

1. まえがき

本研究では、モーションキャプチャにより人間の動作の中でも基本的なものの一つである走行動作および、跳躍動作の解析を行い、モデル化によって両動作の生成を行った。また、言葉によるコマンド入力が可能で、インターフェースの構築を試みた。

2. 実験

2.1 方法

実験では被験者の右目じり、右こめかみ、右肩、右肘、右手首、腰、右膝、右かかと、右つまさきの合計 9 か所にマーカーを装着した。マーカーの位置を図 1 に示す。被験者の右側面から走行動作、及び跳躍動作を行った際における体の各部の角度を計測した。

走行動作においては 16km/h、13km/h、10km/h の 3 つのパターンの計測を行い、跳躍動作においては跳躍した距離が 1m と 2m の 2 つのパターンの計測を行った。

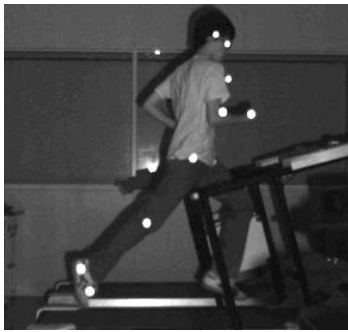


図 1 マーカー装着位置

2.2 結果

走行動作における体の角度の定義を図 2 に示す $\theta_1 \sim \theta_8$ により定義する。実験結果の一例として走行速度ごとの前腕の角度 θ_5 の結果を図 3 に示す。

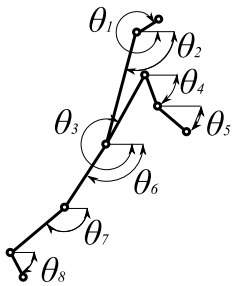


図 2 θ_i の定義

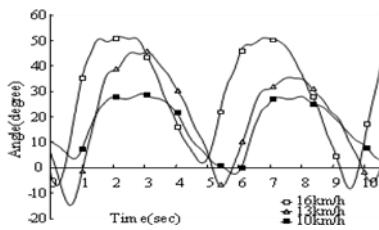


図 3 θ_5 の変化

跳躍動作における体の角度の定義を図 4 に示す $\rho_1 \sim \rho_8$ により定義する。実験結果の一例として跳躍距離ごとの前腕の角度 ρ_5 の変化を図 5 に示す。

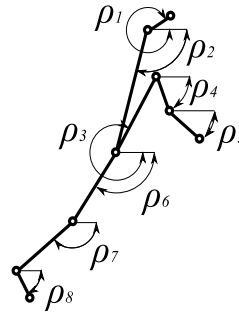


図 4 ρ_i の定義

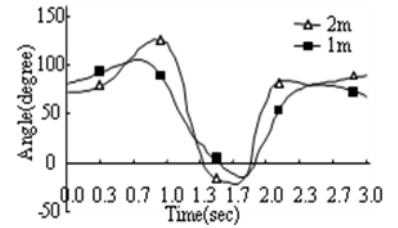


図 5 ρ_5 の変化

3. 動作モデル

3.1 角度の近似

実験結果より、走行動作における角度の変化が正弦波によって近似できることがわかった、そこで $\theta_1 \sim \theta_8$ を式(1)で定義する。

$$\theta_i = A_i(v) \cdot \sin(\omega_i(v) \cdot t - \varphi_i(v) + D_i(v)) \quad (i=1,2,3,\dots,8) \quad (1)$$

$$A_i(v) = a_i \cdot v + b_i \quad (i=1,2,3,\dots,8) \quad (2)$$

- $A_i(v)$: 振幅
- $\omega_i(v)$: 角速度
- $\varphi_i(v)$: 初期位相
- $D_i(v)$: 定数
- t : 時間
- v : 走行速度

ここで $A_i(v)$ は走行速度の関数である。各走行速度 v における $A_i(v)$ を式(2)で定義する。最小 2 乗法により定数 a_i 、 b_i を定めた。式(1)、(2)より任意の v における θ_i を求めることができる。これらの式を用いれば、任意の走行速度における走行動作を生成することが可能となるので両式を走行動作モデルとして用いる。

近似結果の一例を図 6 に示す。同図は 16km/h で走行動作を行った際の θ_5 における実測値と走行動作モデルを比較したものである。

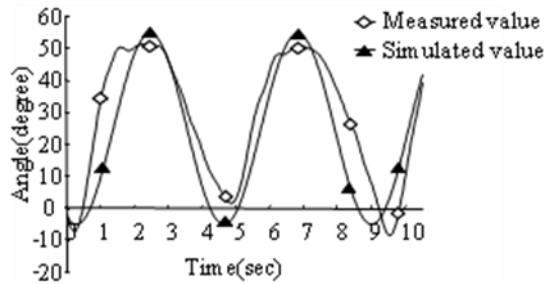


図 6 16km/h における θ_5 の近似結果

跳躍動作における角度の変化は正弦波での近似が困難であるため、以下の手順により跳躍動作のモデル化を行う。

$\rho_i(d,t)$ は跳躍距離の関数である。各跳躍距離 d における $\rho_i(d,t)$

を式(3)で定義する。各 t における $\rho_i(1,t)$ と $\rho_i(2,t)$ を最小 2 乗法により定数 $g_i(t)$, $h_i(t)$ を定めた。

回帰分析により $g_i(t)$ 及び $h_i(t)$ の回帰係数 l_i, m_i, n_i, o_i 及び、残差 e_i, c_i を定めた。式(4), (5)より任意の t における $g_i(t)$, $h_i(t)$ の推定値 $\widehat{g}_i(t)$, $\widehat{h}_i(t)$ を求めることができる。ここで式(6)より任意の d における $\rho_i(d,t)$ の推定値 $\widehat{\rho}_i(d,t)$ を求めることができる。これらの式を用いれば、任意の跳躍距離における跳躍動作を生成することが可能となるので式(3), (4), (5), (6)を跳躍動作モデルとして用いる。

$$\rho_i(d,t) = g_i(t) \cdot d + h_i(t) \quad (i=1,2,3,\dots,8) \quad (3)$$

$$\widehat{g}_i(t) = \rho_i(1,t) \cdot l_i + \rho_i(2,t) \cdot m_i + e_i \quad (i=1,2,3,\dots,8) \quad (4)$$

$$\widehat{h}_i(t) = \rho_i(1,t) \cdot n_i + \rho_i(2,t) \cdot o_i + c_i \quad (i=1,2,3,\dots,8) \quad (5)$$

$$\widehat{\rho}_i(d,t) = \widehat{g}_i(t) \cdot d + \widehat{h}_i(t) \quad (i=1,2,3,\dots,8) \quad (6)$$

d : 跳躍距離

近似結果の一例を図7に示す。同図は距離 1m の跳躍動作を行った際における $\rho_5(d,t)$ の実測値と跳躍動作モデルの比較である。

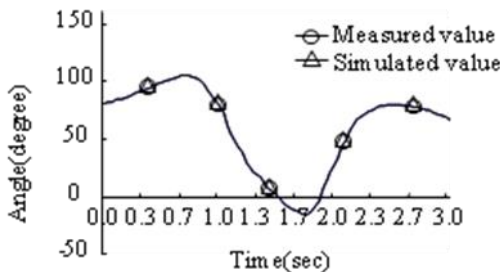


図7 距離 1m における $\rho_5(d,t)$ の近似結果

3.2 シミュレーション

走行動作モデルによって生成した θ_i の値を基に走行動作における体の各部の座標の計算を行った。走行動作のシミュレーションの結果、速度に応じた走行動作の生成ができることが確認できた。シミュレーション結果の一例として 16km/h における走行動作を図8に示す。

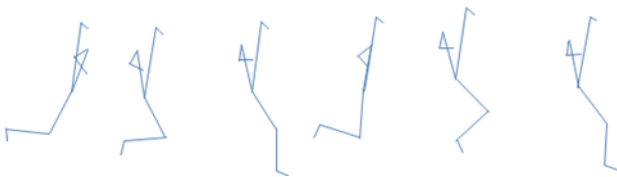


図8 16km/h における走行動作のシミュレーション

跳躍動作モデルによって生成した $\rho_i(d,t)$ の値を基に跳躍動作における体の各部の座標の計算を行った。跳躍動作のシミュレーションの結果、 $\rho_i(d,t)$ の近似によって距離に応じた跳躍動作の生成ができることが確認できた。例として距離 1m での跳躍動作のシミュレーション結果を図9に示す。



図9 距離 1m における跳躍動作のシミュレーション

4. システム構成

4.1 文字入力解析部

本システムでは言葉を用いてコマンド入力を行うことができる。コマンド一覧を表1に示す。入力したコマンドは文字数と文字の位置によって分離する。入力された文字が2文字ならば相当するコマンドを実行する。入力された文字が5文字以上であれば前より3文字に相当するサブコマンドを実行、その後、文字列後ろより2文字を判定し、コマンドを実行する。

表1 コマンド一覧

コマンド	サブコマンド	動作
走り	—	走行動作の実行
停止	—	動作の停止
右折	—	右方向に 90 度方向転換
	w (w は000から999までの整数)	w 度で右方向に向転換
左折	—	左方向に 90 度方向転換
	p (p は000から999までの整数)	p 度で左方向に方向転換
加速	—	1km/h 加速
	大きく	3km/h 加速
	小さく	0.5km/h 加速
減速	—	1km/h 減速
	大きく	3km/h 減速
	小さく	0.5km/h 減速
跳躍	—	跳躍動作の実行

4.2 実行画面

本システムでは3次元CGにより動作をアニメーションで表現する。また、直投影座標変換を行うことにより、視点を斜め上方に設定した。使用者は画面上部に表示されているテキストボックスに文字入力を行うことにより動作を生成することができる。実行画面の一例を図10に示す。

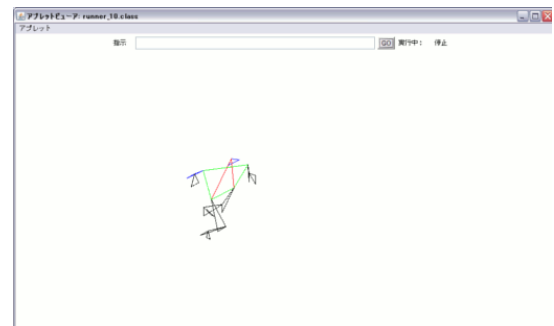


図10 実行画面

5. あとがき

本論文ではモーションキャプチャーシステムを利用して人間の走行動作と跳躍動作の解析を行った結果、両動作をモデル化することができた。これらのモデルを使用することにより、リアルな動作を生成することができた。また、言葉によるコマンド入力が可能なインターフェースの構築をすることができた。しかしながら、使用することのできる言葉が少なく、自然な言葉ではないため、今後はより自然な言葉によるコマンド入力を課題としたい。

参考文献

- [1] 飛田 哲志, 村上 伸一, “走行動作像生成法に関する一検討”, 電子情報通信学会総合大会講演論文集, 情報システム(2), pp.167, 1997.
- [2] 向井 智彦, 栗山 繁, 金子 豊久, “動作データ学習を用いた仮想人間のキーフレームアニメーション(コンピュータグラフィックス)”, 電子情報通信学会論文誌, D-II, J88-D-II, pp.78-87, 2005.