

科学研究費補助金研究成果報告書

平成 21 年 6 月 23 日現在

研究種目： 基盤研究 (C)
 研究期間： 2006～2008
 課題番号： 18500123
 研究課題名 (和文) デュアルリフティングウェーブレットの学習理論の構築と 3 次元入力デバイスの開発
 研究課題名 (英文) Construction of Learning Theory on Dual Lifting Wavelet and Development of 3D Input Device
 研究代表者
 葛目 幸一 (KUZUME KOICHI)
 弓削商船高等専門学校・情報工学科・教授
 研究者番号 80225151

研究成果の概要： 生体や画像などの情報を認識し診断や個人認証などの技術を実現するためには、センサによって測定された多次元信号からシステムのもつ特徴を検出し、精度よく識別することが求められる。本研究では、Dual Lifting Wavelet 変換に含まれる自由パラメータを利用して、ターゲット信号のみに反応するウェーブレットフィルタを設計する理論を導出した。研究成果をもとに歯音信号を用いた入力インターフェースを実現した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	1,600,000	0	1,600,000
2007 年度	700,000	210,000	910,000
2008 年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,100,000	450,000	3,550,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知能情報学

キーワード：ウェーブレット変換, 学習, デュアルリフティング, 3次元入力デバイス

1. 研究開始当初の背景

指紋照合やターゲット物体の自動追跡など、生体や画像などの情報を認識し、機器の制御や医用診断、個人認証などに応用する研究が盛んに進められている。これらの技術を実現するためには、測定された多チャンネル、多次元信号からシステムのもつ特徴を検出し、精度よく識別することが求められる。しかし、一般にこのような信号は非定常信号で、周囲の環境により時間的に特徴が変化するため正確に信号を検出し、識別することは難しい。たとえば、無拘束で手の動きを利用した 3 次元入力インターフェースでは、手の動きをセンシングする加速度センサの信号に雑音や

ユーザの個人特性が含まれており、信号の識別をいかに正確に行うかが問題となる。

近年、ウェーブレット変換を用いた信号処理技術が注目されている。ウェーブレット変換を用いることで、信号がどの時刻あるいはどの場所で、どの程度の高周波成分や低周波成分を含んでいるかを知ることができる。ウェーブレット変換は、信号の帯域を 2 分割する LPF と HPF からなる直交フィルタにより再帰的に計算されるが、一般にフィルタの設計には制約条件が課せられ、信号の特徴に適応したフィルタの設計は容易ではなかった。Sweldens は自由パラメータを含む双直交ウェーブレットフィルタの設計理論を導

出した。これにより任意の双直交ウェーブレットフィルタ（初期フィルタ）から自由パラメータを変化させることにより様々な双直交ウェーブレットフィルタが設計できるようになった。研究代表者の葛目らは、この自由パラメータに着目し、世界で初めて「学習機能を有するリフティングウェーブレットの設計理論」を構築し、信号識別に応用し、良好な結果を得た。しかし、先のシステムを実現するためにはさらに高精度の信号識別法の開発が必要となる。

2. 研究の目的

本研究では、上記の背景をふまえ、

①「学習機能を有するリフティングウェーブレットの設計理論」を拡張し、②「デュアルリフティングウェーブレット変換を用いたより高精度な信号識別理論」の確立と③「入力インターフェース」を実現することを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 3次元加速度センサに発生する誤差の計測と解析をおこなった。

(2) 3次元加速度センサの蓄積誤差を最小にするリフティングウェーブレットフィルタの設計理論を構築した。

(3) Dyadic Wavelet 変換による骨伝導マイクを利用した歯の接触音の検出並びに識別法に関する研究：項目②の理論をまず一次元信号に適用することを検討した。

(4) Dyadic Wavelet 変換処理を内蔵した歯音と呼気信号を用いたインターフェースのハードウェア化と文字入力システムの開発（項目③の研究の副産物として開発した。）

4. 研究成果

(1) デュアルリフティングウェーブレットの信号学習理論の定式化

リフティングウェーブレットフィルタの設計式に含まれる自由パラメータを信号の高周波成分の特に応じて学習する従来の方法を拡張し、低周波成分も学習も行うデュアルリフティングウェーブレット変換の学習理論の定式化について研究を行った。具体的には、測定データと較正データ（真値）の誤差の2乗を最小にする自由パラメータを連立方程式の解として求める式の導出に成功した。自由パラメータの確定により加速度データを較正するリフティングウェーブレットフィルタを設計することが可能となった。

(2) 3次元加速度データのリフティングウェーブレット解析システムの構築

(1)の学習理論を組み込んだ解析システムのプログラムを開発した。このシステムには、3次元加速度センサのデータをコンピュータの画面上のメニューボタンから取り込み、リ

フティングウェーブレット解析（自由パラメータの計算）を行う機能がある。

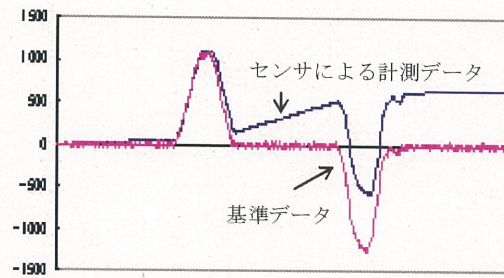


図1. 加速度センサから求めた速度波形と基準速度データの比較

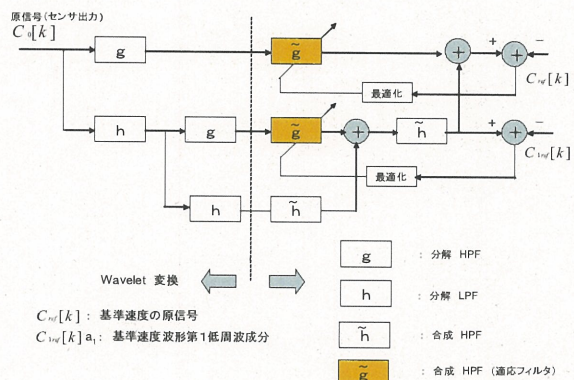


図2. Dyadic Lifting Wavelet を用いた計測誤差最小化アルゴリズム

(3) 「歯の接触音」を用いたユーザインターフェースの開発

(1)で導出した識別理論を適用する簡単で実用的な応用として、Dyadic wavelet 変換を用いて「歯の接触音信号」の自動識別を試みる研究を実施した。また、研究の副産物として「歯音を用いたユーザ特性適応型入力インターフェース」を開発し、身障者のための文字入力システムを開発した。

歯の接触音の検出には、骨伝導マイクを用いた。使用した骨伝導マイクは耳に装着するタイプで内蔵されている小型振動センサによって歯音の振動を頭蓋骨の伝播を介して検出する。しかし骨伝導信号には、歯音以外に音声も含まれ、歯音を利用した入力インターフェースを実現するためには、歯音信号のみを正確に検出する必要がある。図3は、Dyadic wavelet 変換と信号の大きさに適応して、閾値を変化する「適応閾値処理」を利用した歯音の検出結果を示す。音声信号よりも小さな歯音信号でさえも正確に検出されていることがわかる。

開発した、「歯音を用いた入力インターフェース」を利用して身体障害者のための「文

字入力システムを開発した。(図4参照)
このシステムは、重度の身体障害者が、文字盤上をカーソルが移動し、意図する文字盤に達したとき、歯を接触させ歯音を発生させ、文字を入力するシステムである。

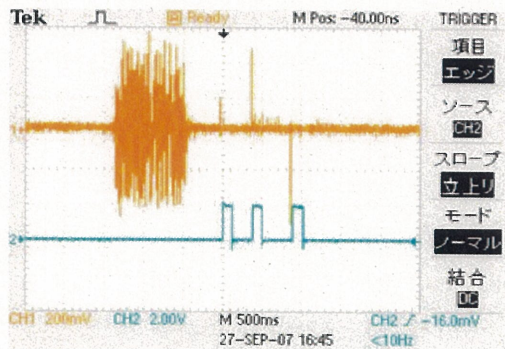


図3. 歯音信号の検出結果

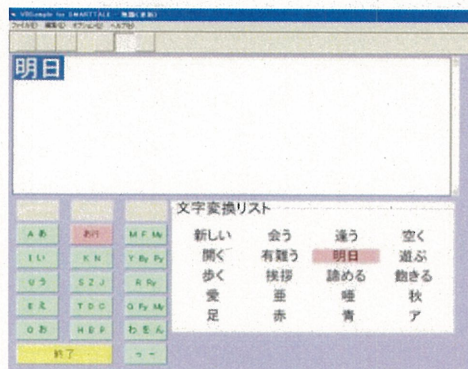


図4. 文字入力システム

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計7件)

- ① 葛目幸一
Dual Lifting Dyadic Wavelet 変換を用いた計測誤差最小化のための適応信号処理に関する研究
弓削商船高等専門学校・紀要第31号
pp. 121-124 (2009) 査読無
- ② 葛目幸一, 石渡寛明
呼吸と歯音信号を用いたウェアラブルコンピュータのユーザインターフェース
インタラクティブ2009論文集・
pp. 171-172 (2009) 査読無
- ③ K. Kuzume
A Character Input System Using Tooth-touch Sound for Disabled People
International Conference on Computers Helping People with Special Needs
Lecture Note in Computer Science

pp. 1157-1160 (2008) 査読有

- ④ 葛目幸一, 渡邊文治,
Dyadic wavelet 変換を前処理に用いた微小歯音信号の検出, 弓削商船高等専門学校・紀要 第30号, pp. 121-124 (2008) 査読無
- ⑤ 田房友典, 葛目幸一, 塚本秀史
チームスポーツにおけるプレイヤーおよびフォーメーションの三次元計測法の開発, 弓削商船高等専門学校・紀要第30号 p87-94 (2008) 査読無
- ⑥ M. Tokuda T. Yamamoto
Pole-assignment based self-tuning PID controllers for multivariable systems with uncertain time-delays,
International Journal of Control and Intelligent Systems, Vol. 36, No. 3, (2008) 査読有
- ⑦ K. Kuzume T. Morimoto
Hands-free man-machine interface device using tooth-touch sound for disabled persons, Proceedings of 6th International Conference on Disability, Virtual Reality and Associate Technology, Denmark, pp. 147-152 (2006). 査読有

[学会発表] (計4件)

- ① 天宮智浩, 小林真, 大倉孝昭, 葛目幸一
障害者のためのコンピュータに関する国際会議 ICCHP2009 参加報告, 電子情報通信学会技術研究報告 福祉情報工学研究会 WTI2008-34
pp. 17-22 (2008) 査読無
- ② 石渡寛明, 葛目幸一
ピエゾフィルムセンサによる呼吸の検出と入力デバイスへの応用
電気関連学会四国支部講演論文集 p 261 (2008) 査読無
- ③ 葛目幸一, 渡邊文治, 森本猛, 林恭平
個人特性適応型歯音インターフェースの開発とECSへの応用
電子情報通信学会技術研究報告 福祉情報工学研究会 WTI2006-126
pp. 121-126 (2007) 査読無
- ④ 渡邊文治, 葛目幸一
Wavelet 変換による歯音の検出とハードウェア化に関する研究
電気・情報関連学会中国支部連合大会, p 33 (2006) 査読無

6. 研究組織

(1) 研究代表者

葛目 幸一 (KUZUME KOICHI)
弓削商船高専・情報工学科・教授
研究者番号: 80225151

(2) 研究分担者

田房 友典 (TABUSA TOMONORI)
弓削商船高専・情報工学科・准教授
研究者番号：20321507
徳田 誠 (TOKUDA MAKOTO)
弓削商船高専・情報工学科・准教授
研究者番号：20413859