유전알고리즘을 이용한 토사운반 최적경로 탐색 방법론

Methodology for Selecting Optimal Earthmoving Haul-Routes using Genetic Algorithm

곽 한 성* 이 창 용* 이 동 은**
Gwak, Han-Seong Yi, Chang-Yong Lee, Dong-Eun

Abstract

Planning earthmoving haul-route must be preceded for appropriate equipment fleet assignment. However, traditional haul-route planning methods have limitations relative to practical usage because multiple variables (e.g., grade/rolling resistance, length, equipment's weight etc.) should be considered at a time. Genetic algorithm(GA) was introduced to improve these traditional methods. However, GA based haul-route planning method still remains in inefficiency relative to computation performance. This study presents a new haul-route searching method that computes an optimal haul-route using GA. The system prototype is developed by using MATLAB(ver. 2008b). The system identifies an optimal haul-route by considering equipment type, soil type, and soil condition.

키 워 드 : 유전 알고리즘, 운송경로, 경사저항, 주행저항, 토사운반
Keywords : GA, haul-route, grade resistance, rolling resistance, earthmoving task

1. 서 론

전통적으로 사용되어온 경로탐색 방법론인 DA(Dijkstra Algorithm)와 A* 알고리즘은 시간 소모적이며 실무응용성 측면에서 성능향상의 여지가 있다. 이에 따라 유전 알고리즘(Genetic Algorithm ; 이하 GA라 명명)이 기존 경로계획 방법론의 한계점을 극복하기 위해 소개되었다. 하지만 GA를 이용한 경로탐색 또한 탐색성능 면에서 개선의 여지가 있다. 따라서 본 연구는 기존 경로계획에 활용된 유전알고리즘의 한계점을 보완하고 현장 안에서 이루어지는 운송장비의 경로계획을 시스템으로 구현하는 것을 최종 목표로 한다.

2. 기존연구의 고찰

최적화 문제에서 중요한 문제 중 하나인 최단경로(shortest path problem)탐색에 GA가 활용되어 많은 연구들이 진행되어 왔다. 난이도가 높고 시간 소모적인 파이프 경로 계획 효율화에 관한 연구(Ito, 1999), 시시각각 상황이 변하는 역동적인 경로의 특성을 규명하기 위한 연구(Kanoh, 2007), 목적함수를 두 가지 이상 다룬 다목적 경로계획에서 로봇 경로 최적화(Castillo et al, 2007)에 관한 연구가 진행되었다. 이러한 연구들은 GA를 이용한 경로탐색의 타당성을 시사한다.

3. GA를 활용한 장비 운송경로 탐색 시스템

본 시스템은 현장의 GIS 지리/지형 정보를 활용하고 운송 장비종류 및 규격에 따른 성능을 고려하여 운송장비의 운행시간을 산출한다. 또한 최적경로 탐색에 적합한 GA 유전자 표현형과 연산자를 정의하여 GA 기법을 경로탐색 문제에 특화시키며 시뮬레이션기법과 통합하여 GA실험 결과의 신뢰를 달성한다.

그림 1은 시스템 사용자 화면이다. 섹션Ⓐ에서 토사운반에 사용할 운송장비의 종류와 규격을 선택(예, 스크레이퍼, 623G)하여 장비의 무게(예, 82.695 kips), 운송용량(예, 23 yd3), 타이어 종류(예, Wheel) 데이터를 호출한다. 운반토사의 종류 및 상태를 선택(예, topsoil)하여 토사의 자연시료 무게(예, 1.6 kips/yd3)를 호출한다. 출발지점과 목표지점의 좌표를 입력하고 격자간격을 설정한다. 호출(Importing) 버튼을 눌러 GIS 데이터베이스에서 X-Y축이 교차되는 각 지점의 해발정보를 호출하여 X-Y축 격자형으로 정의된 현장을 생성한다. 섹션Ⓑ에서 민감도 분석을 통한 최적 GA옵션조합 탐색을 위해 해집단 크기, 교차율, 돌연변이율을 범위 값으로 설정한다. 예를 들어 해집단 크기는 [150, 300]구간에서 증가율 50, 교차율은 [0.7, 0.9] 구간에서 증가율 0.05 그리고 돌연변이율은 [0.06, 0.08] 구간에서 증가율 0.01이 될 수 있다.

* 경북대학교 건설환경에너지공학부 대학원 박사과정
** 경북대학교 건축·토목공학부 부교수, 공학박사, 교신저자(dolee@knu.ac.kr)

분석(Run Analysis) 버튼을 눌러 GA 옵션 입력값에 해당하는 모든 조합별 연산속도를 평가하여 출력 결과 중 최적의 옵션 조합을 제시한다. 섹션Ⓒ는 섹션Ⓑ에서 도출한 최적 GA 옵션 값을 사용하고 시뮬레이션 횟수(예, 30회)를 설정한다. 실행(GA-Sim Run) 버튼을 눌러 최소 운송시간을 갖는 최적 경로를 탐색한다. 섹션Ⓓ는 섹션Ⓒ에서 탐색한 최적 경로를 2차원 그래프 형태로 제시하고 경로에 따른 운송시간을 연산하여 제시한다.

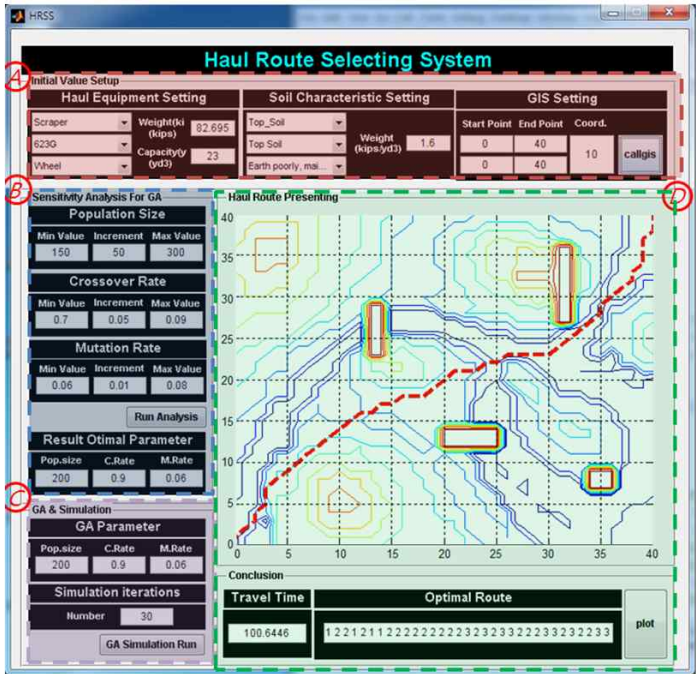

그림 1. GA를 활용한 경로탐색 시스템 사용자 화면

4. 결 론

공사 기간단축과 비용절감을 위한 합리적 장비조합 계획의 선행 단계로 운송장비 경로계획이 이루어져야 한다. 특히, 출발지점과 목표지점 사이에 건설된 도로가 존재하지 않는 '현장 내 경로'는 경로길이, 경사도에 의한 경사저항, 표면 마찰에 의한 운행저항을 고려하여 계획되어야 한다. 하지만 전통적으로 사용되어온 경로탐색 방법론은 실무 적용성이 결여되어 있어 이를 보완하기 위해 개선된 GA기반 경로계획 시스템을 개발하여 제시했다.

Acknowledgement

이 연구는 2014년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2013R1A2A2A01068316)

참 고 문 헌

1. Ito, T. A genetic algorithm approach to piping route path planning, Journal of Intelligent Manufacturing, Springer, Vol.10, No1, pp.103~114, 1999
2. Kanoh, H. Dynamic route planning for car navigation systems using virus genetic algorithms." International Journal of Knowledge-based and Intelligent Engineering Systems, Vol.11, No1, pp.65~78, 2007
3. Castilo, O., Trujillo, L., and Melin, P. Multiple objective genetic algorithms for path-planning optimization in autonomous mobile robots, soft computing, Soft Computing, Springer, Vol.11, No.3, pp.269~279, 2007