

GPS를 이용한 웨어러블 개인 안전 시스템

Wearable Personal Security System Using GPS

라혁주, 김성주, 최우경, 김성현*, 전홍태
중앙대학교 전자전기공학부
*동원대학 디지털정보전자과
전화 : 02-820-5297

Hyuk-Ju Ra, Seong-Joo Kim, Woo-Kyung Choi, *Sung-Hyun Kim and Hong-Tae Jeon
School of Electrical and Electronic Engineering, Chung-Ang University
*Dept. of Digital Information Electronics, Tongwon College
E-mail : rahyukju@wm.cau.ac.kr

요 약

납치·유괴는 개인의 자유로운 활동에 많은 영향을 미치는 위협요소이다. 이러한 위협 요소로부터 벗어나기 위해서 개인의 위치를 확인할 수 있는 시스템이 절실히 필요하다. 위성 항법 시스템(Global Positioning System, GPS)은 기상 상태에 상관없이 지구 전역에서 사용가능한 효율적인 항법 시스템으로 위치정보에 대한 지표를 제공한다. GPS는 현재 지속적인 개발에 의해 수신 모듈의 소형화·고성능화가 이루어지고 있으며, 고정 또는 이동하는 시스템의 위치정보를 제공한다. GPS 시스템을 개인이 휴대하게 되면 개인의 이동경로를 확인할 수 있게 된다. 일반적으로 개인의 이동경로는 생활권역 내에 특정 지역으로 한정되는 경우가 많으며 이동경로 자체도 주된 교통수단과 맞물려 일정한 패턴을 형성한다. 이러한 이동특성에 착안하여 본 논문에서는 개인 안전을 위해 GPS의 위치정보와 소프트웨어 컴퓨팅 기법을 접목한 시스템을 휴대한 사용자의 이동경로를 학습하여 개인의 안전을 보장하는 방법을 제안한다.

1. 서론

유비쿼터스 컴퓨팅의 구현은 크게 컴퓨팅 기능의 내재화(Pervasive, Embedded)를 강화시키거나 휴대성(Portability, Mobility)을 높이는 두 가지 방향으로 개발되어 왔다. 최근에는 휴대전화, PDA, 노트북 컴퓨터 등의 휴대형 정보기기의 급속한 보급 확대에 제 2의 전성기를 맞고 있다[1]. 보급된 정보기기들의 고성능화와 휴대성을 기반으로 여러 분야에서 다양한 형태의 활용기술이 선보이고 있다. 이러한 응용기술 중에서 본 논문에서는 납치·유괴와 같은 사회범죄의 예방 차원 및 긴급 상황에서 본인의 위치를 전송할 수 있는 개인 안전 시스템에 초점을 맞추었다.

여기서 개인안전 시스템은 개인이 휴대하는 호신용 기기와는 차별화된다. 개인안전 시스템은 우선 휴대성이 좋고 현재의 위치정보를 알

수 있어야 한다. 사용자가 이동하더라도 신속하게 현재 위치를 갱신하고, 현재의 위치가 옳은 경로인지에 대해 판단하고 이에 따른 적절한 조치를 취할 수 있어야 한다.

일반적으로 개인의 이동경로는 생활권역으로 한정되는 경우가 많으며, 이동경로 자체는 일정한 교통수단, 최단거리, 편리성에 의해 일반적인 패턴으로 분류가 가능하다. 이러한 특성으로 인하여 평상시 개인의 이동은 소프트웨어 컴퓨팅 기법을 이용하여 학습 및 경로이탈에 대한 판단이 가능하다. 경로의 획득에는 위치정보 제공에 탁월한 성능을 보이는 항법 시스템인 GPS를 사용하였다[2].

본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 기법을 기반으로 하여 GPS 위치정보를 학습하고 경로의 이탈 유무와 긴급 상황·구난 등에 활용 가능한 웨어러블 개인 안전 시스템을 제안하고자 한다.

2. GPS 시스템 개요

GPS는 지구 주위를 돌고 있는 24개의 인공위성을 가지고 정확한 타이밍, 위치 그리고 속력에 대한 정보를 인공위성에서 나오는 신호를 이용해서 획득하는 것이다.

2.1. GPS 위성 시스템 구성

GPS 위성은 고도 20,200Km, 적도면에 55도의 기울기로 총 6개의 궤도에 각각 4개씩 동일한 간격으로 배치되어 약 12시간의 주기로 지구를 선회한다[3]. 이러한 위성 배치는 사용자의 3차원 위치 및 수신기 시계 오차를 계산하기 위하여 지구전역에서 최소한 4개 이상의 위성이 보이도록 특수하게 설계된 것이다.

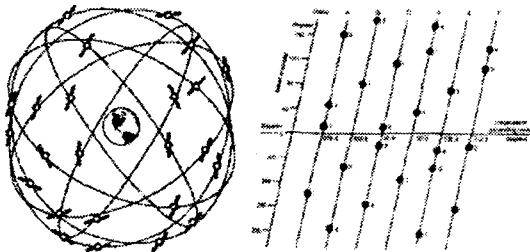


그림 1. GPS 위성 배치 및 궤도
Fig. 1. GPS satellite constellation and planar projection

2.2. GPS 수신기

GPS 수신기는 위성에서 보내오는 신호로 x , y , z 의 3차원 정보와 시간을 계산하게 된다. 본 논문에서 사용된 수신기에서는 'NMEA(National Marine Electronics Association) 0183'의 데이터 형식으로 사용자의 요구에 의해 필요한 정보를 여러 가지 메시지 형태로 제공한다[4]. 각 메시지에는 절대좌표(본 논문에서는 WGS-84(World Geodetic System 1984)방식을 사용함)와 속도, 정확한 시각, 위성 수신 상태 등의 정보가 포함되어 있다. GPS는 여러 가지의 오차 요인을 갖고 있음에도 불구하고 현재는 수평방향 위치 오차가 15~30미터 항법시스템으로는 최적의 해결책으로 제시되고 있다[2][3].

3. 소프트웨어 컴퓨팅 기법을 이용한 경로 학습

3.1 신경망

신경망은 학습을 통한 상황판단 및 추론의 능력이 뛰어난 소프트웨어 컴퓨팅 기법이다[5][6]. 이

러한 특징을 이용하여 개인의 이동경로에 대해 초기 주행단계에서 수집된 데이터를 기반으로 학습을 수행하며 경로 이탈 유무를 판단한다.

3.2 신경망의 구성

GPS 수신기에서 얻은 '절대좌표'를 입력으로 하며, '사용자 이동 경로'를 신경망의 목표값으로 설정한다. 2개의 클래스 구분을 갖는 '2차원 입력 공간 Pattern classification 문제' 해결을 위해 사용자의 이동경로의 학습을 위한 신경망을 구성으로 한다. 신경망의 출력 y 는 특정 임계값을 기준으로 입력을 분류한다[6].

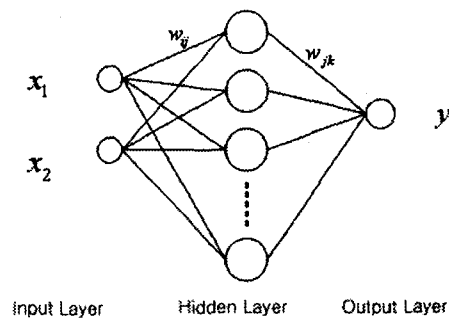


그림 2. 다층 신경망
Fig. 2. Multilayer Neural Network

본 논문에서는 40개의 입력데이터 패턴을 사용하여 학습을 진행하였다. 은닉층의 노드는 여러번의 실험을 통하여 최상의 해를 도출하는 구조를 선택하였고, 이때의 노드수는 14개이다.

3.3 경로 학습 과정

GPS 데이터의 위치 정보를 나타내는 데이터 형식은 다음과 같다(GGA 메시지의 경우)[4].

표 1. GPS 수신기 일반 메시지 형식
Table 1. GPS receiver general data format

정보	형식	요약
UTC	hhmmss.sss	세계표준시
Latitude	ddmm.mmmm	d:도, m:분
N/S indicator	1: N, 0:S	N:북위, S:남위
Longitude	dddmm.mmmm	d:도, m:분
E/W indicator	1:E, 0:W	E:동경, W:서경
Altitude	h.h	해수면기준고도

초기주행에서 GPS 수신기로부터 얻어진 원시 데이터는 신경망의 입력으로 사용이 가능한 데이터의 형식으로 변환하는 GPS 데이터 후처리 과정을 거치게 된다. 이 데이터는 개인 사용자

의 이동경로 패턴을 형성하게 되며, 신경망의 학습데이터로 사용한다. 학습방법은 일반적인 다층 신경망의 학습에 사용되는 오차 역전파 학습 알고리즘(Back-propagation Algorithm, BP)을 사용하였다[5][7].

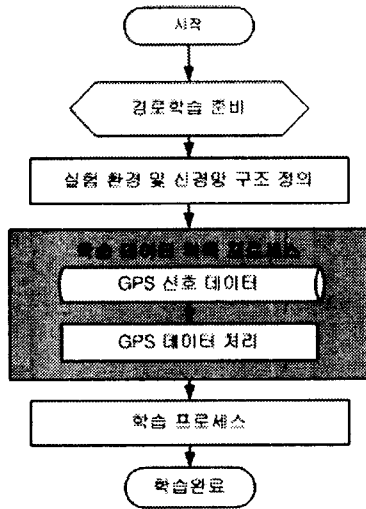


그림 3. 학습 과정
Fig. 3. Learning Process

학습에 필요한 출력층의 오차(E)는 식 (1)과 같이 구한다.

$$E = \frac{1}{2} \cdot \sum_k (d_k - y_k)^2 \quad (1)$$

여기서, d_k 는 출력단 k 번째 뉴런의 목표 값이며, y_k 는 출력단 k 번째 뉴런의 실제 출력 값을 나타낸다.

연결강도의 변화량은 경사 하강법(gradient-descent method)에 의해 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} \Delta w_{kj} &= -\eta \cdot \frac{\partial E}{\partial w_{kj}} \\ &= -\eta \cdot \frac{\partial E}{\partial v_{kj}} \cdot y_j \\ &= \eta \cdot \delta_k \cdot y_j \end{aligned} \quad (2)$$

$$\delta_k = (d_k - y_k) \cdot f'(v_k) \quad (3)$$

여기에서,

$$f'(v_k) = \frac{\partial f(v_k)}{\partial v_k} \quad (4)$$

이다. 또한 η 는 학습률을 나타내고 δ_k 는 역방향으로부터 전달되어 오는 오차이다. 위 식에 의한 출력단에서의 연결강도 변화와는 달리 중간층에서의 연결강도 변화량 ΔW_{ji} 는 다음 식에 의해 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} \Delta w_{ji} &= -\eta \cdot \frac{\partial E}{\partial w_{ji}} \\ &= \eta \cdot \delta_j \cdot y_i \end{aligned} \quad (5)$$

$$\delta_j = f'(v_k) \cdot \sum_k (\delta_k \cdot w_{kj}) \quad (6)$$

각 층에서의 새로운 연결강도들은 최종적으로 다음 식에 의해 조정된다.

$$w_{kj}(t+1) = w_{kj}(t) + \Delta w_{kj} \quad (7)$$

$$w_{ji}(t+1) = w_{ji}(t) + \Delta w_{ji} \quad (8)$$

여기서, 위의 식을 출력단에서 입력단까지 계속적으로 반복하면 각 뉴런의 출력 오차가 감소하도록 연결강도가 변하게 되며 정해진 오차범위에 이르게 되면 학습이 완료된다[5][8].

4. 시스템 구성

아래는 본 논문에서 제안한 시스템의 전체 구성도이다.

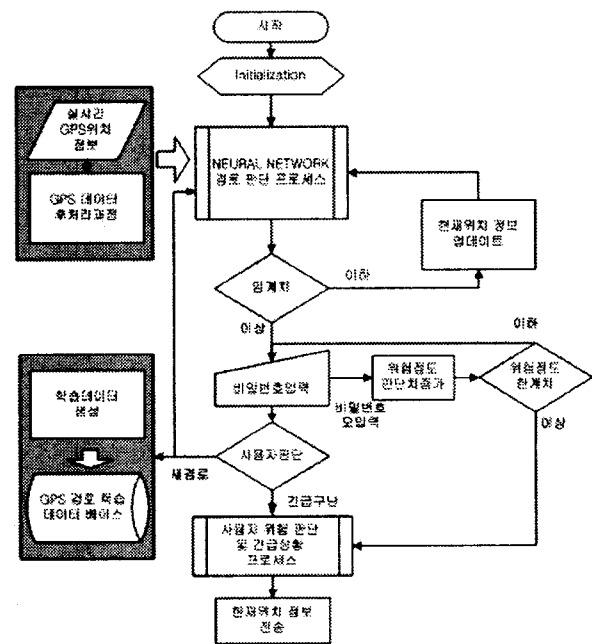


그림 4. 전체 시스템 구성도
Fig. 4. System diagram

GPS수신기로부터 받은 절대 좌표를 사전 학습된 신경망에 의해 사용자의 현재 이동 경로에 대해 이탈 유무를 판단한다. 이탈 유무에 따라서 현재 위치정보를 갱신하는 프로세스와 이탈에 따른 사용자와의 인터페이스 부분으로 구분한다.

현재 위치정보는 사용자가 목적지까지 가는 동안의 현재 정보를 기억하는 것으로 비상시에는 사용자의 실시간 위치정보를 알리기 위한 방

편으로 사용된다. 사용자 인터페이스 부분에서는 미리 입력된 사용자 암호로 비상시 타인에 의한 조작을 방지할 수 있게 하였다. 비밀번호 오입력시에는 오입력 횟수를 카운트하여 타인에 의한 조작유무를 판단할 수 있게 함으로서 최종적으로 위험판단 프로세스에 가중할 수 있게 구성하였다. 사용자의 의도에 의한 새로운 경로 데이터 구성 및 긴급 상황으로 판단하여 현재의 위치 정보를 전송할 수 있게 함으로써 위험상황과 긴급 상황을 구분할 수 있다.

5. 시뮬레이션

GPS 수신기를 장착한 PDA를 사용하여 시뮬레이션을 진행하였다. PDA는 무선랜이 내장되어 무선네트워크 환경에서 UDP를 사용하여 특정 서버로 위치정보와 상황을 전송할 수 있다. 프로그래밍 언어는 embedded visual C++로 PDA 기반에서 모든 동작이 이루어지도록 구성하였다[9][10].

시뮬레이션은 성인의 도보 10분정도의 거리를 15초 단위로 40개의 위치정보를 확보하고 학습 프로세스를 진행한다. 이후 실제 주행에서 실시간으로 입력되는 데이터를 미리 학습된 신경망에 입력하여 기존 경로의 패턴과 유사한 정도를 출력한다. 시뮬레이션 상에서 경로를 이탈하였을 경우 신경망 출력의 임계값에 따라 경로 이탈정도를 조절할 수 있으며, 이탈이 확인되면 사용자의 입력을 요구하는 항목이 동작된다.

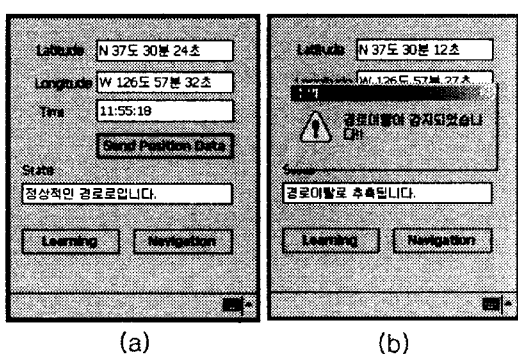


그림 5. 시뮬레이터 (a)정상 주행, (b)경로 이탈

Fig. 5. Simulator (a)on the right path, (b)wrong path

6. 결론 및 향후 과제

본 논문에서 제안한 개인안전 시스템은 개인의 안전을 위한 호신용 도구와는 차별성을 갖는

다. 그리고 사생활 침해, 감시 등의 악용우려의 소지가 있는 만큼, 휴대한 시스템에서 필요에 의한 위치 정보 전송으로 한정하였다.

신경망을 기반으로 한 학습 모듈은 전체의 경로데이터를 저장하지 않은 상태에서도 실시간으로 경로 이탈 유무를 판단하였다. 또한 GPS 자체의 오차 및 수신기의 감도 오차에도 적절한 강인성을 확보할 수 있다. 제안 시스템에는 개인의 휴대를 목적으로 무선랜과 GPS 수신기를 이용한 PDA기반으로 구현하였으나, 더욱 확실한 사용자의 편의를 위해서는 보다 소형화가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

본 시스템은 독거노인(獨居老人), 장애인, 어린이, 청소년과 같은 상대적 약자뿐만 아니라 특수 업무를 수행하는 경찰, 정찰병 등 많은 분야에서 활용이 가능할 것으로 기대된다.

감사의 글 : 본 논문은 산업자원부 차세대 신기술 개발사업(#13078)에 의해 지원받았습니다.

7. 참고문헌

[1]김재윤, 유비쿼터스 컴퓨팅: 비즈니스 모델과 전망, 삼성경제연구원, 2003.
 [2]David Wells, *Guide to GPS Positioning*, Canadian GPS Associate, 1999.
 [3]Elliott D.Kaplan, *Understanding GPS Principles and Applications*, Artech House Publishers,1996.
 [4]<http://www.kh-gps.de/nmea-faq.htm>
 [5]Simon Haykin, *Neural Networks - A Comprehensive Foundation 2nd edition*, Prentice Hall, 1999.
 [6]강훈, *지능 정보 시스템*, 대영사, 2001.
 [7]J. Jang, *Neuro-Fuzzy and Soft Computing*, Prentice Hall, 1997.
 [8]오창석, *뉴로컴퓨터*, 내하출판사, 2000.
 [9]엔슬래시닷컴, *Windows CE Programming*, 삼양출판사, 2001.
 [10]여인춘, *임베디드 비주얼 C++*, 정보문화사, 2002.