

複数センサを用いた高精度センシング

室蘭工業大学 ○梅津祐介, 倉重健太郎

要旨

一般的にロボットにはいくつかのセンサが搭載され、ロボットは自身の状態や周囲の環境情報などをセンシングしている。センサから得たデータは自身や周囲の状態の把握、ロボットの行動の選択、ロボットの異常検出等に用いられる。しかし、センサから得られるデータは、取得ミスが起こったり、ノイズを含んだ値である事がある。本研究は多数の法則の考えに基づき、複数の同種センサからデータを取得し、平均を求め、真の値に近づけることで、この問題を解決する。

1.はじめに

近年、ロボットは従来のような工場だけでなく、家庭や屋外、災害地など、様々な場所で使われるようになり、これからも様々な場所や用途で使用可能にするための研究が行われている[1-3]。一般的に、これらのロボットにはセンサが搭載されている。ロボットは搭載されたセンサにより、自身の状態や周囲の環境情報などを取得する。取得した情報は、ロボットの行動の決定や、異常の検出、機械学習などに用いられる。

しかし、センサからデータを取得する際には、取得ミスが発生することや、ノイズを含んだデータを取得する事がある。センサから取得したデータに取得ミスが生じた場合やノイズを含んでいた場合、ロボットの動作が不安定になる事や、センサデータを学習に用いていた場合には学習の遅延・失敗などの問題が起きてしまう事が考えられる。それらの問題が発生してしまうとロボットが使用者の望んだ行動を行うことが困難となる。

そこで、本研究では、これらの取得したセンサデータに生じるノイズや取得ミス等の誤差の問題を、多数の法則の考えに基づき、誤差を軽減しセンシングの高精度化を行う手法を提案し、先述した問題の解決を行う。

2.提案手法

2.1 アプローチ

1章にて、センサからデータを取得する際には、取得ミスが発生することや、ノイズを含んだデータを取得することが多いことを述べた。また、それらのデータを利用することによって、問題が生じることも述べた。これらの問題は、単一のセンサだけでデータの取得を行うことによって起こると考えられる。単一のセンサでデータを取得した場合、センサデータの取得ミスを起こした場合や、ノイズを含んだデータを取得した場合には、データをそのまま利用してしまい、1章で述べたような問題が発生してしまう。複数のセンサを用いる方法にはセンサフュージョン[4]があるが、これは複数の多種センサを用いて、高度な環境認識を行うものであるので、先述した問題の解決を行うことはできない。

そこで、本研究で提案する手法には多数の法則の考え方を利用する。複数の同種センサを用いてデータの取得を行い、それらの標本平均を算出することにより、標本平均は真の値に近づくと考えられる。これにより先述した問題を解決できると考えられる。

また、本来、多数の法則は、同一のセンサで繰り返しデータを取得し、平均を算出することによって、平均値が真の値に近づくといいものである。しかし、本研究では複数の同種センサを同程度の能力で計測可能なものとして扱い、それらのセンサを用いてセンサデータを取得を行う事により、多数の法則を用いる際に必要となる同一のセンサで繰り返しデータの取得を行う事を擬似的に行う。多数の法則では、先述したように同一のセンサを用いてデータの取得を繰り返しなければならない。しかし、実機ロボットに適用する際には、データ取得を繰り返し行う事はリアルタイム性を考慮した場合には困難である。そこで、複数の同種センサを搭載し、取得したセ

ンサデータの平均値を算出することにより、多数の法則と類似した効果が得ることと実機に必要なリアルタイム性の両立が可能であると考えた。

2.2 提案手法の詳細

提案手法は複数の同種センサをロボットに搭載し、センサデータを複数取得し、多数の法則を用いる上で必要となるデータ取得の繰り返しを擬似的に行う。複数のセンサからデータを取得した後、取得したデータの標本平均を算出する。センサ数を n 、センサデータの標本平均を \bar{S} 、 n 個目のセンサデータを S_n とした場合の標本平均の算出の式を式(1)に示す。

$$\bar{S} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i \quad (1)$$

算出した標本平均は、多数の法則でいうところの平均値にあたり、標本平均は真の値に近づく。

この手法により、繰り返しのデータ取得を行わないことによる、実機ロボットに必要なリアルタイム性を確保した上で、ノイズや取得ミスによる誤差を取り除くことで、取得したデータを真の値に近づけることが可能となる。

3.実験

本項では提案手法の有効性を検証するために行った実験について説明する。

3.1 実験目的

本実験は、提案手法を実機に適用して行う。実験では加速度センサを12個用いて提案手法を用いたものと、センサを1つだけ用いてセンサデータを取得したものとの実測値との誤差の大きさ(以降は誤差量と呼ぶ)を比較することにより、提案手法の有効性を示す。

3.2 実験概要

実験では表1に示す角度を加速度センサ用いてデータの取得を行う。

表1 実験で計測する角度

degree(°)
0
25
30
45
70
90
125
140
155
170

取得したセンサデータと実際に人間が測定した値(以降は実測値と呼ぶ)との誤差量を算出し、比較する。センサデータ S 、実測

値 A を用いて誤差量 E を算出する式を式(2)に示す.

$$E = |A - S| \quad (2)$$

本実験には LEGO 社製のロボットである NXT と, HiTechnic 社製の NXT 用加速度センサを用いる. NXT 用の加速度センサのスペックを表2に示す.

表2 NXT 用加速度センサのスペック

測定可能範囲	-2G~2G
測定軸	3 軸
分解能	200 /G

加速度センサは加速度をセンシングするものであるため, 直接角度を出力することはできない. そこで, センサデータの取得をロボットを静止した状態で行うことで, 重力加速度のみを取得する. 取得した重力加速度のセンサデータを事前に調査した NXT 用加速度センサの出力特性に合わせて角度への変換を行う.

なお, 実験に使用する NXT 用加速度センサの出力特性を実測した角度と照らし合わせた際に, 出力特性が Sin 波に類似しているため, センサの x 軸のみを用いると, 90° を境に, 90° 以下のセンサデータと同域のセンサデータを出力する. そのため, センサの x 軸を用いるだけでは 90° 以上の角度の特定を行うことが出来ない. そこで, x 軸と直交している z 軸も用いる. z 軸は角度 θ が $0 \leq \theta \leq 90$ の時, z 軸のセンサデータ S_z は $0 \leq S_z \leq 200$ の値を示す. また, $90 \leq \theta \leq 180$ の時, $-200 \leq S_z \leq 0$ の値を示す. このセンサが示す値と角度の範囲のずれを利用し, 角度を特定する. x 軸のセンサデータを S_x , z 軸のセンサデータを S_z とした場合の角度 Ang への変換式を式(3),と式(4)に示す. arc sin, arc cos 内の定数は, 加速度センサの出力特性と Sin 波とのズレを修正するために用いている.

$$Ang = \arcsin\left(\frac{(S_x + 12)}{200}\right) \frac{180}{\pi} \quad (200 \geq S_z \geq 0) \quad (3)$$

$$Ang = \arccos\left(\frac{(S_x + 12)}{200}\right) \frac{180}{\pi} + 90 \quad (0 > S_z \geq -200) \quad (4)$$

3.2 実験結果

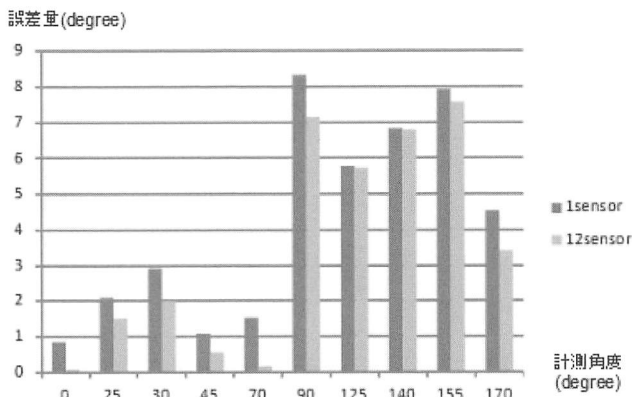


図1 単センサと提案手法の誤差の大きさ

実験結果は図1のようになった. 図1ではセンサ1個の場合と12個のセンサに提案手法を適用した場合の実測値との差の大きさを各角度ごとに示したものである. 図1から提案手法は全ての計測角度において, 1個のセンサのみで取得を行った場合よりも, 誤差が小さくなった.

しかし, 提案手法, 1個のセンサのどちらも 90 度以上の計測角度では, 大きな誤差が出てしまった. 1節にて述べたが加速度センサの出力特性が Sin 波に似たものになっているので, 90 度付近のセンサデータは 1° あたりの変化量が他の角度と比べ極小であるため, ノイズが含まれると大きな誤差が容易に生じてしまうためだと考えられる. これは, 使用した加速度センサの特性に関する問題であるため, 提案手法そのものの問題ではないと思われる. しかし, それ以降の計測角度に関しては, 同様の原因ではないと考えられ, 全センサに大きなノイズが含まれてしまったと考えられる.

以上の結果から, 提案手法は全ての角度において1つのセンサのみでセンサデータを取得した場合よりも実測値の誤差が小さくなったため, 提案した手法はセンサデータに含まれるノイズを減少させることに有効であるといえる.

4. 終わりに

4.1 まとめ

3章の検証実験の結果, 提案手法を用いて算出した値は全ての計測角度において, 1つのセンサのみで取得した値よりも実測値に近づいたものとなった. この結果から, 大数の法則の考え方に基づいて, 複数のセンサで多くのデータを取得し, 平均を算出するという本論文で提案した手法はセンサデータに含まれるノイズを減少させることに有効であることを示すことが出来た.

4.2 今後の予定

提案手法には, センサを複数搭載することによる弊害として, センサの配置と, 周囲の環境によっては正しい値を取得することができないという問題がある.

例として, 平行に配置された超音波センサを用いて対象とロボット間の距離を測定しようとした場合を考える. 提案手法を用いて図2に示したような対象を測定すると, 測定対象の違うセンサ間の平均を算出するため, どちらの測定対象にも望ましくないセンサデータを算出してしまふ.

今後は各測定対象で, 平均化を行うセンサを分け, 図2のように別の状態として扱えるように提案手法を改善する.

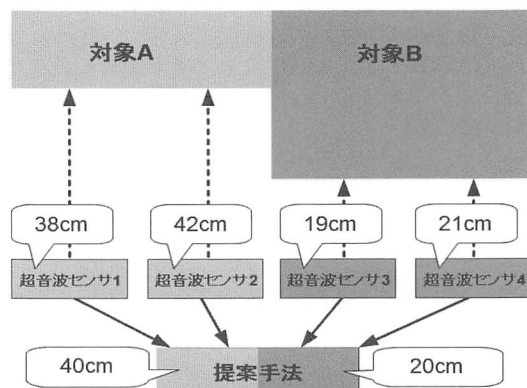


図2 提案手法の改善の例

参考文献

- [1]平野, 羅志偉, 加藤 ”イモムシ型探索ロボットの開発”, 日本ロボット学会誌, vol.24 no.7 pp838-844
- [2]小柳 ”サブローラを持つレスキューロボット”, 日本ロボット学会誌 vol.28 no.2 pp147-150
- [3]加納, 清水 ”なにもできないロボット Babyloid の開発”, 日本ロボット学会誌 vol.29 no.3 pp298-305
- [4]向井, 石川: ”複数センサによる予測誤差を用いたアクティブセンシング”, 日本ロボット学会誌 vol. 12., no.5, pp71-77