

幾何学モデルを利用した空間範囲指定による センサ検索システム

奥野 佑将[†]

慶應義塾大学 理工学部

佐竹 聡[‡]

慶應義塾大学 理工学研究科

今井 倫太[§]

慶應義塾大学 理工学部

okuno@ayu.ics.keio.ac.jp, satake@ayu.ics.keio.ac.jp, michita@ayu.ics.keio.ac.jp

1 はじめに

現在、小型センサを環境に配置して周囲の温度分布や物体の位置を取得するセンサネットワークの研究が注目されている。このセンサネットワークをコミュニケーションロボットの環境認識に導入すると、ロボット自身が持つセンサのみでの認識に比べ、ロボットの認識力を向上できる。

本研究では、“センサを取り付けた多数のオブジェクトが存在する環境”を想定する。そしてロボットは、“正面にあるオブジェクト”や“近くにあるオブジェクト”を利用したコンテンツを提供する。コンテンツとは、“机の上にあるオブジェクトについて会話する”など、人間とのコミュニケーションの内容である。しかしセンサが増加すると、コンテンツの内容に関係ないセンサデータも増加する。すると、コンテンツで扱うセンサデータを取捨選択する処理が必要になり、リアルタイム性が要求されるコミュニケーションロボットには好ましくない。そのため、コンテンツに応じて必要なセンサを選択する機構を用意することが望ましい。

実世界における空間検索の研究には、OASISS[1]がある。OASISSは様々なセンサを利用して、検索対象が存在している空間範囲の情報を取得することができる。例えば、部屋を仮想的に4区画に分割した場合、ユーザ(検索対象)がどの区画に存在しているかを知ることができる。また、データ取得を行うセンサを選択する研究としては、MARS[2]が挙げられる。MARSは、任意の座標を中心とした球形や立方体の内部にあるセンサからのデータ取得を実現している。

しかし、これらの従来研究では空間内の任意の座標を基点とした相対的な空間範囲指定を想定していない。そのため、ロボットのように“方向”を持ち、任意の座標に移動するオブジェクトを基点とした空間範囲指定には適用できない。また従来研究では、球形や立方体のようにはあらかじめシステムが提供している空間範囲でしか検索を行うことができない。そのため“ロボットの周囲1mと前方2m”のような、単純な図形だけでは表現できない空間範囲は検索できない。以上の理由より、(1) 任意の位置を基点とした空間範囲指定の手法、

(2) 複雑な空間範囲を表現する手法、が必要である。

そこで本研究では、幾何学モデルを利用したセンサ検索システム Sakuty を提案する。Sakuty はクエリで位置と方向を指定可能にし、任意の位置を基点とした空間範囲指定を提供する。また Sakuty は、扇形・円錐・円形・球形・正方形・立方体の6つの幾何学モデルを複数組み合わせ合わせたセンサ検索を提供する。これにより Sakuty は、複雑な空間範囲でのセンサ検索を実現できる。

2 背景

2.1 センサ

本研究では、センサとしてU3Dを扱う。U3Dは、超音波を利用して3次元座標を取得できる。U3Dは、センサ毎に設定されたIDとセンサの現在位置を示す x, y, z 座標を提供する。3次元座標を取得する周期は環境内のU3Dの数に依存し、多数のU3Dを使用すると、データ取得周期が長くなってしまふ。

2.2 コミュニケーションロボット

コミュニケーションロボットは、人間とのコミュニケーション能力を持ったロボットである。ロボットが環境のセンサから周囲のオブジェクトの状態や位置関係を把握できれば、オブジェクトに関する話題で人間と対話可能になる。また、ロボットはリアルタイムにコミュニケーションを行う必要があるため、余計なセンサデータを処理することでロボットの負荷を増やすのは避けなければならない。

3 センサ検索システム

3.1 幾何学モデルによるセンサ検索

Sakuty では、任意の位置と方向を指定し、そこを“基点”とする幾何学モデルを構築して、幾何学モデルの内側にあるセンサのみをロボットに通知する。

基点の位置と方向を指定する方法としては、3次元座標とベクトルを直接指定する方法と、基点となるオブジェクトに取り付けられたU3Dを指定することで、座標とベクトルを間接的に指定する方法がある。前者の方法は、SLAMなどを用いて基点の位置と方向を取得できる場合に用いる。後者の方法は、基点の位置と方向を取得できない場合に用いる。

センサを検索する空間は、幾何学モデルを指定することで形成される(図1)。Sakuty は、幾何学モデルとして扇形(fan)・円錐(corn)・円形(circle)・球形(sphere)・正方形(square)・立方体(cube)を提供する。幾何学モ

Sensor Search System with Geometric Models for Communication Robots

[†]Yusuke OKUNO

Faculty of Science and Technology, Keio University

[‡]Satoru SATAKE

Graduate of Science and Technology, Keio University

[§]Michita IMAI

Faculty of Science and Technology, Keio University

デルは、半径や一辺の長さなどの要素を指定し、その形状を変化可能である。Sakuty は幾何学モデル内部にセンサが存在する場合、該当するセンサの情報をロボットに通知する。さらに、上記の幾何学モデルを複数指定し、それらの積集合・和集合を計算することで、単純な図形だけでは表現できない空間範囲を形成することが可能である。

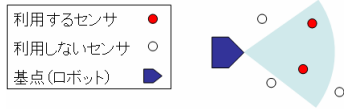


図 1 幾何学モデル(扇形)を用いたセンサの空間検索
センサ検索では、同じ空間範囲を何度も使うことが考えられる。Sakuty は、幾何学モデルを複雑に組み合わせるクエリに対して、別名(エイリアス)を付けてクエリを簡略化できる。

クエリの具体例を以下に示す。このクエリでは、position と vector により基点の位置と方向を指定し、基点の前方 1m 先を中心とした半径 0.5m の球形(sphere)の内部にあるセンサを要求する。

```
search position 0 0 0 vector 1 0 0 sphere 1000 500
```

3.2 システム構成

システム構成を図 2 に示す。Sakuty では、以下の 3 通りのデータフローがある。

3次元座標の取得 U3D はセンサの 3次元座標を取得し、取得したデータをサーバに送信する(a)。メッセージ受信機構が U3D からデータを受信した場合、U3D data リストに格納する(b)。

エイリアスの登録 メッセージ受信機構がエイリアス登録要求を受信する(i)と、エイリアスリストに新規エイリアスを登録する(ii)。

センサの検索 ロボットはセンサ検索クエリをサーバに送信する(1)。メッセージ受信機構は受信したクエリをクエリ解釈機構に渡す(2)。クエリ解釈機構はクエリの内容を読み取り、必要に応じてエイリアスの展開を行う(3)。クエリで指定された空間範囲を形成し、センサ検索機構に対してその空間の検索を要求する(4)。センサ検索機構は U3D data リストを参照して(5)、指定された空間範囲の内部にあるセンサを検索する。検索結果として、該当するセンサの情報をロボットに通知する(6)。

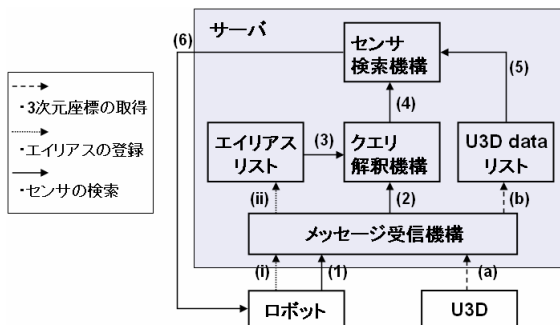


図 2 システム構成図

4 評価実験

Sakuty がコミュニケーションロボットにとってリアルタイム性を確保できることを示すために、サーバにクエリを送信してから検索結果が返ってくるまでに要する時間を測定する。本実験では、“U3D の個数”と“クエリの内容”を変化させる。実験は、ランダムな 3次元座標を持つ U3D データをサーバに送信するシミュレーションを用いて行った。実験結果を図 3 に示す。横軸が U3D の個数、縦軸が応答時間(ミリ秒)である。100 個の U3D を配置した環境において、3つの幾何学モデルの集合演算を行うクエリを送信した場合、応答時間は 3 ミリ秒ほどであることが分かる。人間とのコミュニケーションを考える場合、遅延が 3 ミリ秒ならば問題なくコミュニケーションができる。よって、Sakuty はリアルタイム性を確保できる。

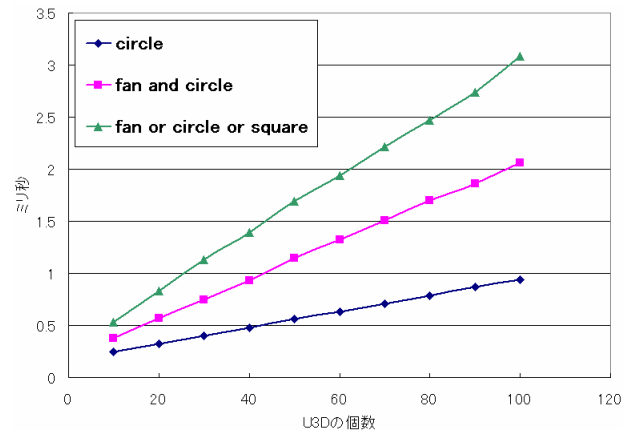


図 3 応答時間

5 まとめ

本研究では、幾何学モデルを利用した空間範囲指定によるセンサ検索システム Sakuty を提案した。Sakuty は任意の位置を基点とした空間範囲指定を実現し、幾何学モデルを組み合わせることにより様々な空間範囲を表現することを可能にした。Sakuty を利用して環境内のセンサデータを選択、取得することにより、コミュニケーションロボットが独自でセンサの取捨選択をしなくてもよく、リアルタイム性を持った環境認識が可能となる。

参考文献

- 青木俊, 岩本健嗣, 由良淳一, 高汐一紀, 徳田英幸: “ヘテロジニアスなセンサ環境における位置取得システムの構築”, 情報処理学会 マルチメディア、分散、協調とモバイル (DICOMO2003) シンポジウム Vol.2003, No.9 2003 年 6 月 pp.197-200
- 丸山大佑, 青木俊, 高汐一紀, 徳田英幸: “センサのメタ情報を利用したセンサデータ取得ミドルウェア”, 情報処理学会第 4 回コピキタスコンピューティングシステム研究会 Vol.2004 (39) 2004 年 4 月 pp.11-16