

生体・脳科学と情報通信科学技術の融合に関する研究

— 階層的脳科学研究原理に基づくシナプスインフォマティクス研究支援 —

小林 春夫¹⁾ 白尾 智明²⁾ 堀越 淳³⁾ 今村 一之⁴⁾ 石川 信宣¹⁾ 築地 伸和¹⁾ 小林 佑太郎¹⁾ 荒船 拓也¹⁾

¹⁾群馬大学大学院理工学府 ²⁾群馬大学医学系研究科

³⁾NPO Wireless Brain Network 理事長, 群馬大学研究協力員 ⁴⁾前橋工科大学

研究代表連絡先: 〒376-8515 群馬県桐生市天神町1-5-1 E-mail:k_haruo@el.gunma-u.ac.jp



研究背景・目的

プロトタイプ装置試作・伝送実験

非拘束状態(自由行動環境)におけるシナプス信号原理に基づいた思考や行動の符号化・復号化を実現するための情報伝達を目的としたサブシステムを試作



図2 開発対象伝送システム図

脳波信号(EEGセンサ)の取得・伝送
及びそのPC monitor表示を行い、数
十メートルの伝送距離を実現



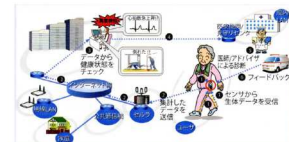
図3 プロトタイプ伝送系装置部分(EEGセンサプローブ装着)

目的

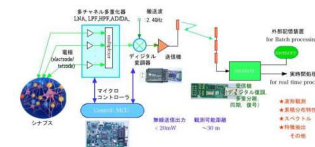
• 新たな手法として自由環境下における動物の活動から得られるニューロ信号・シナプス信号を得るための信号取得機器を開発する

• 検討事項

- ADCの冗長設計
- 電源の小型・高効率・低ノイズ化
- システム要件の検討
- データ伝送設計・試作



シナプスインフォマティクス研究支援と将来システムの関連イメージ

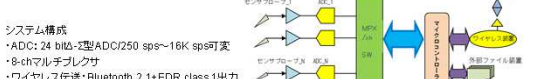


シナプスインフォマティクス研究支援のための開発中システム基本構成

データ伝送系設計・試作

プロトタイプ装置試作・伝送実験

非拘束状態(自由行動環境)におけるシナプス信号原理に基づいた思考や行動の符号化・復号化を実現するための情報伝達を目的としたサブシステムを試作



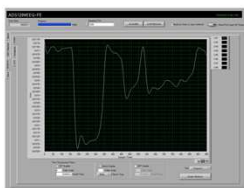
開発対象伝送系システム図

脳波信号(EEGセンサ)の取得・伝送
及びそのPC monitor表示を行い、数
十メートルの伝送距離を実現

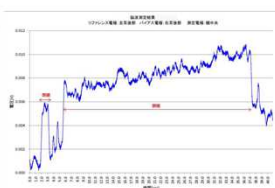


プロトタイプ伝送系装置部分(EEGセンサプローブ装着)

試作システムでのデータ取得



取得データ (LabVIEW)



取得データ (visual studio)

program開発目標試作回路

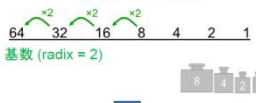


H28年度は開発した上図システムの小型化を行う

ADCの冗長設計

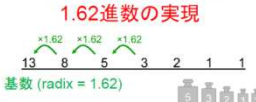
フィボナッチ数列の利用

二進重みの利用



重みの変更

フィボナッチ重みの利用

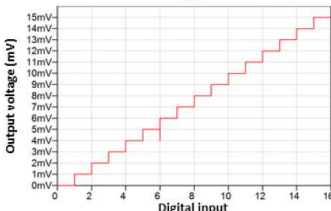
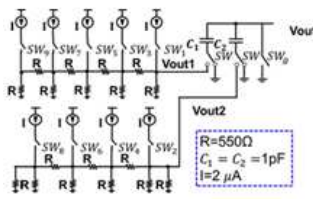


フィボナッチ冗長設計

ステップ数	1	2	3	4	5	6
比較電圧の重み	1	1	2	3	5	8
レベル	15	14	13	12	11	10
	9	8	7	6	5	4
	3	2	1	0		

考案したフィボナッチ重み付けDA変換器

シミュレーションによる動作確認



システム要件の検討

プローブ近辺のニューロンやシナプスの活動変化(電位変化)から有意な情報を抽出する部分のハードウェア測定装置設計全体のシステム要件を検討し次のことが必要であることを示した。

- ①シナプスの活動電位が測定できる
- ②ドレブリンがシナプスに集積している
- ③グリオーシスの程度が少ない

上記研究にて関連特許を出願

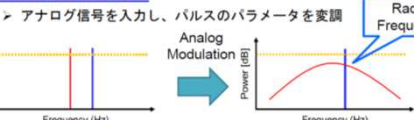
- 特願2014-164695 (IP26-015)
- 発明者: 白尾智明、石塚祐太、山崎博幸
- 発明の名称: ドレブリンAおよびドレブリンEの特異的定量法

電源の小型化・高効率化・低ノイズ化

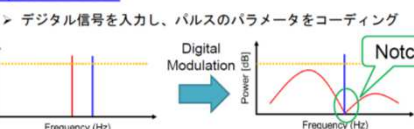
今後の課題

コーディング方式スペクトラム拡散

Conventional Method



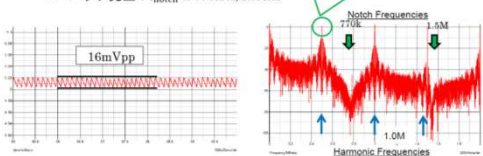
Proposed Method



シミュレーション結果

シミュレーション結果

- 出力の安定性: 16mVpp (0.3%)
- リップル: 16mVpp (0.3%)
- オフセット: 10mV
- スペクトラム
- スペクトラムレベル: -5dB
- ノッチ発生: $f_{notch} \approx 770\text{kHz}, 1.5\text{MHz}$



<ADCの冗長設計>

- 実機検証

<電源の小型・高効率・低ノイズ化>

- 高効率・低ノイズの定量化
- 2次 $\Delta\Sigma$ 変調器への展開

<システム要件の検討>

- 取得ニューロ信号・シナプス信号の特性解析と特徴抽出プログラム開発
- 電極近傍の意味のある変化パターンの抽出と応用への展開

<データ伝送系設計・試作>

- ニューロ信号の取得
- 伝送系装置の更なる小型化