
경혈식별을 위한 파라미터 추출 및 식별시스템의 설계

이용흠*, 박창규**

Extraction of Parameters for Acupoint Discrimination and Design of discrimination system

Yong-Heum Lee, Chang-Gyu Bak

요 약

한의학에서 진단과 치료의 기본 대상인 경혈·경락의 혈위 식별을 위한 방법으로 기존의 방식은 직류를 인체 피부에 자극하여 저정향 양도점을 식별하고 있다. 그러나 직류를 인체에 인가하면 시간에 따라 전류가 감소하는 현상이 있어서 반복 측정 시에 식별을 및 재현성이 감소되는 식별데이터의 신뢰성이 충분하지 못한 단점이 있으며 세포에 분극현상을 일으켜서 인체의 생리적 상태에 영향을 준다. 또한 직류방식은 식별계측에 시간이 다소 길게 소요되며 전류감쇠현상으로 낮아진 측정 전류량을 얻기 위해서는 전극의 압력이 증가하게 되어 그 전극누름 압력에 의한 통증을 유발시킨다.

이를 개선하기 위하여 전류의 시간적 감소현상과 인체 영향력을 최소화할 수 있는 경혈자극 패턴의 최적파라미터를 추출하고, 이를 적용한 SPAC(Single Power Alternative Current) 자극방식을 제안하였다. 이는 주파수를 1.28V의 4kHz로 결정하고, 듀티비가 40%인 구형파에 가까운 파형을 추출하였다. 또한 피부 상태에 관계없이 식별이 어려운 부위에서도 식별이 용이하도록 피부 전류량의 절대값과 상대값을 레벨미터에 동시에 표시하고, 측정 전류량을 그래프로 연속 표시하여 식별에 유리한 알고리즘을 제안하였다. 추출된 최적파라미터와 알고리즘을 적용한 식별시스템을 구현하여 성능을 기존의 직류방식과 비교 검토한 결과, 식별율(경혈과 비경혈의 상대차)은 19.6%, 재현성은 15.1%, 인체영향력은 11.2%, 고전 경혈점과의 부합율은 18.4% 향상되었음을 확인하였다.

ABSTRACT

The conventional pattern-methods for discrimination of acupoint, meridian line which is the basic object of diagnosis and medical treatment in oriental medicine is discriminated the conduction point by the stimulation in body skin with DC. But, it is not sufficient to truth in discrimination ratio, coincident ratio, body effect, reproductivity. Therefore, this paper is extracting the optimal parameter of frequency and waveform in order to improve the conventional pattern, and proposing the SPAC(Single Power Alternative Current) stimulus pattern applying that. Also, this algorithm proposes to be able to discriminate with low pressure of the electrode by displaying in the level meter both the absolution and relation value of the skin current. It is able to decrease pain and body effect by electrode pressure and discriminate acupoint regardless of skin current in difficult discrimination spot.

It is compared the performance of system applying the extracted optimal parameter and algorithm, and it is confirmed that there is difference in discrimination parameter of acupoint reacted to the individual and the meridian.

It is compared that discrimination, coincident ratio of the traditional acupoints as the acupoint stimulation pattern. It is confirmed truth of optimal parameter and discrimination algorithm. Keyword: Meridian, Discrimination, Coincident, Body effect, Reproductivity, SPAC, Optimal parameter

I. 서론

현대 과학기술의 진보는 의학의 발전에 큰 기여를 해왔다. 특히 생체공학과 의공학은 기초기술과 첨단 기술까지 모든 기술이 통합되어 동원되어 왔으며 현대 의학 발전에 중대한 역할을 해왔다. 그러나 이러한 기술들은 주로 증상에 대한 작용의 근원적인 치료에 역점을 두는 한방 치료 영역보다는 의과학적인 진단, 치료에 응용됨으로써 한의학 분야에는 이의 적용이 상대적으로 소극적인 경향이 있었다. 또한 한의학의 핵심인 경혈·경락의 해부학적 규명의 지연과 임상적 효과가 객관적이고 계량적, 가시적이지 못한 단점으로 인하여 치료 효과가 우수함에도 불구하고 그 적용에 제한을 받고 있는 것이 현실이다.

이에 대해 경락작용의 실제규명을 위한 생물물리학적 방법[1], 전기생리학적 분석[2], 방사선 동위원소 추적[3], 경혈의 발광자극과 가시화 연구[4], 경락의 기계적 자극과 음파분석[5], 경혈 자극과 온도유발에 의한 등온분포 처리[6], 경혈의 발광자극과 가시화 연구[7] 등의 방법을 시도하고 있으며 생체공학이나 의공학 등 기초기술과 첨단기술을 한의학적 특성과 접목시킴으로서 진단과 치료 결과의 계량적 제시와 지표 확립을 위한 노력과 필요성이 대두되고 있다. 오늘날까지 한의학적 진단과 치료 효과가 우수함에도 그 적용에 한계가 있는 것은 경혈·경락의 작용기전에 대한 명확한 규명이 없었기 때문이고, 객관화 연구에 있어서 가장 우선되어야 할 정확한 경혈의 식별에 어려움이 있었기 때문이다. 혈위는 고전 한의학에서 임상적으로 결정된 부위와 피부 전기 전도도가 양호한 부위인 양도점이 완전하게 일치하지는 않으나

아직까지 가장 유력한 방법이다.[8,9]

따라서 본 논문에서는 한의학적인 진단과 치료에 앞서 양도점을 기준으로 정확한 경혈·경락의 식별을 위한 경혈자극 패턴의 최적파라미터를 추출하고, 자극전류의 최적파라미터는 주파수를 1.28V의 4kHz로 결정하고, 듀티비가 40%인 구형파에 가까운 파형을 추출하여 세포와 생리적 상태에 영향을 주지 않는 단일전원 양방향성 전류인 SPAC(Single Power Alternative Current)를 개발하였다[10]. 또한 피부 상태에 따라 식별이 어려운 부위에 대한 식별율과 신뢰성 감소현상을 개선하기 위한 알고리즘을 제안하였다. 식별 알고리즘과 최적 파라미터를 적용하여 경혈 자극 방식에 따른 식별율, 재현성, 인체영향력 및 고전 경혈점과의 부합율을 비교하였으며 경혈식별 능력과 식별 파라미터의 이론적 타당성 및 시스템의 실용적 가치를 확인하였다.

II. 식별파라미터 및 알고리즘

1. 최적 파라미터의 추출

식별은 피부전류의 절대값보다 경혈과 비경혈의 전류차가 클 때 유리함으로 식별이 유리한 주파수를 확인하기 위해 수양명대장경(手陽明大腸經)상의 합곡(合谷)혈을 대상으로 1.28V의 SPAC 파형을 경혈과 비경혈에 각각 인가한 후 전류량 차이가 가장 큰 주파수를 추출하기 위한 1차 실험을 실시하였다. 주파수 대역을 40Hz~25kHz 대역까지 변화시켜 경혈과 비경혈에 대하여 비교한 결과 주파수가 높을수록 측정 전류량도 증가하지만 3kHz~10kHz 대역에서 경혈과 비경혈의 전류량의 차이가 가장 크게 나타나고 있어서 보다 정확한 파라미터를 추출하기 위한 실험으로 그림 1과 같이 3kHz~10kHz까지 증가시켜가며 측정하였다. 그 결과 4kHz~5kHz대역에서 경혈과 비경혈의 전류차가 가장 커서 식별이 유리한 주파수

* 원광대학교 공과대학 전자공학과

** 부산기능대학 메카트로닉스과

접수일자: 2000. 1. 22

대역으로 결정하였다. 1차 실험을 통해 식별주파수 대역을 추출하고 다시 주파수 대역을 세분화하여 식별에 적용하기 위하여 최적주파수를 추출하기 위한 2차 실험을 실시하였다.

2차 실험으로 성인 남녀 9명을 대상으로 고전 경락상의 경혈 13부위, 총 117부위에 대하여 임상실험을 하였다. 이때 피실험자는 의자에 편한 자세로 앉아서 피부를 알코올로 소독한 다음 10분이 경과한 후 습기가 없는 상태에서 측정하였으며 비경혈점은 경

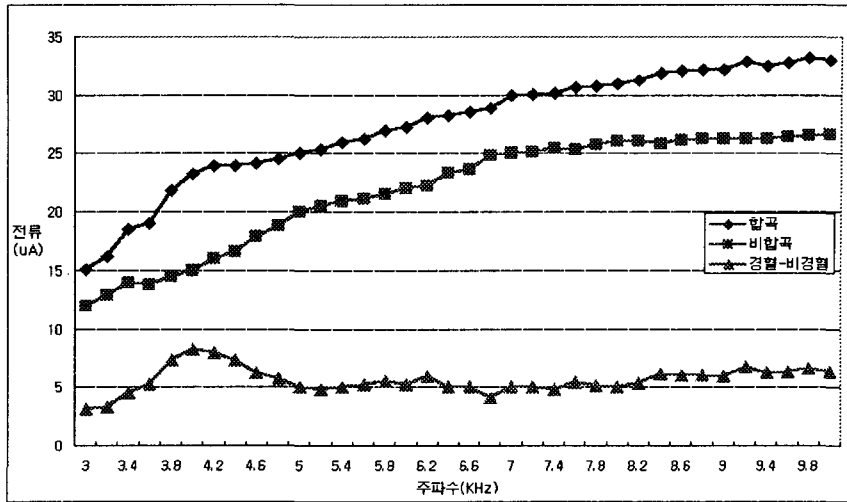


그림 1. 주파수 대역에 따른 식별율(3kHz-10kHz)
Fig. 1 Discrimination rate as Frequency band

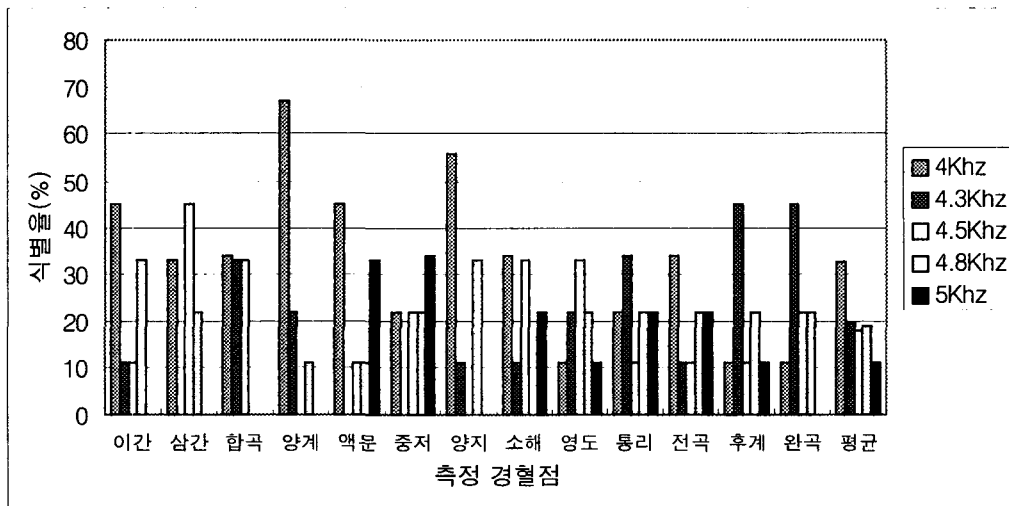


그림 2. 각 경혈점에서의 식별주파수 비교
Fig. 2 Comparison of Frequency on acupoints

혈점을 중심으로 5mm 떨어진 곳으로 결정하였다. 측정 전극의 압력에 따른 경혈식별의 신뢰성을 위해 각각의 경혈 부위에서 7회 측정하여 최대값과 최소값을 제외한 5회를 기록하였고 비경혈점은 5회 측정하여 3회를 기록하였으며 식별율은 진류차가 최대가 되는 주파수를 기준으로 경혈점과 비경혈점의 평균치로 나타내었다. 또한 경혈과 비경혈의 진류차를 기록하고, 그 차가 가장 큰 주파수 대역에 음영 처리하여 나타내고, 각 경혈점에 대한 식별율이 가장 높은 식별 주파수 대역을 그림 2와 같이 나타내었으며 4kHz에서 가장 빈도가 높은 식별율과 가장 많은 식별주파수로 나타나 경혈식별을 위한 최적주파수를 4kHz로 결정하였다.

3차 실험으로 경혈자극 파형과 식별율과의 관계를 확인하기 위하여 경혈점 5부위를 최적주파수 4kHz에

대하여 구형파에서 삼각파까지 파형을 변화시켜 식별율을 비교해본 결과 구형파에서 식별 및 재현성이 가장 높아 최적파형으로 결정하였다. 최적파형에 대한 듀티비는 인가 전류량과 On Time에 비례하므로 듀티비를 조절하면서 인가시간을 측정하여 식별율과 재현성이 가장 우수한 듀티비를 결정하기 위한 실험으로 최적주파수 4Khz의 최대 전류인가 시간인 125 μ s를 기준으로 인가시간을 5 μ s~125 μ s까지 변화시켜 본 결과 표 1과 같이 인가시간이 85 μ s~125 μ s에서 재현성이 유사하였다. 표에서 음영 표시된 부위는 해당 듀티비에서 식별율이 가장 높은 부위를 나타내며 100 μ s 일 때 식별율이 우수한 부위의 빈도가 가장 높아 최적 듀티비를 40%로 결정하였다.

전류인가 시간이 75 μ s 이하에서 식별이 어려운 경우가 발생하는 것은 세포가 분극반응 하는데 최소한

표 1. 듀티비와 식별율 관계
Table 1. Relation of duty ratio and discrimination rate

On time (듀티비)	실험자	경혈과 비경혈의 차					식별율
		LI2	LI3	TE2	TE3	H3	
125us (50%)	A	50	31	31	26	35	20%
	B	29	19	48	17	95	
	C	37	19	42	23	18	
	D	25	24	22	87	125	
100us (40%)	A	26	34	32	40	40	40%
	B	37	34	52	15	42	
	C	65	16	31	22	15	
	D	40	32	58	102	175	
85us (34%)	A	23	82	48	30	40	25%
	B	31	27	50	24	49	
	C	40	11	40	26	23	
	D	31	28	28	73	130	
75us (30%)	A	36	15	28	10	13	15%
	B	45	34	95	16	51	
	C	38	17	30	16	28	
	D	19	28	40	35	112	
65us (26%)	A	0	-4	12	10	0	0%
	B	53	11	29	-1	31	
	C	-	-	-	-	-	
	D	22	24	21	59	60	
5us (2%)	A	21	1	1	-1	12	0%
	B	39	8	42	-8	39	
	C	-9	4	23	28	5	
	D	-	-	14	40	30	

의 전류인 역치가 있는 것으로 생각되며, 100 μ s 이상에서 식별율이 낮아지는 것은 세포 분극반응 시간이 회복시간 보다 길어 인체영향력이 증가한 것으로 생각된다.

이와 같이 최적파라미터와 알고리즘을 적용하여 경락별로 반응특성 차이를 확인하기 위하여 실험한 결과 그림 3과 같이 경락별로 반응하는 주파수가 다르다는 것을 확인하였다.

신호를 A/D 변환한 후 A/D값을 비교하여 인입전류에 알맞은 상대값으로 표시하기 위한 테이블을 선택한다. 테이블이 선택되면 다시 전류량을 측정하여 A/D 변환하고 이를 0~255로 변환한 후 PC로 절대값을 전송하여 진단 파라미터로 사용할 수 있도록 하였으며 A/D값을 비교하여 선택된 테이블에 따라 측정된 전류량이 적어도 비경혈과 비교한 상대값 표시 레벨에 비례하여 나타날 수 있도록 하였다.

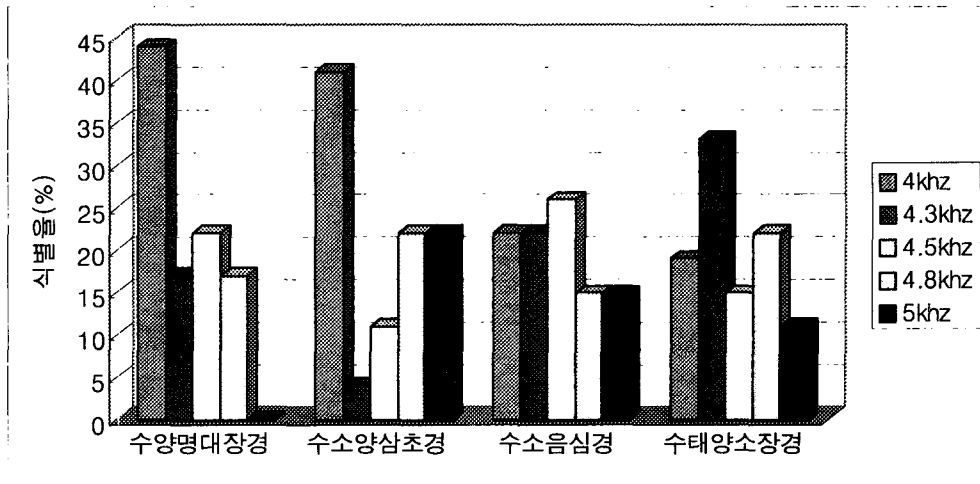


그림 3. 경락별 최적주파수 비교
Fig. 3 Comparison of optimal Frequency each Meridian

2. 경혈식별 알고리즘의 개선

기존의 듀티비가 49%인 SPAC의 제안으로 식별율 및 재현성은 향상되었으나 피부상태나 경혈의 깊이 정도에 따라 달라지는 전극의 압력으로 인한 통증과 피부 회복시간이 길어져서 재측정시에 재현성의 감소, 식별 데이터의 신뢰성 문제가 여전히 남아 있었다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 피부 상태나 경혈의 깊이에 관계없이 측정전극을 낮은 압력으로 일정하게 유지하고 점대점 방식이 아닌 스캔 방식으로 전류량의 절대값과 상대값을 동시에 표시함으로써 감도를 조절하지 않고도 식별이 용이하도록 알고리즘을 개선하였다.

먼저, 경혈을 자극하기 위한 SPAC 파형을 발생시켜서 탐침 전극과 공통 전극을 통해 인체에 유입되는 전류량을 측정하고 전류량에 비례한 절대값을 레벨미터에 표시한다. 이때 계측증폭기를 통해 증폭된

따라서 피부저항이 높아서 인입전류량이 적고, 측정압력으로 인한 통증이 발생하는 어려움을 개선할 수 있으며, 특히 프로세서에 의한 피부상태의 자동인식으로 피부상태가 건조하거나 경혈의 깊이가 깊어 식별이 어려운 경우에 효과적인 알고리즘으로 그 과정은 그림 4와 같다.

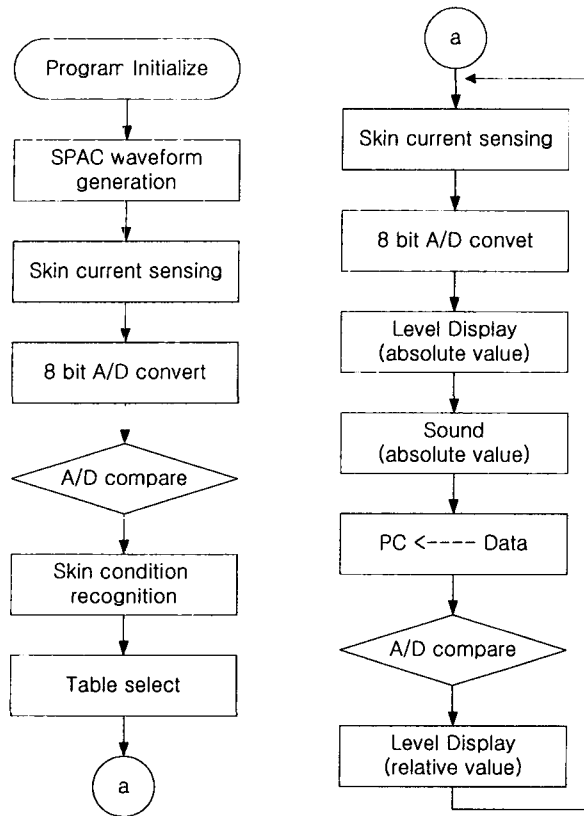


그림 4. 식별 알고리즘
Fig. 4 Discrimination Algorithm

III. 혈위식별 시스템

1. 식별시스템의 설계

경혈자극 방식의 최적파라미터와 식별에 유리한 알고리즘을 적용하여 정확한 혈위를 식별하고 그 혈위에서의 정보를 얻어 진단과 치료에 유용한 정보를 제공하기 위한 혈위식별 시스템의 전체 구성도는 그림 5와 같이 마이크로 프로세서 80c31을 중심으로 설계하였다. 시스템의 동작은 크게 1.28V 정전압 발생부와 PIT(Programmable Interval Timer)를 이용한 SPAC 자극패턴 발생부, 인가전류의 크기를 측정하기 위한 전류전압 변환과 증폭부, 측정전류량을 표시하기 위한 A/D 변환부, 측정 전류량에 비례한 음향효과를 위한 음향발생부, 레벨미터와 LCD 디스플레이부, 데이터 전송기능 등으로 구성되어 있다.

기 개발된 혈위식별기(DM96A-2)는 인체 피부에

인가되는 SPAC 자극전류를 위상차가 $6\mu s$ 인 구형과 두 채널을 발생시킨 다음 위상을 반전시켜서 그림 6과 같이 파형 발생회로에 의해 단일 선원 교류 파형인 듀티비 49%의 SPAC 파형을 발생시켰다.

그러나 본 논문에서 제안하는 SPAC 자극전류는 S/W로 제어되는 타이머/카운터인 PIT를 이용하여 위상차가 $25\mu s$ 인 4kHz 구형과 두 채널을 발생시킨 다음 위상을 반전시킨 이 신호가 1.4V 정전압이 걸려있는 두 쌍의 아날로그 스위치를 제어하여 그림 7과 같이 단일전원교류 파형인 1.28V SPAC 자극패턴을 발생시킨다. 최대전류를 $40\mu A$ 로 제한한 자극전류는 피부의 양도점과 측정압력에 따라 $1\sim 20\mu A$ 범위의 전류가 발생되어서 전극을 통하여 인체에 인가된다. 이때 양방향 교호신호 제어를 위하여 두 채널간 ON 시간과 OFF 시간 간격 사이에 $25\mu s$ 의 지연시간을 두어서 스위칭 과도기에 공급전류가 접지로 바이패스 되는 누설전류를 억제하였다. 각 채널 제어신호의 ON Time은 $100\mu s$ 로 하고 OFF Time은 $150\mu s$ 로 설정하여 듀티비 40%의 SPAC 파형을 발생시켰다.

전류량의 계측은 SPAC 발생회로와 정전압 회로 사이에 최대전류의 제한과 단락 보호기능을 위해 설치된 저항의 양단에서 인체에 공급되는 전류와 비례한 전압강하를 이용하여 계측증폭기로 적당한 레벨로 변환한 후에 레벨미터 드라이버와 A/D 변환기에 입력된다. 입력된 전류량에 비례한 절대값을 레벨미터에 표시하는 동시에 전류량에 비례한 음향효과를 위해 스피커를 구동하였다.

또한 프로세서 포트 1을 통해 피부의 상태에 따라 식별이 어려운 문제를 해결하기 위해 입력되는 전류량에 비례한 테이블을 선택하여 피부상태에 따라 식별에 영향을 적게 받도록 상대값을 전극에 부착된 레벨미터에 동시에 표시하도록 하였다. 혈위식별시스템을 컴퓨터와 인터페이스 시켜서 피부의 전류분포 값을 제공할 수 있도록 계측된 전류량을 RS-232C 직렬 포트로 PC에 연속해서 전송하여 모니터에 측정점에서의 전류량을 그래프와 수치 값으로 나타내었다.

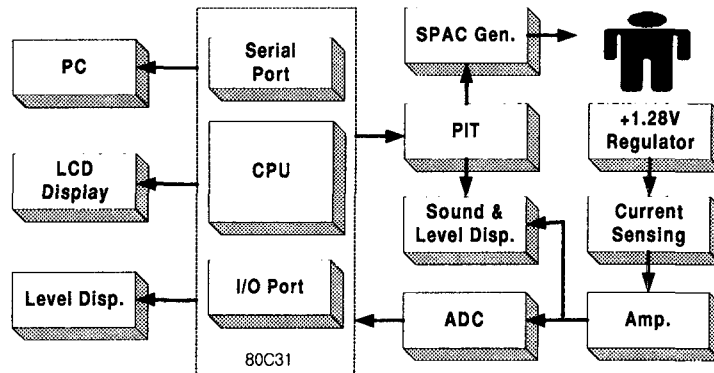


그림 5. 시스템의 전체 블록도
Fig. 5 The Block diagram of discrimination system

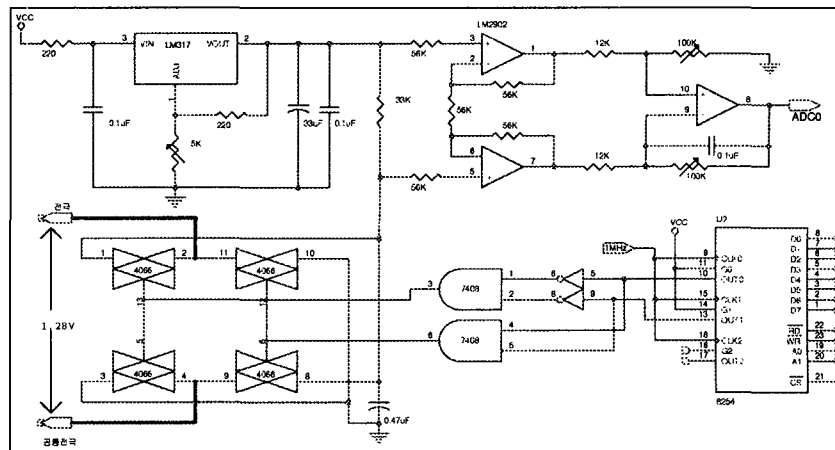


그림 6. SPAC 파형 발생회로
Fig. 6 The circuit for generation of SPAC

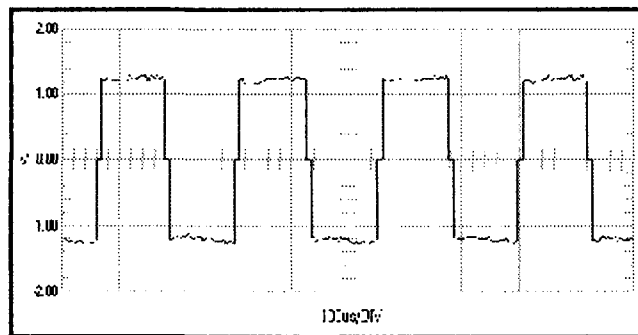


그림 7. SPAC 파형
Fig 7. SPAC Waveform

또한 직류와 SPAC 자극패턴 방식을 비교하기 위해 전환스위치를 이용하여 직류와 SPAC를 선택할 수 있도록 설계하고 성능을 비교하였다. 그림 8은 혈위식별장치의 시작품이다.

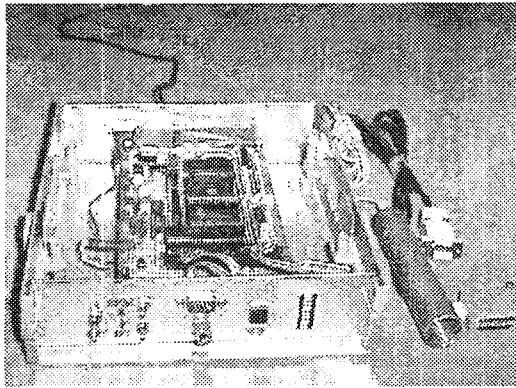


그림 8. 혈위식별 장치의 시작품
Fig. 8 Sample of Discrimination system

2. 자침안내를 위한 전극의 설계

기존의 탐침전극들은 그림 9(아래)와 같이 필기구 파지방식으로 전류량에 비례한 값을 레벨미터에 표시할 때 측정자가 관찰하기 불편하고 손으로 파지하는 방식이므로 정확한 경혈을 식별한다해도 직접 자침을 할 수 없는 단점이 있어 이를 해결하기 위하여 전극을 그림 9(위)와 같이 재설계 하였다. 이는 측정자가 전극을 피부에 스캔하면서 피부 전류량에 비례한 값을 레벨미터에 표시하여 경혈을 식별한 위치에 직접 자침을 할 수 있도록 파이프와 같이 전극 중앙에 안내 홈을 가공하고 침의 길이를 고려하여 침 길이보다 5mm 작게 설계하였다. 또한 전극에 스프링을 장착하여 전극이 피부에 접촉 시에 압력을 조절하고 부드럽게 측정되도록 하였다.

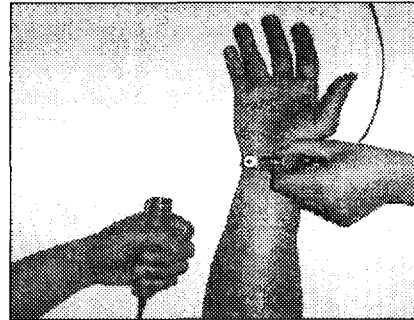
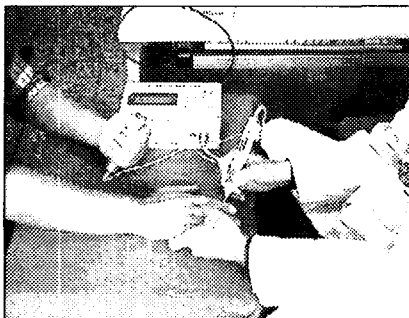


그림 9. 일반 전극(왼쪽)과 개선된 전극(오른쪽)
Fig. 9 Typical(left) and Improved Electrode(right)

IV. 실험 및 결과 고찰

최적파라미터와 개선 알고리즘을 적용한 SPAC 방식은 직류에 비하여 혈위 식별율이 높고 경혈과 비경혈의 전류차가 크기 때문에 식별력이 양호하나 인체 영향력이 없거나 적어야만 적용이 가능하므로 직류와 듀티비가 49%인 기존 SPAC 방식의 식별율과 인체영향력에 대하여 비교실험을 하였다. 식별율을 비교하기 위하여 경혈점 13부위의 각 경혈점에 대해 7회 측정하고 비경혈점은 5회 측정하여 각각의 평균값으로 식별율을 계산한 결과 그림10과 같이 개선 SPAC 방식이 기존 SPAC 방식보다 평균 4.7% 정도, DC 방식보다 평균 19.6% 정도 향상되었음을 확인하였다.

$$\text{식별율} = (\text{경혈} - \text{비경혈}) / \text{경혈} \times 100\%$$

경혈자극 방식에 따라서 세포와 생리적 상태에 미치는 영향은 다르다. 직류는 단방향성으로 세포의 분극현상을 초래하고 세포와 생리적 상태에 영향을 준다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 최적파라미터와 식별 알고리즘을 적용한 양방향성 교류를 제안하고, 경혈자극 방식에 따른 인체영향력은 시간지연에 따른 전류감소현상이 작을수록 우수함으로 일정시간 동안 자극하고 그 변화량을 비교하기 위한 실험을 하였다. 실험방법은 한 경혈점에 대해 각각 5초간 측정하여 t=0일 때의 값과 t=5일 때의 값을 측정하여 전류 감쇠량(ID: Indicator Drop)의 변화를 살펴봄으로써 계측에 의한 영향력을 비교한 결과 그림 11과 같

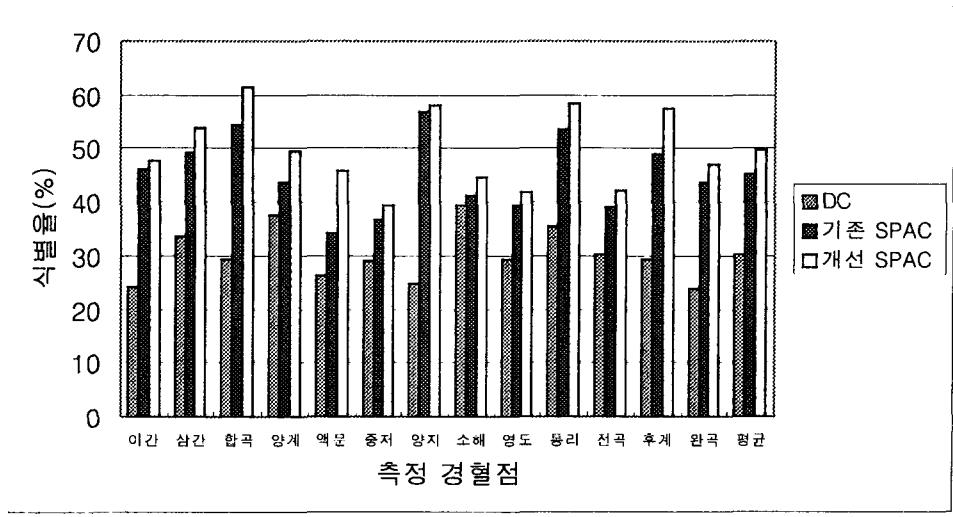


그림 10. 자극방식에 따른 식별을 비교
Fig. 10 Comparison of discrimination ratio

이 개선 SPAC 방식이 기존 SPAC 방식보다 평균 3.4% 정도, DC 방식보다 평균 11.2% 정도 감소되었다.

또한, 경혈점에서보다 비경혈점에서 DC는 4.3%, 기존 SPAC는 4.2%, 개선 SPAC는 2.3% 정도 영향력

이 낮아진 것을 알 수 있는데 이는 경혈점이 비경혈점보다 자극에 더 민감하게 반응한다는 것을 알 수 있고, 이로 인해 전기전도도가 우수한 경혈점에서 인입전류량이 증가하여 세포와 생리적 상태에 영향을 준 것으로 해석된다.

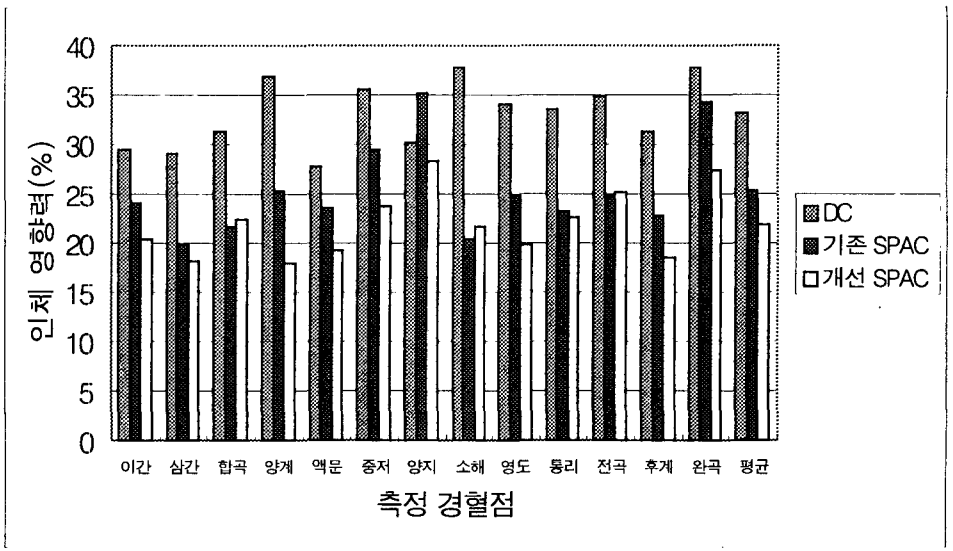


그림 11. 자극방식에 따른 인체영향력 비교
Fig. 11 Comparison of body effect

인체 영향력(%)
 = {측정1(t=0)-측정5(t=5)/측정1}×100%

재현성은 한 경혈점에 대해 측정 전류량의 최대값과 최소값의 차가 작을수록 우수하며 식별 및 식별 데이터의 신뢰성을 좌우하는 중요한 요소이다. 따라서 개선된 SPAC 방식의 재현성을 확인하기 위해 측정1(5sec)-지연(5sec)-측정2-지연-측정3-지연-측정4-지연-측정5 방식을 취하였으며 최대값과 최소값을 얻어 이를 평균한 결과 그림 12와 같이 DC 방식은 21.1%, 기존 SPAC 방식은 13.1%, 개선된 SPAC 방식은 10.4%로 재현 오차가 가장 작아 재현성이 향상되었음을 확인하였다.

재현성(%)
 = 100% - ((최대값 - 최소값) / 최대값 × 100%)

경혈 부위를 결정하는 방법은 한의사들의 경험에 의해서 주관적으로 판단되거나, 가장 일반적으로 이용하는 방법은 골도법(骨度法)의 척촌(尺寸)에 준(準)하여 나누는 것이 기본이나 자세한 분(分)이나 촌(寸)을 나누는 계산이 번거로운 점에서 동신촌법(同身寸法)[11]을 사용하며 촌(寸)을 나눈다. 이런 방법으로

한의사가 식별한 점을 고전 경혈점으로 간주하고 측정점들과의 부합율을 비교하였다.

측정 범위를 양팔의 손목부위에서 팔꿈치부위까지 7등분하여 같은 압력, 같은 속도로 경락과 수직으로 연속 스캔하여 4~5차례 측정 후 대조점들과 비교하여 식별 전류가 높은 반응이 반복되는 양도점을 식별하고 이 점을 칼라 펜으로 피부 위에 표시하였다. 자극 방식에 따른 영향을 줄이기 위해 인체 영향력이 가장 낮은 개선 SPAC 방식으로 식별한 후 파란색으로 피부에 표시하고, 측정이 끝난 후 피부에 표시된 점을 동일한 칼라 펜으로 투명 플라스틱 페이퍼에 표시하였다. 이 때 다른 자극방식과 비교하기 위해 투명 플라스틱 페이퍼 한쪽을 팔에 고정하고, 피부에 표시된 점은 다음 자극방식으로 측정 할 때 측정의 객관성을 확보하기 위해 의료용 알코올을 사용하여 깨끗이 지운 후, 30분 정도 지난 후에 기존 SPAC 방식과 DC 방식도 동일한 방법으로 측정하였다. 그 점들을 각각 빨간색과 검은색으로 표시하였으며 팔에 고정된 동일 투명 플라스틱 페이퍼를 덮어서 같은 위치에 점들을 옮겨 3가지 자극방식에 의한 점들과 고전 경혈·경락과 비교 할 수 있도록 하였다. 3가지 자극방식의 측정이 끝난 후, 한의사에 의해 표시된 6경락과 투명 플라스틱 페이퍼 상의 7레벨로 표시된 점

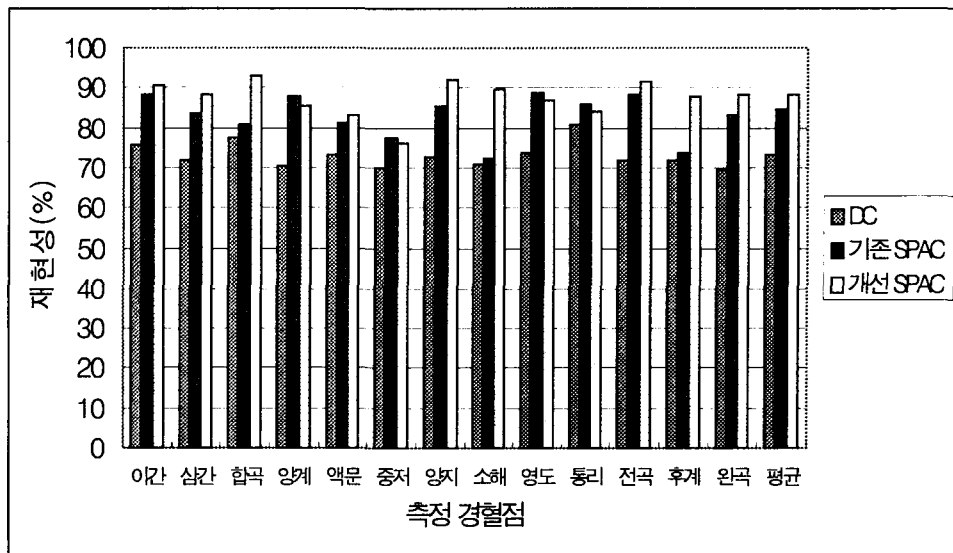


그림 12. 자극방식에 따른 재현성 비교
 Fig. 12 Comparison of reproductivity

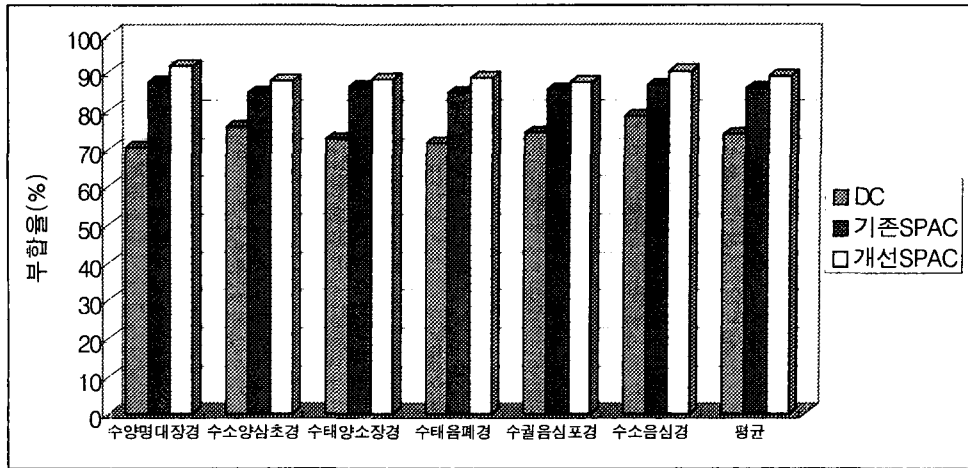


그림 13. 고전경락과의 부합율 비교
Fig. 13 Comparison of coincident ratio with Meridians

들을 연결한 각각의 선과 비교하였다. 한의사가 표시한 경락과 측정점의 연결선과의 거리를 측정하고, 경혈의 직경이 2mm 정도이므로 0~2mm 미만인 점은 일치하는 것으로 간주하였다. 그 결과 그림 13과 같이 부합율이 개선 SPAC 방식은 89.1%, 기존 SPAC 방식은 85.8%, DC 방식은 73.7%로 개선 SPAC 방식

에서 부합율이 매우 높음을 확인하였다.

위와 같은 방법과 측정범위에서 식별된 6개의 경락선상을 따라 전기전도도가 높은 각각의 양도점을 자극방식에 따라 칼라펜으로 표시하고, 성인 남녀 9명의 경혈점 27부위에 대하여 고전 경혈점과의 부합율을 비교하였다. 그 결과 그림 14와 같이 부합율이

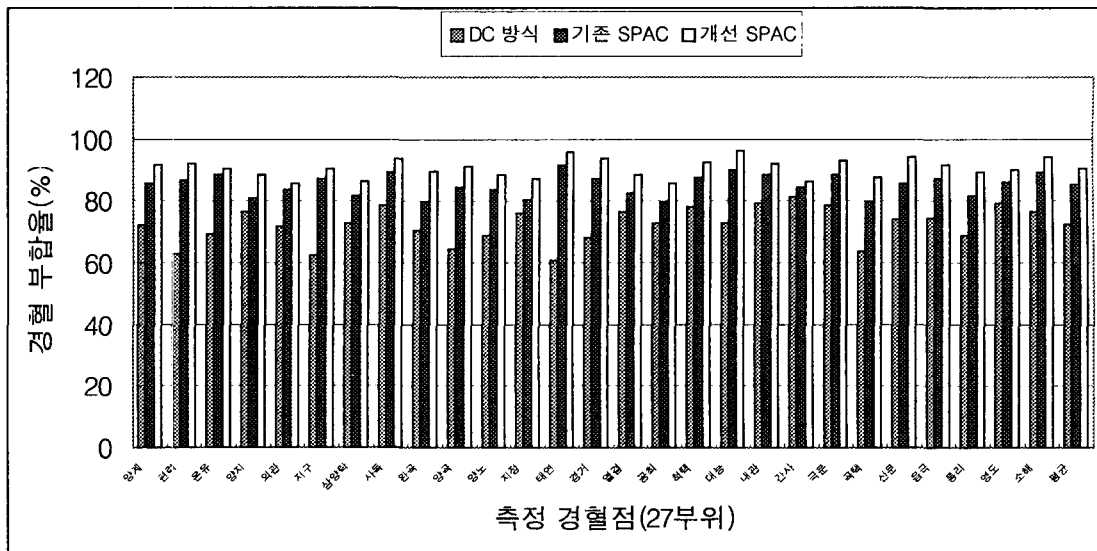


그림 14. 고전경혈점과의 부합율 비교
Fig. 14 Comparison of coincident ratio with acupoints

DC 방식은 72.3%, 기존 SPAC 방식은 85.3%, 개선 SPAC 방식은 90.7%로 개선된 방식에서 식별율이 높고 전기진도도가 우수한 양도점과 고전 경혈점이 대부분 일치하는 것으로 확인되었다.

부합율

$$= \text{경혈점과 부합된 경혈수} / \text{측정 경혈수} \times 100\%$$

IV. 결론

한의학에서 경혈·경락은 진단과 치료에 있어서 기본 대상이며 건강상태를 판별하는 지표로써 정확한 혈위에서 효율적이고 신뢰성 있는 진단과 치료가 이루어질 수 있도록 혈위를 식별하고 안내할 필요가 있다. 그러나 기존의 경혈식별을 위한 기기들은 전문가의 숙련이 요구되기 때문에 혈위식별에 많은 문제점이 있었다. 또한 직류방식은 시간에 따라 측정 전류량이 현저하게 감소하기 때문에 식별이 어려울 뿐만 아니라 세포와 세포의 생리적 상태를 변화시켜서 인체에 영향을 줄 수 있다. 따라서 정확한 혈위를 식별하고 인체 영향력을 줄이기 위해 자극 방식을 기존의 직류방식에서 단일전원 양방향성 교류의 SPAC 방식으로 개선하여 임상실험을 통해 신뢰성과 안전성 및 식별 능력을 확인하였다.

이와 같이 신뢰성과 안전성이 향상된 파라미터와 알고리즘을 적용한 혈위식별 및 자침안내장치의 식별능력을 확인하고, 이를 이용하여 개인별, 경락별로 반응하는 최적파라미터에 차이가 있음을 확인하였다. 이는 모든 경혈·경락에서 반응 주파수가 다르다는 것으로 동일한 자극에 대해 장기별 반응특성이 다를 수 의미하거나 개인별 체질이나 질환과의 상관성도 있을 수 있어서 이에 대한 지속적인 연구 개발이 필요하다.

식별율이 높은 양도점이 고전 경혈점과 100% 일치하는 것은 아니지만 식별한 점과 고전 경혈점과의 부합율에 있어서 개선된 SPAC 방식은 DC 방식보다 부합율이 높음을 확인하였다. 이는 많은 혈위식별장치들이 가지고 있는 식별율 및 고전 경혈점과의 부합율의 신뢰성이 부족한 문제를 해결할 수 있어 한의학 적 진단과 치료를 위한 기기의 응용에 영향을 줄 것으로 기대된다.

또한 정확한 경혈·경락의 식별을 통해 얻은 정보를 분석하여 해당 장거나 건강상태를 판단할 수 있는

진단 자료로 유용할 것으로 기대되며 경락의 가시화 연구 및 경락의 실체를 규명하는 연구분야에 큰 영향을 줄 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] Zhu Zong Xiang, et al. "The low Impedance Nature of Meridian Lines before and after Amputation," Brit. J. Acu., Vol. 11, No. 1, pp.25-28, 1988
- [2] Julia J. Tsuei, "The Science of Acupuncture Theory and Practice," IEEE Eng. in Medicine and Biology, Vol. 15, No. 3, p.55, 1996
- [3] 中國中醫研究院 編, 鍼灸研究進展, 人民衛生出版社, pp.14-21, 1981
- [4] 田嘉禾 等, "99mTcO₄-穴位注射后遷移軌迹與淋巴, 神經及血管關係的觀察," 針刺研究, 增刊, 第4號, p.70, 1989
- [5] 陳謨訓 等, 經絡感傳的聲發射實驗研究, 遼定中醫雜誌, Vol. 1, p.35, 1984
- [6] 李志超, 等溫經絡線的實驗驗證, 針刺研究, Vol. 21, No.1, p.76, 1996
- [7] 林先哲等, "人體經絡穴位的電發光研究," 大自然探索 Vol. 9, No. 31, pp.16-21, 1990
- [8] Luisiani, R. L., "Direct observation and photography of electroconductive points on human skin," Am. J. Acupuncture, Vol. 4, No. 6, pp.311-317, 1978
- [9] Kurabayashi, Y., "Histological studies on the skin elective resistance decreased point(SER DP)," Okayama Igakukai Zasshi, Vol. 92, pp.635-657, 1980
- [10] 이용훈, 양봉자, 정동명, "경혈자극 패턴의 최적 파라미터 추출 및 식별 알고리즘의 개선", 대한의용생체공학회 논문지, Vol. 22, No. 1, PP 39-40, 2000.
- [11] 김승수, "扁鵲寶鑑 I," 성한출판사, pp.15-17, 1995



이용흠(Yong-heum Lee)
1992년 2월 원광대학교 전자
공학과(공학사)
2001년 2월 원광대학교 대학
원 전자공학과(공학석사)
2001년 3월 현재 원광대학교
대학원 전자공학과 박사과정
※주관심분야: 의용전자 및 생

체공학



박창규(Chang-gyu Bak)
1992년 2월 부경대학교 전자공
학과(공학사)
1997년 2월 부경대학교 산업대
학원 전자공학과(공학석사)
2001년 3월 현재 부산기능대학
메카트로닉스과 전임강사

※주관심분야: 마이크로프로세서와 디지털 신호처리