

小池 康晴

東京工業大学 ソリューション研究機構・教授

知覚中心ヒューマンインターフェースの開発

## §1. 研究実施体制

### (1)「小池」グループ(研究機関別)

- ① 研究代表者:小池 康晴 (東京工業大学ソリューション研究機構、教授)
- ② 研究項目
  - ・粘性の推定
  - ・粘弾性特性の知覚条件の検討
  - ・重さと粘性の知覚の解明

### (2)「川嶋」グループ(研究機関別)

- ① 主たる共同研究者:川嶋 健嗣 (東京工業大学精密工学研究所、准教授)
- ② 研究項目
  - ・力覚提示機能を有する遠隔対応型外科手術支援ロボットシステムの開発
  - ・力覚提示方法の提案と実装
  - ・手術ロボットシステムの評価実験

### (3)「石井」グループ(研究機関別)

- ① 主たる共同研究者:石井 雅博(札幌市立大学大学院デザイン研究科、教授)
- ② 研究項目
  - ・奥行き手がかりの評価
    - 両眼網膜像差による奥行き知覚
    - 運動視差による奥行き知覚
    - 絵画的手がかりによる奥行き知覚
  - これらの統合や相互作用

3D 空間内における **pseudo-haptics** の特性

・奥行き提示条件の検討

奥行き知覚に関する個人差の明確化

個人差識別手法の確立

個人差を考慮した情報提示手法の確立

(4)「中小路」グループ(研究機関別)

① 主たる共同研究者: 中小路 久美代 (株式会社SRA先端技術研究所、所長)

② 研究項目

・インタラクションデザインによるアプリケーションの開発

## § 2. 研究実施内容

(文中に番号がある場合は(3-1)に対応する)

### (1) 小池チーム

本研究では、筋骨格系のモデルを用いて筋電信号から粘弾性特性を推定する。推定された粘弾性特性に応じてロボットを制御し、その結果を視覚にフィードバックすることで重さを知覚できる技術を用いて、手術ロボットなどへのアプリケーションに応用する。

以下、論文準備中により非公開。

### (2) 川嶋チーム

詳細は、論文準備中により非公開。

### (3) 石井チーム

全体の研究計画を達成するためには、人間の知覚認知特性が理解される必要がある。そこで、三次元空間の知覚認知特性に関して、特に、本研究との関連が強い項目において未だ理解が進んでいない知覚認知現象の解明に取り組んだ。近視、遠視、乱視あるいは色覚異常のように、両眼網膜像差や運動視差による三次元空間にも大きな個人差が存在することが知られている。しかしながら、その特性はよく分かっていない。また、立体盲の検査方法は存在するものの、個人差を同定するような検査方法は確立されていない。個人差を系統的に分類するとともに、その検査手法を確立する必要があると考え、まず以下のようなモデルを想定した。床や見上げた鉛直対象では上視野は注視点より遠方に、下視野は近方にある。したがって視覚系はこれらの空間配置に対して良く適合し、逆の配置には弱いと想定できる。そこで本研究では、交差および非交差の両眼網膜像差による奥行き知覚を上視野と下視野で調べた。60名の被験者の奥行き知覚特性を調べ、上記の予測を支持する結果を得た。

絶対距離知覚に対して、輻輳と調節はそれぞれ有効な手がかりとなると報告されている。これらを同時に与えたときの知覚への影響に関しては、相反する結果が報告されている。本研究では、輻輳刺激による絶対距離知覚が調節刺激によって変調されるか調べた。刺激はミラーステレオスコープで提示された暗黒中の白色正方形であり、中心に黒色の十字があった。刺激の描画位置によって輻輳を、眼前に凸または凹レンズを置くことで調節を刺激した。実験の結果、輻輳による絶対距離知覚は調節によって変調されることが分かった。

マウスポインタ等の自己投影物の移動速度に変化が生じた場合、擬似的な力覚が知覚されることが確認されている。この現象は Pseudo-Haptics と呼ばれている。これまで Pseudo-Haptics の特性は前額平行面上での運動について調べられてきた。本研究では 3D 空間での奥行き方向の運動が Pseudo-Haptics 知覚に及ぼす影響について調べた。その結果、奥行き方向での Pseudo-Haptics 生起率・知覚力覚量が小さいことがわかった。また、その原因は腕の運動方向より視覚にあることがわかった。

(4) 中小路チーム

2012 年度は, (1) センスシフト情報環境 TCieX (Touch-Centric Interaction Embodiment eXploratorium)の展開, (2) ビジュアルなフィードバックによる粘弾性知覚に関わる実験環境の構築, (3) ビジュアルなインタラクティビティによる粘弾性を利用した応用システムの機構デザイン, および (4) 遠隔ロボットアームとの比較調査のための予備実験環境の構築と試行, という四つの項目についての研究を実施した. ((1), (2), (4)については論文準備中により非公開.)

(3) ビジュアルなインタラクティビティによる粘弾性を利用した応用システムの機構デザイン  
オブジェクト間の関係性の制約条件を, ビジュアルなインタラクティビティによる粘弾性を介してユーザに知覚させ, 人的リソース配分タスクを支援する応用するシステムの機構のデザインを行った.

### §3. 成果発表等

#### (3-1) 原著論文発表

##### ● 論文詳細情報

1. Toshihiro Kawase, Hiroyuki Kambara, Yasuharu Koike, “A Power Assist Device Based on Joint Equilibrium Point Estimation from EMG Signals”, *Journal of Robotics and Mechatronics*, Vol.24, No.1, pp.205-218, (2012)
2. Toshihiro Kawase, Keiichi Ohishi, Kazuya Yoneyama, Hiroyuki Kambara, Yasuharu Koike, “Recalibration of time to contact”, *Robotics and Autonomous Systems*, vol.60, No.5, pp.742-746, (2012)
3. Hiroyuki Kambara, Duk Shin, Toshihiro Kawase, Natsue Yoshimura, Katsuhito Akahane, Makoto Sato, and Yasuharu Koike, “The effect of temporal perception on weight perception”, *Frontiers in Psychology*, Vol.4(40), pp.1-14, (2013)
4. Hiroyuki Kambara, Duk Shin, and Yasuharu Koike, “A computational model for optimal muscle activity considering muscle viscoelasticity in wrist movements”, *Journal of Neurophysiology* (in press)
5. Duk Shin, Atsushi Katayama, Kyoungsik Kim, Jaehyo Kim, Natsue Yoshimura, Hiroyuki Kambara, and Yasuharu Koike, “A Virtual Instrument System Operated by Electromyographic Signals”, *INFORMATION, An International Interdisciplinary Journal* (in press)
6. 原口大輔, 只野耕太郎, 川嶋健嗣, “柔軟関節を用いた空気圧駆動鉗子マニピュレータの開発(先端屈曲機構の簡略化と外力推定)”, *日本フルードパワーシステム学会誌*, Vol.43 No.3,

pp.62-69, (2012)

7. Yu Okamoto, Kotaro Tadano, and Kenji Kawashima, “A basic study on biological signal of operator during master-slave system control”, *Journal of Robotics and Mechatronics*, Vol.24, No.5, pp.908-916 (2012)
8. Li Hongbing, Kenji Kawashima, Kotaro Tadano et.al., “Achieving Haptic Perception in Forceps Manipulator using Pneumatic Artificial Muscle”, *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, Vol.18, Issue1, pp.74-85 (2013) (DOI 10.1109/TMECH.2011.2163415)
9. 只野耕太郎, 川嶋健嗣, 田中直文, 小嶋一幸, “空気圧駆動ロボットアームとヘッドマウントディスプレイを用いた立体内視鏡操作システム”, *日本医工学治療学会*, Vol.24, No.3, pp.177-184 (2012)
10. 原口大輔, 只野耕太郎, 川嶋健嗣, “柔軟関節を用いた空気圧駆動鉗子マニピュレータの開発(関節構造および理論モデルの改善による性能向上)”, *日本フルードパワーシステム学会論文集*(掲載決定)
11. 石井雅博, 佐藤秀一, “3次元空間内における Pseudo-Haptics について”, *映像情報メディア学会誌*, (2012)
12. 大上戸智之, 石井雅博, 佐藤雅之, “遠近調節が輻輳による見えの距離に及ぼす影響”, *映像情報メディア学会誌*, (2012)
13. Yasuhiro Yamamoto, Kumiyo Nakakoji, “Designing Pseudo-Haptic Feedback Mechanisms for Decision Making Tasks, Shikakelogy”, *Designing Triggers for Behavior Change*, AAAI Spring Symposium Series 2013, Palo Alto, CA., (2013)

### (3-2) 知財出願

- ① 平成 24 年度特許出願件数(国内 1 件)
- ② CREST 研究期間累積件数(国内 2 件)