

선박USN 미들웨어 설계

조한나*, 주영선**, 김기영*, 이진석***, 정민아**, 이성로*

*목포대학교 전자공학과

**목포대학교 컴퓨터공학과

***정보통신연구진흥원

e-mail:hanna100479@mokpo.ac.kr

A Design of Vessel-USN Middleware

Han Na Cho*, Young Sun Joo**, Ki Young Kim*, Jin Seok Lee***,

Min A Jung**, Seong Ro Lee*

*Dept of Electronics Engineering, Mokpo National University

**Dept of Computer Engineering, Mokpo National University

***Institute for Information Technology Advancement

요 약

디지털 선박 건조에 관심이 높아짐에 따라 선박 내에 USN(Ubiquitous Sensor Network)의 구축이 요구되며, 센서 노드와 서버의 응용 프로그램 사이에서 중간 역할을 담당하는 선박USN 미들웨어가 필요하다. 일반 USN 미들웨어와는 달리 선박USN 미들웨어는 선박이라는 특수환경을 고려하여 설계되어야 한다. 선박은 해상운송수단이므로, 보다 높은 안전성의 확보가 필요하고 제한된 자원의 공급으로 인해 효율적인 자원 관리가 필요하기 때문이다. 본 논문에서는 이러한 요소들을 고려한 선박USN 미들웨어를 설계한다. 설계한 USN 미들웨어는 상황인식을 통해 데이터의 거짓 유무를 판별하여 불필요한 데이터 전송을 차단하여 에너지 효율적인 특성을 갖는다.

1. 서론

USN(Ubiquitous Sensor Network) 기술은 언제, 어디서나, 의식하지 못한 상태에서 인간에게 서비스를 제공하는 것을 목표로 하고 있다. 초기의 USN 기술은 국방이나 환경에 국한되어 그 역할이 별로 중요하게 인식되지 못했으나, 최근에 들어 기술 발달에 따른 지속적인 USN 장비의 가격 하락과 성능의 향상 그리고 인간의 안전 확보를 위한 요구의 증대로 인해 그 중요성과 역할이 증대되고 있다. 이로 인해, 적용 범위와 서비스 형태가 매우 복잡하고 다양화되어 가고 있으며, 자동차, 헬스케어 산업 등과 결합된 형태로 나아가고 있다.

특히 고부가가치 산업이며 안전성이 중요시 되는 조선 산업과 IT의 융합이 관심의 대상이 되고 있으며, 포화된 조선시장에 새로운 부가가치를 창출할 수 있는 틈새시장으로 디지털선박이 거론되고 있다. 기존의 선박에는 이미 유선 형태의 센서 네트워크 시스템이 구축되어 있다. 그러나 이는 구축의 복잡성과 매우 많은 비용이 소요되는 단점을 지니고 있다. 이에 반해 USN은 무선 통신을 이용하기 때문에 설치와 유지보수가 용이하고, 지그비 같은 저사양, 저속, 저비용의 통신 방식을 이용하므로 구축비용을 절감할 수 있다.

본 논문에서는 선박USN 모니터링 시스템 구축을 위한 선박USN 미들웨어를 설계한다. 이를 위해 USN 미들웨어의 기본 개념과 기능 그리고 기존의 USN 미들웨어의 특징 등을 분석하고, 제한된 자원의 사용, 파도와 조류에 의

해 진동과 소음이 발생하는 선박 환경을 고려하여 선박 USN 미들웨어를 설계하였다. 설계한 USN 미들웨어는 Server-side 방식을 채택하여 서버 상에 설치되어 동작하고, 데이터베이스에 이용하여 상황정보를 생성하고 인식하는 기법에 의한 데이터의 진위 여부 판별과 게이트웨이에 탑재하는 상황인식 센서 MAC 프로토콜의 연동에 의해, 거짓 데이터에 의한 데이터 전송을 차단하고 예방하여 에너지 효율적 특성을 갖는다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 USN 미들웨어의 개념과 종류, 주요기능에 관해 분석하고, 3장에서는 선박USN 미들웨어를 설계하고, 4장에서는 결론과 향후연구에 대하여 기술한다.

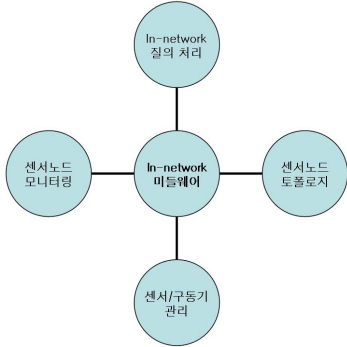
2. USN 미들웨어

1) USN 미들웨어 개념

일반적으로 USN 미들웨어는 USN 응용시스템과 센서 노드 하드웨어의 중간에 위치하여, 이들을 조절하고 관리하며, 중간 역할을 하는 프로그램을 의미한다. 또한 USN 미들웨어는 센서노드 상에 위치하는 In-network 방식과 서버 상에 위치하는 Server-side 방식으로 구분된다[1].

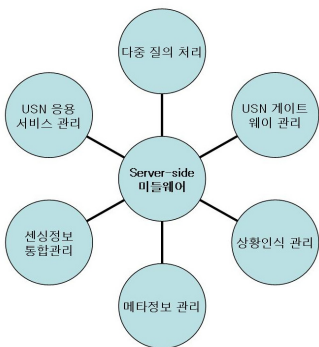
In-network 방식의 USN 미들웨어의 일반적인 구성도는 (그림 1)과 같다. In-network 미들웨어는 센서노드와 싱크노드에 설치되어 센서노드 간의 토폴로지 정보관리와

싱크노드 상에서의 질의처리, 센서노드의 상태정보를 관리한다[1][2]. 센서노드 상에서 동작하기 때문에 전체 네트워크의 자원을 효율적으로 사용할 수 있으나, 센서노드의 사양이 미들웨어를 운용시킬 수 있을 만큼 갖추어져야 하기 때문에 추가적인 비용이 소요될 수 있다.



(그림 1) In-network 방식의 USN 미들웨어 구성도

Server-side 방식의 USN 미들웨어의 일반적인 구성도는 (그림 2)와 같다. Server-side 미들웨어는 서버에 설치되어 전체 USN 응용 서비스 관리, USN 응용 서비스의 다중 질의처리, 센싱정보와 메타정보의 효율적 관리, 상황정보의 생성, 지능형 이벤트를 처리한다[1][2]. 서버 상에서 동작하기 때문에 In-network 방식 보다는 자원 제약에서 많이 자유로워졌으며, USN 응용 서비스의 복잡화와 다양화에 따른 요구사항의 증가에 의해 관심이 증가되고 있다. 모니터링시스템이나 통합 데이터 처리 환경에 폭넓게 쓰일 수 있으나, 일단 모든 센서들이 서버 측으로 센싱 데이터나 상황 정보를 전송해야 하기에 전체 네트워크에 부하를 주어 네트워크 성능을 저하시킬 수 있다.



(그림 2) Server-side 방식의 USN 미들웨어 구성도

2) 기존 USN 미들웨어의 종류

기존에 개발되어 사용되는 USN 미들웨어를 In-network 방식과 Server-side 방식 그리고 이 둘이 결합된 방식으로 구분하여 장단점을 아래의 <표 1>에 정리해 놓았다. USN 미들웨어별로 각기 다양한 특징을 지니고 있으며, 어떤 종류는 두 타입을 혼용하는 하이브리드적 성격을 지닌다.

<표 1> USN 미들웨어의 종류와 장단점

종류	명칭	장점	단점
Server-side Middle ware	Cougar	· 센서 네트워크용 분산 데이터 처리 시스템 · 적응형 질의 처리 기술을 의해 데이터 처리에 유용하며, 서술적인 질의를 사용하고 네트워크 변화에 동적으로 적응	· 지역적인 정보에 의존해야 하는 문제 발생
	Milan	· 센서 네트워크의 수명과 QoS 만족을 동시에 효율적으로 최대화하여 비용 절감 · USN 응용 서비스 품질을 만족시키기 위해 동적으로 네트워크 구성	· 응용 서비스에 tightly-coupled 되어 있어서 이종의 센서 노드들에 대한 추상화 미지원 · 모바일 센서노드 미지원
Server-side + In-network Middle ware	TinyDB	· 센서 네트워크를 가상 분산데이터베이스로 간주 · SQL-like 질의 언어와 Semantic Routing Tree(SRT)를 지원 · 하이 레벨의 질의어제공 및 질의결과 공유	· TinyOS가 설치된 노드에서만 이용이 가능 · 기능 추가시 모든 노드가 보유하고 있는 질의어 처리기 모듈 수정 필요
	DSWare	· 실시간데이터 서비스를 유기적으로 통합하여 제공(DB방식) · 센서노드에 대한 동적 그룹 관리 방법 지원	· 센서 노드 하드웨어 이질성 극복기능과 모바일 센서 노드 관리기능 부족
In-network Middle ware	Impala	· 시스템이 동작하는 상태에서 갱신을 수행 · 바이너리 명령어를 수행할 수 있는 모바일 코드 기술 지원	· HP 제품에 의존적인 미들웨어 · 센서노드 하드웨어 호환성 미지원
	Agilla	· 모바일 에이전트 기반 · 한 센서 노드 내의 에이전트들은 동시 동작이 가능하여 여러 응용 계층의 요청 처리	· 에이전트 활동에 대한 인증, 감시 정책 부재 · Assembly와 비슷한 프로그래밍 모델로 인해 모듈의 유지보수가 난해

3) USN 미들웨어의 주요 기능

초기의 USN 미들웨어는 국방 및 환경 분야에 제한적인 USN 응용 서비스 시스템을 제공하였고 그 기능이 매우 단순하였으며 중요성 또한 그리 크지 않았다. 그러나 최근에 인간 친화적인 다양한 통합 서비스가 요구됨에 따라 USN의 적용분야가 폭넓어지고, 센서 노드 수의 증가와 USN 응용 시스템이 점차 복잡해지고 있으며, 종전과 달리 USN 미들웨어의 중요성이 급격히 증가되고 있음을 의미한다. USN 미들웨어의 주요 기능 및 내용을 아래 <표 2>에 정리해 놓았다.

<표 2> USN 미들웨어의 주요 기능 및 내용

기능	내용
1. 다양한 질의 유형 지원	· USN 응용 서비스를 위한 다양한 요구사항 만족을 위해 필요 · 질의 유형 : 실시간 데이터 요청 질의, 특별 조건 처리 질의, 연속 센싱 데이터를 요청, 센서 노드 위치 추적 질의
2. 메타 정보 관리	· 센서 네트워크 및 센서 노드에 관한 메타정보를 효율적으로 유지하고 USN 응용 서비스 시스템에

	계 제공 · 종류 : 시간 흐름에 독립적인 정적 메타정보(센서 네트워크 이름, 센싱 정보의 종류, 노드 위치 정보 등), 시간 흐름에 종속적인 동적 메타정보(센서 노드의 수, 센서 노드의 잔여 전력량, 센서 노드의 오류 유무 등)
3. 상황정보 생성 및 관리	· 수집된 센싱정보들을 과거에 저장된 정보들과의 비교 분석, 예측, 추론을 통해 새로운 상황정보를 생성하고 관리 · 과거 DB와 외부 DB의 연계 기능, 상황정보 생성 규칙 정의 및 처리 방법 지원 필요
4. QoS 보장	· 높은 신뢰도를 요구하는 USN 응용 서비스에 정확성과 실시간성을 갖춘 센싱정보 제공 · 우선 순위가 높은 질의를 효율적으로 수행하기 위한 방법 제공 필요
5. 이기종의 센서 네트워크 통합 지원	· 통합 센서 네트워크 시스템을 위해 센서노드 및 무선통신 방법에 독립적으로 USN 응용 서비스의 요구를 처리할 수 있도록 추상화 지원
6. 센서노드 미들웨어의 갱신	· 고사양의 센서노드 사용시 미들웨어 소프트웨어를 원격으로 갱신할 수 있는 기능 제공 · USN 서비스 요구사항과 주변 상황이 급격히 변화하는 환경에 효율성 제공
7. 센싱정보의 보안	· 센싱정보의 도청이나 조작을 방지하기 위해 필요 정보보호 기능 구현시 센서노드의 자원 점유 최소화 필요
8. 센서노드의 위치인식	· 모바일 센서노드 사용시 실시간 위치 파악 기능 필요 · 기존 위치가 되는 고정 싱크노드들을 이용한 실제 위치 파악 기능 제공 필요
9. 센싱정보 관리	· USN 응용 서비스가 요청한 질의에 응답하기 위해 센서노드로부터 지속적으로 센싱 정보 획득 · 센싱정보 저장 방식 : 로컬 스토리지 방식, 외장 스토리지 방식, 결합된 스토리지 방식

위의 표에서 볼 수 있듯이 USN 미들웨어의 기능은 매우 다양하고 복잡하며, 다양한 요구사항을 반영하고 있다. 또한 기본적인 정보의 생성과 관리에서부터 상황정보의 생성과 서비스의 질 확보 그리고 정보보안에 이르기까지 센서 네트워크 전 영역을 아우르고 있으므로 중요성이 매우 크다.

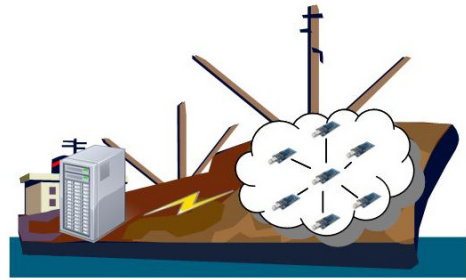
3. 선박USN 미들웨어 설계

홈네트워크와 자동차 분야에 이어, 조선 산업에도 USN 기술의 도입이 이루어지고 있다. 이에 따라 IT조선 기술의 융합체인 디지털 선박에 관한 관심이 급속도로 높아지고 있으며, 선박 내 USN 구축을 위해 서버 측 응용 프로그램과 센서 노드들을 중간에서 조절하고 관리할 미들웨어의 필요성이 대두되고 있다. 이러한 필요성에 의해 본 논문에서는 선박USN 미들웨어를 설계하고자 한다.

1) 선박USN 모니터링 시스템

선박USN 모니터링 시스템은 해상을 운항하는 선박의 안전을 위하여, 선박 내부에 USN망을 구축하고 센서 노드를 통해 주요 기관과 선실의 상태 정보를 획득하여, 이상 발생시 서버를 통해 사용자에게 알려주는 시스템이다.

아래의 (그림 3)은 선박USN 모니터링 시스템의 전체 구성도를 보여주고 있다.

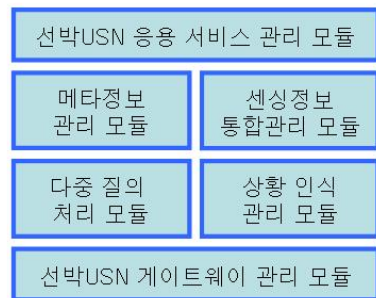


(그림 3) 선박USN 모니터링 시스템 전체 구성도

본 모니터링 시스템의 특징은 선박 환경의 고려와 데이터베이스를 이용한 지능형 상황 인식 시스템을 추구한다는 점이다. 선박은 운항시에 파도나 조류의 영향을 받기 때문에 홈네트워크나 다른 USN 모니터링 시스템과는 다른 요소인 선체의 진동과 선내외의 소음 문제를 고려해야 한다. 이 문제의 해결을 위해 온도나 습도 등의 기본적인 센서 이외에 굽힘 센서와 가속도 센서를 추가적으로 부착하여 센싱 정보를 취득하고, 모든 정보를 데이터베이스화 한다. 이를 통해 상황 정보를 생성하고, 이들을 복합적으로 고려하여 사건 발생 유무를 판단하도록 하는 지능화된 USN 응용 서비스를 제공하고자 한다.

2) 선박USN 미들웨어 설계

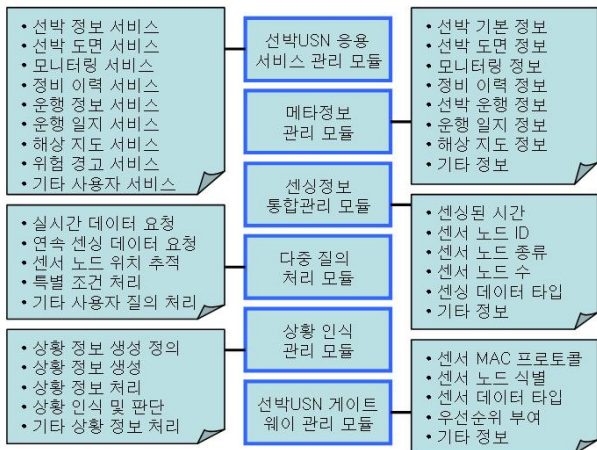
선박USN 모니터링 시스템을 위한 선박USN 미들웨어 구성도는 아래 (그림 4)와 같다.



(그림 4) 선박USN 미들웨어 구성도

본 논문에서 설계하는 선박USN 미들웨어는 Server-side 방식을 채택하고 있으며, 선박USN 응용 서비스 관리 모듈, 메타정보 관리 모듈, 센싱정보 통합관리 모듈, 다중 질의 처리 모듈, 상황 인식 관리 모듈, 선박USN 게이트웨이 관리 모듈로 구성된다.

선박USN 응용 서비스 관리 모듈은 사용자에게 선박의 기본정보나 상태 정보 그리고 이상 발생시 경고를 해주는 응용 서비스를 제공하는 역할을 한다. 메타정보 관리 모듈은 센서 네트워크 및 센서 노드에 관한 메타정보를 효율적으로 유지하고 USN 응용 서비스 시스템에게 제공하는 역할을 한다. 센싱정보 통합관리 모듈은 지속적으로 상이한 종류의 센서로부터 센싱데이터를 전송받아 저장하고 관리하며 필요시 USN 응용 서비스 시스템에게 제공한다, 다중 질의 처리 모듈은 사용자가 요구하는 실시간 데이터 요청 질의, 특별 조건 처리 질의, 연속 센싱 데이터를 요청, 센서 노드 위치 추적 질의 같은 다양한 질의를 처리하여 요구사항을 만족시키는 역할을 한다. 상황 인식 관리 모듈은 데이터베이스화된 과거의 데이터의 비교, 분석, 추론, 예측을 통한 상황 정보의 생성과 생성 규칙을 정의하고 처리하는 지능화된 서비스를 제공자 역할을 한다. 선박USN 게이트웨이 관리 모듈은 다양한 센서 노드로부터 전송된 데이터를 효과적으로 취득하여 서버에게 제공하는 역할을 한다. 또한 아래 (그림 5)는 각 모듈별로 포함하는 데이터 종류를 나타낸다.



(그림 5) 선박USN 미들웨어 모듈별 데이터 종류

특히 본 미들웨어는 상황 인식 관리 모듈과 선박USN 게이트웨이 관리 모듈을 차별화 하고자 한다. 상황인식 모듈에서는 데이터베이스화된 과거의 데이터를 토대로 상황 정보를 생성하여 이벤트 기반의 센서 네트워크로부터 취득된 데이터의 진위 여부를 파악한다. 이를 통해, 일시적인 오류나 데이터 전송 상의 문제로 인해 발생할 수 있는 허위 정보를 구별하여, 불필요한 데이터 전송으로 인한 손실을 예방한다. 선박USN 게이트웨이 관리 모듈에서는 상황인식 센서 MAC 프로토콜을 탑재해 상황인식 관리 모듈의 판단을 근거로 에너지 효율적인 매체의 접근을 통제 및 관리한다.

4. 결론 및 향후연구

본 논문에서는 선박USN 모니터링 시스템을 위한 선박USN 미들웨어를 설계하였다. 선박USN 미들웨어를 설계하기 위해, USN 미들웨어 개념과 종류, 주요 기능 그리고 기존 USN 미들웨어의 특징을 분석하였다. 또한 USN 미들웨어의 요구사항을 분석하여 디지털 선박이라는 USN 구축환경에서 선박을 모니터링하여 안전운항을 돕는 모니터링 시스템을 구성하고, 이에 필요한 선박USN 미들웨어를 구성하고 각 모듈별로 필요한 데이터를 정의하였다. 설계한 USN 미들웨어는 Server-side 타입으로서, 서버 상에 설치되어 센서 노드와 서버의 중간에 위치하여 상호연동 및 관리 역할을 수행한다.

특히 데이터베이스를 이용한 상황인식을 통해 이벤트 기반의 서비스시에 데이터의 진위 여부를 판별하고 게이트웨이 측의 상황인식 센서 MAC 프로토콜과 연동되어 거짓된 정보에 의한 데이터 전송에 따른 낭비를 예방하고 에너지 효율을 높여 차별화된 특성을 갖는다. 향후에는 본 선박USN 미들웨어를 구현하여 임베디드 보드에 탑재하여 궁극적인 목적인 선박USN 모니터링 시스템 테스트베드를 구축할 것이다.

Acknowledgement

1. 본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과입니다[2차년도 사업].
2. "본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음" (C1090-0902-0010)

참고문헌

- [1] 김민수, 이용준, 박종현, "USN 미들웨어 기술개발 동향", 전자통신동향분석, 제22권, 제3호, 2007. 6.
- [2] 김영만, 한재일, "센서 미들웨어 기술", 정보과학회지, 제25권, 제12호, 2007. 12.
- [3] 김의창, "A Study of the Middleware System for the Construction of u-Healthcare System", 디지털정책연구, 제6권, 제3호, 2008. 9.
- [4] 배인한, "유비쿼터스 컴퓨팅에서 상황인식 에이전트를 위한 미들웨어", 한국인터넷정보학회, 제9권, 제1호, 2008. 3.
- [5] 장정아, 최정단, 장병태, "USN 기반 텔레메틱스 서비스 및 기술개발 동향", 전자통신동향분석, 제22권, 제3호, 2007. 6.