

# 디지털 비디오 부호화에서의 고속 움직임 추정을 위한 저복잡도 알고리즘

준회원 이 승 철\*, 준회원 김 민 기\*\*, 종신회원 정 제 창\*\*\*

## An Algorithm with Low Complexity for Fast Motion Estimation in Digital Video Coding

Seungchul Lee\* Associate Member, Minki Kim\*\* Associate Member,  
Jechang Jeong\*\*\* Lifelong Member

### 요 약

MPEG-1/2/4, H.264/AVC와 같은 영상압축표준에서 사용되는 부호화 기술 중 움직임 추정 및 보상은 부호기의 복잡도에 가장 큰 영향을 끼친다. 영상 코덱에서 일반적으로 사용되는 전역탐색(Full Search) 방식은 최적의 정합 블록을 찾기 위해 탐색 영역내의 모든 위치에서 SAD값을 비교하기 때문에 부호화 시간을 다량으로 소비하게 된다. 이런 문제를 개선하기 위해 초기에는 TSS, NTSS, DS, HEXBS 등 다양한 형태의 탐색 패턴을 활용한 고속 움직임 탐색 기법들이 개발되었고, 이후에는 움직임 벡터의 시·공간적 상관도를 이용한 DS기반의 MVFAST, PMVFAST, MAS, FAME 등이 개발되었다. 하지만 부정확한 움직임 벡터 탐색으로 인해 화질이 열화되는 문제와 알고리즘의 복잡도가 높아지는 문제는 여전히 해결해야 할 과제로 남아있다. 본 논문에서는 움직임 벡터 탐색 시작점을 보다 정확히 결정하고, 각 프레임들의 움직임 특성을 고려한 단순화된 일차원 탐색 패턴들을 사용하여 탐색속도를 극대화하고 화질열화를 최소화시키는 알고리즘을 제안한다.

**Key Words :** Motion Estimation, Search Pattern, 1-Dimension X Pattern, 1-Dimension Y Pattern, MV Candidates

### ABSTRACT

In video standards such as MPEG-1/2/4 and H.264/AVC, motion estimation / compensation(ME/MC) process causes the most encoding complexity of video encoder. The full search method, which is used in general video codecs, exhausts much encoding time because it compares current macroblock with those at all positions within search window for searching a matched block. For the alleviation of this problem, the fast search methods such as TSS, NTSS, DS and HEXBS are exploited at first. Thereafter, DS based MVFAST, PMVFAST, MAS and FAME, which utilize temporal or spacial correlation characteristics of motion vectors, are developed. But there remain the problems of image quality degradation and algorithm complexity increase. In this thesis, the proposed algorithm maximizes search speed and minimizes the degradation of image quality by determining initial search point correctly and using simple one-dimension search patterns considering motion characteristics of each frame.

\* 본 논문은 정보통신부의 출연금으로 수행한 IT-SoC 핵심설계인력양성사업의 수행결과입니다.

\* 한양대학교 전자통신컴퓨터공학과 영상통신 및 신호처리 연구실 (lsc618@ece.hanyang.ac.kr)

\*\* 삼성전자 정보통신총괄 사업부 (mornydew@hotmail.com)

\*\*\* 한양대학교 전자전기컴퓨터공학부 (jjeong@ece.hanyang.ac.kr)

논문번호 : KICS2006-10-420, 접수일자 : 2006년 10월 11일, 최종논문접수일자 : 2006년 11월 27일

## I. 서론

MPEG-1/2/4, H.264/AVC와 같은 영상압축표준에서 사용되는 부호화 기술은 크게 움직임 추정 및 보상, 이산적교변환(DCT)을 이용한 변환 및 양자화, 엔트로피 부호화로 구성되는 기본구조를 가지고 있다. 영상의 부호화 과정에서 움직임 추정 및 보상은 부호기의 복잡도 즉, 전체 부호화 시간에 가장 큰 영향을 미친다. 움직임 추정 및 보상이란 한 화면을 16\*16 크기의 매크로블록(MB) 또는 임의의 크기 블록으로 나누고 블록 정합 알고리즘(Block Matching Algorithm)을 사용하여 블록단위로 현재 블록을 기준으로한 정해진 탐색영역(Search Window) 안에서 정합 블록을 찾아낸 후, 정합 블록 위치를 나타내는 움직임 벡터와 현재 블록과의 차이값을 부호화하는 영상 압축 기술을 말한다. 일반적으로 영상 코덱에서는 사용되는 Full Search 방식은 최적의 정합블록을 찾기 위해 탐색 영역내의 모든 위치에서 SAD값을 비교하기 때문에 전체 부호화 시간에서 가장 많은 부분을 차지하게 된다. 이런 문제를 개선하기 위해서 다양한 고속 알고리즘이 개발되었다.

초기에는 TSS(Three Step Search)<sup>[1]</sup>, NTSS(New Three Step Search)<sup>[2]</sup>, DS(Diamond Search)<sup>[3]</sup>, HEXBS(Hexagon Based Search)<sup>[4]</sup>등과 같이 다양한 형태의 탐색 패턴을 활용하여 초기 탐색지점을 (0,0)로 시작해서 최적의 정합 블록을 찾아내는 방법들이 개발되었다. 하지만 위와 같은 방식은 탐색속도는 다소 향상되지만 정합 블록을 정확하게 찾지 못하여 영상 부호화 이후 화질을 크게 열화시키는 결과를 낳는다. 이를 개선하기 위해 움직임 벡터의 공간적 또는 시간적 상관도를 이용한 움직임 벡터 예측방식을 사용한 DS기반의 MVFAST(Motion Vector Field Adaptive Search Technique)<sup>[5]</sup>, PMVFAST(Predictive Motion Vector Field Adaptive Search Technique)<sup>[6]</sup> 등이 개발되었다. 특히 PMVFAST는 예측한 움직임 벡터 위치에서 부터 탐색을 시작하여 초기 탐색종료를 위한 임계값 결정(Thesholding) 알고리즘을 채택하면서 탐색속도를 한층 더 최소화시켰으며 화질 또한 Full Search에 근접하는 결과를 보인다. 이후에도 인접한 블록의 움직임 벡터들로부터 LMA(Local Motin Activity)레벨을 결정하여 그에 따라 적응적으로 움직임 벡터를 찾아내는 다양한 형태의 알고리즘이 개발되고 있다. 그 예로 MAS(Motion Adapive Search)는 LMA레벨에 따른 다른 크기의 탐색영역을 적용하고 카메라 움직임(Camera Motion)을 움직임 벡터 예측에

이용하였으며<sup>[7]</sup>, FAME(Fast Adaptive Motion Estimation)은 LMA레벨 따라 크기와 형태가 다른 3가지 탐색 패턴 활용하고 다른 형태의 움직임 벡터 예측을 통하여 화질 및 탐색속도를 향상시켰다<sup>[8]</sup>. 하지만, 이러한 방법들은 객관적 화질과 탐색속도 향상을 위해 알고리즘 복잡도를 다소 높이는 단점을 가지고 있다.

이 논문에서는 알고리즘 복잡도를 최소화시키고 MVFAST와 PMVFAST방식이 가지고 있는 단점을 보완하기 위해 움직임벡터의 한 프레임 내에서의 공간적 상관성과 연속된 프레임간의 시간적 상관성을 이용하여 움직임 벡터 탐색 시작점을 보다 정확히 예측하고, 각각의 프레임들의 움직임 특성을 고려한 단순화된 탐색패턴을 사용하여 탐색 속도를 극대화 하면서도 trade-off로 인한 화질 열화를 최소화시키는 개선된 움직임 벡터 추정방법을 제안하고자 한다.

## II. MVFAST, PMVFAST 성능의 문제점

### 2.1 프레임의 움직임 특성에 따른 성능 변화

일반적으로 움직임 벡터의 분포는 화면의 특성에 따라 다르다. foreman 시퀀스의 앞부분과 같이 뒷배경이 정지되어 있고 사람의 얼굴부분만 작은 움직임이 있는 경우는 그림 1과 같이 (0,0) 중심으로 집중되는 경향을 보이고 bus 시퀀스와 같이 버스 부분에 카메라 초점이 맞춰져 있고 뒷배경은 우측으로 움직이는 경우는 X축방향으로 길게 분포되는경향을 보인다. stefan 또한 수평움직임이 많으며, football 시퀀스는 뒷배경과 선수각각의 움직임으로 인한 복잡한 분포를 보인다.

이런 다양한 시퀀스들에 대한 MVFAST, PMVFAST 알고리즘에 의한 움직임 벡터 추정 결과를 볼 때 대

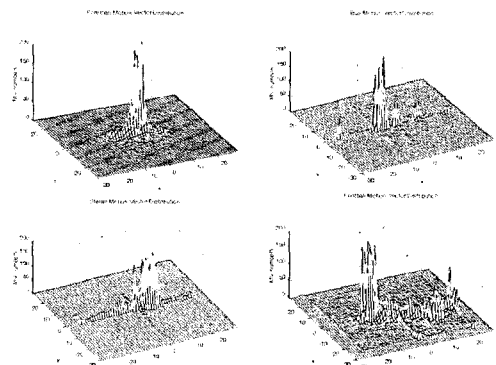


그림 1. Full Search에 의해 추정된 샘플이미지 30 프레임에 대한 움직임벡터 분포도 (foreman(좌측상단), bus(우측상단), stefan(좌측하단), football(우측하단) sequence)

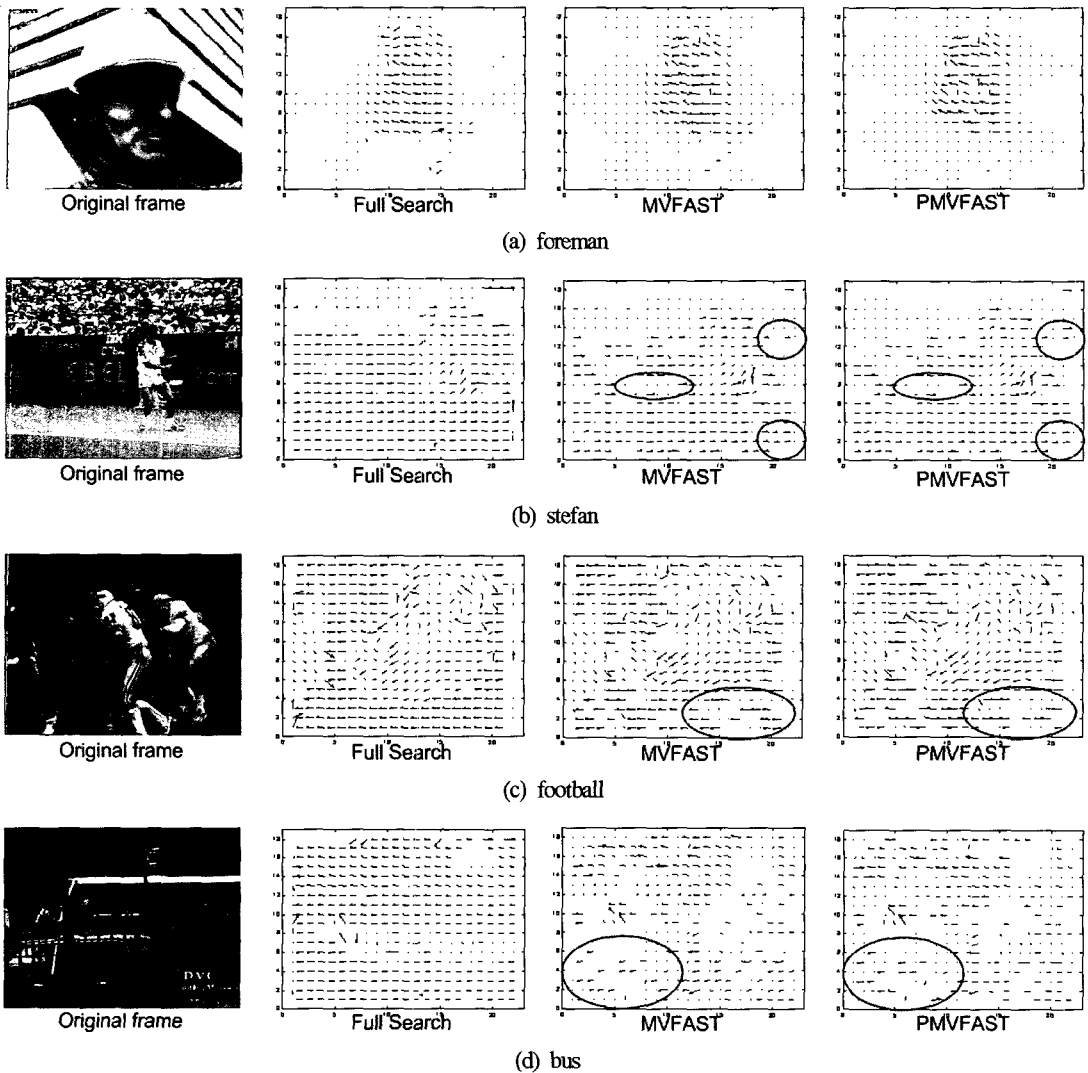


그림 2. 각 샘플 시퀀스별 탐색방식에 따른 움직임 벡터 추정 결과(4번째 프레임)

부분 상대적으로 적은 움직임 특성을 가지는 화면에서 더 좋은 성능을 보이는 것으로 나타난다.

그림 2는 foreman, stefan, football, bus 시퀀스들의 4번째 프레임에 대하여 Full Search, MVFAST, PMVFAST 탐색방식에 따라 움직임 벡터 추정 결과를 순서대로 보여주고 있다. Foreman 시퀀스는 비교적 Full Search에 근접한 탐색결과를 보이고 있다. 하지만, Stefan과 Football에서 평행이동되는 배경 부분(타원으로 표시)의 블록들에서는 차이를 보이고 있다. 이 부분에서의 움직임 벡터 불일치는 객관적 화질(PSNR)을 저하시키게 되는 결과를 낳는다. MVFAST, PMVFAST방식이 고속 탐색을 위하여 (0,0)위치에서

참조 블록과의 SAD(Sum of Absolute Difference) 값이 크기가 기준값 이하일 경우 초기 종료하기 때문에 발생될 수도 있지만, 한 프레임 내에서의 움직임 벡터 분포를 통하여 충분히 예측이 가능하기 때문에 불필요한 초기종료는 움직임 추정의 효율을 저하시키게 된다.

## 2.2 탐색패턴의 비효율성

MVFAST, PMVFAST 움직임 추정 방식에서는 그림 3에서와 같이 Small Diamond Search Pattern (SDSP)과 Large Diamond Search Pattern(LDSP)을 사용한다. 이러한 탐색패턴은 상하좌우의 4방향을 모두

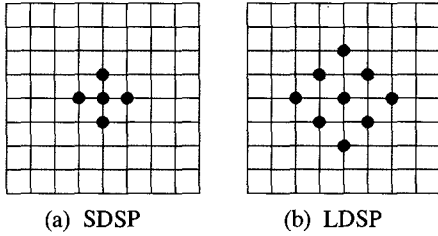


그림 3. 다이아몬드 탐색 패턴

탐색 후 각각의 SAD값을 비교하여 최소의 값을 갖는 방향으로 이동하는 방식을 택하고 있다<sup>5,6)</sup>. 하지만 한 방향으로 이동하는 영상에 대해서는 효율이 떨어지는 경향이 있기 때문에 방향성을 고려한 패턴 변화를 통해서 효율성을 높일 수 있을 것이다.

앞에서 거론한 MVFAST, PMVFAST의 움직임 변화가 크거나 카메라 방향을 따라 평행이동이 되는 영상에서 나타나는 문제점들을 보완하여 좀 더 단순화되고 고속화된 알고리즘을 III장에서 제안해 보고자 한다.

### III. 제안하는 개선된 알고리즘

#### 3.1 움직임 벡터 예측을 위한 후보 리스트의 확장

MVFAST에서는 그림 4과 같이 동일 프레임 내의 상단, 우측상단, 좌측, (0,0) 총 4개의 매크로 블록의 움직임 벡터 후보들을 예측에 사용하여 SAD가 최소인 벡터의 위치에서 탐색을 시작한다<sup>5)</sup>. PMVFAST는 그림 5과 같이 MVFAST의 움직임벡터 예측을 위한 후보 벡터들과 이전 프레임의 같은 위치에 있는 매크로 블록이 갖는 움직임 벡터로부터 초기 탐색 시점을 결정하게 된다<sup>6)</sup>. 제안하는 알고리즘은 이러한 시공간적 인접 블록의 움직임 벡터들에 의존하여 예측하기 보다는 이전 화면의 전체적인 움직임 벡터 분포를 고려하여 그림 6과 같이 이전 프레임의 (0,0)를 제외한 가장 많은 분포를 보이는 벡터를 초기 탐색 시점 결정에 활용하였다. 이를 통하여 화면의 평행이동시 특정 오브젝트들과 배경들이 다른 방향으로 움직이면서 그 경계 부분에서 발생할 수 있는 잘못된 움직임벡터 예측과 주변 블록들에서 움직임 추정오류로 인한 영향에 대응할 수 있도록 설계하였다. 움직임 벡터 후보군을  $MV\_candidates$ 로 표현하면 다음 식 (1)과 같다.

$$MV\_candidates = \{ MV_0, MV_1, MV_2, MV_3, MV_{t-1}, MV_{max\_dist} \} \quad (1)$$

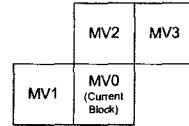


그림 4. MVFAST 움직임 벡터 후보군

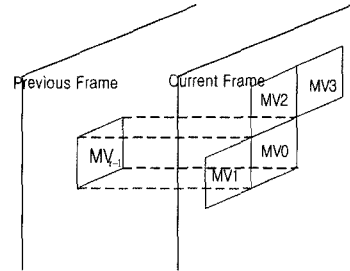


그림 5. PMVFAST 움직임 벡터 후보군

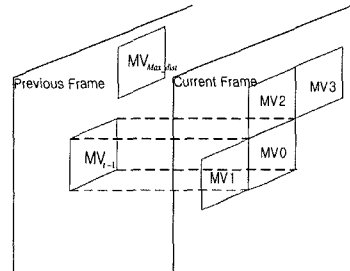


그림 6. 확장된 움직임 벡터 후보군

#### 3.2 프레임별 평행이동 특성 판단 및 패턴 결정

서두에서 언급한 MAS에서는 카메라 모션이라는 개념을 적용해서 프레임 내 모션벡터의 분포에 따라 평행이동 유무를 판단하여 움직임벡터 탐색 시작 지점을 결정하였다. 하지만 이 방식은 카메라 모션 벡터 조건 계산이 복잡하고 (0,0) 움직임 벡터가 많이 분포된 프레임에서는 좋은 성능을 보이지 못한다. 따라서 이런 단점을 보완하기 위해 이전 프레임의 움직임 벡터 분포에서 (0,0)를 제외한 가장 많은 분포를 보이는 움직임 벡터의 특성 판단을 통하여 평행이동 유무를 결정하고 그에 따른 적절한 탐색패턴을 사용하고자 한다.

탐색패턴은 그림 10과 같이 3가지 탐색 패턴을 사용

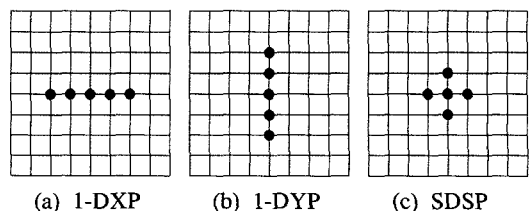


그림 7. 제안하는 알고리즘에서 사용되는 탐색패턴

한다. 1-Dimension X Pattern(1-DXP)는 X방향 평행 이동 프레임의 경우, 1-Dimension X Pattern(1-DYP)는 Y방향 평행이동 프레임의 경우, 나머지는 SDSP 패턴을 사용하여 탐색을 시작한다.

프레임 평행이동 특성을 결정하는 방법은 다음과 같다. 이전 프레임에서의 (0,0)를 제외한 최다분포 움직임 벡터  $MV_{max\_dist.}=(X,Y)$ 일 때,  $T_c$ 는 프레임의 평행이동 특성을 나타내며 다음과 같이 결정된다.

$$T_c = \begin{cases} X\text{-direction\_translation,} & \text{if } |X| \geq \alpha \cdot |Y| \\ Y\text{-direction\_translation,} & \text{if } |Y| \geq \alpha \cdot |X| \\ non\_translation, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

여기서  $\alpha$ 는 수평과 수직방향 평행이동을 판단하기 위한 상수이다. 위와 같이 평행이동 특성이 결정되면 그 특성에 맞게 탐색패턴을 결정하여 초기 탐색 위치에서 탐색을 실시한다. X, Y 일차원 탐색 패턴 결정시 탐색 최종 위치에서 X방향 탐색시에는 Y방향 탐색을, Y방향 탐색시에는 X방향 탐색을 각 1회씩 실시하여 다른 방향에 대한 위치 보정을 실시한다.

### 3.3 초기 탐색 종료 조건

PMVFAST, MAS, FAME 등의 탐색방법에서는 인접 블록의 움직임 벡터 특성 또는 SAD 값을 이용한 초기탐색종료 조건으로 가변적 임계값을 사용하여 탐색시간을 축소하였다. 하지만 제안하는 알고리즘에서는 움직임 벡터 예측을 정확히 함으로써 탐색시간을 축소하였기 때문에 이전 탐색 방식에서와 같은 복잡한 알고리즘 없이 임계값을 512로 고정 및 간소화 시켰다.

## IV. 실험 및 결과분석

III장에서 제안한 움직임 벡터 추정 알고리즘에 대한 실험은 MPEG-2 비디오 코덱에서 적용하였다. 그 이유는 MPEG-4, H.264/AVC와 같이 다양한 기능이 추가된 최신 코덱에서는 그 기능의 영향으로 움직임 벡터 추정 방식 변화에 의한 화질 비교가 사실상 어렵기 때문이다. 따라서 Full Search 방식과 같이 단순한 방식으로 고정된 매크로 블록을 사용하는 MPEG-2 코덱에서 여러 가지 탐색 방식에 의한 화질 및 속도를 비교하였다.

테스트 시퀀스는 foreman, akiyo, news, 등과 같이 움직임이 적은 시퀀스들과 table tennis, mobile, stefan, football, bus 등과 같이 평행이동이 많고 오브젝트들의 움직임이 많은 시퀀스들을 사용하였고, 시퀀스의

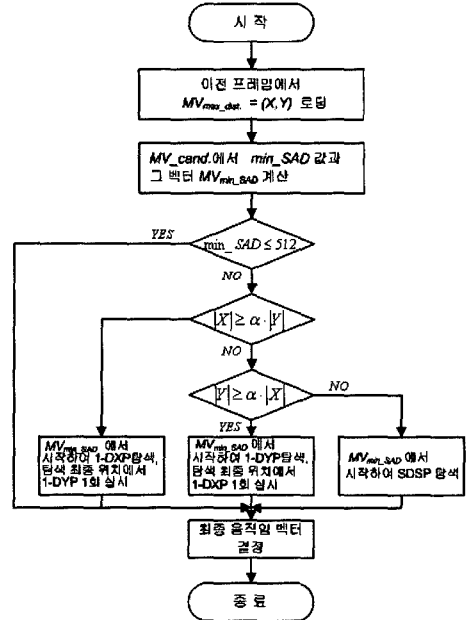


그림 8. 제안하는 알고리즘 순서도

크기는 CIF(352×288)이며, 탐색영역은 16을 사용하였다. 각 시퀀스는 IPPP구조로 부호화 하였다. 이때 GOP(Group of Picture)는 15(N=15)이고, Bitrate 2048k, 1024k, 512k등에 대해 비교실험 하였다. 식 (2)의  $\alpha$ 값은 5로 설정하였으며, 움직임 벡터 추정방식은 Full Search, MVFAST, PMVFAST, MAS, FAME, Proposed Method 등에 대해 각각 시행하여 객관적 화질과 속도(탐색횟수)를 비교하였다.

실험결과 Bitrate가 512k일때 제안한 알고리즘의 객관적 화질은 Full Search보다 평균 0.034dB 감소되었지만, MVFAST보다 평균 0.09dB, PMVFAST보다 평균 0.142dB 높은 결과를 보였다. 속도는 MVFAST보다 평균 37.5% 감소되었고, PMVFAST보다 평균 32.9% 증가된 결과를 보였다. Bitrate가 1024k일 경우에는 객관적 화질이 Full Search보다 평균 0.072dB 감소되었지만, MVFAST보다 평균 0.119dB, PMVFAST 보다는 평균 0.187dB 증가했다. 탐색속도는 MVFAST보다 평균 38.4% 증가했으며, PMVFAST보다 평균 31.1%감소한 결과를 보였으며, Bitrate가 2048k일 경우에는 객관적 화질이 Full Search보다 평균 0.103dB 감소되었지만, MVFAST보다 평균 0.149dB, PMVFAST 보다는 평균 0.224dB 증가했다. 탐색속도는 MVFAST보다 평균 39.6% 증가했으며, PMVFAST보다 평균 29.5% 감소한 결과를 보였다. 비록 제안한 알고리즘이 PMVFAST보다 탐색속도가 평균적으로 감소되었지만, 화면 내 오브젝트들의 움직임이 크고 평행이동

표 1. 탐색 방식에 따른 객관적 화질 및 탐색횟수 비교 (Bitrate=512k)

SEQ.	PSNR(dB)						SEARCH POINTS					
	FULL	MVF	PMVF	MAS	FAME	Proposed	FULL	MVF	PMVF	MAS	FAME	Proposed
foreman	28.644	28.472	28.269	28.677	28.464	28.546	96280800	1031781	648762	1193874	965199	784865
akiyo	39.841	39.845	39.791	39.843	39.837	39.838	96280800	540873	19739	541574	539299	50624
news	33.395	33.371	33.289	33.371	33.382	33.373	96280800	565464	72921	573241	563609	113097
t.tennis	29.328	29.281	29.252	29.375	29.277	29.383	96280800	728175	296607	769843	708039	378421
mobile	20.644	20.643	20.637	20.638	20.643	20.644	96280800	749137	644496	751374	673268	652404
stefan	22.005	21.907	21.863	21.969	21.874	21.986	96280800	1210509	986771	1325063	1093693	978910
football	26.721	26.702	26.717	26.996	26.693	26.780	28884240	669030	553534	807140	579835	600266
bus	23.027	22.386	22.378	22.599	22.529	22.778	48140400	638046	578455	706669	566763	543591

표 2. 탐색 방식에 따른 객관적 화질 및 탐색횟수 비교 (Bitrate=1024k)

SEQ.	PSNR(dB)						SEARCH POINTS					
	FULL	MVF	PMVF	MAS	FAME	Proposed	FULL	MVF	PMVF	MAS	FAME	Proposed
foreman	31.471	31.278	31.062	31.488	31.267	31.331	96280800	1025531	643572	1194192	986782	761786
akiyo	43.117	43.177	43.087	43.114	43.117	43.119	96280800	540850	19740	541574	539824	50360
news	37.934	37.901	37.784	37.897	37.918	37.905	96280800	565632	72839	573241	566038	111506
t.tennis	32.793	32.709	32.675	32.802	32.721	32.803	96280800	725485	295402	769853	710682	363632
mobile	22.617	22.621	22.602	22.612	22.617	22.622	96280800	748581	644615	751374	677394	619555
stefan	24.722	24.469	24.369	24.631	24.478	24.690	96280800	1205994	980503	1325235	1100319	961419
football	30.021	29.963	30.035	30.291	29.932	29.962	28884240	651036	536021	811524	571286	590589
bus	25.677	24.708	24.666	24.992	24.908	25.347	48140400	632330	572229	707218	573324	543662

표 3. 탐색 방식에 따른 객관적 화질 및 탐색횟수 비교 (Bitrate=2048k)

SEQ.	PSNR						SEARCH POINTS					
	FULL	MVF	PMVF	MAS	FAME	Proposed	FULL	MVF	PMVF	MAS	FAME	Proposed
foreman	34.811	34.591	34.296	34.816	34.589	34.658	96280800	1023904	641347	1194188	1009888	740612
akiyo	45.394	45.391	45.391	45.393	45.389	45.394	96280800	540840	19711	541574	540152	50337
news	41.818	41.787	41.703	41.786	41.812	41.794	96280800	565465	72852	573241	567912	111469
t.tennis	36.454	36.343	36.279	36.431	36.361	36.436	96280800	724855	296801	769844	718728	359744
mobile	25.948	25.946	25.924	25.945	25.943	25.949	96280800	748425	644469	751374	690035	589928
stefan	28.902	28.561	28.451	28.765	28.596	28.823	96280800	1199954	976140	1325308	1106641	964536
football	33.959	33.831	33.864	34.242	33.756	33.804	28884240	645153	531861	815483	558688	555804
bus	29.428	28.251	28.192	28.572	28.531	29.033	48140400	630024	569249	707539	577222	545259

특성이 두드러지게 나타나는 mobile, stefan, bus 등의 시퀀스에서는 PMVFAST보다도 평균 3~5% 정도 탐색 속도가 향상된 것을 알 수 있다.

이 결과를 통해 제안한 알고리즘이 화면내 움직임이 크고 평행이동특성이 두드러진 영상에서 PMVFAST의 복잡한 초기 탐색 종료 알고리즘 사용없이 더 정확한 움직임벡터 예측을 통하여 속도를 향상했으며, 객관적 화질면에서도 Full Search와 근접할 정도의 성능향상을 보였다고 말할 수 있다. 이외의 화면 내 움직임이 적은 foreman, akiyo, new에서도 MVFAST, PMVFAST 보다 약간의 객관적 화질 향상이 있었으

며, 탐색속도도 근접하였기 때문에 제안한 알고리즘이 다양한 움직임 특성의 영상에서 우수한 성능을 보인다는 것을 증명할 수 있었다.

실험결과를 구체적으로 확인해 보기 위해 그림 9에서 제안한 알고리즘에 의해 탐색된 움직임 벡터 추정 결과를 확인하였다. 그림 9에서 타원으로 표시한 부분에서 그림 2의 MVFAST, PMVFAST에서보다 Full Search에 근접한 것을 알 수 있다. 그림 10은 제안된 알고리즘에서 결정된 각 샘플 시퀀스들의 프레임별 평행이동 특성 판단 결과를 나타내는 도표이다.

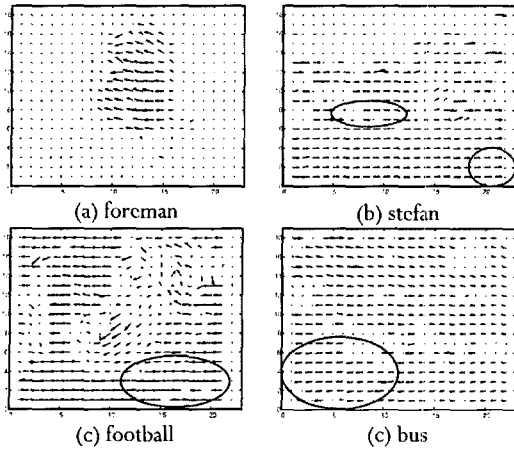


그림 9. 각 샘플 시퀀스의 제안하는 알고리즘에 의한 움직임벡터 추정 결과 (4번째 프레임)

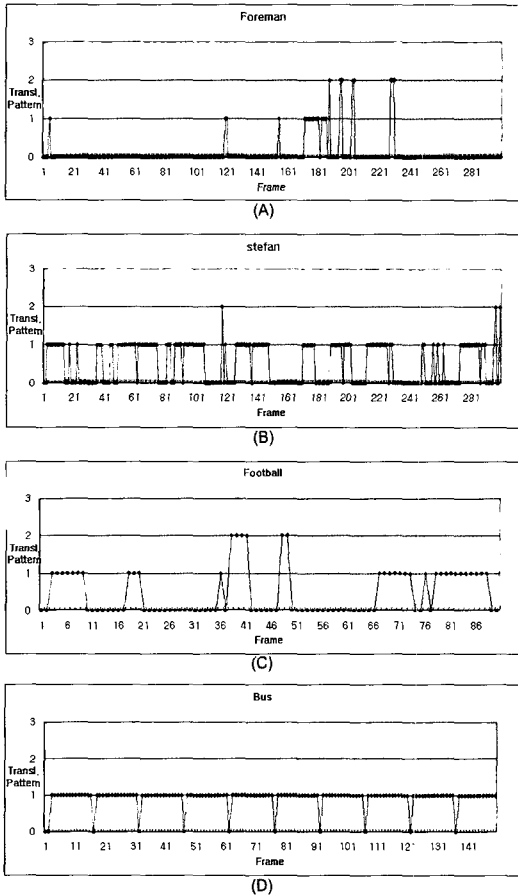


그림 10. 각 샘플 시퀀스의 프레임별 평행이동 특성 (Transl. Pattern = 0; Non-translation, 1; x-translation, 2; y-translation)

### V. 결론

MPEG-1/2/4, H.264/AVC와 같은 비디오 코덱에서 블록정합알고리즘(BMA) 기반의 전역탐색(Full Search)에 의한 움직임 추정 및 보상 방법이 갖는 복잡도를 해소하기 위해 MVFAST, PMVFAST, MAS, FAME등 다양한 방식의 진보된 움직임 벡터 탐색 방식이 개발되었다. 하지만, MVFAST, PMVFAST 방식이 화면 내 오브젝트들의 움직임이 크고 평행이동특성이 두드러진 영상에서 성능이 떨어지는 현상을 보인다. 또한 이를 개선한 MAS, FAME등도 복잡도와 화질 및 속도의 tradeoff 현상을 보이는 단점을 가지고 있다.

하지만 제안하는 알고리즘은 움직임 벡터 후보군 확장을 통한 정확한 움직임 벡터 예측과 화면 내 평행이동 특성을 고려한 단순화된 일차원 탐색패턴들을 프레임별로 적응적으로 사용하여 다양한 비디오 시퀀스에 대해 객관적 화질을 향상시키고 탐색속도를 개선하였다. 구체적으로 실험에 사용된 8가지 시퀀스에 대해 MVFAST, PMVFAST보다 평균 0.1~0.3dB 화질향상을 보였으며, 탐색속도는 MVFAST보다 평균 30~40% 정도 향상되었다. 특히 mobile, stefan, bus와 같은 평행이동 특성이 두드러진 시퀀스에서 더 좋은 결과를 나타내어 제안한 알고리즘의 우수한 성능을 증명할 수 있었다. “

### 참고 문헌

- [1] T. Koga, K. Iinuma, A. Hirano, Y. Iijima and T. Ishiguro, "Motion Compensated interframe coding for video conferencing", in *Proc. Nat. Telecommun. Conf.*, New Orleans, LA, Nov. 1981, pp. G5.3.1-G5.3.5
- [2] R. Li, B. Zheng, and M. Liou, "A new three-step Algorithm for fast motion estimation", *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 4, no. 4, pp. 438-442, Aug. 1994.
- [3] S. Zhu and K.-K. Ma, "A New Diamond Search Algorithm for fast block-matching motion Estimation", *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 6, no. 4, pp. 287-290, Feb. 2000.
- [4] C. Zhu, X. Lin, and L.-P. Chau, "Hexagon -based search pattern for fast block motion estimation", *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 12, no. 5, pp. 349-355, May. 2002.

- [ 5 ] P. I. Hosur and K. K. Ma, "Motion Vector field adaptive fast motion estimation", presented at the *Second Int. Conf. Inf., Commun., Signal Process.*, vol. Singapore, Dec. 2003.
- [ 6 ] A. M. Tourapis, O. C. Au, M. L. Liou, "Predictive Motion Vector Field Adaptive Search Technique (PMVFAST)", ISO/IEC JTC1 / SC29 / WG11 MPEG2000 / M5866, Noordwijkerhout, The Netherlands, March 2000.
- [ 7 ] P. I. Hosur, "Motion Adaptive Search for Fast Motion Estimation", *IEEE Trans. Consumer Electron.*, vol. 49, no. 4, pp. 1330-1340, Nov. 2003.
- [ 8 ] I. Ahmad, W. Zheng, J. Luo, M. Liou, "A Fast Adaptive Motion Estimation Algorithm", *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 16, no. 3, pp. 420-438, March 2006.
- [ 9 ] M. J. Chen, L. G. Chen, T. D. Chiueh, "One-Dimensional Full Search Motion Estimation Algorithm For Video Coding", *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 4, no. 5, pp. 504-509, Oct. 1994.
- [10] 이강준, 김민호, 양시영, 정제창 "새로운 탐색 패턴을 이용한 효율적인 움직임 추정 알고리즘", *한국통신학회논문지 (C)*, 3(2), pp. 115-126, 1997.

**이 승 철 (Seungchul Lee)**

준회원



2001년 2월 홍익대학교 전자전  
기공학부 졸업  
2002년 2월~현재 한양대학교 전  
자통신컴퓨터공학과 석사과정  
<관심분야> 영상처리 및 영상압축

**김 민 기 (Minki Kim)**

준회원



2003년 2월 한양대학교 전자공  
학과 졸업  
2005월 2월 한양대학교 전자통  
신컴퓨터공학과 석사  
2005년 3월~현재 삼성전자 정보  
통신총괄 사업부  
<관심분야> 영상처리 및 영상압축

**정 제 창 (Jechang Jeong)**

종신회원



1980년 2월 서울대학교 전자공  
학과 졸업  
1982년 2월 KAIST 전자전기 공  
학과 석사  
1990년 2월 미국 미시간대학 전  
기공학과 공학박사  
1980년~1986년 KBS기술연구소  
연구원 (디지털 TV 및 뉴미디어 연구)  
1990년~1991년 미국 미시간대학 전기공학과 연구교  
수(영상 및 신호처리 연구)  
1991년~1995년 삼성전자 멀티미터 연구소 (MPEG,  
HDTV, 멀티미디어 연구)  
1995년~현재 한양대학교 전자전기컴퓨터공학 교수  
(영상통신 및 신호처리 연구실)  
1998년 11월 27일 과학기술자상 수상  
1998년 12월 31일 정보통신부장관상 표창  
<관심분야> 영상처리 및 영상압축