การสืบหาและแก้ความผิดพลาดของข้อมูล

นางสาว เพ็ญจันทร์ รักษ์พลเมือง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2532

ISBN 974-576-926-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

015859
I17099929X

DATA ERROR DETECTION AND CORRECTION

MISS PENCHUN RUKSPOLMOUNG

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Computer Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1989

ISBN 974-576-926-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การสืบหาและแก้ความผิดพลาดของข้อมูล
โดย	นางสาว เพ็ญจันทร์ รักษ์พลเมือง
ภาควิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วีระ ริ้วพิทักษ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วันชัย ริ้วไพบูลย์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุยุชน์ สัตยประกอบ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วีระ ริ้วพิทักษ์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. ยรรยง เด็งอำนวย)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เมธี ศรีสังวาล)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

เพ็ญจันทร์ รักษ์พลเมือง : การสืบหาและแก้ความผิดพลาดของข้อมูล (DATA ERROR DETECTION AND CORRECTION) อ.ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. วีระ ริ้วพิทักษ์ ผศ. วันชัย ริ้วไพบูลย์, 135 หน้า. ISBN 974-576-926-6

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษารูปแบบของรหัสแต่ละชนิด และเพิ่มความสามารถแก้ความผิดพลาดของรหัส เนื่องจากรหัสเป็นส่วนสำคัญในการสื่อสารข้อมูล โดยการสื่อสารในรูปแบบต่างๆ นั้นประกอบด้วย แหล่งกำเนิด ซึ่งเป็นแหล่งสร้างหรือให้ข้อมูลหรือข่าวสาร แล้วส่งผ่านเข้าไปยังตัวกลาง ซึ่งทำหน้าที่เป็นพาหะ นำเอาข้อมูลหรือข่าวสารนั้น ไปยังผู้รับโดยผ่านทางแชนแนล ซึ่งอาจจะถูกรบกวนจากสัญญาณรบกวนต่างๆ ทำให้ผู้รับได้รับข้อมูลที่ผิดพลาดได้ ดังนั้นการใช้รหัสควบคุมความผิดพลาดของข้อมูลจัดการกับข้อมูลในตัวเข้ารหัสและตัวถอดรหัสของแชนแนล เพื่อป้องกันข้อมูลจากความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการส่งผ่านข้อมูล โดยให้ตัวรับสามารถบ่งชี้ และแก้ความผิดพลาดของข้อมูลให้ถูกต้องได้เอง ซึ่งจะทำให้ข้อมูลมีความเชื่อถือได้ และประสิทธิภาพของระบบเพิ่มมากขึ้น

ในการวิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่างๆ ดังนี้คือ ศึกษาทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ของรหัสต่างๆ แล้วเลือกรหัสตัวอย่าง มาทำการทดสอบประสิทธิภาพในการสืบหา และแก้ความผิดพลาดของข้อมูล โดยการสร้างแบบจำลองการเข้ารหัส และถอดรหัส เมื่ออัตราการเกิดความผิดพลาดของบิตข้อมูลอยู่ในช่วง 10^{-3} ถึง 10^{-5} บิต ซึ่งเป็นอัตราการเกิดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นโดยทั่วไป และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของรหัสดังกล่าว พร้อมทั้งเพิ่มประสิทธิภาพในการแก้ความผิดพลาดของรหัส โดยใช้สถิติการเกิดความผิดพลาดของบิตข้อมูลในแชนแนล และคำนวณบิตข้อมูลที่ถูกต้อง จากการพิจารณาความเป็นไปได้ของโคดเวิร์ดทำให้ความสามารถแก้ความผิดพลาดของรหัสเพิ่มขึ้นประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ลายมือชื่อนิสิต เพ็ญจันทร์ รักษ์พลเมือง

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2532 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

PENCHUN RUKSPOLMOUNG : DATA ERROR DETECTION AND CORRECTION.
THESIS ADVISOR : ASST. PROF. WEERA RIEWPITUK, D.Ing.
ASST. PROF. WANCHAI RIEWPAIBOON 135 PP. ISBN 974-576-926-6

This study in Code Theory was to find the characteristic of each code and improve the ability in correcting errors. Because codes are important in communication system, consists of a Source that generates data or information and then transfers this data or information through a channel to a Receiver. This transfer of data or information may be disturbed by many kinds of noise. So the receiver may receive incorrect data or information. Consequently, we should use Error Control Code in an Encoder and Decoder to protect data or information from error that may occur during transmission by identifying and correcting errors at the receiver. This will give us data integrity and improve performance of the communication system.

The first step in conducting the research was to study the mathematic theory of several kinds of codes and then selecting examples of codes for testing performance. Because the ability to detect and correct errors of each code is different. So researching to compare performance of codes by simulating the encoder and decoder with error rate of 10^{-3} to 10^{-5} bits, that usually found in general systems, was done. Then improving the effectiveness of codes by using statistics of error occuring in channels and calculating data bits from all possible codewords was carried out. That made codes can correct more error, approximately 25 percent.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา ...2532.....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. วีระ ริ้วพิทักษ์ ผศ. วันชัย ริ้วไพบูลย์ และ ผศ. สุยุชน์ สัตยประกอบ ที่กรุณาให้คำแนะนำแนวทางที่เป็นประโยชน์ในการวิจัย รวมทั้งการตรวจแก้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. องค์การ อินทรัมพรรย์ และ อาจารย์วิสาล นีรนาทไกมล ที่กรุณาให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ และน้อง ๆ ทุกท่าน ที่ได้ร่วมให้คำปรึกษา คำแนะนำ เอกสาร ตลอดจนกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้ให้การอุปการะ ให้คำแนะนำ และให้การสนับสนุนแก่ผู้วิจัยตลอดมา

เพ็ญจันทร์ รักษ์พลเมือง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ช

สารบัญภาพ..... ญ

สารบัญตาราง..... ฎ

บทที่

1. บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 6

1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... 6

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย..... 7

1.5 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย..... 8

2. รหัสควบคุมความผิดพลาดของข้อมูล..... 9

2.1 พีชคณิตสำหรับรหัสควบคุมความผิดพลาดของข้อมูล..... 9

2.2 ทฤษฎีรหัส..... 21

2.3 ประสิทธิภาพของรหัสควบคุมความผิดพลาดของข้อมูล..... 62

3. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของรหัส..... 70

3.1 การสร้างแบบจำลองการเข้ารหัสและถอดรหัส..... 70

3.2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของรหัส..... 85

4. การเพิ่มประสิทธิภาพในการแก้ความผิดพลาดของรหัส..... 88

4.1 การทำอินเทอลีฟวิ่ง..... 88

4.2 การใช้รหัสแบบผสม..... 88

4.3 การปรับปรุงความสามารถในการแก้ความผิดพลาดของรหัส... 89

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

บทที่

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 99
5.1 สรุปผลการวิจัย..... 99
5.2 ข้อเสนอแนะ..... 99
บรรณานุกรม..... 101
ภาคผนวก..... 105
ก. ตัวอย่างการทดสอบโปรแกรมการเข้ารหัสและถอดรหัสแบบแฮมมิ่ง... 106
ข. ตัวอย่างการทดสอบโปรแกรมการเข้ารหัสและถอดรหัสแบบไซคลิก... 111
ค. ตัวอย่างการทดสอบโปรแกรมการเข้ารหัสและถอดรัสดอนโวลูชันนัล.. 117
ง. ตัวอย่างการทดสอบโปรแกรมการเพิ่มประสิทธิภาพของรหัส..... 122
ประวัติผู้เขียน..... 135

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
1.1	แสดงโอกาสการเกิดความผิดพลาดของข้อมูล.....	1
1.2	แสดงระบบการสื่อสารข้อมูล.....	2
2.1	แสดงลักษณะของรหัสแบบบล็อก.....	23
2.2	แสดงสเฟียร์ของการถอดรหัส.....	24
2.3	แสดงลักษณะของรหัสแบบทรี.....	45
2.4	แสดงการเข้ารหัสของรหัสแบบทรี.....	45
2.5	แสดงลำดับชั้นของรหัสแบบทรี.....	47
2.6	แสดงรูปกราฟต้นไม้.....	48
2.7	แสดงรูปกราฟทรีลิส.....	48
2.8	แสดงสเตทไดอะแกรม.....	49
2.9	แสดงลักษณะของรหัสแบบผสม.....	62
2.10	แสดงขอบเขตของการถอดรหัส.....	64
2.11	แสดงกราฟทรีลิสของรหัสคอนโวลูชันนัล (6,3).....	65
3.1	แสดงผังงานแบบจำลองการเข้ารหัสและถอดรหัสแบบแฮมมิ่ง.....	74
3.2	แสดงผังงานแบบจำลองการเข้ารหัสและถอดรหัสแบบไซคลิก.....	78
3.3	แสดงกราฟทรีลิสของรหัสคอนโวลูชันนัล.....	80
3.4	แสดงผังงานแบบจำลองการเข้ารหัสและถอดรหัสคอนโวลูชันนัล.....	82
4.1	แสดงผังงานแบบจำลองการเพิ่มประสิทธิภาพในการแก้ความผิดพลาดของรหัส.....	95

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2.1 แสดงไพร์มโพลีโนเมียลบน GF(2)..... 20

2.2 แสดงลักษณะของการใช้บิตซ้ำ..... 28

2.3 แสดงตารางการคำนวณซินโดรม..... 33

2.4 แสดงความสามารถในการแก้ความผิดพลาดของรหัสแบบไซคลิก..... 37

2.5 แสดงความสัมพันธ์ของค่าต่างๆ ใน GF(4)..... 42

3.1 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถแก้ความผิดพลาดของรหัสแบบต่างๆ.. 84

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย