

〔非公開〕

TR-C-0080

自然言語空間記述による視野探索

望 月 研 二
Kenji MOCHIZUKI

岸 野 文 郎
Fumio KISHINO

1 9 9 3 1 . 1 1

A T R 通 信 シ ス テ ム 研 究 所

自然言語空間記述による視野探索

Spatial Relationship-based Scene Access by Natural Language Description

ATR通信システム研究所

知能処理研究室

望月 研二 岸野 文郎

Abstract

Cooperative work in virtual space as a form of communication with realistic sensations is anticipated as an advanced application method. We propose that a number of designers or other participants located long distances apart will be work creatively by manipulation of 3D objects selected from a 3D object model database with a hand and a natural language interface.

The problem with spatial indication includes an ambiguity of natural language description depend on a manipulator's view point and a difference of spatial regions indicated according to individual concept. Accordingly, we defined the probability functions so as to transform the words to vision media. Moreover, we proposed a user model with private key words and a user model with parameters of the probability functions. Next we introduce an experimental system: 3D-SPARS (3-Dimensional SPAtial Relationship-based scene access System) which can understand individual, ambiguous queries and take in consideration of the view point. Using these techniques, object manipulation, layout and generation in a virtual space using a natural language interface for 3D spatial relationship-based scene access will be practical in use.

目次

1.	まえがき	p.1
2.	言語による3次元対象物モデル世界生成に必要な技術	p.2
2. 1.	対象物識別手法の分類	p.2
2. 2.	自然言語の検索・探索要求文における曖昧性	p.3
3.	3次元視野探索実験システム 3D-SPARS	p.4
3. 1.	言語が持つ複数の意味・概念に関する曖昧性の処理	p.5
3. 2.	言語を画像に変換する場合の定量的不確かさの処理	p.6
3. 3.	対象物の位置関係記述における選択規則	p.7
3. 4.	視点決定手法	p.8
3. 5.	隠れ判定処理	p.8
4.	まとめ	p.10
謝辞		
Appendix		p.11
参考文献		p.13

1. まえがき

臨場感通信会議[1][2][3]等の高度な通信システムにおいて、仮想の協調作業空間（立体映像表示装置等で生成された3次元の仮想モデル世界）を用いて、遠く離れた参加者同志が共通の作業対象物を同時に共有する事によって、高度な創造作業の実現が期待される。例えば遠隔地でデザイナー同志が共通の部品データベースから必要な部品をアクセスしながら配置・組立・変形・移動等の操作を仮想空間中で行い、目的とする対象物を共有しながら製品のデザインが出来る。これを実現するためには、データベースからユーザフレンドリに所望の対象物の検索を行ない、配置・組立・変形・移動等の操作出来る事が必要である。この高度な協調作業でのインタフェースとして、従来のツールであるキーボード・マウス・タッチパネル等では十分な3次元操作が期待できない。従来、手形状・手の位置を検出し手による直接的な操作が可能なデータグローブTMによる仮想空間操作[4]を実現している。しかしながら、3次元モデルデータベースからユーザフレンドリに所望の対象物の検索を行なうには限界がある。一方、言語インタフェースは、これらのインタフェースツールと較べると人間の主観を抽象的に表現でき3次元操作に対応できる入力手段であると考えられる。R.A.Bolt は、手と言語指示を用いて画面上の物体を移動させたり、変形する事のできる"Media Room" と呼ぶシステム[5]を提案した。これは、指先の位置情報と言語指示をもとに大画面上の対象物を平面内で操作するものである。また、両手と言語指示を用いて3次元仮想空間中の対象物を移動・回転等を行なうマルチモーダルなインタフェース[6]を提案している。しかしながら、人間の用いる言語表現に含まれる多くの曖昧性・漠然性の処理は殆どなされていない。対象物を指示・操作するうえでの言語指示の意味を解釈・理解するには、高度な知識処理を必要とする。

言語処理の高度化を言語メディアの検索に生かしている研究としては、加納らの文献検索へのユーザモデルの導入[7]がある。言語を画像メディアの操作に生かしている研

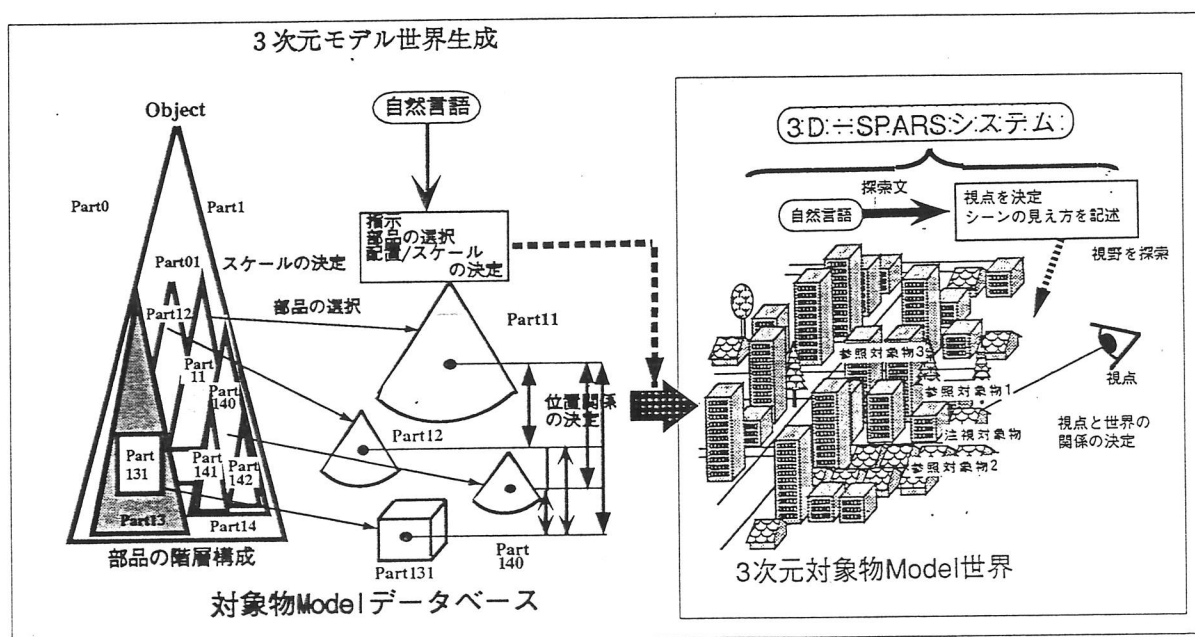


図1. 3D-SPARS実験システムの位置付け

究では、山田・西田・堂下らの自然言語テキスト入力から対象世界の再構成を行う実験システムSPRINT[8]、豊田らのニューラルネットを利用した画像・図形生成と言語のインタフェース[9]等が上げられる。また、言語を動画像のアクセスに利用している研究に関してはBadlerによる人間の行動のシュミレーションを会話的に行うTEMPUS[10]などが上げられる。以上は言語インタフェースを考慮した研究であるが、3次元操作で重要な視点依存性や、空間記述における個人差の問題にまで立ち入っていない。

本論文では、図1に示す様な、3次元対象物モデル世界において、人間の主観を基にした自然言語による対象物の相対的な位置関係記述によって視野探索を行なう実験システム3D-SPARSを概説する。また、探索者の空間的指示語に対する個人差を許容した空間表現による画像探索の実現を狙って、主観評価実験等から得られた結果を利用した3次元空間の概念構造モデルを構築する事により位置関係記述における空間指示概念の個人差を考慮した言語・画像変換技術について記す。

2. 言語による3次元対象物モデル世界生成に必要な技術

2. 1. 対象物の識別手法の分類

表1 複数の対象物間の関係概念の分類

絶対的	空間的	意味的	物理的

人間が3次元対象物モデル世界の対象物を指示する場合に、その対象物に対する視覚的特徴のみでなく、各種の知識と関係を手がかりに他の対象物と区別する事ができる。表1に複数の対象物間の関係概念の分類を示す。

表2 A.Herskovits による対象物知識の分類

Physical Property	Interactional Property

Herskovitsは対象物知識として表2に示す様に物理的特徴と相互的特徴に分類している[11]。この対象物に対する特徴項目分類のうち方向性（対象物の正面の知識）、物理的環境（視点依存性）、他の対象物との相対的關係（位置関係）に着目し、これらを言語による特徴記述で指示する場合の表現の理解を定

量的に試みる。

相対的な位置関係による識別において用いられる指示語においては、対象物に方向性がある場合と方向性がない場合に分類される[12]。表3に、対象物の方向性と正面の知識に関して分類を試みる。対象物に方向性がある場合、機能性、移動性、注目性、近隣性の4項目に分類される。また、対象物に方向性がない場合は視点依存性のみとなる。

2. 2. 自然言語の検索・探索要求文における曖昧性

画像等のデータベースを言語によりアクセスする場合の検索・探索要求文に付随する曖昧性は、以下の3要素に分類出来る。

(1)言語が持つ複数の意味・概念

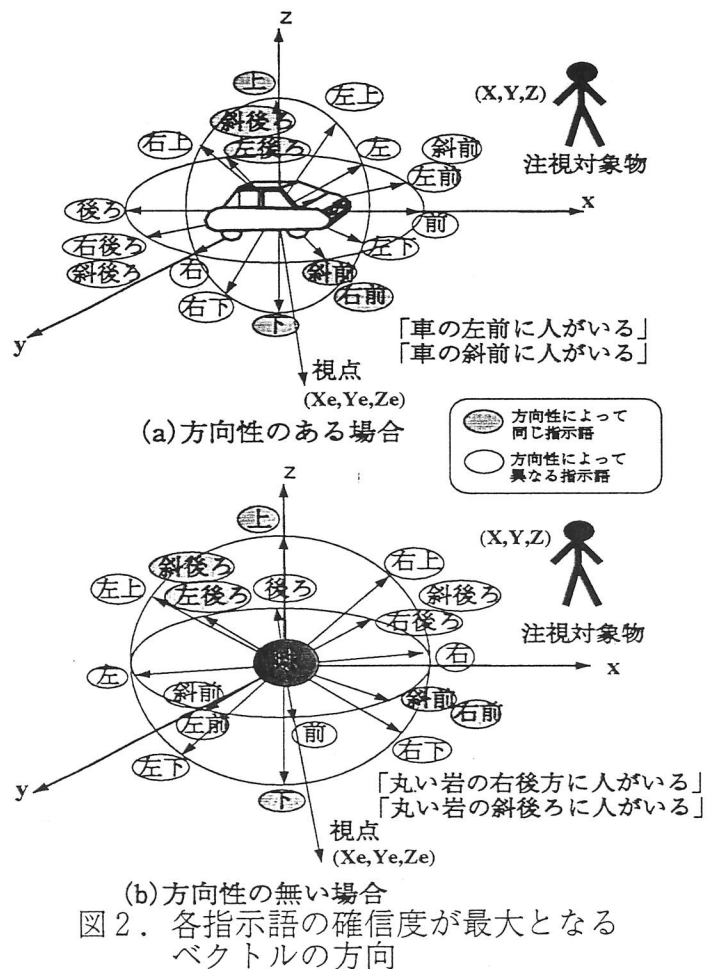
対象物を検索するために必要な検索キーとしての属性情報の内、対象物を指示する名詞は、必ずしも固有名詞だけでなく、それを間接的に表現する代名詞等を使用する場合がある。また逆に、名詞にも複数の意味・表現が存在する。極端な表現では、「ここにある あれを見たい」という記述でも人間同志の会話の場合には周囲の状況によって意味を類推する事が可能な事がしばしばある。

(2)言語を画像に変換する場合に存在する定量的不確実さ

図2に示す様な各種の空間指示語には、一般的な方向を示すベクトルが定義出来るが、探索者の空間指示語に対する指示領域の概念には個々

表3 対象物の方向性（正面）の定義例

項目（正面）	方向性	例
機能性 (頻繁に使用される面)	あり	
移動性 (移動方向)		
注目性 (人間の視線を多く浴びる面)		
近隣性 (近くの対象物との関係で方向性が生じる)		
視点依存性 (視点の前)	なし	



人の相違がある。同じ探索文「Aの右側にある物」といっても、「右側に」と指示されている領域は人により個人差があり、各探索者が意図する右側に相当する領域は主観的な物であり、定量的不確かさが存在する。

(3) 漠然的な探索・検索要求

データベースの不可知性から、通常検索者にとってデータベースの内容を全て知る事は出来ない。部分的に不明な情報へのアクセスをすることから、漠然とした表現を自然言語の探索・探索要求文に用いることになる。したがって、探索文の意味理解においては、漠然さを考慮した探索・検索文理解が必要である。漠然性”と 曖昧性”は異なるが、ここでは探索・検索文における” 曖昧性”に含めて考えることにする。本論文では、(1)言語が持つ複数の意味・概念と(2)言語記述を画像に変換する場合に存在する定量的不確かさを主に取り扱い、(3)については考察にとどめることにする。

3. 3次元視野探索実験システム 3D-SPARS[13][14]

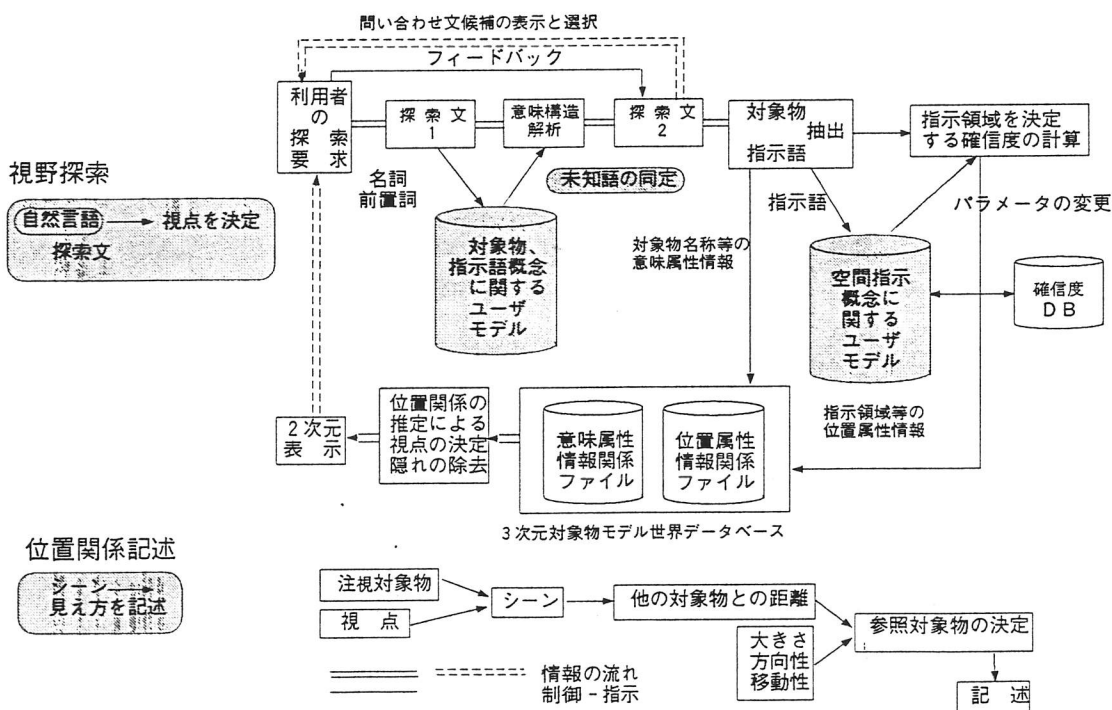


図3 ユーザモデルを導入した3次元視野探索記述システム構成

3次元視野探索実験システム3D-SPARSは、言語による意味理解と画像情報に含まれる多量な意味情報との統合を試み、第一段階として対象物の変形・移動等を考慮しない位置関係が固定な3次元対象物モデル世界に限定した2対象物の相対的な位置関係記述を理解した視野探索システムである。この試作実験システムは、以下の機能を有する。

(1) CG空間中に与えられた3次元対象物モデル世界において、探索者の探索要求文を以下の格表現で記述された形式に限定し、一つの注視対象物の他の参照対象物に対する

位置関係記述を満足する視野を探索し、表示する。

格表現：(relation ((attribute1 texture1)(attribute2 texture2))

(2) 所望の視点、視野から注視された参照対象物を選択し位置関係を記述する。

図3に3次元視野探索システムの視野探索部の構成を示す。本システムでは以下の言語の曖昧性の処理、対象物の選択規則、視点決定規則等が採り入れられている。また、このシステムでは、複数の3次元世界モデルから選択が行なえる。それぞれの3次元世界モデルは、図4に示す様にオブジェクト定義されており、関係、図形、カメラ等のクラスから成る。オブジェクトの構成は、図5に示す様に、オブジェクト名、属性名、手続き名より構成されている。

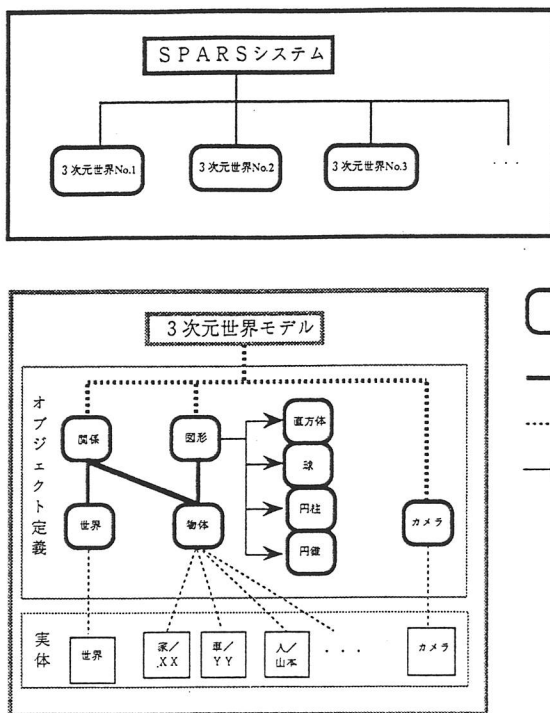


図4 3次元世界のクラス構成

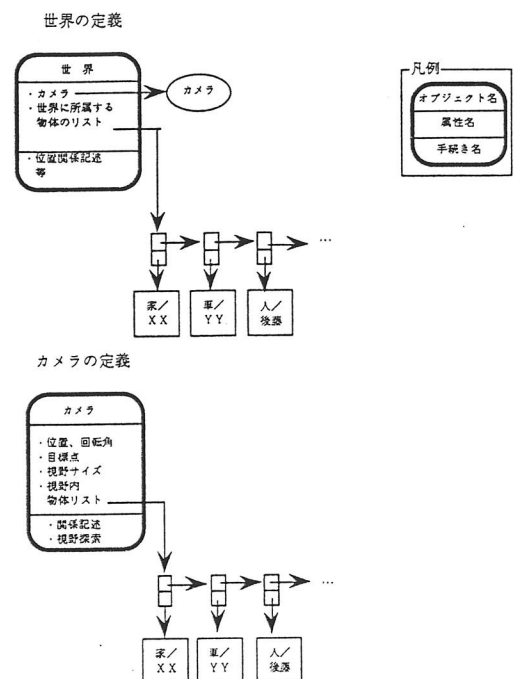


図5 オブジェクトの構成

3. 1. 言語が持つ複数の意味・概念に関する曖昧性の処理

対象物・指示語概念に関するユーザモデルを導入した。図6にユーザモデルの例を示す。探索者の個々の概念の相違による問い合わせ文中の表現の違いを、各名詞間に階層関係または同義関係のリンク付けを行ったユーザモデル辞書を作成する事により未知語を処理し、探索者の意図を推定する手法を導入した。このユーザモデルを用いる事により次回の探索要求において、自動的に問い合わせ文中の未知語が推論され、システムの理解出来る新しい問い合わせ文が作成される。例えば、視野探索文において「富士山の

斜め前に山荘がある視野は」の代わりに「高峯の斜め前に小屋のある視野は」という探索文に対しては、自動的に「富士山の斜め前に山荘がある視野は」に変換される。

3. 2. 言語を画像に変換する場合の定量的不確実さの処理

(1) 定量化手法

定量化手法としては、指示語毎に3次元空間中の指示領域の確率密度を定義した確信度関数を用い、記述された2対象物間の相対的位置関係から3次元座標上で視点を決定する手法を採用した。3次元における定量化では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て、指示語を定量化する手法を用いユーザインタフェースの改善を図った。図7に、確信度関数の定義例を示す。

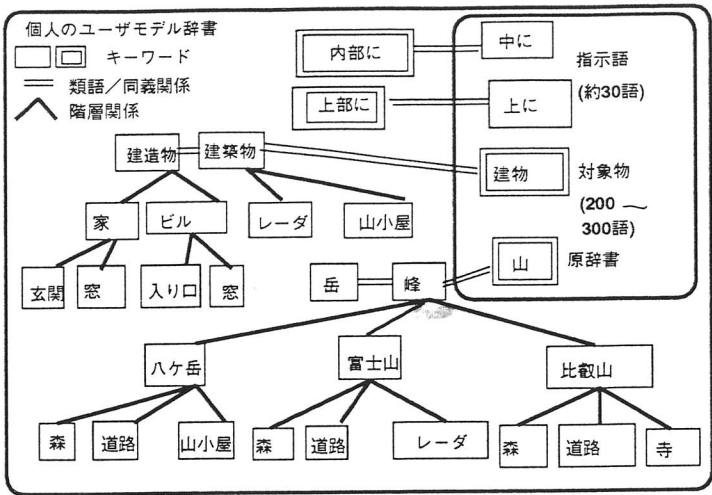


図6 名詞/指示語に関するユーザモデル

指示語	a	b	c	d	θ_{direc}	θ_{ndirec}
右後ろ	$\frac{\epsilon}{r_{max}}$	0	$\frac{1}{r_{max}}$	$\frac{\pi}{3(\theta_2 - \theta_1)}$	$5/4 \pi$	$3/4 \pi$
右					$3/2 \pi$	$1/2 \pi$
右前					$7/4 \pi$	$1/4 \pi$
前					π	π
前左					$1/4 \pi$	$7/4 \pi$
左					$1/2 \pi$	$3/2 \pi$
左後ろ					$3/4 \pi$	$5/4 \pi$
後ろ					π	π

確信度関数

方向性有り

$$P=\{a e(\phi) r+b\} \epsilon^{-c e(\phi) r} \cos \left\{d\left(\theta-\theta_{direc}\right)\right\}$$

方向性無し

$$P=\{a e(\phi) r+b\} \epsilon^{-c e(\phi) r} \cos \left\{d\left(\theta-\theta_{ndirec}\right)\right\}$$

但し、 $e(\phi)$: 形状/指示語によって異なる関数

無限小の対象物の場合→1.0

図7 確信度関数の定義例

(2) 空間指示概念に関するユーザモデル

探索者の個々の空間概念の相違による問い合わせ文中の指示語を定量化するための確信度関数の誤差を吸収するために、各探索者毎の確信度関数のパラメータを持つ空間指示概念に関するユーザモデルを導入した。パラメータ[a, b, c, d, e, θ_{xdirec}]については主観評価実験により求められる最大確信点位置と境界確信点位置のデータを用いて決定する。これらについては、Appendix に述べる。

3. 3. 対象物の位置関係記述における選択規則

ここでは与えられた情景に対して、対象物の位置関係記述を自動的に行うアルゴリズム

ムについて述べる。3次元モデル世界の対象物が多くなると、注視対象物の位置関係記述における参照対象物の選択が問題となる。そこで、対象物の属性情報の内、方向性の有無、可移動性、大きさ、距離を考慮し、それぞれの対象物の属性情報に対して対象選択における確信度関数を与える事により最適な参照対象物を決定する。これは、最も総合確信度の高い対象物を選択することにより行う。対象物選択における確信度関数値の計算は以下の表4に定義する関数を用いた。

表4 参照対象物の選択規則

項目	対象物選択における確信度関数
方向性	$C_{fdk} = (C_{fdi} \text{ or } C_{fdn})$ C_{fdi} : 方向性ありの確信度 $C_{fdn} = 1 - C_{fdi}$: 方向性無しの確信度
可移動性	$C_{fmk} = (C_{fmo} \text{ or } C_{fmn})$ C_{fmo} : 可移動の場合の確信度 $C_{fmn} = 1 - C_{fmo}$: 非可移動の場合の確信度
大きさ	$C_{fsk} = W_{sk} / \sum W_{sk}$ $W_{sk} = V_{sk} / V_{m}$: 体積比 (但し $0.0 \leq W_{sk} \leq 1.0$)
距離	$C_{fdk} = W_{dk} / \sum W_{dk}$ $W_{dk} = 1/D_{dk}$ (但し、重心間距離 D_{dk})
総合確信度	$C_{fk} = F_{-c}(C_{fdk}, F_{-c}(C_{fmk}, F_{-c}(C_{fsk}, C_{fdk})))$ (但し、結合関数 $F_{-c}(p_{-1}, p_{-2}) = p_{-1} + p_{-2} - p_{-1} \times p_{-2}$)

図8に選択規則を用いた場合の与えられたモデル世界の位置関係記述の結果例を示す。例えば、五

但し、 C_{fk} はn個の対象物の内、k番目の対象物の確信度で、これが最大の対象物を選択

重の塔の位置関係を記述する場合には、山荘のまわりの対象物について、方向性の確信度値（ありで $C_{fdk}=0.75$,なしで0.25）、可移動性の確信度値（移動可で $C_{fmk}=0.75$,移動不可で0.25）が初期値として与えられており、大きさ、距離の確信度値とを結合した総合確信度を求め、最も高い総合確信度を持つ対象物を選択される。この与えられたモデ



注視対象物： 高い五重の塔

(与えられた情景)

参照対象物名	総合確信度	向き	不動	サイズ	距離
1. 白い富士山	0.882	0.250	0.750	0.166	0.247
2. 茂った杉の木	0.873	0.250	0.750	0.166	0.188
3. 茂った杉の木	0.870	0.250	0.750	0.166	0.170
4. 茂った杉の木	0.866	0.250	0.750	0.166	0.143
5. 青い山	0.862	0.250	0.750	0.166	0.119
6. 緑の山	0.854	0.250	0.750	0.166	0.069
7. 黄色のワーゲン	0.825	0.750	0.250	0.004	0.064

——位置関係記述結果の候補——

- | | |
|---------------------------|-------------|
| 1. 「高い五重の塔が白い富士山の前にある。」 | 確信度 (0.987) |
| 2. 「高い五重の塔が白い富士山の左前にある。」 | (0.513) |
| 3. 「高い五重の塔が白い富士山の斜め前にある。」 | (0.513) |

図8 選択規則を用いた位置関係記述結果

ル世界の場合、注視対象物「高い五重の塔」に対し、参照対象物候補が8個存在し、総合確信度が最も高い「白い富士山」が選択される。位置関係記述文の候補は位置関係の確信度値が高い3種類の指示語について表示されている。

3. 4. 視点決定手法

参照対象物に方向性が無い場合、視点の位置は一意に決定される。しかしながら、対象物に方向性がある場合には、視点の位置を決めるルールが必要である。図9に視野探索アルゴリズムを示す。自然言語で記述された探索文から意図を抽出するために、パーザを用いて注視対象物、参照対象物、相対的な位置関係を記述した指示語の抽出を行なう。次に、参照対象物の知識として方向性の有無を属性情報より取り出し、確信度関数を決定する。この確信度関数を用いて指示領域中で最も確信度が高い視点の決定、あるいは、対象物の探索を行なう。図10はそれぞれ「五重の塔が山荘の左前に見える視野は」「五重の塔が山荘の左に見える視野は」「五重の塔が山荘の左後ろに見える視野は」の場合の探索結果である。

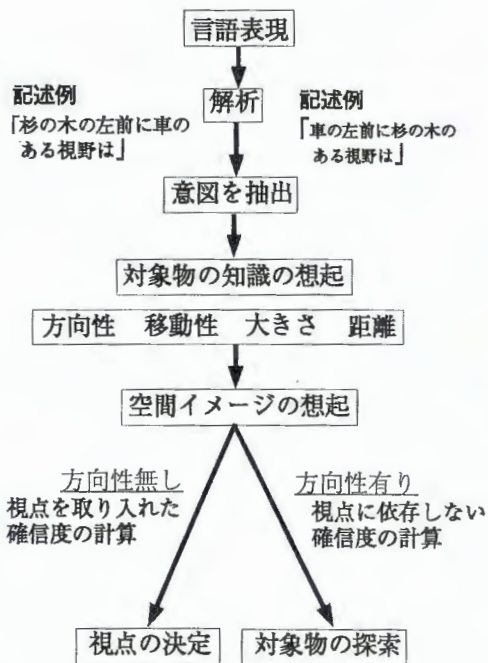


図9 視野探索アルゴリズム

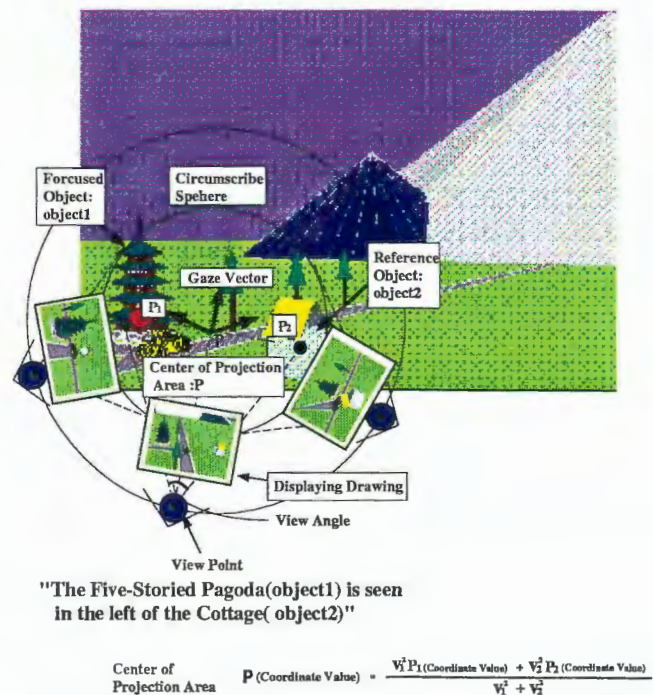


図10 視野探索結果の一例

3. 5. 隠れ判定処理

図11に隠れ判定のアルゴリズムを示す。視点によっては対象物が多くなると隠れが発生する頻度が増加する。確信度が最大となる視点において、隠れが発生した場合は、視点を移動リストに従ってある決められたステップ角度、8方向に移動し探索する事により、隠れを回避する視点を見つけるアルゴリズムを用いた。ステップ角度につい

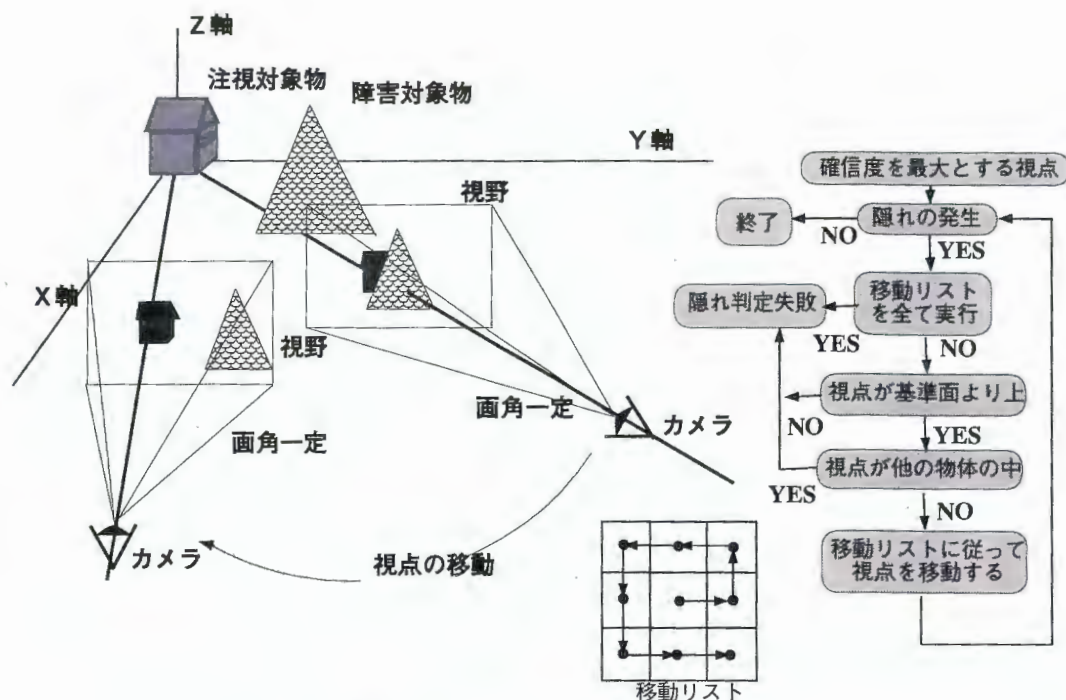
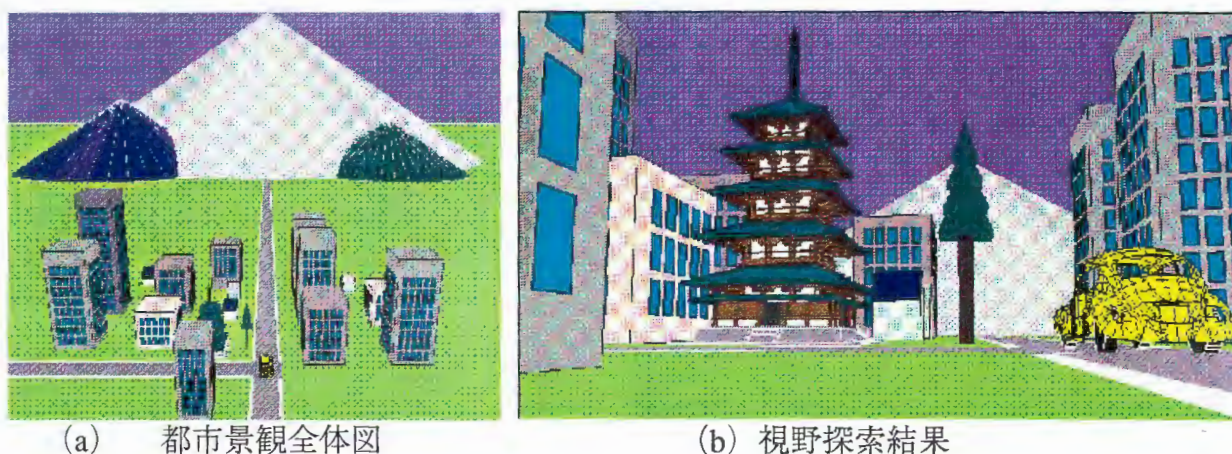


図 1 1 隠れ判定処理のアルゴリズム



(a) 都市景観全体図

(b) 視野探索結果

図 1 2 都市景観における隠れの発生した場合の視野探索結果

ては、水平、垂直方向の軸について、等間隔にメッシュを設定した。隠れの判定方法は、そのメッシュの中で重なりが設定値以上発生しているかどうかで決定した。

図 1 2 に、都市景観モデルの場合の視野探索における隠れ判定処理の一例を示す。探索文として、「杉の木が五重の塔の右側に見える視野は」を用いた。探索結果として、最大確率値をもつ視点位置では手前のビルによって隠れを生じているが、隠れ判定処理によって視点の移動が行なわれ図 1 2 の右側の様な隠れの無い探索結果が得られている。

4. まとめ

自然言語で記述された対象物の相対的な位置関係記述による探索文から3次元対象物モデル世界において視野を探索する実験システム (3D-SPARS) の概要について示した。このシステムには、曖昧さを含む自然言語記述文の理解のために、視点を考慮した確信度関数の定義を行なった。また、主観評価実験結果を用いた空間指示概念の個人差をとりこんだ確信度関数の係数で構成される、空間指示概念の個人差を吸収するユーザモデルの提案を行った。これらの定量化手法は、3次元モデル世界生成のための空間配置手法に応用できると考えられる。

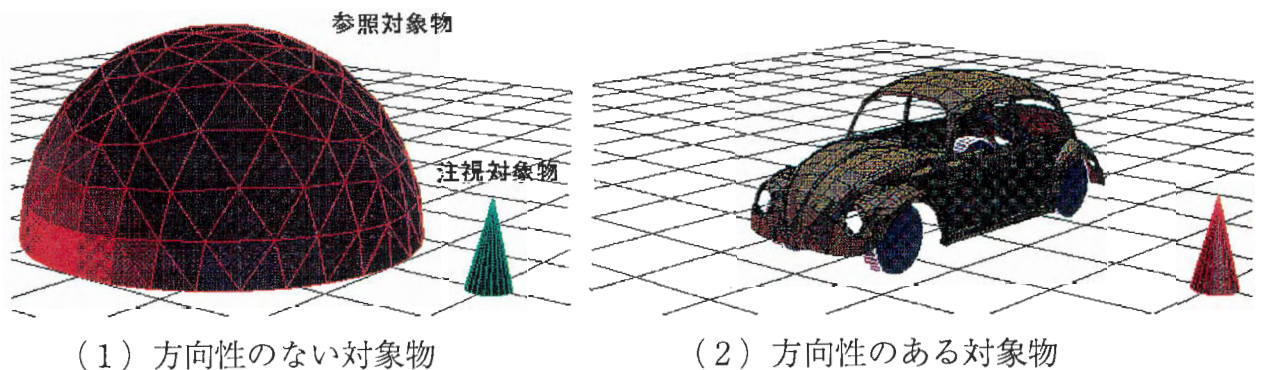
今後、臨場感通信会議等の将来の高度な通信システムにおける仮想空間中での対象物の言語によるタイムリーな検索・配置・操作による高度協調作業の支援環境としての応用を考える。また、対象物モデル世界の生成・更新を言語および手等の他の操作手段と併用した、マルチモーダルな創造的作業を実現してゆく。[15]

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、ならびに討論して頂いた知能処理研究室の皆様感謝いたします。

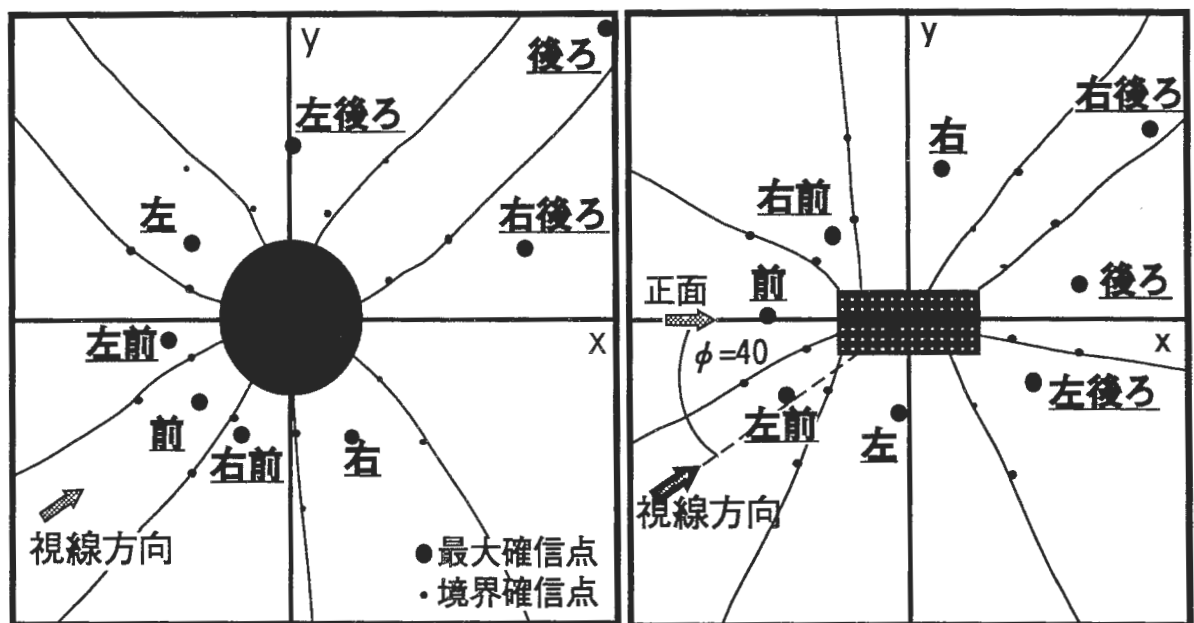
Appendix1 空間指示語に関する主観評価実験[15]

空間指示概念に関する主観評価実験は、実際に用いられる指示語のうち最も使用されると考えられる8種類の指示語（「前」「後ろ」「右」「左」「右前」「右後ろ」「左前」「左後ろ」）に範囲を限定した。



Appendix-図1 主観評価実験表示画面例

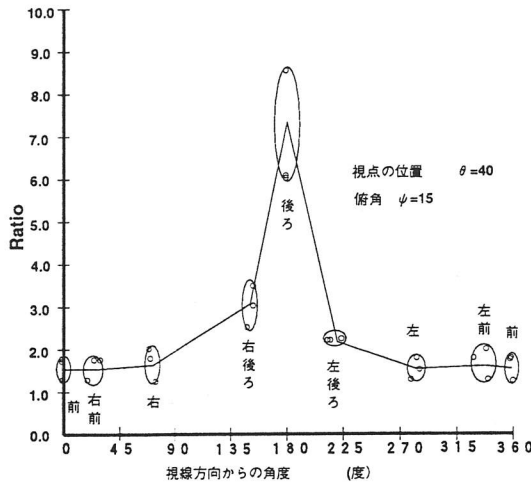
Appendix-図1に、「車」と車の全長と同じ直径の「半球」を参照対象物とし、注視対象物を円錐コーンとした場合の主観評価実験の表示画面例を示す。実験は、ワークステーション上に表示された2次元画面について3人の男の被験者について主観評価を行った。注視対象物は参照対象物の回りにx-y平面（水平面）上を移動させた。視線方向は対象物の正面に対し40度の各度で、俯角は15, 30, 45度と変化させ、各指示



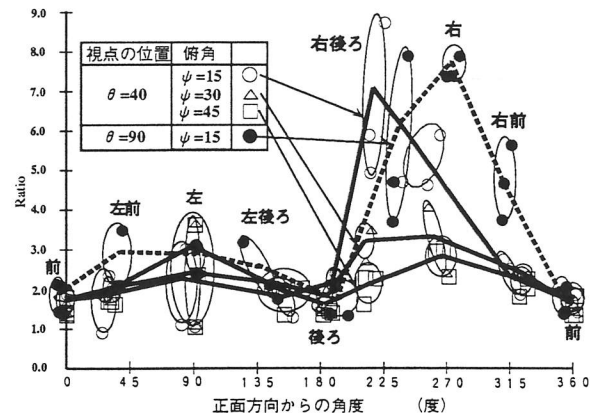
方向性の無い参照対象物:半球 方向性のある参照対象物:車

Appendix-図2 主観評価実験結果（最大確信点と境界確信点）

語について注視対象物の円錐コーンが参照対象物とその指示語で示される位置に最もよくあてはまると感じる場所（最大確信点）と、隣接する指示語同志が同じ程度に指示された領域と感じられる場所（境界確信点）を被験者に探してもらう。Appendix-図2に主観評価実験結果を示す。「半球」と「車」の場合に、最大確信点と境界確信点を結ぶ境界線を描いたものである。



Appendix-図3 主観評価実験結果
(最大確信点位置：半球)



Appendix-図4 主観評価実験結果
(最大確信点位置：車)

Appendix-図3は、参照対象物「半球」について、横軸に視線方向からの角度、縦軸に中心座標から参照対象物の外周までの距離に対する最大確信点の距離の比をとったものである。同じくAppendix-図4は、参照対象物「車」の場合について、横軸に正面方向からの角度、縦軸に中心座標から参照対象物の外周までの距離に対する最大確信点の距離の比をとったものである。この主観評価実験より以下の傾向が見られた。

- (1) 方向性のある参照対象物が車の場合、「右後ろ」で最大確信点の距離比が大きくなり、俯角が大きくなるとその値は小さくなる傾向を示した。これは、車の場合、「右後ろ」で隠れが多く生じるためであると考えられる。
- (2) 方向性のない「半球」の場合も同様に隠れの多く発生する「後ろ」の距離比が大きい傾向を示した。
- (3) 個人差については車の場合、「左」で約3.5倍、「右後ろ」で約2倍あり、「半球」の場合「後ろ」で個人差は約1.5倍であり、車の場合には比較的大きい傾向を示している。
- (4) 壁で囲まれた室内空間を意識させる実験等を行ったが、これらとほぼ同様な傾向が見られた。

Appendix2 空間指示概念の個人差の定量化

指示語	a	b	c	d	θ_{direc}	θ_{ndirec}
右後ろ					$5/4 \pi$	$3/4 \pi$
右					$3/2 \pi$	$1/2 \pi$
右前					$7/4 \pi$	$1/4 \pi$
前	$\frac{\epsilon}{r_{\text{max}}}$	0	$\frac{1}{r_{\text{max}}}$	$\frac{\pi}{3(\theta_2 - \theta_1)}$	π	π
左前					$1/4 \pi$	$7/4 \pi$
左					$1/2 \pi$	$3/2 \pi$
左後ろ					$3/4 \pi$	$5/4 \pi$
後ろ					π	π

確信度関数

方向性有り

$$P = \{a e(\phi) r + b\} \epsilon^{-c e(\phi) r} \cos\{d(\theta - \theta_{\text{direc}})\}$$

方向性無し

$$P = \{a e(\phi) r + b\} \epsilon^{-c e(\phi) r} \cos\{d(\theta - \theta_{\text{ndirec}})\}$$

但し、 $e(\phi)$: 形状/指示語によって異なる関数
無限小の対象物の場合→1.0

Appendix-図5 確信度関数

前章で述べた車を参照対象物とした場合の主観評価実験の最大確信点、境界確信点のデータを用いてAppendix-図5に示す確信度関数の係数[a,b,c,d,e, θ_{ndirec}]の決定を試みる。ここで、aは対象物からの距離によって変化する項の係数、bは定数、cは遠い場所での減衰の程度を表す係数、dは8指示度の場合の各指示語における中心と境界確信点のなす角度の大きさを表す係数、 $e(\phi)$ は俯角による変化を示す関数である。今、 $e(\phi)$ については、簡単のために1.0に仮定した。空間指示概念に関するユーザーモデル中の具体的な係数はAppendix-図6に示す様に決定され、8指示語についての近似確信度関数を定義出来る。Appendix-図7は、この確信度関数を3次元で図示化したものである

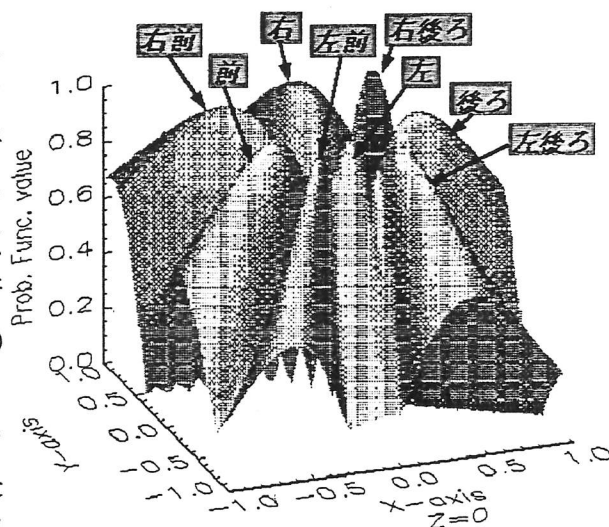
方向性有り

指示語	a	b	c	d	e	θ_{direc}
右後ろ	0.27		0.10	4.80		3.75
右	0.54		0.20	1.71		4.89
右前	0.91		0.33	4.00		5.67
前	0.91	0	0.33	2.29	1.0	0.01
左前	0.91		0.33	3.00		0.87
左	2.72		1.00	2.00		1.83
左後ろ	0.91		0.33	2.29		2.36
後ろ	0.68		0.25	3.43		2.97

方向性無し

指示語	a	b	c	d	e	θ_{ndirec}
右後ろ	0.45		0.17	12.00		2.71
右	1.09		0.40	6.00		1.31
右前	1.09		0.40	2.00		0.35
前	1.09	0	0.40	12.00	1.0	0.00
左前	1.09		0.40	1.92		5.93
左	1.09		0.40	6.00		4.89
左後ろ	0.60		0.22	1.36		3.75
後ろ	0.23		0.08	12.00		3.14

Appendix-図6 確信度関数の係数



Appendix-図7 確信度関数

参考文献

- 1) 岸野:"臨場感通信会議", PIXEL'91, 1991
- 2) 岸野:"臨場感通信会議", 計測と制御, Vol.30, No.6, pp485, 1991
- 3) H.Harashima, F.Kishino:"Intelligent Image Coding and Communications with Realistic Sensations-Recent Trends-", IEICE Trans., Vol.E74, No.6, pp1582, 1991

- 4) 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
- 5) R.A.Bolt:"'Put-that-there' Voice and Gesture at the Graphic Interface"., Computer Gr., Vol.14, No.3, pp262, 1980
- 6) R.A.Bolt, E.Herranz: "Two-Handed Gesture with Speech in Multi-Modal Natural Dialog", UIST'92 (Nov. 15-18, California), 1992
- 7) 加納,,岸野:" ユーザモデルを用いた知的文献インタフェース", 電子情報通信学会論文誌、D-I, Vol.J74-D-I, No.8, pp567-576, 1991
- 8) 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
- 9) 曾我, 豊田:" 画像・図形と自然言語のインタフェースについての一考察", 人工知能学会 全国大会論文集, Vol.3, No.Pt.2, pp519, 1989
- 10) N.I.Badler:"Natural Language Input for Human Task Animation", Rob. Expert System 1986, pp137, 1986
- 11) Annette Herskovits:" Language and Spatial Cognition", Cambridge University Press, 1986
- 12) 望月, 岸野:"言語による 3次元画像検索・記述法の 提案", 第6回 ヒューマンインタフェース シンポジウム, 2222, pp375, 1990
- 13) 望月, 岸野:"言語による 3次元モデル世界におけるシーン探索・記述", 人工知能学会 全国大会, 16-2, pp629, 1991
- 14) 望月, 岸野:" 3次元対象物モデルデータベースからのシーン探索", 信学会秋季全国大会, SD-9-4, pp6-337, 1991
- 15) 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", ヒューマンコミュニケーション研究会, HC91-20, pp1, 1991