

# デジタルヒューマンの動作生成のための 対象把持の分類と教示に関する研究

北海道大学大学院情報科学研究科所属  
○土田峻史 小野里雅彦 田中文基

## 要 旨

より現実の人間に近いデジタルヒューマンを実現する上で、デジタルヒューマンが実際の人間が行うような対象把持の動作を行うことが重要である。そこで本稿では、対象把持の方法のパターン分類と、モーションキャプチャシステムを組み合わせることによって、作業者がデジタルヒューマンに把持方法を教示する手法を提案し、そのシステムを作成する。

### 1. 研究の背景

消費者ニーズの多様化、製品の発売サイクルの短縮に伴い、作業内容の変化に柔軟に対応できる生産システムが必要とされている。そこで、コンピュータ内に仮想的な生産システムを構築し、稼働させることによって事前評価を行い、実際の生産システムに反映させる仮想生産の概念が関心を集めている。

そのような生産システムのシミュレーションに関する研究が進むにつれて、生産システム内の重要な構成要素である作業者のシミュレーションが必要となっている。しかし、既存の人間シミュレータは、人間の姿勢や動作の分析、または作業性や安全性の分析などに使われることが多く、生産システムの構成要素としての使われ方はあまりなされていない。

生産システムの構成要素として見た場合、デジタルヒューマンに必要とされるものは姿勢や動作の解析よりも、生産システム内の設備機器や製品などのモデルといった構成要素と相互作用で様々な作業を行うことや、ユーザが逐一命令を与えなくても自律的に実際の作業者に近い思考で判断し、動作することである。これらをのニーズに応えるためには、現実の作業者の知識をデジタルヒューマンに教示できることが望ましい。

### 2. 研究の目的

生産現場の作業において最も基本的かつ重要な動作は、対象物を把持する動作である。そこで、現実の作業者の知識をデジタルヒューマンに教示する上で対象把持の動作に重点を置き、現実の作業者がデジタルヒューマンに容易に把持動作を教示できるシステムの作成を行うことを本研究の目的とする。またその手法として、把持方法をパターンに分類してあらかじめデジタルヒューマンに登録しておき、モーションキャプチャを利用して分類した中から一致するものを見つけ出すという手法を提案する。

### 3. 把持方法の分類

人間の把持方法（対象物を把持するときの手の使い方）を対象物の概略形状、把持動作を行うときのアプローチの方向、把持する指の本数などによって、Fig.1のように分類する。今回は、概略形状が円柱、直方体、球の対象物に対し、50数種類の把持方法に分類した。分類したそれぞれのパターンにおける動作生成時の計算をあらかじめデジタルヒューマンに記録する。また、それぞれの把持方法において各指がとりうる関節角

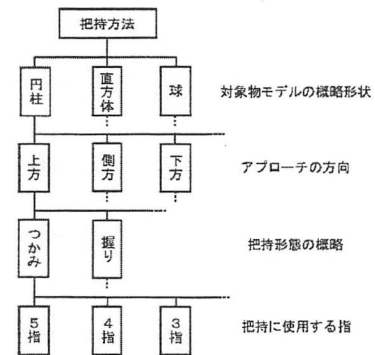


Fig. 1 把持方法の分類

の範囲、対象物モデルがとりうる径や高さの範囲を調べ、併せて記録しておく。本研究で使用するデータグループの性質上、測定できる関節角は各指につき第1関節と第2関節の計10箇所のみなので、それぞれの把持方法につき10個の関節角の条件と、対象物モデルの径と高さ（対象物モデルの概略形状が球の場合は径のみ）の条件、アプローチの方向の条件を設定した。

分類した把持方法はXMLデータとして保存する。保存したXMLデータは、XSLTを使うことによって、プログラム内で使うデータ形式や、カタログとして表示する際のHTMLなどに書き出し可能となっている（Fig.2参照）。

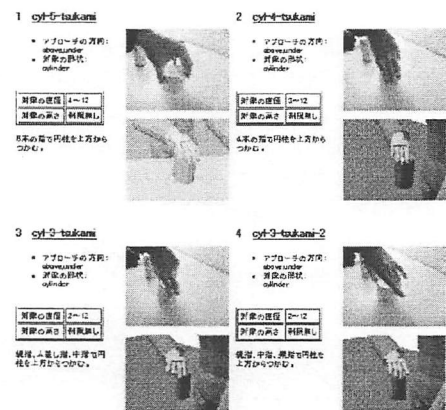


Fig. 2 HTMLに出力して表示した画面

#### 4. 把持方法教示システム

ユーザがデジタルヒューマンに容易に把持方法を教示するためのシステムを実装する。

腕と対象物の位置姿勢や指の関節角を計測するために、3次元位置測定装置である FASTRAK と、SuperGlove Jr. というデータグローブの改良した、改造版 SuperGlove Jr. を使用する。

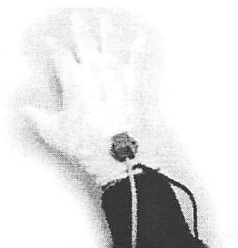


Fig. 3 改造版 SuperGlove Jr.

把持方法教示システムを実行するにあたって、まず、教示を行う際にユーザが把持する対象物に FASTRAK のレーザを取り付けておく。次にユーザは、同じく FASTRAK のレーザを取り付けられた改造版 SuperGlove Jr. を装着して、デジタルヒューマンに教示する把持方法で実際に対象物を把持する。その時の指の関節角、手首の位置、対象物の位置と姿勢が FASTRAK と改造版 SuperGlove Jr. により計測される。そのようにして計測されたデータの位置姿勢情報から把持のアプローチの方向などが計算され、取得した関節角データと合わせて、自動的に第3章で説明した条件と照合される。最後に、条件と一致する把持方法パターンが対象物モデルに記録される（把持方法パターンが一意に絞り込むことができない場合は、画面に候補を出力してユーザに選択させる）。

ユーザが把持方法教示済みのデジタルヒューマンに「対象物モデルを把持する」という命令を送ると、デジタルヒューマンは対象物モデルから把持方法、対象物モデルの現在位置、姿勢などの情報を受け取り、それらに基づいて把持動作を生成するときに使う腕、手、指などの位置姿勢を計算し、把持動作を生成する。

#### 5. 把持方法の教示と実行結果

実際に本稿で述べたシステムを実装したデジタルヒューマンに対して、把持方法の教示を行う。なお、本システムで使用するデジタルヒューマンは、仮想ショップフロア VirtualWorks の構成要素の一つとして実装されている。

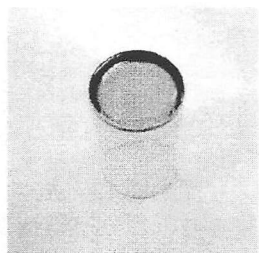


Fig. 4 教示に使用する対象物

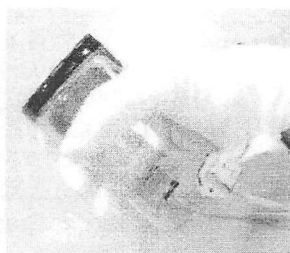


Fig. 5 教示する把持方法

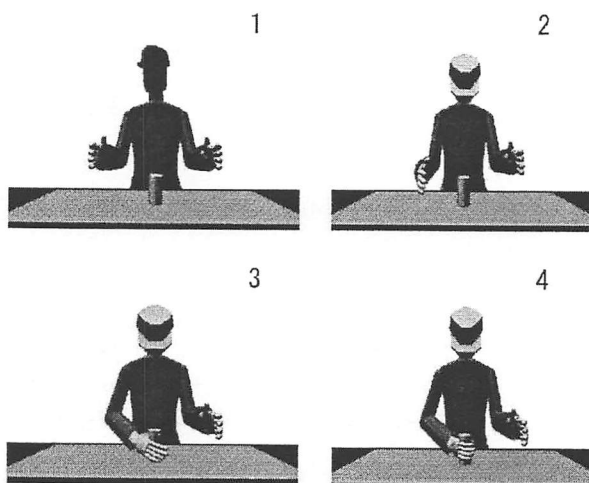


Fig. 6 対象把持の命令を受けたデジタルヒューマン

概略形状が円柱である対象物（Fig.4 参照）に対して、対象物を側面から5本の指で握りこむ把持方法（cyl-5-nigiri-side）の教示を行った（Fig.5 参照）。

把持方法教示を実行した結果、実行画面には「cyl-5-nigiri-side」と「cyl-2-nigiri-side」の、二つの候補が出力された。候補には cyl-5-nigiri-side が含まれているので、そちらを選択することによって、教示が完了した。

次に、教示を行ったあとのデジタルヒューマンに「円柱を把持する」という命令を送る。すると、教示した把持方法と同じように、対象物を側面から5本の指で握りこむ把持方法で、対象物モデルを把持する動作を生成することに成功した（Fig.6 参照）。

#### 6. 結論と今後の課題

本研究では、対象物を把持する際の方法についてパターン分類を行い、それぞれデジタルヒューマンに登録した。また、FASTRAK と改造型 SuperGlove Jr. を使うことによって、プログラミングの専門的な知識が無い作業でも、容易にデジタルヒューマンに対象把持の動作を教示できるシステムを作成した。

だが、今回作成した把持方法教示システムによって把持動作パターンを一意に絞り込むことは難しいので、条件の追加と詳細化や、より精密な計測装置を使うことにより、絞り込みの精度を上げることが必要である。また、より多種の把持動作について分類を進め、デジタルヒューマンに定義する必要がある。

#### 参考文献

- 1) 日経メカニカル別冊デジタルファクトリ Wide Reprot  
<http://nde.nikkeibp.co.jp/digi2/wide.html>
- 2) 尾崎優, 小野里雅彦, 岩田一明, 仮想ショップフロアの開発 (第5報), 精密工学会春季大会学術講演会講演論文集 pp61-62, (1996)