Proceedings of the 11th
KACC, October 1996

비데오 헤드 형상 검사 장치 개발

Developement of a VTR Head Inspection System

°유 영 기*, 노 병 옥**, 오 춘 석***

*선문대학교 공과대학 전자정보통신공학부(Tel: 0418-530-2356)
**선문대학교 공과대학 산업공학과(Tel: 0418-530-2393)
***선문대학교 공과대학 전자정보통신공학부(Tel: 0418-530-2353)

Abstracts In one VTR(Video Tape Recorder), two or more heads are used to record or reproduce video signals. To obtain a uniform quality of a VTR, video heads should have similar characteristics such as geometrical shapes and electro-magnetic performances. This research is aimed to develop a visual inspection system that can measure four geometrical parameters; H0,H1,Tw and CW. To obtain a high realable results, DSP based image board and target based image processing algorithms were used. A series of experiments was performed for one thousands of video heads. From observation of the experimental results, the system is found to show good performance for inspection of video heads.

Keywords VTR Head, Inspection, Image Processing, Geometrical Shapes, Gap Line

1.서론

영상신호의 저장 및 재생 그리고 방대한 Data의 저장에 자기기록재생기술이 이용되고 있다. 이중에서도 VTR(Video Tape Recorder)[1]의 출현은 현대문명에 있어 삶의 질을 향상시키는데 큰 역할을 하였다. VTR의 품질은 영상신호의 저장과 재생된 영상의 화질에 의하여 평가되기 때문에 자기테이프에 기록-재생하는 헤드(Head)의 품질은 VTR의 품질을 좌우하는 중요한 요소부품이다. 그림 1은 비데오드럼(Video Drum)에 장착된 헤드를 보이고 있으며, 그림 2는 일정속도로 회전하는 드럼에 VTR Tape이 정속주행시 헤드에 의하여 Tape에 기록되는 자기기록 형태를 보였다. 정속의 드럼 회전과 Tape주행시 일정한 기록간격을 구현하기 위해서는 드럼에 장착된 헤드의 높이가 일정하여야 한다. 이러한 이유에서 VTR 헤드의 형상측정은 자기기록형태에 큰 영향을 미치며, 대단위 VTR 헤드 생산시 측정의 일관성유지를 위하여 측정 자동화시스템이 요구되어진다.

VTR 헤드는 황동의 Base에 반도체 칩(Chip)이 접착되며, 이 반도체 칩은 그림 3과 같이 두쪽의 Ferrite와 Glass로 이루어져 있다. 그리고 Tape에 실질적으로 화상신호로 기록하는 Gap line은 두 Ferrite가 접하는 경계선으로 정의된다.

본 연구에서는 자동으로 VTR 헤드의 Gap line을 구하여 기하학적 형상을 측정할 수 있는 화상처리 시스템과 화상처리 알고리즘에 관하여 기술하고자 한다.

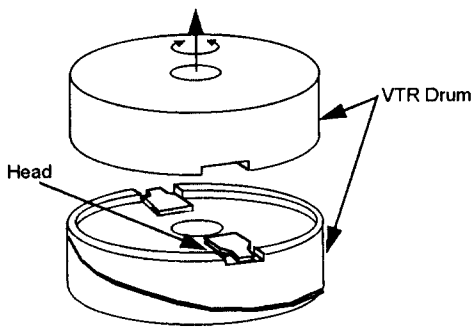


그림 1. 비데오 헤드의 조립위치
Fig 1. Assembly position of VT. Heads

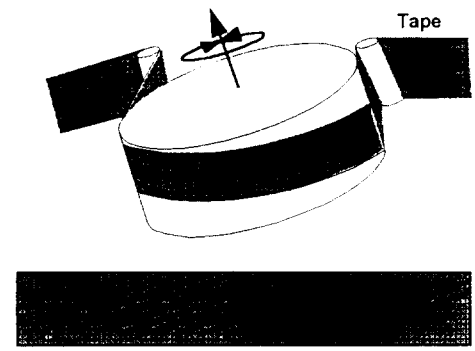


그림 2. 자기기록 형태
Fig. 2 . Signal pattern recorded on a video tape

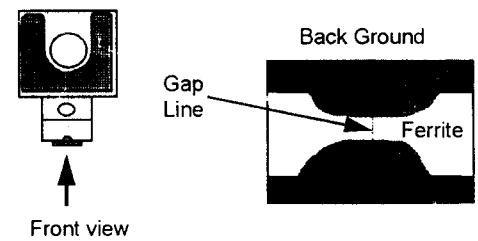


그림 3. 헤드의 칩 형태
Fig. 3 Front view of a video head

2. VTR Head의 측정

2.1 형상측정 항목

등속으로 회전하는 비디오 드럼에 대하여 정속주행하는 자기 테이프에 일정 간격으로 기록을 하기 위하여 VTR 헤드는 그림4와 같이 4가지의 항목이 현장에서 측정되고 있다. 첫째는 칩의 두께를 나타내는 CW(Chip Width), 두번째 항목은 칩의 상단 모서리에서 Gap Line까지의 H1, Gap Line의 두께 Tw, 그

리고 가상의 기준선(Base Line)으로부터 Gap Line까지의 거리 H0이다. 이 네가지 항목 중에서도 H0는 가장 중요한 측정항목이다. 그림 5에서와 같이 헤드의 Base와 칩의 접착공정에서 접착제의 접착상태와 Base면의 정도에 따라 칩은 기준선과 수평으로 접착되지 않고 그림과 같이 여러형태의 기울어진 상태로 접착될 수 있다. 이러한 상태를 평가하는 측정항목이 H0이다. 실제로 드럼에 헤드를 조립시 같은 H0군으로 분류하여, 같은 군의 헤드들을 조립한다. 이렇게 함으로써 같은 높이의 헤드를 조립하게 되고 등간격의 자기기록을 얻을 수 있다.

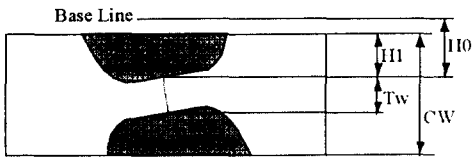


그림 4. 형상 검사 측정 항목
Fig. 4. Inspection list of a video head

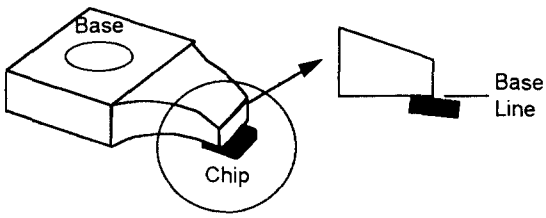


그림 5. 비데오 헤드의 칩 조립오차
Fig. 5. Assembly error of a chip on video head base

2.2 측정장치 구성

위에서 언급한 항목을 측정하기 위하여 그림 6과 같은 시스템을 구성하였다. VTR 헤드를 일정한 위치에서 측정하기 위한 헤드 고정지그와 지그에 대하여 20mm떨어진 곳에서 FOV (Field of view) 170×200㎛의 흑백 카메라(SONY-XC-73)가 장착된 고배율 렌즈로 구성된 광학계를 구성하였다. 화상처리를 위하여 DSP칩이 장착된 화상처리보드(MVB02, SAMSUNG)를 PC에 장착하였다. 측정결과를 작업자가 쉽게 볼 수 있도록 화상처리보드의 출력을 Analog Monitor에 연결하였다.

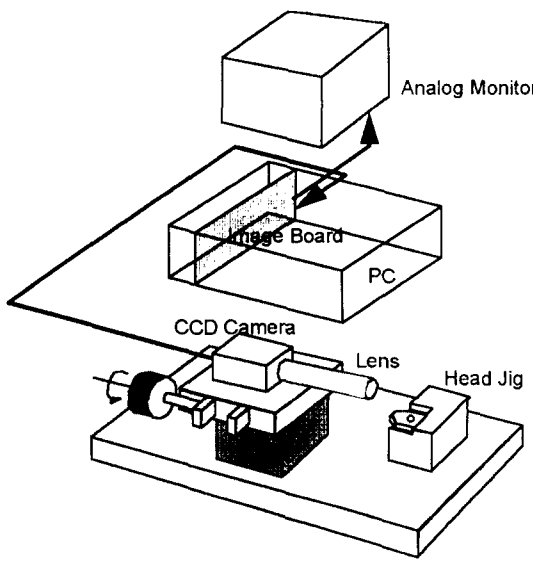


그림 5. VTR 헤드 형상검사장치 구성도
Fig. 5. Configuration of a vtr head inspection system

3. 형상측정을 위한 화상처리 알고리즘

3.1 VTR Head의 형상 특징

그림 6은 실제 광학계를 통하여 획득한 헤드의 화상을 나타내었다. 그림에서 알 수 있듯이 VTR 헤드는 크게 4가지의 반사강도를 갖는 영역으로 구분할 수 있는데 예비 실험결과 바탕, Glass, Gap Line, 그리고 Ferrite순 이었으며 Gap Line의 두께는 3~7pixel의 두께 분포를 나타내었다. 본 연구에서는 이러한 광학적·기하학적 특성을 이용하여 Gap Line을 찾을 수 있도록 화상처리알고리즘을 구현하였다.

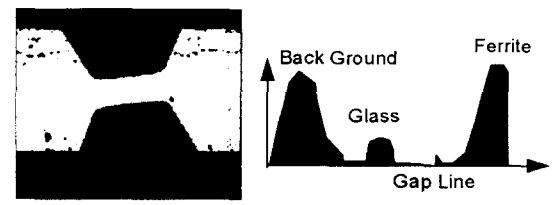


그림 6. 비데오 헤드의 히스토그램
Fig. 6. Histogram of a video head image

3.2 측정 전략

VTR 헤드의 형상측정에서, 헤드면에서는 주위에 떠도는 먼지 및 가공 중에 발생한 여러 이물질로 인하여 그림 7과 같이 항상 깨끗한 형상의 헤드가 측정대상이 되지는 못한다. 이러한 잡음 상태에서도 강인한 측정을 수행하기 위해서는 이러한 잡음에 둔감하고 고속으로 측정이 가능한 화상처리 알고리즘이 요구된다. 이러한 요구사항을 고려하여 그림 8과 같이 측정전략을 설계하였다.

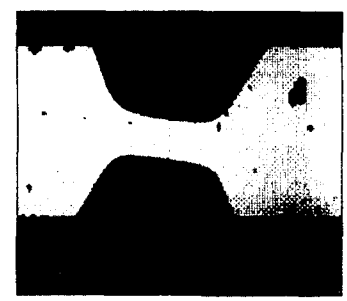


그림 7. 헤드에 발생한 잡음 예
Fig. 7. Image noise of a video head

1단계 : Gap Line 위치 추정

잡음이 있는 상태에서 헤드의 전 영역을 살피며 Gap Line을 찾기는 실제로 힘들고 시간을 요한다. 따라서 측정의 첫 번째 단계로 Gap Line이 있을만한 위치를 추정한 후, 좀 더 복잡한 화상처리 알고리즘을 이용하여 Gap Line을 찾는 것이 화상처리속도를 높일 수 있을 것이다. Gap Line은 Ferrite의 움푹 패인 위치에 존재하는 것이 헤드의 일반적인 형상이고 잡음에 둔감하게 위치를 찾을 수 있도록 X, Y축의 강도 Profile을 이용하였다. Y축상의 Gap Line위치는 Y Profile의 무게 중심으로 하고, X축상의 Gap Line위치는 X축 Profile의 최대값 X_max값에 각 Profile값을 뺀후 그 분포의 무게 중심으로 정하였다. 이렇게 X, Y축의 Profile을 이용하면 잡음에 둔감하게 Gap Line의 위치를 추정할 수 있다. Gap Line위치 추정 후 Gap Line의 위치를 좀 더

자세히 구하기 위하여 추정영역을 그림과 같이 Gap Line의 영역 안에 들어오도록 정하였다. 본 연구에서는 측정대상 헤드의 Tw자료로부터 최대 Tw의 3배 크기로 선정하였다. 1단계에서 Y축 Profile의 Profile분포로부터 CW와 헤드의 상단 시작위치(H-init)도 구할 수 있다.

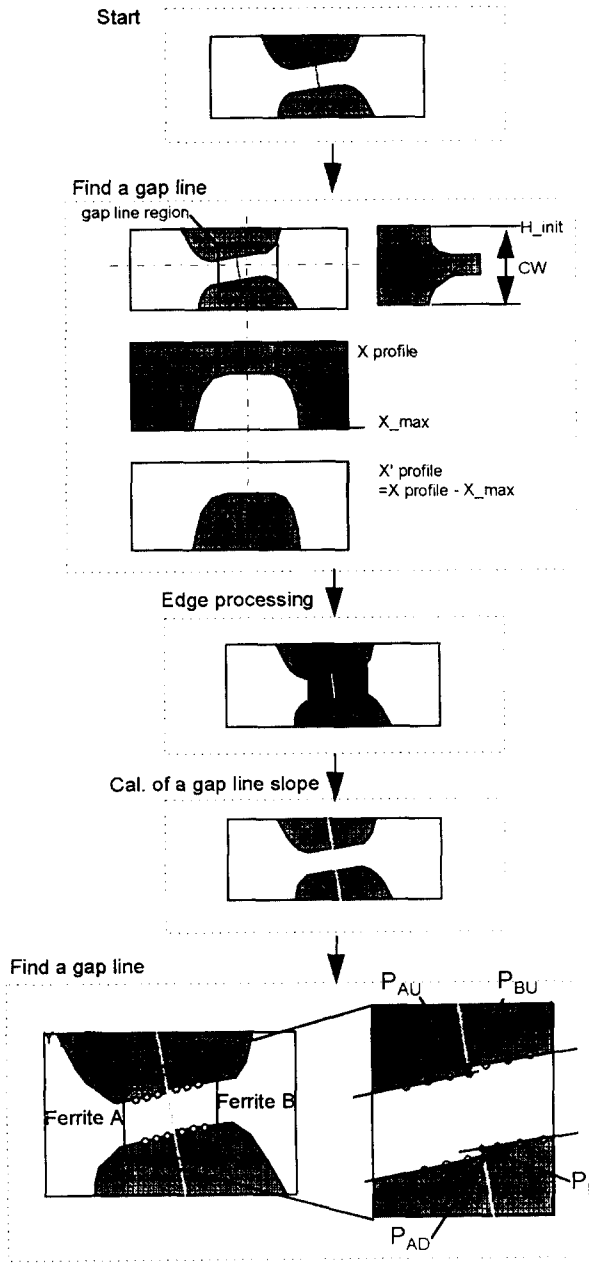


그림 8. 헤드 검사 전략
Fig. 8. Flow chart of a head inspection strategy

2단계 : Gap Line의 윤곽선 구하기

Gap Line 추정 영역에서 Gap Line의 위치를 구하기 위하여 윤곽추출 연산자를 사용하였다. P(i, j)를 X축에서 i 번째 pixel, Y축에서 j 번째 pixel에 대한 윤곽추출[2][3] 결과라면

$$P(i,j)= 3(-P(i-1,j)+P(i+1,j))-abs(-P(i-10,j)+P(i+10,j))-abs(-P(i,j-2)+P(i,j+2))$$

로 계산하였다.

3단계 : Gap Line의 직선방정식 구하기

헤드면에 묻은 잡음으로 인하여 Gap line이외에 다른 여러 윤곽결과가 나타나다. 이러한 잡음에 의한 영향을 줄이기 위하여 least square fit[4]방법을 이용한 Gap Line을 구하였다. 근사한 직선과 거리가 떨어진 윤곽 Data를 소거하면서 반복적으로 수행하여 근사 직선과 윤곽 Data사이에 일정 허용오차에 도달하도록 하였다.

4단계 : Gap Line구하기

실제의 헤드에서 Gap Line은 그림에서와 같이 두 Ferrite가 어긋나 접촉했을 경우도 발생한다. 이 경우의 Gap Line은 공통으로 Ferrite가 접합된 부분까지로 정의되며 이러한 경우에도 Gap Line을 구하기 위하여 Ferrite의 목부분에 윤곽 Data를 이용하였다. 좌측의 Ferrite를 A, 우측의 Ferrite를 B라 하면 Ferrite A의 상단윤곽과 Gap Line을 만나는 점을 P_{AU}, 하단 윤곽과 만나는 점을 P_{AD}, 마찬가지로 Ferrite B의 상단과 Gap Line이 만나는 점을 P_{BU}, 하단과 만나는 점을 P_{BD}라 하면 이 경우 Gap Line은 점 P_{AU}에서 P_{BD}까지가 된다.

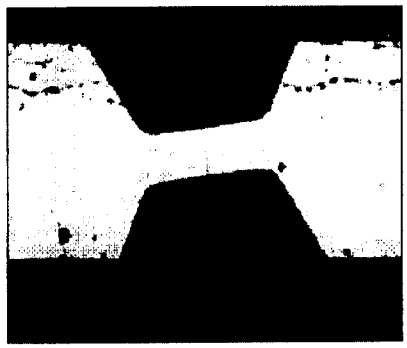
5단계 : 헤드 형상측정 항목계산

1단계에서 구한 CW와 H-init와 4단계에서 구한 Gap Line의 위치로부터 3가지 항목(HI,Tw,CW)의 값을 구할 수 있다. 그러나 가장 중요한 H0는 기준선의 위치를 알고 있어야 정할 수 있다. 기준선은 이미 정밀 측정된 기준시편헤드를 사용하여 Gap Line을 구하고, 측정된 H0값으로부터 기준선(Base Line)위치를 구하여 H0를 계산한다.

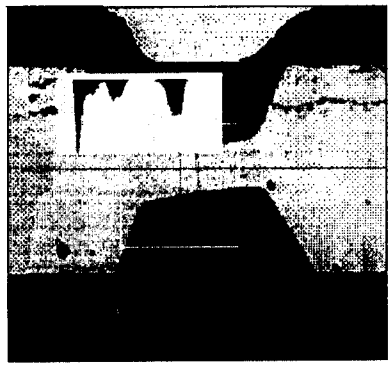
4. Head 형상 측정실험

본 연구에서 제안한 형상측정 알고리즘을 이용하여 VTR 헤드의 형상측정항목을 구하기 위하여 그림 9와 같이 측정 시스템을 구성하였다. 측정시편은 1000개의 VTR 헤드 NTSC Single Chip을 사용하였으며, 기존의 수동으로 측정한 결과와 비교하여 측정의 신뢰성을 판정하였다. 측정결과 980개의 시편은 ±2㎛이내의 높은 정밀도를 보였으며, 나머지 20개중 10개는 ±3㎛, 5개는±4㎛, 3개는 ±5㎛의 오차를 보였다. 나머지 2개는 측정실패를 보인다. 2개의 측정실패는 시편에 묻는 잡음이 헤드 Gap Line에 위치한 경우와 Ferrite에 Crack에 발생하여 생긴 오차이다. 위의 실험결과에서 알 수 있듯이 헤드의 형상에 큰 잡음이나 Crack과 같은 불량이 존재하지 않은 경우 ±5㎛의 측정정밀도로 갖는 것을 알 수 있다. 본 연구에서 구성된 광학계를 사용하여 측정하는 화상처리 결과로 그림 10에 나타내었다.

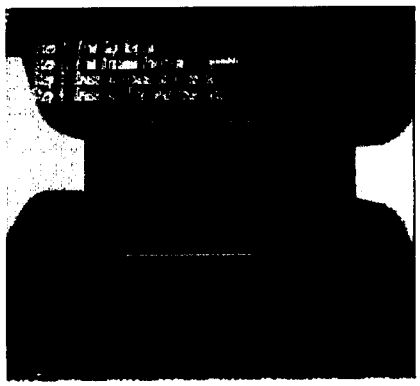
그림 9. 측정 시스템
Fig. 9. Photography of the inspection system



(a) photography of a vtr head



(b) find a gap line region



(c) extraction of a gap line

(d) inspection result screen

그림 10. 실험 결과

Fig. 10. Inspection results of the VTR head inspection

5. 결론

VTR 헤드의 형상을 측정 네 가지 항목(H0, Tw, Hl, CW)을 측정하기 위하여 본 연구에서는 화상처리를 이용한 VTR 헤드 측정 시스템을 개발하였다. 개발된 시스템을 이용하여 측정한 결과 다음과 같은 결론을 유추할 수 있었다.

첫째, 화상처리를 이용한 VTR 헤드형상 측정알고리즘을 제시하였다.
둘째, 제시한 알고리즘도 이용하여 1000개의 시편에 대하여 측정한 결과 ±5㎛이내의 신뢰성 높은 결과를 얻을 수 있었다.

형상불량 헤드의 경우 본 연구의 검사 알고리즘으로는 측정할수없는 단점을 안고있다. 이러한 단점을 개선하여 형상불량을 검출하는 형상인식 알고리즘을 지속적으로 연구할 계획이다.

본 논문은 1996년도 선문대학교 교내학술연구비 지원을 받았음.

참고문헌

[1] K.J.Lee , H.K.Lim, C.K.Hong, and W.S.Yang," A Vision System for Video Head Inspection", IECON'91,vol. 2, pp. 986-991, 1991.

[2] B.K.Horn, *Robot Vision*, MIT Press, 1986.

[3] J.R.Parker, *Practical Computer Vision using C*, John Wiley & Sons Inc.,1994.

[4] William H. Press, Brian P. Flannery, Saul A. Teukolsky, and William T. Vetterling, Numerical Recipes, Cambridge University Press.1986.