

동기식 강화학습 알고리즘을 이용한 WebRTC e-Healthcare 스트리밍 품질 향상

Ashiquzzman AKM, 이동수, 오승민, 김상우, 김진술
전남대학교 공과대학 전자컴퓨터공학과
zamanashiq3@gmail.com
ready1819@gmail.com
osm5252kr@gmail.com
swmax88@gmail.com
jsworld@jnu.ac.kr

엄태원
조선대학교 IT융합대학 정보통신공학부
twum@chosun.ac.kr

Improving WebRTC e-Healthcare Streaming Quality Using Synchronous Reinforcement Learning Algorithms

Akm Ashiquzzaman, Dongsu Lee, Oh Seung Min, Sang Woo Kim, Jin sul Kim
School of Electronics and Computer Engineering
Chonnam National University
77, Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju 500-757, South Korea
{zamanashiq3, ready1819, osm5252kr, swmax88}@gmail.com,
jsworld@jnu.ac.kr

Um Tae-won
Department of Information and Communication Engineering
Chosun University
Seonam-dong, Dong-gu, Gwangju, South Korea
twum@chosun.ac.kr

Abstract

In this article, we investigate the current problem of WebRTC, which is an outperformed peer-to-peer real-time streaming technology supporting e-healthcare, to improve video streaming quality. In detail, we employ the latest asynchronous deep reinforcement learning algorithms to classify problems of WebRTC. In fact, WebRTC streaming controlling components do not recognize capacity and reliability when a receiver receives packets from senders. Those problems are not handled in real-time by WebRTC which could lead to degrading video streaming because the receiver and sender do not know what the problem which they are dealing to handle it in advance. In the experiment, the result shows that using reinforcement learning techniques improves the real-time streaming quality in WebRTC up to 10%.

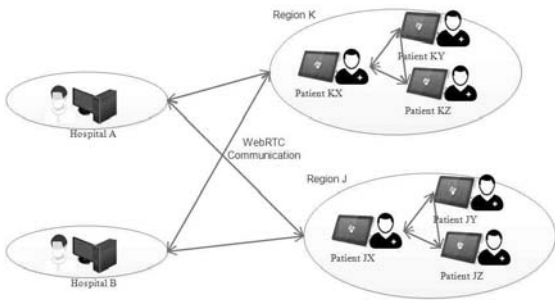
키워드: 강화 학습, WebRTC, E-Healthcare, 비디오 스트리밍, 정체 제어

1. 서론

현대 사회에서 사람들은 기술의 지원을 통해 가벼운 질병을 가진 사람들을 직접 병원을 방문할 필요가 없어졌다. 하지만, 전화통화를 통한 진료를 받으면 금전적 소비를 추가적으로 요구하기 때문에 전화통화보다는 실시간 동영상 스트리밍을 지원하는 기술을 갖추는 것이 중요하다. 특히, 실시간 스트리밍은 네트워크 문제를 효율적으로 처리해야 한다. 실제로 WebRTC[1, 2]는 2011년부터 등장하여 사용자들 사이에 P2P(Peer-to-Peer) 통신을 제공하고 있으며, 현재 이용 가능한 비디오 스트리밍 기술에 비해 현재 시스템을 대체하면서 비디오 스트리밍 기술을 지원하는 선도적인 원격 건강 지원 시스템이 될 것이다. 구체적으로,

WebRTC는 제3의 애플리케이션을 추가로 설치할 필요 없이 웹 브라우저를 사용하여 하나의 스트리밍 세션에서 서로 다른 유형의 기기를 가진 다양한 사용자를 지원할 수 있다. 따라서, 많은 의사들은 한 명의 환자와 대화를 할 수 있고 많은 환자들은 그림 1과 같이 그들의 현재 건강상태를 상의하기 위해 한 명의 의사와 회의를 가질 수 있다. 또한, WebRTC는 의사가 질병의 영향 영역을 심도 있게 검사하는 것을 돕는 4K 스트리밍 품질을 제공할 수 있다. 위에서 설명한 WebRTC의 장점에도 불구하고 여전히 많은 한계점을 나타낸다. WebRTC가 현재 다룰 수 없는 하나의 문제는 WebRTC가 용량과 신뢰성 문제를 구별할 수 없다는 것이다. 첫째, WebRTC의 신뢰성은 기

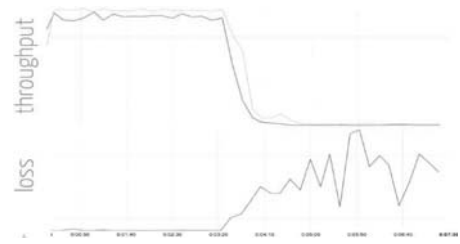
본적으로 구글 정체 제어 알고리즘(GCC)에 의해 제안된 패킷 손실에 기초한다. 신뢰성은 대역폭 변동을 수용하기 위한 대역폭의 빠른 변경을 처리하기 위해 사용된다.



(그림 1) 서로 다른 병원 및 지역의 사용자와 의사 간 WebRTC 원격 건강 지원 서비스

또한, 인코딩은 대개 패킷 손실에 민감하지만, 실시간 요건은 재전송에 의한 패킷 손실의 복구를 방해한다. 심지어 피어는 혼잡함이 발견되는 흐름에서 요구되는 대역폭을 감소시키지 않을 수 있는 대응 방법에 대해 특정한 기대를 가질 수 있다. 둘째, WebRTC의 용량은 P2P 스트리밍 분해능의 증가 또는 감소 여부에 대한 대역폭 측정을 나타낸다. WebRTC는 패킷 손실이 증가하면 처리량 사용량을 줄임으로써 스트리밍 해상도를 줄일 수 있기 때문에 첫 번째와 두 번째 문제를 구분하지 않지만, WebRTC는 말 그대로 그것이 첫 번째 문제인지 두 번째 문제인지를 알지 못하기 때문에 여전히 패킷 손실이 증가한다. 그림 2와 같이 패킷 손실은 어떤 이유로 증가하며 WebRTC는 그 원인이 현재 네트워크 대역폭 용량보다 높은 처리량을 사용했기 때문이라고 잘못 판단한다. 결과적으로, 그것은 처리량을 감소시키지만, 처리량이 패킷 손실을 일으키는 원인이 아니기 때문에 패킷 손실은 즉시 증가한다.

WebRTC의 현 문제를 실시간으로 판단할 수 있는 분류방법에 대한 요구는 인공지능(AI)을 채택하는 발상으로 이어진다. 구체적으로, WebRTC internal에서 얻은 네트워크 측정 파라미터를 강화학습 알고리즘의 입력 파라미터로 사용한다. 본 연구에서는 주로 학습 메커니즘에 대한 구매 강화 방법에 기초하는 비동기 심층 보강 학습 알고리즘[3]을 적용한다. 실제로 우리는 WebRTC 문제를 분류하기 위해 그들이 제안한 알고리즘 중 하나인 1단계 Q-Learning을 채택하고 있다. 본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 다음 섹션에서는 원격 건강용 WebRTC와 강화 학습 알고리즘의 적용에 관한 현재 연구를 간략하게 제시한다. 이후, 전자 의료 시스템에 대해 제안된 시스템의 개요를 설명한다. 또한, 실험 섹션은 기존 연구와 현 연구 결과를 비교하여 보여준다. 마지막으로 향후 연구로 마무리한다.



(그림 2) 처리량 및 패킷 손실문제

2. 관련연구

강화학습의 아이디어는 기계학습 분야에서 새로운 것이 아니다. 주임원이 환경과 직접 반응하여 메커니즘을 학습한다는 원칙에 입각한 강화 학습 알고리즘의 아이디어. 즉, 에이전트 또는 지능형 알고리즘은 데이터로부터 주변 환경에 대한 이해를 점진적으로 구축한다[4]. 이러한 유형의 알고리즘의 개념은 새로운 것은 아니지만, 정교한 에이전트 구축의 복잡성 때문에 실제 적용은 가능하지 않았다. 또한, 강화 학습의 주된 아이디어는 신경망용 백프로포지션 알고리즘의 발명 이후 재출현하였다[5]. 대리인으로 일하는 신경망은 모든 규칙을 단시간에 배우고 일반화할 수 있다. 신경망은 분류와 회귀 기반 모델과 같은 전통적인 접근방식에서 학습에 대한 일반적인 규칙을 배우기 위해 엄청난 양의 데이터가 필요하다. 심층신경망을 강화학습의 주체로 삼겠다는 발상은 비디오게임으로 실험해 왔다. 이 실험에서 DNN(딥 신경망) 에이전트는 이러한 게임을 하는 데 있어서 인간 수준의 전문 지식을 습득하고 곧 달성했다[6]. 깊이 학습하는 신경망은 거대한 데이터로 효과적으로 학습할 수 있다는 것이 이론화되었다. 확장된 데이터셋은 그들의 결정을 일반화한다. 강화 학습 알고리즘은 배우자의 작용으로 학습용 데이터가 생성되고 있기 때문에 DNN 모델이 무제한 데이터로 학습할 수 있도록 한다. 환경의 일반 규칙을 학습하기 위한 사실상 무제한 데이터셋은 실시간 모델에서 학습하는 심층 강화를 매우 강력한 도구로 만든다. 오늘날 강화 학습은 네트워크 최적화 및 서비스 개선 부문에서 많은 응용 프로그램을 가지고 있다. 심층신경망 컨트롤러의 최적화를 위한 비동기식 구배하강(synchronous gradient diving)은 그 병렬성과 최적화된 다중 전산 자원 사용의 적용에 기초해 가장 효과적인 보강 알고리즘으로 여겨진다. 컴퓨팅 오프로딩 및 네트워크 메커니즘 제어를 통해 비동기 보강 학습 알고리즘을 활성화하여 스트리밍 품질 제어를 실시간으로 개선할 수 있다.

WebTRC는 여러 클라이언트, 특히, 웹 브라우저 간의 실시간 통신 프로토콜이다. 브라우저 클라이언트 간의 효율적인 미디어 스트리밍을 가능하게 하는 주요 아이디어. 기본적으로 플러그인이나 추가 유틸리티 설치 없이 브라우저에서 실시간 미디어 스트림라이너를 제공한다. 데이터 스트리밍이 클라이언트 간에 실시간으로 전달되기 때문에 스트리밍 품질에 대한 연구는 서비스 품질에 있어 매우 중요하다[7]. 의료 및 e-헬스케어 기반 시스템 중 높은 QoS 값을 보장하기 위해 연결되지 않은 미디어 트래픽에 대해 측정된 QoS 매개변수. WebRTC의 QoS 매개변수는

여러 연구에서 활발하게 연구되고 있다[8, 9, 10]. 이러한 연구들의 대부분은 비디오 스트리밍 중에 높은 QoS 부분에 집중되었지만, 의료 및 e-헬스케어의 효과적인 QoS에 대해서는 지금까지 제대로 연구되지 않았다.

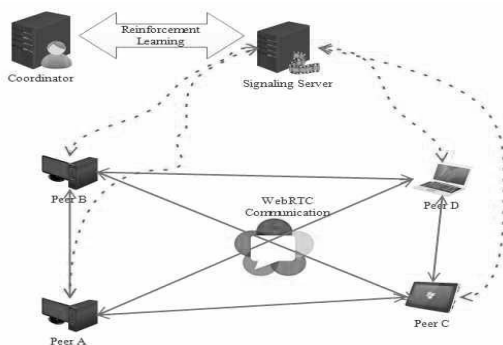
3. E-Healthcare 및 강화 학습의 시스템 개요

3.1 E-Healthcare용 WebRTC

WebRTC는 실시간 통신 표준이 될 것으로 예상된다. 특히, 디지털 병원의 새로운 시대에 원격처방, 원격의료 등 전자의료의 발전을 선도할 것이다. 실제로, WebRTC는 주로 많은 장치에 광범위하게 사전 설치된 웹 브라우저에 의해 지원된다. 게다가, WebRTC는 추가적인 제 3의 어플리케이션을 필요로 하지 않는다. 이용자들은 단순히 병원의 관리 웹사이트에 로그인하여 의사와 예약한 직후 담당 의사와 함께 스트리밍을 시작할 수 있다. 또한, WebRTC는 여러 사용자 간의 P2P 스트리밍을 지원하는 P2P 연결을 위해 구축된다. 환자가 막 병원 웹사이트에 자신의 상태를 등록했을 때, 의사는 같은 스트리밍 세션에서 다른 의사들을 초대하여 환자와 상의한다. 그리고 의사는 스트리밍 세션에서도 다른 병원의 의사들을 초대할 수 있는데, 이것은 그림 2에 나타나 있다. 의사의 진료는 국가에 상관없이 입원환자를 위하여 고해상도 카메라와 높은 스트리밍 해상도를 이용하여 각 의사들에게 원격으로 제어 시설을 제공할 수 있다.

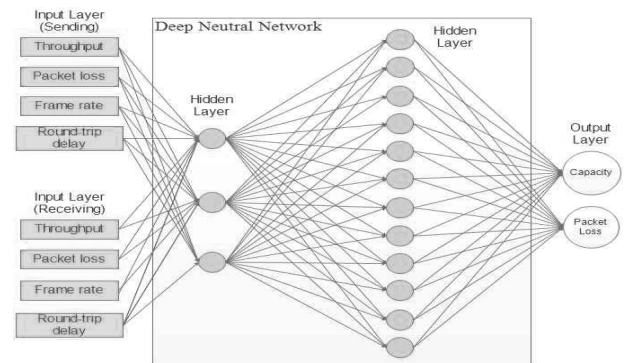
3.2 WebRTC를 위한 강화 학습 개요

구글 딥마인드는 최근 높은 점수로 파이썬 게임을 효율적으로 배우고 즐길 수 있는 최첨단 강화 학습(RL) 알고리즘을 발표했다. 게다가, 사람들은 문제를 실시간으로 처리하기 위한 알고리즘을 사용할 수 있다. 위에서 설명한 것처럼 WebRTC는 P2P 실시간 통신이기 때문에 RL 알고리즘은 WebRTC와 협력하여 스트리밍 세션 중에 발생하는 실시간 스트리밍 문제를 처리할 수 있다. 강화 학습 프레임워크의 개요는 그림 3에 나타나 있다. 자세한 내용은 1단계 Q 학습 알고리즘을 설치한 코디네이터 구성 요소를 배치하고 소개 섹션에서 다루는 WebRTC의 문제를 분류하기 위해 RL 알고리즘을 실행한다.



(그림 3) 강화 학습을 적용한 WebRTC 통신

피어는 다른 피어와 스트리밍 세션을 시작하기 위해서만 시그널링 서버와 통신하기 때문에 WebRTC Signaling 서버와의 또 다른 연결을 설정한다. 스트리밍 연결이 설정되면 PeerConnection API(Data Channel)가 피어 간의 데이터 전송을 처리할 수 있다. 그 결과, 새로운 연결은 우리 시스템이 처리량, 패킷 손실, 스트리밍 프레임 속도, 송신 및 수신 매개변수의 왕복 지연 시간과 같은 피어로부터 상태를 수집하는 것을 돕고, 수집된 데이터는 코디네이터에서 RL 알고리즘을 실행하도록 공급되며, 피어 스트리밍 세션의 상황에 대해 적절한 조치를 결정한다. 이 결정은 문제를 사전에 막지 않을 경우 문제를 일으킬 수 있는 피어로 보내진다.



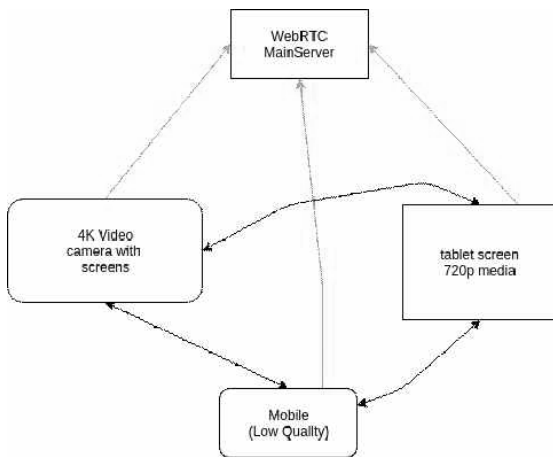
(그림 4) WebRTC를 위한 강화학습 알고리즘의 중립 네트워크

그림 4는 WebRTC에 적용하는 철근 배움 알고리즘의 신경망을 보여준다. 심층 중립 네트워크는 RL 알고리즘의 구현을 수행하는 블록으로 나타난다. 게다가, 네트워크의 입력은 WebRTC에서 피어 패킷 수신과 송신을 위한 처리량, 패킷 손실, 프레임률, 왕복 지연 등 8개의 매개변수를 가지고 있다. 신경망의 출력층은 용량이나 패킷 손실 문제가 될 수 있는 두 개의 중성자를 가지고 있다.

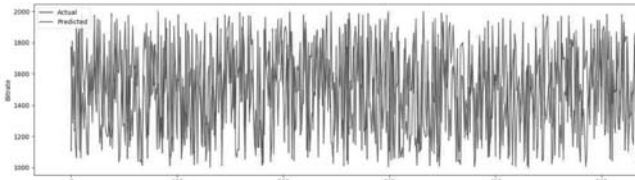
4. 실험

본 논문의 주된 아이디어는 제안된 이론의 실용성이다. 이 모델의 디자인은 여러 가지 실용성을 발휘해야 한다. WebRTC는 2011년에 구글이 개발한 주요 P2P 프레임워크다. WebRTC API의 핵심 구성요소는 W3C 워킹그룹(World Wide Web Consortium)과 IETF(Internet Engineering Task Force)에 의해 정의된다. Mediastream은 3가지 주요 구성요소를 가지고 있다. Mediastream은 실시간 통신을 위한 카메라와 마이크 접근을 처리하는 핵심 기능이다. 이 메인 코어는 또한 RTCPeer 접속부에 의해 유지된다. 그래서 이 모듈은 기본적으로 오디오와 비디오 통화에 도움을 주는 역할을 한다. RTCDataChannel은 브라우저가 피어 두 피어 연결로 데이터를 전송할 수 있도록 한다[11]. 그래서 우리는 WebRTC의 EasyRTC의 오픈 소스 구현에 초점을 맞췄다. 주 실험은 다음과 같이 설정되었고 의료 시나리오를 바탕으로 네트워크를 시뮬레이

선했다. 완전한 네트워크 가상화를 확보하기 위해 코어 도커 서버에 메인 서버와 모든 코드를 구현했다. 메인 서버는 기가비트 연결의 인텔 Xeon 12 코어 CPU에 있었다. EasyRTC는 메인 서버를 시뮬레이션하기 위해 서버에 설치되었다. 주요 시험 시나리오는 4K 화면과 카메라가 장착된 PC에서 한 개의 클라이언트를 사용하여 고품질의 스트리밍을 사용해 왔다. 그 후 다른 클라이언트는 시뮬레이션된 중간 품질 스트림에 720p 비디오 링크 연결이 있는 태블릿 컴퓨터를 사용했다. 낮은 화질의 비디오 해상도를 가진 모바일 장치와 연결된 본 실험에서도 5개의 별도 스트림이 있었고 주요 실험은 각 세션마다 1시간씩 구성된 다음과 같은 구성으로 10회 실시되었다.



(그림 5) 제안된 실험 시스템에 대한 간단한 도표



(그림 6) 패킷 손실과 비트 전송률 변동에 따른 학습 에이전트 예측 강화

그림 5는 제안된 모델에 대한 주요 실험 설정을 보여준다. 데이터를 적절한 용어로 수동 검토하여 저장함으로써 10분마다 데이터 덤프를 만들었다. 그런 다음 모든 데이터를 수집하여 각 용어와 함께 보다 적절한 태그를 사용하여 메인프레임에 저장했다. 그런 다음 데이터는 신경 네트워크가 학습하고 시뮬레이션하는 데 적합하도록 사전 처리된다. 알고리즘의 주 신경 네트워크는 처리량, 패킷 손실, 프레임률 및 왕복 지연의 값을 수용하고 특정 시간 프레임에 대한 현재 용량과 패킷 손실을 출력하기 위한 입력력을 가지고 있다. 데이터 덤프 파일의 초기 상태는 원시 JSON(JavaScript Object Notation) 형식이었다. 자동 피톤 기반 크롤러를 추출 데이터에 구현하고 신경망 입력 및 출력 형식으로 다시 작성하여 학습하였다. 그림 6에서는 강화제의 학습 과정이 실시간으로 학습과 적응 비트레이트의 가치를 예측하는 것을 볼 수 있다. 이 학습 에이전트는 이후 실시간으로 감지된 정체 문제를 개선하여

WebRTC의 원래 정체 제어 메커니즘에 비해 패킷 손실을 최대 10%까지 감소시킨다.

5. 결론

본 논문에서는 WebRTC의 문제점을 분류하기 위해 최신 비동기 심층강화 학습 알고리즘을 채택하는 연구를 실시했다. 구체적으로, 우리는 WebRTC 스트리밍을 지원하여 수신자가 송신자로부터 패킷을 수신할 때 용량과 신뢰성 사이의 문제를 인식하였다. 이 실험에서, 강화 학습 기법을 사용하면 WebRTC의 실시간 스트리밍 품질이 최대 10% 향상되는 것으로 나타났다. 향후의 연구에서는 WebRTC를 실시간으로 보다 효율적으로 제어하기 위해 이 연구를 확대할 생각이다.

ACKNOWLEDGEMENT

This research was supported by the MSIT (Ministry of Science and ICT), Korea, under the ITRC(Information Technology Research Center) support program(IITP-2018-20160-00314) supervised by the IITP(Institute for Information & communications Technology Promotion). Besides, this research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education, Science, and Technology (MEST)(Grant No. NRF-2017R1D1A1B03034429). Lastly, this work was supported by Institute for Information & communications Technology Promotion (IITP) grant funded by the Korea government (MSIT). [2018-0-00691, Development of Autonomous Collaborative Swarm Intelligence Technologies for Disposable IoT Devices]

Reference

- [1] Johnston, Alan B., and Daniel C. Burnett. WebRTC: APIs and RTCWEB protocols of the HTML5 real-time web. Digital Codex LLC (2012).
- [2] Van Ma, Linh, Jisue Kim, Sanghyun Park, Jinsul Kim, and Jonghyeon Jang. An efficient Session_Weight load balancing and scheduling methodology for high-quality telehealth care service based on WebRTC. The Journal of Supercomputing (2016), Vol.72, No.10, pp.3909-3926.
- [3] Mnih, Volodymyr, Adria Puigdomenech Badia, Mehdi Mirza, Alex Graves, Timothy Lillicrap, Tim Harley, David Silver, and Koray Kavukcuoglu. Asynchronous methods for deep reinforcement learning. In International conference on machine learning (2016), pp.1928-1937.
- [4] Sutton, Richard S., and Andrew G. Barto.

Introduction to reinforcement learning. Cambridge: MIT press (1998), Vol.135.

[5] LeCun, Y., Touresky, D., Hinton, G., & Sejnowski, T. A theoretical framework for back-propagation. In Proceedings of the 1988 connectionist models summer school. CMU, Pittsburgh, Pa: Morgan Kaufmann, (1988, June), Vol.1, pp.21-28.

[6]. Mnih, V., Kavukcuoglu, K., Silver, D., Rusu, A.A., Veness, J., Bellemare, M.G., Graves, A., Riedmiller, M., Fidjeland, A.K., Ostrovski, G. and Petersen, S., Human-level control through deep reinforcement learning. Nature, (2015) Vol.518, No.7540, p.529.

[7]. Bergkvist, Adam, Daniel C. Burnett, Cullen Jennings, Anant Narayanan, and Bernard Aboba. "WebRTC 1.0: Real-time communication between browsers." Working draft, W3C 91 (2012).

[8]. Chodorek, Robert R., Agnieszka Chodorek, Grzegorz Rzym, and Krzysztof Wajda. "A comparison of QoS parameters of WebRTC videoconference with conference bridge placed in private and public cloud." In Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises (WETICE), 2017 IEEE 26th International Conference on, IEEE, (2017), pp.86-91.

[9] Rodríguez, Pedro, Alvaro Alonso, Joaquín Salvachúa, Enrique Barra, and Javier Cerviño. "Adaptive cross-device videoconferencing solution for wireless networks based on QoS monitoring." In Computer and Information Technology (WCCIT), 2013 World Congress on, IEEE, (2013), pp.1-6.

[10]. Kilinc, Caner, and Karl Andersson. "A congestion avoidance mechanism for WebRTC interactive video sessions in LTE networks." Wireless personal communications (2014), Vol.77, No.4, pp.2417-2443.

[11]. Jang-Jaccard, Julian, Surya Nepal, Branko Celler, and Bo Yan. "WebRTC-based video conferencing service for telehealth." Computing (2016), Vol.98, No.1-2, pp.169-193.