

# 親子型掃除ロボットの開発

## A Two-robots Cleaning System based on a Father-son Architecture

吉泰俊 富沢哲雄 正 大矢晃久 正 油田信一（筑波大）

T.J. Kil, T. Tomizawa, A. Ohya, S. Yuta (University of Tsukuba)

### Abstract—

The purpose of this research is to develop a new type of cleaning robot based on a father-son architecture. One of the advantages of a father-son architecture is that the robot can enter narrow space while remaining powerful. This paper describes the system's architecture, a method for cooperated operation, as well as the design and assembling of such a robot.

**Key Words:** Service robot, Cleaning task, Father-son architecture

## 1. はじめに

ロボット技術の発展に伴い、面倒な家事を人間に代わって行ってくれるサービスロボットの普及が期待されている。中でも「掃除の自動化」を望む声は多く、さまざまな企業により掃除ロボットが発表されてきた<sup>1)</sup>。しかし、残念なことに掃除ロボットはあまり普及していないのが現状である。

その主な原因には、ロボットの価格が高いことや、掃除に時間がかかるという問題があるが、それ以上に「隅々まで取りこぼしなく掃除する」という基本的な機能がまだ実現できていないという点にある。それには、経路計画や障害物回避といったソフト的な問題と、狭いところに掃除機のヘッドが侵入できないという機構的な問題に分けられる<sup>2)</sup>。本研究では、まず後者の問題に着目し、従来の掃除ロボットでは、高さや幅の制限により侵入することができなかった領域にも対応できるような、新しい構造の掃除ロボットを開発することとした。

## 2. 親子型掃除ロボット

### 2-1 システム構成

これまでに市販されている掃除ロボットの多くは、ポンプと吸引口が一つの移動台車にまとめられた形状となっている。このような構造は、シンプルである反面、全体を小型化することが難しく、必然的にロボットが入り込めない領域が多くなってしまっていた。そこで、本研究では、一般の掃除機のように、本体とヘッドが分離し、吸引口の部分だけが狭い空間に挿入して掃除できる構成の掃除ロボットを開発することとした。

具体的には、掃除機の本体に相当する親ロボットと、吸引口に相当する子ロボットの、2台の移動ロボットからシステムを構成する。それぞれのロボットは自律的に移動するための車輪を持ち、親ロボットにはポンプや電源など、子ロボットには吸引のためのヘッドを搭載する。ロボット間は、吸引ホースおよび信号のケーブルで接続する。この構成により、バッテリーや吸引力などの容量は保ちながら、ヘッドの侵入できる範囲を増やす事ができる。

### 2-2 ロボットの動作

このシステムで掃除をするときのイメージはFig.1に示す通りである。親ロボットは、予め掃除すべき場所を与えられているものとする。まず、親機は子機と合体し、掃除をすべき場所まで移動する。目標地点に到達したら、子

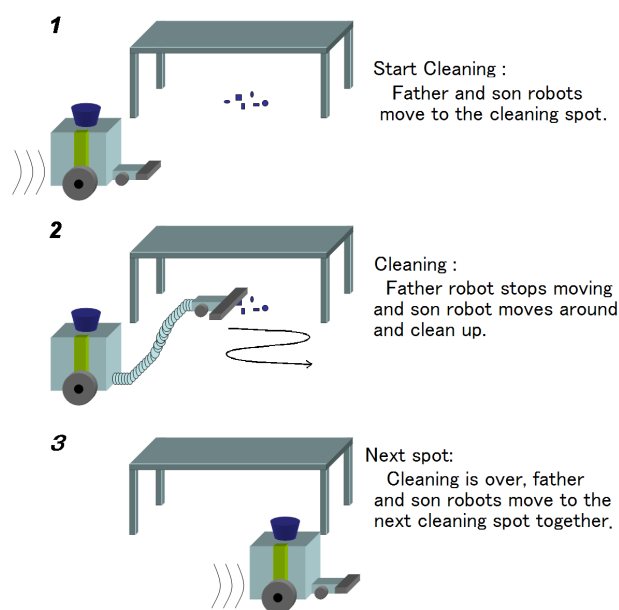


Fig.1 Motion of a father-son cleaning robot system.

機を切り離し、子機が自律移動しながら周辺を掃引走行する。すべての領域を掃引したら、再び親機と合体し、次の場所へ移動する。

## 3. ハードウェアの構成

ロボットは、前述の通り親子2台のロボットから構成する。システム全体の構成をFig.2に、実際に構築したロボットシステムの概観をFig.3に示す。

### 3-1 親ロボット

親ロボットのベースには、筑波大学知能ロボット研究室で開発された自律移動ロボット『山彦』を使用する。山彦は40cm四方の大きさを持ち、内部の専用走行制御ボードにより、左右の車輪を制御し、任意の経路に沿って走行することができる。このロボットに、小型掃除機のポンプとバッテリー、および子ロボットのコントロールボードを搭載したものを親ロボットとした。

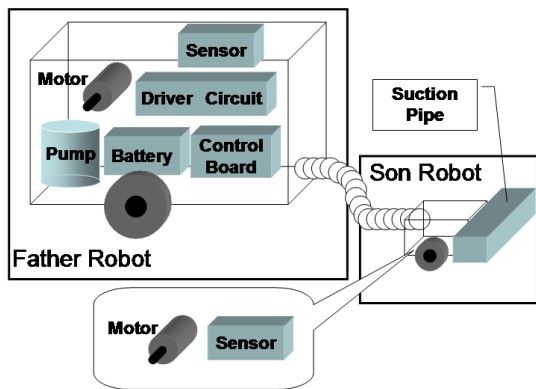


Fig.2 An image of the whole system.

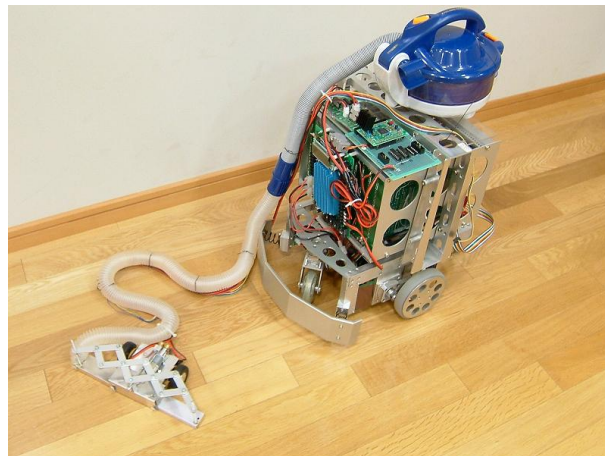


Fig.3 Integrated Cleaning robot.

### 3.2 子ロボット

子ロボットは大きく分けて、吸い込み部、伸縮機構部、モータ・エンコーダ部、障害物検知部の4つのパーツからなり、通常時は高さ6cm、縦横サイズは約10cm四方の直方体をしている。子ロボットの制御はH8マイコンボードで行い、親ロボットのコントローラとはシリアルケーブルで接続する。

#### 3.2.1 吸い込み部

吸い込み口は、左右方向に伸び縮みできる構造をもつ。子ロボットは狭い場所に入るときは、吸い込み口を収納するが、掃除にかかる時間の短縮を図るためスペースが広いところではヘッドを左右に伸ばした状態で掃除をする。試作機は畳んだ状態で幅10.5cm、伸ばした状態では27.5cmになり約3倍に掃除できる領域を広げる。ヘッドは厚さ0.5mmのアルミ板を成型したもので、スライド時にアルミ同士が直接接触しないように、表面にはテフロン加工を施した。ごみは吸い込み口の右端にある穴から吸い込む。

#### 3.2.2 伸縮機構部

吸い込みヘッドを伸ばしたり縮めたりするために、パンタグラフ機構を利用した1自由度の伸縮機構を搭載した。伸縮時の子ロボットの様子をFig.4に示す。

#### 3.2.3 モータ・エンコーダ部

独立二輪操舵式の走行用の左右2つのモータと、移動距離検出用のエンコーダからなる。絨毯などでは車輪がスリップを起こしやすいため、非接触で移動距離を取得できる光学式マウスのエンコーダを採用した。光学式のエンコーダは、一般エンコーダと同様にA相B相の信号が出力されるので、容易に扱うことができる。平行移動だけではなく、回転も検出するために、左右それぞれの車輪の直下にセンサを配置している。

#### 3.2.4 障害物検知部

吸い込み部の前面に取り付けた接触センサにより、走行経路に存在する障害物を検出する。センサは水平に7つ並べて配置しており、接触を検知した場所に依じた回避行動をとる。

## 4. 走行アルゴリズム

### 4.1 親ロボット

親ロボットは、目標場所まで移動して停止し、子ロボットを分離して、子ロボットの掃除が終わるまで待機する。

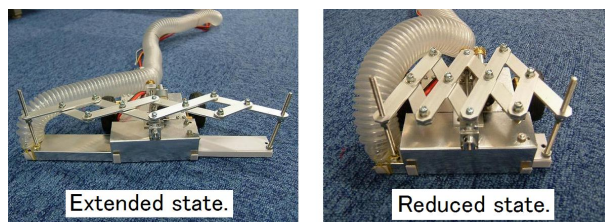


Fig.4 Motion of cleaning head.

子ロボットから掃除完了の信号を受け取ると、親子ロボットは次の場所まで移動する。ロボットは部屋を一周したら掃除を終了する。

### 4.2 子ロボットの制御

子ロボットにあるエンコーダの信号をマイコンで読み取り、自己位置を計算しながら、決められた範囲をジグザグ走行する。到達可能範囲は親機前方半径1.4mであり、吸引中の走行速度は約10cm/secである。障害物に接触センサが接触した場合は、障害物の無い方へ回り込む軌道を走行する。障害物を避けた後は元の軌道に戻って走行を続ける。決められた範囲の掃除の終了後、親ロボットに信号を送って親ロボットの元まで帰還する。

## 5. まとめと今後の予定

本研究では、親子型掃除ロボットのコンセプトおよび実際に製作したロボットのシステム構成について述べた。そして、従来の掃除ロボットでは侵入することができなかった狭路にも侵入し、ゴミを吸引して帰還することができる親子型自動掃除ロボットを製作した。

今後は、より高度な掃引アルゴリズムや、自律充電機能を実装することで、効率的で信頼性・安定性の高い掃除を実現していくことが課題である。

### 参考文献

- 1) 東芝ホームページ  
[http://www.toshiba.co.jp/tcm\\_hac/ebyt/trilobite/index\\_j.htm](http://www.toshiba.co.jp/tcm_hac/ebyt/trilobite/index_j.htm)
- 2) E. Prassler, A. Ritter C. Schaeffer, P. Fiorini, "A Short History of Cleaning Robots", Autonomous Robots, Vol.9, pp.211-226. (2000)