특집논문 (Special Paper)
방송공학회논문지 제25권 제3호, 2020년 5월 (JBE Vol. 25, No. 3, May 2020)
https://doi.org/10.5909/JBE.2020.25.3.346
ISSN 2287-9137 (Online) ISSN 1226-7953 (Print)

VVC의 화면간 가중 양예측(BCW)을 위한 효율적인 가중치 시그널링 기법

박 도 현[a)], 윤 용 욱[a)], 이 진 호[b)], 강 정 원[b)], 김 재 곤[a)‡]

An Efficient Weight Signaling Method for BCW in VVC

Dohyeon Park[a)], Yong-Uk Yoon[a)], Jinho Lee[b)], Jungwon Kang[b)], and Jae-Gon Kim[a)‡]

요 약

표준화 마무리 단계인 차세대 비디오 부호화 표준 VVC(Versatile Video Coding)는 HEVC(High Efficiency Video Coding) 보다 두 배 이상의 압축 성능을 달성하기 위해 다양한 기술들을 채택하고 있다. VVC는 GPB(Generalized P and B) 슬라이스에서의 양예측(bi-prediction) 기법의 성능 향상을 위하여 두 예측신호에 다양한 가중치를 적용하여 최종 예측신호를 생성하는 BCW(Bi-prediction with CU-level Weight)를 채택하였다. BCW 가중치는 가용한 참조픽처 중 재생 순서상 미래 픽처의 존재 유무를 지시하는 신택스(syntax) 요소인 NoBackwardPredFlag에 따라 적응적으로 시그널링 된다. 이러한 신택스 구조는 비디오 코덱의 유연성을 저해하고 비트스트림 파싱(parsing) 단계에서의 의존성 문제를 야기한다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 가중치 전송에서 기존의 조건 판단 없이 가능한 모든 가중치를 허용하는 기법을 제안하였으며, 부호화기에서의 다양한 가중치 탐색을 통해 제안방법의 성능을 확인하였다. 제안된 기법은 제기된 문제를 해결하면서도 실험결과 3개의 가중치 탐색을 수행하였을 때 무시할 정도의 BD-rate 손실과 5개의 가중치 탐색을 수행하였을 때 다소의 부호화 성능 향상을 확인하였다.

Abstract

Versatile Video Coding (VVC), a next-generation video coding standard that is in the final stage of standardization, has adopted various techniques to achieve more than twice the compression performance of HEVC (High-Efficiency Video Coding). VVC adopted Bi-prediction with CU-level Weight (BCW), which generates the final prediction signal with the weighted combination of bi-predictions with various weights, to enhance the performance of the bi-predictive inter prediction. The syntax element of the BCW index is adaptively coded according to the value of NoBackwardPredFlag which indicates if there is no future picture in the display order among the reference pictures. Such syntax structure for signaling the BCW index could violate the flexibility of video codec and cause the dependency issue at the stage of bitstream parsing. To address these issues, this paper proposes an efficient BCW weight signaling method which enables all weights and parsing without any condition check. The performance of the proposed method was evaluated with various weight searching methods in the encoder. The experimental results show that the proposed method gives negligible BD-rate losses and minor gains for 3 weights searching and 5 weights searching, respectively, while resolving the issues.

Keyword : VVC, VTM, BCW, Inter Prediction, Bi-prediction

Copyright Ⓒ 2020 Korean Institute of Broadcast and Media Engineers. All rights reserved.
"This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons BY-NC-ND (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and not altered."

I. 서 론

최신 비디오 압축 표준인 HEVC(High Efficiency Video Coding)/H.265는 디지털 방송, 비디오 스트리밍, 영상 기기 등 다양한 분야에서의 HD 및 4K UHD(Ultra HD)의 고화질 비디오를 위한 코덱으로 확산되고 있다[1]. 최근 5G 모바일 인프라와 함께 360도 비디오/VR 서비스가 도입되고 6DoF(Degree of Freedom)의 자유도를 제공하는 몰입형(immersive) 미디어가 새롭게 부각되고 있으며, 이러한 방대한 데이터량을 가지는 새로운 비디오의 등장과 동반되는 비디오 트래픽의 폭증은 보다 높은 압축 성능의 표준 코덱을 지속적으로 요구하고 있다. 이에 따라 비디오 압축 전문가 그룹인 ISO/IEC MPEG(Moving Picture Experts Group)과 ITU-T VCEG(Video Coding Experts Group)은 새로운 비디오 압축 표준화를 위해 공동으로 JVET(Joint Video Experts Team)을 출범하였다.

JVET은 다양한 형태의 비디오 압축을 수용한다는 의미에서 내세워 새로운 비디오 표준의 이름을 VVC(Versatile Video Coding)으로 명명하고 HEVC 대비 동일한 화질에서 50% 비트율 감소를 목표로 표준화를 진행하고 있으며, 현재 DIS(Draft International Standard) 단계로 표준화 마무리 단계에 있다[2]. 또한 JVET은 매 회의의 결과로 VVC의 참조 소프트웨어인 VTM(VVC Test Model)을 공개하고 있다[3]. 2020년 1월 제17차 JVET 미팅의 결과인 VTM8.0은 화면내 예측만 수행하는 AI(All Intra) 부호화모드에서 HEVC 대비 약 24%의 성능향상을 보이고 RA(Random Access)에서는 약 35%의 성능향상이 확인되었다[4].

VVC의 화면간 예측 부호화 기법은 크게 움직임 벡터를 효율적으로 부호화하기 위한 기법과 움직임 보상을 효율적으로 수행하기 위한 기법으로 나눌 수 있다. 움직임 벡터 부호화 기법에는 MMVD(Merge with Motion Vector Difference), SMVD(Symmetric MVD) 등이 있으며 효율적인 움직임 예측 및 보상 기법은 BDOF(Bi-Directional Optical Flow), GPM(Geometric Partitioning Mode), BCW (Bi-prediction with CU-level Weight), CIIP(Combined Inter and Intra Prediction) 등이 있다[5]. JVET에서는 이러한 화면간 예측 부호화 기법들의 부호화 성능 향상 및 복잡도 간소화 측면에서 다양한 기법들이 제시되어 반영되어 왔다[6-8]. 또한, HEVC에서와 달리 VVC에서는 다양한 예측 모드들이 채택됨에 따라서 모드 탐색 및 전송의 복잡도가 크게 증가하였으며, 이를 해결하기 위해 모드를 탐색하고 전송할 때 있어 다양한 표준적 제한들이 채택되었다. 예를 들어 VVC의 GPM 및 CIIP는 효율적인 움직임 정보 탐색 및 전송을 위해서 머지(merge) 모드로만 수행될 수 있다. 하지만, 코덱의 목적에 따라 다양한 인코더를 구현할 수 있도록 부호화 측면에서의 모드 탐색의 자율성 및 유연성을 보장하는 것은 여전히 중요하기 때문에 이러한 표준적 제한들은 부/복호화 복잡도 및 압축율 등 다양한 측면에서 압축 성능 향상이 보장되어야 한다.

본 논문에서는 CU(Coding Unit) 단위의 화면간 양예측(bi-prediction)에서 각 예측에 제한적 가중치를 적용하여 최종 예측블록을 생성하는 BCW 모드를 분석하고 효율적인 BCW 가중치 시그널링(signaling) 기법을 제안한다. 본 논문의 제2장에서는 VVC의 BCW 화면간 예측 모드 및 가중치 전송 알고리즘을 자세히 설명하고, 제3장에서는 효율적인 가중치 전송 기법을 제안한다. 제4장에서는 제안기법의 실험결과 보이고, 마지막으로 제 5장에서 결론을 맺는다.

II. VVC의 BCW 모드

일반적으로 양예측은 서로 다른 두개의 단방향 움직임 정보로부터 생성된 두개의 화면간 예측블록을 평균하여 최종 예측블록을 생성하는 기법을 의미한다. 그림 1과 같이 VVC에서는 같은 가중치를 사용하던 양예측을 확장하여 두 단방향 화면간 예측이 서로 다른 가중치를 두고 양예측을 수행하는 BCW 모드를 채택 및 적용하였다.

a) 한국항공대학교 항공전자정보공학과(Korea Aerospace University, School of Electronics and Information Engineering)
b) 한국전자통신연구원(Electronics and Telecommunications Research Institute)
‡ Corresponding Author : 김재곤(Jae-Gon Kim)
E-mail: jgkim@kau.ac.kr
Tel: +82-2-300-0414
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3686-4786
※ This work was partly supported by IITP grant funded by the Korea government (MSIT) (No. 2016-0-00572 and 2017-0-00486).
· Manuscript received March 30, 2020; Revised May 4, 2020; Accepted May 6, 2020.

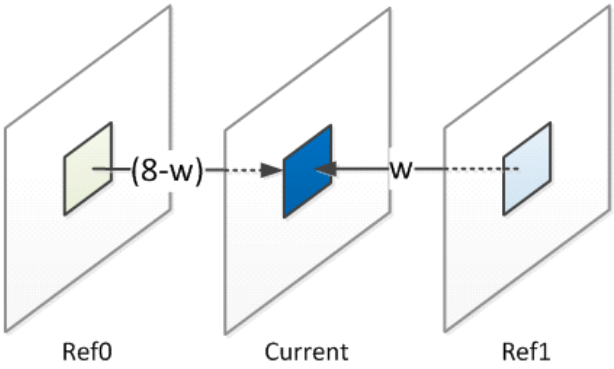


그림 1. BCW 예측 모드
Fig. 1. BCW prediction mode

BCW의 예측블록은 다음 수식을 통해 생성된다.

$$P_{bcw} = ((B-w) * P_0 + w * P_1 + 4) \gg 3, \quad w = \{-2, 3, 4, 5, 10\} \tag{1}$$

여기서, P_0와 P_1은 서로 다른 참조픽처 리스트(L0, L1) 내의 참조픽처로부터 생성된 예측블록이며 P_{bcw}는 BCW 모드의 최종 예측블록이다. w는 두 단방향 예측블록에 적용되는 가중치를 의미하고 -2, 3, 4, 5, 10, 총 5가지의 가중치가 VVC 표준에 정의되었다.

그러나 가중치를 결정할 때 표준안에 정의된 가중치가 모두 고려되는 것이 아니라 가중치 셋(set)에 정의된 특정 가중치만 고려된다. 가중치 셋은 *NoBackwardPredFlag*에 따라 적응적으로 달라진다. 그림 2와 같이 재생 순서를 기준으로 가용한 모든 참조픽처가 현재픽처 이전에 존재할 경우 *NoBackwardPredFlag*는 참으로 정의되며 *NoBackwardPredFlag*가 '1'일 때 가중치 셋은 {-2, 3, 4, 5, 10}으로, '0'일 때는 가중치 셋은 {3, 4, 5}로 구성된다. 즉, LD(Low Delay)의 경우 5개의 정의된 모든 가중치가 사용될 수 있으며, LD가 아닌 경우 3개의 가중치만 허용된다.

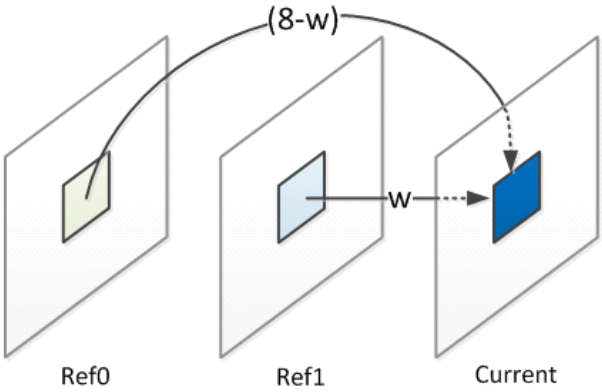


그림 2. NoBackwardPredFlag==1의 예
Fig. 2. An example of NoBackwardPredFlag==1

표 1과 같이 가중치를 지시하는 신택스(syntax) 요소인 bcw_idx는 CU 단위로 결정되어 시그널링되며 *NoBackwardPredFlag*에 따라 해당 인덱스의 이진화 또한 다르게 수행된다. bcw_idx에 대한 첫번째 이진 비트는 CABAC (Context-Adaptive Binary Arithmetic Coding) 모드로 엔트로피 부호화되며 나머지 이진 비트는 바이패스 모드로 부호화된다.

III. 제안하는 가중치 전송 기법

현재 BCW 가중치를 시그널링하기 위한 신택스 구조는 두 가지 문제를 야기할 수 있다. 첫째, 이미 표준으로 정의되어 사용가능한 가중치를 추가적인 표준으로 사용을 제한

표 1. bcw_idx에 대한 가중치 및 이진화
Table 1. The weights and their binarization for bcw_idx

bcw_idx	Weights	Code word (*NoBackwardPredFlag* == 1)	Code word (*NoBackwardPredFlag* == 0)
0	4	0	0
1	5	10	10
2	3	110	11
3	10	1110	Not allowed
4	-2	1111	Not allowed

하기 때문에 비디오 코덱의 자율성 및 유연성을 침해할 수 있다. 예를 들어, 특정 가중치를 사용하였을 때 압축 효율이 최적일지라도 어떠한 경우에는 사용하지 못할 수 있다. 둘째로 현재픽처와 참조픽처의 재생 순서를 모두 비교하여 결정하게 되는 NoBackwardPredFlag의 상태를 CU 단위로 확인이 필요하기 때문에 비트스트림을 파싱(parsing)하는 단계에서 의존성 및 지연문제가 발생할 수 있다. NoBackwardPredFlag의 유도는 슬라이스 단위로 수행되어 복잡도를 크게 증가시키지는 않지만 비트스트림 파싱에서 프로세스의 추가는 표준화 관점에서 민감하게 여겨질 수 있다. 또한, NoBackwardPredFlag를 유도하기 위해 참조픽처 리스트를 구성하는 디코딩 프로세스의 선 수행이 필수적이기 때문에 비트스트림 파싱 프로세스와 영상 디코딩 프로세스 사이의 의존성이 발생한다.

BCW 가중치 시그널링에서 발생하는 여러 문제들을 해결하기 위해 제안하는 방법에서는 가중치 인덱스의 시그널링 및 파싱에서 NoBackwardPredFlag의 상태를 확인하는 조건을 제거함으로써 bcw_idx 파싱 단계에서 NoBackward-PredFlag와의 의존성을 제거하고 지연문제를 해결한다. 또한, 조건 없이 모든 가중치(-2, 3, 4, 5, 10)에 대한 시그널링이 가능해짐으로써 비디오 코덱의 자율성, 유연성 문제도 해결한다. 여기에서 추가되는 가중치 탐색으로 인해 증가하는 부호화 복잡도를 조절하기 위해 부호화기에서 사용자가 원하는 가중치를 선택하고 탐색 범위를 조절하여 파싱 단계에서 불필요한 조건 없이도 가중치 제한이 가능하다.

표 2. 제안하는 가중치 전송 기법
Table 2. Proposed weight signaling

bcw_idx	Weights	Code word
0	4	0
1	5	10
2	3	110
3	10	1110
4	-2	1111

본 논문에서는 제안하는 가중치 전송 기법을 구현하고 검증하기 위해 두 가지 가중치 탐색 기법을 적용하였다. 먼저 기존 BCW 인덱스 전송 기법의 비효율성을 증명하기 위해 부호화기에서 3개(3, 4, 5)의 가중치만 탐색하고 시그널링 하였으며, 제안하는 가중치 전송 기법에서 가능한 성능 향상을 확인하기 위해 5개(-2. 3. 4, 5, 10)의 가중치 모두 탐색하고 시그널링 하였다. 첫 번째 3개의 가중치 탐색에서는 기존 VTM과 동일하게 가중치를 {4, 3, 5}의 순서로 탐색 및 선택하여 최적의 가중치를 결정하였고 확장된 5개의 가중치 탐색에서는 가중치 값을 {4, 3, 5, -2, 10} 순서로 탐색하여 최적의 가중치를 결정하였다. 5개의 가중치 값을 탐색하는 순서는 기존 VTM의 NoBackwardPredFlag가 '1'인 경우에 수행하는 가중치 탐색 순서와 같다.

Ⅳ. 실험결과

제안하는 효율적인 가중치 전송 기법은 VVC의 CTC (Common Test Condition)에 따라 VTM6.0 및 VTM8.0에 구현하여 성능을 확인하였다[9]. JVET은 매 회의의 결과로 회의의 내용이 반영된 소프트웨어를 배포하고 있으며 연구의 시점에 따라서 VTM 버전의 차이가 발생하였지만 VTM6.0 및 VTM8.0에는 동일한 BCW 알고리즘이 적용되어 있다. 실험의 결과는 해당 VTM 버전위에 구현된 제안하는 방법의 성능 변화를 의미한다. VTM6.0에는 제안하는 가중치 전송 기법에 3개의 가중치 탐색을 구현하여 실험하였다. 실험에 사용된 시퀀스 클래스는 A, B, C, D, F이며 QP는 22, 27, 32, 37로 설정하고 RA 환경에서 실험을 진행하였으며 BD-rate(Bjøntegaard-Delta bitrate)로 부호화 성능을 표시하였다[10]. 표 3은 인코더 상에서 BCW 가중치 탐색은 기존 방법을 유지하며 제안하는 가중치 전송 기법을 사용하였을 때의 성능을 보여준다. 표 3과 같이 해당 실험에서 평균 0.02%의 BD-rate 성능 감소를 확인하였고 이는 NoBackwardPredFlag를 제거하여 기존 가중치 전송의 다양한 문제점을 해결하면서도 제안하는 방법이 발생시킬 수 있는 추가되는 코드 워드의 오버헤드가 크지 않다는 것을 의미한다. 또한, 기존 VTM과 동일한 가중치 탐색을 수행함에 따라서 부호화 시간은 증가하지 않았으며 복호화 시간은 실험 오차로 보이는 미미한 차이를 확인하였다.

표 3. 제안하는 기법의 실험결과(3 가중치 탐색)
Table 3. Experimental results of the proposed method with the 3 weights searching

Class	Proposed method + 3 weight searching (Over VTM-6.0 in RA)				
	Y	U	V	EncT	DecT
Class A1	0.04%	0.05%	0.07%	100%	101%
Class A2	0.04%	0.06%	0.06%	100%	101%
Class B	0.02%	0.08%	-0.04%	100%	101%
Class C	0.02%	0.09%	0.03%	100%	102%
Overall	0.02%	0.07%	0.02%	100%	101%
Class D	-0.01%	-0.06%	0.12%	100%	102%
Class F	0.01%	0.02%	0.01%	100%	101%

표 4는 제안하는 가중치 전송에 따라 기존 3개의 가중치 탐색에서 최대 5개의 가중치 탐색으로 확장하여 실험한 결과이다. 실험에 사용된 시퀀스 클래스는 B, C, D이며 마찬가지로 QP는 22, 27, 32, 37로 설정하고 RA 환경에서 실험을 진행하였다. 표4와 같이 실험결과 B, C, D 클래스 각각 0.05%, 0.06%, 0.03%의 BD-rate 향상을 보였다. 이는 부호화 과정에서 탐색되는 가중치가 증가하였기 때문에 발생하는 부호화 성능으로 판단된다. 또한, 가중치 탐색의 수의 증가로 인한 부호화 시간이 B, C, D 클래스에 각각 21%, 26%, 22% 증가를 확인하였고 복호화 시간은 미미한 차이를 보였다.

V. 결 론

본 논문에서는 VVC의 BCW 모드 복호화에서의 bcw_idx 파싱에서 현재블록이 사용할 수 있는 가중치를 결정하는 NoBackwardPredFlag 조건을 제거하는 양예측에 대한 효율적인 가중치 시그널링 기법을 제안하였다. 양예측에서 모든 경우의 가중치를 시그널링 가능하게 하여 상기 조건이 야기하는 파싱 지연 문제와 코덱 유연성 문제를 해결하였다. 실제 전송되는 가중치는 부호화기에서의 사용자 정의를 통해 조절하였다. 본 논문에서는 제안하는 가중치 전송 기법은 부호화기에서의 가중치 탐색 범위에 따른 두 가지의 실험을 통해서 성능을 확인하였다. 실험결과 세 개의 가중치를 사용하였을 때 미미한 부호화 성능의 손실을 보였고 다섯의 가중치를 사용하였을 때 부호화 성능향상을 보였다. 그러나 가능한 가중치 수의 증가에 따라 부호

표 4. 제안하는 기법의 실험결과(5 가중치 탐색)
Table 4. Experimental result of the proposed method with the 5 weights searching

class	Sequence	Proposed method + 5 weight searching (Over VTM-8.0 in RA)				
		Y	U	V	EncT	DecT
B	MarketPlace	-0.08%	-0.34%	-0.19%	124%	101%
	RitualDance	-0.06%	-0.28%	-0.27%	113%	100%
	Cactus	-0.06%	-0.07%	-0.15%	119%	101%
	BasketballDrive	-0.02%	-0.25%	-0.21%	132%	101%
	BQTerrace	-0.01%	0.06%	0.05%	117%	100%
	Overall	-0.05%	-0.18%	-0.15%	121%	101%
C	BasketballDrill	-0.08%	0.05%	-0.09%	122%	100%
	BQMall	0.00%	-0.05%	-0.08%	133%	100%
	PartyScene	-0.07%	0.00%	0.03%	119%	101%
	RaceHorsesC	-0.08%	-0.05%	-0.14%	130%	101%
	Overall	-0.06%	-0.01%	-0.07%	126%	101%
D	BasketballPass	-0.03%	0.14%	-0.39%	123%	101%
	BQSquare	-0.06%	0.22%	0.01%	122%	101%
	BlowingBubbles	-0.02%	-0.18%	-0.18%	124%	101%
	RaceHorses	-0.01%	0.15%	-0.01%	118%	100%
	Overall	-0.03%	0.08%	-0.14%	122%	101%

화 복잡도가 20% 이상 증가하였으며 성능저하 없이 부호화 복잡도를 줄이는 추가적인 연구가 필요하다.

참 고 문 헌 (References)

[1] High Efficiency Video Coding, Version 1, Rec. ITU-T H.265, ISO/IEC 23008-2, Jan. 2013.

[2] B. Bross, J. Chen, S. Liu and Y.-K. Wang, "Versatile Video Coding (Draft 8)," Joint Video Experts Team of ITU-T SG 16 WP 3 and ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11, JVET-Q2001, Jan. 2020.

[3] Available at: https://vcgit.hhi.fraunhofer.de/jvet/VVCSoftware_VTM/-/tags

[4] F. Bossen, X. Li, and K. Suehring, "AHG report: Test model software development (AHG3)," Joint Video Experts Team of ITU-T SG 16 WP 3 and ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11, JVET-Q0003, Jan. 2020.

[5] J. Chen, Y. Ye, and S. Kim, "Algorithm description for Versatile Video Coding and Test Model 8 (VTM 8)," Joint Video Experts Team of ITU-T SG 16 WP 3 and ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11, JVET-Q0003, Jan. 2020.

[6] D. Park, Y.-U. Yoon, J.-G. Kim, J. Lee, and J. Kang, "CE10-realted: Simplification of triangular partitions," Joint Video Experts Team of ITU-T SG 16 WP 3 and ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11, JVET-M0352, Jan. 2019.

[7] D. Park, Y.-U. Yoon, J. Do, J.-G. Kim, J. Lee, and J. Kang, "Non-CE4: BCW clean-up for weight signaling," Joint Video Experts Team of ITU-T SG 16 WP 3 and ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11, JVET-P0317, Oct. 2019.

[8] D. Park, Y.-U. Yoon, J.-H. Do, and J.-G. Kim, "A Method of Merge Candidate List Construction using and Alternative Merge Candidate," JBE Vol. 24, No. 1, Jan. 2019.

[9] F. Bossen, J. Boyce, X. Li. V. Sergin and K. Sühring, "JVET common test conditions and software reference configurations for SDR video," Joint Video Experts Team of ITU-T SG 16 WP 3 and ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11, JVET-N1010, March 2019.

[10] G. Bjøntegaard, "Calculation of average PSNR differences between RD curves," ITU-T SG.16 Q.6, VCEG-M33, Apr. 2001.

저 자 소 개

박 도 현

- 2016년 2월 : 국립한밭대학교 멀티미디어공학 학사
- 2018년 2월 : 한국항공대학교 항공전자정보공학과 석사
- 2018년 3월 ~ 현재 : 한국항공대학교 항공전자정보공학과 박사과정
- ORCID : https://orcid.org/0000-0002-5873-0132
- 주관심분야 : 비디오 부호화, 영상처리, 360 VR 비디오, 머신러닝

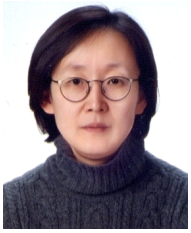
윤 용 욱

- 2017년 2월 : 한국항공대학교 항공전자정보공학과 학사
- 2019년 2월 : 한국항공대학교 항공전자정보공학과 석사
- 2019년 3월 ~ 현재 : 한국항공대학교 항공전자정보공학과 박사과정
- ORCID : https://orcid.org/0000-0002-5105-5437
- 주관심분야 : 비디오 부호화, 영상처리, 360 VR 비디오, 머신러닝

이 진 호

- 2007년 2월 : 고려대학교 전자 및 정보공학부 학사
- 2009년 2월 : 과학기술대학연합대학원대학교 이동통신 및 디지털방송공학과 공학석사
- 2009년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원(ETRI) 선임연구원
- ORCID : https://orcid.org/0000-0002-7558-5731
- 주관심분야 : 비디오 부호화, 비디오 신호처리

저 자 소 개



강 정 원

- 1993년 2월 : 한국항공대학교 항공전자공학과 학사
- 1995년 2월 : 한국항공대학교 항공전자공학과 공학석사
- 2003년 8월 : 조지아공과대학교 전자 및 컴퓨터공학과 공학박사
- 2003년 10월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 책임연구원
- 2015년 1월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 표준전문위원
- ORCID : https://orcid.org/0000-0003-4003-4638
- 주관심분야 : 영상 압축, 영상신호처리

김 재 곤

- 1990년 2월 : 경북대학교 전자공학과 학사
- 1992년 2월 : KAIST 전기 및 전자공학과 석사
- 2005년 2월 : KAIST 전기 및 전자공학과 박사
- 1992년 3월 ~ 2007년 2월 : 한국전자통신연구원(ETRI) 선임연구원/팀장
- 2001년 9월 ~ 2002년 11월 : Columbia University 연구원
- 2007년 9월 ~ 현재 : 한국항공대학교 항공전자정보공학부 교수
- 2014년 12월 ~ 2016년 1월 : UC San Diego 방문교수
- ORCID : https://orcid.org/0000-0003-3686-4786
- 주관심분야 : 비디오 신호처리, 비디오 부호화 표준, Immersive Vedia, Deep Learning