CH. 7. 영상 처리의 기초

Section 01 관심영역

❑ 관심영역 지정

- 전체 이미지에서 연산과 분석의 대상이 되는 영역만을 지정하고 떼어내는 것을 관심영역 (Region Of Inrerest, ROI)을 지정한다고 한다.
- 관심영역을 지정하기 위해 OpenCV C++ API 에서는 별도의 관련 API를 제공하는데, Python API에는 이런 API가 없다.
- 그 이유는 NumPy 슬라이싱(slicing)을 이용하면 따로 API가 없어도 더 편하게 작업할 수 있기 때문이다.
- 전체 이미지가 img라는 변수에 있을 때, 관심있는 영역의 좌표가 x, y이고 영역의 폭이 w, 높이가 h라고 하면 이것을 이용하여 관심영역을 지정하는 코드는 다음과 같다.

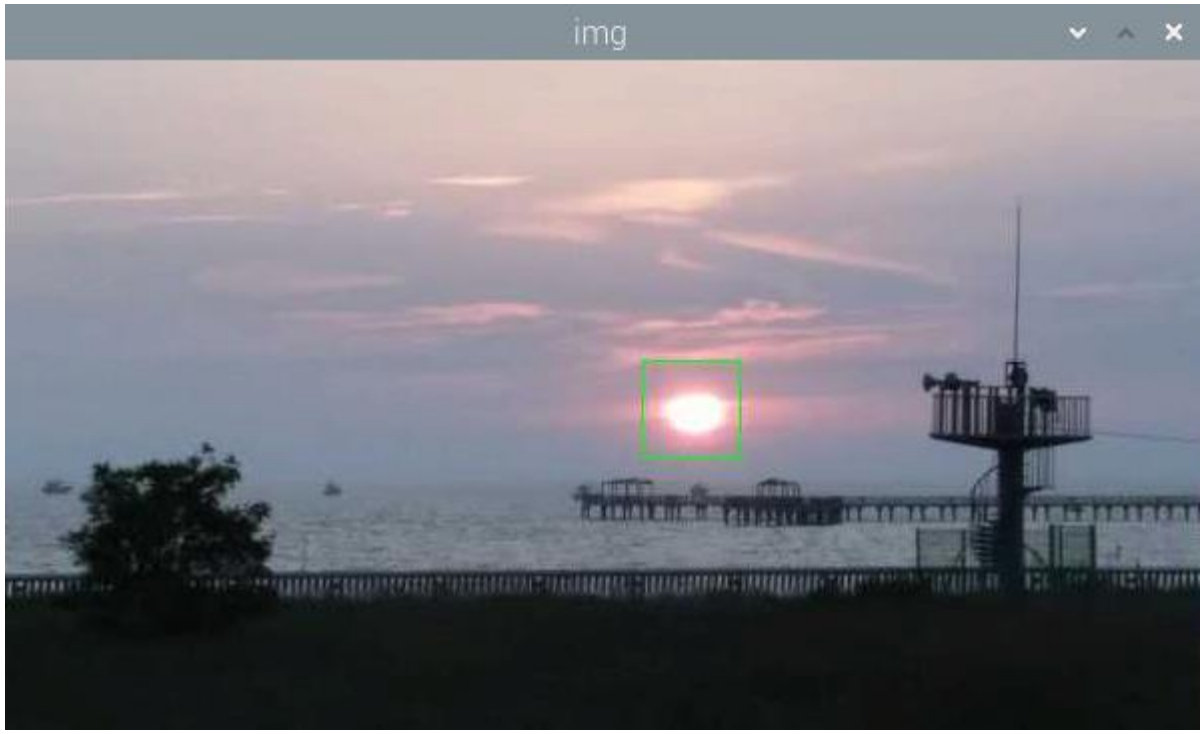
```
roi = img[y:y+h, x:x+w]
```

- 위의 코드는 img 의 y행에서부터 y+h 행까지, x열에서 x+w 열까지를 슬라이싱한 것이다.

Section 01 관심영역

❑ 관심영역 지정

- 다음 그림은 부두의 일몰인데, 일몰 중인 태양을 관심영역으로 지정하고 사각형으로 표시했다.



Section 01 관심영역

❑ 관심영역 지정

- **앞의 이미지에서 태양 영역의 시작 좌표는** x :320, y:150**이고, 태양 영역의 크기는** 50 x 50 **이다**.
- **앞의 이미지를 나타내는 코드는 다음과 같다**.

```
1  import cv2
2  import numpy as np
3
4  img = cv2.imread('./img/sunset.jpg')
5
6  x = 320; y = 150; w = 50; h = 50
7  roi = img[y:y+h, x:x+w]
8
```

Section 01 관심영역

❑ 관심영역 지정

- **앞의 이미지에서 태양 영역의 시작 좌표는** x :320, y:150**이고, 태양 영역의 크기는** 50 x 50 **이다.**
- **앞의 이미지를 나타내는 코드는 다음과 같다.**

```
9   print(roi.shape)

10  cv2.rectangle(roi, (0, 0), (h-1, w-1), (0, 255, 0))
11  cv2.imshow("img", img)
12
13  cv2.waitKey(0)
14  cv2.destroyAllWindows()
```

Section 01 관심영역

❑ 관심영역 지정

- 다음처럼 간단한 코드를 추가하면 지정한 관심영역을 원본 이미지에 추가해서 태양이 두 개로 보이게 하거나 지정한 관심영역만 새 창에 표시할 수 있다.

```
1  import cv2
2  import numpy as np
3
4  img = cv2.imread('./img/sunset.jpg')
5
6  x = 320; y = 150; w = 50; h = 50
7  roi = img[y:y+h, x:x+w]
8  img2 = roi.copy()
9
```

Section 01 관심영역

❑ 관심영역 지정

- 다음처럼 간단한 코드를 추가하면 지정한 관심영역을 원본 이미지에 추가해서 태양이 두 개로 보이게 하거나 지정한 관심영역만 새 창에 표시할 수 있다.

```
10  img[y:y+h, x+w:x+w+w] = roi
11  cv2.rectangle(roi, (x, y), (x+w+w, y+h), (0, 255, 0))
12
13  cv2.imshow("img", img)
14  cv2.imshow("roi", img2)
15
16  cv2.waitKey(0)
17  cv2.destroyAllWindows()
```

Section 01 관심영역

❑ 마우스로 관심영역 지정

- 다음 예제는 마우스 이벤트 처리를 적용해서 마우스로 관심영역을 지정하고 잘라낸 부분만 새 창에 표시하고 파일로 저장하는 예제이다.

```
1   import cv2
2   import numpy as np
3
4   isDragging = False
5   x0, y0, w, h = -1, -1, -1, -1
6   blue, red = (255, 0, 0), (0, 0, 255)
7
8   def onMouse(event, x, y, flags, param):
9       global isDragging, x0, y0, img
10      if event == cv2.EVENT_LBUTTONDOWN:
11          isDragging = True
12          x0 = x
13          y0 = y
14      elif event == cv2.EVENT_MOUSEMOVE:
15          if isDragging:
16              img_draw = img.copy()
17              cv2.rectangle(img_draw, (x0, y0), (x, y), blue, 2)
18              cv2.imshow('img', img_draw)
```

Section 01 관심영역

❑ 마우스로 관심영역 지정

- 다음 예제는 마우스 이벤트 처리를 적용해서 마우스로 관심영역을 지정하고 잘라낸 부분만 새 창에 표시하고 파일로 저장하는 예제이다.

```
19      elif event == cv2.EVENT_LBUTTONUP:
20          if isDragging:
21              isDragging = False
22              w = x – x0
23              h = y – y0
24              print(“x: %d, y: %d, w: %d, h: %d” %(x0, y0, w, h))
25              if w > 0 and h > 0:
26                  img_draw = img.copy()
27                  cv2.rectangle(img_draw, (x0, y0), (x, y), red, 2)
28                  cv2.imshow(‘img’, img_draw)
29                  roi = img[y0:y0+h, x0:x0+w]
30                  cv2.imshow(‘cropped’, roi)
31                  cv2.moveWindow(‘cropped’, 0, 0)
32                  print(“cropped.”)
33              else:
34                  cv2.imshow(‘img’, img)
35                  print(“좌측 상단에서 우측 하단으로 영역을 드래그하세요.”)
```

Section 01 관심영역

❑ 마우스로 관심영역 지정

- 다음 예제는 마우스 이벤트 처리를 적용해서 마우스로 관심영역을 지정하고 잘라낸 부분만 새 창에 표시하고 파일로 저장하는 예제이다.

```
36
37  img = cv2.read('./img/sunset.jpg')
38  cv2.imshow('img', img)
39  cv2.setMouseCallback('img', onMouse)
40  cv2.waitKey(0)
41  cv2.destroyAllWindows()
```

Section 01 관심영역

❑ 마우스로 관심영역 지정

- OpenCV 3는 **관심영역을 지정하기 위한 새로운 함수를 제공한다. 이 함수를 사용하면 마우스 이벤트 처리를 위한 코드 없이도 마우스로 간단히** ROI**를 지정할 수 있다.**
- `ret=cv2.selectROI([win_name,] img[, showCrossHair=True, fromCenter=False])`
  - win_name : ROI **선택을 진행할 창의 이름**, str
  - img : ROI **선택을 진행할 이미지**, NumPy ndarray
  - showCrossHair : **선택 영역 중심에 십자 모양 표시 여부**
  - fromCenter : **마우스 시작 지점을 영역의 중심으로 지정**
  - ret : **선택한 영역 좌표와 크기** (x, y, w, h), **선택을 취소한 경우 모두** 0

- cv2.selectROI() **함수의** win_name**에 창 이름을 지정하고** ROI **선택에 사용할 이미지를** img**에 전달하면 마우스로 영역을 선택할 수 있다.**
- **영역을 선택하고 나서 키보드의 스페이스 또는 엔터 키를 누르면 선택한 영역의** x, y **좌표와 영역의 폭과 높이를 튜플에 담아 반환한다.**

Section 01 관심영역

❑ 마우스로 관심영역 지정

- **다음 예제는** cv2.selectROI() **함수를 이용하여 관심영역을 지정한 예제이다.**

```
1   import cv2
2   import numpy as np
3
4   img = cv2.imread('./img/sunset.jpg')
5
6   x, y, w, h = cv2.selectROI('img', img, False)
7   if w and h:
8       roi = img[y:y+h, x:x+w]
9       cv2.imshow('cropped', roi)
10      cv2.moveWindow('cropped', 0, 0)
11      cv2.imwrite('./cropped2.jpg', roi)
12
13  cv2.imshow('img', img)
14  cv2.waitKey(0)
15  cv2.destroyAllWindows()
```

Section 02 컬러 스페이스

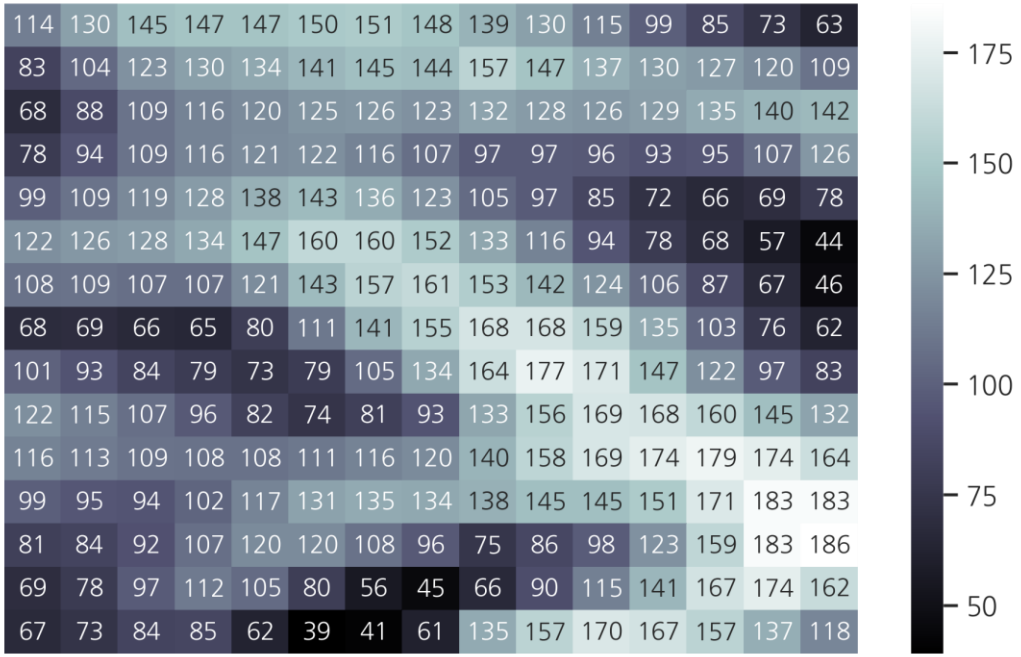
❑ 디지털 영상의 종류

- 디지털화된 이미지는 픽셀(pixel, 화소)이라는 단위가 여러 개 모여서 그림을 표현한다.
- 한 개의 픽셀을 두 가지 값으로만 표현한 이미지를 바이너리 (binary, 이진) 이미지라고 한다.
- 영상 작업에서는 피사체의 색상과 명암 정보는 필요 없고 오직 피사체의 모양 정보만 필요할 때 이런 이미지를 사용한다.

Section 02 컬러 스페이스

❑ 디지털 영상의 종류

- 그레이 스케일 이미지는 한 개의 픽셀을 0~255 의 값으로 표현한다.
- 픽셀 값의 크기로 명암을 표현하는데, 가장 작은 값인 0은 가장 어두운 검은색을 의미하고 값이 점점 커질수록 밝은 색을 의미하다가 255까지 가면 가장 밝은 흰색을 나타낸다.



Section 02 컬러 스페이스

❑ 디지털 영상의 종류

- **컬러 이미지에 색상을 표현하는 방법은 무척 다양하다.**
- **색상을 표현하는 방법에 따라 다르기는 하지만 흔히 컬러 이미지는 한 픽셀당** 0~255**의 값** 3**개를 조합해서 표현한다.**
- **각 바이트마다 어떤 색상 표현의 역할을 맡을지를 결정하는 시스템을 컬러 스페이스**(color space, **색공간**)**라고 한다.**
- **컬러 스페이스의 종류는** RGB, HSV, YUV(YCbCr), CMYK **등 여러 가지가 있다.**

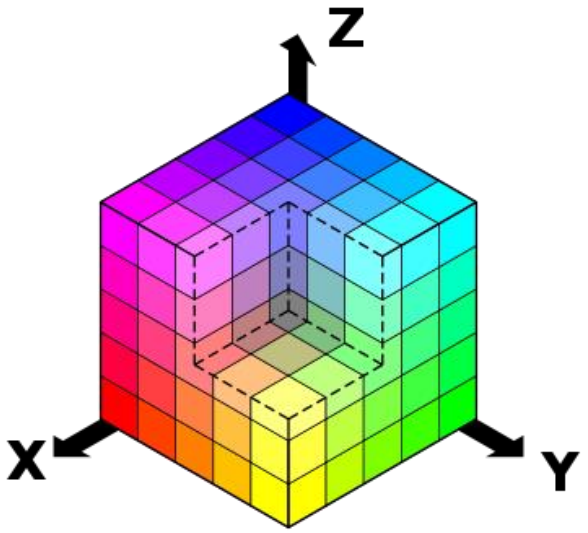
RGB 이미지 | R 채널 | G 채널 | B 채널

Section 02 컬러 스페이스

❑ RGB, BGR, RGBA

- RGB는 빛의 원소인 빨강, 초록, 파랑 세 가지 색의 빛을 섞어서 원하는 색을 표현한다.
- 각 색상은 0~255 범위로 표현하고 값이 커질수록 해당 색상의 빛이 밝아지는 원리로 색상의 값이 모두 255 일 때 흰색으로 표현되고, 모든 색상 값이 0일 때 검은색이 표현된다.
- 세 가지 색상을 표현하므로 RGB 이미지는 3차원 배열로 표현된다.

row x column x channel



Section 02 컬러 스페이스

❑ RGB, BGR, RGBA

- 영상의 크기에 해당하는 행(row, height)과 열(column, width)에 세 가지 색상을 표현하는 차원이 추가되는데, 이것을 채널(channel)이라고 한다.
- RGB는 3개의 채널로 색상을 표현하는 컬러 스페이스인데, OpenCV는 그 순서를 반대로 해서 BGR 순서를 사용한다.
- RGBA는 배경을 투명 처리하기 위해 알파(alpha) 채널을 추가한 것을 말한다.
- 4번째 채널의 값은 0~255로 표현할 수 있지만, 배경의 투명도를 표현하기 위해서는 0 과 255을 사용하는 경우가 많다.
- cv2.imread() 함수의 두 번째 인자가 cv2.IMREAD_COLOR 인 경우 BGR로 읽어 들이고 cv2.IMREAD_UNCHANGED 인 경우 대상 이미지가 알파 채널을 가지고 있다면 BGRA로 읽어 들인다.

Section 02 컬러 스페이스

❑ RGB, BGR, RGBA

- 다음 예제는 배경이 투명한 OpenCV 로고 이미지를 두 가지 옵션을 지정해서 비교한다.

```
1   import cv2
2   import numpy as np
3
4   img = cv2.imread('../img/opencv_logo.png')
5   bgr = cv2.imread('../img/opencv_logo.png', cv2.IMREAD_COLOR)
6
7   bgra = cv2.imread('../img/opencv_logo.png', cv2.IMREAD_UNCHANGED)
8
9   print("default: ", img.shape, "color: ", bgr.shape, "unchanged: ", bgra.shape)
10
```

Section 02 컬러 스페이스

❑ RGB, BGR, RGBA

- 다음 예제는 배경이 투명한 OpenCV 로고 이미지를 두 가지 옵션을 지정해서 비교한다.

```
11  cv2.imshow('bgr', bgr)
12  cv2.imshow('bgra', bgra)
13  cv2.imshow('alpha', bgra[:, :, 3])
14  cv2.waitKey(0)
15  cv2.destroyAllWindows()
```

Section 02 컬러 스페이스

❑ 컬러 스페이스 변환

- 컬러 이미지를 그레이 스케일로 변환하는 것은 이미지 연산의 양을 줄여서 속도를 높이는 데 꼭 필요하다.
- 이때 애초에 그레이 스케일로 읽어오는 방법은 cv2.imread(img, cv2.IMREAD_GRAYSCALE)이다.
- 그런데 맨 처음에는 컬러 스케일로 읽어 들이고 필요에 따라 그레이 스케일이나 다른 컬러 스페이스로 변환해야 할 때도 많다.
- 그레이 스케일이나 다른 컬러 스페이스로 변환하는 방법은 변환 알고리즘을 직접 구현할 수도 있고 OpenCV에서 제공하는 cv2.cvtColor() 함수를 이용할 수도 있다.

Section 02 컬러 스페이스

❑ 컬러 스페이스 변환

- 아래의 예제는 컬러 스케일을 그레이 스케일로 변환하는 작업을 각각 보여준다.

```
1  import cv2
2  import numpy as np
3
4  img = cv2.imread('./img/model3.jpg')
5  img2 = img.astype(np.uint16)
6  b, g, r = cv2.split(img2)
7  gray1 = ((b + g + r)/3).astype(np.uint8)
8  gray2 = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
9
```

Section 02 컬러 스페이스

❑ 컬러 스페이스 변환

- 아래의 예제는 컬러 스케일을 그레이 스케일로 변환하는 작업을 각각 보여준다.

```
10  cv2.imshow('original', img)
11  cv2.imshow('gray1', gray1)
12  cv2.imshow('gray2', gray2)
13
14  cv2.waitKey(0)
15  cv2.destroyAllWindows()
```

- 사실, 컬러 이미지를 그레이 스케일로 변환할 때 좀 더 정확한 명암을 얻으려면 단순히 평균 값만 계산하는 보다 좀 더 정교한 연산이 필요하다.
- 하지만, OpenCV에서 제공하는 cv2.cvtColor(img, flag) 함수는 이런 골치 아픈 알고리즘에서 우리를 자유롭게 해준다.

Section 02 컬러 스페이스

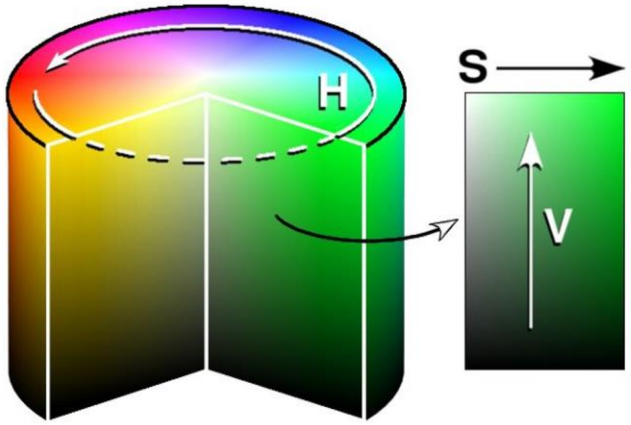
❑ 컬러 스페이스 변환

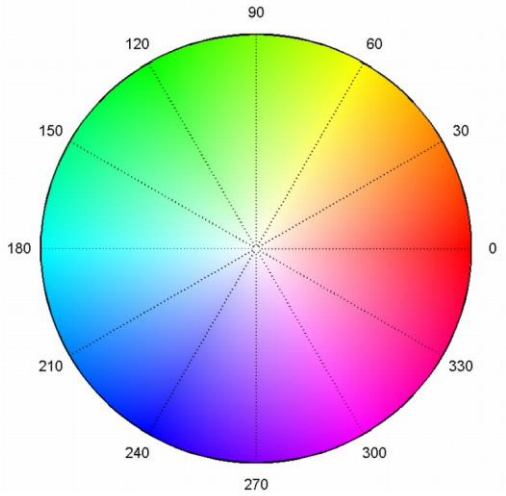
- **다음은** cv2.cvtColor( ) **함수에 대한 설명이다.**
- ```
  out = cv2.cvtColor(img, flag)
  ```
  - img : NumPy **배열**, **변환할 이미지**
  - flag : **변환할 컬러 스페이스**, cv2.COLOR_**로 시작하는 이름**
    - cv2.COLOR_BGR2GRAY : BGR **컬러 이미지를 그레이 스케일로 변환**
    - cv2.COLOR_GRAY2BGR : **그레이 스케일 이미지를** BGR **컬러 이미지로 변환**
    - cv2.COLOR_BGR2RGB : BGR **컬러 이미지를** RGB **컬러 이미지로 변환**
    - cv2.COLOR_BGR2HSV : BGR **컬러 이미지를** HSV **컬러 이미지로 변환**
    - cv2.COLOR_HSV2BGR : HSV **컬러 이미지를** BGR **컬러 이미지로 반환**
    - cv2.COLOR_BGR2YUV : BGR **컬러 이미지를** YUV **컬러 이미지로 변환**
    - cv2.COLOR_YUV2BGR : YUV **컬러 이미지를** BGR **컬러 이미지로 변환**
  - out : **변환한 결과 이미지**(Numpy **배열**)
  ```

Section 02 컬러 스페이스

❑ 컬러 스페이스 변환

- HSV **포맷은** RGB**와 마찬가지로** 3**채널로 컬러 이미지를 표시한다**.
- 3**채널은 각각** H(Hue, **색조**), S(Saturation, **채도**), V(Value, **명도**)**이다**.
- **이때 명도를 표현하는 방법에 따라 마지막** V**를** I(Intensity, **밀도**)**로 표기하는** HSI, **그리고** L(Lightness, **명도**)**로 표기하는** HSL **컬러 시스템도 있다**.
- HSV**를 설명하는 데 가장 흔히 사용하는 방법은 다음 그림과 같은 원통형 시스템이다**.





Section 02 컬러 스페이스

❑ 컬러 스페이스 변환

- H 값은 그 픽셀이 어떤 색인지를 표현한다.
- 이 그림을 요약해서 대략 색상의 범위에 맞는 H값을 표시하면 아래와 같다.
  - 빨강 : 165~180, 0~15
  - 초록 : 45~75
  - 파랑 : 90~120
- S값은 채도, 포화도, 또는 순도로 해석할 수 있는데, 해당 색상이 얼마나 순수하게 포함되어 있는지를 표현한다.
- S 값은 0~255 범위로 표현하며 255는 가장 순수한 색상을 표현한다.
- V 값은 명도로서 빛이 얼마나 밝은지 어두운지를 표현하는 값이다.
- 이 값도 범위가 0~255 이며 255 인 경우가 가장 밝은 상태이고 0(영, zero) 인 경우가 가장 어두운 상태로 검은색이 표시된다.

Section 02 컬러 스페이스

❑ 컬러 스페이스 변환

- 아래의 예제는 완전한 빨강, 초록, 파랑 그리고 노랑을 BGR 포맷으로 표현해서 HSV로 변환하여 어떤 값인지를 알아보는 예제이다.

```
1   import cv2
2   import numpy as np
3
4   red_bgr = np.array([[[0, 0, 255]]], dtype=np.uint8)
5   green_bgr = np.array([[[0, 255, 0]]], dtype=np.uint8)
6   blue_bgr = np.array([[[255, 0, 0]]], dtype=np.uint8)
7   yellow_bgr = np.array([[[0, 255, 255]]], dtype=np.uint8)
8
9   red_hsv = cv2.cvtColor(red_bgr, cv2.COLOR_BGR2HSV)
10  green_hsv = cv2.cvtColor(green_bgr, cv2.COLOR_BGR2HSV)
11  blue_hsv = cv2.cvtColor(blue_bgr, cv2.COLOR_BGR2HSV)
12  yellow_hsv = cv2.cvtColor(yellow_bgr, cv2.COLOR_BGR2HSV)
13
```

Section 02 컬러 스페이스

❑ 컬러 스페이스 변환

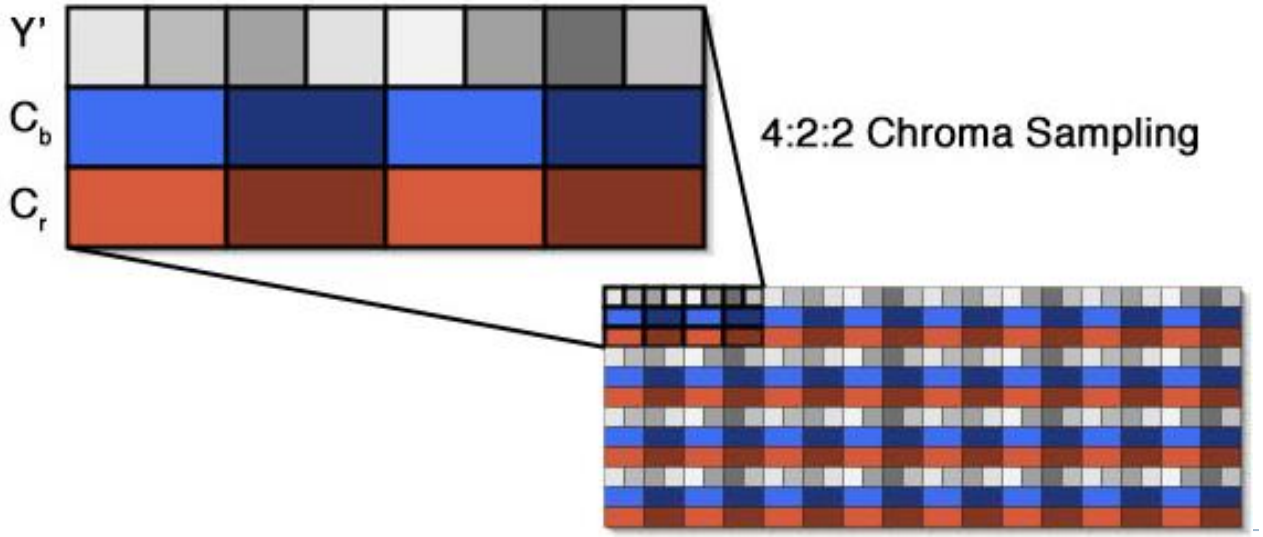
- 아래의 예제는 완전한 빨강, 초록, 파랑 그리고 노랑을 BGR 포맷으로 표현해서 HSV로 변환하여 어떤 값인지를 알아보는 예제이다.

```
14  print("red: ", red_hsv)
15  print("green: ", green_hsv)
16  print("blue: ", blue_hsv)
17  print("yellow: ", yellow_hsv)
```

Section 02 컬러 스페이스

❑ YUV, YCbCr

- YUV 포맷은 사람이 색상을 인식할 때 밝기에 더 민감하고 색상은 대적으로 둔감한 점을 고려해서 만든 컬러 스페이스이다.
- Y는 밝기(Luma)를 표현하고 U(Chroma Blue, Cb)는 밝기와 파란색과의 색상 차, V(Chroma Red, Cr)는 밝기와 빨간색과의 색상 차를 표현한다.
- Y(밝기)는 많은 비트수를 할당하고 U(Cb)와 V(Cr) 는 적은 비트 수를 할당해서 데이터를 압축하는 효과를 갖는다.



Section 02 컬러 스페이스

❑ YUV, YCbCr

- YUV는 종종 YCbCr 포맷과 흔용되기도 하는데, 원래 YUV는 텔레비전 시스템에서 아날로그 컬러를 인코딩하는 데 사용하고, YCbCr 포맷은 MPEG이나 JPEG와 같은 디지털 컬러 정보를 인코딩하는 데 사용하였다.
- YUV는 요즘 들어 YCbCr로 인코딩된 파일을 설명하는 용도로 일반적으로 사용된다.
- YUV와 YCbCr 은 RGB 포맷에서 변환하기 위한 공식이 달라서 OpenCV는 cv2.COLOR_BGR2YUV, cv2.COLOR_BGR2YCrCb가 따로 있고 변환 결과도 미세하게 다르다.
- YUV는 밝기 정보와 컬러 정보를 분리해서 사용하므로 명암 대비(contrast)가 좋지 않은 영상을 좋게 만드는 데 대표적으로 활용된다.

Section 02 컬러 스페이스

❑ YUV, YCbCr

- 예제는 완전히 어두운 값과 완전히 밝은 값 그리고 중간 값을 BGR로 표현한 후에 YUV로 변환한 3개 채널을 살펴본다.

```
1   import cv2
2   import numpy as np
3
4   dark = np.array([[[0, 0, 0]]], dtype=np.uint8)
5   middle = np.array([[[127, 127, 127]]], dtype=np.uint8)
6   bright = np.array([[[255, 0, 0]]], dtype=np.uint8)
7
8   dart_yuv = cv2.cvtColor(dark, cv2.COLOR_BGR2HSV)
9   middle_yuv = cv2.cvtColor(middle, cv2.COLOR_BGR2HSV)
10  bright_yuv = cv2.cvtColor(dark, cv2.COLOR_BGR2HSV)
11
12  print("dark: ", dark_yuv)
13  print("middle: ", middle_yuv)
14  print("bright: ", bright_yuv)
```

Section 03 이미지 임계 처리

❑ 전역 임계 처리

- **임계 처리**(thresholding)**란 여러 점수를 커트라인을 기준으로 합격과 불합격으로 나누는 것처럼 여러 값을 경계점 기준으로 두 가지 부류로 나누는 것으로, 바이너리 이미지를 만드는 가장 대표적인 방법이다.**
- **바이너리 이미지를 만들기 위해서는 컬러 이미지를 그레이 스케일로 바꾸고 각 픽셀의 값이 경계 값을 넘으면** 255, **넘지 못하면** 0**을 지정한다.**
- **이런 작업은 간단한** NumPy **연산만으로도 충분히 할 수 있지만** OpenCV**는** cv2.threshold() **함수로 더 많은 기능을 제공한다.**

Section 03 이미지 임계 처리

❑ 전역 임계 처리

- **예제는 NumPy 연산과 OpenCV 함수로 각각 바이너리 이미지를 만드는 과정을 보여준다.**

```
1   import cv2
2   import numpy as np
3   import matplotlib.pyplot as plt
4
5   img = cv2.imread('./img/gray_gradient.jpg', cv2.IMREAD_GRAYSCALE)
6
7   thresh_np = np.zeros_like(img)
8   thresh_np[img > 127] = 255
9
10  ret, thresh_cv = cv2.threshold(img, 127, 255, cv2.THRESH_BINARY)
11  print(ret)
12
```

Section 03 이미지 임계 처리

❑ 전역 임계 처리

- **예제는 NumPy 연산과 OpenCV 함수로 각각 바이너리 이미지를 만드는 과정을 보여준다.**

```
13  imgs = {'Original' : img, 'Numpy API' : thresh_np, 'cv2.threshold' : thresh_cv}
14  for i, (key, value) in enumerate(imgs.items()):
15      plt.subplot(1, 3, i + 1)
16      plt.title(key)
17      plt.imshow(value, cmap='gray')
18      plt.xticks([]); plt.yticks([])
19
20  plt.show()
```

Section 03 이미지 임계 처리

❑ 전역 임계 처리

- `ret, out = cv2.threshold(img, threshold, value, type_flag)`
  - img : NumPy **배열**, **변환할 이미지**
  - threshold : **경계 값**
  - value : **경계 값 기준에 만족하는 픽셀에 적용할 값**
  - type_flag : **임계 처리 적용 방법 지정**
    - cv2.THRESH_BINARY : px > threshold ? value : 0, **픽셀이 경계 값을 넘으면** value**를 지정하고, 넘지 못하면** 0**을 지정**
    - cv2.THRESH_BINARY_INV: px > threshold ? 0 : value, cv2.THRESH_BINARY**의 반대**
    - cv2.THRESH_ TRUNC: px > threshold ? value : px, **픽셀 값이 경계 값을 넘으면** value**를 지정하고, 넘지 못하면 원래의 값 유지**
    - cv2.THRESH_TOZERO: px > threshold ? px : 0, **픽셀 값이 경계 값을 넘으면 원래 값을 유지, 넘지 못하면** 0**을 지정**
    - cv2.THRESH_TOZERO_INV : px > threshold ? 0 : px, cv2.THRESH_TOZERO**의 반대**
  - ret : **임계 처리에 사용한 경계 값**
  - out : **결과 바이너리 이미지**

Section 03 이미지 임계 처리

❑ 전역 임계 처리

- 아래 예제에서는 위에 나열한 몇 가지 다른 플래그를 이용한 임계 처리 사례로 보여준다.

```
1   import cv2
2   import numpy as np
3   import matplotlib.pyplot as plt
4
5   img = cv2.imread('../img/gray_gradient.jpg', cv2.IMREAD_GRAYSCALE)
6
7   _, t_bin = cv2.threshold(img, 127, 255, cv2.THRESH_BINARY)
8   _, t_bininv = cv2.threshold(img, 127, 255, cv2.THRESH_BINARY_INV)
9   _, t_truc = cv2.threshold(img, 127, 255, cv2.THRESH_TRUNC)
10  _, t_2zr = cv2.threshold(img, 127, 255, cv2.THRESH_TOZERO)
11  _, t_2zrinv = cv2.threshold(img, 127, 255, cv2.THRESH_TOZERO_INV)
12
```

Section 03 이미지 임계 처리

❑ 전역 임계 처리

- 아래 예제에서는 위에 나열한 몇 가지 다른 플래그를 이용한 임계 처리 사례로 보여준다.

```
13  imgs = {'Original' : img, 'BINARY' : t_bin, 'BINARY_INV' : t_bininv, 'TRUNC' : t_truc, 'TO
    ZERO' : t_2zr, 'TOZERO_INV' : t_2zrinv}

14  for i, (key, value) in enumerate(imgs.items()):

15      plt.subplot(2, 3, i + 1)

16      plt.title(key)

17      plt.imshow(value, cmap='gray')

18      plt.xticks([]); plt.yticks([])

19

20  plt.show()
```

Section 03 이미지 임계 처리

❑ 오츠의 알고리즘

- 바이너리 이미지를 만들 때 가장 중요한 작업은 경계 값을 얼마로 정하느냐이다.
- 종이에 출력한 문서를 바이너리 이미지로 만드는 것을 예를 들면, 새하얀 종이에 검은색으로 출력된 문서의 영상이라면 굳이 임계 처리를 적용할 필요가 없다.
- 하지만, 현실은 흰색, 누런색, 회색 종이에 검은색, 파란색 등으로 인쇄된 문서가 더 많기 때문에 적절한 경계 값을 정하기 위해서는 여러 차례에 걸쳐 경계 값을 조금씩 수정해 가면서 가장 좋은 경계 값을 찾아야 한다.
- 1979년 오츠 노부유키(Nobuyuki Otsu)는 반복적인 시도 없이 한 번에 효율적으로 경계 값을 찾을 수 있는 방법을 제안했는데, 그의 이름을 따서 그것을 오츠의 이진화 알고리즘(Otsu's binarization method) 이라고 한다.

Section 03 이미지 임계 처리

❑ 오츠의 알고리즘

- 오츠의 알고리즘은 경계 값을 임의로 정해서 픽셀들을 두 부류로 나누고 두 부류의 명암 분포를 반복해서 구한 다음 두 부류의 명암 분포를 가장 균일하게 하는 경계 값을 선택한다.
- 이것을 수식으로 표현하면 다음과 같다.
- OpenCV는 이미 구현한 오츠의 알고리즘을 사용할 수 있게 제공해 주는데, 이것을 사용하려면 앞서 설명한 cv2.threshold() 함수의 마지막 인자에 v2.THRESH_OTSU를 추가해서 전달하기만 하면 된다.
- 그러면 원래 경계 값을 전달해야 하는 두 번째 인자 threshold는 무시되므로 아무 숫자나 전달해도 되고, 실행 후 결과 값으로 오츠의 알고리즘에 의해 선택된 경계 값은 반환 값 첫 번째 항목 ret로 받을 수 있다.

Section 03 이미지 임계 처리

❑ 오츠의 알고리즘

- **다음 코드는** cv2.threshold () **함수에 오츠의 알고리즘을 적용하는 코드이다.**

```
ret, t_img = cv2.threshold(img, 0, 255, cv2.THRESH_BINARY | cv2.THRESH_OTSU)
```

```
1   import cv2
2   import numpy as np
3   import matplotlib.pyplot as plt
4
5   img = cv2.imread('../img/scanned_paper.jpg', cv2.IMREAD_GRAYSCALE)
6
7   _, t_130 = cv2.threshold(img, 130, 255, cv2.THRESH_BINARY)
8   t, t_otsu = cv2.threshold(img, -1, 255, cv2.THRESH_BINARY | cv2.THRESH_OTSU)
9   print('otsu threshold: '. t)
10
```

Section 03 이미지 임계 처리

❑ 오츠의 알고리즘

- **다음 코드는** cv2.threshold () **함수에 오츠의 알고리즘을 적용하는 코드이다.**

```
ret, t_img = cv2.threshold(img, 0, 255, cv2.THRESH_BINARY | cv2.THRESH_OTSU)
```

```
11  img = {'Original' : img, 't:130' : t_130, 'otsu : %d'%t : t_otsu}
12  for i, (key, value) in enumerate(imgs.items()):
13      plt.subplot(1, 3, i + 1)
14      plt.title(key)
15      plt.imshow(value, cmap='gray')
16      plt.xticks([]); plt.yticks([])
17
18  plt.show()
```

Section 03 이미지 임계 처리

❑ 적응형 임계 처리

- **원본 영상에 조명이 일정하지 않거나 색이 여러 가지인 경우에는 아무리 여러 번 경계 값을 바꿔가며 시도해도 하나의 경계 값을 이미지 전체에 적용해서는 좋은 결과를 얻지 못한다.**
- **이때 이미지를 여러 영역으로 나눈 다음 그 주변 픽셀 값만 가지고 계산을 해서 경계 값을 구해야 하는데, 이것을 적응형 임계 처리**(adaptive threshold)**라고 한다.**

```
cv2.adaptiveThreshold(img, value, method, type_flag, block_size, C)
```

  - img : **입력 영상**
  - value : **경계 값을 만족하는 픽셀에 적용할 값**
  - method : **경계 값 결정 방법**
    - cv2.ADAPTIVE_THRESH_MEAN_C : **이웃 픽셀의 평균으로 결정**
    - cv2.ADAPTIVE_THRESH_GAUSSIAN_C : **가우시안 분포에 따른 가중치의 합으로 결정**
  - type_flag : **임계 처리 적용 방법 지정**(cv2.threshold() **함수와 동일**)
  - block_size : **영역으로 나눌 이웃의 크기**(n x n), **홀수**(3, 5, 7, ...)
  - c : **계산된 경계 값 결과에서 가감할 상수**(음수 가능)

Section 03 이미지 임계 처리

❑ 적응형 임계 처리

- 다음 예제는 이미지에 적응형 임계 처리를 수행한 코드이다.

```
1   import cv2
2   import numpy as np
3   import matplotlib.pyplot as plt
4
5   blk_size = 9
6   C = 5
7   img = cv2.imread('./img/sudoku.png', cv2.IMREAD_GRAYSCALE)
8
9   ret, th1 = cv2.threshold(img, 0, 255, cv2.THRESH_BINARY | cv2.THRESH_OTSU)
10
11  th2 = cv2.threshold(img, 255, cv2.ADAPTIVE_THRESH_MEAN_C, cv2.THRESH_BINARY, blk_size, C)
12  th3 = cv2.threshold(img, 255, cv2.ADAPTIVE_THRESH_GAUSIAN_C, cv2.THRESH_BINARY, blk_size, C)
```

Section 03 이미지 임계 처리

❑ 적응형 임계 처리

- 다음 예제는 이미지에 적응형 임계 처리를 수행한 코드이다.

```
13  img = {‘Original’ : img, ‘Global-Otsu: %d’ %ret : th1, ‘Adaptive-Mean’ : th2, ‘Adaptive-Gausian’ : th3}
14  for i, (key, value) in enumerate(imgs.items()):
15      plt.subplot(2, 2, i + 1)
16      plt.title(key)
17      plt.imshow(value, ’gray’)
18      plt.xticks([]); plt.yticks([])
19
20  plt.show()
```

- 경계 값을 전체 이미지에 적용하는 것을 전역적(global) 적용이라고 하는 반면에, 이미지를 여러 구역으로 나누어 그 구역에 맞는 경계 값을 찾는 것을 지역적(local) 적용이라고 한다.
- 대부분의 이미지는 조명 차이와 그림자 때문에 지역적 적용이 필요하다.

Section 04 영상 연산

❑ 영상과 영상의 연산

- **영상에 연산을 할 수 있는 방법은 NumPy의 브로드캐스팅 연산을 직접 적용하는 방법과 OpenCV에서 제공하는 네 가지 함수를 사용하는 방법이 있다.**
- **OpenCV에서 굳이 연산에 사용할 함수를 제공하는 이유는 영상에서의 한 픽셀이 가질 수 있는 값의 범위는 0~255 인데, 더하기나 빼기 연산을 한 결과가 255보다 클 수도 있고 0보다 작을 수도 있어서 결과 값을 0과 255로 제한할 안전 장치가 필요하기 때문이다.**
- `dest=cv2.add(src1, src2 [, dest, mask , dtype))` : src1과 src2 더하기
  - src1 : **입력 영상** 1 **또는 수**
  - src2 : **입력 영상** 2 **또는 수**
  - dest : **출력 영상**
  - mask : 0**이 아닌 픽셀만 연산**
  - dtype : **출력** dtype

Section 04 영상 연산

❑ 영상과 영상의 연산

- dest=cv2.substract(src1, src2 [, dest, mask, dtype)) : src1 에서 src2를 빼기
  - **모든 인자는** cv2.add() **함수와 동일**

- dest=cv2.multiply(src1, src2 [, dest, scale, dtype)) : src1과 src2를 곱하기
  - scale: **연산 결과에 추가 연산할 값**

- dest=cv2.divide(src1, src2[, dest, scale, dtype]) : src1을 src2로 나누기
  - **모든 인자는** cv2.multiply() **와 동일**

Section 04 영상 연산

❑ 알파 블렌딩

- 두 영상을 합성하려고 할 때 앞서 살펴본 더하기(+) 연산이나 cv2.add() 함수만으로는 좋은 결과를 얻을 수 없는 경우가 많다.
- 직접 더하기 연산을 하면 255를 넘는 경우 초과 값만을 가지므로 영상이 거뭇거뭇하게 나타나고 cv2.add() 연산을 하면 대부분의 픽셀 값이 255 가까이 몰리는 현상이 일어나서 영상이 하얗게 날아간 것처럼 보인다.
- 아래의 예제와 그 결과인 그림은 이런 현상을 보여주고 있다.

```
1  import cv2
2  import numpy as np
3  import matplotlib.pyplot as plt
4
5  img1 = cv2.imread('../img/wing_wall.jpg')
6  img2 = cv2.imread('../img/yate.jpg')
7
8  img3 = img1 + img2
9  img4 = cv2.add(img1, img2)
10
```

Section 04 영상 연산

❑ 알파 블렌딩

- 두 영상을 합성하려고 할 때 앞서 살펴본 더하기(+) 연산이나 cv2.add() 함수만으로는 좋은 결과를 얻을 수 없는 경우가 많다.
- 직접 더하기 연산을 하면 255를 넘는 경우 초과 값만을 가지므로 영상이 거뭇거뭇하게 나타나고 cv2.add() 연산을 하면 대부분의 픽셀 값이 255 가까이 몰리는 현상이 일어나서 영상이 하얗게 날아간 것처럼 보인다.
- 아래의 예제와 그 결과인 그림은 이런 현상을 보여주고 있다.

```
11  imgs = {'img1' : img1, 'img2' : img2, 'img1 + img2' : img3, 'cv2.add(img1, img2)' : img4}
12
13  for i, (k, v) in enumerate(imgs.items()) :
14      plt.subplot(2, 2, i+1)
15      plt.imshow(v[:, :, :-1])
16      plt.title(k)
17      plt.xticks([]); plt.yticks([])
18  plt.show()
```

Section 04 영상 연산

❑ 알파 블렌딩

- 두 영상을 합성하려면 각 픽셀의 합이 255가 되지 않게 각각의 영상에 가중치를 줘서 계산해야 한다.
- 예를 들어 두 영상이 정확히 절반씩 반영된 결과 영상을 원한다면 각 영상의 픽셀 값에 각각 50%씩 곱해서 새로운 영상을 생성하면 된다.
- 이것을 수식으로 나타내면 다음과 같고 이 때 각 영상에 적용할 가중치를 알파(alpha) 값이라고 부른다.
- 알파 값을 조정해서 7:3, 6:4, 5:5 등과 같이 배분하는 방식이다.

$$g(x) = (1-\alpha) f_0(x) + \alpha f_1(x)$$

  - $f_0(x)$: 첫 번째 이미지 픽셀 값
  - $f_1(x)$: 두 번째 이미지 픽셀 값
  - α : 가중치(알파)
  - $g(x)$: 합성 결과 픽셀 값

Section 04 영상 연산

❑ 알파 블렌딩

- cv2.addWeight(img1, alpha, img2, beta, gamma)
  - img1, img2 : **합성할 두 영상**
  - alpha : img1**에 지정할 가중치(알파 값)**
  - beta : img2 **에 지정할 가중치, 흔히** (1- alpha) **적용**
  - gamma : **연산 결과에 가감할 상수, 흔히** 0(zero) **적용**
- **아래 예제는 각 영상에서** 50%**씩의 가중치로 앞서 실습한 영상을 다시 합성하고 있다.**

```
1  import cv2
2  import numpy as np
3
4  alpha = 0.5
5
6  img1 = cv2.imread('../img/wing_wall.jpg')
7  img2 = cv2.imread('../img/yate.jpg')
8
```

Section 04 영상 연산

❑ 알파 블렌딩

- 아래 예제는 각 영상에서 50%씩의 가중치로 앞서 실습한 영상을 다시 합성하고 있다.

```
9   blended = img1 * alpha + img2 * (1 - alpha)
10  blended = blended.astype(np.uint8)
11  cv2.imshow('img1 * alpha + img2 * (1 – alpha), blended)
12
13  dst = cv2.addWeighted(img1, alpha, img2, (1 – alpha), 0)
14  cv2.imshow('cv2.addWeighted', dst)
15
16  cv2.waitKey(0)
17  cv2.destroyAllWindows()
```

Section 04 영상 연산

❑ 알파 블렌딩

- 아래의 예제는 남자의 얼굴과 사자의 얼굴을 알파 블렌딩하는 데 트랙바로 알파 값을 조정할 수 있게 했다.

```
1   import cv2
2   import numpy as np
3
4   win_name = 'Alpha blending'
5   trackbar_name = 'fade'
6
7   def onChange(x) :
8       alpha = x/100
11      dst = cv2.addWeighted(img1, 1 – alpha, img2, alpha, 0)
12      cv2.imshow(win_name, dst)
13
14  img1 = cv2.imread('../img/man_face.jpg')
15  img2 = cv2.imread('../img/lion_face.jpg')
```

Section 04 영상 연산

❑ 알파 블렌딩

- 아래의 예제는 남자의 얼굴과 사자의 얼굴을 알파 블렌딩하는 데 트랙바로 알파 값을 조정할 수 있게 했다.

```
16
17  cv2.imshow(win_name, img1)
18
19  dst = cv2.addWeighted(img1, alpha, img2, (1 – alpha), 0)
20  cv2.imshow('cv2.addWeighted', dst)
21
22  cv2.waitKey(0)
23  cv2.destroyAllWindows()
```

- 알파 블렌딩은 흔히 페이드-인/아웃(fade-in/out) 기법으로 영상이 전환되는 장면에서 자주 사용되며, '구미호'나 '늑대인간' 같은 영화의 변신 장면에서 얼굴 모핑 (face morphing) 이라는 기법으로 효과를 내는데, 이 기법을 구성하는 한 가지 기술이기도 하다.

Section 04 영상 연산

❑ 비트와이즈 연산

- OpenCV는 **두 영상의 각 픽셀에 대한 비트와이즈** (bitwise, **비트 단위**) **연산 기능을 제공한다**.
- **비트와이즈 연산은 두 영상을 합성할 때 특정 영역만 선택하거나 특정 영역만 제외하는 등의 선별적인 연산에 도움이 된다**.
- bitwise_and(img1, img2, mask = None) : **각 픽셀에 대해 비트와이즈** AND **연산**
- bitwise_or(img1, img2, mask = None) : **각 픽셀에 대해 비트와이즈** OR **연산**
- bitwise_xor(img1, img2, mask = None) : **각 픽셀에 대해 비트와이즈** XOR **연산**
- bitwise_not(img1, mask = None) : **각 픽셀에 대해 비트와이즈** NOT **연산**
  - img1, img2 : **연산 대상 영상**, **동일한** shape
  - mask : 0**이 아닌 픽셀만 연산**, **바이너리 이미지**

Section 04 영상 연산

❑ 비트와이즈 연산

- 다음 예제는 하나는 좌우로, 나머지 하나는 위아래로 0과 255로 나누어 200 x 400 크기의 영상을 생성하고 비트와이즈 연산을 수행한 코드이다.

```
1  import cv2
2  import numpy as np
3  import matplotlib.pyplot as plt
4
5  img = cv2.imread('./img/model3.jpg')
6
7  mask = np.zeros_like(img)
8  cv2.circle(mask, (180, 160), 100, (255, 255, 255), -1)
9
```

Section 04 영상 연산

❑ 비트와이즈 연산

- 다음 예제는 하나는 좌우로, 나머지 하나는 위아래로 0과 255로 나누어 200 x 400 크기의 영상을 생성하고 비트와이즈 연산을 수행한 코드이다.

```
10  masked = cv2.bitwise_and(img, mask)
11
12  cv2.imshow('original', img)
13  cv2.imshow('mask', mask)
14  cv2.imshow('masked', masked)
15  cv2.waitKey(0)
16  cv2.destroyAllWindows()
```

Section 04 영상 연산

❑ 비트와이즈 연산

- 다음 예제는 앞 예제에서 비트와이즈 연산 함수의 세 번째 인자인 mask를 이용하여 2차원 배열만으로 지정한 영역만 떼어낸 코드이다.

```
1  import cv2
2  import numpy as np
3  import matplotlib.pyplot as plt
4
5  img = cv2.imread('./img/model3.jpg')
6
7  mask = np.zeros(img.shape[:2], dtype=np.uint8)
8  cv2.circle(mask, (150, 140), 100, (255), -1)
9
```

Section 04 영상 연산

❑ 비트와이즈 연산

- 다음 예제는 앞 예제에서 비트와이즈 연산 함수의 세 번째 인자인 mask를 이용하여 2차원 배열만으로 지정한 영역만 떼어낸 코드이다.

```
10  masked = cv2.bitwise_and(img, img, mask=mask)
11
12  cv2.imshow('original', img)
13  cv2.imshow('mask', mask)
14  cv2.imshow('masked', masked)
15  cv2.waitKey(0)
16  cv2.destroyAllWindows()
```

Section 04 영상 연산

❑ 차영상

- 영상에서 영상을 빼기 연산하면 두 영상의 차이, 즉 변화를 알 수 있는데, 이것을 차영상(image differencing) 이라고 한다.
- 산업현장에서 도면의 차이를 찾거나 전자제품의 PCB(Printable Circuit Board) 회로의 오류를 찾는 데도 사용할 수 있고, 카메라로 촬영한 영상에 실시간으로 움직임이 있는지를 알아내는 데도 유용하다.
- 차영상을 구할 때 두 영상을 무턱대고 빼기 연산하면 음수가 나올 수 있으므로 절대 값을 구해야 한다.
- 아래는 OpenCV에서 제공하는 절대 값의 차를 구하는 함수이다.
-
```
diff = cv2.absdiff(img1, img2)
```

  - img1, img2 : 입력 영상
  - diff : 두 영상의 차의 절대 값 반환

Section 04 영상 연산

❑ 차영상

- 예제는 사람의 눈으로 찾기 힘든 두 도면의 차이를 찾아 표시한다.

```
1   import cv2
2   import numpy as np
3
4   img1 = cv2.imread('./img/robot_arm1.jpg')
5   img2 = cv2.imread('./img/robot_arm2.jpg')
6   img1_gray = cv2.cvtColor(img1, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
7   img2_gray = cv2.cvtColor(img2, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
8
9   diff = cv2.absdiff(img1_gray, img2_gray)
10
11  _, diff = cv2.threshold(diff, 1, 255, cv2.THRESH_BINARY)
12  diff_red = cv2.cvtColor(diff, cv2.COLOR_GRAY2BGR)
13  diff_red[ :, :, 2] = 0
14
```

Section 04 영상 연산

❑ 차영상

- 예제는 사람의 눈으로 찾기 힘든 두 도면의 차이를 찾아 표시한다.

```
15  spot = cv2.bitwise_xor(img2, diff_red)
16
17  cv2.imshow('img1', img1)
18  cv2.imshow('img2', img2)
19  cv2.imshow('diff', diff)
20  cv2.imshow('spot', spot)
21  cv2.waitKey(0)
22  cv2.destroyAllWindows()
```

Section 04 영상 연산

❑ 이미지 합성과 마스킹

- 두 개 이상의 영상에서 특정 영역끼리 합성하기 위해서는 전경이 될 영상과 배경이 될 영상에서 합성하고자 하는 영역만 떼어내는 작업과 그것을 합하는 작업으로 나눌 수 있다.
- 여기서 원하는 영역만을 떼어내는 데 꼭 필요한 것이 마스크(mask)이다.
- 배경이 투명한 알파 채널 영상을 이용해서 영상을 합성할 수 있다.
- 배경이 투명한 영상은 4개 채널 중 마지막 채널은 배경에 해당하는 영역은 0값을, 전경에 해당하는 영역은 255 값을 갖는다.
- 이것을 이용하면 손쉽게 마스크를 만들 수 있다. 마스크를 이용해서 전경과 배경을 오려내는 것은 앞서 살펴본 cv2.bitwise_and() 연산을 이용하면 쉽다.

Section 04 영상 연산

❑ 이미지 합성과 마스킹

- **다음 예제는 배경이 투명한 OpenCV 로고 이미지를 소녀의 사진과 합성하는 코드이다.**

```
1   import cv2
2   import numpy as np
3
4   img_fg = cv2.imread('../img/opencv_logo.png', cv2.IMREAD_UNCHANGED)
5   img_bg = cv2.imread('../img/girl.jpg')
6
7   _, mask = cv2.threshold(img_fg[:,:,3], 1, 255, cv2.THRESH_BINARY)
8   mask_inv = cv2.bitwise_not(mask)
9
10  img_fg = cv2.cvtColor(img_fg, cv2.COLOR_BGRA2BGR)
11  h, w = img_fg.shape[:2]
12  roi = img_bg[10:10+h, 10:10+w ]
13
14  masked_fg = cv2.bitwise_and(img_fg, img_fg, mask=mask)
15  masked_bg = cv2.bitwise_and(roi, roi, mask=mask_inv)
16
```

Section 04 영상 연산

❑ 이미지 합성과 마스킹

- **다음 예제는 배경이 투명한 OpenCV 로고 이미지를 소녀의 사진과 합성하는 코드이다.**

```
17  added = masked_fg + masked_bg
18  img_bg[10:10+h, 10:10+w] = added
19
20  cv2.imshow('mask', mask)
21  cv2.imshow('mask_inv', mask_inv)
22  cv2.imshow('masked_fg', masked_fg)
23  cv2.imshow('masked_bg', masked_bg)
24  cv2.imshow('added', added)
25  cv2.imshow('result', img_bg)
26  cv2.waitKey()
27  cv2.destroyAllWindows()
```

Section 04 영상 연산

❑ 이미지 합성과 마스킹

- **모양에 따라 영역을 떼어내려 는 경우도 있지만, 색상에 따라 영역을 떼어 내야 하는 경우도 있다.**
- **이때는 색을 가지고 마스크를 만들어야 하는데, HSV로 변환하면 원하는 색상 범위의 것만 골라낼 수 있다.**
- OpenCV는 **특정 범위에 속하는지를 판단할 수 있는 함수를 아래와 같이 제공한다.**
- **이것을 이용하면 특정 범위 값을 만족하는 마스크를 만들기 쉽다.**
- dst = cv2.inRange(img, from, to) : 범위에 속하지 않은 픽셀 판단
  - img : **입력 영상**
  - from : **범위의 시작 배열**
  - to : **범위의 끝 배열**
  - dst : img**가** from ~ to **에 포함되면** 255, **아니면** 0**을 픽셀 값으로 하는 배열**

Section 04 영상 연산

❑ 이미지 합성과 마스킹

- 예제는 컬러 큐브에서 색상별로 추출하는 예제이다.

```
1   import cv2
2   import numpy as np
3   import matplotlib.pylab as plt
4
5   img = cv2.imread("../img/cube.jpg")
6   hsv = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2HSV)
7
8   blue1 = np.array([90, 50, 50])
9   blue2 = np.array([120, 255,255])
10  green1 = np.array([45, 50,50])
11  green2 = np.array([75, 255,255])
12  red1 = np.array([0, 50,50])
13  red2 = np.array([15, 255,255])
14  red3 = np.array([165, 50,50])
15  red4 = np.array([180, 255,255])
```

Section 04 영상 연산

❑ 이미지 합성과 마스킹

- 예제는 컬러 큐브에서 색상별로 추출하는 예제이다.

```
16  yellow1 = np.array([20, 50,50])
17  yellow2 = np.array([35, 255,255])
18
19  mask_blue = cv2.inRange(hsv, blue1, blue2)
20  mask_green = cv2.inRange(hsv, green1, green2)
21  mask_red = cv2.inRange(hsv, red1, red2)
22  mask_red2 = cv2.inRange(hsv, red3, red4)
23  mask_yellow = cv2.inRange(hsv, yellow1, yellow2)
24
25  res_blue = cv2.bitwise_and(img, img, mask=mask_blue)
26  res_green = cv2.bitwise_and(img, img, mask=mask_green)
27  res_red1 = cv2.bitwise_and(img, img, mask=mask_red)
28  res_red2 = cv2.bitwise_and(img, img, mask=mask_red2)
29  res_red = cv2.bitwise_or(res_red1, res_red2)
30  res_yellow = cv2.bitwise_and(img, img, mask=mask_yellow)
```

Section 04 영상 연산

❑ 이미지 합성과 마스킹

- 예제는 컬러 큐브에서 색상별로 추출하는 예제이다.

```
31
32  imgs = {'original': img, 'blue':res_blue, 'green':res_green, 'red':res_red, 'yellow':res_yellow}
33  for i, (k, v) in enumerate(imgs.items()):
34      plt.subplot(2,3, i+1)
35      plt.title(k)
36      plt.imshow(v[ :, :, ::-1])
37      plt.xticks([]); plt.yticks([])
38  plt.show()
```

Section 04 영상 연산

❑ 이미지 합성과 마스킹

- 예제는 컬러 큐브에서 색상별로 추출하는 예제이다.

```
31
32  imgs = {'original': img, 'blue':res_blue, 'green':res_green, 'red':res_red, 'yellow':res_yellow}
33  for i, (k, v) in enumerate(imgs.items()):
34      plt.subplot(2,3, i+1)
35      plt.title(k)
36      plt.imshow(v[ :, :, ::-1])
37      plt.xticks([]); plt.yticks([])
38  plt.show()
```

- 이와 같이 색상을 이용한 마스크를 이용하는 것이 크로마키(chromakey)의 원리이다.
- 일기 예보나 영화를 촬영할 때 초록색 또는 파란색 배경을 두고 찍어서 나중에 원하는 배경과 합성하는 것을 크로마키잉(chroma keying) 이라고 하고 그 초록색 배경을 크로마키라고 하다.

Section 04 영상 연산

❑ 이미지 합성과 마스킹

- 다음 예제는 크로마키를 배경으로 한 영상에서 크로마키 색상으로 마스크를 만들어 합성하는 예제이다.

```
1   import cv2
2   import numpy as np
3   import matplotlib.pylab as plt
4
5   img1 = cv2.imread('./img/man_chromakey.jpg')
6   img2 = cv2.imread('./img/street.jpg')
7
8   height1, width1 = img1.shape[:2]
9   height2, width2 = img2.shape[:2]
10  x = (width2 - width1)//2
11  y = height2 - height1
12  w = x + width1
13  h = y + height1
14
```

Section 04 영상 연산

❑ 이미지 합성과 마스킹

- 다음 예제는 크로마키를 배경으로 한 영상에서 크로마키 색상으로 마스크를 만들어 합성하는 예제이다.

```
15  chromakey = img1[ :10, :10, : ]
16  offset = 20
17
18  hsv_chroma = cv2.cvtColor(chromakey, cv2.COLOR_BGR2HSV)
19  hsv_img = cv2.cvtColor(img1, cv2.COLOR_BGR2HSV)
20
21  chroma_h = hsv_chroma[ :, :, 0]
22  lower = np.array([chroma_h.min()-offset, 100, 100])
23  upper = np.array([chroma_h.max()+offset, 255, 255])
24
25  mask = cv2.inRange(hsv_img, lower, upper)
26  mask_inv = cv2.bitwise_not(mask)
27  roi = img2[y:h, x:w]
28  fg = cv2.bitwise_and(img1, img1, mask=mask_inv)
29  bg = cv2.bitwise_and(roi, roi, mask=mask)
30  img2[y:h, x:w] = fg + bg
```

Section 04 영상 연산

❑ 이미지 합성과 마스킹

- 다음 예제는 크로마키를 배경으로 한 영상에서 크로마키 색상으로 마스크를 만들어 합성하는 예제이다.

```
31
32  cv2.imshow('chromakey', img1)
33  cv2.imshow('added', img2)
34  cv2.waitKey()
35  cv2.destroyAllWindows()
```

- 이렇게 영상 합성에는 대부분 알파 블렌딩 또는 마스킹이 필요하다.
- 하지만, 이런 작업은 블렌딩을 위한 적절한 알파 값 선택과 마스킹을 위한 모양의 좌표나 색상 값 선택에 많은 노력과 시간이 필요하다.

Section 04 영상 연산

❑ 이미지 합성과 마스킹

- dst = cv2.seamlessClone(src, dst , mask, coords, flags[, output])
  - src : **입력 영상**, **일반적으로 전경**
  - dst : **대상 영상**, **일반적으로 배경**
  - mask : **마스크**, src**에서 합성하고자 하는 영역은** 255, **나머지는** 0
  - coodrs : src**가 놓여지기 원하는** dst**의 좌표**(**중앙**)
  - flags : **합성 방식**
    - cv2.NORMAL_CLONE : **입력 원본 유지**
    - cv2.MIXED_CLONE : **입력과 대상을 혼합**
  - output : **합성 결과**

Section 04 영상 연산

❑ 이미지 합성과 마스킹

- **다음 예제는** cv2.SeamlessClone() **함수로 사진을 합성해서 손에 꽃 문신을 한 것처럼 만든 코드이다.**

```
1   import cv2
2   import numpy as np
3   import matplotlib.pylab as plt
4
5   img1 = cv2.imread("./img/drawing.jpg")
6   img2= cv2.imread("./img/my_hand.jpg")
7
8   mask = np.full_like(img1, 255)
9
10  height, width = img2.shape[:2]
11  center = (width//2, height//2)
12
13  normal = cv2.seamlessClone(img1, img2, mask, center, cv2.NORMAL_CLONE)
14  mixed = cv2.seamlessClone(img1, img2, mask, center, cv2.MIXED_CLONE)
```

Section 04 영상 연산

❑ 이미지 합성과 마스킹

- 다음 예제는 cv2.SeamlessClone() 함수로 사진을 합성해서 손에 꽃 문신을 한 것처럼 만든 코드이다.

```
15
16  cv2.imshow('normal', normal)
17  cv2.imshow('mixed', mixed)
18  cv2.waitKey()
19  cv2.destroyAllWindows()
```

- 결과로 나온 그림을 보면 함수의 마지막 인자 플래그가 cv2.NORMAL_CLONE인 경우 꽃 그림이 선명하긴 하지만, 주변의 피부가 뭉개진 듯한 결과를 보인다.
- 반면에, cv2.MIXED_CLONE을 사용한 경우에는 감쪽같이 두 영상의 특징을 살려서 표현하고 있다.
- 이 함수는 이미지 합성에 꼭 필요한 알파 값이나 마스크에 대해 신경 쓰지 않아도 되서 무척 편리하다.

Section 05 히스토그램

❑ 히스토그램 계산과 표시

- **영상 분야에서의 히스토그램은 전체 영상에서 픽셀 값이 1인 픽셀이 몇 개이고 2인 픽셀이 몇 개이고 하는 식으로 픽셀 값이 255인 픽셀이 몇 개인지까지 세는 것을 말한다.**
- **그렇게 하는 이유는 전체 영상에서 픽셀들의 색상이나 명암의 분포를 파악하기 위해서이다.**
- OpenCV는 **영상에서 히스토그램을 계산하는** cv2.calcHist( ) **함수를 제공한다.**

```
cv2.calcHist(img, channel, mask, hist Size, ranges)
```

  - img : **입력 영상**, [img]**처럼 리스트로 감싸서 표현**
  - channel : **처리할 채널**, **리스트로 감싸서 표현**
    - 1**채널** : [0], 2**채널**: [0, 1], 3**채널** : [0, 1, 2]
  - mask : **마스크에 지정한 픽셀만 히스토그램 계산**
  - histSize : **계급**(bin)**의 개수**, **채널 개수에 맞게 리스트로 표현**
    - 1 **채널** : (256), 2**채널**: [256, 256], 3**채널** : [256 , 256, 256]
  - ranges : **각 픽셀이 가질 수 있는 값의 범위**, RGB**인 경우** [0, 256]

Section 05 히스토그램

❑ 히스토그램 계산과 표시

- 다음 예제는 그레이 스케일 이미지의 히스토그램을 계산해서 그리는 코드이다.

```
1   import cv2
2   import numpy as np
3   import matplotlib.pylab as plt
4
5   img = cv2.imread('./img/seoul.jpg', cv2.IMREAD_GRAYSCALE)
6   cv2.imshow('img', img)
7
8   hist = cv2.calcHist([img], [0], None, [256], [0,255])
9   plt.plot(hist)
10
11  print("hist.shape:", hist.shape)  #--③ 히스토그램의 shape (256,1)
12  print("hist.sum():", hist.sum(), "img.shape:",img.shape)
13  plt.show()
```

Section 05 히스토그램

❑ 히스토그램 계산과 표시

- 다음 예제는 컬러 스케일 이미지의 3개 채널에 대해서 1차원 히스토그램을 각각 구하고 나서 하나의 플롯에 그리는 예제이다.

```
1   import cv2
2   import numpy as np
3   import matplotlib.pylab as plt
4
5   img = cv2.imread('./img/seoul.jpg')
6   cv2.imshow('img', img)
7
8   channels = cv2.split(img)
9   colors = ('b', 'g', 'r')
10  for (ch, color) in zip (channels, colors):
11      hist = cv2.calcHist([ch], [0], None, [256], [0, 255])
12      plt.plot(hist, color = color)
13  plt.show()
```

Section 05 히스토그램

❑ 노멀라이즈

- 노멀라이즈(normalize, 정규화)는 원래 기준이 서로 다른 값을 같은 기준이 되게 만드는 것을 말한다.
- 노멀라이즈는 서로 다른 기준을 하나의 절대적인 기준으로 만들기도 하지만 절대적인 기준 대신 특정 구간으로 노멀라이즈하면 특정 부분에 몰려 있는 값을 전체 영역으로 골고루 분포하게 할 수도 있다.
- 영상 분야에서는 노멀라이즈를 가지고 픽셀 값들이 0~255에 골고루 분포하지 않고 특정 영역에 몰려 있는 경우 화질을 개선하기도 하고 영상 간의 연산을 해야 하는데, 서로 조건이 다른 경우 같은 조건으로 만들기도 한다.

Section 05 히스토그램

❑ 노멀라이즈

- OpenCV는 **노멀라이즈 기능을 아래와 같은 함수로 제공한다**.
- `dst = cv2.normalize(src, dst, alpha, beta, type_flag)`
  - src : **노멀라이즈 이전 데이터**
  - dst : **노멀라이즈 이후 데이터**
  - alpha : **노멀라이즈 구간** 1
  - beta : **노멀라이즈 구간** 2, **구간 노멀라이즈가 아닌 경우 사용 안함**
  - type_flag : **알고리즘 선택 플래그 상수**
    - cv2.NORM_MINMAX : alpha**와** beta **구간으로 노멀라이즈**
    - cv2.NORM_L1 : **전체 합으로 나누기**, alpha = **노멀라이즈 전체 합**
    - cv2.NORM_L2 : **단위 벡터** (unit vector)**로 노멀라이즈**
    - cv2.NORM_INF : **최대 값으로 나누기**

Section 05 히스토그램

❑ 노멀라이즈

- 아래의 예제는 뿌연 영상에 노멀라이즈를 적용해서 화질을 개선하는 예제이다.

```
1   import cv2
2   import numpy as np
3   import matplotlib.pylab as plt
4
5   img = cv2.imread('../img/abnormal.jpg', cv2.IMREAD_GRAYSCALE)
6
7   img_f = img.astype(np.float32)
8   img_norm = ((img_f - img_f.min()) * (255) / (img_f.max() - img_f.min()))
9   img_norm = img_norm.astype(np.uint8)
10
11  img_norm2 = cv2.normalize(img, None, 0, 255, cv2.NORM_MINMAX)
12
13  hist = cv2.calcHist([img], [0], None, [256], [0, 255])
14  hist_norm = cv2.calcHist([img_norm], [0], None, [256], [0, 255])
15  hist_norm2 = cv2.calcHist([img_norm2], [0], None, [256], [0, 255])
```

Section 05 히스토그램

❑ 노멀라이즈

- 아래의 예제는 뿌연 영상에 노멀라이즈를 적용해서 화질을 개선하는 예제이다.

```
16
17  cv2.imshow('Before', img)
18  cv2.imshow('Manual', img_norm)
19  cv2.imshow('cv2.normalize()', img_norm2)
20
21  hists = {'Before' : hist, 'Manual':hist_norm, 'cv2.normalize()':hist_norm2}
22  for i, (k, v) in enumerate(hists.items()):
23      plt.subplot(1,3,i+1)
24      plt.title(k)
25      plt.plot(v)
26  plt.show()
```

Section 05 히스토그램

❑ 이퀄라이즈

- 노멀라이즈는 분포가 한곳에 집중되어 있는 경우에는 효과적이지만 그 집중된 영역에서 멀리 떨어진 값이 있을 경우에는 효과가 없다.
- 이때에는 이퀄라이즈(equalize, 평탄화)가 필요하다.
- 이퀄라이즈는 히스토그램으로 빈도를 구해서 그것을 노멀라이즈한 후 누적값을 전체 개수로 나누어 나온 결과 값을 히스토그램 원래 픽셀 값에 매핑한다.
- 이퀄라이즈는 각각의 값이 전체 분포에 차지하는 비중에 따라 분포를 재분배하므로 명암 대비(contrast)를 개선하는 데 효과적이다.
- OpenCV에서 제공하는 이퀄라이즈 함수는 아래와 같다.
-
```
dst = cv2.equalizeHist(src [, dst])
```

  - src : 대상 이미지, 8비트 1 채널
  - dst : 결과 이미지

Section 05 히스토그램

❑ 이퀄라이즈

- 예제는 어둡게 나온 사진을 그레이스케일로 바꾸어 이퀄라이즈를 적용해서 개선시키는 예제이다.

```
1   import cv2
2   import numpy as np
3   import matplotlib.pylab as plt
4
5   img = cv2.imread('./img/yate.jpg', cv2.IMREAD_GRAYSCALE)
6   rows, cols = img.shape[:2]
7
8   hist = cv2.calcHist([img], [0], None, [256], [0, 256])
9   cdf = hist.cumsum()
10  cdf_m = np.ma.masked_equal(cdf, 0)
11  cdf_m = (cdf_m - cdf_m.min()) /(rows * cols) * 255
12  cdf = np.ma.filled(cdf_m,0).astype('uint8')
13  print(cdf.shape)
14  img2 = cdf[img]
15
```

Section 05 히스토그램

❑ 이퀄라이즈

- 예제는 어둡게 나온 사진을 그레이스케일로 바꾸어 이퀄라이즈를 적용해서 개선시키는 예제이다.

```
16  img3 = cv2.equalizeHist(img)
17
18  hist2 = cv2.calcHist([img2], [0], None, [256], [0, 256])
19  hist3 = cv2.calcHist([img3], [0], None, [256], [0, 256])
20
21  cv2.imshow('Before', img)
22  cv2.imshow('Manual', img2)
23  cv2.imshow('cv2.equalizeHist()', img3)
24  hists = {'Before':hist, 'Manual':hist2, 'cv2.equalizeHist()':hist3}
25  for i, (k, v) in enumerate(hists.items()):
26      plt.subplot(1,3,i+1)
27      plt.title(k)
28      plt.plot(v)
29  plt.show()
```

Section 05 히스토그램

❑ 이퀄라이즈

- 히스토그램 이퀄라이즈는 컬러 스케일에도 적용할 수 있는데, 밝기 값을 개선하기 위해서는 3개 채널 모두를 개선해야 하는 BGR 컬러 스페이스보다는 YUV나 HSV로 변환해서 밝기 채널만을 연산해서 최종 이미지에 적용하는 것이 좋다.
- 다음 예제는 YUV 컬러 스페이스로 변경한 컬러 이미지에 대한 이퀄라이즈를 보여준다.

```
1  import cv2
2  import numpy as np
3
4  img = cv2.imread('./img/yate.jpg')
5  img_yuv = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2YUV)
6
7  img_yuv[:,:,0] = cv2.equalizeHist(img_yuv[:,:,0])
8
```

Section 05 히스토그램

❑ 이퀄라이즈

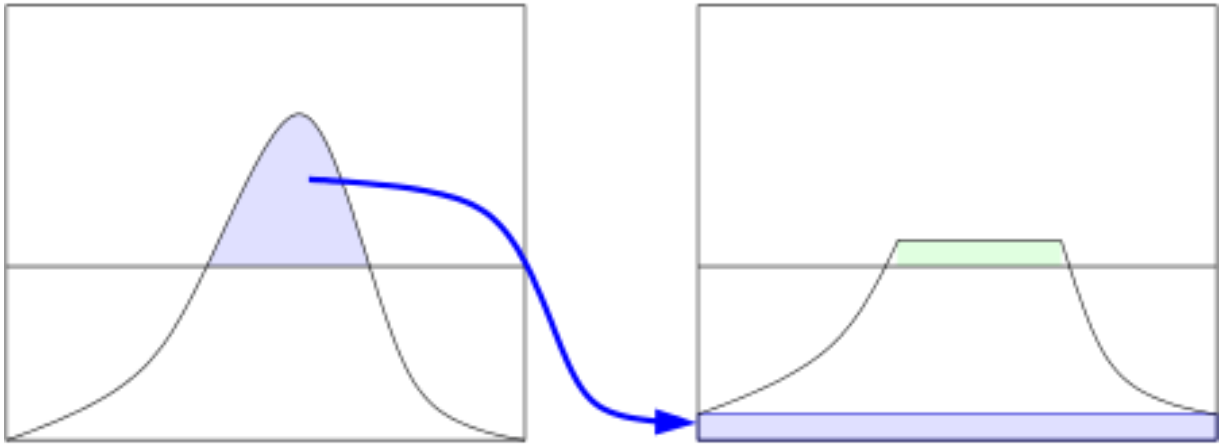
- 히스토그램 이퀄라이즈는 컬러 스케일에도 적용할 수 있는데, 밝기 값을 개선하기 위해서는 3개 채널 모두를 개선해야 하는 BGR 컬러 스페이스보다는 YUV나 HSV로 변환해서 밝기 채널만을 연산해서 최종 이미지에 적용하는 것이 좋다.
- 다음 예제는 YUV 컬러 스페이스로 변경한 컬러 이미지에 대한 이퀄라이즈를 보여준다.

```
9   img2 = cv2.cvtColor(img_yuv, cv2.COLOR_YUV2BGR)
10
11  cv2.imshow('Before', img)
12  cv2.imshow('After', img2)
13  cv2.waitKey()
14  cv2.destroyAllWindows()
```

Section 05 히스토그램

❑ CLAHE

- CLAHE(Contrast Limiting Adaptive Histogram Equalization)**는 영상 전체에 이퀄라이즈를 적용했을 때 너무 밝은 부분이 날아가는 현상을 막기 위해 영상을 일정한 영역으로 나눠서 이퀄라이즈를 적용하는 것을 말한다.**
- **노이즈가 증폭되는 것을 막기 위해 어느 히스토그램 계급**(bin)**이든 지정된 제한 값을 넘으면 그 픽셀은 다른 계급으로 배분하고나서 이퀄라이즈를 적용한다.**



Section 05 히스토그램

❑ CLAHE

- CLAHE**를 위한** OpenCV **함수는 다음과 같다**.
- clahe = cv2.createCLAHE(clipLimit, tileGridSize) : CLAHE 생성
  - clipLimit : Contrast **제한 경계 값**, **기본** 40.0
  - tileGridSize : **영역 크기**, **기본** 8 x 8
  - clahe : **생성된** CLAHE **객체**
- clahe.apply(src) : CLAHE 적용
  - src : **입력 영상**

Section 05 히스토그램

❑ CLAHE

- **다음 예제는 CLAHE를 적용한 예제이다.**

```
1   import cv2
2   import numpy as np
3
4   img = cv2.imread('./img/sky.jpg')
5   img_yuv = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2YUV)
6
7   img_eq = img_yuv.copy()
8   img_eq[:,:,0] = cv2.equalizeHist(img_eq[:,:,0])
9   img_eq = cv2.cvtColor(img_eq, cv2.COLOR_YUV2BGR)
10
```

Section 05 히스토그램

❑ CLAHE

- **다음 예제는 CLAHE를 적용한 예제이다.**

```
11  img_clahe = img_yuv.copy()
12  clahe = cv2.createCLAHE(clipLimit=3.0, tileGridSize=(8,8))
13  img_clahe[:,:,0] = clahe.apply(img_clahe[:,:,0])
14  img_clahe = cv2.cvtColor(img_clahe, cv2.COLOR_YUV2BGR)
15
16  cv2.imshow('Before', img)
17  cv2.imshow('CLAHE', img_clahe)
18  cv2.imshow('equalizeHist', img_eq)
19  cv2.waitKey()
20  cv2.destroyAllWindows()
```

Section 05 히스토그램

❑ 2D 히스토그램

- 1차원 히스토그램은 각 픽셀이 몇 개씩인지 세어서 그래프로 표현하는데, 2차원 히스토그램은 이와 같은 축이 2개이고 각각의 축이 만나는 지점의 개수를 표현한다.
- 그래서 이것을 적절히 표현하려면 지금까지 사용한 2차원 그래프가 아닌 3차원 그래프가 필요하다.
- 아래의 예제는 맑고 화창한 가을 하늘의 산을 찍은 사진을 2차원 히스토그램으로 표현한 것이다.

```
1  import cv2
2  import matplotlib.pyplot as plt
3
4  plt.style.use('classic')
5  img = cv2.imread('./img/seoul.jpg')
6
```

Section 05 히스토그램

❑ 2D 히스토그램

- 아래의 예제는 맑고 화창한 가을 하늘의 산을 찍은 사진을 2차원 히스토그램으로 표현한 것이다.

```
7   plt.subplot(131)
8   hist = cv2.calcHist([img], [0,1], None, [32,32], [0,256,0,256])
9   p = plt.imshow(hist)
10  plt.title('Blue and Green')
11  plt.colorbar(p)
12
13  plt.subplot(132)
14  hist = cv2.calcHist([img], [1,2], None, [32,32], [0,256,0,256])
15  p = plt.imshow(hist)
16  plt.title('Green and Red')
17  plt.colorbar(p)
18
```

Section 05 히스토그램

❑ 2D 히스토그램

- 아래의 예제는 맑고 화창한 가을 하늘의 산을 찍은 사진을 2차원 히스토그램으로 표현한 것이다.

```
19  plt.subplot(133)
20  hist = cv2.calcHist([img], [0,2], None, [32,32], [0,256,0,256])
21  p = plt.imshow(hist)
22  plt.title('Blue and Red')
23  plt.colorbar(p)
24
25  plt.show()
```

Section 05 히스토그램

❑ 역투영

- 2차원 히스토그램과 HSV 컬러 스페이스를 이용하면 색상으로 특정 물체나 사물의 일부분을 배경에서 분리할 수 있다.
- 기본 원리는 물체가 있는 관심영역의 H와 V 값의 분포를 얻어낸 후 전체 영상에서 해당 분포의 픽셀 만 찾아내는 것이다.
- OpenCV는 역투영을 위해 아래와 같은 함수로 제공한다.

```
cv2.calcBackProject(img, channel, hist, ranges, scale)
```

  - img : 입력 영상, [img] 처럼 리스트로 감싸서 표현
  - channel : 처리할 채널, 리스트로 감싸서 표현
  - 1 채널 : [0], 2채널 : [0 ,1], 3채널 : [0 ,1, 2]
  - hist : 역투영에 사용할 히스토그램
  - ranges : 각 픽셀이 가질 수 있는 값의 범위
  - scale : 결과에 적용할 배율 계수

Section 05 히스토그램

❑ 역투영

- 예제에서는 마우스로 선택한 특정 물체만 배경에서 분리해내는 모습을 보여주고 있다.

```
1   import cv2
2   import numpy as np
3
4   win_name = 'back_projection'
5   img = cv2.imread('../img/pump_horse.jpg')
6   hsv_img = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2HSV)
7   draw = img.copy()
8
9   def masking(bp, win_name):
10      disc = cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_ELLIPSE,(5,5))
11      cv2.filter2D(bp,-1,disc,bp)
12      _, mask = cv2.threshold(bp, 1, 255, cv2.THRESH_BINARY)
13      result = cv2.bitwise_and(img, img, mask=mask)
14      cv2.imshow(win_name, result)
15
```

Section 05 히스토그램

❑ 역투영

- 예제에서는 마우스로 선택한 특정 물체만 배경에서 분리해내는 모습을 보여주고 있다.

```
16  def backProject_manual(hist_roi):
17      hist_img = cv2.calcHist([hsv_img], [0,1], None,[180,256], [0,180,0,256])
18      hist_rate = hist_roi/ (hist_img + 1)
19      h,s,v = cv2.split(hsv_img)
20      bp = hist_rate[h.ravel(), s.ravel()]
21      bp = np.minimum(bp, 1)
22      bp = bp.reshape(hsv_img.shape[:2])
23      cv2.normalize(bp,bp, 0, 255, cv2.NORM_MINMAX)
24      bp = bp.astype(np.uint8)
25      masking(bp,'result_manual')
26
27  def backProject_cv(hist_roi):
28      bp = cv2.calcBackProject([hsv_img], [0, 1], hist_roi,  [0, 180, 0, 256], 1)
29      masking(bp,'result_cv')
30
```

Section 05 히스토그램

❑ 역투영

```
31  (x,y,w,h) = cv2.selectROI(win_name, img, False)
32  if w > 0 and h > 0:
33      roi = draw[y:y+h, x:x+w]
34      cv2.rectangle(draw, (x, y), (x+w, y+h), (0,0,255), 2)
35      hsv_roi = cv2.cvtColor(roi, cv2.COLOR_BGR2HSV)
36      hist_roi = cv2.calcHist([hsv_roi],[0, 1], None, [180, 256], [0, 180, 0, 256] )
37      backProject_manual(hist_roi)
38      backProject_cv(hist_roi)
39
40  cv2.imshow(win_name, draw)
41  cv2.waitKey()
42  cv2.destroyAllWindows()
```

- 역투영의 장점은 알파 채널이나 크로마키 같은 보조 역할이 없어도 복잡한 모양의 사물을 분리할 수 있다는 것이다.
- 하지만 대상 사물의 색상과 비슷한 색상이 뒤섞여 있을 때는 효과가 떨어지는 단점도 있다.

Section 05 히스토그램

❑ 히스토그램 비교

- **히스토그램은 영상의 픽셀 값의 분포를 갖는 정보이므로 이것을 비교하면 영상에 사용한 픽셀의 색상 비중이 얼마나 비슷한지 알 수 있다.**
- **이것은 영상이 서로 얼마나 비슷한지를 알 수 있는 하나의 방법이다.**
- OpenCV는 **히스토그램을 비교해서 그 유사도가 얼마인지 판단해 주는 함수를 아래와 같이 제공한다.**

```
cv2.compareHist( hist1, hist2, method)
```

  - hist1, hist2 : **비교할 2개의 히스토그램, 크기와 차원이 같아야 함**
  - method : **비교 알고리즘 선택 플래그 상수**
    - cv2.HISTCMP_CORREL : **상관관계**(1: **완전 일치**, - 1: **최대 불일치**, 0: **무관계**)
    - cv2.HISTCMP_CHISQR : **카이제곱** (0: **완전 일치**, **큰 값**(**미정**): **최대 불일치**)
    - cv2.HISTCMP_INTERSECT : **교차**(1: **완전 일치**, 0 **최대 불일치**(1 **로 정규화한 경우**))
    - cv2.HISTCMP_BHATTACHARYYA : **바타차야** (0 : **완전 일치**, 1: **최대 불일치**)
    - cv2.HISTCMP_HELLINGER : HISTCMP_BHATTACHARYYA**와 동일**

Section 05 히스토그램

❑ 히스토그램 비교

- 서로 다른 영상의 히스토그램을 같은 조건으로 비교하기 위해서는 먼저 히스토그램을 노멀라이즈해야 한다.
- 이미지가 크면 픽셀 수가 많고 당연히 히스토그램의 값도 더 커지기 때문이다.

Section 05 히스토그램

❑ 히스토그램 비교

- 다음 예제는 다른 각도에서 찍은 태권브이 장난감 이미지 3개와 코주부 박사 장난감을 찍은 이미지를 비교해서 각 비교 알고리즘에 따른 결과를 보여준다.

```
1   import cv2
2   import numpy as np
3   import matplotlib.pylab as plt
4
5   img1 = cv2.imread('./img/taekwonv1.jpg')
6   img2 = cv2.imread('./img/taekwonv2.jpg')
7   img3 = cv2.imread('./img/taekwonv3.jpg')
8   img4 = cv2.imread('./img/dr_ochanomizu.jpg')
9
10  cv2.imshow('query', img1)
11  imgs = [img1, img2, img3, img4]
12  hists = []
```

Section 05 히스토그램

❑ 히스토그램 비교

- 다음 예제는 다른 각도에서 찍은 태권브이 장난감 이미지 3개와 코주부 박사 장난감을 찍은 이미지를 비교해서 각 비교 알고리즘에 따른 결과를 보여준다.

```
13  for i, img in enumerate(imgs) :
14      plt.subplot(1,len(imgs),i+1)
15      plt.title('img%d'% (i+1))
16      plt.axis('off')
17      plt.imshow(img[:,:,::-1])
18      hsv = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2HSV)
19      hist = cv2.calcHist([hsv], [0,1], None, [180,256], [0,180,0, 256])
20      cv2.normalize(hist, hist, 0, 1, cv2.NORM_MINMAX)
21      hists.append(hist)
22
23  query = hists[0]
24  methods = {'CORREL' :cv2.HISTCMP_CORREL, 'CHISQR':cv2.HISTCMP_CHISQR, INT
    ERSECT':cv2.HISTCMP_INTERSECT, 'BHATTACHARYYA':cv2.HISTCMP_BHATTACH
    ARYYA}
```

Section 05 히스토그램

❑ 히스토그램 비교

- 다음 예제는 다른 각도에서 찍은 태권브이 장난감 이미지 3개와 코주부 박사 장난감을 찍은 이미지를 비교해서 각 비교 알고리즘에 따른 결과를 보여준다.

```
25  for j, (name, flag) in enumerate(methods.items()):
26      print('%-10s'%name, end='\t')
27      for i, (hist, img) in enumerate(zip(hists, imgs)):
28          ret = cv2.compareHist(query, hist, flag)
29          if flag == cv2.HISTCMP_INTERSECT:
30              ret = ret/np.sum(query)
31          print("img%d:%7.2f"% (i+1 , ret), end='\t')
32      print()
33
34  plt.show()
```

Section 06 프로젝트

❑ 반해골 얼굴 합성 영상

- 힌트
  - 두 영상의 절반씩 가져다가 새로운 영상을 단순히 합성하면 그냥 두 개의 영상을 이어 붙인 것처럼 보여서 어색하다.
  - 두 영상이 만나는 지점의 일정 부분을 알파 값이 서서히 변하게 알파 블렌딩하면 자연스럽게 두 개의 얼굴이 하나의 얼굴로 합성된다.
  - 알파 값은 블렌딩의 시작 지점은 1 : 0, 중간 지점은 0.5 : 0.5, 끝 지점은 0 : 1이 되게 한다.

Section 06 프로젝트

❑ 반해골 얼굴 합성 영상

```
1   import cv2
2   import numpy as np
3
4   # 영상의 15%를 알파 블렌딩의 범위로 지정
5   alpha_width_rate = 15
6
7   # 합성할 두 영상 읽기
8   img_face = cv2.imread('../img/man_face.jpg')
9   img_skull = cv2.imread('../img/skull.jpg')
10
11  # 입력 영상과 같은 크기의 결과 영상 준비
12  img_comp = np.zeros_like(img_face)
13
14  # 연산에 필요한 좌표 계산
15  height, width = img_face.shape[:2]
16  middle = width//2                          # 영상의 중앙 좌표
17  alpha_width = width * alpha_width_rate // 100          # 알파 블렌딩 범위
18  start = middle - alpha_width//2              # 알파 블렌딩 시작 지점
19  step = 100/alpha_width                      # 알파 값 간격
20
```

Section 06 프로젝트

❑ 반해골 얼굴 합성 영상

```
21  # 입력 영상의 절반씩 복사해서 결과 영상에 합성
22  img_comp[:, :middle, : ] = img_face[:, :middle, :].copy()
23  img_comp[:, middle:, :] = img_skull[:, middle:, :].copy()
24  cv2.imshow('half', img_comp)
25
26  # 알파 값을 바꾸면서 알파 블렌딩 적용
27  for i in range(alpha_width+1 ):
28      alpha = (100 - step * i) / 100          # 증감 간격에 따른 알파 값 (1~0)
29      beta = 1 - alpha                        # 베타 값 (0~1)
30      # 알파 블렌딩 적용
31      img_comp[:, start+i] = img_face[:, start+i] * alpha + img_skull[:, start+i] * beta
32      print(i, alpha, beta)
33
34  cv2.imshow('half skull', img_comp)
35  cv2.waitKey()
36  cv2.destroyAllWindows()
```

Q&A