

휠체어 사용자의 안전 이동을 위한 안내 시스템

전세홍, 노용덕
세종대학교 컴퓨터공학과
e-mail : goodshot31@naver.com

The Guide System for Wheel Chair User's Safe Movement

Se-hong Jun, Yong-Deok Noh
Dept. of Computer Engineering, Sejong University

요 약

휠체어 사용자의 이동을 방해하는 요소에는 도로의 경사도, 보도 턱과 같은 물리적인 장벽이 있다. 하지만 물리적 장벽을 직접적으로 제거하기에는 한계가 있고, 힘든 곳들도 많다. 이러한 도로 사정 속에서 휠체어 사용자들의 이동상의 어려움을 줄이기 위해 목적지까지 안전하게 이동 가능한 길에 대한 정보를 제공하는 시스템, 가디안을 제안한다. 가디안은 웹 상의 지도 서비스에 수치지도의 정보를 추가하여 도로 경사도 및 기타 장애시설의 정보를 제공한다. 또한, 도로마다 색상의 농도에 따른 안전함의 정도를 표시하고, 사용자 참여기능을 이용하여 도로의 돌발상황 상태를 입력하고 확인할 수 있으며, 보호자와의 실시간 연결 기능을 통해 혼자서 이동하는 두려움을 제거하여 안전한 이동의 완성도를 추구하였다. 여기서는 가디안 시스템의 구조 및 구현을 보인다.

1. 서론

인간의 기본권에는 이동권과 보행권이 있다. 서울특별시 보행권 확보와 보행환경 개선에 관한 조례 제 2 조(정의)에 의하면 “보행권이라 함은 보행자가 안전하고 쾌적하게 걸을 수 있는 권리를 말한다.”고 하였다. 그리고 이동권은 일반적으로 알려진 접근권(rights to access)과 함께 쓰이거나, 접근권의 하위 권리로 이해되기도 한다. 접근권의 하위 개념 중 물리적 장벽을 없애는 것으로서의 권리 중 하나가 이동권이라 할 수 있다[1]. 일반인의 대부분은 이동권에 대해 제약을 받지 아니한다. 하지만 대다수의 보행약자는 그들이 가진 장애로 인해 자유롭게 이동하지 못하고, 그로 인해 경제적, 사회적으로 소외되어 왔다. 현재의 지도 시스템은 일반인을 기준으로 하고 있기 때문에 휠체어 사용자들의 이동 제약요소인 협소한 노폭과 불안정한 노면, 구역과 구역을 단절시키는 턱에 대한 정보는 나오지 않는다. 또한 현재의 보도는 휠체어 사용자와 같은 보행약자가 완전하게 사회에 참여하는 것을 제약하는 요소가 많고, 장애를 갖지 않은 사람을 중심으로 한 물리적인 시설의 한계로 더 보행약자를 좁은 공간에 고정시키고 있다.[2] 여기서는 .NET 환경하에서 수치지도를 이용한 분석을 통해 휠체어 사용자들의 이동 제약요소인 보도 턱, 경사로 등을 분석한 새로운 형태의 장애인 지도 서비스인 가디안(Guardian)에 대하여 논하고자 한다.[3]

2. 기존의 휠체어 사용자의 이동을 위한 해결 방안

대표적 보행 약자인 휠체어 사용자들의 이동권 문제

를 해결하기 위해 편의시설 설치에 관한 법률이 1998년 4월부터 시행됨에 따라 편의시설 설치를 편의 증진법으로 규정하기 시작하였다[4][5]. 또한 보다 편리한 수직이동이 용이할 수 있도록 지하철 엘리베이터, 에스컬레이터 설치 등으로 보편적 설계 개념을 도시시설 정비에 도입하고 있으며, 2003년부터는 저상 버스의 도입을 의무화하여 간선버스 중심으로 차근차근 그 단계를 밟아가며 보행약자가 불편 없이 이동할 수 있도록 노력하고 있다.[6]

보행약자를 위한 연구는 꾸준히 연구되고 있다. 한국해양연구원에서는 해양수산부의 지원을 받아 2005년부터 정상적인 거동이 가능한 사람들을 중심으로 설계된 여객시설을 보행약자가 이용하는데 적절한 수준의 안전성을 확보하고 각종 설비 설치기준 및 관련 설비의 개발을 시작하였다.[7] 국토해양부에서는 신체적 장애우나 고령자들을 위한 도로설계에 대한 연구나 운송수단에서의 이들을 위한 편의 시설에 대한 연구를 진행하고 있다.[8] 이처럼 많은 기관에서 보행약자를 위한 이동편의시설의 개발을 목표로 연구를 하고 있지만, 여기서 간과하기 쉬운 것은 휠체어 사용자들이 집 밖으로 나와 외부 시설이 있는 지점까지의 접근이 힘들다는 점이다. 이는, 휠체어 사용자들의 이동에 장애가 되는 요소인 계단, 도로 턱, 경사도와 같은 물리적인 장벽과 장애인 편의시설의 위치, 편의시설을 보유한 건물의 수도 부족하기 때문이다. 실제로 그림 1은 휠체어의 이동을 위해 횡단 보도 앞의 보도 턱을 낮추었지만, 블라드가 길을 막아 이동을 방해하는 모습이다. 이런 모습은 제반 시설 법제화 정책이 잘못 적용된 부분이다. 또한 경사도가 높아 휠

체어의 이동이 불가능한 장소이다. 하지만 이런 장소는 정책적으로 해결하기 힘든 부분이다. 이를 위해 인터넷이나 전화를 통한 민원신고가 해결책이지만 전체를 해결하기에는 역부족이다. 휠체어 사용자들의 이동을 위한 해결책으로는 휠체어 승강기가 있는 특수 차량을 통한 이동이나 장애인 콜택시가 최우선이다. 따라서 근본적으로 휠체어 사용자가 거주하는 곳으로부터 대중교통시설이 있는 곳까지의 이동할 수 있는 보도를 보장해야 하며, 휠체어 사용자가 이동하고 싶은 곳에서의 자유로운 이동, 그리고 건축구조물 내부에 있는 시설 또한 자유롭게 이용할 수 있는 종합적인 방안이 논의되어야 한다. 이러한 관점에서 가디안 시스템은 기존의 보행약자를 위한 방안에서 기존의 하드웨어적인 접근보다 소프트웨어적인 측면에서 문제해결을 시도하였다.



(그림 1) 잘못 적용된 정책 및 해결하기 힘든 예

3. 가디안 시스템

가디안 시스템은 일종의 지리정보 시스템이다. 가디안 시스템에서는 웹 상의 지도 서비스에 수치지도의 정보를 추가하여 도로 경사도 및 기타 장애시설의 정보를 제공한다. 또한, 도로마다 색상의 진하기에 따른 안전함의 정도를 표시하고, 사용자 참여를 통해 도로의 돌발상황 상태를 입력하고 실시간으로 확인할 수 있으며, 보호자와의 실시간 연결을 통해 혼자서 이동하는 두려움을 없애 안전한 이동의 완성도를 높이도록 설계하였다.

3.1 가디안 시스템의 구조

가디안 시스템은 수치지도를 분석하여 도로상의 시설물과 도로에 관련된 정보를 전처리 하는 부분, 사용자 참여에 의해 새로운 정보를 입력 받으며 휠체어 사용자의 이동 경로 자료를 공유하도록 처리하는 부분, 위치 정보를 수신 받아 처리하는 부분, 휠체어를 사용하여 이동 가능한 경로 및 장애물 정보를 획득하는 부분으로 나누어져 있다.

첫 번째 수치지도 분석 부분에서는 수치지도에서 휠체어 이동 가능한 경사도인 12 도를 넘지 않는 도로 정보를 모두 추출하고, 장애 복지 시설 및 횡단보도, 장애인 엘리베이터와 같은 편의시설의 정보를 데이터베이스에 저장한다. 수치지도란 지리적인 정보를 컴퓨터를 이용하여 수치화하고 이에 연관된 속성정보를 그 지도 사상에 테이블 형태로 저장하여 다양한 분석과 저장, 변환이 가능하게 만들어진 파일 형태의 디

지털 지도를 말한다. 우리나라의 수치지도는 전국적으로 만들어져 있으며, 크기 별 다양한 버전으로 판매되고 있다. 두 번째 부분에서는 지도에 표시되어 있지 않은 물리적, 돌발적 장애물과 장애인 화장실, 등 사용자 참여를 통한 정보와 가디안을 사용하는 휠체어 사용자들의 이동 경로 누적 수치를 저장하고, 지도상에 안전함의 정도를 확인하여 데이터 베이스에 저장하게 된다. 이로써 초기의 가디안 웹 서버가 완성된다. 세 번째 부분에서는 가디안 사용자의 GPS 를 이용하여 현재 내 위치 정보를 수신 받아 지도에 표시하고, GPS 수신 오차를 줄이기 위해 수치지도에서 추출한 도로 중심선을 사용하게 된다. 그림 2 는 가디안 시스템의 구조를 도식화 한 것이다.



(그림 2) 가디안 시스템의 구조

3.2 가디안 웹 서버와 입출력 장비

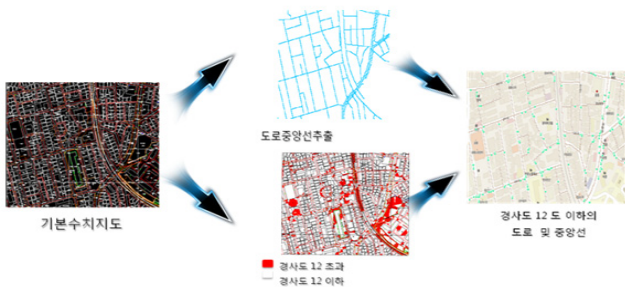
가디안 웹 서버는 기본적인 지리 정보 제공 외에 휠체어 사용자가 이동을 하면서 누적한 도로정보와 장애인 화장실 및 엘리베이터와 같은 장애인 편의시설, 보도 턱과 같은 물리적 장애물의 위치 정보를 입력 받고, 처리하여 화면에 출력하는 역할을 한다. 그리고 휠체어 사용자가 실시간으로 이동 경로와 사용 가능한 편의시설 및 장애물의 정보를 입력 받아 데이터 베이스에 저장한다. 이렇게 축적된 경로 자료는 그 양에 따라 색의 진하기에 변화를 주어 출력하여 휠체어 사용자가 한눈에 안전한 이동 경로를 선택할 수 있도록 돕는다.

가디안에서는 GPS 를 포함하고 있는 스마트폰을 기본 입출력 장비로 사용하는 것을 전제로 하고 있다. 이는 스마트폰 사용이나 점유율이 매년 높아지고 있기 때문이다. 2008 년에 Canals 에서 발표한 결과에 따르면 동기 대비 스마트폰의 점유율은 28% 상승했다. 하지만 이와 같은 장비는 UMPC 와 GPS 조합이나, PDA 와 GPS 조합으로 대체하여 사용될 수 있다. 여기에 웹 서버와의 연결은 지역적으로 제한이 없어지고 있는 와이브로를 사용하였다. WIFI 를 이용하여 무선 인터넷을 지원하는 방법 등을 이용할 수 있다. 이처럼 무선 인터넷과 GPS 가 탑재된 가디안을 통해서 시스템을 구현한다. 결과적으로 가디안은 기존에 사용하고 있는 스마트폰에 GPS 와 웹 서버 구축 비용만 사용하게 되기 때문에 추가 비용 없이 저렴하게 이용할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

4. 가디안 시스템의 구현

4.1 수치지도 분석을 통한 이동 제약 요소 추출

휠체어 사용자들의 이동에 불편사항으로 표 1 과 같이 계단, 도로 턱, 경사도, 보도 폭과 같은 물리적 장벽과 지하철 및 저상 버스 등 대중 교통환경의 접근성 부족이라는 두 가지 항목이 있다. 경사도와 같은 물리적 장벽에 해당하는 정보는 수치지도에 저장되어 있다. 가디안에서는 수치지도에 저장된 경사도, 도로 중앙선, 장애물 및 편의시설의 위치 정보를 GIS 시스템을 통해 추출하고, 분석 및 좌표변환을 이용하여 가디안 지도상에 적용하게 된다. 그림 3 은 수치지도의 경사도 및 도로 중앙선 정보를 추출하여 분석하는 과정을 표현한 것이다. 경사도는 휠체어가 이동 가능한 12 도 이하의 모든 도로 정보와 내 위치를 표시할 도로 및 골목의 도로 중앙선을 추출하여 지도 서비스에 적용시킨 모습이다.



(그림 3) 가디안의 수치 정보 처리 과정

모든 정보는 수치지도 정보 추출 및 좌표변환 프로그램을 통해 자동화 할 수 있다. 이를 위해 먼저 ArcGIS 시스템을 이용하여 기본적인 수치지도 데이터에서 도로의 중앙선과 지도상의 모든 경사도를 추출하여 2 개의 엑셀파일로 저장한다. 이 자료는 각각에 해당하는 도면상의 좌표이기 때문에 지도 시스템에 바로 적용할 수가 없다. 따라서 별도의 좌표 변환 프로그램을 통해 엑셀 파일내의 자료를 지도 시스템에서 적용 가능하도록 좌표를 변환시킨다. 변환된 값을 웹 상의 지도 시스템에 적용하면 도로의 경사도 및 도로 중앙선의 정보를 지도에 확인할 수 있다.

4.2 누적된 이동 정보에 의한 안전한 경로 확인

안전한 경로를 확인하기 위해 가디안에서는 크라우드소싱(CrowdSourcing)이라는 개념을 사용하였다. 이 개념은 휠체어 사용자라는 집단지성을 활용하는 웹 2.0의 개념으로 이를 활용하여 사용자 이동 경로의 이용 횟수를 누적한다. 가디안에서 안전한 경로의 판단은 휠체어 사용자의 도로 이용 횟수를 기준으로 하며, 색의 진하기의 차이를 두고, 지도에 표시한다. 사용자 이동 경로 정보는 GPS 를 통해 현재 위치한 해당 도로를 찾고, 도로의 이용 횟수를 자동으로 서버에 누적 시키게 된다. 도로 이용 횟수의 갱신 주기는 프로그램을 시작할 때 서버로부터 정보를 수신 받아 적용되고 있으며, 추후 실시간으로 적용하여 사용자들보다 빠르게 안전함의 정도를 확인할 수 있도록 진행

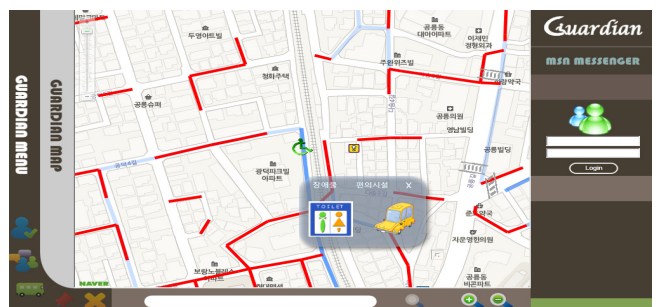
한다. 그리고 휠체어 사용자가 이동 가능한 도로 경사도가 12 도 이하이며, 그 이상의 경사도는 붉은 색으로 표시하여 이동의 위험을 알린다. 이때, 지역별 휠체어 사용자의 분포와 도로의 총 이용횟수가 다르기 때문에 지역별로 분할하여 도로 이용 도로 이용 횟수의 기준을 판단하게 된다. 그림 4 는 휠체어 사용자의 이용횟수를 누적하여 각각에 해당하는 색의 진하기의 차이와 높은 경사도로 인해 이동이 위험한 지역 및 기타 물리적, 돌발적 장애물의 정보를 표시한 모습이다.



(그림 4) 가디안의 이용횟수 누적 장면

4.3 사용자 참여를 통한 장애물, 편의시설 추가

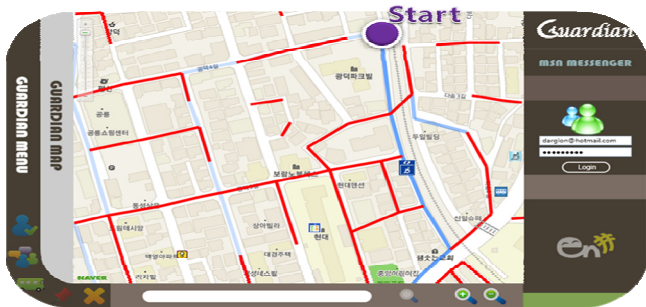
가디안 시스템은 휠체어 사용자가 직접 장애물 및 편의시설 정보를 추가적으로 추가할 수 있다. 기본 정보와 다르게 주변 상황들은 실시간으로 변하게 된다. 보도 턱과 같은 물리적 장애물은 제거 되기 전에는 위치의 변화가 없지만, 갑작스런 보도 공사, 불법 주차 및 노점상으로 인해 휠체어의 이동이 불편하게 되는 경우가 발생한다. 이처럼 돌발적인 장애물이 만들어지는 경우, 가디안은 사용자 참여를 통해 스스로 정보를 추가할 수 있고, 확인할 수 있다. 사용자 참여는 지금까지 사용되는 NaverMap, YahooMap 등의 지도 서비스에서 부족하다고 지적되는 부분이기도 하다. 하지만 매년 정확한 정보만 업로드 되기는 힘들다. 공사가 끝났지만 그대로 지도상에 장애표시가 되어 있거나, 돌발적인 장애물이 사라지고 난 후에도 지도상에 제거가 되지 않을 경우 사용자의 혼란을 초래할 수 있다. 이를 위해 잘못된 정보가 입력되었을 경우 이를 확인 후 다른 사용자가 수정하거나 삭제할 수 있게 되었으며, 공사장의 경우 기한을 설정하여 자동 삭제할 수 있도록 하였다. 그림 5 는 사용자가 실시간으로 장애물 및 편의시설의 정보를 추가하고 있다.



(그림 5) 참여를 통한 장애물 및 편의시설 추가

4.4 가디안 시스템의 적용 예

실제로 적용사례 지역으로 서울시 노원구 태릉입구역 공릉동 일대의 주택가 및 도로변의 인도를 선택하였다. 휠체어 사용자의 이동 경로는 공릉동내 광덕파크빌에서 장애인 엘리베이터가 있는 태릉입구역 2번 출구로 정하였다. 일반인들의 경우 출발지에서 경사도가 있는 빠른 길을 선택하여 출발할 수도 있지만 휠체어 사용자들은 높은 경사도로 인하여 경사도가 없는 길을 따라 돌아가야만 한다. 실제 가디안을 통해 휠체어 사용자는 출발지에서 이동 가능한 길을 한눈에 확인하고, 이동할 수 있다. 그림 6은 실제 공릉동 광덕파크빌에서 가디안 시스템을 적용한 모습이다.



(그림 6) 실제 가디안을 적용한 모습

가디안을 통해서 붉은색 길은 위험하기 때문에 갈 수 없다는 것과 이동 가능한 길인 푸른색 길을 확인할 수 있고, 진하기를 통해서 더 안전한 길을 선택할 수도 있다. 위의 경우 빠른 왼쪽 길을 이용한다면 좋겠지만 경사도로 인해 이동이 불가능하다는 것을 확인하고, 거리는 멀지만 안전한 아래쪽의 푸른색 길을 이용하면 목적지까지 갈 수 있다는 것을 확인 가능하다. 또한 이동하는 길의 장애인 화장실 및 편의시설의 위치를 확인하고, 태릉입구역의 장애인 엘리베이터 위치도 확인하였다. 돌발상황을 대비하여 보호자와 메시지를 통해 실시간 연락이 가능하다. 의도한대로 가디안 시스템을 통해 휠체어 사용자는 출발지에서 목적지까지 이동 가능한 길을 통해 혼자서 안전하게 이동할 수 있음을 확인하였다.

5. 결론

본 논문에서는 휠체어 사용자들의 이동권을 제약하던 도로 턱과 같은 물리적 장애물의 정보를 알려주고, 지역별 이동 누적 횟수를 통하여 이동 가능한 안전한 길을 표시해주는 새로운 지도 서비스인 가디안을 제시하였다. 가디안은 일반 웹의 지도 서비스에 수치지도를 분석하여 휠체어의 이동이 위험한 보도 및 도로의 경사도를 추출하여 지도에 자동으로 표시한다. 또한 혼자 이동하는 것을 두려워하는 휠체어 사용자들을 위해 메시지를 이용하여 보호자와 실시간으로 연결이 가능하도록 하였다. 그리고 이동 가능한 길에서도 안전함의 정도를 색의 진하기로 표시하여 휠체어 사용자의 안전에 힘을 더하였다. Web2.0의 사용자 참

여기능을 이용하여 돌발적 장애물 및 기타 정보를 지도에 표시할 수 있고, 잘못된 정보에 대한 수정 및 삭제도 가능하도록 하였다. 이와 같이 가디안 시스템을 통해 휠체어 사용자는 목적지까지 안전하게 이동 가능하고, 장애인 화장실 및 편의시설 등의 위치도 확인할 수 있게 된다.

그러나 가디안 시스템은 휠체어 사용자들의 이동을 대상으로 한 것으로 이동 지역이 어느 정도 한정된 것을 전제로 하고 있다. 먼 거리를 이동하는 경우, 지하철이나 저상 버스와 같은 교통 수단을 이용해야만 하며, 장거리 이동의 경우 가디안 시스템에서 배제되어 있다. 따라서 추후에는 먼 거리를 이동 하는 휠체어 사용자들을 위해 지하철이나 저상 버스 및 장애인 콜택시 등 대중교통과 연동할 수 있도록 개발하여 안전한 장거리 이동이 될 수 있도록 추가적인 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] J. W. Jang, "The Study for the Right of Handicap's Movements : The Case Study of Handicap's Movement Facility in Daejeon Area", *Technical Report*, Seoul City, pp. 1-2, 2002. (in Korean)
- [2] S. K. Park, "The Study for the Improvement of Handicap's Transportation Facility", Master Thesis, Gwangju University, 1998. (in Korean)
- [3] Microsoft. "Developing XML Web Services Using Microsoft ASP.NET", Material No: 2524B, 2002
- [4] E. K. Kim, "The Preliminary Study for the Law of the Improvement of Handicap's Transportation Facility : The Case Study of the Facility for Walkers, Passengers, and Transportation Vehicles", Master Thesis, Konkuk University, 2004. (in Korean)
- [5] Ministry for Health, Welfare and Family Affairs, "The Law of the Improvement of Handicap's Movement Rights", Korea Law no. 9071, 2008. (in Korean)
- [6] The Korea Transport Institute, "The Study for Introducing and Operating the Lower Floor Bus", *Technical Report*, 2002. (in Korean)
- [7] Korea Ocean Research & Development Institute, "Development of Barrier-Free Ship for the Mobility Handicapped", *Technical Report*, 2009. (in Korean)
- [8] Ministry of Land, Transport, and Maritime Affairs, "The Study for the Convenience Facility Standard of Pavement and Transport Vehicles for Handicaps and Aged Adults", *Technical Report*, 2007. (in Korean)