

# 物理挙動を付加した巨大な人型ロボットのキャラクターアクション

増井 洋輝  
札幌市立大学デザイン学部 コンテンツデザインコース 4年  
[1411067@st.scu.ac.jp](mailto:1411067@st.scu.ac.jp)

松永康佑  
札幌市立大学  
[k.matsunaga@scu.ac.jp](mailto:k.matsunaga@scu.ac.jp)

キーワード: 3D アクションゲーム, SF ロボット, 物理挙動

## 1 研究背景

昨今は3DCG技術の普及に伴い、ゲームコンテンツにおいても3DCGを活用したタイトルが増えた。キャラクターモデルからGUIに至るまで活躍の場は様々だが、殊に3Dアクションゲームにおいては、3Dモデルのキャラクターが予め設定された複数のアニメーションを再生することでアクションを行なう。

この3Dアクションゲームにおけるキャラクターアクションは時として不自然な挙動を起こす場合がある。具体的にはキャラクターが崖の縁で片足だけで立っていたり、姿勢を全く崩さずに大きな武器を振り回すなどといった現象が既存のゲームタイトルでは見受けられるが、これはゲームプレイヤーに違和感のある表現として認知され、プレイへの没入を阻害する要因となりうる。

不自然な挙動は従来のキーフレームアニメーションと呼ばれる手法の仕様に原因があり、2つの問題がある。一つは予め制作者が手動でモーション付けを行うため、ゲームプレイ中にキャラクターの挙動が外力などでインタラクティブに変化することがない点である。例えばキャラクターが攻撃を受けたアクションに上半身が仰け反るアニメーションを設定すると、足元に攻撃を受けた場合に自然な挙動とはいえなくなる。アニメーションを複数用意して条件分岐させる方法もあるが、プレイヤーの操作によって様々な状況が起こりうるアクションゲームにおいてそれを厳密に対応させることは難しい。もう一つは、自由度の高さ故に表現方法が制作者の経験や知識、想像に依存する点である。キーフレームアニメーションでは制作者が物理法則やアニメーション独自の表現技法など、膨大な要素を考慮してアニメーションを作成する必要があり、制作者の意図の及ばない表現領域が発生してしまう。

また、以上の問題点はキャラクターの特性によって重要度が異なる。スケールや質量が大きいキャラクターは小さいそれと比較して物理的表現の整合性が顕著に表れやすく、有機的な構造を持つ生物よりも無機的なパーツの集合体であるSFロボットなどのキャラクターのほうが可動構造や物理的表現が比較的意識されやすい。このような理由から本研究では全高約15メートルほどで複数のモータにより可動することを想定した人型ロボットをキャラクターの題材とする。

## 2 目的

本研究では、ゲームコンテンツでの活用を前提とし、多関節剛体モデルに物理量を付加して動作させるアニメー

ション手法を考案することで、巨大な人型ロボットにおける自然なキャラクターアクションを実現することを目的とする。

第一項で述べた問題を解決するためには、キーフレームアニメーションに代わる新しいアニメーションの仕組みを考える必要がある。そこでゲームのプレイ中に障害物や外力に対してインタラクティブに変化するアニメーションのシステムとして物理シミュレーションを部分的に利用し、重さなどの物理パラメータをパーツ毎に設定してアニメーションさせる。これにより従来の手法で行うものよりも自然なポーズやモーションによるアクションを表現することが可能となる。

## 3 関連研究・先行事例

物理挙動を適用したキャラクターの動きに関する研究としては、三武[1]らの例がある。この研究ではキャラクターを一個の剛体で表したモデルに推進力・回転力を加えて傾きや移動などを物理シミュレーションによって計算するものである。

3Dアクションゲーム向けのアニメーション手法を考案する本研究では、スケールが大きく可動関節の多いキャラクターを用いて関節毎の挙動が外力でインタラクティブに変化させることが重要となる。また、三武らが述べるように物理シミュレーションを利用したアニメーションの生成は各関節の回転力を制御し、多数のパラメータを設定する必要があるため、後に操作することを考慮してシステムが複雑なものとならないように考慮する必要がある。

## 4 方法

### 1) 概要

巨大な人型ロボットを模したキャラクターによる、物理挙動を付加したキャラクターアクションを操作できるシミュレータを作成する。

シミュレータの空間内には、操作するモデルの他に、モデルのスケール感が認識できるように建造物や人間のような実在するものを模したオブジェクトが設置される。モデル自体は本体パーツと一軸可動の関節パーツの2種類の剛体オブジェクトから構成される。(図1) この関節パーツにモータのように回転力を加えてモデルを動作させる。

主な操作機能としては、大きく分けてモデル操作とモーション操作の2つとなる。モデル操作は本体パーツのサイ

ズや重量などのパラメータを設定でき、モデルのプロポーションやスケールが操作できる。モーション操作ではアクションゲームにおける基本的なアクションが実装されており、リアルタイムに実行し、その様子を任意の視点から確認できる。

予期せぬシステムの挙動や計算の複雑化などにより、関節の回転力による挙動のシミュレーションが困難と判断した場合には、関節自体に推進力を加えて動作させる操り人形のような手法も想定している。現実には関節が運動物体との接触もなしに力が加えられることは考えにくいですが、本研究の目的はゲームにおける不自然な挙動の軽減・解消であり、あくまで物理シミュレーションを手法の一つとして利用しているため、疑似的な物理挙動を与えること自体は問題ないと考えた。

## 2) 実装手順

まずは関節の回転力制御が可能な人型の多関節剛体モデルを制作する。単純な運動をさせて質量や空気抵抗等のパラメータを調整し、静止・姿勢制御用および運動用の動作機構をそれぞれ設定し、アクションゲームにおける基本的なアクションを作成する。基礎システムが完成した後はシミュレータとして利用する際の操作を容易にするためインターフェイスの整備を予定している。スケール感を与える建造物などの周辺環境は必要に応じて適宜作成・調整していく。

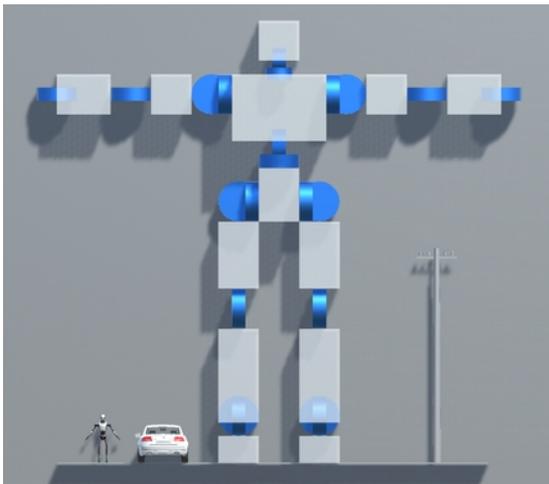


図1 モデルのスケールとパーツ構成

## 5 試作

現在に至るまでの進捗としては、人型キャラクターの多関節剛体モデルと、そのモデルが自立する機構を制作した。また、重力下における完全な自立機構は実現が困難であるため、関節に重力と逆方向に推進力を与えることで簡易的な姿勢制御を行い、モデルの自立を成功させた。推進力は地面から離れるほど大きくなるように設定した。

次に静止・姿勢制御用の動作機構を制作した。各関節に回転力を与え、目標の角度に近づくと回転摩擦係数が上がるように設定した。複数の関節でのテストも問題なく成功したので、今後は運動用の動作機構に取り掛かる。現在見受けられる課題や問題点としては、物理シミュレーションによるためにパソコンの動作環境に左右されやすいことが挙げられる。計算速度が落ちることで正常な挙動が行

われなくなる場合があり、制作に平行して改善策を模索している。

## 6 まとめ

本研究では、巨大な人型ロボットのキャラクターアクションの作成を従来のキーフレームアニメーションではなく、物理量を適用した運動を用いてアクションシミュレータを制作する。市街地の中で巨大な人型ロボットを動作させてそれを確認することで、即ち現実には再現できないキャラクターや環境を仮想空間内に構築してその物理的挙動を参考にすることで、キャラクターアクションにおける新たな表現方法の発見や気づきを得ることができるのではないかと考えている。

また、本研究では巨大な人型ロボットを想定したキャラクターモデルを用いるが、モデルの大きさや体型に合わせた適切な動きが可能となるため、システムを応用して小さいキャラクターや人型でないキャラクターに適用することも可能である。

シミュレータは具体的なイメージとして、市街地に佇む十数メートルの人型ロボットによるスケール相応の重量感をもったアクションの実現を目指す。今回はそのシミュレータ制作の一環として、動作をシミュレーションできるモデルとその動作システムの一部を試作した。今後はモデルのモーション操作の基礎システムを構築するにあたり、キャラクターアクションとしての体裁を持つ動作を考慮した調整も行っていきたい。

## 参考文献

- [1] 三武 裕玄, 青木 孝文, 長谷川 晶一, 浅里 予一行, 佐藤 誠, 遠山 喬 (2007) : 『キャラクターとの物理的なインタラクションのための剛体モデルと多次元キーフレームアニメーションの連動による動作生成法』, The Virtual Reality Society of Japan: TVRSJ Vol .12 No .3 pp.437-446