

論文 90-27-5-15

코드북의 更新을 통한 연속적인 畫像에서의 適應的 벡터量子化

(Adaptive Vector Quantization through Updating a Codebook for Image Sequence Coding)

丁 海 默*, 李 忠 雄*

(Hae Mook Jung and Choong Woong Lee)

要 約

연속적인 畫像에서는 畫像의 統計的 성질이 비슷하기 때문에 하나의 코드북을 利用하여 여러개의 畫像을 復元해도 畫像의 劣化를 가져오지 않는다. 따라서 本 論文에서는 연속적인 畫像에서 區間을 설정하고 區間마다 更新된 벡터중심을 수신측에 順次的으로 전송하여 畫像을 復元하는 방법을 提案한다. 또한 비트를 추가함이 없이 更新된 벡터중심을 傳送하기 위하여 畫像블록을 靜止領域블록과 動領域블록으로 분류하여 動領域블록으로 판정되는 畫像블록에서만 코드북의 레이블을 傳送하고, 남은 비트를 벡터중심 전송에 利用한다. 이와 같은 方法으로 벡터量子化를 할 경우 LBG알고리즘으로 구성한 畫像과 거의 비슷한 畫質을 얻으면서 傳送率을 0.5bit/pixel 이하로 줄일 수 있다.

Abstract

Successive images can be reconstructed without great degradation by using one codebook in vector quantization, because statistics of successive images are similar. In this paper, we propose a method to update vector centroids in one slot of an image sequence and reconstruct images with the codebook replenished with the updated vector centroids. To remove the overhead required to transmit the updated vector centroids, we categorize image blocks into changing blocks and nonchanging blocks, and then transmit only the labels of the changing blocks. Therefore, we can assign the remaining bits to the replenishment of a codebook. By the proposed method, almost the same image as the one reconstructed by LBG algorithm can be obtained and the bit rate can be reduced to below 0.5 bit/pixel.

I. 서 론

벡터量子化 방법은 rate distortion bound에 가장 近接하는 方法으로써 畫像符號化에 적용된 이후 1bit/pixel 以下の 낮은 傳送率에서도 비교적 좋은 畫質을 유지하는 것이 可能하게 되었다.¹⁾ 벡터양자화에

서는 送信側과 受信側이 동일한 코드북을 갖고 畫像블록을 코드북의 레이블(label)로 부호화하기 때문에 이 코드북은 하나의 畫像을 가장 잘 나타낼 수 있는 대표벡터들로 이루어져야 한다.²⁾³⁾ 따라서 이러한 코드북은 畫像의 統計的性質(平均, 標準偏差)에 따라서 달라져야 하며, 理想的으로는 하나의 코드북이 하나의 畫像을 代表하는 것이 바람직하지만 코드북이 代表할 수 있는 畫像의 範圍를 넓히기 위하여 統計的 성질이 비슷한 여러 畫像에 대해서 하나의 코

*正會員, 서울大學校 電子工學科
(Dept. of Elec. Eng., Seoul Nat'l Univ.)
接受日字: 1989年 12月 6日

드북을 구성하기로 한다. 또한 FSVQ 에서는 슈퍼 코드북을 구성하여 좀 더 많은 화상을 대표하도록 하여 畫像을 높이는 效果도 함께 얻는다.^[4] 그러나 여러 화상을 대표하는 코드북은 화상의 통계적 성질이 틀린 경우 復元된 화상의 質이 크게 떨어지는 단점을 갖게 된다. 또한 FSVQ 에서는 수많은 메모리가 필요하게 되고 狀態(state)판정이 잘못되는 경우 過負荷(overload) 雜音이 발생하게 된다.^[5] 따라서 코드북을 更新해 주는 것이 필요하게 되며, 이런 適應的 벡터양자화에서 Goldberg와 Sun은 코드북과 레이블을 계속적으로 바꿔나가는 適應的 벡터양자화 방법을 제안하였다.^[6] 그러나 이 방법 역시 코드북 크기가 커질수록 코드북의 更新을 위한 추가 비트수가 늘어난다는 단점을 갖고 있다.

연속적인 화상에서는 畫面의 바뀐이 일어나지 않는 畫面의 統計的 성질이 비슷하기 때문에 하나의 코드북으로 대표할 수 있다는 점에 착안하여 본 論文에서는 연속적인 화상에서 區間(slot)을 설정하고 그 區間마다 更新된 벡터중심(vector centroid)을 受信側으로 전송하되 畫像間의 靜止領域에서는 복원된 後畫像의 블록을 그대로 이용할 수 있다는 점에 착안하여, 비트를 추가함이 없이 코드북을 補充해나가는 새로운 코드북 갱신 알고리즘을 제안한다. 따라서 화상의 성질에 따라 코드북을 적절히 변화시켜 갈 수 있으며, 畫面의 바뀐이 일어나는 경우 일시적인 畫質의 저하는 일어나지만 곧바로 다음 코드북이 畫面 바뀐후의 화상에 적합하도록 갱신되어 나가기 때문에 우리 눈의 視覺 특성상 화질의 低下를 인식할 수 없게 된다.

II. 벡터 中心 更新方法 및 更新區間

統計的 性質이 비슷한 화상(예를 들어 TV의 프레임)에서는 화상마다 코드북을 更新할 필요없이 하나의 코드북으로 畫質의 劣化없이 화상을 復元할 수 있다. 본 논문에서는 연속적인 프레임에서 區間(slot)을 설정하고 區間마다 갱신된 벡터중심을 受信側에 전달해 줌으로써 畫像의 復元에 이용한다. 그림 1에 4개의 프레임을 한 구간으로 설정했을 경우를 나타냈다.

코드북을 구성하는 가장 代表的인 방법으로는 Linde, Buzo, Gray 등에 의해 提案된 LBG 알고리즘^[7]을 들 수 있으나, 이 LBG 알고리즘은 反復的이며 收斂時間을 예측하기 힘들기 때문에 실제로 하드웨어를 구성할 때도 速度면에서 한계가 있게 된다. 그러므로 본 논문에서는 神經回路網을 이용한 코드북 갱신 알고리즘^[8]을 이용하여 벡터중심을 갱신해 나갈

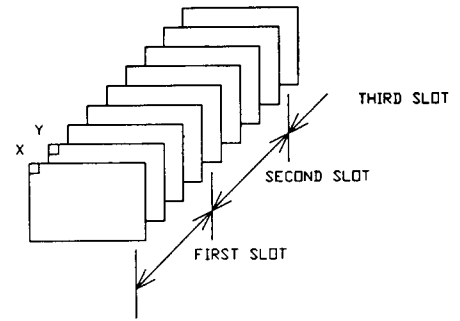


그림 1. 연속적인 화상에서의 區間
Fig. 1. Slots in successive frames.

으며, 이 갱신 알고리즘을 이용해도 LBG 알고리즘과 성능이 거의 차이가 나지 않는다. 送信側에서는 트레이닝벡터를 갖고 있으므로, 이 更新 알고리즘으로 트레이닝 벡터를 입력하면서 계속적으로 벡터중심을 갱신시켜 나갈 수 있다. 이 갱신 알고리즘을 要約해 보면 다음과 같다.

- 1) 새로운 트레이닝 벡터 X' 를 입력한다.
- 2) 기존의 대표벡터중 X' 와 가장 작은 자승 오차를 갖는 벡터중심 m_j 를 선택한다.
- 3) m_j 를 (1)식과 같이 갱신하고 m'_j 를 새로운 벡터중심으로 한다.

$$\begin{aligned}
 m'_j &= \frac{\sum_{x \in C_j} X + X'}{n_j + 1} \\
 &= \frac{\sum_{x \in C_j} X}{n_j + 1} + \frac{X'}{n_j + 1} \\
 &= m_j + \frac{X' - m_j}{n_j + 1}
 \end{aligned} \tag{1}$$

여기서 n_j 는 클러스터 C_j 의 벡터중심 m_j 가 그때까지 대표하고 있던 트레이닝벡터의 갯수이다. 이때 한 프레임의 初期 대표벡터는 前 프레임에서 갱신된 벡터중심을 그대로 이용할 수 있으며 n_j 를 모두 0으로 初期化하면 그때부터 前 프레임의 벡터중심에 관계없이 새로운 벡터중심 갱신작업이 이루어진다.^[9] 그러나 연속적인 화상에서는 화상의 통계적 성질이 비슷하기 때문에 前 프레임에서 얻어진 벡터중심과 현 프레임에서 다시 갱신된 벡터중심과는 그렇게 큰 차이가 나지 않는다. 그러므로 화상의 한 구간에서는 n_j 의 값을 계속 유지시키는 것이 바람직하며 이때 얻어진 코드북은 한 구간내의 여러 화상의 outside training set을 이용해서 얻은 코드북과 거의 비슷하게 된다. 그러나 구간을 너무 크게 잡으면 n_j 의 값

이 너무 커지므로 좋지 않다.

또한 한 구간내에서 畫面의 바뀜이 일어나게 되면 트레이닝벡터들의 성질이 틀려지게 되므로 이런 경우는 區間內라 하더라도 n_0 를 0으로 初期化 시킨다. 이렇게 畫面의 바뀜이 일어나는 경우에는 하나의 코드북이 내용이 전혀 틀린 여러 화상들을 대표해야 하므로 復元된 화상의 質이 약간 떨어지게 되며 특히 화면의 전체적인 밝기(平均)가 달라지는 경우는 畫質의 상당한 低下를 가져오게 된다. 그러나 畫面의 바뀜이 일어나는 경우는 우리눈의 視覺 特性상 0.2-0.3초정도 경과한 후에야 자세한 내용을 인식할 수 있기 때문에¹¹⁾ 畫面의 바뀜후의 화질의 저하는 크게 문제가 되지 않는다. 구간을 크게 잡을수록 코드북 전송을 위한 추가 비트수가 줄어 들지만 그 구간내에서 화상의 변화가 일어날 확률은 크게 된다. 그러나 대부분의 연속적인 화상 특히 TV의 프레임(frame)에서는 3-10 프레임(1/10-1/3초)내에서는 화면의 변화가 크지 않기 때문에 한 구간을 3-10프레임 정도로 하는 것이 바람직하다. 그 이상의 빠른 변화에 있어서는 우리눈이 빠른 화면의 변화를 따라갈 수 없기 때문에 약간의 화질의 저하가 일어난다 해도 肉眼으로는 인식할 수 없다.

III. 更新된 벡터中心傳送을 위한 프레임間 符號化

更新된 벡터中心을 전송할 때 비트수를 추가함이 없이 傳送하기 위하여 다음과 같은 프레임間 符號化를 제안한다. 연속적인 프레임間에서 화면의 내용이 변하지 않는 靜止領域에서는 現프레임의 復元에 前프레임의 화상블록을 그대로 이용할 수 있기 때문에 코드북의 레이블을 전송할 필요가 없다. 따라서 動領域인 경우만 레이블을 전송하고 靜止領域에서 남은 비트를 갱신된 대표벡터의 전송에 이용한다. 그러므로 靜止領域과 動領域을 구분하는 정보가 화상블록당 한 비트씩 추가로 필요하게 된다. 본 논문에서는 靜止領域에 있는 화상블록을 정지영역블록이라 하고 동영역에 있는 화상블록을 동영역블록이라 한다. 동영역블록과 정지영역블록의 판정은 다음과 같이 한다. 그림 1에서와 같은 X와 Y 블록에서 \hat{Y} 를 前 프레임에서 복원된 화상블록이라 하고 \hat{X} 를 現 프레임에서의 화상블록 X와 가장 가까운 대표벡터라 하면 모든 원소에서 식(2)의 차이D가 정해진 限界値(threshold) T_b 보다 작으면 靜止領域블록으로 판정하고 그렇지 않으면 動領域블록으로 판정한다.

$$D = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^N (\hat{x}_i - \hat{y}_i)^2} \quad (2)$$

여기서 \hat{x}_i 와 \hat{y}_i 는 N차원 벡터 \hat{X} 와 \hat{Y} 의 i번째 원소이다. 즉

$$X = \begin{cases} \text{정지영역블록 (if } D < T_b) \\ \text{동영역블록 (otherwise)} \end{cases} \quad (3)$$

전체적인 블록 다이어그램을 살펴보면 그림2와 같다. 먼저 입력된 화상은 한 프레임전에 화면의 변화를 탐지하기 위하여 프레임메모리에 저장된다. 이 프레임메모리에 저장되었던 前화상은 벡터로 만들어진 뒤 벡터중심 更新작업에 들어가는데 이 때의 n_0 값은 값은 각 區間마다 또는 畫面의 바뀜이 일어나면 0으로 初期化된다.

본 논문에서는 傳送率을 일정하게 유지하기 위하여 한 화면당 필요한 비트수를 M비트로 고정시키고 M 비트를 다음과 같이 구성한다.

- M비트 = (동영역블록과 정지영역블록의 구분을 위한 비트정보)
- + (동영역블록에서의 레이블 정보)
- + (갱신된 벡터중심 정보)

동영역블록에서의 레이블정보나 벡터중심 정보는 M 비트중 餘分の 비트가 남는 경우만 전송한다. 따라서 動領域블록으로 판정되는 블록이 많은 경우에는 動領域블록의 레이블情報나 갱신된 벡터中心情報를 제한하게 된다. 예를 들어 M을 28672 (= 4096×7) 비트라 하고 256×256 畫素로 이루어진 화상의 경우 한 區間을 4프레임으로 설정하고 4×4 화상블록을 이용할 때 한 프레임에서의 화상블록의 갯수는 4096개가 된다. 이때 동영역블록으로 판정된 화상블록의 갯수가 4096개중 평균 1000개 였다고 가정하면 한 프레임에서 동영역블록과 정지영역블록의 구분을 위한 정보는 4096 비트가 되고 레이블 정보는 코드북 크기가 256인 경우 8000 (8×1000)비트가 된다. 따라서 28672 비트중 남는 비트수는 16576 (= 129.5×16×8) 비트가 되므로 한 프레임당 평균 129.5개의 벡터중심을 전송할 수 있으며 이때의 傳送率은 0.4375 bit/pixel이 된다. 그러므로 첫번째 프레임에서 코드북 256개 중 처음 129개의 벡터중심을 전송하고 두번째 프레임에서는 나머지 127개와 다시 맨 처음 2개의 벡터중심을 합쳐서 129개의 벡터중심을 전송한다. 이와같이 벡터중심을 순환적으로 계속 수신측으로 전송하여 코드북을 보충해 나간다. 이때 프레임 사이에 약간의 운동이 있더라도 절대다수를 차지하는 배경으로부터의 입력벡터에 의해서 벡터중심들의 변화가 크지 않기 때문에 화면의 바뀜이 일어나지 않는 한 코드북은 갱신되는 벡터중심과 큰 차이가 나지 않는다. 만약 동영역블록으로 판정되는 경

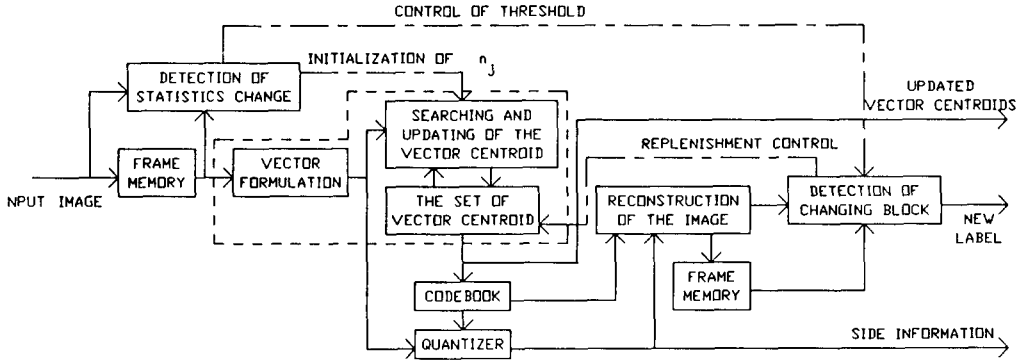


그림 2. 갱신된 벡터중심 전송을 위한 프레임간 부호화방법의 블록다이어그램

Fig. 2. The block diagram of the interframe coding for the transmission of vector centroids.

우가 많아서 동영역블록의 레이블정보가 많아지면 코드북전송을 위한 여분의 비트가 없으므로 이때는 (3)식의 限界値 T_0 를 적응적으로 증가시켜서 静止領域블록으로 판정되는 블록수를 증가시킨다. 이때 限界値는 연속적인 프레임내에서 서로 다른 화소의 갯수에 비례하여 적응적으로 변화시키며 보통 5-10 정도의 값이 적당하다. 限界値를 높여도 畫面의 바뀔 등이 일어나서 동영역블록으로 판정되는 경우가 많아서 動領域블록과 静止領域블록의 구분을 위한 비트정보와 동영역블록의 테이블 정보가 M 비트를 넘는 경우에는 나머지 화상블록은 모두 강제적으로 정지영역블록으로 판정한다. 이렇게 강제적으로 정지영역블록으로 판정된 블록은 다음 프레임에서 다시 동영역블록으로 판정되므로 별 문제가 되지 않는다. 이렇게 동영역블록으로 판정되는 블록 수가 많아서 갱신된 벡터중심을 전부 전송하지 못하는 경우에는 다음 구간에서 갱신되는 수 밖에는 없지만 구간을 충분히 잡아주면 충분한 餘分の 비트를 얻을 수 있다. 보통구간은 3-10 프레임이면 적당하고 M 은 32768(=8×4096)이면 충분하다. 위의 알고리즘을 정리하면 다음과 같다.

- 1) 새로운 트레이닝벡터 X' 를 입력하여 가장 가까운 벡터중심을 찾고 그 벡터중심을 (1)식과 같이 更新시킨다.
- 2) 송신측이 현재의 코드북을 이용하여 現프레임을 復元한다.
- 3) 복원된 現 프레임과 復元된 前 프레임을 비교하여 (3)식에 따라 静止領域블록과 動領域블록을 판정한다. 만약 動領域블록으로 판정되는 블록수가 많아서 M 비트를 넘으면 나머지는 모두 静止領域블록으로 판정한다.

4) 비트정보와 한 畫面에서 동영역블록으로 판정된 화상블록의 레이블을 차례로 전송한다.

5) 餘分の 비트가 남으면 更新된 벡터중심을 順次的으로 전송한다.

6) 수신측은 전송된 레이블정보에 따라 화상을 復元하고 송신된 벡터중심을 기존의 벡터중심과 교체하여 새로운 코드워드로 삼는다.

7) (1)로 가서 계속한다.

벡터중심들은 송신측에서 새로운 트레이닝벡터가 입력됨에 따라서 계속 更新되며 코드북은 餘分の 비트가 남는 경우에만 보충되는 것이기 때문에 벡터중심의 집합과 코드북의 내용은 다르게된다. 그러나 畫面的 統計的 性質이 달라지지 않으면 코드북은 계속 보충되어 벡터중심의 집합과 거의 동일하게 되며 畫面的 바뀔이 일어난다 해도 更新된 벡터중심이 餘分の 비트만큼씩 계속 傳送되기 때문에 코드북은 계속 갱신되어 나간다.

IV. 實驗 및 結果

실험은 그림 3 과 같은 256×256크기의 실제 카메라 신호를 10MHz로 샘플링하여 얻은 연속적인 화상을 대상으로 화상블록이 4×4인 경우 컴퓨터 模擬實驗을 행하였다. Fan 화상은 전반적으로 밝은 편이며 움직임이 크고 Hand 화상은 전반적으로 어두운 편이며 움직임이 상대적으로 느리다. 화면의 바뀔 이후 화면의 레벨차이가 클 때 제안된 방법이 어느정도 화질개선의 능력이 있는가를 알아보기 위하여 일부러 화면의 레벨차가 큰 화상으로 선택했다. 區間의 크기는 코드북傳送을 할 수 있을 정도인 4로 정했으며 M 을 변화시켰을 때 각 화상마다 LBG 알고리즘

으로 얻은 결과와 어느정도 차이가 발생하는 것을 살펴보았다. 또한 기존의 알고리즘과의 비교를 위하여 프레임간 코딩방법 중 대표적인 FRODEC (frame replenishment coder-decoder)¹¹⁾의 실험 결과와 Goldberg와 Sun에 의해서 제안된 프레임 적응 벡터양자화⁷⁾의 실험결과를 본논문의 결과와 비교 검토하였다. 그림 3과 같은 Fan 화상과 Hand 화상에 대하여 M이 32768 (0.5 bit/pixel)인 경우에 본 논문의 방법으로 구한 SNR과 LBG 알고리즘으로 구한 SNR, 또 FRODEC과 프레임 적응 벡터양자화 방법으로 구한 SNR이 표 1에 있다. 이때 LBG 알고리즘으로 구한 SNR은 Fan 화상과 Hand 화상에서 각각의 outside training set으로 구한 것이다. 畫面的 바뀔 때 일어나지 않는 경우는 프레임이 경과함에 따라 LBG 알고리즘으로 얻은 결과에 근접해 가는 것을 알 수 있다. Fan 화상은 運動이 큰 경우로 운동이 극히 작은 Hand 화상보다는 動領域블록으로 판정되는 갯수가 많은 것을 알 수 있다. 또한 2번째와 3번째 프레임에서는 動領域블록으로 판정되는 화상 블록 수가 극히 적어서 한 區間 내에서 갱신된 벡터 중심을 充分히 전달할 수 있지만 畫面的 바뀔 때 일어난 5번째 프레임에서는 동영역블록의 갯수가 급격히 증가하여 餘分の 비트가 얼마남지 않는 것을 알 수 있다. 표 1에서 한계치 T_n 는 프레임에서의 서로 다른 화소의 갯수에 비례하여 5부터 10까지 변화시켰으며 n_t 는 1번째와 5번째 프레임에서 0으로 初期化시켰다. 반면 FRODEC으로 구한 SNR은 Fan 화상에서는 화면의 변화가 크기 때문에 SNR이 다소 떨어지고 화면의 바뀔 후의 6번째 프레임에서 화질이 향상된다. 그러나 Hand 화상에서는 움직임은 느리지만 움직임의 면적이 적지 않기 때문에 0.5bit/pixel의 전송율로는 그렇게 큰 SNR의 증가를 기대할 수 없다. 프레임 적응 벡터양자화에서는 화면의 바뀔 후의 SNR의 감소가 그 후의 프레임에서도 향상되지 않는 것을 알 수 있는데 이 이유는 프레임 적응 벡터양자화 방법으로는 Fan 화상에서 얻은 코드북을 Hand 화상의 초기 코드북으로 설정했을 때 매우 많은 반복 (iteration)을 거쳐야 코드북의 성능이 향상되기 때문이다.

본 논문의 방법은 코드북의 크기를 늘리면 화면의 바뀔 후의 코드북의 보충되는 속도는 느리지만 일단 코드북이 완전히 Hand 화상에 맞도록 보충되고 나면 화면내에 약간의 움직임이 있더라도 기존의 프레임간 부호화보다 좋은 화질을 얻을 수 있다. 표 2에 코드북의 크기가 512인 경우의 SNR을 표시하였다. 표 2에서 알 수 있는 바와 같이 코드북의 크기가 512인

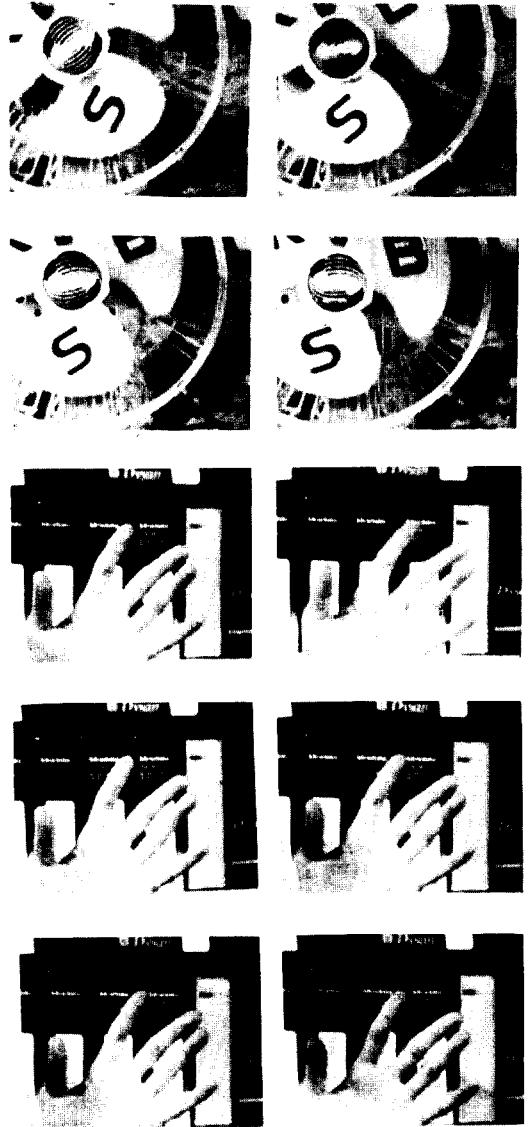


그림 3. 연속적인 10 프레임 (5번째 프레임에서 화면의 바뀔 때 일어난다)

Fig. 3. Successive 10 frames. (In the 5-th frame, a scene change takes place.)

경우 9번째와 10번째 프레임에서는 매우 높은 SNR을 얻을 수 있는 것을 알 수 있다.

M이 28672 (0.4375 bit/pixel)인 경우와 24576 (0.375 bit/pixel)인 경우에서의 SNR의 변화를 살펴보면 표 3과 같다. 이 때는 5번째 프레임에서 動領域블록으로 대적으로 많은 비트를 차지하기 때문에 벡터중심 전송을 위한 여분의 비트가 M이 32768인 경우보다

표 1. 전송율이 0.5 bit/pixel인 경우에 제안된 방법으로 얻은 SNR과 기존 알고리즘으로 얻은 SNR의 비교(코드북의 크기가 256인 경우)

Table 1. Comparisons of SNR's obtained by the proposed algorithm and SNR's of conventional algorithms when the bit rate is 0.5 bit/pixel and the codebook size is 256.

프레임번호	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SNR (dB) (FRODEC)	29.21	29.18	31.17	29.47	18.12	21.19	24.67	28.76	34.53	34.60
SNR (dB) (frame adaptive (VQ, average bit rate=0.52 bpp)	33.71	34.67	34.91	34.20	29.32	29.41	29.98	29.73	30.02	30.11
SNR (dB) (LBG 알고리즘) (outside training set)	34.57	35.35	35.14	34.56	34.19	33.58	33.98	33.50	33.63	33.54
SNR (dB) (제안된 방법)	33.98	34.61	34.86	34.21	27.54	30.21	32.56	33.01	33.21	33.13
동영역 블록의 갯수	1032	1501	1291	1228	3173	1126	1078	1241	914	1003
전송된 벡터중심 갯수	159	130	148	147	25	153	156	146	166	161
한계치 T_b	5	7	6	7	10	5	5	7	5	5

표 2. 전송율이 0.5 bit/pixel 인 경우에 제안된 방법으로 얻은 SNR과 기존 알고리즘으로 얻은 SNR의 비교(코드북의 크기가 512인 경우)

Table 2. Comparisons of SNR's obtained by the proposed algorithm and SNR's of conventional algorithms when the bit rate is 0.5 bit/pixel and the codebook size is 512.

프레임 번호	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SNR (dB) (frame adaptive (VQ, average bit rate=0.52 bpp)	37.51	38.10	37.59	37.31	34.52	34.61	34.97	34.81	35.03	35.02
SNR (dB) (LBG 알고리즘) (outside tra- ining set)	37.89	38.46	38.01	37.61	38.96	38.03	38.33	38.52	38.81	38.73
SNR (dB) (제안된 방법)	37.63	38.01	37.53	37.22	27.63	30.12	32.13	35.32	37.39	38.50
동영역블록의 갯수	1032	1432	1270	1217	3174	1231	1198	1301	1132	978
전송된 벡터중심 갯수	151	123	134	138	0	137	139	132	144	155
한계치 T_b	5	7	6	7	10	5	5	7	5	5

로 판정되는 화상블록의 갯수가 많아져서 동영역블록의 갯수가 각각 3072개와 2560개로 제한이 된 것을 알 수 있다. 나머지 강제적으로 静止領域 블록으로 판정된 화상블록은 다음 6번째 프레임에서 다시

動領域블록으로 판정되기 때문에 6번째 프레임에서의 動領域블록의 갯수가 M이 32768인 경우와 비교해서 증가된 것을 알 수 있다. 표3에서 알 수 있듯이 M이 작은 때는 動領域블록의 레이블 정보가 상

표 3. 전송율이 0.4375 bit/pixel인 경우와 0.375 bit/pixel인 경우의 SNR과 동영역블록의 갯수(코드북의 크기가 256인 경우)

Table 3. SNR's of the reconstructed images and the numbers of the changing blocks when the bit rate is 0.4375 bit/pixel or 0.375 bit/pixel and the codebook size is 256.

	프레임번호	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
bit rate= 0.4375	SNR (dB) (재안된 방법)	33.98	34.39	34.51	34.18	26.97	29.83	31.98	32.63	33.16	33.05
	동영역블록 의 갯수	1032	1512	1298	1235	3072	1240	1063	1238	920	1007
	전송된 벡터 중심 갯수	127	97	112	114	0	114	125	114	134	129
bit rate= 0.375	SNR (dB) (재안된 방법)	33.98	33.52	34.01	33.85	23.94	29.50	30.79	31.75	32.57	32.92
	동영역블록 의 갯수	1032	1603	1238	1301	2560	1693	1254	1347	1163	1097
	전송된 벡터 중심 갯수	95	59	83	78	0	54	81	74	87	91



그림 4. 전송율이 0.5bit/pixel인 경우에 복원된 화상 (코드북의 크기가 512인 경우)

Fig. 4. The reconstructed 10 images when the bit rate is 0.5 bit/prxel and the codebook size is 512.

줄어든 것을 알 수 있지만 그럼에도 불구하고 한 區間내에서 대표벡터의 傳送을 위한 充分한 餘分の 비트가 생기는 것을 알 수 있으며 약간의 화질열화를 감수한다면 傳送率을 0.375bit/pixel 까지 줄일 수 있는 것을 알 수 있다. 코드북의 크기가 512일 때 $M=28672$ 와 $M=24576$ 인 경우는 코드북의 보충속도가 매우 느리기 때문에 본 논문에서는 생략하였다. 코드북의 크기가 512인 경우, 전송율이 0.5bit/pixel 에서의 復元된 화상이 그림 4에 있다.

FAN 화상은 全般적으로 밝은 편이고 HAND 화상은 全般적으로 어두운 편으로 일부러 두 화상의 평균이 크게 차이가 나는 경우를 택했기 때문에 畫面의 바뀔시 동영역블록의 갯수가 급격히 증가했지만 완전한 화면의 변화에서는 동영역블록이 급격히 많아지지 않기 때문에 대표벡터 전송을 위한 충분한 여분의 비트가 생기게 된다. 일반적으로 限界值 T_b 는 5-10 정도에서 변할 수 있도록 하면 적합하며 구간을 적당히 잡는 경우 畫質의 큰 劣化없이 연속적인 화상을 복원할 수 있다.

V. 結 論

本 論文에서는 벡터중심의 更新알고리즘과 코드북 補充알고리즘을 통하여 畫質의 큰 劣化없이 傳送率을 0.5 bit/pixel 이하로 줄일 수 있었다. 연속적인 畫像에서는 畫面의 변화가 많지 않기 때문에 하나의 코드북을 이용해서 畫像을 復元하는 경우 LBG 알고리즘으로 復元한 각 화상에 대해서 SNR이 0.5 dB 이상 떨어지지 않으며 主觀的인 畫質 評價에서도 양호한 화질을 얻을 수 있다. 또한 프레임간 부호화를 이용하여 갱신된 코드북을 전송할 때 구간이 4 이상 되면 更新된 벡터중심의 전송을 위한 充分한 餘分の 비트가 생기며 傳送率을 0.375 bit/pixel 까지 줄일 수 있었다. 本 論文의 방법은 畫質의 統計的 성질에 따라 코드북을 更新시켜 나갈 수 있으며 우리 눈의 視覺의 特性을 이용하였기 때문에 낮은 傳送率에도 불구하고 畫質의 劣化를 肉眼으로 認識할 수 없다. 코드북의 크기를 조절하면 코드북이 更新되는 區間과 畫質을 적당한 수준에서 맞출 수 있으며 또한 하드웨어 구성시 용이하다는 장점을 갖고 있다.

參 考 文 獻

- [1] R.M. Gray, "Vector Quantization," *IEEE ASSP Magazine* Apr. 1984.
- [2] A. Gersho, "On the Structure of Vector Quantization," *IEEE Trans. on Information Theory*, vol. IT-28, no. 2, Mar. 1982.
- [3] N.M. Nasrabadi and R.A. King, "Image Coding Using Vector Quantization: A Review," *IEEE Trans. on Comm.* vol. COM-36, no. 8, Aug. 1988.
- [4] J. Foster, R.M. Gray and M.O. Dugam, "Finite-State Vector Quantization for Waveform Coding," *IEEE Trans. on Information Theory*, vol. IT-31, no. 3, May 1985.
- [5] M.O. Dugham, and R.M. Gray, "An Algorithm for the Design of Labeled-Transition Finite-State Vector Quantizer," *IEEE Trans. on Comm.*, vol. COM-33, no. 1, Jan. 1985.
- [6] M. Goldberg and H. Sun, "Image Sequence Coding Using Vector Quantization," *IEEE Trans. on Comm.*, vol. COM-34, no. 7, Jul. 1986.
- [7] M. Goldberg and H. Sun, "Frame Adaptive Vector Quantization for Image Sequence Coding," *IEEE Trans. on Comm.*, vol. COM-36, no. 5, May 1988.
- [8] Y. Linde, A. Buzo and R.M. Gray, "An Algorithm for Vector Quantization Design," *IEEE Trans. on Comm.*, vol. COM-28, no. 1, Jan. 1980.
- [9] 정해묵, 이주희, 이충용, "신경회로망을 이용한 코드북 갱신 알고리즘," 대한전자공학회 논문지, 제26권, 제11호, 1989.
- [10] A.J. Seyler, "The Coding of Visual Signals to Reduce Channel Capacity Requirement," *Proc. IEE.*, vol. 119, pt. C, 1982.
- [11] W.K. Pratt, *Image Transmission Techniques*, pp 190-215, 1979, Academic Press.

著 者 紹 介

丁 海 默 (正會員) 第26卷 第11號 參照

현재 서울대학교 전자공학과
박사과정 재학중

李 忠 雄 (正會員) 第26卷 第5號 參照

현재 서울대학교 전자공학과
교수