บทที่ 4
การทดลองระบบตรวจสอบและวิเคราะห์ดาต้ากลิปส์พร้อมรหัสสี

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของการทดลองที่ได้หลังจากการพัฒนาในงานวิจัยนี้ โดยจะประกอบด้วยหัวข้อต่างๆ เช่นการวัดประสิทธิภาพของการตรวจสอบผลจากข้อมูลเอกสารภาพสภาวะแวดล้อมในการทดลองโดยผลการทดลองต่างๆได้จากการปฏิบัติอยู่ในพื้นฐานของโปรแกรมอ้างอิงตามที่ได้กล่าวมาแล้วในบทก่อนหน้านี้

ในการทดลองแนวคิดของงานวิจัยในบทนี้ จะแบ่งการทำการทดลองออกเป็นหลายๆ รูปแบบ โดยแต่ละรูปแบบนั้นจะมีตัวอย่างในการใช้ในการทดลองที่แตกต่างกันไป โดยหลักการจะมีตัวอย่างที่ถูกสร้างขึ้นด้วยโปรแกรมทดสอบ โดยแบ่งออกเป็น แต่ละแนวคิด ได้แก่ การแบบรูปแบบการทดสอบตามระดับเฉดสี การทดสอบตามจำนวนรูปแบบ และ การทดสอบแบบผสมผสานระดับเฉดสีและรูปแบบ ซึ่งการทดลองต่างๆ เหล่านี้ เพื่อพิสูจน์ว่าแนวความคิดที่วางไว้นั้นมีแนวโน้นและให้ผลตามที่คาดไว้

สำหรับการทดสอบผลการทดลองเริ่มต้นจากการสร้างภาพ โดยที่ภาพเอกสารนั้นจะได้จากโปรแกรมสร้างดาต้ากลิปส์และภาพที่ได้จะอยู่ในแฟ้ม GIF เพื่อนำมาทำการพิมพ์ผ่านเครื่องพิมพ์ Epson Photo 750 ที่ความละเอียด 1024 จุดต่อตารางนิ้วบนการดาษ ยี่ห้อ Double A 120 แกรม เมื่อทำการพิมพ์ภาพเรียบร้อยแล้ว นำภาพที่พิมพ์นั้นไปทำการอ่านภาพ ด้วยเครื่องกราดภาพ ที่ความละเอียด 300 จุดต่อตารางนิ้ว ภาพที่อ่านได้นั้นจะถูกบันทึกอยู่ในรูปแบบ GIF หรือ JPG หลังจากนั้นจึงนำเอาภาพเอกสารที่ได้จากเครื่องกราดภาพ มาทำการวิเคราะห์และบันทึกผลการทดลอง เป็นจำนวน 100 รูปภาพ โดยแบ่งย่อยตามลักษณะวิธีคิด ซึ่งมีวิธีการหลักๆ อยู่ตามที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น

หลังจากที่ได้ผลการอ่านภาพแต่ละภาพแล้ว จึงนำผลการอ่านได้มาทำการวิเคราะห์โดยการแบ่งผลการวิเคราะห์จะแบ่งออกเป็นแต่ละตัวสัญลักษณ์ข้อมูลที่อ่านได้ว่ามีความถูกต้องอยู่เป็นจำนวนเท่าใด เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณสัญลักษณ์ทั้งหมดที่ถูกฝังแนบมาพร้อมกับ ภาพเอกสารนั้น แล้วจึงนำค่าที่อ่านได้ทั้งหมดมาทำการคำนวณออกเป็น เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง โดยปกติแล้ว จำนวนกระดาษ ขนาด A4 จะสามารถบรรจุข้อมูลได้มากที่สุดคือ 40K บิต หากทำการ

พิมพ์ด้วยคุณภาพตามที่กำหนดไว้ข้างต้น (จำนวนปริมาณรูปแบบที่ใช้คือ 8 ระดับสี 2 รูปแบบ หรือ 1 ระดับสี 16 รูปแบบ จึงสามารถบรรจุปริมาณข้อมูลดังกล่าวได้)

4.1 การพัฒนาโปรแกรมการแปลงรหัสตัวอักษร สู่รหัสภาพ

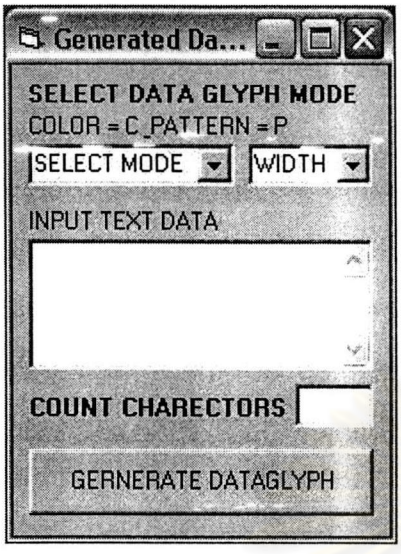
การทำงานของการแปลงรหัสข้อมูลจากรหัสตัวอักษรสู่รหัสภาพนั้น เนื่องด้วยการทำงานของ เทคโนโลยีที่ได้ทำการพัฒนานั้น มีหลากหลายรูปแบบดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการพัฒนาโปรแกรมขึ้นเพื่อทำการทดสอบให้ง่ายต่อการใช้ง่าย ในการ แปลงรหัสตัวอักษรที่ต้องการ ให้กลายเป็นรหัสภาพ ในรูปแบบต่างๆ ตามที่ออกแบบไว้เบื้องต้น

โดยมีการกำหนดรูปแบบที่แนะนอน ทั้งรูปแบบของเฉดสี และสัญลักษณะต่างๆ ที่ต้องนำมาใช้ในการทำงาน แปลงจากรหัสตัวอักษร ไปสู่รหัสภาพตามเทคโนโลยีที่ได้กำหนดไว้เบื้องต้น ก่อนที่จะนำเอาภาพ ที่ได้จากโปรแกรมทดสอบไป ทำการพิมพ์ และแปลงจาก ข้อมูลภาพที่อยู่บนสื่อกระดาษผ่านทางกราดภาพ สู่แฟ้มเอกสารภาพ และเมื่อได้แฟ้มเอกสารภาพแล้ว

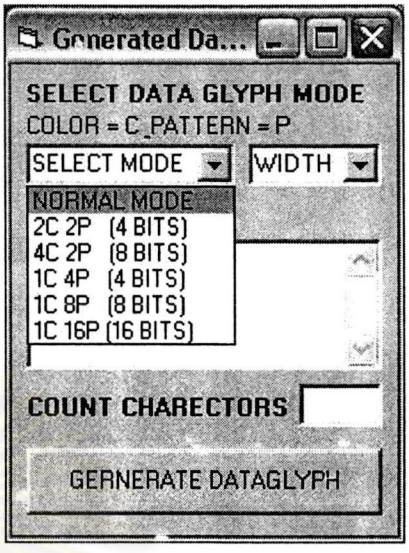
หลังจากนั้นจึงนำเอาเอกสารภาพเหล่านั้น มาทำการแปลงกลับจากรหัสเอกสารภาพสู่รหัสตัวอักษร ตามรูปแบบที่ได้กำหนดไว้แล้ว ซึ่งขั้นตอนการทำงานเบื้องต้น ได้ทำการอธิบายการทำงานของโปรแกรมทดสอบไว้ ในรูปภาพที่ 4.1 แล้ว

ลักษณะของการทำงานจะแบ่งการทำงานออกเป็นส่วนย่อยหลายๆส่วนแล้วจึงนำเอาส่วนย่อยของการจัดการกับภาพเอกสารมาทำการรวมการทำงานอีกที่หนึ่ง เพื่อให้การปรับแต่งการทำงานของโปรแกรมทำได้ง่าย ทั้งการเพิ่มรูปแบบภาพ การเพิ่มจำนวนระดับสี หรือแม้แต่การปรับประยุกต์คุณภาพของการทำงาน ในด้านการวิเคราะห์งานเอกสาร โดยผู้วิจัยได้ทำการแบ่งส่วนย่อยๆของการทำงานออกเป็นหลายๆส่วน ซึ่งหากมีการแก้ไขก็สามารถทำได้อย่างสะดวก

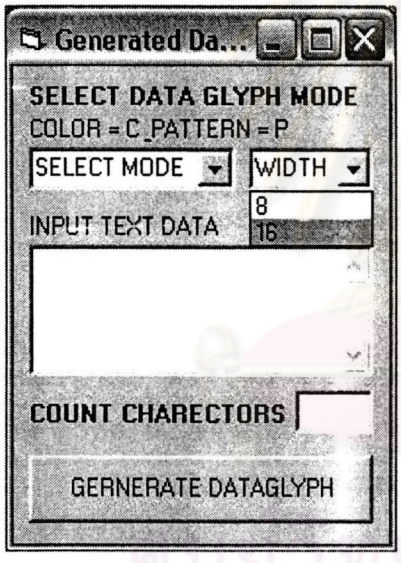
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



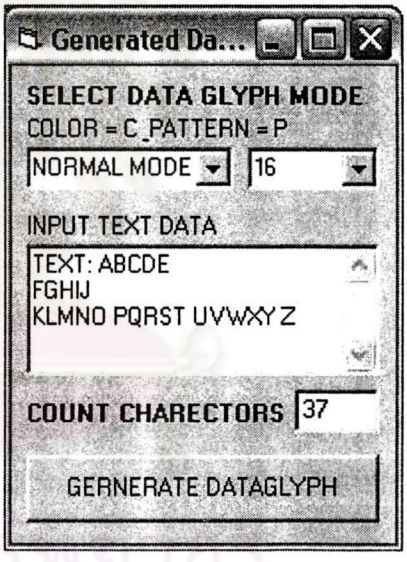
(ก) ภาพแสดงหน้าจอ การทำงาน ของโปรแกรมแปลงรหัสตัวอักษรเป็นรหัสภาพ



(ข) ภาพแสดงหน้าจอ การทำงาน ของโปรแกรมแปลงรหัสตัวอักษรเป็นรหัสภาพ ในการเลือกลักษณะ เทคโนโลยี



(ค) ภาพแสดงหน้าจอ การทำงาน ของโปรแกรมแปลงรหัสตัวอักษรเป็นรหัสภาพ ในการเลือกความกว้างของลักษณะ

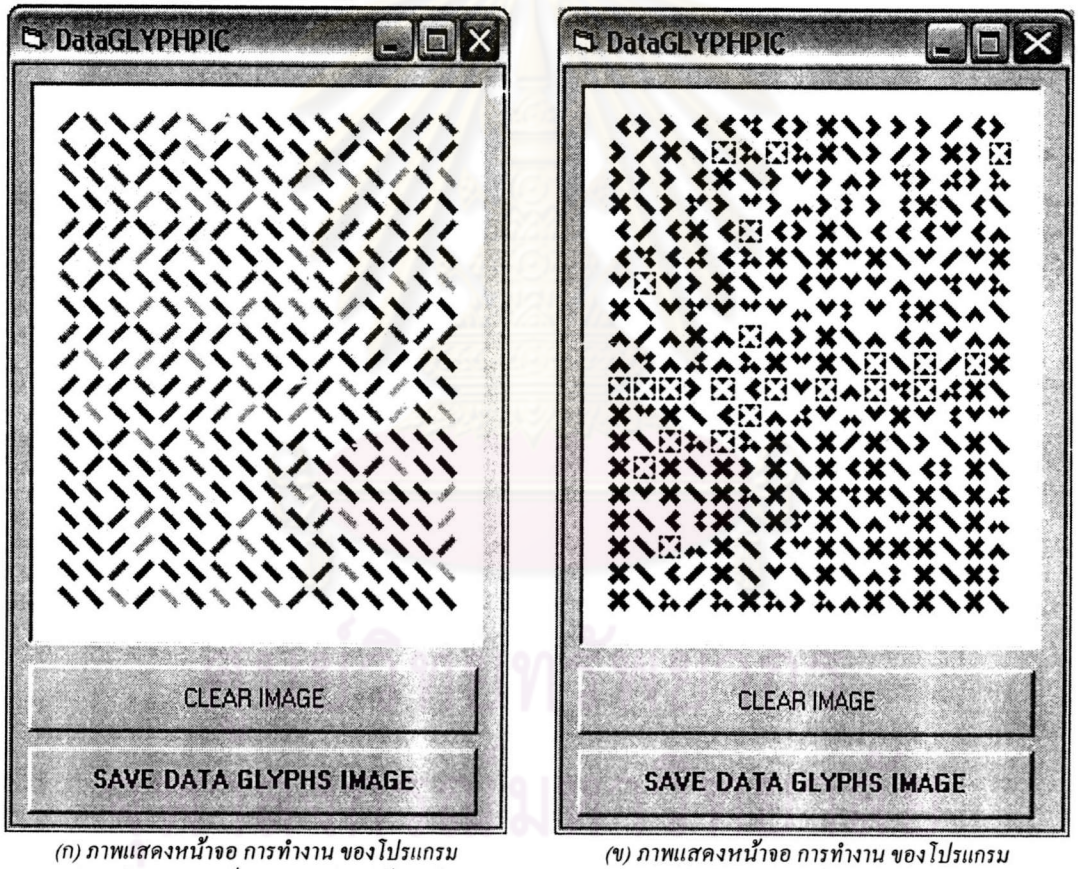


(ง) ภาพแสดงหน้าจอ การทำงาน ของโปรแกรมแปลงรหัสตัวอักษรเป็นรหัสภาพ ในการพิมพ์รหัสตัวอักษร

รูปที่ 4.1 ภาพแสดงหน้าจอ การทำงาน ของโปรแกรมแปลงรหัสตัวอักษรเป็นรหัสภาพ

4.2 การวัดประสิทธิภาพ ของ การตรวจสอบผล จากการทดลองภาพข้อมูลเอกสารโดยโปรแกรมอ่านข้อมูลภาพ

ในการวัดประสิทธิภาพของผลงานการวิจัยในวิทยานิพนธ์นี้ เนื่องจากระบบการประมวลผลด้วยภาพในรูปแบบดาต้ากลิปส์แบบเดิมนั้น ไม่ได้ ใช้ลักษณะของความเข้มสีเข้ามาผนวกด้วย ซึ่งส่งผลทำให้ค่าความจุในหน่วยบันทึกผล มีค่าที่ไม่สูงมากนัก งานวิจัยนี้ยังได้นำเอาความสามารถของกรรมวิธีประมวลผลภาพในปัจจุบันมาทำการพัฒนาและปรับปรุงเพิ่มความสามารถในการบันทึกข้อมูลสื่อเอกสาร ให้มีความสามารถในการจุข้อมูลมากขึ้น โดยแบ่งลักษณะการเพิ่มเติม ออกเป็น สองรูปแบบ ตามรูป 4.2



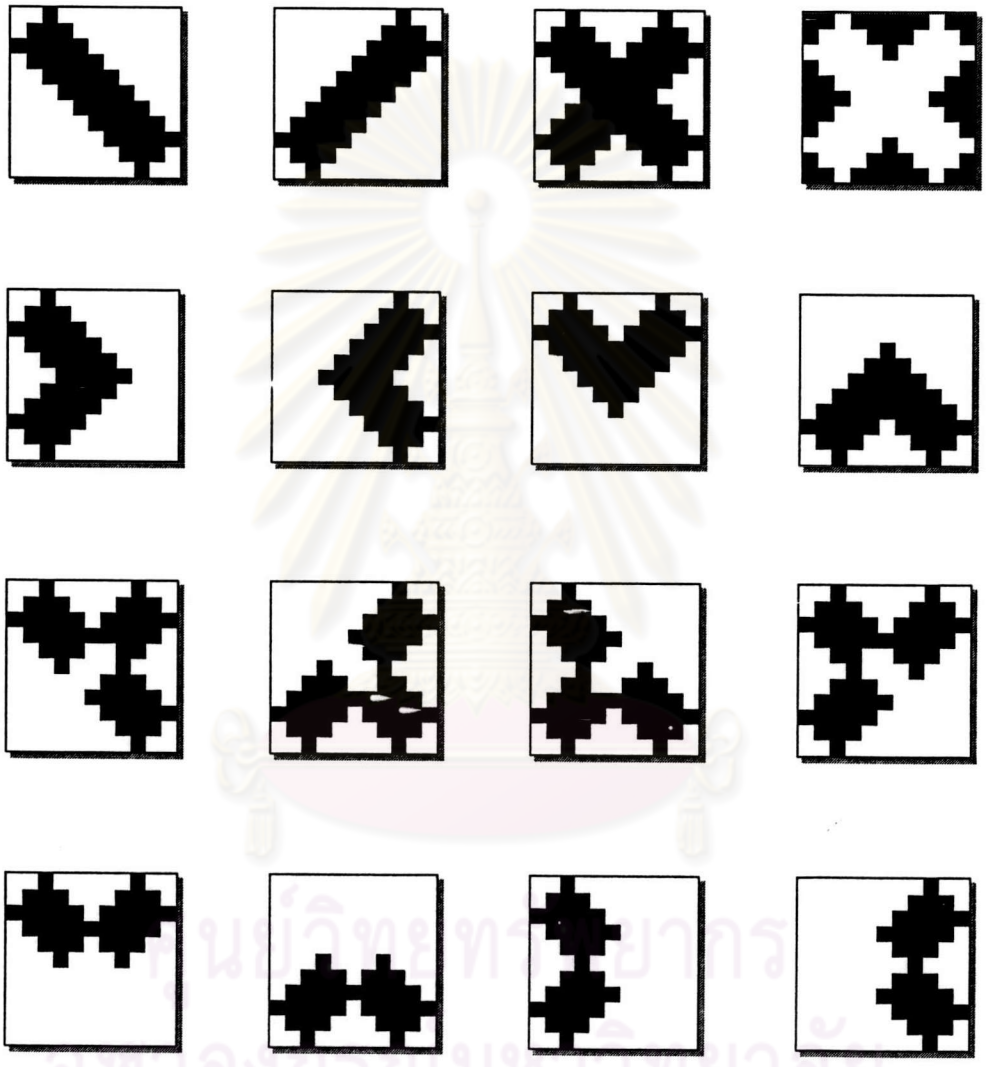
(ก) ภาพแสดงหน้าจอ การทำงาน ของโปรแกรมแปลงรหัสตัวอักษรเป็นรหัสภาพโดยใช้เฉดสีในการทดแทน

(ข) ภาพแสดงหน้าจอ การทำงาน ของโปรแกรมแปลงรหัสตัวอักษรเป็นรหัสภาพ โดยใช้สัญลักษณ์ในการทดแทน

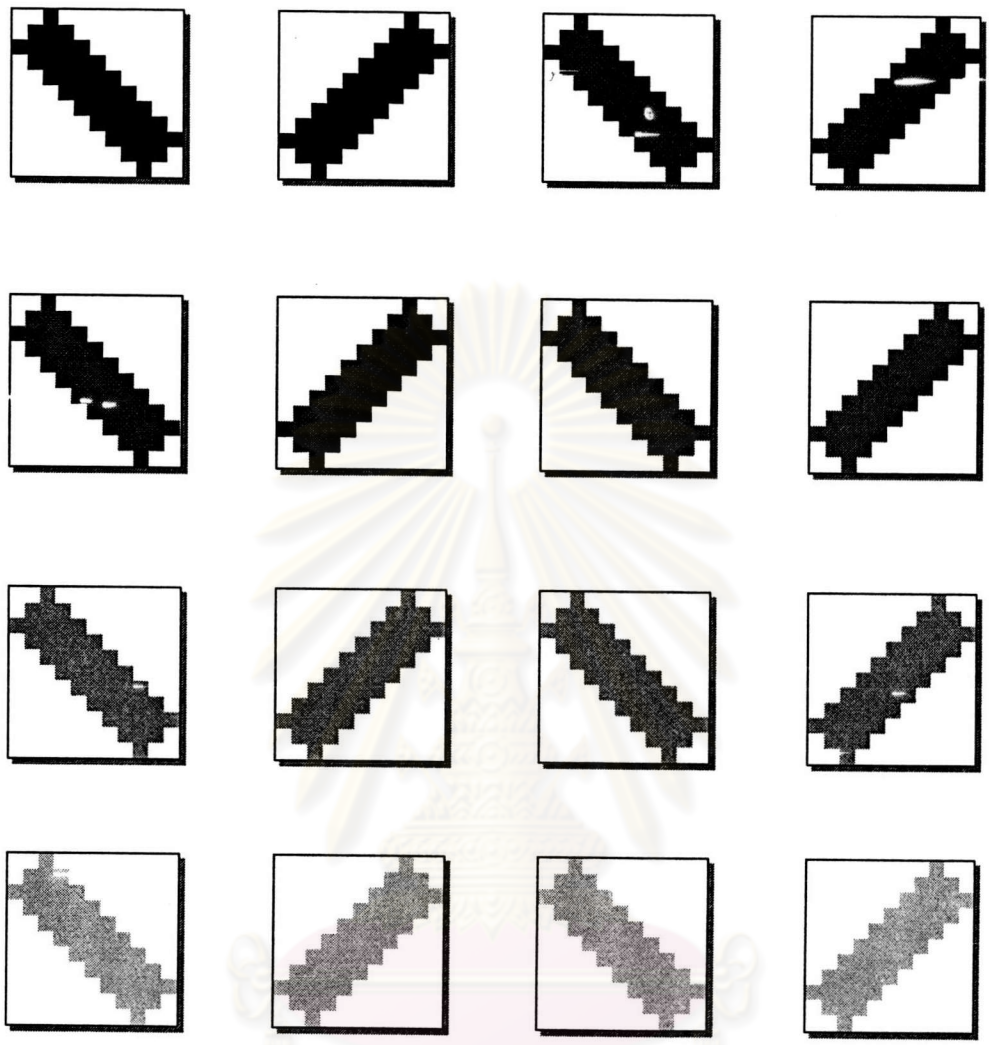
รูปที่ 4.2 ภาพแสดงหน้าจอ การทำงาน ของโปรแกรมหลังจากแปลงรหัสตัวอักษรเป็นรหัสภาพ

โดยการจัดแบ่ง ลักษณะต่างๆ ของข้อมูลรูปภาพ ทำการแบ่งโดยการ ใช้ลักษณะและเฉดสีที่แตกต่างกัน ดังที่จะแสดงใน รูป 4.3 และ รูปที่ 4.4 ซึ่งการพัฒนาด้านดังกล่าวได้ทำการหาค่าที่

เหมาะสม โดยอาศัย ผลการทดลอง และการคำนวณทางคณิตศาสตร์เพื่อความเหมาะสมของการวิเคราะห์รูปแบบและเฉดสี ให้มีการแบ่งแยกได้อย่างเด่นชัด เพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์รูปภาพ เพื่อลดความผิดพลาดในการอ่านค่าและการวิเคราะห์ระดับสีและรูปแบบรูปภาพ



รูปที่ 4.3 ภาพแสดงรูปแบบของสัญลักษณ์ต่างๆที่ใช้ในการแบ่งแยกสัญลักษณ์ ทั้ง 16 รูปแบบ

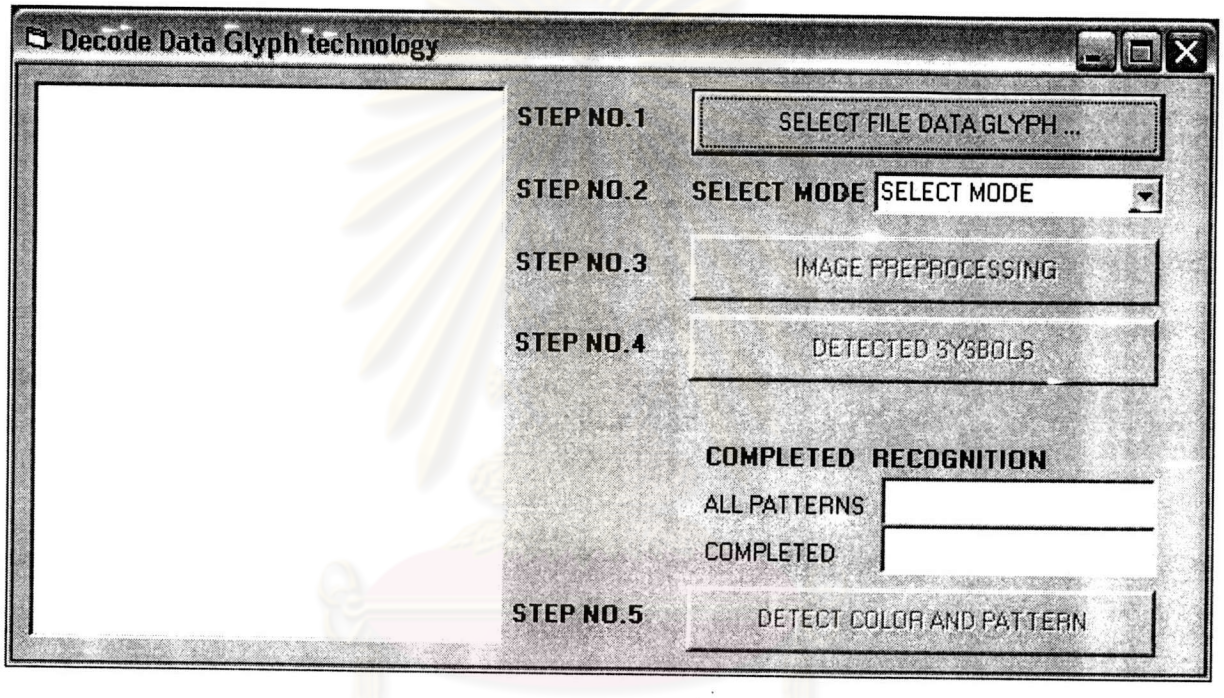


รูปที่ 4.4 ภาพแสดงรูปแบบของสัญลักษณ์ต่าง ๆที่ใช้ในการแบ่งแยกเฉดสี ทั้ง 8 เฉดสี

ขั้นตอนการทำการทดลอง เริ่มต้นจากการ ทำ การจำแนกภาพเอกสารที่ได้มาจากเครื่องกราดภาพมาทำการแบ่งออกเป็นหลายลักษณะตามรูปแบบในการพัฒนา และสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน ดังที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 โดยมีทั้งแบบดั้งเดิม และแบบปรับปรุง โดยที่แบบปรับปรุงนั้น ทำการสร้างแบบจำแนกคุณภาพของภาพให้หลากหลายโดยการใช้การไล่ระดับสี เพื่อทดลองหาค่าที่ดีที่สุดที่ทำให้เกิดความสามารถในการจำแนกที่ถูกต้องมากที่สุดและได้ความถูกต้องที่มากที่สุดด้วย พร้อมกันนั้นยังจำเป็นต้องติดตั้งสภาวะแวดล้อมให้อยู่ในลักษณะที่มีความคล้ายคลึงกันมากที่สุดเพื่อให้ ข้อมูลหรือผลการทดลองในการวิเคราะห์ภาพเอกสาร มีผลที่ใกล้เคียงมากที่สุด

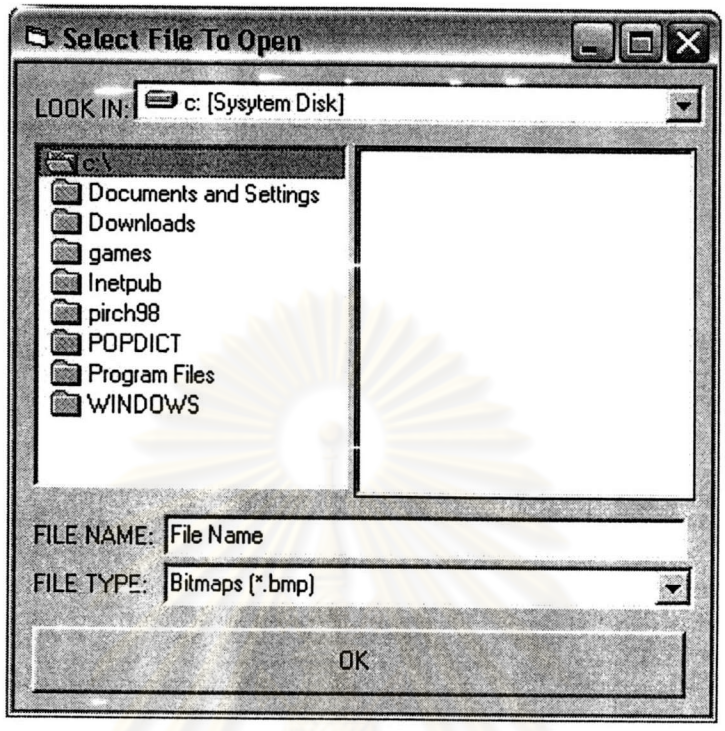
โดยที่ใช้เครื่อง กราดภาพเครื่องเดียวกัน เครื่องพิมพ์เครื่องเดียวกัน น้ำหมึกชุดเดียวกัน และกระดาษที่มีลักษณะเดียวกัน เพื่อให้เกิดคุณภาพในการวิเคราะห์ภาพที่ดีที่สุด

สำหรับงานด้านการทดสอบอ่านค่ารหัสรูปภาพ นั้น ทำโดยการใช้โปรแกรมที่เขียนขึ้นเพื่อทำการทดสอบแยกแยะ รหัสภาพและรหัสสีจากข้อมูลรูปภาพ โดยมีขั้นตอนการทำงาน ดังแสดงในรูป 4.4 ถึง 4.10



รูปที่ 4.5 ภาพแสดงหน้าจอ การทำงาน ของโปรแกรมรหัสภาพเป็นข้อมูลตัวอักษร ขั้นตอนที่ 1 การเปิดแฟ้มข้อมูลรูปภาพที่ต้องการอ่านค่า

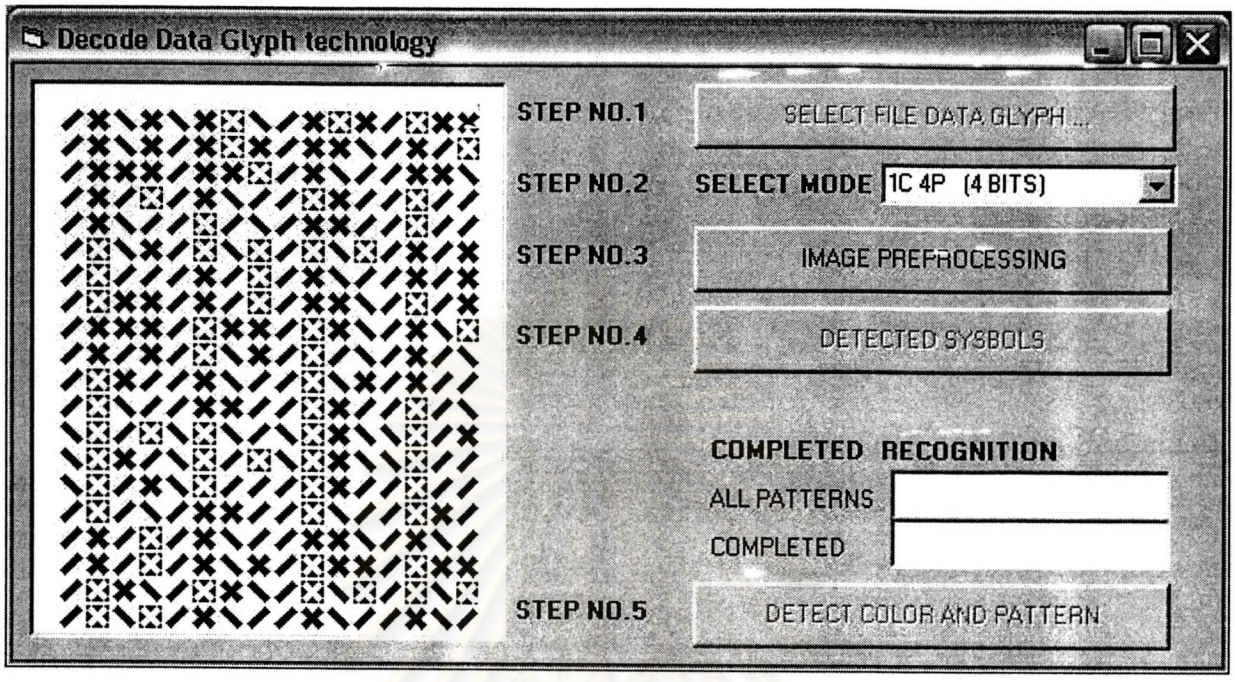
ในการแปลงรหัสภาพนั้นจำเป็นต้องใช้แนวทางและขึ้นตอนต่างๆ ดังที่กล่าวไว้ข้างต้นในบทที่ 3 โดยมีขั้นตอนหลักๆ คือ การประมวลผลภาพก่อนหน้า การตรวจสอบรูปแบบ การตรวจสอบค่าเฉดสีขาวดำ ซึ่งเป็นขั้นตอนหลักที่จำเป็นต้องปฏิบัติ ในการทำการทดสอบ หาค่าความถูกต้องของโปรแกรม



รูปที่ 4.6 ภาพแสดงหน้าจอ การทำงาน ของโปรแกรมรหัสภาพเป็นข้อมูลตัวอักษร ขั้นตอนที่ 1 การเลือกแฟ้มข้อมูลรูปภาพที่ต้องการอ่านค่า

การเริ่มต้นการทำงานในส่วนของการแปลงจากรหัวเอกสารภาพไปสูรหัสตัวอักษรนั้น เริ่มต้นจากการเปิดแฟ้มเอกสารภาพ ด้วยโปรแกรมที่ได้ทำการพัฒนาขึ้น โดยสามารถเปิดเอกสารได้หลากหลายรูปแบบตามแต่ต้องการ ทั้งแฟ้มภาพชนิด BMP ชนิด JPG หรือ ชนิด GIF ทำการเลือกแฟ้มภาพที่อ่านมาจาก เครื่องกราดภาพที่ความละเอียด 300 จุดต่อตารางนิ้ว โดยที่แฟ้มเอกสารภาพแต่ละรูปแบบชนิดแฟ้มนั้น มีความสามารถในการจดจำลักษณะรูปภาพที่แตกต่างกัน โดยที่ให้ความละเอียดที่แตกต่างกัน ทั้งรูปแบบการเก็บค่าสี

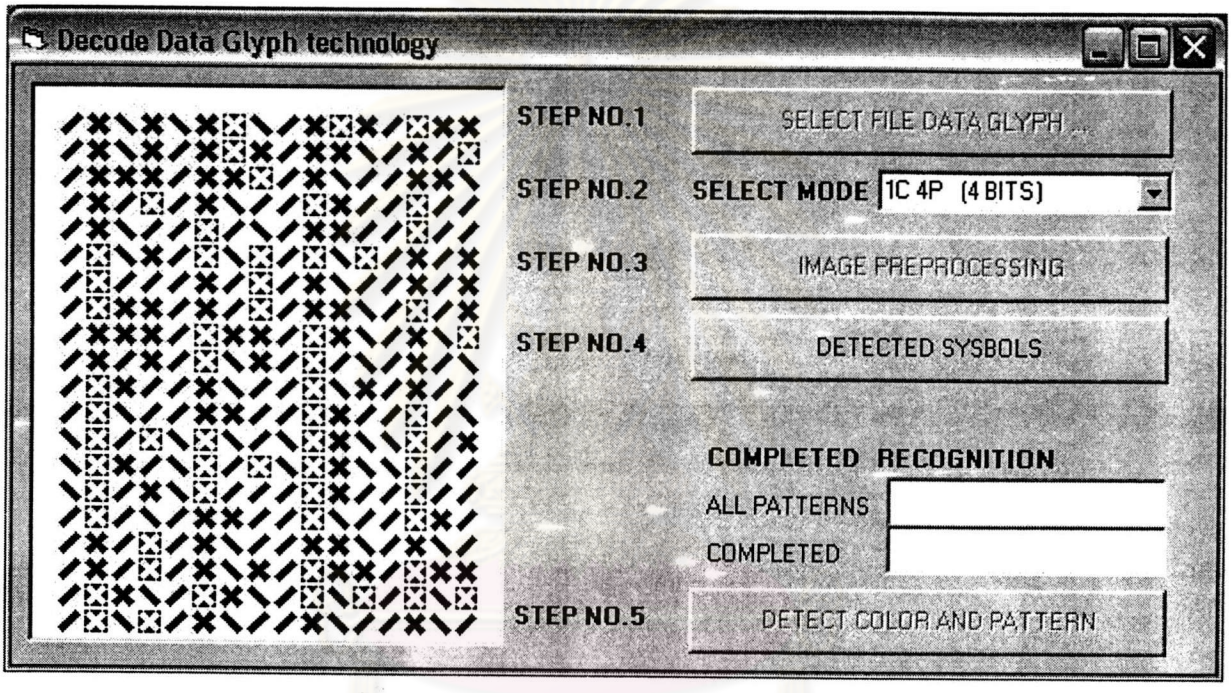
ดังนั้นก่อนจะนำภาพเอกสารที่ได้นั้นไปจัดการทำการวิเคราะห์ระดับเฉดสีหรือรูปแบบต่อไปนั้น เราต้องทำการแปลงลักษระของแฟ้มเอกสารรูปภาพเหล่านั้น เป็นแบบเอกสารภาพกลางก่อน ในที่นี้ จะใช้ลักษณะของเอกสารภาพแบบ Bit map ซึ่งทำงานได้ง่ายและเอกสารภาพไม่สูญเสียเอกลักษณ์เด่นไปซึ่งทำให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป แต่จุดด้อยของการทำงานลักษณะนี้ก็คือ ทำให้การวิเคราะห์นั้นทำได้ยากขึ้น ขนาดภาพมีขนาดใหญ่และมีรายละเอียดสูง การทำงานของดปรแกรม ดังแสดงในรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.7 ภาพแสดงหน้าจอ การทำงาน ของโปรแกรมรหัสภาพเป็นข้อมูลตัวอักษร ขั้นตอนที่ 2 การเลือกรูปแบบของการเข้ารหัสภาพ ตามแฟ้มภาพที่เลือกไว้ และทำการปรับคุณภาพของรหัสภาพ

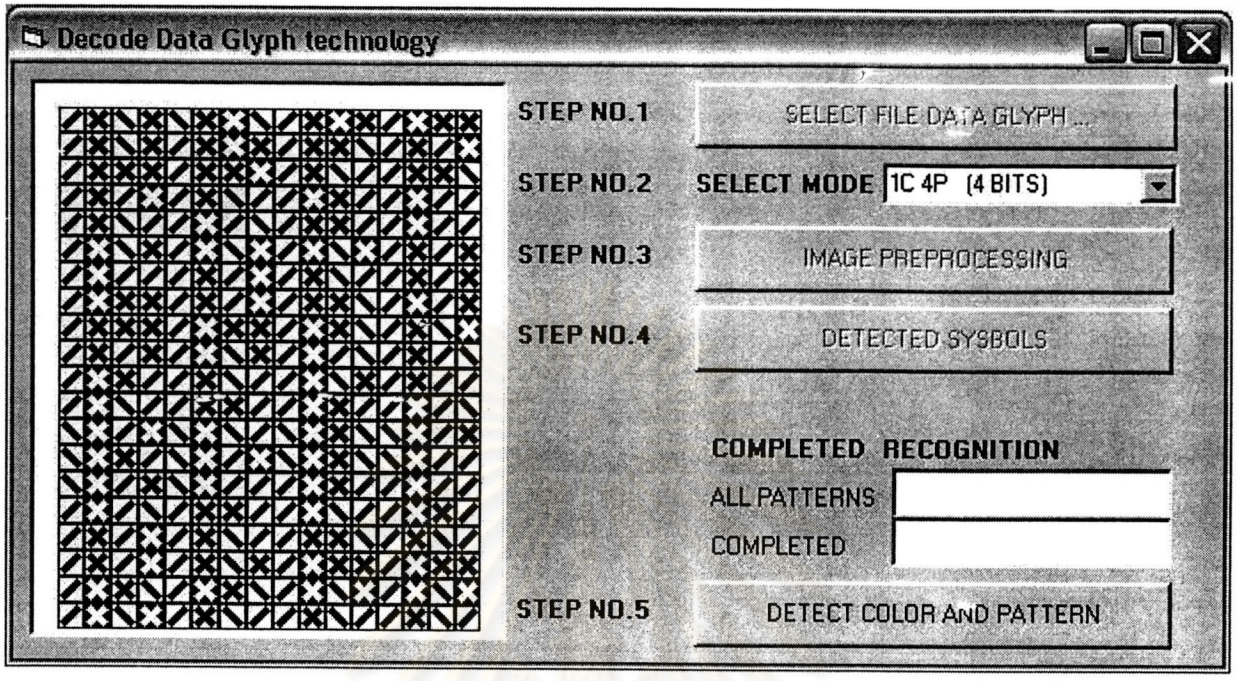
หลังจากที่ทำการเปิดแฟ้มเอกสารภาพแล้ว โปรแกรมจะทำการประมวลผลภาพก่อนหน้า เพื่อทำการปรับปรุงคุณภาพของเอกสารภาพให้ได้ตามที่กำหนด ทั้งพื้นหลัง การปรับค่าสี การกำจัดสัญญาณรบกวน โดยที่ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ภาพเอกสารจำเป็นต้องทำการเลือกชนิดของลักษระของเอกสารดาต้ากลิปส์ที่ได้ทำการเข้ารหัสเอาไว้ ให้ตรงกัน เพื่อที่จะทำให้การวิเคราะห์ภาพเอกสารมีความผิดพลาดที่ลดลง อันเนื่องมากจากสาเหตุของสัญญาณรบกวนหรืออื่นๆ ในการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างเอกสารภาพที่เข้ามา กับ เอกสารที่อยู่ในระบบ โดยสัญยาณรบกวนที่เกิดขึ้นนั้น โดยส่วนมากมักจะเกิดอันเนื่องจากการอ่านภาพเอกสารกลับในขั้นตอนของการใช้เครื่องกราดภาพอ่านค่าแฟ้มเอกสารภาพกลับมาสู่ระบบดิจิตอล ซึ่งสัญญาณรบกวนดังกล่าว สามารถกำจัดได้โดยการผ่านตัวกรองเฉลี่ย ซึ่งจะทำให้เอกสารภาพที่ผ่านตัวเซกรองเฉลี่ยมีความราบเรียบขึ้น และทำให้ภาพเอกสารง่ายต่อการวิเคราะห์และเพิ่มความถูกต้องในการวิเคราะห์ภาพต่อไป

การตรวจสอบสัญลักษณ์และระดับเฉดสี ในการวิเคราะห์สัญลักษณ์นั้น จะทำตามขั้นตอนที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 ในกรณีของสัญลักษณ์ก็กระทำเช่นเดียวกัน นั้นคือใช้การวิเคราะห์ระยะห่างแบบ ยูเคลียเดียน ในการวิเคราะห์ภาพแบบการตรวจสอบรูปแบบ แต่ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์เอกสารภาพนั้น เราจำเป็นต้องทำการแบ่งส่วนภาพก่อนเพื่อทำการตรวจสอบหาตำแหน่งของภาพเอกสารย่อยว่ามีอยู่บนตำแหน่งใดบนภาพเอกสารบ้าง โดยใช้วิธีการโปรเจ็คชั่นแนวดิ่งและโปรเจ็คชั่นแนวนอน เพื่อทำการแบ่งแยกภาพเอกสารภาพออกเป็นตำแหน่งของภาพเอกสารย่อย ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.7 – 4.8

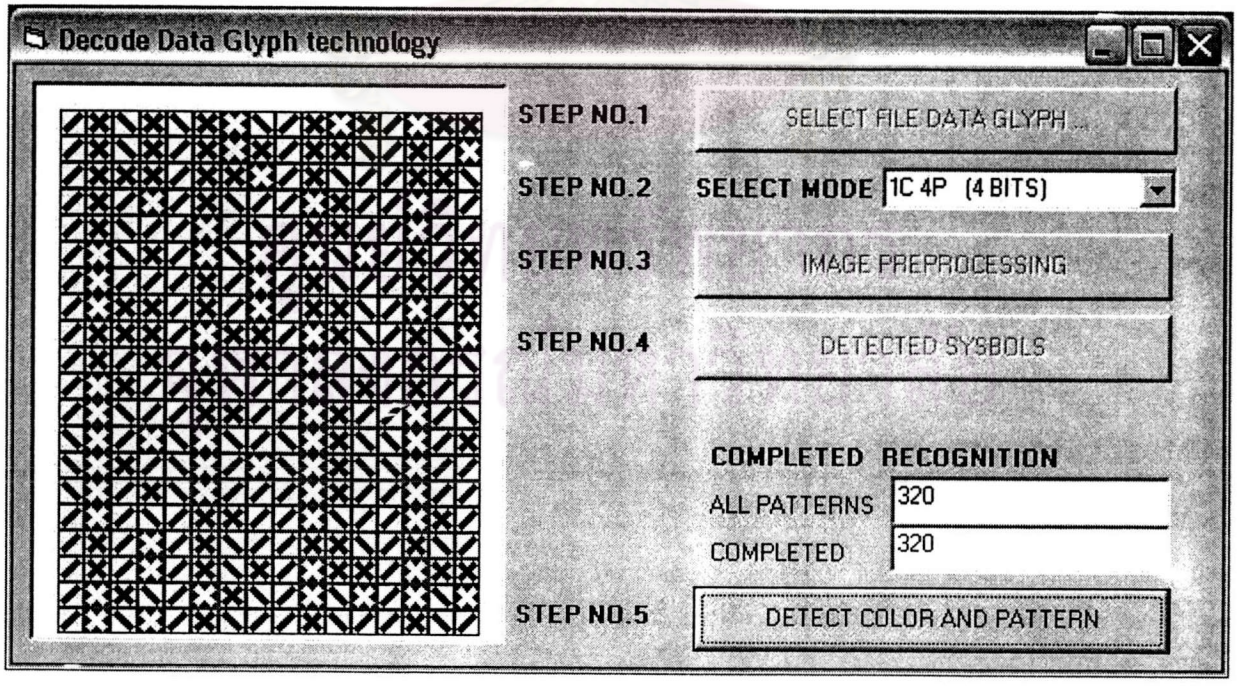


รูปที่ 4.8 ภาพแสดงหน้าจอ การทำงาน ของโปรแกรมรหัสภาพเป็นข้อมูลตัวอักษร ขั้นตอนที่ 4 การตรวจหาสัญลักษณ์ในแฟ้มข้อมูลภาพ

ฟันการวิเคราะห์ภาพเอกสารนั้น ในที่นี้จะให้การวิเคราะห์หีภาพเอกสารเชิงขาวดำ เพื่อให้ง่ายต่อการประมวลผลและได้ผลวิเคราะห์ที่ดีมากขึ้น เพราะการคำนวณภาพเชิงขาวดำนั้น มีค่าที่ใช้ในการคำนวณที่ไม่สูงมากนักอีกทั้งยังเก็บความสำคัญของภาพเอกสารที่ได้ไว้อย่างครบถ้วน จึงเป็นรูปแบบของเอกสารภาพที่เหมาะสมในการใช้ในการวิเคราะห์ภาพเอกสาร



รูปที่ 4.9 ภาพแสดงหน้าจอ การทำงาน ของโปรแกรมรหัสภาพเป็นข้อมูลตัวอักษร ขั้นตอนที่ 5 การแปลงจากรหัสภาพแต่ละส่วน ให้เป็นรหัสตัวอักษร



รูปที่ 4.10 ภาพแสดงหน้าจอ การทำงาน ของโปรแกรมรหัสภาพเป็นข้อมูลตัวอักษร ในการแสดงผลการตรวจหาสัญลักษณ์ในแฟ้มข้อมูลภาพ

สำหรับขั้นตอนสุดท้ายนั้นคือขั้นตอนการแปลงจากรหัสภาพสู่รหัสตัวอักษร โดยที่หลังจากที่เราทำการวิเคราะห์ภาพเอกสารย่อยแต่ละภาพเรียบร้อยแล้ว จะทำให้ได้ชุดข้อมูลมา 1 ชุดข้อมูล ซึ่งอยู่ในรูปแบบของ กลุ่มตัวเลข ได้แก่ชุดกลุ่มตัวเลข ฐาน 2 เลขฐาน 4 เลขฐาน 8 และเลขฐาน 16 ซึ่งโปรแกรมจะทำการแปลงตัวเลขเหล่านี้เป็น รหัสตัวอักษร ASCII แล้วจึงทำกรแสดงค่าข้อมูลออกมาทางหน้าจอ ดังแสดงในรูปที่ 4.10 โดยความถูกต้องของข้อมูลที่ได้นั้นจะอยู่ระหว่าง 90% - 100% ขึ้นอยู่กับลักษระของการฝังข้อมูลเบื้องต้น

รูปที่ 4.11 ภาพแสดงหน้าจอ การทำงาน ของโปรแกรมรหัสภาพเป็นข้อมูลตัวอักษร ในการแสดงผลขอการแปลงจากรหัสภาพสู่รหัสตัวอักษร

โดยจุดประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อหาแนวโน้มของการทำงานของการจำแนกสีที่ได้ทำการพิมพ์ลงบนสื่อสิ่งพิมพ์ อีกทั้งยังสามารถหาแนวโน้มของงานวิจัยว่ามีความเป็นไปได้ในการพัฒนาต่อหรือไม่อย่างไร พร้อมทั้งยังสามารถบ่งบอกถึงปริมาณข้อมูลที่สามารถบันทึกลงบนสื่อภาพเอกสาร ได้อีกด้วย ซึ่งการทดลองดังกล่าวนี้จะทำให้ สามารถบ่งบอกถึงแนวทางการพัฒนาที่สามารถกระทำต่อไปได้ในอนาคตเพื่อเพิ่มเติมลักษณะเด่น ทางกายภาพต่างๆ ให้กับกระบวนการและวิธีการนี้ต่อไป

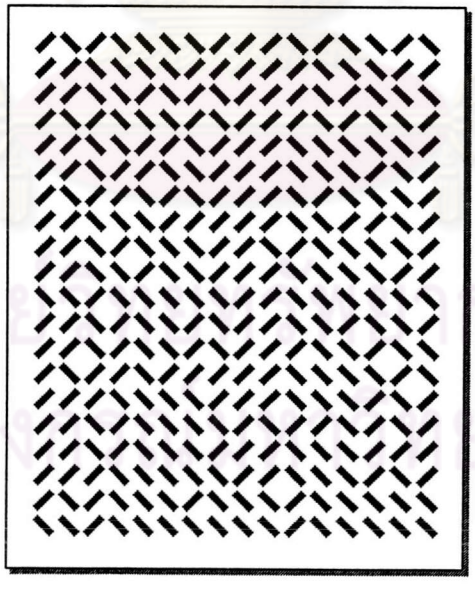
ในการทดลองชุดนี้ได้ทำการทดลองกับภาพเอกสารจำนวนชินดละ 100 ตัวอย่าง ในสิ่งแวดล้อมเดียวกัน ทั้งเครื่องกราดภาพ เครื่องพิมพี เนื้อกระดาษ ความละเอียดในการพิมพ์ มีการประยุกต์ในการเพิ่มเติมสัญญาณรบกวนในภาพ 5% 10% และ 15% เพื่อทดลองว่าการอ่านมีความผิดพลาดเพิ่มขึ้นอย่างไรบ้าง

4.3 สภาวะแวดล้อมในการทดลอง

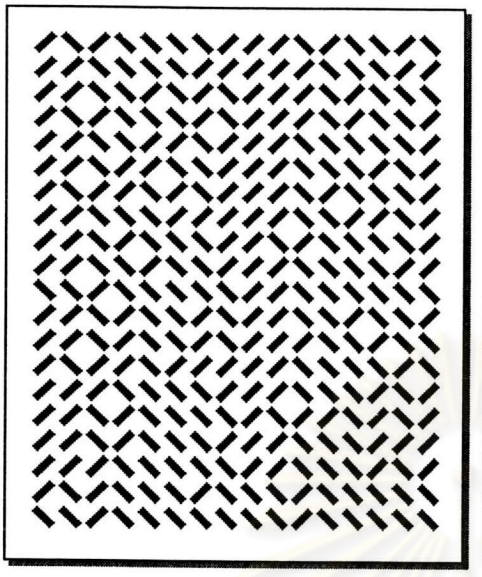
1. ตัวประมวลผลกลาง AMD Athon 1 กิกะเฮิร์ทซ์
2. หน่วยความจำขนาด 256 เมกะไบต์
3. ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ เอ็กซ์พี เอดิชั่น
4. แฟ้มภาพเอกสาร ชนิดภาพ JPG ความละเอียด 150 จุดต่อตารางนิ้ว
5. แฟ้มภาพเอกสาร ชนิดภาพ GIF ความละเอียดสี 256 เฉดสี
6. เครื่องพิมพ์ EPSON Photo 750 พิมพ์ภาพที่ความละเอียดสูงสุด 1024x1024 จุด
7. เครื่องกราดภาพ HP อ่านภาพที่ความละเอียด 300 จุดต่อตารางนิ้ว
8. กระดาษขนาด A4 ความหนาแน่นเนื้อกระดาษ 120 แกรม

4.4 ผลการทดลอง

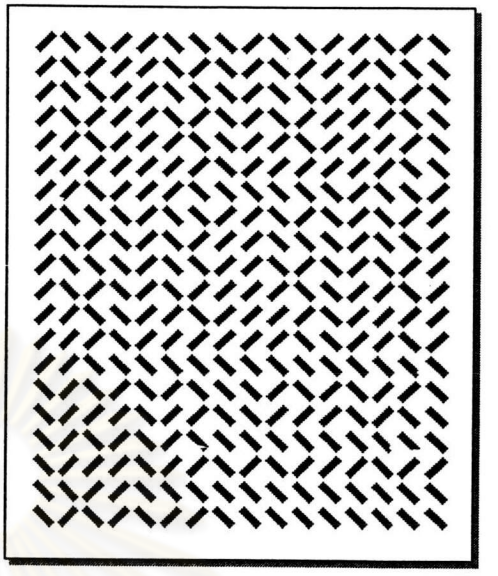
งานวิจัยนี้ได้พัฒนาเทคโนโลยีดาต้ากลิปส์แบบเดิม ดังแสดงในรูปที่ 4.4 ให้มีความสามารถในการบรรจุข้อมูลได้เพิ่มขึ้นด้วยวิธีการทางการคำนวณและใช้การเทคโนโลยีรู้จำภาพและการแบ่งแยกเฉดสีในการเพิ่มความสามารถการบรรจุข้อมูล ในมีปริมาณ 1 หน่วยพื้นที่เพิ่มขึ้น



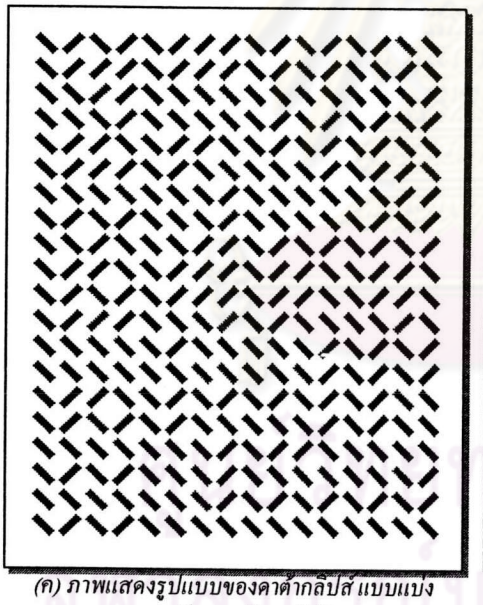
รูปที่ 4.12 ภาพแสดงรูปแบบของดาต้ากลิปส์ แบบที่ยังไม่ได้รับการพัฒนา (แบบดั้งเดิม) 40 ตัวอักษร



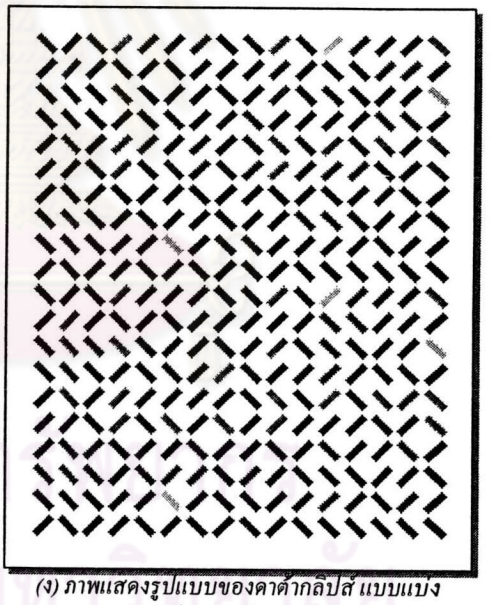
(ก) ภาพแสดงภาพเอกสารต้นแบบของดาต้ากลิปส์ตามต้นแบบลักษณะของซีร็อกซ์ 20 ตัวอักษร



(ข) ภาพแสดงรูปแบบของดาต้ากลิปส์ แบบแบ่งตามเฉดสี 2 เฉดสี 40 ตัวอักษร

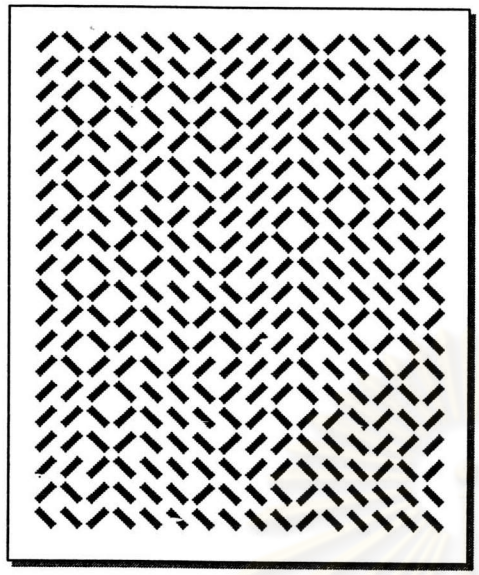


(ค) ภาพแสดงรูปแบบของดาต้ากลิปส์ แบบแบ่งตามเฉดสี 4 เฉดสี 80 ตัวอักษร

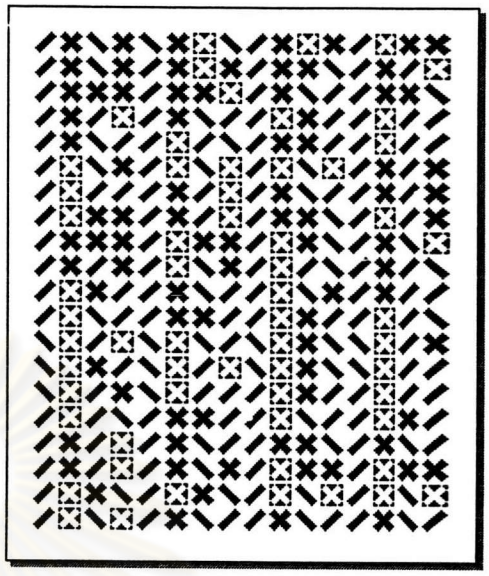


(ง) ภาพแสดงรูปแบบของดาต้ากลิปส์ แบบแบ่งตามเฉดสี 8 เฉดสี 160 ตัวอักษร

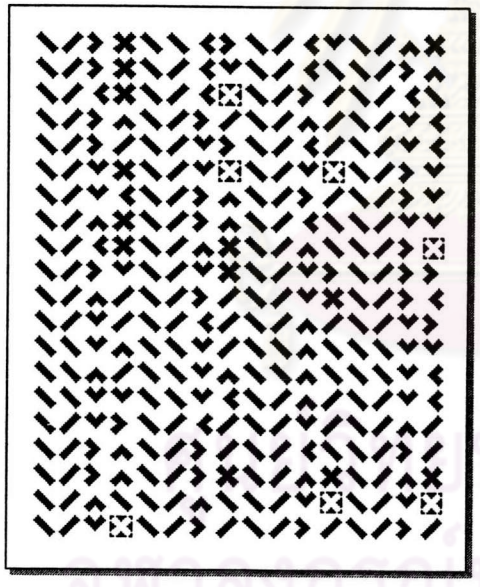
รูปที่ 4.13 ภาพแสดงรูปแบบของดาต้ากลิปส์ แบบดั้งเดิม และแบบที่พัฒนาความสามารถรู้จำเฉดสี



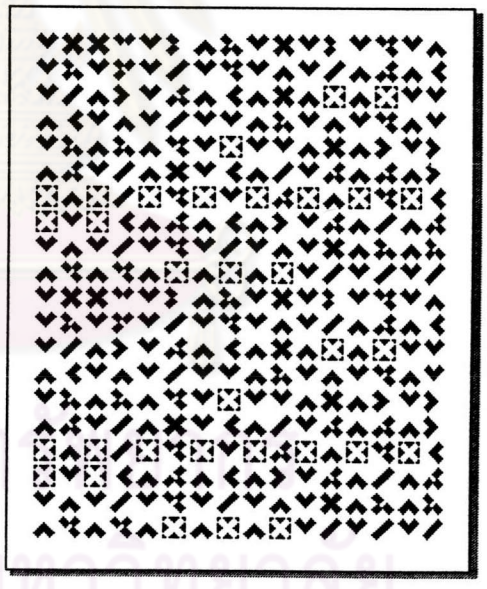
(ก) ภาพแสดงภาพเอกสารต้นแบบของดาต้ากลิปส์ตามต้นแบบลักษณะของซีร็อกซ์ 20 ตัวอักษร



(ข) ภาพแสดงรูปแบบของดาต้ากลิปส์ แบบเพิ่มรูปแบบสัญลักษณ์ 4 รูปแบบ 40 ตัวอักษร



(ค) ภาพแสดงรูปแบบของดาต้ากลิปส์ แบบเพิ่มรูปแบบสัญลักษณ์ 8 รูปแบบ 80 ตัวอักษร



(ง) ภาพแสดงรูปแบบของดาต้ากลิปส์ แบบเพิ่มรูปแบบสัญลักษณ์ 16 รูปแบบ 160 ตัวอักษร

รูปที่ 4.14 ภาพแสดงรูปแบบของดาต้ากลิปส์ แบบดั้งเดิม และแบบที่พัฒนาความสามารถรู้จำรูปภาพ

โดยที่การทดลอง ทำโดยการแปลงรหัสตัวอักษร สู่ รหัสภาพแบบเฉดสี ดังแสดงในรูป 4.12 และ เพิ่มรูปแบบสัญลักษณ์ ดังรูป 4.13 โดยใช้โปรแกรมทดสอบที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นมาแล้ว นำภาพที่ได้ พิมพ์ลงบนกระดาษที่มีคุณภาพตามที่กำหนด และทำการอ่านภาพกลับมาสู่

ระบบประมวลผลคอมพิวเตอร์อีกครั้ง หลังจากนั้นจึงทำการทดสอบตามลักษณะของภาพที่กำหนดไว้ ข้างต้น

การทดสอบทำโดยการใส่ค่าข้อมูลลักษณะเดียวกันในลักษณะสิ่งแวดล้อมเดียวกัน ทั้งเนื้อกระดาษ ความละเอียดในการพิมพ์ และความละเอียดของภาพเพื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างเทคโนโลยีดาต้ากลิปส์แบบมาตรฐานเดิมที่ยังไม่ได้รับการพัฒนากับเทคโนโลยีดาต้ากลิปส์ที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นแล้ว ซึ่งลักษณะของการปรับปรุงคุณภาพนั้น มีทั้งการใช้เฉดสีและสัญลักษณ์ตามที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น เพื่อใช้เพิ่มปริมาณข้อมูลดังกล่าวให้เพื่อมมากขึ้น

จำนวนรูปแบบ	2 รูปแบบ	4 รูปแบบ	8 รูปแบบ	16 รูปแบบ
ความถูกต้อง*	100.0%	100.0%	96.5%	90.1%

ตารางที่ 4.1.(ก.) แสดงค่าความถูกต้องในการอ่านค่าจากภาพเอกสารคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเมื่อเทียบกับข้อมูลต้นฉบับแบบตัวอักษรต่อตัวอักษร(เมื่อระยะห่างของสัญลักษณ์มีค่าน้อยที่สุด) ในกรณีการใช้รูปแบบดังแสดงในรูปที่ 4.13

จำนวนระดับสี	1 เฉดสี	2 เฉดสี	4 เฉดสี	8 เฉดสี
ความถูกต้อง*	100.0%	100.0%	98.5%	94.5%

ตารางที่ 4.1.(ข.) แสดงค่าความถูกต้องในการอ่านค่าจากภาพเอกสารคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเมื่อเทียบกับข้อมูลต้นฉบับแบบตัวอักษรต่อตัวอักษร(เมื่อระยะห่างของสัญลักษณ์มีค่าน้อยที่สุด) ในกรณีการใช้ระดับเฉดสี ดังแสดงในรูปที่ 4.12

** ความถูกต้องในการอ่านค่าจากภาพเอกสารคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเมื่อเทียบกับข้อมูลต้นฉบับแบบตัวอักษรต่อตัวอักษร*

วิธีการปรับปรุงความสามารถของเทคโนโลยีดาต้ากลิปส์ในงานวิจัยนี้มี 3 วิธีคือ วิธีแรกคือการเพิ่มความสามารถในการวิเคราะห์แบ่งแยกสีโดยไล่ตามระดับสีขาวดำโดยแบ่งออกเป็นระดับสีต่างๆ ที่สามารถยอมรับได้

โดยงานวิจัยนี้นำเสนอระดับสีขาวดำออกเป็น 2 ระดับ 4 ระดับ และ 8 ระดับเพื่อนำมาแทนค่าตัวข้อมูลให้มีความสามารถในการทดแทนค่าได้เพิ่มเติมขึ้น ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อน แบ่งออกเป็นระดับต่างๆ ที่แตกต่างกัน 40% ของระดับสีขาวดำ 20% ของระดับสีขาวดำและ 5% ของระดับสีขาวดำ

จำนวนรูปแบบ	2 รูปแบบ	4 รูปแบบ	8 รูปแบบ	16 รูปแบบ
ความหนาแน่น	64 bits	128 bits	256 bits	512 bits
อัตราข้อมูลที่เพิ่มขึ้น (%)	0.00%	100.00%	200.00%	400.00%

ตารางที่ 4.2.(ก.) แสดงค่าความหนาแน่นของข้อมูลจากภาพเอกสารคิดเป็นไบต์ต่อตารางนิ้ว(เมื่อระยะห่างของสัญลักษณ์มีค่าน้อยที่สุด) ในกรณีการใช้รูปแบบ เปรียบเทียบที่ความละเอียดเดียวกัน

จำนวนระดับสี	1 เฉดสี	2 เฉดสี	4 เฉดสี	8 เฉดสี
ความหนาแน่น	64 bits	128 bits	256 bits	512 bits
อัตราข้อมูลที่เพิ่มขึ้น (%)	0.00%	100.00%	200.00%	400.00%

ตารางที่ 4.2.(ข.) แสดงค่าความหนาแน่นของข้อมูลจากภาพเอกสารคิดเป็นไบต์ต่อตารางนิ้ว(เมื่อระยะห่างของสัญลักษณ์มีค่าน้อยที่สุด) ในกรณีการใช้เฉดสี เปรียบเทียบที่ความละเอียดเดียวกัน

วิธีที่ 2 คือการปรับปรุงความสามารถในการรู้จำรูปแบบของเทคโนโลยีดาต้ากลิปส์ โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองโดยการเพิ่มรูปแบบสัญลักษณ์เพิ่มเติม โดยแบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ 8 รูปแบบ และ 16 รูปแบบ ในการทดแทนค่าของสัญลักษณ์ เพื่อเพิ่มความสามารถในการบันทึกข้อมูล และเพื่อให้ได้ความถูกต้องที่มีผลกระทบน้อยต่อข้อมูลต่างๆ

วิธีที่ 3 คือการลดช่องว่างระหว่างสัญลักษณ์ เพื่อเพิ่มเนื้อที่ในการบันทึกสัญลักษณ์ข้อมูลเพิ่มเติม โดยทำการทดลองในระดับ 3 มิลลิเมตร 2 มิลลิเมตร และ 1 มิลลิเมตร ซึ่งจากการทดลองก่อนหน้า แสดงให้เห็นว่าการแบ่งแยกค่าสัญลักษณ์ในกรณีที่มีระยะห่างน้อยกว่า 1 มิลลิเมตรนั้นให้ผลลัพท์ที่มีความผิดพลาดสูง ดังนั้นในการทดลองจึงใช้ระยะห่าง 1 มิลลิเมตรในการทดลองเพื่อให้ได้ค่าที่ดีที่สุดในการบันทึกสัญลักษณ์

ในการทดลองนั้น ได้ใช้ตัวอย่างชุดข้อมูลรูปภาพจำนวน 100 ชุดข้อมูลในการทดลอง โดยใช้สภาวะแวดล้อมเดียวกันในการทำการทดลอง ในชุดข้อมูลรูปภาพ 1 ชุดข้อมูลมีปริมาณสัญลักษณ์ 320 สัญลักษณ์ การนับค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง ผู้ทดลองได้ทำการวัดปริมาณโดยการ นำค่าที่อ่านสัญลักษณ์ได้ถูกต้อง มาทำการคำนวณหา เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง ดังแสดงในตาราง 4.3

ลักษณะภาพเอกสาร ใน ชุดตัวอย่างการทดลอง	จำนวนตัวอย่างงานวิจัยในแต่ละลักษณะ		วิธีการที่นำเสนอในงานวิจัย		วิธีการของงานต้นแบบจาก บริษัท ซีร็อกซ์	
			จำแนกถูกต้อง	จำแนกผิดพลาด	จำแนกถูกต้อง	จำแนกผิดพลาด
ภาพเอกสารต้นแบบของดาต้ากลิปส์ตามต้นแบบลักษณะของซีร็อกซ์	100		100 100.00%	0 0.00%	100 100.00%	0 0.00%
ภาพเอกสารต้นแบบที่ได้รับการพัฒนาโดยเพิ่มเติมลักษณะของการไล่เฉดสี	จำนวนของเฉดสีที่ใช้ในการไล่ระดับทดแทนค่าข้อมูล					
	2 ระดับ	100	100 100.00%	0 0.00%		
	4 ระดับ	100	98 98.50%	2 1.50%		
	8 ระดับ	100	95 94.50%	5 5.50%		
ภาพเอกสารต้นแบบที่ได้รับการพัฒนาโดยเพิ่มเติมลักษณะของรูปแบบสัญลักษณ์	จำนวนของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดแทนค่าข้อมูล					
	4 รูปแบบ	100	100 100.00%	0 0.00%		
	8 รูปแบบ	100	96 96.50%	4 3.50%		
	16 รูปแบบ	100	90 90.10%	10 9.80%		

ตารางที่ 4.3 ตารางการเปรียบเทียบการพัฒนาดาต้ากลิปส์ ในแนวทางต่างๆเปรียบเทียบกับแนวทางเดิม

จากตารางที่ 4.3 ข้างต้นนั้น สามารถสังเกตได้ว่า เมื่อปริมาณของเฉดสีในระดับไล่เฉดระดับสี มีจำนวนเพิ่มขึ้น ปริมาณความจุข้อมูลต่อตารางนิ้วก็เพิ่มขึ้นด้วย แต่ในทางกลับกัน ความถูกต้องในการวิเคราะห์นั้นกลับสวนทางลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจนโดยสามารถแจกแจงออกมาเป็นรูปแบบกราฟได้ ซึ่งจะทำให้เห็นภาพชัดเจนขึ้น เมื่อทำการทดลอง

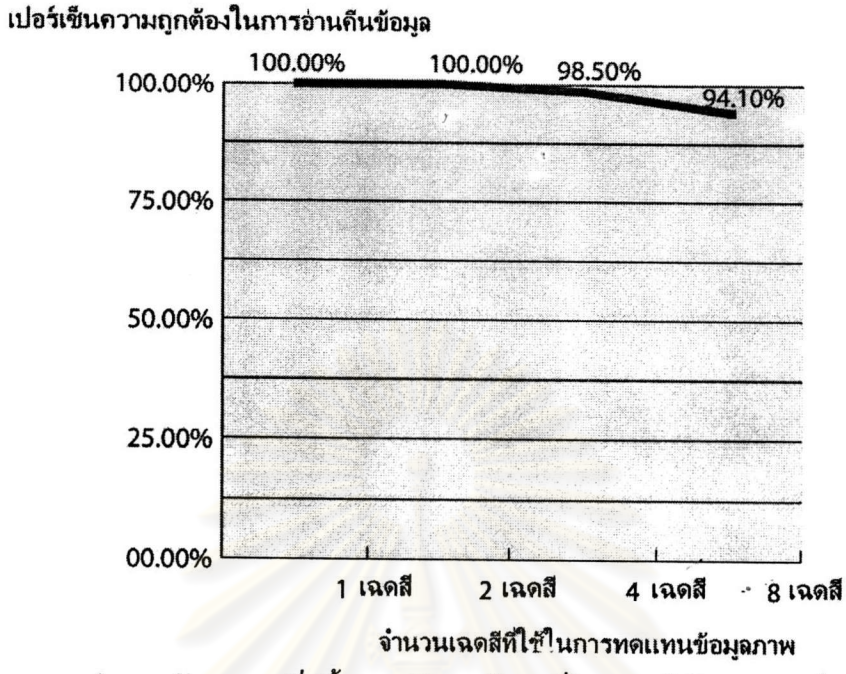
ลักษณะภาพเอกสาร ใน ชุดตัวอย่างการทดลอง	จำนวนตัวอย่างงานวิจัยในแต่ละลักษณะ		วิธีการที่นำเสนอในงานวิจัย		วิธีการของงานต้นแบบจาก บริษัท ซีร็อกซ์	
			จำแนกถูกต้อง	จำแนกผิดพลาด	จำแนกถูกต้อง	จำแนกผิดพลาด
ภาพเอกสารต้นแบบที่ได้รับการพัฒนาโดยเพิ่มเติมลักษณะของการไล่เฉดสีและรูปแบบร่วมกัน	จำนวนของเฉดสีที่ใช้ในการไล่ระดับทดแทนค่าข้อมูล					
	4 ระดับ 4 รูปแบบ	100	97 97.00%	3 3.00%		

ตารางที่ 4.4 ตารางการเปรียบเทียบการพัฒนาดาต้ากลิปส์ ในแนวทางแบบผสมผสานระหว่างระดับเฉดสีและรูปแบบสัญลักษณ์

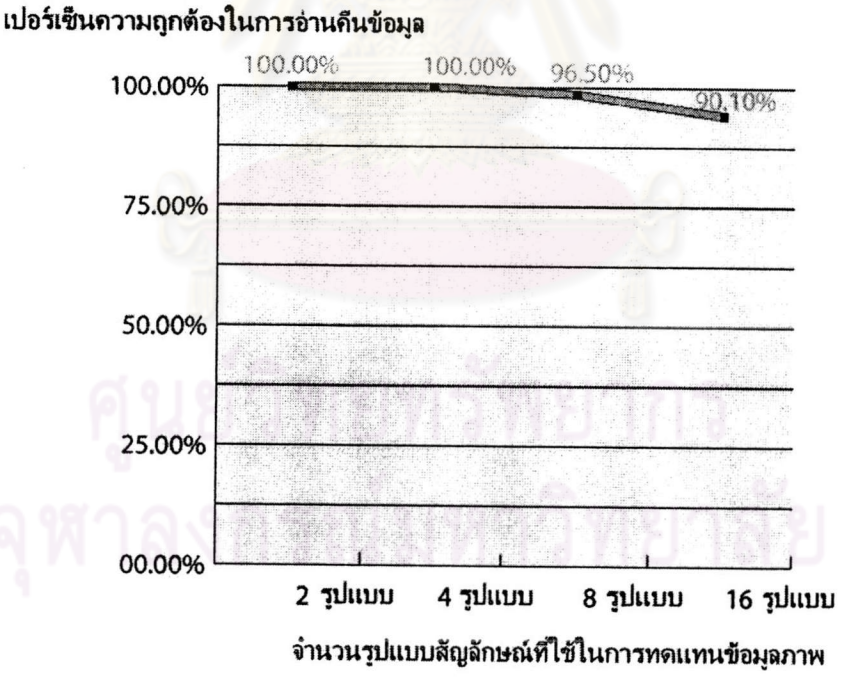
จากตารางที่ 4.4 ข้างต้นนั้น เป็นการแสดงการผสมผสานความสามาถในการทดแทนข้อมูลแบบผสมผสานด้วยการใช้ทั้งระดับเฉดสีและรูปแบบสัญลักษณ์ ทำให้มีความหนาแน่นข้อมูลที่สูงขึ้นและความผิดพลาดในการอ่านลดลง จากการเปรียบเทียบของตาราง 4.3 กับ 4.4 จะเห็นได้ว่าการบันทึกความหนาแน่นของข้อมูลที่ความหนาแน่น 16 บิตต่อตารางนิ้ว ในแบบใช้ระดับเฉดสีเพียงอย่างเดียว มีความผิดพลาดเกิดขึ้นถึง 5% ใน

ขณะที่เมื่อใช้รูปแบบเพียงอย่างเดียว มีความผิดพลาดถึง 10% แต่เมื่อใช้รุปแบบและระดับเฉดสีเข้ามาใช้งานร่วมกัน ที่ความหนานแน่น 16 บิตต่อตารางนิ้วนั้น ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นนั้นมีเพียง 3% เท่านั้น โดยที่ความหนาแน่นเท่าเดิม

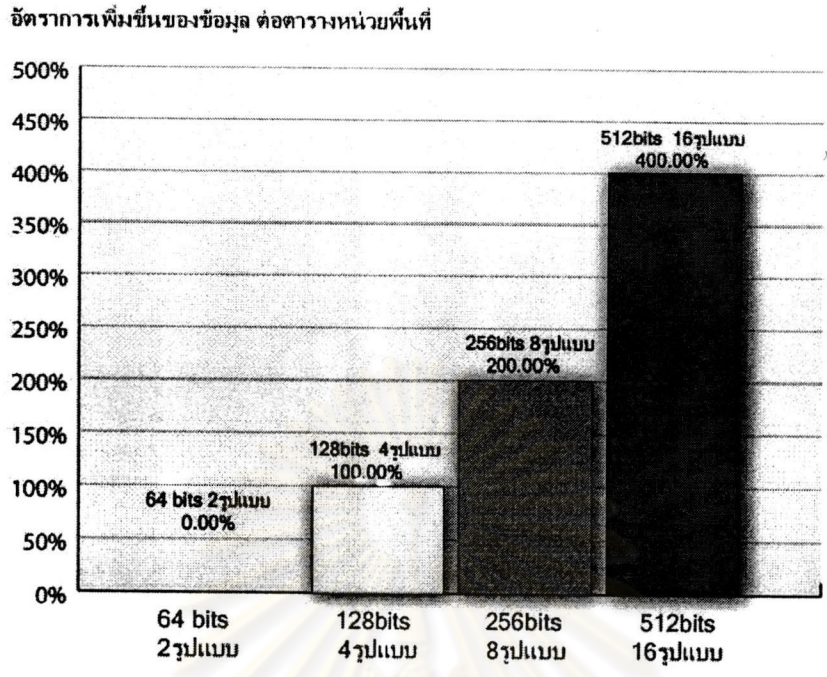
แต่ความสามารถในการอ่านค่าคืนกลับนั้น มีสูงขึ้นซึ่งทำให้ข้อมูลที่ได้นั้นถุกต้องมากยิ่งขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นโดยรวมจากผลการทดลอง ที่ได้ สามารถทำให้ กระดาษที่มีขนาด A4 นั้นสามารถบันทึกข้อมูลได้ประมาณ 40K บิตต่อตารางนิ้ว โดยที่ความถูกต้องในการอ่านอยู่ที่ 97% ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับ ดาค้ากลิปส์แบบดั้งเดิมนั้น มีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น 8 เท่าจากของเดิม



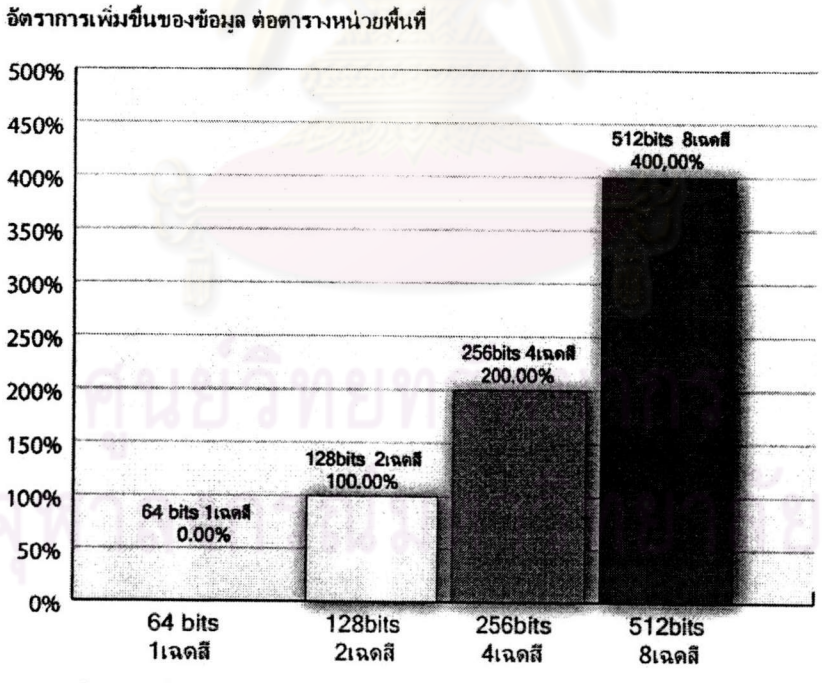
รูปที่ 4.15 ภาพกราฟแสดงอัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากภาพ เมื่อเพิ่มปริมาณเฉดสีไล่ระดับสี



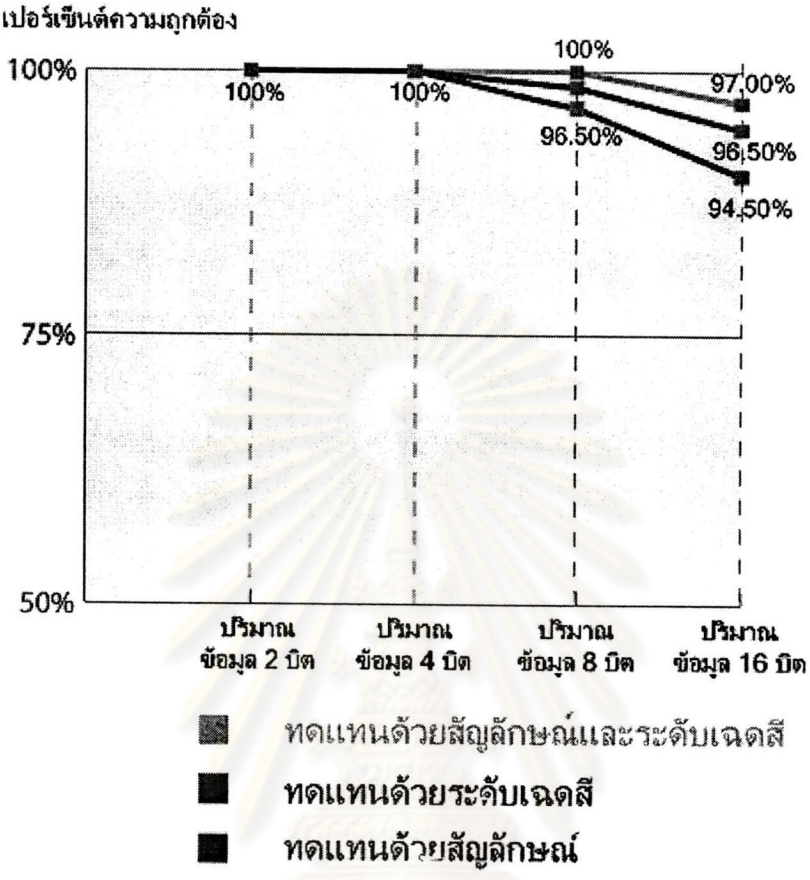
รูปที่ 4.16 ภาพกราฟแสดงอัตราการลดลงของความถูกต้องของการวิเคราะห์ข้อมูลเมื่อเพิ่มปริมาณเฉดสีไล่ระดับเฉดสี



รูปที่ 4.17 ภาพกราฟแสดงค่าความหนาแน่นของข้อมูลจากภาพเอกสารคิดเป็นไบต์ต่อตารางนิ้ว(เมื่อระยะห่างของสัญลักษณ์มีค่าน้อยที่สุด) ในกรณีการใช้รูปแบบ เปรียบเทียบที่ความละเอียดเดียวกัน ในกรณีการใช้รูปแบบ



รูปที่ 4.18 ภาพกราฟแสดงค่าความหนาแน่นของข้อมูลจากภาพเอกสารคิดเป็นไบต์ต่อตารางนิ้ว(เมื่อระยะห่างของสัญลักษณ์มีค่าน้อยที่สุด) ในกรณีการใช้รูปแบบ เปรียบเทียบที่ความละเอียดเดียวกัน ในกรณีการใช้เฉดสี



รูปที่ 4.19 ภาพกราฟแสดงอัตราการลดลงของความถูกต้องของการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบ 3 ลักษณะการวิเคราะห์

จากรูปกราฟที่ 4.18 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงหลักการประยุกต์รวมกันระหว่างเทคนิควิธีการ 2 วิธีการที่นำมาประยุกต์ร่วมกันซึ่งช่วยในการลดข้อผิดพลาดลง อีกทั้งยังได้ปริมาณข้อมูลที่เพิ่มเติมมากขึ้น เนื่องด้วยความสามารถในการแบ่งแยกระดับเฉดสีที่มีปริมาณความแตกต่างกันมาก ทำได้ดีขึ้น และ จำนวนรูปแบบที่ลดลง ทำให้การทำงานในการวิเคราะห์รูปแบบทำได้อย่างมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น ทำให้การแปลงค่ารหัสภาพเป็นรหัสตัวอักษร สามารถวิเคราะห์ได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นไปตามแนวคิดที่งานวิจัยได้คาดการณ์ไว้

4.5 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการปรับปรุงคุณภาพของเทคโนโลยีการฝังข้อมูลแบบดาต้ากลิปส์ด้วยวิธีการทางการคำนวณและใช้การรู้จำรูปภาพและสีในการเพิ่มความสามารถ จากเดิมที่มีความสามารถในการบันทึกข้อมูลในรูปแบบที่จำกัดโดยมี สัญลักษณ์เพียง 2 รูปแบบ ทำให้การบันทึกข้อมูลโดยเฉลี่ยทำได้ที่ 64 บิตต่อตารางนิ้ว ในการทดสอบประสิทธิภาพและความถูกต้อง ได้ใช้การทดสอบโดยใช้ข้อมูลที่เป็นตัวอักษรทดสอบปริมาณข้อมูลและความถูกต้องของข้อมูล จากผลการทดลองดังตารางที่ 4.1. (ก.) และ 4.1.(ข.) ซึ่งเป็นการทดลองในเรื่องการเพิ่มความสามารถในด้านการรู้จำรูปแบบ พบว่าอัตราความหนาแน่นและความสามารถในการบันทึกข้อมูลเพิ่มขึ้นได้ถึง 2 เท่า ในกรณีที่มีการเพิ่มรูปแบบเป็น 4 รูปแบบ หรือเพิ่มเฉดสีเป็น 2 เฉดสีโดยที่มีค่าความถูกต้อง 100% และมีความสามารถในการบันทึกข้อมูลเพิ่มถึง 4 เท่า และ 8 เท่า ในกรณีที่เพิ่มเฉดสีและ รูปแบบตามลำดับดังแสดงในตารางแสดงผล แต่ให้ค่าความถูกต้องที่ลดลงตามลำดับ

จากการเปรียบเทียบความหนาแน่นก่อนทำการพัฒนาและตัวข้อมูลยังมีความน่าเชื่อถือโดยการตรวจสอบค่าดังกล่าว ทำภายใต้สิ่งแวดล้อมที่มีมาตรฐานเดียวกัน ทั้งเนื้อกระดาษ ความละเอียดในการพิมพ์ และ ความละเอียดในการอ่านภาพ โดยการทดลองทั้งหมดมีความคลาดเคลื่อนเพียงเล็กน้อย แต่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการบันทึกข้อมูลเพิ่มมากขึ้นเช่นเดียวกับ ผลการทดลองจากตารางที่ 4.2. (ก.) และ 4.2. (ข.) ซึ่งเป็นการทดลองโดยเพิ่มความสามารถโดย การรู้จำระดับเฉดสี โดยมีผลที่ได้นั้น ทำให้ดาต้ากลิปส์สามารถบันทึกข้อมูลได้เพิ่มขึ้น 2 เท่า ถึง 4 เท่า โดยเปรียบเทียบกับเทคโนโลยีเดิม เช่นเดียวกับการเพิ่มความสามารถโดยการรู้จำรูปแบบและมีความถูกต้องที่น่าเชื่อถือ เพราะค่าความคลาดเคลื่อนมีเพียงเล็กน้อย

วิธีการปรับปรุงคุณภาพสื่อสิ่งพิมพ์ที่นำเสนอทำให้การฝังข้อมูลแบบดาต้ากลิปส์มีความสามารถด้านการเพิ่มปริมาณข้อมูลและมีความถูกต้องเพียงพอ สามารถนำไปใช้ในงานวิจัยที่ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยให้ทำพัฒนาสื่อสิ่งพิมพ์ที่อยู่ในรูปแบบกระดาษให้มีความสามารถในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น โดยที่งานวิจัยชิ้นนี้สามารถเพิ่มความสามารถของการบันทึกจ้อมูลด้วยเทคโนโลยีดาต้ากลิปส์แบบใหม่ในกระดาษขนาด A4 ได้ถึง 40K บิต

จากผลการทดลองของงานวิจัยนี้ อัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณข้อมูลในภาพเอกสารนั้นจะสวนทางกับอัตราความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ภาพเอกสาร สาเหตุที่ทำให้เกิดความแปรผันดังกล่าว มีสาเหตุมาจาก ความสามารถในการพิมพ์ และความสามารถในการรับค่า

ข้อมูลกลับในรูปแบบภาพที่ มีปัญหา หลายประการ ทำให้การนำภาพ มาทำการวิเคราะห์ ทำได้ยาก และมีความผิดพลาดที่สูง เมื่อทำการเพิ่มเฉดระดับสี ลงไปในภาพเอกสารดังกล่าว เป็นปริมาณ มากเฉดสีขึ้น

จากภาพกราฟ 4.14 4.15 4.16 และ 4.17 จะเห็นได้ชัดว่า มีปริมาณเฉดสีที่ให้ความเหมาะสม ในการนำภาพเอกสารมาวิเคราะห์เพื่อแสดงข้อมูลออกมาได้ มีความถูกต้องแม่นยำสูง จากการทดลองและผลการทดลองดังกล่าว แสดงได้ว่า การพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์แบบหมึกในปัจจุบันนั้นยังมีขีดความสามารถที่จำกัด ไม่สามารถแสดงเฉดสีได้ครบถ้วน ผนวกกับคุณภาพของกระดาษที่นำมาทำการพิมพ์ ที่ไม่สามารถรับค่าความละเอียดของระดับสีได้ครบถ้วน สิ่งสุดท้ายที่ทำให้ผลการทดลองกับภาพเอกสารที่มีเฉดระดับสีที่หลากหลายคือ ความสามารถในการอ่านค่าสีกลับมา

จากภาพเอกสารโดยเครื่องกราดภาพ จากการทดลองนั้น ได้ทำการ อ่านภาพเอกสารจากเครื่องกราดภาพหลายรุ่น พบว่า มีความสามารถในการอ่านค่าสีที่แตกต่างกัน ทำให้มีปัญหาระหว่างการปรับค่าเข้าสู่ค่ามาตรฐาน สิ่งแวดล้อมดังกล่าวเหล่านี้ ล้วนแต่ มีผลกระทบต่อการวิเคราะห์ข้อมูลจากภาพทั้งสิ้น

จากการทดลองยังพบอีกว่า การทำงาน กับ ภาพเอกสารจะช้าลง เมื่อภาพเอกสารถูกอ่านเข้ามาในความละเอียดที่สูง แต่ถึงแม้ว่าการทำงานและการวิเคราะห์ภาพจะช้าลง แต่ อัตราความถูกต้องของสี และการวิเคราะห์กลับเพิ่มขึ้น แต่เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จึงไม่คุ้มค่ากับเวลาที่สูญเสียไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย