
3		หมึกไม่ผ่า	3
4		หมึกไม่ผ่า	1
5		หมึกไม่ผ่า	2
6		หมึกไม่ผ่า	3
7		หมึกไม่ผ่า	1
8		หมึกไม่ผ่า	2
9		หมึกไม่ผ่า	3
10		หมึกไม่ผ่า	2



ลำดับที่	ภาพตัวอย่าง	ประเภทปลาหมึก	เกรดปลาหมึก
11		หมึกผ่า	1
12		หมึกผ่า	3
13		หมึกผ่า	3
14		หมึกผ่า	1
15		หมึกผ่า	2
16		หมึกผ่า	3
17		หมึกผ่า	1
18		หมึกผ่า	2
19		หมึกผ่า	3
20		หมึกผ่า	2

#### 4. อัลกอริทึมวิเคราะห์ภาพตัวอย่างข้อมูลปลาหมึก

**Algorithm** EvallImages Claculate Score to Every Relevant Image

**Input** : ldata : Image database, N : number of images

**Output** : score

**Begin**

1- Score = 0

2- ldata = getlimages (N)

3- **For each** e in N

Score+ = getUserEval (e)

4- **Return** score/N

**End**

#### 5. วิธีการประเมินผลสัมฤทธิ์

การตัดแยกเกรดปลาหมึก ระบบจะทำงานโดยสามารถตัดแยกเกรดปลาหมึกและชนิดของปลาหมึกได้ โดยดูค่าความถูกต้องและค่าแม่นยำที่ทำการทดลองในแต่ละครั้ง

ความถูกต้อง หรือ ความแม่นยำ (accuracy) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสามารถของเครื่องมือวัด (instrument) ในการอ่านค่าหรือแสดงค่าที่วัดได้เข้าใกล้ค่าจริง

โดยการคำนวณค่าความถูกต้อง/ความแม่นยำใช้สมการ

$$\%Accuracy = 100 - \%Error$$

โดยที่

$$Relative\ error = \left| \frac{X_{mea} - X_t}{X_t} \right|$$

(1)

$$\%Error = Relative\ error \times 100$$

เมื่อ  $X_{mea}$  คือ ค่าที่ได้จากการวัด (measure value)

$X_t$  คือ ค่าจริง (true value)

## บทที่ 4

### ผลการศึกษาทดลอง

จากการทดลองระบบคัดแยกเกรดปลาหมึกแห้งสำหรับกลุ่มชาวประมงลุ่มน้ำชายฝั่งทะเล ประจวบคีรีขันธ์ ด้วยหลักการ Deep Learning ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามวัตถุประสงค์ ขอบเขต ของงานวิจัยโดยพัฒนาตามขั้นตอน ประเด็นหลักผู้วิจัยได้มุ่งเน้นที่ซอฟต์แวร์เพื่อให้การประมวลผล ภาพปลาหมึกสามารถตรวจจับและคัดแยกได้ถูกต้องแม่นยำ ซึ่งมีขั้นตอนการทดลองและสรุปผล ดังต่อไปนี้

#### 1. การประมวลผลภาพแบบเทคนิคการเรียนรู้แบบเชิงลึก (Deep Learning)

ระบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อทำการคัดแยกเกรดปลาหมึกและประเภทของปลาหมึก โดยตัวอย่างรูปภาพ ที่มีความเกี่ยวข้อง ทั้งหมด 500 ภาพ โดยระบบจะทำการนำไฟล์ภาพเข้าสู่โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น และให้ระบบทำการประมวลผล โดยระบบจะไปดึงลักษณะของภาพที่มีความคล้ายเคียง หรือ เกี่ยวข้องจาก 500 ภาพ มาทำการประมวลผลให้มีความถูกต้องแม่นยำมากที่สุด ดังแสดงผลตาม ตารางที่ 4-1

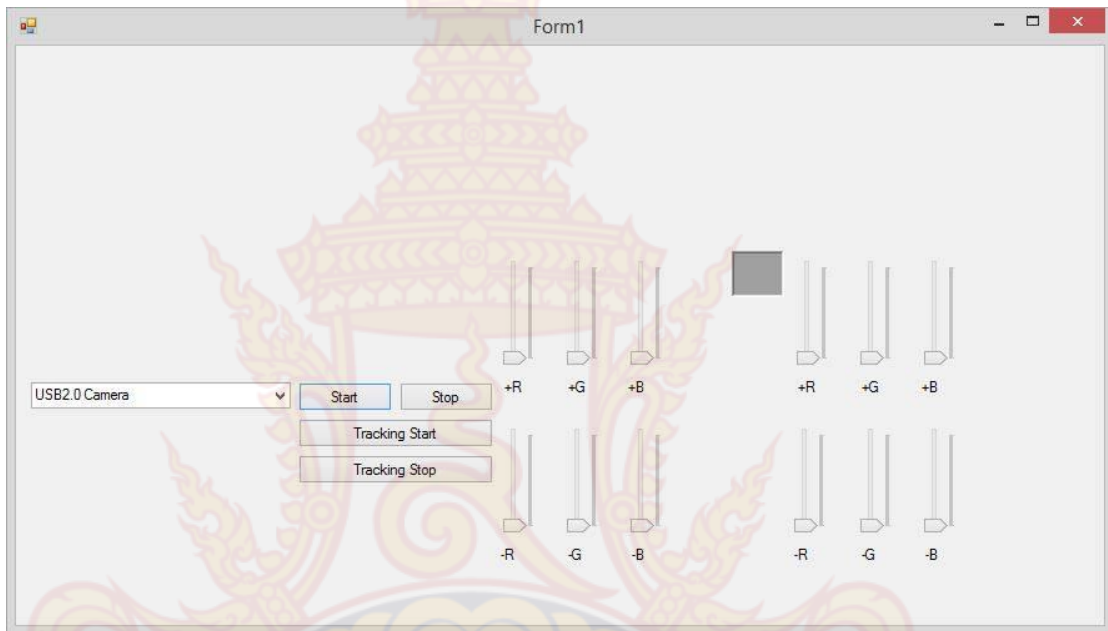
ตารางที่ 4-1 การคัดแยกชนิดของภาพตัวอย่างปลาหมึก

ตัวอย่างชนิดปลาหมึก	ลักษณะของภาพที่เกิดจากการคัดแยก		
ปลาหมึกไม่ผ่า			
			
			
ปลาหมึกผ่า			
			

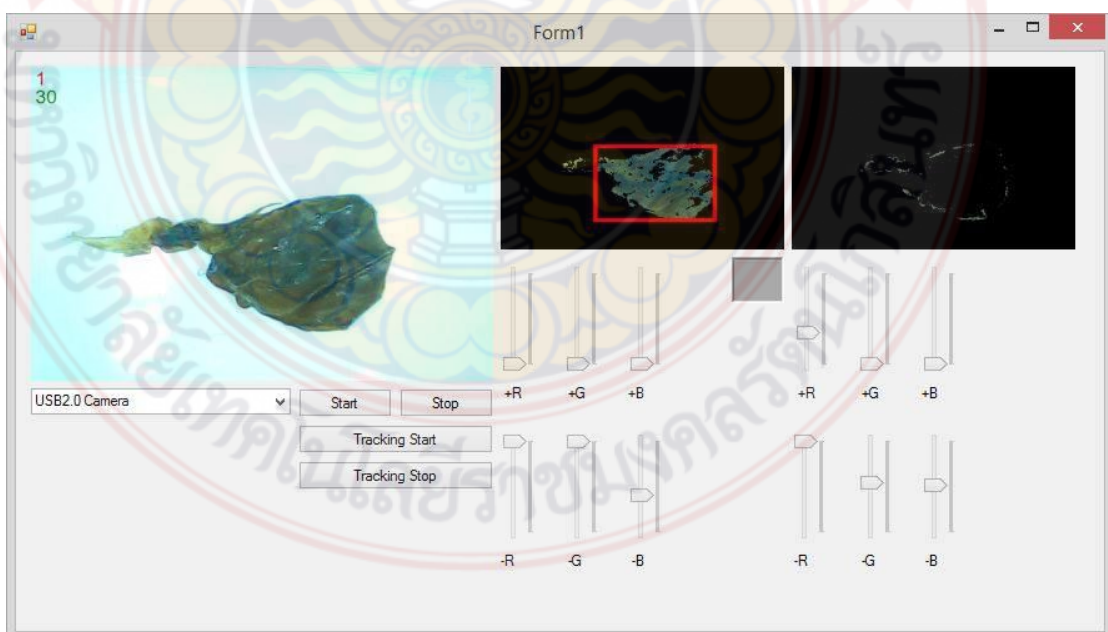


## 2. การพัฒนาระบบคัดแยกเกรดปลาหมึก

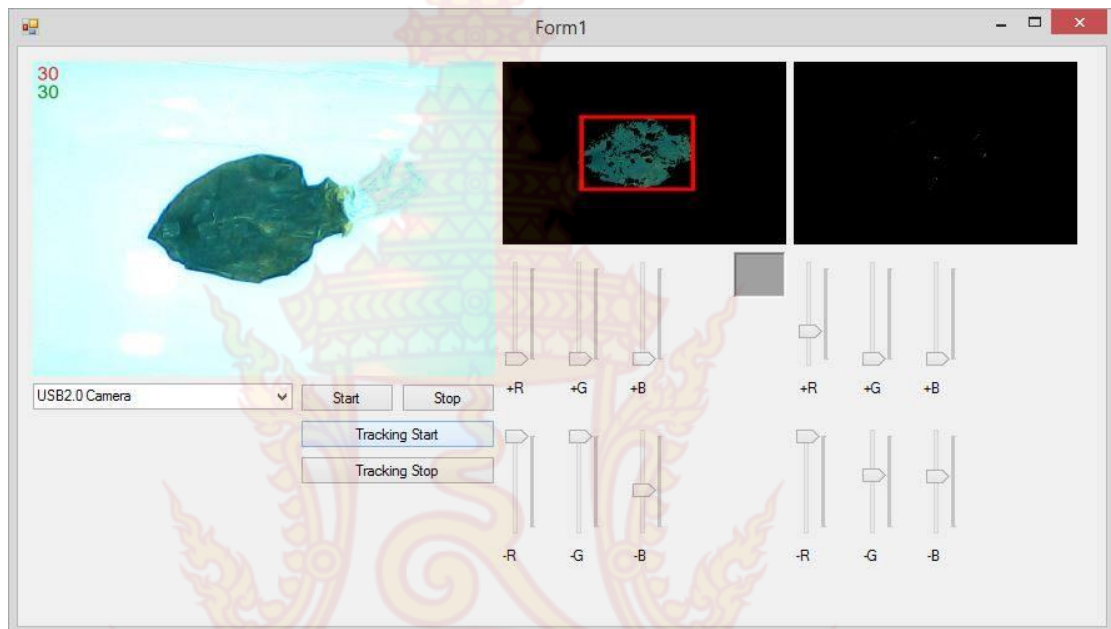
ระบบถูกพัฒนาและออกแบบด้วยโปรแกรม Microsoft Visual Studio Express 2013 ภาษา Open CV โดยการพัฒนาระบบนั้น ได้แนวคิดจากอัลกอริทึมของการประมวลผลภาพแบบเทคนิคการเรียนรู้แบบเชิงลึก (Deep Learning) ประกอบด้วยการทำงานของระบบดังต่อไปนี้



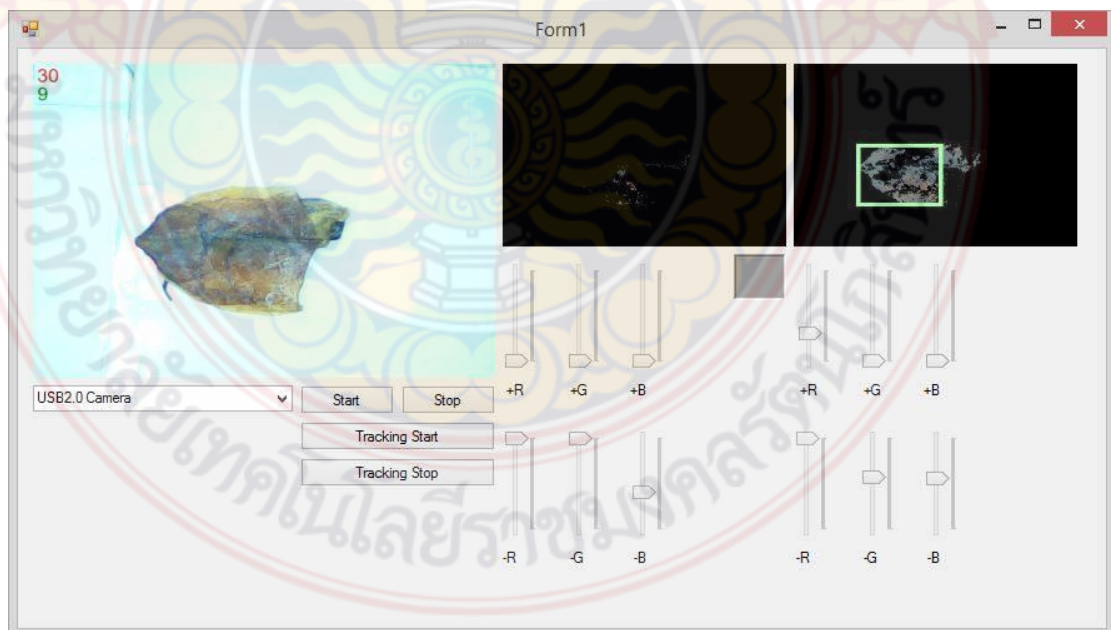
ภาพที่ 4-1 หน้าจอการทำงานของโปรแกรม



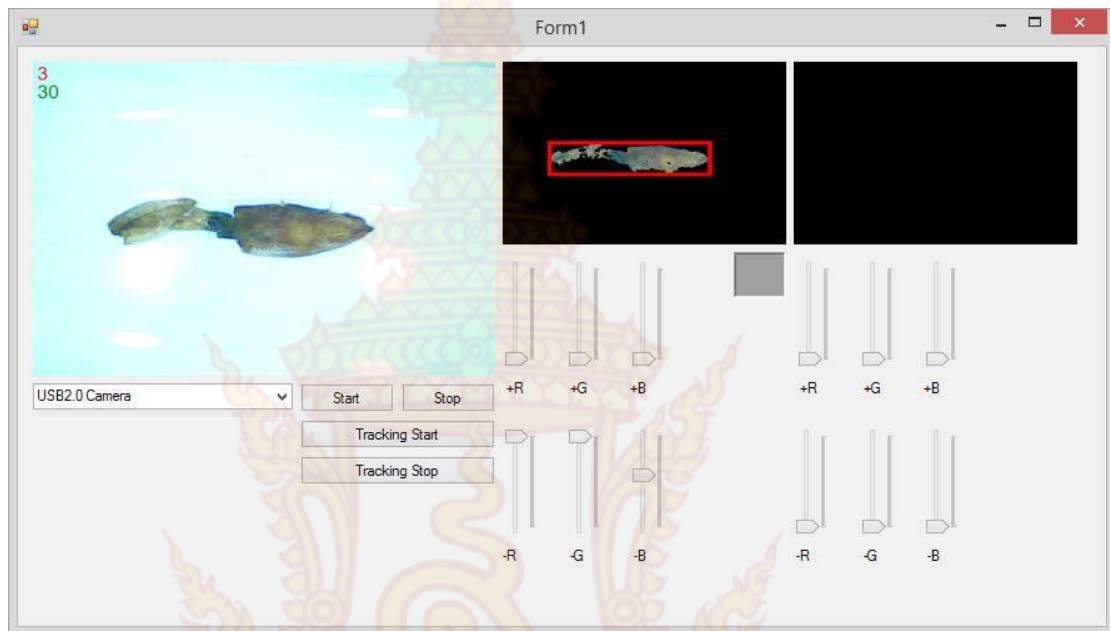
ภาพที่ 4-2 การจำแนกเกรดของปลาหมึกแบบผ่า เกรด A



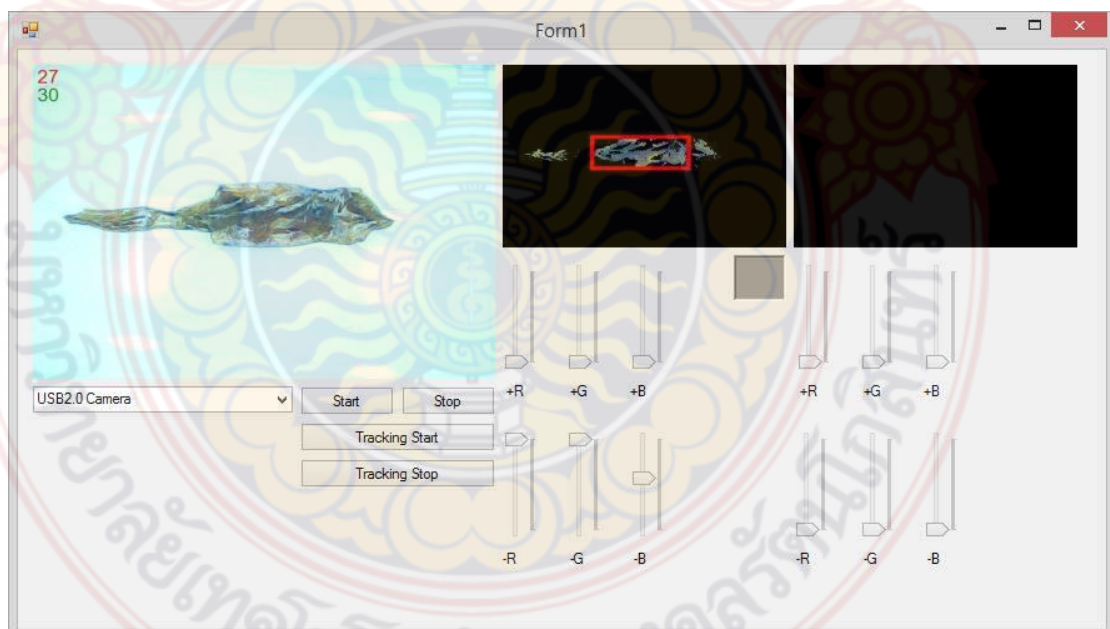
ภาพที่ 4-3 การจำแนกเกรดของปลาหมึกแบบผ่า เกรด B



ภาพที่ 4-4 การจำแนกเกรดของปลาหมึกแบบผ่า เกรด C

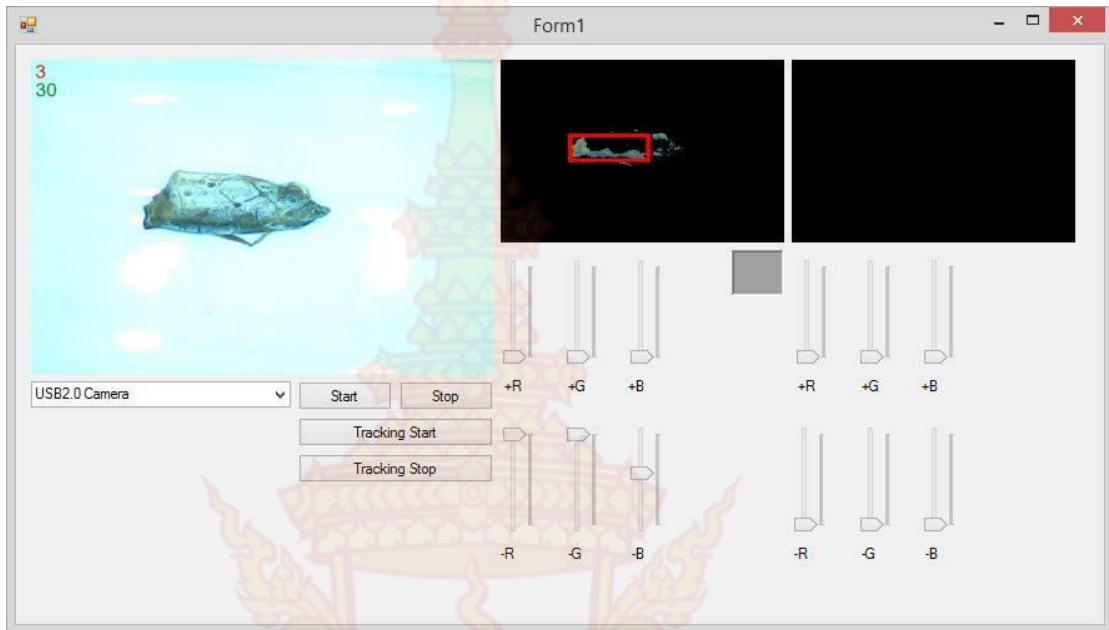


ภาพที่ 4-5 การจำแนกเกรดของปลาหมึกแบบไม่ผ่า เกรด A



ภาพที่ 4-6 การจำแนกเกรดของปลาหมึกแบบไม่ผ่า เกรด B





ภาพที่ 4-7 การจำแนกเกรดของปลาหมึกแบบไม่ฝ้า เกรด C



## บทที่ 5

### บทสรุป

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการคัดแยกเกรดปลาหมึกแห้งด้วยหลักการ Deep Learning ตลอดจนนำระบบโปรแกรมต้นแบบที่พัฒนาขึ้นได้นั้นไปใช้และเพิ่มมูลค่าการขายปลาหมึกแห้งให้แก่ชาวประมงกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์ เพื่อให้เกิดประโยชน์กับกลุ่มชาวประมงต่อไป

#### 1. สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาและพัฒนาระบบต้นแบบการคัดแยกเกรดปลาหมึก เพื่อช่วยเพิ่มมูลค่าการขายปลาหมึกแห้งให้แก่ชาวประมงกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์ โดยหลักการการทำงานจะออกแบบและพัฒนาระบบด้วยภาษา Open CV ในโปรแกรม Microsoft Visual Studio Express 2013 โดยลักษณะการทำงานได้แนวคิดจากอัลกอริทึมของการประมวลผลภาพแบบเทคนิคการเรียนรู้แบบเชิงลึก (Deep Learning) โดยระบบที่พัฒนาขึ้นนั้นจะทำการคัดแยกเกรดปลาหมึกและประเภทของปลาหมึก โดยตัวอย่างรูปภาพที่มีความเกี่ยวข้อง ทั้งหมด 500 ภาพ โดยระบบจะทำการนำไฟล์ภาพเข้าสู่โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น และให้ระบบทำการประมวลผล โดยระบบจะไปดึงลักษณะของภาพที่มีความคล้ายเคียง หรือเกี่ยวข้องจาก 500 ภาพ มาทำการประมวลผลให้มีความถูกต้องแม่นยำมากที่สุด โดยชนิดของปลาหมึกมีอยู่ 2 ประเภท คือ ปลาหมึกแบบผ่า และปลาหมึกแบบไม่ผ่า และเกรดของปลาหมึกประกอบด้วย 3 เกรด คือ เกรด A เกรด B และเกรด C โดยผลค่าความถูกต้องแม่นยำอยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 85

#### 2. การอภิปรายผล

จากการศึกษาและพัฒนาระบบต้นแบบการคัดแยกเกรดปลาหมึก เพื่อช่วยเพิ่มมูลค่าการขายปลาหมึกแห้งให้แก่ชาวประมงกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์ ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาระบบและทดลองใช้งาน เพื่อให้เกิดความสอดคล้องกับการนำไปใช้ในพื้นที่จริงในกลุ่มชาวประมงกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งจากการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้น ก็สามารถใช้งานได้จริง

#### 3. ปัญหาที่พบในการวิจัย

สำหรับการพัฒนาระบบต้นแบบระบบคัดแยกเกรดปลาหมึกแห้งสำหรับกลุ่มชาวประมงกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์ ด้วยหลักการ Deep Learning นั้น มีปัญหาในส่วนของปลาหมึก เนื่องจากถ้าปลาหมึก 2 เกรด คือ เกรด B และ เกรด C จะมีความใกล้เคียงกันมาก เนื่องจาก เมื่อถ่ายภาพทำให้ภาพที่ได้เป็นสีดำ เพราะมีเชื้อราจับเกาะตามลำตัวปลาหมึกมากเกินไป ทำให้ภาพที่ได้ออกมาเมื่อนำเข้าสู่ระบบที่พัฒนาขึ้น ระบบจะคัดแยกออกมาเป็นเกรด C เกือบทั้งหมด และอีกปัญหาก็คือ ภูมิอากาศและแสงแดดในแต่ละวันก็มีผลต่อการทำปลาหมึกเช่นกัน เนื่องจากในกรณีที่แสงแดดน้อยเกินไประหว่างที่ทำการตากหมึกนั้น ทำให้หมึกที่ได้คุณภาพก็จะต่ำไปด้วย เพราะเวลาทำ

การเก็บตัวอย่างภาพปลาหมึก ระบบก็จะวิเคราะห์คัดแยกเป็นเกรดต่ำทั้งหมด เพราะการตรวจจับทำให้เกิดความผิดพลาดไป

#### 4. ข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาวิจัย

4.1 การตรวจจับสีของปลาหมึกนั้น ในระบบจะต้องตั้งค่าพารามิเตอร์ที่มีความแม่นยำและต้องมีความยืดหยุ่นที่สูงมาก ทั้งนี้เพื่อรักษาระดับของสีและความแม่นยำในการตรวจจับเพื่อคัดแยกเกรดของปลาหมึก

4.2 ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปพัฒนาเป็นแอปพลิเคชันสำหรับการจำลองระบบคัดแยกเกรดปลาหมึก





## บรรณานุกรม

- [1] ดร.เกรียงไกร ไวยกาญจน์ และคณะ, “การศึกษาการประมวลผลภาพสำหรับกระบวนการคัดแยกขนาดและตรวจสอบสิ่งปลอมปนของปลาหมึกกล้วยแปรรูปเพื่อพัฒนาเป็นระบบชาญฉลาดอัตโนมัติ”, ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [2] ปรัชญา บำรุงกุล. (2550) .ระบบคัดแยกคุณภาพแผ่นยางพาราโดยการประมวลผลภาพ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- [3] Gihan J. Mendis; Jin Wei; Arjuna Madanayake, “ Deep learning-based automated modulation classification for cognitive radio” , International Conference on Communication Systems (ICCS), 2016,pp 1-6.
- [4] Peng Liu; Hui Zhang; Kie B. Eom, “ Active Deep Learning for Classification of Hyperspectral Images” , Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, Volume: 10, 2017,Issue: 2,pp. 712 – 724.
- [5] Juan Wang; Huanjun Ding; FateMeh Azamian; Brian Zhou; Carlos Iribarren; Sabeel Molloy; Pierre Baldi, “ Detecting Cardiovascular Disease from Mammograms with DeepLearning”, IEEE Transactions on Medical Imaging,2017, Volume: PP, Issue: 99.
- [6] Yuan Rao; Jiangqun Ni, “ A deep learning approach to detection of splicing and copy-move forgeries in images” , IEEE International Workshop on Information Forensics and Security (WIFS),2016,pp.1 – 6.
- [7] P. Umyai, P. Kumhom, and K. Chamnongthai, " Air bubbles detecting on ribbed smoked sheets based on fractal dimension," in Intelligent Signal Processing and Communications Systems (ISPACS), 2011 International Symposium on, 2011, pp. 1-4.
- [8] B. Xiaojuan, L. Xiaolong, and C. Jie, "Color image retrieval and classification using fuzzy similarity measure and fuzzy clustering method," in Decision and Control, 2009 held jointly with the 2009 28th Chinese Control Conference. CDC/CCC 2009. Proceedings of the 48th IEEE Conference on, 2009, pp. 7777-7782.
- [9] S. L. Wang and A. Liew, "Information-Based Color Feature Representation for Image Classification," in Image Processing, 2007. ICIP 2007. IEEE International Conference on, 2007, pp. VI - 353-VI - 356.
- [10] Anupama Krishnan; Chris Lewis; Dwight Day, “ Vision system for identifying road signs using triangulation and bundle adjustment” , 12th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems,2009,pp. 1 – 6.

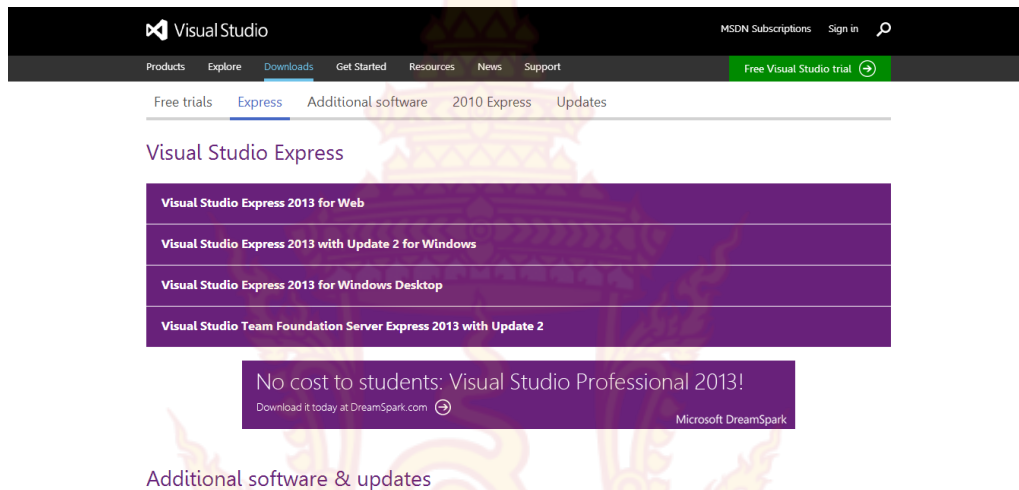
ภาคผนวก ก

ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรมและการใช้งาน Microsoft Visual Studio Express 2013

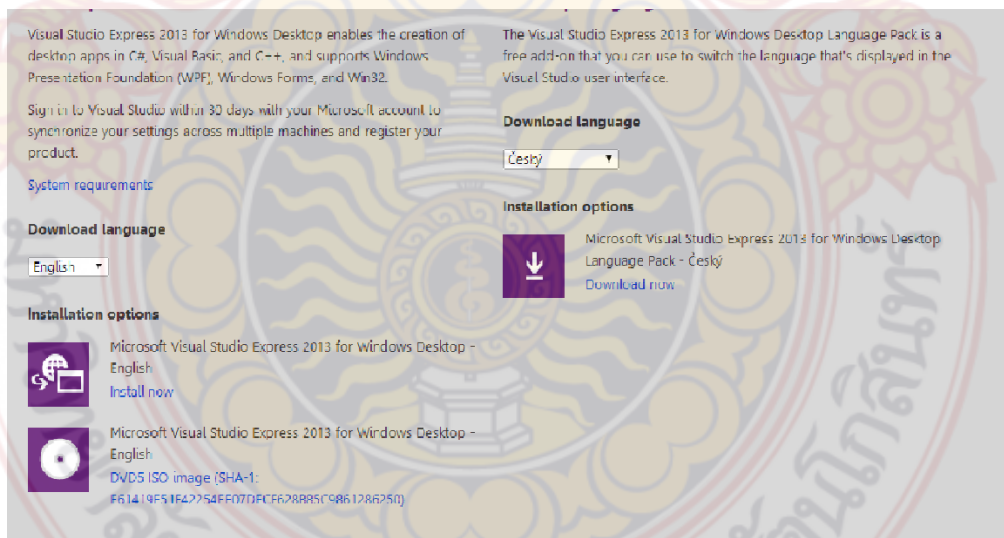


## ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรมและการใช้งาน Microsoft Visual Studio Express 2013

1. การติดตั้งโปรแกรม Microsoft Visual Studio Express 2013 เลือกเวอร์ชัน Windows Desktop

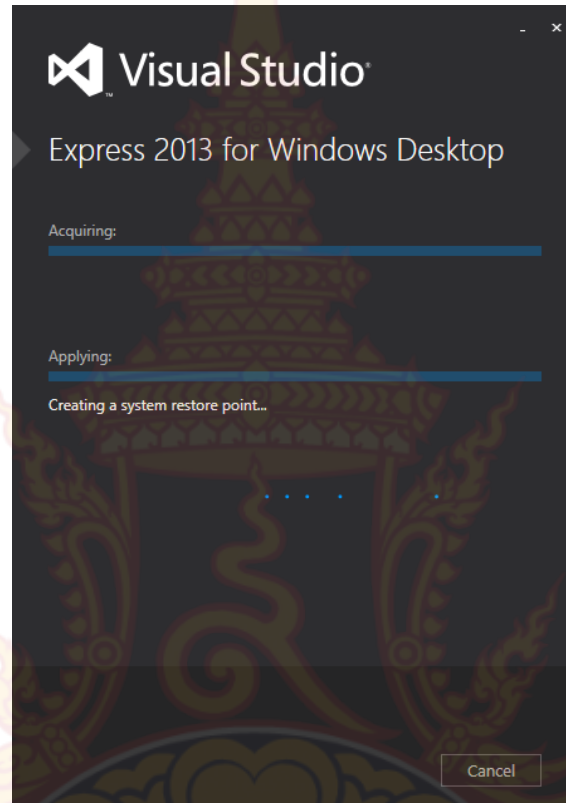


2. สามารถเลือกติดตั้งได้ 2 วิธี คือ ติดตั้งออนไลน์ และดาวน์โหลดไฟล์มาติดตั้งเอง

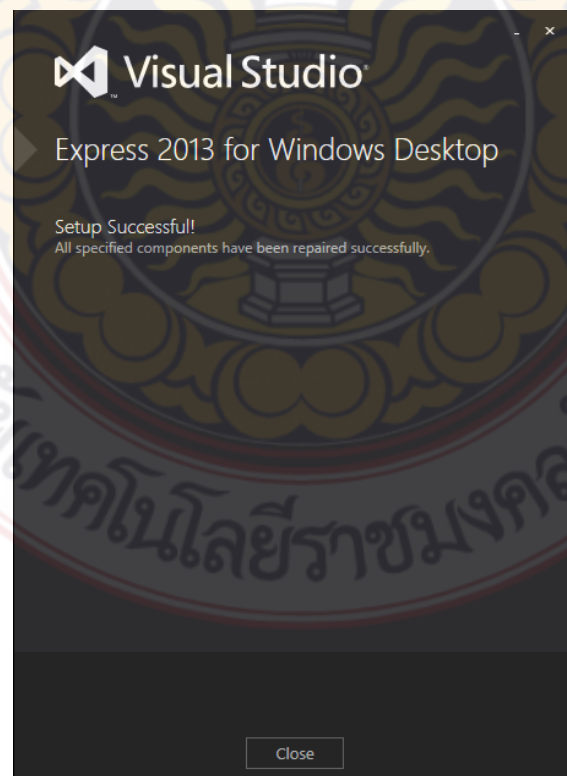




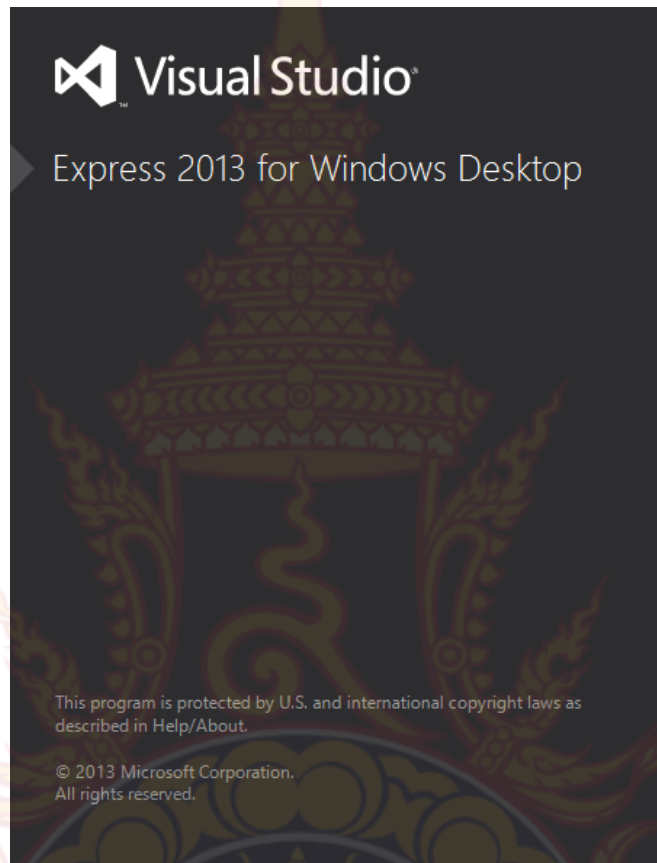
3. ดาวโหลด และจัดเตรียมแพ็คเกจสำหรับติดตั้ง



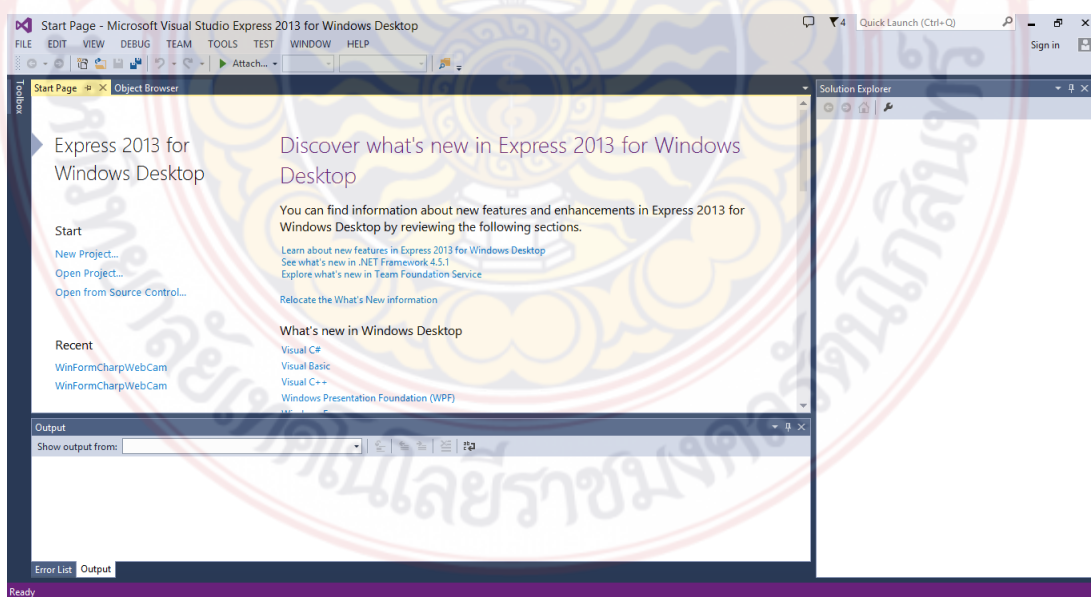
9. ติดตั้ง Microsoft Visual Studio Express 2013 เรียบร้อย



11. ให้เปิดโปรแกรม Microsoft Visual Studio Express 2013ขึ้นมา

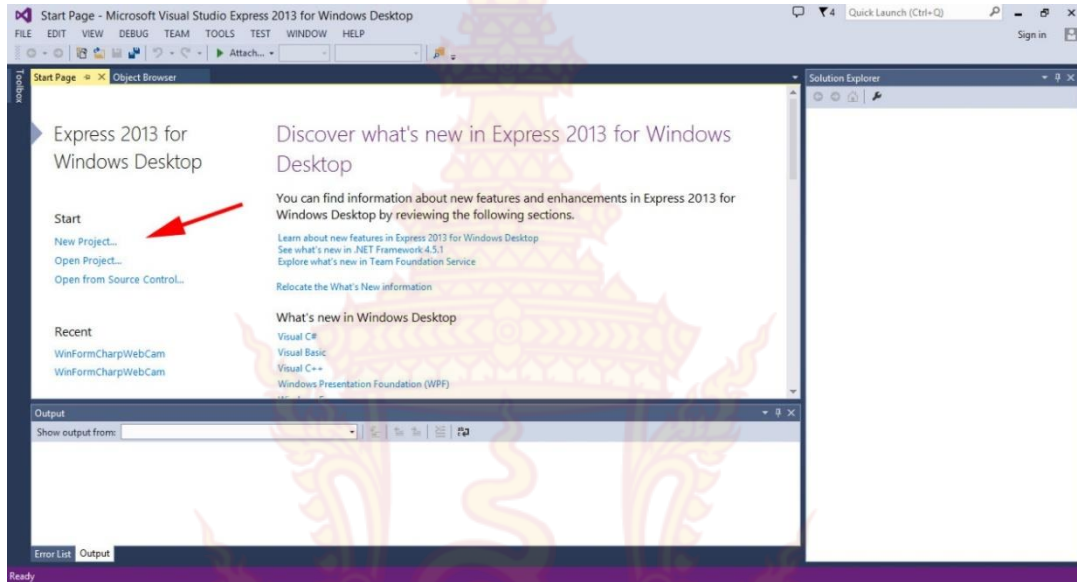


12. หน้าตาของโปรแกรม Microsoft Visual Studio Express 2013

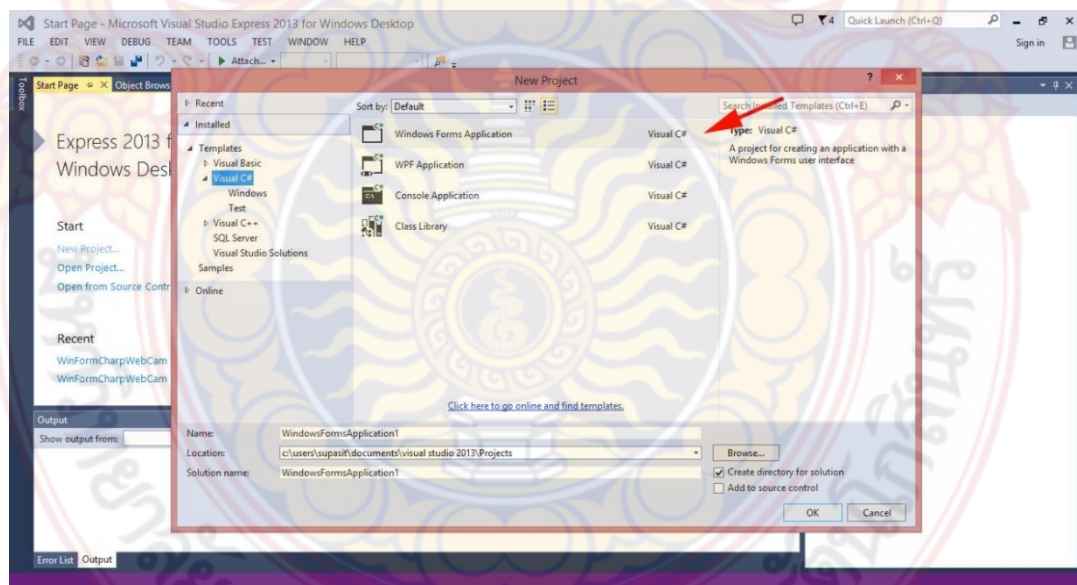


## วิธีการใช้งานของ C#บน Microsoft Visual Studio Express 2013

### 1. เลือก New Project

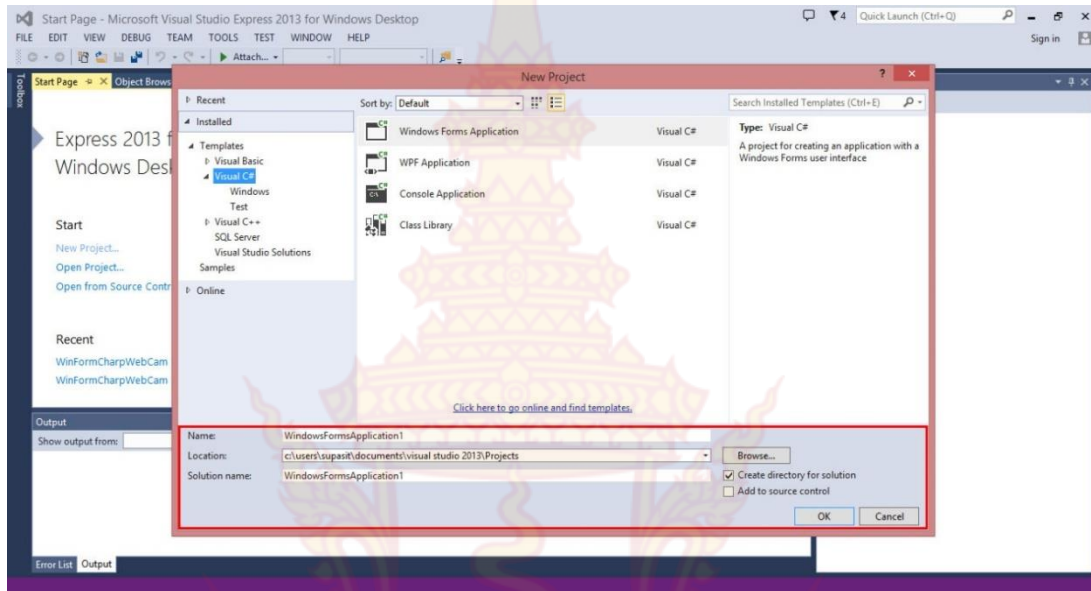


### 2. เลือก Visual>Windows Forms Application

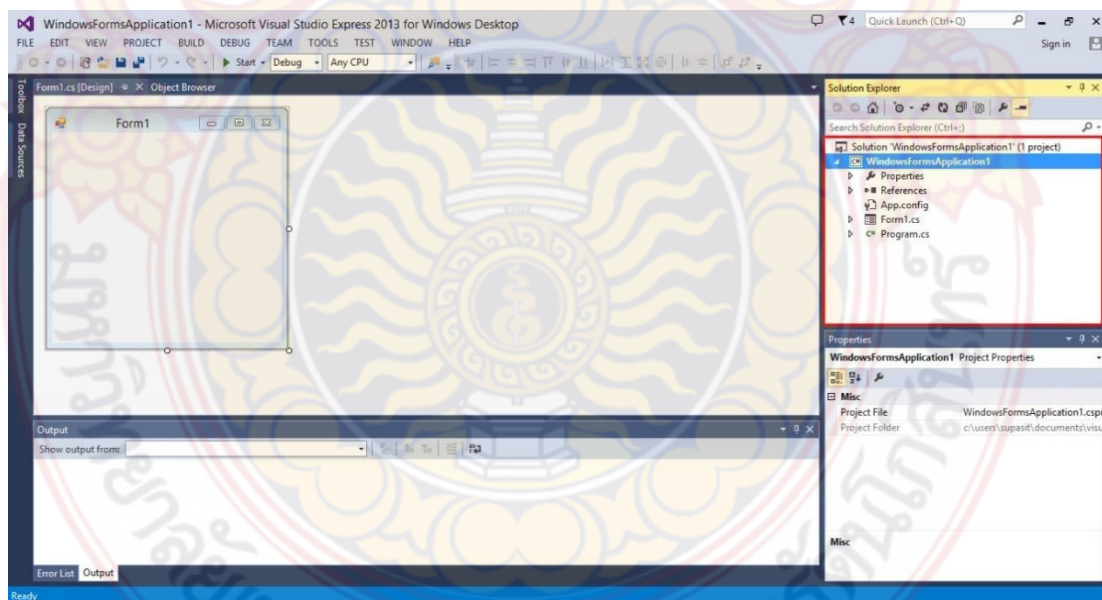




3. ตั้งชื่อ Project Name และเลือกที่ติดตั้งสำหรับเก็บไฟล์ Project

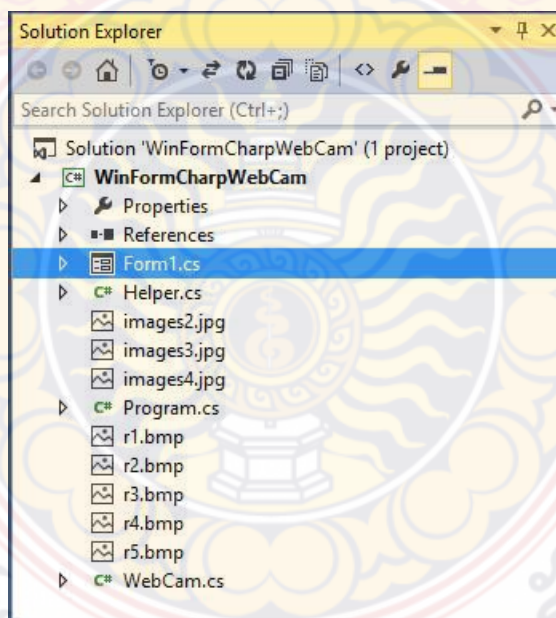
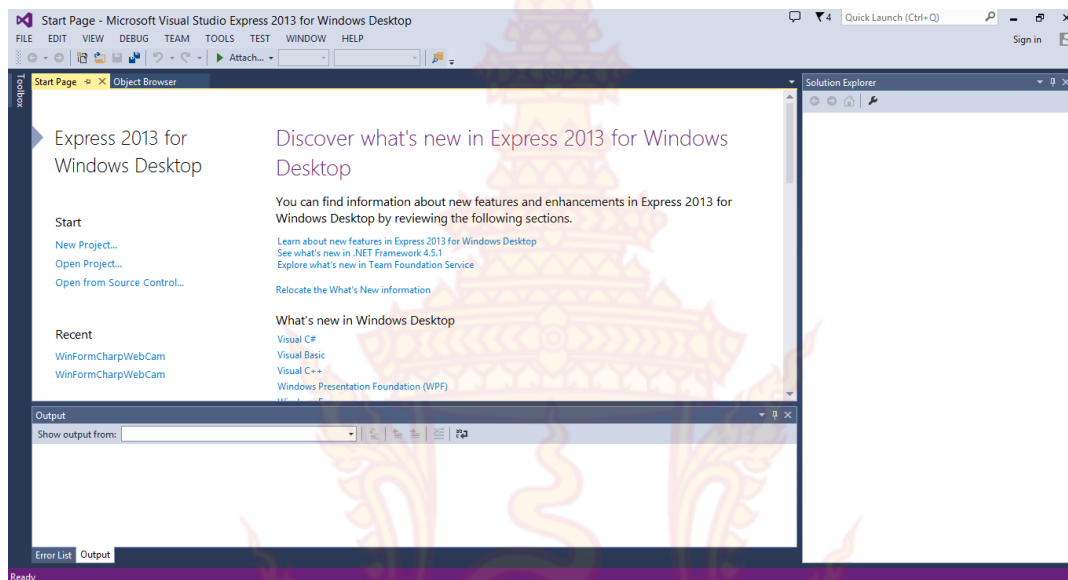


4. หลังจากที่เราสร้าง Project จะเห็นว่าในหน้าต่าง Solution Explorer แสดงชื่อ Project และไฟล์ที่อยู่ใน Project



## การออกแบบโปรแกรมและส่วนติดต่อผู้ใช้

### 1. ใช้โปรแกรม Microsoft Visual Studio Express 2013

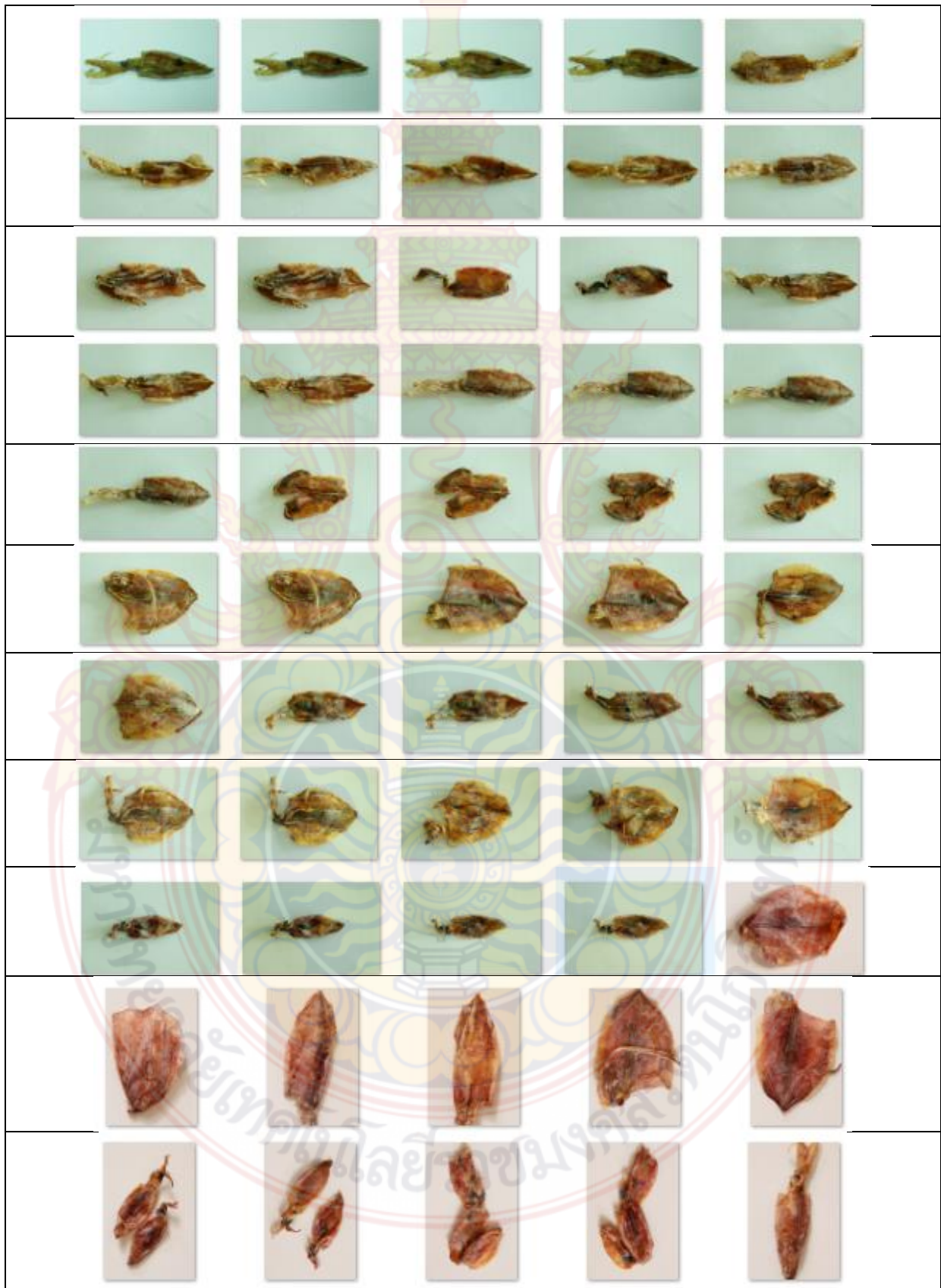


### 2. แสดง library ภายในโปรแกรม

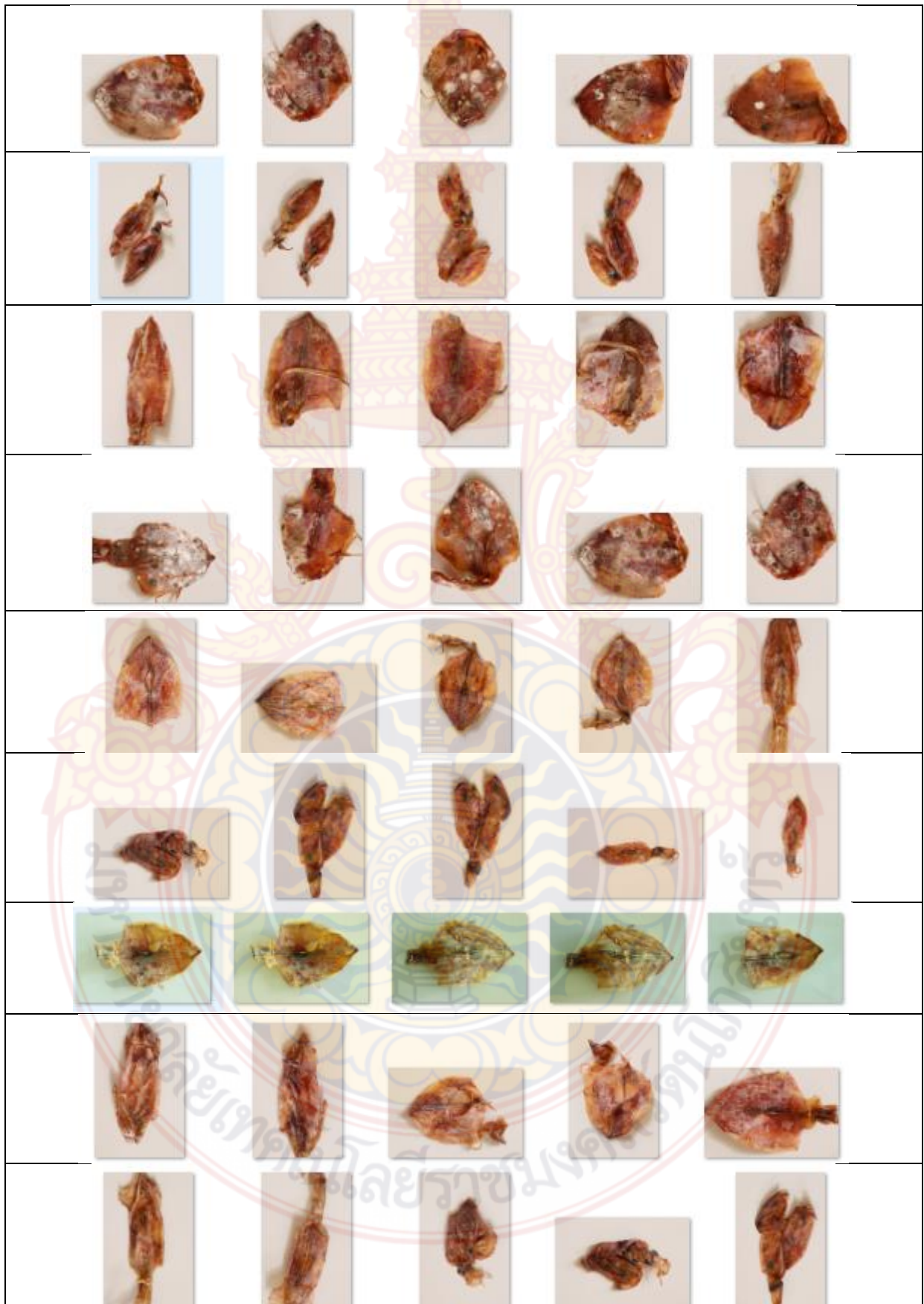
ภาคผนวก ข

ตัวอย่างข้อมูลรูปภาพพลาหมึกที่ใช้ในการทดสอบระบบ













ประวัติผู้วิจัย



## ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวศิริเรือง พัฒน์ช่วย
2. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Siriuang Phatchuay
3. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 8102 00170 624
4. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
5. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ที่ทำงาน โทรศัพท์มือถือ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail) คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ถ.เพชรเกษม ต.หนองแก อ.หัวหิน จ.ประจวบคีรีขันธ์ 77110 โทรศัพท์ 0-3261-8500 ต่อ 4031 โทรสาร 0-3261-8570 Email: siriuang.ph@hotmail.com
6. ประวัติการศึกษา

คุณวุฒิ	ชื่อเต็มคุณวุฒิ/ปริญญา (ชื่อย่อ)	สาขาวิชาที่จบการศึกษา	สถาบันที่จบการศึกษา
ปริญญาโท	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม)	เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ และการสื่อสาร	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
ปริญญาตรี	บริหารธุรกิจบัณฑิต (บธ.บ)	ระบบสารสนเทศ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

7. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
  - วิศวกรรมซอฟต์แวร์
  - ระบบฐานข้อมูล
  - โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม
  - การทำเหมืองข้อมูล
  - การประมวลผลภาพ
8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย
 

มีประสบการณ์ในการทำวิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย เรื่อง การใช้กิจกรรมคู่ในการจัดการเรียนการสอน วิชาภาษาการเขียนโปรแกรมร่วมสมัย กรณีศึกษา : สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล

หัวหน้าโครงการวิจัย เรื่อง การศึกษาการนำพีซีซอฟต์แวร์มาใช้แทนซอฟต์แวร์ที่มีลิขสิทธิ์ภายในองค์กร โดยเป็นหัวหน้าโครงการวิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย เรื่อง ระบบการคิดค่าสอนเกินภาระงาน กรณีศึกษา : คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล



หัวหน้าโครงการวิจัย เรื่อง การวิเคราะห์คุณภาพแผ่นยางพาราในโรงรมยางด้วยหลักการประมวลผลภาพ

หัวหน้าโครงการวิจัย เรื่อง การจำลองความสัมพันธ์เครือข่ายและการจำแนกข้อมูลโครงการสหกิจ  
กรณีศึกษา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

หัวหน้าโครงการวิจัย เรื่อง การพัฒนาอากาศยานไร้คนขับสำหรับการเฝ้าระวังและควบคุมการแพร่  
ขยายของหอยเชอรี่ในนาข้าวหอมนิล

หัวหน้าโครงการวิจัย เรื่อง เครื่องคัดแยกสีผลกาแฟตามค่าโซลินอยด์บนสายพานลำเลียงโดยใช้  
เทคนิคการประมวลผลภาพแบบเรียลไทม์

หัวหน้าโครงการวิจัย เรื่อง การจำลองเครือข่ายแบบซับซ้อนและศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตอบรับ  
นักศึกษาอย่างยั่งยืนต่อกลุ่มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล



### ประวัติผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายอาทิตย์ อยู่เย็น
2. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr.Arthit Yooyen
3. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 770100018 38 4
4. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
5. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ที่ทำงาน โทรศัพท์มือถือ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail) คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ถ.เพชรเกษม ต.หนองแก อ.หัวหิน จ.ประจวบคีรีขันธ์ 77110 โทรศัพท์ 0-3261-8500 ต่อ 4031 โทรสาร 0-3261-8570 Email: thit19@hotmail.com, thit19@gmail.com
6. ประวัติการศึกษา

คุณวุฒิ	ชื่อเต็มคุณวุฒิ/ปริญญา (ชื่อย่อ)	สาขาวิชาที่จบการศึกษา	สถาบันที่จบการศึกษา
ปริญญาโท	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต	เทคโนโลยีสารสนเทศ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
ปริญญาตรี	อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต (อส.บ)	เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตวังไกลกังวล

7. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
  - วิศวกรรมเครือข่าย
  - ระบบปฏิบัติการ Linux
  - ระบบฐานข้อมูล
  - ความปลอดภัยของเครือข่าย
8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย
  - มีประสบการณ์การทำวิจัย
    - การพัฒนาระบบป้องกันการละเมิดลิขสิทธิ์เพลง ล่วงประมาณ เป็นผู้ร่วมนักวิจัย
    - ระบบรักษาความปลอดภัยเข้า-ออกสถานที่ ด้วยหลักการคลื่นความถี่วิทยุและคลื่นความถี่อัลตราโซนิก เป็นหัวหน้าโครงการ