Journal of Korea Multimedia Society Vol. 23, No. 10, October 2020(pp. 1339-1347)
https://doi.org/10.9717/kmms.2020.23.10.1339

주성분 분석기반 인간과 개의 얼굴 비율 연구

이영숙†, 기대욱††

A Study on the Ratio of Human and Dog Facial Components based on Principal Component Analysis

Young-suk, Lee†, Dae Wook, Ki††

ABSTRACT

This study is a preliminary study to design a character automation system that considers the facial characteristics of mammals. The experimental data of this study was conducted on dogs (dog breeds) and humans, which were designed to be used in many contents. First, data was extracted from 100 types of dogs and 100 human data. Second, the criteria for measuring the ratio of important parts of the dog and human face were suggested. In addition, a comparative analysis of the face of a dog and a human face is conducted. Lastly, by analyzing the main component(PCA), the most characteristic elements in the faces of dogs and humans were analyzed. As a result, it was confirmed that the length of the face, the size of the eyes, the length of the glabellar, and the length of the glabellar and other parts are important. Through this study, the features of the dog's face that are different from humans are expected to contribute to the animal character automation.

Key words: Principal Component Analysis(PCA), Ratio of Human and Dog Facial Components, Character Design

1. 서 론

최근 초고속 인터넷의 발달과 보급으로 OTT(Over The Top)서비스 시장이 넥플릭스, 유튜브와 같은 플랫폼을 통해 영화와 애니메이션의 시장이 확대되고 있다. 이러한 어플리케이션시장의 확산으로 캐릭터 콘텐츠이용도 증가추세이다[1]. 특히, 카카오프렌즈, 펭수와 같은 캐릭터산업이 수익성이 높은 사업으로 받아들여지고 있다. 캐릭터산업은 의인화된 캐릭터가 대다수이며 전통적으로 인간의 감성에 동물 얼굴을 차용하여 만든 의인화된 캐릭터를 주인공으로 한 작품도 다수를 차지한다[2]. 의인화는 일반적으로 동물의 성격과 특성을 인간캐릭터에 자연스럽게 녹여넣어 캐릭터의 성격이나 행동을 이해시키데 편리한 장점이 있다. 동물의인화 캐릭터설계의 경우, 캐릭터 디자이너가 동물의 특징을 기반으로 인간의 감성을 가미하여 디자인을 설계하였기 때문에 캐릭터 디자이너의 경력과 감각만을 의존하는 경향이 있었다. 특히, 캐릭터 의인화는 의인화에 사용된 동물에 대한 특징을 캐릭터에서 자연스럽게 표현되므로 캐릭터의 성격 표현이나 스토리 연출에 효과적이다. 특히, 모든 동물은 개성적인 외형적 특징을 가지고 있다.

※ Corresponding Author : Young-suk, Lee, Address: (100-272) Center for Digital Image & Contents 2, Toegye-ro 36-gil, Jung-gu, Seoul, Korea, TEL : +82-10-8313-9825, FAX : +82-2-2264-0159, E-mail : tonacoco@dongguk.edu
Receipt date : Sep. 8, 2020, Revision date : Oct. 12, 2020
Approval date : Oct. 13, 2020

† Institute of Image and Cultural Contents, Dongguk University, Seoul Korea
†† Research Institute, THiRA-UTECH Co., Ltd.
(E-mail : eettc7@naver.com)
※ This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education, Science and Technology(2018R1D1A1B07051261)

동물의인화설계를 위해 동물에 대한 인간과 비교되는 변별력이 높은 특징을 반영하여 데이터화 하면 기존의 디자이너의 주관에 의존한 디자인에서 데이터에 기반한 디자인으로 캐릭터 자동화 작업의 효율성과 높일 수 있다[3]. 동물의인화의 다수를 차지하는 개(견종)의 경우 애니메이션에서 가장 많은 캐릭터로 설계되었고 인위적인 개(견종) 생성을 위한 교배로 인해 다른 포유동물에 비해 얼굴 모양이 다양하다. 각 개(견종)의 얼굴은 다양한 의인화 캐릭터 생성에 응용할 수 있다. 이러한 다양한 종별의 특징을 반영하도록 시각적인 특징을 분석하기에 적합한 시각분석도구가 필요하다. 그리고 데이터의 시각화를 위해 차원을 축소하는 데이터 처리 기법이 중요하다. 데이터 시각화 분석 도구로 주성분 분석((Principle Component Analysis, PCA)이 있다. 주성분 분석은 데이터에 존재하는 패턴을 인식하여 중요한 변수를 구분하고 계산을 단순화한다.

본 연구에서는 포유류 동물의 가장 단순화된 얼굴 특징을 찾고자 한다. 인간의 얼굴의 차이를 나타내는 근본적인 요인을 분석하여 의인화동물캐릭터 디자인에 응용할 수 있으며 캐릭터 디자인 자동화에도 활용할 수 있다. 이에 본 연구에서는 동물캐릭터의 고유한 요인과 비율을 찾기 위한 도구로 주성분 분석(PCA)을 이용하고 분석대상을 개(견종)과 인간의 얼굴 데이터를 적용하여 실험을 진행하였다. 연구방향은 첫째, 동물을 개로 한정하여 현재 분류된 344여종 중 시각화형태의 확연한 차이를 보이는 개(견종) 100종과 인간데이터를 대상으로 실험을 진행한다. 둘째, 이를 토대로 인간과 개의 특징 차이와 각 견종 간의 얼굴 특징의 차이를 주성분 분석(PCA) 이용하여 분석한다. 셋째, 인간 얼굴과 개(견종)의 부위의 비율을 중요 차이점으로 정하고 인간과 각 견종 간의 얼굴 부위 비율을 주성분 분석(PCA)을 통해 확인하고자 한다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 분석의 도구가 되는 주성분 분석PCA)과 포유류 개(견종)의 특징을 살펴보고 3장에서는 분석에 사용한 데이터와 비교 데이터를 생성한 방법을 설명한다. 4장에서는 분석 결과를 확인하고 5장에서는 결론을 맺는다.

2. 기존연구

2.1 주성분 분석(PCA) 특징

주성분 분석(Principle Component Analysis, PCA)은 차원수 감소, 손실 허용 데이터 압축, 특징 추출, 데이터 시각화 등의 여러 분야에서 사용되는 테크닉이다[4]. 기본적으로 서로 관련이 있는 많은 변수의 값을 하나 또는 소수의 합성변수(Principal Compont, PC)로 나타내는 기법이다. 이 합성 변수 안에 원래의 변수가 가지고 있는 정보를 가능한 한 많이 포함시키는 것이 필요하다. 주성분 분석은 해석하고자 하는 다 차원의 데이터를 거기에 포함된 정보의 손실을 가능한 적게 해서 하나 혹은 소수의 차원의 데이터로 축약 한다[5]. 축약하는 과정에서 다차원의 데이터인 경우 첫 번째 주성분(PC)가 가장 많은 정보를 가지고 있으며, 두 번째 주성분(PC)는 첫 번째 주성분(PC)에 직교하면서 그 다음으로 많은 정보를 가지고 있다. 그리고 정보가 낮은 순서대로 주성분(PC)를 순서대로 생성하게 된다. 따라서 첫 번째나 순서가 빠른 주성분(PC)들은 원래의 데이터에 대해 많은 정보를 나타내며, 그 주성분(PC)를 구성하는 계수들의 계수값은 데이터의 특징을 나타내는데 중요한 정보이며 값이 높을수록 중요한 변수라고 판단 할 수 있다.

주성분 분석(Principle Component Analysis, PCA)을 위해서는 정확한 분석을 할 수 있는 툴이 필요하다. THiRA-Anlaytics, Matlab과 Python등 다수의 프로그래밍 랭귀지는 주성분 분석을 할 수 있는 라이브러리나 툴박스를 제공한다. Matlab, Python은 분석을 위한 많은 시간이 소요되며 결과를 확인하는 과정에서도 데이터를 그래프로 표시하기 위한 별도의 코딩이 필요하다. 반면 THiRA-Analytics(출처: THiRA-UTECH Co., Ltd)는 엑셀 형태로 정리된 분석 데이터만 있으면 별도의 코딩 없이 분석 결과를 확인할 수 있어 편리하게 주성분 분석을 진행할 수 있다[7]. 따라서 본 연구에서는 THiRA-Anlaytics에서 제공하는 주성분 분석을 이용하였다. THiRA-Anlaytics는 통계 머신러닝 기반 분석 툴이며 분석을 위한 프로그래밍이 필요하지 않은 User-Interface와 결과를 쉽게 확인할 수 있는 비주얼한 환경을 제공한다(Fig. 1). 아래 그림 1번 항목에서는 분석에 사용할 알고리즘을 선택할 수 있는 메뉴를 제공하며 2번 항목에서는 분석 데이터 입력부분이다. 3번 항목은 분

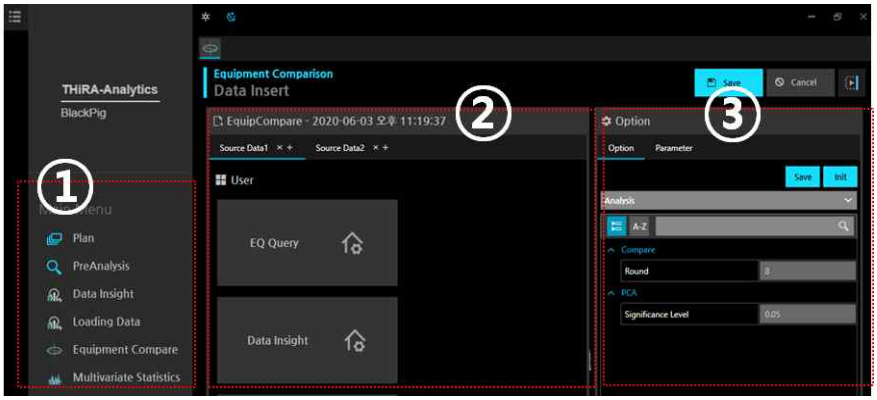


Fig. 1. THiRA-Analytics, Machine Learning Program for Data analysis [7].

석 알고리즘 옵션설정을 위한 메뉴를 제공한다.

2.2 포유류 개(견종)의 특징

포유류의 얼굴구성요소는 얼굴형과 눈, 코, 입 등과 같은 세부요소들의 조합으로 구성된다. 인간의 얼굴생김새의 비율의 특징은 개(견종)과 비교했을 경우에 인종이나 성별에 크게 차이가 없고 주로 표정연구가 주류이다. 특히 동물의 얼굴에 대한 연구는 캐릭터 디자인분야에서 동물의인화와 관련된 연구가 대부분이다. 포유류 중 인간과 사자, 호랑이 등과 같은 대부분의 포유종은 그 동물들에 해당되는 대표얼굴이 있지만 개(견종)는 인간과 다른 동물 종에 비해 다양한 품종으로 구분된다. 특히 견종 간에 얼굴생김새의 확연한 차이와 특징을 지니고 있다. 포유류의 식육목에 해당하는 개과 동물은 사역견, 수렵견, 조렵견, 테리어견, 실용견, 애완견으로 분류된다. 사역견(working dog)은 특정한 목적에 사용하기 위한 견종이다. 목양견, 경찰견, 군견, 썰매개, 맹인안내견 등이 있다. 수렵견(hound)는 사냥개의 일종이다[8]. 뛰어난 시각과 후각을 바탕으로 들짐승을 직접 쫓거나 사냥감을 회수한다. 조렵견(gun dog)은 사냥꾼을 돕는 사냥개로, 주로 새를 총으로 사냥하는 것을 돕는다. 수렵견은 크게 시각 하운드와 후각 하운드로 나뉜다. 테리어견(Terrier)은 오소리, 족제비 등 땅속에 사는 짐승을 사냥하기 위해 개량된 품종들이다. 실용견(utility dog), 또는 비렵견(nonsporting dog)은 개의 품종 분류의 하나이다. 이 분류는 애견단체에 따라 사용하는 곳도 있고 하지 않는 곳도 있다. 애완견은 가정에서 기르는 개의 총칭이다. 흔히 반려견이라고도 부른다. 세계애견연맹(Federation Cynologique Internationale, FCI)에서는 전 세계 344 견종을(2017년 8월 11일 기준) 개의 기능이나 활용 목적에 따라 1부터 10그룹까지 구분했다(Table 1).

Table 1. FCI breeds Nomenclature[6]

Group	Classification
1	Sheepdogs and Cattledogs
2	Pinscher and Schnauzer
3	Terriers
4	Dachshunds
5	Spitz and Primitive types
6	Scent hounds and related breeds
7	Pointing Dogs
8	Retrievers & Flushing Dogs & Water Dogs
9	Companion and Toy Dogs
10	Sight hounds

본 연구에서는 활용목적에 의한 분류 외에 시각적으로 외형적 형태적 특징이 확연하게 구분되는 100종을 대상으로 선별하여 시각화를 진행하였다. 개(견종)는 포유류 중에서도 형태적으로 가장 많은 견종으로 세분화되어있다. 또한 반려견으로 인간에게 친숙한 동물이다. 특히 얼굴형태의 다양성으로 애니메이션 게임과 같은 많은 콘텐츠에서 활용되고 있는 동물이다.

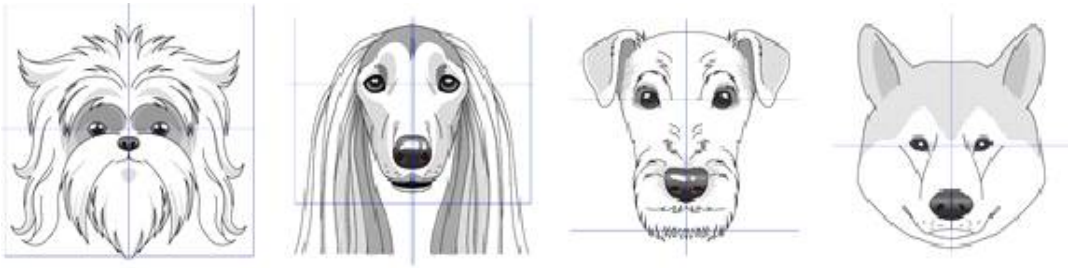
3. 인간과 개의 중요 얼굴 부위 비율

3.1 연구절차 및 실험 방식

본 연구의 절차는 다음과 같다. 먼저 실험에 필요한 인간과 개(견종)의 얼굴이미지 데이터 확보를 위해 저작권이 없는 픽사베이(pixabay.com)를 활용하여 수집하였다[9]. 픽사베이의 이미지데이터는 어떠한 허가 요청이나 지불 없이 상업적/비상업적 목적으로 이미지를 복사, 수정, 배포 및 이용할 수 있다고 밝히고 있다. 특히, 고해상도의 이미지데이터도 제공하기 때문에 정확한 데이터 추출을 위해서 그래픽이미지를 배제한 실사 데이터 수집을 진행하였다. 실사 데이터는 최대한 정면의 얼굴형태에 중점을 두고 수집하였다. 그 결과, 인간데이터 동·서양 남녀 (8000개)와 8천백여(8,192개)의 개(견종) 이미지 Data를 추출하였다. 인간 얼굴의 형태는 얼굴 털(facial hair)에 의해 형체의 변별력에 영향을 주지 않지만 개(견종)와 같은 포유종은 얼굴 형태에 많은 영향을 미친다. 그러므로 같은 종이라도 얼굴윤곽의 평균 값을 정의할 필요가 있다. 따라서, 본 실험에 사용한 데이터는 개(견종) 이미지 데이터 100개와 인간 이미지 데이터 100개를 사용하였다. 특히, 개과에 해당하는 개(견종)는 344 여종의 품종으로 분류가 되므로 형태적 특징이 같은 종은 유사 종으로 분류하여 외형적 차이가 확연한 100종으로 분류하였다. 다음으로 개(견종) DB 100 종에 대한 표준안 제안을 위해 눈과 눈 사이 비율이나 거리간의 비율의 평균값을 도출하여 시각화작업을 진행하였다. 이를 대상으로 벡터그래픽으로 설계하였다. 추출된 개(견종) 이미지는 Fig. 2와 같이 각각의 개(견종)의 실사 이미지를 분석하여 평균 수치를 측정하고 이를 전문 디자이너에 의해 벡터 데이터(SVG)파일로 설계하였다. 그리고 같은 개(견종)이라도 털의 상태에 따라 얼굴의 비율이 달라지는 것은 막기 위해 Beagle 견종의 경우, 다수의 검색된 Beagle 이미지를 토대로 평균적인 Beagle의 얼굴이미지 데이터를 계산하여 벡터 데이터(SVG) 파일로 생성하였다. 인간의 이미지 데이터는 앞서 언급한 픽사베이(pixabay.com)에 공개되어 있는 얼굴 DB를 이용하였다. 테스트에 사용한 인간 얼굴 데이터는 두 눈을 기준으로 최대한 정면의 얼굴 데이터를 추출하여 다양한 얼굴의 표본 획득을 기준으로 구성한 것이다. 따라서 비교 분석에서 사용한 데이터 기준은 오른쪽 왼쪽 두 눈이 보이는 정면 구도를 중심으로 정면 이미지를 추출하여 사용하였다. 실험방식으로는 주성분 분석(Principle Component Analysis, PCA)을 활용하였다. 얼굴에서 외형적 형태에 영향을 미치는 중요비율 요소 5개를(Table 4)를 분석하고 결과를 살펴보았다(PCA Test 1). 다음으로 모든 비율 요소를 나타내는 표(Table 5)의 비율 요소를 포함하여 분석 하였다(PCA Test 2)

3.2 얼굴 요소 비율 기준 및 위치점 제안

본 장에서는 개(견종)와 인간의 얼굴을 중심으로 특징을 분석하기 위한 요소를 제안하였다. 본 연구에서 인간과 개(견종)의 얼굴의 차이점을 눈, 코, 입 등의 중요 부위의 비율을 통해 확인하려고 한다. 분석에서 견종 간 차이를 나타내는 얼굴 부위의 요소도 같이 제시하고자 한다. 분석방법은 사람의 눈, 코, 입의 비율과 개의 눈, 코, 입 비율을 주성분 분석(PCA)을 이용하여 가장 크게 차이가 나타나는 요소를 확인하고자 한다. 이를 위하여 인간과 동물의 얼굴에서 공통된 위치점 17개를 설정하였다(Table 2). 각 각 살펴보면 얼굴 윤곽의 왼쪽 끝(P1), 얼굴 윤곽의 오른쪽 끝(P2), 얼굴 윤곽의 위쪽 끝(P3), 얼굴 윤곽의 아래쪽 끝(P4), 왼쪽 눈의 왼쪽 끝(P5), 왼쪽 눈의 오른쪽 끝(P6), 왼쪽 눈의 위쪽 끝(P7), 왼쪽 눈의 아래쪽 끝(P8), 오른쪽 눈의 왼쪽 끝(P9), 오른쪽 눈의 오



(a) (b) (c) (d)

Fig. 2. Dog Face Image Used in the Experiment. (a) Affenpinscher (b) Afghan hound © Airedale Terrier (d) Akita.

Table 2. Table of Length Elements

Points	Contents
P1	Left end of face contour
P2	Right end of face contour
P3	Upper end of face contour
P4	Lower end of face contour
P5	Left end of the left eye
P6	Right end of left eye
P7	Upper end of left eye
P8	Lower end of the left eye
P9	Left end of right eye
P10	Right end of right eye
P11	Upper end of right eye
P12	Lower end of the right eye
P13	Glabella
P14	Nose
P15	Mouth
P16	Left eye center
P17	Right eye center

른쪽 끝(P10), 오른쪽 눈의 위쪽 끝(P11), 오른쪽 눈의 아래쪽 끝(P12), 미간(P13), 코(P14), 입(P15), 왼쪽 눈의 좌표로 계산되어진 눈의 중심점(P16) 및 오른쪽 눈의 좌표로 계산되어진 눈의 중심점(P17)으로 총 17개로 구성된다.

다음으로 각 점으로 만든 얼굴 길이 요소 9개를 구성하였다(Table 3). 얼굴 가로 길이(L1, P1 - P2), 얼굴 세로 길이(L2, P3 - P4), 왼쪽눈 가로 길이(L3, P5 - P6), 왼쪽 눈 세로 길이(L4, P7 - P8), 오른쪽 눈 가로 길이(L5, P9 - P10), 오른쪽 눈 세로 길이(L6, P11 - P12), 미간 거리(L7, P16 - P17), 미간 중심과 코 거리(L8, P13 - P14), 미간 중심과 입 거리(L9, P13 - P15)로 구성된다(Table 3).

구성된 길이 요소를 이용한 비율 요소 5개를 선정하고 데이터로 비교를 실시하였다. 비율요소 5개는 다음과 같다. 얼굴 가로 세로 비(R1, L2 / L1), 왼쪽 눈의 가로 세로비(R2, L4 / L3) 미간 길이와 얼굴 가로비(R3, L7 / L1), 미간과 코 거리와 얼 굴 세로비(R4, L8 / L2), 미간과 입 거리와 얼 굴 세로비(R5, L9 / L2)로 구성한다(Table 4).

실험 과정은 다음과 같다 먼저 개(견종) 얼굴에서의 점은 아래 Fig. 3에 나타낸다. Fig. 3의 점으로 구성한 얼굴 길이 요소는 9개와 얼굴 비율 요소는 각각 Table 3과 Table 4에 나타내었다. Table 3의 9개의 얼굴 길이 요소를 이용하여 얼굴에서 중요한 5개의 얼굴 비율 요소를 나타낸다. Table 4는 비율 요소 5개(얼굴 가로 세로 비, 왼쪽 눈의 가로 세로비, 미간 길이와 얼굴 가로비, 미간과 코 거리와 얼 굴 세로비, 미간과 입 거리와 얼 굴 세로비)는 캐릭터 설계 시에 중요한 얼굴요소를 중심으로 비율이 구했다.

본 과정에서 인간과 동물의 얼굴비율구성의 차이점에 분석되지 않은 요소의 변수 및 확률을 위해서 Table 3의 비율 요소 외에 더 확장해서 분석 할 필요가 있다. Table 3의 길이 요소는 9개이나 L5와 L6는 오른쪽 눈에 대한 정보이고 왼쪽 눈이 대칭이어서 오른쪽 눈 정보로 대체 가능하다. 9개에서 L5, L6 2개의를 제외하고 7개로 얼굴 비를 조합할 수 있는 경우의 수는 조합식을 이용하여 (7×6)/2로 21개임을 알 수가 있다. Table 4 외에 조합되는 모든 얼굴 비율요소를 Table 5에 나타낸다. Table 5은 21개에서 Table

Table 3. Table of Length Elements

Length Element	Contents	Composition Points
L1	Face width length	P1 - P2
L2	Face length	P3 - P4
L3	Left eye width	P5 - P6
L4	Left eye length	P7 - P8
L5	Right eye width	P9 - P10
L6	Right eye length	P11 - P12
L7	Glabellar distance	P16 - P17
L8	Glabellar center and nose distance	P13 - P14
L9	Glabellar center and mouth distance	P13 - P15

Table 4. Table of Face Rate Elements

Rate Element	Contents	Composition Length Element
R1	Face aspect ratio	L2 / L1
R2	Left eye aspect ratio	L4 / L3
R3	Glabellar length and face aspect ratio	L7 / L1
R4	Glabellar and nose distance and face vertical ratio	L8 / L2
R5	Glabellar and mouth distance and face vertical ratio	L9 / L2

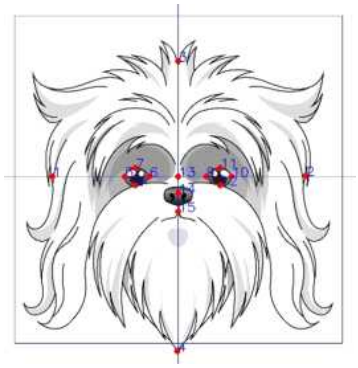


Fig. 3. Sample of 15 Points for Calculating Elements for Rate of the Dog's Face.

4의 5개를 제외하고 16개의 비율 요소를 나타낸다. 각 요소는 다음과 같다. 미간 입 길이와 미간 코 길이 비(R6, L9/L8), 미간 입 길이와 미간 길이 비(R7, L9/L7), 미간 입 길이와 왼쪽 눈 세로 길이 비(R8, L9/L4), 미간 입 길이와 왼쪽눈 가로 길이 비(R9, L9/L3), 미간 입 길이와 얼굴 가로 길이 비(R10, L9/L1), 미간 코 길이와 미간 길이 비(R11, L8/L7), 미간 코 길이와 왼쪽 눈 세로 길이 비(R12, L8/L4), 미간 코 길이와 왼쪽눈 가로 길이 비(R13, L8/L3), 미간 코 길이와 얼굴 가로 길이 비(R14, L8/L1), 미간 길이 비와 왼쪽 눈 세로 길이 비(R15, L7/L4), 미간 길이 비와 왼쪽 눈 세로 길이 비(R15, L7/L4), 미간 길이 비와 왼쪽눈 가로 길이 비(R16, L7/L3), 미간 길이 비와 얼굴 가로 길이 비(R17, L7/L1), 왼쪽 눈 세로 길이 비와 얼굴 세로 길이 비(R18, L4/L2), 왼쪽 눈 세로 길이 비와 얼굴 가로 길이 비(R19, L4/L1), 왼쪽눈 가로 길이 비와 얼굴 세로 길이 비(R20, L3/L2), 왼쪽눈 가로 길이

Table 5. Table of Others Face Rate Elements

Rate Element	Contents	Composition Length Element
R6	Glabellar mouth length and glabellar nose length ratio	L9/L8
R7	Glabellar mouth length and glabellar length ratio	L9/L7
R8	Glabellar mouth length and left eye length ratio	L9/L4
R9	Glabellar mouth length and left eye width ratio	L9/L3
R10	Glabellar mouth length and face width ratio	L9/L1
R11	Glabellar nose length and glabellar length ratio	L8/L7
R12	Glabellar nose length and left eye length ratio	L8/L4
R13	Glabellar nose length and left eye width ratio	L8/L3
R14	Glabellar nose length and face width ratio	L8/L1
R15	Glabellar length ratio and left eye length ratio	L7/L4
R16	Glabellar length ratio and left eye width ratio	L7/L3
R17	Glabellar length ratio and face width ratio	L7/L1
R18	Left eye length ratio and face length ratio	L4/L2
R19	Left eye length ratio and face width ratio	L4/L1
R20	Left eye width ratio and face length ratio	L3/L2
R21	Left eye aspect ratio and face aspect ratio	L3/L1

비와 얼굴 가로 길이 비(R21, L3/L1)와 같이 총 16개의 비율요소로 구성된다.

4. 실험 결과 및 고찰

4.1 PCA Test 1의 주성분 분석

주성분 분석을 진행하면 입력한 파라미터의 개수만큼 주성분(Principal Component, PC)이 생성된다. PCA Test 1의 경우 입력 파라미터가 5개(R1, R2, R3, R4, R5)이므로 PC는 5개가 생성된다. 5개의 PC 중 처음 생성된 PC1, PC2, PC3 순으로 중요성이 높다. 비교 데이터를 입체적으로 보기 위해 분석된 PC 등 중요한 2개를 선택하여 각각 X축과 Y축으로 하여 각 개(견종)을 표시하면 중요 성분과 함께 입력한 데이터의 분포도 확인 할 수 있다. Fig. 4에 PC1과 PC2를 각 X좌표 Y좌표로 하여 사람과 개(견종)의 주성분 분석 결과를 나타내었다. Source Data 1은 개의 얼굴 비율 요소이고 Source Data 2는 사람의 얼굴 비율 요소이다. Fig. 4에서 인간과 개의 PC 분포가 많이 달라 둘 간의 차이가 많이 남을 알 수 있다. 인간의 경우 한곳으로 뭉쳐져 있는 경향이 있어나 개는 분포가 매우 넓게 분포함을 알 수 있다. 기본적인 늑대/개의 종의 얼굴 형태에서 견종은 다양한 품종으로 늘어났고, 사냥견, 목양견, 애완견 등 특수 목적에 따라 견종간의 특징을 강화한 결과로 보인다. Fig 5는 PC1과 PC2을 구성하는 중요 요소를 나타낸다.

Fig. 4에서 PC1이 인간과 개의 얼굴 차이점을 가장 잘 표현하므로 Fig. 5에서 PC1을 보면 사람과 개의 얼굴에서 가장 차이가 나는 것은 R5(미간거리와 얼굴 세로비)임을 알 수가 있다. 그 다음으로 중요한 차이가 나는 것은 R4(미간과 코 거리와 얼굴 세로비)임을 알 수 있다. Fig. 5에서 중요 요소를 Table 6에 나타낸다.

4.2 PCA Test 2의 주성분 분석

Fig. 6은 PCA Test 2의 분석 결과를 나타낸다. 입력 파라미터의 개수는 앞 절에서 제시한 Table 4와 Table 5의 구성요소를 합친 21개이며 생성된 PC의 개수도 21개로 구성된다. Fig. 6은 얼굴 비율요소 5개를 사용한 Fig. 4와 비교하여 인간 데이터는(Source Data 2)는 좀 더 군집화가 되어 한 곳에 뭉치는 효과가 있고 개(견종)의 데이터는 좀 더 퍼지는 효과가 있다. PC1의 경우 퍼지는 정도가 Fig. 4에 비해 더 많이 분산되어 있으며 Outlier라고 판단될 정도의 위치에 분포하는 경우도 있다. PC1을 구성하는 중요 요소도 기존의 생각과는 다르게 R1, R2, R3, R4, R5

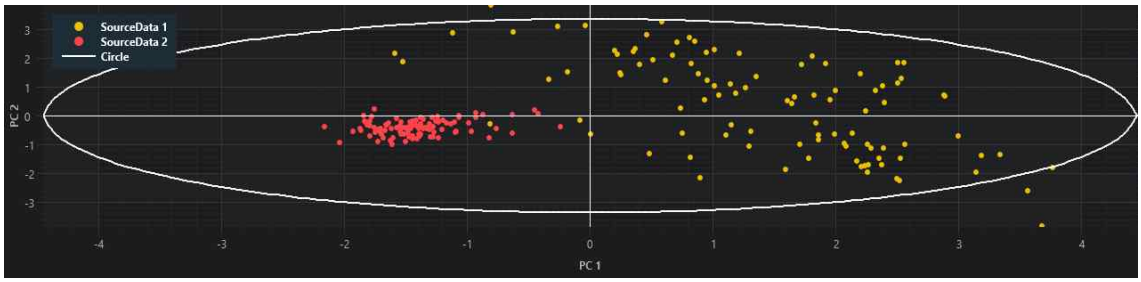


Fig. 4. PCA Test 1 Score Plot.

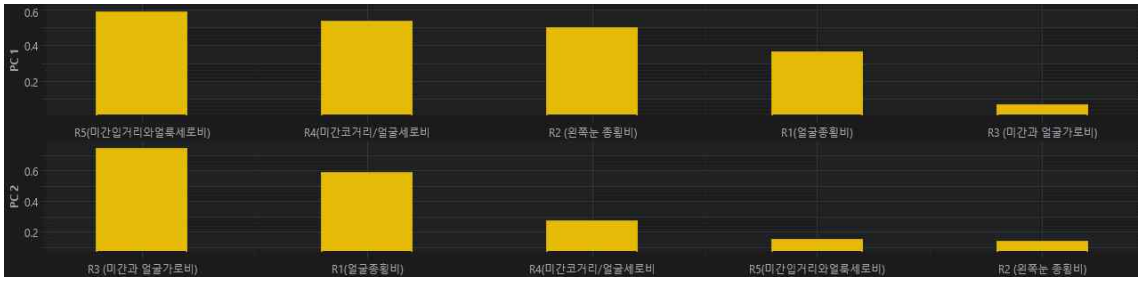


Fig 5. Important Elements that make up PC1 and PC2.

Table 6. Coefficient of Important Elements that Make up PC1 on PCA Test 1

Important Rate Component	R5	R4	R2	R1	R3
PCA Coefficient	0.5811	0.5292	0.4972	0.3608	0.0067

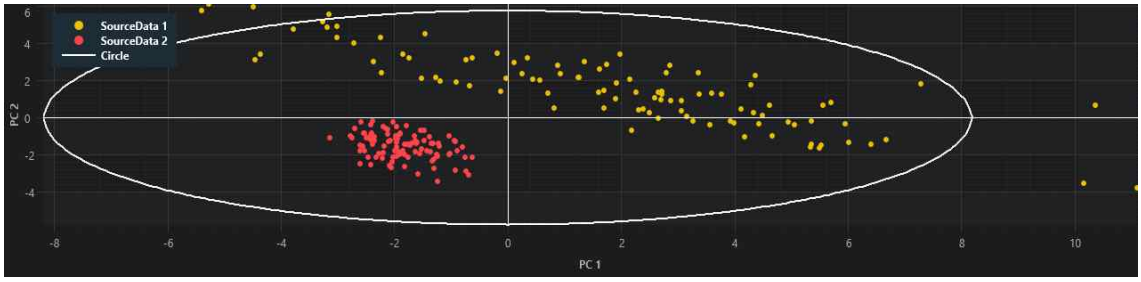


Fig. 6. PCA Test 2 Score Plot.

외에 다른 비율 요소가 더 중요한 것으로 나타냈다. PC1을 구성중요 요소는 Table 5에 나타내었다. 주성분 분석에서 분석에 영향을 미치지 않는 요소는 제거가 되며, Table 7에서 R17은 제외 되었다.

Fig. 6과 Table 7에서 기존에 알고 있던 얼굴의 중요 비율 요소보다도 새로운 요소가 더 중요한 요소로 측정되었음을 확인 할 수 있다. 세부적으로 살펴보면 Table 4의 비율 요소 R1~R5가 Table 7에서는 상위 10개에는 R4, R5 2개만 포함된다. Table 7에서 중요도가 높은 순으로 5개는 R13, R9, R4, R7, R11로 모두 L2, L3, L7, L8, L9 길이 요소의 비로 조합된 것이다. 앞의 길이 요소는 얼굴 세로 길이, 눈의 가로 길이(눈 크기를 대변), 미간 길이와 미간 중심에서의 입과 코간의 거리이며 이것이 인간과 개 그리고 견종 간의 구분하는 중요한 요소임을 확인 할 수 있다. 즉, 본 연구에서는 인간의 눈, 코, 입의 비율과 개의 눈, 코, 입 비율을 주성분 분석을 이용한 결과 가장 크게 차이가 나는 요소는 얼굴에서 세로길이와 눈의 크기, 미간의 길이와 미간과 다른 부위의 길이가 중요하다는 사실을 확인하였다. 이로써 인간의 특성을 많이 가미한 동물의인화 캐릭터를 생성 할 경우 Fig. 4와 Fig. 6에서 인간의 영역과 가까운 개(견종)를 선택하면 되고 동물성을 많이 추구하려면 인간의 영역과는 먼 위치의 견종을 선택하면 된다. 따라서 본 논문에서는 동물을 개로 한정하여 현재 분류된 344 여종 중 시각화형태의 확연한 차이를 보이는 개(견종) 100종과 인간데이터를 대상으로 실험을 하였다. 이를 기반으로 인간과 개(견종)의 특징 차이와 각 견종 간의 얼굴 특징의 차이를 주성분 분석(PCA)을 기반으로 분석하였다. 본 논문은 인간 얼굴과 개(견종)의 얼굴 특징에서 눈, 코, 입의 부위의 비율을 중요 차이점으로 정하고 인간과 각 개(견종)의 얼굴 부위 비율을 주성분 분석(PCA)을 통해 확인하였다.

Table 7. Coefficient of Important Elements that Make up PC1 on PCA Test 2

Important Rate Component	PCA Coefficient	Important Rate Component	PCA Coefficient	Important Rate Component	PCA Coefficient
R13	0.328	R10	0.262	R3	0.079
R9	0.308	R12	0.236	R15	-0.045
R4	0.303	R16	0.234	R1	-0.054
R7	0.289	R2	0.215	R6	-0.122
R11	0.288	R8	0.201	R21	-0.174
R5	0.287	R19	0.205	R20	-0.213
R14	0.270	R18	0.081		

5. 결 론

본 논문에서는 의인화 캐릭터 디자인을 위한 사전 연구로 인간과 개(견종)의 얼굴의 중요 부위의 위치를 기반으로 비율 요소를 정의하고 주성분 분석(PCA)을 통해 진행하였다. 주성분 분석(PCA)을 위해 개(견종) 100 종에 대한 평균 얼굴을 벡터 데이터(SVG)를 생성하고 비율 계산을 위한 위치 점을 생성하였다. 100종의 개(견종)과 100명의 인간얼굴데이터의 중요 비율을 주성분 분석(PCA)을 진행하고, 그 결과를 도출하였다. 분석은 앞 절에서 언급한 기존의 중요한 얼굴 비율 5개와 그 외에 조합 할 수 모든 경우를 포함하여 진행 하였다. 모든 경우를 포함한 주성분 분석(PCA) Test 2에서는 알고 있는 지식과는 다른 결과를 확인하였다. 캐릭터의 얼굴 디자인에서 얼굴 형태와 더불어 중요 부위인 눈, 코, 입의 위치와 비율이 캐릭터의 특징과 성격을 나타내는데 중요하지만 특히 각 부위의 비율보다는 얼굴에서 세로길이와 눈의 크기, 미간의 길이와 미간과 다른 부위의 길이 중요하다는 사실을 확인하였다.

본 논문의 실험 결과는 앞으로 캐릭터 디자인과 동물의인화에서 기존의 캐릭터디자이너의 감에 의존하여 진행되던 캐릭터얼굴설계 작업을 수치화하여 진행할 수 있다. 또한 자동화된 캐릭터 디자인에서 얼굴 생성의 파라미터로 활용될 수 있다. 본 논문에서는 얼굴데이터의 비율 요소를 고려하였으나 중요 얼굴부위의 절대적인 위치에 대한 비교도 필요하다고 사료된다.

본 논문은 인간과 개(견종)의 얼굴만 비교하였으나 향후, 여타 의인화에 사용한 포유류 동물의 비율 요소 분석도 앞으로 진행할 예정이다.

REFERENCE

[1] Y. Lee and J. Kim, "A Study on the Step of Anthropomorphic Animal Characters in Animation," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 12, No. 11, pp. 1661-1670, 2009.

[2] Y. Lee and S. Kim, "Optimal Proportions for the Facial Features of Cats," *International Journal of Multimedia and Ubiquitous*, Vol. 11, No. 11, pp. 375-382, 2016.

[3] Y. Lee, S. Kim, and S. Park, "Design of Morphing System for Anthropomorphic Animal Characters," *International Journal of Multimedia and Ubiquitous*, Vol. 10, No. 5, pp. 197-206, 2015.

[4] C.M. Bishop, *Pattern Recognition and Machine Learning*, Springer Verlag, Berlin, 2018.

[5] A.C. Müller and S. Guido, *Introduction to Machine Learning with Python*, O'REILLT, California, 2017.

[6] KKF, FCI BREED STANDARD, *Korea Kennel Federation*, Dongdaemun-gu, Seoul, 2017.

[7] Thira-analytics(2018), https://thirautech.com (accessed April 24, 2020).

[8] Canis Lupus Familiaris(2018), http://www.doopedia.co.kr/doopedia (accessed August 24, 2019).

[9] Image Datas(2012), https://pixabay.com (accessed May 24, 2019).

이 영 숙

2010년 부산대학교 영상정보공학과 공학박사
2010년 동국대학교 영상문화콘텐츠연구원 전임연구원
2014년 동국대학교 영상문화콘텐츠연구원 조교수
2019년 동국대학교 아트&디자인콘텐츠융합센터 센터장
2020년 동국대학교 영상문화콘텐츠연구원 부교수
관심분야 : VR/AR, IoT, AI, 드론, 기능성게임, 디지털콘텐츠제작

기 대 욱

2003년 동서대학교 전자공학과 공학학사
2006년 부산대학교 전자공학과 공학석사
2013년 부산대학교 전자공학과 공학박사
2019년 2월 - ㈜ 티라유텍 빅데이터 사업부 수석연구원
관심분야 : 빅데이터 분석, 딥러닝, 컴퓨터 비전,영상처리, 영상 압축