

# 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

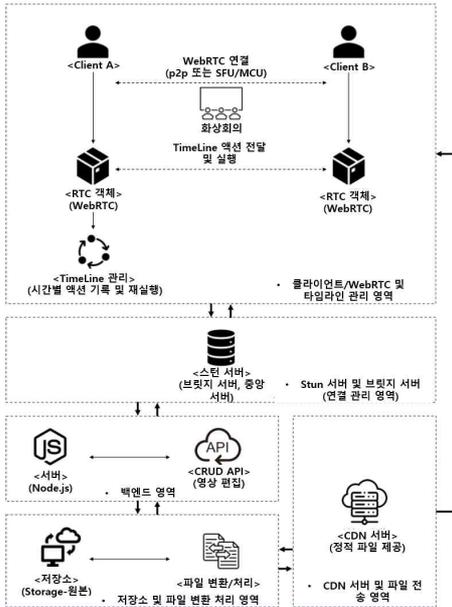
기존 연구들은 WebRTC 기술을 주로 화상회의와 실시간 커뮤니케이션에 적용해 왔다. 예를 들어, S. Adipat의 연구에서는 WebRTC가 비대면 교육 및 화상회의에서 중요하게 사용된 사례를 다루고 있다[1]. 그러나 본 연구는 이러한 기존 연구와 차별화하여 WebRTC를 실시간 협업 비디오 편집에 적용하였다. WebRTC의 강력한 실시간 스트리밍 기능을 통해 다수의 사용자가 동일한 비디오 파일을 실시간으로 편집하고 공유할 수 있는 환경을 제공함으로써, 단순한 화상회의를 넘어서는 새로운 활용 가능성을 제시한다. 또한, Diallo 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 사용자들이 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.