

논문 2011-48SP-2-14

Server-Side 방식의 상황 인식 기반 선박 USN 미들웨어 구현 및 설계

(A Design and Implementation Vessel USN Middleware of Server-Side Method based on Context Aware)

송 병 호*, 송 익 호**, 김 중 화***, 이 성 로****

(Byoung-Ho Song, Iick-Ho Song, Jong Hwa Kim, and Seong-Ro Lee)

요 약

본 논문에서는 해양 환경의 특성을 고려하여 선박 환경에 적합한 방식으로 Server-side 방식에 따른 선박 USN 미들웨어를 구현하였다. 다중 질의 처리 모듈에서는 선박USN에 구성된 다차원 센서 스트림 데이터를 효율적으로 처리하기 위해서 최적화된 질의 계획으로 Mjoin 질의와 해쉬 테이블을 이용한 최적화 방법을 제시하고 모듈을 구성하였다. 상황 인식 관리 모듈에서는 해양의 특성을 고려하여 선박의 상황을 인식하고 관리하는 방법을 제시하였고 SVM 알고리즘을 이용하여 위험 상황을 판단하였다. 제안한 SVM 알고리즘을 이용하여 각 상황별로 5,000 건의 데이터를 입력 받아 실험한 결과 화재 상황과 선체 위험 상황에 대한 평균 정확도는 87.5%, 85.1%를 보였고, 측정 결과를 전송하여 선박 USN 모니터링 시스템을 구현하였다.

Abstract

In this paper, We implemented vessel USN middleware by server-side method considering characteristics of ocean environment. We designed multiple query process module in order to efficient process multidimensional sensor stream data and proposed optimized query plan using Mjoin query and hash table. This paper proposed method that context aware of vessel and manage considering characteristics of ocean. We decided to risk context using SVM algorithm in context awareness management module. As a result, we obtained about 87.5% average accuracy for fire case and about 85.1% average accuracy for vessel risk case by input 5,000 data sets and implemented vessel USN monitoring system.

Keywords : vessel USN; context aware; SVM; Stream data; query plan.

* 정희원, 조선대학교 컴퓨터통계학과
(Computer Science & Statistics,
Choson University)

** 평생회원, 한국과학기술원 전기및전자공학과
(Dept. of Electrical Engineering, KAIST)

*** 정희원, 목포대학교 컴퓨터공학과
(Dept. of Computer Engineering, Mokpo National
University)

**** 정희원-교신저자, 목포대학교 정보전자공학과
(Dept. of Information & Electronics, Mokpo
National University)

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

※ 본 논문은 2008학년도 목포대학교 기성회 연구비 지원에 의하여 연구되었음

접수일자: 2010년9월27일, 수정완료일: 2010년11월25일

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^[1].

기존의 선박에는 이미 유선 형태의 센서 네트워크 시스템이 구축되어 있다. 그러나 이는 구축의 복잡성, 높은 설치 비용 및 유지관리비용 등의 문제점을 가지고

있다. 이에 반해 무선 환경에서 구축되는 USN은 무선 통신을 이용하기 때문에 설치와 유지 보수가 용이하고 지그비 통신 방식을 사용함으로써 저사양, 저속, 저비용으로 네트워크 구축을 가능하게 하여 초기의 구축비용과 유지보수비용을 절감할 수 있다. 이러한 장점 때문에 디지털 선박을 위한 선박 USN 관련 연구가 최근에 활발히 이루어지고 있다.

또한, 디지털 선박을 위해서는 다양한 센서를 기반으로 한 하드웨어 장비 개발과 사용자 친화적인 다양한 응용 프로그램 개발이 필요하다. 그런데 이러한 응용 프로그램은 기본적 필수 사항으로 선박 환경에서 미들웨어 개발을 요구하고 있다.

선박 USN 미들웨어는 다양하고도 상이한 요소들을 원활히 연결시켜주는 중간자 역할을 담당한다. 특히 선박은 해양이라는 고립된 환경 요소와 파도와 조류의 영향에 의한 진동과 소음 등의 영향이 크므로 이를 고려한 선박 USN 미들웨어 개발이 필요하다.

선박 USN 미들웨어는 선박 USN 모니터링 시스템에 탑재되어 사용자에게 서비스를 제공한다. 특히 중소형 선박을 위한 선박 USN 미들웨어와 이를 기반으로 한 모니터링 시스템은 현재 개발이 아주 미흡한 상태이기 때문에 이에 대한 연구가 필요하다.

본 논문에서는 선박 USN 미들웨어 구현을 위해 선박의 특수 환경을 고려하였고 이를 위해 USN 미들웨어인 In-network 방식, Server-side 방식, Hybrid 방식을 연구하였고 선박환경에 적합한 방식으로 Server-side 방식에 따른 미들웨어를 구현하였다.

Server-side 방식은 서버에 미들웨어가 설치되어 센서노드로부터 중앙집중식으로 데이터를 취득하여 중앙의 서버가 모든 데이터를 처리하는 방식이다. 이 방식은 개별 노드의 사양이 높지 않아도 된다는 장점을 지니고 있으나 빈번한 데이터의 송수신에 의한 네트워크 성능의 저하와 모든 데이터를 센서로부터 가져와야 한다는 단점을 가지고 있다^[2].

이러한 단점을 보완하기 위해서 본 논문에서는 다중질의 처리, 메타정보 관리, 상황인식 관리 모듈을 구성하고 최적화된 설계 방식을 설계하였다. 또한, USN 미들웨어 요구 사항인 다양한 질의의 유형 지원, 메타정보 관리, 센싱 정보 관리, 센서 노드의 위치인식, 이기종의 센서네트워크 통합 지원, 상황정보 생성 및 관리 등을 고려하여 미들웨어를 PC 환경에서 구현하였고 모의 실험을 통해 타당성을 검증하였다.

즉, 구현된 선박USN 미들웨어는 선박의 특성을 고려하여 선박 내부에 USN망을 구축하고 상황 정보를 생성한 후 관리함으로써 사용자 위주의 편리성과 에너지 효율적인 모듈 처리를 토대로 선박USN 모니터링 시스템을 구현한다.

다중 질의 처리 모듈에서는 선박USN에 구성된 다차원 센서 스트림 데이터를 효율적으로 처리하기 위해서 최적화된 질의계획을 수립하였다. 최적화된 질의 계획으로 Mjoin 질의와 해쉬 테이블을 이용한 최적화 방법을 제시하고 모듈을 구성하였다. 상황 인식 관리 모듈에서는 해양의 특성을 고려하여 선박의 상황을 인식하고 관리하는 방법을 제시하였다. 선박 USN에서 획득한 센서 데이터를 선체위험상황과 화재 상황으로 구분하여 위험도를 산출하였다. 또한 메타 정보 관리 모듈에서는 선박에 구성된 센서네트워크 및 센서노드에 관한 메타정보를 효율적으로 유지하고 선박 상황 모니터링 시스템에 정보를 제공하도록 구성하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성되었다. II장에서는 관련 연구 동향을 알아보고 III장에서는 시스템 구성 및 설계, IV장은 시스템 구현 결과를 보여주고 V장에서는 성능 평가에 대해서 기술한다. VI장에서는 결론과 향후 연구 방향을 제시한다.

II. 관련 연구

선박 USN 미들웨어는 물리적으로 USN 응용 서비스 시스템과 센서노드 하드웨어의 중간에 위치하여 그 둘 간의 통합이 유연하게 이루어지도록 하는 역할을 수행한다.

대부분의 USN 미들웨어는 응용 서비스 지원을 위하여 서버 시스템에 설치되고, 노드들의 원활한 동작과 성능 향상을 위하여 센서노드와 싱크 노드에도 설치된다. 이러한 선박 USN 미들웨어를 설치되는 위치에 따라서 구분하게 되면 크게 세 가지 방식으로 구분할 수 있다. 센서노드에 설치되는 In-network 방식, 서버에 설치되는 Server-side 방식, 두 가지 방식을 결합한 Hybrid 방식으로 구분 된다.

일반적으로 server-side 방식의 미들웨어는 다수의 USN 응용 서비스 관리, USN 응용 서비스의 다중 질의 처리, 센싱 정보/메타 정보의 효율적 관리를 수행하고, 새로운 상황 정보의 생성, 응용 서비스가 요구하는 지능형 이벤트 처리를 수행하는 컴포넌트들로 구성될 수

있다. 이에 반하여, in-network 미들웨어는 대부분 센서 노드와 싱크노드 수준에서의 질의 처리, 센서 노드간 네트워크를 위한 토폴로지 정보 관리, 센서노드의 상태 정보 관리, 그리고 센서와 구동기를 제어할 수 있는 작은 모듈들로 구성될 수 있다.

센서노드 상에 미들웨어가 설치되는 In-network 방식의 대표적인 USN 미들웨어는 Mate, Impala, Agilla가 있다. TinyOS 기반 센서노드 기능의 동적 갱신을 지원하는 Mate는 센서 네트워크를 위해 개발한 가상머신기반의 미들웨어이다^[3]. TinyOS가 설치된 센서노드에서 동작하며 독자적인 바이트 코드 인터프리터를 구비하고 있으며, 전염 모델(Infection Model)을 통해 새로운 코드를 배포하는 매커니즘을 지원한다. Impala는 USN 응용 서비스 변화 및 센서 네트워크 주변 환경 변화에 따라 센서노드 미들웨어의 기능을 무선 통신을 통하여 동적으로 변화시킬 수 있다^[4].

서버 상에 미들웨어가 설치되는 Server-side 방식의 대표적인 USN 미들웨어는 Cougar, SINA, MiLAN이 있다. Cougar는 센서네트워크용 분산 데이터처리시스템으로써 모든 센싱정보를 서버에 불러온 다음, DB 기반 접근 방식으로 질의를 처리한다^[5]. SINA는 지리적으로 근접하게 분포하는 센서 노드들로부터 유사한 정보의 재전송을 제한하고 효율적인 데이터 융합을 위하여 센서들의 계층적인 클러스터링과 속성 기반의 센서노드 네이밍 관리 기법을 이용한다^[6]. USN 응용 시스템의 QoS 요구 처리 기능 지원하는 MiLAN은 센서네트워크의 수명을 최대한 보장하고 응용계층 서비스의 품질을 만족시키기 위해서 응용계층에서 요구한 서비스의 품질을 현재 센서네트워크의 자원과 비교하여 적절한 응답을 응용계층에 전송한다^[7].

Hybrid 방식의 USN 미들웨어는 In-network 방식과 Server-side 방식을 혼합한 방식으로 COSMOS, DSWare 등이 있다. COSMOS^[8]는 ETRI에서 연구하고 있는 USN 미들웨어 플랫폼으로써 대용량 센서 네트워크 환경에 대하여 대량의 동시질의 처리 지원하고 DSWare^[9]는 센서 네트워크를 위한 실시간 데이터 서비스를 유기적으로 통합하여 제공하는 데이터 서비스 미들웨어이다.

III. 시스템 구성 및 설계

Server-side 방식의 선박 USN 미들웨어는 서버에

미들웨어가 설치되어 센서노드로부터 중앙집중식으로 데이터를 취득하여 중앙의 서버가 모든 데이터를 처리하는 방식이다. 이 방식은 개별 노드의 사양이 높지 않아도 된다는 장점을 지니고 있으나 빈번한 데이터의 송수신에 의한 네트워크 성능의 저하와 모든 데이터를 센서로부터 가져와야 한다는 단점을 가지고 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해서 본 논문에서는 다중 질의 처리, 메타정보 관리, 상황인식 관리 모듈을 구성하고 최적화된 설계 방식을 설계하였다. 그림 1은 선박 USN 미들웨어의 구성도이다.

본 논문에서의 선박USN 미들웨어는 서버 상에 미들웨어를 설치하여 중앙 집중적인 관리를 지원하는 Server-side 방식을 채택하고 있으며 USN 미들웨어 요구 사항인 다양한 질의의 유형 지원, 메타정보 관리, 센싱 정보 관리, 센서 노드의 위치인식, 이기종의 센서네트워크 통합 지원, 상황정보 생성 및 관리 등을 고려하여 미들웨어를 PC 환경에서 구현하였고 모의 실험을 통해 타당성을 검증하였다.

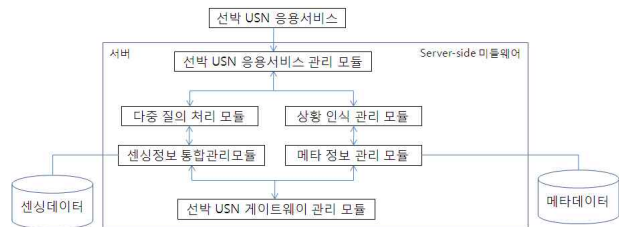


그림 1. 선박 USN 미들웨어 구성
Fig. 1. Composition of vessel USN middleware.

1. 입력 데이터 측정

해수와 직접적으로 접촉하는 선체는 파도와 조류 등에 의해 다양한 저항과 흔들림 운동의 영향을 받게 되므로 선체의 기울기와 뒤틀림 정도가 위험 수준을 넘어가면 선체의 파손에 큰 영향을 미칠 것이다. 그리고 선

표 1. 선체의 흔들림 운동
Table 1. Body of a ship wavering movement.

종류	내용
롤링(횡동요)	배가 폭 방향으로 좌우로 흔들리는 운동
피칭(종동요)	배의 선수와 선미가 번갈아 가며 상하로 올라갔다 내려갔다 하는 운동
히빙(상하요)	배 전체가 위로 솟구쳐 올랐다가 다시 떨어지는 것(배 전체가 아래, 위 운동)
스웨이(좌우요)	배 전체가 옆으로 미끄러지듯이 좌우로 왔다 갔다 하는 운동
써징(전후요)	배 전체가 앞뒤로 왔다 갔다 하는 운동
요잉(선수요)	배의 선수가 좌우로 도는 운동

체의 운동은 단방향성이 아닌 전방향성을 가지고 있기에, 모든 방향에서의 흔들림을 종합적으로 고려해야 한다. 표 1은 선체의 흔들림 운동에 대한 설명이다.

위와 같이 선박 환경의 특수사항인 선체저항과 흔들림 운동을 고려하여 선체에 가해지는 외력에 의한 뒤틀림 및 바람과 조류에 의한 선박의 흔들림을 측정해야 함을 알 수 있다.

1.1 선박의 기울기 측정

본 논문에서는 3축 가속도 센서인 withrobot사의 myAccel3LV02 보드를 이용하여 선체의 기울기를 측정하였다. myAccel3LV02 보드는 한 개의 센서 보드에서 3축 가속도를 측정하고 측정 범위는 -40도에서 +85도 까지이며 12비트 ADC를 내장하여 디지털 값을 출력한다. 센서로부터 전송된 데이터는 x, y, z 세 방향의 좌표값을 나타내는 데이터이다. 식 1과 같이 atan 함수를 이용해서 선체의 기울어진 각도를 측정한다.

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{y}{z} \right) \tag{1}$$

여기서, y는 가속도 센서의 y 출력 값이고 z는 가속도 센서의 z 출력 값이다. 그림 2는 가속도 변환 소스 코드이다.

```

Acc = load('Acceleration.txt');

ts = 0.01;
EncAngle = Acc(:,1)*360/2000;
AccY = Acc(:,3);
AccZ = Acc(:,4);
[N, temp] = size(EncAngle);
t = 0:ts:ts*(N-1);

AccAngle = -atan(AccY./AccZ)*180/pi*2.6;

figure
plot(t, EncAngle)
grid on
hold on
xlabel('second');
ylabel('degree');
plot(t, AccAngle, 'r')
legend('Encoder', 'Acclerometer');
hold off
    
```

그림 2. 가속도 변환 소스 코드
Fig. 2. Acceleration conversion source code

1.2 선박의 뒤틀림 측정

선박 환경의 특수사항인 선체저항과 흔들림 운동을 고려하여 선체에 가해지는 외력에 의한 뒤틀림을 측정하기 위하여 스트레인 게이지 센서를 이용하여 선체의 좌우 뒤틀림에 대한 변형율을 측정하였다. 스트레인 게이지는 측정하는 대상의 변형을 직접 측정할 수 있으며, 이를 전기적인 신호로 바꾸어 우리가 얻고자 하는 변형율을 측정할 수 있다. 변형의 방향에 따라 얻은 전압 신호를 A/D 변환기를 통해서 오실리코프상에 저장하고 후처리하였다. 그림 3을 보면 게이지 센서로부터 수신한 데이터는 AD627을 통해 SIGOUT으로 빠져 나간다. SIGOUT은 신호가 매우 약하므로 2번의 증폭회로를 거치게 되고 증폭회로를 거친 데이터는 컨트롤러의 ADC채널로 입력된다.

그림 4는 A/D 변환기를 통해서 오실리코프상에 저장된 선박의 뒤틀림 정도를 나타낸다. 빨간 선을 기준으로 왼쪽으로 휘었을 때에 위로 올라가고, 오른쪽으로

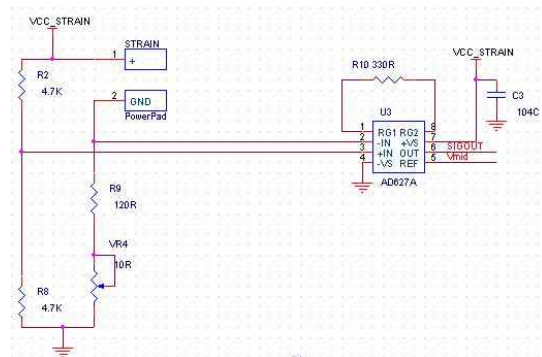


그림 3. 스트레인 게이지 센서 구성
Fig. 3. Composition of strain gauge sensor.

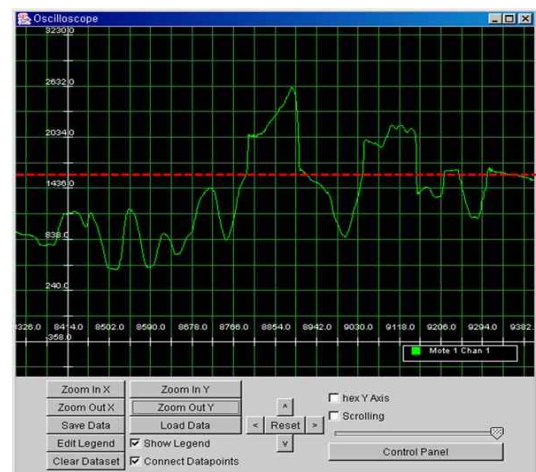


그림 4. 뒤틀림 실험 결과
Fig. 4. Result of warping.

3. 상황 인식 관리 모듈

상황 인식 관리 모듈에서는 데이터베이스화된 과거의 데이터를 토대로 상황 정보를 생성하여 화재 상황과 선체 위험 상황에 대해 데이터베이스를 구축하였다. 사용 데이터는 실험을 통해 입력된 센서 데이터로써 선박에 따른 일자별 온도, 조도, 습도, 선박의 기울기, 뒤틀림 데이터로 구성되어 있다. 온도, 조도, 습도 데이터는 화재 상황에 이용하였고, 기울기와 뒤틀림 데이터는 선체 위험 상황에 이용하였다. 사용 데이터는 관계형 데이터베이스 구조로 되어 있으며 크게 화재 상황, 선체 위험 상황의 두 개의 테이블로 구성되어 있다. 데이터의 개체-관계도는 그림 8과 같다.

테이블의 구성을 살펴보면 선박 테이블은 선박의 분류를 위하여 선박의 일반적인 정보인 선박명과 선박 분류코드로 구성되어 있다. 화재상황 테이블은 데이터의 입력 시간과 온도, 조도, 습도로 구성되어 있으며 파손 상황 테이블은 데이터의 입력 시간과 선박의 기울기, 뒤틀림으로 구성되어 있다.

그리고 상황 인식의 정확도를 판단하기 위해 각 상황 별로 5,000 건의 데이터를 입력 받아 SVM 알고리즘 기반으로 상황을 판단하였고 신경망 알고리즘과 비교 실험하였다.



그림 8. 데이터 개체 관계도
Fig. 8. Data Entity Relationship Diagram.

4. 상황 인식 알고리즘

4.1 SVM 알고리즘

본 논문에서 적용한 알고리즘은 다중 SVM 분류로서 입력된 데이터를 특정 범주로 분류해주는 역할을 한다. SVM 분류는 두 그룹을 잘 분리시키는 분류 초평면을

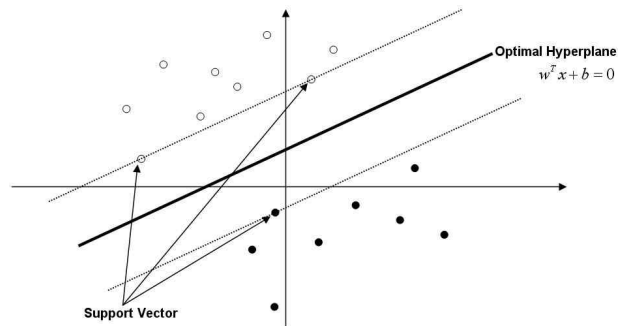


그림 9. 최적화 초평면과 서포트 벡터
Fig. 9. Optimal Hyperplane and Support Vector.

찾는 방법이다^[12]. SVM은 기존의 선형 분류방법보다 확장성이 좋고 학습 시마다 성능이 달라지는 신경망 분류방법과는 달리 항상 일정하게 우수한 성능을 보여준다^[13]. SVM의 기본 원리는 선형 분리가 가능한 문제에서 서부터 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 9와 같은 선형 식별함수인 초평면 (hyperplane)을 정의할 수 있다. 여기에서 Support Vector란 분류 규칙을 결정 짓는 경계와 밀접한 연관이 있는 표본을 의미한다.

본 실험 데이터처럼 선형 분리가 불가능한 데이터인 경우에는 비선형 사상 ϕ 를 이용하여 입력 벡터의 차원보다 높은 선형분류가 가능한 차원으로 변형한 후 선형 분류를 하게 된다. 비선형 사상은 kernel 함수를 이용하여 N 차원의 입력공간의 데이터를 고차원의 특징 공간 (Q 차원)으로 변환함으로써 선형적으로 구별할 수 있으며 식(1)은 kernel함수와 결정함수이다.

$$K(x, y) = \phi(x) \cdot \phi(y)$$

$$f(x) = \sum_{i=1}^n a_i y_i K(x, x_i) + b \quad (1)$$

SVM은 이진 분류를 위해 개발되었기 때문에 실제 환경에서 여러 클래스를 가지는 문제들을 해결하기에는 많은 어려움이 있다. 때문에 이러한 문제점들을 해결하기 위해 One-against-all 기법과 One-against-one 기법이 제시 되었다.

One-against-one 기법은 k 개의 클래스가 입력되었을 때 $k(k-1)/2$ 개의 SVM으로 구성되며 각각의 학습데이터는 두 개의 소속을 나타내는 데이터로만 구성되고 각 학습에 사용되는 학습 데이터의 수가 적기 때문에 학습 속도가 빠른 것으로 나타났다. 본 논문에서는 학

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} : 기울기, I_{i5} : 뒤틀림
 Output: decision $y \in \{-1, 1\}$
 Classify using SVM, get the result in the form of a real number.

그림 10. 알고리즘 구성
 Fig. 10. Algorithm Configuration

습의 성능 향상을 위해서 One-against-one 기법을 이용하여 실험을 수행하였다.

본 논문에서는 그림 10과 같이 SVM 알고리즘을 구성하였다.

제안한 SVM 알고리즘은 주어진 트레이닝 데이터의 각 Feature에 대해 최대 여분(margin)이 많게 생성되는 hyper-plane을 생성한다. 테스트 단계에서는 트레이닝 단계에서 생성된 hyperplane에 의해 분할된 다차원 공간에 매핑하여 새로운 데이터를 분류한다.

4.2 신경망 알고리즘

본 논문에서는 제안한 SVM 알고리즘의 유용성을 검증하기 위한 비교 대상으로 신경망 분석을 수행하였다.

신경망 알고리즘은 다층 퍼셉트론 구조로 비선형 판별 문제를 해결할 수 있는 알고리즘으로 많이 이용되어 왔으며, 기타 인공지능 기법에 비해 예측력이 우수하다고 알려져 있다.

본 논문에서 사용한 신경망은 가장 일반적인 형태의 신경망인 다층 퍼셉트론(MLP)을 사용하였으며 오류 역전파 알고리즘을 적용하여 신경망을 학습하였다.

일반적으로 신경망의 성능에 영향을 미치는 요인으로는 은닉층 수, 은닉노드 수, 학습 횟수 등이 있다. 본 논문에서는 은닉층이 하나인 3층 퍼셉트론 구조에 은닉노드 수는 3개, 학습 데이터로부터의 영향을 최소화하고 신뢰성을 확보하기 위해 10-Fold 교차검증을 수행하였다.

IV. 시스템 구현 결과

본 논문에서는 선박의 특성을 고려하여 선박 내부에 USN망을 구축하고 다중 질의 처리 모듈, 상황 인식 관

표 2. 시스템 구현 환경
 Table 2. system implement environment.

	항목	내용
PC개발환경	CPU	펜티엄 4 3.0GHz
	메모리	2GB
	그래픽	Geforce 7300GT
	DB	Mysql 5.0
	OS	Window XP
	프로그램	JAVA
센서노드환경	MCU	Ti MSP430
	RF Chip	Chipcon CC2420
	메모리	512KB EEPROM
	인터페이스	USB
	전원공급	1.2V AA 배터리 * 2
	OS	TinyOS 1.0
	프로그래밍	NesC, Java

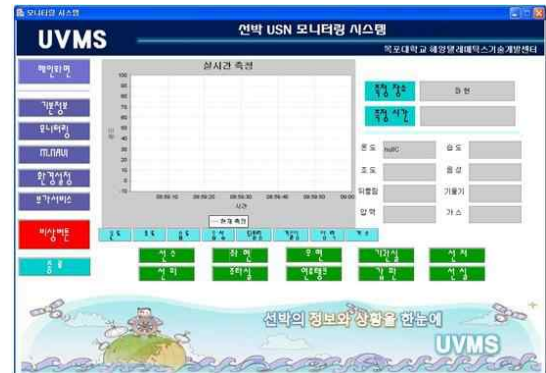


그림 11. 모니터링 시스템 구현 결과
 Fig. 11. Result of Monitoring System implementation.

리 모듈, 메타데이터 관리 모듈을 포함한 선박 USN 상황 인식 미들웨어를 설계하였고, 상황 정보를 생성하여 사용자 위주의 편리성과 에너지 효율적인 선박 USN 모니터링 시스템을 구현하였다.

선박 USN 상황 인식 미들웨어를 구현하기 위한 시스템 구현 환경은 표 2와 같이 서버 측 PC 개발환경과 개별 노드인 센서노드 환경으로 구분된다.

선박 USN 모니터링 시스템은 JAVA 프로그래밍을 이용하여 구현하였고, 기본 정보 항목에서는 선박의 기본 정보(위치 정보, 운항 정보, 해상 지도)를 모니터링 할 수 있다.

모니터링 항목에서는 일자별, 상황별 판단 결과와 수치 데이터, 그래프를 모니터링 할 수 있다. 그림 11은 선박 USN 모니터링 시스템의 구현 결과이다.

V. 성능 평가

본 논문에서는 선박 USN 상황 인식 미들웨어의 상

표 3. 검증용 데이터 성능 평가
Table 3. Performance evaluation of data.

Fold 번호	화재 상황	선체위험상황
1	83.2	81.3
2	78.6	80.4
3	79.3	76.3
4	78.2	76.9
5	85.4	78.2
6	87.3	81.5
7	82.7	83.8
8	84.1	81.2
9	82.5	80.7
10	83.6	80.1

표 4. 상황별 평균 정확도
Table 4. Average accuracy by Context.

	SVM	신경망
화재 상황	87.5	84.3
선체위험상황	85.1	80.8

상황 인식 정확도를 판단하기 위해 각 상황별로 5,000 건의 데이터를 입력 받아 SVM 알고리즘 기반으로 상황을 판단하였고 일반적인 패턴 인식 알고리즘인 신경망 알고리즘과 비교 실험하였다. 화재 상황과 선체의 위험 상황을 시뮬레이션하여 각 상황별로 5,000 건의 데이터를 입력 받아 실험하였다. 실험 결과에 대해 학습 데이터로부터의 영향을 최소화하고 신뢰성을 확보하기 위해 10-Fold 교차검증을 수행하였다. 실험 데이터는 모델 구축용 데이터와 검증용 데이터로 구분되며 각각 7:3의 비율로 사용하였다.

각 데이터의 속성은 수치형 데이터로써 Leave-One-Out의 방식으로 시스템을 최적화 하였다. 표 3은 제안한 SVM 알고리즘을 이용한 검증용 데이터의 상황별 정확도(단위 :%) 결과이다. 화재 상황에 대한 평균 정확도는 약 87.5%를 보였고 선체위험상황에 대한 평균 정확도는 약 85.1%를 보였다.

또한, 제안한 SVM 알고리즘의 유용성 확인을 위해서 다층 퍼셉트론 구조로 비선형 판별 문제를 해결할 수 있는 신경망 알고리즘 모델과 성능을 비교 실험한 결과는 표 4와 같다. 본 논문에서 제안한 SVM 알고리즘을 이용한 상황 인식 결과가 화재 상황에서 3.2%, 선체위험상황에서 4.3% 높게 나타남으로써, 신경망 알고리즘보다 각 상황별로 평균 정확도가 높음을 알 수 있다.

V. 결 론

선박은 해양이라는 고립된 환경 요소와 파도와 조류의 영향에 의한 진동과 소음 등의 영향이 크므로 이를 고려한 선박 USN 미들웨어 개발이 필요하다. 본 논문에서는 선박 USN 미들웨어 구현을 위해 선박의 특수 환경을 고려하였고 선박환경에 적합한 방식으로 Server-side 방식에 따른 미들웨어를 구현하였다. 다중질의 처리 모듈에서는 선박USN에 구성된 다차원 센서 스트림 데이터를 효율적으로 처리하기 위해서 최적화된 질의 계획으로 Mjoin 질의와 해쉬 테이블을 이용한 최적화 방법을 제시하고 모듈을 구성하였다. 상황 인식 관리 모듈에서는 해양의 특성을 고려하여 선박의 상황을 인식하고 관리하는 방법을 제시하였고 메타 정보 관리 모듈에서는 선박에 구성된 센서네트워크 및 센서노드에 관한 메타정보를 효율적으로 유지하고 선박 상황 모니터링 시스템에 정보를 제공하도록 구성하였다. 제안한 SVM 알고리즘을 이용한 상황별 정확도는 화재 상황은 약 87.5%를 보였고 선체위험상황에 대한 평균 정확도는 약 85.1%를 보였다. 또한, 신경망 알고리즘과 비교 실험한 결과 SVM 알고리즘을 이용한 상황 인식 결과가 화재 상황에서 3.2%, 선체위험상황에서 4.3% 높게 나타남으로써, 신경망 알고리즘보다 각 상황별로 평균 정확도가 높음을 알 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 김재양, 정선태, 임준석, 박종원, 홍기용, 임용곤, “디지털 선박을 위한 선박 통합화 네트워크 설계 및 구현”, 한국해양정보통신학회논문지, 제9권, 제6호, pp. 1202-1210, 2005.10.
- [2] 반기중, 원영진, “RFID/USN의 기술 및 시장동향,” 대한전자공학회, 전자공학회논문지, 제36권 제12호, 68-75쪽, 2009년 12월.
- [3] 김선양, 이명애, 한인교, “광역 USN 서비스를 위한 표준 기반의 센서 네트워크 모니터링 및 관리,” 대한전자공학회, 전자공학회논문지, 제36권 제12호, 38-44쪽, 2009년 12월.
- [4] T. Liu and M. Martonosi, “Impala: A Middleware System for Managing Autonomic, Parallel Sensor Systems, Proc. ACM SIGPLAN Symp. Principles and Practice of Parallel Programming, pp.107 - 118, 2003.
- [5] Yong Yao and J.E. Gehrke, “The Cougar Approach to In-Network Query Processing in

Sensor Networks,” SIGMOD RECORD, Vol.31, No.3, Sep. 2002.

[6] S. Madden, M.J. Franklin, and J.M. Hellerstein, “The Design of an Acquisitional Query Processor for Sensor Networks,” ACM Sensys, 2003.

[7] W. Heinzelman, A. Murphy, H. Carvalho, and M.Perillo, “Middleware to Support Sensor Network Applications,” IEEE Network Magazine Special Issue, Jan. 2004.

[8] S.R. Madden, M.J. Franklin, and J.M. Hellerstein, “TinyDB: An Acquisitional Query Processing System for Sensor Networks,” ACM TODS, Vol.30, No.1, pp.122 - 173, 2005.

[9] Shuoqi Li, Sang H. Son, and John A. Stankovic, “Event Detection Services Using Data Service Middleware in Distributed Sensor Networks,” Information Proc. in Sensor Networks, Apr., LNCS 2634, pp.502-517, 2003.

[10] 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.

[11] 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.

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

[13] 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.

저 자 소 개



송 병 호(정회원)
 1998년 조선대학교 전산통계
 학사 졸업.
 2000년 조선대학교 전산통계
 석사 졸업.
 2008년 조선대학교 전산통계
 박사 졸업.

2008년~2009년 Murdoch University Post.Doc.
 2009년~2010년 12월 목포대학교 정보산업중점
 연구소 연구전임교원
 2011년 1월~현재 조선대학교 컴퓨터통계학과
 박사후연구원
 <주관심분야 : 인공지능, USN, 신호처리>



김 종 화(평생회원)
 1983년 조선대학교 전자공학
 학사 졸업.
 1986년 조선대학교 전자공학
 석사 졸업.
 1989년 일본 동북대학교
 전자공학 박사 졸업.

1991년~ 현재 목포대학교 컴퓨터공학과 교수.
 <주관심분야 : USN, 임베디드시스템, 디지털통
 신, 해양텔레매틱스>



송 익 호(평생회원)
 1982년 2월, 1984년 2월 서울대학
 교 전자공학과 공학사
 (준최우등), 공학석사
 1985년 8월, 1987년 5월 펜실베니
 아대학교 전기공학과
 공학석사, 공학박사

1987년 3월~1988년 2월 벨 통신연구소 연구원
 1988년 3월~현재 한국과학기술원 전기및
 전자공학과 조교수, 부교수, 교수
 1995년 1월~현재 한국통신학회 논문지
 편집위원, 편집 부위원장, 이사
 2010년 1월~현재 한국정보전자통신기술학회
 논문지 편집위원, 부회장
 대한전자공학회, 한국음향학회, 한국통신
 학회 평생회원, IET 석학회원,
 IEEE 석학회원

<주관심분야 : 통계학적 신호처리와 통신이론, 신
 호검파와 추정, 이동통신>



이 성 로(정회원)
 1987년 고려대학교 전자공학
 학사 졸업.
 1990년 한국과학기술원 전기및
 전자공학 석사 졸업.
 1990년 한국과학기술원 전기및
 전자공학 박사 졸업.

2009년~현재 목포대학교 정보전자공학과 교수.
 <주관심분야 : 디지털통신, 위성통신, 해양텔레매
 티크스, USN>