


Systems Optimization Lab

유전자알고리즘을 사용하여 다수 최적 경로를 탐색할 수 있는 동적경로유도시스템

2001. 8. 30.

강원대학교 산업공학과 김 성 수

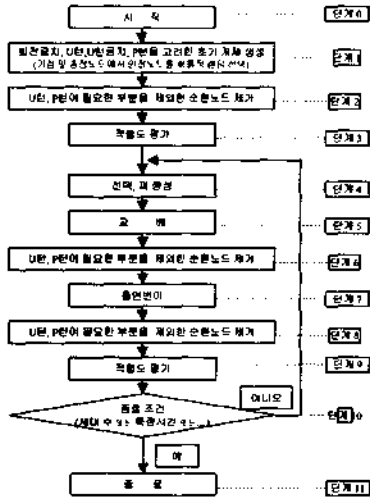
033-250-6283 (연구실) 033-250-6280 (과 사무실)

 kimss@cc.kangwon.ac.kr

목 차

1. 필요성과 목적
2. 첨단교통정보시스템의 동적경로안내서비스
3. 다수 최적경로 탐색을 위한 유전자알고리즘 적용
 - 3.1 초기 염색체의 생성
 - 3.2 회전 금지와 순환 서브경로 U턴과 P턴
 - 3.3 회전금지, U턴, P턴을 고려한 순환서브경로의 최소화 과정
 - 3.4 표본 추출 방법
 - 3.5 경로 재생 연산자의 설계
 - 3.6 적합도에 의해 염색체를 재평가하는 평가 함수
 - 3.7 종료 조건
4. 적용 사례
5. 결론

3. 다수 최적경로 탐색을 위한 유전자알고리즘 적용

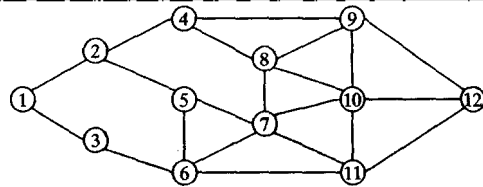


3.1 초기 염색체의 생성

■ 염색체 생성 방법

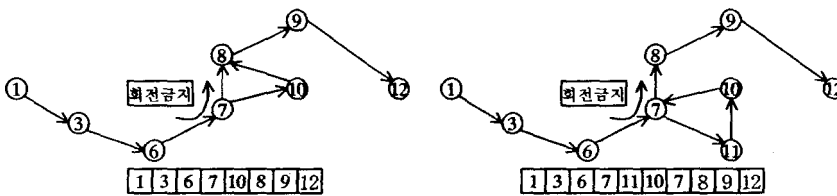
1. 염색체 표현은 시작노드와 도착노드를 포함한 경로노드 자체를 사용함
2. 시작노드와 도착노드에서 동시에 경로를 생성하되 그 인접한 노드들과의 연결관계를 모두 확인함
3. 염색체를 생성할 때, 회전금지, U-턴, U-턴 금지, P-턴 등을 고려 함
4. 필요하지 않은 순환 부분은 제거 함

3.1.1 초기 탐색체의 생성 예



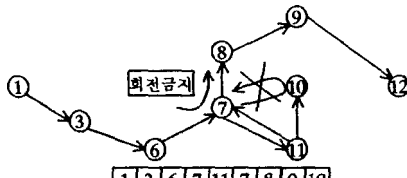
- 단계 0: **1** 기점노드 **12** 종점노드
- 단계 1: **1** 노드 1의 인접노드(2,3) 종점노드로부터 생성된 경로의 모든 노드(12)
- 단계 2: **1 2** 노드 2의 인접노드(4,5) 종점노드로부터 생성된 경로의 모든 노드(12)
- 단계 3: **1 12** 노드 11의 인접노드(6, 7, 10) 기점노드로부터 생성된 경로의 모든 노드(1, 2)
- 단계 4: **1 2 4** 노드 4의 인접노드(8, 9) 종점노드로부터 생성된 경로의 모든 노드(11,12)
- 단계 5: **7 11 12** 노드 7의 인접노드(5, 6, 8, 10) 기점노드로부터 생성된 경로의 모든 노드(1, 2, 4)
- 단계 6: **1 2 4 8** 노드 8의 인접노드(4, 7, 10) 종점노드로부터 생성된 경로의 모든 노드(2, 11, 12)
- 단계 7: 노드 7에서 연결될 결과적으로 1 2 4 8 7 11 12 라는 개체 생성

3.2 회전금지와 순환서브경로 U턴과 P턴



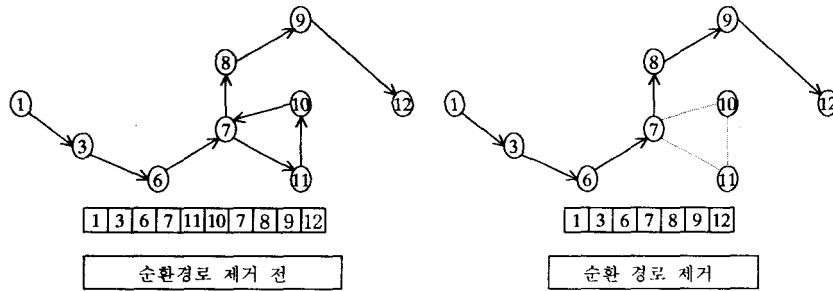
회전 금지를 고려한 비순환경로의 예

회전 금지를 고려한 순환경로의 예



회전 금지를 고려한 U턴 가능한 순환경로의 예

3.3 회전 금지, U턴, P턴을 고려한 순환서브경로의 최소화 과정



3.4 표본 추출 방법(1)

■ 탐색체집단의 다양성과 선택 강도의 관계

1. 선택 강도의 증가는 탐색체집단의 다양성을 감소시키고, 선택 강도의 감소는 반대로 탐색체집단의 다양성을 증가시킴

■ 적용 방법

1. 초기 세대 → 돌연변이율을 높게, Elitist-Pool 방법의 우수 탐색체 수를 적게 적용
 - ▶ 다양성의 강도를 상대적으로 강하게
 - ▶ 선택의 강도를 상대적으로 약하게
2. 말기 세대 → 돌연변이율을 낮게, Elitist-Pool 방법의 우수 탐색체 수를 많이 적용
 - ▶ 선택강도를 상대적으로 강하게
 - ▶ 다양성의 강도를 상대적으로 약하게

3.4 표본 추출 방법(2)

초기에 주어지는 돌연변이 확률 $\times \alpha^{\text{세대수}}$ (식1)

(α : 가중치, $0 < \alpha < 1$), 세대수: 0, 1, 2, 3, , n

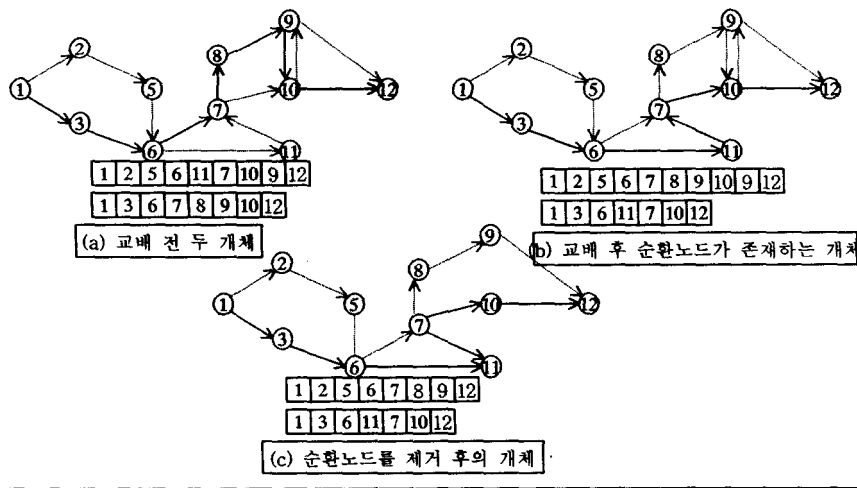
초기에 주어지는 우성개체의 최대적용 수

- 정수화(우성개체의 최대적용 수 $\times \beta^{\text{세대수}}$).....(식2)

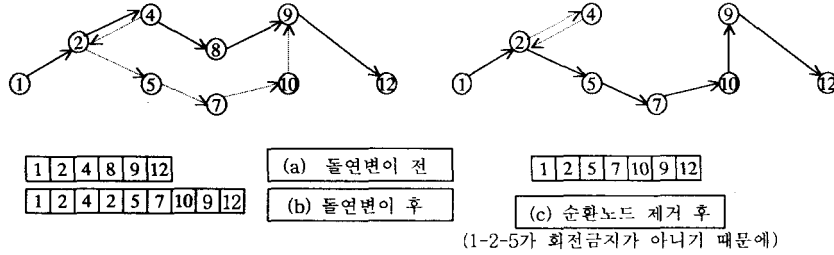
정수화: 소수점 비림화하여 정수로 만들

(β : 가중치, $0 < \beta < 1$), 세대수: 0, 1, 2, 3, , n

3.5 경로 재생 연산자의 설계 - 교배



3.5 경로 재생 연산자의 설계 - 들연변이



3.6 적합도에 의해 탐색체를 재평가하는 평가함수

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{만약 호}(i, j) \text{가 기준점을 포함한 경로에 포함되어 있을 경우} \\ 0 & \text{그렇지 않을 경우} \end{cases}$$

w_{ij} = 노드 i 와 j 가 연결된 호의 비용 값(소요시간, 거리 등), 양수 값

최소화 문제

$$\text{Minimize } \sum_i \sum_j w_{ij} x_{ij} \quad n: \text{노드 수} \quad \dots\dots\dots(식3)$$

개체를 선택할 때 룰렛 휠 방식을 적용하기 위해 평가함수를 (식4)와 같이 표현할 수 있다.

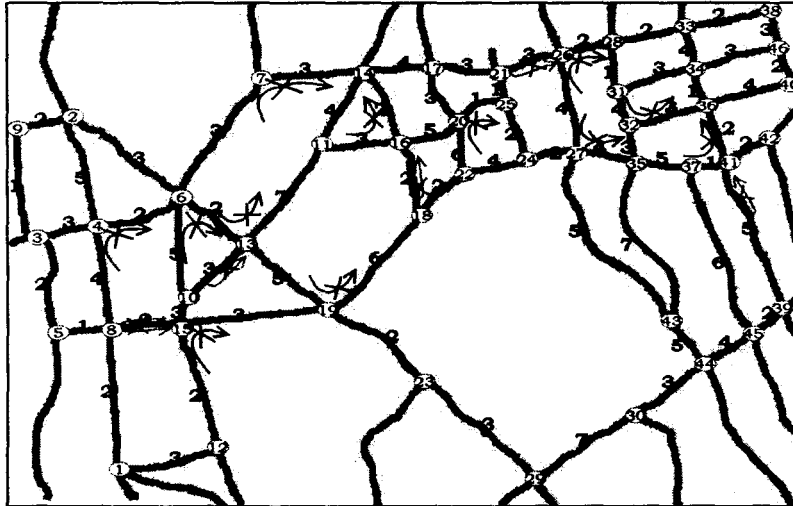
$$F_k = \frac{1}{\sum_i \sum_j w_{ij} x_{ij}} \quad F_k : \text{개체 } k \text{의 평가 함수 값} \quad \dots\dots\dots(식4)$$

$$P_k = \frac{F_k}{\sum_i F_i} \quad P_k : \text{개체 } k \text{의 선택될 확률} \quad \dots\dots\dots(식5)$$

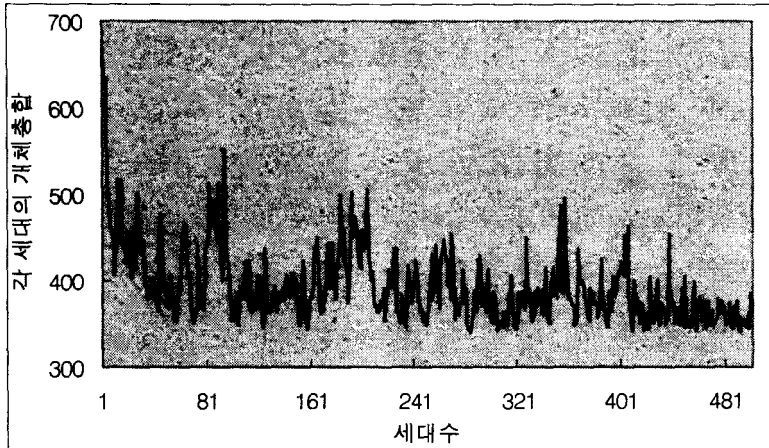
3.7 종료 조건

- 필요한 정보의 가치가 유효한 특정 시간 내에 실행하고 종료함(정보사용자가 제시)
- 사전에 정한 일정 세대 수를 진행하여 최적값의 변화가 사전에 정한 값의 변화보다 개선이 없을 때 종료함
- 가장 간단한 종료 조건으로 현 세대가 사전에 정한 반복세대 수를 넘으면 종료함.
- 기타

4. 적용 사례 - 서울시 강북구 교통 네트워크



4. 적용 사례 - 최적경로 수립과정



■ 최적경로1 = 1 → 8 → 15 → 19 → 18 → 22 → 24 → 25 → 21 → 26 → 28 → 31 → 34 → 46 (34)

■ 최적경로2 = 1 → 8 → 15 → 19 → 18 → 22 → 24 → 25 → 21 → 26 → 28 → 33 → 34 → 46 (36)

5. 결론

■ GA를 적용한 최적경로알고리즘

1. 염색체 생성 2. 교통제약 고려 3. 교배, 돌연변이 4. 평가함수

■ 최적경로 산출을 위한 GA 적용의 장점

1. 대규모 네트워크(NP-hard 문제)의 해 산출 가능
2. 회전금지, U턴, U턴 금지 및 p턴 등을 쉽게 고려 할 수 있음
3. 제한된 시간 내에 최적경로 산출 가능
4. 다수 최적경로를 산출해 낼 수 있음

■ 개체의 다양성과 수렴성의 조절

1. 돌연변이율과 Elitist-pool의 우성염색체의 적용수를 세대마다 다르게 함. → 초기 단계에는 다양성을 강조하고 세대가 거듭될수록 수렴성을 강조