

知覚の非線形性を利用した非接地型力覚インタフェース

Non-grounding Force Display using Nonlinearity of Human Perception

○雨宮智浩, 安藤英由樹, 前田太郎

日本電信電話株式会社 NTTコミュニケーション科学基礎研究所



従来の方法では不可能だった「非接地方式での連続した並進力」の知覚に成功

ABSTRACT

モバイル式の力覚デバイスでは、可搬性の側面から据え置き式の力覚装置と異なり、装置そのものを接地することなく力ベクトルを提示する装置である必要がある。しかしながら、従来のモバイル型のデバイス、たとえば非接地方式(ジャイロ効果^[1]や角運動量変化を利用した方式^[2])では連続的な力を生成することが原理的に不可能であった。そこで我々では、人間の触覚や固有感覚の知覚特性を利用することで、非接地方式にも関わらず連続的な「バーチャルな力ベクトル」を知覚させる力触覚提示方法を提案し、その有用性について試作機を用いて検証した。

力覚生成理論の提案

人間の知覚の非線形性を利用

- ・時間的マスクング
- ・筋紡錘の動特性
- ・摩擦力の変化

偏加速度によるバーチャルな力の生成

ある質量を持った物体の並進運動において、提示したい方向に大きな加速度を短時間、逆の方向に小さな加速度を長時間という非対称な偏った加速度(以下、偏加速度)を持った周期運動が、その物体を含む系を把持しているユーザに対して任意の方向を想起させることができる。

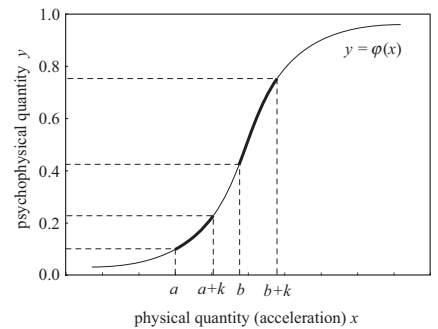


Fig.1 心理物理曲線

試作機と理論値

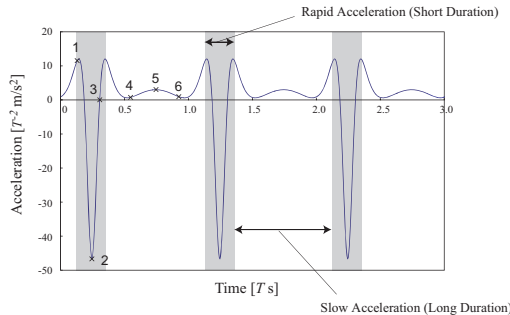
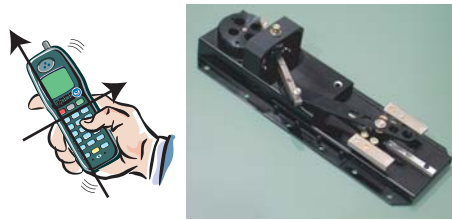


Fig.3 偏加速度の理論値

機械特性の評価

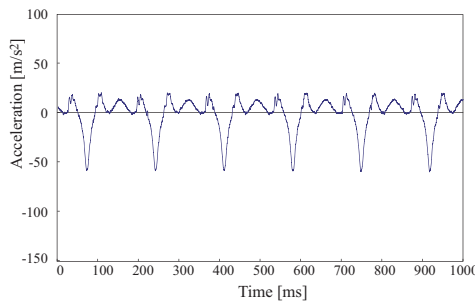


Fig.4 偏加速度の実測図(モータの回転周波数 7Hz)

心理物理実験による評価

バーチャルな力を被験者が知覚できるかを調べる評価実験

被験者: 25歳から31歳の男性5名
 評価手法: 2AFC (前 or 後)
 モータの回転周波数の値: 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 Hz × 10試行
 手続き: アイマスク, 着座, 肘は台に固定しない姿勢, 提示時間2秒, 20試行おきに1分間の休憩

		Correct Answer Rate [%]						
		5 Hz	6 Hz	7 Hz	8 Hz	9 Hz	10 Hz	11 Hz
Subject	GK	100	100	100	100	100	100	100
	TK	70	60	50	90	90	90	100
	HA	100	60	90	100	100	100	100
	IT	70	90	70	60	90	100	80
	JW	50	60	80	70	70	80	80

バーチャルな力ベクトルを知覚する要因が偏加速度の周波数に起因するものなのか、力の強度に起因するものかを調べる評価実験

被験者: 25歳から31歳の男性4名
 評価手法: 2AFC (前 or 後)
 モータの回転周波数の値と往復重量の組み合わせ:
 力強度の等しい4種類 × 10試行
 手続き: 前回と同一

		Correct Answer Rate [%]			
		X1 20g/10Hz	X2 80g/5Hz	Y1 5g/10Hz	Y2 20g/5Hz
Subject	GK	100	100	100	100
	TK	90	100	100	70
	HA	100	100	90	100
	IT	100	90	80	70

研究の背景

従来のモバイル式力覚インタフェース



PHANToM



HapticGEAR



GyroDisplay



GyroCube

非接地型→角運動量の変化を利用

従来方法の欠点

- ・連続した力が発生できない
- ・回転力しか生成できない

REFERENCE

- [1] 吉江, 矢野, 若田, ジャイロモーメントを用いた力覚提示装置, 日本VR学会論文誌, Vol. 7, No. 3, pp. 329-337, 2002.
- [2] 伴田, 中村, 山下, 西原, 福井, 角運動量変化を利用した力覚提示デバイス, 日本VR学会論文誌, Vol. 6, No. 2, pp. 115-120, 2001.
- [3] T. Amemiya, H. Ando, T. Maeda, Virtual Force Display: Direction Guidance using Asymmetric Acceleration via Periodic Translational Motion, World Haptics Conference, pp. 619-622, 2005.
- [4] 大山, 今井, 和氣編, 新編 感覚・知覚心理学ハンドブック, 誠信書房, 1994.