

การพัฒนาทีวีโมโครคอนโทรลเลอร์
ที่สามารถถอดรหัสคำบรรยายภาพไทย-อังกฤษแบบซอนโต้



นาย อัมพรศักดิ์ แทนสถิตย์

สถาบันวิทยบริการ
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2541

ISBN 974-331-526-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**DEVELOPMENT OF A TELEVISION MICROCONTROLLER
WITH THAI-ENGLISH CLOSED CAPTION DECODING CAPABILITY**



Mr. Atsadang Tansathit

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Electrical Engineering**

Department of Electrical Engineering

Graduate School

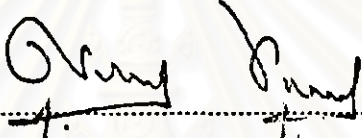
Chulalongkorn University

Academic Year 1998

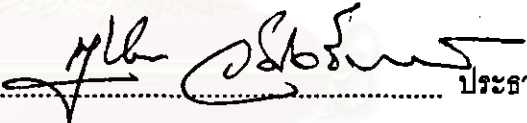
ISBN 974-331-526-8

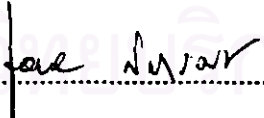
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาทีวีโมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถถอดรหัสคำบรรยายภาพ
ไทย-อังกฤษแบบชอนได้
โดย นาย อัมภาวงศ์ แทนสถิตย์
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. เอกชัย ลีลารัมย์

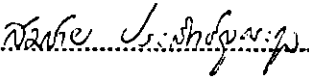
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

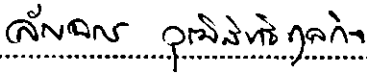

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชูติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ กฤษดา วิศวธีรานนท์)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. เอกชัย ลีลารัมย์)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมชาย ประสิทธิ์จตุระกุล)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. สัจฉกร วุฒิสถิทธิกุลกิจ)

อักษฎาณ์คื แทนสดีตย์ : การพัฒนาทวี่ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารรถถอดรหัสคำบรรยายภาพ
ไทย-อังกฤษแบบซ่อนได้ (DEVELOPMENT OF A TELEVISION MICROCONTROLLER
WITH THAI-ENGLISH CLOSED CAPTION DECODING CAPABILITY) อ.ที่ปรึกษา : รศ.
ดร.เอกชัย ลีลาธิคม, 124 หน้า. ISBN 974-331-526-8.

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอการพัฒนาทวี่ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารรถถอดรหัสคำบรรยายภาพ
ไทย-อังกฤษแบบซ่อนได้ ทวี่ไมโครคอนโทรลเลอร์นี้ถูกออกแบบด้วยภาษา VHDL และสังเคราะห์วงจรลงบนชิป
FPGA ที่มีความซับซ้อนเทียบเท่ากับเกต 10,000 ตัว ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนี้ ประกอบด้วยหน่วยประมวล
ผลกลางขนาด 8 บิต, วงจรแสดงผลบนหน้าจอ, ตัวประมวลผลขั้นต้นสำหรับเครื่องควบคุมระยะไกล, ตัวกำเนิด
สัญญาณมอดูเลตความกว้างพัลส์จำนวน 5 ตัว, ตัวประมวลผลขั้นต้นสำหรับสำหรับคำบรรยายภาพแบบซ่อน
ได้ และพอร์ตทางเข้า/ออก ทวี่ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ออกแบบขึ้นมานี้จะใช้ร่วมกับชิปภายนอกจำนวนเพียงเล็ก
น้อยเท่านั้น เพื่อให้สามารถควบคุมหน้าที่การทำงานต่างๆ ของโทรทัศน์ได้เช่นเดียวกับชิปทวี่ไมโคร
คอนโทรลเลอร์ที่มีความสามารถสูง และมีการผลิตในเชิงพาณิชย์อยู่แล้ว ชิปภายนอกเพิ่มเติมดังกล่าวได้แก่
หน่วยความจำอ่านอย่างเดียว, หน่วยความจำเข้าถึงแบบสุ่ม, ตัวแปลงสัญญาณเชิงอุปมานเป็นสัญญาณเชิง
เลขและวงจรเปรียบเทียบแรงดัน นอกจากนี้วงจรแสดงผลบนหน้าจอได้ถูกออกแบบขึ้นเป็นพิเศษเพื่อรองรับ
การแสดงข้อความภาษาไทยแบบ 3 ระดับ



ภาควิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า.....
สาขาวิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า.....
ปีการศึกษา.....2541.....

ลายมือชื่อนิสิต.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

4070512621 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING

KEY WORD: TELEVISION MICROCONTROLLER / CLOSED CAPTION DECODER / THAI-ENGLISH ON SCREEN DISPLAY

ATSADANG TANSATHIT : DEVELOPMENT OF A TELEVISION MICROCONTROLLER WITH THAI-ENGLISH CLOSED CAPTION DECODING CAPABILITY. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. EKACHAI LEELARASMEE, Ph.D.
124 pp. ISBN 974-331-526-8.

This thesis presents development of a television microcontroller that can decode captions in Thai and English. It was designed by using the VHDL and synthesized on an FPGA chip with an equivalent complexity of about 10,000 gates. This microcontroller consists of an 8-bit CPU, an on screen display (OSD) circuit, a remote control preprocessor, five pulse width modulators, a closed caption preprocessor and input/output ports. Only a small number of external chips are required to make this microcontroller perform various TV control functions that are common in many advanced and commercialized TV microcontroller chips. They are a read-only memory (ROM), a random access memory (RAM), an analog-to-digital converter and a voltage comparator. Moreover, the OSD circuit is specially designed to support the display of 3 levels Thai text.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า

สาขาวิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า

ปีการศึกษา.....2541

ลายมือชื่อนิสิต.....*เอกชัย เล็ลลารสมีย์*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....*เอกชัย เล็ลลารสมีย์*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ รศ. ดร.เอกชัย ลีลาวัณย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่าง ๆ พร้อมทั้งจัดหา อุปกรณ์ที่จำเป็นในการวิจัยด้วยดีตลอด จึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ ขอขอบคุณบริษัท ไตสตาร์ อิเลคทริก คอร์ปอเรชัน จำกัด (มหาชน) ที่ได้กรุณาสับสนุนอุปกรณ์, วงจร และความรู้ เกี่ยวกับเครื่องรับโทรทัศน์ และเนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานพัฒนา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ข้าพเจ้าขอขอบคุณห้องปฏิบัติการวิจัยระบบเชิงเลข ซึ่งเป็นสถานที่ทำการวิจัย รวมถึง เพื่อนพี่น้องนิสิตห้องปฏิบัติการวิจัยระบบเชิงเลขทุกท่าน ที่มีส่วนช่วยเหลือในการให้ข้อคิดเห็น คำ แนะนำ และกำลังใจแก่ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาการศึกษาอย่างดียิ่ง

ท้ายนี้ ข้าพเจ้าใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ซึ่งให้การสนับสนุนในด้านการเงิน และให้กำลังใจแก่ข้าพเจ้าเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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 พื้นฐานการทำงานของทีวีไมโครคอนโทรลเลอร์.....	4
2.1 การควบคุมวงจรโทรทัศน์ด้วยสัญญาณมอดูเลตความกว้างพัลส์.....	5
2.2 การถอดรหัสคำสั่งจากเครื่องควบคุมระยะไกล.....	8
2.3 การรับคำสั่งจากแผงควบคุมที่ตัวเครื่อง.....	9
2.3.1 Matrix Key Scanning.....	9
2.3.2 วิธีแบ่งแรงดัน.....	9
2.4 การแสดงเมนูบนหน้าจอ.....	10
2.5 การถอดรหัสคำบรรยายภาพแบบซ่อนได้.....	11
2.5.1 มาตรฐานของระบบคำบรรยายภาพแบบซ่อนได้ในระบบ PAL.....	11
2.5.2 โมดการทำงานของระบบคำบรรยายภาพแบบซ่อนได้.....	12
2.5.3 รหัสควบคุมที่ใช้ในระบบคำบรรยายภาพแบบซ่อนได้.....	14
3 ทีวีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พัฒนาขึ้น.....	20
3.1 โครงสร้างภายในของทีวีไมโครคอนโทรลเลอร์.....	20
3.2 หน่วยความจำเข้าถึงแบบสุ่ม และหน่วยความจำอ่านอย่างเดียว.....	21
3.3 วงจรแปลงสัญญาณเชิงอุปมานเป็นสัญญาณเชิงเลข.....	23

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4	ตัวแยกข้อมูล..... 23
3.5	ตัวประมวลผลขั้นต้นสำหรับคำบรรยายภาพแบบซ่อนได้..... 24
3.6	ตัวสร้างสัญญาณมอดูเลตความกว้างพัลส์..... 25
3.7	ตัวประมวลผลขั้นต้นสำหรับเครื่องควบคุมระยะไกล..... 26
3.8	พอร์ตรับส่งข้อมูลเข้าออก..... 27
3.9	ตัวกำเนิดความถี่ และตัวหารความถี่สัญญาณนาฬิกา..... 27
3.10	ตัวแสดงผลบนหน้าจอ..... 28
3.11	หน่วยประมวลผลกลาง..... 28
4	ตัวแสดงผลบนหน้าจอ..... 29
4.1	หลักการทํางานของตัวแสดงผลบนหน้าจอ..... 29
4.1.1	การเก็บข้อมูลรูปแบบอักขระ..... 29
4.1.2	รหัสที่ใช้ในการแสดงผล..... 31
4.1.3	กระบวนการแสดงผล..... 33
4.2	โครงสร้างภายในของตัวแสดงผลบนหน้าจอ..... 34
4.3	การแสดงผลตัวอักษรลักษณะพิเศษ..... 39
4.3.1	การแสดงผลตัวอักษรเอียง..... 39
4.3.2	การแสดงผลตัวขีดเส้นใต้..... 40
4.3.3	การแสดงผลตัวกระพริบ และสีตัวอักษร..... 40
4.3.4	การแสดงผลตัวอักษรที่ขนาดกว้าง 2 เท่า และสูง 2 เท่าของตัวปกติ..... 41
5	หน่วยประมวลผลกลาง..... 42
5.1	โครงสร้างภายในของหน่วยประมวลผลกลาง..... 42
5.2	หน่วยคำนวณ, ตรรก และหมุน..... 43
5.3	ชุดคำสั่งของหน่วยประมวลผลกลาง..... 44
5.4	จังหวัดการทํางานของหน่วยประมวลผลกลาง..... 52
6	โปรแกรมการทํางานของทีวีไมโครคอนโทรลเลอร์..... 56
6.1	ขอบเขตการทํางานของโปรแกรม..... 56
6.2	การพัฒนาโปรแกรม..... 56

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
6.3 โปรแกรมควบคุมโทรทัศน์.....	57
6.4 โปรแกรมถอดรหัสคำบรรยายภาพแบบซ่อนได้.....	64
7 การทดสอบ และสรุปผล.....	67
7.1 การทดสอบการทำงาน.....	67
7.2 ปัญหาในการทำงาน.....	69
7.3 สรุป.....	69
7.4 ข้อเสนอแนะ.....	70
รายการอ้างอิง.....	71
ภาคผนวก.....	73
ภาคผนวก ก รายละเอียดของภาษา VHDL ที่ใช้ออกแบบทีวีไมโครคอนโทรลเลอร์.....	74
ภาคผนวก ข รายละเอียดแผนภาพวงจรบอร์ดต้นแบบของทีวีไมโครคอนโทรลเลอร์.....	122
ประวัติผู้เขียน.....	124

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 โครงสร้างวงจรภายในเครื่องรับโทรทัศน์ที่ใช้ทีวีไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุม.....	4
รูปที่ 2.2 สัญญาณมอดูเลตความกว้างพัลส์.....	5
รูปที่ 2.3 สัญญาณมอดูเลตความกว้างพัลส์ที่มีความละเอียด 7 บิตที่ค่าต่างๆ.....	6
รูปที่ 2.4 ตารางแสดงตำแหน่งคาบย่อย T_9 ที่มีพัลส์เพิ่มเติม.....	7
รูปที่ 2.5 สัญญาณมอดูเลตความกว้างพัลส์ที่มีความละเอียด 14 บิต.....	7
รูปที่ 2.6 สัญญาณรหัสพัลส์ที่มีข้อมูลรหัสคำสั่ง 00h และรหัสผู้ใช้ 34h.....	8
รูปที่ 2.7 แผนภาพวงจรของแผงควบคุมด้วยวิธี Matrix Key Scanning (ซ้าย) และวิธีแบ่งแรงดัน (ขวา).....	10
รูปที่ 2.8 การแสดงตัวอักษรขนาด 16x16 และสัญญาณภาพโทรทัศน์.....	11
รูปที่ 2.9 สัญญาณภาพโทรทัศน์ระบบ PAL เส้นที่ 18 ซึ่งมีข้อมูลคำบรรยายภาพแทรกอยู่.....	12
รูปที่ 2.10 ตารางแสดงรหัสตำแหน่งเบื้องต้น.....	14
รูปที่ 2.11 ตารางแสดงรหัสกลางบรรทัด.....	18
รูปที่ 2.12 ตารางแสดงรหัสควบคุมเบ็ดเตล็ด.....	19
รูปที่ 3.1 โครงสร้างภายในของทีวีไมโครคอนโทรลเลอร์.....	20
รูปที่ 3.2 โครงสร้างการจัดหน่วยความจำ.....	22
รูปที่ 3.3 แผนภาพวงจรของตัวแยกข้อมูล.....	23
รูปที่ 3.4 โครงสร้างภายในของตัวประมวลผลขั้นต้นสำหรับคำบรรยายภาพแบบซ่อนได้.....	24
รูปที่ 3.5 สัญญาณนาฬิกาคำบรรยายภาพ.....	24
รูปที่ 3.6 โครงสร้างภายในของตัวสร้างสัญญาณมอดูเลตความกว้างพัลส์.....	26
รูปที่ 3.7 โครงสร้างภายในของตัวประมวลผลขั้นต้นสำหรับเครื่องควบคุมระยะไกล.....	27
รูปที่ 3.8 โครงสร้างภายในของตัวกำเนิดความถี่ และตัวหารสัญญาณนาฬิกา.....	28
รูปที่ 4.1 ตารางรหัสแสดงผลตัวอักษรระดับบน (ซ้าย), ระดับกลาง (กลาง) และ ระดับล่าง (ขวา).....	30
รูปที่ 4.2 การแสดงผลบนหน้าจอแบบ 3 ระดับ ที่มีความละเอียด 16 x 32 จุด.....	30
รูปที่ 4.3 รหัสควบคุมการแสดงผลบนหน้าจอ.....	31
รูปที่ 4.4 ความหมายในแต่ละบิตของรหัสแสดงผลตัวอักษรภาษาไทยระดับบน.....	31
รูปที่ 4.5 ความหมายในแต่ละบิตของรหัสแสดงผลตัวอักษรภาษาไทยระดับล่าง.....	32

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.6 ความหมายในแต่ละบิตของรหัสแสดงผลตัวอักษรภาษาอังกฤษระดับล่าง.....	32
รูปที่ 4.7 การจัดเก็บข้อมูลการแสดงผลบนหน้าจอใน 1 หน้า.....	33
รูปที่ 4.8 จังหวะการทำงานของตัวแสดงผลบนหน้าจอ.....	34
รูปที่ 4.9 โครงสร้างภายในของตัวแสดงผลบนหน้าจอ.....	35
รูปที่ 4.10 ตำแหน่งในแนวราบ และแนวตั้งบนจอโทรทัศน์ที่นับโดยตัวจับเวลาแสดงผล บนหน้าจอ.....	36
รูปที่ 4.11 รูปแบบตำแหน่งที่อยู่ของรหัสแสดงผล.....	38
รูปที่ 4.12 รูปแบบตำแหน่งที่อยู่ของรูปแบบอักษร.....	38
รูปที่ 4.13 การแสดงตัวอักษรเฉียงของตัวแสดงผลบนหน้าจอ.....	39
รูปที่ 4.14 แผนภาพวงจรภายในตัวควบคุมสัญญาณออกจากตัวแสดงผลบนหน้าจอ.....	40
รูปที่ 5.1 โครงสร้างภายในของหน่วยประมวลผลกลาง.....	42
รูปที่ 5.2 โครงสร้างภายในของหน่วยคำนวณ, ตรรก และหมุน.....	44
รูปที่ 5.3 ตารางแสดงการดำเนินการของหน่วยคำนวณ, ตรรก และหมุน.....	44
รูปที่ 5.4 ตารางแสดงชุดคำสั่งของหน่วยประมวลผลกลาง.....	44
รูปที่ 5.5 รูปแบบของชุดคำสั่งที่เป็นการดำเนินการระหว่างรีจิสเตอร์กับค่าคงที่.....	46
รูปที่ 5.6 ตาราง Opcode ของชุดคำสั่งที่มีการดำเนินการระหว่างรีจิสเตอร์กับค่าคงที่.....	46
รูปที่ 5.7 ตารางการอ้างค่ารีจิสเตอร์ในชุดคำสั่ง.....	46
รูปที่ 5.8 รูปแบบของชุดคำสั่งที่เป็นการดำเนินการระหว่างรีจิสเตอร์อย่างเดียว.....	47
รูปที่ 5.9 ตาราง Opcode ของชุดคำสั่งที่มีการดำเนินการระหว่างรีจิสเตอร์อย่างเดียว.....	47
รูปที่ 5.10 รูปแบบของชุดคำสั่งโหลดค่าโปรแกรมเคาท์เตอร์.....	48
รูปที่ 5.11 ตาราง Opcode ของชุดคำสั่งโหลดค่าโปรแกรมเคาท์เตอร์.....	48
รูปที่ 5.12 ตารางการอ้างค่ารีจิสเตอร์ในชุดคำสั่ง.....	48
รูปที่ 5.13 รูปแบบของชุดคำสั่ง Load และ Store.....	49
รูปที่ 5.14 ตาราง Opcode ของชุดคำสั่ง Load และ Store.....	49
รูปที่ 5.15 ตารางตำแหน่งที่อยู่ของ Mapped I/O ที่ใช้กับคำสั่ง Store.....	50
รูปที่ 5.16 ตารางตำแหน่งที่อยู่ของ Mapped I/O ที่ใช้กับคำสั่ง Load.....	50
รูปที่ 5.17 รูปแบบของชุดคำสั่งกระโดด.....	52

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 5.18 ตาราง Opcode ของชุดคำสั่งกระโดด.....	52
รูปที่ 5.19 แผนภูมิสเตทการทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง.....	53
รูปที่ 7.1 บอร์ดต้นแบบของทีวีไมโครคอนโทรลเลอร์.....	67
รูปที่ 7.2 ผลการทดสอบทีวีไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมเครื่องรับโทรทัศน์.....	68
รูปที่ 7.3 ผลการทดสอบทีวีไมโครคอนโทรลเลอร์ในการแสดงโมดคำบรรยายภาพ ภาษาอังกฤษ.....	68
รูปที่ 7.4 ผลการทดสอบทีวีไมโครคอนโทรลเลอร์ในการแสดงโมดคำบรรยายภาพภาษาไทย.....	69
รูปที่ 7.5 รายงานการใช้ทรัพยากรของชิป FPGA.....	70

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย