

## 음파 특징 추출 및 패턴 인식을 통한 선박 식별

### (Ship Identification Using Acoustic Characteristic Extraction and Pattern Recognition)

장 흥 주(Hong-Ju Jang)\*, 이 상 훈(Sang-Hoon Lee)\*\*

#### 초 록

현재 적용되고 있는 선박의 식별체계들은 대부분 사용자의 판단을 도울 수 있는 수중 음파의 주파수 분석, 분석 자료의 보관 및 데이터베이스, 그리고 비교기능 등의 사용자 인터페이스를 제공하고 있으나, 선박고유의 특성 추출부터 식별까지 전적으로 사용자의 정보인식능력에 의존하고 있다. 그러므로 이러한 식별방법들의 신뢰성은 사용자의 전문성에 크게 의존하고 있으며, 분석 장비 역시 고가의 장비를 사용하고 있다.

본 논문에서는 선박식별의 자동화로 가기위한 기초 자료를 제공할 목적으로 수중에서 들려오는 소리를 일반 PC에서 획득하여 수중 음파 특성을 도출하고 패턴인식 통하여 선박들을 클래스 별로 분류함으로써 식별 가능성을 보이고자 한다. 이를 위해 Matlab을 이용한 주변소음 제거 및 신호 처리를 통한 음파 특성을 추출하고 패턴인식을 이용하여 추출된 클래스에 대해 분류하고자 한다.

#### ABSTRACT

Ship identification systems currently employed provide the underwater sound analysis, analyzed data saving and user interface with comparison function. But final analysis and identification depend only on experts. Therefore, the reliability of these identification systems relies on user's ability on information recognition.

This paper presents the method of recognition for the purpose of providing the basic data for an automatic ship class identification. we get the underwater sounds using the PC. We use Matlab in order to reduce ambient noises, take out an acoustic characteristics using the pattern recognition, and classify the ships.

**Keywords** : 음파분석, 특징추출, 패턴인식, 선박식별

\* 해군 소령, 해군 6전단

\*\* 국방대학교 전산정보학과 교수

## 1. 서론

바다에는 지리적, 환경적 특성에 따른 주변 소음과 어선, 상선, 함정 등과 같은 표적 및 수중생물들에서 발생하는 방사소음들이 복합되어 나타난다. 수중 음탐 장비는 특정 소리 음원들을 찾아내어 어떠한 소리인지를 분석하고 식별한다 [4][13].

그러나 기존의 수중음파의 신호처리 및 분석을 위한 음탐 장비는 특정 프로그램을 이용하여 설계, 제작되었으므로 시스템 접근이 어렵다. 또한, 전체 장비가격이 고가이며 국가별, 제작사별 언어와 알고리즘이 상이하여 상호 호환성이 낮아 정보공유가 원활하지 않다. 또, 현재 적용되고 있는 선박의 식별체계들은 대부분 사용자의 판단을 도울 수 있는 수중음파의 주파수 분석, 분석 자료의 보관 및 자료베이스, 그리고 비교 기능 등의 사용자 인터페이스를 제공하고 있으나, 선박 고유의 특성 추출부터 식별까지 전적으로 사용자의 정보 인식 능력에 달려있다. 그러므로 이러한 식별방법들의 신뢰성은 사용자의 전문성에 크게 의존하고 있는 실정이다[1][2][3].

수중음원에 대한 식별은 소음 발생요인들이 복잡한 해양환경에서 수신된 음향데이터를 분석해야만 하는 과정이기 때문에 뚜렷한 해결방법이 제시된 것은 아직 없다. 일부 수중음원 데이터를 분석하여 특징을 추출하려는 움직임은 있으나 여전히 미미한 상태이다[9].

본 논문에서는 선박식별 자동화 실현을 위한 기초 자료를 제공할 목적으로 선박에서 들려오는 소리를 일반 컴퓨터에서 상용 애플리케이션을 이용하여 신호 변환 및 처리를 통해 수중음파 특성을 추출하고, 추출된 자료를 데이터 마이닝 및 패턴인식을 통하여 선박들의 클래스를 분류함으로써 선박식별의 가능성을 보이고자 한다.

이를 위해 선박을 식별하는데 필요한 수중음파 분석 및 신호처리는 매트랩 도구를 이용하여 특징

음파를 추출하였으며, 데이터 마이닝 기법 및 패턴인식을 적용하여 선박의 클래스를 파악하고 식별하였다. 또한 선박 식별 시스템 구현을 위해 일반 컴퓨터의 사운드 카드를 이용하였다. 또한 음탐 장비에서 나온 아날로그 소리를 디지털 파일인 웨이브파일로 변환하고, 필터링 작업을 거친 뒤에 파일을 푸리에 변환을 통하여 주파수대 크기의 변환 값을 추출하였다. 추출된 변환 값을 데이터 마이닝 기법 중 군집기법의 하나인 SOM /Kohonen 기법을 활용하여 표준패턴을 생성하였다. 표준패턴을 미지의 음원신호와 비교하기 위해 패턴인식 방법 중 최소 거리 식별법의 하나인 최근방 식별법을 적용하여 각 클래스별로 식별 및 분류하였다 [5][6].

수중음파 자료의 적용범위는 일반 해양에서 들려오는 복합적인 소리를 시스템 특성에 맞게 고유의 소리를 획득하기 위한 주파수 분리 및 음파특성을 추출해야하나, 연구 목적상 고유의 선박소리를 추출하여 시스템에 적용하였다. 연구 범위로 적용한 자료는 시뮬레이션 및 실제 측정된 자료이다. 이는 전체 선박을 적용하여 클래스를 식별할 수 있는 시스템을 설계 및 구현하는 것이 중요하나, 선박을 식별하기 위한 수중음파 자료 획득의 어려움으로 인해 본 논문에서는 자료 적용에 범위를 두었다.

본 논문의 구성은 제 2장에서는 선박식별 시스템을 개발하기 위한 관련연구를 살펴보고, 제 3장에서는 시스템 개념, 구조를 바탕으로 설계를 하며, 제 4장에서는 시스템 설계를 토대로 GUI 환경의 프로그램 개발과 데이터 마이닝 및 패턴인식을 이용한 식별 시스템을 구현 후, 구현된 시스템을 이용하여 시뮬레이션 및 실측 자료를 적용한 결과를 평가하였으며 제 5장에서는 연구에 대한 결론과 향후 연구 방향에 대해서 정리하였다.

## 2. 관련연구

### 2.1 음파분석

수중 음원을 식별하기 위해서는 입력된 음파를 식별에 필요한 형태의 신호로 변환시켜야 한다. 이를 위해서는 신호처리 과정이 필요하다. 본 절에서는 수중 음원 식별 시스템에 필요한 신호처리 및 주변소음 제거를 위한 필터링을 고찰하였다.

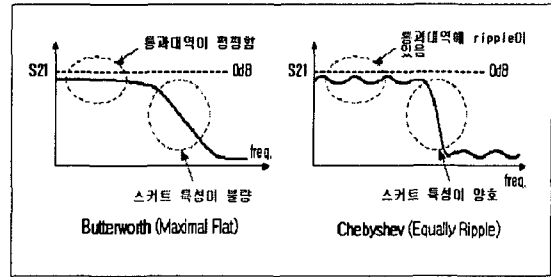
최초단계에서 원시음(원시 자료)인 소리는 음원 식별 시스템에 적합하고 유용한 형태의 신호로 변화되기 위해서 전 처리 과정을 거친다. 샘플링, 아날로그/디지털 변환, 필터링 등과 신호를 분리해 내는 검출과정이 여기에 포함된다[12].

웨이브 파일은 시간영역으로 표현되어 있어 각 시각에서의 진폭 크기만을 나타내므로 각 음원의 특징을 추출하는데 있어서 제한을 받는다. 음파의 특징을 분석하는데 있어서 주파수 스펙트럼 분석은 현재 가장 널리 사용되는 기법이며, 또한 가장 효과적인 방법이다[1].

필터란 입력 신호에 대해 변경을 가한 후 출력 신호를 내보내는 시스템으로 정의할 수 있으며, 보통 주파수 영역에서 특정한 성분만을 통과시키거나 특정한 성분을 제거하는 등의 기능을 수행하는 것을 필터라 칭한다. 신호의 잡음 제거나, 특정한 주파수 성분을 걸러내는 등의 응용을 생각해 볼 수 있다.

디지털 필터란 샘플링 등의 기법으로 이산시간 신호로 변환된 신호를 이산시간 시스템의 형태로 처리하는 시스템을 말한다.

필터의 통과대역 특성은 여러 가지 형태로 조절할 수 있다. 그중 가장 대표적인 필터가 <그림 1>에 보이는 Butterworth 와 Chebyshev 필터인데, Butterworth 필터는 가장 단순한 형태의 필터로서, 통과대역의 형태가 가장 평평하게 만들어지는



<그림 1> butterworth 와 chevyshev 필터

특징을 가지고 있고, Chebyshev 필터는 동일 잔진동<sup>1)</sup>이라는 특징을 가지고 있다.

수중 음원을 분석하여 특징을 추출할 경우에는 주변소음을 제거하는 필터링이 필요한데 주변소음은 잡음이므로 잔진동 발생 시 잡음과 잔진동 구분이 어렵다. 본 논문에서는 스킨트 특성은 불량하지만, 잔진동을 제거하는 능력이 우수한 Butterworth 기법으로 필터링하였다.

### 2.2 패턴인식

가장 간단한 패턴 인식법의 하나는 미리 각 선박 클래스별로 표준 패턴을 정하여 놓고, 미지의 입력패턴을 표준패턴과 비교하여 가장 근사한(거리가 가까운) 표준패턴의 선박 클래스를 해당 선박 클래스로 결정하는 방법이다.

여러 가지 패턴 인식 기법이 있으나, 본 논문에서는 최소거리 식별법 중의 하나인 최근방 식별법을 사용하였다.

최소 거리 식별의 개념은 다음과 같다. 패턴 x 와 y가 ‘비슷하다’라는 말은 두 패턴이 서로 ‘가깝다’라는 뜻으로, 두 패턴간의 거리가 ‘짧다’라는 말이 된다. 따라서 각 선박 클래스가 군집을 이루고 각각의 군집을 하나의 표준패턴이나 대표 값으로 나타낼 수 있는 경우에는, 입력패턴과 모든 표준패턴과의 거리를 계산해 보는 방식으로 간단히

1) 동일 잔진동(equi-ripple)이란 통과대역에 똑같은 크기의 진폭을 갖는 작은 잔진동들이 존재하는 것을 말한다.

패턴을 식별할 수 있다.

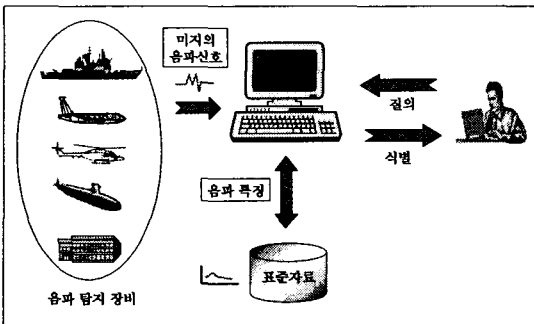
최근방 식별법(nearest neighborhood:NN)은 단순하면서도 높은 분류성능을 가진 최소거리 식별의 한 종류로서, 식별함수를 계산하는 대신에 선박 클래스별로 미리 저장해놓은 표준패턴과의 거리를 계산하여 가장 가까운 표준패턴의 선박 클래스를 입력패턴의 선박 클래스로 결정하는 방법이다. 최근방 식별법 규칙을 위해서는 사전에 선박 클래스별로 기준이 되는 표준 패턴 선정해 놓아야 한다.

선박 클래스가 정해지고 소속 선박 클래스를 미리 알고 있는 표준패턴이 주어졌을 경우의 식별은 임의의 입력 패턴을  $x$ 라 할 때, 최근방 식별법은 표준패턴 중에서 입력패턴  $x$ 에 가장 가깝게 위치한 패턴의 선박 클래스를 입력 패턴의 선박 클래스로 결정한다[6].

### 3. 국방망 고찰

#### 3.1 시스템 개념 및 설계

본 장에서 제시할 선박식별 시스템의 개념은 <그림 2>에서 보듯이 함정, 항공기, 잠수함 등에서 음파 탐지 장비로 수신한 음원(미지의 음파 신호)을 일반 컴퓨터의 사운드 카드 및 상용 애플리케이션을 이용하여 컴퓨터에서 분석할 수 있으며, 분석된 음파를 각 클래스 별로 저장된 표준자료



<그림 2> 선박식별 시스템 개념도

자료베이스를 이용하여 사용자가 질의 시에 기존의 표준자료와 비교하여 일치시킴으로써 미지의 음파를 식별해 낼 수 있는 시스템이다.

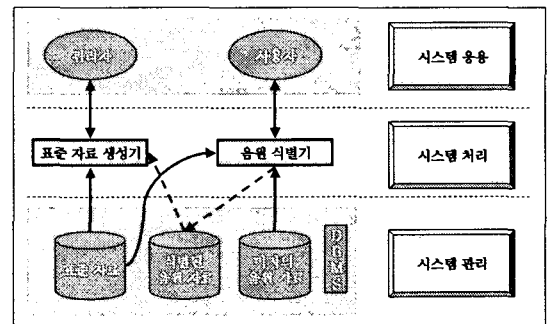
#### 3.2 시스템 구조

시스템 개념을 바탕으로 <그림 3>에서 보는바와 같이 자료 관리, 자료 처리, 자료 응용으로 구분된다. 시스템 관리에서는 표준자료, 미지의 음원자료, 식별된 음원자료를 자료베이스에 저장 관리한다.

미지의 음원자료 자료베이스에서 음원 식별기를 거쳐 해당 음원이 확인된 후에는 이 자료를 확인된 음원자료 자료베이스에 저장한 뒤에 표준자료 생성기에 입력하여 표준자료를 변경 및 수정할 수 있도록 자료를 관리해야 한다.

DBMS는 관계형 모델에서 제공되는 최적화, 트랜잭션 관리, 동시성 제어, 보안 등의 운영 기능과 응용 개발지원 도구를 제공하는 관계형 자료베이스를 적용해야 한다.

시스템 처리는 표준자료 생성기와 음원 식별기로 구분하며, 상호 보완적으로 사용한다. 표준자료 생성기는 표준자료를 생성하기 위해 신호처리 및 필터링, 데이터 마이닝 및 자료베이스 처리를 적용할 수 있도록 개발해야 한다. 음원 식별기는 표준자료 자료베이스에서 표준 패턴과 미지의 음원자료에서 처리된 음원 패턴과의 비교를 통해 해



<그림 3> 시스템 구조도

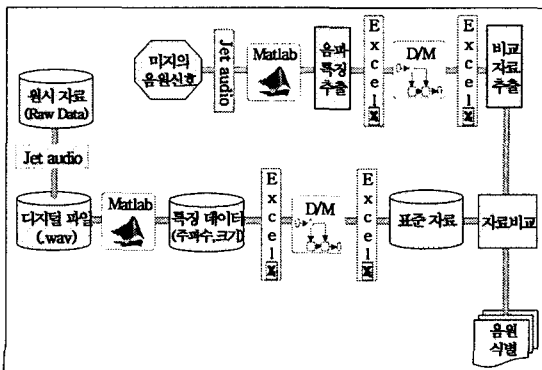
당 클래스를 식별 및 분류하고, 확인된 음원자료는 별도의 자료베이스에 저장하여 다시 표준자료 생성기에 적용하여 기존의 표준자료를 변경 및 수정해야 한다.

시스템 응용은 사용자 인증, 자료의 관리문제 등을 고려하여 관리자과 일반 사용자용으로 구분한다. 관리자는 표준자료 생성기를 이용하여 지식으로 저장할 표준 패턴을 생성하는 프로그램을 운영하는 요원으로, 획득된 자료를 분석 및 분류할 수 있는 전문적인 인원으로 운용하며, 특히 표준자료를 변경 및 수정할 경우에는 관리자가 일련의 작업을 실시할 수 있어야 한다. 표준 자료 생성기 사용은 관리자만이 할 수 있도록 사용자 인증 및 보안대책을 강구해야 한다. 사용자는 지식으로 추출된 표준패턴과 미지의 음원자료를 비교하여 해당 선박을 식별하는 프로그램을 운영하는 요원으로, 미지의 음원신호를 획득할 수 있는 인원으로 기본적인 조작과 음향학에 대한 지식을 갖추어야 한다.

### 3.3 시스템 설계

3.1절에서 제시한 시스템의 요구사항을 토대로 선박식별 시스템을 설계하였다.

시스템 설계는 <그림 4>와 같으며 두개의 단계로 구분한다.



<그림 4> 선박식별 시스템 설계도

첫 번째 단계는 표준자료 생성단계이고, 두 번째 단계는 미지의 음원신호 식별단계이다. 본 시스템 설계에서는 많은 종류의 선박을 대상으로 하지 않고 몇 가지 종류의 선박을 대상으로 시스템을 구축하였기 때문에 해당 자료베이스를 구축하지 않고 파일 형식으로 자료를 저장하는 방식을 사용하였다.

표준자료 생성단계는 총 4 단계를 거친다. 원시 자료에서 디지털 파일로 변환하는 디지털 파일단계에서는 선박 클래스의 분류를 위해 먼저 음탐기로부터 수신된 아날로그 신호를 디지털로 변환해야 한다. 원시 자료를 일반 컴퓨터에서 지원되는 Jet Audio 프로그램을 이용하여 디지털 신호인 웨이브 파일로 변환한다. 변환된 자료는 여러 선박에 대한 많은 자료이므로 각 자료들을 선박 클래스별로 구분하여 파일형태로 자료베이스를 구축한다.

특징자료 추출 단계에서 디지털로 변환된 신호를 사용자가 분석 및 분리 가능한 형태로 제공되어야 한다. 본 시스템에서는 디지털 파일에 대해 매트랩 도구를 이용하여 자체적으로 제작한 음탐 분석도구를 활용하여 주변소음을 제거하기 위해 통과 특성이 좋은 Butterworth 필터로 필터링을 한 후에 푸리에 변환으로 주파수대 크기 형태로 특징 자료를 추출하고 추출된 자료를 엑셀을 이용하여 각 클래스 별로 자료베이스를 구축한다.

D/M(데이터 마이닝) 단계에서는 엑셀로 저장한 파일을 SAS E-miner 도구를 이용하여 데이터 마이닝을 적용한다. 데이터 마이닝의 군집분석 및 패턴 인식의 이론적 배경으로 SOM/Kohonen 기법을 활용하여 분석을 실시하고 분석결과를 저장한다.

표준자료 생성단계에서는 SOM/Kohonen 기법을 활용한 결과 값을 표준자료로 변환한다. 각 클래스별로 결과 값을 종합하여 매트랩 파일형식으로 자료베이스를 구축한다.

미지음원 식별단계는 총 6단계로 구성한다. 미

지의 음원신호단계에서 표준자료와 비교할 음원 자료 생성하기 위해 먼저 미지의 음원 신호를 생성한다. 이 신호는 시뮬레이터 및 실측 자료 중에서 임의로 추출하며, 음원자료 음파특징 및 비교 자료 추출은 표준자료 생성 시와 같은 단계를 거친다. 각 결과 값은 엑셀 파일 형식으로 저장한다. 자료비교 단계에서 표준자료와 비교될 수 있는 미지의 음원자료가 생성되면, 이 자료를 서로 비교 및 분석하여 음원을 식별한다. 본 시스템에서는 단순 비교가 아닌 패턴인식 중 최근방 식별법에 근거하여 매트랩 도구를 이용 자체적으로 제작한 음원 식별도구를 이용한다. 음원 식별 단계에서 미지의 음원 신호와 표준자료를 비교하여 가장 유사성이 높은 음원 해당 선박으로 분류한다. 식별된 음원에 대해서는 해당 클래스를 자동적으로 식별 결과를 도출할 수 있어야 한다.

시스템 구조의 단순화 및 사용자의 편의를 위해 특징음파 추출 및 식별을 위한 도구는 매트랩 도구에서 한 화면에 표시할 수 있도록 개발한다. 이는 사용자에게 분석 및 식별을 모두 할 수 있는 장점뿐만 아니라 차후에 전체 시스템을 연결할 시 편리하기 때문이다.

## 4. 시스템 구현 및 평가

### 4.1 원시자료 획득

자료의 획득은 전문 음탐 장비를 이용하여 획득해야한다. 보통 소나 등의 수중 음탐 장비는 소리를 청음 할 수 있는 기능이 있다. 이 기능을 이용하여 수중음원을 획득한다[10][11].

음탐 장비에서 들려오는 수중음원은 고유 선박의 소리가 아닌 여러 선박의 소리가 복합적으로 들려오기 때문에 이 소리를 그대로 이용하기 어렵다. 본 논문에서는 시뮬레이션 및 해양에서 고유 선박을 측정된 실제 자료를 이용하였다. 시뮬레이션 자료는 여러 가지 소리 중에서 상선 어선 등의

〈표 1〉 실험 자료 추출 결과

구 분	시뮬레이션 자료		실측 자료	
	표준 자료	미지의 음원신호	표준 자료	미지의 음원신호
자료 수	100개	17개	50개	15개
자료 시간	15초/개	15초/개	15초/개	15초/개
선박 클래스	4개	4개	4개	4개

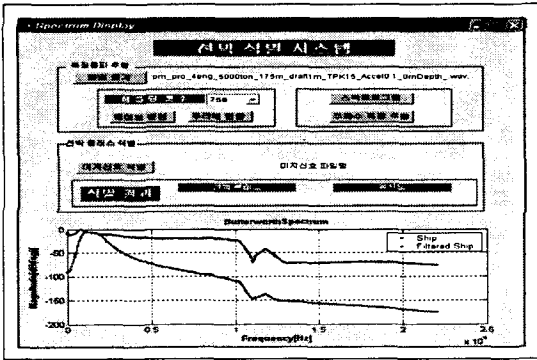
선박에서 발생하는 여러 소리 중 특정부위에서 생성되는 수중음원인 프로펠러에서 발생하는 소리를 측정하였다. 표본으로 사용할 자료를 추출하기 위해 선박 각각의 프로펠러 속력을 달리하였을 경우에 발생하는 소리를 추출하였다. 실측자료는 수중센서인 청음기를 탑재한 시험선에서 측정한 자료를 이용하였으며, 이때 측정하고자 하는 선박은 속도를 달리하여 멀리서부터 가까이, 다시 멀리 지나가는 소리를 정지된 시험선에서 측정하였다.

시뮬레이션과 실측자료는 표준 지식에 적용할 자료와 미지의 수중음원에 적용할 자료로 구분하여 추출 및 저장하였다. 추출하는 방식은 연속적인 전체 아날로그 소리 중에서 일반 컴퓨터에서 지원되는 Jet Audio 프로그램을 이용하여 임의적으로 추출한 소리를 저장하였으며, 측정한 청음기에서 나오는 소리 중 다른 소음에 의해 오염이 심한 채널이나 수신 상태가 불량한 채널의 경우는 추출 소리에서 제외하였다[6].

〈표 1〉은 추출한 실험 자료에 대한 결과를 나타낸 것이다. 추출한 자료는 4가지 종류의 선박 시뮬레이션 및 실측 자료를 15초 간격으로 추출하였으며, 미지의 수중 음원신호는 전체의 자료 중에서 표준지식 자료와는 별도로 추출하였다.

### 4.2 특징자료 추출

획득한 자료를 이용하여 Matlab 도구에서 음파



〈그림 5〉 주파수 특징 추출 실행 화면

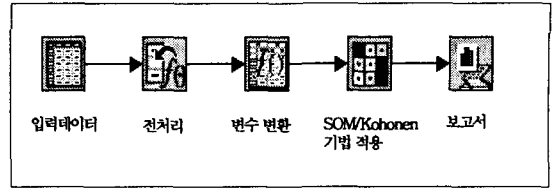
의 주파수 스펙트럼을 추출하기 위해 이산 푸리에 변환을 적용하고, 주변 소음을 제거하기 위해 필터링중 하나인 Butterworth 필터를 이용하는 분석 도구를 개발하였다. 특히 사용자의 편의를 위해 GUI기반으로 사용자가 편리하게 하였으며, 특징 음과 추출 이외에 웨이브 및 푸리에 변환, 스펙트로그램을 연산 후 전시함으로써 사용자가 음파를 분석하는데 더욱 용이하게 하였다. 또, 화면상에 전시된 화면은 스케일을 확장 및 축소가 가능하게 함으로써 세부적인 분석이 요구될 경우에 사용자가 임의대로 변환이 가능하게 하였다[7][9].

맷랩 도구에서는 GUI 환경을 제어하는 부분과 프로그램을 생성하는 부분으로 나뉜다. <그림 3>에서 설계된 흐름도에 따라 특징자료 추출에 대한 프로그램을 작성하였다.

구현된 음파 분석 도구를 사용하여 음파 특징을 추출한다. 특징음파를 추출하기 위해 파일을 열어서 웨이브 파일을 불러들인다.

먼저 불러온 파일을 이용하여 사용자가 분석하기 편하게 '웨이브 변환', '푸리에 변환, 스펙트로그램' 아이콘을 사용하여 웨이브 파일을 눈으로 직접 보면서 분석 할 수 있도록 하였다.

수중음파에 대한 특징 자료를 추출하기 위해서 '주파수 특징 추출' 아이콘을 선택하면 이산 푸리에 변환 및 Butterworth 기법을 이용하여 음파특징을 추출한다. 이는 표준자료 생성이나 특징 자



〈그림 6〉 군집분석 적용 흐름도

료 추출 시에 모두 사용되는 방법이며, 이때 사용한 샘플링 수는 1024이다. <그림 5>는 '주파수 특징 추출' 아이콘 선택 시 실행된 결과이며, 그림에서 보이듯이 필터링하기 전과 필터링 후의 결과를 도식하여 상호 비교 및 분석할 수 있게 하였다.

이렇게 획득한 특징 자료를 패턴분석을 하기 위해서는 군집화를 하여야 한다. 군집화를 수행하기 위한 tool인 SAS Enterprise-Miner(이하 SAS E-miner)에 적용하기 위해 <그림 6>과 같이 분석 흐름도를 작성하였다.

입력 자료로 변환된 파일을 주파수는 목적함수로 크기(dB)를 입력함수로 결정하고, 전 처리 과정을 거쳐 변수변환 과정에서는 크기인 입력함수를 군집분석 할 수 있게 하였으며, 이후에 SOM/Kohonen 기법을 사용한다. 모든 결과를 보고할 경우에는 보고 과정을 거쳐서 보고서를 작성할 수도 있다.

SAS E-miner에서 SOM/Kohonen 기법을 사용하기 위한 가장 적합한 분석방법은 'Batch Self Organizing Map'방식이며, Map의 크기와 본 연구의 실험 데이터의 크기와 맞게 seed 지정은 열을 1로, 행을 18로 지정하였다.

### 4.3 표준자료 추출

추출된 음파 특징자료를 표준패턴으로 변환하기 위해서는 먼저 맷랩에서 생성된 .mat파일을 SAS E-miner 시스템에서 인식하기 위한 작업을 실시한다. SAS E-miner는 많은 자료베이스를 인식하지만 본 시스템에서는 인식파일 중에서 엑셀

을 이용하기로 하였으며, 자료는 두개의 그룹으로 구분하여 저장하였다. 하나는 표준자료를 생성하기 위한 자료이고 또 다른 하나는 미지의 음원신호를 생성하기 위한 자료이다.

#### 4.4 선박클래스 식별

SAS E-miner에서 추출한 각 클래스별 결과 값을 매트랩 도구에 적용하기 위해 각 자료들을 엑셀로 다시 변환하였다.

변환된 표준자료는 선박식별 시스템 라이브러리에 각각의 클래스로 저장하여 미지의 음원신호와 비교할 수 있도록 하였으며, 변환된 미지의 음원신호는 각각의 클래스별로 분류하여 별도로 저장하였다.

음원분석 및 식별도구에 있는 ‘미지신호 식별’ 아이콘을 선택하면 저장된 미지의 음원신호를 선택할 수 있도록 엑셀 파일들이 나타나고, 이때 하나의 음원신호를 선택하면 미지신호 파일명칭에 선택한 음원신호가 나타나면서 저장해 두었던 표준자료와 최근방 식별법을 적용시킨다. 최근방 식별법은 미지의 음원신호와 시뮬레이션 및 실측 표준자료 모두를 비교할 수 있게 하여서 총 8개의 표준자료를 비교할 수 있도록 구현하였다. 이는 차후에 많은 표준자료가 생성될 경우를 대비하여 구현한 것이고, 또한 시뮬레이션과 실측자료와의

차이점을 확인하기위한 것이다[8].

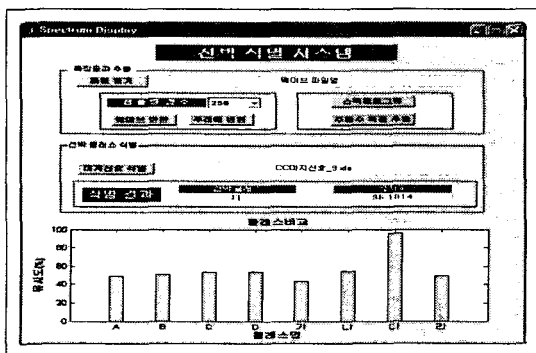
최근방 식별법으로 비교된 결과는 ‘식별결과’ 창에 해당 클래스 및 클래스 유사도가 표시된다, 이와 동시에 각 클래스별 비교 결과가 ‘클래스 비교’ 창에 도식된다. <그림 7>은 클래스 ‘다’에 대한 미지신호를 적용한 결과로 그림에서 보듯이 식별클래스명은 ‘다’로, 클래스 유사도가 96%로 식별되고, 각 클래스들과의 비교 결과가 그래프로 나타난다.

#### 4.5 시스템 평가

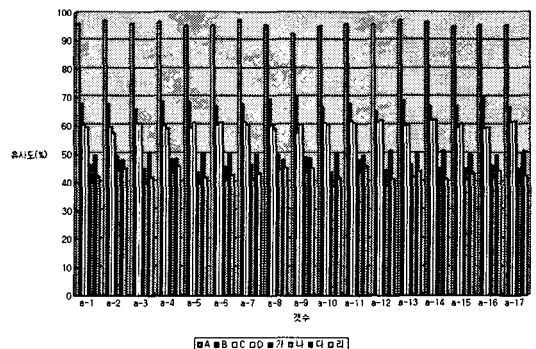
음원분석 및 식별도구(선박 클래스 식별)를 이용하여 시뮬레이션 및 실측 자료에 대한 미지의 음원신호를 적용하였다. 표준자료는 시뮬레이션 및 실측에 대한 표준자료 8개를 전부 적용하여 미지의 신호와 비교하였다. <그림 8>은 미지의 음원신호를 적용한 결과 중 한 가지 예를 그래프로 도식한 것이다.

적용한 자료 모두에 대해 분석한 결과 값을 <표 2>에서 볼 수 있는데, 이를 분석하면 시뮬레이션 자료를 적용한 결과는 각각의 선박 클래스에 대해 미지의 음원신호를 적용했을 때 선박 클래스를 모두 식별해 내는 반면, 실측 자료 적용 시에는 전체 중에서 1개의 음원신호를 식별해 내지 못했다.

이는 패턴에 대한 식별이 클러스터링 기법을 적



<그림 7> 음원분석 및 식별도구 (선박 클래스 식별) 실행 결과



<그림 8> 시뮬레이션 클래스 'A' 적용결과



〈표 2〉시물레이션 및 실측 자료 적용 결과

구분	시물레이션자료				실측자료			
	A	B	C	D	가	나	다	라
적용	17개	17개	17개	17개	15개	15개	15개	15개
결과	17개	17개	17개	17개	15개	14개	15개	15개
확률	100%				98%			

용할 경우, 탁월한 성능을 보이는 것을 알 수 있었으나, 한 개의 오류가 있다는 것은 자료 획득과정에서 오류가 있거나, 표준자료와 패턴이 일치하지 않음으로써 생길 수 있는 오류로서, 대부분의 자료는 각 종류별로 클래스를 식별해 낼 수 있지만 모든 자료를 다 식별해 낼 수는 없다는 것을 알 수 있다. 또한 정확한 소리자료의 추출이 필요하다는 것을 알 수 있고 이를 위한 연구가 필요할 것으로 보인다.

## 5. 결론

본 논문은 선박을 자동으로 식별하기 위한 기초 자료를 제공할 목적으로 수중에서 발생하는 소리를 일반 상용 컴퓨터를 이용하여 사용자가 특징을 파를 추출 및 분석하기에 편리하도록 GUI환경의 프로그램 개발 및 데이터 마이닝과 패턴인식을 시물레이션 및 실측 자료를 적용하여 선박의 선박 클래스를 식별해 보았다. 구현된 시스템에 자료를 적용한 결과 시물레이션 자료는 모든 미지 음원을 식별하고, 실측자료는 전체 60개의 미지 음원 중에 59개의 음원을 식별하여 98%의 선박 클래스 분류를 함으로써, 높은 식별 능력을 보였다.

본 시스템은 두 가지 형태로 적용할 수 있다. 첫 번째는 표준자료 전체를 자료로 사용하여 미지의 음원신호를 식별해 낼 수 있는 것이고, 두 번째는 잠수함과 같은 특정화된 표준자료를 이용하여 미지의 음원신호에서 필수 신호만을 식별해 경고 표시를 보낼 수도 있다.

본 논문의 기대효과로는 다음과 같이 요약할 수 있다. 첫째, 본 시스템을 통하여 해양에서 소리의 음원을 자동으로 판독하고 식별하는 것이 가능하고, 이를 통하여 군의 전력 상승에 커다란 도움을 줄 수 있으며, 둘째, 고가의 장비가 아닌 일반 컴퓨터에서도 음원을 식별할 수 있었으며, 그동안의 숙련된 전문 인력에 의존할 수밖에 없었던 해군의 현재 시스템에 새로운 발전방향을 제시하였다.

향후 연구 발전 방향은 먼저 해양에서의 복합적인 여러 소리를 분리하여 고유의 소리를 추출 및 시스템에 적용하는 방안을 연구하여야 한다. 그리고, 선박 클래스 식별 시에 베이지안 학습과 같은 확률론적이나 퍼셉트론과 같은 신경망 등 여러 방법들을 적용 및 상호 비교하여 더 좋은 식별 알고리즘에 대한 연구가 필요하다. 이러한 연구 뒤에 전체 시스템을 하나로 연결하여 자동식별이 되도록 시스템 자동화를 실현하여야 한다. 또한 현재 운용 및 개발 중인 자료 전송기술을 이용하여 사용자가 획득한 자료를 전체 자료를 가진 관련기관과 연계하여 전문적으로 분석 및 식별할 수 있는 시스템을 개발해야 할 것이다.

## 참고문헌

- [1] 방복동, “수중 음원 식별 및 청음훈련 지원 시스템 개발”, 정보처리학회 추계학술발표논문집, 제10권, 제2호, pp45-48, 2003.
- [2] 이택준, 류근호, “표적식별을 위한 수중음향 분석 시스템 설계 및 구현”, 정보처리학회 추계학술발표 논문집, 제11권, 제1호, pp.629-632, 2004.
- [3] 이필호, 허보현, 박형욱, 윤종락, “수중방사소음의 비선형 매핑 해석에 의한 선박 클래스 식별”, 한국음향 학회 2001년 추계학술대회논문지, pp349-352, 2001.
- [4] 윤종락, “선박방사소음의 측정 및 평가방법”,

한국소음진동학회, 제8권 제2호, 1998.

- [5] 강현철, 한상태, 최종후, 김은석, 김미경 저, SAS Enterprise miner 4.0을 이용한 데이터 마이닝-방법론 및 활용, 자유아카데미, 2002.
- [6] 김상운 저, MATLAB으로 배우는 패턴인식 및 학습, 홍릉과학출판사, 2003.
- [7] 박현민 주우석 김상운 저, MATLAB을 활용한 미디어처리의 기초, 홍릉과학출판사, 2003.
- [8] 최종후, 한상태, 강현철, 김은석, 김미경, 이성건 저, SAS Enterprise miner 4.0을 이용한 데이터 마이닝-기능과 사용법, 자유아카데미, 2002.
- [9] Ridha Touzi, "On the use of permanent symmetric scatters for ship characterization", IEEE Trans. on Geoscience and Remote Sensing, Vol. 42, No.10, pp.2039-2045, October 2004.
- [10] R. J Urick, Principles of Underwater Sound, New York: McGraw Hill, 1983.
- [11] Michael Chester. Neural Networks: A Tutorial, Prentice Hall, 1993.
- [12] L. E Kinsler and A. R Frey, Fundamentals of Acoustics, John Wiley & Sons, 1982.
- [13] D. Ross, Mechanic of Underwater Noise. Pergamon Press. 1976.

**장 홍 주 (E-mail : rackj@bcline.com)**

2005            국방대학교 전산정보학과 졸업(석사)  
현재            해군 6전단  
관심분야      데이터베이스, 데이터마이닝

**이 상 훈 (E-mail : hoony@kndu.ac.kr)**

1997            일본 교토대학 정보공학과 졸업(공학박사)  
현재            국방대학교 전산정보학과 교수  
관심분야      데이터베이스, 데이터마이닝, 멀티미디어

〈주요저서 / 논문〉

- Functions of View Conf. to support Dynamic Features of Meeting, LNCS, Vol. 978, 1995.
- Datamining 기반 침입탐지 패턴 알고리즘의 설계 및 구현, 정보처리학회 논문지, Vol. 10-C, no. 4, 2003.
- IP Fragmentation 공격탐지를 위한 실시간 접근로그 설계 및 구현, 정보처리학회 논문지, Vol. 8-A, no. 4, 2001.
- 유닉스 시스템 이론과 응용, 사이텍미디어, 2000.
- 리눅스 마스터, 사이텍미디어, 2001.
- 스탠다드 리눅스, 사이텍미디어, 2002.
- 전사적 아키텍처 계획 : Spewak의 개발방법론(공저), 한경사, 2003.