

울산대학 유공압제어 및 기계지능 연구실의 연구 및 교육 내용 소개

안 경 관
K. K. Ahn

1. 서 언

본 연구실이 속해 있는 울산대학교 기계·자동차공학부는 기계공학에 관한 전문지식을 바탕으로 사회에 이바지할 창조적 기술자, 연구자의 양성을 보다 조직화, 활성화하기 위하여 1999년도부터 기계공학부와 자동차공학과를 통합하여 기계·자동차공학부로서 입학정원 180명 교수수 26명의 명실상부한 기계공학의 메카로 발돋움하였다. 대학원은 1981년도에 석사학위 과정이 개설되었고, 박사학위 과정은 1988년도에 개설되었다. 특히 본교는 국내 최대의 공업단지에 위치하고 있는 지역특성상 일반 대학원 과정과 아울러 산업체에 근무하는 대졸 중견기술인에게 계속 교육의 기회를 부여하고 생산현장에서의 기술수준향상과 연구능력을 배양할 수 있는 산학 석, 박사 과정을 두어 운영하고 있다. 본 학부의 대학원은 재료/구조, 열/유체, 제어/자동화, 진동/소음, 생산기술 분야로 나뉜다.

본 유공압제어 및 기계지능연구실은 2000년 3월부터 울산대학교 기계자동차공학부에 개설되어 에너지 절감 유압 시스템, 기능성 유체 및 재료를 이용한 새로운 액추에이터 및 댐퍼 개발, 나아가 공압 근육을 이용한 재활분야의 서비스 로봇 개발 등의 연구를 수행하고 있다. 현재 다수의 국가 및 산업체 연구를 진행하고 있으며, 특히 2005년 한국과학재단의 특정 기초연구와 산업기술재단의 지역혁신인력양성사업에 선정되어 현재의 고유가에 대비할 수 있는 핵심적인 에너지 절감 유압기술 및 이를 응용한 하이브리드 건설중장비에 관한 연구를 활발하게 진행하고 있다. 또한, 에너지 절감을 위한 유압시스템기술은 일본의 동경공업대학 및 중국의 하얼빈 공대와 국제공동연구를 수행하고 있다. 그리고 기 졸업생들은 볼보 코리아, 통일중공업, 벤처 기업 등 유공압에 관련된 회사에서 근무를 하고 있으며, 현재 다수의 한국 및 외국 석·박사과정 학생들로 구성되어 각자 주어진 과제에 대해서 최선을 다하고 있다.

2. 연구 및 교육 시설

연구실의 주요 연구에 필요한 보유 장비는 다음과 같이 갖추어져 있다.

- Digital Storage, FFT Analyzer
- Hydraulic & Pneumatic Servo System
- Hydraulic Servo Valve(Moog)
- Hydraulic Motor, Pump
- Pressure Sensor
- A/D, D/A Converter
- Software: AMESim(유압회로 Simulation 용), Labview, Matlab



그림 1 스승의 날 기념 실험실 동문모임 때

3. 교 육

유공압 분야에 관한 교육 프로그램으로는 교육인적자원부 지정, 울산광역시 지원, 울산대학교 자동차조선해양 기술혁신 인력양성 사업단이 주관하는 맞춤형 단기강좌로 기계자동차공학부 졸업생 및 재학

연락 책임자 : 교수 안경관
소 속: 울산대학교 기계·자동차공학부
주 소: 680-749 울산광역시 남구 무거2동 산29번지
전 화 : 052-259-2282
E-mail : kkahn@ulsan.ac.kr
Homepage : http://fpcl.ulsan.ac.kr

생을 대상으로 Matlab이라는 공학해석 Tool의 기초 및 응용을 실습을 통하여 배우는 “Matlab을 이용한 공학해석”이라는 단기강좌를 매년 개설하고 있다.

4. 연구

4.1 연구의 개요

본 연구실에서는 주요 연구로는 에너지를 위한 유압 시스템, 전기 유압 하이브리드 시스템, 차량용 지능 부품 개발, 공압 응용 등에 관한 연구를 하고 있다.

4.2 주요 연구 과제 소개

(1) 에너지 절감을 위한 유압 시스템

차량용 화석연료의 고갈 및 배기가스에 의한 대기 오염은 세계적으로 심각한 문제로 대두되고 있으며, 이를 해결하기 위하여 전기자동차, 연료전지 자동차 등의 개발과 더불어 에너지 절감을 위한 유압 시스템에 관한 연구도 함께 진행되고 있다. 본 연구실에서는 특히 유압에 의하여 구동되어지는 대표적인 유압 시스템인 유압 트랜스미션 회로에 대하여 어큐뮬레이터 및 플라이휠을 이용한 에너지 저장 및 변환의 핵심 기술에 관하여 시뮬레이션 및 실험을 통하여 검토하고 있다.

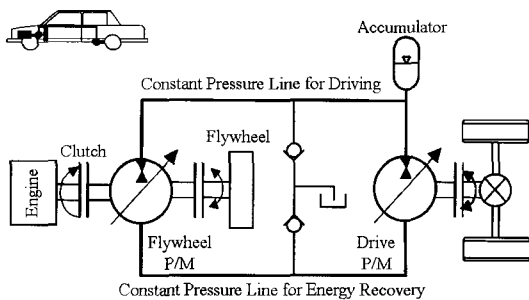


그림 2 에너지 절감을 위한 유압 제어시스템의 개략도

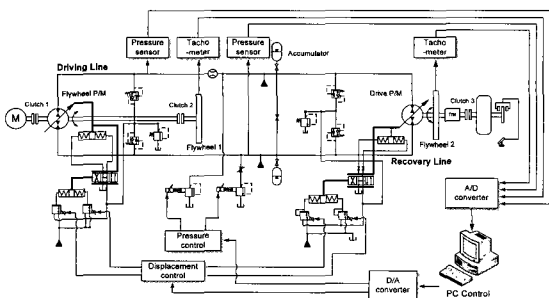


그림 3 실험장치의 개략도

그림 2와 3에 에너지 절감을 위한 유압 제어 시스템 및 실험장치의 개략도를 나타낸다.

주행시에 엔진은 기본적으로 정지상태이고, 차량은 플라이휠의 회전 에너지에 의하여 구동된다. Driving Line은 플라이휠에 장착된 플라이 휠 펌프/모터 및 압력보상기의 작동에 의하여 일정하게 유지된다. 차량의 가속시에는 드라이브 펌프/모터를 모터로 작동시키고, 감속시에는 펌프로 작동시킨다. 드라이브 펌프/모터를 펌프로 작용시켜 차량을 감속시킬 경우 Recovery line의 압력은 상승하게 된다. 이 압력상승으로 플라이휠 펌프/모터는 모터 작용을 하게 되고 차량의 제동에너지는 플라이휠의 회전관성 에너지로 회수되어 가속시에 재이용된다. 엔진은 플라이휠의 회전속도가 설정한 하한치 이하로 떨어졌을때만 작동을 하게 된다.

본 연구를 통한 기대효과로는 유압 트랜스미션에 의하여 구동되어지는 대다수의 유압 구동시스템의 에너지 저장 및 변환에 대한 핵심기술을 확보하고자 하며, 또한 가변 유압 펌프/모터를 이용한 플라이휠 하이브리드 시스템은 에너지의 축적/방출이 빈번한 도시형 버스나 중장비에 적합한 에너지 절감 유압시스템으로, 별도의 복잡한 메커니즘 없이 차량의 제동 에너지 및 건설 중장비의 선회 에너지를 회수하여 연비절감 측면에 기여하리라 여겨진다. 나아가 유압 모터 내구 시험기나 각종 다이내모 시스템에도 적용되어 연비절감에 기여하리라 여겨진다.

(2) 전기 유압 하이브리드 시스템

전기-유압 하이브리드 시스템은 기존의 유압 시스템에서 발생하는 드레인 손실을 최소화 하는 유압시스템으로 유압 밸브에 의한 유압 액추에이터의 제어 방식(그림 4)을 대체할 수 있는 신-시스템이다. 이 유압 시스템은 소형 유압 파워 팩과 액추에이터를 일체화시킨 차세대 유압 구동 방식(그림 5)으로 각광을 받고 있다. 이 시스템은 양방향 유압 펌프의 회전수 제어에 의하여 제어밸브를 경유하지 않고 직접 액추에이터를 제어하는 시스템으로 에너지 절감, 분산제어, 배관의 최소화 및 누유 등의 환경문제 해결, 나아가 적은 설치 공간 등의 장점을 가지고 있는 고부가가치 시스템이다. 이 시스템은 현재 공작기계(프레스 등), 사출성형기, 원격제어 밸브 구동 시스템 등 육상, 해양 및 항공기에 이르기까지 다양한 분야에 적용 가능한 핵심 부품으로서 연구와 개발의 필요성이 절실하다고 볼 수 있다. 또한 본 연구실에서는 건

설 중장비의 꽃이라 불리는 굴삭기를 대상 위의 시스템을 적용하기 위한 연구를 진행하고 있다. 즉, 건설 중장비제작 업체는 에너지 효율을 높이기 위해 디젤엔진의 효율을 높이고, 기계적인 장치의 중량감소와 작업 모드 변화에 따른 연료 분사량 조절 등 기계적인 장치의 효율을 개선하고 있다. 실제 중장비에서는 유압 시스템이 단위면적당 출력이 크고, 과부하방지가 쉽게 되며, 힘 조절이 쉬운 특징으로 유압 시스템이 많이 사용되고 있다. 그러나 기존의 중장비는 엔진이 기동되면 엔진과 체결된 유압 펌프가 같이 구동하게 되어 계속해서 작동 유체가 유압 회로 내를 순환 하고, 이에 따라 작업을 하지 않더라도 작동 유체 전량이 탱크로 드레인 되면서 손실이 발생한다. 또한 작동을 하더라도 그림 6의 에너지 흐름도와 같은 손실이 발생하면서 실제 작업에는 20~26%의 유압 에너지가 사용되고 있다. 따라서 유압 시스템을 개선하지 않고서는 실질적인 시스템 효율을 개선하는 데는 한계가 있다. 본 연구는 중장비 중에서도 가장 활용도가 높은 굴삭기를 대상으로 기존의 MCV(Main Control Valve)작동이 아닌 모터제어로 작업이 요구될 때만 구동하여 유압 시스템의 에너지 절감이 가능한 분산제어 전기-유압 하이브리드 굴삭기를 연구하고 있다.

(3) 차량용 지능 부품

엔진 마운트는 일반적으로 진동을 엔진에서 차체로 전달되는 것을 막고, 차량의 진동 모드를 절연하고, 엔진의 움직임을 제어 하는데 그 목적을 두고 있다. 엔진 마운트의 주요 성능 목표는 정적으로는 강하게 하여 엔진의 움직임을 최소화 시켜주고 동적으로는 유연하게 하여 고주파 진동을 절연하는 것이다. 고무타입의 엔진 마운트는 이런 정적 및 동적 강성을 동시에 만족하기 어려워 일반적으로 유체 마운트를 많이 쓰고 있다.

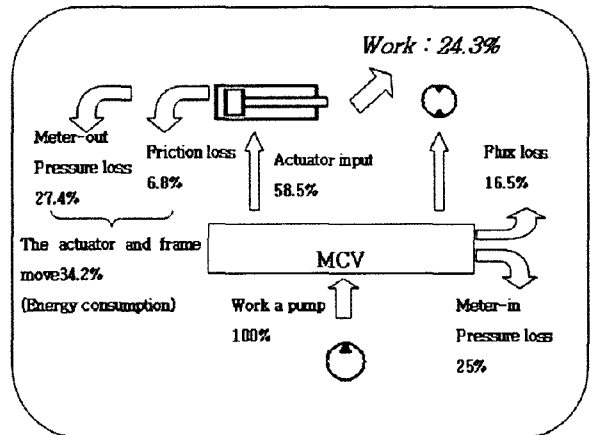


그림 6 기존 굴삭기의 에너지 흐름도

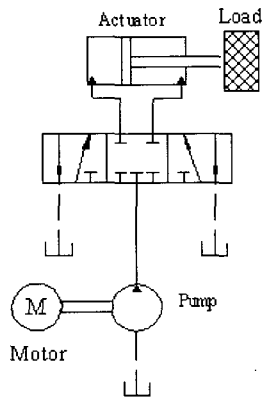


그림 4 기존의 유압 시스템

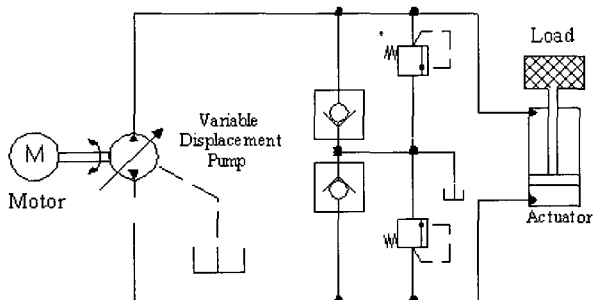


그림 5 전기 유압 하이브리드 시스템

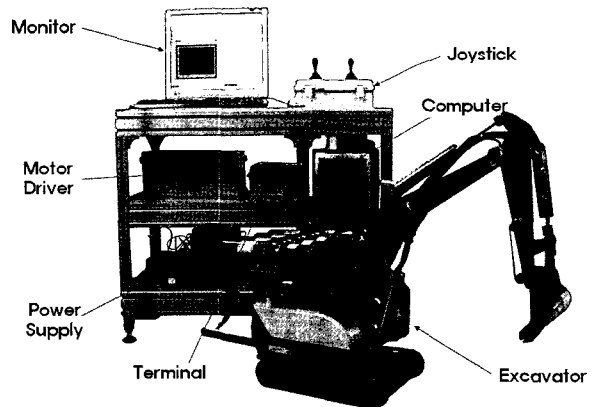
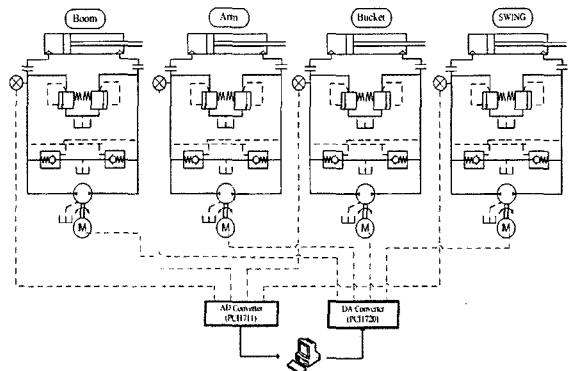


그림 7 하이브리드 굴삭기의 회로도 및 실험장치

국내에 개발 적용되고 있는 엔진 마운트는 엔진과 차량의 절연 방법이 수동형이기 때문에 주로 유체 엔진 마운트를 적용하고 있으며, 이는 정적 및 동적 요구 사항을 서로 분리하여 강성을 부여 할 수 있기 때문에 차량의 진동 특성이 고무 타입의 엔진 마운트보다 향상된 성능을 제공하고 있다. 그러나 근래에 와서 운전자의 차량에 대한 정숙성 및 소음 문제는 NVH 특성에 대하여 보다 향상된 성능을 요구하고 있고, 국외에서는 이런 소비자의 요구에 맞춰 다양한 제어 방식의 엔진 마운트를 개발 및 양산을 하고 있다. 하지만 국내에서는 기존보다 다양한 절연모드를 구현할 수 있는 엔진 마운트의 개발이 시급하게 필요하다. 따라서, 본 연구실에서는 그림 9에서처럼 다양한 절연 모드를 구현할 수 있는 이너서 트랙이 조절 가능한 반/능동형 유체 마운트를 제안, 시뮬레이션 및 실험으로 그 효과를 검토하고 있다.

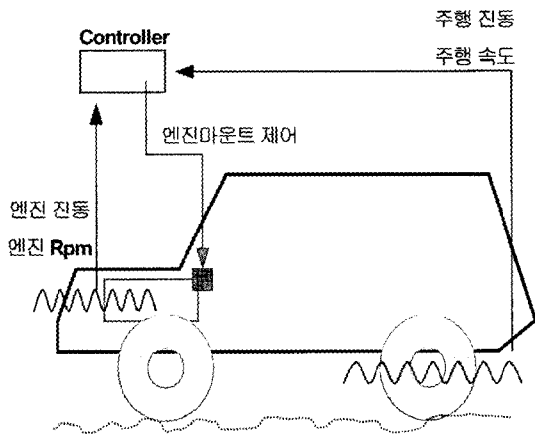


그림 8 엔진 마운트 시스템 개략도

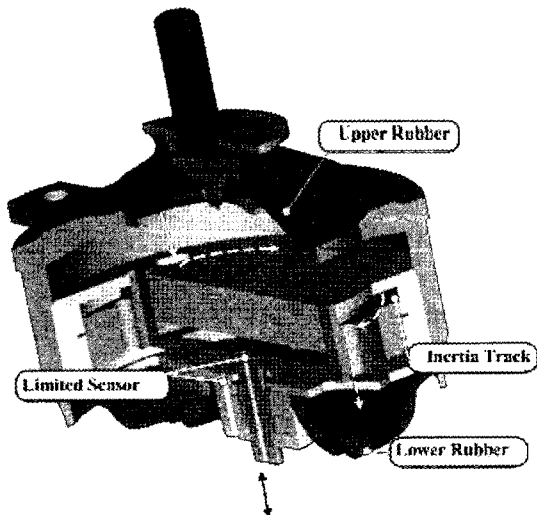


그림 9 가변 inertia track를 가진 반/능동형 유체 마운트

(4) 공압 응용

대부분의 로봇 응용에 사용되는 액추에이터는 유압과 공압보다는 전기 시스템으로 구성되어 있다. 그러나 전기 시스템은 비교적 작은 중량 대 파워를 가지고 있으며, 인간 친화 로봇이나, 인간과 공존하거나 공동작업을 수행하는 의료 및 복지 분야에서는 안전상의 문제로 전기 서보에 의하여 구동되는 로봇을 적용하기가 어려운 상황이다. 한편, 고강성과 높은 단위 중량당 파워비, 저가 및 소형 등과 같은 많은 특징을 가지고 있는 공압 인공근육 액추에이터가 최근 유압식 및 전기식 액추에이터를 대신할 대안으로 여겨지고 있다. 이와같은 장점을 가진 공압 인공근육은 맥키번 근육, 고무 근육 및 공압 인공근육 매니플레이터와 같은 새로운 액추에이터의 개발로 연결되어 인간 친화형 치료 로봇 등의 다양한 분야에 적용되었다. 그러나 공기의 압축성과 공압근육 매니플레이터의 감쇠력의 부족으로 압력응답이 지연되어 진동적인 응답이 발생되었다. 따라서 고속 및 외부부하의 변화에 상관없이 고속응답 성능을 향상시키기가 쉽지 않다. 본 연구실에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 외부부하의 변화에 상관없이 고속, 고정도의 위치제어 시스템을 제안, 다양한 제어 알고리즘을 적용하여 실험을 통한 그 유효성을 검토하고 있다.

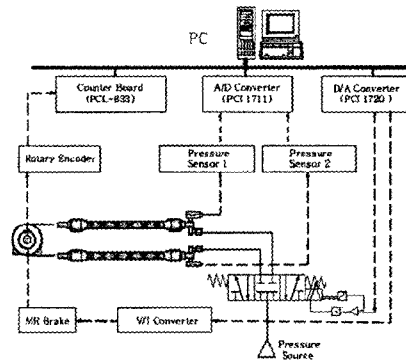


그림 10 공압 인공근육 매니플레이터 제어 시스템의 개략도

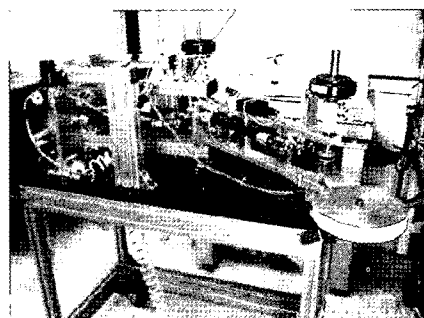


그림 11 공압 인공근육 적용한 2절 링크 매니플레이터 실험장치