

# myAccel3LV02



8/8/2008

12 비트 AD, SPI/i2c 인터페이스를 내장한 가속도 센서

3 축 가속도 센서에 12 비트 AD 변환 장치를 내장하여 디지털 값으로 인터페이스가 가능한 가속도 센서 모듈 보드입니다. SPI/I2C 중 선택적으로 인터페이스가 가능하며, 센서 자체의 특성도 기존 3 축 센서들에 비해 노이즈가 매우 작아 정밀한 계측에 유용합니다.

# myAccel3LV02

## 제품 소개

### 제품 특징

myAccel3LV02 는 ST 사에서 출시한 LIS3LV02DQ 센서를 보다 편리하게 실험할 수 있도록 주변 회로와 필요한 결선을 100mil 간격의 헤더핀으로 연결한 소형 가속도 센서 보드입니다. 추가 부품 없이 전원만 인가하면 바로 동작하도록 제작되어 있으며, QFN(Quad Flat Non-leaded package) 외형으로 인해 실험에 불편함을 해결하기 위해 일반적으로 많이 사용하는 브레드 보드에 장착이 가능한 100mil(2.54mm) 간격의 8 핀 인터페이스로 변경하였습니다. 이전에는 센서 패키지 형태 때문에 손쉽게 테스트하지 못하고 PCB 를 제작해야만 했던 불편함을 느꼈던 개발자들에게는 myAccel3LV02 보드가 해결책이 될 것입니다.

LIS3LV02DQ 가속도 센서는 내부에 12 비트 아날로그-디지털 변환 장치를 내장하고 있어 별도의 AD 변환이 필요 없이 디지털 값이 출력됩니다. 특히 대부분의 마이크로컨트롤러에 내장된 AD 변환기가 10 비트인 점을 감안하면 4 배 정밀한 디지털 값을 얻을 수 있습니다. 디지털로 변환된 값은 SPI 또는 i2c 인터페이스를 통해 마이크로 컨트롤러와 연결할 수 있습니다. 그리고 무엇보다도 센서의 노이즈 레벨이 기존의 3 축 가속도에 비해 대폭 감소하여 보다 정밀한 측정을 할 수 있습니다.

### 기능상의 특징

- 한 개의 센서 보드에서 3 축 가속도 측정
- 12 비트 ADC 를 내장하여 디지털 값 출력
- SPI 또는 i2c 디지털 인터페이스
- 측정범위는  $\pm 2g$  또는  $\pm 6g$  중에 하나를 선택
- $-40$  도에서  $+85$  도까지의 넓은 동작 온도 범위
- 동작 전압을 3.3V/5V 선택 가능
- 브레드 보드에 연결이 편리한 2.54mm 간격의 헤더핀 인터페이스
- 가로, 세로 1.5cm 의 초소형 크기

## 응용분야

- 가속도 센서 측정이 필요한 전 분야
- 로봇의 움직임, 기울어짐 측정
- 이동 로봇의 네비게이션용 센서
- 충격, 낙하 감지

## 제품 소개 홈페이지

<http://withrobot.com/entry/myAccel3LV02> 에 접속하면 myAccel3LV02 관련 최신 소식을 접하실 수 있으며, [sensor 카테고리 항목](#)을 보시면 다양한 가속도 센서 및 각속도(자이로) 센서에 관한 자료를 얻을 수 있습니다.

The screenshot shows a Mozilla Firefox browser window displaying the 'myAccel3LV02' page on the 'Withrobot Lab' website. The page layout includes a top navigation bar with links like '소개', '팀 구성', and '오시는 방법'. Below this is a search bar and a 'GO' button. The main content area is titled 'myAccel3LV02' and includes a date '2008/07/12 11:33'. A central image shows the 'myAccel3LV02' sensor board. To the left of the image is a sidebar menu with categories like '분류 전체보기 (77)', '공지 (13)', 'Image Processing (16)', 'Microcontroller (4)', 'Motion Control (0)', 'Interface (10)', 'Sensors (12)', 'System (0)', 'Projects (4)', 'Technical Reports (16)', 'Lecture (0)', and 'Museum (2)'. Below the sidebar is a 'Tags' section with various tags like 'USB2Serial interface Image', 'Processing UART Liminary Micro', 'Cortex myCortex-LMx08', 'myCortex-LM608 myCortex-LM308', 'myUSB2UART myCortex-LM808', and 'myLCD LM8962 영상처리 터치 스크린'. The main text area contains the heading '제품 특징' followed by a detailed description of the sensor's features, such as its 100mil pitch, QFN package, and digital output options.

그림 1. myAccel3LV02 제품 소개 홈페이지(<http://withrobot.com>)

## 외형 치수 및 보드 설명

### 외형 치수

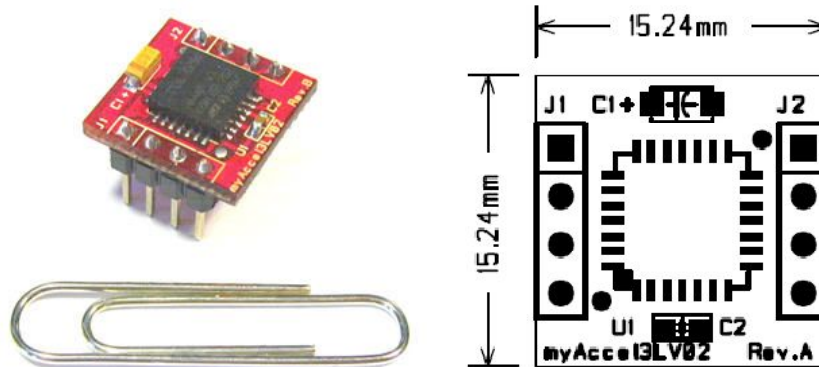


그림 2 myAccel3LV02 외형 수치

myAccel3LV02 는 QFP 28 핀 디바이스에서 외부와 인터페이스에 필요한 8 핀을 100mil 간격의 헤더핀 커넥터에 배치해 두었습니다. 헤더핀 소켓을 이용하면 다른 장치와 손쉽게 연결할 수 있으며, 필요에 따라서는 브레드 보드에 연결하여 실험도 가능합니다. 초소형으로 제작되어 여러 응용 제품군에 손쉽게 적용 테스트가 가능합니다.

### 핀 설명

핀 번호	핀 이름	설명	
J1-1	VDD	센서의 동작 전압 입력 (3.3V ~ 5V) typ. 2.5V	
J1-2	RDY/INT	ADC 변환 완료 신호	
J1-3	VDD_IO	디지털 인터페이스 동작 전압 입력 (3.3V ~ 5V)	
J1-4	GND	접지 신호	
J2-1	CS	SPI Chip select (CS)	
J2-2	SCL/SPC	SPI Clock (SPC)	I2C clock (SCL)
J2-3	SDA/SDI/SDO	SPI data in (SDI)	I2C Serial data (SDA)
J2-4	SDO	SPI data out (SDO)	

- 모든 핀은 최대 인가 전압이 6V 입니다. 6V 이상의 전압을 가하면 제품이 파손되므로 주의하시기 바랍니다.

## 좌표축

myAccel3LV02 에서 측정하는 가속도의 좌표계는 아래 그림과 같습니다. 보드의 위쪽이 +X, 아래쪽이 -X, 우측이 +Y, 좌측이 -Y 입니다. 보드의 아래 방향은 +Z 이며, 위쪽 방향이 -Z 축에 해당합니다.

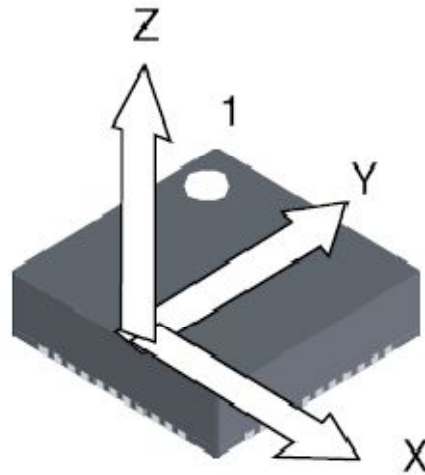


그림 3 myAccel3LV02 좌표축

Symbol	Ratings	Maximum Value	Unit
Vdd	Supply voltage <sup>1</sup>	-0.3 to 6	V
Vdd_IO	I/O pins Supply voltage <sup>1</sup>	-0.3 to Vdd +0.1	V
Vin	Input voltage on any control pin (CS, SCL/SPC, SDA/SDI/SDO, CK)	-0.3 to Vdd_IO +0.3	V
A <sub>POW</sub>	Acceleration (Any axis, Powered, Vdd=2.5V)	3000g for 0.5 ms	
		10000g for 0.1 ms	
A <sub>UNP</sub>	Acceleration (Any axis, Unpowered)	3000g for 0.5 ms	
		10000g for 0.1 ms	
T <sub>OP</sub>	Operating Temperature Range	-40 to +85	°C
T <sub>STG</sub>	Storage Temperature Range	-40 to +125	°C
ESD	Electrostatic discharge protection	4.0 (HBM)	kV
		200 (MM)	V
		1.5 (CDM)	kV

그림 4 LIS3LV02DQ 전기적 특성

## 사용예

### AVR 사용자

국내에서 많이 사용되는 Atmel 사의 AVR 프로세서를 이용하여 myAccel3LV02 과 SPI 로 연결하는 예제를 공개합니다. <http://withrobot.com/entry/myAccel3LV02> 에 접속하시면 예제 코드 소개란에서 다운로드 받으실 수 있습니다. 대상 프로세서는 ATMEGA128 을 기준으로 하였습니다. 동작하는 과정을 동영상으로도 확인하실 수 있습니다.

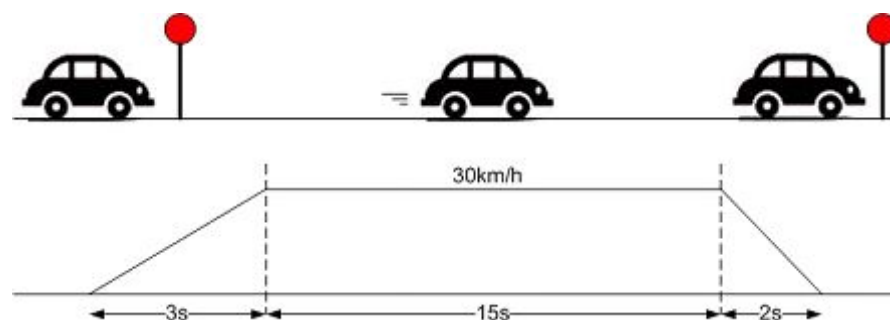
### myCortex 시리즈 사용자

위드로봇에서 공급하는 myCortex 시리즈용 예제에도 myAccel3LV02 사용예가 들어있습니다. myCortex 보드 홈페이지나 myAccel3LV02 홈페이지(<http://withrobot.com/entry/myAccel3LV02>)에서 해당 예제 코드를 내려 받으실 수 있습니다.

## 배경 이론 소개 및 MYACCEL3LV02 의 출력 신호 설명

### 가속도의 정의와 간단한 예제

물체의 운동에 관련된 물리량은 속도(velocity), 각속도(angular velocity), 가속도(acceleration), 저크(jerk)등이 있습니다만 일상생활에서 가장 흔히 접하고 사용하는 물리량은 속도입니다. 속도의 정의는 **어떤 기준점에 대해 단위시간당 움직인 거리**입니다. 일반적으로 단위는  $m/s$  를 많이 사용합니다. 센서에서 측정되는 가속도의 정의는 이 속도의 정의를 이용합니다. 가속도의 정의는 **단위시간당 속도의 변화량**입니다. 즉, 어떤 시간 동안 속도가 얼마나 변했는가를 나타내는 물리량이 바로 가속도입니다. 일반적으로  $m/s^2$  를 사용합니다. 위 정의를 이용하여 간단한 예를 하나 들어보겠습니다.



- **case I: 교차로에 정지 신호를 받아서 정차해 있던 차가 파란색 신호등을 보고 움직이기 시작했습니다. 3 초 만에 30km/h(=8.33m/s)의 속도에 도달했습니다.**
  - 이 경우 3 초간 속도가 0m/s 에서 8.33m/s 까지 변했으므로, 이 구간의 평균 가속도는  $+2.78\text{m/s}^2$ 입니다. 가속도가 +라는 의미는 가속이 되고 있다는 뜻입니다. 물론 양의 부호 +는 일반적으로 제거하고  $2.78\text{m/s}^2$ 라고 표기해도 무방합니다.
- **case II: 30km/h의 속도에 도달한 후 15 초간 계속 30km/h의 속도로 주행했습니다.**
  - 이 경우 15 초간 속도의 변화는 없습니다. 따라서 이 구간을 이동하는 동안의 평균 가속도는  $0\text{m/s}^2$ 입니다.
- **case III: 전방에 신호등이 붉은색으로 바뀌는 것을 보고, 감속을 하기 시작했습니다. 2 초간 브레이크를 밟아서 30km/h의 속도에서 완전히 정지했습니다.**
  - 이 경우 2 초간 속도 변화는  $8.33\text{m/s}$ 에서  $0\text{m/s}$ 으로 변했으므로, 이 구간의 평균 가속도는  $-4.17\text{m/s}^2$ 입니다. 가속도가 -라는 의미는 감속이 되고 있다는 뜻입니다.

## 중력가속도와 측정 단위(g)

물체가 지구 중력에 의해 지표면으로 낙하할 때의 가속도를 중력가속도라고 합니다. 지구의 위치에 따라 다소 차이가 있지만 평균  $9.8\text{m/s}^2$ 로 알려져 있으며, 이 중력 가속도의 영문 명칭(gravity force)의 첫 자 g를 중력가속도 단위로 사용하며 읽을 때는 '지'라고 읽습니다. 이 중력 가속도는 지구 대기권 안에서 운동하는 물체에게는 언제나 가해지는 힘이며, 그 방향은 지구 중심 방향입니다. 따라서 1g라는 가속도는 지구 중심 방향으로  $9.8\text{m/s}^2$ 의 가속도를 의미합니다. 2g면 이의 두 배에 해당하는  $19.6\text{m/s}^2$ 의 가속도가 됩니다.

책상 위에 가만히 올려놓은 myAccel3LV02도 항상 지구 중심 방향으로 1g의 가속도를 받고 있습니다. 따라서 myAccel3LV02의 출력값도 이에 해당하는 가속도가 측정되어 출력될 것입니다. 이 부분이 가속도계를 처음 접하시는 분들이 가장 혼동하는 부분입니다. 다시 강조하면, myAccel3LV02가 움직이지 않고 멈춰있어도 지구 중심 방향의 중력 가속도는 계속 힘이 가해지고 있으며, 이 값은 myAccel3LV02가 놓여진 상태에 따라 해당 좌표축에 각각 분배되어 특정 값이 출력되게 됩니다. 만일 myAccel3LV02를 정확하게 지구 중심 방향의 평면에 올려놓았다면, X, Y축에는 0g에 해당하는 값이 출력되고, Z축에는 -1g에 해당하는 값이 출력됩니다. 이 때 myAccel3LV02을 기울이면 X축과 Y축에도 값이 출력되는 것을 확인해 볼 수 있습니다. 이 특성을 이용하면 가속도 센서를 기울기 센서로 활용할 수 있습니다.

## Dynamic Acceleration 과 Static acceleration

위 설명을 정리해 보면, 움직일 때 속도의 변화가 있으면, 속도가 줄건 늘어나건 가속도가 있다는 뜻입니다. 이때의 가속도를 **dynamic acceleration** 이라고 합니다. 반면, 멈춰 있어도 가속도가 있는데 이는 물체의 운동에 의한 가속도가 아니라, 지구의 운동에 의해 물체에 가해지는 중력가속도에 의한 것이고, 이를 **static acceleration** 이라고 합니다. **myAccel3LV02** 는 dynamic acceleration 과 static acceleration 을 모두 측정합니다. 응용 분야에 따라서는 이러한 특징이 장점이 될 수도 있고, 단점이 될 수도 있습니다. 위 자동차 예제에서 **myAccel3LV02** 보드를 장착했을 경우 **myAccel3LV02** 에서는 어떤 신호가 나오는지 살펴보겠습니다. **장착은 1 번 핀을 운전석에서 전면을 향하게 위치하고, 정확하게 평면에 설치했다는 가정**을 두겠습니다. 측정 범위는 2g 까지 측정하도록 설정한 경우입니다.

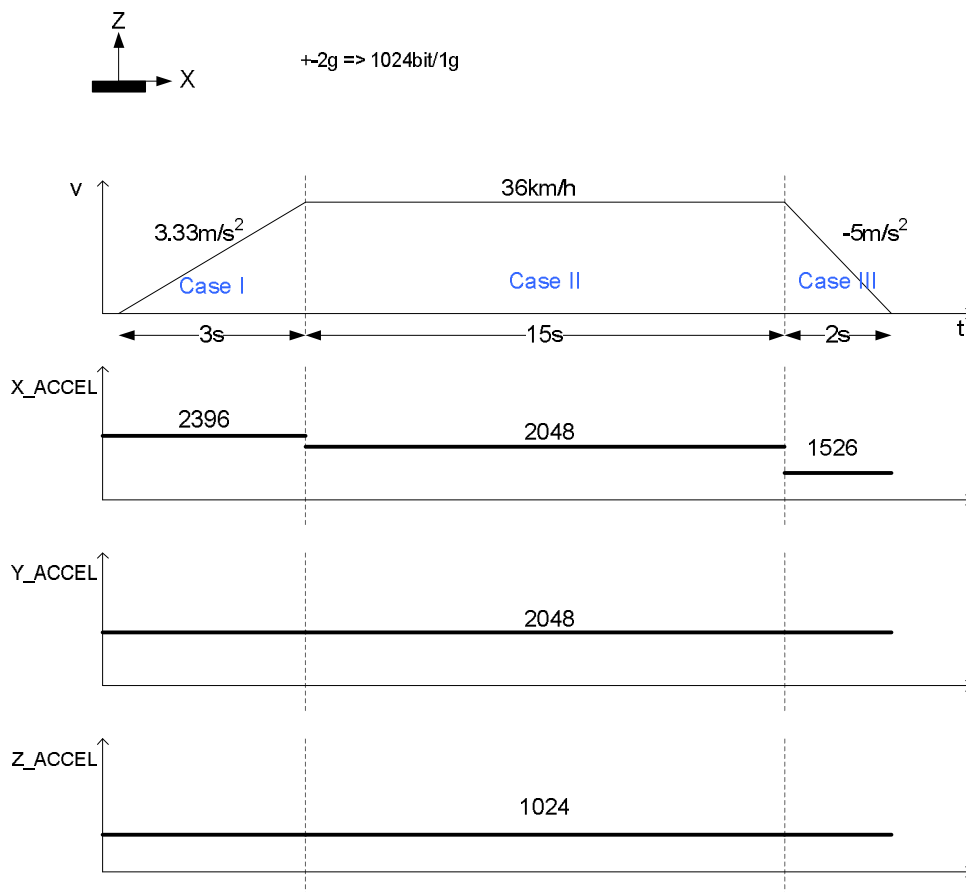


그림 5 myAccel3LV02 가 장착되었을 경우 출력 신호

자동차의 속도 변화에 따른 가속도는 X 축에서 검출됩니다. 가속이 있는 case I 부분에서는 가속도  $3.33 \text{ m/s}^2$  에 해당하는 신호(2048+348)가 출력되며, 정속으로 움직이는 case II 구간에서는 가속도가 검출되지 않기 때문에 2048 값이 출력됩니다.



마지막으로 정지하기 위해 감속하는 case III 구간에서는  $-5\text{m/s}^2$  에 해당하는 신호로 1526(2048-522)가 출력됩니다. X 축에서 검출된 신호는 모두 dynamic acceleration 에 해당합니다.

Y 축 방향으로는 속도 변화가 없으므로 0g 에 해당하는 2048 이 출력됩니다.

Z 축 방향으로는 속도 변화가 없지만, 지구 중력 가속도가 계속 영향을 미칩니다. 따라서  $-1\text{g}$  에 해당하는 1024(2048-1024)가 출력됩니다. 이 때 Z 축에서 검출된 신호는 static acceleration 에 해당합니다.

위 예제에서는 **myAccel3LV02** 가 지구 중력 방향에 대하여 정확한 평면에 설치했다는 가정을 가지고 있기 때문에 static acceleration 과 dynamic acceleration 이 각 축으로 분리가 되었습니다. 하지만, 일반적인 경우에는 이러한 가정이 성립되기 어려우며, 이럴 경우 각 축에는 static acceleration 과 dynamic acceleration 이 섞여서 검출되게 됩니다. 이들의 분리는 가속도 센서나 자이로 센서를 추가하여 센서 퓨전(sensor fusion)을 통해 수행하는 것이 일반적입니다.

## 자주 묻는 질문들(FAQ)

### □ 출력 파형이 가속도에 따라 어떻게 움직이나요?

- 동작 전압으로 3.3V, 동작 온도가 섭씨 25 도이며 0g 일 경우, 해당 축에서는 1.65V 가 출력됩니다. 이 값은 외부 전원의 노이즈 및 동작 온도에 따라 영향을 받습니다. 보드의 외부 환경에 따라 최대 1.815V 에서 1.485V 까지 변동할 수 있습니다.

### □ 가속도 센서로 속도를 측정하려면?

- 가장 간단한 방법은 가능한 빨리 가속도 센서의 출력값을 측정하여 그 값들을 적분하면 속도를 얻을 수 있습니다. 단, 이 방법은 장시간 사용시 에러값들이 누적되어 값 자체가 발산하는 센서 드리프트(sensor drift) 현상이 발생할 수 있습니다. 따라서 별도의 센서나 알고리즘을 통해 일정 시간 간격으로 교정할 필요가 있습니다. 많은 경우 자이로 센서와 가속도 센서를 같이 사용하는 센서 퓨전(sensor fusion) 기술을 사용합니다.

### □ static acceleration 또는 dynamic acceleration 만 측정할 수는 없나요?

- 가능한 하지만, 가속도계 하나 만으로는 불가능합니다. 모션(motion)을 연구하는 그룹에서 질문과 같이 가속도계와 또 다른 센서의 조합으로 static acceleration 과 dynamic acceleration 을 분리해서 측정하는 시스템을 만들기 위해 많은 연구를

수행하고 있습니다. 대표적인 연구로는 자이로 센서와 연동하는 경우와, 복수 개의 가속도계를 사용하는 경우가 있습니다. 위드로봇에서도 위 두 가지 시스템에 대한 실험을 계속하고 있으며, 가시적인 결과가 나오고 있습니다. 추후 별도의 시스템으로 여러분과 만나게 될 것으로 예상하고 있습니다.

## 사용 시 주의 사항

- ① **VDD 입력 전압은 2.16V ~ 3.6V 이며 VDD\_IO 는 VDD 전압을 넘어설 수 없습니다.** myAccel3LV02 보드에 전원을 인가하기 전에 입력 전압의 레벨을 꼭 확인하시기 바랍니다. 정격을 넘어서는 전원 인가로 인한 파손에 대해서는 판매사에서 책임지지 않습니다.
- ② myAccel3LV02 보드를 다른 장치에 연결할 때 전원이 인가되지 않은 상태에서 연결하시기 바랍니다. 전원이 인가된 상태에서 착탈할 경우 접촉 노이즈로 인해 센서가 파손될 수 있습니다.
- ③ 센서 출력은 동작 환경에 따라 영향을 받습니다. 동작 온도, 진동, 외부 잡음에 유의하여 사용하시기 바랍니다.

**Designed by withrobot Lab. (<http://withrobot.com>)**

## Release Information

The following changes have been made in this document.

## Change history

Date	Issue	변동 사항
2008.8	A	The first draft

Copyright(c) 2003-2008 withrobot team. All right reserved.



[www.withrobot.com](http://www.withrobot.com)