

生体情報を利用した携帯型体調把握支援システムの研究開発 (072303002)

Portable Physical Condition Measurement System using Biological Information

研究代表者

高橋一清 株式会社 東日本技術研究所
Kazukiyo Takahashi e-Japan Co. Ltd

研究分担者

松本浩樹[†] 白石洋一^{††}

[†]前橋工科大学工学部システム生体工学科 ^{††}群馬大学大学院工学研究科システム専攻
[†]Dept. of Information Science, Maebashi Institute of Tech. ^{††}Production Science and Technology
Graduate School, Gumma University

研究期間 平成 19 年度～平成 20 年度

概要

高齢化社会において医療費が増大する中、個人が自律的に体調を管理する予防医学が重要視されている。本研究では、人間の運動状態での詳細な生体情報（脈拍を含む脈波信号等）の取出しと、個人伝達をリアルタイムで行うシステムの開発を行った。具体的には、指尖光センサーが感知した情報を信号分離手法により、変動する直流オフセット電圧を含む雑音中から生体情報（脈波信号）のみを取出し、情報の判断結果を音声に変換しリアルタイムで本人に伝達する携帯型体調把握支援システムを、19 年度においては個別部品を用いて開発を行い、その動作を確認した。また、20 年度に於いてはシステムの小型化を図るために表面実装部品と 4 層プリント基板を用いて試作を行い、その動作を確認した。更に腕時計型システムを指向した小型化を図るために、テスト回路（TEG 回路）としてアナログ信号処理回路の主要回路の CMOS-IC 化を行い、その動作を確認した。また、超低消費電力断熱的ダイナミック CMOS 論理回路技術を用いたリング発振器の CMOS-IC TEG 回路を試作し、その動作を確認した。2 年間に亘る研究開発によって、生体情報を利用した携帯型体調把握支援システムの実現の見通しを得た。

Abstract

A portable physical condition measurement system using biological information has been developed. The system can take out precise biological information such as pulse beat and pulse wave signal under one's exercise condition and inform the physical condition resulted from the signal analysis. Through a fingertip photo-interrupt sensor the biological information was obtained selectively from noisy signals which contain slowly moving DC offset voltage, using DC level stabilization technology. The analysis result of the information was displayed on LCD panel of the system and informed by voice through a speaker. In the first year, the full system was developed with discreet components and confirmed to be operated successfully. The next year, system was reconstructed with surface-mount tip components and down sized. By two year research and development, the prospect for realization of Portable Physical Condition Measurement System using Biological Information has been obtained as hopeful.

1. まえがき

高齢化社会において医療費が増大する中、個人が自律的に体調を管理する予防医学が重要視されている。

本研究では脈拍を含む脈波を携帯型装置によって計測し、被験者の体調を把握してそのデータを保存、または医療機関にリアルタイムで転送するシステムを開発する。必要に応じて被験者本人にも LCD 表示器で表示し、または音声によって警告を発するものである。

2. 研究内容及び成果

本研究では指尖脈波を感知して脈波信号を取得し、それから脈拍の算出、速度脈波、加速度脈波などを計算している。指尖脈波センサーは赤外線を発光する LED と指尖静脈から反射された赤外線を感知するフォトトランジスタから成っている。この LED には 3mA 程度の電流を流すために、ここで 6mW～9mW の電力を消費するので、これをパルス駆動することによって電力を低減した。パルス幅 1 ミリ秒、パルス周期を 10 ミリ秒としたので、デューティ比が 10% となり、消費電力も 1/10 になった。パル

ス光によって変調された脈波信号はフォトトランジスタによって電流信号として得られるので演算増幅器回路によって電圧変換されるが、パルス変調された信号であるので同期チョッパー復調回路とフィルタによって元の連続した脈波信号を得ている。この脈波信号の典型的な波形を図 1 に示す。この信号はゆっくり変動する直流オフセット電圧に重畳しているので DC リストア回路によって直流オフセット電圧を固定している。図 1 に示されている V(DRP) は DC リストアのためのパルス電圧である。更に本システムでは信号振幅が被験者によって 6dB ほど変動するので信号を A/D コンバータのダイナミックレンジ内に入れるために自動利得調整回路 (AGC) も装備した。このアナログ信号は本システムに装備されたマイコンで内蔵の A/D コンバータのダイナミックレンジ内に入れるために自動利得調整回路 (AGC) も装備した。このアナログ信号は本システムに装備されたマイコンで内蔵の A/D コンバータでデジタル信号に変換され、各種処理が行われる。図 2、図 3、図 4 にデジタル処理された脈波信号の容積脈波信号、速度脈波、加速度脈波を示した。



図1 脈波信号電圧波形

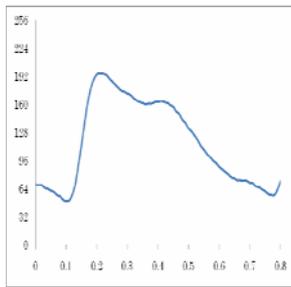


図2 容積脈波

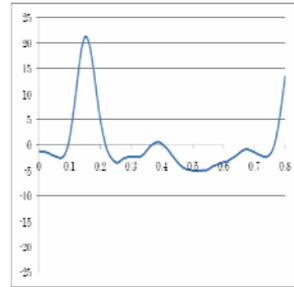


図3 速度脈波

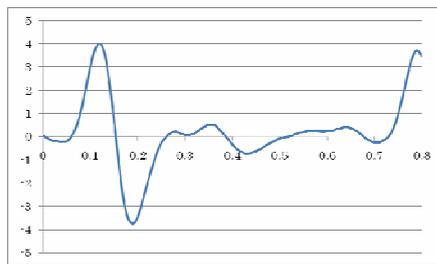


図4 加速度脈波

本システムは小型化するために4層の表面実装基板にチップ部品を用いて製作された。

更に、本システムは最終的に腕時計型を指向しているために更に小型化及び低消費電力化を図る必要がある。本研究では使用したアナログ処理回路の主要回路である演算増幅器、LEDパルス駆動回路、アナログスイッチ回路などのCMOS-IC化を図りTEG回路を1.2μプロセスで試作し、動作を確認した。また、超低消費電力論理回路の搭載を考慮し、断熱的ダイナミック論理回路(ADCL回路)で構成した455段のリング発振器を試作し、1.23uW/stageの消費電力を確認した。この時の電源となる正弦波電圧の周波数は1MHzであった。図5に試作したTEG-ICのチップ・パターンを示した。図6に断熱的ダイナミックCMOS論理(ADCL)回路の基本的なインバータ回路を示した。

3. むすび

本研究開発において19年度においては計画した機能を網羅したシステムを主に個別部品を用いて実験検証した。20年度ではシステムの小型化を図り、機能を限定して4

層表面実装基板と部品を用いて試作し、動作を確認した。更なる小型化のために主要回路をTEGとしてCMOS-IC化を図り、その動作を確認した。また超低消費電力回路であるADCL回路による455段のリング発振器を試作し、その低電力性を確認した。これらの結果から、生体情報を利用した携帯型体調把握支援システムの実現の見通しを得た。

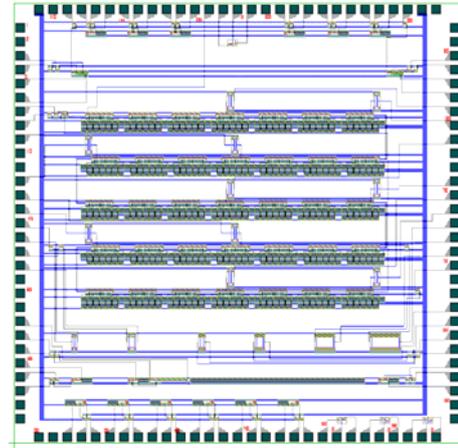


図5 試作TEG-ICのチップ・パターン

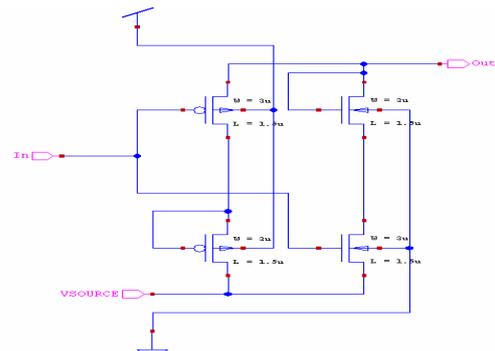


図6 ADCL 基本インバータ回路

【誌上发表リスト】

- [1] 松本浩樹(前橋工科大)、高崎俊太郎(前橋工科大) “生体信号抽出のための非線形混合に対するブラインド分離手法の提案”、日本福祉工学会誌 Vol.08 No.02 pp001-007 (2007.12)
- [2] 戸塚昭博、松本浩樹、古川利博、“適応正規直交フィルタに関する一考察”、第23回信号処理シンポジウム(金沢市) A5-1 (2008年11月12日)
- [3] M.Tanno, H.Matamoto, T.Furukawa “A proposal of blind equalization using orthogonal projection and kurutosis”, 23rd SIP Symposium A6-2 (KANAZAWA) (2008. 11.12)

【申請特許リスト】

- [1] 高橋一清、脈波測定方法及び脈波測定装置、日本、特願 2009-44039

【報道発表リスト】

- [1] SCOPEに本県から初採択 ぐんま経済新聞 2007年4月26日
- [2] 脈拍を遠隔チェック 上毛新聞 2007年6月18日

【本研究開発課題を掲載したホームページ】

https://www.tounichi-g.co.jp/topics/topics_080812.html