



Fog Effect Generation from Approximated Image Depth

Won-Yong Lee*

Department of internet security, Hyejeon College

ABSTRACT

Fog is a natural phenomenon in which light is scattered by an atmospheric aerosol. Fog effects rendering is used for games or image synthesis, as well as for special effects in movies or many digital contents. For realistic fog effects generation, depth-altitude information is essential; However, two-dimensional (2D) images generally do not have depth information, and thus fog effects are expressed simply with white color and blending, and it cause artifacts such as the shower door effect. In addition, although we can consider depth information for the effects, it has a limitation in that the SW only takes a specific type of input image that has depth information. In this paper, we propose a novel technique for generating fog effects on a two-dimensional (2D) inputted image based on the atmosphere scattering model. For this, we extract approximated depth information from the 2D input image, then, we apply the Beer-Lambert law based on approximated depth and altitude information. Based on our method, we can express fog effect onto 2D images easily and quickly and it can efficiently express various fog effects and generate natural fog effect animations.

© 2018 KKITS All rights reserved

KEYWORDS : Fog rendering, Depth extraction, Image synthesis, Image segmentation, Fog animation.

ARTICLE INFO: Received 20 August 2018, Revised 11 September 2018, Accepted 12 October 2018.

1. 서론

*Corresponding author is with the Department of Information Security Engineering, Hyejeon College, 25 Daihak-gil Hongsungeub Chungnam, 32244, KOREA.
E-mail address: wylee@hj.ac.kr

안개는 빛이 대기 중의 에어로졸(aerosol)에 산란됨으로써 발생하는 자연현상이다. 컴퓨터 그래픽스

또는 영상처리 기법을 적용하여 사실적인 안개효과를 생성하는 연구들은 2000년도 들어서 활발히 연구[1,2] 되어왔으며 이를 게임, 방송, 영화 및 다양한 디지털 콘텐츠에 다양하게 활용되고 있다.

안개 효과를 표현하기 위해서는 일반적으로 파티클 기반 접근법과 영상 합성 기법이 사용되고 있다[3,4]. 또한 그래픽스 분야의 광선 추적법(Ray tracing) 기법을 기반으로 안개 효과들을 재현해 내는 연구들이 연구되었다.[5,6,7] 제안된 연구들은 사실적인 안개 효과를 생성할 수 있었지만, 3차원 모델을 입력으로만 그 효과 표현이 가능하였다. 또한 결과영상을 생성하는데 매우 높은 컴퓨터 자원(Resource)과 오랜 소요시간이 걸리는 한계를 가지고 있었다.

2차원 영상을 기반으로 안개효과를 생성하는 연구는 주로 영상 합성(Image synthesis) 기법을 이용하였다. 영상 합성 기법 역시 사실적인 효과 표현을 위해서는 깊이-고도 정보가 필요하였다. 하지만 일반적으로 사진 영상의 경우 깊이 정보를 포함하고 있지 않기 때문에, 단순히 흰색과 블렌딩을 통해 안개 효과를 표현하였으며 따라서 샤워도어 효과(shower door effect)와 같은 부자연스러운 결과에 나타났다[8,9]. 또한 [10]의 프로그램에서는 깊이 정보를 고려한 효과 표현이 가능하지만, 사전에 깊이 정보 및 기하 정보를 포함하고 있는 입력 영상(확장자:rla)만을 입력으로 사용하는 한계가 존재하였다.

본 논문에서는, 입력된 2D 이미지로부터 실제 거리-고도 정보를 추정하고 이를 기반으로 자연스러운 안개 효과를 생성할 수 있는 기법을 제안한다. 이를 위해 이미지 세그멘테이션 알고리즘을 이용하여 이미지의 객체를 구분한 후, 풍경에 나타날 수 있는 대표 구도 패턴을 이용하여 깊이 정보를 추정 하였다. 추정된 깊이 및 영상의 고도 정보를 이용해 비어-램버트(Beer-Lambert)법칙에 따라 각 픽셀의 안개 효과지수를 구하고 이를 기반으로 안

개 효과 색상과의 혼합(Blending)의 정도를 결정하여 안개 효과를 표현하였다. 본 연구에서 제안된 알고리즘은 기존의 연구들과 다르게 깊이 정보를 포함하고 있지 않은 일반 이차원 사진입력으로부터 간단하게 깊이 정보를 추정하고, 이를 기반으로 거리-고도 산란 모델을 적용해 줌으로써 매우 쉽고 빠르게 안개 효과를 생성할 수 있었다.

2. 깊이 정보 기반의 안개효과 생성

2.1 구도 기반의 깊이 정보 추정

비어-램버트 법칙은 영상 처리 분야에서 대기 산란 효과를 렌더링하기 위해 빈번히 활용되는 법칙이다. 이 법칙을 빛의 투과율을 입사광의 세기에 대한 매질의 투과한 빛의 세기의 비율로 정의하고, 이것을 매질의 산란계수와 매질의 두께를 이용해 지수함수로 나타낸다. 기존의 비어-램버트 법칙은 빛이 반사되는 지점과의 거리만을 고려하기 때문에 고도에 따른 산란 정도의 차이를 표현하지 못하는 한계를 가진다. 따라서 본 연구에서는 기존의 수식에 고도 매개변수와 고도 정보를 추가로 사용하여, 거리-고도에 따른 효과를 제안한 [11]의 연구에서 제안한 모델을 활용하였다.

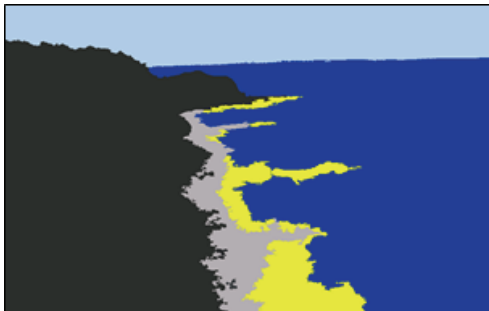
입력된 2D 영상에 사실적인 안개 효과를 표현하기 위해서는 입력영상의 깊이 정보 추출이 필요하였다. 깊이 정보를 추출하기 위해 먼저 영상의 객체를 구분하였다. 영상에서 객체를 구분하는 연구는 영상처리 분야에서 매우 활발히 연구되어 왔다. 다양한 기법 중 본 연구에서는 민 시프트 세그멘테이션 알고리즘[12]을 적용하여 객체를 구분하였다. 민 시프트 알고리즘은 사용자에게 가장 직관적이고 빠르게 영역 분리 결과를 제시해 준다. 또한 영역 분할 정확도 팩터를 조절해 줌으로 매우 빠르게 결과 영상을 도출해 주는 장점을 가진다.



(a) 입력 영상



(b) 민 시프트 세그멘테이션을 통한 영역 분할 결과



(c) 사용자 상호작용을 통한 영역 결합 결과

그림 1. 입력 영상의 영역 분리 기법
Figure 1. Region Segmentent techniques from input image

하지만 영상처리 기법을 통한 세그멘테이션 결과는 인간이 인지하는 것과 완벽히 동일하게 객체가 명확하게 구분될 수 없다. 따라서 본 연구에서는 객체를 하나의 세그먼트가 되도록 사용자가 두 영역을 클릭하면 하나의 영역으로 통합해주는 프로그램 GUI를 제공하였다. 그리고 사용자

인터랙션을 통해 객체의 영역을 통합 하였다. <그림 1>은 입력된 영상으로부터 민 시프트 세그멘테이션을 적용한 결과와 사용자에게 의해 최종 결합된 객체 구분 결과를 보여준다.

객체별로 구분된 영역을 기준으로 우리는 각 객체별로 깊이를 추정하였다. 우리는 일반적인 풍경 영상에 나타날 수 있는 구도 타입을 <그림 2>과 같이 정의하고, 이 중 하나의 타입을 사용자가 지정하는 방식으로 현재 영상의 구도를 설정하였다.

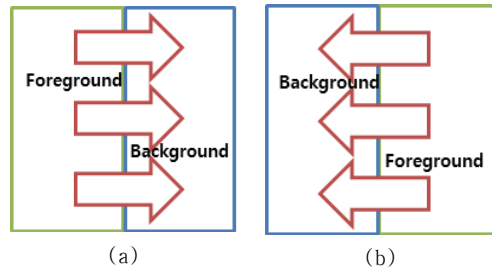


그림 2. 사전에 정의된 구도 타입. (a) 오른쪽에 위치할 수록, (b) 왼쪽에 위치할수록 먼 객체를 나타내는 구도
Figure 2. Pre-defined composition type. (a) Right side object indicate more background position than Left side object (b) left side object indicate more background position than right side object.

선택된 구도 타입에 따라 결합된 세그멘테이션 정보에 단계적으로 깊이를 단계를 지정한다. 설정된 구도 타입에 따라 전경에서 후경 방향으로 구분된 영역의 개수를 찾고, 영역의 수만큼 깊이를 단계를 나눈다. 그리고 객체별로 깊이를 값을 할당해 깊이 맵을 생성하였다. 일반적으로 깊이를 맵은 3차원 렌더링에서 자주 활용되는 정보이며, 3차원 영상의 경우 각 모델링 면의 벡터 정보를 기반으로 간단한 수식을 적용하여 쉽게 추출 가능하다.[13] 하지만 2차원에서는 스테레오 영상을 활용하지 않으면 한 장의 영상으로부터 깊이를 정보를 자동으로 찾기는 불가능 한다.[14] 따라서 본 시스템은 최소한

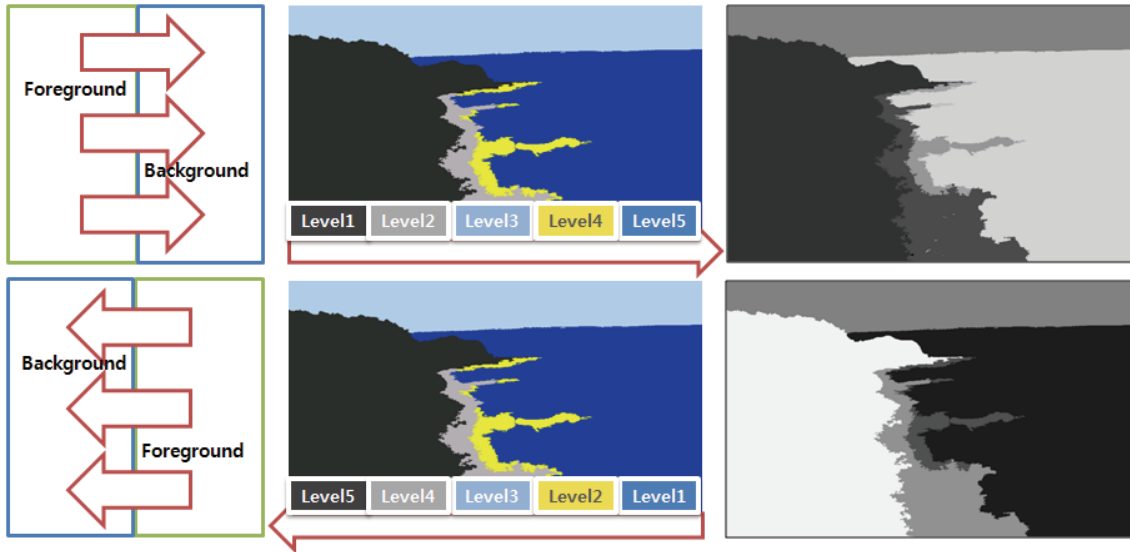


그림 3. 타입 선택에 따른 깊이맵 생성 결과 비교 (결과에서 어두울수록 전경을 의미함)
 Figure 3. Different depth map results from different composition type. (Dark area mean more backside object)

의 비용과 간단한 안개 효과 표현을 위해 구도에 따라 깊이 정보를 추출하도록 설계하였다. <그림 3>는 <그림 1-(c)>의 영상을 기반으로 <그림 2-(a)> 타입과 <그림 2-(b)>타입을 적용하였을 때의 깊이맵을 보여준다. 생성된 깊이 맵에서 어두울수록 전경을 나타내며 밝을수록 후경을 나타낸다. 또한 자연의 안개효과가 높이 정보에 의해서도 반영되기 때문에 영상의 Y 좌표 값을 기반으로 고도 값으로 활용하였다.

2.2 깊이 정보 기반의 안개효과 생성

본 논문에서는 실제 3D 영상의 안개 효과표현에 사용되는 비어-램버트 법칙을 기반으로 각 위치의 안개효과계수 'f' 를 조절 할 수 있는 (수식 1)을 사용하였다. 우리는 앞에서 구한 거리-고도 맵의 정보를 R(k)에 적용하고, 고도 정보를 H(k)에 적용해 f 값을 구하였다. 그리고 Bsc (거리 산란 계

수) 와 Bh(고도 산란 계수)를 조절함으로써 각 픽셀의 산란 효과를 조절 할 수 있다. 우리는 실제 세계의 대기 분포가 일정하지 않기 때문에 안개 역시 불규칙적인 모습으로 나타나는 것에 착안하여, Bsc에 펄린 노이즈(perrin Noise)[15]값을 곱해 주어 보다 자연스러운 안개 분포를 표현하였다.

$$f = (1 - e^{-\beta_{sc}R(k)})e^{-\beta_h H(k)}, \quad (1)$$

최종 결정된 각 픽셀의 f 값에 기반해 우리는 영역의 블러링 및 블렌딩 효과를 결정한다. (수식 2) 블렌딩 색상은 사용자 입력으로 결정하며, 통상적인 경우 흰색(R=255, G=255, B=255)을 사용하였다.

$$C_N = f \cdot C_f + (1 - f) \cdot C_I, \quad (2)$$

3. 결 과

<그림 4>는 본 알고리즘을 적용하여 생성된 결과를 보여준다. 앞에서 설명한 바와 같이 본 알고리즘은 세그멘테이션 알고리즘을 적용하여 개략적인 영역 분할 결과를 추출하고, 이를 기반으로 사용자 인터랙션을 통해 최종적인 영역 구분 정보를 획득한다. <그림 4-(a), (b), (c), (d)>는 본 시스템에서 사용한 프로그램의 UI 및 단계별 적용 결과를 나타낸다. <그림 4-(e)>와 <그림4-(f)>는 동일한 깊이 맵 및 구도를 사용하더라도, 사용하는 파라미터 계수에 따라 안개 효과가 다르게 나타나는 것을 볼 수 있다. <표 1>은 본 시스템의 성능에 대해 제시하고 있다. 우리의 시스템은 i7 프로세서를 사용한 경우 사용자 인터랙션을 포함하여 약 30초 정도에 결과를 생성할 수 있었다. 또한 본 시스템에 대해 시스템의 편리성과 결과 영상에 대해 만족여부를 25명의 사용자를 대상으로 조사하였다. 조사 결과 18명의 사용자가 시스템의 편의성에 만족함을 확인할 수 있었다.

표 1. 본 시스템의 성능 및 사용자 만족도
Table 1. Performance and User Study Results

운용 사양	Intel Core i7-3770, 8GB
영역분할 결과 도출	10초 이내 -영상 크기: 1920*1280
안개효과 생성	1초 미만
사용자 만족도	44%: 편의성/결과영상 모두 만족 28%: 편의성만족/ 결과보완 필요 28%: 편의성/결과영상 모두 불만족

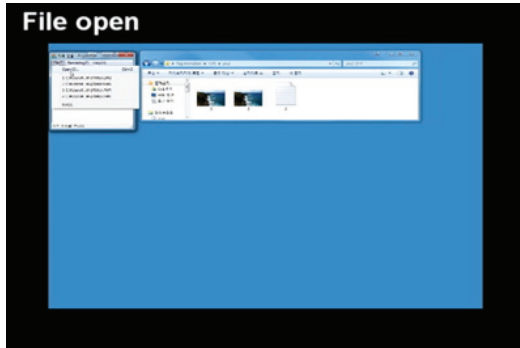
3. 결론 및 향후 연구

본 연구는 임의의 2차원 영상으로부터 사용자

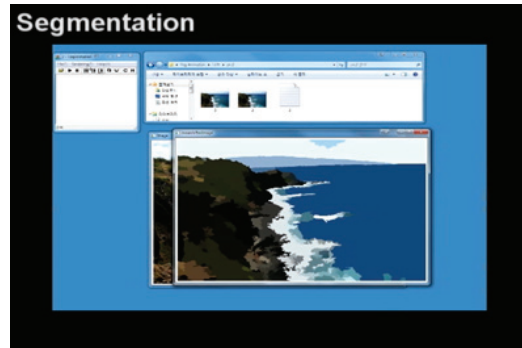
인터랙션을 통해 깊이 정보를 간단하게 추정하고, 이를 기반으로 거리-고도 산란 모델이 가미된 안개 효과를 생성하는 알고리즘을 제안하였다. 이를 위해 영상처리 기법을 적용하여 이미지 영역 분할 영상을 자동으로 획득하고, 추가적으로 사용자가 간단하게 영역을 원하는 대로 통합해 줄 수 있는 프로그램 GUI를 제공하여 최종 영역 분할 결과를 얻었다. 그리고 이를 기반으로 구도 정보를 반영하여 깊이 맵을 추출하였다. 추출한 깊이 맵과 높이 정보를 활용하여 안개 효과 지수를 구하고 각 픽셀별로 블렌딩 효과를 적용하여 안개 효과를 쉽고 빠르게 표현할 수 있었다. 또한 필린 노이즈를 적용하여 보다 자연스러운 효과 생성이 가능하였으며, 파라미터 값을 시간에 따라 조절 시켜 줌으로써 안개의 생성 및 소멸 효과등도 간단하게 표현할 수 있었다.

본 알고리즘은 기존의 3차원 이미지 정보를 기반으로 표현해 주던 안개 효과를 임의의 2차원 영상을 기반으로 간단한 영상처리 알고리즘을 적용하여 쉽고 빠르게 생성할 수 있는 장점을 가진다. 따라서 다양한 콘텐츠에 쉽게 활용 가능하며 간단한 영상처리 기법과 이를 통한 안개 효과 시뮬레이션의 교육에 활용 가능하다.

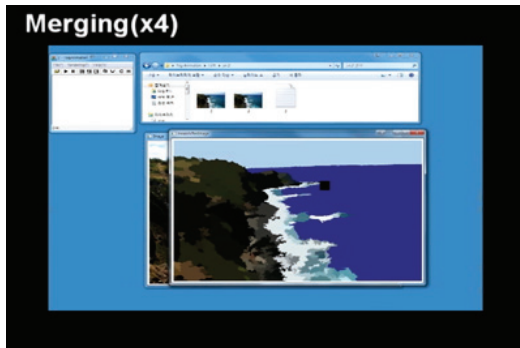
본 알고리즘은 다음의 한계점을 가지고 있다. 입력된 영상이 풍경 사진이 아닌 인물 또는 정물이거나, 영상이 복잡하여 이미지 세그멘테이션이 사용자가 원하는 데로 되지 않았으며, 본 기법을 적용하기에 한계를 가진다. 또한 단순히 Y축 좌표 값을 기반으로 고도 정보에 적용하였기 때문에 영상에 따라 의도치 않는 결과가 생성되는 한계를 가졌다. 따라서 추후 깊이 맵 정보 생성과정에서 고도 정보를 반영할 수 있는 추가적인 사용자 GUI를 제공하고 이를 반영하여 깊이-고도 맵을 생성할 수 있는 연구가 향후 진행되어야 한다.



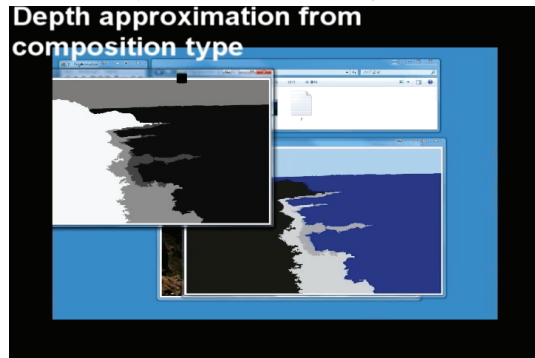
(a) 안개효과 표현을 원하는 영상 선택



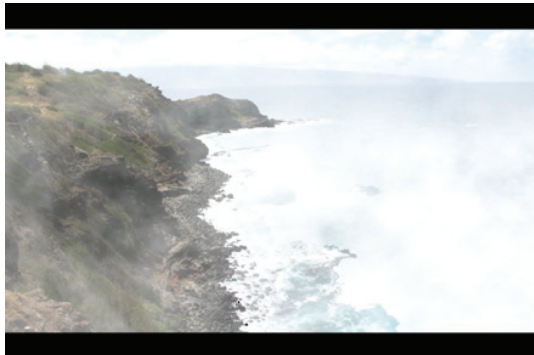
(b) 세그멘테이션 알고리즘 적용 결과



(c) 영역분할 결과를 기반으로 사용자의 영역 결합



(d) 구도 정보에 따른 깊이 맵 생성



(e) 깊이맵을 이용한 안개 효과. 사용 파라미터:
Cf=(255,255,255), Bsc= 1.9, Bh=0.7,



(f) 깊이맵을 이용한 안개 효과. 사용 파라미터:
Cf=(255,255,255), Bsc= 7.9, Bh=0.7,

그림 4. 본 알고리즘 적용된 깊이 맵 생성 프로그램 사용 단계 및 파라미터에 따른 안개효과 생성 결과
Figure 4. Proposed Depth map extraction rendering step. and various results according to different parameters

References

- [1] V. Biri, S. Michelin, and D. Arques, *real-time animation of realistic fog*, Proceeding of 13th Eurographics Workshop on Rendering, pp. 9-16, 2002.
- [2] J. Jang, S. Ryoo, S. Seo, H. Lee, and K. Yoon, *A study on aerial perspective on painterly rendering*, Journal of Korea Multimedia Society, Vol. 13, No. 10, pp. 1474-1486, 2010.
- [3] J. T. Houghton, *The physics of atmospheres 3rd edition*, Cambridge University Press, 2002.
- [4] W. T. Reeves, *Particle systems - a technique for modeling a class of fuzzy objects*, ACM Transactions on Graphics (TOG), Vol. 2, No. 2, pp. 91-108, 1983.
- [5] D. S. Ebert, and R. E. Parent, *Rendering and animation of gaseous phenomena by combining fast volume and scanline A-buffer techniques*, The 17th annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, pp. 357-366, 1990.
- [6] T. Nishita, and Y. Dobashi, *Modeling and rendering of various natural phenomena consisting of particles*, Proceeding of Computer Graphics International 2001, pp. 149-156, 2001.
- [7] M. J. Harris, and A. Lastra, *Real-time cloud rendering*, Computer Graphics Forum, Vol. 20, No. 3, pp. 76-85, 2001.
- [8] ADOBE SYSTEMS, Adobe Aftereffect CS5.
- [9] ADOBE SYSTEMS, Adobe Photoshop CS5.
- [10] SONY, Vegas 10.0.
- [11] H. Lee, J. Jang, and K. Yoon, *Fog rendering using distance-altitude scattering model on 2D images*, Journal of Korea Multimedia Society, Vol. 14, No. 12, pp. 1528-1535, 2011.
- [12] D. Comaniciu, and P. Meer, *Mean shift: A robust approach toward feature space analysis*, IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 24, pp. 603-619, 2002
- [13] M. J. Harris, and A. Lastra, *Real-time cloud rendering*, Computer Graphics Forum, Vol. 20, No. 3, pp. 76-85, 2001
- [14] A. Fusiello, E. Trucco, and A. Verri, *A compact algorithm for rectification of stereo pairs*, Machine Vision and Applications (MVA), Vol. 12, No. 1, pp. 16-22, 2000.
- [15] K. Perlin, *Improving noise*, ACM Transaction on Graphics, Vol. 21, No. 3, pp. 681-682, 2002.

추정된 깊이 정보에 기반 한 안개효과 생성 기법

이원용

대전대학교 인터넷보안과 교수

요 약

안개 효과는 빛의 대기 산란에 의해 나타나는 자연적인 현상이다. 이런 안개 효과는 게임이나 이미지 합성, 또는 영화, 디지털 콘텐츠 등에서 다양하게 사용되어 진다. 사실적인 안개 효과 생성을 위해서는 깊이 및 고도 정보가 필수적이다. 하지만 2차원 입력 영상은 일반적으로 깊이 정보를 가지고 있지 않으며, 따라서 단순히 원래 가진 색과 흰색을 혼합하여 효과를 나타내며 이는 샤워도어 효과와 같은 어색함을 가지는 한계를 가졌다. 추가적으로 깊이 정보를 고려하기 위해서도 기존의 상용 시스템들은 별도의 확장자를

가진 입력 영상만을 사용하기 때문에 간단히 안개 효과를 생성하기에는 한계를 가졌다. 본 논문은 대기 산란 모델을 기반으로 2D 이미지에 안개 효과를 생성하는 기법을 제안하였다. 대기 산란 모델에 기반한 사실적인 안개 효과 표현을 위해서는 깊이, 고도 정보가 필요하며 사전에 3차원 기하학적 정보 또는 깊이 정보를 가지고 있어야 한다. 본 연구에서는 2D 이미지로부터 깊이 정보를 추출하고, 추출된 깊이정보를 비어 램버트(Beer-Lambert) 대기 산란 모델에 적용하여 안개 효과를 표현하는 알고리즘을 제시한다. 우리의 알고리즘은 간단하지만 효율적으로 다양한 안개 효과를 생성할 수 있으며 자연스러운 안개 효과 애니메이션도 쉽게 표현 할 수 있다.



Won Yong Lee received the bachelor's degree in the Department of Computer Engineering from the Chung Ang University in 1980. He received the M.S. degree Chung Ang University in 1985 and the Ph.D. degree in the Department of Computer Engineering from Soon Chun Hyang University in 2006, respectively. He has been a professor in the Department of Internet Security at Hyejeon Collage since 1993. His current research interests include artificial intelligence, Multi Media, Internet Security. He is a life member of the KKITS.

E-mail address: wylee@hj.ac.kr