

# 足音の音響情報分析と検討

5G-7

尾辻 真広  
東京工芸大学工学研究科

佐藤 真知子  
東京工芸大学工学部

## 1 はじめに

現在、指紋や声紋、眼球の虹彩や網膜などの身体特徴を用いた個人識別システムが開発されているが、本稿では歩行音から個人識別が可能であるかを検討する。人間の足音の音響情報に注目し、これから指紋や声紋のような個人特徴を抽出できるかを調べた。足音から得られる個人特徴を画像から得られる歩行動作特徴と組み合わせることにより、歩行による個人識別を可能とすることが目的である。

## 2 予備実験

まず、足音のみの音響情報を分析するために無響室（NTT武蔵野研究所）で実験を試みた。

条件は、

- ・履物は革靴と下駄を用いた。
- ・マイクの位置として、1つは被験者の足首に直接付け、2つ目は被験者から1m離れた所に設置した。
- ・スペースに限度があるため、その場で足踏みをしてもらう。

とし、被験者の歩行音を20秒程度、DATレコーダに録音し、標本化周波数16KHz、量子化数16bitで、コンピュータに取り込んだ。このデータの周波数特性の例を図1、図2に、また時系列データから1歩ごとにかかる時間を求めた結果を図3、図4に示す。図1、図2より周波数特性はピーク値の大きさに被験者ごとの差は見られるが、個人特徴というより、むしろ、履物の違いを表しているものと考えられる。これに対し、図3、図4は1歩ごとにかかる時間には被験者ごとの差があることを示している。

## 3 実験

予備実験から、足音の個人特徴は歩行のリズムを決める1歩ごとにかかる時間に表れる可能性が高い

A study of the acoustic characteristics of the human footsteps

Masahiro Otsuji\*, Machiko Sato\*\*

Graduate School of Engineering, Tokyo Institute of Polytechnics\*

Department of Engineering, Tokyo Institute of Polytechnics\*\*

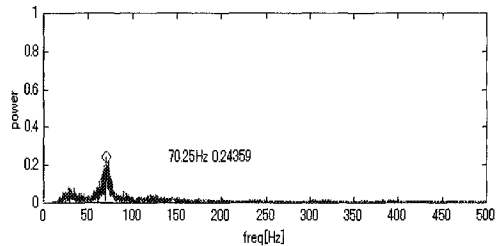


図1 被験者1 足音の周波数分布(革靴)

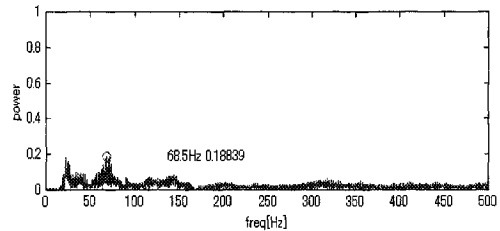


図2 被験者1 足音の周波数分布(下駄)

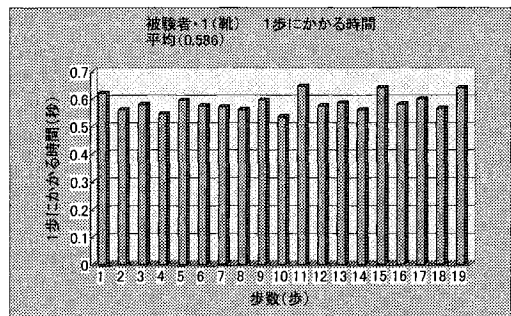


図3 1歩にかかる時間(被験者1 革靴)

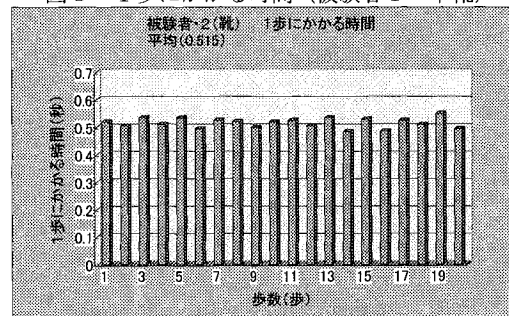


図4 1歩にかかる時間(被験者2 革靴)

ことが分かった。これは音圧の時系列データからピーク間の時間間隔を測定することで得られるので、雑音や反響音の影響はさほど受けないと考えられる。そこで、今度は雑音の少ない時間に教室で実験を行った。

条件は、

- ・履物は革靴と下駄を用いる。(予備実験と同じ)
- ・足踏みではなく、約6mの教壇上を歩いてもらう。
- ・マイクは被験者に直に付けるのではなく、教壇の中間の所に置き、マイクの高さは教壇の高さと同じ高さに設置する。

とした。

録音、データ処理の方法は前節に記述した通りである。ただし、今回は周波数特性を求めず、歩行リズムに関係すると思われる、1歩ごとの平均時間、その標準偏差、右足を軸として左足を踏み出す場合の1歩の平均時間(同様に、左足を軸として右足を踏み出す場合の1歩の平均時間)、その時間差、音圧の平均値を求めた。

#### 4 考察

図5-aは1歩にかかる平均時間を横軸に、左足を踏み出す一歩と右足を踏み出す1歩の平均時間の差を縦軸とする平面に被験者のデータをプロットしたものである。また、図5-bは1歩にかかる平均時間と、音圧の平均値を表す平面に被験者のデータをプロットしたものである。これらから、この3つのパラメータは個人の歩行音の特徴を大まかに捉えていると考えられる。

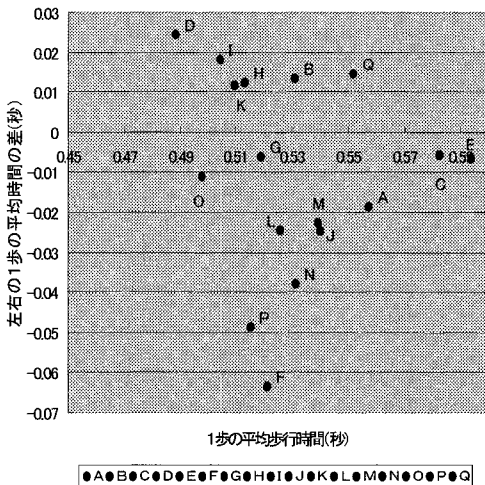


図5-a 平均歩行時間と左右の平均時間差のパラメータを用いた被験者(A~Q)の分布

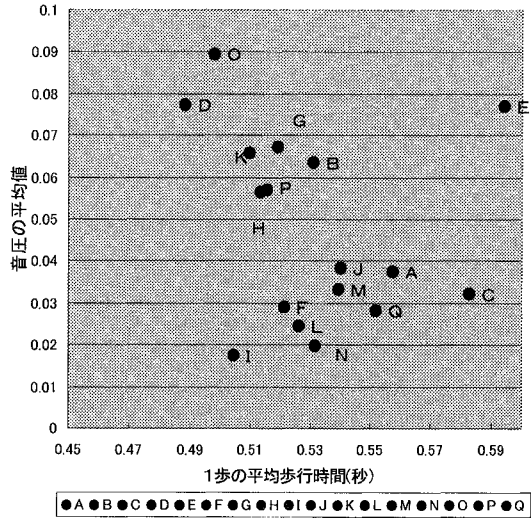


図5-b 平均歩行時間と音圧の平均値のパラメータを用いた被験者(A~Q)分布

しかし、これらは音圧のピーク値に基づいて計算されるので、例えば、摺り足気味の歩行などの識別には有効とは言えない。

また、今回の実験ではこちらで指定した履物を使用したため、足のサイズが大幅に異なる被験者のデータは使用しなかったが、多少の足のサイズがズレる事や、履きなれていない履物を使用したことで本来の個人の特徴が損なわれた可能性がある。さらに、6mという歩行距離で自然な歩行が行われているかどうかという点にも疑問が残る。

今後は、より自然なデータを取得できるように実験方法を改良し、足音の特徴を決めるパラメータを特定した上で、個人識別を試みる予定である。

#### 参考文献

- [1]西巻正郎：“電気音響概論” 森北出版(1986,3) pp21-30,pp39-41.
- [2]小林一行：“MATLAB ハンドブック” 株式会社秀和システム(1999).
- [3]中村尚吾：“ピギナーズ・デジタルフーリエ変換” 東京電機大学出版局(1992,12).
- [4]吉川教：“フーリエ解析入門(新数学入門シリーズ)” 森北出版(2000,6).