

寝台上的身体圧迫による広範囲重量感呈示デバイス

Bed-style haptic display for providing weight sensation

○高下 昌裕 (電通大) 小川 大地 (電通大) 武井 聖也 (電通大)
中井 優理子 (電通大) 中村 たいら (電通大) 中村 拓人 (電通大)
栗原 洋輔 (電通大) 岡崎 龍太 (電通大) 蜂須 拓 (電通大, 日本学術振興会)
佐藤 未知 (電通大, 日本学術振興会) 梶本 裕之 (電通大, 科学技術振興機構)

Masahiro KOGE, The University of Electro-Communications, koge@kaji-lab.jp
Daichi OGAWA, The University of Electro-Communications, ogawa@kaji-lab.jp
Seiya TAKEI, The University of Electro-Communications, takei@kaji-lab.jp
Yuriko NAKAI, The University of Electro-Communications, yuriko@kaji-lab.jp
Taira NAKAMURA, The University of Electro-Communications, n.taira@kaji-lab.jp
Takuto NAKAMURA, The University of Electro-Communications, n.takuto@kaji-lab.jp
Yosuke KURIHARA, The University of Electro-Communications, kurihara@kaji-lab.jp
Ryuta OKAZAKI, The University of Electro-Communications, okazaki@kaji-lab.jp
Taku HACHISU, The University of Electro-Communications, hachisu@kaji-lab.jp
Michi SATO, The University of Electro-Communications, michi@kaji-lab.jp
Hiroyuki KAJIMOTO, The University of Electro-Communications, kajimoto@kaji-lab.jp

We developed a bed-style haptic display that provides weight sensation to large-area of the user's body. The system is composed of motors, belts, cushion and quilt to press and swing the user lying in bed. It is one type of the whole-body haptic interface, characterized by the presentation of low-frequency, multi degrees-of-freedom force. The system can enrich audio visual experience by several ways, such as expressing horrific ghost sitting on the user as an entertainment contents, or presenting remote relative's existence as a tele-communication tool. Overall, the system change the bed into a new medium in which immersive contents are truly presented immersively.

Key Words: Haptic bed, Haptic display, Weight sensation

1. 緒言

映画や音楽などの視聴覚コンテンツをより高品位にすることを目的として、身体に触力覚呈示を行う手法が数多く提案されている。例えば椅子の背面に設置された振動子が音楽やゲームに合わせて駆動される[1], 上着に埋め込まれた振動子を映像に合わせて駆動される[2][3]等の手法により、映画やゲームなどのコンテンツの質を向上させている。

これらの研究は主に身体広範囲への振動呈示すなわち触知覚可能な周波数帯のうち中～高周波成分の呈示によって行われている。振動呈示によって音や衝撃は再現可能であるが、継続的に圧力を加えるような力覚を再現することは難しい。そのため自身の体の上に誰かが乗っている感覚や体を締め付けられるような感覚などを再現するためには、重量感や力覚すなわち低周波の触覚も必要だと考えられる。

重量感や力覚を再現する手法はこれまでも数多く提案されてきた。触力覚呈示装置として知られる PHANTOM[4]や Falcon[5], SPIDAR[6]はユーザがペン型や球体のデバイスを操作する際に抵抗力を与えることによって重量感を呈示可能としている。Gravity Grabber[7]ではモータでベルトを巻き取る手法で指皮膚を変形させ、垂直抗力とせん断変形を表現し、重量感の呈示を実現している。

これら重量感覚や力覚を呈示する装置は多くの場合手や指先など体の一部に呈示するものが多く全身への呈示を行うものは少ない。全身へ呈示することの問題点として触覚アクチュエータの装着が挙げられる。全身を圧迫するため装置が大掛かりとなりやすく、また装着作業に時間がかかる。

全身に力覚呈示するものとして Huggy pajama[8]が挙げられる。しかし空気による圧力で力覚を与えているため呈示でき

る力は大きくはなく、また応答性の制限から映像や音との同期には限界があると考えられる。またせん断方向への力呈示など方向性をもった力覚は考えられていない。Invisible[9]ではユーザが背負ったタンクに水を注入することによって重量感を呈示しているが、空間分解能の悪さや応答性が悪いことが問題点として挙げられる。

そこで我々は全身への重量感や力覚を呈示する装置として寝台に着目した。寝台は睡眠を行うのみでなく、読書、映画鑑賞、ビデオゲームなどを楽しむ場としても日常的に利用されており、タブレット端末などを寝転びながら操作する補助を行う道具も市販されている[10]。寝台では体が布団に包まれており触覚および力覚を呈示する上で都合の良い状況であると考えられる。また寝台そのものが大掛かりなものであるため多少装置が大掛かりになっても許容し得る。

我々は以上の状況を利用し、寝台上でのエンタテインメント体験増幅のためのモータ巻き取り機構を用いた重量感呈示装置を提案する。身体広範囲に重量感を呈示することで、図1に示すようなバーチャルな物体や生物、キャラクターの重量を感じ存在を体感するという、振動のみでは表現しにくかった状況も再現できると考えられる。これまでにモータ巻き取り機構による重量感の呈示は行われており、熊谷らは隣に座る人の重量によるソファのへこみを再現している[11]。なおこのような重量感呈示装置に加え、既存の振動呈示装置と組み合わせることも当然考えられる。

寝台上をエンタテインメントの場として利用した研究はこれまでも行われている。DodgeらのThe Bedでは同じ寝台に2人で寝た際に身体の物理的な感覚が常にあることに着目し、枕や抱き枕を遠隔地間で連動させ相手の寝息や心拍の鼓動を

感じることでできる装置を開発している[12]. また、遠隔地の寝台上的の様子をカメラで撮影し、その映像を自分の寝台にリアルタイムに投影することで寝台上的の空間を共有するというインタラクティブアート作品も存在する[13]. さらに没入型ヘッドマウントディスプレイを用い寝台上でバーチャルキャラクターと添い寝を行うシステムも存在する[14]. これらの研究では視覚効果や振動呈示を用いているが本装置のような身体へ重量感呈示は行われていない.



Fig. 1 Concept image of the haptic bed

2. 重量感呈示装置

図 2 に示すように本装置は寝台、2つのギアヘッド付きモータ (Maxon 社製, 減速比 19:1, RE 25 Ø25 mm 10W, GP 26 B Ø26 mm, 0.5 - 2.0 Nm), ボビン, 紐, ベルト, モータドライバ (TOSHIBA 社製, TA8429HQ), マイクロコントローラ (NXP 社製, mbed NXP LPC1768) から構成される. マイクロコントローラとモータドライバによりモータを PWM 制御し, 図 3 に示すように紐の巻き取り行っている. 図 4 に巻き取り部の外観を示す. モータで紐を巻き取り紐が下方に引っ張られることによってベルトが布団を押し込み, 身体を圧迫することによって重量を呈示する. 布団のみの場合よりも身体をより圧迫する目的で布団内部にクッションを入れている. 2つのモータで巻き取りを行うため垂直方向の重量感呈示 (図 3(b)) 以外にも, 片方のモータのみ巻き取りを行い左右で異なる重量感を呈示すること (図 3(c) (d)) や, 2つのモータを逆方向に巻き取り布団に横ずれを起こすことでせん断方向への力覚呈示を行うことも可能である (図 3(e) (f)).

現段階での重量感呈示は 1 領域のみであるが, モータの数を増やすことによってより広範囲への重量感呈示が可能になり, また領域によって異なる重量感を呈示できると考えられる.

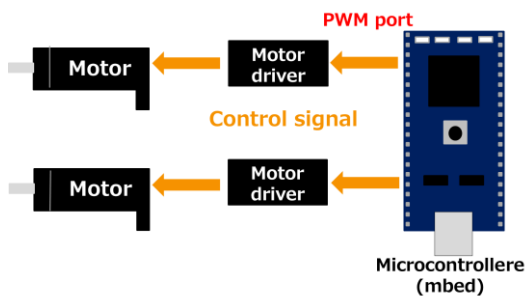


Fig. 2 System structure

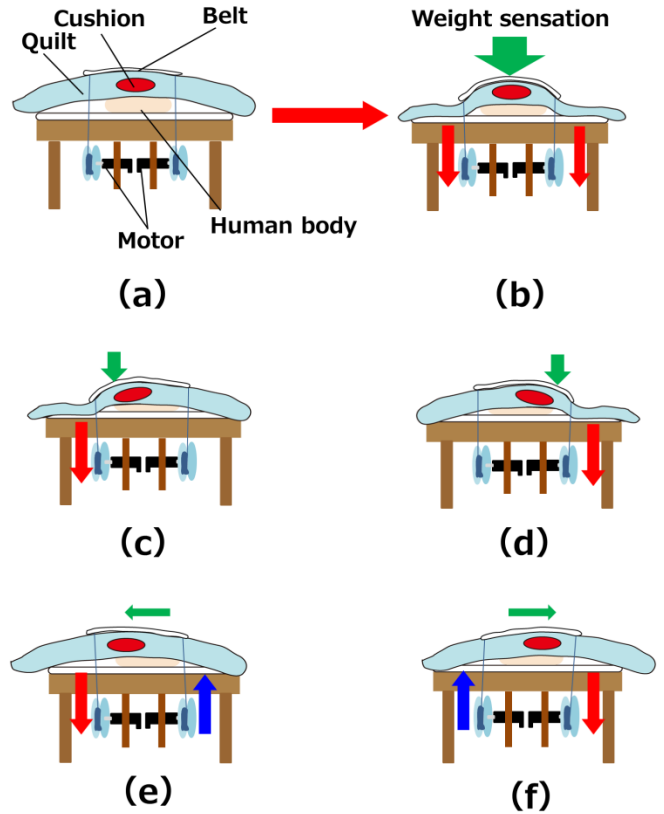


Fig. 3 Device motion

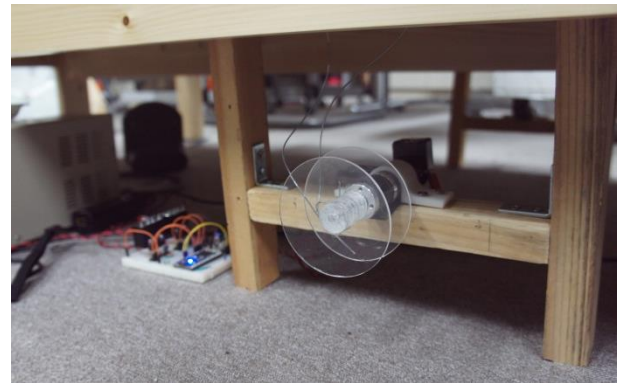


Fig.4 Overview of the device

3. 結言

本論文では寝台上に横たわる身体を圧迫することにより, 身体の広範囲に重量感呈示を可能とする寝台型デバイスを製作した. 今後は設置するモータ数を増やすことにより呈示解像度を向上し, 広範囲に重量感呈示を可能とする改良を行う予定である. また映像やゲームなどと組み合わせ, エンタテインメント体験増幅の評価実験などを行う予定である.

文 献

- [1] A. Israr, I. Poupyrev, C. Ioffreda, J. Cox, N. Gouveia, H. Bowles and A. Brakis, B. Knight, K. Mitchell, T. Williams: Surround haptics: sending shivers down your spine. Proceedings of the ACM SIGGRAPH 2011 Emerging Technologies, August 7-11, 2011, Vancouver, Canada.

- [2] P. Lemmens, F. Cromptvoets, D. Brokken, J. van den Eerenbeemd, G.-J. de Vries: A body-conforming tactile jacket to enrich movie viewing. Proceedings of the EuroHaptics conference, pp. 7-12, March 18-20, 2009, Salt Lake City, UT, USA.
- [3] M. Karam, C. Branje, G. Nespoli, N. Thompson, F. A. Russo and D. I. Fels: The emoti-chair: an interactive tactile music exhibit. Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'10 Extended Abstracts), pp. 3069-3074, April 10-15, 2010, Vancouver, Canada.
- [4] T.H.Massie : Virtual Touch Through Point Interaction , International Conference on Artificial Reality and Telr-existence, pp.19-38(1996)
- [5] Novint 社, “Falcon.”
<http://home.novint.com/>.
- [6] L.Buoguila,Y.Cai,M.Sato : New Haptic Device For Human Scale Virtual Environment Scaleable- SPIDAR , ICAT'97,pp.93-98(1997)
- [7] K. Minamizawa, S. Fukamachi, H. Kajimoto, N. Kawakami, and S.Tachi, Gravity Grabber: Wearable Haptic Display to Present Virtual Mass Sensation,”Proc. Int'l Conf. Computer Graphics and Interactive Techniques, 2007.
- [8] J.K.S. Teh, A.D. Cheok, R.L. Peiris, Y. Choi, V. Thuong, and S. Lai. Huggy pajama: a mobile parent and child hugging communication system. In IDC'08: Proceedings of the 7th international conference on Interaction design and children, 250-257, New York, NY, USA, 2008. AC.
- [9] 應和春香, 佐賀野正行, 吉村康弘, 小村仁美, 山崎仁之, 渡邊大輔, 仲野嘉信, 白澤卓, 辻村壯史, 川嶋賢二, 福嶋昌子, 井村誠孝, 千原國宏. Invisible: 影を追う者 (〈特集〉アート&エンタテインメント 2). 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 15, No. 3, pp. 315-324,2010.
- [10] (株)三陽プレジジョン, “Tablet Cushion goron “
<http://brain.p2.weblife.me/>
- [11] 熊谷真吾, 横山牧, 佐藤未知, 福嶋政期, 梶本裕之. ソファを介した遠隔コミュニケーション. エンタテインメントコンピューティング 2011
- [12] D.Chris, The Bed: A Medium for Intimate Communication. Extended Abstracts of CHI'97, ACM Press, 371-372.
- [13] Paul Sermon ”TELEMATICDREAMING”
<http://www.hgb-leipzig.de/~sermon/dream/>
- [14] 根岸匠, 神場知成, 田中 二郎. バーチャルキャラクターとの視線によるコミュニケーションを実現する添い寝システムの開発. 情報処理学会 インタラクシオン 2014