

68. 적응피지제어기를 이용한 스테빌라이저 시스템의 자세제어에 관한 연구

제어계측공학과 김 태 훈
지도교수 김 종 화

일반적으로 이동 목표물을 추적하기 위해서는 추적 대상에 대한 위치 정보를 획득하고, 획득된 정보를 통해서 추적 시스템의 방위각(Azimuth)과 고도각(Elevation)을 조정하여 추적 목표물에 대한 지향각을 얻을 수 있다. 그러나, 항해 중인 선박이나 이동 중인 차량에서 이동 목표물을 추적하는 데는 추적 대상에 대한 정보뿐만 아니라, 추적 시스템이 가지는 운동 성분에 대한 정보도 같이 필요하게 된다. 여기서 운동성분은 공간 직교 좌표상의 각 축 방향으로 발생하는 서어즈(Surge), 스웨이(Sway), 히이브(Heave)의 선형 운동성분과 각 축을 중심으로 생기는 롤(Roll), 피치(Pitch), 요(Yaw)의 회전 운동성분으로 나누어지는 6-자유도 운동(Six-degree of freedom movements)이다. 이와 같은 운동성분들은 추적 시스템이 목표물을 추적하는데 수직 오차와 수평 오차, 그리고 방향 오차를 발생시킨다. 따라서 이동 목표물에 대한 정확한 지향각을 얻기 위해서는 각 운동성분에 대한 보상이 필요하며, 이러한 역할을 해 주는 것이 스테빌라이저 시스템(Stabilizer system)이다.

이런 메카니즘을 가지는 안정화 장치는 선박이나 차량에 탑재한 위성 안테나, 위성 수신 TV, 태양 추적 장치의 플랫폼 자세제어에 적용할 수 있다. 또 진동위상과 어긋난 작동을 함으로써 실시간으로 안정된 영상을 얻기 위한 카메라 서보 컨트롤 루프, 그리고 수중 잠수정, 비행기, 자동차 등의 능동 현가 장치와 로봇장비의 안정된 동작을 위한 서보 기구, 선상의 승차감 향상 등에도 응용할 수 있다.

이에 본 논문에서는 센서와 모터로서 시스템의 자세를 직접 보상하는 능동적 안정화 방식(Active Stabilization method)을 사용하여 스테빌라이저 시스템을 설계하고 실제로 구현한다.

구현한 스테빌라이저 시스템은 X, Y 2축 구조로서, 각 축에 회전운동 감지센서를 부착하여 시스템에 발생하는 회전 운동성분을 축 단위로 분해하여 검출할 수 있도록 하고, 2축에 발생하는 운동성분을 보상해 줄 수 있는 액츄에이터를 각 축 단위로 장착하여 X, Y 2축을 독립적으로 제어할 수 있도록 설계하였다. 즉, X축을 중심으로 발생하는 롤 회전성분과 Y축을 중심으로 발생하는 피치 회전성분을 각각 독립적으로 감지하고 보상함으로써 시스템 자세제어가 용이하게 하였다.

스테빌라이저 시스템은 다음과 같이 크게 3부분으로 구성되어 있다. 먼저, 회전운동 감지센서로서 시스템의 자세정보를 획득하는 자세 검출부, 획득한 회전 운동성분에 대한 정보를 가지고 액츄에이터를 구동하여 시스템의 자세를 보상하여 안정화시키는 자세 안정화부, 그리고 회전운동 감지센서로 획득한 데이터를 처리하고 액츄에이터를 구동시키기 위한 제어 입력을 만들어 내며 사용자가 데이터 정보를 확인할 수 있도록 데이터를 디스플레이하는 데이터 제어부로 되어 있다.

자세 검출부에서 사용되는 회전운동 감지센서로는 일본 Murata사 제품의 자이로 센서를 사용하였다. 2축 자이로 센서를 X축과 Y축 중심에 장착하여 각 축을 중심으로 발생하는 롤과 피

치의 회전 운동성분을 검출할 수 있게 하였다.

자세 안정화부는 자세 검출부에서 검출한 시스템의 롤과 피치의 회전 운동성분을 이용하여 각 축의 액츄에이터를 구동할 수 있는 롤 김블과 피치 김블의 구조로 되어 있다. 액츄에이터는 X, Y 2축을 독립적으로 구동할 수 있는 2개의 DC 모터를 사용하였다. 그리고 2개의 포텐쇼미터를 사용하여 각각의 모터 각변위를 검출하여 제어 루프를 구성하였다.

데이터 제어부는 다음과 같은 3가지 역할을 한다. 첫째, 자이로 센서 출력값을 처리하는데 먼저, 고주파 노이즈를 제거하기 위한 필터링을 하고 아날로그 전압값을 디지털 값으로 변환한다. 그리고 출력되는 각속도값을 각도값으로 변환하기 위하여 적분을 한다. 둘째는 시스템 자세 정보를 통해서 적응퍼지제어기로 만들어진 제어 입력을 PWM 방식으로 DC 모터에 인가하여 구동시키고 제어 루프를 구성하기 위해서 모터에 커플링된 포텐쇼미터로부터 궤환신호를 받는다. 마지막으로 시스템의 롤과 피치값, 모터의 출력값, 제어 입력값 등과 같은 데이터 정보를 디스플레이하기 위해서 LCD 패널을 인터페이스시킨다.

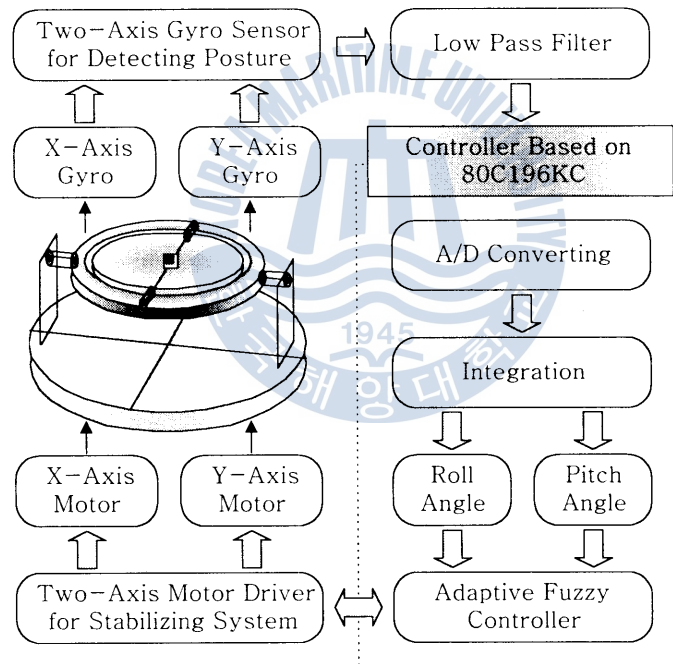


그림 1. 스테빌라이저 시스템의 구성도

Figure 1. Block diagram of a stabilizer system

시스템의 제어기는 플랜트의 구조나 파라미터들이 불확실한 상황에서 시스템의 연속적인 성능을 유지시킬 수 있는 적응퍼지제어기(Adaptive fuzzy controller)를 사용한다. 그리고 간단한 적응규칙(Adaptive Law)을 적용하는 1형 적응퍼지제어알고리즘(First-type Adaptive fuzzy algorithm)과 작은 수의 퍼지 규칙(Fuzzy rule)을 가지는 2형 적응퍼지제어알고리즘(Second-type Adaptive fuzzy algorithm)의 두 장점을 고려한 2/1형 적응퍼지제어알고리즘(Second/first-type Adaptive

fuzzy algorithm)을 제안하고 시뮬레이션을 통하여 알고리즘의 성능에 대한 검토한다. 또 1형 간 접적응퍼지제어기를 마이크로 프로세서 80C196KC에 탑재하여 실제 시스템에 적용해 봄으로써 제어기의 특성과 성능을 확인한다.

69. SA와 RCGA를 이용한 차륜형 독립진자 이동로봇의 모델링

제어계측공학과 백운학
지도교수 하윤수

최근 정보산업사회의 도래와 더불어 로봇에 대한 관심과 중요성이 날로 높아져 가고 있다. 그 중에서도 이동로봇에 관한 수많은 연구와 개발이 이루어지고 있으며 그 형태도 점차 다양해지고 있다. 이러한 연구결과로부터 파생된 것 중 하나가 독립진자형 이동로봇이다.

차륜형 독립진자이동로봇은 삼·사륜형 또는 그 이상의 차륜을 가진 이동로봇에 있어서 자세 보조륜(caster)에 의한 문제 즉, 노면의 상태에 따라 자세 보조륜으로부터 큰 불규칙적 외란을 받을 수 있고, 또한 경사진 도로를 주행할 경우에 무게중심이 뒤쪽으로 치우치는 문제점을 해결할 수 있는 이동체로서 연구 개발되어지고 있다. 또한 일륜과 보행로봇에 비해 제어가 쉬우며, 좁은 장소에서도 회전이 가능하다는 장점을 가지고 있다.

그러나, 이러한 형태의 로봇을 제어하는 데는 몇 가지 제약이 따른다. 차륜형 독립진자 이동로봇은 자기 자신의 균형을 스스로 유지하면서 요구되는 속도로 이동해야 한다. 따라서 차륜형 독립진자 이동로봇은 요구되는 자세와 속도를 동시에 만족시킬 수 있는 제어시스템 설계가 필수적이지만, 단일력 다출력 시스템이므로 자세 및 속도 모두 정상편차없이 제어하는 것은 불가능하다. 또한 이들의 제어를 위해 학습에 의한 제어, 퍼지제어에 등과 같은 비선형 제어기법이 고려되어질 수 있으나, 자립시스템의 경우 공급전원과 중량등을 고려해 마이크로프로세서등이 탑재되므로 계산능력에 있어서 많은 제약을 동반할 수가 있어 부담이 될 수가 있다. 게다가 이러한 형태의 로봇의 자세검출에 흔히 이용되고 있는 자이로 센서는 포텐쇼 미터, 엔코드, 가속도 센서등의 자세검출센서에 비해 응답속도가 뛰어나고 정도가 높으나 온도 드리프트를 가지고 있기 때문에 이로인한 오차를 보상할 필요가 있다. 이러한 이유에서 차륜형 독립진자 이동로봇의 제어기는 구성이 간단하면서도 성능이 우수한 것이 요구되어진다. 따라서 차륜형 독립진자 이동로봇의 동특성과 유사한 특성을 가지는 선형모델의 도출은 의미있는 일이라 할 수 있다. 이와 관련하여 기존의 모델링 방법 즉 직립자세 근방에서 테일러급수 전개함으로써 얻은 모델에 근거해 설계된 제어기는 직립자세 근방에서의 자세제어성능은 우수하나 고속주행시에는 자세가 직립상태에서 멀어짐으로 문제가 된다. 이러한 문제를 보완하기 위해서는 직립상태에서부터 고속주행시까지의 넓은 운전 범위에 있어서 실제 시스템의 동특성과 유사한 선형모델의 도출이 요구되어 진다.

따라서 본 논문에서는 준 최적해 또는 최적해로의 이동이 용이한 RCGA와 등반능력이 우수한 SA를 접목함으로써 차륜형 독립진자 이동로봇의 자세 및 속도제어를 위한 선형모델의 최적