

## 몽타주와 얼굴사진의 유사도 산출

최 창석<sup>0</sup>, 이 성주  
 명지대학교 정보공학과  
 cschoi@mju.ac.kr

### Computing Similarity between Montages and Facial Photos

Changseok Choi<sup>0</sup>, Seongju Lee  
 Dept. of Information Eng. Myongji Univ.

#### 요약

본 연구에서는 몽타주와 얼굴사진의 유사도를 산출하여, 유사도에 따라 얼굴사진의 순위를 정하는 방법을 제안한다. 먼저, 얼굴부위를 눈썹, 눈, 코, 입, 이마 등 27개로 나누고, 부위별 특징은 196개로 분류한다. 눈 부위의 특징을 예로 들면, 쌍꺼풀, 외꺼풀, 큰 눈, 작은 눈, 동그란 눈, 긴 눈, 처진 눈, 치켜 올라간 눈 등으로 분류할 수 있다. 나아가서, 200명의 얼굴사진 각각에 대해 특징을 분류하여, DB로 구축한다. 임의의 얼굴에 대해 몽타주를 작성하고, 몽타주에 대한 특징을 선택하여, DB의 얼굴 사진과 유사도를 산출하여, 순위를 정한다. 10명의 얼굴에 대해 몽타주를 작성하고, DB의 얼굴사진을 유사도에 따라 순위를 정한 결과, 1위 ~ 6위 사이에 동일인물이 검색되었으며, 평균은 1.9위이었다. 이 결과는 몽타주를 작성하여 200매 얼굴의 유사도 순위를 정하면, 평균적으로는 2위에서, 적어도 6위 이내에서 동일 얼굴을 검색할 수 있다는 의미이다. 몽타주를 이용한 수사는 몽타주를 배포하여 시민의 신고에 의존하는 수동적인 방법을 사용하고 있으나, 이 방법을 이용하면, 용의자를 압축하여 검거하는 능동적인 수사가 가능하다.

#### 1. 서론

몽타주는 목격자의 증언을 토대로 범인의 인상착의를 가시화한 것으로, 강도, 강간, 살인 등의 사건 해결에 결정적인 열쇠가 되기도 한다. 그러나 몽타주를 작성한 후 매스컴과 벽보를 통해서 홍보하거나, 상가에 배포하여 시민의 신고를 기다리는 수동적인 수사를 하기 때문에, 시민의 신고가 없는 경우는 수사에 차질을 빚게 된다. 한편, 지문의 경우는 범죄현장에서 채취된 지문을 지문DB와 대조하여, 용의자를 압축하여 범인을 검거하는 능동적인 수사를 한다. 몽타주의 경우에도 주민등록 사진과 대조하여 용의자를 압축하여, 목격자가 열람하는 능동적인 수사를 하면, 범인검거의 가능성이 훨씬 높아질 것이다. 이를 위해서는, 몽타주와 유사한 얼굴을 검색하는 시스템이 필요하다.

이제까지의 얼굴인식에 관한 연구는 개인 얼굴영상을 키로 이용하여, 얼굴DB에 있는 동일인물의 얼굴을 검색하는 방법을 개발하는 것이다. 이들 연구의 대부분은 주성분분석(PCA)을 이용하여 고유얼굴(Eigen Faces)<sup>[1]-[2]</sup>을 생성한 후에, 고유얼굴의 공간상에서 Bayesian 매칭<sup>[3]</sup> 또는 LDA(Linear Discriminant Analysis)<sup>[4]</sup>를 이용하여 얼굴을 인식하고 있다. LDA의 성능을 높이기 위해, DB 얼굴영상들 사이에 변위를 높이거나<sup>[5]</sup>, Fisherface에서

조명에 의존하는 차원을 체계적으로 줄이는 방법<sup>[6]</sup>을 사용한다. 이들 연구는 얼굴의 표정변화, 조명변화, 자세변화를 극복하면서 얼굴인식 성능을 높이는 데 초점을 맞추고 있기 때문에, 몽타주를 키로 사용하는 얼굴인식에는 적용할 수가 없다.

본 연구에서는 몽타주와 얼굴사진과의 유사도를 산출하여, 유사도의 순위에 따라 얼굴사진을 서열화하는 방법을 제안한다. 먼저, 한국인의 얼굴 부위별로 특징을 분류한다. 얼굴 부위는 눈썹, 눈, 코, 입, 이마 등 27개로 나누고, 부위별로 특징을 분류한다. 눈 부위를 예로 들면, 쌍꺼풀, 외꺼풀, 큰 눈, 작은 눈, 동그란 눈, 긴 눈, 처진 눈, 치켜 올라간 눈 등의 특징이 있다. 나아가서, 얼굴사진 DB를 구축하고, 얼굴 각각에 대해 특징을 선택하여 DB에 저장한다. 한편, 작성된 몽타주도 분류된 특징 중에서 유사한 특징을 선택한다. 마지막으로, 몽타주의 특징과 DB의 얼굴사진의 특징의 유사도를 산출하여, 유사도의 순위에 따라 DB의 얼굴사진을 서열화한다.

#### 2. 얼굴부위별 특징의 분류

몽타주와 얼굴사진의 유사도를 산출하기 위해서, 먼저 얼굴을 27개 부위로 나눈다. 즉, 왼쪽 눈썹, 오른쪽 눈썹, 왼쪽 눈, 오른쪽 눈, 코, 입, 왼쪽 귀,

오른쪽 귀 등 확연히 구별되는 부위를 표 1과 같이 나눈다. 다음은 얼굴 각 부위의 특징을 구별하기 쉬운 요소를 기준으로 분류한다. 눈을 예로 들면, 눈꺼풀, 눈의 형태, 눈두덩, 눈동자에 대한 특징이 있다. 눈꺼풀은 외꺼풀과 쌍꺼풀로 나눌 수 있다. 쌍꺼풀은 다시 양폐(양쪽이 닫힌), 내폐, 외폐, 양개

(양쪽이 열린)로 세분할 수 있다. 한편, 눈의 형태는 전체적인 모양, 꼬리의 방향성, 양쪽 눈 사이의 거리로 세분할 수 있다. 눈의 모양은 타원 눈, 동그란 눈, 각진 눈, 가는 눈, 반달 눈, 짝 눈으로 다시 세분화할 수 있다. 눈 꼬리의 방향성은 눈 꼬리가 올라간 상승 눈, 내려간 하강 눈으로 나뉜다.

표 1. 얼굴 각 부위별 특징 분류

번호	얼굴부위	특징수	특징의 종류
1	눈 모양	10	타원 눈, 동그란 눈, 각진 눈, 상승 눈, 하강 눈, 가는 눈, 벌어진 눈, 모인 눈, 짝눈, 반달눈
2	눈동자색	3	검은색, 갈색, 옅은 갈색
3	눈동자모양	9	보통, 사백안1, 사백안2, 원형, 벌어진, 모아진, 사시, 상하반쯤감긴, 외꾸
4	쌍꺼풀	8	쌍꺼풀유무, 왼쪽쌍꺼풀, 오른쪽쌍꺼풀, 내폐, 외폐, 양폐, 양개
5	눈두덩	3	두툼, 평평, 오목
6	눈썹	15	거의 없는, 끝이 퍼진, 끊어진, 삼각형, 일자, 길은 일자, 가늘고 흐린 꺾인, 진한 꺾인, 술이 많은, 아치형, 짧은, 내린, 갈매기, 넓게 퍼진, 치켜 올라간
7	콧방울	3	작은, 중간, 큰
8	코 길이	3	짧은, 중간, 긴
9	코모양	11	보통, 내려간 코끝, 둥근 코끝, 옆으로 넓은 콧구멍, 들창, 주먹, 둥근 코끝과 콧구멍, 매부리, 납작, 콧방울이 내려간, 흰 코
10	입술	14	두툼한 상순, 두툼한 하순, 두툼한 상하순, 얇은, M형, 언청이, 모아진, 삐뚤어진, 튀어나온, 하향, 상향, 활, 보통, 크고 긴 입술
11	귀볼	3	소, 중, 대
12	귀모양	10	뽀족, 오목, 볼록, 누운, 퍼진, 접힌, 부처, 역진, 작은, 보통
13	턱모양	10	뽀족, 타원, 둥근, 사각, 오각, 육각, 주걱, 이중, 넓은 하판, 갈라진 턱
14	눈 밑	2	평평, 볼록
15	볼	3	아원, 평평, 살진 볼
16	광대뼈	4	평평, 앞돌출, 옆돌출, 위돌출
17	이마돌출	3	평평, 돌출, 누운이마
18	이마모양	9	넓은, 상하 좁은, 좌우 좁은, 아치형, 주름진, M형, 발제선이 복잡, 대머리, 제비꼬리이마
19	목	3	짧은, 보통, 긴목
20	인중	7	짧은, 긴, 보통, 흐린, 넓은 폭, 사다리꼴, 삐뚤어진
21	코입술고랑	3	없음, 짧은, 긴
22	수염	7	짧은 콧수염, 긴 콧수염, 분리형 콧수염, 적은 턱수염, 연결된 턱수염, 분리된 턱수염, 구렛나루
23	머리모양	16	샤키 컷, 옆 가르마, 내림, 올림, 긴 단발, 짧은 스포츠, 짧은, 곱슬, 긴 생머리, 앞대머리, 대머리, 묶음, 퍼머, 백발, 내림가름, 돌린 머리
24	가르마	6	없음, 비율(3:7), 비율(4:6), 비율(5:5), 왼쪽, 오른쪽
25	점의 위치	13	얼굴을 13개 영역으로 분리
26	홍터 위치	13	얼굴을 13개 영역으로 분리
27	주름 위치	5	얼굴을 5개 영역으로 분리
총계		196	

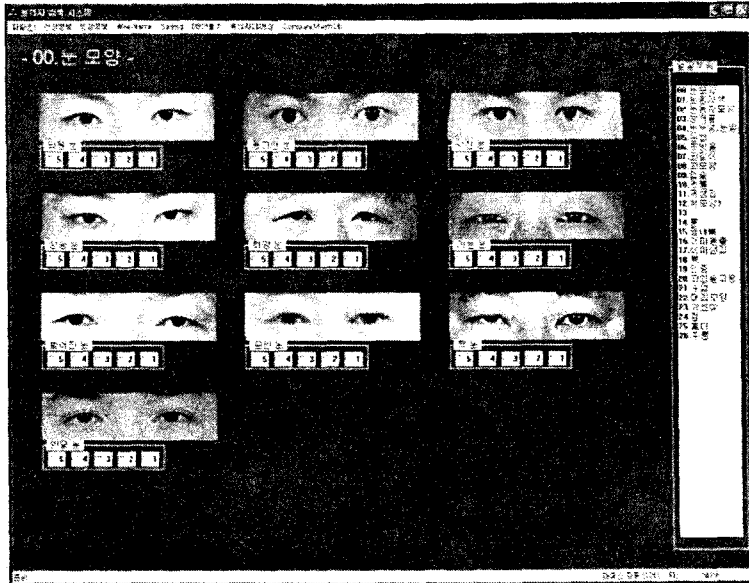


그림 1. 눈모양의 분류

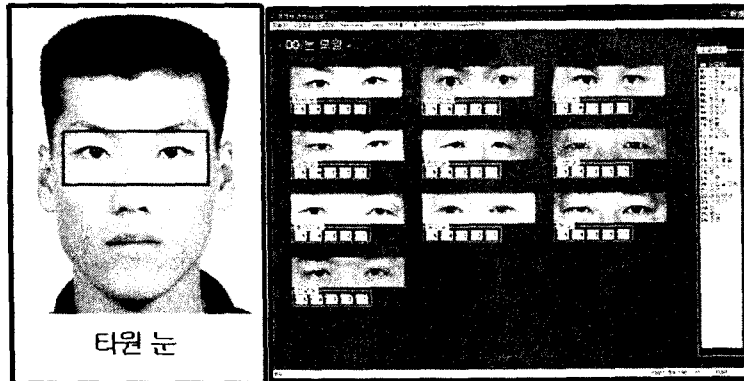


그림 2. DB내의 얼굴 사진의 눈모양에 대한 특징의 선택

마지막으로 눈간 거리에 따라 벌어진 눈, 모인 눈으로 분류한다. 이를 종합하면, 그림 1과 같이 타원 눈, 동그란 눈, 작긴 눈, 상승 눈, 하강 눈, 가느란 눈, 벌어진 눈, 모인 눈, 짝 눈, 반달눈의 10 종류로 분류한다. 이와 같이 하여 27개 부위에 대해서, 표 1과 같이 196종으로 분류한다.

3. 얼굴사진DB의 부위별 특징 선택  
200명의 얼굴사진을 수집하여, DB로 구축하고,

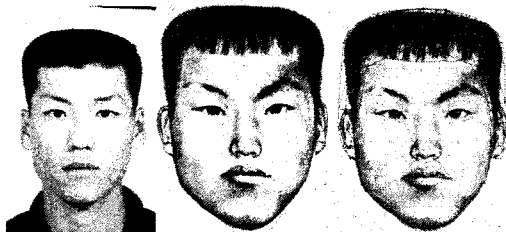
사진 각각에 대해 부위별로 표 1의 분류에 따라 특징을 선택하여, 선택한 결과를 DB에 저장한다. 얼굴사진의 부위별로 분류된 특징 중에서 유사한 특징을 선택한다. 그림 2는 얼굴사진의 눈과 분류된 특징의 샘플을 비교하면서 눈을 특징을 선택하는 화면이다. 경우에 따라서 2개 이상 특징을 가지고 있으면, 모두를 선택하게 된다. 만약 유사한 형이 없으면, 그 형을 하나의 새로운 특징으로 간주하고 부위별 특징분류에 등록한다. 부위별 특징분류가

아직은 충분하지 않다고 생각하기 때문이다. 표 1은 이와 같이 200명의 얼굴 사진에 대해서 부위별 특징을 선택하면서 얻어진 것이다.

그림 2의 얼굴에 대해서 선택된 결과를 표 2에 나타낸다. 이와 같이 하여 200명의 얼굴 사진에 대해서 부위별 특징을 분류한 결과를 개인별 특징 DB로 저장한다.

#### 4. 몽타주 작성

몽타주는 범인의 인상착의를 얼굴영상으로 합성한 것이다. 즉, 목격자의 진술을 토대로 얼굴 전체의 인상, 얼굴 각 부위(눈썹, 눈, 코, 입 등)의 특징을 여러 개의 얼굴 스케치로부터 각 부위의 영상을 조합한 것이다. 그림 3은 목격자 3인에게 사진을 1분간 보여주고, 필자들이 개발한 시스템으로 작성한 몽타주이다.<sup>[7]</sup> 사진과 대체로 흡사한 몽타주가 작성되었다. 실제 사건에서도 필자 등의 경험에 의하면, 목격자의 기억이 뚜렷하거나 목격자가 3인이상인 경우에는, 범인의 얼굴에 80~90%정도(목격자의 판단) 근접한 몽타주를 작성할 수가 있었다. 연쇄 범행에서는 목격자가 많기 때문에 범인과 아주 흡사한 몽타주가 종종 작성되기도 했다.



(a) 얼굴사진 (b)몽타주 (c) 몽타주의 형상 모델  
그림 3. 얼굴사진과 작성된 몽타주의 비교

#### 5. 몽타주의 부위별 특징 선택

몽타주의 부위별 특징을 선택하는 방법은 3.과 같지만, 목격자의 기억이 확실하지 않은 경우도 있기 때문에, 그 특징에 대한 기억의 확실도를 함께 선택하는 것이 다르다. 기억의 확실도는 1~5사이를 선택한다. 그림 4는 눈의 모양을 선택한 화면으로, 특징의 종류는 타원 눈을, 확실도는 4를 선택하였다. 이것은 목격자가 눈의 모양을 어느 정도 확실하게 기억하고 있다는 의미이다. 또한, 하나의

부위에 대해서 목격자의 기억이 애매하거나, 기억이 확실하지만 1개의 특징으로 단정하기 어려울 때, 2개 이상의 특징을 선택할 수도 있으며, 기억이 없을 때는 특징을 선택하지 않을 수도 있다. 그림 4의 몽타주에 대해서 선택한 결과를 표 3에 나타낸다.

#### 6. 유사도 산출과 검색 실험

얼굴사진과 몽타주를 부위별로 비교해서, 일치한 특징을 확실도에 따라 분류하고, 확실도가 높은 특징수가 많은 순으로 유사도의 순위를 정한다. 표 3과 얼굴사진 DB(200매)의 특징(표 2 참조)을 비교하여, 유사도 순위에 따라 나열한 상위 6개의 결과를 표 4에 나타낸다. 예를 들면, 얼굴DB의 제 016번째 사진은 몽타주와 4개의 특징이 확실도 5로, 13개의 특징이 확실도 4로, 5개의 특징이 확실도 3으로 일치하고 있다. 4개의 특징이 확실도가 5인 얼굴사진이 3개(제 016번째, 제 072번째, 제 028번째 얼굴사진) 있지만, 제 016번째 얼굴사진은 확실도 4로 일치한 특징이 13개로 가장 많기 때문에, 유사도가 가장 높다고 할 수 있다. 즉, 올림픽에서 메달을 집계하여 국가별 순위를 정하는 것과 같은 방식이다. 목격자의 확실한 기억을 우선하는 척도라고 볼 수 있다. 그림 5는 표 4의 유사도 순위에 따라 열거한 DB의 얼굴사진이다. 상위 3개의 사진은 표 3에서 확실도가 5인 특징 4개(쌍꺼풀 없음, 오각형 턱, 짧은 머리, 가르마 없음)가 그림 4의 몽타주와 일치함을 알 수 있다. 특히, 유사도가 가장 높은 제 016번째 사진은 그림 4의 몽타주와 동일한 인물이다.

200명의 인물사진DB중 10명의 사진을 선택하고 그림 3과 같이 몽타주를 작성하여, 얼굴사진DB와의 유사도를 산출하여 순위를 정하는 실험을 하였다. 그 결과를 표 5에 나타낸다. 10명 모두가 1순위~6순위 사이에 검색이 되었으며, 평균 1.9위이었다. 즉, 평균적으로 2순위 이내에서 동일인물이 검색된다는 의미이다.

#### 7. 결론

본 연구에서는 몽타주와 얼굴사진과의 유사도를 산출하여, 유사도에 따라 얼굴사진의 순위를 정하는 방법을 제안하였다. 한국인의 얼굴부위를 눈썹, 눈, 코, 입, 이마 등 27개로 나누고, 부위별 특징은

196개로 분류하였다. 나아가서, 200명의 얼굴사진 각각에 대해 특징을 분류하여, DB로 구축하였다. 입의의 얼굴에 대해 몽타주를 작성하고, 몽타주에

대한 특징을 선택하여, DB의 얼굴 사진과 유사도를 산출하여, 순위를 정하는 방법을 제시하였다. 10명의 얼굴에 대해 몽타주를 작성하고,

표 2. 그림 2(왼쪽)의 부위별 특징을 선택한 결과

번호	부위	특징수	특징의 종류
1	눈	1	타원
2	눈동자 색	1	검은색
3	눈동자모양	1	보통
4	쌍꺼풀	1	쌍꺼풀 없음
5	눈두덩	1	평평
6	눈썹	1	가늘고 흐린 꺾임
7	코방울	1	작은
8	코길이	1	중간
9	코모양	1	보통
10	입술	1	두툼한 상하순
11	귀볼	1	크다
12	귀모양	1	역전 귀
13	턱모양	2	오각, 육각
14	눈 밑	1	평평
15	볼	1	야원
16	광대뼈	1	앞 돌출
17	이마돌출	1	평평
18	이마모양	1	상하 좁은
19	목	1	보통 길이 목
20	인중	1	사다리꼴
21	코입술고랑	1	없음
22	수염	0	선택 없음
23	머리모양	1	짧은 머리
24	가르마	1	가르마 없음
25	점	0	점 없음
26	흉터	0	흉터 없음
27	주름	0	주름 없음

표 3. 몽타주의 부위별 특징을 선택한 결과

번호	부위	특징의 종류	확실도
1	눈	타원 눈	4
2	눈동자 색	검은색	4
3	눈동자모양	보통	4
4	쌍꺼풀	쌍꺼풀 없음	5
5	눈두덩	평평	4
6	눈썹	가늘고 흐린 꺾임	4
7	코방울	작음, 중간	3, 3
8	코길이	중간	3
9	코모양	보통, 둥근 코끝	4, 4
10	입술	두툼한 상하순	4
11	귀볼	대(大)	4
12	귀모양	보통 귀	4
13	턱모양	오각형, 육각형	5, 3
14	눈 밑	평평	4
15	볼	야원, 평평	4, 3
16	광대뼈	앞 돌출	4
17	이마돌출	평평	3
18	이마모양	상하 좁은	4
19	목	보통	4
20	인중	보통폭길이	1
21	코입술고랑	없음	3
22	수염	선택 없음	0
23	머리모양	짧다	5
24	가르마	없음	5
25	점	선택없음	0
26	흉터	선택없음	0
27	주름	선택없음	0

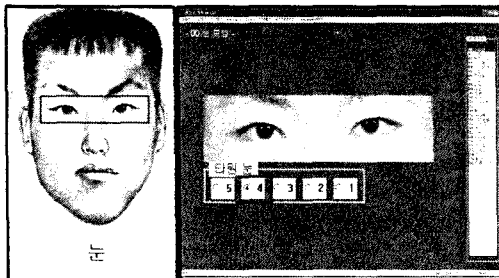


그림 4. 몽타주의 눈 모양에 대한 특징 선택

표 4. 표 3에 대한 얼굴사진 DB의 유사도 순위

순위(DB번호)	5	4	3	2	1
1(016)	4	13	5	0	0
2(072)	4	7	5	0	0
3(028)	4	5	3	0	0
4(020)	3	8	4	0	0
5(079)	3	6	5	0	0
6(009)	3	6	4	0	0

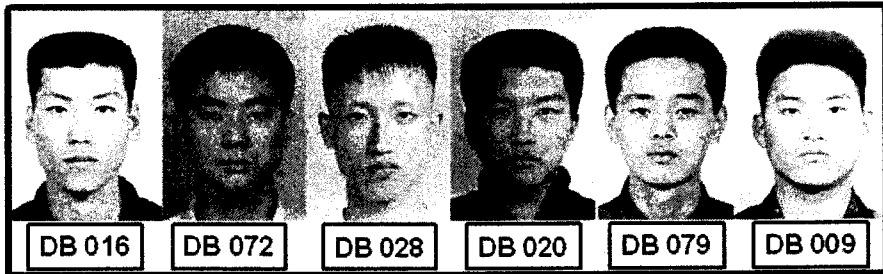


그림 5. 그림 4의 몽타주에 유사한 순위별 얼굴사진(표 4와 동일한 순위)

표 5. 몽타주와 유사한 얼굴을 검색한 결과

검증회차(DB번호)	검색 순위
1(DB016)	1
2(DB024)	1
3(DB056)	3
4(DB074)	2
5(DB097)	1
6(DB046)	1
7(DB061)	1
8(DB067)	6
9(DB159)	2
10(DB189)	1
평균	1.9

DB의 얼굴사진을 유사도에 따라 순위를 정한 결과, 1위 ~ 6위 사이에 동일 얼굴이 검색되었으며, 평균은 1.9위이었다. 이 결과는 몽타주를 작성하여 200매 얼굴의 유사도 순위를 정하면, 평균적으로는 2위에서, 적어도 6위 이내에서 동일 얼굴을 검색할 수 있다는 의미이다. 이 순위는 이 검색 방법의 성능뿐만 아니라, 목격자의 기억정도에 따라서도 많이 달라질 수 있다. 이것은 몽타주를 이용하여 용의자를 압축하는 효과가 있어 능동적인 수사방법에 활용가치가 높다고 할 수 있다.

향후 과제로서 얼굴DB를 확대하여, 한국인 부위별 특징을 대부분 포함하고, 특징을 체계적으로 분류할 필요가 있다. 또한, 방대한 얼굴DB속에서 어느 정도 용의자를 압축할 수 있는지에 대한 실험도 필요하다. 또한, 방대한 얼굴DB의 특징분류에는 많은 시간과 인력이 소요되기 때문에, 얼굴인식을 통한 자동 분류에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] C.S.Choi, T.Okazaki, H. Harashima,T.Takebe, "A System for Analyzing and Synthesizing of Facial Image", IEEE Int. Symp. Circ. & Syst., pp2665~2668, 1991.
- [2] M. Turk, A. Pentland, "Eigenfaces for Recognition", J. Cogn. Neurosic., Vol. 3, No. 1, pp. 71-86, 1991.
- [3] B. Moghaddam, W. Wahid, A. Pentland, "Beyond Eigenfaces: Probabilistic Matching for Face Recognition", Proc. 3rd IEEE Int. Conf. Auto. Face Gesture Recog. 1998.
- [4] W. Zhao, R. Chellappa, A. Krishnaswamy, "Discriminant Analysis of Principal Components for Face Recognition", Proc. 3rd IEEE Int. Conf. Auto. Face Gesture Recog. pp. 336, 1998.
- [5] W. Zheng, J. Lai, and P. Yuen, "GA-fisher: a new LDA-based face recognition algorithm with selection of principal components", IEEE Trans. Sys. Man Cybern., vol. 35, no. 5, pp. 1065-1077, 2005
- [6] J. Lu, K. Plataniotis, A. Venetsanopoulos, S. Li, "Ensemble-Based Discriminant Learning With Boosting for Face Recognition", IEEE Trans. Neural Networks, vol. 17, no. 1, pp.166-178, 2006
- [7] 최창석, 조용진, 전준호, 이성선, 최운영, 고용호, "얼굴의 3차원 모델을 이용한 몽타주작성 시스템", 영상처리 및 이해에 관한 워크샵, 69-74, 1997