과학적 접근-제약이 없는 상황, 이상적

공학적 접근-제약이 있는 상황, 한정된 범위에서 특정한 임무를 달성하는 인공 시각

컴퓨터 비전 어려운 이유- 역 문제(2차원 영상을 통해 3차원 정보찾기 어렵)/ 불량 문제(ill-posed problem) - 문제의 답이 유일하지 않다./ 다양한 변형이 동시에 발생

컴퓨터 비전의 전형적인 처리 과정(전처리:영상처리)



연어 농어:특징 추출해서 잘 분류 되는 거 추출해서 결정 경계의 임계값을 결정

비용(cost)함수와 분류율 고려해서 전체 오인식률을 최소화하도록 결정경계 조정

문제에 따라 결정 경계 움직여서 오인식률 줄여

-디지털 영상

Image = 2차원 함수 f(x, y)/f 진폭은 밝기 값

x, y, f의 진폭 값들이 모두 유한하고, 불연속적인(이진) 영상

f함수= 이진함수 유한한(연속함수 아니다)

|  |
| --- |
| 샘플링=좌표 디지털 화=화소 개수(해상도)=일정하고 균등하게 공간 쪼개 |
| 양자화= 진폭 값 디지털화=명암(화소의 밝기를 단계별로 근사화)=화소 안의 값  양자화 **값=그레이 레벨=명암도(8비트면 256개 각각이 레벨이고 단계)**  양자화 **범위=그레이 스케일** **0=검정 255=흰색** |

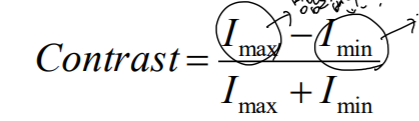
디지털 영상의 좌표계 ♣ 원점이 왼쪽 위에 위치

|  |  |
| --- | --- |
| **명암도영상**  **gray level image/흑백** | 화소 하나에 1바이트 지정. -> 2의 8승 L =256  화소의 밝기가 여러 단계 |
| **이진 영상(명암도에 속함)** | 각 화소의 값이 0 (검정색) 또는 1 (흰색)/처리 속도가 빠르다  경계선 부분 정보 손실될 수 있음 |
| **컬러 영상** | RGB 3채널 사용  화소 하나에 채널 3개 들었어  각 채널 따로 처리(그레이영상 기법 확장가능)해서 합침 |
| **다중 스펙트럼 영상(Multi-spectrum Image)** | 적외선, 자외선, X선 등 가시 영역 밖의 정보도 포함  항공 사진, 인공위성 시스템, 수중 레이더 시스템  여러 영상을 사용 |

동영상=초당 프레임수(시간적인 표본화 간격)고려

동영상의 데이터양=가로\*세로\* 화소당 비트수(1개 화소에 들어있는 비트수, 그레이 면 8비트, rgb면 채널 3개니까 24비트) \* 초당 프레임수 \* 동영상 시간

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **해상도= image resolution : image quality** | | | |
| 이미지 | | | 동영상 |
| **밝기해상도(brightness resolution)** | **공간해상도(spatial resolution)/**공간해상도와 공간 주파수(Spatial Frequency) 사용 | | **frame rate(temporal resolution)** |
| 밝기니까 양자화 연관/명암도 레벨,  얼마나 정확히 원영상의 명암도를 표현할수있는가  화소 밝기의 수치적 범위가 증가하면 그 화소의 밝기 해상도도 증가  =그레이 스케일 증가하면 밝기 해상도도 증가  Intensity(명암도=실제물리값)와 brightness(밝기=명암도 레벨에서 사용되는 값)-> 두개를 혼용해서 사용  샘플링->밝기 양자화->그레이스케일(회색음영,범위) 나옴  Quantization=양자화  인간 눈은 로그 곡선에 맞춰 인식함,Logarithmic scale  대부분 양자화는 동일하게 밝아지는 선형 양자화 사용, linear quantization | (공간해상도)  =총 화소의 개수=샘플링연관 | 공간주파수)= 밝기가 순환하는 비율  비율이 높을수록 공간주파수 증가  사진의 밝기 변화가 크다=공간주파수크다=어둡고 밝아지고 왔다갔다=그래프 들쑥날쭉=다양한 공간주파수 있다 | 샘플링  frame rate =동영상에서의 해상도  초당 프레임 사용  프레임 비율 클수록정확하게 묘사  Temporal Aliasing  계단현상(비트맵 이미지 크기 늘리면 깨져)  = Frame rate를 우리는 이 따라가지 못해서 생기는 현상  Frame rate는 가장 빠른 움직임 비율보다 적어도 2배는 되어야 한다. |

대비(contrast)=디지털 영상에서 명도의 관계를 나타내는 것= 가장 어두운 영역부터 가장 밝은 영역까지의 범위를 나타냄 대비값=먕암도 가장 큰거와 작은 거의 치이

이 차이가 클수록 선명//고대비가 뚜렷해 보임//명암도 작은 게 어두워 -> 이게 맞아 (피피티 필기 오류 존재)

♣ 인간의 지각 작용이 단순한 명도보다는 명도의 대비에 더 민감

♣ 동시적 대비는 명도의 느낌이 배경의 명도에 크게 의존함.

|  |  |
| --- | --- |
| **디지털 영상의 화질평가** | |
| brightness **histogram**(= gray level histogram) **히스토그램 밝기** 특징 이용해서 **밝기** 평가 | spatial frequency **transform**=**공간 주파수 트랜스폼** |
| gray level histogram = [0,L-1] 사이의 **명암값**(그레이 스케일 값) 각각이 영상에 몇 번 나타나는지 표시한 막대그래프  가로: 명암값(명암값 크다= 밝다 작아=어둡다  그래프 0에 치우칠수록 어두운 영상)  수직: 누적 화소 개수 값  이 히스토그램의 명암도로 영상의 특성 파악 가능  Color Histograms(RGB채널 각각 히스토그램 만들어서 화질 평가 | spatial frequency transform 공간 주파수 트랜스폼:  공간 주파수(**밝기가 순환하는 비율** )특징으로 평가  **Fourier transforms**이용=주파수영상으로 바꾸는 함수  Fourier transforms=  Spatial domain(주파수+명암도영상)=공간영역-> frequency domain(주파수만 있는 영상) 변환 해주는 함수  공간주파수 분석하려면 반드시 주파수영상으로 만들어 줘야함  frequency domain(=주파수 영상)  :원 영상의 공간 주파수 성분을 각각의 위치에서 화소의 밝기로 보여줌 |

|  |  |
| --- | --- |
| ① Image Enhancement (영상 개선) | 목적에 맞게 고치는 작업  영상의 명암 대비 개선, 첨예화(세밀하게), 평활화(뭉그러뜨려 블러링), 잡음 제거(노이즈) |
| ② Image Transforms (영상 변환) | 영상의 데이터를 다른 형태의 데이터로 변환  푸리에 변환(FT):주파수 영상으로 변환, 이산 코사인 변환(DCT=데이터 압축시 사용), 웨이블릿 변환(WT=특징 추출시 사용) |
| ③ Image Restoration (영상 복원) /영상 개선과 비슷 | 원 영상으로 복원 노이즈제거/기하학 복원, 광도 복원 |
| ④ Image Analysis (영상 분석) | 영상 분석해서 내가 원하는 부분 추출/ 경계선뽑기 |
| ⑤ Image Recognition (영상 인식) | 식별할 수 있는 클래스 또는 카테고리로 분류하는 것/글자 도형 인식 |
| ⑥ Image Compression (영상 압축) | 데이터를 저장,전송 위해 불필요 제거하는 작업  공간적 중복성과 시간적 중복성을 제거=기본 원리  무손실 기법(Error-free coding or lossless coding)=압축된 영상을 다시 복원가능  손실 기법(Lossy compression):우리눈에 잘 안보이는 데이터 날려 복원 X |

영상 처리=**계층적** 처리

저(기초적인 연산특징: 입.출력 모두 영상)->중(입: 영상 출 :추출된 속성, 영역 분할 해서 컴퓨터 처리를 위해 묘사하고 분류함(인식,식별))->고(인식된 객체분석해서 의미 찾아, 인지기능 수행)

Spatial domain=공간영역=공간 도메인=화소 기반의 프로세싱이 일어남=입력 값이 화소 값임(일반 영상)

frequency domain=주파수 영역=주파수 값으로 프로세싱이 일어남=입력갑은 주파수 값(주파수 영상)

**Image Enhancement(화질 개선) 종류들**-> ♣ Spatial Domain Method ♣ Frequency Domain Method 두가지

고대비로 변환/노이즈 제거/흔들림 제거(remove some forms of misfocus and motion blur )/

modify or correct image geometry비뚤거 제거/ combine multiple images여러 이미지 섞어서 개선

**Image Enhancement(화질 개선)==영상의 최소 단위인 화소의 Gray-level을 변환하는 데서 출발**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **♣ Spatial Domain Method의 Image Enhancement Method(화질 개선 기법)//공간 도메인 인걸 기억해** | | | |
| **공간 도메인 기법은 영상의 화소들에 직접 작용(주파수는 직접 화소 값 작용x 주파수로 변환한 값을 사용)**  **공간적 이웃 = 기준 픽셀 주위의 사각형** | | | |
| **Pixel Point Processing(화소 단위=기반 처리)**  = 이웃의 크기가 1 X 1(단일 화소)  각 하나의 화소의 밝기(=명암도 값= 그레이-레벨)을 변환한다 | | **Spatial Filtering= 공간 컨볼루션=** **Neighborhood Processing= Pixel Group Processing=공간 필터링**  하나의 화소의 주변의 여러 영역의 밝기(=명암도 값= 그레이-레벨)을 변환한다// 이웃의 크기가 3\*3/5\*5 등 주변 픽셀 사용  입력 영상의 한 화소와 그 주변 화소들을 입력으로 사용 | |
| **Intensity Transformations**  **= Gray level Transformation**  그레이 레벨 변환 사용 | **Histogram** Processing | **Low-Pass Filter (저주파 통과 필터 또는 고주파 차단 필터**)  **컨볼루션은 선형 연산** | **high-Pass Filter (고주파 통과 필터 또는 저주파 차단 필터**) |

혼동 행렬

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **공간도메인->Pixel Point Processing(화소 기반 처리)//화소 값 하나만 사용** | | | | | |
| **Intensity Transformations(명암도 변환) = Gray level Transformation**  Contrast(명암대비) : 영상내의 밝거나 어두운 명암값의 분포  저대비면 잘 안보여 고대비로 바꿔주자 | | | | **Histogram Processing**  가로:명암도 값/ 세로:누적 화소 개수 값  공간적인 정보를 반영하지는 못함  ♣ 정규 히스토그램 : 히스토그램의 모든 칸을 더하면 1.0이 되도록 변환한 히스토그램(모든 픽셀 값으로 나눠서) | |
| **Negative** | **Log** | **Power Law** | **선형 변환 등등** | Histogram Stretching  땡기기 | Histogram Equalization  평활화 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **공간도메인->Pixel Point Processing(화소 기반 처리)화소 값 하나만 사용** | | | |
| **Intensity Transformations(명암도 변환)= Gray level Transformation** | | | **Histogram Processing** |
| **Gray level Transformation 함수들** | | |
| **선형 변환** | 기울기 scale, y절편 shift인 **직선의** 방정식에 의해 변환(s = r \* scale + shift) | |
| **Negative=역변환=반전 변환** | 대칭이 되는 값 s = (L-1)-r | |
| **Log** | log(0)은 음수, log(1)은 0 픽셀 값은 음수x 0부터 시작  s = clog(1+|r|) 여기서 r≥0  그레이 레벨의 최대 값을 초과하는 값을 허용범위 내로 **압축** | |
| **Power Law= 거듭 제곱 변환** | **지수 변환, 감마(=멱함수의 지수)사용(**s = c(r)^감마)  **감마조절=** 출력 영상의 밝기 정도를 조절(모니터 출력영상이 실제보다 약간 어둡게 나와서 로그 함수로 좀더 밝혀준다)  모니터의 출력 밝기 L =V^2.5// 전압= V  **지수가 1보다 크므로 어둡게 출력됨**  모니터에 출력 되기 전에 입력 밝기값을 조절 해 출력이 입력을 어느 정도 선형적으로 반영하도록 만듦.(이러한 과정이 감마 조절)  **출력=감마^0.4 =>이렇게 하면 위 지수가 1이 되니까**  𝛾 = 1 그대로/ 1크면 역로그(inverse log)어두워져/ 𝛾 = 0,1사이면 밝아져, 로그 | |
| **Piecewise-Linear Transformation** | **여러 직선의 방정식 사용** | |
| **Gray level Slicing** | Double Binary Contrast Enhancement - 영상의 특정 범위의 밝기를 강조    경계값이 두개라 범위가 생겨서 특정 범위(튀어나온데)를 **강조** | |
| **Bit Plane Slicing** | 각 **비트의** 값들이 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위해 각각의 비트들로만 이루어진 영상  레벨을 낮춰 2 level, 4 level, 8 leveldudtkd 만들 수 있음  처리 속도가 빠른 영상 처리 | |
| **Arithmetic Operation**  **산술 연산**  명암 대비(contrast) = 상이한 두 가지 색(밝기)이 경계에서 서로 영향을 미쳐 그 차이가 강조되어 나타나는 현상  **차이가 안나면 저대비 차이가크면 고대비**  **이 명암대비 하기 위해 산술 사용**  **영상합성에도 산술 사용** | **덧셈** (화소값 + Constant):두 영상의 정보를 결합하는데 사용 • 영상 전체의 명암값 증가밝아짐  **뺄셈** (화소값 - Constant) • 영상의 밝기 변화 효과, 영상 내 물체의 **움직임을 식별(달라진 점,차이 찾기)**, 배경 제거나 조명 균일화 • 영상 전체의 명암값 감소 ◊ 어두워짐  **곱셈** (화소값 \* C) : 대비 증가 , 뚜렷해짐 • 영상을 선명하게 부각, 영상의 일부를 차폐하는 용도로 사용 • 예) 화소값 : 10, 2 (화소값의 차이: 8) 10\*5, 2\*5 -> 50,10 (화소값의 차이: 40)  **나눗셈** (화소값/C) : 대비 감소 희미해짐  • 영상의 선명도를 낮추는 역할, 움직임을 찾아내거나 조명의 비균일성을 바로잡는데 사용 | |
| 비트 범위 초과문제: | |
| **클래핑:** **음수는 0으로 설정하고, 255보다 큰 값은 255로 설정**  최소값보다 작으면 그 결과 값을 최소값으로, 최대값보다 크면 결과 값을 최대값 | **랩핑:** **음수는 0으로, 255보다 큰 결과 값 256은 0으로, 257은 1로 설정한 후 주기를 계속 반복**  최소값보다 작으면 그 결과 값을 최소값으로, 최대값보다 크면 최소값부터 최대값까지를 한 주기로 해서 이를 반복하는 기법 |
| **Logic Operation 논리연산**  **이진** 영상에만 적용 가능 | **AND** 하나라도 0있으면 0(검은색) -**흰색** 부분만 남아  **OR** 하나라도 1있으면 1(흰색)-**검은색** 부분만 남아  NOT 처음 입력영상 반점  NAND, NOR, XOR | |

|  |  |
| --- | --- |
| **Binary Contrast Enhancement 이진화**: 일정 문턱값(threshold) 이하는 0 (검은색)으로, 그 이상의 값은 255 (흰색)로 변환하여 이진 영상/저대비 영상에 자주 사용// 임계값(threshold)이라함다 | |
| **전역이진화(임계값이 하나)= (global thresholding)** | **지역이진화= 적응적인 이진화(adaptive thresholding**  **포인트 프로세싱(화소 단위=기반 처리)아니야** |
| 하나의 임계값이 영상 전체 화소에 동일하게 적용  문턱값(threshold) 이하는 0 (검은색)으로, 그 이상의 값은 255 (흰색)로 변환 | 서로 다른 임계값 적용(임계값 여러 개)  각각의 화소마다 이웃을 고려하여 개별적으로 임계값을 고려하여 적용  1.b x b 크기의 블록설정(b홀수임)  2. 블록에 대한 가중 평균(weighted average)을 구함  . -가중평균 구하는 법 두가지  -블록 안 모든 픽셀 값/픽셀개수  -블록안의 가우시안 평균 사용(중심에 가까울수록 가중치 증가)  3. 평균값에서 상수 파라메터 값 param1을 빼면 Threshold값 |
| Otsu 알고리즘->자동으로 최적 임계값 계산 | |

|  |  |
| --- | --- |
| 화소의 연결성 / 연결요소(connected component) : 서로 연결된 화소의 집합 connectedComponentsWithStats | |
| **범람 채움**(flood fill) 알고리즘 사용: 새로운 연결요소가 시작되는 **씨앗** 화소에 연결된 화소를 **재귀** 함수로 찾아 같은 번호 부여 ,더 이상 씨앗 화소가 없을 때까지 같은 과정 반복 | |
| 4-연결성 connectivity | 8-연결성 connectivity |
| 숫자종류 4개-4레벨 | 숫자종류 2개-2레벨 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **공간도메인->Pixel Point Processing(화소 기반 처리)//화소 값 하나만 사용** | | | |
| **Intensity Transformations(명암도 변환) = Gray level Transformation** | **Histogram Processing**  가로:명암도 값/ 세로:누적 화소 개수 값  영상 내 특정 명암도를 갖는 화소의 발생 빈도를 나타내는 수의 집합  공간적인 정보를 반영하지는 못함  히스토그램 몰려 있으면 저대비 같은 색상이 많아 구분 어려우니까  **♣ 정규 히스토그램 : 히스토그램의 모든 칸을 더하면 1.0이 되도록 변환한 히스토그램(모든 픽셀 값으로 나눠서)** | | |
|  | **등간격-빈의 개수는 가로축 눈금 개수** | | **비등간격** |
|  | dims = 1, uniform = true  int histSize[] = {4}; // 히스토그램 빈의 갯수 float valueRange[] = {0,8} // 범위, 0은 포함 8은 포함하지 않음 | | dims = 1, uniform = false  int histSize[] = {4}; // 히스토그램 빈의 갯수 float valueRange[] = {0, 1, 4, 5, 8} |
| Histogram Calculation in OpenCV | 등간격 2채널 dims = 2, uniform = true  빈 개수 2차원 그래프 안그려 지니까  빈 범위가 2개 주어짐 histSize=(4,4)  배열 안의 값 2개씩 묶어서 2차원 배열로 계산 | |  |
| **Histogram Stretching**  **땡기기** | | | **Histogram Equalization**  **평활화: 문질러서 번지게 한 효과** 분별력필요 |
| **히스토그램 개선이 필요한 영상 : 낮은 명암 대비 가짐, 너무 어둡거나 밝은 영상=히스토그램 치우쳐진 경우** | | | |
| 치우친 histogram 개선  히스토그램이 모든 범위의 화소값을 포함하도록 영상을 확장 | | | 빈약한 histogram 분포를 가진 영상을 균등한 분포 |
| **기본 명암대비 스트레칭** | | **Ends-in 탐색** | **그레이 레벨 값을 바꾼후 해당화소값으로 저장** |
| 새로운 명암 값 = 255 \* (old\_pixel –low ) / (high –low)  기존 명암도 영상에서 최저값 찾음  ♣ 기존 명암도 영상에서 최고값 찾음  ♣ 명암대비 stretching 공식 적용 | | 임계값 low와 임계값 high 를 원하는 대로 설정한 후 다음 식을 적용  Histogram 의 특정 부분에 화소들이 **치우친** 영상을 보정하는데 유용 | 정구화 누적값=총 픽셀값  최대 화소값=히스토그램에서 가장 많은 개수 가진 그레이 레벨 값  **새 그레이 레벨 값(가로값)=세로값\*명암도 최대값(255같은거)/총 화소수**  **위 값을 원래 있던 픽셀에 저장**  분별력을 필요 더 나빠지는 경우 있음 |

|  |  |
| --- | --- |
| 컬러 모델 | |
| ♣ RGB 컬러 모델(RGB color model  시스템이나 하드웨어에서 사용을 위한 모델 | Additive model=  3가지 원색을(검정 바탕에) 적절히 더해 표현하는 방식  fffffff :하양 (200,200,200) : 밝은 회색, 3개 동일하면 명암도 값  예로 (100,100,100) 같은거 도 명암도 값  명암도 영상으로의 변환 ->각 R,G,B 값 중 한가지만 사용 or 여러방식으로 변환 예) 1/3(Red + Green + Blue ) |
| ♣ CMY 컬러 모델(CMY color model)  시스템이나 하드웨어에서 사용을 위한 모델 |  |
| ♣ **HSV** 컬러 모델(HSV color model)  공식 존재  색입체  **역투영**  **컬러 영상 채널 컨볼루션에 이용** | 인간이 색깔을 인식하는 세가지 요인인 Hue , Saturation, Intensity 를 컬러 공간으로 옮겨 놓은 것  색상(Hue) 순수색(pure color) /원통 모양의 주변  채도(Saturation): white 와 pure color와의 혼합비율(0~100%)/중심부터 거리  명도(Value 또는 Intensity): 색의 밝고 어두운 정도, 즉 색의 명암  하단 꼭지점에서 최상부까지의 거리 |
| ♣ YCbCr 컬러 모델(YCbCr color model) | Y - 휘도 성분, Cb Cr - 색차 성분  명도는 Y, 푸른색 정보를 Cr, 붉은색 정보를 Cb로 기호화  인간눈이 명도 에 민감한 걸 이용  푸른색 정보를 Cr, 붉은색 정보를 Cb로 기호화 축양해서 **압축** |

**역투영- HSV 컬러 모델사용**

**히스토그램 : Hue와 Saturation의 2차원 히스토그램 사용** -왜: 명암만 사용하면 피부에 해당하는 영역을 구별하기 어려워서

원래 영상을 색과 채도로 히스토그램 만들어서 어떤 색이 가장 많은 지 본다

이 가장 많은 색(k)이 새 이미지에 얼마나 있는지 찾아본다

새 이미지에 k색이 많을수록 얼굴영역이다(신뢰도값)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **♣ Spatial Domain Method의 Image Enhancement Method(화질 개선 기법)//공간 도메인 인걸 기억해** | | | |
| **공간 도메인 기법은 영상의 화소들에 직접 작용(주파수는 직접 화소 값 작용x 주파수로 변환한 값을 사용)**  **공간적 이웃 = 기준 픽셀 주위의 사각형** | | | |
| **Pixel Point Processing(화소 단위=기반 처리)** | | **Spatial Filtering= 공간 컨볼루션=** **Neighborhood Processing= Pixel Group Processing=공간 필터링**  하나의 화소의 주변의 여러 영역의 밝기(=명암도 값= 그레이-레벨)을 변환한다// 이웃의 크기가 3\*3/5\*5 등 주변 픽셀 사용  입력 영상의 한 화소와 그 주변 화소들을 입력으로 사용  **상관(correlation):** **매칭하여 물체를 구분할경우**  ** 윈도우 u 와 입력 영상 f 가 얼마나 비슷한지 측정해 주는 연산**  ** 대표적인 영역 연산**  ** 물체의 크기나 회전 변환이 없다고 가정하고 사용**  ** 컨볼루션(convolution)**  ** 윈도우를 뒤집은 후 상관 적용**  ** 임펄스 함수에 그대로 반응:** **임펄스 반응이라는 성질 사용하는 신호처리 분야에 사용**  **윈도우가 대칭인 경우라면 두 연산의 결과는 동일/윈도우 = 마스크, 템플릿, 필터** | |
| **Intensity Transformations**  **= Gray level Transformation** | **Histogram** Processing | **Low-Pass Filter (저주파 통과 필터 또는 고주파 차단 필터**)  =Smoothing Linear Filters  **컨볼루션은 선형 연산** | **high-Pass Filter (고주파 통과 필터 또는 저주파 차단 필터**)  **컨볼루션은 선형 연산** |
|  |  | **잡음을 없애거나 흐릿한 영상**  **평활화 또는 블러링(blurring)**  **모든 계수가 양수이고 전체 합이 1인 마스크**  **Blurring 마스크: 마스크의 계수는 평균을 구하는 데 사용되므로 모두 값이 같음.**  **Mean Filter:** **모든 마스크의 값이 1,** **마스크의 크기가 클 수록 더욱 부드러운 영상 생성(마스크 크기 클수록 효과 큼)**  **Weighted Mean Filter: 중앙에 가중치**  가우시안 분포 필터: 평균은 0으로 하고 표준편차가 분포의 폭 결정  표준 편차 클수록 폭 증가 ,효과 증가,저주파 더 많이 통과  마스크 개수=6\*표준편차 보다 큰 홀수  마스크 크기가 너무 크면 시간 과다 적으면 오차 발생  표준편차 σ가 클수록 더 큰 스무딩 효과  **작은 객체의 명암도는 배경과 혼합되고, 큰 객체는 쉽게 검출할 수 있도록 관심의 대상인 객체의 대체적인 표현을 얻을 목적으로 영상을 흐리게 함** | **첨예화 또는 샤프닝(sharpening)**  **마스크 계수의 합은 0**  **저주파 영역은 0(검은색)**  **마스크가:중앙 큰 양수 값과 주위의 작은 음수 값으로 되어 경계선을 더욱 두드러지게 함**  **샤프닝 필터 따로 구할 수 있어** |

가우시안 분포 함수의 특성

 폭은 표준편차 σ가 파라메터

• 표준편차 σ 시그마가 클수록 더 큰 스무딩 효과를 가진다.

 가우시안 분포 함수는 단일 돌출(Single peak) 부분은 평균부분

• 중앙에 위치한 화소와 먼 거리에 있는 이웃 화소값들을 가중치로 감소시켜, 가중한 이웃의 평균값으로 대치 하는 특징

 2차원 가우시안 분포 함수는 순환대칭(rotationally symmetric) 특징=양쪽 대칭

• 마스크로 회선한 smoothing 한 결과는 방향이 같다.

 가우시안 분포 함수의 퓨리에 변환(주파수영상)은 빈번한 스펙트럼상에 단일 돌출 부분을 가진다.

• 가우시안 퓨리에 변환 자체가 가우시안 분포이다./• 공간 및 주파수 영역에 가우시안 분포 함수 적용 가능

|  |
| --- |
| compareHist 함수 |
| **compareHist**:히스토그램을 비교해 얼마나 유사한지 를 측정하는 함수이다.  Viod cv:: compareHist(inputArray H1, outputArray H2, int method);  의 형태로 2개의 히스토그램 H1,H2가 서로 얼마나 잘 일치하는지 나타내는 숫자 파라미터(d(H1,H2))를 반환한다.  이때 OpenCV는 일치하는 항목을 계산하기 위해 4가지 method을 제공한다. 다음은 4가지 method의 이론적인 식이다.  **Correlation ( CV\_COMP\_CORREL )**  d(H_1,H_2) =  \frac{\sum_I (H_1(I) - \bar{H_1}) (H_2(I) - \bar{H_2})}{\sqrt{\sum_I(H_1(I) - \bar{H_1})^2 \sum_I(H_2(I) - \bar{H_2})^2}}  where  \bar{H_k} =  \frac{1}{N} \sum _J H_k(J)  and N은 히스토그램 빈의 갯수이다.  **Chi-Square ( CV\_COMP\_CHISQR )**  d(H_1,H_2) =  \sum _I  \frac{\left(H_1(I)-H_2(I)\right)^2}{H_1(I)}  **Intersection ( method=CV\_COMP\_INTERSECT )**  d(H_1,H_2) =  \sum _I  \min (H_1(I), H_2(I))  **Bhattacharyya distance ( CV\_COMP\_BHATTACHARYYA )**  d(H_1,H_2) =  \sqrt{1 - \frac{1}{\sqrt{\bar{H_1} \bar{H_2} N^2}} \sum_I \sqrt{H_1(I) \cdot H_2(I)}}  **CV\_COMP\_CORREL**: 두 히스토그램 간의 상관 관계를 계산한다. 절대값이 크면 유사하다 **CV\_COMP\_CHISQR**: 카이-제곱 거리를 히스토그램에 적용한다.  값이 작으면 유사하다, 완벽 일치하면 0이고 불일치시 값이 커진다.  **CV\_COMP\_INTERSECT**: 두 히스토그램 사이의 교차점을 계산한다.  값이 크면 유사하다, 유사할수록 높고 다를 수록 낮다, 만약 두 히스토그램이 1로 정규화 되어 있다면 완벽 일치하면 1 완전 불일치하면 0이다 **CV\_COMP\_BHATTACHARYYA**: Bhattacharyya 거리. 두 히스토그램 사이의 "오버랩"을 측정하는 데 사용한다.  값이 작으면 유사하다, 완벽하게 일치하면 0 완벽한 불일치시 1이다.    **자주 사용하는 경우**: 영상 검색할 시 유용하다. 가진 영상과 유사한 영상을 검색할 때 자주 쓰인다. |
| 실험결과 |
| **CV\_COMP\_CORREL값이 1이므로 두 사진은 완벽히 일치한다**  **CV\_COMP\_**CHISQR 값이 0이므로 완벽히 일치한다.  **CV\_COMP\_INTERSECT 값이 1이므로 두 사진은 완벽히 일치한다. CV\_COMP\_**BHATTACHARYYA 값이 0이므로 완벽히 일치한다. |

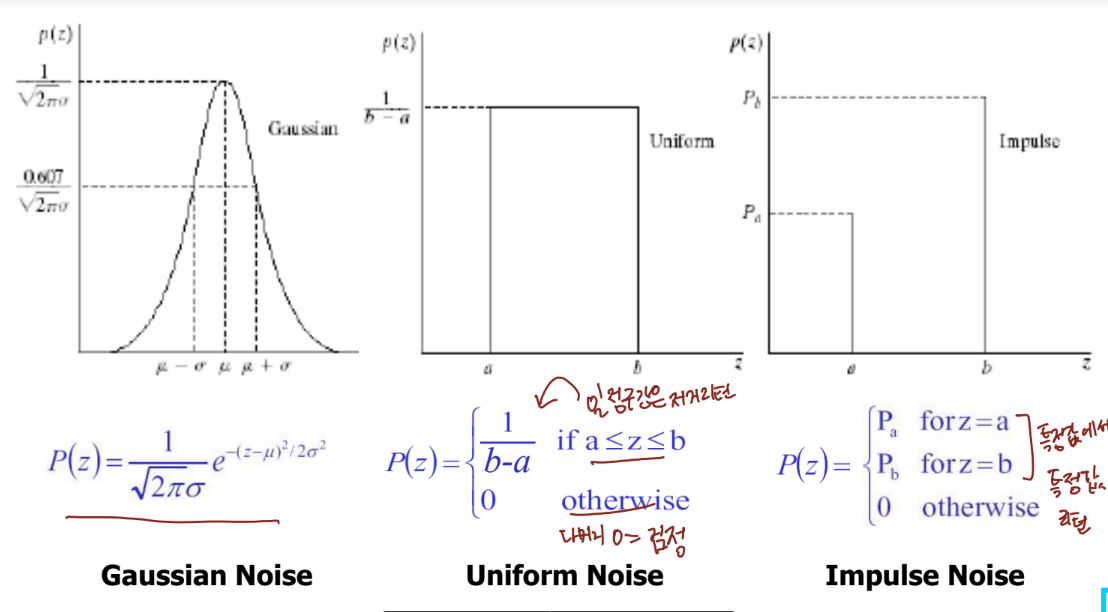
**잡음**(Noise)

 수신기·증폭기 등에서 내부나 외부로부터 출력 중에 혼입되는 입력신호 성분 이외의 모든 전기신호

왜 잡음을 생성해 보는가?

 인위적인 잡음을 영상에 첨가하여 잡음제거 알고리즘의 **성능** 확인

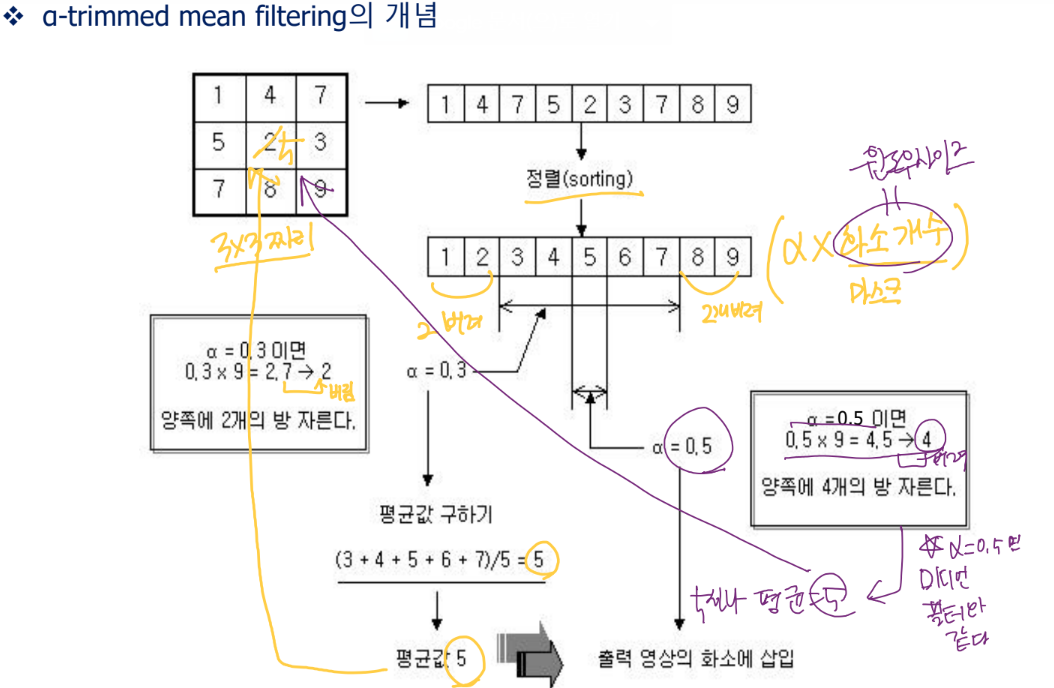
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Noise Probability Density Function 노이즈 확률밀도 함수** | | |
| **Gaussian Noise** | **Uniform Noise** | **Impulse Noise= 솔트엔 페퍼 노이즈** |
| 가우시안 분포로 노이즈 생성 | 일정 구간은 리턴 값이 있고 나머지는 0(검정) | 특정 값(구간아님)두개에는 리턴 값있고 나머지는 검정(0) |



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **잡음제거** 마스크=홀수 (🡪 방향으로 경계선 보존 정도 증가)// **가우시안 필터만 컨볼루션,선형변환 사용** | | | |
| **가우시안 필터**  **(평균,표준편차)** | **α-trimmed Mean Filter**  **(알파값,버리기)** | **Median Filter(중간값)** | **Hybrid Median Filter( 대각선)** |
| 선형필터 /컨볼루션사용 |  미디언 + 평균 필터링   α의 값에 따라 미디언 필터 또는 평균 필터로 동작  α=0.5이면 미디언,  α=0.0 ~ 0.4이면 평균  1 마스크 안 오름차순 정렬해서  2 알파\*마스크 화소 개수(버림)==k(버리는 게 중요 )  3, k 만큼 오름차순 정렬한 배열의 양쪽 제거.  4, α=0.5이면 미디언, α=0.0 ~ 0.4이면 평균으로 작동 | **Impulse Noise= 솔트엔 페퍼 노이즈 에 큰 효과**  **선형필터 아님/컨볼루션 사용 안함**  **필터 안의 값을 정렬해서 중앙값 찾은 후 리턴**  가우시안에 비해 에지 보존 효과 뛰어남  , 마스크 형태는 여러 개임  마스크 형태가 필터링에 영향/마스크 크기 크면 정렬 알고리즘 시간 과다    계속 반복하면 블러링-최대한 적게 수행  medianBlur() | 잡음제거, 경계선 보존에 중점을두고 **Median Filter 개선**  **선형필터 아님/컨볼루션 사용 안함**  1 영상에서 홀수X홀수 영상의 마스크 추출  2 추출한 마스크에서 대각선과 역 대각선 그룹을 얻는다.  3 대각선에서 중간값 선택  역 대각선에서 중간값 선택  4 원래 리턴영역에 있는 값, 역대각선 중심값. 대각선 중심값. 정렬 3개중  5 정렬해서 나온 중간값을 리턴 |

**경계선 보존이 가능한 순서,잡음제거 기능도 더 좋다**

**Hybrid Median Filter >Median Filter>가우시안 필터**



|  |  |
| --- | --- |
| **컬러 영상의 컨볼루션 처리** | |
| **독립 채널별 컨볼루션 수행** | **HSI 컬러 모델로 변경한 뒤 컨볼루션을 처리** |
| **R, G, B 채널로 분리하여 채널별로 각각 회선을 수행한 뒤 다시 조합**  **RGB 컬러 영상은 채널 3개를 조합해서 색을 표현하므로 회선 과정에서 아주 작은 오류만 발생해도 조합**  **된 회선에서 정확한 결과를 만들지 못함.** | 1. **RGB-> HIS** 2. **명도(I) 부분만 회선 처리(=컨볼루션 처리)** 3. **HIS-> RGB**   **RGB 컬러 영상을 우선으로 해서 HSI 컬러 모델로 변환하여 색상(H), 명도(I), 채도(S) 성분을 얻음**  ** 밝기 성분인 명도(I) 부분만 회선 처리를 수행하고 나머지 두 성분은 수행하지 않음. 마지막으로 HSI는**  **다시 RGB 컬러 영상으로 변환됨.**  ** 색상(H)에서 회선 처리를 하지 않아 원 영상의 색상 부분이 그대로 보존되므로 독립 채널별로 회선을 처리하는 방법보다 더 정확** |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **♣ Spatial Domain Method의 Image Enhancement Method(화질 개선 기법)//공간 도메인 인걸 기억해** | | | | | | |
| **공간 도메인 기법은 영상의 화소들에 직접 작용(주파수는 직접 화소 값 작용x 주파수로 변환한 값을 사용)**  **공간적 이웃 = 기준 픽셀 주위의 사각형** | | | | | | |
| **Pixel Point Processing(화소 단위=기반 처리)**  = 이웃의 크기가 1 X 1(단일 화소)  각 하나의 화소의 밝기(=명암도 값= 그레이-레벨)을 변환한다 | | **Spatial Filtering= 공간 컨볼루션=** **Neighborhood Processing= Pixel Group Processing=공간 필터링**  하나의 화소의 주변의 여러 영역의 밝기(=명암도 값= 그레이-레벨)을 변환한다// 이웃의 크기가 3\*3/5\*5 등 주변 픽셀 사용  입력 영상의 한 화소와 그 주변 화소들을 입력으로 사용 | | | | |
| **Intensity Transformations**  **= Gray level Transformation**  그레이 레벨 변환 사용 | **Histogram** Processing | **Low-Pass Filter (저주파 통과 필터 또는 고주파 차단 필터**)  **컨볼루션은 선형 연산** | | | **high-Pass Filter (고주파 통과 필터 또는 저주파 차단 필터**) | |
| **high-Pass Filter (고주파 통과 필터 또는 저주파 차단 필터**)  **고주파만 통과 (급하게 변하는 곳)**  마스크 계수의 합이 0으로 서서히 변하는 밝기 영역에서 마스크 응답을 0 미분==차(  잡음 향상 완만하게 변하는 곳 강조안함 | | | | | | | |
| edge(에지) 검출: 정보유지  • 1차 미분 연산자 :  First Derivatives for Enhancement - The Gradient  • 2차 미분 연산자 :  Second Derivatives for Enhancement – The Laplacian  • 영교차 이론(Zero Crossing Theory) • LOG(Laplacian of Gaussian) • Canny Edge Detector | | | 선명화 | Point | | Line | |

edge(에지) 검출: 정보유지/메모리 차지 적음/처리에 훨씬 적합 장점

edge(거짓 부정 있는 에지 없에), 거짓 edge(거짓 긍정 없는 에지 만들어)단점

변화량이 큰 곳을 미분을 이용해 에지로 검출.

step edge와 ramp edge ♣ 자연 영상에서는 주로 ramp edge가 나타남

미분은 잡음을 증폭/ 잡음의 값 뿐 아니라 잡음의 폭도 넓어짐.

• 1차 미분 연산자 : 두;에서 현재 빼서 현재에 저장 봉우리 Sobel

First Derivatives for Enhancement - The Gradient

• 2차 미분 연산자 : 영교차 그레디언트 벡터 편미분 1보다 더 세밀 노이즈에 취얏그래서 가우시안 스무딩

Second Derivatives for Enhancement – The Laplacian

잡음 때문에 스무딩 필요

• 영교차 이론(Zero Crossing Theory) • LOG(Laplacian of Gaussian) • Canny Edge Detector

\* edge 연산자

 - 마스크의 크기를 정방형으로 확장, 스무딩 효과 탑재 잡음에 대처

 - 로버츠 : 대칭 아님 / 크기가 작아 잘 사용하지 않음

 - 프레윗 : x 방향 미분값 계산하는데 위아래 행도 같이 고려(스무딩)

 - 소벨 : 가까운 화소에 더 큰 가중치 설정

7. edge 강도와 edge 방향

\* 그레디언트

\* edge 강도 : 화소가 edge일 가능성 또는 신뢰도

루트 𝑑𝑥^ 2 + 𝑑𝑦 2=| 𝑑𝑥 |+| 𝑑y|

\* edge 방향 : 그레디언트 방향에 수직

8. Sobel Operator

9. Edge magnitude = edge 강도

 - 계산의 단순화를 위하여 근사값 사용

10. Zero-Crossing Theory

\* 1차 미분 에지 연산자 : 60-70년대 초반 : 주로 Sobel 사용

\* 2차 미분 연산자 등장

 - 80년 : 다중 스케일 에지 검출 알고리즘

 - 2차 미분 사용 : 미분 적용 전에 가우시안으로 우선 스무딩

11. 가우시안과 다중 스케일 효과

\* 가우시안 사용 이유

 - 잡음에 대한 대처 : 미분은 잡음을 증폭, 스무딩 적용이 중요

 - 미분에 의한 잡음 증폭

 > 솔트페퍼 잡음 : 잡음의 값뿐만 아니라 잡음의 폭도 넓어짐

 - 를 조절한 다중 스케일(multi-scale) 효과

 - 에지의 세밀함 조절 가능 == 을 통한 스무딩 정도 조절

 > 을 크게 하면 영상 디테일 사라져 큰 물체의 에지만 추출

 > 을 작게 하면 물체의 디테일 해당하는 에지까지 추출

12. LOG(Laplacian of Gaussian)

\* Marr-Hildreth의 edge 검출 알고리즘

 - 2차 미분에서 영교차 검출

 >  시그마 크기의 가우시안으로 입력 영상 f를 스무딩

 > 결과 영상에 라플라시안 연산자 적용, 2차 미분 연산

 > 결과 영상에서 영교차를 찾아 에지로 설정, 나머지는 비에지로 설정

\* The Laplacian(2행):라플라시안 x에 대해 편비문 두번+ y에대해 편미분 두번

 - linear filter

\* LOG 필터 설계

 - 입력 영상에 가우시안 G를 적용, 결과에 라플라시안 다시 적용

 > 두 단계의 비효율성 : 계산 시간 과다, 이산화에 따른 오류 누적

\* LOG 필터를 이용한 한 단계 처리 (영상\*가우시안)\*라플라시안//\*컨볼루션=>(영상\*)가우시안+라플라시안//\*컨볼루션

 - 가우시안에 라플라시안 취한 후 입력영상과 컨볼루션

 - 잡음을 줄이는 데는 가우시안(시그마 크면 폭넓고 납작 효과커져), 에지 강조에는 라플라시안

\* LOG 필터의 특성

 - 함수 자체에도 영교차가 나타남

 - 방향과 무관한 등방성 성질

 > 등고선을 그려보면 중앙점을 중심으로 동심원이 형성됨

 > 사람의 시각도 비슷한 성질을 가짐이 증명됨

 > gradient를 사용한 edge 연산자보다 사람 시각에 더 가까움

\* 영교차 검출(2행)

 - 여덟 개의 이웃 중에 마주보는 동-서, 남-북, 북동-남서, 북서-남동의 화소 쌍 네 개 조사(총 8개). 그들 중 두 개 이상이 서로 다른 부호를 가지면 에지후보

 - 부호가 다른 쌍의 값 차이가 임계값을 넘음

\* Marr-Hildreth edge 검출 알고리즘 사용

표준편차 크기의 log필터를 영상에 적용

결과에서 영교차를 찾아 에지로 설정 나머지 비에지

13. Canny Edge 연산자

 - 에지 검출을 최적화 문제로 해결

 - 좋은 에지 알고리즘의 3가지 기준에 부합하는 목적함수 만듦

 - 이 함수를 최적화하는 연산자 설계

3가지 기준->

 > 최소 오류율 : 거짓 긍정과 거짓 부정이 최소여야 함

      없는 에지 생성, 에지를 찾지 못하는 경우를 최소화

 > 위치 정확도 : 실제 에지의 위치와 가급적 가까워야함

 > 에지 두께 : 실제 에지에 해당하는 곳에는 한 두께의 에지만 생성

\* 포괄적인 Canny Edge 검출 알고리즘 단계

 - 입력 영상  표준편차 크기의 가우시안 스무딩 적용

 - 결과 영상에 소벨 연산자(2차 미분아닌 1차미분사용) 적용, 에지 강도와 에지 방향 맵 생성

 - 비최대 억제를 적용해서 얇은 두께 에지 맵 생성

 - 이력 임계값을 적용, 거짓 긍정 제거

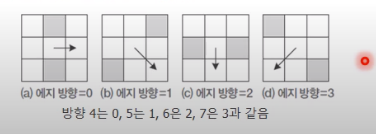
\* 비최대 억제//두께를 얇게 하기 위해

 - 특정 화소에 대해 자신의 두 이웃 화소보다 에지 강도가 크면 에지

   그렇지 않으면 억제(에지가 아닌 것으로 결정)

 - 비최대 억제를 위한 에지 방향 별 두 이웃 화소

 - 지역최대점만 에지로 검출, 얇은 두께의 에지 영상 생성



\* 거짓 긍정을 줄이는 방법

 - 거짓 긍정 : 실제로는 에지가 아닌데 에지로 판정된 경우

 - 없애는 방법

 > 임계값 T 설정 에지 화소 p의 에지 강도 S(p) < T면  해당 화소를 거짓 긍정으로 보고 제거

 - 길항(tradeoff) 작용 발생- > T가 높을수록 거짓 긍정 제거 잘 됨

\* 발전! 이력 임계값(hysteresis thresholding)을 이용한 거짓 긍정 제거

 - 2개의 임계값 와  high/low사용

 - 에지 추적은 high 를 넘는 화소에서 시작, 추적 도중엔 low 적용

 > 신뢰도가 높은 화소만 에지 추적 시작 권리를 가짐

 > 시작 화소가 정해지면 를 넘는 화소를 대상으로 에지 추적

(이웃 화소가 추적 이력 존재 시 자신은 신뢰도가 낮아도 에지로 간주)

 > 를 의 2-3배 할 것

14. Laplacian을 이용한 영상의 선명화

\* Laplacian을 이용한 영상 향상 : 선명화 처리

15. Unsharping masking & High-boost filtering

\* Unsharping masking

 - 비선명마스크 처리에 의해 선명화된 영상

  (원 영상) + [(원 영상) - (저주파 통과 필터링 결과 영상)]

\* High-boost filtering

 - 영상의 세부 정보를 강조, 낮은 공간 주파수 성분 손실

 - 고역증대필터는 저주파 영역에서 손실한 양에 해당하는 일정량의 이득을 주어 저주파 성분의 손실을 어느 정도 보상받을 수 있음

 - 원리 : 원본 영상의 밝기를 증가, 저주파 영상을 빼는 방식

 - 고역증대필터에 의해 선명화 된 영상

  (원 영상) + [A(원 영상) - (저주파 통과 필터링 결과 영상)]

\* Laplacian을 사용한 High-boost filtering

\* High-boost filtering 주요 응용분야

 - 입력 영상이 원하는 것보다 어두울 때

 - 증대 계수를 다양하게 변화시킴, 일반적으로 영상의 평균 명암도를 전반적으로 증가시킬 수 있음

\* Prewit 연산자

 filter2D(img, dst1, CV\_32F, mask1);

 magnitude(dst1, dst2, dst);

 convertScaleAbs(dst1, dst1);

 differental(img, dst, data1, data2);

 // 두 방향 회선, 크기(에지 강도) 계산

\* Sobel 연산자

 Sobel(img, dst3, CV\_32F, 1, 0, 3); // x방향 미분

 Sobel(img, dst3, CV\_32F, 0, 1, 3); // y방향 미분

\* Laplacian(img, dst3, CV\_16S, 1)

\* LOG & DOG

 double scale = (center \* 10 / ratio); // 마스크 계수 합 1 만들기

 Mat LoG\_mask = getLoGmask(size(9, 9), sigma);

 Mat dst\_DoG = dst3 – dst4; // 두 가우시안 블러링 차분

**형태기반 이제 화소기반 공간기반 아님**

Morphology: 영상의 형태(Shape)/ 물체 구조를 분석하고 처리하는 기법

우리가 관심을 가지지 않는 나머지 물체들은 노이즈 성분/불명확한 물체 영역을 명확하게 나타내줌

**모폴로디-이진(형태소라는 행렬과 연산(침식, 팽창 등)을 수행하여 출력 화소를 결정하는 것)**

형태소-구조요소=모양을 표현/흑점 : 형태소의 원점(문제에따라)

형태소와 연산에 따라 달라짐 결과가//전에는 연산 컨볼루션 한 개뿐

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 침식-AΘB 교집합 | | 팽창 합집합A⊕B | |
| { : B ⊆ A} 형태소와 모두 일치해야 흑점반환  (배경의 잡음은 제거 내부잡음은 확대)  교환 법칙 성립-순서 노상관  형태소의 크기가 크면 침식의 정도도 큼.  반복해서 적용하면 침식이 계속 일어나 객체를 완전하게 제거  물체의 크기는 줄어들고, 배경은 확대됨.  스파이크 잡음이 있을 때 이 잡음을 제거하거나 전체 영상에서 아주 작은 물체를 제거하는 데 응용  영상에서의 돌출부는 감소시키고, 내부 돌출부는 증가시켜서 서로 닿은 물체를 분리할 때도 유용 | | 하나만 곂쳐도 흑점반환  배경 잡음확대 내부잡음 메움  교환 법칙 결합 법칙성립  물체 내부의 돌출부는 감소하고 외부의 돌출부는 증가  물체의 크기를 확장하고 배경은 축소  물체 내부에 발생한 구멍과 같은 공간을 채우거나 짧게 끊어진 영역을 연결 | |
| 열림(침팬치 열나):물체 형태 크기보존 AοB (AΘB)⊕B  A οB = ∪{B : B ⊆ A}=제거연산 | | 닫힘 물체형태크기보존 A•B=(A⊕B)⊖B=채움연산 | |
| 외곽선 부드럽(안쪽으로돌아,마스크가 이동한 경계선 안쪽이 리턴)열림반복할수록 더 부드러워져  돌출과 연결부위 제거(돌출 ,배경잡음제거)  완전히 객체의 내부에 포개지는 모든 형태소의 이동을 조합  형태소보다 작은 크기의 밝은 객체 제거(안제거되는건 크기일정) 남기려는 거보다는 크게 형태소 해야함  A ⊂ (A◦B)⊂ (A◦C)(안쪽돌아) | | 외곽선 부드럽(바깥쪽으로돌아,마스크가 이동한 경계선 안쪽이 리턴)  오목하게 들어간 부분이나 작은 구멍을 채우기(홀 메워)  형태소보다 작은 크기의 어두운 객체 제거(안제거되는건 크기일정)  A ⊂ A•B⊂ (C•B)(바깥돌아) | |
| 열기와 닫힘은 침식 및 팽창처럼 반복 적용의 효과가 없음  (A◦B)◦B = (A◦B) / (A•B) •B = (A•B) | | | |
| **경계 추출** | | | |
| **내부 경계 ==원영상-침식** | **외부 경계 ==팽창-원영상** | | **형태학적 기울기 ==팽창 - 침식** |
| A-(A⊖B )  원영상안넘어가 원영상 경계보다 안쪽 | : (A⊕B)-A  원영상 경계와 비슷 | | 내부 경계+외부 경계 : (A⊕B)-(A⊖B ) |

**모폴로지**=**명암도 모폴로지 연산(화소 값이 더 많아 0/1이아니야)**

물체의 밝기와 배경의 밝기 간에 격차가 클 때 효과적(균일하지 않은 영역에서 효과적으로 동작)

사용되는 형태소 마스크의 특징은 모든 화소를 0~255까지의 범위로 변화(화소 값이 255에 가까운 값이 되도록 큰 효과)

|  |  |
| --- | --- |
| **침식 객체를 어둡게 축소** | **팽창 객체를 더 밝게 확대** |
| 입력 화소 밝기와 형태소 마스크 화소의 각 합  **중에 작은 값 선택**  균일한 영역에서는 입력 화소의 밝기와 같은 결과를 보임  균일하지 않은 영역에서 반복해서 적용하면 물체가 사라짐.  **솔트 삭제** | 입력 화소 밝기와 형태소 마스크 화소의 각 합 **중에**  **큰 값 선택**  **페퍼 삭제** |
| **열림 연산 솔트 삭제 어두워져** | **닫힘 연산 어두운거 페퍼 삭제 밝아쟈** |
| **객체 크기모양 그대로 유지 전체적인 밝기변화 크게 느낄 수 없어/반복사용 효과 없음** | |
| 모든 밝은 특징들의 밝기 감소: 형태소 크기에 대한 특징들의 상대적 크기에 따라 다름.  영상의 어두운 특징 및 배경은 상대적으로 영향을 받지 않음. | 어두운 특징 감소: 형태소 크기에 대한 특징들의 상대적 크기에 따라 다름.  밝은 디테일과 배경은 상대적으로 영향을 받지 않음 |

침식 연산 ◊ 배경을 강조

팽창 연산 ◊ 객체를 강조 =객체 형태 더 보존

열림 연산 ◊ 객체보다 배경을 강조 ♣ 배경 중심으로 처리할 때 사용

닫힘 연산 ◊ 배경보다 객체를 강조 ♣ 객체 중심으로 처리할 때 사용

=객체 형태 더 보존 정도 팽창<침식<열림<닫힘

**형태학적 스무딩**=스무딩효과=열림-닫힘=ASF=마스크 크기 클수록 효과 증가

**형태학적 기울기=**팽창-침식=경계선

특정 관심 물체를 추출

1. 열림 닫힘으로 영상으로 개체 제거(여기서 제거된게 추출할 물체가됨) 형태소는 개체보다 더 크게

2)|원영상 -열/닫| 해서 제거된 요소만 남게함

**Top-hat**백색 top-hat)**: 원영상-열림(어두워져)==개체의 어두운 부분 추출?**

**Bottom-hat**(흑색 top-hat):닫힘(밝아져)-원영상==개체의 밝은 부분 추출?

배경 색깔 균일하지 않을 때 보정함

1. 배경의 밝기영상을 추출: Top-hat 변환/추출할 개체보다 더 큰 형태서 사용-열림연산(추출할 개체제거)- **원영상-열림-추출할 개체만 남아**
2. **영상- 불균등한 배경=원영상이 균일한 배경 가짐**

Ostu이진화/반지름의 크기 40(쌀알보다 충분히 큰) 객체가 형태소보다 작아야 함

텍스춰 분할=세그멘테이션