

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	光学的暗号化手法を用いた生体認証に関する研究
Title(English)	Study on biometric authentication based on optical encoding techniques
著者(和文)	竹田賢史
Author(English)	Masafumi Takeda
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9882号, 授与年月日:2015年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:山口 雅浩,小林 隆夫,熊澤 逸夫,伊東 利哉,小尾 高史,生源寺 類
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9882号, Conferred date:2015/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： 物理情報システム 専攻
Department of
学生氏名： 竹田 賢史
Student's Name

申請学位 (専攻分野)： 博士 (工学)
Academic Degree Requested Doctor of
指導教員 (主)： 山口 雅浩
Academic Advisor(main)
指導教員 (副)：
Academic Advisor(sub)

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は「光学的暗号化手法を用いた生体認証に関する研究」と題し、5章から構成されている。

第1章「序論」では、背景・目的について述べている。生体認証は記憶や所持の必要のない認証技術として注目を集めているが、精度や生体情報の保護など課題も存在する。本論文では、生体情報の保護に関する課題に対して、光学的暗号化手法を応用して、生体情報の保護に役立つ手法を扱う。

第2章「生体情報を鍵とする光学的暗号化手法」では、光学的暗号化手法の鍵として生体情報を用いたものの課題を指摘し、改善手法を提案した。本手法は、揺らぎのある生体情報を暗号鍵として適用が可能で、認証の際に既存の暗号理論と組み合わせることで用いることが可能である。しかし、他人の生体情報で復号したにもかかわらず平文画像に類似したパターンが見えてしまっている課題がある。この課題が平文画像の空間分布の偏りによるものであると考え、従来の平文画像のフーリエ変換プログラムを新たな平文画像として適用することを提案し、空間分布の偏りを均一化した。また、フーリエ変換プログラム平文画像は生体情報に位置ずれがある場合でも位置検出を行う必要がないという特徴も持つ。もうひとつの課題として、生体情報の位置・回転ずれを補正するためにタグ画像との相関演算を行っていることが挙げられる。回転補正では、少しずつ回転させた生体情報から生成した鍵で復号化した画像の中からタグとの相関が最も高いものを復号化画像としているため、攻撃者はタグとの相関が高いという情報を手がかりに解読できてしまう恐れがある。位置検出はフーリエ変換プログラムによって対応できるため、生体情報に回転があっても復号化できる手法として、相関フィルタの考え方を応用した回転不変暗号鍵を提案した。少しずつ回転させた生体情報を学習用情報とし、本人であれば、鋭い相関ピークが生成されるように設計し、暗号鍵を生成した。これらの手法について、平文画像のロバスト性と照合精度と他人復号化画像のランダム性を評価する実験によって成果を確認した。ランダム性の実験では、他人復号化画像がランダム画像と有意差があるかどうかを検定によって調査し、従来手法では有意差が見られたが、プログラム平文画像では有意差がないことを確認した。照合精度評価実験では、プログラム平文画像を適用すると、精度大きく低下してしまうが、2値化を行うことで、精度低下を抑えられることを確認した。回転不変暗号鍵の適用により、精度は若干悪化してしまいが、補正を行わずに復号化を行うことができる事を確認した。ロバスト性の評価では、プログラム平文画像は2値化を行うことでロバスト性をある程度維持できていることを確認した。

第3章「光学的暗号化手法を用いた生体情報の秘匿化センシング」では、光学的暗号化手法の特徴である、光の情報のまま暗号化を行うことができる特性を利用し、生体情報を光学的に暗号化した状態で取得できる手法を提案した。本手法では、デジタルホログラフィーの光学系に対し、物体光・参照光側にそれぞれ拡散板を挿入することで、光学的暗号化手法を実現し、生体情報を光学的に秘匿化した状態で取得するため、生体情報の形状等が電子データとして残らないため、生体情報が漏洩してしまう危険性を低減することが可能になる。参照光側の拡散板は暗号鍵として機能し、秘匿化した情報から生体情報を復号化するためには、あらかじめ取得しておいた暗号鍵のデジタルホログラフィーをから復号鍵の復元を行い、伝播シミュレーションを行うことで求められる。実験では、光学系を構築して秘匿化した生体情報を取得し、復号化・照合精度評価実験を行った。復号鍵の振幅成分を一定化することで、小さな振幅値での除算の影響によるエラーを抑えられることと複数の再生像を平均化することで、スペckルノイズが低減できることを確認した。照合精度評価では、スペckル低減を行うことで、よりよい精度となることを確認した。

第4章「応用例の検討」では、「生体情報を鍵とする光学的暗号化手法」や「生体情報の秘匿化センシング」を応用した生体認証システムの検討を行った。さらに、「秘匿化センシング」の真贋判定への応用についても検討を行った。

第5章「結論」では、本研究で得られた知見をもとに、光学的暗号化手法を生体認証へ応用することにより得られる利点や今後解決していく必要がある課題についての考察を述べている。

以上を要するに、本論文は生体情報を鍵とする光学的暗号化手法における安全性に関する問題の改善と光の特性を生かした生体情報の秘匿化センシングを提案するとともに、実験的にその有効性を明らかにしたものであり、工学上、並びに工業上寄与するところが大きい。よって、本論文は博士 (工学) の学位論文として価値あるものと認められる。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note: Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： 物理情報システム 専攻
Department of
学生氏名： 竹田 賢史
Student's Name

申請学位 (専攻分野)： 博士 (工学)
Academic Degree Requested Doctor of
指導教員 (主)： 山口 雅浩
Academic Advisor(main)
指導教員 (副)：
Academic Advisor(sub)

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

The title of this paper is “Biometric authentication using optical encoding method” and this paper is constructed of five chapters.

Background and objective are stated in the first chapter “Introduction”.

I point the problems of the method using biometric information as keys of optical encoding and propose the improved method in the second chapter “Optical encoding method using biometric information keys”. One of the problems is we can see the pattern looks like the plaintext image though we decrypt the encrypted information with imposter biometric information. I uniformize the spatial distributions of plaintext images applying Fourier transform hologram techniques as I have considered the reason of the problem is biased spatial distributions.

I propose Encrypted Sensing in third chapter “Encrypted sensing of biometric information using optical encoding method”. Encrypted Sensing enables us to acquire encrypted biometric information applying the feature of optical encoding method which can encrypt information as optical wave.

I examine the biometric authentication systems applying “Optical encoding method using biometric information keys” and “Encrypted sensing of biometric information” in fourth chapter “Examination of applications”.

In the final chapter, I describe the advantages of applying optical encoding method to biometric authentications and the problems that remains to be solved in the future.

In all of that, in this paper, I proposed the improvement about the security of optical encoding method using biometric information keys and the encrypted sensing of biometric information using the features of optics, even as show the effectiveness experimentally. This paper makes a significant contribution to engineering and industrials. Thus, this paper is accepted worthy as academic dissertation of doctor of engineering.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).