

# 체험형 가상 내시경 모의 훈련 시스템

권구주\*, 이병준\*, 신병석\*<sup>1</sup>

\*인하대학교 컴퓨터정보공학과

e-mail : [mysofs@naver.com](mailto:mysofs@naver.com), [bjl34@naver.com](mailto:bjl34@naver.com), [bsshin@inha.ac.kr](mailto:bsshin@inha.ac.kr)

## Immersive Virtual Endoscopy Training System

Koojoo Kwon\*, Byeong-Jun Lee\*, Byeong-Seok Shin\*<sup>1</sup>

\*Dept. of Computer Science and Information Engineering, Inha University

### 요 약

인체 장기의 내부 구조를 학습하기 위해 많은 3 차원 인체영상관련 콘텐츠들이 소개되어 왔다. 하지만, 이러한 학습 콘텐츠들은 사실적인 색상을 표현하기 어려울 뿐만 아니라 사용자가 조작할 때 현실감이 떨어지기 때문에 해부도감과 같은 2 차원 학습 콘텐츠와 차별성이 적다. 본 논문에서는 사실적인 인체 색 정보를 가지고 있는 컬러 인체 데이터와 사용자의 동작을 인식하는 센서를 활용하여 몰입감 높은 체험형 가상 내시경 모의 훈련 시스템을 제안한다. 컬러 인체 데이터를 양안시 볼륨렌더링 하여 입체감을 높이고 동작인식 센서를 이용하여 사용자의 손동작으로 직접 가상 내시경 카메라를 조작하여 항행하도록 하였다. 제안한 시스템을 이용하여 다양한 인체 장기의 내부 구조를 사실적으로 표현할 수 있으며 이를 통해 의학정보 학습에 도움을 줄 수 있다.

### 1. 서론

인체영상 가시화 방법은 의료분야에서 널리 사용되고 있다. CT 나 MRI 또는 초음파 기기를 활용하여 획득한 2 차원 영상들을 이용하여 진단에 활용하면 보다 더 정확한 진단이 가능하다. Visible Human [1], Visible Korean [2], Visible Chinese [3] 와 같은 컬러 3 차원 데이터는 2 차원 영상보다 정확한 색 정보와 공간 정보를 제공할 수 있다. 하지만, 3 차원 데이터는 처리해야 할 데이터 양이 많기 때문에 고성능 하드웨어와 큰 저장공간을 필요로 한다. 최근 들어, 빅데이터 처리가 중요시되면서 하드웨어의 성능이 개선되고 데이터 저장 비용이 상대적으로 떨어졌기 때문에 대용량의 3 차원 인체 데이터를 처리하는 것이 쉬워졌다.

최근 개발되는 여러 체험형 시스템은 사용자의 체험(User Experience)을 극대화 하기 위해 동작을 인식하는 카메라와 사용자와의 거리를 측정하는 센서를 사용한다. (주)닌텐도의 Wii, (주)소니의 PlayStation Move, (주)마이크로소프트의 Kinect 그리고 Leap Motion 이 대표적으로 사용되고 있다. 이와 같은 동작 인식 기기들은 사용자 인터페이스 (UI)의 폭을 넓혀 몰입감을 높일 수 있으며 그 크기도 소형화되었기 때문에 사용자가 인식하지 못할 정도의 크기로 제작이 가능해졌다. 하지만, 사용자의 모든 동작을 정확하게 인식하고 해석하지 못하기 때문에 제한적인 동작만 활용된다.

본 논문에서 제안한 시스템은 사용자에게 익숙한 동작을 지정하고 지정된 동작을 인식하는 방식으로 체험하도록 하였다. 그리고 대용량의 3 차원 인체 데이터

를 고해상도 영상으로 표현하고 Kinect 를 이용하여 사용자의 동작을 인식함으로써 몰입감 높은 체험형 가상 내시경 모의 훈련 시스템을 제안한다. 인체의 장기 내부를 가시화하는 가상 내시경은 몰입감을 높이기 위해 양안시 영상으로 제작하였고, 가상 카메라가 움직이는 항행경로를 계산하였다. 또한, 가상 카메라의 움직임을 사용자의 몸동작 인식하여 조작하도록 하였다.

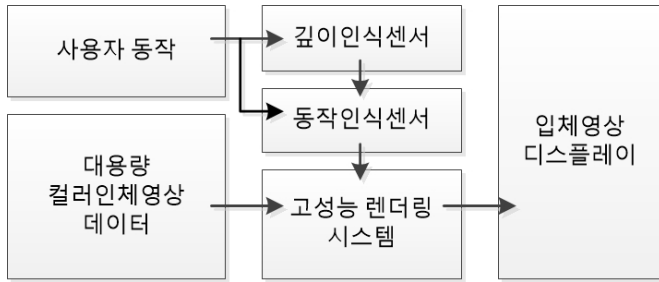
### 2. 관련연구

인체영상을 가시화하여 의료 교육이나 훈련에 활용하려는 몇 가지 시도가 있었다. 최근 많이 사용되는 Anatomage table [4] 은 실제 컬러값을 가진 Visible Korean 데이터를 볼륨렌더링 함으로써 사실감을 높였으며 해부용 테이블과 같은 모양으로 제작되었기 때문에 수술대의 역할을 대신함으로써 가상수술을 연습할 수 있다. 하지만 2 차원 영상을 기반으로 하고 터치 인터페이스를 활용하므로 사실감이 높지 않은 단점을 가지고 있다. Lundstrom [5] 은 의료영상을 가시화하는 테이블 형식의 컴퓨터를 제안하여 실제 수술상황을 시뮬레이션 하였다. 정형외과 의사들과 함께 제작한 이 테이블은 수술계획 시스템에 적합성을 증명할 수 있었다. Ioannou [6] 는 교육용 테이블형식의 어플리케이션을 개발하였다. 이것은 어린이들을 대상으로 여러 식물에 대하여 학습할 수 있는 교육용 테이블이다. 하지만 이와 같은 테이블 형식의 2 차원 화면만으로는 역시 사실감이 떨어지는 단점이 있다.

<sup>1</sup> 교신저자

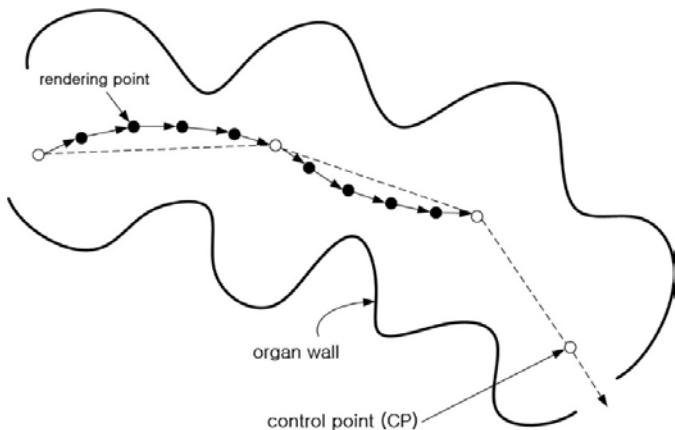
### 3. 가상 내시경 가시화 시스템

체험형 가상 내시경 모의 훈련 시스템의 개념도는 그림 1 과 같다. 사용자의 체험을 위해 깊이 인식 센서와 동작 인식 카메라를 사용한다. 그리고 몰입감을 높이기 위해 대화면 입체 디스플레이를 사용하여 양안시 영상을 제공한다. 체험을 원하는 사용자는 정해진 위치에서 미리 정해진 몇 가지 동작으로 시스템을 조작할 수 있다. 이와 같은 양안시 영상과 사용자의 동작에 기반한 비접촉식 인터페이스를 이용하여 현실감을 높일 수 있다



(그림 1) 체험형 가상 내시경 모의 훈련 시스템의 개념도

인체 장기의 내부를 효율적으로 항행하기 위해서 항행경로가 필요하다. 항행경로를 따라 가상 카메라의 동선이 결정되고, 이에 따라 카메라의 관측방향이 결정된다. 따라서 장기 내부를 효율적으로 관측하기 위해 항행경로는 장기 내부 공간의 가장 중심에 위치해야 한다. 제안한 시스템에서는 관모양 기관 인체 장기의 시작부분부터 끝까지 일정 간격으로 중심 점을 찾아 항행경로의 제어점으로 사용한다. 이 곡선화 과정은 Catmull-Rom spline 알고리즘을 이용한다. Catmull-Rom spline 은 인접한 두 지점간을 부드럽게 보간 할 수 있기 때문에 camera path animation 에 자주 사용된다 [7]. 제어점 시작부터 세 개의 제어점들을 그룹으로 묶고 이 제어점 사이를 잇는 부드러운 곡선을 생성한다. 그림 2 는 세 개의 제어점 (흰 점)을 이용하여 곡선을 생성하고 이 곡선상에서 영상을 생성할 점을 결정하는 것을 보여준다.



(그림 2) 제어점을 기준으로 렌더링 위치를 결정하는 과정

가상 내시경 체험을 위해 내시경 카메라에 대한 4 가지 조작이 가능하다. 사용자의 움직임을 인식하여 카메라를 좌, 우로 돌려보기가 가능하며 전, 후진이 가능하다. 사용자의 동작은 팔의 움직임을 이용하였다. 동작인식 센서의 카메라로 사용자의 머리와 어깨를 탐지하고 어깨를 기준으로 왼쪽과 오른쪽 팔 골격을 결정한다. 팔을 앞으로 내미는 동작이 가상 카메라의 전진을 수행하고 몸 쪽으로 당기는 동작이 후진을 수행한다. 그리고 팔을 좌, 우로 움직이면 가상 카메라의 진행방향을 조정할 수 있다.

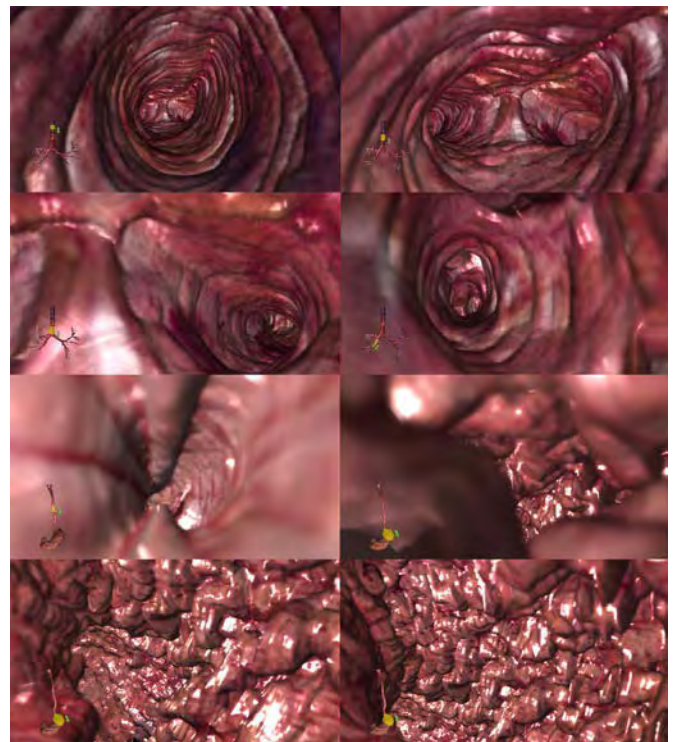
### 4. 결과

본 실험에서는 Intel Core i7 CPU, 16GB 메모리, NVIDIA GTX 780, 6GB 그래픽 가속기가 장착된 PC 를 사용하였다. 64 비트 Windows 8 운영체제를 사용하였고 Kinect 는 SDK 1.8 을 사용하였다. 그리고 제안한 시스템에서 사용한 VK 데이터는 표 1 과 같다. 가상 내시경을 위해 큰창자, 기관 그리고 식도와 위 데이터를 사용하였다.

<표 1> 데이터의 크기와 해상도

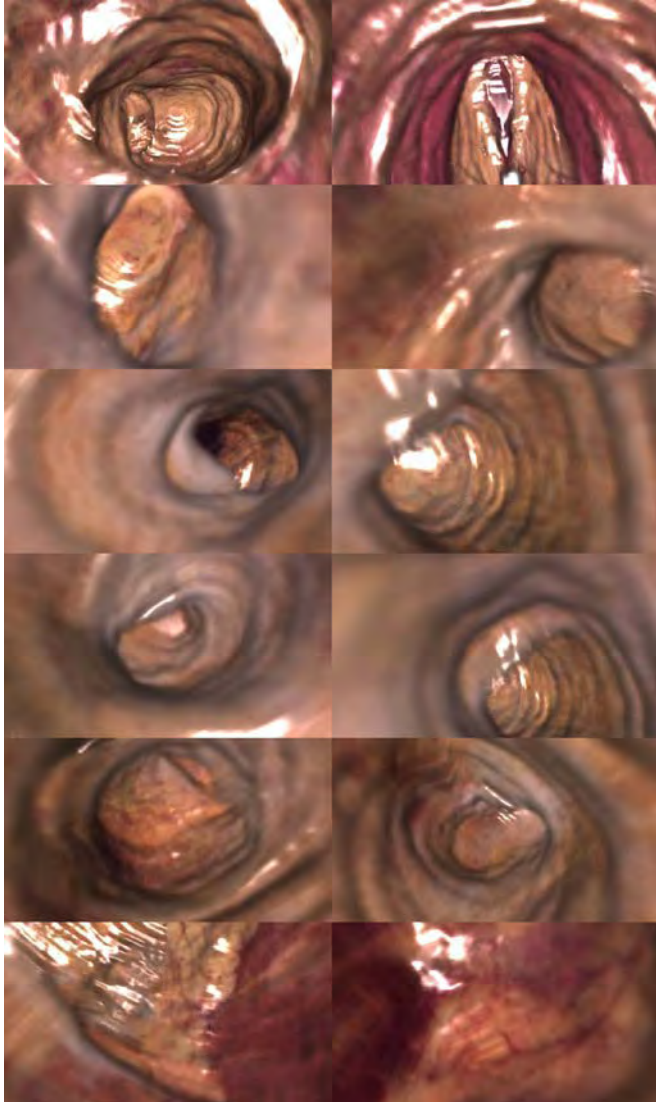
data	resolution	size	pixel length.
Colon	1231x799x1455	5.7GB	0.2mm
Bronchus	1185x636x1085	3.3GB	0.2mm
Stomach	540x584x1895	2.3GB	0.2mm

인체 장기 중 관상 기관인 호흡계 기관지와 소화계 식도와 위 그리고 대장에 대한 가상 내시경 결과를 체험할 수 있으며 미리 설정된 항행경로를 기준으로 사용자의 동작을 인식하여 항행을 진행할 수 있다.



(그림 3) 기관지(1,2 열)와 소화관(식도와 위)(3,4 열) 가상 내시경 결과영상

그림 3 은 가상 내시경 시스템의 결과화면이다. 각 기관지 (1, 2 열), 소화관 (3, 4 열)의 내시경 영상이다. 기관지 내부와 위 내부 벽의 주름을 사실적으로 관찰할 수 있으며 소화관 벽 표면의 색상과 주름의 모습을 확인할 수 있다.



(그림 4) 대장의 가상 내시경 결과영상. 가상 카메라의 전방향 영상 (왼쪽 열)과 역방향 영상 (오른쪽 열)

그림 4 는 가상 대장 내시경의 결과영상이다. 실제 내시경에서는 카메라의 진행방향에 해당하는 화면만 얻을 수 있는 반면 가상 내시경에서는 가상 카메라 진행방향의 반대방향 영상을 얻을 수 있다. 그림 4 의 왼쪽 행은 직장으로부터 소장방향으로 전방향의 대장 내시경 영상이고 오른쪽 행은 가상 카메라의 역방향의 대장내시경 영상이다. 이것은 인체 구조를 공간적으로 확인할 수 있고 학습과 훈련에 많은 도움을 줄 수 있다.

## 5. 결론

지금까지 알려진 3 차원 인체 구조 학습 콘텐츠들

은 사실감 있는 색 정보가 부족할 뿐만 아니라 사용자가 조작할 때 현실감이 떨어지기 때문에 몰입감이 적다. 본 논문에서는 컬러 인체 데이터와 사용자의 동작을 인식하는 센서를 활용하여 몰입감 높은 체험형 가상 내시경 모의 훈련 시스템을 제안한다. 고해상도 컬러 인체 장기데이터를 양안시 볼륨렌더링 하여 입체감을 표현 하고 동작인식 센서를 이용하여 사용자의 손동작으로 직접 가상 내시경 카메라를 항행하도록 하였다. 제안한 모의 훈련 시스템을 활용하면 전문가 또는 비 전문가들이 인체 장기 내부 구조를 사실감 있게 확인할 수 있으며, 관련 지식을 학습하도록 도울 수 있다.

## Acknowledgements

이 논문은 2015 년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2015R1A2A2A01008248).

## 참고문헌

- [1] Spitzer VM, Scherzinger AL. "Virtual anatomy: An anatomist's playground," *Clinical Anatomy* 19(3) (2006) 192-203
- [2] Park JS, Chung MS, Hwang SB, Lee YS, Har DH, Park HS. "Visible korean human: improved serially sectioned images of the entire body," *Medical Imaging, IEEE Transactions on* 24(3) (2005) 352-360
- [3] Huang YX, Jin LZ, Lowe JA, Wang XY, Xu HZ, Teng YJ, Zhang HZ, Chi YL. "Three-dimensional reconstruction of the superior mediastinum from chinese visible human female," *Surgical and radiologic anatomy* 32(7) (2010) 693-698
- [4] Anatomage Inc. 2015. [www.anatomage.com](http://www.anatomage.com)
- [5] Lundström C, Rydell T, Forsell C, Persson A, Ynnerman A. "Multi-touch table system for medical visualization: application to orthopedic surgery planning," *IEEE Trans. Vis. Comput. Graphics*, 17(12) (2011) 1775-1784
- [6] Ioannou A, Christofi M, Vasiliou C. "A case study of interactive tabletops in education: attitudes, issues of orientation and asymmetric collaboration," *Lecture Notes in Computer Science*, 8095 (2013) 466- 471
- [7] Barry P. J., Goldman R. N. "A recursive evaluation algorithm for a class of Catmull-Rom splines," *SIGGRAPH Computer Graphics*, 22(4) (1988) 199-204