

# ロボットと力覚インタラクションする人の印象評価構造

## Impression Evaluation Mechanism of Human Haptically Interacting with Robot

○非 宮本嘉行 (慶大)      正 前野隆司 (慶大)  
 Yoshiyuki MIYAMOTO, Keio University, miyamoto\_yoshiyuki@a3.keio.jp  
 Takashi MAENO, Keio University

**Abstract**— It is necessary to elucidate the human impression evaluation mechanism for robot's natural interaction with human. In this paper, we assume hierarchy in human impression evaluation, and clarify the relationship between motions and impressions in haptic interaction. We divide motions in haptic interaction into 16 basic motions. Through sensory evaluation and factor analysis, 4 lower impression factors and 2 higher impression factors are extracted. From the results of factor analysis, we formulate the relationship between lower impression and higher impression.

**Key Words:** Haptic Interaction, Multivariable Analysis, Sensory Evaluation

### 1. 背景と目的

近年、人とインタラクションするロボットの研究が盛んに行われている。ロボットが人と円滑にインタラクションするためには、ロボットの動作から人が受ける印象とロボットがその動作により人に与えようとした印象が一致する必要がある。このため、ロボットの動作に対する人の印象評価の構造を明らかにする必要がある。

ロボットの動作とその動作に対する人の印象に関する研究は、いくつか行われている<sup>(1)</sup>。これらの研究は、いずれも印象評価の階層性を仮定せずに動作と印象の関係解析を行っている。しかし、動作に対する印象には、動作の物理特性と関係する直感的な印象(低次印象)と物理特性とは直接は関係のない印象(高次印象)があると考えられる。このため、従来の研究のように印象評価の階層性を仮定せずに、動作と印象の関係を明らかにするだけでは、人の印象評価の構造を明らかにすることはできない。また、従来の研究が対象としているインタラクションは、接触を伴わないインタラクションであり、力覚インタラクションにおける動作と印象の関係解析はほとんど行われていない。このため、本研究では、印象評価の階層性を仮定した上で、力覚インタラクションにおける動作に対する人の印象評価の構造を明らかにすることを目的とする。

### 2. 動作の分類

本研究では、力覚インタラクションにおける動作に対する人の印象評価の構造を明らかにする。このため、まず、力覚インタラクションにおける動作を Fig. 1 のように分類した。図

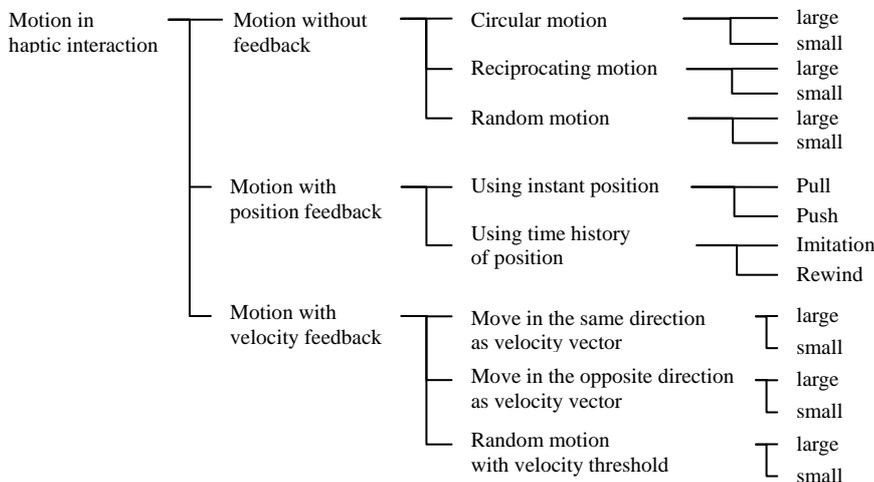


Fig. 1 Classification of motion in haptic interaction

中の large および small は各動作の空間的な広がりあるいは提示する力の大小を示すものである。

### 3. 官能評価実験

動作に対する印象評価の構造を明らかにするために、官能評価実験を行った。官能評価の手法として、SD(Semantic Differential)法を用いた。また、被験者は 20 代の男性 10 名とした。官能評価実験では、Fig. 2 に示すように、SensAble 社製の力覚提示装置である PHANToM Omni に Fig. 1 に示した動作を行わせ、被験者には、PHANToM の先端を把持し自由に動かすよう指示した。また、被験者には、PHANToM とのインタラクションが終了した後、PHANToM の行った動作に対する印象を評価させた。本研究では人の印象評価の階層性を仮定しているため、ロボットの動作の評価項目として、低次印象に関する項目を 13 個、高次印象に関する項目を 6 個、それぞれ選定した。

### 4. 動作と印象の関係解析

#### 4.1 低次印象の因子分析

動作に対する人の印象評価の構造を明らかにするために、SD 法により得られた結果を用いて因子分析を行った。

因子分析の結果、因子を 4 つとした場合の累積寄与率が 0.93 となったことから、本研究で用いた動作に対する低次印象は 4 つの因子により説明されるといえる。各因子に対するそれぞれの評価項目の因子負荷量を Fig. 3 に示す。図中の各点は評価項目を表している。因子負荷量の絶対値の大きい評価項目に

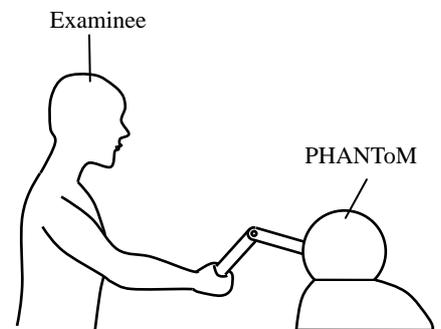


Fig. 2 Scene of the experiment

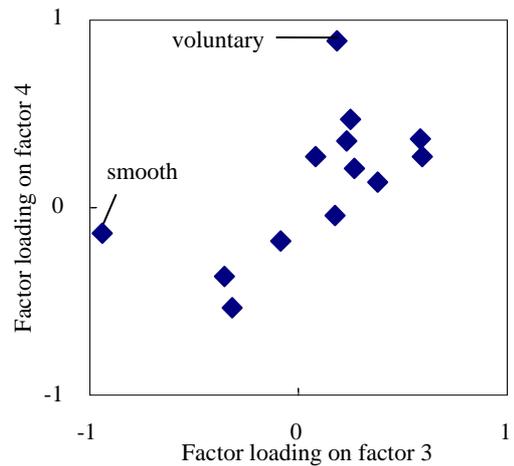
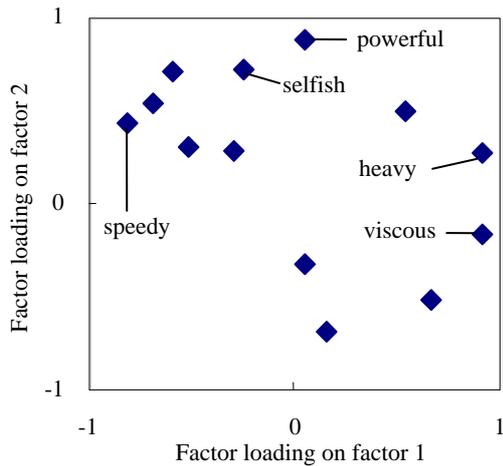


Fig. 3 Factor loadings of lower impression evaluation

に基づき、因子1を安定因子、因子2をわがまま因子、因子3をぎこちなさ因子、さらに、因子4を自発性因子と名づけた。このうち、わがままおよび自発性は、動作を見るだけでは伝わらず、力覚を介すことによってはじめて伝えられる印象であると考えられる。このため、これらの因子は力覚インタラクションにおいてのみ抽出される独特な因子であるといえる。

#### 4.2 高次印象の因子分析

高次印象に関しても、低次印象と同様に因子分析を行った。因子分析の結果得られた各因子に対するそれぞれの評価項目の因子負荷量を fig. 4 に示す。因子負荷量の大きい評価項目に基づき、因子1を安心因子、因子2を爽快因子と名づけた。また、これら2つ因子の累積寄与率が0.89となることから、本研究で用いた動作に対する高次印象は安心と爽快の2つの因子により説明されることが示された。心理学者の下條は、魅力のメカニズムは親近性と新規性により形成されていると述べている。本研究で抽出された安心因子および爽快因子はそれぞれ親近性および新規性を表すと考えられる。このため、上述の結果は、心理学的にも妥当な結果であるといえる。また、高次印象は印象評価をする対象の物理特性に直接的には関係しない。このため、さまざまな対象の印象評価においても、高次印象は親近性および新規性を表す2つの因子により説明されると考えられる。

#### 4.3 低次印象と高次印象の重回帰分析

因子分析により得られた因子得点をもとに、低次印象と高次印象の関係解析を重回帰分析により行った。重回帰式の標準偏回帰係数およびF値を Table 1 に示す。Table 1 において、安心因子を目的変数とする重回帰式のF値が24.40であることから、この重回帰式は99%の信頼区間で有意といえる。また、爽快因子を目的変数とする重回帰式では、F値が4.37であることから、この重回帰式は95%の信頼区間で有意であるといえる。Table 1 の標準偏回帰係数より、安心因子はわがまま因子およびぎこちなさ因子の負の寄与により表現されることがわかる。また、爽快因子は安定因子の負の寄与により表現されることがわかる。このように、低次印象の高次印象への影響が定量的に明らかになった。すなわち、動作に対する人の印象評価の基本的な構造が明らかになった。本研究と同様の手法により、動作以外の対象に関する印象評価の基本的な構造を明らかにすることも可能であると考えられる。

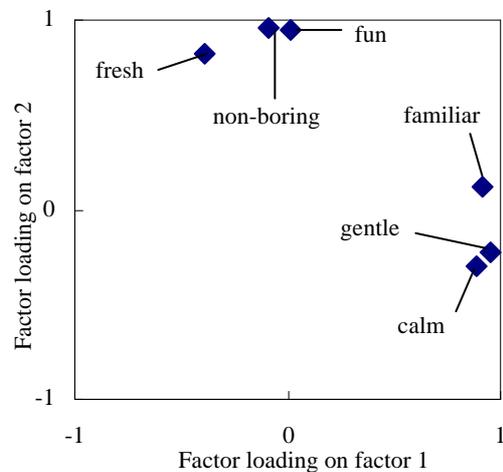


Fig. 4 Factor loadings of higher impression evaluation

Table 1 Regression coefficient of multiple liner regression analysis

	Stability	Selfishness	Awkwardness	Spontaneity	F-value
Comfort	0.13	-0.81	-0.40	-0.24	24.40
Briskness	-0.69	0.01	0.24	0.02	4.37

力覚インタラクションにおける動作を分類し、力覚提示装置を用いてこれらの動作を実現した。また、官能評価実験により、動作から受ける印象を測定した。因子分析により、低次印象は安定、わがまま、ぎこちなさおよび自発性の4つの因子、また、高次印象は安心および爽快の2つの因子により説明されることを示した。さらに、安心因子はわがままおよびぎこちなさから大きな負の寄与を受け、爽快因子は安定性から大きな負の寄与を受けることを示した。以上のように、人の印象評価の基本的な構造を明らかにした。

今後は、各動作に特徴的な物理量の抽出を行い、物理量と低次印象の関係解析を行う。さらに、物理量と印象との関係を用いて、意図および感情を生成し、かつ、適切な動作を行うロボットシステムの構築へと発展させる予定である。

#### 文 献

- (1) 齊藤, 成瀬, 嘉数: 統計的手法を用いた AIBO の動作と印象の関係の解析, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 103, No. 166, pp. 23-28, 2003

#### 5. 結論および今後の課題