SEVA를 이용한 Aerodynamic Plant의 각도 제어를 위한 제어기의 설계

Design of controllers for Angle control of Aerodynamic Plant using SEVA

나 승 유, °배 희 종, 기 효 종

전남대학교, RRC-HECS, 전자공학과 (Tel : +82-62-530-1753; Fax : +82-62-530-1759; E-mail : syna@chonnam.ac.kr)

Abstract : Sensors are used to measure the states in need for control in a closed-loop system. Accuracy, reliability, stability of sensors are closely related to the controller performance. In case of sensor faults, they are detected by examining the sensor output values and the major values of the system. And then the types of the faults are recognized by the analysis of symptoms of faults. In this paper, a self-validating sensor is applied to the control of an aerodynamic plant system with the sensor fault problems in the potentiometer module for exact positioning to show the applicability. We propose a digital controller can provide a satisfactory loop performance even when the sensor faults occur.

Keywords : Aerodynamic Plant, SEVA, Soft Sensor, self-validating

1. 서 론

현재 사용되고 있는 대부분의 시스템에는 인간의 감각기관에 대응하여 사용되는 센서가 있다. 감각기관이 인간에게 중요한 기관 중의 하나인 만큼 센서 또한 시스템에서 중요한 구성요소이다. 제어시스템의 설계 시에 지나치기 쉬운 부분이 센서의 오류이다. 센서의 중요성을 인식한다면, 센서의 오류에 대한 대비를 하여야 하고, 이 센서의 오류에 대한 대처 방법 중의 하나가 SEVA 센서의 사용이다. SEVA 센서는 오류 검출, 센서 진단, 보정의 단계를 거치는데 모두 소프트웨어로 처리한다.

본 논문에서는 실험을 위해 직접 Aerodynamic Plant의 하드웨어와 소프트웨어를 설계, 제작 및 작성하고, Fan & Plate의 각도 센서로 사용되는 Potentiometer에서 발생한 에러에 적용하여 센서의 개방, 단락, 전원개방이나 습기저항, 접촉저항에도 불구하고 만족할만한 응답을 얻을 수 있음을 실험적으로 보인다.

2. System Modeling

Aerodynamic Plant는 Fan & Plate의 Fan을 회전시켜 바람을 생성하고, 바람의 세기로 Plate의 각도를 제어하는 시스템이다. Fan에서 발생되는 바람의 세기는 Plate의 각도에 따라 Plate에 미치는 바람의 양이 다르므로 비선형적이다. 여기서, 시스템 모델링 부분은 간략히 다루도록 한다.

2.1 Nonlinear Dynamic Model

2.1.1 Fan Input Voltage와 Speed 관계

$$T_1 \frac{dG(t)}{d(t)} + G(t) = K_1 V(t) + C_1 \tag{1}$$

$G(t)$: 바람의 속도, $V(t)$: Fan 입력 전압

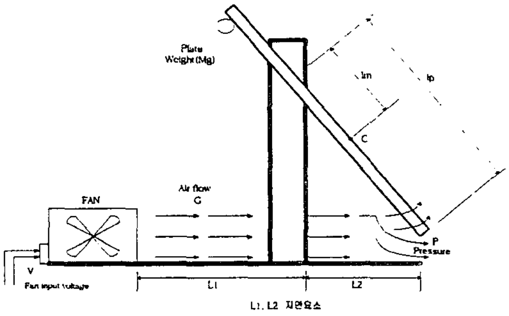

그림 1. Plant Model

2.1.2 Pressure와 Plate Angle의 관계

$$J\frac{d^2\Psi}{dt^2} = -Mg\, l_m \sin\Psi - b\frac{d\Psi}{dt} + PA\, l_p \cos\Psi \tag{2}$$

T_l : 시간상수, K_l : 정상상태Gain, C_l : 비례상수,

J : 관성, b : damping 계수,

그림 1에서 L_1에 Plate의 각도에 따른 L_2의 길이 변화가 Fan으로부터의 전송지연이 달라진다. 이 Plate의 각도에 따른 전송지연의 변화는 응답속도에 영향을 준다. 본 시스템은 제어기 출력 전압과 모터의 비선형성, Fan으로부터의 전송지연, 바람의 세기와 Plate 각도의 비선형 특성을 가지고 있다. 본 논문에서는 제어기 출력과 Plate 각도를 선형화 함수로 선형화 시켰다.

2.2 Linearized Model

시스템 선형화를 위해 식(1)과 식(2)를 세분화하여 각각에 대한 전달함수를 구한다.

$$G_1(s) = \frac{w(s)}{v(s)} = \frac{K_1}{T_1 s + 1} \tag{3}$$

$$G_2(s) = \frac{\varphi(s)}{p(s)} = \frac{A\, l_p \cos\Psi_{ss}}{Js^2 + bs + (Mg\, l_M \cos\Psi_{ss} + P_{ss} A\, l_p \sin\Psi_{ss}} \tag{4}$$