



글 ■ 장 호 환 부문위원장(고려대학교 교수)  
e-mail ■ hwchang@korea.ac.kr

2002년 한 해 동안 동역학 및 제어 분야의 연구 동향을 동역학, 진동, 계측, 제어, 기구학, 로봇공학, 차량공학 등으로 나누어 각 분야에 대하여 정리하였다.

## 동역학

2002년도 동역학 분야에서는 다물체 동역학, 회전체 동역학, 시뮬레이터 분야에 관련된 연구가 진행되었다.

다물체 동역학 분야의 연구는 유연 다물체 동역학, 차량 모델링 응용, 공식화, 기타 응용 연구로 나눌 수 있다. 유연 다물체 동역학 연구에서는 회전 외팔보에 대한 유연 다물체 동역학 해석의 실험적 검증이 수행되었다. 외팔보를 다수의 유연 다물체의 연결로 모델링하고, 각 유연체마다 부분 구조에 대한 모드를 설정하여, 운동에 의한 변형이 선형 범위를 넘어가는 경우에도 해석이 가능하도록 하여 시뮬레이션이 수행되었으며, 실험과 비교하여 시뮬레이션의 타당성을 보였다. 또한, 유연 다물체 해석의 응용으로는 철도 차량에 관련된 연구로 고속전철이 유연한 철로를 지날 때의 해석을 위해서, 유한요소 방법과 다물체 동역학 이론을 사용하여 운동방정식을 유도하였다. 또 다른 유연 다물체 동역학의 중요한 응용분야로서 동응력 이력 해석을 통한 차체의 내구도 해석방법이 제시되었다. 기존의 비효율적인 CAE 방법의 문제점을 극복할 수 있는 효과적인 방법이 제안되고, 차량 구조물에 적용하였다. 다물체 동역학의 차량 응용 연구는 다양하게 진행되었다. 차량의 쉐어링에 관한 시뮬레이션이 수행되었고, 지능형 차량 시뮬레이터를 위한 실시간 다물체 차량 동역학 및 제어 모델이 개발되었다.

또한, 범용 다물체 동역학 프로그램을 개발하여, 차량의 조향장치 설계에 응용한 연구와 MATLAB과 연계한 제어모델의 개발 연구도 진행되었다. 공식에 관련된 연구는 미분 대수 방정식으로 표현되는 다물체 시스템의 운동방정식의 해법에 관하여, LU분해법과 QR분해법을 혼용하여 사용하는 공식이 제시되었고, 이러한 혼용방법을 이용하여 효과적으로 특이형상의 기계시스템을 해석할 수 있음을 보였다.

회전체 동역학은 헬리콥터 시뮬레이션을 위한 로터 동역학, 자기 베어링으로 지지된 주축계의 연구, 볼 베어링으로 지지된 회전계에 대한 연구 등에 관련된 논문들이 발표되었다. 헬리콥터 시뮬레이션을 위하여 로터의 운동방정식이 유도되었는데, 플레깅, 리드래그 및 토크 방정식이 유도되었고, 동특성 계산을 위한 시간적분법이 제시되었다. 자기 베어링 지지에 의한 주축계의 연구로는 16극의 반경방향 전자석을 갖는 자기베어링 시스템이 설계되었고, 16극 자기베어링 시스템의 특성을 자기회로 해석법을 통하여 수식화하고 안정성과 강성, 감쇠특성을 고려하여 DSP를 이용한 디지털 PIDD 제어시스템을 설계 구현하였다.

시뮬레이터 분야의 연구는 기본적으로 차량 시뮬레이터 개발 관련 연구들과 차량의 부분 시스템을 포함한 그밖의 기타 시뮬레이터에 관련된 연구로 구별된다. 차량 시뮬레이터 개발 관련 연구는 3~4년 전부터 개발관련 연구들이 진행되어 왔으며, 2002년에는 차량 운전자의 시뮬레이터에

관련된 반응과 관련된 감성공학 측면에서 접근한 다수의 논문이 게재되었다. 시뮬레이터의 운전자의 반응을 평가하기 위하여 운전자의 느낌을 정량화하는 방법이 연구되었다. 또한, 차량 시뮬레이터의 비주얼 큐의 운전자의 감성을 파악하기 위한 운전자의 자세와 운전자의 시야와의 관계를 파악하기 위한 실시간 인체거동 해석 기법에 관한 연구도 수행되었다. 저가형 PC 기반의 차량 시뮬레이터를 위한 상용 프로그램을 사용하여 구축한 가상주행 시험장 개발 연구 및 원격 무인주행 차량의 조종을 차량 시뮬레이터를 통하여 수행하는 연구도 수행되었다.

차량 부분 시스템에 관련된 연구로 차량의 부품 내구도 설계를 위한 다축 로드 시뮬레이터를 위한 실제 도로의 프로파일을 재현하는 알고리즘 개발에 관한 연구가 수행되었다. 운전자의 조작성에 영향을 미치는 수동변속기 조작시 운전자가 느끼는 변속력에 대한 변속감을 고려한 변속기 설계를 위해서, 수동변속기 시뮬레이터 개발에 관한 연구가 수행되었다. 또한, 조향감을 고려한 전동조향 장치의 개발을 위해서, 조향 시뮬레이터를 이용하여 다수의 운전자로부터 객관적으로 조향감을 측정하는 방법이 개발되었고, 최적의 조향감을 얻기 위한 전동조향 장치의 퍼지 제어가 개발되었다.

기타 시뮬레이터에 관련된 연구로 6자유도 자전거 시뮬레이터 모션 베이스를 이용한 자전거 운전자의 작용력 추정에 관한 연구가 수행되었다. 또 다른 연구로는 전차와 같은 궤도차량의 변속기의 특성 분석 및 기동 성능 예측을 위한 시뮬레이터가 개발되었다. [김성수, 충남대학교]

### 진 동

2002년도에 발표된 진동분야의 연구논문들은 주로 요즘 본격적인 개발에 발맞추어 한국형 고

속철도의 실내외 소음과 차체 진동에 대한 연구가 눈에 띄게 증가하였으며, 이와 함께 차량의 동특성 프로그램과 다양한 노면조건에서의 진동 특성 파악에 대한 연구가 두드러진다. 그리고 기존에 계속 연구되어 왔던 회전체의 동특성 해석, 구조물의 진동 및 소음저감 연구, 복합재료의 동특성, 일반기계의 진동연구 등이 꾸준히 발표되었고, 이제는 어떤 추세에 연구경향이 편향되지 않고 다양한 부분으로 좀더 세밀하고 실질적인 연구가 진행되고 있음을 알 수 있다.

고속철도차량은 300km/h 이상의 속도로 주행하기 때문에 일반철도차량과는 다른 진동/소음 제어방법을 도입해야 한다. 소음부분은 Korean Train Express(KTX, 한국형 TGV) 시제차에 대한 주행시의 실내 소음 측정실험을 통하여 연구의 정밀도를 높이고 있다. 진동부분은 차체, 대차 및 휠셋 부분으로 나누어서 그 동적 특성을 파악하고 있다. 그러나 고속철도차량은 일반철도차량보다 설계변수와 만족시켜야 하는 성능지수가 많아서 최적의 설계방향 제시가 가장 큰 관건이다. 따라서 통합 최적설계의 방법론으로 최근 그 가닥을 잡아가고 있다.

회전체는 정도의 차이는 있지만 대부분 비정상성을 가지고 있으며, 구조적으로 완전한 회전체도 진동을 발생시키는 요인을 가지고 있다. 이들 요인은 회전체가 회전하면서 동기 또는 비동기 진동성분을 발생시키는데, 회전체의 고유진동수와 일치하면 공진이 유발된다. 따라서 회전체의 고유진동 특성에 대한 연구가 가장 보편적인 분석방법이며, 회전체 전체를 이해하는 데 반드시 필요한 연구이다. 이런 회전체 특성 해석에 사용되는 방법은 유한요소법과 집중질량을 사용하는 전달행렬법이 보편적이며, 이런 두 부류로 회전체에 대한 연구가 진행되었다.

최근 들어 생활수준의 향상으로 건축 구조물 안에서의 진동과 소음의 피해에 대해 거주자의



인식이 높아졌으며, 이에 대한 개선의 요구 또한 증대되고 있다. 나라마다 일반 구조물에 대한 진동 기준치를 규정하고 있는데, 다양한 구조물의 특성 때문에 일반화하지 못하고 있는 실정이다. 따라서 수많은 변수들을 고려하여 실질적인 기준치를 수립하는 기준을 마련하기 위한 연구가 지속되고 있다. 소음부분에 있어서도 주거공간에서 바닥충격음과 관련한 생활 소음에 대한 감성적 평가가 미흡한 점을 착안하여 다양한 실험과 평가 방법의 개발을 위한 연구가 꾸준히 발표되고 있다. 그 외에 구조물에 대한 특성과 기타 여러 외부요소, 즉 유체나 구조물과의 압력, 그리고 자기장 등의 요소들의 영향을 바탕으로 다양한 구조물의 특성과 진동특성에 대한 연구가 진행되었다.

구조물의 진동과 소음을 억제하기 위해서 복합 재료를 주구조물로 이용한 경우에 대한 연구는 지난 수 십 년 동안 지속되어 왔다. 특히, 최근에는 복합재료들 중에서도 진동 에너지 소산력이 우수하여 점탄성 재료에 대한 연구가 활발해지고 있다. 점탄성 재료는 수동구속 감쇠층이나 비구속 감쇠층의 형태로 진동 및 소음 제어에 많이 활용된다. 과거에는 주로 해석적 또는 수치적 방법에 의한 손실계수의 예측에 국한되었지만, 최근에는 능동구속 감쇠층을 이용하여 구조물의 감쇠특성을 향상시키는 연구가 활발히 진행되고 있다.

기어박스 또는 기어 전동 로터-베어링 시스템에서는 황진동과 비틀림 진동의 연성현상이 기어 물림 효과에 의해 발생할 수 있다. 이런 일반기계의 동특성 해석은 최근에 일반화되고 있는 동특성 해석 프로그램의 대중화와 일반기계 구조가 유한요소 모델을 적용하기에 용이함 때문에 좀더 정밀해지고 예측 가능해졌다. [나성수, 고려대학교]

### 계 측

현대에 이르러 계측의 초점이 소형화, 고속화,

무인화, 정밀화 등에 맞춰지면서 다양한 계측방법들이 요구되고 있다. 특히, MEMS 분야의 기술이 발전하면서 소형화와 정밀화에 많은 관심을 보이고 있다. 이에 작년 한 해 계측분야에서는 다양한 계측방법과 계측기 설계·제작에 관한 연구가 진행되었다.

먼저 계측방법에 대한 연구에서는 몇 가지 종류의 서로 다른 기판 위에 제작된 적외선 소자의 성능을 측정함으로써 적외선 소자에 미치는 기판의 영향을 실험적으로 규명한 논문이 있었다. 그리고 역공학(reverse engineering) 분야에 대한 연구가 활발히 진행되었는데, 잡음이 포함된 측정데이터의 분할에 관한 연구와 Delaunay 삼각형 분할에 의한 STL 파일 생성, 그리고 측정점의 분할에 의한 B-spline 곡면의 재생성에 관한 연구 결과가 발표되었다. 또한, 기존의 차선감지 알고리즘에 비전센서를 이용하여 차선감지에 대한 강인성을 증가시킨 연구결과도 발표되었다. 마지막으로 고정도의 구반사경과 두 개의 PSD, 두 개의 다이오드 레이저 등으로 구성된 새로운 광학식 3자유도 미소변위 측정시스템을 제안하고, 측정시스템에 대한 측정 모델 및 입출력 관계식을 도출한 결과도 발표되었다.

다음으로 정밀 계측기기에 대한 연구결과가 많이 발표되었다. 먼저 자속경로의 단면적 및 공극변화를 이용한 인덕턴스형 초정밀 변위측정 시스템의 개발에 대한 논문이 발표되었는데, 기존의 LVDT 시스템에서의 낮은 감도를 보상하며, 초정밀 미소변위용으로 적합한 시스템이라 판단된다. 이 외에 미세결함을 측정하기 위한 AFM시스템 개발에 관한 연구와 변형된 LIGA(German acronym for lithography, electroforming, and molding) 공정을 이용한 마이크로렌즈의 제작에 관한 연구, 그리고 중앙균열 피로시험편용 변위 게이지의 설계 및 제작에 관한 연구 등이 발표되었다. [홍금식, 부산대학교]

## 제 어

지난 일년 동안에 국내외 저널에 나타난 제어 및 계측분야의 연구동향을 분야별로 간략히 기술해 본다. 기계시스템이 정밀화, 고속화, 자동화됨에 따라 제어는 필수적인 요소가 되었고, 이에 따라 현대적 제어기법이 많이 개발되고 있다. 또한, 첨단 기계장비에 이러한 연구결과들이 적용되어 산업현장에서 더 효율적으로 사용되고 있다 하겠다. 기계분야를 중심으로 차량제어, 진동제어, 유공압제어, 강인제어, 비선형제어, 고동제어 및 기타로 분류하고, 각 항목에 대한 연구동향을 간단히 정리하여 본다.

2002년도 차량제어에 대한 연구는 종래와 같이 현가시스템, 자동변속기, 차간거리 제어시스템 등 비교적 다양한 주제로 수행되었다. 기존의 반능동 현가장치에 대해서는 이미 많은 연구가 이루어졌고 상업화도 되었지만, 능동 현가시스템에 대해서는 적용면에 있어서 아직도 부족한 점이 있으며, 이러한 점을 보완하려는 연구가 많이 진행되고 있다. 즉, 유압식 능동 현가시스템의 기본적인 감쇠특성을 파악하고, 시스템의 응답특성에 주된 영향을 미치는 시스템 파라미터를 선정하여 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 결정된 최적의 설계 사양으로 유압 액추에이터를 설계하고 있다. 자동변속기의 변속은 보통 차속과 도로를 개도에 따라 미리 결정된 정형화된 변속패턴에 의하여 수행된다. 퍼지이론을 사용하여 변속시기를 결정하고, 가변변속 패턴을 연구한 연구결과가 발표되었다. 차간거리 제어에서는 중요한 부품이나 모델링이 어려운 복잡한 하드웨어를 직접 시뮬레이션 루프 안에 포함시킴으로써 시뮬레이션의 신뢰성을 향상시키는 HILS 시스템을 많이 사용하고 있다. 이 외에도 외란관측기를 이용한 견실한 차량 안정성 제어기에 대한 연구도 발표되었다.

2002년도에는 예전에 비해서 진동제어 분야에

서 다양한 연구성과가 보이지는 않았다. 선박진동 제어에서는, 요운동에 대해서는 2자유도 서보시스템의 설계법을 적용하고, 횡동요에 대해서는 외란에 대한 강인성을 충분히 고려하여 H<sub>∞</sub> 제어를 구현하여 저비용으로 좋은 성과를 나타낸 논문이 발표되었다. 고속 회전기계에서 능동형 정압 공기베어링의 연구가 주로 수행되고 있다.

유공압제어에 대한 여러 방법론들이 제시되고 있다. 먼저 공압제어에서 압전 세라믹 작동기로 구동되는 공압 서보밸브 시스템을 구성하고, 루프형상화 기법이 도입된 H<sub>∞</sub> 제어를 설계하고 있으며, 실험적으로 구현한 논문이 발표되었다. 그리고 공압 실린더를 이용한 위치제어 시스템을 대상으로 외란의 영향을 억제하기 위하여 비선형 보상기와 외란관측기를 병용한 제어를 설계한 연구결과도 발표되었다. 유압제어 분야에서 최근에 상용화되기 시작한 직접구동형 서보밸브를 제어하여 응답특성을 조사한 연구와 전달관로 모델링 방법을 제시한 연구 등이 있었다.

강인제어란 시스템 모델에 불확실성이 있어도, 강건 안정성과 강건 성능을 보장하도록 제어를 설계하는 과정을 말한다. 강인제어의 이론 중에서는 주로 H<sub>∞</sub>에 대한 연구가 주종을 이루었다. 먼저 유연구조물을 제어 대상으로 시스템 방정식을 유도하고, 방정식을 구성하고 있는 계수의 오차를 교란으로 가정하는 경우와 센서에 입력되는 잡음에서도 강인한 H<sub>∞</sub> 제어를 설계한 논문이 발표되었다. 비선형제어 분야에서는 섭동 추정기를 이용하여 시스템 모델 불확실성과 외란의 예측을 효과적으로 하는 슬라이딩 모드 제어기의 성능 평가에 대한 연구, 채터링이 없는 슬라이딩 모드를 이용한 로봇 매니퓰레이터의 제어에 관한 연구, 일반적인 플랜트에 대한 시간지연을 이용한 제어기법을 적용하여 제어시스템이 안정하기 위한 충분조건을 유도하고 이로부터 안정성 기준의 범위를 제시한 연구 등이 발표되었다. [홍금



식, 부산대학교]

### 기구학

기구학의 연구 분야는 크게 두 부분으로 나눌 수 있는데, 전통적인 기구학적 연구대상인 캠, 기어, 공작기계 그리고 다관절 기구 등의 주어진 형상에 대한 해석방법론을 규명하거나 혹은 형상과 관련된 설계변수를 결정하는 등의 순수 기구학적 연구와, 기구학적 기초이론을 바탕으로 로봇, 햅틱장치, 인간생체, 자동차 등에 대하여 기구-동역학적 해석 및 설계를 수행하는 응용분야로 나눌 수 있다.

작년 한 해에도 순수 기구학적 분야와 응용분야 모두에서 양적으로나 질적으로 우수한 연구가 많이 발표되었다. 우선 해석의 도구로서는 ADAMS, Working Model, DADS와 같은 상용 소프트웨어가 다관절 기구, 자동차 현가장치, 로봇팔 등의 해석에 많이 적용되었다. 이러한 상용 소프트웨어뿐 아니라, 기어, 롤러 캠 등의 기구학적 해석 및 설계를 위한 특화된 소프트웨어를 개발하고자 하는 시도도 있었다. 기구의 최적설계를 위한 방법론에 대한 연구로서는 전통적인 최적화 방법이나 유전자 알고리즘을 적용하여 6절 함수 발생기나 자동차 변속기의 레버에 대한 최적설계가 수행되었으며, 3차원 형상의 기구에 대한 기구-정역학적 민감도 해석을 바탕으로 하는 최적설계에 대한 연구도 진행되었다.

전통적인 기구학 분야에서는 자동화된 기어설계를 위한 프로그램의 개발, 롤러 기어캠의 설계, 편직기계를 위한 캠 설계, 6절 함수 발생기의 최적설계, 그리고 변위 구속조건을 가지는 컴플라이언스 메커니즘에 대한 설계에 대한 연구가 진행되었다. 로봇공학 분야에서는 다축형 미세 로봇의 이동장치로 캠을 적용한 연구, 병렬형 6자유도를 가진 햅틱장치에 5절링크와 짐벌기구를

적용하기 위한 연구가 있었다.

생체역학의 기구학적 연구는 주로 무릎과 고관절, 그리고 팔꿈치에 대하여 신체의 해부학적 특성과 부합하는 관절부분의 기구학적 모델링과 이에 대한 검증에 초점이 맞추어졌다. 특히, ADAMS/Human Modeler와 같은 신체역학적 해석을 위한 전용소프트웨어가 속속 등장함으로써 생체역학적 모델링 및 해석이 한결 수월해져서 향후 이 분야의 연구가 더욱 활발해지리라 예상된다. 자동차 분야에서는 현가장치의 기구-정역학적 해석 및 설계에 대한 연구와 차량이나 항공기용 실시간 시뮬레이터 구동부의 기구학적 해석과 설계에 대한 연구, 실시간 시뮬레이션을 수행하기 위한 효율적인 기구학적 해석법, 차량 안전벨트 잠금장치의 기구학적 거동 등에 관한 다양한 연구가 수행되었다. [탁태오, 강원대학교]

### 로봇공학

최근 로봇공학 분야에서의 최대의 관심사는 지능로봇이다. 지능로봇은 환경의 인식, 정보의 획득, 지능적 판단, 자율적인 행동 등의 인공지능 기술을 이용하여 인간을 지원하고, 어려운 상황에서 인간을 대신하거나 특수한 작업을 수행하는 기계, 전자, 정보 공학의 복합체로 정의할 수 있다. 아직은 종래의 산업용 로봇으로부터 대부분의 로봇산업의 매출이 발생하고 있으나, 앞으로는 위와 같은 지능로봇, 특히 가정용 로봇, 애완/오락용 로봇, 복지용 로봇 등이 가장 각광을 받을 것으로 예상된다. 현재 이러한 로봇에 대하여 많은 연구개발이 진행되고 있으며, 국내외의 로봇업체들이 시제품을 개발하여 출시하면서 시장이 성숙하기를 기다리고 있는 상황이다.

2002년도에 국가적으로 여러 핵심 분야에 대한 범국가적인 국가기술지도 사업이 진행되었으며, 지능로봇도 여기에 소속되어 향후 10년간 지능로

봇 연구 및 개발에 대한 청사진이 제시되었다. 이 보고서는 우선 지능로봇을 인간지원용 로봇, 생산지원용 로봇, 국가전략용 로봇으로 크게 분류하였다. 인간지원용 지능로봇은 생활지원용(오락, 교육, 가정, 청소, 사무) 및 의료복지용(수술, 장애인/노약자 보조, 간호) 등 인간과 공존하는 생활 환경에 사용되는 지능로봇을 의미하며, 생산지원용 지능로봇은 정밀 산업용 및 지능형 생산을 위한 로봇을, 국가전략용 지능로봇은 재난 구조, 국방, 원자로 유지보수, 해저탐사, 건설, 농사 등에 사용되는 로봇을 의미한다. 이 국가기술 지도에서는 이러한 다양한 분야의 로봇 중에서 향후 인간지원용에 선택과 집중을 하여야 한다고 결론을 내리고 있다.

2002년도에 진행되고 있는 로봇 분야의 대형과제는 과학재단의 ERC 사업인 KAIST의 "Human-friendly Welfare Robot System," 산업자원부 차세대신기술개발사업인 로보틱스연구조합의 "퍼스널 로봇 기반기술 개발," 과학기술부 국가중점연구개발사업인 KIST의 "서비스로봇 기술개발" 사업 등이 있다. ERC에서는 인간의 삶의 질을 향상시키고 인간을 돕는 시스템을 개발하기 위하여 인간친화형 로봇, 인간-로봇-컴퓨터 인터페이스 기술, 복지, 재활, 의료용 로봇 등을 개발하고 있다. 퍼스널로봇 개발사업에서는 인간공존 환경에 사용되는 오락용, 가정용, 교육용 로봇 및 퍼스널로봇을 위한 제어/인식 기술, 정보/지능 기술, 부품기술 및 시스템 엔지니어링 기술 등을 개발하고 있다. 서비스로봇 개발사업에서는 이동기능을 갖는 로봇조작 기술, 지능형 인간로봇 상호작용 기술 등을 개발하고 있다.

지난 해에 기계학회 논문집에 발표된 논문을 종합적으로 살펴보면 다음과 같다. 먼저 이동로봇의 주행 분야에서는 주변환경을 인식하기 위하여 센서 스캐닝 방법을 이용하여 경로를 생성하는 알고리즘을 제안한 논문과 초음파 센서를 이

용하여 위치추적 알고리즘을 제안한 논문 등이 발표되었다. 6자유도 병렬기구에 대한 강인한 비선형제어 알고리즘의 제안과 HexaSlide 방식의 6자유도 병렬기구에 대한 역기구학 및 동역학 해석에 대한 논문도 발표되었다. 또한, 6자유도 전가-유압식 머니플레이터를 사용하여 전선을 슬리브에 자동으로 조립하는 시스템에 대한 연구와 격자방식의 용접을 위하여 이동로봇을 모델링하고 동작을 제어하는 방식에 대한 논문도 발표되었다. [송재복, 고려대학교]

### 차량공학

2002년도 차량공학 분야의 연구는 총 일곱 편의 논문이 발표되었는데, 그 중 여섯 편이 자동차 관련이고, 한 편이 철도차량의 객차에 관련된 것이었다. 주제는 다양하였는데, 브레이크의 마찰 특성, 유압식 능동현가시스템, 차량시뮬레이터, HILS(Hardware-in-the Loop Simulation), 토크 컨버터 등에 대한 부품 및 시스템의 특성파악 또는 시스템 설계에 관한 연구가 수행되었음을 알 수 있다. 이 중 몇 가지를 살펴 보면 다음과 같다.

유압식 능동 현가시스템은 노면입력에 대하여 차체의 저주파 고유진동수 영역에 한정하여 제어를 수행하는 것으로, 최소의 동력으로 최적의 승차감과 조정안정성을 만족시키기 위한 중요 설계 변수의 상관 관계를 파악하는 것이 중요하다. 이 연구에서는 유압 액추에이터의 동역학을 고려한 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 응답시스템에 영향을 미치는 설계파라미터를 선정하였다.

자동변속기의 변속패턴에 퍼지논리를 적용한 가변변속패턴을 이용하여 주행시뮬레이션을 수행하였다. 주행조건에 따라 변속횟수를 줄이고 최고단 사용시간을 늘리도록 가변변속패턴을 적용하여 주행특성의 저하 없이 승차감 향상과 연비 향상의 효과를 얻을 수 있음을 확인하였다. 차속



의 변화 없이 평지에서 보다 빨리 최고단으로의 변속을 완료하였으며, 경사로에서는 변속빈도를 감소시킬 수 있었다.

Hardware-in-the Loop Simulation을 통한 차간거리 제어시스템의 제어성능 연구에서는 차간거리 제어시스템의 효율적인 개발을 위하여 실험용 차량에 장착된 동일한 브레이크 시스템 및 드로틀 바디, 브레이크 액추에이터, ECU 및 센서를 가진 HILS 시스템을 개발하였다. 실제 차량에 사용중인 CAN을 기반으로 네트워크를 구성하여 실시간으로 시험하고 검증된 제어 로직을 실제 차량에 이식할 수 있는 효율적인 개발환경을 제안하였다.

철도차량의 운동은 차륜과 레일의 특성에 따라 차륜과 대차 및 차체의 운동영향이 상호작용하는 특성을 갖는다. 이러한 철도차량의 대차 및 현가 장치의 설계를 위해서는 1, 2차 현가장치의 강성비와 차체 및 대차 프레임의 질량비의 변화가 차체의 진동에 미치는 영향에 관한 정보가 필요하다. 국내에서 개발된 KT-23 대차용 객차에 대한 2차 현가장치의 공기스프링의 공압 변화에 따른 강성비 변화, 차체 중량 변화에 따른 질량비 변화가 차체의 진동과 승차감에 미치는 영향을 분석하였다. [임홍재, 국민대학교]

### 기계용어해설

#### 시간항 예조건화기법(Time-derivative Preconditioning Method)

Navier-Stokes 지배방정식의 시간항에 특정 행렬을 곱하여 지배방정식의 고유값들을 같은 크기로 조절하는 함으로써 저속의 압축성 유동에 대한 수치해석의 수렴성을 증진하는 방법을 말한다.\

#### 슬러지 제거 동력(Sludge-removal Power)

원심분리기 내의 슬러지를 제거하기 위해 필요한 동력이다. 고형물이 받는 원심력에서 고형물이 액체 속에 잠김에 따른 부력을 뺀 나머지 힘이 이기면서 원심분리기의 축방향으로 고형물을 이송시키는 데 필요한 동력이다.

#### 에어 나이프(Air Knife)

연속식 용융아연도금 공정에서는 소둔열처리된 강판을 용융아연욕조에 통과시킴으로써 강판의 표면에 아연을 부착시킨다. 그런데 강판과 용융아연 사이의 접착력 때문에 부착된 아연의 두께는 필요로 하는 도금두께보다 약 10배 이상 두껍다. 따라서 필요 이상의 아연을 제거하기 위해 질소를 평면제트 형태로 강판의 표면에 수직으로 충돌시켜 불필요한 아연을 깎아낸다. 이때 고속의 질소가 분사되는 노즐을 에어나이프라 한다.

#### 전기 이중층(Electrical Double Layer)

전기 이중층은 고체-유체, 유체-유체 계면 주위의 자유 전하의 이상적인 분포 형태를 지칭한다. 일반적으로 표면에 하전된 전하를 첫 번째 층(layer)으로 보고, 이와 반대의 부호를 갖는 이온들이 인접한 액체 중에 분산적으로(diffuse) 분포된 형태를 두 번째 층으로 봐서 이 두 층을 통칭하여 이중층이라 부른다.