対象の時空間配置に着目したインタラクションにおける指示語の曖昧さに対する処理†

竹内 伸吾†† 目黒 光彦†† 金子 正秀††
電気通信大学 大学院電気通信学研究科†††

１．はじめに

コンピュータやロボットに対して、人間を相手にするのと同じような感覚でインタラクションを行うことが可能となれば、ユーザとの親和性の高い柔軟なヒューマンインタフェースを構築することができる。この際、コンピュータとのインタラクションとしては、特にウォールタイプの大型ディスプレイの利用を想定する。この様な状況下でのインタラクションにおいては、ディスプレイ上に表示された、或いは現実世界の中に配置された様々なオブジェクトの空間的配置と、それらへのアクセスに関する時間的な履歴の扱いが重要である。日常生活では例えば、相手に「机の上にある昨日読んだ本を取って」というような指示を行う。筆者らは、これと同等のことをコンピュータ相手に行うことを目的として、対象の時空間配置を表す言葉によるインタラクション手法を提案している[1]。自然言語による対象物の同定に関しては[2]で報告されているが、用途が地図に限定されている。これに対し、筆者らは３次元空間、時間軸までも含めた、より一般的なインタラクションを取扱っている。本論文では、時空間指示のための言葉に含まれる曖昧さに対する処理を中心に、インタラクションの具体的な方法について述べる。

２．対象を特定するための指示語

様々なオブジェクトの空間的配置とそれらに対するアクセスの時間的な履歴に着目して目的とする対象を特定するためには、大きく次の５通りの言葉が用いられる。

(a) 「上、もっと右」等の空間的な意味をもつ言葉 (２次元平面内 / ３次元空間内)
(b) 「昨日、いつもの」等の時間的な意味を持つ言葉
(c) 「四角、丸、赤、緑、大きい」等の形、色などを形容する補足的な言葉
(d) 「いいえ」等の意思表示や制御に関わる言葉
(e) 「本、カップ、紙」等の物の種類を表す言葉

ここでは、これらの中で、空間的な指示と時間的な指示に関連した言葉の取扱いについて検討する。

３．指示語の曖昧さに対する処理

３．１ 曖昧さに対する取扱い方法

空間的な指示を言葉によって行う場合、座標を指定するのではなく、「上、もっと右」などの言葉が使われる。この場合、例えば「上」という言葉が実際に空間内のどこからどこまでを指しているかは明確ではない。また、時間的な指示を言葉によって行う場合、「昨日、一週間前の」等の言葉が用いられる。この場合「一週間前」と言っても正確に“７日前”を示していない事も多い。すなわち、曖昧さが含まれるため、時空間指示に関わる言葉と実際の空間内での位置や使用日時との関係付けが必要である。

これらの言葉の曖昧さを表現するために、ファジィ集合の考え方を利用する。各個人によって言葉の表す幅や意味が異なることに対処するため、メンバシップ関数(MF)の形状を動的に更新する。すなわち、ユーザの指示とコンピュータの応答、その応答に対する訂正などのインタラクションを通して、個々のユーザによる違いを調べる。個々のインタラクションのばらつきや平均などからMFを変化させ、ユーザへの適合を図る。

３．２ 実際の処理方法

３．２．１ 空間的配置を考慮した指示

実際の処理方法を、「右」という指示を例にとって説明する。「右」が指し示す範囲は、式(１)に示すように「右」を表すファジィ集合(*R_grade*)と高さの真ん中さを示すファジィ集合(*Hei_grade*)の論理積を求め、更に、注目対象からの距離(*Dis*)と幅（*Wid*）を考慮して決定する。

$$Right = R_grade \times Hei_grade \times \begin{cases} (Dis/Wid) & (Wid > Dis) \\ (Wid/Dis) & (Dis < Wid) \end{cases} \quad (1)$$

また、「もっと右」等のより曖昧な指示に対しては、式（２）に示すように、「右」と「高さ」の度合いを表すファジィ集合、「もっと～」を表す履歴から算出されたMF、直前のユーザの指示に対するコンピュータの応答結果を考慮して決定する。

$$More_Right = R_grade \times Hei_grade \times More \quad (2)$$

「もっと」「もうちょっと」「少し」等の、ユーザ個々や対象の配置状況などで程度が異なる指示に対しては、まず図１に示すように、初期状態でのMFを定めておく。その上で、過去のインタラクション履歴から得られる情報に基づいて指示に応じた応答結果の平均や分散を求め、MFの形状

---

† Handling of ambiguity in instruction words for interaction with computer based on spatio-temporal arrangement of objects.

†† Shingo TAKEUCHI, Mitsuhiko MEGURO, Masahide KANEKO
††† Graduate School of Electro-Communications, The University of Electro-Communications

を動的に変化させ、以後の処理に反映させる。

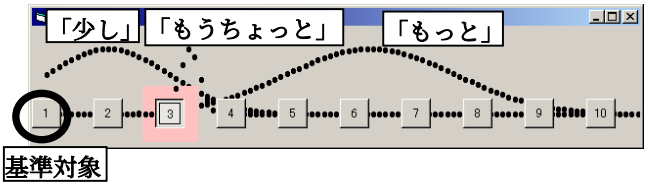

図１．曖昧な言葉を示す MF の例

３．２．２　時間的配置を考慮した指示

時間を考慮した指示に対する処理も、空間と同様にインタラクション履歴から得た情報から決定される MF でファジィ処理を行う。図２に、「5 日前」の指示に対する MF の例を示す。

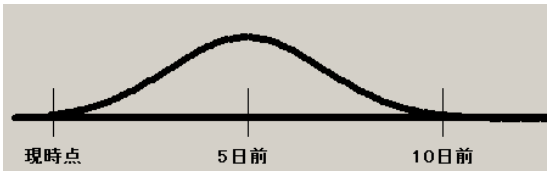

図２．ユーザの指示「5 日前」の MF の例

４．アクセス履歴の管理

ユーザが目的の対象に効率良くアクセスできるようにするために、ユーザとコンピュータとのインタラクションの履歴を記録し、利用する。

まず、ファイルや対象物へのアクセス時に、管理情報を図３に示すような使用履歴ファイルに記録する。「3 日前」「一週間前」といった時間を特定したユーザからの指示に対して、過去のアクセス履歴から対象を検索するために用いる。

使用対象: 34	使用日時:2001/09/09	時間:4:27:42
使用対象: 41	使用日時:2001/09/09	時間:4:30:17
使用対象: 22	使用日時:2001/09/10	時間:20:02:40
使用対象: 47	使用日時:2001/09/12	時間:19:26:31
使用対象: 13	使用日時:2001/09/13	時間:18:40:32
使用対象: 19	使用日時:2001/09/13	時間:18:41:02
使用対象: 25	使用日時:2001/09/14	時間:15:26:58

図３．使用履歴ファイル

一方、図４に示すようにユーザがコンピュータに対して行った指示と、それに対するコンピュータの応答結果をインタラクション履歴ファイルに記録する。この履歴ファイルをコンピュータ側が参照することによって、ユーザの指示語の使い方の癖等を学習し、個々のユーザに適した応答を行うことを可能とする。

ユーザからの指示	X方向の移動量	Y方向の移動量	X方向の移動率	Y方向の移動率
上	X=−56	Y=1630	x=0.019	y=0.351
左	X=−357	Y=381	x=0.124	y=0.454
右	X=357	Y=−381	x=0.044	y=0.045
もっと右	X=4676	Y=15	x=0.578	y=0.018
違う	X=−639	Y=26	x= 0.032	y=0.017

図４．インタラクション履歴ファイル

５．実験

対象の配置状況に応じた、コンピュータの応答結果の違いを調べる。例として、図５のように 2 次元空間上で 10 個の対象をランダムに配置し、はじめの基準を左端の対象として、「右」と「もうちょっと右」という指示を続けてした時のコンピュータの応答結果を示す。「もうちょっと」に対する MF としては、図１に示したものを用いている。図５より、「もうちょっと」に対する MF の形状を踏まえて、距離と対象の配置関係を考慮した応答をコンピュータが行っていることを確認できる。なお、「もうちょっと」に対する MF の形が異なれば結果的に選択される対象が異なることに注意が必要である。図６は対象の複雑な配置状況に対する動作例である。「もっと」に対して、現在位置からある程度離れた位置にピークを持つ MF を対応させることにより、「右」で選択された対象の単なる右隣でなく、更に右に離れた対象が選ばれている。実際の MF の形状決定に関しては今後更に検討が必要であるが、ここで示した考え方により、「もっと」等の主観的な程度表現まで含めた取扱いが可能となる。

図５．実験例「もうちょっと右」

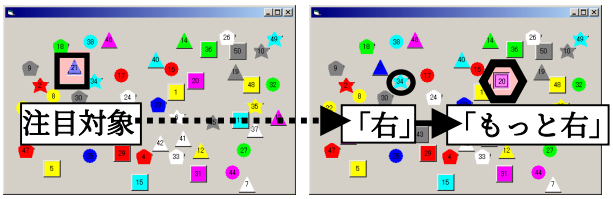

図６．実験例「もっと右」

６．むすび

本論文では、対象の時空間的配置に関わる曖昧さを含んだ指示語の取扱いについて述べた。このような取扱いにより、時空間的配置に関わる日常的な言葉を用いてコンピュータやロボットに指示を行うという新しいタイプのインタラクションが可能となる。今後、より自然なインタラクションの実現を目指すために、ジェスチャ指示や視線検出等との組合せを行う予定である。

[参考文献]

[1]竹内,目黒,金子:“対象の時空間配置を表す言葉を用いたコンピュータとの知的インタラクション,”2001 信学ソ大, A-15-10, 2001.9.

[2]伯田,高橋,小林:“自然言語で指示された対象物の同定方法,”情報処理学会論文誌，vol.31, no.12, pp.1735-1742 ,1990.12.