

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)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名		竹田 賢史	
		氏名	職名		氏名	職名	
論文審査 審査員	主査	山口 雅浩	教授	審査員	小尾 高史	准教授	
	審査員	小林 隆夫	教授		生源寺 類	静岡大学 准教授	
		熊澤 逸夫	教授				
		伊東 利哉	教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

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、まず本論文の背景として、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の点で課題が残されていると述べている。次に二重ランダム位相符号化法と呼ばれる光学的暗号化手法について概観し、生体情報の保護への応用技術の現状を整理している。そのうえで、光学的暗号化手法を用いた生体情報の保護に関する課題に関して、解読のリスクを低減するために平文の符号化方法の改善を図ること、さらに光の情報で暗号化するという特徴を生かす応用技術を開拓することの2点が本論文の目的であると述べている。

第2章「生体情報を鍵とする光学的暗号化手法」では、光学的暗号化の鍵として生体情報を用いる手法に関して従来研究の課題を指摘し、改善法を提案している。はじめに、生体情報を用いた光学的暗号化手法の原理を説明し、この手法は、揺らぎのある生体情報を暗号鍵として用いることが可能で、画像として表現された平文（平文画像）を暗号化するものであると述べている。正しく復号化を行うには本人の生体情報を復号鍵として用いる必要があるが、他人の生体情報で復号した際に平文と類似したパターンが見える場合があり、これが解読の手がかりになる可能性を指摘している。そして、この原因は平文画像の空間分布の偏りによるものであると考えられることから、空間分布の偏りを低減する方法として従来の平文画像のフーリエ変換ホログラムを新たな平文画像（ホログラム平文画像）として適用することを提案し、その効果を実験的に確認している。また、このホログラム平文画像の場合、従来の平文画像と異なり、生体情報に位置ずれがある場合でも復号化結果が位置ずれを起こさないため、位置検出が不要になるという特徴も持つと述べている。

次に、生体情報を鍵とする光学的暗号化手法におけるもう一つの課題として、生体情報の位置ずれと回転を補正するためにタグパターンとの相関演算を行っている点を挙げている。具体的には、相関演算の結果が解読の手がかりを与える恐れがあることや計算量が膨大になることが問題点であると述べている。これに対して、前述のホログラム平文画像を用いると位置検出が不要になることを利用して、相関フィルタ最適設計の考え方を応用した回転不変暗号鍵を提案し、これによって生体情報に回転があっても正しい復号化を可能にしている。

さらにこれらの手法の有効性を実験によって評価している。はじめに他人の生体情報で復号化した結果を統計的検定によって乱数列と比較し、従来手法では有意差が見られたが、ホログラム平文画像では有意差がないことを確認している。次いで照合精度の評価実験では、ホログラム平文画像や回転不変暗号鍵を適用すると若干の精度の低下が見られるが、2値化により精度低下を抑え、ロバスト性を維持できることを確認している。

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、生体情報を光学的に暗号化した状

態で取得する手法を提案している。提案手法では、デジタルホログラフィーの光学系において物体光側と参照光側にそれぞれ拡散板を挿入することで光学的な暗号化を実現している。これにより生体情報を光学的に秘匿化した状態で取得すれば、生体情報が電子データとして残らないため漏洩の危険性を低減できると述べている。さらに、秘匿化した生体情報を取得する光学系を構築し、復号化及び照合精度の評価実験を行っている。その結果、復号鍵の振幅成分を一定とする処理を加えることで復号化の際に誤差の増幅を抑えられること、また複数の再生像を平均化することでスペックルノイズを低減できることを確認している。また照合精度については、スペックル低減処理による改善効果は確認できたが、一般的な指紋センサを用いた場合には劣ることから、その原因と精度改善の方法を考察している。

第4章「応用例の検討」では、2章及び3章に述べた生体情報を鍵とする光学的暗号化手法及び生体情報の秘匿化センシングを現実のシステムに適用する場合のシステム構成や利用方法を整理し、提案した手法の優位点や課題を議論している。加えて秘匿化センシングの技術を偽造防止や真贋判定へ応用する可能性についても考察している。

第5章「結論」では、本研究で得られた知見を総括し、提案手法の有効性や今後解決が必要とされる課題についてまとめている。

以上を要するに、本論文は、光学的暗号化手法を応用した生体認証技術において安全性に関する課題の解決方法を明らかにするとともに、生体情報を光の情報として秘匿化しながらセンシングできる手法を開発したものであり、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。