

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	行動モニタリングデータを用いた行動解析・評価技術に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	金子弘幸
Author(English)	Hiroyuki Kaneko
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10670号, 授与年月日:2017年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:大佛 俊泰,灘岡 和夫,樋口 洋一郎,三上 貴正,鍵 直樹
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10670号, Conferred date:2017/9/20, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

(論文博士)

論 文 要 旨 (和文2000字程度)

報告番号	乙 第	号	氏 名	金子 弘幸
<p>(要 旨)</p> <p>合理的な建築計画の立案を行う上で、空間内の活用状況や利用者の動きについて根拠となるデータを得ることは重要な課題である。従来、利用者行動をデータ化するには、調査員による追跡調査や目視調査による人的作業に頼ることが多く、作業負荷の低減や測定精度の向上が課題であった。そのため、様々な位置測位技術の活用が模索されてきた。中でも、レーザセンサを用いた行動モニタリング技術（レーザ計測）は、測位精度の高さやプライバシー保護に優れている点から実務活用の期待度は高い。しかし、実用的な活用には、着座状態が検知できない、交流状態を把握できない等、ワークプレイス調査への活用促進には技術的に不十分な面がある。また、計測データが膨大なため時間帯別の特徴把握が難しい、時間-空間の相関的な理解が難しい、大量の軌跡群を分類し、その特徴を整理・理解する手作業が煩雑である、等々、大規模データの特性を簡便に解釈するにも技術的に不十分な面がある。</p> <p>このように、幾つかの技術的課題が残されていることから、本研究では、オフィス調査におけるレーザ計測技術の適用範囲を拡張する、集めたデータを要約・分類してわかりやすく見せる表現法を整備するといった目的を達成するため、オフィス内での計測に必要な着座・交流の推定手法と、計測した大規模データを要約・分類してわかりやすく見せる表現手法を提案し、実測データを用いて手法の有用性の検証を行うことを目的とする。</p> <p>第1章 序論</p> <p>空間内の活動状況や利用者の動きに関するデータを得ることの重要性と、レーザ計測による行動モニタリングデータの有用性について概説し、実用的に活用するための問題点を整理することで本研究の背景を述べる。さらに、研究の目的、論文の構成を概説する。</p> <p>第2章 着座状態推定手法</p> <p>レーザ計測では140cm程度の高さの水平断面を計測するため、着座状態の人を直接計測できないという課題に対し、歩行軌跡の端点に着席-離席、入室-退出などの行動タグを付与して、断片化した歩行軌跡を効率的に連結することで、着座状態を推定する手法を提案する。歩行軌跡群の連結の組合せは無数に存在し、手作業で行うには限界があることから、遺伝的アルゴリズムを用いて効率的に連結する手法を提示する。さらに、小規模オフィスにおける着座の目視判定データと比較することで、提案手法の有用性を示す。</p> <p>第3章 交流状態推定手法</p> <p>オフィス内での交流状態を判定するという課題に対し、まず対面状態（接近している状態）にある</p>				

ことを毎秒について推定し、この状態が一定時間連続していれば交流状態にあると判断する手法を提案する。対面状態の判定は、対人距離や位置関係などの4つの説明変数を有するロジスティック回帰モデルにより分析し、交流状態の目視判定データと比較することで、対面状態を良好に推定できることを示す。さらに、一定時間連続している交流状態についても、距離・継続時間の条件を付加することで判定可能であることを示す。

第4章 時間帯抽出のための表現手法

時間帯に応じて大きく変動する活動特性をわかりやすく理解するという課題に対し、原データに備わる平均情報量をなるべく損なわないように時間帯の境界を設定する手法を提案する。具体的には、同じ活動特性が同じ時間帯区分にまとまるように、区分境界を確率的に変更する操作を繰り返し、統計的に有意な時間帯を抽出することで、オフィスワークの活動特性を表現する手法を提案する。さらに、速度情報を考慮すれば、移動・滞留（会話）も表現することができ、表現能力が向上することを示す。

第5章 シーン抽出のための表現手法

自然言語処理分野で用いられる、「文書」と「単語」の同時生起性から「概念」を獲得するという分析手法を応用して、行動モニタリングデータに潜在する活動シーンを抽出する手法を提案する。具体的には、「文書＝時刻情報、単語＝空間情報、概念＝シーン」というアナロジーを用いて、時刻情報、空間情報、速度情報の同時生起性から潜在クラスとしての活動シーンを抽出し、時空間パターンを表現する手法を構築する。

第6章 軌跡パターンの分類手法

移動・滞留が様々に異なる大量の歩行者を、ひとつひとつ目視で分類することには大きな労力を伴うという課題に対して、これらを自動的に機械分類する手法を提案する。具体的には、機械学習のひとつである制限付きボルツマンマシンを用いて、移動方向・滞留場所を記述する入力データから潜在パターンの特徴を自動的に抽出し、大量の歩行者軌跡からなる行動モニタリングデータを機械分類する手法を提案する。さらに、病衣の外来待合エリアにおける歩行者軌跡の目視判定データと比較することで、提案手法の有用性を示す。

第7章 結論

本論文の主要な研究成果をまとめ、行動モニタリングデータを用いた行動解析・評価技術を活用するための今後の課題と展開について整理する。

備考：論文要旨は、和文2000字と英文300語を1部ずつ提出するか、もしくは英文800語を1部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(論文博士)

論 文 要 旨 (英 文)

(300語程度)

(Summary)

報告番号	乙 第	号	氏 名	金子 弘幸
------	-----	---	-----	-------

(要 旨)

The trajectory analysis of pedestrians using the people tracking system of laser scanners, which is excellent in accuracy of positioning and privacy protection, is an effective approach for understanding the usage of facility spaces. However, there are problems to be solved practically as follows:

Firstly, since the horizontal laser scanners cannot detect sitting workers, it is difficult to apply them for investigation of practical office-workers activities. Secondly, since a large amount of trajectory data requires enormous effort to overlook the characteristics of the workplace, it is necessary to represent them on maps so that the relationships between spatial and temporal features can be understood clearly to comprehend the characteristics of their working style. Thirdly, it requires a heavy load for manually extracting the features from pedestrian trajectories and classifying them into characterized patterns. Hence, it is highly desirable to achieve this task automatically.

In this paper, several models are proposed and numerical studies demonstrate the usefulness of these proposed models as follows:

Firstly, "sitting estimation model" is proposed, which estimates sitting-and-moving behavior by efficiently concatenating fragmented trajectories using genetic algorithm. Secondly, "conversational interaction estimation model" is proposed for finding the face-to-face communication with the interpersonal distance, the positional relationship and so on, and determining the conversational interaction with the duration. Thirdly, "time zone extraction model" is proposed to classify the daily activities into appropriate time sizes by appropriately changing the graph boundary line using an information loss minimization model. Fourthly, "day scene extraction model" is proposed, which expresses characteristic spatio-temporal patterns for simultaneous occurrence of time, spatial and walking speed information using probabilistic latent semantic analysis. Finally, "trajectory pattern classification model" is proposed, in which features are automatically extracted from pedestrian trajectory data in the hospital outpatient waiting rooms and classified according to characterized behavior patterns using restricted Boltzmann machines.

備考：論文要旨は、和文2000字と英文300語を1部ずつ提出するか、もしくは英文800語を1部提出してください。

Note: Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).