

騒音環境下で長時間自動腸音解析を行うための 腸音検出方法の改善

山田 義之[†] 阪田 治[†]
[†] 東京理科大学電気工学科

1. はじめに

重症患者の容態を一刻も早く回復させるために、適切なタイミング・量の栄養剤を投与する必要がある。そのためには小腸の活動量を正確に把握することが重要である。現在は医師が聴診器で腸音の発生を確認することで小腸の活動量を把握しているが、これは経験や直感に依存しており、また長時間の測定が困難である。自動で腸音の発生頻度を監視するシステムを実際の医療現場でも使用できるようにするため、騒音環境下においても安定した診断ができるような新しい腸音検出法を提案する。

2. 腸音

小腸が消化活動を行う際に、内容物と空気が腸内を動くことで発生する音を腸音と呼び、断続的に発生しかつ発生時間が非常に短い。図1は腸音の標準的なパワースペクトルであり、およそ700[Hz]以下の低周波帯域で特徴が現れることが知られている。

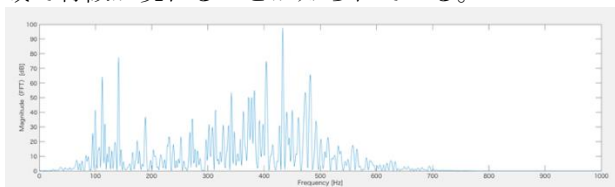


図1. 腸音のパワースペクトル

3. 検出方法

3.1. 相関係数

下腹部に4つのマイクを添付して録音する。まず静かな環境で録音した音声から腸音の部分だけを切り出し、これを教師信号とする。これと測定したい録音音声との類似度を調べることで録音音声から腸音を検出することが出来る。類似度は相関係数の値の大きさと表され、例えば二つの信号A、Bの相関係数は式(1)から算出される。

$$r = \frac{\sum_m \sum_n (A_{mn} - \bar{A})(B_{mn} - \bar{B})}{\sqrt{(\sum_m \sum_n (A_{mn} - \bar{A})^2)(\sum_m \sum_n (B_{mn} - \bar{B})^2)}} \quad (1)$$

ここで \bar{A} 、 \bar{B} はそれぞれ行列A、Bの要素の平均値である。両信号間に高い相関があれば r は1に近づき、相関が低い場合 r は0に近づく。なお本研究では、短時間フーリエ変換によって求められた信号のパワースペクトルの相関を扱っている。

3.2. 二段階テンプレートマッチング

腸音の特徴が表れる低周波帯域(700[Hz]以下)で相関係数を算出し、閾値を超えた音声データに対して次は高周波帯域で相関係数を算出する。こうして二段階とも閾値を超えたデータが腸音として検出される。二段階に分けてテンプレートマッチングをかけることで腸音と腸音以外の音声を識別することが出来、誤検出防止につながる。なお閾値の設定には式(2)を用いている。

$$\text{閾値} = \text{平均値} + \text{標準偏差} \times \lambda \quad (2)$$

ここで λ は低周波帯域と高周波帯域でそれぞれ分けて設定することが出来る。

4. 提案手法による誤検出回数の抑制結果

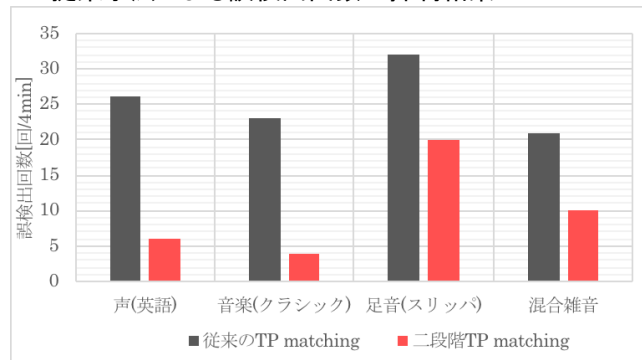


図2. 誤検出回数の比較

静かな環境下で別々に録音した声、音楽、足音、そして3つの音声を混ぜた混合雑音の音声データをそれぞれ腸音の教師信号とテンプレートマッチングさせ、誤検出回数を調べた。提案手法はすべての雑音に対して誤検出を減らすことが出来た。病院の環境では、何種類もの雑音が混ざっている。提案手法は混合雑音の誤検出を52.4[%]減らすことが出来たため、実際の使用環境でもかなりの精度向上が期待できる。

5. まとめ

誤検出を大幅に減らすことが出来、騒音環境下での腸音測定の信頼性が高くなった。またこの手法は処理が非常に高速なため、従来のテンプレートマッチング法に取って代わることが出来ると考える。

参考文献

- [1] 阪田治ら, "多次元信号処理による腸音検出精度の向上", 日本食品工学会開始
- [2] 後藤順子ら, "重篤患者における連続腸音解析システムの臨床応用", 日本静脈経腸栄養学会雑誌