

|              |                                                                                   |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | 多様な公共空間における感情品質と空間特性の関<br>係に関する研究—マルチタイプデータを用いた機<br>械分類法                          |
| Author(s)    | 李, 睿煊                                                                             |
| Citation     |                                                                                   |
| Issue Date   | 2023-03                                                                           |
| Type         | Thesis or Dissertation                                                            |
| Text version | ETD                                                                               |
| URL          | <a href="http://hdl.handle.net/10119/18404">http://hdl.handle.net/10119/18404</a> |
| Rights       |                                                                                   |
| Description  | Supervisor: 由井蘭隆也, 先端科学技術研究科,<br>博士                                               |

|               |                                                                                                                                                                                                                        |                              |     |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----|
| 氏 名           | LI, Ruixuan                                                                                                                                                                                                            |                              |     |
| 学 位 の 種 類     | 博士（知識科学）                                                                                                                                                                                                               |                              |     |
| 学 位 記 番 号     | 博知第 321 号                                                                                                                                                                                                              |                              |     |
| 学 位 授 与 年 月 日 | 令和 5 年 3 月 24 日                                                                                                                                                                                                        |                              |     |
| 論 文 題 目       | A Study of Relationship between Emotion-Eliciting Quality and Spatial Features in Multi-type Public Spaces — A Machine Classification Approach with Multi-type Data（多様な公共空間における感情品質と空間特性の関係に関する研究—マルチタイプデータを用いた機械分類法—） |                              |     |
| 論 文 審 査 委 員   | 由井 薊 隆也                                                                                                                                                                                                                | 北陸先端科学技術大学院大学                | 教授  |
|               | HUYNH Van Nam                                                                                                                                                                                                          | 同                            | 教授  |
|               | 宮田 一乗                                                                                                                                                                                                                  | 同                            | 教授  |
|               | 郷右近 英臣                                                                                                                                                                                                                 | 同                            | 准教授 |
|               | 橋本 喜代太                                                                                                                                                                                                                 | Prince of Songkla University | 教授  |

## 論文の内容の要旨

A fundamental problem urban public space designers face is evaluating the spaces having been used for many years. They must develop a reasonable plan that meets the needs of citizens. The classification of emotion elicitation and features of public spaces is an effective method to evaluate the quality of public space and support urban design and decision.

Related studies built several samples of user emotion classification models in public spaces. However, these models' application scope and recognition ability could be improved. In addition, these studies did not answer the quantitative relationship between spatial features and user emotions.

The main goal of this study is to analyze the relationship between users' emotional responses and the features of multi-type public spaces. Furthermore, the main goal was divided into three sub-goals: 1) building an emotion-eliciting quality classification model for multi-types of spaces; 2) extracting the main quantitative features of multi-type public spaces with positive emotional responses; 3) comparing the similarities and differences in the features of public spaces between Japan and China based on users' emotional response.

The study for sub-goal 1 is to build emotion classification models suitable for multi-type spaces using physiological data. To improve the classification accuracy, we chose the ensemble classifiers. The results demonstrate that the highest recognition accuracy of the binary classification model was 94.29%, and the highest accuracy of external validation was 80.90%. In addition, we introduced the synthetic minority oversampling technique (SMOTE) to solve the dataset's problem of too few negative emotion samples. This technology also improved the model's adaptability and met the basic requirements of multi-type public space evaluation.

The study for sub-goal 2 is to extract the main physical and image features of multi-type public spaces for positive emotions. We perform semantic segmentation on spatial photos by introducing a fully convolutional neural network (FCN). Then we obtained the five clusters with different features by two-step cluster analysis. By comparing the value ranges of these spatial features, we got the main spatial features that affect users' emotions.

The study for sub-goal 3 analyzed the similarities and differences in the features between Japan and China by comparing the data on the public spaces' physical, image, and perceptual features. The results show that 1) the differences between Japan and China are more than similarities in the 25 features; 2) the spatial scale, boundary, and continuity of space were the main features that affect the difference between them.

The study results for sub-goal 1 improved the ability of the emotion-eliciting quality classification model, which might contribute to specific urban design practices. The study results for sub-goal 2 found the quantitative features of multi-types of positive spaces, which might be valuable for urban design. And the results of the study for sub-goal 3 explained the similarities and differences in the spatial features between Japan and China from quantitative physical, image, and perceptual features.

In sum, we not only make it clear that there is an association between the features of public space and the emotional response of users but also that different public spaces will have similar results for users. Furthermore, we improved the classification model sample of the emotion-eliciting quality of public space that might be used in practice. We found the quantitative relationship between user emotions and positive spaces, which provides data-based evidence for understanding the relationship between people and space and designing public spaces suitable for human emotions.

**Keywords:** Multi-type public spaces, Physiological signals, User emotions, Spatial features, Classification models.

## 論文審査の結果の要旨

都市や建築の設計において、人々の生活の質を支援するためには感情的な要素を考慮する必要がある。公共空間の品質を理解するために、アンケートやインタビューといった手法が用いられてきた。一方、生体信号を用いた感情コンピューティングや画像データを用いたイメージ意味解析技術が発達してきている。その中、本研究は、現実空間で収集された複雑・多様なデータに対して、感情コンピューティング・イメージ意味解析技術を組み合わせた機械学習・統計処理を用いて、人々の感情に及ぼす要因と空間特徴の関係を探究した研究である。

具体的に、日本の石川県、金沢市・野々市市・能美市にある 5 ヶ所、中国の遼寧省・大連市にある 5 ヶ所、合計 10 ヶ所の公共空間（大学キャンパス、住宅地、公園など）においてデータ収集を行った。それぞれの公共空間に設定されたルート上を研究協力者（日本  $n=9$ , 中国  $n=11$ ）が歩いた際の生体信号（EDA, ECG, EMG）を記録すると共に、4 つの区間ごとに感情評価アンケートや感性評価アンケートを収集した。また、それぞれのルートを研究者が歩いて、定間隔で得た画像を収集した。これらデータをもとにした機械学習や統計分析によって、次の研究成果を得ている。

(1) 生体信号データと感情評価値を用いた感情推定器の作成は、評価値のアンバランスを考慮した SMOTE 処理を行い、二値（Positive, Negative）、三値（二値+Neutral）、そして五値を出力とした。様々な機械学習の手法を用いて、比較した結果、二値に対する感情推定器（ニューラルネットワーク）は高い正解率 94.3%（先行研究よりは良好な結果）を得ることを実現した。ただし、新しいデータ入力に対しては正解率 80.9%であった。(2) 高い肯定的な印象をもつ 9 つの空間特徴（木や草などの緑要素、木の縦横比率、建物の縦横比率など）を統計抽出し、その特徴を用いて複数の公共空間の違いを比較可能とした。(3) 日本と中国の公共空間の違いを統計抽出した特徴 25 個（物理特徴 13 個、イメージ特徴 4 個、認識特徴 8 個）を用いて定量的に分析比較し、19 の特徴が異なることを見出し、日本と中国の公共空間デザインの違いを定量的な空間特徴を用いて考察した。

以上、本論文は、実空間における複雑・多様なデータに対して機械学習・統計処理を駆使し、公共空間における感情品質と空間特性の関係をデザイン知識としてまとめあげた成果であり、学術的に貢献するところが大きい。よって博士（知識科学）の学位論文として十分価値あるものと認めた。