3S-3

COSPI: コミュニケーションロボットのための対話する意思を探り出すセンサネットワーク

石井 健太郎†
慶應義塾大学大学院 理工学研究科

今井 倫太‡
慶應義塾大学 理工学部
科学技術振興機構 さきがけプログラム

{kenta,michita}@ayu.ics.keio.ac.jp

1 はじめに

人間とロボットが円滑な対話を行うためには，人間のロボットと対話する意思を知ることが重要である．人間との対話を想定したロボットには種々のセンサが搭載されているため，センサデータを基にして人間の対話する意思を探り出す必要がある．

しかし，人間の対話する意思を認識するには次の 2 つの問題がある．

- 取得できるセンサデータが少ない
- センサデータから人間の意思を解釈することが難しい

取得できるセンサデータが少ない理由としては，ロボットに搭載できるセンサが限られていること，ロボット近傍のデータしか取得できないことが挙げられる．センサデータの解釈に関する問題の例としては，カメラから肌色の物体がロボットに近付いたというデータが取得された場合，その物体が人間であるかの判別が難しいことが挙げられる．また，その物体が人間であったとしても，ロボットに興味を持ったためか他の通行人を避けるためか判別することが難しいことが挙げられる．

ロボットが取得するセンサデータを補うため，環境に配置したセンサとロボットを連携させる研究が行われている [1][2]．これらのシステムでは，ロボットに搭載されているセンサのみからは取得することが困難な広範囲で豊富なデータを利用できる．

しかし，取得されたセンサデータの解釈は固定されている．人間とロボットの対話においては，同じセンサデータに対して複数の解釈が考えられ，その解釈ごとにロボットの動作を設計すべきである．また，人間の意思を解釈することを考慮していない．対話相手となる人間の活動を妨げないという観点や人間の動作の認識を容易にするという観点により，ロボットと対話する意思を考慮すべきである．

本研究では，環境にセンサを配置することにより広範囲で豊富なデータを取得するとともに，ロボットの動作に関連付けることによりセンサデータからロボットと対話する意思を解釈するシステム COSPI を提案する．

COSPI: A Sensory Network Probing Human Intention to Interact for Communication Robots

†Kentaro ISHII
Graduate School of Science and Technology, Keio University
‡Michita IMAI
Faculty of Science and Technology, Keio University
PRESTO, JST

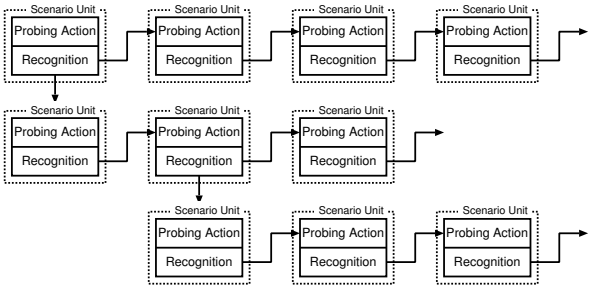


図 1 動作のシナリオ

2 COSPI

2.1 対話する意思の探り出し

センサデータのみから人間がロボットと対話する意思があるかを知ることは難しい．しかし，直前のロボットの動作と対応付けて考慮するとセンサデータの解釈を絞ることができる．例えば，ロボットが「こっちにおいで.」と発話し手招きのジェスチャをした際に，カメラの肌色領域が大きくなれば，人間が近づいた可能性が高い．さらに，この場面で人間が近付けば，ロボットに対して興味を持っていると解釈できる．本研究では，ロボットの動作とセンサの認識を対応付けて対話する意思を解釈する．

2.2 探り出し動作と認識

COSPI では，ロボットの動作とセンサによる認識を対として記述することによって動作のシナリオを定義している (図 1)．本研究では，認識に先んじてロボットが行う動作を探り出し動作と呼ぶ．2.1 節で述べたとおり，探り出し動作の後の認識によって人間の対話する意思を解釈する．探り出し動作と認識結果の対によってセンサデータの解釈が決まり，同じセンサデータでも状況に応じて解釈を変えることができる．ロボットは用意されているシナリオから，対話する意思の解釈によって次の動作・認識対を選び実行する (図 1)．

COSPI では，動作・認識対の単位で動作のシナリオを開発することができる．複数の認識モジュールに同時に要求することができる．探り出し動作を空にすることもでき，センサデータをイベントとしたイベント主導のシナリオを形成することができる．センサによる認識を空にすることもでき，対話の管理とは関係のない前振りの動作を記述できる．

2.3 動作の型と認識の型

動作・認識対からなるシナリオでは，ロボットと環境にシナリオ実行処理がまたがる．例えば，ロボット

表 1　動作の型

名称	動作内容
NONE	何も動作しない
MOVE	変数で指定した位置に移動する
CALL	「ねえねえ.」と発話する
BEAUTIFUL	「きれいでしょ.」と発話する
GREETING	「こんにちは.」と発話し会釈をする
HANDSHAKE	「握手してね.」と発話し手を差し出す
POINT_LEFT	「これ見てね.」と発話し左方を指さす

表 2　認識の型

名称	認識内容
NONE	何も認識しない
TURN	人間が振り返ったか
LOOKAT	人間が顔を向けている方向
FRONT	ロボットの前に人間がいるか
TOUCH	ロボットに触れているか
VOICE	人間の音声

が指さし動作を行い環境のカメラで指した位置に移動するか顔を向けるかを認識する場合や，環境のカメラで人間が部屋に入ってきたことを認識しロボットを近付ける場合がある．そのため，ロボットと環境のコンピュータはネットワークを介して要求/応答を行う必要がある．COSPI では，探り出し動作とセンサによる認識に型を定義し，型を指定することによって要求を行う．このことにより，ロボット動作の開発と環境に配置されたセンサによる認識モジュールの開発を切り離して行うことができ，ロボット動作や認識モジュールの追加・改良や再利用が容易となる．表 1 に動作の型，表 2 に認識の型の一例を示す．

ロボット動作や認識モジュールを追加・改良した場合は，環境にあるサーバに型を登録する．ロボットや環境のコンピュータはサーバから型のリストを取得することができる．

2.4　システム構成

COSPI は環境とロボット内部に実装されたモジュール群からなる (図 2)．COSPI は環境にサーバを持ち，ロボットや環境のコンピュータからの接続を受け付ける．ロボット動作やセンサデータの要求は，すべてサーバに対して行われる．サーバは要求を受け取ると，該当するロボットまたはコンピュータとの接続状況を調べ，要求を転送する．該当するロボットまたはコンピュータから応答を受け取ると，要求のあったロボットまたはコンピュータに応答を転送する．

ロボット動作および認識モジュールの開発は COSPI の枠組と独立して行うことができる．ロボットやセンサ処理のためのコンピュータを追加した場合，動作の型や認識の型を追加・改良した場合，それぞれについてサーバに登録するためのスクリプトが用意されている．

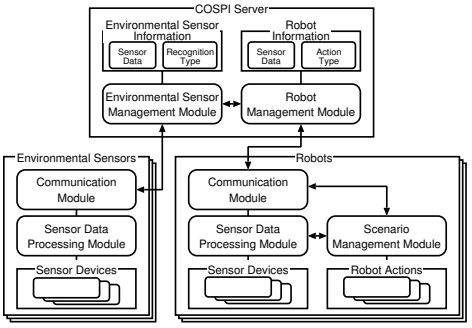


図 2　システム構成

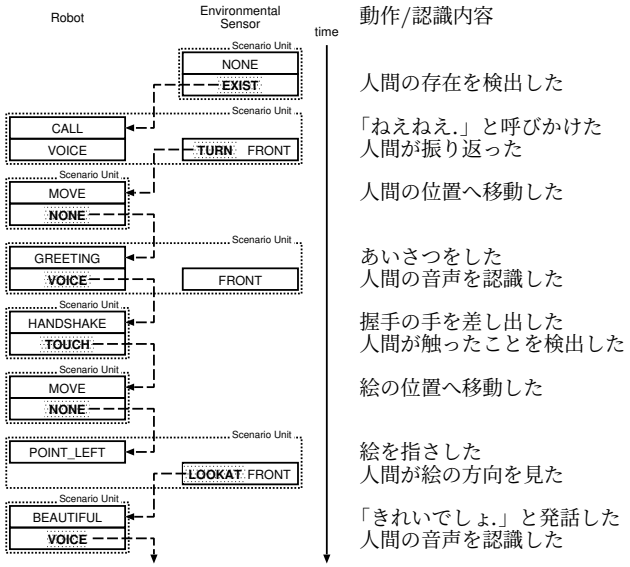


図 3　動作例

3　動作例

図 3 にシナリオの実行例を示す．この例では，1 台のロボットと 1 台の環境のコンピュータを用いている．環境のコンピュータは 3 台のカメラに接続されており，EXIST, TURN, FRONT, LOOKAT の認識の型を持っている．また，TOUCH, VOICE はロボットに搭載されているセンサで定義されている型である．センサによる認識が成功した型を，図中太字・ 網掛けで示した．

4　まとめ

本研究では，環境にセンサを配置することにより広範囲で豊富なデータを取得するとともに，ロボットの動作に関連付けてセンサデータからロボットと対話する意思を解釈するシステム COSPI を提案した．COSPI は探り出し行動と認識モジュールの対を単位としてロボットのシナリオを記述でき，容易に追加・改良を行うことができる．

参考文献

[1] J-H. Lee and H. Hashimoto, Intelligent Space – concept and contents, *Advanced Robotics*, 16(3), 2002, 265-280

[2] A. Hoover and B.D. Olsen, Sensor Network Perception for Mobile Robotics, *Proc. 2000 IEEE Intl. Conf. on Robotics and Automation*, San Francisco, USA, 2000, 611-614