บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การผลิตเครื่องรับโทรทัศน์ในอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องรับโทรทัศน์โดยทั่วไปประกอบไปด้วยหลายขบวนการด้วยกันเช่น การใส่อุปกรณ์ลงแผ่นพีซีบี (Printed Circuit Board: PCB) การบัดกรี ฯลฯ เป็นต้น การปรับแต่งภาพคุณภาพของภาพ (Picture Quality Alignment) เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากขั้นตอนหนึ่งในขบวนการผลิต เหตุผลที่ทำให้ต้องมีการปรับแต่งก็เนื่องมาจากเครื่องรับโทรทัศน์ถูกสร้างจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีคุณสมบัติไม่เป็นไปตามอุดมคติหลายชนิด ทั้งอุปกรณ์ที่ทำงานเป็นเชิงเส้นและไม่เป็นเชิงเส้นโดยที่อุปกรณ์เหล่านี้จะมีค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการผลิตเป็นคุณสมบัติประจำตัวที่หลีกเลี่ยงไม่ได้เช่น ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุหรือ อัตราการขยายที่ไม่เท่ากันของชุดยิงลำอิเล็กตรอน (Electron Gun) สีแดง เขียวและน้ำเงินของจอภาพ (Cathode Ray Tube: CRT) ฯลฯ เป็นต้น ดังนั้นหลังจากการนำอุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติไม่เป็นไปตามอุดมคติดังกล่าวมาใช้ในการสร้างเป็นระบบที่ทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง จึงจำเป็นต้องมีการปรับแต่งบางพารามิเตอร์ (Parameter) เพื่อให้ระบบทำงานได้ถูกต้องและได้สัญญาณขาออก (Output) ที่ดีที่สุดซึ่งสำหรับเครื่องรับโทรทัศน์ก็คือสัญญาณภาพที่หน้าจอนั่นเอง

การปรับแต่งคุณภาพของภาพแบ่งออกเป็น2กลุ่มใหญ่ๆได้แก่ การปรับแต่งทางกลและการปรับแต่งทางไฟฟ้า การปรับแต่งทั้งสองประเภทดังกล่าวจำเป็นต้องใช้สัญญาณภาพ (Video Signal) ซึ่งมีคุณสมบัติเฉพาะที่เหมาะสมกับการปรับแต่งนั้นๆ เช่น ภาพพื้นสีใช้ในการปรับความบริสุทธิ์ของสี (Purity) ภาพครอสแฮช (Crosshatch) ใช้ในการปรับคอนเวอร์เจนซ์ ภาพโมโนสโคป (Mono Scope) ใช้ในการปรับความคมชัด (Focus) ภาพฟิลิปส์ (Philips) ใช้ในการปรับความสมมาตรเชิงเรขาคณิตของภาพ (Geometry) ฯลฯ แต่ในปัจจุบันเครื่องสร้างสัญญาณภาพโทรทัศน์มาตรฐาน (Color TV Pattern Generator) ถูกออกแบบให้สามารถผลิตสัญญาณภาพได้เพียงบางรูปแบบเท่านั้น อันเนื่องมาจากเหตุผลทางธุรกิจ เช่น ภาพโมโนสโคป (Mono Scope) หรือ ภาพฟิลิปส์ (Philips) ฯลฯ ในขณะเดียวกันการพัฒนาขบวนการของการผลิตทำให้เกิดความต้องการสัญญาณภาพหลายรูปแบบ ฉะนั้นถ้าต้องการสัญญาณภาพตามที่ได้กล่าวในข้างต้นจะต้องใช้เครื่องสร้างสัญญาณภาพมากกว่าหนึ่งเครื่องขึ้นไปทำให้

ต้นทุนการผลิตสูง ในขณะที่เครื่องสร้างสัญญาณภาพโทรทัศน์ชนิดโปรแกรมได้ก็มีราคาสูงมากเกินความจำเป็นที่จะนำมาใช้กับขบวนการผลิต จากปัญหาดังกล่าวผู้เขียนจึงได้เสนอวิธีการออกแบบเครื่องสร้างสัญญาณรูปแบบชนิดโปรแกรมได้ (Programmable Pattern Generator) [1] เพื่อลดต้นทุนการผลิตและที่สำคัญก็คือสร้างความยืดหยุ่นให้กับขบวนการผลิต

โดยทั่วไประบบที่ใช้ในการสร้างสัญญาณภาพรวมไปถึงระบบควบคุมซึ่งประกอบด้วยตัวประมวลผล (Processor) หน่วยความจำ (Memory) อุปกรณ์ต่อพ่วง (Peripheral) ฯลฯ ถูกสร้างจากวงจรเชิงเลขเสียเป็นส่วนใหญ่เนื่องจากการออกแบบโดยใช้วงจรเชิงเลขมีข้อได้เปรียบการออกแบบโดยใช้วงจรเชิงอุปมานอยู่หลายประการ [2]-[4] แต่อย่างไรก็ตามยังคงมีข้อจำกัดอยู่หลายประการเช่นกัน ดังเช่นการออกแบบที่ได้กล่าวในข้างต้น [1] ซึ่งใช้อุปกรณ์ประเภทซีพีแอลดี (CPLDs) ที่มีจำนวนลอจิกเกตน้อย ทำให้บางส่วนการทำงานของวงจรที่เป็นวงจรเชิงอุปมานไม่สามารถทำได้ เช่น ตัวเข้ารหัสสัญญาณภาพสีแดง เขียว น้ำเงิน เป็นสัญญาณภาพสีเบ็ดเสร็จเป็นต้น แต่เนื่องจากในปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตทำให้จำนวนลอจิกเกตของอุปกรณ์ประเภทเอฟพีจีเอ (FPGAs) เพิ่มขึ้นอย่างมาก ในขณะที่ราคาต่อจำนวนลอจิกเกตก็ได้ลดลงอย่างมากเช่นกัน การใช้วงจรเชิงเลขทั้งหมดจึงสามารถทำได้

ตัวเข้ารหัสสัญญาณภาพสีแดง เขียว น้ำเงิน เป็นสัญญาณภาพสีเบ็ดเสร็จแบบใช้วงจรเชิงเลขทั้งหมดที่นำเสนอ มุ่งเน้นไปที่การแก้ไขปัญหาในการเชื่อมต่อ (Interfacing) [2] เพื่อการนำไปประยุกต์ใช้กับระบบที่เป็นเชิงเลขทั้งหมด ซึ่งไม่เพียงแต่ระบบของการสร้างสัญญาณภาพทดสอบเท่านั้น ตัวเข้ารหัสฯที่นำเสนอยังสามารถนำไปฝังตัวรวมกับระบบอื่นๆที่ผู้ใช้มีปฏิสัมพันธ์กับภาพ เช่น ระบบควบคุมที่มีการแสดงผลที่ซับซ้อน ยกตัวอย่างเช่น ระบบดีซีเอส (Distributed Control System: DCS) ระบบฝังตัว (Embedded System) เครื่องใช้ไฟฟ้าเพื่อความบันเทิง ฯลฯ การออกแบบได้เลือกใช้ภาษาวีเอชดีแอล (Very high speed integrated circuits Hardware Description Language : VHDL) เนื่องจากมีข้อดีหลายประการ เช่น เป็นมาตรฐานของ IEEE (IEEE 1076) ไม่ยึดติดกับเทคโนโลยีใดเทคโนโลยีหนึ่งกล่าวคือหลังการออกแบบสามารถใช้ได้กับทุกบริษัทผู้ผลิตทั้งเอสิค (Application Specific Integrated Circuit: ASIC) และเอฟพีจีเอ (FPGAs) สามารถสร้างแกนทรัพย์สินทางปัญญา (Intellectual Property Core: IP Core) เพื่อการพัฒนาต่อ ฯลฯ เป็นต้น

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

วัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้ก็คือการสร้างแกนทรัพย์สินทางปัญญาของตัวเข้ารหัสสัญญาณภาพสีแดง เขียว น้ำเงิน เป็นสัญญาณภาพสีเบ็ดเสร็จแบบใช้วงจรเชิงเลขทั้งหมดโดยใช้ภาษาวี

เอชดีแอลและมีจุดมุ่งหมายหลักคือการนำไปประยุกต์ใช้งานกับการสร้างสัญญาณภาพทดสอบเพื่อการปรับแต่งสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องรับโทรทัศน์และเพื่อการนำไปพัฒนาต่อ

เนื่องจากการออกแบบตัวเข้ารหัสสัญญาณภาพสีแดง เขียว น้ำเงิน เป็นสัญญาณภาพสีเบ็ดเสร็จแบบใช้วงจรเชิงเลขทั้งหมดที่นำเสนอเป็นการออกแบบจากระบบต้นแบบที่เป็นระบบเชิงอุปมานดังนั้นจึงต้องใช้ทั้งทฤษฎีของการออกแบบระบบเชิงอุปมานและระบบเชิงเลขจึงทำให้เกิดจุดประสงค์ของการเรียนรู้ดังนี้

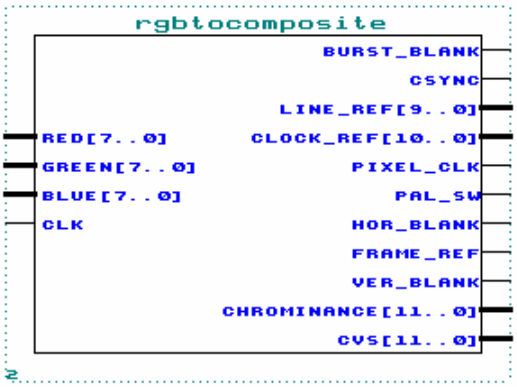
- เพื่อศึกษาการทำงานของตัวเข้ารหัสสัญญาณภาพสีแดง เขียว น้ำเงิน เป็นสัญญาณภาพสีเบ็ดเสร็จ
- เพื่อศึกษาการแปลงระบบเชิงอุปมานเป็นระบบเชิงเลขโดยใช้ทฤษฎีการประมวลผลสัญญาณร่วมกับเทคนิคการออกแบบวงจรเชิงเลข
- เพื่อศึกษาการออกแบบระบบเชิงเลขโดยใช้ภาษาวีเอชดีแอล

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

จากวัตถุประสงค์ทำให้สามารถกำหนดขอบเขตของงานวิจัยซึ่งแบ่งออกเป็นสองระบบใหญ่ๆได้แก่

1.3.1 ขอบเขตของระบบซอร์ฟแวร์

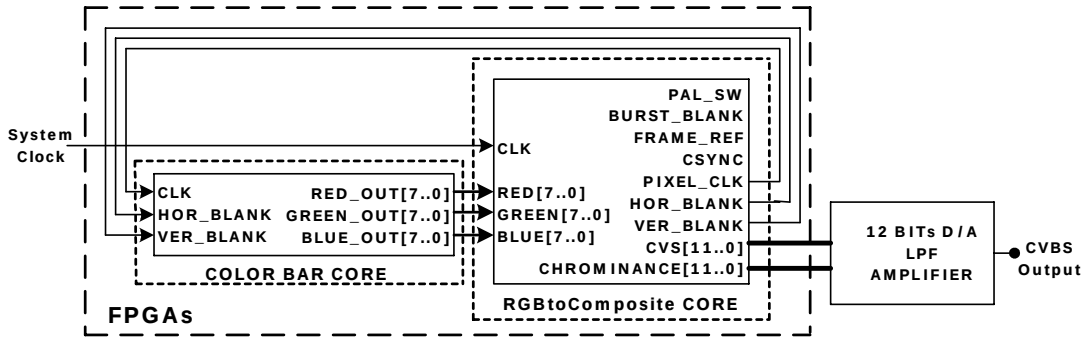
สร้างแกนทรัพย์สินทางปัญญาของตัวเข้ารหัสสัญญาณภาพสีแดง เขียว น้ำเงิน เป็นสัญญาณภาพสีเบ็ดเสร็จแบบใช้วงจรเชิงเลขทั้งหมดโดยใช้ภาษาวีเอชดีแอลซึ่งประกอบไปด้วยสัญญาณขาเข้าและสัญญาณขาออกมีรายละเอียดตามมุมมองของการเชื่อมต่อแสดงดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 แสดงมุมมองการเชื่อมต่อของโครงสร้างระดับบนสุด (Top Level) ของตัวเข้ารหัสฯที่นำเสนอ

1.3.2 ขอบเขตของระบบฮาร์ดแวร์

สร้างฮาร์ดแวร์ต้นแบบโดยใช้อุปกรณ์เอฟพีจีเอ (FPGAs) ในการทดสอบคุณสมบัติของระบบโดยใช้เครื่องมือวัดทางอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งมีรายละเอียดตามบล็อคไดอะแกรมแสดงดังรูปที่ 1.0



รูปที่ 1.2 แสดงบล็อคไดอะแกรมของระบบฮาร์ดแวร์ต้นแบบ

1.4 การแบ่งเนื้อหาของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์เล่มนี้ประกอบด้วยเนื้อหาที่แบ่งออกเป็นบทได้ทั้งหมด 7 บท ตามลำดับความสำคัญของการเรียนรู้ ในบทแรกได้กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ความมุ่งหมายวัตถุประสงค์และ ขอบเขตของงานวิจัย ในส่วนของเนื้อหาตั้งแต่บทที่ 2 ประกอบด้วยรายละเอียดโดยสังเขปดังนี้

บทที่ 2 สัญญาณและระบบโทรทัศน์ กล่าวถึงสัญญาณและระบบเชิงอุปมานของโทรทัศน์ที่ใช้เป็นต้นแบบในการสร้างโดยจะกล่าวถึงระบบของตัวส่ง (Transmitter) เสียเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งถือได้ว่าเป็นส่วนของเนื้อหาที่มีความสำคัญเนื่องจากเป็นจุดเริ่มต้นของการศึกษาที่เข้าไปถึงรายละเอียดของส่วนประกอบต่างๆของสัญญาณและระบบที่จะสร้างว่ามีคุณสมบัติเป็นอย่างไร

บทที่ 3 การประมวลผลสัญญาณเชิงเลข (Digital Signal Processing: DSP) เนื่องจากงานวิจัยที่กำลังนำเสนอเป็นการออกแบบระบบเชิงเลขที่ใช้ระบบเชิงอุปมานเป็นต้นแบบในการออกแบบ ดังนั้นเนื้อหาในบทนี้จึงแสดงถึงทฤษฎีที่แสดงความสัมพันธ์ของสัญญาณ ระบบเชิงอุปมานและสัญญาณระบบเชิงเลขเพื่อใช้ในการแปลงระหว่างสองระบบดังกล่าว

บทที่ 4 ภาษาวีเอชดีแอล (Very high speed integrated circuits Hardware Description Language) เนื่องจากงานวิจัยชิ้นนี้เป็นการสร้างสัญญาณจากระบบเชิงเลข ดังนั้นในบทนี้จึงกล่าวถึง

รายละเอียดของการออกแบบระบบเชิงเลขโดยใช้ภาษาบรรยายพฤติกรรมของฮาร์ดแวร์เป็นเครื่องมือในการออกแบบ

บทที่ 5 ลำดับขั้นการดำเนินงาน เนื้อหาของบทนี้จะกล่าวถึงลำดับขั้นของการดำเนินงานหลังจากการศึกษาหลักการและทฤษฎีของสัญญาณและระบบรวมทั้งเครื่องมือที่จะใช้ในการออกแบบ โดยเริ่มจากการออกแบบระบบในส่วนของซอร์ฟแวร์ไปจนถึงขั้นตอนสุดท้ายคือการสร้างฮาร์ดแวร์เพื่อการทดสอบคุณสมบัติของระบบ

บทที่ 6 ผลการทดลอง เนื้อหาของบทนี้จะกล่าวถึงผลของการทดลองที่ได้จากระบบฮาร์ดแวร์ต้นแบบโดยใช้เครื่องมือวัดทดสอบทางอิเล็กทรอนิกส์และนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าจริงตามคุณสมบัติที่ควรจะเป็นเพื่อการคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนของสัญญาณที่ได้จากระบบ

บทที่ 7 สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ หลังจากได้ศึกษาข้อมูล ออกแบบและทำการทดลองจนได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์และบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงบทสรุปของการวิจัยและข้อเสนอแนะจากข้อมูลที่ได้จากการทำงานวิจัยชิ้นนี้เพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่กำลังศึกษาวิจัยในเรื่องที่มีเนื้อหาคล้ายหรือใกล้เคียงกัน

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการออกแบบและสร้าง “ตัวเข้ารหัสสัญญาณภาพสีแดง เขียว น้ำเงิน เป็นสัญญาณภาพสีเบ็ดเสร็จแบบใช้วงจรเชิงเลขทั้งหมด” ซึ่งคำว่า “สัญญาณภาพสีเบ็ดเสร็จ” (Composite Color Video Signal: CCVS) เป็นชื่อที่ถูกตั้งขึ้นในช่วงของการพัฒนาระบบโทรทัศน์สี แต่ในปัจจุบันสัญญาณภาพสีเบ็ดเสร็จถูกเรียกสั้นๆว่า “สัญญาณภาพเบ็ดเสร็จ” (Composite Video with Blanking Sync: CVBS) ซึ่งในอดีตหมายถึงสัญญาณภาพขาวดำที่ประกอบด้วยสัญญาณความส่องสว่าง สัญญาณแบล้งกิ้งและสัญญาณซิงโครไนเซชั่น และปัจจุบันเป็นที่เข้าใจกันดีว่าหมายถึงสัญญาณภาพสีเบ็ดเสร็จนั่นเอง เนื่องจากในปัจจุบันไม่มีการส่งกระจายสัญญาณภาพในระบบขาวดำแล้ว แต่อย่างไรก็ตามในเนื้อความของวิทยานิพนธ์ยังคงใช้ชื่อ “สัญญาณภาพสีเบ็ดเสร็จ” ในการอธิบายเพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจในเรื่องของการจัดกลุ่มสัญญาณและจะแตกต่างจากชื่อของวิทยานิพนธ์ซึ่งใช้คำว่า “ตัวเข้ารหัสสัญญาณภาพสีแดง เขียว น้ำเงิน เป็นสัญญาณภาพเบ็ดเสร็จแบบใช้วงจรเชิงเลขทั้งหมด” ดังนั้นขอให้ทำความเข้าใจตรงส่วนนี้เพื่อไม่ให้เกิดความสับสนของการเรียกชื่อสัญญาณดังกล่าว