# 이미지의 Fourier Transform

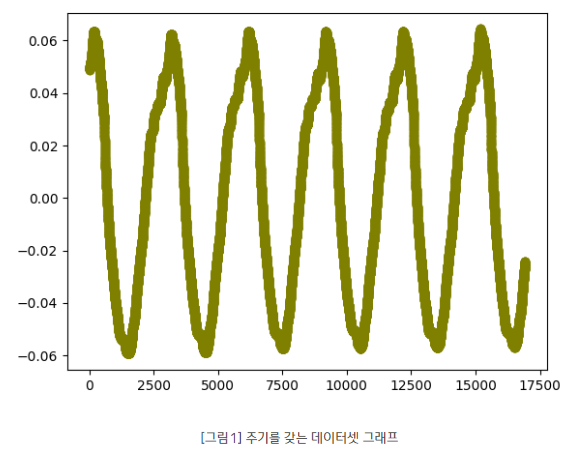
## Fourier transform 기본 개념

Fourier Transfrom은 측정된 파동에 대해 진폭과 주기가 다양한 여러 개의 sin 함수로 표현할 수 있도록 하는 것이다.

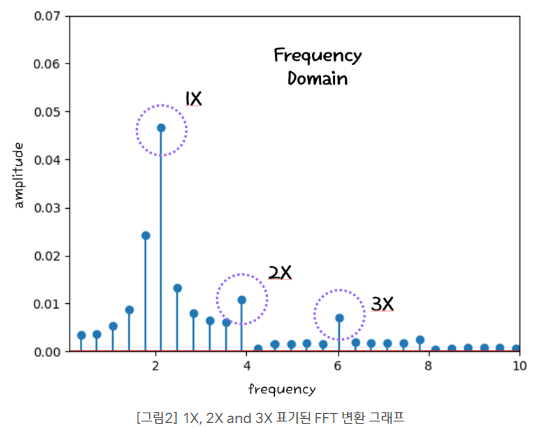
텍스트이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

예를들어 f(t)의 신호가 아래와 같다고 하면



Fourier Transform의 결과는 아래와 같이 표현할 수 있다.

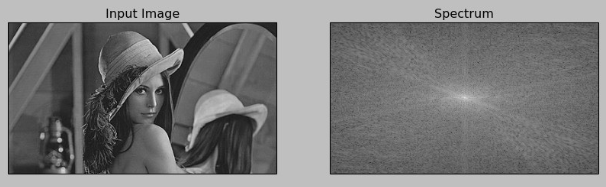


참고: <https://lifelong-education-dr-kim.tistory.com/4>

## 이미지의 Fourier transform

 이미지도 파동으로 변환을 할 수가 있는데, 주변 픽셀과의 밝기 변환가 많은 곳은 고주파로, 변환이 적은 곳은 저주파로 표현한다..

이미지의 경우 x, y의 2차원의 영역이므로 Fourier transform 결과를 나타날 때 고주파 부분은 밝은색으로, 저주파 영역은 검은색으로 표현한다.



이미지에서 고주파의 의미는 경계선을 의미하고, 저주파는 배경을 의미하는, 일반적인 이미지 편집 도구에서는 Fourier transform을 사용하여 고주파를 제거하여 경계선을 없애거나, 저주파를 제거여면 경계선만 남기게 하는 기능을 제공하기도 한다

텍스트, 여자, 사람, 가장이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

참고: <https://opencv-python.readthedocs.io/en/latest/doc/23.imageFourierTransform/imageFourierTransform.html>

# 실험설계

## 가정

Moire 현상이 나타난 경우 그 원인은 디스플레이의 색상별 주파수와 카메라의 색상별 주파수가 상이하여 다른 형식의 파동 (특정 주파수에서의 진폭이 커지는 맥놀이 현상)이 생성되기 때문이며, 이 파동의 영향은 이미지 상에서도 반영되어 있다.

즉 모아레 현상이 나타난 이미지와 모아레 현상이 나타나지 않은 이미지는 해당 이미지들의 파동의 분석을 통해 파악할 수 있다.

## 설계

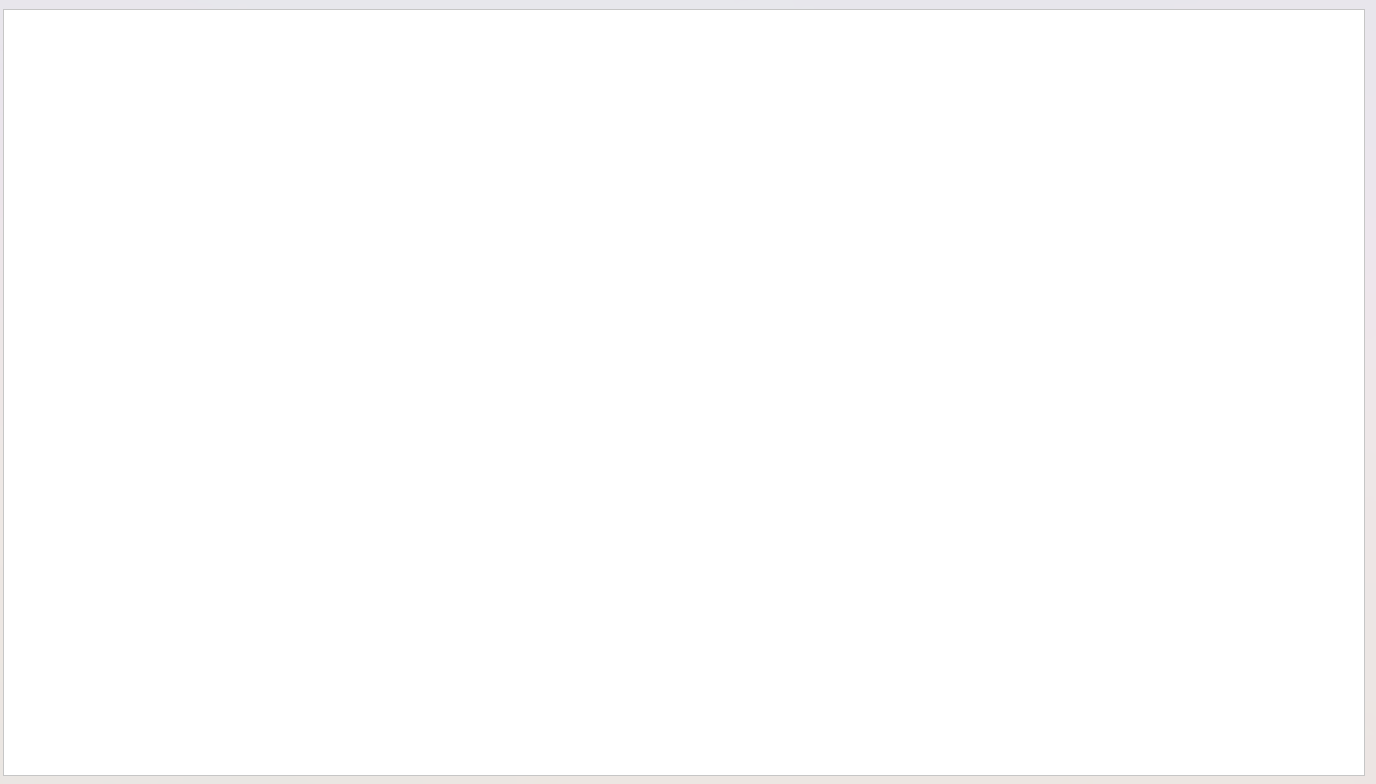
1) 컴퓨터 화면 / 핸드폰 화면에 나타난 화면 배경을 휴대전화로 촬영하여 모아레 현상이 나타난 정도를 육안으로 구분하여 기록한다.

2) 이미지의 FFT 변환을 통해 각 주파수의 진폭의 정도를 측정한다.

3) 1)에서 측정한 모아레의 정도와 2) 에서 측정한 진폭의 정도의 연관성을 분석한다. (모아레 정도가 클수록 진폭이 큰쪽으로 나타는지 확인한다.)

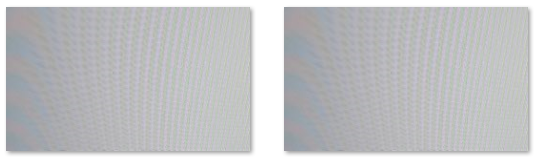
## 실험진행 (사진촬영)

1) 원본이미지 (하얀색 배경)



2) 촬영된 이미지 (모아레 무늬 구분)

(1\_dense\_cross) 격자로 모아레 무늬 생김



(2\_dense) 한방향으로 모아레 무늬 생김



(3\_color) 다양한 색으로 모아레 무늬 생김



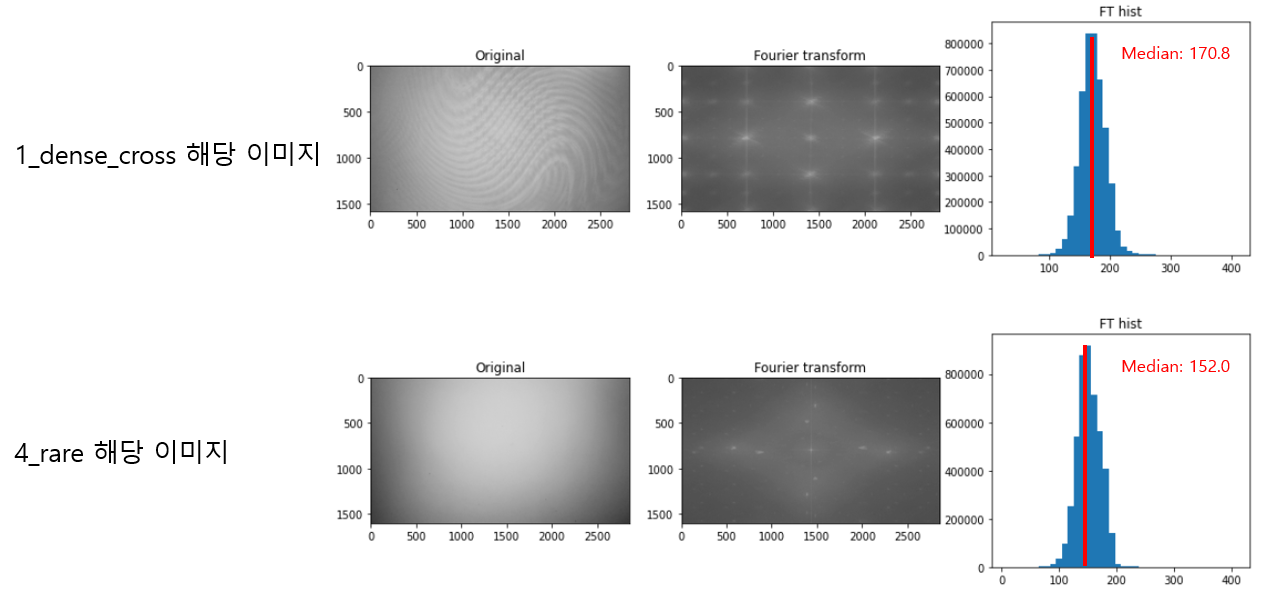
(4\_rare) 모아레 무늬가 거의 생기지 않음

텍스트, 명함이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

## 실험진행 (FFT 평가)

Fourier transform 수행 결과 Moire가 많이 나타나는 경우에는 진폭이 대부분 크게 나왔고, 적게 나타나는 경우에는 진폭이 상대적으로 작게 분포되어 있음을 확인할 수 있었다.



아래의 그래프 105개의 이미지에 대해서 모아레 무늬 강도 및 FFT의 mean/median 값의 평균을 정리한 그래프이다.

# 별첨1: 이미지 FFT 변환 코드

import os

from typing import List

import matplotlib.pyplot as plt

import cv2

import numpy as np

from tqdm import tqdm

import pandas as pd

def fourier(filename: str, show: bool=False) -> np.ndarray:

    img = cv2.imread(filename)

    gray = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR\_BGR2GRAY)

    dft = cv2.dft(np.float32(gray), flags=cv2.DFT\_COMPLEX\_OUTPUT)

    dft\_shift = np.fft.fftshift(dft)

    out = 20\*np.log(cv2.magnitude(dft\_shift[:, :, 0], dft\_shift[:, :, 1]))

    fft\_flat = out.flatten()

    inverse\_shift = np.fft.fftshift(dft\_shift)

    inverse\_dft = cv2.dft(inverse\_shift, flags=cv2.DFT\_INVERSE)

    out2 = cv2.magnitude(inverse\_dft[:, :, 0], inverse\_dft[:, :, 1])

    if show:

        plt.figure(figsize=(10,4))

        plt.subplot(141)

        plt.imshow(gray, cmap='gray')

        plt.title('original')

        plt.subplot(142)

        plt.imshow(out, cmap='gray')

        plt.title('dft')

        plt.subplot(143)

        plt.hist(fft\_flat, bins=20)

        plt.title('fft\_hist')

        plt.subplot(144)

        plt.imshow(out2, cmap='gray')

        plt.title('inverse')

        plt.show()

    return out

def \_get\_leaf\_folders(root: str) -> List[str]:

    leaf\_dir\_dict = dict()

    total\_files = 0

    for elem in os.walk(root):

        if len(elem[1]) == 0:  # leaf directory

            leaf\_dir\_dict[elem[0]] = elem[2]

            total\_files += len(elem[2])

    # print(leaf\_dir\_list)

    return leaf\_dir\_dict, total\_files

def \_make\_record(filepath: str, fft: np.array) -> dict:

    folders = filepath.split('/')

    if len(folders) < 4:

        return None

    return dict(

        camera=folders[1],

        display=folders[2],

        moire\_degree=folders[3],

        median=np.median(fft),

        mean=np.mean(fft),

        path=filepath,

        std=np.std(fft),

        min=np.min(fft),

        max=np.max(fft),

    )

if \_\_name\_\_ == "\_\_main\_\_":

    num = 5

    leaf\_dir\_dict, total\_files = \_get\_leaf\_folders(f'images{num}')

    data\_list = list()

    with tqdm(total=total\_files) as pbar:

        for leaf\_dir, files in leaf\_dir\_dict.items():

            for file in files:

                filepath = f"{leaf\_dir}/{file}"

                fft = fourier(filepath)

                data = \_make\_record(filepath, fft)

                data\_list.append(data)

                pbar.update(1)

                pbar.set\_description(

                    f"{filepath}/median:{data['median']:.2f}/mean:{data['mean']:.2f}"

                    )

    df = pd.DataFrame(data\_list)

    print(df)

    df.to\_csv(f"t\_{num}.csv")

# 별첨2: 각 이미지별 모아레 degree 와 mean/median 측정 결과

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **NO** | **camera** | **display** | **moire\_degree** | **median** | **mean** | **path** |
| 1 | S10 | BLUE | 1\_dense\_cross | 173.6 | 172.9 | S10/BLUE/1\_dense\_cross/20220815\_092958277\_22.jpg |
| 2 | S10 | BLUE | 1\_dense\_cross | 172.6 | 171.9 | S10/BLUE/1\_dense\_cross/20220815\_092958277\_23.jpg |
| 3 | S10 | BLACK | 1\_dense\_cross | 172.5 | 171.9 | S10/BLACK/1\_dense\_cross/20220815\_093057463\_09 (1).jpg |
| 4 | S10 | BLACK | 1\_dense\_cross | 172.5 | 171.9 | S10/BLACK/1\_dense\_cross/20220815\_093057463\_09.jpg |
| 5 | S10 | BLUE | 1\_dense\_cross | 172.3 | 172.0 | S10/BLUE/1\_dense\_cross/20220815\_092958277\_10.jpg |
| 6 | S10 | BLACK | 1\_dense\_cross | 172.3 | 171.7 | S10/BLACK/1\_dense\_cross/20220815\_093057463\_06 (1).jpg |
| 7 | S10 | BLACK | 1\_dense\_cross | 172.3 | 171.7 | S10/BLACK/1\_dense\_cross/20220815\_093057463\_06.jpg |
| 8 | S10 | BLUE | 1\_dense\_cross | 172.2 | 171.8 | S10/BLUE/1\_dense\_cross/20220815\_092958277\_09.jpg |
| 9 | S10 | BLACK | 1\_dense\_cross | 171.5 | 171.0 | S10/BLACK/1\_dense\_cross/20220815\_093057463\_04 (1).jpg |
| 10 | S10 | BLACK | 1\_dense\_cross | 171.5 | 171.0 | S10/BLACK/1\_dense\_cross/20220815\_093057463\_04.jpg |
| 11 | S10 | BLACK | 1\_dense\_cross | 171.5 | 171.1 | S10/BLACK/1\_dense\_cross/20220815\_093057463\_01.jpg |
| 12 | S10 | BLUE | 1\_dense\_cross | 171.3 | 171.1 | S10/BLUE/1\_dense\_cross/20220815\_092958277\_03.jpg |
| 13 | S10 | BLUE | 1\_dense\_cross | 171.0 | 170.3 | S10/BLUE/1\_dense\_cross/20220815\_092958277\_16.jpg |
| 14 | S10 | BLACK | 1\_dense\_cross | 170.9 | 170.4 | S10/BLACK/1\_dense\_cross/20220815\_093057463\_02 (1).jpg |
| 15 | S10 | BLACK | 1\_dense\_cross | 170.9 | 170.4 | S10/BLACK/1\_dense\_cross/20220815\_093057463\_02.jpg |
| 16 | S10 | BLUE | 1\_dense\_cross | 170.8 | 170.6 | S10/BLUE/1\_dense\_cross/20220815\_092958277\_17.jpg |
| 17 | S10 | BLUE | 1\_dense\_cross | 170.8 | 170.6 | S10/BLUE/1\_dense\_cross/20220815\_092958277\_15.jpg |
| 18 | S10 | BLUE | 1\_dense\_cross | 170.4 | 170.3 | S10/BLUE/1\_dense\_cross/20220815\_092958277\_04.jpg |
| 19 | S10 | BLUE | 1\_dense\_cross | 170.2 | 169.7 | S10/BLUE/1\_dense\_cross/20220815\_092958277\_14.jpg |
| 20 | S10 | BLUE | 1\_dense\_cross | 170.1 | 169.9 | S10/BLUE/1\_dense\_cross/20220815\_092958277\_18.jpg |
| 21 | S10 | BLACK | 1\_dense\_cross | 170.1 | 169.7 | S10/BLACK/1\_dense\_cross/20220815\_093057463\_05 (1).jpg |
| 22 | S10 | BLACK | 1\_dense\_cross | 170.1 | 169.7 | S10/BLACK/1\_dense\_cross/20220815\_093057463\_05.jpg |
| 23 | S10 | BLACK | 1\_dense\_cross | 170.0 | 169.5 | S10/BLACK/1\_dense\_cross/20220815\_093057463\_03 (1).jpg |
| 24 | S10 | BLACK | 1\_dense\_cross | 170.0 | 169.5 | S10/BLACK/1\_dense\_cross/20220815\_093057463\_03.jpg |
| 25 | S10 | BLUE | 1\_dense\_cross | 168.9 | 168.4 | S10/BLUE/1\_dense\_cross/20220815\_092958277\_12.jpg |
| 26 | S10 | BLUE | 1\_dense\_cross | 168.6 | 168.4 | S10/BLUE/1\_dense\_cross/20220815\_092958277\_20.jpg |
| 27 | S10 | BLUE | 1\_dense\_cross | 168.5 | 167.9 | S10/BLUE/1\_dense\_cross/20220815\_092958277\_13.jpg |
| 28 | S10 | BLACK | 1\_dense\_cross | 168.1 | 167.4 | S10/BLACK/1\_dense\_cross/20220815\_093057463\_08 (1).jpg |
| 29 | S10 | BLACK | 1\_dense\_cross | 168.1 | 167.4 | S10/BLACK/1\_dense\_cross/20220815\_093057463\_08.jpg |
| 30 | S10 | BLACK | 1\_dense\_cross | 167.5 | 167.3 | S10/BLACK/1\_dense\_cross/20220815\_093057463\_07 (1).jpg |
| 31 | S10 | BLACK | 1\_dense\_cross | 167.5 | 167.3 | S10/BLACK/1\_dense\_cross/20220815\_093057463\_07.jpg |
| 32 | S7 | BLACK | 2\_dense | 167.2 | 167.0 | S7/BLACK/2\_dense/20220815\_092740787\_07.jpg |
| 33 | S21 | BLACK | 1\_dense\_cross | 167.1 | 166.7 | S21/BLACK/1\_dense\_cross/20220815\_091319.jpg |
| 34 | S7 | BLACK | 2\_dense | 166.8 | 166.7 | S7/BLACK/2\_dense/20220815\_092740787\_06.jpg |
| 35 | S21 | BLACK | 3\_color | 166.6 | 166.4 | S21/BLACK/3\_color/20220815\_091323.jpg |
| 36 | S10 | BLUE | 3\_color | 166.2 | 166.1 | S10/BLUE/3\_color/20220815\_092958277\_19.jpg |
| 37 | S21 | BLACK | 2\_dense | 166.1 | 165.8 | S21/BLACK/2\_dense/20220815\_091322.jpg |
| 38 | S7 | BLACK | 2\_dense | 165.8 | 165.7 | S7/BLACK/2\_dense/20220815\_092740787\_19.jpg |
| 39 | S7 | BLUE | 2\_dense | 165.7 | 165.1 | S7/BLUE/2\_dense/20220815\_092523588\_03.jpg |
| 40 | S10 | BLUE | 2\_dense | 165.5 | 165.2 | S10/BLUE/2\_dense/20220815\_092958277\_24.jpg |
| 41 | S21 | BLACK | 2\_dense | 164.9 | 164.3 | S21/BLACK/2\_dense/20220815\_091321.jpg |
| 42 | S21 | BLACK | 3\_color | 164.8 | 164.3 | S21/BLACK/3\_color/20220815\_091302.jpg |
| 43 | S7 | BLACK | 2\_dense | 164.7 | 164.5 | S7/BLACK/2\_dense/20220815\_092740787\_24.jpg |
| 44 | S21 | BLACK | 3\_color | 164.3 | 163.9 | S21/BLACK/3\_color/20220815\_091314.jpg |
| 45 | S21 | BLACK | 2\_dense | 164.2 | 163.8 | S21/BLACK/2\_dense/20220815\_091312.jpg |
| 46 | S7 | BLACK | 2\_dense | 164.0 | 163.8 | S7/BLACK/2\_dense/20220815\_092740787\_01.jpg |
| 47 | S21 | BLACK | 3\_color | 163.8 | 163.7 | S21/BLACK/3\_color/20220815\_091328.jpg |
| 48 | S21 | BLACK | 3\_color | 163.7 | 163.2 | S21/BLACK/3\_color/20220815\_091318.jpg |
| 49 | S7 | BLACK | 2\_dense | 162.7 | 162.4 | S7/BLACK/2\_dense/20220815\_092740787\_15.jpg |
| 50 | S7 | BLACK | 2\_dense | 162.6 | 162.4 | S7/BLACK/2\_dense/20220815\_092740787\_02.jpg |
| 51 | S7 | BLUE | 2\_dense | 162.3 | 161.2 | S7/BLUE/2\_dense/20220815\_092523588\_02.jpg |
| 52 | S10 | BLUE | 3\_color | 161.7 | 161.0 | S10/BLUE/3\_color/20220815\_092958277\_07.jpg |
| 53 | S21 | BLACK | 3\_color | 161.4 | 161.0 | S21/BLACK/3\_color/20220815\_091304.jpg |
| 54 | S10 | BLUE | 3\_color | 161.3 | 160.8 | S10/BLUE/3\_color/20220815\_092958277\_08.jpg |
| 55 | S10 | BLUE | 2\_dense | 160.7 | 160.4 | S10/BLUE/2\_dense/20220815\_092958277\_11.jpg |
| 56 | S10 | BLUE | 3\_color | 160.6 | 160.0 | S10/BLUE/3\_color/20220815\_092958277\_06.jpg |
| 57 | S21 | BLACK | 2\_dense | 159.6 | 159.1 | S21/BLACK/2\_dense/20220815\_091319(0).jpg |
| 58 | S10 | BLUE | 3\_color | 159.6 | 159.2 | S10/BLUE/3\_color/20220815\_092958277\_21.jpg |
| 59 | S7 | BLACK | 2\_dense | 159.1 | 158.9 | S7/BLACK/2\_dense/20220815\_092740787\_23.jpg |
| 60 | S7 | BLACK | 2\_dense | 159.0 | 158.9 | S7/BLACK/2\_dense/20220815\_092745052\_01.jpg |
| 61 | S7 | BLACK | 2\_dense | 158.9 | 158.7 | S7/BLACK/2\_dense/20220815\_092740787\_13.jpg |
| 62 | S10 | BLUE | 3\_color | 158.6 | 158.1 | S10/BLUE/3\_color/20220815\_092958277\_05.jpg |
| 63 | S7 | BLACK | 2\_dense | 157.1 | 156.8 | S7/BLACK/2\_dense/20220815\_092740787\_03.jpg |
| 64 | S7 | BLACK | 2\_dense | 156.2 | 156.0 | S7/BLACK/2\_dense/20220815\_092740787\_21.jpg |
| 65 | S7 | BLACK | 2\_dense | 156.1 | 155.9 | S7/BLACK/2\_dense/20220815\_092740787\_16.jpg |
| 66 | S7 | BLACK | 2\_dense | 156.1 | 156.0 | S7/BLACK/2\_dense/20220815\_092745052.jpg |
| 67 | S7 | BLACK | 2\_dense | 155.9 | 155.9 | S7/BLACK/2\_dense/20220815\_092523588\_09.jpg |
| 68 | S7 | BLACK | 2\_dense | 155.7 | 155.5 | S7/BLACK/2\_dense/20220815\_092740787\_12.jpg |
| 69 | S7 | BLACK | 2\_dense | 155.6 | 155.5 | S7/BLACK/2\_dense/20220815\_092740787\_09.jpg |
| 70 | S21 | BLACK | 3\_color | 154.7 | 154.1 | S21/BLACK/3\_color/20220815\_091307.jpg |
| 71 | S7 | BLACK | 2\_dense | 154.6 | 154.5 | S7/BLACK/2\_dense/20220815\_092740787\_17.jpg |
| 72 | S7 | BLACK | 2\_dense | 153.7 | 153.7 | S7/BLACK/2\_dense/20220815\_092740787\_20.jpg |
| 73 | S7 | BLACK | 2\_dense | 153.7 | 153.7 | S7/BLACK/2\_dense/20220815\_092740787.jpg |
| 74 | S7 | BLACK | 2\_dense | 152.8 | 152.7 | S7/BLACK/2\_dense/20220815\_092740787\_04.jpg |
| 75 | S7 | BLACK | 2\_dense | 152.0 | 151.9 | S7/BLACK/2\_dense/20220815\_092740787\_22.jpg |
| 76 | S7 | BLACK | 2\_dense | 150.9 | 151.0 | S7/BLACK/2\_dense/20220815\_092740787\_11.jpg |
| 77 | S7 | BLUE | 3\_color | 150.7 | 150.9 | S7/BLUE/3\_color/20220815\_092523588\_06.jpg |
| 78 | S7 | BLACK | 2\_dense | 150.6 | 150.7 | S7/BLACK/2\_dense/20220815\_092740787\_08.jpg |
| 79 | S10 | BLACK | 3\_color | 150.2 | 149.2 | S10/BLACK/3\_color/20220815\_093057463\_10 (1).jpg |
| 80 | S10 | BLACK | 3\_color | 150.2 | 149.2 | S10/BLACK/3\_color/20220815\_093057463\_10.jpg |
| 81 | S7 | BLACK | 2\_dense | 148.5 | 148.4 | S7/BLACK/2\_dense/20220815\_092523588\_08.jpg |
| 82 | S10 | BLACK | 3\_color | 147.2 | 146.2 | S10/BLACK/3\_color/20220815\_093057463\_11 (1).jpg |
| 83 | S10 | BLACK | 3\_color | 147.2 | 146.2 | S10/BLACK/3\_color/20220815\_093057463\_11.jpg |
| 84 | S7 | BLACK | 2\_dense | 147.0 | 147.4 | S7/BLACK/2\_dense/20220815\_092740787\_14.jpg |
| 85 | S21 | BLACK | 5\_none | 146.5 | 144.6 | S21/BLACK/5\_none/20220815\_083828.jpg |
| 86 | S21 | BLACK | 4\_rare | 144.8 | 143.6 | S21/BLACK/4\_rare/20220815\_091317.jpg |
| 87 | S10 | NOTE9 | 5\_none | 144.1 | 143.0 | S10/NOTE9/5\_none/20220815\_092958277\_27.jpg |
| 88 | S7 | NOTE9 | 4\_rare | 143.9 | 143.5 | S7/NOTE9/4\_rare/20220815\_092620144\_03.jpg |
| 89 | S10 | NOTE9 | 5\_none | 143.6 | 142.5 | S10/NOTE9/5\_none/20220815\_092958277\_26.jpg |
| 90 | S10 | NOTE9 | 5\_none | 143.6 | 142.4 | S10/NOTE9/5\_none/20220815\_092958277\_28.jpg |
| 91 | S7 | BLACK | 4\_rare | 143.3 | 142.7 | S7/BLACK/4\_rare/20220815\_092740787\_10.jpg |
| 92 | S10 | NOTE9 | 4\_rare | 143.3 | 142.1 | S10/NOTE9/4\_rare/20220815\_092958277\_25.jpg |
| 93 | S21 | BLACK | 4\_rare | 143.3 | 141.6 | S21/BLACK/4\_rare/20220815\_091315.jpg |
| 94 | S7 | BLUE | 3\_color | 141.9 | 142.4 | S7/BLUE/3\_color/20220815\_092523588\_05.jpg |
| 95 | S7 | BLACK | 4\_rare | 140.5 | 139.7 | S7/BLACK/4\_rare/20220815\_092740787\_05.jpg |
| 96 | S7 | BLACK | 4\_rare | 140.4 | 140.6 | S7/BLACK/4\_rare/20220815\_092740787\_18.jpg |
| 97 | S7 | BLUE | 4\_rare | 139.1 | 139.3 | S7/BLUE/4\_rare/20220815\_092523588\_07.jpg |
| 98 | S21 | BLACK | 5\_none | 138.5 | 136.6 | S21/BLACK/5\_none/20220815\_083819.jpg |
| 99 | S7 | NOTE9 | 4\_rare | 138.3 | 138.1 | S7/NOTE9/4\_rare/20220815\_092523588.jpg |
| 100 | S10 | NOTE9 | 5\_none | 138.2 | 137.1 | S10/NOTE9/5\_none/20220815\_092958277\_29.jpg |
| 101 | S7 | NOTE9 | 4\_rare | 129.5 | 129.9 | S7/NOTE9/4\_rare/20220815\_092523588\_01.jpg |
| 102 | S7 | NOTE9 | 4\_rare | 129.5 | 129.1 | S7/NOTE9/4\_rare/20220815\_092620144\_07.jpg |
| 103 | S7 | NOTE9 | 4\_rare | 129.4 | 129.8 | S7/NOTE9/4\_rare/20220815\_092620144\_10.jpg |
| 104 | S7 | NOTE9 | 4\_rare | 127.7 | 127.8 | S7/NOTE9/4\_rare/20220815\_092523588\_28.jpg |
| 105 | S7 | NOTE9 | 4\_rare | 127.4 | 127.8 | S7/NOTE9/4\_rare/20220815\_092620144\_09.jpg |