

# ロボットの行動命令における不明確性の解消 A Method for Solving the Vagueness in Robot Action Commands

徳永 陽<sup>†</sup>  
Nodoka Tokunaga

徳永 健伸<sup>†</sup>  
Takenobu Tokunaga

田中 穂積<sup>†</sup>  
Hozumi Tanaka

## 1. はじめに

我々が日常使う会話の言葉には、多くの不明確性 (vagueness)[1] を内包している。インタラクティブに行う会話では、その不明確性を解消する過程が含まれていることがある。多様な解釈が可能な不明確な言葉も、その言葉が使われる状況や繰り返し会話を行う過程で不明確性を学習し、適切な解釈の一つに至る。その学習の過程をアルゴリズムとして取り出し、ロボットに組み込むことを試みる。実験では、決められた走行路を操作者(人間)の発する言葉(命令)を解釈してゴールに至るロボットを用いる。

ロボットは、言葉の発せられた時刻や間隔、走行方向、走行速度、8つの赤外線センサの出力値による位置を状況情報として検出し、それらを根拠に操作者の言葉(命令)に含まれる不明確性の(状況に依存した)適切な解釈を徐々に学習しながら、脱輪することなくできるだけ早くゴールに到達するタスクを実行する。

ロボットとの対話システムに関する研究には、これまでも様々あるが、不明確性の問題解決は状況に依存して決まり、一般にルール化が困難であるなどの理由から、ほとんど取り上げられていない。不明確性を扱った研究である Acorn-III[3] は「大きく回れ」という命令の動作量に含まれる形容詞「大きい」の持つ不明確性を学習により解消するものである。しかし、状況に応じてどれだけの大きさで回れば良いかを、ワークステーション上のマウスを用いて入力し、マウスの軌跡通りに行動するのに必要なステップモータの制御値をワークステーション上で計算し、ロボットに与えている。これは状況に応じて具体的に何度曲がるかその絶対値を教示するのと等価である。

それに対し、本研究では、命令は全て不明確性を含む言葉で与える。命令に含まれる不明確性のために、ロボットが、操作者の思い通りに行動を行わない場合には、(状況に応じて)修正用の命令を繰り返し与える。この修正用の命令は、数値による絶対値を与えるのではなく、不明確性を含む言葉で与える。我々は、この(状況に依存した)ルール化しにくい不明確性の問題を、ロボットとの対話を通じた学習により解消することを試みる。ロボットへの行動命令には「右に」「左に」などの基本命令のほかに「ちょっと動かして」「ちょっと戻して」などの調整命令を加えた 11 の言葉を用いる。先に述べたように、基本命令の誤り修正を行う調整命令(言葉)そのものにも不明確性が含まれていることに注意したい。また、修正用命令に対して、更に修正用命令が行われることもある。このような言葉による教示は、親が子供に動作教示を行う場面で、よく用いられる自然な方法である。

## 2. 不明確性

たとえば「右に」や「ちょっと右に」には、どの程度の右であるかについて(厳密に言えば)無限の解釈(不明確性)が存在する。人間は、過去の経験や発話の場面などを用いてこのような不明確性を解消し行動している。ロボットが動作するためには、命令に含まれる角度や速度などに関する不明確性をロボット自身が解消する必要がある<sup>‡</sup>。

## 3. 学習による不明確性の解消

### 3.1 実験のシナリオ

・使用する 11 の命令

「直進」「止まれ」「右に」「左に」の 4 つを基本命令として用い、「ちょっと動かして」「ちょっと戻して」「ちょっと行き過ぎ」「ちょっと右に」「ちょっと左に」「ほんのちょっと右に」「ほんのちょっと左に」の 7 つは基本命令の行動量を修正する調整命令として用いる。それぞれの命令には、デフォルト値が与えられている。

・学習方法

基本命令の動作が操作者の思い通りの行動でなかった場合は修正用の調整命令を出す。この調整命令の出される状況と頻度を用い、基本命令に対する状況に応じた適切な動作量を学習させる。たとえば、基本命令「右に」に対し「ちょっと戻して」などの調整命令が出された場合は、その状況における「右に」に対する動作量を小さい値に変更(学習)する。具体的には、調整命令の出された回数  $n$  を用いて式 (1) より、各状況における基本命令の動作量を算出する。

$$\text{動作量} = [\text{基本命令の動作値}] \pm [\text{調整命令の動作値}] \times N \quad (1)$$

$$\text{但し, } N = \begin{cases} n-1 & \text{命令間隔が3秒以上} \\ n & \text{命令間隔が3秒未満} \end{cases}$$

算出された動作量を状況情報とともにデータベースに書き込む。

・状況情報データベースの作成

操作者により命令が与えられると、状況情報を取得する。状況が類似している事例がある場合は、データベース上にあるすでに学習された動作量で動作する。無い場合は、各命令に割り当てられているデフォルト値で動作する。これらの動作が、操作者の思い通りでない場合は、繰り返し調整命令を出すことにより、動作を修正する。調整命令が出されなくなると、式 (1) により動作量を算出し状況情報とともにデータベースに蓄積する。図 1 に状況情報に対応した動作量のデータベース作成手順を示す。

<sup>†</sup>東京工業大学情報理工学専攻  
[nodoka, take, tanaka]@cl.cs.titech.ac.jp

<sup>‡</sup>類似語である曖昧性 (ambiguity) は、語や語の結合が 2 つ以上の異なる意味を有するものであり、1 つの言語表現に無限の解釈の可能性がある不明確性とは異なる。



