

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.4 แผนดำเนินการ ขอบเขต และวิธีการวิจัย	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 อักษรธรรมล้านนา	6
2.1.1 ประเภทตัวอักษรธรรมล้านนา	6
2.1.2 โครงสร้างคำของตัวอักษรธรรมล้านนา	10
2.1.3 รูปแบบการพิมพ์อักษรธรรมล้านนา	10
2.2 กระบวนการรู้จำตัวอักษร	11
2.3 การประมวลผลภาพเบื้องต้น	13
2.3.1 ภาพดิจิทัล	13
2.3.2 การแปลงเป็นภาพสองระดับ	13
2.3.3 การดำเนินการเชิงสัญญาณวิทยา	15
2.3.4 วิธีการระบุป้ายให้องค์ประกอบที่เชื่อมต่อ	17
2.3.5 การปรับให้เรียบด้วยการนับความยาว	19
2.4 การจัดกลุ่ม	19
2.5 การจำแนกประเภท	20

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5.1 เค-เนียร์เรสเนเบอร์	21
2.5.2 เทมเพลตแมทซิง	22
2.5.3 คอนดิชันนัลเรนคอมฟิลด์	25
2.5.4 ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน	28
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	32
3.1 ชุดข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย	32
3.2 กระบวนการรู้จำตัวพิมพ์อักษรธรรมล้านนา	33
3.2.1 การประมวลผลภาพเบื้องต้น	34
3.2.2 การตัดแบ่ง	39
3.2.3 การสร้างชุดข้อมูลฝึกสอน	42
3.2.4 การจำแนกประเภทตัวอักษรด้วยเค-เนียร์เรสเนเบอร์	47
3.2.5 การจำแนกประเภทตัวอักษรด้วยเทมเพลตแมทซิง	49
3.2.6 การจำแนกประเภทตัวอักษรด้วยคอนดิชันนัลเรนคอมฟิลด์	53
3.3 การรู้จำตัวพิมพ์อักษรธรรมล้านนาด้วยซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน	55
บทที่ 4 ผลการวิจัย วิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย	57
4.1 การทดสอบการตัดแบ่งบรรทัด	57
4.2 การทดสอบการแบ่งบล็อกตัวอักษร	58
4.3 การทดสอบการรู้จำตัวอักษรธรรมล้านนา	59
4.3.1 การทดสอบเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรู้จำระหว่างเค-เนียร์เรสเนเบอร์ และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน	59
4.3.2 การทดสอบประสิทธิภาพการรู้จำตัวพิมพ์อักษรธรรมล้านนาด้วยวิธีเค-เนียร์เรสเนเบอร์ร่วมกับเทมเพลตแมทซิง	61
4.1.1 การทดสอบประสิทธิภาพการรู้จำตัวพิมพ์อักษรธรรมล้านนาด้วยวิธีเค-เนียร์เรสเนเบอร์ร่วมกับเทมเพลตแมทซิงและคอนดิชันนัลเรนคอมฟิลด์	62

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4 วิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย	64
บทที่ 5 บทสรุป	65
5.1 บทสรุป	65
5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการวิจัย	66
5.3 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย	66
เอกสารอ้างอิง	68
ภาคผนวก	70
ภาคผนวก ก แผนภาพกระบวนการรู้จำตัวพิมพ์อักษรธรรมล้านนา	71
ภาคผนวก ข รายการหนังสือในโครงการ e-60 วรรณพิมพ์ล้านนา	76
ประวัติผู้เขียน	80

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	พยัญชนะในอักษรธรรมล้านนา	7
2.2	พยัญชนะตัวเชิงในอักษรธรรมล้านนา	8
2.3	สระเดี่ยวในอักษรธรรมล้านนา	9
2.4	สระลอยในอักษรธรรมล้านนา	9
2.5	เครื่องหมายในอักษรธรรมล้านนา	9
2.6	ตัวเลขในอักษรธรรมล้านนา	10
3.1	ชุดข้อมูลฝึกสอนตัวพิมพ์อักษรธรรมล้านนา	44
3.2	ประเภทอักษรธรรมล้านนาสำหรับการจำแนกด้วยเค-เนียร์เรสเนเบอร์	47
3.3	การอ้างอิงระหว่างประเภทของบล็อกและตัวอักษรเดี่ยวภายในบล็อก	49
3.4	ประเภทอักษรธรรมล้านนาสำหรับการจำแนกด้วยเทมเพลตแมทซิง	50
3.5	ประเภทอักษรธรรมล้านนาสำหรับการจำแนกด้วยคอนดิชันนัลเรนคอมฟิลด์	53
4.1	ผลการทดสอบการรู้จำระหว่างเค-เนียร์เรสเนเบอร์ และซัพพอร์ตเวกเตอร์-แมชชีน	59
4.2	จำนวนบล็อกที่จำแนกผิดด้วยวิธีเค-เนียร์เรสเนเบอร์ที่ขึ้นกับระยะทางระหว่างบล็อกกับข้อมูลฝึกสอน	60
4.3	ผลการทดสอบการรู้จำด้วยเค-เนียร์เรสเนเบอร์ร่วมกับเทมเพลตแมทซิง	61
4.4	ผลการทดสอบการรู้จำด้วยเค-เนียร์เรสเนเบอร์ร่วมกับเทมเพลตแมทซิงและคอนดิชันนัลเรนคอมฟิลด์	63
ข.1	รายการหนังสือในโครงการ e-60 วรรณพิมพ์ล้านนา	77

สารบัญภาพ

รูป		หน้า
2.1	โครงสร้างคำในภาษาล้านนา	10
2.2	โครงสร้างการวางตัวอักษรธรรมล้านนา	11
2.3	กระบวนการรู้จำตัวอักษร	11
2.4	ฮิสโตแกรมความหนาแน่นของค่าความเข้มแสง	15
2.5	ภาพตัวอย่างก่อนการดำเนินการเชิงสัญญาณวิทยา	17
2.6	ผลลัพธ์การดำเนินการ โคลสซิง และ โอเพนนิ่ง	17
2.7	พิกเซลที่มีการเชื่อมต่อแบบ 4 ทิศทาง และแบบ 8 ทิศทาง	18
2.8	ตัวอย่างการเชื่อมต่อพิกเซลในภาพสองระดับ	18
2.9	ตัวอย่างการจัดกลุ่ม	19
2.10	การจัดกลุ่มแบบเคมีน	20
2.11	หลักการของเทมเพลตแมทซิง	22
2.12	กราฟแสดงการเปรียบเทียบตัวแบบฮิดเดนมาร์คอฟ ตัวแบบแมกซิมัมเอน- โทรปีมาร์คอฟ และตัวแบบคอนดิชันนอลแรนดอมฟิลด์	26
2.13	การแบ่งกลุ่มข้อมูลแบบ 2 กลุ่มด้วยซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน	29
3.1	ตัวอย่างภาพเอกสารตัวพิมพ์อักษรธรรมล้านนา	32
3.2	กระบวนการรู้จำตัวพิมพ์อักษรธรรมล้านนา	33
3.3	ตัวอย่างการแปลงเป็นภาพสองระดับ	35
3.4	ตัวอย่างการกลับสีของภาพสองระดับ	35
3.5	ตัวอย่างการสร้างความสมบูรณ์ให้กับตัวอักษรด้วยการดำเนินการเชิงสัญญาณ วิทยา	36
3.6	ตัวอย่างการกำจัดสัญญาณรบกวนด้วยการระบุป้ายให้องค์ประกอบที่เชื่อมต่อ	37
3.7	ตัวอย่างการปรับให้เรียบด้วยการนับความยาวเพื่อหามุมเอียงของแต่ละ บรรทัด	38

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
3.8 การตัดแบ่งบรรทัดด้วยโพรเจกชันโพรไฟล์ในแนวนอน	40
3.9 การตัดแบ่งบล็อกตัวอักษรด้วยโพรเจกชันโพรไฟล์ในแนวตั้ง	41
3.10 การหาจุดแบ่งระดับของตัวอักษร	42
3.11 ตัวอย่างการจำแนกประเภทด้วยเค-เนียร์เรสเนเบอร์	48
3.12 ตัวอย่างการจำแนกบล็อกตัวอักษรด้วยเทมเพลตแมทซิง	52
3.13 ตัวแบบของคอนดิชันนัลแรนคอมพิลด์สำหรับจากจำแนกประเภทอักษร กรรมล้านนา	54
3.14 ตัวอย่างผลลัพธ์การจำแนกด้วยโปรแกรมซีอาร์เอฟพลัสพลัส	55
4.1 ผลการตัดแบ่งบรรทัดที่ผิดพลาด	57
4.2 ผลการตัดแบ่งบล็อก	58
4.3 ตัวอย่างกลุ่มอักษรที่มีลักษณะคล้ายกัน	62
4.4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการรู้จำอักษรกรรมล้านนา	64
5.1 ลักษณะของภาพเอกสารตัวพิมพ์อักษรกรรมล้านนา	67
ก.1 แผนภาพกระบวนการรู้จำตัวพิมพ์อักษรกรรมล้านนา	72