

# HEVC 화면간 예측 기술 및 부호화

김현동·권명희·김정필·이영렬 (세종대학교)

## 요약

MPEG과 VCEG으로 구성된 JCT-VC는 HEVC표준을 개발하고 있다. HEVC 표준은 H.264/MPEG-4 AVC보다 2배 이상의 압축률을 목표로 다양한 효과적인 방법들을 채택하여 왔다. 본 고에서는 최근의 HEVC 표준에 채택된 방법들 중에서 HEVC 화면간 예측기술 및 보간법에 대하여 설명하고자 한다. MVP, Merge 모드, Skip 모드가 화면간 예측기술로 사용되고, DCT-IF기술이 보간법으로 사용된다. 모두 화면간 예측을 효율적으로 하기 위한 기술이다.

## I. 서론

국제 비디오 표준화 기구인 ISO/IEC SC29/WG11 MPEG (Moving Picture Experts Group)과 ITU-T VCEG(Video Coding Experts Group)이 공동으로 JCT-VC(Joint Collaborative Team on Video Coding)를 설립하여 HEVC(High Efficiency Video Coding)<sup>[1]</sup> 표준화를 진행 중에 있다. 지난 2011년 3월 제 5차 JCT-VC 회의가 Geneva에서 진행되었으며 2011년 7월 Torino에서 제 6차 회의가 진행될 예정이다. 본 고에서는 지난 제 5차 Geneva회의에서 CE(Core Experiment) 핵심 기술들 중 CE9 : MV coding and skip/merge operation<sup>[2]</sup>에서 HM(HEVC Test Model) 3.0<sup>[3]</sup>에 채택된 화면간 예측 부호화 기술과 보간 기술에 대해 설명한다.

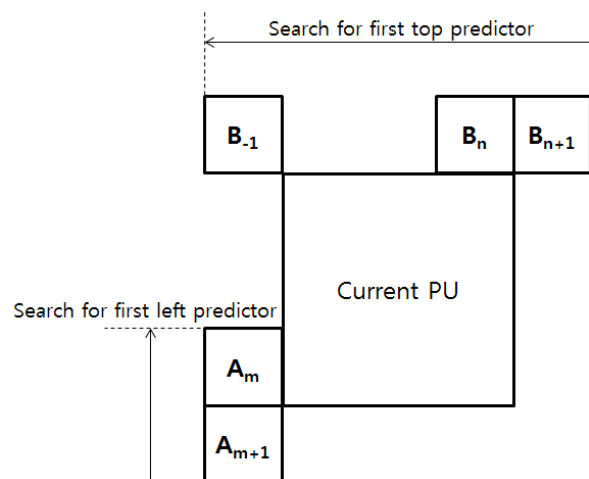
## II. 화면간 예측 부호화 기술

### 1. MVP

HEVC에서는 움직임 벡터 예측 부호화 방식으로 MVP

(Motion Vector Prediction)<sup>[4~6]</sup>을 사용하고 있다. MVP는 KTA에서 제안된 MVC(Motion Vector Competition)<sup>[7]</sup>처럼 여러 개의 MVP 후보를 사용하여 MVD(Motion Vector Difference)를 줄임으로써 부호화 성능을 향상 시켰다. MVP 후보를 구성하는 방식으로 많은 기술이 제안되었는데 HM3.0을 기준으로 SMVP(Spatial Motion Vector Prediction)와 TMVP(Temporal Motion Vector Prediction)로 나뉘고, 총 3개의 MVP 후보를 가진다. SMVP는 <그림 1>과 같이 Left와 Top 블록을 참조하여 각각 하나씩 최대 2개의 MVP 후보를 사용하는 방식이 채택되었다. SMVP에서 후보를 선택하는 과정은 다음과 같다.

**Step 1:** <그림 1>에서 Left의 후보  $A_{m+1}$ 의 움직임 정보가 현재 PU와 동일한 참조 영상을 사용하는지 체크한다. 동일한 참조 영상을 사용하면 MVP 후보 리스트에 저장하고 Step 3



<그림 1> SMVP 후보  
<Fig. 1> SMVP candidates

으로 간다. 동일한 참조 영상을 사용하지 않을 경우  $A_m$ 의 움직임 정보가 현재 PU와 동일한 참조 영상을 사용하는지 체크한다. 동일한 참조 영상을 사용하면 MVP 후보 리스트에 저장하고 Step 3으로 간다. 동일한 참조 영상을 사용하지 않을 경우 Step 2로 간다.

**Step 2:**  $A_{m+1}$ 의 참조 영상과 현재 PU의 참조 영상이 다른 경우  $A_{m+1}$ 과 현재 PU의 스케일 값을 구하여 스케일 된 움직임 벡터를 MVP 후보 리스트에 저장하고 Step 3으로 간다.  $A_{m+1}$ 의 움직임 정보가 존재 하지 않을 경우  $A_m$ 의 참조 영상과 현재 PU의 참조 영상을 비교한다.  $A_m$ 의 참조 영상과 현재 PU의 참조 영상이 다른 경우  $A_m$ 과 현재 PU의 스케일 값을 구하여 스케일 된 움직임 벡터를 MVP 후보 리스트에 저장하고 Step 3으로 간다.  $A_m$ 의 움직임 정보가 존재 하지 않을 경우에는 Left MVP 후보모드가 존재 하지 않다고 판단하고 Step 3으로 간다.

**Step 3:** Top의 후보도 Step1~Step2와 동일한 방법으로  $B_{n+1}$ ,  $B_n$ ,  $B_{-1}$ 순으로 MVP 후보를 찾는다.

위와 같이 Left와 Top의 후보를 찾고 다음과 같이 TMVP 후보를 찾는다.

**Step 1:** 현재 PU의 Col-located 블록의 움직임 벡터가 있는지 확인한다. 움직임 벡터가 존재하면 Step 2로 가고 존재 하지 않는다면 종료한다.

**Step 2:** Col-located 블록의 참조 영상과 현재 PU의 참조 영상이 같은 경우 Col-located 블록의 움직임 벡터를 MVP 후보 리스트에 저장한다. Col-located 블록의 참조 영상과 현재 PU의 참조 영상이 다른 경우 Col-located와 현재 PU의 스케일 값을 구하여 스케일 된 움직임 벡터를 MVP 후보 리스트에 저장한다.

〈표 1〉은 3개의 MVP후보가 모두 존재 할 경우 저장되는 후보 리스트이다. Left, Top, Temporal의 후보 중 존재 하지 않으면 저장되지 않는다. 예를 들어 Left의 후보가 존재 하지 않을 경우 MVP 후보 리스트는 Temporal과 Top의 후보만을 저장하여 사용한다. 또한 3개의 MVP후보 중 중복된 움직임 벡터가 존재하면 후보 리스트에서 제외된다.

MVP 후보가 구성되면, 각 MVP 후보를 사용하여 울-왜곡 최적화를 통해 가장 좋은 MVP 후보를 결정한 후 참조영상, MVD와 MVP의 후보 인덱스 값을 움직임 정보로 부호화한다.

〈표 1〉 MVP 후보 리스트  
〈Table 1〉 MVP candidate List

Temporal	A	B

## 2. Merge 모드

HEVC에는 H.264/MPEG-4 AVC와 KTA에는 없던 Merge 모드<sup>[8~11]</sup>가 포함되어 있다.

Merge 모드는 현재의 예측모드에 대한 움직임 정보를 생략하는 대신 merge\_flag 값이 1로 설정되고 주변 블록의 다섯 가지 Merge 후보들 중에 울 왜곡 값이 가장 낮은 후보를 선택하여 몇 번째의 후보를 사용하였는가에 대한 정보인 merge\_idx를 전송하게 된다. 이때, 만약 후보가 없거나 하나만 있는 경우에는 merge\_idx는 생략하게 된다.

통상적인 경우, MVP예측으로 얻은 MECost값과 Merge모드로 얻은 MRGCost값을 비교하여 더 적은 Cost값의 모드로 울 왜곡 최적화가 수행된다.

MECost값은 일정한 비율이 곱해진 움직임 정보량과 잔차 신호가 더해진 값이다. MRGCost값은 일정한 비율이 곱해진 Merge 정보량이 더해진 값이다.

CU가 8x8일 때를 제외하고는, PU 가 2NxN0이거나 Nx2N 일 경우에는 PartIdx가 0인 PU는 움직임 예측을 수행하지 않고, Merge모드만을 수행한다. PartIdx가 1인 PU는 통상적인 경우로 수행된다. PU 가 2Nx2N인 경우에는 Merge모드에서 다섯가지 후보에 대해 울 왜곡 최적화가 수행되고, 원본과 복원값이 차이가 0인 경우 Skip모드로 결정된다. PU가 NxN인 경우, 즉 4x4인 경우도 통상적인 경우로 수행된다.

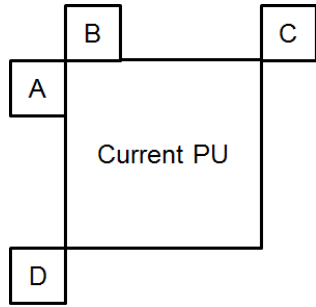
Merge후보를 구성하는 방법으로는 움직임 정보를 찾는 위치에 따라 Spatial Merging Candidates와 Temporal Merging Candidates가 있다. Merge 후보는 총 다섯가지가 있으며 후보 리스트는 〈표 2〉와 같은 순서로 되어 있다.

〈표 2〉의 A,B,C,D는 각각 화면 내의 PU에서 Merge후보를 찾는 Spatial Merge 후보 에 해당하며 〈그림 2〉과 같은 위치에서 찾게 된다. 반면에, Col는 참조영상에서 Merge 후보를 찾는 Temporal Merge 후보에 해당한다.

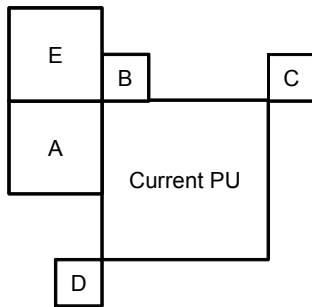
Spatial Merge후보를 찾는 방법은 다음과 같다. 먼저, 〈그림 2〉의 A, B, C, D 위치에서 Merge 후보를 찾을 수 있는지 없는 지에 대한 availableFlag를 결정하게 된다. availableFlag를 결정할 때, 아래와 같은 조건을 적용한다. 만약에 현재 PU가 2NxN0이라면 2Nx2N과 같은 결과가 나오지 않게 하기 위해서 조건 2를 적용한다. 다음 조건들 중에서 하나가 성립하게 된다면 availableFlag는 0이 된다. 만약 하나도 성립하지 않는다면, 해당 Merge 후보 PU의 움직임 정보 즉, List0와 List1 각각에 대한 움직임벡터, 참조영상 인덱스, 리스트 참조

〈표 2〉 Merge 후보 리스트  
〈Table 2〉 Merge candidate List

A	B	Col	C	D



〈그림 2〉 Spatial Merge 후보  
〈Fig. 2〉 Spatial Merge Candidates



〈그림 3〉 참조 인덱스 결정시 참조할 주변 PU  
〈Fig. 3〉 Neighbor PU referred for decision of reference index

여부인 predFlag를 현재 PU로 가지고 오게 된다.

**조건 1:** 해당 위치의 PU가 존재하지 않거나 Intra모드인 경우

**조건 2:** 현재 PU가 2NxN이거나 Nx2N 이고 그 중 두 번째 PU일 때, 첫 번째 PU와 현재 PU의 해당 Merge 후보 PU의 List0와 List1에 대해 움직임 정보가 동일한 경우.

**조건 3:** 현재 PU가 NxN이고 그 중 네 번째 PU일 때, 첫 번째 PU와 두 번째 PU가 List0와 List1에 대해 움직임 정보가 동일하고 현재 PU의 해당 Merge 후보 PU와 세 번째 PU의 움직임 정보가 동일한 경우

**조건 4:** 현재 PU가 NxN이고 그 중 네 번째 PU일 때, 첫 번째 PU와 세 번째 PU가 List0와 List1에 대해 움직임 정보가 동일하고 현재 PU와 두 번째 PU의 움직임 정보가 동일한 경우

Temporal Merge후보를 찾는 방법은 다음과 같다. Temporal Merge후보를 찾을 때에는 아직 참조 영상이 정해지지 않았으므로, 먼저 List0와 List1각각에 대하여 주변의 PU를 참조하여 하나씩 참조 인덱스를 정한다. 주변의 PU들 중에서 참조 인덱스를 정하는 위치는 〈그림 3〉과 같으며, 참조 인덱스를 정하는 순서는 다음과 같다. 다음의 순서는 List0와 List1에 대해 총 두 번 수행한다.

**Step 1:** A에 참조 인덱스가 있다면 RefIdxLeft에 저장하고, 없다면 RefIdxLeft에 -1을 저장한다.

**Step 2:** B에 참조 인덱스가 있다면 RefIdxAbove에 저장하고, 없다면 RefIdxAbove에 -1을 저장한다.

**Step 3:** C에 참조 인덱스가 있다면 RefIdxCorner에 저장하고, 없다면 다음 단계를 수행한다.

**Step 4:** D에 참조 인덱스가 있다면 RefIdxCorner에 저장하고 없다면 다음 단계를 수행한다.

**Step 5:** E에 참조 인덱스가 있다면 RefIdxCorner에 저장하고 없다면 RefIdxCorner에 -1을 저장한다.

**Step 6:** RefIdxLeft, RefIdxAbove, RefIdxCorner값이 모두 -1일 때는 0으로 결정하고 모두 같을 경우 RefIdxLeft값으로 결정한다.

**Step 7:** RefIdxLeft와 RefIdxAbove가 같을 경우, RefIdxLeft가 -1일 때는 RefIdxCorner값으로 결정하고 아니면 RefIdxLeft값으로 결정한다.

**Step 8:** RefIdxAbove와 RefIdxCorner가 같을 경우, RefIdxAbove가 -1일 때는 RefIdxLeft값으로 결정하고 아니면 RefIdxAbove값으로 결정한다.

**Step 9:** RefIdxLeft와 RefIdxCorner가 같을 경우, RefIdxLeft가 -1일 때는 RefIdxAbove값으로 결정하고 아니면 RefIdxLeft값으로 결정한다.

**Step 10:** RefIdxLeft, RefIdxAbove, RefIdxCorner 이들 셋 중 하나가 -1일 때는 둘 중에서 작은 값으로 결정한다.

**Step 11:** RefIdxLeft, RefIdxAbove, RefIdxCorner 이들 셋 모두가 -1이 아닐 경우에는 셋 중에서 작은 값으로 결정한다.

List0와 List1에 각각의 참조 영상이 정해지고 나면 TMVP와 동일한 방법으로 Temporal Merge후보가 결정된다. 단, Col-located 영상에서 현재 PU위치의 오른쪽 하단의 움직임 벡터를 가지고 온다. 만약 그 위치에 움직임 벡터가 없다면 현재 PU의 가운데 위치한 움직임 벡터를 가지고 온다. Merge 후보를 모두 찾은 이후에 찾은 후보 중에서 동일한 후보가 있다면 제거한다.

### 3. Skip 모드

HM 2.0에서의 Skip Mode는 Slice에 종속적인 움직임 정보를 AMVP(Advanced Motion Vector Prediction) 방법을 사용하여 얻어낸다. P Slice의 경우, MVP(Motion Vector Predictor) 인덱스는 list0 예측만 전송, B Slice의 경우, MVP 인덱스는 list0 예측과 list1 예측에 대해 전송하여야 한다. AMVP Skip에서 움직임 벡터와 MVP와 동일하고 잔여신호가 0인 경우 참조 인덱스는 0이 된다.

HM 3.0에서는 AMVP 방법대신 Merge 방법을 사용하여 Skip Mode 움직임정보를 얻어낸다. Merge Skip<sup>[12]</sup>은 list0 예측과 list1 예측의 MVP 인덱스대신 Merge 인덱스만 전송하게 되면 Merge 인덱스의 정보로 인접한 블록에서 움직임정보를 완벽하게 얻을 수 있다.

#### 4. 율 왜곡 최적화 (Rate-Distortion Optimization)

화면간 예측 기술들 중에 최적의 예측 기술을 선택하기 위하여 율 왜곡 최적화 방법이 사용된다.

PU의 크기가 2Nx2N의 경우 Merge 모드의 다섯가지 후보가 존재하는 수만큼 율 왜곡 최적화가 수행되어, 최대 다섯번의 율 왜곡 최적화가 수행된다. Merge 모드 율 왜곡 최적화 이후 MVP예측을 통해서 결정된 움직임 정보로 율 왜곡 최적화가 한번 수행된다.

2NxN0이나 Nx2N의 경우 PartIdx가 0이면 Merge 모드만 수행이 되므로 Merge 인덱스로 율 왜곡 최적화가 한번 수행되고, PartIdx가 1이면 MECost값과 MRGCost값을 비교하여 더 적은 Cost값의 모드로 율 왜곡 최적화가 한번 수행된다.

NxN의 경우 MECost값과 MRGCost값을 비교하여 더 적은 Cost값의 모드로 율 왜곡 최적화가 한번 수행된다.

### III. 화면간 예측 보간 기술

본 절에서는 화면 간 예측을 통해 얻어진 움직임 벡터 값이 분수 화소를 나타낼 경우 사용되는 보간 방법에 대해 설명한다. HEVC에서는 많은 보간 기술들이 제안되었는데 현재 HM3.0을 기준으로 휘도신호에서는 8-tap DCT-IF(Discrete Cosine Transform based Interpolation Filter)<sup>[13]</sup>가 채택되었고, 색차 신호에서는 4-tap DCT-IF<sup>[14]</sup>가 채택되었다.

DCT-IF의 필터계수는 다음과 같다.

DCT는 정수 샘플의 값을 주파수 영역으로 변환하고 시간 영역으로 정확하게 복원할 수 있다. 복원과정인 역 DCT를 계산할 때 분수 샘플의 위치 값을 대입하여 분수 샘플의 값을 복원하는 계수를 구할 수 있다. 이 때 구해진 필터 계수는 <표 3>과 같다.

<표 3>과 같이 HEVC에서 휘도신호는 1/4 서브샘플까지 보간 하고, 색차신호에서는 4:2:0인 컬러포맷일 경우 1/8 서브샘플까지 보간 한다. 휘도신호의 보간 과정은 <그림 4>와 같이 각 서브샘플의 위치에 따라 계산된다.

<그림 4>에서 서브샘플의 위치가 수평인 'a', 'b', 'c' 인 경우 다음 식 1을 통해 보간 된다.

<표 3> 휘도신호와 색차신호의 필터 계수  
(Table 3) Filter coefficients of Luma and Chroma

보간 위치( $\alpha$ )	휘도 신호( $h_\alpha$ )
1/4	{-1, 4, -10, 57, 19, -7, 3, -1}
1/2	{-1, 4, -11, 40, 40, -11, 4, -1}
3/4	{-1, 3, -7, 19, 57, -10, 4, -1}
보간 위치( $\alpha$ )	색차 신호( $h_\alpha$ )
1/8	{-3, 60, 8, -1}
1/4	{-4, 54, 16, -2}
3/8	{-5, 46, 27, -4}
1/2	{-4, 36, 36, -4}
5/8	{-4, 27, 46, -5}
3/4	{-2, 16, 54, -4}
7/8	{-1, 8, 60, -3}

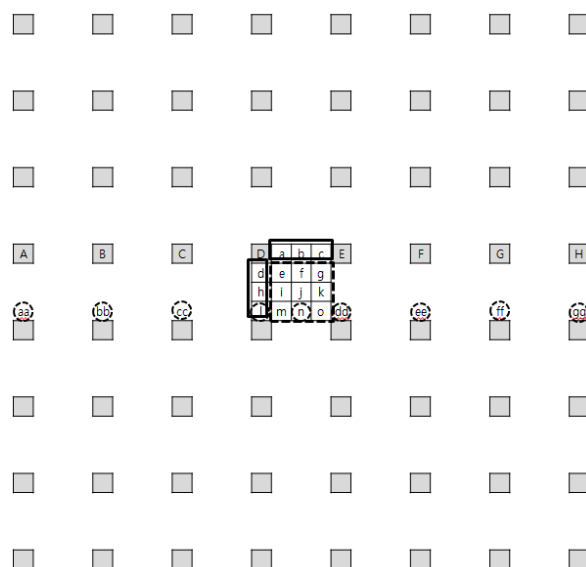
$$P(i+\alpha, j) = \left( \sum_{m=-3}^4 P(i+m, j) h_\alpha(m+3) \right) \div 64 \quad (1)$$

식 1에서  $\alpha$  는 <표 3>에서의 서브샘플 위치이고,  $P(i+\alpha, j)$  는 서브샘플 위치의 보간된 픽셀 값을 나타내고,  $h_\alpha$  는 <표 3>에서의 필터계수를 나타낸다.

<그림 4>에서 서브샘플의 위치가 수직인 'd', 'h', 'l'인 경우 다음 식 2를 통해 보간 된다.

$$P(i, j+\alpha) = \left( \sum_{m=-3}^4 P(i, j+m) h_\alpha(m+3) \right) \div 64a \quad (2)$$

<그림 4>에서 서브샘플의 위치가 내부에 존재할 경우 식 2를 통해 수직으로 필터를 8번 적용하고 앞서 수직으로 구한



<그림 4> 휘도신호의 서브샘플 위치  
(Fig. 4) Sub sample positions of Luma

8개의 서브샘플을 식 1을 통해 수평으로 적용하여 보간 한다. 색차 신호도 휘도신호와 마찬가지로 서브샘플의 위치에 따라 보간 한다.

## IV. 결론

본고에서는 HM 3.0에 채택된 움직임 정보 부호화 방법인 MVP(SMVP, TMVP)와 Merge 방법과 움직임 정보가 생략된 Skip 모드와 움직임 예측 보간 필터 방법 DCT-IF에 대해서 설명을 하였다. 지난 제 5회 회의에서의 화면간 예측 보간 기술인 CE9에서는 MVP 후보 결정방법, Merge Skip 방법이 채택이 되었다. 제 5회 회의에서 채택은 되지 않았지만, MVP 후보와 Merge 후보의 Simplification하는 다양한 방법들과 실험 Set이 제안이 되었다. CE9에서의 후보들의 Simplification 양상은 다음 번 제 6차 회의 Torino에서도 진행될 것이다.

## 참고문헌

- [1] Thomas Wiegand, Woo-Jin Han, Benjamin Bross, Jens-Rainer Ohm, Gary J. Sullivan, "WD3: Working Draft 3 of High-Efficiency Video Coding", JCTVC-E603, Joint Collaborative Team on Video Coding (JCT-VC) of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 5th Meeting: Geneva, CH, 16-23 March, 2011.
- [2] T. K. Tan, W.-J. Han, B. Bross, J. Jung, K. McCann, Y. Suzuki, G. Clare, H. Schwarz, A. Fujibayashi, "BoG report of CE9: Motion Vector Coding", JCTVC-D441, Joint Collaborative team on Video Coding of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, Daegu, Korea, Jan., 2011.
- [3] <http://hevc.kw.bbc.co.uk/trac/browser/jctvc-hm/tags/HM-3.0>
- [4] Il-Koo Kim, Tammy Lee "Improved motion vector predictor selection in AMVP", JCTVC-D337, Joint Collaborative team on Video Coding of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, Daegu, Korea, Jan., 2011.
- [5] Minhua Zhou, "Scalable motion vector competition and simplified MVP calculation", JCTVC-D055, Joint Collaborative team on Video Coding of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, Daegu, Korea, Jan., 2011.
- [6] Toshiyasu Sugio, Takahiro Nishi, "Modified derivation process of temporal motion vector predictor", JCTVC-D273, Joint Collaborative team on Video Coding of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, Daegu, Korea, Jan., 2011.
- [7] J. Jung and G. Laroche, "competition-Based Scheme for Motion Vector Selection and Coding", VCEG-AC06 of ITU-T VCEG, Jul., 2006.
- [8] J. Jung, G. Clare, "Temporal MV predictor modification for MV-Comp, Skip, Direct and Merge schemes", JCTVC-D164, Joint Collaborative team on Video Coding of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, Daegu, Korea, Jan., 2011.
- [9] Bin Li, Jizheng Xu, Feng Wu, Houqiang Li, "On merge candidate construction", JCTVC-E146, Joint Collaborative team on Video Coding of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, Geneva, CH, Mar., 2011.
- [10] Jian-Liang Lin, Yu-Pao Tsai, Yu-Wen Huang, Shawmin Lei, "Improved Advanced Motion Vector Prediction", JCTVC-D125, Joint Collaborative team on Video Coding of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, Daegu, Korea, Jan., 2011.
- [11] Toshiyasu Sugio, Takahiro Nishi, "Modified usage of predicted motion vectors in forward directional bi-predictive coding frame", JCTVC-D274, Joint Collaborative team on Video Coding of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, Daegu, Korea, Jan., 2011.
- [12] B. Bross, J. Jung, Y.-W. Huang, Y. H. Tan, Il-Koo Kim, T. Sugio, M. Zhou, T.K. Tan, E. Francois, Kimihiko Kazui, Wei-Jung Chien, S. Sekiguchi, S. Park, Wade Wan, "BoG report of CE9: MV Coding and Skip/Merge operations", JCTVC-E481, Joint Collaborative team on Video Coding of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, Geneva, CH, Mar., 2011.
- [13] Elena Alshina, Jianle Chen, Alexander Alshin, Nikolay Shlyakhov, Woo-Jin Han, "CE3: Experimental results of DCTIF by Samsung", JCTVC-D344, Joint Collaborative team on Video Coding of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, Daegu, Korea, Jan., 2011.
- [14] Jianle Chen, Elena Alshina, Woo-Jin Han, "CE4: Experimental results of DCTIF application for Chroma MC by Samsung", JCTVC-D347, Joint Collaborative team on Video Coding of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, Daegu, Korea, Jan., 2011.



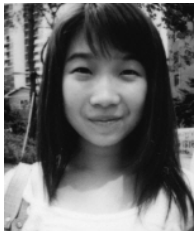
김 현 동

2010년 2월 세종대학교 컴퓨터공학과(학사).  
 현재 세종대학교 컴퓨터공학과(석사과정).  
 <관심분야> 영상압축, H.264/AVC, HEVC



이 영 렬

1985년 2월 서강대학교 전자공학과(학사).  
 1987년 2월 서강대학교 전자공학과(석사).  
 1999년 2월 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(박사).  
 1987년 1월~1994년 2월 삼성전자 중앙연구소 DMS Lab.  
 선임연구원  
 1999년 3월~2001년 8월 삼성전자 중앙연구소 DMS Lab.  
 수석연구원  
 2001년 9월~현재 세종대학교 컴퓨터공학부 컴퓨터공학과 교수.  
 <관심분야> 영상처리(압축,복원), 영상전송, 멀티미디어 시스템, 3차원 비디오코딩, 트랜스코딩, Scalable 비디오 코딩



권 명 희

2011년 2월 세종대학교 컴퓨터공학과(학사).  
 현재 세종대학교 컴퓨터공학과(석사과정).  
 <관심분야> 영상압축, H.264/AVC, HEVC



김 정 필

2010년 2월 세종대학교 컴퓨터공학과(학사).  
 현재 세종대학교 컴퓨터공학과(석사과정).  
 <관심분야> 영상압축, H.264/AVC, HEVC