

受入大学名	埼玉大学		
Host University	Saitama University		
外国人研究者	プラナブ クマール デュハ		
Foreign Researcher	PRANAB KUMAR DHAR		
受入研究者	島村 徹也	職名	教授
Research Advisor	SHIMAMURA Tetsuya	Position	Professor
受入学部/研究科	理工学研究科		
Faculty/Department	Graduate School of Science and Engineering		

<外国人研究者プロフィール/Profile>

国籍	バングラデシュ
Nationality	Bangladeshi
所属機関	チッタゴン工科大学
Affiliation	Chittagong University of Engineering and Technology
現在の職名	教授
Position	Professor
研究期間	2022年 10月 3日 ~ 2022年 12月31日 (90日間)
Period of Stay	90 days (October 3, 2022- December 31, 2022)
専攻分野	セキュリティとプライバシー、電子透かし
Major Field	Security and privacy, Digital Watermarking



受け入れ研究者の研究室でのプラナブ教授  
Professor Pranab working at host researcher's lab

<外国人研究者からの報告/Foreign Researcher Report>

<p><b>①研究課題 / Theme of Research</b></p> <p>Flow of image contents increases significantly due to the recent development of internet and computer networks. Accordingly, copyright protection of image contents has come to the surface as an impending challenge. In a bit to negotiate with this problem, image watermarking can be used as an indispensable tool. Since image contents often suffer from various transmission channel attacks, therefore, the method should be immune to such maladies. This research aims to suggest a blind image watermarking method based on Binomial transform (BT) and Cholesky decomposition (CD) for the copyright protection of image contents. To the best of our knowledge, this is the first image watermarking method that utilizes BT, CD, and quantization jointly.</p>
<p><b>②研究概要 / Outline of Research</b></p> <p>Initially, the watermark bits are generated from binary watermark image. The color image is then divided into R, G, and B channels. The B channel is selected and divided into <math>m \times m</math> non-overlapping blocks. BT is applied to each block of B channel to obtain BT coefficients. CD is applied on each of these blocks to get the lower triangular matrix and its transpose for each block. The watermark bits are embedded into the largest coefficient of each lower triangular matrix of each block using a new embedding equation. After inserting each modified coefficient, inverse CD and inverse BT are applied to each modified block. Finally, R, G, and modified B channels are combined to obtain the watermarked image. Watermark image can be extracted without the original image.</p>
<p><b>③研究成果 / Results of Research</b></p> <p>To assess the robustness, various image processing attacks were applied to the watermarked images. To assess the imperceptibility, structural similarity index measure (SSIM) and peak signal-to-noise ratio (PSNR) of the watermarked images were calculated. Simulation results suggested that proposed method outperforms state-of-the-art methods in terms of robustness and imperceptibility. The NC of the proposed method ranges from 0.90 to 1, in contrast to state-of-the-art methods whose NC ranges from only 0.82 to 1. The PSNR and SSIM of the proposed method range from 58.1 dB to 58.7 dB and 0.999 to 1, respectively, in contrast to state-of-the-art methods whose PSNR and SSIM range from only 37.6 dB to 55.2 dB and 0.911 to 0.996, respectively.</p>
<p><b>④今後の計画 / Further Research Plan</b></p> <p>There are several research directions for future work on the method suggested in this research. To further enhance the security, chaotic encryption will be incorporated into the proposed method. In addition, computational complexity of the proposed method will be carried out. Moreover, the proposed method will be extended for video watermarking as well. Furthermore, watermark embedding process will be modified in such a way that it can be extended for image quality assessment.</p>

< 受入研究者からの報告/Research Advisor Report >

①研究課題 / Theme of Research
電子データがサイバー空間を介して益々利用されてきている昨今において、情報セキュリティ技術は不可欠なものとなっている。本研究では、特に画像データに着目し、複製防止の観点から、画像データへの高度な電子透かし技術を検討する。これまでに、様々な手法が検討されてきているが、秘匿性高くデータを埋め込み、外からの攻撃があっても、頑強に振る舞うことのできる電子透かし技術は、まだ確立されていないといえる。そこで、本研究では、画像データに二項変換とコレスキー分解を施す、新規の方法を導出し、その有効性を検討する。
②研究指導概要 / Outline of Research
受け入れ研究者の研究室での情報収集に関しては、特定のコンピュータを利用し、固有のユーザー情報を用いてログインするなどの特異なものがあるため、そのあたりの準備段階の打ち合わせを早期に行い、また、研究面に関しては、対面での定期的な進捗情報の確認、提案する方法の新規性および有効性に関して打ち合わせを行うことで、短期間の中においても、効率的に研究が進められるように指導を行ってきた。
③研究指導成果 / Results of Research
二項変換とコレスキー分解を施す新規の画像データ用電子透かし技術を見出すことに至った。検証のためにシミュレーション実験を行ったが、ここに、従来この分野では積極的には利用されてこなかった画像品質評価方法を利用することにした。PSNRでは、従来の先端技術が37.6dBから55.2dB程度であることにに対し、提案法で58.1dBから58.7dB程度を獲得することができた。SSIMでは、従来の先端技術が0.911から0.996程度であるのに対し、提案法では0.999から1程度を獲得することができた。
④留学生交流事業の活動状況 / Activities of International Student Exchange Program
受け入れ研究者の研究室に在籍する学生と有益な議論ができた。特に、留学生においては、受け入れ研究室の卒業生からの話を聞くことは、大きな励みとなり、研究意欲の向上を大いにもたらしてくれた。また、留学生の論文の書き方やまとめ方なども、直接アドバイスしてもらい、指導教員以外の意見も聞き入れることで、留学生の研究に対する視野が格段に広がった様子がうかがえた。12月20日に外国人研究者の講演会を開催した際には、最新の電子透かし技術に関して、有意義な議論ができた。残念ながら、早稲田大学の小柴教授を訪問し、研究テーマに関して議論する予定であったことに関しては、急に小柴教授が体調を壊してしまい実現できなかったが、これを機会に先方の他の研究者との情報交換をする足掛かりにつながった。
⑤今後の計画 / Further Research Plan
本研究課題を進める中で、カオス性の利用のヒントが得られた。本研究課題終了後には、カオス技術の併用を検討する予定である。また、本研究課題の中では、静止画像データのみを対象に検討したが、動画データへの拡張も同時に検討する予定である。今後は、外国人研究者と受け入れ研究者の双方において、定期的に研究の進捗状況を報告し合う計画を立てている。



研究室講演会で発表するプラナブ教授  
Professor Pranab presenting at seminar



島村教授、研究室メンバーとプラナブ教授  
Professor Pranab with Professor Shimamura and his lab members