

バーチャル・ヒューマンの空間表現語理解における諸問題

小島 隆次

京都大学大学院教育学研究科

1. はじめに

本稿では、バーチャル・ヒューマンやソフトウェアロボットの空間表現語理解に焦点を当て、その実現におけるいくつかの問題点を認知心理学の立場から人間の空間認知特性と関連付けて指摘する。特に空間表現語の指示領域の問題に関しては、これまで行ったいくつかの実験結果も織り交ぜて、従来の空間表現語の指示領域測定とその利用では十全な形で人間の空間表現語理解に対応するバーチャル・ヒューマンの空間表現語理解の実現は困難であることを指摘する。

2. 空間認知モデル

人間が外界の空間関係を処理して指示する際には、以下の図1のような処理過程があるとの提案がなされている (Carlson-Radvansky & Logan, 1997)。

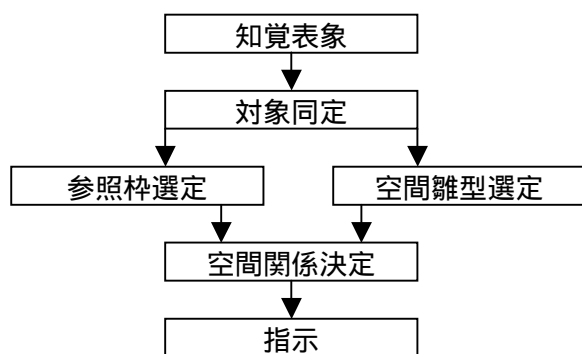


図1. Carlson-Radvansky ら(1997)に基づく空間認知処理過程

すなわち、視覚や聴覚などの感覚に関わる器官による外界の知覚から成る表象（知覚表象）に基づき、主体は認知すべき空間関係に関わる対象を同定した上で、特定の座標系（参照枠）と表象内での空間関係に関する離型のパターン（空間離型）に基づき、空間関係を同定すると考える。ここで空間離型とは、対象間の位置関

係を判別するのに使用される判別シートのようなもので、複数存在し、重ね合わせて使用できるものであるような、概念的構成物である。例えば、空間表現語の指示領域のようなものも含まれる。

斯かる処理過程の妥当性については心理学においても議論があるところであるが、少なくともバーチャル・ヒューマンの空間表現語理解において、人間においていかなる処理過程で空間認知がなされているのかを仮定することは重要である。人間同士の場合には相手方の空間認知構造について一々意識的に考える必要はほとんどないであろうが、バーチャル・ヒューマンにユーザ側の空間表現語を理解させる場合には、この点を今一度しっかりと考えなければならない。単純に空間表現語の持つ指示領域（本稿においては、指示領域とは、空間内のある一点やある直線または曲線なども含むという意味で、広い意味で用いることとする）を決定して、それを対象間に適用するというやり方では、“人に近い”という意味での空間表現語理解にはならない。

本稿ではこの空間認知モデルを前提にして、空間表現語理解における問題点を考えて行くことにする。したがって、主として空間表現語理解において問題が生じるのは、斯かるモデルにおける参照枠選定と空間離型選定の段階であるので、これらの段階での問題点を考察する。

3. 参照枠（視点）の問題

空間表現語の理解において、まず話者がいかなる参照枠（Frame of reference）を利用しているのかを同定することが重要になる。ここに参照枠とは主体が空間認知を行う際に利用するある種の座標系である。参照枠の分類に関しては研究者によって違いがあるが、概ね、主体中心座標 (viewer-centered あるいは deictic)、対象中心座標 (object-centered あるいは intrinsic)、環境中心座標 (environment-centered あるいは extrinsic) の3つの参照枠に分類される。この他に、自己中心座標

(egocentric)と他者中心座標(allocentric)の2分類を用いる場合もあるが、本稿では前者の3分類を基本とする。

空間表現語の受け手は、発言者がいずれの参照枠を採用した空間認識に基づいて言語表現を行っているのかを推測した上で、当該発言者の発言を理解しなければならない。

日常生活の大半の場面においては、参照枠の選択は主体中心座標か対象中心座標かの二者択一になると考えられるが、バーチャル・ヒューマンとの対話においては、環境中心座標をユーザが選択する場合も十分に考慮されなければならない。というのも、少なくとも現段階においてユーザはディスプレイという一種の参照枠越しに仮想空間内のバーチャル・ヒューマンに対して発言するからである。

いずれにせよ、バーチャル・ヒューマンの空間表現語理解においては、人間の空間認知特性としての参照枠選択に関する指向性・心理特性を考慮した上でのシステム開発が望まれる。

また、仮想空間を利用してバーチャル・ヒューマンとの対話を行い、バーチャル・ヒューマンに対して何かしらの指示をする場合には、バーチャル・ヒューマン自体の仮想空間認識を人間の実空間認識にできるだけ対応させるとともに、ユーザとしての人間自身の仮想空間に対する空間認識特性も考慮する必要があるだろう。

4. 空間表現語の指示領域の問題

空間表現語の指示領域とは一種の言語によりもたらされる空間表象であり、空間雛形的一种であると考えられる。無論、この言語による空間雛形は言語間のみならず言語内においても表現間で異なるパターンを示すわけであるが、そのパターンを捉え、何かしらの共通性を見つけることは、バーチャル・ヒューマンの空間表現語理解にとって重要なだけでなく、認知科学での基礎研究にとっても重要な課題である。

認知心理学においても、空間表現語の指示領域に関する研究はあるが(Hayward & Tarr, 1995; Crawford, Regier & Huttenlocher, 2000; Imai, Nakanishi, Miyashita, Kidachi, & Ishizaki, 1999 など)、これらはいずれも基本的に「指示領域は、それを決定する中心的な部位(プロトタイプ)が存在し、それを中心にして段階的に適合度が単調減少する形で分布する。」という考え方を前提にしており、各実験結果もそれを支持するとしている。しかしながら、それは指示

領域を調べる際に絶対評価に基づく評定法を用いた結果だからである。この方法では、個々の指示領域内の特定部分(点や昇目)の特定空間表現語との関係しか測定できず、部分間関係がわからない。すなわち、ある2地点で同じ評定値が与えられたとしても、その2地点間での優劣まではわからないのである。

そこで、日本語の空間表現語である「上」「下」「左」「右」に関して、従来の評定法に倣った方法での適合度分布と一対比較法に基づく適合度分布を測定するための心理実験を行った(Kojima & Kusumi, 2002)。

被験者はCRT上に呈示される参照対象(黒い正方形)に対して、試行毎に位置を変えて呈示される黒い点が、「上」「下」「左」「右」の各空間表現語に適する位置に出ているかどうかを判別することを求められるという実験であった。

図2は評定法による結果である。色が黒に近いほど各空間表現語に適していることを示す。この結果からすれば、確かに指示領域の分布は特定の部位を中心として段階的に表現の適合度が減少していくように見える。ところが、一対比較法とそれに基づくThurstone法による尺度化を行った相対評価の結果(図3)によれば、より複雑な指示領域の適合度分布が顕在化される。この図3においても、色が黒に近いほど各空間表現語に適していることを示す。

つまり、空間表現語の指示領域は従来考えられてきたような単純な構造を持っているわけではないと考えられるのである。

従って、バーチャル・ヒューマンの空間表現語理解のために各空間表現語の指示領域を測定するには、従来の単純な絶対評価式の方法は単純に過ぎ、またそれに基づくデータでは十全な空間表現語理解にはつながりにくい可能性があることが示唆される。

今後、空間表現語の理解における指示領域の適切な検証については、従来の絶対評価的な評定法ではなく、相対的な位置評価を利用して、かつ指示領域内を適切に数値化できる方法を用いることで、バーチャル空間内でも利用しやすいデータの取得を可能にする工夫が必要であろう。

また、そもそも、特定の空間表現語に特定のプロトタイプ部位が存在するのかどうかも疑問であり、さらには知覚的な空間表象がどのような形で各空間表現語の持つ表象と重なるのかも未だ不明であるから、その点に関する実験も行う必要があるだろう。

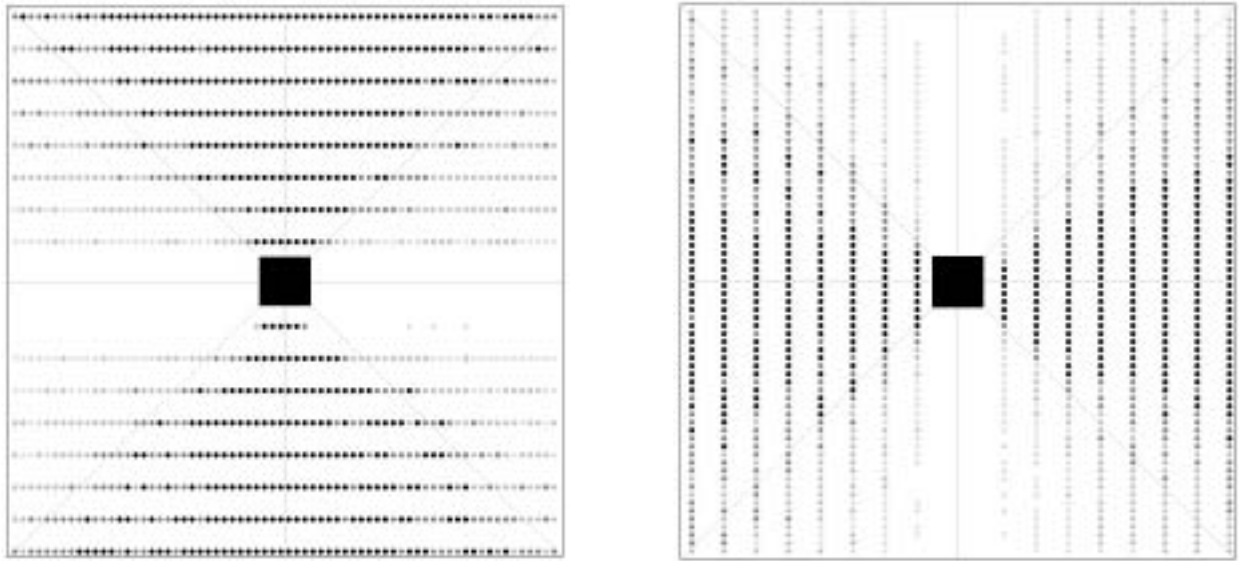


図2. 評定法（絶対評価）による「上」「下」（左図）「左」「右」（右図）の指示領域の適合度分布

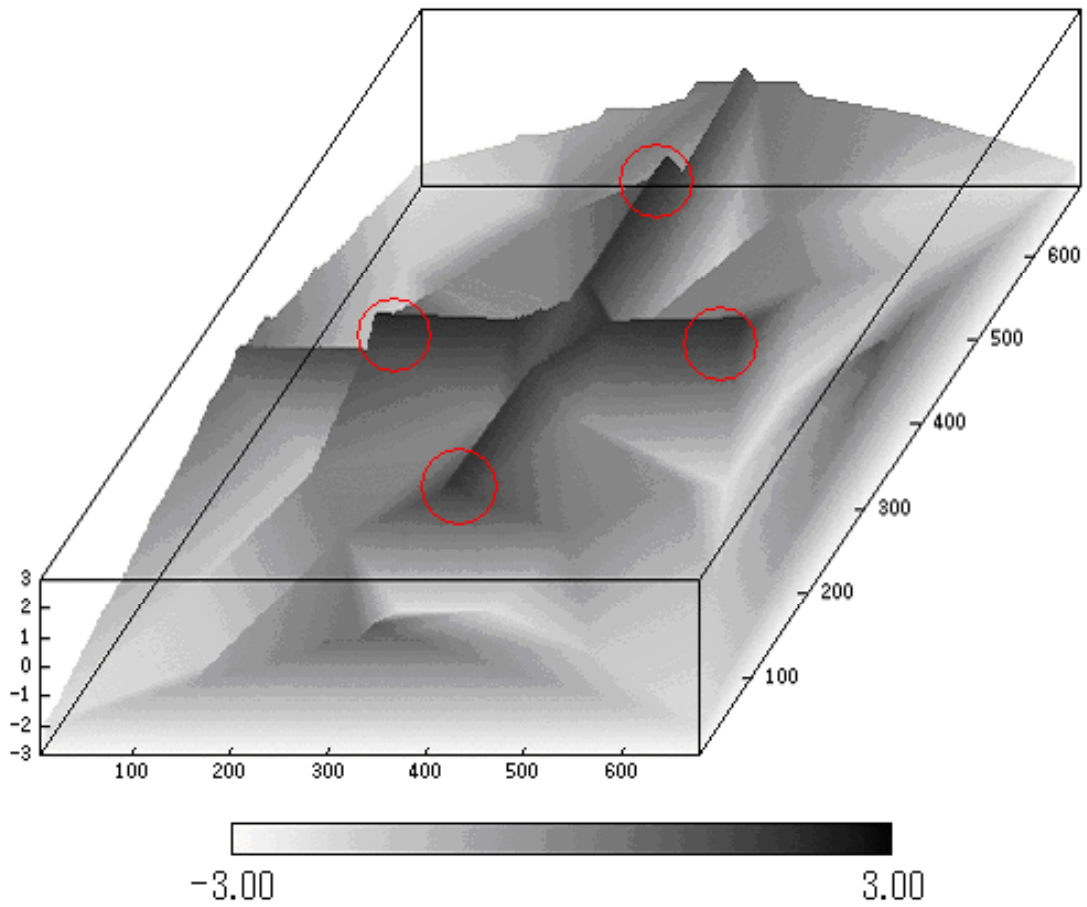


図3. 一対比較法と Thurstone 法による尺度化に基づく「上」「下」「左」「右」の指示領域の適合度分布

5. その他の問題

ここまで、本稿では特定の言語に関わりなく、一般的に空間表現語を理解する際に生じる問題について、空間認知研究の観点から論じてきたが、当然のことながらこの他にも様々な問題が存在する。例えば日本語では、「 の上」、
「 より上」、
「 の上に」というように、「上」に付随する表現によって上の領域を限定したりするが、こうした様々な付属語による空間限定の特性や言語表現内のどこまでを空間表現語として扱うのかなども重要な問題となる。

また、「上」などの言葉が常に空間表現を示すとは限らないことから、その判別に関する問題も生じるだろう。

他にも、直接的には空間表現語ではないけれども、機能として空間表現を実現している言語表現の扱いなども問題になってくることが予測される。

いずれにせよ、空間表現語に関する問題は、空間認知に関する観点からの考察だけでなく、言語学的な観点からの考察も重要である。

さらに、現在進行中の研究・実験であるので、まだ全ての結果が出ていないため明確な結論は出せないが、空間表現語は、指示対象の周囲に並ぶ他の対象物の個数や配置に応じて様々に変化することが示唆されるような実験データが出てきている。ゆえに、空間表現語適用以前の段階でも適切な対象の絞込みなどを行う必要があることが考えられる。

6. 今後の展開に向けて

確かに、心理学は人間の様々なデータを実験で採取してきたけれども、そうしたデータの大半は他分野への受け渡しを想定したものではなかったように思われる。殊にデータの数値化に関しては、少なくとも心理学の分野においては条件間の差を示すためのものであって、得られた数値データそれ自体を直接他分野に持ち込んで利用できることまで想定したものは少ない。従って、特に工学系の研究者の方々にとっては、心理学者の出す実験データはそれを応用するにはさらに一段あるいは数段に及ぶ加工が必要であり、結局そのような手間をかけるくらいなら、ある程度直感的に妥当なモデルを自分たちで組み立て、それを利用した方が楽であるということになっているのかもしれない。

しかし、こうした事態は非常に残念である。

無論、第一義的には各々の専門分野での成果にとって有益な形でのデータ取得を目指すべきではあるが、それに加えて可及的に他分野との連携も視野に入れた心理実験データを構成していく努力が心理学者には求められるだろう。

また同時に、工学などで人間の心理データを応用した研究分野の方々も、是非心理学など他分野に対して積極的に働きかけていただきたい。関係諸分野の各研究者がお互いに共同して研究を行っていけるような流れになればよいと思われる。

無論、人間のデータが取得できてからのバーチャル・ヒューマン開発ばかりでは時間がかかってしまう。それゆえ、ある程度は直感や開発者の方々の経験による部分もあって良いし、そうして出来たものが非常に人間らしい振る舞いをするものであり、逆にそれが心理学などに対して重大な提案となることもあるだろう。

ともかくにも、バーチャル・ヒューマン研究においては、空間表現語の理解に限らず、関係諸分野の連携と協力が肝要であり、結果的にはそれがお互いの専門分野にとっても良い結果をもたらしてくれるのではないかと思う。

本稿での研究・実験の一部は、科学研究費補助金学術創成研究「言語理解と行動制御」(課題番号: 13NP0301)の一環として行われたものである。

参考文献

- Carlson-Radvansky, L.A. & Logan, G.D. (1997).
The Influence of Reference Frame selection on Spatial Template Construction.
Journal of Memory and Language 37,411-437
- Crawford, L., Regier, T., & Huttenlocher, J. (2000).
Linguistic and non-linguistic spatial categorization.
Cognition,73(5),209-235.
- Hayward, W., & Tarr, M. (1995).
Spatial language and spatial representation.
Cognition,55,39-84.
- Imai, Nakanishi, Miyashita, Kidachi & Ishizaki (1999).
The Meanings of FRONT/BACK/LEFT/RIGHT
Cognitive Studies, 6(2), 207-225
- Kojima, T. & Kusumi, T. (2002).
The Structure of Linguistic Spatial Representation: A test for psychometric structure using Japanese spatial terms.
Proceedings of the 24th Annual Conference of the Cognitive Science Society, 1013.