

《자 료》

경악 반응 측정법

한정수 · 김현택

고려대학교 심리학과

강한 소리 자극이나 공기분사에 의해 피험동물에게서 유발된 경악반응을 기록하는 측정장치인 안정계를 소개한다. 이 장치는 동물의 움직임을 매우 민감하게 감지할 뿐만 아니라 변환기로서 규격품의 스피커를 사용하므로 다수의 장치를 동시에 사용하여도 민감도에 있어서 장치간의 차이가 없다. 또한 경악반응을 유발시키기 위한 상한소리 발생장치와 경악반응의 기록 및 분석을 위한 컴퓨터 인터페이스 기술에 대해 설명한다.

연구자들은 동물의 움직임을 기록하기 위해 여러 방법을 개발했다. 이런 것들에는 동물이 활동하면 빛이나 적외선이 동물의 몸에 의해 차단되는 정도를 기록하거나(Dews, 1953), 동물의 활동에 의한 전기장이나 초음파의 변화를 기록하는 방법(Kavanau & Norris, 1961)이 있다. Davis와 Gendelman(1977)은 사면이 스폰지로 연결된 밑바닥에 가속계(accelerometer)를 설치하였다. 그래서, 판위에서 동물이 움직이면 판이 위 아래로 움직여서 가속계의 출력값이 변하도록 하고, 이를 이용하여 동물의 움직이는 정도를 측정하였다. 한편, Davis의 장치와 유사한 것으로 스폰지로 연결된 판 대신에 스피커(loud speaker)를 사용한 것이 있다. 이는 스피커의 콘(cone)위에서 동물이 움직이면 스피커코일이 상하로 움직여 이로 인해서 스피커의 보이스코일(voice coil)에 전압이 발생하도록 한 장치이다(Parreño, Sarazà, & Subero, 1985). 즉, 이 장치는 변위속도-전압 변환기를 이용한 안정계

(stabilimeter)이다.

안정계는 두 부분으로 나뉘게 되는데, 이는 피험동물이 들어 있는 상자를 올려 놓은 지지부(suspension system)와 동물의 움직임을 측정하는 탐지기(detection device)이다. 지지부로는 기포고무, 스폰지판 등이 사용되며 탐지기로는 오디오용 픽업(pickup), 가속계, 코일과 자석 등이 사용되나 이들은 모두 일상일단이 있다.

Parreño등이 개발한 안정계는 여타의 장치보다 동물의 움직임에 매우 민감하고, 스피커를 사용하므로 지지부에 해당하는 스피커코일과 탐지부에 해당하는 보이스코일 및 자석이 일체화되어 있다. 그러므로 동일한 장치를 여러대 만들어도 장치간에 측정되는 전압치간의 차이가 거의 없어 신뢰로운 측정이 가능하다. 본 논문에서는 위에서 기술한 스피커를 사용하여 경악반응(startle response)을 기록하는 장치인 안정계를 소개하겠다. 그리고, 이에 더해 강한 소리자극을 제시하는 장치도 기술하겠다.

경악반응 기록장치

경악반응을 기록하는 장치는 크게 지지부와 탐지부로 구분할 수 있다. 지지부는 동물을 올려 놓는 원형판과 동물이 원형판으로부터 나오지 못하도록 덮어 놓은 원주형 망과 원형판을 스피커의 콘과 연결시키는 부위 및 스피커콘이다(그림 1, 2). 탐지기는 스피커의 콘의 움직임에 따라 전압이 발생하는 부위인 보이시 코일, 발생한 전압을 증폭시키는 차동 증폭기(differential amplifier), A/D 변환기, 컴퓨터등이다.

1) 지지부

스피커(삼미, 10", 8Ω: ME-250b40)를 콘 부분이 위로 향하도록 눕힌 후, 스피커콘의 가장

자리(edge)위에 구리선으로 만든 원형태를 아교로 부착시키고 원형태에 동일한 간격을 두고 4곳에 볼트(bolt)를 부착시켰다(그림 1). 그리고 지름이 17cm, 높이가 3.5cm인 원형구리접시 밑면에 외각으로 튀어 나오게 부착된 지지대(2.5cm × 2.5cm)에 나사가 들어갈 구멍을 뚫고, 이 구멍을 통해서 원형태에 부착된 볼트가 나오도록 한 뒤 너트(nut)로 고정시켰다(그림 1). 원형구리접시 판에 그물 뚜껑을 씌워서 피험동물이 접시위에만 있게 하였는데 크기는 지름 17cm, 높이 20cm이다.

2) 탐지기

동물이 움직임에 따라 스피커의 콘은 상하로 움직이게 되며, 이로 인해서 약 0.1에서 0.3V의 전압이 발생하게 된다. 이 전압은 차동 증폭기(그

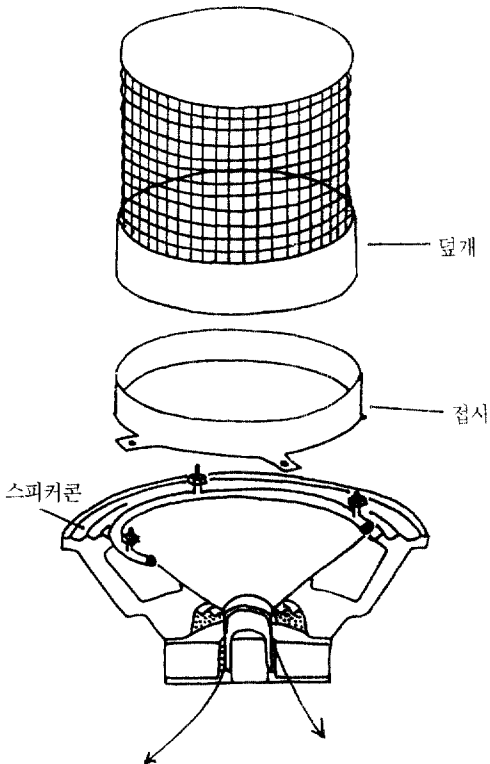


그림 1. 경악반응 기록장치의 그림

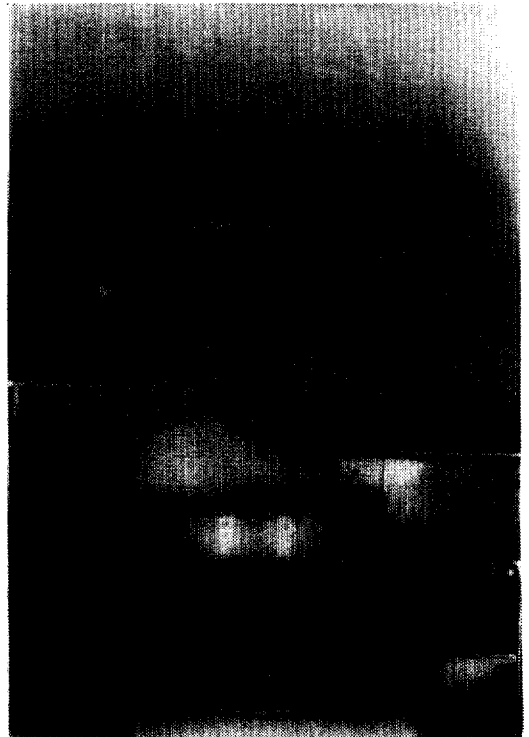
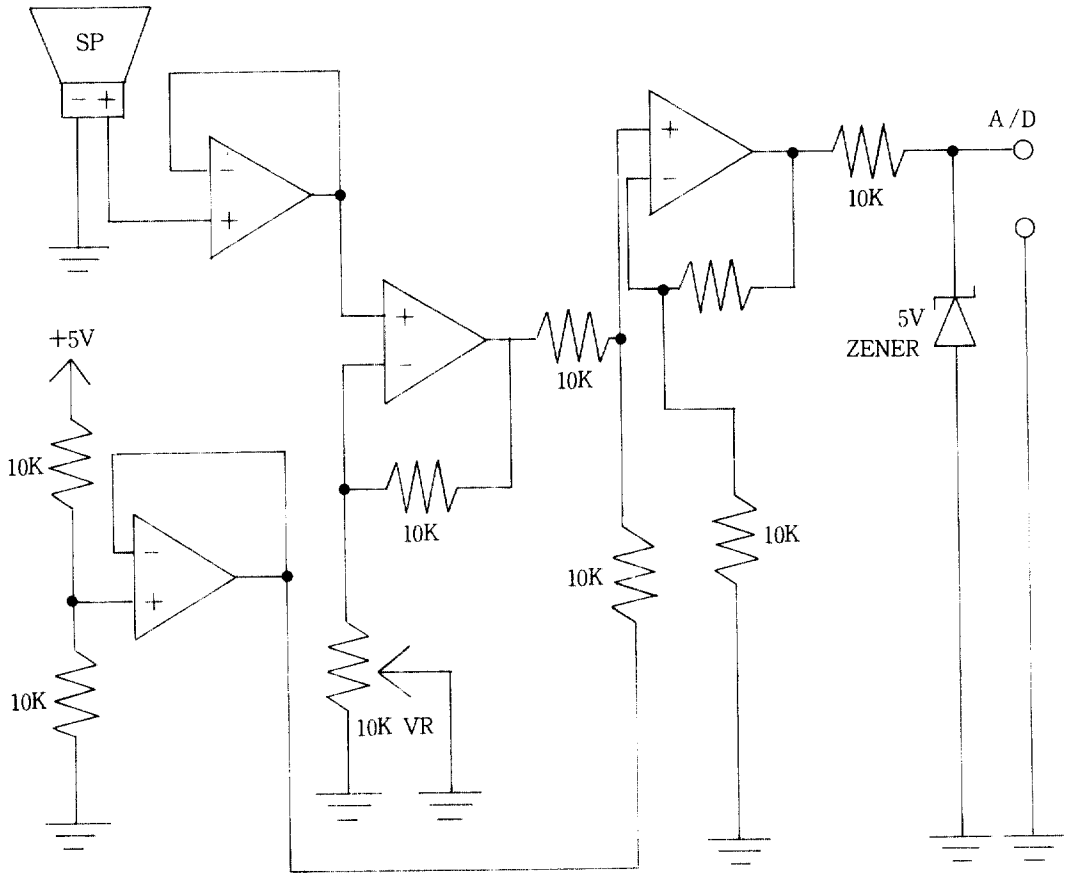


그림 2. 경악반응 기록장치의 사진



TL 084 or LM 324

그림 3. 차동증폭기의 회로

림 3)에 입력되어 4배 증폭이 된 후 다시 A/D 변환기로 입력된다. APPLE II 컴퓨터를 사용하여 2msec마다 A/D변환기로 들어온 자료를 표집하여 컴퓨터 화면에 제시하거나 후에 분석을 위해서 플로피 디스켓에 저장한다. 자극 통제와 자료 수집은 기계어와 BASIC 언어로 프로그램하였다 (표 1).

경악반응을 일으키는 장치

유기체는 갑작스럽고 강한 자극을 받으면 경악 반응을 보인다. 실험실에서는 주로 다루기 쉬운

소리 자극이나 공기분사를 동물에게 제시해 경악 반응을 일으킨다. 본 논문에서는 강한 소리 자극을 제시해서 경악반응을 일으키는 방법을 소개하겠다. 초기연구에서는 4kHz 이상의 정현파를 사용하였지만, 최근에는 백색잡음(white noise)중 4kHz 이상만을 여과한 후 제시하여 경악반응을 일으킨다. 백색잡음발생기(그림 4)로부터 나온 신호는 가청주파수 증폭기를 거쳐 출력음압레벨(sound pressure level)이 105dB에서 115dB범위로 증폭된다. 이를 위해서는 증폭기의 출력은 최소한 60W 이상은 되어야 한다. 증폭된 백색잡음은 스피커 네트워크(network)에 공급되는데,

표 1. 자극통제와 자료수집 프로그램

9200	A9	05	23	INT.ROU	LDA #05
9202	85	EB	24		STA CH
9204	40		25		RTI
9205	A0	00	26	LOAD	LDY #00
9207	AD	A0 91	27		LDA \$91A0
920A	91	FD	28		STA (AL1),Y
920C	AD	A2 91	29		LDA \$91A2
920F	91	18	30		STA (AL2),Y
9211	AD	A4 91	31		LDA \$91A4
9214	91	EC	32		STA (AL3),Y
9216	AD	A6 91	33		LDA \$91A6
9219	91	EE	34		STA (AL4),Y

네트워크의 3가지 출력중에 고음을 내보내는 단자에 고음스피커(tweeter:삼미, HF-200A)를 연결시켰다.

한편 단일 크기의 소리만 가지고 경악반응을 일으킨 경우 습관화(habituation)가 빨리 일어나므로, 3가지 소리 크기를 무선적으로 제시하는 것이 좋다. 이렇게 하기 위해서 증폭기 볼륨의 위치를 스텝핑 모터(steping motor)를 이용해 매번 변화시켜 주었다. 스텝핑모터 통제는 반응분

석용 동일컴퓨터에 연결시켜 행하였다. 디지털 입출력 인터페이스와 스텝핑모터 구동회로를 그림 5, 6에, 구동용프로그램은 표 2에 제시하였다.

논 의

피험동물의 활동을 측정하는 이상적 기구는 첫 번째로 모든 형태의 활동에 민감해야 하고, 두 번째로 동물의 미세한 활동도 탐지해야 하고 세 번째로 계속적으로 활동을 탐지할 수 있어야 하고, 네 번째로 일정하게 작동해야 한다(Parreño et al., 1985).

관찰에 의하면 본 장치는 몸치장, 냄새맡기, 굶기, 활기같은 활동에 대해서도 민감하게 반응한다. 그러므로 적절한 대역폭 통과 여파기(filter)를 사용한다면 경악반응 뿐만아니라 위와 같은 활동도 기록할 수 있다. 이는 첫번째와 두번째 조건을 만족시키는 것이다. 이 장치를 환기가 잘되고 일정한 온도가 유지되는 곳에 설치하면 장치시간에 걸쳐 안정된 동작을 보이는데 이는 세번째와 네번째 조건을 만족시키는 것이다.

Cassella와 Davis(1986)는 경악반응을 측정하는 장치를 평하면서 경악반응은 푸리에분석(fourier analysis)에 의하면 5-20Hz범위의 안정계의 진동을 일으키며, 이에 더해 60Hz 내외의 장치상자 자체의 진동이 혼재한다고 하였다. 그러므로, 적절한 경악반응 장치는 경악반응에 의

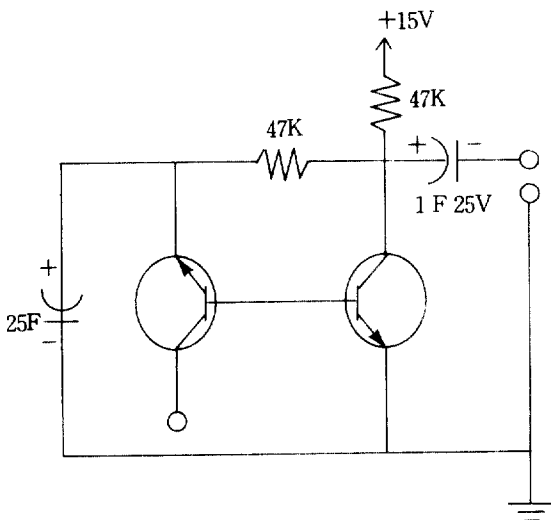


그림 4. 백색잡음발생기의 회로

표 2. 스테핑모터 구동용 프로그램

```

6500 LL = 18:RR = 20: GOTO 7000
6505 LL = 12:RR = 20: GOTO 7000
6510 LL = 30:RR = 20: GOTO 7000
6520 LL = 12:RR = 28: GOTO 7000
6530 LL = 18:RR = 28: GOTO 7000
6540 LL = 30:RR = 28: GOTO 7000
7000 POKE 49328,RR
7005 FOR B = 1 TO LL * 8
7010 POKE 49330,5
7020 FOR X = 1 TO 1: NEXT X: POKE 49330,4
7022 FOR Y = 1 TO 1: NEXT Y
7024 NEXT B
7026 POKE 49328,0: POKE 49330,0
7030 RETURN
    
```

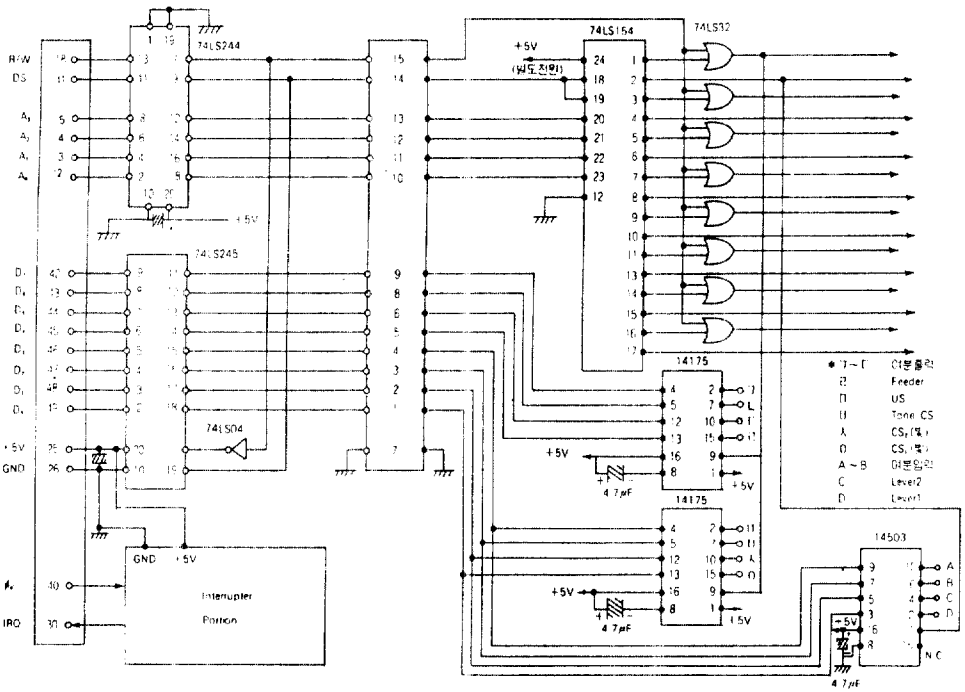


그림 5. 디지털 입출력 인터페이스 회로. 14175의 출력 단자들 그림 6의 L297 입력핀에 연결하여 스테핑 모터 컴퓨터가 통제케 한다.

한 진동이 여타진동보다 상대적으로 부가되어야 하겠다. 스피커를 이용한 본 장치를 사용하여 실제 환경의 경악반응을 측정 한 후 전형적 경악반

응과 진동의 파워어 스펙트럼(power spectrum)을 구하였더니(그림 5), 위 조건을 만족한 다.

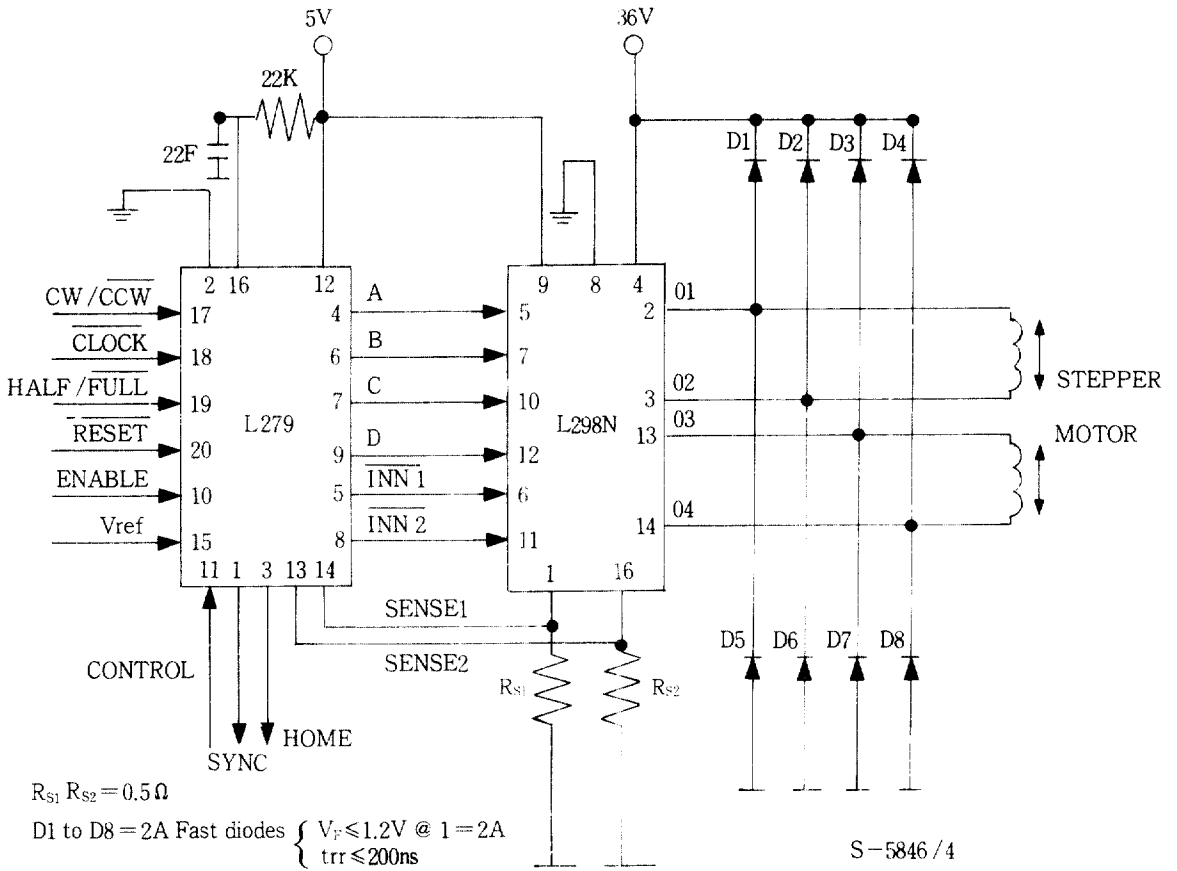


그림 6. 스텝핑모터 구동회로(SCS 데이터북에서 발췌)

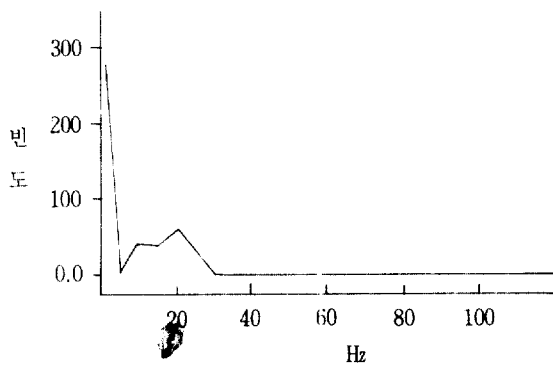


그림 7. 경각반응의 파워 스펙트럼

참고문헌

- Cassella, J.V. & Davis, M.(1986). The design and calibration of a startle measurement system. *Physiology & Behavior*, 363, 377-383.
- Davis, M. & Gendelman, P. M.(1977). Plasticity of the acoustic startle response in the acute decerebrate rat. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 91: 549-563.
- Dews, P.B.(1953). The measurement of the influence of the drugs on voluntary activity in mice. *British Journal of Pharmacology* 8: 46-48.
- Kavanau, J.L. & Norris, K.S.(1961). Behaviour studies by capacitance sensing. *Science*, 134: 730-732.
- Parreño, A., Sarazà, M.L. & Subero C. (1985). A new stabilimeter for small Laboratory Animals. *Physiology & Behavior*, 34, 475-478.

韓國心理學會誌：生物 및 生理

Korean Journal of Biological and Physiological Psychology
1991. Vol. 3, 162-168

A method for measuring startle reaction

Jung-Soo Han and Hyun-Taek Kim

Korea University

This report introduces the stabilimeter with a loudspeaker which measures startle reaction induced intense auditory stimulus or air puff. This apparatus provides high sensitivity, good reproductivity and a wide range of utilization(rat and mice). Also a device that elicits the startle reaction by auditory stimulus and a computer's interface that records and analyses the startle responses are introduced.