

위치정보 기반의 경로 학습 및 이탈 판단을 위한 소프트 컴퓨팅 기법

Soft-computing Method for Path Learning and Path Secession Judgment using Global Positioning System

라 혁 주, 김 성 주, 최 우 경, 전 홍 태
(Hyuk-Ju Ra, Seong-Joo Kim, Woo-Kyung Choi and Hong-Tae Jeon)

Abstract – It is known that Global Positioning System(GPS) is the most efficient navigation system because it provides precise position information on the all areas of Earth regardless of metrology. Until now, the size of GPS receivers has become smaller and the performance of receivers has become higher. So receivers provide the position information of not only static system but also dynamic system. Usually, users make similar movement trajectory according to their life pattern and it is possible to build up efficient database by collecting only the repeated users' position. Because position information calculated by the receiver is erroneous about 10~30m within 5% error tolerance, the position information is oscillated even on the same area. In this paper, we propose the system that can estimate whether users are out of trajectory or in dangerous situation by soft-computing method.

Key Words :Global Positioning System, Neural Network, Position Information, Path Learning, Soft-computing

1. 서 론

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 확대로 제 2의 전성기를 맞고 있다[1]. 보급된 정보기기들의 고성능화와 휴대성을 기반으로 여러 분야에서 다양한 형태의 활용기술이 선보이고 있다. 이러한 응용기술 중에서 본 논문에서는 PDA와 GPS 수신기(Global Positioning System Receiver)를 이용한 위치정보 기반의 경로이탈감지 시스템을 제안하고자 한다.

일반적으로 이동하는 물체의 경로는 경로의 최단거리, 이동의 편리성 등에 의해 일반적인 패턴으로 분류가 가능하다. 이러한 특성으로 인하여 평상시 이동경로는 소프트 컴퓨팅 기법을 이용하여 학습 및 경로이탈에 대한 판단이 가능하다. 경로의 획득에는 위치정보 제공에 탁월한 성능을 보이는 항법 시스템인 GPS를 사용하였다[2].

GPS 위치정보의 경우 2000년 5월 1일 이후로 고의적인 잡음성분인 S/A(Selective Availability)가 제거되어 Stand alone Positioning(외부 도움 없이 수신기만으로 위치정보를 획득하는 방식)의 경우에는 10~30m정도의 위치 오차가 95%의 위치 확률의 분포를 갖고 있다. 그러므로 고정된 위치에서도 GPS 위치 정보의 경우에는 변화가 나타나게 된다.

이동체의 GPS 위치정보는 위와 같이 오차가 존재하는 이

유로 인해 이동체의 경로 자체의 데이터는 매번 같은 경로에 대해서도 같을 수 없게 된다. 그러므로 소프트 컴퓨팅 기법 중에 하나인 신경망을 이용하여 경로 자체를 학습하고 실제 주행에서 경로이탈 유무를 판단 할 수 있다.

2. 이론적 배경

2.1. GPS 위성 시스템 구성

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

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.

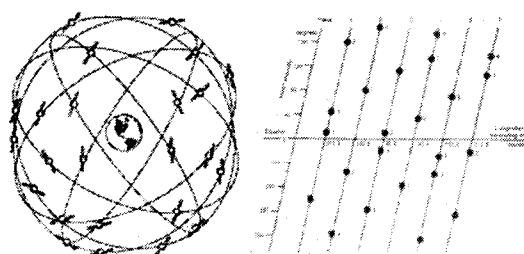


그림 1. GPS 위성 배치 및 궤도

Fig. 2. GPS satellite constellation and planar projection

저자 소개

羅 赫 周 : 中央大學 電子電機工學府 碩士課程

金 成 柱 : 中央大學 電子電機工學府 博士課程

崔 佑 卿 : 中央大學 電子電機工學府 博士課程

全 洪 兌 : 中央大學 電子電機工學府 正教授 · 工博

2.2. GPS 수신기

GPS 수신기는 위성에서 보내오는 신호로 x, y, z의 3차원 정보와 시간을 계산하게 된다. 본 논문에 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].

2.3 소프트 컴퓨팅 기법을 이용한 경로학습

신경망은 학습을 통한 상황판단 및 추론의 능력이 뛰어난 소프트 컴퓨팅 기법이다[5][6]. 이러한 특징을 이용하여 개인의 이동경로에 대해 초기 주행단계에서 수집된 데이터를 기반으로 학습을 수행하며 경로 이탈 유무를 판단한다.

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].

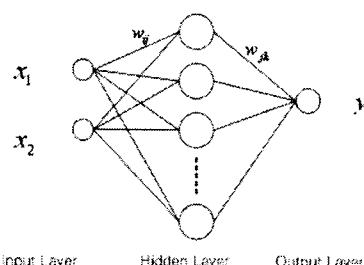


그림 2. 다층 신경망

Fig. 3. Multilayer Neural Network

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

$$\begin{cases} \text{if } O_i > 0.7 & O_i \text{ is classified to ON.} \\ \text{if } O_i < 0.3 & O_i \text{ is classified to OFF.} \end{cases} \quad (1)$$

Otherwise "Undecided".

위 조건식은 신경망의 출력에 대한 패턴 분류에 대한 정의로서 ON은 올바른 경로임을 나타내며, OFF는 경로를 이탈하였다를 보여준다. 그러나 $0.3 < O_i < 0.7$ 의 범위에서는 분류자체를 하지 않게 함으로써, 성급한 판단에 의한 시스템 오동작을 막을 수 있다.

2.4 학습 과정

학습방법은 일반적인 다층 신경망의 학습에 사용되는 오차 역전파 학습 알고리즘(Back-propagation Algorithm, BP)을

사용하였다[5][7].

학습에 필요한 출력층의 오차(E)는 식 (1)과 같이 구한다.

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

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.

$$\begin{aligned} \Delta w_{kj} &= -\eta \cdot \frac{\partial E}{\partial w_{kj}} \\ &= -\eta \cdot \frac{\partial E}{\partial v_{kj}} \cdot y_j \\ &= \eta \cdot \delta_k \cdot y_j \end{aligned} \quad (3)$$

$$\delta_k = (d_k - y_k) \cdot f'(v_k) \quad (4)$$

여기에서,

$$f'(v_k) = \frac{\partial f(v_k)}{\partial v_k} \quad (5)$$

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.

$$\begin{aligned} \Delta w_{ji} &= -\eta \cdot \frac{\partial E}{\partial w_{ji}} \\ &= \eta \cdot \delta_j \cdot y_i \end{aligned} \quad (6)$$

$$\delta_j = f'(v_k) \cdot \sum_k (\delta_k \cdot w_{kj}) \quad (7)$$

각 층에서의 새로운 연결강도들은 최종적으로 다음 식에 의해 조정된다.

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

$$w_{ji}(t+1) = w_{ji}(t) + \Delta w_{ji} \quad (9)$$

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

3. 시스템 구성

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	세계 표준시
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	해수면 기준고도

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

사용자의 이동경로 패턴을 형성하게 되며, 신경망의 학습데이터로 사용한다.

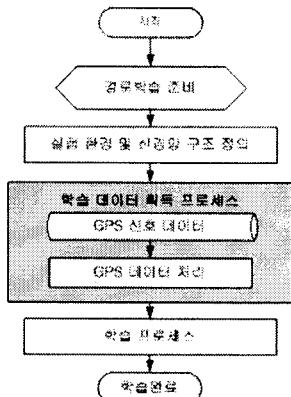


그림 3. 학습 과정

Fig. 4. Learning Process

아래는 본 논문에서 제안한 시스템의 전체 구성도이다.

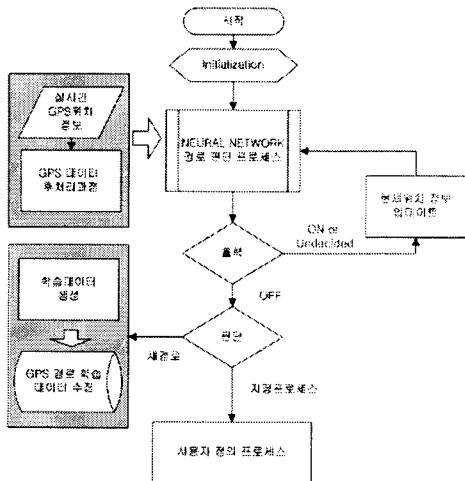


그림 5. 전체 시스템 구성도

Fig. 4. Block diagram

GPS수신기로부터 받은 절대 좌표를 사전 학습된 신경망에 의해 사용자의 현재 이동 경로에 대해 이탈 유무를 판단한다. 현재 위치정보는 사용자가 목적지까지 가는 동안의 현재 정보를 기억하는 것으로 비상시에는 사용자의 실시간 위치정보를 알리기 위한 방편으로 사용된다. 이동경로 이탈이 감지되면 판단에 의해 새로운 경로 학습 데이터로 구성을 할 수 있고 만약 그렇지 않을 경우에는 사용자가 정의 하는 프로세스로 넘어갈 수 있다.

4. 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 기준 경로의 패턴과 유사한 정도를 출력한다. 시뮬레이션 상에서 경로를 이탈하였을 경우 신경망 출력의 임계값에 따라 경로 이탈 정도를 조정할 수 있다.

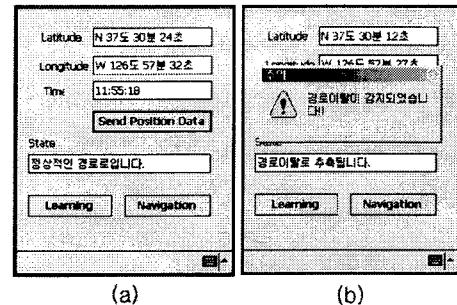


그림 5. 시뮬레이터 (a)정상 주행,
(b)경로 이탈

Fig. 6. Simulator (a)on the right path,
(b)wrong path

5. 결론 및 향후 과제

본 논문에서 제안한 소프트 컴퓨팅 기반의 이동경로 학습 및 경로이탈 판단 기법은 많은 분야에서 활용이 가능할 것이다. 특히 현재의 휴대전화 기지국을 이용한 각종 서비스를 대체할 수 있는 기술로 자리 잡을 수 있을 것이다. 현재 시뮬레이션을 위해서 구성한 PDA와 GPS 수신 모듈을 더욱 휴대가 간편한 장치로 구성하고 다른 기기(예를 들면 휴대전화)에 삽입될 경우 그 진가를 발휘할 것이다.

특히 제안한 방법은 많은 양의 데이터를 저장하는 것이 아니라, 신경망의 각 노드의 가중치만을 저장하고 있으므로 메모리의 양을 최소화할 수 있다.

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

참 고 문 헌

- [1] 김재윤, 유비쿼터스 컴퓨팅: 비즈니스 모델과 전망, 삼성 경제연구원, 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.