
 論 文

자기회귀 모델을 이용한 무늬영상의 분류 및 인식에 관한 연구

正會員 李 采 憲* 正會員 韓 百 龍** 正會員 李 大 寧***

A Study on Classification and Recognition of Textured Images Using Autoregressive Model

Chae Hun LEE*, Baec Yung HAN**, Dai Young LEE*** *Regular Members*

要 約 본 논문에서는 무늬영상의 분류에 적합한 특징의 선택에 대한 방법을 소개하였다. N개의 이웃한 gray level들의 공간적인 관계는 자동저하함수로 모델화된다. 특징 무늬로부터 취해진 모델 변수들은 최소 자승법으로 예측된다. 이 방법으로 생체세포의 영상들을 분류시킬 수 있다. 열개의 서로 다른 생체세포의 무늬영상으로 실험한 결과 분류의 정확도를 92%까지 이루었다.

ABSTRACT This paper presents a method for selection of features suitable for classification of textured images. The spatial interaction of gray levels in a neighborhood N is modeled by autoregressive function.

The estimates of the model parameters are taken as textural features is done least square method. This method can be classified biocell images. Experimental studies involving ten different types of biocell textures yeild 92-percent classification accuracy.

I. 서 론

영상처리는 60년대 Computer의 발전과 더불어 영상압축(Image Compression), 영상개선(Image Enhancement), 복원(Restoration),

인식(Recognition) 및 이해(Interpretation)분야로 크게 발달되었으며^{(1), (2)} 년대에 디지털 컴퓨터 보급의 확대와 하드웨어의 기술발달은 영상처리의 응용분야에 대한 발달을 가져와, 컴퓨터 비전(Computer vision), 로봇트 비전(Robot vision)에 이르게 되었다.

이중에서 영상인식 및 이해는 패턴인식(Pattern Recognition) 및 응용분야의 시각인식 이란 점에서 중요한 영역을 차지하고 있으며, 최근

*, **, ***慶熙大學校 電子工學科

Dept. of Electronics Eng. Kyung Hee University,
Seoul, 131-701, Korea.

論文番號 : 89-05(接受 1988. 10. 25)

한글인식이나 지문인식, 물체인식 및 무늬영상(Texture Image) 인식등의 다양한 분야에서 연구가 진행되고 있다^{(3), (4), (5)}.

표면의 물리적 변화나 표면자체의 무늬 또는 물체들의 집합에 의해 구성되는 무늬영상에 관한 관심은 1950년에 심리학자인 깁슨(Gibson)이 무늬영상과 심리와의 관계를 연구함으로써 시작되어, 무늬 영상의 분석 및 분류는 최근 수 년 동안 상당한 관심을 끌어왔으며 영상인식에 중요한 역할을 하게 되었다. 이와같은 무늬영상은 의료용 영상, 리모트 센싱, 지질, 로봇트 비전 및 최근의 3차원 영상인식에 이르기까지 다양한 분야에서 볼 수 있다^{(14), (16)}. 무늬영상은 패턴들의 규칙적인 반복 또는 자연에서 흔히 볼 수 있는 불규칙적인 반복으로 이루어 질 수 있으며, 이와같은 무늬특성들을 이용하여 표현되는 무늬영상들은 이런 특성들이 무늬영상을 분석하는 중요한 정보가 된다.

불규칙한 무늬영상분석 및 분류를 위해서는 영상이 갖고 있는 특성량을 추출하여 서로 다른 무늬 영상과의 차이를 정량화하기 위한 모델을 생각해 낼 수 없다. 이와 같은 특성을 추출하는 방법은 구조적 해석방법(Structure Analysis Method)과 통계적 해석방법(Statistics Analysis Method)으로 구분할 수 있다.

구조적 해석 방법은 무늬를 이루는 프리미티브(primitive)를 결정하여, 해석하는 방법으로 규칙적인 반복 패턴에 적합하나, 명확한 프리미티브를 결정할 수 없는 자연 무늬영상인 경우에 적용하기 어렵다는 단점이 있다.^{(4), (13), (17)}.

통계적 해석방법은 프리미티브를 결정하는 것 보다는 그레이 레벨에 대한 공간 분포의 통계적 특성을 무늬영상의 특성으로 이용하는 방법으로서 이런 방법은 공간의존 확률분포 행렬(Gray Level Spatial Dependent Statistic Distribute Matric), 마르코브 모델(Markov Model) 등에 이용되어 왔다^{(16), (18)}.

본 논문에서는 통계적 해석 방법으로서, 영상에 대한 방향성, 연결성의 특성을 잘 나타내며 처리시간에 장점이 있는 자기회귀 함수의 특징을 이용하여 자연에서 얻어지는 무늬영상 중에

서 생체 세포 조직을 분류, 인식하는 것을 목적으로 하였다^{(5), (6), (7), (8), (9)}. 특히 생체 세포조직영상이 명확한 프리미티브를 갖지않는 불규칙적인 반복성을 갖고 있는 성질을 기초로 방향과 연결성이라는 특성량으로써 분류, 인식을 시도함으로써 무늬영상의 처리기법을 의료분야의 세포조직에 대한 분류, 인식의 가능성을 확인하였다.

II. 생체 세포조직의 특성

생체세포조직의 구성은 몇 가지의 기본적인 구조형태를 가지고 있으며, 이와 같은 세포조직의 형태를 이용하여 분류할 수 있다.

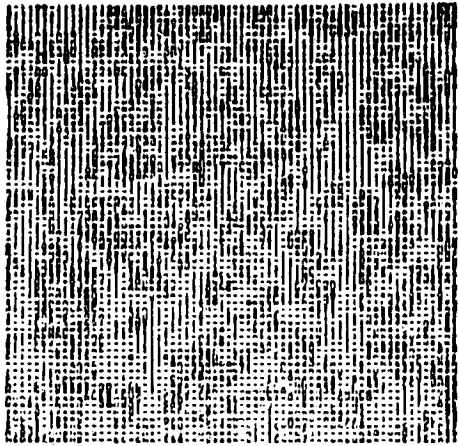
아래 표 1과 그림 1(a)에서 볼 수 있는 것과 같이, 원형 및 점형은 조직세포의 구성이 원의 형태로의 규칙적인 배열과 불규칙적인 배열 상태를 말하며, 그림 1(b)의 선형은 세포 구성형태가 방향성으로 구별될 수 있다. 즉 방향성이라는 특성량을 가지고 있으며, 그림 1(c)의 면형은 모자이크 형태의 규칙적 또는 불규칙적인

표 1 세포 조직의 형태 분류표

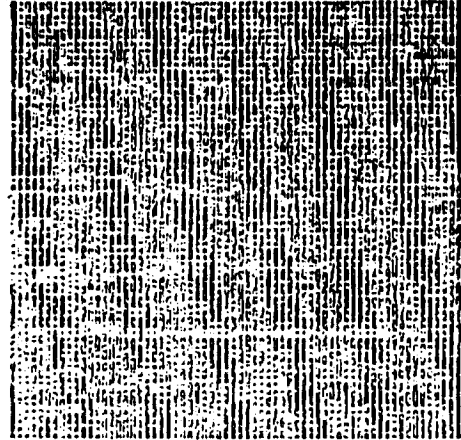
형 태	종 류
원형 및 점형	혈액, 부갑상선, 토끼 신장수질부
선 형	개, 대퇴근, 신장, 흉부근, 개 선골근
면 형	쥐 경골
원형-점형 혼합형	결장 점액질, 토끼 신장 돌기

배열형태를 이루는 것이다. 마지막으로 원형과 점형이 혼합되어진 형태로 원형의 구조 형태에 점형이 복합된 그림 1(d)과 같은 형태이다.

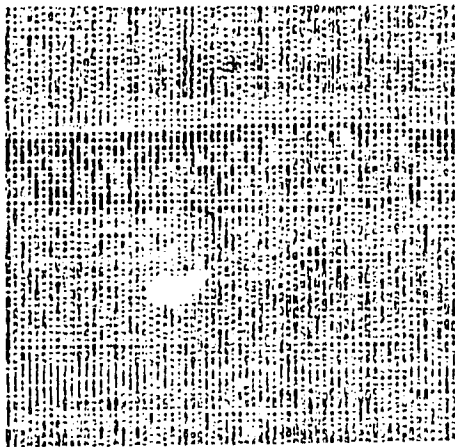
이와 같이 4가지로 크게 생체 세포조직의 형태를 분류하였으며 각 형태에 따른 세포조직은 연결성, 방향성으로 분류가 가능하다. 이를 나타낸 것이 표 1과 같다.



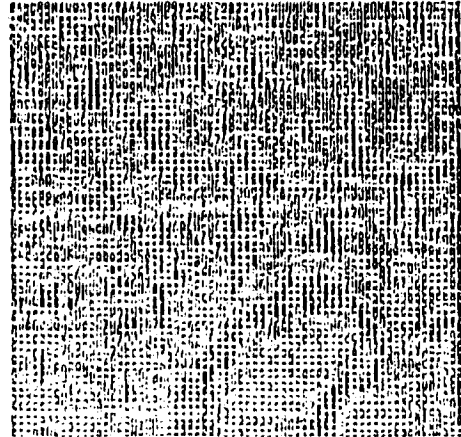
(a) 원형 및 점형



(b) 선형



(c) 변형



(d) 원형-점형 혼합형

그림 1 생체 세포조직의 기본 형태
Basic type of biocell

Ⅲ. 모델링 (Modelling)

가. 무늬영상의 모델링

무늬영상에서는 이웃화소들과의 관계가 중요하므로 그것을 특성화하는 이웃화소들 간의 공간적인 상호관계를 이용하는 것이 합당하다. 이산적인 $M \times M$ 화상의 그레이 레벨값을 나타내는 2차원 배열을 $\{g(x,y) : x,y=0, 1, 2, \dots$

$, M-1\}$ 로 놓자. 만약 $g(x,y)$ 가 이웃 화소들의 집합 N 을 독립변수로 하는 자기회기 모델을 따른다면

$$g(x,y) = a + \sum_{i,j \in N} b(i,j) g(x+i, y+i) + e(x,y) \quad (3-1)$$

로 정의되며, 여기서

N : 공간영역에서 정의된 이웃 화소들의 집합.

$a, b(i, j)$: 한 화소의 그레이레벨과 그것의 이웃 화소들의 그레이레벨과의 의존도를 특성자우는 모델의 회귀계수.

Φ : (x, y) 점을 제외한 이웃 화소들의 집합.

$e(x, y)$: (x, y) 점에서 중심 화소 $g(x, y)$ 와 자기회귀 모델에서 추정된 값과의 오차.

N 은 각 화소들을 둘러싸고 있는 이웃 화소들로 정의되며 정수 쌍(integer pair)들의 집합으로 구성된다. 보통은 $N = \{(1, 0), (0, 1), (-1, 0), (0, -1)\}$ 로 하며 이웃 화소들의 집합 N 을 가진 자기회귀 모델은 이웃 화소들과의 그레이레벨과 관계가 있다. $e(x, y)$ 는 전체 화상을 통한 변동율을 설명한다. N 의 요소(element)들이 대칭적일 필요는 없다. 그러나 대

$g(x-1, y-1)$	$g(x-1, y)$	$g(x-1, y+1)$
$g(x, y-1)$	$g(x, y)$	$g(x, y+1)$
$g(x+1, y-1)$	$g(x+1, y)$	$g(x+1, y+1)$

칭이웃 화소를 이용한다면 이웃 화소의 대칭 쌍(pair)들의 계수는 동일하다. 즉 $b(i, j) = b(-i, -j)$. 한편 파라메타들은 구별될 수 없을 수도 있다. N 의 범위에 대한 한계는 없으며 떨어져 있는 이웃 화소들을 포함할 수도 있다. 그러나 작은 범위의 이웃 화소들도 분류를 할 경우에는 충분하다.

나. 독립변수의 설정

자기 회귀 함수로 모델링하기 위해서는 무늬 화상의 특성을 충분히 나타내며, 분류하기에 적합한 변수들의 선택이 필요하다.

무늬를 이루는 화상은 무늬에 따라 이웃 화소들과 의존도가 크기 때문에 각 방향으로 무늬의 방향성 정도와 연결성을 나타내는 변수를 선택한다.

한 화소를 둘러싸고 있는 8 방향의 인접 화소들을 나타내면 다음과 같다.

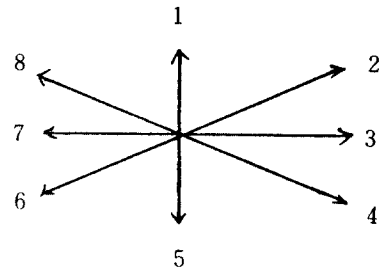


그림 2 8-방향의 인접 화소 Neighbor pixel.

위의 인접 화소들 중 1과 5 화소를 보면 중심 화소에 대하여 수직으로 같은 방향성을 가지며 3과 7 화소는 수평방향, 2와 6 화소는 45° 방향, 4와 8 화소는 135° 방향을 이루고 있다.

본 논문에서는 서로 직각을 이루는 수평-수직 방향과 45°~135° 방향에 대하여 각각을 독립변수들의 쌍으로 생각하여 각각에 자기회귀 모델을 적용하였다.

즉,

$$N = \{g(x-1, y), (x, y+1)\}$$

$$N = \{g(x-1, y+1), g(x+1, y+1)\}$$

(3-2)

독립변수의 영역에 대한 한계는 없으며 떨어져 있는 화소들도 포함할 수 있다. 그러나 분석 및 분류를 위해서는 인접 화소 8 방향만을 가지고도 충분히 특성량을 구할 수 있으며, 계산량을 줄일 수 있다.

IV. 최소 자승법에 의한 추정

자기회귀 모델에서 최소자승법에 의한 추정은 다음과 같이 유도될 수 있다. 수직방향의 이웃

화소의 그레이 레벨을 X_1 , 수평방향의 인접화소 그레이 레벨을 X_2 라 하고 실제값을 Y 로, 자기모델에 의한 추정치를 Y_e 라 하면

$$Y = a_{12} + b_1 X_1 + b_2 X_2 + e_{12} \quad (4-1)$$

$$Y_e = (a_{12} + b_1 X_1 + b_2 X_2) \quad (4-2)$$

위식에서 오차 e 값은

$$e_{12} = Y - Y_e \quad (4-3)$$

가 되며

e 의 분산을 S 라 하면

$$S = \sum \sum (Y - Y_e)^2 = \sum \sum \{Y - (a_{12} + b_1 X_1 + b_2 X_2)\}^2 \quad (4-4)$$

이것을 전개하면 다음과 같다.

$$S = \sum \sum Y^2 - 2 a_{12} \sum \sum Y + n a_{12}^2 + 2 a_{12} b_1 \sum \sum X_1 + 2 a_{12} b_2 \sum \sum X_2 - 2 b_1 \sum \sum X_1 Y + b_1^2 \sum \sum X_1^2 + 2 b_1 b_2 \sum \sum X_1 X_2 - 2 b_2 \sum \sum X_2 Y + b_2^2 \sum \sum X_2^2$$

V. 분 류 (Classification)

특성계수들의 능력은 분류처리에서 평가된다. 각 특성들의 대표값은 같은 성질을 갖는 계수들의 평균과 분산에 의해 나타나며, 분류하기 위한 영상과의 유사성을 비교하는 기준이 된다. 유사성의 측정은 1차분류(대분류) 단계와 2차분류(소분류) 단계의 두 단계로 나누어진다. 1차분류 단계에서는 앞의 이론적 고찰에서 나눈 세포조직의 형태상 분류에서 나눈 4개 형태중 하나로 분류하게 된다.

1차분류의 방법은 같은 형태의 참고특성들의

이것을 최소화하는 a, b_1, b_2 의 값들은 각각에 대하여 편미분하여 전개하여 얻을 수 있으며 각 방향에 대해서 동일한 방법으로 전개가 가능하다.

이것을 좌표계에서 표현하면 그림3과 같이 나타낼 수 있다.

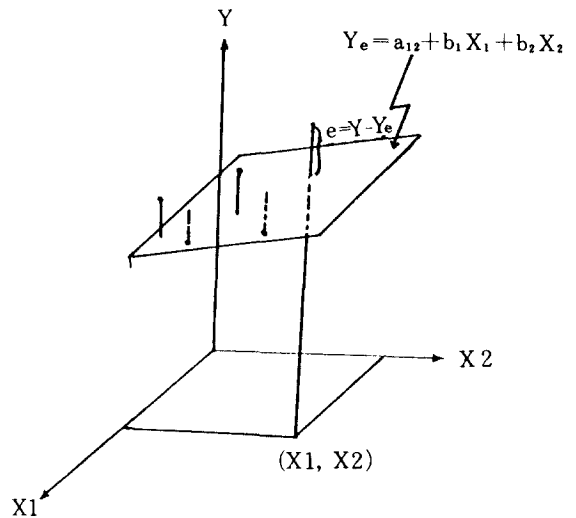


그림 3 두개의 독립변수에 대한 자기회귀모델 Autoregressive Model of two independent variable.

평균과 분산을 계산하여 각 형태의 대표값으로 정하여 시험영상의 특성계수값들과의 거리를 측정함으로써 분류한다. 2차분류는 2차분류에 속하는 값들과의 거리만을 비교하여 최종적인 분류를 마친다.

측정은 시험 영상 T의 특성들과 부류 i의 특성 평균값의 거리를 측정하는 거리분류기(Distance Classifier)를 이용하였다.

시험영상은 거리가 최소가 되는 부류 i로 분류된다. 즉,

$$i^* = \min \{d(t, i)\} \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (5-1)$$

인 부류 i 로 분류된다.

m 개 부류에 n 개 특성들이 있다면 다음 식의 값이 가장 작은 부류로 결정된다.

$$d(t, i) = \sum_{k=1}^n \left\{ \frac{[f_k(t) - u_{jk}(i)]^2}{\sum_{j=1}^m [\sigma_{jk}^2(j)]} \right\} \quad (5-2)$$

여기서 f_k 는 k 번째의 특성, u_{jk} 는 f_k 의 표본 평균, σ_{jk}^2 은 f_k 의 표본 분산이다.

VI. 실험 및 결과고찰

본 논문의 시뮬레이션에 사용된 시스템은 IBM-PC, FG-100을 사용하였으며, 실험에 쓰인 영상들은 경희의료원의 협조로 인체와 동물

의 생체세포조직 영상을 이용하였다. 생체세포조직 영상의 분류인식을 위한 전체과정을 크게 Training 단계와 Testing 단계로 나누어 실험하였다. Training 단계에서는 참조영상(Reference Image)으로 256 그레이레벨을 갖는 256×256 의 생체세포조직 영상에서 10개의 영상에 관하여 그림 4 와 같이 16개의 64×64 로 겹치지 않게 16개로 분리한 부영상(Sub-image)을 그레이레벨의 범위(256)로 나누어 정규화하여 특성계수를 추출해 내었다.

64×64	64×64	64×64	64×64
64×64	64×64	64×64	64×64
64×64	64×64	64×64	64×64
64×64	64×64	64×64	64×64

그림 4 참조영상의 분리
Division of Reference image.

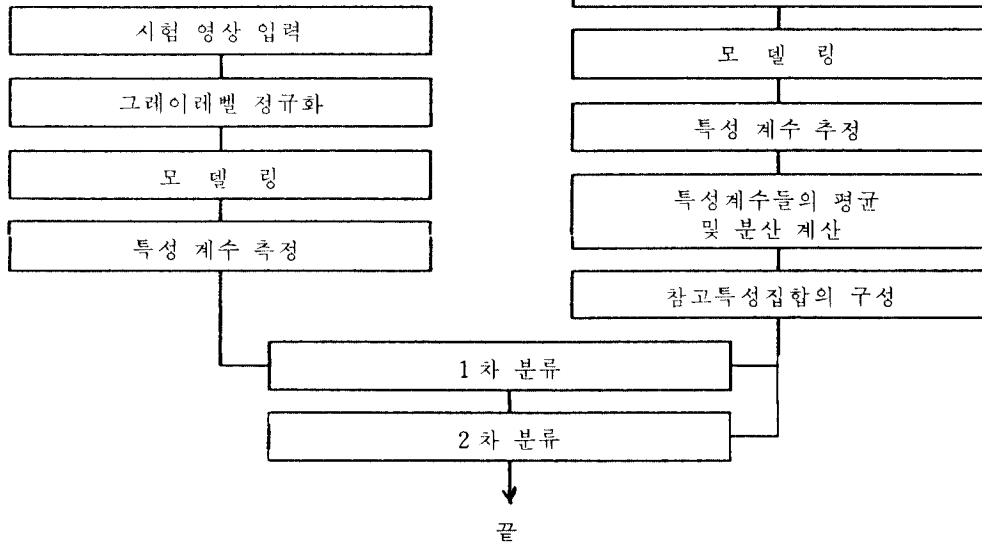


그림 5 전처리 과정 블록도
Block diagram of Algorithm.

하나의 참조영상에서 분리된 각 부영상에서 얻어진 같은 특성계수들 마다의 평균과 분산을 계산하여 참조특성들의 집합을 형성하였다.

Testing 단계는 256그레이레벨을 갖는 64×64 인 임의의 시험영상을 정규화한 후, Training 단계와 같은 방법으로 특성을 측정하며 하나의 특성부류를 형성하였다.

분류단계에서는 Training 단계에서 얻어진 특성계수와의 거리를 계산하여 최소가 되는 부류로 분류해 내었다. 이것을 계통도로 나타내면 다음과 같다.

그림 6에서 그림15는 Training 단계에서 각 부류의 참조특성의 구성에 이용된 생체세포조직 참조영상(Reference Image)들이며 표 2에서 표11은 영상 마다의 특성계수들과 평균 및 분산값으로써 256×256의 원래영상을 16개의 부영상(Subimage)으로 분할하여 각각의 부영상에

대한 계수를 나타낸 것이며, 이 계수를 이용하여 평균과 분산을 구했다.

표12는 1차분류에서 사용되는 각 부류의 대표값들이다. 표13은 Training 단계의 결과로 10개의 참조영상으로부터 각각의 참조 특성으로써 평균과 분산을 계산한 것이다. 특성계수를 살펴보면 수직방향계수 b_1 의 경우, T-2, T-3, T-6에서 상대적으로 큰 값을 가지며 T-4, T-5에서 작은 값을 나타냈다. 또 수평방향계수인 b_2 의 경우, T-1, T-4, T-5, T-8에서 큰 값, T-3, T-6, T-8, T-10에서 작은 값이었다. 45° 방향의 b_3 는 T-1, T-2, T-8에서 큰 값, T-3에서 작은 값, 135° 방향 b_4 는 T-4, T-6에서 큰 값, T-3, T-8, T-9에서 작은 값이었다. 연결성은 e12, e34로서 알 수 있으며 연결이 자주 끊어질수록 평균과 분산이 커짐을 알 수 있다.

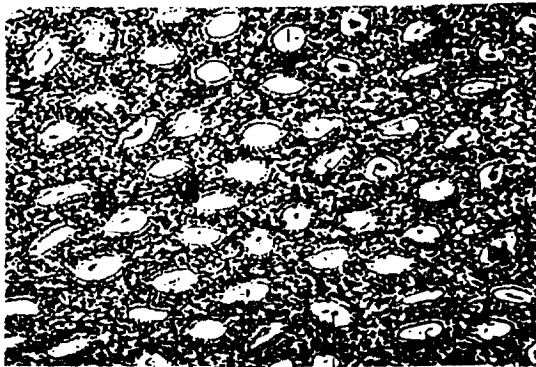


그림 6 토끼의 신장 돌기 현미경 영상(T-1)
Kidney image of rabbit.

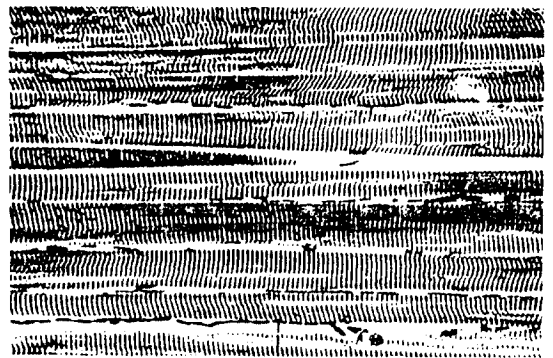


그림 8 개의 선골근 현미경 영상(T-3)
Sacrum image of dog.

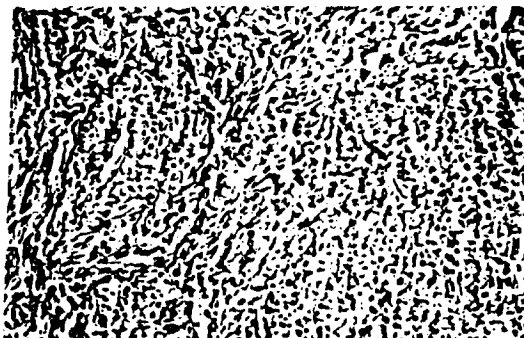


그림 7 사람의 자궁근 현미경 영상(T-2)
Womb image of human.



그림 9 사람의 부갑상선 현미경 영상(T-4)
Parathyroid image of human.



그림10 개의 신장근 현미경 영상(T-5)
Kidney image of dog.

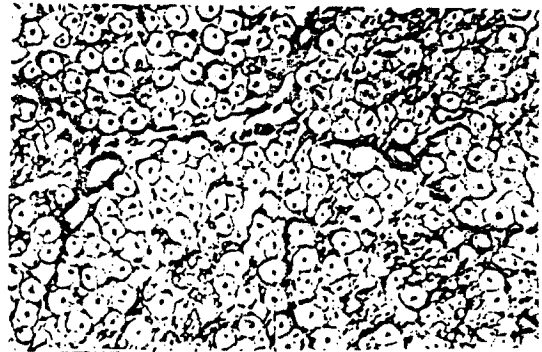


그림13 사람의 좌골 신경 현미경 영상(T-8)
Sciatic nerve image of human.

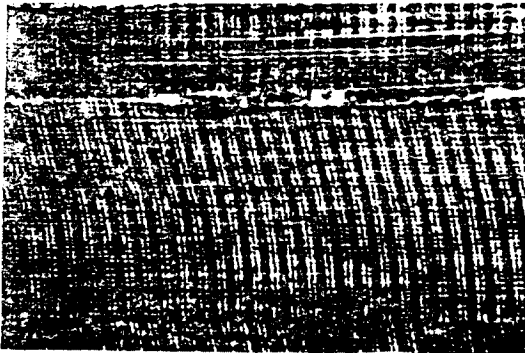


그림11 사람의 흉부근 영상(T-6)
Chest image of human.

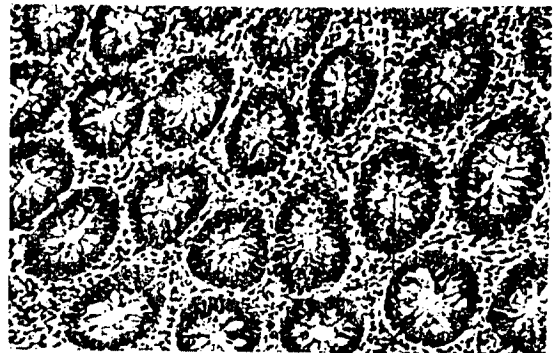


그림14 사람의 결장 점액질 현미경 영상 (T-9)
Phlegmatic temperament in colon image
of human.



그림12 토끼의 좌골 신경 현미경 영상(T-7)
Sciatic nerve image of rabbit.



그림15 사람의 진상 현미경 영상(T-10)

표 2 참조영상 T-1의 특성계수표

개수 표본	a12	a1	b2	a34	b3	b4	e12	e34
1	0.0504	0.3956	0.5083	0.0978	0.5108	0.3058	0.8624	0.0805
2	0.0294	0.4667	0.4801	0.0899	0.4391	0.3999	0.0717	0.0994
3	0.0339	0.4500	0.4840	0.1495	0.4122	0.2969	0.0870	0.1194
4	0.0349	0.4388	0.5671	0.0749	0.5952	0.2314	0.0606	0.0897
5	0.0511	0.3927	0.5101	0.0983	0.5110	0.3055	0.0630	0.0809
6	0.0400	0.3460	0.5754	0.1316	0.3699	0.3738	0.0729	0.1015
7	0.0314	0.4335	0.5030	0.1107	0.4295	0.3549	0.0789	0.1090
8	0.0278	0.4244	0.5192	0.1243	0.4256	0.3270	0.0816	0.154
9	0.0154	0.4239	0.5410	0.0961	0.4703	0.3275	0.0736	0.1062
10	0.0585	0.4167	0.4716	0.1052	0.4931	0.3087	0.0683	0.0874
11	0.0264	0.4591	0.4935	0.0917	0.4571	0.3771	0.0731	0.1088
12	0.0315	0.4402	0.4966	0.1388	0.4299	0.2935	0.0874	0.1208
13	0.0346	0.4439	0.5428	0.0919	0.5345	0.2539	0.0635	0.0932
14	0.0340	0.4298	0.5244	0.0988	0.5012	0.2987	0.0624	0.1024
15	0.0412	0.4185	0.5408	0.1009	0.4240	0.3022	0.0721	0.0870
16	0.0285	0.4341	0.4838	0.1278	0.4882	0.3570	0.0801	0.0998
평균	0.0356	0.4259	0.5151	0.1080	0.4682	0.3196	0.0724	0.0996
분산	107E-03	79E-	915E-03	395E	292E-02	188E-02	720E-04	150E-03

표 3 참조영상 T-2의 특성계수표

개수 표본	a12	b1	b2	a34	b3	b4	e12	e34
1	0.0507	0.5163	0.3890	0.0427	0.5970	0.3200	0.5555	0.0686
2	0.0302	0.5638	0.3856	0.0756	0.4607	0.4108	0.0670	0.0930
3	0.0010	0.5710	0.4283	0.0737	0.5623	0.3162	0.0599	0.0852
4	0.0063	0.5158	0.4926	0.0486	0.5227	0.3092	0.0516	0.0751
5	0.0504	0.5177	0.3885	0.0428	0.5910	0.3260	0.0558	0.0689
6	0.0191	0.5175	0.4453	0.0812	0.4433	0.4004	0.0608	0.0873
7	0.0125	0.5700	0.4068	0.0607	0.5133	0.3738	0.0691	0.0982
8	0.0286	0.5487	0.3986	0.0783	0.4635	0.3917	0.0743	0.1028
9	0.0184	0.5083	0.4543	0.0672	0.4672	0.4005	0.0662	0.0910
10	0.0506	0.5233	0.3855	0.0546	0.5742	0.3254	0.0578	0.0734
11	0.0435	0.5758	0.3442	0.0526	0.4176	0.4914	0.0699	0.0921
12	0.0047	0.5650	0.4293	0.0952	0.3149	0.3149	0.0625	0.0903
13	0.0057	0.5430	0.4479	0.0891	0.5371	0.3091	0.0634	0.9200
14	0.0016	0.5150	0.4853	0.0744	0.5518	0.3072	0.0562	0.0825
15	0.0277	0.4939	0.4500	0.0377	0.5362	0.3860	0.0486	0.0619
16	0.0204	0.5320	0.4044	0.010	0.4443	0.3200	0.0505	0.0855
평균	0.0232	0.5361	0.4210	0.0647	0.5176	0.3564	0.0606	0.0842
분산	301E-03	651E-03	151E-02	285E-03	339E-02	264E-02	520E-04	126E-03

표 4 참조영상 T-3의 특성계수표

계수 표본	a12	b1	b2	a34	b3	b4	e12	e34
1	0.0511	0.0030	0.3020	0.1723	0.2980	0.2667	0.0689	0.0948
2	0.0437	0.5119	0.2086	0.2288	0.2250	0.3172	0.0829	0.1136
3	0.0868	0.6743	0.1804	0.3740	0.3817	0.2385	0.0755	0.1121
4	0.0775	0.5837	0.2899	0.3308	0.4241	0.2156	0.0575	0.0855
5	0.0531	0.5992	0.3101	0.1766	0.2903	0.3632	0.0671	0.0952
6	0.0454	0.5329	0.3805	0.2277	0.1868	0.3384	0.0698	0.0698
7	0.0262	0.5410	0.2130	0.2032	0.2860	0.3138	0.7722	0.1201
8	0.0748	0.6248	0.2624	0.2109	0.2653	0.2890	0.0578	0.0980
9	0.0273	0.5723	0.3886	0.1468	0.2599	0.2969	0.0554	0.0920
10	0.0661	0.5087	0.3530	0.2168	0.2573	0.3036	0.0730	0.0978
11	0.0620	0.4829	0.3808	0.2604	0.1198	0.3369	0.0859	0.1170
12	0.0437	0.5742	0.3311	0.2788	0.2650	0.1777	0.0819	0.1199
13	0.0870	0.7193	0.1314	0.2344	0.2905	0.1860	0.0692	0.1022
14	0.0424	0.6717	0.2563	0.3801	0.2677	0.2745	0.0570	0.0910
15	0.0322	0.5443	0.3889	0.1412	0.2308	0.4987	0.0540	0.0781
16	0.0468	0.5445	0.2742	0.1966	0.2005	0.3244	0.0559	0.1112
평균	0.0541	0.5806	0.2906	0.2362	0.2656	0.2963	0.0678	0.1021
분산	.363E-03	.407E-02	.588E-02	.497E-02	.475E-02	.550E-02	.105E-03	.150E-03

표 5 참조영상 T-4의 특성계수표

계수 표본	a12	b1	b2	a34	b3	b4	e12	e34
1	0.0122	0.1326	0.8460	0.0767	0.3380	0.5178	0.0316	0.0779
2	0.0084	0.1505	0.8366	0.0975	0.4904	0.3412	0.0349	0.0927
3	0.0053	0.2027	0.7918	0.0339	0.4288	0.3307	0.0409	0.1066
4	0.0032	0.2444	0.7412	0.1134	0.4461	0.3620	0.0273	0.0695
5	0.0123	0.1321	0.8462	0.0768	0.2917	0.5627	0.0317	0.0780
6	0.0175	0.1352	0.8330	0.0949	0.2458	0.5693	0.0410	0.0912
7	0.0122	0.1717	0.8112	0.1359	0.3506	0.4202	0.0421	0.1044
8	0.0079	0.2397	0.7502	0.1431	0.4762	0.2835	0.0482	0.1091
9	0.0283	0.2390	0.7191	0.1062	0.3314	0.4044	0.0416	0.0843
10	0.0109	0.1418	0.8372	0.0780	0.3090	0.5341	0.0334	0.0855
11	0.0101	0.1344	0.8470	0.0982	0.2761	0.5431	0.0365	0.0929
12	0.0031	0.1795	0.8158	0.1102	0.4659	0.3313	0.0382	0.1033
13	0.0018	0.1855	0.8123	0.1400	0.5623	0.1823	0.0391	0.1033
14	0.0002	0.2251	0.7761	0.1206	0.6647	0.1554	0.0283	0.0732
15	0.0054	0.2611	0.7269	0.0905	0.4467	0.3859	0.0309	0.0726
16	0.0123	0.1046	0.8703	0.0921	0.2835	0.5276	0.0380	0.0936
평균	0.0094	0.1806	0.8038	0.1005	0.3992	0.4032	0.0365	0.0899
분산	.450E-04	.240E-02	.212E-02	.726E-03	.121E-01	.162E-01	.310E-04	.161E-03

표 6 참조영상 T-5의 특성계수표

표본 계수	a12	b1	b2	a34	b3	b4	e12	e34
1	0.0352	0.2473	0.6782	0.0764	0.3020	0.3332	0.0384	0.0674
2	0.0276	0.3409	0.6016	0.0628	0.3276	0.3365	0.0491	0.0756
3	0.0330	0.2937	0.6458	0.0990	0.4462	0.3568	0.0457	0.0831
4	0.0552	0.3377	0.5542	0.1328	0.4634	0.2696	0.0362	0.0622
5	0.0373	0.2424	0.6765	0.0778	0.2930	0.3349	0.0389	0.0670
6	0.0510	0.2132	0.6456	0.1264	0.1497	0.4947	0.0483	0.0758
7	0.0430	0.1877	0.6957	0.1339	0.1930	0.4287	0.0537	0.0895
8	0.0367	0.1995	0.7286	0.1614	0.4039	0.2526	0.0517	0.1074
9	0.0737	0.2046	0.6573	0.3015	0.3218	0.2859	0.0419	0.0780
10	0.0102	0.1450	0.8283	0.0720	0.2872	0.5369	0.0337	0.0662
11	0.0138	0.2599	0.7012	0.0701	0.3221	0.4005	0.0455	0.0721
12	0.0080	0.1987	0.7849	0.1103	0.4305	0.3297	0.0392	0.0853
13	0.0042	0.1777	0.7133	0.1129	0.5718	0.1924	0.0282	0.0603
14	0.0114	0.1390	0.8314	0.1689	0.2858	0.3447	0.0337	0.0662
15	0.0141	0.2170	0.7434	0.0652	0.3121	0.5110	0.0434	0.0701
16	0.0106	0.2078	0.7666	0.0931	0.3488	0.4313	0.0434	0.0821
평균	0.0291	0.2258	0.7033	0.1103	0.3412	0.3699	0.0420	0.0755
분산	.379E-03	.328E-02	.549E-02	.906E-03	.101E-01	.954E-02	.460E-04	.136E-03

표 7 참조영상 T-6의 특성계수표

표본 계수	a12	b1	b2	a34	b3	b4	e12	e34
1	0.0683	0.5348	0.2928	0.0493	0.3456	0.5342	0.0388	0.0450
2	0.0529	0.6914	0.1593	0.0355	0.3906	0.5139	0.0402	0.0566
3	0.0492	0.7047	0.1631	0.0357	0.4080	0.4992	0.0413	0.0610
4	0.0746	0.5373	0.2584	0.0578	0.3988	0.4464	0.0333	0.0403
5	0.0682	0.5520	0.2765	0.0449	0.3543	0.5376	0.0387	0.0449
6	0.0609	0.5514	0.3088	0.0618	0.3420	0.5203	0.0530	0.0674
7	0.0599	0.6491	0.2012	0.0565	0.3277	0.5356	0.0587	0.0773
8	0.0602	0.6835	0.1587	0.0548	0.3334	0.5296	0.0570	0.0780
9	0.0694	0.5756	0.2382	0.0601	0.3146	0.5280	0.0469	0.0576
10	0.0269	0.7014	0.2250	0.0440	0.3591	0.5254	0.0332	0.0452
11	0.0287	0.8036	0.1128	0.0369	0.3863	0.5093	0.0365	0.0562
12	0.0254	0.7982	0.1212	0.0304	0.4064	0.5013	0.0357	0.0561
13	0.0243	0.8244	0.1048	0.0286	0.4416	0.5890	0.0365	0.0597
14	0.0259	0.6751	0.2497	0.0473	0.3978	0.4688	0.0321	0.0459
15	0.0256	0.5878	0.3401	0.0564	0.3899	0.4584	0.0292	0.0383
16	0.3844	0.7844	0.1514	0.0543	0.3899	0.4800	0.0498	0.0625
평균	0.0691	0.6661	0.2101	0.0471	0.3741	0.5111	0.0413	0.0558
분산	.696E-02	.966E-02	.514E-02	.112E-03	.117E-02	.117E-03	.780E-04	.136E-03

표 8 참조영상 T-7의 특성계수표

표본 계수	a12	b1	b2	a34	b3	b4	e12	e34
1	0.0134	0.5174	0.4681	0.0329	0.4267	0.5192	0.0388	0.0571
2	0.0105	0.5226	0.4610	0.0159	0.4543	0.5184	0.0105	0.0703
3	0.0075	0.5283	0.4600	0.0182	0.4752	0.4964	0.0532	0.0753
4	0.0041	0.5037	0.4879	0.0493	0.5022	0.4217	0.0386	0.0621
5	0.0134	0.5174	0.4618	0.0329	0.4269	0.5192	0.0388	0.0571
6	0.0097	0.5116	0.4721	0.0145	0.4387	0.5345	0.0473	0.0659
7	0.0115	0.4919	0.4928	0.0295	0.4543	0.5042	0.0533	0.0771
8	0.0055	0.4955	0.4949	0.0188	0.4878	0.4803	0.0521	0.0738
9	0.0056	0.4511	0.5386	0.0389	0.5293	0.4033	0.0424	0.0650
10	0.0084	0.4277	0.5585	0.0422	0.4890	0.4407	0.0351	0.0539
11	0.0176	0.5579	0.4193	0.0335	0.4332	0.5190	0.0497	0.0696
12	0.0111	0.4580	0.5267	0.0333	0.4812	0.4701	0.0554	0.0793
13	0.0111	0.4580	0.5267	0.0333	0.4812	0.4701	0.0554	0.0793
14	0.0091	0.4704	0.5184	0.0512	0.5051	0.4257	0.0604	0.0916
15	0.0092	0.4404	0.5468	0.0441	0.5031	0.4322	0.0639	0.0934
16	0.0061	0.5527	0.4397	0.0350	0.4944	0.4504	0.0456	0.0684
평균	0.0090	0.4950	0.4917	0.0326	0.4752	0.4734	0.0487	0.0714
분산	.150E-04	.140E-02	.151E-20	.119E-03	.967E-03	.174E-02	.650E-04	.127E-03

표 9 참조영상 T-8의 특성계수표

표본 계수	a12	b1	b2	a34	b3	b4	e12	e34
1	0.0238	0.3819	0.5724	0.0854	0.4607	0.3806	0.0373	0.0521
2	0.0204	0.4532	0.5047	0.1313	0.4978	0.2324	0.0537	0.0740
3	0.0245	0.4871	0.4654	0.0782	0.4924	0.3576	0.0567	0.0765
4	0.0157	0.4537	0.5183	0.0832	0.5380	0.3111	0.0570	0.0791
5	0.0156	0.4520	0.5798	0.1147	0.6663	0.1058	0.0511	0.0770
6	0.0052	0.4512	0.5396	0.0586	0.6194	0.2708	0.0327	0.0461
7	0.0400	0.3354	0.5868	0.1462	0.4148	0.2992	0.0507	0.0718
8	0.0282	0.4178	0.5327	0.1336	0.5404	0.2224	0.0502	0.0669
9	0.0288	0.4568	0.4886	0.1271	0.4910	0.2711	0.0693	0.0927
10	0.0127	0.4334	0.5420	0.1156	0.5580	0.2186	0.0763	0.1066
11	0.0056	0.3783	0.6090	0.1523	0.5213	0.1447	0.0776	0.1142
12	0.0223	0.3655	0.5894	0.1304	0.4429	0.2964	0.0532	0.0771
13	0.0218	0.4231	0.5807	0.0998	0.5249	0.2524	0.0602	0.0781
14	0.0245	0.3951	0.5585	0.0924	0.4646	0.3635	0.0375	0.0529
15	0.0211	0.4500	0.4844	0.1215	0.5208	0.2722	0.0705	0.0771
16	0.0152	0.3890	0.4868	0.1400	0.5212	0.2724	0.0507	0.0809
평균	0.0203	0.4202	0.5399	0.1131	0.5172	0.2700	0.0553	0.0764
분산	.720E-04	.163E-02	.187E-02	.696E-03	.369E-02	.165E-03	.301E-03	.301E-03

표10 참조영상 T-9의 특성계수표

표본 계수	a12	b1	b2	a34	b3	b4	e12	e34
1	0.0666	0.4602	0.4023	0.0648	0.3909	0.4787	0.1459	0.0546
2	0.0599	0.4935	0.3852	0.0943	0.4379	0.3711	0.0561	0.0744
3	0.0479	0.5495	0.3477	0.0718	0.4873	0.4605	0.0556	0.0728
4	0.0478	0.4922	0.3996	0.0690	0.5273	0.3175	0.0417	0.0534
5	0.0638	0.4691	0.3989	0.0500	0.3935	0.4858	0.0455	0.0542
6	0.0546	0.4183	0.4683	0.0905	0.4111	0.3998	0.0553	0.0740
7	0.0498	0.5043	0.3899	0.0759	0.4676	0.3716	0.0613	0.0790
8	0.0524	0.4764	0.4046	0.0841	0.4315	0.3771	0.0653	0.0846
9	0.0409	0.4428	0.4649	0.0770	0.4869	0.3369	0.0544	0.0726
10	0.0373	0.4986	0.4274	0.1218	0.4268	0.3272	0.0414	0.0610
11	0.0376	0.4916	0.4362	0.1393	0.4213	0.2997	0.0510	0.0746
12	0.0271	0.5336	0.4123	0.1400	0.4590	0.2487	0.0520	0.0794
13	0.0195	0.5558	0.4044	0.1172	0.4789	0.2656	0.0512	0.0755
14	0.0181	0.5580	0.4074	0.1317	0.4873	0.2258	0.0426	0.0666
15	0.0287	0.4305	0.5080	0.1276	0.4634	0.2534	0.0348	0.0546
16	0.0328	0.4342	0.4998	0.1178	0.3862	0.3711	0.0492	0.0737
평균	0.0480	0.4880	0.4223	0.0983	0.4473	0.3432	0.0565	0.0691
분산	.212E-03	.189E-02	.174E-02	.808E-03	.160E-02	.544E-02	.591E-03	.980E-04

표11 참조영상 T-10의 특성계수표

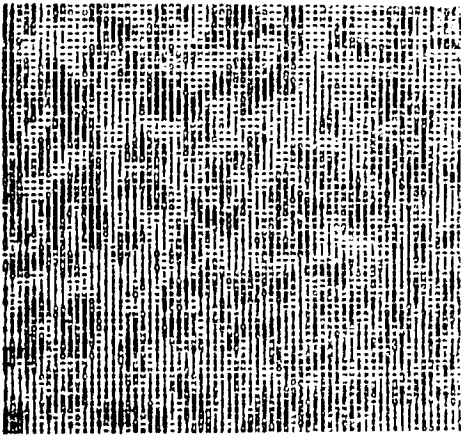
표본 계수	a12	b1	b2	a34	b3	b4	e12	e34
1	0.0573	0.5955	0.2873	0.0406	0.4001	0.5261	0.0493	0.0593
2	0.0745	0.6211	0.2294	0.0727	0.3698	0.4940	0.0612	0.0791
3	0.0588	0.6103	0.2731	0.0687	0.4567	0.4103	0.0558	0.0761
4	0.0786	0.5381	0.3007	0.0946	0.3799	0.4304	0.0418	0.0522
5	0.0589	0.5863	0.2392	0.0422	0.3979	0.5249	0.0499	0.0601
6	0.0688	0.5422	0.3125	0.0852	0.3598	0.4650	0.0616	0.0784
7	0.0702	0.5691	0.2945	0.0909	0.3786	0.4489	0.0570	0.0720
8	0.0723	0.5503	0.3001	0.107	0.3859	0.4022	0.0627	0.0805
9	0.0798	0.5332	0.3063	0.1009	0.3996	0.4004	0.0509	0.0648
10	0.0374	0.6493	0.2773	0.1048	0.4103	0.3839	0.0458	0.0694
11	0.0495	0.6602	0.2478	0.1357	0.3739	0.3726	0.0500	0.0764
12	0.0500	0.6031	0.2975	0.1588	0.3527	0.3251	0.0608	0.0891
13	0.0359	0.6832	0.2495	0.1310	0.4141	0.3306	0.0494	0.0795
14	0.0445	0.5961	0.3195	0.1788	0.3805	0.2670	0.0409	0.0688
15	0.0372	0.5970	0.3247	0.1474	0.3648	0.3121	0.0395	0.0616
16	0.0439	0.5954	0.3154	0.1392	0.3322	0.3811	0.0563	0.0824
평균	0.0574	0.5957	0.2893	0.1060	0.3848	0.4037	0.0521	0.0714
분산	.219E-03	.179E-02	.708E-03	.152E-02	.784E-03	.530E-02	.550E-04	.102E-03

표12 1차 분류를 위한 특성계수표

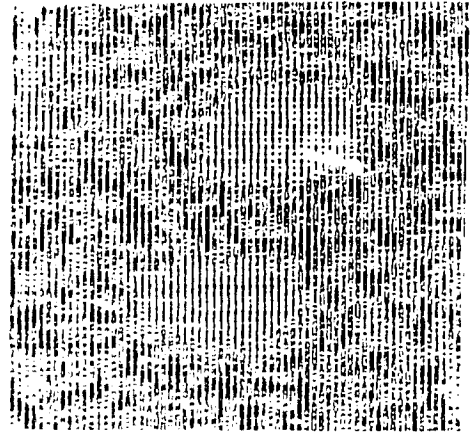
계 1 차	수 부류	a12	b1	b2	a34	b3	b4	e12	e34
원 점	평균	0.0418	0.4570	0.4687	0.1032	0.4578	0.3314	0.0645	0.0884
	분산	.160E-03	.134E-02	.133E-02	.602E-03	.226E-02	.361E-02	.382E-03	.124E-03
면	평균	0.0147	0.4576	0.5158	0.0729	0.4962	0.3717	0.0520	0.0739
	분산	.435E-04	.152E-02	.169E-02	.408E-03	.233E-02	.340E-02	.115E-03	.214E-03
선 수 직	평균	0.0193	0.2032	0.7536	0.1054	0.3702	0.3866	0.0393	0.0827
	분산	.212E-03	.284E-02	.881E-02	.816E-03	.111E-01	.129E-01	.385E-04	.149E-03
선 수 평	평균	0.0602	0.6141	0.2633	0.1298	0.3415	0.4042	0.0537	0.0764
	분산	.251E-02	.517E-02	.391E-02	.220E-02	.223E-02	.399E-02	.777E-04	.129E-03
원-점	평균	0.0232	0.5361	0.4210	0.0647	0.5176	0.3564	0.0606	0.0842
	분산	.301E-03	.651E-03	.151E-02	.285E-03	.339E-02	.264E-02	.520E-04	.126E-03

표13 참조영상의 특성계수표

계 부	수 류	a12	b1	b2	a34	b3	b4	e12	e34
T-1	평균	0.0356	0.4259	0.5151	0.1080	0.4682	0.3196	0.0724	0.0996
	분산	.107E-03	.796E-03	.915E-03	.395E-03	.292E-02	.720E-04	.720E-04	.150E-03
T-2	평균	0.0232	0.5361	0.4210	0.0647	0.5176	0.3564	0.0606	0.0842
	분산	.301E-03	.651E-03	.151E-02	.285E-03	.339E-02	.264E-02	.520E-04	.126E-03
T-3	평균	0.0541	0.5806	0.2906	0.2362	0.2656	0.2963	0.0678	0.1021
	분산	.363E-03	.407E-02	.588E-02	.497E-02	.475E-02	.105E-03	.105E-03	.150E-03
T-4	평균	0.0094	0.1806	0.8038	0.1005	0.3992	0.4032	0.0365	0.0899
	분산	.450E-04	.240E-02	.212E-02	.726E-03	.121E-01	.162E-01	.310E-04	.161E-03
T-5	평균	0.0291	0.2258	0.7033	0.1103	0.3412	0.3699	0.0420	0.0755
	분산	.379E-03	.328E-02	.549E-02	.906E-03	.101E-01	.954E-02	.460E-04	.136E-03
T-6	평균	0.0691	0.6661	0.2101	0.0471	0.3741	0.5111	0.0413	0.0558
	분산	.696E-02	.966E-02	.514E-02	.112E-03	.117E-02	.117E-02	.780E-04	.136E-03
T-7	평균	0.0090	0.4950	0.4917	0.0326	0.4752	0.4734	0.0487	0.0714
	분산	.150E-04	.140E-02	.151E-02	.119E-03	.967E-03	.174E-02	.650E-04	.127E-03
T-8	평균	0.0203	0.4202	0.5399	0.1131	0.5172	0.2700	0.0553	0.0764
	분산	.720E-04	.163E-02	.187E-02	.696E-03	.369E-02	.506E-02	.165E-03	.301E-03
T-9	평균	0.0480	0.4880	0.4223	0.0983	0.4473	0.3432	0.0565	0.0691
	분산	.212E-03	.189E-02	.174E-02	.808E-03	.160E-02	.534E-02	.591E-03	.980E-04
T-10	평균	0.0574	0.5957	0.2893	0.1060	0.3848	0.4047	0.0521	0.0714
	분산	.219E-03	.179E-02	.708E-03	.152E-02	.784E-03	.530E-02	.550E-04	.102E-03



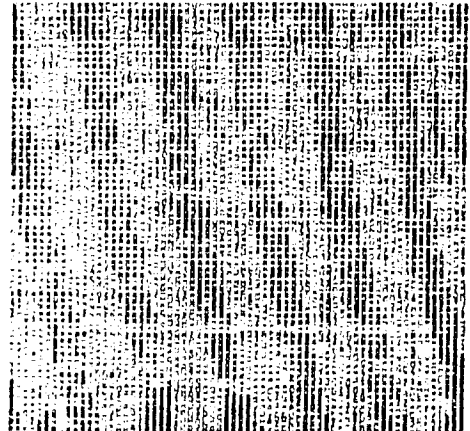
(a) 시험영상 S-1



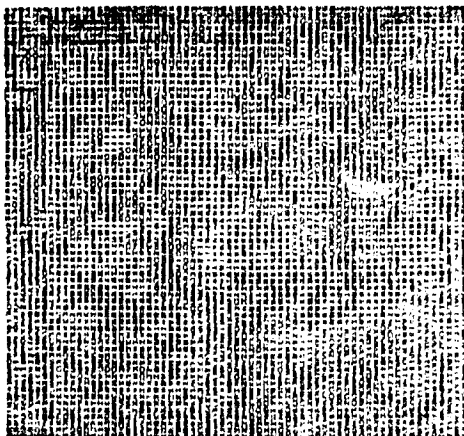
(b) 시험영상 S-2



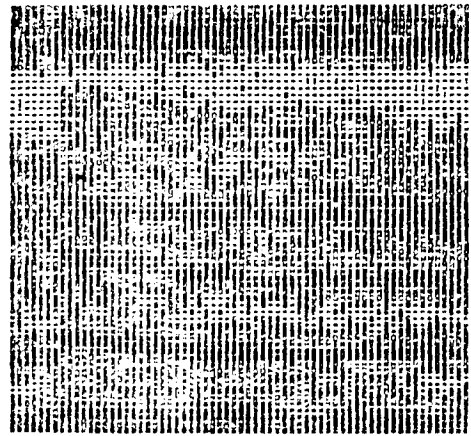
(c) 시험영상 S-3



(d) 시험영상 S-4

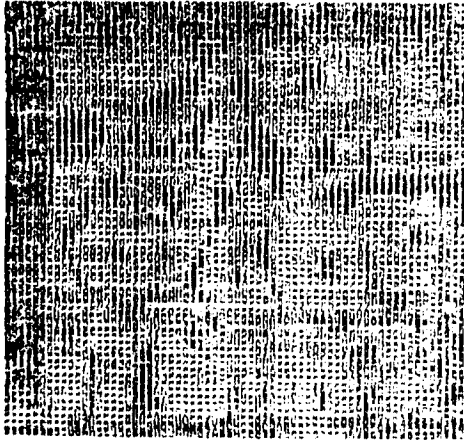


(e) 시험영상 S-5

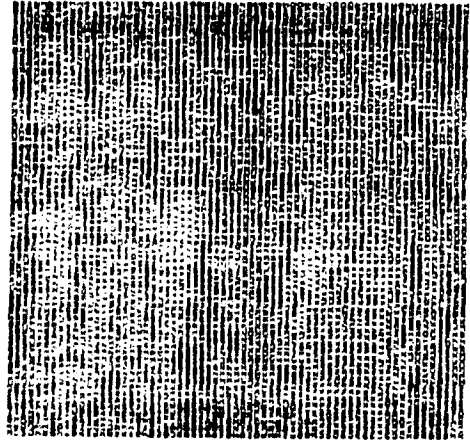


(f) 시험영상 S-6

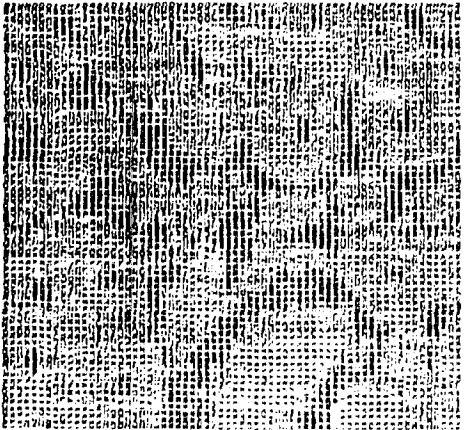
그림 16 시험 영상
Testing image.



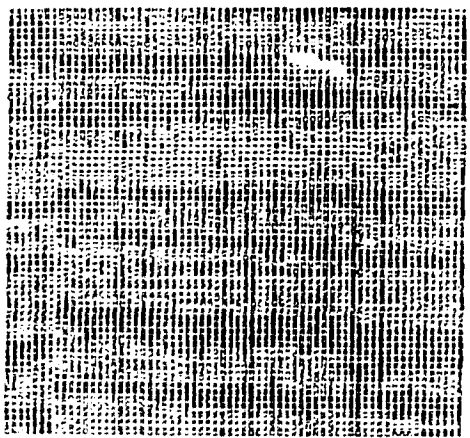
(g) 시험영상 S-7



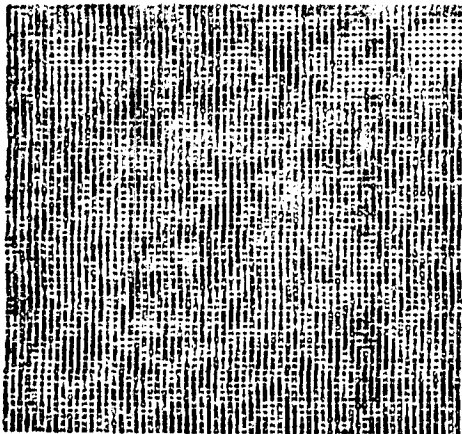
(h) 시험영상 S-8



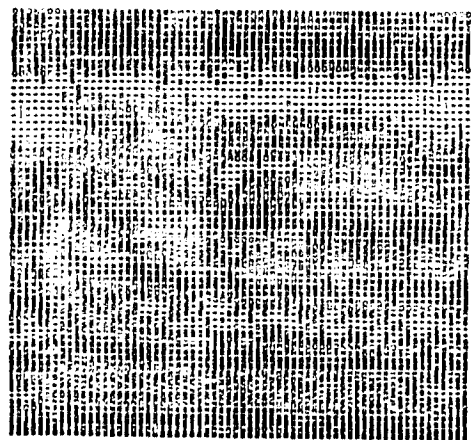
(i) 시험영상 S-9



(j) 시험영상 S-10

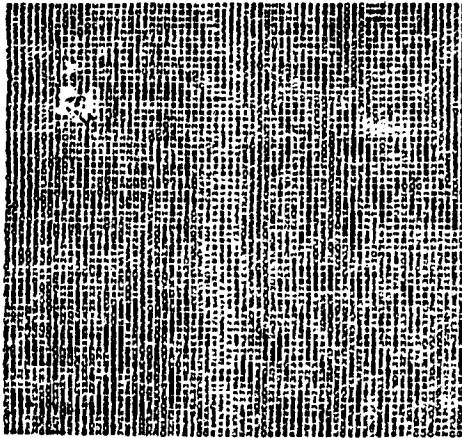


(k) 시험영상 S-11

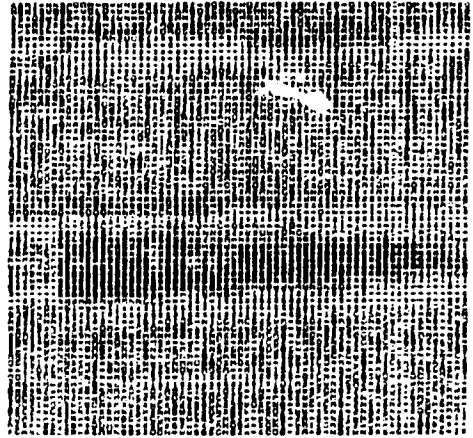


(l) 시험영상 S-12

그림 16 시험영상
Testing image.



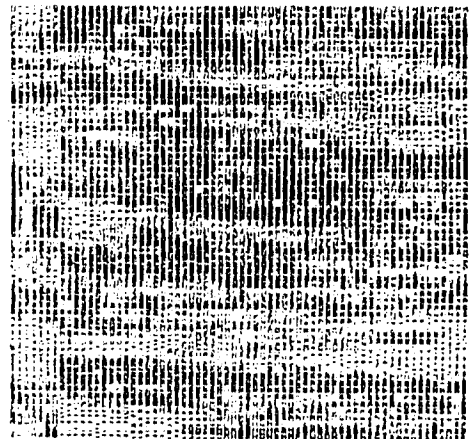
(q) 시험영상 S-17



(r) 시험영상 S-18



(s) 시험영상 S-19



(t) 시험영상 S-20

그림 16 시험영상
Testing image.

그림 16에서는 24개의 임의의 시험영상들이며 표 14는 각 시험영상들의 특성계수값이다.

표 13의 시험영상들의 특성들과 참조특성들과의 유사성을 나타내는 거리를 계산하여 분류한 결과 24개중 S-5와 S-9을 제외하고 정확한 분류를 해냄으로써 약 92%의 정확도를 보였다. S-5와 S-9는 시험영상의 부분적 유사성 때문에 오분류된 것으로 판단된다.

Ⅶ. 결 론

본 논문은 표면의 물리적인 변화나 표면 자체의 무늬 또는 물체들의 집합에 의해 구성되는 무늬영상의 분석의 응용분야로 영상에 대한 방향성과 연결성의 특성을 잘 나타내며, 처리시간에 장점을 갖는 자기회기 함수의 특징을 이용하여 자연에서 얻어지는 무늬영상 중에서 특히 생체 세포조직의 분류인식을 하는 것을 목적으로 하였다.

무늬영상의 분석 방법으로써 영상의 그레이 레벨에 대한 공간분포의 통계적 특성을 무늬영상의 특성으로 이용하는 통계적 방법을 이용하였

표14 시험영상의 특성계수표

계수 시험영상	a12	b 1	b 2	a34	b 3	b 4	e12	e34
S 1	0. 0140	0. 5575	0. 4175	0. 0805	0. 5017	0. 3511	0. 0694	0. 0993
S 2	0. 0236	0. 5147	0. 1235	0. 4213	0. 3297	0. 0824	0. 0824	0. 1175
S 3	0. 0154	0. 1632	0. 8091	0. 1075	0. 2529	0. 5416	0. 4322	0. 0956
S 4	0. 0351	0. 7310	0. 1780	0. 0432	0. 3445	0. 5444	0. 0548	0. 0771
S 5	0. 0167	0. 5449	0. 4171	0. 0483	0. 5079	0. 3815	0. 0562	0. 0762
S 6	0. 0137	0. 4502	0. 5285	0. 0297	0. 4398	0. 5178	0. 0509	0. 0701
S 7	0. 0184	0. 4243	0. 5426	0. 1296	0. 5454	0. 2088	0. 0753	0. 1052
S 8	0. 0292	0. 6261	0. 3111	0. 0438	0. 4568	0. 4474	0. 0555	0. 0746
S 9	0. 0377	0. 3323	0. 5990	0. 1501	0. 4513	0. 2614	0. 0528	0. 0732
S 10	0. 0123	0. 4614	0. 5194	0. 0415	0. 4816	0. 4585	0. 0619	0. 0894
S 11	0. 0353	0. 4253	0. 5052	0. 1130	0. 4165	0. 3636	0. 0787	0. 1094
S 12	0. 0094	0. 4991	0. 4894	0. 0393	0. 5062	0. 4391	0. 0657	0. 0967
S 13	0. 0423	0. 4213	0. 5066	0. 1478	0. 4993	0. 2401	0. 6607	0. 0806
S 14	0. 0320	0. 3879	0. 5479	0. 1178	0. 4243	0. 3439	0. 0741	0. 1037
S 15	0. 0254	0. 5354	0. 4173	0. 0770	0. 4642	0. 3922	0. 0732	0. 1009
S 16	0. 0209	0. 5565	0. 4006	0. 2120	0. 2724	0. 3219	0. 0701	0. 1173
S 17	0. 0353	0. 6611	0. 2653	0. 0436	0. 4267	0. 4800	0. 0543	0. 0748
S 18	0. 0189	0. 7354	0. 2325	0. 4680	0. 2414	0. 0434	0. 0501	0. 0937
S 19	0. 0156	0. 5143	0. 4480	0. 0607	0. 4956	0. 3582	0. 0613	0. 0829
S 20	0. 0178	0. 1597	0. 7885	0. 1158	0. 2446	0. 4365	0. 0436	0. 0806
S 21	0. 0293	0. 6476	0. 2844	0. 0421	0. 3573	0. 5448	0. 0520	0. 0703
S 22	0. 0190	0. 1767	0. 7713	0. 1153	0. 2335	0. 4484	0. 0499	0. 0889
S 23	0. 042	0. 1708	0. 8224	0. 1378	0. 4798	0. 2814	0. 0412	0. 1082
S 24	0. 0397	0. 5393	0. 3765	0. 2321	0. 1730	0. 3590	0. 0737	0. 1120

다.

참조영상에서 특성들의 평균과 분산을 이용하여 각각의 세포를 분류하였다. Training 단계에서 참조특성을 얻어내기 위해 많은 시간이 요구되며, 우리나라에서는 아직 기준영상 데이터가 없다는 문제로 인한 것과 생체 조직 세포에 대한 영상처리 기술의 적용에 가능성을 확인, 일단 참조특성을 구하여 데이터 베이스가 이루어진다면 충분히 의료분야의 실용화가 가능해지리라고 생각한다. 본 연구에서는 생체 조직 세포의 분류 인식을 실용화하기 위해서는 생체 세포 조직의 다양한 종류에 따른 참조특성의 구성문제와 생체 세포 조직의 표준영상 설정이 요구되어지며 의학 전문인과의 협조가 이루어진다면 효과적인 결과를 얻으리라 생각된다.

參 考 文 獻

1. A. Rosenfeld and A.C. Kak, "Digital Picture Processing", Academic Press, 1982.
2. R.C. Gonzalez and P.A. Wintz, "Digital Image Processing", Addison Wesley, 1977.
3. D. Marr, "Vision", Freeman, San Francisco, 1982.
4. D.H. Ballard and C.M. Brown, "Computer Vision", Prentice Hall, New Jersey, 1982.
5. R. Chellappa and R.L. Kashyap, "Texture synthesis using spatial interaction models", in Proc. IEEE Comput. Soc. Conf. on Pattern Recognition, Las Vegas, NV, June 14-17, 1982, pp. 226-230.
6. R.L. Kashyap, "Random field models on torus lattices for finite images", in Proc. 5th Int. Conf. Pattern Recognition, Miami Beach, FL, Dec. 1-4, 1980, pp. 1

- 103-1105.
7. R.L. Kashyap, "Univariate and multivariate random field models for images", *Comput. Graph. Image Processing*, vol. 12, 1980, pp. 257-270
 8. R.L. Kashyap and R. Chellappa, "Estimation and choice of neighbors in spatial interaction models of images", *IEEE Trans. Inform. Theory*, vol. IT-29, 1983, pp. 60-72.
 9. R.L. Kashyap, R. Chellappa, and A. Khotanzad, "Texture classification using features derived from random field models", *Pattern recognition, Lett*, vol.1, 1986, pp. 43-50.
 10. R.L. Kashyap and A. Khotanzad, "A model-based method for rotation invariant texture classification", *IEEE Tracs. Pattern. Anal. Machine Kntell*, vol. PAMI-8, 1986, pp. 472-481.
 11. R.W. Connors and C.A. Harlow, "A theoretical comparison of texture algorithms", *IEEE Trans. Pattern. Anal. Machine Intell*, vol. PAMI-2, No. 3, May, 1980, pp. 204-222.12.
 12. Lee Hok Siew, Robert M. Hodgson, "Texture Measures for carpet wear assessment", *IEEE Trans. Pattern. Anal. Machine Intell*, vol. 10, No. 1, January, 1988, pp. 92-105.
 13. Felica M. Vilnrotter, Ramakant Nevatia, Keith E. Price, "Structure Analysis of Natural Textures", *IEEE Trans. Pattern. anal. Machine Intell*, vol. PAMI 8, No. 1, January 1986, pp. 76-89.
 14. Haluk Derin, and Howard Elliott, "Modeling and segmentation of noisy and textured images using gibbs random fields" *IEEE Trans. Pattern. Anal. Machine Intell*, vol. PAMI-9, no.1, 1987, pp. 39-55.
 15. Michael Unser, "Sum and Difference Histograms for texture classification", *IEEE Trans. Pattern. Anal. Machine Intell*, vol. PAMT-8, n0.1, January 1986, pp. 118-125.
 16. L. Davis, S. Johns, and J.K. Aggarwal, "Texture analysis using generalized cooccurrence matrices", *IEEE Departments of Computer Science and Electrical Engineering, The University of Texas at Austin*, 1978, pp. 313-318.
 17. Diederich Wermser and Claus-E. Liedtke, "Texture analysis using a model of the visual system", *IEEE, Theoretische Nachrichtentechk model of the visual system*, *IEEE, Theoretische Nachrichtentechk und Informationsverarbeitung, Universitat Hannover*, Callinstr. 32, D 3000 Hannover, FRG, 1982, pp. 1078-1080.
 18. Martine Hassner, and Jack Sklansky, "Markov random field as models of degitized imathe texture", *IEEE, School of Engineering, university of California, Irvine*, 1978, pp. 346-351.
 19. Larry S. Davis, "Image Texture analysis: Recent developments", *IEEE, Computerr Vision Laboratory, Computer Science Center, university of Maryland Collage Park, Maryland*, 1982, pp. 214-217.
 20. Richard W. Connors, "Toward a set of statistical features which measure visually perceivable qualities of textures", *IEEE, Department of Electrical Engineering College of Engineering Louisiana State University Baton Rouge*, 1979, pp. 382-390.

李 采 憲 (Chae Hun LEE) 正會員
 1986年：慶熙大學校 電子工學科 卒業
 1988年：慶熙大學校 電子工學科 大學院 (碩士)



韓 百 龍 (Baek Yung HAN) 正會員
 1954年 5月 16日生
 • 仁荷大學校 電子工學科 卒業
 • 慶熙大學校 電子科 大學院 (碩士)
 • 慶熙大學校 電子科 大學院 (博士修了)



李大寧(Dai Young LEE) 正會員

1940年 3月 18日生

1968年 9月~1970年 3月 : 캘리포니아州
立大學院(工學碩士)

1976年 9月~1979年 9月 : 延世大學校大
學院電子工學科(工學博士)

1971年 9月 : 慶熙大學校工科大學電子工
學科 助教授

1977年 3月 : 慶熙大學校工科大學電子工
學科 副教授

1982年 3月~現在 : 慶熙大學校工科大學電子工學科 教授

1988年 1月~現在 : 本學會理事