ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) เครื่องปรับเท่าทางเวลาประวิงของสัญญาณสี โดยใช้โพลีโนเมียลแบบเบิร์นสไตน์

แหล่งเงิน (ระบุแหล่งทุน) งบประมาณเงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์

ประจำปีงบประมาณ 2555 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 72,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2554 ถึง 30 กันยายน 2555

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัด

นางสาววันวิสา ชัชวงษ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นายวิโรจน์ พิราจเนนชัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้นำเสนอการสร้างเครื่องปรับเท่าทางเวลาประวิงของสัญญาณสี โดยใช้โพลิโนเมียลแบบเบิร์นสไตน์ เพื่อแก้ความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงของสัญญาณวิดีโอ เนื่องจากโพลิโนเมียลแบบเบิร์นสไตน์มีลักษณะเด่นในการออกแบบ คือ วงจรกรองความถี่มีความราบเรียบทางขนาด (MAXFLAT) และสามารถควบคุมคุณลักษณะได้ทั้งทางขนาด เฟส และเวลาประวิง โดยการปรับค่าพารามิเตอร์ n k และ ε ในการออกแบบวงจรปรับเท่าทางเวลาประวิงมี 2 วิธี คือการใช้โพลิโนเมียลแบบ Hurwitz ร่วมกับทฤษฎีของ J. Valand และวิธีที่สองใช้โพลิโนเมียลแบบเบิร์นสไตน์ ซึ่งพบว่าทั้งสองวิธีสามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นวงจรปรับเท่าทางเวลาประวิงของสัญญาณสีเพื่อแก้ความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ : วงจรกรองความถี่แบบแอนาลอก โพลีโนเมียลแบบเบิร์นสไตน์ วงจรปรับเท่าทางเวลาประวิง โพลีโนเมียลแบบ Hurwitz

Research Title: Delay Chrominance Equalizer using Bernstein Polynomials

Researcher: Dr. Vanvisa Chutchavong

Faculty: Engineering **Department:** Computer Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Co-Researcher: Mr. Kanok Janchitrapongvej

Faculty: Engineering **Department:** Electronics and Telecommunication Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

ABSTRACT

This research project presents the design of the chrominance delay equalizer using Bernstein polynomials for correcting the chrominance delay distortion. The Bernstein Polynomials has the best characteristics with more advantages. For example, it has a maximally flat (MAXFLAT) magnitude, a linear-phase and a maximally flat delay with parameters of n k and ε. There are two methods of the design of delay equalizer. The first one is used to the Hurwitz polynomials and J. Valand's Theory. The second one is used to the Bernstein polynomials. As the results, both methods can apply to correct the chrominance delay distortion in the color TV transmission system in good agreement.

Keywords : Analog Filter, Bernstein Polynomials, Delay Equalizer, Hurwitz Polynomials

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาเป็นอย่างดีจากรองศาสตราจารย์ ดร.กนก เจนจิระพงศ์เวช และรองศาสตราจารย์อรลาภ แสงอรุณ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ และกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์อรลาภ แสงอรุณ ที่ช่วยเหลือและให้คำแนะนำในการทดสอบและทดลองงานวิจัยนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ นายสุทธิพงษ์ พวงพยอม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิศวกรรมสารสนเทศ นายสุรศักดิ์ ชูศรีทอง นางสาวเหมือนฝัน แสงโพธิ์ และนางสาวอสมาภรณ์ สุวรรณวงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมสารสนเทศ ที่ให้ความช่วยเหลือในทุกด้านจนงานวิจัยเสร็จสมบรูณ์

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุนงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555

นางสาววันวิสา ชัชวงษ์

นายวิโรจน์ พิราจเนนชัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VI
สารบัญภาพ VII
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย 3
1.5 สมมุติฐานงานวิจัย 4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5
บทที่ 2 ผลกระทบของความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิง 7
2.1 บทนำ 7
2.2 ความไม่เท่ากันของสัญญาณสีกับสัญญาณส่องสว่าง 7
2.3 สัญญาณทดสอบมอดูเลต 20T ไซน์กำลังสองพัลส์ 9
2.4 ทฤษฎีและสูตรสำเร็จของการวัดความผิดเพี้ยนทางอัตราการขยายและเวลาประวิง 12
2.5 ผลกระทบของความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิง 16
2.6 การหาขอบภาพ 22
2.7 บทสรุป 33
บทที่ 3 โพลีโนเมียลแบบเบิร์นสไตน์ 35
3.1 บทนำ 35
3.2 โพลีโนเมียลแบบเบิร์นสไตน์ 35
3.3 การออกแบบวงจรกรองความถี่แอนาลอกโดยใช้โพลีโนเมียลแบบเบิร์นสไตน์ 39
3.4 บทสรุป 57

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การออกแบบวงจรครอสโอเวอร์เน็ตเวอร์คโดยใช้โพลีโนเมียลแบบเบิร์นสไตน์ 43

4.1 บทนำ 58

4.2 แนวความคิดการออกแบบวงจรกรองปรับเท่าทางเวลาประวิง 58

4.3 การออกแบบวงจรปรับเท่าทางเวลาประวิงโดยใช้โพลีโนเมียลแบบ Hurwitz 60

4.4 การออกแบบวงจรปรับเท่าทางเวลาประวิงโดยใช้โพลีโนเมียลแบบเบิร์นสไตน์ 78

4.5 บทสรุป 93

บทที่ 5 สรุป 94

5.1 บทสรุป 94

5.2 แนวทางในการพัฒนาต่อ 94

เอกสารอ้างอิง 96

ประวัตินักวิจัย 98

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ค่าแม่สี RGB ของภาพสี่ที่ไม่มีความผิดเพี้ยน กับ ภาพสีที่มีความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงอย่างเดียว 60ns และ 100 ns……21

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1.1 แนวความคิดของเครื่องปรับเท่าทางเวลาประวิงของสัญญาณสี 1

1.2 การแก้สัญญาณที่ผิดเพี้ยนด้วยเครื่องปรับเท่าทางเวลาประวิงของสัญญาณสี 2

1.3 ผลของการแก้สัญญาณที่ผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงด้วยเครื่องปรับเท่าทางเวลาประวิงของสัญญาณสี 2

2.1 ความไม่เท่ากันทางขนาดของสัญญาณสีกับสัญญาณส่องสว่าง…….....8

2.2 ความไม่เท่ากันทางเวลาประวิงของสัญญาณสีกับสัญญาณส่องสว่าง.....9

2.3 บล็อกไดอะแกรมการสร้างสัญญาณทดสอบมอดูเลต 20T ไซน์กำลังสองพัลส์……. 9

2.4 การรวมสัญญาณสีกับสัญญาณส่องสว่าง……..10

2.5 สเปกตรัมความถี่ของสัญญาณทดสอบมอดูเลต 20T ไซน์กำลังสองพัลส์……. 11

2.6 สัญญาณมอดูเลต 20T ไซน์กำลังสองพัลส์ที่มีความผิดเพี้ยนทางอัตราการขยายอย่างเดียว 13

2.7 สัญญาณมอดูเลต 20T ไซน์กำลังสองพัลส์ที่มีความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงอย่างเดียว.....14

2.8 สัญญาณมอดูเลต 20T ไซน์กำลังสองพัลส์ที่มีความผิดเพี้ยนทางอัตราการขยายและเวลาประวิงพร้อมกัน 16

2.9 เครื่อง PAL Television Generator TSG-271……. 17

2.10 เครื่อง Color Gain & Delay Test Set MS321A 17

2.11 โทรทัศน์สี……..17

2.12 เครื่องเล่น DVD/VCD……18

2.13 การแสดงผลกระทบของความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงอย่างเดียวที่มีต่อสัญญาณวิดีโอจริง 18

2.14 สัญญาณทดสอบมอดูเลต 20T ไซน์กำลังสองพัลส์ และภาพสีจริงที่ไม่มีความผิดเพี้ยน 19

2.15 ผลกระทบเมื่อเกิดความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงแบบ Delayed Chrominance ที่ 60 ns.....19

2.16 ผลกระทบเมื่อเกิดความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิแบบDelayed Chrominanceที่ 100 ns.....20

2.17 ผลกระทบเมื่อเกิดความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงแบบAdvanced Chrominance ที่ 60 ns 20

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

2.18 ผลกระทบเมื่อเกิดความผิดเพี้ยนทางทางเวลาประวิง Advanced Chrominance ที่ 100 ns 20

2.19 เปรียบเทียบค่าแม่สี RGB ของภาพภาพสี่ที่ไม่มีความผิดเพี้ยน กับ ภาพสีที่มีความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงอย่างเดียวที่ 60ns และ 100 ns.....21

2.20 กราฟแสดงความแตกต่างของระดับความเข้มของสี (GIMP 2004) (ก) การหาขอบด้วยวิธี Gradient method (ข)และ Laplacian method (ค).....23

2.21 บล็อกไดอะแกรมแสดงกระบวนการหาขอบภาพด้วยวิธีของ Prewitt.....23

2.22แสดงภาพที่ได้จากการหาขอบด้วยวิธี Prewitt โดยไม่มีความผิดเพี้ยน.....24

2.23 แสดงตำแหน่งของตัวแปรด้วยวิธี Prewitt.....25

2.24แสดงเทมเพลตของPrewitt.....25

2.25 แสดงภาพที่ได้จากการหาขอบด้วยวิธี Prewitt มีความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงแบบ Delayed Chrominance ที่ 100 ns.....26

2.26แสดงภาพที่ได้จากการหาขอบด้วยวิธี Prewitt มีความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงแบบ Delayed Chrominance ที่ 60 ns.....27

2.27แสดงภาพที่ได้จากการหาขอบด้วยวิธี Prewitt มีความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงแบบ Advanced Chrominance ที่ 60 ns.....28

2.28 แสดงภาพที่ได้จากการหาขอบด้วยวิธี Prewitt มีความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิง แบบ Advanced Chrominance ที่ 100 ns.....29

2.29กราฟฮิสโตแกรมของภาพแสดงการเปรียบเทียบระหว่างความสว่างต่อจำนวนพิกเซลภาพของภาพสีที่ไม่มีความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงและภาพสีที่มีความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิง.....30

2.30แสดงการเปรียบเทียบของการหาขอบภาพโดยใช้วิธีของ Prewitt ระหว่าง(ก) ภาพสีที่ไม่มีความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงและ (ข) ภาพสีที่มีความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงแบบ Delayed Chrominance ที่ 100 ns.....31

2.31แสดงการเปรียบเทียบของการหาขอบภาพโดยใช้วิธีของ Prewitt ระหว่าง (ค) ภาพสีที่ไม่มีความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงและ (ง) ภาพสีที่มีความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงแบบ Delayed Chrominance ที่ 60 ns 32

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

2.32แสดงการเปรียบเทียบของการหาขอบภาพโดยใช้วิธีของ Prewitt ระหว่าง(จ) ภาพสีที่ไม่มีความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงและ (ฉ) ภาพสีที่มีความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงแบบ Advanced Chrominance ที่ 60 ns.....32

2.33แสดงการเปรียบเทียบของการหาขอบภาพโดยใช้วิธีของ Prewitt ระหว่าง(ช) ภาพสีที่ไม่มีความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงและ (ซ) ภาพสีที่มีความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงแบบ Advanced Chrominance ที่ 100 ns....33

3.1 ฟังก์ชันความถี่ต่ำผ่าน……..36

3.2 การแปลงความถี่จาก $\Omega \to \omega$ ……..37

3.3เปรียบเทียบผลตอบสนองทางขนาดของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านแบบเบิร์นสไตน์อันดับ 2 4 และ 6…..42

3.4 เปรียบเทียบผลตอบสนองทางขนาดในหน่วยเดซิเบลของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านแบบเบิร์นสไตน์อันดับ 2 4 และ 6 42

3.5 เปรียบเทียบผลตอบสนองทางเฟสของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านแบบเบิร์นสไตน์อันดับ 2 4 และ 6.....43

3.6 เปรียบเทียบผลตอบสนองทางเวลาประวิงของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านแบบเบิร์นสไตน์อันดับ2 4 และ 6 43

3.7 การเปรียบเทียบผลตอบสนองทางขนาด เมื่อเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ ε …….. 45

3.8 การเปรียบเทียบผลตอบสนองทางขนาด (dB) เมื่อเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ ε …… 46

3.9 การเปรียบเทียบผลตอบสนองทางเฟสแบบสเกลกึ่งล็อกเมื่อเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์…….....47

3.10 การเปรียบเทียบผลตอบสนองทางเวลาประวิงแบบสเกลเชิงเส้นเมื่อเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ ε 48

3.11 แสดงการเปรียบเทียบผลตอบสนองทางขนาดของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านอันดับ 2.....49

3.12แสดงการเปรียบเทียบผลตอบสนองทางเฟสของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านอันดับ 2 50

3.13 แสดงการเปรียบเทียบผลตอบสนองทางเวลาประวิงของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านอันดับ2.....51

3.14 แสดงการเปรียบเทียบผลตอบสนองทางขนาดของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านอันดับ 4….....51

3.15 แสดงการเปรียบเทียบผลตอบสนองทางเฟสของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านอันดับ 4 53

3.16 แสดงการเปรียบเทียบผลตอบสนองทางเวลาประวิงของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านอันดับ 4.....54

3.17 แสดงการเปรียบเทียบผลตอบสนองทางขนาดของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าอันดับ 6 55

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

3.18 แสดงการเปรียบเทียบผลตอบสนองทางเฟสของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าอันดับ 6 56

3.19 แสดงการเปรียบเทียบผลตอบสนองทางเวลาประวิงของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านอันดับ 6.....57

4.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงแนวความคิดของการปรับเท่าทางเวลาประวิงของสัญญาณ.....58

4.2ตัวอย่างการแก้ความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงของสัญญาณวิดีโอที่มีความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงแบบ Delayed ที่ 100 ns และ Advance Delayed ที่ 100 ns 59

4.3กราฟแสดงผลตอบสนองทางเวลาประวิงที่เป็นด้านบวกในอุดมคติ.....60

4.4กราฟแสดงผลตอบสนองทางเฟสของทฤษฎีของ J. Valandที่เป็นด้านบวก.....62

4.5กราฟแสดงผลตอบสนองทางเวลาประวิงที่เป็นด้านบวกในอุดมคติ.....64

4.6การแสดงผลตอบสนองทางขนาดโดยใช้สมการโพลิโนเมียลแบบ Hurwitz.....66

4.7 การแสดงผลตอบสนองทางเฟสโดยใช้สมการโพลิโนเมียลแบบ Hurwitz.....66

4.8การแสดงผลตอบสนองทางเวลาประวิงโดยใช้สมการโพลิโนเมียลแบบ Hurwitz.....67

4.9กราฟแสดงผลตอบสนองทางเวลาประวิงที่เป็นด้านลบในอุดมคติ.....67

4.10แสดงผลตอบสนองทางเฟสของทฤษฎีของ J. Valand ที่เป็นด้านลบ.....69

4.11กราฟแสดงผลตอบสนองทางเวลาประวิงที่เป็นด้านลบในอุดมคติ.....70

4.12การแสดงผลตอบสนองทางขนาดโดยใช้สมการโพลิโนเมียลแบบ Hurwitz.....72

4.13 การแสดงผลตอบสนองทางเฟสโดยใช้สมการโพลิโนเมียลแบบ Hurwitz.....73

4.14 การแสดงผลตอบสนองทางเวลาประวิงโดยใช้สมการโพลิโนเมียลแบบ Hurwitz.....73

4.15 เปรียบเทียบผลตอบสนองทางเฟสของสมการฟังก์ชันถ่ายโอนอันดับที่ 4 5 6 และ 7 เมื่อ $k=1$ 76

4.16 เปรียบเทียบผลตอบสนองทางเฟสของสมการฟังก์ชันถ่ายโอนอันดับที่ 4 5 6 และ 7 เมื่อปรับเปลี่ยนค่าคงที่ k 76

417 กราฟแสดงสมการฟังก์ชันการถ่ายโอนในอุดมคติทางด้านบวก 79

4.18 แสดงผลตอบสนองทางขนาดโดยใช้สมการโพลิโนเมียลแบบเบิร์นสไตน์.....84

4.19 แสดงผลตอบสนองทางขนาด (หน่วยเดซิเบล: dB) โดยใช้สมการโพลิโนเมียลแบบเบิร์นสไตน์.....84

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.20 แสดงผลตอบสนองทางเฟสโดยใช้สมการโพลิโนเมียลแบบเบิร์นสไตน์ 85

4.21 แสดงผลตอบสนองทางเวลาประวิงโดยใช้สมการโพลิโนเมียลแบบเบิร์นสไตน์.....85

4.22กราฟแสดงสมการฟังก์ชันการถ่ายโอนในอุดมคติทางด้านลบ 86

4.23 แสดงผลตอบสนองทางขนาดโดยใช้สมการโพลิโนเมียลแบบเบิร์นสไตน์.....91

4.24 แสดงผลตอบสนองทางขนาด (หน่วยเดซิเบล:dB) โดยใช้สมการโพลิโนเมียลแบบเบิร์นสไตน์.....91

4.25 แสดงผลตอบสนองทางเฟสโดยใช้สมการโพลิโนเมียลแบบเบิร์นสไตน์ 92

4.26 แสดงผลตอบสนองทางเวลาประวิงโดยใช้สมการโพลิโนเมียลแบบเบิร์นสไตน์.....92