

【研究ノート】

# プライバシーに配慮した観光者の行動検出

—サーモグラフィカメラの応用—

Privacy-Conscious Detection of Tourist Behavior

Application of Thermographic Camera

神谷 達夫

Tatsuo Kamitani

## 要旨

本研究は、観光地やイベント会場における訪問者の行動データを効率的かつプライバシー保護の観点から収集・解析する手法を提案している。本研究では、サーモグラフィカメラを活用することで、人体の熱情報を基に個人特定を回避しながら行動データを取得可能とした。さらに、深層学習技術を用いて効率的なデータ解析を実現している。本手法は、低コストで導入可能であり、プライバシー保護と社会的受容性の両立を図ることができる。また、観光地での実用化を目指し、倫理的配慮やデザイン面の課題にも対応している。

キーワード: 行動分析, 観光者, 画像処理, 深層学習, プライバシー保護

Keywords: behavior analysis, tourist, image processing, deep learning, privacy protection

## 1. はじめに

近年、観光地やイベント会場において、訪問者の行動データを収集し分析することの重要性が高まっている。これらのデータは、観光地の効果的な運営、訪問者の満足度向上、安全対策の強化といった多様な目的で活用可能である<sup>1-3)</sup>。しかし、行動データの収集において、個人のプライバシーに関する課題が顕在化しており、これに対応する技術的解決策が求められている。

従来の画像解析を用いた行動データの収集手法は、訪問者の個人情報をも特定可能なデータを扱うため、プライバシー保護の観点から多くの課題を抱えていた<sup>4)</sup>。本研究では、訪問者を特定することなく行動データを収集する手段として、サーモグラフィカメラの導入を検討した。サーモグラフィカメラは、人体の熱を基に画像を取得するため、個人を特定することが不可能であり、プライバシー保護

に優れた特徴を有している。この特性により、プライバシー問題を回避しながら効率的なデータ収集が可能となる。

さらに、収集したデータを効率的に処理するために深層学習技術を採用した。深層学習は高精度で複雑なデータ処理を実現できる手法であり、近年多くの分野で活用が進んでいる。本研究では、TensorFlow と Keras を用いて既存のプログラムを応用し、高精度かつ効率的な解析を行った。

本研究の目的は、サーモグラフィカメラを活用した新たな行動データ収集手法を検証し、観光地やイベント会場におけるプライバシー保護型データ解析システムの可能性を示すことである。本稿では、これらの目的を達成するために行った取り組みとその成果について述べる。

## 2. サーモグラフィカメラの構成

本研究では、高価なサーモグラフィカメラを購入することは予算の制約上困難であった。しかし、機器の温度確認用として市販されている安価なサーモグラフィカメラが利用可能であることが分かった。このカメラは、簡易的に機器の温度を測定するために設計されているが、撮影された画像を直接コンピュータに転送する機能を有していない。使用したサーモグラフィカメラは、AMG8833 モジュールをした Kknoon 製で、その外観を図 1 に示す。

このサーモグラフィカメラは、電源を入れると、センサ側(表面)の平面で表現した温度分布を測定し、ディスプレイ(裏面)に結果を表示する。

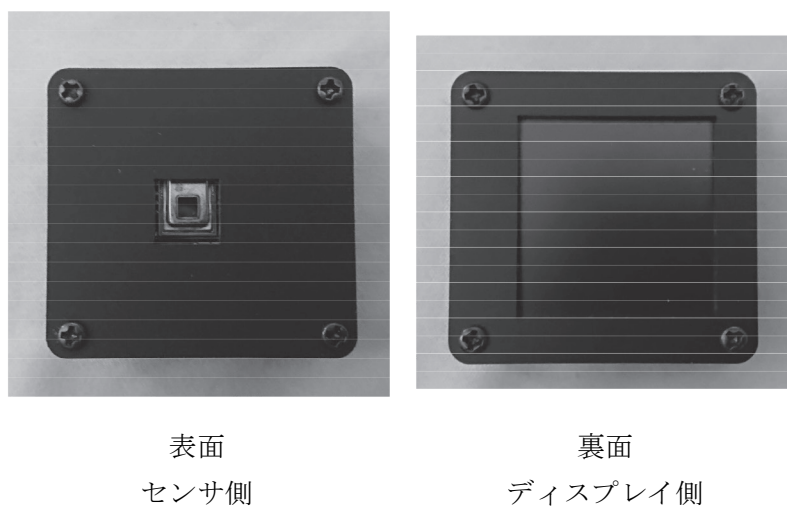


図 1. サーモグラフィカメラ

この課題を解決するため、USB カメラを用いてサーモグラフィカメラの背面に表示される画像を撮影し、コンピュータに入力する方法を採用した。USB カメラは、ELPCAM 製グローバルシャッター USB カメラである。USB カメラの設置構成を図 2 に示す。この方法により、安価なサーモグラフィ

カメラでも画像データを解析に利用可能とする仕組みを構築することができた。

USB カメラには、工業用として広く用いられているタイプを選定した。このカメラは C マウントのレンズを装着でき、近距離の被写体を高精度に撮影可能なマクロ撮影機能を有している。この特性により、サーモグラフィカメラの背面ディスプレイに表示される画像を良好な画質で取得し、コンピュータ内に取り込むことが可能となった。また、USB カメラのデータ転送は標準的なインターフェースを使用しており、追加の特殊な設定を必要としない点も利便性が高い。

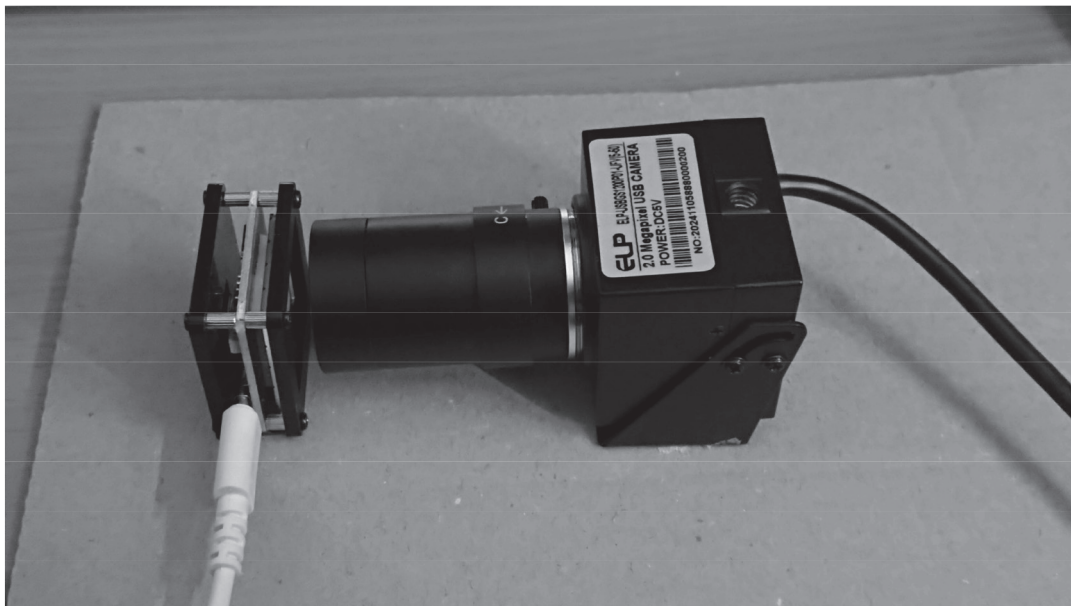


図 2. サーモグラフィカメラシステム

さらに、本システムは適切な筐体に収めることで、外観からはカメラであることが認識されにくい構造となっている。このため、観測対象者に与える心理的な影響が少なく、自然な行動を記録することが可能である点が大きな利点である。

本構成の費用は非常に安価である。具体的には、サーモグラフィカメラが約 8000 円、USB カメラがレンズ付きで約 12000 円であり、合計で約 2 万円で構築可能であった。このように低コストでサーモグラフィカメラを構築できたことは、導入のハードルを大きく下げる結果となり、今後のさらなる活用が期待される。

図 3 にこのカメラシステムを使用して取得した画像の例を示す。この図は、カメラシステムの正面に人が居る場合の画像である。サーモグラフィカメラの特性により、対象者を特定することなく、人体の熱を基にした特徴的な画像を取得することが可能である。この画像を解析することで、観測対象の行動や位置情報を精度よく記録できることが確認された。

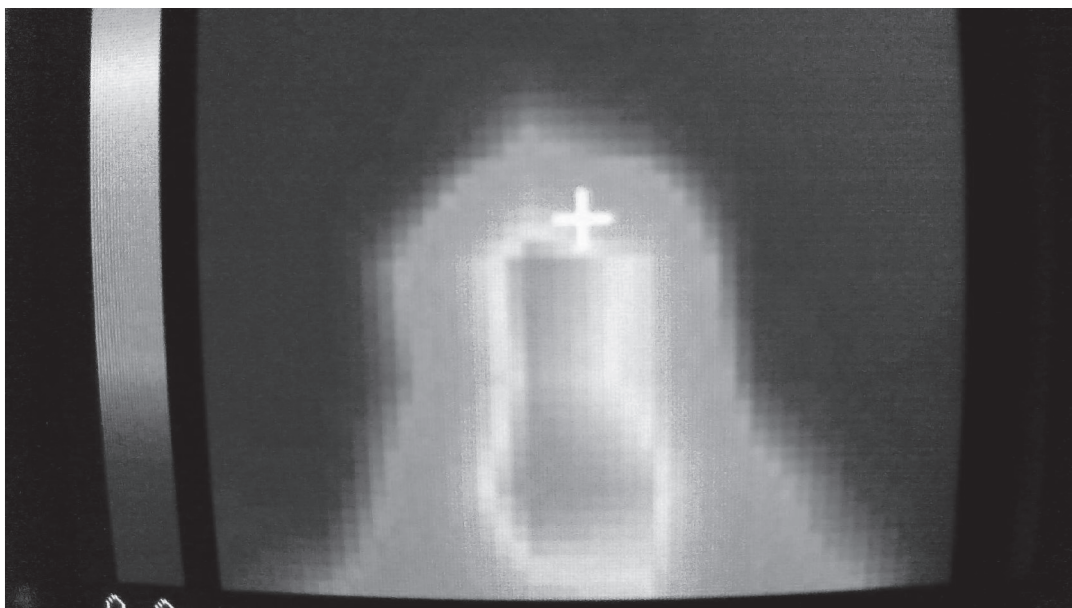


図 3 取得した画像

### 3. 深層学習による解析手法

本研究では、サーモグラフィカメラから取得した画像データを解析するために、深層学習技術を採用した。使用したプログラムは、TensorFlow と Keras を用いて構築されたものであり、昨年度の研究で用いたものと同じものである<sup>4)</sup>。このプログラムは、既存のモデルを簡便に利用可能であり、アルゴリズムの詳細を調整することなく結果を得ることができる点で有用である。

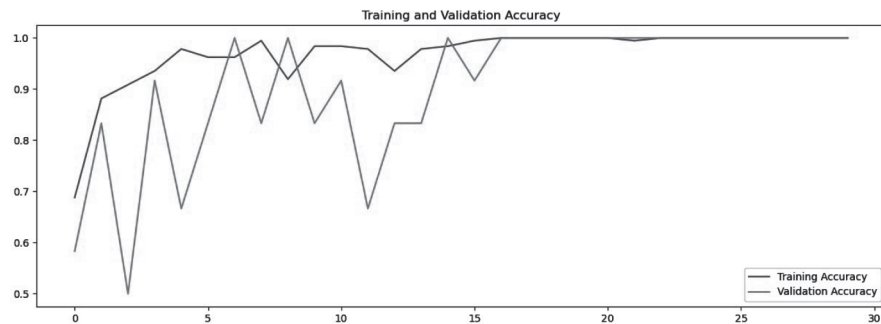
今回使用した画像データは、サーモグラフィカメラによる撮影範囲が限定的であるため、特別な前処理を施すことなくそのまま利用した。これにより、データの準備工程を簡素化し、迅速な解析を実現した。

習データとしては、人が居る場合の画像 20 枚と人が居ない場合の画像 20 枚を使用した。また、検証（validation）のために別途撮影した人が居る場合の画像 6 枚と人が居ない場合の画像 6 枚を用いた。これらのデータを基に学習を進めた結果、22 回目のエポックで精度（Accuracy）が 1 に達した。図 4 に学習および検証結果のグラフを示す。

図 4 から分かるように、モデルの学習は非常にスムーズであり、大きな課題や複雑な違いがない場合でも、十分に高精度な判別モデルを簡単に構築することができた。これは、サーモグラフィカメラによる画像データが判別に適した特徴を持っていること、および使用した深層学習アルゴリズムが有効であったことを示している。

本手法の利点として、特別なアルゴリズムの吟味や大規模なデータセットが必要なく、少ないデータで高精度な結果を得られる点が挙げられる。また、このような簡便なアプローチにより、観光地や

イベント会場など、設置条件が制約される現場においても、迅速かつ効率的なデータ解析を行うことが可能となった。



## 4. プライバシー保護と社会的受容性

### 4.1 サーモグラフィカメラの社会的受容性

本研究で用いたサーモグラフィカメラは、人体の熱を基に画像を取得する仕組みであるため、個人を特定することが不可能であり、通常のカメラと比較してプライバシーに関する問題が大幅に軽減される。この特性により、サーモグラフィカメラは社会的受容性が高いと言える。プライバシー保護への配慮が求められる現代において、このようなカメラの使用は、観光地やイベント会場などでの行動データ収集において有効な選択肢となる。

さらに、従来のカメラに対して強い抵抗感を持つ場合でも、サーモグラフィカメラであれば受け入れられる可能性が高い。この点は、観測対象者が心理的な負担を感じることなく、自然な行動を記録することが可能であるという利点につながる。

### 4.2 データ利用に関する倫理的問題

サーモグラフィカメラは、個人を特定できないという特性を持つため、通常のカメラに比べて倫理的問題が少ないと考えられる。しかしながら、データをどのように利用するかについては引き続き慎重な検討が必要である。特に、観光地や公共の場で取得されたデータが、他の用途に悪用される可能性を完全に排除するために、データの取り扱いに関する明確なポリシーを定める必要がある。

例えば、取得したデータは解析目的に限定し、第三者への提供や個人を特定するような試みを禁止することが求められる。また、利用目的を透明化し、観光地の管理者や来訪者に対して適切に説明を行うことも重要である。

#### 4.3 観光地での導入時の課題と解決策

観光地やイベント会場におけるサーモグラフィカメラの導入には、いくつかの課題が存在する。中でも大きな課題は、サーモグラフィカメラが「カメラではない」ということを認識してもらう点である。通常のカメラのように見える外形は、プライバシーに関する誤解や懸念を生じさせる可能性がある。

この課題に対処するためには、カメラらしさを排除した外形に設計することが必要である。例えば、筐体のデザインをカメラ以外の機器やセンサーのような外観にすることで、観測対象者がサーモグラフィカメラに対して不必要な心理的抵抗を抱かないように配慮することが考えられる。今回使用したサーモグラフィカメラは、大きな撮影用のレンズを持たないため、機器の外側にレンズらしきものを出す必要がない。したがって、通常のカメラをなんらかの筐体に入れてカモフラージュするよりカメラらしさを排除したデザインを実現することが容易である。

また、現場で使用する際には、カメラが人の特定を目的としていないことを明確に説明し、適切な情報共有を行うことが効果的である。

#### 《参考文献》

- (1) 神谷 達夫, 位置情報データを活用した観光地指標 : 海の京都観光圏 Wi-Fi パケットセンサーの情報量解析から, 日本観光学会誌, No. 59, pp.41-48 (2018)
- (2) 神谷 達夫, コロナ禍における観光者の行動分析に関する試みーイル未来と 2021 イベントにおける電子行燈の運用ー, 福知山公立大学研究紀要, Vol.6, No. 1, p.63-76 (2022)
- (3) 神谷 達夫, 自動取得された移動軌跡による観光者行動の分析ーコロナ禍に対応した機器の実証実験ー, 日本観光学会誌, Vol.23, No. 1, pp50-60 (2023)
- (4) 神谷 達夫, 画像解析による観光者行動の分析の試みーイル未来と 2023 イベント会場での基礎実験ー, 福知山公立大学研究紀要, Vol.8, No. 1, pp.187-194 (2024)