

HEVC 타일 병렬 부호화시 로드 밸런싱 방법

*, **정순흥, *김연희, *석진욱, *김휘용, *최진수, **박현욱
 *한국전자통신연구원, **KAIST
 *, **zeroone@etri.re.kr, *kimyounhee@etri.re.kr, *jnwseok@etri.re.kr,
 *hykim5@etri.re.kr, *jschoi@etri.re.kr, **hwpark@kaist.ac.kr

Load Balancing Method for HEVC Tile Encoding

Soon-heung Jung, Younhee Kim, Jinwuk Seok, Huiyong Kim, Jin Soo Choi, HyunWook Park
 *Electronics and Telecommunications Research Institute,
 **Korea Advanced Institute of Science and Technology

요 약

본 논문에서는 HEVC 타일 병렬 부호화시 타일간 로드 밸런싱을 통해 부호화 속도를 향상시키는 방법을 제안한다. HEVC 는 병렬 부호화를 통한 부호화기 속도 향상을 위해 타일 단위의 부호화 기법을 제공한다. 하지만, 타일로 나누어진 영역의 부호화 시간 차이는 병렬 부호화를 통한 속도 개선 효과를 감소시킨다. 제안된 방법은 타일간 부호화 시간차이를 고려하여 부호화 옵션을 다르게 적용함으로써 부호화 효율 감소대비 부호화 속도 성능을 개선하였다.

1. 서론

ITU-T/ISO/IEC JCT-VC(Joint Collaborative Team on Video Coding)에서는 AVC/H.264 대비 동일한 화질에서 2 배 이상의 부호화 성능을 제공하는 HEVC(High Efficiency Video Coding) 비디오 부호화 표준 기술을 2013 년 1 월에 개발하였다[1]. HEVC 는 고해상도 비디오의 효율적인 부호화를 고려하여 개발이 진행되었으며, 부호화 속도 향상을 위해 화면을 타일 단위로 분할하여 병렬 부호화가 가능한 구조를 제공한다. 그림 1 은 타일 단위 병렬 부호화의 예로써, 한 화면이 9 개의 타일로 나누어진 형태이다. 화면내 CTU(Coding Tree Unit) 단위의 행과 열로 나누어진 타일은 서로 공간적인 의존성을 차단하여 독립적으로 부호화가 가능한 구조를 가지게 되어 병렬 부호화가 가능하게 된다. 하지만, 프레임별 병렬 부호화를 하지 않는 경우에는, 모든 타일의 부호화가 완료되어야 다음 프레임의 부호화가 시작되는 구조를

가지고 있으므로, 타일별 부호화 시간의 차이가 크게 되면 병렬 부호화를 통한 속도 개선의 효과가 줄어들게 된다. 이를 해결하기 위해 타일별 CTU 의 개수 조정을 통한 로드 밸런싱 방법이 제안되었으나, 다른 타일의 CTU 개수에도 영향을 주게 되는 한계를 갖고 있다[2].

본 논문에서는 HEVC 타일 병렬 부호화시 타일간의 부호화 옵션을 다르게 적용하여 부호화 속도를 개선하는 방법을 제안한다. 2 절에서는 타일 병렬 부호화 성능에 대한 실험 결과에 대해서 설명한다. 3 절에서는 제안하는 로드 밸런싱 방법에 대해서 설명하고, 실험 결과를 보여준다. 마지막으로 4 절에서 결론을 맺는다.

2. 타일 병렬 부호화 성능

타일 병렬 부호화의 성능을 확인하기 위해 HM16.0 을 기반으로 OpenMP 를 사용하여 타일 병렬 부호화를 구현하고, E5-2690 v2 기반 2-way 서버에서 실험을 진행하였다. 실험에 사용된 영상은 3840×2160 픽셀의 UHD(Ultra High-definition) 해상도를 가지는 세계의 영상으로, 부호화 정보는 표 1 과 같다(<http://ultravideo.cs.tut.fi/#testsequences>).

표 1. 테스트 영상의 부호화 정보

Sequence	Frame rate	Encoding frames	Encoder configuration	QPI	Tile 개수 및 모양
Jocky	60	10	Intra-only configuration	22, 27,	4(2x2),
YachtRide	60			32, 37	9(3x3),
ReadySetGo	60				16(4x4)

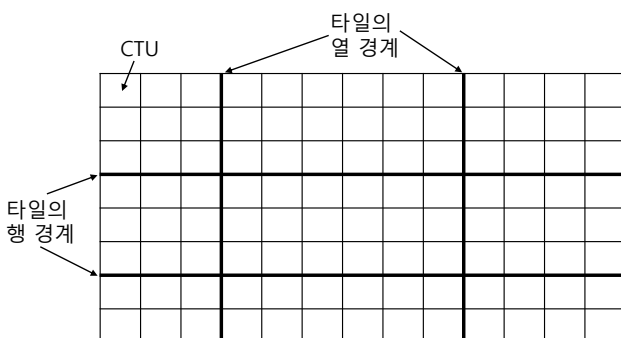


그림 1. 타일 단위 병렬 부호화

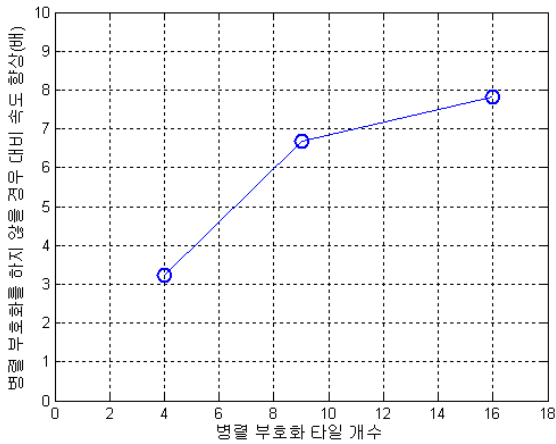
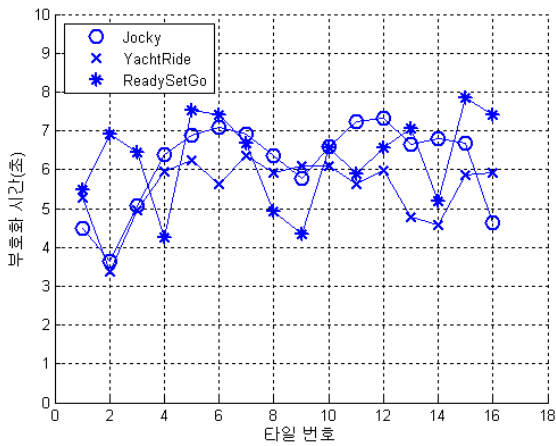
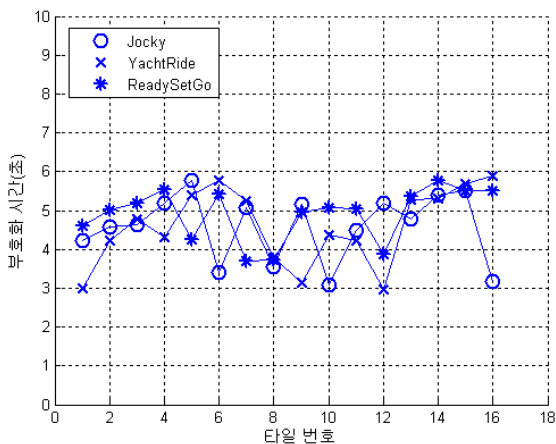


그림 2. 병렬 부호화 타일 개수에 따른 부호화 속도 향상

그림 2는 병렬 부호화 타일 개수에 따른 부호화 속도 향상 결과를 보여준다. 타일 개수 4, 9 로 병렬 부호화시 속도가 약 3, 7 배 증가하였지만, 타일 개수 16 에서는 약 8 배로 부호화 속도의 향상 폭이 줄어드는 것을 확인할 수 있다.



(a)



(b)

그림 3. 첫번째 프레임에서 타일 별 부호화 시간: (a) QPI: 22, (b) QPI: 32

그림 3은 테스트 영상의 첫번째 프레임에서 타일 인덱스에 따른 부호화 시간을 보여준다. 타일별로 부호화에 소요되는 시간의 차이가 발생하며, QPI 22 에서 Jockey 영상의 경우 타일별로 부호화에 소요되는 시간이 3.6 초에서 7.3 초로 2 배의 이상의 차이가 발생하였다. 타일 부호화의 구조상 모든 타일의 부호화가 완료되어야 다음 단계의 부호화가 진행되므로, 이러한 부호화 시간의 차이는 병렬 부호화를 통한 속도 향상의 효과를 감소시킨다. 즉, 그림 2 에서 16 개의 타일을 병렬 부호화함에도 불구하고, 부호화 속도의 향상 폭은 약 8 배에 머물게 하는 주요 요인이 된다.

3. 타일 로드 밸런싱 방법

타일별 부호화시 소요되는 시간의 차이를 줄이기 위한 방법으로 타일 내 부호화 옵션을 다르게 적용하는 방법을 모색하였다. 즉, 부호화 시간이 많이 걸릴 것으로 예측되는 타일에 부호화 옵션을 다르게 적용하여, 해당 타일의 부호화 시간을 줄임으로써 전체적인 부호화 속도가 개선될 수 있도록 하였다. 차등적으로 적용할 수 있는 부호화 옵션으로 화면내 예측에 사용되는 PU(Prediction Unit)의 크기를 이용하였다. 표 2 는 부호화시 제외되는 PU 크기에 따른 실험 결과이다. ATS(Average Time Saving)는 anchor 대비 부호화 시간의 감소 폭을 나타낸다. Anchor 로는 16 개의 타일을 병렬 부호화한 실험 결과를 사용하였다. BD-rate 은 luma 에 대한 Bjontegaard Delta-rate 값이다[3]. 4x4 크기의 PU 에 대한 부호화를 생략하는 경우, 43.58%의 부호화 시간이 감소하였고, BD-rate 가 0.55% 증가하였다.

표 2. 부호화시 제외되는 PU 크기에 따른 실험 결과

부호화시 제외되는 PU 크기	ATS	BD-rate
64x64	7.37%	0.24
32x32	8.24%	2.63
16x16	10.45%	3.59
8x8	18.84%	2.52
4x4	43.58%	0.55

로드 밸런싱을 위해 타일의 상대적인 부호화 시간을 예측하여, 부호화 옵션을 그대로 사용하는 정상 모드와 4x4 크기의 PU 를 부호화시 제외하는 고속 모드를 차등적으로 적용하였다. 그림 4 는 제안하는 방법으로 프레임이 부호화되는 순서도를 나타낸다. POC(Picture Order Count)의 값이 0 인 첫번째 프레임에서 타일별 부호화 시간을 확인하여 최소 시간 ET_min 을 설정하고, 이후 최소 값과의 비율을 통해서 정상 모드 또는 고속 모드를 적용하였다. EM(Encoding Mode)은 타일에 적용된 부호화 옵션에 따라 정상 모드 또는 고속 모드를 나타낸다. k 는 프레임 순서로 k-1 은 직전에 부호화된 프레임을 뜻하며, i는 타일 인덱스를 나타낸다.

표 3 은 표 1 의 테스트 영상으로 제안한 로드 밸런싱 방법을 적용한 실험 결과를 나타낸다. 부호화 시간은 22.4% 감소하였고, BD-rate 값은 0.25% 증가하는 결과를 확인하였다.

참고문헌

[1] B. Bross, W. J. Han, J.-R. Ohm, G. J. Sullivan, T. Wiegand, " High Efficiency Video Coding (HEVC) text specification draft 10 (for FDIS & Consent)" JCT-VC document, JCTVC-L1003, Jan. 2013.

[2] Y. J. Ahn, T. J. Hwang, D. G. Sim, and W. J. Han, " Complexity model based load-balancing algorithm for parallel tools of HEVC" , VCIP, Nov. 2013.

[3] G. Bjontegaard, " Calculation of average PSNR differences between RD-curves" , ITU-T Q6/SG16, Doc. VCEG-M33, Apr. 2001.

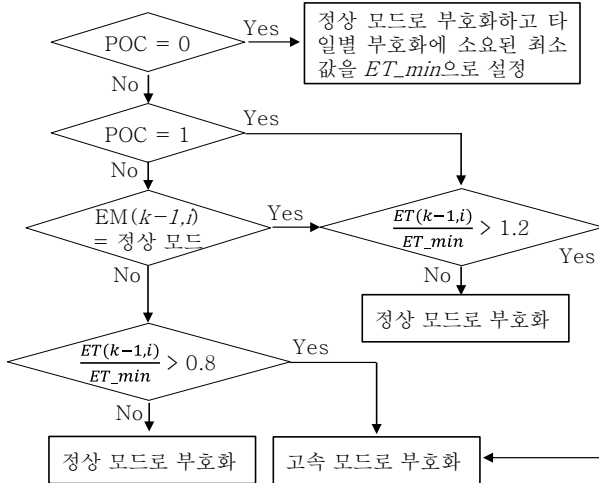


그림 4. 타일 로드 밸런싱을 위한 순서도

표 3. 타일 로드 밸런싱을 적용한 실험 결과

Sequence	QPI	BD-rate	ATS
Jocky	22	0.14	19.71%
	27		19.24%
	32		15.36%
	37		9.70%
YachtRide	22	0.27	12.65%
	27		31.52%
	32		22.65%
	37		25.87%
ReadySetGo	22	0.33	31.90%
	27		30.47%
	32		10.45%
	37		39.24%
Avg.		0.25	22.40%

4. 결론

본 논문에서는 HEVC 타일 병렬 부호화시 타일의 개수에 따른 부호화 속도 향상에 대한 실험을 진행하였으며, 타일별 부호화에 소요되는 시간의 차이로 인해서 병렬 부호화의 효과를 최대화 시키지 못하고 있음을 확인하였다. 또한, 타일에 따라 부호화 옵션을 차등 적용하여 부호화 효율 감소를 최소화하면서 부호화 속도를 향상시키는 방법을 제안하였다. 제안한 방법을 통해 0.25%의 BD-rate 증가를 가지면서 22.4%의 부호화 시간을 단축시킬 수 있음을 확인하였다.

감사의 글

이 논문은 2015 년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. B0101-15-295, 초고품질 콘텐츠 지원 UHD 실감방송/디지털시네마/사이버니지 융합서비스 기술 개발)