

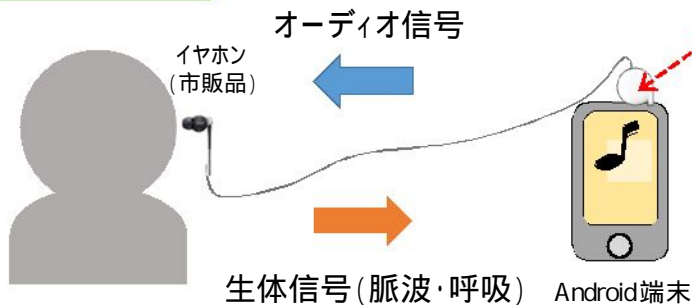
音楽を聴きながら脈波を計測するイヤホンの開発

小川博司（サルーステック（株））、野村収作（長岡技術科学大学）

研究概要

イヤホンとマイクは同じ構造を有する - ダイアフラムとそれに直結したコイルと磁石からなる。つまり、イヤホンとして“聴く”ことができる音は、マイクとして“採取する”ことができる。本研究はこの原理を利用して、人間の脈波が発する微弱な圧力変化（=微弱な音）を取得する。さらに、フィルタ素子による信号分離によって、音楽を聴きながら生体情報を取得する技術を開発した。

システム構成

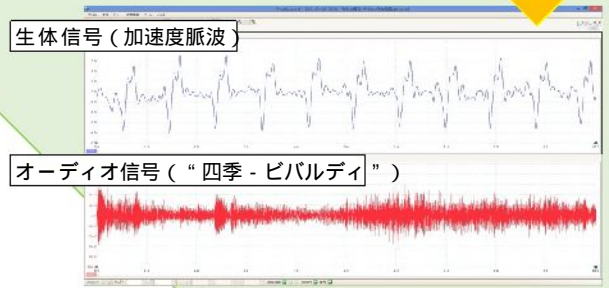


測定原理



音楽 (20Hz ~ 20kHz) と脈波 (1.4Hz) による圧力変化が重畳

フィルタ素子による信号分離



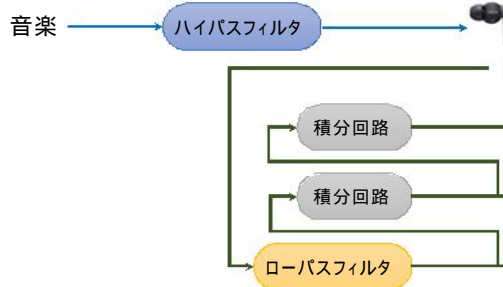
フィルタ設計

- 1) 圧力変化の電気信号への変換（電磁誘導系）
 - 2) 外耳道内部の毛による空気漏れ（ヘッドホンの場合）それぞれが低周波域における微分要素として作用する
- 脈波（中心周波数1.4Hz）を採取した場合、2次微分信号として記録される

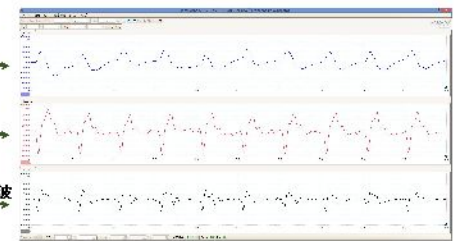
実装写真



フィルタ素子



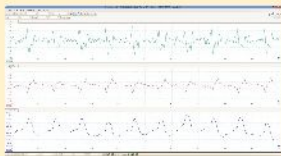
イヤホンから得られる3種類の脈波



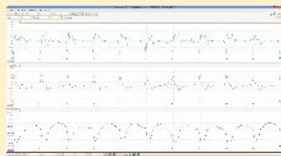
市販のイヤホン・ヘッドホンによる計測例

イヤホンは速度入力・ヘッドホンは加速度入力となる（耳孔の構造による空気漏れの影響）

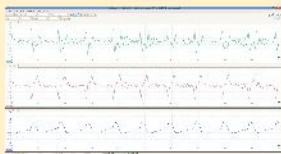
Sony XBA10



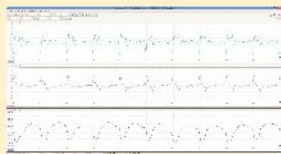
JBL S7000



Samsung



JVC S200



意義と今後の展望

- 脈波は臨床的に有意義な情報を含んでいる
 - 加速度脈波の波形は加齢や心臓血管系の疾患と関連がある [1]
 - 容積脈波から血圧を推定することができる [2,3]
 - 脈波伝播速度は血管硬化の直接的な指標であるだけでなく、精神的ストレスによる交感神経の働きを定量評価できる [4]
- Unobtrusive な生体計測系
 - 積極的に身につける“ウェアラブル”に対し、Unobtrusive な技術（センサを付けることが負担にならない・周囲から気づかれない）は日常的・長期的な健康管理に欠くことができない。
 - Unobtrusive な技術開発を行うことで、ビッグデータにもとづく新しい疫学研究が始まる。

1. 坂野 隆典, "加速度脈波による血管弾性係数の推定とその応用", 計測科学, 44 (1), 1995
2. W. Chen, "Analysis of 'Flow' and 'Pressure' in the Artery", IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 38 (1), 1991
3. W. Chen, "Continuous, non-invasive, real-time monitoring of arterial blood pressure using the pulse arrival time and acceleration calibration", IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 38 (1), 1991
4. 野村 収作, "血圧力学的パラメータによるラウンドアクトの健康管理研究", 電子情報通信学会論文誌, 100 (1), 2005

5. 野村 収作, "非侵襲的な生体計測システムによる健康管理への応用", 計測科学, 44 (1), 1995