

# フリック指示による移動ロボット操作

## 1. はじめに

近年、医療、福祉、生活分野において人間をサポートするロボットの導入が検討され、そのための研究が盛んに行われている。そのようなロボットに対する人間とのインターフェースの一つとして、手を使ってロボットを操作するシステムが考えられる。

ここでは、スマートフォンやタブレット端末を利用するとき、画面を指ではじくような動作、いわゆるフリック動作に着目する。この操作、および画面のスクロールの動きは、これらの情報機器を利用するのに慣れた人にとってはもちろんのこと、初心者にとっても直感的に理解しやすく、扱いやすいものである。そこでこれをロボットを弾いて動かすようなジェスチャーとし、ロボットを素早く動かすシステムの構築を行った。

## 2. フリック動作の認識

フリック動作は、図1のように、キネクトセンサを用いて計測される。キネクトセンサでは、距離情報を対象に計測器具をつけることなく獲得することができる。計測したフリック動作の速度の代表例を図2に躍度最小モデルとともに示す。図において、動作時間は速度が0になった時点までの時間を示している。また躍度最小モデルとは、手先の単純な2点間運動の軌道を表現するモデルであり、直線の軌跡と左右対称の速度パターンとなる。図のように、フリック動作は躍度最小波形とは異なるものであり、本システムではニューラルネットワークを用いて指示動作途中にフリック動作であることを認識し、ロボットの運動生成を行う。

## 3. ロボットのフリック指示に対する応答運動の生成

ロボットが手先の動きに対して弾かれたような挙動を示すことを目指し、慣性を受けてある速度で遠くまで進み、その後動きが収束するように停止する運動を考える。この動きを実現するために、次式に示される質量と粘性を持つ質点の運動系を利用した運動モデルによる目標位置生成を提案する。

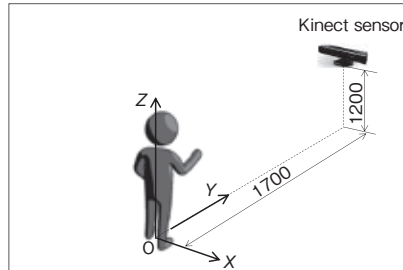


図1 キネクトを用いたフリック動作の計測

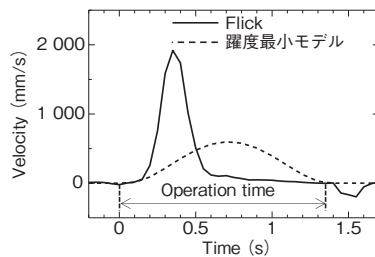


図2 フリック動作の速度波形

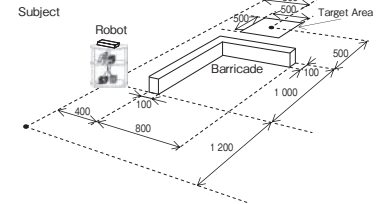


図3 実験条件と環境

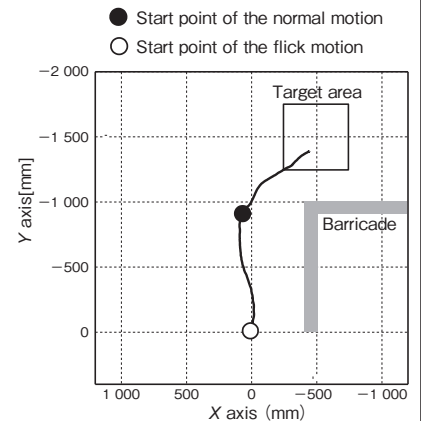


図4 実験結果

ただし、式中の  $F(t)$  は手先の速度に比例する仮想的な力であり、フリック指示における手先の速度  $V(t)$  に比例定数  $K_f$  を乗ずることにより得られる。

$$F(t) = K_f V(t) \quad (1)$$

$$M\ddot{U}(t) + C\dot{U}(t) = F(t) \quad (2)$$

ここで、 $t$  は現在時刻を示している。また、 $M$  は仮想質量、 $C$  は仮想粘性で、ロボットの運動に影響を与えるパラメータである。たとえば、 $M$  を一定とした場合、 $C$  を小さくすることで、粘性による減速が抑えられ、ロボットは速く、遠くまで移動し、 $C$  を大きくすることで、粘性による減速が顕著となり、ゆっくりと、わずかな距離の移動となる。

## 4. ジェスチャー指示による全方移動の検証実験

構築したシステムを利用して、実際にロボットが、操作者の意図したとおりに動くかどうかを確かめるべく、以下に示す検証実験を行った。実験の様子を図3に示す。実験は、操作者がロボットに対して、少し離れた場所にあるものを別の場所へ運ぶ場面を想定し、以下のように行った。ロボットは

1500mm 離れた位置に配置する。そして、被験者に Y 軸の負方向に追従指示およびフリック指示を行ってもらい、ロボットを Y 軸の負方向に移動させる。また、日常において障害物がある中でロボットを操作してもらおうという状況を想定し、図にあるようにロボットの到達目標エリアから操作者に向かって前方に障害物を設置した。

人間がロボットを手先指示運動により移動したときの軌道の一例を図4に示す。図に示されるように、指示によりターゲットエリアへ良好にロボットを移動させており、そのときの移動軌跡は滑らかなものとなっている。また、初期点から目標点までの操作者は最初フリック指示動作によりロボットを動かす。ターゲットへは手先運動の追従指示動作によりロボットを位置決めさせている。このように、フリック動作を大まかなロボットの移動に利用することで、操作者にとって負担なく滑らかにロボットを操作することが可能となる。

(原稿受付 2015年9月29日)

[柴田 論 愛媛大学]