

ビヘイビアキャプチャシステムによる意識行動の同時実時間計測

Capturing Human's Consciousness action by Behavior Capture System

○ 瀬里 彰信 (東大) 山根 克 (東大) 中村 仁彦 (東大)

Akinobu SERI Katsu YAMANE Y oshihiko NAKAMURA

University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8656 Japan

Abstract— We develop a new method of capturing human's behavior, by extending the Motion Capture System. The Behavior Capture System captures human's motion, brain waves, looking point, and floor contact force simultaneously, and show some data by 3D viewer. The final goal of our project is capturing human's consciousness action. In this paper, we show the constructed Behavior Capture System, and some data we captured.

Key Words: Behavior, Dipole, Motion Capture, Force Plate, brain waves, looking point, CORBA.

1 はじめに

実社会において人間と協調作業をするロボットには認識の相違に基づく危険な事故を防ぎ、作業効率を向上させる目的のために人間の意識をより的確に把握することが求められる。さらに、脳科学においても脳の情報処理メカニズムの解明のために人間の行動と脳波の関係を知らることが求められている。この要求を実現するためには、人間の全身動作のみを計測する従来のモーション・キャプチャシステム [1] では不十分である。そこで本研究では人間の行動の双方向情報を計測することを目的とするビヘイビア・キャプチャシステム [2] を開発する。人間への入力情報 (注視点など)、人間からの出力情報 (動作・床反力・脳波及び人間の内部情報) を同時実時間に計測・処理し、これらの情報を必要に応じて 3D 画面で確認することが可能である。被験者が運動をしている状況での脳波計測によって全身運動と脳内処理の対応が同時観察できれば運動の行動学習・獲得の過程を定量的に観察することができ、行動心理学、スポーツ医学、リハビリテーション等に重要な情報を提供することができる。また人間型ロボットの全身運動の生成には人間の認知過程モデルを取り入れた情報処理が必要になると考えられており、本研究で開発するシステムはこのようなモデル化の研究に応用することができる。

2 ビヘイビアの獲得方法

本研究では人間の入出力情報の計測のために Fig.1 に示すように数多くの計測機器を用いたシステムを構築した。Table.1に示すような更新速度でデータを取得することが可能である。

複数の機器から得られる情報を実時間に統合すると同時に将来のシステム構成の変更にも柔軟に対応するために、本研究では CORBA による分散オブジェクト技術を導入した。各測定機器ごとにサーバプログラムを開発し、クライアントプログラムから全てのデータを同時実時間に取得することとした (Fig.2)。なお、サーバ・クライアントともにマルチスレッド技術等を駆使することによ

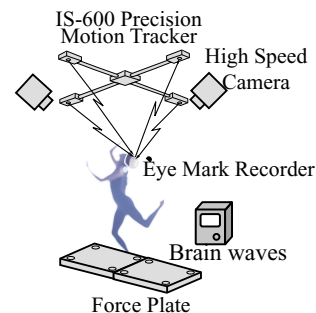


Fig. 1: Behavior Capture System

て効率的なデータ取得が可能となるように工夫した。その結果、3D 画面でリアルタイムにデータを確認しつつも各測定機器の同期誤差を 10ms 以内とすることが可能となった。Fig.3 にモーションキャプチャから得られたマーカ (緑色)、頭部 (黄色) 床反力 (床からの矢印)、視線方向 (頭部からの矢印)、注視点 (頭部前方の紫色の玉) 等の情報が統合されて表示されている様子を示した。脳波の解析には脳内等価電流双極子推定法 [3] と周波数分布解析を用いた。前者は脳内の活動部位を数学的に推定する手法であり、その結果は 3D モデル中に 6 自由度の矢印として示される。後者は α 波などの分布を解析する手法で、結果は頭部の 2 次元マップにアニメーションで示される。

3 計測結果

外部からの刺激に対する人間の行動と脳波の関係を調べる目的で、ビーブ音を合図に直立状態から右足に重心をかける実験をした。2 枚のフォースプレート間の重心

Table 1: machines and its renewal time

データ種別	測定機器	更新速度
6 軸方向の床反力	フォースプレート	0.82[ms]
視線方向・注視点	アイマークレコーダ	16.67[ms]
頭部の位置・姿勢	超音波・ジャイロ	5.15[ms]

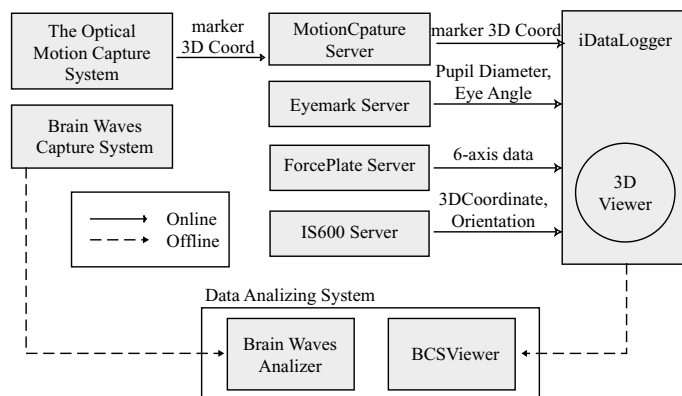


Fig. 2: Overview of the software

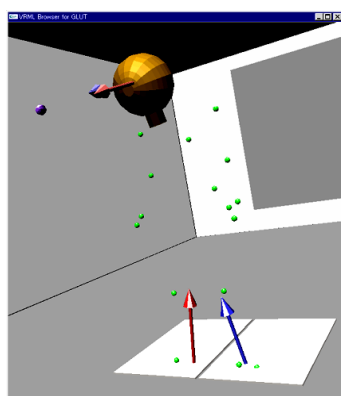


Fig. 3: 3D viewer

の変化の様子がリアルタイムに 3D 画面で詳細に確認できる。3D 画面出力を Fig.4 に示した。Fig.4 から被験者が無意識の内に左足から右足に重心を移す様子が観察できる。Fig.5 にピープ音が鳴ってから 0.5s 後の等価電流双極子、Fig.6 に脳波の周波数分布を示した。しかし、 θ 波 (4 ~ 8Hz) 及び δ 波 (2Hz ~ 4Hz) は成人の場合、散発的に 10 ~ 30 μV 前後のものが非対称、非同期に散在するに過ぎない [4]。従って Fig.6 が示すように実験全体に渡って δ 波が検出されたことは筋電位等のノイズの影響が非常に大きいと考えられる。

4 おわりに

本研究の成果を以下にまとめる。

1. 人間の入力情報と出力情報を同時実時間に計測することによって人間の認知過程の解明等の研究に役立つシステムを構築した。
2. 構築したシステムを用いて人間の動作情報及び脳波の高精度・実時間・高フレームレートでの計測が可能となった。
3. 安静時の脳波及び動作情報は正常に計測できるものの、被験者が動作中の脳波計測は筋電図によるノイズの影響が大きいと困難であることが明らかになった。

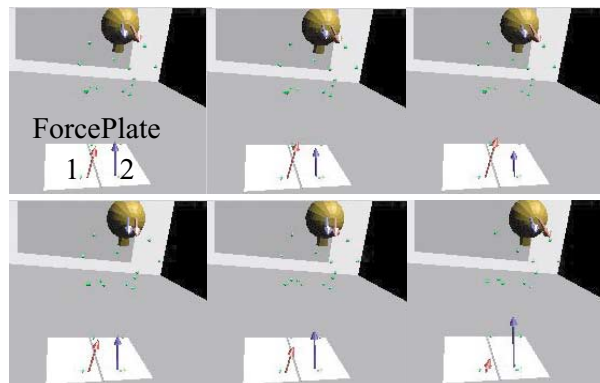


Fig. 4: 3D view immediately after beep

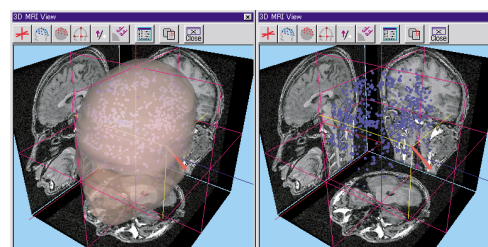


Fig. 5: dipole analysis

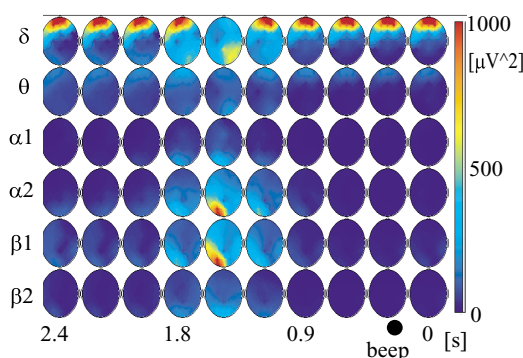


Fig. 6: 2D brain waves map by FFT

た。従って、本システムは安静にしている状態に何らかのトリガーを送り、運動状態に移行する際の脳の働きを調べるには有効であると考えられる。

本研究は科学技術振興事業団の戦略的基礎研究推進事業「自律的行動単位の力学的結合による脳型情報処理機械の開発」の支援を受けた。

参考文献

- [1] 持丸正明, 身体の運動計測技術の動向, 計測と制御, 36(9), 1997
- [2] 岡本 庄司, 藤原 清幸, 中村 仁彦: ビヘイビア・キャプチャシステム; 日本ロボット学会学術講演会予稿集, (1999)
- [3] B.Neil Cuffin, EEG Dipole Source Localization, IEEE Engineering Medicine And Biology, September/October 1998
- [4] 岡田保紀, 脳波標準テキスト, NEC メディカルシステムズ研修所, 1998