

Side Scan Sonar 해저면탐사 자료의 계수화 영상처리 및 모자이크

김성렬*, 박건태, 이용국, 석봉출
한국해양연구소 해양지질연구부

해저면탐사 (Side Scan sonar) 결과의 최종적 표현은 각각의 조사속선별 탐사자료를 한장의 모자이크된 도면으로 제작하는 데 있으며, 이 도면을 이용하여 조사구역 전체에 대한 해저면 구조와 형태 및 계반상황 등을 해석하게 된다. 탐사자료를 도면화하기 위한 여러단계의 처리과정 중에서 우선적으로 sonar (tow-fish) 의 위치보정 이 반드시 필요하다. 실질적으로 해저면탐사에 적용되는 음파는 연속적인 음파 (continues acoustic wave) 이므로 음파가 해저면을 연속적으로 훑어 (scanning) 지나 가지만, 우리가 처리하는 자료는 계수화 (digitalization) 되면서 샘플링간격에 따라 일정한 시간간격의 불연속적인 정보를 가지고 해저면 영상자료 (sea-bottom image) 을 취급하게 된다. 따라서 음파가 훑고 지나간 해저면 (insonified area) 은 불연속적인 수많은 foot-print area 로 구성되며, 이들을 적절한 위치에 배치하는 작업이 모자이크를 위한 도면화 처리과정이라고 볼 수 있다. 물론 탐사자료의 해상력은 일차적으로는 sonar 의 주파수 특성에 좌우되지만 최종결과로 제시되는 모자이크 도면은 계수화처리되는 샘플링 시간간격에 따라 그 표현정도는 다르게 나타난다.

일반적으로 국내에서 사용되고 있는 해저면탐사장비 (Side Scan Sonar System) 의 대부분은 현장에서 조사된 기록지 그 자체가 최종결과물로 활용되고 있는 실정이다. 따라서 조사해역의 해저면 자질구조나 퇴적물분포 또는 이상물체의 형태 등이 실제의 모양 또는 위치와는 상당히 다르게 표현되는 것이 보통이며 해저면 영상 (Seafloor Acoustic Image) 을 해석하는 데 많은 어려움과 경험을 요구하게 된다. 이러한 이유는 ① 해저면영상이 경사거리가 보정되지 않은 상태로 기록되며, ② Tow-Fish (수중예인체 번서) 의 실제 위치와 속도를 기록지상에서는 보정할 방법이 없다. 그리고 ③ 출력음파의 빔폭 (beam width) 에 의하여 결정되는 foot-print area를 정확한 원래의 위치에 투영할 수 없기 때문이다.

아나로그 형태의 탐사자료를 디지털 형태로 변환한 다음 각 trace 의 반사신호파형에서 추출된 해수면 반사신호 (surface return peak) 의 시간위치와 조사선 항적위치를 이용하여 순환함수관계식으로 Tow-Fish 의 정확한 위치를 결정하게 된다. 그리고 해저면에서 반사 (bottom return peak) 되는 시간위치를 추적하여 Tow-Fish 로 부터 해저면까지의 거리를 구하면 경사거리의 보정이 가능하다.

Foot-print area 의 보정은 위 두가지 결정요인이 확정된 다음의 과정으로서 탐사장비의 pulse length 와 빔폭 그리고 디지털 변환자료의 samling 간격 이 세가지를 이용하여 along-track resolution 과 across-track resolution 을 계산하게 된다. 각각의

foot-print area 의 위치가 계산되었다 하더라도 이들은 등간격으로 분포하지 않으며 그 크기 (dimension/size) 와 모양이 서로 다르다. 또한 출력음파의 빔폭 (beam width) 이 예각 (1.2°) 이라서 탐사되는 insonified area 의 방향은 sonar 가 예인되는 그 순간 순간의 heading 에 의해 좌,우현의 양끝단의 위치는 상당히 차이가 있으며 탐사축선에 대해 항상 직각방향 (cross-track direction) 의 해저면이 탐사된다고는 볼 수 없다. 계산된 위치를 그대로 도면화할 경우 어떤 지점에서는 반복되어 투입되기도 하고 또 다른 지점에서는 전혀 투입되지 못하는 지점도 나타나게 된다. 뿐만아니라 계수화된 자료는 경사거리가 보정된 이후에는 시계열 (time series) 의 성격에서 거리계열 (distance sreies) 로 그 성격으로 바뀌면서 foot-print area 의 평면적 분포밀도는 탐사축선 중앙부로 부터 양측면으로 멀어지면서 간격이 점차적으로 조밀해 진다.

해저면 탐사자료를 도면화하는 과정에서 도면의 축척에 따라 정도의 차이는 있지만 일반적으로 컴퓨터에서 모니터인 경우 pixel size, 프린터는 DPI (dot per inch) 등의 해상도로서 한개의 최소단위 (unit cell) 안에는 여러개의 foot-print area 자료를 포함하게 되는데, 표현 (또는 출력) 되는 지점은 한점인면서 여러개의 foot-print area 가 중복되어 투입되므로 최종적으로 표현되는 결과는 제일 마지막에 투입된 foot print area 의 특성값이 그 지점의 대표값으로 나타나는 불합리한 결과를 얻게 된다. 따라서 모자이크 도면을 작성하기 위해서는 사용되는 컴퓨터시스템의 해상도와 제작도면의 축척을 고려하여 foot-print area 의 분포밀도가 일정하지 않은 형태의 자료를 분포밀도가 일정하도록 단위 거리가 사용되는 컴퓨터의 해상도와 일치하는 격자 (gridding) 형태의 자료로 재구성할 필요가 있다. 그리고 한개의 격자구역 안에 포함되는 여러개의 foot-print area 들을 통계처리하여 격자대표값을 결정하는 과정도 동시에 수행되어야 한다.

최근에는 다중빔 음향측심자료 또는 해저면 탐사자료를 이용하여 해저지형의 기복이나 지질구조선의 연결성과 규모 그리고 발달방향 등을 전산처리에 의해 해석하는 기법이 소개되고 있다. 탐사자료의 공간적 배열형태를 자료간의 간격이 일정하고 한개의 대표값을 갖는 격자형태가 되도록 자료배열을 재구성한 다음 인접한 자료간의 음압의 세기를 비교하는 방법을 적용하여 해저면에 나타나는 구조적 특징들을 수치적으로 해석할 수 있는 방법이 개발되었다. 해저면에 발달되어 있는 지질구조선들이 서로 연결성이 있느냐 또는 없느냐의 문제만을 놓고 볼 때 인접한 자료간의 음압의 세기가 동일하면 변화가 없는 지역이고 차이가 있다면 구조적으로 변화가 있는 지역으로 간주하자는 것이 분석방법의 기초적인 착안점이다. 일단 그 차이가 얼마나 되는가는 무시하고 다만 차이가 있느냐 또는 없느냐 만을 기준으로 차이값이 양(+)인 경우와 음(-)인 경우를 분리하여 수평축을 중심으로 -45° , 45° , 0° 및 90° 등 네가지 방향으로 분석이 시도되었다. Side-scan sonar 탐사자료의 모자이크 도면에 나타난 해저면구조를 해석하는 데 있어서 경험과 전공지식 그리고 면밀한 관찰 등이 요구되지만, 본 연구결과를 통하여 전산처리에 의한 해석기법이 시도되므로써 좀더 자료에 충실하고 객관적인 판단에 의한 정량적인 해석이 가능하다.

129°28E



3996900m

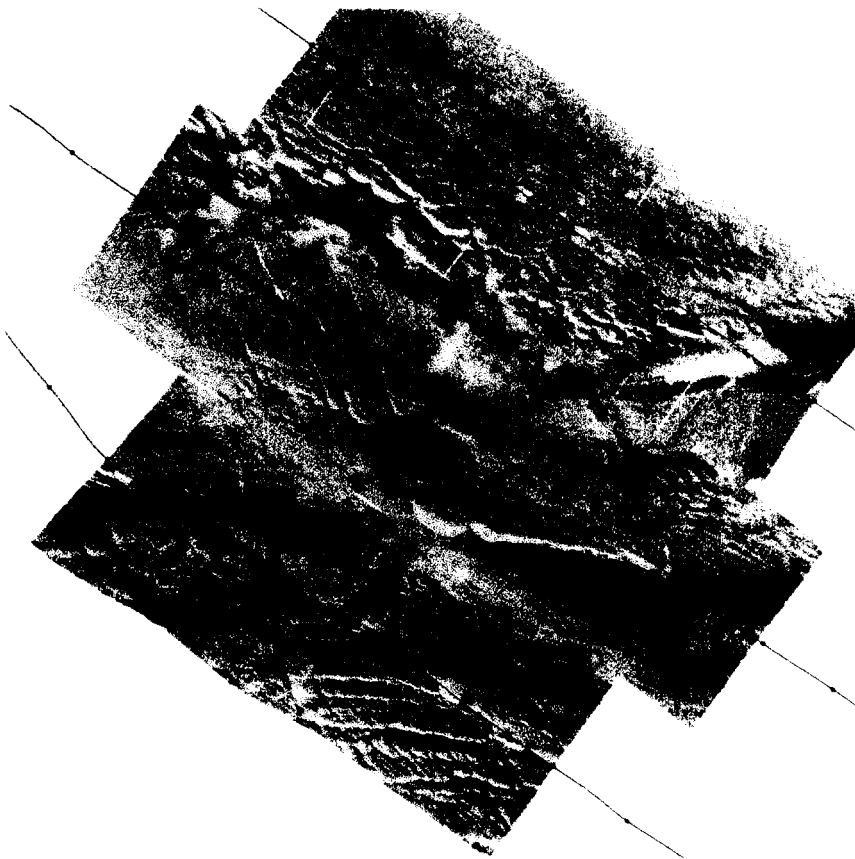
3994400m

543450m

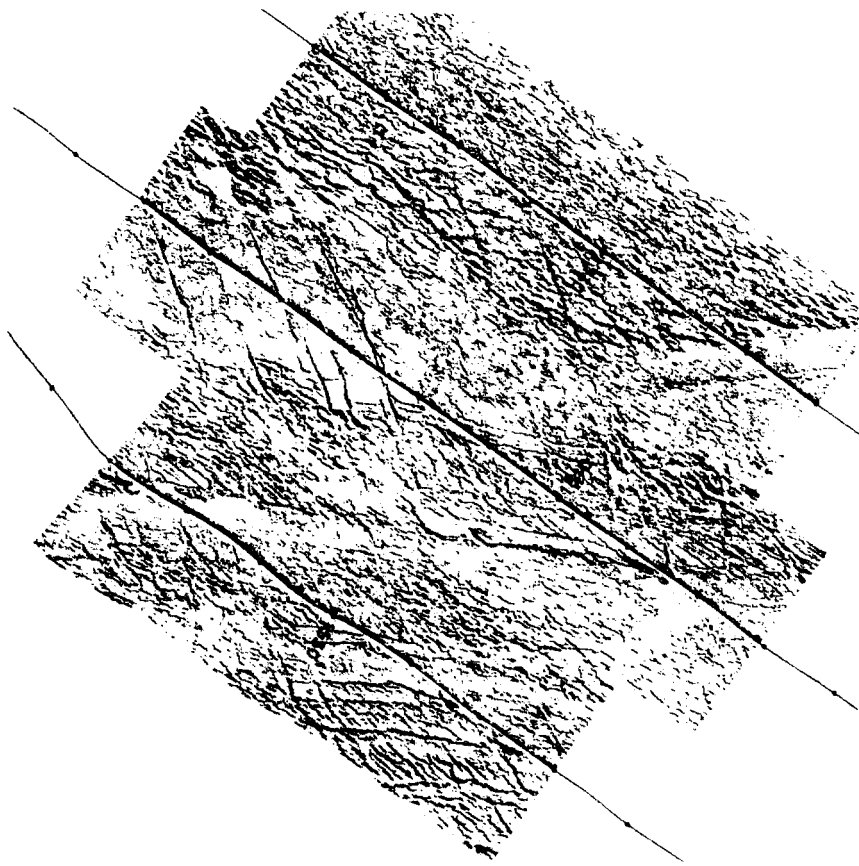


36°06N

540950m



(A)



(B)