

ขั้นตอนวิธีในการสร้างกรีนแบบผสมโดยใช้วิธี
กระจายความคลาดเคลื่อนแบบเวียนและเมทริกซ์ขีดเริ่มเปลี่ยน

นาย สมพร สุขสวัสดิ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางภาพ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีทางการพิมพ์

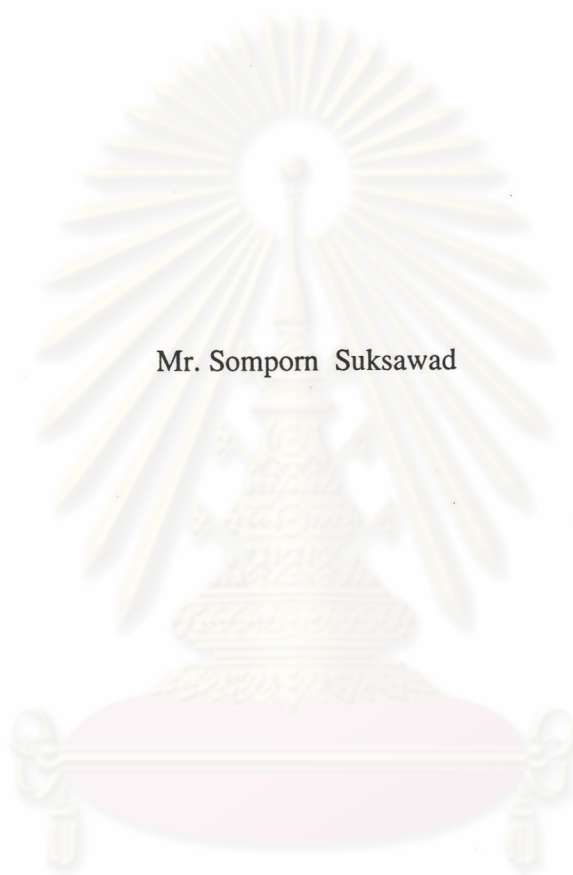
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-03-0559-8

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ALGORITHM OF HYBRID SCREEN USING
SPIRAL ERROR DIFFUSION AND THRESHOLD MATRIX



Mr. Somporn Suksawad

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Imaging Technology

Department of Imaging and Printing Technology

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2001


ISBN 974-03-0559-8


Thesis Title ALGORITHM OF HYBRID SCREEN USING SPIRAL
ERROR DIFFUSION AND THRESHOLD MATRIX
By Mr. Somporn Suksawad
Field of Study Imaging Technology
Thesis Advisor Associate Professor Aran Hansuebsai, Ph.D.


Accepted by the Faculty of Science, Chulalongkorn University in Partial
Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree



..... Dean of Faculty of Science
(Associate Professor Wanchai Phothiphichitr, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE


..... Chairman
(Professor Suda Kiatkamjornwong, Ph.D.)


..... Thesis Advisor
(Associate Professor Aran Hansuebsai, Ph.D.)


..... Member
(Associate Professor Pontawee Punggrassamee, M.S.)


..... Member
(Professor Chidchanok Lursinsap, Ph.D.)

นาย สมพร สุขสวัสดิ์ : ขั้นตอนวิธีในการสร้างสกรีนแบบผสมโดยใช้วิธีกระจายความคลาดเคลื่อนแบบเวียนและเมทริกซ์ขีดเริ่มเปลี่ยน (ALGORITHM OF HYBRID SCREEN USING SPIRAL ERROR DIFFUSION AND THRESHOLD MATRIX)

อ. ที่ปรึกษา : รศ.ดร.อรุณ หาญสืบสาย ; 70 หน้า. ISBN 974-03-0559-8.

การเลือกชนิดของสกรีนให้เหมาะสมกับระบบการพิมพ์มีความสำคัญและเป็นปัจจัยหนึ่งในการพิมพ์ภาพคุณภาพสูง การพิมพ์ภาพด้วยสกรีนที่ผสมระหว่าง AM กับ FM เป็นทางเลือกใหม่เพราะสามารถรวมเอาข้อดีของสกรีนทั้งสองเข้าไว้ด้วยกัน แต่ยังมีปัญหาเรื่องความไม่ต่อเนื่องของน้ำหนักสีที่บริเวณรอยต่อของสกรีนทั้งสอง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ปัญหาความไม่ต่อเนื่องของการผลิตน้ำหนักสีของการพิมพ์ตรงบริเวณรอยต่อ โดยออกแบบอัลกอริทึมที่ใช้วิธีกระจายความคลาดเคลื่อนแบบเวียนสำหรับสร้างสกรีนแบบ FM และใช้เมทริกซ์ขีดเริ่มเปลี่ยนในการสร้างสกรีนแบบ AM ฟังก์ชันทั้งสองสามารถทำงานเข้ากันได้เป็นอย่างดีโดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ที่มีการผสมสกรีนเกิดขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดช่วงบริเวณภาพว่าจะเป็นสกรีนแบบ AM หรือ สกรีนแบบ FM โดยใช้ฟังก์ชันเมทริกซ์แบบขีดเริ่มเปลี่ยน สำหรับการทำให้เกิดความต่อเนื่องขึ้นที่บริเวณรอยต่อนั้น อัลกอริทึมใช้เทคนิควิธีการสร้างเม็ดสกรีนขนาดเล็กของสกรีนแบบ FM กระจายตัวล้อมรอบกลุ่มของเม็ดสกรีนที่เป็นสกรีนแบบ AM ที่อยู่ตรงกลางเซลล์ของฮาล์ฟโทน ผลของการทดลองชี้ให้เห็นว่า การผลิตภาพสกรีนผสมที่ดีควรกำหนดสัดส่วนของการผสมสกรีน โดยมีจุดตัดที่ค่าข้อมูลพิกเซล (code value) ระหว่าง 180-220 ค่าสัดส่วนความละเอียด dpi/pi มากกว่า 12 และความกว้างในช่วงการผสมของสกรีนทั้งสองควรมีค่าข้อมูลพิกเซลอยู่ระหว่าง 10-30

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีทางการพิมพ์
สาขาวิชา เทคโนโลยีทางภาพ
ปีการศึกษา 2544

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

4172578523: MAJOR IMAGING TECHNOLOGY

KEY WORD: HALFTONING / HYBRID SCREEN / AM SCREEN / FM SCREEN

SOMPORN SUKSAWAD: ALGORITHM OF HYBRID SCREEN USING
SPIRAL ERROR DIFFUSION AND THRESHOLD MATRIX.

THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. ARAN HANSUEBSAI, Ph.D.,

70 pp. ISBN 974-03-0559-8.

To obtain optimum quality of printing, choosing right screen type to match printing workflow is vital in today conventional printing. Hybrid screen is an alternative method to achieve it. It is the combination of screens between AM and FM techniques. Hybrid screen, thus, includes the advantages of both screens. In contrast, there is an error of tone reproduction occurred at the boundary linkage of these different screen techniques. This research is aimed to eliminate this problem by generating an effective algorithm to smoothen tone at the boundary. The process based on spiral error diffusion and threshold matrix. As the result, it is found that Spiral Error Diffusion of FM screen is compatible together with threshold matrix of AM algorithm. This leads to control the area selection of hybrid screen, by which AM and FM screen boundary is variable. Besides, the area selection would create area banding between AM and FM screen in order to enable controlling its gradation. The proposed technique defines the cluster dots of AM to set at the center that surrounded by dispersed dots of FM. The experiment suggests that, to achieve good hybrid screen printing, the boundary cutoff be at 180-220 code value; with dpi/lpi ratio at over 12. In addition, the range of bandwidth of screen mixing area should be 10-30 code value where by FM screen falls in the highlight area category.

Department Imaging and printing technology Student's signature *Somporn Sukswad*
Field of study Imaging Technology Advisor's signature *Aran Hansuebsai*
Academic year 2001

ACKNOWLEDGMENT

First of all, I would like to express my sincere appreciation to my advisor, Associate Professor Dr. Aran Hansuebsai And Associate Professor Pontawee Pungrassamee for their kind supervision invaluable guidance for review of the thesis contents.

To Professor Dr. Yasushi Hoshino and Professor Dr. Shigeru Kitakubo of NIT university for their suggestion of hybrid algorithm at the early stage of my research work; and to Mr. Yujiro Ando for his help in basic programming with C language

I would like to thank the thesis committee for their invaluable comments; Mr. Sangob Moongmung of Mai-Thai silkscreen Co, Ltd. for his support in screen printing; Fuji Photo Film (Thailand) Co, Ltd. for the donation of image-setter films.

Thank you very much to Lecturer Dhamrongruchana Hoontrakul for his kind supports and suggestions.

Thank also goes especially to my colleagues: Roj Tharanon, Juleeporn Kunlayajitkoson, Prasit Cunthasaksiri, Supachai Theravithayangkura, Kitirochna Rattanakasamsuk who have tirelessly participated in suggestions and given me moral supports.

Finally, I wish to express my deep gratitude to my family for their love, inspiration, understanding and endless encouragement through out this entire study.

Somporn Suksawad

CONTENTS

	Page
ABSTRACT (IN THAI).....	iv
ABSTRACT (IN ENGLISH).....	v
ACKNOWLEDGMENT.....	vi
CONTENTS.....	vii
LIST OF TABLES.....	xi
LIST OF FIGURES.....	xii
CHARPTE 1 : INTRODUCTION.....	1
1.1 Scientific Rational.....	1
1.2 Objective.....	1
1.3 Scope of the Research.....	2
1.4 Content of the Thesis.....	2
CHARPTE 2 : THEORETICAL CONSIDERATIONS AND LITERATURE REVIEW.....	3
2.1 Theoretical Background.....	3
2.1.1 Halftone Model Based.....	3
2.1.2 Conventional Halftoning.....	4
2.1.3 Digital Halftone.....	4
2.1.4 Tone Equation.....	5
2.1.5 AM Screen.....	5
2.1.6 FM Screen.....	7
2.1.7 Halftone Processing.....	8

CONTENTS(continued)

	Page
2.2 Literature Review	9
CHAPTER 3 : EXPERIMENTAL	11
3.1 Hybrid Halftone Algorithm	11
3.1.1 Area selection	11
3.1.2 AM Screen Algorithm	13
3.1.3 FM Algorithm	14
3.2 Digital Workflow	15
3.3 Conventional Workflow	16
3.4 Testform and Control Strip	17
3.5 Materials.....	19
3.6 Apparatus	19
3.7 Experiment	20
3.7.1 Establishment of Skeleton.....	20
3.7.2 Compatibility of Digital Output	22
3.7.3 Compatibility of Conventional Printout.....	25
CHAPTER 4 : RESULT AND DISCUSSION	29
4.1 Analysis Method	29
4.1.1 Image output.....	29
4.1.2 Grayscale.....	29

CONTENTS(continued)

	Page
4.2 Establishment of Skeleton.....	30
4.2.1 Algorithm efficiency	30
4.2.2 Further development	30
4.3 Imagesetter Output.....	33
4.3.1 AM Screen.....	33
4.3.2 FM Screen	33
4.3.3 Hybrid Screen.....	42
4.3.4 Effective gamut	42
4.3.5 Further development	49
4.4 Conventional Printout	52
4.4.1 FM Screen with controllable dot size.....	52
4.4.2 Pilot Testform.....	52
4.4.3 Algorithm efficiency	52
CHARPTER 5 : CONCLUSIONS AND SUGGESSION	64
5.1 Conclusion.....	64
5.2 Suggestion	64
5.2.1 Expanding the effective gamut area.....	65
5.2.2 Discontinuity caused by Dot gain	65
5.2.3 The Addition of FM screen in the shadow area	66
5.2.4 Further Development in Digital Workflow.....	67

CONTENTS(continued)

	Page
REFERENCES.....	68
VITA	70



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF TABLES

Table	Page
3-1 Parameter of Establishment of skeleton.....	22
3-2 Parameter of AM algorithm	24
3-3 Parameter of FM algorithm	24
3-4 Parameter of hybrid algorithm	25
3-5 Parameter of group dot FM Algorithm at 40 lpi.	27
3-6 Parameter of group dot FM Algorithm at 80 lpi	27
3-7 Parameter of group dot FM Algorithm at 120 lpi	28
3-8 Parameter of group dot Hybrid Algorithm for printout.....	28


 ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF FIGURES

Figure	Page
2-1 Eyes MTF of human characteristic as low-pass filter	3
2-2 The model base of relative density (a) from the printout (b) perceive by Human eyes	4
2-3 Halftone component	6
2-4 The arrangement of the same dot size of FM screen.....	7
2-5 Threshold comparison with AM algorithm.....	8
2-6 Error diffusion and their weighing windows.....	9
3-1 The three areas of different screen techniques and the appropriate wide band can smoothen the gradation of screen techniques.....	12
3-2 The threshold of hybrid algorithm using for Area Selection	12
3-3 The flowchart of AM algorithm	13
3-4 Processing route and dispersing of error	14
3-5 Flowchart of FM algorithm	14
3-6 Digital workflow	16
3-7 Conventional workflow.....	16
3-8 Tested image	17
3-9 Grayscale used for evaluate by Microdensitometer	18
3-10 Control strip used for quality control in conventional printing.....	18
3-11 Pilot testform used for characterize conventional printing system	18
3-12 Workflow of Establishment of Skeleton	20
3-13 Flowchart of Establishment of Skeleton algorithm.....	21

LIST OF FIGURES(continued)

Figure	Page
3-14 Related parameters in the workflow of The Compatibility of Digital Output	22
3-15 The Compatibility of Digital Printing algorithm.	23
3-16 Workflow of the Compatibility of Conventional Printout	26
3-17 Flowchart of Compatibility of Conventional Printout	26
4-1 Halftone image on Establishment of Skeleton using (a) AM algorithm; (b) FM algorithm	31
4-2 Halftone image using hybrid algorithm on Establishment of Skeleton mixing span = 20, (a) cutoff at 200 code value; (b) cutoff at 210 code value	32
4-3 Halftone image using AM screen on Compatibility of Digital Output at 60 lpi, (a) 400 dpi; (b) 1270 dpi	34
4-4 Halftone image using AM screen on Compatibility of Digital Output at 400 dpi, (a) 60 lpi; (b) 100 lpi	35
4-5 Halftone grayscale using AM screen on Compatibility of Digital Output at 635 dpi, (a) dpi /lpi ratio = 5; (b) dpi /lpi ratio = 6; (c) dpi/lpi ratio = 7; (d) dpi/lpi ratio = 8; (e) dpi/lpi ratio = 9; (f) dpi/lpi ratio = 10.....	36
4-6 Tone reproduction of halftone grayscale using AM screen on Compatibility of Digital Output at 635 dpi, (a) dpi/lpi ratio = 5; (b) dpi/lpi ratio = 6; (c) dpi/lpi ratio = 7; (d) dpi/lpi ratio = 8; (e) dpi/lpi ratio = 9; (f) dpi/lpi ratio = 10.....	37
4-7 Halftone image using FM screen on Compatibility of Digital Output at 80 lpi, (a) 635 dpi; (b) 1270 dpi	38

LIST OF FIGURES(continued)

Figure	Page
4-8 Halftone image using FM screen on Compatibility of Digital Output at 635 dpi, (a) 40 lpi; (b) 127 lpi	39
4-9 Halftone grayscale using FM screen on Compatibility of Digital Output at 635 dpi, (a) dpi/lpi ratio = 5; (b) dpi/lpi ratio = 7; (c) dpi/lpi ratio = 9; (d) dpi/lpi ratio = 11; (e) dpi/lpi ratio = 13; (f) dpi/lpi ratio = 15.....	40
4-10 Tone reproduction of halftone grayscale using FM screen on Compatibility of Digital Output at 635 dpi, (a) dpi/lpi ratio = 5; (b) dpi/lpi ratio = 7; (c) dpi/lpi ratio = 9; (d) dpi/lpi ratio = 11; (e) dpi/lpi ratio = 13; (f) dpi/lpi ratio = 15.....	41
4-11 Halftone image using Hybrid algorithm on Compatibility of Digital Output at 635 dpi, 58 lpi, mixing span = 20, (a) highlight cutoff = 200 code value; (b) highlight cutoff = 180 code value.....	43
4-12 Halftone grayscale using Hybrid algorithm on Compatibility of Digital Output at 635 dpi, 58 lpi, Cutoff at (a) 220 code value (b) 200 code value (c) 180 code value (d) 160 code value (e) 140 code value (f) 120 code value	44
4-13 Tone reproduction of halftone grayscale using Hybrid algorithm on Compatibility of Digital Output at 635 dpi, 58 lpi, Cutoff at (a) 220 code value (b) 200 code value (c) 180 code value (d) 160 code value (e) 140 code value (f) 120 code value.....	45
4-14 Halftone image using Hybrid algorithm on Compatibility of Digital Output at 635 dpi, 58 lpi, cutoff at 200 code value, (a) mixing span = 10 (b) mixing span = 30	46

LIST OF FIGURES(continued)

Figure	Page
4-15 Halftone grayscale using Hybrid algorithm on Compatibility of Digital Output at 635 dpi, 58 lpi, (a) mixing span = 5; (b) mixing span = 10 (c) mixing span = 15 (d) mixing span = 20 (e) mixing span = 25 (d) mixing span = 30	47
4-16 Tone reproduction of halftone grayscale using Hybrid algorithm on Compatibility of Digital Output at 635 dpi, 58 lpi, (a) mixing span = 5; (b) mixing span = 10 (c) mixing span = 15 (d) mixing span = 20 (e) mixing span = 25 (d) mixing span = 30	48
4-17 Efficient Gamut and its shrinkage when using conventional printing	49
4-18 Halftone printout on Compatibility of Digital Output using 400 dpi (a)FM algorithm (b)Hybrid algorithm cutoff at 200 code value	50
4-19 Halftone printout on Compatibility of Digital Output using 635 dpi (a)FM algorithm (b)Hybrid algorithm cutoff at 200 code value	51
4-20 Halftone grayscale using FM algorithm at 40 lpi, group size: (a) 1 pixel; (b) 3 pixels; (c) 5 pixels; (d) 7 pixels; (e) 9 pixels; (f) 11 pixels; (g) 13 pixels; (h) 15 pixels; (i) 17 pixels.....	53
4-21 Tone reproduction of halftone grayscale using FM algorithm at 40 lpi, group size: (a) 1 pixel; (c) 5 pixels; (e) 9 pixels; (g) 13 pixels; (i) 17 pixels	54
4-22 Halftone grayscale using FM algorithm at 80 lpi, group size: (a) 1 pixel; (b) 3 pixels; (c) 5 pixels; (d) 7 pixels; (e) 9 pixels; (f) 11 pixels; (g) 13 pixels; (h) 15 pixels; (i) 17 pixels.....	55

LIST OF FIGURES(continued)

Figure	Page
4-23 Tone reproduction of halftone grayscale using FM algorithm at 80 lpi, group size: (a) 1 pixel; (c) 5 pixels; (e) 9 pixels; (g) 13 pixels; (i) 17 pixels	56
4-24 Halftone grayscale using FM algorithm at 120 lpi, group size: (a) 1 pixel; (b) 3 pixels; (c) 5 pixels; (d) 7 pixels; (e) 9 pixels; (f) 11 pixels; (g) 13 pixels; (h) 15 pixels; (i) 17 pixels.....	57
4-25 Tone reproduction of halftone grayscale using FM algorithm at 120 lpi, group size: (a) 1 pixel; (c) 5 pixels; (e) 9 pixels; (g) 13 pixels; (i) 17 pixels	58
4-26 Halftone pilot test form using FM algorithm at 80 lpi, group size: (a) 1 pixel; (b) 3 pixels; (c) 5 pixels; (d) 7 pixels; (e) 9 pixels; (f) 11 pixels; (g) 13 pixels; (h) 15 pixels; (i) 17 pixels	59
4-27 Halftone printout on Compatibility of Conventional Printing using (a) AM algorithm; (b) FM algorithm	60
4-28 Halftone printout using hybrid algorithm on Compatibility of Conventional Printing mixing span = 20, (a) cutoff at 200 code value; (b) cutoff at 210 code value	61
4-29 Halftone grayscale printout 1270 dpi, 80 lpi, (a) AM algorithm; (b) FM algorithm; (c) Hybrid algorithm, cutoff at 180 code value, mixing span = 20; (d) Hybrid algorithm, cutoff at 200 code value, mixing span = 20.....	62
4-30 Tone reproduction of halftone grayscale printout 1270 dpi, 80 lpi, (a) AM algorithm; (b) FM algorithm; (c) Hybrid algorithm, cutoff at 180 code value, mixing span = 20; (d) Hybrid algorithm, cutoff at 200 code value, mixing span = 20	63