

# 지능메카트로닉스연구센터 R&D 현황

성 하 경 / 전자부품연구원 지능메카트로닉스연구센터

## 1. 서 론

2000년대를 기점으로 전반에는 가전, 산업기계, 컴퓨터, 영상의 주요부품으로 또, 후반에는 Mobile기기, 디지털정보기기, MEMS, Robotics산업의 핵심 인자로 자리매김하고 있는 소형정밀모터는 산업 전반적 분야의 기반부품으로서 그 중요성이 날로 증가하고 있다. 더욱이, 디지털 산업으로의 전환기를 맞고 있는 최근 들어 소형정밀모터는 산업의 다변화와 멀티미디어기기의 급성장에 기인하여 21C 산업의 중추적 부품으로 그 역할은 매우 높게 평가되어지고 있다.

일본을 중심으로 하는 모터산업의 선진국에서는 신소재 기술 및 반도체 가공기술 등을 이용하여 인체혈관을 통하여 수술이 가능한 로봇과 극 미소량의 힘을 요구하는 마이크로머신 등의 구동 장치용 극소형 모터를 개발하고 있으며, 개개의 업체마다 지속적인 기술개발을 통하여 최첨단 응용분야 산업화를 이루고 있다.

한편, 최근들어 국가 성장동력산업의 하나로 주목받고 있는 지능형로봇 산업은 기계, 전자, 통신 기술을 바탕으로 NT, BT 기술이 집약된 전 산업의 집합체로써, 지능형로봇의 개발과정에서 축적된 기술은 전자, 자동차 등 타 산업 영역에서의 기술경쟁력을 동반 상승시킬 수 있어 기술연계성이 매우 높은 산업으로 그 중요성이 매우 높아지고 있을 뿐만 아니라 관련 부품산업의 폭발적 수요증대를 예견하고 있다.

본고에서는 소형정밀모터 및 지능형 로봇분야의 분야별 기술동향을 개괄하고 관련 R&D 분야의 중추적 역할을 수행하고 있는 전자부품연구원 지능메카트로닉스 연구센터의 연구현황을 기술한다.

## 2. 소형정밀모터 R&D 현황

### 가. 정보기기용 정밀모터

전자정보기기용 소형모터는 고속화, 고정밀화 및 소형·박형화의 기술방향으로 모터개발의 주기가 매우 빠르게 진행되고 있다. 특히, Mobile 영상, 광학기기 등의 급속한 기술발전은 정보입출력 및 저장장치의 분야의 구동모듈 발전을 가속화 시키고 있다. 또한, 디지털 카메라와 카메라 폰의 폭발적 시장성숙에 따라 고해상도 및 소형, Slim화 카메라 모듈의 기술수요는 광학모듈 구동부품의 소형화 기술을 요구하고 있다.

광학모듈의 위치결정용 구동체로는 영구자석형 스테핑모터(PM type Stepping Motor), 보이스코일형 모터(Voice Coil type Motor) 및 초음파 모터(Piezoelectric Ultrasonic Motor) 등이 활용되고 있으며, 그 중에서도 PM형 스테핑 모터는 구조가 간단하여 양산성이 높고 코스트가 낮아 활용성이 높아지고 있다. 그러나, 종래 모델의 경우 구조 및 착자공정적으로 소형화의 난점이 존재한다.

당 연구센터에서는 코일체가 종축으로 위치하고 영

구자석의 외경을 최대한 확대 시킬수 있는 자기회로 구조를 개발하여, 종래 외경 6mm급의 모터 보다 작은 외경 4mm급의 모델을 제작하여 카메라 폰의 위치결정용 모터로써 그 유용성을 보였다 (그림 1, 그림 2).

또한, 당 연구센터에서는 모터의 초소형화의 일환으로 외경 2mm급으로 전자기형 모터 및 유성치차형 감속기를 개발하였다 (그림 3).

본 개발은 전기/전자/기계 분야 등에서 여러 가지 핵심 기술들이 필요한 관계로 전자부품연구원 내부에서도 여러 분야의 연구진들이 개발에 참여하였다. 극소형 모터 기술 분야는 당 연구진들이 담당하였으며, LIGA(Lithographie Galvanoformung Abformung)를 이용한 극소형 기어헤드 제작기술 분야는 나노융합 연구본부의 연구진들이 담당하였다.

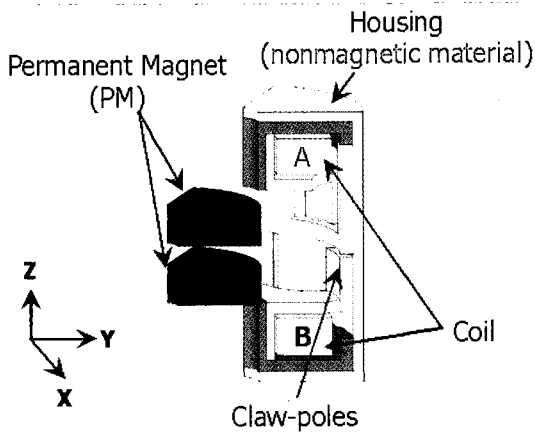


그림 1 신구조 모델도

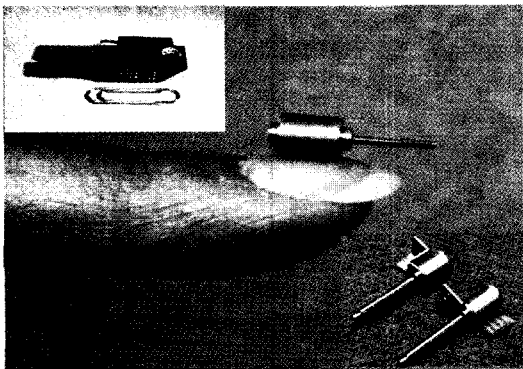


그림 2 외경 4mm급 PM형 스테핑모터

본 모터의 개발을 위하여 전자장 해석을 통한 정밀 모터 설계기술과 고점적 코일체 권선기술, 축계 기술, 소형 고자력 자성체 제작기술 등이 개발되었으며, 기어헤드의 개발을 위해 LIGA 기술과 플라스틱 사출기술이 적용 또는 개발되었다. 또한 모터를 구동하기 위한 Synchronous 방식 및 Sensorless 방식의 드라이버 개발, 매우 작은 토크의 평가를 위한 측정기술 등 본 초소형 모터 시스템의 개발에 필요한 기반기술들의 개발도 함께 이루어졌다.

개발된 모터는 외경 2mm, 길이 5mm (샤프트 제외)의 크기로서 코어리스형 구조를 가지며, Brushless 방식으로 별도의 전자회로에 의하여 구동된다. 함께 개발된 극소형 기어헤드는 유성치차형(Planetary type)으로 설계되었으며, 총 3단의 구성을 통하여 64:1의 감속비를 실현하였다. 이를 통하여 모터부의 작은 토크를 증대 시킴으로써 적용 가능한 분야가 보다 다양해 질수 있을 것으로 기대하고 있다.

#### 나. 로봇용 고출력 BLDC 모터

최근에 청소 로봇용 BLDC 모터를 예시로 엔터테인먼트로봇, 산업용 로봇 및 휴머노이드 로봇에 이르기 까지 구동모듈은 로봇 분야의 핵심적 부품으로 그 기술적 중요성이 매우 높아지고 있다.

로봇용 모터의 핵심적 기술 트렌드는 소형, 고출력화 및 지능, 고정도화를 들 수 있으며, 특히 해외 로봇 생산업체에서는 자사의 로봇시스템에 적합한 모터를 동반 개발하여 장착할 만큼 로봇 액추에이터의 용도 및 활용성의 중요도가 높아지고 있다.

당 연구센터에서는 로봇의 이동모듈 및 Joint 모듈용

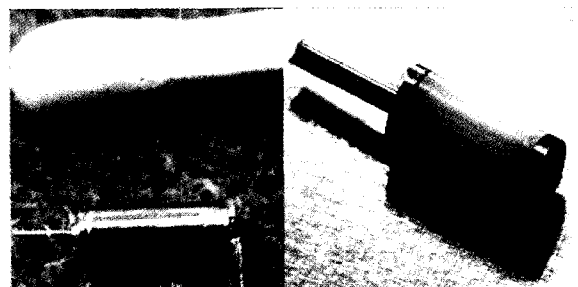


그림 3 최종 조립된 극소형 모터 및 기어헤드

의 BLDC 모터의 기술개발을 수행하였다. 특히, 외경 15mm급의 모터에 감속모듈 및 드라이브가 일체화된 Integrated type BLDC 모터를 개발하였으며, 드라이브 소형화 기술로는 COB(Chip on Board) 공정을 활용하였으며, 감속모듈로는 유성치차형 기어류를 개발하였다(그림 4, 그림 5).

**다. 자동차용 모터**

자동차 산업은 안전성, 편리성, 승차감 등 소비자의 다양한 요구 및 저공해, 친 환경 등의 사회적 요구와 더불어 세계시장의 선점을 위한 새로운 기술 개발에 대한 필요성으로 빠른 발전을 이루고 있는

기술 집약형 산업으로, 최근의 각종 전력전자 및 전기시스템 기술의 발전은 42V 고전압체계로의 기술개발을 유도하고 있다. 차량의 전원 시스템이 42V 체계

로 전환되는 주된 원인은 친환경성, 고안전성 및 편리성의 향상을 위해 지속적으로 증가하는 전력수요에 있으며, 이러한 전력수요의 대부분은 차량 안전, 성능개선, 편의성 향상을 위한 차량 각 부분의 전동화로 인한 것이다. 특히, 편의성 및 환경성의 측면에서 전동화되는 전장부하는 지속적으로 증가하여 14V전원의 한계를 가져와 공급전압의 상승을 통한 전력효율 및 전동부하의 효율증대를 통한 효과적인 이용을 목적으로 42V화 되어지고 있다.

현재의 차량용 전기모터로서 차량에 적용되고 있는 brush DC모터가 정류자와 브러시의 존재로 인해 고효율화에 한계가 있으며, 소음이 크며 내구성의 한계 및 전자기적 잡음이 문제가 되나 이러한 단점들에도 불구하고 좀더 성능이 좋은 brushless DC 모터 등으로의 대체가 이루어지지 못하는 것은 14V 저전압 체계에서는 모터 전류가 상당히 크기 때문에 brushless DC 모터에서는 필수적인 전력용 반도체 소자의 전류용량의 증가로 인한 Cost 증가에 그 주된 원인이 있었다.

당 연구센터에서는 42V 차량용 Fan 구동용 BLDC 모터를 개발하였다(그림 6). 본 연구개발에서는

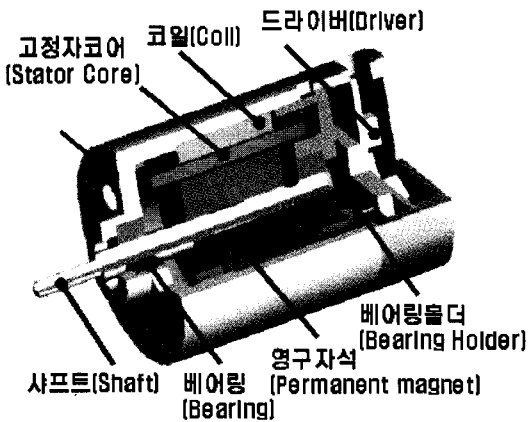


그림 4 Integrated BLDC 모터 구조도

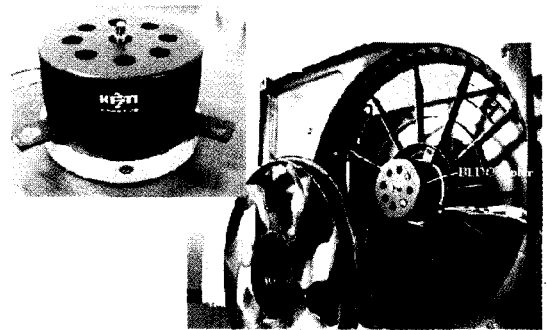


그림 6 Fan 구동용 BLDC 모터

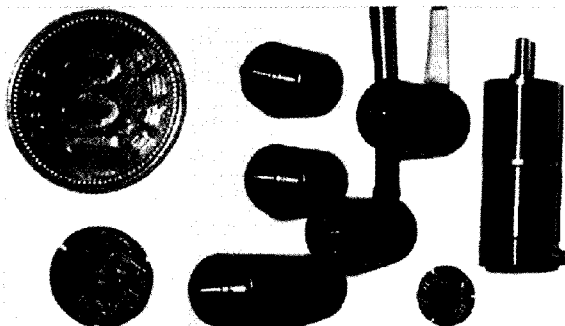


그림 5 외경 15mm급 Integrated BLDC 모터

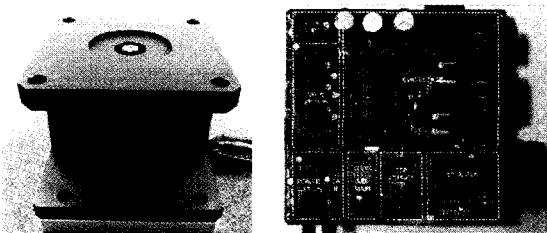


그림 7 EHPS용 BLAC 모터 및 제어기

Commutation torque ripple를 최소화하기 위한 설계기술을 활용하였다.

또한, 차량용 전동부하 메커니즘의 하나인 조향 시스템 분야는 요구동력이 커서 전동화에 따른 차량 성능개선의 효과가 높아 우선적으로 전동화가 필요한 품목으로 지목되고 있다. 즉, 기존의 유압식 조향 시스템은 엔진에 장착되어 구동되므로 차량의 연비를 많이 저하시킨다. 이에 따라, 차량의 연비 저하를 최소화하는 EHPS (Electro-Hydraulic Power Steering), MDPS (Motor Driven Power Steering)등의 개발이 요구되고 있으며, 이러한 연비개선 효과 및 기존의 엔진에 연결된 모듈의 전동화에 따른 패키징 측면에서의 유리함 등으로 국내외적으로 개발 관심이 매우 높다.

당 연구센터에서는 42V 차량 EHPS 시스템 구동용 BLAC 모터에 대한 연구를 수행하고 있다 (그림 7).

특히, IPM(Interior Permanent Magnet) type 모터의 고정자 및 회전자 형상을 최적설계하여 코깅 토크를 감소시키고 릴럭턴스 토크를 키워 모터의 전체적 성능을 증대시키기 위한 설계기술에 주력하고 있다.

### 라. 가정용 고효율 모터

21세기에 들어와서, 에너지 절약은 지구 환경보호, 고유가 및 에너지 소비자원의 한계에 따라 그 중요성이 더욱 강조되고 있으며, 에너지 소비에 따른 환경피해 사례가 증가하고 있어 세계 각국에서 에너지 자원 확보 및 에너지 소비의 효율성 증대를 위한 노력으로 전개되고 있는 실정이다.

국내의 전력사용량 중, 가정용은 16.1% (2003년 기준)를 차지하고 있으며, 가정용 전력량중 냉장고가 25%를 차지하고 있어 가정용 냉장고가 국내 총 소비전력량의 4%를 점유하고 있다 (그림 8, 그림 9).

종래 가전제품은 구조 및 제어가 간단하며 가격적으로 유리한 유도전동기가 많이 채용되었다. 그러나 유도전동기는 원천적으로 낮은 효율이라는 불리한 측면이 있다. 이 때문에 가전기에 채용되는 전동기는 점차 유도전동기에서 BLDC 전동기로 변천하였으며, 최근에는 더욱더 고효율화를 도모하기 위해서, 에어컨, 냉장고 압축기 및 세탁기 구동용으로서 릴럭턴스 토크

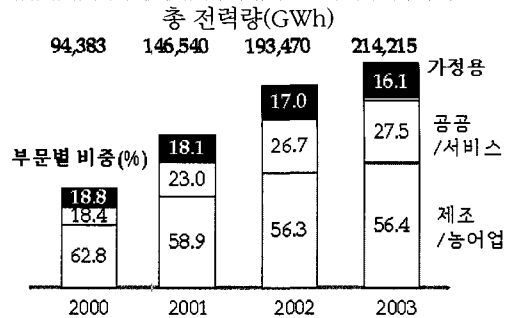


그림 8 국내 전력사용량

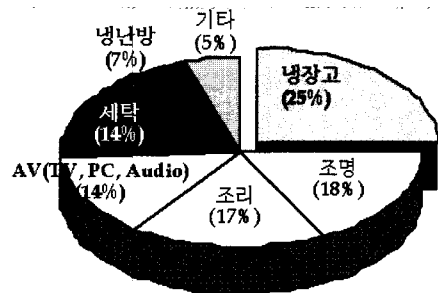


그림 9 가정 내 소비전력

를 추가로 사용할 수 있는 매입형 영구자석 동기전동기가 확대 적용되고 있다.

이에 따라서 당 연구센터에서도 에너지관리공단의 에너지·자원기술개발사업의 일환으로 에너지 소모량이 많은 백색가전기기에서 구동원으로 사용되는 전동기를 고효율화 하기위한 매입형 영구자석 동기전동기 및 제어기 개발과제를 수행하고 있다.

## 3. 지능형 로봇 기술개발 현황

산업·정보화 사회에서 지식기반사회로 발전함에 따라서 지능형 로봇의 패러다임도 노동 대체수단으로서의 전통적 로봇에서 인간친화적인 '지능형 로봇'으로 변화하고 있다 (그림 10). 여기서 '지능형 로봇'이란 외부 환경을 스스로 인식(Perception), 상황판단(Cognition)하여 자율적으로 동작(Mobility & Manipulation) 하는 로봇을 말한다 (그림 11). 지능형 로봇 시장은 향후 반도체·자동차산업 규모 이상으로 성장이 기대되는 융합, 신산업으로 주요 선진국은 로

**산업사회에서 정보화사회를 거쳐 지능기반사회로**



그림 10 로봇 패러다임의 변화



그림 11 지능형 로봇의 분류

봇을 국가전략산업으로 집중 육성하고 있다.

로봇산업의 세계시장규모는 약 72억불(제조업용 50억불, 서비스용 22억불, '04년)이며 국내시장규모는 약 3,500 억원 정도로 세계 6위 수준을 형성하고 있다.

또한, 지능형 로봇 기술은 첨단 신기술의 융합·복합 기술로 타 분야에 미치는 기술적 파급효과가 매우 크고 신기술 산업화를 촉진하는 효과가 있다.

지능형 로봇은 산업용 로봇과는 달리 인간과의 인터랙션(interaction) 및 서비스가 주목적으로 다음과 같이 크게 세 가지 응용 분야 별로 분류 할 수 있다.

- 개인서비스용: 가사지원, 재활보조, 교육
- 전문서비스용: 빌딩서비스, 재난극복, 군사
- 제조업용: 자동차제조, 반도체 제조

아울러, 지능형 로봇의 요소기술은 크게 여섯가지 기술로 분류되고 있다.

- 물체 핸들링 기술
- 이동기술,
- 위치인식 기술
- 환경인식 기술
- 센서/액츄에이터 기술
- 플랫폼 및 통합 기술

여기서는 지능형 로봇의 6대 기술을 중심으로 당 센터에서 보유한 기술 및 연구개발 현황을 기술한다.

**가. 영상기반 자기 위치인식 기술**

지능로봇이 미지의 환경에서 인간과 인터랙션 혹은 서비스를 제공하기 위해서는 자기 위치 인식 기술이 필수적이다. 엔코더와 같은 내부 센서는 진행하면서 오차가 누적되기 때문에 내부센서 정보와 외부환경 센서(카메라, 초음파, IR)를 이용하여 정확하게 로봇의 위치, 포즈를 보정하는 기술이다.

이를 다시 분류하면 인공표식 인식기반 기술과 자연표식 인식 기술로 분류할 수 있다.

로봇이 주행하면서 환경변화(스케일, 로테이션, 어파인, 조명)에 강인하게 대응하기 위해서는 이러한 환경변화에 강인한 영상특징점 추출이 중요하며, DoW (Difference of Wavelet) 기반의 SIFT 특징추출법을 SDK 및 embedded 플랫폼 형태로 개발하여 범용적 사용이 용이하다 (그림 12).

**영상기반 SLAM**

- 전방, 단안 카메라 기반 3차원 정보추출
- 3차원 Map Building
- Localization

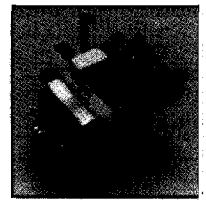


그림 12 영상기반 SLAM Test Bed

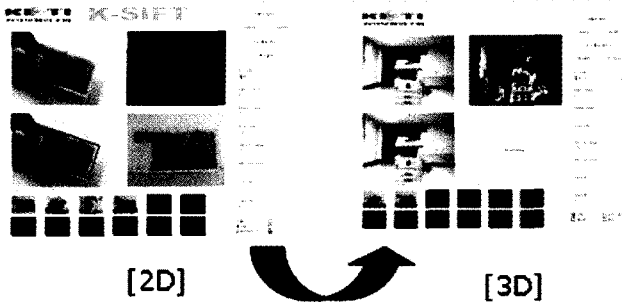


그림 13 2D, 3D 객체 인식

### 부천시 시무식 사회자는 로봇

\* 김영환 기자 (Korea.com)

**1번기**

“미국가 재창 1점만 하였습니다. 자취에 맞춰 따라 히 주십시오.”

경기 부천시의 시무식이 열린 2일 오전 9시 시청 대강당. 단상으로 두번두번 관여 나온 로봇은 “저는 부천을 홍보하기 위해 만들어진 로봇 케보(KEBO)입니다”라고 자신을 소개하고 시무식 사회에 나섰다. 시무식에 참석한 직원 700여명은 로봇 케보의 자취에 따라 ‘국기에 대한 경례’ ‘애국가 제창’ ‘순국선열에 대한 묵념’ 등을 했다. 로봇 케보는 5분 동안 이식 행사를 진행한 뒤 “내머지 사회는 사회자에게 맡기겠다”는 인사를 남기고 초당 30cm의 속도로 ‘여유 있게’ 퇴장했다.

키 137cm, 몸무게 90kg의 로봇 케보는 지난해 8월 개발됐다. ‘근무자인 무한 테크노파크에서 지능형 로봇 전시관을 찾는 관람객을 상대로 부천시 문화와 전통산업 현황을 소개하고, 노래와 음악, 동작 등을 읊조리거나 몸짓과 함께 들려주는 일을 맡고 있다.

윤인상 부천시 공보실장은 “부천 테크노파크 안에는 이라크전 당시 지뢰 밟시운 한 로봇을 개발한 회사 등 로봇개발사 19곳과 전시관, 연구센터 등이 입주해 있다”며 “부천시가 ‘로봇도시’라는 것을 시민들에게 알리고 직원들에게도 로봇에 대한 인식을 새롭게 하고자 시무식 사회를 로봇에게 맡겼다”고 말했다. 부천/김영환 기자 (kyle@korea.com)

\* 부천시 시무식 사회자는 로봇

그림 14 부천시 시무식 기사도

#### 나. 환경인식 기술

로봇이 환경에 존재하는 객체를 인식할 수 있는 환경인식 기술은 HRI (Human Robot Interaction) 구현에 있어 가장 중요한 기술이다.

객체인식 또한 조명 및 환경변화에 민감하기 때문에 환경변화에 강한 특징 추출 및 Outlier 제거 알고리즘개발이 중요하며 다중 3D 모델 Fitting 방법을 이용하여 SDK 형태로 개발되었다 (그림 13).

#### 다. 콘텐츠 텔링 로봇 기술

로봇 IT, BT, NT는 물론 CT(Culture Technology)와의 융합도 가능하다. 당 센터에서는 부천시의 5대 문화사업(만화, 영화, 애니메이션, 필하모닉, 문화축제)을 지원하고 로봇공동연구센터내의 로봇파크에서 안내용으로 활용하기 위하여 ‘디지털 콘텐츠 텔링 로봇(KEBO)’을 개발하였다

전시장 안내용으로 최적화된 소형, 경량 4자유도 Arm 메커니즘과 인공표식 없이 사용자의 모션을 캡처 할 수 있는 기능, 콘텐츠 인터랙션을 위한 음성인식 및 합성 엔진을 탑재하였으며, 주요사양은 아래와 같다.

##### [주요 Spec]

- 크기(mm) : 1300(높이)×600(Arm)
- 무게 : 60 Kg
- Payload : 20 Kg
- 주요센서 : 카메라, 초음파, IR

개발된 로봇은 2007년 1월2일 부천시 시무식에서 사회자를 대신하여 시무식을 진행하여 호평을 받았다 (그림 14).

#### 라. 가사도우미용 모바일 로봇

청소로봇의 경우 대표적인 지능형 로봇 상용화 제품으로 인식되고 있고 그 뒤를 이어서 가정 내 가사를 지원할 수 있는 로봇의 필요성이 대두되고 있다.

가정 내 가사지원을 위한 실시간 가사 구성물 인식 및 학습기술, 가정환경 인식을 위한 Landmark 추출 및 위치인식 모듈, 가사 구성물 충돌 회피 및 자율주행 기술로 구성되어 있다.

## 4. 센터원 소개 및 맺음말

2001년 부천 테크노파크 첨단연구단지에 입주하여 국내 소형정밀모터 및 로봇 분야의 R&D 기술개발을 수행중인 당 연구센터는 현재 14명의 정규인력과 11명의 위촉연구원으로 구성되어 기술개발을 수행하고 있

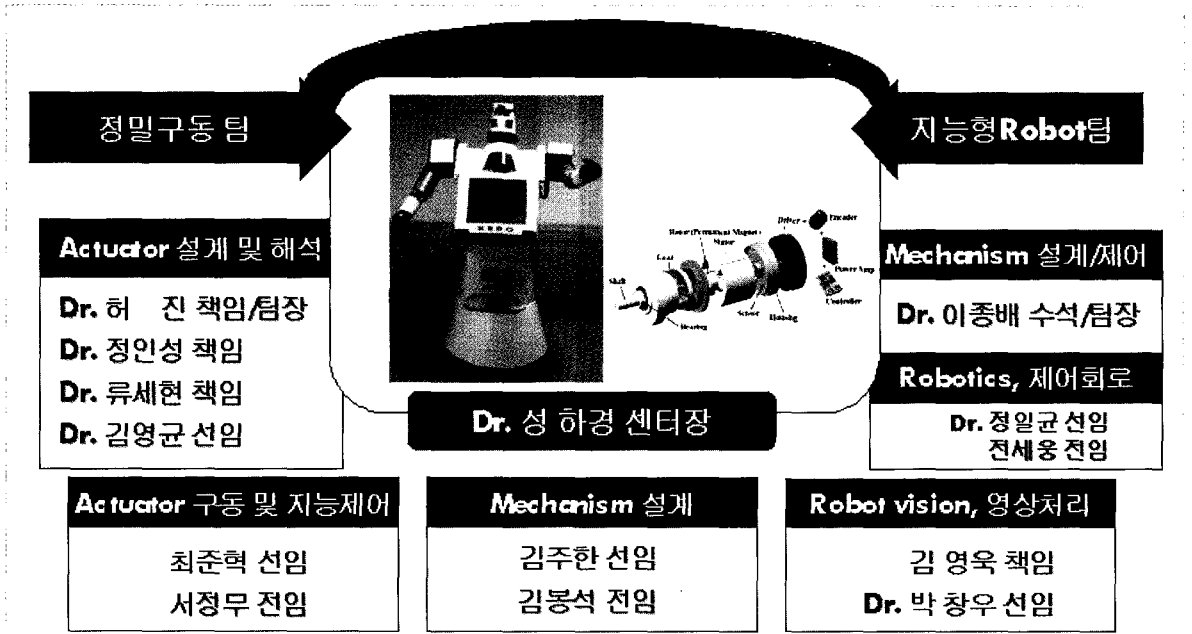


그림 15 지능메카트로닉스연구센터 조직도

다 (그림 15). R&D 기술개발 외에 산업기술기반조성 사업의 일환으로서 '소형모터공동연구센터' 및 '로봇 공동연구센터' 구축을 통한 업체 애로기술지원을 수행하고 있으며, 또한 2006년 9월을 시작점으로 한국부품소재산업진흥원을 주관으로 한 '부천부품소재기술 개발지원센터 구축' 사업에 공동수행의 역할을 담당하

고 있다. 이를 통하여 부천관내 부품소재 기업의 기술 개발지원을 주도함으로써 지역산업의 기술집적화를 도모하고 있다.

앞으로도 끊임없는 노력과 기업지원을 위한 전문적 일꾼으로서 국가 R&D 기술선도를 주도해 나갈 것이다.