

흑백 만화 제작을 위한 스타일 폰트 설계 시스템

이 정 원* · 류 동 성** · 박 수 현† · 조 환 규***

요 약

기존의 만화 제작 시스템은 대부분의 작업을 수작업으로 하기 때문에 많은 시간과 인력이 필요하였고, 만화 내용을 창작하는 데에도 한계가 있었다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 이전 연구를 통하여 영화나 드라마와 같은 기존의 영상 스트림을 입력으로 하여 흑백 만화를 제작할 수 있는 시스템(CORVIS)을 개발하게 되었다. 비디오 영상을 흑백 만화로 표현하기 위해서는 한 컷의 이미지에 개체의 시각적인 요소와 청각적인 요소, 그리고 극의 분위기를 표현해야 하는데, 이를 위해 필요한 표현법을 만화적 효과라고 하며, 스타일 폰트는 의성어와 의태어를 표현하기 위해 사용되는 만화적 효과이다. 하지만 지금까지 흑백 만화에 관한 연구에서 스타일 폰트는 큰 관심을 받지 못하였다. 본 논문에서는 CORVIS에 스타일 폰트 기능을 구현하기 위해 흑백 만화에서 사용되는 다양한 종류의 스타일 폰트를 살펴보고 이를 바탕으로 스타일 폰트의 기본적인 구조와 다양한 효과들을 분석한 후, 새로운 모델을 제시하였다. 또한, 정의된 모델을 기반으로 전처리된 정보만을 가지고 다양한 효과를 표현할 수 있는 방법론과 구현법에 대해 제안한다.

키워드 : 흑백 만화, 만화적 효과, 스타일 폰트

A Stylized Font Rendering System for Black/White Comic Book Generation

JeongWon Lee* · DongSung Ryu** · SooHyun Park† · HwanGue Cho***

ABSTRACT

Black/white comic rendering is one of the researches in the field of non-photorealistic rendering(NPR). Black/white comics have been produced manually as yet. But these previous systems require lots of time and manual work. So we propose the COMics Rendering system on Video Stream (CORVIS) which transforms video streams into black/white comic cuts. Stylized font, one of comic representations, can be used to express onomatopoeic words and mimetic dialogue exaggeratively. But current comic generation systems do not provide enough effects of stylized font. This paper proposes a model for stylized fonts to express various effects. Effects of stylized fonts we proposed include geometric deformations. Thus we could represent stylized fonts on the still cut of movies and the background texture on a cuts of plain black/white comics. The final quality of our system produced is good enough to compare with manual black/white comics.

Keyword : Black/White Comics, Comic Effect, Stylized Font

1. 서 론

만화는 영상매체에서는 표현하기 힘든 과장된 표현이나 장면 생략 등의 다양한 기법들을 제약 없이 표현할 수 있으므로 효과적인 의사전달의 도구로 사용될 수 있다. 이와 같은 이유로 만화와 관련한 연구는 지금까지 활발하게 진행되어 왔으며, 현재는 비사실적인 분야뿐만 아니라 3D로 표현되는 사실적인 만화의 연구와 제작도 활발히 진행되고 있다. 그러나 실제로 만화를 제작하는 환경에 있어서는 내용

구성에서부터 만화적 표현에 이르는 과정이 대부분 수작업으로 진행되므로 많은 시간과 인력을 필요로 하고, 내용을 창작하는 데에도 한계를 가지고 있다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해, 이전의 연구에서 영화나 드라마와 같은 기존의 영상 스트림을 입력으로 하여 마우스 클릭만으로 간단하게 흑백 만화를 제작할 수 있는 시스템(CORVIS)을 개발하게 되었다[1]. 다음은 기존 제작 시스템의 문제점을 해결할 수 있는 CORVIS의 특징이다.

- (1) 만화 창작의 한계점을 해소하기 위해 기존의 영상을 입력으로 흑백 만화를 제작
- (2) 내용 구성에서부터 만화적 표현까지 모든 만화 제작 과정을 통합 관리

* 본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 IT신성장동력핵심기술개발 사업의 일환으로 수행하였음. [2005-S082-02, 비사실적 애니메이션 기술 개발]

† 준 회원: 부산대학교 대학원 컴퓨터공학과 석사과정

** 준 회원: 부산대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사과정

*** 정 회원: 부산대학교 정보.컴퓨터공학부 교수

논문접수: 2007년 12월 11일, 심사완료: 2008년 1월 25일

CORVIS는 아직까지 개발단계에 있으며, <표 1>은 CORVIS의 구성과 현재까지의 진행 사항을 보여준다.

<표 1> CORVIS의 구성 및 진행 사항

기능	설명	구현 여부
카투닝	비디오 영상에서 추출한 프레임단위의 이미지들을 흑백만화에서 사용하는 형태로 변환하는 기법이며, Image Abstraction, Stroke Generation, Stylization, Texturing의 기법이 적용.	구현
스타일 폰트	인물 또는 사물의 의성어와 의태어를 표현하거나 극중의 분위기를 나타내기 위한 기법.	구현
말풍선	인물의 대사를 표현하기 위해 사용되며, 다양한 종류의 말풍선 형태를 지원.	구현
스피드 라인	인물이나 사물의 속도감을 표현하기 위한 기법.	구현
배경효과	인물의 기분이나 극의 분위기를 표현하기 위한 기법이다. 집중선, 수평선, 그라데이션을 이용한 다양한 종류의 배경효과를 지원.	미구현
아이콘	특정 개체를 돋보이게 하거나 인물의 심리 상태를 과장되게 표현하는 기법.	미구현

본 연구는 스타일 폰트 기능을 CORVIS 상에 표현하기 위한 과정으로 진행되었다. 지금까지 스타일 폰트와 관련한 학술적인 연구가 이루어지지 않았으므로, 본 논문에서는 먼저, 흑백 만화에서 사용되는 다양한 종류의 스타일 폰트의 기본적인 표현법과 모델을 최초로 정의하였다. 또한, 폰트의 의미 있는 정보를 전처리하여, 정의된 모델을 기반으로 전처리된 정보만을 이용하여 스타일 폰트의 다양한 효과들을 표현할 수 있는 방법론과 그 구현법에 대해 제안한다.

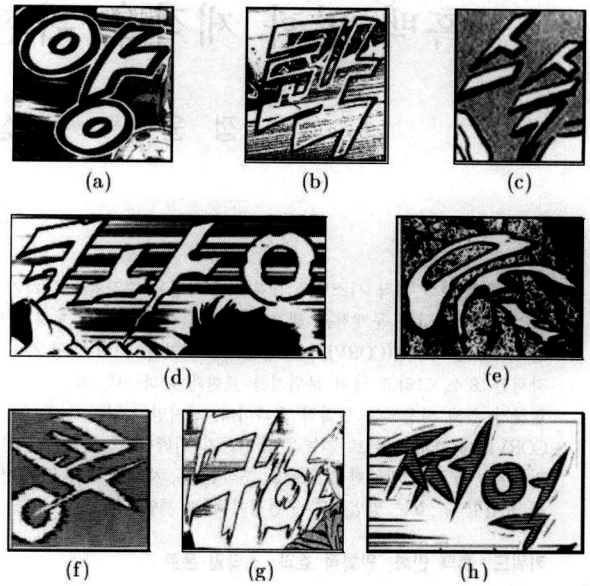
2. 관련 연구

지금까지 스타일 폰트와 관련한 학술적인 연구는 없었으며, 기존의 상용화된 만화 제작 시스템에서조차 기본적인 형태의 폰트를 렌더링하여 스타일 폰트를 표현하는 수준에 머무르고 있다. 이와 같이 기존의 연구가 전무하므로 본 논문에서는 관련 연구로써 스타일 폰트가 사용된 흑백 만화들을 분석한 후, 스타일 폰트의 기본 구조와 다양한 효과들을 최초로 정의하였다.

2.1 실제 흑백만화에서 사용된 스타일 폰트

스타일 폰트는 인물의 대사를 표현하는 말풍선과 함께 스크립트 효과의 한 부분을 차지하며, 인물 또는 사물의 의성어와 의태어를 표현하거나 극중의 분위기를 나타내기 위해 사용된다. 일반적으로 말풍선은 가독성이 좋은 정자체[2,3]를 많이 쓰는 반면에, 스타일 폰트는 다양하고 화려한 종류의 폰트를 사용한다.

(그림 1)은 흑백 만화에서 사용된 다양한 종류의 스타일 폰트들을 보여주고 있다. <표 2>는 (그림 1)의 다양한 스타일 폰트를 특징 별로 분석하여 정리하였다.



(그림 1) 흑백 만화에서 사용되는 스타일 폰트의 종류

<표 2> (그림 1)에서 소개한 스타일 폰트의 특징

스타일 폰트 종류	특징
(a) 기본 모형	스타일 폰트는 내부 재질과 검은색의 외곽선, 그리고 배경과 구분해 줄 수 있는 흰색의 외곽 영역을 기본 구성 요소로 가진다.
(b) 투명 재질	폰트의 내부 재질을 비워두어 배경과 자연스럽게 어울리도록 하면서 의성어나 의태어의 느낌을 전달한다.
(c) 입체감 효과	폰트에 그림자를 준 듯한 느낌으로, 입체적인 효과를 나타내었다. 공허한 분위기나 소리의 울림을 표현하는데 사용된다.
(d) 음운 분리 효과	폰트를 음운별로 분리하고, 외곽선을 거칠게 표현하여, 강렬한 느낌을 전달한다.
(e) 왜곡 효과	폰트를 기하학적으로 변형하여 왜곡된 효과를 표현한다.
(f) 속도감 효과 1	속도가 느껴지는 폭발이나 물체의 움직임 등을 나타내기 위해 사용된다. 폰트의 외곽선에 임의의 길이의 선분을 덧칠하여 표현하였다.
(g) 속도감 효과 2	폰트의 외곽선에 부분적으로 임의의 길이의 선분을 그려서 속도감을 표현한다.
(h) 흔들림 효과	객체나 장면의 떨림을 표현한다. 폰트의 외곽선 중 일부분을 확장하여 다시 그려줌으로써, 폰트가 움직이는 듯한 느낌을 전달한다.

2.2 기존의 만화 제작 시스템에서 제공하는 스타일 폰트

기존의 만화 제작 시스템에서는 스타일 폰트를 전혀 지원하지 않거나, 지원을 하더라도 기본적인 형태로 폰트를 렌더링해주는 수준에 그치고 있다. 기존의 만화 제작 시스템에는 대본 정보를 이용하여 영화를 만화로 변환해주는 'From Movie to Comics'[4]와 네이버툰[5], 상용으로 개발된 코믹 북 크레이터[6], 코믹 스튜디오[7], 코믹 워크스[8] 등이 있는데, 이 중에서 스타일 폰트와 관련된 기능을 제공하는 시스템에는 코믹 북 크레이터와 코믹 스튜디오, 코믹 워크스가 있으며 코믹 북 크레이터는 폰트의 렌더링 기능과 위치 변환 기능, 그리고 폰트에 그림자를 표현하는 효과를 지

〈표 3〉 기존 만화 제작 시스템의 스타일 폰트 기능

	From Movie to Comics	네이버툰	코믹 북 크레이터	코믹 스튜디오	코믹 워크스
스타일 폰트 기능	×	×	○	○	○
폰트 효과	×	×	그림자 효과	×	×

원한다. 코믹 스튜디오와 코믹 워크스는 다양한 글꼴을 렌더링할 수 있는 포토샵의 폰트 레이어 형태로 지원하며, 효과는 지원하지 않고 있다.

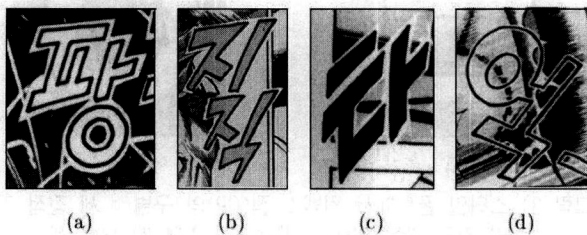
3. 스타일 폰트의 효과 기법

앞에서 언급한 바와 같이 기존의 만화 제작 시스템에는 스타일 폰트 기능을 제공하지 않거나, 제공하더라도 폰트의 글꼴과 위치, 크기 변환 정도의 단순한 기능에 머물고 있다. 따라서 본 논문에서는 흑백 만화에서 사용되는 스타일 폰트의 구조를 이론적으로 모델링한 후, 정의된 모델을 기반으로 폰트의 전처리된 정보들만을 이용하여 다양한 효과를 표현할 수 있는 방법론과 그 구현법에 대해 제안한다.

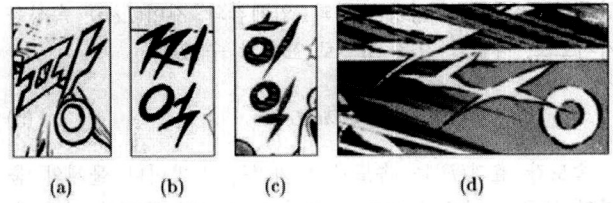
3.1 폰트의 이론적 모델

스타일 폰트를 표현하기 위해서는 구성 요소들을 모델링하는 작업이 반드시 선행되어야 하며, 제시된 모델은 다양한 스타일 폰트를 표현할 수 있는 일반성을 가지고 있어야 한다. 하나의 스타일 폰트 개체(SF)는 폰트가 가지는 기본 속성인 글자(Text)와 글꼴(Type), 그리고 크기(Sz)와 위치(Pos=(x,y)) 속성을 가진다.

(그림 2)는 흑백 만화에서 볼 수 있는 기본 형태의 스타일 폰트들이다. 각각의 스타일 폰트는 배경과 폰트를 구별해주는 외곽영역(O_A)과 폰트의 윤곽을 나타내는 외곽선(O_L), 그리고 폰트의 내부를 표현하는 내부 재질(T)을 가지고 있음을 알 수 있다. (b)나 (d)의 경우 외곽영역이 없는 것은 영역의 크기 값을 0으로 설정하였기 때문이며, (c)는 내부 재질과 외곽선의 색상이 검은색으로 같아 구별되지 않는 예이다. 기본 모형은 다양한 효과가 적용될 수 있으며, 효과에는 기하학적 변형 효과(G_{FX})와 외부 고급 효과(E_{FX})가 있다. 이를 토대로 스타일 폰트의 기본 모형(SF)을 다음과 같은 모델로 정의할 수 있다.



(그림 2) 흑백 만화에서 사용된 기본 형태의 스타일 폰트



(그림 3) 왜곡 효과(a), 세션 효과(b,c), 분리 효과(d)와 같은 기하학적인 효과를 적용한 스타일 폰트

$$SF_i = \langle Text, Type, Sz, Pos, O_A, O_L, T, G_{FX}, E_{FX} \rangle \quad (1)$$

(그림 3)은 기하학적 변형 효과를 적용한 스타일 폰트들이다. 흑백 만화에서 많이 사용되는 기하학적 변형 효과에는 (a)와 같이 특정 방향이나 임의의 형태로 변형하는 왜곡 효과(W)와 (b)와 (c)처럼 폰트의 끝을 뾰족하게 만드는 세션 효과(S), 그리고 (d)와 같이 음운으로 분리하는 효과(D)가 있으며, 스타일 폰트 개체에 대해 중복으로 적용할 수 있다. 일반적으로 스타일 폰트의 경우 정자체로 표현하는 경우는 거의 없으므로, 기하학적 변형 효과(G_{FX})는 스타일 폰트의 중요한 효과로 볼 수 있다. 다음은 앞에서 설명한 효과들로 구성된 기하학적 변형 효과 모델을 나타낸다.

$$G_{FX} = \{W, S, D\} \quad (2)$$

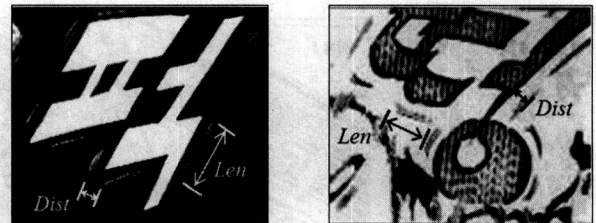
외부 고급 효과는 스타일 폰트의 기본 표현 외에 외부에서 표현되는 효과를 의미한다. 외부 고급 효과(E_{FX})에는 흔들림 효과(M), 입체감 효과(V), 속도감 효과(P), 폭발감 효과(B)가 있으며, 다음과 같은 모델로 표현할 수 있다.

$$E_{FX} = \{M, V, P, B\} \quad (3)$$

(그림 4)는 스타일 폰트의 외부 고급 효과 중에서 흔들림 효과(M)를 보여주고 있다. 흔들림 효과는 스타일 폰트가 떨리는 듯한 느낌을 주기 위해 폰트의 외곽 영역에 폰트의 경계를 따라 복수개의 라인을 중첩시켜 표현하는 것이다. 흔들림 효과는 흔들림 선이 그려질 거리(Dist)와 흔들림 선의 길이(Len) 속성을 가지므로 다음과 같은 모델로 표현할 수 있다.

$$M = \langle Dist, Len \rangle \quad (4)$$

(그림 5)는 입체감 효과(V)를 보여주고 있다. 입체감 효과는 공허한 분위기 또는 소리의 울림을 나타내거나 단조로운 패턴에 멋을 나타내기 위해 사용되며, (그림 5)에서 볼 수



(그림 4) 흑백 만화에서 사용된 흔들림 효과

있듯이 입체감의 방향(Dir)과 입체감의 길이(Len) 속성을 가지므로, 다음과 같은 모델로 표현할 수 있다.

$$V = \langle Dir, Len \rangle \quad (5)$$

속도감 효과(P)는 속도가 느껴지는 폭발이나 물체의 움직임 등을 나타내기 위해 사용되며, 스타일 폰트의 기본 속성인 외곽선과 외곽영역 대신에 특정 방향의 스피드 라인들을 세밀하게 그려서 표현한다. (그림 6)에서 보듯이 속도감 효과는 선들의 길이가 일정하지 않고 펜압에 따라 색상도 다양하게 표현된다. 속도감 효과를 자연스럽게 표현하기 위해서는 스피드 라인의 길이가 일정 임계치 이내에서 임의의 길이 값을 가져야 하고, 그 색상도 임의로 선택되어야 한다. 또한, 좀 더 속도감이 느껴지도록 하기 위해 스피드 라인의 길이 보다 긴 추가적인 스피드 라인이 표현되어야 한다. 따라서 속도감 효과는 속도감의 방향(Dir), 스피드 라인의 길이(Len), 스피드 라인의 색상(Col), 추가 스피드 라인(AL)의 빈도수(Freq)와 너비(Width), 스피드 라인간의 간격(Gap) 속성을 가지는 모델로 표현할 수 있다. 스피드 라인의 색상 값(Col)은 검은색의 비중을 나타내며, 높은 값을 가질수록 검은색 스피드 라인의 수가 많아진다.

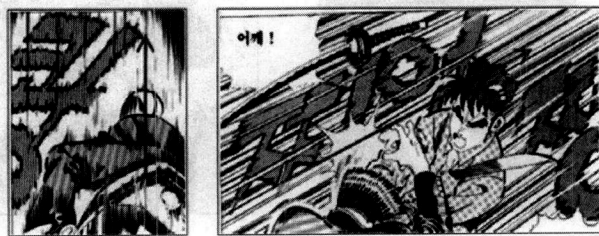
$$P = \langle Dir, Len, Col, AL = \langle Freq, Width \rangle, Gap \rangle \quad (6)$$

폭발감 효과(B)는 사방으로 퍼지는 듯한 폭발을 나타낼 때 사용하며, 한 방향이 아닌 방사형으로 속도감 효과를 적용하여 표현한다. 폭발감 효과 모델은 속도감 효과 모델과 비슷하지만 추가 스피드 라인(AL)의 빈도수(Freq) 속성이 스피드 라인을 표현할 주기를 나타내기 위해 각도로 표현되는 점과 스피드 라인간의 간격(Gap) 속성이 없는 점이 다르다.

$$B = \langle Len, Col, AL = \langle Freq, Width \rangle \rangle \quad (7)$$



(a) (b)
(그림 5) 흑백 만화에서 사용된 입체감 효과



(a) 위쪽 방향의 속도감 효과 (b) 대각선 방향의 속도감 효과
(그림 6) 흑백 만화에서 사용된 속도감 효과

3.2 특수 효과를 위한 폰트의 전처리 과정

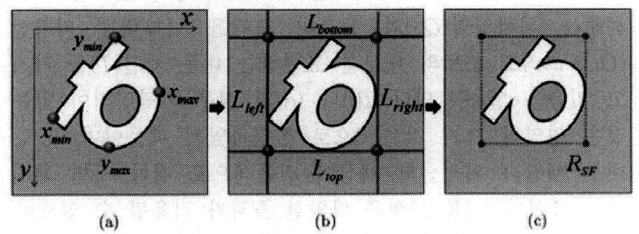
본 논문에서는 앞에서 정의한 스타일 폰트 모델을 기반으로 하여 전처리된 의미 있는 정보만을 이용하여 다양한 효과를 표현할 수 있는 방법론을 제시한다. 폰트는 기본적으로 시계방향으로 오름차순 정렬된 정점들을 연결하여 표현하며, 각 정점들은 윈도우의 내장 폰트를 사용하여 가져 온다[9]. 폰트가 제공할 수 있는 의미 있는 정보는 기하학적 정보에 기반을 두며, 폰트를 둘러싸는 영역(R_{sf})과 폰트 내의 꺾인 점(BP, CP)에 대한 정보가 있다. R_{sf} 는 다양한 형태의 폰트를 포함할 수 있도록 사각형으로 나타내는 것이 직관적이고 유용하다. R_{sf} 를 구하는 과정은 다음과 같다(그림 9).

- (1) 폰트 내의 정점들 중에서 x 좌표 값이 최소인 정점을 x_{min} , 최대인 정점을 x_{max} 라 하고 y 좌표 값에 대해서도 적용한다(그림 9(a)).
- (2) L_{left} 와 L_{right} 는 각각 x_{min} , x_{max} 와 x 축에 대한 법선벡터 \vec{N}_x 을 이용하여 구하고, L_{bottom} 와 L_{top} 은 각각 y_{min} , y_{max} 와 y 축에 대한 법선벡터 \vec{N}_y 을 이용하여 구한다(그림 9(b)).
- (3) L_{left} , L_{right} , L_{top} , L_{bottom} 의 교점을 네 모서리로 하는 R_{SF} 을 구한다(그림 9(c)).

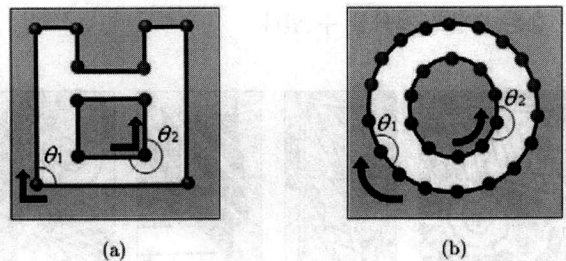
일반적으로 꺾인 점(BP)은 다음과 같은 정의를 따른다.

$$BP = \left\{ \begin{array}{l} P_i | 0^\circ \leq \angle P_{i-1} P_i P_{i+1} \leq 360^\circ \\ (\angle P_{i-1} P_i P_{i+1} \neq 180^\circ) \end{array} \right\} \quad (8)$$

그러나 스타일 폰트에서는 BP를 좀 더 세분할 필요가 있다. (그림 8(a))의 녹색으로 표시된 점은 컨벡스 형태를 띠고 있는 BP인 CP이다. CP는 폰트가 외부에 돌출되는 부분이므로 효과가 적용되었을 때 눈에 가장 잘 띄고, 기하학적



(그림 7) 스타일 폰트를 둘러싸는 사각 영역(Rsf)의 설정 과정



(그림 8) 스타일 폰트에서 컨벡스 점(CP)의 구별 : 세 정점 간의 각도 값은 인덱스 방향으로 봤을 때 오른쪽 각도 값. (a) 컨벡스 점은 녹색으로 표시. (b) '이'의 컨벡스 점

으로 변형을 하더라도 전체 폰트의 틀을 바꾸지 않는다. 따라서 스타일 폰트의 모델을 구현하는데 있어서 CP들의 정보를 미리 처리하는 것은 중요한 의미를 가진다. 다음은 CP에 대한 정의이다.

$$CP = \{P_i | 0^\circ < \angle P_{i-1}P_iP_{i+1} < 180^\circ\} \quad (9)$$

(그림 8)의 (b)는 'ㅇ'의 BP들을 나타내고 있다. 'ㅇ'의 외부 패스의 경우 BP들이 모두 컨벡스를 유지하고 있으며, 정점의 수가 많은 것을 알 수 있다. 하지만 'ㅇ'의 CP들은 스타일 폰트의 효과에 활용되는 경우가 많지 않으므로, 사전에 이러한 점들은 구별할 필요가 있다. 다음은 CP들의 집합인 'ㅇ'의 서브패스(SP)를 구별하는 조건이다.

- (1) 서브패스 내의 모든 정점이 CP이다.
- (2) 서브패스가 또 다른 서브패스를 포함한다.
- (3) 서브패스 내의 정점의 개수가 5개 이상이다.

세 번째 조건은 첫 번째와 두 번째 조건을 모두 만족하는 'ㅇ'과 같은 서브패스를 제거하기 위한 추가 조건이다. 조건에서 서브패스 내의 정점의 개수를 5 이상으로 둔 이유는 'ㅇ'의 경우 정점의 개수가 4개이지만, 'ㅇ'의 경우 4개를 훨씬 초과하기 때문이다.

3.3 기하학적 변형 효과의 표현

스타일 폰트는 인물의 감정이나 극의 분위기와 같은 다양한 느낌을 표현할 수 있도록 대부분 자연스럽게 변형된 형태를 가진다. 본 장에서는 앞에서 정의한 스타일 폰트 모델을 기반으로 전처리된 정보를 이용하여 실제로 흑백 만화에서 자주 사용되는 기하학적 변형 효과인 왜곡 효과와 음운 분리 효과, 그리고 세션 효과를 표현하는 방법을 제안한다.

3.3.1 왜곡 효과

왜곡 효과는 (그림 9)와 같이 스타일 폰트를 비틀거나 늘리는 표현 효과이다. 본 논문에서는 다음의 과정을 통해 왜곡효과를 구현하였다.

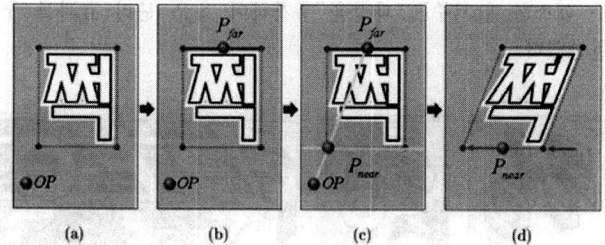
- (1) 왜곡 효과를 적용할 스타일 폰트의 R_{SF} 를 가져온다.
- (2) 원하는 형태로 R_{SF} 를 변형한다.
- (3) 스타일 폰트를 변형된 R_{SF} 에 적용한다.

왜곡 효과를 표현하기 위해 R_{SF} 를 변형할 때, 왜곡되는 형태가 일정한 방향을 바라보거나 특정 정점을 향해 수렴하는 형태를 가질 때, 보다 자연스럽게 정돈된 결과를 얻을 수 있다. (그림 9)의 (a)와 (b)는 특정 방향을 바라보도록 왜곡한 스타일 폰트를 보여주는데, 수작업으로 형태를 변형하면 정교하게 각도를 맞추기가 힘들다. 따라서 본 연구에서는 스타일 폰트를 특정 방향으로 왜곡할 수 있는 기능을 다음과 같이 구현하였다(그림 10).

- (1) 스타일 폰트의 R_{SF} 와 특정 각도를 이루는 한 정점의 위치값 OP 을 얻어온다(그림 10(a)).
- (2) OP 와 가장 거리가 먼 R_{SF} 상의 두 점을 찾고, 그 중점 P_{far} 를 구한다(그림 10(b)).



(그림 9) 흑백 만화에서 스타일 폰트에 사용된 왜곡 효과: (a)와 (b)는 특정 방향으로 왜곡된 스타일 폰트. (c)와 (d)는 한 정점으로 수렴하는 형태의 왜곡 효과

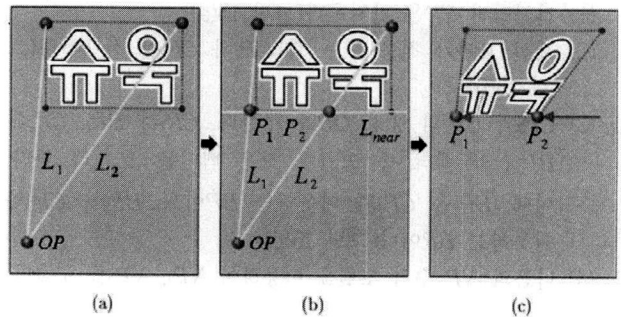


(그림 10) 특정 방향을 향하는 왜곡 효과의 적용 과정

- (3) OP 와 최소 거리인 R_{SF} 상의 두 점을 연결한 선과 OP 와 P_{far} 를 연결한 선과의 교점 P_{near} 를 구한다(그림 10(c)).
- (4) P_{near} 를 중심으로 R_{SF} 상의 최소 거리의 두 점을 재배치 한 후, 스타일 폰트를 변형된 R_{SF} 에 적용한다(그림 10(d)).

(그림 9)의 (c)와 (d)는 특정 정점으로 수렴하는 형태의 원근감 있는 왜곡 효과를 보여주고 있다. 수작업으로 변형하면 정돈된 결과를 얻기 힘들므로, 다음과 같이 특정 정점으로 수렴하는 왜곡 기능을 구현하였다(그림 11).

- (1) 스타일 폰트의 R_{SF} 가 수렴할 위치값 OP 를 얻어온다. OP 와 거리가 가장 먼 R_{SF} 상의 두 점을 찾고, OP 와 연결하여 선분 L_1, L_2 를 구한다(그림 11(a)).
- (2) OP 와 최소 거리인 R_{SF} 상의 두 점을 연결하여 L_{near} 를 구하고, L_{near} 과 L_1, L_2 와의 교점 P_1, P_2 를 구한다(그림 11(b)).
- (3) R_{SF} 상의 최소 거리의 두 점을 P_1, P_2 로 재배치한 후, 스타일 폰트를 변형된 R_{SF} 에 적용한다(그림 11(c)).



(그림 11) 특정 정점으로 수렴하는 왜곡 효과

3.3.2 음운 분리 효과

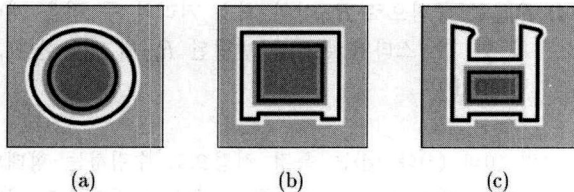
본 논문에서 정의한 음운 분리 효과는 스타일 폰트의 글

자를 이루는 기본 단위인 음운들을 객체로 나누어 각각의 음운 객체에 대해 위치 이동, 크기 변환, 형태 변환, 외부 효과 등의 다양한 효과를 적용할 수 있도록 하는 효과이다. (그림 12)는 이와 같은 음운 분리 효과가 적용된 예시들을 나타내고 있다.

폰트 객체는 서브패스로 이루어져 있으므로 각 서브패스를 객체로 만들면 자음과 모음 객체들로 분리할 수 있다. 하지만 (그림 13)에서 볼 수 있듯이 'ㅇ', 'ㅁ', 'ㅂ'은 외부 패스와 내부 패스가 모여 하나의 음운을 이루고 있으므로, 두 패스를 합쳐주는 과정을 추가하여 음운 분리 효과를 구현하였다.



(그림 12) 흑백 만화에서 사용된 음운 분리 효과 : (a)와 (b)는 폰트의 형태 범위 안에서 이루어지는 분리. (c)는 폰트의 형태를 완전히 분리



(그림 13) 음운 분리 효과 적용 시, 'ㅇ', 'ㅁ', 'ㅂ'는 붉은 색으로 표시된 내부 패스를 외부 패스에 포함시켜야 함

3.3.3 세션 효과

세션 효과는 스타일 폰트의 끝을 뾰족하게 만드는 효과로써, 정자체의 각진 부분을 부드럽게 완화시켜 보다 만화적으로 표현하기 위해 사용된다. (그림 14)는 흑백 만화에서 세션 효과가 적용된 예시들을 보여주고 있다.

본 연구에서는 세리프가 없는 폰트에 대하여 세션효과를 적용할 수 있는 방법론을 제시한다. 다음은 세션 효과가 적용되는 과정이다(그림 15).

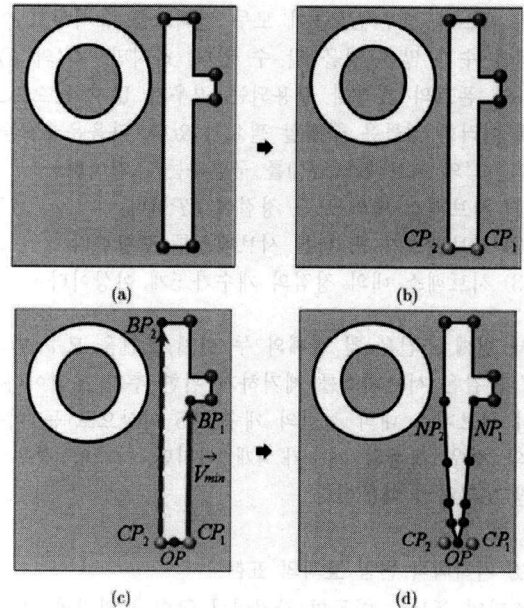
- (1) 전처리된 CP를 가져온다(그림 15(a)).
- (2) 세션 효과가 적용될 두 점 CP₁과 CP₂를 선택한다(그림 15(b)).
- (3) CP₁과 CP₂의 중점 OP를 구한다. CP₁과 BP₁, CP₂와 BP₂간의 벡터 중 크기가 작은 벡터를 \vec{V}_{min} 라 한다. 이때, BP₁은 CP₁과 이웃하는 BP이고, BP₂는 CP₂와 이웃하는 BP이다(그림 15(c)).
- (4) 다음의 NP 수식 모델을 이용하여 NP₁, NP₂를 구한다.

$$NP_i = CP_i + \vec{V}_{min} \cdot t \quad (0 < t \leq 1) \quad (10)$$

세 정점 OP, CP₂, NP₂을 이용하여 베지어 곡선의 점들을 구하고 스타일 폰트의 패스에 추가시킨다. OP,



(그림 14) 흑백 만화에서 사용된 세션 효과

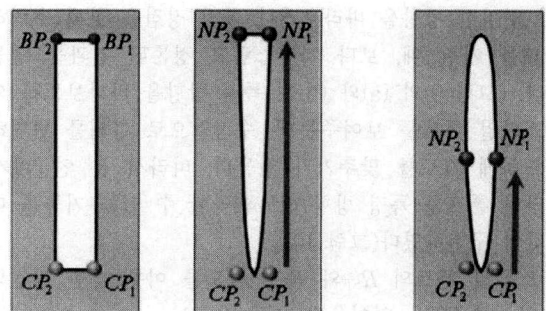


(그림 15) 세션 효과 적용 과정

CP₁, NP₁에도 적용한다(그림 15(d)). 이때, CP₁의 위치는 조정할 수 있게 하여, 다양한 형태의 베지어 곡선을 표현할 수 있도록 한다.

세션 효과를 적용할 때 NP의 위치를 결정해주는 조절자 t와 베지어 곡선을 이루는 점들의 개수를 조절할 수 있도록 하면 상황에 따라 자연스럽게 다양한 스타일의 베지어 곡선을 표현할 수 있다. (그림 16)은 NP 수식 모델에서의 조절자 t의 역할을 보여주고 있다.

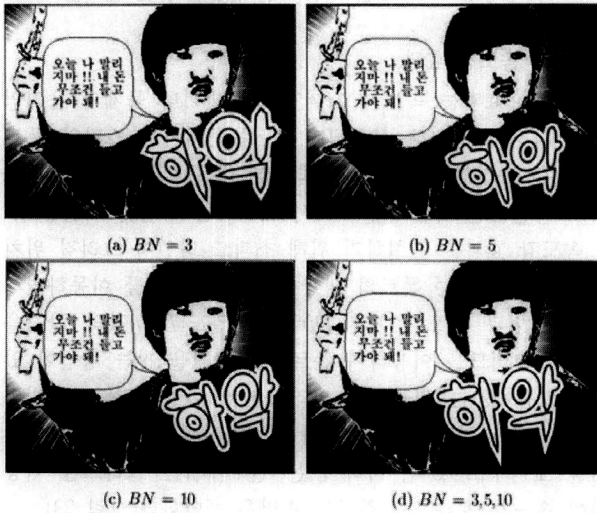
(그림 16)의 (b)는 'ㅣ'에 대해 t값을 1로 하여 NP를 구하고 세션화한 그림인데, 이후에 'ㅣ'의 윗부분에는 세션 효과를 적용하기 힘들게 된다. 이에 반해 (c)는 t값을 0.5로 하여 아래 부분을 먼저 세션화하고 윗부분은 t값을 1.0로 하



(a) 세션 효과 적용 전 (b) t = 1.0 적용 (c) t = 0.5 적용 후 t = 1.0 적용

(그림 16) NP_i 수식 모델에서 조절자 t의 역할

여 세션화한 그림으로써, 상·하단에 모두 세션 효과를 적용하여 자연스럽게 세션화된 모습을 볼 수 있다. 또한 베지어 곡선을 이루는 정점의 개수(BN)가 많아질수록 부드럽고 둥근 효과를 얻을 수 있고, 개수가 줄어들수록 딱딱하고 각진 효과를 얻을 수 있다. 따라서 정점의 수를 제어할 수 있도록 하여, 상황에 따라 다양한 스타일을 표현할 수 있도록 구현하였다(그림 17).



(그림 17) 베지어 곡선의 정점의 개수(BN)가 많을수록 부드러운 느낌 표현, 적을수록 딱딱한 느낌 표현

3.4 외부 고급 효과의 표현

본 장에서는 앞에서 정의한 외부 고급 효과 모델과 전처리된 정보를 이용하여 흔들림 효과, 입체감 효과, 속도감 효과, 폭발감 효과를 표현하는 방법에 대해 제안한다.

3.4.1 흔들림 효과

이전 연구에서 객체의 흔들림을 표현하기 위한 방법이 소개된 적이 있다[10]. 소개된 방법론에서는 흔들림 효과를 표현할 객체의 테두리 부분을 사용자가 선택하고, 그 부분을 거리 속성(Dist) 만큼 이격하여 다시 그려줌으로써 흔들림 효과를 적용하였다. 본 연구에서는 사용자의 입력 없이 폰트의 전처리된 정보를 이용하여 흔들림 효과를 표현할 수 있는 방법론을 제시한다. 다음은 흔들림 효과를 표현하기 위한 과정이다(그림 18).

- (1) 전처리된 CP를 가져오고, 'o'의 서브페이스(SP_o)일 경우 외부페이스의 CP를 구한다(그림 18(a)).
- (2) 전처리된 R_{SF}의 네 꼭짓점과의 거리(D_{i min})가 가장 가까운 CP를 구하여 NP_i라 한다(그림 18(a)).
- (3) NP_i와 양 쪽으로 이웃한 CP 혹은 BP를 구한 후, 그 정점 간의 단위벡터 $\overrightarrow{NV_{i1}}$ 와 $\overrightarrow{NV_{i2}}$ 를 구한다(그림 18(b)).
- (4) 단위벡터 $\overrightarrow{NV_{i1}}$ 과 $\overrightarrow{NV_{i2}}$ 에 흔들림 선의 길이(Len)를 곱하여 베지어 곡선을 적용할 P_{i1}과 P_{i2}를 구한다(그림 18(c)).

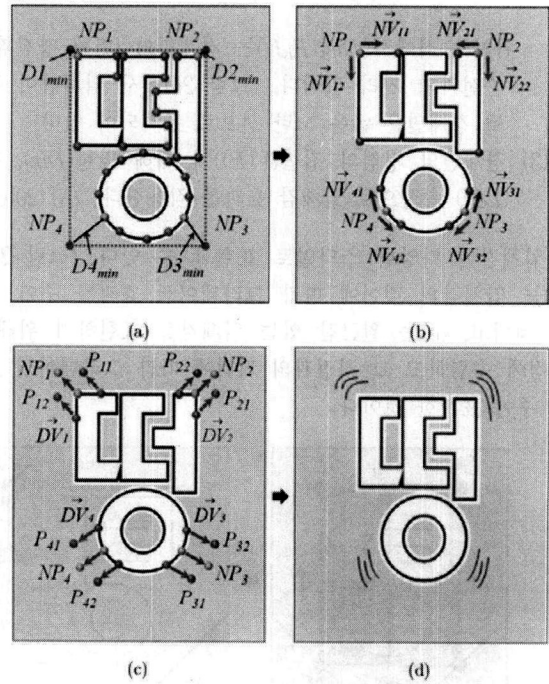
- (5) 흔들림 선을 스타일 폰트의 외곽으로 이격할 거리 벡터($\overrightarrow{DV_i}$)는 폰트의 법선벡터($\overrightarrow{NV_{i1}} + \overrightarrow{NV_{i2}}$)에 이격될 거리(Dist)를 곱하여 구한다. 다음은 $\overrightarrow{DV_i}$ 의 수식 모델이다.

$$\overrightarrow{DV_i} = (\overrightarrow{NV_{i1}} + \overrightarrow{NV_{i2}}) \cdot (Dist) \cdot (-1) \quad (11)$$

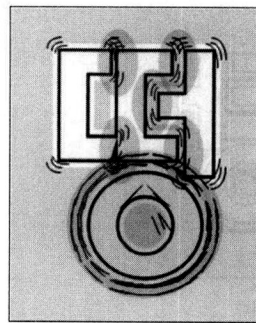
마지막에 -1을 곱하는 이유는 벡터의 방향을 폰트의 외곽방향으로 향하게 하기 위해서이다. NP_i, P_{i1}, P_{i2}에 $\overrightarrow{DV_i}$ 를 더하여 이격한다(그림 18(c)).

- (6) 이격된 NP_i, P_{i1}, P_{i2}를 이용하여 베지어 곡선을 표현한다. 이때, 흔들림 선의 개수만큼 폰트의 법선벡터를 이용하여 정점들을 이격한 후, 베지어 곡선을 그린다(그림 18(c)).

본 연구에서는 흔들림 선을 R_{SF}의 네 정점과 가장 가까운 CP에만 표현한다. 이는 (그림 19)에서 볼 수 있듯이 임의의 CP를 선택하여 흔들림 선을 표현할 경우 폰트나 다른 흔들림 선과 겹칠 수 있기 때문이다.



(그림 18) 흔들림 효과 적용 과정



(그림 19) 임의의 CP에 흔들림 효과를 적용할 때의 문제점

3.4.2 입체감 효과

입체감 효과는 공허한 분위기 또는 소리의 울림을 나타내거나 단조로운 패턴에 멋을 나타내기 위해 사용된다. 입체감 효과는 폰트의 전체 외곽영역에 걸쳐서 표현되지 않고 특정 방향에 해당하는 외곽영역에만 부분적으로 표현되어야 한다. 따라서 본 논문에서는 입체감 효과를 적용할 외곽영역을 먼저 결정한 후, 효과를 적용하는 방법을 제안한다(그림 20).

- (1) 효과의 방향(Dir)에 따라 R_{SF} 의 한 정점을 지나고 기울기가 $\tan(Dir)$ 인 기준선 L_i 를 구한다. 이때 R_{SF} 의 정점은 다음의 조건에 따라 결정한다(그림 20(a)).

$$L_i \text{의 정점 } P_i(R_{SF}) \begin{cases} P_1(R_{SF}) & \text{if } 0^\circ < Dir \leq 90^\circ \\ P_2(R_{SF}) & \text{if } 90^\circ < Dir \leq 180^\circ \\ P_3(R_{SF}) & \text{if } 180^\circ < Dir \leq 270^\circ \\ P_4(R_{SF}) & \text{if } 270^\circ < Dir \leq 360^\circ \end{cases} \quad (12)$$

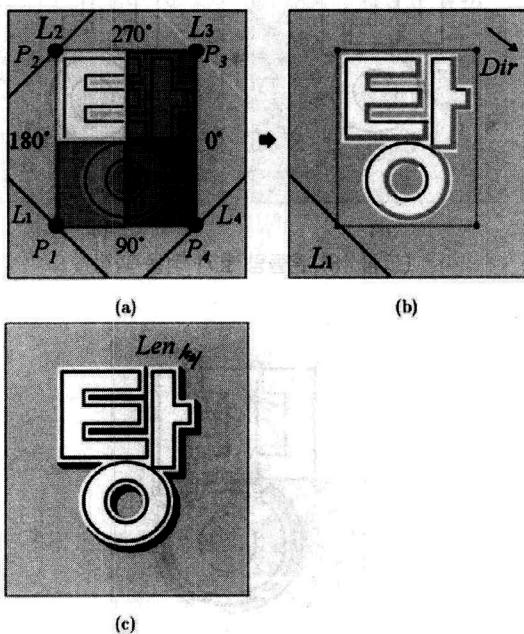
- (2) 폰트의 정점과 L_i 간의 거리가 감소하는 부분의 경계면의 정점의 집합($V(P)$)을 구한다(그림 20(b)).

$$V(P) = \{P_i | Dist(P_i, L_i) < Dist(P_{i-1}, L_i)\} \quad (13)$$

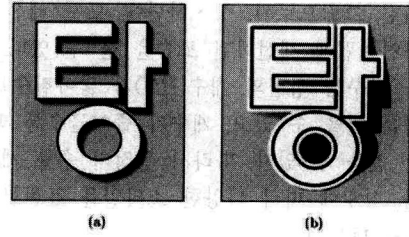
위의 수식에서 $Dist(P_i, L_i)$ 는 경계면의 i 번째 정점과 기준선과의 거리 값이다. (그림 24)에서 입체감이 적용될 경계면은 굵은 노란 선으로 표시되어 있다.

- (3) 경계면의 정점의 집합($V(P)$)에 대해 방향(Dir), 길이(Len) 속성으로 입체감 효과를 적용한다(그림 20(c)).

입체감은 다양한 스타일로 표현할 수 있다. (그림 21)의 (a)는 입체감의 깊이에 따라 그라데이션 효과를 주어 표현한 것이고, (b)는 원근감 있는 입체감을 표현하기 위해 한 정점에 수렴하고 그 정점과의 거리에 따라 그라데이션 효과를 주어 표현한 것이다.



(그림 20) 입체감 효과 적용 과정



(그림 21) 다양한 스타일의 입체감 효과 : (a) 입체감의 깊이에 따라 그라데이션 적용. (b) 원근감 있는 입체감 표현

3.4.3 속도감 효과

속도감 효과는 속도가 느껴지는 폭발이나 물체의 움직임 등을 나타내기 위해 사용되며, 본 논문에서는 스타일 폰트의 기본 속성인 외곽선과 외곽영역 대신에 특정 방향의 스피드 라인들을 세밀하게 그려서 표현하는 방법을 제안한다.

속도감 효과를 표현하기 위해 스피드 라인이 그려질 위치를 찾는 방법에는 폰트의 외곽선을 밀도 값만큼 이동하면서 찾는 방법과 속도감 방향(Dir)으로 밀도(Den)값의 간격을 가지는 그리드를 이용하여 폰트와의 교점을 찾는 방법이 있다. (그림 22)는 외곽선을 따라가면서 위치를 찾는 방법의 경우 스피드 라인 간의 간격이 일정하지 않을 수 있는 문제점을 보여주고 있다. 따라서 본 연구에서는 그리드를 이용하여 속도감 효과를 표현하는 방법을 제안한다(그림 23).

- (1) 전처리된 R_{SF} 의 내부에 그리드를 그리기 위한 기준선(L_i)을 다음의 조건으로 찾는다(그림 23(a)).

$$L_1 \text{ if } 0^\circ \leq Dir < 90^\circ \text{ or } 180^\circ \leq Dir < 270^\circ \\ L_2 \text{ if } 90^\circ \leq Dir < 180^\circ \text{ or } 270^\circ \leq Dir < 360^\circ$$

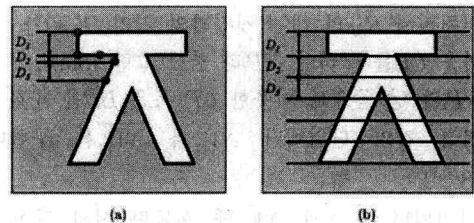
- (2) 기준선의 시작점에서부터 끝나는 점까지 밀도(Den) 속성 값의 간격으로 기울기가 $\tan(Dir)$ 인 그리드를 그린다(그림 23(b)).

- (3) 그리드와 폰트의 교점을 찾는다(그림 23(c)).

- (4) 교점을 시작점으로 하는 선분 SL_1, SL_2 를 각각 그려서 스피드 라인을 표현한다. 추가 스피드 라인도 속성 값(AL)에 따라 그린다(그림 23(d)). 이때 SL_i 와 AL 선분은 다음의 속성 값을 가진다.

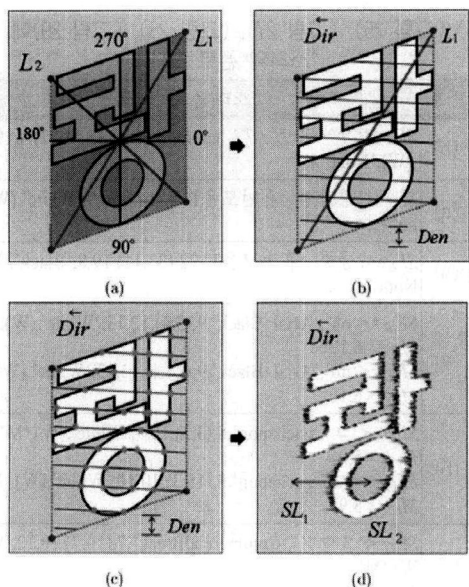
$$SL_1 = \langle Dir, Len1(Len \cdot 3/4 \sim Len \cdot 5/4) \rangle \\ SL_2 = \langle Dir + 180^\circ, Len2(Len \cdot 7/8 \sim Len \cdot 9/8) \rangle \\ AL = \langle Dir, Len3(Len \cdot 19/7 \sim Len \cdot 26/7) \rangle$$

본 연구에서 SL_i 와 AL의 길이는 Len 속성 값을 기준으로 하여 임의의 값을 사용한다. 위의 수식에서 SL_2 보다 SL_1 에



(그림 22) 스피드 라인의 위치를 찾기 위한 방법 : (a) 폰트의 경계를 따라가면서 찾는 방법은 간격(Di)이 일정하지 않음. (b) 그리드를 이용하여 찾는 방법은 간격이 일정

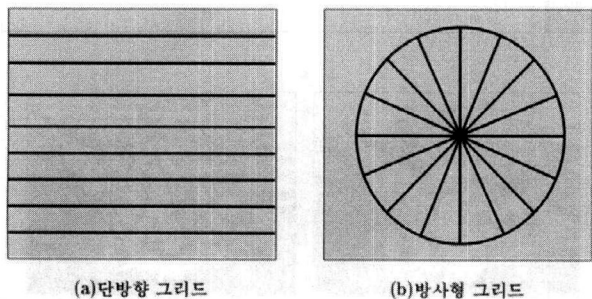
간격이 큰 임의의 값을 설정한 것은 속도감 방향의 스피드 라인들이 굴곡이 더 크도록 표현하기 위해서이다.



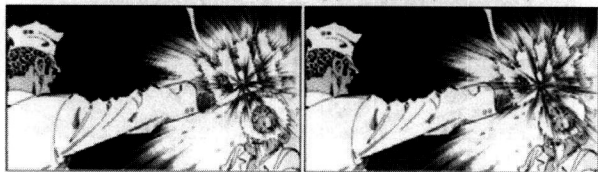
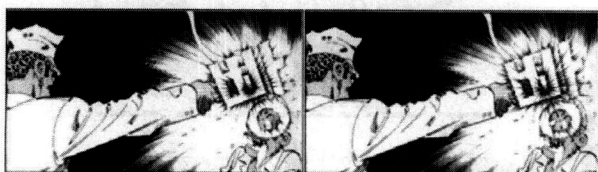
(그림 23) 속도감 효과 적용 과정

3.4.4 폭발감 효과

본 논문에서는 속도감 효과에서 사용된 단방향의 그리드 모양을 (그림 24)의 (b)와 같이 방사형으로 바꾸어 폭발감 효과를 표현하는 방법을 제안한다.



(그림 24) 그리드의 형태에 따라 다양한 효과를 적용 가능. (a) 속도감 효과에 적용한 그리드. (b) 폭발감 효과에 적용한 그리드



(그림 25) 만화 '남벌'[11]의 한 장면에 폭발감 효과의 속성 값의 변화에 따른 결과를 표현

폭발감 효과의 표현 방법은 스피드 라인을 그리드 위치를 방사형 그리드를 이용해서 찾는 것을 제외하고는 속도감 효과와 동일하다. (그림 25)는 속성 값의 변화에 따라 폭발감 효과를 표현한 결과이다.

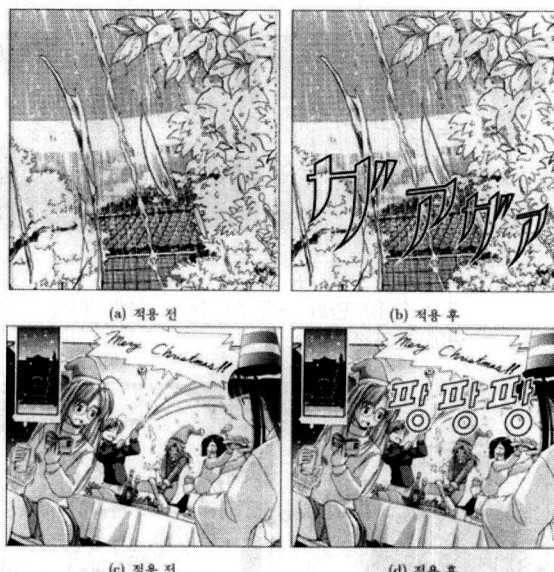
4. 구현 결과

(그림 26)과 (그림 27)은 내부 재질, 외곽 형태 등의 기본 속성을 변경하거나 기하학적 변형 효과만을 적용한 결과이다. (그림 26)의 (b)는 왜곡 효과를 적용한 후, 내부 재질을 투명하게 설정하여 배경과 자연스럽게 매치시킨 결과이고, (그림 26)의 (d)는 왜곡 효과와 음운 분리 효과가 적용된 결과이다. (그림 27)의 (b)는 왜곡 효과, 세션 효과, 음운 분리 효과가 모두 적용된 결과이다. 각각의 스타일 폰트 모델은 <표 4>에 정리하였다.

(그림 28)은 기하학적 효과와 함께 흔들림 효과를 적용한 결과를 보여준다. (a)는 영어 폰트에 왜곡 효과와 흔들림 효과를 적용한 결과이고, (b)는 일본어 폰트에 왜곡 효과와 흔들림 효과를 적용한 결과이다. (c)와 (d)는 영화 '타짜'의 한 장면을 흑백 만화 제작 시스템을 통해 카툰화한 결과에 스타일 폰트를 적용한 결과이다. (c)는 일본어 폰트에 왜곡 효과와 흔들림 효과를 적용하였고, (d)는 왜곡 효과와 세션 효과가 적용된 폰트에 흔들림 효과를 적용하였다. 각각의 스타일 폰트 모델은 <표 4>에 정리하였다.

(그림 29)는 영화 '타짜'의 한 장면에 입체감 효과를 적용한 결과이다. (a)는 영어 폰트에 대해 효과를 적용하였고, (b)는 일본어 폰트에 적용하였다. 각각의 결과에 대한 스타일 폰트 모델은 <표 4>에 정리하였다.

(그림 30)은 흑백 만화와 만화 영화의 한 장면에 속도감 효과를 적용한 결과이다. (a)와 (b)는 같은 속성 값의 속도



(그림 26) 기본 속성 변경 + 기하학적 변형 효과 : (b) 만화 'Wish'[12], (d) 만화 '러브 인 러브'[13]의 한 장면에 효과 적용

감 효과를 일본어 폰트체만 바꾸어 적용한 결과이고, (c)는 영어 폰트에 대해 왜곡 효과와 함께 적용한 결과이다. (d)와 (e)는 세션 효과와 왜곡 효과, 그리고 음운 분리 효과를 적



(a) 적용 전



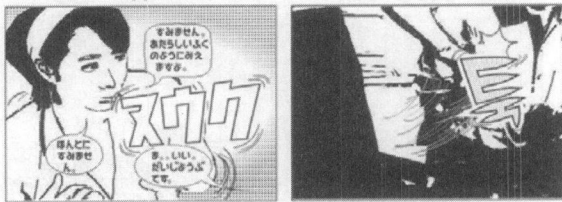
(b) 적용 후

(그림 27) 기본 속성 변경 + 기하학적 변형 효과 : (b) 만화 '러브 인 러브'[13]의 한 장면에 효과를 적용



(a)

(b)



(c)

(d)

(그림 28) 기본 속성 변경 + 기하학적 변형 효과 + 흔들림 효과 : (a,b) 만화 '곤'[14], (c,d) 영화 '타짜'의 한 장면에 효과 적용



(a)

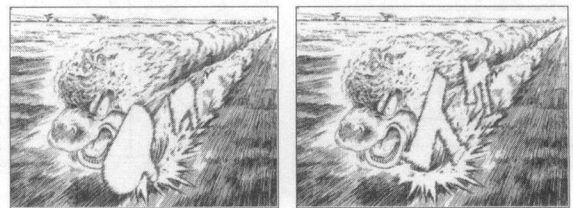
(b)

(그림 29) 기본 속성 변경 + 기하학적 변형 효과 + 입체감 효과 : (a,b)는 영화 '타짜'의 한 장면에 효과를 적용

용한 후 속도감 효과를 적용한 결과이다. 각각의 스타일 폰트 모델은 <표 5>에 정리하였다.

<표 4> (그림 26), (그림 27), (그림 28), (그림 29)에 적용된 스타일 폰트 모델

번호	스타일 폰트 모델
그림 26	(b) $SF_b = \langle \text{'ㅅ', 'ㅏ', 'ㅑ', 'ㅓ', 'ㅕ', 'ㅗ', 'ㅛ', 'ㅜ', 'ㅠ', 'ㅡ', 'ㅣ'} \rangle$, 'gaufontkusan', 18, (4,22), 4, 19, 'None', (W), 'None' >
	(d) $SF_d = \langle \text{'광광광'} \rangle$, '휴먼모음T', 8, (14,8), 6, 9, 'White', (W,D), 'None' >
그림 27	(b) $SF_b = \langle \text{'쿵쿵'} \rangle$, '휴먼모음T', 22, (23,11), 19, 8, 'Black', (W,S,D), 'None' >
그림 28	(a) $SF_{a1} = \langle \text{'oh'} \rangle$, 'Arial Black', 9, (3,4), 12, 13, 'White', (W), 'M' > $M_{a1} = \langle 6, 10 \rangle$ $SF_{a2} = \langle \text{'no'} \rangle$, 'Arial Black', 9, (14,4), 12, 13, 'White', (W), 'M' > $M_{a2} = \langle 6, 10 \rangle$
	(b) $SF_{b1} = \langle \text{'크'} \rangle$, 'gachapon', 8, (3,3), 10, 9, 'White', (W), 'M' > $M_{b1} = \langle 5, 9 \rangle$ $SF_{b2} = \langle \text{'7'} \rangle$, 'gachapon', 8, (15,3), 10, 10, 'White', (W), 'M' > $M_{b2} = \langle 5, 9 \rangle$
	(c) $SF_c = \langle \text{'스윅'} \rangle$, 'CommercialBreak', 7, (10,7), 10, 12, 'White', (W), 'M' > $M_c = \langle 6, 9 \rangle$
	(d) $SF_d = \langle \text{'툭'} \rangle$, '휴먼모음T', 5, (14,5), 10, 10, 'dot', (W,S), 'M' > $M_d = \langle 5, 7 \rangle$
그림 29	(a) $SF_a = \langle \text{'umm'} \rangle$, 'Comic Sans MS', 7, (13,8), 0, 10, 'White', (W), 'V' > $V_a = \langle 200^\circ, 6 \rangle$
	(b) $SF_{b1} = \langle \text{'Hmm'} \rangle$, 'gachapon', 9, (3,6), 0, 10, 'White', (W), 'V' > $V_{b1} = \langle 25^\circ, 6 \rangle$ $SF_{b2} = \langle \text{'Hmm'} \rangle$, 'gachapon', 6, (6,12), 0, 10, 'White', (W), 'V' > $V_{b2} = \langle 320^\circ, 4 \rangle$

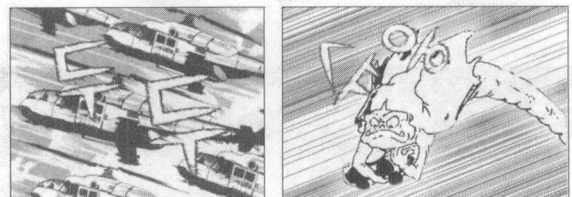


(a)

(b)



(c)



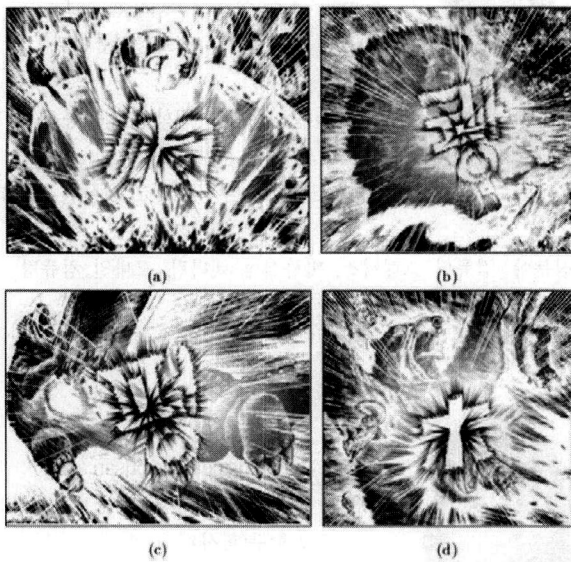
(d)

(e)

(그림 30) 기본 속성 변경 + 기하학적 변형 효과 + 속도감 효과 : (a,b,c) 만화 '곤'[14], (d) 만화 '남벌'[11], (e) 만화 영화 '날아라 슈퍼보드'의 한 장면에 효과를 적용

(그림 31)은 흑백 만화의 한 장면에 폭발감 효과를 적용한 결과이다. (a)는 두 글자 이상의 영어 폰트에 대해 적용한 결과이고, (c)는 세선효과를 적용한 후 적용한 결과이다. (d)는 일본어 폰트에 대해 적용한 결과이다. 각각의 스타일 폰트 모델은 <표 5>에 정리하였다.

결과를 통해 본 것처럼 본 논문에서 제안하는 스타일 폰트 시스템을 사용하여 기존의 만화 제작 시스템에서 제공하는 단순한 수준의 스타일 폰트 기능을 사용할 때 보다 다양하고 수준 높은 결과를 얻을 수 있었다. 따라서 제안한 시스템을 상황에 맞게 적용한다면 기존의 만화 제작 환경에서 필요로 했던 많은 시간과 인력을 줄이면서 수작업으로 작업하는 만큼의 결과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다.



(그림 31) 기본 속성 변경 + 기하학적 변형 효과 + 폭발감 효과 : (a,b,c,d) 만화 '곤'[14]의 한 장면에 효과 적용

<표 5> (그림 30), (그림 31)에 적용된 스타일 폰트 모델

그림	번호	스타일 폰트 모델
그림 30	(a)	$SF_a = \langle \text{'이케'}, \text{'fancyballoons'}, 10, (12, 15), 0, 0, \text{'White'}, (W), \text{'P'} \rangle$ $P_a = \langle 325^\circ, 5, 15, AL = \langle 14, 11 \rangle, 1 \rangle$
	(b)	$SF_b = \langle \text{'이케'}, \text{'gachapon'}, 10, (12, 15), 0, 0, \text{'White'}, (W), \text{'P'} \rangle$ $P_b = \langle 325^\circ, 5, 15, AL = \langle 14, 11 \rangle, 1 \rangle$
	(c)	$SF_c = \langle \text{'oooh'}, \text{'Arial Black'}, 12, (10, 6), 0, 0, \text{'White'}, (W), \text{'P'} \rangle$ $P_c = \langle 0^\circ, 7, 16, AL = \langle 18, 13 \rangle, 1 \rangle$
	(d)	$SF_{d1} = \langle \text{'두'}, \text{'휴먼모음T'}, 8, (7, 6), 0, 0, \text{'White'}, (W, S, D), \text{'P'} \rangle$ $P_{d1} = \langle 30^\circ, 3, 18, AL = \langle 17, 7 \rangle, 1 \rangle$
		$SF_{d2} = \langle \text{'두'}, \text{'휴먼모음T'}, 11, (15, 13), 0, 0, \text{'White'}, (W, S, D), \text{'P'} \rangle$ $P_{d2} = \langle 30^\circ, 3, 18, AL = \langle 17, 7 \rangle, 1 \rangle$
그림 31	(a)	$SF_a = \langle \text{'ha'}, \text{'Arial Black'}, 10, (9, 10), 0, 0, \text{'White'}, (W), \text{'B'} \rangle$ $B_a = \langle 12, 18, AL = \langle 54^\circ, 17 \rangle \rangle$
	(b)	$SF_b = \langle \text{'광'}, \text{'휴먼모음T'}, 11, (10, 9), 0, 0, \text{'White'}, (W), \text{'B'} \rangle$ $B_b = \langle 10, 17, AL = \langle 72^\circ, 19 \rangle \rangle$
	(c)	$SF_c = \langle \text{'평'}, \text{'휴먼모음T'}, 13, (10, 8), 0, 0, \text{'White'}, (W, S), \text{'B'} \rangle$ $B_c = \langle 12, 19, AL = \langle 36^\circ, 19 \rangle \rangle$
	(d)	$SF_d = \langle \text{'ホ'}, \text{'gachapon'}, 10, (10, 12), 0, 0, \text{'White'}, (W), \text{'B'} \rangle$ $B_d = \langle 11, 19, AL = \langle 54^\circ, 17 \rangle \rangle$

5. 결론 및 향후 연구과제

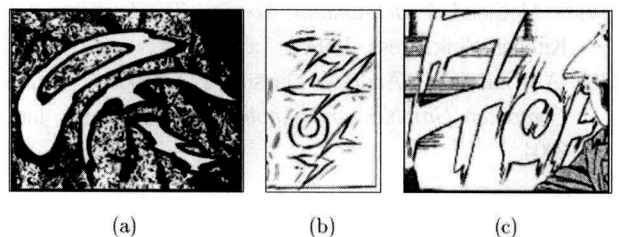
오늘날과 같이 유행이 급변하는 시대에서 작가의 창의력만으로 대중들의 욕구를 충족시켜줄 수 있는 흑백 만화를 제작하는 것은 힘든 일이 되었다. 또한, 수작업으로 만화를 제작할 때 드는 많은 시간과 인력은 비용적인 측면에서도 부담이 크다. 이와 같은 문제점의 대안으로써 개발된 CORVIS는 영화나 드라마와 같은 비디오 스트림의 장면들을 추출하여 흑백 만화로 표현할 수 있는 시스템이다. 따라서 CORVIS를 사용하면 스토리를 구성하거나 만화를 그리는 등의 작업이 필요하지 않으므로 기존 만화 제작 시스템보다 시간과 비용을 크게 절감할 수 있다. 또한, 최근 쏟아지는 영상 콘텐츠 속에서 새로운 내용의 만화를 제작하는데 따르는 어려움도 해소할 수 있다.

만화적 효과중의 하나인 스타일 폰트는 청각적인 요소인 의성어와 시각적인 요소인 의태어를 표현하는데 사용된다. 이전의 만화 제작 연구에서 스타일 폰트는 큰 관심을 받지 못했고, 기존에 개발된 만화 제작 시스템에서도 단순한 종류의 스타일 폰트만을 지원할 뿐이었다. 본 논문에서는 CORVIS 개발의 부분 과정으로써, 스타일 폰트의 설계와 구현에 관한 방법론을 제안했다. 먼저, 흑백 만화에서 사용된 다양한 종류의 스타일 폰트를 분석한 후, 폰트의 기본 구조와 효과를 모델링하였다. 정의된 스타일 폰트 모델을 바탕으로 폰트가 가지고 있는 기하학적인 정보를 전처리하여 기하학적 효과나 외부 고급 효과를 적용할 수 있는 방법론을 제시하였다. 스타일 폰트에서 추가적으로 연구되어야 할 부분은 다음과 같다.

- (1) 곡선으로 휘어지는 효과 : 본 논문에서 제시한 방법론으로 (그림 32)의 (a)와 같은 왜곡 효과를 표현하기는 어렵다. 따라서 추가적으로 다각형의 바운딩 박스를 정의하는 등의 연구가 필요하다.
- (2) 스타일 폰트 모델에 적용하기 어려운 효과 : (그림 32(b))의 흔들림 선이 끊어지는 위치나, 선의 길이 그리고 (c)의 스피드 라인의 길이나 선이 뻗어 나오는 위치 등은 하나의 모델에 적용할 수 없을 만큼 크고 다양한 랜덤 값이 적용되어야 한다. 따라서 이러한 표현을 위해서는 템플릿을 이용하는 등의 연구가 필요하다.

다음은 CORVIS에서 추가적으로 연구되어야 할 부분이다.

- (1) 배경 효과, 아이콘 기법 연구 : 본 논문에서는 만화적 효과 중에서 스타일 폰트에 대해서만 서술하였다. 이



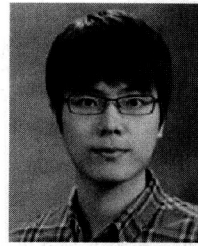
(그림 32) 향후 연구 과제 : (a) 휘어지는 왜곡 효과. (b,c) 크고 다양한 랜덤값이 필요한 효과

전 연구에서 말풍선의 표현과 배치[15,16]와 스피드 라인[10]에 관해서는 논의되었지만, 그 외의 만화적 효과들에 대해서도 심도있는 접근과 연구가 필요하다.

- (2) 비디오 이미지의 카툰닝 기법 연구 : 현재 연구가 진행되고 있는 부분으로써, 자연스러운 흑백 만화 컷을 만들기 위해 컬러 이미지의 이진화 기법이나 스트로크 추출에 관한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] W.I. Hwang, P.J. Lee, B.K. Chun, D.S. Ryu, and H.G. Cho, "Cinema comics: Cartoon generation from video stream," *GRAPP '06*, pp.299-304, 2006.
- [2] D. Boyarski, C. Neuwirth, J. Forlizzi, and S.H. Regli, "A study of fonts designed for screen display," In *CHI '98*, ACM, pp.87-94, 1998.
- [3] T.S. Tullis, J.L. Boynton, and H. Hersh, "Readability of fonts in the windows environment," In *CHI '95*, ACM, pp.127-128, 1995.
- [4] J. Preuß and J. Loviscach, "From movie to comic, informed by the screenplay," *SIGGRAPP '07*, ACM posters, pp.99, 2007.
- [5] NHN, "네이버툰", <http://toon.naver.com/>.
- [6] Planetwide, "코믹 북 크레이터", <http://www.mycomicbookcreator.com/>.
- [7] Celsys, "코믹 스튜디오", <http://www.e-frontier.com/>.
- [8] Deleter, "코믹 워크스", http://www.deleter.jp/eng/cw_english/.
- [9] 박규태, 조환규, "흑백 만화 생성 시스템에서의 스타일화된 폰트 구현," *한국 컴퓨터 그래픽스 학회 하계학술대회 논문집*, pp.37-38, 2007.
- [10] 이평준, "정지영상의 동적효과를 나타내기 위한 만화적 기법 연구," *공학석사 학위논문*, 부산대학교, pp.17-21, Feb., 2006.
- [11] 이현세, *남벌. 다크 북*, 2005.
- [12] CLAMP, *Wish*. 서울문화사, 2002.
- [13] A. Ken, *러브 인 러브*. 학산문화사, 1999.
- [14] M. Tanaka, *큰. 대원씨아이*, 2002.
- [15] B.K. Chun, D.S. Ryu, W.I. Hwang, and H.G. Cho, "An Automated Procedure for Word Balloon Placement in Cinema Comics," *Lecture Notes in Computer Science*, Vol.4292, pp.576-583, 2006.
- [16] 황원일, "영화 만화 생성을 위한 말풍선 자동 배치 기법," *공학석사 학위논문*, 부산대학교, pp.15-23, Aug., 2006.
- [17] S. McCloud, *Understanding Comics: The Invisible Art*. Kitchen Sink Press, 1999.
- [18] A. Glassner, "Andrew glassner's notebook," *IEEE Computer Graphics and Applications*, pp.86-91, Jan., 2004.



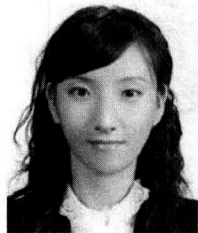
이 정 원

e-mail : jwlee@pearl.cs.pusan.ac.kr
 2006년 부산대학교 정보컴퓨터공학부 (학사)
 2006년~현재 부산대학교 대학원 컴퓨터공학과 석사과정
 관심분야: 컴퓨터 그래픽스, 비사실적 렌더링, 생물정보학



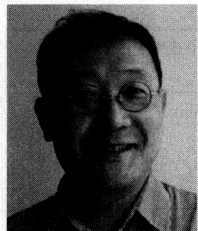
류 동 성

e-mail : dsryu@pearl.cs.pusan.ac.kr
 2004년 창원대학교 정보통신공학과 (학사)
 2006년 창원대학교 대학원 정보통신공학과(공학석사)
 2006년~현재 부산대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사과정
 관심분야: 컴퓨터 그래픽스, 비사실적 렌더링, 모바일 컴퓨팅



박 수 현

e-mail : shpark@pearl.cs.pusan.ac.kr
 2007년 부산대학교 전자전기정보컴퓨터공학부(학사)
 2007년~현재 부산대학교 대학원 컴퓨터공학과 석사과정
 관심분야: 컴퓨터 그래픽스, 3차원 가상현실, 생물정보학



조 환 규

e-mail : hgcho@pusan.ac.kr
 1984년 서울대학교 계산통계학과(학사)
 1986년 KAIST 대학원 전산학과 (공학석사)
 1990년 KAIST 대학원 전산학과 (공학박사)
 1990년~현재 부산대학교 정보.컴퓨터공학부 교수, 한국정보올림피아드 운영위원
 관심분야: 알고리즘 설계와 분석, 응용 그래프이론, 생물정보학