

音源種別特定を目的とした足音解析

The footstep analysis for sound source recognition

板井 陽俊, 田中将太

中部大学工学部情報工学科

Akitoshi ITAI, Shota TANAKA

College of Engineering, Chubu Univ.

アブストラクト

本プロジェクトの最終目的は、環境音から車両走行音と歩行足音の到来方向を検知する交通事故防止システムの構築である。前年度までの報告により歩行足音と車両走行音の到来方向を同時する手法の提案を行ったが、音源種別やその詳細の特定には至っておらず、道路上において発生する様々な音への音源定位にとどまっている。本報告では、歩行足音の特徴を決定づけるであろうインパクト音を例に挙げ、音源種類の特定を行うための基礎検討として局所定常 AR モデル [1] を用いた歩行足音解析を試みた成果を報告する。

1 足音収録

本研究では、通常歩行時の歩行足音、および履物と床面が衝突するインパクト音(足踏み音)をそれぞれ収録する。足音の収録条件を表 1、足踏み音および歩行足音の収録風景概略図をそれぞれ図 1、図 2 に示す。足踏み音の収録では被験者は正面 0.7[m] の地点で足踏みを 14 回行うものとする。また、歩行足音収録において被験者はマイクから 10.0[m] の地点からマイク正面 0.7[m] 前を通過するよう歩行し、マイク正面を通過後も測定者の合図があるまで被験者は歩行を続ける。測定者は歩行開始からマイク正面通過後、十分な距離を被験者が歩行するまで足音の収録を続ける。歩行足音は被験者 1 人につき 5 回収録を行う。

2 局所定常 AR モデルによる特徴解析

先行研究と条件を合わせるため、前処理として足踏み音、歩行足音に対して 44100[Hz] へのリサンプリング処理、および A 特性フィルタを適用する [2]。前処理後の足踏み音および歩行足音に局所定常 AR モデルを適用し、AR モデルから推定した周波数スペクトルから比較を行う。

局所定常 AR モデルは、いかなる長時間データも小区間では定常であると仮定し、AIC を用いてデータが

表 1: Recording conditions

被験者	20 代男性 4 名
収録場所	屋内
履物	共通のスリッパ
タスク	歩行, 足踏み
サンプリング周波数	51200[Hz]

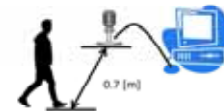


図 1: Recording environment for stepping

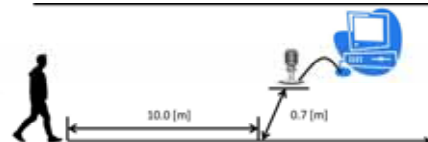


図 2: Recording environment for walking

定常である小区間とその AR モデルを推定するものである。すなわち長時間データを小区間に分ける分割点、分割された小区間データに適した AR 次数と係数が得られる手法である。

図 3, 4 に収録された 1 歩分の足踏み音および歩行足音の時間波形を示す。図内赤点は局所定常 AR モデルにより推定された分割点である。さらに、図 5, 6 はそれぞれ図 3, 4 より得られた AR モデルのスペクトログラムであり、図内点線は局所定常 AR モデルにより推定された分割点である。また、これらの図の時刻 0[s] は足音開始時刻である。

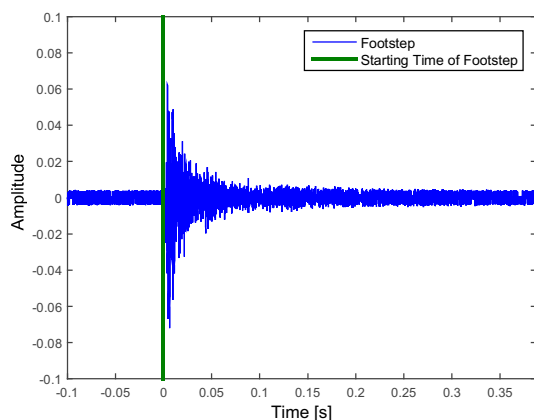


図 3: A waveform of stepping footstep

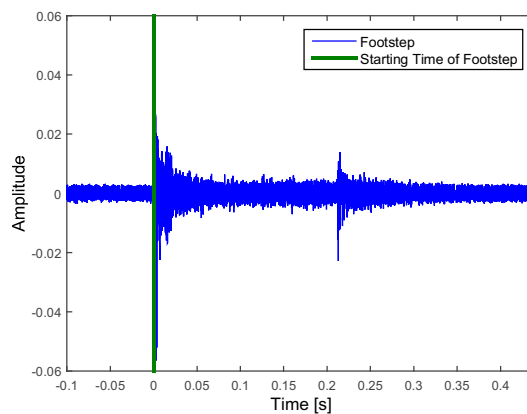


図 5: A waveform of walking footstep

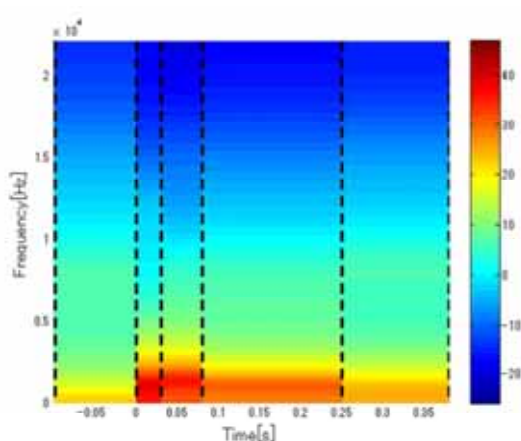


図 4: A spectrum of Fig. 3 estimated by LSAR

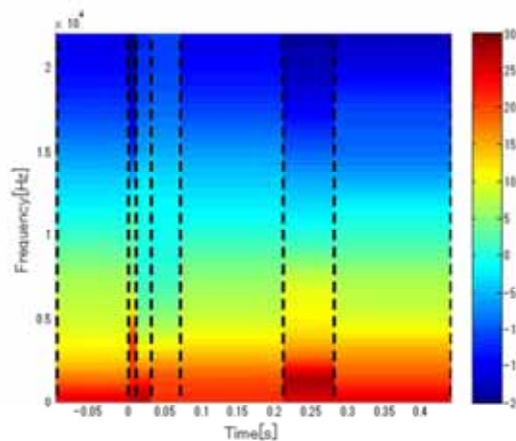


図 6: A spectrum of Fig. 5 estimated by LSAR

3 考察

図 4 より、足踏み音は 5 つの小区間に分割されている。最初の区間は足音発生前であるため、背景雑音を表している。第 2 区間以降は 1000Hz にピークを持つ周波数スペクトルが時間の経過につれて減衰している。すなわち、足踏み音を構成するインパクト音は 1000Hz 付近にピークを有する成分であることが分かる。

図 6 より、歩行足音は 7 つの区間に分割されている。足音発生直後にあたる第 2 区間は 4000Hz 未満の低周波数帯が強調されており、第 3,4,5 区間は 1000Hz 未満に強い成分を有するが特定の周波数にピークを持たない。一方、第 6 区間は図 5 から振幅の急激な増加がみられる。これはつま先と床面が衝突した際に発生するインパクト音の一種である。このときのスペクトログラムに着目すると、1000Hz にピークを有していることがわかり、図 4 と同様の傾向が得られることが分かる。

4 まとめ

本研究では局所定常 AR モデルを用いた歩行足音の特徴解析を行い、歩行足音の主な成分であるインパクト音は 1000[Hz] に強い成分を持つことが明らかとなった。今後の課題として、本研究成果の音源種別特定への応用、状態空間モデルなどを利用した複数成分のモデル化が可能な手法の導入が挙げられる。

参考文献

- [1] 北川源四郎: 時系列解析入門, 岩波書店, 2005.
- [2] S.Tanaka, A.Itai and H.Yasukawa: A Study on Footstep Detection in Outdoor Environment Using Itakura-Saito Distance, Proc. of 2014 IEEE APCCAS, pp.93-96, 2014.