

유한차분모형을 위한 직사각형 격자정보 생성기법 Generation Method of the Rectangular Grid Information for Finite Difference Model

정신탉* · 조범준* · 김정대*

Shin-Taek Jeong*, Beom-Jun Cho*, and Jeong-Dae Kim*

요 旨 : 연안 및 해안에서 발생하는 파랑변형, 조석 전파, 부유사 이동 및 확산 현상 등을 예측하기 위해서는 수치모형이 주로 사용된다. 대표적인 수치모형 기법으로는 유한차분법 및 유한요소법이 있다. 유한차분법을 사용하는 경우에는 관심영역의 각 격자점에서 유한차분 방정식을 풀어야하므로, 격자망 및 경계조건 등이 설정되어야 한다. 유한차분용 격자망은 유한요소법과는 달리 격자망이 간단하지만, 지형이 복잡한 경우에 편리하게 사용할 수 있는 격자정보 생성기법이 별로 개발되어 있지 않다. 또한, 상업용으로 많이 개발되어 있는 프로그램도 대부분 유한요소법에 근거한 수치모형에서 사용하는 격자생성을 목적으로 하고 있다. 본 연구에서는 디지털(Digitizer)을 사용하여 유한차분모형을 위한 동일한 간격의 직사각형 격자 중심자료를 만드는 세부과정을 자료로 소개하고자 한다. 필요한 프로그램은 Golden Software사의 Didger(digitizer 지원 S/W)와 Surfer(griding & contouring S/W)로서, 비교적 간단하게 정확한 중심 자료를 얻을 수 있으며, 임의의 지점 떠는 영역에 제시된 정보로부터 필요한 직사각형 격자정보를 추출하는 방법에 적용이 가능하다.

핵심용어 : 수치모형, 유한차분법, 직사각형 격자, 중심정보

Abstract □ For many coastal problems, such as wave transformation, tidal circulation, sediment transports and diffusion phenomena, we resort to numerical techniques. The representative numerical techniques are the method of finite differences and finite elements. The approximate algebraic equations, referred to as finite difference equations(FDEs), are subsequently solved at discrete grid points within the domain of interests. Therefore, a set of grid points within the domain, as well as the boundaries of the domain, must be specified. The generation of grids for FDEs, with uniform spacing, is very simple compared to that of finite elements. However, within a very complex domain, there are few grid generation tools we can use conveniently. Unfortunately, most of the commercial grid generation programs are developed only for finite element method. In this paper, grid generation method using digitizer, with uniform rectangular spacing, are introduced in detail. Didger and Surfer programs by Golden Software are necessary to produce comparatively accurate and simple depth data.

Keywords : numerical model, finite difference method, rectangular grid, depth information

1. 서 론

유한요소 격자망을 생성하는 프로그램은 폭넓게 개발되어 대부분 상용화되어 있으며, 대표적인 프로그램으로는 TRIGRID(1995), Argus MeshMaker 등이 있다. 반면, 유한차분모형에 사용할 직사각형 형태의 격자망을 생

성하기 위하여 손쉽게 사용할 수 있는 프로그램이 미흡한 실정이다. Argus MeshMaker(1996)는 유한요소망과 유한차분격자를 만들고 편집할 수 있는 자동화된 공학용 도구이나, 등격자 간격의 중심 자료를 만드는 데는 어려움이 있다. 최근에는 보편화된 수치해도를 이용하여 유한차분용 격자망을 만드는 방법이 사용되기도 하고 있으나, 정

*원광대학교 토목환경·도시공학부(Corresponding author: Shin-Taek Jeong, Division of Civil & Environmental, Urban Engineering, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea. stjjeong@wonkwang.ac.kr)

형화된 방법은 제시되어 있지 않다.

본 연구에서는 digitizer(Summagrid IV 기종)를 사용하여 동일 간격의 유한차분모형을 위한 격자정보, 특히 수심자료 생성과정에 중점을 두어 세부과정을 소개하고자 한다. 이때 필요한 프로그램은 Golden Software사의 Didger (Ver. 1.074)와 Surfer(Ver. 7.0) 그리고 Microsoft사의 Excel 2000으로, 이들을 사용하면 비교적 간단하게 정확한 등격자용 수심 자료를 얻을 수 있다.

2. 수심 자료 만들기

2.1 준비과정

2.1.1 현재 보유중인 digitizer를 설치하고 기종에 맞는 driver를 설치한다.

2.1.2 digitizer를 장기간 사용하지 않는 경우에는 mouse의 건전지를 제거해 둔다.

2.1.3 digitizer의 전원을 연결하고, 컴퓨터에 연결한다.

2.1.4 대상 해역을 충분히 포함하고 있는 적절한 해도를 선정한다. 이때 새롭게 관측한 수심자료가 있는 경우에는 기존 해도와 축적을 동일하게 하여 해도상의 특정한 부분에 추가로 부착하거나, 해도의 내용을 수정한다.

2.1.5 해도를 digitizer에 부착한 후(Fig. 1참조), 그 위에 양질의 투명한 모눈종이를 붙인다. 이 때 관심영역의 경계선은 경도 및 위도와 평행하게 선정한다. 날씨의 영향을 받으므로, 흐린 날은 가급적 작업을 피한다. 관심영역이 해도 한 장으로 부족한 경우에는 여러 장의 해도를 사용한다. 이때 사용하는 해도들은 원점을 동일한 지점으로 하는 것이 가장 바람직하다. 불가피하게 각각 다른 원점을 사용해야 하는 경우에는 원점이동에 관한 자료를 기록하여 차후에 평행 이동시키는 데 사용한다.

2.1.6 관심영역을 직사각형(또는 정사각형) 형태로 선정

한 후, 해도의 축적을 고려하여 4개 모서리의 좌표를 모눈종이 위에 기입한다. 이 때 좌측 하단을 원점으로 정하고, 오른쪽방향을 x축으로, 위쪽방향을 y축으로 지정한다.

2.2 Didger 프로그램을 이용한 digitizing 실시준비 과정

2.2.1 Didger program을 활성화한 후, digitize → tablet calibration을 이용하여 calibration을 실시한다(Fig. 2참조).

2.2.2 file을 다시 불러서 새롭게 digitizing 작업을 시작하거나, digitizer의 눌힘 각도 변동, digitizer의 이동 등이 발생한 경우에는 calibration을 다시 실시하여야 한다.

2.2.3 digitizing시 PC화면이 떨리는 현상이 발생하는 경우가 있는 지 주의를 기울여야 한다. 이러한 현상이 발생하는 경우에는 집지를 시켜야 한다. 특히 직류전원장치를 연결하여 notebook PC를 사용하는 경우에는 이러한 현상이 발생할 확률이 높다.

2.2.4 자료가 빈 곳이 없도록 많은 자료를 digitizing하면 보다 정확한 수심자료를 얻을 수 있다.

2.2.5 calibration 작업이 끝나면 digitizing을 실시한다. digitizing을 실시하면 일반적으로 6개의 열(column)로 구성된 파일이 생성된다. 첫 번째와 두 번째 열은 각각 x, y 좌표이며, 나머지는 각각 primary ID, secondary ID, primary group, secondary group이므로 필요에 따라 유용하게 사용할 수 있다. 특히, 세번째 열에는 숫자만을 수심자료로 입력하여 차후 내삽자료로 활용한다. 이 때는 다음과 같은 3단계에 걸쳐서 작업을 수행한다.

2.2.5.1 먼저 육지 경계용 자료를 생성한다. 이 경우에는 didger상의 digitize → new → polygon을 사용한다(Fig. 3 참조). 이 자료는 차후 내삽 및 육지경계용의 2종류로 사용된다. polygon을 사용하는 경우 3점 이상을 digitizing하여야 한다. 특히 주의할 점은 digitizing시 시점과 중점의 좌표가 일치하여야 한다는 점이다. 그 이유는 차후

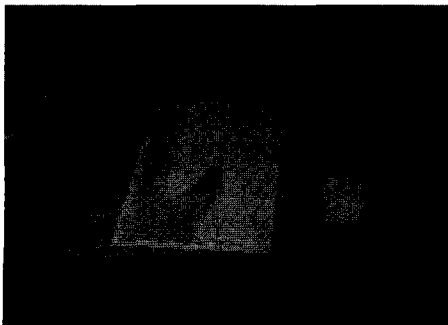


Fig. 1. Digitizer and tablet on the sea map.

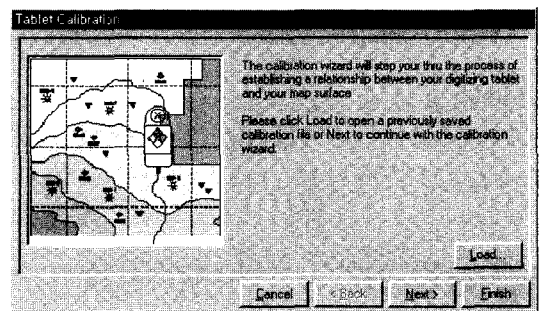


Fig. 2. Screen view of tablet calibration.

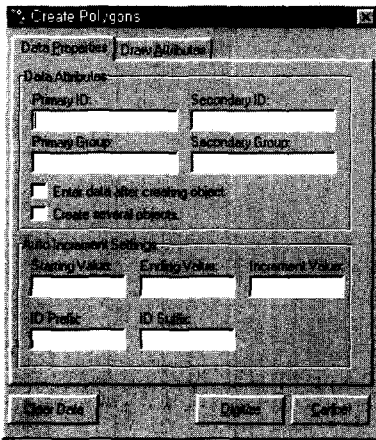


Fig. 3. Screen view of creating polygons.

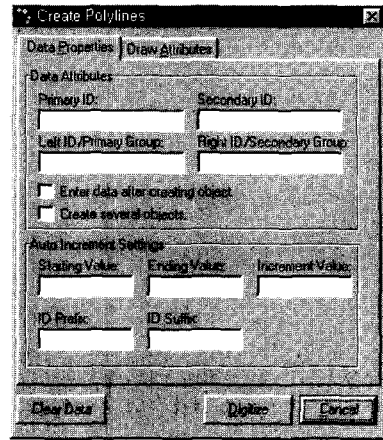


Fig. 4. Screen view of creating polylines.

Surfer를 사용하여 경계 파일(*.bln)을 만들기 위해서이다. 그러나 일반적으로는 두 좌표가 일치하지 않으므로 차후 “export”를 수행한 후 생성된 자료를 편집하는 과정에서 첫 번째 자료를 복사하여 끝에 붙이는 것이 필요하다. polygon을 이용하여 수심자료를 만드는 경우에도 두 종류로 구분하여 자료를 생성한다. 즉, 일반적인 해안선 등과 같이 내삽에 사용될 자료와 교각이나 방파제와 같이 내삽에 사용되지 않을 자료로 구분한다. 내삽에 사용될 자료는 조건대에 유념하여 수심을 입력하여야 한다. 이상과 같은 목적을 위해서는 경계용 자료를 각각 만들어서 다른 이름으로 저장하는 것이 필요하다. 또한 육지경계가 관심영역의 모서리와 일치하는 경우에는 모서리를 포함하도록 더 넓은 면적을 digitizing하여야 한다. 그렇지 않으면 모서리를 따라서 수심이 생성되는 경우가 발생한다.

2.2.5.2 다음으로는 등심선을 따라서 자료를 생성한다. 이 경우에는 didger상의 digitize → new → polyline을 사용한다(Fig. 4참조). 이 자료는 차후 내삽용으로만 사용되며 가능하면 많은 자료를 입력하는 것이 필요하다. 특히 해도 자체의 수심이 애매한 경우에는 임의로 작업자가 등심선을 만들어서 넣는 것이 필요하다(독립된 등심선이 있는 경우 등). 또 관심영역의 경계선 부분에서는 대상영역의 외부영역도 포함하여 더 넓게 digitizing하여야 한다. 또한 육지부분도 digitizing하여 동일한 값을 주면 차후 내삽하는데 걸리는 시간을 획기적으로 절감할 수 있다.

2.2.5.3 끝으로 점을 따라서 자료를 생성한다. 이 경우에는 didger상의 digitize → new → point를 사용한다(Fig. 5참조). 또 관심영역의 경계선 부분에서는 대상영역의 외부영역에 있는 점들도 포함하여 더 넓게 digitizing하여야 한

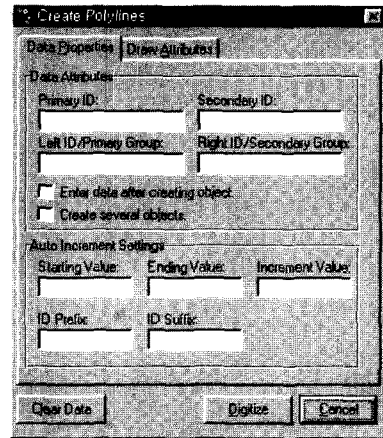


Fig. 5. Screen view of creating points.

다. 이 때 많은 점들을 입력하여야 하므로 화면상에서 “enter data after creating object”를 click한 후 자료를 연속적으로 생성한다. 두사람이 작업하되 한사람은 digitizing한 후 digitizer로부터 mouse를 이격시키면서 수심 값을 불러주고, 다른 한사람은 수심을 입력하고 enter key를 친다. 이 때 뽁(beep) 소리가 나면 다른 한사람이 다시 digitizing을 실시한다.

2.3 didger를 이용하여 자료 export하기

2.3.1 didger상의 file → export → text file을 이용하여 digitizing된 자료를 export한다(Fig. 6참조). polygon자료는 각각의 polygon을 다른 이름으로 각각 지정하여 export하여야 한다. 즉 *.dat로 해서 export한 후, “Excel”을 사용하여 처음 자료와 마지막 자료가 동일하도록 편집하여

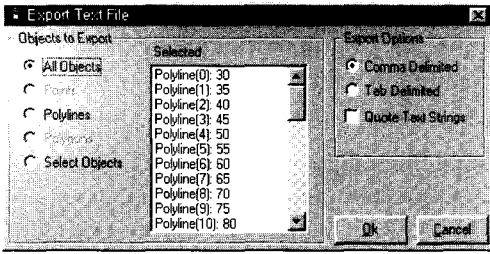


Fig. 6. Screen view of exporting text file.

*.dat로 저장한다. 이 자료를 이용하여 첫 줄에 자료 개수와 "1"을 삽입하여 *.bin으로 저장하여 차후 Surfer용 경계자료로 활용한다. 일반적으로 6개의 열로 구성되어 있으나 "x, y, 수심"만 남기고 삭제한다. 그러나 polygon자료가 포함된 *.pjt자료는 보관하여야 한다.

2.3.2 polyline자료는 한꺼번에 export하여 하나의 이름 (*.dat)으로 저장하고, point자료 또한 동일한 방법으로 저장한다.

2.4 Surfer 프로그램을 이용한 자료 내삽

2.4.1 export된 여러 개의 polygon 자료들과 polyline자료, point자료를 모두 합하여 하나의 파일(*.dat)로 만든다.

2.4.2 export된 여러 개의 *.bin 파일도 합하여 하나의 파일로 만든다. Surfer상의 map→load base map을 이용하여 경계면의 형태를 잘 재현하고 있는 지 확인한다. 이상이 있는 경우에는 digitizing된 자료를 검토하여 이상이 있는 개체만 다시 digitizing을 실시한다.

2.4.3 통합한 자료 파일(*.dat)를 Surfer상의 "grid→data"를 이용하여 자료를 내삽한다. 이 때 gridding method는 일반적으로는 kriging을 사용한다. Surfer상의 "grid line geometry"를 사용하여 격자를 생성한다. 원하는 격자 형태는 spacing 또는 no of grid lines를 사용하여 격자 간격 및 격자수를 조절한다(Fig. 7참조). output 파일은 *.grd 형태로 생성된다. *.grd 파일이 생성되면, 다시 "grid→blank"를 이용하여 육지 경계면내의 점들을 모두 제외시킨다. 즉 최초 생성된 *.grd 파일과 *.bin 파일을 이용하여 육지 자료들이 제외된 다른 *.grd 파일을 얻게 된다. 이 때 최종적으로 생성된 파일은 "save file as type"상에서 gs ascii 형태로 저장한 후(Fig. 8참조), 차후 editor를 사용하여 원하는 형태로 편집한다.

최종 파일의 형태는 Fig. 9와 같은 형태이다. 여기서 첫 번째행 DSAA는 ascii 파일을 의미하며, 두 번째 행은 x 및 y 방향 격자정보의 개수, 세 번째행은 x 방향 격자정

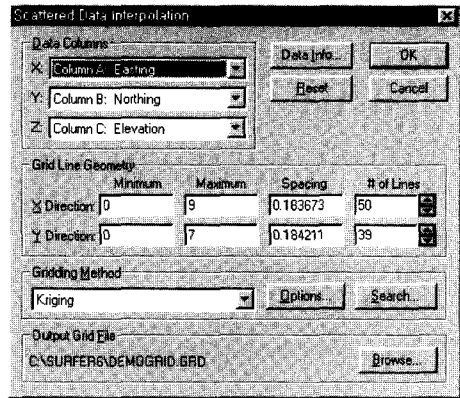


Fig. 7. Screen view of interpolating scattered data.

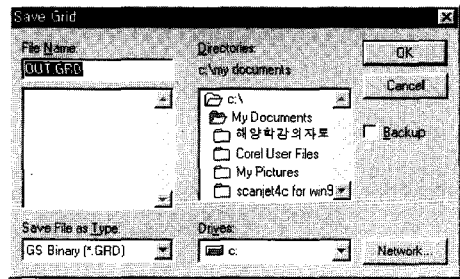


Fig. 8. Screen view of saving grid data file.

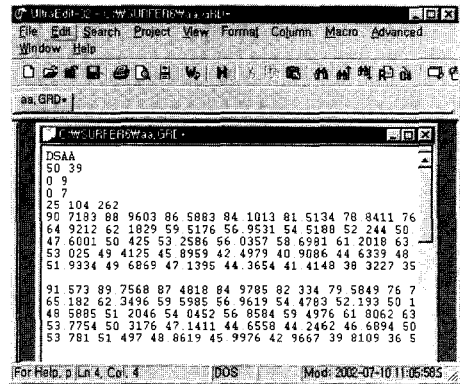


Fig. 9. Contents of interpolated grid file.

보의 범위(최소 및 최대값), 네 번째 행은 y 방향 격자정보의 범위(최소 및 최대값), 다섯 번째 행은 수심(또는 해당 격자정보)의 최소값 및 최대값이다. 그 아래에 있는 자료는 수심이다. 수심 값중 "1.70141e+038"은 육지를 의미한다.

Fig. 10은 Surfer로 생성된 수심자료를 FORTRAN의 implied do loop를 이용하여 유한차분 수치모형용 수심자료로 변환하는 과정을 소개하고 있다.

```

common d(501.376)
open(3,file='out.grd',status='old')
open(5,file='dep0-1.dat',status='unkn')
open(8,file='dep20-2.dat',status='unkn')
read(3,*)((d(i,j),i=1.501).j=1.376)
do i=1.501
do j=1.376
d(i,j)=d(i,j)+2.09
if(d(i,j) ge 1000.0) d(i,j)=-99.0
enddo
enddo
    
```

Fig. 10. Program for generating depth data file for finite difference modeling.

3. 응용 예

고흥반도 남단에 위치한 소록도를 중심으로 대상해역의 자료를 didger를 이용하여 작업한 결과는 Fig. 11과 같다. 그림 상에서는 편의상 polygon과 polyline 자료를 도시하였다. 이러한 결과를 사용하여 20m 격자 간격의 수심도를 만든 결과는 Fig. 12와 같다. 이 자료는 x 및 y 방향 격자수가 각각 500개, 360개로서 총 180,000개의 수심자료가 포함되어 있다. 이 작업은 1일 동안에 수행한 결과이다. 따라서 전술한 방법을 사용하는 경우 모든 점의 수심을 읽는 경우에 발생하는 비효율성을 극복할 수 있다.

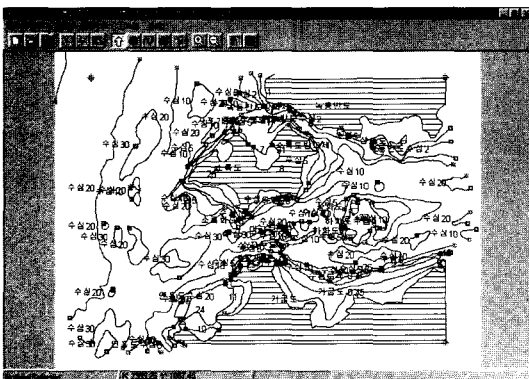


Fig. 11. Examples of digitized results.

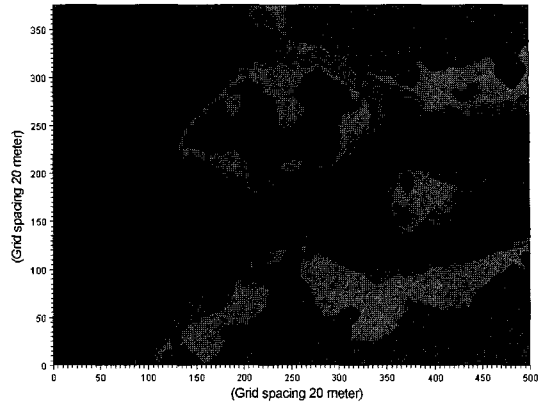


Fig. 12. Final depth contour of finite difference modeling.

4. 결론 및 토의

본 연구에서는 digitizer(Summagrid IV기종)를 사용하여 동일한 간격의 유한차분모형용 직사각형 격자 수심자료를 만드는 과정을 제시하였다. 상세한 과정은 Fig. 13과 같다. 이 과정에서 필요한 프로그램은 Golden Software사의 didger와 surfer 및 MS사의 Excel 2000, 그리고 editor로

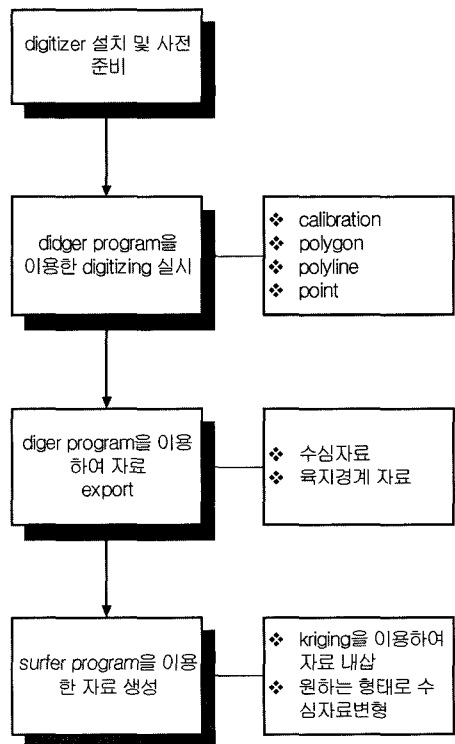


Fig. 13. Flowchart of depth data generation method.

서 이들을 사용하면 비교적 간단하게 정확한 수심 자료를 얻을 수 있다. 이러한 방법은 수치해도가 상용화되기 전까지는 효과적으로 사용할 수 있다. 또한, 이 방법은 계산영역의 점, 선 자료를 이용하여 직사각형 격자정보를 생성하기 때문에 수치모형의 입력자료로 이용되는 주요 정보의 공간적인 변화를 보다 효율적으로 고려할 수 있다. 즉, 입력구조의 편의를 위하여 일괄 매개변수(lumped parameter)로 사용하는 입력자료를 분포 매개변수(distributed parameters)로 신속하고 효율적으로 생성할 수 있기 때문에 개선된 입력정보 제공이 가능하다.

한편, 최근에는 해도 및 지형도가 AutoCAD 파일 및 DXF 형태의 수치해도 및 수치지도 형태로 제공되고 있다. 따라서, DXF 파일에서 적절한 범위를 선정하고, 제공되는 파일에서 원하는 정보만을 추출하는 프로그램, 예를 들어 수치해도에서 수심정보만을 추출하는 프로그램 등을 활용하면 보다 신속한 방법으로 격자정보를 추출할 수 있는 기법에 대한 노력이 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구성과는 2002년도 원광대학교 교비지원을 받아 수행되었습니다. 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

- Argus Interware, Inc. 1996. *Argus MeshMaker User's Guide Manual*, Version: 2.5.
- Golden Software, Inc., 2001. *Didger User's Guide Manual*, Version: 1.074.
- Golden Software, Inc., 1999. *Surfer User's Guide Manual*, Version: 7.0.
- Henry, R.F. and R.A. Walters, 1995. *TRIGRID Users Manual*.

Received April 7, 2003

Accepted June 5, 2003