

審査の結果の要旨

氏 名 村 上 隆 夫

本論文は「A Study on Optimization of Security and Convenience in Biometric Identification (IDレス生体認証における安全性と利便性の最適化に関する研究)」と題し、ユーザがIDを提示せず生体情報だけを提示することで認証が行われるIDレス生体認証について、安全性と利便性の最適化に体系的に取り組み、最適性を理論的に証明可能で実用的な数々の技術を提案している。論文の構成は「Introduction」と「Related Work」を含め7章からなる。

第1章は「Introduction (序論)」で、IDレス生体認証には安全性と利便性の両立が期待できるものの、他人受入、特に他人受入を引き起こしやすいユーザ (Wolf/Lamb)、本人拒否、生体情報の入力回数、認証時間という5つの課題が登録者数の増加に伴って顕著となることを述べ、これらを要因として含め安全性と利便性を総合的に最適化する技術の構築を本研究の目的として提示している。

第2章は「Related Work (関連研究)」で、関連研究について体系的に述べ、従来では取り組まれていない課題を明確にし、第3章から第6章までの各論に繋げている。

第3章は「Towards Optimal Sequential Fusion in Biometric Identification (IDレス生体認証における最適な逐次融合判定に向けて)」と題し、IDレス生体認証における認証精度と入力回数のトレードオフを最適化する逐次融合判定法を提案している。具体的には、データの平均観測回数を最小化可能な多重仮説検定MSPRTに着眼し、「事後確率逐次識別法 (PPSI: Posterior Probability-based Sequential Identification)」と「尤度比逐次識別法 (LRSI: Likelihood Ratio-based Sequential Identification)」を提案し、これらの最適化可能性に関する定理を証明している。さらに、実験的にも、従来手法 (OR判定) より遥かに優れた性能を示すことを検証している。

第4章は「Towards Optimal Metric Space Indexing Methods (最適な距離索引法に向けて)」と題し、認証時間を最適化するための距離索引法を提案している。具体的には、本分野の最新技術「順列索引法」などを含む「擬似スコアに基づく索引法」の検索性能を最大限に高める「事後確率検索法 (PPS: Posterior Probability-based Search)」を提案している。そして、認証時間の観点での最適性を理論的に証明するだけでなく、様々なデータセットを用いて当該性能の実験的検証にも成功している。

第5章は「Towards Optimal Sequential Indexing and Fusion in Biometric Identification (IDレス生体認証における最適な逐次索引融合判定に向けて)」と題し、IDレス生体認証における認証精度、入力回数、認証時間の最適化を目的とし、第3章の逐次融合判定と第4章の距離索引法の融合を行っている。具体的には、第4章のPPSの改良手法「事後確率逐次検索法 (PPSS: Posterior Probability-based Sequential Search)」と、検索誤り率の観点でpivot数を最適化する手法を提案し、顔と指紋の大規模データセットを用いた評価実験を通して、照合回数を大幅に削減できることを示している。

第6章は「Towards Optimal Countermeasures against Wolves and Lambs in Biometrics (生体認証におけるWolfとLambに対する最適な対策技術に向けて)」と題し、Wolf/Lambに対する安全性、本人拒否、入力回数のトレードオフを最適化する逐次融合判定法「最小尤度比逐次検証法 (MLRSV: Minimum Likelihood Ratio-based Sequential Verification)」を提案している。さらに、MLRSVが上記トレードオフを最適化できることを特定の条件下で証明し、その条件が満たされない場合に入力回数を低減する「KL距離に基づく入力順序決定法」も提案している。また、顔と指紋のデータセットを用いた評価実験により、これらの有効性を示している。

第7章は「Conclusion (結論)」で、本研究の総括を行い、将来展望も述べている。

以上これを要するに、本論文は、IDレス生体認証の普及に向けて、その安全性と利便性を最大限に高めるための幾多の最適化に世界で初めて体系的に取り組み、理論面でも実用性でも完成度の高い最適化技術を提案し、この分野の集大成としてまとめた論文であり、電子情報学、特に情報セキュリティ工学上貢献するところが少なくない。

よって本論文は博士(情報理工学)の学位請求論文として合格と認められる。