

정규논문 (Regular Paper)

방송공학회논문지 제20권 제2호, 2015년 3월 (JBE Vol. 20, No. 2, March 2015)

<http://dx.doi.org/10.5909/JBE.2015.20.2.257>

ISSN 2287-9137 (Online) ISSN 1226-7953 (Print)

개선된 이진 블록 매칭 방법을 사용한 제한된 1비트 변환 알고리즘 기반 움직임 추정

김형도^{a)}, 정제창^{a)†}

Enhanced Binary Block Matching Method for Constrained One-bit Transform based Motion Estimation

Hyungdo Kim^{a)} and Jechang Jeong^{a)†}

요약

본 논문에서는 개선된 이진 블록 매칭 방법을 사용한 제한된 1비트 변환 (Constrained One-bit Transform : C1BT) 알고리즘을 제안한다. 이진 영상 기반의 움직임 예측은 기존의 정합 오차 기준인 SAD (Sum of Absolute Difference)를 사용한 움직임 예측의 방대한 계산량을 줄이기 위해 정합오차 기준을 이진 논리 연산을 사용하는 NNMP (Number of Non-Matching Points)를 사용하여 움직임 예측의 속도를 향상시키고 하드웨어 구현을 용이하게 하는 방법이다. C1BT 알고리즘은 기존의 1BT알고리즘이 원본의 픽셀값을 1개의 비트만으로 표현하며 발생하는 단점을 보완하여 이진 영상 기반의 움직임 예측의 정확도를 향상시킨 알고리즘이다. 이 논문에서는 이진 블록 기반의 움직임 예측이 작은 크기의 정합블록을 사용할 때 더욱 정확한 정확도를 갖는 방법을 제안하였다. 기존의 C1BT기반의 움직임 예측의 결과와 제안하는 알고리즘의 결과를 비교해 보았을 때 PSNR측면에서 더 우수한 성능을 갖는 것을 볼 수 있다.

Abstract

In this paper, Enhanced binary block matching method for Constrained one-bit transform (C1BT) based motion estimation is proposed. Binary motion estimation exploits the Number of non-matched points (NNMP) as a block matching criterion instead of the Sum of Absolute Differences (SAD) for low complex motion estimation. The motion estimation using SAD could use the smaller block for more accurate motion estimation. In this paper the enhanced binary block matching method using smaller motion estimation block for C1BT is proposed to the more accurate binary matching. Experimental results shows that the proposed algorithm has better Peak Signal to Noise Ration (PSNR) results compared with conventional binary transform algorithms.

Keyword : Motion estimation, Block matching algorithm, One-bit transform, Constrained one-bit transform, Binary block matching

a) 한양대학교 전자컴퓨터통신공학과 (Hanyang University)

† Corresponding Author : 정제창(Jechang Jeong)

E-mail: jjeong@hanyang.ac.kr

Tel: +82-2-2220-4370

ORCID: 0000-0002-3759-3116

※ 본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원에서 추진하는 "정보통신연구기반구축사업"으로 수행한 연구결과임(과제번호 I2221-14-1005)

· Manuscript received November 17, 2015; revised March 16, 2015; accepted March 26, 2015.

1. 서론

최근의 빠르게 발전하고 있는 디스플레이 기술에 따라 고 해상도 영상에 대한 수요 또한 증가하고 있다. 디지털 동영상은 방대한 정보량을 가지고 있어 유선 또는 무선 네트워크를 통한 전송이나 디지털 미디어 장치에 저장하기에 큰 어려움이 있다. 따라서 디지털 동영상을 압축하여 정보량을 줄이는 동영상 압축기술이 필수적으로 사용되어 진다. 디지털 동영상의 정보량을 효과적으로 줄이기 위한 많은 기술들 중 동영상을 구성하는 연속된 영상들의 화면 간의 중복 특성을 사용하여 현재 영상을 예측하고 예측 영상을 통해 화면을 압축하여 큰 압축 효율을 얻는 화면 간 압축 (Inter frame coding) 기술이 널리 사용되고 있다. 화면 간 영상압축 기술로 대표적으로 사용되고 있는 방법은 블록단위 움직임 예측 기술이다. 블록 단위 움직임 예측은 현재 부호화를 수행하는 영상을 특정한 크기의 블록단위로 나누어 각 블록에 가장 적합한 블록을 참조영상에서 가져와 영상의 위치정보를 사용하여 동영상을 압축하는 방법이다. 블록 정합 오차 기준으로 SAD (Sum of Absolute Difference)를 사용한 전역 탐색 알고리즘 (Full Search Algorithm : FSA)이 최적의 블록단위 움직임 예측 결과를 갖는 기준으로 사용되어 지고 있다. FSA는 현재 부호화를 수행하는 블록과 최적의 정합 블록을 찾기 위해 참조 영역안의 모든 후보 블록들과 블록 정합오차를 계산하는 방법이다. SAD를 블록 정합 오차 측정 방법으로 사용하는 전역 탐색 알고리즘은 방대한 계산량을 필요로 하며 이러한 방대한 계산량을 줄이기 위해 많은 고속 움직임 예측 알고리즘들이 제안되어 왔다.

영상의 이진 변환을 사용한 움직임 예측 방법은 기존의 SAD를 사용한 FSA 알고리즘의 화면 간 예측에 필요한 방대한 계산량을 줄이기 위해 제안된 고속 움직임 예측 알고리즘이다. 영상의 이진 변환은 원본의 디지털 영상을 픽셀 단위의 이진 변환 또는 블록 단위의 이진 변환 과정을 사용한다. 영상의 이진 변환의 결과로 영상의 각 픽셀을 표현하는데 몇 개의 비트만을 사용하는 이진 영상이 생성된다. 이진 변환을 통해 생성된 이진 영상은 블록 정합 오차 측정 방법으로 기존의 높은 계산 복잡도를 갖는 SAD 연산 대신,

이진 논리연산을 사용하여 낮은 계산 복잡도를 갖는 NNMP (Number of Non-Matched Points) 연산을 사용하여 고속 움직임 예측을 수행한다.

이진 변환 알고리즘으로는 1비트 변환 (One-bit Transform : 1BT)^[1] 알고리즘, 2비트 변환 (Two-Bit Transform : 2BT)^[2] 알고리즘과 1비트 변환 알고리즘을 개선한 제한된 1비트 변환 (Constrained One-bit Transform : C1BT)^[3] 알고리즘 등이 있다.

1비트 변환 알고리즘은 가장 먼저 제안된 이진 변환 알고리즘으로 원본영상의 각 픽셀들을 다중 대역 통과 필터 커널을 통해 생성된 문턱값들과 비교하여 하나의 이진 픽셀을 생성하는 알고리즘이다. 2비트 변환 알고리즘은 1비트 변환 알고리즘이 픽셀단위 변환을 수행하는 것과 달리 블록단위로 문턱값을 계산하여 이진 변환을 수행한다. 또한 문턱값으로 블록 평균과 근사 표준편차 값을 사용하여 2개의 이진 영상을 생성하여 움직임 예측의 정확도를 개선 시켰다. 제한된 1비트 변환 알고리즘은 기존의 1비트 변환 알고리즘의 변환 과정에서 발생하는 문제점을 개선하기 위해 CM (Constrain Mask) 이진 값을 생성하여 움직임 예측의 정확도를 개선시킨 알고리즘이다.

블록 단위 움직임 예측은 영상을 특정 크기의 블록 단위로 분할을 하여 각 블록 마다 예측영상을 생성하는 방법이다. 영상을 분할할 때 작은 크기의 블록을 사용하면 영상을 구성하는 블록의 개수가 증가하여 화면 간 예측의 계산 복잡도는 증가하지만 영상을 더욱 세밀한 단위로 나누어 보상을 하기 때문에 더욱 정확한 영상의 예측을 수행할 수 있다. 이진 변환 알고리즘을 사용한 움직임 예측에서는 영상을 분할하는데 작은 단위의 블록을 사용하는 경우 블록 정합 오차를 측정하기 위한 비교 지표가 되는 이진 픽셀의 개수가 줄어들어 움직임 예측의 정확도가 크게 떨어지게 된다. 본 논문에서는 제한된 1비트 움직임 예측 알고리즘을 사용한 움직임 예측을 기반으로 작은 크기의 단위 블록을 사용하여 예측을 수행할 때 정확도가 떨어지는 단점을 보완하여 화면 간 예측의 정확도를 향상시키는 방법에 대해 제안한다.

II. 기존의 이진 변환 기반 움직임 예측 알고리즘

1. 1비트 변환 알고리즘 기반의 움직임 예측

1비트 변환 알고리즘은 원본의 입력영상을 이진 영상으로 변환하기 위해 17×17 크기의 다중대역 필터 커널을 통해 원본의 영상을 필터링 하여 이진 값 결정에 사용되는 문턱값을 생성한다. 다중대역 필터 커널 K 는 다음 식(1)과 같이 정의된다.

$$K(i, j) = \begin{cases} \frac{1}{25}, & \text{if } i, j \in [0, 4, 8, 12, 16] \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

이진 영상의 픽셀 값은 다음의 식(2)와 같이 필터 커널 K 를 통해 생성된 문턱값과 비교를 하여 결정된다.

$$B(i, j) = \begin{cases} 1, & \text{if } F(i, j) \geq \hat{F}(i, j) \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

위의 식(2)에서 $F(i, j)$ 는 원본영상의 위치 i, j 에서의 픽셀 값을 의미하며 $\hat{F}(i, j)$ 는 해당 위치에서의 문턱값을 의미한다. 위의 과정으로 이진 픽셀값 $B(i, j)$ 이 생성되며 영상의 모든 픽셀을 이진 값으로 변환하여 이진 영상 B 가 생성된다.

이진영상 B 를 사용하여 움직임 예측을 수행하기 위해 블록 정합 오차 계산 방법으로 다음의 식(3)과 같이 이진 연산을 통해 블록정합 오차를 계산하는 NNMP(Number of Non-Matched Points) 알고리즘을 사용한다.

$$NNMP_{1BT}(m, n) = \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} \{B^t(i, j) \oplus B^{t-1}(i+m, j+n)\} \quad (3)$$

$-s \leq m, n \leq s-1$

식(3)에서 B_t 와 B_{t-1} 은 각각 현재 이진영상과 참조 이진영상을 의미하며 \oplus 은 이진 XOR연산을 의미한다. m 과

n 값은 참조 영상에서 후보블록의 위치를 의미하며 s 값은 참조 영역의 크기를 의미하고 N 은 정합 블록의 크기를 나타낸다. 위의 식(3)을 통해 두 이진 블록에서 다른 이진 값을 갖는 픽셀의 수가 NNMP값이 계산된다.

2. 제한된 1비트 변환 알고리즘 기반의 움직임 예측

제한된 1비트 변환 알고리즘은 기존의 1비트 변환 알고리즘의 단점을 보완하여 움직임 예측의 정확도를 개선시킨 알고리즘이다. 기존의 1비트 변환 알고리즘은 픽셀의 이진 값을 생성하기 위해 필터 커널 K 를 사용하여 생성한 픽셀의 문턱값과 비교하여 문턱값보다 원본 픽셀값이 크고 작음을 1과 0으로 표현한다. 1비트 변환에서 위의 과정을 통해 생성된 이진 값은 값의 표현의 한계로 인하여 움직임 예측에서 픽셀값의 비교에 어려움이 발생한다. 이러한 기존의 1비트 변환 알고리즘이 가지고 있는 단점을 보완하기 위해 제한된 1비트 변환 알고리즘은 입력 문턱값 D 를 사용하여 현재 이진값이 유효한지를 나타내는 Constraint Mask (CM) 이진값을 추가로 생성한다. 제한된 1비트 변환 알고리즘의 변환은 다음 식 (4)과 같이 정의 된다.

$$CM(i, j) = \begin{cases} 1, & \text{if } |F(i, j) - \hat{F}(i, j)| \geq D \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

위의 식(4)에서 $F(i, j)$ 는 원본 영상의 위치 i, j 에서의 픽셀 값을 나타내며 $\hat{F}(i, j)$ 는 식(1)의 필터 커널 K 를 통해 생성된 문턱값을 나타낸다. 식(2)와 식(4)를 통해 생성된 두 이진 영상 B 와 CM 을 사용한 블록 단위 움직임 예측을 위해 블록 정합 오차 계산식으로 다음의 식(5)를 사용한다.

$$CNNMP(m, n) = \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} [CM^t(i, j) \parallel CMM^{t-1}(i+m, j+n)] \quad (5)$$

$[B^t(i, j) \oplus B^{t-1}(i+m, j+n)]$

위의 식에서 \odot 은 이진 AND연산을 의미하며 \parallel 은 이진 OR연산을 의미한다. 위의 식을 통하여 현재 블록의 두 이진픽셀중 적어도 하나의 CM 값이 1인 픽셀들의 이진 값

B^t 와 참조블록의 이진값 B^{t-1} 을 비교하여 다른 이진 값을 갖는 픽셀의 수를 계산한다.

III. 제안하는 알고리즘

기존의 블록단위 움직임 예측은 특정한 크기의 단위 블록으로 영상을 나누어 화면 간 예측을 수행한다. 영상을 나누는 단위 블록의 크기는 영상을 얼마나 세밀하게 나누어 보상을 해나가는지를 의미한다. 영상의 움직임 예측 과정에서 영상을 나누는 단위 블록의 크기를 줄인다면 영상의 세밀한 예측과 보상을 통해 움직임 예측의 정확도가 향상되는 것을 기대해 볼 수 있다. 다음의 표 1에서는 블록 매칭 오차 측정으로 SAD알고리즘을 사용한 FSA 알고리즘에서 영상을 나누는 단위 블록을 16×16 크기의 블록으로 사용한 결과와 8×8 크기의 블록으로 사용한 결과를 비교하고 있다.

표 1. SAD를 사용한 FSA에서 단위 블록의 크기에 따른 PSNR 결과
Table 1. PSNR results of SAD FSA using differenct block size

	8×8	16×16
Sequence(frames)	PSNR(dB)	PSNR(dB)
Akiyo(300)	44.242	43.744
Bus(150)	27.558	25.714
Coastguard(300)	31.969	30.863
Dancer(250)	33.820	31.530
Flower(250)	27.548	26.318
Football(150)	26.677	24.150
Foreman(300)	34.540	32.845
Mobile(300)	26.209	25.355
Stefan(300)	27.530	25.723
Table(300)	35.277	33.453
Average	31.537	29.970

위의 표 1에서 보는 바와 같이 블록단위 움직임 예측에 작은 크기의 매칭블록을 사용하는 것이 영상을 더욱 세밀하게 보상하여 PSNR측면에서 좋은 결과를 갖는 것을 볼 수 있다.

하지만 이진 변환을 기반으로 하는 블록단위 움직임 예

측은 두 블록의 절대적인 픽셀 값의 차이를 측정하는 것이 아니라 계산된 문턱값과의 상대적인 값의 높고 낮음을 비교해 보는 것으로 작은 매칭 블록을 사용하는 경우 비교의 지표가 되는 픽셀의 개수가 줄어들어 움직임 예측의 정확도가 떨어지거나 화면 간 예측의 정확도 개선 효과가 크지 않다. 다음의 표 2는 기존의 이진 변환 기반의 움직임 예측에서 16×16 크기의 매칭블록과 8×8 크기의 매칭블록을 사용한 결과이다.

표 2. 다른 크기의 블록을 사용한 기존의 이진 변환 기반의 움직임 예측 PSNR 결과

Table 2. PSNR results of binary transform motion estimation using different block size

	1BT (8×8)	C1BT (8×8)	1BT (16×16)	C1BT (16×16)
Sequence(frames)	PSNR(dB)	PSNR(dB)	PSNR(dB)	PSNR(dB)
Akiyo(300)	38.024	43.483	43.188	43.572
Bus(150)	24.051	25.240	24.700	25.121
Coastguard(300)	27.796	29.615	30.361	30.445
Dancer(250)	27.660	29.219	28.687	29.261
Flower(250)	25.918	26.458	25.981	26.113
Football(150)	23.112	24.204	22.965	23.340
Foreman(300)	28.864	31.326	31.302	31.920
Mobile(300)	24.236	24.942	24.972	25.057
Stefan(300)	24.437	25.534	25.058	25.273
Table(300)	30.535	33.298	32.018	32.815
Average	27.463	29.332	28.923	29.292

위의 표 2의 결과를 확인해 보면 기존의 움직임 예측에 8×8 크기의 작은 블록을 사용하는 경우 기존의 1비트 변환 알고리즘에선 예측의 정확도가 감소하고 제한된 1비트 변환 알고리즘은 조금 향상된 결과를 갖는 것을 볼 수 있다.

이번 장에서는 이진 변환 기반의 블록매칭 알고리즘을 통한 화면 간 예측 과정에서 화면의 분할을 8×8 크기의 단위블록을 사용하며, 8×8 크기의 단위블록을 사용하여 영상을 분할하는 경우 움직임 추정의 정확도가 떨어지는 단점을 보완하여 화면 간 예측의 정확도를 크게 향상시키는 방법에 대하여 제안한다. 기존의 이진 변환 기반의 움직임 추정의 과정에서는 영상을 분할하는 단위 블록과 블록

단위의 움직임 추정의 과정에서 현재 블록과 후보 블록과의 블록 정합 오차과정에서 사용하는 정합블록의 크기를 동일한 크기의 블록을 사용한다.

본 논문에서 제안하는 개선된 이진 블록 정합 방법은 이진 블록 정합의 과정에서 정합 블록의 크기를 영상을 분할하는 단위 블록의 크기와 다른 크기를 사용하여 움직임 추정의 정확도를 향상시키는 방법이다. 다음의 그림 1은 기존의 이진 변환 기반의 움직임 추정의 과정을 나타낸다. 기존의 움직임 추정의 과정에서는 그림 1에서와 같이 영상을 분할하고 있는 단위 블록의 크기와 동일한 크기의 정합 블록을 사용하여 참조 영상의 후보 블록과 블록 정합 오차를 측정한다.

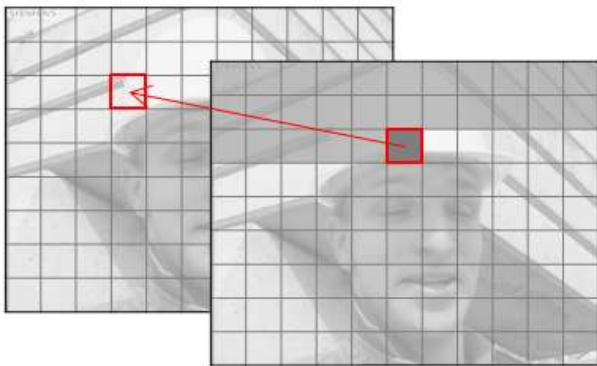


그림 1. 기존의 블록 매칭 알고리즘
 Fig. 1. Conventional block-matching algorithm

그림 2는 본 논문에서 제안하는 블록 매칭 알고리즘 과정에 대하여 나타내고 있다. 본 논문에서 보다 정교한 움직임

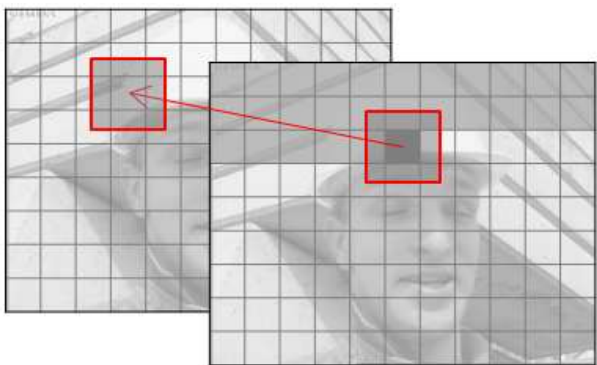


그림 2. 제안하는 블록 매칭 알고리즘
 Fig. 2. Proposed block-matching algorithm

추정을 위해 제안하는 개선된 이진 블록 정합 방법은 그림 3에서와 같이 영상을 분할하고 있는 단위 블록을 중심으로 단위블록의 주변 이진 픽셀들을 포함하는 정합 블록을 사용하여 참조 영상에서의 후보 블록과 이진 블록 정합 과정을 수행한다.

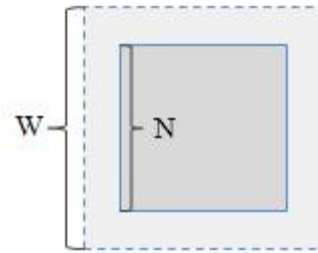


그림 3. 블록 N과 블록 W
 Fig. 3. The block N and block W

위의 그림 3에서 N 은 현재 영상을 분할하는 단위 블록의 크기를 나타내며 W 는 블록 정합에 사용되는 블록의 크기를 나타낸다. 기존의 방법에서 움직임 예측, 보상에 사용하는 블록의 크기를 8×8 로 정하는 경우 블록의 정합을 비교할 때 지표로서 사용되는 픽셀의 수 또한 8×8 개가 된다. 위의 방법을 통해 블록 정합 비교에 사용되는 블록의 크기를 $W \times W$ 로 키우는 경우 블록 정합의 비교 지표가 되는 픽셀의 개수 또한 $W \times W$ 로 증가하여 더욱 정확한 블록의 비교를 수행 할 수 있다.

IV. 실험 결과

본 논문에서 제안된 알고리즘 기반의 움직임 예측과 기존의 이진 변환 기반의 움직임 예측의 결과를 $PSNR(dB)$ 의 측면에서 비교해 보았다. 실험에 사용된 디지털 동영상은 $CIF(352 \times 288)$ 의 크기를 갖는 10개의 시퀀스를 사용하였으며 움직임 예측의 측정에 영상의 휘도 성분만을 고려하였다. 실험의 조건으로는 탐색 범위로 ± 16 를 사용하였다. 먼저 표 3에서 제안된 알고리즘에서 블록 정합에 사용되는 블록의 크기 W 를 10에서 16까지 증가시키면서 움직

표 3. 제안하는 알고리즘에서 W 값에 따른 PSNR 결과 비교

Table 3. PSNR results of proposed algorithm based motion estimation using different W value

Sequence(frames)	정합 블록의 크기 (W)			
	10	12	14	16
Akiyo(300)	43.721	43.797	43.796	43.776
Bus(150)	25.653	25.823	25.879	25.867
Coastguard(300)	30.474	30.818	30.874	30.928
Dancer(250)	29.603	29.800	29.837	29.812
Flower(250)	26.747	26.847	26.876	26.844
Football(150)	24.527	24.572	24.474	24.310
Foreman(300)	31.932	32.221	32.375	32.451
Mobile(300)	25.316	25.375	25.348	25.290
Stefan(300)	25.982	26.083	26.062	26.001
Table(300)	33.753	33.799	33.751	33.602
Average	29.771	29.914	29.927	29.888

임 예측의 결과를 확인해 보았다. 실험에서 이진 값 CM 을 생성하는데 필요한 문턱값은 10을 사용하였다.

위의 표 3에서 보는 바와 같이 제안된 알고리즘에서 W 값을 14로 사용하는 경우 가장 좋은 결과를 갖는 것을 볼 수 있다. W 값이 16인 경우 블록 정합 비교에 가장 많은 이진 픽셀 값을 사용하지만 움직임 예측의 정확도 측면에서 성능이 떨어짐을 볼 수 있다.

제안하는 알고리즘의 성능개선의 효과를 확인하기 위해 표 4와 5에서는 기존의 알고리즘 기반의 움직임 예측 결과와 제안하는 알고리즘의 움직임 예측 결과를 PSNR측면에 비교하였다. 표 4에서는 기존의 이진 변환 알고리즘과 SAD를 사용한 움직임 예측에서 8×8 크기의 블록을 사용할 때의 결과를 비교해 보았다.

다음의 표 5에서는 기존의 알고리즘 기반의 움직임 예측

표 4. 기존의 이진 변환 움직임 예측과 제안하는 알고리즘 기반의 움직임 예측 PSNR 결과 비교

Table 4. PSNR results of conventional binary motion estimation and proposed algorithm

Sequence(frames)	SAD (8)	1BT (8)	C1BT (8)	12	14	16
Akiyo(300)	44.242	38.024	43.483	43.797	43.796	43.776
Bus(150)	27.558	24.051	25.240	25.823	25.879	25.867
Coastguard(300)	31.969	27.796	29.615	30.818	30.874	30.928
Dancer(250)	33.820	27.660	29.219	29.800	29.837	29.812
Flower(250)	27.548	25.918	26.458	26.847	26.876	26.844
Football(150)	26.677	23.112	24.204	24.572	24.474	24.310
Foreman(300)	34.540	28.864	31.326	32.221	32.375	32.451
Mobile(300)	26.209	24.236	24.942	25.375	25.348	25.290
Stefan(300)	27.530	24.437	25.534	26.083	26.062	26.001
Table(300)	35.277	30.535	33.298	33.799	33.751	33.602
Average	31.537	27.463	29.332	29.914	29.927	29.888

표 5. 기존의 이진 변환 움직임 예측과 제안하는 알고리즘 기반의 움직임 예측 PSNR 결과 비교
 Table 5. PSNR results of conventional binary motion estimation and proposed algorithm

	SAD (16)	1BT (16)	C1BT(16)	12	14	16
Sequence(frames)	PSNR(dB)	PSNR(dB)	PSNR(dB)	PSNR(dB)	PSNR(dB)	PSNR(dB)
Akiyo(300)	43.744	43.188	43.572	43.797	43.796	43.776
Bus(150)	25.714	24.700	25.121	25.823	25.879	25.867
Coastguard(300)	30.863	30.361	30.445	30.818	30.874	30.928
Dancer(250)	31.530	28.687	29.261	29.800	29.837	29.812
Flower(250)	26.318	25.981	26.113	26.847	26.876	26.844
Football(150)	24.150	22.965	23.340	24.572	24.474	24.310
Foreman(300)	32.845	31.302	31.920	32.221	32.375	32.451
Mobile(300)	25.355	24.972	25.057	25.375	25.348	25.290
Stefan(300)	25.723	25.058	25.273	26.083	26.062	26.001
Table(300)	33.453	32.018	32.815	33.799	33.751	33.602
Average	29.970	28.923	29.292	29.914	29.927	29.888

에 16×16 크기의 블록을 사용한 결과와 제안하는 알고리즘의 결과를 비교 하였다.

위의 실험 결과들을 통해서 본 논문에서 제안하는 알고리즘이 8×8 크기의 움직임 예측 블록을 사용한 기존의 제한된 1비트 변환 알고리즘의 움직임 예측 결과보다 약 0.595dB 향상된 결과를 갖는 것을 확인할 수 있다. 이는 본 논문에서 제안하는 움직임 예측의 블록 정합 비교에서 블록의 크기를 늘려 비교 기준이 되는 픽셀의 개수를 증가시키는 방법이 움직임 예측의 정확도를 향상시키는 것을 확인해 준다. 또한 블록의 크기를 더욱 키우는 것이 반드시 움직임 예측의 정확도를 향상 시키지 않는 것을 확인 할 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 제한된 1비트 변환 알고리즘을 기반으로 영상의 정확한 움직임 예측, 보상을 위해 8×8 크기의 보상 블록을 사용하고 정확한 움직임 예측을 위해 크기를 키운 정합 블록을 사용하는 방법을 제안하였다. 실험의 결과에서 본 논문에서 제안하는 알고리즘이 8×8 크기의 움직임 예측 블록을 사용하는 기존의 제한된 1비트 변환 알고리즘보다 PSNR(dB) 측면에서 약 0.595dB 정확도를 향상시키

는 것을 확인할 수 있었다.

참고 문헌 (References)

- [1] B. Natarajan, V. Bhaskaran, and K. Konstantinides, "Low-complexity block-based motion estimation via one-bit transforms," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 7, no. 4, pp. 702 - 706, 1997.
- [2] A. Ertürk and S. Ertürk, "Two-bit transform for binary block motion estimation," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 15, no. 7, pp. 938 - 946, Jul. 2005.
- [3] O. Urhan, "Constrained one-bit transform-based motion estimation using predictive hexagonal pattern," *J. Electron. Imaging*, vol. 16, no. 3, p. 033019, Jul. 2007.
- [4] A. Çelebi, O. Akbulut, O. Urhan, and S. Ertürk, "Truncated Gray-Coded Bit-Plane Matching Based Motion Estimation and its Hardware Architecture," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 55, no. 3, pp. 1530 - 1536, 2009.
- [5] A. Celebi, H.-J. Lee, and S. Erturk, "Bit plane matching based variable block size motion estimation method and its hardware architecture," *Consum. Electron. IEEE Trans.*, vol. 56, no. 3, pp. 1625 - 1633, 2010.
- [6] S. Ertürk, "Exploiting the full potential of Two-Bit Transform based motion estimation," *IEEE Int. Conf. Consum. Electron.*, no. 7, pp. 643 - 644, 2011.
- [7] C. Choi and J. Jeong, "Low complexity truncated Gray-coded bit plane matching based multiple candidate motion estimation," *2011 3rd Eur. Work. Vis. Inf. Process.*, pp. 73 - 76, 2011.
- [8] C. Choi and J. Jeong, "Constrained two-bit transform for low complexity motion estimation," *IEEE Int. Conf. Consum. Electron.*, pp. 350 - 351, Jan. 2013.

저 자 소 개



김 형 도

- 2013년 2월 : 한양대학교 전자통신컴퓨터공학과 졸업
- 2015년 2월 : 한양대학교 일반대학원 전자통신컴퓨터공학 석사
- ORCID : <http://orcid.org/0000-0003-4117-3082>
- 주관심분야 : 비디오 압축, 영상처리



정 제 창

- 1980년 2월 : 서울대학교 전자공학과 졸업
- 1982년 2월 : KAIST 전기전자공학과 석사
- 1990년 : 미국 미시간대학 전기공학과 공학박사
- 1980년 ~ 1986년 : KBS 기술연구소 연구원 (디지털 및 뉴미디어 연구)
- 1990년 ~ 1991년 : 미국 미시간대학 전기공학과 연구교수 (영상 및 신호처리 연구)
- 1991년 ~ 1995년 : 삼성전자 멀티미디어 연구소 (MPEG, HDTV, 멀티미디어 연구)
- 1995년 ~ 현재 : 한양대학교 전자통신컴퓨터공학과 교수 (영상통신 및 신호처리 연구실)
- 1998년 11월 : 과학기술자상 수상
- 1990년 12월 : 정보통신부장관상 수상
- 2007년 : IEEE Chester Sall Award 수상
- 2008년 : ETRI Journal Paper Award 수상
- 2011년 5월 : 제46회 발명의 날 녹조근정훈장 수훈
- ORCID : <http://orcid.org/0000-0002-3759-3116>
- 주관심분야 : 영상처리, 영상압축, 3DTV