第15回
画像特徴の計算と応用

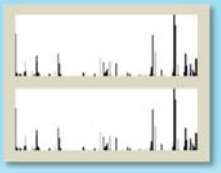
- LBP画像特徴
- LBP画像特徴の性質
- 画像の類似検索

LBP画像特徴

画像特徴

画像

特徴抽出
(Feature Extraction)



画像特徴

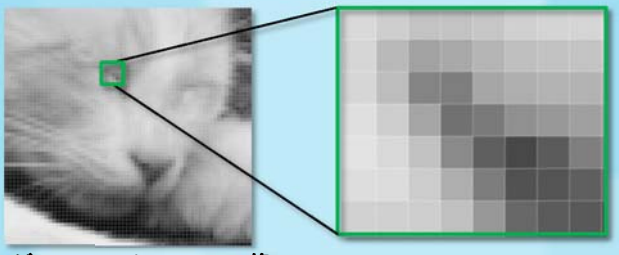
- 色
- 形状
- テクスチャ

- 画像特徴量　→　画像の特徴や性質を表す数値
- パターン検出、画像分類、類似検索、画像改善などへ応用

画像特徴　LBP

- LBP (Local Binary Pattern)
  ローカル・バイナリー・パターン
- T. Ojala (1994)らによって提案された特徴
- 画像の局所的な特徴を抽出できる
- 画像の照明変化の影響を受けにくい

画像と画素値



グレースケール画像
（256階調）

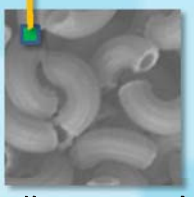
194	183	173	173	176	185	189	176
191	163	142	148	160	169	172	173
191	167	114	108	146	153	158	158
199	183	145	96	105	125	132	140
203	193	172	119	80	61	77	109
197	196	181	153	107	105	71	80
186	185	183	170	132	88	77	75

画素値
256階調では0～255の数値

- 暗い画素　■　⇒　低い画素値
- 明るい画素□　⇒　高い画素値
- 階調：明るさの濃淡の段階数

画像特徴　LBPの計算（１）

3×３画素領域



画像(マカロニ)

72	64	115
88	84	130
80	80	89

画素値（輝度値）

- LBPの計算には３×３画素領域内の画素値が使われる

画像特徴　LBPの計算（2）

- 中心画素値と周辺画素値の大小を比較

72	64	115
88	84	130
80	80	89

画像輝度値（3×3領域）

0	0	1
1		1
0	0	1

中心画素値 ≧ 周辺画素値
→　0を記録

中心画素値 ＜ 周辺画素値
→　1を記録

2進数（Binary Number）　→　0 0 1 1 1 0 0 1
10進数（Decimal Number）　→　57

2進数　(Binary Number)

- 基数を2とした数値の表現方法
- 桁が一つ移動する毎に値の重みが2倍(1/2倍)になる
- 「0」と「1」の2種類の数字を用いて数を表現

0 0 1 1 1 0 0 1　←2進数

$$0\times2^7+0\times2^6+1\times2^5+1\times2^4+1\times2^3+0\times2^2+0\times2^1+1\times2^0$$

$$=0\times128+0\times64+1\times32+1\times16+1\times8+0\times4+0\times2+1\times1$$

$$=32+16+8+1=57$$ ←10進数

2進数を10進数に変換

ソフトウェア電卓（2進数⇔10進数）

関数電卓

- ソフトウェア（電卓）を使うことができる
- 関数電卓を使うことができる

画像特徴　LBPの計算（３）

3×３画素領域

画像

LBP画像

0	0	1
1		1
0	0	1

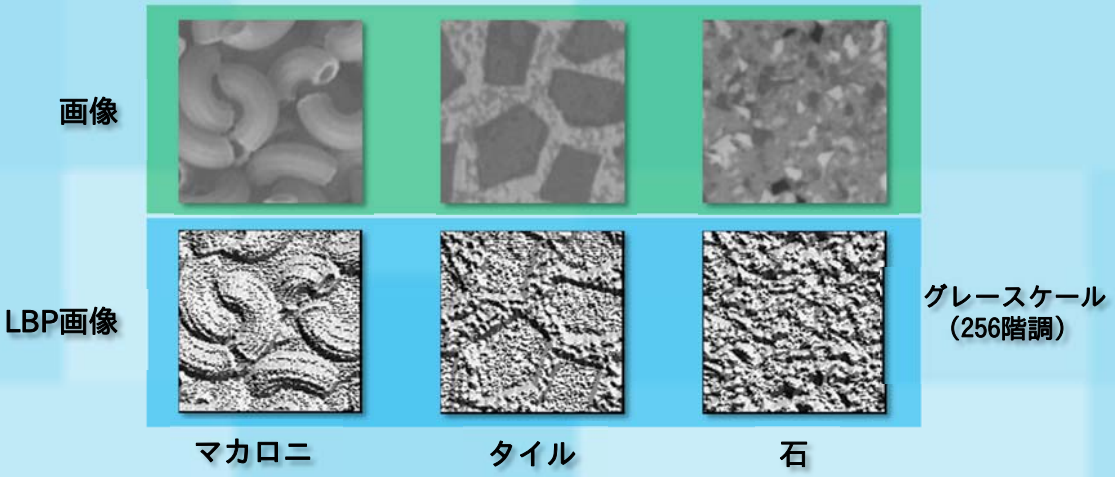
８近傍
↓
８桁の２進数

最小値：　00000000 →　0

最大値：　11111111 →　255

- 入力画像の階調数に関わらずLBP画像 は256階調の画像になる
- 256階調グレースケール画像へ正規化される

LBP画像の例



LBP画像特徴の性質

LBPの値

72	64	115
88	84	130
80	80	89

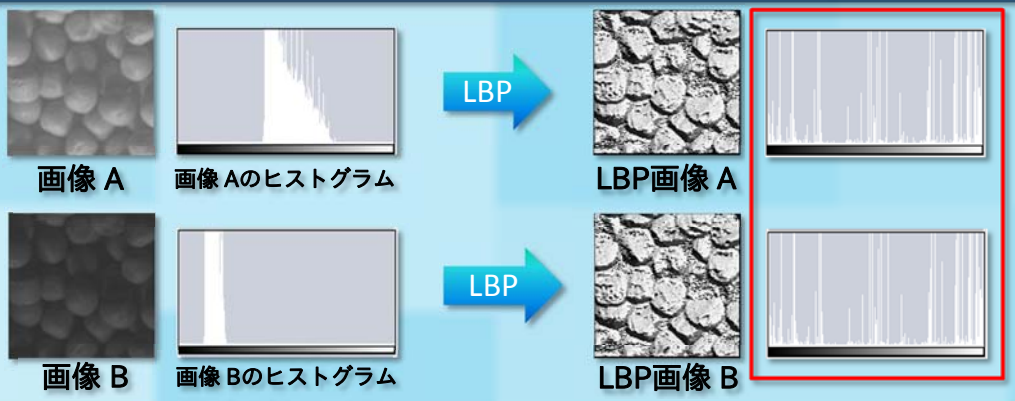
画素値を加算 +100 →

172	164	215
188	184	230
180	180	189

2進数　00111001　　00111001

同じ値

LBP画像の比較（明るい画像・暗い画像）



- 同じ図柄で異なる輝度値の画像　⇒　LBP変換でほぼ同じになる

→　照明変化に強い：　昼間の画像（明るい）と夜間の画像（暗い）

LBPの性質

- ３×３の画素領域で特徴計算が行われ
  画像の局所的な特徴を抽出できる
- 照明の変化（明るい・暗い）の影響を受けにくい
- 数値の大小比較と2進数から10進数への変換が
  主な計算で、高速に特徴計算ができる
- 派生アルゴリズムが多く、様々な応用が期待できる
  → Multi-Scale LBP, Uniform LBP, Extended LBP, Improved LBP

LBPとImproved LBP

100	100	10
10	100	10
10	10	10

LBP →

0	0	0
0		0
0	0	0

中心画素値 ≧ 周辺画素値
→ 0を記録

中心画素値 ＜ 周辺画素値
→ 1を記録

改善・改良の意味

Improved LBP →

(100+100+10+
10+100+10+
10+ 10+10) ÷ 9 = 40

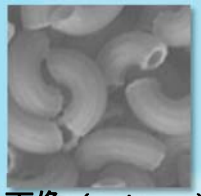
輪郭抽出に有効

1	1	0
0		0
0	0	0

平均画素値 ≧ 周辺画素値
→ 0を記録

平均画素値 ＜ 周辺画素値
→ 1を記録

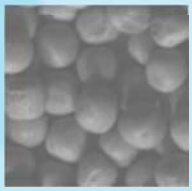
LBP画像とImproved LBP画像



画像（マカロニ）

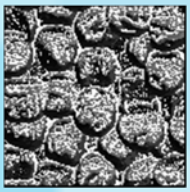
- 輪郭部分は、くっきり見えるようになる

  輪郭（エッジ）部分が白い画素で分離！



画像（種子）

LBP画像



Improved LBP画像

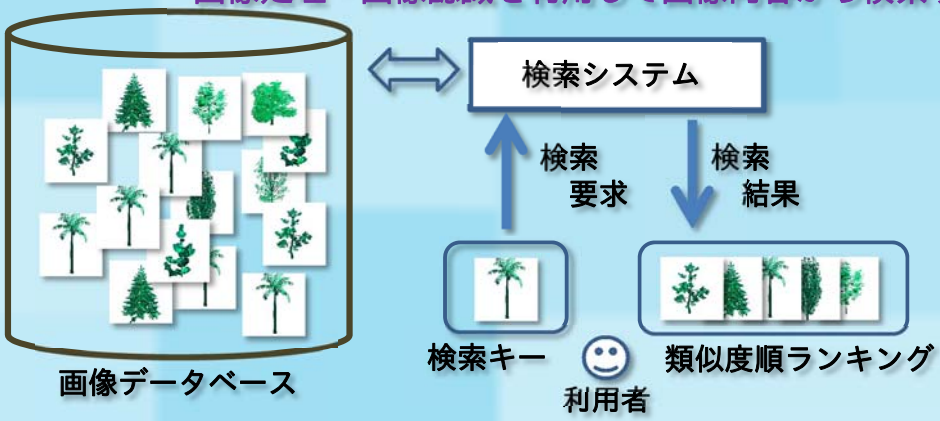
- 非輪郭部分はLBPと比べてはっきりしなくなる

類似画像検索

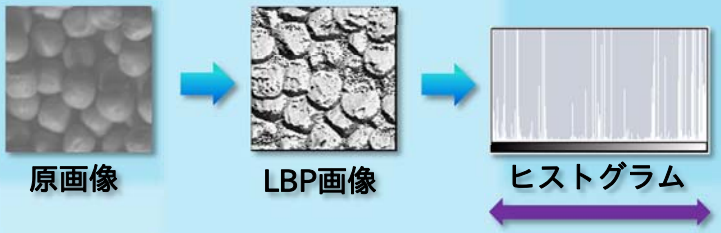
画像特徴を利用した類似検索

内容検索、CBIR　(Content-based Information Retrieval)

画像処理・画像認識を利用して画像内容から検索する技術



LBP画像特徴とヒストグラム

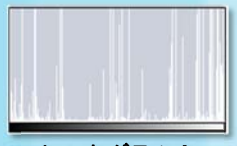


8ビットの2進数
→　256個のビン

ヒストグラム

- 値を持つ集合を任意区間(ビン、Bin)に区切り
  その区間毎のデータの割合をグラフで表す
- 画像の場合は、画素値の分布を示す

ヒストグラムの比較



ヒストグラムA

比較

ヒストグラムB

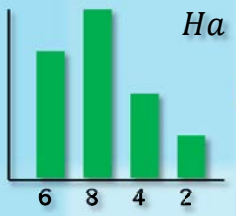
類似度

どの程度、似ているかを計算

ヒストグラム比較手法の例：

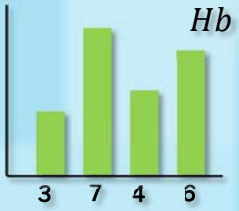
- ユークリッド距離 (Euclidean Distance)
- 交差 (Intersection)
- 相関 (Correlation)
- カイ二乗 (Chi-square)　※バタリア距離とも表記されることもある
- バッタチャリャ距離 (Bhattacharyya Distance)

ヒストグラム比較（ユークリッド距離の利用）



(6,8,4,2)

多次元空間の点の座標として表現



(3,7,4,6)

i次元空間の点 p と点 q 間の距離

$$\mathrm{d}(p,q) = \sqrt{\sum_i (p_i - q_i)^2}$$

$$= \sqrt{(6-3)^2+(8-7)^2+(4-4)^2+(2-6)^2}$$

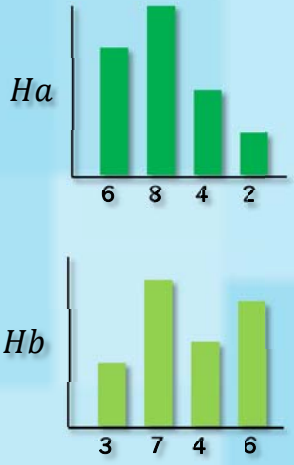
$$= \sqrt{9+1+0+16}$$

$$= \sqrt{26}$$

$$\approx 5.1$$ ← ヒストグラムの類似度

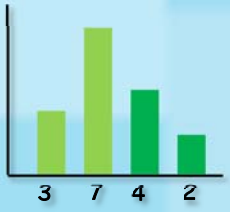
✓ 完全に同じヒストグラムなら０になる

ヒストグラム比較（交差, Histogram Intersection）



交差 (Histogram Intersection)

$$\sum_i Min(Ha_i, Hb_i)$$



$$\frac{\sum_i Min(Ha_i, Hb_i)}{\boxed{\sum_i Ha_i}}$$

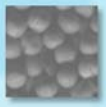
ヒストグラム中の総画素数によって正規化

$$\frac{3+7+4+2}{6+8+4+2} = \frac{16}{20} = 0.8$$

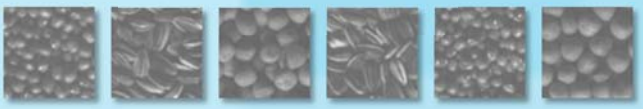
- ✓ 完全に同じヒストグラムなら1.0になる
- ✓ 1.0に近い程、類似している

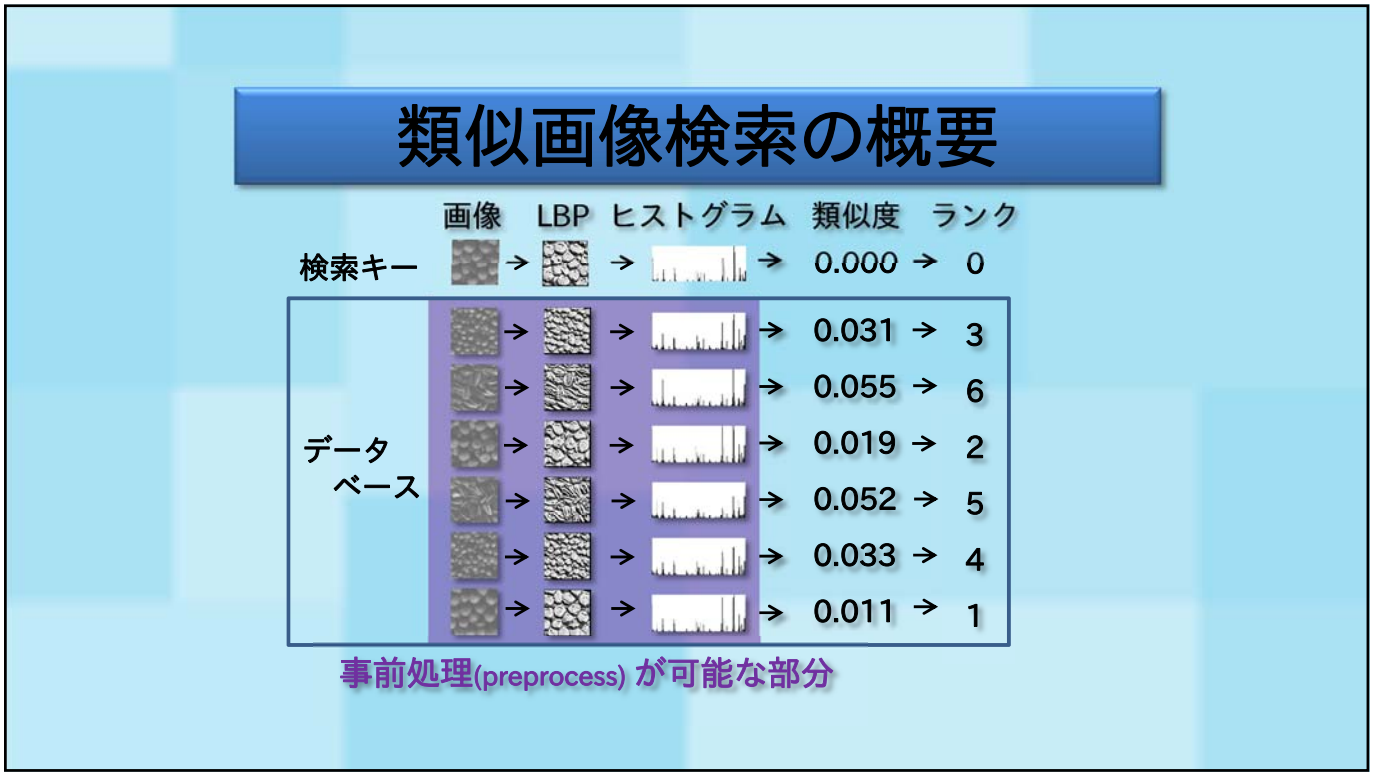
類似画像検索の例

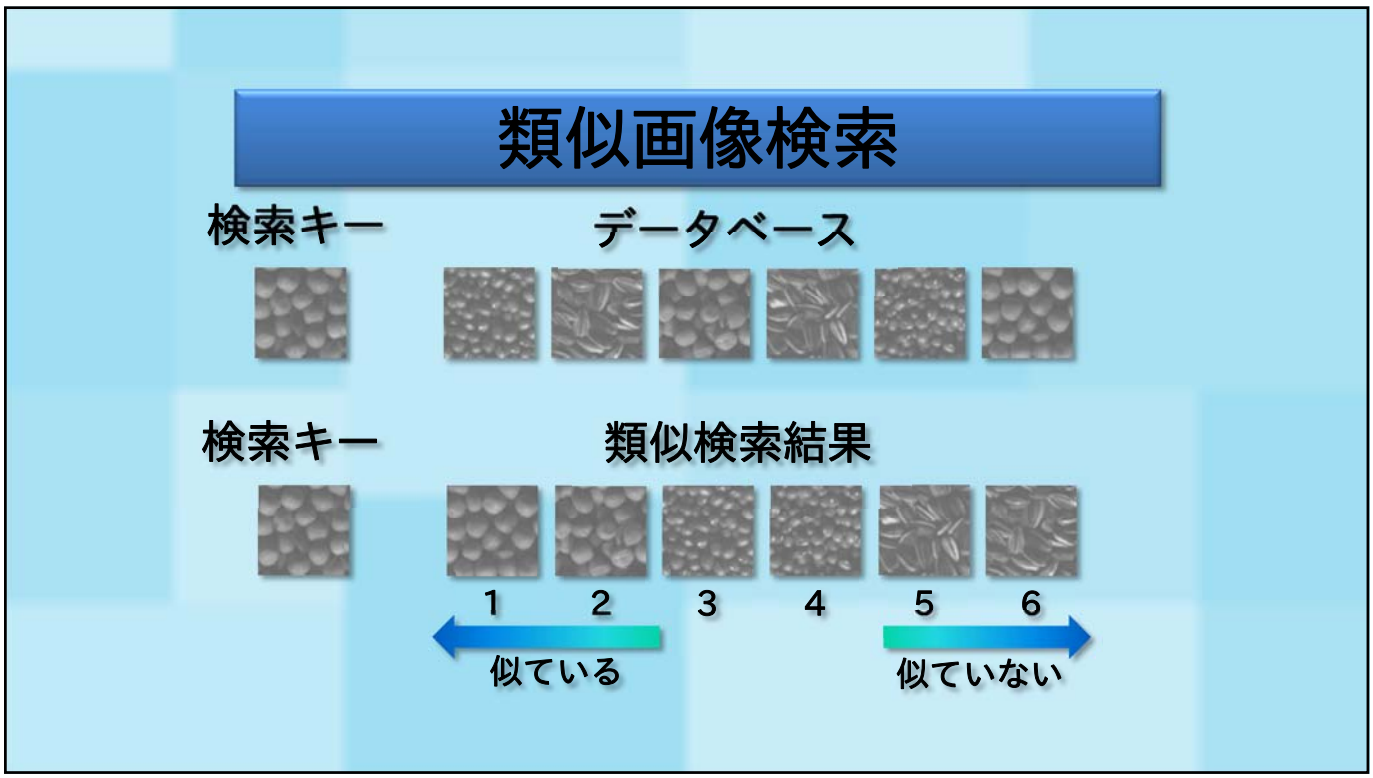
検索キー

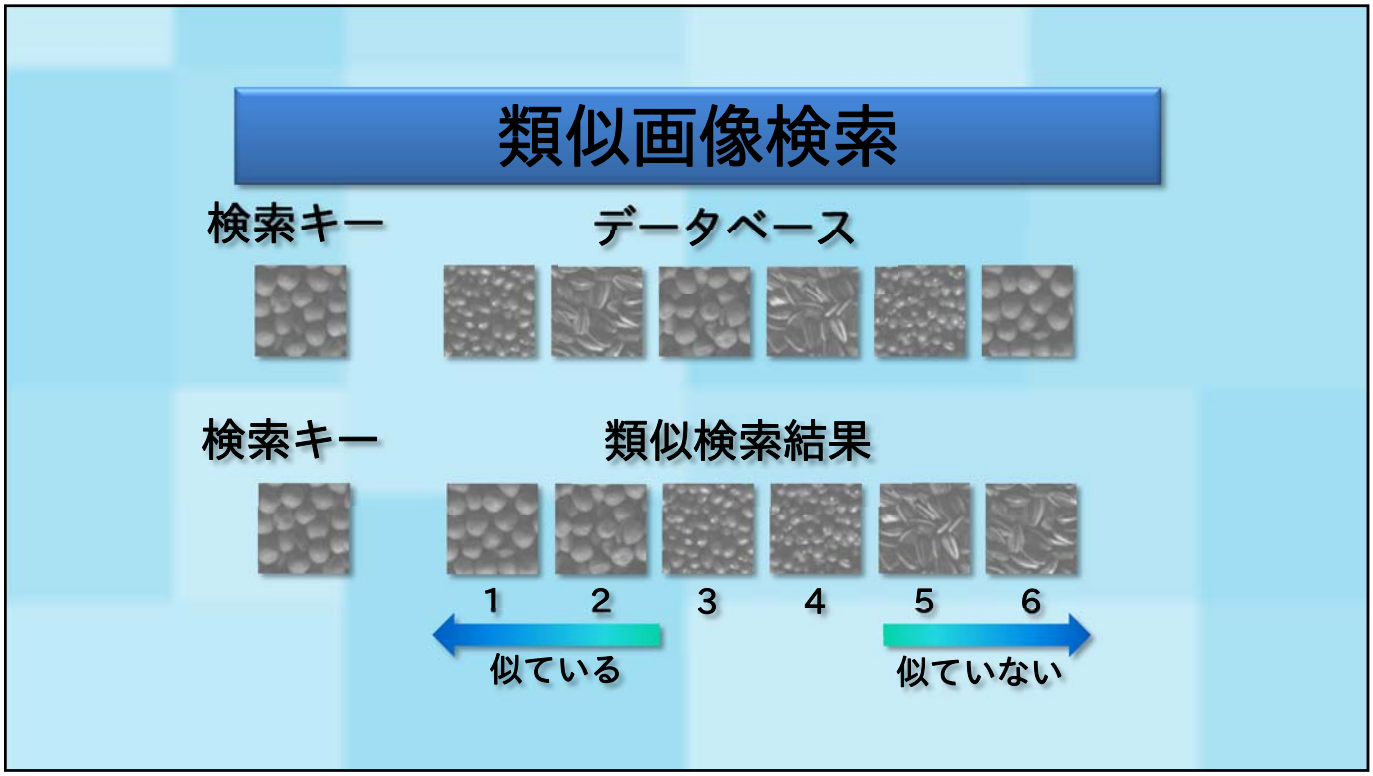


データベース




類似画像検索の概要
画像
LBP
ヒストグラム
類似度
ランク
検索キー
0.000
0
データベース
0.031
3
0.055
6
0.019
2
0.052
5
0.033
4
0.011
1
事前処理(preprocess) が可能な部分


類似画像検索
検索キー
データベース
検索キー
類似検索結果
1
2
3
4
5
6
似ている
似ていない



まとめ（第15回　画像特徴の計算と応用）

- ＬＢＰ画像特徴
  - LBP特徴の計算（近傍輝度値の比較、２進数表現）
- ＬＢＰ画像特徴の性質
  - 照明変化に強い
  - 高速
  - 局所特徴
- 類似画像検索
  - LBPとヒストグラム
  - ヒストグラムの比較（ユークリッド距離・交差）