

지능형 서비스 로봇 기술현황

- 청소로봇에 대하여 -

김 병 수*
(한울로보틱스)

1. 머리말

가정용 로봇은 정보제공, 교육, 오락 등의 다양한 분야에 대해 서비스가 가능한 로봇이 등장하고 있다. 특히 가정에서의 가사 노동력을 절감할 수 있는데 도움이 되는 로봇이 청소로봇이다. 대부분의 가정이 청소에 많은 시간을 할애하고 있으며 청소로봇은 이러한 측면에서 노동력의 절감 및 윤택한 삶을 누리는데 일조를 할 수 있을 것이다. 따라서 수십년 전부터 가정용 청소기가 판매되면서 자동으로 청소하는 것에 관심을 두어 왔으나 로봇기술이나 주변 부품기술이 발전하지 못하여 로봇의 개발이 어려웠다. 최근 생활에 적용되는 청소로봇이 시중에 판매되면서 청소로봇은 가정용 로봇 중에서도 많은 관심을 가지게 되었다. 가정용 청소로봇은 단순기능을 갖는 장난감 형태의 로봇에서 수백만원대의 청소로봇까지 개발되고 있다. 그림 1은 다양한 청소로봇을 성능 대 가격측면에서 포지셔닝한 것이다.

가정 내에서 청소로봇은 구석구석을 다녀야 하고 자신이 다닌 길을 청소했는지의 여부도 알고 있어야 깨끗하게 청소할 수 있다. 따라서 가정 내에서 동작하는 로봇 중에서 청소로봇이 가장 어렵고 힘들다는 것을 알 수 있다. 빠짐없

이 청소를 하기 위해서는 결국 자기 자신의 위치를 항상 알고 있어야 하며 위치 정확도는 일반 다른 로봇에 비해 높아야 한다. 이러한 기술적 어려움 때문에 주로 랜덤 방식을 사용하고 있으며 S사의 크루보와 H사의 오토로만이 위치 인식에 의한 주행을 택하고 있으며 위치인식을 위해서는 고가의 센서를 사용하거나 비전 센서가 필수적으로 사용된다. 또한 청소로봇은 특히 먼지가 많은 외곽이나 구석청소가 가능해야 한다. 따라서 이러한 것이 가능하려면 기구적으로 흡입구가 돌출되거나 그 외 구석을 청소하기 위한 장치가 필요하다. 일반적으로 청소로봇은 배터리를 사용하며 사용자의 도움이 없이도 배터리의 충전이 자동으로 되어야 한

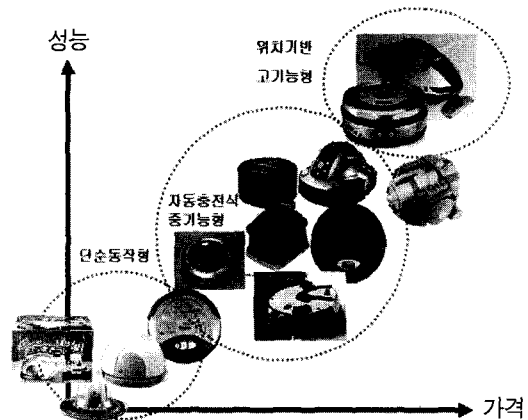


그림 1 청소로봇의 비교

* E-mail : bskim@mail.robotics.co.kr

다. 표 1은 이러한 관점에서 다양한 청소로봇을 비교하였다.

2. 여러 제품의 비교

2.1 룸바

(1) 개요

미국의 irobot사에서 출시되었으며 중국에서 생산하여 전 세계에 팔고 있다. 자동충전기능을 갖고 거리 감지센서가 내장된 일반적인 랜덤 주행 방식의 청소로봇 시장을 공략하기 위해 단순 감지센서만 장착하고 거리 감지센서와 자동충전기능을 채용하지 않았다. 또한 청소 측면에서는 주 기능을 브러쉬에 의해 쓸어 담는 방식을 택하고 보조수단으로 저성능의 청소용 흡입 모터를 채용하였다. 일반적인 랜덤방식의 청소로봇에 속하나 나선형모드나 벽면을 청소할 수 있는 사이드 브러쉬를 갖추고 있다. 물체의 감지는 주로 충돌에 의해 해결하고 있으며 적외선에 의한 가상 벽을 활용하여 로봇이 구역을 벗어나는 것을 방지하였다. 최근 기존 제품에 스팟청소와 최대청소기능을 추가하

고 리모콘에 의해 조종이 가능한 모델이 출시되었다.

(2) 주요기능 및 알고리즘

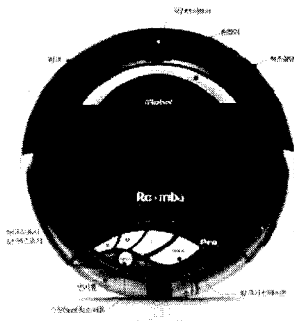
- 알고리즘 : 나선형모드(넓은공간)/벽면가장자리청소모드(사이드브러쉬:특허사항)/지그재그모드 등
- 탐색및적응모드 : 방크기에 따라서 알맞은 알고리즘을 스스로 선택해 동작
- 청소모드 : S,M,L 모드, Max. mode, Spot mode
- 비상탈출기술 : 룸바가 장애물에 걸리면 바퀴의 회전력을 높여서 탈출함
- 낭떠러지인식기술 : 4개의 적외선 센서가 현관이나 계단으로 떨어지는 현상방지
- 바닥인식 및 적응 모드 : 바닥상태를 확인하여 자동으로 모드를 전환 (나무바닥, 모노룸, 대리석, 타일, 카펫 등 다양한 형태의 바닥을 별도의 조작없이 청소)
- 가상 벽 기능 : 적외선 가상 벽을 작동시키면 룸바가 가상 벽을 인식하여 넘어가지 않음
- 자동 꺼짐기능 : 작동중인 룸바를 들어 올리면 멈추고 청소를 마치면 신호음 울리며 스스로 꺼짐(5분간 경고후 자동꺼짐)

표 1 청소로봇의 사양 비교

로봇명	ROOMBA	TRILOBITE	ROBOKING	ROBOCLEANER	CRUBO	OTTORO
청소방식	랜덤방식	랜덤방식	랜덤방식	랜덤방식	매핑방식	오토맵방식
자동충전	X	O	O	O	O	O
집진함	O	O	O	스테이션도 있음	O	O
위치인식	X	X	X	X	O	O
구석청소	O	X	X	X	X	O
흡입력	거의없음	60W	60W	60W	100W	200W
사용센서	적외선 범 퍼	초음파 범 퍼	초음파 적외선 범 퍼	적외선 범 퍼	적외선 범 퍼 비 전	초음파 적외선 범 퍼 비 전
제조사/국명	irobot/미국	Electrolux/ 스웨덴	LG/한국	Karcher/독일	삼성/한국	한울로보틱스 /한국

(3) 주요사양

항목	사양
본체중량	2.8 kg (with battery)
본체크기	직경 34 cm × 높이 8.5 cm
사용시간	60~90분
전원공급	충전방식
충전시간	완전방전시 12~14시간
청소기능	Spot mode S, M, L, Max 청소모드
기타기능	리모콘 벽걸이 보관함(충전 포함)
사용센서	벽걸이 조절센서 범퍼센서
가격	548,000원(VAT포함)



34 cm

Roomba

주요기능
3단계 청소 모드
자동 충전
충전 시 자동 충전

부속품
벽걸이 보관함
충전용 케이블
충전용 벽걸이 보관함
충전용 벽걸이 보관함

가습제 담는
가습제 담는
가습제 담는



그림 2 Roomba의 외관

2.2 로보다임 (한국, 우리기술)

(1) 개요

롬바와 트릴로바이트의 중간정도의 성능과 가격대를 갖는 로봇으로서 우리기술이 개발했다. 청소방법에 있어 일정구역을 나누어서 청소하는 방식을 사용하고 있다.

(2) 주요기능 및 알고리즘

- Smart Navigation Algorithm : 영역 분할 청소로 청소영역을 구역으로 나눠 한 구역씩 청소해 나가는 방식

- 강력한 트윈 브러쉬 : 모양과 재질이 다른 두 개의 브러쉬가 서로 맞물려 회전

- 예약기능

- 장애물감지 및 충돌방지 기능 : 초음파 및 적외선 센서와 범퍼 스위치가 장애물을 감지하여 충돌을 회피 바닥센서가 바닥 높이를 감지하여 추락을 방지

- SPOT청소 기능 : 원하는 곳만 리모컨 조종 후 일정지역 청소

- 자동충전기능

(3) 주요사양

항 목		사 양
크기		113 × 330 × 330 mm (H × W × D)
무게		5 kg
전방센서	초음파	3개
	IR	2개
	범퍼	2개의 Tact 스위치
바닥센서	IR	3개
	흡입모터	70 W
청소	브러쉬	Twin Brush (Rubber 1, Brush 1)
	청소성능	30평 / 60분
	바닥상태	장판, 카펫, 마루 등
배터리	종류	니켈 수소 (Ni-H)
	사용시간	충전 : 2시간, 사용 : 1시간

2.3 트릴로바이트

(1) 개요

삼엽충의 이름과 모양을 본떠 만든 청소로봇으로서 스웨덴의 일렉트로룩스에서 1997년 시제

품을 선 보였다. 초음파를 이용한 거리측정 센서를 내장하여 장애물을 탐지하고 벽을 따라 추종하는 기능이 있다. 유럽, 일본, 한국에서 판매되고 있으며 200만원대의 가격을 형성하고 있다. 자동충전기능을 갖추고 있으며 랜덤방식에 의해 청소하며 청소용 흡입모터로 BLDC를 사용하고 있다. 브러시가 장착되어 있으며 휠서스펜션이 있고 로봇의 청소 구역은 자석띠에 의해 제한하는 방식을 사용하고 있다.

(2) 주요기능 및 알고리즘

- 초음파 탐색 : 60 khz의 초음파발신기와 마이크로수신기 사용
- 자동충전 : 벽면추종중 충전스테이션에 부착된 자석을 감지한 후 충전
- 청소모드 : 트릴로바이트는 보통, 빠르게 및 스팟의 세 가지 청소 프로그램을 가지고 있다.
 - 보통 : 우선 벽을 따라 청소한 후 개방된 장소를 랜덤방식으로 청소한다. 트릴로바이트는 벽을 탐색하면서 구조를 생성하고 청소소에 필요한 시간을 계산하고 랜덤방식으로 청소를 한다.
 - 빠르게 : 벽면은 건너 뛰면서 직접 청소를 독립적으로 수행한다.
 - 스팟 : 약 1m²지역을 두 번씩 청소한다.

(3) 주요사양 [표 2참조]

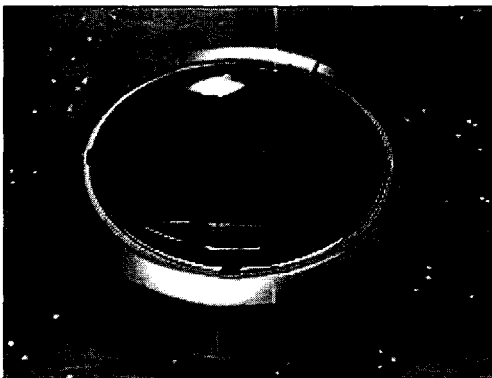


그림 3 청소로봇 로보다임

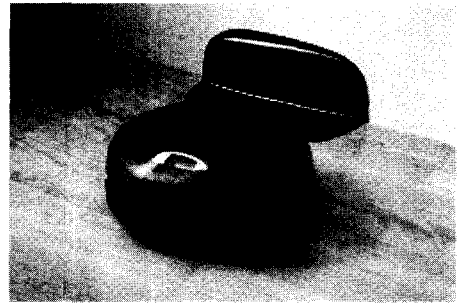


그림 4 일렉트로록스의 청소로봇 트릴로바이트

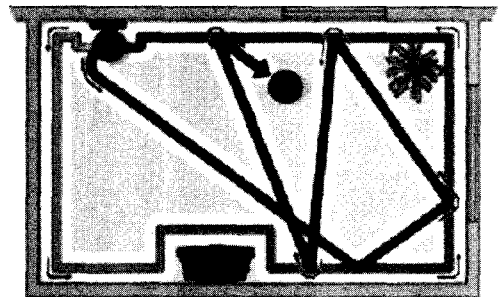


그림 5 트릴로바이트의 랜덤 청소방식

2.4 로보크리너

(1) 개요

카처는 세계 최초의 압력식 세척기 개발을 비롯해서 수십년간 크리닝 시스템분야에서 인정받고 있는 독일의 카처에서 만든 적외선 감지 지능형 로봇청소기이다. 랜덤방식의 청소를 수행하며 주행을 위한 센서로는 적외선을 사용하였으며 에어범퍼와 상단 충돌방지기능이 있는 것이 특징이다. 다른 청소기에 비해 소형이고 충전스테이션에 별도의 흡입장치가 되어 있어 로봇이

표 2 트릴로바이트의 주요사양

로봇		충전기	
항목	사양	항목	사양
직경	350 mm	높이	130 mm
높이	130 mm	폭	160 mm
무게	5 kg	길이	380 mm
소음 수준	약 75 dBA	무게	0.8 kg
전원	약 90 W	입력 전압	AC 230 ~ 240V, 50/60 Hz
속도	최대 0.4 m/sec	출력 전압	최대 DC 28 V
센서	180° 초음파, 범퍼	전원	60 W
집진 용기	1.2리터		
사용시간	약 60 분/회 충전		
배터리	환경 친화형 니켈 금속-수소화물		
충전	약 2시간		

집진한 먼지를 흡입하여 스테이션에 보관하는 것이 가장 큰 특징이다.

(2) 주요기능 및 알고리즘

- 청소시간 선택방식

3시간, 6시간, 9시간. 무제한으로 4가지 자동 청소 프로그램

- 먼지량 확인 방식

청소하는 동안, 흡입구의 광센서가 흡입되는 쓰레기의 양을 지속적으로 확인한다. 만약 더러운 정도가 심하면 4가지 프로그램 중 최적의 프로그램을 자동실행하여 반복해서 청소한다. 이 과정을 통해 깨끗해진 것을 확인한 다음 프로그램에 따라 다른 곳을 청소한다.

- 벽이나 장애물에 닿으면 접촉센서가 이를 감지해 자동으로 방향을 전환한다. 또한, 초소형 컴팩트 사이즈니까 소파나 콘솔 밑은 물론 구석과 모서리까지 깨끗이 청소할 수 있다.

- 쓰레기 비움기능

로봇 내부의 쓰레기 통이 다 차면 방향감지 적외선을 따라 도킹스테이션으로 돌아간 뒤 본체의 대용량 쓰레기 통에 흡입한 쓰레기를 비우고 다시 청소를 계속한다. 본체에 쓰레기를 비우는

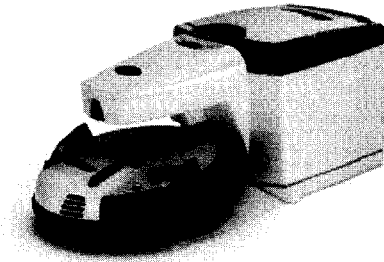


그림 6 카처사의 청소로봇 로보크리너

동안 충전도 자동으로 이루어진다.

- 바닥감지 : 광센서를 사용하여 난간이나 계단을 자동 감지

- 최저 소음 실현 : 저소음 정속 모드 지원

(3) 주요사양

항 목	사 양
크기	28 cm
높이	10.5 cm
무게	2 kg
소음	54 dB/A
장애물인식	적외선 빔
추락방지	광센서 자동인식
먼지통	자동비움

2.5 로보킹

(1) 개요

LG전자의 로보킹은 랜덤방식의 로봇에서 편리성을 위한 리모콘이 추가되었으며 적외선 유도 방식에 의한 자동충전과 리모콘 제어기능이 있다.

(2) 주요기능 및 알고리즘

- 청소방식

청소할 지역의 벽면을 따라 이동하면서 낭떠러지와 장애물을 인식, 충돌 · 추락을 피함과 동시에 가장 효율적인 동선(動線)을 계산해 청소를 실행하며, 청소 완료 후에는 충전기로 자동 복귀

- 예약 청소기능

특히 기존의 외산제품이 예약기능이나 리모컨 제어기능이 없어 사용이 불편 하였던 데 반해 이 제품은 청소기 전원을 리모컨으로 제어하도록 해 사용자 편의성을 극대화 하였으며, 외출 시 정해진 시간에 청소하도록 하는 예약 청소기능을 갖추었다.

- 추락방지 기능 : 적외선 센서에 의해 보조 장비 없이도 추락을 방지

- 정음 청소기능 : 주위 상황을 고려, 조용히 청소하는 기능

(3) 주요사양

항 목	사 양
센서	초음파 (송수신 14조)
충돌시의 감지 범위	추락방지용 : 적외선 4조
자동충전기능	있음(적외선유도방식)
청소모터(흡입력)	60 W급

2.6 크루보

(1) 개요

청소기를 생산하는 삼성광주전자에서 개발한 청소로봇으로 두 가지 형태의 모델이 발표되었다. 카메라를 2개 장착하고 홀로그램 표지를 이용하여 자신의 청소위치를 판단하여 움직이는

방식으로서 랜덤방식과는 한 세대 앞선 청소방식이다.

기존 Random방식은 청소로봇의 위치를 정확하게 파악하지 못한 상태에서 벽면을 따라 움직여가나 벽면에 닿다 반사되어 불규칙하고 무작위적인 청소가 이루어지나 삼성의 방식은 규칙적이고 고른 청소가 가능하다. 천장의 영상을 해석하여 청소로봇의 위치와 방위각을 정확히 인식하고, 인식된 정보를 집안에 일정하게 표시하여 계획적인 청소를 실행한다.

규칙적인 이동방향이 청소 한 곳과 안 한 곳을 정확하게 구분해 주므로 꼼꼼하고 완벽한 청소가 가능하다.

(2) 주요기능 및 알고리즘

- Mapping방식

가정 내 천장에 설치하는 Vision기술을 통해 영상을 해석, 청소로봇의 위치 및 방위각을 정확히 인식하여 지도를 그리듯 규칙적이고 고른 청소가 이루어진다.

- 최적경로 생성으로 빠르고 정확하게!

위치파악이 가능한 Vision 기술의 Mapping방식을 도입한 삼성 청소로봇은 스스로 최적화된 경로를 찾아내어 최소의 시간으로 청소를 완벽하게 끝낸다. 삼성의 청소로봇은 기존 Random 방식인 로봇청소기보다 청소시간을 55%나 단축하므로 깨끗해진 실내공간을 더욱 신속하게 경험할 수 있다.

(20평 기준대비 - Mapping방식 : 25분 / Random방식 : 55분)

- 웹을 통한 모니터링 및 제어기능

외출시 인터넷이 연결된 곳이면 세계 어느 곳에서나 웹기반 제어 기능으로 청소를 지시할 수 있으며, 영상을 통해서 집 안 곳곳을 평소와 다름 없이 세심하게 관리할 수 있다.

- 파워브러쉬 채용

파워브러시의 강력 솔이 바닥과 카펫 위를 쓸어 올리면서 먼지를 제거해 줍니다. 또한 먼지

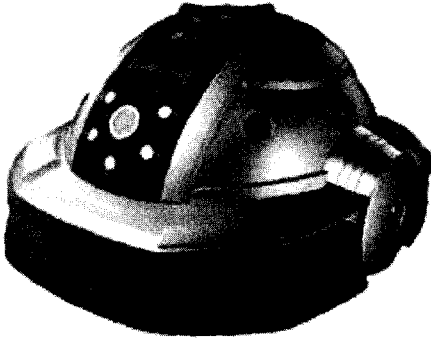


그림 7 로보킹의 외관

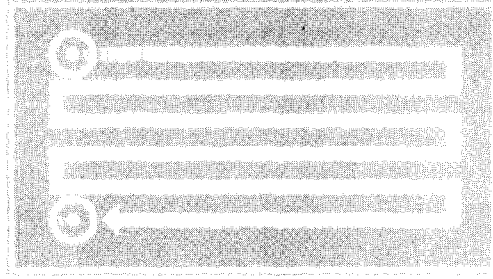


그림 8 매핑 방식에 의한 청소방식

모음 보조 날개가 브러시 주변의 먼지를 안으로 끌어 모아주므로 청소효율을 더욱 높여준다.

- 안전을 위한 센서

12개의 고성능 안전거리 감지센서가 장애물과의 충돌에 대비하며, 3개의 하단거리 감지센서는 추락을 방지한다. 또한 센서가 미처 감지하지 못하는 돌발 상황이 일어날 때에도 전면의 범퍼 스위치가 작동하여 자동으로 동작을 정지한다.

(3) 주요사양

항 목	사 양
로봇 기구 방식	차동식(Differential)
센서	적외선(근접거리측정용), 비전(카메라) 2개, 범퍼
자기위치인식	비전(카메라)
자동충전기능	있음
청소모터(흡입력)	100 W급
청소방식 및 기능	매핑방식, 웹모니터링 및 제어

2.7 오토로

(1) 개요

한울로보틱스의 오토로는 전방향 주행이 가능한 싱크로드라이브 방식의 바퀴구동메커니즘을 가지고 있으며 2대의 카메라와 다수의 초음파를 이용하여 자기위치를 알아서 청소하는 오토맵

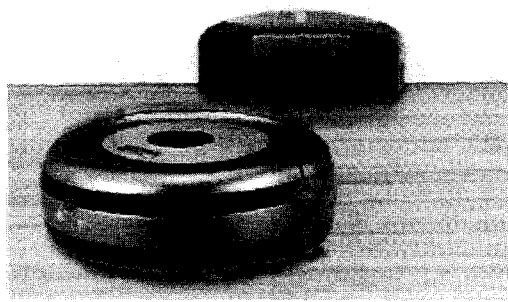


그림 9 삼성의 청소로봇 크루보

방식을 사용하고 있다. 회전하는 톨을 장착하고 있으며 구석청소를 위해 톨이 로봇 밖으로 돌출되어 있다.

(2) 주요기능 및 알고리즘

- 오토맵 청소기능

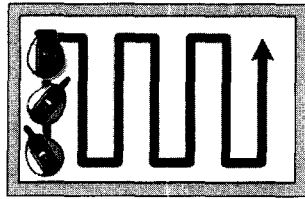
청소로봇이 자기위치를 파악하면서 꼼꼼하게 빠짐없이 청소하는 기능

- 벽면 및 모서리 구석 청소기능

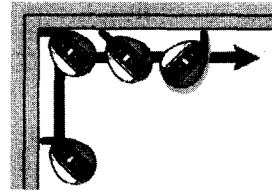
기존 청소로봇과는 다르게 청소흡입 톨이 외부로 돌출되어 있어서 집안에서 먼지가 제일 많이 쌓이는 벽면 및 모서리 청소가 가능하고, 특히 장애물 주변도 깔끔하게 청소가 가능하다.

- 강력한 흡입성능

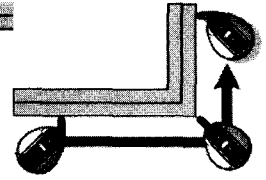
흡입성능은 보통의 청소로봇 (60 W급) 보다 강력한 200 W급의 흡입모터 채용



〈공간 청소〉



〈구석 청소〉



〈모서리 청소〉

그림 10 오토로의 청소방식

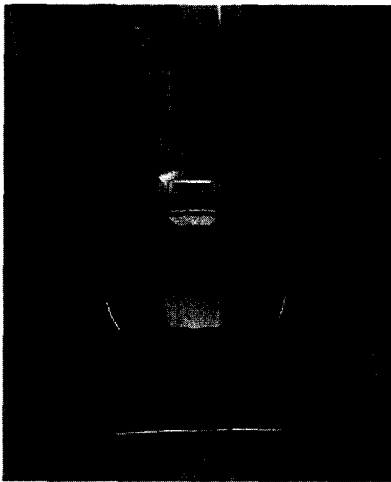



그림 11 오토로의 외관

어서 구석청소가 가능하다. 그 외 영국의 청소기 전문회사인 다이슨에서 현재 시험중인 청소로봇이 있다. 

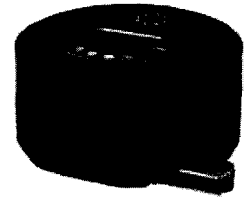


그림 12 히다치의 청소로봇

(3) 주요사양

항 목	사 양
구동방식	동기식
센서	비전센서 2개, 초음파 8조, 범퍼
사용시간	1시간
충전시간	2시간
흡입력	200 W 모터 채용
청소방식	자기위치인식에 의한 오토맵 방식, 구석청소, 스팟청소

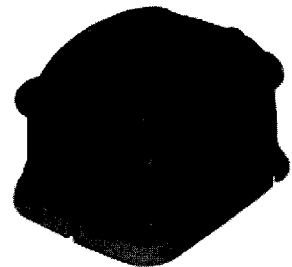


그림 13 마쯔시다의 청소로봇

2.8 기타

마쯔시다, 산요, 히다찌에서 개발된 청소로봇이 있으며 부직표를 사용하는 초저가의 장난감형 로봇이 있다. 특히 히다찌의 청소로봇은 로봇의 몸체부에 좌우로 움직이는 톱이 장착되어 있

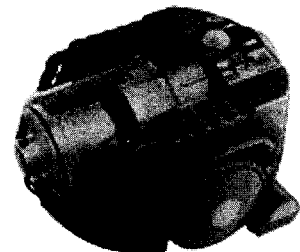


그림 14 다이슨의 DC-06