

---

# D3F54 Firmware 설명서

---

[LXconn System]D3F54 Firmware 데이터 규격 설명 문서

---

Doc. ID. LXD186 V1

Release Date. 2019-11-05 .

---

*Abstract – LXconn System 용 Instrument Firmware 이다. 설정된 Instrument ID = LXI4003 이며, Device ID = LX0140 인 module Device 에 탑재된다. Stream Packet size 는 8 이고, packet 전송율은 256 packet/sec 이다. LX0140 module 에서 RED/GREEN/IR 중 어느 한 광원을 선택하여 1 채널 PPG 신호를 제공한다. 선택된 광원의 세기를 조절할 수 있으며, 현재 설정된 세기를 PCD[10]에서 확인할 수 있다. 또한, 현재 선택한 광원은 저장되며, 그 값은 PCD[11]에서 확인할 수 있다. Run command 에 의해 PPG 측정이 진행되면, 설정된 PPG 광원이 켜지고, 동시에, RGB LED 의 green 과 blue 가 켜져 stream packet 전송중임이 표시된다. Stop command 로 계측이 중단되면, PPG 센서용 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]. LXD187 : LXI4003 Instrument 설명서

[https://github.com/LXconn/Devices/raw/master/LXD187\\_datasheet\\_LXI4003.pdf](https://github.com/LXconn/Devices/raw/master/LXD187_datasheet_LXI4003.pdf)

## 목차

개요 .....	3
주요특성 .....	3
D3F54 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 .....	11
실시간 스트림 패킷 .....	11
데이터 항목별 상세설명 .....	11
Instrument ID ([0].IID_H, [1].IID_L) .....	11
Packet byte size ([2]. PBS) .....	12
Packet unit data ([3]. PUD) .....	12
Packet Count ([4]. PC) .....	12
Packet Count Data ([5]. PCD[PC]) .....	12
PPG signal ([6]. Cho_H, [7]. Cho_L) .....	12
PCD[PC] 데이터 .....	13
[부록-1] 통신용 데이터 패킷 .....	14
통신 절차 .....	14
기본 COMMAND 목록 .....	15
Info command packet 과 Response Packet .....	15
RUN command packet .....	16
STOP command packet .....	17
Reset command packet .....	17
COMMAND PACKET .....	18
RESPONSE PACKET .....	18
STREAM PACKET .....	19
PACKET PARSING GUIDE .....	20
C code example .....	20
신호 표시용 Labview 소스 예시 .....	21
REVISION HISTORY .....	22

## 개요

D3F54 펌웨어는 Instrument ID = LXI4003 으로 설정된 Instrument Firmware 이다. 호스트(PC)와 직접 통신이 가능한 펌웨어로서, Device ID = LX0140 인 module device 에 적용되어, RED/GREEN/IR 중 어느 한 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 설정된 광원이 ON 되고, RGB 상태 LED 는 green 과 blue 가 동시에 ON 되어 계측 중임을 표시한다. PPG 계측이 중단되면, PPG 용 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 = LXI4003
- 적용 Device ID = LX0140
- 상기 device 에 적용 가능한 추가 펌웨어
- 호스트(PC)와 직접 통신
- 1 채널 PPG 신호 제공 : RED/GREEN/IR 중 어느 한 광원을 실시간으로 선택할 수 있음.
- PPG LED Intensity control : 0~55
- RGB LED: Measurement = green + blue, Stop = blue

## D3F54 Firmware 에 설정된 기본 상수

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

항목	내용
Instrument ID	LXI4003
Device ID	LX0140. D3F54 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]. D3F54 firmware 에 설정된 기본 상수.

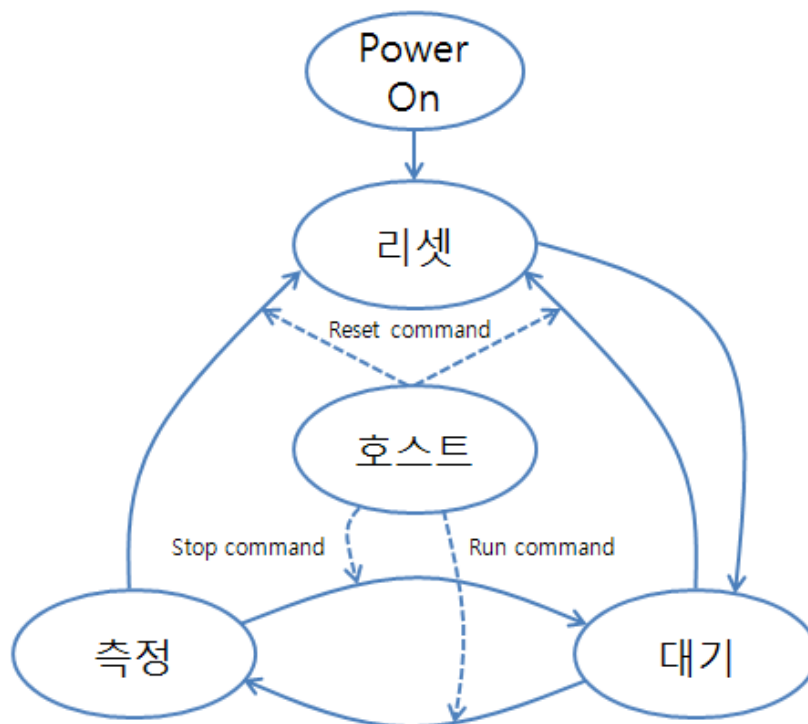
## 동작

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

D3F54 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]. D3F54 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 LED로 표시한다. 그림[1]에서 동작 모드는 크게 두 가지다. 하나는 측정 모드이고, 다른 하나는 대기 모드이다. 호스트(PC) command에 의해 측정 모드에서는 PPG 신호 계측이 진행되고, 상태 LED는 녹색과 파란색으로 표시된다. PPG 측정이 중단된 대기 모드에서는 파란색 LED만 켜진다(Device에 구비된 빨간색 LED는 Device가 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 Device에 적용되는 펌웨어, D3F54의 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 device에 구비된 3 PPG 광원 중에서 선택된 광원을 사용하여 1 채널 PPG 신호를 제공함
2	IR light Intensity Control	PPG 신호 계측용 IR Light 세기를 제어할 수 있으며, 설정 값은 Instrument에 저장된다. 현재 Instrument에 설정된 값은 PCD[10]에 할당되어 있어, Stream Packet으로 확인할 수 있다.
3	Reset	필요할 경우, Instrument를 재부팅 한다.
4	RED/GREEN/IR 선택	대기모드, 측정모드에 무관하게, PPG 센서용 LED 광원으로 RED, GREEN, IR 중 어느 하나를 선택할 수 있음.

표[3]. LX0140 Device에 적용된 D3F54 펌웨어의 기능 항목. 펌웨어의 기능은 기본적으로 적용되는 Device의 하드웨어 구성에 크게 의존한다.

## 성능

LX0140 Device에 탑재된 D3F54 펌웨어의 성능을 아래 표[4]에 나타낸다. LX0140 Device의 하드웨어 자체의 성능은 참조문서[1]의 표[2]에서 확인할 수 있다. 구성된 하드웨어 성능은 실제 적용되는 펌웨어 특성에 의존한다. D3F54 펌웨어는 PPG 센서의 3 광원 중 어느 하나를 임의로 선택하여 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	GREEN : 525nm RED : 660nm IR: 940nm 중 한 광원을 실시간으로 선택.
2	PPG ADC data size	3 byte. 원시 PPG 센서 출력 데이터 크기.
3	PPG sampling frequency	256Hz.
4	PPG_HPF	Fc = 0.5Hz Order = 1 <sup>st</sup> Filter type : IIR, Butterworth
5	PPG_LPF	Fc = 10Hz Order = 4 <sup>th</sup> 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 D3F54 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 선택된 빛으로 켜지고, 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. 선택한 광에 따라 PPG 센서 LED 빛이 다르다. 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. D3F54 펌웨어에는 두 가지의 Instrument command 가 구비되어 있다. 하나는 PPG 센서 LED 의 밝기를 제어하는 command 이고, 다른 하나는 PPG 센서 LED 를 어떤 색으로 설정할 것인가를 선택하는 command 이다. 각 command 는 해당 command 가 올바로 수신되었는지 호스트에 알려주는 응답 packet 을 동반한다. PPG 센서 LED 세기를 제어하는 command packet 은 표[5]이고, 그에 따른 응답 packet 은 표[6]이다. 그리고, PPG 센서 LED 색상을 선택하는 command packet 은 표[7]이고, 그에 따른 응답 packet 은 표[8]이다.

인덱스	데이터	설명.
0	0x40	표[1]에서 제시된 Instrument ID(IID)의 상위 1 바이트(IID_H).
1	0x03	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. 이 값이 Instrument 에 전달되고, 저장된다. 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	0x03	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 or 0x01	Response code 0 = 정상 적용 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.

인덱스	데이터	설명.
0	0x40	표[1]에서 제시된 Instrument ID(IID)의 상위 1 바이트(IID_H).
1	0x03	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	0x07	PPG 센서 색상 선택.
6	0x00	-
7	PPG LED color	PPG 센서 LED 색상. 0= RED, 1=GREEN, 2-IR. 기본 값 = 1(GREEN). 이 값은 Instrument 에 전달되고, 저장된다. 설정된 값은 PCD[11]에 할당된다.

표[7]. PPG 센서 LED 색상 선택용 command packet. 이 command 에 따른 응답 packet 을 호스트로 반송한다(표[8]).

인덱스	데이터	설명.
0	0x40	IID_H
1	0x03	IID_L
2	0x09	Packet Byte Size.
3	0x00	이 packet 은 Response Packet 이다.
4	0x06	PPG 신호 관련 데이터.
5	0x07	PPG 센서 색상 선택.
6	0x00	-
7	0x00 or 0x01	Response code 0 = 정상 적용 1 = command 미적용
8	0,1,2	Instrument 에 설정된 PPG 센서 LED 색상. 0= RED, 1=GREEN, 2-IR. 기본 값 = 1(GREEN). 이 값은 Instrument 에 전달되고, 저장된다. 다음 부팅 시 저장 값으로 동작. 설정된 값은 PCD[11]에 할당된다.

표[8]. PPG LED color Control Command Packet 에 따른 Instrument 의 Response Packet. 호스트에서 이 패킷은 굳이 처리하지 않아도 된다. Stream Packet 수신 시 PCD[11]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. 표[1]에 명시되어 있음. 패킷 파싱에 활용됨.
[1].IID_L	0x03	
[2].PBS	0x08	Byte 단위의 패킷 크기. 패킷 파싱에 활용됨.
[3].PUD	0x80	PUD.bit7 = 1 : 패킷 파싱에 활용됨. PUD.bit6~bit0 = 0x00 : 데이터 할당 없음.
[4].PC	0~31	Packet Count. 0~31 범위의 연속 가변. 이 데이터의 연속성이 만족되지 않으면, 수신 패킷에 누락이 발생했음을 의미.
[5].PCD[PC]	PCD[PC]	표[8] 참조
[6].Cho_H	PPG_H	2 바이트 PPG 신호. 선택한 LED 색상에 의한 1 채널 PPG 신호.
[7].Cho_L	PPG_L	

표[9]. 측정 모드에서 호스트로 전송되는 실시간 스트림 데이터 패킷. 256 packet/sec 빠르기로 패킷이 전송된다. 1 채널 PPG 신호는 이 패킷에서 2 바이트 데이터를 추출함으로써 확보할 수 있다.

### 데이터 항목별 상세설명.

표[9]의 각 패킷의 데이터 항목에 대한 설명은 아래와 같다.

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

D3F54 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[10]에 수록되어 있다.

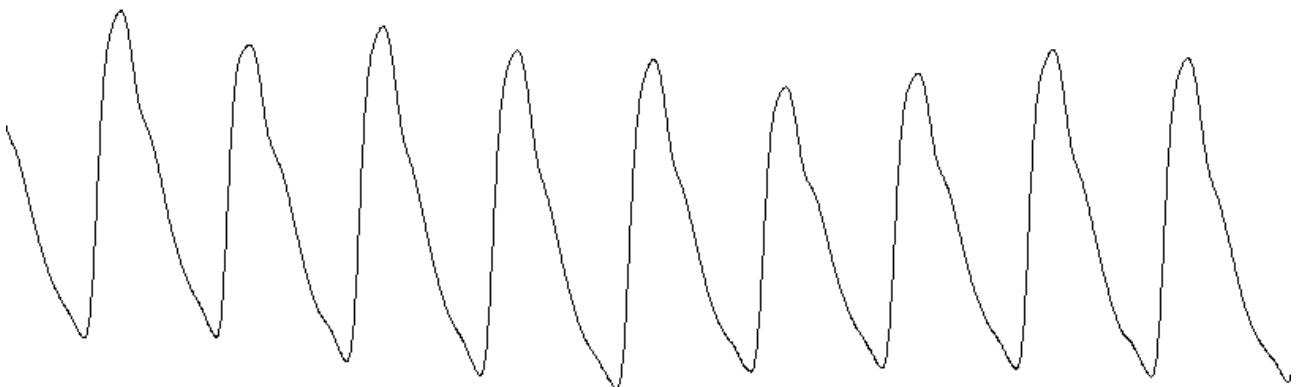
**PPG signal ([6]. Ch0\_H, [7]. Ch0\_L)**

2 바이트 PPG 신호. 각 패킷 항목(a=[6].Ch0\_H, b=[7].Ch0\_L)으로부터 2 바이트 신호는 다음과 같이 얻는다.

수식 [1].  $PPG(num) = a * 256 + b$ .

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

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



그림[5]. 수식[1]로 얻은 PPG 신호(8 초 동안의 PPG 신호). 그림[4] 센서 위치에서 LED Level = 15 에 대해, GREEN LED 로 얻은 신호.

## PCD[PC] 데이터

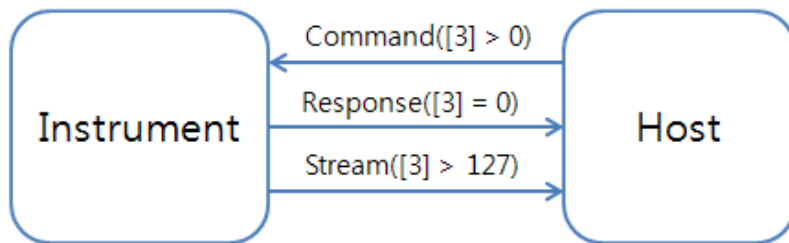
PC 에 따른 데이터 할당은 아래 표와 같다.

PCD[]	데이터 항목	설명
PCD[0]~PCD[9]	reserved	-
PCD[10]	PPG Light Intensity	Instrument 에 설정된 PPG Light Intensity 값. 0~55.
PCD[11]	PPG LED color	Instrument 에 설정된 PPG LED 색깔. 0=RED, 1=GREEN, 2=IR.
PCD[12]~[31]	0	데이터 할당 없음

표[10]. PCD[PC] 데이터 할당. 현재 장치에 설정된 PPG Light Intensity, PPG LED color 값. 표[5]의 command 로 PPG LED Light Intensity 설정 값을 변경할 수 있으며, 표[7]의 command 로는 PPG LED color 설정 값을 변경할 수 있다. 현재 Instrument 에 설정된 값을 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.

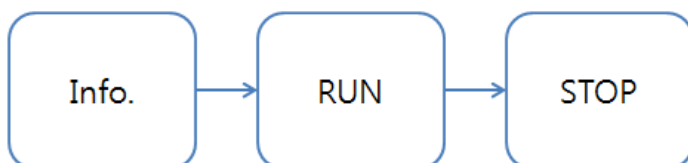


그림[A1]. Instrument 와 Host 사이의 통신 패킷. Host 에서 Instrument 로 전달되는 통신 패킷은 command packet 으로 오직 하나만 존재한다. 반면, Instrument 에서 Host 로 전달되는 통신 패킷은 command packet 에 따른 Response packet 과 host 로 일방적으로 제공하는 Stream packet, 두 가지가 있다.

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. 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. 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 1 : 요청 사항을 수행하지 못함.
8	DID_H	Device ID. 2 바이트 데이터=256*DID_H + DID_L 16 진수로 표현.
9	DID_L	
10	IID_H	Instrument ID. 2 바이트 데이터=256*IID_H + IID_L 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. SN_H<<24 + SN_M1<<16 + SN_M2<<8 + SN_L 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	0x03(Instrument ID_L)	0x03
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	0x03 (Instrument ID_L)	0x03
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. 모든 Instrument 에 공통으로 적용되는 command 일 경우에는 이 값은 0x00, 0x00 이다.
1	IID_L	
2	PBS	Packet Byte Size [3].command = 1(control)이면, 7 [3].command = 2(write)이면, PBS [3].command = 3(read)이면, 8
3	Command	1=control : 장치 제어 신호. 2=write : 장치에 데이터 기록. 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. 모든 Instrument 에 공통으로 적용되는 command 일 경우에는 이 값은 0x00, 0x00 이다.
1	IID_L	
2	PBS	Packet Byte Size [3].command = 1(control)이면, 8 [3].command = 2(write)이면, PBS [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 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;
}
```



### Revision History

Release Date	Doc. ID	Description of Change
2019-11-05	LXD186 V1	초판 발행.