

# 학내 전자출결시스템 트래픽 분석 및 시스템 개선 방안

이민성, 박수철, 구영훈, 김명섭

고려대학교

{min0764, such7185, gyh0808, tmskim}@korea.ac.kr

## Electronic Attendance System in Campus Network Traffic Analysis and System Improvement

Min-Seong Lee, Su-Cheol Park, Young-Hoon Goo, Myung-Sup Kim

Korea Univ.

### 요약

4차 산업 혁명 시대를 맞아 교수-학습 환경에서의 효율성 제고를 위해 전자출결시스템을 도입하고 있다. 전자출결시스템은 다른 연구 분야에 비해 상대적으로 최신 분야이며, 시스템이 표준화되어있지 않아 다양한 문제점들이 많다. 시스템적으로 최적화와 안정화 문제가 다양하게 발생하고 있고 특정 방식에 따라 부정 출석의 문제점이 있는 등 해결해야할 문제들이 존재한다. 본 논문에서는 학내 전자출결시스템의 출결 서버에서 발생하는 트래픽을 분석하고 분석한 결과를 통해 전자출결시스템의 문제점을 개선하는 방안을 제시한다.

### I. 서론

4차 산업 혁명 시대를 맞아 학습자와 교수자의 효율적인 학습 환경을 구축하기 위한 방법으로 전자출결시스템에 대한 관심이 커지고 있다. 전자출결시스템이란 수업에서 기존의 호명 방식을 통한 출결처리가 아닌 전자출결시스템을 이용하여 자동적인 출결 방식을 적용하는 시스템으로, 현재 RFID(Radio-Frequency Identification), 바코드, QR-code, Wi-fi, 블루투스 비콘 등 다양한 방식을 활용하여 개발이 이루어지고 있다. 그러나 상대적으로 최신 분야이기 때문에 시스템 자체가 표준화되어있지 않아 다양한 문제점들을 가지고 있다.[1]

한편, 학내에서 사용되고 있는 전자출결시스템은 블루투스 비콘 기반의 기술을 사용하고 있다.[2] 블루투스 비콘 방식은 가장 진보한 위치과와 솔루션으로 평가받고 있는 방식이다. 하지만, 블루투스 비콘 방식 역시도, 10m 이내의 강의실 밖에서도 출석확인이 가능하여 부정출석의 가능성이 존재하는 등의 다양한 문제점이 존재하고 있다. 특히, 실시간 데이터를 처리하는 과정에서 시스템의 불안정과 함께 오류가 발생하거나 블루투스 신호가 잡히지 않는 등의 최적화와 안정화 측면에서 문제점이 발생하고 있다.

본 논문에서는 전자출결시스템의 문제점을 개선하기 위해, 학내 출결 서버와 앱 사이의 데이터 통신 방식을 확인하고자, 출결시스템의 트래픽 분석을 진행하였다. 분석한 결과를 바탕으로 개선 방안을 제시한다. 개선 방안이 학내에서 적용이 가능한지 실험한 내용으로 가능성을 보여준다. 2장에서는 출결 서버에서 발생할 수 있는 시스템 과부하 가능성을 트래픽 분석을 통해 확인한다. 그리고 수업 시간을 기준으로 트래픽을 분석한 결과를 언급한다. 3장에서는 분석된 결과를 통해 문제점을 개선 할 수 있는 방안을 제시하고 실험 결과를 통해서 검증한다. 마지막으로 4장에서는 결론과 향후 연구에 대해 언급한다.

### II. 출결 서버 간 트래픽 분석

학내에서 사용하고 있는 출결 앱의 동작방식은 아래와 같다. 로그인을 한 후 수업을 조회하면 수업에 대한 정보가 표출된다. 이때, 사용자 근처의 블루투스 비콘에서 수업 정보에 따른 Major, Minor값을 가져오는데

조회한 수업정보와 일치하면 입실버튼이 활성화가 된다. 수업이 끝난 후 퇴실 시에도 블루투스 비콘 정보와 매칭하여 퇴실버튼을 활성화시키고 입실정보와 퇴실 정보를 등록할 수 있다.

각 시간대 별로 출결 앱을 사용할 학생들의 수는 수업의 수에 따라 많을 수도, 적을 수도 있다. 다수의 사용자가 몰리는 시간대라면 입실 정보와 퇴실 정보를 실시간으로 처리하는 과정에서 동시 접속을 했을 경우 시스템이 불안정해질 가능성이 있다. 따라서 학내에서 출결 앱을 이용할 서버 과부하가 일어나는지 확인할 필요가 있다. 이에 따라 하루 동안 출결 서버 간 시스템 부하가 일어나고 있는지 분석한 결과를 언급한다. 다음으로 수업을 진행하는 오전 10시부터 오후 7시까지 발생하는 트래픽을 분석하여 통신 방식을 확인한다.

#### 1. 시스템 부하 분석 결과

2019년 11월 14일 오후 6시부터 15일 오후 6시까지 학내에서 사용되는 출결 앱의 Memory 사용량과 CPU/Memory 사용률을 매 5초를 기준으로 모니터링 하였다. 그림 1은 모니터링 한 결과를 그래프로 나타낸 것이다. 모니터링 결과 하루 동안 출결 앱을 이용한 약 500명을 기준으로 학내 출결 서버의 하루 평균 Memory 사용량은 약 103.2MB이다. CPU/Memory 사용률은 각각 0.4%, 2.6%가 나왔다. 결과적으로 트래픽 발생량에서 과부하는 없었다. 하지만 모니터링 결과 수업을 듣는 학생 수에 비해 현재 출결 앱 사용률이 저조하다. 따라서 500명 이상의 다수 사용자가 출결 앱을 사용하였을 때 서버 과부하 없이 출결 처리가 가능한지 시범 운영을 통해 점검 할 필요가 있다.

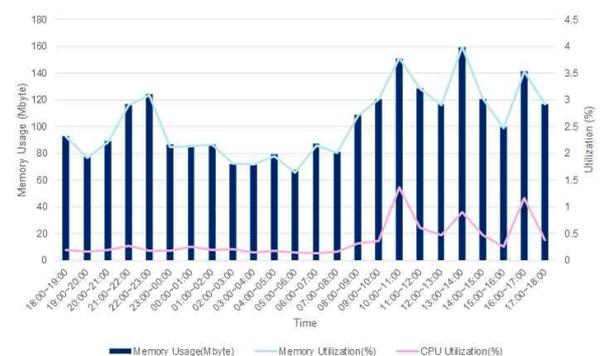


그림 1. 시스템 부하 모니터링 결과

2. 트래픽 분석 결과

수업 시간을 기준으로 하여 일일단위로 일주일간 출결 서버에서 발생하는 트래픽을 분석하였다. 일주일간 사용한 사용자는 총 971명이며 그림 2는 2019년 11월 14일 수업시간 기준인 오전 10시부터 오후 7시까지의 트래픽 모니터링 결과이다. 당연히개도 수업이 많은 시간대에 트래픽 발생량이 많았다. 표 1은 일주일간 각각의 트래픽 발생 정보와 사용자 수를 나타낸 것이다. 그림 3은 출결 서버에서 사용되는 트래픽의 일반적인 Session 포맷이다. 출결 서버의 통신 방식은 TCP 방식으로 이루어져 있었다.

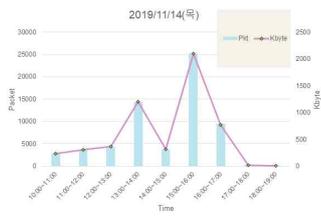


그림 2. 출결 서버 트래픽 모니터링 결과

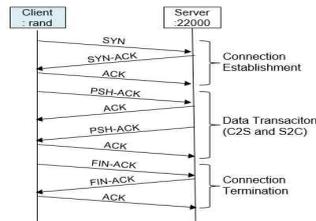


그림 3. 출결 서버 통신 방식

표 1. 트래픽 및 사용자 종합 결과

	Flow	Pkt	Byte(M)	사용자
목	6536	63892	5.19	415
금	7778	75476	6.45	528
월	1049	9917	0.81	91
화	6826	66720	5.41	384
수	1726	16589	1.36	127
합계	23915	232594	19.22	1545
평균	4783	46518.8	3.844	309

III. 개선 방안

학내 출결 서버에서 발생하는 트래픽은 TCP 방식으로 통신하고 있다. Client와 Server에서 한 Session당 10개의 Packet으로 이루어져 있고 TCP control packet을 제외한 data packet은 2개로 이루어져 있다. 사용자가 1회 이용 시 보통 4개의 세션을 생성한다. 각 Session당 Data Transaction은 Client와 Server사이에서 한번 발생한다. 하나의 Transaction을 위해 TCP 방식을 사용하는 것은 불필요하다. 때문에 출결 서버에서 TCP 방식을 사용하지 않고 UDP 방식을 사용하면 트래픽 발생량을 크게 감소시킬 수 있다.

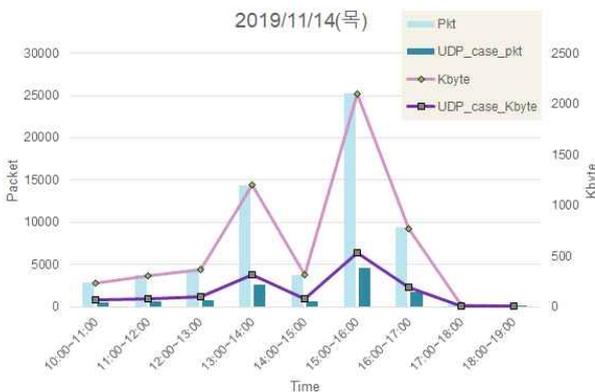


그림 4. TCP와 UDP 방식에 따른 트래픽 전송량

표 2. 트래픽 정보

	Flow	Pkt	Byte(M)	사용자
TCP	6536	63892	5.19M	415
UDP_case		11621	1.34M	
트래픽 감소율		5.5배	3.8배	

그림 4와 표 2는 TCP 방식과 UDP 방식에 따른 트래픽 전송량 정보를 그래프와 표로 나타낸 것이다. 학내 출결서버에서 UDP 방식으로 모니터링 하였을 때 트래픽은 Pkt기준으로 5.5배가 감소하였고 Byte기준으로 3.8배가 감소하였다. UDP 방식으로 통신을 했을 때 트래픽 발생량을 줄일 수 있는 장점이 있다. 하지만 UDP 방식을 사용하였을 때 패킷의 손실이 발생하는 문제가 있다.

표 3. 학내 LTE 및 Wi-fi환경에서의 UDP 손실률 Test 결과

환경	LTE			Wi-Fi 3칸			Wi-Fi 2칸		
	손실	전송	손실률	손실	전송	손실률	손실	전송	손실률
1회	0	2220	0	0	7745	0	14	7952	0.001761
2회	1	2469	0.000405	0	7972	0	10	6206	0.001611
3회	0	7940	0	0	5270	0	11	6748	0.00163
4회	1	7952	0.000125	0	5676	0	14	7790	0.001797
Total	2	20581	0.00009718	0	26663	0	49	28696	0.001708

표 3은 학내에서 패킷 손실률 발생 정도를 확인하기 위하여 학내 LTE 및 Wi-fi환경에서 UDP 손실률을 테스트한 결과이다. 학내 Wi-fi 서비스 개선으로 인하여 불안정 지역을 최소화하였고 강의실 내부는 최적화된 환경을 갖추고 있다. UDP 패킷의 손실이 존재하지만 손실률이 매우 낮음을 확인하였다. 따라서, 손실이 발생할 가능성은 극히 작으며, 시스템 기능 특성상, 손실이 큰 문제가 되지 않는다. 손실이 발생할 시, 사용자는 한 번 더 출석 체크를 하도록 팝업 메시지를 띄우는 정책적인 방식으로 충분히 해소할 수 있다.

IV. 결론 및 향후 연구

본 논문은 학내 전자출결시스템에서 사용되고 있는 출결 서버에서 발생하는 트래픽을 분석하여 기존 전자출결시스템이 가진 문제점을 해결할 수 있는 방안을 제시하고 학내에서 적용이 가능한지 테스트 하였다. 학내에서 사용되고 있는 앱의 시스템 과부하 가능성은 분석 결과 적었다. 하지만 현재 사용률이 저조하기 때문에 시범 운영을 통해서 재점검할 필요가 있다. 또한, 트래픽 분석 결과 TCP 방식을 이용하고 있었지만 하나의 Transaction이 발생하기 때문에 UDP 방식을 활용 할 수 있는 방안을 고려해볼 수 있다. 학내에서 UDP 방식을 사용하였을 때 트래픽 전송량의 손실률이 매우 낮았기 때문에 UDP 방식을 적용 할 수 있다. 향후 연구로는 사용자가 출결 앱을 사용할 때 발생하는 오류를 실시간으로 받아들이며 빠르게 처리할 수 있는 관리 프로그램을 만들 예정이다.

참 고 문 헌

[1] 이재학, 이희화. “전자출결 시스템의 문제점과 해결방안에 대한 연구 - 사용자 인식을 중심으로 -.” 디지털융복합연구, 17.5 (2019):41-49.  
 [2] 안성우(Sung-Woo Ahn). “BLE 기반의 비콘을 이용한 스마트 출석 확인 시스템.” 한국전자통신학회 논문지, (2016): 209-214