

## LBP 방식을 이용한 나무 영상 비교 분석

김지홍<sup>1</sup> · 이종현<sup>2\*</sup>

### Tree image comparison analysis using LBP method

Ji-hong Kim<sup>1</sup> · Jonghyun Lee<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Professor, Department of Information and Communication Engineering, Semyung University, Jecheon, 27136 Korea

<sup>2\*</sup>CTO, 2Canz co., ltd., Incheon, 22703 Korea

#### 요 약

LBP 알고리즘은 지역적 질감표현이라는 특성을 가지고 있기 때문에 기준영상과 샘플 영상의 추출 위치와 크기에 따라 전혀 다른 결과를 얻을 수 있다. 이러한 단점을 해결하기 위하여 본 논문에서는 먼저 LBP 기본특성을 조사하고, 기준영상(100X100)의 크기를 영상내의 대부분의 특성을 포함할 수 있도록 하고, 임의의 지점에서 추출된 샘플영상(40X40)을 선택한다. 기준영상의 LBP와 샘플영상의 LBP 간의 상관관계를 이용하여 기준영상의 LBP에서의 매칭 위치를 찾은 후, 카이분석 방법을 사용하여 샘플영상과 가장 일치하는 기준영상을 찾는 방법을 제시한다.

#### ABSTRACT

Since the LBP algorithm has the characteristic of local texture expression, it is possible to obtain completely different results depending on the extraction location and the size of the reference image and the sample image. In order to solve these shortcomings, in this paper, we first investigate the basic characteristics of LBP, make the size of the reference image (100X100) in order to include most of the characteristics in the image, and select a sample image (40X40) extracted from an arbitrary point. After finding the matching position in the LBP of the reference image by using the correlation test between the LBP of the reference image and the LBP of the sample image, a chi analysis method is used to find the reference image that most closely matches the sample image.

**키워드** : LBP, 균일, 비균일, 나무 인식, 질감

**Key word** : LBP, Uniform, Non-uniform, Tree recognition, Texture

Received 13 January 2021, Revised 19 January 2021, Accepted 11 March 2021

\* Corresponding Author Jonghyun Lee(E-mail:phd.yanni@gmail.com, Tel:+82-32-551-2619)  
CTO, 2Canz co., ltd., Incheon, 22703 Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkiice.2021.25.4.530>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.  
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

## I. 서론

최근 의료, 군사, 상업, 교육 및 웹 이미지 분류 및 검색을 위한 데이터베이스 구축 요구가 증대되고 있다. 영상을 포착하는 위치에 따라 크기, 회전 등의 변화요인과 계절, 조명상태 등의 환경요인이 있다. 다양한 변화요인으로 인하여 영상에 대한 저장과 검색을 효율화하기 위하여 내용기반의 영상검색(content-based image retrieval) 방법에 대한 많은 연구가 시행되었지만, 아직도 영상 검색에 대한 낮은 정확도에 의해 많은 문제점을 가지고 있다. 이와 같이 영상을 저장하거나 검색하기 위해서는 영상에 포함된 주요한 객체에 대한 특징을 이용한다.

영상에서의 특성객체를 추출하기 위한 연구는 다양한 방법으로 진행되어 왔다. 일반적으로 영상에서 객체를 추출하기 위해서는 색상(color), 형상(shape), 질감(texture) 특성을 주로 이용한다. 색상정보를 이용하여 객체를 추출하기 위한 연구로는 주로 명암에 대한 평균치와 표준편차를 기초로 하여 컬러히스토그램을 이용한 연구, 누적히스토그램과 확률밀도함수를 이용한 연구 등이 있다. 형상정보를 이용하여 객체를 추출하기 위한 연구는 영상내의 객체의 윤곽선을 벡터화하고, 이를 영상데이터의 특징값으로 이용한다. 이러한 방법으로 얻은 벡터화된 영상 데이터의 특징값들은 각 객체의 모양을 형성하는 에지간의 거리, 방향, 그리고 각도 등을 평가하여 데이터간의 유사성을 비교하여 객체를 식별한다. 웨이블릿을 근거한 모양 특징정보추출방법, 그리고 각종 패턴인식방법에 근거하여 시도한 연구 등이 있다. 질감정보를 이용하여 객체를 추출하기 위한 연구는 주로 물체의 표면정보, 물체의 겉 표면의 특징을 이용한 방법으로서 LBP(Local Binary Pattern) 방식과 GLCM(Gray-Level Co-occurrence Matrix) 방식과 웨이블릿을 이용한 Garbor 방식 등이 있다. LBP 방식을 이용한 영상분석에 관한 연구로는 얼굴을 이용한 인물인식에 관한 논문이 있다. 얼굴 영상을 눈, 코, 입 등의 요소들이 포함된 여러 개의 블록으로 분할하고, 각 블록별로 LBP 히스토그램을 연결하고, 부위별 특성에 맞는 히스토그램을 찾고 LBP 분석하는 방법을 사용한 논문이다.

본 논문에서는 LBP 방식을 이용한 영상분석을 중점적으로 다루기 위하여 먼저 LBP의 기본적인 특징과 이를 이용한 분석을 시행하였다. 중앙화소로부터 반경 1로 주변의 8개의 화소에 의해 발생하는 256개의 비트열

에 대한 세부 분석을 시행하였다. 이를 바탕으로 한국의 대표적인 나무로서 단풍나무, 벚나무, 차나무, 은행나무의 껍질영상에 대하여 LBP 방식을 적용하여 식별하는 방법을 제안하였다. 껍질의 경우에는 비교적 규칙적인 특성을 가지고 있으나, 기준영상과 샘플영상의 위치가 일치하여야 정확하게 식별할 수 있기 때문에 Chi square Distance 측정법(카이제곱거리 측정법 - 이하 카이분석법이라 칭함)을 적용하기 전에 샘플영상의 LBP와 기준영상들의 LBP 간의 상관관계 분석방법에 의해 매치위치를 파악한 후에 적용하는 것이 적합하다는 것을 알 수 있다.

본 논문은 다음과 같은 순서로 서술된다. 1장에서는 서론으로 일반적인 영상분석방법과 질감정보를 이용한 영상분석방식에 대하여 논한다. 2장의 관련 연구에서는 LBP를 이용한 다양한 연구동향에 대해 서술하고, 3장에서는 실험에 사용되었던 객체추론 접근 플로우를 통하여 실험방법 및 내용을 보인다. 4장에서는 이에 대한 결론으로 마무리한다.

## II. 본론

### 2.1. LBP 데이터 특성

질감정보를 이용한 객체추출 기법인 LBP 기법[1]은 현재 화소와 이웃 화소(가로 혹은 세로, 대각선) 간의 밝기 값의 관계를 계산하고 커널내의 중심 화소에 새로운 밝기 값으로 할당하는 방식으로 입력 영상의 부분적인 질감 특징을 표현하는 기법이다. LBP 방식은 그림 1과 같이 중앙 화소  $n_c$  값을 기준으로 그에 이웃하는 화소의 크기를 이진코드로 표시하는 방법을 사용한다.

$n_5$	$n_6$	$n_7$
$n_4$	$n_c$	$n_0$
$n_3$	$n_2$	$n_1$

Fig. 1 9 nearby pixels

$$LBP_{P,R}(x_c, y_c) = \sum_{k=0}^{p-1} (n_k - n_c) 2^k \quad (1)$$

식 (1)은 화소  $n_c(x_c, y_c)$  를 중심으로 반경 R, P 비트로 구성된 이진수를 표현한 식이다 [2]. LBP 특성을 세부적으로 고찰하기 위하여 R=1이고, P=8인 경우에 중

양의 화소와의 크기를 비교하면서 8비트 값 (0-255)으로 표현된 경우를 정리한다. 8비트로 나타날 수 있는 값들은 표 1과 같으며, 이들을 변화의 개수와 1의 개수를 이용하여 분류하면 표 1과 같이 표시할 수 있다.

**Table. 1** 256 Cases that can be represented by  $LBP_{8,1}(x_c, y_c)$

$N_i$	0	2	0	4				6				8
$N_1$	0	1-7	8	2	3	4	5	6	3	4	5	4
$N_p$	1	7	1	20	32	36	32	20	16	24	16	2
$N$	1	56	1	140				56				2
	Uniform-58			Non Uniform (198)								

$N_1$ 은 1의 개수,  $N_p$ 는 패턴의 개수,  $N$ 은 전체 개수를 의미한다.  $N_i$ 는 변화의 개수를 의미하며, 일반적으로 “0”과 “1”간의 변화가 없는 경우는 2가지 경우이며, 2번의 변화가 있는 경우에는 7가지 총 56개로 구성된다. 그 외 4번의 변화가 있는 경우에는 표 1과 같이 140가지 경우가 있으며, 6번의 변화는 56개, 8번의 변화가 있는 경우에는 2개 존재한다. 일반적으로 2번 이하의 변화가 있는 경우가 가장 많이 나타나기 때문에 이를 Uniform 패턴이라 부르며, 나머지 모두를 1개의 Non Uniform 패턴으로 간주하여 총 59개 패턴이 존재한다. 4번 이상의 변화가 있는 경우에는 이를 Non Uniform 패턴이라 부른다. 본 논문에서는 uniform 패턴 9가지로 분석하는 방법(⑨), uniform 패턴 9가지 + 나머지 non uniform 패턴 한 가지로 총 10개로 분석하는 방법(⑩)과, uniform 패턴 9가지 + 4번 토글하는 1가지 + 나머지 non uniform 패턴 한 가지로 총 11개로 분석하는 방법(⑪), 그리고 토글의 개수만으로 분석하는 방법 5가지(⑤)를 사용한다.

**2.2. LBP 관련 연구**

LBP 패턴은 Uniform에 해당되는 58개와 이를 제외한 모든 경우를 1개의 Non Uniform으로 분류된다. Uniform 패턴은 Non Uniform 패턴에 비해 발생 비율이 높으며, 또한 잡음에 강하다는 장점이 있다 [3]. 이들 59개의 패턴 중에서 회전불변의 특징을 고려하면 Uniform 패턴은 다시 9개의 형태로 구성되고 Non Uniform 패턴을 모두 묶어서 1개로 하여 총 10개로 구성된다 [4]. 예를 들어 “0111111”과 “1111110”는 동일한 형태로 간주함을 의미한다. LBP는 기본적으로 중앙화소의 크기와

주변화소의 크기를 비교하기 때문에 gray level의 평균치와 표준편차를 이용하여 명암크기불변(gray scale invariant) 특성에 대한 연구도 진행되었다 [5]. CS-LBP (Center Symmetric LBP)의 경우에는 LBP 방식의 변형으로서, 식 (2)와 같이 양 주변의 2비트 단위의 변화를 표시하며, 4비트로 줄이므로 연산량을 감소시키는 방법을 제안하였다 [6].

$$CS-LBP_{p,R}(x_c, y_c) = \sum_{p=0}^{(p/2)-1} (n_p - n_{p+(p/2)})2^p$$

$$= (n_0 - n_4)2^0 + (n_1 - n_5)2^1 + (n_2 - n_6)2^2 + (n_3 - n_7)2^3 \quad (2)$$

또한 크기불변(scale invariant) 특성에 대한 연구의 일환으로 multi-scale LBP 특성에 대한 연구가 진행되었으며, 반경 1인  $LBP_{8,1}$ 에서 확장하여, 반경 3인  $LBP_{16,3}$ , 반경 5인  $LBP_{24,5}$  특성을 분석하여 한 점을 기준으로 주변의 정보를 수집하여 크기변화에 따른 LBP 특성에 관한 연구도 수행되었다 [7].

일반적인 LBP 방식은 중앙화소를 기준으로 주변의 화소와의 차이를 “0”과 “1”로 표시하는 방법이기 때문에 주변의 화소와의 크기와 상관없이 나타나는 단점이 있다. 이러한 단점을 해소하기 위하여 화소의 차이 (Local Difference) 개념을 두어, 기준의 크기만을 비교한 부호값 뿐 아니라, 중앙화소의 값, 그리고 주변화소와의 크기차이를 포함하는 CLBP(Completed LBP) 방식도 제안되었다 [8,9]. 영상의 평균값과 분산의 변화와 LBP 값의 변화에 대한 연구도 진행되었다 [10]. 이와 더불어 중앙화소의 값을 기준으로 동일하거나 크면 “1”으로 설정하고, 적은 경우에는 “0”으로 설정하는 방식과 달리, 임계치를 이용하여 크면 “1”, 적으면 “-1”, 동일하면 “0”으로 3개의 값으로 인코딩(Ternary encoding) 하는 방법을 이용하여 주변 정보를 보다 명료하게 분석할 수 있도록 하는 연구도 수행되었다. 그러나 이러한 LBP 특성은 특정 지점을 중심으로 구체적인 주변 정보를 얻을 수 있다는 장점이 있지만, 전체적인 영상이 균일하지 않은 경우에는 샘플영상의 추출 위치가 달라질 경우에는 전혀 엉뚱한 결과를 얻을 수 있다는 단점이 있다. 본 연구에서는 LBP 특성을 보다 정확하게 분석하기 위하여 기준영상과 샘플영상과의 매치되는 지점을 확인하기 위하여 상관함수 분석에 의해 가장 유사한 위치를 찾은 후 LBP 특성을 분석하는 방법을 사용한다.

### III. 객체 추론 접근 플로우

본 논문에서는 우리나라 나무의 껍질에 대한 LBP 분석을 시행한다. 표본으로 사용된 나무는 단풍나무, 벚나무, 차나무 그리고 은행나무를 사용하였다 [11,12]. 이들에 대한 잎과 껍질에 대한 기준영상을 결정하고, 그리고 샘플영상을 통하여 LBP 특성에 의한 분석을 시행하였다. 실험절차는 그림 2와 같다.

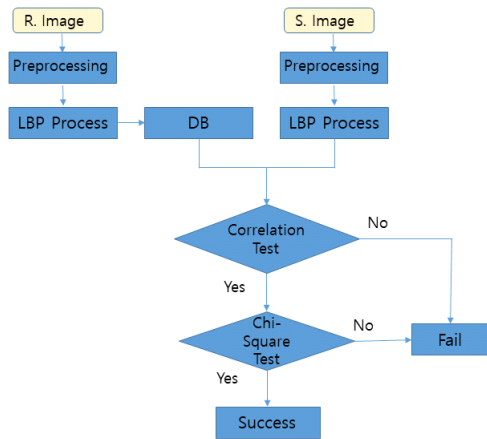


Fig. 2 Experiment Flowchart

그림 2에서 기준영상(R. Image)은 100X100으로 비교적 넓은 범위의 영상을 수집하고, 샘플 영상(S. Image)은 임의의 위치에서 추출하였으며, 40X40 크기로 선정하였다. 전처리 과정은 샘플 영상에 적용되었으며, 영상의 상태에 따라 HPF(High Pass Filter)를 사용하여 모서리 부분을 부각시키도록 하였다. LBP 처리과정은 Uniform 패턴, Non uniform 패턴을 모두 고려하여 LBP 특성을 분석하였다. 상관관계 테스트(Correlation Test) 과정에서는 샘플영상과 기준영상이 최대한 부합되는 위치를 찾도록 하였으며, 해당 위치에서 기준영상과 샘플영상을 카이분석법을 이용하여 일치여부를 확인하는 방법을 사용하였다. 2차원 디지털 영상에서의 상관함수  $g(x, y)$  는 식(3)과 같이 정의된다.

$$g(x, y) = \sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b h(s, t) f(x+s, y+t) = h(s, t) \cdot f(x, y) \quad (3)$$

본 논문에서는 기준영상(R)의 LBP와 샘플영상(S)의

LBP 간의 상관함수 값이 최대가 되는 위치를 찾기 위해 사용된다. 그리고 상관함수 값이 최대가 되는 위치에서 기준영상과 샘플영상간의 LBP 히스토그램을 비교하기 위하여 식(4)의 카이분석법을 사용한다.

$$d_{\chi^2}(R, S) = \sum_{i=1}^B \frac{(R_i - S_i)^2}{(R_i + S_i)} \quad (4)$$

식(4)에서 B는 38X38 크기인 LBP 영상 내의 전체 화소의 개수를 의미한다. 이와 같은 방법으로 4개의 기준영상과 샘플 영상간의 카이분석법을 시행하여, 그 차이가 최소가 되는 기준영상을 찾는 방법이다.

#### 3.1. 기준영상 추출

껍질의 경우에는 잎과는 달리 잎맥과 같은 특이 구조가 없고 전반적으로 비슷한 구조를 가지고 있기 때문에 분석이 용이했다. 껍질에 대한 분석을 위하여 그림 3과 같이 빨간색 부분의 영상을 기준영상으로 선정하였다 [11,12].

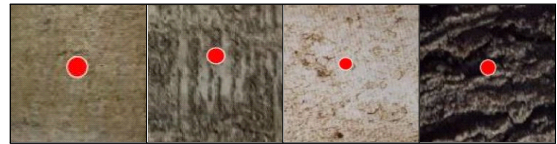


Fig. 3 4 reference data images

그림 3은 4개의 기준영상은 1(단풍나무), 2(벚나무), 3(차나무), 4(은행나무)의 영상이다. 표 2는 4개의 기준영상을 100X100 으로 LBP 특성을 분석한 결과이다.

표 2에서 0,2,4,6,8은 “0”과 “1”간의 변화(toggle)의 개수를 의미한다. LBP로 생성된 비트열에서 순환적으로 계산된 비트 변화의 수를 의미한다. 특이한 것은 표 2에서 4개의 기준영상은 거의 비슷한 분포의 LBP 특성을 가지는 것으로 나타난다.

Table. 2 Number of bit changes in reference images (100X100)

	uniform			nonuniform			
	0	2	ratio	4	6	8	ratio
lbp_1	1735	4498	63.6%	3024	537	7	36.4%
lbp_2	1367	5146	66.5%	2891	388	9	33.5%
lbp_3	1530	5118	67.8%	2787	357	9	32.2%
lbp_4	1344	5528	70.1%	2560	367	2	29.9%

이는 LBP는 지역적인 특성을 가지고 있기 때문에 기준영상의 크기가 적을수록 지역적인 특성을 잘 표현할 수 있는 반면에 기준영상의 크기가 커지면 전반적으로 비슷한 분포를 보여 줄 수 있음을 알 수 있다. 다만 기준영상에서 추출된 LBP 특성에는 내부적으로 지역적인 특성을 포함하고 있기 때문에 기준영상을 크게 선정한 경우에는 샘플영상과의 비교 시에는 반드시 상관함수 값이 최대가 되는 위치를 찾은 후 LBP 특성분석을 위한 카이분석법을 적용하여야 한다. 실제로 기준영상의 크기를 40X40으로 추출한 경우 분포는 표 3과 같다.

**Table. 3** Number of bit changes in reference images (40X40)

	uniform			nonuniform			
	0	2	ratio	4	6	8	ratio
lbp_1	275	685	63.1%	464	97	0	36.9%
lbp_2	117	1172	84.7%	228	4	0	15.3%
lbp_3	163	1038	79%	310	10	0	21%
lbp_4	136	1124	82.8%	254	7	0	17.2%

표 2와는 달리 표 3에는 주변의 정보가 많이 포함됨을 알 수 있다. 단풍나무(lbp\_1)의 경우에는 63.1% 로서 Uniform 패턴이 나타남을 알 수 있다. 기준영상의 크기를 적게 하고 샘플영상의 추출 위치가 기준영상의 위치와 근접한다면 상관함수 분석없이 카이분석법으로도 영상 검출률을 높을 수 있다. 그러나 위치가 조금만 벗어나도 전혀 다른 결과를 나타낼 수 있다.

그러므로 기준영상은 껍질의 질감을 최대한 반영할 수 있는 크기로 산정하는 것이 바람직하다.

**3.2. 기준영상 확대 및 축소**

동일한 영상에 대하여 0.5배, 0.8배로 축소하고, 또한 이를 1.5배, 2.0배 확대하여 LBP 특성을 조사하였다.

**Table. 4** The number of LBP uniform patterns when expanding and contracting

$N_i$	lbp	lbp_0.5	lbp_0.8	lbp_1.5	lbp_2.0
0	1,735	3876	948	2,162	2,562
2	4,498	1,249	3,362	14,660	32,529
sum	6,233	5,125	4,310	16,822	35,091

표 4를 살펴보면 영상을 축소하였을 경우에는 원래 영상에 비해 uniform 패턴의 개수가 현격하게 줄어들고, 확대하였을 경우에는 uniform 패턴의 개수가 현격하게 늘어났음을 알 수 있다.

**3.3. 기준영상과 샘플 영상간의 카이분석**

4개의 나무껍질 영상의 각각 임의의 지점에서 40X40의 크기로 샘플영상들을 추출하였다. 이러한 영상들의 LBP 특성은 다음 표 5와 같다. 먼저 샘플 영상의 LBP와 기준영상의 LBP 간의 상관함수가 최대가 되는 지점의 위치를 찾고 이를 이용하여 기준영상의 일부 LBP와 샘플영상의 LBP 간의 카이분석 방법으로 비교한다.

**Table. 5** Number of bit changes in sample images

	uniform			nonuniform			
	0	2	ratio	4	6	8	ratio
lbp_s1	294	662	62.8%	470	91	4	37.2%
lbp_s2	113	1189	85.6%	212	7	0	15.3%
lbp_s3	162	1083	81.8%	268	8	0	18.2%
lbp_s4	130	1164	85.1%	217	10	0	14.9%

표 5에서 lbp\_s1은 단풍나무의 껍질에서 임의의 지점에서 40X40 크기로 추출한 샘플영상에 대한 LBP 분포를 의미한다. 마찬가지로 lbp\_s2는 빛나무, lbp\_s3는 차나무, lbp\_s4는 은행나무의 샘플영상에 대한 LBP 분포를 의미한다. 먼저 lbp\_s1과 표 3의 4개의 기준영상들과 각각 상관함수를 적용하여 유사도가 가장 높은 위치를 찾는다. 4개의 기준영상에서 상관함수 값이 가장 높은 위치의 지점과 샘플영상간의 카이분석법을 적용하여 유사도를 체크한 결과는 표 6과 같다.

표 6에서 lbp\_s1의 경우에는 4개의 기준영상들과 카이분석법을 이용하여 분석할 결과 중, lbp\_1과의 결과를 정리한 것이다.

**Table. 6** result of Chi test

	⑨	⑩	⑪	⑤
lbp_s1	9.7	9.99	10.0	0.6
lbp_s2	7.2	7.5	8.14	2.6
lbp_s3	9.5	9.55	9.5	1.31
lbp_s4	11.7	17.4	17.9	11.95

단풍나무의 기준영상(lbp\_1)과 샘플영상(lbp\_s1)간의 uniform 패턴(⑨)만을 이용하여 계산된 카이분석법을 통한 차이는 9.7임을 의미한다. 단풍나무의 샘플영상(lbp\_s1)과 다른 기준영상(lbp\_2, lbp\_3, lbp\_4)들과의 카이분석결과는 기재하지 않았으며 대략 400-700 정도의 값을 가진다. 결과적으로 4가지 종류의 나무의 껍질에서 임의로 추출한 샘플영상(lbp\_s1, lbp\_s2, lbp\_s3, lbp\_s4)과 기준영상들간의 상관관계가 최대가 되는 위치에서 카이분석을 통한 결과값을 의미한다. 표 6에 의하면, uniform 패턴만을 이용하는 방법(⑨)이나 변화의 개수 0,2,4,6,8 만을 이용한 방법(⑤)이 non-uniform 패턴을 이용한 방법보다 우수한 결과를 얻을 수 있음을 알 수 있다.

#### IV. 결론

일반적으로 데이터베이스에 저장하는 기준영상은 형상의 질감을 표현할 수 있는 부분이어야 하며 임의로 추출된 샘플 영상을 포함할 수 있는 크기이어야 한다. 그러나 LBP 값은 지역적인 특성을 가지고 있기 때문에 영역이 커지면 대부분의 영상이 비슷한 특성을 가지게 된다. 본 논문에서도 언급했듯이 기준영상의 크기가 커질수록 표 2와 같이 4개의 영상이 모두 uniform 패턴이 60-70% 사이로 비슷해지는 결과를 얻을 수 있다. 이와 같은 기준영상과 샘플영상에 대하여 LBP 값을 직접 비교하면 전혀 잘못된 결과를 얻을 수 있다. 그러므로 기준영상에서 샘플영상과 상관관계가 가장 높은 위치를 찾고, 그 주변의 기준영상의 LBP 정보와 샘플영상의 LBP 정보를 비교하기 위한 카이 분석법을 시행하여야 한다. 본 논문에는 포함되지 않았지만 잎에 대해서도 동일한 결과를 얻었다. 잎의 경우에는 잎맥의 형상에 따라 분류될 수 있으며, 잎맥을 포함한 샘플 영상의 경우에는 기준영상에서 샘플영상과 가장 매치되는 부분을 찾은 후에 질감비교를 하여야 한다.

표 6에 의하면, uniform 패턴만을 이용하는 방법(⑨)이나 변화의 개수 0,2,4,6,8 만을 이용한 방법(⑤)이 다른 방법보다 우수한 결과를 얻을 수 있음을 알 수 있다. 변화의 개수는 주변 화소들의 상태를 거시적인 관점에서 표현할 수 있기 때문인 것 같다. 또한 표 4와 같이 기준영상을 확대한 경우에는 non-uniform 패턴의 비율이 높

아졌으며, 축소한 경우에는 역으로 uniform 패턴의 비율이 증가한다는 것을 알 수 있다. 이와 같이 기준영상에는 질감을 표현할 수 있는 많은 부분이 포함되어야 하며, 임의로 추출된 샘플영상간의 LBP 상관성이 가장 높은 부분(매치지점)을 찾은 후, 카이분석방법을 적용하는 것이 매우 효율적임을 알 수 있다.

본 논문에서 얻어진 결과는 LBP를 이용한 데이터베이스 구축 뿐 아니라, 다양한 영상처리분야에 많은 도움이 될 것으로 사료된다.

#### ACKNOWLEDGEMENT

This paper was supported by the Semyung University Research Grant of 2019.

#### REFERENCES

- [ 1 ] M. Pietikainen, A. Hadid, G. Zhao, and T. Ahonen, "Computer Vision Using Local Binary Patterns," *Computational Imaging and Vision* 40, Springer-Verag Link, 2011.
- [ 2 ] F. R. Siqueira, W. R. Schwartz, and H. Pedrini, "Multi-Cable Gray Level Co-occurrence Matrices for Texture Description," *Neurocomputing*, vol. 120, no. 23, pp. 336-345, Nov. 2017.
- [ 3 ] T. Ojala, M. Pietikinen, and D. Harward, "A Comparative Study of Texture Measures with Classification Based on Featured Distributions," *Pattern Recognition*, vol. 29, no. 1, pp. 51-59, Jan. 1996.
- [ 4 ] T. Ojala, M. Pietikainen, and T. Maenpaa, "Multi-resolution gray-scale and rotation invariant texture classification with local binary patterns," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 34, no. 3, pp. 727-739, 2001.
- [ 5 ] V. Arvis, C. Debain, M. Berducat, and A. Benass, "Generalization of the co-occurrence matrix for colour images : application to colour texture classification," *Image Analysis & Stereology*, vol. 23, no. 1, pp. 63-72, Mar. 2004.
- [ 6 ] Z. Xiang, R. Yang, C. Deng, M. Teng, M. she, and D. Teng, "An illumination Insensitive Descriptor Combining the CS-LBP Features for Street View Images in Augmented Reality : Experimental Studies," *ISPRS Int. J. Geo-Inf.*, vol. 9, no. 6, 2020.
- [ 7 ] G. B. Sujate and V. H. Mankar, "Recognition of Faces using Efficient multi-scale local binary pattern and kernel Discriminant Analysis in Varying Environment," *American*

- Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 10, no. 3, pp. 726-732, 2017.
- [ 8 ] T. T. Nguyen, T. P. Nguyen, and F. Bouchara, "Completed Local Structure Patterns on Three Orthogonal Planes for Dynamic Texture Recognition," *International Conference on Image Processing Theory, Tools and Applications*, Canada, hal-01786823, 2018.
- [ 9 ] J. H. Kim, "The Object Image Detection Method using statistical properties," *The Korean Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 22, no. 7, Jul. 2018.
- [10] S. Hegenbart and A. Uhl, "A scale and orientation-adaptive extension of Local Binary Patterns for texture classification," *Pattern Recognition*, vol. 48, pp. 2633-2644, 2015.
- [11] J. B. Yoon, *Illustrated Tree Book*, JInSun Books, 2019.
- [12] J. H. Kim, J. S. Kim, K. Y. Jung, and B. Y. Lee, *Plant Taxonomy*, Knou Books, 2018.



**김지홍(Ji-hong Kim)**

1982년 한양대학교 전자공학과 학사  
1984년 한양대학교 전자통신학과 석사  
1996년 한양대학교 전자통신학과 박사  
1991년 ~ 세명대학교 정보통신학부 교수  
※ 관심분야 : 네트워크 보안, 데이터베이스 보안, 영상처리



**이종현(Jonghyun Lee)**

1997년 세명대학교 전자공학과 학사  
1999년 세명대학교 전기전자공학과 석사  
2007년 인하대학교 정보통신공학과 박사수료  
2021년 ~ ㈜투캔즈 CTO  
※ 관심분야 : ISMS, 시스템보안, 네트워크보안, 데이터베이스보안, 영상처리