

개미 집단 최적화 기법을 이용한 이동 로봇 최적 경로 생성 알고리즘 개발

고종훈, 김주민, 김대원
영지대학교, 정보공학파

Development of a New Optimal Path Planning Algorithm for Mobile Robots Using the Ant Colony Optimization Method

Jong-Hoon Ko, Joo-Min Kim, Dae-Won Kim
Dept. of Information Engineering, Myong Ji University

Abstract - In this paper proposes a new algorithm for path planning using the ant colony optimization algorithm. The proposed algorithm is a new hybrid algorithm that composes of the features of the ant colony algorithm method and the Maklink graph method. At first, paths are produced for a mobile robot in a static environment, and then, the midpoints of each obstacles nodes are found using the Maklink graph method. Finally, the shortest path is selected by the ant colony optimization algorithm.

1. 서 론

이동 로봇의 경로 생성의 관한 연구는 로봇 분야에서 중요한 연구 분야이다. 이동 로봇은 장애물의 정보를 파악하여 목표 지점까지 장애물을 회피하고 최적의 경로를 생성하여 빠르게 이동하는 것이 중요하다. 이러한 이동 로봇의 경로 생성 문제를 해결하기 위해 Dijkstra 알고리즘과 유전자 알고리즘, PSO (Particle Swarm Optimization : 입자 군집 최적화) 알고리즘 등 최적화 알고리즘이 많이 사용되어 왔다. 그러나 이러한 알고리즘은 단순한 환경에서 효율적이지 모르나 복잡한 환경에서의 경로 생성 시 초기 경로 생성이 어렵고, 국소 최소 점에 빠질 가능성이 높아지는 등 여러 가지 문제점을 갖는다[1].

본 논문에서는 이전 연구들의 장애물 회피 및 최단 경로 생성의 어려움을 극복하고자, Maklink 그래프 기법을 사용하여 장애물 회피의 문제점을 극복하고, 진화 알고리즘인 ACO (Ant Colony Optimization : 개미 집단 최적화) 기법을 사용하여 최적 경로를 생성하고자 한다.

2. 본 론

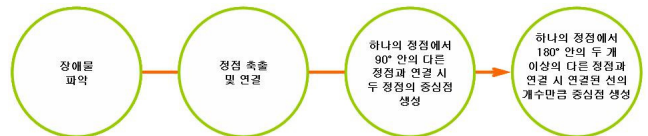
2.1 문제 정의 및 해결방안

이동 로봇의 경로 생성에 있어서 중요한 점은 장애물의 정보를 파악하여 목표 지점까지 장애물을 회피하고 최적의 경로를 생성하여 빠르게 이동하는 것이다.

이렇게 중요한 이동 로봇의 경로 생성 문제를 해결하기 위하여 ACO 기법을 사용하도록 한다. 우선 Maklink 그래프 기법을 사용하여 장애물의 정보를 파악하고 장애물을 회피하며, ACO 기법을 사용하여 빠르게 모든 경로를 탐색하고, 최단 경로를 생성한다[2]. 본 논문에서는 Maklink 그래프 기법을 사용하여 각 장애물 정점들 간의 중심점을 만들어 이동을 하기 때문에 복잡한 환경에서의 장애물을 안전하게 회피할 수 있다. 최적의 경로 생성의 문제는 Maklink 그래프 기법에서 생성된 중심점들에 ACO 기법을 사용하여 모든 경로를 빠르게 탐색한 후 이동 로봇이 이동할 수 있는 최적 경로를 생성한다.

2.2 Maklink 그래프

본 논문에서는 기존 정점 그래프 기법인 Maklink 그래프를 사용하여 장애물 회피의 문제점을 해결한다. Maklink 그래프 기법의 방법으로는 임의의 장애물이 주어졌을 때, 정적인 환경에서의 장애물을 파악하고, 각 장애물들의 좌표 점을 추출하여 근접한 장애물들 간의 정점들을 연결한다. 만약, 하나의 정점에서 90° 안에 다른 정점과 연결 시에는 두 정점의 중심점을 연결하고, 하나의 정점에서 180° 안에 두 개 이상의 정점이 존재할 경우에는 정점의 수만큼 선을 연결하여 연결된 선의 개수만큼 중심점이 생성된다. 그림 1은 Maklink 그래프 기법을 사용하여 중심점을 추출하는 방법을 설명한 순서도이다[3].

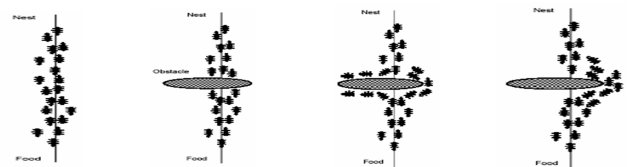


〈그림 1〉 Maklink 그래프 기법을 사용하여 중심점을 추출하는 방법

2.3 ACO (Ant Colony Optimization: 개미 집단 최적화) 기법

ACO 기법은 조합 최적화 문제를 해결하기 위한 기법으로 생물학적 기반의 메타 휴리스틱 접근 방법이다. 개미 집단 최적화는 페로몬을 분비하고 통신 매개 물로서 페로몬을 사용한 실제 개미들의 추적행위에 기반 한 알고리즘이다. 생물학적 유사성으로 ACO 기법은 개미라 불리는 간단한 에이전트 집단의 간접적인 통신에 기반을 두고 있다. 결국, 각 에이전트들은 짧은 경로를 선택하려는 휴리스틱 정보와 많은 양의 페로몬을 가진 간선을 선택하려는 페로몬 정보에 따라 탐색경로를 완성한다[4].

그림 2는 개미의 일반적인 경로 생성 방법을 나타내고 있으며, 개미의 이동 경로에 장애물이 놓이면 장애물을 피해 이동하면서 페로몬을 분비하여 최단 경로가 생성됨을 보여준다[5].



〈그림 2〉 개미의 일반적인 경로 생성

1. 시작점을 초기화하고 페로몬을 0보다 큰 값으로 초기화한다.
2. 상태 전이 규칙을 사용하여 각 중심점간의 거리를 계산한다.

$$P_k(r,s) = \frac{[\tau(r,s)] \cdot [\eta(r,s)]^\alpha}{\sum_{u \in J_k(r)} [\tau(r,u)] \cdot [\eta(r,u)]^\beta}$$

3. 각 중심점에 대한 모든 경로를 완성한 후 경로를 구성한 모든 간선에 대해 페로몬을 업데이트한다.

$$\tau(r,s) = (1 - \rho) \cdot \tau(r,s) + \sum_{k=1}^m \frac{Q}{L_k}$$

4. Elitist Strategy를 사용한다. Elitist Strategy는 모든 경로를 완성한 후, 최적 경로의 길이를 추가 강화하는 방법이다.

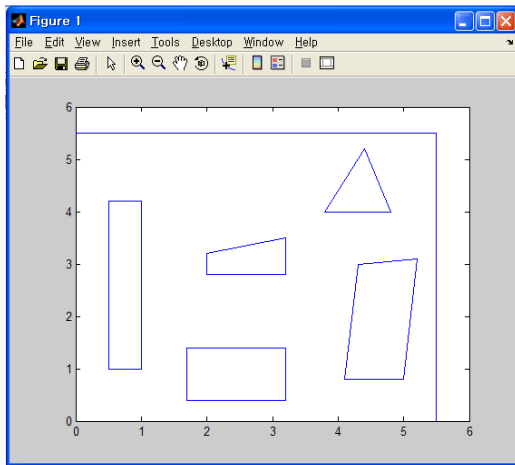
$$\tau(r,s) = (1 - \rho) \cdot \tau(r,s) + \sum_{k=1}^m \frac{Q}{L_k} + \sum_{k=1}^m \sigma \frac{Q}{L^*}$$

5. Elitist Strategy 후에 지역 갱신 규칙을 사용하므로 Strategy가 추가된 경로의 페로몬을 업데이트 시킨다.

$$\tau(r,s) = (1 - \rho) \cdot \tau(r,s) + \rho \cdot \Delta\tau(r,s)$$

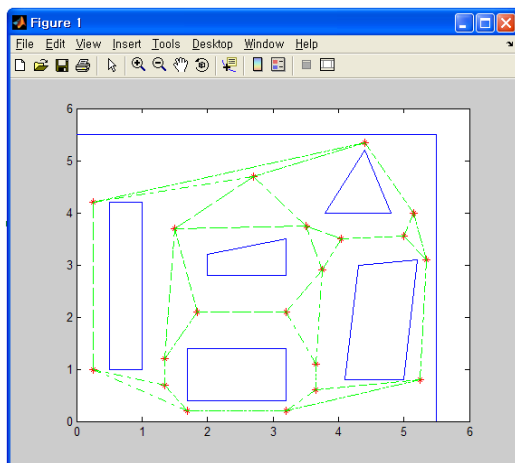
2.4 모의실험

그림 3과 같이 맵 크기가 550cm x 550cm 인 정적인 환경에서 5개의 장애물을 정의한다.



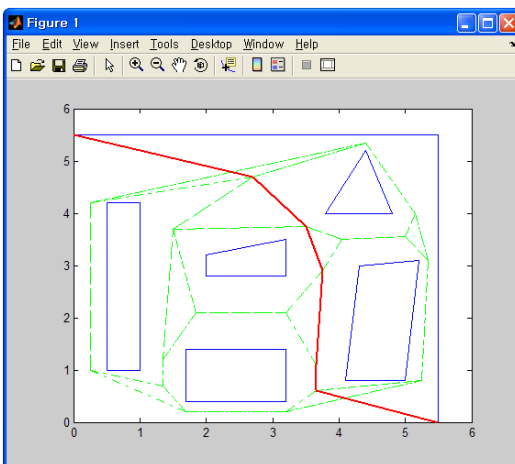
〈그림 3〉 장애물의 정의

각 장애물들의 정점을 연결한 후, 정점들의 중심점들을 추출한다.



〈그림 4〉 Maklink 그래프 기법을 이용한 장애물간 중심점 생성 및 가능 경로 연결

추출된 중심점들을 이용하여 ACO 알고리즘을 적용한다. ACO 알고리즘을 적용하여 정의된 환경에서 최적의 경로를 찾아낸다.



〈그림 5〉 생성된 중심점을 통해 찾아낸 최적 경로

3. 결 론

본 논문에서는 최적화 기법에서 사용되는 ACO 기법을 이용하여 이동 로봇의 최단 경로 찾고 장애물 회피 문제를 해결하였다. Maklink 그래프 기법을 사용하여 각 장애물의 중심점을 찾아내서 장애물을 회피하였으며, 각 중심점에 ACO 기법을 사용하여 모든 경로를 빠르게 탐색한 후, 최단 경로를 찾아내었다.

[참 고 문 헌]

- [1] M Kose, A Acan "Knowledge Incorporation into ACO-Based Autonomous Mobile Robot Navigation" LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE, Springer, 2004.
- [2] H Mei, Y Tian, L Zu "A Hybrid Ant Colony Optimization Algorithm for Path Planning of Robot in Dynamic Environment" International Journal of Information Technology, 2006.
- [3] Habib M K, Asama H. "Efficient method to generate collision free paths for autonomous mobile robot based on new free space structuring approach" IEEE/RSJ International Workshop on Intelligent Robots and Systems IROS'91.Osaka, Japan, pp.563-567,1991.fff
- [4] M. Dorigo, V. Maniezzo and A. Colomi "The ant system: optimization by a colony of cooperating agents". IEEE Trans on Systems, Man & Cybernetics-B, pp.29-41, 1996.
- [5] Dongbin Zhao and Jianqiang Yi "Robot Planning with Artificial Potential Field Guided Ant Colony Optimization Algorithm"
- [6] J. Kennedy and R. Eberhart, "Particle swarm optimization" Proceedings of the IEEE International Conference on Neural Networks, pp.1942-1948, 1995.
- [7] K Socha "ACO for continuous and mixed-variable optimization" in: M. Dorigo et al. (Eds.), Lecture Notes in Computer Science, vol.3172, Springer-Verlag, Berlin, pp. 25 - 36,2004.
- [8] Zhiye Li, Xiong Chen and Wendong Xiao. "A New Motion Planning Approach Based on Artificial Potential Field in Unknown Environment" PDCAT 2004, LNCS 3320, pp. 376-382,2004.
- [9] Ni Bin, Chen Xiong, Zhang Liming, and Xiao Wendong. "Recurrent Neural Network for Robot Path Planning" PDCAT 2004, LNCS 3320, pp.188 - 191, 2004.
- [10] Shuhua Liu, Yantao Tian, Jinfang Liu. "Multi Mobile Robot Path Planning Based on Genetic Algorithm" Proceedings of the 5th World Congress on Intelligent Control and Automation, pp.4706-4709, 2004.
- [11] Yan Meng, "A Hybrid ACO/PSO Control Algorithm for Distributed Swarm Robots" Proceedings of the 2007 IEEE Swarm Intelligence Symposium, 2007.
- [12] 장민근, 기창두 "먹 포텐셜 방법을 이용한 이동 로봇의 네비게이션" 대한기계학회 1997년도 춘계학술대회논문집 A pp.456-461, 1997.
- [13] 김영철, 조성배 "Dempster-Shafer 이론을 이용한 퍼지 자율 이동 로봇의 지도 자동 구축" 2001년도 한국정보 과학회 봄 학술발표 논문집 Vol.28, No1,2001.
- [14] 김병호, 오영석 "로봇경로제어를 위한 새로운 구조의 리커런트 신경망에 관한연구" 전자공학회논문지 제32권 B편 제2호, pp. 198-207, 1995. 2
- [15] 최한수 "유전자알고리즘을 이용한 이동로봇의 주행알고리즘 개발" 대한 전기 학회 논문지 전력기술부분 A, 1999.
- [16] 최규중 "Study on Mobile Robot's Navigation Problem Using Jacobian and Fuzzy Inference System" 제어 · 자동화 · 시스템 공학 논문지 제 12 권, 제 6 호 2006. 6