

# Grid workflow system을 이용한 인공 심장 parallel pipelined volume rendering system

박진성<sup>0</sup> 류소현 권용원 정창성

고려대학교 전자공학과

(honong13,messias,luco)snoopy.korea.ac.kr, csjeong@charlie.korea.ac.kr

## Parallel pipelined volume rendering of artificial heart using WISE on Grid

Jin-Sung Park<sup>0</sup> So-Hyun Ryu, Yong-Won Kwon, Chang-Sung Jeong  
Dept. of Electronics Engineering Graduate School, Korea University

### 요약

본 논문은 Grid상의 workflow 시스템인 Workflow based Grid Portal for PSE(이하 WISE)를 이용한 인공 심장의 3차원 병렬 volume rendering system 디자인과 구현에 대하여 기술한다. Grid는 전 세계에 분산되어 있는 고성능, 대용량 자원들을 고속 네트워크로 연동하여 사용할 수 있게 하는 환경이며, WISE 시스템은 workflow 개념을 도입하여, 이런 자원들의 효율적이고 편리하게 관리해주고 아울러 여러 가지 패턴을 이용해 프로그래밍 할 수 있게 해주는 middleware이다. 본 논문에서는 Grid 상에서 WISE system에서 제공하는 프로그래밍 패턴을 이용하여 구조화되어 있지 않은 인공심장 데이터를 병렬 processing pipeline 모델을 바탕으로 효율적인 parallel 3차원 가시화를 하기 위한 parallel pipelined volume rendering system을 구현하였다.

### 1. introduction

이 논문은 많은 processing 시간과 저장 공간이 필요한 3차원 인공심장의 가시화를 위해 parallel pipeline 개념을 적용하고 Grid상에서 workflow system인 WISE를 이용한 parallel pipelined volume rendering system의 구현과 디자인에 대해서 소개한다.

volume rendering은 3차원 scalar 값들의 집합인 volume data를 2차원 화면상에 가시화 하는 기법으로 사실적인 결과 이미지를 얻을 수 있기 때문에, 의료나 과학 기술 분야 등에서 널리 이용되고 있는 scientific visualization 기법이다.

우리가 사용하는 ray-casting volume rendering은 사실적인 이미지를 만들어내는

대신에 다루는 데이터가 커지게 되면 이미지를 만들어 내는데 걸리는 시간이 크게 증가되어 실시간 작업이 어려워지게 되는데 현재의 의료나 과학 기술 분야에서 가시화하고자 하는 데이터들의 크기가 커지고 있어 문제가 되고 있다.

우리는 이러한 문제를 해결하기 위해 분산되어 있는 고성능, 대용량 자원을 고속 네트워크를 통해 사용할 수 있는 Grid 환경을 사용하여 인공심장의 dataset을 분산/병렬 프로그래밍 환경을 제공하는 WISE system에서 rendering 가속화 알고리즘인 space-leaping 알고리즘과 parallel pipeline model을 적용하여 3차원 가시화하는 parallel pipelined volume rendering system을 구현하였다.

## 2. Overview of volume rendering and WISE

### 2.1 space-leaping volume rendering

ray-casting 기법은 눈에서 스크린 픽셀을 통하여 volume data를 향해 투사되는 광선이 volume data를 만나면 일정간격으로 진행하면서 주변의 voxel을 trilinear interpolation을 통해 resampling하게 되고 그 값을 이용하여 classification, shading, composition등의 작업을 통해 최종적인 color값들을 계산하여 스크린에 나타내는 방식이다. 하지만 이 방식은 volume data가 커지면 그에 따른 계산량이 늘어 가시화하는 시간이 늘어나는 단점을 가지고 있는데 우리가 사용한 space-leaping 알고리즘은 이러한 단점을 보완할 수 있는 가속화 알고리즘이다.

space-leaping 알고리즘은 volume data 내에서 물체가 존재하지 않는 빈 공간은 가능한 한 빨리 통과하고 물체가 존재하는 영역에서만 렌더링 작업을 수행함으로써 ray-casting을 가속화시키는 기법이다.

이 기법은 두 단계로 나누어지는 데 첫 단계에서는 최종 이미지에 영향을 미치는 픽셀(active pixel)과 광선이 이 픽셀을 통과해 진행 할때 볼륨 데이터 안에서 처음으로 불투명한 voxel을 만나는 위치(active depth)를 계산한다. 두 번째 단계에서는 첫 단계에서 계산된 정보를 이용해 active pixel에 대해서만 렌더링을 하며, 각각의 active pixel은 active depth에서부터 계산을 시작하여 불필요한 계산을 피하여 계산 속도를 향상시키게 된다.

### 2.2 WISE

WISE system은 손쉽게 분산/병렬 프로그래밍 할 수 있도록 다수의 과학 기술 분야의 예제들을 분석하여 만든 parallel workflow pattern과 편리한 프로그래밍 환경을 위한 visual editor 및 GUI를 제공하여 준다.

WISE는 사용자가 하나의 일을 기능에 따

라 모듈화하여 분리한 후 각각의 모듈을 프로세스로 디자인하여 일의 흐름을 쉽게 볼 수 있고 이해할 수 있는 환경을 제공하여 준다.

우리는 여기서 WISE가 제공하는 패턴 중 pipelined, split-join pattern을 사용하여 분산/병렬 프로그래밍 하였다.

## 3. Architecture of parallel pipelined volume render for Artificial Heart

### 3.1 file Converting

대부분의 의료나 과학 데이터들이 비구조화(unstructured)되어 있기 때문에 그러한 데이터들을 손쉽게 volume rendering하기 위해서 file\_Converter를 구현하였다.

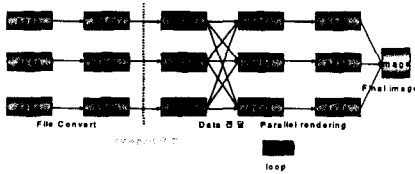
비구조화 데이터는 사면체나 육면체등의 한 노드를 구성하는 점들의 위치와 그 점들의 값을 나타내 주는 노드 데이터와 그 노드들의 연결되어 있는 연결 데이터들로 이루어져 있다. 이러한 데이터들의 구조화를 위해서는 일단 모든 점들의 값을 비교하여 x,y,z 방향의 최소, 최대값들을 구한 다음, 원하는 만큼 나누어 데이터의 각 점 위치를 알게 한다. 그리고 나서 무작위로 연결된 노드들을 하나씩 비교하여 구조화시킬 데이터의 어떤 점들이 노드 안에 포함되는 지 판단한 다음 포함되는 점들의 값을 interpolation을 통해 구조화된 데이터를 만들어 낸다.

### 3.2 parallel pipelined volume renderer

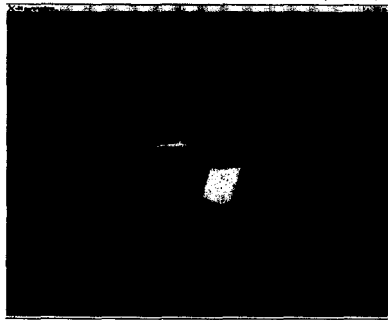
사용자가 client에서 스크린에 보여질 인공심장에 대한 viewpoint를 정하게 되면 일단 스크린을 똑같이 정해진 노드 개수만큼 나누게 되고 나누어진 각 부분의 rendering을 각각의 노드가 맡게 된다. 각 노드에서는 viewport에 따라 자신의 데이터만으로 렌더링할 수 있는 부분과 다른 노드의 데이터를 참조해야만 렌더링 할 수 있는 부분으로 나누게 된다.

그 후에 parallel 렌더링을 수행하게 되는데 처음엔 각 ray가 진행하면서 자신만의

데이터만으로 렌더링 할 수 있는 부분까지만을 계산한다. 그 후에 남은 다른 노드의 데이터를 참조해야만 렌더링 할 수 있는 부분을 각 노드로부터 필요한 data부분을 받아서 나머지 부분의 계산을 하게 되는 것이다. 이러한 작업을 반복하여 각 노드들이 렌더링을 마치게 되면 각 부분적인 이미지를 client 노드로 보내게 되고 client node는 이러한 이미지들을 모아서 전체적인 이미지를 만들어 내게 된다. 사용자가 viewport를 바꾸면 자동으로 다시 스크린을 나누게 되고 위의 작업들을 반복하여 새로운 이미지를 만들어 낸다.



[그림 1] 설계한 volume render의 구조



[그림 2] 가시화된 인공심장

#### 4. Result and Evaluation

실험은 100Mbps Ethernet으로 연결되어 있는 SGI O2 1대, SGI Octane 1대, 펜티엄 4 8대, 총 10대의 이기종 자원들을 이용하였다. 파일변환을 통해 만들어낸 256\*256\*225 data를 사용하여 512\*512 이미지를 만들어 내었다. 표에서 보듯이 시간과 속도면에서 linear하지는 않지만 resonable한 값을 얻을 수 있었다.

노드	M1	M2	M3
OS(spec)	linux	IRIX6.3(02)	IRIX6.5(Octane)
실행 시간	103.01	205.390	128.690
성능비율	1.0	0.502	0.8

[표1] M1에 대한 상대적 performance 측정

기계 수	1(M1)	2(M1,3)	4(M1,1,2,3)	8(M1,1,1,1,1,1,2,3)	
ideal	1.0	1.8	3.302	7.302	
실험	time	82.12	70.74	60.01	20.39
	속도	1.0	1.471	2.512	5.035
	효율	100.0%	81.72%	76.08%	68.95%

[표2] parallel pipelined 가시화 결과

#### 5. Conclusion

본 논문에서는 Grid환경하에서 WISE를 이용하여 인공심장 데이터를 빠르고 효율적으로 가시화 하기 위해 parallel pipelined volume renderer를 구현하였으며 실험을 통하여 효율성을 입증하였다. 앞으로는 viewport에 따른 load balancing문제를 보완하여 시스템을 개량 시켜야 하겠다.

#### 6. 참고문헌

[1].Hyung-Jun Kim, Yong-Je Woo, Yong-Won Kwon, So-Hyun Ryu and Chang-Sung Jeong "A Fast Pipelined Parallel Ray Casting Algorithm Using Advanced Space Leaping Method"2003, Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Volume 2763, pp. 244 - 252

[2] Yong-Won Kwon, So-Hyun Ryu, Chang-Sung Jeong, Hyungwoo Park "XML-based Workflow Description Language for Grid Applications", ICCSA 2004 발표예정