

---

# D3F53 Firmware 설명서

---

[LXconn System]D3F53 Firmware 데이터 규격 설명 문서

---

Doc. ID. LXD184 V1

Release Date. 2019-11-05 .

---

*Abstract – LXconn System 용 Instrument Firmware 이다. 설정된 Instrument ID = LXI4002 이며, Device ID = LX0140 인 module Device 에 탑재된다. Stream Packet size 는 8 이고, packet 전송율은 256 packet/sec 이다. LX0140 module 에서 IR 광원을 활용한 1 채널 PPG 신호를 제공한다. IR 광원의 세기를 조절할 수 있으며, 현재 설정된 세기를 PCD[10]에서 확인할 수 있다. Run command 에 의해 PPG 측정이 진행되면, IR 광원이 켜지고, 동시에, RGB LED 의 green 과 blue 가 켜져 stream packet 전송중임이 표시된다. Stop command 로 계측이 중단되면, PPG 센서용 IR 광원과 상태 표시용 RGB LED 의 green 이 꺼져, 데이터 전송이 중단되었음을 표시한다.*

## [참조 문서]

[1]. LXD177 : LX0140 Device 설명서

[https://github.com/LXconn/Devices/raw/master/LXD177\\_datasheet\\_LX0140.pdf](https://github.com/LXconn/Devices/raw/master/LXD177_datasheet_LX0140.pdf)

[2]. LXD185 : LXI4002 Instrument 설명서

[https://github.com/LXconn/Devices/raw/master/LXD185\\_datasheet\\_LXI4002.pdf](https://github.com/LXconn/Devices/raw/master/LXD185_datasheet_LXI4002.pdf)

## 목차

|   |    |
|---|----|
| 개요 .....                                      | 3  |
| 주요특성 .....                                    | 3  |
| D3F53 FIRMWARE 에 설정된 기본 상수 .....              | 4  |
| 동작 .....                                      | 5  |
| 동작 모드 .....                                   | 5  |
| RGB 상태 LED 표시 .....                           | 6  |
| 기능 .....                                      | 6  |
| 성능 .....                                      | 6  |
| 호스트 COMMAND PACKET .....                      | 8  |
| STREAM DATA PACKET .....                      | 10 |
| 실시간 스트림 패킷 .....                              | 10 |
| 데이터 항목별 상세설명 .....                            | 10 |
| Instrument ID ([0].IID_H, [1].IID_L) .....    | 10 |
| Packet byte size ([2]. PBS) .....             | 11 |
| Packet unit data ([3]. PUD) .....             | 11 |
| Packet Count ([4]. PC) .....                  | 11 |
| Packet Count Data ([5]. PCD[PC]) .....        | 11 |
| IR PPG signal ([6]. Cho_H, [7]. Cho_L) .....  | 11 |
| PCD[PC] 데이터 .....                             | 12 |
| [부록-1] 통신용 데이터 패킷 .....                       | 13 |
| 통신 절차 .....                                   | 13 |
| 기본 COMMAND 목록 .....                           | 14 |
| Info command packet 과 그 Response Packet ..... | 14 |
| RUN command packet .....                      | 15 |
| STOP command packet .....                     | 16 |
| Reset command packet .....                    | 16 |
| COMMAND PACKET .....                          | 17 |
| RESPONSE PACKET .....                         | 17 |
| STREAM PACKET .....                           | 18 |
| PACKET PARSING GUIDE .....                    | 19 |
| C code example .....                          | 19 |
| 신호 표시용 Labview 소스 예시 .....                    | 20 |
| REVISION HISTORY .....                        | 21 |

### 개요

D3F53 펌웨어는 Instrument ID = LXI4002 으로 설정된 Instrument Firmware 이다. 호스트(PC)와 직접 통신이 가능한 펌웨어로서, Device ID = LX0140 인 module device 에 적용되어, IR 광원에 의한 1 채널 PPG 신호를 제공한다. 호스트(PC)에 의한 Run command 로 PPG 계측이 진행되고, Stop command 에 의해 계측이 중단된다. PPG 계측이 진행될 때, PPG 센서의 IR 광원이 ON 되고, RGB 상태 LED 는 green 과 blue 가 동시에 ON 되어 계측 중임을 표시한다. PPG 계측이 중단되면, PPG 용 IR 광원과 RGB LED 의 green 이 함께 OFF 되어, PPG 계측이 중단되었음을 표시한다. 대상 Device 에 Firmware 를 이식하는 방법과 그 절차는 참조 문서[1]의 Device Firmware Updata(DFU) 절의 내용을 따른다.

### 주요특성

- Instrument ID = LXI4002
- 적용 Device ID = LX0140
- 상기 device 에 적용 가능한 추가 펌웨어
- 호스트(PC)와 직접 통신
- 1 채널 IR PPG 신호 제공
- IR Intensity control : 0~55
- RGB LED: Measurement = green + blue, Stop = blue

## D3F53 Firmware 에 설정된 기본 상수

동작, UART 통신 등을 위해 펌웨어에 설정된 기본 상수는 아래 표와 같다.

| 항목                 | 내용   |
|--------------------|--|
| Instrument ID      | LXI4002  |
| Device ID          | LX0140. D3F53 펌웨어는 이 고유 번호를 갖는 Device 에만 적용된다. |
| Stream Packet size | 8 byte   |
| Stream Packet 전송율  | 256 packet/sec                                 |
| UART baud rate     | 115200 bps                                     |
| UART data bit      | 8 bit  |
| UART stop bit      | 1bit   |
| UART parity        | none   |
| UART flow control  | none   |

표[1]. D3F53 firmware 에 설정된 기본 상수.

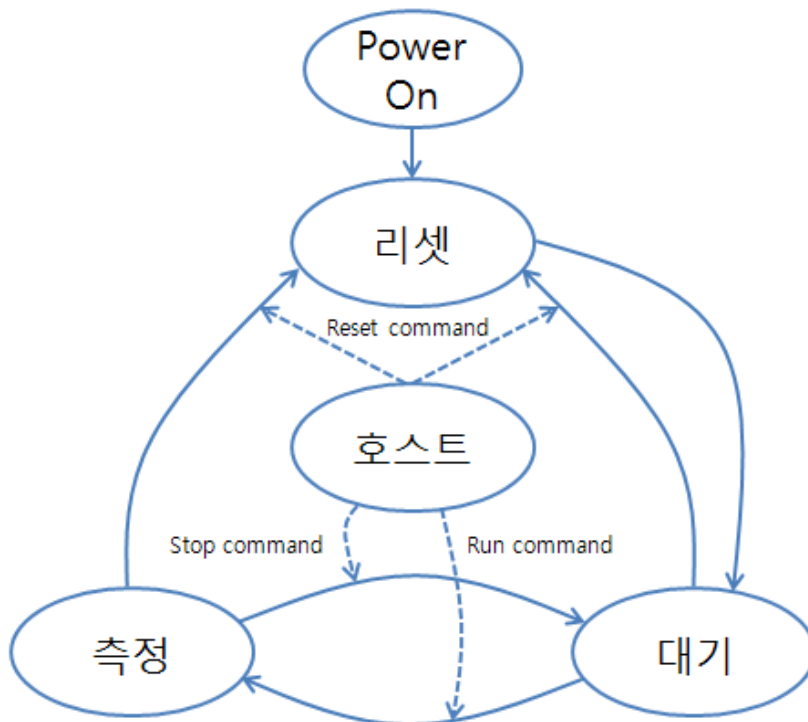
## 동작

펌웨어가 탑재된 Instrument 에 전원이 인가되면, 그림[1]의 동작 모드에 따라 Instrument 가 동작한다.

Instrument 는 호스트(PC) command 에 따라 측정, 대기 모드로 구동된다. 필요할 경우, 호스트(PC)에서 리셋 command 를 인가하여 Instrument 를 재부팅할 수 있다.

## 동작 모드

D3F53 펌웨어는 LX0140 Device 에 적용된다. 이 펌웨어에 따른 instrument 의 동작 모드 구성은 그림[1]과 같다. 전원이 인가되면, Instrument 는 기본적으로 리셋 상태를 경유하여 대기 모드로 놓인다. 이 모드에서 호스트(PC) command 에 따라 동작이 달라진다. Run command 를 수신하면, Instrument 는 측정 모드로 동작하면서 측정 데이터를 Stream Packet 에 할당하여 호스트(PC)에 전달한다. 대기 모드에서 Reset command 를 수신하면, Instrument 는 리셋된 후 다시 대기 모드로 재 진입한다. 측정 모드에서 호스트(PC)로부터 Stop command 를 수신하면, 측정을 종료하고, 대기 모드로 변경된다. 측정 모드에서도 reset command 를 수신할 수 있으며, 이 command 를 수신하면, Instrument 는 리셋 상태를 거쳐 다시 대기 모드로 진입하게 된다.



그림[1]. D3F53 펌웨어에 따른 Instrument 동작 상태 변화도. Instrument 는 측정 모드에서 신호 계측하며, 이는 호스트(PC)로부터 Run command 를 수신해야 진행될 수 있다.

## RGB 상태 LED 표시

펌웨어에 따른 Instrument 동작 상태를 RGB 상태 LED 로 표시한다. 그림[1]에서 동작 모드는 크게 두 가지다. 하나는 측정 모드이고, 다른 하나는 대기 모드이다. 호스트(PC) command 에 의해 측정 모드에서는 PPG 신호 계측이 진행되고, 상태 LED 는 녹색과 파란색으로 표시된다. PPG 측정이 중단된 대기 모드에서는 파란색 LED 만 켜진다(Device 에 구비된 빨간색 LED 는 Device 가 DFU 모드일 경우에만 켜짐).

| 동작 모드       | 상태 LED 내용  |
|-------------|------------|
| 전원인가(대기 모드) | 파란색 켜짐     |
| 측정 모드       | 녹색과 파란색 켜짐 |
| DFU         | 빨간색 켜짐     |

표[2]. Instrument 구동 상태와 RGB LED 표시.

## 기능

LX0140 Device 에 적용되는 펌웨어, D3F53 의 기능은 아래 표[3]과 같다. LX0140 Device 자체의 기능은 참조문서[1]의 표[1]에서 확인할 수 있다.

| 순번 | 항목                         | 내용  |
|----|----------------------------|---|
| 1  | 1 채널 IR PPG 신호 계측          | LX0140 device 에 구비된 3 PPG 광원 중에서 IR 을 사용하여 1 채널 PPG 신호를 제공함   |
| 2  | IR light Intensity Control | PPG 신호 계측용 IR Light 세기를 제어할 수 있으며, 설정 값은 Instrument 에 저장된다. 현재 Instrument 에 설정된 값은 PCD[10]에 할당되어 있어, Stream Packet 으로 확인할 수 있다. |
| 3  | Reset                      | 필요할 경우, Instrument 를 재부팅 한다.  |

표[3]. LX0140 Device 에 적용된 D3F53 펌웨어의 기능 항목. 펌웨어의 기능은 기본적으로 적용되는 Device 의 하드웨어 구성에 크게 의존한다.

## 성능

LX0140 Device 에 탑재된 D3F53 펌웨어의 성능을 아래 표[4]에 나타낸다. LX0140 Device 의 하드웨어 자체의 성능은 참조문서[1]의 표[2]에서 확인할 수 있다. 구성된 하드웨어 성능은 실제 적용되는 펌웨어 특성에 의존한다. D3F53 펌웨어는 PPG 센서의 3 광원 중 IR 광원 하나만 사용하며, 가속도 센서는 아예 활용하지 않는다. PPG 센서로부터 확보한 원시 신호를 신호 처리하여 최종 1 채널 PPG 신호를 출력한다. 이때 신호에 관한 정량적 특성을 아래 표에 명시한다.

| 순번 | 항목                     | 내용  |
|----|------------------------|---|
| 1  | PPG 광원                 | IR: 940nm   |
| 2  | PPG ADC data size      | 3 byte. 원시 PPG 센서 출력 데이터 크기.  |
| 3  | PPG sampling frequency | 256Hz.  |
| 4  | PPG_HPF                | Fc = 0.5Hz<br>Order = 1 <sup>st</sup><br>Filter type : IIR, Butterworth |
| 5  | PPG_LPF                | Fc = 10Hz<br>Order = 4 <sup>th</sup><br>Filter type : IIR, Butterworth  |
| 6  | PPG Output Data Range  | 2 byte. Stream packet 으로 전송되는 PPG signal 크기.                            |
| 7  | MCU Clock              | 19MHz   |

표[4]. LX0140 Device 에 탑재되는 D3F53 펌웨어에 따른 PPG 신호 성능 항목. 3byte 크기로 제공되는 PPG 원시 신호를 신호 처리하여 2 byte 크기로 출력한다.

## 호스트 command Packet

펌웨어에 구비된 호스트 command 항목은 기본 command 와 Instrument command 로 구분된다. 기본 command 는 [부록-1]에 언급되어 있으며, Instrument command 는 아래 표[5]와 같다. 기본 command 에 따른 Module Device 의 동작 상태를 상태 LED 와 PPG 센서 LED 로 확인할 수 있다. Module Device 에 전원이 인가되면, 상태 LED 는 Blue 로 켜진다(표[2] 참조). 그리고, PPG 센서 LED 는 꺼진 상태를 유지한다.



(센서면)



(상태 LED 면: BLUE ON)

그림[2]. PPG module 에 전원이 인가된 후, PPG 센서의 LED 는 꺼진 상태.

기본 command, RUN(표[A4] 참조) command 가 적용되면, PPG sensor 는 그 LED 를 동작 시킨다. 이에 따라, PPG 센서는 IR 빛을 켜고, 상태 LED 는 Green 과 Blue 가 켜지게 된다(그림[3]).



(센서면)



(상태 LED 면: BLUE + GREEN ON)

그림[3]. RUN command 에 따른 PPG sensor Module 의 동작 상태. IR 은 빛이 보이지 않는다.

PPG 센서 LED 가 켜지면, 센서를 손가락에 착용하여 PPG 신호 계측을 진행한다.



그림[4]. RUN command 에 의한 PPG 센서 LED 가 켜지고, PPG module 을 손가락에 착용한 상태에서 PPG 신호를 얻는다. 상태 LED 는 Green 과 Blue 가 켜진 상태가 된다.



한편, Instrument command 는 이 Instrument 에만 유효하다. 이 command 에 따른 응답 packet 을 호스트로 전달하여 해당 command 가 올바르게 수신되었는지 알려준다.

| 인덱스 | 데이터                 | 설명.   |
|-----|---------------------|---|
| 0   | 0x40                | 표[1]에서 제시된 Instrument ID(IID)의 상위 1 바이트(IID_H).   |
| 1   | 0x02                | 표[1]에서 제시된 Instrument ID(IID)의 하위 1 바이트(IID_L).   |
| 2   | 0x08                | Packet Byte Size.   |
| 3   | 0x02                | 이 command data 를 Instrument 에 기록한다.   |
| 4   | 0x06                | PPG 신호 관련 데이터.  |
| 5   | 0x01                | PPG 센서 빛 세기   |
| 6   | 0x00                | -   |
| 7   | PPG Light Intensity | 실제 LED 세기. 0~55 범위의 값. 기본 값 = 15.<br>이 값이 Instrument 에 전달되고, 저장된다.<br>설정된 값은 PCD[10]에 할당된다. |

표[5]. PPG 센서용 빛 세기를 제어하는 호스트 command packet. 이 command 에 따른 응답 packet 을 호스트로 반송한다(표[6]).

| 인덱스 | 데이터                | 설명.   |
|-----|--------------------|---|
| 0   | 0x40               | IID_H   |
| 1   | 0x02               | IID_L   |
| 2   | 0x09               | Packet Byte Size.                             |
| 3   | 0x00               | 이 packet 은 Response Packet 이다.                |
| 4   | 0x06               | PPG 신호 관련 데이터.                                |
| 5   | 0x01               | PPG 센서 빛 세기                                   |
| 6   | 0x00               | -   |
| 7   | 0x00<br>or<br>0x01 | Response code<br>0 = 정상 적용<br>1 = command 미적용 |
| 8   | 0~55               | Instrument 에 적용된 값.                           |

표[6]. PPG Light Intensity Control Command Packet 에 따른 Instrument 의 Response Packet. 호스트에서 이 패킷은 굳이 처리하지 않아도 된다. Stream Packet 수신 시 PCD[10]에 해당 데이터가 할당되므로 그 값의 반영 여부를 확인할 수 있다.

## Stream Data Packet

그림[1]에서 보듯이, Run command 에 의해 Instrument 가 측정 모드로 동작하면, 호스트(PC)로 Stream data packet 이 전송된다. 이 패킷으로부터 호스트(PC)는 1 채널 PPG 신호를 실시간으로 확보할 수 있다.

### 실시간 스트림 패킷

호스트로 전송되는 실시간 스트림 패킷의 원형은 [부록-1]에 제시되어 있다. 측정 모드에서 Instrument 가 호스트로 전달하는 실시간 스트림 데이터 패킷이다. Stop command 에 의해 스트림 전송이 중단될 수 있으며, 전송 중 오류로 전송이 중단될 경우, Reset command 로 Instrument 를 재부팅할 수 있다. 만약, Reset command 도 적용되지 않는 상태라면, 전원을 해제한 후 다시 연결할 것을 권한다.

| 패킷 항목       | 데이터      | 설명  |
|-------------|----------|---|
| [0].IID_H   | 0x40     | Instrument ID. 2 바이트 고유 번호.<br>표[1]에 명시되어 있음.<br>패킷 파싱에 활용됨.                |
| [1].IID_L   | 0x02     |   |
| [2].PBS     | 0x08     | Byte 단위의 패킷 크기.<br>패킷 파싱에 활용됨.  |
| [3].PUD     | 0x80     | PUD.bit7 = 1 : 패킷 파싱에 활용됨.<br>PUD.bit6~bit0 = 0x00 : 데이터 할당 없음.             |
| [4].PC      | 0~31     | Packet Count. 0~31 범위의 연속 가변.<br>이 데이터의 연속성이 만족되지 않으면, 수신 패킷에 누락이 발생했음을 의미. |
| [5].PCD[PC] | PCD[PC]  | 표[8] 참조   |
| [6].Cho_H   | IR_PPG_H | 2 바이트 IR PPG 신호.  |
| [7].Cho_L   | IR_PPG_L |   |

표[7]. 측정 모드에서 호스트로 전송되는 실시간 스트림 데이터 패킷. 256 packet/sec 빠르기로 패킷이 전송된다. 1 채널 IR\_PPG 신호는 이 패킷에서 2 바이트 데이터를 추출함으로써 확보할 수 있다.

### 데이터 항목별 상세설명.

표[7]의 각 패킷의 데이터 항목에 대한 설명은 아래와 같다.

#### Instrument ID ([0].IID\_H, [1].IID\_L)

D3F53 펌웨어에 따른 표[1]의 Instrument ID 값.

**Packet byte size ([2]. PBS)**

스트림 데이터 패킷 전체 크기. 패킷 크기가 8 바이트임.

**Packet unit data ([3]. PUD)**

PUD.bit7=1 은 스트림 패킷의 기본 설정 값. 그 외 데이터 요소(bit)에는 데이터 할당 없음.

**Packet Count ([4]. PC)**

패킷이 1 회 전송될 때마다 1 씩 증가한다. 최대 값은 31. 0~31 범위에서 반복되는 수이다. 이 범위 이내에서 수신 값이 불연속적이면, 해당 패킷이 누락되었음을 의미한다. 데이터 복원에 오류가 있거나, 통신에 오류가 있는 경우이다. 실시간 스트림 데이터 전송에서 패킷이 누락되면, 원래 데이터를 복원할 수 없다.

**Packet Count Data ([5]. PCD[PC])**

PC 에 대응하는 데이터가 할당된다. 할당된 데이터는 표[8]에 수록되어 있다.

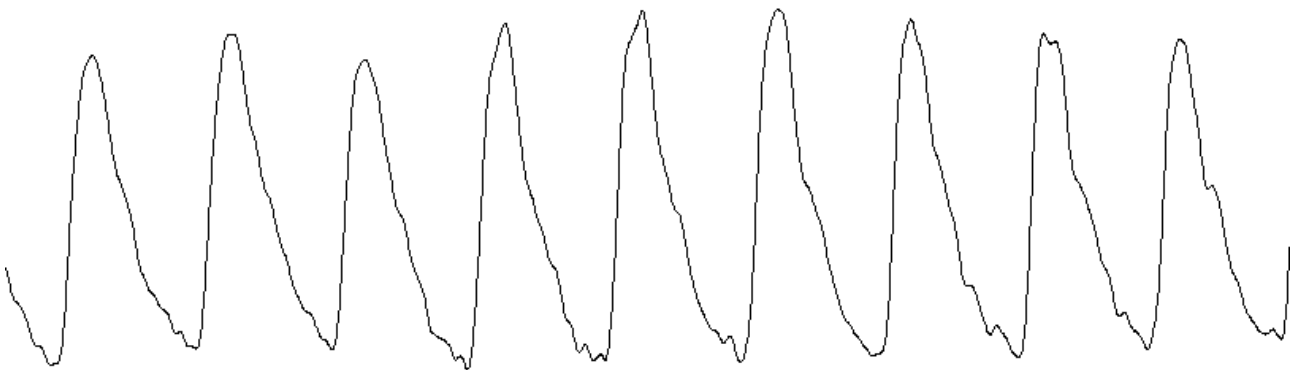
**IR PPG signal ([6]. Ch0\_H, [7]. Ch0\_L)**

2 바이트 IR PPG 신호. 각 패킷 항목(a=[6].Cho\_H, b=[7].Cho\_L)으로부터 2 바이트 신호는 다음과 같이 얻는다 .

수식 [1].  $IR\_PPG(num) = a * 256 + b$ .

측정 신호의 단위는 없으며, 중심 값은 32768 이다. 정수 형태의 데이터 표현은 다음 식으로 얻는다.

수식[2].  $IR\_PPG(integer) = a * 256 + b - 32768$ .



그림[5]. 수식[1]로 얻은 IR\_PPG 신호(8 초 동안의 PPG 신호). 그림[4] 센서 위치에서 LED Level = 15 에서 얻은 신호.

## PCD[PC] 데이터

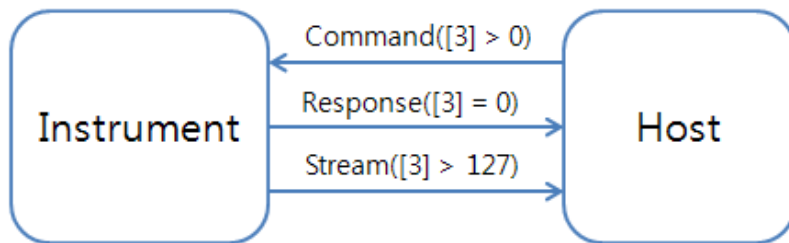
PC 에 따른 데이터 할당은 아래 표와 같다.

| PCD[]         | 데이터 항목              | 설명   |
|---------------|---------------------|--|
| PCD[0]~PCD[9] | reserved            | -  |
| PCD[10]       | PPG Light Intensity | Instrument 에 설정된 PPG Light Intensity 값.<br>0~55. |
| PCD[11]~[31]  | 0                   | 데이터 할당 없음  |

표[8]. PCD[PC] 데이터 할당. 현재 장치에 설정된 PPG Light Intensity 값. 표[5]의 command 로 설정 값을 변경할 수 있다. 그 변경에 따른 값이 올바르게 설정되었는지 이 데이터로 확인할 수 있다.

## [부록-1] 통신용 데이터 패킷

LXconn System 에서 사용되는 통신 데이터 패킷을 소개한다. 통신은 Instrument 와 Host 사이에서 수행된다. Host 가 command packet 을 Instrument 에 전달하면, Instrument 는 대응하는 Response Packet 을 반송한다. 그리고 Instrument 에서 Host 쪽으로 일방적으로 전송하는 Stream Packet 이 있다. 이 통신 경로를 그림[A1]에서 보여주고 있다.

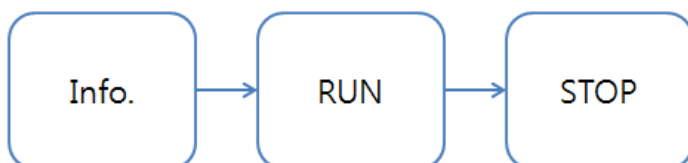


그림[A1]. Instrument 와 Host 사이의 통신 패킷. Host 에서 Instrument 로 전달되는 통신 패킷은 command packet 으로 오직 하나만 존재한다. 반면, Instrument 에서 Host 로 전달되는 통신 패킷은 command packet 에 따른 Response packet 과 host 로 일방적으로 제공하는 Stream packet, 두 가지가 있다.

Host 는 Instrument 에서 제공되는 두 가지의 통신 패킷을 구분하여 해당 패킷을 복원할 수 있어야 한다. 그림[A1]에 제시한 것과 같이 index=3 에서, 그 데이터의 크기로 Response Packet 과 Stream Packet 을 구분할 수 있다. 호스트에서 패킷 파싱 작업 시 이를 고려하여 두 가지의 통신 패킷을 구분하는 작업이 필요하다.

## 통신 절차

Instrument 는 초기 전원 인가 시 대기모드에 진입한다. Host 가 해당 Instrument 와 통신하기 위한 절차는 아래 그림과 같다. 먼저 Info. Command 로 해당 Instrument 의 정보를 얻는다. 그리고 정보, 특히, Instrument ID 를 바탕으로 RUN command 를 통해 Instrument 를 구동한다. Stop command 는 Instrument 를 다시 대기 모드로 지정한다.



그림[A2]. Instrument 통신 절차. 먼저, Info. Command 로 Instrument 정보를 얻는다.

## 기본 Command 목록

LXconn System 에서 Instrument 제어를 위한 기본적인 command 항목들이 있다. 그 기본 항목들은 다음과 같다.

| command | 내용  | 적용 모드                                   |
|---------|---|---|
| Info    | Instrument Information 를 얻기 위한 command.                       | 대기 모드. Stream packet 이 생성되지 않는 동작 모드    |
| RUN     | Instrument 를 구동하여, 측정 데이터를 Stream Packet 으로 반송하도록 하는 command. | 대기 모드.                                  |
| STOP    | 측정 모드를 중단하고, 대기모드로 전환하는 command.                              | 측정 모드. Stream Packet 이 호스트로 제공되는 동작 모드. |
| Reset   | Instrument 를 대기 모드로 재부팅하는 command.                            | 대기 모드, 측정 모드.                           |

표[A1]. Instrument 제어를 위한 기본 Command Packet 목록.

이들 Command 항목의 실제 Packet 은 아래와 같다.

## Info command packet 과 그 Response Packet

대기 모드에서 적용되는 Instrument 기본 정보를 얻기 위한 command.

| Packet Index | 데이터  | 내용  |
|--------------|------|---|
| 0            | 0x00 | 모든 Instrument 에 공통으로 적용됨을 나타냄   |
| 1            | 0x00 |   |
| 2            | 0x08 | 이 packet 의 크기   |
| 3            | 0x03 | Instrument 로부터 데이터를 읽는다.  |
| 4            | 0xFF | Instrument Information 요청.<br>Device ID(DID), Instrument ID(IID), Firmware ID, Stream Packet Size, Device Serial Number |
| 5            | 0x01 |   |
| 6            | 0x00 | Instrument 를 지칭하는 데이터.  |
| 7            | 0x15 | 대응하는 Response Packet Size   |

표[A2]. Instrument Info Command Packet. 이 command 는 대기 모드에서 실행한다. Instrument 의 응답 Packet 을 수신하여 해당 Instrument 관련 정보를 얻는다. 대응하는 Response Packet 은 표[A3]과 같으며, Command Packet 의 원형은 표[A7]과 같다.

| Packet Index | 데이터          | 내용  |
|--------------|--------------|---|
| 0            | 0x00         | 모든 Instrument 에 공통으로 적용됨을 나타냄   |
| 1            | 0x00         |   |
| 2            | 0x15         |   |
| 3            | 0x00         | Info command packet 의 response packet 이다.   |
| 4            | 0xFF         | Instrument Information 요청.<br>Device ID(DID), Instrument ID(IID), Firmware ID, Stream Packet Size, Device Serial Number |
| 5            | 0x01         |   |
| 6            | 0x00         | Instrument 를 지칭하는 데이터.  |
| 7            | 0x00 or 0x01 | 0 : no error<br>1 : 요청 사항을 수행하지 못함.   |
| 8            | DID_H        | Device ID. 2 바이트 데이터=256*DID_H + DID_L<br>16 진수로 표현.  |
| 9            | DID_L        |   |
| 10           | IID_H        | Instrument ID. 2 바이트 데이터=256*IID_H + IID_L<br>16 진수로 표현.  |
| 11           | IID_L        |   |
| 12           | FW_D         | Firmware ID 의 D   |
| 13           | FW_F_H       | Firmware ID 의 F. 2 바이트 데이터=256*FW_F_H + FW_F_L  |
| 14           | FW_F_L       |   |
| 15           | FW_R         | Firmware ID 의 R   |
| 16           | SPS          | Stream Packet Size  |
| 17           | SN_H         | Device Serial Number. 4 바이트 데이터.<br>SN_H<<24 + SN_M1<<16 + SN_M2<<8 + SN_L<br>16 진수로 표현.                                |
| 18           | SN_M1        |   |
| 19           | SN_M2        |   |
| 20           | SN_L         |   |

표[A3]. Info Command Packet 에 대한 Instrument 의 Response Packet. 이 패킷으로부터 Instrument 정보를 얻는다.

## RUN command packet

Instrument 로 하여금 측정 모드에서 구동되게 하는 command packet.

| Packet Index | Command packet Data    | Response Packet Data                     |
|--------------|------------------------|--|
| 0            | 0x40 (Instrument ID_H) | 0x40                                     |
| 1            | 0x02(Instrument ID_L)  | 0x02                                     |
| 2            | 0x07                   | 0x08                                     |
| 3            | 0x01                   | 0x00                                     |
| 4            | 0x01                   | 0x01                                     |
| 5            | 0x02                   | 0x02                                     |
| 6            | 0x00                   | 0x00                                     |
| 7            | -                      | 0x00 (no error)/ 0x01(error) ; Resp_code |

표[A4]. RUN command packet 과 대응하는 Response Packet.

### STOP command packet

Instrument 로 하여금 측정을 종료하고, 대기 모드에서 구동되게 하는 command packet.

| Packet Index | Command packet Data    | Response Packet Data                     |
|--------------|------------------------|--|
| 0            | 0x40 (Instrument ID_H) | 0x40                                     |
| 1            | 0x02 (Instrument ID_L) | 0x02                                     |
| 2            | 0x07                   | 0x08                                     |
| 3            | 0x01                   | 0x00                                     |
| 4            | 0x01                   | 0x01                                     |
| 5            | 0x03                   | 0x03                                     |
| 6            | 0x00                   | 0x00                                     |
| 7            | -                      | 0x00 (no error)/ 0x01(error) ; Resp_code |

표[A5]. STOP command packet 과 대응하는 Response Packet.

### Reset command packet

Instrument 를 초기화 하는 command packet. 이 command 는 Response packet 이 없음.

| Packet Index | 데이터  | 내용                  |
|--------------|------|---------------------|
| 0            | 0x00 | 모든 Instrument 에 적용됨 |
| 1            | 0x00 |                     |
| 2            | 0x07 | Packet size         |
| 3            | 0x01 | -                   |
| 4            | 0xFF | -                   |
| 5            | 0x02 | -                   |
| 6            | 0x00 | -                   |

표[A6]. Reset command packet. 이 command 를 수신한 Instrument 는 초기화된다.



## Command Packet

LXconn System 에서 활용되는 Command Packet 원형은 표[A7]과 같다. 그림[A1]을 참조하면, 이 패킷은 호스트에서 Instrument 로 전달되는 통신 패킷이다.

| Packet Index | 항목      | 내용   |
|--------------|---------|--|
| 0            | IID_H   | 적용되는 Instrument 의 고유번호. 2 바이트 데이터.<br>모든 Instrument 에 공통으로 적용되는 command 일 경우에는 이 값은 0x00, 0x00 이다.               |
| 1            | IID_L   |  |
| 2            | PBS     | Packet Byte Size<br>[3].command = 1(control)이면, 7<br>[3].command = 2(write)이면, PBS<br>[3].command = 3(read)이면, 8 |
| 3            | Command | 1=control : 장치 제어 신호.<br>2=write : 장치에 데이터 기록.<br>3=read : 장치에서 데이터 읽기.  |
| 4            | Type    | 해당 command 에 대한 command type   |
| 5            | Items   | Command type 에 대한, 세부 항목   |
| 6            | o       | Instrument 를 지칭하는 데이터.   |
| 7            | Data0   | Command = 3 일 경우, Data0 = RPS (Response Packet Size).  |
| 8            | Data1   | Command 세부 데이터 1   |
| 9            | Data2   | Command 세부 데이터 2   |
| ...          | ...     | ...  |
| PBS-1        | DataN   | Command 세부 데이터 N   |

표[A7]. Command Packet 원형.

## Response Packet

Command Packet 에 따른 Instrument 의 응답 패킷 원형. 그림[A1]을 참조하면, 이 패킷은 Instrument 에서 호스트로 전달되는 통신 패킷이다.

| Packet Index | 항목    | 내용   |
|--------------|-------|--|
| 0            | IID_H | 적용되는 Instrument 의 고유번호. 2 바이트 데이터.<br>모든 Instrument 에 공통으로 적용되는 command 일 경우에는 이 값은 0x00, 0x00 이다.                 |
| 1            | IID_L |  |
| 2            | PBS   | Packet Byte Size<br>[3].command = 1(control)이면, 8<br>[3].command = 2(write)이면, PBS<br>[3].command = 3(read)이면, RPS |

|       |              |   |
|-------|--------------|---|
| 3     | 0x00         | Response Packet                             |
| 4     | Type         | Command Packet 의 Type 데이터.                  |
| 5     | Items        | Command Packet 의 Item 데이터.                  |
| 6     | 0x00         | Instrument 를 지칭하는 데이터.                      |
| 7     | 0x00 or 0x01 | Resp_code; 0 = no error, 1=command 적용되지 않음. |
| 8     | Data0        | Command 세부 데이터 0                            |
| 9     | Data1        | Command 세부 데이터 1                            |
| ...   | ...          | ...   |
| PBS-1 | DataN        | Command 세부 데이터 N                            |

표[A8]. Command Packet 에 따른 Response Packet 원형.

## Stream Packet

그림[A1]을 참조하면, Stream Packet 은 Instrument 에서 Host 로 전송하는 연속 데이터 패킷이다. Instrument 가 측정 모드로 구동하면서 계측한 데이터를 Host 에 실시간으로 전송할 때, 사용하는 통신 패킷이다. 그 데이터 패킷의 원형을 표[A9]에 나타낸다.

| Packet Index | 항목      | 내용   |
|--------------|---------|--|
| 0            | IID_H   | 적용되는 Instrument 의 고유번호. 2 바이트 데이터.   |
| 1            | IID_L   |  |
| 2            | PBS     | Packet Byte Size.  |
| 3            | PUD     | PUD.bit7=1; PUD.bit6~bit0 : 데이터 할당   |
| 4            | PC      | Packet Count : 0~31<br>패킷 전송 때마다 1 씩 증가. 상기 범위를 반복함. 이 범위 이내에서 수신 값이 불연속적이면, 해당 패킷이 누락되었음을 의미한다. |
| 5            | PCD[PC] | 각 PC 에 대응하는 특정 데이터. 데이터 할당 값은 표[A10] 참조.   |
| 6            | Cho_H   | Stream channel 0 = $256 * Cho\_H + cho\_L$   |
| 7            | Cho_L   |  |
| 8            | Ch1_H   | Stream channel 1 = $256 * Ch1\_H + ch1\_L$   |
| 9            | Ch1_L   |  |
| ...          | ...     | ...  |
| ..           | ..      | ..   |
| PBS-2        | ChN_H   | Stream channel N = $256 * ChN\_H + chN\_L$   |
| PBS-1        | ChN_L   |  |

표[A9]. Stream Packet 원형. 실시간 연속 전송 패킷. 패킷 전송율에 따라 연속 전송.

| PCD[]         | 데이터 항목          | 설명                    |
|---------------|-----------------|-----------------------|
| PCD[0]~PCD[9] | reserved        | -                     |
| PCD[10]~[31]  | Instrument data | Instrument 특성 데이터 할당. |

표[A10]. PCD[PC]에 데이터 할당.

## Packet Parsing Guide

Packet parsing 을 위한 C code 예시와 파형 표시 Labview 예시 소스를 제공한다.

### C code example

Host 에서 Response Packet 이나, Stream Packet 을 추출하는 C 코드 예시를 아래에 나타낸다.

```
void parsingUART_RX(uint8_t input, bool *rxcomplete, uint8_t rxPacket[]) {
    bool flag_rx = false;
    static uint8_t index = 0;
    static uint8_t packetSize = 255;

    rxPacket[index] = input;
    switch(index) {
    case 0:
        if((input == 0) || (input == (uint8_t)(INSTRUMENTID>>8))) {
            index = 1;
        }
        break;
    case 1:
        if((input == 0) || (input == (uint8_t)INSTRUMENTID)) {
            index = 2;
        }
        else{
            if(input == (uint8_t)(INSTRUMENTID>>8)) {
                rxPacket[0] = input;
                index = 1;
            }
            else{
                index = 0;
            }
        }
        break;
    case 2:
        if((input >= 8) || (input==PBS)) {
            packetSize = input;
            index = 3
        }
        else{
            index = 0;
        }
        break;
    case 3:
        if((input == 0) || (input >=128)) {
            index = 4;
        }
        else{
            index = 0;
        }
        break;
    default:
        index++;
        break;
    }
    if(index==packetSize){
        flag_rx = true;
        index = 0;
    }
    *rxcomplete = flag_rx;
}
```

## 신호 표시용 Labview 소스 예시

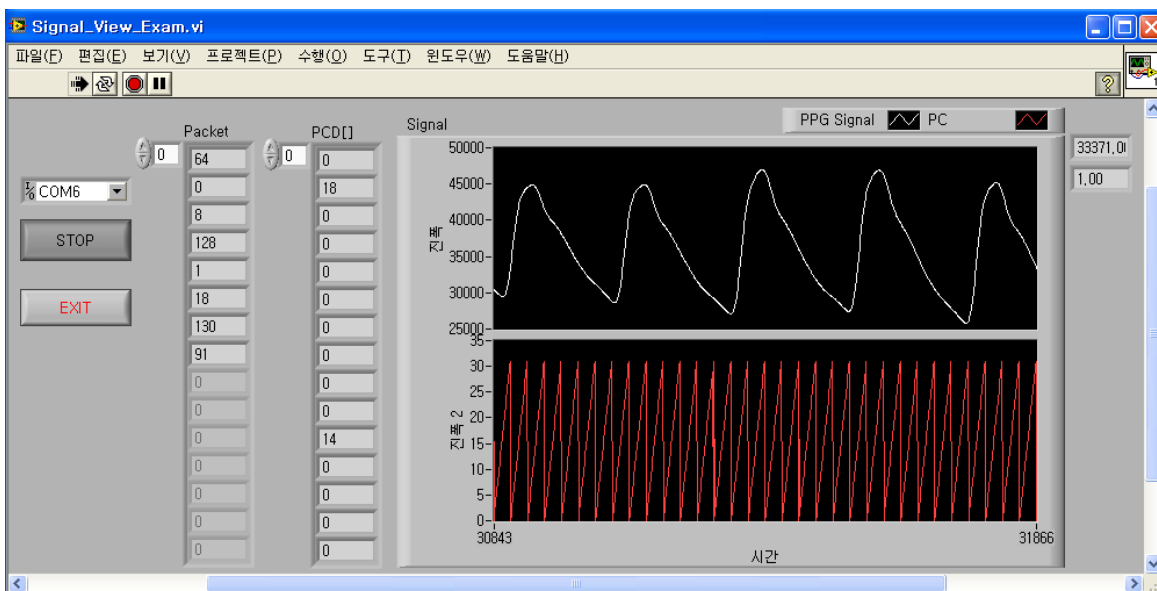
호스트가 수신하는 Stream Packet, Response Packet 으로부터 원하는 데이터를 추출하여 각 개별 패킷을 완성하고, 그 패킷 데이터로부터 측정 신호를 표시하는 Labview 소스를 제공한다. Packet Parsing 방식은 상기 C code example 내용과 동일한 것이다. Labview 소스 생성 환경은 아래와 같다.

Version: LabVIEW 2010, SP1

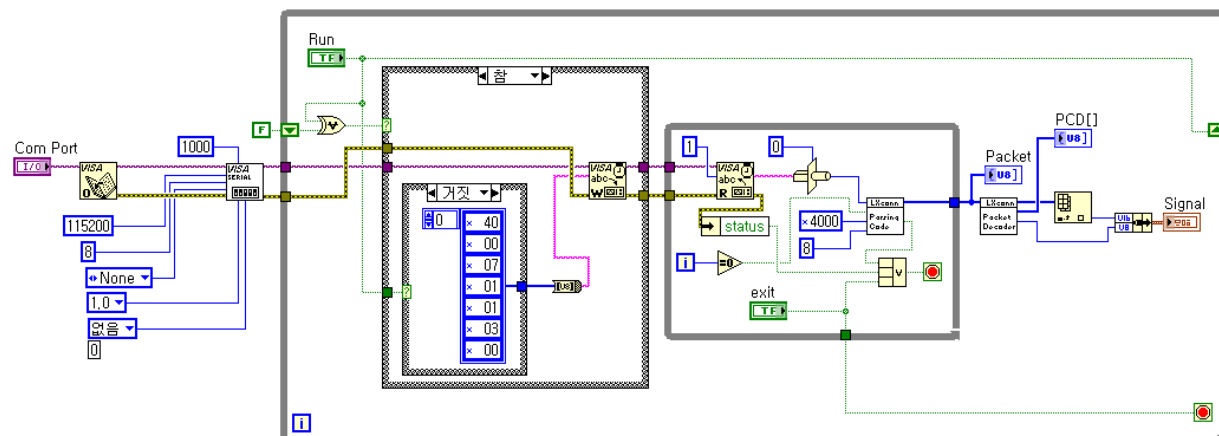
Bit: 32bit

소스 파일 위치: [https://github.com/LXconn/Softwares/raw/master/Signal\\_View\\_Exam.zip](https://github.com/LXconn/Softwares/raw/master/Signal_View_Exam.zip)

예시 프로그램의 실행 화면은 아래 그림이다.



그림[A3]. 파형 표시용 Labview 소스 실행 화면.



그림[A4]. Labview 소스 diagram.

### Revision History

| Release Date | Doc. ID   | Description of Change |
|--------------|-----------|-----------------------|
| 2019-11-05   | LXD184 V1 | 초판 발행.                |