

3차원 지구통계 기법을 이용한 유체유동 프로그램 인터페이스개발

기세일 · 최종근 · 정대인 · 정승필 · 박광원*

* 서울대학교 지하유체공학연구소

1. 서론

지하수 및 지하수내 용질 거동을 모사하기 위해서 일반적으로 상용프로그램들이 널리 사용되어 왔다. 대표적으로 USGS(U.S. Geological Survey)에서 개발한 MODFLOW(A Modular Three-Dimensional Finite-Difference Groundwater Flow Model)와 캐나다 WHI(Waterloo Hydrogeologic, Inc)사에서 개발한 Visual ModFlow 등이 있다. 이들 프로그램은 빠르고 정확한 유동 시뮬레이션이 가능한 장점이 있지만, 사용하기가 어렵고 수리지질학적 특성치를 예측하는 과정에서 지구통계기법이 2차원에 국한된다는 단점이 있다. 이에 본 연구에서는, 유체유동 프로그램의 활용성을 제고하기 위해서 3차원 지구통계 기법을 적용한 사용자 편의의 전처리 인터페이스 프로그램을 개발하고자 한다. 3차원 지구통계 기법을 적용함으로써, 윈도우 프로그램으로 개발하여 사용자 편의성을 높이고, OpenGL 3차원 영상화 기법을 활용함으로써 대수층의 입체적 분석이 가능하도록 개발하였다.

2. 본론

2.1 파일 입출력을 통한 그리드 정보교환

본 연구에서 개발한 인터페이스는 그림 1과 같이 모식화하여 나타낼 수 있다. 개발한 프로그램에서는, MODFLOW와 Visual ModFlow 실행 시 생성되는 지형경계 등의 격자시스템과 각 경계조건에 대한 정보 파일을 바로 입력받을 수 있고 그림 1의 우측그림과 같이 3차원으로 시각화 할 수 있다. 또한 3차원 지구통계 기법으로 공간변수를 생성한 뒤, 생성된 결과는 상용프로그램에 바로 입력할 수 있는 텍스트 파일로 출력하도록 설계되어 있다. 그림 3은 3차원 지구통계 기법으로 생성된 수리지질학 특성치를 출력하는 화면을 나타내고 있다. 또한 개발한 프로그램은 독립적인 3차원 지구통계 패키지로도 활용가능하며, 이 경우 그림 2와 같은 텍스트 파일로 격자시스템에 대한 정보를 입력받을 수 있다(최요순 등, 2004). 여기서 파일 헤더부분(header part)으로 표현한 부분은 전체적인 격자시스템에 대한 정보를 담고 있고, 그 아래(body part)에 각 격자에 대한 정보를 담고 있다. 각 격자가 지형경계에 인접한 격자인지 여부, 대상 영역 내부인지 외부인지 여부 등에 대한 정보를 담고 있으며 이후 수행할 유동 시뮬레이션, 유선 시뮬레이션(장민철과 최종근, 2001) 등에 필요한 경계조건 등을 포함하고 있다.

2.2 3차원 지구통계기법의 적용

를 정해주는 방식으로 결정된다.

$$z_i^* = \sum \lambda_i z_i$$

z_i : samle values
 λ_i : weighting factor of i-th sample

(1)

본 연구에서는 가장 가까운 샘플에 가중치 1을 주고 나머지 샘플에 대해서 0을 할당하는 다각형법 (polygon method), 거리의 역수를 가중치로 이용하는 역거리 가중치법(inverse distance weight)은 크리깅(kriging) 등 여러 지구통계 기법(최종근, 2004)으로 공간변수를 생성하도록 프로그램을 설계하였다.

기존의 MODFLOW와 Visual ModFlow등의 상용프로그램에서는 2차원 지구통계 기법을 적용하고 있다. 수직방향으로 동일한 층(레이어)에 있는 자료들만을 이용하여 미지점에서의 수리지질학 특성치를 생성하도록 설계되어 있다. 따라서 전 영역에 걸쳐 있는 샘플값들의 공간적 분포특성과 불균질성(heterogeneity)을 충분히 반영하지 못하게 된다. 본 연구에서는 3차원으로 분포하는 샘플값들을 모두 반영하여 공간변수를 예측하도록 프로그램을 설계하여, 예측의 정확성과 현실성을 높이고자 하였다. 그림 4는 앞서 설명한 각각의 방법에 대해서 임의 생성자료(a)에 대해서 각각 다각형법(b), IDW법(c), 크리깅(d)으로 미지의 공간변수를 생성한 결과를 나타낸다.

2.3 3차원 시각화

개발한 프로그램의 사용자 편의성을 높이고 대수층 공간변수의 입체적 분석이 가능하도록 윈도우 기반의 프로그램으로 제작하였다. 그래픽 산업에서 널리 통용되는 OpenGL 기법(Wright와 Sweet, 2001)을 사용하여 그림 5와 같은 인터페이스를 구성하였다. 공간 변수 생성과정에 대한 메뉴를 최적화하고, 간단한 마우스 조작으로 그림 6과 같은 제어가 가능하도록 설계하였다.

3. 결론

본 연구에서는 유체유동 모사에 많이 활용하는 상용프로그램의 장점을 활용하고 단점을 보완할 수 있는 사용자 편의의 인터페이스를 개발하였다. 파일입출력을 통해서 대수층의 정보를 교환하며, 3차원 지구통계 기법을 적용하여 미지의 수리지질학 변수 예측시 정확성을 높였다. 또한 개발된 프로그램은 독립적인 3차원 지구통계 패키지로 활용가능하며, 간단한 마우스조작을 통해서 대수층 영상의 입체적인 분석이 가능하도록 설계하였다.

4. 참고문헌

장민철, 최종근, 2001, Modeling of Contaminants Transport in a Fracture Using Streamline Simulation. 한국지구시스템공학회지, No 38, pp. 202-210.

최요순, 기세일, 정승필, 박광원, 박형동, 최종근, 2004, "GIS 데이터를 이용한 공간변수 생성과 생성된 외부자료의 GIS 결합," 한국지구시스템공학회 춘계학술대회, 강원대학교, pp. 39-44.
 최종근, 2004, 크리깅과 최적화, 구미서관.
 Wright, R.S. Jr. and Sweet, M., 2001, OpenGL SUPER BIBLE Second Edition, 인포북.

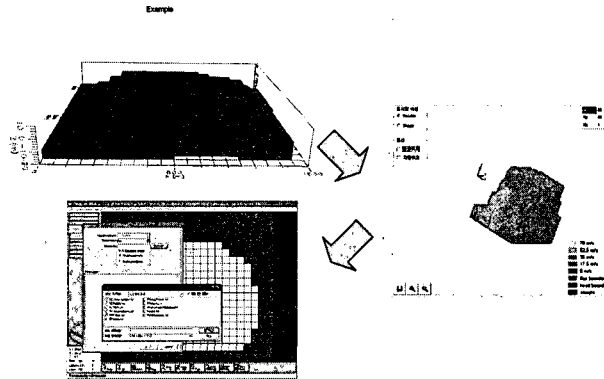


그림 1. 파일입출력을 통한 정보교환.

Header part										
NO	NAME	AGE	SEX	HT	WT	HAIR	EYES	REL	EDUC	PROF
1	김민준	25	M	175	65	검은색	검은색	남자	고졸	학생
2	이서연	22	F	160	50	검은색	검은색	여자	고졸	학생
3	박준호	28	M	180	75	검은색	검은색	남자	대졸	회사원
4	정수민	24	F	165	55	검은색	검은색	여자	고졸	학생
5	최지우	26	M	178	70	검은색	검은색	남자	고졸	학생
6	한지혜	23	F	162	52	검은색	검은색	여자	고졸	학생
7	김태원	27	M	176	68	검은색	검은색	남자	고졸	학생
8	이민서	21	F	158	48	검은색	검은색	여자	고졸	학생
9	박성민	29	M	182	78	검은색	검은색	남자	대졸	회사원
10	정민서	24	F	168	58	검은색	검은색	여자	고졸	학생
11	최지우	26	M	178	70	검은색	검은색	남자	고졸	학생
12	한지혜	23	F	162	52	검은색	검은색	여자	고졸	학생
13	김태원	27	M	176	68	검은색	검은색	남자	고졸	학생
14	이민서	21	F	158	48	검은색	검은색	여자	고졸	학생
15	박성민	29	M	182	78	검은색	검은색	남자	대졸	회사원
16	정민서	24	F	168	58	검은색	검은색	여자	고졸	학생
17	최지우	26	M	178	70	검은색	검은색	남자	고졸	학생
18	한지혜	23	F	162	52	검은색	검은색	여자	고졸	학생
19	김태원	27	M	176	68	검은색	검은색	남자	고졸	학생
20	이민서	21	F	158	48	검은색	검은색	여자	고졸	학생
21	박성민	29	M	182	78	검은색	검은색	남자	대졸	회사원
22	정민서	24	F	168	58	검은색	검은색	여자	고졸	학생
23	최지우	26	M	178	70	검은색	검은색	남자	고졸	학생
24	한지혜	23	F	162	52	검은색	검은색	여자	고졸	학생
25	김태원	27	M	176	68	검은색	검은색	남자	고졸	학생
26	이민서	21	F	158	48	검은색	검은색	여자	고졸	학생
27	박성민	29	M	182	78	검은색	검은색	남자	대졸	회사원
28	정민서	24	F	168	58	검은색	검은색	여자	고졸	학생
29	최지우	26	M	178	70	검은색	검은색	남자	고졸	학생
30	한지혜	23	F	162	52	검은색	검은색	여자	고졸	학생
31	김태원	27	M	176	68	검은색	검은색	남자	고졸	학생
32	이민서	21	F	158	48	검은색	검은색	여자	고졸	학생
33	박성민	29	M	182	78	검은색	검은색	남자	대졸	회사원
34	정민서	24	F	168	58	검은색	검은색	여자	고졸	학생
35	최지우	26	M	178	70	검은색	검은색	남자	고졸	학생
36	한지혜	23	F	162	52	검은색	검은색	여자	고졸	학생
37	김태원	27	M	176	68	검은색	검은색	남자	고졸	학생
38	이민서	21	F	158	48	검은색	검은색	여자	고졸	학생
39	박성민	29	M	182	78	검은색	검은색	남자	대졸	회사원
40	정민서	24	F	168	58	검은색	검은색	여자	고졸	학생
41	최지우	26	M	178	70	검은색	검은색	남자	고졸	학생
42	한지혜	23	F	162	52	검은색	검은색	여자	고졸	학생
43	김태원	27	M	176	68	검은색	검은색	남자	고졸	학생
44	이민서	21	F	158	48	검은색	검은색	여자	고졸	학생
45	박성민	29	M	182	78	검은색	검은색	남자	대졸	회사원
46	정민서	24	F	168	58	검은색	검은색	여자	고졸	학생
47	최지우	26	M	178	70	검은색	검은색	남자	고졸	학생
48	한지혜	23	F	162	52	검은색	검은색	여자	고졸	학생
49	김태원	27	M	176	68	검은색	검은색	남자	고졸	학생
50	이민서	21	F	158	48	검은색	검은색	여자	고졸	학생

그림 2. 격자시스템 정보 텍스트파일.

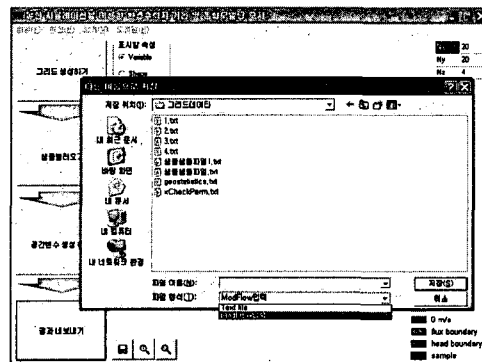
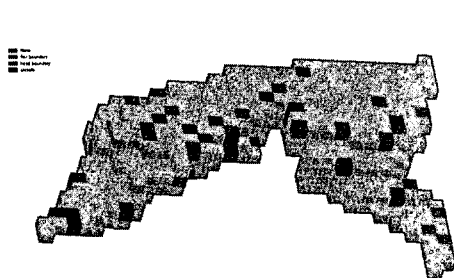
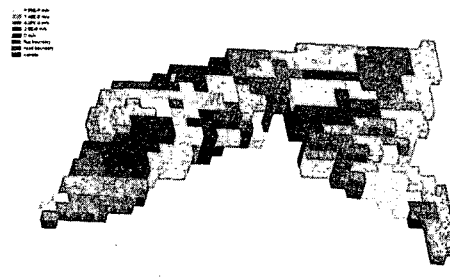


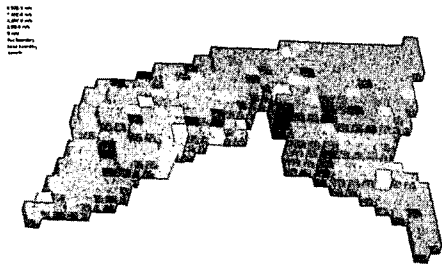
그림 3. 생성된 공간변수의 파일출력.



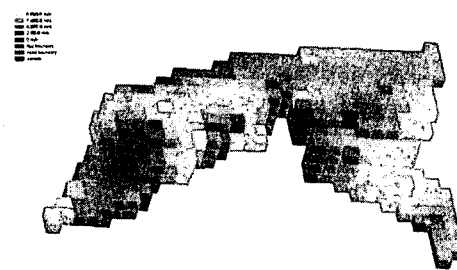
(a) 임의 생성 필드



(b) 다각형법을 이용한 공간변수 생성



(c) IDW법을 이용한 공간변수 생성



(d) 크리깅을 이용한 공간변수 생성

그림 4. 지구통계 기법을 이용한 공간변수 생성.

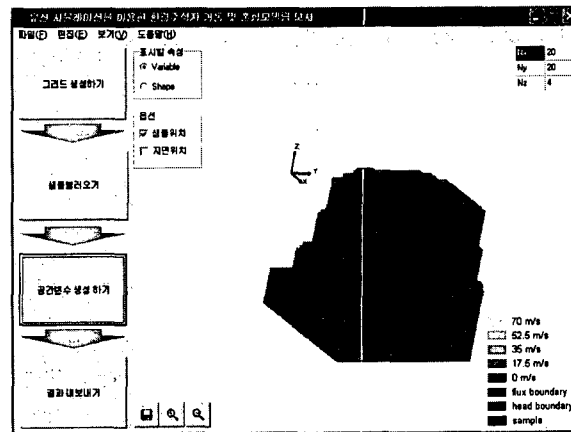
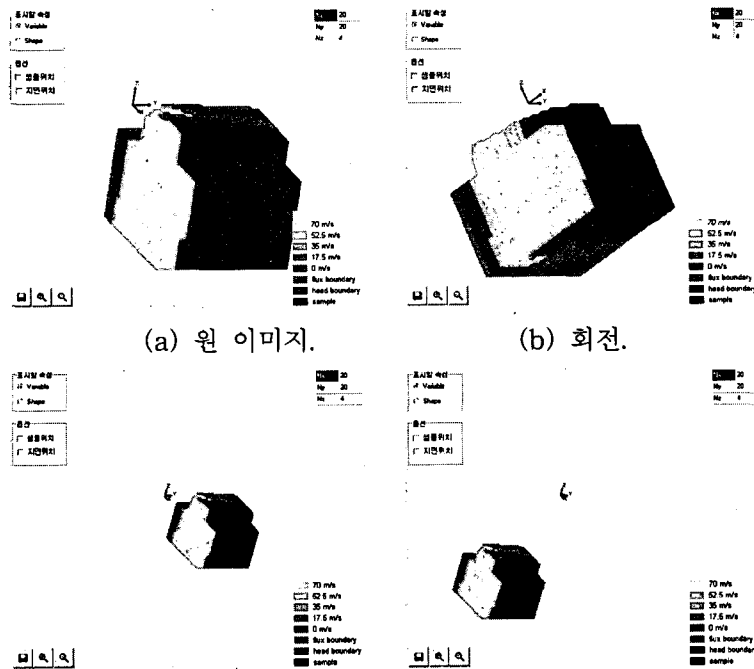


그림 5. 개발한 프로그램의 메인 화면.



(a) 원 이미지.

(b) 회전.

(c) 확대 및 축소.

(d) 이동.

그림 6. 3차원 시각화 및 이미지 제어 기능.