บทที่ 1

บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา สมมติฐานของการศึกษา ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในงานวิจัย ขอบเขตของงานวิจัยและโครงสร้างของรายงาน

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาระบบสื่อสารเป็นสิ่งที่จำเป็นในปัจจุบันทั้งนี้ เพราะการสื่อสารเข้ามามีบทบาทสำคัญในการดำรงชีวิตประจำวันมากขึ้น เนื่องจากการเทคโนโลยีการสื่อสารทำให้เกิดความสะดวกสบายมากขึ้น เช่น การติดต่อประสานงานทำได้รวดเร็วขึ้น และช่วยลดค่าใช้จ่ายสำหรับการเดินทาง ดังนั้นจะ เห็นได้ว่าการพัฒนาเทคโนโลยีการติดต่อสื่อสารจึงเป็นสิ่งสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่ง เทคโนโลยีการสื่อสารในเชิงดิจิตอล

ในระบบสื่อสารเชิงดิจิตอลซึ่งเกี่ยวข้องการส่งข้อมูลเชิงดิจิตอลจากจุดหนึ่งไปสู่อีกจุดหนึ่ง ผ่านช่องสื่อสารแบบต่างๆ ปัญหาคุณภาพของสัญญาณที่รับได้ที่ภาครับ โดยมีสาเหตุหลายประการ เช่น สัญญาณรบกวนที่ เกิดขึ้นภายในช่องสื่อสาร และสัญญาณรบกวนจากภายนอกหรือคุณลักษณะที่ไม่อุดมคติของช่องสื่อสาร จากประเด็นปัญหาดังกล่าวเหล่านี้ Shannon (1948) ได้ค้นพบทฤษฎีการส่งข้อมูลผ่านช่องสื่อสาร โดยแสดงให้เห็นว่า ข้อมูลดิจิตอลสามารถถูกส่งผ่านช่องสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความผิดพลาดน้อยมากถ้าอัตราการส่งข้อมูล (Data rate) ไม่เกินความจุของช่องสื่อสาร (Channel capacity) และมีการเข้ารหัสข้อมูลที่ต้นทาง (Data encoding) จากนั้นก็มีการถอดรหัสข้อมูลที่ปลายทาง (Data decoding) ที่เหมาะสม จากนั้นมานักวิจัยทั่วโลกก็ได้คิดค้นเทคนิคต่างๆ มาอย่างต่อเนื่องเพื่อที่จะให้ได้ประสิทธิภาพของการส่งข้อมูลสูงสุดตามทฤษฎีดังกล่าว นอกจากนั้นในปัจจุบัน ซึ่งเป็นยุคของข้อมูลข่าวสาร ความต้องการของผู้ใช้บริการระบบสื่อสารมีมากขึ้นเรื่อยๆ ไม่ว่าจะเป็นความเร็วของการส่งข้อมูล ประสิทธิภาพของข้อมูลที่รับได้จะต้องมีความถูกต้องแม่นยำสูงเทคนิคหนึ่งที่มีบทบาทมากในระบบสื่อสารเพื่อตอบสนองต่อความต้องการต่างๆเหล่านี้คือ เทคนิคการเข้ารหัสเพื่อแก้ไขความผิดพลาดล่วงหน้า (Forward error correction, FEC)

โดยรหัสควบคุมความผิดพลาด (ECC: Error Control Codes) เป็นแขนงหนึ่งในการประมวลสัญญาณ ที่ใช้อย่างแพร่หลายในการสื่อสารสมัยใหม่ การกระทำเป็นการอนุมานว่าความผิดพลาดจะเกิดขึ้นอย่างแน่นอน และมีการเตรียมพร้อมที่จะแก้ไขความผิดพลาดนั้น ซึ่งเป็นหนึ่งในเทคนิคของวิธีการแก้ไขความผิดพลาดไว้ล่วงหน้า (FEC: Forward Error Correction Code)

รหัสควบคุมความผิดพลาดนั้น แบ่งเป็น 2 แบบ คือ แบบที่ตรวจสอบได้ว่า เกิดความผิดพลาดขึ้น (Error detection) และแบบที่แก้ไขความผิดพลาดได้ด้วย (Error correction)

- Error Detection Code ที่ใช้กัน แพร่หลาย คือ Parity Check Code และ Cyclic Redundant Code (CRC)

-Error Correction Code มีใช้กันแพร่หลาย 2 กลุ่ม คือ กลุ่มรหัสบล็อค (Block Code) เช่น รหัส แฮมมิ่ง รหัส บีซีเอช รหัสรีด-โซโลมอน และรหัส แอลดีพีซี ในกลุ่มรหัสสังวัฏณาการ (Convolutional Code) เช่น รหัสสังวัฏณาการ และรหัสเทอร์โบ

เนื่องจากรหัสแอลดีพีซีมีประสิทธิภาพในการแก้ไขข้อผิดพลาดได้ดีและมีความซับซ้อนน้อยกว่าของกลุ่มในรหัสเดียวกัน ทำให้นักวิจัยต่างสนใจกันอย่างมากโดยการวิจัยจะมุ่งเน้นไปที่การวิเคราะห์และปรับปรุงรหัสให้ดีขึ้น และรหัสแอลดีพีซีได้รับการนำเสนอไปใช้ร่วมกับระบบต่างๆ มากมายในปัจจุบันเช่น นำไปใช้ร่วมกับระบบการสื่อสารไร้สาย ระบบการสื่อสารดาวเทียมและ ระบบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ นอกจากนี้ รหัสแอลดีพีซีได้รับการนำเสนอใช้ในยุคที่สี่ (4G) และที่สำคัญรหัสแอลดีพีซีไม่มี สิทธิบัตรคุ้มครอง สามารถนำพัฒนาและผลิตโดยไม่เสียค่าใช้สิทธิแต่อย่างใด

จากประเด็นดังกล่าวทำให้เรานำรหัสแอลดีพีซีมาวิจัยและพัฒนาต่อเพื่อให้มีประสิทธิภาพดีที่ยิ่งขึ้นและลดความซับซ้อนเมื่อนำรหัสแอลดีพีซีไปประยุกต์ใช้ในฮาร์ดแวร์

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

จุดประสงค์ของงานวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

1.2.1 เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพในการสื่อสาร ในช่องสัญญาณ โดยใช้รหัสควบคุมความผิดพลาด (ECC) เพื่อลดผลกระทบจากสัญญาณรบกวนและสามารถแก้ไขข้อมูลที่ผิดพลาดในการรับส่งข้อมูล

1.2.2 เพื่อศึกษา และประยุกต์ใช้รหัสควบคุมความผิดพลาด ด้วยรหัสแอลดีพีซีโดยการเข้ารหัสและการถอดรหัสแอลดีพีซีในระดับซอฟแวร์

1.2.3 เพื่อศึกษา การออกแบบโครงสร้างในการถอดรหัสแอลดีพีซีและนำไปประยุกต์ใช้ ในระดับฮาร์ดแวร์

1.2.4 เพื่อศึกษา และประยุกต์ใช้ การถอดรหัสแอลดีพีซี โดยพัฒนาให้รหัสมีความเร็วในการประมวลผลมากขึ้นและลดขนาดของฮาร์ดแวร์ให้น้อยลง

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

จากการส่งผ่านข้อมูลผ่านไปยังอีกจุดหนึ่ง ตามปกติข้อมูลที่ได้รับจะคงรูปเดิมเหมือนฝั่งส่ง แต่เนื่องจากภายในช่องสัญญาณจริงนั้นมีสัญญานรบกวนแทรกอยู่จึงทำให้ข้อมูลที่ได้รับนั้นผิดเพี้ยนไปจากเดิม โดยอัตราการผิดเพี้ยนของข้อมูลขึ้นอยู่กับระดับความแรงของสัญญาณในการส่งและระดับความแรงของสัญญาณรบกวน ด้วยเหตุนี้จึงมีการคิดค้นวิธีการป้องกันสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการเข้ารหัส ซึ่งรหัสแอลดีพีซี (LDPC) มีประสิทธิภาพสูงและมีความซับซ้อนน้อยเมื่อนำไปพัฒนาบนฮาร์ดแวร์

ในส่วนอัลกอริทึมของการถอดรหัสแอลดีพีซีนั้น ได้ถูกพัฒนามาหลายวิธีการจนกระทั่งในปัจจุบันวิธีการที่นิยมนำไปใช้บนฮาร์ดแวร์มากที่สุดคือวิธีการหาค่าต่ำสุด (Min-Sum Algorithm) และวิธีการหาค่าต่ำสุดดัดแปลง (Modified Min-Sum Algorithm) ด้วยเหตุผลที่กล่าวข้างต้นจึงนำเอาวิธีการดังกล่าวมาพัฒนา เพื่อนำไปสร้างเป็นต้นแบบของการถอดรหัสด้วยฮาร์ดแวร์ซึ่งใช้ในการรับส่งข้อมูลผ่านช่องสัญญาณ

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

รายงานฉบับนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการถอดรหัสแอลดีพีซีด้วยวิธีการหาค่าต่ำสุดและวิธีการหาค่าต่ำสุดดัดแปลงโดยระบบการทำงานนั้นจะนำคำรหัสที่ได้จากเข้ารหัสมาผ่านช่องสัญญานที่มีสัญญาณรบกวนและผ่านขบวนการถอดรหัสด้วยวิธีการที่นำเสนอเพื่อให้ได้คำรหัสถูกต้อง

การทดลองในระดับซอฟแวร์จะอาศัยโปรแกรม Matlabในส่วนของการประมวลผลของการถอดรหัสแอลดีพีซี โดยใช้อัลกอลิทึมการหาค่าต่ำสุด (Min-Sum algorithm) และอัลกอลิทึมการหาค่าต่ำสุดดัดแปลง (Modified Min-Sum algorithm)การออกแบบโครงสร้างการถอดรหัสแอลดีพีซีในระดับฮาร์ดแวร์จะอาศัยโปรแกรม ISE ของ Xilinx ในการออกแบบระบบการถอดรหัสของทั้งสองอัลกอลิทึม เพื่อนำไปโปรแกรมลงบอร์ด FPGA และทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานจริง

1.5 ขั้นตอนของการศึกษา

ในการวิจัยเพื่อที่จะนำเสนอเทคนิคการออกแบบโครงสร้างของการถอดรหัสแอลดีพีซีด้วยวิธีการหาค่าต่ำสุดและวิธีการหาค่าต่ำสุดดัดแปลง ได้กำหนดขั้นตอนต่างๆ ของการวิจัยไว้ตามลำดับดังนี้

1.5.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลของรหัสควมคุมความผิดพลาดเพื่อกำหนดความเป็นไปได้ของงานวิจัย

1.5.2 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลการทำงานของ FPGA และการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Verilog

1.5.3 จำลองการทำงานของระบบรหัสควบคุมความผิดพลาด ด้วยรหัสแอลดีพีซีบนโปรแกรม MATLAB เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของระบบการทำงาน และขั้นตอนในการถอดรหัสของ

อัลกอริทึม

1.5.4 ออกแบบโครงสร้างการถอดรหัสแอลดีพีซีตามขั้นตอนอัลกอริทึมด้วยภาษา Verilog เพื่อนำไปโปรแกรมลงบนชิพFPGA ของ Xilinx

1.5.5 ทดสอบการทำงานของการถอดรหัสและปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ระบบทำงานตามขั้นตอนอย่างถูกต้อง

1.5.6 วิเคราะห์ปัญหาและวิจารณ์ผลการทดลอง พร้อมด้วยการสรุปการวิจัย

1.6 โครงสร้างรายงาน

รายงานฉบับนี้ได้นำเสนอวิธีการถอดรหัสแอลดีพีซีด้วยวิธีการหาค่าต่ำสุดและวิธีการหาค่าต่ำสุดดัดแปลง โดยให้รายละเอียดของทฤษฎี การออกแบบ และการทดสอบ ซึ่งรายงานฉบับนี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น6 บท

บทที่ 1บทนำ

กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา สมมติฐานของการศึกษา ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในงานวิจัย ขอบเขตของงานวิจัย ขั้นตอนการศึกษา และโครงสร้างของรายงาน

บทที่ 2ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อธิบายถึงระบบสื่อสารพื้นฐาน การเข้ารหัสช่องสัญญาณ โดยรหัสแอลดีพีซีจะเป็นรหัสแบบบล็อกเชิงเส้น คุณสมบัติของบล็อกเชิงเส้น รูปแบบและระบบการทำงานของรหัสแอลดีพีซี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 3การออกแบบตัวถอดรหัสแอลดีพีซี

กล่าวถึงขั้นตอนการออกแบบตัวถอดรหัสแอลดีพีซี เริ่มจากการออกแบบเมตริกซ์พาริตี้เช็ค เพื่อนำไปใช้สำหรับการออกแบบวิธีการประมวลผลบนฮาร์ดแวร์

บทที่ 4 การออกแบบโครงสร้างภายในแอฟพีจีเอ

กล่าวถึงวิธีการออกแบบของระบบการถอดรหัสแอลดีพีซีในฮาร์ดแวร์ โดยการออกแบบหน่วยประมวลผลหลัก จะแบ่งเป็นสองส่วนด้วยกันคือ หน่วยประมวลผลของแต่หละแถว CNUและหน่วย

ประมวลผลของแต่หละหลัก VNUนอกจากนั้นได้ทำการออกแบบโครงสร้างของส่วนประกอบที่สำคัญคือ หน่วยอินพุตบัฟเฟอร์ เอาต์พุตบัพเฟอร์ และหน่วยควบคุมระบบ

บทที่ 5 การทดลองระบบถอดรหัสแอลดีพีซี

ในบทนี้จะแสดงการทดลองในการถอดรหัสแอลดีพีซี ทั้งด้วยการจำลองการทำงานเพื่อทดสอบประสิทธิภาพและขั้นตอนทั้งวิธีการผลรวมต่ำสุด (MS) และวิธีการผลรวมต่ำสุดดัดแปลง(MMS)และทดสอบการสังเคราะห์โครงสร้างที่ได้ออกแบบไว้เพื่อจำลองการทำงานบน FPGA ด้วยโปรแกรมของ Xilinx

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในส่วนนี้กล่าวถึงสรุปผลที่ได้จากการทดลอง ข้อจำกัดของโครงสร้างที่ได้ออกแบบไว้รวมทั้งประสิทธิภาพในการถอดรหัส พร้อมทั้งเสนอแนวทางแก้ไขเพื่อพัฒนางานวิจัยต่อไป