

# EOG (Electrooculogram)を用いた 視線入力インタフェースの開発 Development of EOG-Based Interface

堀 潤一<sup>\*,†,‡</sup>, 坂野 幸治<sup>‡</sup>, 齊藤 義明<sup>\*</sup>, 宮川道夫<sup>\*†</sup>  
<sup>\*</sup>新潟大学工学部, <sup>†</sup>超域研究機構, <sup>‡</sup>大学院自然科学研究科  
 J. HORI<sup>\*,†</sup>, K. SAKANOTO<sup>‡</sup>, Y. SAITOH<sup>\*</sup>, M. MIYAKAWA<sup>\*,†</sup>  
<sup>\*</sup> Faculty of Engineering, Niigata University  
<sup>†</sup>Center for Transdisciplinary Research, Niigata University  
<sup>‡</sup>Graduate School of Science and Technology, Niigata University

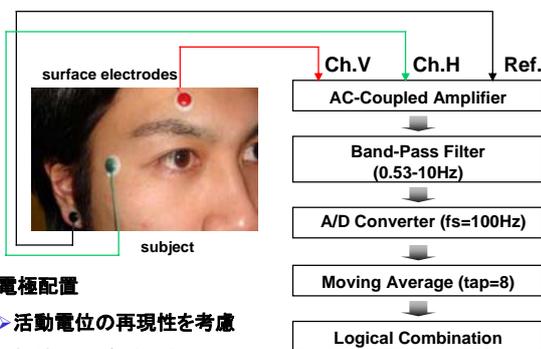
## EOGを用いたインタフェース

眼電図(EOG: Electro-oculogram)

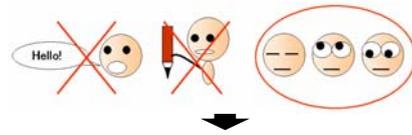
眼窩周辺に貼付した電極より  
眼球運動に伴う電位変動を検出

- スイッチ入力法 [ten Kate and van der Meer, 1983],...
  - 3電極, ON/OFF, オートスキャン, タイミング, 入力速度の問題
- 視線探索法 [Kuno, et al, 1998][Gips and Olivieri, 1996],...
  - 5電極以上, 任意位置, 頭部固定, ドリフトの問題
- 視線移動入力法 [LaCourse and Hludik, 1990],[Tecce, et al, 1998],...
  - 5電極以上, 4方向出力, 誤入力, ドリフトの問題

## システム構成



## はじめに



眼球運動や瞬目を用いたコミュニケーション支援装置

- 赤外線角膜反射法 (Infrared reflectance of cornea)
- ビデオオクログラム (Videoculogram)
  - 装置のキャリブレーションの必要性, 視界を妨害
- 眼電図 (EOG: Electro-oculogram) 法
  - 視界を妨害しない, 比較的簡便

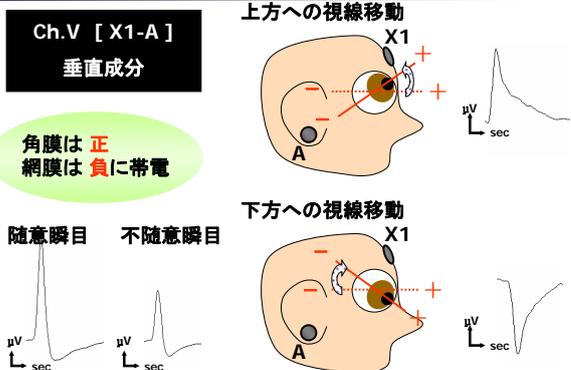
## 目的

3電極2チャンネルAC結合増幅によるEOG検出

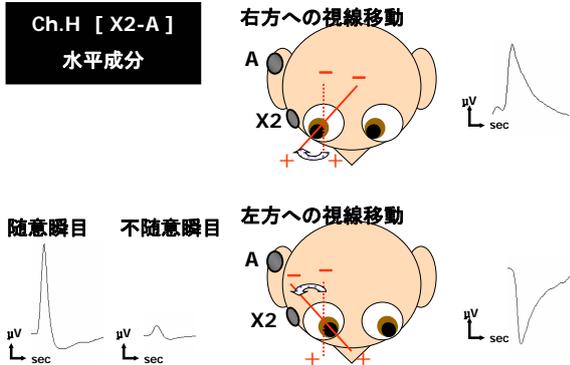
スクリーンキーボードにおける  
上下左右カーソル移動と選択を  
任意に行うインタフェース



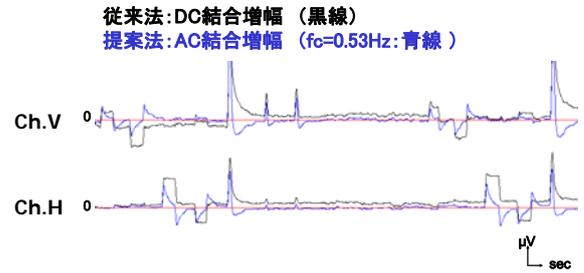
## Ch.Vにおける EOG



## Ch.Hにおける EOG



## DC結合増幅によるドリフト低減



**ドリフト現象**: 電極・皮膚間分極より, EOGが時間とともに変動

## 入出力

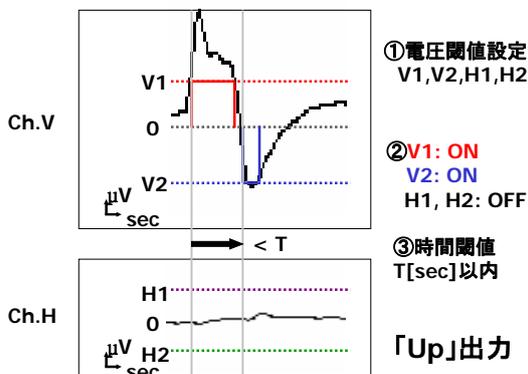
Input (Eye movement)	EOG & Thresholds Ch.V	EOG & Thresholds Ch.H	Output (Cursor)
	V1, V2		Up
			Down
		H1, H2	Right
			Left
		H3	Select

※ 視線移動時間を限定 ⇒ 自然視によるアーチファクトを削減

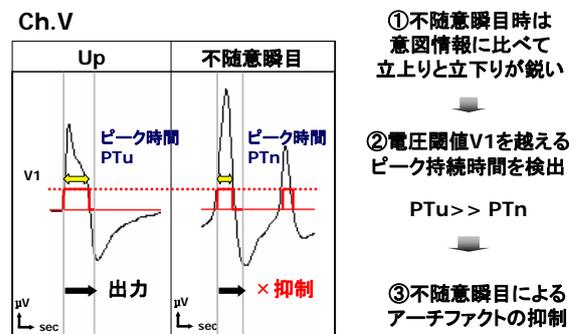
## チャンネル数と状態数の関係

1 channel 2 states		category	2 channels 3 states		category
0	0	rest	0	0	rest
1	0	select	1	0	up
			-1	0	down
2 channels 2 states		category	0	1	right
0	0	rest	0	-1	left
0	1	right	1	1	select
1	0	left	1	-1	-
1	1	select	-1	1	-
			-1	-1	-

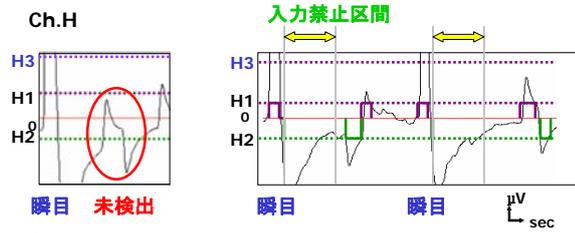
## 意図情報「Up」の処理



## 「Up」と不随意瞬目の識別

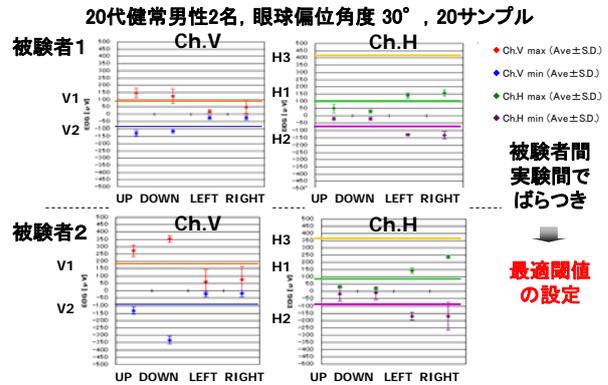


## 随意瞬目後の入力禁止区間



- ① 随意瞬目 ⇒ 他の意図情報より振幅大 ⇒ 専用閾値H3 ⇒ 「選択」
- ② 基線への復帰遅延より、直後の意図情報を未検出
- ③ 随意瞬目直後から復帰まで ⇒ 視線移動による入力禁止

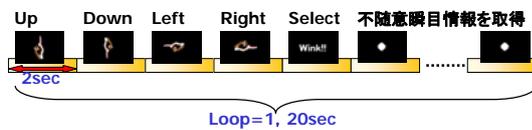
## EOG電圧値



## 閾値設定

設定パラメータ 電圧閾値 V1, V2, H1, H2, H3  
時間閾値 T, PT

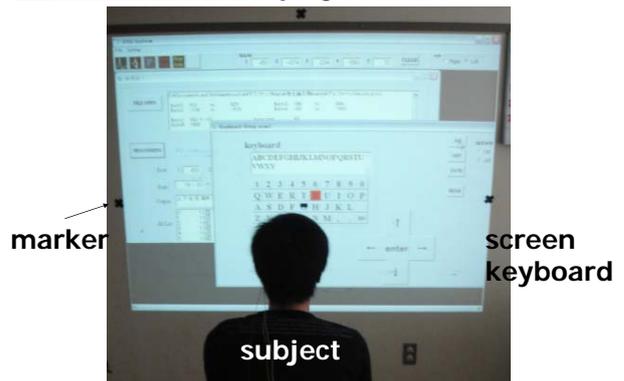
### 1. 予備入力



### 2. セットアップ

閾値を変化させ、高精度な組み合わせをリストアップ  
上下の閾値差が最大となる組み合わせを最適閾値と決定

## 文字入力実験 projector screen



## 文字入力実験

スクリーンキーボードをプロジェクタスクリーンに投影

Visual Basic 6.0 で作成  
QWERTYボードを真似たキー配列



<実験1>  
計12文字(GOOD MORNING)を入力 (入力回数59回)

<実験2>  
計78文字(アルファベット順に3巡)を入力(入力回数310回)

## 実験条件

- > 被験者: 20代健常男性5名
- > EOG検出: RM-6100 (日本光電社)
  - 低域遮断周波数 0.53Hz
  - 高域遮断周波数 10Hz
- > A/D変換: CSI-320312 (Interface社)
  - サンプリング周波 100Hz
  - 分解能 12bits
  - 入力レンジ ±5V
- > 予備入力: Loop=2, 眼球偏位角度30°



## 評価方法

- 意思伝達率 =  $\frac{\text{正出力数}}{\text{全入力数}} \times 100$  [%]
- 誤作動率 =  $\frac{\text{誤作動数}}{\text{全入力数}} \times 100$  [%]
- 文字入力速度 =  $\frac{\text{入力した文字数}}{\text{文字列を入力するのに要した時間}}$  [char/min]
- 眼疲労度  
実験前後にアンケート(9段階)実施とフリッカー値測定。  
相対評価。

### フリッカー値

点滅光を一定条件下で注視し、連続光に見えるか点滅光に見えるかの境界における点滅回数

## 考察(システムの有用性)

- 予備入力実験より閾値設定を行った結果、被験者5名の意思伝達率は9割近く、誤作動はほとんどなし
  - ⇒処理の改善, 被験者を追加し再検討
- 実験1における平均文字入力速度 **8.3±1.0 char/min**
  - ⇒キーボード配列の検討, 斜め移動, 連続移動の導入
- 入力回数が多くなる程, 被験者の眼疲労は増加
  - ⇒入力方法の検討, オートスキャン方式の併用等

## 謝辞

- 本研究成果の一部は,
  - 科学研究費補助金基盤研究(C) No. 17500349
  - 新潟大学自然科学系教育研究支援経費の助成による。
- 実験に協力いただいた  
七海遥観君, 山岸健司君に感謝する。

## 結果

### 実験1 (GOOD MORNING)

被験者	意思伝達率 [%]	誤作動率 [%]	文字入力速度 [char/min]	アンケート [points]	フリッカー値 [points]
A(裸眼)	96.7	0.0	8.9	1	0
B(裸眼)	98.3	0.0	8.9	1	1
C(裸眼)	95.2	0.0	6.9	1	0
D(コンタクト)	89.4	0.0	7.5	3	3
E(メガネ)	90.8	0.0	9.0	0	0
Ave±S.D.	94.1±3.8	0.0±0.0	8.3±1.0	1.2±1.1	0.8±1.3

### 実験2 (アルファベット3巡)

被験者	意思伝達率 [%]	誤作動率 [%]	文字入力速度 [char/min]	アンケート [points]	フリッカー値 [points]
A(裸眼)	92.3	0.0	11.0	2	1
B(裸眼)	93.9	0.0	10.1	1	2
C(裸眼)	86.3	1.1	6.4	3	2
D(コンタクト)	83.2	0.5	7.9	5	8
E(メガネ)	80.4	0.5	8.0	2	3
Ave±S.D.	87.2±5.8	0.4±0.5	8.7±1.9	2.6±1.5	3.2±2.8

## まとめ

- 3電極2チャンネルAC結合型EOGを用いて「眼球運動」と「瞬目」の情報を検出し、「上下左右移動」と「選択」の意図情報を生成することにより、コミュニケーション支援装置を開発した。
- 文字入力実験を行った結果、被験者5名の意思伝達率は9割近くに達し、誤作動はほとんど生じずに任意の文字を入力できた。

## 今後の課題

- 人に優しいインターフェースの実現
- アミューズメントへの応用