

Distance coefficient를 이용한 VRML/X3D 안개효과 개선

박승규, 진성아, 김성동
성결대학교 멀티미디어학부, 계원조형예술대학

Improving VRML/X3D Fog Effect Using Distance Coefficient

Seung-kyu Park, SeongAh Chin, Seongdong Kim*
Division of Multimedia, Sungkyul University,
Dept. of information & communication network, Kaywon School of Art and Design*

요 약

웹상의 3차원 세계를 구현할 수 있는 국제표준 언어인 VRML/X3D를 이용한 Web3D콘텐츠의 요구가 증대되고 있다. 본 논문은 VRML/X3D에서 지원하는 안개(Fog)효과의 한계를 고찰하고 효과적인 안개효과를 개선할 수 있는 방법을 제안한다. 거리계수를 파라미터로 사용함으로써 지역적인 안개의 표현과 다양한 안개밀도를 생성하는 방법을 실험하였다.

1. 서론

자연현상 가운데 공기 중의 수증기가 지면에 가까이 있는 경우를 안개라고 한다. 안개의 영향으로 물체의 선명도와 물체의 고유색, 배경 등이 영향을 받는다고 할 수 있다. 인공적인 안개의 생성은 어떻게 구현할 수 있을까? 즉 디지털 콘텐츠에서 표현하고자 하는 가상안개의 표현에 대한 연구와 실험은 계속되고 있다. 안개효과를 표현하기 위한 방법으로 물체의 색상과 거리에 대한 함수로 생각할 수 있다. 즉 안개밀도에 따라서 원거리의 물체는 흐리게 보이고 근거리의 물체는 안개에 영향을 적게 받는 본래 색에 근접하게 표현한다. 안개의 효과를 이용하여 좀더 사실적인 배경을 연출할 수 있고 아지랑이, 수증기, 연기, 스모그, 연막, 공해 등의 자연스러운 자연현상 표현에 응용될 수 있다. 본 논문은 가상현실 표준화 언어인 VRML/X3D에서 지원하는 안개효과의 한계성을 지적하고 이를 개선하는 방법을 제안하고 실험한다.

첫째, 안개표현이 VRML/X3D에서 지원되기는 하나 안개밀도를 고려할 수 있는 거리계수(distance coefficient)를 적용할 수 없으므로 섬세한 표현에 한계가 있다.

둘째, 안개효과가 전체 전경에 대해서 Global하게 적용되기 때문에 특정 영역 별로 안개밀도를 표현하는 데 한계가 있다. 본 연구는 실제적인 Fog의 구현을 위해 distance coefficient를 실험적으로 분석하여 지역적인 Fog효과를 구현할 수 있는 방법을 제안한다.

2. 관련 연구

2.1 VRML과 안개효과

VRML이란 Virtual Reality Modeling Language의 약자로서 “가상현실 구현언어”이다. 웹 페이지에서 가상 현실을 구현하여 표현할 수 있는 3차원 그래픽이라고 할 수 있다. VRML은 국제 표준 기구인 ISO/IEC (the International Organization for

Standardization/the International Electrotechnical Commission)에서 인터넷 상에서 3차원 그래픽을 표현하는 표준으로 공인되어 있다[1].

안개를 표현하기 위한 노드는 다음과 같다. 안개 자체의 색상을 설정할 수 있는 color 필드가 있다.

```
Fog {
  exposedField SFCOLOR color 1 1 1 # [0,1]
  exposedField SFString fogType "LINEAR" "EXPONENTIAL"
  exposedField SFFloat visibilityRange 0 # [0.]
  eventIn SFBool set_bind
  eventOut SFBool isBound
}
```

안개생성 타입으로 LINEAR와 EXPONENTIAL을 지원하며 가시범위를 설정할 수 있는 visibilityRange가 있다.

2. X3D와 안개효과

X3D(Extensible3D)는 VRML97의 기능을 확장한 차세대 Web3D 표준 규약이다. X3D는 기존의 VRML과의 호환성을 보장하며 XML과의 통합을 가능하게 한다. 앞으로 VRML은 X3D라는 VRML 다음 버전으로 차기 명명되어 있다[1].

```
Fog : X3DBindableNode {
  SFBool [in] set_bind
  SFCOLOR [in,out] color 1 1 1 [0,1]
  SFString [in,out] fogType ["LINEAR"|"EXPONENTIAL"]
  SFFloat [in,out] visibilityRange 0 [0,∞)
  SFTime [out] bindTime
  SFBool [out] isBound
}
```

X3D에서 지원되는 안개효과 역시 VRML과 유사하며 fogType역시 LINEAR, EXPONENTIAL을 지원한다. 블렌딩함수로 LINEAR를 사용하는 경우보다 EXPONENTIAL을 사용하는 경우가 보다 자연스러운 안개 효과를 연출할 수 있다. LINEAR를 사용하는 경우는 안개밀도를 거리에 대한 선형함수를 이용하여 구현하며 EXPONENTIAL인 경우는 지수함수의 증가에 의해 안개밀도가 계산된다.

3. VRML/X3D 안개효과 개선

VRML/X3D에서 지원되는 Fog노드는 안개형용 fogType "LINEAR" "EXPONENTIAL"을 이용한다. 즉, 선형타입과 지수형 타입의 형식만을 지원할 뿐 거리에 따른 안개밀도(fog density)를 고려하지 않고 있다.

첫째, 즉 이를 구체화하여 거리(z)에 따른 안개

밀도함수(Fog density function)을 구한다. Exponential 밀도와 Gaussian밀도를 계산하여 안개의 효과가 적용된 실제적인 렌더링 색상을 계산하기 안개색상과의 물체의 색상을 선형조합으로 계산한다.

둘째, 현재 VRML에서는 전체장면에 대한 단일 Fog만이 적용되는 관계로 지역적으로 상이한 안개 밀도(Fog density)를 표현하는 데 한계가 있다. 지역적 안개밀도를 적용한 실험을 통하여 현실감을 증대시킬 수 있다. 안개밀도를 계산하기위해 그래픽시스템에서 사용되는 지수형과 가우시안형을 적용한다[2,3].

지수형 타입(Exponential Fog)

두 번째 안개밀도를 계산하기 위해 식1을 이용한 다.

$$\rho = \frac{1}{e^{d_c \times z^2}} \quad (1)$$

단 d_c 는 거리계수(distance coefficient)이고 z 는 시점에서 대상물체까지의 거리이다.

가우시안 안개밀도(Gaussian Fog)

세 번째 안개밀도를 계산하기 위해 식2를 이용한 다.

$$\rho = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{1}{e^{0.5 \times z^2}} \quad (2)$$

단 d_c 는 거리계수(distance coefficient)이고 z 는 시점에서 대상물체까지의 거리이다.

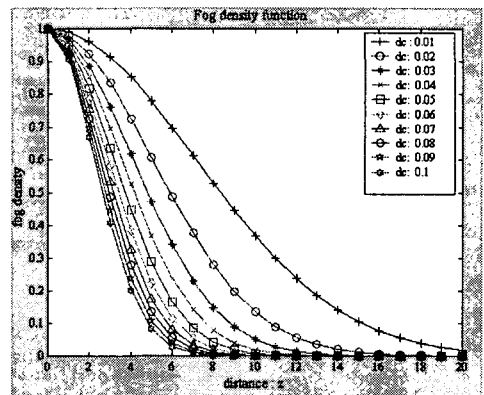


그림 1. Exponential Fog density function with various distance coefficients : d_c

그림1은 각 물체와 거리에 대한 안개밀도함수를

나타낸다. 거리(z)의 distance coefficient(d_c)에 따라 안개밀도의 증가치가 다른 것을 알 수 있다.

렌더링 색상

안개밀도(ρ)는 안개의 강도 정도를 나타낸다. 안개의 밀도를 계산하기 위해 거리(z)에 대한 함수를 고려했다. 최종적으로 렌더링되는 물체의 색상은 어떻게 구할 수 있을까? 안개의 색상과 물체고유의 색이용하여 구할 수 있다(식3).

$$O_c = \rho O_c + (1 - \rho)F_c \quad (3)$$

단 O_c 는 최종 렌더링색상이고 O_c 는 물체의 고유 색상, F_c 는 안개색상, ρ 는 안개밀도이다.

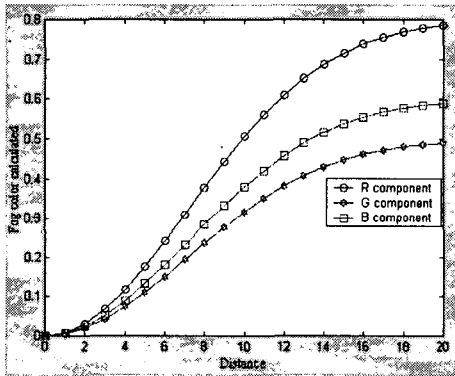


그림 2. Fog color calculated associated with distance coefficient $d_c=0.01$ and fog color [0.8 0.5 0.6]

그림2는 지수형 타입(Exponential Fog)에 대한 안개 색상을 보여주고 있다. 안개색상은 [0.8 0.5 0.6]이며 거리계수 $d_c=0.07$ 인 경우 이다. 거리 z 가 증가함에 따라 안개색상(Fog color) [0.8 0.5 0.6]에 근접함을 알 수 있고 근거리의 경우는 안개의 색상은 [0 0 0]에 수렴함을 볼 수 있다.

그림3은 식3으로부터 계산된 최종물체의 색상을 보여주고 있다. 거리에 대한 안개밀도($d_c=0.07$)를 계산하고 안개밀도를 고려한 안개색상([0.8 0.8 0.8])과 물체의 고유색([0.7 0.2 0.1])을 고려하여 계산한다. 처음 $z=0$ 인 경우 물체의 고유색상만 보이다가 거리가 증가함에 따라 물체의 고유색은 사라지고 $z=8$ 인 지점부터는 안개색상([0.8 0.8 0.8])만이 관찰된다.

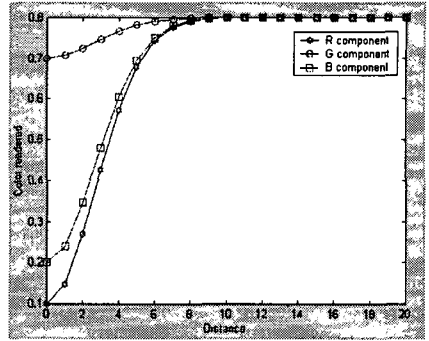


그림 3. Rendering color associated with Fog color [0.8 0.8 0.8] and object color[0.7 0.2 0.1] given distance coefficient : $d_c=0.07$



그림 4. 안개효과 없는 본래전경



그림 5. VRML Fog(Exp) 안개색상 $F_c=[1 1 1]$

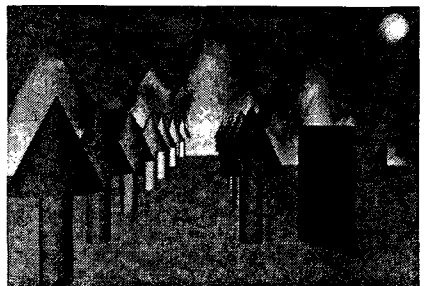


그림 6.안개효과($d_c=0.01$)

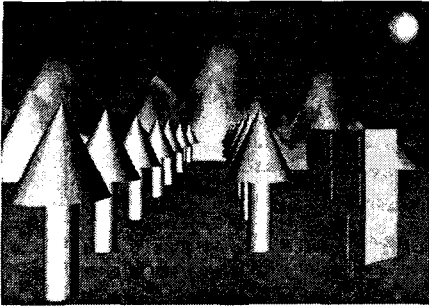


그림 7. 안개효과($dc=0.1$)

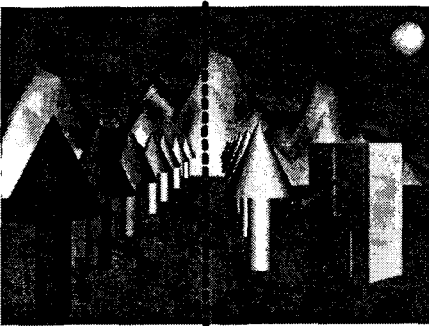


그림 8. $dc=0.01$ (왼쪽)과 $dc=0.1$ (오른쪽)을 적용시킨 전경

그림 4-8은 dc 를 이용하여 실험한 전경을 보여주고 있다. 그림 8은 지역적인 안개의 적용을 보여주고 있다. 왼쪽은 $dc=0.01$ 을 적용한 경우 이고 오른쪽은 $dc=0.1$ 을 적용한 경우이다.

4. 결론 및 향후 연구

본 논문은 가상현실 표준화 언어인 VRML/X3D에서 지원되는 안개효과의 한계성을 지적하고 이를 개선하는 방법을 제안하였다. VRML/X3D에서 지원되는 Fog노드에 섬세함을 가할 수 있는 distance coefficient를 도입하여 다양한 안개밀도를 계산하여 적용함으로써 현실감을 증대시킨다. 또한 안개효과가 특정 영역별로 다른 안개밀도를 표현하는데 유용하다. 향후연구로서 다양한 자연현상의 섬세함을 Web3D에 접목시킬 수 있는 연구가 수행되어야 한다고 생각한다.

[참고문헌]

- [1] <http://www.web3d.org>
- [2] Edward Angel, Interactive Computer

- Graphics A Top-Down Approach Using OpenGL 3rd Edition, Addison Wesley, 2003
- [3] R. Schilling, S. Harris, Applied Numerical Methods for Engineers Using Matlab and C, Brooks/Cole, 2000
- [4] Burdea, G. & Coiffet, P., "Virtual reality technology", New York: John Wiley & Sons. 1996
- [5] J. Gratch, J. Rickel, E. Andre, N. Badler, J. Cassel & E. Petajan, "Creating Interactive Virtual Humans : Some Assembly Required", IEEE INTELLIGENT SYSTEMS, 2002
- [6] R. Torre, P. Fua, S. Balcisoy, M. Ponder & Daniel Thalmann, " Interaction Between Real and Virtual Humans : Playing Checkers, Eurographics Workshop on Virtual Environments, June 2000