

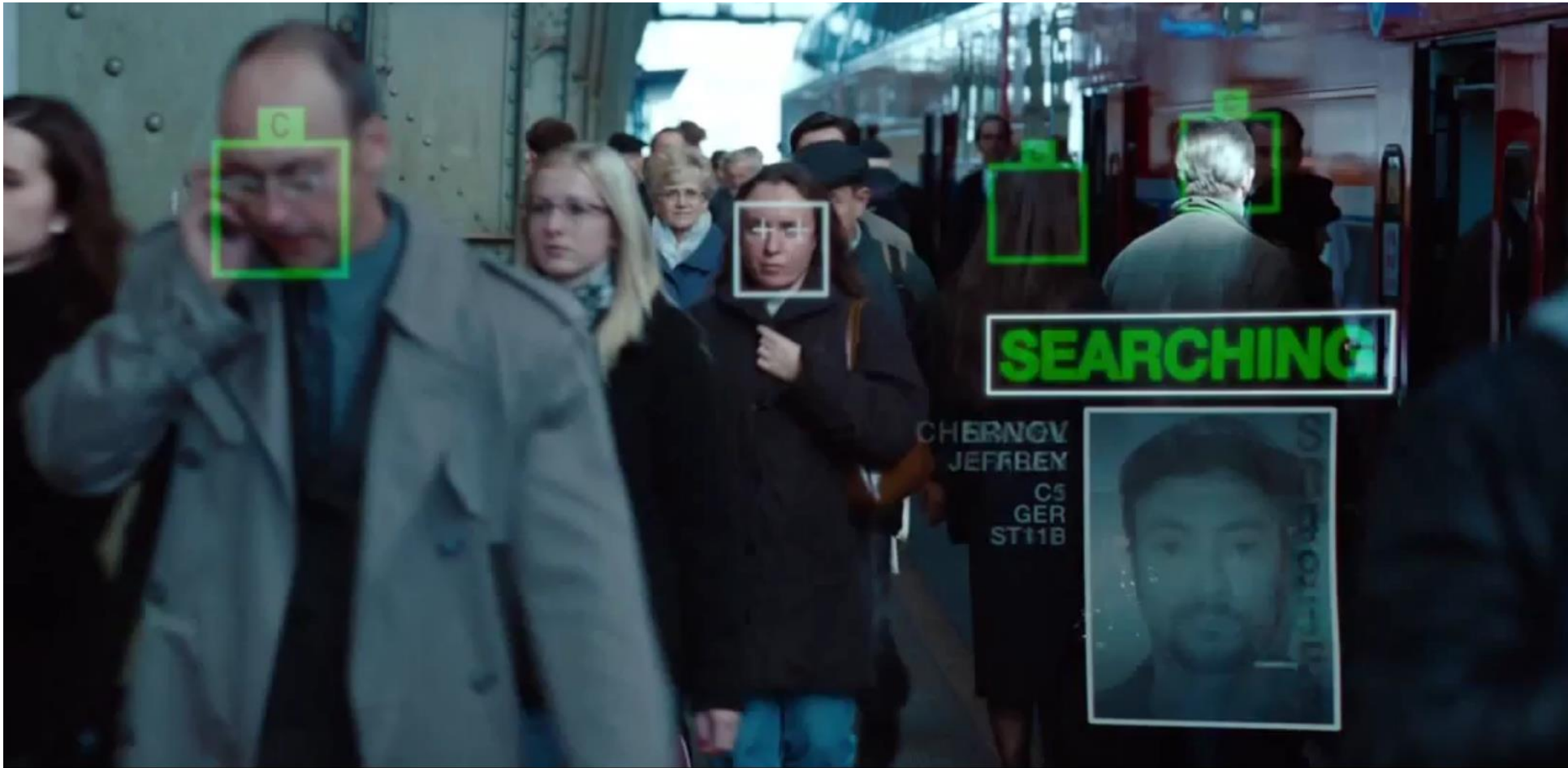
Deep Brother

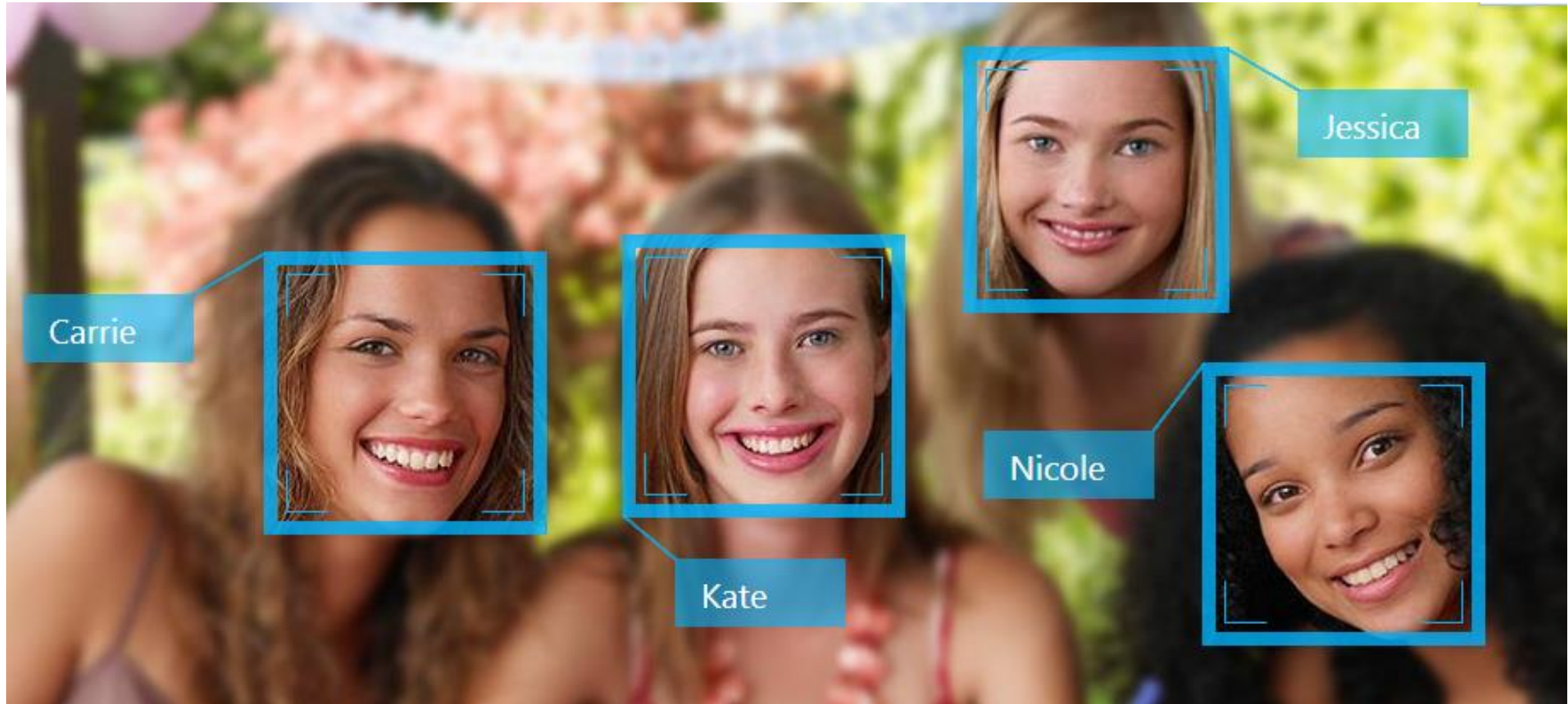
인공지능 출석체크

BOAZ 9th 컨퍼런스

2018.01.19

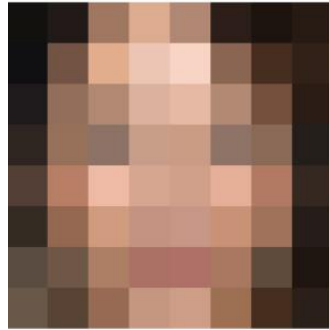
팀 : 박성현, 구교정, 김용규, 심지원, 김자령, 이준호







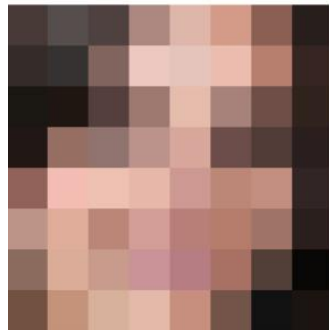
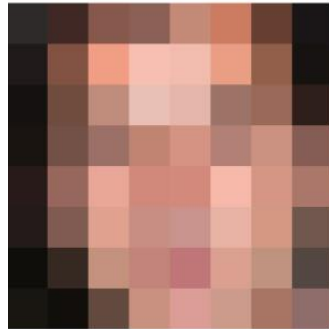
8×8 input



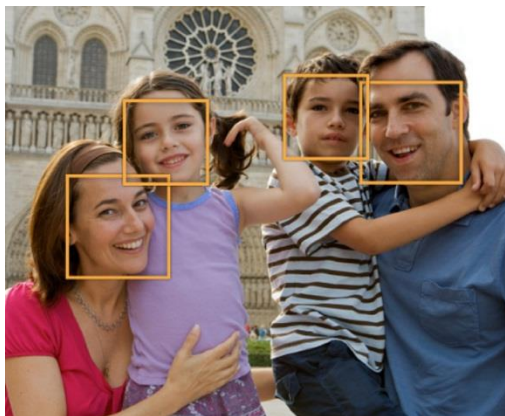
32×32 samples



ground truth

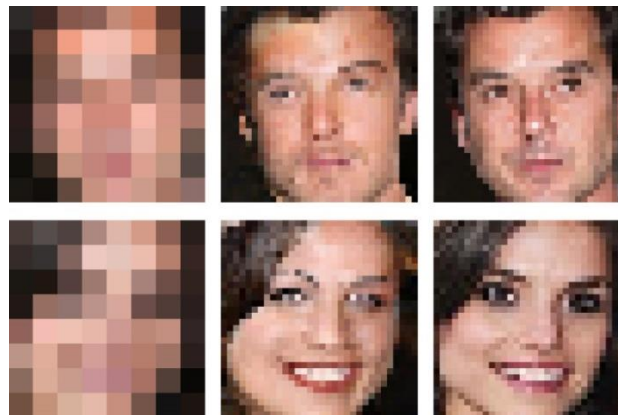


Step1



Face Detection

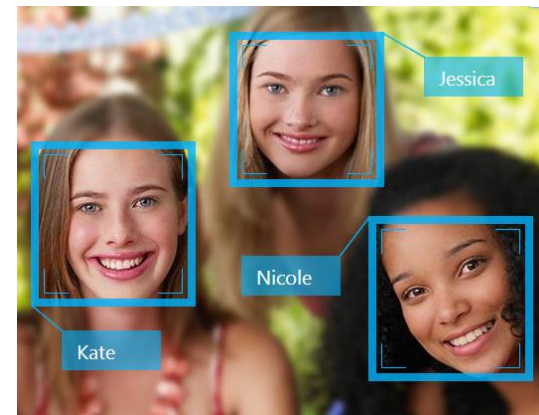
Step2



이미지 해상도 증가

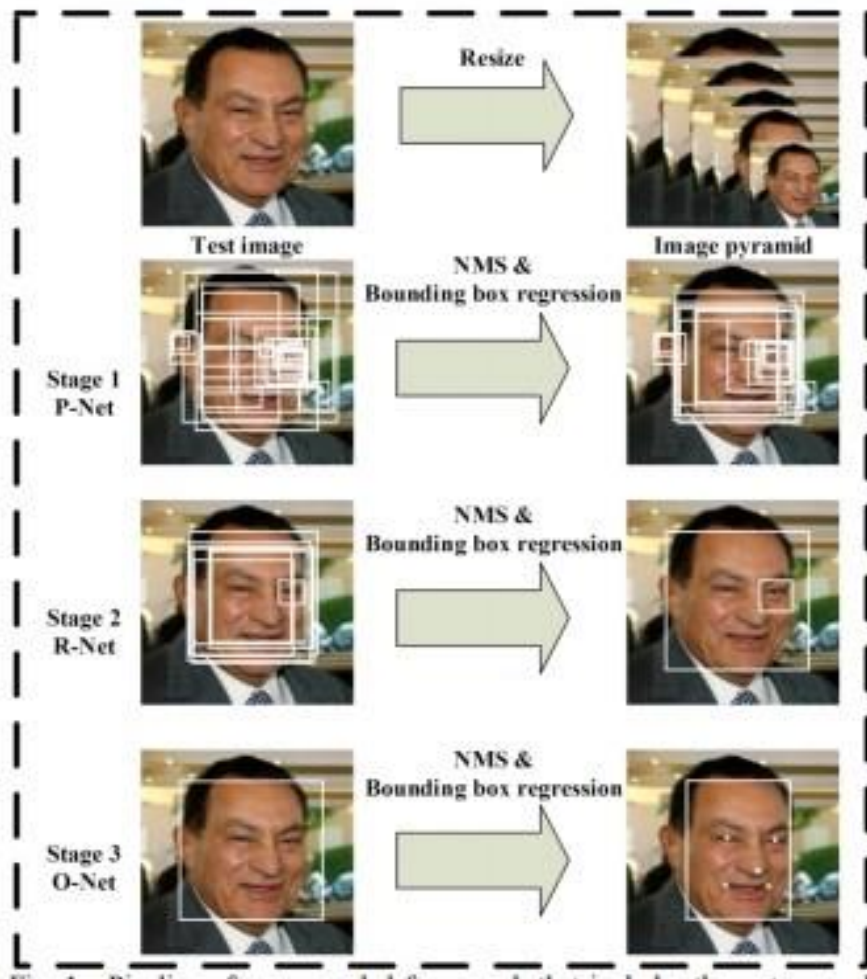
얼굴 크기에 따라
해상도 증가 or Pass

Step3



Face Embedding
+ Classification





[MTCNN 구조]

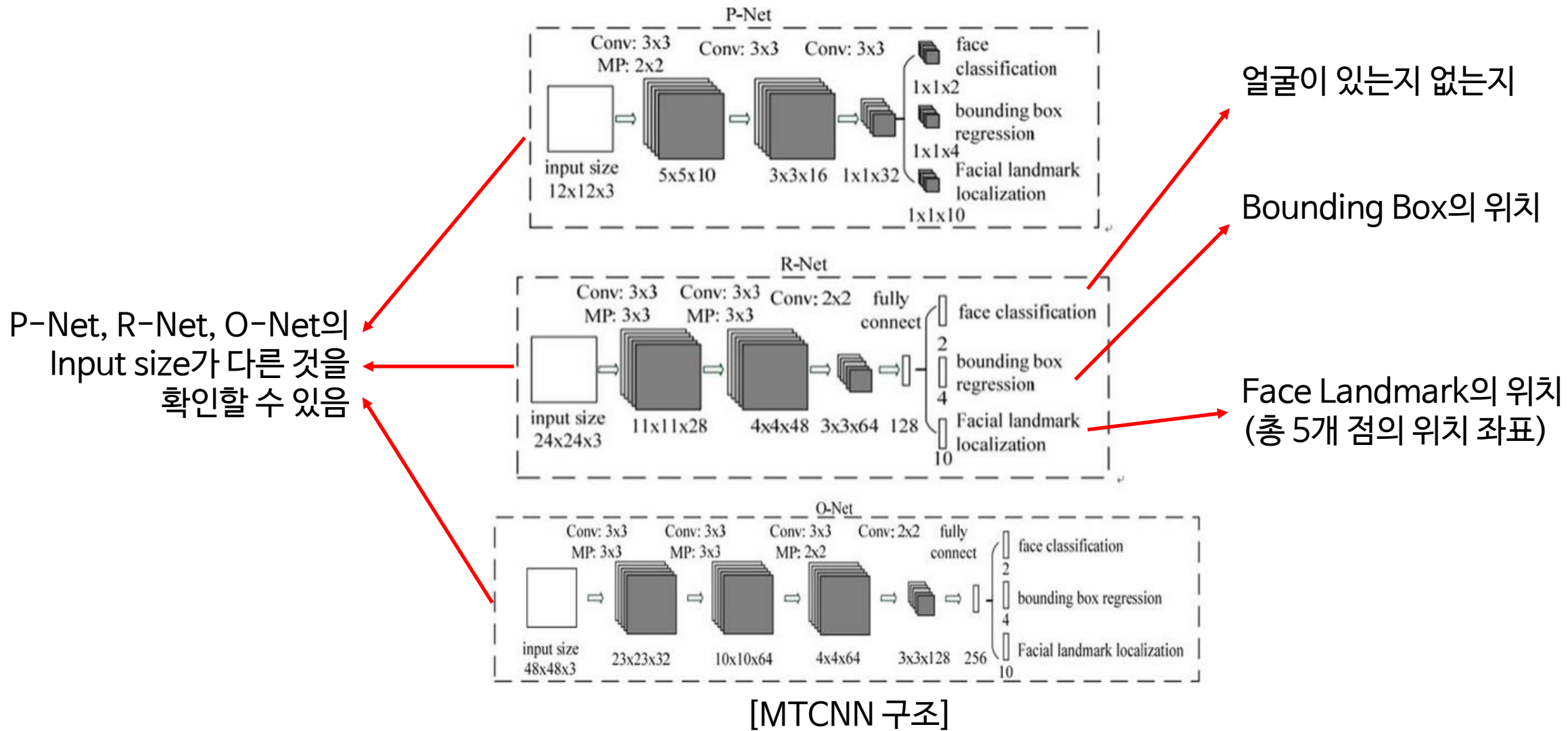
[MTCNN]

(1) Resize

- 이미지의 크기를 다양하게 바꿔, Face Detection에 활용
- 이미지의 크기가 작아질수록 박스가 윤곽선 특징을 잘 찾아내고, 이에 따라 강한 특징을 보기 쉬워짐.

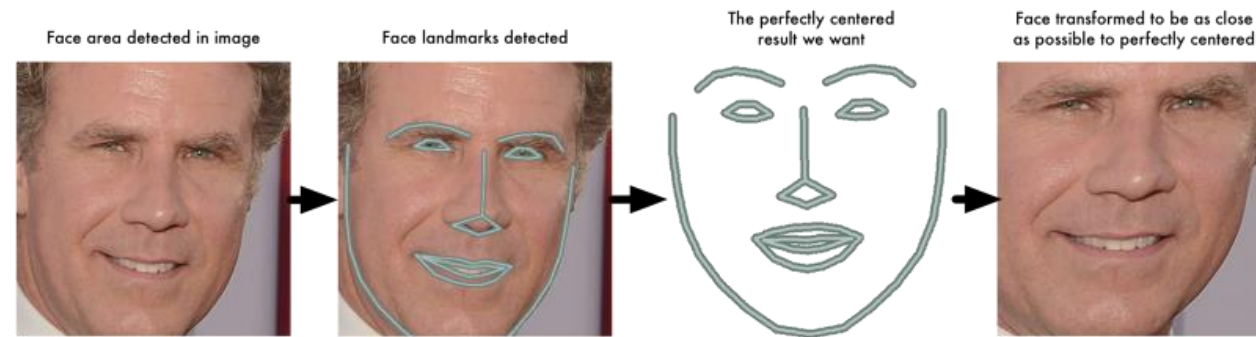
(2) P-Net, R-Net, O-Net

- P-Net → R-Net → O-Net 순서로 진행
- 각 Network는 NMS와 Box regression을 진행
- P-Net, R-Net, O-Net는 Input Image size가 각각 다름 (P-Net : 12x12 / R-Net : 24x24 / O-Net : 48x48)
- NMS & Box regression





[MTCNN 결과]



[Face Alignment 과정]



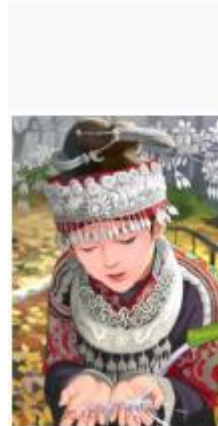
[고해상도 얼굴 이미지(128x128)]



[저해상도 얼굴 이미지 (32x32)]

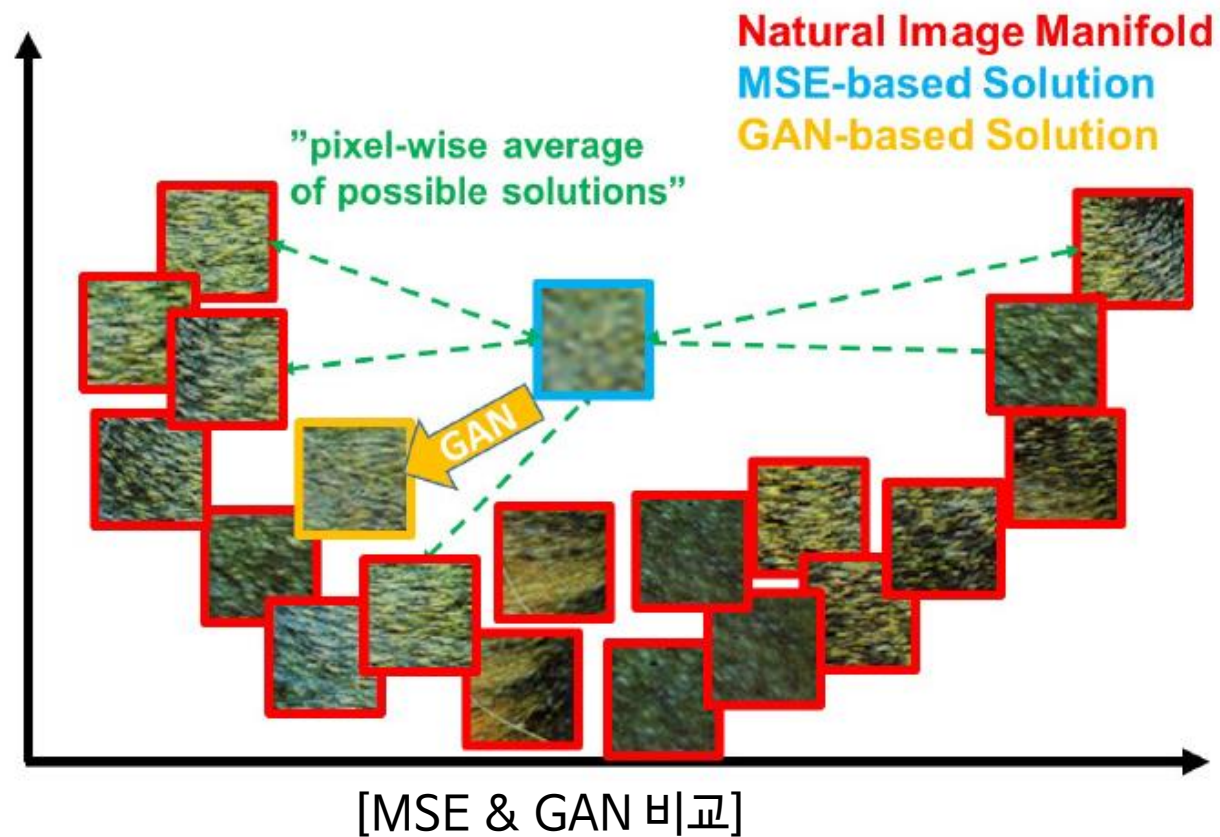


[고해상도 → 저해상도]
(1-to-1 mapping)

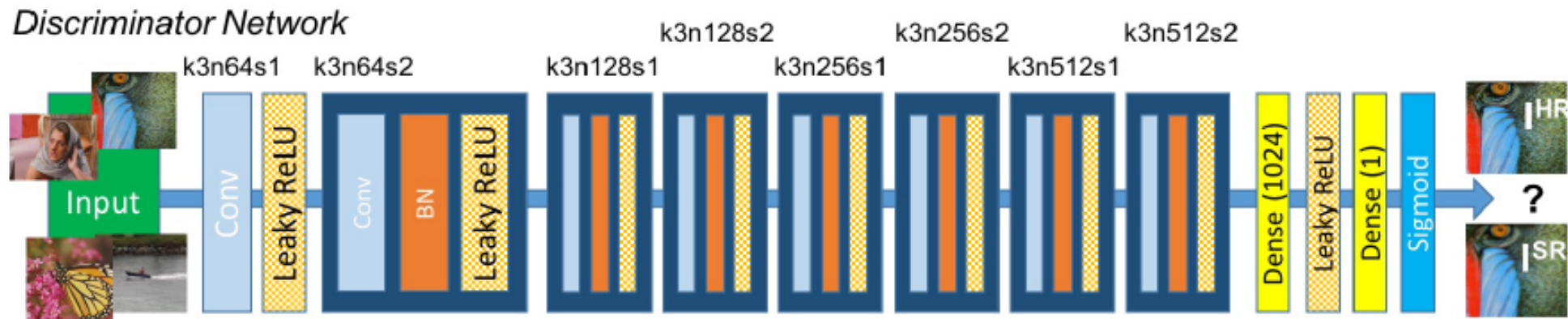
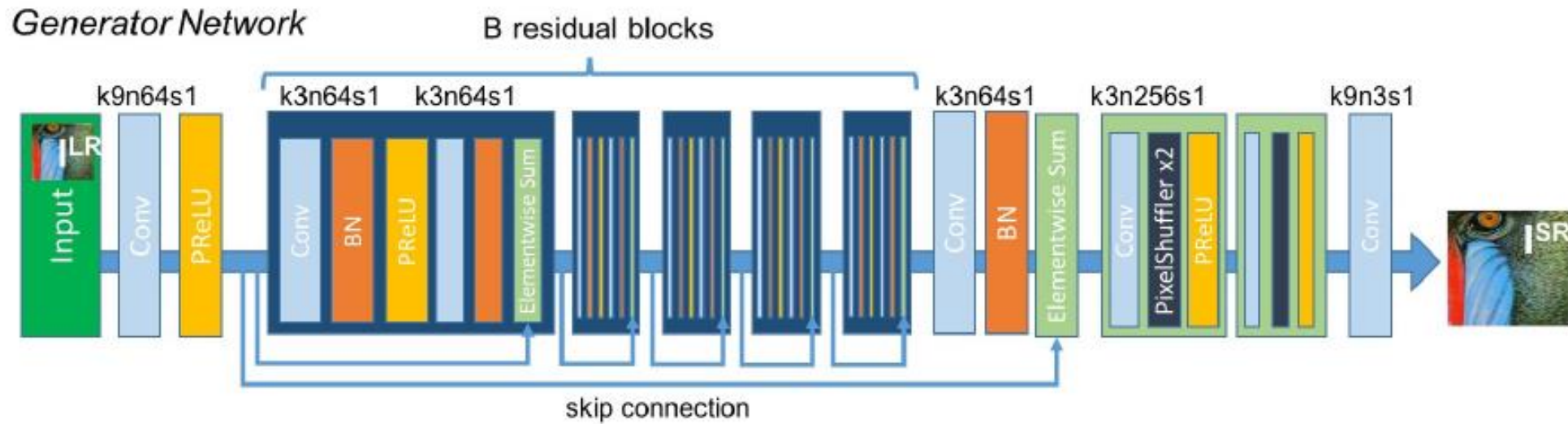


[저해상도 → 고해상도]
(1-to-many mapping)

- 이미지 해상도를 증가시키는 기술을 **Image Super-resolution**이라고 함.
- 저해상도에서 고해상도로 복원하는 것은 1-to-many mapping이라 답이 여러 개 있으므로 **완벽한 복원은 불가능**



- Pixel MSE는 여러 Solution들을 Average하는 방법 → Image의 Detail이 사라짐.
- GAN은 여러 Solution 중 하나를 선택하는 개념 → Image의 Detail은 유지하지만, 가짜 Image



[SRGAN 구조]

$$l^{SR} = \underbrace{l_X^{SR}}_{\text{content loss}} + \underbrace{10^{-3} l_{Gen}^{SR}}_{\text{adversarial loss}}$$

perceptual loss (for VGG based content losses)

[SRGAN 전체 Loss]

$$l_{VGG/i,j}^{SR} = \frac{1}{W_{i,j} H_{i,j}} \sum_{x=1}^{W_{i,j}} \sum_{y=1}^{H_{i,j}} (\phi_{i,j}(I^{HR})_{x,y} - \phi_{i,j}(G_{\theta_G}(I^{LR}))_{x,y})^2$$

[Content Loss]

$$l_{Gen}^{SR} = \sum_{n=1}^N -\log D_{\theta_D}(G_{\theta_G}(I^{LR}))$$

[GAN Loss]



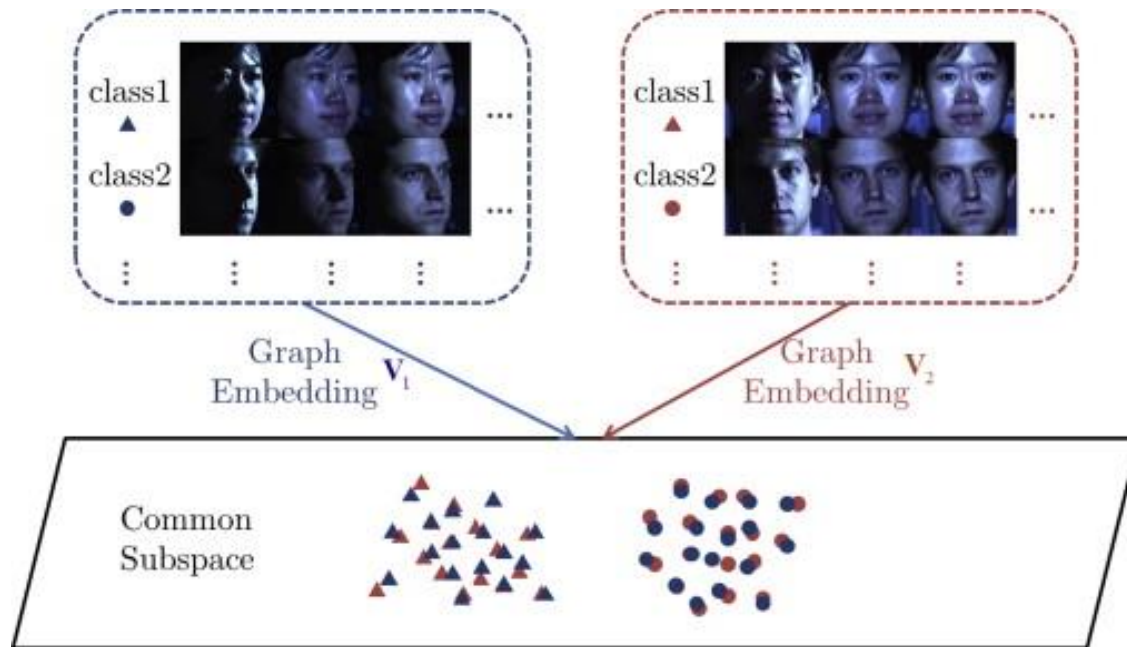
[저해상도 얼굴 이미지 (32x32)]

SRGAN
→



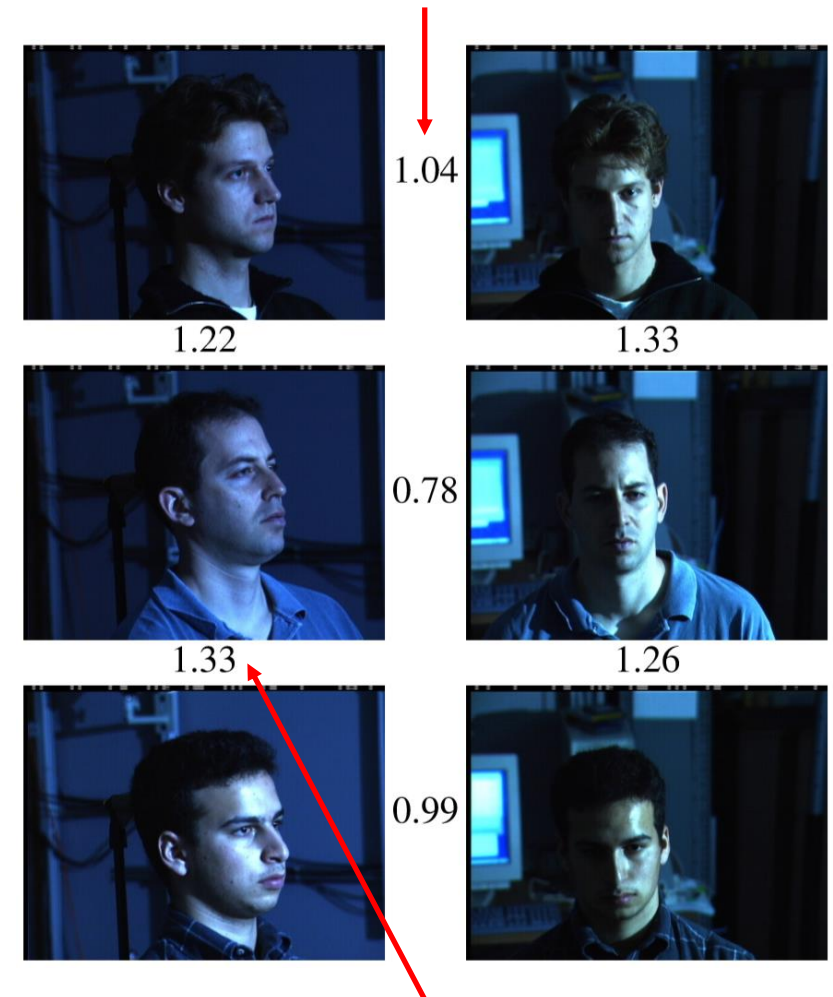
[SRGAN 결과 (128x128)]



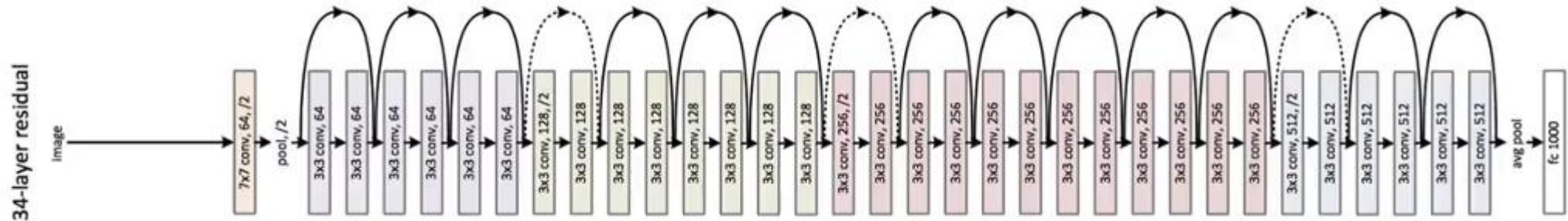


[Face Embedding 설명]

L2 distance
between same person's images



L2 distance
between different people's images



[ResNet 구조]

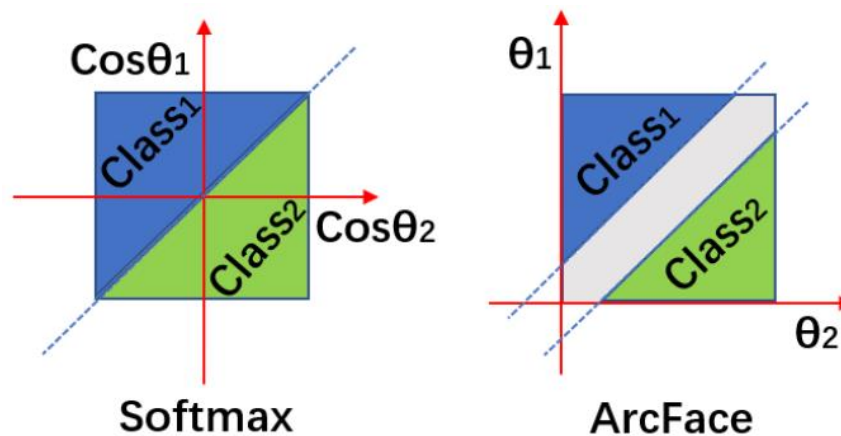
$$L_7 = -\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \log \frac{e^{s(\cos(\theta_{y_i} + m))}}{e^{s(\cos(\theta_{y_i} + m))} + \sum_{j=1, j \neq y_i}^n e^{s \cos \theta_j}}$$

[ArcFace의 Additive Angular Margin Loss]

- 기존의 **ResNet** 등의 Network를 이용하여 얼굴 이미지를 Vector로 바꾸는 방법
- ArcFace에서는 **Additive Angular Margin Loss**를 활용하여, Face Embedding의 성능을 향상시킴
- Face Embedding 이후, Face Vector를 이용하여 SVM, Cosine Similarity 등으로 Classification

$$L_7 = -\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \log \frac{e^{s(\cos(\theta_{y_i} + m))}}{e^{s(\cos(\theta_{y_i} + m))} + \sum_{j=1, j \neq y_i}^n e^{s \cos \theta_j}}$$

[ArcFace의 Additive Angular Margin Loss]



[Loss에 따른 Decision Boundary 변화]

Loss	LFW	CFP-FP	AgeDB-30
Softmax	99.7	91.4	95.56
SphereFace ($m=4, \lambda = 5$)	99.76	93.7	97.56
CosineFace ($m=0.35$)	99.80	94.4	97.91
ArcFace($m=0.4$)	99.80	94.5	98.0
ArcFace($m=0.5$)	99.83	94.04	98.08

[ArcFace 성능 비교(논문)]



[CASIA-Webface 사진 예시]

453,453개의 이미지 10,575명의 사람들로 구성된 Dataset
해당 Dataset을 이용하여 ArcFace의 weights를 학습



[BOAZ 데이터셋]

BOAZ 10, 11기 총 43명의 얼굴 사진 (1인당 5장씩)
해당 Dataset을 학습된 ArcFace를 이용하여
512Dimension의 Face Feature Vector로 바꿔서 저장한 후,
새로운 사진에서 사람을 예측!!

- | | | |
|-------|--------|-------|
| ■ 곽현석 | ■ 백찬규 | ■ 홍지민 |
| ■ 구교정 | ■ 사공용협 | |
| ■ 구진모 | ■ 서그림 | |
| ■ 김강민 | ■ 서윤지 | |
| ■ 김열린 | ■ 신문선 | |
| ■ 김영도 | ■ 신승진 | |
| ■ 김완 | ■ 위승민 | |
| ■ 김용규 | ■ 유재현 | |
| ■ 김유빈 | ■ 이명아 | |
| ■ 김자령 | ■ 이예린 | |
| ■ 김지연 | ■ 이예찬 | |
| ■ 김태희 | ■ 이해원 | |
| ■ 김현수 | ■ 전소정 | |
| ■ 김형률 | ■ 전윤희 | |
| ■ 민선우 | ■ 정혜진 | |
| ■ 박보정 | ■ 조단비 | |
| ■ 박성현 | ■ 조보금 | |
| ■ 박소현 | ■ 조은솔 | |
| ■ 박예리 | ■ 조희승 | |
| ■ 박정현 | ■ 최연식 | |
| ■ 박효선 | ■ 홍예지 | |



도와주셔서 정말 감사합니다!!!



$$\text{Similarity}(p, q) = \cos \theta = \frac{p \cdot q}{\|p\| \|q\|} = \frac{\sum_{i=1}^n p_i q_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n p_i^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n q_i^2}}$$

[Feature vector들 간의 Cosine Similarity 계산]

BOAZ 데이터셋을 이용하여 Embedding한 Feature Vector와
새로운 사진에서 찾아낸 얼굴의 Feature Vector 간의 Cosine Similarity를 계산
Cosine Similarity가 높은 Top5개의 Vector로 Voting해서 예측
(SVM, KNN 등의 방법으로 Classification해봤으나, 이 방법이 성능이 좋았음)



이시아

차래형

배성우

정우성

손지현

이솜

신정근



김의성
(손민호)

장우혁
(김윤식)

한성천

이시아
(김세린)

김의성

정원중

이정재



배성우
(하정우)

손지현
(민무제)

엄정아

장우혁

고아라

19명 중 14명 정답!



Deep-Brother 결과 : 19명의 얼굴을 모두 찾고, 14명 얼굴 인식 성공!



[BOAZ 출석체크 결과 - 사진1]

13명 모두 찾음. (11명 맞춤)

틀린 ex. 김자령 → 박보정 / 박소현 → 유재현 (예측 → 정답)



[BOAZ 출석체크 결과 - 사진2]

14명 중 13명 찾음. (11명 맞춤)

틀린 ex. 조단비 → 박보정 / 전윤희 → 위승민 (예측 → 정답)



[BOAZ 출석체크 결과 - 사진3]

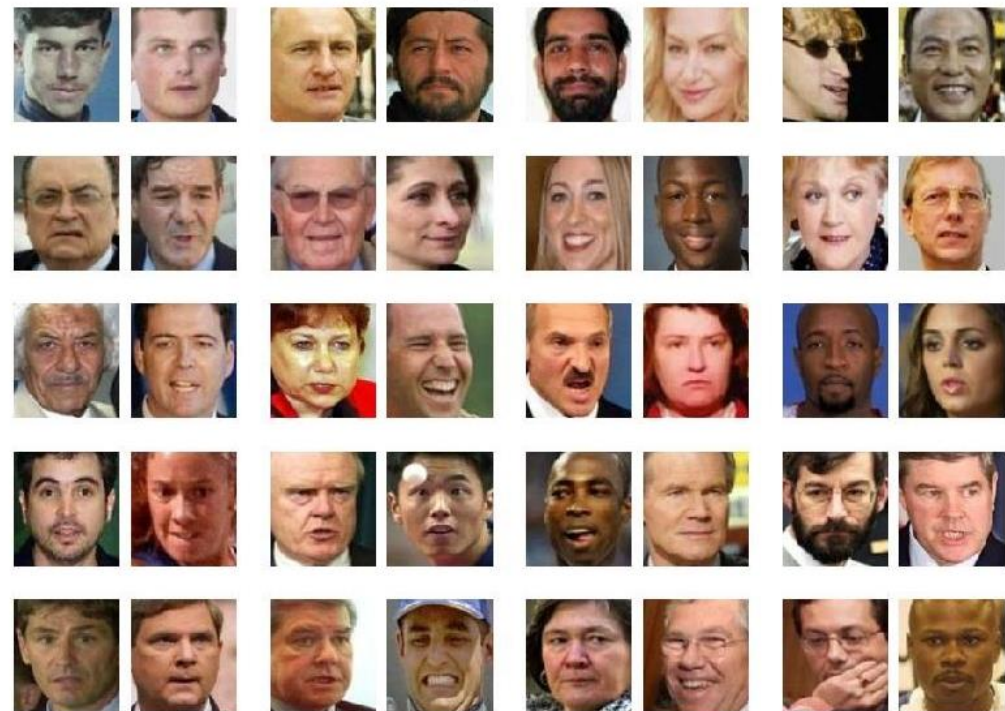
13명 모두 찾음. (11명 맞춤)

틀린 ex. 곽현석 → 박보정 / 신문선 → 곽현석 (예측 → 정답)

Positive Pairs in LFW



Negative pairs in LFW



lfw_test_pair.txt

```
1 Abel_Pacheco/Abel_Pacheco_0001.jpg Abel_Pacheco/Abel_Pacheco_0004.jpg 1
2 Akhmed_Zakayev/Akhmed_Zakayev_0001.jpg Akhmed_Zakayev/Akhmed_Zakayev_0003.jpg 1
3 Akhmed_Zakayev/Akhmed_Zakayev_0002.jpg Akhmed_Zakayev/Akhmed_Zakayev_0003.jpg 1
4 Amber_Tamblyn/Amber_Tamblyn_0001.jpg Amber_Tamblyn/Amber_Tamblyn_0002.jpg 1
5 Anders_Fogh_Rasmussen/Anders_Fogh_Rasmussen_0001.jpg Anders_Fogh_Rasmussen/Anders_Fogh_Ras
6 Anders_Fogh_Rasmussen/Anders_Fogh_Rasmussen_0001.jpg Anders_Fogh_Rasmussen/Anders_Fogh_Ras
7 Angela_Bassett/Angela_Bassett_0001.jpg Angela_Bassett/Angela_Bassett_0005.jpg 1
8 Angela_Bassett/Angela_Bassett_0002.jpg Angela_Bassett/Angela_Bassett_0005.jpg 1
9 Angela_Bassett/Angela_Bassett_0003.jpg Angela_Bassett/Angela_Bassett_0004.jpg 1
10 Ann_Veneman/Ann_Veneman_0003.jpg Ann_Veneman/Ann_Veneman_0005.jpg 1
```

lfw_test_pair.txt

```
3556 Maria_Shkolnikova/Maria_Shkolnikova_0001.jpg Martin_Rodriguez/Martin_Rodriguez_0001.jpg 0
3557 Mariana_Ohata/Mariana_Ohata_0001.jpg Xavier_Malisse/Xavier_Malisse_0003.jpg 0
3558 Mario_Kreutzberger/Mario_Kreutzberger_0001.jpg Shavon_Earp/Shavon_Earp_0001.jpg 0
3559 Mario_Kreutzberger/Mario_Kreutzberger_0002.jpg Raul_Cubas/Raul_Cubas_0001.jpg 0
3560 Maritza_Macias_Furano/Maritza_Macias_Furano_0001.jpg Qusai_Hussein/Qusai_Hussein_0001.jpg 0
3561 Mark_Butcher/Mark_Butcher_0001.jpg Scott_Hoch/Scott_Hoch_0001.jpg 0
3562 Mark_Sisk/Mark_Sisk_0001.jpg Mehdi_Baala/Mehdi_Baala_0001.jpg 0
3563 Mark_Sisk/Mark_Sisk_0001.jpg Stephen_Swindal/Stephen_Swindal_0001.jpg 0
3564 Masao_Azuma/Masao_Azuma_0001.jpg Mikhail_Kalashnikov/Mikhail_Kalashnikov_0001.jpg 0
3565 McGuire_Gibson/McGuire_Gibson_0001.jpg Richard_Haass/Richard_Haass_0001.jpg 0
3566 Mehdi_Baala/Mehdi_Baala_0001.jpg Steve_Avery/Steve_Avery_0001.jpg 0
```



Model	Accuracy (LFW Dataset)
FaceNet (Paper)	99.63%
ArcFace (Paper)	99.83%
ArcFace (직접 구현)	99.33%
OpenFace (오픈 소스 라이브러리)	92.92%

```
total time is 19.33043336868286, average time is 0.07521569404156755  
lfw face verification accuracy: 0.9933333333333333 threshold: 0.25572857
```

참고 : Openface - <https://cmusatyalab.github.io/openface/>



[Our Model]
19명 중 19명 얼굴 찾고
14명 얼굴 인식 성공



[다른 코드]
19명 중 15명 얼굴 찾고
13명 얼굴 인식 성공



[Our Model의 실행 결과 - BOAZ 사진 1,2,3]



[공개 코드의 실행 결과 - BOAZ 사진 1,2,3]





	Our Model		다른 공개 코드	
	찾은 얼굴	인식 성공	찾은 얼굴	인식 성공
사진1 (13명)	13명	11명	7명	5명
사진2 (14명)	13명	11명	9명	8명
사진3 (13명)	13명	11명	6명	6명

**T H A N K
Y O U**

발표 들어주셔서 감사합니다.
10기 여러분, 1년 동안 수고하셨습니다