

동영상 이미지 기반의 흑백 만화 제작 시스템의 구현

류동성^o 박규태 이정원 박수현 조한규

부산대학교 컴퓨터공학과

{dsryu^o, ktpark, jwlee, shpark }@pearl.cs.pusan.ac.kr, hgcho@pusan.ac.kr

Black and White Cartoon Generation System

based on the Video Images

Dong-Sung Ryu^o Kyu-Tae Park Jeong-Won Lee Su-Hyun Park Hwan-Gue Cho

Dept. of Computer Engineering, Pusan National University

요 약

본 논문에서는 기존에 상용화되거나 서비스되고 있는 만화 제작 시스템들의 장단점을 비교 분석한다. 그리고 일상생활에서 쉽게 활용할 수 있는 동영상 이미지를 이용하여, 흑백 만화를 제작하기 위한 시스템에 대해 논의한다. 동영상으로부터 추출한 이미지는 일반적으로 동영상 자체의 스토리를 내포하고 있기 때문에, 이 이미지를 기반으로 흑백 만화를 제작하는 시스템을 개발한다면, 만화 초보자들도 손쉽게 흑백 만화를 제작할 수 있다. 본 논문에서 제안한 흑백 만화 제작 시스템은 먼저 1) 기존의 이미지를 이진화하고 2) 양식화된 스트록을 렌더링하여 만화적인 특징을 표현한다. 그리고 3) 다양한 만화적인 요소를 추가한 후 4) 완성된 만화 컷을 실제 만화에서 사용되는 레이아웃 템플릿에 따라 배치하여 한 장의 만화를 제작한다. 논문에서 제안한 시스템을 활용함으로써, 만화 초보자들이 만화를 제작할 때 직면하게 되는 문제점들(스토리 보드 설정과 그림 실력의 부재)을 해결할 수 있었다.

1. 서 론

만화는 NPR(Non-Photorealistic Rendering) 분야에서 가장 오랫동안 연구되어 온 분야이며, 실생활에서 다양하게 응용되고 있으며, 일반 사람들에게도 아주 친숙한 분야이다. 이러한 흑백 만화를 일반인들이 직접 제작하기에는 스토리 보드나 만화 작성 능력의 부재로 인해 많은 문제점이 존재한다. 그러나 비디오 영상과 같이 스토리가 있는 이미지를 사용하여 흑백 만화 제작시스템을 개발한다면, 초보자들도 손쉽게 만화를 제작할 수 있다. 대부분의 동영상 이미지들은 동영상 자체 내용에 대한 스토리가 내포되어 있고 사람들에게 잘 알려져 있기 때문에, 만화 제작시에 필요한 스토리 보드 설정 그리고 그림 실력의 부재와 같은 문제점을 해결할 수 있다.

시중에 출판되고 있는 대부분의 흑백 만화는 일반 디지털 이미지와는 달리, 영상의 세부적인 부분은 간략화하고 전체적으로 중요한 윤곽선을 굵고 간략화된 스트록으로 묘사함으로써, 만화적인 분위기를 표현한다. 그리고 만화의 스토리를 전개하기 위해서, 말풍선이나 효과 글과 같은 스크립트를 이용하며, 작가가 의도하는 만화의 분위기를 강조하기 위해서, 배경효과와 아이콘 그리고 스피드 라인과 같은 만화적인 요소들을 사용한다. 본 논문에서는 스토리가 포함된 동영상 이미지를 이용하여, 위에서 언급한 흑백 만화의 특징을 반영할 수 있는 흑백 만화 제작 시스템을 제안한다.

본 논문에서 제안한 흑백 만화 제작 시스템은 동영상

으로부터 추출한 이미지를 이용하여 흑백 만화를 제작한다. 이를 위해서, 먼저 이미지로부터 전경을 분리하고, 분리된 객체 이미지를 이진화한 후, 만화적인 배경을 추가한다. 그리고 원본 디지털 이미지로부터 스트록을 추출하고, 이를 흑백 만화에서 사용되는 간결하고 굵은 형태의 스트록으로 변환한 후, 이진화된 영상에 렌더링함으로써, 흑백 만화에서 사용하는 기본 이미지를 완성한다. 그 후, 만화의 스크립트에 따라 말풍선과 효과글을 배치하고 배경효과와 아이콘 그리고 스피드라인과 같은 만화적인 요소를 추가한 후, 레이아웃을 설정하여, 한 페이지의 흑백 만화를 제작한다.

2. 관련 연구

본 논문에서는 만화를 제작하기 위한 연구를 크게 스트록이나 말풍선과 같은 만화적인 요소들을 적절하게 모델링하고 렌더링하기 위한 연구와 상용화된 만화제작 시스템을 조사하였다.

2.1 스트록의 렌더링과 말풍선의 배치

흑백 만화는 만화적인 분위기를 묘사하기 위해서, 스트록이나 말풍선 그리고 효과글과 같이 다양한 형태의 만화적 요소를 사용한다. 이러한 만화적 요소를 모델링하고 렌더링하기 위해 많은 연구가 진행되었다.

사람이 수작업으로 그린 듯한 스트록을 컴퓨터상에서 렌더링하기 위해서, Holger[1]는 3D 메쉬 모델을 바탕으로 사람이 스케치한듯한 3D 스트록을 생성하였다. 이

논문에서 Holger는 사람이 선을 그을 때 실수를 하면서 조금씩 어긋나게 선을 긋는다는 점에 착안하여, 이것을 uncertainty functions으로 모델링하였다. Siu Chi[2]는 벡터 기반의 skeletal stroke를 제안하였는데, 이것은 영상에서 강조하고 싶은 윤곽선의 경로를 스트로크의 뼈대로 구성하고, 이 뼈대 주위를 여러 형태의 스트로크로 확장함으로써, 다양한 스타일의 스트로크를 렌더링한다.

만화에서 사용되는 말풍선에 관한 연구는 주로 말풍선을 가독성 있게 배치하는 방법에 대해 연구되었다. Chun *et al.*[3]은 독자가 만화를 볼 때, 왼쪽에서 오른쪽 그리고 위쪽에서 아래쪽의 순서로 배치된 말풍선을 먼저 읽는다(Reading Order, RO)는 것에 착안하여, 말풍선들을 RO에 따라 자동으로 배치하기 위한 EPFLP 알고리즘을 제안하였다. EPFLP(Extended PFLP) 알고리즘은 지도에서 레이블을 배치하기 위한 알고리즘인 PFLP(Point Feature Label Placement)를 기반으로, RO에 따라 말풍선이 위치 가능한 후보 영역을 제한하고, 각 말풍선들을 가독성이 높게 배치하는 휴리스틱 알고리즘이다. 그 외에도 Hwang *et al.*[4]은 말풍선을 인력과 척력을 가진 객체로 모델링하여, 각 말풍선들을 가독성 높게 자동으로 배치하는 알고리즘을 제안하였다.

2.2 만화 제작 시스템

컴퓨터를 이용하여 만화를 제작하기 위해서 다양한 시스템들이 개발되어 있다. Jacqueline[5]은 2007년도에 영화의 스크린 화면과 스크립트를 이용하여, 반자동으로 만화 페이지를 제작하는 시스템을 제안하였다. 이 시스템은 스크립트 파일에서 의성어나 의태어를 인식하고 각각에 대응되는 적절한 종류의 말풍선을 렌더링할 수 있다. 그리고 말풍선의 크기와 형태에 따라, 제대로 렌더링이 되지 않을 경우, 자동으로 이등본된 말풍선을 생성하는 등 만화 제작시에 편리한 기능을 제공한다. Hong *et al.* [6]이 제안한 PicToon은 사람의 얼굴 사진을 입력으로 받아, 얼굴 이미지의 만화적인 표현을 렌더링하는 시스템이다. 이를 위해서, Hong *et al.*은 얼굴사진으로부터 윤곽선을 찾아서, 만화적인 스타일의 스트로크로 피팅한 후, 사람의 인상을 표현하는 다양한 템플릿에 따라 만화적인 인상의 얼굴을 렌더링한다.

실제 상용화된 만화 제작 시스템으로는 일본의 CELSYS사가 개발한 Comic Studio[7]와 e-frontier 사가 개발한 Manga Studio[8]가 있다. 먼저 Comic Studio는 전문적인 만화가 수준의 작업 기능을 구현하기 위해, 3DLT라는 개념을 도입하였으며, 이를 활용하여 직접 만화 밑그림의 스케치 작업을 지원한다. 3DLT는 실제 3차원의 좌표계에서 객체를 배열하고 사용자가 원하는 시점에 따라 만화의 각 장면을 묘사함으로써, 만화 이미지를 제작하는 방법이다. Manga Studio는 흑백 만화를 제작하기 위한 시스템이며, 흑백 만화에서 사용되는 3000여 개의 톤을 지원한다. 또한, 스피드라인과 같은 다양한 만화적인 요소를 제공하며, 이들 요소의 특징을 세부적으로 매개변수화하여 사용자가 세밀하게 렌더링할 수 있는 기능을 제공한다. 이러한 시스템들은 모두 만화를 제작할 때, 편리한 기능을 제공하지만 만화의 밑그림을 사용자가 수작업으로 작성해야 하는 단점이 있다.

3. 흑백 만화 제작 시스템의 개요

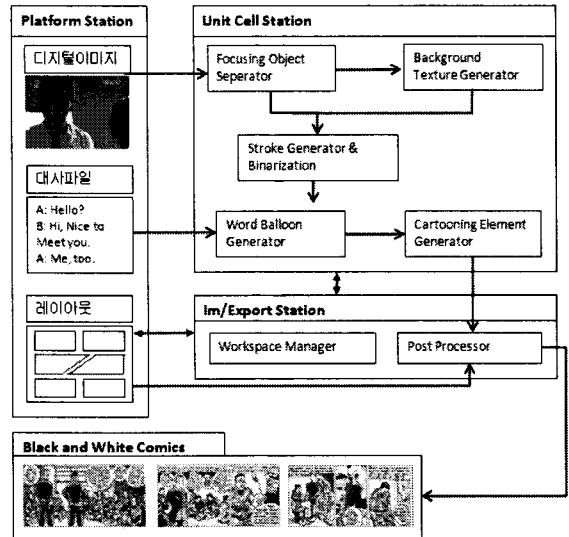


그림 1 본 논문에서 제안한 흑백 만화 시스템의 전체 구성.

본 논문에서 제안한 흑백 만화 제작 시스템은 그림 1과 같이 크게 Platform Station, Unit Cell Station 그리고 Im/Export Station의 3부분으로 구성된다. 먼저 Platform Station은 동영상으로부터 추출한 이미지와 만화 스크립트 그리고 만화 킷들을 배열하는 레이아웃 등 흑백 만화를 제작하기 위한 자료들을 관리한다. Unit Cell Station은 실제 한 컷의 만화를 구성하기 위한 작업을 수행하며, 이러한 작업은 이미지를 이진화 한 후, 스트로크를 렌더링하고 만화적인 효과를 적용하는 기능들로 구성된다. Im/Export Station은 구현 시스템의 결과물을 사용자가 원하는 형태로 출력하거나 사용자의 작업환경을 관리하기 위한 모듈들로 구성된다.

제안한 흑백 만화 시스템을 이용하여 한 페이지의 만화를 제작하기 위해서, 먼저 Layout Generator를 이용하여, 만화의 레이아웃을 설정한다. 실제 레이아웃의 배치 과정은 레이아웃 매니저가 관리하며, Unit Cell Station을 통해 생성된 흑백 만화 이미지 킷을 배치한다. 그리고 배치가 완료된 레이아웃을 BMP, JPEG, TIFF, PNG, PDF와 같은 이미지 저장 포맷으로 출력하는 기능을 제공한다. 그림 2는 흑백 만화제작 시스템에서 제공하는 기본 레이아웃 템플릿이다.

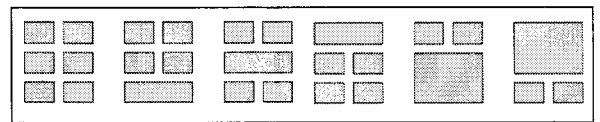


그림 2 제안한 흑백 만화제작 시스템에서 제공하는 기본 레이아웃 템플릿.

4. 영상의 흑백 만화화(Black and White Cartooning)

본 논문에서는 동영상으로부터 추출한 이미지를 흑백 만화에서 활용하기 위한 만화 이미지로 변환하기 위해, 그림 3과 같은 흑백 만화를 위한 카투닝 과정을 수행한다. 먼저, 다양한 색상 분포를 가진 원본 이미지를 Bilateral Filter를 이용해서, 단순한 색상들로 추상화(abstraction)한다. 그 후, 만화적인 이진화와 스트록의 렌더링 그리고 객체와 배경 분리 작업을 수행하여, 한 컷의 기본 만화 이미지를 제작한다.

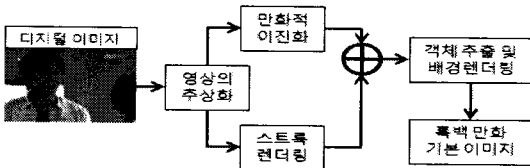


그림 3 흑백 만화를 위한 카투닝 과정

4.1 영상의 이진화와 스트록의 렌더링

본 논문에서 제안한 시스템은 디지털 이미지를 흑백 만화로 변환하기 위해서, 이미지의 밝기 값을 고려한 이진화를 수행한다. 일반적으로 사용되는 임계값을 이용한 단순한 이진화는 원본이미지의 밝기 값에 많이 의존하게 되므로, 원본 이미지가 어둡거나 밝을 경우, 흑백 만화에 적합한 영상을 렌더링하기 어렵다. 그러므로 이미지의 각 영역별 밝기값과 전체적인 영상의 밝기값을 고려한 만화적 이진화를 수행해야 한다. 그리고 사용자가 원하는 만화적인 분위기를 표현하기 위해서, 만화의 전반적인 밝기값을 사용자가 조절할 수 있어야 한다.

이를 위해서, 제안한 시스템은 사용자가 고려하는 만화의 전체적인 밝기 d ($0.0 \leq d \leq 1.0$)와 영역별 분산을 고려하기 위한 영역의 크기 s 를 매개변수로 입력받는다. d 와 s 를 이용하여, 수식 1과 같이 영상에 적용하기 위한 이진화를 위한 임계값 T 를 계산한다. 수식 1에서 $Avg(I)$ 는 입력 영상 I 의 평균밝기값이며, $Var(I_s)$ 는 s 크기의 그리드 영역에 분포한 픽셀의 분산을 의미한다.

$$T = Avg(I) + (d - 0.5) \cdot Avg(\sum Var(I_s)) \quad (1)$$

흑백 만화에서 사용되는 대부분의 스트록은 세부적인 묘사를 생략하고 굵고 간결한 형태로 표현된다. 이러한 특성의 만화적인 스트록을 렌더링하기 위해서, 먼저 Bilateral Filter를 이용하여, 윤곽선 근처의 잡음성 색상 변화를 제거한다. 그 후, 원본 이미지로부터 Canny Edge 추출 알고리즘과 OpenCV 라이브러리를 이용하여, 스트록으로 사용될 윤곽선을 추출하고, 잡음성의 윤곽선은 제거한다. 추출된 각 윤곽선들은 간결하고 굵은 형태의 만화적 스트록으로 변환[9]한다. 그림 5는 그림 4의 영상을 입력으로 받아 이진화된 영상에 양식화된 스트록을 렌더링한 후 만화적인 배경 효과를 적용한 결과이다.

4.2 객체와 배경의 분리

제안한 시스템에서는 디지털 이미지에서 사용자가 원하는 객체를 분리하기 위해, 사용자의 입력을 이용하여 객체를 추출한다. 그러나 단순한 클리핑을 이용하여 객

체와 배경을 분리할 경우, 만화적인 배경과 사실적인 전경이 경계면에 의해 절단되어 부자연스럽게 렌더링된다.

$$ER(BG_i) = T_{lv} \cdot ER(BG_i) \quad (2)$$

$$IR(FG_i) = T_{lv} \cdot IR(FG_i) \quad (3)$$

그러므로 본 시스템에서는 경계면을 확장하면서, 수식 2와 3과 같이 배경화면의 픽셀값과 전경 화면의 픽셀값에 대한 투명도 T_{lv} 값을 경계면을 확장함에 따라 점차 감소하였다. 즉 경계선의 외부 영역 $ER(BG_i)$ 는 경계면이 확장벡터에 의해 확장 (i 값의 증가)할수록 T_{lv} 값은 감소하여, 배경효과 BG_i 가 선명하게 된다. 수식 (3)의 $IR(FG_i)$ 의 경우는 $ER(BG_i)$ 와는 반대로 축소 벡터에 의해 경계면이 축소 될수록 전경 FG_i 가 점점 선명하게 렌더링 되어 전경화면의 반영 비율이 점차 높아진다.



그림 4 입력이미지의 경계 영역 설정(빨간색 라인)과 Bilateral Filter를 적용한 결과 영상.

그림 5는 그림 4의 이미지를 본 논문에서 제안한 형태로 배경과 전경을 분리한 결과를 보여 준다. 전경의 경계영역 부근에 배경화면의 투명도 값이 서서히 변화하면서, 전경과 배경이 자연스럽게 렌더링 된다.



그림 5 추상화된 이미지(그림 4)를 이용하여 이진화 연산을 적용하고, 클리핑과 배경효과 그리고 스트록을 추가한 결과 영상.

5. 만화 스크립트의 렌더링

대부분의 흑백 만화에서는 만화의 스토리를 전개하기 위해서 말풍선을 이용한다. 그리고 만화 주인공의 감정 상태나 만화의 분위기를 강조하기 위해서, '헉', '광', '으스스' 등과 같은 효과글을 사용한다. 제안한 흑백 만화 시스템은 6 종류의 말풍선과 폭발, 스피드 라인, 그림자

효과 등 3가지 종류의 렌더링 효과를 표현할 수 있다.

5.1 말풍선의 렌더링

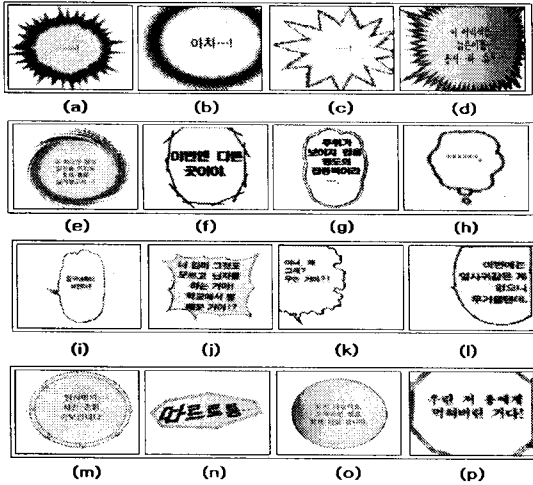


그림 6 그림 (a)에서 (d)는 스크립트의 주체가 소리내어 말하지 않고 마음 속으로 말하는 경우에 사용되는 말풍선들이며, 그림 (h)에서 (k)는 스크립트의 주체가 직접 소리내어 말하는 말풍선들이다. 그리고 (l)에서 (o)는 만화책에서 보이지 않는 스크립트의 주체가 다른 경로를 통해서 주인공에게 스크립트를 전달할 때 사용되는 말풍선이다.

말풍선은 스크립트의 주체와 스크립트를 연결하는 매개체 스토리 전개를 위해서 필수적인 요소이다. 그림 6은 실제 만화에서 사용되는 말풍선들을 스크립트의 분위기나 내용 그리고 상황에 따라 분류한 것[10]이다. 본 논문에서 제안한 흑백 만화 시스템은 그림 7과 같이 6 종류의 말풍선을 모델링하고 렌더링 가능[10]하다. 이들 말풍선은 각각 스크립트의 평서문, 감탄, 강조, 해설, 생각, 외침등의 분위기를 묘사한다.

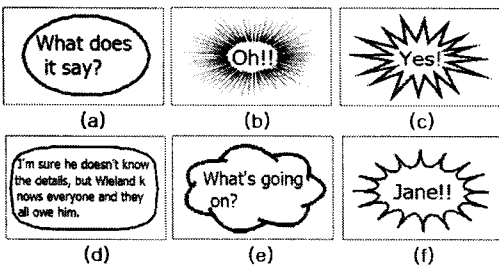


그림 7 흑백 만화 제작 시스템에서 지원하는 말풍선의 종류 (a) 풍선말풍선, (b) 느낌 말풍선, (c) 강조말풍선, (d) 타원말풍선, (e) 구름말풍선, (f) 외침말풍선.

5.2 효과글의 모델링과 렌더링

흑백 만화에서 효과글은 인물의 대화를 표현하는 말풍선 외에 객체의 의성어나 의태어를 표현하는데 사용된다. 그림 8은 실제로 흑백 만화에서 사용되고 있는 효과글이다. (a)는 기본적인 효과글의 표현방법인 검은 테두리와

흰색 외곽영역을 보여준다. (b)와 (c)는 글자를 분리 또는 변형하여 왜곡된 효과를 표현한 효과글이다.

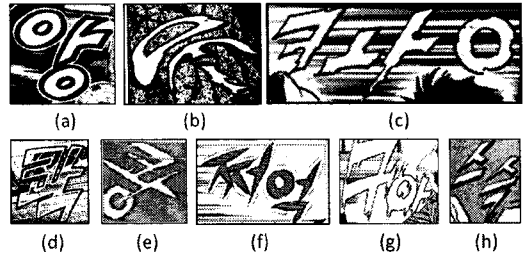


그림 8 실제 흑백 만화에서 사용되는 효과글의 종류. (a) 테두리 표현을 볼 수 있는 효과글. (b) 왜곡된 효과글. (c) 초성,중성,종성으로 나눈 효과글. (d) 텍스처를 입히지 않은 효과글. (e) 폭발 효과글. (f) 진동 효과글. (g) 스피드라인 효과글. (h) 그림자 효과글.

(d)는 글자 내부를 채우지 않은 효과글인데, (f)와 같이 여러 종류의 텍스처를 입혀 다양한 효과를 낼 수도 있다. (e),(f),(g),(h)는 기본적인 효과글의 표현법 위에 다양한 효과를 적용한 모습들을 보여준다. 이를 통해 효과글은 다음과 같은 속성으로 이루어짐을 알 수 있다.

$$SF_i = \langle Text, Pos, G, T, O, Fx \rangle$$

효과글 객체(SF)는 텍스트와 위치, 기하학적 모양(G), 재질(T), 외곽 형태(O) 속성을 가지고 있으며 각종 효과(Fx)를 적용하여 표현한다. 여기서 기하학적 모양이란 효과글을 이루는 각 점들의 집합을 의미하며 다음과 같이 표현할 수 있다. 재질은 텍스트의 내부를 표현하는 방법을 의미하며, 색상 또는 특정 패턴을 씌우거나 투명하게 하는 등의 효과를 가질 수 있다. 외곽 형태는 그림 8의 (a)에서 보듯이 외곽선과 외곽 영역을 속성으로 가지며 다음과 같이 나타낸다.

$$G = \langle p_x, p_y \rangle, O = \langle O_{Line}, O_{Area} \rangle$$

효과는 일반적으로 다음과 같은 속성을 가지며, 각각 효과 방향, 효과 길이, 효과의 밀집도를 의미한다.

$$Fx = \langle Dir, Len, Den \rangle$$

제안된 흑백 만화 제작 시스템은 기본적인 효과글의 속성[11]을 바탕으로 폭발 효과, 스피드 라인 효과, 그림자 효과를 적용하여 효과글을 표현할 수 있다. 폭발 효과는 가벼운 폭발음이나 두려움 혹은 공포에 찬 인물의 의성어를 표현하는데 사용되며, 스피드라인 효과는 속도가 느껴지는 폭발이나 물체의 움직임 등을 나타내는데 사용된다. 또한, 그림자 효과는 공허한 분위기를 표현하는데 사용된다. 다음 그림은 시스템에서 표현한 효과글과 해당 속성 값이다.

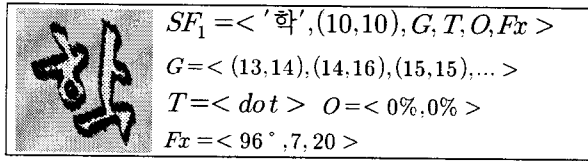


그림 9. 폭발 효과

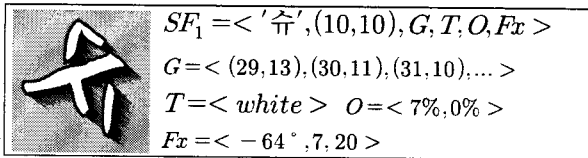


그림 10. 스피드 라인 효과

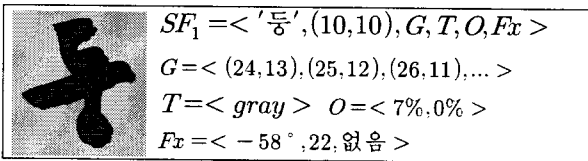


그림 11. 그림자 효과

6. 만화적인 효과

본 논문에서 제안한 흑백 만화 제작 시스템은 실제 만화에서 많이 활용되는 다양한 형태의 만화적인 요소를 렌더링하기 위해서, 20개의 만화적인 아이콘과 스피드 라인 그리고 2개의 배경 효과를 지원한다.

6.1 배경 효과

흑백 만화는 스토리의 적절한 분위기나 인물의 심리를 묘사하기 위하여 배경 효과를 사용한다. 그림 12는 실제 흑백 만화에서 사용된 배경 효과들이다. (a)의 집중 효과는 특정 대상에 관심이 집중되도록 하며, (b) 다크 효과는 어두운 분위기의 장면에서 주로 사용된다. 그리고 (c)의 카펫 효과는 기본적인 패턴들이 공간을 채우는 형태로 주로 정적인 분위기에서 사용된다.

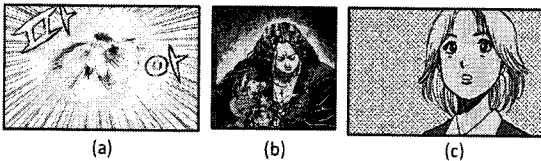


그림 12 실제 흑백 만화의 배경 효과들. (a) 집중 효과. (b) 다크 효과. (c) 카펫 효과

흑백 만화에서의 배경 효과는 다음과 같이 정의된다.

$$B = \langle P, T, A \rangle$$

배경 효과는 패턴(P)과 배경 효과의 형태(T), 그리고 패턴을 조절하기 위한 속성(A)으로 이루어진다. 배경 효과의 패턴의 종류로는 줄무늬, 물결무늬 그 밖의 다양한 기하학적 모양이 있다. 배경 효과의 형태에는 기본적인 패턴 그대로 나타나는 기본 효과, 특정 대상에 관심이

집중되도록 하는 집중 효과, 그리고 패턴의 크기나 진하가 서서히 변화하도록 하는 그래디언트 효과 등이 있다.

6.2 효과 아이콘의 표현

효과 아이콘은 인물의 분위기나 장면의 느낌을 글이 아닌 그림 형태로 나타내는 기법이다. 제안한 흑백 만화 제작 시스템에서는 20가지의 시스템 표준 아이콘과 외부 파일을 통해 불러온 아이콘을 사용할 수 있다.

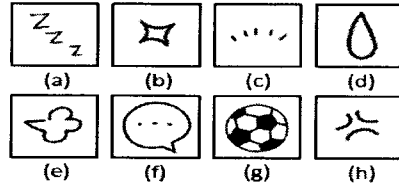


그림 13 흑백 만화제작 시스템에서 지원 하는 표준 아이콘. (a) 잠. (b) 번쩍. (c) 반쩍. (d) 땀 (e) 한숨. (f) 고민

그림 13은 시스템에서 제공하는 표준 아이콘을 보여주고 있다. 각각의 아이콘은 이미지에 로드된 뒤 선택 점을 통해 크기 및 위치, 방향을 수정할 수 있다. 또한, 투명도 조절 기능을 통해 아이콘이 인물이나 배경을 모두 가리지 않고 자연스럽게 표현되도록 렌더링할 수 있다.

6.3 스피드 라인

흑백 만화는 정지된 영상에서 표현하기 힘든 사물의 움직임이나 속도감을 표현하기 위하여 스피드 라인을 사용한다.

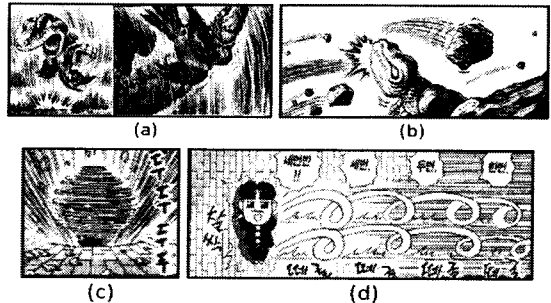


그림 14 실제 흑백 만화에서 사용된 다양한 형태의 스피드 라인. (a) 평행형. (b) 퍼짐형. (c) 회전형. (d) 꼬임형.

그림 14는 실제 흑백 만화에서 사용된 스피드 라인이다. 스피드 라인은 다양한 동선을 표현해야 하므로 그 형태가 다양하다. 스피드 라인은 평행하게 표현되는 평행형 스피드 라인, 특정 한 점에서부터 주어지는 각도만큼 퍼져 나가는 퍼짐형 스피드 라인, 회전하는 움직임을 나타내는 회전형 스피드 라인, 구르는 물체의 움직임을 나타내는 꼬임형 스피드 라인으로 분류할 수 있다.

7. 결론 및 향후 연구 과제

본 보고서에서는 동영상으로부터 추출한 이미지를 이

용하여, 흑백 만화로 제작하기 위한 시스템을 제안하였다. 이를 위해, 제안한 시스템은 영상의 이진화 작업과 스트로크의 렌더링 그리고 전경과 배경 분리 작업과 같은 흑백 만화 카툰닝 기능과 스크립트의 렌더링 기능과 다양한 형태의 만화적인 요소들의 모델링하고 렌더링하는 기능을 제공한다. 표 1은 본 논문에서 제안한 시스템이 제공하는 기능과 특징을 정리한 것이다.

표 1. 제안한 흑백 만화 제작 시스템의 주요 기능.

기능	특징	
흑백 만화화	이진화	밝기값을 고려한 이진화 모듈.
	스트로크	만화적인 특징을 묘사하는 간략화된 스트로크.
	렌더링	락화된 스트로크.
	전경과 배경	클리핑 경계영역의 전경과 배경에 대한 비트맵 처리 기능.
스크립트 렌더링	말풍선	6 종류의 말풍선 렌더링.
	효과글	3가지(폭발, 스피드라인, 그림자) 렌더링 효과.
만화적 요소	배경효과	2가지(줄무늬, 나선효과) 스타일의 배경효과.
	아이콘	20 가지의 내부 아이콘.
	스피드 라인	사용자가 입력한 절단면을 경계로 다양한 형태의 스피드라인 렌더링 가능.

비디오 영상으로부터 추출한 이미지를 이용하여 흑백 만화로 제작하는 과정 중 가장 시간이 많이 소요되는 작업은 수작업으로 진행한 전경과 배경의 분리 작업이다. 그러므로 사용자의 입력을 최소화하고 동시에, 전경 추출의 정확성을 높이기 전경 추출 알고리즘이 필요하다. 그리고 다양한 만화적인 요소를 모델링하고 렌더링할 때, 효과글과 같이 복잡한 형태의 기하 정보를 가진 만화적인 요소들을 좀 더 효율적이고 일관된 형태로 모델링하고 렌더링하기 위한 방법이 연구되어야 한다.

참고 문헌

[1] H. Winnemler and S. Bangay. "Rendering optimisations for stylised sketching," *AFRIGRAPH '03: Proceedings of the 2nd international conference on Computer graphics, virtual Reality, visualisation and interaction in Africa*, pp 117-122, 2003.

[2] S. C. Hsu, I. H. H. Lee, and N. E. Wiseman. "Skeletal strokes," *UIST '93: Proceedings of the 6th annual ACM symposium on User interface software and technology*, pp 197-206, 1993.

[3] B.-K. Chun, D.-S. Ryu, W.-I. Hwang, and H.-G. Cho. "An Automated Procedure for Word Balloon Placement in Cinema Comics," *ISVC*, pp 576-585, 2006.

[4] W.-I. Hwang, P.-J. Lee, B.-K. Chun, D.-S.

Ryu, and H.-G. Cho. "Cinema comics: Cartoon generation from video stream," In *Proc. of GRAPP*, pp 299-304, 2006

[5] J. Preu and J. Loviscach. "From movie to comic, informed by the screenplay," *SIGGRAPH '07: ACM SIGGRAPH 2007 posters*, pp. 99, 2007

[6] H. Chen, N.-N. Zheng, L. Liang, Y. Li, Y.-Q. Xu, and H.-Y. Shum. "PicToon: a personalized image-based cartoon system," *MULTIMEDIA '02: Proceedings of the tenth ACM international conference on Multimedia*, pp 171-178, 2002.

[7] Celsys. "Comic Studio," <http://www.celsys.co.jp/en>

[8] e-frontier. "Manga Studio," <http://www.e-frontier.com/>

[9] 류동성, 조환규. "디지털 이미지에서 흑백 만화를 위한 스트로크 추출 방법," *한국 컴퓨터그래픽스학회 하계학술대회 논문집*, pp 39-44, 2007

[10] 류동성. "만화에서 말풍선의 모델링과 구현방법," *Technical Report*, 부산대학교, 컴퓨터 그래픽스 연구실, <http://pearl.cs.pusan.ac.kr/>

[11] 박규태, 조환규. "흑백 만화 생성 시스템에서의 스타일화된 폰트 구현," *한국 컴퓨터그래픽스학회 하계 학술대회 논문집*, pp 37-38, 2007



그림 15 제안한 흑백 만화제작 시스템으로 제작한 무한도전 앙리편의 만화 한 페이지.