

# 仮想被験者による操作機器配置評価システム

1E-10

松田 敬吾 原島 高広 福井 美佳 土井 美和子

(株)東芝 研究開発センター

## 1 はじめに

3次元CGが比較的low価格のマシンで高速表示可能になり、一例を挙げると、都市や建築物内のウォークスルーや、ライティングのシミュレーション結果の表示などの分野で応用されるようになってきた。

我々はこれまでに、3次元CGを利用して室内のレイアウトを自由に設定し、さまざまな視点から室内の様子を確認できる仮想空間を構築してきた [1]。その仮想空間内でユーザの指示通りに作業する仮想被験者を導入し、より定量的な評価を行えるシステムを構築してきた [2]。身長可変の仮想被験者により、一連の作業にかかる時間や作業の様子などを確認して、レイアウトを評価できるようになった。しかし、これまでのシステムでは、仮想被験者の動作は単純なものに限られており、操作性に関するレイアウトの評価はできなかった。

本論文では、機器を操作する場合に生じる reachability のような人間工学的な問題を視覚的、定量的に評価できるように、仮想被験者に付加した機器操作のための動作を自動生成する機能について述べる。

## 2 システムの特徴

主な特徴は次のものである。

(1) 操作対象機器を指定するだけで仮想被験者の動作を自動生成。

(2) 機器の位置を対話的に変更しながら、操作性を確認。

(3) さまざまな身長の間ごとに操作機器までどれだけ手が届いていないか (reachability) を比較評価。

3次元CGにおいては、タスク・レベルに関する動作生成に関して種々の研究がなされている [3]。これらでは機器をいかに操作するかを動作指定時に与える必要があった。そこで本論文では、ボタンやレバーなどの機器の操作に関する知識をあらかじめ持つことにより、動作指定時の操作方法の指定を不要にし

Layout Evaluation of Manipulators by A Virtual Subject

Keigo MATSUDA, Takahiro HARASHIMA,  
Mika FUKUI and Miwako DOI  
Research and Development Center, Toshiba Corporation

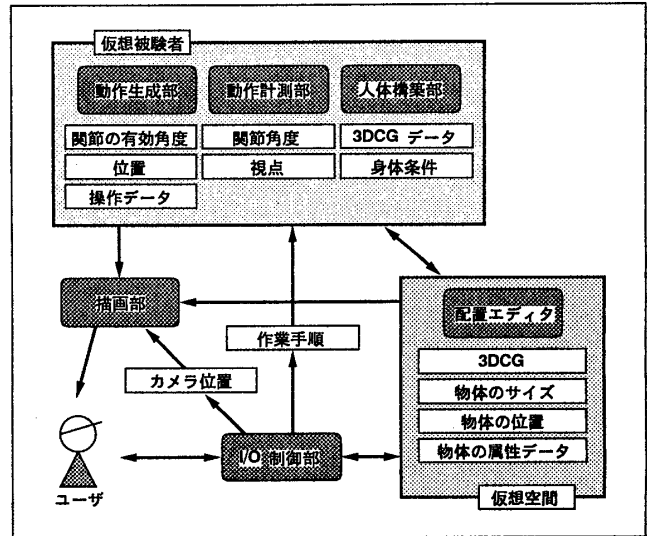


図 1: システム構成図

た。これが特徴 (1) である。視点より遠方にある物体を自動的に簡略化する簡略階層化 [1] により、特徴 (2) の対話的な配置変更を可能にした。また、仮想被験者の身長を変えることで種々の身体条件でのレイアウト評価を可能にした (特徴 (3))。

## 3 システム構成

### 3.1 全体構成

システム構成を図 1 に示す。主要なプロセスとしては、仮想被験者の動作生成部、描画部、配置エディタの 3 つが挙げられる。これらのプロセスは物体位置、仮想被験者の動作、機器操作のデータを共有し、物体の配置や仮想被験者の動きをリアルタイムに表示する。また、操作対象機器の動きに関する知識は可動方向や可動範囲として属性ファイルに記述され、各々のプロセスから参照される。

動作生成部は、仮想被験者に対する作業指示をユーザから受け取り、共有メモリ上の物体配置データを参照しながら動作をリアルタイムに自動生成する。作業の指示は『歩く』、『座る』、『操作する』といった簡単な命令と動作の対象 (『歩く』の場合には移動先、『操作する』の場合には操作対象機器、など) を入力するだけで行うことができる。生成された人間の動作データは各関節角とワールド座標系での位置、

姿勢により、機器操作データは手の位置とジェスチャにより表現される。

描画部は、物体位置、人間の動作などのデータを読み込み、表示を行なう。また、動作生成部で生成された操作データを読み込み、それに合致した物体の移動を行なう。

配置エディタは物体の3次元配置と物体ごとの属性データの編集を行なう。

上記システム構成により、仮想被験者の動作生成と、物体の再配置と、描画とを並行して実行する (SGI IRIS4D/320VGX 使用)。

### 3.2 属性データ

属性データには操作機器ごとに、メカニカルな機構などにより決まっている特徴が記述されており、以下のデータを備えている [4]。

- ・機器の種類 (ボタン、レバーなど)
- ・可動方向ベクトル ( $x, y, z$ )
- ・可動範囲

可動方向ベクトルは、ボタンの場合には押す方向を、レバーの場合には回転軸方向を表している。これらのデータを基に機器操作のための仮想被験者の動作生成や、操作される機器の軌道決定を行っている。

## 4 機器操作のための動作生成

機器操作のための動作生成は次のようにして行なわれる。

- 1). ユーザが操作機器を指示する。
- 2). 操作対象機器の位置データを参照し、その位置まで手を運んで次の動作に備える。機器へのアプローチは肩から先で行い、inverse kinematics によって各関節の角度を決定する。手が届かない場合には『届きません』の表示を行ない、動作の生成を終了する。
- 3). 操作対象機器の属性データを参照して機器操作のための動作生成を行う。まず機器の種類を参照し、それに応じた動作生成に移る。例えば、ボタンの場合には押す動作、レバーの場合には回す動作を生成する。次に属性データの可動方向ベクトルを参照し、ボタンの場合にはその方向に沿って押す動作を、レバーの場合には可動方向ベクトルを中心に回す動作をする。操作量と操作方向は属性データの可動範囲による。

## 5 実施例

図2は仮想被験者が操作盤上に配置されたボタンを操作している様子である。

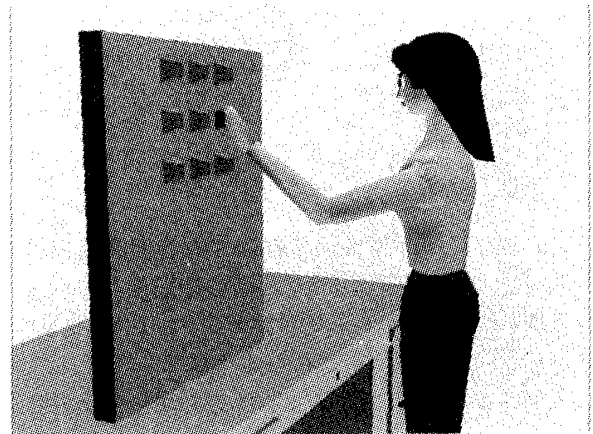


図2: 仮想被験者によるボタン操作の様子

ボタンの位置は操作盤上で再配置でき、また操作盤自体を動かせばボタン全体を移動できる。

仮想被験者は身長や身体各部の長さを自由に設定できるので、大人や子供など、どのような人が操作するのにも適したボタン配置であるかが確認できる。また、機器に手が届かない場合にはその方向に手を伸ばしたCG画面を表示し、更に『届きません』のメッセージと機器までの距離を表示する。従って、CG画面と数値の両方からどれだけ届いていないのかが判断できる。

## 6 おわりに

本論文では人間がボタンやレバーなどの機器を操作する場合に生じる、reachabilityのような人間工学的な問題を、機器の設計段階において評価するためのシステムについて述べた。今回ボタン操作を例として取り上げたが、このほかにもさまざまな操作方法を必要とする機器があるので、今後より多くの場合に対応できるようにしていく予定である。

### 参考文献

- [1] 加藤他:『形状簡略化に基づく3次元オブジェクト空間の最適高速表示』電子情報通信学会論文誌D-II Vol.J76-D-II No.8 pp.1712-1721, 1993.8
- [2] 福井他:『仮想被験者によるレイアウト評価手法』ヒューマンインターフェイスシンポジウム, 1993.
- [3] N.I.Badlar, B.L.Webber, J.Karita and J.Esakov: Making Them Move. Morgan-Kaufmann, San mateo, CA,1991.
- [4] 梅木他:『VR 応用訓練シミュレータ -機器操作方法について-』情報処理学会第49回全国大会, 1994.