

피부전류량의 화상중첩에 의한 경혈의 시각화

°이용흠, 김용진, *고수복, 정동명
원광대학교 공과대학 전자공학과
*거창기능대학 전자공학과
전화 : (0653) 850-6741 / 팩스 : (0653) 852-8606

Visualization of Acupoint by Image Overlapping of Skin Current

°Yong Heum Lee, Yong Chin Kim, *Su Bok Ko, Dong Myong Jeong
Dept. of Electronic Eng. Wonkwang Univ.
*Dept. of Electronic Eng. Kye-Chang Technical College
E-mail : dmz@wonwnms.wonkwang.ac.kr

Abstract

The functional diagnosis instrument should be preceded first to both the accurate selection of exact acupoint and discrimination. so the measuring and stimulating method are improved to SPAC pattern to evaluate impedance existed in the body.

As a result, the resistance factor between skin and probe, the dipolization of cell was reduced so that the judgement of acupoint is advanced.

After extraction of optimization parameter of SPAC pattern which the high discrimination efficiency and the lowest affection on the human body is controlled by using microprocessor to enhance conviction. The discrimination efficiency was confirmed by meridian visualization system. Also mechanism of probe was improved to increase efficiency of image recognition processing.

The image of discriminated acupoint with probe is obtained by using a camera, the location on the tip of probe is recognized and processed. And then these are converted to virtual color by proportional to measuring current level of scan point on skin.

Key word: Acupoint, Meridian, Visualization, SPAC

I. 서 론

기초 기술과 첨단 기술까지 모든 기술이 통합되어 동원되고 있는 생체공학과 의공학 기술은 주로 진단과 치료기에 적용되어 생체의 내부나 조직의 상태를 가시적 또는 정량적으로 측정할 수 있도록 하는데 기여하고 있어서 현대의학의 발전에 중요한 역할을 담당하여 왔다.

그러나 이러한 기술의 응용분야는 주로 증상에 대한

작용의 근원적인 치료에 역점을 두는 한방치료 영역보다는 대부분 현대 의과학적인 진단, 치료에 응용됨으로써 한의학 분야에는 이의 적용이 상대적으로 소극적인 경향이 있었다.

이에 따라 세계의 의공학 관련 연구자들은 동양의학의 핵심이 되고 있는 경락 경혈의 실질과 작용연구를 위하여 생물물리학적 분석방법[1]과 전기생리학적 분석[2], 가시경락현상의 수집과 분석[3], 방사선 동위원소 추적[4], 경락의 기계적 자극과 음파분석[5], 경혈자극과 온도유발에 의한 등온분포 처리[6], 경혈의 발광자극과 가시화 연구[7]등을 통하여 경락작용의 실제 규명을 시도하고 있는 것이다.

한의학의 진단이론인 경락과 경혈작용 효과를 근거로 질병의 진단이나 치료를 하는 기능 진료기에 있어서 가장 먼저 선행되어야 하는 것이 정확한 혈위의 선택과 식별이다.

따라서 본 연구에서는 직류를 자극전류로 사용하여 전극과 피부사이의 저항과 전류 변화를 기준으로 식별하는 기존의 혈위식별 방식을 개선하여 피부저항과 측정압력을 극복하고 경혈과 비경혈의 변별력이 우수한 SPAC(Single Power Alternating Current) 방식의 혈위식별시스템을 개발하였다.

또한 경락현상을 직접 가시화 하여 경락 실체의 객관성을 확보하기 위한 목적으로 혈위 계측중인 인체부위 화상에 피부계측 전류량을 중첩시켜서 전류분포를 영상표시 하도록 하였다.

따라서 화상인식이 용이하도록 계측전극의 개선이 필요하였으며 개선된 화상처리용 전극을 혈위식별시스템에 인터페이스 시켜서 피부의 전류량을 스캔 계측하고, 컴퓨터로 연속 전송한 후에 입력된 전류량에 비례한 색상으로 전극의 위치 좌표를 가상 컬러로 변환하는 방법으로 일반피부와 구별되는 경혈과 연속선을 이루는 경락현상의 가시화를 시도하였다.

II. 경혈반응점의 시각화

혈위 측정의 목적은 정확한 경혈 반응점을 안내하여 효율적이고 신뢰성 있는 진단과 치료가 되도록 하는 데 목적이 있다. 한의학적 진단이란 환자의 신체상태, 즉 건강상태나 질환유무 등을 판별하는 것이며 이것은 정확한 혈위에서 가능한 것이고 또한 진단 결과의 유효성도 좌우된다. 이러한 조건을 만족시키기 위해서 직류방식을 개선한 SPAC 방식의 자극패턴 방식을 고안하였으며 경혈반응점의 시각화를 위한 시스템의 전체 구성도는 그림1과 같다.

화상처리용 전극은 개선된 혈위식별시스템을 이용하여 인체의 측정부위를 연속 스캔하고 측정된 전류량을 RS232C 직렬포트로 연속적으로 PC로 전송한 다음 전송된 전류량과 식별중인 인체부위의 영상을 이용하여 전극의 위치좌표를 인식한 후에 전류량과 비례한 가상컬러로 변환시키는 알고리즘을 적용하여 경혈반응점을 시각화하였다.

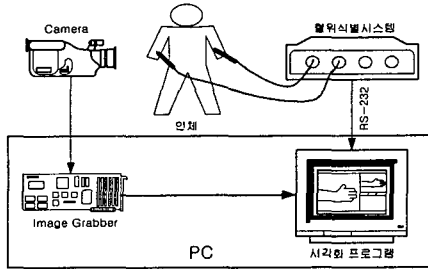


그림 1. 경혈시각화를 위한 전체 구성도

1. 혈위식별시스템 설계

피부를 스캔하여 혈위를 식별하기 위한 시스템의 전체구조는 그림2와 같으며 마이크로프로세서 80C31을 중심으로 정전압 발생부와 PIT를 이용한 SPAC 자극패턴 발생, 음향신호 발생부, 인가전류의 크기를 측정하기 위한 전류전압 변환과 증폭부 및 ADC, 레벨메터와 LCD디스플레이, 키입력부 등으로 구성되어 있으며 혈위식별시스템의 동작은 크게 자극전류의 발생과 계측표시 및 데이터 전송기능으로 구분할 수 있다.

인체 피부에 인가되는 SPAC 자극전류는 S/W로 제어되는 타이머/카운터인 PIT를 이용하여 카운터0과 카운터1에서 위상차가 6 μ s인 4kHz 구형파 두 채널을 발생시킨 다음 위상을 반전시킨 이 신호가 1.4V 정전압이 걸려있는 두 쌍의 아날로그 스위치를 제어하여 단일전원교류 파형인 1.28V SPAC 자극 패턴을 발생시킨다.

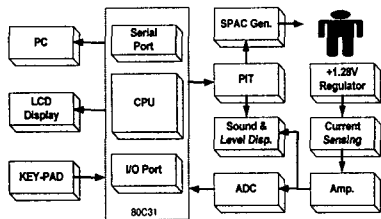


그림 2. 혈위식별시스템 블록도

단락 최대전류를 40 μ A로 제한한 자극전류는 인체피부의 양도점과 측정압력에 따라 1~20 μ A 범위의 전류가 발생되어서 탐측전극과 공통전극을 통하여 인체에 인가된다. 이 때 양방향 교호신호 제어를 위하여 두 채널간 ON 시간과 OFF 시간 간격 사이에 6 μ s의 지연시간을 두어서 스위칭 과도기에 공급전류가 접지로 바이패스 되는 누설전류를 억제하였다. 각 채널 제어신호의 ON Time은 122 μ s로 하고 OFF Time은 128 μ s로 설정하여 듀티비 48.8%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 레벨메터 드라이버와 A/D 변환기에 입력된다.

레벨메터 표시와 함께 전류량에 비례한 음향효과를 PIT 카운터를 이용하여 모드3으로 16단계의 주파수를 발생시키고 듀티비를 조정하여 스피커를 구동하였다.

LCD는 시스템 제어를 위한 키패드 누름 상태의 표시와 측정점에서의 측정된 전류량을 표시하였으며 경혈 시각화시스템과 인터페이스 시켜서 피부의 전류 분포 값을 제공할 수 있도록 계측된 전류량을 RS232C 직렬포트로 연속해서 전송하게 하였다.

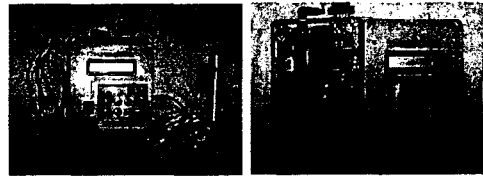


그림 3. 혈위 식별시스템의 시작품

2. 화상인식용 전극의 설계

경락 가시화시스템의 시각화 방식은 측정된 전류량을 비례색상으로 변환하여 스캔 이동중인 전극의 해당 좌표에 추적, 표시함으로써 피부 위의 전류분포를 인체 측정부위의 영상에 중첩시켜서 전류값이 상대적으로 높은 부위가 경혈, 경락으로 구별되게 하는 가시화방식이기 때문에 입력된 화상에서 전극의 중심위치 인식과 처리속도가 시스템 제어 알고리즘의 핵심이다.

그러나 기존의 탐침전극[(주)메리디안]들은 전극의 형태 인식이 어렵고 필기구 파지방식의 구조에 의해서 기울기가 있으므로 카메라의 촬영각도에 따라 전극의 길이가 달라져서 인식처리에 어려움이 있었다.

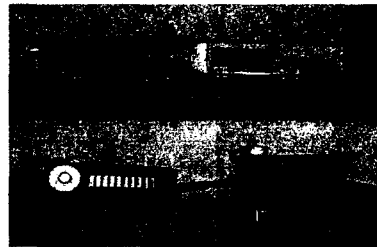


그림 4. 일반 전극(위)과 화상인식용 개선전극(아래)

따라서 측정전극의 구조와 외관을 수직으로 파지가 가능한 방식으로 그림4의 아래와 같이 재설계 하고 금속 전극을 고정하는 지지부의 상부를 백색의 원형으로 함으로써 카메라가 측정부위에 수직으로 촬영되도록 하면 원의 중심이 전극의 좌표로 인식되도록 하였다. 또한 전극의 파지부에 레벨미터를 설치하여 측정시 사용자가 최대전류 부위인 경혈과 경락 부위의 추적이 용이하게 하였다.

3. 경혈 시각화 알고리즘

경혈과 양도점의 식별은 전극에 설치한 레벨미터를 이용하여 전극부에 직접 표시하는 것이 일반적이나 개발된 시각화시스템에서는 식별중인 경혈 부위의 영상을 카메라와 이미지 보드를 이용하여 획득하고 그 영상 안에서 전극 끝의 좌표를 인식처리 한 다음 그 좌표를 측정전류값에 비례한 가상컬러로 변환하는 방식으로 경혈반응점을 시각화한다.

PC상의 처리화면은 그림5와 같이 작업영역, 카메라 영상 영역, 측정전류 표시부, 경혈정보 표시부, 메시지 출력영역 등 5개 부분으로 구성되어 있다. 영상 입력영역으로 카메라를 통해 입력되는 영상이 나타나고 이를 작업영역에서 전극위치좌표 인식과정을 표시한다. 측정 전류량 표시부에서는 혈위식별시스템에서 전송된 전류값을 보여주며 경혈정보 표시부에서는 경혈 좌표점 및 전류량을 나타낸다. 메시지 출력영역에서는 작업의 현황, 작업의 진행과정, 시스템의 상황 정보를 출력하여 사용자가 편리하도록 하였다. 환경설정 메뉴에서는 경혈위치 추적 알고리즘 및 화면조정 파라미터를 설정하고 통신포트 등을 초기화 한다.

먼저 혈위계측 중인 인체부위의 영상을 입력받아 붉은색 계열의 색을 제거하여 영상과 경혈계측 전극이 쉽게 구별될 수 있도록, RGB 채널 중에서 R,B 채널의 작은 값을 취하여 탐침이 2진화 영상에서 나타날 수 있도록 파라미터(min,max)를 설정하여 영상을 2진화한다. 영상의 3x3의 영역에서 9픽셀 중 5개 이상이 255의 값일 경우만 중심 픽셀을 남겨두고 나머지는 제거하여 영상 노이즈를 제거한다.

이때 인식영역의 세로/가로 비율이 0.8~1/0.8의 범위인 영역만을 유효로 인정하고 나머지를 제거하는 라벨링으로 유효점이 1개일 경우만 중심 좌표를 인정하며 2개 이상이면 실패한 것으로 간주한다. 라벨링 이후 전극의 좌표를 결정하고 경혈식별 신호를 입력받아 작업영역에 가상컬러로 표시한다. 이와같이 경혈시각화에 적용된 알고리즘은 그림6과 같다[8,9,10].

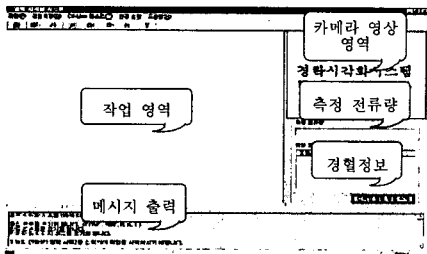


그림 5. 경혈시각화 프로그램의 초기화면

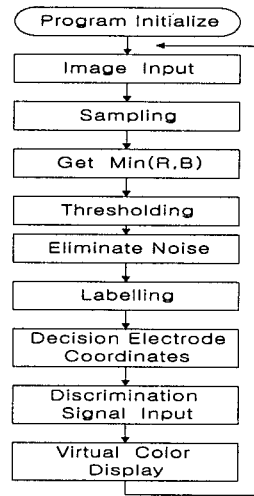


그림 6. 경혈시각화 알고리즘

III. 실험 및 결과 고찰

먼저 전극의 피부 접촉 압력에 따른 부하 전류의 특성을 비교하기 위하여 압력을 0~600g으로 가변 시키면서 피실험자 12명의 함곡혈을 측정한 결과는 그림7과 같이 직류에 비하여 4kHz SPAC 방식이 낮은 압력에서 계측감도 특성이 우수함을 알 수 있다.

이는 SPAC 임피던스 측정 방식이 저항을 측정하는 직류방식 보다 피부저항과 용량성을 감소시킨 것과 동일한 효과가 있어서 종래의 직류방식에서 혈위 측정시에 부하특성으로 나타났던 시간적 감쇠 현상이 현저하게 감소된 결과로 볼수 있다.

이는 동일 부하전류에서 사용압력을 평균 30% 정도 감소시킬 수 있고 기존의 점대점 측정방식에서 스캔방식의 연속측정을 가능하게 하는 측정방법의 개선 효과가 있어서 경혈시각화를 위한 혈위식별시스템에 적용이 가능하였다.

이와 같은 혈위식별시스템과 개선된 전극의 화상처리의 적합성을 확인하기 위한 1차 실험에서 왼손의 수양명대장경 부위를 계측하면서 실험실의 밝은 형광등 조도에서 카메라를 1m 정도의 거리를 두고 촬영한 영상으로 전극좌표 인식 프로그램을 실행시킨 실험 결과

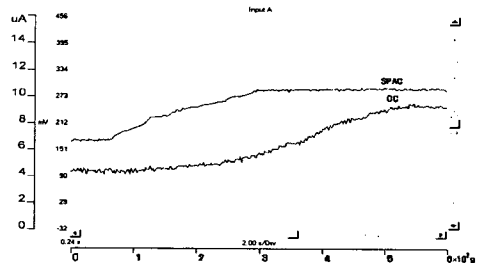


그림 7. 압력에 따른 DC/SPAC의 전류반응 특성

조도가 낮거나 촬영각도가 수직에서 벗어나 그림자가 발생하는 경우 또는 조명의 밝기가 너무 높아서 배경이 피부색보다 밝은 경우에는 전극위치를 인식하지 못하거나 오 인식하는 경우가 발생하였다.

따라서 처리된 2진화 영상이 유효한 판정을 할 수 있도록 조명과 주변조건을 조절하고 입력화상의 설정 파라미터들을 여러 번 조정해야하는 번거로움이 있었다. 이런 문제점들을 해결하기 위해서 선택된 화상이 입력되면 파라미터를 자동으로 설정하여 처리되도록 프로그램을 수정하였으며 선택에 따라 전극위치 인식 과정을 자동으로 화면에 표시하도록 하였다.

이에 따라 2진화 영상값 및 픽셀값의 크기 등 파라미터를 자동으로 설정한 후 전극좌표를 인식처리한 결과 화면은 그림8과 같이 인식율이 향상되어서 초당 1프레임을 연속 처리 할 수 있었다.

이와 같이 개선된 화상처리용 전극과 혈위식별시스템을 이용하여 측정한 전류량을 비례 색상으로 혈위계측 중인 인체 영상위에 중첩시켜서 경혈 경락을 가상 컬러로 시각화한 실험결과는 그림9와 같이 피부의 전류분포가 색상으로 나타나서 상대적으로 전류값이 큰 경혈의 위치가 식별되고 있으며 최대값이나 유사 색상들의 분포가 선을 이루고 있어서 경락현상이 구별되는 것을 알 수 있다.

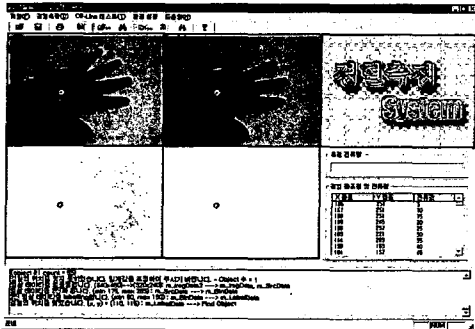


그림 8. 개선전극의 위치좌표 인식처리

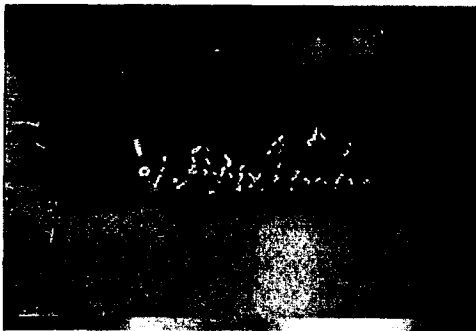


그림 9. 경락가시화 처리 결과

IV. 결 론

경락은 한의학적 진단 및 치료의 기본 대상이며 경혈의 상태는 관련 장기의 허실과 환자의 건강상태나 질환유무 등을 판별하는 지표가 된다. 따라서 정확한 혈위에서 진단과 치료가 이루어지도록 혈위를 식별하거나 안내할 필요가 있다.

현재까지도 인체 피부의 전기전도 특성인 저저항 양도점이 경혈과 정확하게 일치되는 것으로 규명된 것은 아니지만 그 부합율이 크기 때문에 이러한 간격을 좁히기 위한 방법의 하나로써 기존의 방식인 직류방식을 개선하여 단일전원 교류성의 SPAC 자극 방식의 혈위식별시스템을 마이크로 프로세서를 중심으로 설계하고 측정전극도 화상인식 처리에 유리하도록 개선하여 타당성을 확인하였다.

실험결과 개선된 전극은 화상 인식처리 알고리즘 적용에 유리하여 처리시간 단축과 인식율을 증가시키고 경혈반응점의 계측과 전송이 실시간으로 처리되어 피부의 연속 계측과 전극의 이동계측을 전류량과 비례한 가상 컬러로 변환 표시하는 방법으로 경혈, 경락 현상을 시각화 할 수 있었다.

이는 경혈의 위치를 정확하고 효율적으로 식별할 뿐만 아니라 경락현상을 시각화함으로써 한의학의 경락순행통로학설을 객관화하는 하나의 방법으로써 활용될 뿐만 아니라 경락 실체를 규명하는 연구분야에 응용될 수 있을 것으로 본다.

참 고 문 헌

- [1] Zhu Zong Xiang, et al. "The low Impedance Nature of Meridian Lines before and after Amputation," Brit. J. Acu., Vol. 11, No1, 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 9卷, 31期, pp. 16-21, 1990.
- [8] J.D. Foley and A. Ban Dam, "Fundamentals of Interacive Computer Graphics," Addison-Wesley, 1981.
- [9] 鳥脇, 橫, "3차원 디지털 화상 처리 algorithm 기초," 전자통신학회 논문지, J68-D, 4 pp. 426-433, 1985.
- [10] 이양범, 강경일, 이용중, "화상처리 응용 기술," 기문사, Vol. 1, pp. 38-67, 1995.