ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
E41004

ENHANCED IMAGE WATERMARKING USING ADAPTIVE PREDICTION TECHNIQUES

MR. PRAT NUDKLIN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING (COMPUTER ENGINEERING)
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S UNIVERSITY OF TECHNOLOGY THONBURI
2010

ba025368

E41004

Enhanced Image Watermarking Using Adaptive Prediction Techniques

Mr. Prat Nudklin B.Eng. (Computer Engineering)

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
E41004

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment
of the Requirements for
the Degree of Master of Engineering (Computer Engineering)
Faculty of Engineering
King Mongkut's University of Technology Thonburi
2010

Thesis Committee

..... (Prof. Chidchanok Lursinsap, Ph.D.)	Chairman of Thesis Committee
..... (Assoc. Prof. Thumrongrat Amornraksa, Ph.D.)	Member & Thesis Advisor
..... (Assoc. Prof. Nopporn Chotikakamthorn, Ph.D.)	Member
..... (Asst. Prof. Natasha Dejdumrong, D. Tech. Sci)	Member
..... (Asst. Prof. Werapon Chiracharit, Ph.D.)	Member

Copyright reserved

THE NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF THAILAND
RESEARCH LIBRARY

Thesis Title	Enhanced Image Watermarking Using Adaptive Prediction Techniques
Thesis Credits	12
Candidate	Mr. Prat Nudklin
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Thumrongrat Amornraksa, Ph.D.
Program	Master of Engineering
Field of Study	Computer Engineering
Department	Computer Engineering
Faculty	Engineering
B.E.	2010

Abstract

E 41004

In this thesis, various techniques of adaptive original pixel predictions are proposed to enhance the watermark retrieval performance of the existing image watermarking method proposed by Amornraksa et al. Accordingly, our proposed methods adaptively remove one or more surrounding pixel(s) around the predicted pixel, depending on a given threshold, to improve the accuracy in the original pixel prediction process. The experimental results show the improved performance in term of the accuracy of the retrieved watermark, compared to the previous retrieval method proposed by Amornraksa et al. The robustness against attacks e.g. Gaussian noise, JPEG compression and image cropping is also evaluated and compared.

Keywords: Digital Watermarking / Adaptive Pixel Prediction / Pixel Averaging

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเพิ่มประสิทธิภาพการทำลายน้ำดิจิตอลรูปภาพโดยใช้เทคนิคการทำนายพิกเซลแบบปรับเปลี่ยนได้
หน่วยกิต	12
ผู้เขียน	นายปรัชญ์ นัคกลิ่น
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.ธำรงรัตน์ อมรรักษา
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ภาควิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะ	คณะวิศวกรรมศาสตร์
พ.ศ.	2553

บทคัดย่อ

E41004

ในวิทยานิพนธ์นี้ เทคนิคต่างๆ ในการทำนายพิกเซลแบบปรับเปลี่ยน ได้รับการพิจารณาและนำเสนอขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการกู้คืนสัญญาณลายน้ำของวิธีการทำลายน้ำของอมรรักษาและคณะ จากที่กล่าวข้างต้น วิธีการที่นำเสนอได้กำจัดพิกเซลรอบข้างโดยปรับเปลี่ยนจำนวนการกำจัดพิกเซล ได้จำนวนหนึ่งพิกเซลหรือมากกว่าที่อยู่รอบๆ พิกเซลที่ต้องการทำนายเพื่อปรับปรุงความถูกต้องในกระบวนการทำนายพิกเซลต้นฉบับ โดยการเลือกกำจัดพิกเซลข้างต้นนี้จะขึ้นอยู่กับขีดเริ่มเปลี่ยนที่กำหนดให้ ผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นในด้านความถูกต้องของสัญญาณลายน้ำที่กู้กลับคืนมา เปรียบเทียบกับวิธีการกู้คืนกับวิธีการทำลายน้ำของอมรรักษาและคณะ รวมถึงความทนทานต่อการโจมตีประเภทต่างๆ เช่น สัญญาณรบกวนแบบ Gaussian การบีบอัดข้อมูลแบบ JPEG และการตัดรูปถูกประเมินผลและเปรียบเทียบเป็นต้น

คำสำคัญ : การทำลายน้ำดิจิตอล / การทำนายพิกเซลแบบปรับเปลี่ยนได้ / การเฉลี่ยพิกเซล

ACKNOWLEDGEMENTS

First, I am most grateful to my advisor, Assoc. Prof. Thumrongrat Amornraksa, Ph.D, for his teaching, comments, suggestions, patience and encouragement during the period of my master degree. My thesis can not be successful without his support.

I would like to thanks my research committees for comments and suggestions. Their comments and suggestions are very useful to complete my thesis.

Also, thanks to all members in Multimedia Communication Laboratory for their kindness and support during the period of my thesis.

CONTENTS

	PAGE
ENGLISH ABSTRACT	ii
THAI ABSTRACT	iii
ACKNOWLEDGEMENTS	iv
CONTENTS	v
LIST OF TABLES	vii
LIST OF FIGURES	viii
CHAPTER	
1. INTRODUCTION	**1**
1.1 Introduction	1
1.2 Objective and possible approach	2
1.3 Organization of this thesis	2
2. THEORETICAL ISSUE	**3**
2.1 Digital watermarking	3
2.2 Literature review	4
2.3 Digital watermarking based on modification of image pixel	7
3. PROPOSED METHOD	**11**
3.1 Adaptive algorithm version 1	11
3.2 Adaptive algorithm version 2	14
3.3 Adaptive algorithm version 3	15
4. EXPERIMENTAL SETTINGS	**16**
4.1 Experimental conditions	16
4.1.1 Testing images in the experiment	16
4.1.2 Software and computer in the experiment	19
4.1.3 Steps of experiment	19
4.2 Evaluation of experiment	20
4.3 Analysis of threshold and total of eliminated pixels	21
4.3.1 Image variance	21
4.3.2 Local variance	22
4.3.3 Variance of local image region	24
4.3.4 Standard deviation	26
5. EXPERIMENTAL RESULT AND DISCUSSION	**29**
5.1 Parameter selection	29
5.2 Performance comparison	30
5.3 Verifying the genuine watermark	30
5.4 Robustness of the embedded watermark	33
6. CONCLUSION AND FUTURE WORK	**39**
6.1 Conclusion	39
6.2 Future work	39

REFERENCES **40**

APPENDIX

A Average PSNR value at various signal strength 42
B Threshold and number elimination 44
C A Case of attacks 56

CURRICULUM VITAE **60**

LIST OF TABLES

TABLE		PAGE
A.1	Average PSNR value at various signal strength	43
B.1	Threshold with extracted watermark logo	45
B.2	Threshold with image variance, remove up to 1	46
B.3	Threshold with image variance, remove up to 2	47
B.4	Threshold with image variance, remove up to 3	48
B.5	Threshold with image variance, remove up to 4	49
B.6	Threshold with region of image, remove up to 1	50
B.7	Threshold with region of image, remove up to 2	50
B.8	Threshold with region of image, remove up to 3	50
B.9	Threshold with region of image, remove up to 4	50
B.10	Threshold with window size of image variance, remove up to 1	51
B.11	Threshold with window size of image variance, remove up to 2	52
B.12	Threshold with window size of image variance, remove up to 3	53
B.13	Threshold with window size of image variance, remove up to 4	54
B.14	Threshold with image standard deviation, remove up to 2 couples	55
C.1	Average NC value with JPEG attack	50
C.2	Average NC value with Gaussian noise attack	50
C.3	Average NC value with Cropping attack	51

LIST OF FIGURES

FIGURE		PAGE
2.1	Watermark embedding process	8
2.2	Watermark retrieval process	10
4.1	Original testing images	18
4.2	Watermark logo	18
4.3	Average NC values obtained from four different removal techniques at various percentages of σ_B^2	22
4.4	Average NC values obtained from four different removal techniques at various sizes of window variance σ_B^2	23
4.5	The variances computed from the pixels within each region of an image	24
4.6	Average NC values obtained from four different removal techniques at various image region sizes	25
4.7	Average NC values at various percentages of σ_{B16}^2	26
4.8	Average NC values at standard deviation values	27
5.1	Average PSNR values at various signal strengths	29
5.2	Average NC values between two watermark retrieval methods at various signal strengths	30
5.3	NC values obtained from the original non-watermarked images at various signal strengths	32
5.4	Comparison of NC values between 1,000 watermarks (2 genuine and 998 random watermarks)	32
5.5	Average NC values at various variances of Gaussian noise	34
5.6	Average NC values at various JPEG image qualities	34
5.7	Average NC values at various percentages of cropping	35
5.8	Average NC values at salt pepper	36
5.9	Average NC values at blurring	36

5.10 Average NC values at brightness 37

5.11 Average NC values at contrast scaling factor 37

5.12 Average NC values at sharpening filter 38