
동적 교통 정보를 적용하기 위한 도로망 추상화기법의 설계

김지수, 이지완, 조대수
동서대학교

Design of An Abstraction Technique of Road Network for Adapting Dynamic Traffic Information

Ji-Soo Kim, Ji-wan Lee, Dae-Soo Cho
Dongseo University

E-mail : kimjisu29@gmail.com, wldhks85@dreamwiz.com, dscho@dongseo.ac.kr

요 약

실제 도로망에서의 최적의 경로는 도로의 상황에 따라 수시로 변하게 된다. 따라서 경로 탐색 시스템에서 최적의 경로를 탐색하기 위해서는 실시간적으로 변화하는 도로의 상황을 고려한 경로 탐색이 이루어져야 한다. 기존의 존재하는 대부분의 경로 탐색 기법들은 도로 상황을 고려한 경로 탐색 방법이 아니며, 도로 정보를 이용할 경우 효율적인 탐색을 수행하기 어렵다. 따라서 도로 상황을 반영한 새로운 탐색 기법이 필요하다.

이 논문에서는 TPEG와 같은 기술을 이용한 단말기 기반에서 경로 탐색이 이루어지기 위한 실제 도로망 추상화 기법을 제시한다. TPEG을 통해 전송된 교통정보를 이용하여 단말기 기반에서 보다 질 높은 경로를 제공한다. 제시하는 기법은 실제 도로망을 간략한 그래프로 추상화하여 교통 정보를 이용하기 위한 기반을 제공한다. 실제 노드를 기반으로 경계 노드를 생성하며, 연결 정보가 같은 경계 노드들 간의 병합이 이루어진다. 실제 경로 탐색을 수행하기 전 추상 그래프 탐색을 통해 경로가 존재하는 탐색 영역을 제공한다.

ABSTRACT

The optimal path on real road network has been changed by traffic flow of roads frequently. Therefore a path finding system to find the optimal path on real network should consider traffic flow of roads that is changed on real time. The most of existing path finding methods do not consider traffic flow of roads and do not also perform efficiently if they use traffic information.

In this paper, we propose an abstraction method of real road network based on the Terminal Based Navigation System (TBNS) with technique such as TPEG. TBNS can be able to provides quality of path better than before as using traffic information that is transferred by TPEG. The proposed method is to abstract real network as simple graph in order to use traffic information. It is composed boundary nodes based on real nodes, all boundary nodes that have the same of connection are merged together. The result of path finding on an abstract graph diminishes the search space.

키워드

동적 휴리스틱, A* 알고리즘, 추상화

1. 서 론

경로 탐색의 목적은 주어진 출발지에서 목적지까지의 최적의 경로를 최소한의 비용으로 탐색하는 것이다. 기존에 존재하는 대부분의 경로 탐색 알고리즘의 경우 최적 경로의 관점을 가장 짧은 경로에 초점을 두었으며, 가장 짧은 길을 찾기 위한 방법들을 제시하였다. 하지만 실제 도

로에서 최적의 경로는 가장 짧은 경로보다는 목적지에 가장 빨리 도달할 수 있는 경로에 가깝다. 실제 도로에서는 도로 상황이 수시로 변하게 되며, 가장 짧은 경로가 도로의 상황에 따라 가장 최악의 경로가 될 수도 있다. 실제 도로망을 대상으로 수행되는 경로 탐색 시스템일 경우 최적의 경로를 탐색하기 위해서는 실시간적으로

변화하는 도로의 상황을 고려한 경로 탐색이 이루어져야 한다.

실제 도로망을 대상으로 경로 탐색을 수행하는 시스템의 경우 탐색 주체에 따라 서버 기반 시스템과 단말기 기반의 시스템으로 나누어진다. 사용자는 경로의 질은 낮으나 추가 비용이 들지 않는 단말기 기반의 시스템을 더 선호하는 경향이 있다. 단말기 기반의 경로 탐색의 경우, 시스템 내부에 존재하는 도로 데이터만을 이용하여 경로 탐색을 수행하게 되며, 경로의 질은 서버 기반의 경로 탐색보다 떨어지게 된다.

단말기 기반의 시스템에서는 하드웨어 성능을 고려하여 A* 또는 변형 A* 알고리즘[1,2,3,4]을 사용한다. 이러한 알고리즘들의 경우 휴리스틱에 의존성이 높기 때문에 휴리스틱에 의해 결정된 추정 경로에 실제 경로가 존재하지 않을 경우 탐색 비용이 증가하였다.

최근 네비게이션 단말기의 하드웨어 성능과 효율성이 증가함에 따라 경로 탐색 시스템뿐만 아니라 DMB 방송 및 다양한 멀티미디어 서비스를 제공한다. DMB 방송을 전파하는 TPEG[5,6]은 일종의 채널로서 서버와 클라이언트간의 단방향 통신을 사용한다. TPEG과 같은 통신 채널의 이용이 가능함에 따라 서버에서 단말기로 경로 탐색에 필요한 추가적인 정보 전송이 가능해졌다. 전송된 정보를 이용하여 경로 탐색을 수행할 경우 사용자에게 보다 좋은 질의 서비스를 제공할 수 있다. TPEG 통신 채널을 이용하여 도로 상황과 관련된 부가적인 정보를 얻을 수 있다 하더라도 이를 이용한 효율적인 경로 탐색 알고리즘이 필요하다. 기존에 존재하는 대부분의 경로 탐색 알고리즘의 경우 도로 상황을 고려한 경로 탐색 방법이 아니며, 도로상황 정보를 이용할 경우 효율적인 탐색을 수행하기 어렵다.

이 논문에서는 실제 도로망을 단순화하는 추상화 기법을 제시한다. 제시하는 기법은 실제 도로망을 간략한 그래프로 추상화하여 도로상황 정보를 이용한 경로 탐색을 수행하기 위한 환경을 제공하고 부가적인 정보를 생성하여 향후 제시하고자 하는 경로 탐색 방법에 이용된다.

추상 그래프 생성은 실제 노드를 기반으로 경계 노드를 생성하며, 연결 정보가 같은 경계 노드들 간의 병합을 통해 추상 노드를 생성한다. 실제 경로 탐색을 수행하기 전 추상 그래프 탐색을 통해 경로가 존재하는 탐색 영역을 제공하게 된다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기

존의 경로 탐색 알고리즘에 대해 알아보고, 3장에서는 제안하는 추상 그래프 생성 방법에 대해 다룬다. 4장에서는 결론 및 향후 과제에 대해 설명 하겠다.

II. 관련 연구

A* 알고리즘[1]은 가장 범용적으로 사용되고 있으며, 특히 AI분야에서 많이 쓰이는 방법이다. A* 알고리즘은 g , h , f 의 3가지 노드 평가 함수를 사용하며, g 는 현재위치에서 목적지까지의 실제비용, h 는 현재위치에서 목적지까지의 가상비용, f 는 $g+h$ 이다. 경로 탐색 시 f 값을 사용하여 수행한다. g 는 경로 탐색전 이미 결정되어 있는 값이지만, h 는 경로 탐색의 방법에 따라 조작되어지는 값이다. 따라서 탐색된 경로는 h 값에 매우 의존적이며 h 를 어떻게 설정하는가에 따라 경로의 질이나 탐색비용이 달라진다.

고정 그리드를 이용한 탐색 알고리즘[2]은 실시간으로 변화하는 도로 상황을 적용하기 위해 고정 그리드 기법을 사용한다. 단말기 기반의 시스템일 경우 모든 노드에 대하여 실시간으로 동적 정보를 적용하기에 어렵다. 따라서 실제 도로 네트워크를 일정한 크기의 그리드를 덮어 여러 개의 노드가 하나의 그리드 안에 들어가게 하는 기법이다. 하나의 그리드에 여러 개의 노드를 포함시켜 그리드별로 휴리스틱 가중치를 적용한다.

최저 속력 동적 휴리스틱을 이용한 경로 탐색 알고리즘[3]은 동적 휴리스틱을 적용하고 탐색 비용을 줄이기 위한 변형 A* 알고리즘이다. 고정 그리드 기반으로 그리드 범위 내 존재하는 도로 가운데 최저인 수치 정보를 가진다. 경로를 탐색할 때 최저속력이 기준치에 미치지 못하는 그리드는 탐색범위에서 제거하는 방법이다. 그러나 유일한 도로를 포함한 그리드가 제거 될 경우 탐색비용이 증가하는 경향이 있다.

최고 속력 동적 휴리스틱을 이용한 경로 탐색 알고리즘[4]은 그리드의 최고 속력을 동적 휴리스틱에 사용하여 2단계 노드 탐색을 거치며 최종 경로를 탐색한다. 동적 휴리스틱을 이용함으로써, 경로의 질은 높일 수 있었으나, 탐색 비용이 증가하였다.

III. 추상 그래프

기존에 존재하는 대부분의 경로 탐색 알고리즘의 경우 출발지에서 목적지까지의 최단 경로를 찾는

방법들을 제시하고 있다. 실제 도로망에서는 최단 경로가 최적의 경로가 될 수도 있으나, 도로의 상황에 따라 최악의 경로도 될 수가 있다. 따라서 실제 도로망을 대상으로 경로 탐색을 수행하는 시스템의 경우 도로 상황을 반영한 경로 탐색이 이루어져야 한다.

기존의 존재하는 경로 탐색 알고리즘의 경우 도로 상황을 고려한 경로 탐색 방법이 아니며, 도로 상황 정보를 이용할 경우 효율적인 탐색이 이루어지지 않는다. 따라서 도로 상황 정보를 이용한 경로 탐색 기법이 필요하며, 도로 상황 정보를 이용한 경로 탐색 기법을 제시하는 것을 최종 목표로 한다.

제안하는 방법의 전체적인 계획은 다음과 같다.

첫째, 추상 그래프를 생성하여 제시하고자 하는 경로 탐색 방법의 환경을 조성하는 것이다. 이 논문에서는 추상 그래프 생성 방법에 대해 제시한다.

둘째, 생성된 추상 그래프를 기반으로 도로 상황 정보를 이용한 경로 탐색 기법에 대해 제시한다. 탐색 방법은 추상 그래프 경로 탐색과 실제 경로 탐색, 2단계 탐색이 이루어진다. 추상 그래프 탐색은 실제 경로 탐색이 수행되기 전 우선 탐색을 통해 경로 존재 여부를 확인하고, 실제 경로 탐색 방향을 제시함으로써 휴리스틱 의존성을 줄일 수 있다. 또한 실제 경로 탐색을 수행하기 위한 탐색 범위를 제한함으로써 탐색 비용을 줄일 수 있다. 실제 경로 탐색은 추상 그래프 경로 탐색의 결과로 제공된 탐색 범위 내에서 수행하게 된다.

셋째, 추상 그래프 탐색과 기존의 제시된 기법을 혼합한 계층 경로 탐색을 제시하여 보다 질 높은 경로 탐색 방법을 제시한다.

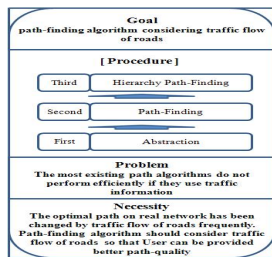


그림 1. 전체적인 프로젝트 계획
Fig 1. Whole plan of the project

이 논문에서는 추상 그래프 탐색을 수행하기 위한 추상 그래프 생성 방법을 제시한다. 추상 그래프는 실제 도로망을 단순화한 그래프이다. 고정 셀을 기반으로 추상 그래프를 생성하며, TPEG를 통해 전송받은 데이터를 제한한다. 추상 그래프 생성은 경계 노드 생성, 경계 간선 생성, 경계 노드 병합을 통한 추상 노드 생성 그리고 추상 노드

간의 연결을 통한 추상 간선 생성, 총 4단계로 생성된다.

3.1 경계 노드 생성과 경계 간선 생성

경계 노드는 추상 노드를 생성하기 위한 기반이며, 경계 노드들 간의 병합을 통해 추상 노드가 생성된다. 경계 노드와 경계 간선 생성은 다음과 같이 이루어진다. 첫째, 맵 전체를 고정된 크기의 셀로 구성된 하나의 그리드로 나뉜다. 둘째, 각 셀 범위 내부에 존재하는 도로들 중에서 셀의 경계와 교차하는 실제 도로는 경계 노드가 된다. 경계 노드는 셀의 경계와 실제 도로가 교차하는 위치에 생성하게 된다. 셋째, 각 셀에 생성된 경계 노드들 간의 실제 경로 탐색을 통해 경계 간선을 생성한다. 경계 간선 생성을 위한 탐색은 각 셀 범위 내부에 존재하는 실제 도로를 대상으로 경로 탐색을 수행한다. 현재 셀 범위에서 하나의 경계 노드에서 다른 경계 노드로 도달할 수 있는 경로 존재 여부를 표현한다. 그림 2는 실제 도로망을 기반으로 생성된 경계 노드와 경계 간선을 보여준다.

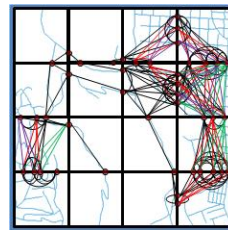


그림 2. 경계 노드와 간선
Fig 2. Boundary Nodes and Boundary Edges

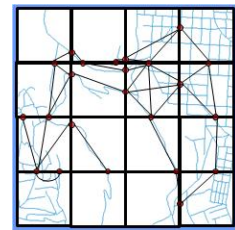


그림 3. 추상노드와 간선
Fig 3. Abstract Nodes and Abstract Edges

3.2 추상 노드 생성과 추상 간선 생성

추상 노드 생성은 각 셀에 생성된 경계 노드 간의 연결정보를 기반으로 생성된다. 각 셀에 생성된 경계 노드 중 동일한 연결 정보를 가진 경계 노드 간의 병합이 이루어진다.

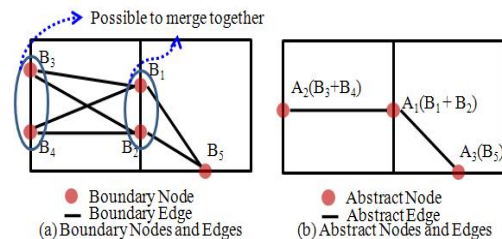


그림 4. 추상 노드와 추상 간선 생성
Fig 4. Create Abstract Nodes and Abstract Edges

추상 노드는 최소 하나의 경계 노드 또는 둘 이상의 경계 노드 병합으로 생성된다. 그림 4(a)은 실제 도로를 기반으로 생성된 경계 노드와 경계 간선을 나타낸다. B₁과 B₂에 연결된 경계 노드는 B₃, B₄, B₅로 동일하며, B₃와 B₄에 연결된 경계 노드는 B₁, B₂로 동일하다. 따라서 B₁와 B₂, B₃와 B₄는 병합을 통해 추상 노드를 생성한다. 추상 간선 생성은 추상 노드를 구성하는 경계 노드의 연결 정보를 이용하여 생성하게 된다.

그림 4(b)는 그림 4(a)를 기반으로, 그림 3은 그림 2를 기반으로 생성된 추상 노드와 추상 간선을 보여 준다.

IV. 결론 및 향후 과제

이 논문에서는 도로망을 단순화하는 추상 그래프 생성 방법에 대해 제안하였다. 추상 그래프 생성은 고정된 그리드를 기반으로 실제 도로 중에서 셀의 경계와 교차하는 도로를 추출하여 경계 노드를 생성하며, 생성된 경계 노드들 간의 병합을 통해 추상의 노드를 생성하게 된다.

제안한 기법은 경로 탐색의 방법이 아닌 도로 정보를 이용한 경로 탐색 기법을 제안하기 위한 환경을 생성하는 방법을 제안하였다.

향후, 동적으로 변화하는 교통정보를 반영하여 추상 그래프 상에서 경로 탐색 방법을 제시하고, 추상 그래프 탐색 결과를 활용한 실제 경로 탐색 기법에 대해 제시하여야 할 것이다. 이후 추상 그래프를 이용한 경로 탐색과 기존에 존재하는 경로 탐색 방법을 혼합한 계층 경로 탐색 방법에 대해 연구 되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] Peter E. Hart, Nils J. Nilsson and Bertram Raphael, "A Formal Basis for the Heuristic Determination of Minimum Cost Paths in Graphs," IEEE Trans. on Systems Science and Cybernetics, Vol. SSC-4, No. 2, pp 100-107, 1968
- [2] 이현섭, 김진덕, "고정 그리드 기반 가변 휴리스틱을 이용한 최적경로 탐색," 한국해양정보통신학회 2005 추계 종합학술대회, Vol.9, No.2, pp.137-141, 2005
- [3] 문대진, 조대수, "최저 속력 동적 휴리스틱을 이용한 경로탐색," 한국공간정보시스템학회 2008 Vol.19, No2, 2008
- [4] 문대진, 조대수, "실시간 도로 정보를 이용한 최고속력 동적 휴리스틱의 설계," 한국해양정보통신학회 2008 춘계 종합학술대회, Vol.12, No.1, pp.827-830, 2008
- [5] <http://en.wikipedia.org/wiki/TPEG>
- [6] EBU B/TPEG, "Transport Protocol Experts Group (TPEG) TPEG specifications - Part 1: Introduction, Numbering and Versions", TPEG-INV/002, draft, October 2002.