

研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
ハイリスク挑戦タイプ 事後評価報告書

研究開発課題名	: 確率的 A/D 変換を用いた低電圧高分解能ウェアラブル生体情報センサの開発
プロジェクトリーダー	: 株式会社プロアシスト
所属機関	: 株式会社プロアシスト
研究責任者	: 松岡俊匡(大阪大学)

1. 研究開発の目的

本課題では、モバイルヘルスケアに用いるウェアラブル生体計測センサを開発するための低電圧高分解能アナログフロントエンド ASIC の研究開発を行う。大阪大学のシーズ技術である確率的 A/D 変換を用いることにより、18bit の高精度計測と 0.5V の超低電圧動作を目指す。心電・脈波・血圧・呼吸・血中酸素濃度・血糖・脳波など、ヘルスケアデータを日常的に記録しトレンドや変化を把握するホームモニタリングが進めば、深刻な病気を未然に検知し、日常生活を崩す事なく Quality-of-Life(QOL)を維持しながら治療を受けることが可能となる。本課題では、様々なヘルスケア機器で共通して必要とされる高精度・低消費電力のアナログ信号処理機能を汎用アナログフロントエンド ASIC として提供し、ヘルスケア機器の開発・普及を促進する。

2. 研究開発の概要

①成果

人体の皮膚表面に現れる電気信号のレベルは、心電図: 100 μ V \sim 10mV、胎児心電: 1 μ V \sim 20 μ V、脳波: 1 μ V \sim 100 μ V、胃電図: 20 μ V \sim 50 μ V、筋電図: 1 μ V \sim 10mV のような微小なレベルであり、アナログフロントエンド IC では、入力された生体計測信号を増幅し、18bit 相当の A/D 変換によって信号をデジタル化する。従来このような高精度計測を実現する回路設計には、熟練したアナログ回路設計者のスキルとノウハウと多くの開発工数が必要だった。その上、低電源電圧での動作となると、従来の回路技術の延長のみでは物理的限界にも直面する。そこで、モジュール及びシステム全体を俯瞰して、機械学習機能を搭載し、それと整合性のある A/D 変換器を開発した。

研究開発目標	達成度
18 ビット以上、変換速度 500 kS/s 以上の A/D 変換を含む 0.5V 電源電圧動作のアナログフロントエンド ASIC の試作	①ASIC の構成検討のためのシステム・シミュレーションプログラムを MATLAB で作成し、これに基づき、機械学習方式の検討を実施し、目標達成の目処を得ることができた。ただし、回路の詳細までは考慮していないので、1/f 雑音の影響に対する検討は未実施となり、実測での確認となった。 ②2回の ASIC デバイスの試作により 18bit 出力を達成し、0.5V (主要なアナログ回路部のみ)、500 kS/s の動作を大半のチップで確認できた。但し、1/f 雑音の影響により全体の有効ビット数は減少し 機械学習による最良値としては 14.3 bit (0.75V 電源、変換速度 250 kS/s)となった。

②今後の展開

本課題で開発した A/D 変換器は、容量 D/A 変換器、比較器アレイ以外はデジタル回路で構成されており、回路仕様や製造プロセスの変更が比較的容易なものとなっている。IC 試作・評価により 18bit 出力及び 0.5V (主要なアナログ回路部のみ)、500 kS/s の動作を達成し、有効ビットとしては 14.3bit に留まったものの改善の目処も得ていることから、今後の展開としては下記の通りとする。

まず、試作 ASIC の追加評価を行い、次期 ASIC 設計のための技術面からの改良要件を確定する作業を進める。このとき、まずは低電源電圧動作に適したアプリケーション例にフォーカスして、販売先候補等への試作 ASIC のデータ提示を通じたヒアリングも行う。また、これと同時に展示会出展等のマーケティング活動を行い、機械学習機能を含めた運用を想定した次期 ASIC とアプリケーションボードの要件を確定する。その後、評価とマーケティングで判明した課題の対策を施し、有効ビット等を改善した製品版 ASIC の完成に向けた新たな研究プロジェクトを実施する。

追加研究の完了後、当初の計画通りにアナログフロントエンド ASIC とアプリケーションボードをウェアラブルセンサ開発企業に提供する事業を展開する。

3. 総合所見

研究期間終了後の事後評価時点では、目標の一部が達成できず次の研究開発フェーズに進むための十分な成果は得られておらず、現時点ではイノベーション創出の可能性が低い。今後、有効ビット長の目標値達成などイノベーション創出の可能性を高める取り組みが望まれる。

- ・ A/D コンバータの精度目標値が未達成である。その要因分析と改善見通について言及はされているものの、データの種類が限定的であり確率的アプローチに必要な根拠を示すには不十分である。
- ・ 機械学習の検討とその評価は示されているが、そのリスクがあり、機械学習の運用と製品イメージとのギャップ解消が製品適用上の課題となり得る。
- ・ 製品適用に向け、1/f ノイズの影響などの課題解決の実証、歩留まりの検討、作成した ASIC による多種データによる実証など、企業化のリスクは依然高く、低減に向けた活動が必要である。