

영상의 블록 평균치로부터 교류성분을 예측하는 고속 연산 알고리즘

도재수*

1. 서 론

영상의 고능률 부호화 방식으로서 벡터 양자화 [1]와 이산 코사인 변환(DCT)부호화[2]가 활발하게 검토되고 있다. 이러한 방식은 높은 부호화 효율을 달성하는 반면, 일반적으로 부호화 처리량이 증대하고, 장치구성이 복잡하게 된다는 결점을 가지고 있다. 이것에 비하여, 부호화 처리가 비교적 간단한 방식으로서, 블록 부호화(Block Truncation Coding:BTC)[3][4]가 있다. 가장 기본적인 블록부호화에서는 영상을 정방 블록으로 분할하여, 블록마다 적당한 2종류의 계조 성분을 할당 한 후, 그 어느 한쪽에 의하여 각 화소의 값을 재생한다.

영상 부호화의 방법으로서 다양하게 검토되고 있는 이산 코사인 변환(DCT), 벡터 양자화, LIFS 부호화법 등도 실제로 부호화 처리과정에서 영상을 정방 블록으로 분할하여 부호화 처리를 하는 블록 부호화법에 근거를 두고 있다. 이 경우, 블록의 휘도치는 그 근방에 있는 블록의 직류성분(평균치)와 높은 상관을 갖고 있어, 직류 성분만으로 교류성분을 어느 정도 예측할 수 있다.

그러므로, 평균치 분리형의 부호화 방식에 있어서는, 직류 성분에 의한 예측의 잔차를 부호화하는 것으로, 부호화 효율을 효과적으로 개선할 수 있다.

이와 같은 교류성분 예측법으로는 근방 블록의

직류 성분으로부터 대상 블록내의 휘도를 직접 보간하는 방식[5],[6]과 DCT의 교류계수를 근사하는 방식[7], 블록을 2×2 의 서브 블록으로 분할하여 그 휘도를 선형 보간하는 조작을 단계적으로 행하여, 최종적으로 화소 단위의 보간값을 구하는 방식[8] 등이 제안되어 있다. 이러한 방식에서는 모두 보간 계산에 실효값의 승제산을 포함한 복잡한 연산을 필요로 하기 때문에, 계산 단가의 관점으로부터 보다 단순한 계산 알고리즘의 구성이 요구된다. 그리하여, 본 논문에서는 와파나베 등의 단계적 교류성분 예측방식[8]에 주목하여, 이것을 근거로 한, 정수가감산과 비트 쉬프트만으로 실현 가능한 고속 교류성분 예측 방식을 검토하였다.

2장에서는 단계적 교류성분 예측법과 본 논문에서 제안한 정수가감산형 알고리즘을 설명하고, 3장에서는 종래의 방식과 본 논문에서 제안한 방식에 의한 예측 성능을 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 비교한다. 마지막으로 4장에서는 연구 결과를 정리한다.

2. 알고리즘

2.1 단계적 교류성분 예측법

단계적 교류성분 예측법[4]에서는, 다음과 같은 순서로 처리를 수행한다.

- (1) 각 블록을 그림1에 보이는 것과 같은 2×2 개의 서브 블록으로 분할한다.

*동국대학교 컴퓨터학과

(2) 근방 블록의 직류성분으로부터, 4개의 서브 블록의 직류성분을 선형 보간에 의하여 구한다.

(3) 서브 블록을 새로운 블록으로 하여, 분할이 화소 단위로 될 때까지 위에서 기술한 처리를 반복한다.

대상 블록을 S 라 하고, 그 근방블록을 그림1과 같이 표기한다. 와타나베[8]는 8근방의 블록을 고려한 알고리즘을 검토하고 있지만, 본 논문에서는 간단화를 위하여 4근방으로 한다.

기호 S, U, B, R, L 이 각 블록의 직류성분을 나타내는 것으로 하면, 서브 블록의 직류 성분 보간값 $V_{UR}, V_{UL}, V_{BR}, V_{BL}$ 은, 각각의 최근방의 3개의 블록의 직류성분으로부터 선형보간에 의하여

$$\begin{aligned} V_{UR} &= \alpha(\omega_1 S + \omega_2 U + \omega_2 R) \\ V_{UL} &= \alpha(\omega_1 S + \omega_2 U + \omega_2 L) \\ V_{BR} &= \alpha(\omega_1 S + \omega_2 B + \omega_2 R) \\ V_{BL} &= \alpha(\omega_1 S + \omega_2 B + \omega_2 L) \end{aligned} \quad (1)$$

으로 산출된다, 단, ω_1, ω_2 는 블록의 값의 무게를 실기 위한 중량 계수이다. α 는 분할 후에도 대상 블록 내에서 평균 직류성분이 보존되도록 보간값을 수정하기 위한 계수로,

$$V_{UR} + V_{BR} + V_{UL} + V_{BL} = 4S \quad (2)$$

부터,

$$\alpha = \frac{2S}{2\omega_1 S + \omega_2(U+B+R+L)} \quad (3)$$

로 얻어진다. 중량계수 ω_1, ω_2 는 블록중심간의 거리 등을 고려하여 선택한다. 여기서, ω_1/ω_2 가 단순한 유리비로 되도록 계수를 선택하면, 식(1) 및 식(3)의 보간값 계산은 정수의 승제산 및 가감산으로 실현되는 것에 주의한다.

2.2 정수 가감산형 알고리즘

위에서 논한 방식으로부터, 승제산을 포함하지

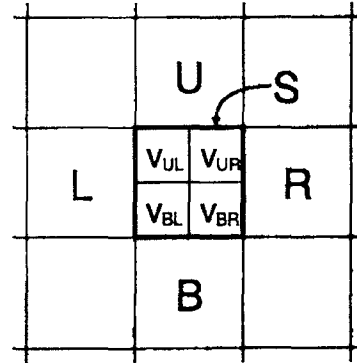


그림 1. 서브블록 분할

않는 보다 간단한 계산알고리즘을 도출한다. 식(1) 및 식(3)을 변형하면,

$$\begin{aligned} V_{UR} &= S + \beta(U + R - B - L) \\ V_{UL} &= S + \beta(U + L - B - R) \\ V_{BR} &= S + \beta(B + R - U - L) \\ V_{BL} &= S + \beta(B + L - U - R) \end{aligned} \quad (4)$$

단,

$$\beta = \frac{\omega_2 S}{2\omega_1 S + \omega_2(U+B+R+L)} \quad (5)$$

로 고쳐 쓸 수가 있다. 그러나, 식(4)는 임의의 β 에 대하여 식(2)의 조건을 만족하기 때문에, β 는 식(5)에 한정되지 않고 자유로이 선택할 수 있다. 그리하여, 식(5)를 적당한 정수로 근사하는 것을 고려한다.

영상의 화소치의 변화가 거의 없어, 근방 블록의 직류성분의 평균이 S 에 가까운 값을 취한다고 가정하면,

$$U + B + R + L \approx 4S \quad (6)$$

로 놓을 수 있다. 이 때, 식(5)는

$$\beta = \frac{\omega_2 S}{2\omega_1 S + 4\omega_2 S} = \frac{1}{2(\omega_1/\omega_2) + 4} \quad (7)$$

로 근사된다. 여기서, 적당한 양의 정수 n 에 대하여 $\beta = 2^{-n}$ 이 성립하도록 ω_1/ω_2 을 선택하면, 식

(4)의 보간치 계산을 모두 정수의 가감산과 비트 쉬프트 조작만으로 실현하는 것이 가능하게 된다. 예를 들면, $\omega_1/\omega_2=2$ 로 두면 $\beta=1/8$ 로 되어, β 의 승산은 3비트 쉬프트로 대치된다. 이상으로부터, 고속으로 연산 가능한 단계적 교류성분 예측 알고리즘이 얻어진다.

식(6)의 근사에 타당성을 보이기 위하여, 실제의 영상 데이터를 이용하여

$$\xi = \frac{U+B+R+L}{S} \quad (8)$$

의 분포를 조사한다.

실제대상으로는 SIDBA의 표준영상 Girl(256×256화소) 및 영상 Lena(512×512화소)를 이용한다. 각각 4×4 및 8×8화소의 블록으로 분할하여, 그것들의 직류성분으로부터 ξ 를 계산한다. 구하여진 ξ 의 히스토그램을 그림2에 보인다.

어느 쪽의 영상에 있어서도 ξ 는 4부근에 예리한 피크를 갖는 분포를 이루고 있어, 식(6)의 근사는 타당한 것이라 생각된다.

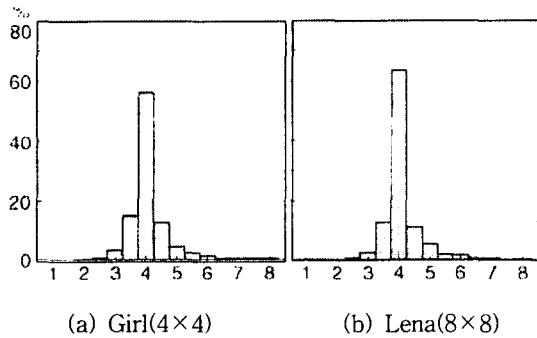


그림 2. ξ 의 빈도분포

3. 평가

3.1 교류성분 예측성능

위에서 논한 정수연산에 의한 교류성분 예측방

식의 성능을 평가하기 위하여, 영상 데이터를 이용하여 실험을 행하여, 종래 방식과 화질을 비교한다. 비교 대상은 다음의 3방식으로 하였다.

가토 : 근방 블록의 값으로부터 2차 곡면을 계산하여, 보간값을 계산하는 방식[5].

미즈하라·이토 : 근방 블록의 값으로부터 휘도치를 선형 보간에 의하여 구하는 방식[6],[9].

와타나베·오제키 : 서브 블록성분에 의하여 보간값을 단계적으로 계산하는 방식[8].

가토 및 미즈하라의 방식은 한 단계의 처리로 블록 내의 휘도치를 보간하는 것이다. 와타나베 등의 방식은 본 논문에서 검토한 알고리즘의 근본이 되는 것이지만, 8근방의 블록을 이용한 점 및 중량계수를 실수값으로 한 점이 2.1에서 논한 알고리즘과 다르다.

또, 미즈하라 및 와타나베 등의 방식에 대하여는, 영상의 경계부위 주변에 생기는 오버슈트를 저감하기 위한 부가 처리가 검토[8],[9]되고 있으나, 본 논문에서는 고려하지 않았다.

한편, 정수연산만의 알고리즘에 대하여는 다음의 조건으로 실험을 행한다.

정수 승제산형 : 식(1)과 식(3)을 이용하는 알고리즘.

단, $\omega_1 : \omega_2 = 1 : 1$ 및 $2 : 1$ 로 한다.

정수 가감산형 : 식(4)를 이용한 알고리즘.

단, $\beta = 1/8$ 로 한다

실제로는 SIDBA영상 Girl 및 영상 Lena를 이용하여, 블록 사이즈는 각각 4×4 및 8×8화소로 한다. 화질의 평가 기준으로는, 다음의 식으로 계산되는 SNR을 이용한다.

$$SNR = 20 \log_{10} \frac{255}{\sqrt{\epsilon^2}} \text{ [dB]} \quad (9)$$

단, ϵ^2 는 화소당 평균2승 오차를 나타낸다. 실험의 결과를 표1에 보인다. 정수연산에 한정할 알

고리즘에서도 종래 방식과 비교하여 손색없는 예측 성능이 얻어지는 것을 알 수 있다.

$\beta = 1/8$ 로 한 정수가감산형 알고리즘은 $\omega_1 : \omega_2 = 2 : 1$ 의 정수 승제산형에 대응하지만, 식(6)의 근사에 의한 성능의 열화는 거의 볼 수 없고, 가감산형의 알고리즘의 유효성이 확인된다. 그림3에 본 논문에서 성능 비교를 한 모든 방식에 의하여 영상 Lena를 재생한 결과를 보이고 있다.

표 1 교류성분 예측성능의 비교

	SNR[dB]	
	Girl(4×4)	Lena(8×8)
예측 없음(DC)	26.18	23.64
가토	28.13	25.23
미즈하라 · 이토	28.29	25.31
와따나베 · 오제키	28.26	25.22
정수승제산형(1 : 1)	28.33	25.30
정수승제산형(2 : 1)	28.20	25.26
정수가감산형	28.19	25.28

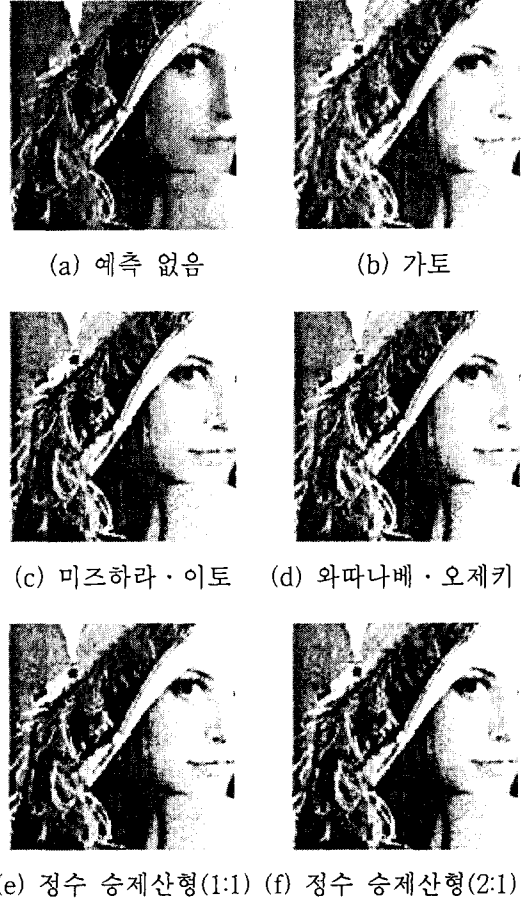
3.2 연산회수

다음으로, 계산 단가를 평가하기 위하여, 1화소의 보간값 계산에 필요한 사칙연산의 회수를 산출하였다. 비교 대상은 종래 방식에서 가장 간단한 미즈하라 등의 방식[9]으로 한다. 각 알고리즘의 연산회수를 표2에 나타낸다.

실수연산이 필요한 미즈하라 등의 방식과 비교하여, 정수가감산형의 알고리즘에서는 보다 적은 회수의 정수가감산과 비트 쉬프트로 계산이 가능하며, 계산 단가를 대폭으로 저감할 수가 있다.

4. 결론

블록의 직류성분으로부터 교류성분을 예측하는 고속연산 알고리즘을 검토하였다. 본 논문에



(a) 예측 없음 (b) 가토 (c) 미즈하라 · 이토 (d) 와따나베 · 오제키 (e) 정수 승제산형(1:1) (f) 정수 승제산형(2:1) (g) 정수 가감산형

그림 3. 각 방식에 의한 영사의 재생 결과(Lena)

표 2. 1화소당의 사칙연산회수

	Real		Integer		Bit Shift
	M/D	A/S	M/D	A/S	
미즈하라 · 이토	2.19	4	0	0	0
정수 승제산형	0	0	3.13	3.13	0.63
정수 가감산형	0	0	0	0	0.63

제한한 정수 가감산형의 알고리즘은, 실수의 승제산을 필요로 하는 종래의 방식과 비교하여, 예측 성능의 열화 없이 계산 단가를 대폭으로 저감시킬 수 있다. 따라서, 계산량의 제약이 엄격한 경우에도 적용 가능하며, 하드웨어화에도 유리하다고 생각된다.

참 고 문 헌

- [1] 伊東 晋, 内藤一郎, 宇都宮敏男, “畫像の適應的豫測誤差信號ベクトル量子化法”, 日本電氣電子通信學會論文誌(B), J70-B, vol.8, pp.967-976, 1987.
- [2] 加藤洋一, 武川直樹, 大久保榮, “クラス分けを利用した適應直交交換畫像符號化方式”, 日本電氣電子通信學會論文誌(B), J71-B, vol.1, pp.1-9, 1988.
- [3] E.J.Delp and O.R.Mitchell, “Image compression using block truncation coding”, IEEE Trans. Communication, COM-27, vol.9, pp.1335-1342, 1979.
- [4] 岸本登美夫, 三ツ矢英司, 星田勝典, 釜江尚彦, “靜止畫像のブロック符號化法”, 日本電氣電子通信學會論文誌(B), J62-B, vol.1, pp.17-24, 1979.
- [5] 加藤洋一, “平均值分離形ブロック符號化方式の符號化效率改善,” 1987年 信學總全大, 1158.
- [6] 水原良彦, 伊東 晋, 宇都宮敏男, “隣接ブロックの平均值を用いた最適線形補間法とそのブロック符號化への應用,” 信學技報, CS87-120, Dec. 1987.
- [7] 井澤裕司, 木村淳一, 瀧澤正明, “靜止畫像の階層的符號化における畫質改善の一検討,” 畫像符號化シンポジウム(PCSJ87), pp.47-48, Sept. 1987.
- [8] 渡邊敏明, 大關和夫, “平均值を用いた交流成分豫測方式の一検討,” 畫像符號化シンポジウム(PCSJ89), pp.29-30, Oct. 1989.
- [9] 伊東 晋, 水原良彦, 鶴田光一, 山口 昇, 宇都宮敏男, “畫像の階調數選擇形ブロック符號化方式,” 日本電氣電子通信學會論文誌(B), vol.J71-B. no. 12, pp.1528-1536, Dec.1988.



도 재 수

- 1991년 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
- 1994년 일본 홋카이도(Hokkaido)대학 대학원 전자공학과 (공학석사)
- 1997년 일본 홋카이도대학 대학원 전자공학과(공학박사)
- 1997년~1999년 동국대학교 전자계산학과 전임강사
- 1999년~현재 동국대학교 컴퓨터학과 조교수
- 관심분야 : 영상신호처리, 영상압축, 웨이브렛변환 등
- e-mail : dojesu@mail.dongguk.ac.kr