

# GPS와 지자기장을 이용한 수맥탐사시스템

이상열, 정성호, 김석현, 황병곤  
대구대학교 정보통신공학부

## Water Vein Detection System using GPS & Geomagnetic Field

Sang-youll Lee, Sung-Ho Jung, Seok-hyun Kim, Byung-kon Hwang,  
School of Computer and Communication Engineering

### 요 약

기존의 수맥탐사는 탐사지역에 정확한 좌표 값을 입력하기 위해서 많은 시간과 인력이 동원되었다. 본 논문에서 제시하는 시스템은 수맥 탐사자가 한 명으로 구성되어 단지 수맥 측정장비를 가지고 탐색할 위치 영역 내에서 움직이면 GPS에서 현재 위치를 산출해서 지자기장 값을 PDA에 데이터베이스화하여 저장하도록 되어 있다. 가로와 세로의 폭이 500M의 영역에서 인원 3명이 동원되어 작업한 결과 12시간정도 시간이 소요되었다. 그러나 본 시스템으로 한 명의 인원을 이용하여 측정된 결과 불과 40분 정도로 시간이 많이 절약됨을 알 수 있다.

### 1. 서론

물은 산소와 수소의 화합물로서 상온에서 무색, 무취, 무미(無味)의 액체로 존재한다. 하천물, 강물, 바닷물, 지하수, 우물물, 온천수, 수증기, 빗물, 얼음, 눈, 광천수 등으로 불려지고 있는 물은 크게 건수와 지하수로 구분된다. 건수는 우리가 일상생활에서 흔히 볼 수 있는 반면, 지하수는 지하에 존재하는 모든 물을 가리키는 광범위한 말이다. 최근 이런 지하수들이 수년 전만 해도 삼천리 금수강산에 해맑은 얼굴로 청아하게 흐르던 것이 이제는 현저하게 줄어들었다. 이처럼 물이 귀해지자, 우물이나 온천수 개발 정도에 머물러 있던 상황을 벗어나 최근에 지하수 개발이 부쩍 늘고 있다. 이러한 무분별한 지하수 개발로 인해 오염이 점점 확산되고 있어서 일정규모 이상을 개발하려면 허가관청에 신고 내지는 허가를 맡아야 하는 규제를 받게되었다. 일반적으로 지하수는 그 수맥의 폭이 아주 좁기 때문에 사전에 치밀한 조사가 선행되지 않고 무턱대고 땅을 파면 실패할 확률이 매우 높다. 이러한 측면에서 본 논문은 GPS와 지자기장의 흐름을 분석하여 지하수의 수맥을 효과적으로 검출할 수 있는 시스템을 개발하는데 있다.

한편 본 논문의 구성으로서 2장에서는 GPS, 수맥과 지구 자기장의 원리와 기존에 제안되어 있는 기법

들에 대해서 기술하고 3장에서는 본 지구 자기장을 분석하여 수맥을 탐지하는 방법을 제안한다. 그리고, 4장에서는 제안한 수맥 탐사 방법을 시뮬레이션하여 그 유효성을 보인다. 마지막으로 5장의 결론에서는 향후의 연구과제를 제시한다.

### 2. 수맥의 역사

수맥이란 폭이 좁은 지층을 따라 맥상(脈狀)으로 존재하는 지하수를 말하는데 대체로 서서히 움직이는 경우가 많다. 국외에서는 수맥을 Black Water, Underground Stream, Noxious Underground Ray 등으로 불리어지며, 이러한 수맥의 역사는 길다. 얼마전 선풍적인 인기를 끈 베스트셀러 '람세스'를 보면 이미 기원전 1300년대에 이집트의 파라오였던 람세스는 버드나뭇가지로 사막에서 수맥을 찾아내는 구절이 나온다. 수맥은 역사적으로 3만년~7 천년전부터 알려져 왔지만 과학적으로 연구 대상이 된 것은 500년 전부터였다.

네덜란드 지질학자 트롬프 박사는 68년 유네스코에 제출한 보고서에서 "탐사자는 수맥위에서 몸전체로 반응을 느끼며 혈압과 맥박이 상승한다"라고 발표한 바 있다. 독일의 물리학자 슈만(W.O Schumann)은 1952년 처음으로 지구에 전자기장이 발생한다는 것을 알렸고 이것은 뇌파와 비슷하여 인체내의 내장 시계

역할을 하고 잠자는 형태가 호르몬 분비에 영향을 준다고 했다.

한편 국내에서는 온천으로 유명한 온양(溫陽)은 백제시대 때부터 뜨거운 물이 나온다고 하여 탕정(湯井), 온정(溫井)으로 불려지다, 고려시대에는 온수(溫水)로, 조선시대부터는 오늘날의 지명인 온양으로 불리워 졌다는 기록이 있다. 경북 울진군 온정(溫井)면 온정(溫井)에 소재한 백암온천이나, 경북 울진군 온양(溫陽)면의 울산온천도 이와 무관치 않다. 경북 울진군 온양(溫陽)면의 울산온천도 이와 무관치 않다. 천(川), 곡(谷), 수(水), 정(井)등의 한자가 지명으로 사용되고 있는 지방도 수자원 개발과 깊은 연관성이 있다고 본다.

### 3. 기존 수맥 탐사방법

#### 1) Dowsing

수맥 찾기라는 것은 사람이 로드, 막대기, 혹은 다른 장치를 이용해서 지하에 있는 수맥이나, 숨겨진 금속, 물어둔 보물이나, 유전 등을 찾는 행위를 말한다. 기존의 수맥 찾기는 과학이나 경험적인 법칙 또는 자연의 힘에 기초하지 않기 때문에 일종의 점술(divination)로 고려된다. 수맥 찾는 방법중에 Map dowser 는 지도 위에 주로 진자를 이용해서 석유, 광물, 수맥 등이 있는 곳을 알아낸다. 분명히 이런 수맥 찾는 사람들은 진자를 움직이는데 지질학적인 근거에 의한 것은 아니다. 또 다른 방법으로 야외에서 ‘S’ 형태로 갈라진 막대기의 양쪽을 잡고 지하수가 있을 것 같은 곳을 걸어 다니면서 수맥을 찾는다. 돌아다니다가 물이 근처에 있으면, 막대기가 아래로 향하게 된다 (또 다른 사람은 L-로드를 가지고 다니며 이것은 물위에서는 서로 교차하게 된다). 왜 로드가 움직이는지 다양한 이론이 제시되었다. 전자기장 또는 다른 미약한 지질학적 힘 그리고 다른 초자연적인 설명 등이 있지만 아직까지 정확한 과학적인 근거가 제시되지 않고 있다. [1],[6]-[9]

#### 2) 물리적인 탐사

물리적인 탐사는 탐사대상의 매질(지질, 금속)에 전류나 전자기파, 음파가 투과되면 매질의 물리적인 전기화학적 현상에 의해 나타나는 감응(중력차, 전위차, 파장의 강도, 위상차 등)을 측정하여 얻은 자료를 해석함으로써 탐사대상체의 구조와 이상체(광물자원, 금속결합)의 유무와 물성을 알아낸다.

①중력 탐사(Gravity Method) : 어떤 지점에서 중력과 그 분포를 측정하여 그 값에 해당하는 지하의 지질구조 및 광상을 추정하는 지질탐사방법이다. 지각(地殼)을 구성하는 암석이나 광물은 종류 및 위치에 따라서 밀도가 다르므로, 탐사범위 내에서도 측정지역마다 중력값에 차이가 생기는 것을 이용하고 있다. 중력의 측정은 스프링에 의한 탄성력과 물질에 작용하는 중력이 균형을 이룰 때 그 크기를 측정하는 중력계를 써서 이루어진다.

②자력탐사(Magnetic Method) : 지표에서 서로 직교하는 전기장, 자기장의 수평성분 및 수직 자기장의 신호를 연속적으로 측정하여 지하 광물을 파악하는 방법이다. 자력탐사는 자연 전자기장을 송신원으로 사용하기 때문에 현장 탐사가 비교적 간단한 잇점은 있으나, 송신원이 미약하여 잡음에 대단히 취약한 점이 있다. 최근에는 고주파수에서의 정밀 자료획득이 가능해짐에 따라 깊이 500 m 내외의 지하수 탐사에도 사용되고 있다.[2]-[3]

③전기 탐사(Electric Method) : 지표상에 2개의 전류전극을 통해 직류전류를 흐르게 하여 전위전극에 야기되는 매질의 비저항값을 측정하여 지질구조 상태를 파악한다. 전류/전위 배열의 차이에 의해 탐사심도가 다르다.[5]

④탄성과 탐사(Seismic Method): 지표면이나 수면에서 다이내 마이트나 Air gun등 같은 장비를 사용하여 인위적으로 탄성파를 발생시킨다. 이때 탄성학적 성질(속도, 밀도 등)이 달라지는 지층의 경계면 등을 만나면 Snell의 법칙에 의해 반사 또는 굴절되어 되돌아오는 것을 이를 수신로 측정한다. [4]

### 4. GPS에 의한 수맥 탐사

수맥탐사 시스템은 <그림1>과 같이 지자기장의 측정장치, GPS와 PDA로 구성되어 있다. 수맥 측정 장치는 지표에서 서로 직교하는 전기장, 자기장의 수평성분 및 수직 자기장의 신호를 연속적으로 측정하여 지하 광물을 파악하는 방법이다. 최근 고주파에서 정밀 자료획득이 가능해짐에 따라 수맥을 찾는 데 이 방법이 많이 이용되고 있다.

#### 1) GPS

GPS(Global Positioning System)는 현재 자신의 위치인 위도, 경도, 높이를 알기 위해서는 사용하는 장비이다. GPS 위성은 고도 20,000 Km 상공을 하루 2회씩 순회하고 있는데 6개의 원 궤도를 한 궤도당 4개씩 총 24 개의 위성이 지구 주위를 돌고 있다. 지상

의 GPS장비는 위성이 내보내는 신호를 수신하여 자기의 위치(위도, 경도, 고도 등)를 삼각 측량법을 이용하여 계산해 낼 수 있으며 이동 중인 경우에는 그 속도까지 알아 낼 수가 있다. 위치 데이터의 오차 범위는 주위 여건에 따라 5m ~ 10m 정도이며 부가장치인 DGPS(Differential Global Positioning System)를 연결하면 오차를 1m 내지 수Cm까지 줄일 수 있다. 현재 수맥 측정장치에서 나온 자료가 어느 위치에서 나온 자료인지 알려 주는 역할을 하게 된다.[10]

2) 시스템 구조

기존의 수맥탐사는 정확한 좌표 값을 입력하기 위해서 우선 탐색할 위치를 선정한 후 일정한 간격으로 가로와 세로로 줄을 긋는다. 가로와 세로의 교차점에서 수맥 측정 장치를 세워 둔 후 장치에서 나오는 값을 모눈종이에 적었다. 이런 방법은 여러 명의 인력이 동원될 뿐만 아니라 일정한 간격으로 라인을 긋는 작업과 측정 장치에서 나온 값을 기록자가 일일이 기록하기 때문에 시간과 인력이 많이 소요되는 단점이 있다. 본 시스템은 수맥 탐사자가 한 명으로 구성되어 사용할 수 있을 뿐 아니라 정확한 좌표 값을 입력하기 위해 일정한 간격으로 라인을 그을 필요 없다. 수맥 측정장비를 가지고 탐색할 위치 안에 돌아다니면 GPS에서 현재 위치를 산출해서 지자기장 값을 PDA에 저장하도록 되어 있다. 그러므로 본 시스템을 이용하면 시간과 인건비를 절약할 수 있는 장점이 있다.

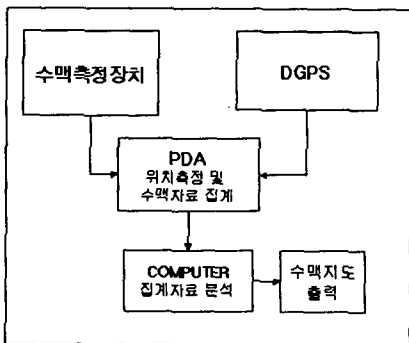


그림 1. 수맥탐사 시스템 구성도

시스템의 구성으로는 PDA에서 수맥 측정장치와 GPS에서 나온 위치정보를 받아들여 PDA용 데이터베이스에 저장하게 된다. <표1>은 PDA용 데이터베이스의 필드이다. PDA의 성능에 한계가 있기 때문에 PDA에서 수맥지도도를 만들 수가 없다. 그래서 만들어진 자료는 개인 컴퓨터에 옮겨지게 된다. 개인 컴퓨터

에서 위치 정보와 자기장의 정보를 조합하여 수맥 지도도를 생성하게 된다.

표1. 데이터베이스 필드

장소	char	50
날짜	char	12
위도	float	3.5
경도	float	3.5
높이	float	4.3
속도	int	
GPS수신상태	char	1
수평자기장	float	3.2
수직자기장	float	3.2
방향	int	

GPS에서 받은 정보는 <그림2>와 같이 현재의 위도, 경도, 속도, 방향, 자기장 값을 1초에 한번씩 표시하게 하였다. 자기장의 값은 절대 값이 아니므로 높이와 주위의 여건에 따라 달라지기 때문에 수맥 탐사할 때 탐사자가 자기장의 값과 비교 분석하기 쉽도록 면적 그래프를 이용하였다. 또한 사용자가 탐사할 때 현재 진행하고 있는 방향을 쉽게 파악하기 위해서 방향 좌표는 시각적으로 표시하게 하였다. 범위가 아주 넓은 지역에는 수맥측정 장치를 차량에 부착하여 이동하면서 측정하면 빠른 시간 내에 수맥을 측정할 수 있다.

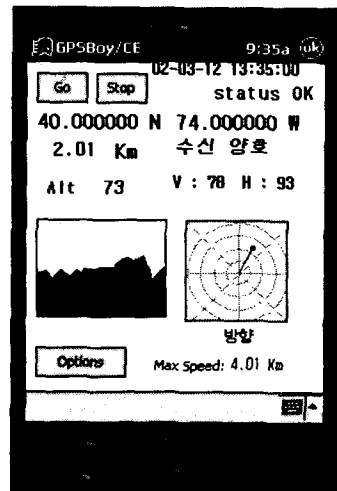


그림 2. 수맥탐사 PDA 화면

PDA에서 산출한 자료를 수맥지도로 만들기 위해서 개인 컴퓨터로 옮겨지게 된다. <그림3>은 일본 AKEMA 온천 탐사 회사에서 수맥 탐사 요청 받아 개발한 시스템을 이용하여 NASU지역에서 측정한 자료를 근거로 만든 수맥지도이다.

수맥의 지자기장 값을 파악하기 위해 식은 다음과 같다.

$$m(i) = \frac{v(i) + h(i)}{2} \dots\dots\dots(1)$$

여기에서  $v$ 은 수직자기장,  $h$ 는 수평자기장이다. 여기서 지자기장의 값은 상대적이므로  $m$  값을 모두 더한 후 평균치를 파악하여 평균치 이하이면 수맥이 있을 확률이 높다고 볼 수 있다. 그러므로 <그림3>에서 짙은 그림이 수맥이 존재할 가능성이 많다.

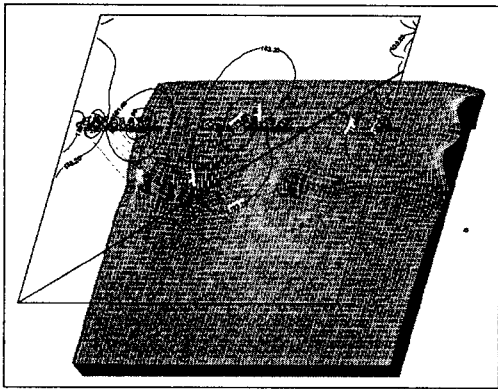


그림 3. 일본NASU지방의 수맥지도

**5. 결론**

기존의 탐사방법을 사용하면 가로와 세로의 폭이 500M의 영역에서 인원 3명이 동원되어 작업한 결과 12시간정도 시간이 소요되었다. 그러나 본 시스템으로 한 명의 인원을 이용하여 측정한 결과 불과 40분 정도로 걸렸다. 측정 장비에 의한 탐색지역의 측정 값이 PDA에 데이터베이스로 저장되므로 탐사자가 기록하는 탐색정보를 기록하지 않음으로 해서 발생하는 시간을 단축할 수 있다. 본 논문에서 GPS와 수맥 측정 장치를 연결하여 사용했는데, GIS 시스템을 구성하여 수맥측정 위치를 전자 지도에 연결하면 우리가 일상생활에서 사용하고 있는 지도 위에 수맥지도를 표현 할 수 있을 것이다. 또한 PDA의 속도가 좀 더 개선되면 수맥 지도를 컴퓨터에서 그리는 것이 아니라 PDA에서 실시간으로 그릴 수 있게 될 것이다.

**[참고문헌]**

[1] 이문호, "풍수과학이야기", 청양, 2001.  
 [2] 이춘기, 권병두, "2차원 이방성 구조의 MT 반응", 지구 물리, 2(2), pp.123-134, 대한 지구물리학회, 1999  
 [3] 권병두, 오석훈, 정호준, 임형래, 이춘기, "포항 유봉 산업 폐기물 매립지의 중력, 자력VLF 탐사", 자원 환경지질, 32(2), pp.177-187, 한국지구과학회, 1999  
 [4] 서백수, 손권익, 민동주, 권병두, "과쇄대 조사를 위한 탄성과 탐사의 적정 배열에 관한 시뮬레이션 연구", 한국 지구과학회지, 18(4), pp.312-320, 한국지구과학회, 1997  
 [5] 오석훈, 권병두, 서백수, "Simulated Annealing을 이용한 전기비저항 자료의 역산", 한국자원공학회, 34(3), pp.285-293.1997  
 [6] Enright, J. T. "Dowsers Lost in a Barn." Naturwissenschaften, 83(6):275-277, 1996.  
 [7] Enright, J. T. "Water Dowsing: the Scheunen Experiments," Naturwissenschaften, 82(8), pp. 360-369, 8/1995.  
 [8] Randi, James, "An Encyclopedia of Claims, Frauds, and Hoaxes of the Occult and Supernatural", St. Martin's Press, 1995  
 [9] 웰코리아닷컴, <http://www.well-korea.com/index11.htm>  
 [10] 사단법인 한국 물리학회의 홍보잡지, <http://mulli2.kps.or.kr/~pht/9-4/000418.htm>