

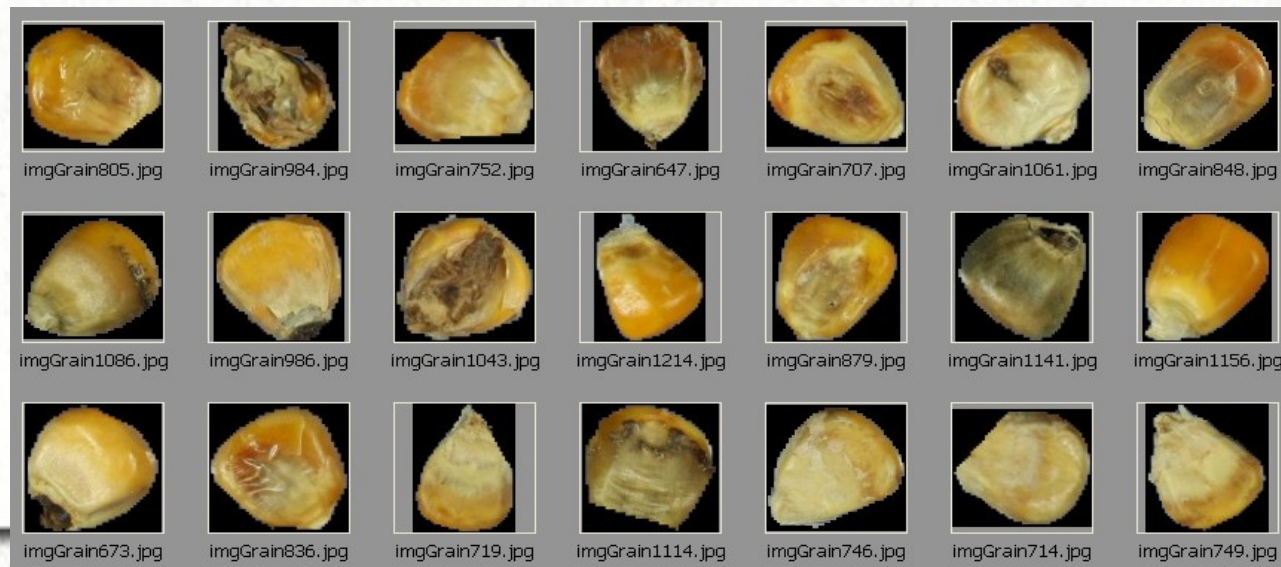
การตรวจคุณภาพเมล็ดข้าวโพด
โดยใช้เทคนิคการประมวลผลเชิงภาพ
*Check the Quality of Corn Grain
Using Image Processing Technique*

กรรณทิพย์ กิรติรัตนพฤษ์ และ วศิน สินธุภิญโญ
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

23-24 กันยายน 2553 NECTEC-ACE 2010
อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย จ.ปทุมธานี ประเทศไทย

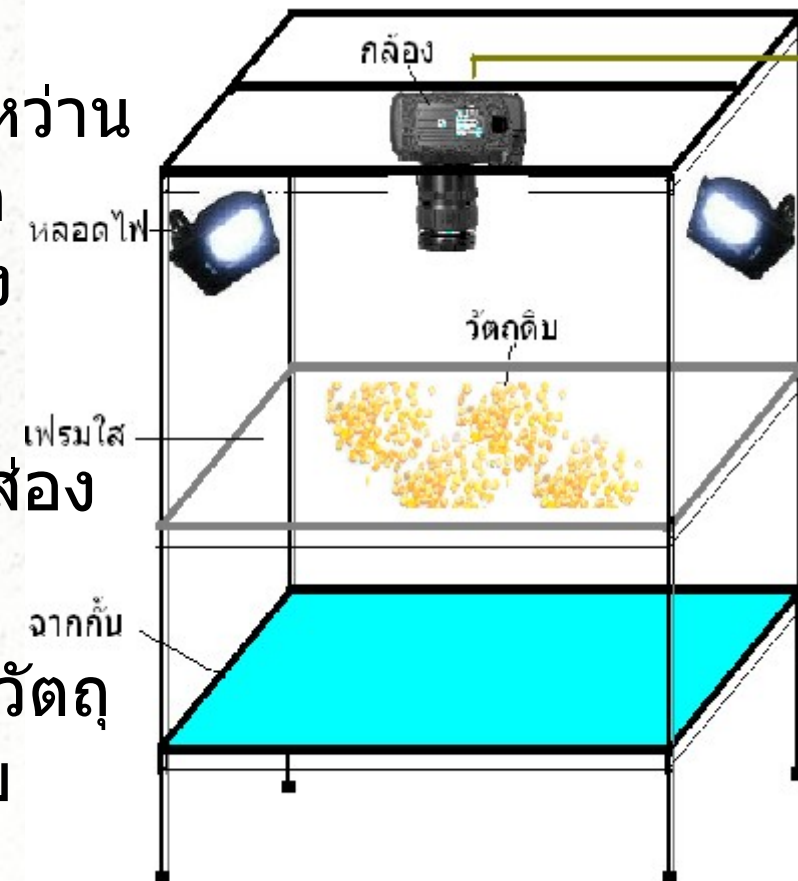
บทนำ

- ในอุตสาหกรรมเกษตรและอาหาร ข้าวโพดเป็นวัตถุดิบที่นิยมนำมาใช้แปรรูปอาหารประเภทต่าง ๆ ซึ่งการตรวจสอบเพื่อให้ทราบคุณภาพวัตถุดิบเป็นสิ่งจำเป็น
- การตรวจสอบคุณภาพแบบเดิมเป็นความน่าเบื่อและเสียเวลา เทคโนโลยีวิสัยทัศน์คอมพิวเตอร์ (Computer Vision) จึงถูกนำมาใช้เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของงานให้รวดเร็วและมีมาตรฐานขึ้น



I. การประมวลผลเบื้องต้น

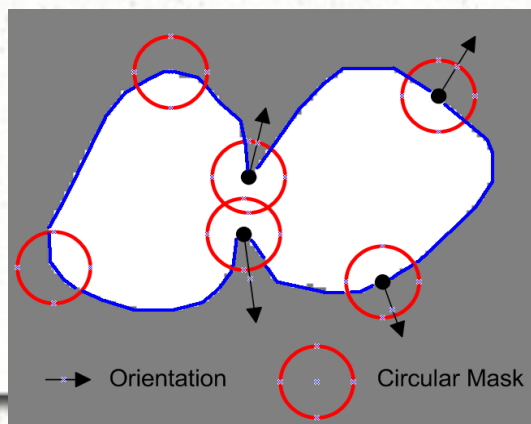
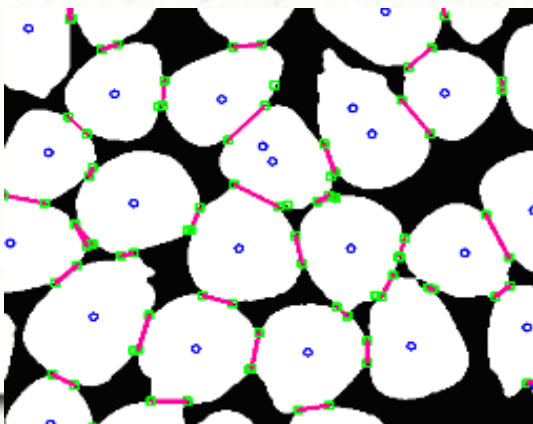
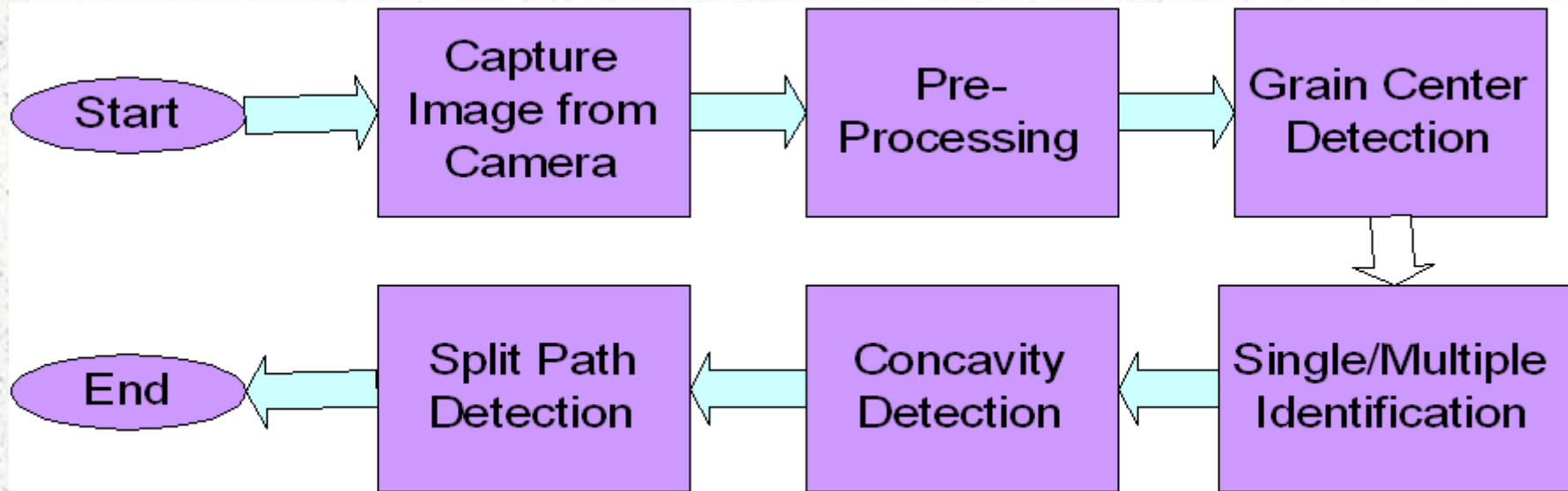
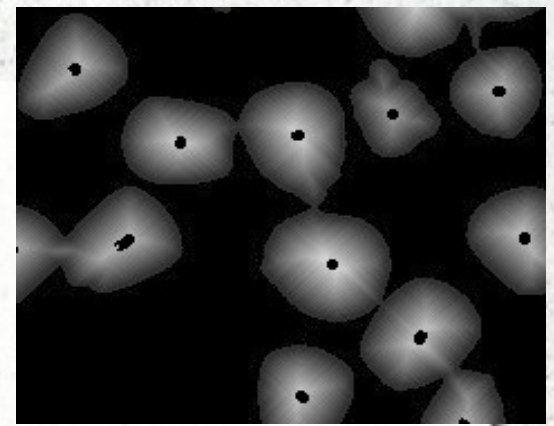
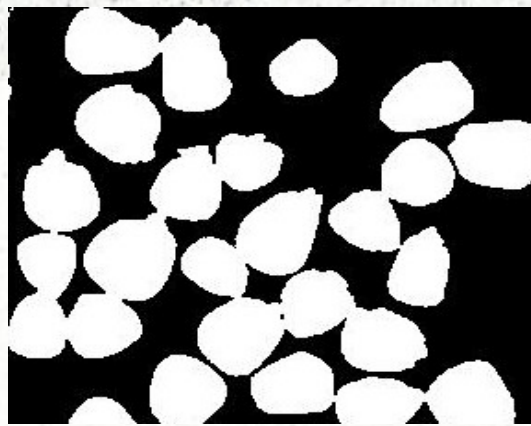
- โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบตัวเครื่องถ่ายภาพ เมล็ดข้าวโพดให้ได้ภาพถ่ายที่นำไปประมวลผลต่อได้โดยง่ายและเสมือนจริง หรือก็คือได้รับผล กระทบ จากแสงและเงาที่น้อยที่สุดนั่นเอง
- แก้ปัญหาเรื่องแสงและเงา โดยอาศัยการหว่าน วัตถุดิบลงบนแผ่นอคริลิคใสซึ่งวางห่างจาก ฉากหลังระยะหนึ่ง วิธีนี้ยังทำให้ได้ภาพทั้งสองด้านของเมล็ดมาวิเคราะห์อีกด้วย
- แก้ปัญหาเรื่องสีเพี้ยนจากแสงไฟ โดยให้สอง ไฟจากด้านข้างแทนการยิงแฟลชลงตรง ๆ
- ใช้ระนาบ H (ระนาบสี HSV) สามารถแยกวัตถุ (foreground) ออกจากฉากหลังได้ง่ายด้วย



II. การแยกวัตถุติดกัน (Segmentation)

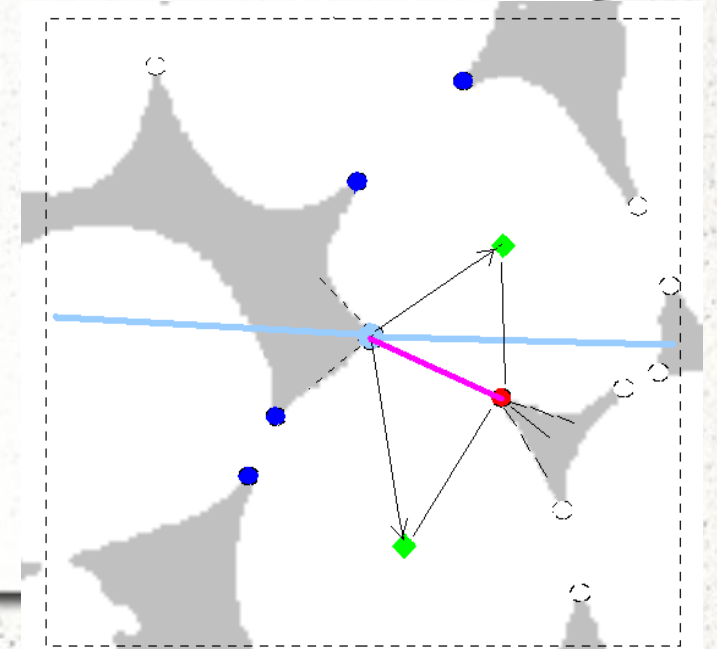
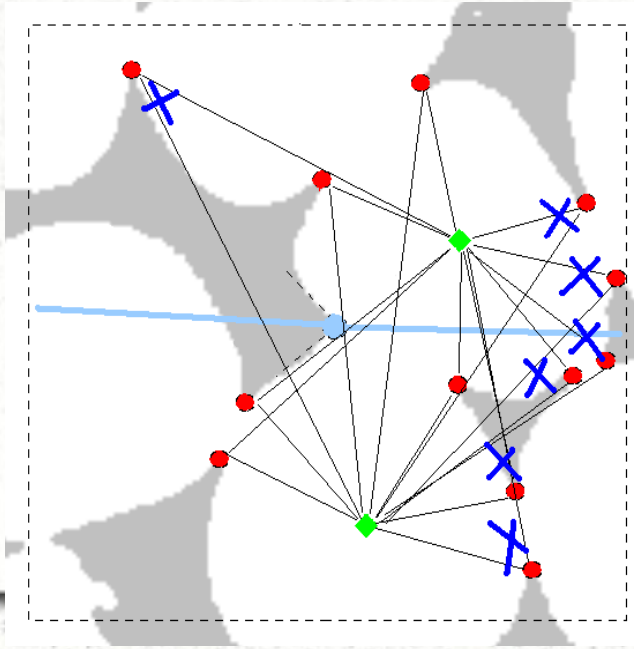
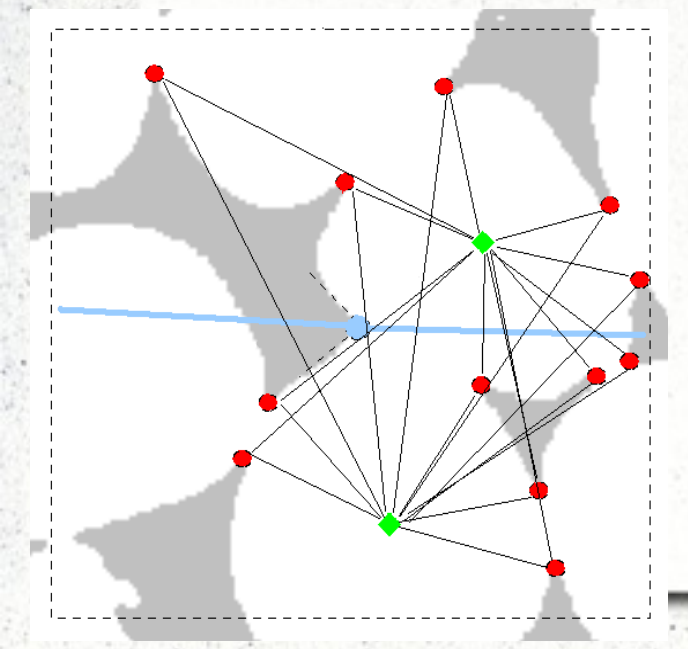
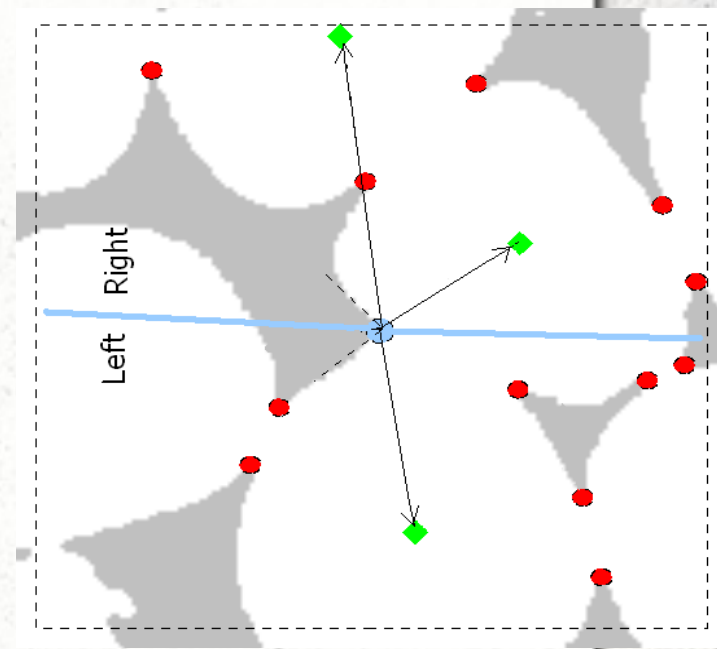
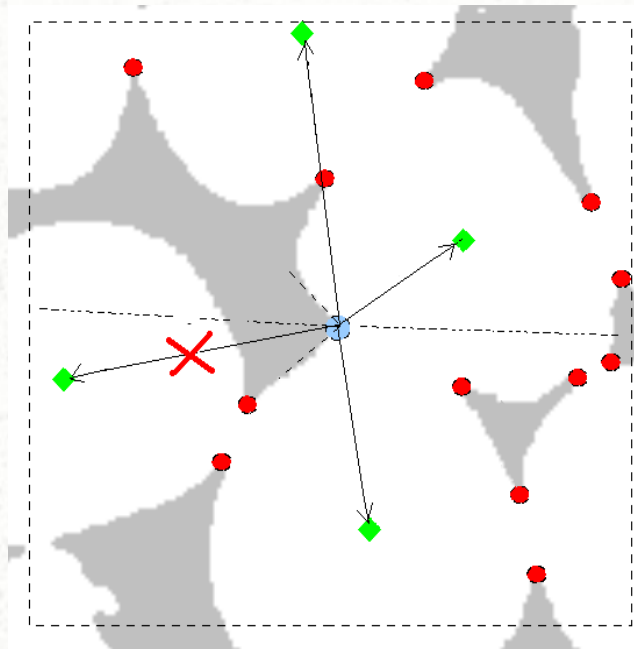
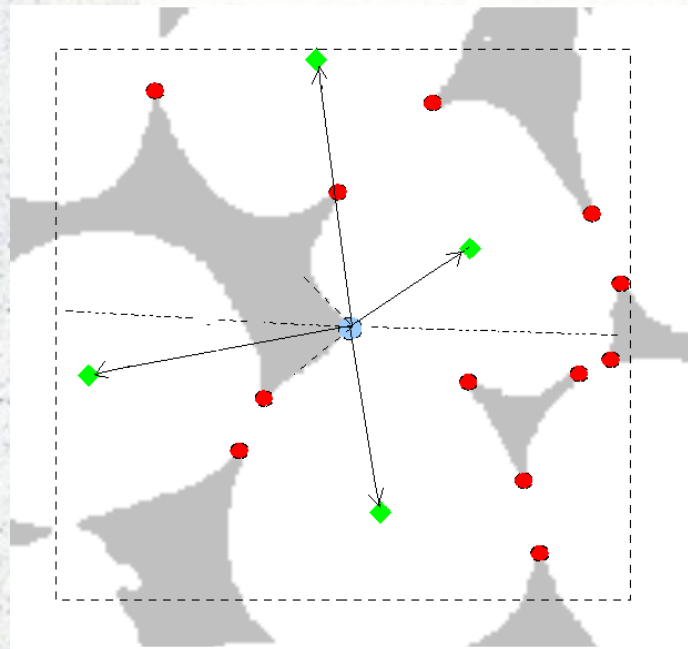
- ข้อจำกัดของงานวิจัยที่มีมาก่อนหน้า
 - รองรับจำนวนเมล็ดที่ติดกันได้น้อย เช่น 2-4 เมล็ด
 - เทคนิคที่พัฒนาจำกัดกับรูปแบบของการติดกันทำให้ไม่ยืดหยุ่นเมื่อเมล็ดติดกันในทิศทางที่หลากหลาย
 - Qufa Zhong et al. เสนอเทคนิคโดยใช้อัลกอริทึม Watershed ร่วมกับวิเคราะห์จุดแหว่ ซึ่งแก้ปัญหาข้างต้นได้ แต่ยังคงอาศัยการคำนวณสูง





Split Path Detection

- concave point
- ◆ grain center
- window origin

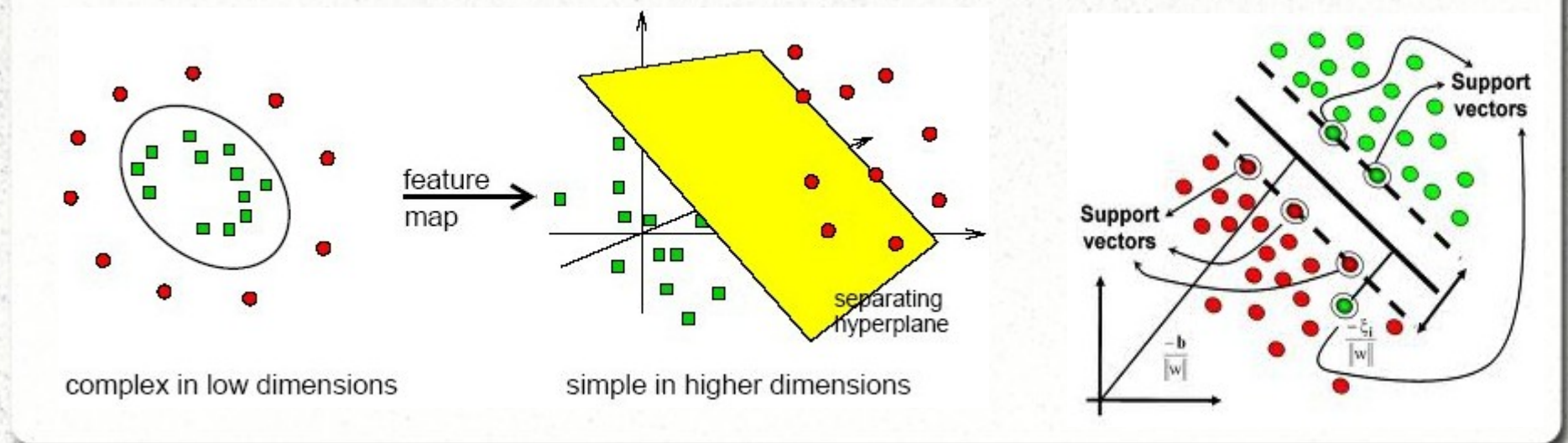


III. การจำแนกชนิดของวัตถุ (Classification)

- การดึงค่าคุณลักษณะสำคัญ (Feature Extraction) ได้แก่ RGB/ HSV Histogram, Aspect ratio
- ใช้ Support Vector Machines (SVM) ในการจำแนกว่าเมล็ดนั้นเป็นประเภทไหน ดี เสีย และเสียแบบใด
- เทคนิคที่นำเสนอนี้พัฒนาด้วย MS Visual C++ ร่วมกับ OpenCV และ LIBSVM (A Library for Support Vector Machines)

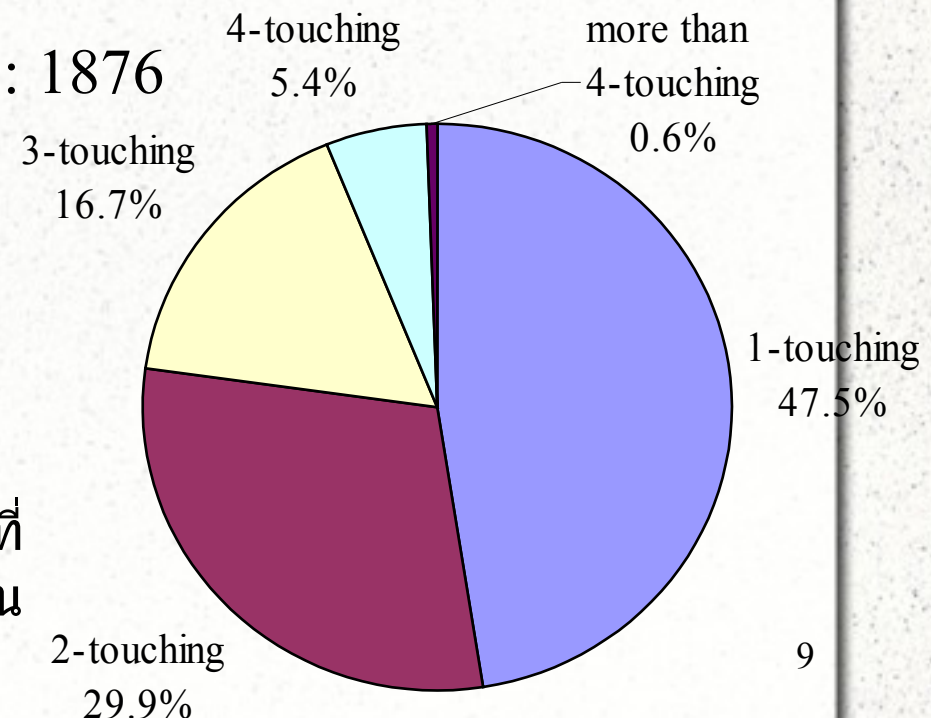
Support Vector Machine

The basic idea of SVM is to use linear model to implement nonlinear class boundaries through some nonlinear mapping of the input vector into the high dimensional feature space. A linear model constructed in the new space can represent a nonlinear decision boundary in the original space. In the new space, an optimal separating hyper-plane is constructed. Thus SVM is known as the algorithm that finds a special kind of linear model, the maximum margin hyper-plane. The maximum margin hyper-plane gives the maximum separation between the decision classes. The training examples that are closest to the maximum margin hyper-plane are called support vectors.



ผลการทดลองในส่วนการแยกวัตถุติดกัน

- ทดสอบด้วยจำนวนภาพ 25 ภาพ ที่ความละเอียด 2256 x 1504
- จำนวนเมล็ดที่หว่านต่อภาพ : 50 ถึง 200
- จำนวนเมล็ดทั้งหมด นับได้ : 3057 (เป็นเมล็ดเดี่ยว 850 (27.8%) และเมล็ดติดกัน 2207 (72.19%))
- จำนวนการติดกันทั้งหมดที่พบ นับได้ : 1876



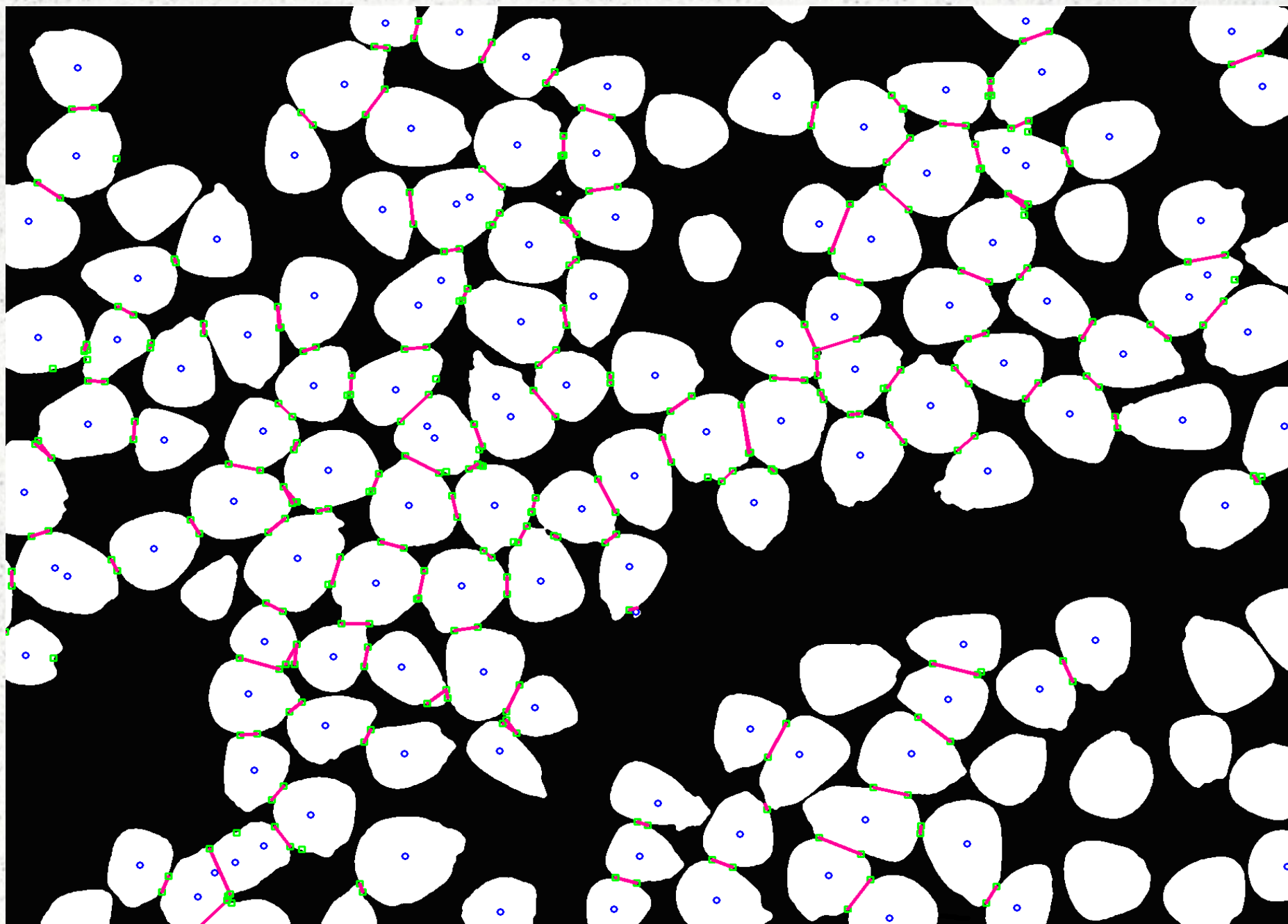
กราฟ: แสดงสัดส่วนการติดกันของข้อมูลที่ใช้ทดสอบ โดยนับจากจำนวนด้านที่ติดกันในแต่ละเมล็ด

ผลการทดลองในส่วนการแยกวัตถุติดกัน

- ในการตรวจสอบเพื่อแยกเมล็ดเดี่ยวทำงานได้อย่างสมบูรณ์ และส่วนการวิเคราะห์เพื่อแยกเมล็ดติดกันสามารถตัดแยกได้ถูกต้องถึงร้อยละ 95

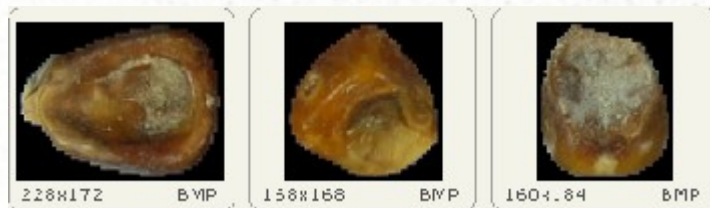
Single grain	Touching grain (based on number of split path)		
	Correct split	Under split	Over split
850 (100%)	1789 (95.4%)	87 (4.6%)	22 (1.2%)

- จากผลการทดลองสรุปได้ว่าเทคนิคที่น่าเสนอสามารถทำงานได้เป็นอย่างดี สามารถรองรับการติดกันได้ยืดหยุ่น ทั้งจำนวน ความหลากหลายของรูปร่าง ขนาดเมล็ด และทิศทางการติดกัน

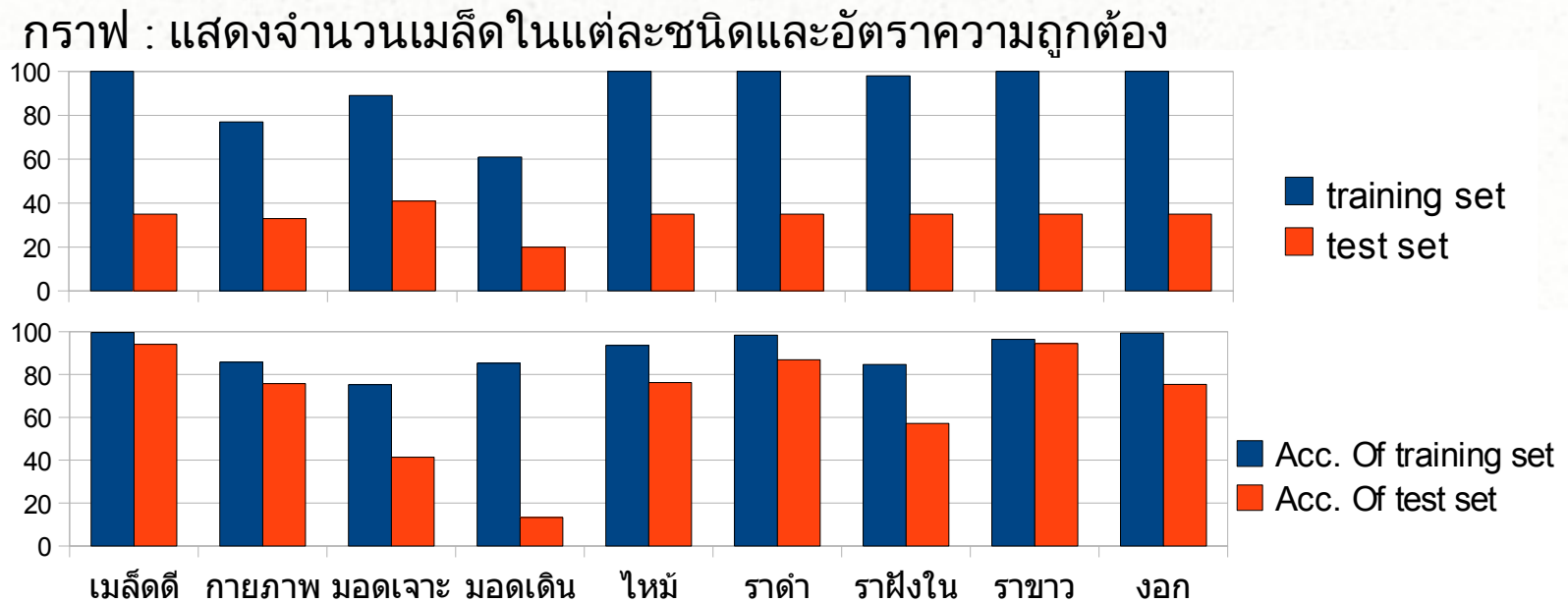


ผลการทดลองส่วนจำแนกชนิดของวัตถุ

- ทดสอบกับภาพเมล็ดข้าวโพดที่ตัดแยกเป็นเม็ดเดี่ยว ซึ่งประกอบด้วย 9 ชนิด คือ เมล็ดดี เมล็ดเสียแบบ ไหม้งอก กายภาพผิดปกติ มอดเจาะ มอดเดิน ราขาว ราผงใน ราดำ



- ผลการทดลอง I. ทดสอบเพื่อจำแนกเมลล์ทั้ง 9 ชนิด โดยจำนวนเมลล์ที่ใช้ทดสอบมี 1129 ซึ่งแบ่งเป็นชุดฝึกฝน 825 (73.4%) เมลล์ และชุดทดสอบ 304 (26.6%) เมลล์

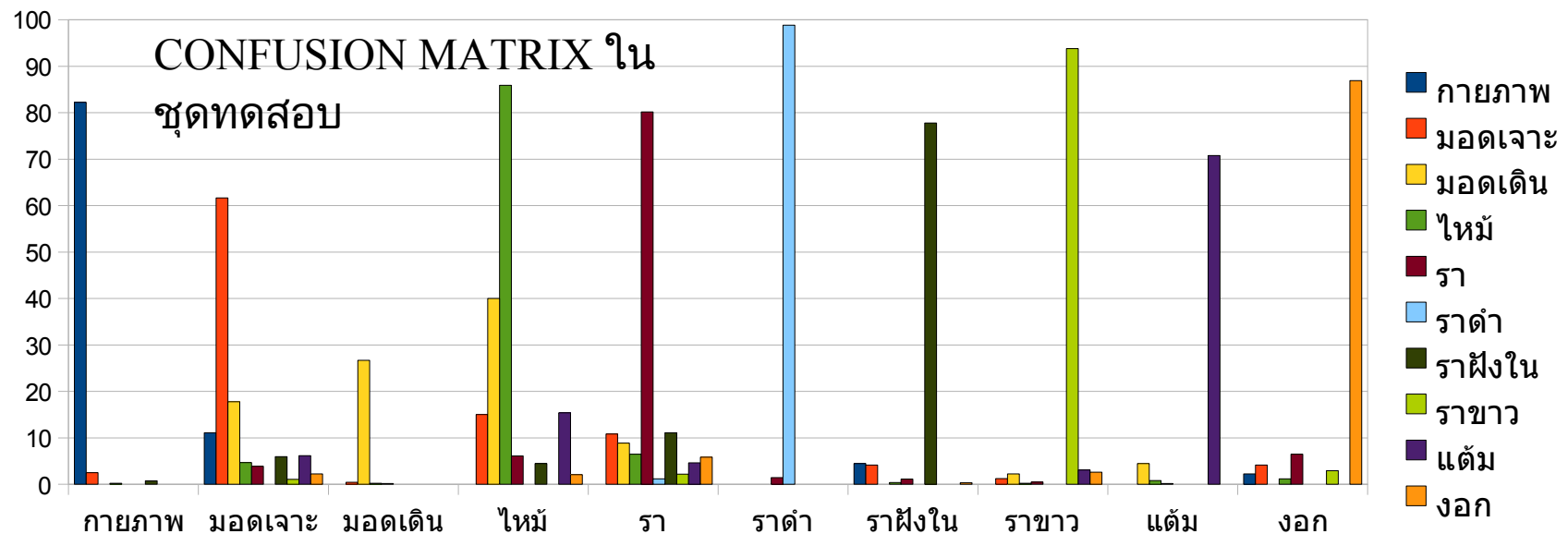
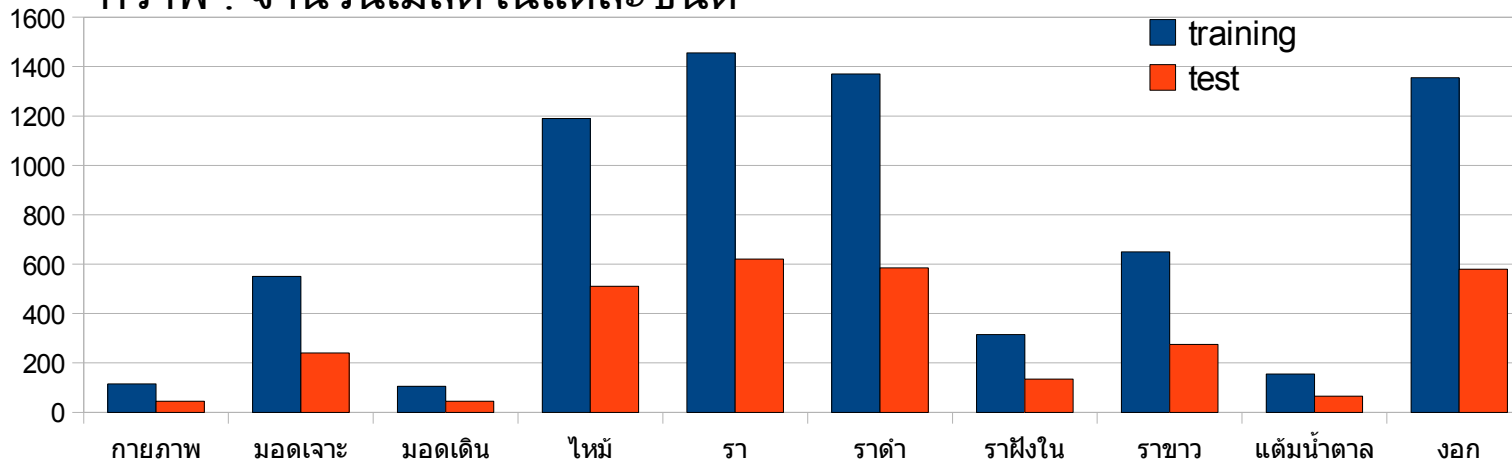


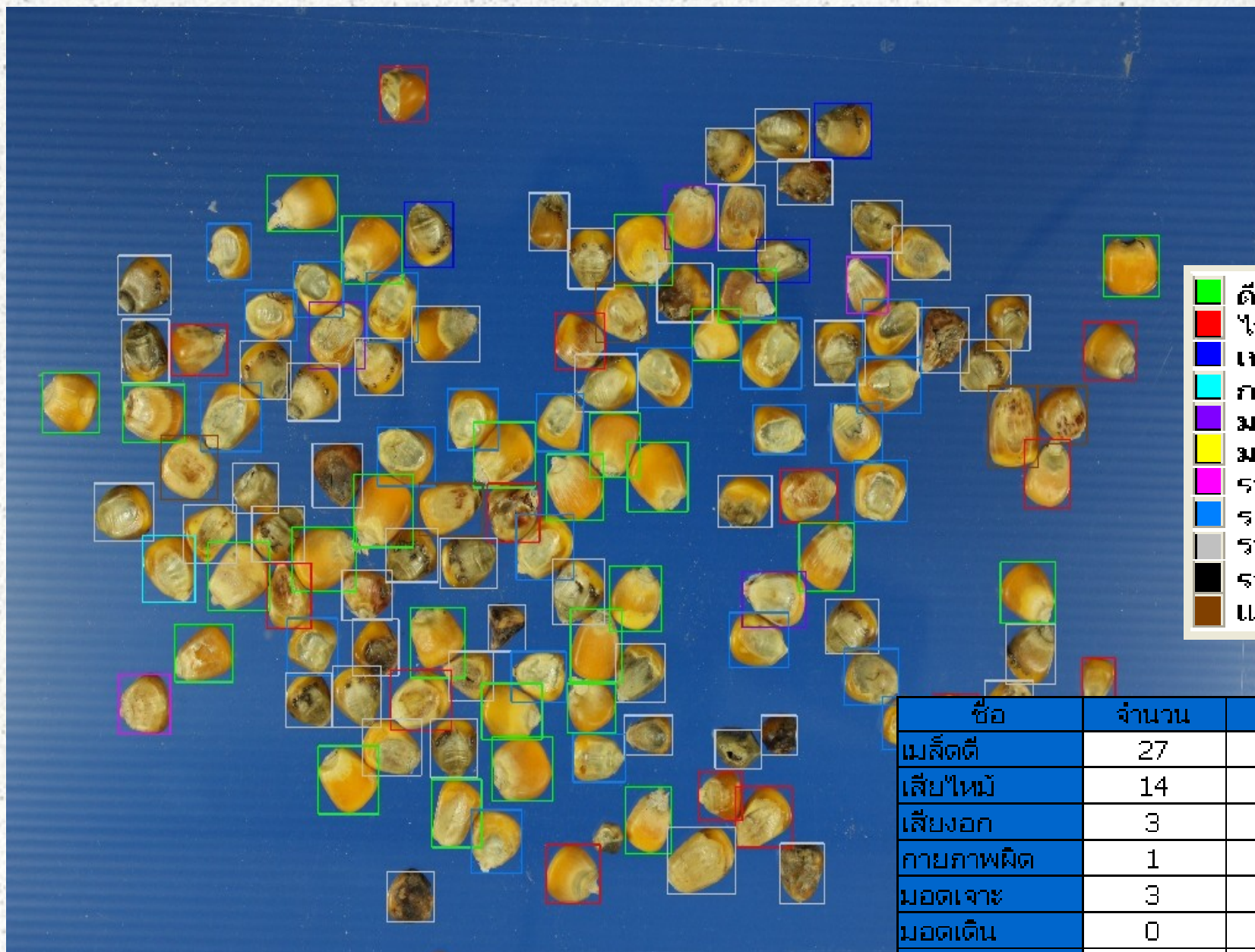
- ผลการทดลอง II. ทดสอบเพื่อจำแนกเมลล์ดีออกจากกลุ่มเมลล์เสีย

Type	training	test
good	2916	1248
bad	7260	3100
accuracy	96.3	94.94

- ผลการทดลอง III. ทดสอบเพื่อจำแนกชนิดในกลุ่มเมล็ดเสีย
ได้อัตราความถูกต้องเฉลี่ยสำหรับชุดฝึกฝนร้อยละ 94.02
(6825/7260) และชุดทดสอบร้อยละ 84.6% (2623/3100)

กราฟ : จำนวนเมล็ดในแต่ละชนิด





ดี
ไหม้
เน่า
ภาพภาพผิดปกติ
มอดเจาะ
มอดเดิน
ราชาว
ราภายใน
รา
ราดำ
แฉิมน้ำตาล

ชื่อ	จำนวน	ร้อยละ	สี
เมล็ดดี	27	21.26	เขียว
เลียบไหม้	14	11.02	แดง
เลียบอก	3	2.36	น้ำเงิน
ภาพภาพผิดปกติ	1	0.79	ไซแอน
มอดเจาะ	3	2.36	ม่วง
มอดเดิน	0	0	เหลือง
ราชาว	2	1.57	ชมพู
ราภายใน	24	18.9	ฟ้า
รา	48	37.8	เทา
เลียบราดำ	0	0	ดำ
แฉิมน้ำตาล	5	3.95	น้ำตาล

สรุป

- บทความนี้เสนอเทคนิคการตรวจคุณภาพเมล็ดข้าวโพดโดยใช้การประมวลผลเชิงภาพ ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนการประมวลผลเบื้องต้น (เป็นการออกแบบเครื่องเพื่อถ่ายภาพให้ได้ภาพเสมือนจริง), การแยกเมล็ดติดกันให้เป็นเมล็ดเดี่ยว และการจำแนกเมล็ดเดี่ยวว่าเป็นชนิดไหน
- จากผลการทดลอง ส่วนการแยกเมล็ดติดกันให้เป็นเมล็ดเดี่ยวได้ประสิทธิภาพถูกต้องร้อยละ 95.4%. และส่วนการจำแนกเมล็ดดีออกจากเมล็ดเสียได้ร้อยละ 94.9% ขณะที่จำแนกชนิดในกลุ่มเมล็ดเสียได้ 84.6%.
- ปัจจุบัน กำลังศึกษาค่าคุณลักษณะสำคัญ (feature) ด้านรูปร่างและพื้นผิวเพิ่มเติม เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพในส่วนการจำแนกชนิดเมล็ดเสียให้ได้ผลดีขึ้น

ขอบคุณ