

## 인터넷상의 동영상에서의 물체 특징 점 탐지 및 추적

임인선\*

### Feature Point Detection and Tracking of Object in Motion Image on Internet

In-Sun Im\*

#### 요약

전파를 이용한 통신이 활성화 되어 인터넷상의 네트워크에 연결하여 다양한 서비스가 제공되고 있는 현실에서 통신 서비스의 질을 높이기 위한 물체의 특징 점 탐지 및 추적의 중요성이 크게 대두되었다. 본 논문은 전파가 미치지 않는 음영 공간의 탐지와 추적을 위한 연구의 내용으로, Snakes 알고리즘을 이용하여 음영 공간을 탐지하고, 탐지된 음영 공간 내에서 어느 한 출발 지점에서 목표 지점까지의 경로를 추적하는 시스템의 기반을 제시하고자 하였다.

#### Abstract

In the actuality that the various services are provided in connection with the network of internet by activating the communication using propagation, the importance of the feature point and chase of an object is greatly raised to increase the quality of the detection and tracking of the communication service.

This paper is to detect the shadow space by using Snakes Algorithms and present a system's base which tracks the route from start to target points in the detected shadow space as a study for the detection and tracking the shadow space which does not reach the propagation.

▶ Keyword : Feature Point, Detection, Tracking, Snakes, Propagation

---

• 제1저자 : 임인선

• 접수일 : 2005.02.01, 심사완료일 : 2005.03.10

\*오산대학 컴퓨터정보계열 부교수

본 논문은 오산대학 산업기술연구소의 학술지원금에 의한 연구실적물 임.

## I. 서론

최근 인터넷의 발전은 우리의 생활환경을 급속하게 변경시키고 있다. 특히 인터넷상에서 화상회의, 원격교육, 원격리 진료 등의 요구 증가로 동영상에서 그래픽 분야에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 동영상에서 실시간에 물체를 탐지하고 추적하여 원하는 조각을 가하거나 장면별 묘사를 추출하여 응용할 수 있는 출입문 통제 및 감시, 위험물 처리 및 인식, 인공위성이나 정찰기와 같은 센서를 이용한 동영상 자료의 분석, 교통망 감시 및 자동 운전 장치와 같은 시스템 등의 많은 분야에서 물체의 탐지와 추적 알고리즘이 요구된다.

본 논문에서는 특징 점 탐지 및 추적을 위해서 기존의 물체 추적 알고리즘을 분석하여 문제점이 비교적 적은 Snake 알고리즘을 적용하여, 3차원 공간상에 전파를 방사하여 음영공간상의 특징 점(윤곽선)을 찾아내어 경로(물체)를 추적할 수 있도록 구현하였다.

본 논문은 제1장의 서론에 이어 제2장에서는 기존의 물체 탐지 및 추적 알고리즘을 분석하였으며, 제3장에서는 물체의 특징 점 탐지 및 추적을 위한 Snakes 알고리즘을 제안하였으며, 제4장에서는 제3장에서 제안한 알고리즘을 적용하기 위하여 3차원의 공간상에서 전파손실 예측을 실행하여 음영공간의 해석을 하였다. 제5장에서는 전파를 공간상에서 Snakes 알고리즘을 적용하여 음영공간이란 물체 특징 점(윤곽선)을 찾아내어 원하는 목표지점까지의 경로를 추적하도록 구현하였으며, 제6장에서는 결론 및 향후 연구 방향을 제시 하였다.

## II. 관련 연구

동영상에서 물체를 탐지 및 추적하는 방법은 공간영역의 정보와 함께 시간영역의 정보를 동시에 고려하여 동질영역

을 추출하는 과정이라고 말할 수 있다. 이를 위해서 많은 물체 탐지 및 추적 알고리즘이 제안되었다. 본 논문에서 사용하는 snake 알고리즘과 동일한 범주 내에 있는 방법들을 주로 소개하도록 한다.

김중렬 등[1]은 deformed template과 level-set 이론의 이용하여 비 강성 물체를 탐지 및 추적하는 알고리즘을 제안하였다.

제안된 방법에서는 물체의 초기 템플릿이 주어졌다고 가정하고 어파인 모델을 사용하여 전역 움직임을 추정한다. 추정된 어파인 계수를 사용하여 초기 템플릿을 변형함으로써 대략적인 물체의 모양을 추정한다. 하지만 이렇게 추정된 물체는 정확하지 못하기 때문에 다시 상세화(refinement)과정을 통하여 정확하게 물체를 추출하게 된다.

물체의 상세 화 단계에서는 식 (2.1)에서 보는 바와 같이 에지 값을 사용하여 정의한 에너지 함수를 level-set 이론을 이용하여 최소화하게 된다.

$$E_{i,region}(X_s, X_c) = \sum_{d \in region} w(R_{I_t}(X_s + dX)) \cdot (I_{I_t}(X_s + dX) - I_{I_t}(X_c + dX))^2 \dots \dots \dots (2-1)$$

여기서  $E_{region}$ 은 inter-region 사이의 거리에너지란 의미하고,  $X_s$  는 템플릿 상의 한 점이고,  $X_c$  는 대상 프레임 상의 한 점이다.

또한  $R(X)$ 는 한 점  $X$ 가 물체에 속하는지 배경에 속하는지를 결정해 주는 함수이다. 제안된 방법은 비교적 정확하게 물체를 추적할 수 있으나 초기 템플릿을 사용자가 정확하게 주어야 한다는 문제점을 가지고 있다.

Zhong 등[2]은 deformable template을 사용하여 물체를 추적하는 방법을 제안하였다. 제안된 방법에서는 사용자가 제공하는 프로토타입(prototype) 템플릿을 사용하여 물체를 추적하게 된다. 초기 템플릿이 물체와 배경을 충분히 잘 분리를 했다고 가정한다면 물체의 영역에 있는 화소/컬러 값은 여러 프레임에 걸쳐 동일한 값을 가질 확률이 높다. 따라서 다음 식(2.2)과 같은 거리 지수(distance measure)를 사용하여 유사도(similarity)를 계산함으로써 물체를 추적할 수 있게 된다.

$$dist_m(I) = \min_{k, p} \sum_{k \in N(I)} Dist(I, N^0(k)),$$

..... (2-2)

여기서  $Dist(I, N^0(k))$ 은 영역  $N^0(k)$ 에 대한 점  $I$ 의 거리를 나타낸다.

제안된 방법을 비교적 원만하게 물체를 추적할 수 있으나 물체의 모양을 정확하게 유지하지 못하고 초기 템플릿을 사용자가 제공해 주어야 하는 문제점이 있다.

Y.M.KIM 등[3]은 active contour model 을 사용하여 물체를 추적하는 방법을 제안하였다. 이들은 제안한 방법에서 식 (2.3)과 같이 웨이블릿 에지를 사용한 새로운 에너지 함수를 고안하였다.

$$\delta E_i = f_i^o \cdot \frac{|d_i^1 - d_i^0|}{d_i^0} + f_i^o \cdot \frac{d_i^2}{d_i^o} + f_i^o \cdot \frac{d_i^3}{d_i^o} + (f_i^o - f_i^1)$$

..... (2-3)

여기서  $f$ 는 에지를 나타내는 함수이고,  $d$ 는 거리를 나타내는 함수이다. 제안된 방법에서는 local minima를 줄이기 위해 Viterbi 알고리즘[4]을 사용해 정의된 snake 함수를 최소화 하였다. 또한 contour connection 이라는 후처리 과정을 통해 snake를 보다 부드럽게 만들어 주고 있다. 이 방법은 snake 알고리즘의 초기 윤곽선을 사용자가 제공하고 물체 추적은 자동적으로 수행하는 반자동(semi-automatic)추적 알고리즘이다.

### III. 물체의 특징 점 탐지 및 추적 알고리즘

Snake 알고리즘(혹은 Active Contour Model)은 M. Kass[5] 등에서 의해서 1987년에 제안되었다. 이후 snake 알고리즘을 사용하여 에지 추출, 2D 형상 모델링(shape modeling), 3-D 형상 모델링, 영상 분할, 물체 추적, 그리고 영상 해석을 위한 특징 추출 등에서 널리 적용되었다.

Snakes 혹은 ACM은 크게 parametric active contour model과 geometric active montour model로 나뉘어 진다. Kass [5]는 처음으로 parametric active contour를 제안하였고, 그 후 많은 snake 알고리즘들은 이들의 논문을 바탕으로 하였다.

Snake는 곡선

$$X(s) = [ x(s), y(s) ], \quad s \in [ 0,1 ]$$

을 식 ..... (3.1)

과 같이 정의하고 정의된 에너지 함수가 최소화되는 방향으로 곡선을 움직이면서 외부 힘(external force)에 수렴되도록 하는 방법이다.

$$E_{snake}(v(s)) =$$

$$\int_0^1 \frac{1}{2} \alpha |X'(s)|^2 + \beta |X''(s)|^2 + E_{ext}(X(s)) ds,$$

..... (3-1)

여기서  $\alpha$ 와  $\beta$ 는 가중치 값이고,  $X'(s)$ ,  $X''(s)$ 는 곡선  $X(s)$ 의 1차와 2차 미분 값이다.

Kass [5]등이 제안한 snake 알고리즘은 에지 추출(edge detection), 모양 모델링(shape modeling), 영상 분할(segmentation), 움직임 추적(motion tracking) 등과 같은 여러 가지 분야에서 사용될 수 있으나 다음과 같이 몇 가지 문제점을 가지고 있다. 먼저 초기 윤곽선에 민감하다는 것과 에너지 함수의 특성상 concavity가 존재하는 객체에서 제대로 수렴하지 못한다는 문제점을 가지고 있다.

먼저 snake는 식 (3.2)과 보는 바와 같이 control point의 집합으로 표현된다.

$$v = \{ v_i = (x_i, y_i) : i = 1, 2, 3, \dots, n \}$$
 (3-2)

그리고 closed snake은 원으로 표현되고, open snake는 선으로 표현된다. 이러한 snake 에너지 함수는 식 (3.3)와 같이 정의된다.

$$E_{snake} = \int_0^1 E_{snake}(v(s)) ds$$

$$= \int_0^1 E_{int}(v(s)) + E_{ext}(v(s)) + E_{con}(v(s)) ds, \dots (3-3)$$

여기서  $E_{int}(v(s))$ 는 내부 에너지(internal energy) 항 혹은 내부 곡선 에너지(internal spline energy) 항 이라고 한다. 내부 에너지는 snake 가 부드러움(smoothness)을 유지하도록 해주는 항이 된다. 즉 snake를 끌어당기는 기본적인 속성이 된다. 그러한 내부에너지는 다시 식(3.4)과 같이 두 개의 항으로 구성된다.

$$E_{int} = \alpha(s)E_{elastic}(v(s)) + \beta(s)E_{bending}(v(s)) \dots (3-4)$$

여기서  $\alpha(s)$ 와  $\beta(s)$ 는 elastic 항과 bending 항을 조절하기 위한 값이다. 식 (3.4)은 다시  $v(s)$ 의 1차 항과 2차 항을 이용하여 식 (3.5)와 같이 표현할 수 있다.

$$E_{int} = (\alpha(s) |v_s(s)|^2 + \beta(s) |v_{ss}(s)|^2) \dots (3-5)$$

Elastic 에너지 항은 식 (3.6)와 같이 두 인접한 점 사이의 거리 제곱의 합(혹은 거리)으로 표현될 수 있다.

$$E_{elastic}(v_i) \approx ||v_i - v_{i-1}|| = (x_i - x_{i-1})^2 + (y_i - y_{i-1})^2 \dots (3-6)$$

$$\approx \sqrt{(x_i - x_{i-1})^2 + (y_i - y_{i-1})^2} \dots (3-9)$$

Elastic 에너지 항은 기본적으로 snake 가 수축(shrink)되도록 하는 힘이 된다.

Bending 에너지 항은 식 (3.7)과 같이 한 점을 기준으로 양쪽으로 인근에 존재하는 두 점과의 거리 합의 제곱(혹은 거리의 합)으로 표현된다.

$$E_{bending}(v_i) \approx ||v_{i-1} - 2v_i + v_{i+1}||^2$$

$$= (x_{i-1} - 2x_i + x_{i+1})^2 + (y_{i-1} - 2y_i + y_{i+1})^2$$

$$\approx \sqrt{(x_{i-1} - 2x_i + x_{i+1})^2 + (y_{i-1} - 2y_i + y_{i+1})^2} \dots (3-7)$$

혹은 실제로 프로그램에서는 복잡도를 줄이기 위해서 식(3.8)과 같이 거리의 합으로 구현한다.

$$E_{bending}(v_i) \approx |v_{i-1} - 2v_i + v_{i+1}|$$

$$\approx |v_{i-1} - v_i| + |v_i - v_{i+1}| \dots (3-8)$$

(3.7)과 (3.8)에서 확인할 수 있는 것은 snake의 bending에너지는 snake가 구부러지도록 하는 힘을 가지고 있다.

Han 등[6]은 Cohen 등이 제안한 최소 경로 접근(minimum path approach) 방법을 빠르게 수행할 수 있는 방법을 제안하였다. 이들이 제안한 최소 경로 active contour model은 기존 snake 알고리즘의 특별한 경우로서 snake 에너지 함수를 최소화 시키는 과정은 최소 길이를 가지는 곡선을 찾는 것과 동일하다는 개념에서 출발한다. 식 (2.9)에서 정의된 곡선  $C$ 의 에너지 함수를 최소화시키기 위해서 gradient descent 알고리즘을 사용하지 않고 그래프 탐색(graph search)방법을 사용하여 최소 거리를 가지는 곡선을 결정하게 된다.

여기서, 내재(potential) 함수  $g(\nabla I)$ 는 식 (3.10)에서 보는 바와 같이 에지 함수의 역으로 정의된다.

$$g_i(\nabla I(C_i)) = \frac{1}{1 + |\nabla I(C_i)|^p} \dots (3-10)$$

결과적으로 최소 거리는 식 (3.11)와 같이 정의되고 Dijkstra 그래프 탐색 알고리즘[7][8]을 사용하여 최소 경로를 찾게 된다.

$$\arg \min A \left( \sum_{i \in \Omega} g_i \cdot s_i \right) \dots\dots\dots (3-11)$$

여기서 인접한 두 점  $(x_i, y_i, z_i)$  과  $(x_{i-1}, y_{i-1}, z_{i-1})$  사이의 Euclidean 거리  $s_i$ 는 식 (3.12)와 같이 정의된다.

$$s_i = \sqrt{(x_i - x_{i-1})^2 + (y_i - y_{i-1})^2 + (z_i - z_{i-1})^2} \dots\dots\dots (3-12)$$

#### IV. 음영 공간 형성을 위한 전파예측

음영 공간 형성을 위하여 전파손실 예측하여 다음과 같이 송신 출력과 주파수를 정하고 수신되는 전계 강도 값에 의해 전파의 범위[9]를 계산한다.

##### 4.1 자유공간 손실 및 회절손실 계산

###### 4.1.1. 자유공간 손실계산

자유공간 손실계산 이라함은 (FSL : Free Space Loss) 어느 한 지점에서 방사된 전파가 임의의 지점에 도달하는 과정에서 거리 및 사용주파수에 의하여 발생하는 손실 식 (4.1)을 말한다.

$$FSL = 92.4 + 20 \log F + 20 \log D \dots\dots\dots (4-1)$$

여기서 F : 사용주파수 [GHz], D : 주간거리 [KM]

###### 4.1.2 회절손실 계산

송신측과 수신측 사이의 장애물에 의하여 전파손실이 발생하며 이러한 손실을 회절손실 식(4.2)로 계산한다.

$$L = 6.4 + 10 \log (\sqrt{(V^2 + 1) + V}) \text{ [dB]} \dots\dots\dots (4-2)$$

여기서  $V = -\frac{\sqrt{2}hc}{F\lambda}$  이다.

##### 4.2. 지형 및 기타조건에 따른 손실 보정

##### 4.2.1. K-Factor

오프무라 식에서는 언급되고 있지만 Hata 방식에서는 전혀 고려하지 않았다. 준 평활지가 아닌 전파경로에 대해서는 지형기복고 ΔH의 조건에 따라 보정치를 계산해주는 것이 필요하다.

$$K \text{ Factor} = -5.18 \times (\log \Delta H)^2 + 3.538 \times \log \Delta H + 3.105 \dots\dots\dots (4-3)$$

여기서 ΔH=0.8 × (최고치 - 최저치) [M]

LOG 계산을 위하여 ΔH < 1 면, ΔH = 1 로 고정한다. 특히 ΔH ≤ 50m K Factor는 고려하지 않으며, 수신 이동 체의 높이(Hr)가 (최저치 + ΔH/2) 보다 낮은 경우에만 K Factor를 고려한다.

##### 4.2.2. 기지국 주변 장애물 영향(Y Factor)

송신측 전방 5km 이내에 장애물이 Multi로 나타날 경우에는 장애물 각각에 대하여 회절손실을 계산하고 그중 최고치만을 적용한다.

##### 4.2.3. 이동 체 주변 장애물 손실(M Factor)

이동 체 전방 2km 이내에 장애물이 나타날 경우에는 장애물 각각에 대하여 회절손실을 계산하고 그중 최고치만을 적용한다.

##### 4.2.4. 경사지 지형 보정치(α Factor)

지형경사도와 지형 형태에 따른 Factor는 송신 점과 수신점사이의 평균경사각을 계산하고 경사지 지형보정 Table에 의한 보정 값으로 보정한다.

##### 4.3. 전파예측 모델 비교

###### 4.3.1. Egli 모델

이론적인 평면대지 전송손실에 순시가지 형태의 지형계수를 고려한 실험적인 식으로 전송손실 L 은 다음과 같다.

$$L[\text{dB}] = 20 \log f + 40 \log d - 20 \log hb + K \dots\dots\dots (4-4)$$

여기서 K = 76.3 - 10 log hm (hm < 10)

$$= 85.9 - 20 \log hm \text{ (hm > 10)}$$

d = 기지국, 이동 국 구간거리 [KM]

f = 주파수 [MHz] ; (90-1000 MHz)

hb = 기지국 안테나 지상 고 [M]

hm = 이동 국 안테나 지상 고 [M]

평면대지는 구간거리 10km 이내로 짧기 때문에 지구곡률을 무시하여 평면대지라고 하였을 뿐 바다와 같이 인공 구조물이 없거나 아주 평평한 것을 의미하진 않는다. 평면대지 개념에서 전송손실을 계산하기 때문에 안테나 유효 높이는 송·수신 안테나 높이의 산술평균치로 한다.

4.3.2. Carey 모델

450~1,000MHz 대역의 전송 손실을 언급한 CCIR Recommendation(Geneva, 1963)을 기본으로 작성된 450~460MHz 대역의 Carey 모델은 FCC part 22에서도 규정한 모델로써 Mobile 안테나 높이를 1.8m로 하고, Average terrain을 기준으로 한 기지국 안테나 높이 (30~1500m 범위)와 구간거리(조건에 따라 130km 또는 240km로 달라짐) 등의 조건에 따라 Average terrain에 대한 전송손실이 결정 되어지는 방식으로 특히 중요한 것은 FCC에서 규정했듯이 Site 선정을 위한 Service Area 예측에 사용되는데 준시가지를 대상으로 800MHz 셀룰라 이동통신에서 평균지형 높이를 기준으로 한다. 수신 지점의 해발고는 전혀 고려되지 않으며, 기지국 안테나 해발고는 송신지점으로 부터 16km까지의 해발고를 산술평균한다.

4.3.3 Okumura 모델

1955년 일본 NTT에서 시행된 Tokyo를 대상으로 U/VHF 대역에 걸쳐서 수많은 실험 Data를 정량화하여 만들어진 예측 모델로써 여러 가지 조건에도 불구하고 이동통신 설계기준으로 가장 많이 사용되어 왔다. 그러나 지형분류 조건이나 시가지, 교외지, 개방지로 구분하여 전송손실 자체를 계산할 수는 있으나 도시형태의 구별이 명확하지 않은 단점이 있다.

4.3.4 Hata 모델

오투무라[10] 방식의 이용에 따른 불편을 해소하기 위한 새로운 방법이 NTT의 Hata에 의해 수식적으로 제시되었다. Hata의 실험식은 Okumura 모델과 같이 Urban area 및 안테나 높이 1.5m를 표준으로 하여 작성되었으며 도시 특성별 전송손실은 다음과 같다. 특히, 대도시의 정의는 건물의 평균높이가 15m 이상인 경우를 의미하였다. 그 적용 범위는 오투무라 방식에 비하여 <표 1>과 같이 제한적이다.

(표 1) 오투무라 및 Hata의 적용 범위  
 (Table 1) The Limit of Application of Okumura and Hata

구 분	Hata	Okumura
주파수(f)	100~1,500MHz	100 ~ 30,000MHz
구간거리(d)	1 ~ 20Km	1 ~ 100Km
안테나 유효높이	30 ~ 200m	30 ~ 1,000m
이동체안테나 높이	1 ~ 10m	

V. 전파의 음영 공간 내에서의 구현

본 논문의 구현을 위하여 제 4장의 전파 예측을 GIS (Geographic Information System)에 적용하여 Snakes 알고리즘으로 2차원 및 3차원 공간상에서 구현하였다.

지리적인 위치는 경기도 남부의 안성지역(경도 127° 8' 53", 위도 37° 17' 8")을 중심으로 (그림 1)과 (그림 2)는 약 1 : 12만의 축척의 지도로, 약 34Km 반경 내에서 4개의 기지국에서 전파를 방사하여 전파가 미치지 않는 음영공간을 Snakes 알고리즘을 이용하여 윤곽선을 탐지하고 음영 공간 내에서 지상으로부터 항공기의 최저 고도인 약 450피트(137미터) 이상을 이격하여 비행할 수 있도록 함으로 추적 시스템으로 구현 하였다.

(그림 1)과 (그림 2)는 경기도 안성 주위의 3차원 지도는 기울기 56°, 회전각 45° 를 주었으며, 기지국 4개의 위치는 <표 2>와 같다.

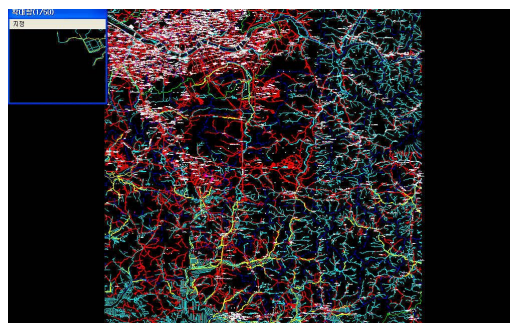


그림 1. 경기도 남부의 2차원 지도  
 Fig.1. 2-Dimension map of southern part of Gyeonggi-Do

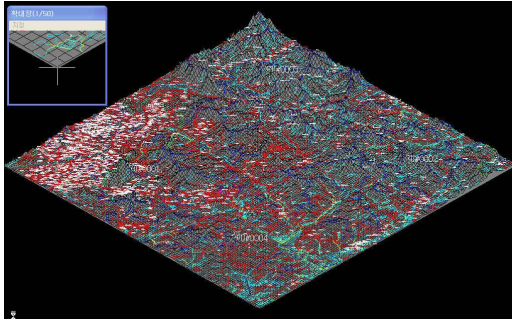


그림 2. 경기도 남부의 3차원 지도  
Fig.2. 3-Dimension map of southern part of Gyeonggi-Do

표 2 기지국의 위치  
(Table 2) The location of Base Station

비고	#1	#2	#3	#4
경도	126°58'03"	127°19'49"	127°21'26"	126°56'48"
위도	37°58'03"	37°07'03"	37°29'18"	37°09'16"
고도	584.8m	411.8m	474.7m	188.3m

송신 출력 : 10 Kw

주파수 : 1000 Mhz

전계 강도 : 40

<표 2>에서 도곽의 해상도는 경도 1초는 31m이며, 위도 1초는 22m이다. (그림 3)과 (그림 4)는 2차원과 3차원 상에서 각각의 기지국에서 안테나 높이 5m와 송신 출력과 주파수 및 전계강도 값을 주었을 때의 전파의 반경 및 음영 공간을 표시한 것이다.

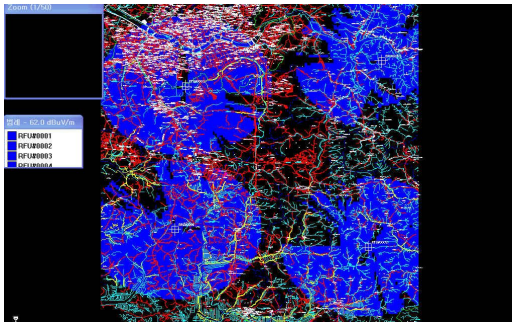


그림 3. 2차원 전파의 반경 및 음영 공간  
Fig.3. Radius and Shadow Space of 2D Propagation

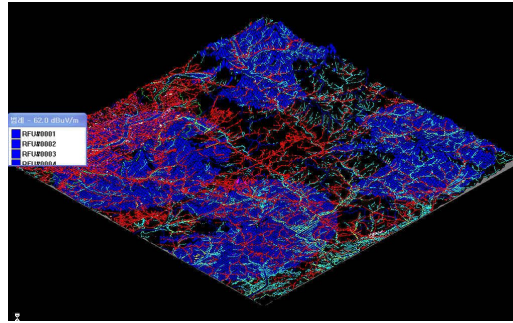


그림 4. 3차원 전파의 반경 및 음영 공간  
Fig.4. Radius and Shadow Space of 3D Propagation

(그림 5)와 (그림 6)은 2차원 및 3차원 상에서 좌측과 우측의 특징 점을 찾고 전파가 미치지 않는 음영 공간 내에서 임의의 한 지점에서 목표 지점까지 비행의 최저 고도인 450 ft(약 137m) 이상을 유지하면서 비행(추적)하는 항로를 나타낸 그림이다.

여기서 전파의 다양한 전계강도와 항공기의 속도는 고려하지 않은 상태이다.

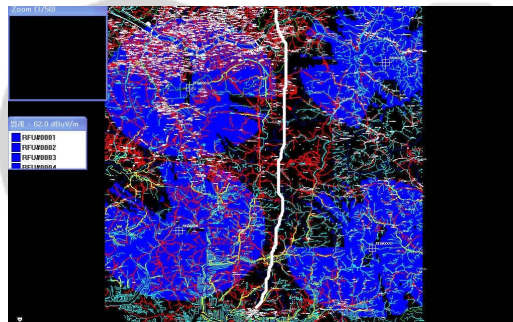


그림 5. 2차원 음영공간내의 물체 추적  
Fig.5. Object Tracking in 2D Shadow Space

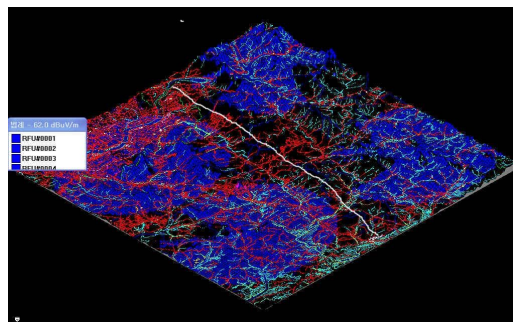


그림 6. 3차원 음영공간내의 물체 추적  
Fig.6. Object Tracking in 3D Shadow Space

(그림 5)와 (그림 6) 중앙의 백선이 Snacks 알고리즘을 사용하여 임의의 출발 지점에서부터 목표 지점까지의 언어진 경로 추적 결과이다.

## VI. 결 론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 Snakes 알고리즘을 이용하여 다중의 기지국에서 일정한 주파수로 송신했을 때 수신이 미치지 못하는 음영 공간이란 물체의 특징 점 탐지와 음영 공간 내에서의 안전 항로추적을 수행하였고 그 결과를 얻을 수 있었다.

그러나 본 논문에서 구현한 Snakes 알고리즘은 영역의 크기가 작은 지역을 이용하여 수행할 수 있었지만, 실제 현실에서는 대단히 넓은 영역과 전파의 회절, 굴절 등의 고려 사항과 수신 전파의 전계강도 및 항공기의 속도 등을 모두 적용한다면 더 많은 컴퓨팅 파워를 필요로 한다. 또한 LOS(Line of Site)가 아닌 실제 전파를 시뮬레이션 하였기 때문에 본 논문에서 제시한 송신 출력, 주파수, 전계강도 등과 같은 조건들에 대한 많은 수정과 변화가 필요하다.

본 논문은 컴퓨터 그래픽이나, 컴퓨터 비전 분야의 다양한 응용 분야를 갖는 물체 탐지와 추적에 관한 문제를 해결하기 위해 더 많은 연구가 필요하다.

## 참고문헌

- [1] J. R. Kim and Y. S. Moon, "A Robust Algorithm for Tracking Non-rigid Objects," in Proc. of ITC-CSCC, pp.141-144, 2002
- [2] Y. Zhong, A. K. Jain, and M. -P. Dubussion-Jolly, "Object Tracking Using Deformable Templates," IEEE Trans. on Pattern Recognition and Machine Intelligence, vol. 22, no.5, pp.544-549, 2000.
- [3] T. Schoepflin, V. Chalana, D. R. Haynor, and Y. M. Kim, "Video Object Tracking With a Sequential Hierarchy of Template Deformations," IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology, vol. 11, no. 11, pp. 1171-1182, 2001.
- [4] T. K. Moon and W. C. Stirling, Mathematical Methods and Algorithm for Signal Processing, Prentice Hall PRT, 2000.
- [5] M. Kass, A. Witkin, and K. Terzopoulos, "snakes: Active Contour Models," International Journal of Computer Vision, vol. 1, pp. 321-331, 1987.
- [6] C. H. Han, T. S. Hatsukami, J-N. Hwang, and C. Yuan, "A Fast Minimal Path Active Contour Model," IEEE Trans. on Image Processing, vol. 10, no. 6, pp. 865-873, 2001.
- [7] 김성공 "전역 탐색 알고리즘을 이용한 이동무선통신 네트워크의 최적화에 대한 연구" 한국컴퓨터정보 학회 논문집 제9권 제1호 p.87. 2004.
- [8] 전성미, 이보영, 허기중 "멀티미디어 자료 재생을 위한 경험적 탐색 기반 최적 트랜스코딩 경로 생성 알고리즘" 한국컴퓨터정보 학회 논문집 제8권 제4호 p.47. 2003.
- [9] 이강영 "이동통신과 마이크로파 통신의 실무와 이론" 2001.
- [10] Y. Okumura et al., "Field strength and its variability in VHF and UHF land-mobile radio service." Rev. Elec. Commun. Lab., vol. 16, pp. 825-873, 1968.
- [11] C. Xu, J. L. Prince, "Snakes, Shapes, and Gradient Vector Flow." IEEE Trans. on Image Processing, vol. 7, no. 3, pp. 359-368, 1998

저 자 소개



임 인 선

오산대학 컴퓨터정보계열 부교수  
<관심분야> 지리정보시스템, 컴퓨터  
그래픽, CAD

K C I