

개미 시스템 알고리즘을 이용한 윤곽선 검출

(Edge Detection Using an Ant System Algorithm)

이성열*, 이창훈**
(Sung-Youl Lee, Chang-Hoon Lee)

요약 메타 휴리스틱의 한 기법인 Ant System (AS) 알고리즘을 윤곽선 검출 문제에 적용하고 그 실험 결과를 보여준다. 윤곽선의 품질을 픽셀영역간 불일치 정도, 연속성, 두께 및 길이의 관점에서 규정하였다. 적합도 함수를 윤곽선 경로비용 최소화 문제로 전환하여 최적해를 탐색하였다. 예제 영상 실험결과 기존의 다른 기법에 비해, 영상의 질에 무관하게 상대적으로 신속하게 적은 메모리를 차지하는 즉, 최소량의 픽셀로 구성된 윤곽선을 검출할 수 있었다.

핵심주제어 : 개미 시스템 알고리즘, 윤곽선 검출, 영상처리, 최적화.

Abstract This paper presents a meta-heuristic solution technique, Ant System (AS) algorithm to solve edge detection problem. We define the quality of edge in terms of dissimilarity, continuity, thickness and length. We cast edge detection as a problem in cost minimization. This is achieved by the formulation of a cost function that inversely evaluates the quality of edge configuration. Twelve windows for enhancing dissimilarity regions based on the valid edge structures are used. The AS algorithm finds the optimal set of edge pixels based on the cost function. The experimental results show that the properly reduced set of edge pixels could be found regardless how complicated the image is.

Key Words : Ant System Algorithm, Edge Detection, Image Processing, Optimization

1. 서론

본 연구는 개미 시스템 (AS: Ant System) 알고리즘을 이용한 2D 영상의 윤곽선 검출방법을 제안한다. 윤곽선 검출은 영상인식의 기본기술로서 영상인식의 성능에 큰 영향을 미치는 중요한 기술이다. 윤곽선 검출 문제의 해를 구하는 방법은 일반적으로 Sobel, Roberts, Prewitt 연산자 등의 미분에 의한 연구가 많았는데 이것은 연구의 대상이 주로 단순화 된 영상에 기인하여 복잡한 영상에서는 윤곽선 검출에 있어 많은 어려움이 있었다. 그리고, 실제 영상에 비해 잡음

의 영향을 많이 받아 윤곽선을 흐리게 하거나 중첩된 검출이라는 문제점을 지니고 있었다. 그러므로, 본 논문에서는 256 그레이 스케일의 100×100 픽셀 선명도의 2D 원시영상으로부터 윤곽선을 검출하기 위해 개미 알고리즘을 이용하여 윤곽선 적합도 함수에 따른 최적 윤곽선 픽셀들을 찾는 방법을 제안하였다. 적합도 함수는 이상적인 윤곽선 위치를 탐색하는 12개의 특성 불일치 강조윈도우를 이용하였으며, 이웃 윤곽선과의 연속성 평가계수와 윤곽선 픽셀의 두께 및 길이를 한정하는 계수를 동시에 만족하는 픽셀을 찾을 수 있도록 고안되었다. 제안된 방법은 기존의 방법에 비해 잡음제거에 우수하였고 영상화질에 무관하며, 비교적 연결성이 좋고 선이 가는 상대적으로 적은 메모리를 차지하는 윤곽선을 찾을 수 있었다.

* 관동대학교 멀티미디어공학부 교수
** 관동대학교 대학원 산업공학과 석사과정

2. 기존의 윤곽선 검출방법

영상처리 분야의 최근의 연구추세는 유전자 알고리즘 등 메타 휴리스틱을 이용한 해법이 가장 우수한 해를 얻을 수 있는 방법으로 주로 이용되고 있는 실정이다. 영상의 윤곽선 검출분야는 완벽하다고 할만한 해가 없기 때문에 본 연구에서 추구하는 것은 영상의 모든 픽셀들 중에 윤곽선 후보픽셀을 선정한 후에 그 중에서 연속성이 좋고, 얇은 선을 가질 때 총비용을 최소로 하는 윤곽선 검출함수를 구축한 후, AS 알고리즘을 이용하여 윤곽선 픽셀들의 경로를 찾는 최적화문제로 모델링 하였다. [김수겸, 1997]

윤곽선은 경계선이나 외곽선으로도 불리며 영상인식 분야에 있어서 매우 중요한 요소 중의 하나로서 “영상을 특징짓는 선의 요소”라고 말할 수 있다. 윤곽선의 위치를 파악하는 일은 여러 학자마다 분류방법이 다르게 정의되고 있지만 대체로 두 과정을 거친다. 첫째로, 윤곽점 즉, 윤곽선(Edge) 또는 윤곽선에 해당하는 픽셀을 구하는 것이고, 두 번째로 이러한 픽셀들을 선이나 곡선으로 일치시키는 일이다.

2.1 윤곽선 검출기를 이용한 방법

윤곽선이란 가장자리, 끝머리, 테두리, 모서리 등으로 의미가 분석되며 영상에서 명암치가 급격하게 변화하는 부분이기 때문에 함수의 변화분을 취하는 미분 연산이 윤곽선 검출에 이용될 수 있다. 연산자 기법에서 가장 신속하면서 단순한 검출은 일련의 화소들을 감산한 값에서 최대값을 결정하는 것으로서 유사연산자, 차연산자 기법이 있고, 여덟 개의 다른 방향을 가진 마스크를 이용하는 compass 기울기 연산자가 있다. 그리고, 미분기법에는 1차 미분값을 이용하는 방법(Gradient)과 2차 미분값을 이용하는 방법(Laplacian)이 있다. 1차 미분값의 크기는 영상에서 윤곽선의 존재여부를 확인 시켜주고, 2차 미분값의 부호는 윤곽선 픽셀이 밝은지 어두운지의 위치를 확인해 준다. 먼저, 1차 미분에 의한 영상에 대해서는 Roberts 마스크, Sobel 마스크, Difference 마스크, Kirsch 마스크, Robinson 마스크, Prewitt 마스크, Frei-Chen 마스크를 이용하고 2차 미분 연산자에는 라플라시안 연산자 마스크를 이용할 수 있다. 그리고, 라플라시안 연산자를 직접적으로 입력영상에 적용시키면 잡음을 강

조하게 되는 것이므로 잡음에 덜 민감한 2차 미분 윤곽선 검출에는 LOG(Laplacian of Gaussian)라고 부르는 가우시안-라플라시안을 이용하는 방법이 있다. 이중 가장 대표적이라고 말할 수 있는 Sobel Operator를 윤곽선 검출에 이용한다면 좋은 실행결과를 제공하며, 비교적 잡음에 영향을 받지 않는다. 게다가 Sobel 마스크는 수평, 수직 윤곽선보다는 대각선 방향에 위치한 윤곽선에 더욱 민감하다. 그러나, 큰 이웃 화소들에 의해 윤곽선이 두꺼워지는 경향이 있다. Robert 마스크는 다른 마스크 보다 크기는 작은 반면에 효과적으로 사용할 수 있는 장점을 가지지만 잡음에 매우 민감하다는 특징이 있다. Prewitt 마스크는 Sobel 마스크와는 대조적으로 대각방향 형태의 윤곽선보다는 수평, 수직 방향 형태의 윤곽선에 민감도를 보인다.

2.2 윤곽선의 구조적 특성에 의한 방법

영상 내에 존재하는 윤곽선은 다양한 형태로 표현될 수 있기 때문에 윤곽선의 구조를 한마디로 정의하기는 어렵다. 그러므로 대부분의 윤곽선검출은 특정응용분야의 특성에 맞게 정의하고 윤곽선을 검출하는 실정이다. 김수겸(1995)은 기존의 기울기 연산자나 표면접합에 의한 윤곽선검출 방법과는 달리 윤곽선의 구조적 특성을 이용하여 윤곽선 연산자를 구성하였다. 이 연산자는 정의된 윤곽선의 양 영역과 정의된 영역의 특성불일치를 나타내는 함수에 영향을 많이 받는다. 윤곽선 영상의 질을 나타내는 윤곽선 평가함수를 정의하여 검출된 윤곽선 영상은 Sobel이나 Prewitt 같은 기울기 연산자보다 더 좋은 성능을 보여 주었다고 한다. 그러나, 위와 같이 윤곽선의 구조적 특성이나 더 나아가 방향정보를 이용하는 방법들은 그 정보를 얻기 위해서 많은 계산량이 요구되므로 이를 줄이기 위해 2차원의 벡터화 된 윤곽선을 검출하여 1차원화하는 방법과 윤곽선 방향정보를 이용한 방법이 제안되었으나 윤곽선 방향 정보 검출방법이 다소 복잡한 단점이 있다.

2.3. 메타 휴리스틱을 이용한 방법

윤곽선은 영상의 밝기가 낮은 값에서 높은 값으로, 또는 이와 반대로 변하는 지점에 존재하는 부분을 가리킨다. 그러므로 영상 안에 있는 객체의 경계(Boundary)를 가리키는 것으로서, 모양(Shape), 방향

성(Direction)을 탐지할 수 있는 등 여러 가지 중요한 정보가 들어 있는 것이 바로 윤곽선이다. 박찬란 외 1인(1998)이 제시한 방법은 기존의 윤곽선 검출 방법과 차이를 둔다. 기존의 윤곽선 검출방법은 이웃하는 윤곽선과의 관계는 고려하지 않기 때문에 잡음에 약한 결점과 윤곽선의 두께가 일정하지 않아 실제 물체의 경계선을 정확하게 나타내지 못하는 문제점에 비하여 원 화상물체의 경계선위치를 정확하게 나타내면서 끊어짐이 없는 연결된 윤곽선을 검출하기 위해 첫째, 검출된 윤곽선은 원 화상 물체의 경계선과 일치되는 위치에 나타내어야 한다. 둘째, 윤곽선은 연결된 선으로 나타내야 한다. 셋째, 가지가 없는 윤곽선을 나타내어야 한다. 넷째, 윤곽선의 두께는 1개의 픽셀이어야 하고 일정하여야 한다는 4가지 조건을 만족시키는 방법을 제시하였다. 그리고, 제안된 방법에 유전자 알고리즘을 적용시키기 위해서 픽셀의 위치를 지정해주는 X와 Y의 좌표, 화상구조 형, 에너지 값으로 염색체를 구성하여 원 화상의 물체와는 관계없는 잡음과 윤곽선 가지의 문제를 해결하고 끊어짐이 없는 연결성을 갖으며 실제 물체의 크기와 일치하는 윤곽선을 검출하기 위해 가장 적합한 위치에 하나의 픽셀로 나타냄으로서 입력영상의 한 픽셀두께의 끊임없는 윤곽선을 검출하고 있다. 김수겸 외 1인(1997)은 윤곽선검출을 윤곽선평가 비용함수의 최대 및 최소화 문제로 다루었다. 윤곽선평가 비용함수는 윤곽선크기, 연속성, 굵기 그리고 윤곽선길이를 기준으로 하여 구성하였으며, 이와 같은 윤곽선 평가 비용함수를 최대화시키는데 유전자 알고리즘을 적용시켰고, 최소화 문제에는 Simulated Annealing 알고리즘을 이용하여 윤곽선을 검출하였다. 그러나, 위의 비용 함수적인 요소 이외에 정확한 윤곽선을 나타내는 위치요소를 추가하여 비용 함수를 구성해야만 하는 문제점이 발생한다. 배대규(1995)는 80년대 후반 Kass가 제안한 수학적 모델을 기반으로 한 스네이크를 이용한 검출 방법과 유전자 알고리즘을 이용한 방법을 비교 연구하였다. 기존의 스네이크 방법은 윤곽선에 대하여 내부 에너지의 매개변수를 영상의 종류에 따라 경험적으로 정해야 하는 점과 에너지의 최소화 방향을 찾을 수 있도록 윤곽선 근처에 위치시켜야 하는 초기화 문제, 그리고 물체의 윤곽선 근처에 이웃하는 잡음에 의한 영향으로 국부적인 최소상태에 빠지는 문제를 안고 있었다. 따라서, 유전자 알고리즘을 이용하여 영상의 효율적인 경계선을 검출하기 위해 경계선을 에너지 값이 가장

높은 상태로 정의하였고, 기존의 모델이 가지고 있던 잡음으로 인한 초기 위치 설정 문제와 국부적인 에너지 최소상태를 탈출하고자 하였다. 그러나 속도 저하의 문제점을 안고 있어서 앞으로 병렬처리가 필요하리라 보았고, 또한 영상에 잡음이 많이 첨가될 경우 경계선을 찾기 어려워지므로 확률적인 변화에 효과적인 검출을 가능케 하는 수정연산자의 개발이 요구된다.

3. 개미 시스템 알고리즘을 이용한 윤곽선 검출 방법

AS는 Dorigo(1991)에 의해 처음 발표된 이후 지난 10년간 Ant Cycle(또는 Ant System), MAX-MIN Ant System, Ant-Q, ACO(Ant Colony Optimization) 등으로 개선 발전되었지만 본 연구에서는 시스템의 성능보다는 응용방법에 초점을 두었으므로, 보편적인 개미 시스템인 AS 알고리즘을 적용하였다. Ant System Algorithm이란 실제 생명체인 개미가 이동할 때 페로몬 흔적을 남기는 개미의 이동 행태를 수학적 알고리즘으로 구현한 것이다. 여러 무리의 개미가 먹이를 가지고 이동을 할 때 처음에는 임의의 경로로 이동을 하면서 페로몬이라는 물질을 이동경로에 자연스럽게 분비하게 되고, 또한 시간이 경과함에 따라 페로몬의 증발이란 현상이 나타나게 되며, 이를 따라서 나머지 개미들이 그 분비량과 최소거리경로에 확률적으로 비례하여 이동경로를 택하므로 궁극적으로 최적 경로를 찾을 수 있는 시스템이다.

3.1 알고리즘의 절차

윤곽선 검출문제에 적용하기 위한 엘리트 전략과 랭킹전략을 반영한 개미 시스템 알고리즘의 절차는 다음과 같다:

- 1 단계 : 원시영상의 입력
- 2 단계 : 강화된 윤곽선 후보 픽셀검출,

불일치영역 강화윈도우 <그림 1>을 원시영상에 적용하여 얻어진 영상에 따라 적절한 임계값(t)을 3구역으로 적용하여 불일치정도가 어느 정도값 이상인 경우는 윤곽선 픽셀로 1, 어느 값보다 낮은 경우는 비

운곽선 픽셀로 0을, 그리고 그 중간경우는 선형 보간값을 부여하여 강화된 윤곽선 픽셀영상 (h(M))을 얻는다. 박중순(1998)

$$M = \left| \frac{1}{|S1|} \sum_{(i,j) \in S1} g(i,j) - \frac{1}{|S2|} \sum_{(i,j) \in S2} g(i,j) \right| \dots (1)$$

$$h(M) = \begin{cases} 1, & M >= 2t \\ M/2t, & 0 <= M <= 2t \\ 0, & otherwise \end{cases} \dots (2)$$

여기서,

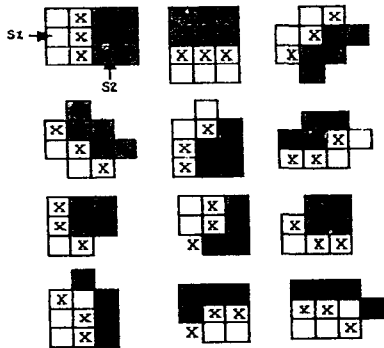
|S1|: 특성 불일치 영역 S1의 픽셀수

|S2|: 특성 불일치 영역 S2의 픽셀수

$\sum_{(i,j) \in S1} g(i,j)$; S1 영역에 속하는 픽셀들의 그레이 스케일 합

$\sum_{(i,j) \in S2} g(i,j)$; S2 영역에 속하는 픽셀들의 그레이 스케일 합

h(M): 특성 불일치 영역 S1과 S2의 불일치의 차(M)의 함수



<그림 1> 12 불일치영역 강화원도우

3 단계 : 초기화

최대 반복횟수, 파라미터 ($\alpha, \beta, \rho, \sigma, Q3$)의 초기화, 개미수=윤곽선 후보픽셀수로 하고, 위 단계에서 얻어진 강화된 영상에 적절한 임계값을 주어 윤곽선 후보픽셀군을 구성한다. 모든 윤곽선 후보픽셀 간의 페르몬 강도 $\tau_{ij}(t)=1$ 로, $\Delta \tau_{ij}=0$, 가시도 $\eta_{ij}=1$ 로 초기화한다.

4 단계 : 주어진 최대 반복횟수에 이를 때까지 다음을 반복한다.

4.1 모든 개미들을 TABU(k,s) 목록의 첫 번째 픽셀에 할당한다.

여기서, $k=1, \dots, m$ (개미수)이며, $s=1, \dots, ns$ (픽셀수)이다.

4.2 모든 개미에 대해 다음을 반복한다.

4.2.1 첫 번째 개미의 첫 번째 픽셀이외의 나머지 픽셀들에 대해 다음을 반복한다.

- TABU 목록에서 현재까지 선택된 픽셀이외의 나머지 후보 픽셀들을 탐색
- 후보 픽셀들의 선택확률(P_{ij}) 계산

$$P_{ij} = \begin{cases} \frac{[\tau_{ij}]^\alpha [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{b \in \Omega} [\tau_{ib}]^\alpha [\eta_{ib}]^\beta} \text{ 만약, } j \in \Omega \text{ 이면} \\ 0 \text{ 그렇지 않으면} \end{cases} \dots (3)$$

여기서, $\eta_{ij} = \text{Fitness}$

τ_{ij} 픽셀 i와 j 사이의 페르몬 강도

α , τ_{ij} 의 영향을 규정하는 매개변수

η_{ij} 픽셀 i와 j사이의 적합도

β , η_{ij} 의 영향을 규정하는 매개변수

Ω , 아직 선정되지 않은 후보픽셀들의 집합

- 선택확률에 따라 다음 픽셀 선택
- 선정된 픽셀을 TABU 목록에 추가

4.3 모든 개미에 의해 제각기 선택된 픽셀경로들에 대한 각각의 총 경로비용들 (Costk)을 계산한다.

$$\text{Fitness}_k = h(M) \times T \times C \dots (4)$$

여기서, h(M), 강화된 윤곽선 픽셀영상

T, 두께 및 길이 계수

C, 연속성 계수

$$\text{Cost}_k = \sum_{k=1}^m (100 - \text{Fitness}_k) \dots (5)$$

4.4 모집단의 각각의 픽셀경로계획들을 경로비용에 따라 오름차순으로 정돈한다.

$$\text{Fitness}_k = h(M) \times T \times C / \text{dist} \dots(8)$$

4.5 모든 픽셀경로들에 대해 페르몬 값 (τ_{ij})을 갱신하고, $\Delta \tau_{ij} = 0$ 으로 다시 초기화한다.

$$\text{Min } \sum_{k=1}^m \text{Cost}_k = \sum_{k=1}^m (100 - \text{Fitness}_k) \dots(9)$$

여기서,

$$\tau_{ij}(t+1) = \rho \tau_{ij}(t) + \Delta \tau_{ij} \dots(6)$$

여기서, $\Delta \tau_{ij} = \sum_{k=1}^m \Delta \tau_{ij}^k$ 이며,

Fitness_k : 윤탁선 적합도

Cost_k : k 개미가 이동한 총 경로비용

h(M) : 강화된 윤탁선 후보픽셀 선정 임계값 (0~1), 식 (2) 참조.

C: 연속성(continuity) 계수, 후보픽셀에 3x3 윈도우를 씌었을 때, 직전에 선택된 픽셀과 8개의 주변방향의 위치의 일치각도에 따라, 0~1사이로 계수화하였다.
T: 윤탁선 후보픽셀의 두께 및 길이계수, 즉 후보픽셀에 3x3 윈도우를 씌었을 때, 주위의 8픽셀이 모두 0이거나 모두 1일 때와 8픽셀 중 0픽셀의 수가 1~3개일 때를 0으로 처리한다. 그리고, 0픽셀이 7개일 때와 4~6개의 픽셀이 0일 때는 <그림 2>의 윤탁선 픽셀 마스크를 통과하는 경우는 1로 처리하고, 그 이외에는 0으로 처리하여 가급적 윤탁선 길이가 길고 겹침이 없는 가는 선을 검출하였다.

$$\Delta \tau_{ij}^k = \begin{cases} \frac{Q}{L_k} & \text{만약 } k \text{ 번째 개미가} \\ & \text{아크}(i,j) \text{ 사이를 이동하면.} \\ 0 & \text{그렇지 않으면} \end{cases} \dots(7)$$

dist: 직전 픽셀과 현재 선정된 픽셀사이의 직각거리

여기서,

- t, 반복횟수 카운터
- $\rho \in [0,1]$, τ_{ij} 의 감축을 규정하는 매개변수
- $\Delta \tau_{ij}$, 픽셀 i와 j사이의 페르몬 양의 총 증가분
- m, 개미수
- $\Delta \tau_{ij}^k$, k번째 개미에 의해 야기된 픽셀 i와 j사이의 페르몬 증분
- Q, 단위 이동당 개미 한 마리에 의해 남겨지는 페르몬 양
- Cost_k, k번째 개미의 픽셀 경로 계획비용
- $\Delta \tau_{ij}^*$, 엘리트 개미에 의해 야기된 픽셀 i와 j사이의 페르몬 증분
- σ , 엘리트 개미수
- Cost*, 최선해의 경로비용

4.6 현재까지 얻어진 TABU 목록 중 최소비용 픽셀 경로계획을 선정/갱신하고 저장한다.

5 단계 : 현재까지의 최소비용 픽셀경로계획을 출력한다.

위의 절차에서 매개변수 α, β, ρ, Q 는 Dorigo(1991)와 Bullnheimer (1997)에서 최적값으로 제시하는 $\alpha=1, \beta=2, \rho=0.9, Q=100, \sigma=5$ 로 설정하였다.

3.2 목적 함수

목적함수는 윤탁선의 구조적 특성에 영향을 주는 3가지 요소들의 곱을 픽셀간 직각거리로 나눈 값을 적합도 함수식 (8)로 설정한 후, 최소화 문제로 전환하기 위해 비용 함수식 (9)로 변환하여 이용하였다.

X		X
	X	
X		X

(a) 0픽셀이 4개인 경우

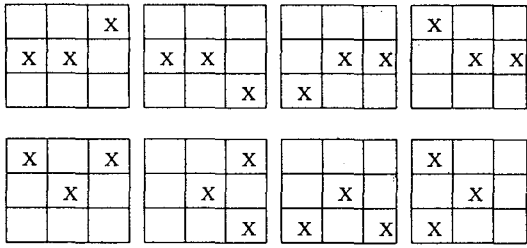
X				X				X					
	X				X				X				X
X			X				X			X			X

X			X				X			X			X
	X			X			X				X		X
	X		X			X		X					X

(b) 0픽셀이 5개인 경우

	X					X				X			X
	X			X	X	X		X			X		
	X							X		X			

X						X				X			X
	X			X			X				X		X
	X			X				X		X			



(c) 0픽셀이 6개인 경우

<그림 2> 윤곽선 픽셀 마스크

3.3 예제 실험 및 토의

여러 영상에 대해 실험한 결과 모두가 비슷한 결과를 가져왔으며, 여기서는 잘 알려진 레나영상과 또 다른 건축물 영상에 대해 개미 알고리즘을 이용한 윤곽선 검출 실험결과를 정리하였다. 레나 영상에 대한 초기 영상 및 실험결과는 <그림 3>과 같다.



<그림 3> 개미알고리즘을 레나영상에 적용시킨 결과 (원영상, 강화된 윤곽선 후보픽셀영상, 찾아진 윤곽선 영상)

본 알고리즘은 Matlab 소프트웨어를 이용하여 프로그램 되었으며, 팬티엄 IV - 2 G, 256 MB RAM PC에서 수행하였다.

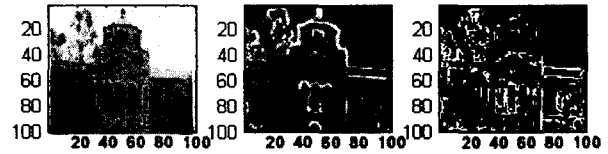
<표 1> m=15, NCmax=5 일때의 실험결과

실험조건: m=15, NCmax=5			
결과치	픽셀수	시간	총비용
1	1107	411.53	1038.28
2	1107	443.94	1037.62
3	1107	445.20	1037.10
4	1110	440.75	1038.23
5	1115	405.78	1038.30
6	1123	401.48	1040.26
7	1113	392.11	1026.51
8	1120	497.86	1046.20
9	1117	437.38	1034.37
10	1112	425.73	1039.42

개미수(m)와 최대반복횟수 (NCmax)의 다양한 조합에 대해 여러 차례 실험한 결과 개미수(m)가 15마리

이고, 최대반복횟수(NCmax) 5의 조건일 때 비교적 좋은 해를 얻을 수 있었으며, 그 결과는 <표 1>과 같다. 즉, 평균처리시간 6분에 총 픽셀수가 1100 여개로 구성된 윤곽선을 <그림 3>의 맨 오른쪽영상과 같이 찾을 수 있었다. 찾아진 윤곽선은 영상의 그레이 스케일 및 잡음과 무관하게 비교적 가늘고 긴 윤곽선을 신속하게 얻을 수 있었다.

또 다른 건축물 영상에 대한 초기 영상 및 실험결과는 <그림 4>와 같다.



<그림 4> 개미알고리즘을 건축물 영상에 적용시킨 결과 (원영상, 강화된 윤곽선 후보픽셀영상, 찾아진 윤곽선 영상)

레나 영상과 마찬가지로 개미수(m)와 최대반복횟수 (NCmax)의 다양한 조합에 대해 여러 차례 실험한 결과 개미수(m)가 15마리이고, 최대반복횟수(NCmax) 5의 조건일때 비교적 좋은 해를 얻을 수 있었으며, 그 결과는 <표 2>와 같다.

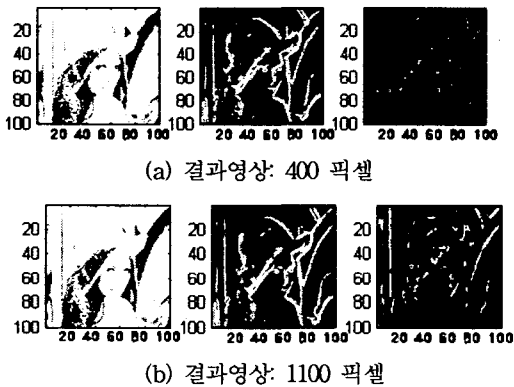
<표 2> m=15, NCmax=5 일때의 실험결과

실험조건: m=15, NCmax=5			
결과치	픽셀수	시간	총비용
1	1100	410.23	1070.61
2	1100	409.91	1070.61
3	1100	404.31	1070.61
4	1100	404.91	1070.61
5	1100	429.41	1070.61
6	1100	406.51	1070.61
7	1100	392.11	1070.61
8	1100	404.25	1070.61
9	1101	406.12	1071.68
10	1101	403.53	1071.68

이전의 유전자 알고리즘은 매개 변수 선정에 있어서 잘못 선정할 경우 엉뚱한 값이 나오는 등 적절한 매개변수 탐색에 막대한 시간과 노력이 요구되었다. 하지만, 본 연구에서는 여러 다양한 영상을 실험한 결과 거의 비슷한 매개변수로 최적해를 얻을 수 있어서, 매개변수 선정시간을 다른 알고리즘에 비해 상대적으로 절감할 수 있었다.

따라서, 개미 알고리즘을 이용한 윤곽선 검출의 매개 변수는 Dorigo가 최적값으로 제시하는 값으로 선정 후에 약간의 변화를 주었고, 영상에 관계없이 결과에 따른 속도의 차이는 크지 않았으며 픽셀수를 최소화 하며 영상의 특징 윤곽을 뚜렷이 나타낼 수 있는 결과를 보여주었다.

실험에 있어서 윤곽선 후보픽셀의 두께 및 길이계 수인 T값을 설정할 때 중심픽셀 주변에 0픽셀이 8개인 경우 <그림 5>의 (b)와 같이 뚜렷한 결과 영상을 얻기 위한 목적이라면 1로 설정하고, 최소한의 픽셀로 특징윤곽을 찾아내기 위해서는 0으로 설정하여 잡음 처리 한다면 <그림 5>의 (a)와 같은 결과 영상을 얻을 것이다. 따라서, 차후에 인식 알고리즘이나 인공신경망 등의 부분에 정보자료로 이용되기 위해서는 서로 다른 영상에 따른 Trade off 가 필요하다고 판단된다. [Dorigo, 1991]



<그림 5> 픽셀수가 400여개일 때와 1100여 개로 나왔을 때의 비교영상

4. 결 론

본 연구에서는 기존의 윤곽선 검출문제에 AS 알고리즘을 적용시켜 해를 구하였다. 실험에서 얻어진 결과처럼 AS 알고리즘은 윤곽선 검출 문제의 또 다른 메타 휴리스틱 해법으로서 기존의 다른 해법보다 뒤지지 않는 좋은 해를 얻을 수 있었다. 현재 개발된 개미 알고리즘의 처리결과는 간혹 2 또는 3이상의 픽셀이 중첩되어 윤곽선으로 나타나고 있는데, 이를 제거하기 위해서는 세션화 알고리즘을 삽입할 수는 있지만, 그럴 경우 처리시간이 기하급수적으로 늘어날 수 밖에 없어서, 처리시간과 하나의 픽셀로 이루어진 윤

곽선 픽셀구축사이에 타협이 요구된다. 하지만, 윤곽선 검출의 응용이 보통 물체인식의 입력자료로 이용되며, 인식 알고리즘에서 인공신경망 등의 지능 알고리즘이 이용된다는 점을 감안한다면, 굳이 막대한 시간을 요구하는 한 픽셀두께의 윤곽선의 구축이 반드시 필요한 것은 아니다. 물체의 특징적인 개략적인 윤곽을 나타내는 최소량의 픽셀의 검출만으로도 인식 알고리즘의 충분한 입력자료로 이용될 수 있기 때문이다.

추후 과제는 좀 더 명확한 윤곽선 검출을 위한 적합도 함수의 개선과 다른 다양한 영상에 대한 실험 후 기존의 다른 해법들과의 비교분석도 뒤따라야 할 것이며, 인공 신경망과 같은 인식 알고리즘간의 적용 등이 뒤따라야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 박찬란, 이용기, "유전자알고리즘을 이용한 윤곽선 추출", 한국OA학회지, 제3권 제 2호, pp.85-97, 1998.
- [2] 배대규, "유전자알고리즘을 이용한 윤곽선 추출", 석사학위 논문, 포항공과대학교, 1995.
- [3] 김수겸, "윤곽선의 구조적 특성을 이용한 윤곽선추출", 목포해양대학교 학술저널, 제3권, 제1호, pp.447-465, 1995.
- [4] 김수겸, 박중순 "유전자 알고리즘을 이용한 비유함수 최대화에 의한 윤곽선추출", 한국 박용기관 학회지, 제21권, 제3호, pp.75-83, 1997.
- [5] 박중순, 김수겸, "Simulated Annealing 알고리즘을 이용한 윤곽선추출", 한국 동력기계공학회지, 제2권, 제3호, pp60-67, 1998.
- [6] Bernd Bullnheimer, Richad F. Hartl, "A New Rank Based Version of the Ant System", Working Paper No.1, 1997.
- [7] Dorigo, M., Maniezzo, V. and Colorni, A., "Positive Feedback as a search strategy", Report No. 91-016, Laboratorio di Calcolatori, Dipartimento di Elettronica, Milano, Italy.(1991).



이 성 열 (Sung-Youl Lee)

1977년 인하대학교 기계공학과
(학사)

1980년 인하대학교 산업공학과
(석사)



이 창 훈 (Chang-Hoon Lee)

2002년 관동대학교 산업공학과
(학사)

2002년~현재 관동대학교 대학원
산업공학과(석사)

(관심분야 : 영상처리, 컴퓨터비전시스템)