

Map API를 활용한 최단 거리 알고리즘 기반 보행자 경로 탐색 연구

전성우¹ · 강복선¹ · 박영하¹ · 정희경^{2*}

Pedestrian path search based on the shortest distance algorithm using Map API

Sungwoo Jeon¹ · Bokseon Kang¹ · Youngha Park¹ · Heo-kyung Jung^{2*}

¹Graduate Student, Department of Computer Engineering, PaiChai University, Daejeon, 35345 Korea

^{2*}Associate Professor, Department of Computer Engineering, PaiChai University, Daejeon, 35345 Korea

요약

여름철 집중적인 태풍이나 호우로 인해 침수 및 범람으로 인명 피해가 존재한다. 이러한 피해로 인해 제일 큰 재해는 홍수이며 인명 피해를 줄이기 위해 본 논문에서는 Map API를 활용한 최단 거리 알고리즘 기반 보행자 경로 탐색 연구를 제안한다. 본 시스템은 Map API를 비교분석을 통하여 선정하고 최단 경로를 제공한다. 탐색된 경로는 JSON 형태와 대피소의 데이터를 데이터베이스에 저장한다. 이 데이터를 기반으로 설계 및 구현한 경로 탐색 시스템은 보행자의 위치를 파악하여 돌발 홍수 발생하였을 때 대피 경로를 제공한다. 또 대피 경로로 이동 중 진입하지 못하는 경로일 경우 보행자의 현재 위치를 파악하여 경로 재탐색하여 새로운 경로를 제공한다. 이에 본 논문에서 제안하는 보행자 경로 탐색 시스템은 안전사고에 예방할 것으로 사려된다.

ABSTRACT

There are casualties due to inundation and flooding due to intensive typhoons or heavy rains in summer. Due to such damage, the biggest disaster is flood, and in order to reduce human damage, this paper proposes a shortest distance algorithm-based pedestrian path search study using Map API. This system selects Map API through comparative analysis and provides the shortest route. The route explored is in JSON format and the data of the shelter is stored in the database. The route search system designed and implemented based on this data locates pedestrians and provides evacuation routes in case of flash floods. In addition, if the route cannot be entered while moving to the evacuation route, the current location of the pedestrian is identified, the route is re-searched, and a new route is provided. Therefore, it is believed that the pedestrian route search system proposed in this paper will prevent negligent accidents.

키워드 : 경로 탐색, 대피소, 최단거리알고리즘, JSON, Map API

Keywords : JSON, Map API, Path detection, Shelter, Shortest path algorithm

Received 25 November 2022, Revised 28 November 2022, Accepted 1 December 2022

* Corresponding Author Hoekyung Jung(E-mail:hkjung@pcu.ac.kr, Tel:+82-42-520-5640)

Professor, Department of Computer Engineering, Paichai University, Daejeon, 35345 Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkiice.2023.27.1.117>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서론

최근 자연 재난으로 인해 전 세계적으로 피해를 받고 기후변화를 넘어 기후 비상사태, 기후 위기라는 용어가 생기고 있다. 이에 현대사회에서도 도시화로 산림지역이 소실되면서 홍수 재해가 매년 증가하는 추세이다. 이러한 홍수 피해는 특히 여름철에 집중적으로 발생한다. 태풍이나 장마 기간으로 인해 강우량이 증가하면서 하천, 계곡, 도시 범람이 생긴다[1-3].

이러한 홍수 재해로 인해 발생하는 피해는 매년 증가하면서 국가에서도 재산 피해로 인해 복구 작업이나 대응 방안으로 대책을 마련한다. 하지만 인명 피해는 안전 사고로 이어짐으로 이를 보완할 연구가 진행되고 있다 [4]. 이를 보완할 방법에 대해서는 홍수 재해가 발생하였을 때 주변에 있는 시민들이나 산림지역의 이용객들에게 대피할 수 있게 도움을 주는 대피시스템의 필요성이 존재하다[5-8].

이러한 문제를 해결하기 위해서 본 논문에서는 Map API를 활용한 최단 거리 알고리즘 기반 보행자 경로 탐색 연구를 제안한다. 먼저 Test-bed 휴양림을 선정 후 대피 시 사용하게 될 대피소를 임의로 선정하여 데이터 세트를 생성한다. 또 최단 거리 알고리즘과 Map API의 비교분석을 통해 선정된 Dijkstra와 T Map을 사용하여 보행자 경로 탐색 시스템을 설계 및 구현하여 이용자에게 대피 경로를 제공한다. 대피 경로로 이동 중 돌발 상황의 발생하였을 때 현재 위치에서 경로를 재탐색하여 다시 제공한다. 이에 보행자 경로 탐색 연구로 휴양림을 사용하는 이용객들에게 안전한 경로를 제공함으로써 홍수나 재난 시에 인명 피해를 줄일 수 있을 것이라 판단된다.

II. 관련 연구

본 장에서는 Map API와 test-bed 비교와 선정내용을 기술한다. Map API는 보행자의 경로 탐색하기 위해 사용한다. Google Map, Open street Map은 국내 사용이 가능하다. 하지만 Map을 시각화하였을 때 보행자를 위한 경로 탐색을 진행하기에 도보가 정확하게 시각화되지 않아 제하였다. 이에 Naver, Kakao, T Map을 비교분석을 통한 Map API를 선정하였다. Naver Map은 모바일

App에서는 도보 경로 탐색을 지원하지만, PC 버전에서는 사용할 수 없어 Test-bed 지역에서 도보 경로 탐색이 제공되지 않았다. Kakao Map은 가장 정확한 경로를 탐색하지만 제공되는 기능 API 이외에 사용은 불가하였다. T Map은 Map의 도보가 Kakao Map만큼 정확한 경로가 출력되지 않았지만, 도보 경로 탐색인 기능 API를 지원하며 개발에 사용할 수 있어 T Map API를 사용하였다.

Test-bed 선정한 요건은 첫 번째, 대피할 수 있는 경로가 많은 지역, 두 번째, 휴양림 내부에 계곡이 있어야 한다. 마지막 세 번째는 test-bed나 주변 구역에 홍수 피해 여부이다. 전국에 이 요건이 충족되는 강원권역 등 현장 답사를 통해 요건을 충족한 test-bed는 찾지 못하여 경로가 많고, 내부에 계곡이 있는 장태산 휴양림을 선정하였다. 대피 경로를 JSON(JavaScript Object Notation)형태로 저장한다[9].

III. 시스템 설계

본 장에서는 보행자 경로 탐색 시스템의 설계 내용을 설명한다.

3.1. 시스템 구성

본 논문에서 제안하는 경로 탐색 시스템의 개발환경은 표 1에 나타났다.

Table. 1 System development environment

OS	Window 11
CPU	intel i7-9700
GPU	Nvidia Geforce RTX 3060
RAM	16GB X 2
Language	Java

본 논문에서 설계한 보행자 경로 탐색 시스템은 Window 11의 OS 환경에서 Map API를 활용하여 설계한다. Map API와 최단 거리 알고리즘의 비교분석을 통하여 T Map API를 선정하였다. 또 데이터베이스에 현장 답사를 통해 수집한 GPS 데이터를 GPX로 변환하여 저장하고, 휴양림의 정보나 지형 데이터를 저장하고 최종적으로는 사용자에게 대피 경로를 제공한다. 그림 1은 시스템 구성도를 나타냈다.

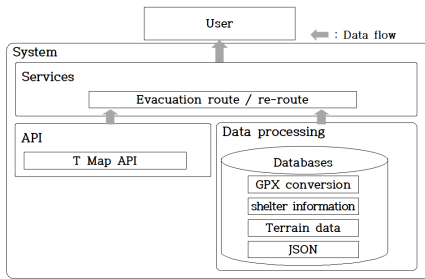


Fig. 1 System diagram

3.2. 시스템 흐름

데이터 처리 과정에서는 이용자 모바일 기기에서 GPS 데이터를 데이터베이스에서는 저장한다. 대피 경로를 제공하고 난 후 사용자의 이동 경로를 위도, 경도를 저장하고 휴양림의 기본 정보는 현재 이용객이 사용하는 휴양림 명, 주소 등 정보를 저장하고 있다. T Map API를 사용하여 대피 경로를 탐색하여 제공한다. 그림 2는 시스템 흐름도를 나타냈다.

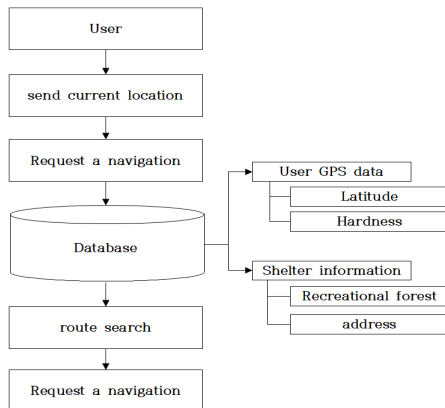


Fig. 2 Data flow chart

3.3. 데이터베이스 설계

데이터베이스에는 휴양림에 관련된 정보를 저장한다. 주소, 휴양림 명, 각 휴양림 ID를 저장하고 데이터베이스에서 대피 경로는 JSON 파일 형태로 저장된다. GeoData는 지형 데이터이며 대피 경로의 JSON과 GPS를 변환한 GPX 데이터를 저장하고 RecreationForest 테이블의 데이터 간 연결을 설정하고 Foreign key를 사용함으로 1/n 관계형 데이터베이스를 형성한다. 그림 3은 다이어그램을 출현하다.

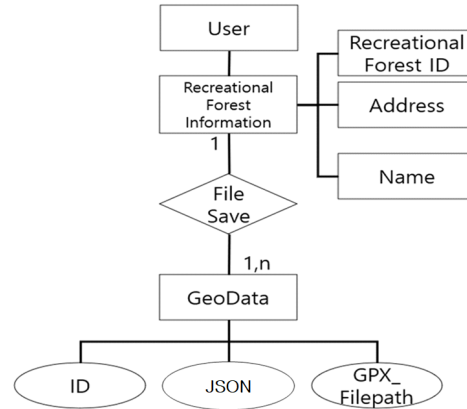


Fig. 3 Databases diagram

IV. 시스템 구현 및 고찰

본 장에서는 본 논문의 시스템 구현 내용을 설명한다.

4.1. 마커 생성 및 데이터 시각화

공공 데이터를 사용하여 전국 휴양림의 정보를 사용하였다. 사용하기 전 필요하지 않은 데이터는 정제과정을 통한 휴양림 명, 위도, 경도 데이터만 추출하여 사용하였다. 그림 4는 공공 데이터를 정제하여 data set으로 생성한 전국 휴양림 정보를 나타낸다. Test-bed 지역의 대피소로 사용이 가능한 건물을 data set을 생성하여 지도에 출력한다. 그림 5는 test-bed 대피소 data set이며 그림 6은 대피소 마커를 생성하여 지도에 출력하였다.

	Name	latitude	longitude
0	Recreational forest entrance	36.221569	127.341099
1	Luce Pension	36.221800	127.339700
2	parking lot	36.221459	127.338238
3	information	36.220983	127.338547
4	management office	36.218002	127.339095
5	Forest Cultural Recreation Center	36.215725	127.341584

Fig. 4 Test-bed shelter data set

4.2. 대피 경로 시스템 구현

test-bed 지역의 현장 답사를 통해 GPS 데이터 수집하였다. 또 주변 건물을 대피소로 지정하여 데이터 세트

를 생성하였고 지형 데이터와 test-bed의 정보, 대피 경로를 database에 저장하였다. 그림 7은 경로 탐색을 지도에 시각화하여 나타냈다.

	Name	latitude	longitude
0	Seongbulsan Natural Recreation Forest	36.808047	127.846769
1	Jangtaesan Natural Recreation Forest	36.215967	127.341278
2	Gangsibong Natural Recreation Forest	37.969893	127.408328
3	Kalbongsan Natural Recreation Forest	37.836534	127.465159
4	guleumsan Natural Recreation Forest	37.454013	126.876365
...
189	Sobaeksan Natural Recreation Forest	37.060693	128.467308
190	Joryeongsan Natural Recreation Forest	36.812340	128.046242
191	Dongducheon Natural Recreation Forest	37.889885	127.137147
192	Jeolmul Natural Recreation Forest	33.440049	126.625203
193	Gyoraen Natural Recreation Forest	33.451364	126.656711

Fig. 5 National Recreational Forest data set



Fig. 6 Create test-bed area shelter markers

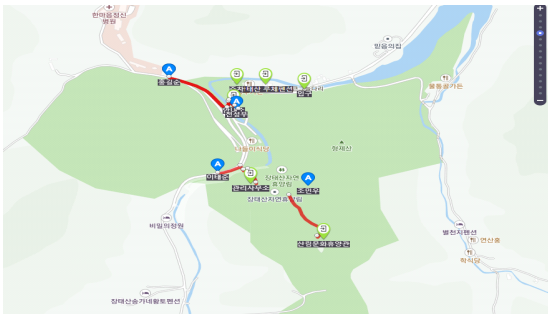


Fig. 7 System result output

돌발 홍수 발생 시 상황을 기반으로 사용자의 현재 위치를 파악하고 최단 경로의 대피소까지 거리를 제공한다. water라는 마커에 대해 돌발 홍수를 이벤트 발생으로 홍수가 발생하였을 때 반경 표시로 범람을 나타낸다. 초록색 마커는 대피소, 파란색 마커는 사용자의 출발지, 빨간색 마커는 사용자가 이동 경로를 나타내는 마커로 생성하였다. 그림 8은 대피 경로를 JSON 데이터 형태를 나타내고 그림 9는 지도에 출력된 결과를 나타냈다.

```

{type: 'FeatureCollection', features: Array(1)}
  features: Array(1)
    0:
      geometry:
        coordinates: Array(13)
          0: (2) [36.21869554829357, 127.33872477304338]
          1: (2) [36.21861279561784, 127.33873375619623]
          2: (2) [36.21861279561784, 127.33873375619623]
          3: (2) [36.218649032229045, 127.33882358772465]
          4: (2) [36.218649032229045, 127.33882358772465]
          5: (2) [36.21849683834913, 127.3389224024059]
          6: (2) [36.21849683834913, 127.3389224024059]
          7: (2) [36.218533075014065, 127.3390751160042]
          8: (2) [36.218533075014065, 127.3390751160042]
          9: (2) [36.21840262294177, 127.33915596437976]
          10: (2) [36.21828666536155, 127.33925477906181]
          11: (2) [36.21817070760947, 127.3393176611309]
          12: (2) [36.21801851279902, 127.33935359374227]
          length: 13
    }
  }
  
```

Fig. 8 Breadcrumb JSON data output



Fig. 9 Visualize on a breadcrumb map

대피 경로를 지도에 출력하여 결과를 나타낸다. 하지만 돌발 홍수 마커를 인지하지 못하고 경로를 이탈하여 본 논문에서는 현재 제공되는 경로가 돌발 홍수 마커 반경에 포함될 때 기존의 경로를 제외하고 이용자의 현재 위치를 파악하여 대피 경로 재탐색을 진행한다. 그림 10은 재탐색한 결과를 나타냈다.



Fig. 10 Re-route due to flood events

재탐색이 가능한 경로 출력을 지도에 시각화를 나타내며 그림 9의 결과는 표 2와 같고 그림 10의 결과는 표 3과 같다.

Table. 2 Existing evacuation route

name	distance	time	destination
T.J. Lee	0.2 km	2 min.	management office
S.W. Jeon	0.1 km	1 min.	information
M.W. Cho	0.2 km	3 min.	forest culture center
G.D. Hong	0.3 km	4 min.	information

Table. 3 Evacuation route avoiding flood coverage

name	distance	time	destination
T.J. Lee	0.2 km	2 min.	management office
S.W. Jeon	0.1 km	1 min.	information
M.W. Cho	0.3 km	4 min.	management office
G.D. Hong	0.3 km	4 min.	information

표 2에서처럼 경로 탐색 후 홍수 이벤트 반경을 지나가는 경로를 제안한다. 홍수 범위를 벗어나 다른 경로를 제안하거나 현재 위치를 파악하여 다른 경로를 제공한다. 경로 재탐색 결과는 표 3에서 나타낸다. 이러한 경로 탐색 결과를 기반으로 Web에 T Map API를 사용하여 지도를 사용하여 연동한다. 최종 결과에서 이용객들의 위치를 파악 및 관리하고 정확한 경로 이동을 진행하는지 확인하며 통제한다. 모니터링이 가능한 Web은 그림 11과 같다.

4.3. 고찰

test-bed 답사를 통해 데이터 수집하여 연구를 진행한다. test-bed 선정한 요건은 첫 번째 휴양림 내부에 대피할 수 있는 경로가 존재하고 다양한 경로를 제공하기에 충분한 도보가 있는지를 확인하였고, 두 번째 test-bed 내부에 계곡이 존재를 확인하여 선정한다. 선정한 test-bed 지역을 기반으로 map API를 활용하여 대피 경로 검출을 제안한다. 사용자에게 대피 경로를 제공하고 이동 경로에 문제가 생겼을 경우 재탐색하여 새로운 경



Fig. 11 Result output page of monitoring system

로를 제공한다. 이러한 데이터를 관리자가 모니터링이 가능하며, 현재 이용자의 개인정보, 목적지인 대피소, 이동 거리, 이동 시간 등의 모니터링 가능하고 제어하여 전체적인 모니터링시스템을 제어할 수 있다.

V. 결 론

현대사회가 도시화를 하여 산림지역을 소실하고 대형화가 되어 자연 재난 발생 비율이 증가한다. 이 중 홍수로 인한 산림지역에서 나타나는 피해는 매년 증가한다. 이러한 피해 중 인명 피해로 이어져 국가에서는 관련 연구나 유지보수 작업을 매년 진행하고 있지만 인명 피해는 매년 증가하는 추세이다.

이에 인명 피해를 줄이고자 사용자의 모바일 기기에서 GPS 신호를 활용하여 대피 경로를 제공하는 시스템을 제안한다. 이용객들에게 입장 시 개인정보와 위치 정보 동의를 받아 GPS 데이터를 수신하여 휴양림을 이용하는 이용객을 파악한다. 파악된 이용객들의 위치는 저장하지 않고 모니터링 web에서 관리자가 볼 수 있다. 관리자가 상황파악 중 센서에서 홍수라는 위험 경고를 나타낼 때 휴양림 내에 있는 이용객들에게 대피 경로를 제공한다. 또 이동 중이던 경로에 돌발 상황이 발생하였을 때 기존의 경로 사용을 금하여 이용객의 현재 위치를 파악하여 홍수 위험지역을 벗어나 기존의 경로가 아닌 새로운 경로를 제공하게 된다.

이에 본 논문에서 제안하는 보행자 경로 탐색은 휴양림을 이용하는 이용객들에게 안전한 경로 제공을 함으로써 인명 피해를 줄일 것이라 사려된다.

ACKNOWLEDGEMENT

This study was carried out with the support of 'R&D Program for Forest Science Technology (Project No. 2021340A00-2123-CD01) provided by Korea Forest Service(Korea Forestry Pro-motion Institute).

References

- [1] D. E. Kim, W. J. Choi, and J. H. Sim, "Analysis of trends and types of natural hazards around the world," *Korea Water Re-sources Association*, vol. 41, no. 2, pp. 56-61, Feb. 2008.
- [2] J. D. Lim, J. J. Kim, D. E. Hong, and H. K. Jung, "Deep learning based optimal evacuation route guidance system in case of structure fire disaster," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 23, no. 11, pp. 1371-1376, Nov. 2019. DOI: 10.6109/jkiice.2019.23.11.1371.
- [3] J. D. Lim, J. J. Kim, D. E. Hong, and H. K. Jung, "Safety Monitoring System of Structures Using MEMS Sensor," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 22, no. 10, pp. 1307-1313, Oct. 2018. DOI: 10.6109/jkiice.2018.22.10.1307.
- [4] Y. Hu and X. Liu, "Optimization of grouping evacuation strategies for high-rise building fires based on graph theory and computational experiments," *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, vol. 5, no. 6, pp. 1104-1112, Nov. 2018. DOI: 10.1109/JAS.2018.7511231.
- [5] K. Kim, T. Kim, D. Kim, and S. Yang, "An Automated OpenGIS-based Tool Development for Flood Inundation Mapping and its Applications in Jeju Hancheon," *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, vol. 39, no. 6, pp. 691-702, Dec. 2019. DOI: 10.12652/Ksce.2019.39.6.0691.
- [6] S. H. Park and H. J. Kim, "Design of Artificial Intelligence Water Level Prediction System for Prediction of River Flood," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 24, no. 2, pp. 198-203, Feb. 2020. DOI: 10.6109/jkiice.2020.24.2.198.
- [7] J. H. Lee, G. M. Yuk, H. T. Moon, and Y. -I. Moon, "Integrated Flood Forecasting and Warning System against Flash Rainfall in the Small-Scaled Urban Stream," *Atmosphere*, vol. 11, no. 9, pp. 971-990, Aug. 2020. DOI: 10.3390/atmos11090971.
- [8] H. E. Mengnan, F. U. Yuling, Cheoncheong, and H. E. Hobin "Shortest path optimal algorithm for emergency evacuation based on cellular automata," *Chinese Safety Journal*, vol. 29, no. 4, pp. 51-57, Apr. 2019. DOI: 10.16265/j.cnki.issn1003-3033.2019.04.009.
- [9] Introducing JSON [Online]. Available: <https://www.json.org/json-en.html>.



전성우(Sungwoo Jeon)

2019년 배재대학교 컴퓨터공학(공학사)
2021년 배재대학교 컴퓨터공학(공학석사)
2021년~ 현재 배재대학교 컴퓨터공학과(박사과정)
※ 관심분야 : AI, Embedded system, IoT, Face recognition, Object recognition



강복선(Bokseon Kang)

2003년 한밭대학교 전자공학과(공학사)
2014년 충남대학교 전자정보통신공학과(공학석사)
2021년 배재대학교 컴퓨터공학과(박사과정)
2003년~현재 한국수자원공사
※ 관심분야 : 수문 및 계측제어 시스템, 센서네트워크, 빅데이터



박영하(Youngha Park)

2003년 충남대학교 영어영문학(문학사)
2011년 충남대학교 경영학(경영학석사)
2018년 배재대학교 상담심리학(교육학석사)
2021년~현재, 배재대학교 컴퓨터공학(박사과정)
2006년 ~ 현재 배재대학교 교직원
※ 관심분야 : Deep learning, Big data



정회경(Hoekyung Jung)

1985년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학사)
1987년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
1993년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
1994년 ~ 현재 배재대학교 컴퓨터공학과 교수
※ 관심분야 : 멀티미디어 문서정보처리, USN, IoT, Machine learning, Big data, Embedded system