

Conditional Replenishment를 利用한 映像 信号 傳送量 壓縮

鄭允采 / 交換機器研究室

〈Abstract〉

A method for image data compression, called conditional replenishment, using the interframe correlation of image signal has been studied. In this study, only those picture elements between successive frames are transmitted instead of every picture element in each frame.

A real time test simulator that can demonstrate the functions of conditional replenishment coder with condition of noiseless channel has been realized, and the result shows that the transmitting pixels can be compressed to the 25% of original signal retaining good picture quality.

I. 序 論

一般的으로 映像信号는 차지하는 周波數 대역이 넓으므로 이를 디지털 信号로 바꾸어 傳送하고자 할 때는 데이터의 量이 방대해지게 된다. 그러나 映像信号는 그 자체로서 많은 重複性을

지니고 있으므로 영상 데이터의 효과적인 전송 및 보관을 위해서는 이 重複性을 제거해야 할 필요가 있다.

映像信号의 대역폭을 縮小시키는 方法으로서 인접 畫素로부터 직접 현재의 값을 추정하는 豫測 符号化(Predictive coding) 方式과 畫面 全体를 變換 領域(Transform domain)에 對應시켜 變換함으로써 상관도가 강한 성분이 한곳으로 몰리도록 하는 變換 符号化(Transform coding) 方式이 있다. 이러한 方法들은 한 畫面 內의 畫素의 밝기가 급격히 變化하지 않는다는 사실, 즉 畫面內 相關(Intraframe correlation)을 利用한 것이다. 그런데 映像信号의 重複性은 한 畫面 內에만 존재하는 것이 아니고 인접된 畫面의 동일한 위치의 畫素들 간에도 존재한다고 볼 수 있다. TV 信号나 영화 필름의 인접 frame 들은 대단히 비슷하며 따라서 이 畫面을 모두 傳送한다는 것은 通信路의 낭비가 된다. 특히 映像電話(Videotelephone)의 경우에는 常用 放送 TV 畫面보다 움직임이 적은 것이 보통이므로 畫面間 相關(Interframe correlation)이 높다고 볼 수 있으며 多重通信을 위해서는 이러한 重複性을 제거해야 한다.

실제로 上체가 비추어지는 映像電話의 畫面을

통계적으로 分析해 본 결과 한 frame 當 全 畫素 數의 10% 이상이 변하는 경우는 약 20% 정도이고 20% 이상의 畫素가 현저한 變化를 하는 경우는 약 10% 정도에 지나지 않음으로써 대개의 경우 80% 이상의 畫素가 앞 畫面과 같은 밝기를 가짐이 조사되었다. 따라서 이러한 조사에서 볼 수 있듯이 畫面間 相關을 利用하여 映像 信號의 傳送量을 줄일 수 있음이 예견된다.

畫面間 相關을 利用하여 傳送量을 줄이는 方法으로는 여러 가지가 있으나 主要한 것으로는 인접 畫面 畫素의 밝기의 차이를 PCM으로 傳送하는 frame differential coding 方法과 인접 畫面의 畫素 중에서 그 밝기가 어느정도 이상 변하는 화소만을 傳送하는 conditional replenishment 方法이 있다. 本 論文에서는 conditional replenishment 에 대하여 그 送受信의 原理를 고찰하고 實驗을 통하여 傳送量 壓縮과 實時間 처리가 가능함을 알아 보았다.

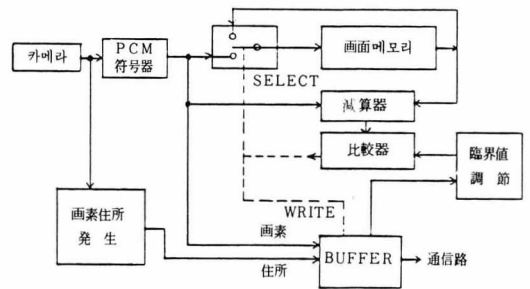
II. Conditional Replenishment Method

이 方法에서는 연속되는 畫面의 畫素 중에서 현저히 變化하는 부분만을 傳送함으로써 傳送量을 줄일 수 있게 하는 것을 中心的인 내용으로 하고 있다. 静止 畫素는 사실상 다음 frame 에서는 같은 값을 갖게 되므로 受信側에서 前 畫面에 대한 情報를 갖고 있다면 送信側에서는 静止 畫素에 대한 샘플 값은 傳送할 필요가 없게 된다. 그 대신 變化하는 부분에 대해서는 畫素의 밝기 뿐 아니라 위치 정보까지도 전송해야 하므로 傳送量은 늘어나게 되지만 보내야 하는 變化 부분이 많지 않을 때는 큰 영향을 미치지 않을 수 있다. 또 傳送 速度를 均一하게 해 주기 위한 buffering이 필요하며 그 傳送 速度를 平均的인 replenishment rate와 맞추기 위해 静止와 變化를 결정하는 臨界值를 可變시킬 수 있어야 한다.

1. 送 信

〈그림 1〉은 送信機의 동작을 보여주는 구성도이다. 映像信號는 PCM으로 바뀌어 시스템에 인가된다. 인가된 信號는 frame memory에 記

憶되었던 이전 frame의 같은 위치의 畫素와 비교된다. 감산기에서 감산된 결과가 비교기로 보내져 미리 지정된 臨界值를 넘는 값인지를 판정한다. 만약 臨界值를 넘는 變化가 일어났다면 비교기 출력으로써 선택 스위치를 제어하여 frame memory의 내용이 새로운 frame의 畫素로써 바뀌게끔 한다. 만일 減算된 결과가 이 臨界值를 넘지 않으면 變化되지 않은 것으로 判定하여 frame memory의 내용이 순환되게끔 선택 스위치를 제어한다. 이 과정이 conditional replenishment가 된다.

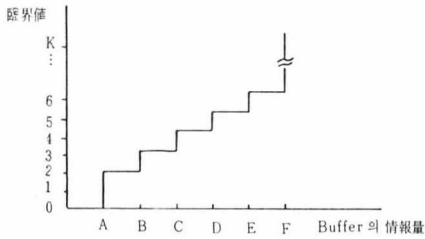


〈그림 1〉 Conditional Replenishment 送信機

Memory가 replenish될 때의 畫素는 送信되어야 할 畫素이므로 通信路로 보내진다. 이때 傳送되어야 할 畫素의 發生은 불규칙하다고 볼 수 있으므로 이를 均一하게 傳送하기 위해서는 해당 畫素의 住所와 함께 buffering을 해야 한다. 따라서 buffer memory로 들어가는 畫素는 irregular rate이지만 그 출력은 regular rate이어야 한다. 평균적인 replenishment rate를 傳送速度와 整合시키기 위해서는 臨界值를 buffer에 남아있는 情報量에 따라 變化시킬 필요가 있다. 또 그렇게 함으로써 buffer가 커지는 것을 막을 수 있다. 이것은 臨界值를 〈그림 2〉와 같이 變化시킴으로써 實現될 수 있다.

세로축은 臨界值, 가로축은 buffer의 情報量을 表示하며 계단형으로 된 특성은 buffer의 상태를 몇 개의 區間으로 나누어 각 區間마다 臨界值가 달라짐을 意味한다. 피사체의 움직임이 증가하면 buffer로 들어오는 情報量이 증가하므로 臨界值도 높아져서 보다 큰 움직임만을 검출하도록 하여 buffer로 들어오는 情報量을 줄인다. 반대로 움직임이 적어지면 臨界值 역시 낮

아저서 보다 작은 變化라도 검출하도록 하여 가능한 한 buffer의 情報量을 일정하게 유지한다. 또 움직임이 대단히 심해서 buffer가 완전히 차게 되면 overflow가 일어나지 않도록 臨界值가 최대값까지 올라가서 replenishment는 静止된다. 따라서 움직임이 심하면 畫面이 일그러진다.

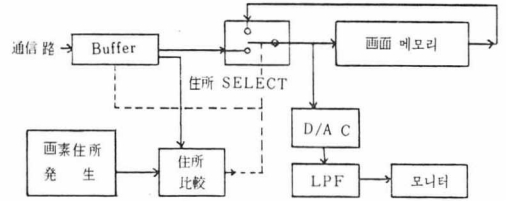


〈그림 2〉 臨界值의 變化 特性

2. 受 信

〈그림 3〉은 受信機의 구성도이다. 역시 通信路에서 均一한 速度로 받아들인 데이터를 memory에 알맞게 replenishment 해주기 위해서는 buffer를 필요로 한다. 送信時에는 畫素 情報와 함께 위치 情報를 보내므로 그 住所를 受信側에서 發生시킨 住所와 일치하는지 비교하여 일치한다면 선택 스위치를 움직여 buffer에서 그 住所에 해당하는 情報를 읽어 memory로 보내고, 일치하지 않을 경우에는 memory의 값을 순환 시킴으로써 受信側 memory의 내용은 送信側의 memory와 같은 값을 갖게 된다. Memory의 내

용을 D/A 變換 하면 映像 모니터로 送信側에서 보내고자 한 畫面을 볼 수 있다.

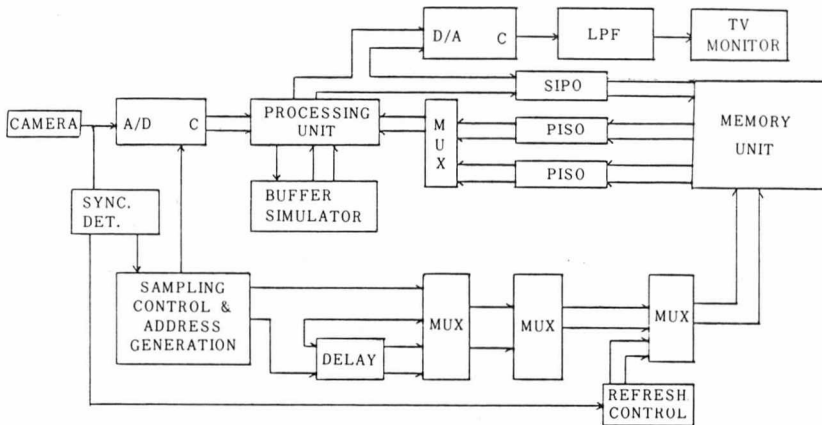


〈그림 3〉 Conditional Replenishment 受信機

Ⅲ. 實驗 裝置

실험 장치의 全体 시스템을 〈그림 4〉와 같이 구성하였다. 이 實驗에서는 送受信段을 다 만들지 않고 실제 伝送되는 기능을 제외한 나머지 部分의 기능을 실현할 수 있는 hardware simulation을 행하였다. 즉, 送信段의 memory 入力信號은 受信段의 memory 入力信號과 같은 신호이므로 送信段 memory 入力を D/A 變換하면 受信段의 모니터 入力信號가 되어 conditional replenishment의 영향이 畫面에 어떻게 나타나는지를 관찰할 수 있게 된다. 따라서 본 實驗에서는 伝送 方法에 대해서는 일단 고려하지 않고 conditional replenishment에 의해 伝送量을 줄일 수 있는 가능성을 확인하기 위하여 이 같은 simulation을 행하였다.

A/D converter의 규격 및 memory size때문에 표本화는 4 MHz로 행하였으며 처리되는 畫



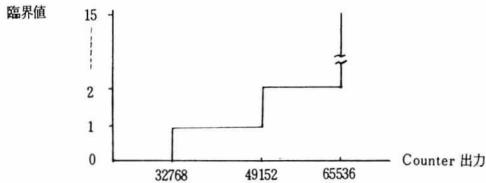
〈그림 4〉 全体 시스템의 블록 構成圖

面の 크기는 128 畫素×128 畫素로 잡았으며, 양자화는 4bit로 하였다. Memory unit에는 16kbit dynamic RAM을 사용하였으며 표본화 속도와 memory의 read access time을 비교해 볼 때 읽어서 비교하고 다시 써넣기에는 access time이 느리므로 4개의 畫素를 병렬로 처리하여 해결하였다. 이를 위해 PISO/SIPO shift register를 사용하였다.

Processing unit에서는 畫素의 감산, 비교 및 선택을 할 수 있게끔 論理 回路를 구성하였다.

실제 시스템을 構成한다면 伝送하기 위한 buffer用 memory를 필요로 하겠지만 本實驗에서는 伝送量 圧縮의 효과를 보기 위해 送信段만을 구성하였고 따라서 送信時 buffer의 内容量에 따라 臨界値를 조절하는 기능을 실현시키는 block을 구성하여 buffer의 simulation을 행하였다.

Processing unit에서 replenish되는 畫素의 수를 세어서(그림 5)와 같은 入出力 特性을 갖는 論理 回路에 인가하여 그 出力을 臨界値로 한다. 畫面의 매 주사선마다 replenish되는 畫素의 수에서 伝送量에 해당하는 수를 뺀 후에 남은 수는 buffer에 저장된 畫素의 수라 할 수 있으므로 그 수를(그림 5)의 가로축에 표시하여 임계치를 조절한다. Simulated buffer의 크기는 2 frame의 畫素를 저장할 수 있는 것으로 가정하였다.



〈그림 5〉 Buffer Simulator의 特性

IV. 結 論

Conditional replenishment 방식에서 伝送量 圧縮率을 결정짓는 요인은 buffer의 特性과 伝送 速度라 할 수 있다. 즉 伝送 速度가 작으면 당연히 圧縮率은 커지겠지만 그만큼 buffer가 커져야 하며 또 buffer를 작게 하자면 overflow가 자주 일어나게 되므로 伝送 速度가 커져야 한다. 따라서 이 두 가지 요인 사이에 적절한 타

협점을 구하는 것이 필요하다.

本實驗에서는 伝送 速度의 simulation으로서 一定한 數를 可變시켜 봄으로써 伝送 速度 조절이 畫面의 品質에 미치는 영향을 보았다. 伝送速度를 32畫素/走査線으로 했을 때 静止 畫面에 대해서는 A/D 變換된 후 D/A 變換된 畫面과 거의 같은 정도의 畫面을 볼 수 있었으며 움직이는 물체가 있을 경우에는 畫面이 部分的으로 흐려지는 현상이 잠깐씩 나타났으나 움직임이 크지 않을 때는 거슬리지 않을 정도였다. 단지 畫面 全体를 덮는 큰 움직임에 대해서는 畫面이 全体的으로 일그러지는 것이 관찰되어 마치 더러운 유리를 통해 보는 것 같았으며 움직임이 그치면 일그러짐도 곧 사라졌다. 伝送 速度가 48 畫素/走査線일 때는 움직이는 피사체에 대해서도 더 좋은 결과를 얻을 수 있었으며 畫面 全体가 흐려지는 일그러짐도 줄어들었다. 또 16 畫素/走査線의 伝送 速度에 대해서는 静止 畫面은 별로 거슬리지 않는 화면을 볼 수 있었으나 움직이는 피사체에 대해서는 상당한 정도의 일그러짐을 볼 수 있었다. 결과적으로 약 25%의 畫素만을 伝送하더라도 畫面을 보는 데는 거의 불편이 없음을 확인할 수 있었다. Buffer memory의 크기는 2 frame의 데이터를 받아들일 수 있는 것으로 가정되었으며 이 memory의 크기 역시 frame memory 만큼 커지게 되겠지만 반도체 기술의 발달로 인해 그리 큰 문제가 되지 않을 것으로 본다.

Interframe coding의 단점 중의 하나는 時間의 方向으로 처리하는 特性 때문에 심한 운동을 하는 피사체에 대해서는 일그러짐이 일어난다는 것이다. 따라서 앞으로의 과제는 움직이는 피사체에 보다 잘 적응할 수 있는 방법의 제안이 될 수 있겠다. 또 DPCM 등의 intraframe coding과 interframe coding인 conditional replenishment를 조합한다면 더욱 伝送量을 줄일 수 있을 것이므로 그 역시 관심을 기울여야 할 것이다.

現在 우리나라의 映像 通信은 TV 放送이외에는 별로 널리 쓰이지 않고 있으나 앞으로 映像 通信의 수요가 커지리라는 사실을 감안하면 이分野의 研究가 계속되어야 할 것으로 생각된다.

參 考 文 獻

1. Stafford, R. H., Digital Television, John

- Wiley & Sons, pp. 1~141, 1980
2. Candy, J. C., M. A. Franke, B. G. Huskell, & F. W. Mounts, "Transmitting Television as Clusters of Frame-to-Frame Differences," B. S. T. J., Vol. 50, pp. 1889~1917, July, 1971.
 3. Mounts, F. W., "Video Encoding System with Conditional Picture-element Replenishment," B. S. T. J., Vol. 48, pp. 2545~2554, Sept. 1969
 4. Kretzmer, E. R., "Statistics of TV signals," B. S. T. J., Vol. 31, pp. 751~763, July, 1952.
 5. Haskell, B. G., F. W. Mounts, & J. C. Candy, "Interframe Coding of Videotelephone Pictures," Proc. IEEE, Vol. 60, No. 7, pp. 792~800, July, 1972

