

음파 기반 교내 출결 시스템용 IoT 프로토콜 설계

이수안, 조예현, 문지환*
국립한밭대학교

20231022@edu.hanbat.ac.kr, 20231035@edu.hanbat.ac.kr, *anschino@staff.hanbat.ac.kr

Acoustic Wave-Based IoT Protocol Designs for On-Campus Attendance System

Suan Lee, Yehyun Jo and Jihwan Moon*
Hanbat National University

요약

본 논문은 음파를 활용한 IoT 통신 프로토콜을 설계하였다. 기존 IoT 기술은 Wifi, Bluetooth 등의 전자기파 기반 프로토콜을 바탕으로 개발되어 왔기에 주변 네트워크를 사용해야만 하는 한계점이 존재했다. 따라서, 그 한계점을 보완한 비전자기파 기반 IoT 네트워크를 구상했다. 본 논문에서는 새롭게 구상한 프로토콜 5 가지를 제시 및 최선의 결과를 도출한다.

I. 서론

1989년 사물인터넷(Internet-of-Things, IoT)의 등장 이후 수많은 발전을 거쳐 사용자의 편의를 향상시켰다 [1]. 그 중 네트워크를 활용하여 스마트 팜, 자율주행 자동차, 교통管制 시스템 등 다양한 기술을 실현할 수 있는 것이 IoT의 큰 장점이다. [2] 현존하는 많은 IoT 기술이 WiFi, Bluetooth 등의 전자기파 기반 프로토콜을 바탕으로 개발되어 왔다. 그러나 전시, 재난, 열악한 IT 인프라 환경, 또는 주변 네트워크 시설 사용에 허가 받지 못한 상황에서는 기존 전자기파 기반 IoT를 구상하는 것이 불가능하다. 본 연구에서는 앞서 언급한 상황에서도 활용할 수 있는 비전자기파 기반 IoT 네트워크 구성을 고려한다. 구체적으로는 음파를 활용한 IoT 통신 프로토콜을 설계하여 교내 네트워크에 접근할 수 없거나 서비스가 불안정할 때를 대비한 음파기반 출석시스템을 제시하고, 아이디어 5 가지에 대한 설명 및 시뮬레이션 결과를 제공한다.

II. 본론

본 논문에서는 음파기반 출석시스템 아이디어 5 가지를 제시한다. 출석을 확인하는 클라이언트의 노드를 A, 출석을 요청하는 n 대의 노드를 B_1, \dots, B_n 이라 공통되게 설정한다. 첫 번째 프로토콜은 A가 $B_i, \forall i$ 에게 오름차순으로 번호를 전송한다. 수신 받은 B_i 중 본인 고유 번호와 수신 받은 번호가 동일하다면 자신의 번호를 A에게 전송하여 출석을 완료한다.

두 번째 프로토콜에서는 A가 모든 $B_i, \forall i$ 에 대한 고유번호 뒤에 각각 대기시간을 붙여 한 번에 전송하는 방법을 고려한다. 이를 수신 받은 B_i 는 자신의 번호와 동일한 번호를 찾아 그 뒤에 붙은 수만큼 대기 후 자신의 번호를 A에게 전송하여 출석을 완료한다.

세 번째 프로토콜에서는 B_i 가 사전에 할당된 자신의 암호를 A에게 전송하고, 이에 대해 A는 수신 받은

암호와 각 B_i 의 암호가 일치함을 확인 후 B_i 에게 재차 수신 받은 암호를 전송한다. 자신의 암호를 수신 받은 B_i 는 고유 번호를 전송해 출석을 완료한다.

네 번째 프로토콜은 A가 B_i 에게 시스템 실행 신호를 전송하여 수신 받은 B_i 는 time() 모듈을 실행한다. 이 때, 사용하는 time() 모듈은 time.monotonic()으로, 프로그램이 실행되는 동안 결과한 시간을 반환하는 함수이다. 이는 사용경과 시간을 측정할 수 있도록 해줌으로써 사전에 B_i 에게 할당된 시간과 프로그램 실행 시간이 일치함을 확인할 시, B_i 가 자신의 고유 번호를 A에게 전송하여 출석을 완료한다.

마지막으로, 네 번째 프로토콜을 응용하여 time.monotonic() 함수가 아닌, 1970년 1월 1일 0시 0분 0초부터 현재까지의 경과 시간을 초 단위로 반환해주는 time.time() 함수를 사용한다. 그 결과, B_i 에게 사전에 할당된 시간과 프로그램 실행 당시의 현재 시간이 일치할 시 위와 동일하게 출석을 완료한다.

아래의 표와 그래프는 위 5 가지 아이디어를 시뮬레이션 하여 나타낸 결과이다. 계산의 편리함을 위해 해당 시뮬레이션은 신호가 오류 없이 송수신하고 간섭이 없다고 가정하였으며, A와 B_i 가 번호 하나를 송신하는데 걸리는 시간을 동일하게 0.5s로 설정했다. 추가로 번호 복구와 같은 시스템내에 동작 시간은 동일하다 판단하여 생략하였고, 예외로 세 번째 프로토콜과 같이 암호 복구를 필요로 하는 경우에는 시스템 동작 시간 0.3s로 가정해 계산했다.

시뮬레이션 확인 결과, time.time() 함수를 활용한 다섯 번째 프로토콜의 결과가 가장 적은 시간소모를 보여 제일 효율적인 프로토콜이라 판단했고, 암호화를 활용한 세 번째 프로토콜이 제일 비효율적인 프로토콜이라 예상한다.

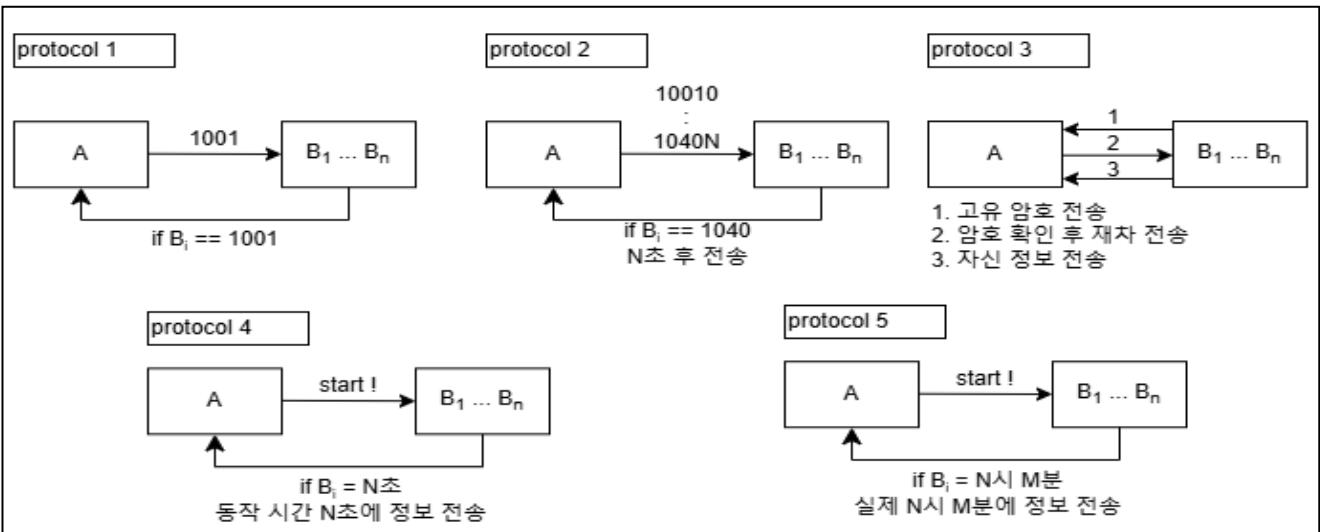


그림 1. 프로토콜 과정

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	n(명)
Case1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	n
Case2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	n
Case3	1.8	3.6	5.4	7.2	9	10.8	12.6	14.4	16.2	18	n*1.8
Case4	0.8	1.3	1.8	2.3	2.8	3.3	3.8	4.3	4.8	5.3	0.3+ 0.5n
Case5	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	0.5n

표 1. 프로토콜 시뮬레이션 결과

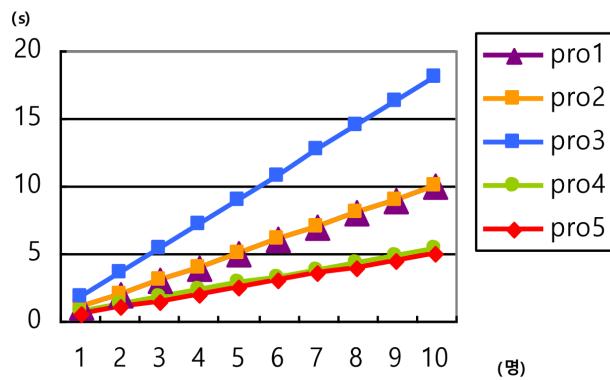


그림 2. 프로토콜 시뮬레이션 결과 그래프

III. 결론

본논문에서는 IoT 가 기존 전자기파 네트워크가 연결되지 않은 환경에서도 통신 가능한 음파기반 출석체크 시스템과 그에 기반한 데이터 전송 프로토콜 5 가지를 제시하였다. 또한, 시뮬레이션 결과 5 가지를 통해 제일 효율적인 프로토콜을 확인했다.

추후 위 5 가지의 프로토콜을 실제 구현함으로 시뮬레이션 결과와 동일함을 확인할 필요가 있다.

ACKNOWLEDGMENT

This research was partially supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2021R1I1A3050126)

This work was partially supported by the MSIT (Ministry of Science and ICT), Korea, under the ITRC (Information Technology Research Center) support program (IITP-2025-RS-2024-00437886) supervised by the IITP (Institute for Information & Communications Technology Planning & Evaluation)

This research was partially supported by the MSIT (Ministry of Science and ICT), Korea, under the ICAN (ICT Challenge and Advanced Network of HRD) program (IITP-2025-RS-2022-00156212) supervised by the IITP (Institute of Information & Communications Technology Planning & Evaluation).

참 고 문 헌

- [1] 김현, 황승구, "IoT 의 과거, 현재 그리고 미래", 전자통신동향분석 33(2), pp. 1-9, 2018
- [2] P. Yesankar, P. Gourshettiwar, P. Gote, M. M. Jiet and A. Gadkari, "The Impact of 5G Technology on the Functionality and Performance of Internet of Things (IoT) Devices," 2024 8th International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC), Kirtipur, Nepal, 2024, pp. 230-235