

네트워크에 기반한 중력·자력 자료의 처리기술 개발 연구

권병두* · 이희순** · 오석훈*** · 정호준**** · 임형래*

*서울대학교 사범대학 지구과학교육과 · **인천교육대학교 과학교육과

기상연구소 해양기상지진연구실 · *(주)희송지오택

요 약

급속도로 확산되고있는 인터넷 망을 이용하여 중력·자력 자료의 제 처리 및 순간·역산 모델링 과정을 서버/클라이언트(server/client) 모델과 데이터베이스 구축에 의한 자료처리기술 개발에 관한 기초 연구를 하였다. 본 연구 모델에서는 최근 네트워크 환경에서 최고의 용이성이 인정되고 있는 자바(JAVA) 언어를 이용하여 구현하며, 소켓(socket) 방식과 자바 데이터베이스 연결(JDBC : Java Database Connectivity) 기술의 적용성을 논하였다. 또한 본 연구에서는 계산과정에서 가장 많은 시간을 요구하는 순간 및 역산 모델링에 병렬 처리 기술의 적용을 전제로 한다. 이를 위해 MPI(Message Passing Interface) 표준에 의한 알고리즘을 제시하고 이의 작동을 위한 컴퓨터 시스템의 제반 조건에 대해 논의하였다. MPI에 의한 병렬 처리 코드의 개발은 그 표준성이 인정되어 있으므로, 향후 유지 및 보수에 매우 용이할 것으로 기대된다. 인터넷 망에 기반한 처리 기술의 개발은 각종 보정 및 모델링 기술의 표준화를 통해 자료의 공유 및 데이터베이스화에 기초를 제공하게 될 것이며, 역산과 같이 많은 계산이 요구되는 기술에 대해 현장 혹은 해석 소프트웨어가 설치되지 않은 어느 장소에서도 이용이 가능하게 할 것이다.

주요어: 서버/클라이언트모델, 자바, 소켓, 자바데이터베이스연결, 엠피아이

Byung Doo Kwon, Heui Soon Lee, Seok Hoon Oh, Ho Joon Chung and Hyoung Rae Rim, 2000, Development of Network based Gravity and Magnetic data Processing System. Journal of the Korean Geophysical Society, v. 3, n. 4, p. 235-244

ABSTRACT: We studied basic ideas of a network based Gravity/Magnetic data processing server/client system which provides functions of data processing, forward modeling, inversion and data process on Data Base. This Java technology was used to provide facilities, socket communication and JDBC(Java Database Connectivity) technology to produce an effective and practical client application. The server computers are linked by network to process the MPI parallelized computing. This can provide useful devices of the geophysical process and modeling that usually require massive computing performance and time. Since this system can be accessed by lots of users, it can provides the consistent and confident results through the verified processing programs. This system also makes it possible to get results and outputs through internet when their local machines are connected to the network. It can help many users who want to omit the jobs of system administration and to process data during their field works.

Key words: server/client system, JAVA, socket, JDBC, MPI

(Byung Doo Kwon and Hyoung Rae Rim, Sillim-dong, Kwanak-gu Dept. of Earth Science Education, Seoul National University, Seoul, 151-742; Heui Soon Lee, Kyesan-dong, Kyeyang-gu Dept. of Science Education Incheon National University of Education, Incheon, 407-753, E-mail: yihsoon@mail.inue.ac.kr; Seok Hoon Oh, Shindaebang-dong 460-18, Tongjak-gu, Marine meteorology & earthquake Lab., Meteorological Research Institute, Seoul, 156-720; Ho Joon Chung, Yangjae-dong, Seocho-gu Heesong Geotek Co., Seoul, 137-887)

1. 서 론

중력 및 자력 탐사는 여러 지구물리 탐사 기법 중에 그 역사가 가장 오래된 방법 중의 하나이며 탐사 원리나 야외 조사 기법이 비교적 잘 확립되어 있으나, 탐사자료의 분해능의 한계성 때문에 정밀 지질 구조조사에는 사용이 제한적이었다. 그러나 탐사기기의 분해능이 향상되고 있고 자료 처리 기법도 새로운 연구가 많이 진행됨에 따라 응용 분야의 확대 가능성이 크게 높아지고 있다. 본 연구진들이 수행한 그간의 연구를 통해 알 수 있는 바와 같이 국지적 정밀 탐사의 경우에도 성공적으로 응용이 가능함을 알 수 있다(권병두 외, 1994; 권병두 외, 1995a,b; 권병두 외, 1998; 권병두 외, 1999a,b).

우리나라에서 수행되어온 중력 및 자력탐사는 주로 한반도 전체의 지각 구조를 해석하기 위하여 광역적 탐사와 자원탐사 및 지반 또는 환경영향 평가를 목적으로 한 국지적 탐사의 형태로 이루어져왔다. 국가 기간 사업적인 형태로 진행되고 있는 광역 중력측정은 현재까지 많은 양의 자료를 모아왔으며, 자료의 처리 및 보정, 중·자력도의 작성 등이 함께 진행되고 있다. 연구기관이나 학교에서 단위 프로젝트로 수행하는 중력 및 자력 측정자료의 각자 독립적인 프로그램을 사용하는 경우가 대부분이어서 서로의 자료에 대한 공유가 쉽지 않다.

또한 최근의 지구물리탐사 기술의 개발 연구는 많은 부분이 고분해·고정밀 탐사기술을 요구하고 있다. 이를 위하여 고성능 기기의 개발은 물론이고 다량의 복잡한 자료의 처리 및 해석을 위한 새로운 소프트웨어의 개발이 요구되고 있다. 고분해능을 만족시키는 탐사자료 해석프로그램의 개발은 개발·연구뿐만이 아니라 다른 연구자들에 의한 검증도 필요할 것이다. 따라서 중력 및 자력 탐사를 실시하는 각 기관이나 대학이 지금까지의 연구성과를 바탕으로 서로 검증된 해석프로그램을 사용하며 시대의 필요에 따른 고분해능 해석 프로그램의 검증에도 참여한다면 매우 효과적인 작업이 될 것이다.

따라서 본 연구를 통해 기존의 통상적인 중

력·자력 탐사자료는 물론이고 고분해 중·자력 탐사에 대해서도 가능한 보정·해석 프로그램을 탑재하는 중력·자력 탐사자료 보정 및 해석 통합패키지의 모델을 제시하고자 한다. 이러한 통합패키지는 안정되며 계산시간이 매우 빠른 서버에 탑재되어 인터넷을 이용하여 해석결과를 제공함으로써 현장과 연구실에서 매우 빠르고 믿을 수 있는 해석 결과를 받아볼 수 있을 것이다. 따라서 본 연구의 두 번째 목적으로서 이러한 빠르고 안정된 서버를 구축하고자 한다. 인터넷을 이용하여 탐사자료를 전송하고 서버에서 계산된 결과를 받아보는 데에는 서버와 클라이언트 프로그램이 필요하며, 이를 위하여 네트워크 환경에서 최고의 용이성이 인정되고 있는 자바(JAVA) 언어를 이용하고 소켓(socket) 방식과 원격 함수 호출(RMI : Remote Method Invocation) 기술을 적용하였다.

이렇게 인터넷에 기반한 처리 기술의 개발은 각종 보정 및 모델링 및 역산 기술의 표준화를 통해 자료의 공유 및 데이터베이스화에 기초를 제공하며, 특히 3차원 역산과 같이 많은 계산과 정밀한 프로그래밍이 요구되는 기술에 대해 현장 혹은 하드웨어가 설치되지 않은 어느 장소에서도 이용이 가능하게 해줄 것이다. 본 연구에서는 계산과정에서 가장 많은 시간을 요구하는 순산 및 역산 모델링에 병렬 처리 기술을 적용하게 되며 이를 위해 MPI(Message Passing Interface) 표준에 의한 알고리즘을 제시하고 이의 작동을 위한 컴퓨터 시스템의 제반 조건에 대해 논의한다. MPI에 의한 병렬 처리 코드의 개발은 그 표준성이 인정되어 있으므로, 유지, 보수에 있어 매우 용이한 것으로 평가받고 있다.

2. 중, 자력탐사자료처리 네트워크 모델의 구성

본 연구의 목적은 일반 사용자들이 인터넷을 통해 서버에 접속하여 손쉽게 각종 보정 및 해석 결과를 얻을 수 있게 하는 서버환경을 만드는 것이다. 이는 소규모 물리탐사 업체들이나 대학에서도 쉽게 표준적인 중, 자력 통합 패키지를 사용할 수 있는 것을 의미하며, 3차원 역산과 같이 방대한 계산 용량과 능력을 요구하는 처리 기술에 대

해 네트워크에 의한 서버 프로그래밍을 통해 효율성 및 정밀성을 증대시킬 수 있음을 의미한다. 이를 위해서는 자료의 표준 포맷 설정과 측정값의 DB화를 통한 사후 개발 및 관리의 용이성을 추구해야 한다.

2.1. JAVA Programing

Java는 미국 SUN사에서 개발한 객체지향형 프로그래밍 언어로서 운영체제에 독립적이며, 데이터베이스와 네트워크 프로그래밍이 용이하다. 본 연구에서는 각종 그래픽 처리 부분을 Swing 컴포넌트를 이용하여 작성했으며, 데이터베이스는 JDatastore®를 이용했고 내부적으로 FTP 루틴을 구현하여 클라이언트에서 작성된 기본입력자료를 서버로 자동으로 전송할 수 있도록 하였다. 또한 데이터베이스 파일이 서버에 전송된 이후에는 JDBC에 의해 원격 접근이 이루어지며 모델링 및 역산 처리가 수행된다.

2.2. 네트워크 모델

네트워크 모델은 클라이언트/서버 모델로 구성된다. 간단히 클라이언트와 서버에 대해 정의의 해보면, 전자는 표준의 포맷으로 구성된 자신의 자료를 전송하여 그 처리를 요구하는 쪽을 의미하며, 후자는 요청받은 자료를 처리하여 그 결과를 역시 표준 포맷으로 송출하는 것을 의미한다. 본 연구에서는 2.4절에서 밝힌 바와 같이 관측자

료를 데이터베이스화하고 이를 서버 측에 전달하여 모델링 및 역산을 요구하는 클라이언트 프로그램과 이를 처리하는 서버 프로그램으로 구분되어 구축된다.

사용자가 입력하는 기본자료는 중·자력 관측자료의 관측 시각, 위치, 관측치로 구성되며, 이는 클라이언트 프로그램에서 자동으로 데이터베이스 파일로 변환된다. 작성된 데이터 베이스 파일은 서버로 송출되고 JDBC와 원격함수호출(RMI; Remote Method Invocation) 기술에 의해 제어된다.

2.3. MPI 병렬 처리

중·자력 자료와 같은 포넨샬 자료의 모델링은 대개 한 지점에 대한 여러 가지 물성의 블록들의 영향을 합하여 구하는 방식이다. 이와 같은 모델링 절차는 수 많은 Do-Loop을 수반하게 되고 이는 모두 병렬화 작업의 대상이 된다. 본 연구에서는 3가지의 병렬화 알고리즘을 제시하고 이를 간략히 설명하고자 한다.

위의 Fig. 1과 2는 첫 번째 병렬화 처리 함수 루틴의 구현과 그 알고리즘이다. 그림에서 볼 수 있듯이 이 알고리즘은 임의의 한 위치에 대한 중·자력 값을 여러 개의 블록들로부터 병렬화를 통해 구한 후, 그 값을 최종적으로 모두 더하여 모델링을 수행하는 과정을 도시한다. MPI 에서는 여러 개의 CPU에서 처리된 결과를 주고받는 여러 개의 라이브러리를 제공하는데 본 알고리즘에

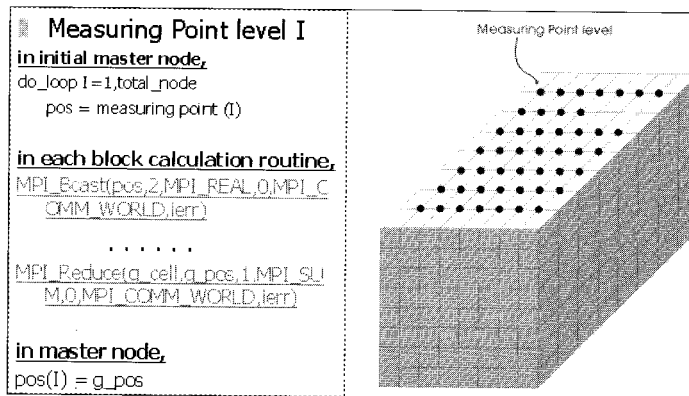


Fig. 1. Measuring point parallel model 1 and its pseudo-code.

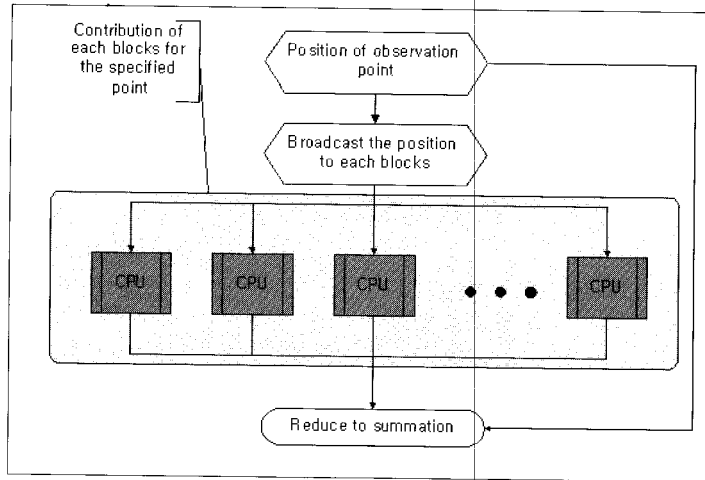


Fig. 2. Flowchart for the parallel model 1 appeared in Fig. 1.

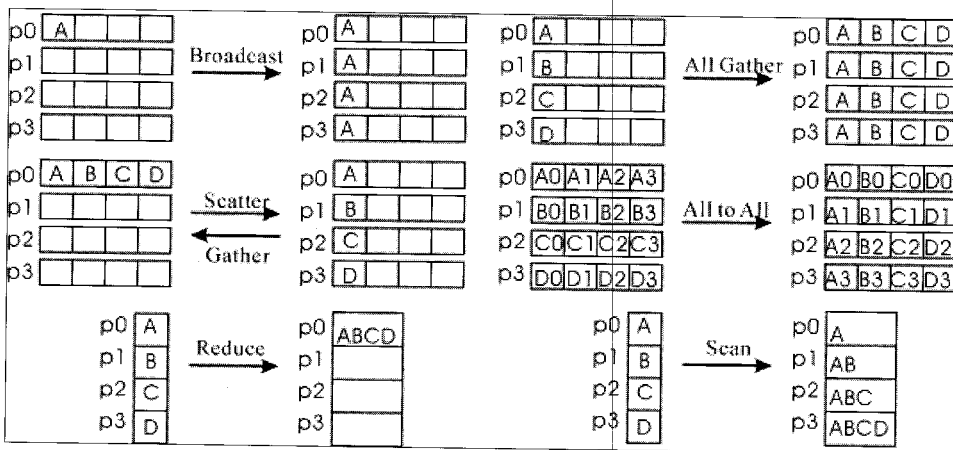


Fig. 3. Various method implemented in MPI library to pass messages located each CPU.

서는 각각의 결과를 더해서 그 값을 출력하는 reduce 함수를 이용하였다. 다양한 송수신 방법들을 Fig. 3에 도시하였다.

두 번째 알고리즘(Fig. 4, 5)은 각각의 지점에서의 중·자력 값을 각각의 CPU에서 계산하는 방식으로서 기존의 순차적(sequential) 모델링 코드에서 병렬코드로 가장 쉽게 이식할 수 있는 기술이다.

마지막 알고리즘은 블록 수준에서 이루어지며, 이는 한 블록에 의한 중·자력 값의 영향을 여러 개의 지점에 대해 병렬적으로 연산하는 방식이다.

Fig. 6과 7은 이에 대한 라이브러리의 호출과 구현 알고리즘이다.

2.4. JDBC(Java DataBase Connectivity)를 이용한 데이터베이스 모델

탐사자료의 DB화는 자료 처리의 용이성을 제공하는 물론이고, 타 자료와의 공유 및 병합에 매우 유리하다. 본 연구에서는 JDatastore[®] 데이터베이스 프로그램을 JAVA 중·자력 처리 프로그램에 포함시켜, SQL(Structured Query Language) 표준에 의해 검색 및 변경이 가능하도록 처리하였다.

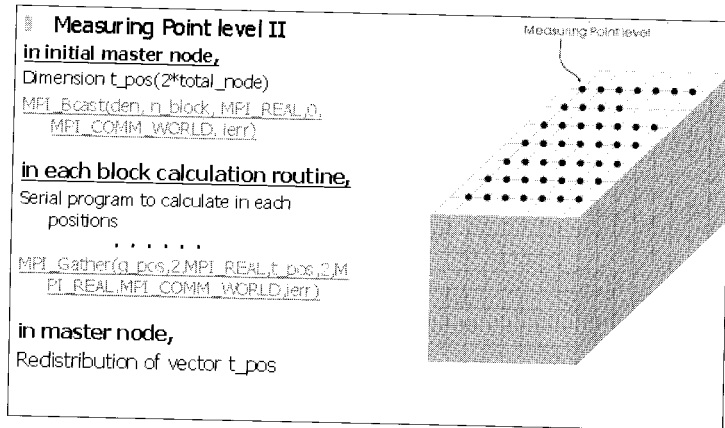


Fig. 4. Measuring point parallel model 2 and its pseudo-code.

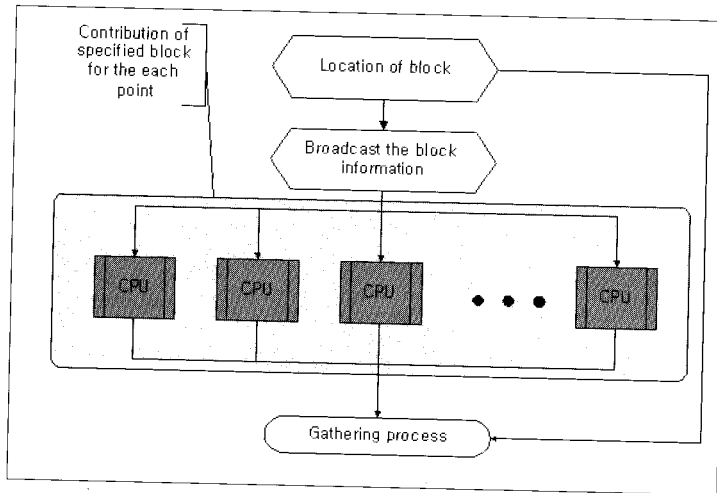


Fig. 5. Flowchart for the parallel model 2 appeared in Fig. 4.

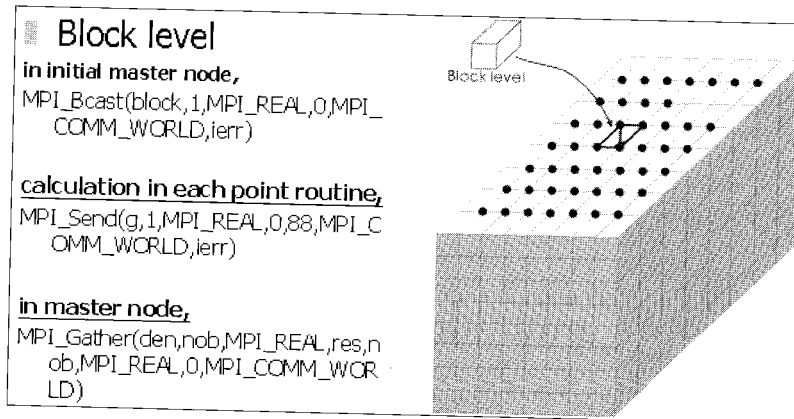


Fig. 6. Measuring point parallel model 3 and its pseudo-code.

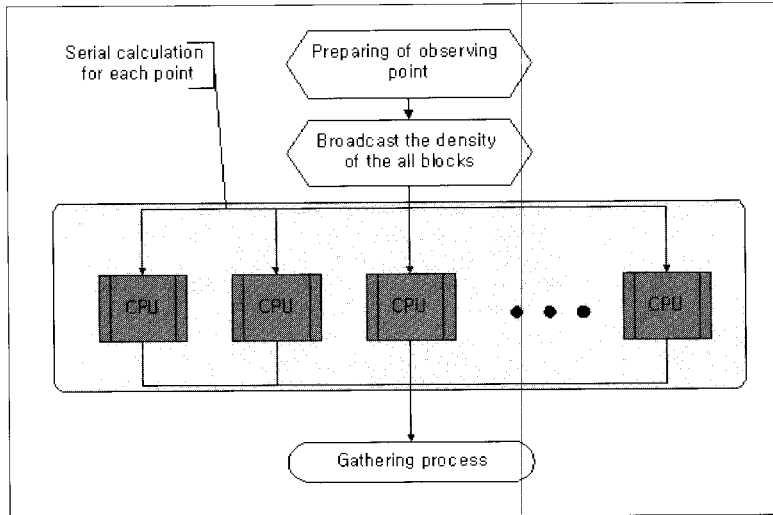


Fig. 7. Flowchart for the parallel model 3 appeared in Fig. 6.

Fig. 8은 본 프로그램 상에서 관측 자료를 포함한 데이터 테이블을 보여준다. Fig. 8에 나타나 있는 자료는 측선 자료이며, 이는 기본 자료의 입력 시 선택사항이고, 상대적 거리로 표시되었다. 즉, 2차원 탐사의 경우, x와 y 좌표가 들어가며, 이의 단위는 역시 선택사항이다. 우측의 옵션은 여러 개의 보정된 자료를 중첩하여 그릴 수 있도록 되어 있다. 이들의 편집 및 수정은 테이블 및 그래프 상에서 가능하다.

그림의 자료는 일반적 텍스트 파일을 읽어들이며 데이터베이스 파일로 자동으로 전환된 결과이다. 데이터의 추가 및 삭제에 관한 사항은 메인 메뉴의 편집 부분에 구현된다. 또한 클라이언트에서 직접 데이터베이스 파일을 다루거나, 이미 서버에 옮겨져 있는 자신의 파일을 원격으로 접속하여, 즉각적으로 탐사 지도상에 표시되는 자신의 자료를 볼 수 있다.

3. 중, 자력탐사자료의 보정 및 해석

중력 탐사자료의 처리에서 가장 복잡하고, 어려운 것은 보정(correction)이며 특히 지형보정(terrain correction)은 매우 많은 시간을 요하는 작업이다. 이에 비해 자력탐사의 자료처리에서는 일반적으로 지형보정을 하지 않기 때문에 중력탐사자료의

처리보다는 대단히 간단한 보정의 과정을 가진다. 중, 자력탐사자료의 보정에 관한 것은 이미 잘 정리가 되어있는 사항이어서 여기서는 특별한 언급의 필요성은 없겠으나 본 시스템에서 채택하고 있는 중력탐사자료의 지형보정과 자동이상도작성 그리고 역산기법에 관하여 주로 언급하고자 한다.

3.1. 중력자료의 지형보정

본 시스템에서는 중력 자료의 자동 지형 보정을 위한 엔진을 채택하였다. 이 엔진은 수치표고자료 (DEM : Digital Elevation Map)를 읽어들이도록 되어있다. 본 시스템에는 남한의 모든 지형자료가 DEM 자료로 입력되어 있어서 임의의 중력위치를 입력하면 자동으로 필요한 지형자료를 읽은 후 그 지점의 지형보정을 하게 되어있다. 따라서 클라이언트 프로그램에서 탐사측점의 위치정보와 밀도 등의 정보가 입력되면 자동적으로 지형보정을 수행하게 된다.

지형보정 프로그램을 구성하는데 있어 몇 가지 기준을 설정하였다. 첫째는 사용자 편의를 강조하였다. 중력측정을 실시한 후 매우 시간이 많이 걸리고 단순한 작업인 지형보정을 사용자가 별다른 고민없이 중력 측정의 위, 경도와 고도 등의 간단한 정보만 입력하면 자동적으로 지형보정을 하게 만드는 것이다. 둘째는 다양한 경우에 대한 대비

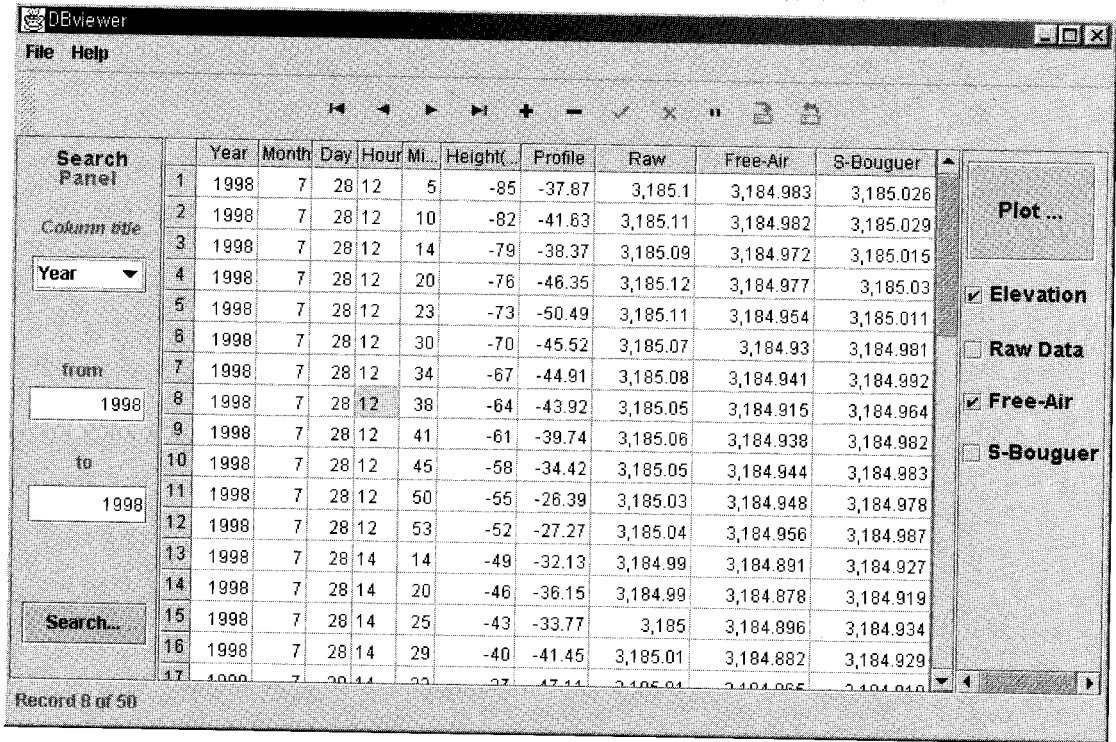


Fig. 8. Data table in DB which uses Java DataBase Connectivity. This table show a 2-D profile gravity data.

이다. 중력측정점이 일반적인 경우가 아닌 특수한 상황 예를 들면, 지하에서 측정할 경우나 해상에서 측정할 경우 또는 공중에서 측정할 경우에도 보정이 가능하도록 하였다.

지형효과를 계산하기 위한 방법은 Hardy(1971), Krohn(1976)등에 의해 제안된 multiquadric equation을 이용하였다. Multiquadric equation을 이용한 방법의 장점은 실제 입력되지 않은 지점의 고도도 계산이 가능하다는 점과 지형자료가 자세하게 입력될수록 정밀한 지형보정이 이루어진다는 점이다. 본 연구를 위해 제공된 지형자료는 한반도 남한의 DEM(digital elevation map)자료는 축척 1:50,000 크기의 지형도 별로 정리되어 있으며, 자료격자의 크기는 경도방향으로는 6", 위도방향으로는 5"의 격자 크기를 가진다. 이러한 격자크기는 도폭별로 약간씩의 차이가 있지만, 약 150 X 150 meter 정도의 크기를 가진다.

주어진 중력측점의 위치정보가 입력되면 프로그램에서 자동적으로 중력측점주위의 지형자료를

읽어서 이를 multiquadric equation으로 표현하게 된다. 이러한 방법에 의한 지형표현은 실제지형을 매우 실제에 가깝게 표현할수 있는 장점이 있다. 이에 반해 단점은 자세한 지형자료는 방대한 양의 기억용량과 많은 양의 계산시간을 필요로 한다는 것으로, 대체적으로 기억용량과 계산시간은 자료의 양의 제곱승에 비례한다(이희순, 1998).

3.2. 중, 자력 탐사자료의 자동이상도작성과 역산

중, 자력 탐사자료의 자동 이상도 작성은 중력 탐사자료와 자력 탐사자료에서 다르게 진행된다. 자력 자료는 대개 지형보정이 포함되지 않으므로 측정자료의 실제 값(자극화 변환 보정과 IGRF 보정만 수행된 결과)을 즉각 등고선이나 축선으로 표시할 필요가 있고, 중력 자료는 다양한 보정 단계에서 각 자료의 양상을 살펴보아야 한다. 이를 위해 1차원 및 2차원 자료의 도시를 위한 JAVA plotting 루틴을 채택하였다.

지하 이상체의 중력효과와 계산은 간단한 모양

인 경우 해석적 해를 이용하여 계산할 수 있으나 모델링이나 역산을 수행할 때에는 지하 매질을 프리즘으로 분할하고 각 프리즘에 의한 중력효과의 합으로 계산하는 것이 보편적이다. 중력효과 계산을 위한 system matrix를 $\mathbf{A} = (a_{ij}), i=1, \dots, N, j=1, \dots, M$ 지하를 구성하는 프리즘들의 밀도를 $\rho = (\rho_j), j=1, \dots, M$ 라 하자. 여기서 N 은 측정 자료의 수, M 은 블록의 수이다. a_{ij} 는 단위밀도를 가지는 j 번째 프리즘에 의한 i 번째 측정점에서의 중력을 의미한다. 이때, 전체 중력효과는 다음과 같이 표시된다.

$$\mathbf{g} = \mathbf{A}\rho \quad (1)$$

중, 자력역산은 여러 가지의 해를 가지는 비유일성 문제를 필연적으로 가진다. 이러한 비유일성은 다양한 원인에 의해 야기되는 바, 이는 포텐셜을 이용한 방법의 근본적인 한계점이다. 따라서 중, 자력자료로부터 지하 매질의 특성 분포를 해석하기 위해서는 선형적인 지질학적 정보 내지는 해의 형태에 대한 구체적인 가정을 역산 과정에 포함시켜야 한다. 일반적으로 포텐셜자료의 역산은 두 가지 형태로 이루어진다. 그 하나는 주로 분지 해석에 이용되는 것으로 두 층의 밀도대비를 알고 있는 경우에 밀도 경계층까지의 심도를 결정하는 방식들이다. 이 경우 중력효과를 결정하는 system matrix는 경계의 심도에 따라 변하는 비선형 최적화 문제가 되며 측정자료의 수와 결정해야 하는 파라미터의 수가 거의 비슷하므로 even determined 또는 slightly underdetermined problem이 된다. 또 다른 경우는 지하를 고정된 모양의 블록들로 분할하고 각 블록의 밀도를 결정하는 방식으로 system matrix는 변하지 않으므로 선형문제가 되어 단 한번의 계산으로 무수히 많은 가능한 해 중의 하나로 수렴한다. 이 때 결정되는 해는 초기 모델에 따라 달라지게 된다. 이 경우 결정해야 되는 파라미터의 수는 일반적으로 측정자료의 수보다 훨씬 많게 되어 underdetermined problem이 된다. 또한 측정 밀도를 늘린다해도 중력자료의 민감도는

지표에 집중되어 있기 때문에 지표 측정 중력자료만을 이용해서 지하의 밀도분포를 정확히 결정하는 것은 거의 불가능한 일이라 할 수 있다. 따라서 이 경우는 해의 형태에 대한 구체적인 가정을 하고 그 가정을 만족하는 해를 반복적으로 구하게 된다. 이러한 목적으로 발표된 역산법들로는 compact gravity inversion, minimum moment of inertia gravity inversion, generalized compact gravity inversion등이 있는데 이 방법들의 구체적인 모양은 조금씩 다르지만 근본적인 아이디어는 모두 같다.

다음은 중력자료의 최소자승 역산에 사용되는 기본적인 식들로 각 방법들의 차이는 모델 및 데이터의 가중행렬(weighting matrix)에 있다 할 수 있다. 다음의 식들은 지하를 고정된 크기의 블록들로 분할한 후 역산을 수행하는 경우를 가정하여 유도되었다. 모델 파라미터는 다음과 같이 표현된다.

$$\rho^{est} = (\mathbf{A}^T \mathbf{W}_e \mathbf{A} + \mathbf{W}_\rho)^{-1} \mathbf{A}^T \mathbf{W}_e \mathbf{g} \quad (2)$$

본 프로그램에서 채택하고 있는 역산기법중 하나인 compact gravity inversion(Last and Kubik, 1983)에서는 다음과 같이 정의되는 모델의 면적(3차원의 경우 부피)를 최소화하는 제한조건을 사용한다.

$$\text{Area} = \lim_{\epsilon \rightarrow 0} \sum_{j=1}^M \frac{\rho_j^2}{\rho_j^2 + \epsilon} \quad (3)$$

$$, W_{\rho_j} = \frac{1}{\rho_j^2 + \epsilon} .$$

Last & Kubik(1983)은 측정 자료의 대한 가중치는 다음과 같이 정의하여 사용하였다.

$$\mathbf{W}_e^{-1} = l_0^2 \text{diag}(\mathbf{A} \mathbf{W}_\rho^{-1} \mathbf{A}^T) \quad (4)$$

, l_0^2 = a priori estimated Noise/Signal ratio

		Pre-processing	Edit of data
		Client	
	Various Correction		
	Automatic Terrain Correction		Latitude and Longitude Network or stand alone
	Contour and Plot		Presentation of observed data
Remote Method Invocation (RMI)		DB access	Record of data
Server	Forward modeling	2D	GUI
		3D	
	Inversion	2D	Global, Local inversion
		3D	

Fig. 9. Functions of server/client program and methods of data editing.

4. 중, 자력탐사자료처리 서버/ 클라이언트 시스템의 기본 기능

표준적인 중, 자력 자료의 처리 및 해석 패키지를 만드는 것뿐만이 아니라 이러한 패키지를 일반 유저들이 인터넷을 이용하여 측정자료만 서버에 전송하면 손쉽게 각종 보정이 끝난 해석결과를 얻도록 하는 것은 대단히 중요한 일이 될 것이다. 숙달되고 전문가인 사용자부터 이러한 프로그램을 이용해 학습을 하는 학생들 또는 산업계에서도 폭넓게 사용하려면 어느 운용체제 환경에서도 구동할 수 있도록 프로그램이 작성되어야 하며, 네트워크 코드 작성이 용이한 프로그램 언어를 사용하여야 한다. 이를 위해 JAVA가 선택되었다. JAVA 언어는 완전한 객체 지향적 특징을 지니고 있어 유지 및 보수가 용이하고, 확장성이 뛰어나다. 또한 바이트 코드 수준에서 실행되므로 다양한 운용체제 환경에서 수행 가능하다. JAVA는 원래 네트워크 환경에서 효율성을 발휘하도록 설계되어 보안 및 코딩의 용이성이 뛰어나다.

중, 자력 탐사자료의 처리를 위한 서버시스템은 각종 엔진과 네트워크 인터페이스로 구성된다. 이러한 엔진 중 일부는 작업의 편의상 클라이언트 프로그램에 탑재된다. GUI 클라이언트 프로그

램의 모든 부분은 순수 자바로 작성되었으며, 윈도우 98, 2000, Linux 2.2.31, Digital Unix 4.0d에서 수행해 본 결과, 동일하게 작동하였으며, 단지 각각의 운용체제의 JAVA 최적화 수행환경에 의존하였다. 사용된 JAVA 개발환경은 SUN사에서 배포하고 있는 JDK 1.2.2 버전이며, Swing 컴포넌트에 의해 작성되었다.

Fig. 9는 서버/클라이언트 프로그램에서 채택된 각종 기능들과 자료에디팅 방법을 보여주고 있다. 본 시스템에서 채택하고 있는 각종 보정 기능과 그러한 보정을 하기 위한 자료입력의 방법 등이 나와있다. 본 그림에서는 클라이언트 프로그램에서의 기능과 서버프로그램에서의 기능을 따로 표현하고 있는 바, 이는 간단한 보정기능은 클라이언트 프로그램에서 수행되고 복잡하고 시간이 많이 걸리는 작업은 서버프로그램에서 수행하게 된다.

5. 결론

인터넷을 이용한 표준적인 중, 자력 자료의 처리 및 해석을 수행하는 서버/클라이언트 프로그램에 관한 기본적인 연구를 하였다. 본 시스템은 인터넷을 이용하여 일반 사용자들이 측정한 중력 및 자력 탐사자료를 클라이언트 프로그램을 이용

하여 서버프로그램에 전달하면 서버프로그램에서 필요한 각종 보정과 해석을 수행하게 되며 그 결과를 그림으로 다시 사용자에게 넘겨주게 된다. 물론 단순한 보정 및 보정결과 출력의 기능은 클라이언트 프로그램에도 채택된다.

다양한 사용자를 위해 본 시스템은 어느 운용체제의 컴퓨터 환경에서도 구동할 수 있게 JAVA 언어를 채택하였다. JAVA 언어는 완전한 객체 지향적 특징을 지니고 있어 유지 및 보수가 용이하고, 확장성이 뛰어나고 바이트 코드 수준에서 실행되므로 여러 다양한 운용체제 환경에서 수행 가능하다는 장점이 있다.

본 시스템의 서버프로그램은 중, 자력 자료의 DB 화를 위해 JDBC를 이용하였다. 각 사용자들이 서버컴퓨터에 전송한 중, 자력탐사자료는 서버의 DB를 통해 저장되어지고 이러한 작업은 향후 국내에서 수행되어지는 중, 자력탐사자료의 표준화로 이어지게 될 것으로 기대된다.

서버컴퓨터의 프로그램은 상당히 많은 양의 계산을 동시에 수행하여야 하므로 빠른 계산시간에 처리할 수 있는 능력이 요구된다고 하겠다. 이를 위해 본 시스템은 서버컴퓨터를 MPI 방식을 이용한 병렬처리방식을 채택하였다. 이러한 병렬처리를 이용하여 여러 명의 사용자가 동시에 접속하여 여러 가지의 업무를 수행할 경우에도 효율적인 처리가 가능하도록 설계하였다.

본 연구의 성과는 대체 에너지 자원으로서의 지열의 부존 가능성과 관련이 있는 심성암체의 탐사나 칼데라와 같은 화산성 구조의 지질조사(권병두 외, 1994) 등에서부터, 토목·건설 현장에서 안전성을 확립하기 위한 소규모 단층이나 공동의 존재, 저밀도 이상체의 탐지(권병두 외, 1998; 권병두 외, 1999a)에 이르기까지 광범위하게 이용될 수 있을 것이다. 현장이나 연구실에서 측정된 자료를 클라이언트 프로그램에서 인터넷을 이용하여 서버에 넘기면 서버프로그램에서 각종 보정이나 역산 등의 작업을 수행하게 된다. 이러한 해석 결과는 그림 등의 형태로 다시 사용자에게 제공된다. 또한 일반적으로 학술적인 해석프로그램의 사용이 용이하지 않은 산업현장에서 자료의 측정만으로 손쉽게 해석결과를 얻을 수 있는 방법이 제공될 뿐만 아니라 곧바로 그 날의 작업결과를 확인하게 되어 탐사일정의 조정 등에 효과적으로 이용할 수 있을 것이다. 이러한 효과는 그동안 측정

뿐만이 아니라 보정 및 해석의 어려움으로 인해 산업현장에서 잘 쓰이지 않던 중, 자력 탐사의 활성화도 기대된다고 하겠다.

본 시스템의 사용으로 대학의 수업에서나 각 현장에서 인터넷을 이용하여 중, 자력탐사자료를 손쉽게 처리하게 됨으로써 앞으로 중, 자력 탐사자료의 획득과 처리의 표준화는 물론 이미 검증된 프로그램을 사용함으로써 처리된 결과에 대한 신뢰도가 높아지는 결과를 낳게 될 것으로 기대된다.

사 사

본 연구는 에너지관리공단에서 시행하는 에너지 자원기술개발사업의 지원으로 이루어졌으며 연구비를 지원해준 관계기관에 감사드립니다.

참고문헌

- 권병두, 권재현, 정호준, 1994, 진례칼데라의 중력이상과 지질구조, 한국지구과학회지, 15(5), 392-397.
- 권병두, 김규중, 김성렬, 1995a, 울릉도의 중력 및 자력탐사 연구, 지질학회지, 31(2), 138-150.
- 권병두, 김차섭, 정호준, 오석훈, 1995b 난지도 매립지 및 그 주변의 지질환경 연구 : 중력 및 자력탐사, 자원환경지질, 28(5), pp. 469-480.
- 권병두, 이희순, 오석훈, 이춘기, 1998, 제주도 만장굴에 대한 복합 지구물리탐사 기법의 적용, 자원환경지질, 31(6), 535-545.
- 권병두, 오석훈, 정호준, 임형래, 이춘기, 1999a, 포항 유봉산업 폐기물 매립지에서의 중력, 자력, VLF 탐사, 자원환경지질, 32(2), 177-187.
- 권병두, 서기원, 박노옥, 도진열, 1999b, 한국표준과학연구원 질량표준실의 수직중력 구배 평가, 한국지구과학회지, 20(3), 250-257.
- 이희순, 1998, 중력측정자료에 대한 지형보정을 위한 기술개발, 한국자원연구소, 7-14.
- Hardy, R. L., 1971, Multiquadric equations of topography and other irregular surfaces, J. G. R., 76, 1905-1915.
- Krohn, D. H., 1976, Gravity terrain corrections using Multiquadric equations, Geophysics, 41, 266-275.
- Last, B. J. and Kubik, K., 1983, Compact gravity inversion, Geophysics, 48(6), 713-721.

2000년 9월 20일 원고접수

2000년 12월 20일 원고채택