

타일 기반 360 영상 스트리밍을 위한 타일 병합 구현

장동민, 정종범, 이순빈, Tuan Thanh Le, 류일웅, 류은석
가천대학교

dogzz9445@gc.gachon.ac.kr, uof4949@gc.gachon.ac.kr, soon0698@gc.gachon.ac.kr,
tuanlt@gc.gachon.ac.kr, dlfdnd96@gc.gachon.ac.kr, esryu@gachon.ac.kr

Implementing Tile Merging for Tile based 360 Video Streaming

Dongmin Jang Jong-Beom Jeong Soonbin Lee
Tuan Thanh Le Il-Woong Ryu Eun-Seok Ryu
Gachon University

요 약

본 논문에서는 타일(tile) 기반 360 영상 스트리밍을 위해 Motion Constrained Tile Set(MCTS)을 적용하여 부호화된 영상을 독립적으로 전송하였을 때 독립적인 타일들을 하나의 영상으로 병합하는(merge) 기법의 제한점을 논의하고 타일 병합기를 구현한다. 360 영상 스트리밍 환경에서 타일 병합 기법을 적용하기 위한 방안으로, 시간적 및 공간적 독립성을 가진 타일들로 구성된 영상들을 이용하여 영상의 특성과 슬라이스 정보를 대체하여 병합된 영상을 생성하는 방법을 제안한다. 또한, 타일들을 병합을 하기위해 일부 영상의 정보를 파싱하여 병합되는 영상 정보를 생성함으로써 송신단의 영상 정보를 이용하지 않고도 영상 병합이 가능해진다. 따라서, 제안하는 방식을 이용하면 미리 구성된 영상 정보로 병합하는 방법으로부터 더 나아가 영상 특성으로 인한 제한점을 해결하여 서로 다른 영상으로부터 분할된 타일들을 하나의 영상으로 병합할 수 있다.

1. 서론

최근 고화질 360 영상 콘텐츠의 수집 및 압축 기술과 고화질 동영상 분할 전송 및 통신 기술의 급격한 발전으로 몰입형 실감 미디어인 고화질 360 동영상의 이용이 증가하고 있다. 360 영상을 높은 몰입감으로 이용하기 위해 고화질 영상과 사람의 인지에 효과적인 기법들이 요구되고 있으며, 따라서 효율적인 고화질 360 도 동영상 전송 기법의 중요성이 부각되고 있다.

360 영상을 스트리밍으로 시청하는 환경에서, 사용자의 몰입감을 높이기 위해 적어도 UHD 급 고화질 영상과 전송 시에 낮은 지연시간을 요구한다. 이런 제한적인 조건을 극복하기 위한 360 영상 전송 기법으로 Motion Constrained Tile Set (MCTS) 기법이 적용되었으며, 또한 MPEG-DASH 기법에서 Region of Interest (ROI)에 따른 적응적 스트리밍을 지원한다 [1]. MCTS 기법은 영상의 각 타일을 공간적 및 시간적으로 별도의 독립성을 적용해 부호화하는 기법이며, 부호화된 영상을 이용하면 각 타일을 독립적으로 전송할 수 있다. 또한 ISO/IEC 14496-12 및 ISO/IEC 14496-15 의 개정판에서 타일들을 적응적으로 스트리밍하기 위해 MPEG-DASH 의 Spatial Relationship Description(SRD)를 일부 수정하여 보장함으로써 고화질 360 영상에서 사용자 시점에 해당하는 타일만 추출하여 전송하고, 사용자는 해당하는 영역만 복호화 및 렌더링하여 기존 영상 대비 낮은 대역폭으로 전송 가능하다.

본 논문에서는 MCTS 기법으로 부호화된 영상과 그 영상들을 MPEG-DASH 에서 ROI 에 따른 적응적 스트리밍을 이용하여 전송된 독립적인 타일들을 병합하기 위한 방식을 제안한다. MPEG-DASH 에서 권장하는 방식인 기초가 되는 비트스트림 파일을 전송하여 해당 비트스트림 파일의 헤더를 이용하여 각 타일에 해당하는 비트스트림을 합치는 방식과 다르게 제안하는 방식은 여러 비트스트림 파일들을 전송받아 비트스트림들의 헤더로부터 VPS, SPS, PPS 정보를 수정하며, 수정된 SPS, PPS 에 따라 각 타일에 해당하는 슬라이스들의 헤더를 수정하는 과정으로 진행된다. 그림 1 은 제안하는 분할 타일 전송과 타일 병합 과정을 보여주며, 해당 과정으로 타일 분할 전송을 진행하면 영상의 일부 특성에 구애받지 않을 수 있다. 본 논문에서는 제안하는 방식과 일부 특성에 대한 내용을 기술하며, 차후 연구를 통해 해상도, 화질 등의 영상 특성에 따른 영상 병합에서의 제한을 해결해야 한다.

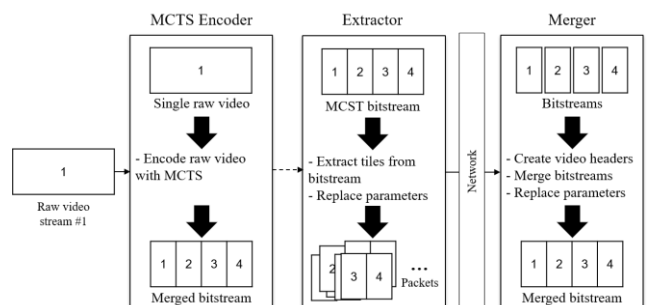


그림 1. 제안하는 분할 타일 전송 및 결합 구조도

2. 관련 연구

360 영상 스트리밍에서 대역폭과 스위칭 지연을 해결하기 위해 타일을 이용한 분할과 적응적인 전송에 관한 연구는 지속적으로 진행 중이다. 영상을 여러 영상으로 분할하여 부호화하는 기존 타일링 기법에서 하나의 영상을 타일별로 독립적으로 부호화하는 MCTS 기법 [2,3,4], 전체 영상에서 각 타일을 구체에 적응적인 각기 다른 화질로 부호화하는 연구, 비트레이트 조절을 이용하여 대역폭과 지연을 개선하는 연구, 타일들을 서로 다르게 분할하여 전송할 최적의 타일 구성을 탐색하는 연구, 머리 움직임 또는 관심 영역에 해당하는 타일들을 예측하여 전송하는 연구, 구체 및 영상 타일에서의 화질 측정 연구 [5], RAP(Random Access Point)에 해당하는 같은 I 슬라이스로부터 서로 다른 화질로 B,P 슬라이스들을 부호화하여 사용자 시점에 적응적으로 스트리밍하는 연구 [6] 등의 여러 연구가 진행되고 있다. 본 논문에서는 분할된 타일들을 병합하기 위한 제한들을 논의하며 같은 해상도를 가진 다른 영상들을 실험하여 결과를 보여준다.

기존의 HEVC 와 SHVC 에 정의된 타일은 병렬 처리를 지원하기 위해 공간적 예측 부호화를 각 타일마다 타일 내부로 예측한다. 하지만, 각 타일들은 예측 부호화를 시간적으로 할 때, 이전 화면의 모든 타일들에 대해서 예측 부호화가 가능하여 이전 화면의 모든 타일이 존재해야지만 복호화 할 수 있는 문제점이 있다. MCTS 는 일시적으로 인코더에서 시간적 움직임 추정시에 AMVP 및 MERGE 모드의 후보 결정에서 타일 경계에서 벗어난 후보를 제외하고 움직임 추정 화소 간의 예측오차 거리를 수정하여 보간 영역이 다른 타일의 픽셀을 포함하지 않도록 제한한다. 또한 독립적인 타일로 구성된 비트스트림 파일로부터 타일과 타일을 구별하기 위해 NAL 단위의 슬라이스를 타일과 1:1 로 병합한다.

3. 타일 병합

타일 병합을 시도하기 위해서는 타일과 슬라이스 구조 및 영상 정보에 대한 문제들을 해결해야한다. 병합되는 타일 구조에서 슬라이스의 너비는 타일의 너비와 동일해야 한다. 또한 타일 간에 Adaptive Loop Filtering 이 적용되지 않아야 하고 시간적으로 서로 다른 위치의 타일들을 참조하지 않아야 한다. 관련 연구에서 제안된 MCTS 가 적용된 타일과 같이 후보 결정 문제와 움직임 보상 시에 다른 타일의 픽셀이 보간 영역에 포함되지 않도록 해야 한다. 마지막으로 VPS, SPS, PPS 및 슬라이스 세그먼트 헤더의 정보를 수정해야한다. 수정해야하는 정보는 다음과 같다 [2,7].

- Video Parameters Set(VPS): Level 및 Tier
- Sequence Parameter Set(SPS): 해상도
- Picture Parameter Set(PPS): 타일 정보
- Slice Segment Header: 슬라이스 어드레스 정보

서로 다른 영상을 타일로 분할하여 병합하기 위해서는 위에서 설명한 수정 사항 외에 영상 간의 초기 Quantization Parameter(QP)가 다른 경우에는 병합되는 비트스트림의 PPS 의 `init_qp_minus26` 에 따라 각 슬라이스마다 `slice_qp_delta` 의 값을 수정해야할 필요가 있다. 또한 Group of Picture(GOP)의 구조가 같아야 하며, 추가적인 Supplemental Enhancement Information(SEI)에 따라 수정된 영상 정보에 따라 동일한 특성 정보를 유지해야한다. 마지막으로 타일 구조를 이룰 때 수직 경계는 영상 중간에서 시작될 수 없다.

3.1. 타일 병합기 구현

타일 병합기는 비트스트림들로부터 VPS, SPS, PPS 파싱하고 일부 정보를 대체한다. 현재 구현된 타일 병합기는 각 비트스트림들이 타일 크기에 맞는 해상도, 타일 정보를 제외한 같은 영상 특성으로 부호화된 비트스트림일 경우에만 정상적으로 작동한다. 그림 2 는 병합기의 기능 흐름도를 나타낸다. 입력 값은 영상 전체 해상도, 수직 및 수평 타일 개수, 수직 및 수평에서의 타일 경계의 위치, 입력으로 들어오는 비트스트림들의 타일 개수, 각 비트스트림이 위치할 타일 번호이다. 입력 값에 따라 병합기는 비트스트림을 순서대로 NAL 단위로 해석하며 VPS, SPS, PPS 정보를 파싱한다. 각 PPS 를 파싱할 때, 병합기는 각 비트스트림의 타일 개수를 구한다. 다음으로 대체되는 VPS, SPS, PPS 정보를 생성하며, SPS 에서는 기존 SPS 정보 중 영상 전체 해상도 정보를 대체하며 PPS 의 `tile_enabled_flag` 옵션을 true 로 수정하고 입력 값인 타일 개수와 경계 위치에 따라 `num_tile_columns_minus1`, `num_tile_rows_minus1` 옵션을 수정한다. 이때, 입력 값인 경계 위치에 따라 `uniform_spacing_flag` 와 수직 및 수평 타일 너비가 정해진다[8]. 이후 `loop_filter_across_tiles_enabled_flag` 를 false 로 설정하고 VPS, SPS, PPS 를 대체되는 비트스트림에 작성한다. 계속해서 파싱되는 슬라이스들을 `slice_reordering_flag` 를 false 설정하고 각 슬라이스를 입력 값인 타일별 번호에 따라 입력되는 비트스트림에서 추출하고 `first_slice_segment_in_pic_flag` 와 `slice_segment_address` 를 수정하고 작성한다. GOP 에 따라 VPS, SPS, PPS 를 병합되는 비트스트림에 작성한다. 현재 구현된 병합기는 서로 다른 초기 QP 를 가지는 비트스트림들을 슬라이스마다 QP 를 계산하여 `slice_qp_delta` 의 값을 수정하지 않는다. 이후 연구를 통해 병합기의 기능 및 성능을 개선해나갈 예정이다. 병합기는 위의 방식으로 진행하여 SPS 의 해상도 정보, PPS 의 타일 정보를 입력 값인 해상도와 타일 정보로 생성 및 대체하며, 각 슬라이스의 슬라이스 주소 정보를 대체한다.

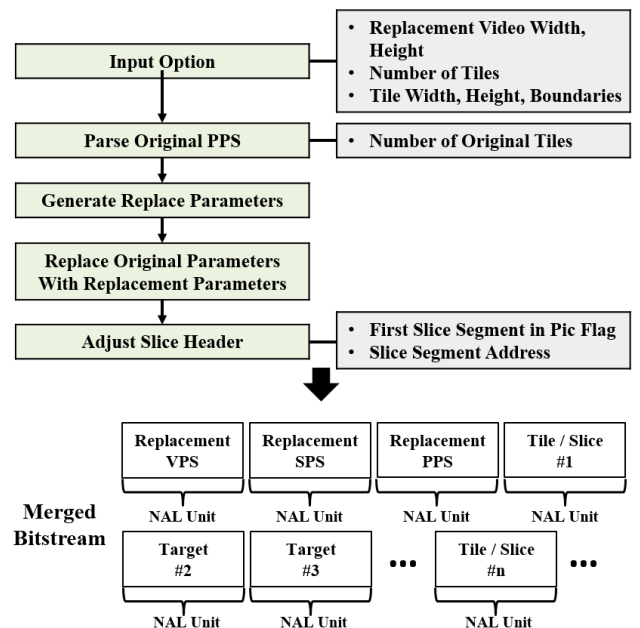


그림 2. 병합기의 기능 흐름도

4. 구현 결과

MCTS 를 이용하여 부호화된 영상은 독립적으로 구성된 영상으로 그림 3 을 보면, 4×2 타일로 구성된 영상으로부터 우측 상단의 타일을 제거하였다. 이처럼 타일과 슬라이스가 1:1 로 매칭되어 일부 슬라이스 정보를 제거하더라도 타일 및 슬라이스간 움직임 추정 과정에서 영향이 없으며 복호화가 성공적으로 이루어짐을 확인하였다. 그림 4 는 4×2 로 타일로 구성된 영상들을 분할하고 독립적인 영상들로 추출하여 하나의 영상으로 병합한 결과를 보여준다. 영상은 DrivingInCountry (3840x1920), AerialCity (3840x1920)이며, 그림 4 의 하단 그림은 상단 화면 붉은색 네모로 이루어진 칸을 확대한 그림으로 타일 간의 경계에서 타일 간의 간섭없이 복호화가 매끄럽게 이루어짐을 확인하였다.



그림 3. 한 타일을 제거한 영상 (AerialCity_3840×1920)



그림 4. 4×2 타일로 병합된 영상 및 경계

5. 결론

본 논문에서는 타일 기반 고화질 360 영상 스트리밍을 진행하기 위한 과정으로 영상 병합 기법에 대해서 제안하였고 결과물을 구현하였다. 제안하는 방법은 VPS, SPS, PPS, 슬라이스 세그먼트 헤더의 일부 정보를 대체한다. 결과적으로, 영상들이 경계 부분에서 왜곡없이 병합됨을 확인하였다. 따라서, 제안하는 방법을 통해 360 영상에서 독립적인 타일들을 효과적으로 병합할 수 있다. 향후 연구에서는 다른 화질, 다른 해상도 등의 제한들을 해결한 병합 기법을 적용할 계획이다.

Acknowledgement

이 논문은 2017 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2017-0-00307, 고품질 VR 콘텐츠 실시간 서비스를 위한 분할영상 스트리밍 기술 개발).

참고문헌

- [1] Cyril Concolato, Jean Le Feuvre, Franck Denoual, Frédéric Mazé, Eric Nassor, Naël Ouedraogo, and Jonathan Taquet, "Adaptive Streaming of HEVC Tiled Videos Using MPEG-DASH." IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2017, 28(8), 1981–1992.
- [2] Yago Sanchez, Ralf Globisch, Thomas Schierl, and Thomas Wiegand, "Low Complexity Cloud-video-Mixing Using HEVC." 2014 IEEE 11th Consumer Communications and Networking Conference (CCNC). IEEE, 2014. p. 213–218.
- [3] Jangwoo Son, Dongmin Jang, and Eun-Seok Ryu, "Implementing 360 video tiled streaming system." Proceedings of the 9th ACM Multimedia Systems Conference. ACM, 2018. p. 512–524.
- [4] Jangwoo Son, Dongmin Jang, and Eun-Seok Ryu, "Implementing motion-constrained tile and viewport extraction for VR streaming." Proceedings of the 28th ACM SIGMM Workshop on Network and Operating Systems Support for Digital Audio and Video. ACM, 2018. P. 61–66.
- [5] Hongding Wang, Vu-Thanh Nguyen, Wei Tsang Ooi, and Mun Choon Chan, "Mixing tile resolutions in tiled video: A perceptual quality assessment." Proceedings of Network and Operating System Support on Digital Audio and Video Workshop. ACM, 2014. p. 25.
- [6] Ramin Ghaznavi-Youvalari, Alireza Zar, Alireza Aminlou, Miska M. Hannuksela, and Moncef Gabbouj, "Shared Coded Picture Technique for Tile-based Viewport-adaptive Streaming of Omnidirectional Video." IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2018.
- [7] Peter Amon, Madhurani Sapre, and Andreas Hutter, "Compressed domain stitching of HEVC streams for video conferencing applications." 2012 19th International Packet Video Workshop (PV). IEEE, 2012. p. 36–40.
- [8] Kiran Misra, Andrew Segall, Michael Horowitz, Shilin Xu, Arild Fuldseth, and Minhua Zhou, "An overview of tiles in HEVC." IEEE journal of selected topics in signal processing 7.6, 2013. p. 969–977.