

유전알고리즘을 이용한 효율적인 대체경로탐색

Effective Route Finding for Alternative Paths using Genetic Algorithm

서기성[†], 최규석^{††}

서경대학교 산업공학과[†], 충남산업대학교 인공지능학과^{††}

Ki-Sung Seo[†], Gyoo-Seok Choi^{††}

Department of Industrial Engineering, Seokyeong University[†], Department of Artificial Intelligence, Chungnam Sanup University,^{††}

요약

차량주행안내 시스템에서 경로 안내 기능은 사용자에게 출발지와 목적지간의 최단의 경로를 찾아 주는 역할을 수행한다. 그런데 최단경로를 찾는 문제도 중요하지만, 다음과 같이 최단 경로 이외에 대체경로가 필요한 경우가 자주 발생한다. 첫째, 목적지나 출발지가 유사한 차량에 대해서, 복수개의 경로를 제시함으로써, 교통량을 분산시킬수 있어, 전체 도로망의 효율을 높일 수 있다. 둘째, 운전자의 선호도가 각기 다르기 때문에 이를 만족시키기 위해서는 복수개의 경로 제시가 필요하다. 본 연구에서는 대체경로의 적합성을 평가할수 있는 지표와 유전 알고리즘 기반의 효율적인 대체경로를 탐색 기법을 제시한다.

1. 서론

날로 심각해지는 교통난을 해결 또는 완화하기 위해, 다양한 정책 수립 및 시스템의 도입이 행해지고 있다. 이의 일환으로 도로를 운행하는 차량에게 혼잡지역을 피해 목적지까지 운행할 수 있는 경로를 안내함으로써, 기존 도로의 효율을 높이고, 교통 혼잡을 감소시킬 수 있는 차량주행 안내시스템이 큰 관심을 끌고 있다.[1-2]

차량안내 시스템의 핵심 기능은 사용자에게 적합한 경로를 탐색하여 주는 것으로, 현재 대부분의 연구가 출발지와 목적지간의 최단경로를 찾는 문제에 집중되고 있다.[3-6] 그러나 최단경로 탐색도 중요하지만, 다음과 같이 최단 경로 이외에 부가적인 경로가 더 필요한 경우가 많다.[7-8]

첫째, 한 지역의 교통량을 통제하고 교통정보를 제공하는 교통관제 센터의 측면에서 볼때, 목적지나 출발지가 유사한 차량에 대해서, 복수개의 경로를 제시함으로써,

교통량을 분산시킬수 있어, 전체 도로망의 효율을 높일 수 있다.

둘째, 개별 운전자의 입장에서는, 자신의 선호도(거리, 시간, 난이도, 풍경등)에 따라 복수개의 경로중에서 자신이 최적으로 생각하는 경로를 선택할 수 있다.

이와 같은 특성을 가진 부가적인 경로를 대체경로라고 하며, 즉, 최단경로의 비용과 같거나 근접한 복수개의 대체 경로를 탐색하는 기법에 대한 연구가 최근 들어 시도되고 있다. 기존의 접근법으로는 link-elimination 기법과 k-th shortest path 기법이 있는데, 구해진 대체경로가 최단경로와 별 차이가 나지 않으며, 알고리즘을 한번 수행할때 마다 하나의 결과 경로만을 구할수 있어 여러 개의 대체 경로를 구하는데 시간이 많이 걸리는 단점이 있다.[8]

본 연구에서는 먼저 대체경로의 적합성을 평가할수 있는 지표를 제안하고, 이어서 유전 알고리즘을 이용하여 복수개의 대체경로를 효율적으로 구할수 있는 탐색 기법을 제시한다.

그림 2에서 볼수 있듯이 최단경로에 대한 대체경로들 중에는 최단경로와 대부분이 겹치는 경로가 있고(점선 화살표), 모든 구간이 다른 경로(회색 화살표), 그리고, 일부구간이 중복되는 경로등 다양한 형태의 경로가 존재할수 있다. 그림에서 볼수 있듯이 최단경로와 링크의 중복이 많을수록 대체 경로로서의 의미가 적어지며, 실제로 교통량 분산이나, 운전자의 대체경로 요구를 만족시킬수 없다.

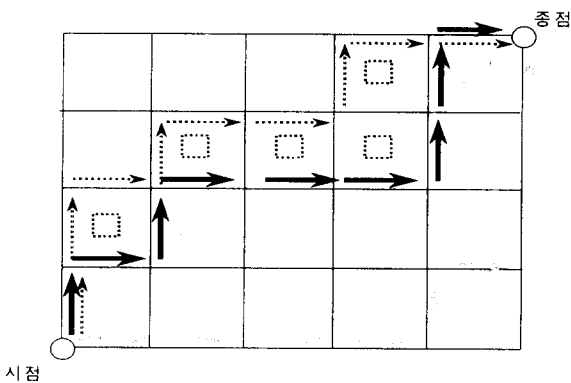
현재, 최단경로와 대체경로의 차이를 중복되는 링크 수로만 판별하고 있으나, 대체경로의 상이성(또는 유효성)을 보다 더 효과적으로 구분할수 있는 지표가 필요하다.

3.2 대체경로의 상이성(유효성) 지표

- 경로 사이 면적 기준

최단경로 이외에 대체 경로의 안내를 통해 교통량을 분산시키고자 할 때, 서로 다른 경로라 할지라도, 서로 교차되거나 인접해 있으면, 앞에서 언급한 기준으로는 서로의 상이성이 높다고 할지라도, 실제의 분산효과는 감소할수 있다.

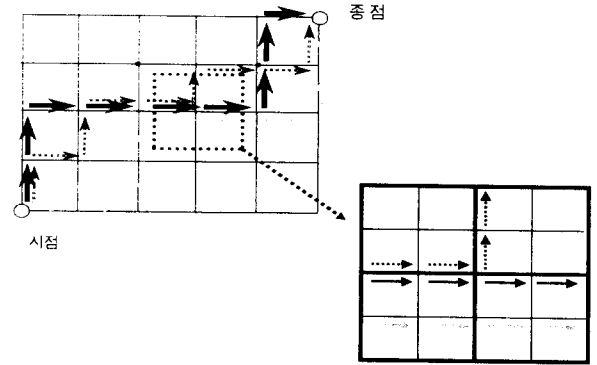
경로 사이의 면적은 최단경로와 대체경로로 둘러싸인 면적을 의미한다. 면적이 클수록 두개의 경로가 서로 거리적으로 떨어져 있음을 나타내고, 교통량의 분산 효과가 더 큼을 알수 있다.(그림 3)



<그림 3> 경로 사이 면적 기준

- 주축·간선 기준

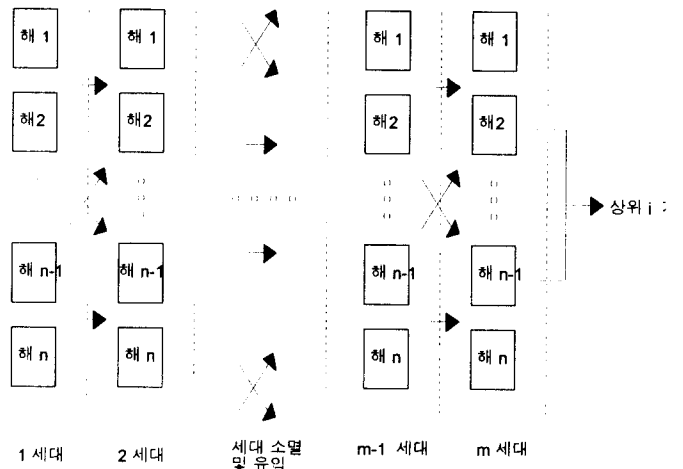
레이어 탐색 방식에서는 목적지의 인접 부근까지 주축도로를 대상으로 경로탐색을 하고, 그 이후 목적지까지의 경로는 간선도로를 탐색하는 것을 기본으로 하고 있다. 따라서, 경로의 상이성 비교시, 전체 경로의 노드나 링크의 비교보다는 경로에서 포함되는 주축을 서로 비교하는 것이 실제로 사용자의 입장에서 느끼는 적합한 기준이 될 수 있다.(그림 4)



<그림 4> 주축 기준

4. GA 기반 대체경로 탐색

본 연구에서의 대체경로 탐색기법은 진화 프로그램의 병렬 해 탐색 특성을 이용하여 최소비용 순으로 상위 복수개의 경로를 탐색하는 것이 가능하므로, 위의 문제점을 해결하는 유력한 접근법이 될 수 있다. 즉, 경로 해들이 세대를 증가해서 진화해나감에 따라 최종 m 세대에서는 그 전 세대보다 우수한 해들이 생성되므로(그렇지 않은 경우도 존재하나 매 세대마다 우수한 해는 따로 저장하고 있으므로 문제가 되지 않음). 최종 m 세대에서 상위의 i 개의 해를 선택하는 것이 우수한 대체경로를 구할 수 있는 수단을 제공한다.(그림 5)



<그림 5> 경로해 병렬 탐색

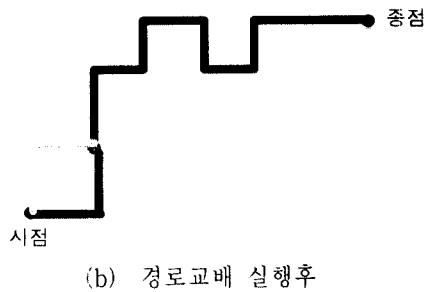
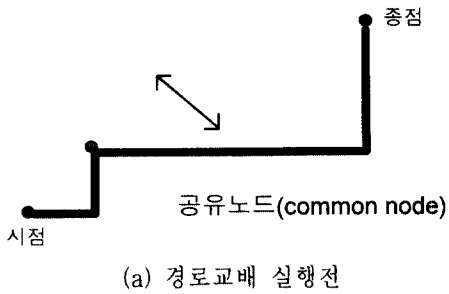
경로 재생 연산자는 부모 경로 개체에 유전 연산자를 작용시켜 새로운 자손 경로를 효과적으로 재생시키는 역할을 수행함으로써 최적화 문제의 탐색 성능을 증대시킨다. 따라서, 효율적이고 적합한 경로 유전 연산자가 설계되어야 한다. 본 연구에서 다음과 같은 경로 재생 연산자를 사용한다.

4.1 경로 연산자

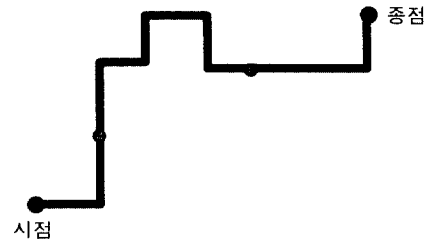
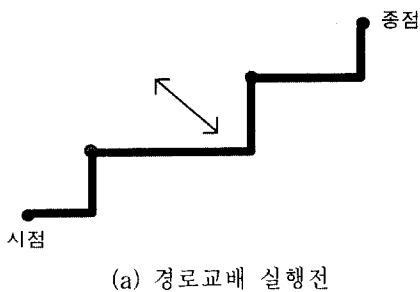
Holland에 의해서 제안된 유전 알고리즘은 현재 다양한 최적해 탐색 문제에 응용되고 있다.[9] 유전 알고리즘이 주로 이진 스트링을 사용하는데 비해, 진화 프로그램은 해결하려는 문제에 적합한 자료구조와 연산자를 사용한다.

기존의 네트워크에서 노드와 아크의 연속적인 집합으로 표현된 경로를, 시작점과 종점간의 하나의 가능 경로를 경로 탐색체로 구성하였다.

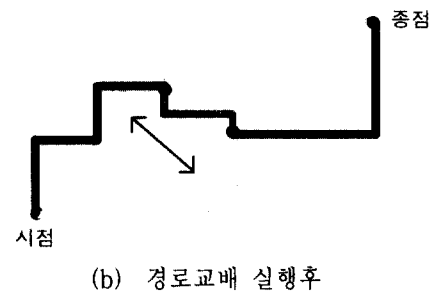
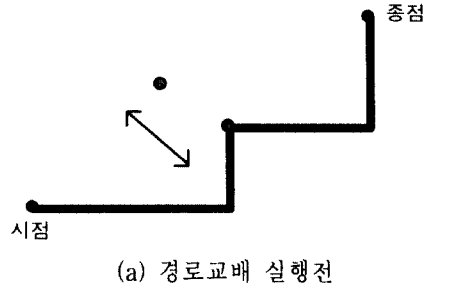
경로 교배 연산자는 교배된 부분 경로가 원래의 경로에 연결되어야 하는 제약을 지켜야 하므로, 두 경로의 공유 노드를 중심으로 형성된 구간에서 임의의 부분 경로를 선택하여 그 경로간의 노드정보를 상호 교환함으로써 새로운 두 경로를 만들어낸다. 그림 6-8까지 다양한 경우에 대한 교배 연산의 예가 나와 있다.



<그림 6> 경로 교배연산자 - 공유점 1개

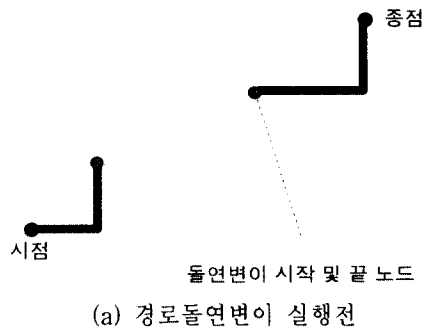


<그림 7> 경로 교배연산자 - 공유점 2 개



<그림 8> 경로 교배연산자 - 공유점 없음

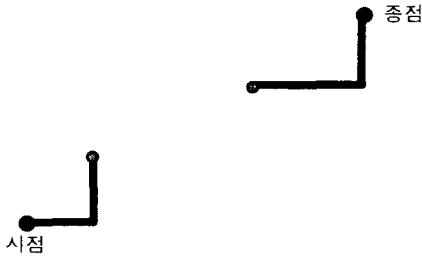
경로 돌연변이 연산자는 하나의 경로간에 존재하는 임의의 두 점을 선택하여 이 두점을 시작점과 끝점으로 하는 새로운 부분 경로를 생성하여, 이를 원래의 부분 경로와 대치시키는 방법이다.(그림 9-10).



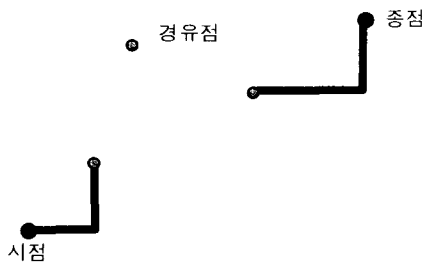
향후, 이에 대한 실제 구현과 분석이 필요하고, 이를 기반으로 한 체계적인 대체경로 탐색기법의 개발이 추후 과제이다.

참고문헌

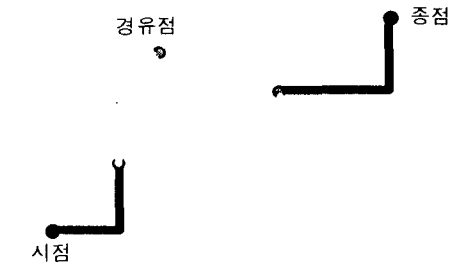
[1] 이성경외, ITS/IVHS 정보통신 시스템 기술개발, 한국전자통신연구소, 1995
 [2] T. Kitamura, M. Kobayashi, K. Takeuchi, "The Dynamic Route Guidance Systems of UTMS", Proc. of The Second World Congress on Intelligent Transport Systems 95 YOKOHAMA, pp.610 - 615, 1995.
 [3] E. W. Dijkstra, "A Note on Two Problems in Connection with Graphs", Numer. Mathematics, Vol. 1, pp. 269 - 271, 1959.
 [4] B. V. Cherkassky, A. V. Goldberg, T. Radzik, "Shortes path algorithms: Theory and experimental evaluation", Mathematical Programming Vol. 73, pp.129-174
 [5] 최기주, "U-TURN을 포함한 가로망 표현 및 최단경로의 구현", 대한교통학회지 13권 3호, pp.35-52, 1995
 [6] 노정현, 남궁성, "도시가로망에 적합한 최단경로탐색기법의 개발", 대한국토·도시계획학회지 30권 5호, pp.153-168, 1995
 [7] R. D. Shier, "On Algorithms for Finding the k Shortest Paths in a Network", Networks, Vol. 9, pp.195-214, 1979
 [8] L. R. Rilett, Dongjoo Park, "Identifying Unique Routes in Transporation Network", Proc. of The Third World Congress on Intelligent Transport Systems 96 Orlando, 1996.
 [9] Z. Michalewicz, Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs, Springer-Verlag, 1992.



(b) 경로돌연변이 실행후
 <그림 9> 경로 돌연변이 연산자



(a) 경로돌연변이 실행전



(b) 경로돌연변이 실행후
 <그림 10> 경로 돌연변이 연산자(경유점 포함)

위와 같은 다양한 유전 연산자를 설계하고 이를 적용시키고 분석해 봄으로써, 대체 경로 탐색에 효율적인 연산자를 찾아내려고 한다.

그리고, 하나의 경로해에 대한 모집단을 여러개의 부분 모집단으로 나누어서 격리된 각 집단의 경로해들이 서로 독립적이고 병렬적으로 진화해 나가는 방식인 병렬 유전 알고리즘(parallel genetic algorithm)을 적용시키는 방안도 연구 중이다.

5. 결론

본 논문에서는 최단경로에 대한 복수개의 대체경로를 유전 알고리즘을 이용하여 효율적으로 구할수 있는 기법을 제시하였다. 유전 알고리즘의 병렬해 탐색 특성에 의해 복수개의 경로해를 탐색할수 있는데, 대체경로의 적합성에 대한 지표를 만족시키기 위해서는 대체경로에 이에 맞는 유전 연산자의 설계와 병렬 유전 알고리즘과 같은 특수한 유전 알고리즘의 적용이 연구중이다.