事例紹介

お掃除 Robo「じそうじ丸」の開発

The Development of a Compact Pet-Type Cleaner Robot

廣瀬 達也*

Tatsuya Hirose*

*三洋電機(株)技術開発本部エコ・エネシステム研究所メカトロシステム研究部メカトロ応用技術研究室

*Mechatronics Applications Laboratory, Mechatronics Systems Department, Ecology and Energy Systems Development Center, Technology R&D Headquarters, SANYO Electric Co. Ltd.

1. はじめに

近年の制御技術や各種センサの進歩に伴い、様々な目的のロボットが開発されている。産業用ロボットの商品化はかなり古くから行われているが、家庭用ロボットの歴史は浅く、ここ数年間のペット型アミューズメントロボットの流行はその黎明期にあると考えられる。

癒しやアミューズメントから一歩踏み込んで、仕事をしてくれる家庭用ロボットを開発する場合、次のような課題に直面する。

(1) 多種多様な家庭環境への対応

ロボットにとって一軒一軒異なる家庭の環境を認識し、それに対応した確実な制御が要求される。

(2) 高い仕事の完成度

人間が行う仕事と比較されるため、高い仕事の完成度が要求される。

これらの高い性能を開発し、かつセンサおよび制御系を低コストに抑えることは、今後のロボットの普及において重要な取り組みと考える。

一方で、仕事の完成度や確実性に関する要求をある限定されたレベルに抑え、ペットロボットレベルの性能により可能で満足できる機能を企画し、そのために必要な技術を開発するアプローチが考えられる。すでに、市場実績のあるペット型ロボットに仕事機能を付加することは、未踏領域である家庭用ロボットの市場開拓においては現実的で有効な手法であると考えている。今回このような考え方にに基づき、ペットロボットが掃除をするというコンセプトを提案し試作開発を行ったので、以下に紹介する。

2. お掃除 Robo のコンセプト

お掃除 Robo の開発コンセプトを以下のように設定した。

(1) 小掃除ならまかせられるお掃除仲間

ちょっとした綿埃や髪の毛など、知らない間に床にたまっ

ている軽いごみを掃除してくれる、本格的な掃除ではないが、掃除の手伝いをしてくれるパートナーのような存在。

(2) ペット感覚のお掃除 Robo

小さなボディでかわいく、ごそごそと動き回っているうちに、床の上をきれいな状態にキープしてくれるペットロボット。

3. 搭載技術

ペットロボットという開発コンセプトを実現するためには、コンパクトでシンプルな構成を可能とする技術が重要となる。そのために開発した三つの技術を以下に紹介する。

3.1 超低消費電力集塵技術

家事は労力のいる作業であり、多くのエネルギーを必要とする。特に掃除機は、ACタイプで数100[W]~1[kW]の電力を、DC型充電式タイプでも数10[W]以上の電力が必要であり、多くの充電機を要する。一方、ペットロボットという属性を考慮すると手軽に持ち運びできることが重要であり、軽量小型であることが望ましく、電池は少ない方がよい。そこで、重量の設計仕様を女性でも容易に持ち運びが可能な3[kg]、その内の電池重量を500[g]程度と設定した。また、コンセプトにおいて提案した、ごそごそと部屋の中を動き回る時間を2[h]以上必要と考えると、10[W]を下回る極めて効率の良い掃除機が必要となる。そこで今回、集塵装置内部の空気流れをLDV(Laser Doppler Velocimeter)式流れ解析装置により、ごみの流れを高速度カメラにより分析し、極めて高効率な集塵装置の開発を行った。開発においては吸引用気流を床用ターボブラシによって発生させる構造とした。通常、ターボブラシによる気流はゴミを前方に吹き飛ばす方向に発生するが、集塵口周辺の空気流れにかかわる構造を最適化することにより、その方向を逆転させることが可能となった(図1)。この気流を集塵に有効利用すると同時に、空気の流れを必要最小限の場所に限定することにより、10[W]以下の極めて低い消費電力においても、集塵をスムーズに行うことが可能となった。

3.2 全方向接触式障害物センサ

家庭内には様々な形状、材質の障害物が存在する。これらをすべて検知し、かつ、シンプルなセンサ出力と信号処

原稿受付 2002年6月28日

キーワード: Cleaner Robot, Pet Robot

*〒573-8534 大阪府枚方市走谷1-18-13

*Hirakata-shi, Osaka

図1 超低消費電力集塵装置

図2 接触式障害物センサ

理系を実現するため、図2に示す接触式センサを開発した。センサは台車中央に2軸の力センサを設け、その中心に軸受けを持つフリーホイールによりロボット外周を覆うケース構造とした。これにより、信号は2出力のみであるが、ケースに接触する全方向のすべての障害物を検出することが可能となった。また、フリーホイール型のケースを転がしながら、複雑な壁面に沿って走行することも可能である(図3)。コンセプトで述べた軽い綿ぼり等は、部屋の端にたまる傾向があり、端の掃除が得意な点もこのロボットの特長である。

3.3 マッピングによる走行制御

ごそごそと動き回るペットロボットにおいても、効率良く掃除する機能は有効である。上記の障害物センサにより壁にそって走行することが可能であり、同時に部屋の形状を記憶することができる。部屋を一周し部屋形状を把握すると、その内部を塗りつぶすように走行しながら掃除を行う。

4. お掃除 Robo 試作機

開発した掃除ロボットを図4に示す。

壁際走行時に部屋の端を掃除するため、左サイドに回転型のゴミかきだしブラシを配置している(図5)。壁に接触した場合、障害物センサが機能できるよう、内部に収納さ

図3 壁や障害物にそっての走行

図4 ペット型お掃除 Robo

図5 サイドブラシ

れる構造となっている。集塵装置は、車輪の間に配置し、左サイドよりかきこまれたゴミと床面のゴミを取り込む。バッテリーは容量3600[mAh]の充電式で、集塵装置と駆動装置および回路に電力を供給しており、約1.5~2[h]の運転が可能である。制御ボードには16[bit]マイコン(16[MHz])およびメモリ128[kB]を搭載している。MAP機能として、最大15畳の広さを記憶することが可能である。また、音声ボードにより、状況に合わせてペットがお話をしながら、掃除を行う。

図6 掃除実験

5. 集塵実験

上記の MAP 機能を用いて約 5 畳の広さの部屋を掃除させた場合の、実験の様子を紹介する。

図 6(a) に実験ルームを示す。床はビニールタイプのフローリングで、周辺に 7 点の家具（机、椅子、ソファ、マガジンラック、観葉植物、電話台、FAX 台）と中央にローテーブル 1 点を配置している。床には、目視にて掃除能力を評価するため、数多くのプラスチック粒（約 $\phi 2$ [mm]）を全体に散布している（図 6(b)）。

掃除ロボットはスイッチを入ると、まず壁に向かって走行し、壁を検知すると壁際を掃除しながら、部屋の形状認識を行う。走行後、壁際のごみがきれいに掃除されている（図 6(c)）。部屋を一周した後メモリに記憶された MAP を図 6(d) に示す。左下の凹凸のある障害物が、椅子の脚であり、複雑な形状まで認識できていることが分かる。

壁際の掃除が終わると、内部の掃除へと移り、MAP に基づいてまんべんなく掃除をしていく（図 6(e)）。掃除途中において障害物を検知すると、その周辺の際を掃除しながら、障害物を一周する（図 6(f)）。お掃除 Robo 周囲の掃除が完了し、離れた場所に未掃除部分が存在する場合、ルートを検索し移動する（図 6(g)）。掃除最終段階の MAP である図 6(g) における中央の四つの空白はテーブル脚である。最終的に、すべての領域を走行した時点で、掃除を終

了し自動的にストップする。集塵後の床は掃除前に比べほぼ全面においてきれいになっており（図 6(h)）、集塵 BOX にゴミが集められている（図 6(i)）。

現在、より広い部屋の掃除実験に取り組んでおり、同様に 10～15 畳の部屋の掃除を実証済みである。

6. ま と め

仕事の完成度や確実性のある限定されたレベルに抑え、ペットロボットレベルの能力により可能で満足できる企画として、ペット型お掃除 Robo を提案、試作した。その開発コンセプトは、気がつくくと床に集まってくる綿埃や髪の毛等の軽いゴミを、ごそごそ動き回ることにより掃除してくれるというもので、その実現のために必要な技術として、シンプルで小型軽量化が可能な障害物センサや超低消費電力の集塵装置を開発した。これにより、コンパクトでかわいいペットロボットながら、家具を配置した 15 畳程度までの部屋の掃除が可能であることを実証した。

廣瀬達也 (Tatsuya Hirose)

1982 年大阪府立大学工学部機械工学科卒業。
1984 年同大学大学院工学修士、同年より三洋電機株式会社勤務、現在に至る。日本機械学会会員。