

パソコンを使った人体の動作シミュレーション

キーワード：パソコン，人体，動作シミュレーション，形状モデル，ロボット

概要

これからの製品には「安全」と「使いやすさ」は非常に重要です。このような製品を効率よく開発するために、人体の形状寸法や試作品の操作試験結果を反映させるなどの人間工学的アプローチが取り入れられています。例えば、効率よく操作できる機器配置を検討する場合、操作に必要な動作量によって数値的な評価が行われています。

現在は試作品を操作する人にマーカを付け、その動きをビデオカメラで追う方法が一般的であるため、多くの時間と費用が必要です。この方法は実際的で微妙な動作が捕らえられる反面、被験者の違いや習熟度による影響などの問題があります。さらに、危険な作業では試験そのものが不可能です。

そこで、生身の人間を使わなくても人体動作の数値的な評価が可能な、コンピュータシミュレーションソフト（人体のシミュレーションシステム）が実用化されています。このソフトを使えば、何度でも容易に試験ができるだけでなく、試作を減らせるなどの利点もあり、製品開発の費用や時間の削減が可能です。EWS用に加えて、パソコン用ソフトも最近発売されました。これらの専用ソフトは高価ですが、人体に近い3次元形状と自由度を持った人体モデルを備えており、高度で詳細な動作シミュレーションが可能です。なお、これらの専用ソフト以外でも、簡易な人体の動作シミュレーションならば十分可能なソフトがあります。ただ、制約条件が増えるため、高度で詳細なシミュレーションはできません。

ここでは、パソコンを使った人体の動作シミュレーションの例として、当所が所有する汎用ロボットシミュレータ（ロボットシミュレーションシステム）を使って人体の動作を模擬できるロボットモデルを開発し、人体動作の評価

試験を行いましたので紹介します。

解説

ロボットシミュレータは、産業用ロボットの動きを事前にコンピュータ画面でチェックし、オフラインティーチングするシステムですが、ロボットモデルに目標の位置（3次元座標値）や姿勢（向き、方向ベクトル）を与えれば、各関節が効率よく制御され、目標に到達します。この点で、人体の動作軌跡をトレースしたり、各部の位置や形状を逐次与えて動作しているように見せるゲーム用CGなどとは決定的に異なります。このため、モデル各部の寸法だけでなく、関節の構造や自由度、可動範囲が必要となります。

しかし、本来ロボットシミュレータは人体の動作シミュレーション用ではないため、

ロボットシミュレータで扱えるロボットの自由度に比べて、人体は非常に多くの自由度を持っている。

産業用ロボットの関節の多くは1自由度ですが、人体には多自由度の関節が多い。

ロボットの外装は人間の皮膚のような柔軟性がなく、動作干渉の原因となる。

などの問題があります。従って、人体用ロボットモデルは人体の単純な模倣では作成できません。そこで、4自由度の関節ユニットを作成し、関節ユニットと円柱状の骨格パーツを組み合わせて、腕と脚、胴、頭を持つ簡略形状の人体用ロボットモデル（骨格モデル）を構築しました。背骨は多数の関節で構成されていますが、2個の関節ユニットで模擬しましたが、指を含む手足の部分は非常に複雑なため、1パーツに簡略化しました。図1は開発した骨格モデルです。このモデルでも人体の基本的な動作のシミュレーションには十分使用でき、しかも骨格パーツの変更だけで身体の大小に対応できま

す。ただし、ロボットシミュレータの扱える自由度の制限から、必要な一部の関節のみを動かし、他は固定したままの動作シミュレーションとなります。

図2に示すように、基準点から左側の箱上のA点へ右手を動かす動作を例として、人体動作の数値的な評価試験を行いました。基準点では指先は下に、掌は後ろに向けています。A点では指先は前（向こう側）に、掌は右に向けています。評価項目として各関節の動作量（動作角度）と所要時間を用いました。

まず、動かす関節を指定し、その可動範囲を設定します。次に移動速度などの動作諸元を与えます。動作試験の結果、基準点からA点への動作には表1に示す時間と動作量が必要でした。なお、途中で箱と腕が干渉していましたが、本来このような場合には、別の中継点を設けて干渉を避けなければなりません。

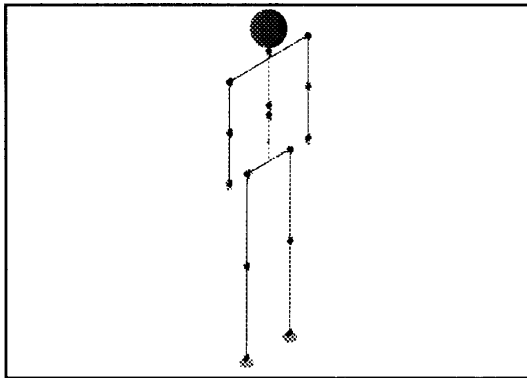


図1 開発した人体用ロボットモデル

用途

家電業界や自動車業界からの人体の動作シミュレーションへの期待は大きく、製品の設計だけでなく、工場レイアウトや作業マニュアルの作成など、生産システムの設計にも取り入れられ始めています。

さらに、産業界だけでなく一般社会にも幅広く自動機器が普及し、人間との共生が必要になっています。特に、介護が社会問題として取り上げられ、シルバービジネスが注目を集めるようになった今日、福祉機器は自動化、機械化技術の応用分野の1つになっています。これらの機器は何より介護者、被介護者にとって安全で使いやすい機器であることが必要ですが、福祉機器産業はまだ発展途上にあるため、ノウハウの蓄積が少なく、試行錯誤の繰り返しが多く見られます。人体の動作シミュレーションをこの分野へ適応すれば、福祉機器の開発が促進されるものと思われれます。例えば、加齢により関節の動きが制限される状況は、関節の可動範囲を狭くすればシミュレーションできます。

表1 基準点からA点への動作結果

所要時間 (秒)	1. 0 9 9 5
全動作量 (度)	4 0 4. 7 4 (絶対値)
1 肩回転	1 2 0. 9 0
2 肩前後	- 4 4. 1 5
3 肩左右	3. 6 1
4 腕回転	- 5 3. 9 1
5 肘回転	7 7. 3 9
6 手首回転	2 8. 5 2
7 手首前後	- 7 2. 7 3
8 手首左右	5. 5 3

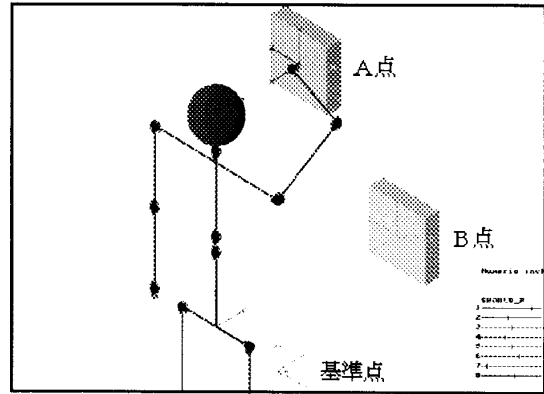
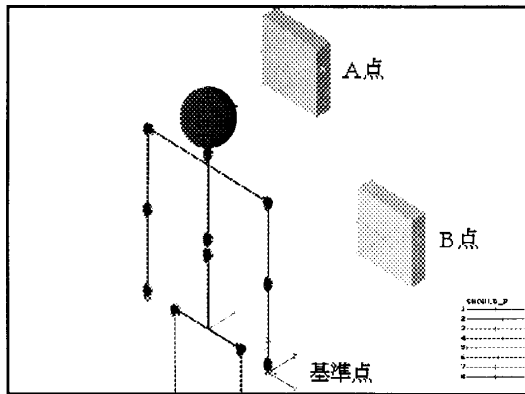


図2 人体の動作シミュレーション