

# 論文審査の要旨および学識確認結果

| 報告番号                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 甲 第 号                                                                                                                            | 氏 名 | Kai Liu |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------|
| 論文審査担当者： 主査 慶應義塾大学教授 博士(工学) 大槻 知明                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                  |     |         |
| 副査 慶應義塾大学教授 工学博士 池原 雅章                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                  |     |         |
| 副査 慶應義塾大学准教授 博士(工学) 五十川 麻理子                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                  |     |         |
| 副査 Nanjing University of Posts and Telecommunications, Ph.D. Guan Gui                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                  |     |         |
| (論文審査の要旨)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                  |     |         |
| <p>Bachelor (Nautical Science), Master (Software Systems and Internet Technologies), Kai Liu 君提出の学位請求論文は, 「Person Identification with Deep Neural Networks: A Comparative Study of CW Radar, LiDAR, and IR Array Sensors (ディープニューラルネットワークによる人物識別: CW レーダ, LiDAR, IR アレイセンサーの比較研究)」と題し, 全5章から構成されている.</p> <p>人物識別は, 監視, ヘルスケア, ヒューマンコンピュータインタラクションなど, 多くの応用において重要な役割を果たす. しかし, 従来の RGB 画像や実態認証手段に依存した識別手法は, 暗所, 遮蔽, 偽装, 低解像度などの実環境下において精度が著しく低下するという課題がある.</p> <p>本論文では, このような制約を克服するために, CW ドップラーレーダ, IR アレイセンサー, LiDAR, およびサーマル顔画像といった非接触型センシング技術を用いた人物識別のための深層学習手法を提案している.</p> <p>第1章では, 人物識別に関する背景と, 本研究の目的および全体構成について概説している.</p> <p>第2章では, CW ドップラーレーダにより取得した心拍信号を用いた人物識別手法を提案している. 時系列分類 (InceptionTime) とスペクトログラム画像による分類 (ResNet34) を比較し, 雑音下における識別精度の向上について検討している. 生体信号をバイオメトリック特徴として活用する可能性と限界についても論じている.</p> <p>第3章では, RGB 画像, サーマル画像, および LiDAR 深度画像を用いて, 解像度や環境条件が異なる中での人物識別性能を比較している. Vision Transformer (ViT) と ResNet34 を用いた評価の結果, 遮蔽下ではサーマル画像が特に高い頑健性を示すことを確認している. また, 注意マップ解析により, センサーモダリティごとの特徴の違いも明らかにしている.</p> <p>第4章では, 複数の公開データセット (PUCV-DTF, IRIS, および自収集データ) を用いて, サーマル顔画像による識別性能を検証している. 偽装や解像度劣化といった条件下において, サーマル画像は識別に有効な特徴を保持しやすく, ResNet34 は広い条件下で安定した性能を示すことを確認している.</p> <p>第5章では, 論文全体を総括し, 今後の課題としてマルチモーダル統合による識別性能向上や, プライバシー保護に配慮したセンシングフレームワークの確立について展望を述べている.</p> <p>以上より, Kai Liu 君は, 非接触センシングと深層学習を融合した新しい人物識別手法を提案し, 複数のセンサー環境とデータセットを用いた詳細な検証により, その有効性を明らかにしている. これらの成果は, センサーベースの人物識別, マルチモーダル学習, およびインテリジェントセンシング分野において学術的・応用的に高く評価される. よって, Kai Liu 君は博士 (工学) の学位を授与するにふさわしいと認める.</p> |                                                                                                                                  |     |         |
| 学識確認結果                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員および開放環境科学特別研究第2 (情報工学専修) 科目担当者で試問を行い, 当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した.<br>また, 語学 (英語) についても十分な学力を有することを確認した. |     |         |