

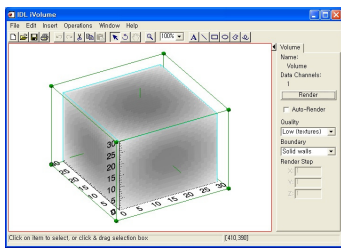
2차원 배열은 이미지로 표출할 수 있습니다. 이 때 배열의 값은 밝기로 변환되어 표출됩니다. 볼륨 데이터는 3차원 배열입니다. 배열의 값을 명암(Intensity)로 표현하는 것이 볼륨의 가시화입니다. 이 문서에 사용된 데이터는 다음 링크에서 다운로드 받을 수 있습니다.
http://www.idl-envi.co.kr/files/ivolume_sample.zip

1. 볼륨 데이터의 표출

다음과 같이 (30, 30, 30)의 3차원 배열을 생각해 보세요.
 IDL> data=bytarr(30, 30, 30)
 이러한 3차원 공간에서 중심으로부터 거리가 해당 좌표의 값이 되도록 한다면, 중심부의 값이 가장 작고 바깥으로 나갈수록 값이 커지게 될 것입니다. 다음과 같이 만들 수 있지요.
 IDL> for x=0, 29 do begin &&
 IDL> for y=0, 29 do begin &&
 IDL> for z=0, 29 do begin &&
 IDL> data[x,y,z]=sqrt((x-15)^2+(y-15)^2+(z-15)^2) &&
 IDL> endfor & endfor & endfor
 3차원 배열은 iVolume을 이용하면 간단하게 가시화할 수 있습니다.

IDL> iVolume, data

화면에 빈 상자만 보일 것입니다. 볼륨의 가시화는 시간이 많이 걸리는 작업이기 때문에 디폴트로 렌더링을 하지 않습니다. iTools의 오른쪽에 Render 버튼을 클릭하세요.



위에 보이는 결과가 중심부는 값이 작고(어둡게 보임) 바깥쪽으로 나갈수록 값이 커지는(밝게 보임) 3차원 배열의 가시화입니다. 실제로 중심을 한번 파고 들어가 볼까요?

2. 직교 단면도

1. iTools 메뉴의 Operations > Volume > Image Plane을 실행하세요. 볼륨 공간 내에 X 축을 따라 이동할 수 있는 YZ 평면 단면도가 나타납니다. 좌우로 이동도 됩니다.



그림 2. Visualization Browser

2. iTools의 Window > Visualization Browser를 열고 Volume을 선택합니다.
3. iTools에서 다시 Operations > Volume > Image Plane을 실행합니다.
4. 두번째 Image Plane의 Orientation 속성은 Y로 변경합니다. Y축을 따라 이동되는 XZ 평면이 될 것입니다. (화면상에 앞 뒤로 이동 가능).
5. 세번째 Image Plane을 열고 Orientation 속성을 Z로 변경합니다. 이로서 XY 평면까지 만들어져 볼륨의 직교 단면도를 생성했습니다.

3. 투명도와 팔레트 선택

직교 단면도에서 각 평면을 움직이다 보면 1)가운데 부분은 작은 값을 가지는데 밝게 보이는 점과 2)영상에 의해 가려진 뒤쪽 부분이 비쳐 보이는 점을 확인할 수 있습니다. 이는 데이터 값이 작을수록 불투명도(Opacity)가 낮도록(즉 투명)된 디폴트 설정 때문입니다.

1. Visualization Browser에서 Volume을 선택합니다.
2. Volume의 속성 중 Color & Opacity Table 0에서 Edit Color/Opacity를 실행합니다.
3. Palette Editor에서 Load Predefined 중 Rainbow를 선택합니다. 다음으로 아래쪽 체크박스에서 R,G,B를 해제하여 A(Alpha Channel - 불투명도)만을 남겨 놓고 Invert 버튼을 클릭하여 불투명도를 뒤집습니다(그림). 이로서 값이 작을수록 불투명하게 표출하는 것이 가능합니다.

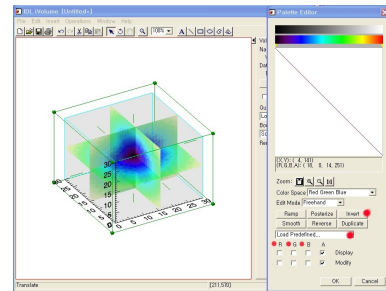
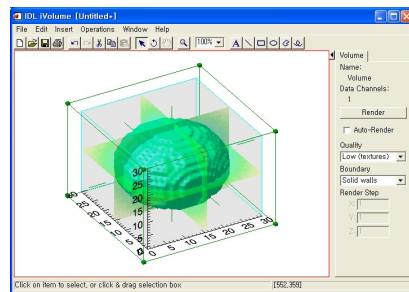


그림 3. 빨간 점으로 표시된 부분 적용

4. ISO-SURFACE (등위면)

이미지 데이터에서 값이 같은 위치들을 연결한 선이 Contour입니다. 마찬가지로 3차원 데이터에서 값이 같은 위치를 연결한 면이 등위면(ISO-Surface)입니다.

1. Visualization Browser에서 Volume을 선택합니다.
2. iTools 메뉴에서 Operations > Volume > Isosurface를 실행합니다.
3. IsoSurface Value를 12.5로 선택합니다. 값이 12.5인 위치들을 연결한 면은 그림과 같습니다.



5. Isotropic Scale (등방 척도)

data 변수는 배열 중심으로부터의 거리를 값으로 취하므로 등위면은 정확히 구형이 되어야 합니다. 하지만 디폴트는 그림과 같이 위아래로 찌그러진 모양을 하고 있을 것입니다.

1. Visualization Browser에서 Data Space를 선택합니다.
2. 속성 중 Isotropic scaling을 Isotropic으로 변경합니다.

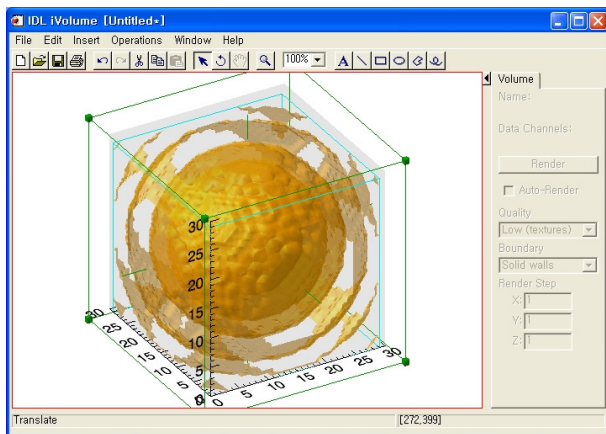
6. 조금 더 복잡한 볼륨 데이터

IDL> data2=sin(cos(data))

IDL> iVolume, data2, rgb_table0=5, /SCALE_ISOTROPIC

1. Visualization Browser에서 Volume을 선택합니다.
2. iTools 메뉴에서 Operations > Volume > Isosurface를 실행합니다.
3. IsoSurface Value를 0.2로 선택합니다.
4. Visualization Browser에서 Isosurface를 선택하고 Transparency를 50으로 변경합니다.

Transparency(투명도)를 조정하여 내부의 데이터를 함께 표출할 수 있습니다. RGB_TABLE0이나 SCALE_ISOTROPIC과 같이 키워드를 이용하여 명령문으로 많은 작업을 수행할 수 있습니다.



8. 부분 투명 설정

iVolume의 파라미터로 두 개의 볼륨(vol1, vol2)을 지정하면 최종 출력 결과는 다음과 같이 설정됩니다.

result=(vol1*vol2)/256

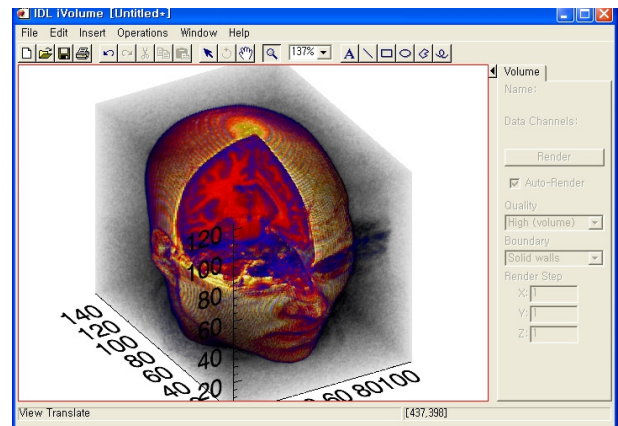
그러므로 두 번째 볼륨을 잘 활용하면 볼륨 중 일부를 투명하게 처리할 수도 있습니다. 다음 예제는 머리의 오른쪽 앞쪽을 투명하게 처리하여 내부 단면을 보이게 한 활용 예입니다.

IDL> vol2=replicate(255, 117, 157, 124)

IDL> vol2[0:62, 0:82, 58:123]=0 ;투명 설정 공간

IDL> iVolume, vol1, vol2, /SCALE_ISOTROPIC, \$

/AUTO_RENDER, RGB_TABLE0=5, RENDER_QUALITY=2



7. 의료 분야에서의 볼륨 가시화

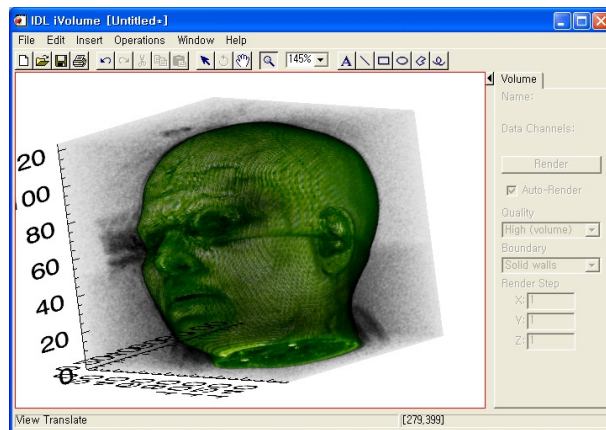
MRI, CT 영상이 여러 층을 촬영하게 되면 Volume 데이터가 됩니다.

IDL> file='mri3Dhead_small.dat'

IDL> vol1=read_binary(file, data_dims=[117, 157, 124])

IDL> iVolume, vol1, /SCALE_ISO, /AUTO_RENDER

1. /AUTO_RENDER 키워드를 사용하면 iTools 시동과 함께 자동으로 렌더링을 수행합니다.
2. iTools의 오른쪽 메뉴에서 Quality 항목을 High로 변경하고 표출 품질의 변화를 확인하세요.
3. AUTO_RENDER를 선택한 상태에서 High Quality를 선택하고 볼륨을 회전시키는 등의 변화를 수행하면 컴퓨터의 사양에 따라 매우 느리게 반응할 수도 있습니다. iTools의 오른쪽 메뉴에서 Auto Render 체크 박스를 해제할 수 있습니다.



9. 대기과학에서의 볼륨 가시화

대기과학에서의 대기 모델 계산결과는 많은 경우 3차원 볼륨 데이터로 생성됩니다. 특히 구름과 같은 데이터는 투명도를 잘 조정하여 사실적인 표출을 할 수 있습니다.

IDL> restore, 'cloud_sample.dat'

IDL> opaq=indgen(256)/40

IDL> isurface, dem, texture_image=img

IDL> iVolume, cloud, OPACITY_TABLE0=opaq, \$

/over, /auto, render_quality=2

