

가변분할을 통한 열전사헤드의 최적제어

염호준,전대근, 윤형로

연세대학교 보건과학대학 의용전자공학과

Optimal Control of the Thermal Printhead with variable Division

H. J. Yeom, D. G. Jun, H. R. Yoon

Department of Biomedical Engineering, College of Health Science, Yonsei University.

Abstract

The current consumption and the heat produced in the printhead of thermal printer are mainly governed by total printing dots and printing time for each line. Simple algorithm is proposed to optimize the performance of a thermal printhead, which use variable division according to bit-mapped data of its 1 line. And, for protecting the thermal printhead from exceeding heat, I control the heat energy of each microheater(dots) on the thermal printhead through changes in the applied pulse width.

서론

현재 생체에서 측정되는 신호(ECG, EEG, Blood Pressure, Respiration...)를 출력하는 장비에 사용되는 기록기로는 대부분 열전사 프린터가 사용되고 있다[1]. 열전사 프린터의 장점으로는 먼저, pen방식과는 달리 다채널의 경우 channel수와 기준선을 프로그램에 의해 선택할 수도 있고, cross-over가 자유롭게 인쇄된다. 또 저가이고, 저소음이며, 소형이고, 논리소자에 의해 제어회로를 비교적 단순하게 구현할 수 있다. 비교적 고속으로 심전도 파형을 50mm/sec(400dotline/sec)로 실시간 인쇄를 할 수 있고 비교적 고해상도로써 400dpi이상의 인쇄가 가능하다. 그러나 열전사 프린터는 110mm의 열전사기록기의 경우 모든 점이 인자될 때 16A(24V시)정도의 큰 전류를 필요로 하므로 전원설계가 어렵고 많은 부피를 차지하게 된다. 또 전원을 작게 설계할 경우 공급전류 이상의 인자를 해야할 경우에는 전류가 부족하므로 파형의 intensity가 흐려져서 결국 인쇄질의 저하를 가져와 가독성을 떨어뜨리게 된다. 그래서 열전사 헤드는 여러개로 분할되어 있으며, 110mm의 경우 일반적으로 4개에서 7개로 분할되어 있다. 심전도의 경우 비트맵 생성알고리즘에 의해 QRS와 같이 데이터의 기울기가 큰 경우 많은 점을 인자하게 된다. 그러나 심전도와 같이 실시간 인쇄를 요하는 경우 최대분할을 할 수 없다.

본 연구는 헤드의 분할을 1line에 인자되는 dot수에 따라 가변함으로서 실시간으로 저전류의 전원으로 고품질 인쇄를 하고자 한다. 또 열전사헤드의 경우 많은 열이 발생하므로, 과열로 인한 온도 상승으로 헤드의 수명이 단축되므로 온도에 따라 단계적으로 pulse width를 가변해줌으로서 헤드 보호와 인쇄질의 향상에 관해서도 연구하였다.[3]

비트 맵 생성 알고리즘

측정한 생체 신호를 프린트 하려면, 인자하고자 하는 위치에 논리 1을 써 주어야 한다. 측정된 신호를 프린터 헤드의 적정 위치로 계산하여 점을 찍어 주는 것이 가장 간단한 방법이지만, 이렇게 출력된 신호는 단순히 점이 찍혀져 있는 모습 이어서 파형을 관찰하기에 나쁘다. 그러므로, 한 시점에 출력된 점과 바로 전 시점에 출력된 점을 직선으로 이어 주는 보간법이 필요하다. 이러한 보간법 때문에 수직적인 파형에서는 많은 dot가 인자되게 된다. 이러한 경우 큰 전력이 필요함으로 고용량의 전원설계가 필요하게 된다. 본 연구는 이러한 경우 큰 전원을 설계하는 대신 단순알고리즘을 수행함으로써 동등한 인쇄의 결과를 나타내고자 했다.

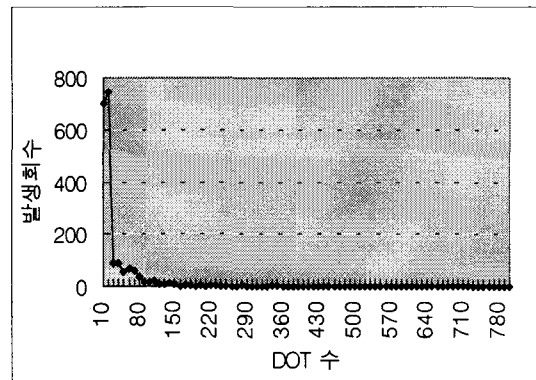


그림 1. 총 2000개의 정상심전도(400sample/sec) 데이터중 열전사헤드에 각각 인자되는 DOT의 수

	전체data	128dot이상
정상ECG	2000	78
Heartrate240	2000	343
Muscle artifact	2000	196

표 1. 1.20mm/mV의 심전도데이터(최대7분할의 경우)

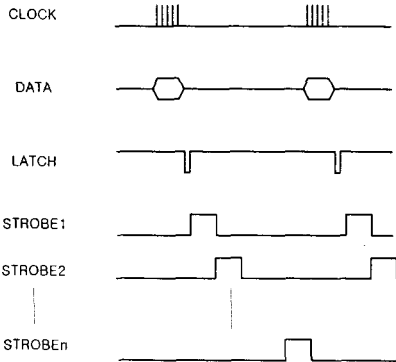


그림 2. 열전사헤드의 타이밍도

열전사 헤드의 가변분할

기존의 열전사제어방법은 헤드를 1분할이나 2분할로 고정하여 인쇄하는데 1 분할의 경우 헤드전체가 인자될때 110mm 헤드의 경우 소비전류는 15.95A(=0.46W/dot ÷ 24V × 832dot)가 되므로 이에 맞는 전원설계에는 어려움이 있다. 대부분 심전도의 경우 QRS외에 인자되는 dots수가 1분할로 가능하므로 (그림 1, 표 1) CPU의 부하를 덜어줌과 동시에 헤드제어에 걸리는 시간을 단축하기 위하여 총 dots수가 1 segment이하의 값이면 PLD에서 헤드에 1 스트로브(strobe)를 전송하고 그 이상의 경우에 대해서만 CPU에서 decision에 의해 분할된 스트로브를 포트를 통해 헤드로 전송한다.(그림 2의 열전사헤드 타이밍도 참조) 헤드를 제어하는 순서도가 그림3에 나와있다.

decision process

① 헤드는 모두 N개의 segment로 분할되어 있다고 가정하고 각 segment의 dot수를 seg라고 할 때 이를 내림차순으로 정렬한 것을 아래와 같이 표기한다.

$$seg1 > seg2 > seg3 \dots \dots > segN$$

② decision을 위한 summation buffer를 아래와 같이 정한다.

$$sum[1] \quad sum[2] \quad sum[3] \quad \dots \dots \quad sum[N]$$

③ 총 dot수에 따라 몇 개의 스트로브로 나눌지를 미리 정한다.(표 1)

④ 예상되는 스트로브 수가 K라면

$$Sum[1] \leq seg1$$

$$Sum[2] \leq seg2$$

↓

$$Sum[K] \leq segK$$

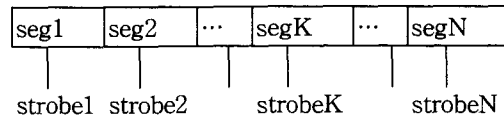


그림 3.헤드의 분할

총 dot수	예상 스트로브 수
< 1seg_max	1
< 2seg_max	2
< 3seg_max	3
↓	↓
< Kseg_max	K
↓	↓
< Nseg_max	N

표 2. 총 dot수에 대한 예상 스트로브 수

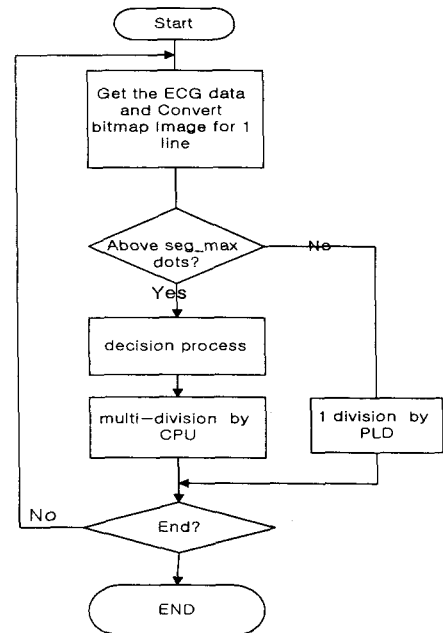


그림4. 헤드제어에 관한 순서도

⑤ Decision 알고리즘(그림 5)

⑥ 위의 decision 알고리즘에 의한 스트로브그룹을 CPU의 포트를 이용하여 최적의 헤드분할을 한다.

헤드의 온도상승에 대한 제어

적정온도이상이 될때까지 헤드 가열의 가속화를 무시하면서 동작온도이상이 인쇄를 중단시키면 헤드의 수명단축뿐 아니라 제품에 대한 신뢰도도 떨어진다.또 헤드에 축적되는 열은 인쇄의 질을 저하시키므로 제어가 요구된다.[3]

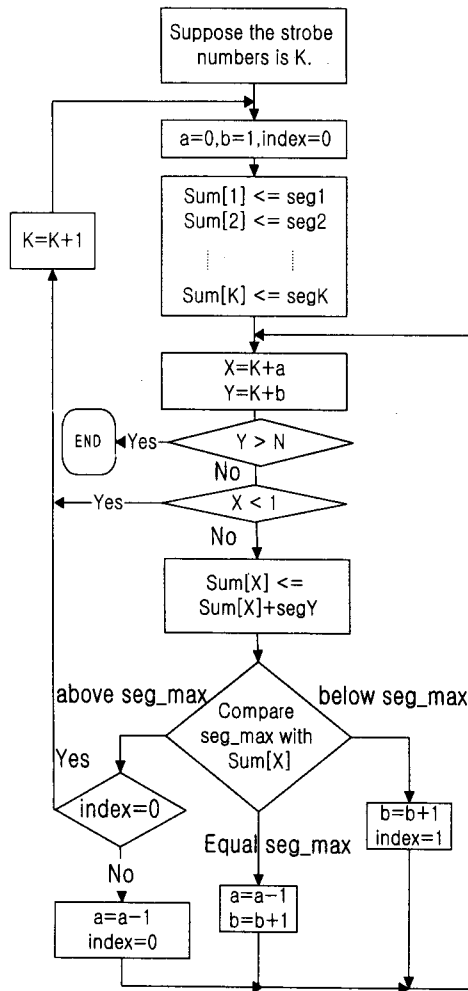


그림 5. Decision 알고리즘에 대한 flowchart

헤드온도상승의 주요한 원인으로는 인쇄시간,프린트헤드의 구조 ,pulse width등을 들수있다.[5] 이 중에서 본 연구에서는 pulse width를 온도에 따라 적절히 조절함으로써 온도의 과도상승을 사전에 억제하므로써 헤드보호는 물론 인쇄가 중단되는경우가 발생하지 않도록 하였다. 먼저, thermister에 의한 전압변화를 A/D 변환기(ADC 0804)를 통하여 읽는다.

1분할의 경우 PLD내에서 그림 6과 같은 회로를 구현하였다[2]. Counter에서 4개의 출력을 Multiplexer에 연결하고 CPU에서 온도에 따른 pulse width를 표 3에 따라 선택한다.

다분할의 경우 CPU에 내장되어 있는 Timer Controller를 이용하여 온도에 따라 표2에 나타낸 것에 따라 pulse width를 가변하였다.

temperature	pulse width
30 °C 미만	0.8msec
30 °C ~ 35 °C	0.6msec
35 °C ~ 40 °C	0.5msec

표 3. 온도에 따른 pulse width 설정

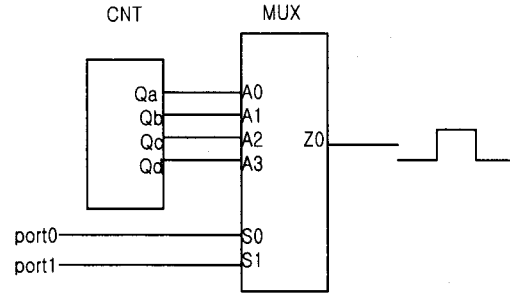


그림 6. Pulse width를 가변하는 회로

결과

본 연구에서 사용한 data는 본 연구실에서 개발한 심전계에서 얻은 12bit의 12채널 심전도로 주로 QRS가 큰 파형을 중심으로 실험하였다. 또, 열전사프린터로는 TLPU112A-24(TAMURA 사제품)를 사용하였다.심전도 데이터에서 1분할의 경우 최고 7.5A까지 전류소모가 있는 반면 가변분할(최대 7분할)의 경우 2.4A이하의 전류소모가 있음을 그림8에서 보여주고 있다.또 그림9의 경우에는 전류를 2A로 고정된 상태에서 1분할과 가변분할에서 선의 강도(intensity)의 차이를 보이고 있다.

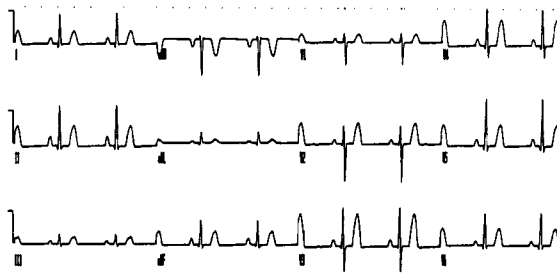


그림 7. 본 기록기로 인쇄한 12 채널 심전도

결론

1. 2A 이하의 전원으로도 고품질의 인쇄가 되었고 동시에 실시간처리도 가능하게 되었다.
2. 온도상승을 단계적으로 억제함으로써 헤드의 수명을 연장할뿐더러 동작온도이상으로 상승됨을 최소화 하였다.
3. decision에 의한 분할과 제어를 VHDL을 이용한 로직으로 구현하는 것이 CPU의 부하를 줄이

고 인쇄속도를 향상시키는 면에서 바람직하다[4].

(a),(b) heart-rate가 240이고 20mm/mV인 경우
(c),(d) muscle artifact가 있는 20mm/mV인 경우

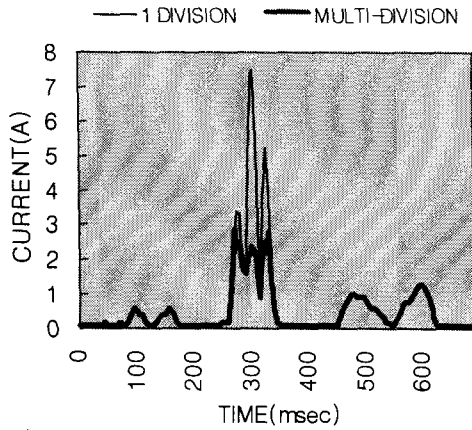
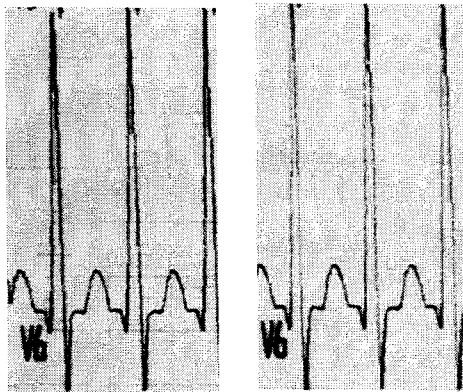
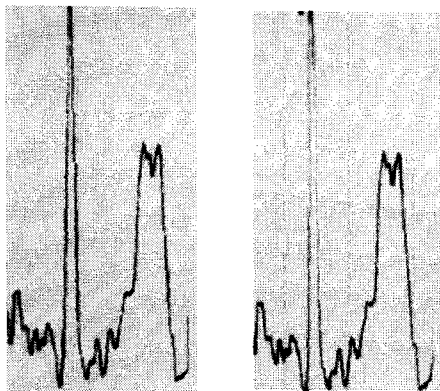


그림8. 가변분할(최대7분할)과 1분할에 따른 순간 전류의 변화



(a)가변분할

(b) 1분할



(a)가변분할

(b) 1분할

그림 9. 전류를 2A로 고정시키고 같은 기록기로 인쇄시 가변분할(최대 7분할)과 1분할의 선의 강도(intensity) 차이

참고문헌

[1].Crooks.W,"Nonimpact printers as low end hardcopy printout",Proc.VLSI and computer peripherals. VLSI and Microelectronic Applications in Intelligent Periphetsals and their Interconnection Networks pp:2/36 - 2/39
[2].Makoto Tsumura,Ryozo Takeuchi, "A BiCMOS Thermal Head Intelligent Driver with Density Controllers of Full-Tone Rendition Printers",IEEE JOURNAL OF SOLID-STATE CIRCUITS,VOL 23,NO.2,pp:437-441,APRIL 1988
[3].Susumu Shibata,"Thin-Film Thermal Head with heating resistors having Self-Copntrolled Temperature,IAS '95. Confrence record of the 1955 IEEE Industry Applications Conference Thirtieth IAS Annual Vol:3. pp:1976-1981 year:95
[4].Tanaka,H;Kihara,H;Uehara,K;Takahara,T;Mae ba,T,"Development of system controller for Japanese World Processor",Sharp Technical Journal Iss:no.63.
[5].Connolly,D,"Optimization of the thermal performance of a printhead structure for pulse-count-modulated dye diffusion thermal printing",Journal of Imaging Science and Technology Vol:38 Iss:4 p371-7 July-Aug.1994
[6] (주)타ム라제작소, 마이크로라인서 마롑° 리소타 TLPUI12A××××× 취급설명서, 1993