

## 37. 적응퍼지제어기와 DSP를 이용한 2축 플랫폼의 자세 안정화 제어기의 구현

제어계측공학과 류 기 석  
지도교수 김 종 화

항해중인 선박이나 이동 중인 차량에서 이동 목표물을 추적하는데는 추적대상에 대한 정보뿐만 아니라, 추적시스템이 가지는 운 성분에 대한 정보도 같이 필요하게 된다. 이동 목표물에 대한 정확한 지향각을 얻기 위해서는 추적시스템의 안정된 자세제어가 필요하다.

이런 안정화 장치는 선박이나 차량에 탑재한 위성 안테나, 태양 추적장치의 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 현가장치와 로봇장비의 안정된 동작을 위한 서보 기구, 선상의 승차감 향상과 전차가 기동 중에도 정확한 조준 및 사격을 할 수 있도록 하는 포수조준경 안정화 장치에도 응용할 수 있다.

이에 본 논문에서는 센서와 모터로서 시스템의 자세를 직접 보상하는 능동적 안정화 방식(Active Stabilization method)을 사용하여 자세 안정화 시스템을 설계하고 실제로 구현한다. 구현한 자세안정화 시스템은 X와 Y의 2축 구조로서, 각 축에 회전운동 감지센서를 부착하여 시스템에 발생하는 회전 운동성분을 축 단위로 분해하여 검출할 수 있도록 하고, 각 축에 발생하는 회전 운동성분을 보상해 줄 수 있는 D/C 모터를 장착하여 각 축을 독립적으로 제어할 수 있도록 설계하였다.

자세 안정화 시스템은 다음과 같이 크게 센서부, 구동장치부, 자세제어부로 구성되어있다. 센서부는 회전운동 감지센서로 사용되는 자이로 센서와 획득한 자세정보만큼 구동시키기 위해 사용되는 포텐서미터로 구성되고, 각 센서에서 읽어온 정보를 A/D 변환후 자세제어 처리장치부로 들어가게된다. 이때 선박의 진동이나 기타 외란에 의해서 센서의 출력에 미치는 영향을 최소화 하기위하여 저역통과 필터를 통과한다.

구동장치부는 DC 모터를 풀리, 타이밍 벨트와 연결하여 피치, 롤링 축을 구동하도록 설계하였다. 이렇게 함으로써 모터로 2축 플랜트를 구동하는데 필요한 토크를 만들고 모터의 최소 구동각도를 보다 작게 만들 수 있다.

자세제어부는 시스템의 초기화, 자세안정화 기능을 수행하는 핵심장치이며, TMS320C31을 주 제어기로 사용하여 센서값 처리, 제어 입력 계산의 역할을 한다. 저역 통과 필터로 고주파 노이즈를 제거한 자이로 센서 출력값을 A/D 변환시키면 디지털의 각속도값을 얻을 수 있다. 이를 적분하면 실제 시스템의 자세정보로 사용되는 각변위값을 검출할 수 있다. 여기서 구한 각변위값은 제어기를 통해서 모터를 구동하여 시스템을 안정화시키는 데 사용된다.

적응퍼지제어 알고리즘을 적용하여 설계한 제어기는 제어 목적에 준한 제어 입력을 계산하고, DC 모터에 PWM(Pulse Width Modulation) 신호를 인가하여 구동시킨다.

시스템의 제어기는 플랫폼의 구조나 파라미터들이 불확실한 상황에서 시스템의 연속적인 성능을 유지시킬 수 있는 적응퍼지제어기(Adaptive Fuzzy Controller)를 사용한다. 적응퍼지제어기에 사용될 제어알고리즘은 온라인 계산량이 적은 반면 퍼지룰의 수가 많은 1형 간접 적응퍼지제어 알고리즘과, 온라인 계산량은 상대적으로 많지만 퍼지룰의 수가 적은 2형 간접 적응퍼지제어 알고리즘의 장점만을 취득한 2/1형 간접적응퍼지제어 알고리즘이다. 제안되는 2/1형 알고리즘의 우수성을 확인하기 위하여 예제시스템을 대상으로 시뮬레이션을 수행하고자 하며, 시뮬레이션 결과를 토대로 그 유효성을 검증하고자 한다.

적응퍼지제어 알고리즘을 이용하여 플랫폼의 자세 안정화 제어를 구현할 경우 우수한 제어성능을 얻기 위해서는 상대적으로 많은 수의 퍼지룰을 필요로 한다. 이 때 퍼지룰을 온라인으로 실행할 경우 계산량이 매우 많아 16비트 계열의 상용 마이크로프로세서는 실시간 제어가 가능한 샘플링 시간내에 계산을 완료하지 못한다. 실시간 제어와 온라인 계산 측면에서 절충이 필요하게 되고 결과적으로 퍼지룰의 수를 줄일 수 밖에 없으며, 이는 제어 성능의 저하로 귀착된다.

이와 같이 필요한 제어성능을 얻기 위하여 많은 양의 온라인 계산처리를 실시간으로 실행하기 위해서는, 데이터의 실시간 처리능력이 우수한 마이크로프로세서가 필요하다. 본 논문에서는 원하는 제어성능을 발휘할 수 있는 퍼지룰의 수를 시뮬레이션을 토대로 결정한 후, 이 퍼지룰을 탑재하여 실시간 샘플링 시간내에 온라인 계산을 완료할 수 있도록, 병렬처리 구조를 가진 TMS320C31 DSP를 중심으로 적응퍼지제어기를 구현하고 실험을 수행함으로써 그 유효성을 입증하고자 한다.

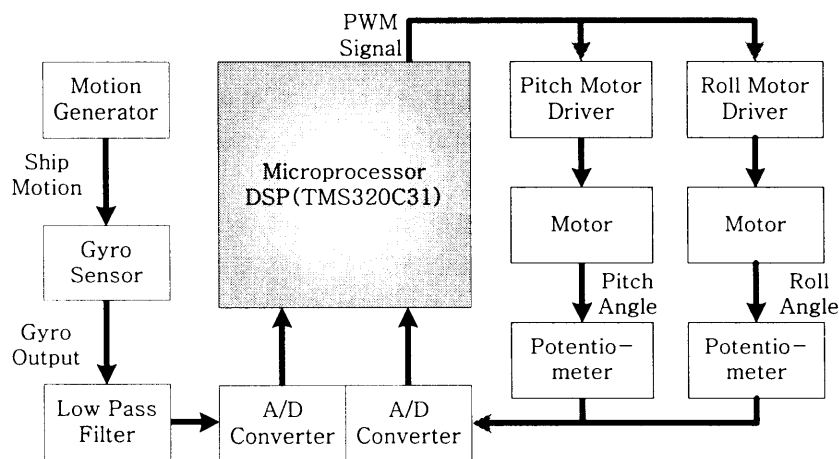


그림 1 DSP를 이용한 자세 안정화 제어시스템 구조

Figure 1 Structure of a stabilizing control system using TMS320C31 DSP