

WebRTC 및 CDN 기반 실시간 웹 비디오 편집 협업 시스템 연구

김종권, 임준오, 손예리, *최봉준

동서대학교

munjang@naver.com, dh03219@naver.com, gkdudld3456@gmail.com,
*bongjun.choi@dongseo.ac.kr

A Study on a Real-Time Collaborative Web Video Editing System Based on WebRTC and CDN

Jong-Kwon Kim, Jun-Oh Lim, YeRi Son, Bongjun Choi*

Dongseo Univ.

요약

본 논문은 웹 기반 실시간 비디오 편집 도구의 필요성에 대해 논의하고, WebRTC와 CDN 기술을 활용하여 사용자들이 추가 설치 없이 웹 브라우저만으로 실시간으로 비디오 편집을 수행할 수 있는 시스템을 개발한 과정을 제시한다. WebRTC 기술은 다수의 사용자가 실시간으로 비디오 스트리밍을 공유하고 협업할 수 있는 환경을 제공하며, CDN은 고해상도 비디오의 안정적인 전송을 지원하여 원활한 편집 작업이 가능하도록 한다. 또한, WebSocket을 통해 여러 사용자가 동일한 비디오 파일을 실시간으로 동기화하고 협업할 수 있는 기능을 제공한다. 본 시스템은 복잡한 설치 과정 없이 높은 접근성을 제공하여, 비즈니스 회의, 원격 교육, 콘텐츠 제작 등 다양한 상황에서 실시간 협업 비디오 편집 솔루션으로 활용될 수 있다. 이러한 도구는 현대 사회에서 필수적인 비디오 편집 수요에 대응하며, 사용자의 편의성과 생산성을 크게 향상시킬 수 있다.

I. 서론

현대 사회에서 비디오 편집 도구는 비즈니스 회의, 원격 교육, 콘텐츠 제작 등 다양한 분야에서 필수적인 역할을 하고 있다[1][2]. 비디오 편집의 수요가 점점 증가함에 따라 사용자들이 다양한 환경에서 편리하게 사용할 수 있는 도구에 대한 필요성 또한 높아지고 있다. 그러나 기존의 비디오 편집 소프트웨어는 대체로 설치가 필요하고 고정된 기능을 제공하기 때문에, 원격 작업이나 협업이 필요한 사용자들에게 불편함을 초래한다[3]. 특히, 많은 기존 소프트웨어는 다중 사용자가 동시에 편집할 수 있는 기능이 부족하며, 개별 사용자가 독립적으로 작업하는 방식에 초점을 맞추고 있다. 이러한 한계는 비디오 편집 도구의 사용성을 제한하며, 특히 실시간 협업이 필요한 환경에서는 효과적이지 않다. 따라서 웹 기반 실시간 비디오 편집 도구에 대한 수요가 증가하고 있으며, 언제 어디서나 쉽게 접근할 수 있는 편리성을 제공하면서도 실시간 편집 기능을 갖추어야 한다.

본 연구는 이러한 요구에 대응하여 WebRTC와 CDN 기술을 활용하여 사용자들이 설치 과정 없이 웹 브라우저만으로 실시간 비디오 편집을 수행할 수 있는 시스템을 개발하고자 한다. WebRTC 기술을 통해 다수의 사용자가 실시간으로 비디오 스트리밍을 공유할 수 있으며, CDN을 활용하여 안정적으로 고해상도 비디오를 전송함으로써 사용자가 끊임 없이 편집 작업을 수행할 수 있도록 지원한다. 또한, WebSocket을 통해 사용자 간 데이터가 실시간으로 동기화되므로, 여러 사용자가 동시에 동일한 비디오 파일을 편집하며 협업할 수 있는 환경을 제공한다. 복잡한 설치 과정 없이도 높은 접근성과 효율적인 편집 기능을 제공하여 다양한 상황에서 활용될 수 있다.

본 연구에서는 기존 비디오 편집 도구들의 한계를 극복하고, 언제 어디서나 사용 가능한 실시간 협업 비디오 편집 솔루션을 제안하고자 한다. 사용자의 편의성과 생산성을 높일 수 있으며, 특히 실시간 협업이 필요한 환경에서 큰 도움이 될 것이다. 앞으로의 연구를 통해 본 시스템을 지속적으로 개선하여

보다 많은 기능과 높은 안정성을 제공할 계획이다.

II. 관련연구

2.1 WebRTC 기반 기술

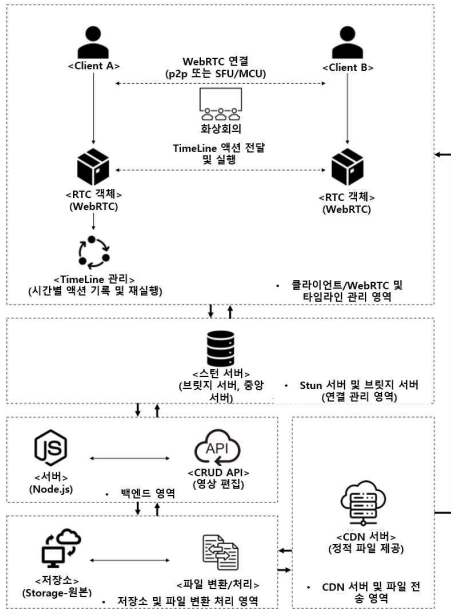
기존 연구들은 WebRTC 기술을 주로 화상회의와 실시간 커뮤니케이션에 적용해 왔다. 예를 들어, S. Adipat의 연구에서는 WebRTC가 비대면 교육 및 화상회의에서 중요하게 사용된 사례를 다루고 있다[1]. 그러나 본 연구는 이러한 기존 연구와 차별화하여 WebRTC를 실시간 협업 비디오 편집에 적용하였다. WebRTC의 강력한 실시간 스트리밍 기능을 통해 다수의 사용자가 동일한 비디오 파일을 실시간으로 편집하고 공유할 수 있는 환경을 제공함으로써, 단순한 화상회의를 넘어서는 새로운 활용 가능성을 제시한다. 또한, Diallo 등의 연구에서는 WebRTC가 자원이 제한된 장치에서도 효율적인 비디오 스트리밍이 가능하다고 하여[4], WebRTC의 기술적 유연성과 확장성을 강조하고 있다. 이는 본 연구에서 제안하는 시스템이 다양한 환경에서도 원활하게 실시간 편집 기능을 지원할 수 있음을 뒷받침한다.

2.2 협업 프로그램

일반적인 협업 도구는 다양한 방식으로 협업을 지원하고 있으나, 대체로 비디오 통화 또는 화상회의의 기능을 제공하지 않는다. 예를 들어, GitHub와 같은 플랫폼은 코드 저장소를 중심으로 다중 사용자가 공동 작업을 수행할 수 있는 기능을 제공하지만, 실시간 비디오 통화나 화면 공유 기능을 지원하지 않는다[5]. 본 연구에서는 실시간 비디오 편집 협업 시스템에 WebRTC를 적용하여 사용자가 화상통화 기능을 통해 상호 간의 의사소통을 실시간으로 진행할 수 있도록 하였다. 이 기능은 단순히 협업하는 것을 넘어, 실시간으로 상대방과 소통하며 편집 작업을 수행할 수 있는 통합적인 환경을 제공하여 기존 협업 도구와 차별성을 확보한다.

III. 결론

본 연구에서는 WebRTC와 CDN 기술을 활용하여 웹 기반 실시간 비디오 편집 도구를 설계하고 구현하였다. 그림 1은 본 시스템의 전체 아키텍처를 나타낸다. 시스템의 주요 구성 요소와 그 역할은 다음과 같다.



〈그림 1. 웹 기반 실시간 비디오 편집 시스템의 아키텍처〉

1. WebRTC를 통한 실시간 비디오 스트리밍

WebRTC 기술은 클라이언트 A와 클라이언트 B가 P2P 또는 SFU/MCU 방식으로 비디오 스트리밍을 실시간으로 주고받을 수 있도록 한다. 이는 다수의 사용자가 네트워크를 통해 서로 비디오 콘텐츠를 공유하고 협업할 수 있는 환경을 제공한다. 특히, WebRTC는 고성능 실시간 통신을 지원하여 네트워크 지연을 최소화하고, 비디오 데이터가 원활히 전송될 수 있도록 한다. 이 과정에서 STUN 서버가 사용되어 클라이언트 간 NAT 트래버설을 지원하고, 직접 연결이 가능한 환경을 조성한다.

2. TimeLine 관리 및 동기화

실시간 편집에서 중요한 요소 중 하나는 편집 이력을 기록하고 동기화하는 것이다. 본 시스템에서는 WebRTC를 활용하여 각 클라이언트의 TimeLine 데이터를 실시간으로 관리하며, 중앙 서버와의 동기화를 통해 협업 시 일관성을 유지한다. 이 기능은 다수의 사용자가 동일한 비디오 파일을 동시에 편집할 때, 각 사용자 간의 작업이 즉시 반영되고 충돌이 발생하지 않도록 한다. 이를 통해 사용자들은 실시간으로 편집 내역을 확인하며, 동기화된 작업 환경에서 협업할 수 있다.

3. WebSocket을 통한 실시간 데이터 통신

WebSocket 기술은 클라이언트 간 실시간 데이터 동기화 및 통신을 지원한다. 이 기술을 통해 다수의 사용자가 동일한 비디오 파일을 동시에 편집할 때, 각 사용자의 편집 작업이 서버에 실시간으로 반영된다. 이를 통해 사용자들이 즉각적으로 편집 내용을 공유하고 협력할 수 있는 환경을 제공하며, 웹 기반 협업 도구로서의 성능을 극대화한다.

4. 서버와의 데이터 관리

Node.js 서버는 클라이언트의 편집 작업 데이터를 수집하고 저장하는 역할을 담당한다. 이 서버는 비디오 파일의 저장, 검색, 수정 등의 기능을 수행하며, CRUD API를 통해 클라이언트와 통신한다. 클라이언트에서 발생한 편집 작업은 서버에 저장되며, 필요시 이를 다른 사용자와 공유한다. 이 서버는 중앙 집중형 데이터베이스와 연결되어 있어, 사용자의 작업 내

역이 지속적으로 기록되며, 언제든지 작업 상태를 불러올 수 있는 환경을 제공한다.

5. CDN을 통한 안정적인 비디오 전송

본 시스템은 고해상도 비디오 데이터를 안정적으로 전송하기 위해 CDN(Content Delivery Network)을 사용한다. 이를 통해 사용자는 끊김 없는 비디오 편집 경험을 제공받으며, 전 세계 어디에서나 동일한 성능으로 비디오 작업을 수행할 수 있다. CDN은 사용자 위치에 따라 최적의 서버에서 콘텐츠를 제공하므로, 대역폭을 효율적으로 관리하고, 로딩 시간을 최소화한다.

6. 데이터베이스 관리 및 로깅

모든 작업 내역과 TimeLine 데이터는 데이터베이스에 기록된다. 이는 사용자의 편집 작업이 일관되게 저장되고, 필요 시 과거 작업을 불러올 수 있는 기능을 제공하기 위함이다. 데이터베이스는 WebSocket을 통해 각 클라이언트에 실시간으로 업데이트되며, 이를 통해 모든 사용자가 일관된 작업 환경에서 협업할 수 있다.

본 연구의 시스템은 다양한 상황에서 사용 가능한 실시간 협업 비디오 편집 도구로서, 사용자들이 복잡한 설치 과정 없이도 언제 어디서나 쉽게 접근하여 사용할 수 있도록 설계되었다. 이를 통해 비즈니스 회의, 원격 교육, 콘텐츠 제작 등의 분야에서 실시간 협업이 필요한 사용자의 편의성과 생산성을 크게 향상시킬 수 있다.

IV. 결론

본 연구는 WebRTC와 CDN 기술을 활용하여 설치가 필요 없는 웹 기반 실시간 비디오 편집 도구를 개발하였다. 본 시스템은 다수의 사용자가 실시간으로 협업하며 비디오 편집을 수행할 수 있는 환경을 제공하며, WebSocket을 통한 데이터 동기화와 CDN을 통한 안정적인 비디오 전송을 통해 편의성과 효율성을 극대화하였다. 이 시스템은 원격 교육, 비즈니스 회의, 콘텐츠 제작 등 다양한 상황에서 활용될 수 있으며, 기존 비디오 편집 도구의 한계를 극복하고, 언제 어디서나 쉽게 접근 가능한 솔루션으로 자리 잡을 수 있을 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 2024년 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW 중심대학사업의 연구 결과로 수행되었음 (2019-0-01817)

참고 문헌

- [1] S. Adipat, "Why web-conferencing matters: Rescuing education in the time of COVID-19 pandemic crisis," Front. Educ., vol. 6, 2021.
- [2] Ł. Tomczyk, M. L. Mascia, and F. D. Guillen-Gamez, "Video tutorials in teacher education: benefits, difficulties, and key knowledge and skills," Educ. Sci., vol. 13, no. 9, p. 951, 2023.
- [3] C. Wu, W. Zhang, and J. Li, "Design and analysis of an effective graphics collaborative editing system," EURASIP J. Image Video Process., vol. 2019, p. 1-21, 2019.
- [4] Diallo, B., Ouamri, A., & Keche, M., "A hybrid approach for WebRTC video streaming on resource-constrained devices," Electronics, vol. 12, no. 18, p. 3775, 2023.
- [5] A. Lima, L. Rossi, and M. Musolesi, "Coding together at scale: GitHub as a collaborative social network," Proc. Int. Conf. Web Soc. Media, vol. 8, no. 1, 2014.