

저주파화상의 압축률을 높이기 위한 보간오차 화상리용의 한가지 방법

정만홍, 박창웅

본문에서는 쌍3차보간다항식에 의해 얻어지는 보간오차화상을 압축하는 방법에 의해 화상의 압축률을 높이기 위한 한가지 방법을 고찰하고 실험을 통하여 방법의 타당성을 론증하였다.

1. 문 제 설 정

화상압축을 위한 방법들에는 보간법, 벡토르량자화법, 화상변환법 등이 있다.

현재 직교변환법에 의한 화상압축방법은 화상압축연구영역에서 큰 몫을 차지하며 특히 리산코시누스변환과 웨블레트변환은 화상압축도구인 JPEG와 JPEG2000에서 핵심부적 역할을 한다.

한편 보간법과 벡토르량자화법에 의한 화상압축방법들 역시 그 특성으로 하여 저주파화상압축과 무손실화상압축에서 효과를 나타내고있다. 보간법은 압축과 복원이 단순하고 실현하기가 비교적 쉽다.

선행연구[2]에서는 Delaunay 3각형분할법에 의한 화상압축방법을 제기하였으며 선행연구[1]에서는 보간과 오차수정에 의한 저비트화상의 압축방법을 제기하였다.

본문에서는 선행연구[1]에 기초하여 원천화상을 2개의 부분화상과 1개의 오차화상으로 분리하고 잘 알려진 압축방법들을 적용하여 전체 화상에 대한 압축을 실현하였다.

2. 쌍3차보간다항식에 의한 오차화상얻기

$(2m+1) \times (2n+1)$ 크기의 화상 I 가 주어졌다고 하자.

쌍3차보간다항식에 의한 화상압축을 실현하기 위해 먼저 보간화소점을 지그자그모양으로 선택할수 있는 2개의 부분화상을 얻는다.(그림 1)

그림 1에서 0, 1, 2의 수값들은 화소값이 아니라 부분화상을 구별하기 위해 표기한 값이다.

그림 1에서 보는것처럼 수자 1과 2가 기입된 화소점들로 각각 5×4 크기 및 4×5 크기의 부분화상을 얻는다.

보간오차화상을 얻기 위해 다음과 같은 쌍3차다항식을 리용한다.

$$p(u, v) = \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 p_{ij} u^i v^j, \quad 0 \leq u, v \leq 1 \quad (1)$$

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

5×4부분화상

4×5부분화상

그림 1. 부분화상얻기($n=m=4$)

식 (1)을 행렬형태로 표기하면 다음과 같다.

$$P(u, v) = (u^3, u^2, u^1, 1) \begin{pmatrix} p_{33} & p_{32} & p_{31} & p_{30} \\ p_{23} & p_{22} & p_{21} & p_{20} \\ p_{13} & p_{12} & p_{11} & p_{10} \\ p_{03} & p_{02} & p_{01} & p_{00} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} v^3 \\ v^2 \\ v^1 \\ 1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

식 (1)로 표현되는 쌍3차다항식은 3차원곡면을 표현하며 이 쌍3차곡면의 모양은 16개의 결수 p_{ij} 에 의해 결정된다.

쌍3차곡면의 모양을 결정하는 16개의 미지결수 p_{ij} 들은 다음의 16개 방정식에 의해 구해진다.

$$\begin{aligned} p(0, 0) &= I_{00}, & p(0, 1/3) &= I_{01}, & p(0, 2/3) &= I_{02}, & p(0, 1) &= I_{03}, \\ p(1/3, 0) &= I_{10}, & p(1/3, 1/3) &= I_{11}, & p(1/3, 2/3) &= I_{12}, & p(1/3, 1) &= I_{13}, \\ p(2/3, 0) &= I_{20}, & p(2/3, 1/3) &= I_{21}, & p(2/3, 2/3) &= I_{22}, & p(2/3, 1) &= I_{23}, \\ p(1, 0) &= I_{30}, & p(1, 1/3) &= I_{31}, & p(1, 2/3) &= I_{32}, & p(1, 1) &= I_{33}, \end{aligned}$$

여기서 $I_{ij}(i, j = 0, 1, 2, 3)$ 들은 압축하려는 화상의 화소값으로서 그림 1과 같은 두 부분화상들의 화소값 즉 1과 2위치의 화소값들이다.(그림 2)

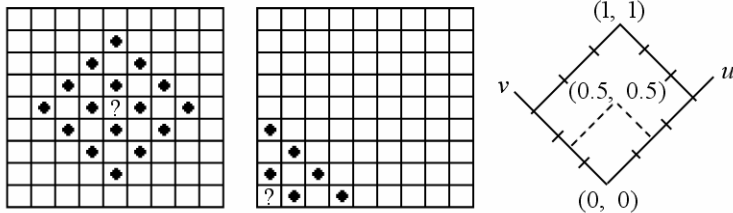


그림 2. 국부자리표계

그림에서 ?의 위치가 보간하여 얻으려는 화소값에 대응하는 화소점의 위치이고 •은 1과 2화소점위치이다. 그러므로 해당한 화소점에서의 보간값을 얻자면 대응하는 16개 근방화소점들에서의 화소값 I_{ij} 들을 리용하면 된다. 만일 대응하는 근방화소점이 화상의 밖을 벗어날 때에는 대응하는 화소값을 0으로 설정하거나 보외법을 리용하여 필요한 화소

값을 예측할수 있다.

?에 대응하는 화소점의 자리표는 국부자리표계 (u, v) 에서 $(0.5, 0.5)$ 이며 이 보간점에서의 보간화소값을 다음의 식에 의해 구할수 있다.

$$p(0.5, 0.5)=0.003 \ 9I_{00}-0.035 \ 1I_{01}-0.035 \ 1I_{02}+0.003 \ 9I_{03}-0.035 \ 1I_{10}+ \\ +0.316 \ 4I_{11}+0.316 \ 4I_{12}-0.035 \ 1I_{13}-0.035 \ 1I_{20}+0.316 \ 4I_{21}+0.316 \ 4I_{22}- \\ -0.035 \ 1I_{23}+0.003 \ 9I_{30}-0.035 \ 1I_{31}-0.035 \ 1I_{32}+0.003 \ 9I_{33}$$

크기가 $(2m+1) \times (2n+1)$ 인 화상 $I=\{I_{ij}|i=1, 2, \dots, 2m+1; j=1, 2, \dots, 2n+1\}$ 을 압축하려는 화상이라고 하자.

이때 보간오차화상을 다음과 같이 얻는다.

① 크기가 각각 $(m+1) \times n$ 과 $m \times (n+1)$ 인 2개의 부분화상 I_1 과 I_2 를 얻는다.

$$I_1=\{I_{ij}|i=1, 3, 5, \dots, 2m+1; j=2, 4, \dots, 2n\}$$

$$I_2=\{I_{ij}|i=2, 4, \dots, 2m; j=1, 3, 5, \dots, 2n+1\}$$

두 부분화상에 대응하는 화소점들이 1과 2의 표기를 가진 화소점들로 된다.

② 부분화상의 화소점들을 쌍3차보간다항식에 의해 보간값을 얻고 원화상에 대응하는 화소점에서 화소값과의 차에 의해 오차화상 E 를 얻는다.

그림 3에서 보는것처럼 오차곡선은 대칭곡선에 근사하며 예리한 봉우리곡선이다. 이 오차곡선은 가우스분포곡선과 모양이 유사하지만 보다 예리한 봉우리특성을 가진다.

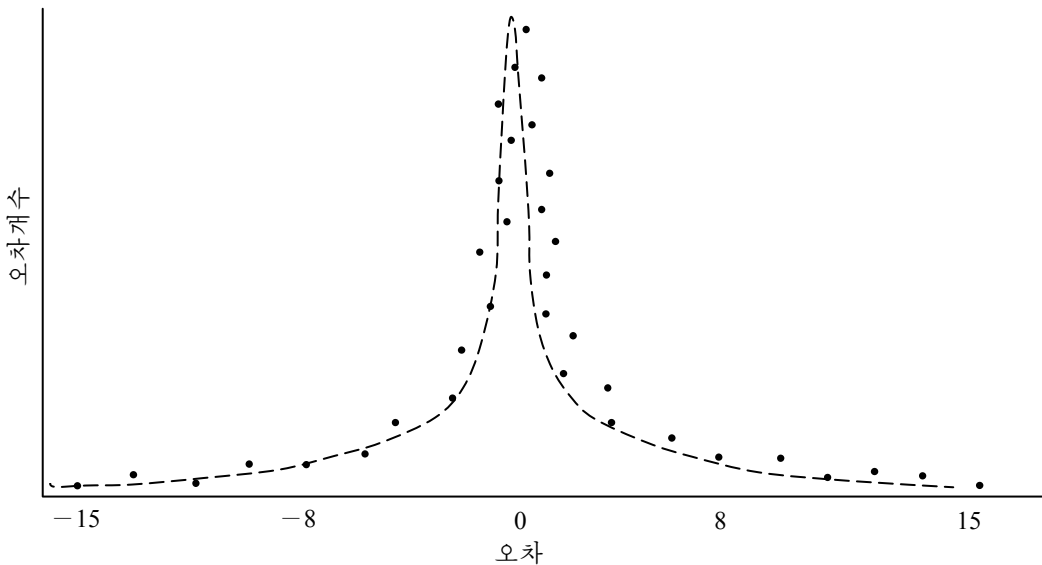


그림 3. 오차화상 E 의 분포곡선

3. 화상압축과 복원

1) 화상압축

① 원화상으로부터 수자 1, 2에 대응하는 2개의 부분화상 I_1 과 I_2 를 얻는다.

② 쌍3차보간다항식에 의한 부분화상 I_1 과 I_2 의 보간을 통해 오차화상 E 를 얻는다. 필요에 따라 오차범위를 고려하여 5bit농담화상으로 변환한다.

③ 2개의 부분화상 I_1 과 I_2 그리고 오차화상을 각각 잘 알려진 화상압축방법(실제로 JPEG2000)을 적용하여 압축한다. 이 때에 압축결과를 원화상 I 의 압축화상으로 한다. 필요에 따라 부분화상과 오차화상에 서로 다른 압축방법들을 적용할수 있다.

2) 압축화상복원

압축화상의 복원은 1과 2로 표기된 화소점들의 화소값복원과 0으로 표기된 화소점들의 화소값복원으로 진행한다.

① 1과 2로 표기된 화소점들의 화소값복원은 2개의 부분화상 I_1 과 I_2 의 압축화상복원에 대응하는 압축방법(실제로 JPEG2000)에 따라 진행한다.

② 0으로 표기된 화소점들의 화소값복원은 다음과 같이 진행한다.

1) 16개의 근방화소점들에서의 화소값을 쌍3차다항식으로 보간하여 해당한 1차복원 화소값들을 얻는다.

2) 오차화상 E 를 복원하고 대응하는 오차복원값을 1차복원화소값에 더하여 0이 가입된 화소점에서의 화소값복원을 진행한다.

4. 실험 및 평가

방법의 효과성을 검증하기 위해 크기가 512×512 인 8bit Lena인물화상을 선택하였다. 실험결과를 표에 주었다.

표. 실험결과

| 방법 | 원화상의 크기/KB | 압축화상의 크기/KB | 압축비 | PSNR |
|------|------------|-------------|---------|-------|
| 방법 1 | 256 | 29.8 | 0.116 4 | 30.31 |
| 방법 2 | 256 | 24.6 | 0.096 0 | 30.30 |

방법 1의 자료는 원화상을 압축도구 JPEG로 압축할 때의 자료이며 방법 2의 자료는 2개의 부분화상과 1개의 오차화상의 개개를 JPEG로 압축하였을 때의 자료이다.

표에서 보는것처럼 거의 같은 PSNR값의 조건에서 압축비가 0.116 4로부터 0.096 0으로 개선되었다는것을 알수 있다.

맺 는 말

론문에서 제안한 방법은 크기가 큰 화상일수록 그 효과가 뚜렷이 나타나며 부분화상과 오차화상에서 리용한 압축도구를 화상의 특성에 적합한 도구로 각기 선택한다면 더 좋은 결과를 얻을수 있다는것을 예측할수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 정만홍; 과학원통보, 50, 24, 주체101(2012).
- [2] B. Zalik, I. Kolingerova; Int. J. Geograph Inf. Sci., 17, 119, 2003.

A Method using Interpolation Error Image for Rasing Compression Ratio of Low-Frequency Image

Jong Man Hung, Pak Chang Ung

In this paper, we proposed a new method for image compression. Firstly our method obtains the interpolation error sub-image by dual 3-order interpolation polynomial, and then it compressed with JPEG.

Key words: image compression, sub-image