

ヒト神経系シミュレーションと認知活動支援サービスへの展開

大武美保子¹

¹東京大学人工物工学研究センター

(〒277-8568 千葉県柏市柏の葉 5-1-5 東京大学柏総合研究棟 5 階)

【概要】

2009 年現在、日本では約五人に一人が 65 歳以上の高齢者である。これが 2050 年になると、約五人に二人が 65 歳以上の高齢者となると予測されている。加齢と共に低下する、ヒトの認知機能を維持したり、高めたりするサービスに対するニーズが高まっている。そのようなサービスは、ヒトの認知神経系に関する知識が基盤となる。本研究の目的は、ヒトの運動や会話など、外界からの計測情報を用いて駆動することができる実世界に開かれた脳神経系シミュレータを開発し、運動学習や会話を支援する、認知活動支援サービスを開発することである[1,2]。本稿では、ヒトの動きを外部から観測して脳神経系の内部状態を推定する技術、具体的には、モーションキャプチャデータから筋長や筋伸長速度を計算し、運動情報を処理する神経系への入力情報を計算で求め、神経系モデルを駆動することができるオープンブレインシミュレータと、運動学習支援システムの開発について述べる。

【オープンブレインシミュレータ】

体を動かしている時に実際に起こりうる、体性感覚野の脳神経活動や、小脳のプルキンエ細胞における神経活動を、運動計測データから計算し提示することができる、オープンブレインシミュレータを開発した[3]。具体的には、1) 全身の姿勢データから、2) 筋長と筋伸長速度、3) これらに基づくマクロな脳神経活動、4) ミクロな神経活動を連続して計算し、提示する統合システムを構築した。モーションキャプチャシステムに接続し、筋骨格モデル、筋紡錘モデル、マクロスケールの脳神経系モデル、ミクロスケールの神経細胞モデルを結合して、運動計測データから、脳神経系の電氣的活動を計算で求める。システム構成を図 1 に示す。

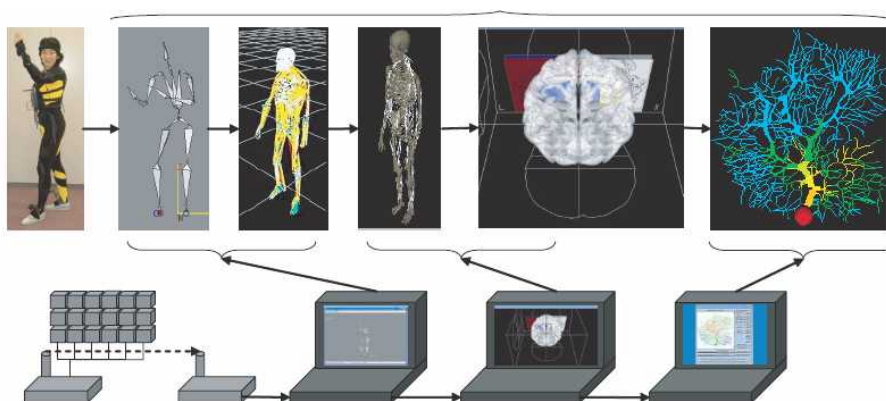


図 1 オープンブレインシミュレータのシステム構成

【運動学習支援システム】

モーションキャプチャ装置により得られる運動情報を、神経解剖学モデルを用いて神経情報に変換した上で解析し、運動の特徴量と対比して、学習者に提示することで、運動学習支援を行う。具体的には、腰の高さや、道具の速度といった運動の特徴量と、運動を行った時に神経系から観測される内部状態量とその特徴量について、利用者と上級者の値を利用者にフィードバックする（図2）[4]。このようにすることで、利用者は、目的とする運動を生成するために、神経情報に一度遡ることにより、一見見ただけでは関連がないように見える、運動のどの部分を改善すればよいか分かる。「うまくいっていないがどこを直せばうまくいくのか分からない」という、運動が苦手な人が持つ問題を解決することができる。例えば、武道の基本技である木剣の袈裟斬り動作の場合、目的とする運動は、剣先が直線の軌道を描いて斜めに振り下ろされることである。解析を行ったところ、袈裟斬り動作の場合、足腰の筋を支配する脊髄 L2 層の神経情報と、肩や腕の筋を支配する脊髄 C5 層の神経情報の相関計算から、運動の特徴量が目的とする値に近い時の、足の踏み換えと腕の振り下ろしのタイミングが明らかになった。そこで、内部状態量として、足の踏み換えと腕の振り下ろしのタイミングに関連する神経情報の相関値を、利用者に提示する。

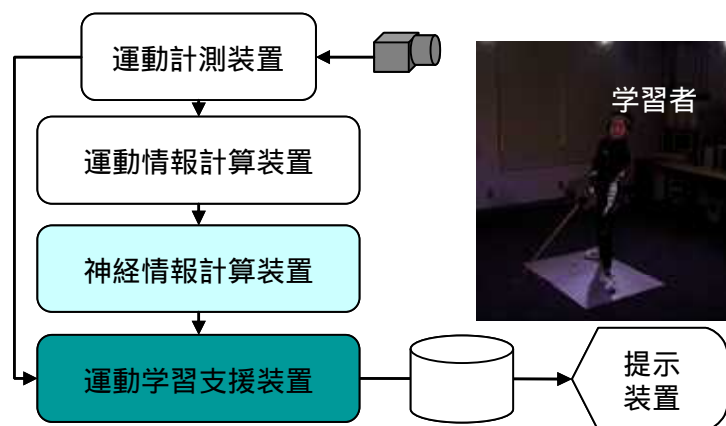


図2 運動学習支援システムの構成

【参考文献】

- [1] 大武美保子．認知症予防回復支援サービスの開発と忘却の科学 - マルチスケールサービス設計手法の開発 - ，人工知能学会論文誌 ， Vol. 24, No.2, pp. 295 - 302, 2009.
- [2] 大武美保子．認知症予防回復支援サービスの開発と忘却の科学 共想法により社会的交流の場を生成する会話支援サービス ．人工知能学会論文誌, Vol. 24, No. 6, pp. 568 - 575, 2009.
- [3] Mihoko Otake, Toshihisa Takagi, and Hajime Asama. Open Brain Simulator Estimating Internal State of Human through External Observation towards Human Biomechatronics. Proceedings of the 2008 IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1089-1093, 2008.
- [4] Mihoko Otake and Yoshihiko Nakamura. Spinal Information Processing and its Application to Motor Learning Support, Journal of Robotics and Mechatronics, Vol. 17, No. 6, pp. 617-627, 2005. (特許 4016112, 特許 4054879)