人間に心理的脅威を与えないロボットの動作予告提示方法 (手先三次元運動の予告)

○池浦 良淳, 萩原 敦, 河北 洋平, 水谷 一樹 (三重大)

Previous Notice Method of Robotic Arm Motion for Suppressing Threat to Human (Notice of the three dimensional hand motion of the robotic arm)

○ Ryojun Ikeura, Atsushi Hagiwara, Yohei Kawakita and Kazuki Mizutani (Mie University)

1. はじめに: 医療・福祉の分野において介護者の負担を軽減する必要がある、これまでの産業用ロボットだけでなく、医療や福祉の分野にロボットが進出してくるとされる。このロボットは人間と同じ環境で共存するため、人間に恐怖や不安などの心理的脅威を与えてはならない。そこで本研究では、人間に心理的脅威を与えないロボット運動の実現を目的とする。

人間の運動において動き出す前に、目や筋肉の動きがある。この動作予告を周囲の人間が見ることで、いつどのように動くか予測できる。しかしロボットにはこのような動作予告がない。そこでロボットに動作予告を与えることは有効であると考えられる。著者ら¹⁾は、ロボットアームの運動が人間に与える脅威を軽減する手法として、動作予告法を提案し、その有効性を示してきた。これらのアームの手先運動は1次元運動であるが、本報告では、アームの手先運動が3次元の場合を考え、その動作予告をする手法についての有効性を検討した。

2. 実験方法: 本報告では実験装置として、Fig.1に示すようにロボットアームの先端にLEDを取り付けたものを実験装置として使用し、その予告装置により動作予告を行い、LEDの色や点灯数を変えることでロボット運動の情報を与えた。

動作予告として、Fig.1中の予告装置による速度予告の情報を与え、その有効性を5段階評定尺度法による心理評価²⁾(「怖い」「びっくり」「不快」の形容詞それぞれについて、1(全く感じない)～5(非常に感じる)の5段階)により検討した。この予告装置のLEDにより、ロボットの移動方向と、移動速度の情報を与えた。Fig.2にロボットの動作経路を示す。この実験では、Fig.2の①→②→⑥→⑧の順でロボットアーム先端が移動し、①→②、②→⑥、⑥→⑧での先端速度を以下に示す(単位はすべて(mm/s))。

I : 100 → 100 → 100 II : 100 → 300 → 100
III : 100 → 100 → 300 IV : 300 → 300 → 300
V : 300 → 100 → 300 VI : 300 → 100 → 100

Fig.1 Experimental set up

Fig.2 Robotic motion

また、ロボットが動作予告なしに、さまざまな経路で動く条件を設定した。このときの移動経路を Fig.2 に示す番号で以下に示す

経路 1: ①→②→④→⑧

経路 2: ①→②→⑥→⑧

経路 3: ①→⑤→⑥→⑧

経路 4: ①→⑤→⑦→⑧

以下、実験条件を示す。

- ・6(速度パターン)×2(速度予告の有無)+1(被験者への最接近)+4(さまざまな経路)を1セット
- ・1人の被験者につき、1日に2セット、2日に分けて合計4セットの実験を実施した
- ・被験者には耳栓をし、着席させた
- ・被験者は21～25歳の健康な本学生10人
- ・被験者は1回の運動に応じて、感じた刺激程度を評定用紙の3つの形容詞句について5段階のいずれかに丸印をつけさせた。

3. 実験結果と考察: Fig.3 に速度予告を提示する場合と提示しない場合を比較した実験結果を、横軸に速度パターン、縦軸に心理評価値、縦棒は被験者10人から得た40個分のデータの標準偏差のグラフとして示す。同じ速度パターンにおいて、速度予告をすることにより、心理評価値は低くなり、分散分析をした結果、有意差が認められた。このことからロボットアームの3次元運動における速度予告の有効性が示された。次に、初速のみが異なる速度パターンIとVIの心理評価値を比較し、分散分析をした結果、有意差が認められた。このことからロボットアームの3次元運動における初速度予告の有効性も示された。また、最も心理に影響を与えたのは速度パターンIVであった。これは、予告

Fig.3 Experimental result
(Effectiveness of the velocity notice)

装置をアーム先端に取り付けたために予告装置自体も速い速度で動き、速度予告の確認が困難となり予告の効果が薄れたと考えられる。

次に、Fig.4 に被験者に近づく経路の違いを比較した実験結果を、横軸に移動経路、縦軸に心理評価値、縦棒は被験者10人から得た40個分のデータの標準偏差のグラフとして示す。すべての感情において、経路1の心理評価値が他の経路の心理評価値に比べて高くなり、分散分析の結果、有意差が認められた。この経路1は被験者の目線よりも高い場所から近づく経路であり、このことが心理に影響を与えたと考えられる。

4. 結言: 本報告では、3次元のロボットアーム運動を考え、その運動における予告を提示する手法を提案し、評定尺度法による5段階心理評価によりその有効性を調べた。はじめに3次元のロボット運動に対して速度予告の有効性を示した。次に、移動経路による心理評価の違いを調べた結果、ロボットアーム先端位置が人間の目線よりも高い位置から接近する運動に対して、被験者が心理的脅威を抱くことがわかった。

参考文献

- 1) 河北洋平, 池浦良淳, 水谷一樹, “人間に心理的脅威を与えないロボットの動作予告提示法”, 第17回日本ロボット学会学術講演会予稿集, pp.719-720, 1999
- 2) 大塚英樹, 池浦良淳, 猪岡光, “皮膚電気反射に基づくロボット運動の心理評価”, 日本人間工学会誌 Vol.31, No.5, 1995

Fig.4 Experimental result
(Comparison between the several trajectories)