

# 디지털 선박 내 다차원 센서 스트림 데이터의 효율적인 처리

정회원 송병호\*, 박경우\*\*, 이진석\*\*\*, 이경효\*\*\*\*, 정민아\*\*, 이성로\*\*\*\*\*

## Efficient Processing of Multidimensional Sensor Stream Data in Digital Marine Vessel

Byoung-Ho Song\*, Kyung-Woo Park\*\*, Jin-Seok Lee\*\*\*, Keong-Hyo Lee\*\*\*\*, Min-A Jung\*\*,  
Sung-ro Lee\*\*\*\*\* *Regular Members*

### 요약

디지털 선박에서는 선박 내의 각종 센서로부터 측정된 디지털 데이터에 대한 정확하고 에너지 효율적인 관리가 필요하다. 센서 네트워크에서 대용량의 입력 스트림 데이터 전체를 데이터베이스에 모두 저장하여 한꺼번에 처리하는 것은 효율적이지 못하다. 본 논문에서는 디지털 선박 내 센서 네트워크의 에너지 효율성과 정확성을 고려하여 여러 센서에서 지속적으로 들어오는 다차원 스트림 데이터의 처리 성능을 높이고자 한다. 디지털 선박 내에 다수 개의 센서(온도, 습도, 조도, 음성 센서)를 배치하고 효율적인 입력 스트림 처리를 위해서 슬라이딩 윈도우 기반으로 질의를 처리하고 Mjoin 방법으로 다중 질의 계획을 수립한 후 SVM 알고리즘을 통해 저장 데이터를 축소하는 효율적인 처리 기법을 제안한다. 분류된 데이터들 중 필요하지 않는 데이터는 자동으로 데이터베이스에서 삭제되고 유효한 데이터는 디지털 선박 모니터링 시스템에 이용하였다. 35,912개의 데이터 집합을 사용하여 실험한 결과 실제 입력되는 데이터보다 저장 공간의 18.3%를 축소함으로써 효과적임을 보였다.

**Key Words** : Stream Data, USN, Digital Ship, SVM, Multiple Query

### ABSTRACT

It is necessary to accurate and efficient management for measured digital data from various sensors in digital marine vessel. It is not efficient that sensor network process input stream data of mass storage stored in database the same time. In this paper, We propose to improve the processing performance of multidimensional stream data continuous incoming from multiple sensor. We propose that we arrange some sensors (temperature, humidity, lighting, voice) and process query based on sliding window for efficient input stream and found multiple query plan to Mjoin method and we reduce stored data using SVM algorithm. We automatically delete that it isn't necessary to the data from the database and we used to ship diagnosis system for available data. As a result, we obtained to efficient result about 18.3% reduction rate of database using 35,912 data sets.

※ 이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 대학중점연구소지원사업으로 수행된 연구임(2009-0093828)

※ 본 논문은 2007년도 목포대학교 학술연구비에 의하여 연구되었음

\* 목포대학교 중점연구소(cssstar@empal.com), \*\* 목포대학교 컴퓨터공학과(kwpark;majung@mokpo.ac.kr)

\*\*\* 정보통신산업진흥원(intlmgmt@nipa.kr), \*\*\*\* 목포대학교 정보보호학과(mediakh@mokpo.ac.kr),

\*\*\*\*\* 목포대학교 정보전자공학과(srlee@mokpo.ac.kr)

논문번호 : KICS2010-03-088, 접수일자 : 2010년 3월 8일, 최종논문접수일자 : 2010년 5월 10일

## I. 서 론

디지털 선박이란 선박 내의 각종 센서로부터 측정된 디지털 데이터가 통합 관리되어 선박이 제어되고, 자율 운항이 가능하며, 선박 운항 시에 발생할 수 있는 모든 상황에 대한 정보가 데이터베이스화되어 상황 발생 시 상황 판단에 대한 보다 효율적이며 정확한 정보 제공이 가능하고 선박-육상 지원체계가 제공되는 차세대 선박을 말한다<sup>1)</sup>. 이러한 디지털 선박에서 실시간으로 정보를 수집하기 위해서 많은 센서들이 필요하고 센서 네트워크를 통해서 수집된 데이터에 대한 효율적인 처리 방법이 요구되어 진다. 물론 기존의 데이터베이스를 이용하여 입력이 되는 데이터들을 모두 받은 후에 테이블로 만든 후 데이터베이스에 저장하여 사용할 수도 있을 것이다. 하지만 선박 내에 다수개의 센서를 배치하여 고속으로 대용량의 데이터들이 끊임없이 입력된다면 이를 기존의 방법으로 처리하기는 어렵다. 그동안 많은 데이터 스트림 연구 분야에서는 비용 및 저장 공간의 효율성 측면에서 조인 질의의 질의 실행 계획을 수립하는 기법을 제안하였다<sup>2)</sup>. 또한 하나의 센서가 아닌 다수개의 센서에서 획득하는 데이터의 종합적인 정보는 조인 질의로 처리해야 한다. 조인 연산자에는 해시 테이블 기반 조인 연산자, 윈도우 기반 조인 연산자, 해시테이블-윈도우 기반 조인 연산자가 있다. 이 중 해시 테이블-윈도우 기반 조인 연산자는 한정된 메모리 내에서 작업이 가능하고, 빠른 매치 속도를 가진다는 점에서 데이터 스트림 환경에 가장 잘 맞는 처리 방법이다. 해시 테이블-윈도우 기반 조인 연산자 중 여러 정보들을 조인한 결과가 보다 종합적인 내용을 포함한다는 관점에서 다중 입력을 취할 수 있는 MJoin 연산자가 제안되었다<sup>3)</sup>. MJoin은 기존의 해시 테이블 기반 조인 연산자인 XJoin<sup>4)</sup>과 처리 방식이 동일하지만 다중 입력을 취한다는 점에서 차이점을 보인다. 선박 USN 시스템에서는 하나의 데이터가 아니라 동시에 다차원 데이터를 처리해야하므로 데이터 스트림에 대한 보다 빠른 처리가 요구되는데, MJoin 기법이 이러한 환경에 보다 빠른 처리를 가능하게 해줄 것이다. 이에 본 논문에서는 해시 테이블-윈도우 기반 조인 연산자인 Mjoin 연산자를 이용하여 질의를 최적화 한다. 또한, 스트림 데이터에 대한 연구는 주로 하드웨어적인 부분보다 데이터에 대한 분석 및 클러스터링에 대한 연구가 많이 진행돼 왔다<sup>5),6)</sup>. 이들 연구들은 주로 스트림 데이터에

서 질의의 효율 향상이나 스트림 처리 시 발생하는 성능 개선에 초점을 두었을 뿐, 효과적으로 스트림 데이터 저장에 관한 문제 해결은 미흡하다. 본 논문에서는 스트림 데이터의 효율적인 저장 관리를 위해서 SVM 알고리즘을 이용하여 데이터를 분류, 축소하고자 한다. SVM 알고리즘은 통계적 학습 이론으로서 분류 문제에 있어서 일반화 기능이 우수하여 패턴 인식의 여러 분야에서 응용되고 있으며 데이터 간에 존재하는 연관성을 탐색하고 분석하는 데이터 마이닝에 있어서 SVM을 이용한 여러 연구가 최근 진행되고 있다. 이에 본 논문에서는 디지털 선박 내에 다수 개의 센서(온도, 습도, 조도, 음성 센서)를 배치하고 효율적인 입력 스트림 처리를 위해서 슬라이딩 윈도우 기반으로 질의를 처리하고 Mjoin 방법으로 다중 질의 계획을 수립한 후 SVM 알고리즘을 통해 성능을 측정하고 효율적으로 데이터를 분류하고 축소할 수 있었다. 본 논문은 다음과 같이 구성되었다. 2장에서는 시스템 구성 및 설계, 3장에서는 실험 및 구현 결과를 보여주고 4장에서는 결론과 향후 연구 방향을 제시한다.

## II. 시스템 구성 및 설계

본 논문에서 프로세서 보드는 Telos 플랫폼 계열이며, MSP430의 MCU와 CC2420 Radio Chip을 사용한다. 그리고 온도, 습도, 음성, 조도 센서가 통합된 센서 모듈을 사용한다. 그리고 습도, 온도, 조도, 음성 센서가 통합된 센서 모듈을 사용하며 싱크 노드는 1개를 포함 총 10개의 센서 노드를 사용하였다. 스트림 데이터를 저장하고 이에 대한 질의를 처리한 후 데이터베이스에 저장된다. 저장된 데이터는 SVM 분류 알고리즘을 통해 분류되어 데이터를 축소한다. 그림 1은 제안한 시스템의 전체 구성도 이다.

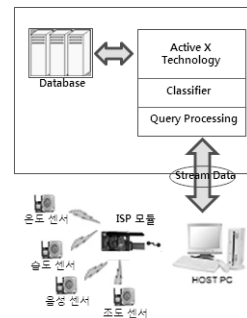


그림 1. 시스템 구성도  
Fig. 1. System block diagram

### 2.1 센서 처리 및 데이터 구조

구현된 시스템은 스트림 데이터(온도, 습도, 조도, 음성)를 획득하기 위해 다수 개의 센서를 사용한다. 분석에 사용될 데이터는 동일한 환경에서의 데이터이므로 하나의 패킷으로 묶어서 전송한다. 각각의 패킷에 담게 되면 추가적인 트래픽 발생 및 에너지 소모가 일어남으로 단일 패킷으로 처리하여 질의를 처리한다. 그림 2는 센싱된 데이터의 패킷 구성을 나타낸다. 패킷의 총길이는 36바이트이며, 고정 헤더는 10바이트, 센서 노드 ID 및 채널은 6바이트, 버퍼 20바이트 부분으로 구성된다. 이 중에서 버퍼는 앞에서부터 8바이트를 각각 2바이트씩 hex값으로 습도, 온도, 조도 순으로 실제 센싱값이 들어오도록 설계하였다.

데이터의 구조는 그림 3과 같다. 각각의 묶음은 1바이트를 나타내고 있으며, 좌측에서부터 7, 8번째 값은 통신 방식, 15, 16번째 값은 채널을 알려준다. 17~24 번째는 습도, 온도, 조도값을 나타낸다.

헤더(10)	센서노드ID 및 채널(6)	습도(2)	온도(2)	음성(2)	조도(2)	(12)
--------	----------------	-------	-------	-------	-------	------

그림 2. 패킷구성  
Fig. 2. Packet Configuration

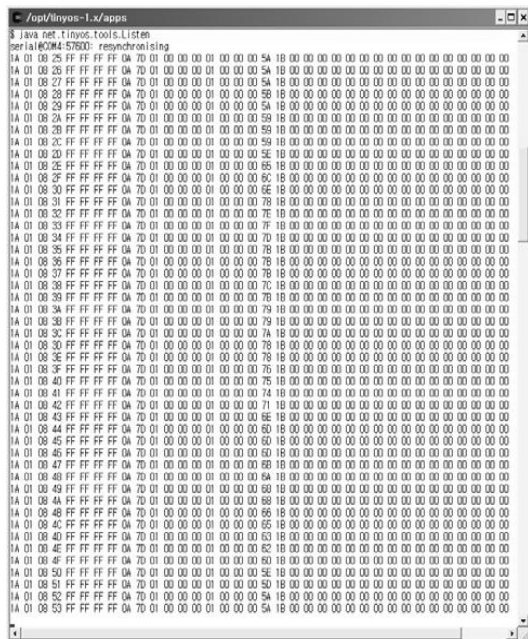


그림 3. 센싱된 데이터의 구조  
Fig. 3. Structure of sensed data

### 2.2 스트림 데이터 관리 시스템

스트림 데이터 처리에 있어서 중요한 부분은 센서 네트워크 환경에 흩어져 있는 센싱 정보들에 대하여 센서 노드들의 제한된 리소스들을 고려하면서 효율적으로 센싱 데이터의 질의를 만족시켜 주는 것이다. 즉, 각 센서 노드들에서의 에너지 소모율을 최소화 시키면서 질의에 대한 정확성 및 신속성을 최대화 시킬 수 있는 질의 처리기(Query Processor)를 만드는 것이다. 그림 4는 데이터 스트림 환경에서의 질의 처리에 대한 설명을 단계적으로 나타낸 데이터 스트림 관리 시스템(DSMS)의 구조도이다. DSMS는 다중 데이터 스트림에 대하여 다중 연속 질의 처리를 수행한다. 여기서 입력 데이터의 과부하로 인하여 시스템의 처리 용량을 초과하는 현상이 발생할 수도 있다. 그림 4에서 데이터의 저장은 세 부분으로 나눌 수 있다. 첫번째, 임시 작업 저장소(temporary working storage)와 두 번째, 스트림 시뮬시스 처리를 위한 요약 저장소(summary storage) 세 번째, 메타 데이터 처리를 위한 정적 저장소(static storage)이다. 실행되는 질의는 질의 저장소(query repository)에 저장되고 질의 처리기(query processor)는 입력 데이터양에 따라 질의 처리에 대한 최적화 작업을 실행한다.

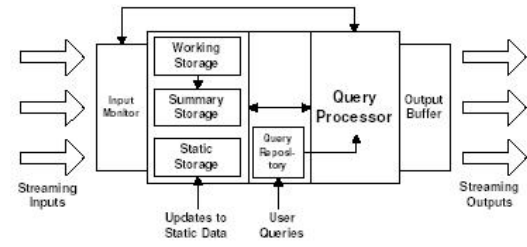


그림 4. 스트림 데이터 관리 시스템  
Fig. 4. Data Stream Management System

### 2.3 Mjoin을 이용한 다중 질의 처리

선박 내 센서 네트워크에서 종합적인 정보를 얻고자 할 때, 특정 시간이나 위치를 기반으로 조인(join)연산을 수행하여 그 결과를 얻어야 한다. 조인 연산은 해시 테이블(hash table) 기반 조인 연산, 윈도우(window) 기반 조인 연산, 해시테이블-윈도우(hash table-window) 기반 조인 연산 등이 있다. 이중 해시 테이블-윈도우 기반 조인 연산자는 한정된 메모리 내에서 작업이 가능하고, 빠른 매치 속도를

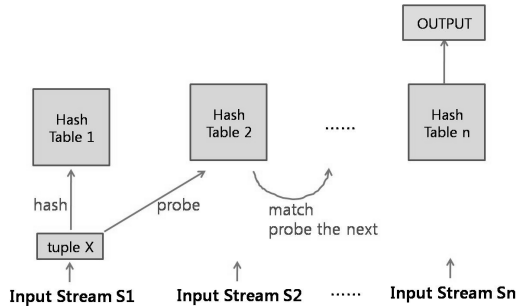


그림 5. MJoin 처리 구조  
Fig. 5. MJoin Processing Architecture

가진다는 점에서 데이터 스트림 환경에 가장 잘 맞는 처리 방법이다. 본 논문에서는 해쉬 테이블 윈도우 기반 조인으로 MJoin 방법으로 질의 계획을 수립한다. MJoin은 변화가 잦은 데이터 스트림의 조인을 효율적으로 수행하기 위한 방법으로 다중 스트림의 처리가 가능하도록 대칭적 해시 알고리즘을 확장한 것으로, 각 입력 튜플마다 모든 해시 테이블에 동일한 키를 지닌 튜플이 존재하는지 반복적으로 체크한다. 일반적인 이진 조인 기반의 조인 질의는 이진트리의 형태로 질의 실행 계획이 수립되므로 블록킹되는 문제점을 가지고 있다<sup>71,81</sup>. 데이터 스트림 환경에서는 잠재적으로 무한한 양의 데이터가 시스템에 계속적으로 입력되므로 블록킹되는 질의 실행 계획은 시스템이 가진 메모리량의 한계를 넘어서게 되어 입력 스트림의 샘플링(sampling)이나 로드 shedding(load-shedding)을 요구하게 된다. MJoin은 이러한 이진 조인 기반의 형태에서 벗어나 여러 스트림을 입력으로 가질 수 있는 다차원 스트림 데이터의 효율적인 조인 처리 기법으로 제안되었다. MJoin은 전통적인 대칭 해시 조인(symmetrix hash join)에서 발전된 형태이다. 즉, 기존의 대칭 해시 조인과 다르게 여러 입력을 가질 수 있으므로 중간 결과를 다음 연산자로 넘기지 않고 여러 스트림과의 조인 결과를 내보낸다.

그림 5는 MJoin의 처리 구조를 나타낸 것이다. 만일 입력 스트림 S1에서 새로운 튜플이 들어오면, S1에 대한 해시 테이블에 들어온 튜플을 삽입하고, 다음 입력스트림에 대한 해시 테이블을 조사하게 된다. 만일 새로 입력된 튜플이 다른 해시 테이블에 있는 값들과 모두 매치되면 결과를 내보낸다.

#### 2.4 자료의 표준화

질의 처리 후 센싱된 데이터 값을 표준화된 데이터로 변환하기 위하여 데이터 변환 알고리즘을 통

$$* \text{실제온도} = \text{실제 센싱값} * 0.01 - 40$$

그림 6. 온도의 실제값 변환식  
Fig. 6. Conversion Formula of Temperature

해 실제 데이터 값으로 변환한다. 온도센서 모듈은 스플릿이라는 한 단계의 계산 과정을 더 거쳐 센싱 값을 출력한다. 실제온도는 그림 6의 변환 식에 대입하여 계산된다.

습도센서는 온도의 변화에 따른 습도, 즉 상대 습도를 계산하기 위한 센서로서 이는 습기의 흡수 또는 흡착에 따른 전기 저항의 변화 특성을 이슬점 또는 서릿점 때의 응결 상태 감지 원리를 이용한다. 상대 습도는 현재의 수증기량과 그 온도에 있어서의 포화수증기량의 비로 나타내며 습도의 변화는 주로 기온 변화에 의하여 발생된다. 조도 센서는 빛의 밝기에 따라 출력 저항의 값이 변하는 성질을 이용한 센서로서 출력 전압을 A/D 컨버팅한 후 그 값을 읽어오는 방식이다. 센서 출력 전압을 256등분하여 읽어올 수 있으므로 외부 회로의 구성없이 디지털 출력이 가능하다.

#### 2.5 SVM 분류 알고리즘

학습 이론에 기반을 둔 SVM은 주어진 문제를 항상 전역적 최적해가 보장되는 convex quadratic problem으로 변환하여 해를 구하기 때문에 패턴인식 분야에서 매우 우수한 성능을 보여주고 있다<sup>91</sup>. 본 논문에서 적용한 알고리즘은 이원 SVM 분류로서 주어진 데이터가 특정 범주에 해당하는지 아닌지를 분류해주는 역할을 한다. 특정 범주에 해당하는 데이터는 데이터베이스에 저장하고 그렇지 않은 경우는 자동으로 삭제함으로써 데이터베이스의 효율성을 높이고자 한다. SVM 분류는 두 그룹을 잘 분리시키는 분류 초평면을 찾는 방법이다<sup>101</sup>. SVM은 기존의 선형 분류방법보다 확장성이 좋고 학습 시마다 성능이 달라지는 신경망 분류방법과는 달리 항상 일정하게 우수한 성능을 보여준다. SVM의 기본 원리는 선형 분리가 가능한 문제에서부터 출발한다. d-차원에서 입력데이터  $X_i$ 가 주어졌을 때 학습데이터의 출력으로 -1과 +1처럼 이진 값으로 구분되는 문제를 고려한다. 두 집합을 분류하기 위한 모델을 정의하기 위하여 그림 7과 같은 선형 식별 함수인 초평면(hyperplane)을 정의할 수 있다. 여기에서 Support Vector란 분류 규칙을 결정 짓는 경계와 밀접한 연관이 있는 표본을 의미한다. SVM은 단순히 분류 평면을 찾는대거나 표본 에러를 최

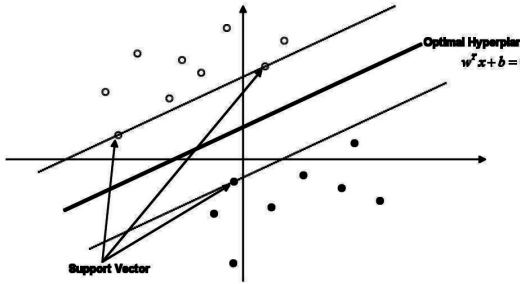


그림 7. 최적화 초평면과 서포트 벡터  
Fig. 7. Optimal Hyperplane and Support Vector

**Algorithm** : SVM  
 학습을 위한 데이터의 개수 :  $N$   
 Inputs: sample  $x$  to classify 데이터 셋 :  $I_i$   
 $I_{i1}$  : 온도,  $I_{i2}$  : 조도,  $I_{i3}$  : 습도,  $I_{i4}$  : 음성  
 Output: decision  $y \in \{-1, 1\}$   
 Classify using SVM, get the result in the form of a real number.

그림 8. 알고리즘 구성  
Fig. 8. Algorithm Configuration

소화하는 작업을 하는 것이 아니라 분류 여백(Margin)을 최대화함으로써 학습데이터가 아닌 새로운 데이터에 대해서도 올바르게 분류할 가능성이 높다.

본 논문에서는 그림 8과 같이 SVM 알고리즘을 구성하였다.

### III. 실험 및 구현 결과

본 논문에서 실험은 TinyDB에서 Query에 대한 정확도를 측정하였다. 실험을 위해 사용된 프로세서 보드는 Telos 플랫폼 계열이며, MSP430의 MCU와 CC2420 Radio Chip을 이용하여 실험을 수행한다. 1개의 Sink 노드와 9개의 중간노드 총 10개의 노드를 사용하여 5초 마다 한 번씩 온도, 습도, 조도, 음성 값에 대하여 연산된 데이터를 stream data 저장소에 전송 처리한다. 수집된 데이터는 DSMS에서 질의를 수행한 후 SVM 분류를 통해 데이터베이스에 저장된다. 구현된 시스템을 테스트하기 위해 수집된 35,912개의 온도, 습도, 조도, 음성 등 4가지의 센서 데이터를 이용하였다. 실험 데이터는 선형적인 관계가 아닌 실제계를 반영한 불규칙한 데이터를 사용했기 때문에 오차율을 측정해야 한다. 본 실험에서는 슬라이딩 윈도우의 크기 변화에 따른 오차율을 측정했다. 실험의 오차율 측정을 위해 식 (1)과 같이 RMSE를 사용하였다.

표 1. 윈도우 크기 변화에 따른 오차율 측정 결과  
Table 1. Measure Result of Error Rate by Window Size Change

윈도우 크기	오차율
1000	2.43%
3000	2.32%
5000	1.76%

$$SE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - y_i^*)^2} \quad (1)$$

이 실험에서는 각 스트림들의 비율은 같고, 윈도우의 크기만 달리하여 오차율을 측정하였다. 표 1은 윈도우 크기에 따른 오차율 측정 결과이다.

표 2는 35,912개의 데이터 집합을 사용하여 튜플의 개수에 따라 윈도우의 크기를 1000, 3000, 5000개로 분할하여 SVM 분류를 통해 데이터를 축소한 결과이다. 실험한 결과 윈도우의 크기를 5000으로 분할했을 때 저장 공간의 최대 18.3%를 축소함으로써 가장 효과적임을 보였다. 분류의 정확도는 윈도우 크기를 5000으로 분할했을 때 87.2%로 가장 높은 정확도를 보였다.

또한 최종적으로 분류된 데이터를 델파이를 이용하여 디지털 선박 모니터링 시스템을 구현하였다. 표 3은 시스템 구현 환경을 나타낸다. 센싱된 데이터의 분류 결과와 수치데이터를 시간별, 일자별로 모니터링 할 수 있는 항목과 각각 온도, 습도, 조도, 음성의 변화를 볼 수 있는 그래프 항목으로 나뉘어진다. 그림 9는 시스템 구현 결과 화면이다.

표 2. 데이터 축소 결과  
Table 2. Result of Data Reduction

윈도우 크기	축소 비율	정확도
1000	17.5%	0.832
3000	17.9%	0.841
5000	18.3%	0.872

표 3. 시스템 구현 환경  
Table 3. system implement environment

	항목	종류
소프트웨어	운영체제	Windows XP
	사용언어	Delphi
	DBMS	MSSQL
하드웨어	DB서버	Sqlserver 2000
	서버	Pentium(R) P.core2 Duo 1.6

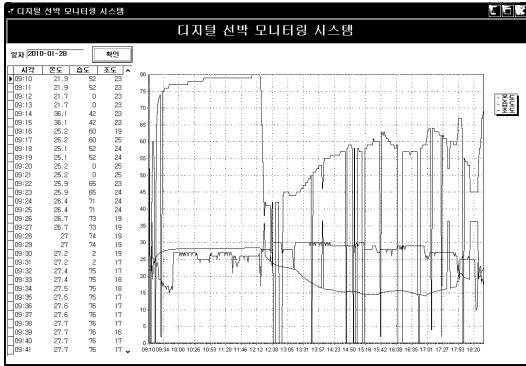


그림 9. 시스템 구현 결과  
Fig. 9. Result of System Implementation

#### IV. 결론

디지털 선박에서는 선박 내의 각종 센서로부터 측정된 디지털 데이터에 대한 정확하고 에너지 효율적인 관리가 필요하다. 이에 따라 본 논문에서는 디지털 선박 내에 다수 개의 센서(온도, 습도, 조도, 음성 센서)를 배치하고 효율적인 입력 스트림 처리를 위해서 슬라이딩 윈도우 기반으로 질의를 처리하고 Mjoin 방법으로 다중 질의의 계획을 수립한 후 SVM 알고리즘을 통해 저장 데이터를 축소하고 유효한 데이터는 디지털 선박 모니터링 시스템에 이용하였다. 35,912개의 데이터 집합을 사용하여 실험한 결과 오차율은 최대 2.43%를 보였고 실제 입력되는 데이터보다 저장 공간의 최대 18.3%를 축소함으로써 효과적임을 보였다. 향후 연구 방향으로는 처리 시간을 고려한 보다 효율적인 알고리즘을 개발하고 시간의 흐름에 영향을 받는 데이터들의 처리를 위해 시간 기반 슬라이딩 윈도우 질의 처리에 대해 연구 하고자 한다. 또한 선박 내의 센서 데이터만이 아니라 위치정보, 조위, 파랑, 염분 등 여러 해양 정보에 대해 효율적인 처리 기법에 대해 연구하고 해양 E-Navigation, 해양 환경 정보 예측 등 다양한 해양 통합 모니터링 시스템을 구현하고자 한다.

#### 참 고 문 헌

[1] 김재양, 정선태, 임준석, 박종원, 홍기용, 임용근, “디지털 선박을 위한 선박 통합화 네트워크 설계 및 구현”, 한국해양정보통신학회논문지, 제9권, 제6호, pp.1202-1210, 2005.10.

[2] R. Motwani, J. Widom, A. Arasu, B. Bobcock, S. Babu, M. Datar, G. Manku, C. Olston, J. Rosenstein, and R. Varma, “Query Processing, Resource Management, and Approximation in a Data Stream Management System,” In Proc. of Conf. on Innovative Data Systems Research, Asilomar, CA, USA, Jan., 2003

[3] S. D. Viglas, J. F. Naughton, and J. Burger, “Maximizing the Output Rate of Multi-Way Join Queries over Streaming Information Sources,” In Proc. 29th VLDB Conf., pp.285-296, 2003.

[4] T. Urhan and M. J. Franklin., “XJoin: A reactivelyscheduled pipelined join operator,” IEEE Data Engineering Bulletin, Vol.23, No.2, pp.27-33, 2000.

[5] L. Golab and M. T. Ozsu, “Issues in Data Stream Management,” SIGMOD Record, Vol.32, No.2, June, 2003.

[6] B. Babcock, S. Babu, M. Datar, R. Motwani, and J. Widom, “Models and Issues in Data Stream Systems,” In Proc. of ACM SIGACT-SIGMOD-SIGART Sym. on Principles of Database Systems, pp.1-16, Wisconsin, USA, June, 2002.

[7] Ahmed M. Ayad, Jeffrey F. Naughton, “Static Optimization of Conjunctive Queries with Sliding Windows Over Infinite Streams”, In Proceedings of the 2004 ACM SIGMOD, pp.419-430, 2004.

[8] Stratis D. Viglas, Jeffrey F. Naughton, “Rate-Based Query Optimization for Streaming Information Sources”, In Proceedings of the 2002 ACM SIGMOD, pp.37-48, 2002.

[9] Y. Liu, R. Wang, H. Huang, Y. Zeng, and H. He, “Applying support vector machine to P2P traffic identification with smooth processing,” IEEE Int. Conf. on Signal Processing, Vol.3, pp.16-20, 2006.

[10] Zhuang, D., Zhang, B., Yang, Q., Yan, J., Chen, Z., & Chen, Y. 2005. “Efficient Text Classification by Weighted Proximal SVM.” Proceedings of the Fifth IEEE International Conference on Data Mining: 538-545.

송 병 호 (Byoung-Ho Song)

정회원



1998년 2월 조선대학교 전산통계학과 학사  
2000년 2월 조선대학교 전산통계학과 석사  
2008년 2월 조선대학교 전산통계학과 이학박사  
2009년 12월~현재 목포대학교 중점연구소 연구교수

<관심분야> 해양통신, 인공지능, 무선통신응용분야 (RFID, USN), 생체인식시스템

이 경 효 (Keoung-Hyo Lee)

정회원



1988년 2월 조선대학교 전자계산학과 학사  
2000년 2월 목포대학교 정보보호학과 석사  
2006년 2월 목포대학교 정보보호학과 박사  
2002년 2월~현재 목포대학교 정보보호학과

<관심분야> USN, Key-Management, Information Security, RFID Security

박 경 우 (Kyung-Woo Park)

정회원



1986년 2월 전남대학교 계산통계학과 학사  
1988년 2월 전남대학교 계산통계학과 석사  
1994년 2월 전남대학교 전산통계학과 박사  
1995년~현재 목포대학교 정보공학부 컴퓨터공학과 교수

<관심분야> 분산시스템, 시스템 소프트웨어, 정보보호

정 민 아 (Min-A Jung)

정회원



1992년 2월 전남대학교 전산통계학과 학사  
1994년 2월 전남대학교 전산통계학과 석사  
2002년 2월 전남대학교 전산통계학과 박사  
2005년 3월~현재 목포대학교 컴퓨터공학과 조교수

<관심분야> 데이터베이스/데이터마이닝, 생체인식시스템, 무선통신응용분야(RFID, USN, 텔레메틱스), 임베디드시스템

이 진 석 (Jin-Seok Lee)

정회원



1997년 2월 충남대학교 무역학과 학사  
2000년 2월 충남대학교 무역학과 경영학 석사  
2007년 8월 충남대학교 무역학과 경영학 박사  
2002년 3월~현재 정보통신산업진흥원 선임연구원

<관심분야> IT접목서비스, 전자무역, SCM, IT인력 양성정책

이 성 로 (Seong-ro Lee)

정회원



1987년 2월 고려대학교 전자공학과 학사  
1990년 2월 한국과학기술원 전기및전자공학과 석사  
1996년 8월 한국과학기술원 전기및전자공학과 박사  
2005년 3월~현재 목포대학교

정보공학부 정보전자공학과 부교수  
<관심분야> 디지털통신시스템, 이동 및 위성통신시스템, USN/텔레메틱스응용분야, 임베디드시스템, 생체인식시스템