

## 복소 홀로그램의 압축을 위한 타일링 방법 분석

\*최장환 \*김우석 \*박병서 \*\*오관정 \*서영호

\*광운대학교 \*\*한국전자통신연구원

\*wkdghks1206@kw.ac.kr \*kws@kw.ac.kr \*bspark@kw.ac.kr \*yhseo@kw.ac.kr

## Analysis of Tiling Methods for Compression of Complex Holograms

\*Jang-Hwan Choi \*Woosuk Kim \*Byung-Seo Park \*\*Kwan-Jung Oh \*Young-Ho Seo

\*Kwangwoon University \*\*ETRI

### 요약

본 논문에서는 복소 홀로그램 압축을 위해 타일링을 사용한 결과를 비교하고 이를 분석한다. 복소 홀로그램의 실수부와 허수부를 1024x1024의 크기로 타일링하여 코덱의 입력으로 사용한다. area-based tiling과 pixel-based tiling을 사용하여, JPEG2000 코덱 내부에서 적용할 수 있는 타일링 방법과 비교하고, 디코딩된 홀로그램의 SNR(Signal-to-Noise Ratio)과 수치적 복원 결과를 분석한다.

### 1. 서론

DWT 기반 압축에서 입력 해상도의 증가는 메모리 사용량, 압축 속도 등에 영향을 끼친다. JPEG2000에서는 코덱 내부에서 타일링(Tiling)을 사용할 수 있으며[1], 각 부분을 독립적으로 압축하기 때문에, 앞서 말한 영향을 감소시킬 수 있다. 하지만, 낮은 비트 전송률에서는 Block boundary artifacts가 발생할 수 있어[2], 사용에 주의가 필요하다.

본 논문에서는 타일링 방법에 따른 홀로그램 압축 결과를 비교하고 이를 분석한다. 2장에서는 홀로그램 압축에 대한 전체 순서를 설명하고, 사용된 타일링 방법에 대해 서술한다. 3장에서는 홀로그램 압축 및 복원 결과를 비교한다. 각 타일링 방법에 대한 차이점을 분석하고, 4장에서 결론을 맺는다.

### 2. 타일링을 사용한 홀로그램 압축 방법

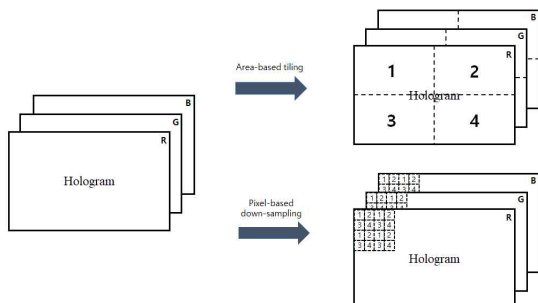


그림1. 타일링 방법

본 논문에서는 그림 1과 같이 홀로그램 압축에 두 가지 타일링 방식을 분석한다. 첫 번째 방식인 area-based tiling은 일정 영역만큼의 작

은 홀로그램으로 분리하여 encoding과 decoding을 진행하고, 다시 병합하여 원본 해상도의 홀로그램을 생성한다. 두 번째 방식인 pixel-based tiling은 분리할 수만큼의 픽셀 단위로 나눠서 encoding과 decoding을 진행하고, 원래의 픽셀 위치로 되돌려 원본 해상도의 홀로그램을 생성한다.

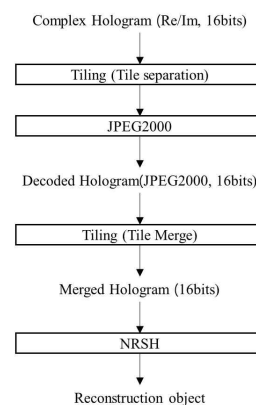


그림2. 홀로그램 압축 및 복원 순서도

### 3. 실험 결과

본 논문에서는 JPEG Pleno의 복소 홀로그램을 사용하였다[3]. 그림 3은 실험 환경이며 Tiling size는 1024x1024, 압축률은 3가지로 비교하였다. 그림 4와 그림 5는 area-based tiling과 pixel-based tiling을 사용한 홀로그램과 JPEG200 내부 타일링 방법이 적용된 홀로그램들의 압축 결과이다. 홀로그램의 성능은 SNR, SSIM으로, 복원결과는 PSNR,

SSIM으로 측정되었다. area-based tiling을 사용한 홀로그램과 JPEG 내부의 타일링 방법은 SNR이 거의 같은 것을 확인하였으며, pixel-based tiling의 SNR은 다른 방법에 비해 낮은 것을 확인할 수 있다.

JPEG2000						
name	Total resolution		tiling resolution		tiling method	num tile
	width	height	width	height		
Deep Chess	16384	2048	1024	1024	area	32
					area	32
					area	32
					pixel	32
					pixel	32
					default	-
					default	-
Deep Dices2k	2048	2048	1024	1024	area	4
					area	4
					area	4
					pixel	4
					pixel	4
					default	-
					default	-

그림 3. 실험 환경

JPEG2000		BPP		Hologram					
name	tiling method	Target	Result	SNR			SSIM		
				B	G	R	B	G	R
Deep Chess	area	0.10	0.10	0.64			0.08		
	area	0.50	0.49	2.01			0.31		
	area	2.00	1.98	5.83			0.68		
	pixel	0.10	0.10	0.20			0.03		
	pixel	0.50	0.49	0.99			0.13		
	pixel	2.00	1.98	3.89			0.47		
	default	0.10	0.10	0.70			0.08		
	default	0.50	0.50	2.10			0.30		
	default	2.00	1.98	6.15			0.68		
Deep Dices2k	area	0.75	0.74	1.15	1.18	0.86	0.15	0.15	0.11
	area	1.50	1.49	2.15	2.13	1.61	0.26	0.25	0.20
	area	3.00	2.97	3.84	3.69	3.00	0.43	0.42	0.36
	pixel	0.75	0.74	0.72	0.79	0.87	0.05	0.06	0.05
	pixel	1.50	1.48	1.36	1.34	1.44	0.13	0.11	0.11
	pixel	3.00	2.97	2.37	2.44	2.48	0.23	0.21	0.19
	default	0.75	0.74	1.18	1.24	1.03	0.15	0.14	0.09
	default	1.50	1.49	2.20	2.23	1.88	0.26	0.24	0.19
	default	3.00	2.98	3.86	3.88	3.20	0.43	0.41	0.34

그림 4. 타일링 실험 홀로그램 결과

JPEG2000		BPP		Reconstruction					
name	tiling method	Target	Result	PSNR			SSIM		
				B	G	R	B	G	R
Deep Chess	area	0.10	0.10	20.44			0.67		
	area	0.50	0.49	22.60			0.63		
	area	2.00	1.98	29.01			0.55		
	pixel	0.10	0.10	18.93			0.35		
	pixel	0.50	0.49	20.28			0.33		
	pixel	2.00	1.98	23.78			0.27		
	default	0.10	0.10	20.78			0.67		
	default	0.50	0.50	22.89			0.65		
	default	2.00	1.98	28.24			0.55		
Deep Dices2k	area	0.75	0.74	12.81	12.50	10.72	0.19	0.18	0.13
	area	1.50	1.49	14.33	13.83	11.86	0.34	0.31	0.23
	area	3.00	2.97	16.48	15.81	13.73	0.52	0.50	0.42
	pixel	0.75	0.74	11.39	11.34	9.95	0.09	0.10	0.09
	pixel	1.50	1.48	12.53	12.46	11.19	0.18	0.18	0.17
	pixel	3.00	2.97	14.08	13.49	12.18	0.31	0.30	0.28
	default	0.75	0.74	12.73	12.49	10.53	0.19	0.18	0.12
	default	1.50	1.49	14.32	13.95	12.14	0.34	0.32	0.25
	default	3.00	2.98	16.48	15.83	13.75	0.52	0.49	0.40

그림 5. 타일링 실험 홀로그램 복원 결과

그림 6은 각각의 방법으로 0.1 bpp에 대하여 압축 후 복원한 결과이다. 고압축률에서 tiling의 특성상 Block boundary artifacts가 발생하였고, pixel-based tiling은 다른 방법들에 비해 그 정도와 빈도가 더 뚜렷하게 나타나는 것을 확인할 수 있다.

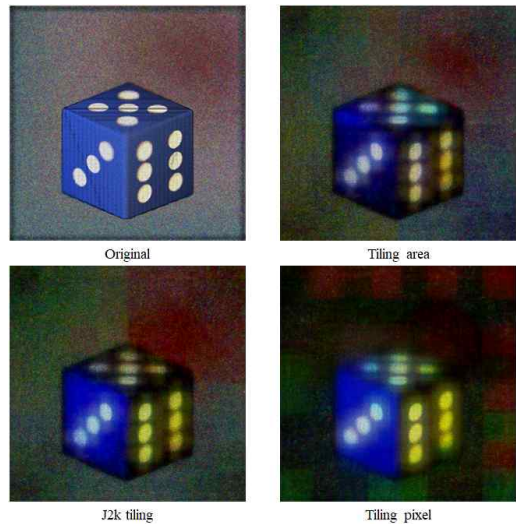


그림 6. DeepDices2k, 0.75 BPP 압축 홀로그램 복원 결과

#### 4. 결론

본 논문에서는 area-based tiling 과 pixel-based tiling 방식을 사용하여 JPEG2000 코덱 내부에서 적용할 수 있는 타일링 방법과 비교하여 결과를 보였다. area-based tiling 방식은 고압축과 저압축 모두 JPEG2000의 타일링 방법과 유사한 결과를 보였다. 반면 pixel-based tiling 방식은 고압축에서 다른 방식보다 낮은 결과를 보였다. 홀로그램의 각 화소는 상관관계가 매우 적은 뿐만 아니라, Global transform인 DWT를 사용하는 JPEG2000임에도 이와 같은 차이를 보였다. 따라서 홀로그램의 특성을 더 활용할 수 있는 코덱, 타일링 방법이 필요하며, 본 연구가 추후 다양한 홀로그램 압축 연구에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대한다.

#### Acknowledgement

이 논문은 2021년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(2018R1D1A1B07043220).

#### Reference

- [1] J.J. Kim, J.W. Hong, "Overview of JPEG2000 Still Image Coding Technology", Electronics and Telecommunications Trends, v.17 no.4, 2002.08
- [2] Ho-Young Kim, Hyung-Jun Kim, Yeoung-Geon Seo, "Correlation of ROI Coding Parameters and ROI Coding Methods in JPEG2000", The Journal of the Korea Contents Association v.6 no.10, 2006
- [3] JPEG Pleno <http://plenodb.jpeg.org/>