

ロボットのためのバーチャルリアリティに関する研究

学籍番号：98-34567 氏名：工大 太郎 指導教官：志度 右京官

1 はじめに

自律移動ロボットは、21世紀に向け実用的な実現が待たれる非常に重要な技術である。自律移動ロボットや自律走行自動車の実現を目的とした画像理解アルゴリズムや判断・制御アルゴリズムが数多く研究されている。しかしながら、新たに開発されたアルゴリズムの試験を行うことに関して、様々な問題が残されている。まず、そのアルゴリズムを直接ロボットに導入して実験を行えば、アルゴリズムが意図した通り動かない場合に人的に危険な状況が発生する可能性がある。また、危険を避けるためのテストコースなどの限られた場所だけでの実験では、多様性を実現することが困難になる。逆に、テストコースを使ったとしても、天候などの実験環境を一様に揃えることが難しい場合があり、アルゴリズムの比較評価が困難になる。さらに、多様な実験をするためには準備に多大な費用と時間が必要になる。

この問題を解決するために、ロボットのためのバーチャルリアリティ(VR)を実現する4次元空間シミュレータの概念を提案した[5]。本論文では、この4次元空間シミュレータの原理的考察を行い、その問題点を明らかにする。

2 4次元空間シミュレータ

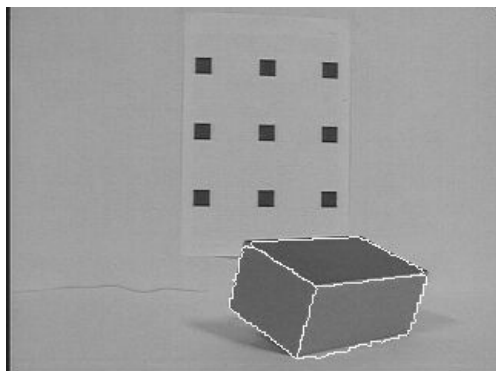
以後、簡単のために自律移動ロボットと自律走行自動車をまとめて自律移動ロボットと呼ぶことにする。自律移動ロボットを実現する際の最大の問題は、画像の認識、行動決定、制御を行う認識・制御部の実現である。この認識・制御部のアルゴリズムを直接自律移動ロボットに導入して、実験を行うことには、様々な問題点がある。これらの問題を解決するために、ロボットのためのVRを実現する4次元空間シミュレータの概念を提案した。また、ここで用いる4次元とは、空間3次元と時間1次元の意味で、静止画像ばかりでなく、動画像を扱う事を意味している。4次元空間シミュレータに関して詳しく説明する。ロボットはCCDカメラなどを使って、環境の画像を取得する。認識・制御部はこの画像から外界の状況を理解し、行動を決定し、それをアクチュエー

タ部に伝えることによって、自ら移動したり、アームなどによって外界に作用する等の動作が行われる。次に取得される画像は、ロボット自身の移動、外界への作用、他のロボットなどの移動や外界の様々な変化によって異なったものになる。この画像によって、また次の動作が行われる。この画像の取得、認識・制御、動作が繰り返され、ロボットが動いていくもとの考えられる。

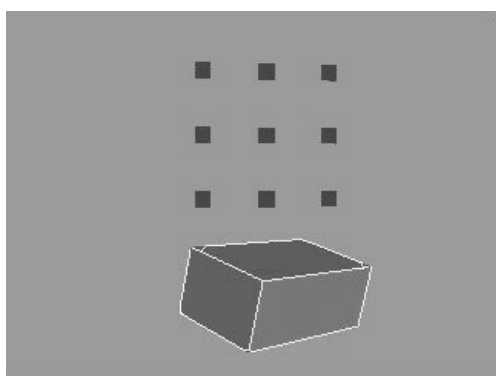
4次元空間シミュレータでは、認識・制御アルゴリズムの試験を行うために、実空間を仮想空間に、実ロボットの観測部とアクチュエータ部を仮想ロボットの観測部とアクチュエータ部に置き換える。即ち、道や物などを実空間と同様に配置した仮想空間の中の仮想ロボットを考え、実ロボットが観測する画像と同様のものをCGの技術を使って生成する。実ロボットと同じ認識・制御部のアルゴリズムがこのCG画像を受け取り、動作指令を出力する。この動作指令は4次元空間シミュレータが受け取り、その実ロボットの実空間における移動、外界への作用を計算し、仮想ロボットを仮想空間上で動作させ、仮想空間を変化させる。そして、この仮想空間の新たな状況に応じてCG画像を作成し、認識・制御アルゴリズムに入力する。これを繰り返すことによって、仮想ロボットが仮想空間の中で動いていくことができる。

3 ステレオ画像の計測実験

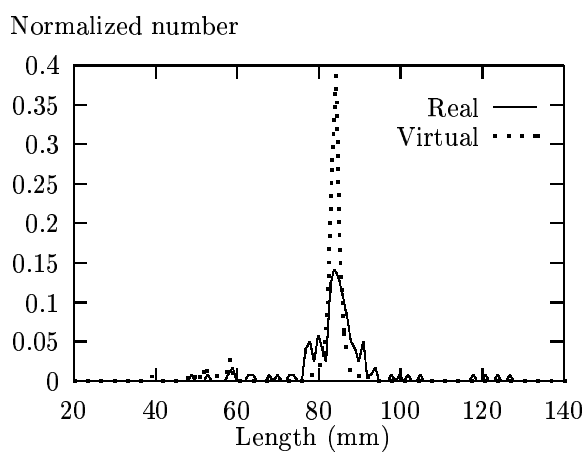
本節では、CCDカメラ画像とCG画像との相違点を明らかにするために、ステレオ画像によって、辺の長さが $59 \times 85 \times 150$ mmの直方体の長さを計測する実験を行った。図1(a),(b)は、それぞれCCDカメラ、CGによる画像を領域分割したものである。CG画像はOpenGLを使って生成した[4]。実際には、2つのCCDカメラを使って同時に2枚の画像を得ている。これらの画像の上側の9個の正方形は、CCDカメラの校正のために用いられる。CG画像では撮影位置が正確にわかっているため校正を行う必要はないが、校正の誤差を考慮するために、CG画像においても校正を行った。それぞれの画像の直方体を色情報を利用して領域分割を行ったものである。



(a) 実画像



(b) CG画像



(c) 計測結果

図 1: ステレオ画像計測実験

CG画像の方が多重反射等が考慮されていないため、正確な領域分割が行われている。実験では、同じ直方体の位置と向きを任意に変化させ、画像を50枚撮影および生成し、それぞれ計測を行った。図2(c)が85mmの辺を計測した結果を1mm単位のヒストグラムで表わしたものである。両者とも中心はほぼ真値に一致しているが、CCDカメラ画像の方が計測結果の分散が大きいことがわかる。このままのCG画像を4次元空間シミュレータに用いると、計測精度が高すぎることになり、実空間との同一性を確保できないことになる。従って、CCDカメラから得られる画像に近い画像を得ることができる技術を開発する必要がある。

4 おわりに

ロボットのためのVRを実現する4次元空間シミュレータは、知的な自律移動ロボットを実現するために必要不可欠な技術である。今回は、実験によってCG画像を使うときの精度に関する問題点を明らかにし、初歩的な段階ではあるが自律走行シミュレータを作成し実験を行い、その可能性を探った。

今後の課題として、次のようなことに関して研究を進めていく必要がある。CCDカメラから取得した画像に近い画像を生成する方法を開発する。同一性の評価方法を研究する。並列化、ネットワーク化を進める。

参考文献

- [1] 谷内田正彦：“ロボットビジョン”，昭晃堂，1990.
- [2] 実吉敬二，埴圭二，十川能之，荒井一真：“ステレオ画像を用いた運転支援のための前方状況認識システム”，信学技報，No.PRMU-97-30，pp.39-46，1997.
- [3] 実吉敬二，埴圭二，喜瀬勝之：“三次元画像処理における道路形状と障害物の認識”，自動車技術，Vol.46，No.4，pp.23-27，1992.
- [4] クレイトン・ウォルナム：“Win32 OpenGL プログラミング”，プレントイスホール出版，1996.
- [5] 高梨賢一，阿部良一，山下幸彦：“画像理解のための4次元空間シミュレータ”，信学技報，No.PRMU-97-277，pp.89-96，1998.