

일반논문-08-13-3-08

다시점 비디오 부호화에서 스킵 모드의 휘도 보상 정보 유도 방법

박민우^{a)}, 박광훈^{a)‡}

Derivation of Illumination Compensation Information for SKIP Modes in Multi-view Video Coding

Min-Woo Park^{a)}, and Gwang-Hoon Park^{a)‡}

요약

본 논문에서는 다시점 비디오 부호화에서 P-SKIP과 B-SKIP 모드에서 휘도 보상 정보를 유도하는 방법을 소개한다. 기존의 P-SKIP 모드에서 휘도 보상 플래그와 휘도 보상값이 일관성 없이 유도되는 경우를 제거하여 휘도 보상 시에 복잡도를 줄이는 방법과 B-SKIP 모드에 중복적으로 수행되는 휘도 보상 플래그와 휘도 보상값 유도 방법을 하나의 방법으로 통합함으로써 계산 복잡도를 줄이는 방법을 제안한다. 제안하는 방법의 실험 결과 객관적인 화질 측정 실험에서는 거의 동일한 성능을 나타내며, 실제 복호 수행 시에 P-SKIP에서는 일관성 없이 유도되는 경우가 제거되면서 휘도 보상을 수행하는 블록의 수가 평균적으로 7.47% 감소하였고, B-SKIP에서는 휘도 보상을 수행하는 블록 당 평균 연산자의 수는 50.36% 감소하였고 실제 평균 복호 수행 시간은 46% 감소하였다.

Abstract

This paper introduces a derivation method of both P-SKIP and B-SKIP modes for illumination compensation in the multi-view video coding scheme. In this proposed method, mismatches between IC flag and IC offset in P-SKIP mode are removed, and also computational complexity is far reduced in B-SKIP mode in comparison to a multi-view video coding scheme. In simulation results, proposed method has the almost same coding efficiency in comparison with the referenced coding scheme. However computational complexity in run-time decoding process is tremendously reduced, such that the average number of blocks that should be processed in P-SKIP mode is saved in about 7.47%, and the average number of operations per block in B-SKIP mode is saved in about 50.36% and corresponding average decoding time per block is also saved in 46%.

Keyword: Video compression, Multi-view Video Coding (MVC), H.264/AVC

1. 서론

다시점 비디오 부호화(Multi-view Video Coding, H.264 Amendment 4)는 여러 개의 카메라로부터 입력 받은 다수

의 시점(view)들을 효율적으로 부호화하기 위한 기술로써 기존의 동영상 국제 표준인 H.264(MPEG-4 part 10 AVC; Advanced Video Coding)의 확장으로 표준화를 진행하고 있으며, 2008년 7월에 표준화 완료로 목표를 하고 있다. 다시점 비디오 부호화에서는 기존 단일 시점 비디오 부호화 방법인 H.264에서 지원하는 계층적인 B-영상 구조(hierarchical B-pictures structure)를 기반으로 시간 방향 예측 부호화를 수행하고, 추가적으로 동일 시간 내의 서로 다른 시

a) 경희대학교 전자정보대학

College of Electronics and Information, Kyung Hee University

‡ 교신저자 : 박광훈(ghpark@khu.ac.kr)

※ 이 논문은 2008년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. R0A-2005-000-10061-0)

점 간에 존재하는 상관도를 이용하기 위한 시점 간(inter-view) 예측 부호화를 수행함으로써 부호화 효율의 향상을 이루고 있다^{[1][2][3]}.

현재 다시점 비디오 부호화 표준에서 새롭게 제안되어 추가된 매크로블록(macroblock) 단위로 수행하는 기술들을 JMVM(Joint Multi-view Video Model)^[4]에 정의를 하고 있는데, 그 중에 시점 간 예측 부호화를 수행할 때 서로 다른 시점 간에 존재하는 휘도(luminance) 신호의 밝기의 차이를 매크로블록 단위로 보상해 주는 휘도 보상(illumination compensation; IC) 방법이 포함되어 전체적인 부호화 효율을 높이고 있다^[4]. 휘도 보상 방법은 부호화 효율의 향상을 위해 기존의 H.264 방법에서 존재하는 P-SKIP과 B-SKIP 모드 블록에도 적용을 하는데, 이들 SKIP 모드에서는 휘도 보상을 수행하는 블록에서 필요로 하는 휘도 보상 방법의 수행 여부에 대한 정보인 휘도 보상 플래그(IC flag)와 실질적으로 현재 블록과 참조 블록 간의 평균의 차이로써 실제 휘도 보상을 수행하는 정보인 휘도 보상값(IC offset)을 직접 계산하고 부호화하여 전송하지 않고, 주변 블록들에 존재하는 휘도 보상 플래그와 휘도 보상값들로부터 유도한 값을 사용한다^[4].

SKIP 모드에서 휘도 보상 플래그와 휘도 보상값의 유도 과정은 P-SKIP 모드와 B-SKIP 모드에 따라 별개로 존재하는데, 이들 두 가지 SKIP 모드 유도 알고리즘은 몇 가지 이유로 최적의 성능을 갖지 못한다. 먼저 P-SKIP 모드에서는 기존의 유도 방법을 사용하였을 때, 유도된 휘도 보상 플래그와 휘도 보상값이 서로 일관성 없이 유도되는 경우가 발생하여 휘도 보상 과정에서 불필요하게 0의 값을 더해 주는 연산을 수행하게 되어 복잡도를 높이는 원인이 된다. 또한 B-SKIP 모드에서는 휘도 보상 플래그와 휘도 보상값을 유도하는 과정이 각각 따로 존재하는데, 이는 유사한 알고리즘을 중복적으로 수행하게 됨으로써 알고리즘의 복잡도를 높이는 결과가 된다. 따라서 본 논문에서는 P-SKIP 모드 유도 방법에서 잘못된 예측의 가능성을 제거함으로써 복잡도를 낮추는 방법과 B-SKIP 모드에서 중복적으로 수행이 되는 유도 방법을 하나의 방법으로 통합함으로써 복잡도를 낮추는 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 P-SKIP 모드

에서의 휘도 보상 정보 유도 방법의 문제점을 분석하고, 이를 해결하기 위한 방법을 제안하며, III장에서는 B-SKIP 모드에서의 문제점을 분석하고, 이를 해결하기 위한 방법을 제안한다. IV장에서는 제안하는 방법의 실험 결과를 분석하고 V장에서는 결론을 기술한다.

II. P-SKIP 모드의 휘도 보상 정보 유도 방법

본 장에서는 기존의 P-SKIP 모드에서 휘도 보상 정보 유도 방법과 해당 방법을 적용하였을 때 발생할 수 있는 문제점을 분석하고 이를 해결할 수 있는 방법을 제안한다.

P-SKIP 모드에서 휘도 보상 정보 유도를 수행하기 위해 사용하는 주변 블록은 그림 1과 같이 현재 블록의 좌측 블록(A)과 상단 블록(B)이다.

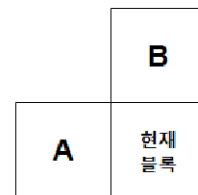


그림 1. P-SKIP 모드의 휘도 보상 정보 유도 시 사용하는 주변 블록.
Fig. 1. Neighboring blocks for deriving the illumination compensation information of P-SKIP mode.

기존의 P-SKIP 모드에서 휘도 보상 정보를 유도하는 방법은 그림 2와 같고, 자세한 알고리즘은 다음과 같다.

- 1단계: A 블록의 휘도 보상 플래그가 1이고 B 블록의 휘도 보상 플래그가 1이라면 현재 블록의 휘도 보상 플래그를 1로 하고 현재 블록의 휘도 보상값은 $\{(A \text{ 블록의 휘도 보상값}) + (B \text{ 블록의 휘도 보상값})/2\}$ 로 한다. 만약 그렇지 않다면 2단계로 분기한다.
- 2단계: A 블록의 휘도 보상 플래그가 1이고 B 블록의 휘도 보상 플래그가 0이라면 현재 블록의 휘도 보상 플래그를 1로 하고 현재 블록의 휘도 보상값은 A 블록의 휘도 보상값으로 한다. 만약 그렇지 않다면 3단계로 분기한다.

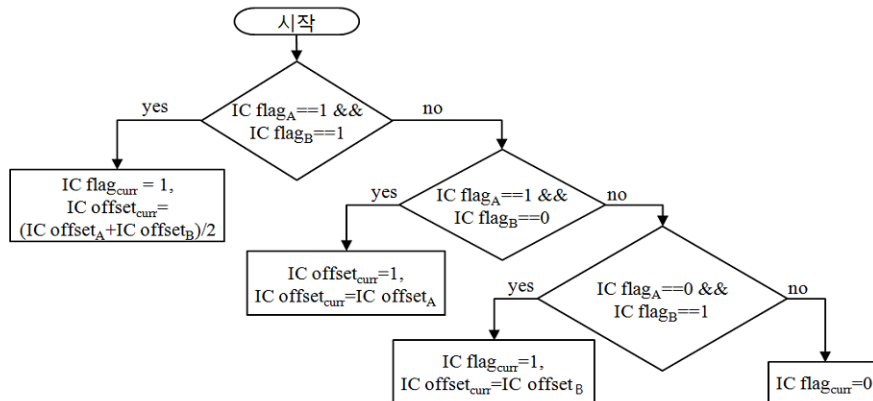


그림 2. 기존의 P-SKIP 모드의 휘도 보상 정보 유도 방법
 Fig. 2. Current derivation method for the illumination compensation information of P-SKIP modes

3단계: A 블록의 휘도 보상 플래그가 0이고 B 블록의 휘도 보상 플래그가 1이라면 현재 블록의 휘도 보상 플래그를 1로 하고 현재 블록의 휘도 보상값은 B 블록의 휘도 보상값으로 한다. 만약 그렇지 않다면 4 단계로 분기한다.
 4단계: 현재 블록의 휘도 보상 플래그를 0으로 한다.

이와 같은 방법으로 P-SKIP 블록에서 휘도 보상 정보를 유도에서의 문제점을 다음 두 가지로 구분할 수 있다.

① 휘도 보상 플래그와 휘도 보상값의 불일치

상기 휘도 보상 정보 유도 알고리즘의 1단계에서 살펴보면 A 블록과 B 블록 모두 휘도 보상을 사용하였을 경우에 두 블록의 휘도 보상값의 평균을 취하는 것이다. 이와 같은 경우 휘도 보상 플래그는 1이 되지만, 만약 하나의 예로 A 블록의 휘도 보상값이 2이고 B 블록의 휘도 보상값이 -2라면 유도한 휘도 보상값이 0이 됨으로 휘도 보상 플래그와 휘도 보상값의 불일치가 발생한다. 이와 같은 경우에는 휘도 보상값이 0이지만 휘도 보상을 수행하는 것으로 되어 있어 블록안의 모든 화소에 0을 더해주는 불필요한 연산이 수행된다.

② 잘못된 휘도 보상값의 지속적인 영향

휘도 보상 정보 유도 알고리즘의 1단계에서 A 블록과 B 블록 모두 휘도 보상을 사용하였을 경우에, 하나의 예로 A

블록의 휘도 보상값이 4이고 B 블록의 휘도 보상값이 ①의 경우에서와 같이 잘못 유도되어 휘도 보상값이 0인 경우, 현재 블록의 유도한 휘도 보상값은 4와 0의 평균인 2가 된다. 이와 같은 경우 B 블록에는 실제적으로 휘도 보상값이 없기 때문에 A 블록의 휘도 보상값을 예측으로 하는 것이 효율적일 것이다. 또한 휘도 보상 정보 유도 알고리즘의 2 단계와 3단계에서 만약 휘도 보상값을 가지고 오려는 블록의 휘도 보상값이 ①의 경우에서와 같이 잘못 유도되어 휘도 보상값이 0이라면, 역시 현재 블록의 휘도 보상값이 0으로 유도되어 계속해서 오류가 전파된다.

표 1은 실제 다시점 비디오 부호화의 참조 소프트웨어인 JMVM 5.0에서 휘도 보상 방법을 사용하여 모드 실험 시퀀스에서 실험을 수행하였을 때, P-SKIP 모드에서 휘도 보상을 사용하는 블록(휘도 보상 플래그가 1)의 개수와 그 중에

표 1. P-SKIP 모드에서 휘도 보상 플래그가 1이면서 휘도 보상값이 0인 개수
 Table 1. Number of cases of IC offset=0 and IC flag=1 in P-SKIP mode

시퀀스	IC flag=1 (A)	IC offset=0 (B)	비율 (B/A)
Ballroom	42451	2500	5.89%
Exit	50832	5047	9.93%
Race1	41735	493	1.18%
Flamenco2	29853	246	0.82%
Rena	119095	7101	5.96%
Akko&Kayo	169436	19632	11.59%
Breakdancers	88564	10998	12.42%
Uli	93191	19445	20.87%
평균			8.58%

휘도 보상값 유도가 잘못되어 휘도 보상값이 0인 블록의 개수와 그의 비율을 보여준다. 잘못 유도된 휘도 보상값의 비율을 보면 모든 시퀀스에 대하여 평균 8.58%, 최고 Uli 시퀀스에서 20.87% 임을 확인할 수 있다. 이와 같이 많은 블록에서 휘도 보상 시에 휘도 보상값 0을 블록 안에 있는 모든 화소에 더해주는 불필요한 연산을 수행할 것임을 쉽게 예상할 수 있다.

표 1에 보인 것처럼 휘도 보상 플래그와 휘도 보상값 사이에 불일치 문제가 발생하는 것을 방지하기 위해 간단하게 휘도 보상값이 0일 경우에 휘도 보상 플래그를 0으로 설정하도록 하는 방법을 제안한다. 제안하는 P-SKIP 모드에서 휘도 보상 정보 유도 방법은 그림 3과 같고, 자세한 알고리즘은 다음과 같다.

- 1단계: A 블록의 휘도 보상 플래그(IC flag_A)가 1이고 B 블록의 휘도 보상 플래그(IC flag_B)가 1이라면 현재 블록의 휘도 보상 플래그(IC flag_{cur})를 1로 하고 현재 블록의 휘도 보상값(IC offset_{cur})은 {(A 블록의 휘도 보상값 (IC offset_A)) + (B 블록의 휘도 보상값 (IC offset_B))/2}로 하고 2단계로 분기한다. 만약 그렇지 않다면 3단계로 분기한다.
- 2단계: 만약 유도한 휘도 보상값(IC offset_{cur})이 0이라면 휘도 보상 플래그(IC flag_{cur})를 0으로 한다. 만약 그렇지 않다면 휘도 보상 플래그(IC flag_{cur})를 1로 한다.

- 3단계: A 블록의 휘도 보상 플래그(IC flag_A)가 1이고 B 블록의 휘도 보상 플래그(IC flag_B)가 0이라면 현재 블록의 휘도 보상 플래그(IC flag_{cur})를 1로 하고 현재 블록의 휘도 보상값(IC offset_{cur})은 A 블록의 휘도 보상값(IC offset_A)으로 한다. 만약 그렇지 않다면 4단계로 분기한다.
- 4단계: A 블록의 휘도 보상 플래그(IC flag_A)가 0이고 B 블록의 휘도 보상 플래그(IC flag_B)가 1이라면 현재 블록의 휘도 보상 플래그(IC flag_{cur})를 1로 하고 현재 블록의 휘도 보상값(IC offset_{cur})은 B 블록의 휘도 보상값(IC offset_B)으로 한다. 만약 그렇지 않다면 5단계로 분기한다.
- 5단계: 현재 블록의 휘도 보상 플래그(IC flag_{cur})를 0으로 한다.

III. B-SKIP 모드의 휘도 보상 정보 유도 방법

본 장에서는 기존의 B-SKIP 모드에서 휘도 보상 정보 유도 방법을 소개하고 해당 방법을 간단하게 수정하여 복잡도를 낮추는 방법을 제안한다.

B-SKIP 모드에서 휘도 보상 정보 유도를 수행하기 위해 사용하는 주변 블록은 그림 4와 같이 현재 블록의 좌측 블록(A), 상단 블록(B), 우상단 블록(C), 좌상단 블록(D)이다.

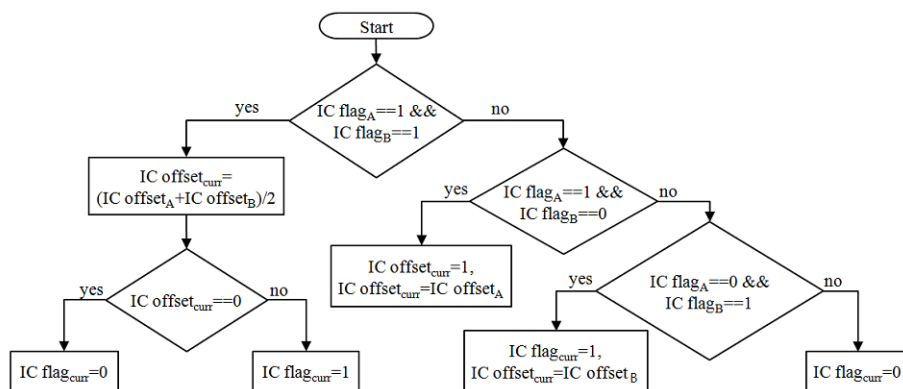


그림 3. 제안하는 P-SKIP 모드의 휘도 보상 정보 유도 방법
 Fig. 3. Proposed derivation method for the illumination compensation information of P-SKIP modes

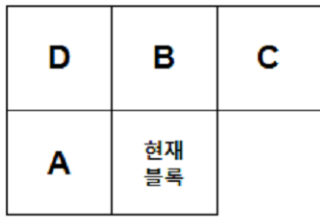


그림 4. B-SKIP 모드의 휘도 보상 정보 유도 시 사용하는 주변 블록.
 Fig. 4. Neighboring blocks for deriving the illumination compensation information of B-SKIP mode.

기존의 B-SKIP 모드에서 휘도 보상 정보를 유도는 두 부분으로 나누어 수행되는데 먼저 휘도 보상 플래그에 대한 유도를 수행하고 그 후에 휘도 보상 플래그에 값에 따라서 휘도 보상 플래그가 1일 경우에만 휘도 보상값을 유도 과정을 수행한다. 휘도 보상 플래그에 대한 유도 방법은 그림 5와 같고, 자세한 알고리즘은 다음과 같다.

1단계: 만약 C 블록이 사용가능하지 않다면 D 블록의 정보를 C 블록의 정보로 사용한다. 만약 그렇지 않다면 2단계로 분기한다.

2단계: 현재 블록의 참조 인덱스(reference index)가 A 블록의 참조 인덱스와 동일하고 B 블록과 C 블록과 동일하지 않다면 A 블록의 휘도 보상 플래그를 현재 블록의 휘도 보상 플래그로 설정한다. 만약 그렇지 않다면 3단계로 분기한다.
 3단계: 현재 블록의 참조 인덱스가 B 블록의 참조 인덱스와 동일하고 A 블록과 C 블록과 동일하지 않다면 B 블록의 휘도 보상 플래그를 현재 블록의 휘도 보상 플래그로 설정한다. 만약 그렇지 않다면 4단계로 분기한다.
 4단계: 현재 블록의 참조 인덱스가 C 블록의 참조 인덱스와 동일하고 A 블록과 B 블록과 동일하지 않다면 C 블록의 휘도 보상 플래그를 현재 블록의 휘도 보상 플래그로 설정한다. 만약 그렇지 않다면 5단계로 분기한다.
 5단계: A, B, C 블록의 휘도 보상 플래그의 중앙값(median)을 취한 값을 현재 블록의 휘도 보상 플래그로 설정한다.

이와 같이 휘도 보상 플래그 유도과정을 마친 뒤에 현재

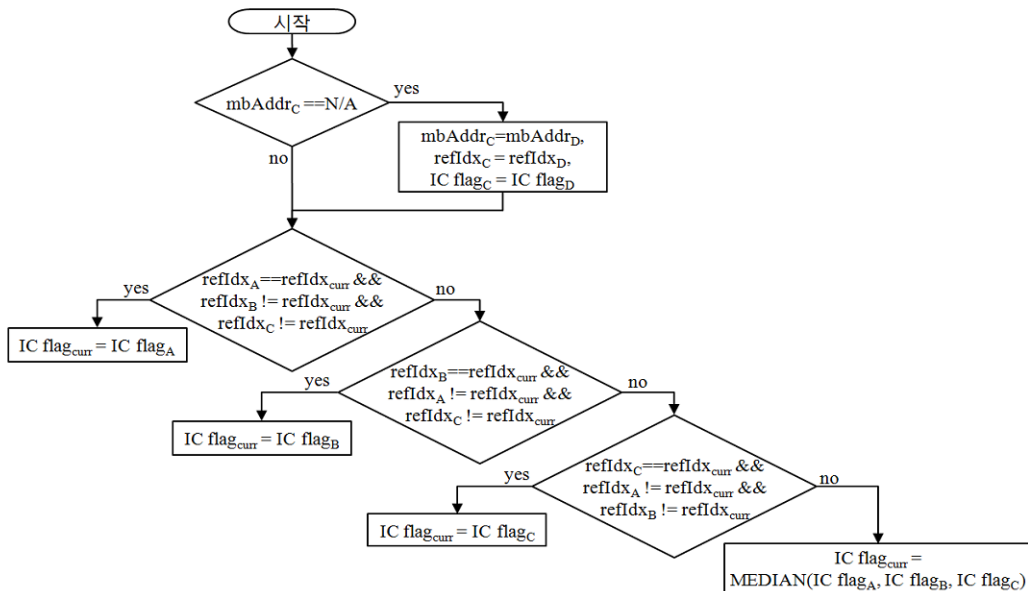


그림 5. 기존 B-SKIP 모드의 휘도 보상 플래그 유도 방법
 Fig. 5. Current derivation method for IC flag of B-SKIP modes

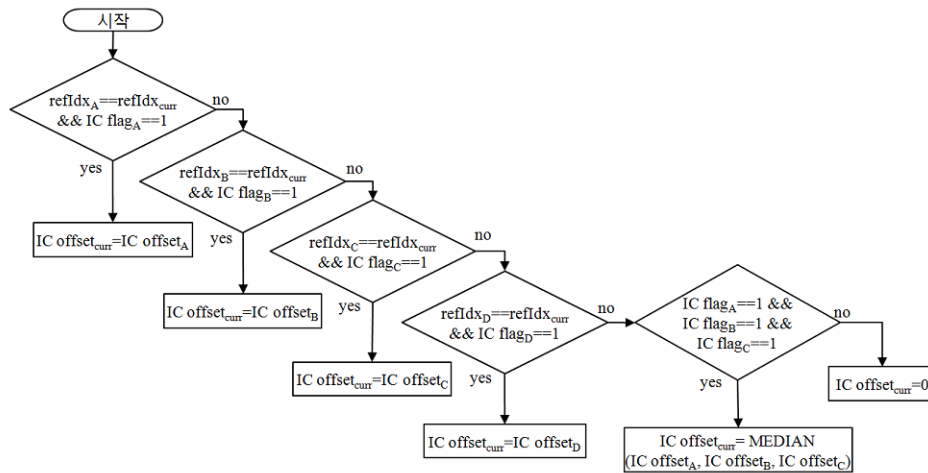


그림 6. 기존 B-SKIP 모드의 휘도 보상값 유도 방법
 Fig. 6. Current derivation method for IC offset of B-SKIP modes

블록의 휘도 보상 플래그가 1로 유도되었을 경우에 휘도 보상값을 유도하는 과정을 수행한다. 휘도 보상값 유도 방법은 그림 6과 같고, 자세한 알고리즘은 다음과 같다.

- 1단계: 만약 A 블록의 참조 인덱스와 현재 블록의 참조 인덱스가 같고 A 블록이 휘도 보상을 사용하였다면 A 블록의 휘도 보상값을 현재 블록의 휘도 보상값으로 설정한다. 만약 그렇지 않다면 2단계로 분기한다.
- 2단계: 만약 B 블록의 참조 인덱스와 현재 블록의 참조 인덱스가 같고 B 블록이 휘도 보상을 사용하였다면 B 블록의 휘도 보상값을 현재 블록의 휘도 보상값으로 설정한다. 만약 그렇지 않다면 3단계로 분기한다.
- 3단계: 만약 C 블록의 참조 인덱스와 현재 블록의 참조 인덱스가 같고 C 블록이 휘도 보상을 사용하였다면 C 블록의 휘도 보상값을 현재 블록의 휘도 보상값으로 설정한다. 만약 그렇지 않다면 4단계로 분기한다.
- 4단계: 만약 D 블록의 참조 인덱스와 현재 블록의 참조 인덱스가 같고 D 블록이 휘도 보상을 사용하였다면 D 블록의 휘도 보상값을 현재 블록의 휘도 보상값으로 설정한다. 만약 그렇지 않다면 5단계로 분기한다.

- 5단계: 만약 A, B, C 블록 모두 휘도 보상을 사용하였다면, A, B, C 블록의 휘도 보상값의 중앙값(median)을 취한 값을 현재 블록의 휘도 보상값으로 설정한다. 만약 그렇지 않다면 6단계로 분기한다.
- 6단계: 만약 A, B, C 블록 모두 휘도 보상을 사용하였다면, A, B, C 블록의 휘도 보상값의 중앙값(median)을 취한 값을 현재 블록의 휘도 보상값으로 설정한다. 만약 그렇지 않다면 6단계로 분기한다.
- 7단계: 휘도 보상값을 0으로 한다.

상기 각각의 유도 과정을 살펴보면 두 유도 방법 시에 사용하는 주변 블록이 비슷하고, 참조 인덱스를 비교하는 연산과 중앙값 연산을 수행하여 값을 유도하는 측면에서 비슷함을 확인할 수 있다. 이는 하나의 블록의 휘도 보상 관련 정보를 유도하기 위해 비슷한 연산을 두 번 중복해서 수행하기 때문에 복잡도를 높이고 있다고 볼 수 있다.

그리고 또한 두 유도 과정이 비슷하나 완전히 동일하지 않기 때문에 P-SKIP 모드에서와 같이 휘도 보상 플래그와 휘도 보상값 유도값이 서로 일치하지 않는 가능성도 존재한다. 기본적으로 휘도 보상 플래그 유도 방법에서 사용하는 주변 블록은 A, B, C이거나 A, B, D 임에 반해 휘도 보상값 유도 방법에서 사용하는 주변 블록은 A, B, C, D

모두를 사용한다. 그리고 예측 방법에서도 차이점이 존재하는데, 예를 들어 A, B, C, D 블록의 참조 인덱스가 현재 블록의 참조 인덱스와 다르고 A, B, C 블록 중 두 개의 블록이 휘도 보상을 사용하였을 때 휘도 보상 플래그 유도 방법에 따르면 5단계에서 A, B, C의 휘도 보상값의 중앙값을 취하면 휘도 보상 플래그가 1로 유도되고, 휘도 보상값 유도 방법에 따르면 6단계에서 휘도 보상값이 0으로 유도되는 현상이 발생한다. 또한 P-SKIP 모드 경우에서와 동일하게 잘못 유도된 휘도 보상 정보는 이후의 예측에서 영향을 미칠 것임을 쉽게 예상할 수 있다.

상기에서 언급한 중복적으로 수행되는 휘도 보상 플래그와 휘도 보상값의 유도 방법을 하나의 방법으로 통합하여 복잡도를 낮춰주면서, 휘도 보상 플래그와 휘도 보상값의 불일치 문제를 해결할 수 있는 방법의 알고리즘을 제안한다. 제안하는 방법은 기존 방법의 휘도 보상값에 대한 유도 방법을 수행한 후 간단하게 휘도 보상값에 따라서 휘도 보상 플래그를 설정하는 방법으로 알고리즘의 순서도는 그림 7과 같고, 자세한 알고리즘은 다음과 같다.

- 1단계: 만약 A 블록의 참조 인덱스(refIdx_A)와 현재 블록의 참조 인덱스(refIdx_{curr})가 같고 A 블록이 휘도 보상을 사용하였다면(IC flag_A=1) A 블록의 휘도 보상값(IC offset_A)을 현재 블록의 휘도 보상값(IC offset_{curr})으로 설정한다. 만약 그렇지 않다면 2단계로 분기한다.
- 2단계: 만약 B 블록의 참조 인덱스(refIdx_B)와 현재 블록의 참조 인덱스(refIdx_{curr})가 같고 B 블록이 휘도 보상을 사용하였다면(IC flag_B=1) B 블록의 휘도 보상값(IC offset_B)을 현재 블록의 휘도 보상값(IC offset_{curr})으로 설정한다. 만약 그렇지 않다면 3단계로 분기한다.
- 3단계: 만약 C 블록의 참조 인덱스(refIdx_C)와 현재 블록의 참조 인덱스(refIdx_{curr})가 같고 C 블록이 휘도 보상을 사용하였다면(IC flag_C=1) C 블록의 휘도 보상값(IC offset_C)을 현재 블록의 휘도 보상값(IC offset_{curr})으로 설정한다. 만약 그렇지 않다면 4단계로 분기한다.

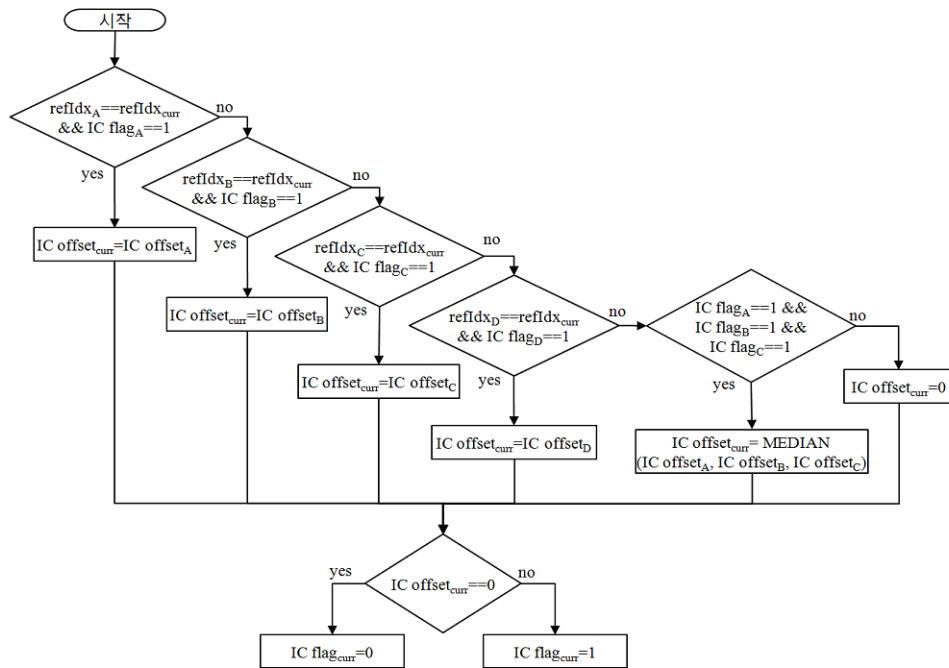


그림 7. 제안하는 B-SKIP 모드의 휘도 보상 정보 유도 방법
 Fig. 7. Proposed derivation method for the illumination compensation information of B-SKIP modes

- 4단계: 만약 D 블록의 참조 인덱스(refIdx_D)와 현재 블록의 참조 인덱스(refIdx_{curr})가 같고 D 블록이 휘도 보상을 사용하였다면(IC flag_D=1) D 블록의 휘도 보상값(IC offset_D)을 현재 블록의 휘도 보상값(IC offset_{curr})으로 설정한다. 만약 그렇지 않다면 5단계로 분기한다.
- 5단계: 만약 A, B, C 블록 모두 휘도 보상을 사용하였다면 (IC flag_A=1 && IC flag_B=1 && IC flag_C=1), A, B, C 블록의 휘도 보상값의 중앙값(median)을 취한 값을 현재 블록의 휘도 보상값으로 설정한다. 만약 그렇지 않다면 6단계로 분기한다.
- 6단계: 휘도 보상값(IC offset_{curr})을 0으로 한다.
- 7단계: 만약 현재 블록의 휘도 보상값(IC offset_{curr})이 0이라면 휘도 보상 플래그(IC flag_{curr})를 0으로 한다. 만약 그렇지 않다면 휘도 보상 플래그(IC flag_{curr})를 1로 한다.

IV. 제안하는 방법의 성능 평가

제안하는 방법의 성능을 측정하기 위해 표준화가 진행 중인 다시점 비디오 부호화의 참조 소프트웨어(reference software)인 JMVM 5.0^[5]과 JMVM 5.0에 제안하는 방법을 구현하여 평균 PSNR(Peak Signal-to-Noise Ratio)과 비트

율(bit-rate)에 대한 결과 비교와 P-SKIP 모드와 B-SKIP 모드에서 복잡도 비교를 각각 수행하였다. 실험은 기본적으로 다시점 비디오 부호화 표준에서 객관적인 실험을 위해 JVT(Joint Video Team)에서 정의한 JVT-U211^[6] 문서의 공통 실험 조건(common test condition)에 따라 수행하였으며, 다시점 비디오 표준에서 정의되어 있는 전체 8가지 실험 시퀀스를 모두 사용하였다. 표 2는 평균적인 PSNR과 비트율을 나타내는 BD-PSNR, BD-rate^[7] 결과를 보여준다. 제안하는 P-SKIP 모드, B-SKIP 모드, 두 SKIP 모드를 모두 적용하였을 때, 결과를 통해서 성능이 거의 동일함을 확인할 수 있다.

복잡도 측정을 위해 P-SKIP 모드에서는 휘도 보상이 수행되는 블록을 개수를 측정함으로써 실제 제안하는 방법을 사용하여 일관성 없는 유도 과정의 경우가 제거됨으로써 0을 더해주는 불필요한 연산을 수행하는 부분에 대한 복잡도를 유추할 수 있다. B-SKIP 모드에서는 두 가지 알고리즘을 하나로 통합함으로써 알고리즘 자체에서 실제 실행 시 블록 당 평균 연산자의 개수와 실제 복호 시간을 측정하여 복잡도가 얼마나 줄었는지 알 수 있다.

P-SKIP 모드에서 실제 복호 수행 시 휘도 보상을 사용(휘도 보상 플래그가 1)하는 P-SKIP의 개수를 양자화 변수(quantization parameter, QP) 값에 따라 표 3에 나타내었고, 시퀀스별 평균 감소율을 그림 8에 도시하였다. 평균적으로 휘도 보상을 사용하는 P-SKIP의 개수가 전체 평균 -7.47%

표 2. JVT-U211 공통 실험 조건에서의 BD-PSNR, BD-rate 비교 결과.
Table 2. Comparison of BD-PSNR and BD-rate results at JVT-U211 common test condition.

시퀀스	P-SKIP 모드		B-SKIP 모드		P-&B-SKIP 모드	
	BD-PSNR(dB)	BD-rate(%)	BD-PSNR(dB)	BD-rate(%)	BD-PSNR(dB)	BD-rate(%)
Ballroom	0.000	-0.011	-0.007	0.184	-0.007	0.181
Exit	0.000	-0.004	-0.010	0.339	-0.009	0.329
Race1	0.000	0.001	-0.021	0.535	-0.021	0.532
Flamenco2	0.000	0.003	-0.020	0.433	-0.020	0.434
Uli	0.000	0.003	-0.023	0.453	-0.023	0.455
Breakdancers	0.001	-0.011	-0.054	1.141	-0.053	1.131
Akko&Kayo	0.000	0.003	-0.020	0.517	-0.020	0.520
Rena	0.000	0.003	-0.007	0.243	-0.007	0.239
평균	0.000	-0.002	-0.020	0.481	-0.020	0.478

표 3. P-SKIP 모드에서 실제 복호 수행 시 복잡도 분석.

Table 3. Complexity analysis of run-time decoding process in P-SKIP mode.

Ballroom	JMVM5.0	Proposed	Savings	Rena	JMVM5.0	Proposed	Savings	
QP=37	18815	17807	-5.36%	QP37	64522	61825	-4.18%	
QP=32	14667	14023	-4.39%	QP32	37973	36742	-3.24%	
QP=27	6913	6517	-5.73%	QP27	13059	12815	-1.87%	
QP=22	2056	2043	-0.63%	QP22	3541	3345	-5.54%	
평균			-4.03%	평균			-3.71%	
Exit	JMVM5.0	Proposed	Savings	Akko&Kayo	JMVM5.0	Proposed	Savings	
QP=37	22085	21211	-3.96%	QP37	80296	74517	-7.20%	
QP=32	18686	17369	-7.05%	QP32	56307	52036	-7.59%	
QP=27	8851	8036	-9.21%	QP27	25066	23153	-7.63%	
QP=22	1210	884	-26.94%	QP22	7767	6584	-15.23%	
평균			-11.79%	평균			-9.41%	
Race1	JMVM5.0	Proposed	Savings	Breakdancers	JMVM5.0	Proposed	Savings	
QP=37	26921	26749	-0.64%	QP37	32704	30832	-5.72%	
QP=32	10890	10733	-1.44%	QP32	28930	26416	-8.69%	
QP=27	3355	3328	-0.80%	QP27	20875	17877	-14.36%	
QP=22	569	564	-0.88%	QP22	6055	5272	-12.93%	
평균			-0.94%	평균			-10.43%	
Flamenco2	JMVM5.0	Proposed	Savings	Uli	JMVM5.0	Proposed	Savings	
QP=37	14866	14734	-0.89%	QP37	39319	34238	-12.92%	
QP=32	8968	8937	-0.35%	QP32	28687	25263	-11.94%	
QP=27	4416	4408	-0.18%	QP27	19233	16112	-16.23%	
QP=22	1603	1603	0.00%	QP22	5952	3848	-35.35%	
평균			-0.35%	평균			-19.11%	
*단위: IC flag=1인 P-SKIP 블록의 수				전체 평균				-7.47%

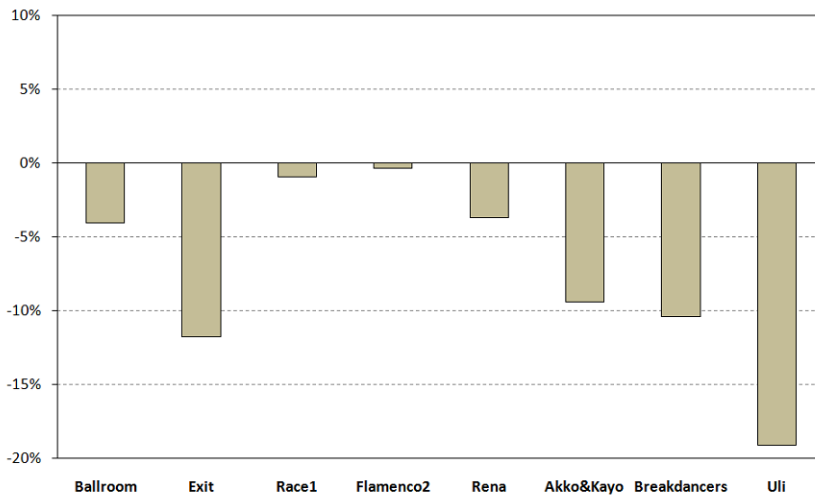


그림 8. 휘도 보상 플래그가 1인 P-SKIP 블록의 감소율

Fig. 8. Savings of number of P-SKIP blocks where IC flag equal to 1

감소한 것을 확인할 수 있는데, 잘못된 0의 휘도 보상값을 보상해 주는 불필요한 연산이 줄어들 것임을 쉽게 예상할

수 있다.

표 4에서는 B-SKIP 모드에서는 실제 복호 수행 시에 알

표 4. B-SKIP 모드에서 실제 복호 수행 시 복잡도 분석
Table 4. Complexity analysis of run-time decoding process in B-SKIP mode

Ballroom	JMVM5.0	Proposed	Operation saving	Time saving	Rena	JMVM5.0	Proposed	Operation saving	Time saving
comparison(>, !=, ...)	18.4934	9.1681	-50.43%	-47%	comparison(>, !=, ...)	18.7075	9.3046	-50.26%	-53%
bool operation(&&,)	6.1426	3.3914	-44.79%		bool operation(&&,)	6.2452	3.4613	-44.58%	
additional(+)	1.7816	0.0004	-99.98%		additional(+)	1.8287	0.0004	-99.98%	
subtract(-)	1.7816	0.0004	-99.98%		subtract(-)	1.8287	0.0004	-99.98%	
assignment(=)	1.1572	2.0000	72.83%		assignment(=)	1.1355	2.0000	76.14%	
합계	29.3565	14.5603	-50.40%		합계	29.7455	14.7666	-50.36%	
Exit	JMVM5.0	Proposed	Savings	-37%	Akko&Kayo	JMVM5.0	Proposed	Savings	-57%
comparison(>, !=, ...)	18.6205	9.2952	-50.08%		comparison(>, !=, ...)	18.4275	9.1769	-50.20%	
bool operation(&&,)	6.2074	3.4292	-44.76%		bool operation(&&,)	6.0910	3.3613	-44.82%	
additional(+)	1.8027	0.0003	-99.98%		additional(+)	1.7820	0.0004	-99.98%	
subtract(-)	1.8027	0.0003	-99.98%		subtract(-)	1.7820	0.0004	-99.98%	
assignment(=)	1.1066	2.0000	80.73%		assignment(=)	1.1256	2.0000	77.68%	
합계	29.5399	14.7250	-50.15%	합계	29.2081	14.5390	-50.22%		
Race1	JMVM5.0	Proposed	Savings	-49%	Breakdancers	JMVM5.0	Proposed	Savings	-22%
comparison(>, !=, ...)	18.8483	9.3247	-50.53%		comparison(>, !=, ...)	18.2430	9.1002	-50.12%	
bool operation(&&,)	6.3698	3.5511	-44.25%		bool operation(&&,)	6.0129	3.3308	-44.61%	
additional(+)	1.8248	0.0007	-99.96%		additional(+)	1.7476	0.0021	-99.88%	
subtract(-)	1.8248	0.0007	-99.96%		subtract(-)	1.7476	0.0021	-99.88%	
assignment(=)	1.1711	2.0000	70.78%		assignment(=)	1.1711	2.0000	70.77%	
합계	30.0388	14.8773	-50.47%	합계	28.9222	14.4353	-50.09%		
Flamenco2	JMVM5.0	Proposed	Savings	-49%	Uli	JMVM5.0	Proposed	Savings	-52%
comparison(>, !=, ...)	18.7796	9.3127	-50.41%		comparison(>, !=, ...)	18.7359	9.2028	-50.88%	
bool operation(&&,)	6.2965	3.4806	-44.72%		bool operation(&&,)	6.2647	3.4701	-44.61%	
additional(+)	1.8279	0.0002	-99.99%		additional(+)	1.8230	0.0004	-99.98%	
subtract(-)	1.8279	0.0002	-99.99%		subtract(-)	1.8230	0.0004	-99.98%	
assignment(=)	1.1258	2.0000	77.65%		assignment(=)	1.1218	2.0000	78.28%	
합계	29.8577	14.7936	-50.45%	합계	29.7684	14.6736	-50.71%		
※ B-SKIP 블록 당 평균 연산자의 수 및 실제 복호 시간 비교 ※ 시간 측정 실험 환경: Intel Xeon Dual Quad-Core 2.5GHz ※ Operation Saving: 블록 당 평균 연산자의 수 감소량 ※ Time Saving: 블록 당 실제 평균 연산 시간 감소량					전체 합계 평균	29.5546	14.6713	-50.36%	-46%

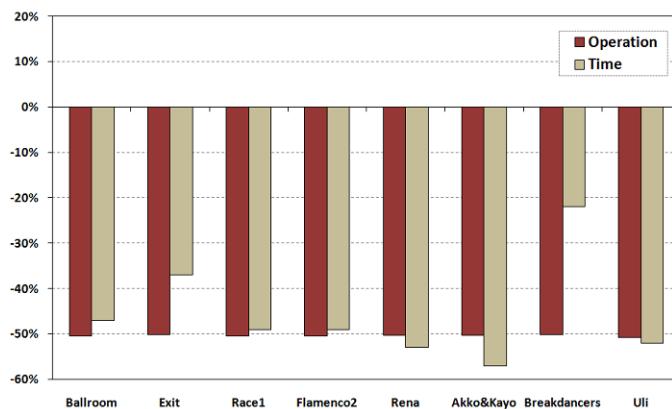


그림 9. B-SKIP 모드에서 연산자와 복호 시간 감소를
Fig. 9. Savings of number of operations and decoding time in B-SKIP mode

고리즘에서 사용하는 블록 당 사용하는 각 연산자의 평균 개수와 실제 복호가 수행될 때의 시간의 감소율을 각각 나타내었고, 시퀀스별 연산자와 복호 시간 감소율을 그림 9에 도시하였다. 전체 휘도 보상이 수행되는 블록의 연산자의 평균 개수를 살펴보면 제안하는 방법이 기존의 방법보다 평균적으로 50.36% 감소한 것을 확인할 수 있고, 블록 당 실제 복호 수행 시간은 제안하는 방법이 기존의 방법보다 평균적으로 46% 감소한 것을 확인할 수 있다. 이 결과를 통해 알고리즘의 복잡도가 연산자 및 실행시간 측면에서 약 절반가량 감소하였음을 확인할 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 다시점 비디오 부호화에서 P-SKIP 모드와 B-SKIP 모드에 적용되는 휘도 보상 방법의 휘도 보상 정보 유도 방법에서 발생하는 문제점들을 분석하고, 각각 P-SKIP 모드와 B-SKIP 모드에 적합한 유도 방법을 제안하였다. 본 논문에서 제안하는 방법을 사용하여 실제 복호를 수행하였을 때, P-SKIP 모드의 경우 잘못된 예측의 가능성을 제거하면서 불필요한 대상의 블록의 수가 전체 실험 시퀀스에서 평균적으로 7.47% 감소하였고, B-SKIP 모드에서는 휘도 보상 플래그와 휘도 보상값의 유도 방법을 하나의 알고리즘으로 통합하면서 실제 복호 수행 시 블록 당 연산자의 평균 개수는 50.36%, 실제 복호 시간은 46% 감소하였다. 본 논문에서 제안하는 휘도 보상 정보 유도 방법은 다시점 비디오 부호화 국제표준인 H.264 Amendment 4 MVC의

JMVM(Joint Multi-view Video Model) 6.0에 채택되었다.

참고 문헌

- [1] A. Vetro, P. Pandit, H. Kimata, A. Smolic, "Joint Multiview Video Model (JMVM) 5.0," Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6, JVT-X207, Switzerland, June-July 2007.
- [2] A. Vetro, P. Pandit, H. Kimata, A. Smolic, "Joint Draft 4.0 on Multiview Video Coding," Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6, JVT-X209, Switzerland, June-July 2007.
- [3] ITU-T and ISO/IEC JTC1, "Advanced Video Coding for Generic Audiovisual Services," ITU-T Recommendation H.264 - ISO/IEC 14496-10 AVC, 2003.
- [4] 허재호, 조숙희, 허남호, 김진웅, 이영렬, "다시점 비디오 부호화를 위한 적응적인 조명변화 보상 방법," 방송공학회논문지 제 11권 제 4호, pp. 407-419, 2006년 12월.
- [5] P. Pandit, A. Vetro, Y. Chen, "JMVM 5 software," Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6, JVT-X208, Switzerland, June-July 2007.
- [6] A. Su, A. Vetro, A. Smolic, "Common Test Conditions for Multiview Video Coding," Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6, JVT-U211, China, October 2006.
- [7] G. Bjontegaard, "Calculation of average PSNR differences between RD-curves," ITU-T SG16 Q.6, VCEG-M33, Texas, USA, April 2001.
- [8] G. H. Park, M. W. Park, Y. L. Lee, S. C. Kim, D. Y. Suh, K. Kim "Simplification of B- and P-SKIP modes on illumination compensation," Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6, JVT-Y033, China, October 2007.
- [9] A. Vetro, P. Pandit, H. Kimata, A. Smolic, "Joint Multiview Video Model (JMVM) 6.0," Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6, JVT-Y207, China, October 2007.

저 자 소 개



박민우

- 2003년 2월 : 경희대학교 컴퓨터공학과 학사
- 2005년 2월 : 경희대학교 컴퓨터공학과 석사
- 2005년 3월 ~ 현재 : 경희대학교 컴퓨터공학과 박사과정
- 주 관심분야 : 비디오 신호처리, 멀티미디어, 영상처리

저 자 소 개



박 광 훈

- 1985년 2월 : 연세대학교 전자공학과 학사
- 1987년 7월 : 연세대학교 전자공학과 석사
- 1991년 1월 : Case Western Reserve University, Dept. of EEAP 석사
- 1995년 1월 : Case Western Reserve University, Dept. of EEAP 박사
- 1995년 3월 ~ 1997년 2월 : 현대전자 멀티미디어연구소 책임연구원
- 1997년 3월 ~ 2001년 2월 : 연세대학교 문리대학 전산학과 부교수
- 2001년 3월 ~ 현재 : 경희대학교 컴퓨터공학과 교수
- 주관심분야 : 멀티미디어, 비디오 신호처리, 패턴인식, 영상처리, 계산지능