

논문 2011-48CI-4-2

# 전장감시 센서네트워크시스템을 위한 온톨로지 기반 상황인식 프레임워크

( Ontology-based Context-aware Framework for Battlefield Surveillance  
Sensor Network System )

손 호 선\*, 박 성 승\*, 전 서 인\*, 류 근 호\*\*

( Ho Sun Shon, Seong Seung Park, Seo In Jeon, and Keun Ho Ryu )

## 요 약

미래 전쟁의 양상은 네트워크 중심전(network-centric warfare) 및 효과중심 작전(effects-based operations)으로 변화하고 있다. 전장에서 적을 먼저 발견하고 타격하기 위해서는 실시간 표적획득 및 첩보수집, 정확한 상황판단과 적시적인 지휘결심이 필요하다. 첨단 센서기술과 무선네트워크의 급속한 발전으로 인하여 전장감시의 운영개념에도 큰 변화가 요구된다. 특히, 자동화된 정보수집 자산이 부족한 지상군에게 있어서 전장감시 센서네트워크시스템의 도입은 필수 과제이다. 따라서 이 논문에서는 지상군 작전에서 적의 조기 발견과 전장가시화에 필요한 전장감시 센서네트워크시스템 구축을 위한 온톨로지 기반 상황인식 프레임워크를 제안한다. 제안한 온톨로지 기반 상황인식 프레임워크의 성능을 상황정보시스템의 평가방법을 적용하여 기존 시스템과 비교 분석한 결과 양호하게 평가되었으며, 장비협업도를 활용한 구조적 평가방법으로도 만족한 결과를 입증하였다. 온톨로지 기반 상황인식 프레임워크는 확장성과 재사용성의 측면에서 매우 장점이 많은 방식으로서, 향후 지상군 감시정찰체계에 폭 넓게 확대 적용할 수 있다. 또한, 온톨로지로 인한 데이터 량의 증가, 집중화로 인한 네트워크 대역폭 제한 및 처리시간 증가 문제들은 제대별 임무와 특성에 맞게 커스터마이징하거나, 차세대 통신 인프라의 구축으로 인하여 지능형 감시정찰 서비스를 촉진시키게 되므로 지상군의 정보능력 확충에 크게 기여할 것으로 기대된다.

## Abstract

Future warfare paradigm is changing to network-centric warfare and effects-based operations. In order to find first and strike the enemy in the battlefield, friendly unit requires real-time target acquisition, intelligence collection, accurate situation assessment, and timely decision. The rapid development in advanced sensor technology and wireless networks requires a significant change in operational concepts of the battlefield surveillance. In particular, the introduction of a battlefield surveillance sensor network system is a big challenge to the ground forces which have lack of automated information collection assets. Therefore this paper proposes an ontology-based context-aware framework for the battlefield surveillance sensor network system which is needed for early finding the enemy and visualizing the battlefield in the ground force operations. Compared with the performance of existing systems, the one of the proposed framework has shown highly positive results by applying the context systems evaluation method. The framework has also proven to be satisfactory by the structured evaluation method using device collaboration. Since the proposed ontology-based context-aware framework has a lot of advantages in terms of scalability and reusability, the ground force's reconnaissance and surveillance system can be widely applied to expand in the future. And, ontology-based model has some weak points such as ontology data size, processing time, and limitation of network bandwidth. However, these problems can be resolved by customizing properly to fit the mission and characteristics of the unit. Moreover, development of the next-generation communication infrastructure can expedite the intelligent surveillance and reconnaissance service and may be expected to contribute greatly to expanding the information capacity.

**Keywords :** 전장감시 센서네트워크, 상황인식 프레임워크, 상황정보시스템, 온톨로지모델

\* 정회원, \*\* 정회원-교신저자, 충북대학교 소프트웨어학과 및 컴퓨터정보통신연구소  
(Department of Software, Chungbuk National University),

※ 이 논문은 2011년 교육과학기술부로부터 지원받아 수행된 연구임(지역거점연구단육성사업 / 충북BIT연구중심대학사업단 및 한국연구 No. 2011-0001044)

접수일자: 2011년3월20일, 수정완료일: 2011년7월5일

## I. 서론

미래 전쟁은 과거의 재래식 전쟁과는 판이하게 변화된 환경 속에서 새로운 전투형태와 방법으로 전개될 것이다. 특히, 첨단 과학기술의 급속한 발전은 전장에서 싸우는 방법을 변화시키는 주요 요인이라고 할 수 있다. 최근 센서 기술과 무선네트워크의 발전은 빠른 속도로 진행되고 있다. 민간에서는 해수 수질관리, 환경오염 및 산불 예방 등 위험하거나 접근이 어려운 곳에 적용하여 활용 범위를 확대하고, 인력과 비용 절감 등 높은 효과를 보이고 있다. 우리 군도 병력자원 감소에 대비한 경계공백 해소와 정보능력 보강을 위해서 감시정찰 센서네트워크의 적용을 위한 연구가 진행되고 있다<sup>[1]</sup>. 특히, 전장에서 적을 먼저 발견하고 타격하기 위해서는 실시간 표적 획득 및 첩보수집과 정확한 상황판단 및 적시적인 지휘결심이 요구되기 때문에 우수한 정보수집 자산이 부족한 사·여단급 부대를 대상으로 감시정찰 센서네트워크 시스템을 구축하는 것은 필수적인 과제이다. 그동안 지상군의 감시정찰 시스템은 계층적 지휘관계, 복잡한 지형 및 통신의 애로, 감시 수단 및 병력의 제한, 작전형태별 감시방법의 다양성, 야간 감시능력의 제한과 피아식별 곤란 등 여러 가지 어려움으로 인하여, 단순하게 센서네트워크의 도입이나 특정한 범위에 한정되는 상황인식기법을 적용하는 것이 곤란하였다. 그러나 최근 각종 센서의 감지 및 처리기술, 무선통신 능력, 상황정보 모델링기법의 발전으로 인해 전장 감시분야에도 센서네트워크기반의 상황인식서비스 개발이 가능한 상태이다.

이 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 전장감시의 다양하고 복잡한 상황을 서술적으로 표현하는데 적합한 온톨로지 기반 상황인식 모델을 적용하여 상황인식 서비스를 개발한다. 그리고 단순 사실 및 규칙과 같은 상황표현에 대해서는 형식성에서 유리한 논리기반 모델을 접목하여 표현의 효율성을 제공하고자 한다. 따라서 이 논문에서는 제안한 모델의 프로토타입 구현을 통해, 센서로부터 원시정보를 수집 및 저장하고, 상황정보를 적절히 가공하여 대안을 제시하고, 서비스를 제공하게 함으로써, 지상군 전투부대의 전장감시 자동화를 위한 연구에 기여할 수 있다.

## II. 관련 연구

Strang의 연구<sup>[24]</sup>는 상황정보 모델링의 요구사항으로서 분산된 구성, 부분 검증, 표현 능력, 형식성, 적용성, 불완전성 및 모호성 지원 등 6개 요소를 제시하였다. 최근의 상황정보 모델링 추세는 상황정보의 공유 및 추론, 그리고 계층 개념을 제공함으로써 재사용성을 지원하는 온톨로지 모델이 점차 증가하고 있다. 그러나 모든 상황을 온톨로지로 표현할 수 없기 때문에 다른 모델링 기법과 혼합하여 사용함으로써 효율적인 상황 표현이 가능하다.

### 1. 상황정보 컴퓨팅

Dey와 Abowd<sup>[5]</sup>는 상황정보의 정의를 형식화, 일반화시켰으며 현재까지 상황인식 응용에서 널리 통용되고 있다. “실세계에 존재하는 실체인 인간, 장소, 사람과 서비스 간의 상호작용의 상태를 특징화하여 정의한 정보를 상황정보”라고 정의하였다. 또한 상황인식을 처리하기 위한 기술로는 상황정보 수집 기술, 추상화를 위한 기술 그리고 상황 해석 및 추론 기술 등 세 가지 기술 요소를 필요로 한다<sup>[5, 14]</sup>.

특정상황에 맞게 개발된 상황인식시스템은 다른 상황에 적용하기 위한 확장성과 유연성을 제공하기 어렵다. 따라서 새로운 상황인식서비스를 개발하려면 새로운 시나리오를 찾아내고 구축하는데 추가적인 비용과 노력이 요구된다. 이를 해결할 수 있도록 상황인식서비스를 일반화시킨 프레임워크가 등장하였고, 상황정보의 표현기술로서 상황정보 모델들이 제안되었다.

다음은 기존 연구의 프레임워크와 상황정보 모델들을 소개한다.

### 가. 상황인식 프레임워크

#### (1) GAIA 프레임워크

Illinois대학의 GAIA 프로젝트<sup>[6]</sup>는 사용자중심 환경을 위한 미들웨어 구조로 개발되었으며, 사용자 활동영역을 액티브공간으로 정의하였다. 물리적 공간에 존재하는 자원 또는 장치들의 상태를 질의하고 이용할 목적과 동시에 상황정보에 접근하고 사용할 목적으로 서비스들을 외부에 노출한다. 그림 1의 GAIA는 커널, 응용프레임워크, QoS 서비스, 응용서비스 등 4개의 빌딩블록으로 구성된다.

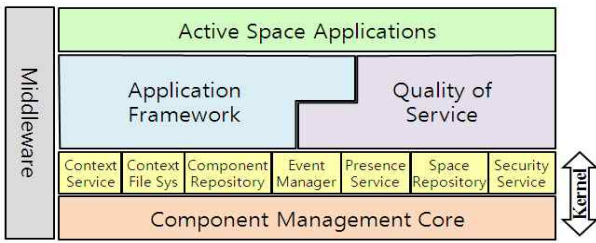


그림 1. GAIA 프레임워크  
Fig. 1. GAIA framework.

(2) CoBrA 프레임워크

CoBrA(context broker architecture)는 스마트 공간에서 에이전트를 기반으로 상황인식서비스를 제공하는 프레임워크이다<sup>[8, 15]</sup>. 그림 2에서 상황정보 브로커가 아키텍처의 중심에 존재하여 서로 다른 에이전트로부터 상황정보 획득을 도와주고, 상황정보모델을 관리유지하며, 에이전트들 간의 지식공유를 도와준다. 상황정보 브로커는 다시 지식베이스, 추론엔진, 획득모듈, 보안 관리모듈로 구성되어 역할을 분담한다.

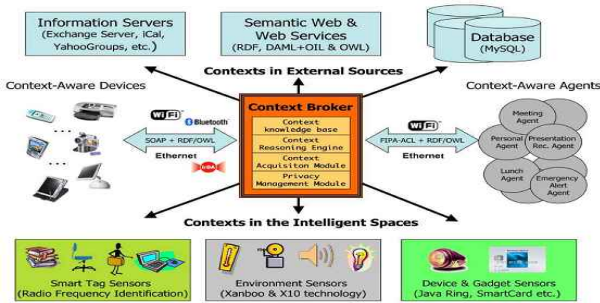


그림 2. CoBrA 프레임워크  
Fig. 2. CoBrA framework.

나. 상황정보 모델

상황인식서비스 제공을 위해서는 개발된 프레임워크 상에서 특정 상황에 적절한 모델링을 통해 서비스를 개발하게 된다. 이러한 상황정보 모델은 물리적 환경에서 각 객체에 대한 상황정보를 표현하는 방법이라고 할 수 있는데, Strang과 Linnhoff-Popien의 연구<sup>[10]</sup>에서 키-값 모델, 마크업 모델, 그래프 모델, 객체지향 모델, 논리기반 모델, 온톨로지 모델의 6가지 모델로 분류하였다. 이들 모델 중 온톨로지 모델에 대해 살펴보면 다음과 같다.

(1) 온톨로지 모델

온톨로지는 특정 개념에 대한 의미와 개념간의 관계를 이용하여 상황정보를 표현할 수 있다. “개념화의 명

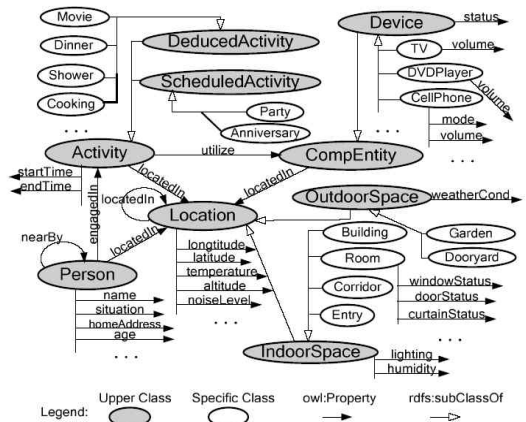


그림 3. Home 환경 온톨로지 예  
Fig. 3. Example of ontology in home environment.

시적이고 형식적인 명세<sup>[16]</sup>로서 초기 인공지능 분야에서 지식의 공유와 재사용을 위한 목적으로 연구되다가 전문 주제영역별로 확장되어 다양한 온톨로지가 개발되고 있다.

온톨로지의 구성요소는 개념(concept), 관계(relation), 개념의 계층(concept hierarchy), 개념과 개념의 연결로서 함수(function), 공리(axiom)의 다섯 가지가 있다. 개념의 계층구조를 나타내는 텍소노미나 용어관계를 나타내는 시소러스와 다른 점은 공리를 통해 온톨로지 관련 추론이 가능하다<sup>[17]</sup>. 온톨로지 관련 틀은 그 목적에 따라 종류가 다양한데, 온톨로지를 편집하고 반자동 방식으로 생성하는 대표적인 툴로서 Protégé<sup>[18]</sup>를 들 수 있다. Stanford 대학에서 개발한 Protégé는 OKBC(open knowledge base connectivity) 지식 모델<sup>[19]</sup>에 따른 프레임 기반의 온톨로지 편집 기능과 시맨틱 웹을 위한 온톨로지 언어인 OWL을 이용한 편집 기능을 모두 제공하고 있다. OKBC 모델에서 온톨로지는 대상 분야의 독특한 개념을 계층화한 클래스, 클래스의 속성과 관계를 나타내는 슬롯, 각 클래스에 속하는 사례, 각 속성들에 대한 값으로 구성되어 있다. SOCAM에서는 OWL을 이용하여 상황정보를 모델링하였고, 상황정보를 다양하게 표현하기 위해 여러 가지 도메인 온톨로지(Home, Office, Vehicle)를 정의하였다. 그림 3은 SOCAM에서의 Home 환경 온톨로지의 예이다.

III. 전장감시 상황인식 프레임워크와 온톨로지 기반 상황인식 시스템

1. 전장감시 상황인식 프레임워크

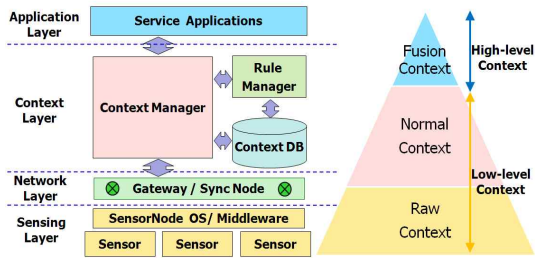


그림 4. 전장감시 상황인식 프레임워크  
Fig. 4. Battlefield surveillance context-aware framework.

상황정보는 하위수준 상황정보와 상위수준 상황정보로 구분하며, 하위수준 상황정보는 원시 상황정보와 정상 상황정보로 구분한다. 원시 상황정보는 센서들이나 컴퓨팅장치들로부터 직접 수집되는 데이터이며, 정상 상황정보는 서비스가 요구하는 데이터 구조를 갖도록 정규화된 데이터이다.

이러한 상황정보를 취급하기 위한 4-계층 상황인식 프레임워크를 그림 4와 같이 제안하며, 상황정보를 획득, 분류, 취급, 저장 및 수준별 서비스 제공을 담당한다. 전장감시 상황인식 프레임워크는 센싱 계층, 네트워크 계층, 컨텍스트 계층, 애플리케이션 계층의 4개 계층으로 구성된다. 이는 다양한 전장감시 상황에서 복잡한 작전형태, 지형, 센서배치와 통제구조를 고려할 때 융통성과 확장성을 제공할 수 있도록 일반화된 구조를 제시하였다. 센싱 계층은 센서 및 센서노드로 구성되어 센서필드를 운용하며 원시 데이터를 감지하여 네트워크 계층에 위치한 싱크노드로 전송한다. 네트워크 계층은 싱크노드 및 게이트웨이로 구성되어 센서네트워크로부터 군 전송통신망으로 데이터를 전송하여 태스크매니저(또는 상황인식 시스템)로 전송한다. 컨텍스트 계층은 원시데이터를 이용하여 정상 상황정보로 가공, 저장, 검색하고 규칙을 등록 및 활용한다. 애플리케이션 계층은 특정 상황정보에 대한 요구에 반응하는 서비스를 제공하기 위해 상위수준 상황정보를 생성 및 추론하여 서비스를 제공한다.

2. 온톨로지 기반 상황인식 시스템

지상군의 재래식 감시정찰수단을 대체하기 위해 앞에서 제시한 전장감시 상황인식 프레임워크를 기초로 감시정찰 시나리오를 적용한 온톨로지 기반의 상황정보 모델을 설계하고 S-R 상황인식 시스템을 제안한다.

감시 및 정찰활동은 적의 동태를 파악하고 아군의 전투력을 보장하기 위해 가용한 센서와 수단을 이용한 정

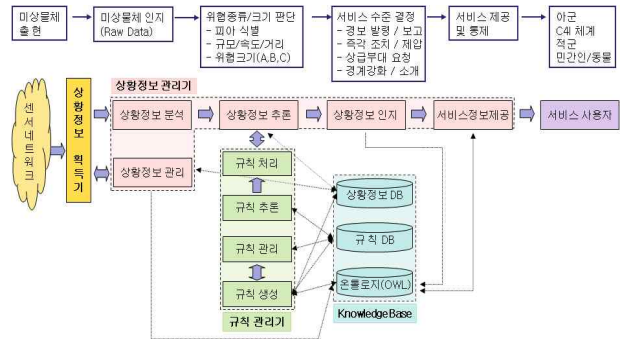


그림 5. 감시정찰 상황인식 시나리오  
Fig. 5. Context-aware scenario of reconnaissance and surveillance.

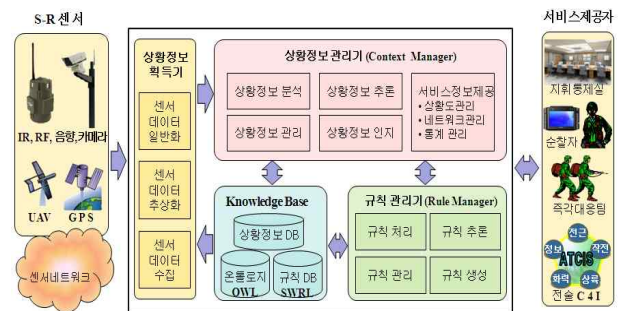


그림 6. S-R 상황인식 시스템의 구조  
Fig. 6. Structure of S-R context-aware system.

보활동으로서 전장의 주도권을 확보하기 위한 노력이다. 즉, 적의 의도를 미리 파악하여 대처함으로써 작은 노력으로 적의 공격 기도를 봉쇄하고, 유리한 상황으로 전환시킬 수 있는 중요한 활동이다. 이러한 감시정찰(S-R) 상황인식 서비스 시나리오를 그림 5와 같이 표현하였다.

S-R 상황인식 서비스는 감시대상 구역 내 설치된 센서필드에서 미상물체가 출현했을 때, 이를 신속하게 인지하고, 위협의 종류와 크기를 판단하여, 비상 발령 및 즉각 조치 등 서비스 수준을 결정하여 제공하게 하고, 현재의 상황을 추론하고, 관련부대에 전파하여 대응조치 및 피해 최소화 목표를 두고 있다. 전장에서 감시정찰을 위한 센서네트워크 기반의 S-R 상황인식시스템의 구조는 아래 그림 6과 같이 상황정보 획득기(context acquirer), 지식베이스(knowledge base), 규칙 관리기(rule manager), 상황정보 관리기(context manager) 등으로 구성된다. 센서 네트워크로부터 인터페이스를 통해 전달되는 각종 원시데이터는 상황 획득기에서 추상화와 일반화 과정을 거쳐 지식 베이스의 상황정보 데이터베이스에 저장된다. 그리고 상황을 판단하고 서비스 정보를 제공하기 위한 상황 정보 관리기에

서는 규칙 관리 및 처리를 통해 상황을 분석하고 추론하여 상황을 인지한다. 또한 지식 베이스를 활용하여 서비스 제공을 위한 상황 정보를 정리하여 서비스 사용자에게 전달한다.

이 논문에서는 상황에 대한 규칙과 서비스 정보를 다음과 같이 정의하고 규칙과 서비스에 대한 상황정보를 표현한다.

**【정의 3.1】** 상황에 대한 규칙

상황에 대한 규칙 Rule은 아래와 같이 정의한다.

Rule = {RuleID, RuleName, Condition, ServiceName, Explanation}

**【정의 3.2】** 상황에 대한 서비스

상황에 대한 서비스 Service는 아래와 같이 정의한다.

Service = {ServiceID, ServiceName, ServiceExecInfo, Explanation}

상황정의 정보는 상황정보유형(ContextType)으로 검색할 수 있어야 한다. 전장감시(S-R) 상황에 대한 정의는 아래 표 1과 같다.

표 1. 정의된 상황정보유형과 상황정보  
Table 1. Defined ContextType and context information.

상황정보유형	상황 값	상황정보	상황정보유	상황 값	상황정보
Location	A~E지역 (케이트레이)	A~E지역	Device	speaker	SPEAKER
InfraRed	10카이저 이상	HIGH		bell	BELL
	10카이저 이하	LOW		monitor	MONITOR
Magnetic	20gauce이상	HIGH		PDA	PDA
	10gauce이상	MEDIUM	friendly	아군인원 아군장비	
Acoustic	10gauce이하	LOW	Object	unknown	적 인원 적 장비, 민간인, 동물
	20dB이상	NOISY		User	friend unit
	10~20dB	MEDIUM	sub unit		A, B, C대대
Vibration	10dB이하	SILENT	manager	관리자	
	10dB이상	HIGH	moniter system	SENSOR MONITOR	
RF-tag	true	Friendly			
	false	Unknown			

**IV. S-R 상황인식 프레임워크의 제안 알고리즘**

**1. S-R 상황정보 모델 설계**

상황정보의 정의 및 표현과 상황인지를 위한 사건정의 방법을 적용하여 상황정보 표현 모델을 설계하였다. S-R 상황정보 관리시스템은 상황정보 획득, 상황 해석, 서비스 제공, 상황정보 관리, 규칙정보 관리, 서비스정

**표 2. 센서데이터 구조**

Table 2. Sensor data structure.

LocationId	Time	SensorType	SensorValue
지역 번호	시간	센서유형	센서 값

보 관리, 제공 서비스정보 관리 기능으로 구성된다.

상황정보 획득 기능은 다양한 센서노드로부터 전송되는 원시 데이터는 방대한 량이 지속적으로 발생하기 때문에 실제 운용간에 최적화시켜야 할 필요성이 발생한다. 따라서 관리자가 데이터 전송의 시간간격을 설정할 수 있어야 하며, 별도로 시간간격을 설정하지 않을 경우에 기본 값은 센서관리시스템의 라우팅 시간간격을 따르게 한다. 센서관리시스템은 센서데이터를 전송하며, 표 2의 센서 데이터 구조를 갖는다. 전송된 센서의 원시데이터들은 location 별로 통합한 후, 상황정보 정의에 따라 분류하여 임시 상황정보로 생성한다. 생성된 임시 상황정보는 상황정보 구조의 상황정보 유형에 따라 지역별 센서데이터를 임시 상황정보로 저장한다.

상황 해석 기능은 획득한 상황정보를 개념정보를 이용하여 해석한다. 기존에 생성하여 등록된 규칙 정보와 상황정의 정보, 서비스정보를 이용하여 획득한 상황정보를 만족하는 규칙과 서비스를 생성한다. 생성된 상황정보는 임시 상황정보에 저장하고, 완성된 상황정보는 영구적으로 저장한다. 서비스 기능은 상황 해석 기능에서 생성된 서비스는 해당하는 서비스 실행정보를 이용하여 현재 상황에 적절한 서비스를 제공하기 위해 서비스를 실행한다. 상황정보 관리 기능은 등록, 수정, 조회, 삭제할 수 있도록 한다. 상황정의 정보 구조는 아래 표 3과 같이 표현한다.

S-R 상황인식 시스템은 상황정보획득, 서비스제공, 상황정보 관리, 규칙정보 관리, 서비스정보관리, 제공 서비스 정보 관리 기능으로 구성된다. 이 논문에서 S-R 상황인식 시스템을 위해 제안된 알고리즘은 센서데이터 수집 알고리즘과 센서로부터 수집된 상황값의 특징을 이용하여 규칙을 찾아내는 알고리즘 그리고 상황정보 등록 알고리즘을 제안 한다.

먼저 센서 데이터 수집 알고리즘은 다음 표 4와 같이

**표 3. 상황정의 정보 구조**

Table 3. Context definition information structure.

ContextId	ContextType	ContextValue	ContextInfo	Explanation
상황번호	상황정보유형	상황 값	상황정보	설 명



표 4. 센서 데이터 수집 알고리즘

Table 4. Sensor data collection algorithm.

```

Function SensorThread
Input : Null ;
Output : Null ;
Begin
    // 서버 연결, socket은 전역변수
    사용자 인증(id, pswd) ;
    // recvData는 접수된 데이터, [ ]안은 임의의 값
    socket.Receive(Recvdata,MAX_MSG,0);
    while(recvData를 모두 읽을 때까지){
        get recvData;
        deviceId ← recvData[deviceNo] // 센서노드 번호 추출
        sensorType ← recvData[STypeNo]; // 센서 종류 추출
        sensorData ← recvData[SDataNo]; // 센서 값 추출

        switch(sensorType){ // 센서 값 → 감지된 상황정보로 변환
        case 1: // 적외선 센서
            SaPIR ← compare(sensorData * 10); //PIR상황값계산
            break;
        case 2: // CW 레이더 센서
            SbRadar ← sensorData / 0.29;
            //CW radar 상황값 산출(meter)
            break;
        }
        sensorvalue[ ] ← 특정 노드정보를 종합하여 array를 구성
        if(특정 노드정보가 종합되면)
            OnAwareness(sensorvalue[ ]);
            // 상황 판단을 위한 규칙 체크
        } // while
    End
    
```

센서노드로부터 들어오는 데이터를 접수하여, 노드 정보 및 센서 종류, 센서 값으로 분류하고, 각 센서마다 특정한 수식을 거쳐, 측정값을 계산한다. 계산된 값은 상황규칙을 체크할 때 사용된다.

또한 S-R 상황인식 시스템의 가상공간 설계를 위해 상황정보들을 OWL 온톨로지 언어로 표현하였고, 상황 정보는 클래스, 객체, 속성의 값으로 나타내었다. 객체는 감시정찰 대상이 되는 피아 장비 및 병력, 부대, 장소, 서비스 등이 될 수 있으며, 속성은 객체들 간의 관계이다. 객체와 속성 사이에는 방향이 표시된 화살표로 의미 있는 명칭과 함께 병기한다. 여기서는 감시정찰 네트워크에서 중요한 감시 센서로부터 획득된 상황정보 중심으로 부대 및 서비스가 관심대상 공간으로 정의되었다. OWL 온톨로지를 구축하기에 앞서 그림 7과 같이 S-R 상황인식 가상공간을 모델링하고 설계하여 다

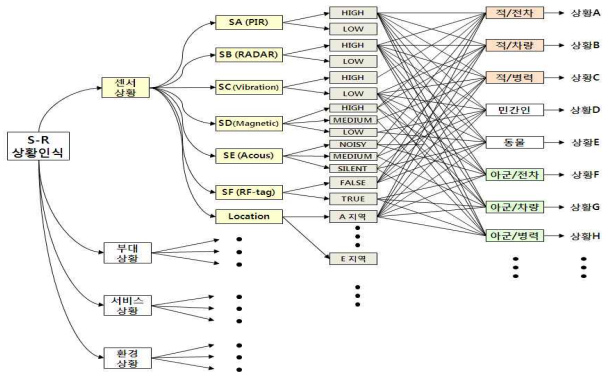


그림 7. S-R 상황인식 가상공간 모델  
Fig. 7. S-R virtual space model of context-aware.

표 5. S-R 상황인식시스템의 상황정보 생성 규칙

Table 5. Context information generative rule of S-R context-aware system.

```

If (Location = A) then // A지역 탐지
if ( SaPIR = HIGH) and (SbRadar = HIGH) and (ScVib = HIGH) and (SdMag = HIGH) and (SeAcous = NOISY) and (SfRF-tag = False) then
    OBJECT(Enemy,Tank) → 상황A
if ( SaPIR = HIGH) and (SbRadar = HIGH) and (ScVib = LOW) and (SdMag = HIGH) and (SeAcous = MEDIUM) and (SfRF-tag = False) then
    OBJECT(Enemy,Vehicle) → 상황B
if ( SaPIR = HIGH) and (SbRadar = HIGH) and (ScVib = LOW) and (SdMag = MEDIUM) and (SeAcous = SILENT) and (SfRF-tag = False) then
    OBJECT (Enemy, Personnel) → 상황C
if ( SaPIR = HIGH) and (SbRadar = HIGH) and (ScVib = LOW) and (SdMag = LOW) and (SeAcous = SILENT) and (SfRF-tag = False) then
    OBJECT (Civilian, Personnel) → 상황D
if ( SaPIR = HIGH) and (SbRadar = HIGH) and (ScVib = LOW) and (SdMag = LOW) and (SeAcous = MEDIUM) and (SfRF-tag = False) then
    OBJECT (Animal, Body) → 상황E
if ( SaPIR = HIGH) and (SbRadar = HIGH) and (ScVib = HIGH) and (SdMag = HIGH) and (SeAcous = NOISY) and (SfRF-tag = True) then
    OBJECT (Friendly, Tank) → 상황F
if ( SaPIR = HIGH) and (SbRadar = HIGH) and (ScVib = LOW) and (SdMag = HIGH) and (SeAcous = MEDIUM) and (SfRF-tag = False) then
    OBJECT (Friendly, Vehicle) → 상황G
if ( SaPIR = HIGH) and (SbRadar = HIGH) and (ScVib = LOW) and (SdMag = MEDIUM) and (SeAcous = SILENT) and (SfRF-tag = False) then
    OBJECT (Friendly, Personnel) → 상황H
endif
else if (Location = B) then // B지역 탐지
endif
. . . // C지역 탐지
. . . // D지역 탐지
else if (Location = E) then // E지역 탐지
. . .
endif
    
```

표 6. 상황정보 규칙 등록 알고리즘

Table 6. Context information registration rules algorithm.

```

Function ContextRegistration
Input : NodeId : 노드 번호, MsgType : 경보 메시지 종류,
        InfraRedMin : 적외선 최소값, InfraRedMax : 적외선 최대값,
        MagneticMin : 자기 최소값, MagneticMax : 자기 최대값,
        AcousticMin : 음향 최소값, AcousticMax : 음향 최대값,
        VibrateMin : 진동 최소값, VibrateMax : 진동 최대값,
        RadarMin : 레이더 최소값, RadarMax : 레이더 최대값,
        RF-tag : 피아식별자값, Summary : 상황 요약,
        ContextMsg : 상황정보메세지, CopeMsg : 행동질자 메시지,

Output : Null;
Begin
    ConnectDB(); // 데이터베이스 연결
    ruleCount ← 상황정보에 해당하는 규칙숫자 카운트;
    ConextDesc ← 상황 정보 설명;
    // 상황 정보를 데이터베이스(ContextRule table)에 저장
    InsertDB(contextrule, MsgType, ContextMsg, CopeMsg,
            ruleCount, NodeId, Summary, ConextDesc);
    ruleNo ← 상황 정보에 해당하는 규칙 번호;
    while(ruleCount>0){
        RuleDesc ← 상황정보 규칙 설명;
        SType ← 규칙에 해당하는 센서 타입; CId ← 규칙의 조건 번호;
        // 여러 센서 중, 규칙 조건에 해당하는 센서 최대, 최소값 추출
        SensorMin ← 센서 최소값, SensorMax ← 센서 최대값;
        // 상황정보 규칙을 데이터베이스(RuleCondition table)에 저장
        InsertDB(ruleNo, SType, SensorMin, SensorMax, CId, RuleDesc);
        ruleCount--;
    } // while
    End
    
```

양한 센서들로부터 감시정찰 임무에 맞게 적절한 상황을 정의하고, 표 1에서 정의한 상황값을 적용하여 감시 대상 객체를 구분하도록 하였다.

다음은 S-R 상황정보를 저장 및 활용하기 위해 감시정찰 구역에 설치된 센서로부터 수집된 상황 값의 특징을 이용하여 규칙을 찾아내고, 표 5와 같이 표현하였다. 규칙은 지역별 객체유형에 따른 상황정보가 생성될 수 있다. 표 6은 특정상황에 대한 규칙을 신규로 등록하는 경우에 적용하는 알고리즘으로 특정상황에서 센서노드

로부터 각각의 센서종류에 따른 값의 범위, 그리고 그에 대한 메시지를 등록하는 규칙을 신규 등록 할 수 있다. 규칙등록 알고리즘은 노드번호, 경보메시지 종류 및 각 센서의 최대, 최소값 그리고, 상황요약, 상황정보 메세지, 행동절차 메세지를 입력받아, 이를 데이터베이스에 상황정보 저장을 위한 ContextRule과 규칙정보 저장을 위한 RuleCondition 테이블에 저장한다. 이렇게 표 5의 상황정보 생성규칙이나 또는 표 6의 규칙등록 알고리즘에 근거하여 센서노드가 수집한 원시 상황정보를 추론하고 인식하게 된다. 인식된 상황에 맞게 분류된 결과에 따라 적절한 서비스(메세지)를 제공하거나, CAI 시스템에 전달할 수 있다.

### V. S-R 상황인식 시스템 구현결과 및 평가

#### 1. 실험 시나리오

전장감시 상황인식 시나리오는 아래와 같이 구성하였다. 먼저, 작전 형태는 방어 작전 시 아군지휘소/예비대 경계를 위한 후방지역작전을 대상으로 센서 필드를 설치 운영하고 감시구역을 5개 구역(A-E)으로 구분하여 상황인식을 실험하였다.

다음은 구체화된 상황인식과 서비스 적용을 위해 지상군 부대의 방어임무 수행을 기준으로 실험하고, 실험 목적상 아군은 RF-tag를 부착한 장비 및 인원으로 운영하고, 적군과 민간인, 동물은 RF-tag 미부착한 경우로서, 전투장비를 소지한 인원, 전투차량 및 장비를 적으로 구분하고, 비무장인 경우는 민간인과 동물의 경우를 감지대상 객체로 포함한다. 마지막으로 수집된 센서 정보로부터 감지된 객체의 상황유형을 판단하고 분석하여 요약된 결과를 제공하고 이에 따른 서비스를 제공한다. 상황정보 관리를 위해 규칙들을 등록하고 추론기능을 제공한다. 감지된 센서정보들로부터 등록된 상황규칙과 함께 판단하여 적절한 서비스 메시지를 제공한다.

#### 2. 실험 시스템 구성

실험은 2008년도에 수개월 동안 임의 지역에서 가상의 후방지휘소를 감시하는 시나리오를 설정하여 진행하였다. 이를 위한 시스템 환경은 표 7과 같으며, S-R 상황인식 실험환경 요도는 그림 8과 같이 구성하였다.

센서노드는 적외선(KUBE사 C172), 음향(IEA사 F6027AP), CW레이다 센서(Microwave Solutions사 MDU1750)를 장착하였고, 프로세서와 무선장치는

표 7. S-R 상황인식 시스템 개발 환경

Table 7. Development environment of context-aware system.

구분	개발 환경 및 사양
센서 노드	복합센서 199개 (적외선, 음향, 레이더) 배치 * 아군 인원/장비 : RF-tag 부착
네트워크	싱크노드(ZigBee) 13개, 게이트웨이(IP) 5개
상황인식 서버	WIN 2003 서버 (CPU 3GHz, 메모리 2GB)
온톨로지 구축 및 추론 기능	- 구축 도구 : Protégé 3.4 - 그래픽 탭 : OWL 잠발라야 - 프로그래밍 언어 : Java - 추론 엔진 : SWRL Reasoner - 프로그래밍 툴 : eclipse

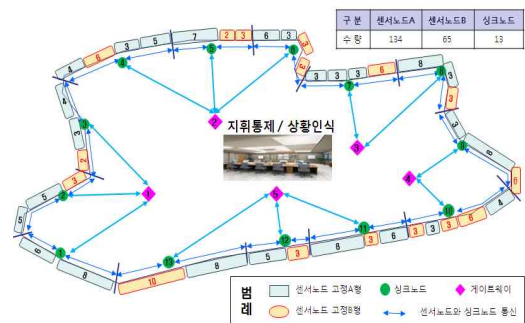


그림 8. S-R 상황인식 실험 환경 요도

Fig. 8. Pathway of S-R context-aware experiment environment.

Crossbow사의 MPR2400에 적용된 ATmega128L, Chipcon2420 RF Chip을 사용하여 2.4GHz IEEE 802.15.4/ZigBee를 지원하며, 센서노드 운영체제는 버클리 대학에서 개발한 TinyOS를 사용하였다.

#### 3. 시스템 구조

실험에서 S-R 상황인식 시스템은 제안한 프레임워크와 상황정보모델을 검증하기 위해 상황도 관리, 센서네트워크 관리, 상황 인식, 시스템의 공통 관리의 네 가지 기능을 구현하였다.

이들 중 경계 병력을 절감하고자 운영하는 센서네트워크 기반 감시시스템에서 네트워크의 원격제어 및 장애관리는 필수적인 기능이다. 그림 9는 센서노드, 싱크노드, 게이트웨이들의 상태를 확인하고 통제하는 원격제어 화면이다. 그리고 상황인식 기능은 새로운 규칙을 생성하고 이를 통해 상위수준 상황정보를 추론할 수 있도록 하는 기능이다. 시스템에서 현재 상황을 인지하기 위해, 각 센서노드의 측정값에 따라 판단될 범위, 즉 상황 값을 정의하고 그에 따른 상황 정보를 등록하게 된다. 입력된 정보는 규칙생성 알고리즘에 따라, 데이터베이스의 상황정보 테이블 및 규칙정보 테이블에 저장된

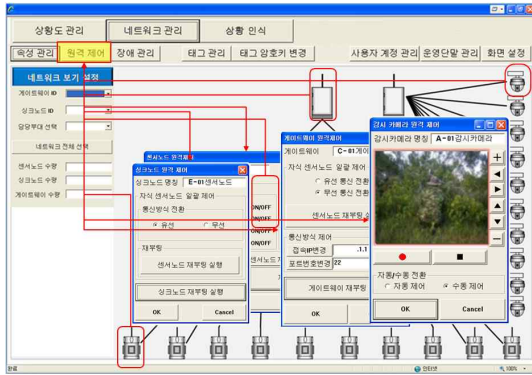


그림 9. 네트워크 관리 및 원격제어 화면  
Fig. 9. Network management and remote control interface.

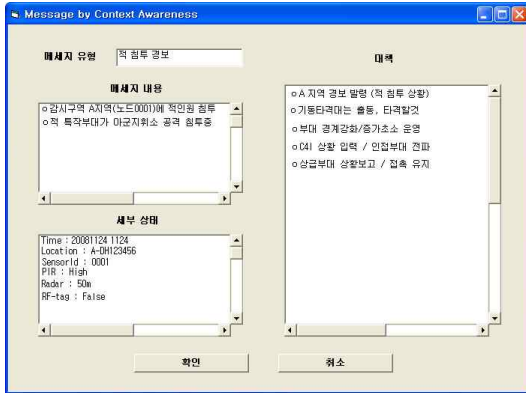


그림 10. 상황인식 추론에 의한 서비스 메시지 제공  
Fig. 10. Service message provision by context-aware inference.

다. 만일 수신된 센서 값이 등록된 조건을 만족할 경우에는 정상 상황정보로 분류되고 서비스 모델링에 의한 위협판단 결과에 따라 서비스 유형을 결정하고 이에 따른 경보메시지와 행동절차를 그림 10과 같이 제공하게 된다.

4. 분석 및 평가

이 절에서는 실험결과를 이용하여, 이 논문에서 제안한 전장감시를 위한 센서네트워크 기반의 상황인식 모델의 특성을 기존 연구와 비교 분석하였고, 시스템의 성능을 장비협업도를 활용하여 구조적으로 평가하고 검증하였다.

가. 제안 시스템의 특성 비교

상황인식 시스템의 성능 평가를 위한 객관화된 방법론은 없기 때문에, Strang과 Linnhoff-Popien의 연구 [10]에서 제안한 상황정보모델의 평가항목을 활용하여

표 8. 세부 평가척도에 의한 S-R 상황인식 프레임워크 평가

Fig. 8. S-R context-aware framework evaluation by detail evaluation measure.

평가 항목 및 척도		항목별 평가결과	종합 평가
분산된 구성	분산 컴퓨팅을 지원하는가? 실시간 동적 처리를 지원하는가?	Yes Yes	○
부분적 검증	모듈화 및 개증화된 구조인가? 변경시 부분검증 가능한가?	Yes Yes	○
표현 능력	원시/정상/융합 상황정보를 표현 가능한가? 사실, 규칙, 서비스를 충분히 표현하는가?	Yes Yes	○
형식성	엄격한 표현형식을 갖는가? 상황정보간 관계의 이해가 용이한가?	Yes Yes	○
적용성	사용자 편의성 제공 여부(메뉴, 원격제어)? 구현의 용이성 및 확장성을 제공하는가? 외부체계와 연동이 용이한가?	Yes Yes No	△
불완전성 / 모호성 지원	다양한 센서 및 이기종성을 지원하는가? 데이터 분류, 경제, 융합, 추론기능 제공하는가? 오류 및 예외 문제 해결 가능한가?	Yes Yes No	△

표 9. 기존 상황인식 시스템과의 비교 평가

Table 9. Comparison evaluation existing context-aware system.

평가 항목 비교 시스템	분산된 구성	부분적 검증	표현능 력	형식성	적용성	불완전성/ 모호성지원	비 고 (상황정보모델)
Context Toolkit	△	×	△	×	△	×	키-값
GAIA	○	△	△	○	△	△	논리기반
Hydrogen	○	△	○	△	△	×	객체지향
SOCAM	○	○	○	○	○	○	온톨로지 (CONON)
CoBrA	○	○	○	○	○	○	온톨로지 (CoBrA)
Context Managing	○	△	○	○	△	○	온톨로지 (RDF)
CASS	△	×	△	△	△	△	그래프(RDB)
S-R 상황인식	○	○	○	○	△	△	온톨로지 + 논리

양호 (○), 보통(△), 미흡(×)

S-R 상황인식 시스템과 타 시스템과의 객관적 특성 비교를 통해 연구 성과를 확인하였다. 상황정보시스템의 평가 항목들은 총 6개 요소로써 다음 표 8과 같다.

위에서 제시한 평가항목으로부터 각각의 세부 평가척도를 추출하여, 시스템의 만족여부를 점검하는 방식으로 평가를 진행하였다.

표 8에서는 항목별 세부 평가척도를 제시하였고, 이 논문에서 제안한 S-R 상황인식 프레임워크를 각 세부 항목별로 평가하였다. 각 항목별 평가결과가 전부 Yes인 경우 양호(○), 일부분만 Yes인 경우 보통(△), 전부 No일 경우 미흡(×)으로 종합하여 평가하였다.

앞에서 소개한 기존 프레임워크에 대해서 동일한 방법으로 평가한 후, 이 논문에서 제안한 S-R 상황인식 시스템과 비교한 결과를 아래 표 9와 같이 제시하였다.

각각의 상황인식 시스템에 대해 평가항목별로 분석해 보면, 먼저 분산된 구성 측면에서 Context Toolkit과 CASS는 타 시스템에 비해 분산 기능지원이 부족하며,



부분 검증능력의 제공은 SOCAM, CoBrA, S-R상황인식은 양호한 반면 Context Toolkit, CASS는 미흡하다.

표현능력에서는 Hydrogen, SOCAM, CoBrA, Context Managing, S-R상황인식 등 온톨로지 및 객체지향 모델이 우수하게 평가되었다. 불완전성과 모호성 지원은 상황정보의 상위수준 해석과 추론기능을 가진 온톨로지 모델(SOCAM, CoBrA, Context Managing)을 적용한 프레임워크들이 비교적 양호한 결과를 보였으나, S-R 상황인식시스템은 오류 및 예외문제 해결 측면에서 다소 미흡하였다. 비교 결과를 종합적해 보면, 온톨로지 모델을 적용한 시스템들이 우수한 결과를 나타냄을 알 수 있었다.

나. 장비협업도를 활용한 구조적 평가

기존의 상황인식시스템에 대한 평가는 주로 사용자 인터페이스에 대한 평가나 또는 상황정보의 정밀도에 대한 평가가 주로 이루어져 왔다. 이러한 정밀도나 사용자 인터페이스는 상황인식 시스템의 수준을 결정하는 중요한 요소이긴 하지만, 단편적인 평가에 그칠 수밖에 없기 때문에 체계적으로 상황인식시스템의 수준을 평가할 수 없었다. 권오병의 연구<sup>[23]</sup>에서는 장비협업도, 이동성, 내재성 등을 고려한 구조적 평가방법론을 제시하였다. 장비협업도(device collaboration)란 장비들이 직접 혹은 내재된 소프트웨어를 통하여 상호 연결되어 정보 공유 및 전달을 함으로써 정적 혹은 동적으로 설정된 목표를 달성하고자 하는 것인데, 이것은 사회 네트워크(social network) 분야에서 사용하는 밀도의 개념을 도입한 것이다. 즉, 상황인식시스템에서 장치들 간의 협업의 정도를 의미하는 것이다.

권오병의 연구<sup>[23]</sup>에서 구조적 평가방법론을 이용하여 조사한 시스템 중 6개를 선정하여, S-R 상황인식 시스템과 비교 평가하였다. 평가대상 시스템은 표 10과 같

표 10. 평가대상 상황인식 시스템 목록  
Table 10. Context-aware system list of evaluation target.

시스템 명칭	개발 주체	연도	구현 수준
ContextPhone	헬싱키 대학, 스마트폰	2005	Prototype
UbiquitousHome	Distributed and Cooperative Media Group / 홈오트메이션	2005	Prototype
EasyMeeting	메릴랜드 대학 / 회의 지원	2004	Prototype
EWatch	카네기멜론 대학 / 행동감지	2004	Prototype
CIVE	광주 과기원 / 상황기반 가상환경	2005	Prototype
CATIS	Aware Networks / 노스웨스턴 대학 / 여행가이드	2004	User Test
S-R 상황인식	충북대학교 / 육군	2008	Prototype

으며, 각 시스템별 세부내용은 [23]을 참조하였다.

(1) 시스템 요건 분석

다음은 제안한 시스템에 대해 요건 분석을 7가지 주요 점검항목(check list)을 이용하여 실시한 결과는 아래 표 11과 같다. 이때 요건을 만족하는 기준은 5개 이상 만족하는 경우로 하여 종합한 결과, 제안한 S-R 상황인식 시스템을 포함한 모든 평가 대상 시스템이 상황인식적인 것으로 평가되었다.

표 11. 시스템별 요건 분석 결과  
Table 11. System-specific requirement analysis results.

점검 항목	Context Phone	Ubi-Home	Easy Meeting	EWat ch	CIVE	CATIS	S-R
상황정보가 저장 관리되는가?	○	○	○	○	○	○	○
사용자에게 보여 지는가?	○	○	○	○	×	○	○
서비스가 상황에 적응하는가?	○	○	○	○	○	○	○
주변정보를 인식하는가?	○	○	○	×	○	○	○
제원상화 작업을 하는가?	×	×	○	×	○	○	○
상황에 따라 결과가 달라지는가?	○	○	○	○	○	○	○
상황에 기반하여 실행되는가?	○	○	○	○	○	○	○
요건 분석 종합 결과	6/7	6/7	7/7	5/7	6/7	7/7	7/7

(2) 시스템 수준 평가

S-R 상황인식 시스템을 포함한 7개의 평가대상 시스템에 대한 수준 측정을 위해 장비협업도, 이동성, 내재성 수준을 파악하였다. S-R 상황인식 시스템의 수준 측정을 위해서 그림 11과 같이 장비협업 관계도를 도식하여 식별하였으며, 기타 시스템들은 [23]에서 조사한 결과를 사용하였다. 연결강도 가중치는 각각 양방향은  $\tau_1 = 1.0$ , 단방향은  $\tau_2 = 0.5$  로 두어 계산하였다.

S-R 상황인식 시스템에 대한 수준 측정을 위해 그림 11의 장비협업관계도로부터 각 계수들을 산출하였다. 사용자를 포함한 전체 기기 수 17, 양방향 실선의 수 9,

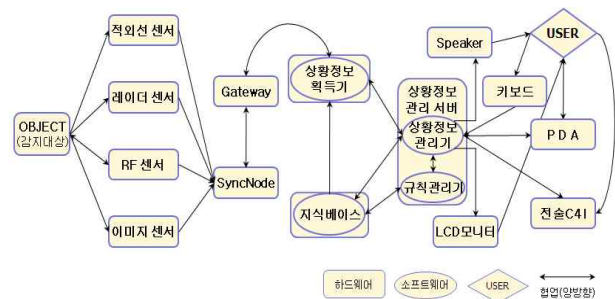


그림 11. S-R 상황인식 시스템 장비협업 관계도  
Fig. 11. Equipment collaborative relationship of S-R context-aware system.

단방향 실선의 수 16이고, 따라서 장비협업도(LoC)는 식 1과 같이 계산한다.

$$LoC = \frac{\sum_{ij} W_{ij}}{g C_2} = \frac{9\tau_1 + 16\tau_2}{17 C_2} \quad (1)$$

$$= \frac{9 + 8}{136} = 0.125$$

한편, 이동성 수준(LoM)은 사용자와 연결된 기기 수 5, 모바일기기의 수 2로부터  $LoM = 2 / 5 = 0.4$  이며, 내재성 수준(LoE)은 사용자를 제외한 기기 수 16, 임베디드 기기 수 4로부터  $LoE = 4 / 16 = 0.25$  를 산출한다. 시스템 수준(LoS)은 각각 산출된 세 개의 수준을 이용하여 식 2와 같이 구한다.

$$LoS = \sqrt{0.125^2 + 0.4^2 + 0.25^2} = 0.49 \quad (2)$$

위와 같은 방법으로 각 시스템별 장비협업도, 이동성, 내재성 수준을 조사하여, 시스템 수준을 계산한 결과 표 12와 같이 나타났다.

그림 12는 수준평가 결과를 3차원형식으로 표현한 것으로서, S-R 상황인식시스템은 전반적으로 중간 정도의 시스템으로 평가되고 있음을 보인다. 시스템 수준

표 12. 시스템별 평가항목별 수준평가표  
Table 12. Level checklist by system-specific of evaluation score.

시스템	노드수	라인수	장비 협업도 (LoC)	이동성 (LoM)	내재성 (LoE)	시스템 수준 (LoS)	평균치 (Mean Value)
ContextPhone	9	14	0.31	0.50	0.33	0.45	0.38
UbiquitousHome	10	19	0.23	0.00	0.00	0.05	0.08
EasyMeeting	20	34	0.10	0.33	0.05	0.12	0.16
EWatch	17	22	0.11	1.00	0.24	1.07	0.45
CIVE	16	18	0.12	0.50	0.00	0.26	0.21
CATIS	6	5	0.33	1.00	0.00	1.11	0.44
S-R 상황인식	17	25	0.125	0.40	0.25	0.49	0.26

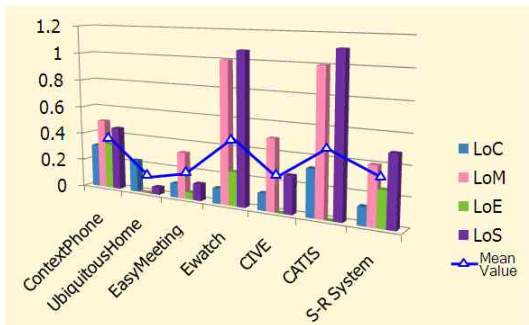


그림 12. 상황인식 시스템의 수준평가 결과  
Fig. 12. Level evaluation results of context-aware system.

평가가 1.0이상으로 높은 CATIS, EWatch는 S-R시스템보다 훨씬 우수한 시스템으로 평가되고 있으나, 이들은 모바일단말기 기반의 소형시스템으로서 사용자 이동성수준이 과도하게 높게 평가되어 시스템수준이 높게 나타났음을 알 수 있다.

따라서 장비협업도 및 내재성 수준을 종합적으로 고려하기 위해 산술평균(mean value) 및 평균치 그래프를 추가로 도식하였다. S-R 시스템의 경우에도 CATIS, EWatch에 못지않게 상당히 양호한 시스템임을 알 수 있다. 넓은 지역에 다양한 형태로 운용될 전장감시 상황인식시스템의 평가는 이동성, 장비협업도, 내재성 뿐 아니라 센서정보 처리, 융합된 상황정보 제공 분야에서 추가적인 평가지표 개발과 적용을 위한 연구가 필요하다.

## VI. 결 론

미래 전쟁의 패러다임이 될 네트워크 중심전과 효과 중심 작전을 수행하기 위해서는 지상군의 재래식 육안 및 광학장비 위주의 감시정찰 방식을 과감히 개혁해 나가야 한다. 감시거리의 단축, 야간 및 악기상시 시계 제한, 높은 병력 의존도, 감시결과의 신뢰도 저하 및 종합된 정보 산출 곤란 등으로 자체 정보판단 보다는 상급부대 첩보에 의존하여 작전을 수행하는 실정이다. 지휘통제가 전술 C4I체계로 자동화되었지만, 재래식 감시수단과 정보수집 및 판단의 비효율성은 여전히 지상군의 전투수행능력을 극대화시키지 못하는 요인이다.

따라서 전장에서 적을 먼저 발견하고 타격하기 위해서는 실시간 표적 획득 및 첩보수집과 정확한 상황판단 및 적시적인 지휘결심이 요구되기 때문에 정보수집 자산이 부족한 사·여단급 부대를 대상으로 감시정찰 센서네트워크 시스템을 구축하는 것은 필수적인 과제이다. 이러한 필요성에 따라 이 논문에서는 지상군 작전에서 적의 조기 발견과 전장가시화에 필요한 전장감시 센서네트워크 시스템을 위한 온톨로지 기반 상황인식프레임워크를 제안하였다. 실제 앞에서 제시한 S-R 상황인식 프레임워크와 상황정보모델을 이용하여 2008년 실험환경에서 3개월간 5000개 데이터를 샘플링하여 그 결과를 얻었다. 기존 상황인식 시스템과 비교 평가한 것을 항목별로 분석해 보면, 먼저 분산된 구성 측면에서 Context Toolkit과 CASS는 타 시스템에 비해 분산 기능지원이 부족하며, 부분 검증능력의 제공은 SOCAM,

CoBrA, S-R상황인식은 양호한 반면 Context Toolkit, CASS는 미흡하다. 표현능력에서는 Hydrogen, SOCAM, CoBrA, Context Managing, S-R상황인식 등 온톨로지 및 객체지향 모델이 우수하게 평가되었다. 불완전성과 모호성 지원은 상황정보의 상위수준 해석과 추론기능을 가진 온톨로지 모델(SOCAM, CoBrA, Context Managing)을 적용한 프레임워크들이 비교적 양호한 결과를 보였으나, S-R 상황인식시스템은 오류 및 예외문제 해결 측면에서 다소 미흡하였다. 비교 결과를 종합해 보면, 온톨로지 모델을 적용한 시스템들이 우수한 결과를 나타냄을 알 수 있었다.

이 논문에서는 감시정찰 상황인식에 대한 온톨로지를 적용하여 상황정보 모델링을 설계하였다. 센서노드로부터 수집된 원시 데이터를 센서의 상황 값에 따라 객체들을 분류할 수 있도록 상황정보 생성규칙을 찾아냈으며, 이를 바탕으로 상황에 적합한 서비스를 관련 대상에게 제공하도록 설계하였다. 실험은 방어작전 시나리오를 적용하여, 감시정찰 상황인식 응용 프로토타입을 개발하였고, 온톨로지 구축은 Protégé 3.4를 이용하여 실험 결과를 확인하고, 제안한 상황인식 프레임워크의 우수성을 입증하였다.

이 논문을 통하여 전장감시를 위한 USN 기반의 상황인식 프레임워크를 제안하였으며, 미래 NCW 환경에서 전투수행방법의 연구를 위해 제안된 상황인식 프레임워크 및 구축된 온톨로지를 확장하여 유용함을 제시하였다.

## 참 고 문 헌

- [1] 조재규, 이길섭외 3명, “무선센서네트워크를 이용한 군 감시시스템 발전방안”, 연구보고서, 서울대학교, 2006.
- [2] J. M. Kahn, R. H. Katz, and K. S. J. Pister, “Mobile Networking for Smart Dust”, ACM/IEEE Intl. Conf. on Mobile Computing and Networking(MobiCom 99), Seattle, Aug. 1999.
- [3] G. Simon, M. Maróti, Á. Lédeczi, G. Balogh, B. Kusy, A. Nádas, G. Pap, J. Sallai, and K. Frampton, “Sensor network-based countersniper system”, Proc. of the 2nd international conference on Embedded networked sensor systems, 2004. 11, page(s): 1-12
- [4] D. Salber, A. K. Dey, and G. D. Abowd, “The Context Toolkit: Aiding the Development of Context-Enabled Applications”, Proc. of CHI’99, 1999, page(s): 434-441
- [5] A. K. Dey, and G. D. Abowd, “Toward a better understanding of context and context-awareness”, Proc. of the CHI2000 Workshop on the What, Who, Where, When, and How of Context-Awareness, Hague, Netherlands, Apr. 2000.
- [6] M. Roman, C. Hess, R. Cerqueira, A. Ranganathan, R. Campbell and K. Nahrstedt, “Gaia: A Middleware Platform for Active Spaces”, ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review, Vol. 6, No. 4, 2002.
- [7] T. Gu, H. Pung, and D. Zhang, “A Service-Oriented Middleware for Building Context-Aware Services”, Journal of Network and Computer Applications, Vol. 28, No. 1, 2005. 1, page(s): 1-18
- [8] H. Chen, F. Perich, T. Finin, and A. Joshi, “SOUPA: Standard Ontology for Ubiquitous and Pervasive Applications”, Proc. of the First Annual International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Networking and Services, 2004.
- [9] P. Fahy, and S. Clarke, “CASS - Middleware for Mobile Context-Aware Applications”, Proc. of Mobisys 2004 Workshop on Context Awareness, Boston, 2004.
- [10] T. Strang, and C. Linnhoff-Popien, “A Context Modeling Survey”, UbiComp 2004 Workshop, 2004.
- [11] 임신영, 허재두, “상황인식 컴퓨팅 응용기술 동향”, 전자통신분석, 제19권, 제5호, 2004.
- [12] M. Weiser, “Some Computer Science Problems in Ubiquitous Computing”, Communications of the ACM, 1993, page(s): 75-84
- [13] 장세이, 우운택, “유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 위한 센싱 기술과 컨텍스트 인식기술의 연구 동향”, 정보과학회지, 제21권 제5호, 2003.
- [14] T. Starner, D. Kirsch, and S. Assefa, “The Locust Swarm : An Environmentally-Powered, Networkless Location and Messaging System”, Proc. of the 1st International Symposium on Wearable Computers, pp. 169-170, 1997.
- [15] H. Chen, T. Finin, and A. Joshi, “An Ontology for Context-Aware Pervasive Computing Environments”, Special Issue on Ontologies for Distributed Systems, Knowledge Engineering Review, Vol. 18, pp. 197-207, Sep. 2003.
- [16] T. Gruber, “A Translation Approach to Portable Ontology Specifications”, Knowledge Acquisition, Vol. 5, No. 2, pp. 199-220, 1993.

[17] 고영만, “시소러스 기반 온톨로지에 관한 연구”, 성균관대학교 정보관리연구소, 정보관리 제5집, 2006, page(s): 5-22

[18] M. Horridge, H. Knublauch, A. Rector, R. Stevens, and C. Wroe, “A Practical Guide To Building OWL Ontologies Using The Protégé-OWL Plugin and CO-ODE Tools v1.0”, The University Of Manchester, <http://www.co-ode.org/resources/tutorials/ProtegeOWLTutorial.pdf>, 2004. 8월

[19] V. Chaudhri, A. Farquhar, R. Fikes, P. Karp, and J. Rice, “Open Knowledge Base Connectivity 2.0”, <http://www-ksl-svc.stanford.edu:5915/doc/release/okbc/okbc-spec/okbc-2-0-3.pdf>, 1998.

[20] 이재희, “감시 센서네트워크 시스템의 군 활용 및 운용 아키텍처 연구”, 석사학위논문, 국방대학교, 2007.

[21] 최상영 외 5명, “감시정찰 센서네트워크 시스템 운용시나리오 개발”, 연구보고서, 국방과학연구소, 2007.

[22] G. Chen, M. Li, and D. Kotz, “Design and Implementation of a Large-Scale Context Fusion Network”, Proc. of the MobiQuitous 2004. 8, page(s): 246-255

[23] 권오병, 이남연, “장비협업도를 활용한 상황인식 시스템에 대한 구조적 평가방법론”, 한국지능정보시스템 학회논문지, 제13권 제2호, 2007, page(s): 27-41

[24] T. Strang, and C. Linnhoff-Popien, “A Context Modeling Survey”, UbiComp 2004 Workshop, 2004.

[25] 조은선, 민영목, “상황인식 시스템 모델링을 위한 정형화 프레임워크”, 대한전자공학회, 논문지-CI편, 제46권 제 2호, 114-123쪽, 2009년 3월.

[26] 이승근, 임기욱, 이정현, “상황정보를 기반으로 한 서비스 관리 시스템 설계”, 대한전자공학회, 논문지-CI편, 제42권 제 5호, 49-58쪽, 2005년 9월

저 자 소 개



**손 호 선**(정회원)  
 1986년 성신여자대학교 통계학과 학사 졸업.  
 1992년 성신여자대학교 통계학과 석사 졸업.  
 2010년 충북대학교 전자계산학과 박사 졸업.

2010년~현재 충북대학교 BIT 사업단 박사 후 연구원  
 <주관심분야 : 시공간데이터베이스, 데이터마이닝, 바이오인포메틱스, 패턴인식>



**박 성 승**(정회원)  
 1982년 경북대학교 전자공학과 학사 졸업.  
 1990년 미국 해군대학원 통신체계 석사 졸업.  
 2009년 충북대학교 전자계산학과 박사 졸업.

2008년~현재 국방대학교 전산실장  
 <주관심분야 : 유비쿼터스컴퓨팅, 센서네트워크, 시공간 추론, 불확실성 처리>



**전 서 인**(정회원)  
 1993년 서원대학교 수학교육과 학사 졸업.  
 2002년 경북대학교 컴퓨터공학과 석사 졸업.  
 2008년 충북대학교 전자계산학과 박사 수료.

2009년~현재 육군본부 전산체계처 전산장교  
 <주관심분야 : 센서네트워크, 시공간 DB, 스트림 데이터처리, DB보안>



**류 근 호**(정회원)-교신저자  
 1976년 숭실대학교 전산학과 학사 졸업.  
 1980년 연세대학교 공과대학원 전산전공 석사 졸업.  
 1988년 연세대학교 대학원 전산전공 박사 졸업.

1986년~현재 충북대학교 전자정보대학 소프트웨어학과 교수  
 <주관심분야 : 시공간DB, 정보검색, 데이터마이닝, 바이오인포메틱스, 스트림데이터, DB보안>