김일성종합대학학보 주체108(2019)년
수 학 제65권 제1호

한가지 베이즈결정리론에 의한 방향성마당내보간순차화방법

조동철, 리철균

론문에서는 TV방송의 현대화에서 중요한 문제로 제기되는 간차식동영상의 순차화를 위한 마당내보간방법에 대하여 연구하였다.

선행연구[1]에서 제기한 선반복법(LR)과 선평균법(LA)은 안정하고 속도가 빠른 우점이 있지만 일반적으로 경계근방에서 계단효과가 뚜렷이 나타나는 부족점이 있다.

선행연구[2]에서 제기한 경계기반선평균법(ELA)에서는 보간하려는 화소점근방의 정보를 리용하여 경계방향을 결정하고 결정된 방향에 기초하여 보간을 진행한다. 이 방법은 앞의 방법들에 비하여 경계처리가 현저히 향상된다. 그러나 이 방법은 수평에 가까운 방향까지로 경계추정범위를 늘이는 경우에 잡음에 예민하며 얇은 선경계나 반복무늬구역에서 불안정하게 된다.

또한 선행연구[2]에서는 방향성마당내보간법(DOI)도 제기하였다. 이 방법은 경계방향추정이 ELA보다 안정하며 따라서 순차화의 질이 개선된다. 현재 많이 리용되고있는 순차화체계들은 대부분 마당내보간방법으로 우의 방법을 리용하고있다. 이 방법의 부족점은 얇은 선경계나 반복무늬가 있는 화상구역에서 순차화의 결과가 잘못되는 현상들이 나타나는것이다.

이 론문에서는 우에서 지적된 부족점들을 극복하기 위하여 방향성마당내보간법(DOI)과 베이즈추정을 결합하여 한가지 안정한 마당내보간순차화방법을 제기하고 실험을 통하여 그 효과성을 검증하였다.

1. 문제설정

이 방법에서는 보간하려는 점에서의 경계방향을 베이즈사후확률공식에 의해 찾고 그 경계방향에 따르는 보간을 진행한다.

1) 경계방향찾기

보간하려는 점을 $X(i)$라고 하고 그 웃줄을 U_0, 그우의 유효선을 U_1이라고 하자. 마찬가지로 아래줄에 대해서도 L_0, L_1이라고 하자.

w_k는 웃줄의 17개 점들($U_0(i+t),\ t=-8\sim 8$)중 k번째 점이 $X(i)$와 화소값이 제일 류사할 사건 즉 $U_0(i+k)$가 보간에 참가할 사건이고 A는 미지점의 2*3근방

$$\begin{pmatrix} U_0(i-1) & U_0(i) & U_0(i+1) \\ L_0(i-1) & L_0(i) & L_0(i+1) \end{pmatrix}$$

과 웃줄의 17개 방향에서의 2*3블로크

$$\begin{pmatrix} U_1(i-1+2^*k) & U_1(i+2^*k) & U_1(i+1+2^*k) \\ U_0(i-1+2^*k) & U_0(i+2^*k) & U_0(i+1+2^*k) \end{pmatrix},\ k=-8\sim 8$$

들의 차(6차원벡토르)로 이루어진 102차원관측벡토르라고 하자.

그러면 경계방향을 찾는 문제는 최대우도추정문제 즉 $P(w_k \mid A)$가 최대인 k를 결정하는 문제로 귀착된다.

$$\tilde{k} = \arg\max_k P(w_k \mid A) \tag{1}$$

한편 베이즈사후확률공식으로부터 다음식이 성립한다.

$$P(w_k \mid A) = \frac{P(w_k)P(A \mid w_k)}{P(A)} \tag{2}$$

여기서 $P(w_k)$는 사전확률 즉 웃줄의 17개 방향점들중 k번째 점이 미지점과 제일 가까울 확률이고 $P(A \mid w_k)$는 조건부확률함수 즉 웃줄의 17개 방향점들중 k번째 점이 미지점과 제일 가까울 때 102차원관측벡토르 A가 얻어질 확률함수이다.

이로부터 $P(w_k \mid A)$의 최대우도추정문제는 다음과 같은 문제로 귀착된다.

$$\tilde{k} = \arg\max_k P(w_k)P(A \mid w_k) \tag{3}$$

2) 방향에 따르는 보간

우의 방법에 따라 미지점에서 찾아진 웃방향을 k_0이라고 하자.

우의 방법과 마찬가지로 아래줄에 대하여 최대사후확률을 추정하여 찾아진 아래방향을 k_1이라고 하자.

이제 다음과 같이 방향에 따르는 보간을 진행한다.

$$X(i) = \begin{cases} \dfrac{U_0(i+k_0) + L_0(i+k_1)}{2}, & k_0 + k_1 = 0 \\ \dfrac{U_0(i) + L_0(i)}{2}, & \text{기타} \end{cases} \tag{4}$$

3) 사전확률과 조건부확률함수의 추정

남은 문제는 사전확률 $P(w_k)$와 조건부확률함수 $P(A \mid w_k)$를 계산하는것이다.

① 사전확률 $P(w_k)$의 추정

$P(w_k)$는 비파라메터추정방법의 하나인 기둥도표법으로 계산한다. 즉 수천장의 화상에 대하여 임의의 점의 웃줄의 점들가운데서 그 점과 화소값이 제일 가까운 점의 첨수 $k \in [-8,\ 8]$을 루적하여 총수로 나누어 계산한다. 이렇게 해서 얻어진 $P(w_k)$는 $k = 8$에서 올리뜨는데 그 원인은 수평경계에 가까운 경계들에서 7이나 6보다 8이 선택될 가능성이 더 크기때문이다. $k = -8$에서도 마찬가지이다.

② 조건부확률함수 $P(A \mid w_k)$의 추정

$P(A \mid w_k)$는 A의 차원수가 크기때문에 비파라메터추정의 방법으로는 추정할수가 없다.

론문에서는 먼저 102차원벡토르에 대하여 주성분분석을 진행하여 10차원까지 차원수를 줄이고 이 차원수가 줄어든 특징벡토르에 대하여 우의 조건부확률함수를 계산한다. 구체적으로 몇장의 화상의 매 점에 대하여 우의 102차원특징벡토르를 구하고 이 벡토르들을 리용하여 공분산행렬을 계산하며 그 행렬의 고유값과 고유벡토르를 계산한다. 고유값을 $\mathrm{eig}D_1$, $\mathrm{eig}D_2$, $\cdots$, $\mathrm{eig}D_{102}$라고 하고 그것에 대응하는 고유벡토르는 $\mathrm{eig}\boldsymbol{V}_1$, $\mathrm{eig}\boldsymbol{V}_2$, $\cdots$, $\mathrm{eig}\boldsymbol{V}_{102}$라고 하자. 고유값을 작아지는 순서로 배렬하고 앞의 10개만을 선택한다. 그것

을 $\mathrm{eig}D_1'$, $\mathrm{eig}D_2'$, …, $\mathrm{eig}D_{10}'$ 이라고 하고 그것에 대응하는 고유벡토르를 $\mathrm{eig}\boldsymbol{V}_1'$, $\mathrm{eig}\boldsymbol{V}_2'$, …, $\mathrm{eig}\boldsymbol{V}_{10}'$ 이라고 하자. 이 고유벡토르들을 렬벡토르로 하여 이루어진 행렬을 $Trans\_Mat$ (102＊10)라고 하자. 이 행렬이 주성분변환을 진행하는 변환행렬이다.

임의의 점과 그 웃줄의 점들중 화소값이 제일 가까운 k번째 점이 선택되였을 때 공분산행렬은 다음과 같이 계산한다.

중심블로크와 웃줄의 17개의 블로크들의 차(개개는 6차원벡토르)로 이루어진 102차원 관측렬벡토르를 $\boldsymbol{A}$ 라고 하자.

$$Cov\_Mat_k = \sum \boldsymbol{A} \times \boldsymbol{A}^{\mathrm{T}},\ k=-8\sim 8 \tag{5}$$

$Trans\_Mat$ (102＊10)에 의하여 공분산행렬들(Cov_Mat_k, $k=-8\sim 8$)과 102차원벡토르를 다음과 같이 변환하자.

$$\Sigma_k = Trans\_Mat^{\mathrm{T}} \times Cov\_Mat_k \times Trans\_Mat,\ k=-8\sim 8 \tag{6}$$

$$A_1 = Trans\_Mat^{\mathrm{T}} \times A \tag{7}$$

다음

$$P(A|w_k) = \frac{1}{(2\pi)^{l/2}|\Sigma_k|^{1/2}} \exp\left(-\frac{1}{2}A_1^{\mathrm{T}}\Sigma_k^{-1}A_1\right),\ k=-8\sim 8 \tag{8}$$

에 따라 조건부확률함수 $P(A|w_k)$ 를 계산한다.

2. 실 험 결 과

론문에서 제기한 방법의 효과성을 검증하기 위하여 2개의 실험화상에 대하여 론문에서 제기한 방법과 선행문헌들에서 제기한 4가지 방법의 결과를 비교하였다.

아래의 계산공식에 따라 원화상과 보간된 결과사이의 평균두제곱오차를 계산한다.

$$MSE = \frac{1}{Height \times Width}\sum_{i=1}^{Height}\sum_{j=1}^{Width}(I_{i,j} - O_{i,j})\hat{}\,2 \tag{9}$$

여기서 $I_{i,j}$ 는 원화상의 (i, j) 화소의 밝기값, $O_{i,j}$ 는 보간된 화상의 (i, j) 화소의 밝기값, $Height$ 는 화상의 높이, $Width$ 는 화상의 너비이다.

신호대 잡음비를 다음공식에 따라 계산한다.

$$PSNR = 10\log_{10}\frac{255\times 255}{MSE} \tag{10}$$

여러 화상에 대한 5가지 방법의 성능을 비교하였다.(표)

표. 성능비교

대상	LR	LA	ELA	DOI	BAYES
락원거리	19.307 76	19.877 76	20.287 9	21.473 75	22.568 67
려명거리	12.994 26	12.887 81	13.065 84	13.104 21	13.281 62
문수물놀이장	12.920 57	12.876 2	12.866 24	12.896 62	13.025 85
과학기술전당	19.763 04	21.628 64	22.080 46	22.179 79	23.205 93
인민대학습당	19.305 88	23.248 23	21.590 56	21.420 66	25.503 49

표계속

대상	LR	LA	ELA	DOI	BAYES
대동문	17.893 95	21.961 47	21.558 34	21.704 28	24.469 19
보통문	20.024 41	24.098 37	22.740 82	22.824 28	25.043 1
평양대극장	17.974 38	19.243 43	20.481 2	20.639	21.670 26
만수대예술극장	17.086 24	17.827 23	19.781 39	19.961 32	20.400 23
평균	17.474 5	19.294 35	19.383 64	19.578 21	21.018 71

표에서 보는바와 같이 여러가지 특성을 가진 화상들에 대하여 보간을 진행할 때 론문에서 제기한 방법이 전반적으로 보간오차를 줄인다는것을 알수 있다.

참 고 문 헌

[1] L. Zheng, H. R. Myler; Speech and Signal Processing, 13, 335, 1998.

[2] B. Yulai et al.; Communic. Comput. Informat. Science Book Series(CCIS), 685, 12, 2016.

주체107(2018)년 9월 8일 원고접수

A De-Interlacing Method of Direction Oriented Intrafield-Interpolation using Bayes Decision Theory

Jo Tong Chol, *Ri Chol Gyun*

We propose a de-interlacing method of direction oriented intrafield-interpolation using Bayes decision theory. The experiment shows that this method is useful.

Key words: Bayes decision theory, intrafield-interpolation, de-interlacing