

1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆研究開発課題名 国際共同研究プログラムに基づく日米連携による脳情報通信研究 (第3回)
- ◆副題 月面ジャグリング課題を用いたスキル獲得の脳内メカニズムの解明
- ◆実施機関 東京工業大学、東京都市大学、愛知工業大学
- ◆研究開発期間 令和2年度～令和5年度 (36か月)
- ◆研究開発予算 総額28百万円 (令和2年度9百万円)

2. 研究開発の目標

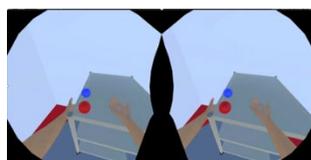
令和3年度に、仮想現実(VR)空間におけるジャグリングを可能とするVRシステムを力覚提示装置とヘッドマウントディスプレイを組み合わせることで実現する。令和5年度までに、VRシステムを用いたジャグリングトレーニング中の脳活動・行動計測実験を実施するとともに、運動スキル獲得に関する計算論的なモデルを構築し、運動スキル獲得に関する脳内メカニズムの解明や促進トレーニング法を開発する。

3. 研究開発の成果

研究開発目標

研究開発項目1: VRジャグリングシステムの開発

- ・仮想現実(VR)空間における3ボールのジャグリングを実現
- ・ボールの速さや重さを任意に調整可能
- ・運動能力や上達過程を調べることに役立つ



提示映像(ステレオ)

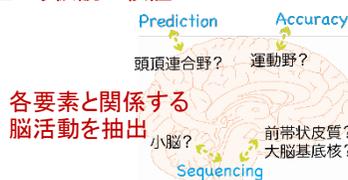
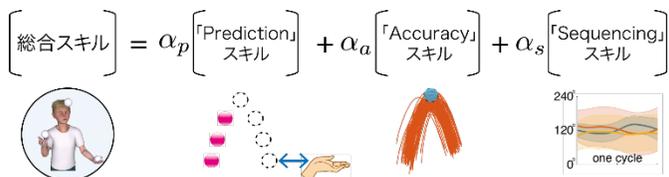
ヘッドマウントディスプレイ



力覚提示デバイス

研究開発項目2: 運動スキル構成要素と関連する脳活動の抽出

予測能力、動作の正確性、動作系列調整力が運動スキル構成要素という仮説の検証



研究開発成果: VRジャグリングシステムの要素技術開発

VR空間における運動トレーニングが実空間における運動スキルに転移するためには、VR空間におけるリアリティが大切。

- 本研究開発では、ウェアラブルかつ両手への疑似的な力を伝えられる力覚提示装置を用いてボールからの負荷力を再現するとともに、ヘッドマウントディスプレイを用いて臨場感のある視覚情報を提示するシステムを開発。

研究開発成果: 脳波計測のためのヘッドマウントディスプレイアダプタの開発

運動に関連する脳活動を抽出するためには、ヘッドマウントディスプレイを装着時にもノイズが少ない安定した脳波信号を取得する技術が大切。

- 本研究開発では、ヘッドマウントディスプレイの頭部固定部分と脳波電極との接触を防ぐアダプタ機構を開発。

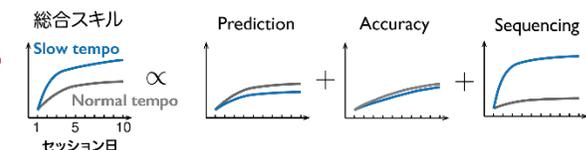
研究開発成果: 運動スキル構成要素を抽出する方法の開発

運動スキル獲得のメカニズムを解明するためには、運動スキルを構成する要素を特定することが大切。

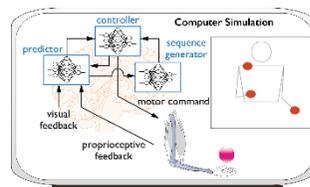
- 本研究開発では、3つの運動スキル構成要素を個別に評価するための実験プロトコルを策定するとともに、その実験を遂行するための技術検討を現在行っている。

研究開発項目3: 運動スキル獲得のメカニズムの解明と促進法の開発

スローテンポトレーニングの効果検証



計算機上でスキル獲得過程を再現



研究開発成果: 運動スキル獲得メカニズムのモデル化

運動スキル獲得の脳内メカニズムを理解するためには、スキル獲得に関与する脳の部位や情報処理原理を特定することが大切。

- 本研究開発では、運動スキル獲得に関する計算論的なモデルの構築に向けて、入出力表現と学習アルゴリズムを策定するとともに、モデルの実装に向けたアルゴリズムのコーディングを現在行っている。

4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	標準化提案・採択	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
0 (0)	0 (0)	1 (1)	1 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

- (1) 国際会議におけるシンポジウムにて成果発表
 スポーツ科学に関連する国際会議 The 2020 Yokohama Sport Conference の General Symposia「Exploring athletic sensorimotor control with advanced technique」にて、ジャグリング運動中の脳波信号データ解析に関する成果を発表。
- (2) 学術論文誌に採録
 Advanced Robotics誌に、単一ボールのキャッチングタスクを実行する運動学習モデルの研究に関する成果をまとめた論文「Modulation of wrist stiffness caused by adaptation to stochastic environment」が採録。

5. 今後の研究開発計画

令和3年度に個別に開発した力覚提示システムと視覚提示システムを統合した仮想現実システムを構築するとともに、同システムを用いた脳波・運動計測実験を行い、実環境でジャグリングを行っているときと同様の行動パターンや脳活動が観測されるかを検証し、構築した仮想現実システムの評価を行う。また、日本側と米国側の双方で実施する予定であるジャグリングの運動スキル構成要素の定量化のための脳波・運動計測実験の Protokol 策定及びシステム開発を行うとともに、運動スキル構成要素と関係する脳活動の特徴を抽出する解析技術を開発する。また、仮想現実システムを用いて、ゆっくりとしたテンポによるジャグリング運動トレーニングの方が通常のテンポよりも早く上達することを検証し、スキル獲得を促進するトレーニング方法の開発を目指す。さらに、ジャグリングの運動スキル獲得に関する計算論的なモデルの構築と計算機シミュレーションを通じて、トレーニング中の被験者の行動データが再現できるかを検証する。さらに学習モデルに含まれる変数やパラメータと関係する神経基盤をトレーニング中の被験者の脳活動データから抽出する。これらを通じて、計算論モデルの妥当性を、行動および脳活動データを用いて検証する。

6. 外国の実施機関

カリフォルニア大学サンディエゴ校（アメリカ合衆国）