

지형 API와 교통정보를 이용한 응급상황에서의 들로네 삼각화 구성 기법

신영찬⁰, 김동희*, 문성혁*, 김종현*
⁰강남대학교 소프트웨어응용학부,
*강남대학교 소프트웨어응용학부
e-mail: jonghyunkim@kangnam.ac.kr

Delaunay Triangulation Construction Technique in Emergency Situations using Terrain API and Traffic Information

YoungChan Shin⁰, Donghui Kim*, Seong Hyeok Moon*, Jong-Hyun Kim*

⁰School of Software Application, Kangnam University,

*School of Software Application, Kangnam University

● 요약 ●

본 논문에서는 지형 API를 활용해 사용자와 병원들의 위치를 들로네 삼각화로 그래프를 구성하고, 교통 정보를 기반으로 사용자에게 최적의 경로를 알려주는 새로운 길 찾기 알고리즘을 제안한다. 경로를 분석하는 과정에서 교통정보를 활용하여 최단 시간이 걸리는 구간을 알려주어 전체적인 처리 시간을 최소화한다. 또한, 본 논문에서는 교통정보와 지형 API를 기반으로 들로네 삼각화를 구성하고, 구성된 간선을 기반으로 최적화 문제를 풀어냄으로써, 사용자에게 최적의 경로를 알려준다.

키워드: 최적화 문제(Optimization problem), 지형 API(Terrain API), 들로네 삼각화(Delaunay triangulation), 길 찾기(Pathfinding)

I. Introduction

2020년 2월 COVID-19의 확산 이후 1년이 지난 2021년 현재까지 끊임없이 일일 신규 확진환자가 몇 백 명 단위로 나오는 상황이다. 이러한 상황에서 추가 확진자의 폭증 및 N 차 감염을 예방하고 이른 시일 안에 환자들을 처리하는 시스템 구축이 필요하다. 본 논문에서는 최소 컷 최대 유량(Max-flow min-cut, MCMF) 알고리즘을 적용했을 때 처리하는 반복 횟수가 줄었다는 것을 알게 되었고[1], 선행연구를 바탕으로 MCMF 알고리즘에 적용할 그래프 구성과 비용함수 모델링, 지형 API를 활용하여 더욱 효과적인 경로 최적화 방법을 제안한다.

본 논문에서는 들로네 삼각화를 이용하여 사용자의 위치와 근처에 있는 검사 가능한 병원들을 연결해 그래프로 구성한다. 들로네 삼각분할을 이용해 개선된 네트워크 생성을 할 수 있는 방법이 제안되었고[2], 사용자의 이동 경로를 활용하여 최적화된 경로를 제공하는 방법들도 제안되었다[3]. 본 논문에서는 이 접근법을 기반으로 1) 들로네 삼각화를 통한 그래프 구성 방법, 2) MCMF 알고리즘에서 사용되는 비용함수 모델링, 3) 지형 API의 이용을 통해 효율적인 이동 방법을 제시한다.

II. The Proposed Scheme

1. 들로네 삼각화를 이용한 그래프 구성

본 논문에서 제안하는 그래프 구성은 사용자의 위치에서 반경 내에 있는 병원들로 들로네 삼각분할을 이용하여 그래프를 구성하는 접근법이다. 그래프를 구성할 때 위치를 기반으로 거리에 대한 기준을 두어 나누거나, 사용자가 임의로 구성하는 방법 등 다양한 접근법이 있지만, 조건을 만족하지 못하면 그래프가 연결되지 못하는 문제가 발생한다 (Fig. 1a 참조). 기준치를 조절해서 그래프를 구성할 수도 있지만 그렇게 되면 사용자의 위치에 따라 기준을 바꿔가며 그래프 구성을 해야 하므로 본 논문에서 언급하는 문제를 해결하기에는 적합하지 않은 방법이다.



Fig. 1. Comparison results with previous and our approaches.

반면, 들로네를 통한 구성에 대한 그래프는 문제없이 그래프가 안정적으로 구성되는 것을 확인할 수 있다. (Fig. 1b 참조). 그래프 구성 단계에서 들로네 삼각분할을 사용하게 되면 특정 기준을 정하지 않고도 사용자의 위치와 병원들의 정보들만으로도 손쉽게 그래프를 구성할 수 있으므로 본 논문에서 제시하는 문제를 해결하기에 적합한 그래프 구성 방법이다.

2. 비용함수 모델링

들로네 삼각분할을 통해 얻은 그래프에 MCMF 알고리즘을 적용한다. 이때, 최소비용 최대-흐름의 관점은 출발점에서 도착점까지 최대 흐름을 구성하면서 비용은 최소로 되게끔 비용함수를 모델링한다. 이전연구에서는 경로를 찾을 때 최단 경로 방식을 활용했으며 아래와 같은 비용함수 형태를 갖는다[1] (수식 1 참조)

$$C = \frac{dist}{c(u,v) - f(u,v)} \quad (1)$$

이전연구에서 제시한 비용함수는 거리와 수용할 수 있는 환자 수로 가중치를 설정했다[1]. 이때, 거리는 실제 병원 위치의 좌표값을 통해 두 좌표 사이의 거리를 가중치로 적용했다.

본 논문에서는 기존 연구에서 제안한 비용함수에서 좀 더 향상된 비용함수를 제시하고자 한다. Fig. 3을 보면 같은 장소임에도 불구하고 이용하는 시간대에 따라 이동하는 데 걸리는 시간이 다른 것을 확인할 수 있다. (출발 장소 : 강남보건의소, 도착 장소 : 삼성서울병원) (Fig. 2 참조).

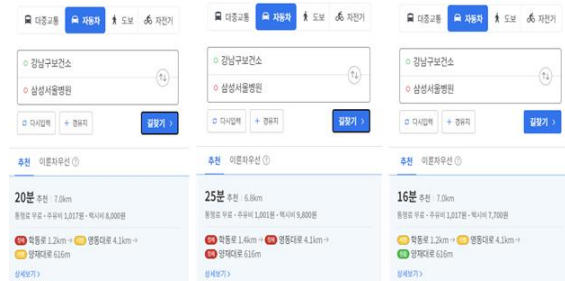


Fig. 2. Travel time by time zone (13:00, 16:00, 22:00).

오후 1시, 4시, 밤 10시를 기준으로 소요 시간이 20분, 25분, 16분으로 각각 다르며 그래프 구성 후 시간대별로 이동에 대한 경로 분석이 달라질 수도 있으므로 본 논문에서 비용함수를 다음과 같이

모델링한다 (수식 2 참조).

$$C = \frac{time}{c(u,v) - f(u,v)} \quad (2)$$

이 비용함수는 위치별로 이동하는 시간이 짧으면 짧을수록 수용할 수 있는 사람의 수가 많으면 많을수록 비용을 낮게 설정했다. 이를 통해 사용자의 위치에서 시간대별로 가장 빠른 경로를 제공할 수 있는 방법을 제시한다.

3. 구현

본 논문에서 제안한 비용함수를 계산하여 위해 지형 API 이용했으며, T Map API Service를 활용하였다. 출발점과 도착점의 좌표를 통해 경로를 분석해서 이동 수단에 따른 예상 시간(자동차, 보행자 등)을 얻을 수 있고 얻은 예상 시간으로 비용함수에 적용해서 경로를 분석할 수 있다. 본 논문에서 제안하는 방식은 다음과 같은 과정을 거친다 :

- 1) 그래프 구성 : 사용자의 위치와 병원 위치 정보를 기반으로 들로네 삼각분할을 통해 그래프를 구성
- 2) 지형 API 서비스 사용 : 구성된 그래프로 얻어진 병원 위치에 대한 경로마다 이동시간을 계산하고, MCMF 알고리즘에 사용될 비용함수에 계산
- 3) 경로 분석 : 그래프 구성과 비용함수 적용 후 사용자에게 최적의 경로와 흐름을 제공

4. 실험 결과

본 논문에서 제안하는 방법의 효율성을 실험하기 위해 이전 방법과 비교를 하였다. 그래프를 구성하기 전 걸리는 시간과 본 논문에서 제안하는 방법을 적용했을 때 소요되는 시간을 비교했다. Table 1에서 보듯이 동일한 실험환경에서 우리의 방법이 이전 방법보다 더 빠르다는 것을 보여주었다. 특정 환자 수가 아니라, 다양한 환자 수로 실험했음에도 불구하고 모든 실험환경에서 경로 탐색의 효율성을 입증하였다.

Table 1. Comparison with processing times(minutes).

People	System Before graph construction	After graph construction
50	51 min	36 min
100	105 min	61 min
200	210 min	103 min
SUM	366 min	200 min

III. Conclusions

본 논문에서는 지형 API와 교통정보를 활용해서 그래프를 구성하고 지형 API 서비스를 통해 알고리즘에 적용할 새로운 비용함수를 제시하였다. 들로네 삼각분할을 통해 그래프를 구성하는 방법은 특정 조건과는 관계없이 사용자와 병원의 위치만으로 쉽고 안정적으로 그래프를 구성했다. 또한, 지형 API 이용을 통해 비용함수를 새롭게 제공함으로써

써 알고리즘에서 분석하는 경로가 더욱더 효율적이라는 것을 실험 결과를 통해 입증하였다. 향후, 동적 그래프 방식을 이용하여 실시간 교통정보를 통해 그래프를 자동으로 업데이트하는 방식에 관해 연구를 진행할 예정이다.

ACKNOWLEDGEMENT

이 논문은 2021년도 정부(교육부)의 재원으로 한국과학창의재단 (2021년도 학부생 연구프로그램)의 지원을 받아 수행된 연구임.

REFERENCES

- [1] YoungChan Shin, Jong-Hyun Kim, “Agent Movement Technique for Emergency Situations such as COVID-19 Using MCMF Algorithm”, Proceedings of the Winter Conference of the Korean Society for Computer Information and Information Technology Vol. 29, No. 5, 2021.
- [2] Chae-Kak Kim, In-bum Kim, Soo-In Kim, “Efficient Construction of Emergency Network Using Delaunay Triangulation”, Journal of the Korea Society of Computer and Information, Vol. 19, No. 11, pp. 81-90, 2014.
- [3] Woon Sagong, “Design Implementation of Optimized Route Search Technique based on User Experience Using Open APIs”, Journal of Korea Multimedia Society Vol. 18, No. 5, pp. 682-690, 2015.