

〔非公開〕

TR-C-0082

自然言語と手指示を統合した3次元  
仮想空間中での対象物操作と配置

望月 研二  
Kenji MOCHIZUKI

岸野 文郎  
Fumio KISHINO

1 9 9 3 1 . 2 1

A T R 通信システム研究所

# 自然言語と手指示を統合した 3次元仮想空間中での 対象物操作と配置

Object Manipulation and Layout in a 3D Virtual Space  
using a Combination of Natural Language and Hand Pointing

ATR通信システム研究所  
知能処理研究室処理

望月 研二

岸野 文郎

## ABSTRACT

Several designers or other participants located long distances apart will work creatively by manipulating objects in a 3D virtual space using realistic sensations. Although there has been considerable research on hand manipulation for cooperative work, to date all such work has been left to human judgement. We think it is vital to make such work easier to perform with artificial intelligence technique. We propose a 3D object manipulation and layout technique in a 3D virtual space using a combination of an abstract natural language and hand pointing to recognize the purpose of a manipulator. This technique quantitatively transforms verbal semantics into a spatial region which uses the probability functions corresponding to some indication word. Also, it uses knowledge about each object, e.g. the back of the bookshelf must be attached to the wall. And it will be performed with the indication from hand movement which is sensed using a 3D position tracker and Data Glove<sup>[TM]</sup> to dissolve the ambiguous selection of candidate. As examples, we show manipulation and layout in a 3D virtual room containing a table, chair, bookshelf, desk, etc.

# 目次

1. はじめに	P. 1
2. 臨場感通信会議における協調作業環境	P. 2
3. 空間中での対象物指示における課題	P. 2
3.1 空間指示における曖昧性	P. 2
3.2 視点による記述の違い	P. 3
3.3 抽象的な言語記述の処理	P. 3
4. 3次元仮想空間中における自然言語操作の処理手法	P. 4
4.1 言語操作の定量化手法	P. 4
(1) 指示語の定量化	P. 4
(2) 操作動詞の定量化	P. 4
4.2 言語操作における知識処理	P. 5
(1) 対象物固有の知識	P. 5
(2) 指示・操作記述におけるユーザモデルを用いた個人差の処理	P. 6
5. 3次元対象物配置システム (3D-LAYOUT)	P. 6
5.1 システム構成	P. 6
5.2 3次元モデルの記述と検索	P. 7
5.3 協調作業における不確かさの処理手法	P. 8
(1) 言語指示の不確かさ	P. 8
(2) 手指示の不確かさ	P. 8
6. 結論と考察	P. 9
謝辞	
Appendix.	P. 10
参考文献	P. 13

# 1. はじめに

臨場感通信会議等<sup>[1][2][3][4]</sup>で遠く離れた何人かの設計者や会議の参加者は、同時に共有された仮想空間中で表示された3次元対象物を直接操作し、移動・変形を自由自在に行う事により、より創造的な設計・配置等の作業が出来ると考えられる。このためには、仮想空間中での臨場感を達成する事の他に、複数の参加者が共有する対象物にアクセス出来る協調作業環境<sup>[5][6]</sup>を作り上げる事が必要である。ここでの仮想空間中の対象物にアクセスする上での課題は、ユーザフレンドリな3次元データベースへのアクセスの実現と、抽象性の高い記述による操作の実現である。

従来の言語による画像へのアクセスの研究では、パッシブな言語による画像検索システムとして、言語による浮世絵画像ファイル検索<sup>[7]</sup>、言語と手操作を統合した地図案内システム<sup>[8][9]</sup>等がある。また、3次元画像へ拡張した言語による画像の生成に関しては、3次元画像中の対象物の言語による認識<sup>[10]</sup>、言語記述による世界生成<sup>[11][12]</sup>、3次元空間中での言語による視野探索<sup>[13]</sup>、等が上げられる。また、マルチモーダルな言語等によるインタラクティブな画像アクセス・生成に関しては、Put That There を始めとして3次元空間中の対象物に対して言語と手指示を用いてアクセスする研究<sup>[14][15]</sup>、3次元空間への言語操作と手操作による協調作業でのユーザフレンドリなインタフェースの提案<sup>[16]</sup>に関する研究等が上げられる。しかし、3次元画像へのアクセスの研究は始められたばかりであり課題は多い。

本レポートでは、マルチモーダルな言語等による3次元仮想空間中の対象物にインタラクティブにアクセスする場合に問題となる、言語記述の抽象性の処理をとりあげ、これらの問題を解消するための手法として、指示語・操作動詞の定量化、対象物固有の知識属性の利用、視点依存を考慮した協調作業環境の構成手法、言語指示と手指示の統合手法等について述べる。具体的には室内での家具（テーブル、椅子、本棚、机等）の配置問題を例に3次元仮想空間中での操作・配置を実現する実験システム(3D-LAYOUT)について示す。

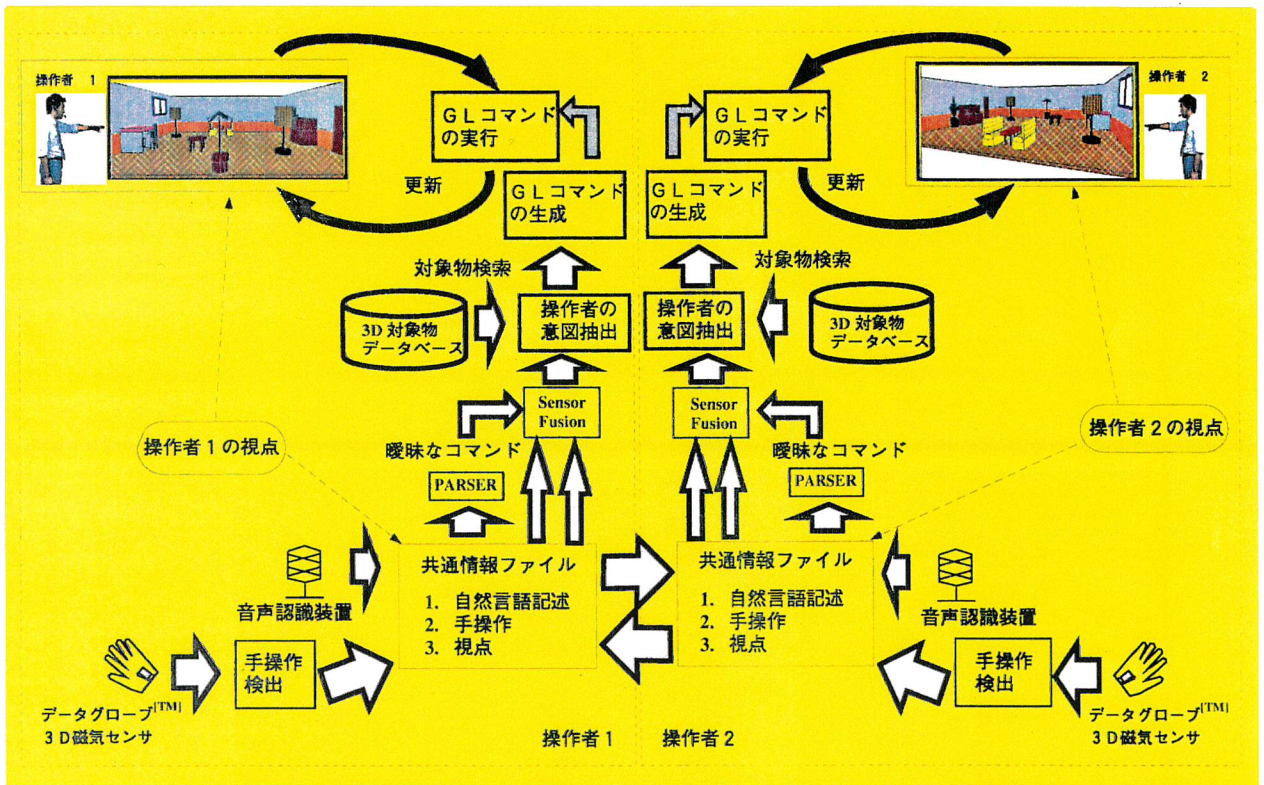


図1 3D-LAYOUT システムによる協調作業の概念図



## 2. 臨場感通信会議における協調作業環境

遠く離れた設計者や作業の参加者は、3次元仮想空間に表示された対象物を、それぞれの視点から見る事により共有された対象物に対して異なった視点で操作できる。図1に参加者が2人の場合の協調作業の概念図を示す。遠隔地との通信でやりとりする情報としては、言語、手の位置、視点の3つの情報をあつかい、共通情報ファイルとして各操作者で共有する。共通情報ファイルは、全操作者について追加書き込みが行なわれる。また、順次読みだされ、意図理解の処理を行ない、グラフィックスライブラリコマンドが生成され、対象物世界が更新される。つまり、異なった2地点において、同一の対象物世界が順次更新されることになる。この協調作業環境の特徴は、次の様である。

(1) 従来のCSCW等で提案されている画面共有環境のみではなく、個々の参加者のダイナミックに変化する視点での操作を基本としているために操作者の見方を尊重した拡張性、flexibilityが高い操作が可能である。

(2) 3次元画像データベースへ直接言語でアクセスし対象物を検索する事により、ユーザインタフェースの高い協調作業が可能である。

## 3. 空間中での対象物指示・操作における課題

従来、実空間では対象物を操作する手段としては手操作が主に用いられている。手操作は対象物の直感的な指示・操作が可能であり、掴んで移動させる、押しつける等のリアルタイムのカフィードバック等を介しながら感覚的に作業ができる<sup>[6]</sup>。しかし、手操作では操作にスキルを必要とし、また、実在する対象物が操作の対象となり、検索したり新たに生成する事は自然な操作では出来ない。一方、言語操作は手操作と較べると抽象的な対象物操作の記述が可能であるために、高度なレベルまで抽象化された作業を直接記述できることにより少ない情報量での協調作業が期待できる。しかし、記述された言語を理解する場合に抽象性・曖昧性の処理等の問題が残る。

### 3.1 空間指示における曖昧性

この曖昧性について空間中での対象物を指示する場合に限定した分類を試みる。図2に空間中での対象物指示についての指示項目の4分類を表で示す。指示項目としては、ID、固有名称等で指示する絶対的な指示、物理的な色や形状で指示する物理的な指示、位置関係で指示する空間的な指示、用途等その対象物の使い方までも考慮された指示

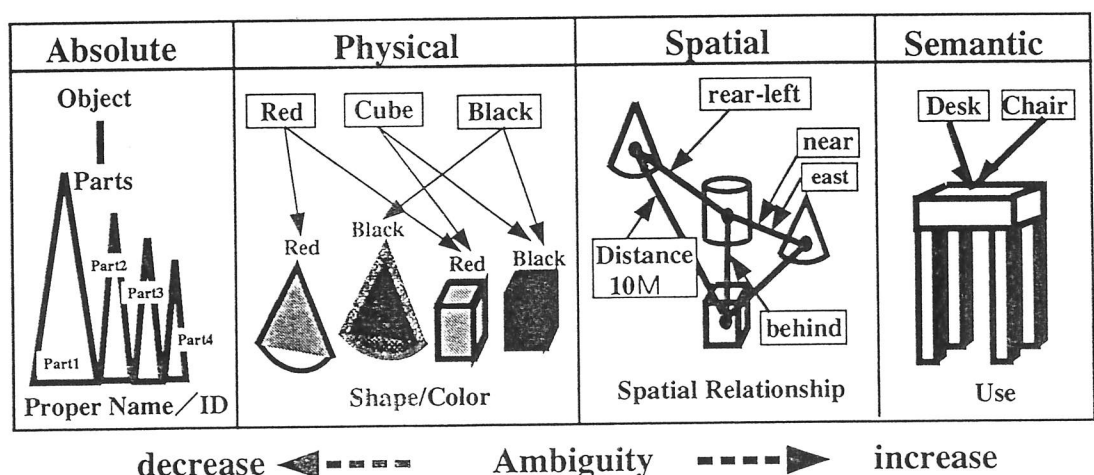


図2 空間中での対象物指示の分類

である意味的な指示と4分類し、意味的な指示側へ移る程曖昧性が増加する。ここでは、比較的曖昧さのある空間的な指示を中心に述べる。

### 3.2 視点による記述の違い

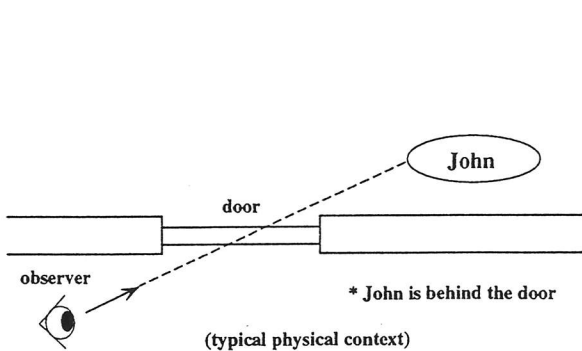


図3 Contextによる曖昧性

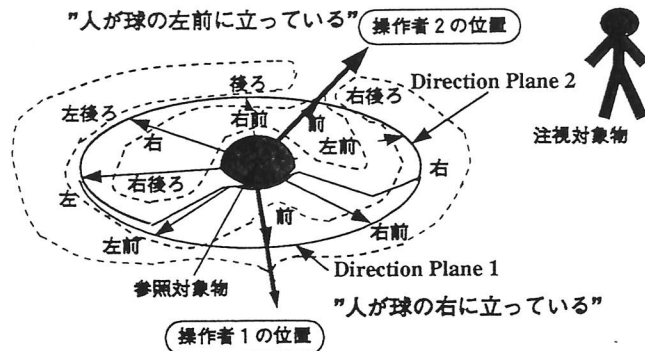


図4 視点の変化による位置関係記述の違い

A.Herskoviz は対象物の指示項目の中で曖昧性の一つとして図3に示す様な見る人の位置に依存して記述が変化するContext による曖昧性の問題を上げている<sup>[17]</sup>。図4は、注視対象物を参照対象物の相対的な位置関係で記述する場合に、異なる操作者の視点からの記述例である。等方性の球の様な方向性の弱い参照対象物では視点が変化すると記述が異なる。一方、車の様な方向性の強い参照対象物の場合、記述は車中心になる。これは、方向性の有無によって視点または対象物を中心とした相対的な位置関係記述がなされるためと考えられる。

### 3.3 抽象的な言語記述の処理

図5は空間操作における言語の抽象性を定性的に示したものである。「置く」、「移動する」等の1つまたは2つの対象物について考慮する抽象性の比較的低い操作から、「並べる」、「揃える」という多数の対象物の位置関係・方向等を考慮しなければならない抽象性の比較的大きい操作が考えられる。抽象性の大きい操作は、より複雑な画像世界の更新手続きを必要とする。ここでは、それぞれの記述に対して一つの手続き(マトリックス処理)を割り当てる事にする。

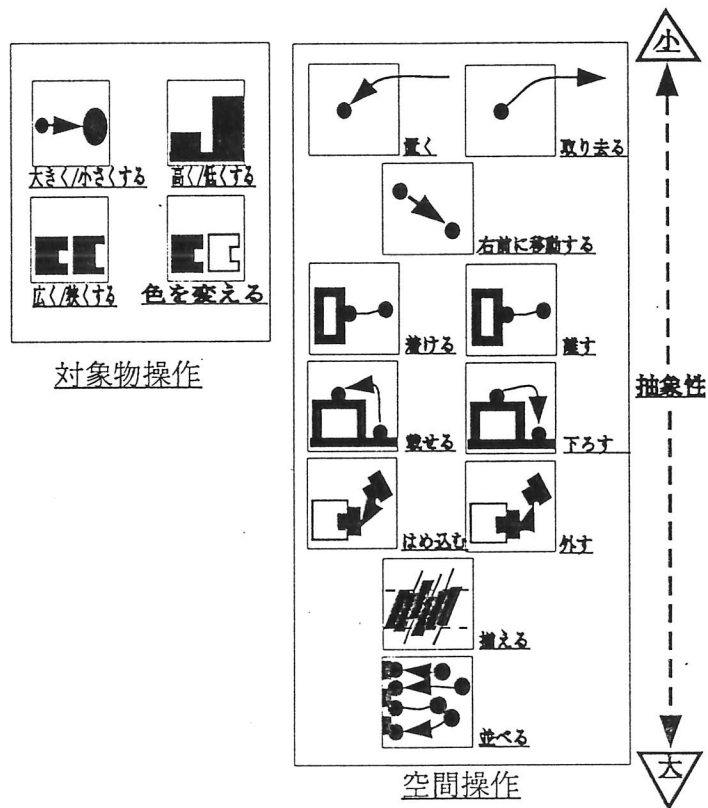


図5 空間操作における言語の抽象性

## 4. 3次元仮想空間中における自然言語操作の処理手法

### 4.1 言語操作の定量化手法

#### (1) 指示語の定量化

「対象物を右に移動する」の様な相対的な移動の方向を指示する「右に」等の指示語の定量化手法として以下の定量化関数を定義した。

$$P = \{ae(\phi)r + b\} \mathcal{E}^{-ce(\phi)r} \text{Cos}\{d(\theta - \theta_{\text{direc}})\}$$

但し、a, b, c, d: Pの最大値を1とする様な定数

- $\phi$ : 俯角
- $\theta$ : 参照対象物を通る垂直軸まわりの視線方向からの注視対象物とのなす角度
- $\theta_{\text{direc}}$ : 指示語によって決められた定数
- r: 参照対象物と注視対象物との距離

この関数を用いて、配置場所の位置決定において配置可能な領域で最も確信度の高い場所を探索する。図6に8個の指示語に対する確信度関数の定義例を示す。3次元における空間指示語は視点位置によって指示される領域が異なる視点依存性の問題が発生する。そこで、参照対象物の方向性の有無によって異なる確信度関数を用い、かつ視点依存性を考慮した確信度関数の定義を行った。これより、複数の操作者が同一の世界にアクセスする協調作業において、各操作者の記述された指示方向を抽出し、主観的な指示に即した配置操作を実現できる。

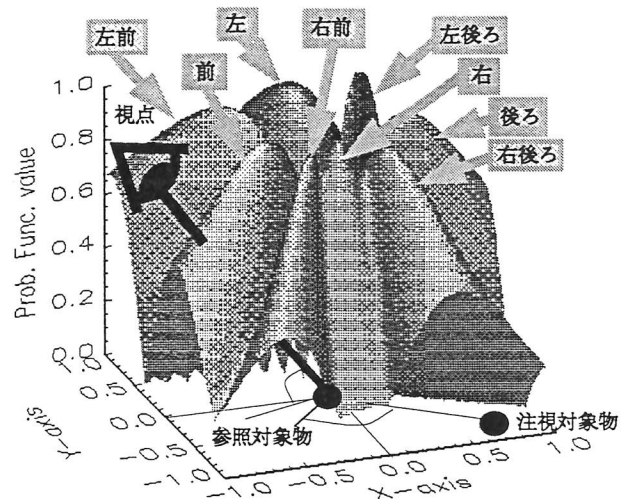


図6 指示語に対する確信度関数

#### (2) 操作動詞の定量化

室内に家具を配置する場合に、配置可能な場所の決定を自動的に行う確信度関数の定義を行った。定義方法は確信度として対象物と壁を結ぶ、放射線上の中心部を最大の確信度値にする様にヒューリスティックに定義した。以下に確信度関数の定義式を示す。

[候補点(x,y)における確信度]

$$P(x,y) = (\|l_w\| / \|l_{\text{max}}\|) \text{Sin}\{\pi \|l_{\text{obj}}\| / \|l_w\|\}$$

但し、 $\|l_w\|$ : 対象物と候補点(x,y)を通り壁までの距離

$\|l_{\text{obj}}\|$ : 対象物と候補点(x,y)の距離

$\|l_{\text{max}}\|$ :  $\|l_w\|$ の最大値

[結合関数]

$$\text{Total-P}(x,y) = \frac{P_1(x,y) \times P_2(x,y)}{1.0 - \{1.0 - P_1(x,y)\} \times \{1.0 - P_2(x,y)\}}$$

2個目以降の確信度は各対象物の確信度分布を、結合関数により合成した確信度を用いた。図7に既に1個対象物が配置されている場合の確信度分布と既に2個対象物が配置されている場合の確信度分布を示す。全ての室内の対象物について確信度を計算し、確信度値が一番高い所が新たな対象物を配置する候補点となる。

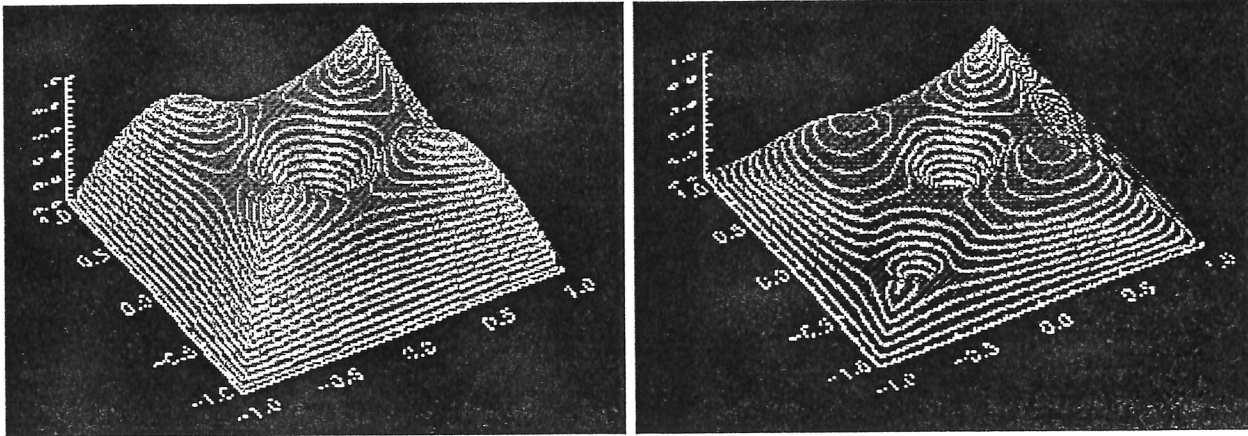


図7 配置操作における確信度関数

## 4.2 言語操作における知識処理

### (1) 対象物固有の知識

配置における曖昧さを解消ために対象物の固有の知識を定義しデータベースに属性情報として登録する。固有の知識としては、以下の5つの項目について取り上げた。

- (a) 対象物の正面方向の定義
- (b) 壁への接触可能面の定義
- (c) 床との接触面の定義
- (d) パーツの接続位置(配置関数)の定義
- (e) 床と垂直な回転軸の定義

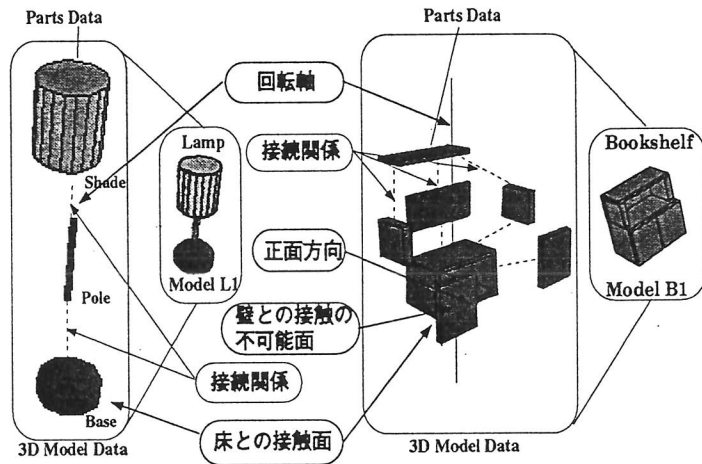


図8 対象物固有の知識

図8に示す様に正面の知識は、正面方向と方向性の有無を示し、方向性の強い対象物の場合に、指示領域の理解に用いる。壁への接着可能面は壁に着ける操作の場合に接着可能面が選択され壁に着けられ、接着不可能な場合は、回転し接着可能面を壁に着ける操作を行なう。床の接着面、パーツ接続関係は拡大・縮小における床への接続関係とパーツ間の接続関係を確保するために用いる。回転軸は対象物を回転する場合の回転中心軸として用いる。Appendix-2 にモデル総称名(対象物を総称した概念に相当するモデル名称)リストに属性情報として付与された知識の記述例、及び、パーツリストに属性情報として付与された配置関数、回転軸等の知識の記述を示す。



(2) 指示・操作記述におけるユーザモデルを用いた個人差の処理

自然言語中の名詞の意味の多重性、曖昧さについては、操作者固有の名詞概念を類語・同義関係で定義するユーザモデルを導入する。図9に室内配置システムに使用されたユーザモデル例を示す。原辞書に登録されている指示語、操作動詞、対象物名称、彩色に関する単語に対して類語・同義関係にある単語を登録し複数の言い回しを許容できるようになっている。

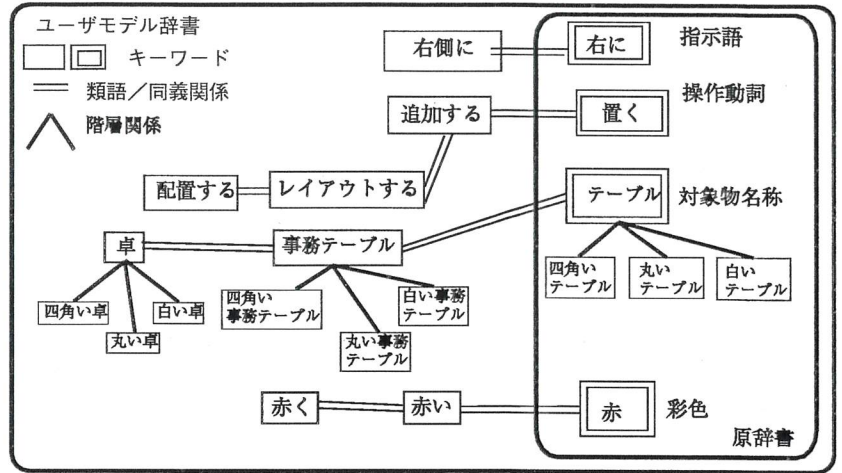


図9 室内配置システムに使用されたユーザモデル辞書の一例

対象物名称については、固有の名称と、総称名を登録し、階層関係とすることにより高位概念または下位概念での検索を可能としている。

5. 3次元対象物配置システム (3D-LAYOUT)

5.1 システム構成

図10に3次元対象物配置システム (3D-LAYOUT) の概要を示す。自然言語により入力され、音声はHMM方式の音声認識装置においてシソーラス辞書に作成された形式の操作文が生成される。音声認識装置については、Appendix-3 に示す。操作文は、単語辞書を用いて構文・形態素解析され、操作動詞、指示語、対象物名称、色等の抽出が行われ、操作者の操作・指示・検索要求をセンテンス辞書によって推定する。検索要求では3次元の画像データベースから対象物候補を検索し、問い合わせによって選択を行

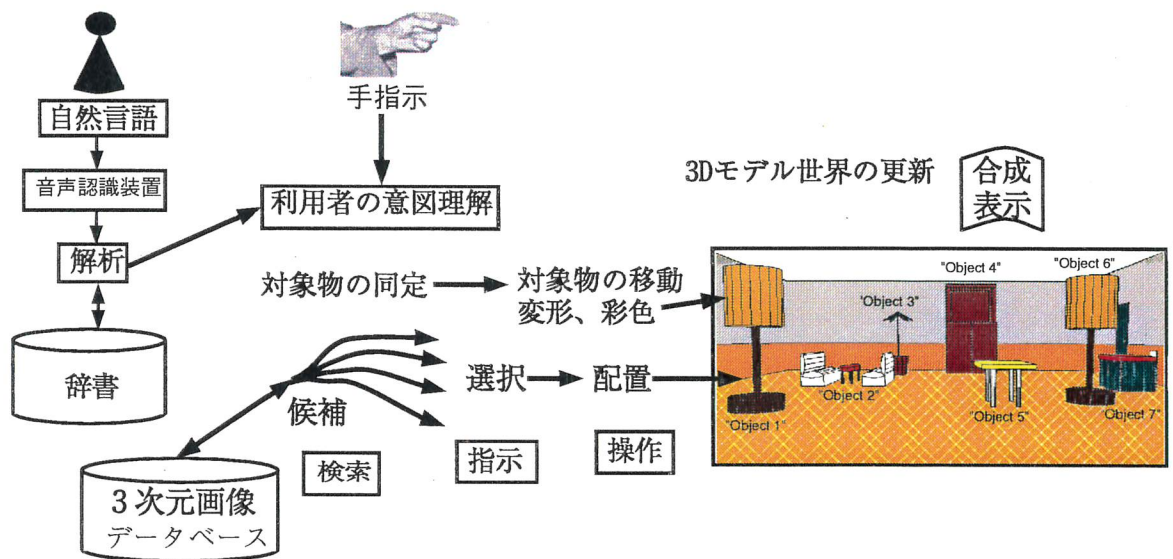


図10 3次元対象物操作配置システム (3D-LAYOUT)

い3次元の仮想室内に4.1で述べた配置の確信度関数で計算された最も確信度値の高い場所に配置する。

図11に3D-LAYOUTシステムの対象物操作の「並べる」操作の場合の各対象物の状態図を示す。対象物を検索して「配置する」、「上に置く」、「床に置く」、「壁・他の対象物に着ける」という操作が基本となり、それぞれの作業を完成させるために、いくつかのグラフィックスコマンドを使用する。各対象物には4つの状態が定義され、選択された対象物は開始点から状態を遷移するものとする。遷移確率としては、音声認識装置の認識率に相当すると考えられる。

表1に、操作・指示語の種類を示す。配置に関しては変形・色等の対象物操作に関する動詞と移動操作に関する動詞に限定し、同義語として複数の動詞の使用が可能である

様にユーザモデルへの登録を行っている。移動操作の方向を指示する指示語はそれぞれ4.1で述べた確信度関数を定義し最も確からしい配置場所を決定している。以下に操作・指示文の一例を示す。その他、着色を行なう形容詞等の登録を行なった。

- 検索例: 「机を配置する」
- 操作例: 「机をテーブルの左前に移動する」
- 指示・操作例: 「赤い机を左前に移動する」
- 曖昧な指示例: 「これを机の前に置く」
- 「これをそこに移動する」

## 5.2 3次元モデルの記述と検索

図12に画像データベースの構成を示す。3次元モデルはパーツとモデルからなる2階層構成とし、下位階層の部品からもモデルを指示できる。モデルのデータ構造は、形状データと対象物知識よりなり、パーツ形状データに以下の様なモデルの知識（パーツ接続関係）、スケール、回転角、中心位置座標、色よりなる変換マトリクス処理を行なって得られる。3次元モデル世界構造は、各3次元モデル形状データに対してモデルの知識、スケール、回転角、中心位置座標、等の変換マトリクス処理で生成される。操作後の3次元モデル世界の構造は、以下の様に操作前の3次元モデル世界の構造に操作マトリクスを処理し新しい世界の構造に変更される。Appendix-2に具体的なデータベースの内容のリストを示す。

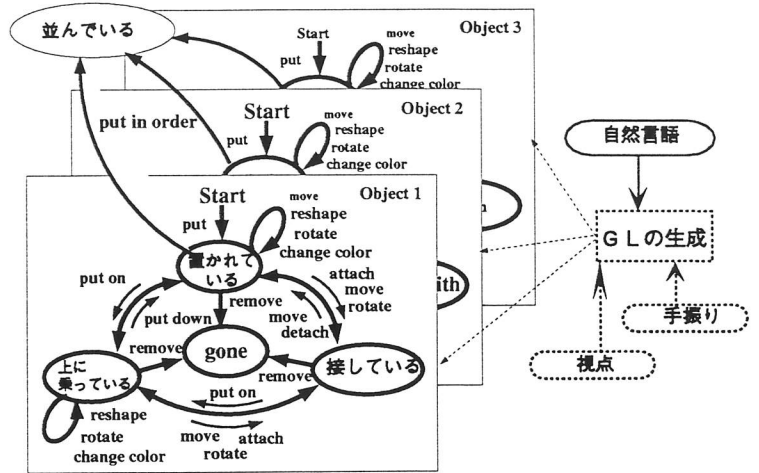


図11 対象物操作の状態図（並べる操作）

表1 操作・指示語の種類

対象物操作	移動操作	方向指示語(dir)
大きくする	移動さす(move model dir)	右
小さくする	置く(put model)	左
高くする	除く(remove model)	前
低くする	回す(rotate model dir)	後ろ
広くする	着ける(attach model wall)	右前
狭くする	離す(detach model)	右後ろ
(reshape model)	並べる(put model in order)	左前
*色にする	上に置く(put on)	左後ろ
(change color)	下ろす(put down)	斜め前
		斜め後ろ

$$[3 \text{次元Modelデータ}] = \sum_{k=1} [\Pi_k] [k \text{番目のパーツ形状データ}]$$

$[\Pi_k]$ : モデルの知識 (パーツ接続関係)、スケール、回転角、中心位置、色によって決まる変換マトリクス

$$[3 \text{次元モデル世界の初期構造}] = \sum_{j=1} [\Xi_j] [j \text{番目のModel データ}]$$

$[\Xi_j]$ : モデルの知識、スケール、回転角、中心位置によって決まる変換マトリクス  
 モデルの知識: {方向性の有無、床への接触面、壁への接着の可否、回転軸}

$$[3 \text{次元モデル世界の構造}]_{t=t+1} = [\Psi] [3 \text{次元モデル世界の構造}]_{t=t}$$

$[\Psi]$ : 操作動詞、指示語、色、知識等で決まる操作マトリクス

### 5.3 協調作業における不確かさの処理手法

#### (1) 言語指示の不確かさ

言語配置操作における不確かさは第4章で述べた各指示語に確信度関数を設定する手法を取り入れている。そのほかに自然言語における曖昧さとして、名詞の意味の多重性がある。これについては、操作者固有の名詞概念を類語・同義関係で定義するユーザモデルを導入する。

#### (2) 手指示の不確かさ

言語指示に手による指示を組み合わせ、曖昧な言語指示だけでは同定出来ない指示対象物の同定を

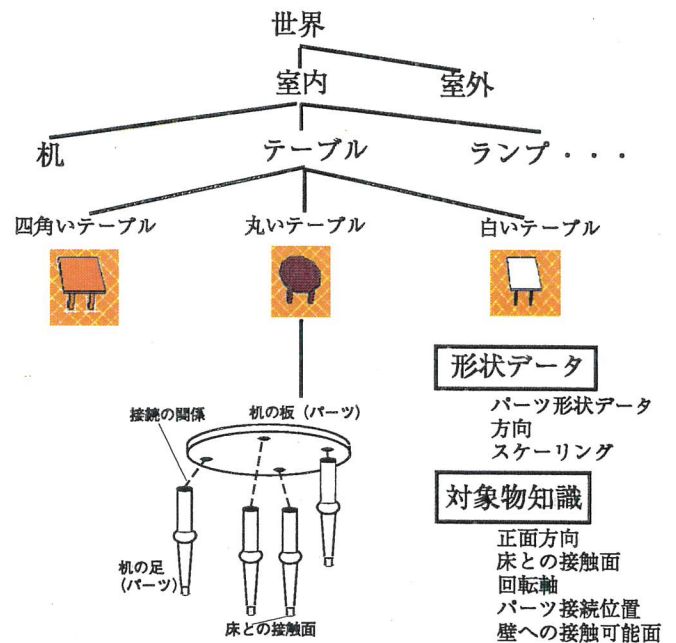


図1.2 画像データベースの構成

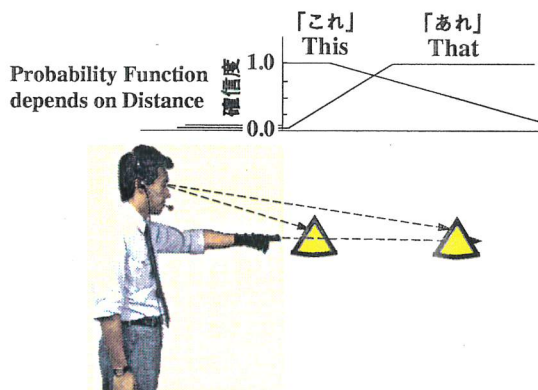


図1.3 同一円錐体中に対象物候補が複数存在した場合の指示対象物の決定手法

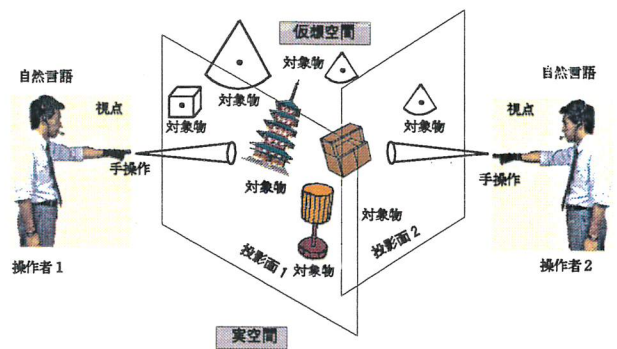


図1.4 協調作業空間中での手による対象物指示



行う手法について説明する。手で指示された対象物は、指先によって形成される仮想円錐体内の対象物候補から、選択された後決定される。仮想円錐体は、指先の方向と位置から計算により生成される。検索結果は、対象物名称として対象物データベースより抽出され、「これ」、「あれ」の指示代名詞に対して抽出された名詞で置き換える。図13に、同一円錐体中に対象物候補が複数存在した場合の曖昧な指示の決定手法を示す。「これ」と「あれ」の指示代名詞に対して異なる確信度関数を定義し、操作者からの距離によって指示対象物を決定する。手形状及び指先の方向の測定誤差や人間の指示のばらつきについては今後の課題であると考えられる。図14に協調作業空間中での言語と手操作による対象物指示の概念を示す。

## 6. 結論と考察

将来の臨場感通信会議等における、複数の操作者が異なった視点から協調して作業を行う環境を構築し奥行きが存在する3次元仮想空間中でのインタフェースを言語と手操作を用いてユーザフレンドリに実現する事を狙った、空間配置システム(3D-LAYOUT)について述べた。このシステムでは、言語と手操作の融合をはかり、より高度な作業環境の構築を狙っている。自然言語操作による曖昧性の解消手法としては以下の3つの手法をとりいれた。

- (1) 曖昧な自然言語を理解する手法として、空間指示では視点依存を考慮した指示語の確信度関数を定義した事、空間配置では配置に関する確信度関数を定義した事。
- (2) 曖昧な自然言語操作の処理に対象物の知識を3次元画像データベースとして取り入れている事。
- (3) 曖昧な自然言語理解における個人差の処理として対象物名称、操作動詞、指示語、色等に類語・階層関係のリンク構造を有するユーザモデルを用いた事。

これら曖昧さの解消手法を用いて、仮想空間における作業対象物の自然言語入力によるタイムリーな配置・操作を行ない、3次元モデル世界の生成・更新がユーザフレンドリに実現される見通しを得た。また、異なった複数の協調作業者の視点を理解した操作が可能となり、より創造的な協調作業が実現できると考えられる。

今後の課題としては、以下が上げられる。

- (1) 意味的な対象物の指示まで拡張した意図理解、Contextを考慮した曖昧性の処理。
- (2) 画像データベースにおける知識属性情報の自動付与。
- (3) 任意の操作動詞に対する3次元空間中での画像世界の生成・更新手続きの自動生成。
- (4) 対話による画像操作の意図理解。

## 謝辞

日頃ご指導頂くATR通信システム研究所葉原耕平会長、寺島信義社長、ならびに計算機環境等で色々助言をいただいた知能処理研究室竹村主任研究員、および、討論して頂いた知能処理研究室内の皆様に感謝いたします。



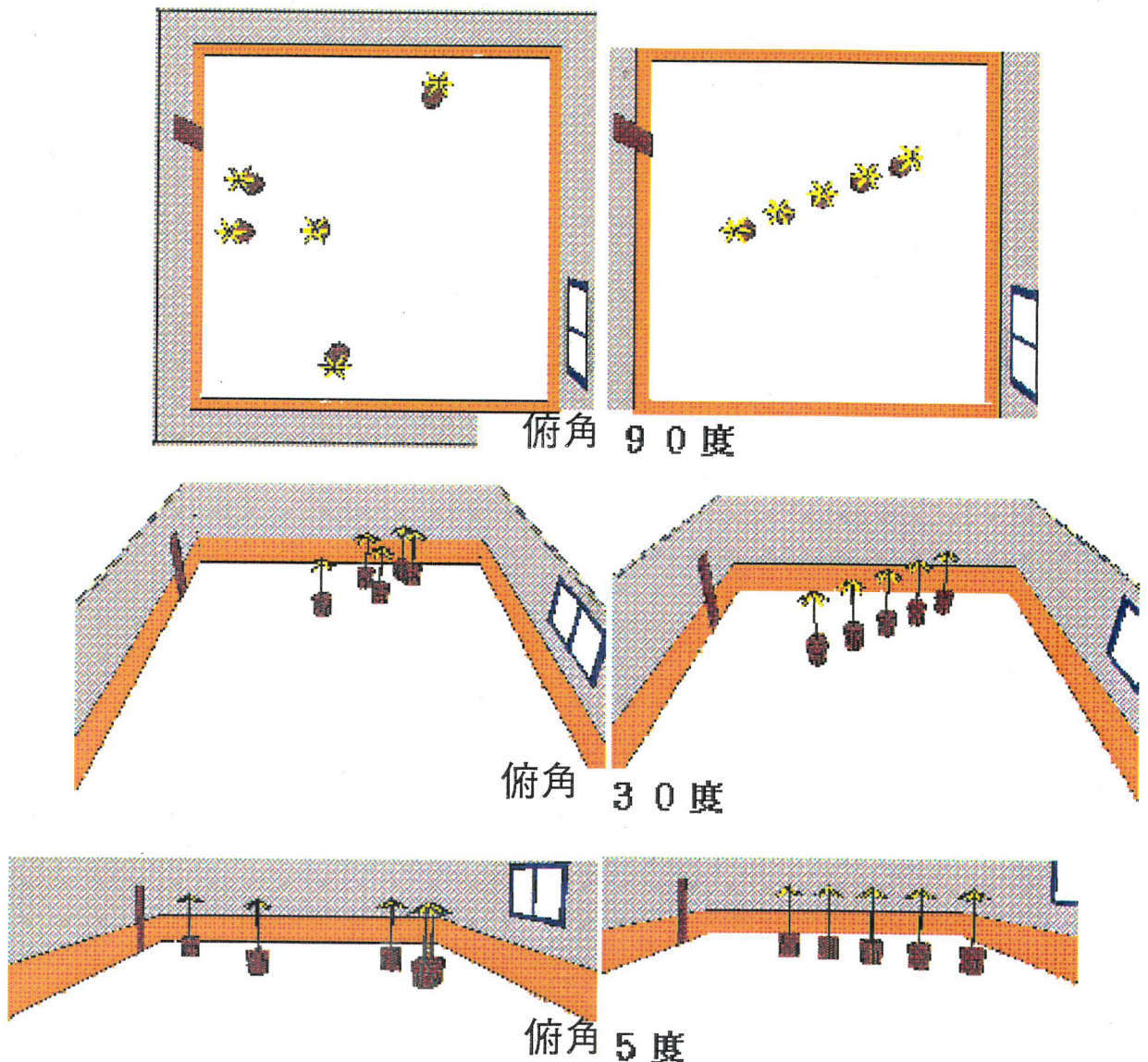
# Appendix.

## Appendix-1. 言語を用いた対象物操作の主観評価実験<sup>[17]</sup>

自然言語による対象物操作の優位性が抽象性の記述の簡便性にあることを明らかにするために、比較的抽象度の高い操作動詞「並べる」について、従来のマウスとキーボード入力操作を用いて対象物の操作との配置作業結果の比較を行った。

実験条件は被験者（男性2人）に対して、Appendix-図1に示す様な毎回ランダムに配置された観葉植物5鉢に対して、ディスプレイ表示を見ながら一直線上に等間隔に並べる作業を行う。

キーボードによる操作方法は、操作対象物1個をマウスで選定し、奥行き方向（前後）と左右方向に移動出来るコマンドをキー入力操作により、5個の観葉植物について直線で等間隔になるべく少ない操作回数を意識して並べてもらう。移動のきざみ幅は、移動途中で随時変更でき、十分に完成度を高められる様にした。



(a) ランダム配置

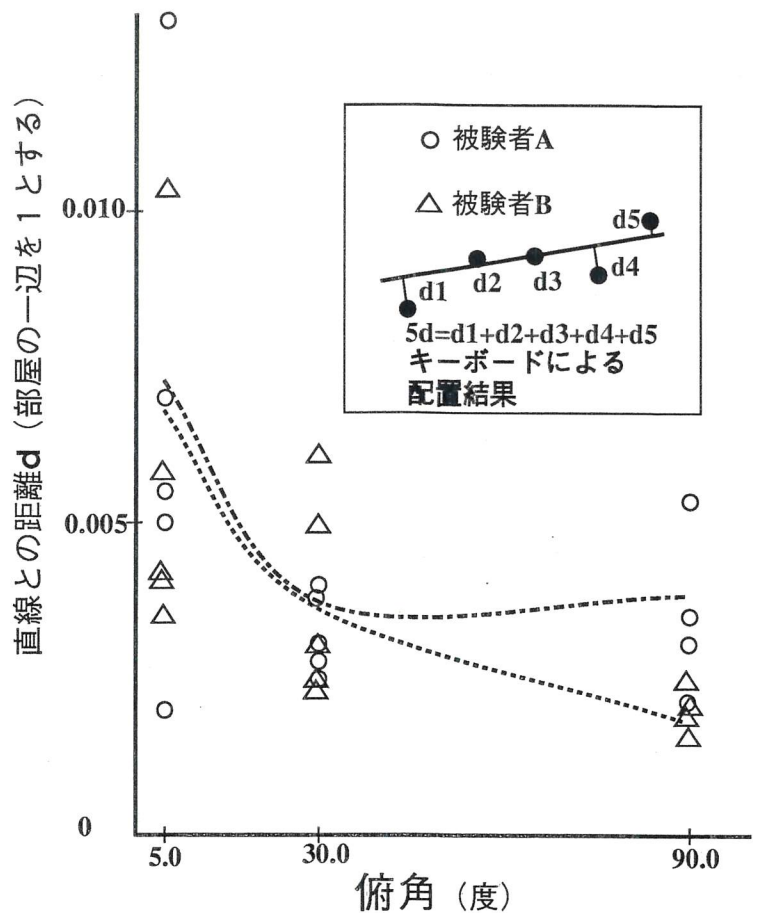
(b) 操作後

Appendix-図1 並べる操作例

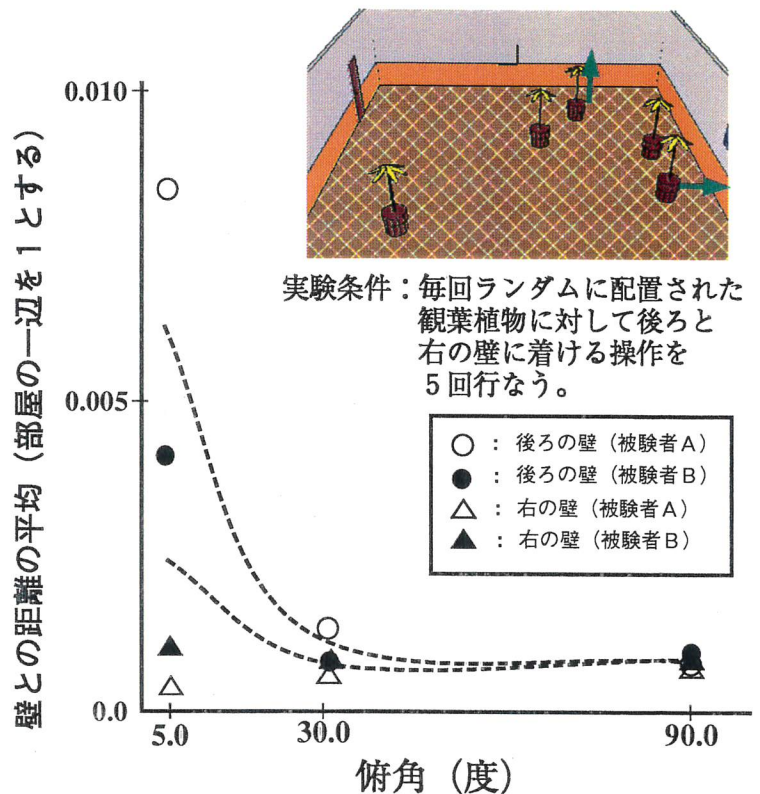
3D-LAYOUT システムにおける並べる操作動詞の配置アルゴリズムとしては、同一モデル名称を有する複数の対象物の座標値に対して回帰直線をもとめ、その直線上に等間隔・同一方向に再配置するものとした。視点は俯角 $5^\circ$ 、 $30^\circ$ 、真上( $90^\circ$ )の3点を設定し測定を行った。

Appendix-図2は 並べる操作における実験結果で、キーボード操作における直線からのばらつきをみるために、被験者が配置した対象物の回帰直線からの平均距離を求めたものである。これより、俯角が大きくなり上から対象物を見る場合ほど、平均距離が小さくずれが少ない事がわかる。これは、奥行きのある視点では、言語による抽象的な操作が適していることを示している。

Appendix-図3は 壁に付ける操作の実験結果で、キーボード操作後における壁からのばらつきをみるために、ランダムに配置された植物のうち、奥の壁に一番近い植物と、右の壁に一番近い植物について被験者が配置した対象物の壁からの5回の平均距離を求めたものである。この結果、俯角が大きくなり上から対象物を見る場合ほど、平均距離が小さくずれが少ない事がわかる。これからも、奥行きのある視点では、言語による抽象的な操作が適していることを示している。



Appendix-図2 キーボード操作との比較 (並べる操作)



Appendix-図3 キーボード操作との比較 (壁に付ける操作)



## Appendix-2. 対象物モデルデータベースの構造

Appendix-図4は、モデルとパーツの2階層からなる3次元モデルデータベースの内容である。データベースは、モデル総称名、パーツ総称名、モデル個別名、パーツ個別名より構成される。モデル総称名は、モデルの一般的な名称で、モデル総称名リストには、方向性・壁への接着の可否・接着面等の知識が登録される。それに対してモデル個別名は、具体的な個別の対象物を規定したもので、モデル個別名リストには、サイズ・パーツの組み合わせ等を規定するデータが登録される。パーツ総称名リストには、モデルに対して、主・サブ・オプションの関係を規定し、パーツ個別名リストは、パーツ形状ファイル名、近似形状、パーツ接続関係を規定する配置関数等が登録される。

```

# gモデル={&id&モデル総称名&向き%壁配置 %<接触面>}
gモデル={ 1&机 &あり &離す &(- +++)}
gモデル={ 2&接客テーブル&なし &任意 &(++++)}
gモデル={ 3&本棚 &あり &着ける&(- +++)}
gモデル={ 4&事務テーブル&なし &離す &(- - -)}
gモデル={ 5&ランプ &なし &離す &(- - -)}
gモデル={ 6&観葉植物 &なし &離す &(- - -)}

-----

# gパーツ={親gmodel-id&id&パーツ総称名&主パーツ/サブパーツ/オプションパーツ}
gパーツ={ 1&1&板 &main}
gパーツ={ 1&2&足 &main}
gパーツ={ 1&3&椅子 &sub}
gパーツ={ 1&4&引き出し&main}
gパーツ={ 1&5&サイド &main}
gパーツ={ 2&6&板 &main}
gパーツ={ 2&7&足 &sub}
gパーツ={ 2&8&ソファ &option}

-----

# パーツ={親gpart-id&id&パーツ個別名&メタファイル名&形 &色 &配置関数 &サイズ &回転角 &中心位置}
パーツ={ 1&1&板 1 & cube.hmf &立方体&青 &UFdeskBoard &(1.00 1.00 1.00)&(0.00 0.00 0.00)&(0.00 0.00 0.00)}
パーツ={ 2&2&足 1 & cube.hmf &立方体&緑 &UFdeskLeg &(1.00 1.00 1.00)&(0.00 0.00 0.00)&(0.00 0.00 0.00)}
パーツ={ 2&3&足 2 & cylinder.hmf&円柱 &黄色&UFdeskLeg &(1.00 1.00 1.00)&(0.00 0.00 0.00)&(0.00 0.00 0.00)}
パーツ={ 3&4&椅子 1 & chair1.hmf &立方体&白 &UFdeskChair &(1.00 1.00 1.00)&(0.00 0.00 0.00)&(0.00 0.00 0.00)}
パーツ={ 3&5&椅子 2 & chair4.hmf &円柱 &灰色&UFdeskChair &(1.00 1.00 1.00)&(0.00 0.00 0.00)&(0.00 0.00 0.00)}
パーツ={ 4&6&引き出し 1 & drawer.hmf &立方体&赤 &UFdeskDrawer &(1.00 1.00 1.00)&(0.00 0.00 0.00)&(0.00 0.00 0.00)}
パーツ={ 5&7&サイド 1 & side.hmf &立方体&紫 &UFdeskSide &(1.00 1.00 1.00)&(0.00 0.00 0.00)&(0.00 0.00 0.00)}
パーツ={ 6&8&板 1 & cube.hmf &立方体&緑 &UFguestableBoard&(1.00 1.00 1.00)&(0.00 0.00 0.00)&(0.00 0.00 0.00)}

-----

# モデル={親gmodel-id&id&モデル個別名 &サイズ &パーツ種類数&(gpart-id&part-id&色) &...&(gpart-id&part-id&色)}
モデル={ 2&1&接客テーブル 1 &(2.00 1.50 1.50)& 3&( 6& 8&白) &( 7&10&白) &(8&12&黄色)}
モデル={ 1&2& 机 1 &(1.50 1.50 1.50)& 5&( 1& 1&灰色) &( 2& 2&灰色)&(3& 5&緑) &(4&6&灰色)&(5&7&灰色)}
モデル={ 3&3& 本棚 1 &(0.70 1.00 1.00)& 3&( 9& 1&青) &(10&14&青) &(11&15&青)}
モデル={ 1&4& 机 2 &(1.00 1.00 1.00)& 5&( 1& 1&緑) &( 2& 3&緑) &(3&5&白)&(4&0&無)&(5&0&無)}
モデル={ 2&5& 接客テーブル 2 &(1.40 1.00 1.00)& 3&( 6& 8&白) &( 7&11&白) &(8&12&灰色)}
モデル={ 4&6& テーブル 1 &(0.70 1.00 0.60)& 2&( 12& 18&オレンジ)&(13&19&オレンジ)}
モデル={ 3&7& 本棚 2 &(1.00 1.50 2.00)& 3&( 9& 13&茶色) &(10& 0&無) &(11&15&茶色)}
モデル={ 4&8& テーブル 2 &(1.00 1.50 0.60)& 2&( 12& 20&茶色) &(13&19&茶色)}
モデル={ 4&9& テーブル 3 &(0.70 1.00 0.60)& 2&( 12& 18&白) &(13&21&白)}

```

Appendix-図4 3次元モデルデータベースの具体的構造

## Appendix-3. 音声認識装置の仕様

音声認識装置は、Speech Systems Incorporated 社製の音韻認識装置(Phonetic Engine 200)とホストワークステーション (SUN4) 側にインストールされた音韻デコーダと呼ばれるソフトウェアモジュールで構成される。Appendix-図5に音声認識処理の流れを示す。Appendix-図6に音声認識処理用のシンタックスの一例を示す。





## 参考文献

- 1) 岸野 : 「臨場感通信のテレコンファレンスへの適用」, 信学会技報, OS89-23 (IE89-35) 1989
- 2) 岸野:" 臨場感通信会議", PIXEL'91,1991
- 3) 岸野:" 臨場感通信会議", 計測と制御, Vol.30, No.6, pp485, 1991
- 4) H.Harashima, F.Kishino: " Intelligent Image Coding and Communications with Realistic Sensations-Recent Trends-", "IEICE Trans., Vol.E74, No.6, 1991
- 5) 竹村, 岸野:"人工現実感によるヒューマンインタフェース", テレビジョン学会誌, Vol.44, No.8, pp981, 1990
- 6) H.Takemura,F.Kishino: : "Cooperative Work Environment using Virtual Workspace," Visual Computing, pp171, Springer-Verlag, 1992
- 7) 高橋, 島, 岸野: 「位置情報を手がかりとする画像検索法」、情報処理学会論文誌, vol.31, No.11, pp1636, 1990
- 8) T.Takahashi,A.Hakata, N.Shima,Y.Kobayashi:"Unifying voice and hand indication of spatial layout," SPIE, Vol.1198, pp346, 1989
- 9) 高橋,岸野「言葉と手ぶりをを用いたインタフェースについて」、人工知能学会研究会 SIG-HICG-8904-1, 1989
- 10) R.Bajcsy, A.Joshi, E.Krotkov, A.Zwarico : "LandScan:A Natural Language and Computer Vision System for Analyzing Aerial Images," Proc. Int.Jt Conf. Artificial Intelligence, Vol.9th, No.Vol.2, pp919, 1985
- 11) 山田, 西田, 堂下 : 「2次元平面におけるポテンシャルモデルを用いた位置関係の推定」, 情報処理学会論文誌、 Vol.29, No.9, pp824, 1988
- 12) 山田, 西田, 堂下:" 情景描写文からの対象世界の復元", 情報処理学会研究報告, VOL.89, NO.2(AI-62) pp. 62.3.1 , 1989
- 13) 望月,岸野: " 空間指示概念の個人差を考慮した3次元視野探索インタフェース", 第7回ヒューマンインタフェースシンポジウム、No.1023, pp51,1991
- 14) R.A.Bolt:"'Put-that-there' Voice and Gesture at the Graphic Interface"., Computer Gr.,Vol.14, No.3, pp262, 1980
- 15) R.A.Bolt, E.Herranz: "Two-Handed Gesture with Speech in Multi-Modal Natural Dialog", UIST'92 (Nov. 15-18, California), 1992
- 16) K.Mochizuki, H.Takemura, F.Kishino: "Object Manipulation and Layout in a 3D Virtual Space using a Combination of Natural Language and Hand Pointing," SPIE 1828-12, Sensor Fusion V, pp106,1992
- 17) A.Herskovits: " Language and Spatial Cognition",Cambridge University Press,1986
- 18) 望月, 岸野「言語と画像メディアを統合した3次元対象物モデル世界生成システムの提案」, 信学会技報, HC91-20,pp1,1991
- 19) 望月, 岸野: 「自然言語インタフェースによる3次元対象物モデルの配置手法の提案」, 人工知能学会ヒューマンインタフェースと認知モデル研究会, SIG-HICG-9201-3, pp19, 1992