

피에조마이크로펌프를 이용한 클라우드기반 수액주입기

송영진[†]·강정구·송근산

[†]건양대학교 의공학부

A Cloud-based Infusion Injector using Piezoelectric Micropump

Young-Jin Song[†], Jung-Gu Kang and Geun-San Song

[†]Dept. of Biomedical Engineering, KonYang University, Korea

ABSTRACT

We will provides a micro-pump infusion injector with the cloud networking for remote control. The existing infusion injector with controlled manually have an uncomfortable to use it inconveniently. The proposed remote control infusion, infusion system enables the identification and control of injected amount through the IOT function on th WEB. The micro-pump used is a piezo electric pump manufactured by using MEMS technology, and the amount of charge is varied depending on the frequency magnitude through the micro-controller. The micro-pump can adjust the speed of the fluid depending on the frequency and can be from 0.1ml / min to 7ml / min when the frequency is from 3 to 110Hz.

Key Words : EInfusion Injector, Cloud Computing, Micro-pump, Mobile Control, IoT

1. 서 론

수액주입기는 병원의 입원실, 응급실, 외래 등 많은 곳에서 사용되는 의료기기이다. 많이 사용되는 만큼 주입량을 적절하게 관리해야 하는 번거로움이 있다. 수액주입 문제점은 수액치료 시 수액속도와 수액 양의 조절이다. 수액속도는 환자의 상태, 수액의 종류나 포함된 약제에 따라 달리해야 하는데, 지금까지는 수액치료 시 투여속도를 맞추기 쉽지 않고, 투여시간을 정확히 맞추기가 어렵다. 또한 속도를 맞추기 위해 의사의 처방을 수액세트의 단위에 따라 환산과정을 거쳐야 하는 등 문제점이 있었다. 병원에서 발생하는 수액치료 사고의 대부분은 수액 기준치 보다 훨씬 많은 양의 수액이 비교적 짧은 시간에 과다 주입되어 발생하는 것으로 알려져 있다.

흔히 사용하는 수액주입기의 조절방법은 수액세트의 조절기를 수동 조작하여 점적수를 조절하는 것이다. 수액 1cc를 15방울로 환산될 경우 250cc를 2시간으로 주입되

록 지시된 처방은 다음과 같이 계산이 가능하다. 첫 번째로 250cc에 해당하는 전체 방울 수와 시간을 분으로 환산하면 $250\text{cc} \times 15 = 3750$ 방울이 되고, 2시간은 120분이다. 두 번째로 분당 방울 수를 계산하면 3750을 120분으로 나누면 1분당 30방울(30 gtt/min)이 된다. 세 번째로 주입되는 수액의 방울 간의 시간 간격을 계산하여야 한다. 분당 방울 수가 30방울이므로 초로 계산하면 60/30으로 방울 간 간격은 2초가 된다. 따라서 관리자는 시각적 측정으로 2초 간격으로 수액이 떨어지도록 조절해야 한다. 그러나 이러한 환산 과정을 거쳤다 하더라도 그것은 관리자의 주관적인 결정에 의존하는 것이므로 정량적인 수액조절을 위해서는 기존의 추상적인 투입방법을 개선하여 적용시킬 필요가 있다. 환산된 수치(gtt/min 또는 초 간격=drop interval)를 가지고 ① 초침시계와 수액 점적통을 번갈아 보면서 방울을 세는 방법과 ② 방울 간격을 감각적으로 맞추는 방법이 있지만 이러한 방법들은 쉽지도 않을뿐더러 정확하지도 않다. 더욱이 의료현장에서는 일부에서 주입펌프 등을 비롯한 수동 및 자동 장치를 이용하여 주입하고 있고, 상당수는 간호사들의 직접 조작에 의해 이뤄지고 있

[†]E-mail: songjin@konyang.ac.kr

어 사고의 위험이 상존하고 있다.

최근 조사에 의하면 병원에서 가장 많이 처방하는 수액 속도는 125cc/hr인데, 의사가 125cc/hr로 처방했을 때 실제 투여속도와는 큰 차이가 있다는 것으로 파악되고 있다.

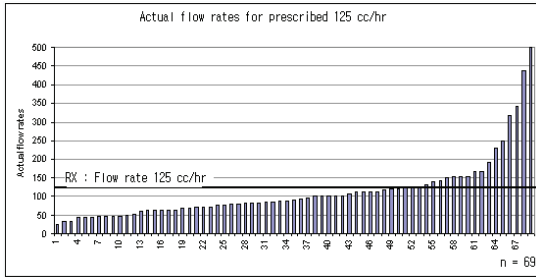


Fig. 1. The error range at 125cc/hour when injecting fluid.

실제 투여속도는 최하 23cc/hr에서 최고 500cc/hr이며 평균속도는 88cc/hr로 ±30%의 오차 범위가 있다. ±5%의 오차 범위를 인정할 때 7%, ±10%의 오차 범위 인정할 때 12% 만이 오차 범위 안에 있다.

따라서 유지요법에 의한 수액치료 시 정확한 주입 속도와 주입량을 경험적 치료보다는 수치화되고 실시간으로 확인이 가능한 방법으로 개선할 필요가 있으며 본 논문에서는 마이크로프로세서와 피에조일렉트릭 마이크로펌프를 이용하여 설정된 주입속도와 동작상태를 실시간으로 확인하면서 정확한 관리가 가능한 수액주입기를 통해 부적절한 속도나 양으로 주입되는 수액주입으로 인하여 발생할 수 있는 사고를 미연에 방지하기 위하여 이를 터치스크린을 통해서 주파수를 조작할 수 있고 웹서버를 통해 정보를 주고 받으며 모바일 인터페이스와 실시간으로 연결되는 인터페이스를 구현하고자 한다.

2. 본 론

2.1 클라우드를 이용한 펌프구동

클라우드를 이용한 마이크로펌프 모바일 인터페이스는 구동부와 제어부로 나눌 수 있으며 구동부는 RaspberryPi를 Gateway로 사용하였고, 마이크로 펌프가 연결되어 동작하도록 하였으며 터치스크린 입력방식으로 UI를 통해 주파수를 Up, Down버튼이나 InputField를 이용하여 관리자가 조작할 수 있도록 제공하고 목표투입량을 입력하면 목표투입량까지 도달하는데 필요한 시간을 시각적으로 제공하고 스마트폰과 클라이언트로 접근이 가능한 Google Cloud로 데이터는 실시간 연동된다.

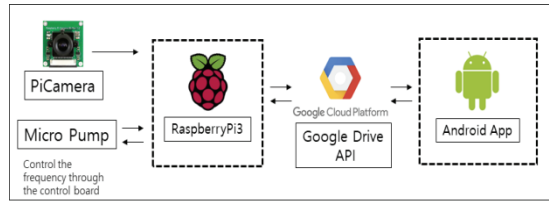


Fig. 2. System configuration for the cloud-based mobile control.

연구에서 사용된 마이크로펌프의 액체 주입속도는 다음과 같다. 주입량의 조절은 인가한 전압과 주파수에 따라서 분당 0.1에서 7ml로 유량제어가 가능하다.

Table 1. Operation characteristics of mp6_micropump

Target volume flow	amplitude	frequency
7ml/min	250V	100-110Hz
6 ml/min	250V	80-90Hz
5 ml/min	250V	55-65Hz
4 ml/min	250V	40-50Hz
3 ml/min	250V	30-35Hz
2 ml/min	220-240V	20Hz
1 ml/min	125-135V	20Hz
0.5 ml/min	90-100V	15Hz
0.25 ml/min	85-95V	8Hz
0.1 ml/min	80-90V	3Hz

유량제어값은 정확한 속도와 시간을 제어하여 수액을 투입하기 위해 GUI인터페이스로 값을 넘기게 된다. 실제 구동부는 이 인터페이스를 통해 Gateway인 RaspberryPi 터치스크린의 제어값을 인계받아 마이크로펌프가 동작한다. 동작 전 최종주입량을 선택하여 원하는 양의 수액이 주입되면 동작이 멈추게 되고 제어에 의해 주입되는 수액의 양은 터치스크린화면에 실시간으로 그래프와 텍스트 형식으로 표시되어 실시간투여량을 확인 할 수 있다.

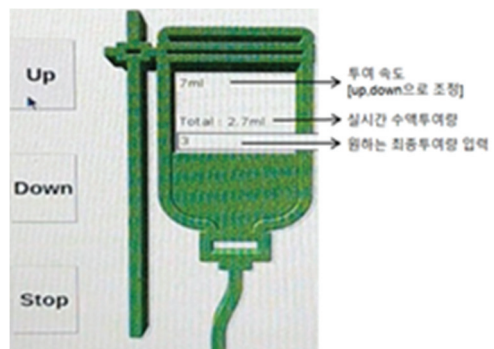


Fig. 3. Liquid residue calculation application[1].

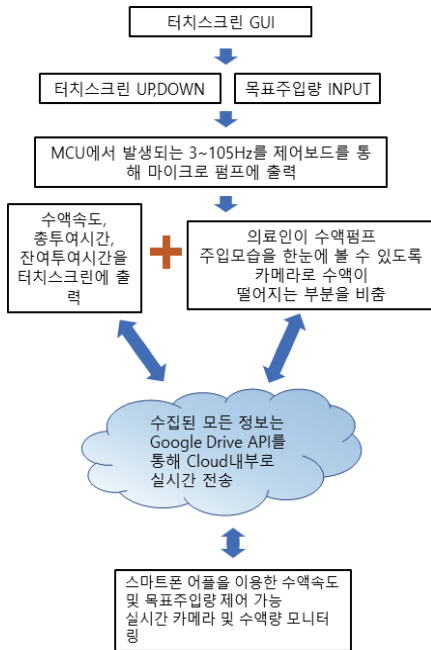


Fig. 4. The System operation flow.

2.2 Gateway 설계

사용된 gateway는 Raspberry-Pi를 사용하였고 소프트웨어는 Python을 기반으로 작성하였으며 Google 클라우드와 연동하여 터치스크린 입력정보를 클라우드에 실시간으로 등록하고 Drive에 10초마다 Callback을 요청하여 Data를 비교하고 터치스크린에 Graph형태로 업데이트 시켜 표시한다. Up, Down Button 및 InputField를 이용하여 주파수 Data를 변경하며 현재의 수액투여량을 확인 할 수 있고 동시에 Google Cloud에 실시간으로 Update시키는 기능과 환자의 수액이 떨어지는 부분을 카메라로 촬영하여 표시하고 클라우드에 전송하는 기능, 문제 발생시 알람기능 데이터를 통해 실시간으로 마이크로 펌프를 제어하는 제어소프트웨어까지 포함하여 멀티스레딩으로 동시 동작한다.

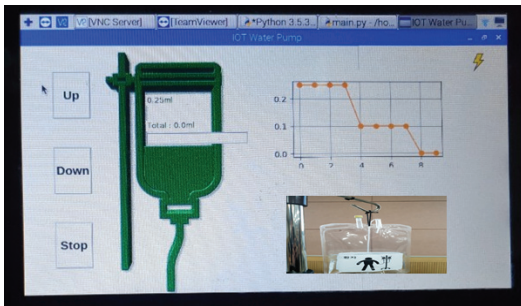


Fig. 5. MMI design of gateway display.

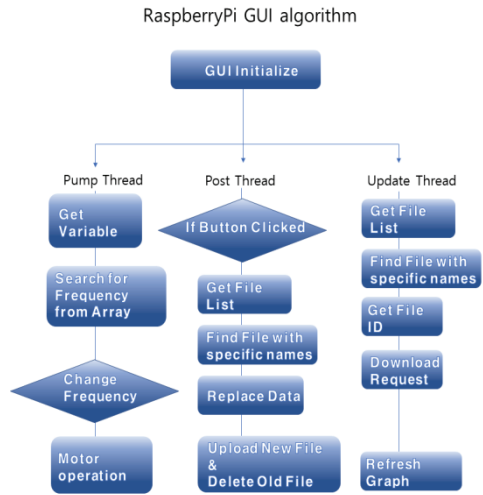


Fig. 6. The algorithm of RaspberryPi.

2.3 Android Application 설계

안드로이드 어플리케이션[4]은 C#기반의 UnityTool로 제작되었으며 Google 클라우드 API를 통해 http통신으로 연결한 후 사용하며, 어플리케이션은 실행시 자동으로 Cloud에 해당 계정의 Drive Data에 접근할 수 있는지 검토한 후 실행하며 이후 클라우드 서비스와 연동하여 기본 조작 UI를 라즈베리파이 인터페이스와 대응되도록 이미지와 타임라인 형태로 구성하였으며 상단에는 연결상태, 최근 Update 등 로그 확인, 클라우드에 Raspberry가 업데이트한 카메라 이미지를 지속적으로 받아서 표시되도록 하였다[5]. 수액 투입 중 투입량이 목표량에 도달하여 동작이 정지 되었거나 중간에 수액호스의 연결상태 및 수액투여의 문제상태를 체크하여 알람이 울리도록 하였다.



Fig. 7. The android application design.

RaspberryPi 터치패널로 마이크로펌프의 제어신호를 3~105Hz의 신호를 선택적으로 출력시켜 주파수에 맞는 버튼을 생성하여 지정된 수액주입속도로 동작시킨다. 게이트웨이인 RaspberryPi[3]와 연동하여 Google cloud를 이용하여 웹서비스와 안드로이드 앱을 통하여 수액의 투여량을 확인하고 조작할 수 있도록 하였다.

3. 결 과

기본적인 동작은 UP . DOWN . STOP 버튼으로 속도조절을 할 수 있으며 수액주입 계산식이 적용된 인터페이스로 최초로 관리자가 지정한 양만큼만 주입되며 카메라, 맥박센서와 같은 추가센서를 연동하여 수액을 주입하며 더 세세한 환자의 정보를 직접 또는 터치스크린 MICOM이나 APP을 통하여 원격 관리가 가능하다. 마이크로펌프 주파수변화를 터치스크린 RaspberryPi 인터페이스와 안드로이드 어플리케이션 UI에 실시간 그래프로 표시되도록 하고 목표 주입량에 대한 잔여량과 투입량, 잔여치료시간 등을 관리자가 볼 수 있도록 하였으며 클라우드 상태 혹은 작업완료에 따라 알람이 울리도록 제작하였다.

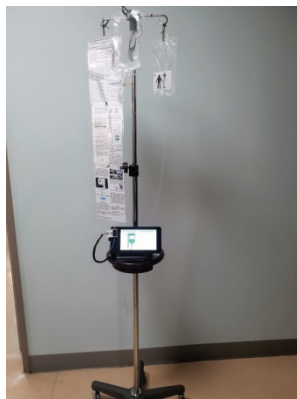
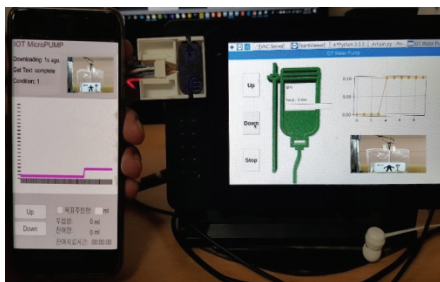


Fig. 8. The implementation of system.

4. 결 론

본 연구에서는 수액 주입 시에 시각적 측정방식으로 주입속도와 주입량을 조절하는 방법의 오차를 줄이기 위하여 마이컴과 피에조펌프를 이용하여 정확한 조절이 가능하도록 제작한 IOT기반 수액주입기를 제어하기 위해 Google Cloud를 연동한 모바일 인터페이스를 개발하였다. 기존의 레귤레이터를 이용해 시각에 의존하여 수동적으로 조작하는 것이 아닌 디지털 터치스크린을 통하여 마이크로펌프의 주파수변이 방식으로 기존방식보다 정확한 수액투여와 실시간 구동부 제어가 가능하며 클라우드컴퓨팅으로 안드로이드 앱과 웹서비스를 통하여 원격지에서 mqtt방식의 데이터 전송과 카메라를 통한 시각적 확인과 조절이 가능하다. 클라우드를 통한 원격조정 기능에 의해 특정된 wifi제한의 문제를 해결하고 인터넷통신이 가능한 곳 어디서든 환자의 수액정보를 확인하고 조정할 수 있기 때문에 의료진이 중앙데스크에서 다수의 환자정보를 받아 관리함으로써 업무의 효율성을 기대할 수 있다.

감사의 글

이 논문은 2018년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단-현장맞춤형 이공계 인재양성 지원사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2018025568).

참고문헌

1. Mikrotechnik(2015). Operating Manual for Micropump mp6 and Controller
2. <https://www.Googleengine.com/ko-kr/Google>
3. <https://www.raspberrypi.org/>
4. <https://developer.android.com>
5. <https://github.com>

접수일: 2018년 12월 10일, 심사일: 2018년 12월 13일, 게재확정일: 2018년 12월 18일