

만화 기법을 이용한 물체의 동적효과 구현

이평준^o 황원일 조환규

부산대학교 컴퓨터공학과

{pjlee^o, wihwang, adagio}@pearl.cs.pusan.ac.kr

Special Effects for moving object with comics approach

Pyung-Jun Lee^o, Won-Il Hwang, Hwan-Gue Cho

Dept. of Computer Science and Engineering, PUSAN National University

요 약

연속된 장면이 아닌, 정지된 그림의 병렬적인 배열로 이루어지는 만화책은 다양한 특수 효과로 스틸이 이미지에서 동적인 효과를 이끌어 낸다. 그 특수 효과는 실제 물리적 이론에 기반하고 있지는 않지만, 독자에게 충분히 동적 운동 정보를 제공하는 특징을 느끼게 한다. 본 논문에서는 스틸이미지가 움직이고 있다고 느끼게 만드는, 만화기법의 동적효과를 조사하며 이 동적효과를 간단한 인자로 조절하는 방법을 제시한다. 그리고 동적 효과를 스틸이미지에 실제로 적용해본다. 본 연구의 결과로, 정지된 듯한 느낌을 주던 이미지에 동적인 느낌을 부여하게 되며, 추후 연구과제로서 비디오 영상에 대해 중요 장면을 추출하고 추출한 장면에 동적인 만화 기법을 적용시킨 만화를 만드는 연구를 진행시켜 나가고자 한다.

1. 서 론

사람들이 흔히들 즐겨보는 “만화”라는 것에는 두 가지 종류가 있다. 만화영화(animation)와 만화책(comics)이 그것들인데, 만화영화를 보거나 만화책을 읽을 때 모두 만화속의 캐릭터가 실제로 살아 움직인다고 느끼지만, 그 인지(perception) 원리에 있어서는 차이를 보인다. 만화영화는 매 순간 변화가 있는 일련의 정지영상을 빠른 시간 안에 교체해가며 시청자들에게 보여주는데, 이는 사람의 시각기관이 가지는 특징인 잔상효과를 이용하여 연속된 정지영상이 마치 실제로 움직이고 있는 듯한 착각을 불러일으킨다. 이에 반해 연속된 장면이 아닌, 정지된 그림의 병렬적인 배열로 이루어지는 만화책은 다양한 특수 효과로, 독자로 하여금 스틸이미지에서 동적인 효과를 느끼게 한다. 그 특수 효과는 실제 물리적 이론에 기반하고 있지는 않지만, 독자에게 충분히 동적 운동 정보를 제공하는 특징을 갖는다. 본 논문에서는 보는 사람으로 하여금 스틸이미지가 움직이고 있다고 느끼게 하는 동적효과를 연구해 보고, 이동 및 회전하는 물체에 대하여 연구한 특수 효과를 적용해 보고자 한다. 본 논문의 2장에서는 일반적으로 사용되는 만화적 특수효과에 대하여 조사한 결과와 관련 연구를 분석하며, 3장에서는 회전하는 물체에 대한 특수효과를 생성하는 연구를 설명한다. 4장에서는 본 논문의 결론과 향후 연구과제에 대해서 언급할 것이다.

2. 만화적 특수 효과 연구

앞서 언급한 바와 같이, 만화책은 표현 방법에서 일련의 스틸 이미지를 병렬적으로 배치하는 특성을 갖는다. 여기서 스틸이 이미지로 모든 동적인 효과를 표현해야 하는 만화책의 특징적인 제약이 발생하는데 이 제약적인 상황에서 동적인 효과를 구현하기 위해서 만화에는 실제로 다양한 효과가 사용되어 진다. 가장 대표적인 것은 스피드 라인으로, 움직이는 객체의 과거 동작을 표현하기 위해서 객체에 대하여 객체의 진행 반대 방향에 다수의 직, 곡선을 그려주는 것이다. 스피드라인이 객체의 과거 위치에서 현재 위치를 잇는 직선을 긋는 것이라면 이와 비슷하게 객체의 과거 위치에서 객체의 외곽선을 반복하여 그리는 방법도 존재한다. Maic Masuch[1]는 키프레임 데이터들

갖는 폴리곤 3D 모델을 입력으로 하여 스피드라인과 외곽선 반복 그리기 효과를 연구하였다. 이 외에도 객체의 과거이지를 현재 이미지와 한 장의 그림에 중첩하여 나타냄으로서 동적인 효과를 발생시키는 방법도 존재한다. Christian Hanl[2]는 multiple image를 연구하여 일정한 time interval로 찍은 여러 장면을 하나의 장면으로 병합시키는 연구를 하였다. 본 논문에서는 앞선 연구를 발전시켜서 만화기법을 이용한 물체의 동적 효과를 구현하였다.

2.1 스피드라인

스피드라인은 객체의 과거 변위를 나타내는 복수개의 경로선을 말한다. 스피드라인은 크게 두 종류로 나눌 수 있는데 스피드라인을 적용할 물체에 대하여 진행방향을 나타내는 벡터와 직접 맞닿는 외곽영역에 그려 넣는 외부 스피드라인과 물체의 내부 에지 정보를 기반으로 물체를 구성하는 스트로크에 작은 스피드라인을 그려 넣는 내부 스피드라인이 그것이다. 각 스피드라인은 다음과 같은 파라미터로 구성된다.

$$\text{OuterSpeedline} = O(O_{\text{obj}}, V, R)$$

$$\text{InnerSpeedline} = I(E_{\text{obj}}, V, R)$$

O_{obj} : 객체의 외곽 라인 추출 정보, E_{obj} : 객체의 내부 에지 정보, V : 객체의 무빙벡터, R : 난수 비율 상수

O_{obj} , E_{obj} 는 스틸이미지에서 추출한 객체 정보이며 V 는 사용자가 지정하는 객체의 이동정보(이동방향, 이동속도)이다. R 은 스피드라인이 그려지는 빈도를 결정하는 상수이다.

외부 스피드라인은 객체 전체가 이동하는 느낌을 주며 내부 스피드라인은 물체가 움직임에 따라 미세하게 흔들리거나 흐려지는 효과를 주는 특성이 있다. (그림 1) 각 스피드라인은 무빙벡터의 크기, 즉 객체의 이동 속도에 따라 그 길이를 변경시켜서 물체의 속도를 반영하여 표현한다. 스피드라인이 길 수록 빠른 속도의 이동을, 짧을 수록 느린 속도의 이동하는 느낌을 준다.

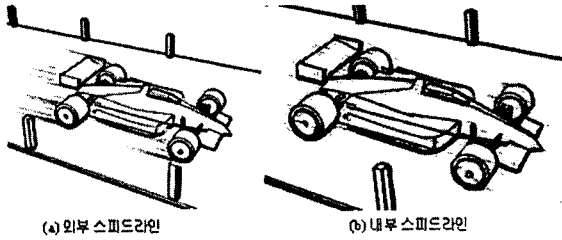


그림 1. 외부 및 내부 스피드라인

2.2 객체의 투명도 조절

만화에서는 빠르게 이동하는 물체를 나타낼 때 객체의 투명도를 열게 조절하는 방식을 사용한다. 정지해 있는 물체의 투명도가 30, 40 등으로 증가하여 사람의 눈에는 뚜렷하지 않고 흐릿한 물체의 윤곽이 남는다. 이를 객체에 적용하여, 물체의 이동방향에 따라 여러 가지 항수로 투명도를 다르게 하여서 움직이는 효과를 주었다. (그림2) 객체와 객체의 진행방향 벡터(이하 무빙벡터로 칭한다)가 주어진다면 무빙벡터에 따라 객체 내에서 진행방향에 가깝게 위치한 픽셀일 수록 그 불투명한 정도는 크고 반대 방향에 존재할 수록 투명한 효과를 적용시켜 보았다. 각 경우의 그림 우측에 위치한 그래프는 전체 투명도의 분포를 나타낸다.

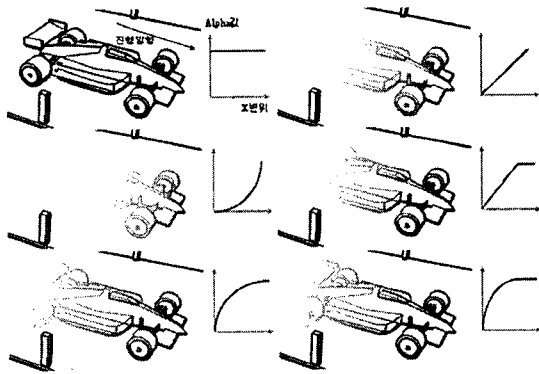


그림 2. 다양한 항수를 적용한 투명도 조절

투명도 항수를 다양하게 적용시켜 본 결과, x 는 방향벡터 방향의 변위, y 는 투명도, k 는 기울기 상수일 때 $y=kx$ 의 선형 분포와 $y=kx^{1/2}$ 의 분포 그래프를 적용시켰을 때 동적인 효과를 크게 느낄 수 있었다.

2.3 그라디언트 박스 추가

그라디언트 박스는 검정색에서 흰색까지 점차적으로 그 색깔이 변화하는 박스로서, 투명도 조절이 객체 자체의 투명도를 조절했다면, 그라디언트 박스는 스피드라인과 같이 객체 외부에 부가되는 효과이다. 앞서 외부 스피드라인을 적용하는 위치와 동일한 위치에 점차 연해지는 객체 기반의 그라디언트 박스를 추가함으로써 동적인 효과를 줄 수 있다. 그라디언트 박스는 객체에 가까운 위치일 수록 그 농도가 짙으며 객체와 멀어질수록 연하도록 하면 그라디언트 박스에 따라 객체가 이동하는 효과가 주어진다.

2.4 외곽선 중첩

객체가 과거에 존재했던 위치를 계산하여 객체의 외곽선을 중

첩해서 그리는 것으로 동적인 효과를 나타낼 수 있다. 앞선 방법과 마찬가지로 무빙벡터의 크기에 따라 외곽선이 그려질 위치를 조정해서 그릴 수 있다.

2.5 다이내믹 필드

다이내믹 필드란, 장면의 동적 정보를 저장하는 벡터 레이어이다. 앞선 스피드라인, 투명도 조절, 그라디언트 박스, 외곽선 중첩 효과는 모두 객체에 대한 이동 정보(무빙벡터)를 이용하여 생성되었는데, 객체에 대한 이동 정보만으로는 객체의 움직임을 표현하는데 제한이 따르므로, 장면에 대한 동적 정보를 저장하기 위해 다이내믹 필드를 사용하였다.

그림 3의 a는 다이내믹 필드를 적용할 원본 이미지를 나타낸다. b가 다이내믹 필드로서, 장면의 일부분에 대한 동적 정보(이동 방향, 크기)를 저장한다. c는 원본 이미지에 다이내믹 필드의 동적 정보를 합성한 것이다.

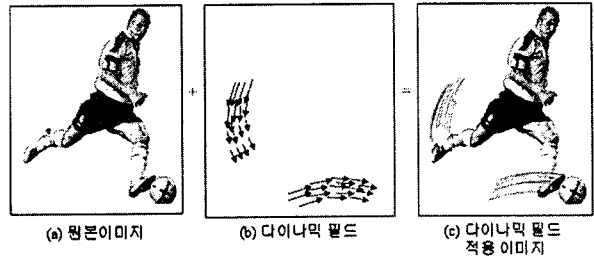


그림 3. 다이내믹 필드 적용

2.6 복합 적용 결과

앞서 구현한 투명도 조절, 스피드라인, 그라디언트 박스, 외곽선 중첩, 다이내믹 필드 방법은 각각 적용해도 어느 정도 동적 효과를 느낄 수 있으나, 이 효과들을 복합해서 적용하면 더욱 큰 동적 효과가 부가 된다. (그림 4) 그림 4.a, d는 원본 이미지이며 b, e는 다이내믹 필드와 내부스피드라인이 적용되었으며 c, f는 다이내믹 필드와 그라디언트 박스 효과가 적용되었다. 같은 원본 이미지를 대상으로 다른 무빙벡터와 다이내믹 필드를 적용하여 각기 다른 결과 이미지를 얻을 수 있었다.

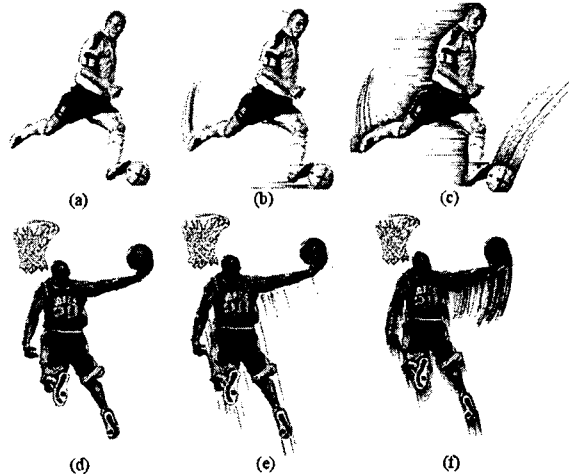


그림 4. 다양한 효과의 복합적인 적용

3. 회전하는 물체에 대한 특수효과

객체의 회전 움직임은 좌표적인 위치 변화가 있는 일반적인 이동 움직임과는 달리 동일한 궤적을 반복한다는 특징이 있다.

따라서 지나온 궤적을 따라 개체의 이동 방향과 속도를 표현하는데 사용했던 스피드 라인을 그대로 적용해서는 개체의 회전 움직임을 효율적으로 표현할 수 없다. 기본적으로는 개체의 움직임을 표현하는데 사용했던 개체의 잔상 기법과 스피드라인 기법을 사용하면서, 여기에 회전 궤적의 특징을 반영할 수 있도록 수정하여야 한다. 본 연구에서는 개체의 잔상과 스피드 라인에 다양한 속성을 두고, 이를 매개변수로 조절 가능하도록 하여 정지영상으로 개체의 회전속도를 표현할 수 있도록 하였다.

3.1 잔상 효과

개체의 회전 움직임을 표현하는데 사용되는 잔상 기법은 다음 두 가지에 중점을 두고 있다.

1. 잔상의 개수와 간격
2. 잔상의 윤곽선 표현

잔상의 개수와 간격은 개체의 회전 속도와 직접적인 연관이 있다. 실제인 영상을 표현하는 것이 아니기 때문에 선행적인 관계가 있는 것은 아니다. 하지만, 개체의 잔상이 흐릿하게 되어 원형을 알아보기 힘들 정도로 회전 속도가 빨라지기 이전에는 회전 속도는 잔상의 개수에 비례하고 간격에 비례하는 특징을 보인다.

잔상을 표현하는 방법에는 개체 내부의 색상 값을 n차 방정식 함수를 적용하여 그라디에이션하는 방법과 윤곽선의 일부분만을 표현하는 방법이 있다. 그라디에이션의 경우 잔상의 개수 n과 전체 색상 값의 합을 나타내는 k를 고려하여 다음과 같은 식을 적용시켜 나타낸다.

식1)

$$\sum_{i=0}^n \int_0^1 kx^i = 1$$

- n: 잔상의 개수
k: 실제 개체의 색상 값

물체의 이미지가 여러 개의 잔상과 함께 표현되면, 원 이미지의 색상 값이 여러 개의 잔상에 분배된다. 즉, 위의 식1에서와 같이 전체 색상 값은 일정한 값을 가지기 때문에, 잔상의 개수가 늘어날수록 각각의 색상 값은 그만큼 줄어들게 된다.

윤곽선의 경우, 회전 방향의 반대 방향의 경계를 추출하여 보여준다. 단, 개체의 원형이 흐릿해지는 효과를 부각시키기 위해서 원 개체의 경계에서 회전 중심에 가까운 부분을 보이지 않도록 하는 것이 효과적이다. 본 연구에서는 전체 개체 중 회전하는 부분에 대한 좌표적인 데이터 정보를 가지고 있기 때문에, 이를 기반으로 하여 회전 중심과의 상대적인 거리를 측정 한 후, 보이지 않는 경계 부분을 결정한다. 회전 중심으로부터 d만큼 떨어져 있고, 개체의 회전 반대 방향 경계에 속한 좌표 점을 그림 5에서와 같이 구한 후, 원점을 잇는 직선을 그린다. 직선에 의해 나뉜진 두 영역 중, 개체의 회전 방향과 반대 방향의 경계가 속한 영역만을 남기고, 나머지 부분을 제거한다.

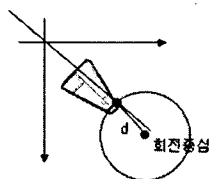


그림 5 개체의 윤곽선 제거 부분 결정

3.2 스피드 라인

개체의 움직임을 표현하는데 있어 가장 핵심적인 요소 중 하

나가 움직임의 궤적을 따라 그려주는 스피드 라인이다. 스피드 라인은 회전 속도에 적당하게 표현되어야 하기 때문에, 회전 중심과의 거리를 고려해야 한다. 회전 중심과의 거리가 멀수록 회전 속도가 빠르기 때문에 많은 수의 스피드 라인을 분포시킨다. 즉, 스피드 라인은 회전 궤적을 따라 회전 속도와 회전 중심과의 거리에 비례하여 그려준다.

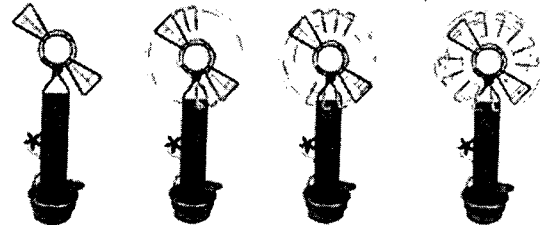
3.3 개체의 회전 속도 표현

앞 절에서 개체의 회전 속도를 표현하기 위한 두 가지 기법인 잔상과 스피드 라인에 대해 알아보았다. 개체의 회전 속도는 잔상의 개수와 간격, 윤곽선의 표현, 그리고 스피드 라인의 개수로 조절이 가능하다.

$$V = F(N, A, B, S)$$

V: 회전 속도, N: 잔상의 개수, A: 잔상의 간격(회전 각), B: 윤곽선의 표현, S: 스피드 라인의 개수

다음 그림 6은 위의 다섯 가지 매개 변수 값을 조절하여 개체의 회전 속도가 점점 빨라지는 것을 보여준다.



(a) rpm=0 (b) rpm=20 (c) rpm=50 (d) rpm=100

그림 6 점점 증가하는 회전 속도의 표현

4. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 만화적 기법을 이용한 다양한 동적 효과를 구현해 보았다. 이동 객체에 대해서는 투명도 조절, 스피드라인, 그라디언트 박스, 다이내믹 필드를 이용하였으며 회전 객체에 대해서는 잔상, 스피드라인, 회전 속도 표현 기법을 연구해 보았다. 다양한 방법을 적용한 결과, 원래의 스틸이미지에서는 느낄 수 없었던 동적인 효과를 느낄 수 있었다.

본연구의 최종적인 목표는 한편의 영화에 대해 중요 장면을 추출하고 추출한 장면에 동적인 만화 기법을 적용시킨 만화를 만드는 것이다. 앞으로 동적 효과를 실제 사진이나 영화장면에 적용하여 새로운 스타일의 사진이나 영화의 동적인 장면을 효율적으로 표현하는 잘 추출된 이미지를 만들 수 있으리라고 생각된다.

참고자료(References)

- [1] Maic Masuch, Stefan Schlechtweg and Ronny Schulz, "Speedlines : Depicting Motion in Motionless Pictures", ACM SIGGRAPH, S.277, 1999
- [2] Christian Hanl, Michael Haller and Jeremiah Diephuis, "Non-photorealistics rendering techniques for motion in computer games", ACM Computers in Entertainment, Vol.2, No.4, 2004
- [3] Mark Harris, Adam Lage, Carl Marshall and Marc Blackstein, "Stylized rendering techniques for scalable real-time 3D animation", NPAR, p13, 2000
- [4] Michael Potmesil, Indranil Chakravarty, "Modeling Motion Blur in Computer-Generated Images", Computer Graphics, Vol.17, No.3, 1983
- [5] Jae-Hoon Jang, <http://iddoking.com/>, 2005