

程度を表す副詞を用いた音声指示による物体の移動位置制御 に関する実験的考察

Experimental Study on Position Control Instructed by Ambiguous Adverbial Expression

○平塚 誠良 *, 梶川 伸哉 **, 猪岡 光 *

○Shigeyoshi HIRATSUKA *, Shinya KAJIKAWA **, Hikaru INOOKA *

*東北大学, **宮城高専

*Tohoku University, **Miyagi National College of Technology

キーワード : ヒューマン・マシン・インタフェース (Human-Machine Interface), 音声指示 (Sound Indication), 曖昧な副詞表現 (ambiguous adverbial expressions), 位置制御 (Position Control)

連絡先 : 〒 980-8579 仙台市 青葉区 荒巻字青葉 01 東北大学 工学部 機械航空工学科 猪岡研究室
平塚 誠良, Tel.: (022)217-7021, Fax.: (022)217-7019, E-mail: hiratsuka@control.is.tohoku.ac.jp

1. はじめに

近年, 人間と日常空間を共有し, 人間の能力の介助や共同作業を行なうロボットが求められている。人間の要求に的確に対応し, 作業を行なうためには人間とロボットの間でのコミュニケーションが必要となる [1]。

このような人間-ロボット間のインタフェースの問題に関しては, ヒューマン・フレンドリーな手法の確立を目指し音声による指示の理解や身振りの画像認識などが行なわれている [2]。例えば, MIT の提案した「メディア・ルーム」などが挙げられる [3]。

しかし, 身振りをを用いた方法では作業の細部まで指示を行なうことは困難である。一方, 言葉を用いた指示では物体の移動させるべき距離や加えるべき力などを数値化して具体的に指示を与えることが可能であるが, 普段の生活では, よりあい

まいな表現を用いることが普通である。

そこで, 本研究ではヒューマン・フレンドリーなインターフェースとして, ロボットが人間の用いる副詞的な表現 (「もっと」, 「少し」, 「ちょっと」など) を理解し, その定量的な解釈に基づいて作業を実行する手法の確立を目指す。

本報告では, その基礎として物体の位置決め作業を取り上げ, その中で用いられる副詞と物体移動作業の特徴について解析を行なう。

2. 実験

ここでは一方の人間が物体移動の指示を与え (以下, 「指示者」と呼ぶ。), 他方の人間がその指示に従い物体の移動, 位置決め作業を行なう (「作業者」)。

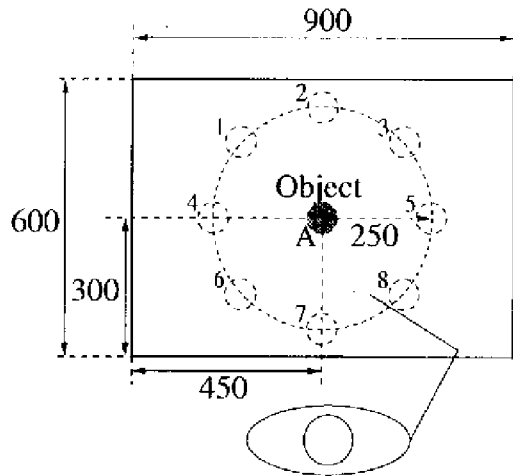


Fig. 1 Experimental Setup

2.1 実験条件

実験環境を Fig.1に示す。作業を行う机は白地であり表面には位置の日印となるものはない。机の大きさは、縦 600mm、横 900mm であり、その中央 (A 地点) に把持物体を置く。これを物体の移動のスタート地点とする。

移動物体は底辺 60mm、高さ 100mm の円柱形をしており、机の横方向と物体の半径との比は 1:15 となっている。また、目標地点 (ゴール地点) は Fig.1 に示す 1 ~ 8 の計 8 点であり、半径 250mm の同心円上にある。

2.2 実験方法

被験者は指示者の指示にしたがい、物体を右手で把持し、移動および位置決めを行う。指示者が 1 回、指示を行い被験者が物体を移動することに物体の位置を計測する。このときスタート地点 A を原点として横方向移動を X 軸、縦方向移動を Y 軸と定義する。位置決めの完了は移動物体の位置と目標点との距離が 10mm 以下になった場合とする。物体の位置計測には PSD (浜松ホトニクス社製, C1373-04) を用いる。

これより、被験者が動かした物体の移動距離の総和 l とスタート地点 A と目標点との直線距離

L の比 (l/L) および目標地点に収束するまでの指示回数 N を得る。これらは作業面上の場所による位置決め特性のパラメータとして用いる。ここで、被験者の腕の長さがほぼ 670mm であったことから腕の長さによる正規化は行っていない。

また、指示者が指示を与えているところは被験者から確認することはできないようになっており、被験者のしぐさやなど音声以外の情報による情報の伝達はないものとしている。さらに、指示者にはできるだけ音声のピッチや抑揚などの変化のないよう指示するようにあらかじめ教示してある。指示に使用する副詞など指示者の指示内容に関しては、あらかじめ行った予備実験より「少し」、「ちょっと」、「もっと」を主に使用することとしているが、特に制限は設けていない。

なお、今回の実験では被験者は健常な男子計 6 名である。それぞれの試行回数は 8 回 (8 点、それぞれ 1 回ずつランダムな順序で試行を行う) である。

3. 結果と考察

目標位置 1 ~ 8、それぞれの位置における移動距離の比 l/L の平均値と標準偏差を Table 1 に示す。また、Fig. 2 および Fig. 3 は目標位置 3 と 5 における物体の移動軌跡 (図中、○印は目標エリア)、Fig. 4 および Fig. 5 はこのときの指示回数と目標位置までの残り直線距離を示している。

目標位置 5 において l/L の平均値、標準偏差ともに大きくなっている。これは軸方向にある目標点への移動指示が出された場合、例えば「少し右へ」といった場合には移動方向が 1 次元に制限されるため、作業者は副詞表現の自己解釈に応じて大胆な移動作業を行なう傾向があると考えられる。そのため目標位置を中心に反復移動が起きた結果と考えられる。

ただし、目標位置 2, 4, 7 において l/L が小さ

Table 1 l/L and Standard Deviation

1	1.39/0.33	2	1.08/0.13	3	1.28/0.40
4	1.11/0.13			5	1.27/0.32
6	1.58/0.72	7	1.10/0.13	8	1.14/0.15

Table 2 A number of indication and Standard Deviation

1	3.67/1.75	2	3.75/2.14	3	3.83/2.32
4	4.33/2.16			5	3.67/1.63
6	4.50/3.33	7	4.17/1.33	8	3.33/1.75

い原因は人間の四肢が延びきる位置あるいは縮みきった位置にあるため、目標位置への漸近的な移動作業となるためと考えられる。

一方、軸方向に目標位置がない場合、 l/L の平均値、標準偏差ともに大きくなっている。これは、移動方向に対する指示(例えば「斜め上に」など)に任意性が生じるため、作業者が移動作業を若干躊躇する傾向にあると考えられる。このため目標点への方向調整を行ないながらの漸近的な接近軌道が生成され、結果として移動距離は長くなるものと考えられる。この傾向は Fig. 2, Fig. 3 および Fig. 4, Fig. 5 の目標点への軌跡からも確認できる。

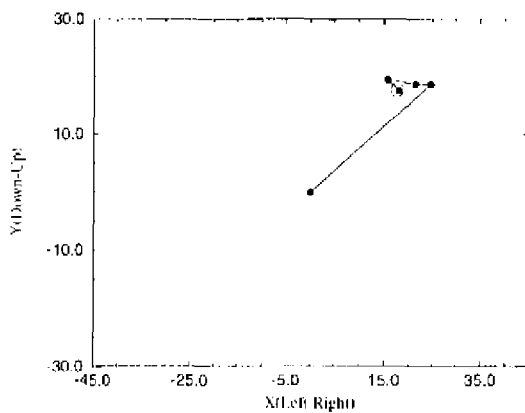


Fig. 2 Locus of Object(Position 3)

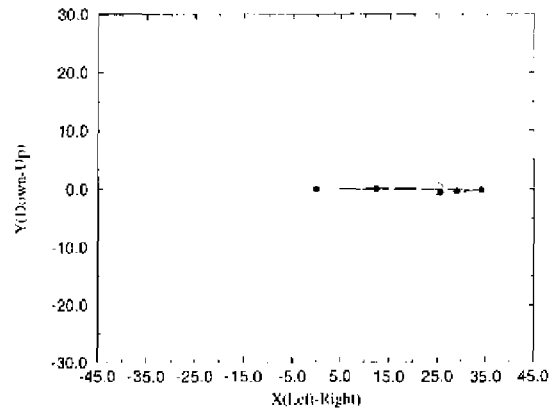


Fig. 3 Locus of Object(Position 5)

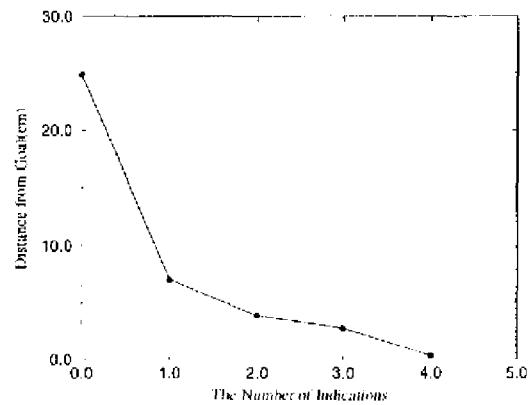


Fig. 4 Distance from Goal(Position 3)

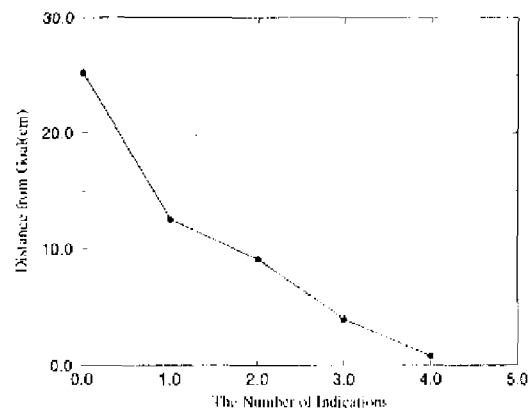


Fig. 5 Distance from Goal(Position 5)

Table 3 Adverbs and Percentage of Use(%)(Position(2.4.5.7))

	1回目	2回目	3回目	4回目
未使用	100.0	0	0	0
少し	0	8.7	31.6	50.0
ちょっと	0	17.4	47.4	50.0
もっと	0	73.9	21.0	0

Table 4 Adverbs and Percentage of Use(%)(Position(1.3.6.8))

	1回目	2回目	3回目	4回目
未使用	100.0	10.0	0	0
少し	0	35.0	22.2	0
ちょっと	0	20.0	38.9	66.7
もっと	0	35.0	38.9	33.3

なお、指示回数に関しては各目標点とも顕著な差が現れず、ほぼ4~5回程度の指示で目標点に到達することが確認された (Table 2)。

次に、指示者が使用した代表的な副詞と各指示 (4回目まで) における使用割合を Table 3 (Position2.4.5.7) および Table 4 (Position1.3.6.8) に示す。

1回目の指示では、副詞を使用しない指示が軸方向に目標がある場合もない場合もともに、ほぼ100%である。一方、2回目以降には、ほとんどの指示で副詞が使用されている。特に、軸方向に目標がない場合、3回目の指示では「もっと」といった大きな移動量を促す副詞の使用割合は30%以上と高く、前述の考察のように方向の調整も必要となる場合は、移動量が抑制気味になり、指示者が方向調整を行いながら移動量の増加を促す指示表現を用いるようになっていくと考えられる。

4. おわりに

本研究では、「少し」や「もっと」といった副詞の指示の度合いの定量化した音声指示インタフェースの構築を目指し、その基礎として人が人に対し物体の移動指示を出す場合、人がどのような指示を出し、またその指示に対し、どのように物体の移動を行うか解析を行った。その結果、人間が机などの作業面上で指示に基づいて物体の位置決めを行う場合、軸上に目標位置がある場合と無い場合では物体の位置決め特性が異なり、モデルを作成する際に軸上とそうではない領域に対し別々のモデルを構築する必要があることが示唆された。また、人間の上肢の可動範囲も考慮する必要があることが示唆された。

最後に、今後は使用された副詞表現と移動作業の関係を時系列的に解析し、副詞表現を用いたロボットの物体移動作業に対する制御アルゴリズムを構築する予定である。

参考文献

- 1) 田村 博 編: ヒューマンインタフェース, オーム社, 1998
- 2) Roberto Cipolla and Alex Pentlan, Computer Vision for Human-Machine Interaction, Cambridge University Press, 1998
- 3) Richard A. Bolt, The Human Interface, MIT, 1984