

영상 시청 패턴 기반의 개인화 동영상 재생 속도 예측 모델 개발

한철현⁰, 박상근

경희대학교 소프트웨어융합학과

hch2454@khu.ac.kr, sk.park@khu.ac.kr

Development of a Predictive Model for Personalized Video Playback Speed Based on Viewing Patterns

Cheolhyeon Han⁰, Sangkeun Park

Department of Software Convergence, Kyung Hee University

요 약

사람들은 많은 시간을 온라인 비디오 플랫폼에서 영상을 시청하는 데 많은 시간을 소비하고 있다. 이에 따라 사용자들은 개인의 선호에 따라 영상을 빠르게 넘기거나 배속을 조정하며 효율적으로 콘텐츠를 소비하고 있다. 본 연구에서는 사용자의 YouTube 영상 시청 패턴을 분석하고, 이를 기반으로 개인화된 배속 조절 예측 모델을 제안한다. 이를 통해 개인화된 자동 배속 조절의 가능성을 확인한다.

1. 서론

유튜브 등의 온라인 비디오 플랫폼을 통한 동영상 시청에 많은 시간을 소비하는 사람들이 늘어나고 있다. 온라인 비디오 플랫폼에서, 동영상 시청 중 앞뒤로 빠르게 이동하거나 재생 속도를 조절하는 등의 다양한 조작이 가능하다. 사용자는 이를 활용해 원하는 구간만 빠르게 시청하거나, 더 빠르게 영상을 재생해 더 많은 콘텐츠를 소비하는 등, 본인의 기호에 맞게 영상을 시청하고 있다.

이러한 사용자의 영상 배속 조절 패턴에 대해 다양한 연구가 수행되고 있다. 영상 콘텐츠 타입별로 사용자가 선호하는 배속은 차이가 있으며 [1], 영상 배속에 따라 영상 이해 정도에도 차이가 존재한다 [2, 3]. 영상 배속을 더욱 효과적으로 활용하기 위해, 다양한 요소를 기반으로 영상 배속을 자동으로 조절하기 위한 연구도 수행되었다 [4, 5, 6, 7]. 하지만 기존 연구 결과는 각 사용자의 고유한 영상 시청 패턴이 반영되지 않아, 개인화 된 자동 영상 배속 조절에 활용하기 어렵다는 한계가 존재한다.

* "본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 2024년도 SW중심대학사업의 결과로 수행되었음"(2023-0-00042)

이에 본 연구에서는 사용자가 시청하는 영상의 특성과 사용자 배속 조절 간의 관계를 기반으로 개인화된 영상 배속 조절 예측 모델을 만들고자 한다. 사용자의 영상 패턴 분석 대상 플랫폼으로 YouTube를 선정하고, 사용자의 YouTube 영상 시청 로그를 수집하는 모바일 앱을 구현했다. 사용자 스테디를 통해 11명의 사용자를 대상으로 영상 시청 및 배속 조절 로그 데이터를 수집하고, 이를 기반으로 개인화된 영상 배속 조절 예측 모델을 만들었다. 이를 통해 개인화 된 자동 배속 조절 알고리즘의 활용 가능성을 확인했다.

2. 관련 연구

2-1. 영상 배속 조절 및 효과

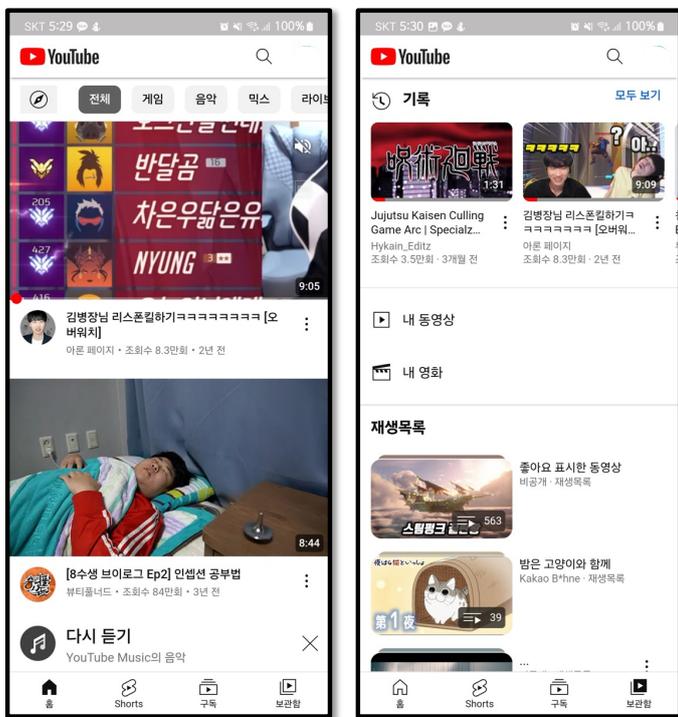
김이길[1]은 미세 배속을 다양한 동영상에 적용하여 콘텐츠 종류별로 사용자의 선호 배속에 차이가 있음을 확인했다. 영상의 배속에 영상 콘텐츠 이해 정도에도 차이가 있다. Lang et al. [2]은 온라인 학습 상황에서 적절하게 배속 조절을 해주면 학생의 학습 성과를 향상할 수 있음을 밝혔으며, Chung et al. [3]은 점진적인 배속 조절이 학습 성과 향상에 효과적으로 활용될 수 있음을 확인했다.

2-2. 자동 영상 배속 조절

배속 조절에 따른 사용자의 선호 및 효과 등에 따라, 영상 재생 속도를 자동으로 조절하기 위한 다양한 연구가 수행되었다. 사용자의 신체 상태를 기반으로 영상 배속을 조절한 연구로, 사용자의 머리 위치를 추적하여 사용자의 상태를 추론하고 이를 기반으로 한 자동 배속 연구[4], 사용자의 웃음을 포착하여 사용자의 상태를 추론하고 이를 자동 배속 조절에 반영한 연구[5] 등이 있다.

사용자의 상태와 상관없이, 영상 자체의 특성을 기반으로 자동 배속 조절을 시도한 연구도 있다. Furlan et al. [6]은 영상 내의 소리 변화를 감지하고 이에 기반한 빨리 감기를 수행했다. 청각적 요소가 아닌 시각적인 요소에 집중한 Cheng et al. [7]은 영상 프레임의 변화를 감지하여 자동 배속을 수행하는 시스템을 제작했다. 여기서 비디오 카테고리마다 배속 만족도가 달랐음을 제시하여 카테고리와의 연관 가능성을 제시했다.

기존 연구는 영상 배속 조절의 효과를 확인하고, 다양한 요소를 기반으로 영상 배속 자동 조절 시스템을 개발했지만, 개별 사용자의 영상 소비 패턴을 반영하지 않아 개인화된 자동 배속 조절에 활용하기 어렵다는 한계가 존재한다. 본 연구에서는 개별 사용자의 영상 배속 사용 패턴을 기반으로, 개인화된 자동 영상 배속 조절 모델을 개발하고 그 활용성을 확인한다.



[그림 1] 실험용 Flutter 앱 실행화면

3. 영상 시청 데이터 수집

3-1. 유튜브 모바일 웹앱 개발

Flutter를 활용해 사용자의 영상 시청 데이터를 수집할 수 있는 YouTube 모바일 웹앱을 개발했다 [그림 1]. Flutter의 라이브러리인 InAppWebView²를 활용해 웹뷰를 구현해서, 사용자는 모바일 웹에서 YouTube에 접속할 때와 동일한 시청 경험을 할 수 있다. 사용자가 해당 앱으로 YouTube 영상을 시청하면 영상 시청 로그 데이터가 Google Firebase Realtime Database³에 실시간으로 저장된다. 영상 시청 로그 데이터로, **영상 시청 로그 데이터**(익명화된 사용자ID, 시청 영상 URL, 시청 시각, 재생 시간 등) 그리고 **배속 조절 로그 데이터**(앞/뒤 이동, x1.0, x1.25, x1.5, x1.75, x2.0 등의 배속 조절, 영상을 꼭 눌러 2배속 사용 등)를 수집했다.

3-2 영상 시청 로그 데이터 수집

해당 모바일 웹앱을 활용해 일반 사용자의 영상 시청 로그 데이터를 수집하기 위해 11명의 20대 참여자(남성 6명, 여성 5명)를 모집했다. 참여자에게 연구 목적과 수집되는 데이터를 설명하고 동의를 얻었다. 데이터 수집은 2024년 4월 11일부터 4월 18일까지 7일간 진행했으며, 데이터 수집이 완료된 후 각 참여자에게 참여 보상으로 2만원을 제공했다.

4. 영상 배속 조절 예측 모델 개발

7일간 총 1,279개의 영상 시청 데이터를 수집했다. 그 중 7일간 영상 시청 데이터가 50개 이상이며, 그중 배속 조절을 사용한 영상 비율이 30% 이상인 참여자의 데이터를 예측 모델에 사용했다 [표 1].

[표 1] 모델에 활용된 실험 참여자의 데이터

	참여자1	참여자2	참여자3
영상시청개수	96개	136개	53개
배속시청비율	34%	44%	60%

다음 7가지 특성을 기반으로, 각 영상에서 참여자의 배속 조절 사용 여부를 판단하는 이진 분류 모델을 개발했다.

- 해당 영상의 총길이 (예: 20분)
- "뒤로 이동" 한 횟수 (예: 1회)
- "앞으로 이동" 한 횟수 (예: 2회)
- "꼭 눌러 2배속" 한 횟수 (예: 0회)
- 하루 중 영상 시청 시간대 (예: 16시)
- 실제 영상을 시청한 시간 (예: 10분 11초)
- 사용자가 해당 카테고리에서 배속한 비율 (예: 21%)

² <https://inappwebview.dev/>

³ <https://firebase.google.com/>

배속 조절 사용 여부를 예측하는 모델을 구축하기 위해, scikit-learn (ver.1.3.2)의 RandomForestClassifier를 사용했다. GridSearchCV를 활용하여 최적의 하이퍼 파라미터를 탐색하고, 참여자별로 max_depth: 20, 10, 40, min_samples_leaf: 2, 2, 4, min_samples_split: 2, 5, 5, n_estimators: 10, 20, 10을 사용했다. K-Fold 교차 검증(K=3)으로 모델 성능을 평가한 결과는 [표 2]와 같다.

[표 2] 참여자별 배속 조절 예측 모델 교차 검증 결과

	참여자1	참여자2	참여자3
Accuracy	74.6%	66.2%	60.8%
Precision	68.9%	63.1%	64.9%
Recall	57.6%	51.7%	84.8%
F1 Score	61.8%	56.4%	72.9%

참여자별로 성능에 차이가 있지만, 전반적으로 개별 사용자의 영상 시청 로그 데이터 및 배속 조절 로그 데이터에 기반하여 영상 배속 조절 사용 여부 예측이 가능함을 확인할 수 있었다. RandomForestClassifier의 feature_importances_ 속성을 확인한 결과, 각 특성의 Mean Decrease in Impurity (MDI) 값은 영상의 총길이 0.32, 카테고리 별 배속 비율 0.23, 실제 영상 시청 시간 0.17, 시청 시간대 0.16 이었다. 따라서 영상의 총 길이가 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이런 특성들은 개인마다 다른 특성을 보이기 때문에, 개인화된 모델을 개발함으로써 유의하게 사용자의 배속 시청 유무를 예측할 수 있다.

5. 결론 및 향후 연구

본 연구에서는 사용자의 영상 시청 및 배속 조절 로그 데이터를 수집하기 위한 YouTube 모바일 웹앱을 개발하고, 이를 활용해 실제 사용자의 영상 시청 데이터를 수집했다. 수집된 데이터를 학습해 개인화된 영상 배속 조절 예측 모델을 개발하고, 교차 검증을 통해 개인화 된 자동 배속 조절 알고리즘의 활용 가능성 및 예측에 영향을 끼치는 중요한 특성을 확인했다. 이렇게 개인화된 배속 예측 모델을 고도화하면 추후 개인의 영상 시청 상황에서 사용자의 직접적인 개입없이 적절한 배속을 자동으로 조절하는 데 활용할 수 있다.

본 연구는 소수의 참여자를 대상으로 개인화 된 모델을 개발하고 평가했으며, 짧은 수집 기간으로 인해 수집된 데이터의 양도 적었다는 한계가 있다. 향후 연구에는 충분한 데이터 수집 기간 및 더 많은 참여자를 확보하여 모델의 안정성을 높이고자 한다.

참고 문헌

- [1] 김이길. "WSOLA를 이용한 동영상 미세배속 재생 서비스에 대한 콘텐츠별 배속 선호도 분석 연구", Journal of Digital Contents Society, 16, 2, 291-298, 2015
- [2] David Lang, Guanling Chen, Kathy Mirzaei, and Andreas Paepcke. "Is faster better? a study of video playback speed", Proceedings of the Tenth International Conference on Learning Analytics & Knowledge, 260-269, 2020
- [3] Yu-Jung Chung, Chen-Wei Hsu, Meng-Hsun Chan, and Fu-Yin Cherng. "Enhancing ESL Learners' Experience and Performance through Gradual Adjustment of Video Speed during Extensive Viewing", Extended Abstracts of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1-7, 2023
- [4] Sunghyun Song, Jeong-ki Hong, Ian Oakley, Jun Dong Cho, and Andrea Bianchi. "Automatically Adjusting the Speed of E-Learning Videos", Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, 1451-1456, 2015
- [5] Naoto Nishida, Hinako Nozaki, and Buntarou Shizuki. "Laugh at Your Own Pace: Basic Performance Evaluation of Language Learning Assistance by Adjustment of Video Playback Speeds Based on Laughter Detection", Proceedings of the Ninth ACM Conference on Learning @ Scale, 368-373, 2022
- [6] Vinicius Furlan, Ruzena Bajcsy, and Erickson Nascimento. "Fast forwarding egocentric videos by listening and watching", Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops, 2504-2507, 2018
- [7] Kai-Yin Cheng, Sheng-Jie Luo, Bing-Yu Chen, and Hao-Hua Chu. "SmartPlayer: user-centric video fast-forwarding", Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 789-798, 2009