Journal of Korea Multimedia Society Vol. 15, No. 6, June 2012(pp. 731-736)

디지털 시네마 환경에서 배경정보를 이용한 대표 움직임 정보 추출

박일철[†], 권구락[††]

요 약

최근 디지털 시네마에 대한 관심이 많아지고 있다. 의자의 움직임 및 다른 물리적 효과와 시각적 3D영화의 결합으로 재미를 더해 준다. 이러한 디지털 시네마의 모션베이스 제어는 수동으로 제어되고 있는 실정이다. 디지털 시네마의 비디오 시퀀스를 분석하여 의자의 움직임을 자동으로 제어할 수 있다. 제안하는 방법은 먼저 모든 움직임의 초점을 객체와 배경으로 분류하고 9개의 검색 범위를 이용하여 모션벡터의 정보를 추출한다. 객체가 정지되는 동안 배경의 움직임에 따라 모션벡터는 결정된다. 디지털 시네마에서 추출된 움직임 정보는 움직임 제어에 사용된다. 실험결과 제안된 방법은 정확성 측면에서 기존의 방법을 능가하는 성능을 보이는 것을 확인할 수 있었다.

Improved Extraction of Representative Motion Vector Using Background Information in Digital Cinema Environment

Il Cheol Park[†], Goo Rak Kwon[††]

ABSTRACT

Latest digital cinema is getting more interest on recent days. The combination of visually immersive 3D movie with chair movements and other physical effects has added more enjoyment. The movement of the chair is controlled manually in these digital cinemas. By the analysis of the digital cinema's video sequences, movement of the chair can be controlled automatically. In the proposed method first of all the motion of focused object and the background is identified and then the motion vector information is extracted by using the 9-search range. The motion vector is determined only for the movement of background while the object is stationary. The extracted Motion information from the digital cinemas is used for the movement control of the chair. The experimental results show that the proposed method outperforms the existing methods in terms of accuracy.

Key words: Motion vector(움직임 벡터), Global motion vector(전역 움직임 벡터), model base(모델 베이스), digital cinema(디지털 시네마)

※ 교신저자(Corresponding Author) : 권구락, 주소 : 광주 동구 서석동 조선대학교(501-759), 전화 : 062)230-6268, E-mail : grkwon@chosun.ac.kr
접수일 : 2011년 12월 5일, 수정일 : 2012년 1월 19일
완료일 : 2012년 4월 10일
[†] 정회원, 준성이엔알 개발팀 연구원
(E-mail : kikipado@nate.com)
[††] 종신회원, 조선대학교 정보통신공학과 조교수
※ 본 연구는 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업의 결과임(No.2011-0005164) 또한 중소기업청에서 지원하는 2010년도 산학연 공동 기술 개발 사업 (No. 000446180111) 의 연구수행으로 인한 결과물임.

1. 서 론

디지털 시네마에서 의자 모션베이스의 제어는 매우 중요하다. 영화의 장면에 따라 자연스럽게 움직이는 의자의 움직임은 영화를 보는 관객에게 영화에 대한 몰입감을 준다. 불과 몇 년 전까지 2D영화가 주로 상영되었지만 다양한 변화를 원하는 사람들이 많아짐에 따라 그에 맞게 3D영화로 입체감을 즐길 수 있는 영화를 보는 것이 어렵지 않게 되었다. 눈으로 입체감을 즐긴 사람들은 이제 몸으로 체감할 수 있는 영화를 원하게 됐고 지금 현재는 4D영화가 대중화 되었다. 쉽게 접하기 힘들었던 디지털 시네마는 점점 사람들의 수요가 증가하면서 대중들에게 더 가깝게 다가오고 있다. 이러한 시대적인 움직임에 맞게 디지털 시네마 사업은 그 범위를 점점 더 넓히고 있다[1].

현재의 일반적인 의자 모션베이스의 제어 과정은 엔지니어 또는 영화감독이 주관적인 판단에 의해 영상의 움직임을 분석하고 분석된 움직임에 따라 자막을 입력하는 것과 같은 방식으로 의자의 움직임이나 특수 효과를 프레임 단위로 입력한다. 다시 말하자면 엔지니어가 직접 장면을 분석하고 그 장면에 따라 움직임을 직접 입력하는 수동적인 작업을 하고 있는 실정이다.

기존의 모션벡터를 이용한 모션베이스 제어 방법에서는 수동적인 입력방식을 그대로 사용하면서 누구나 영상에 맞는 모션을 쉽게 입력할 수 있도록 모션의 운동값을 인지할 수 있는 모션곡선을 작성하여 모션베이스 제어에 도움을 주는 방법을 제안했다[2].

본 논문에서는 모션벡터가 모션베이스 제어의 수동적인 입력에 보조 수단이 아닌 모션벡터의 정보로 모션베이스 제어를 일부 자동화하는 방법으로 배경이 주체가 되는 영상을 분류하고 분류된 영상의 배경 정보를 바탕으로 대표모션벡터를 추출하는 방법에 대해서 연구하였다.

2. 기존의 대표모션벡터 생성 방법

2.1 글로벌모션벡터(Global Motion Vector)를 이용한 방법

블록정합알고리듬을 이용하여 영상전체에 대하여 블록단위로 모션벡터를 생성한 후 모든 블록의 모션벡터 평균으로 하나의 모션벡터를 생성하는 방법이다.

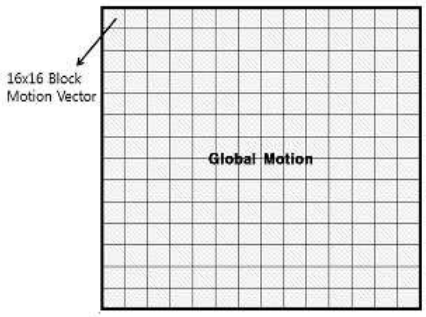

그림 1. 글로벌모션벡터를 이용한 대표모션벡터 생성

그림 2와 같이 블록단위로 생성된 모션벡터를 모두 참조하여 하나의 모션벡터를 생성하는 방법이다. 영상전체의 모션벡터를 참조하기 때문에 영상의 전반적인 움직임을 확인할 수 있지만 계산량이 많고 부분적인 값을 고려하지 못하고 오류 값에 영향을 크게 받는다.

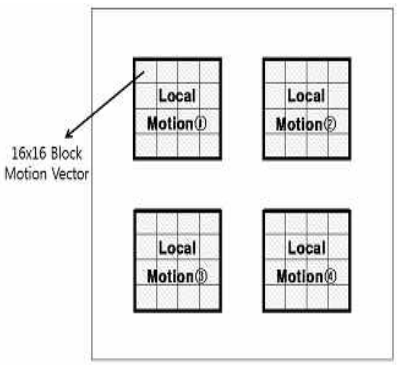

그림 2. 로컬모션벡터를 이용한 대표모션벡터 생성

2.2 로컬모션벡터(Local Motion Vector)를 이용한 방법

블록정합알고리듬을 이용하여 영상의 특정 지역을 블록 단위로 모션벡터를 생성한 후 특정지역의 모든 블록의 모션벡터 평균으로 하나의 모션벡터를 생성하는 방법이다.

그림 3과 같이 해당 지역의 블록단위로 생성된 모션벡터를 모두 참조하여 하나의 모션벡터를 생성하는 방법이다. 특정 지역의 모션벡터를 사용하기 때문에 글로벌모션벡터보다 계산량이 적고 특정 지역의 모션벡터만을 참조하여 오류 값에 영향을 덜 받는다. 하지만 참조하는 모션벡터가 글로벌모션벡터보다

상대적으로 적기 때문에 전체적인 움직임보다 부분적인 움직임을 확인할 수 있다.

3. 제안하는 방법

3.1 배경이 주체가 되는 영상의 분류 방법

화면 내의 모션벡터를 검출을 하기 위해서는 먼저 영상의 주체를 파악해야 한다. 화면 내의 영상의 주체란 영상 안에서 움직임의 중심이 되는 대상을 말하는데 본 논문에서는 기본적으로 배경이 중심이 되는 경우와 객체가 중심이 되는 경우가 있으나 배경이 중심이 되는 경우를 대상으로 대표모션벡터를 생성하는 방법을 제안한다. 대부분의 영상에서 모션베이스 제어를 위한 영상의 주체는 배경이 주로 많이 사용된다. 그 이유는 객체를 중심으로 하는 3인칭 시점의 장면이 많고 객체가 움직일 때 객체를 중심으로 배경이 움직이는 장면이 많기 때문이다. 그렇기 때문에 배경의 움직임에 따라 모션 베이스 제어를 하는 경우가 많다. 객체가 영상의 주체가 될 때의 특징은 일반적으로 배경의 움직임은 거의 없고 객체가 움직이거나 이동하는 것이다. 화면 내의 영상의 특성을 판별하기 위해서는 먼저 블록정합알고리듬을 이용하여 영상 전체의 모션벡터를 산출한다. 그 다음으로 블록단위의 모션벡터를 영상의 크기에 따라 임의의 크기를 갖는 9개의 로컬모션벡터로 나누고 나누어진 9개의 로컬모션벡터의 값을 이용하여 영상의 특성을 파악한다.

그림 3은 9개의 로컬모션벡터를 지정하는 예를 보여주는 그림이다. 블록정합알고리듬의 블록 크기를 16×16이라고 가정하고 이전 프레임과 현재 프레임의 모션벡터를 구한다. 16×16 크기의 블록 단위 별로 모션벡터가 구해지면 각 테두리 부분의 모션벡터는 사용하지 않고 영상크기에 비례하여 9개의 로컬모션벡터를 지정한다. 각 테두리 부분의 모션벡터를 사용하지 않는 이유는 모션 벡터의 오차가 심하게 생길 수 있기 때문에 이를 사전에 방지하기 위함이다. 그 다음으로 지정한 9개의 후보 벡터 범위들 즉, 9개의 로컬모션벡터의 대표모션벡터를 구한다. 각 로컬모션벡터의 대표모션 벡터를 비교 하여 전체적인 움직임이 거의 없고 특정 로컬모션벡터의 값이 크게 검출되었을 때 객체가 주체가 되는 영상으로 간주하고 전체적으로 모션벡터가 검출됐을 때는 배경이 주체가 되는 영상으로 간주하여 영상의 주체를 판별한다.

그림 5는 배경이 영상의 주체가 될 때의 영상이다. 화면이 영상의 중심이 오른쪽에서 왼쪽으로 이동하는 이전프레임과 현재프레임을 보여주고 있다. 이 영상의 모션벡터의 분포를 살펴보면 왼쪽의 구석의 새로 생성되는 구역을 제외 하고 전체적으로 왼쪽으로 모션벡터의 방향이 진행되고 있는 것을 확인할 수 있다.

3.2 배경이 주체일 때 대표모션벡터모션 추출 방법

영상의 주체가 배경일 경우 실제적인 모션베이스 제어에 필요한 대표모션 벡터를 얻어내는 제안하는 방법이 바로 9-Search Range의 후보 벡터 범위를 이용한 모션 검출 방법이다. 글로벌 모션 벡터에서 전체의 모션 벡터를 고려하지 않고 특정 후보 벡터 범위의 모션벡터만을 사용함으로써 좀 더 정확한 대

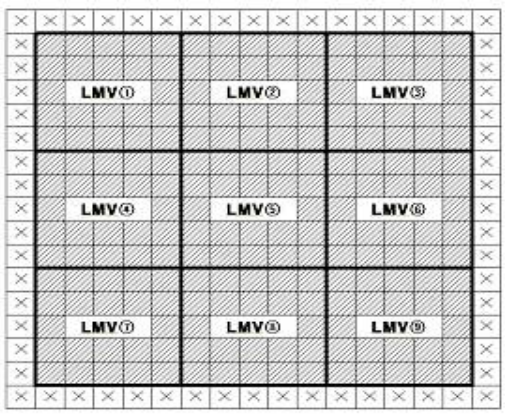

그림 3. 9개의 로컬모션벡터를 지정하는 예

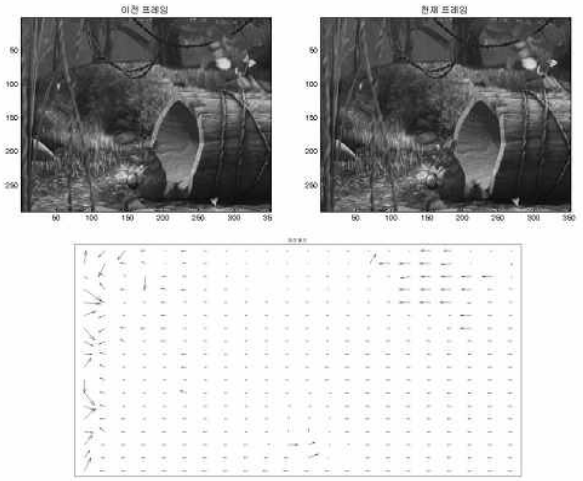

그림 4. 배경이 주체가 되는 영상과 모션벡터의 예

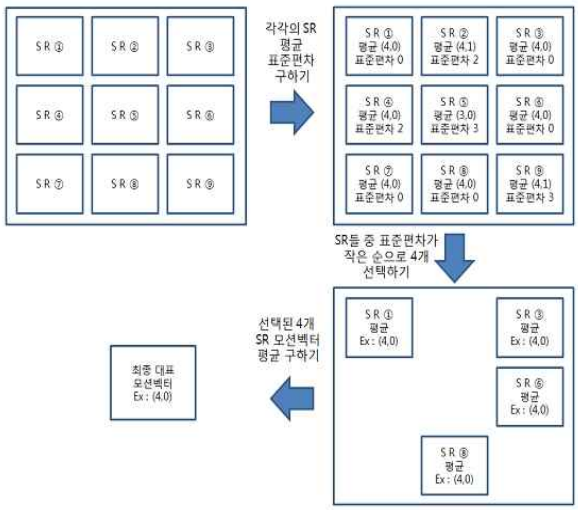

그림 5. 9-Search Range에서 최종 대표모션벡터 검출의 예

표모션 벡터를 얻어낼 수 있다. 식(1)을 이용하여 각 Search Range의 대표모션벡터를 생성하는데 대표모션벡터는 해당 Search Range의 평균값으로 한다.

$$mean_{SR_n} = \frac{1}{9}\sum_{i=-1}^{1}\sum_{j=-1}^{1}[SR_n(x_i, y_j)] \quad (1)$$

SRn은 각 Search Range의 평균값이다. 그리고 식(2)과 식(3)을 이용하여 각 해당 Search Range의 표준편차를 각각 계산한다.

$$V_{SR_n} = \frac{1}{9}\sum_{i=-1}^{1}\sum_{j=-1}^{1}\left[SR(x_i, y_j) - mean_{SR_n}\right]^2 \quad (2)$$

$$\sigma_{SR_n} = \sqrt{V_{SR_n}} \quad (3)$$

계산된 SRn의 표준편차는 해당 Search Range의 유효성을 판별하게 된다. 표준편차가 작을수록 Search Range는 신뢰할 수 있는 모션벡터라고 간주한다. 그래서 표준편차가 0에 가까운 4개의 Search Range를 검출한다. 이때 표준편차가 0에 가까운 4개의 Search Range값을 선택하는 이유는 정확도를 올려줌과 동시에 모션벡터 값의 신뢰도를 주기 위함이다. 검출된 4개의 Search Range의 대표모션벡터의 평균을 최종적인 대표모션벡터로 정한다. 생성되는 모션벡터의 최소값과 최대값은 최초 블록정합알고리듬의 블록의 크기에 따라 결정되는데 16×16 블록단위로 가정한다면 FMVx와 FMVy는 대표모션벡터의 수평방향과 수직방향이고 모션벡터의 값은 식(4)과 식(5)과 같은 범위를 갖고 있다.

$$FMV_x = -16 \le x \le 16 \quad (4)$$

$$FMV_y = -16 \le y \le 16 \quad (5)$$

대표모션벡터를 이용하여 의자 모션베이스 제어를 하기 위하여 의자의 동작 각도를 연산하는 방법은 식(6)과 식(7)과 같다.

$$M_x = FMV_x \times 3^\circ \quad (6)$$

$$M_y = FMV_y \times 1^\circ \quad (7)$$

Mx는 의자의 수평방향 동작 각도로 FMVx의 값에 따라 좌우로 최대 48°까지 움직일 수 있다. My는 의자의 수직방향 동작 각도로 FMVy의 값에 따라 위 아래로 최대 16°까지 움직일 수 있다.

4. 실험 및 결과

본 논문에서는 객체가 영상의 주체일 경우의 모션베이스 제어의 비교의 대상이 없기 때문에 영상의 주체 판별과 객체가 영상의 주체일 때 모션베이스 제어 방법은 생략하고 배경이 영상의 주체일 때 대표모션벡터를 생성하는 방법을 기존의 방법과 비교하여 실험하였다. 제안한 방법은 MATLAB 10 소프트웨어를 사용하여 실험하였으며 실험영상에 쓰인 영상은 레퍼런스 영상이며 크기는 CIF사이즈(352×288)의 영상들을 사용하였다. 배경이 영상의 주체일 경우 대표모션벡터를 검출하는 방법으로 실험을 진행하였으며 총 3가지의 모션벡터 검출 방법을 서로 비교하였다. 먼저 글로벌모션벡터의 평균값을 이용한 방법은 영상 전체의 모션벡터를 블록단위로 추출한 다음 전체 모션벡터의 평균으로 대표모션벡터를 생성하는 방법이다. 다음으로 로컬모션벡터의 평균값을 이용한 방법은 9-Search Range의 전체 평균으로 대표모션벡터를 생성하는 방법이다. 그리고 제안하는 방법은 9-Search Range 중 표준편차를 이용하여 유효하다고 판단되는 4개의 Search Range를 선택하고 선택된 Search Range의 평균으로 대표모션벡터를 생성하는 방법이다. 이 3가지 방법을 사용하며 동일한 영상에서 각각의 방법으로 대표모션벡터를 생성하여 제안하는 방법이 다른 방법들 보다 신뢰성 있는 대표모션벡터를 찾아내는지 실험하였다. 실제 실험영상의 이전프레임과 현재프레임을 눈으로 봤을 때 객관적인 분석이 거의 불가능함으로 모션벡

터의 전체적인 분포 중 빈도수가 가장 많은 값을 객관적인 기준으로 정하고 3가지 방법을 비교 분석하여 실험하였다.

그림 6의 (a),(b)는 실험영상 Car의 이전프레임과 현재프레임이다. 이 실험영상은 자동차가 왼쪽에서 오른쪽으로 빠르게 이동하고 자동차를 중심으로 카메라는 왼쪽에서 오른쪽으로 이동하면서 촬영한 영상이다. 모션필드를 살펴보면 오른쪽 방향으로 모션벡터가 고르게 분포되어 있는 것을 확인할 수 있다. 영상의 중앙의 자동차 부분의 모션벡터는 다른 방향을 나타내거나 거의 모션벡터가 나타나지 않는 것을 볼 수 있다.

표 1은 그림 6의 (c)에 대한 실제 모션벡터 값이다. 배경의 모션벡터가 13으로 고르게 분포 된 것을 확인할 수 있었다. 표 1의 모션벡터 값으로 글로벌모션벡터를 이용한 대표모션벡터 값과 로컬모션벡터를 이용한 대표모션벡터 값 그리고 제안한 방법을 이용한 대표모션벡터 값을 표 2에 나타냈다. 표 2에서 보는 바와 같이 평균을 구하고 반올림하여 대표모션벡터를 생성 했을 때 제안한 방법이 다른 방법들 보다 전체적인 모션벡터와 가까운 대표모션벡터를 생성하는 것을 확인할 수 있었다.

그림 7의 (a),(b)는 실험영상 Flower의 이전프레임과 현재프레임이다. 이 실험영상은 오른쪽에서 왼쪽으로 이동하는데 촬영할 때 근접한 거리에 나무가 있는 영상이다. 모션필드를 살펴보면 전체적으로 오른쪽 방향으로 모션벡터가 검출되는데 가까이 있는 나무 부분에서 모션벡터가 강하게 발생하고 있고 다른 배경들은 약한 모션벡터를 보이고 있다. 표 3은 그림 7의 (c)에 대한 실제 모션벡터 값이다. 나무 부

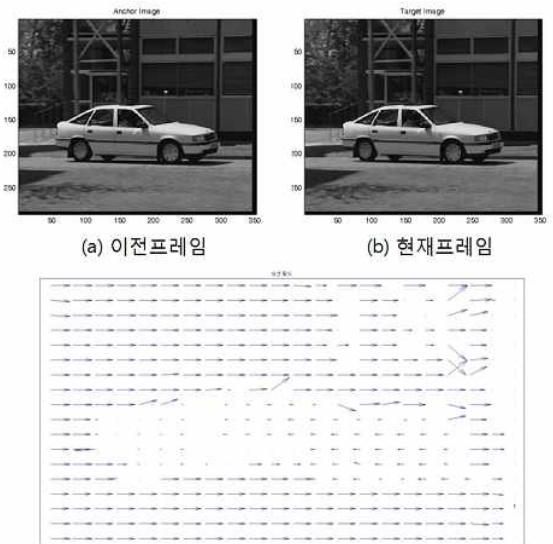

그림 6. 실험영상 Car의 이전프레임과 현재프레임 그리고 모션벡터의 방향

표 1. 16×16블록 단위로 생성된 실험영상 Car의 수평방향 모션벡터 테이블

14	14	14	14	13	13	13	13	13	13	13	13	8	14	16	0	16	0	14	16	0	0
14	14	13	13	13	13	13	13	13	13	12	13	12	0	13	12	0	5	14	16	2	0
14	14	13	14	13	13	13	13	13	13	13	13	16	0	13	11	0	0	14	13	0	0
14	14	14	13	13	13	13	13	13	13	13	13	12	0	13	10	6	6	13	12	0	0
14	13	13	14	13	13	13	13	13	13	13	13	8	8	13	11	0	6	13	12	0	0
14	14	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	15	0	13	12	10	12	13	13	0	0
14	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	14	12	0	0
14	14	13	13	13	13	13	12	2	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	11	0	0
14	14	13	13	13	12	-1	0	-2	-2	-3	-3	-2	13	15	13	16	0	13	15	0	0
14	13	2	0	0	-1	-1	0	-2	-3	-3	-4	-4	-3	-2	-3	2	-3	13	12	0	0
14	13	2	0	-1	-1	-2	0	-3	-3	-3	-4	-4	-5	-4	-5	-5	-4	-3	13	9	0
13	13	-15	0	-1	-1	-2	0	0	0	0	0	-4	-5	-5	-5	-5	-5	-3	14	9	0
14	14	13	7	-1	-1	-2	1	0	9	6	5	-4	-4	-4	-5	-5	-5	-3	14	0	0
14	13	14	-2	0	13	13	13	13	13	12	13	-4	-4	-5	-2	-2	-6	-5	-4	7	0
13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	14	8	0
13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	14	8	0
14	14	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	14	8	0
14	14	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	14	8	0

표 2. 실험영상 Car의 기존 방법과 제안한 방법으로 생성된 대표모션벡터

Mathod / Meen	글로벌모션벡터를 이용한 방법	로컬모션벡터를 이용한 방법	제안한 방법
Average	8.1	8.43	11.87
Motion Vector	(8,0)	(8,0)	(12,0)

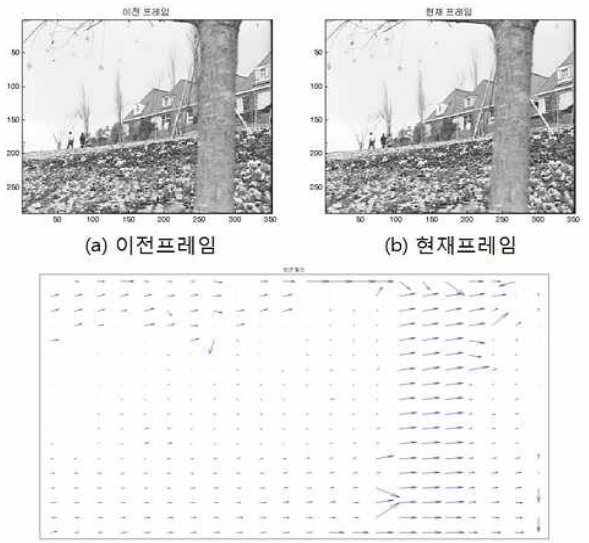

그림 7. 실험영상 Flower의 이전프레임과 현재프레임 그리고 모션벡터의 방향

표 3. 16×16블록 단위로 생성된 실험영상 Flower의 수평 방향 모션벡터 테이블

0	3	5	9	3	3	3	6	0	5	8	16	16	16	12	8	5	13	10	6	-11	0
5	5	5	5	5	5	5	5	0	5	6	0	0	0	4	11	11	11	11	10	0	0
5	5	5	4	7	3	5	6	5	5	6	0	1	1	1	11	11	11	11	4	0	0
0	5	4	0	7	5	5	0	5	0	0	0	1	1	1	11	11	12	11	11	4	0
5	0	0	0	0	0	6	-3	1	0	0	1	1	1	1	11	11	12	11	1	2	0
0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	11	12	12	9	1	1	0
0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	-1	1	2	1	2	11	12	12	14	3	2	0
0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	11	12	12	2	1	1	0
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	3	1	1	11	12	12	2	1	2	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	12	12	2	2	2	0
0	0	1	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	12	12	12	2	2	2	0
1	0	1	1	3	3	1	1	1	1	1	1	2	2	2	12	12	12	3	2	2	0
1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	12	12	12	12	3	3	3	0
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	12	12	12	4	4	4	0
2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	16	12	12	12	4	4	4	0
3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	12	12	13	13	5	5	5	0
3	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	16	12	13	11	5	5	5	0
4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	10	11	12	12	13	13	6	6	6	0

분에서 모션벡터가 11에서 12정도의 강한 모션벡터가 분포되어 있고 나머지 부분은 1에서 3사이의 약한 모션벡터가 분포되어 있다. 표 3의 모션벡터 값으로 글로벌모션벡터를 이용한 대표모션벡터 값과 로컬 모션벡터를 이용한 대표모션벡터 값 그리고 제안한 방법을 이용한 대표모션벡터 값을 표 4에 나타냈다. 표 4에서 보는 바와 같이 평균을 구하고 반올림하여 대표모션벡터를 생성 했을 때 제안한 방법이 다른 방법들보다 가까이 근접해 있는 강한 벡터의 영향을 덜 받고 전체적인 모션벡터에 가까운 대표모션벡터를 생성하였다.

표 4. 실험영상 Flower의 기존 방법과 제안한 방법으로 생성된 대표모션벡터

Mathod / Meen	글로벌모션벡터를 이용한 방법	로컬모션벡터를 이용한 방법	제안한 방법
Average	3.84	3.38	1.87
Motion Vector	(4,0)	(3,0)	(2,0)

5. 결 론

본 논문에서는 배경이 주체가 되는 영상에서 대표모션벡터를 생성하고 의자 모션베이스를 제어하는 방법을 제안하였다. 그리고 실험을 통하여 다음과 같은 사실을 확인하였다. 제안한 방법은 천천히 움직이는 영상에서 글로벌모션벡터와 로컬모션벡터를 이용한 대표모션벡터 생성 방법과 큰 차이를 보이지 않았지만 빠르게 움직이는 영상에서 다른 방법들 보다 좀 더 전체적인 모션벡터에 가까운 대표모션벡터를 생성해 내는 것을 확인하였다. 그리고 객체나 영상에 근접한 강한 벡터를 갖는 모션벡터를 어느 정도 배제하고 전체적으로 안정적인 대표모션벡터를 생성할 수 있는 것을 실험을 통하여 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

[1] 이익희, “디지털시네마에 대한 이용자의 기대 : 가치에 관한 연구,” 영상예술연구, 영상예술학회, 제13권, pp. 377-403, 2008.

[2] 홍민성, 김주철, “Maya를 이용한 모션 베이스 컨트롤에 관한 연구,” 한국공작기계학회지, 제18권, 제4호, pp. 423-429, 2009.

[3] 박일철, 김정묵, 권구락, “디지털 시네마의 모션베이스 제어를 위한 움직임정보 추출 기법,” 영상처리와 이해에 관한 워크샵 논문집, 2012.

[4] 최재혁, 방효충 “Optical Flow 를 이용한 UAV의 표적추적 알고리즘 구현,” 한국항공우주학회 춘계학술대회 논문집, pp. 522-526, 2011.

[5] 신주현, 김판구, “Motion Ontology를 이용한 비디오내 객체 움직임의 의미표현,” 멀티미디어학회논문지, 제10권, 제1호, pp. 117-127, 2007.

박 일 철

2010년 조선대 정보통신공학과 학사

2012년 조선대 정보통신공학과 석사

2012년~현재(주)준성이엔알 연구원

관심분야 : 멀티미디어 영상처리, 표준 코덱

권 구 락

2007년 고려대학교 메카트로닉스 공학박사

2008년 3월~현재 조선대학교 정보통신공학과 조교수

관심분야 : 미디어 신호처리, 정보보안, 컴퓨터 비젼