

# 동역학 및 제어부문

최 연 선 · 부문의장(성균관대학교, 교수)

\_e-mail : yschoi@yurim.skku.ac.kr

이 글에서는 동역학, 기구학, 차량공학, 진동·소음, 제어, 로봇공학, 계측 등 동역학 및 제어 분야의 2007년도 한 해 동안의 연구 동향에 대해 소개한다.

## 동역학

2007년도 동역학 분야에서는 그동안 많은 연구가 진행되어왔던 다물체 동역학 분야에서 유연체 및 유체 상호작용을 효과적으로 모델링하여 초소형 다물체의 운동에 대한 연구가 돋보였다. 매해 동역학 분야의 중심은 다물체 동역학 분야 연구들이 주로 많은 부분을 차지하였듯이 2007년도에도 이 분야의 논문들이 많이 실렸으며 특히 예년에 비해 고속철도와 차량에 대한 논문의 수가 증가하였다. 또한 이 들 이외에 접촉 마찰, 유연 다물체 동역학, 에너지 기반 모델링 및 수치해석, 로봇틱스, 메카트로닉스를 비롯한 인체 모델링의 바이오 응용 등의 연구가 진행 되었다. 유연 다물체 동역학 연구에서는 종이 및 벨트

등을 비롯한 유연체의 모델링과 그 수치해석 분야 연구들이 소개되었으며 예년에 주로 수행되었던 유연체 케이블의 수명 예측에 관련된 연구가 한층 발전되었다. 로봇틱스와 메카트로닉스 분야의 동역학 응용은 휴머노이드 로봇 및 다족형 견마 로봇의 모델링과 그 동역학적 해석이 효과적인 제어 알고리즘 설계에 기반이 될 수 있는 시도가 있었으며 국방로봇의 스키드 조향, 군용탱크의 트랙요소를 포함한 다물체 탱크모델의 예견제어, 험지 극복 무인차량 메커니즘에 관한 연구가 진행되었다. 또한 MR유체 현가장치의 승차감 시뮬레이션 등 제어의 대상을 보다 정교한 다물체 모델로 구성하여 시뮬레이션을 수행한 연구들이 진행되었다. 모델링 및 수치해석 연구는 예년과 같이

주로 강인한 수치적분에 관련된 미분 대수 방정식의 효과적인 해법에 관한 연구들이 주류를 이루었으며 인체역학응용 분야에서는 주로 인체 모델과 실제 보행자의 보행 측정을 이용한 인공 관절의 강도 및 수명 예측에 관한 연구가 있었다. 실시간 동역학 분야는 주로 차량 시스템의 실시간 해석을 위한 연구가 제시되었다. 앞에서 언급되었듯이 다물체 동역학 분야의 최근 새로운 시도는 유연체 모델과 유체의 상호작용에 관한 연구가 많이 발전되고 있으며 그 정확도가 많이 향상 되었다는 것이다. 최근에는 병렬처리 기법을 도입한 유연체와 유체의 상호작용 해석 기법을 이용한 소음 및 진동 연구가 활발히 진행되고 있으며 여기에 최적화 기법을 도입, 향후 차량설계 및 고속전철

분야의 차량, 선로, 교량 설계 등에 많은 연구가 활성화될 것으로 기대된다.

(구자춘, 성균관대학교)

## 기구학

2007년도 기구학 및 그 응용 분야의 연구 동향을 살펴보면 논문수는 많지 않지만 병렬형 구동 메커니즘과 다물체 등의 설계/해석 기법으로 나누어 볼 수 있다.

먼저, 병렬형 구동 메커니즘 분야에서는 미소 작업물을 조작/가공하기 위한 마이크로-나노 로봇에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 그러나 마이크로-나노 크기의 작업물을 높은 정밀도로 구동하기 위해서는 기존 산업 로봇과 달리 링크들을 특수하게 연결하거나 또는 관절 역할을 수행하는 컴플라이언스 메커니즘을 채택할 수 있다. 컴플라이언스 메커니즘의 주요 요소에는 Flexure hinge joint, Cross strip joint, Leaf spring 그리고 Flexure pin 등이 다양하게 적용되고 있으며, 특히 여기에 사용되는 힌지는 재료의 탄성을 이용하는 방식으로 설계되었다. 이 구조의 특징은 힌지부의 미세한 탄성변형을 이용하기 때문에 마찰이나 백 래시(back lash)에 의한 누적오차가 적어 정밀도가 매우 우수하다는 특징이 있다.

한편, 병렬구동을 이용한 기존의 보행로봇은 베이스와 플랫폼

의 위치와 자세를 제어함으로써 불규칙한 지형에서도 걸을 수 있으나, 관절이 없는 고정다리로 인하여 발이 디딜 위치가 제한되므로 이동성과 지형 적응성이 떨어진다. 이를 해결하기 위하여 병렬 기구의 능수능란성과 안정성을 이용해 병렬 기구 보행로봇(PWR; Parallel Walking Robot)을 개발하였으며, 적은 자유도로 불규칙한 지형을 걸을 수 있고, 넓은 공간에서 베이스를 지지하므로 안정성이 높다는 특징이 있다.

기구학적 설계/해석 분야에서는 다물체 동역학(multibody dynamics)에 대한 범용 해석이 가능한 기존의 프로그램에 있어서 대상물체의 고속화 및 경량화 추세로 인해 탄성효과(Flexible effect)를 고려해야 할 필요성이 증대되었다. 이에 따라 탄성 효과를 고려한 유연 다물체 운동 방정식을 유도하였으며, 이에 기초하여 MATLAB을 이용한 해석 프로그램을 개발하였다. 상용 유한요소해석 프로그램인 ANSYS를 이용하여 요소의 강성행렬과 질량행렬, 진동모드를 출력하였으며, 프로그램 해석 결과의 검증을 위해 이론해 및 상용 동역학 프로그램인 ADAMS와 결과를 비교하였다.

해체 장비용 햅틱장치의 설계에 있어서는 건축물의 리모델링 또는 해체 과정의 안전성 개선을 위한 원격 조종 장치가 연구되었

다. 그동안 3D 모델링 시뮬레이션, phantom 햅틱 제어, 수중 굴착기의 햅틱장치 및 공압 로봇에 의한 제어시스템이 개발되었으나, 본 연구에서는 굴착기의 각 링크가 가지고 있는 자유도를 그대로 반영하여 3차원으로 원격 조종할 수 있는 장치를 연구하였다. 보다 구체적으로는 안전한 굴착기 조종을 위한 햅틱장치를 설계하고 동시에 조종 대상인 굴착기의 기구학 모델링을 수행하였으며, 이를 바탕으로 햅틱 조종장치와 굴착기의 연동에 관한 기본적인 변환관계를 정립하였다.

최근 MEMS와 마이크로-나노 분야에 대한 연구가 활발히 진행되면서, 향후에는 MEMS 구동기의 기구학적 모델링과 이에 대한 최적화 설계가 필요할 것으로 생각된다. 예를 들어, arch-shaped leaf spring을 이용한 Bi-stable 메커니즘은 작동 범위 내에서 두개의 안정한 위치를 가지므로 외부의 전원공급이 차단되더라도 현재의 위치를 유지할 수 있다는 장점이 있다. 이것은 bi-stable 구동기에 저장된 입력에너지가 변위이동을 하면서 다시 방출되기 때문으로, 높은 에너지 효율과 함께 외란에 대해 우수한 위치정밀도를 가지고 있어 optical 스위치, RF 스위치 및 마이크로 릴레이용 구동기로 많이 응용될 수 있다.

(이종현, 광주과기원)

## 차량공학

자동차 분야의 연구에서는 2007년에 이어 지속적으로 지능형자동차와 친환경자동차 분야의 연구가 지속되었다.

지능형자동차 분야에서는 차량 전복 및 차선 유지, 충돌 회피에 관한 차량 안정성 향상 방안에 대해 HILS를 통하여 검증한 논문이 많이 발표되었다. 차량 전복 관련 연구는 차량의 전복위험성을 정량적으로 판단할 수 있는 전복위험지수(Rollover index)를 기반으로 하여 차량의 전복을 방지하는 통합새시제어기 개발 관련연구가 진행되었다. 또한 차량의 롤각과 롤 각속도를 추정하기 위하여 차량의 질량 변화에 강건한 롤 상태 추정기를 제안한 연구도 돋보였다. 이 밖에도 운전자의 주행 데이터로부터 운전자의 일반적인 주행특성에 대해 분석하고, 전체 구간 주행 및 충돌 회피 제어 알고리즘을 HILS (Hardware in the loop simulation)를 이용하여 검증한 연구가 진행되었다.

HILS를 통한 제어기 검증에 관한 연구뿐만 아니라, HILS를 위한 정확하면서도 효과적인 차량 모델링 기법 개발도 지속적으로 연구되었다. 이 분야의 연구로는 운전자 조향모델이 실제 운전자와 비슷한 조향 거동 특성을 가짐을 검증하는 연구들이 진행되었고, HILS를 위한 정교한 실시

간 차량 모델개발에 관하여는 부분시스템 합성방법에 의한 다물체 차량모델에 준정적 방법을 이용하여 부시 컴플라이언스 효과를 고려하는 연구도 진행되었다.

다양한 차량 센서로부터의 정보를 이용하여 차량의 상태를 제어하는 ABS(Anti-Lock Brake System), TCS(Traction Control System), ESC(Electronic Stability Control), AFS(Active Front Steering), ECS(Electric Stability Control) 등 다양한 제어기 개발 및 이러한 제어 시스템을 통합하는 데 필요한 각종 통합 제어 기술에 관한 연구가 진행되었다. AFS와 ESC의 통합에 관한 연구가 진행되었고, ESC, AFS와 AGCS(Active Geometry Control Suspension)를 이용한 사시 통합 제어 시스템 설계 및 TCS와 ESP를 이용한 사시통합제어시스템 설계에 관한 연구도 진행되었다. 또한 이러한 사시 통합 제어를 고려한 사시시스템의 최적설계에 관한 논문도 발표되었다.

친환경자동차 분야에서는 하이브리드 및 연료전지 자동차의 제동성능에 관한 연구뿐만 아니라 이와 연계된 회생제동에 관한 연구 논문이 발표되었다. 연료전지 차량의 핵심 기술인 회생제동 알고리즘 개발을 위한 연료전지 차량 시뮬레이터를 바탕으로 하여 연비 등의 성능을 검증할 수 있는 환경구축 관련 연구가 진행되

었다. 그리고 이를 이용하여 제동력 분배를 고려하여 회생제동 성능을 향상시킬 수 있는 brake control 로직도 개발되었다. 앞서 기술한 HILS의 활용은 하이브리드 자동차의 제동성능에 관한 연구에서도 활용되었다. EMB(Electro-Mechanical Brake)의 제동성능을 고찰하기 위하여 EMB 테스트 벤치를 사용한 하이브리드 자동차 성능 시뮬레이터 개발연구가 진행되었다.

이 밖에도 차량 공학 분야에서는 운전자의 편의를 위한 텔레매틱스, 자동 주행 및 주차, 안전운전 관리시스템 등 다양한 시스템 개발도 활발히 진행되고 있다. 이와 같이 차량공학 분야에서는 미래형 자동차에 관련된 연구가 지속되고 있으며, 이러한 추세는 향후 몇 년간 지속될 것으로 보인다. (김성수, 충남대학교)

## 진동·소음

진동분야에 관련된 많은 연구 논문들이 발표되었다. 가장 큰 비중을 차지한 분야는 진동현상에 대한 모델링과 해석방법에 관한 연구로서 대체로 평판에 대한 진동과 보/파이프/축 등 1차원 구조물에 대한 연구로 구분된다. 먼저, 평판에 대한 연구로는 구멍이 있는 평판을 독립좌표연성을 이용한 해석과 꼭지점에서의 응력 집중을 고려한 임의의 다각 형상 평판 해석, 급수함수를 이용한 임

의형상 평판 진동 해석 등이 발표되었다. 1차원구조물에 대한 연구로는 미분변환법에 의한 회전 외팔보해석, Ritz법에 의한 비균일 단면외팔보해석, 유체유동이 있는 파이프에 크랙 등 여러 가지 조건에서의 진동 모델링 및 해석, 이동질량과 압축하중을 받는 티모셴코 회전축 해석, 보 전체에 열린 균열을 갖는 외팔보 모델링, 파동 유도 봉의 진동 전달 특성 분석 등 진동해법이나 특이조건 하의 진동현상 규명을 위한 논문들이 많이 발표되었다.

실제 시스템에서의 진동현상에 대한 실험이나 모델링 및 해석에 대한 연구결과 또한 많이 발표되었는데, 구동 중인 자동차 배기계 진동특성 연구, 곡선부 통과 차량 진동특성 연구, 지게차의 진동원인 규명 및 진동감소 대책 수립 등 차량에 관련된 진동분야와 내부모델원리를 이용한 정보저장기 디스크 진동, 축소유한요소 모델을 이용한 하드디스크 진동해석 등 정보기기에 관련된 진동해석 분야, 그리고 상판 위 질량에 의해 가진되는 공압제진대 해석, 직교스프링에 의해 지지 강제 진동 설계 등 제진 분야에 대한 연구결과들이 발표되었다. 이 밖에도 대형구조물의 진동해석이나 진동특성을 이용한 구조물 진단, 균열진단을 위한 센서위치결정 방법 등 구조물의 진동해석이나 진단에 관련된 논문도 발표되었다.

소음분야에서는 유동소음 발생

해석과 소음기 유동 해석에 관한 논문이 발표되었다. 전산유체해석 분야에서 모델의 정확성이 증가하고 크기에 대한 제한이 없어지면서 복잡한 형상을 갖는 대상으로 적용이 확장되고 있다. 전산유체해석 방법을 활용하여 유동소음 발생 특성 예측에 관한 다양한 시도들의 하나로 저마하수 난류에 의한 소음 발생의 효율적 해석을 위해 유동장과 소음장 해석을 분리하는 하이브리드 방법이 제안되었다. 이 수치해석 방법을 이용하여 원형 실린더와 평판위를 지나는 유동의 난류에 의한 소음 해석 결과가 측정치와의 비교 분석을 통해 소음 레벨 및 스펙트럼 특성의 정확한 예측성을 검증하였다. 전차포 사격 시 발생하는 소음 저감을 위해 장착하는 소음기의 유동 해석에 대한 연구에서는 여러 개의 배플로 이루어진 복잡한 형상의 소음기를 수치해석을 통해 폭발 유동장을 분석하였고 이를 통해 소음 발생 메커니즘을 분석하였다.

2007년 발표된 논문들을 종합적으로 보면 전통적인 진동연구 분야에 관련된 논문이 많았으며 2006년과는 달리 Nano/MEMS 분야의 논문 등 신기술관련 논문이 없었다. 최근 연구가 융합화되는 추세임을 감안할 때 BT, NT 등과 관련된 진동연구들이 활성화되기를 기대해 본다.

(왕세명, 광주과기원)

## 제 어

최근 제어 분야의 세계적인 연구 동향은 이론 분야에서의 지속적인 발전 및 다양한 분야의 실제적 문제에 대한 기존 이론의 적용이라 할 수 있다. 먼저 제어 이론 분야를 살펴보면, 실제 시스템에 성공적으로 적용되어 그 성능을 인정받은 수동화 기반 제어, 슬라이딩 모드 제어, 그리고 적응 제어를 개량하는 연구가 지속적으로 수행되고 있다. 2000년에 발표된 기초연구 결과를 시작으로 다양한 시스템에 적용되고 있는 유한시간 안정화기법(Finite-time stabilization)도 간과할 수 없다. 그 중에서도 특히 주목 받고 있는 연구 분야로는 스위칭 시스템을 들 수 있는데, 이 분야는 다개체 시스템에 대한 연구나 새로운 제어기법을 개발하는 데 응용된다. 최근 수년간 개최되었던 제어분야 학회들에서 관련 분야의 세션이 증가하고 있다는 점을 통해서도 이러한 동향을 쉽게 확인할 수 있다. 제어이론 분야와 관련해 언급할 만한 특징이 있다면, 여러 분야의 학문을 융합시키는 형태의 연구가 활발히 수행되고 있다는 점이다. E. Sontag, S. Morse 등의 세계적인 연구자들이 최근 관심을 보이고 있는 시스템 생물학 분야가 그 중 하나일 것이다. 향후 이 분야는 급속히 발전해갈 것으로 예상되므로, 학제간 융합 연구가 상대적으

로 미흡한 국내에서는 이런 흐름을 따라잡기 위한 연구자들의 활발한 소통 및 교류가 절실하다.

기존 연구들이 주로 개별 시스템에 대한 제어기법에 초점을 맞추었다면, 최근에는 다개체 시스템에 대한 연구가 무인항공기, 로봇틱스를 중심으로 활발히 진행되고 있다. 협조제어(cooperative control), 동기화(synchronization), 대열제어(formation control) 등으로 불리는 이 주제들은, 제어/시스템 분야와는 전혀 다른 분야에서 개발된 개념/방법론들과 기존의 제어/시스템 이론을 함께 적용하는 것이 필수적이라는 사실을 그 특징으로 꼽을 수 있다. 즉, 각 개체간의 연결 관계(흔히 그래프 이론을 이용한 정보 흐름)를 제어 문제와 효과적으로 융합시키는 것이 주된 과제인 것이다. 이 연구 분야에 대한 열기는, 2007년 12월에 미국에서 개최되었던 Conference on Decision and Control에서 이 분야와 관련된 세션이 10여 개에 달했다는 사실만으로도 짐작할 수 있다. 이 분야의 연구 결과가 차량의 군집제어, 이동 센서 네트워크(Mobile sensor network) 등 다양한 분야에 적용 가능하다는 점에서 볼 때, 향후 국내에서도 활발한 연구가 기대된다. 또한, 국내 기계공학 분야에서 차량에 관한 제어 연구가 활발한 점을 고려한다면 2007년 미국에서 열린 Ameri-

can Control Conference의 성과 역시 주목할 만하다. 이 학회에서는 차량제어에 관련된 세션이 4개에 이를 정도로 다수의 연구결과가 발표되었는데, 특히를 방향의 자세추정기 설계, 강인한 롤오버(rollover) 방지 제어기법 등에 관해서는 국내에서도 2007년에 유사한 주제의 연구들이 수행되었던 바가 있으므로 비교 연구가 필요할 것으로 생각된다.

국내 제어분야의 경우에는, 차량의 안전성/성능 향상, 로봇시스템의 제어, 유공압 시스템의 제어 등이 지난해 연구 동향의 주된 흐름이었다고 볼 수 있다. 차량의 안전성/성능 향상 면에서, 안전성 향상을 위한 연구로는 차량의 횡방향 안전성 향상을 위한 제어 기술, 지능형 자율주행 제어 알고리즘 개발 등이 발표되었으며, 성능 향상과 관련된 연구로는 시간 지연 제어기법을 이용한 능동 현가장치 시스템 연구, MR댐퍼 반 능동 현가장치의 제어 연구가 발표되었다. 특히, 자동차의 롤(roll) 상태를 추정하는 연구에서는 적응 관측기 기법을 이용하여 차량의 질량을 추정함으로써 질량 변화에 강인한 상태 관측기를 설계하였다.

로봇 시스템에 관해서는 실버로봇의 하이브리드 제어, 유연한 관절을 갖는 로봇의 제어, 그리고 다관절 로봇용 고속 제어보드 개발 및 제어 등의 연구가 발표되

었다. 특히, 인간과의 소통을 염두에 둔 각종 기술이 개발되고 있는데, 인간-로봇 협업을 위한 제어, 재활로봇, 실버로봇 등의 개발에서 임피던스 제어, 원격조작 제어 등이 주된 연구 분야였다. 이 중 인간-로봇 협업을 위한 제어기술에서는, 임피던스 파라미터와 힘 증폭비 변화에 따른 영향을 효과적으로 분석함으로써 건설현장에서 인간과 로봇이 중량물을 함께 다루는 작업을 위한 제어기를 실용화 수준으로까지 개발했다는 점이 눈길을 끈다.

유공압 시스템에 관한 연구로는 공기압 실린더의 위치제어, 유압 로드 시뮬레이터 힘제어기 설계, 건설기계에서 사용되는 휠 로더용 폐회로형 부하 감응 제어 시스템의 특성 해석 등을 들 수 있겠다. 그 밖에 스위칭 제어 기법을 이용하여 2축의 공압 인공근육을 갖는 머니퓰레이터를 제어하고 그 성능을 실험적으로 검증하는 연구 또한 수행되었다.

제어분야에서 나타나는 최근의 세계적인 연구동향이 기존 연구 결과들을 체계적으로 통합하고(하이브리드 제어 기법), 그 대상 시스템도 다개체로 확장되어 가는 경향(대열제어, 동기화)을 보인다면, 국내의 연구들의 중점적인 연구 대상은 각종 기술의 성능을 향상시키고 각 개체에 대한 시스템 통합이나 알고리즘 개발이라는 점이 명확하다. 또한, 차량과 로봇틱스 분야의 국내 연구자들

이 펼쳐고 있는 활발한 연구 활동을 고려해 본다면 다개체 시스템에 대한 각종 연구가 조만간 새로운 주류 연구 분야로 자리매김할 것으로 예상된다.

(송재복, 고려대학교)

## 로봇공학

로봇공학 분야는 최근 몇 년간 IT기술의 비약적인 발전과 컴퓨터/디지털 장비를 이용한 시각과 촉각, 음성 인식 기능의 빠른 발전 속도에 힘입어, 산업용 로봇보다는 좀더 지능의 비중이 높은 비산업용 로봇 즉, 서비스 로봇과 필드 및 특수목적용 로봇 분야에서 활발한 연구가 수행되고 있다. 이러한 추세는 올해에도 지속되고 있는데, 서비스로봇 분야에 있어서 사람과의 직접적인 관계가 요구되는 노약자, 장애인들의 복지, 재활을 위한 실버, 환자보조용 로봇, 원격수술과 같은 의료로봇 분야에 대한 연구가 지속적으로 수행되고 있고, 또한 사람을 직접적인 대상으로 하지 않으나 사람의 활동을 보조하는 청소로봇, 경비용 로봇, 사무용 로봇, 휴머노이드, 엔터테인먼트 로봇 등의 관련 연구는 이미 세계적인 추세이다. 서비스로봇 분야 외에, 극한 환경에서 사람을 대신에 작업하는 용도로 사용되는 필드(field) 및 특수목적용 로봇 분야인 원자력, 국방용, 방재용, 건설용, 조선용, 해저작업용, 항공우주용 로봇 관련

연구에 대한 성과도 지속적으로 보고되고 있다. 특히, 서비스 로봇 분야 중 청소로봇, 엔터테인먼트 로봇 등은 학문적인 수준으로 볼 때는 아직 그 기능이 미비하지만, 세계적으로 이미 대중적인 실용화에 한발 더 진전한듯한 양상을 보이고 있다. Honda, Sony, NEC, Matsushita, Mitsubishi, Omron 등의 일본 대기업들과 삼성전자, 삼성전기, LG전자, 현대중공업, 로템, 노틸러스호성, SK 텔레콤, KT 등의 국내 대기업도 서비스로봇 분야에 참여하고 있고, 마이크로소프트사가 최근 로봇개발사와 파트너십 및 개발자 콘테스트인 로보챔프 개최계획을 발표하고, 로봇개발자용 플랫폼인 MS Robotics Developer Studio 2008 발표를 앞두고 있는 것을 고려해본다면 수년 내에 동 분야 시장은 폭발적으로 활성화될 것으로 예측된다.

지난 한 해의 국내외 로봇 관련 학회지, 학술회의의 논문의 발표 성향을 보더라도 이러한 서비스 로봇에 관한 연구 경향은 반영되고 있다. 전통적인 로봇공학 관련 분야인 위치추정(localization), 비전, 센서 융합(sensor fusion), 슬램(SLAM), 인식(recognition) 등의 로봇운용을 위한 기초이론 연구논문은 여전히 주류를 이루고 있지만, 실제 생활에서 서비스하게 될 로봇 어플리케이션 개발, 실사용자

(end-user)를 위한 활용과 관련한 연구가 눈에 띄게 증가하고 있다. 특히 주목할 만한 서비스로봇분야는 휴머노이드를 들 수 있다. 몸 전체 동작을 이용한 동작장애물 회피, 아이처럼 두발을 손에 짚고 다니는 동작의 구현, 사람처럼 자연스럽게 음악에 맞춰 춤추는 것을 구현하기도 하고, 팔, 다리, 허리 등 운동기관 모두를 이용하여 효율적으로 무거운 물체를 들거나 사람을 들어 안는 동작까지 한다. 이제는 단순히 보행하는 정도를 넘어 사람과 같이 모든 신체의 운동기관을 자연스럽게 이용하는 수준에 거의 이른 듯하다. 이러한 휴머노이드의 운동특성보다 더 주목할 만한 것은 이제 휴머노이드를 이용한 활용 측면에 초점이 맞춰지고 있다는 점이다. 예를 들어, 휴머노이드를 이용한 인식, 휴머노이드를 이용한 매니퓰레이션(manipulation), 휴머노이드를 이용한 인간과의 상호작용 등 많은 로봇 관련 분야가 휴머노이드가 마치 연산작업을 위해 컴퓨터를 활용하듯이, 어떤 주제를 다루기 위한 틀로서 사용되고 있다. 이를 증명하듯 국제적으로 저명한 ICRA, IROS, ICAR, CASE, ROMAN 등의 국제학술대회의 많은 세션(session)이 휴머노이드를 직접적으로 다루는 주제가 아님에도 불구하고 다양한 분야의 세션에 휴머노이드가 등장하고 있다.

서비스 로봇과 더불어 필드 및

특수목적용 로봇에 관한 연구의 주목할 만한 것은 다개체로봇(multi-robot), 군집로봇(swarm robot)의 협동 작업을 통한 임무 완수에 관한 주제가 많다는 것이다. 이것은 필드로봇 분야의 극한 작업이나 군사용 임무는 다수를 이용한 공동작업에 의해 수행되는 경우가 많기 때문이라고 유추해 볼 수 있다. 기존에는 단순히 바퀴형 로봇을 이용한 군집로봇에 관한 연구가 진행되었으나, 최근 들어서는 군집로봇개체는 이족보행, 다족보행로봇 등의 구동 메커니즘과 평탄지형, 험지 등의 활용환경에 적합하게 운용하는 방법에 대한 연구가 다각적으로 수행되고 있다. 올해에도 이러한 추세는 지속되고 있는데, 군집로봇의 효율적인 운용방법을 찾는 알고리즘 개발에 관한 연구, 즉 군집대형 편성, 군집/대형별 내비게이션, 경로생성, 활용영역(coverage), 상호충돌회피, 대형별 임무분담 등에 관한 연구가 주류를 이루고 있다.

필드로봇 분야에서 관심을 가질만한 또 다른 특징은 생체모방(bio-mimetic) 또는 생체특성에서 착안한(bio-inspired) 연구가 많은 진전이 있다는 점이다. 서비스로봇 분야에 비해 필드로봇 분야는 극한환경에서 활동해야 하는 어려움이 있기 때문에 이러한 환경에 적합한 생체구조를 모방한 구동메커니즘, 즉 다족곤충형, 물고기형, 가재형 등 다양한 메커

니즘에 관한 연구가 꾸준히 소개되고 있다. 특이할 만한 점은 뱀로봇과 같은 모듈형(modular robot) 로봇은 그 활용도의 제한에도 불구하고, 많은 연구자가 관련 논문을 제출하고 있다는 것이다. 실제로 필드에 적용가능한 단계까지 도달한 것으로 판단된다. 또한, 필드 로봇분야에서 생체모방 메커니즘의 전통적인 분야인 개나 말과 같은 4족 보행형 로봇은 빠른 보행을 넘어서 점차 뛰는 동작 등이 가능한 수준까지 도달하고 있기 때문에 곧 국방산업에서 활용될 것으로 기대된다.

전체적으로 올해의 로봇공학 분야의 연구동향을 파악해 보면, 과거의 하드웨어 개발 위주에서 현재는 지능을 포함한 소프트웨어 중심의 연구 분야로 전환되고 있는 시점이라고 볼 수 있다. 이것은 로봇을 이용한 다각적 활용에 초점이 맞춰지고 있다는 것을 의미한다. 이를 반영하듯 최근 논문들을 살펴보면 타학문 분야와 접목, 융합되어 논문주제가 다양화 되고 있는 것을 볼 수 있다.

(최혁렬 성균관대학교)

## 계 측

계측 분야에서는 기존의 전통적 연구 분야인 기구학 정보 측정, 유동측정, 디지털 이미지 측정, 통신 관련 신호 측정, 전기/자기/전력 측정, microwave이용 측정, 온도 측정, 음향 측정,

광학기반 측정, 불확실성 문제, calibration 문제, 노이즈 문제 등과 더불어 최근 국가선정 신성장 동력산업과 관련된 생명과학, 정보통신, 나노기술, 로봇기술 등에서 필요로 하는 측정기술에 대한 연구가 활발히 진행되었다.

의료/생명과학과 관련된 계측 기술 분야에서는 최근 급속히 발전하는 전자기 신호 측정기술을 구현한 마이크로칩을 활용하여 개발되고 있는 첨단계측 장비에 대한 연구가 활발히 진행되었으며, 이와 더불어, 초음파 기술, 디지털 이미지 측정기술, 나노기술 등을 활용한 의료/생명 관련 계측기기 등에 대한 연구도 확대되었다.

고령화 사회에 대비하기 위한 지능형 서비스 로봇 기술 분야와 연계해서는, 편리하고 효과적인 HRI(Human-Robot-Interface)를 위해 인간의 오감에 해당하는 계측시스템, 특히 시각, 촉각, 청각 관련 계측기술에 대한 연구가 지속적으로 활발히 진행되었다.

고령화 사회 및 의료/복지와 관련된 또 하나의 분야로, 주거환경을 보다 쾌적하게 유지하고 거주자의 상태를 신속 정확하게 파악하기 위한 지능형 주거환경 관리 시스템에 대한 관심이 높아졌으며, 지능형 주거환경 관리를 위해 사용되는 다양한 종류의 smart sensor들에 대한 연구가 진행되었다. 주거 공간 전역에 걸쳐 퍼져 있는 매우 많은 수의 다

양한 smart sensor들을 연계하고(sensor networking) 수집된 정보를 융합하고 통합하는 시스템에 대한 연구도 활발히 진행되었다.

이러한 sensor networking, 센서정보 융합/통합과 관련된 지능형 multi-modal 계측시스템에 대한 연구는 계측 분야에서 진행되었던 매우 중요한 연구 동향 중 하나로서, 다양한 기술 분야에서 높은 관심을 받았다. multi-modal 계측 시스템의 개념은 정밀도나 속도 면에서 다소 부족한 성능을 갖는 다양한 종류의 복수의 계측기에서 구한 신호로부터 적절한 판단을 유추해내

는 지능형 계측 시스템으로서, 이러한 계측기술이 향후 다양한 산업분야로 빠르게 전파될 것으로 판단된다.

정보 통신과 관련해서는 IC-태그를 활용하거나 무선통신을 이용하는 유비쿼터스 환경을 구축하기 위한 연구가 꾸준히 진행되면서, 태그와 리더기와의 신호교환 및 신호처리를 비롯해서, 태그 신호 계측, 무선통신 신호 계측 기술, 마이크로웨이브 잡음에 강인하고 높은 신뢰성과 다양한 사용환경에 대한 강인성을 갖는 신호 계측기술 등에 대한 연구가 활발히 진행되었다.

보안과 관련된 국가적, 사회적

관심을 바탕으로, 생체신호, 디지털 이미지, 전자기 신호 등의 측정기술에 기반한 개인 식별 계측기술에 대한 연구가 지속적으로 진행되었다. 그 밖에 계측관련 분야의 주요 연구동향 중 하나는 계측 시스템의 SoC화와 관련된 강인 설계 및 검증에 대한 연구의 증가이다.

계측관련 다양한 신기술에 대한 활발한 연구와 더불어, 전통적인 계측 방법 및 계측 관련 신호에 대한 표준화 연구 또한 지속적으로 추진되었다.

(임성수, 경희대학교)