

ubpulse 320



ubpulse 320 개발자용 매뉴얼

Doc. ID. LXD25 V2

Release Date. 2017-02-14 .

Abstract - ubpulse 320 은 손가락 끝에서 PPG(맥파)를 측정하여 UART 로 측정데이터를 실시간 전송한다. UART 를 지원하는 모든 임베디드 시스템에 연결가능하며, ubpulse 320 과 통신연결하여 측정데이터를 실시간 수신가능하다. 본 문서는 ubpulse 320 에서 제공되는 측정데이터를 활용하려는 개발자용 매뉴얼이다.



UART Interface

for Embedded System.

필수참조문서 : 통신데이터 규격 설명서 2 종.

문서 아이디 : LXD23, 문서 제목 : ubpulse 3 시리즈 통신규격.

다운로드: https://github.com/ubpulse/ubpulse-360-340-320/blob/master/LXD23_ubpulse3xx_CommunicationSpec.pdf

문서 아이디 : LXD12, 문서 제목 : LXSDFT2 통신규격.

다운로드 : https://github.com/LAXTHA/LXSDFT/blob/master/LXD12_LXSDFT2_CommunicationStandard.pdf

목차

UBPULSE 320 개요	4
CONNECTIVITY	5
FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM	6
PRINCIPLE OF MEASUREMENT	7
심장박동 동기된 혈량의 변화	7
광학식 혈량변화 검출	8
심박검출 및 심박시간격 측정법	9
심박시간격 측정 정밀도의 중요성	9
SPECIFICATIONS	10
GENERAL SPEC.	10
MEASUREMENT SPEC.	10
UBPULSE 320 핀아웃	11
UBPULSE 320 사용법	12
디스플레이 화면	12
측정법	13
UBPULSE 320 과 임베디드 시스템 연결법	14
UBPULSE 320 케이블 커넥터 연결법	15
UBPULSE 320 통신 프로그램 개발방법	16
UBPULSE 320 의 통신데이터포맷 – LXSDFT2	16
LXSDFT2 및 UBPULSE 320 의 데이터 배치 규격 문서	17
통신 프로그램 개발과정 전체흐름	18
UBPULSE 320 을 PC 에 연결하는법	19
PC 에 연결된 UBPULSE 320 과의 통신프로그램	20
PC 에서 LX DEVICE MANAGER 를 이용한 장치 데이터 모니터링	21
REVISION HISTORY	22

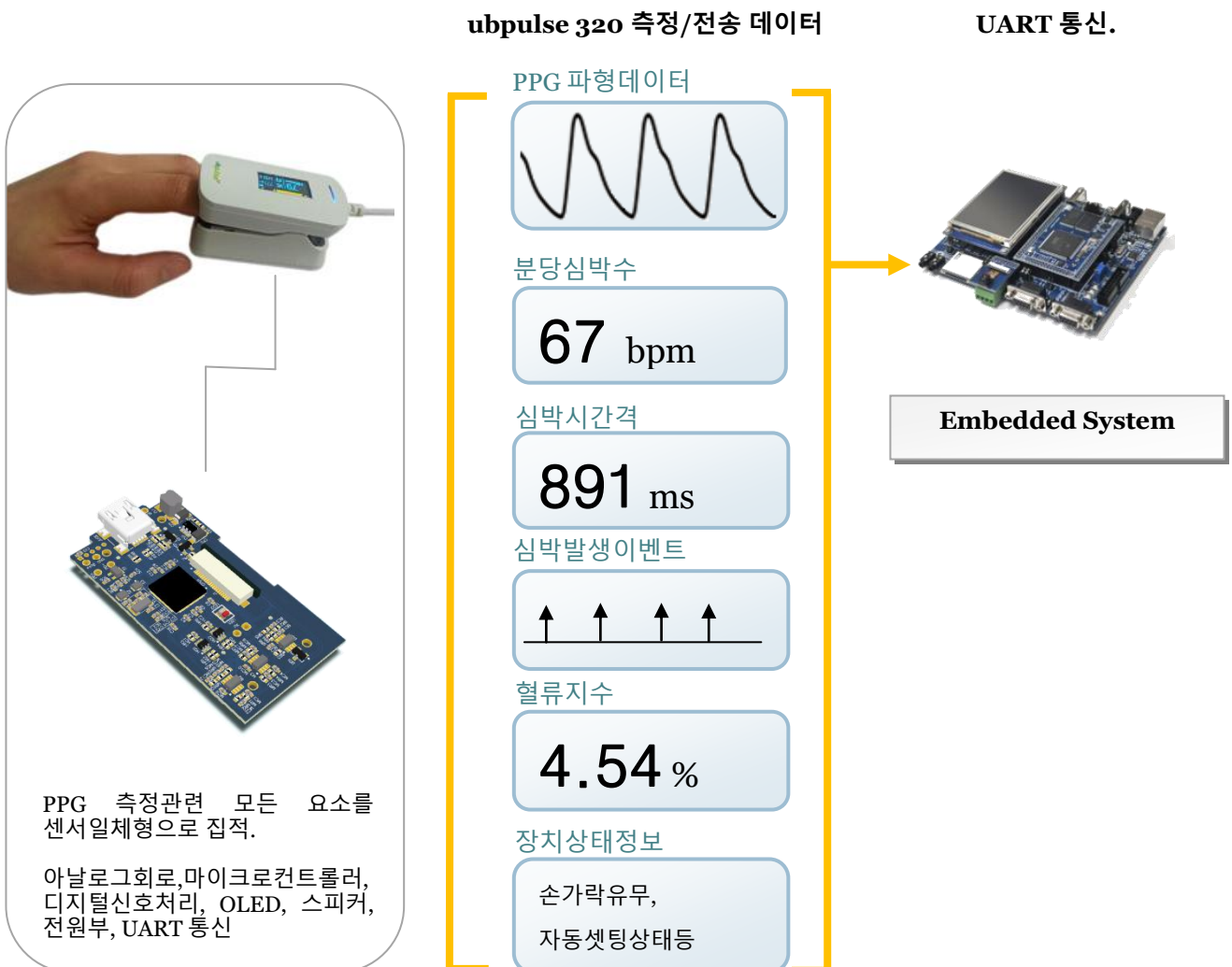
그림 목차.

그림 1. UBPULSE 320 FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM	6
그림 2. 심장박동에 동기된 모세혈관 동맥혈량(ARTERIAL BLOOD VOLUME) 변화	7
그림 3. 광학식 혈량변화 검출 원리.	8
그림 4. . 심박검출 및 심박시간격 측정법.	9
그림 5. UBPULSE 320 결선법	14
그림 6. (A) 장치계층과 호스트계층사이의 데이터 통신 포맷 LXSDf T2. (B) LXSDf T2 TX 상세 구조.	16
그림 7. UBPULSE 320 과 통신하는 임베디드 시스템측의 프로그램 전체 구조.	18
그림 8. UBPULSE 320 장치와 통신하는 프로그램 전체 작동흐름 .	18
그림 9. LX USB2UART 모듈과 LX DEVICE MANAGER 프로그램을 이용한 PC 에서 실시간 데이터 모니터링	21

ubpulse 320 개요.

ubpulse 320 은 센서 내에 맥파(PPG, PhotoPlethysmoGraph) 측정에 필요한 모든 회로 및 디지털 프로세서, 스피커, OLED 디스플레이, 전원부등 측정에 필요한 모든 요소가 내장되어있고, 모든 측정과정이 자동으로 이뤄진다. 손가락을 센서에 배치한 상태를 인식하여, 최적 측정 세팅이 자동으로 진행되며, 연속 측정 및 디지털신호처리, 데이터 전송이 이뤄진다.

측정된 원시파형데이터 및 분당심박수등의 계산치들은 디지털화 되어 UART 규격으로 실시간 출력이 이뤄진다. ubpulse 320 을 도입한 개발자가 작업할 부분은 개발 프로그램에서 UART 인터페이스로 장치에서 전송되는 데이터를 수신하는 부분의 코드구현이다.



Connectivity

ubpulse 320



UART 통신



마이크로프로세서



블루투스 모듈



임베디드 보드



ZigBee



GateWay



PC

Functional Block Diagram

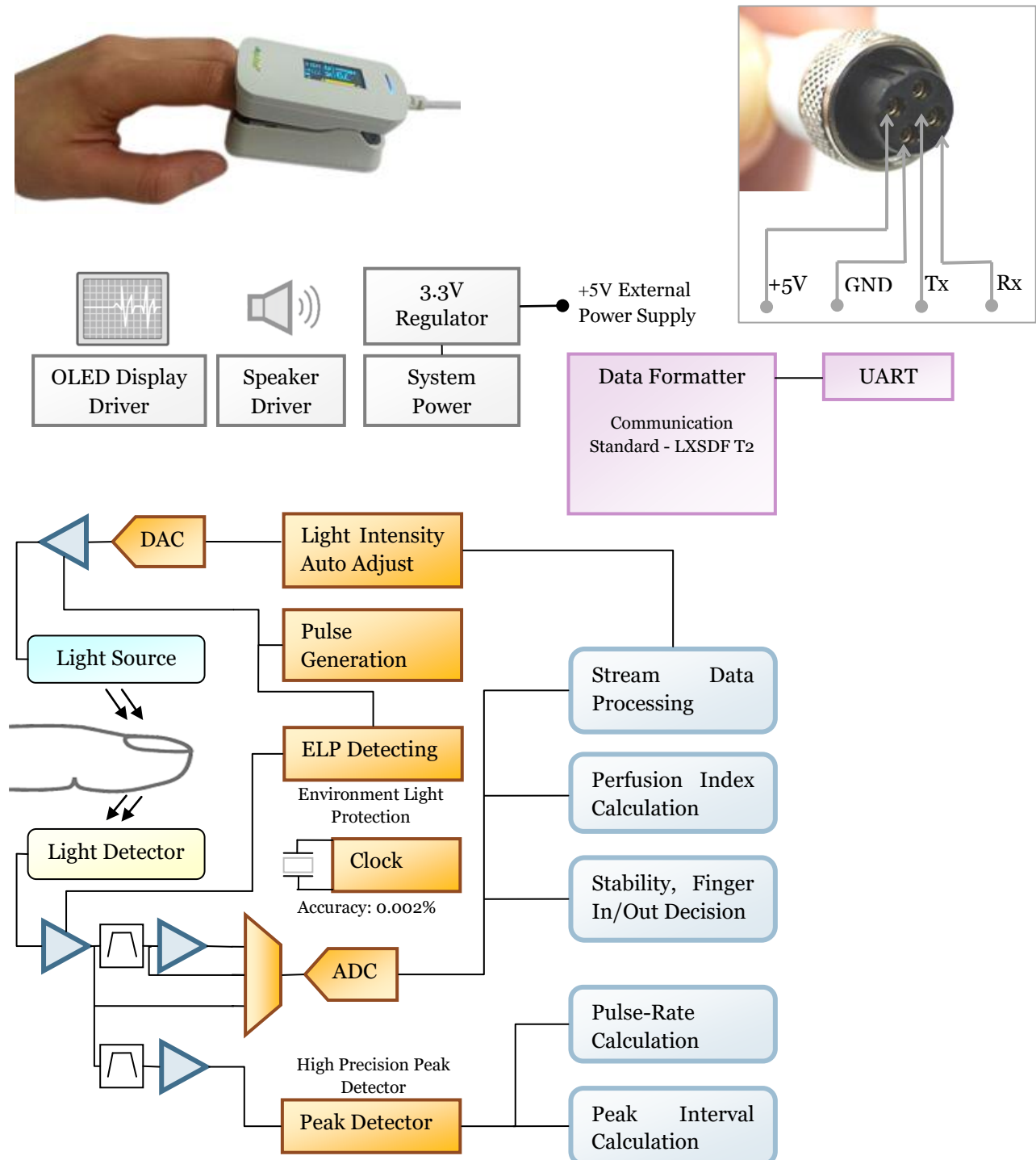


그림 1. ubpulse 320 Functional Block Diagram

Principle of Measurement

심장박동 동기된 혈량의 변화

1. 심장박동에 의하여 생성된 압력에 의하여 혈관내에서 혈액의 흐름이 생긴다. 심장박동이 발생할 때 마다 압력은 신체의 말단 모세혈관 까지 작용하며, 손가락 끝의 혈관까지도 압력이 작용한다. 그림
2. 손가락 끝 모세혈관의 동맥 혈액은 세포조직으로 혈액을 공급하고, 정맥으로 들어가서 다시 심장으로 되돌아간다. 그림의 (a)
3. 심장박동에 동기되어 손가락 끝의 혈관에서의 동맥혈량(Arterial blood volume)이 증가하고 줄어드는 상태가 반복된다. 그림의 (b)

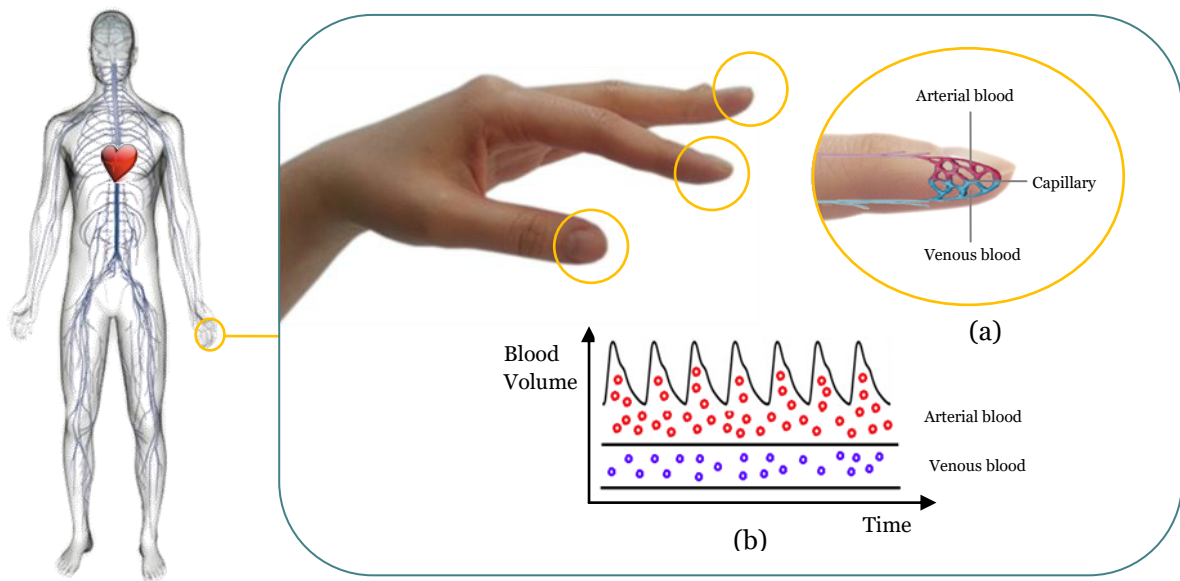


그림 2. 심장박동에 동기된 모세혈관 동맥혈량(Arterial Blood Volume) 변화

광학식 혈량변화 검출

1. 광원에서 손가락에 빛을 조사하면 혈액, 뼈, 조직에서 빛의 흡수가 발생하고 일부광은 투과하여 광수신기에 도달한다.-그림 (a)
2. 빛이 흡수되는 정도는 빛이 지나가는 경로에 있는 피부, 조직, 혈액의 양에 비례하며, 심박박동에 의한 혈류변화를 제외하고는 변하지 않는 성분이어서, 흡수되는 광량변화는 혈류변화에 비례한다.-그림 (b)
3. 광수신부에서 검출된 투과광은 손가락에서 흡수된 광량만큼 차감되어 수신되므로, 투과광의 광량 변화 역시 혈류변화를 반영하게 되어 광수신기의 광량을 측정함으로써 심장박동에 동기된 혈량변화 검출이 가능해진다.-그림 (c). 그림(C) 의 AC 성분을 통상 PPG(PhotoPlethysmoGraph, 맥파) 라고 한다.

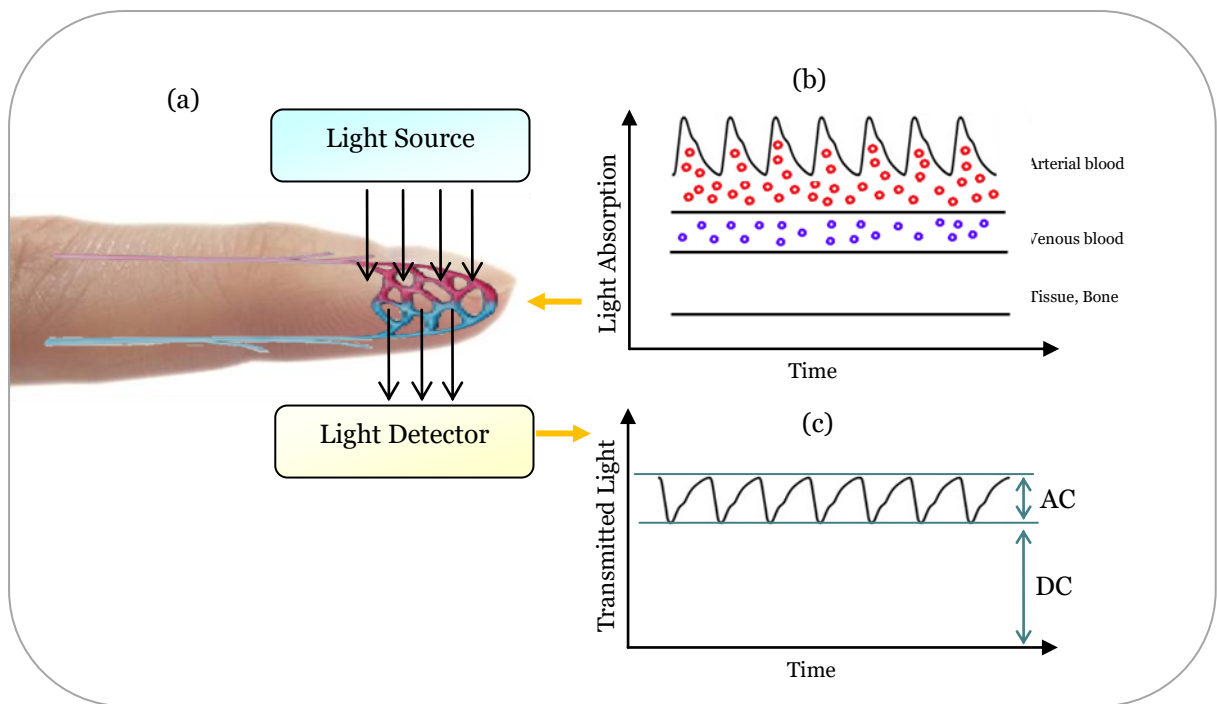


그림 3. 광학식 혈량변화 검출 원리.

심박검출 및 심박시간격 측정법.

그림(b) 에서 보이듯이 PPG 를 2 차 미분한 파형의 피크 검출하여 심박지점을 검출하며, 매번의 심박발생시마다 직전 심박과의 시간격을 계산하게 된다.

그림(c) 에서 심박 1 이 발생한 시점부터 심박 2 가 발생할 때 까지의 클락의 수를 카운팅하여 클락의 주기인 0.000976sec 를 곱하기 하여 심박시간격 2 를 장치 내부 프로세서에서 계산한다. 사용되는 클락의 주기인 0.000976 초가 시간측정의 최소 간격에 해당한다. 시간측정에 사용되는 클락의 정밀도는 0.002%로써 충분한 정확성과 정밀도 높은 심박시간격 측정이 가능하다.

심박시간격 측정 정밀도의 중요성.

HRV(Heart Rate Variability) 연구분야에서는 심박시간격 측정 정밀성이 특히 요구된다. PPG 측정을 기반으로 하는 심박피크 검출 및 심박 시간격 검출 방법론은 여러가지 가 있을 수 있으며, 사용된 방법에 따라 정확성은 크게 차이가 난다. 심박시간격 검출에서 충분한 정밀도가 보장되지 못하면, 동일 피검자의 2개 손가락에서 동시에 측정된 심박시간격데이터로 HRV 분석한 결과가 크게 차이가 나며, 신뢰할 수 없는 HRV 분석결과가 나온다. ubpulse 320 은 초기 설계 단계부터 정밀도를 고려하여 충분한 정밀도를 확보하였으며, HRV 분석법 적용시 신뢰할 수 있는 결과를 제공한다.

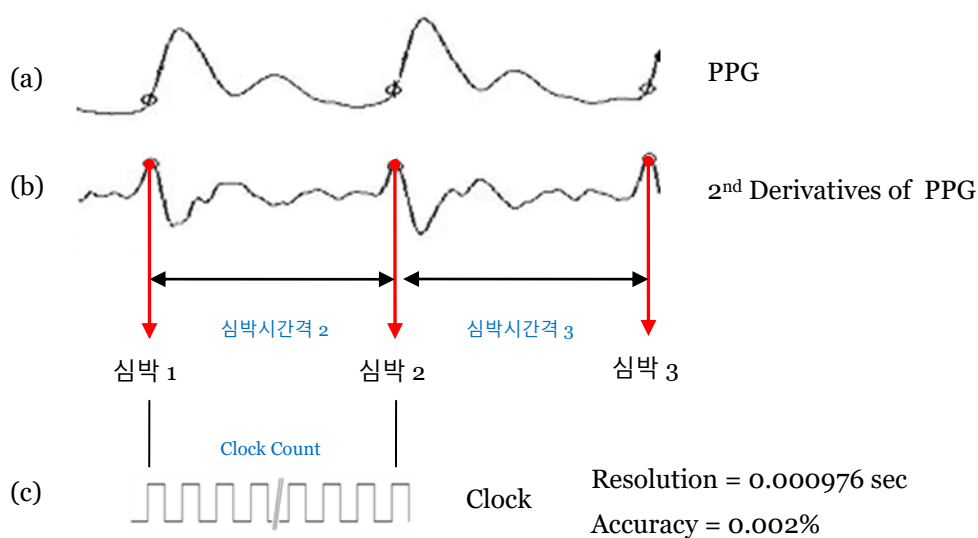


그림 4.. 심박검출 및 심박시간격 측정법.

Specifications

General Spec.

Item	Description
Display	Graphic OLED, 64x128 pixel, yellow-blue 2color
Sound	Operation effect and heart beat sound from inner speaker
Power Supply	+5V External Power Supply (Maximum Current 50mA)
Interface	UART (Tx, Rx 2 wire) Baud rate : 115200 bps Data bits : 8bit Stop bit : 1bit Parity : None
Power Consumption	24 mA at 5V (finger out) 27 mA at 5V (finger in, normal operation)
Weight	52g (with cable)
Dimension	36mm x 66mm x 40mm (width x length x height)
Cable length	1 m
Temperature. (Normal operation)	-20 ℃ ~ 60 ℃
Temperature. (Storage)	-40 ℃ ~ 70 ℃
Material	ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) PC (polycarbonate resin)

Measurement Spec.

Item	Description
Heart pulsation measurement method	Optical, using light absorption modulation via capillary filling pulsations.
Light wavelength	940nm (infrared)
Light noise immunity	Light noise is minimized using ELP(Environment Light Protection) technology.
Heart Beat Detection method.	High Precision Peak Detection from 2 nd Derivatives of PPG.
Clock Resolution & Accuracy (Heart Beat Interval Measurement)	Resolution: 0.000976 sec. Accuracy : 0.002% <ul style="list-style-type: none"> ● The clock is divided by 32 from main clock. ● Main clock : 32.768kHz Quartz Crystal Oscillator with accuracy : +- 20ppm (0.002%)
Measurement Quantity	PPG Waveform, Heart rate per minute, Heart Beat Interval, Heart Beat Event, Perfusion Index.

장치에서 측정되는 각 측정량들에 대한 상세한 의미 및 데이터 포맷에 대한 설명은 문서아아디: LXD23 참조.

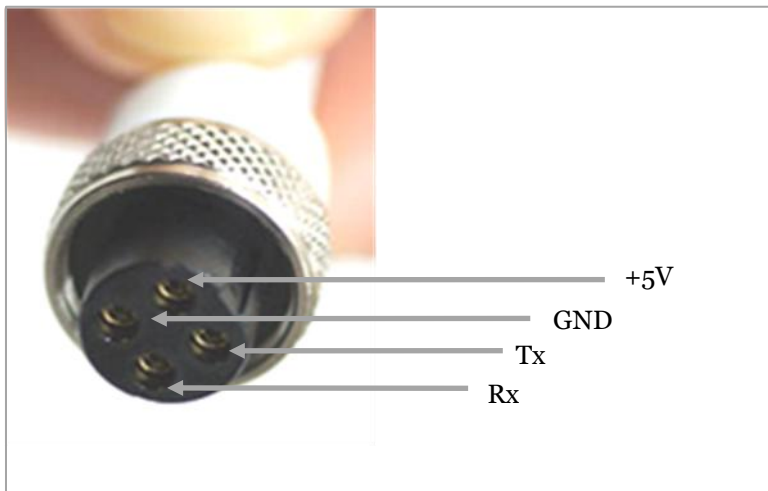
문서 아이디 : LXD23

문서 제목 : ubpulse 3 시리즈 통신규격.

다운로드 : https://github.com/ubpulse/ubpulse-360-340-320/blob/master/LXD23_ubpulse3xx_CommunicationSpec.pdf

ubpulse 320 핀아웃.



ubpulse 320 접속단자	외부 연결시 고려사항.
+5V (외부전원공급단자)	입력 가능 전원전압 범위 : 4V ~ 6V, 권장 5V. 한계전압: 7V 이상 전압이 인가되면 파손됨. 외부전원의 전류 공급능력 : 50mA 이상. (ubpulse 320 내부에 3.3V 레귤레이터의 입력으로 본 핀이 연결되어 있으며, 장치 내부에서 3.3V 를 생성하여 사용함)
Tx (UART 송신단자)	임베디드 시스템의 UART Rx 단자로 연결한다. 3.3V 로직 출력이며, 5V 로직 시스템에 인가해도 정상통신함. 전원인가되면 즉시 데이터 출력됨.
Rx (UART 수신단자)	스피커 심박음 ON/OFF 제어하는 용도로만 사용되므로 연결하지 않아도 ubpulse 320 은 정상동작한다. 임베디드 시스템의 UART Tx 단자로 연결한다. 3.3V 로직만 인가 가능. 5V 로직 연결불가.
GND	외부회로의 접지와 연결.



ubpulse 320 사용법

디스플레이 화면.



아이콘 상세 설명		아이콘
맥파 파형	맥파 파형 모니터링	
스피커	심박음 켜짐 상태	
	심박음 꺼짐 상태	

측정법.

손가락을 센서에 배치하면 자동으로 측정설정과정이 이뤄지고 나서 (최대 5 초 소요), 정상 측정이 진행되면 화면에서도 정상적인 데이터가 표현된다.



측정시 주의사항.

1. 손가락 끝이 차가울 경우 정상측정이 안되므로, 손을 따뜻하게 하여 측정한다.
2. 손가락에 물이 묻은 상태에서 사용하지 않아야 한다.
3. 측정 손가락은 장갑이나, 밴드 등으로 손가락 피부를 감싸고 있지 않아야 한다.
4. 손톱은 화장(매니큐어)되지 않은 상태여야 한다.

ubpulse 320 과 임베디드 시스템 연결법.

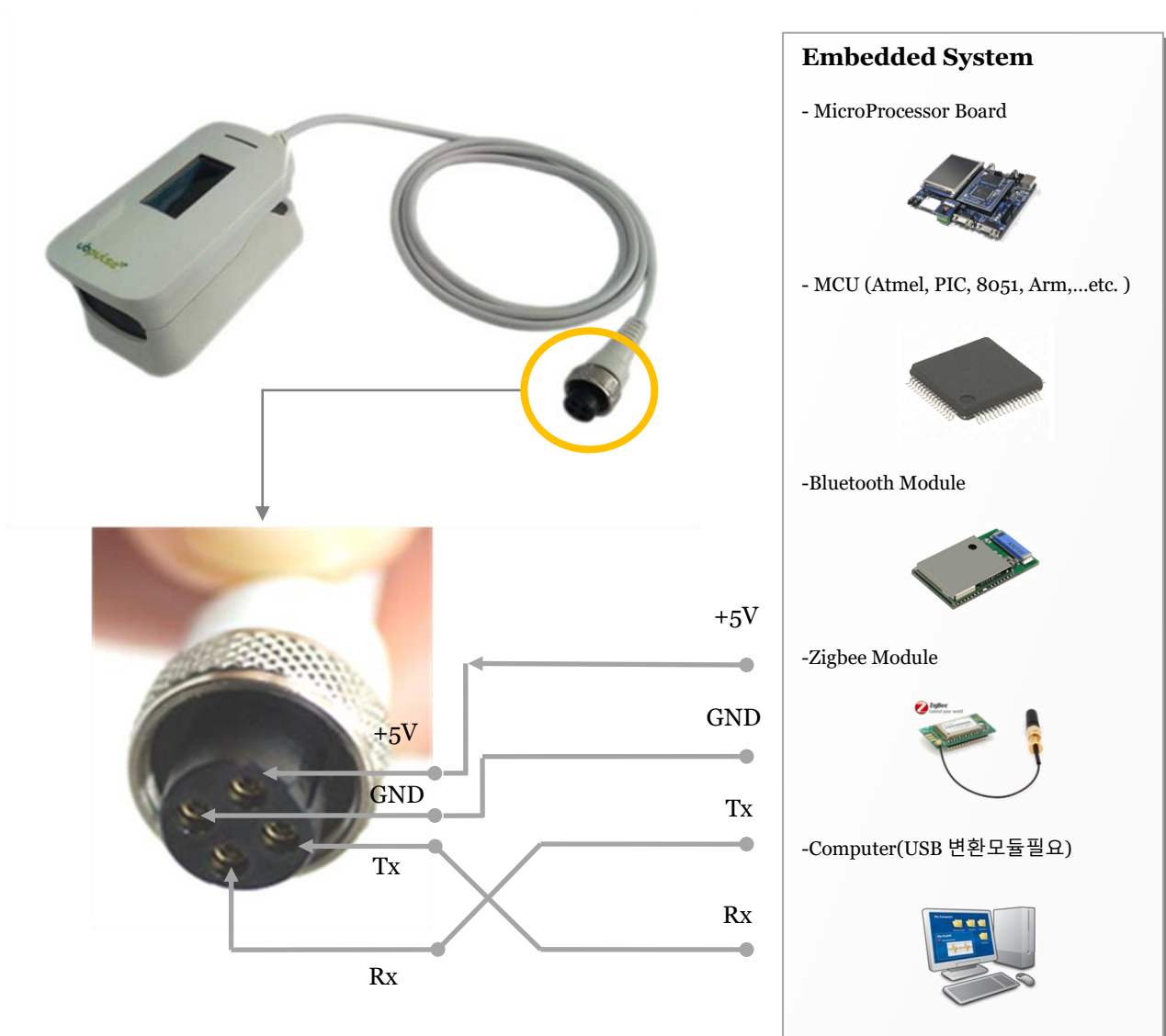


그림 5. ubpulse 320 결선법

ubpulse 320 접속단자	외부 연결시 고려사항.
+5V (외부전원공급단자)	입력 가능 전원전압 범위 : 4V ~ 6V, 권장 5V. 한계전압: 7V 이상 전압이 인가되면 파손됨. 외부전원의 전류 공급능력 : 50mA 이상. (ubpulse 320 내부에 3.3V 레귤레이터의 입력으로 본 핀이 연결되어 있으며, 장치 내부에서 3.3V 를 생성하여 사용함)
Tx (UART 송신단자)	임베디드 시스템의 UART Rx 단자로 연결한다. 3.3V 로직 출력이며, 5V 로직 시스템에 인가해도 정상통신함. 전원인가되면 즉시 데이터 출력됨.
Rx (UART 수신단자)	스피커 심박음 ON/OFF 제어하는 용도로만 사용되므로 연결하지 않아도 ubpulse 320 은 정상동작한다. 임베디드 시스템의 UART Tx 단자로 연결한다. 3.3V 로직만 인가 가능(5V 로직 불가)

ubpulse 320 케이블 커넥터 연결법.



ubpulse 320 통신 프로그램 개발방법

ubpulse 320의 통신데이터포맷 - LXSDf T2

ubpulse 320은 UART 통신규격을 준수하며, 측정/계산된 측정 데이터 및 장치의 상태정보를 실시간으로 전송하게된다. UART 통신규격은 기본 전송데이터가 1바이트(8비트)를 반복 전송하는 형식이므로 다양한 타입의 데이터를 전송하기 위해서는 수십바이트를 그룹핑한 별도의 데이터 포맷(패킷)이 있어야 한다. ubpulse 320에서 사용되는 데이터 포맷은 LXSDf T2라는 시리얼통신 데이터 포맷을 사용한다.

그림 (a)에서 장치와 호스트 기기 사이의 데이터 통신 상황을 보이고 있다. 장치에서 호스트로 전송하는 데이터 형식을 LXSDf T2 Tx, 장치가 호스트로부터 수신받는 데이터 형식을 LXSDf T2 Rx라 한다. 그림(b)에 LXSDf T2 Tx에 대한 세부 구조를 보인다. 기본 전송단위인 패킷을 연속으로 전송하며, 수십바이트로 구성된 1패킷 내의 바이트별로 어떤 의미의 데이터가 있는지를 보이고 있다. 1패킷의 시작점에는 항상 255, 254의 값이 순차적으로 전송되고 있고 이후에 1패킷내의 데이터 바이트들이 전송된다.

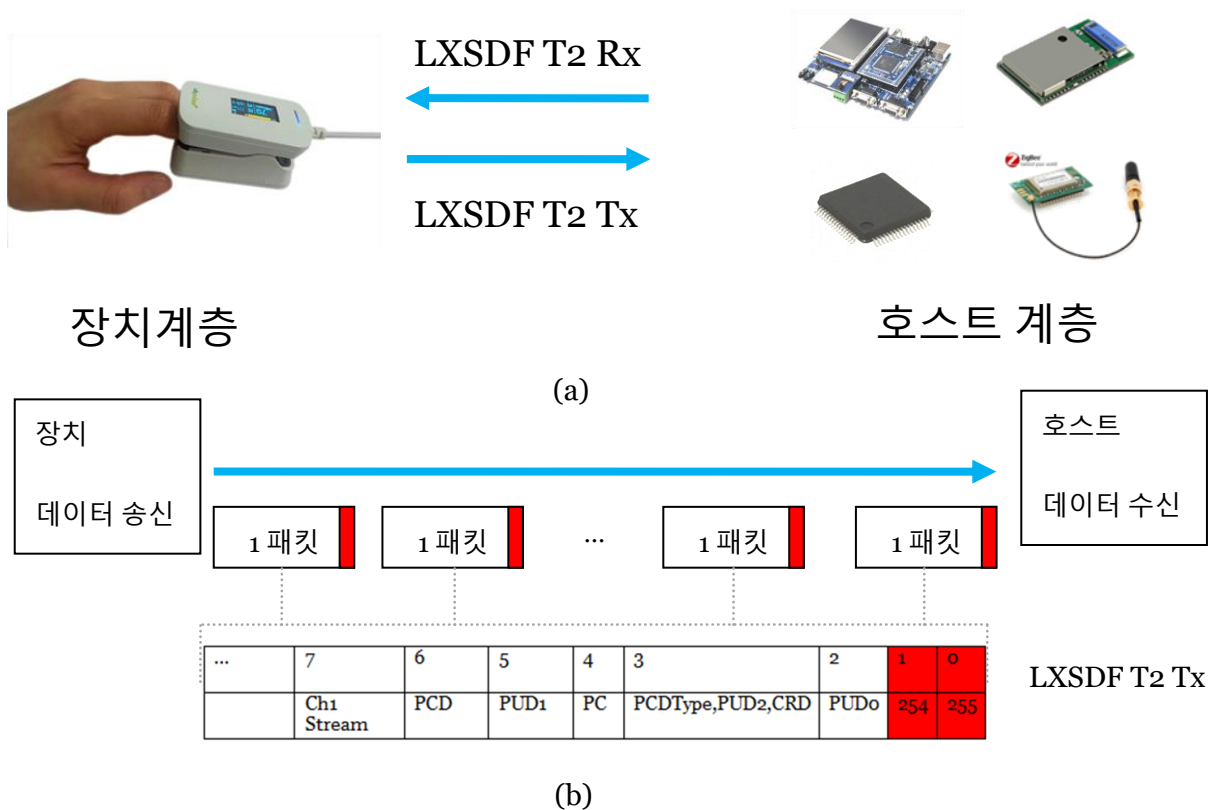


그림 6. (a) 장치계층과 호스트계층사이의 데이터 통신 포맷 LXSDf T2. (b) LXSDf T2 Tx 상세 구조.

LXSDF T2 및 ubpulse 320 의 데이터 배치 규격 문서.

LXSDF T2 포맷은 실시간 스트림데이터 전송과 동시에 상대적으로 저속인 일반 데이터들을 하나의 패킷형식으로 전송가능한 간단하면서도, 범용의 시리얼 통신 포맷이다. 스트림데이터란 아날로그 신호의 디지털변환된 시계열 데이터류가 대표적인 예이다. LXSDF T2 통신규격 문서는 아래 박스내의 문서아이다: LXD12 로 제공되고있다.

문서 아이디 : LXD12

문서 제목 : LXSDF T2 통신규격.

다운로드 : https://github.com/LAXTHA/LXSDF/blob/master/LXD12_LXSDF_T2_CommunicationStandard.pdf

LXSDF T2 포맷은 범용적인 데이터포맷이기 때문에, 특정 제품별로 어떤 데이터를 기록하여 보내는지는 제품마다 다르다. 제품별로 LXSDF T2 에 데이터 배치상황을 Device Specialization 규격이라고 부른다. ubpulse 320 의 LXSDF T2 Device Specialization 규격은 아래 박스내의 별도로 정리된 문서를 참조한다.

문서 아이디 : LXD23

문서 제목 : ubpulse 3 시리즈 통신규격.

다운로드 : https://github.com/ubpulse/ubpulse-360-340-320/blob/master/LXD23_ubpulse3xx_CommunicationSpec.pdf

통신 프로그램 개발과정 전체흐름.

임베디드 시스템 개발툴에서 임베디드 시스템에 구비된 UART 통신가능한 상태를 달성하고, 통신규격문서를 참조하여 데이터포맷에 준하여 수신된 데이터에서 정보들을 추출하여 확보하고 해당 데이터를 활용하여 디스플레이 저장 등의 후처리 코드 개발. 요구되는 개발자의 능력 : 호스트 기기의 개발툴 활용능력. 장치의 com 포트 통신 코드 생성능력.

통신 프로그램의 전체적인 작동 흐름은 그림과 같은 구조이다. 가장 먼저 장치의 UART 설정을 해줘야한다. 이후 “1.UART 에서 데이터 읽기”에서는 순차적으로 UART 로 수신된 바이트열을 읽어오게 된다. 바이트열들로부터 패킷의 시작점을 의미하는 싱크바이트(255,254 순으로 데이터가 배치되어있다.)를 검출하는 “2.LXSDF T2 Tx 패킷추출”에서 패킷단위로 데이터를 분리해내고 패킷 내의 데이터요소들을 “3.패킷데이터 파싱”에서 추출한다. 3 의 과정에서 확보된 각 데이터 요소들에 ubpulse 320 의 정보들이 배치되어있다. 이들 정보들을 “4.ubpulse 320 정보 확보” 단계에서 구하여 활용한다.

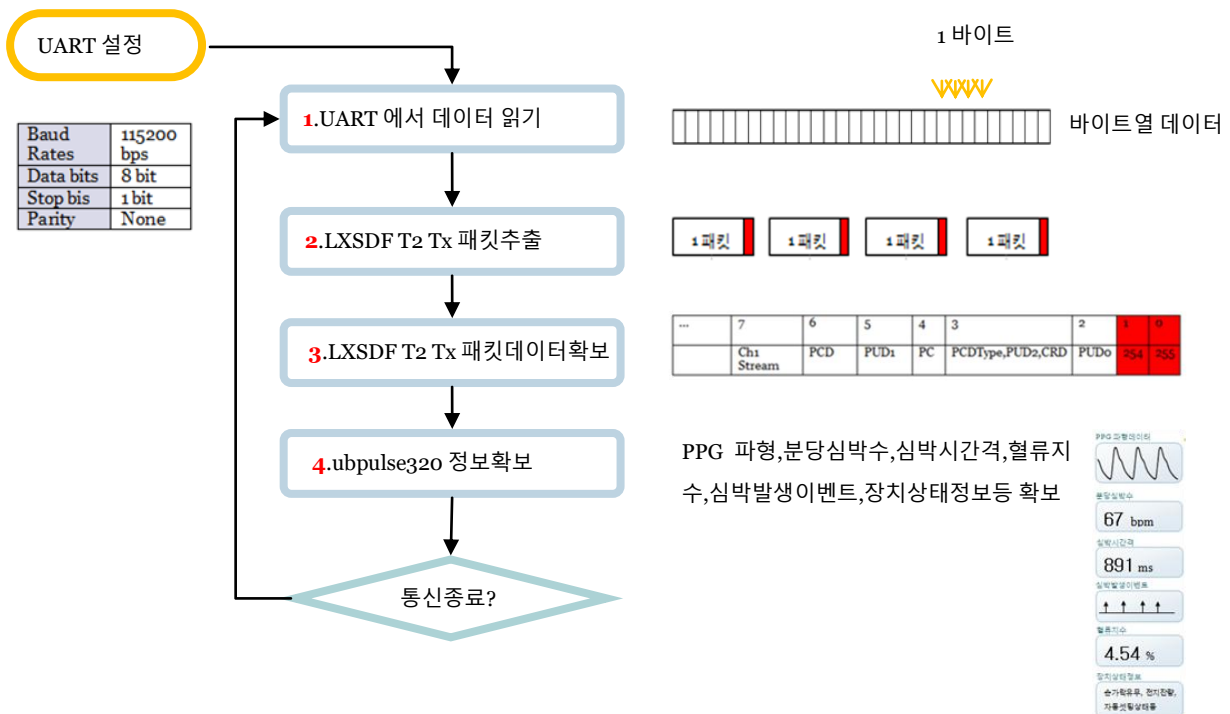


그림 7. ubpulse 320 과 통신하는 임베디드 시스템측의 프로그램 전체 구조.

ubpulse 320 을 PC 에 연결하는법.

ubpulse 320 을 PC 에 연결하기 위해서는, ubpulse 320 의 UART 인터페이스를 USB 로 변환해주는 LX USB2UART 모듈을 이용한다.

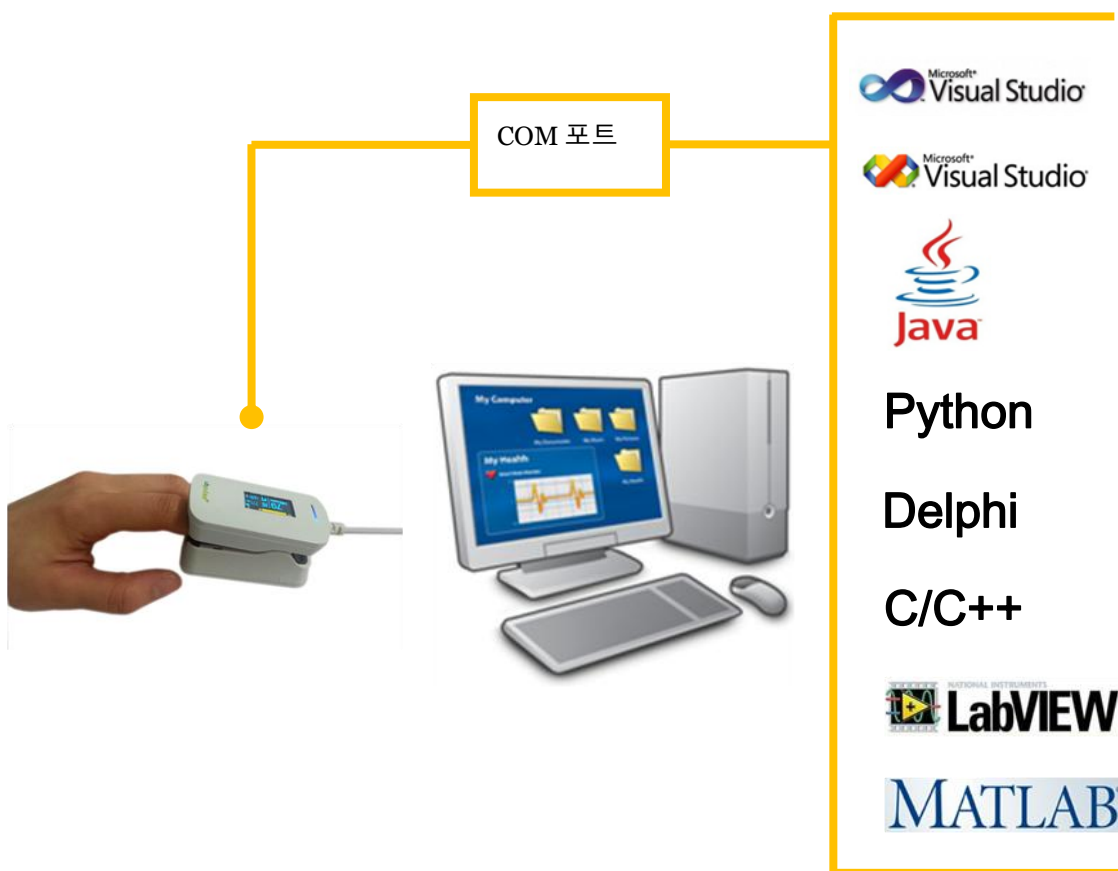


연결샘플 사진.

LX USB2UART 모듈 정보 : <http://www.laxtha-eshop.kr/goods/view.php?seq=90&main=true&mainType=1>

PC 에 연결된 ubpulse 320 과의 통신프로그램.

LX USB2UART 모듈을 이용하여 ubpulse 320 을 PC 로 연결하게 되면 PC 에서는 일반 COM 포트로 인식하게 된다. COM 포트 통신가능한 모든 프로그램에서 접근가능하다. 아래 그림에서의 오른쪽 편에 COM 포트 핸들링 가능한 개발툴들을 보이고 있다.



PC 에서 LX Device Manager 를 이용한 장치 데이터 모니터링.

LX USB2UART 모듈을 이용하여 PC 에 연결된 ubpulse 320 으로부터 데이터를 모니터링 하기 위해서는 직접 프로그램 개발해도 되고 혹은 “LX Device Manager”라는 프로그램을 이용해서도 가능하다. 이 프로그램을 이용하면 ubpulse 320 에서 PC 로 전송중인 데이터를 간편하게 실시간 모니터링 가능하다.

LX Device Manager 정보 : <http://www.laxtha.com/ProductView.asp?Model=LX%20Device%20Manager>

LX Device Manager 설치파일 다운로드: <https://github.com/LAXTHA/LXDeviceManager/raw/master/LXDeviceManagerSetup.msi>



LX Device Manager

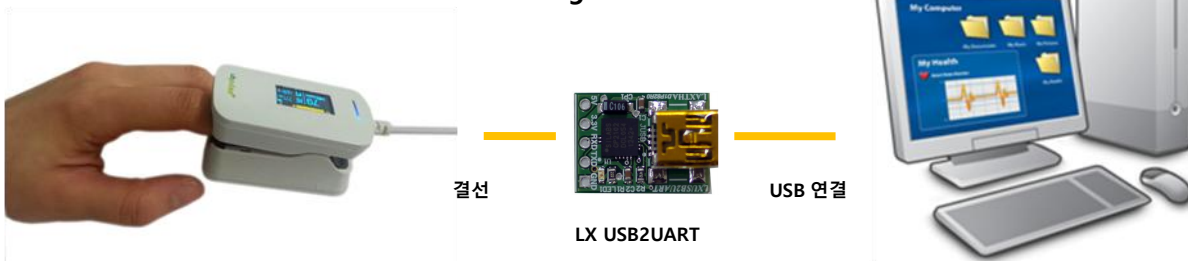


그림 9. LX USB2UART 모듈과 LX Device Manager 프로그램을 이용한 PC 에서 실시간 데이터 모니터링

Revision History

Release Date	Doc. ID	Description of Change
2013-01-02	LXD25 V1.0	First release.
2017-02-14	LXD25 V2	url link modified.