

課題番号	LR004
------	-------

**先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム)
実施状況報告書(平成 25 年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	皮膚感覚の拡張と転送を利用した運動機能サポートに関する研究
研究機関・ 部局・職名	東北大学・大学院情報科学研究科・准教授
氏名	昆陽 雅司

1. 当該年度の研究目的

本研究の目的は、運動時に皮膚で感じる運動感覚を増幅・拡張、あるいは、他の部位に転送することにより、運動機能をサポートする技術の基礎を確立することである。

当該年度は、(1)理論化フェーズとして、接触を伴う皮膚の動的変形のモデリングと疑似運動感覚の生成、筋骨格系を考慮した振動伝搬のモデリングと疑似運動感覚の生成、道具を把持した際の皮膚変形のモデリングと疑似力覚の呈示を行う。また、(2)応用フェーズとして、前年度まで開発してきた装着型試作機の小型化、歩行中の波形を計測・呈示する技術の開発と検証、運動シューズの特性評価への応用を行う。また、ペダリング運動を利用した下肢運動調整機能評価装置を用いた運動調整機能の評価手法の開発を行う。

2. 研究の実施状況

本年度の研究目的に従い、下記の研究項目を実施した。

(1)理論化フェーズとして、接触を伴う皮膚の動的変形のモデリングと疑似運動感覚の生成法に関して、立体形状を伴う物体をなぞった際の皮膚に加わる接線力の生成をモデル化し、振動刺激を用いて立体形状を呈示する手法、および、複数の振動刺激の重畳によって通常の皮膚感覚よりもシャープな刺激を与える方法を確立した。また、筋骨格系の振動伝播に関しては、応用フェーズで開発した装着型振動刺激装置を用いて、歩行運動中に下肢関節部に 150~300Hz でフィルタリングした刺激を加えた際の歩行への影響を調査し、振動刺激の有無が歩行の乱れ量に影響する傾向がみられた。さらに、道具を把持した際の皮膚変形のモデリングと疑似力覚の呈示では、吸引圧を用いたペン型インタフェースを開発し、外力を加えた際の皮膚変形の有限要素解析と心理物理実験から多自由度の外力を呈示する刺激制御法を確立した。

(2)応用フェーズとして、歩行支援を目的とした装着型振動計測・刺激装置を開発した。下肢関節部で観測された振動波形をリアルタイムにフィルタリングし、振動刺激を生成することが可能になった。振動刺激による歩行支援への効果は今後も検証が必要であるが、健常者に対する実験では、過半数の被験者から、振動呈示がある方が歩きやすいという評価が得られている。また、下肢振動計測の派生技術として、歩行の接地状態を推定する手法の提案、および、運動シューズの特性評価の検証を行った。さらに、ペダリング運動装置を用いて、運動中の足先のインピーダンスを評価し、環境負荷による変化を確認した。

3. 研究発表等

<p>雑誌論文 計 4 件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計 3 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tatsuma Sakurai, Hiroyuki Shinoda, Masashi Konyo, Sharp Tactile Sensation using Superposition of Vibrotactile Stimuli in Different Phases, Proc. IEEE World Haptics Conference 2013, pp. 235-240, 2013 2. Lope Ben Porquis, Daiki Maemori, Naohisa Nagaya, Masashi Konyo, and Satoshi Tadokoro, Haptic Cue of Force on Tools: Investigation of Multipoint Cutaneous Activities on the Skin using Suction Pressure Stimuli, 2013 Proc. IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 2023-2029, 2013 3. Lope Ben Porquis, Daiki Maemori, Naohisa Nagaya, Masashi Konyo, and Satoshi Tadokoro, Presenting Virtual Stiffness by Modulating the Perceived Force Profile with Suction Pressure, Proc. of IEEE Haptics Symposium 2014, pp.289-294, 2014 <p>(掲載済み一査読無し) 計 0 件</p> <p>(未掲載) 計 1 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Shuhei Kadoya, Naohisa Nagaya, Masashi Konyo, and Satoshi Tadokoro, A Precise Gait Phase Detection Based on High-Frequency Vibration on Lower Limbs, 2014 IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2014 年 5 月 31 日 (accepted)
<p>会議発表 計 17 件</p>	<p>専門家向け 計 11 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Lope Ben Porquis, Daiki Maemori, Naohisa Nagaya, Masashi Konyo, Satoshi Tadokoro, TAKO-Pen: Pen-type Psuedo Haptic Interface using Suction Pressure on the Skin, First Report: Perceiving External Force by Multipoint Suction Pressure Stimuli, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2013, 1A2-E01, つくば市, 2013 年 5 月 22-25 日 2. 前森 大貴, Lope Ben Porquis, 永谷 直久, 昆陽 雅司, 田所 諭, TAKO-Pen: 皮膚への吸引圧刺激を用いたペン型疑似力覚インタフェース, 第 2 報: ペン把持部への外力負荷時の指腹部変形解析, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2013, 2A1-A11, つくば市, 2013 年 5 月 22-25 日 3. 大竹 達也, 永谷 直久, 昆陽 雅司, 田所 諭, 下肢への振動呈示による歩行サポートに関する研究 第 1 報: 歩行時における下肢伝搬振動の計測・再生装置の開発, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2013, 2A2-A07, つくば市, 2013 年 5 月 22-25 日 4. 伊藤 純平, 永谷 直久, 昆陽 雅司, 田所 諭, 空間操作型インタフェースを用いた表面形状呈示, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2013, 2A2-A08, つくば市, 2013 年 5 月 22-25 日 5. 門谷 周平, 永谷 直久, 昆陽 雅司, 田所 諭, 身体伝播振動を用いた歩行周期推定手法の提案, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2013, 2P1-G05, つくば市, 2013 年 5 月 22-25 日 6. 宮崎 友裕, 金 勝煥, 伊藤 純平, 永谷 直久, 昆陽 雅司, 田所 諭, 空間操作型インタフェースを用いた仮想柔軟物体との疑似力覚インタラクション, 第 18 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, pp. 160-161, 大阪市, 2013 年 9 月 18 日-20 日 7. 前森 大貴, Lope Ben Porquis, 永谷 直久, 昆陽 雅司, 田所 諭, ペン把持時の皮膚接触面における圧力分布を考慮した疑似力覚呈示手法, 第 18 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, pp. 378-381, 大阪市, 2013 年 9 月 18 日-20 日 8. Lope Ben Porquis, 前森 大貴, 永谷 直久, 昆陽 雅司, 田所 諭, Presenting augmented force on a pen-type interface by multipoint skin stimuli, 第 18 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, pp. 382-285, 大阪市, 2013 年 9 月 18 日-20 日 9. 伊藤 純平, キム スンファン, 永谷 直久, 昆陽 雅司, 田所 諭, 振動刺激を用いた空中に浮かぶ表面形状の呈示, 第 14 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 (SI2013), pp. 676-679, 神戸, 2013 年 12 月 18 日-20 日 10. 瀬戸 文美, 渡邊 高広, 永谷 直久, 昆陽 雅司, 田所 諭, ペダリング運動を用いた人体下肢のインピーダンス調整機能の評価 第 5 報 集中定数モデルによる足先インピーダンス特性の推定, 第 14 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 (SI2013), pp. 1556-1558, 神戸, 2013 年 12 月 18 日-20 日 11. 大竹 達也, Lope Ben Porquis, 永谷 直久, 昆陽 雅司, 田所 諭, 下肢への振動呈示による歩行サポートに関する研究 第 2 報: 歩行時の下肢振動呈示による歩容への影響の調査, 第 14 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 (SI2013), pp. 2423-2424, 神戸, 2013 年 12 月 18 日-20 日

様式19 別紙1

	<p>一般向け 計 6 件</p> <p>12. 昆陽雅司, 振動刺激を用いた触覚ディスプレイの基礎と応用, 「ここまで使える触覚インタフェース ～デモで実感する体験講座～」, NE アカデミー(主催: 日経エレクトロニクス), 東京都, 2013 年 6 月 28 日</p> <p>13. 昆陽雅司, 触覚のメガネを創るには ～触覚の役割を見直す～, 先端知能機械情報学セミナー(主催: 東京大学大学院情報理工学系研究科 知能機械情報学専攻), 2013 年 7 月 24 日</p> <p>14. 昆陽雅司, 触覚刺激を用いた運動サポート ～触覚のメガネを創るには～, 講演会「感性がつなぐロボットと人の未来」(主催: 広島大学産学官連携推進研究協力会), 2013 年 10 月 11 日</p> <p>15. 昆陽雅司, 携帯情報端末のための触力覚インタフェース, 「触覚技術の基礎と応用」, 日本機械学会 No.13-123 講習会, 東京, 2013 年 11 月 22 日</p> <p>16. 昆陽雅司, 触知覚に関する高周波振動情報, 一般社団法人 電子情報技術産業協会 第12回感性センシング応用ロードマップ技術分科会, 東京都, 2013 年 11 月 25 日</p> <p>17. 昆陽雅司, タッチパネル向け触覚インターフェース徹底解説, Electronic Journal 第 2049 回 Technical Seminar(主催:株式会社 電子ジャーナル), 東京都, 2014 年 1 月 10 日</p>
図書	
計 0 件	
産業財産権 出願・取得状 況	(取得済み) 計 0 件
計 0 件	(出願中) 計 0 件
Webページ (URL)	<p>1 東北大学 昆陽雅司 http://www.rm.is.tohoku.ac.jp/~konyo/</p> <p>2. 研究紹介 http://www.rm.is.tohoku.ac.jp/next.html</p> <p>3. 市民講座「未来をつくる - 東北大学機械系若手研究者の挑戦 -」 http://www.pfsl.mech.tohoku.ac.jp/next2013/</p>
国民との科 学・技術対話 の実施状況	市民講座「未来をつくる - 東北大学機械系若手研究者の挑戦 -」(主催: 東北大学大学院 工学研究科, 医工学研究科, 情報科学研究科), せんだいメディアテーク, 仙台市, 2013 年 8 月 25 日, 学生, 市民を対象に研究を紹介した. 参加者 64 名.
新聞・一般雑 誌等掲載	
計 0 件	
その他	

4. その他特記事項

- IEEE World Haptics Conference 2013 Best Poster Award 受賞, 国際会議 IEEE World Haptics Conference 2013 での発表「Sharp Tactile Sensation using Superposition of Vibrotactile Stimuli in Different Phases」に対して, 2013 年 4 月 18 日
- IEEE Haptics Symposium 2014 Best Demonstration Award 受賞, 国際会議 Haptics Symposium 2014 での技術展示発表「Presenting Virtual Stiffness by Modulating the Perceived Force Profile with Suction Pressure」に対して, 2014 年 2 月 26 日
- FIRST シンポジウム 「『科学技術が拓く 2030 年』へのシナリオ」内 NEXT ライフ・イノベーションポスターセッションにおける参加者投票により, 銀賞(得票数 2 位)受賞, FIRST プログラム公開活動実行委員会より, 2014 年 2 月 28 日

実施状況報告書(平成25年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されます

1. 助成金の受領状況(累計)

(単位:円)

	①交付決定額	②既受領額 (前年度迄の 累計)	③当該年度受 領額	④(=①-②- ③)未受領額	既返還額(前 年度迄の累 計)
直接経費	124,000,000	93,290,000	30,710,000	0	0
間接経費	37,200,000	27,987,000	9,213,000	0	0
合計	161,200,000	121,277,000	39,923,000	0	0

2. 当該年度の収支状況

(単位:円)

	①前年度未執 行額	②当該年度受 領額	③当該年度受 取利息等額 (未収利息を除 く)	④(=①+②+ ③)当該年度 合計収入	⑤当該年度執 行額	⑥(=④-⑤) 当該年度未執 行額	当該年度返還 額
直接経費	89,620	30,710,000	0	30,799,620	30,799,620	0	0
間接経費	5,000,000	9,213,000	0	14,213,000	14,213,000	0	0
合計	5,089,620	39,923,000	0	45,012,620	45,012,620	0	0

3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	15,820,113	マクロズームユニット、リアルタイム3次元動作解析、組込回路の設計開発など
旅費	3,750,093	研究成果発表旅費等
謝金・人件費等	8,642,249	特任助教人件費、市民講座受付謝金等
その他	2,587,165	学会参加費、センサ修理等
直接経費計	30,799,620	
間接経費計	14,213,000	
合計	45,012,620	

4. 当該年度の主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能 等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関 名
ソフトウェアライ センス	ANASYS	1	997,500	997,500	2013/4/22	東北大学
VW-Z5高解像度マ クロズームユニット	(株)キーエンス社 製	1	1,029,000	1,029,000	2013/5/13	東北大学
Hawk-iカメラ	(米) MotionAnalysis社 製	3	703,359	2,110,077	2013/5/27	東北大学
総合分析ソフトウ ェア	SmartAnalyzer	1	819,000	819,000	2013/6/27	東北大学
リアルタイム3次元 動作解析システム	(株)ナックテクノ ロジー社製	1	2,688,000	2,688,000	2013/8/26	東北大学
振動計測・制御用組 み込み回路の設計開 発	三徳商事社(株)製	1	3,307,500	3,307,500	2014/1/31	東北大学
6軸力覚センサ	ビー・エル・オート テック(株)製	1	1,237,950	1,237,950	2014/3/18	東北大学