

## 간차식동영상순차화에서 베이스방법에 의한 움직임벡토르추정

최성영, 리광일

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《이미 일정한 토대가 있고 전망이 확고한 연구대상들에 힘을 넣어 세계패권을 쥐며 그 성과를 확대하는 방법으로 과학기술을 빨리 발전시켜야 합니다.》

우리는 간차식동영상의 순차화를 위한 성능높은 움직임보상순차화방법에 대하여 연구하였다.

순차화는 한마당의 정보만을 리용하는가 아니면 여러 마당의 정보를 리용하는가에 따라 마당내보간과 마당간보간으로 나눈다.

마당내보간은 리용하는 정보가 1개 마당뿐인것으로 하여 순차화성능의 개선에서는 일정한 한계가 있다.[1]

마당간보간에는 크게 두가지가 있는데 하나는 움직임적응방법(Motion Adaptive)이고 다른 하나는 움직임보상방법(Motion Compensation)이다.

움직임적응방법은 움직임이 있는가 없는가에 따라 마당내보간과 마당간보간을 적응적으로 적용하는 방법으로서 마당내보간만을 리용할 때보다는 순차화성능이 개선되게 된다.[2, 3]

움직임보상방법은 블록별로 움직임벡토르를 추정하고 그에 따라 린접마당들의 정보를 리용하여 보상을 진행하므로 움직임보상을 하지 않는 순차화방법들에 비하여 성능이 훨씬 높아지게 된다. 움직임추정을 얼마나 안정하게 하는가 하는것이 순차화의 질을 높이는데서 중요한 문제로 나선다.[1-5]

본문에서는 베이스사후확률추정에 의하여 움직임벡토르추정의 정확성과 안정성을 높이고 그에 기초하여 움직임보상순차화를 진행한다.

보간하려는  $8 \times 8$  블록의  $9 \times 9$  근방을 움직임범위로 결정하고 움직임벡토르를 추정한다.  $w_k$ 를 81개의 움직임벡토르후보들중  $k$ 번째 벡토르가 선택될 사건 즉  $k$ 번째 벡토르에 따르는 보간이 진행될 사건,  $A$ 를 81개 움직임벡토르후보들에 따르는 이전마당과 다음마당의 대응되는 두 블록의 화소값평균차  $M_i$ 와 분산차  $V_i (i=1, 2, \dots, 81)$ 로 이루어진  $162 (= 2 \times 81)$ 차원관측벡토르라고 하자.

그러면 움직임벡토르를 추정하는 문제는  $P(w_k | A)$ 가 최대인  $k$ 를 결정하는 문제로 귀착된다.

$$\tilde{k} = \arg \max_k P(w_k | A) \quad (k=1, 2, \dots, 81) \quad (1)$$

한편 베이스공식에 의하면

$$P(w_k | A) = \frac{P(w_k)P(A|w_k)}{P(A)} \quad (2)$$

여기서  $P(w_k)$ 는 사전확률 즉 81개 후보벡토르들중  $k$ 번째 벡토르가 움직임벡토르로 선택될 확률이고  $P(A|w_k)$ 는 81개 벡토르들중  $k$ 번째 벡토르가 움직임벡토르로 될 때 162

차원관측벡토르  $A$  가 얻어질 확률함수이다.

이로부터  $P(w_k|A)$  의 최대인  $k$  를 추정하는 문제는  $P(w_k)P(A|w_k)$  가 최대인  $k$  를 추정하는 문제로 귀착된다.

$$\tilde{k} = \arg \max_k P(w_k)P(A|w_k) \quad (k=1, 2, \dots, 81) \quad (3)$$

$P(w_k)$  는 비파라미터추정방법의 하나인 기동도표법으로 계산한다.

$P(A|w_k)$  는  $A$  의 차원수가 크기때문에 비파라미터추정의 방법으로는 추정할수가 없다. 논문에서는 먼저 162차원벡토르에 대하여 주성분분석을 진행하여 35차원까지 차원수를 줄이고 이 차원수가 줄어든 특징벡토르에 대하여 우의 조건부확률함수를 계산한다.

많은 개수의 동영상토막의 매  $8 \times 8$  크기의 블록에 대하여 162차원특징벡토르를 구하고 이 벡토르들을 리용하여 공분산행렬을 계산하며 그 행렬의 고유값과 고유벡토르를 계산한다. 고유값이 큰 순서대로 순서화하였을 때 첫 35개 고유값에 대응하는 고유벡토르들을  $\text{eig}V_1, \text{eig}V_2, \dots, \text{eig}V_{35}$  라고 하자. 이 고유벡토르들을 열벡토르로 하여 이루어진 행렬을  $\text{Trans\_Mat}$  ( $162 \times 35$ )라고 하자. 이 행렬이 주성분변환을 진행하는 변환행렬이다.

임의의 블록에 대하여 그것의 움직임벡토르가  $k$  번째 후보벡토르로 선택될 때 공분산행렬은 다음과 같이 계산한다.

$k$  번째 후보벡토르가 움직임벡토르로 되는 블록들에 대하여 그 블록의 162차원 특징벡토르들을 리용하여 공분산행렬을 얻는다.

$$\text{Cov\_Mat}_k = \sum A \times A^T \quad (k=1, 2, \dots, 81) \quad (4)$$

$\text{Trans\_Mat}$  ( $162 \times 35$ )에 의하여 공분산행렬들( $\text{Cov\_Mat}_k$  ( $k=1, 2, \dots, 81$ ))과 162차원 특징벡토르를 아래와 같이 변환한다.

$$\Sigma_k = \text{Trans\_Mat}^T \times \text{Cov\_Mat}_k \times \text{Trans\_Mat} \quad (k=1, 2, \dots, 81) \quad (5)$$

$$A_1 = \text{Trans\_Mat}^T \times A \quad (6)$$

다음 조건부확률공식

$$P(A|w_k) = \frac{1}{(2\pi)^{l/2} |\Sigma_k|^{1/2}} \exp\left(-\frac{1}{2} A_1^T \Sigma_k^{-1} A_1\right) \quad (k=1, 2, \dots, 81) \quad (7)$$

을 리용하여  $P(A|w_k)$  를 계산한다.

다음으로 움직임벡토르의 믿음성을 평가한다. 얻어진 움직임벡토르  $d$  에 대하여 이전마당과 다음마당의 대응하는 블록의 절대값차합(SAD, Sum of Absolute Differences)을 리용하여 믿음성검증을 진행한다.

$$\text{SAD}(d) = \sum_{(x,y) \in \Lambda} |f(x-d_x, y-d_y; n-1) - f(x+d_x, y+d_y; n+1)|$$

$\text{SAD}(d)$  가 정해진 기준값  $MV\_THR$  보다 큰가 작은가에 따라 믿음직한가 아닌가를 결정하였다.

$$R(d) = \begin{cases} 1, & \text{SAD}(d) < MV\_THR \\ 0, & \text{SAD}(d) \geq MV\_THR \end{cases}$$

여기서  $R(d)$  가 1이면 믿음성이 있는 움직임벡토르이고 0이면 믿음성이 없는 움직임벡토르이다.

움직임벡토르에 따르는 보간은 다음과 같이 진행한다.

$$f(x, y; n) = \begin{cases} \frac{f(x-d_x, y-d_y; n-1) + f(x+d_x, y+d_y; n-1)}{2}, & R(d) = 1 \wedge d_y : \text{짝수} \\ \frac{f(x, y-1; n) + f(x, y+1; n)}{2}, & R(d) = 0 \vee d_y : \text{홀수} \end{cases}$$

4가지 방법의 성능(PSNR)을 다음의 표에 보여주었다.

표. 4가지 방법의 성능

방법 No.	3마당 BI	4마당 BI	4마당 UNI+BI	제기한 방법
동영상 1	47.356	47.881	47.902	48.12
동영상 2	48.312	48.975	49.164	49.863
동영상 3	52.835	53.431	53.432	53.626
동영상 4	53.914	54.011	54.308	54.338
동영상 5	53.491	53.614	53.586	53.752
동영상 6	56.538	57.245	57.245	57.405
동영상 7	48.655	48.689	48.764	48.921
동영상 8	49.325	49.102	49.397	49.741
동영상 9	53.318	54.624	54.893	55.215
평균	51.527	51.952	52.077	52.331

표에서 볼수 있는바와 같이 여러가지 특성을 가진 화상들에 대하여 보간을 진행할 때 논문에서 제기한 방법이 전반적으로 보간오차를 줄인다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김일성 종합대학학보 수학, 64, 4, 19, 주체107(2018).
- [2] E. B. Hann et al.; De-interlacing, Proc. IEEE, 86, 9, 1839, 1998.
- [3] Y. C. Fan et al.; Circuits Syst. Video Technol., 19, 7, 932, 2009.
- [4] M. Mohammadi et al.; IET Image Process, 5, 7, 611, 2011.
- [5] X. T. Zhu et al.; LNCS., 10736, 397, 2018.

주체108(2019)년 9월 15일 원고접수

## A Bayesian Motion Vector Estimation for Deinterlacing

*Choe Song Yong, Ri Kwang Il*

We study a Bayesian motion vector estimation for deinterlacing. The experimental results show that the proposed method improves the performance.

Keywords: Bayesian decision theory, motion estimation