

# 유전 알고리즘을 이용한 이동 에이전트 기반의 경로 탐색 기법

지홍일\* · 문석환\*\*

\*영동대학교 교양융합학부 · \*\*영동대학교 임베디드소프트웨어학과

Mobile Agent Based Route Search Method

Using Genetic Algorithm

Hong-il Ji\* · Seok-hwan Moon\*\*

\*Youngdong University Faculty of Sciences and Liberal Arts

\*\*Youngdong University Department of Embedded Software

E-mail : jihi61@yd.ac.kr · shmoon@yd.ac.kr

## 요 약

본 논문에서는 제안한 알고리즘은 이전 유전 알고리즘의 분산처리를 위해 라우터 그룹 단위인 셀을 도입하였다. 셀 단위로 유전 알고리즘을 시행하여 전체 네트워크의 탐색 지연시간을 줄이는 방법을 제시하였다. 본 논문에서 제안한 알고리즘의 수행 절차를 살펴보면 첫 번째 셀을 만들고 그 위치에서 두 번째 셀과 세 번째 그리고 네 번째 셀을 차례로 만들며 그 포인트에 에이전트를 복제 이전시키고 에이전트로 하여금 각 셀마다 최단 경로를 구하도록 하고 그 후 경쟁하여 가장 나은 요소를 찾도록 하였다.

## ABSTRACT

Proposal algorithm in this thesis introduced cells, units of router group, for distributed processing of previous genetic algorithm. This thesis presented ways to reduce search delay time of overall network through cell-based genetic algorithm. With regard to procedures of proposal algorithm, duplicated agents were transferred to the point, where the second, third, and fourth cells were created in order, after the first cell was made, and the agents were engineered to search the shortest path to each cell, and then find the most efficient element through competition.

## 키워드

유전 알고리즘(Genetic Algorithm), 이동 에이전트(Mobile Agent), 경로 탐색(Route Search Method), 네트워크(Network)

## 1. 서 론

정보화 사회가 가속화 되어감에 따라 광역 네트워크를 필요로 하게 되었다. 최근 많은 통신 네트워크에서 데이터 트래픽이 급격히 증가하게 된 원인은 새로운 멀티미디어 기술 및 개인 단말시스템의 발전에서 비롯되었다고 할 수 있다. 이로 인해 네트워크의 대역폭(Bandwidth) 확장과 광대역통합망인 WAN(Wide Area Network)에서 효율적인 네트워크 프로토콜을 필요로 하게 되었다.

논문에서 제안한 알고리즘은 다음과 같다. 목적지에서 인접한 라우터로 이동한 후 일정크기

의 셀을 구성하고 일정 크기의 홉만큼 최적경로에 위치한 라우터를 탐색한다. 이 라우터를 중심으로 클러스터의 경계에 위치한 일정크기 홉 간격의 라우터를 검색한 후 역으로 일정크기 홉 간격의 라우터를 첫 번째 라우터가 위치한 클러스터를 경계로 탐색한다. 탐색된 라우터들을 기준으로 첫 번째 찾는 방법과 같이 반복 수행하여 셀을 증식시켜 나간다. 이후 생성된 셀들의 공통 영역을 바탕으로 셀 내부에서 유전 알고리즘을 적용하고 도출된 경로로부터 양 셀 간 경합으로 구성된 경로를 취합한다. 이러한 절차를 목적지가 마지막 셀에 포함될 때까지 셀을 증식시키며 수

행을 반복한다.

## II. 본 론

### 2.1 제안한 경로 탐색 알고리즘

유전 알고리즘을 이용한 이동 에이전트 경로 탐색기법은 최단거리 알고리즘의 방향성을 이용하여 라우팅 시 최적 경로를 탐색하는 알고리즘이다.

클라이언트로부터 요청된 정보를 전달하기 위해 서버쪽에서는 클라이언트로 최단 경로를 탐색하기 위해 에이전트 컨트롤러를 이용하여 경로에 위치한 라우터들을 검색하고 그들을 통해 서로 간의 최단거리를 검색하도록 하였다. 그리고 노드장에서 클라이언트 쪽의 “Path Modification”을 통해 장애노드를 포함하고 있는 셀에서 재설정 작업을 시행하도록 하였다.

<표 1>과 <표 2>에서는 제안한 알고리즘의 구조의 각 부분의 기능에 대하여 설명이다.

표 1. Server 구성요소

구성요소	기능
Service	•클라이언트에서 요청하는 서비스(Web, FTP, ...)에 대해 전송할 데이터를 구성
Agent Control	•라우터간의 거리를 검색 •셀의 관할 기준 설정 •최단 거리 설정 작업 •셀 간의 경합 관장 •망 손실 시 복구 작업 •라우터들 내의 에이전트들 간의 우선권 부여 •라우터들 내의 에이전트 소멸 작업
Cell Reiterate Index	•최적 경로의 셀들 저장 •셀 간의 관할 영역 내에 중복되는 라우터들의 정보 저장 •라우터들 내의 최단 라우터 정보 저장 •셀 내부의 최적 경로 저장
Sender Socket	•클라이언트로부터 요청된 정보를 전송하기 위한 기능 담당

표 2. Client 구성요소

구성요소	기능
Sender Socket	•서버로부터 응답된 정보를 받기 위한 기능 담당
Cell Reiterate Index	•최적 경로의 셀들 저장 •셀 간의 관할 영역 내에 중복되는 라우터들의 정보 저장 •라우터들 내의 최단 라우터 정보 저장 •셀 내부의 최적 경로 저장
App.	•클라이언트에서 실행되는 프로그램으로서 서버에 정보를 요청 •요청 받은 정보를 받아 활용하는 기능을 담당 (응용프로그램)
Path Modification	•Cell Reiterate Index를 이용하여 네트워크내의 장애 위치 추적 기능을 제공

### 2.2 제안한 경로 탐색 알고리즘 수행 과정

#### (1) 동작 모델

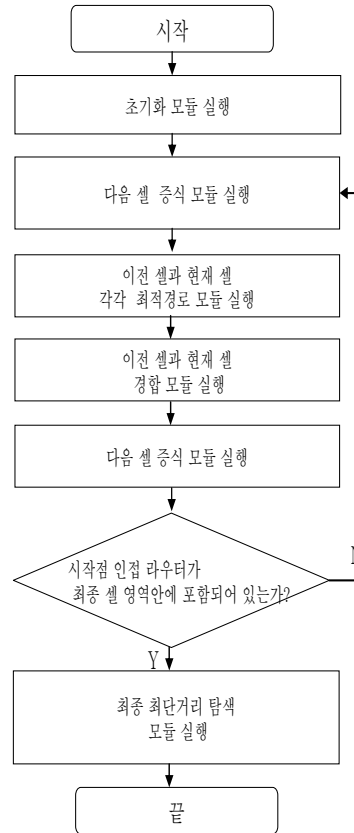


그림 1. 제안한 경로 탐색 알고리즘의 순서도

본 논문에서 제안한 알고리즘의 기본 동작은 에이전트에 의해 초기화를 진행한 후 셀을 증식하며 각 셀 내의 에이전트들을 통해 셀 내의 유전 알고리즘을 이용하여 최적경로를 구하고 인접 셀과 최적경로 비교를 통해 서로 간의 우열을 가리는 과정을 거쳐 목적지까지 도달하는 과정으로 이루어지며, <그림 1>는 이러한 과정을 나타내는 모델이다.

#### (2) 셀 생성 과정

제안한 알고리즘의 셀들은 3-블록(Block)으로 구성되어 있다. 1-블록은 시작 셀의 경계점을 생성하고 다음 라우터로 에이전트를 이주시키는 기능을 수행한다. 2-블록은 경합을 위한 셀 2개로 구성되어 있으며 2개의 셀 중 각각의 유전 알고리즘을 실행을 통한 최단경로를 찾는 기능을 수행하며 3-블록은 관문 역할을 하고 1-블록 역할과 함께 다음 2-블록 계층을 생성하는 역할을 수행한다.

<그림 2>은 제안한 알고리즘에서의 에이전트에 의한 셀 형성에서 3-블록 단계 형태를 나타낸다.

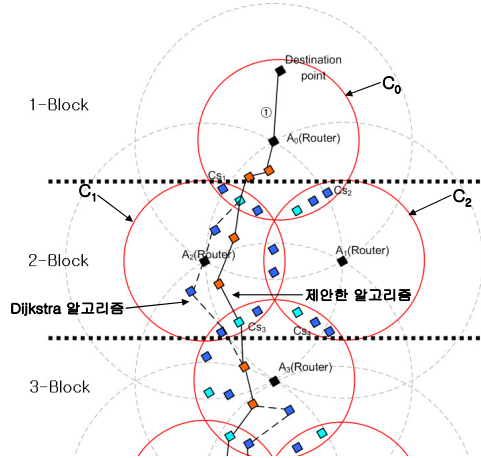


그림 2. 셀 수행 단계별 3-블록 형태

(가) 1-블록

목적지(Destination point)로부터 바로 옆에 인접한 라우터의 에이전트로부터 초기화 과정을 수행한다. 초기화 수행을 시작한 라우터를 중심으로 변심거리  $\epsilon$ 홉인 기존 알고리즘 경로내의 라우터  $R_n$ 를 검색한다.

$$C_0 = R_1, R_2, \dots \quad (2-1)$$

$$\text{라우터 검색 영역의 크기} = \frac{1}{2} \epsilon \pi \quad (2-2)$$

$$\text{셀 영역의 크기} = \frac{1}{2} \alpha \pi \quad (2-3)$$

$C_0$ 은 초기화 과정에 의해 생성된 첫 번째 셀의 관할 안에 있는 라우터들의 그룹이며 그에 대한 영역의 크기는 식 2-3과 같다.

(나) 2-블록

1-블록 과정에서 셀 중심 에이전트  $A_1$ 로부터 검색된 라우터  $R_n$ 로부터  $\epsilon$ 홉이며 시작 에이전트(라우터)와 변심거리  $\epsilon$ 근처에 포함되는 라우터 1개를 검색한다. 만약 그 라우터가 폭주가 있을 경우나 장애가 발생하였을 경우 주변 근거리에서 위치한 라우터를 선별한다. <그림 3>은 셀의 영역에서 셀 에이전트 증식에 대한 그림이다.

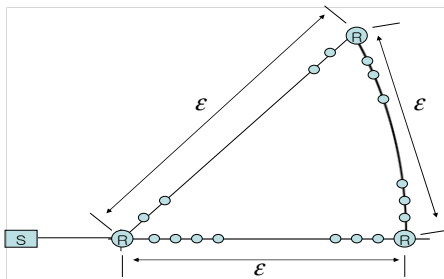


그림 3. 셀의 영역에서 셀 에이전트 증식

검색된 라우터로부터 거리는  $\epsilon$ 홉이며 시작라우터의 클러스터 경계 근방에 위치하고 있고 이전에 검색된 라우터 R 근처의 라우터를 검색하여 에이전트를 이주한다. 이주된 에이전트에 의해 초기화 과정을 수행한 후 첫 번째 블록과 두 번째 블록간의 교집합  $C_{s1}$ 과  $C_{s2}$ 를 구한다.

$$\begin{aligned} C_{s1} &= C_0 \cap C_1 \\ C_{s2} &= C_0 \cap C_2 \end{aligned} \quad (2-4)$$

그리고  $C_1$  과  $C_2$ 의 라우터 그룹의 교집합( $\tau$ )을 구한다.

$$\tau = C_1 \cap C_2 \quad (2-5)$$

(다) 3-블록

2-블록의 에이전트들간 각각  $\epsilon$ 홉의 거리에 위치하며 기존 알고리즘 근처에 위치하는 라우터에 에이전트를 이식한다. 다음 절차로 이주된 에이전트에 의해 초기화 과정을 수행하여 각 셀 간의 관할 구역을 설정한 후 1-블록과 2-블록간의 교집합( $C_{s3}, C_{s4}$ )을 구한다.

$$C_{s3} = C_1 \cap C_3, C_{s4} = C_2 \cap C_3 \quad (2-6)$$

집합  $C_{s1}, C_{s2}, C_{s3}, C_{s4}$ 에 대하여 유전 알고리즘을 이용해 시작지점과 마지막 지점을 단위 셀로 하여 최적 경로를 구한다.

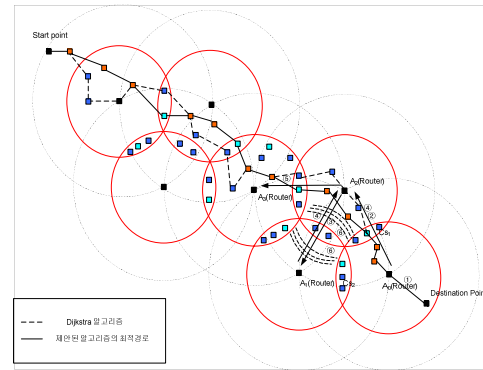


그림 4. 제안한 알고리즘의 수행 과정

<그림 4>는 제안 알고리즘의 적용 예를 나타낸 것으로서, 점선 부분은 기존 라우팅 알고리즘을 적용하여 방향성을 부여한 부분이며, 실선 부분은 기존 라우팅 알고리즘의 방향성을 바탕으로 제안 알고리즘의 수행 과정을 나타낸다.

본 논문에서 제안한 알고리즘의 수행 절차를 간단히 살펴보면 다음과 같다.

- ①단계 : 첫 번째 시작지점에서 첫 번째 라우터로 이동한 후 일정 크기의 셀을 형성

- 한다.
- ②단계 : 일정 크기의 홉만큼 최적경로에 위치한 라우터를 찾는다.
  - ③단계 : 첫 번째 라우터가 위치한 클러스터의 경계에 위치한 일정크기의 홉 간격의 라우터를 검색한다.
  - ④단계 : 그 후 반대로 일정 크기의 홉 간격의 라우터를 첫 번째 라우터가 위치한 클러스터를 경계로 찾는다.
  - ⑤단계 : 찾은 라우터들을 기준으로 첫 번째 찾는 방법과 같이 반복해서 수행하여 셀을 증식시킨다.
  - ⑥단계 : 그 후 생성된 셀들의 공통된 부분을 바탕으로 셀 내부에서 유전 알고리즘을 이용한 최적 경로 알고리즘을 수행한 후 도출된 경로로부터 경합하여 우성인 경로를 취합한다.
  - ⑦단계 : 이러한 절차를 목적지 노드가 마지막 셀에 포함될 때까지 셀을 증식시키며 수행한다.

### 2.3 최단거리 판단 과정

#### (1) 최적해의 평가 함수(Fitness Function)

한 클러스터를 기준으로 유전 알고리즘의 교배 과정을 통해서 최적해를 찾은 후에는 그 해의 우수성을 평가를 위해 다음과 같은 과정이 이루어진다.

제안한 알고리즘에서는 클러스터의 시작 노드군부터 종료군까지 최적해를 찾기 위한 기준으로, 선택된 경로에 대한 총소요시간을 평가함수의 기준으로 사용하였다.

한 클러스터 단위로  $R_n$ 개의 유전자로 정의되었으며 그 유전자로 구성되는 염색체 A에 대한 평가 함수는 다음과 같이 정의된다.

$$eval(A) = TestS(A) + TestT(A) \quad (2-7)$$

여기서,  $TestS$ 평가 함수는 한 클러스터에 포함된 링크를 구성하는 총소요시간에 대한 평가이며,  $TestT$ 평가 함수는 세대별 구성된 링크에 포함된 라우터 큐에서의 총 지연시간에 대한 평가 함수이다.

$$TestS(A) = \sum_{i=1}^{n-1} GLT(R_i \rightarrow R_{i+1}) \quad (2-8)$$

여기서, GLT는  $i$ 번째 염색체( $i$ 번째 노드  $R_i$ )로부터  $i+1$ 번째 노드  $R_{i+1}$ 까지의 링크를 형성하는데 소요되는 소요시간을 의미한다.

$$TestT(A) = \sum_{i=1}^{n-2} RRD(MD(R_i \rightarrow R_{i+1}), MD(R_{i+1} \rightarrow R_{i+2})) \quad (2-9)$$

여기서, MD는 두 노드 사이의 최대 딜레이를 나타내며 RRD는  $i$ 번째 유전자와  $i+1$ 번째 유전자에 대응하는 두 노드의 딜레이와  $i+1$ 번째 유전자에 대응하는  $i+2$ 번째 유전자 노드로 전환되기

까지의 중간 라우터의 지연 총합을 계산하는 함수이다.

### III. 결 론

본 논문에서는 기존 유전 알고리즘과 이동 에이전트에 대해 분석하고 기존 유전 알고리즘보다 향상된 유전 알고리즘을 이용하여 대체 경로 탐색 기능을 향상 시키는 알고리즘을 제안하였다.

또한, 제안된 경로탐색 알고리즘은 유전 알고리즘의 연산을 셀 단위로 처리하므로 유전 연산 처리 시간을 분산시켜 연산 시간을 단축하는 효과도 얻었다.

제안하는 알고리즘을 수행하기 위해서는 이동 에이전트의 이주정책이 시행되어야 하며, 이러한 이동 에이전트의 이주정책의 기능들은 라우터간의 거리를 검색, 셀의 관할 기준 설정 및 탐색 작업, 최단 거리 설정 작업, 셀 간의 경합 판정, 망 손실 시 복구 작업, 라우터들 내의 에이전트들 간의 우선권 부여 및 소멸 작업 등이 있다.

본 논문에서 제안한 알고리즘의 수행 절차를 살펴보면 첫 번째 셀을 만들고 그 위치에서 두 번째 셀과 세 번째 그리고 네 번째 셀을 차례로 만들며 그 포인트에 에이전트를 복제 이전시키고 에이전트로 하여금 각 셀마다 최단 경로를 구하도록 하고 그 후 경쟁하여 최적의 요소를 찾도록 하였다.

### 참고문헌

- [1] 이병기, 강민호, 광대역네트워크, (주)교학사, 2003.
- [2] Filipe Araújo, Bernardete Ribeiro, Luís Rodrigues, "A neural network for shortest path computation", Neural Networks, IEEE Transactions on, Volume 12, Issue 5, pp1067 - 1073, Sep. 2001.
- [3] W. Stalling, HIGH-SPEED NETWORKS TCP/IP AND ATM DESIGN PRINCIPLES, Prentice Hall, 2000.
- [4] 김종율, 이재욱, 현광남, "높은 신뢰도의 네트워크 설계를 위한 진화 연산에 기초한 알고리즘" 정보과학회논문지, 제32권, 제4호, 2005. 4.
- [5] J. H. Holland, Adaptation in Natural and Artificial Systems, The MIT press, 1992.
- [6] 조무호, "클러스터 트리 라우팅 프로토콜 연구", 조명·전기설비학회논문지 제19권 제8호, 2005. 12.
- [7] 김범주, "Beacon-Enabled IEEE 802.15.4 Tree/Mesh 네트워크를 위한 로버스트 비컨 스케줄링", 경원대학교 석사학위 논문, 2005.