

복부 MDCT 영상으로부터 간혈관 자동 추출 알고리즘

박성미[†], 이유진^{**}, 박종원^{***}

요 약

간이식 수술을 함에 있어서 간 내부의 혈관의 형태를 알고 시작하는 것이 수술의 성공률을 매우 높일 수 있다. 본 논문은 조영제를 투여한 정상 환자의 복부 MDCT를 이용하여 얻어진 영상을 다른 여러 장기부분은 제거하고 간 영상만을 추출한 후 간 내의 혈관들의 기본형태를 파악하여 몇몇 구조단위들을 만들고 Morphological filtering을 이용하여 주요 혈관인 좌, 우, 중간정맥을 찾아낸다. 중간정맥을 기준으로 간 실질을 절단하여 절단된 부분의 크기를 예측하고 수술전에 전체 상황을 파악하기 위한 연구이다. 간의 추출 방법은 명암값의 범위와 분포 샘플링 과정에 의한 명암값 분포비율을 가지고 배경과 근육층을 제거하였다. 간의 대략적인 위치 정보와 몸통의 위치정보를 이용하여 단위 매쉬영상과 일치되는 영상을 찾은 후 결과 영상을 조합하고 8방향 연결성을 이용하여 확장하고 화소간의 채우기 과정을 거쳐 최종적인 간영상을 추출하였다. 추출된 간 영상에서 간 영역의 특징적인 명암값과 다양한 구조단위를 가지고 Morphological Filtering을 수행 한 후 나타난 결과들을 조합하여 만들어진 영상에서 각 슬라이스 별로 크기순으로 큰 부분들을 남겨두어 굵은 혈관만을 추출하였다. 추출된 영상들을 3D로 구성 시 자연스럽게 보여지도록 인터플레이션을 수행한 후 3D Reconstruction을 수행하여 3D 형태의 간 혈관을 보고 중간 정맥을 파악하여 간 실질의 절단 위치를 예측하게 된다. 절단되어진 간 실질의 크기를 확인하고 계산에 의하여 수술 성공 가능성을 파악할 수 있다.

Auto-Segmentation Algorithm For Liver-Vessel From Abdominal MDCT Image

Seong-Me Park[†], You-Jin Lee^{**}, Jong-Won Park^{***}

ABSTRACT

It is essential for living donor liver transplantation that surgeon must understand the hepatic vessel structure to improve the success rate of operation. In this paper, we extract the liver boundary without other surrounding structures such as heart, stomach, and spleen using the contrast enhanced MDCT liver image sequence. After that, we extract the major hepatic veins (left, middle, right hepatic vein) with morphological filter after review the basic structure of hepatic vessel which reside in segmented liver image region. The purpose of this study is provide the overall status of transplantation operation with size estimation of resection part which is dissected along with the middle hepatic vein. The method of liver extraction is as follows: firstly, we get rid of background and muscle layer with gray level distribution ratio from sampling process. secondly, the coincident images match with unit mesh image are unified with resulted image using the coarse coordinate of liver and body. thirdly, we extract the final liver image after expanding and region filling. Using the segmented liver images, we extract the hepatic vessels with morphological filter and reversed the major hepatic vessels only with a results of ascending order of vessel size. The 3D reconstructed views of hepatic vessel are generated after applying the interpolation to provide the smooth view. These 3D view are used to estimate the dissection line after identify the middle hepatic vein. Finally, the volume of resection region is calculated and we can identify the possibility of successful transplantation operation.

Key words: Medical Image Processing(의학영상처리), Human Organ Segmentation(인체장기분리), 3D Visualization(3차원 시각화), Liver Segmentation Image(간 추출영상)

※ 교신저자(Corresponding Author): 박성미, 주소: 대전광역시 유성구 대학로 79(305-764), 전화: 042)861-9918, FAX: 042)821-7792, E-mail: whtdeer@cnu.ac.kr
접수일: 2009년 9월 29일, 수정일: 2009년 11월 24일
완료일: 2009년 11월 24일

[†] 정회원, 충남대학교 정보통신공학부
^{**} 준회원, 충남대학교 정보통신공학부
(E-mail: using67@crow.cnu.ac.kr)
^{***} 정회원, 충남대학교 정보통신공학부
(E-mail: jwpark@cnu.ac.kr)

1. 서 론

현재 의학에서 사용되고 있는 다양한 의학 영상처리 기술은 신체의 내부에 대한 이해뿐만 아니라, 치료를 위한 계획이나 방법 등을 결정하는데 매우 중요한 역할을 하고 있으며 이러한 과정에서 의사의 진단 활동에 도움을 줄 수 있는 다양한 부가정보의 요구가 계속적으로 증대되어 가고 있다. 현재 사용되고 있는 영상들은 CT, MR, 초음파 영상들이 있으며 그 중 CT 영상은 복강 내 장기 촬영에 보편적으로 사용되며 최근 기술의 급속한 발달로 아주 짧은 시간동안 이루어지는 촬영으로 인해 인체 유해를 줄이면서도 취득할 수 있는 정보량이 더욱 많아져 사용이 보편화되고 있다.

국내에서는 매년 만 명 정도의 간암 환자가 발생하는데, 위암, 폐암에 이어 국내에서 세 번째로 흔하게 발생하는 암으로 전체 암 발생의 11.3% 정도를 차지한다. 또한 2002년 사망원인통계연보에 의하면 국내 간암 사망률은 인구 10만 명당 46.1명(남자: 34.8명, 여자: 11.3명)으로 OECD 회원국 중 우리나라가 가장 높은 것으로 나타나고 있다[1-3].

간은 인체에서 가장 큰 장기로 무게가 1~1.5kg이며, 생명을 유지하는데 필수적인 장기로 특히 그 기능이 복잡하고 다양하여 그 기능을 대신 할 수 있는 장기가 없고, 70%이상 손상이 될 때까지 인식하기가 어려운데다가 한번 망가지면 회복이 어렵다. 그러므로 간 기능을 회복하는데 있어서 가장 효과적이고 유일한 치료방법은 다른 사람의 간을 이식 받는 것이다. 간이식은 비정상적인 간 전체를 모두 적출해 내고 정상적인 새로운 간을 넣어 주는 것으로 간암 및 간경화 등의 간 기능의 이상을 치료할 수 있는 방법이다. 또한 간암 초기에 이식받은 환자들의 경우 85% 이상의 완치율을 보이고 있다.

간이식은 크게 나누어 간 전체를 이식하는 전간이식과 간의 일부를 이식하는 부분 간 이식으로 나뉜다. 전간 이식은 기증받은 뇌사자로부터 간을 이식하며 부분 간 이식은 뇌사자 혹은 기증자로부터 기증받은 간을 이식한다. 국내에선 뇌사자의 장기 기증이 드물어 이식을 받지 못하고 환자가 숨지는 경우가 많다. 최근에는 살아 있는 다른 사람의 간 일부를 떼어내 환자에게 이식하는 '생체 부분 간이식'이 간 질환자에게 희망을 주는 치료법으로 떠오르고 있다. 부

분간 이식을 위해 간을 절제함에 있어 기증자와 수혜자의 생명을 동시에 보장받도록 수술해야한다. 생체 간이식 수술의 경우 제공받는 환자의 경우보다 수혜자의 생명이 무엇보다 중요시해야 되기 때문에 크기가 작은 쪽인 좌엽을 떼어 수혜자에게 이식해 주고 수혜자에게는 상대적으로 크기가 큰 우엽을 남겨 두는 것이 불문율이었다. 그러나 최근 우엽을 떼어 주어도 기증자가 안전하다는 사실이 입증되면서 우엽 이식 수술이 늘고 있다. 기증자가 생존하기 위해서는 기증자 표준체중의 0.8%의 간을 기증자에게 남겨주어야 하며 수혜자 또한 생존을 위해 수혜자 표준 체중의 0.8%이상의 간을 이식 받아야만 간 기능을 회복 할 수 있다[1]. 몇 년 전 일본에서 딸에게 간 일부를 제공했던 어머니가 부정확한 크기의 계산에 의해 수술 후 8달 만에 숨진 경우가 발생하면서 좀 더 정확한 간의 구조와 크기를 알고 계산하는 것이 얼마나 중요한가 다시 한번 인식되었다[4].

간 내부에는 간의 실질 및 주요 혈관들이 있는데 간동맥과 문맥혈관, 간정맥이 있다. 간은 동맥과 문맥으로부터 혈액을 공급받는다. 간 이식수술을 위해 간 절개 시 간혈관 분포 형태의 정확한 정보는 간 실질의 비율을 맞춰 절개하는데 중요한 정보로 작용하게 된다. 전체 간의 형태와 내부의 혈관 분포형태를 의료진이 정확히 인식하고 전체 체적과 혈관의 체적을 파악한 후 모형의 간에서 절개 위치를 결정한 뒤 수술을 하는 경우 성공률이 매우 높아질 수 있다 [2,3].

본 연구에서 간의 이식수술 시 무엇보다 중요한 정보인 간 혈관의 형태 정보를 제공하기 위해 MDCT 영상에서 간을 추출한 후, 추출된 간 영상으로부터 간동맥, 정맥, 문맥의 혈관을 Morphological Filtering을 이용하여 자동으로 추출하고 혈관의 크기를 정렬하여 더욱 간략화된 3차원 형태의 영상으로 보여준다.

2. 연구내용

2.1 MDCT 영상

본 논문에서 사용된 영상은 조영제를 투여한 정상 환자의 간을 촬영한 것이다. 의료인이 영상에 대한 판독 시 육안으로 식별이 용이하게 하기 위해 영상을 촬영하는 과정에서 인체에 투여하는 물질인 조영제

는 종양을 비롯한 비정상 조직들을 쉽게 드러나게 해주는 특성을 가지고 있어 CT 영상에서는 보편적으로 사용하고 있다.

DICOM Ver.3 포맷은 현재 PACS(Picture Archiving and Communication System)에서 널리 사용되고 있는 포맷으로 헤더 부분에 CT 영상의 구성 형식에 대한 정보, 환자 및 의료진의 정보가 모두 포함되어 있어 많은 부분의 정보를 알 수 있다. 처리 과정 중 불필요한 헤더 정보는 삭제하고 나머지 부분만을 이용하여 처리하였다[5-7].

의료 현장에서 운용중인 대부분의 자기공명 영상 기기나 컴퓨터 단층 촬영 장치는 영상의 전송이나 저장, 관리를 위해 ACR/NEMA version 3.0 포맷의 DICOM(Digital Imageing Communications in Medicine) 파일을 표준 형식으로 사용하고 있다. 그러나 이러한 형식의 영상은 일반적으로 개인용 컴퓨터나 워크스테이션에서는 인식 및 처리 될 수 없는 형식이므로 본 연구에서는 이러한 영상을 개인용 컴퓨터나 워크스테이션에서 인식 및 처리 할 수 있도록 변환하는 전처리 작업을 수행하였다. 이 작업은 AccuImage Diagnostics사의 AccuLite Version 3.1 프로그램을 이용하여 수행하였으며 변환 영상의 형식은 PC 및 워크스테이션에서 가장 널리 사용되는 bitmap파일 형식을 사용하였다(그림 1 (a), (b)).

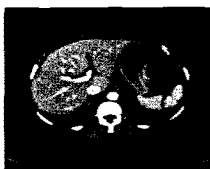
2.2 간 영역 추출

2.2.1 간 영역의 추출 알고리즘

추출 과정은 크게 네 가지로 나누어 볼 수 있다.

표 1. DICOM 파일의 Parameter

구분	성명	성별	Size	Thickness	Pixel spacing
비정상	K.M.D	F	512*512	1mm	0.7070312
정상	U.Y.S	M	512*512	1mm	0.5859375
정상	K.P.S	M	512*512	1mm	0.6328125



(a)



(b)

그림 1. (a) AccuLite view, (b) AccuLite bitmap 변환

먼저 장기와 노이즈부분의 서로 다른 명암값 분포를 이용한 장기부분의 추출을 하고, 메쉬를 이용하여 장기를 구성하는 명암값의 범위 자동 추출, 분리된 장기부분의 탐색을 포함한 위치 탐색을 하고 템플리트를 이용한 서브트랙션 과정을 거쳐 추출한다.

일반적으로 각 장기는 각기 고유한 명암값의 범위를 지니고 있지만 이러한 범위에는 여러 장기가 동시에 존재하므로 명암값만으로 추출 할 경우[8,9], 복강 내의 다른 조직인 노이즈가 추출하고자 하는 장기로 오인될 가능성이 크다. 기존의 방법에서는 장기의 추출에 사용한 정보로 장기의 명암값과 위치정보만을 사용해 왔다[9-12]. 간의 추출에 관한 다른 논문에서는 명암값의 범위가 일치하는 노이즈의 제거에 관한 방법의 제시가 없었고[13-20] 다만 복강 내에서 장기와 노이즈와 넓게 붙어 있지 않은 영상을 대상으로 추출하였다. 먼저 명암값의 비율이 샘플링된 수치와 같은 부분을 nonoverlapping 블록의 형태인 메쉬 영상으로 표현하여 전반적인 장기의 윤곽을 먼저 결정하였다. 두 번째의 특성으로 장기를 구성하는 명암값 범위를 벗어나는 메쉬를 제거하여 간에 해당하는 메쉬에서만 범위를 결정하는 방식을 사용하였다. 복부 CT영상에서 정상인의 간이 일정한 명암값의 범위에 존재하는 특성을 적용하여 단위 메쉬의 평균이 결정된 범위를 벗어나는 메쉬를 제거한 나머지 메쉬에서 명암값의 범위를 결정하였다. 세 번째 특징의 위치탐색과정은 위치탐색좌표를 중심으로 폐영역추출 방법을 사용하여 장기부분만을 추출하였다. 마지막 서브트랙션을 이용한 외곽선 추출과정에서는 이진영상에서 템플리트영상을 서브트랙트하는 방식을 사용하여 장기의 외곽선을 추출하였다. Template matching[19,20]방법은 효과적인 템플리트의 선정과 많은 계산량에서 역시 적용이 어렵다. 외곽선 추출 결과 텍스처를 이용한 방법[14,15,19-21]이 명암값 분포 비교 방식과 근사한 방법이라 볼 수 있으나 복부 장기에서는 각 명암값을 지닌 화소의 패턴이 일정하지 않으며 패턴 방법에서는 노이즈라 볼 수 있는 화소의 분포도 포함시켜야 한다. 같은 명암값 범위를 지니는 장기와 노이즈를 구분하기 위해 장기의 명암값의 분포를 샘플링하여 전체 영상을 처리하는 방식을 사용하였다. 메쉬내에서 명암값의 비율이 샘플링된 명암값의 비율과 일치하는 메쉬만을 추출하

였다[21-23].

2.2.2 장기의 추출 과정

전체 처리과정은 크게 3부분으로 나눌 수 있다. 첫 번째 과정은 배경과 근육층을 제거하는 전처리 과정과 장기를 구성하는 명암값의 범위 및 분포 샘플링 과정으로 구성되어 있다. 첫 번째 과정에서는 하나의 슬라이스를 선택하여 명암값 분포를 샘플링함으로써 각 명암값의 분포비율을 구하였다. 두 번째 과정은 처리할 슬라이스들을 차례로 입력영상으로 받아들여 장기추출을 시행하는 단계이다. 여기에는 메쉬영상으로부터 템플릿 영상을 결정하는 과정과 서브트랙션, 채우기 과정으로 구성되어 있다. 세 번째 단계는 추출된 각 슬라이스의 면적을 토대로 장기의 체적을 구하는 과정이다.

2.2.3 전처리과정

전처리 과정은 배경제거와 근육층제거의 크게 두 부분으로 구성된다. 배경제거 과정은 영상에서 몸체를 제외한 검은 배경을 명암값 255로 처리하는 과정이다.

대부분의 CT 영상에는 간이나 비장과 동일한 명암값을 가지면서 이들과 인접하여 위치한 근육층이 몸통둘레를 따라 분포하고 있다. 제거방법으로 일단 명암값이 다른 피하지방층과 늑골 부분을 먼저 제거하고 나서 남아있는 불규칙한 띠모양의 근육조직을 몸통둘레를 따라 두께를 추적하여 제거하였다(그림 2).

2.2.4 명암값의 범위 결정과 샘플링

먼저 입력영상에서 상, 하, 좌, 우의 몸통의 대략적인 위치를 탐색하고 나서 메쉬영역을 설정하였다. 메쉬의 설정을 위해서는 간과 비장이 각각 몸통의 좌측과 우측에 있다는 대략적인 장기의 위치정보와 몸통의 위치정보를 사용하였다.

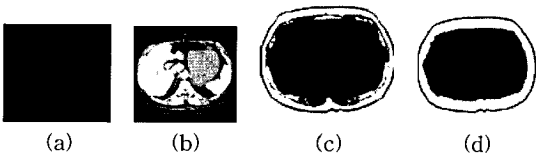


그림 2. (a) 배경제거 전의 입력영상, (b) 평준화영상, (c) 배경제거 후 피하지방층과 늑골부분이 제거된 영상, (d) 불규칙한 근육층의 두께를 추적함으로써 근육층을 제거한 영상.

복부 CT영상에서 정상인의 간이 일정한 범위내에 존재한다는 특성에 의해 단위메쉬의 평균이 결정된 범위를 벗어나는 메쉬를 제거한 나머지 메쉬에서 상한 90%를 차지하는 명암값의 최대값과 최소값을 결정하였다.

2.2.5 위치탐색 및 평준화 영상의 평균값

장기의 존재여부 확인과 분리된 장기의 추출을 위해 위치탐색 좌표를 설정하였다. 위치탐색선에서 제시된 방향으로 탐색해나가며 추정된 장기의 명암값과 일치하는 픽셀을 발견하면 좌표를 장기 내부의 한점으로 설정하였다. 좌표가 발견되지 않는 경우는 해당 슬라이스에 장기가 존재하지 않는 것으로 처리하였다. 위치 탐색점을 찾기 위하여 위치탐색선을 설정하였고 이들은 각각 간을 위한 왼쪽과 중간과 것과 비장을 위한 오른쪽의 것의 3개로 구성되어 있고 가운데에 위치한 것은 분리된 간의 좌역을 찾기 위한 것이다.

장기에 대한 평준화 영상의 평균값을 얻기 위해서는 이진영상을 클로징 후, 장기부분을 폐영역 추출하여 평준화 영상에 서브트랙트를 통해 평균값을 구하였다.

2.2.6 템플릿 영상결정과 서브트랙션

메쉬 영상은 그림 3과 같이 각각 10*10, 7*7, 5*5의 세 종류의 메쉬영상의 유니온을 생성하였다. 명암값의 분포를 이용한 세 종류의 메쉬 영상 가운데 10*10 크기의 메쉬 영상을 메쉬단위로 명암값 0 또는 255로 처리하였다. 샘플링 된 기준값과 같은 부분은 메쉬전체를 0으로 처리하며 분포가 다른 노이즈부분은 255로 처리하여 제거하였다.

메쉬영상은 하나의 메쉬 내에서 입력 영상의 명암값 비율과 샘플에서 추출한 비율들을 비교하여 샘플링 된 수치와의 차이에 따라 각각3, 4, 5인 세 종류의 오차영상으로 생성되었다. 이러한 영상들은 모두 3

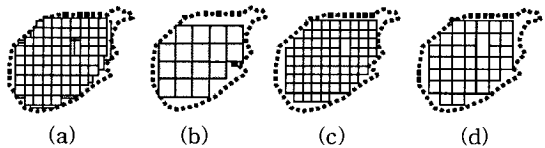


그림 3. (a) 세 영상의 유니온영상, (b) 10*10 화소 크기의 오차영상의 예, (c) 5*5 화소 크기의 오차영상의 예, (d) 7*7 화소크기의 오차영상의 예.

가지크기(5*5, 7*7, 10*10)의 매쉬영상의 합영상으로 생성되었다. 생성된 오차영상들은 평균화 영상에서 서브트랙트 되어 3종류의 영상을 획득하였다.

2.2.7 템플리트의 생성 및 서브트랙션

템플리트는 이진영상에서 추출하고자하는 장기 부분만을 서브트랙트 하기 위한 틀로 사용 템플리트 영상은 노이즈가 포함되지 않은 장기의 대략적인 형태를 나타내고 있다. 템플리트는 장기의 외곽선 부분을 모두 포함할 수 있는 정도의 크기를 요구하므로 템플리트 영상을 오픈링 시켜 확대하였다. 확장의 중심이 되는 화소와 그 주위에 위치한 여덟 개의 화소들을 8-연결성을 이용하여 상, 하, 좌, 우의 4번에 걸쳐 확장하였다.

화소와 화소 사이를 인식하여 채우는 방법을 사용하였다. 여기에서는 간의 채우기 과정에서 요구되는 장기 내부의 작은 크기의 홀(hole)만을 채우고 장기의 고유한 형태에서 기인하는 큰 홀은 채우지 않았다(그림 4).

2.3 간 혈관 추출

2.3.1 간 혈관 추출 알고리즘

조영제가 투여되면 먼저 동맥과 문맥에 먼저 퍼지고 일정시간차에 의해 정맥으로 퍼져 나가게 된다. 시간차에 의해 촬영되는 정맥의 영상을 가지고 처리하게 된다. 정상 환자의 간 실질과 내부에 존재하는 혈관의 경우 조영제의 영향으로 간의 명암값 분포보다 높은 명암값을 나타내므로 명암값의 분포로 간 실질과 혈관을 분리 할 수 있게 된다. 간 전체 영상으로부터 내부의 혈관을 자동으로 추출하기 위한 진행

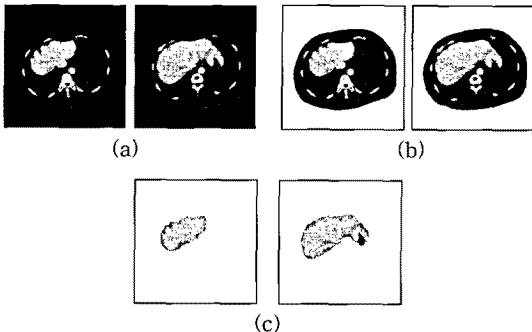


그림 4. (a) 원본이미지 (b) 배경 제거 후 이미지 (c) 간추출 후 영상

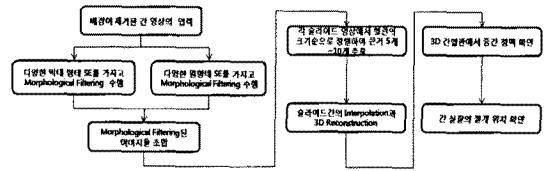


그림 5. 간 혈관 영역의 자동추출 알고리즘

과정은 다음과 같다(그림 5).

먼저 분리된 간 영상을 입력하여 각각의 SE 형태로 Morphological Filtering을 수행한다. 각 형태별로 나온 이미지를 유니온하여 전체 혈관의 이미지를 얻는다. 전체적인 혈관을 구한 이미지로부터 중간 정맥을 찾아 그 혈관을 중심으로 간을 절단하여 이식하게 되는데 주변의 지지부한 혈관들을 제거하여 좀 더 간결한 혈관의 형태를 구성함으로써 좀더 선명하고 간단한 3D 형태로 만들 수 있다. 그러기 위해 각 슬라이스 마다 나타나게 되는 3갈래의 주요 혈관인 큰 혈관 덩어리만을 남기고 나머지는 제거한다. 각 이미지 픽셀의 연결성을 찾아 하나의 덩어리 인지 확인하고 연결된 덩어리 혈관들을 크기대로 순서로 정렬 하여 5개~10개 정도씩 남긴 후 따로 저장하였다. 좀 더 자연스러운 3D 이미지를 얻기 위하여 interpolation을 수행하여 이미지 파일을 확장하였다. 간 형태의 시각적인 효과를 높이기 위하여 VTK를 이용하여 3D Reconstruction을 수행하여 여러 가지 측면에서 혈관의 모습을 분석이 용이하도록 하였다. 추출된 간 혈관 영상으로부터 중간정맥을 확인 한 후 중간 정맥의 위치에 대칭되는 원 이미지의 위치를 파악하여 절개 지점을 결정하여 보여 준다.

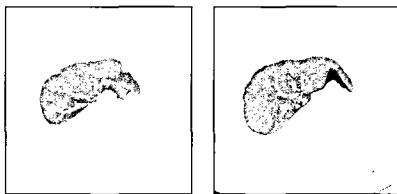
혈관이 구성되었던 여러 가지 모양을 추출해 낼 수 있도록 다양한 형태의 원형 모양의 SE (Structuring Element)와 여러 각도를 가지는 막대 모양의 SE(Structuring Element)를 만들어 각각의 SE형태별로 추출한 후 유니온을 수행하여 간 내부에 분포하는 혈관을 슬라이스 별로 자동 추출하였다. 혈관의 명암값 분포에 포함되는 픽셀들 중 일정 크기 이상의 원형성을 갖는 혈관을 찾기 위해서 원형의 SE를 만들어 사용하였고, 여러 각도로 뻗어나가는 긴 모양의 혈관을 찾기 위해 막대 모양의 SE를 이용하여 각각의 Morphological Filtering을 수행하였다. 그리고 두 가지 형태의 특징을 가진 여러 종류의 결과 영상을 각 슬라이스 별로 유니온하여 전체 혈관이 자세히 나오게 되는 새로운 간 혈관 영상을 구성하였

다. 이 때 다양한 형태의 SE를 통하여 구해진 혈관은 너무 작은 혈관까지 나오므로 해서 시각적으로 판단의 어려움이 있을 수 있으므로 주변의 작은 혈관들은 정리하여 좌측정맥, 중간 정맥, 우측 정맥 등 세 부분으로 나뉘어 있는 주요 혈관만을 나타내어 좀 더 빠르고 정확하게 중간 정맥을 찾아 낼 수 있도록 한다. 노이즈를 제거하는 과정은 각 슬라이스의 픽셀들을 조사하여 연결성을 가지는 그룹을 찾아낸다. 연결성을 갖는 그룹은 한 픽셀로부터 8방향 중 하나라도 이웃한 픽셀이 있으면 연결된 한 점으로 인식한다. 모든 픽셀들의 8방향의 연결을 확장하여 전체 연결성을 조사하고 연결된 픽셀들의 그룹을 하나로 인식한다. 각 그룹의 크기를 구한 후 정렬을 통하여 크기가 큰 그룹 순으로 5~10개를 남기고 해당되지 않는 다른 그룹의 픽셀들은 배경과 같은 이미지 값으로 채워 제거시킨다. 각 환자마다 특징적인 차이점에 의해 간단한 조정에 의해 적당한 그룹의 개수를 선택하여야 한다. 남겨질 그룹의 개수가 결정되면 슬라이스 별로 그룹의 개수만큼만 남긴다.

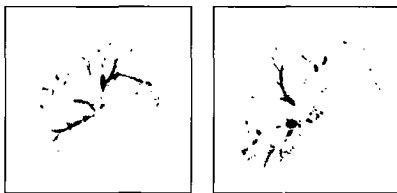
각 슬라이스 사이의 수직적인 연결성은 전체적인 이미지에서 중간 정맥의 형태가 정확하지 않는 경우 그룹의 개수를 증가 시켜줌으로써 좀 더 가는 혈관 사이의 보이지 않았던 끊겨진 연결을 찾아 낼 수 있다(그림 6).

2.3.2 혈관 영역의 3차원 재구성

간 영역에서 자동 추출 알고리즘을 통해 얻은 추출된 혈관영상들의 결과를 좀더 편리하게 보기위해



(a) 간 추출 영상



(b) 자동 추출된 간혈관 영상

그림 6. 자동 추출된 혈관 영상

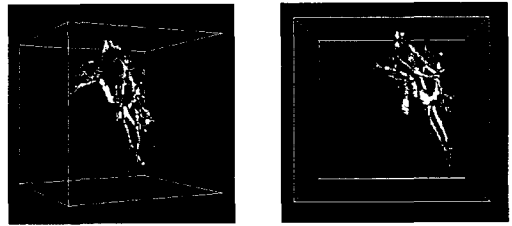


그림 7. 3차원으로 구성한 간혈관

2차원 슬라이스 별로 나온 결과들을 3차원으로 재구성하였다.

추출된 영상을 3차원 구성에 편리한 이진 영상으로 변환하고 각 슬라이스 간의 급격한 변화를 보정하기 위한 작업이 전처리 작업으로 필요하다. 이러한 보정 작업을 Interpolation이라고 하며 이를 위해 미국보건연구소(National Institutes of Health USA)에서 공개 배포하는 프로그램인 Image J의 플러그인 중 Volume Reconstructor 기능을 이용하였다. 이 때 각 픽셀의 가로 길이(VPS)와 세로 길이(HPS), 그리고 슬라이스 간격을 기준으로 영상을 보정하게 되며, 작업 후 Kitware Inc.에서 배포하는 Visualization Tool Kit과 Microsoft사에서 제작 배포하는 Visual Studio를 이용하여 3차원으로 재구성한 프로그램을 자체 제작하여 이진화 후 Interpolation 작업을 거친 영상을 그림 7과 같이 3차원으로 재구성 하였다.

3. 결과 및 고찰

요즘은 간 질환자들이 늘어가고 그에 따른 기술의 발달로 간 이식 수술의 희망을 주는 치료법들이 나오고, 좀 더 높은 성공률을 위해 간 이식 수술시 정확하고 다양한 정보들의 제공은 필수적이다. 이는 사람마다 간의 모양이나 크기가 다르기 때문에 무엇을 기준으로 절개하느냐에 따라 공여자와 수혜자의 생명 유지에 큰 영향을 끼치기 때문이다.

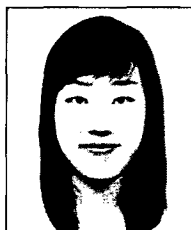
본 연구에서는 MDCT 영상에서 간 혈관의 형태를 정확히 파악할 수 있다. 혈관의 추출은 자동 추출함으로써 속도 면에서 효과적이며 자동 추출을 수행한 후 수동으로 추출한 영상과 비교해 봄으로써 알고리즘의 정확성을 검증할 수 있었다. 화면상에서 중간 정맥부분을 찾아낸 후 찾아진 중간정맥을 기준으로 좌엽을 중간정맥을 따라 절개하여 체적을 미리 계산하고 부족하면 우엽 쪽을 따라 절개하여 절개되었을

때의 간의 체적을 미리 측정 해 볼 수 있다. 수술 전에 미리 이렇게 해봄으로써 수술의 성공 여부를 예측할 수 있고 수술실에 들어가기 전에 의료진에게 확실한 내부 정보를 줌으로써 각 혈관들의 연결 시 빠르게 진행하여 수술시간을 단축시키고 안정감을 심어 줄 수 있어 성공률을 높일 수 있을 것이다. 본 연구에서의 결과로 각 부분들을 절개하고 절개 부분의 혈관의 위치를 의료진에게 제공할 수 있는 추후 연구가 필요할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] 서울아산 병원, “장기이식센터”, <http://www.amc.seoul.kr>
- [2] 국립 암센터, “암정보서비스”, <http://ncc.re.kr>
- [3] 통계청 사망원인 통계연보 “주요질병사망원인 변천 Annual mortality trends by leading causes of death in korea”(1990, 1995 and 2002)
- [4] “아낌없이 몸을 떼어 주는 장기 기증자들” 월간 조선, Nov. 2004.
- [5] 임재훈 박원식 안중모 김삼수 정환 최형식, “PACS의 경제성 분석,” 대한 PACS 학회지, 제 6권 p.9-18, 2000.
- [6] 박원식, “PACS의 경제성 분석,” 삼성 서울병원 영상의학과.
- [7] S.M. Park, E.K.Cho, Y.H.Kwon, M.S.Park, and J.W.Park, “Automatic Separate Algorithm of Vein and Artery for Auto-segmentation Liver-Vessel from Abdominal MDCT Image Using Morphological Filtering,” *LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE 2005*. LNCS 3612, pp. 1069-1078, 2005. Springer Verlag Berlin Heidelberg, 16-18 Dec. 2005.
- [8] M. J. Carlotto, “Histogram Analysis Using Scale-Space Approach,” *IEEE Transaction on PAMI*, pp. 121-129, Jan. 1987.
- [9] R. D. Henkei, “Segmentation in Scale Space,” *Proceedings of 6th international conference on Computer Analysis of Images and Pattern*, CAIP, Prague 1995.
- [10] H. E. Burdick “Digital Imaging, theory and application” McGraw_Hill inc, 1997.
- [11] S. E. Umbaugh, “Computer Vision and Image processing : A Practical Approach Using CVI Ptools”, Prentice Hall PTR, 1988.
- [12] D. G. Heath, B. S. Kuszyk, and Elliot K.Fishman, “Automatic Liver Segmentation Technique for Three-dimensional Visualization of CT Data,” *Radiology*, 1996.
- [13] L. Gao, D. G. Heath and E. Fishman, “Abdominal Image Segmentation Using Three-Dimensional Deformable Models,” *Inves. Radio.*, Vol.33, No.6, 348-355, 1998.
- [14] E. L. Chen, P. C. Chung, C. L. Chen, H. M. Tsai, and C. I. Chang, “An Automatic Diagnostic System for CT Liver Image Classification,” *IEEE Trans. Biomed. Eng.* Vol.45, pp. 783- 794, 1998.
- [15] L. A. Farjo, D. M. Williams, P. H. Bland, I. R. Francis, and C. R. Meyer, “Determination of Liver Volume from CT Scans Using Histogram Cluster Analysis,” *J Comput Assist Tomogr*, Vol.16, No.5, 1992.
- [16] K. T. Bae, M. L. Giger, H. MacMahon, and K. Doi, “Automatic segmentation of liver structure in CT images,” *Med. Phys.* 20(1), 1993.
- [17] A. Yezzi, S. Kichenassamy, and A. Kumar, “A Geometric Snake Model for Segmentation of medical Imagery,” *IEEE Trans. Med. Imag.*, Vol.16, 1997.
- [18] L. Gao, D. G. Heath and E. Fishman, “Abdominal Image Segmentation Using Three-Dimensional Deformable Models,” *Inves. Radio.*, Vol.33, No.6, 348-355, 1998.
- [19] T. McInerney, and D. Terzopoulos, “Topology Adaptive Deformable Surfaces for Medical Image Volume Segmentation,” *IEEE Trans. Med. Imag.*, Vol.18, No.10, Oct. 1999.
- [20] S.W.Yoo, Y.C.Sung, J.S.Cho, S.M.Noh, K.S.Shin, and J.W.Park, “Segmentation of Liver and Spleen by using Lattice Estimation System in Abdominal CT Image,” *ITC-CSCC'99*, Vol.II, pp. 991-994, 1999.

- [21] 성윤창, 윤용대, 송창준, 노승무, 박종원, “뇌에 대한 축상면의 MR 영상에서 뇌 영역 분할 및 조직 분할을 위한판별 값의 결정,” 제 13회 영상처리 및 이해에 관한 워크샵 발표 논문집, Vol. 13 No.01 pp. 0463-0468, 2001. 1.
- [22] 유승화, 조준식, 노승무, 신경숙, 박종원, “명암 값 분포를 이용한 자동화된 간과 비장의 정교한 추출,” 한국정보과학회 논문지, Vol.28, No.1, pp. 20-32, 2001. 03.
- [23] 유승화, 조준식, 노승무, 신경숙, 박종원, “조영제를 사용한 복부CT영상에서 명암값 비율을 이용한 간의 자동 추출,” 대한전자공학회 논문지, Vol.38, SP, No.2, pp. 63-73, 2001. 03.



이 유 진

2004년 한밭대학교 전자공학과
학사
2009년 ~ 현재 충남대학교 정보통신공학과 석사과정
관심분야 : 영상처리, 병렬처리



박 종 원

1979년 충남대학교 전자공학과
학사
1981년 한국과학기술원 전산학과
석사
1991년 한국과학기술원 전산학과
박사
1983년 ~ 1993년 충남대학교 전산
학과 부교수
1994년 ~ 현재 충남대학교 정보통신공학과 교수
관심분야 : 영상처리, 병렬처리, 의공학



박 성 미

1989년 충남대학교 전산통계과
학사
1996년 충남대학교 전자계산과
석사
2004년 충남대학교 정보통신공학
박사 수료

관심분야 : 영상처리, 병렬처리, 의료영상, 정보보안