

การพัฒนาตัวประมวลผลคำบรรยายภาพไทย-อังกฤษแบบซ่อนได้

นาย กฤษณ์ อธิกุลวงศ์



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2539

ISBN 974-636-573-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF A THAI-ENGLISH CLOSED CAPTION PROCESSOR

Mr. Krit Athikulwongse

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Electrical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 1996

ISBN 974-636-573-8

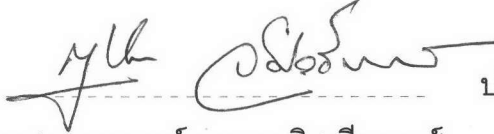
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาตัวประมวลผลคำบรรยายภาพไทย-อังกฤษแบบช่อนได้
โดย นาย กฤษณ์ อธิกุลวงศ์
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. เอกชัย ลีลารัมย์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต



(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชูติวงศ์) คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

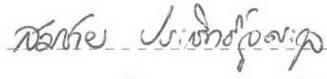
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



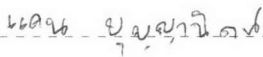
(รองศาสตราจารย์ กฤษดา วิศวธีรานนท์) ประธานกรรมการ



(รองศาสตราจารย์ ดร. เอกชัย ลีลารัมย์) อาจารย์ที่ปรึกษา



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมชาย ประสิทธิ์จตุระกุล) กรรมการ



(อาจารย์ ดร. แคน บุญญานิตย์) กรรมการ

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

กฤษณ์ อธิกุลวงศ์ : การพัฒนาตัวประมวลผลคำบรรยายภาพไทย-อังกฤษแบบซ่อนได้
(DEVELOPMENT OF A THAI-ENGLISH CLOSED CAPTION PROCESSOR) อ.ที่ปรึกษา :
รศ.ดร. เอกชัย สีสารค์มี, 148 หน้า. ISBN 974-636-573-8.

ระบบคำบรรยายภาพแบบซ่อนได้ เป็นระบบที่ให้บริการข้อมูลที่สอดคล้องกับเสียง โดยแทรกข้อมูลระหว่างเฟรมของสัญญาณภาพรวมปกติ ดังนั้นข้อมูลนี้จึงไม่ปรากฏให้เห็นบนเครื่องรับโทรทัศน์ธรรมดา การรับชมข้อมูลนี้ต้องใช้อุปกรณ์พิเศษที่เรียกว่า “เครื่องถอดรหัสคำบรรยายภาพแบบซ่อนได้” ถอดรหัสข้อมูลนี้ และสร้างเป็นคำบรรยายให้ปรากฏบนจอภาพ การทำคำบรรยายภาพแบบซ่อนได้สำหรับโทรทัศน์ระบบ NTSC ถือกำเนิดขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกาเมื่อประมาณ 20 ปีมาแล้ว มีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อช่วยให้ผู้พิการทางหู และผู้มีความบกพร่องทางการฟัง ได้รับทราบข่าวสารชัดเจนในส่วนที่ไม่ได้ยิน สำหรับในประเทศไทยระบบคำบรรยายภาพแบบซ่อนได้นี้ยังไม่มีให้บริการ เนื่องจากความแตกต่างทางด้านมาตรฐานของระบบโทรทัศน์ และความจำเป็นที่ต้องรองรับได้ทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอรายละเอียดการศึกษาระบบคำบรรยายภาพแบบซ่อนได้ที่ใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา และการพัฒนาเครื่องถอดรหัสคำบรรยายภาพแบบซ่อนได้ในระบบ PAL ที่สามารถแสดงคำบรรยายภาพได้ทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ ส่วนประกอบหลักในเครื่องถอดรหัสนี้ คือ ชิปวงจรรวมที่ถูกออกแบบเป็นพิเศษ เพื่อถอดรหัสข้อมูลคำบรรยายภาพ และสร้างสัญญาณภาพของตัวอักษรในคำบรรยายภาพ ชิปนี้มีชื่อเรียกว่า “ตัวประมวลผลคำบรรยายภาพไทย-อังกฤษแบบซ่อนได้” เนื่องจากตัวประมวลผลนี้มีหน้าที่อันซับซ้อน จึงถูกออกแบบโดยใช้แบบจำลอง VHDL และสังเคราะห์วงจรถนบนชิป FPGA ที่มีความซับซ้อนเทียบเท่ากับเกต 10,000 ตัว การสร้างเครื่องถอดรหัสคำบรรยายภาพแบบซ่อนได้ด้วยตัวประมวลผลนี้ต้องการส่วนประกอบอื่นเพิ่มเติมเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ได้แก่ วงจรเปรียบเทียบแรงดัน, หน่วยความจำอ่านอย่างเดียว, หน่วยความจำเข้าถึงแบบสุ่ม และตัวเข้าจังหวะซ้อนทับภาพ

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า.....
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า.....
ปีการศึกษา ...2539.....

ลายมือชื่อนิติต กฤษณ์ อธิกุลวงศ์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา เอกชัย สีสารค์มี
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาพร้อม
.....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

C815493 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING
KEY WORD: CLOSED CAPTION DECODER / THAI-ENGLISH DISPLAY

KRIT ATHIKULWONGSE : DEVELOPMENT OF A THAI-ENGLISH CLOSED CAPTION
PROCESSOR. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. EKACHAI LEELARASMEE, Ph.D. 148 pp.
ISBN 974-636-573-8.

A closed caption system is a system that provides audio-related data by inserting them between normal composite video signal frames. Hence, the data are not visible on ordinary television receivers. To view these data, a special device called "closed caption decoder" must be used to decode them and produce captions on the screen. Closed captioning on the NTSC TV system was initiated in the United States of America about 20 years ago. Its main purpose is to help the deaf and hearing-impaired persons to understand the informations they can not hear. In Thailand, the closed caption system has not been provided due to its different TV standards and its necessity to support both Thai and English languages.

This thesis presents a detailed study of the closed caption system used in the United States of America and a development of a PAL closed caption decoder which can display captions in Thai and English. The main component in this decoder is a special purposed integrated circuit chip designed to decode the caption data and produce video signal of the caption characters. This chip is called "Thai-English closed caption processor." Due to its complicated functions, this processor is designed by using VHDL models and synthesized on an FPGA chip with an equivalent complexity of about 10,000 gates. Using this processor, only a small number of additional IC components are needed to build a closed caption decoder. They are a voltage comparator, a read only memory (ROM), a random access memory (RAM) and a video overlay synchronizer.

ภาควิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า.....

สาขาวิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า.....

ปีการศึกษา 2539.....

ลายมือชื่อนิสิต..... กฤษณ์ อธิกุลวงศ์.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... เอกชัย เล็ลลารสมเี.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

กิตติกรรมประกาศ



วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ รศ.ดร. เอกชัย ลีลาวัศมี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่าง ๆ พร้อมทั้งจัดหาอุปกรณ์ที่จำเป็นในการวิจัยด้วยดีตลอด จึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ และเนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนจากฝ่ายวิจัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ข้าพเจ้าขอขอบคุณห้องปฏิบัติการวิจัยระบบเชิงเลข ซึ่งเป็นสถานที่ทำการวิจัย รวมถึงเพื่อนพี่น้องนิสิตห้องปฏิบัติการวิจัยระบบเชิงเลขทุกท่าน ที่มีส่วนช่วยเหลือในการให้ข้อคิดเห็น คำแนะนำ และกำลังใจแก่ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาการศึกษาอย่างดียิ่ง

ท้ายนี้ ข้าพเจ้าใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ซึ่งให้การสนับสนุนในด้านการเงิน และให้กำลังใจแก่ข้าพเจ้าเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญภาพ	ญ
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 แนวเหตุผลในการทำวิทยานิพนธ์	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2 ระบบคำบรรยายภาพแบบซ่อนได้	4
2.1 การรับส่งข้อมูลในระบบคำบรรยายภาพแบบซ่อนได้	4
2.2 มาตรฐานของระบบคำบรรยายภาพแบบซ่อนได้ในระบบ NTSC	5
2.2.1 สัญญาณข้อมูลคำบรรยายภาพ	5
2.2.2 การแสดงผลของเครื่องถอดรหัสคำบรรยายภาพแบบซ่อนได้	7
2.2.3 การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล	9
2.2.4 รหัสควบคุมที่ใช้ในระบบคำบรรยายภาพแบบซ่อนได้	10
2.3 ระบบคำบรรยายภาพแบบซ่อนได้ในระบบ PAL	13
3 เครื่องถอดรหัสคำบรรยายภาพไทย-อังกฤษแบบซ่อนได้	14
3.1 ส่วนประกอบภายในของเครื่องถอดรหัส	14
3.2 ตัวแยกข้อมูล และตัวแยกซิงก์	15
3.3 ตัวประมวลผลคำบรรยายภาพไทย-อังกฤษแบบซ่อนได้	16
3.4 หน่วยความจำ	16

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.5 ตัวเข้าจังหวะซ้อนทับภาพ	19
3.6 แผงควบคุม	19
4 ตัวประมวลผลคำบรรยายภาพไทย-อังกฤษแบบซ้อนได้	21
4.1 โครงสร้างภายในของตัวประมวลผล	21
4.2 ตัวประมวลผลซิงก์	22
4.3 รีจิสเตอร์ข้อมูลคำบรรยายภาพ	24
4.4 หน่วยประมวลผลกลาง	26
4.5 พอร์ตรับข้อมูลเข้า	26
4.6 ตัวกำเนิดการแสดงผลบนหน้าจอ	26
4.7 รีจิสเตอร์ควบคุมการแสดงผลบนหน้าจอ	27
5 ตัวกำเนิดการแสดงผลบนหน้าจอ	28
5.1 โครงสร้างภายในของตัวกำเนิดการแสดงผลบนหน้าจอ	28
5.2 การจัดเก็บ และความหมายของรหัสแสดงผล	31
5.3 การจัดเก็บรูปแบบอักขระ	34
5.4 จังหวะการทำงานของตัวกำเนิดการแสดงผลบนหน้าจอ	36
5.5 การแสดงตัวอักษรให้มีสี และลักษณะต่าง ๆ	38
6 หน่วยประมวลผลกลาง	40
6.1 โครงสร้างภายในของหน่วยประมวลผลกลาง	40
6.2 การออกแบบเพิ่มรีจิสเตอร์	42
6.3 การออกแบบหน่วยคำนวณ, ตรรก และเลื่อน	44
6.4 ชุดคำสั่งของหน่วยประมวลผลกลาง	45
6.5 จังหวะการทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง	49
7 โปรแกรมถอดรหัส	53
7.1 ข้อกำหนดการพัฒนาโปรแกรม	53
7.2 การทำงานของโปรแกรม	53
7.2.1 ภาษาบรรยายโปรแกรมระดับ 1	54
7.2.2 ภาษาบรรยายโปรแกรมระดับ 2	54

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
7.2.3 ภาษาบรรยายโปรแกรมระดับ 3	55
8 การทดสอบ และสรุปผล	58
8.1 การทดสอบการทำงาน	58
8.2 ปัญหาในการทำงาน	61
8.3 สรุป	61
8.4 ข้อเสนอแนะ	62
รายการอ้างอิง	64
ภาคผนวก	65
ภาคผนวก ก รายละเอียดของรหัสควบคุมเบ็ดเตล็ด	66
ภาคผนวก ข รายละเอียดของโปรแกรมถอดรหัส	71
ภาคผนวก ค รายละเอียดของโปรแกรมภาษา VHDL ที่ใช้ออกแบบตัวประมวลผล	98
ประวัติผู้เขียน	148

สารบัญญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 การส่งข้อมูลในระบบคำบรรยายภาพแบบซ่อนได้	4
รูปที่ 2.2 การรับข้อมูลในระบบคำบรรยายภาพแบบซ่อนได้	5
รูปที่ 2.3 รูปคลื่นสัญญาณภาพรวมเส้นที่ 21 เฟรมที่ 1 ซึ่งมีข้อมูลคำบรรยายภาพแทรกอยู่	6
รูปที่ 2.4 ลักษณะการแสดงผลของเครื่องถอดรหัสในโหมดการทำงานต่าง ๆ	7
รูปที่ 2.5 ตารางแสดงรหัสตำแหน่งเบื้องต้น	10
รูปที่ 2.6 ตารางแสดงรหัสกลางบรรทัด	11
รูปที่ 2.7 ตารางแสดงรหัสควบคุมเบ็ดเตล็ด	12
รูปที่ 2.8 สัญญาณภาพรวมในระบบ PAL ที่มีข้อมูลคำบรรยายภาพแทรกอยู่	13
รูปที่ 2.9 ตารางแสดงข้อแตกต่างระหว่าง การส่งข้อมูลคำบรรยายภาพในระบบ NTSC กับ PAL	13
รูปที่ 3.1 ส่วนประกอบหลักภายในของ เครื่องถอดรหัสคำบรรยายภาพไทย-อังกฤษแบบซ่อนได้	14
รูปที่ 3.2 แผนภาพวงจรของตัวแยกข้อมูล และตัวแยกซิงก์	15
รูปที่ 3.3 รูปคลื่นสัญญาณที่สำคัญในตัวแยกข้อมูล และตัวแยกซิงก์	16
รูปที่ 3.4 โครงสร้างการจัดหน่วยความจำ	18
รูปที่ 3.5 ตัวอย่างสัญญาณที่ใช้ในการแทรกสัญญาณภาพรวม	20
รูปที่ 4.1 โครงสร้างภายในของตัวประมวลผลคำบรรยายภาพไทย-อังกฤษแบบซ่อนได้	21
รูปที่ 4.2 สัญญาณออกของตัวประมวลผลซิงก์	22
รูปที่ 4.3 แผนภาพวงจรของตัวประมวลผลซิงก์	23
รูปที่ 4.4 โครงสร้างของรีจิสเตอร์ข้อมูลคำบรรยายภาพ	24
รูปที่ 4.5 รูปคลื่นสัญญาณนาฬิกาคำบรรยายภาพ	25
รูปที่ 4.6 ตารางแสดงตำแหน่งที่อยู่ของข้อมูลคำบรรยายภาพ	25
รูปที่ 4.7 รูปแบบของข้อมูลที่อ่านมาจากพอร์ตรับข้อมูลเข้า	26
รูปที่ 4.8 แผนภาพวงจรของรีจิสเตอร์ควบคุมการแสดงผลบนหน้าจอ	27
รูปที่ 4.9 ตารางแสดงตำแหน่งที่อยู่ของรีจิสเตอร์ควบคุมการแสดงผลบนหน้าจอ	27

สารบัญญภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 5.1 โครงสร้างภายในของตัวกำเนิดการแสดงผลบนหน้าจอ	28
รูปที่ 5.2 สัญญาณออกของตัวจับเวลาการแสดงผลบนหน้าจอ	29
รูปที่ 5.3 โครงสร้างการจัดเก็บรหัสแสดงผลเทียบกับจุดเริ่มต้นของแต่ละหน้า	32
รูปที่ 5.4 รูปแบบของรหัสแสดงผลเมื่อเป็นรหัสที่กำหนดสี และลักษณะของตัวอักษรถัดไป	33
รูปที่ 5.5 ความหมายของเขตทั้ง 3 ในรหัสแสดงผลไบต์ที่ 2 ที่แทนสระบน, สระล่าง และวรรณยุกต์	34
รูปที่ 5.6 ตัวอย่างรูปแบบอักขระ	34
รูปที่ 5.7 การจัดเรียงรูปแบบอักขระไบต์ต่าง ๆ เป็นรูปของตัวอักษร	35
รูปที่ 5.8 ตารางแสดงรูปแบบอักขระเทียบกับรหัสตัวอักษร	35
รูปที่ 5.9 จังหวะการแสดงผลให้อยู่กึ่งกลางหน้าจอ	36
รูปที่ 5.10 จังหวะการอ่านรหัสแสดงผล และรูปแบบอักขระเพื่อแสดงตัวอักษรในแต่ละสดมภ์	37
รูปที่ 5.11 แผนภาพวงจรภายในตัวเลื่อนจุดการแสดงผลบนหน้าจอ	38
รูปที่ 5.12 การปรับรูปแบบอักขระให้เป็นตัวเอียง	39
รูปที่ 5.13 การปรับรูปแบบอักขระให้เป็นตัวขีดเส้นใต้	39
รูปที่ 6.1 โครงสร้างภายในของหน่วยประมวลผลกลาง	40
รูปที่ 6.2 ข้อกำหนดทางเวลาในการเขียนข้อมูลลงหน่วยความจำภายในชิป FPGA	42
รูปที่ 6.3 โครงสร้างของแฟ้มรีจิสเตอร์	43
รูปที่ 6.4 รูปคลื่นสัญญาณที่สำคัญในแฟ้มรีจิสเตอร์	43
รูปที่ 6.5 โครงสร้างภายในของหน่วยคำนวณ, ตรรก และเลื่อน	44
รูปที่ 6.6 ตารางแสดงการดำเนินการของหน่วยคำนวณ, ตรรก และเลื่อน	45
รูปที่ 6.7 ตารางแสดงคำสั่งของหน่วยประมวลผลกลาง	45
รูปที่ 6.8 รหัสคำสั่งรูปแบบรีจิสเตอร์กับค่าคงที่	46
รูปที่ 6.9 ตารางแสดง Opcode เทียบกับคำสั่งสำหรับรูปแบบรีจิสเตอร์กับค่าคงที่	47
รูปที่ 6.10 รหัสคำสั่งรูปแบบรีจิสเตอร์อย่างเดี่ยว	47
รูปที่ 6.11 ตารางแสดง Opcode เทียบกับคำสั่งสำหรับรูปแบบรีจิสเตอร์อย่างเดี่ยว	47
รูปที่ 6.12 รหัสคำสั่งรูปแบบ Load กับ Store	48
รูปที่ 6.13 รหัสคำสั่งรูปแบบการกระโดดสัมพันธ์	48

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 6.14 ตารางแสดง Opcode เทียบกับคำสั่งสำหรับรูปแบบการกระโดดสัมพันธ์	49
รูปที่ 6.15 แผนภาพการเปลี่ยนสเตตของหน่วยประมวลผลกลาง	50
รูปที่ 8.1 เครื่องถอดรหัสคำบรรยายภาพไทย-อังกฤษแบบช้อนได้	58
รูปที่ 8.2 ผลการทดสอบเครื่องถอดรหัสโมดคำบรรยายภาพภาษาอังกฤษ	59
รูปที่ 8.3 ผลการทดสอบเครื่องถอดรหัสโมดคำบรรยายภาพภาษาไทย	59
รูปที่ 8.4 ผลการทดสอบเครื่องถอดรหัสโมดข้อความภาษาอังกฤษ	60
รูปที่ 8.5 ผลการทดสอบเครื่องถอดรหัสโมดข้อความภาษาไทย	60
รูปที่ 8.6 รายงานการใช้ทรัพยากรของชิป FPGA	62