

Lab_Sim

Real-Time Digital Simulation of Dynamic System

Description

이 실험에서는 인터럽트를 이용하여 다이내믹 시스템의 실시간 디지털 시뮬레이션을 수행해 본다. 이 실험에서 실시간 시뮬레이션을 수행할 다이내믹 시스템은 다음과 같은 미분 방정식으로 나타내 지는 2 차 시스템이다.

$$\ddot{y} + 2\zeta\omega_n\dot{y} + \omega_n^2y = \omega_n^2u$$

위의 시스템의 전달 함수는 다음과 같은 2 차 표준형이다.

$$\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$$

위의 시스템을 디지털 컴퓨터로 시뮬레이션 하기 위해서는 위의 미분 방정식을 디지털 형태로 바꾸어야 한다. 여러 가지 방법이 있으나, 여기에서는 상태 변수 방정식을 이용한 방법을 사용한다. 이를 위해서 다음과 같이 상태 변수를 정의한다.

$$x_1 = y$$

$$x_2 = \dot{y}$$

위의 정의를 이용하면 다음과 같은 상태 변수 방정식을 얻는다.

$$\dot{x}_1 = x_2$$

$$\dot{x}_2 = -\omega_n^2x_1 - 2\zeta\omega_nx_2 + \omega_n^2u$$

적분 식을 이용하여 위의 상태 변수 방정식은 다음과 같이 디지털 형태로 바꿀 수 있다. 아래의 식에서 T는 샘플링 주기이다.

$$x_1(t) = x_1(t-T) + T \cdot [x_2(t-T)]$$

$$x_2(t) = x_2(t-T) + T \cdot [-\omega_n^2 x_1(t-T) - 2\zeta\omega_n x_2(t-T) + \omega_n^2 u(t-T)]$$

이 실험에서는 위의 방정식을 이용하여 2 차 시스템의 실시간 시뮬레이션을 실행해 본다.

Experiment

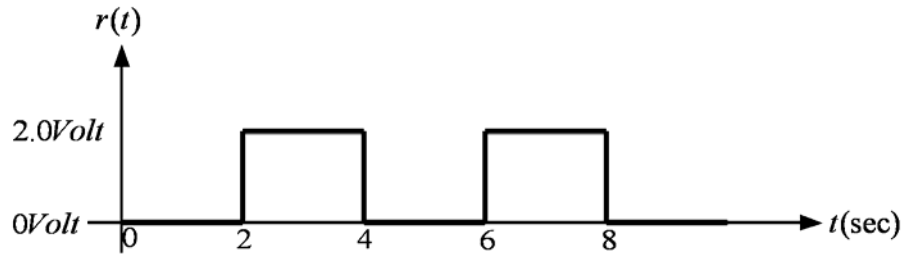
Experiment 1. 제공된 프로그램 `sine.c`는 AD 변환기의 인터럽트를 이용하여 100Hz의 정현파를 DA 변환기로 출력하는 프로그램이다. AD 변환은 타이머에서 발생하는 주기 펄스 신호에 의해서 시작되며, AD 변환이 완료되는 순간 인터럽트 신호를 발생시킨다. 제공된 프로그램의 ISR(interrupt service routine)에서는 sine 함수를 계산하여 그 값을 DA 변환기로 출력한다. DA 변환기의 출력 신호를 오실로스코프에 연결한 후, 프로그램을 실행 시켜서 정현파 신호가 출력되는 것을 관찰한다. 인터럽트의 주기는 2KHz이며 출력되는 정현파의 주파수는 100Hz이다. 오실로스코프에서 정현파의 주기는 10msec이고, 인터럽트가 실행되는 주기는 0.5msec임을 확인한다.

Experiment 2. ISR에 반드시 필요한 부분만을 남기고, ISR의 나머지 부분은 별도의 task에서 실행되도록 프로그램을 변경하여 Experiment 1과 동일한 결과가 나오도록 한다. ISR과 task의 synchronization은 binary semaphore를 이용한다. ISR에 반드시 필요한 부분은 다음과 같다. 이 부분은 ISR의 가장 마지막 부분이어야 한다.

```
sysOutByte(AD_CLEAR_INTERRUPT,0); /* clears interrupt */
sysOutByte(AD_CLEAR_FIFO,0); /* clears FIFO */
sysOutByte(PIC2EOI,0x20); /* end of interrupt */
```

정현파의 주기와 인터럽트의 주기를 오실로스코프로 관찰하여 Experiment 1과 같은지 확인한다. 이 방법은 Experiment 1과 비교하여 어떤 장점과 단점이 있는지 보고서에 설명한다.

Experiment 3. Experiment 2에서와 같이 ISR과 task의 synchronization을 이용하여, DA 변환기에서 다음 그림과 같은 구형파(square wave)가 출력되는 프로그램을 작성하시오.



Experiment 4. Experiment 3에서 작성한 프로그램을 수정하여 다이내믹 시뮬레이션 프로그램을 완성한다. 위에서 설명한 디지털 알고리즘을 프로그램에 구현한다. 시뮬레이션의 출력은 다음의 두 가지로 동시에 출력 되도록 한다. 첫째, 다이내믹 시스템의 출력 값을 DA 변환기로 출력하여 오실로스코프로 관찰한다. 둘째, lab_TCP의 3번째 실험에서 작성한 프로그램을 이용하여 다이내믹 시스템의 출력 값이 Windows 호스트 컴퓨터의 GraphServer에서 실시간으로 출력되도록 한다. 보고서에는 PrintKey 프로그램을 이용하여 화면을 캡처한 그림을 함께 제출한다.

다이내믹 시스템의 입력은 Experiment 3에서 작성한 프로그램에서 발생하는 구형 파 (square wave)가 입력되도록 하여, 시스템의 계단 응답을 반복적으로 관찰할 수 있도록 한다. 단, 이 구형파는 DA 변환기로 출력할 필요가 없다. 다이내믹 시뮬레이션은 다음의 계수들에 대해서 실행한다.

$$\omega_n = 10, \zeta = 0.2$$

$$\omega_n = 20, \zeta = 0.2$$

$$\omega_n = 10, \zeta = 1$$

$$\omega_n = 20, \zeta = 1$$