

論 文

마이크로컴퓨터를 이용한 映像信號의
變換符號化에 관한 研究

正會員 黃 在 政* 正會員 金 鍾 玟** 正會員 李 門 浩***

A Study on Transform Coding of Image
Signal using Microcomputer

Jae Jeong HWANG,* Chong Kyo KIM** and Moon Ho LEE*** Regular Members

要 約 아날로그 映像信號를 디지털 變換하여 마이크로컴퓨터에 入力시킨 다음 變換符號化(transform coding)를 遂行하였다. 入力 및 處理 時에 遂行時間을 短縮시키는 것을 目的으로 하여 64×64화소로 信號를 減縮하고 外部메모리를 内部메모리의 番地로 對替시키는 것으로써 빠른 入出力 方法을 채택하였다. Hadamard 直交 變換과 中央에 weight 를 준 weighted hadamard 變換 그리고 haar 變換을 assembly 言語의 高速計算 알고리즘으로 프로그램하여 一秒 이내에 變換 終了할 수 있도록 하였으며 各 變換을 比較하였다.

ABSTRACT The images which are scanned by CCTV are converted to digital signal and 6502 Microcomputer processes data by Transform coding. Thus data is reduced to 64×64 pixels and input by outer memory using same address with inner one for the fast process. Hadamard Transform, Weighted Hadamard Transform which is weighted in the center of matrix and Haar Transform are programmed by assembly language and every Transform is done within one second.

1. 緒 論

映像信號의 傳送 또는 處理에 있어서 디지털 通信路의 傳送 容量과 데이터량을 減少시키는 方法으로서 符號化에 대한 많은 研究가 進行되어 왔다. 符號化에는 豫測符號化, 變換符號化, 混合符號化등을 통한 傳送量 壓縮 技術이 있으며

각각 나뉠대로의 特性을 지니며 發展해 왔다. 그 중 變換符號化는 直交行列을 가지는 hadamard, haar 變換을 비롯해서 非直交行列의 weighted hadamard 變換등이 있고 長點으로는 傳送時의 雜音으로 인한 에러가 줄어드는 特性을 가지고 있으나 H/W의 具現이 複雜하다는 短點때문에 實用化에 어려움이 있다⁽¹⁾⁽²⁾

디지털 컴퓨터의 使用은 增加하는 情報源을 收集, 分析하는 便利함을 주고 있으므로 通信路에 컴퓨터의 接續은 자연스러운 것이어서 Teletex, Videotex 등 디지털 通信에 利用되고 있으나 메모리 容量, 處理速度의 限界에 의하여 通信量이 制限된다. 특히 마이크로컴퓨터를 通信에 活用

* 全州文化放送技術部
Engineering Dept. Chonju MBC, Chonjusi, 520 Korea.
,* 全北大學校工科大学電子工學科
Dept. of Electronics Engingeerine Chonbuk National
Univ., ChonJusi, 520 Korea.
論文番號 : 86-20 (接受 1986. 4. 19)

하고자 할 때 限界는 더욱 작아지며 實時間 處理와 더욱 멀어지게 된다.

本 論文에서는 마이크로컴퓨터를 通信에 利用하기 위해 變換符號化를 통한 映像信號를 處理하였다. 入力 및 出力 速度를 빠르게 하기 위하여 外部 메모리를 두어 番地를 對替하게 하였으며 hadamard, weighted hadamard, haar 變換을 비교하였다.

2. 디지털이저 시스템의 設計

가. 設計의 方向

2 MHz로 Sampling하여 64×64 화소를 갖는 黑白映像 데이터를 16level로 computer와 연결시키는 디지털이저를 設計한다.

NTSC TV scanning system을 使用하여 하나의 Image field를 64×64 二次元 數列로 變換시켜 메모리에 貯藏하기 위해서는 field period 16,667ms에서 垂直 blanking 區間 1.333ms를 뺀 15.334ms 즉 241.5line 중에서 64line을 選擇한다. 3 line마다 1 line 씩을 選擇하기로 하면 全体 line 數는 192line에 해당하므로 畫面上에서 選擇되는 比率는 전체 241.5line의 약 79.5%에 이른다. 正四角形의 畫面을 만들기 위해서 水平 sample 走波數를 결정하려면 水平 blanking 區間 11.1μs를 제외한 52.4μs에서 $79.5\% \times 3/4 = 59.6\%$ 인 31.24μs를 64 pixel로 sample 하면 된다. 따라서 sample 走波數는 $\frac{64}{31.24 \mu s} = 2.05\text{MHz}$ 가 된다⁽³⁾.

本 研究에서 使用한 APPLE II microcomputer의 메모리 構造에서 ROM은 12kbyte를 차지하고 있다. 여기에는 basic interpreter와 monitor program이 들어 있는데 만일 처리 program을 assembly 言語로 作成한다면 ROM을 使用하지 않고도 處理가 可能하다. ROM의 output enable 端子를 computer의 제어로써 disable 시키면 ROM이 차지하는 12kbyte의 領域은 外部에 설치된 RAM의 番地로 쉽게 代替될 수 있는 方法이 된다. 實際 外部 RAM의 데이터량은 4 kbyte이므로 12kbyte 중에서 나머지 8kbyte를 利用하여 處理된 데이터를 出力시키거나 貯

藏하게 된다⁽⁴⁾⁽⁵⁾

나. 블록다이어그램 및 概要

全体 시스템의 블록다이어그램을 圖示하면 그림 1과 같다. NTSC 카메라 出力으로 부터 아날로그 映像信號를 받아 들여 Sync Detection block에서 垂直同期와 水平同期信號를 檢出하여 Sampling control block으로 보내준다.

Sampling control block에서는 이 同期信號들을 利用하여 A/D conversion block에서의 sampling 速度 및 時間을 control 하면 RAM에 write시키는 時間을 定해주는 pulse가 發生된다. 하나의 pixel에 대해 하나의 pulse가 發生되어 지며 각각의 pixel에 대해 RAM의 Address를 指定해 준다.

Sampling control pulse가 들어 오면 A/D conversion block에서는 comparator에서 기준 level에 따라 디지털 값으로 變換되고 8-3 encoder 두개를 調合하여 15-4 encoding을 하면 16level의 명암도를 나타내게 되며, 이것을 sampling clock으로 D Flip Flop에 latch 되도록 하였다. 즉 sample and hold 回路로서 DFF를 利用한 A/D conversion이 이루어진다.

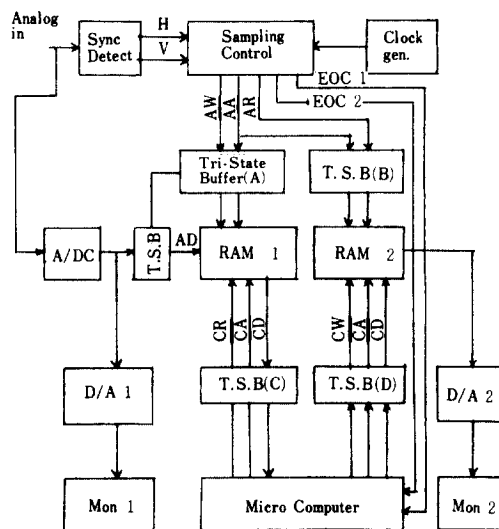


그림 1 全体 시스템 블록 다이어그램
Overall System blockdiagram.

RAM block에서는 CMOS 6116 RAM (2k×8 bits, Access time 200ns) 두개를 사용하여 4 kbyte 용량을 만든다. 8 bit RAM을 사용함으로써 處理된 데이터를 貯藏 또는 傳送할 때 必要한 附加 情報을 같이 보내는 兪점이 있으며 이와 같은 RAM을 出力用으로도 使用한다.

RAM에 連結되는 address, data, control 信號들은 A/D converter에서 data, (A D), control block에서 R/W信號(AR(W)), Address(AA) 그리고 컴퓨터에서 세가지 信號(CD, CR(W), CA) 모두 오는 등 address 認可 方法이 다르기 때문에 이들을 구별해 주기 위해서는 tristate buffer를 使用해야 한다. 예컨대 A/D converter에서 RAM에 write할 때는 computer bus는 off 狀態에 있어야 하며 그 反對인 경우 즉 computer가 Data를 處理할 때는 A/D bus가 off 되어야 한다. 이 과정은 computer에서 EOC 1, EOC 2를 檢査하여 제어하게 된다. 또 RAM2에는 A/D converter에서 address로 Read한 후 D/A converter에 의해 monitor에 display된다⁽³⁾. Monitor가 두개로 됨으로써 RAM1에 停止되어 있던 원래 영상과 變換 處理된 영상의 比較가 가능하게 된다.

3. 變換 符號化

變換 符號化는 信號의 에너지를 각각 特定한 部分으로 集中시키고 있다. 우선 畫像을 작은 畫像 部分, 블록으로 나눈 후에 각각의 블록에 대해 變換을 행하게 된다. 원래 畫像信號는 많은 重複度(redundancy)를 가지며 相關도가 큰 信號인데, 變換을 하고 나면 相關도는 매우 작게 되며 傳送時에는 에너지가 集中된 特定 部分을 強調하고, 에너지가 적은 部分을 削除하여 傳送하는 方法으로써 비트率이 減少된다. 실제 비트率 減少는 데이터 壓縮으로 나타나는 데 一般적으로 畫質의 低下를 사람의 눈으로는 쉽게 觀察하지 못한다. 變換 符號化의 特性을 결정하는 變數는 部分畫面의 크기와 모양, 使用된 變換의 種類, 傳送될 係數의 選擇 및 量子化, 비트 割當 등이

本 研究에서는 一次元(1×4) hadamard 變換을 行하여 Bit 割當을 한 다음 逆變換 함으로써 變換을 확인하고자 하며 中心部分의 무게를 더한 weighted hadamard 變換과 局部的으로 信號에너지가 모여 가장자리 檢索이나 輪廓抽出에 有利한 haar 變換등을 比較한다. 각각의 變換行列(N=4)은 그림 2와 같다.

$$[H]_4 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

a) Hadamard matrix

$$[WH]_4 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -2 & 2 & -1 \\ 1 & 2 & -2 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

b) Weighted Hadamard matrix

$$[Ha]_4 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ \sqrt{2} & -\sqrt{2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \sqrt{2} & -\sqrt{2} \end{bmatrix}$$

c) Haar matrix

그림 2 각 變換의 行列 Transformation matrices.

Hadamard, haar와 같은 直交行列(orthogonal matrix)의 變換은 變換 行列에 信號成分을 곱해 줌으로써 可能하며, 逆變換 역시 行列의 直交性을 利用하여 式(1), (2)와 같이 얻어진다.

$$\text{Forward : } \frac{1}{N} [F] [H] = [G] \quad (1)$$

$$\text{Inverse : } [G] [H]^T = [G] [H]^{-1} = [F] \quad (2)$$

Weighted Hadamard 行列은 바로 인접한 行列에서 곱의 합이 zero로 되어 直交行列과 類似的 形態로 되어 있으며 對稱의이기 때문에 [T]

$= [T]^T$ 이지만 $[T] \neq [T]^{-1}$ 이다. 따라서 送信時의 行列과 受信時의 그것이 다르게 되지만 역시式(1), (2)와 같은 方法으로 變換이 求해진다. WH 行列은 中心部分이 가장자리 要素에 비해 그 크기가 크므로 中心部分에 力點을 둔 信號가 얻어진다. 또한 畫面 中心部分의 信號 對 雜音比를 크게 개선시킬 수 있는 長點이 있다⁽²⁾⁽⁶⁾

주 프로그램의 順序圖를 圖示하면 그림 3과 같다. 變換 프로그램은 각각의 變換符號化 프로그램이 들어있는 機械語番地를 呼出함으로써 始作된다.

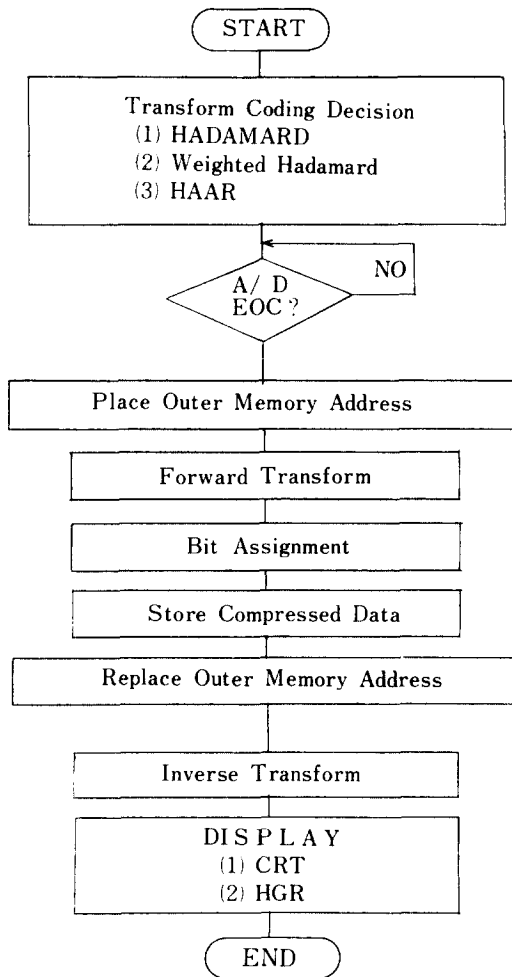


그림 3 주 프로그램 順序圖
Flowchart of main program.

A/D 變換器에서 1 field의 變換 終了 信號를 檢査하여 變換이 終了되는 直後 外部 메모리의 番地를 컴퓨터의 ROM 番地로 對替하며, Forward 變換을 하게 되면 각 變換係數에 適當한 비트를 割當하여 데이터를 壓縮할 수 있다⁽⁵⁾. 變換符號化의 集中性을 利用하여 에너지가 적은 부분에는 보다 적은 비트를 割當하는 方法으로 量子化하였다.

壓縮된 데이터를 컴퓨터 内部 또는 外部 메모리에 貯藏할 때 메모리를 節約하는 것이 데이터 壓縮이라는 본래 意味와 目的에 合當한 것이 된다. 따라서 拜트 單位의 貯藏이 아닌 비트 單位로서의 貯藏이 必要하게 된다. 특히 컴퓨터를 受信端으로 使用할 때 送信된 壓縮 데이터를 비트 貯藏하면 더 많은 情報源을 受容할 수 있게 된다. 예를 들어 3 bits / pixel인 경우 64개×64개의 데이터는 1.5kbyte에 貯藏되며 2bits / pixel인 경우 1kbyte가 되어 메모리를 크게 節約할 수 있다.

4. 세가지 變換에 대한 比較

블록 量子化는 각 變換 係數의 서로 다른 에너지 分布를 利用하는 것으로서 각 係數가 가지는 情報量은 그 에너지의 logarithm에 비례하므로 高에너지 係數에 더 많은 비트를 割當하여 전체 歪曲量이 最小로 되도록 한다⁽¹⁾⁽⁶⁾. 原來 信號와 再生된 信號와의 歪曲을 意味하는 NMSE는 式(3)과 같이 求해진다.

$$NMSE = 10 \log \frac{\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K [F(j, k) - \hat{F}(j, k)]^2}{\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K [F(j, k)]^2} \quad (3)$$

$F(j, k)$: 原來映像, $\hat{F}(j, k)$: 再生映像

각각의 變換에 대해 NMSE를 圖示하면 그림 4와 같다. 비트를 割當하고 量子化시킬 때 NMSE가 最小로 되도록 하면 비트수를 줄여갈수록 에너지 커짐을 알 수 있으며 畫素當 1.75bits 이하에서 weighted hadamard가 우수해지지만 그

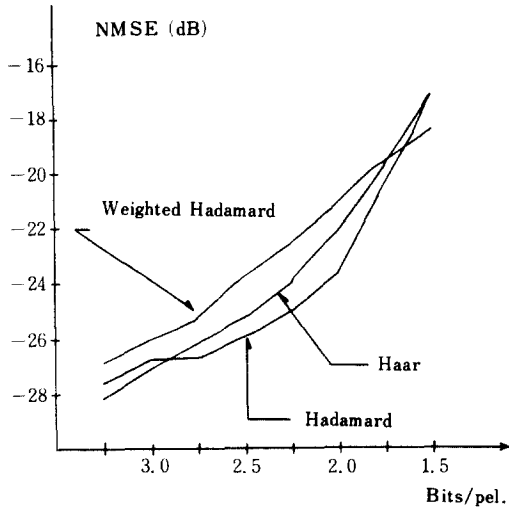


그림 4 각 變換符號化의 性能比較
Comparison of every Transform Codings.

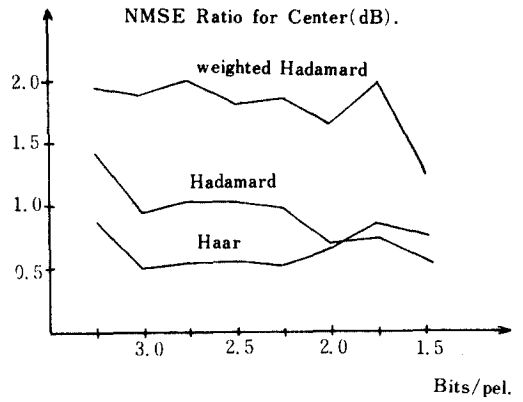


그림 5 中心 部分의 NMSE 比較
Comparison of NMSE in central parts.

이상에서는 1~2dB 정도 열등함을 알 수 있다.
그림 5는 中心部分의 NMSE에서 畫面 全体의 NMSE를 뺀 값을 비트별로 나타낸 것이다. 中



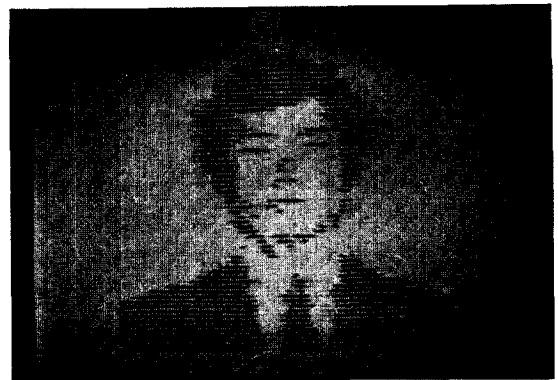
a)



b)



c)

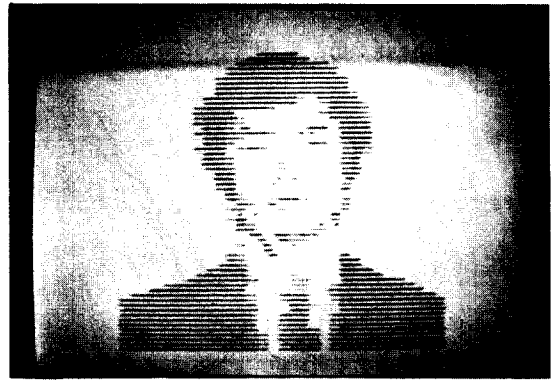


d)

(1) 2.5 bits / pixel



a)



b)



c)



d)

(2) 2.0 bits / pixel

그림 6 각 變換의 再生 映像
 a) 原來 映像 b) Hadamard c) Weighted-Hadamard
 d) Haar
 Examples of CRT displayed images
 a) original b) Hadamard,
 c) Weighted-Hadamard d) Haar.

心部分만을 考慮할 때 畫面全体보다 NMSE 가 개선되는 것을 알 수 있으나 weighted hadamard 가 1~1.5dB 만큼 더 우월하여 中心을 強調하는 變換임을 보이고 있다.

그림 6 은 實際 인물 映像에 대해 處理하여 CRT 모니터로 再現한 것인데 육안으로 보기에 커다란 低下없이 데이터가 줄일 수 있음을 보이고 있다.

2.5 bpp와 2 bpp에 대한 實際 人物 映像을 比較하였는데 더 낮은 bpp 즉 50% 以上の 데이터 壓縮을 할 경우에도 그림 4에 보이는 바와 같이 1.5 bpp에서 18dB 以上の NMSE를 유지하고 있기 때문에 變換符號化에서의 보다 큰 데이터 壓縮

率을 나타내고 있다.

5. 結 論

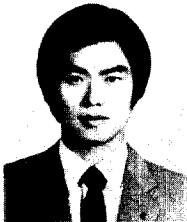
Microcomputer 로써 畫像信號를 處理하기 위한 디지털 시스템을 設計 製作하고 그것을 利用하여 映像信號處理를 行하였다. 全体의으로 64×64 pixel 을 選定하여 16level 의 明暗度로써 變換符號化 方法으로 處理된 데이터를 CRT 모니터에 再現하였다.

變換符號化 方法中에 hadamard 變換을 FFT 알고리즘에 의한 어셈블리 프로그램으로 處理하

였으며 中心部分의 무게를 더한 **weighted Hadamard** 그리고 **Haar** 變換을 實際 人物로 處理하여 歪曲量을 比較하고 映像信號의 데이터가 壓縮됨을 보였다. 2 MHz로 **sampling** 된 데이터는 變換을 통해 50% 이상의 데이터 壓縮이 되었고 무게를 준 變換에서 中心部分의 **NMSE** 가 우수하게 나타나고 있으므로 壓縮을 많이 할수록 有利한 方法이 되고 있다.

參 考 文 獻

- (1) A. K. Jain, "Image data compression: A review", IEEE proc. vol. 69, no. 3, pp. 349-389, Mar. 1981.
- (2) M. H. Lee, D. Y. Kim, "Weighted hadamard transformation for S/N ratio enhancement in image transmission", IEEE, International symposium on circuits and system, May, 1984.
- (3) J. J. Hwang, J. Y. Park, Y. S. Kim, M. H. Lee, "A study on Image processor based on microcomputer", Symposium in KICS, vol. 3, no. 9, pp. 33-35, Apr. 1985.
- (4) F. M. Cady and R. M. Hodgson, "Microcomputer based interactive image processing system", IEEE Proc. vol. 127, pt. e. no. 5, Sep. 1980.
- (5) Winston D. Gayler, "The apple II circuit description", Howard W. Sams & co. Inc. 1983.
- (6) M. H. Lee, M. Kaveh, "The representation of signals by the nonorthogonal center weighted hadamard transforms". Applied for publication in IEEE trans. on ASSP, 1985.



黃 在 政 (Jae Jeong HWANG) 正會員
 1960年 8月 10日 生
 1983年：全北大學校工科學電子工學科 卒業
 1986年：全北大學校大學院電子工學科 (工碩)
 1983年~現在：全州文化放送技術部



金 鍾 玟 (Chong Kyo KIM) 正會員
 1944年 8月 22日 生
 1966年 2月：全北大學校工科學電氣工學科 卒業
 1983年~1984年：美國일리노이工大(I.I.T) 客員教授
 現在：全北大學校工科學電子工學科 助教授 (工博)



李 門 浩 (Moon Ho LEE) 正會員
 1945年 1月 15日 生
 1967年：全北大學校工科學電氣工學科 卒業
 1976年：全北大學校大學院電子工學科 (工碩)
 1984年：全南大學校大學院電子工學科 (工博)
 1982年：電氣通信技術士

1967年：陸軍將校
 1972年~1980年10月：南洋文化放送(株)技術部 次長, 部長
 1980年~現在：全北大學校工科學電子工學科助教授
 1985年 8月~現在：美國University of Minnesota Post DOC. fellowship
 1986年 4月：IEEE Senior member Sigma Xi member