임베디드 시스템의 터치스크린 LCD 구동을 위한 초기화 및 좌표보정

오삼권*, 박근덕*, 김병국*
*호서대학교 컴퓨터공학과
e-mail:ohsk@hoseo.edu

The Initialazation and Calibration Methods for a Touch-Screen LCD of an Embedded System

Sam Kweon Oh*, Geun Duk Park*, Byoung Kuk Kim*
*Dept of Computer Engineering, Hoseo University

요 약

터치스크린 구동을 위해서는 터치된 위치의 아날로그 신호를 디지털 값으로 변환해 주는 ADC의 모드와 인터럽트 요청 발생을 위한 ADC의 채널에 연결된 스위치의 활성화 여부를 설정해야 한다.

본 논문은 터치스크린 LCD 모듈인 LP35가 부착된 LN2440SBC 임베디드 보드의 터치스크린 구동을 위한 초기화 방법과 터치스크린의 위치 좌표를 LCD의 픽셀 좌표로 변환해주는 좌표 보정 방법을 설명한다. 터치스크린의 구동은 크게 인터럽트 요청 대기/처리 상태로 구분된다. ADC 모드와 채널 스위치의 활성화 여부를, 인터럽트 요청 대기 상태에서는 인터럽트의 요청을 대기하며, 인터럽트 발생시 터치된 위치에 대한 아날로그 신호를 자동으로 디지털 값으로 변환하도록 설정하고, 인터럽트 요청 처리 상태에서는 인터럽트 요청을 처리하는 동안 새로운 인터럽트 요청을 마스킹(masking)하도록 설정한다. 좌표 보정은 터치된 위치 좌표 2개와 이에 대응되는 2개의 픽셀 좌표를 구하고, 이 좌표 값들을 이용하여 좌표 보정 일차 함수를 구함으로써 구현한다.

1. 서론

하드웨어의 발전에 따라 많은 임베디드 시스템에서 터치스크린 LCD가 사용 되고 있으며, 이러한 터치스크린을 구동하기 위해서는 해당 하드웨어에 대한 깊은 이해를 요구한다.

본 논문은 터치스크린 LCD 모듈인 LP35가 부착된 LN2440SBC 임베디드 보드[1]의 터치스크린 구동을 위한 초기화 방법과 터치스크린 위치 좌표를 LCD 픽셀 좌표에 맞춰 조절하는 좌표 보정 방법(calibration)[2]을 설명한다.

LN2440SBC의 S3C2440SBC 마이크로프로세서에는 터치스크린 구동을 위해 터치스크린 인터페이스와 터치된 위치의 아날로그 신호를 디지털 값으로 변환해 주는 8채널의 ADC가 내장되어 있으며, 터치스크린 구동을 위해서는 이 중 4개의 채널에 연결된 스위치(FET)와 ADC의 변환 모드의 활성화 여부를 설정해줘야 한다. 터치스크린의 구동은 크게 인터럽트 요청 대기/처리 상태로 구분되며, 인터럽트 요청 대기 상태에서는 인터럽트의 요청을 대기하고, 인터럽트 발생시 터치된 위치에 대한 아날로그 신호의 디지털 변환을 위해 인터럽트 대기모드와 자동 X/Y 위치 변환 모드를 활성화 하며, 인터럽트 요청이 발생하도록 4개의 채널 스위치의 활성화 여부를 설정한다. 인터럽트 요청 처리 상태에서는 인터럽트 요청을 처리하는 동안 새로운 인터럽트 요청을 마스킹(masking)하기 위해 인터럽트 대기 모드와 자동 X/Y 위치 변환 모드를 비활성화하고, 인터럽트 요청이 발생하지 못하도록 채널 스위치의 활성화 여부를 설정한다. 이렇게 구한 위치 좌표는 픽셀 좌표와 서로 다르기 때문에, 두 좌표를 대응 시켜 주는 좌표 보정 기능이 필요하다. 좌표 보정은 2점의 좌표를 알면 일차함수를 구할 수 있으므로, 터치된 위치 좌표 2개와 이에 대응되는 2개의 픽셀 좌표를 구하고, 이 좌표 값들을 이용하여 좌표 보정 일차 함수를 구함으로써 구현한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장은 LN2440SBC의 터치스크린 인터페이스에 대해 설명한다. 3장은 터치스크린의 구동을 위한 초기화 방법과 좌표보정 방법을 설명한다. 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다.

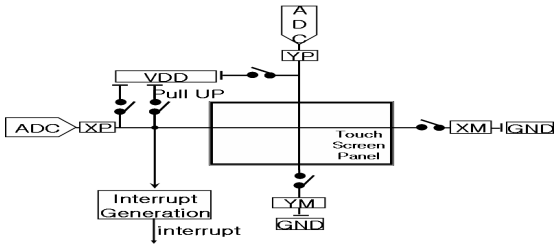
2. 관련연구

LN2440SBC 임베디드 시스템의 S3C2440A 마이크로프로세서는 ARM920T ARM 코어, 아날로그-디지털 변환기(ADC)[3], 터치스크린 인터페이스, TFT LCD 컨트롤러 등이 내장되어 있으며, 터치스크린 기능의 LP35 TFT LCD 모듈이[4] 부착되어 있다.[1][2]

S3C2440A에는 8 채널의 ADC가 내장되어 있으며, 이중 4-7번 채널(YM, YP, XM, XP)은 터치스크린 인터페이스로 사용할 수 있다. 그림 1은 터치스크린의 인터페이스를 보여준다. 풀업(PULL UP), YP, XP는 스위치(FET)를 활성화할 경우, 전원(VDD)에 연결되며, YM, XM는 스위치를 활성화할 경우, 접지(GND)에 연결된다. 터치스크린이 눌리지 않은 대기상태에서는 X축과 Y축은 서로 분리되어

있다. 따라서 터치 인터럽트를 발생시키기 위해 X축의 풀업과 YM의 스위치만을 활성화 하여, 풀업은 전원, YM은 접지로 연결되게 한다. 터치가 입력되면 X축과 Y축은 서로 접촉되어 회로가 구성되어 전압이 생기며 그 전압에 의해 터치스크린 인터럽트가 발생한다.

터치스크린은 스크린 표면을 눌렀을 때 생기는 전압차로 상대적인 좌표를 계산하며 이 좌표 값은 아날로그 신호이므로 ADC를 통해 디지털 값으로 변환해야 한다. S3C2440A가 제공하는 변환 모드는 터치스크린을 사용하지 않고 일반적인 ADC로 사용하는 보통(normal) 변환 모드, X/Y 위치를 자동으로 변환해주는 자동(auto) X/Y 위치 변환 모드가 있으며, 터치스크린 인터럽트를 대기하는 인터럽트 대기 모드가 있다.



(그림 1) 터치스크린 인터페이스

3. 터치스크린 구동을 위한 초기화와 좌표 보정 방법

터치스크린의 구동을 위해서는 인터럽트 요청 대기/처리 상태에 따라 ADC 모드와 4개의 채널(YP, YM, XP, XM)에 연결된 스위치의 활성화 여부를 설정해야 한다. 인터럽트 요청 대기 모드에서는 다음과 같이 설정한다.

① 자동 X/Y 위치 변환 모드 설정

② 인터럽트 대기 모드 설정

③ 풀업(pull-up) 스위치와 YM 스위치 활성화

터치스크린 인터럽트를 대기하기 위해 인터럽트 대기 모드를 설정하고, 인터럽트 발생 시 터치된 X, Y의 아날로그 위치 값의 디지털 값으로의 변환을 위해 자동 X/Y 위치 변환 모드를 설정한다. 인터럽트 대기상태에서 터치 인터럽트의 발생여부의 확인을 위해, 터치스크린에서 사용하는 ADC의 4개 채널에 연결된 스위치와 XP에 연결된 풀업 스위치의 활성화 여부를 설정해야 한다. 인터럽트 대기상태에서는 풀업과 YM 스위치만 활성화하여 스크린이 터치 될 경우, X축과 Y축이 접촉되어 인터럽트를 발생하도록 설정한다.

인터럽트가 발생하여, 인터럽트 처리 상태일 경우, 다음과 같이 설정한다.

① 풀업 스위치 비활성화

② 자동 X/Y 위치 변환 비활성화

③ 인터럽트 대기 모드 비활성화

터치 인터럽트의 마스킹을 위해 풀업 스위치를 비활성화 하고, 자동 X/Y 변환 모드와 인터럽트 대기모드를 해제 한 후, 데이터 레지스터로부터 변환된 X, Y 좌표를 읽어 온다. 모든 처리가 끝난 후 다시 인터럽트를 대기하도록 설정한다.

ADC에 의해 디지털 신호로 변환된 좌표(XP, YP)의 범위와 LCD 픽셀좌표(x,y)의 범위는 서로 다르므로, 터치스크린 패널의 좌표를 LCD의 픽셀 좌표에 대응 되도록 하는 보정 기능이 필요하다. 두 점의 좌표를 알면, 1차 함수 y=f(x)를 구할 수 있다. 따라서 좌측 상단의 픽셀(x1,y1)과 우측 하단의 픽셀 좌표(x2,y2)에 대응되는 터치스크린 패널의 위치((xp1,yp1),(xp2,yp2))를 구하고, LCD 픽셀 좌표와 터치스크린 패널의 좌표는 비례 관계이므로, 이 좌표들을 이용하여 터치스크린 패널의 위치에 대응되는 픽셀 좌표 x와 y를 식 (1)과 같이 구할 수 있다:

$$x=mx*xp+Bx \quad y=my*yp+By \qquad \text{식 (1)}$$

여기서 mx와 my는 기울기이고 Bx와 By는 절편이다. 기울기는 (y의 증분/x의 증분) 이므로 mx와 my는 식 (2)와 같이 구할 수 있다:

$$mx=lx/(xp2-xp1) \quad my=ly/(yp2-yp1) \qquad \text{식 (2)}$$

여기서, lx는 두 픽셀 간의 X축 길이이고 ly는 두 픽셀 간의 Y축 길이이다. 또한 절편은 식 (1)의 수식에 (x1,y1)에 대응되는 (xp1,yp1)를 대입하여 식(3)과 같이 구할 수 있다:

$$Bx=x1-(mx*xp1) \quad By=y1-(my*yp1) \qquad \text{식 (3)}$$

3. 결론 및 향후계획

본 논문은 터치스크린 LCD 모듈인 LP35가 부착된 LN2440SBC 임베디드 보드에서 터치스크린 구동을 위한 초기화 방법과 터치스크린 좌표를 LCD 패널 좌표에 맞춰 조절하는 좌표 보정 방법을 설명했다. 인터럽트 요청 대기/처리 상태에 따라 ADC 모드와 4개의 채널 스위치의 활성화 여부를 설명했다. 또한, 터치스크린의 터치된 위치의 좌표 값을 LCD의 픽셀좌표로 보정해 주는 좌표 보정방법에 대해 기술했다. 향후에는 터치스크린 사용시 사용자 명령의 입력을 위해 특정 영역의 터치여부를 판단하는 알고리즘들을 적용하여 각 상황에 따라 적합한 터치 영역 판단 알고리즘을 제시하고자 한다.

참고문헌

[1] Samsung Electronics, "S3C2440A 32-BIT CMOS MICROCONTROLLER USER'S MANUAL Revision 1", Samsung Electronics, 2004.

[2] 홍건표, 하동호, "ARM920T S3C2440A를 이용한 개발자들을 위한 ARM 프로세서", OHM, 2006.

[3] John Catsoulis, "Designing Embedded Hardware, 2nd ED의 역서", 한빛미디어, 2007.

[4] Samsung Electronics, "Product Information LTV350QV-F04", Samsung Electronics, 2005.