

SIOP 시뮬레이터를 위한 GUI 기반의 전처리부 설계 및 구현

이양민^o 이재기 강동우
 동아대학교 컴퓨터공학과

manson^odonga.ac.kr, jklee@dau.ac.kr, dongwoo@donga.ac.kr

Design and Implementation of GUI-based Preprocess for SIOP Simulator

Yang Min Lee^o JaeKee Lee DongWoo Kang
 Computer Engineering Department, Dong-A Univ.

요 약

전세계적으로 수자원이 고갈되어 가는 시점에서 해안에 근접한 지하수의 개발은 매우 중요하며, 현재 이와 관한 연구가 활발히 수행되고 있다. 해안 지하수를 개발하고 관리하기 위한 다양한 시뮬레이터가 존재하며, 많은 시뮬레이터들이 복잡하고 난해한 인터페이스로 인하여 시뮬레이션 생산성과 사용률이 낮은 편이다. 본 논문에서는 GUI에 기반한 사용자 편의 중심의 시뮬레이터 전처리부를 개발하였다. 특히 해안 지하수 개발 관리 시뮬레이터의 하나인 SIOP을 대상으로 하여 마우스 입력 중심의 전처리부를 개발하여 시뮬레이션 생산성과 사용 편의성을 증가 시켰다.

전처리부가 처리하는 부분의 계층 구조는 (그림 1)과 같다.

1. 서 론

UN이 발표한 세계수자원개발 보고에 의하면 지구의 1명당 당수 공급량은 향후 20년 이내에 3분의 1이 줄어든다고 한다. 특히 한국의 경우도 뱀기에, 남아프리카공화국, 덴마크 등 11개국과 함께 물 부족 국가군에 포함되어 있다. 전 국민의 14%인 659만 명이 상수도 혜택을 보지 못하고 있으며, 28년간 재생 가능 수자원량은 180개국 중 146위로 최하위 권에 분류되었다[1].

수자원 부족에 대해 소극적인 대책으로는 절약이 있으나 향후에 증가하는 수자원 사용량과 인구 증가에 대처할 수가 없다. 또한 국내에는 아직 이용 가능한 많은 지하수가 잔존하여 이들의 개발에 나서는데는 향후 도래하게 될 수자원 부족에 대한 적극적인 대처 방법이다.

수자원 부족의 극복을 위해 다양한 연구에서 수학적 기법을 적용한 해안 지하수의 개발 및 관리를 위한 시뮬레이터를 제시하고 있다 [2][3][4]. 각종 시뮬레이터들은 정교한 결과를 획득하기 위해 복잡하고 다양한 수치 정보를 필요로 하며 결과적으로 사용자의 시뮬레이터 자체에 대한 이해와 지식이 요구된다[5][6][7]. 이러한 복잡성과 시뮬레이터 사용의 난해성이 시뮬레이터 사용의 제한을 초래하고 특정 해안 지점에서의 당수 확보를 위한 최적 결과를 획득하기까지의 실험적인 생산성을 감소시키게 된다.

본 논문에서는 이러한 사용자의 불편을 해결하고 시뮬레이터 사용의 활성화를 위해 해안 지하수 관리를 위한 시뮬레이터인 SIOP[7]에 대한 GUI(Graphic User Interface) 기반의 전처리부 설계와 구현을 수행하였다.

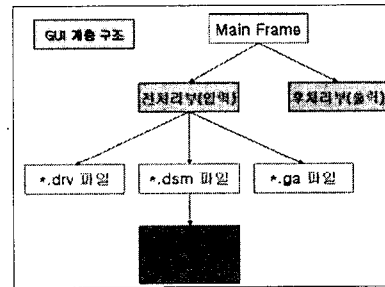
사용자 편의와 시뮬레이터 생산성의 향상을 우선적인 목표로 하여 입력 인터페이스 설계 시 최우선적으로 고려할 사항을 반영하고, 사용자들이 간편한 마우스 조작과 이를 통한 직관적인 결과 도출을 확인할 수 있도록 전처리부를 구현하였다.

본 논문의 구성은 1장의 서론에 이어, 2장에서는 전처리부의 구조 설계 방식에 대해 언급하고, 3장에서는 절점 생성 알고리즘을 기술하였다. 4장에서는 전처리부의 구현 결과를 제시하였으며, 5장은 결론이다.

2. 전처리부 구조 설계

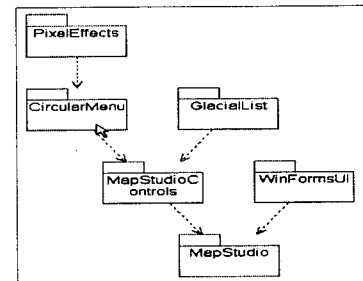
2.1 프로그램 전체 구조

시뮬레이션을 위해 필요한 3개의 입력 파일 생성시[7] 입력의 편의성과 직관성을 유지하기 위해 사용자 메뉴 및 전처리부의 각부분을 유지할 프로그램 구조가 요구된다. 특히 본 전처리부의 경우 수치지도들 이용하여 지도 상에서의 다양한 입력 행위가 수행되기 때문에 지도에서의 입력이 입력 파일에 직접 반영되어야 한다.



(그림 1) 전처리부 계층 구조

SIOP 시뮬레이터에 대한 3개의 입력 파일(*.drv, *.dsm, *.ga)을 생성하기 위해 전처리부가 존재하며 3개의 입력 파일은 그 입력값들이 다른 파일에 영향을 끼치는 구조로 형성되어 있다. 전처리부의 기본 구조는 (그림 2)와 같다. 각각의 클래스들이 전처리부 인터페이스를 구성하는 메뉴, 메인 작업창, 보조 작업창, 결과 작업창의 기능을 독립적으로 담당하도록 구성하였는데, 이들 각 클래스가 최종적으로 MapStudio 클래스에서 조합되어 프로그램이 실행되도록 하였다.



(그림 2) 전처리부 기본 구조

(표 1)은 전처리부를 구성하는 각 클래스들의 기능들을 정리한 것이다.

(표 1) 전처리부 구성 클래스 및 기능

클래스	기능
MapStudio	- 프로그램의 메인 폼으로 나머지 구성요소를 담는 컨테이너 역할 - 메뉴, 툴바버튼, 수치지도 패널, 물성치 데이터 수정 윈도우, 출력 윈도우로 구성 - 사용자와의 상호작용에 따라 다른 구성요소들에 속한 클래스로 메시지를 보내는 역할
MapStudioControls	- 수치 지도와 관련된 드로잉, 사용자와의 상호작용을 처리하는 구성요소 - 사용자가 수치지도에 변경하는 모든 데이터를 DSM, DRV, GA 파일에 반영
WinFormsUI	- MapStudio의 수치 지도 패널, 물성치 데이터 수정 윈도우, 출력 윈도우의 컨테이너 윈도우를 관리
GlacialList	- MapStudioControls 구성요소 내부에서 사용하는 List Control - 사용자가 경계조건, 관정 등에 대한 수치 데이터를 입력할 때 사용
CircularMenu	- MapStudioControls의 ContextMenu를 구현
PixelEffect	- CircularMenu의 그림자 및 애니메이션 효과 담당

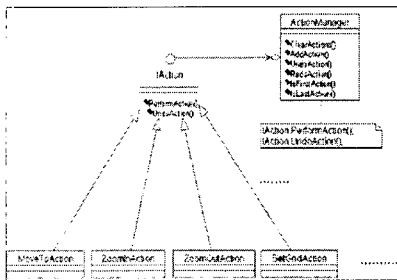
2.2 사용자 코맨드 패턴

전처리부의 경우 시뮬레이터의 입력 파일을 생성하기 위한 목적으로 구현하였기 때문에 입력 파일의 편집을 위한 다양한 사용자 코맨드가 요구된다. 구현상에 발생하는 문제점과 특정 객체에 필요 기능을 추가하기 위해서 기본적으로 GoF 패턴 중의 하나인 Decorator(Wrapper)를 적용하여 구현하였다[8].

2.2.1 Command 패턴

MapStudioControls에서 Undo, Redo 기능을 구현하기 위해 Command 패턴을 사용하였다. ActionManger 클래스의 경우 Command의 히스토리를 관리하는 클래스로서 수행된 모든 Command를 관리한다. 사용자의 요청에 따라 Command class의 Undo, Redo 기능을 호출한다.

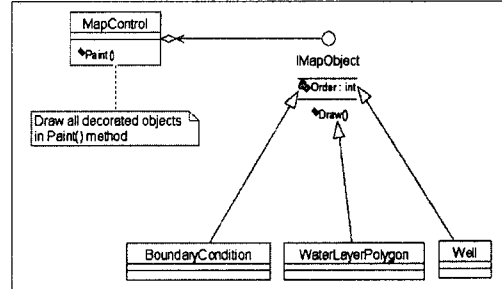
IAction interface는 Command의 인터페이스를 정의한다. Command가 수행되었을 때의 행위는 PerformAction() 메서드에서, Undo가 수행되었을 때의 보상은 UndoAction() 메서드에서 담당한다. 이 두 메서드는 사용자가 지도에 가한 모든 행위를 DSM, DRV, GA를 위한 내부 데이터 클래스의 상태에 반영하는 역할까지 담당하고 있기 때문에 MVC 모달에서의 Controller 역할까지 겸해서 수행하고 있다. 최종적으로 IAction 인터페이스로부터 상속받은 클래스들은 각 Command의 실제 행위를 구현하는 클래스이다.



(그림 3) Command 패턴 클래스 구성도

2.2.2 Decorator 패턴

사용자가 수치지도에 경계역역, 대수층, 경계조건 등을 설정하는 작업을 했을 때 이를 지도상에 드로잉 하기 위해 Decorator 패턴을 사용하였다. (그림 4)에 이들 구조를 나타내었다.



(그림 4) Decorator 패턴 클래스 구성도

IMapObject interface는 수치지도에 드로잉 작업이 필요한 모든 객체에 대한 인터페이스를 정의한다. 수치지도에 드로잉이 필요한 모든 클래스는 IMapObject interface로부터 상속을 받고 Draw() Method에서 각자의 드로잉 기능을 구현한다.

각각의 클래스는 수치지도에 드로잉이 될 클래스의 객체를 가지고 있는 컨테이너 클래스로서 수치지도가 드로잉 될 때 마다 동적으로 추가된 객체들을 그리는 작업을 동시에 수행한다.

3. 절정 생성 알고리즘

SIOP 시뮬레이터에서 해안 지하수 관리를 위해서 특정 지역의 일부 분만을 시뮬레이션 대상으로 하여 그 상황에서의 관정 포인트를 잡고 이에 대한 실험을 수행하는 기능이 필요하다. 이는 수치 지도 상에서의 특정 지역을 선택하는 그리드 생성 기능과 특정 영역에 특정 물성치를 적용하는 영역 선택 기능이 모두 필요하다는 의미이다.

본 논문의 전처리부는 영역 선택에 의해 생성된 그리드와 특정 물성치를 적용할 수 있는 영역을 다각형으로 설정할 수 있는 기능을 구현하였고, 이에 따른 영역에 포함되는 그리드의 격점을 생성할 수 있는 알고리즘을 구현하여 사용하였다.

3.1 영역 내 절점 추출 알고리즘

다각형 영역 내 절점을 추출하는 알고리즘은 특정 포인트가 다각형 내부에 존재하는가를 판단하는 알고리즘과 매우 흡사하다.

특정 포인트의 다각형 내부 존재 여부를 판단하기 위해 우선 포인트로부터 오른쪽으로 무한한 길이의 가상 선분을 하나 긋는다. 이 가상 선분이 다각형의 변과 흡수 번 교차하면 포인트가 다각형 내부에 있는 것이므로, 다각형을 이루는 각 변과 가상 선분과의 교차 여부를 판단해서 교차하면 카운트를 증가시킨다. 다각형의 모든 선분에 위의 과정을 적용시킨 후 카운트 값이 흡수이면 포인트가 다각형 내부에 존재한다고 할 수 있다. 그러나 위의 알고리즘은 가상의 선분이 다각형을 이루는 선분 중 하나와 겹치는 경우, 가상의 선분이 다각형의 꼭지점을 지나는 경우는 올바른 판단을 내리지 못한다. 이를 수정하기 위해 다각형을 이루는 각 선분에 대해 선분의 아랫점이 가상의 선분과 만나는 경우 카운트를 해줄 수 있다. 수정된 알고리즘을 영역 내에 있는 각 절점에 대해 적용을 시켜 주면 대수층 영역 내에 있는 절점을 모두 구할 수 있다.

대수층 영역이 겹쳐서 생성이 되는 경우 두 번째 생성된 절점의 대수층 번호를 갱신해야 하므로, 두 번째 대수층 영역에 속하는 모든 절점을 구한 후 이들 절점 중 첫 번째 대수층 영역에도 속하는 절점이 있으면 이들의 대수층 번호를 갱신하게 된다.

3.2 경계 라인과 영역경계 그리드 선분 교점에 가장 근접한 절점 추출 알고리즘

경계라인은 하나 이상의 선분으로 이루어져 있고, 각 선분에 대해서 아래의 알고리즘을 적용시킨다.

경계라인을 이루는 하나의 선분에 대해, 선분을 이루는 두 점을 포함하여 최소 영역의 가상 사각형 영역을 만들고 그 가상 사각형 영역 내에 있는 모든 절점과 사각형 영역 외부의 최근점 절점들을 추출한다.

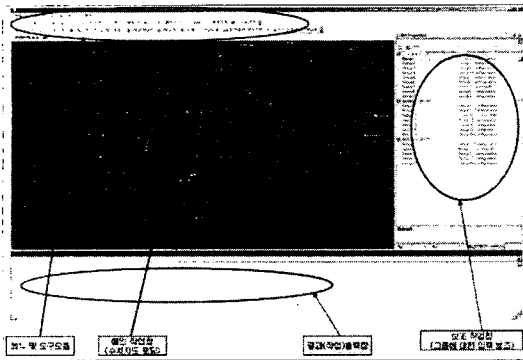
경계라인을 이루는 선분과 절점을 이루는 그리드의 선분들 사이의 거점을 모두 구한 후, 구해진 각 교점에 대해서 위에서 구한 가상의 사각형 영역과 관련된 절점들과의 거리를 구한다. 이중 최소 거리에 있는 절점들이 경계라인을 이루는 선분에 가장 근접한 절점이 된다.

위의 과정을 경계라인을 이루는 모든 선분에 적용시키면 모든 가장 근접 절점을 구할 수 있다.

4. 구현 결과

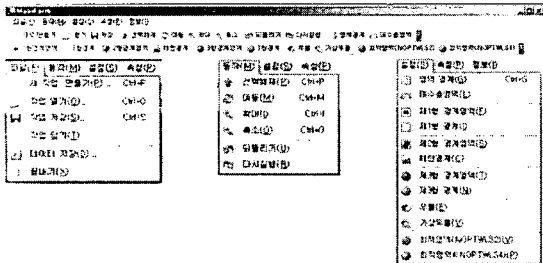
(그림 5)는 앞서 서술한 클래스들과 걱정 생성 알고리즘을 이용하여 구현한 전처리부의 인터페이스이다. 구현은 Visual .Net에 포함되어 있는 C를 이용하였다.

(그림 5)의 인터페이스를 살펴보면 수치 지도가 로딩되어 작업이 수행되는 메인 작업창과 우측의 각 그룹별 입력을 수행할 수 있는 보조 작업창, 입력 결과나 입력 행위의 종류 및 수치 등을 나타내는 결과 출력창을 확인할 수 있다.



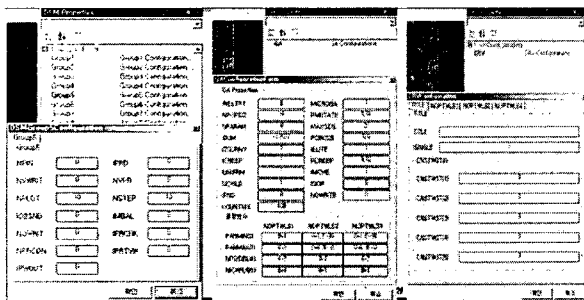
(그림 5) 전처리부 인터페이스

(그림 5)의 상부는 사용자의 입력을 편리하게 도와주는 메뉴 및 단축 아이콘으로 구성되어 있는데, (그림 6)에 이러한 메뉴와 단축 아이콘들을 확대하여 나타내었다.



(그림 6) 전처리부 메뉴 및 단축 아이콘

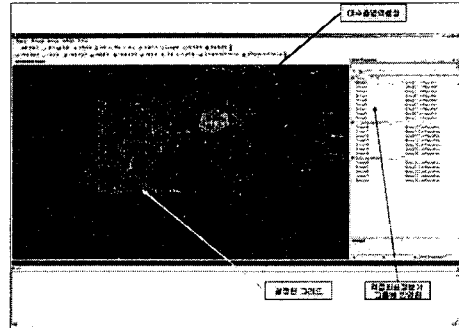
(그림 7)은 3개의 입력 파일에 대한 각 그룹의 입력 화면을 나타낸다. 3개의 입력 파일에 대한 개별적 입력과 특정 파일 1개만을 선택해서 입력하는 작업을 수행할 수 있다.



(그림 7) 입력 파일별, 그룹별 입력 화면

최종적으로 (그림 8)에 수치 지도를 로딩하여 지도상에서 그리드를 형

성하고 여기에 대한 특정 영역을 선택한 상태를 나타내었다. 영역에 포함되는 그리드의 격점이 입력 파일에 자동으로 반영되며 이러한 동작을 통해서 입력 작업의 생산성이 향상될 수 있다.



(그림 8) 그리드 생성 및 영역 지정 화면

5. 결론 및 향후 과제

본 논문은 해안 지하수 관리 시스템의 구축 연구의 일환으로 수행중인 해안 지하수 관리 시뮬레이터인 SIOP의 전처리부 설계와 구현에 대한 것이다.

SIOP 시뮬레이터는 시뮬레이션을 위해서 3개의 입력 파일을 요구하며, 입력 파일 생성을 위해서 기존에는 텍스트 에디터 등을 이용한 원시적인 방법을 사용하였다. 이러한 방법으로는 한 번의 시뮬레이션을 위해 입력 파일 작성에 많은 시간과 노력이 요구되어 작업 생산성을 감소시키는 결과로 이어졌다.

이에 GUI에 기반한 전처리부 개발을 수행하였다. 해안 지하수의 개발을 위한 다양한 정보를 포함하고 있는 수치 지도를 직접 로딩하여 바로 사용할 수 있도록 하였다. 또한 수치 지도상에서의 특정 영역에 대한 그리드 생성과 영역 지정에 마우스 몇 번의 이용으로 가능하게 하여 직관적이고 편리한 전처리부를 구현하였다.

프로그램 구조는 재사용과 수정이 용이하도록 독립적인 객체를 적용하였다.

결론적으로 본 논문에서 구현한 전처리부는 시뮬레이션을 위한 준비 시간을 대폭 감소시켜 향후 사용자가 보다 편리하게 시뮬레이터를 사용할 수 있도록 하며, 해안 지하수 확보를 위한 다양한 실험에 쉽게 활용될 수 있을 것이다.

향후 과제로는 다양한 수치 지도 포맷을 로딩할 수 있도록 라이브러리등을 추가하는 것으로 되어 있다.

[참고 문헌]

- [1] 김재홍, "을 부족현상에 따른 수자원개발에 관한 고찰", 수자원특집호, 2003. 8
- [2] 천정용, "불균질한 다공성 매질에서의 지하수위 변동을 고려한 저일도 비수용성유체의 흐름 모의", 지질공학, 13권, 1호, 51-65쪽, 2003. 7
- [3] Cinnella, P., Yevi, G., Zhuang, X., "지하수 시뮬레이터의 병렬화", APPLIED MATHEMATICS AND COMPUTATION, 89권, 1호, P313-325쪽, 1998.
- [4] 웹솔루스, 수자원관리 시스템 개발, <http://civil.websolus.co.kr/>
- [5] GSM 개발사 홈페이지, <http://www.ems-i.com/>
- [6] 조은경, 최영미, "사용자의 가상 경험을 유도하는 인터페이스 설계", 한국멀티미디어학회 춘계학술발표논문집, 2003. 3.
- [7] SIMLAS Input Manual
- [8] 정세찬, "GoF 디자인 패턴 이렇게 활용한다", 한빛미디어, 2004.6.
- [10] 이양민, 주성용, 고방원, 이재기, "GUI에 기반한 시뮬레이터용 입력부 설계 및 구현", 동아대학교부설 정보기술연구소 논문집 제 12권 제 2호, pp.113-121, 2005. 2.