

고해상도 사이드 스캔 소나 영상의 보정 및 매핑 알고리즘의 개발

이동진 · 박요섭 · 김학일

인하대학교 자동화공학과

Development of Algorithms for Correcting and Mapping High-Resolution Side Scan Sonar Imagery

Dong-Jin LEE, Joseph Park, and Hak-Il Kim

Dept. of Automation, Inha University

Abstract : To acquire seabed information, the mosaic images of the seabed were generated using Side Scan Sonar. Short time energy function which is needed for slant range correction is proposed to get the height of Tow-Fish to the reflected acoustic amplitudes of each ping, and that leads to a mosaic image without water column. While generating mosaic image, maximum value, last value and average value are used for the measure of a pixel in the mosaic image and 3-D information was kept by using acoustic amplitudes which were heading for specific direction. As a generating method of mosaic image, low resolution mosaic image which is over 1m/pixel resolution was generated for whole survey area first, and then high resolution mosaic image which is generated under 0.1m/pixel resolution was generated for the selected area. Rocks, ripple mark, sand wave, tidal flat and artificial fish reef are found in the mosaic image.

Key Words : Side Scan Sonar, Mosaic, Resolution, Bottom tracking, Mapping

요약 : 해저면의 정보를 얻기 위하여 사이드 스캔 소나(Side Scan Sonar)를 이용하여 해저면의 모자이크 영상을 생성하였다. 경사거리 보정에 필요한 Tow-Fish의 수중고도 산출을 위해 short time energy 함수를 각 ping의 음압 레벨에 적용하였으며, 수주(water column) 영역이 제거된 모자이크 영상을 생성할 수 있었다. 모자이크 영상 생성시 각 화소의 음압 대표값으로 최대값, 최근값 및 평균값을 사용하였으며, 평균값 사용시 일정 방향으로 발사된 음파의 음압값만을 대상으로 평균값을 구하여 해저면의 3차원 정보를 보존하였다. 모자이크 영상 생성 방법으로 1m/pixel 이상의 저해상도로 전체 탐사 영역에 대한 모자이크 영상을 생성한 후 관심 대상 영역을 선택하여 0.1m/pixel의 공간 해상도를 가진 고화질의 모자이크 영상을 생성하였으며, 해저면의 암석, 연흔, 개펄, 인공 어초 등의 해저 물체를 확인할 수 있었다.

1. 서 론

육상 에너지 자원의 고갈과 해양 환경의 오염은 바다에 대한 관심을 증폭시키고 있다. 또한, 해양생물 자원의 고갈은 해양환경 보호에 대한 인식을 고취시켰고, 이를 위한 해양 환경에 대한 조사의 폭과 대상이 나날이 증가하고 있다. 그러나 기존의 육상이나 대기권에서 사용되는 전자기파는 수중에서의 반사와 감쇄로 인하여 수중에서 사용할 수 없는 반면, 음파는 가장 멀리까지 전달되어, 해저통신, 목표물 탐지, 수중 측량 등에 이용된다. 음파를 이용한 해양 원격 탐사 장비인 사이드 스캔 소나는 수중에서 일정한 깊이와 방향을 유지하며 탐사선에 의해 예인되어 특정 주파수의 음파가 해저면과의 상호작용에 의한 산란, 반사과정을 거쳐 되돌아 온 음압을 측정하여 영상을 제작하게 되며, 광역의 해저면에 대해 광학사진과 같은 영상을 제공함으로써 해저면 물체탐사나 준설공사, 해저 지질조사 등에 유효하게 적용된다.

1990년대 후반에 이르러, 생성된 모자익 영상을 대상으로 segmentation과 classification에 관한 연구와 사이드 스캔 소나 시스템을 이용한 3차원 해저 지형 생성에 관한 연구가 진행되고 있다. Mignotte et al.(1999)은 Bayesian Inference를 이용한 사이드 스캔 소나 영상의 classification을 시도하였으며, Loke et al.(1999)은 트리 구조를 이용한 3차원 해저 지형 가시화를 시도하였다. 국내의 사이드 스캔 소나에 관한 연구는 1986년 해양연구소에서 해저면 탐사자료의 계수화처리 기술에 관한 연구(해양연구소, 1987)를 시작으로, 기본적인 처리기법과 해저퇴적물 물성관계에 관한 연구(김성렬 외, 1987)가 진행되었으며, 이를 바탕으로 아산만 부근 해역에서 해저면 탐사 자료의 모자익을 시도하였다(과학기술처, 1989). 또한 Tow-Fish의 수중고도 산출을 위한 연구가 진행되었는데, 김성렬(1996)은 예인선의 속도에 따른 Tow-Fish의 수중 깊이의 변화에 대하여 연구하였으며, Russel et al.(1991)은 Tow-Fish로부터 예인선까지의 음파 도달 시간과 음파가 해저면에 반사되어 예인선에 도

달할 때까지의 시간의 차를 이용하여 Tow-Fish의 위치와 수중고도를 추정하였다.

그러나 국내 연구의 경우 상당 부분이 자료처리 부분에 치중되어 있지만 아직까지 많은 부분이 미완성 단계로 남아있으며, 컴퓨터의 고성능화로 현장에서 바로 디지털 방식으로 자료를 관리하는 방향으로의 연구가 진행되고 있는 단계이다.

본 논문에서는 Tow-Fish의 수중고도 산출을 위하여 short time energy 함수(Rabiner, 1978)를 각 팽에 적용하여 그 결과를 사이드 스캔 소나 자료에 기록되어 있는 수중고도와 비교하여 보았다. 음압값의 매핑시 모자익 영상의 각 픽셀에 중복되어 매핑되는 음압값에 대하여 최대값과 최근값, 그리고 평균값 및 수정된 평균값을 적용하였으며, 적용시 음파가 발사되는 방향에 따라 손실될 수 있는 해저면 물체의 그림자 영역을 보존하기 위해 일정 방향으로 발사된 음파의 반사값만을 사용하여 수정된 평균값을 구함으로써 해저면의 3차원 정보를 유지하였다. 모자익 영상 생성 방법으로, 먼저 경사거리 보정만 실시하여 저해상도의 모자익 영상 생성 후, 관심 영역을 설정하여 경사거리 보정과 함께 across track resolution과 along track resolution에 의한 Foot-print 영역으로의 음압 매핑 및 보간을 실시하였다.

2. 자료 처리 개요

사이드 스캔 소나로부터 얻은 미가공 음파 자료는 Fig. 1과 같은 과정을 거쳐 해석하게 된다. 정밀한 해저영상의 생성을 위해서는 예인선 및 Tow-Fish의 정확한 위치가 기준이 되어야 한다. 따라서 전처리 과정을 통해 부정확한 위치 좌표의 보정 및 수중에서의 Tow-Fish의 흔들림과 같은 불안정성을 보정한다. 또한 소나의 음파 발사 주기와 GPS 데이터의 수신 주기의 불일치로 인해 다수의 음파가 동일 위치와 방향을 가지게 된다. 따라서 각 음파의 발사 시간에서의 위치와 방향으로 보간을 실시한다. 방사 보정 과정에서는 음향

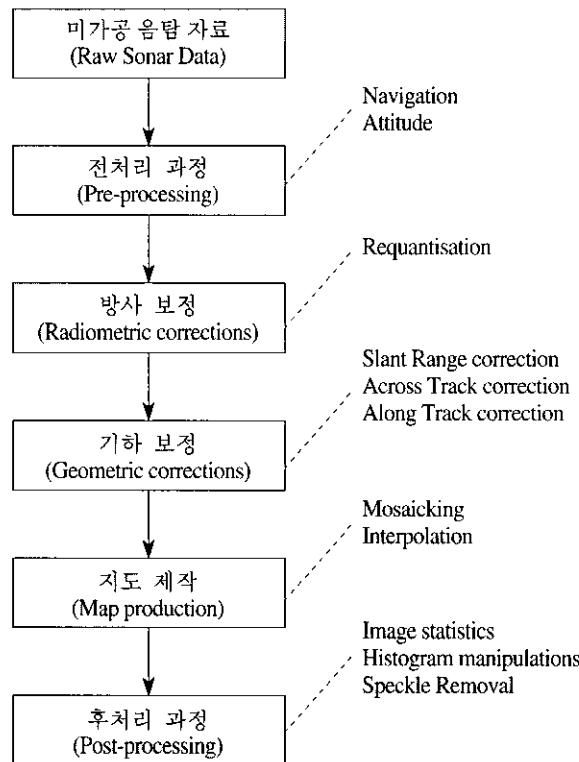


Fig. 1. Processing chain of Side Scan Sonar data

학적 특성에서 오는 각 음압 자료의 해상도를 해석한다. 수중에서 음파는 일직선으로 전파되지 않고 부채꼴의 형태로 진행한다. 따라서 Tow-Fish로부터의 거리에 따라서 반사되는 영역의 크기가 달라지게 된다. 기하 보정은 시간순으로 기록된 해저면 반사 음압값을 Tow-Fish로부터의 거리에 따른 음압값으로 바꾸어준다. 또한 예인선의 선속 등에 의한 영상의 일그러짐을 보정한다. 자료의 보정을 마친 음압값은 각 음압값의 위치로 매핑하여 모자의 영상으로 시각화한다. 영상 생성시 각 화소의 겹침이나 음압값이 매핑되지 않은 화소의 보간이 같이 이루어진다. 수중에서의 음파는 산란이나 흡수 등에 의해 매우 작은 음압값을 가지고 생성되어 진다. 따라서 생성된 모자의 영상을 전체적으로 화소의 값이 작기 때문에 어두운 영상을 가지고 있다. 후처리 과정에서는 이를 시각적으로 해석하기 좋은 영상으로 개선하게 되며, 영상내의

잡음 제거 등도 이루어진다.

3. Tow-Fish의 수중고도 산출

경사거리 보정을 위해서는 정확한 Tow-Fish의 수중 고도의 산출이 필수적이다. 본 연구에 사용된 SIS-1500 사이드 스캔 소나 시스템으로부터 Tow-Fish의 수중 고도를 취할 수 있지만 급격한 Tow-Fish의 수중 고도 변화 발생시, 이에 민감하게 반응하지 못하였다. 따라서 모자의 영상을 생성하였을 때 수주에 해당하는 영역의 음파 반사값을 영상에 반영하게 되는 문제가 있었다. 본 논문에서는 Tow-Fish의 수중고도 산출을 위해 short time energy 함수를 사용하였다. Fig. 2와 같이 하나의 음압 반사값에 대하여 N번째 샘플로부터 크기가 m 인 window mask를 써어 m 구간내의 음압

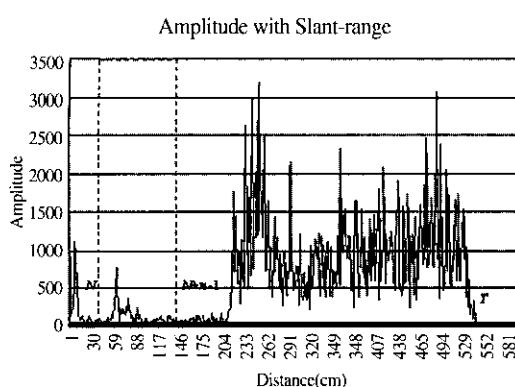


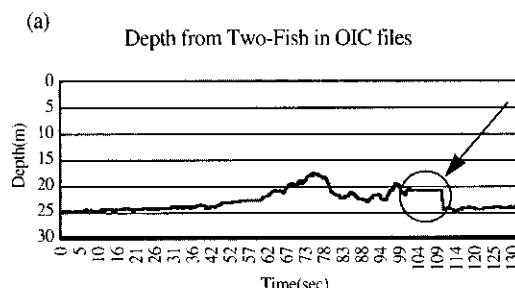
Fig. 2. Window mask for bottom tracking

의 energy를 구한다. 이 구간내의 energy 평균과 N 번째 음압값의 에너지가 임계치 이상일 경우, N 번째 음압값을 초기 해저면 반사값으로 구하였다. 임계치는 해당 ping의 energy 평균을 사용하였다. 식 (1)은 short time energy를 구하는 식이며, 식 (2)는 사용된 임계치이다. E_N 은 N 번째 음압값으로부터 m 개의 크기의 window내의 energy이며, A_i 는 i 번째 음압값이다. E_{th} 는 임계치, T 는 취득된 음압의 개수이다.

$$E_N = \sum_{i=N}^{N+m-1} A_i^2 \quad (1)$$

$$E_{th} = \frac{1}{T} \sum_{i=0}^T A_i^2 \quad (2)$$

Fig. 3은 사이드 스캔 소나의 진행에 따른



Tow-Fish로부터 해저면까지의 수심을 나타낸 것이다. (a)는 사이드 스캔 소나 자료 취득 프로그램인 GeoDAS로 저장된 소나 자료인 OIC 파일의 헤더에 기록된 Tow-Fish의 수중고도 정보를 이용하였을 때의 도식이다. 화살표 부분이 수중고도의 산출이 제대로 이루어지지 않은 부분이다. (b)는 제안한 short time energy 함수를 적용하여 구한 Tow-Fish의 수중고도를 나타낸 도식으로 (a)에서 화살표 부분은 실제로 더 깊은 수심이며, 급격한 수심의 변화가 있었음을 알 수 있다. 이는 Fig. 5의 (a) 모자익 영상에서 확인할 수 있는데, 실제 수심보다 낮은 수심을 이용하여 모자익 영상을 생성하였을 때에는 영상내의 원에 보이는 바와 같이 수주 영역에서의 음압값이 모자익 영상에 반영되어 나타나게 된다.

Fig. 4는 하나의 ping에 대하여 경사거리 보정 후, 수평거리에 따른 음압값의 변화를 나타낸다. (a)는 OIC 파일의 Tow-Fish의 수중고도 정보를 이용하였을 때의 도식으로, 화살표 부분은 실제 Tow-Fish의 수중고도보다 작은 값을 이용하였기 때문에 수주 부분의 음압값이 반영되었다. (b)는 short time energy 함수를 적용한 것으로 해저면 반사지점으로부터의 음압값이 수평거리로 바뀌어 경사거리 보정 후 수주 영역에서의 음압값이 제거되었음을 볼 수 있다.

Fig. 5는 OIC 파일의 Tow-Fish의 고도 정보를 이용하여 생성된 모자익 영상과, short time energy 함수를 이용하여 구한 Tow-Fish의 고도 정보를

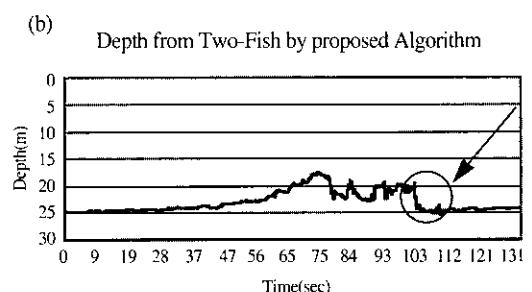


Fig. 3. Variation of the height Tow-Fish with time

(a) the height in OIC file and (b) the height by short time energy function

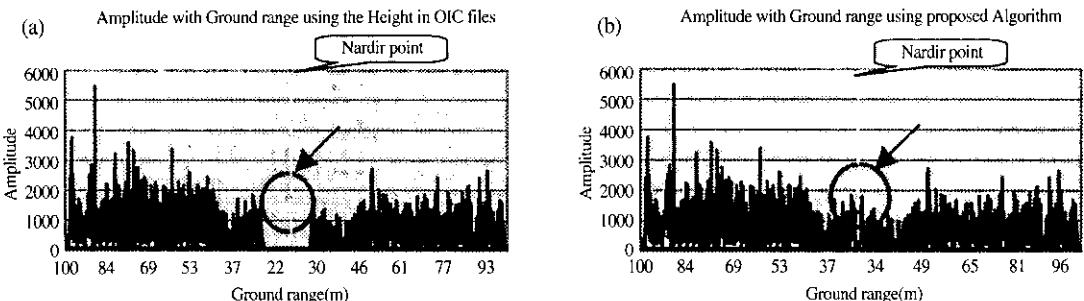


Fig. 4. Variation of the acoustic amplitudes with ground range after slant range correction

(a) the height in OIC file and (b) the height by short time energy function

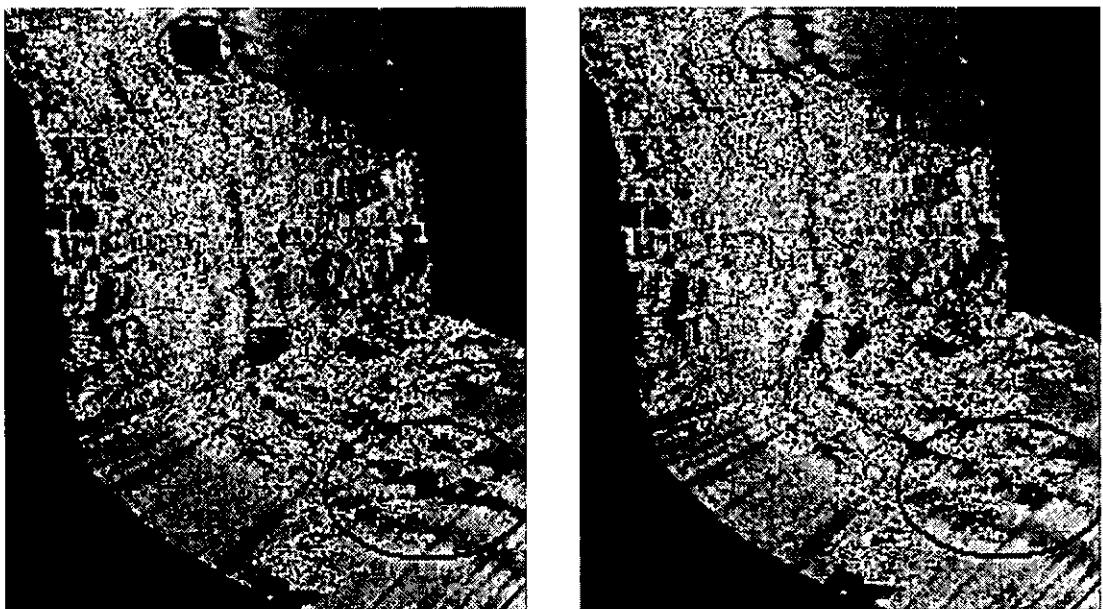


Fig. 5. Mosaic image due to the height differences of Tow-Fish

(a) with OIC file and (b) with short time energy function

이용하여 생성된 모자의 영상이다. (a)의 영상내의 원은 각각 Tow-Fish의 고도정보가 실제보다 낮기 때문에 수주 영역이 모자의 영상에 반영된 것을 보여준다. Short time energy 함수를 적용하여 구한 Tow-Fish의 수중고도를 이용한 (b)는 경사거리 보정이 올바르게 이루어져 사이드 스캔 소나의 직하방 영역에 수주 영역에서의 음압값이 반영되지 않았다.

4. 대표 음압값의 설정

본 논문에서는 동일 위치에 새로운 음압 자료가 매핑되는 경우 최대값(Maximum Value)과 최근값(Recent Value), 평균값(Average Value), 수정된 평균값(Modified Average Value)을 사용하여 비교하였다.

1) 최대값

음파가 해저면에 입사되는 각도, Tow-Fish가

이동하여 발사된 음파가 같은 영역에 반사되었을 때 등에 따라 취득되는 음압값은 서로 다르다. 하지만 사이드 스캔 소나가 수신하게 되는 반사 음파는 수중에서의 음파의 산란, 흡수, 간섭 등에 의해 극히 미약하다. 따라서 가장 강한 음압값이 수신되었을 때 해당 영역을 대표할 수 있다고 가정할 경우 최대값을 사용할 수 있다. 식 (3)과 같이 하여 최대값을 대표값으로 한다. i, j 는 모자익 맵에서의 픽셀의 위치를 가리키며, $1 < i < M_w, 1 < j < M_h$ 의 값을 가진다. M_w 는 모자익 맵의 가로 크기이고, M_h 는 모자익 맵의 세로 크기이다. A_{ij} 는 모자익 맵의 픽셀(i, j)에 최종적으로 매핑될 음압값이다. $A_{ij}(m)$ 는 모자익 맵의 픽셀 (i, j)에 매핑될 수 있는 여러 음압값 중 m 번째 음압값이며, n_{ij} 는 모자익 영상의 픽셀(ij)에 overlapping되는 횟수이다.

$$A_{ij} = \max[A_{ij}(m)], (0 < m < n) \quad (3)$$

2) 최근값

최대값을 사용하였을 경우, 음파가 해저면에 입사되는 각도가 다를 때에는 주변의 음압값과 현저히 다른 음압값을 매핑하게 된다. 이러한 경우 최근값의 사용은 마지막으로 입사된 각도를 기준으로 하여 매핑되므로 현재 음파의 반사가 일어나는 영역과 주변 지역에 반사되는 음파의 입사각이 비슷하다. 따라서 해저면의 저질에 따른 반사특성만이 반영되므로 최대값을 사용하였을 때에 비해 비교적 고른 해저면 상태를 보여준다. 반면 겹침이 일어나는 영역에서 뚜렷한 경계선이 보이며 영역

의 구분이 이루어진다. 식 (4)는 최근값을 대표값으로 선정하는 식이다.

$$A_{ij} = A_{ij}(m), (m = n) \quad (4)$$

3) 평균값

각 픽셀에 overlapping되는 모든 음압값의 평균치를 대표 음압값으로 선택하면 전체적으로 부드러운 모자익 영상이 생성되며, 최근값 사용에 따른 경계 영역이 발생하는 현상이 개선된다. 식 (5)는 평균값을 대표값으로 사용하기 위한 식이다.

$$A_{ij} = \frac{1}{n_{ij}} \sum_{m=1}^n A_{ij}(m) \quad (5)$$

4) 수정된 평균값

동일 영역이라 하더라도 사이드 스캔 소나의 수중고도와 음파의 입사각에 의해 서로 다른 음압값을 나타낸다. 이는 모자익 영상 생성시 겹침이 발생한 영역의 음압값의 왜곡을 가져오며, 해저면 물체의 3차원 정보를 상쇄시키게 된다. Fig. 6과 같이 해저면에 놓인 암석을 사이드 스캔 소나가 P_1 의 위치에서 음파를 발사하였을 경우, 암석의 높이로 인하여 B영역에 그림자가 생성되지만, P_2 의 위치에서 음파를 발사하였을 때에는 B영역에 대하여 더 높은 음압 반사값을 가지게 된다. 이러한 현상은 A 영역에 대해서도 동일하게 나타난다. 평균값을 사용할 경우 A영역과 B영역 각각의 음압값은 서로 상쇄되어 전혀 다른 음압값을 대표값으로 사용하게 될 것이다. 따라서 이러한 겹침이 일

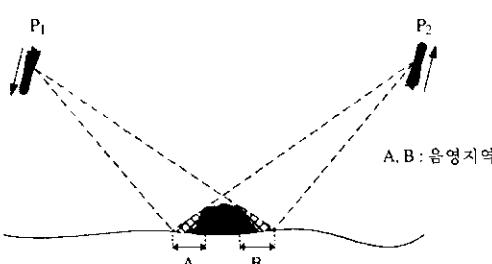


Fig. 6. Shadow Area by the position of Side Scan Sonar

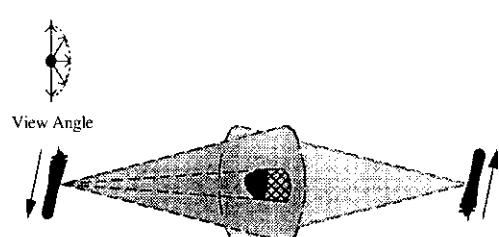


Fig. 7. Mapping Area by Modified Average Value

어나는 영역에 대하여 Fig. 7과 같이 일정한 방향으로 음파가 발사된 경우의 음압값만을 평균값으로 사용하는 수정된 평균값을 사용하였다. 수정된 평균값을 대표값으로 선정하기 위하여 식 (6)을 이용한다. $H_{ij}(m)$ 은 2차원 좌표계에서의 $A_{ij}(m)$ 의 방향으로 음파가 향하고 있는 방향을 가리킨다. H_{v1} 과 H_{v2} 는 ViewAngle의 범위로 이 각도내에서 음파가 발사될 경우에 한하여 매핑하도록 한다.

$$A_{ij} = \frac{1}{n_{ij}} \sum_{m=1}^n A_{ij}(m)$$

$$z = \begin{cases} 1 & H_{v1} < H_{ij}(m) \leq H_{v2} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (6)$$

5. 결과 및 토의

Fig. 8은 영홍도 근방 해저면의 모자익 영상으로, 서로 다른 매핑 방법을 적용하여 모자익 영상을 생성하여 GeoDAS에 의해 생성된 모자익 영상과 비교하였다. 매핑 방법으로 (a)와 (b)는 최대값, (c)와 (d)는 최근값, (e)와 (f)는 평균값을 사용하여 모자익 영상을 생성하였으며, (b), (d), (f)는 GeoDAS 프로그램을 이용하여 생성된 모자익 영상이다. 최대값을 사용하였을 경우 해저면이 더 거칠게 보이는 반면, 최근값 및 수정된 평균값의 사용시 고른 해저면의 분포를 확인할 수 있다. GeoDAS를 이용하여 생성된 모자익 영상은 (a), (c), (e)의 영상에 비하여 더욱 선명한 해저 영상을 보여주며, 침몰선 또한 그 윤곽이 뚜렷하다. 이는 본 논문에서는 실시하지 않았던 방사보정의 영향과 영상 개선시 히스토그램 조작의 차이에 기인한다고 생각된다. 또한 영상 중앙의 항적 부분은 마치 왼쪽과 오른쪽의 영상을 실로 퀘매놓은 듯한 영상을 보여주고 있다. 이는 사이드 스캔 소나의 직하방 영역에 대하여 영역의 중첩이 다수 발생되어 생기는 현상으로 생각된다. Fig. 8의 모든 영상의 우측면에서 겹은 띠 모양을 확인할 수 있으며, 좌측면에서도 미약하지만 비슷한 형태를 확인할 수 있다. 이는 TVG(Time Varying Gain) 보정이

이루어지지 않았기 때문에 발생하는 현상이며, 좌현과 우현의 센서의 음파의 세기가 다르기 때문에 서로 대칭으로 나타나지는 않는다. Fig. 8의 영상들은 매 음압 자료가 취득될 때의 Tow-Fish의 고도가 일정하고 항적 및 헤딩의 변화가 심하지 않으므로 각 매핑 방법에 따른 영상의 차이가 뚜렷하지 않다. Fig. 9에서 탐사 영역 전체에 대하여 저해상도 영상을 생성하였을 때 매핑 방법에 따른 뚜렷한 차이를 확인할 수 있다.

Fig. 9는 경상북도 포항시 구룡포 일대의 해저면 영상을 저해상도로 생성하였으며, 매핑 방법으로 최대값과 최근값, 그리고 수정된 평균값을 적용하였다. 모자익 영상 생성 시간의 단축을 위하여 각 평과 평내의 음압값을 샘플링하여 자료처리하였으며, 평 interval은 1. 음압값의 interval은 20으로 하여 핵셀당 1m의 해상도를 가진 영상을 생성하였다. 자료 처리의 속도면에서는 최대값을 사용할 때 가장 좋은 성능을 보여주지만, 생성된 모자익 영상이 거칠기 때문에 관심영역의 선택에 어려움이 있다. 최근값을 사용할 경우 영상이 더 부드러워지며 해저면 물체의 인지가 용이하지만, 여전히 겹침 영역에서 뚜렷한 경계선이 그려지며 경계선을 중심으로 뚜렷한 밝기값의 차이가 난다. 이것은 동일 영역에서 반사된 음파라 할지라도 해당 음파가 발사될 때의 사이드 스캔 소나의 수중고도와 음파의 해저면 입사각이 틀리기 때문에 발생하는 현상이다. 수정된 평균값을 사용하였을 경우 이러한 경계면이 많이 줄어들었으며, 최근값을 사용한 경우에 비해 고른 해저면 분포를 가진다. (d)는 GeoDAS를 이용하여 최대값을 사용하여 생성한 모자익 영상이다. (a)와 비교하여 더 깨끗한 영상을 보여주나 (a)는 음압 자료를 샘플링하여 생성된 모자익 영상이며, (d)는 모든 음압자료를 대상으로 하였으므로 영상 생성 시간 및 화질의 차이가 있다.

Fig. 10은 개펄 지역으로 0.1m/pixel의 해상도로 생성한 모자익 영상이다. 개펄은 음파의 좋은 흡수제 역할을 하므로 주변 지역에 비하여 상대적으로 음압 반사 강도가 낮다. 따라서 주변 영역에

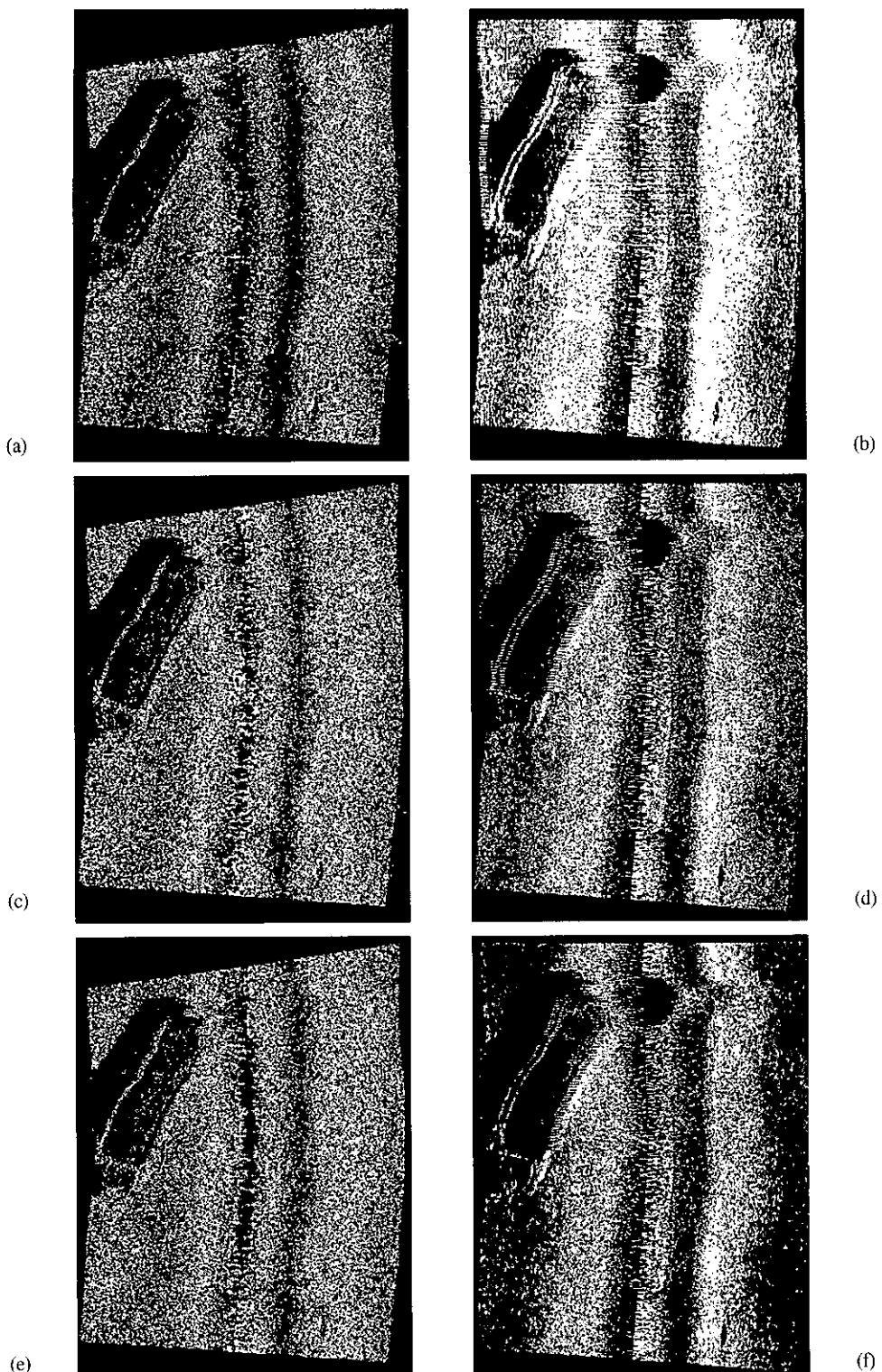


Fig. 8. Mosaic Image due to Mapping Method(YeongHeungDo, 0.1m/Pixel) maximum value(a-b), last value(c-d), average value(e-f) and (b, d, f) are created by GeoDAS

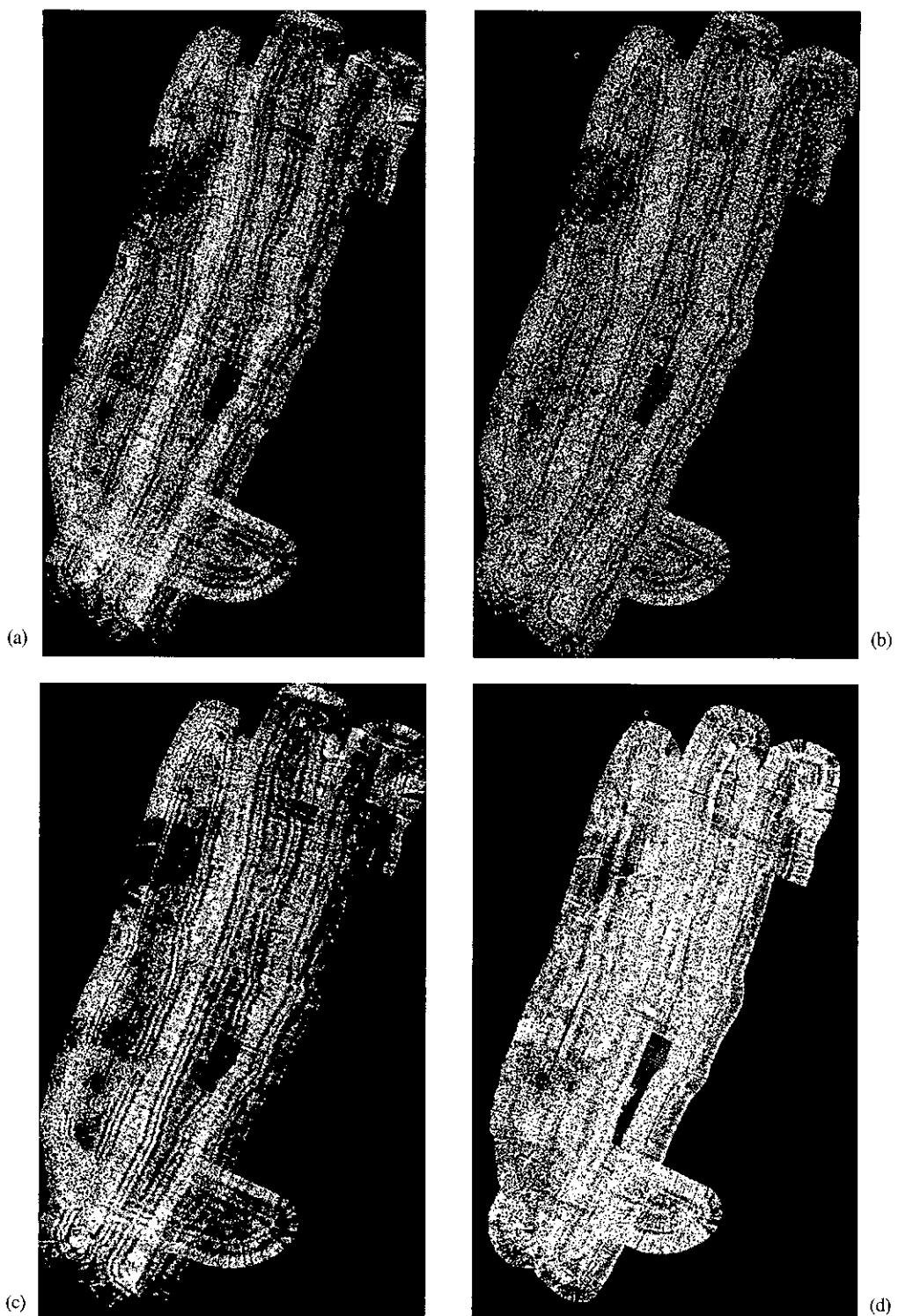


Fig. 9. Mosaic image(GuRyongPo, 15552553m²)
(a)maximum value (b) last value (c) modified average value (d) maximum value by GeoDAS



Fig. 10. Tidal flat(243341m^2 , 0.1m/pixel, modified average value)

비하여 어둡게 나타난다. 이 지역은 지형의 심한 기복이 없이 평탄함을 볼 수 있다. 우측 하단부에 중첩 영역이 보여진다. 중첩되는 영역의 경계선이 보이지만 수정된 평균값을 매핑 방법으로 선택하였기 때문에 두 영역간의 밝기값의 차가 적다.

Fig. 11은 해저면의 암석 부분으로 0.1m/pixel의 해상도로 평균값을 사용하여 생성되었다. 이 암석 부분 우측면으로 음영지는 부분들은 암석의 그림자로 이를 통해 암석의 높이를 추정할 수 있다. 좌상단부의 검은 띠는 소나의 항적에 의해 자료가 취득되지 못한 영역이다.

Fig. 12는 해저면의 연흔을 보여주며 0.1m/pixel의 해상도로 최근값을 사용하여 생성되었다. 좌측 중앙부의 빗살 무늬는 항적 보정이 제대로 안되어 소나의 음파 벌사시의 위치가 서로 넓은 간격을 가져 발생한 현상이다.

Fig. 13은 해저에 투하된 인공어초의 영상으로 0.1m/pixel의 해상도로 수정된 평균값을 사용하여

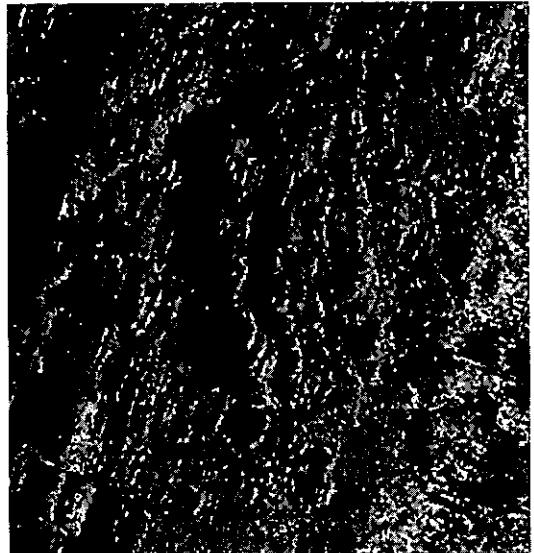


Fig. 11. Rocks
($107 \times 111\text{m}^2$, 0.1m/pixel, average value)

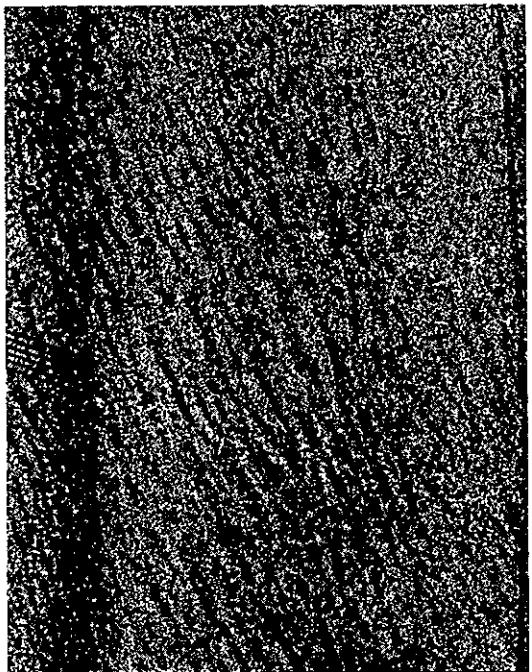


Fig. 12. Ripple mark
($121 \times 153\text{m}^2$, 0.1m/pixel, last value)

생성되었다. 인공어초는 콘크리트 재질로 되어있기 때문에 음파의 강한 반사가 이루어진다. 인공어초의 일부가 모래에 매몰되어 상부가 돌출되어

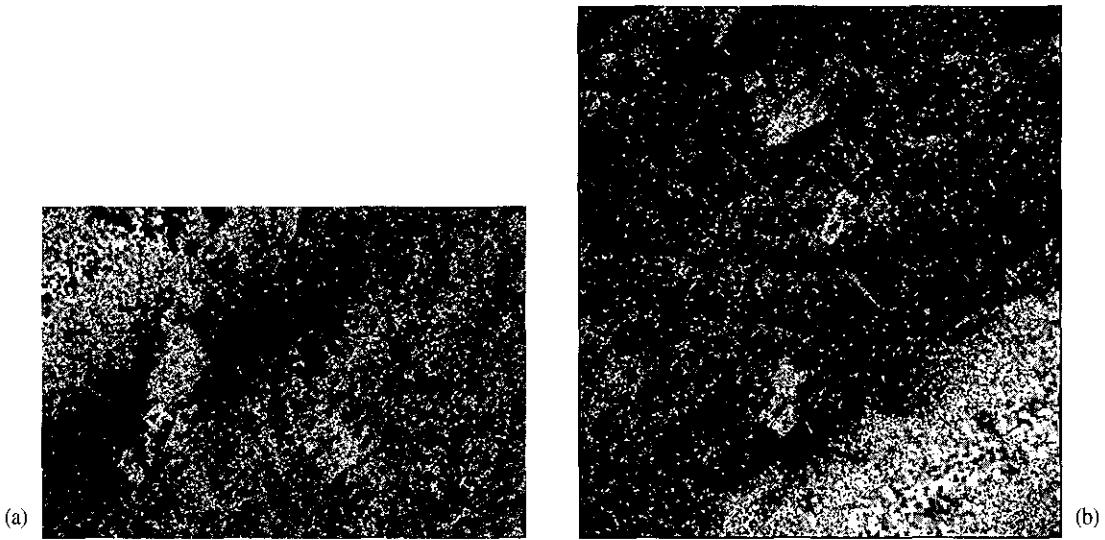


Fig. 13. Artificial fish reef

(a) $72 \times 50\text{m}^2$, 0.1m/pixel, modified average value (b) $61 \times 67\text{m}^2$, 0.1m/pixel, modified average value

있음을 확인할 수 있다. 인공어초의 그림자가 보이지 않는 곳이 배물되어 있는 부분이며, 그림자가 보이는 곳이 인공어초가 돌출된 곳이다.

6. 결 론

본 논문에서는 천해용 사이드 스캔 소나로부터 얻어진 자료를 후처리하여 해저면 모자의 영상을 만들었다. Bottom tracking을 위해 적용한 short time energy 함수는 정확한 Tow-Fish의 수중고도 산출을 하였으며, 경사거리 보정 후 실제 해저면 음압 반사값만이 모자의 영상에 매핑되었다. Short time energy 함수는 window mask 크기와 임계치를 달리하면 Tow-Fish로부터 해저면까지의 수중고도뿐만 아니라 해수면까지의 거리를 산출할 수 있기 때문에 해당 평의 수심 정보를 구할 수 있다. 즉, 소나를 통해 Echo Sounder의 역할을 기대할 수 있다. 그러나 해수면 반사는 극히 미약한 반사값을 가지기 때문에 수중에서의 잡음과 해수면 반사파가 구별되어야 하며, Tow-Fish가 해수면보다 해저면에 더 가깝게 위치하여 해수면 반사파가 해저면의 반사 신호와 중복될 때 이를 구별하

는 연구도 함께 병행되어야 할 것이다. 음압값의 매핑시에는 한 화소에 매핑되는 여러 음압값의 대표값으로 최대값, 최근값, 평균값 및 수정된 평균값을 이용하였으며, 수정된 평균값의 사용은 모자의 영상에서 항적에 따라 손실될 수 있는 소나 자료의 3차원 정보를 유지할 수 있게 해 주었다.

사사

본 논문은 인하대학교 RRC서해연안환경연구센터의 2000년도 특별프로그램(과제번호:2000-특-7) 및 (주)UST21과의 산학협동 프로그램의 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- 과학기술처, 1989. 한반도 주변해역 해저퇴적물의 음향학적 특성 연구(1)-후방산란특성, BSPG 00075-229-5:196.
- 김성렬, 1996. Seafloor Acoustic Characteristics in Yeong-II Bay, Southeast Korea from Side

- Scan Sonar Image Processing, University of Tokyo, Ph. D. thesis.
- 김성렬, 유홍룡, 박건태, 이용국, 안충현, 1987. Side Scan Sonar 탐사자료의 영상처리와 해저면 Backscattering 음향특성. 한국해양학회지, 22(3):143-152.
- 해양연구소, 1987. 원격탐사기법을 이용한 해저면 영상처리 시스템 개발, BSPE 00089-150-5:56.
- Mignotte M., Collet C., Bouthemy P., 1999. Bayesian Inference and Optimization Strategies for Some Detection and Classification Problems in Sonar Imagery, IS & T/SPIE Conference.
- Loke R.E., Du Buf J.M.H., 1999. Fast Interpolation, Segmentation and Visualization of 3D Sonar Seabottom Data by using Tree Structures, Proceedings of the Oceans '99, 3: 1571-1576.
- Rabiner L. R. and Schafer R. W., 1978. Digital Processing of Speech Signals, Prentice Hall: 116-126.
- Russell E. Trahan, Jr., D. Steven Yeadon, Maurice G. Thiele, Jr., 1991. Towfish altitude Computation Using Multipath Acoustic Ranging, IEEE Journal of Oceanic Engineering, 16(2): 212-216.