1010 音声対話による案内ロボットの知識獲得

Acquisition of Knowledge for Guide Robots by Speech Dialogue

○ 溝渕 宣誠 (高知工科大学) 正 王 碩玉 (高知工科大学)
正 河田 耕一 (高知工科大学) 山本 正樹 (松下電器産業(株))

Yoshinobu MIZOBUCHI, Dept. of Intelligent Mechanical Syst. Eng.,
Kochi University of Technology, 185, Miyanokuchi, Tosayamada-cho, Kochi 782-8502
Shuoyu WANG, Kochi University of Technology
Koichi KAWATA, Kochi University of Technology
Masaki YAMAMOTO, Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.

Key Words: Intelligence Robot, Fuzzy Theory

1. はじめに

近年、少子化・高齢化に伴い、日常生活をサポートできる人間共存型ロボットが望まれている⁽¹⁾。本研究では、病院や福祉施設などの屋内で人間を誘導することで支援的役割を果たす案内ロボットを開発している。これまでに人間と同じように案内できるロボットを実現するために、案内役である人間から言語変数を持つプロダクションルールによる案内知識を抽出し、距離型ファジィ推論法⁽²⁾に基づく軌道計画法を提案した⁽³⁾。また、ゴムストリング型連想記憶アルゴリズム⁽⁴⁾に基づいて、多様な案内知識から状況毎に適切な知識を選択し、選択された知識を用いて推論を行うことで、状況毎により適切な案内を実現する軌道計画法を提案した⁽⁵⁾。提案した軌道計画法においては、あらかじめロボットに案内知識を教示し、ロボットはこの教示された案内知識を用いて軌道計画を行っており、与えられた知識から如何に適切な案内動作を生成するかが一つの課題として挙げられた。一方、実際の案内時においては、サービスを利用する被案内者は多数存在するため、被案内者の意思や特性も多様である。そのため、被案内者の特性を考慮して、被案内者毎により適切な案内を実現するためには、あらかじめ与えられた案内知識を用いて推論するだけでは必ずしも十分な案内が実現できるとは限らない。よって、何らかの形で被案内者の特性を反映した新たな知識を獲得することも必要となってくる。ここで人間の案内行動を観察した場合、案内役は被案内者と言語を媒介としてコミュニケーションを行い、その結果から被案内者の意図や特性を考慮した案内動作を行っている。これは人間が言語を媒介とした優れた学習を有し、被案内者から与えられた言語情報と現在有している知識を結び付けることで、既存の知識を変化させたり、新たに知識を獲得することでより適切な案内を実現できるためだと考えられる。本論文では、被案内者の特性を考慮し、あらかじめ教示された案内知識を背景として被案内者との音声対話を通して新たな案内知識を獲得し、推論することでより適切な案内を実現する知識獲得手法について提案する。

2. 案内ロボットの概要

Fig. 1 に本研究で用いる案内ロボットを示す。本ロボットは円柱状の形状であり、直径約 350mm、高さ約 900mm である。底面に三角形の頂点上に配置された 3 つのホイールを用いて任意の姿勢ですべての方向に向かって移動する

ことができる。本ロボットには、障害物との衝突を検出するためのタッチセンサを最下部のバンパーに 6 個、相対的に高さの低い障害物を検出するための赤外線センサを本体下部に 12 個、相対的に高い障害物を検出するための超音波センサを本体中上部前方に 7 個、後方で追従する被案内者との距離を検出するための超音波センサを本体中上部後方に 2 個搭載している。案内ロボットはこれらのセンサを用いて案内動作が行われる。また、ジェスチャーによる案内動作を実現するために案内ロボットの腕を製作中であり、現在、本体右部に 4 自由度の腕を搭載している。

Fig. 1 Guide Robot

3. 提案手法の概要

3.1 システムの構成

Fig. 2 にシステムの概要を示す。案内知識群はあらかじめ抽出された案内知識をデータベース化したものである。推論部はある状態において案内ロボットの適切な案内動作を案内知識を用いて距離型ファジィ推論法に基づき決定する。テキスト作成部は推論部によって定期的に呼び出される。そして、あらかじめ与えられたテキストテンプレートの中に含まれる程度を示す言語をゴムストリング型連想記憶アルゴリズムに基づいて検索し、被案内者にアナウンスする。知識獲得部は推論部の処理終了時に呼び出され、被案内者の回答から既存の案内知識と照合して知識を修正、もしくは新たに追加するものである。知識獲得部の処理終了後に案内知識群は更新され、推論部は更新された案内知識群を用いて新たに推論する。この過程を繰り返すことで案内サービスが行われる。

Fig. 2 Proposed System

3.2 推論部

距離型ファジィ推論法に基づいて軌道を生成する目標前進速度を求める。誘導に関する案内知識を Fig. 3 に示す。前件部は案内役と被案内者との相対距離，後件部を案内役の前進速度を指標とする。前件部が正規な三角型ファジィ集合 A^i で示され，事実 A が実数値 a で与えられた場合の推論結果 B は式(1)，(2)，(3)で示される。この推論結果 B を非ファジィ化し，目標前進速度として与える。なお，より一般的な距離型ファジィ推論法のアルゴリズムについては文献(2)を参照されたい。

$$B = \bigcup_a B_a \quad (1)$$

$$B_a = \sum_{i=1}^n \left[B_a^i \prod_{j=1, j \neq i}^n d_j \right] / \sum_{i=1}^n \prod_{j=1, j \neq i}^n d_j \quad (2)$$

$$d_i = \frac{1}{\sqrt{3}} \sum_{j=1}^2 \left[\sum_{k=j}^{j+1} (a_k^i - a)^2 + \prod_{k=j}^{j+1} |a_k^i - a| \right]^{1/2} \quad (3)$$

Fig. 3 Distance-Type Fuzzy Reasoning Method

3.3 テキスト作成部

ゴムストリング型連想記憶アルゴリズムに基づいて事実から現在の入力程度の示す言語ラベルを選択する。まず，Fig. 4 に示すように先ほどの前件部を新たな前件部，後件部として，距離型ファジィ推論法に基づいて入力空間の刺激 A' を求める。このとき，式(4)の値が最も大きい値を持つ規則の前件部の言語ラベルを入力程度の示す言語ラベルとして獲得する。例えば，Fig. 3 において事実 A が $a=3.0$ であった場合には，推論結果として $B(3.0, 3.3, 3.8)$ が求められる。また，Fig. 4 において刺激は $A'(2.4, 3.4, 4.6)$ となり，言語ラベルとして最も近い“少し近い”が選択さ

れる。なお，より一般的なゴムストリング型連想記憶アルゴリズムについては文献(4)を参照されたい。

Fig. 4 Search an Adequate Word

3.4 知識獲得部

先ほど獲得された言語ラベルに基づいて，案内時に被案内者に対して音声により質問する。例えば，“近い”が求められた場合には，“距離が近いですか？”といった質問をする。この時，被案内者の回答が“遠い”といった場合には，案内ロボットが持つ定量化された“近い”という知識が被案内者にとって“遠い”という知識に近いということになる。そこで，被験者が示した言語ラベルに最も近い前件部ファジィ集合 A^i を，先ほど得られた A と置き換える。最終的に，被案内者が満足する結果が得られるまで繰り返すことで被案内者の特性にあわせた案内知識を得ることができると考えられる。

4. まとめ

本論文では，被案内者の特性を考慮し，あらかじめ教示された案内知識を背景として被案内者との音声対話を通して新たな案内知識を獲得し，推論することでより適切な案内を実現する知識獲得手法について提案した。本手法を用いて実環境下でのロボットによる案内実験を行い，その有効性について確認したい。また，本論文では前件部のみに着目して知識の獲得について述べたが，後件部についても同様に検討したい。

参考文献

- (1) 猪岡・池浦，人間工学に接近するロボティクス，日本人間工学会誌，Vol.38，No.5，pp.231-236(2002)
- (2) 王・土谷・水本，距離型ファジィ推論法，バイオメディカル・ファジィ・システム学会誌，Vol.1，No.1，pp.61-78(1999)
- (3) 溝渕・王・河田，山本，人間を誘導する案内ロボットの軌道計画法，第19回ファジィシステムシンポジウム講演論文集，pp.603-606(2003)
- (4) 王・河田・土谷，連想記憶アルゴリズムの一提案，システム制御情報学会論文誌，Vol.11，No.7，pp.401-403(1998)
- (5) 溝渕・王・河田・山本，人間を誘導する案内ロボットの軌道計画法—part2—，第20回ファジィシステムシンポジウム講演論文集 CD-ROM，pp.631-632(2004)