

剣術ゲームの戦闘場面における予測に基づくモーション生成法 Motion generation method based on the prediction in battle scene of swordplay game

今澄 亮太†
Ryota Imazumi

星野 准一‡
Junichi Hoshino

1. はじめに

ゲームにおいては、3D モデルも用いたキャラクタを扱う際、様々な状況でキャラクタのモーションが生成される必要がある。2 人の剣を持ったキャラクタが戦う剣術ゲームでは、キャラクタの位置関係やキャラクタの身体的特徴などが反映されるため、状況に合わせて幾何学的整合性のとれたモーション生成が必要となる。また、モーション生成の際に、クリエイターが意図した動きから逸脱しないことで、表現するモーションの印象を変化させないことも、モーション生成の重要な要素と考えられる。

これまで、キャラクタ間における相互作用を考慮したモーションを動的に生成するための手法が提案されている [1][2][3]。しかし、従来のモーション生成法においては、キャラクタが自律して行動しており、プレイヤーからの入力は考慮に入れていない場合や、入力を考慮していても生成する体勢を考慮に入れていない生成法となっている。

そこで本稿では、生成するキャラクタの体勢がクリエイターの作成したモーションから逸脱しないようにし、幾何学的整合性を保つモーション生成法を提案する。本手法では、キャラクタの位置予測に伴う行動決定をする。キャラクタが敵の動きの先読みをし、望ましい位置に体勢を崩さないでモーション生成を行うことで、武道のように決められた型で攻防を行うような場面などへの対応が可能となる。

2. 予測に基づくモーション生成

本提案手法におけるゲームキャラクタの認知アーキテクチャを図 1 に示す。敵の位置情報を知覚し、短期記憶として保持する。短期記憶から敵の動きを予測し、入力された際の行動決定、モーション生成に利用する。なお、本稿では武術の一つである剣道を対象に実装・検証を行うこととする。

2.1. 灰色理論による位置予測

キャラクタは、敵の位置情報の連続的な遷移から移動位置の予測を行う。予測の手法には灰色理論 [4] を用いる。数列予測や時系列データなどに応用されている理論で、多量のデータが必要な確率・数理統計学での予測手法やファジィ理論と比べて、少ないデータ列から予測が可能であることが特徴である [5]。本手法では灰色理論のモデルで、データの一定量の保持と細心のデータの更新による GM(1,1) の新陳代謝型のモデルを位置予測に用いる。アクションゲームで用いられる動きは、緩急のある動きの変化がしばしば見られるため、過去のデータを参照せず、直近の少ないデータから予測を行う必要があるためである。位置情報を n

† 筑波大学 システム情報工学研究科

‡ 筑波大学 システム情報系

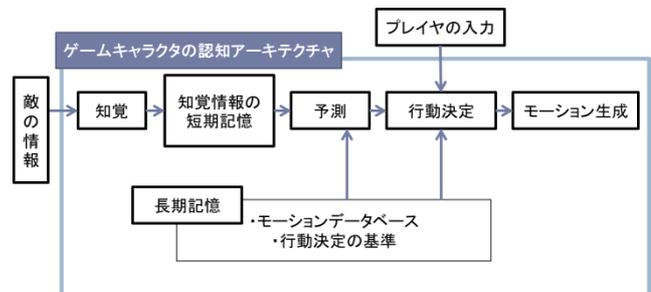


図 1 ゲームキャラクタの認知アーキテクチャ
Figure 1 Cognitive architecture of game character

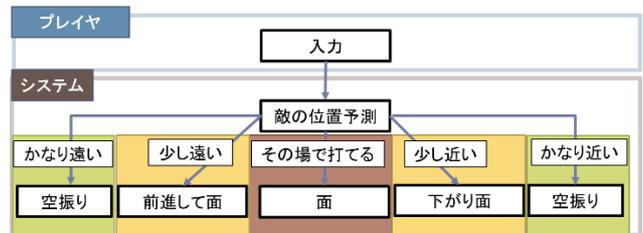


図 2 位置情報の知覚と予測に基づく行動決定プロセス
Figure 2 Action decision process based on the perception and anticipation of position information

フレーム保持しているとし、位置情報のデータ列を $X_{(i)}$ 、データ列 $X_{(i)}$ の累積データ列を $Y_{(i)}$ とし、 $(i-1)*2$ 行行列 B 、 $2*2$ 行行列 C 、データ列 Z を以下のように定義する。なお、データ列 $X_{(i)}$ は、 $X_{(n)}$ のときは最新の敵の位置情報を表す。

$$B(i, 1) = -0.5 * (Y_{(i)} + Y_{(i+1)}), \quad (1)$$

$$B(i, 2) = 1 \quad (1 < i < n) \quad (2)$$

$$C = (B^T * B)^{-1} \quad (3)$$

$$Z_{(i)} = X_{(i+1)} \quad (1 < i < n) \quad (4)$$

以上の変数から、 $1*2$ 行行列 A を計算する。

$$A = C * B^T * Z \quad (5)$$

$a=A(1,1)$ 、 $u=A(2,1)$ とすると、累積データの予測値の列 $W_{(k)}$ は以下のように計算出来る。

$$W_{(k+1)} = (X_{(1)} - u/a) * e^{-a*k} + u/a \quad (6)$$

以上の計算から、予測値は以下ようになる。

$$X_{(k+1)} = W_{(k+1)} - W_{(k)} \quad (7)$$

2.2. キャラクタの行動決定

プレイヤーの入力と位置予測に基づいてキャラクタの行動決定を行う。面の打突を例に、位置情報の知覚と予測に基づく行動決定プロセスを図 2 に示す。プレイヤーから入力されたとき、キャラクタが位置予測を行い、位置に合わせてキャラクタの行動を変化させる。このように予測された位

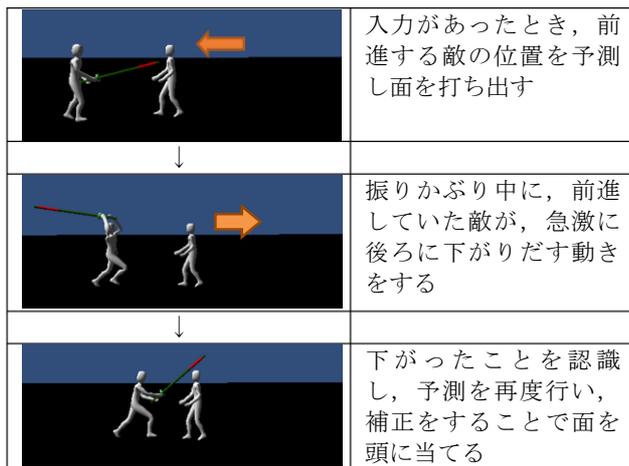


図3 モーション生成の実行例
Figure 3 Example of the motion generation

表1 評価実験のアンケート項目

Table 1 Questionnaire of evaluation experiment

Q1	正しい打突が行われていたと感じたか
Q2	状況に適したモーションだと感じたか
Q3	思い通りの打突が出来たか
Q4	キャラクタは知的に見えるか

置に対して補正を行うため、毎フレームのようにモーションを補正する必要がない。よってクリエイタの意図した動きから外れずに、正しい位置に打突が可能となる。

補正を行うレベルは事前に設定しておくことで調整が可能となっている。行動決定の基準や補正を行うレベルを変化させることでゲーム性に応じた対応が可能である。

2.3. モーションブレンドによるモーション生成

モーションの動的生成のために、モーションブレンドを用いる。モーションブレンドを用いることで、モーショングラフなどの他の手法に比べて少ないモーションの用意で実現でき、物理シミュレーションよりも制御を容易に行うことが可能となる。補正を行うとき、補正のタイミングを限定することで、クリエイタの意図した動きから逸脱しないように生成を行う。

3. 実行例

本手法を用いて生成したモーションの一例を図3に示す。前進していた敵が、目前で下がる動きをしても、対応が可能となっている。

4. 評価実験

評価実験では、提案手法によって生成したモーションに関して第三者視点での印象を検証した。被験者は大学生・大学院生9名(21歳~25歳)で、操作キャラクタに近づいてくる敵を、被験者はボタン入力で操作キャラクタに面を打たせ、敵の頭を狙うゲームを本手法による補正のありなしで体験してもらった。表1のアンケートの内容を5段階評価(1:そう思わない~5:そう思う)で回答してもらった。

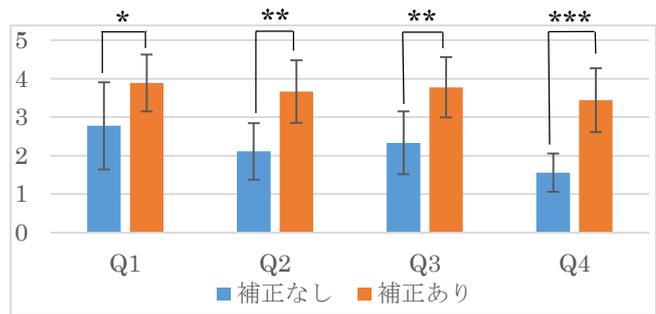


図4 実験結果
Figure 4 Result of evaluation experiment

4.1. 実験結果

各質問における評定尺度と標準偏差を算出したグラフを図4に示す。t検定で有意差を検定し、記号「*」は有意水準を示しており、*は $p < 0.05$ 、**は $p < 0.01$ 、***は $p < 0.001$ を表す。Q1は有意水準5% ($t(8) = 3.162, p < 0.05$)、Q2は有意水準1% ($t(8) = 3.776, p < 0.01$)、Q3は有意水準1% ($t(8) = 3.833, p < 0.01$)、Q4は、有意水準0.1% ($t = 5.376, p < 0.001$)でそれぞれ有意差が見られた。Q1, Q2より、位置予測による生成で、幾何学的整合性を保ち、また体勢が崩れずに打突出来ていたと感じられたことが示された。Q3より、本手法による補正の方がプレイヤーの思い通りに動くことが示された。Q4より、本手法で補正をした方が、キャラクタから知性を感じられることが示された。これはQ1, Q2の評価が高く、キャラクタが状況に適して行動をしていたと感じられたことが要因と考えられる。

5. 終わりに

本稿では、予測による位置予測をキャラクタの行動決定に反映させることで、生成するキャラクタの体勢がクリエイタの作成したモーションから逸脱しないようにし、幾何学的整合性を保つモーション生成法を提案した。評価実験では、第三者視点での印象評価で、本手法を用いてモーションを生成することの有効性が実証された。今後の課題としては、本稿で検証した剣道以外でも使用可能な柔軟な生成法の検討や、1次元方向以外の動きなどのより複雑な動きに対しての有効性の検証が挙げられる。

参考文献

- [1] Shum, H.P.H., Komura, T., Shiraishi, M. and Yamazaki, S.: Interaction Patches for Multi-Character Animation, ACM Transactions on Graphics, Vol.27, Issue 5, Article No. 114(2008)
- [2] Wampler, K., Andersen, E., Herbst, E., Lee, Y. and Popović, Z.: Character Animation in Two-Player Adversarial Games, ACM Transactions on Graphics, Vol.29, Issue 3, Article No. 26 (2010)
- [3] Levine, S., Wang, J.M., Haraux, A., Popović, Z. and Koltun, V.: Continuous Character Control with Low-Dimensional Embeddings, ACM Transactions on Graphics, Vol.31, Issue 4, Article No. 28(2012)
- [4] トウ聚龍. 趙君明(訳), 北岡正敏(訳): 灰色理論による予測と意志決定, 日本理工出版会(1999)
- [5] 臼井潤, 北岡正敏: 灰色理論のGM(1,1)モデルのパラメーター特性と時系列データ期間圧縮に関する研究, 数日本経営工学会論文誌 52(5), p291-302(2001)