

외곽선 생성 알고리즘 및 3차원 기하모델 생성 알고리즘

백명엽^o, 권희용

안양대학교 컴퓨터공학과

mybaek99@hotmail.com^o, hykwon@aycc.anyang.ac.kr

Reconstructing Contour Lines Algorithm and Reconstructing 3D Models Algorithm

Myong-Youb Baek^o, Hee-Yong Kwon

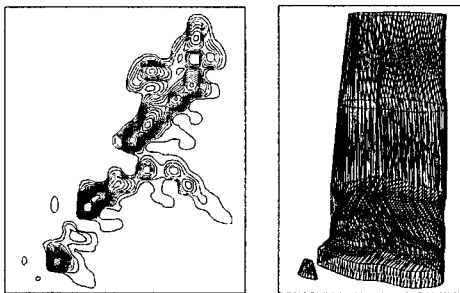
Dept. of Computer Science & Engineering, Anyang Univ.

요 약

대기 중의 오염도를 한눈에 파악하기 위해서는 측정된 수치 데이터의 시각화가 필요하다. 실시간 변화하는 대기 오염도를 시각화하고 활용하기에는 기존의 외곽선 생성 알고리즘과 3차원 기하모델 생성 알고리즘은 적절하지 못하다. 본 논문에서는 실시간 변화하는 대기 오염도의 시각화를 위하여 측정된 수치 데이터를 보간 후 원하는 농도 값을 찾아 규칙적인 외곽선을 생성하여 주는 알고리즘과 높이별로 구해진 규칙적인 외곽선을 이용하여 빠르게 3차원 기하모델을 생성해 주는 알고리즘을 제안한다.

1. 서론

대기 중의 오염도를 한눈에 파악하기 위해서는 측정된 수치 데이터의 시각화가 필요하다. 오염도의 시각화를 위해서는 외곽선을 생성하여 단면을 보여주거나 높이별로 생성된 외곽선을 이용하여 3차원 기하모델을 생성하여 보여주어야 한다.



(a) 외곽선 (b) 3차원 기하모델

[그림 1] 외곽선 및 3차원 기하모델

외곽선을 생성해주는 알고리즘에 관한 연구로는 전체 영역에서의 공간 분포 함수를 구하여 특정 평면과의 교차선에 대한 정보를 수치적으로 계산하여 외곽선을 전역적으로 구성하는 방법(Global Interpolation and Contouring)과 평면상에서의 자료로부터 위치 정보를 이용하여 보간법(Interpolation)을 적용, 부분에서 전체

로 확장해 가며 외곽선을 구하는 국부 생성법(Local Construction Method)으로 구분하고 국부 생성법은 등치선을 추적, 구성하는 순서에 따라 추적 생성법(Traced Contouring)과 부분 생성법(Piecewise Contouring)으로 나눈다. 공간 자료의 전체에 대한 연속 함수를 계산하여 외곽선을 구성하는 전역 등치선 생성법은 계산식이 복잡하고 실제 처리시간이 많이 요구되어 상용화가 어렵다. 추적 생성법은 등치선을 추적하는 과정에서 판단이 모호한 경우의 발생 소지가 크고 알고리즘의 구현이 복잡하다. 부분 생성법은 각 단위 격자를 등치선 트리 구조로 정의하여 트리를 운행함으로써 각 등치선을 생성하나 트리를 운행하는 절차가 복잡하다[1]. 따라서 본 논문에서는 측정된 수치 데이터의 위치정보의 일정한 규칙을 이용하여 외곽선을 찾아가는 외곽선 생성 알고리즘을 제안한다.

그리고 위 외곽선 알고리즘을 이용하여 생성한 각 높이별 외곽선을 이용하여 효율적인 3차원 기하모델을 생성한다. 외곽선 정보를 이용한 대표적인 모델 재구성 알고리즘으로는 Barequet와 Sharir의 알고리즘이 있다. 그러나 이 알고리즘들은 분기시 두 외곽선 사이부분인 클래프트(Cleft)부분에서 복잡도가 크게 증가한다[2]. 따라서 본 논문에서는 대기오염의 동적 특성을 실시간으로 반영하기 위해 정합되는 부분과 클래프트를 따로 잘라내어 처리하지 않고 알맞은 위치에 정점을 추가하여 연결하는 간단한 방식을 제안한다.

2. 외곽선 생성 알고리즘

대기 중의 오염도를 측정된 데이터를 보간 (Interpolation) 후 찾고자하는 오염 농도를 보간 된 데이터에서 찾아낸다.

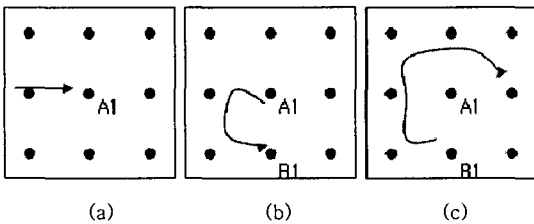
2.1 데이터 보간

외곽선을 찾기에 앞서 측정된 오염도 데이터의 간격을 좁히기 위하여 데이터를 보간 한다. 보간법에는 대표적으로 Polynomial interpolation과 Rational function interpolation, Cubic spline interpolation이 있다[3]. 본 논문에서는 속도가 가장 빠른 Polynomial interpolation을 사용하였다.

2.2 외곽선 검색 및 역검색

보간 된 데이터를 이용해서 외곽선의 시작 위치를 순차적으로 검색하고 역검색을 통하여 시작 방향을 설정한다. 역검색을 통하여 점 하나로 이루어진 폐곡선인지를 쉽게 파악할 수 있어 그 경우에는 추적과정을 제외하고 바로 폐곡선을 생성해 수행시간일 단축시킨다.

[그림2]의 (a)와 같이 찾고자하는 농도보다 높은 농도가 나올 때까지 순차적으로 검색해간다. 찾아진 높은 농도를 A1이라고 하면 [그림2]의 (b)와 같이 A1의 주위 8개 데이터를 시계 반대방향으로 검색해 찾고자하는 농도보다 높은 데이터를 찾는다. 찾은 농도를 B1이라고 하면 [그림2]의 (c)와 같이 B1에서부터 A1의 주위 8개 데이터를 시계 방향으로 검색해 찾고자하는 농도보다 높은 데이터를 찾는다.



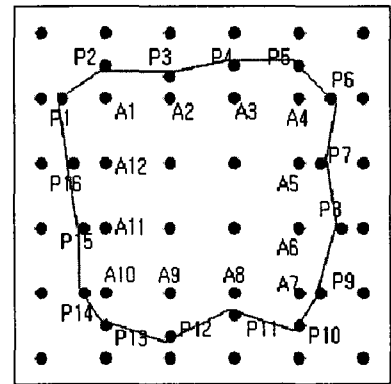
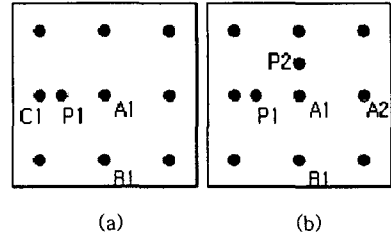
[그림2] 외곽선 검색 및 역검색

2.3 외곽선 구성에 필요한 점 추가

시계방향으로 검색할 때 8개 방향 중 동, 서, 남, 북 4 방향에 해당하는 곳에서는 [그림3]의 (a)와 같이 A1과 현재 검색한 농도 C1과의 사이에 찾고자하는 농도 값인 P1을 추가한다.

[그림3]의 (b)와 같이 A1에서 시계방향으로 검색하던 중 찾고자 하는 농도보다 높은 농도 A2를 찾으면 현재 기준을 A1에서 A2으로 변경한 후 A2에서 A1 방향 이

후부터 시계방향으로 다시 검색하며 점을 추가한다. 이 과정을 [그림3]의 (c)와 같이 기준점이 A1으로 다시 돌아올 때까지 반복 수행하여 이때 만들어진 점 P1~Pn을 선으로 연결하여 폐곡선을 표현한다.



(c)
[그림3] 외곽선 구성

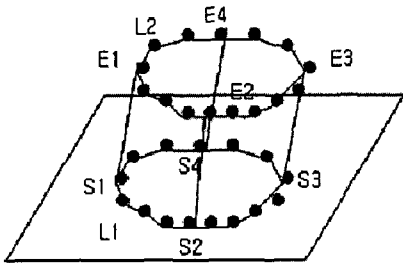
3. 3차원 기하모델 생성 알고리즘

위 외곽선 알고리즘을 이용하여 생성한 각 높이별 외곽선을 이용하여 효율적인 3차원 기하모델을 생성한다.

3.1 연결간선 결정

서로 다른 두 외곽선을 연결하기 위해서는 시작 위치를 나타내는 연결 간선이 필요하다. 본 논문에서는 대기 오염도를 측정된 높이별 데이터를 3차원 보간을 이용하여 위아래 외곽선이 큰 변화가 없도록 하여 4개의 점을 이용하여 연결간선을 빠르게 생성하였다.

연결 간선을 구하기 위해 [그림4]와 같이 L1 외곽선의 X, Y의 최대값과 최소값을 구하여 각각에 가장 가까운 점 S1, S2, S3, S4를 구한다. L1 외곽선의 S1, S2, S3, S4에서 L2 외곽선의 점 중에서 가장 가까운 E1, E2, E3, E4를 구한다. 그 후 (S1, E1)에서 (S2, E2)까지 각 점들을 삼각형화 하여 선분을 그려준다.



[그림4] 연결간선 결정

3.2 두 외곽선의 경계 정점의 개수가 다를 경우

두 외곽선은 해당 농도에 해당하는 점을 찾아 만들어 진 것이기 때문에 서로 다른 점의 개수를 가진다. 그러나 삼각형화를 해주기 위해서는 이 점의 개수를 맞추어야 한다.

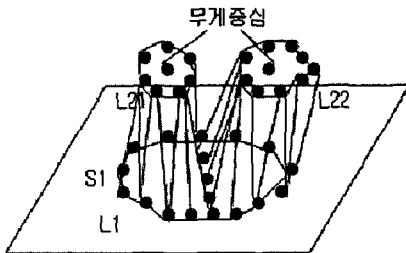
L1이 L2보다 점의 개수가 많다고 가정했을 때 L1의 점의 개수를 LP1이라하고 L2의 점의 개수를 LP2라 하면 한 점당 선분의 꼭지점으로 이용될 수 있는 횟수는 아래 y와 같다.

$$y = 1 + (LP1 - LP2) / LP2$$

3.3 분기가 있는 외곽선

외곽선끼리의 연결 관계는 반드시 1:1이 아닌 1:N 또는 N:1이다. 따라서 외곽선의 분기처리가 필요하다. 본 논문에서는 이 문제를 해결하기 위하여 L1에서 L21, L22로 분기가 될 경우 L21, L22의 무게중심을 구한 후 L1의 각 정점들이 L21과 L22의 중심 중 어디에 가까운지를 계산하여 각각에 포함시킨다. L21에 속하면서 L22에 가장 가까운 정점과 L22에 속하면서 L21에 가장 가까운 정점 중 더 짧은 것을 찾아 다른 쪽에도 포함시킨다.

L21와 L22 모두에 속해있는 두 정점을 기준으로 새로운 정점을 추가시킨다.



[그림5] 분기가 있는 외곽선

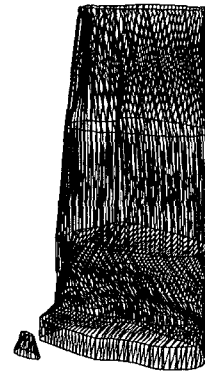
4. 결론

본 논문에서는 시시각각 변화하는 대기 오염도를 파

악하기 위하여 알고리즘들을 단순화 시켜 수행시간을 단축시켰다. 본 논문에서 제시한 알고리즘은 대기 오염도의 시각화에 국한되지 않고 측정된 수치 데이터의 시각화를 원하는 다른 여러 분야에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.



[그림6] 본 논문의 알고리즘으로 구현된 외곽선



[그림7] 본 논문의 알고리즘으로 구현된 3차원 기하모델

참고문헌

- [1] 장병태, 이인경, 황치정, "등치선도 자동 생성 알고리즘", 한국 정보과학회논문집(A) Vol. 23, No 4, pp.351-357, 1996.
- [2] 노성, 신병석, "외곽선으로부터 3차원 기하모델을 생성하는 효율적인 삼각형화 알고리즘", 한국 정보과학회 가을학술발표논문집 Vol. 2, pp.715-717, 2003.
- [3] William H. Press, et al., "Numerical Recipes in C", CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, pp.105-128, 1992.