

ubpulse 3 시리즈 통신규격

LXSDF T2 Device Specialization for ubpulse 320/340/360

Doc. ID. LXD23 V2

Release Date. 2017-02-14 .

Abstract – ubpulse 3 시리즈제품들은 통신데이터 포맷으로 LXSDF T2 를 이용하고 있다. 본 문서에서는 ubpulse 3 시리즈제품에서의 LXSDF T2 데이터 배치 상황을 설명한다. 본 데이터 통신규격에 따라 장치와 통신가능한 호스트 기기(Pc, 스마트폰등)에서 ubpulse 3 시리즈에서 제공하는 데이터를 활용가능하다. 본 내용은 LXSDF T2 포맷에 기반하므로 아래 필수참조문서를 숙지해야만 이해가능하다.



필수참조문서 :

문서 아이디 : LXD12, 문서 제목 : LXSDF T2 통신규격.

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

목차

UBPULSE 3 시리즈제품의 통신 개념이해.....	4
LXSDF T2 데이터포맷	4
LXSDF T2 DATA SPECIALIZATION FOR UBPULSE 3 SERIES	5
UBPULSE 3 시리즈에서 LXSDF T2 TX 에 할당된 고정상수.....	6
LXSDF T2 RX 에 UBPULSE 3 명령 데이터 배치.....	6
UBPULSE 3 시리즈 데이터의 LXSDF T2 TX 배치.....	7
데이터 항목별 상세설명.....	9
PPG(맥파)파형.....	9
심박.....	10
심박시간격.....	10
심박시간격 측정 정밀도의 중요성.....	11
분당심박수.....	12
혈류지수.....	12
저혈류 여부.....	13
분당심박수-평균.....	13
혈류지수-평균.....	13
저혈류 여부-평균.....	14
센서 착용여부.....	14
자동셋팅상태.....	14
안정상태.....	14
전지잔량.....	15
전원상태정보.....	15
전지경고	15
사용중 전원.....	15
심박 음 발생유무.....	15
REVISION HISTORY.....	16

그림목차.

그림 1. (A) 장치계층과 호스트계층사이의 데이터 통신 포맷 LXSDF T2. (B) LXSDF T2 TX 상세 구조.	4
그림 2. UBPULSE 3 시리즈의 제품과 통신하는 프로그램 전체 구조.	5
그림 3. 광학식 혈량변화 검출원리.	10
그림 4. 심박검출 및 심박시간격 측정법	11
그림 5. 심박과 심박시간격	12

표 목차.

표 1. UBPULSE 3 시리즈 데이터의 LXSDF T2 TX 배치.	7
표 2. 패킷카운트별 데이터 배치상황.	8

ubpulse 3 시리즈제품의 통신 개념이해.

LXSDF T2 데이터포맷

ubpulse 3 시리즈 제품들은 모두 공통적으로 시리얼(com 포트, UART) 통신규격을 준수하며, 측정/계산된 측정 데이터 및 장치의 상태정보를 실시간으로 전송하게된다. 시리얼(com 포트, UART) 통신규격은 기본 전송데이터가 1 바이트(8 비트)를 반복 전송하는 형식이므로 다양한 타입의 데이터를 전송하기 위해서는 수십바이트를 그룹핑한 별도의 데이터 포맷(패킷)이 있어야 한다. Ubpulse 3 에서 사용되는 데이터 포맷은 LXSDF T2 라는 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 Rx 라 한다. 그림(b)에 LXSDF T2 Tx 에 대한 세부 구조를 보이고 있다. 1 패킷의 시작점에는 항상 255, 254 의 값이 순차적으로 전송되고 있고 이후에 1 패킷내의 데이터 바이트들이 전송된다.

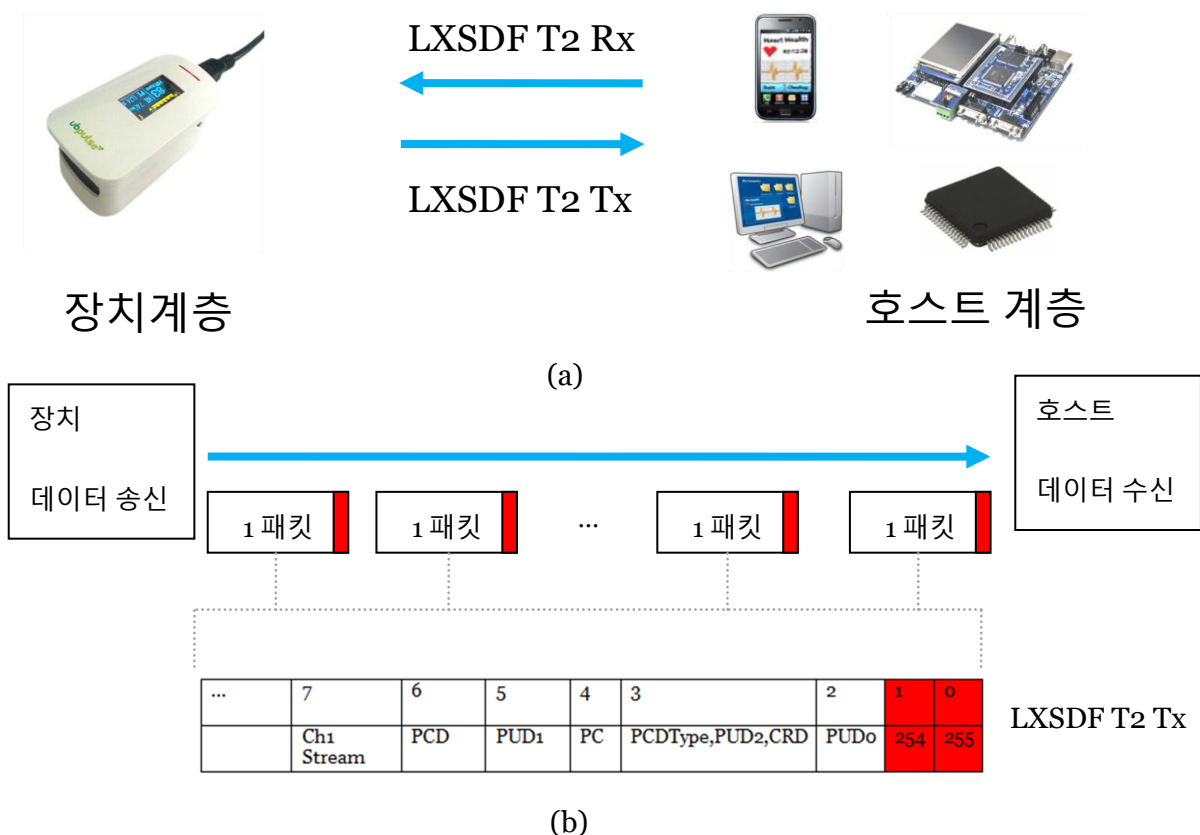


그림 1. (a) 장치계층과 호스트계층사이의 데이터 통신 포맷 LXSDF T2. (b) LXSDF T2 Tx 상세 구조.

LXSDF T2 Data Specialization for ubpulse 3 series

LXSDF T2 포맷은 범용적인 데이터포맷이기 때문에, 특정 제품별로 어떤 데이터를 기록하여 보내는지는 제품마다 다르다. 제품별로 LXSDF T2 에 데이터 배치상황을 Device Specialization 이라고 부른다. 데이터 배치상황은 ubpulse 3 시리즈와의 통신 프로그램 개발하는 전체 과정을 보이고 있는 아래 그림에서 단계 4 에서 필요한 정보이다. 그림에서 com 포트 열기라는 부분은 PC, 스마트폰 등에서 요구된다. 임베디드 시스템에서는 UART 설정에 해당한다. UART 로 통신하든 COM 포트 통신하든 데이터를 수신하고 이후 처리하는 방법은 완전히 동일하다.

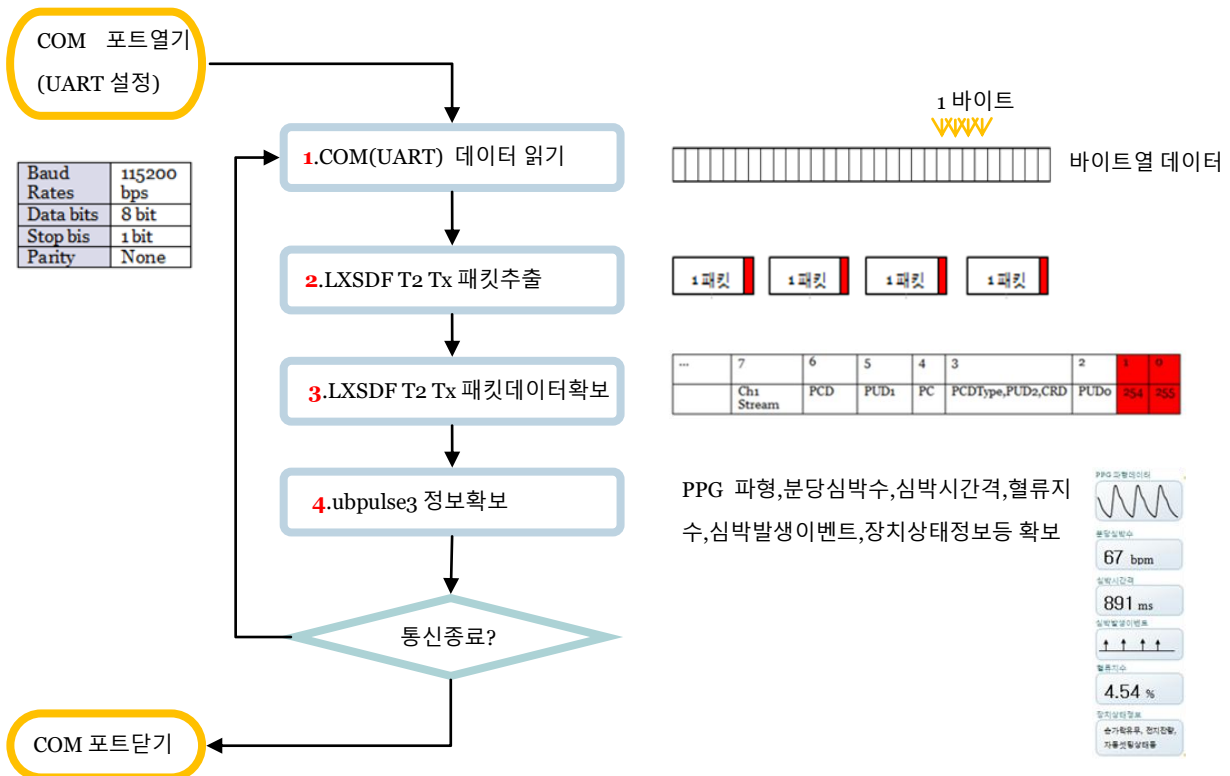


그림 2. ubpulse 3 시리즈의 제품과 통신하는 프로그램 전체 구조.

그림설명 . “1.com 포트 (UART)에서 데이터 읽기”에서는 순차적으로 com 포트(UART)에서 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 3 시리즈 제품의 정보들이 배치되어있다. 이들 정보들을 “4.ubpulse 3 정보 확보” 단계에서 구하여 활용한다.

Ubpulse 3 시리즈에서 LXSDF T2 Tx 에 할당된 고정상수.

ComDeviceID 는 제품모델별로 식별자에해당하는 값이므로 제품모델별로 다른 값을 갖고 그외 LXSDF T2 Tx 의 스트림 데이터의 채널수와 샘플수는 모델별로 모두 동일하게 6 채널, 1 샘플링으로 되어있다.

항목	설명	
LXSDF T2 TX 1 패킷 전송주기	초당 256 번.	
LXSDF T2 TX 에 기록된 제품고유아이디 (ComDeviceID) PC(패킷카운트) 30 일 때의 PCD(패킷순환데이터)에 기록된 값.	Ubpulse 320	7
	ubpulse 340	8
	ubpulse 360	9
채널수 , PC=28 일때의 PCD 에 기록된 값.	6 (주 1)	
샘플수, PC=27 일때의 PCD 에 기록된 값.	1 (주 1)	

(주 1)

호스트측 프로그램에서 패킷에서 전송되는 채널수와 샘플수를 동적으로 확보하여 스트림데이터를 분리할 때 사용해도 되나 코드의 단순함을 위하여 고정상수 6 과 1 을 이용해도 됨.

LXSDF T2 Rx 에 ubpulse 3 명령 데이터 배치.

장치작동과 관련하여 특별한 명령을 전송하지 않아도 장치의 동작이 이뤄지고 데이터를 호스트로 전송하므로, 호스트에서 장치로의 명령전송은 불필요하다. 유일하게 장치로 보내는 명령은 장치의 스피커로 나는 소리를 온 오프하는 명령이다.

명령내용	LXSDF T2 RX 데이터 배치	설명.
심박 음 ON	Cmd0: 128 Cmd1: 3 Cmd2: 1	심박 발생시 장치에서 소리 나게 하기.
심박 음 OFF	Cmd0: 128 Cmd1: 3 Cmd2: 0	심박 발생시 장치에서 소리 안 나게 하기. (기타 음향효과 전원온오프, 손가락 삽입등의 소리는 ON 상태유지됨)

ubpulse 3 시리즈 데이터의 LXSDF T2 Tx 배치.

데이터항목	LXSDF T2 TX 패킷 데이터 배치.	설명
맥파파형	StreamData Ch1 high bit3,2,10 StreamData Ch1 low, bit7~0	
심박	PUD1 의 Bit6 에 기록.	1: 심박발생. 0: 심박없음
심박시간격	PUD0, PUD1 PUD1 의 bit2,1,0 : 심박시간격의 상위 3 비트. PUD0 의 bit7~0 : 심박시간격의 하위 8 비트.	현재의 심박과 직전심박사이의 시간격(밀리초 단위)
분당심박수	PC=2 의 PCD	30 ~ 250 bpm
혈류지수 (Perfusion Index)	PC=3 의 PCD : 혈류지수 상위 4 비트 PC=4 의 PCD : 혈류지수 하위 8 비트 실제 PI % 값에 100 이 곱해진 값이 전송됨.	PI 값은 상위 4 비트 x256 + 하위 8 비트로 구해진 값을 100 으로 나누기 해야함. 단위 : %
저혈류여부.	PC=3 의 PCD bit7	1 : 측정가능 0 : 측정불가(저혈류 원인)
분당심박수-평균	PC=5 의 PCD	
혈류지수-평균	PC=6 의 PCD : 혈류지수 상위 4 비트 PC=7 의 PCD : 혈류지수 하위 8 비트 실제 PI % 값에 100 이 곱해진 값이 전송됨.	
저혈류 여부-평균	PC=6 의 PCD bit7	1 : 측정가능 0 : 측정불가(저혈류 원인)
센서착용여부	PUD2 의 bit5.	1: 센서에 손가락 있음.. 0: 센서에 손가락 없음.
자동셋팅상태	PUD2 의 bit4	1: 자동셋팅중아님. 0: 자동셋팅중.
안정상태	PUD2 의 bit3	1: 안정, 0:비안정.
전지잔량 (ubpulse360 만 지원됨)	PC=1 의 PCD	0~100 단위 : %
전원상태정보 (ubpulse360 만 지원됨)	PC=0 의 PCD bit7: 전지부족경고 bit1 : 사용중전원	1:전지부족, 0: 정상 1:전지사용, 0:USB 전원사용
심박 음 발생유무	PC=8 의 PCD bit 7	1: ON, 0 : OFF

표 1. Ubpulse 3 시리즈 데이터의 LXSDF T2 Tx 배치.

패킷카운트별 데이터 배치상황을 보이면 아래 표와 같다.

PC(패킷카운트)	PCD 에 배치된 데이터.
0	PCD bit7 : 전지 부족경고 PCD bit1 : 사용중 전원
1	전지잔량. (0~100%)
2	분당심박수
3	PCD bit 7: 저혈류여부. PCD 하위 4 비트:혈류지수 상위 4 비트
4	혈류지수 하위 8 비트.
5.	분당심박수 - 평균
6	PCD bit 7 : 저혈류 여부-평균. PCD 하위 4 비트 : 혈류지수 평균 상위 4 비트.
7	혈류지수 평균 하위 8 비트.
8	PCD bit7 : 심박 음 발생 유무상태.

표 2. 패킷카운트별 데이터 배치상황.

데이터 항목별 상세설명.

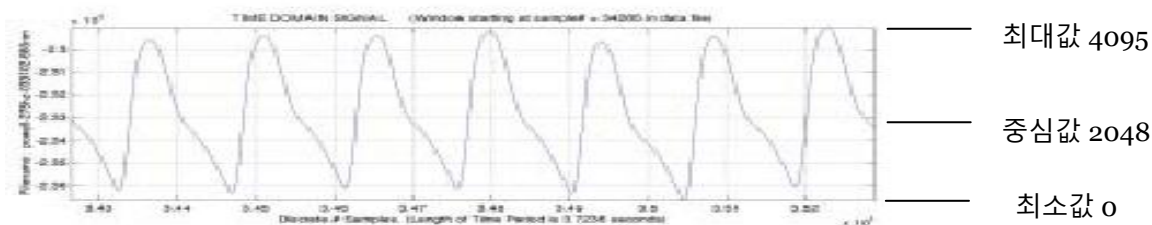
PPG(맥파)파형.

현재 장치에서 측정되어 AD 변환된 맥파 파형데이터를 1 샘플링 단위로 실시간 전송된다. 그림 3© 의 AC 성분의 위상반전된 데이터이다(위상반전된 파형이 그림 3.(b) 의 Arterial Blood Volume 변화에 해당한다.).

장치에서 수행되는 맥파파형의 AD 변환 특성

- 샘플링 주파수 : 256Hz,
- Bit resolution : 12bit.

맥파파형의 예.



LXSDF T2 의 맥파파형 배치

매번의 패킷전송시 1 샘플링 데이터를 Ch1 Stream high 와 Ch1 Stream Low 로 전달.

샘플링 데이터 값의 범위 : 0~4095 중심값 : 2048 (2048 이 아날로그 0V 지점이라는 의미.)

Ch1 StreamData high 의 bit 3,2,10 에는 1 샘플링 데이터 총 12 비트중 상위 4 비트 배치.

Ch1 StreamData Low 의 bit7~0 에는 1 샘플링 데이터 총 12 비트중 하위 8 비트 배치.

호스트에서 수신한 데이터 처리.

맥파파형의 샘플링 데이터 = 상위 4 비트 x 256 + 하위 8 비트.

예: 상위 4 비트의 값이 10 진수로 9 였고, 하위 1 바이트의 값이 126 이었다면

맥파파형의 샘플링 데이터 = $9 \times 256 + 126$ 에 의하여 2430 이 구해진다.

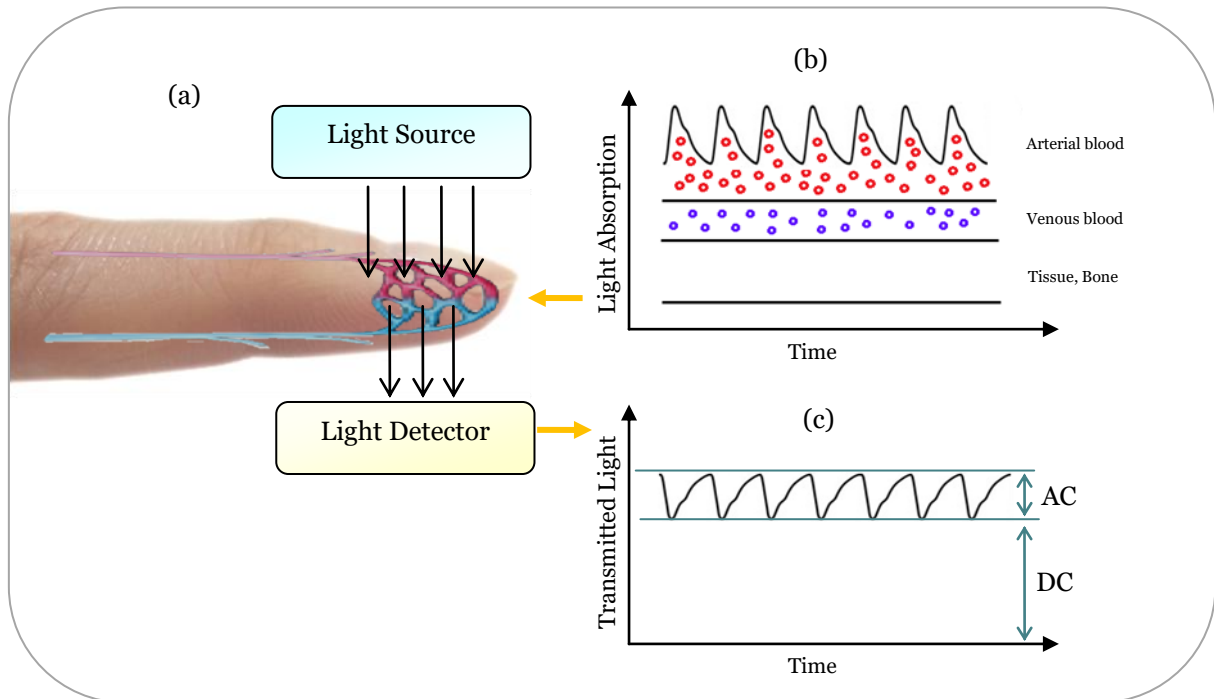


그림 3. 광학식 혈량변화 검출원리.

심박.

심장박동이 발생한 시점에 1, 그 외 0 이 기록되어 전송된다.

심장박동 검출방식 : 그림 4. 에서 보이듯이 PPG 를 2 차 미분한 파형의 피크 검출하여 심박지점을 검출하며, 매번의 심박발생시마다 직전 심박과의 시간격을 클럭 카운팅하여 정밀 계산한다.

심박시간격

현재 발생한 심박과 직전 심박간의 시간격이 밀리초 단위로 기록되어 전송된다.

호스트에서 수신한 시간격 데이터 처리.

심박시간격 = 상위 3 비트 x 256 + 하위 8 비트.

예: 상위 3 비트의 값이 10 진수로 2 였고, 하위 1 바이트의 값이 240 이었다면

$2 \times 256 + 240$ 에 의하여 752 밀리초(=0.752 초)가 구해진다.

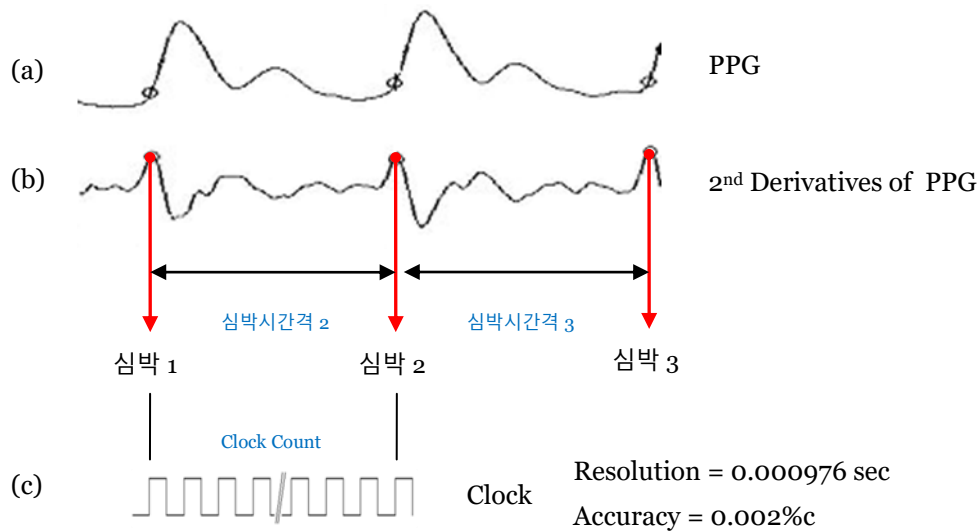


그림 4. 심박검출 및 심박시간격 측정법

심박시간격 측정방법 : 그림 4.(c) 에서 심박 1 이 발생한 시점부터 심박 2 가 발생할 때 까지의 클락의 수량을 카운팅하여 클락의 주기인 0.000976sec 를 곱하기 하여 심박시간격 2 를 장치 내부프로세서에서 계산한다. 사용되는 클락의 주기인 0.000976 초가 시간측정의 최소 간격에 해당한다. 시간측정에 사용되는 클락의 정밀도는 0.002%로써 충분한 정확성과 정밀도 높은 심박시간격 측정이 이뤄진다.

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 2 개 손가락에서 동시에 측정된 심박시간격데이터로 HRV 분석한 결과가 크게 차이가 나며, 신뢰할 수 없는 HRV 분석결과가 나온다. Ubpulse 3 시리즈 모든 제품은 초기 설계 단계부터 시간측정 정밀도를 고려하여 충분한 정밀도를 확보하였으며, HRV 분석법 적용시 신뢰할 수 있는 결과를 제공한다.

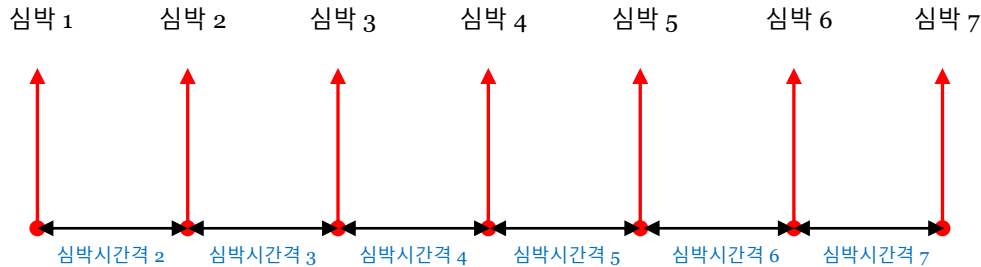


그림 5. 심박과 심박시간격

심박이 발생할 때마다 심박시간격도 같이 전송되는데 이때의 심박시간격은 직전심박과 현재 심박과의 시간격이다. 그림 5 에서 심박 4 가 전송되었다면 이때 전송된 심박시간격은 직전 심박 3 과 심박 4 의 시간격인 심박시간격 4 가 전송된다.

분당심박수

매번의 심박마다 직전 심박과의 시간격을 이용하여 60 초/ 심박시간격(초단위) 에 의하여 계산된 값이 전송된다. 심박시간격은 정밀한 값인 반면 분당심박수는 정수로 계산된 값이므로 HRV(Heart Rate Variability)분석법 등에서는 사용할 수 없는 량이며, 단순히 피검자의 심박수를 확인하는 정도의 의미로 사용되어야 한다.

예. 60 초/심박시간격 의 값이 67.1, 67.99, 67.54 모두 정수화 하는 과정에서 67 로 되어버린다.

호스트에서 수신한 분당심박수 처리.

추가 처리할 사항 없으며, 전송된 값을 그대로 정수로 받으면 됨.

혈류지수

혈류지수란 그림 3.(c) 에서 $(AC / DC) \times 100$ %로 정의되는 값이다.

맥파는 혈류를 검출하는 것인데, 사람마다 혈류의 차이가 크며 그 정도를 정량화 한 값이 Perfusion Index 즉 혈류지수이다. 단위는 % 이며 매우 큰 경우 20% 정도에서 미약한 경우 0.1% 미만의 경우도 있다. 본 혈류지수는 2 개의 심박간격사이에서 계산된 순간혈류지수값이므로 매번 값의 변화가 크고, 노이즈에 민감하다. 따라서, 혈류지수를 표현할 때는 “혈류지수-평균” 을 사용하도록 한다.

호스트에서 수신한 후 처리.

장치에서 수신된 혈류지수 상위 4 비트 x256 + 하위 8 비트로 구해진 값을 100 으로 나누기 해야함

장치에서 전송되는 값은 원래의 혈류지수 값에 100 이 곱해진 값이 전송되므로 호스트에서 활용할때는 전송되어 온 값을 100 으로 나눠서 표현해야한다. 단위는 %이다.

예 : 상위 4 비트 x 256 + 하위 8 비트 계산값이 120 이라면 표현시에는 1.2% 로 해야함.

저혈류 여부.

혈류지수가 너무 작은 경우 장치에서 심박 검출 및 정상적인 측정이 불가능하다. 혈류지수가 너무 작아 측정의 정확도가 보장되지 않을 때 이 값이 0 이 기록되어 전송된다. 본 저혈류여부는 순간 혈류지수를 이용하여 판정하기 때문에 노이즈에 민감하다. 안정적인 활용을 위해서는 “저혈류여부-평균”값을 사용하도록 한다.

주의사항 : 현재 장치 내부적으로 저혈류 판정기준값은 0.1% 로 되어있다. 이는 절대적으로 측정불가능한 값의 기준이다. 사람에 따라서 맥파의 특성이 달라서 PI 값이 동일한 0.3% 이면도 정상적인 심박 검출이 안되는 경우도 있고 정상적으로 측정되는 경우도 있다. PI 값이 1%이상인 경우에는 모든 사람에 있어서 안정적으로 측정이 가능하다.

분당심박수-평균.

앞의 분당심박수는 매번의 심박이 발생할때마다의 직전 심박과의 시간격으로 계산되는 분당심박수이며,

“분당심박수 – 평균” 은 분당심박수 의 이동평균(Moving Average)값을 전송하며, 직전 8 개의 순간심박수의 평균값을 전송한다.

혈류지수-평균.

앞의 혈류지수는 데이터 전송된 시점으로부터 과거 일정 시구간 (1 초) 에서의 혈류지수이며, “혈류지수-평균”은 혈류지수 값의 이동평균(Moving Average) 값을 전송하며, 직전 8 개의 순간혈류지수의 평균값을 전송한다.

저혈류 여부-평균.

“저혈류 여부 – 평균”은 “혈류지수 – 평균”을 이용하여 판단된 저혈류 판정값이다.

혈류지수가 너무 작은 경우 장치에서 심박 검출 및 정상적인 측정이 불가능하다. 혈류지수가 너무 작아 측정의 정확도가 보장되지 않을 때 이 값이 0 이 기록되어 전송된다.

주의사항 : 현재 장치 내부적으로 저혈류 판정기준값은 0.1% 로 되어있다. 이는 절대적으로 측정불가능한 값의 기준이다. 사람에 따라서 맥파의 특성이 달라서 PI 값이 동일한 0.3% 이면도 정상적인 심박 검출이 안되는 경우도 있고 정상적으로 측정되는 경우도 있다. PI 값이 1%이상인 경우에는 모든 사람에 있어서 안정적으로 측정이 가능하다.

센서 착용여부.

센서에 손가락이 배치여부를 나타낸다. 1= 손가락 있음. 0= 손가락 없음.

손가락 유무 판정에 소요되는 시간 : 0.5 초 이내.

자동셋팅상태.

장치는 손가락을 처음 배치하였을 때, 최적의 신호를 검출하기 위하여 자동셋팅기능이 가동되며 자동셋팅 중에는 신뢰도 높은 측정데이터가 확보되지 않는다. 자동셋팅중에는 0 의 값이 전송되고, 자동셋팅중이 아닐때는 1 의 값이 전송된다. 자동셋팅에 소요되는 시간 : 대부분의 사람에 있어서 통상 5 초 이내에 자동셋팅이 완료된다.

안정상태.

측정중에 피검자가 손가락을 움직이는 경우 측정의 정확성을 보장하지 못한다. 상태값 1 은 안정상태를 의미하고 손가락의 움직임이 측정을 방해할 정도가 아님을 의미하며 0 은 불안정상태로 이 구간의 측정데이터는 신뢰할 수 없음을 의미한다.

안정상태가 0 이되는 경우 : 손가락을 센서에 넣은 초기, 센서에서 손가락을 뺄 때, 센서에 손가락이 배치된 상태에서 심하게 움직인 경우등.

비안정 상태로 있는 시간 : 센서에 손가락 넣고 뺄 때 통상 1 초이내. 센서에 손가락 배치된 상태에서 손가락 움직임이 있는 동안 비안정 상태값을 가짐.

참고 : 센서 착용여부, 자동셋팅상태, 안정상태 모두 1 일 때 정상적인 측정이 가능한 상태임을 의미한다.

전지잔량

(ubpulse 360 에서만 지원)

전지잔량을 0~100 % 사이의 값으로 전달된다. 이 값이 5% 미만인 경우 아래 전원상태에서 전지부족 경고가 발생한다.

전원상태정보

(ubpulse 360 에서만 지원)

전지경고

전지잔량이 5% 미만인 경우 발생하며 전지교체 신호를 줄 때 사용한다. 전지경고가 발생한 이후의 전지수명은 30 분정도 연속사용이 가능한 정도이다.

사용중 전원.

Ubpulse 360 은 전지 사용 및 USB 전원 검용으로 사용가능하다. USB 가 연결되어 있는 경우에는 항상 usb 전원을 이용하여 장치가 작동된다. Usb 전원을 사용중일 때 o, 전지사용 중일 때는 1 이 전송된다.

심박 음 발생유무.

심박 발생시 장치에서 소리 발생유무 상태를 표시함.

1: 소리 나는 상태, o: 소리 안나는 상태 , 심박 음 외의 전원온/오프 버튼, 손가락 넣고 뺄때의 효과음은 항상 유지됨.

Revision History

Release Date	Doc. ID	Description of Change
2013-01-02	LXD23 V1.0	First release.
2017-02-14	LXD23 V2	url link modified.