

제16장 ADC & 터치 스크린 인터페이스

개요

S3C2410X의 10비트 ADC는 8채널의 아날로그 입력을 갖는 리사이클 형태의 디바이스이다. 2.5MHz의 AD 컨버터 클럭 비율인 최대 500KSPS에서 아날로그 입력 신호를 10비트 바이너리 디지털 코드로 변환한다. AD 컨버터는 온-칩에서 동작하며, 샘플 & 홀드 기능과 파워다운 모드가 지원된다.

S3C2410X는 터치 스크린 패널, 4개의 외부 트랜지스터, 외부 전압 소스, AIN[7]과 AIN[5] (그림 16-2를 참조)로 구성되는 터치 스크린 인터페이스를 지원한다. 터치 스크린 인터페이스는 X좌표와 Y좌표를 변환하는 외부 트랜지스터와 터치 스크린 패널의 패드에 연결되는 아날로그 패드(AIN[7], AIN[5])와 컨트롤 신호(nYPON, YMON, nXPON, XMON)을 컨트롤 하고 선택한다.

터치 스크린 인터페이스는 인터럽트 발생 로직 안에 ADC 인터페이스 로직과 외부 트랜지스터 로직을 포함한다.

형태

- ☞ 해상도 : 10비트
- ☞ 차동 선형 에러 : ± 1.5 LSB
- ☞ 내부 선형 에러 : ± 2.0 LSB
- ☞ 최대 변환 비율 : 500 KSPS
- ☞ 저전력 소비
- ☞ 공급 전압 : 3.3V
- ☞ 아날로그 입력 전압 : 0 ~ 3.3V
- ☞ 온-칩 샘플 & 홀드 기능
- ☞ Normal 변환 모드
- ☞ 분리된 X/Y 위치 변환 모드
- ☞ 자동(시퀀스) X/Y 위치 변환 모드
- ☞ 인터럽트 모드 대기

ADC & 터치 스크린 인터페이스 동작

블록 다이어그램

그림 16-1은 S3C2410X의 AD 컨버터와 터치 스크린 인터페이스에 대한 블록 다이어그램을 나타내고 있다. AD 컨버터는 리사이클 형태임을 기억해야 한다.

풀-업 저항이 VDDA_ADC의 AIN[7]에 붙어 있다. 즉, 터치 스크린 패널의 XP 패드는 S3C2410X의 AIN[7]에 연결되어야 하며 터치 스크린 패널의 YP 패드는 AIN[5]에 연결되어야 한다.

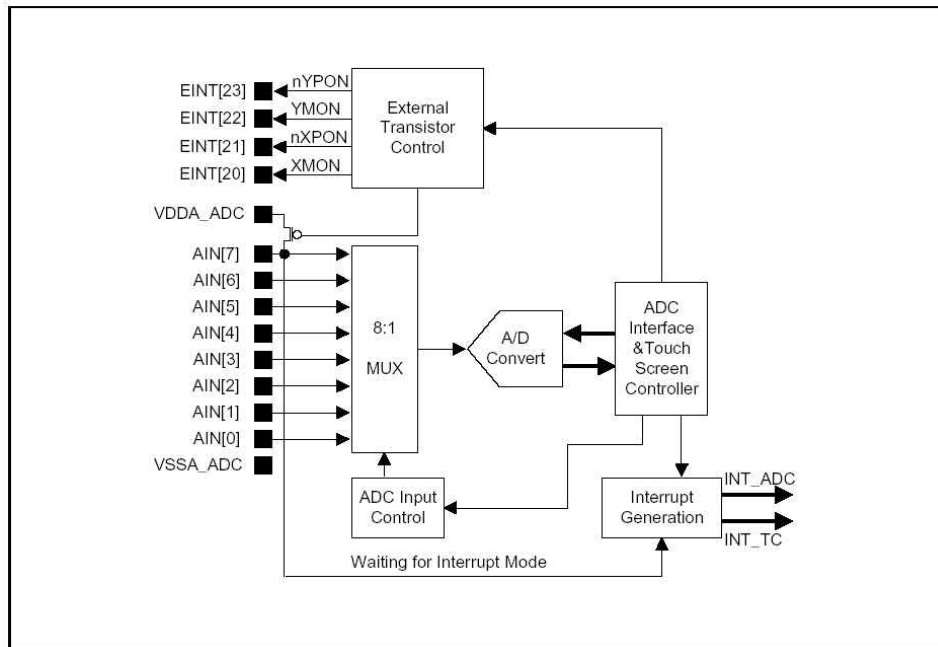


그림 16-1. ADC와 터치 스크린 인터페이스에 대한 블록 다이어그램

터치 스크린에 대한 예제

이 예제에서, AIN[7]은 XP에 연결되고 AIN[5]는 터치 스크린 패널의 YP에 연결된다. 터치 스크린 패널(XP, XM, YP, YM)의 패드를 컨트롤 하기 위해서, 4개의 외부 트랜지스터가 사용되며 nYPON, YMON, nXPON, XMON을 포함한 컨트롤 신호가 4개의 외부 트랜지스터에 연결된다.

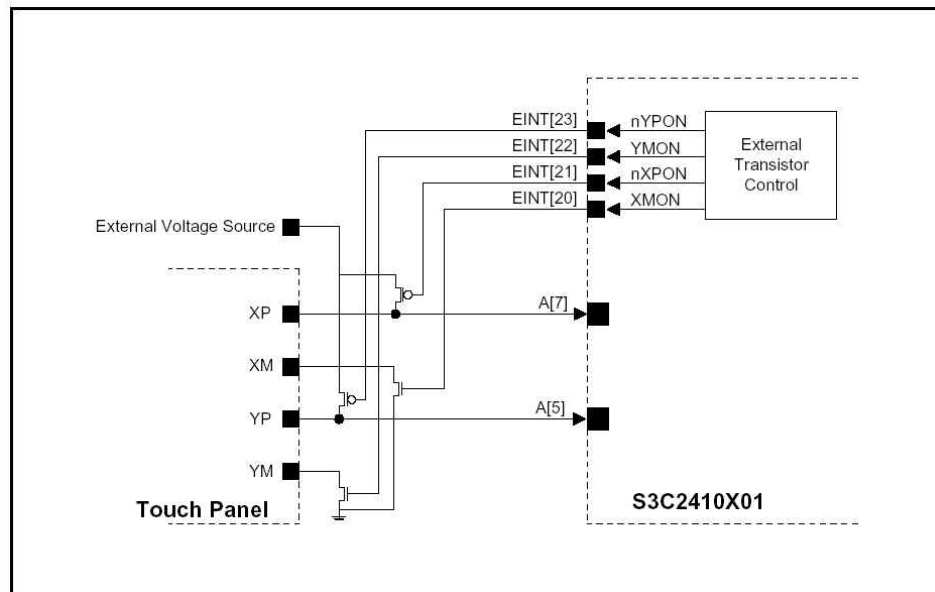


그림 16-2. ADC와 터치 스크린 인터페이스에 대한 예제

아래의 사항들을 가정 하였다:

1. 외부 트랜지스터(그림 16-2)를 사용해서 터치 스크린 패널의 패드를 S3C2410X에 연결한다.
2. X/Y 좌표를 얻기 위해서 분리된 X/Y 위치 변환 모드나 자동 X/Y 위치 변환 모드를 선택한다.
3. 인터럽트 모드를 기다리도록 스크린 인터페이스를 설정한다.
4. 인터럽트가 발생되면, 적절한 변환(분리된 X/Y 위치 변환 모드나 자동 X/Y 위치 변환 모드)이 활성화 된다.
5. X/Y 위치의 적절한 값을 얻고 난 후에, 인터럽트 모드에 대한 대기를 반환한다.

주의할 점:

1. 외부 전압 소스는 3.3V 이어야 한다.
2. 외부 트랜지스터의 내부 저항은 5Ω 미만이어야 한다.

기능 설명

AD 변환 시간

PCLK가 50MHz이고 프리스케일러 값이 49이면, 총 10비트 변환 시간은 아래와 같이 주어진다:

$$\text{AD 컨버터 주파수} = 50\text{MHz} / (49+1) = 1\text{MHz}$$

$$\text{변환 시간} = 1 / (1\text{MHz} / 5 \text{ 사이클}) = 1 / 1200 \text{ kHz} = 5\mu\text{s}$$

주의할 점

이 AD 컨버터는 최대 2.5MHz의 클럭에서 동작하며, 변환 비율을 500KSPS까지 올릴 수 있다.

터치 스크린 인터페이스 모드

1. Normal 변환 모드

Normal 변환 모드(AUTO_PST=0, XY_PST=0)는 범용 ADC 변환에 사용된다. 이 모드는 ADCCON과 ADCTSC를 셋팅해서 초기화가 가능하며, ADCDAT0(ADC 데이터 레지스터0)의 XPDATA(Normal ADC) 값을 읽어서 동작을 완료한다.

2. 분리된 X/Y 위치 변환 모드

분리된 X/Y 위치 변환 모드는 2가지의 변환모드로 구성된다: X-위치 모드와 Y-위치 모드.

첫 번째 모드는 아래와 같은 방식으로 동작한다:

X-위치 모드(AUTO_PST=0과 XY_PST=1)는 ADCDAT0 레지스터의 XPDATA에 X-위치 변환 데이터를 기록한다. 변환 후에, 터치 스크린 인터페이스는 인터럽트 컨트롤러에 인터럽트 소스(INT_ADC)를 발생한다.

Y-위치 모드(AUTO_PST=0, XY_PST=2)는 ADCDAT0의 XPDATA에 Y-위치 변환 데이터를 기록한다. 변환 후에, 터치 스크린 인터페이스는 인터럽트 컨트롤러에 인터럽트 소스(INT_ADC)를 발생한다.

표 16-1. 분리된 X/Y 위치 변환 모드의 터치 스크린 패널 패드 상태

	XP	XM	YP	YM
X Position Conversion	External Voltage	GND	AIN[5]	Hi-Z
Y Position Conversion	AIN[7]	Hi-Z	External Voltage	GND

3. 자동 X/Y 위치 변환 모드

자동 X/Y 위치 변환 모드(AUTO_PST=1과 XY_PST=0)은 다음과 같은 방식으로 동작한다: 터치 스크린 컨트롤러는 X-위치와 Y-위치를 자동적으로 변환한다. 터치 스크린 컨트롤러는 ADCDAT0의 XPDATA에 X-측정 데이터를 기록하고, ADCDAT1의 YPDATA에 Y-측정 데이터를 기록한다. 자동 위치 변환 후에, 터치 스크린 컨트롤러는 인터럽트 컨트롤러에 인터럽트 소스(INT_ADC)를 발생시킨다.

표 16-2. 자동 X/Y 위치 변환 모드의 터치 스크린 패널 패드의 상태

	XP	XM	YP	YM
X Position Conversion	External Voltage	GND	AIN[5]	Hi-Z
Y Position Conversion	AIN[7]	Hi-Z	External Voltage	GND

4. 인터럽트 모드를 위한 대기

터치 스크린 컨트롤러가 인터럽트 모드에서 대기 중일 때, 스타일러스 다운을 기다린다. 컨트롤러는 스타일러스가 터치 스크린 패널에 다운될 때 인터럽트 신호(INT_TC)를 발생한다.

인터럽트 발생 후에, X와 Y의 위치는 적절한 변환 모드(분리된 X/Y 위치 변환 모드 혹은 자동 X/Y 위치 변환 모드)에 의해서 읽혀진다.

표 16-3. 인터럽트 모드 대기 시의 터치 스크린 패널 패드의 상태

	XP	XM	YP	YM
Waiting for Interrupt Mode	Pull-up	Hi-Z	AIN[5]	GND

스탠바이 모드(Standby Mode)

스탠바이 모드는 ADCCON 레지스터의 STDBM이 1로 설정될 때 활성화 된다. 이 모드에서, AD 변환 동작이 중지되고, ADCDAT0의 XPDATA(Normal ADC)와 ADCDAT1의 YPDATA는 이전의 변환 데이터를 포함하고 있다.

프로그래밍 시의 주의할 점

1. AD 변환 데이터는 인터럽트나 폴링 방법을 이용해서 액세스가 가능하다. 인터럽트 방법을 이용하면, AD 컨버터가 시작해서 데이터를 변환하기 까지의 전체적인 변환 시간은 인터럽트 서비스 루틴과 데이터 액세스 타임의 반환 때문에 딜레이가 될 수도 있다. 폴링 방법을 이용하면, ADCCON[15]의 마지막 변환 플래그 비트를 체크해서 ADCDAT 레지스터로부터 읽은 시간이 결정될 수 있다.
2. AD 변환은 여러 가지의 방식으로 이루어진다: ADCCON[1]의 AD 변환 시작 및 읽기 모드가 1로 설정된 후에, AD 변환은 변환된 데이터가 읽힐 때마다 시작한다.

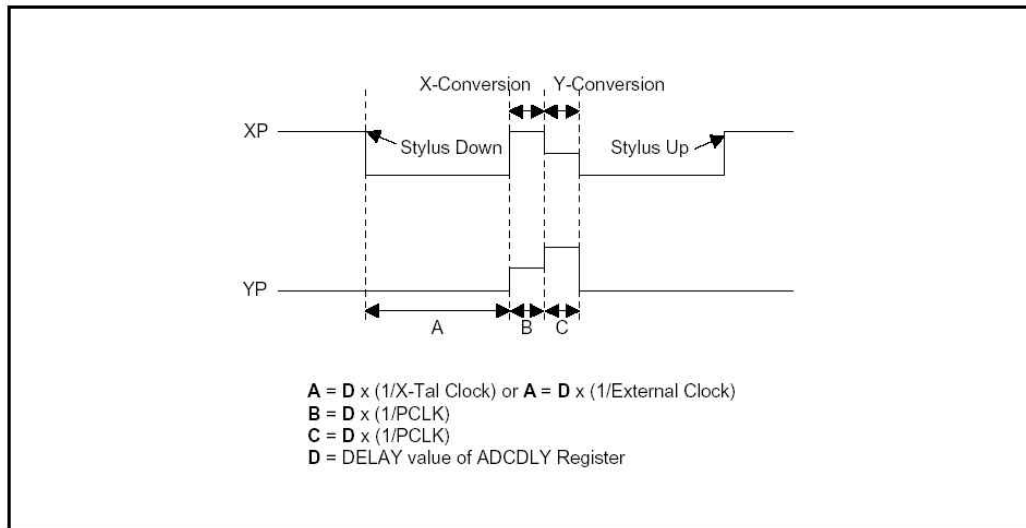


그림 16-3. 자동 X/Y 위치 변환 모드의 타이밍 다이어그램

ADC와 터치 스크린 인터페이스 특별 레지스터

ADC 컨트롤(ADCCON) 레지스터

Register	Address	R/W	Description	Reset Value
ADCCON	0x58000000	R/W	ADC control register	0x3FC4

ADCCON	Bit	Description	Initial State
ECFLG	[15]	End of conversion flag (read only). 0 = A/D conversion in process 1 = End of A/D conversion	0
PRSCEN	[14]	A/D converter prescaler enable. 0 = Disable 1 = Enable	0
PRSCVL	[13:6]	A/D converter prescaler value. Data value: 1 ~ 255 Note that division factor is (N+1) when the prescaler value is N.	0xFF
SEL_MUX	[5:3]	Analog input channel select. 000 = AIN 0 001 = AIN 1 010 = AIN 2 011 = AIN 3 100 = AIN 4 101 = AIN 5 110 = AIN 6 111 = AIN 7 (XP)	0
STDBM	[2]	Standby mode select. 0 = Normal operation mode 1 = Standby mode	1
READ_START	[1]	A/D conversion start by read. 0 = Disable start by read operation 1 = Enable start by read operation	0
ENABLE_START	[0]	A/D conversion starts by setting this bit. If READ_START is enabled, this value is not valid. 0 = No operation 1 = A/D conversion starts and this bit is cleared after the start-up.	0

ADC 터치 스크린 컨트롤(ADCTSC) 레지스터

Register	Address	R/W	Description	Reset Value
ADCTSC	0x58000004	R/W	ADC touch screen control register	0x058

ADCTSC	Bit	Description	Initial State
Reserved	[8]	This bit should be zero.	0
YM_SEN	[7]	Select output value of YMON. 0 = YMON output is 0 (YM = Hi-Z). 1 = YMON output is 1 (YM = GND).	0
YP_SEN	[6]	Select output value of nYPON. 0 = nYPON output is 0 (YP = External voltage). 1 = nYPON output is 1 (YP is connected with AIN[5]).	1
XM_SEN	[5]	Select output value of XMON. 0 = XMON output is 0 (XM = Hi-Z). 1 = XMON output is 1 (XM = GND).	0
XP_SEN	[4]	Select output value of nXPON. 0 = nXPON output is 0 (XP = External voltage). 1 = nXPON output is 1 (XP is connected with AIN[7]).	1
PULL_UP	[3]	Pull-up switch enable. 0 = XP pull-up enable 1 = XP pull-up disable	1
AUTO_PST	[2]	Automatically sequencing conversion of X-position and Y-position 0 = Normal ADC conversion 1 = Auto (Sequential) X/Y Position Conversion Mode	0
XY_PST	[1:0]	Manual measurement of X-position or Y-position. 00 = No operation mode 01 = X-position measurement 10 = Y-position measurement 11 = Waiting for Interrupt Mode	0

주의할 점 : 자동 모드에서, ADCTSC 레지스터는 읽기 동작을 시작하기 전에 재설정 되어야 한다.

ADC 시작 딜레이(ADCDLY) 레지스터

Register	Address	R/W	Description	Reset Value
ADCDLY	0x58000008	R/W	ADC start or interval delay register	0x00ff

ADCDLY	Bit	Description	Initial State
DELAY	[15:0]	1) Normal Conversion Mode, Separate X/Y Position Conversion Mode, and Auto (Sequential) X/Y Position Conversion Mode. → X/Y Position Conversion Delay Value. 2) Waiting for Interrupt Mode. When Stylus down occurs in Waiting for Interrupt Mode, this register generates Interrupt signal (INT_TC) at intervals of several ms for Auto X/Y Position conversion. NOTE: Do not use Zero value (0x0000)	00ff

주의할 점 :

1. ADC 변환 전에, 터치 스크린은 X-tal 클럭이나 EXTCLK(인터럽트에 대한 대기 시)를 사용한다.
2. ADC 변환 동안에, PCLK가 사용된다.

ADC 변환 데이터(ADCDAT0) 레지스터

Register	Address	R/W	Description	Reset Value
ADCDAT0	0x5800000C	R	ADC conversion data register	-

ADCDAT0	Bit	Description	Initial State
UPDOWN	[15]	Up or down state of Stylus at Waiting for Interrupt Mode. 0 = Stylus down state 1 = Stylus up state	-
AUTO_PST	[14]	Automatic sequencing conversion of X-position and Y-position. 0 = Normal ADC conversion 1 = Sequencing measurement of X-position, Y-position	-
XY_PST	[13:12]	Manual measurement of X-position or Y-position. 00 = No operation mode 01 = X-position measurement 10 = Y-position measurement 11 = Waiting for Interrupt Mode	-
Reserved	[11:10]	Reserved	
XPDATA (Normal ADC)	[9:0]	X-position conversion data value. (include Normal ADC conversion data value) Data value: 0 ~ 3FF	-

ADC 변환 데이터(ADCDAT1) 레지스터

Register	Address	R/W	Description	Reset Value
ADCDAT1	0x58000010	R	ADC conversion data register	-

ADCDAT1	Bit	Description	Initial State
UPDOWN	[15]	Up or down state of Stylus at Waiting for Interrupt Mode. 0 = Stylus down state 1 = Stylus up state	-
AUTO_PST	[14]	Automatically sequencing conversion of X-position and Y-position. 0 = Normal ADC conversion 1 = Sequencing measurement of X-position, Y-position	-
XY_PST	[13:12]	Manual measurement of X-position or Y-position. 00 = No operation mode 01 = X-position measurement 10 = Y-position measurement 11 = Waiting for Interrupt Mode	-
Reserved	[11:10]	Reserved	
YPDATA	[9:0]	Y-position conversion data value Data value: 0 ~ 3FF	-