

# 캐리커처 생성 알고리즘을 이용한 지도 외형선 생성 방법

The Developing Method of Map Outline Using Caricature Generation Algorithm

김성곤

울산대학교 디자인대학 디지털정보디자인학과 부교수

**Kim, Sungkon**

University of Ulsan

“이 논문은 2005년 울산대학교의 연구비에 의하여 연구되었음”

## 1. 서론

- 1-1. 연구배경과 목적
- 1-2. 연구범위와 방법

## 2. 알고리즘을 적용할 지도의 종류와 특징

### 3. 지도제작에 사용되는 원리들

- 3-1. 외형선 강조표현 알고리즘
- 3-2. 외형선 공유화 알고리즘
- 3-3. 외형선 단순화 알고리즘

### 4. 원리들의 적용방법 및 원리들의 차이점

- 4-1. 지도 평균 값 구하기
- 4-1. 강조변화율, 공유변화율, 단순화 값 적용
- 4-1. 강조&단순과 공유&단순의 인지차이점

### 5. 축척에 따른 지도 외형선 생성

## 6. 결론

## 참고문헌

선을 생성하는 방법과 인지 정도의 관계에 관하여 밝히고자 하였다. 그 중에서도 알고리즘 원리로써 강조 변화, 공유변화 그리고 단순화를 실험하였다. 강조 변화 알고리즘과 공유변화 알고리즘을 적용하기 위해서는 대상 사물의 평균형태가 필요한데, 이를 생성하는 방법에 관하여도 논하였다. 실제 지도에 단순화 정도 값에 따라서 강조변화율과 공유변화율을 적용했을 경우에 사용자가 캐리커처 형식의 지도를 실제 지도와 얼마나 비슷하게 인지하는가에 대하여 설문 조사하였다. 또한 지도 축척에 따라서 강조변화율과 단순화 값의 관계를 알아보기 위한 설문 조사를 진행하였다. 본 연구의 결과로서, 사용자가 캐리커처 형식의 지도를 축척변화에 따라 인식하기에 적절한 표현 값을 구하였다. 이러한 데이터는 개발자가 지도 외형선 생성의 프로그램 함수 개발에서 기본 데이터로 활용될 것이다.

(주제어)

디지털 지도, 캐리커처

### (Abstract)

Sometimes characterized graphic map rather than realistic graphic map can help users to understand information more easily. This paper tried to reveal the relation between the methodology to create outline on the map using caricature automatic algorithm and level of human cognition. Caricature algorithm such as exaggeration transformation algorithm, joint transformation algorithm and simplification algorithm were used to create outline on the map. In order to apply exaggeration transformation algorithm and joint transformation algorithm, the method to create average form of the object were developed. We survey how users recognize the similarity of the characterized map with the real map when realistic map is simplified by certain value of simplification rate and transformed into certain value of exaggeration rate or joint transformation rate. We also survey how users recognize the similarity differently according to the scale of the map. As a result of this study, the method to calculate the optimal data is developed for users to recognize caricatured map effectively by shifting scale. This data can be used as basic data, when map developers create outline of map with programming code on computer

(Keyword)

Digital Map, Generation, Caricature

### (要約)

때로는 사실적인 그래픽으로 표현된 지도보다 카툰풍의 그래픽으로 표현된 지도가 특정 사용자에게 지도의 정보를 이해하게 쉽게 도와준다. 본 연구에서는 캐리커처의 생성 알고리즘을 이용하여 지도 외형

## 1. 서론

### 1.1. 연구배경과 목적

컴퓨터 기술의 발전은 지도 그리는 방법을 변화시켰다. 인공위성에서 촬영되어진 사진을 기초로 도로나 해안선 각 좌표를 데이터베이스에 저장하고 그리고 이를 벡터라인으로 지도에 표현하고 있다. 특히 자동차 내비게이션 시스템과 인터넷에서 사용되는 각종 지도들은 이러한 벡터라인을 기초로 지도를 표현하고 있다. 지도를 사용하는 목적 또한 다양해졌다. 만약 제주도에 여행을 갔을 경우, 사용되어질 수 있는 지도를 나열하면 다음과 같다. 차를 타고 원하는 정확한 숙소를 찾아가기 위하여 사용되는 지도, 제주도에 있는 전체적인 유명한 지역을 대략적으로 파악하기 위하여 지도, 숙소 근처의 맛 집과 자전거 산책길을 찾기 위한 지도, 그리고 제주도의 역사를 교육 위한 지도 등이 있다. 이러한 다양한 지도들은 사용 목적에 맞게 다양한 형태로 디자인되어야 한다.

지도는 지도 축척에 따라서 달리 그려져야 한다. 한국의 남해안을 그릴 때 축척이 작으면 작은 섬들을 자세히 표현할 수 있다. 그러나 축척이 큰 지도일 경우에는 작은 섬은 표현하기 힘들다. 어떤 축척의 크기에서는 어떤 크기의 섬까지 표현할 것인가? 그리고 지도는 사용되어지는 목적에 따라서 달리 그려진다. 때로는 사실과 동일하게, 때로는 강조되거나 단순화하여 표현되어진다. 토지 매매를 위하여 사용되어지는 지도는 사실적으로 그려져야 하고, 아동의 교육적 목적이나 관광지의 안내를 위해서는 강조되거나 단순화되어 그려져야 한다.

인공위성을 사용하여 도로나 해안선의 좌표들은 생성되어져 있다고 할 때, 이러한 좌표들을 사용하여 지도 개발자가 벡터라인으로 지도를 그릴 경우, 지도 외형 선을 강조하거나 단순화하는 방법이 필요하다. 본 논문에서는 컴퓨터를 사용한 캐리커처 생성방법을 활용하여 지도 외형선 그리는 방법 및 축척 변화에 따른 인식하기에 적절한 표현 값을 제시하고자 한다.

### 1.2. 연구범위와 방법

지도 개발을 위해서는 지도의 외형선, 도로, 건물, 그리고 영역 등의 표현방법에 관하여 연구 되어져야 한다. 본 논문에서는 지도의 외형선 표현방법에 관해서만 논한다.

캐리커처 생성 알고리즘에 관한 방법 중에서 강조(exaggeration)기법과 단순화 기법을 사용하였다. 비주얼 베이직으로 여러 축척에서 강조의 정도가 다른 그리고 단순화 정도가 다른 형태를 그려주는 프로그

램을 제작하고, 자료를 출력 설문한 후, 설문 결과를 기반으로 사용자의 지도 인지에 적절한 표현 값을 조사하였다. 이 표현 값은 컴퓨터를 사용한 벡터라인 지도 개발에서 강조나 단순화를 위한 프로그램 함수 개발의 기본 데이터로 사용 될 것이다.

## 2. 알고리즘을 적용할 지도의 종류와 특징

일상생활에서 흔히 사용되는 지도의 종류는 다양하다. 지도를 분류 나열하면 고공에서 촬영된 실사 이미지의 위성지도, 다양한 색깔과 건물의 이미지가 강조된 수채화풍의 손으로 그린 그림 지도, 토목이나 항공관제 등의 정밀한 데이터와 같이 사용되어지는 CAD 형식의 지도, 엔터테인먼트를 즐기기 위하여 추상적인 정보를 간략하게 표현하여 사용하는 게임속의 지도, 인터넷에서 사용되어지는 지도, 자동차 내비게이션에 사용되어지는 지도, 그리고 동적인 사물이 포함되어진 시뮬레이션 지도 등이 있다. 위의 각 지도들은 사용자 혹은 사용 목적에 따라서 그 특징을 달리한다. 캐리커처 생성 알고리즘을 사용하여 지도 외형선의 동적인 변형이 가능한 지도는 벡터라인으로 그려진 지도이다. CAD형식의 지도, 인터넷 지도 그리고 자동차 내비게이션 지도 등이 여기에 포함된다.



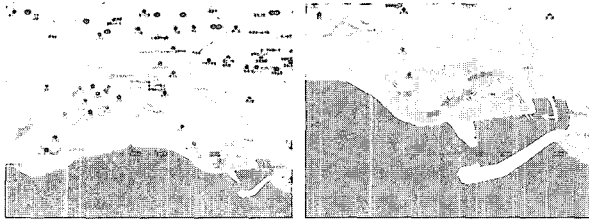
[그림 1] 위성지도

[그림 2] 손 그림지도

인공위성의 촬영기술의 발전으로 지도는 보다 정확히 표현되어지고 있다. [그림 1]은 인터넷의 구글 맵1)에서 제주도 중문지역의 일부를 가져온 사진이다. 중문에 위치한 호텔, 박물관 그리고 도로 등의 관광 시설들이 실사 이미지로 나타나 있다. [그림 2]는 관광 안내 책자 혹은 지역자치관청 홍보용 지도에서 볼 수 있는 비틀맵(Beetlemap)2)이다. 위의 위성지도와 비교한다면 많은 정보가 간략하게 그림으로 그려져 있다. 이러한 비틀맵의 형식은 사용자들에게 짧은 시간에 필요한 정보를 쉽게 획득하게 도와준다. 그러나 비틀맵은 동적인 인터페이스와 함께 사용되어지기 힘들다. 모든 그림이 벡터(Vector)방식이 아닌 픽셀(Pixel)로 저장되어지기 때문이다.

1) <http://map.google.com>

2) (주)지오마케팅에서 제작 및 판매하는 3차원 수채화풍의 그래픽 지도. <http://www.beetlemap.co.kr>



[그림 3] 인터넷 지도 I [그림 4] 인터넷 지도 II

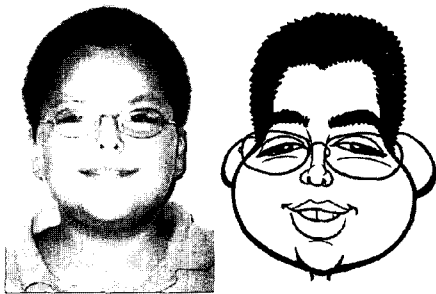
한편 [그림 3]과 [그림 4]는 국내 인터넷에 사용되는 홀씨(wholesee)맵<sup>3)</sup>이다. 제주도 중문 지역을 표현하고 있다. [그림 4]는 [그림 3]의 우측하단을 확대한 그림이다. 이 두 지도에서 사용되어진 각 벡터 좌표는 동일함을 알 수 있다. 실제로 홀씨맵을 사용하여 5만분의 1 지도와 5천분의 1지도 살펴볼 경우, 모두 같은 벡터 좌표를 사용하고 있다. 이는 5만분의 1지도에서 5천분의 1지도로 줌인(Zoom In) 하였을 경우, 보다 자세하게 지도를 표현하는 것이 아니라 동일한 형태를 보여주고 있음을 의미한다. 그러나 지도는 축척이 변할 때 그 그림의 상세 표현이 달리 되어야 한다. 본 연구에는 일정한 지도의 벡터 좌표를 제작한 이후 각 축척별 상세 표현을 다르게 하는 방법에 관하여 논한다.

### 3. 지도제작에 사용되는 원리들

벡터 좌표로 만들어진 지도 외형 선을 축척의 변화에 따라 다르게 표현하기 위하여 외형선 강조표현 알고리즘과 외형선 공유화 알고리즘 그리고 외형선 단순화 알고리즘을 사용할 수 있다.

#### 3.1 외형선 강조표현 알고리즘

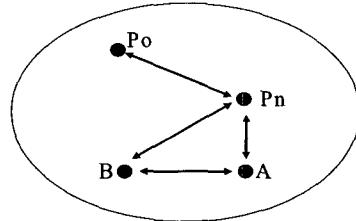
캐리커처 형식의 그림은 강조와 단순 그리고 생략의 기법을 사용하여 표현되어진다. [그림 5]는 사람 얼굴을 캐리커처(caricature)하여 표현 하였다. 특정한 사물의 특징만을 간략하게 표현하였기 때문에 비슷한 사물 속에서 구별하기가 용의하다.



[그림 5] 얼굴 캐리커처 (장읍드백,1996)

외형선 강조표현을 위한 알고리즘도 이러한 캐리

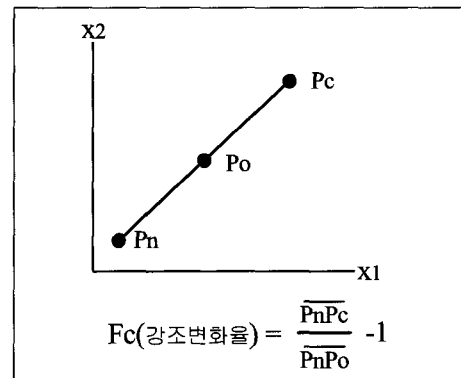
커처 제작 원리를 따른다. 브래넌(Brennan, 1985)<sup>4)</sup>의 연구에 따르면 수많은 비슷한 정보 속에서 어느 특정 정보를 캐리커처 형식의 그래픽으로 표현하면 사용자가 정보를 인지하기 쉽다고 하였다. 본 연구에서는 브래넌이 사용했던 캐리커처 생성 알고리즘을 일부 수정 사용하여, 지도 축척 변화에 따른 지도 외형선 생성 알고리즘 개발하였다.



[그림 6] 강조표현에 사용되어지는 벡터 값

Note.  $P_n$  = 사물의 평균 벡터 값,  $P_o$  = 실제사물의 벡터 값,  $A$  = 특정A 사물의 벡터 값,  $B$  = 특정B 사물의 벡터 값

강조 표현을 하기 위해서는 강조할 대상의 평균 형태를 구해야 된다. 실제로 존재하기 힘든 형태이다. 브래넌은 예로 사람의 얼굴을 제시하였다. 서양인의 눈, 코, 이마, 입 그리고 턱 등의 표준 수치와 비율을 구하여 표준 얼굴 형태를 제시하였다. 그리고 강조하고자 하는 사람의 얼굴을 제시되어진 평균얼굴에서 차이를 찾아 그 값을 강조하였다. 얼굴의 경우 평균 형태를 구하기가 비교적 쉽다. 그러나 컵이나 자동차 그리고 물고기의 경우, 형태가 너무 다양하여 평균 형태를 구할 수 있을지 의문이다. [그림 6]에  $\overline{AB}$ 는 특정A 형태와 특정B 형태와의 비유사성을 나타내고,  $\overline{P_nA}$ 와  $\overline{P_nB}$ 는 특정A 형태의 특성과 특정B 형태의 특성을 나타내며, 그리고  $\overline{P_oP_n}$ 는 실제 사물형태와 사물의 평균 형태의 비유사성을 나타낸다.



[그림 7] 강조변화율

Note.  $P_n$  = 표현되어질 사물군의 평균 벡터 값,  $P_o$  = 실제사물의 벡터 값,  $P_c$  = 강조 표현되어진 사물의 벡터 값

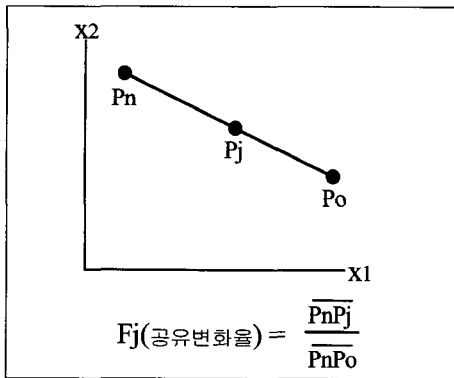
4) 1985년 미국 MIT에서 처음 캐리커처 생성(Caricature generation) 알고리즘에 관하여 발표된 이후로, 영국 로쓰버그 대학, 일본 치바 대학, 중국 칭하이 대학 등에서 활발히 연구되어지고 있다.

3) (주)만도에서 제작되어 서비스 되어지는 인터넷 전용지도 <http://www.wholsee.com/Scripts/Map/>

이러한 강조 표현의 정도를 강조변화율로 나타낼 수 있다. [그림 7]은 캐리커처 풍으로 사물을 표현함에 있어서, 표현되어질 사물의 평균 형태와 실제 형태 그리고 강조 표현되어진 사물의 형태 관계에서 어떻게 강조변화율을 나타내는가에 관하여 설명하고 있다. 만약 표현되어질 실제 사물의 형태와 강조 표현되어진 사물의 형태가 동일하다면 강조변화율은 0이다. 강조변화율이 클 경우 사물의 강조 표현의 정도는 높은 것이다. 그리고 만약 3이상일 경우 형태를 알아보기 힘들 정도로 강조 표현되어진다.

### 3.2 외형선 공유화 알고리즘

외형선 공유화 알고리즘은 흔히 볼 수 있는 알고리즘이다. 각종 애니메이션 관련 소프트웨어에는 A형태에서 B형태로 변할 때 사이 형태를 구하는 기능들이 있다. 이러한 기능들과 유사한 방식으로써, 표현되어질 사물의 평균 형태와 실제 사물의 형태에서 사이 형태를 구하는 것이 공유변화율이다. 어느 쪽의 형태를 더 많이 공유하고 있는냐에 따라서 공유 변화율은 값이 다르다. 만약 공유 표현되어진 형태가 표현되어질 사물의 평균 형태와 동일하면 공유 변화율은 0이고 공유 표현되어진 형태가 표현되어질 사물의 평균 형태와 동일하면 공유 변화율은 1이다. 공유 변화율은 0과 1사이 존재한다.



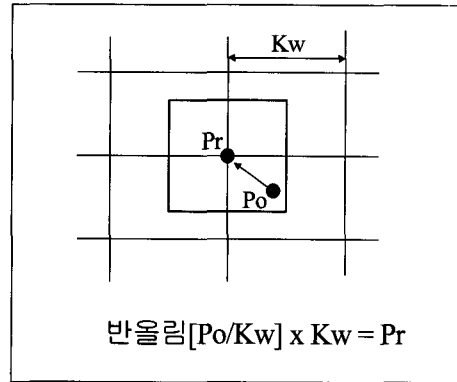
[그림 8] 공유변화율

Note. Pn = 표현되어질 사물군의 평균 벡터 값; Po = 실제사물의 벡터 값; Pj = 공유 표현되어진 사물의 벡터 값

### 3.3 외형선 단순화 알고리즘

외형선 단순화를 위해서 흔히 CAD에서 사용되어지고 있는 그리드/스냅(Grid/Snap) 기능을 활용한다. 생성되어진 지도의 벡터 좌표는 그 값의 단위가 소수 2자리 혹은 3자리 등으로 다양하게 나타내어질 수 있다. 만약 모든 벡터 좌표 값을 소수 2자리 이상 버림으로 표현한다면 이때 단순화 정도 값(Kw)은 약

0.01이다. 그리고 소수 3자리 이상으로 버림으로 표현한다면 단순화 정도 값은 약 0.001이다. 그러나 실제로는 단순화 정도 값은 5 혹은 8등 다양한 정수 값으로 표현되어질 수 있으며 버림 값보다는 반올림 값을 사용한다. 만약 단순화 정도 값이 5일 경우에는 벡터 값을 5로 나누고, 그 값을 반올림 한 다음에 다시 5를 곱하여 주고 마지막으로 그 값을 새로운 벡터 값으로 대입하면 된다. [그림 9]는 이러한 단순화 형태를 표현하는 방식을 설명하고 있다. 만약 단순화 정도 값이 크면 표현되어진 사물의 형태의 단순화 정도는 높은 것이다.



[그림 9] 단순 형태로 표현하는 방식

Note. Kw = 단순화 정도 값; Po = 실제사물의 벡터 값; Pr = 단순 표현되어진 사물의 벡터 값

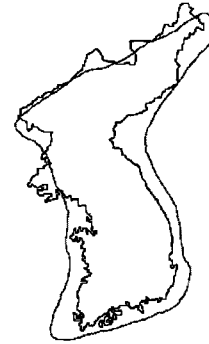
## 4. 원리들의 적용방법 및 원리들의 차이점

### 4.1 지도 평균 값 구하기

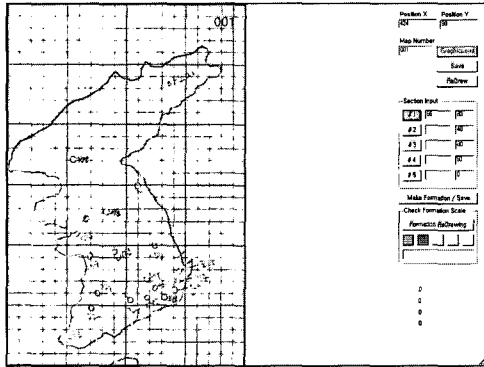
캐리커처 자동 생성 알고리즘을 적용하기 위해서는 평균 형태가 존재하여야한다. 이를 위하여 디자인 대학 학생 35명에게 한국지도를 그리도록 설문하였다. 눈금자가 있는 종의 위에 평양, 서울, 부산, 그리고 광주 등을 표시하였다. 이는 전체적인 스케일 및 위치를 동일하게 표현하기 위해서다. 설문응답자들이 그린 한국지도 중에서 실제 지도와 너무 상의한 지도 18개는 평균형태를 얻는 자료에서 생략하였다.

[그림 10]은 설문응답자가 그린 그림을 벡터 값으로 된 외형 선으로 만들기 위한 입력 품이다. 비주얼 베이직으로 작성 되었다. 먼저 설문응답자가 그린 그림을 스캔한다. 그리고 각 스캔되어진 그림의 파일명을 순차적으로 설정한다. 그리고 한국지도의 상측부분, 좌측부분, 하측부분, 그리고 우측부분 순서로 단계적으로 외형 선을 따라 그린다. 각 외형 선을 4개 부분으로 나누는 이유는 외형선의 좌표 값들을 보다 동일하게 분배하기 위해서이다. 여기서 중요한 사항은 지도를 따라 그려진 벡터 값을 가진 외형 선은 동

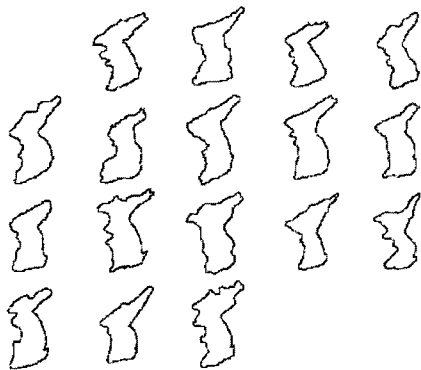
일한 좌표 개수를 가져야한다. 즉, 설문응답자A가 그린 그림과 설문응답자B가 그린 그림은 벡터 값을 가진 외형선의 수가 동일하여야 한다. 그렇지 않을 때에는 평균값을 구할 수가 없다. 이를 위하여 입력 폼에는 희망하는 외형선의 수를 입력하는 입력창과 존재한다. 희망하는 외형선보다 적은 지도는 가장 긴 벡터 선부터 순차적으로 중간 벡터 값을 강제로 생성하며, 희망하는 외형선보다 많은 지도는 가장 짧은 벡터 선부터 순차적으로 강제로 생략한다.



[그림 12] 설문응답자가 그린 지도의 평균 형태와 실제 지도 형태



[그림 10] 설문응답자가 그린 지도의 입력 폼

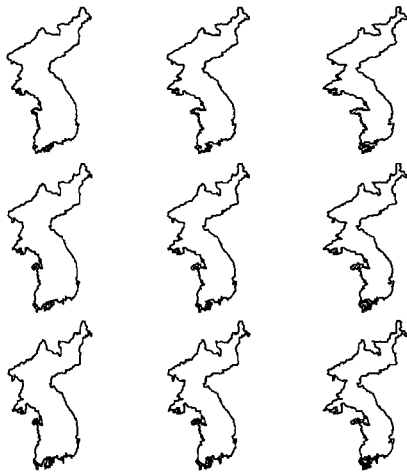


[그림 11] 설문응답자가 그린 지도들

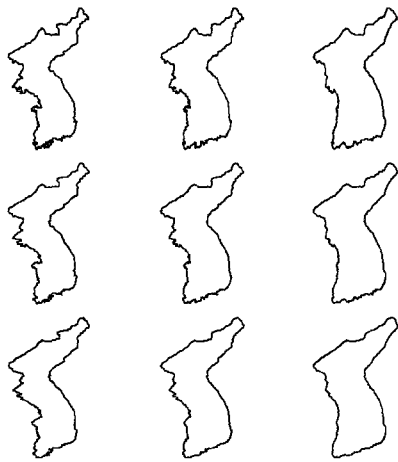
[그림 11]은 설문응답자가 그린 그림을 동일한 벡터선의 총 개수로 만든 결과 이다. 설문응답자들은 한국 지도를 그림에 있어서 38선 위쪽 부분의 그림을 더욱 부정확하게 그렸다. [그림 12]는 실제 한국지도와 설문응답자 17명으로 설문하여 얻은 설문평균지도를 보여주고 있다. 다수의 설문응답자가 그렸기 때문에 지도 외형 선은 실제 한국지도보다 부드러워 보인다. 만약 더 많은 다수의 설문응답자로부터 설문은 받으면 더욱 완만하며 부드러운 곡선이 생긴다. 실제 지도와 설문응답자들이 그린 지도는 많은 차이점을 보여주고 있다. 남한은 크게 그렸으며 북한은 작게 그렸다.

#### 4.2. 강조변화율, 공유변화율, 단순화 값 적용

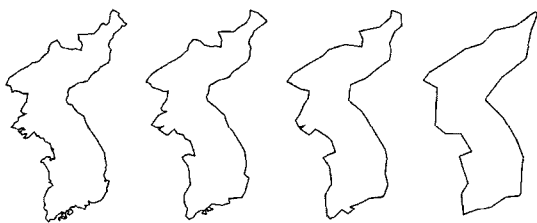
한국의 실제지도와 평균지도를 가지고 강조변화율에 따라서 한국지도를 아래 [그림 13]과 같이 표현하였다. 좌측 상단의 그림은 강조변화율이 0의 경우이며, 우측 하단의 그림은 강조변화율이 1인 경우이고 그리고 중앙 부분의 그림은 강조변화율이 0.5인 경우이다. 상단의 좌측그림과 비교하여 우측그림의 차이점은 강조변화율을 X축 벡터좌표에만 적용하였다는 점이다. 좌측 상단의 그림과 비교하여 좌측 하단 그림의 차이점은 강조변화율을 Y축 벡터좌표에만 적용하였다는 점이다. [그림 14]는 공유변화율에 따라서 한국지도를 표현하였다. 좌측 상단의 그림은 공유변화율이 0의 경우이며, 우측 하단의 그림은 공유변화율이 1인 경우 이고 그리고 중앙 부분의 그림은 공유변화율이 0.5인 경우이다. 다시 말하여 좌측 상단의 그림은 한국 실제지도이며 우측 하단의 그림은 평균지도이다. [그림 15]는 한국 실제지도에 단순화 값을 적용하여 표현한 그림이다. 단순화 값 10은 픽셀(Pixel)로 표현할 때 10픽셀을, 센티(cm)로 표현할 때 10센티 등을 의미하지 않는다. 단순화 값은 상대적 값이다. [그림 15]에서 좌측의 그림을 단순화 값을 1로 보면 가장 우측의 그림은 단순화 값이 10이 적용된 그림이다. 단순화 값을 적용하면 지도를 그린 벡터선이 줄어든 것처럼 보인다. 그러나 사실은 줄어든 것이 아니고 중첩되어서 그려진 것이다. 이유는 앞에서 지도 평균값 구하기에서 설명하였다. 강조변화율을 적용하든, 공유변화율을 적용하든 혹은 단순화를 시키던 모든 지도의 벡터선의 수는 동일하여야한다. 강조변화율을 적용한 지도, 공유변화율을 적용한 지도 그리고 단순화된 한국 지도를 가지고 '어느 지도가 가장 한국의 외형선 지도인가?'에 대하여 설문을 하면 다양한 결과를 가질 수 있다. 설문응답자들은 실제와 똑같이 그려진 한국지도를 선택하지 않았다.



[그림 13] 강조변화율을 적용한 예



[그림 14] 공유변화율을 적용한 예

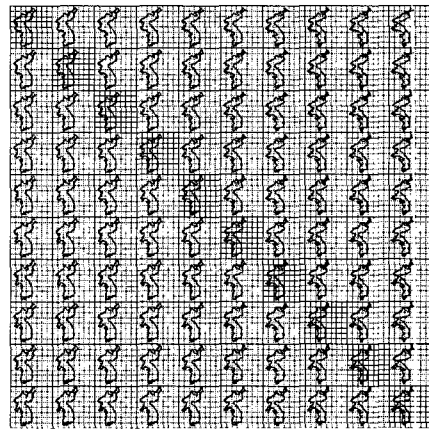


[그림 15] 단순화 값을 적용한 예

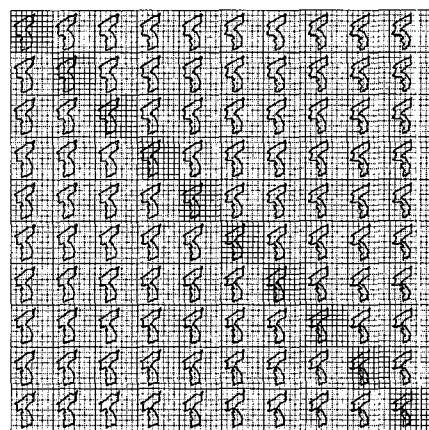
### 4.3. 강조&단순과 공유&단순의 인지차이점

단순화를 달리하여 강조변화율에 따라 변화시켰을 때와 단순화를 달리하여 공유변화율에 따라 변화시켰을 때에 설문응답자들의 응답은 달랐다. 설문대상자는 20대 남녀 38명이었다. 단순화 값이 1부터 10까지 총 10장의 설문지를 준비하였다. 각각의 설문지에는 폭과 높이가 4센티인 사각형 안에 강조변화율 0부터 1까지 그리고 단계별 차이가 0.1값을 가진 지도를 표

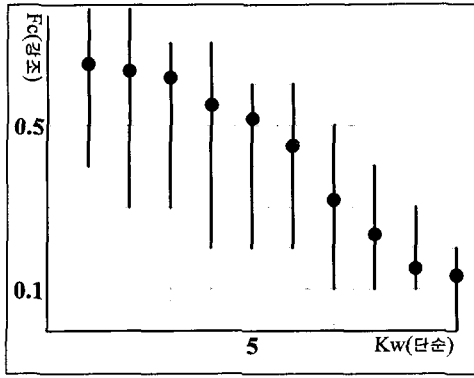
현하였다. [그림 16]은 단순화 값이 1이고, 좌측상단이 강조변화율이 0이며, 그리고 우측하단이 강조변화율이 1이다. [그림 17]은 단순화 값이 10으로 강조변화율에 따라 변화된 그림이다. 단순화 값이 1일 경우 중복된 지도의 벡터 외형선이 없다. 이때 한국 지도를 구성하기 위하여 사용되어진 벡터선의 수는 1280개였다. [그림 18]에는 설문응답자가 '가장 한국지도라고 여겨진다.'라고 답한 강조변화율의 결과를 보여주고 있다. 강조변화율은 단순화 값과 반비례함을 알 수 있다. 단순화 값이 높을 경우, 즉 한국지도의 외형선이 단순화된 경우, 강조변화율이 높게 표현된 지도는 설문응답자에게는 외관이 심한 한국지도라고 여겨졌다. 그러나 단순화 값이 낮을 경우에는 강조변화율이 0.6이상으로 표현된 지도가 '가장 한국지도라고 여겨진다.'라고 응답하였다.



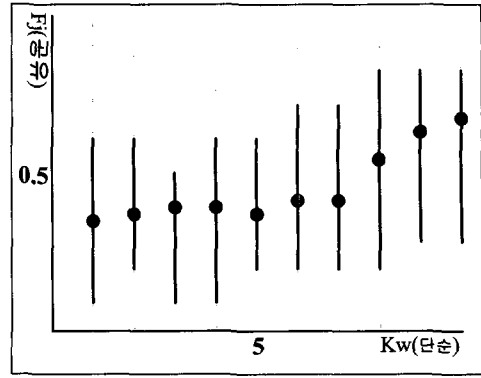
[그림 16] 강조변화율& 단순화 1값



[그림 17] 강조변화율& 단순화 10값

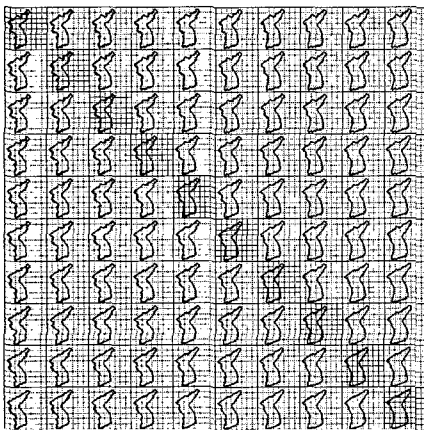


[그림 18] 강조변화율& 단순화 설문 결과  
note. 원=응답자의 평균값 직선=응답자의 분포범위

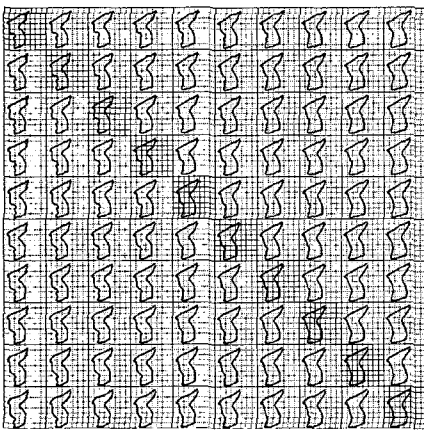


[그림 21] 공유변화율& 단순화 설문 결과  
note. 원=응답자의 평균값 직선=응답자의 분포범위

[그림 19]는 단순화 값이 1이고, 좌측상단이 공유 변화율이 0이며, 그리고 우측하단이 공유변화율이 1이다. [그림 20]은 단순화 값이 10으로 공유변화율에 따라 변화된 그림이다. [그림 21]에는 설문응답자가 '가장 한국지도라고 여겨진다.'라고 답한 공유변화율의 결과를 보여주고 있다. 단순화 값과 공유변화율은 비례함을 알 수 있다.



[그림 19] 공유변화율& 단순화 1값



[그림 20] 공유변화율& 단순화 10값

### 5. 축척에 따른 지도 외형선 생성

공유변화율은 강조변화율에 비교하면 응답자가 답한 변화율의 범위가 비교적 넓다. 이는 설문응답자마다 가장 한국지도다운 공유변화율의 그림을 다르게 생각한다는 의미이기도 하다. 그리하여 축척에 따른 지도 외형선 생성에서는 공유변화율에 대하여 설문을 생략하였다.

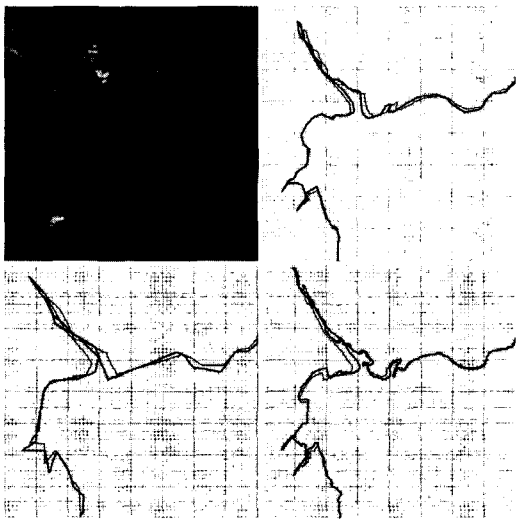
한국지도는 설문응답자가 한국인이라면 지도 형태에 대하여 익숙하다. 그러나 우리가 일상생활에서 보는 지도는 새로운 장소를 탐색할 때 사용되는 경우가 많아서 익숙하지 않은 형태가 많다. 또한 [그림 18], [그림 21]의 경우 지도의 축척이 동일할 때였다. 벡터 값을 가진 지도 외형 선은 축척의 변화를 줌인/아웃 (Zoom in/out) 기능으로 쉽게 변화시킬 수 있다. 지도의 축척이 변화할 때 강조변화율과 지도 단순화 값에 따라서 설문응답자가 어떤 지도를 더욱 사실적 지도와 닮았다고 답하는지에 관하여 설문하였다.

먼저 부산의 해운대구, 수영구, 남구, 동구, 중구, 그리고 영도구 일부가 포함된 남동부지역의 축척이 10만분의 1지도의 위성지도를 준비하였다. 해운대 달맞이 입구를 지도의 우측상단에 위치시켰다. 이를 기점으로 계속 지도를 확대 혹은 축소하였다. 20만분의 1을 줌 1단계로 설정하고 2만분의 1을 줌 10단계로 설정하였다. 설문 조사는 20대 경남지역 남녀 35명을 대상으로 하였다. 각 줌 단계별로 10단계의 단순화 값을 적용하였다. 그리고 이를 폭과 높이가 4센티인 사각형 안에 강조변화율 0부터 1까지 그리고 단계별 차이가 0.1값을 가진 지도를 표현하였다. 설문 한 장에 강조변화율 X축 값과 Y축 값 각각에 따라서 변화된 총 100개의 지도가 있다. 이를 10단계의 단순화 값을 가진 10장을 만들었다. 총 1만장의 그림이 사용되어졌다.

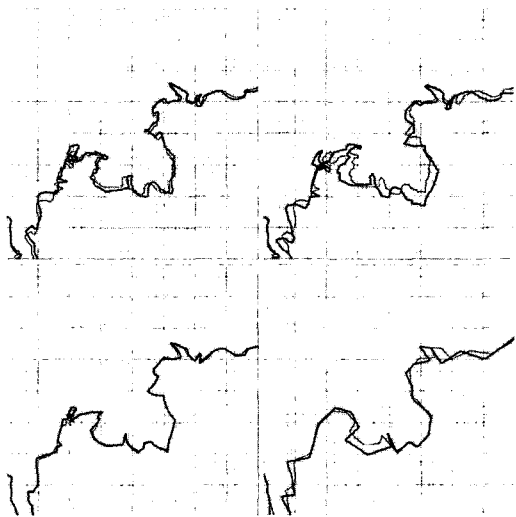
5) 10만분의 1지도에서는 1센티가 실제의 1킬로미터를 표현함



[그림 22]에서 좌측상단은 위성 그림을 보여주고 있다. 우측상단은 줌 6단계/단순화 6/강조변화율 0.2의 지도를 보여주고 있으며, 좌측하단은 줌 6단계/단순화 9/강조변화율 0.3을 보여 주고 있고, 그리고 우측하단은 줌 6단계/단순화 2/강조변화율 0.4를 보여 주고 있다. [그림 23]에서 좌측상단은 줌 2단계/단순화 2/강조변화율 0.1을 보여주고 있으면 우측상단은 줌 2단계/단순화 2/강조변화율 0.4를 보여주고 있다. 좌측하단은 줌 2단계/단순화 5/강조변화율 0.1을 보여주고 있으면 우측하단은 줌 2단계/단순화 8/강조변화율 0.4를 보여주고 있다. [그림 22]와 [그림 23]에서 굵은 선은 강조변화율이 적용된 선이고 가는 선 실제 지도 외형선이다.



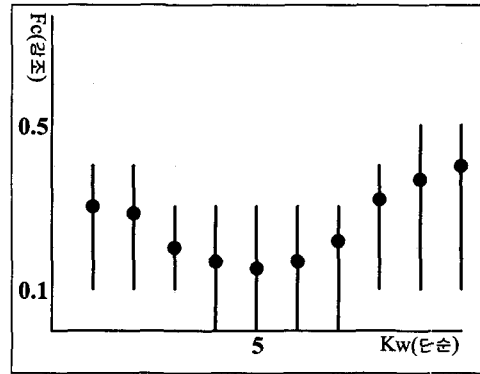
[그림 22] 부산지역 축척 10만분의 1 지도



[그림 23] 부산지역 축척 18만분의 1 지도

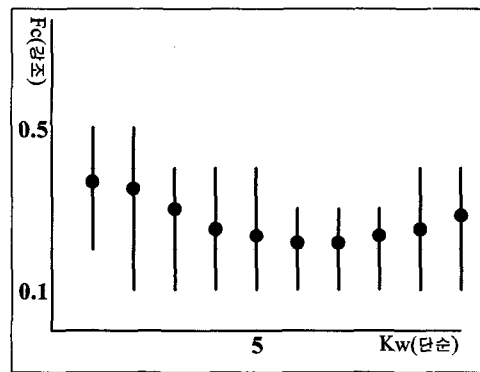
설문은 먼저 각 줌 단계별 위성지도를 30초 동안 보여준 이후 단순화 1부터 10까지 단계별로 보여주었다. 그리고 가장 유사한 지도 외형 선을 선택하도록

하였다. [그림 24]와 [그림 25]는 위의 줌 2단계의 [그림 23]와 줌 6단계의 [그림 22]의 설문 결과를 보여주고 있다.



[그림 24] 줌인 2단계

note. 원=응답자의 평균값, 직선=응답자의 분포범위



[그림 25] 줌인 6단계

note. 원=응답자의 평균값, 직선=응답자의 분포범위

모든 줌 단계에서 단순화 값이 10인 경우와 그리고 단순화 값1 경우에 비교적 강조변화율이 높은 지도그림이 선택되어졌다. 그리고 단순화 4값에서 단순화 7값 사이에는 강조변화율이 0.3을 넘지 못했다. 그러나 모든 지도 외형 선에서 강조변화율이 적용된 지도가 실제 지도보다 사실적으로 느껴진다고 설문 결과가 나왔다. 단순화 5값 부근에서 강조변화율이 낮은 이유는 강조변화율이 0.4 이상이 되면 지도의 외형에 중첩되는 표현되는 외형선이 생기기 때문이다. 단순화 1값은 이미 외형선의 굴곡이 없는 단조로운 선으로 변하였기 때문에 중첩되는 선은 생기지 않는다. 또한 단순화 10값에서는 지도 외형 선을 표현하는 벡터선이 너무 작기 때문에 강조변화율에 크게 변화되지 않는다. 지도 개발자는 축척 변화에 따른 지도 외형선 표현에서 설문결과로 생성된 각 줌인 단계의 단순화 값과 강조변화율 값을 적용하여 개발하면 된다.

## 6. 결 론

자동차 내비게이션과 인터넷 지도가 일상생활에서 많이 대중화 되었다. 그리고 한편 새롭게 제작되어지는 지도들은 사실적 혹은 현실적 그래픽 표현의 극대화에 치중하는 경향이 있다. 비틀맵(beetlemap)과 같은 손으로 그린 카툰풍의 그림은 특정 사용자에게 지도에서의 특정 정보를 더욱 효과적으로 전달할 수 있다. 본 논문에서는 캐리커처 생성 원리를 이용하여 지도 외형 선을 제작할 수 있는 방법에 관하여 논하였다.

외형 선을 만드는 방법의 원리로서 강조표현 알고리즘, 공유화 알고리즘 그리고 단순화 알고리즘을 사용하였다. 특히 강조표현 알고리즘과 공유화 알고리즘을 적용하기 위해서는 대상 사물의 평균형태가 필요한데, 이를 생성하는 방법에 관하여 논하였다. 또한 실제 지도에 단순화 정도 값에 따라서 강조변화율과 공유변화율을 적용했을 경우에 설문응답자가 어떻게 지도 외형 선을 인지하는가에 대하여 논하였다. 또한 지도 축척에 따라서 강조변화율과 단순화 값의 관계에 관하여 논하였다.

캐리커처 생성 알고리즘은 설문응답자들이 그린 지도의 평균값을 구하고 이를 강조변화율에 적용하는 방법을 사용한다. 모든 지도의 평균값을 설문응답자 설문을 통하여 생성할 수 없다. 만약 실제 지도 외형 선에 일정 단순화 값을 적용한 결과와 적용전의 실제 지도 사이에서 공유화 알고리즘을 적용하면 지도 평균값과 유사한 결과를 얻을 수 있을 것 같다. 이에 대해서는 연구가 필요하다



[그림 26] 캐리커처 생성 알고리즘을 적용한 3차원 지도의 컨셉추얼(Conceptual) 프로토타입

지도를 표현하기 위해서는 외형선, 도로, 랜드마크(Landmark), 범례(Legends), 일반 건물, 그리고 영역 등이 필요하다. 본 연구는 캐리커처 생성 알고리즘을 적용한 3차원 지도 개발 중에서 지도 외형선 개

발에 관한 부분이다. 지도 개발자는 지도 사용 목적에 따라서 지도의 외형 선을 달리 표현 할 수 있다. 축척에 따라서 단순화 정도와 강조의 정도를 가능 범위와 사용자의 선호도를 설문 조사 하였다. 이러한 데이터는 개발자가 지도 외형선 생성의 프로그램 합수 개발에서 기본 데이터로 활용되어질 것이다.

## 참고문헌

- H. Koshimizu, K.Murakami. (1993). Facial caricatureing based on visual illusion ; a mechanism to evaluate caricature in PICASSO system. IEICE trans., vol.E76-D, no.4, pp.470-478
- S. Brennan. (1985). Caricature generator : the dynmic exaggeration of faces by computer. Leonardo vol.18, no.3, 170-178
- Lin Liang, hong Chen, Ying-Qing Xu, Heung-Yeung Shum. (2002). Example-based caricatur generation with exaggeration. Proceedings of 10th Pacific Conference on Computer Graphics and Applications
- J.H, Langlois, L.A. Roggman, L. Mussleman. (1944). What is average and what is not average about attractive faces. Psychological Science, vol.5 pp.214-220
- E. Akleman, J. Palmer. (2000). R. Logan, Making extreme caricatures with a new interactive 2D deformation technique with simplicial complex. In Proceeding of Visual '2000 Texas A&M University
- D. E. Pearson, E. Hanna, K. Martinez. (1990). Computer-generated cartoons. In Images and Understanding, Cambridge University Press, Cambridge, Mass.
- J. Nishino, M. Shimasaki, H. Shirai, T. Odaka, H. Ogura. (1998). Fuzzy Linguistic facial caricature drawing system. In Proceedings of 2nd. International Conference on Knowledge-based Intelligent Electronic Systems, vol.2, pp.15-20, IEEE
- Z.Mo, J.P.Lewis, and U. Neumann. (2003). Improved Automatic Caricature by Feature Normalization and Exaggeration. Siggraph 2003 Sketches and Applications, San Diego, CA:ACM SIGGRAPH
- Koshimizu, H. (1997). Computer Facial Caricaturing. Trans. The Institute of Image Information and Television Engineers, Vol51,No.8,pp.1140-1146