

차량용 블랙박스 메모리의 효율적인 관리를 위한 온톨로지 기반의 상황인지 시스템 설계

박지상¹, 전민호¹, 이명의^{1*}
¹한국기술교육대학교 정보통신공학부

The Ontology based Context Aware System Design for Efficient Memory Management of a Vehicle Black Box

Ji-Sang Park¹, Min-ho Jeon¹ and Myung-Eui Lee^{1*}

¹School of Electrical, Electronics & Communication Engineering,
Korea University of Technology and Education

요 약 최근의 차량용 블랙박스는 교통사고의 원인을 결정하기 위해서 여러 가지 개선된 방법이 적용되고 있다. 그러나 대부분의 블랙박스는 충격이 발생하면 기존에 저장된 임계값과 비교하여 현재 발생한 충격 데이터가 임계값을 초과할 경우, 이벤트 발생과 함께 영상정보를 메모리에 저장하는 방법을 사용하고 있다. 위와 같은 방법은 다수의 영상정보를 저장하는 문제점을 갖고 있으며, 또한 영상을 분류하여 저장하지 않기 때문에 사용자가 영상을 확인하고 삭제하는 문제점을 갖고 있다. 본 논문에서는 차량용 블랙박스가 상황을 인지하고 스스로 가중치가 낮은 데이터를 우선 삭제할 수 있는 온톨로지 기반의 상황인지 알고리즘을 제안한다.

Abstract Recently, it is used to apply various improved methods to determine the cause of traffic accidents. However, most of vehicle black box usually start to store the video information by an event trigger in case that the impact value at that time exceeds the threshold impact value as compared the threshold impact value saved in advance with the current impact value. there are problems with above method that a lot video information should be saved in the memory card of the vehicle black box, and the user should delete the unwanted video information every time because of unclassified video store. In this paper, we propose the ontology-based context aware algorithm that the vehicle black box recognize the situation, and then remove the video data with a low weighting factor by itself for efficient memory management.

Key Words : Black box, Data analysis, Ontology, Situated cognition, SWRL

1. 서론

블랙박스란 주로 비행기에서 사용되던 장치로써 비행기가 추락하거나 사고가 발생하였을 경우 당시의 상황을 알기 위하여 비행기의 고도 및 속도, 동작상태, 조종석의 음성정보, 관제탑과의 교신 등을 기록하여 사고의 원인 규명을 위한 단서로 사용되어 왔다. 최근에는 이러한 기술을 차량에 적용되도록 개량되어 자동차 사고의 원인을 규명하는데 사용하고 있다[1]. 특히 자동차용 블랙박스는

2010년 기준 30만대의 자동차에 탑재되어 자동차 충돌 사고의 전·후 상황을 기록하여 신속한 사고 후 처리 및 과학적인 사고해석을 위한 전장품으로 인식이 바뀌고 있으며, 향후 에어백, ABS, 네비게이션에 이어 대중화 가능성이 높은 차량의 장비로 예상된다[2-5].

현재의 블랙박스는 충격이 발생할 경우 기존에 저장된 임계값과 비교하여 현재 충격이 발생한 시점의 데이터가 임계값 이상일 경우 영상정보를 저장하는 시스템을 적용하고 있다. 따라서 다수의 영상정보를 저장하는 문제점을

*Corresponding Author : Myung-Eui Lee(Korea University of Technology and Education.)

Tel: +82-41-560-1186 email: melee@koreatech.ac.kr

Received November 26, 2013 Revised December 30, 2013 Accepted January 9, 2014

가지고 있으며, 또한 영상을 분류하여 저장하지 않기 때문에 사용자가 매번 영상을 확인하고 지워야 하는 문제점을 갖고 있다.

이와 같은 방식은 한정적인 메모리를 사용하는 블랙박스에겐 적합하지 않기 때문에 사고 상황을 인지하고 가중치에 따라 영상을 따로 분류하여 저장한 후 메모리의 공간이 협소할 경우 가중치가 낮은 영상을 삭제하는 시스템이 필요하다. 따라서 본 논문에서는 블랙박스가 상황을 인지하고 스스로 가중치가 낮은 데이터를 삭제할 수 있는 온톨로지 기반의 상황인지 알고리즘을 제안한다.

2. 관련 연구

본 논문에서는 자동차 블랙박스에 상황인지 알고리즘을 적용하기 위해 상황인지 알고리즘 구성 및 시스템 개발에 가장 많이 사용되고 있는 온톨로지 모델을 적용한다.

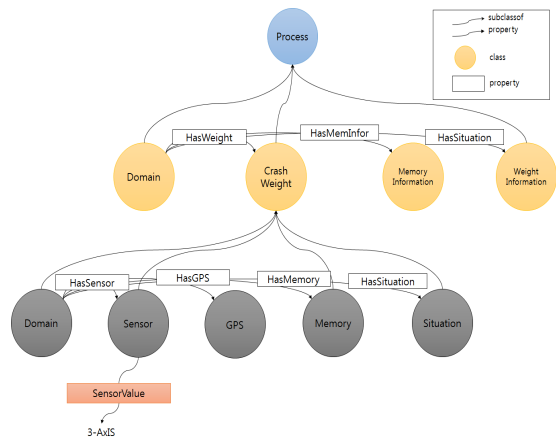
2003년, 미국의 카네기 멜론 대학에서는 스마트 기기 사용자의 움직임 같은 생리학적 데이터와 위치 등의 환경 데이터를 바탕으로 사용자의 상태를 추론하여 기기의 설정을 변환해주는 상황 인지 모바일 폰인 Sensay를 개발하였다. Sensay는 동적으로 변화하는 상황에 따라 벨소리나 진동 세기 등을 자동으로 조절하는데, 이는 기기가 가지고 있는 가속도, 조도 등 다양한 센서가 수집한 데이터를 기반으로 한 것이다. 상황을 결정하는 모듈은 센서에서 수집된 모든 데이터를 검사하게 되는데 이 때 각각의 센서에서 측정하는 시간을 서로 달리하여 테스트를 통해 결정된 임의의 임계값을 기준으로 비교, 분석하여 기기 사용자의 현재 상태를 표현하는 가장 적합한 데이터를 생성한다[6].

또 다른 사례로는 국내의 대표적인 상황인식 시스템 연구로 자주 인용되는 ETRI의 ‘CAMUS (Context-Awareness Middleware for URC Systems)’을 들 수 있다. CAMUS는 인프라에서 센서로 수집된 데이터를 분석 및 저장하여 이벤트가 발생할 시 메인 시스템에 이를 전송하여 로봇의 작업을 구동하는 상황인지 기반의 미들웨어이다. 이를 위해 환경 내 센서로부터 정보를 획득하고 가공할 수 있는 기능을 제공하며 환경 내 장치를 동적으로 탐색하고 탐색된 장치를 제어할 수 있는 수단을 제공하게 된다[7].

3. 블랙박스 메모리의 효율적인 관리를 위한 온톨로지 기반의 상황인지 시스템 설계 및 데이터 분석

3.1 관계 중심의 일반온톨로지 구성

온톨로지는 전산학과 정보 과학에서, 특정한 영역을 표현하는 데이터 모델로서 특정한 영역(Domain)에 속하는 개념과, 개념 사이의 관계를 기술하는 정형 어휘의 집합으로 정의된다. 온톨로지는 구축 범위에 따라 일반온톨로지(generic or common-sense ontology)와 영역온톨로지(domain ontology)로 구분이 되는데 일반 온톨로지는 우리 주위의 세상을 구성하는 일반적 개념들을 대상으로 구축한 온톨로지이며, 공간, 상태, 사건, 시간과 같은 일반적인 포괄적인 지식에 대하여 의미론적 연과 관계를 구축한 개념의 집합체이며, 그리고 영역 온톨로지는 특정 영역에서 유효한 지식들을 대상으로 구축한 온톨로지로서 구체적인 사물 혹은 특정 학문영역과 같은 제한된 영역에서 의미론적 연관관계를 구축한 개념의 집합체라 할 수 있다. 본 논문에서 제안하는 관계 중심의 일반 온톨로지는 주위의 세상을 구성하는 일반적인 개념들 중 자동차 사고를 대상으로 공간, 상태, 사건과 시간을 이용하여 일괄적이고 포괄적인 지식에 대하여 온톨로지를 구성하게 된다. Fig. 1은 교통사고에 저장된 정보를 가중치에 의하여 삭제하는 온톨로지 모델을 구성한 것이다.



[Fig. 1] Ontology model for memory management using image weighting factor

일반적으로 온톨로지는 클래스(class), 인스턴스(instance), 관계(property), 속성(relation)으로 구분할 수 있다. 클래스는 일반적으로 우리가 사물이나 개념 등에 붙이는 이름이라고 정의할 수 있으며, 인스턴스는 사물이나 개념의 구체적인 사건이나, 실질적인 형태로 나타낸다. 만일 클래스가 모니터라면 인스턴트는 ‘삼성전자 싱크마스터 S24A350T’로 나타나게 된다. 따라서 이와 같은 클래스와 인스턴스의 구분은 응용과 사용목적에 따라서 매우 달라

질 수 있다. 즉 같은 표현의 개체가 어떠한 경우에는 클래스가 되었다가 다른 경우에는 인스턴스가 될 수 있다. 속성은 클래스나 인스턴스의 특정한 성질, 성향 등을 나타내기 위하여 클래스나 인스턴스를 특정한 값과 연결시킨 것으로 위에서 제시한 예를 들어 표현다면 ‘삼성전자의 싱크마스터 S24A350T 모니터는 24인치이다’라는 것을 표현하기 위하여 hasSize와 같은 속성으로 24인치라는 크기를 클래스나 인스턴트에 부여하는 것을 뜻한다. 마지막으로 관계는 클래스, 인스턴트간에 존재하는 관계들을 칭하며, 일반적으로 taxonomic relation과 non-taxonomic relation으로 구분할 수 있다. Taxonomic relation은 클래스, 인스턴트들의 개념분류를 위하여 보다 폭넓은 개념과 구체적인 개념들로 구분하여 계층적으로 표현하는 관계이다. 예를 들어, “사람은 동물이다”와 같은 개념간 포함 관계를 나타내기 위해 ‘isA’ 로 표현한다. Non-taxonomic relation은 taxonomic relation이 아닌 관계를 말한다. 예를 들어 ‘노력해야 성공한다.’는 것은 ‘cause’관계(인과관계)를 이용하여 표현한다. 일반적으로 관계와 속성은 굳이 구분하여 칭하지 않은 경우가 많다. 본 논문에서 제안하는 시스템은 일반온톨로지에 이어 관계가 ‘cause’인 인과 관계를 지니게 된다. 그 이유는 가속도 센서에서 수집한 정보를 이용하여 영상의 가중치가 생성되고 가중치에 의해서 메모리영역에서 삭제될 때 우선순위에 해당하는 영상정보로 변화되기 때문에 하위 트리에서부터 상위트리까지 관계가 형성되기 때문이다.

Fig. 1에서 제시한 모델을 이용하여 상황을 추론하기 위해 온톨로지의 클래스나, 개체의 정보 곧 인스턴스 혹은 속성들 간의 관계를 통해 규칙을 SWRL로 정의하였다. Table 1에서 제시한 내용을 설명하게 되면 도메인 a와 센서 s, 메모리 m, 정보 i, GPS 정보 g가 존재한다. 도메인 a는 센서 s와 메모리 m, 정보 i, GPS 정보 g를 가지고 있다. 센서 s는 현재 가속도 센서의 값을 가지고 있으며, 메모리m은 이전 가속도 세서의 값을 가지고 있으며, GPS정보 g는 차량의 속도정보 g를 가지고 있으며, 정보 i는 센서 값 및 GPS 정보에 의한 가중치의 정보를 가지고 있다.

만약 수집된 가속도 센서가 이전의 값과의 비교에서 차이가 발생하고 그 차이가 크다면 충돌이 일어난 직후 수집되는 GPS 데이터의 속도값 g에 의해 가중치 조건을 판단하게 되고, 영상에 가중치를 부여하게 된다. Table 2는 영상에 가중치를 부여하기 위한 조건을 나타낸 표이다.

[Table 1] SWRL for the situation expression

Domain(?a) ^ Sensor(?s) ^ Memory(?m) ^ Information(?i) ^ GPS(?g)
- hasSensor(?a, ?s)
- hasMemory(?a, ?m)
- hasInformation(?a, ?i)
- hasGPS(?a, ?g)
sensorValue(?s, ?cur3AXIS)
MemoryValue(?m, ?Bef3AXIS)
InformationValue(?i, ?expertWeight)
swrlb:DistinctionANDGreaterThen(?cur3AXIS, ?Next3AXIS)
swrlb:StateThan(?curGPS, ?curInfor)
→ hasSituation(?a, needtoWeight)
⇒ hasSituation(?a, needToSendImageANDWeight)

[Table 2] Weight criteria using accelerations data.

Classification	Change in acceleration and GPS data		Weight
Error video	impact (Acceleration)	high	0
	Speed (GPS)	± α	
Impact speed bump video	impact (Acceleration)	high	0
	Speed (GPS)	± α	
Slight accident video	impact (Acceleration)	low	1
	Speed (GPS)	≥ 0	
Danger accident video	impact (Acceleration)	high	2
	Speed (GPS)	≥ 0	

Table 2에서 나타나는 가중치 조건을 산출하기 위해서 네비인사이드(www.navinside.com)에서 수집된 블랙박스 영상들의 정보와 실제 차량에서 과속방지턱을 넘었을 때의 정보들을 이용하여 차량에 발생하는 사고들에 대한 데이터들을 분류하고 특징들을 도출하였다.

도출된 특징들을 보게 되면 첫 째로 차량이 사고가 발생할 경우 차량은 속도가 0에 근접해지는 특징을 가지게 된다. 사고가 발생했을 때의 충격은 0 ~ 4 level로 분류되며, Fig. 2와 같은 형태로 데이터를 출력하게 된다. Fig. 2는 블랙박스에서 받아오는 충격데이터를 나타낸 것으로

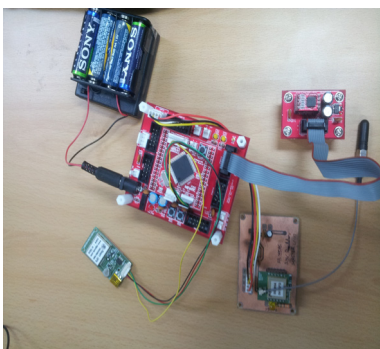
현재는 충격이 없는 상태의 값을 나타낸다. 두 번째로 과속방지턱에 대한 특성을 나타내기 위해 실제 차량에 가속도센서 및 GPS 센서를 부착하여 과속방지턱을 넘는 데이터를 수집하였다. 이 경우 차체가 흔들리기 때문에 충격이 발생하지만 차량이 지속적으로 주행하기 때문에 속력이 지속적으로 변화하는 특성을 갖는다.



[Fig. 2] Shock sensor data of general black box.

3.2 상황 추론을 위한 정보 획득 시스템 설계

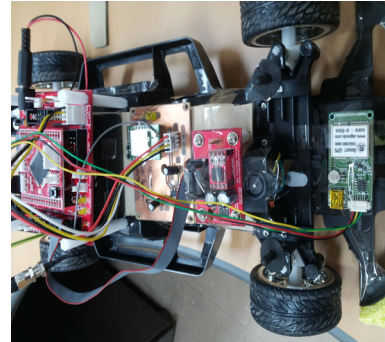
차량의 사고가 발생한 후 사고의 전후 상황을 고려하여 상황을 인지하기 위해서는 환경 정보의 실제 값을 획득해야 한다. 또한 차량 사고가 발생하는 경우는 여러 가지이기 때문에 다양한 환경을 통해서 데이터를 수집해야 한다. 차량 사고의 정보를 획득할 기본적인 정보원은 가속도 센서와 GPS 데이터이다. Fig. 3은 차량 사고의 환경 정보를 획득하기 위해 개발한 데이터 수집 모듈이다.



[Fig. 3] data collection module.

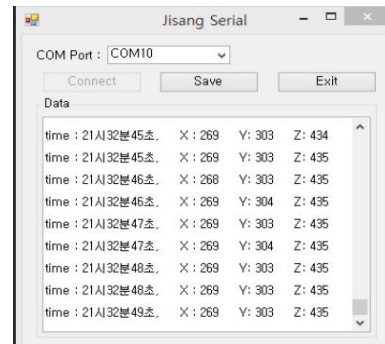
본 논문에서는 블랙박스 내부의 가속도 센서와 GPS에서 획득한 정보를 이용하여 영상을 관리하는 부분을 제안하기 때문에 완벽한 기능을 하는 블랙박스 모듈을 개발하지 않았으며, 데이터 수집 모듈에서 수집한 데이터를 PC로 수집하여 영상을 분류하였다. 또한 블랙박스를 개

발 후 실제 차량에 부착시킬 수 없기 때문에 Fig. 4와 같이 1:10으로 축소된 자동차 모형에 본 논문에서 환경정보 수집을 위해 개발한 가속도 데이터 수집모듈을 장착하여 상황 추론을 위한 정보 획득 시스템을 설계하였다.



[Fig. 4] Model car for virtual information acquisition.

Fig. 5는 본 논문에서 데이터를 수집하고 분석하는 데 사용한 GPS 및 가속도 데이터 수집 프로그램이다.



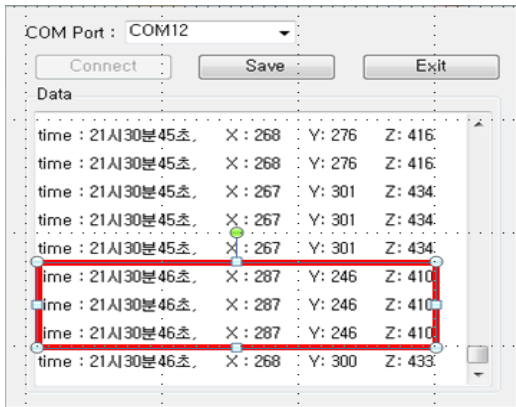
[Fig. 5] Data collection program based on C#

3.3 데이터 분석

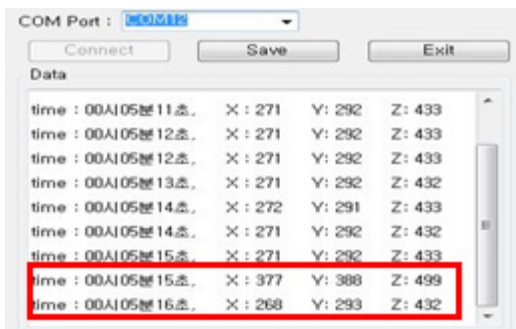
위에서 제시한 가중치 조건에 의한 교통사고상황을 충격데이터로 분류하기 위해 Fig. 5의 테스트 베드에서 정차상태의 경미한 충돌사고, 정차상태의 대형 충돌사고, 주행 중 경미한 충돌사고, 주행 중 대형 충돌사고, 과속방지턱 주행, 기타 오류 데이터를 수집하였다. 또한 기존의 블랙박스에서 수집하는 가속도 데이터의 세분화된 측정을 위해 수집되는 X, Y, Z의 데이터를 가공하지 않은 상태로 수집하였다.

충돌사고는 차량에 부착되어 있는 가속도센서가 충격이 발생한 지점으로부터 변경되는 값이 다르기 때문에 전면, 후면, 측면 등 4개의 추가적인 실험을 한 후 데이터를 분석하였다. Fig. 6은 정차상태에서 다른 차량이 왼쪽

측면을 경미하게 가격했을 때의 데이터를 나타낸 그림이다. 정차 중 GPS 데이터 및 가속도의 값은 미묘한 차이를 보이지만 충돌이 발생할 경우 Fig. 6 하단에 표시된 내용처럼 X축의 값이 높게 발생하는 것을 알 수 있다. 이는 X축으로부터 경미한 충격데이터가 생성되는 것을 알 수 있다.

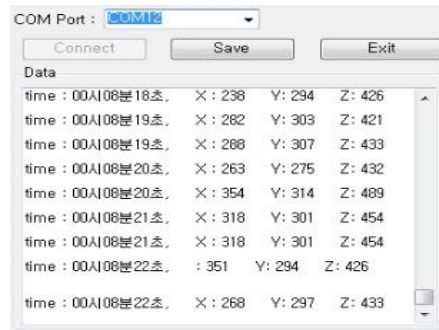


[Fig. 6] Slight collision accident stop state



[Fig. 7] Heavy crash accident stop state

Fig. 7은 정차상태에서 다른 차량이 왼쪽측면을 강력하게 가격했을 때의 데이터를 나타낸 그림이다. Fig. 6의 데이터와 마찬가지로 정차 중 GPS 데이터 및 가속도의 값은 미묘한 차이를 보이지만 충돌이 발생한 경우 Fig. 7의 하단에 표시된 내용처럼 X, Y, Z축의 값이 높게 발생하는 것을 알 수 있으며, GPS의 속도 값은 0으로 가중치 조건에 만족하는 것을 알 수 있다. 이 경우 차량의 사고가 발생하면서 차량이 크게 X, Y, Z축으로 크게 움직였기에 발생한 데이터로 추측할 수 있다.



[Fig. 8] Speed bump data

과속방지턱의 경우 Fig. 8과 같이 주행 중이기 때문에 지속적으로 낮은 변화의 가속도 데이터를 가지고 있으며, GPS를 이용하여 추출한 속도가 0보다 큰 값을 가지게 된다. 이 경우 과속방지턱을 넘을 때 차량의 속도가 낮아지기 때문에 가속도 센서에서 수집되는 데이터가 여러 번 변경되며, GPS에서 수집한 차량의 속도가 0이상의 값을 지속적으로 유지하는 것을 알 수 있다.



[Fig. 9] Data collection interval speed bump

Fig. 9와 같이 차량의 경로를 만들어 실 주행 중 과속방지턱에서 발생하는 GPS 데이터 및 가속도 데이터를 측정 한 결과 과속 방지턱에서 수집되는 가속도 데이터의 변화량이 지속되는 것을 확인할 수 있었으며, 10초 이상 차량이 운행되는 것을 확인할 수 있었다.

3.3 영상 데이터 저장 및 삭제

위에서 제시한 가중치 조건에 의한 교통사고상황에 의해 가중치를 부여한 후 영상 데이터를 저장하게 되며, 영상데이터는 충격이 발생하기 15초전부터 충격이 발생 후 15초 까지 저장된다. 데이터 메모리의 효율적인 관리를 위해 저장되는 공간에는 가중치의 정보에 따라 3개의 폴더가 존재한다. 일반적인 영상정보의 경우 normal 폴더에

저장되며, 경미한 충격 조건 및 확인이 필요할 것 같은 데이터의 경우 check 폴더에 저장되고, 마지막으로 사고에 대한 신뢰성이 높은 데이터는 danger폴더로 저장된다. 시스템 내부에서 메모리의 공간을 지속적으로 확인하며 전체 메모리 중 80%의 공간이 사용되면 시스템은 normal폴더의 내용을 삭제한 후 check[date]의 폴더를 생성, 기존 check폴더의 내용을 check[date]폴더로 전송하게 된다. 차 후 check[date]폴더의 date가 현재의 시간과 1달 이상 차이가 날 경우 이를 필요 없는 데이터로 인식하여 normal 폴더의 내용이 삭제될 때 함께 삭제하게 된다.

4. 결론

최근 블랙박스는 차량에 적용되도록 개량되어 자동차 사고의 원인을 규명하는데 사용하고 있으나 한정적인 자원을 사용하기 때문에 이러한 자원을 효율적으로 사용하게 하는 연구가 다양한 방면으로 연구되고 있다. 현재의 블랙박스는 충격이 발생할 경우 기존에 저장된 임계값과 비교하여 현재 충격이 발생한 시점의 데이터가 임계값 이상일 경우 영상정보를 저장하는 시스템을 적용하고 있기 때문에 필요하지 않은 영상 정보까지 저장하는 문제점을 가지고 있으며, 또한 영상을 분류하여 저장하지 않기 때문에 사용자가 매번 영상을 확인하고 지워야 하는 문제점을 갖고 있다. 이러한 방식은 한정적인 메모리를 사용하는 블랙박스에는 적합하지 않다. 따라서 본 논문에서는 한정적인 메모리를 적절하게 사용하기 위한 온톨로지 기반의 상황인지 시스템을 설계하고 수집된 데이터를 분석하였다. 1:10 비율의 모형 자동차를 이용하여 충격 데이터 및 GPS 데이터를 수집, 본 논문에서 제안한 가중치 조건에 의해 영상 데이터를 분류, 분류된 영상들을 각 다른 폴더에 저장함으로써 영상 데이터 관리를 쉽게 하였으며, 전체 메모리 용량의 80%이상을 사용하였을 때 폴더를 삭제하여 자동으로 메모리를 관리하게 하였다. 향후 실제 사용되고 있는 블랙박스와 본 논문에서 제안한 시스템을 비교하는 실험을 통하여 본 논문에서 제안한 논문의 우수성을 입증하는 연구를 진행 할 것이다.

the car to deal with application development Android-based smart car black box,” *Korea Information and Communications Society Article* 16, Issue 6, pp.1167- 1172, 2012.

- [3] Jangju Kim, Jonguk Jang, “Car black box with internal and external sensor implementation,” *Korea Institute of Maritime Information and Communication Sciences*, Vol.16, no.14, pp.2471-2477, 2010.
- [4] JINIL Kim, “Using a mobile device designed car black box video,” *Korea Institute of Information Technology*, 2009.
- [5] HK e-car, “the vehicle-mounted device automatically recorded traffic accidents.” <http://www.hke-car>
- [6] Daniel Siewiorek, Asim Smailagic, Junichi Furu-kawa, Andreas Krause, Neema Moraveji, Kathryn Reiger, Jeremy Shaffer and Fei Lung Wong, "SenSay: A Context-Aware Mobile Phone," *ISWC '03 Proceedings of the 7th IEEE International Symposium on Wearable Computers*, pp.248-249, 2003. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/ISWC.2003.1241422>
- [7] HyoungSun Kim, Hyun Kim, JunMyun Cho, Young Ho Seo, “Context-Aware Middleware for u-Robot System,” ‘10 in *Proceedings of the Korean Society for Information Conference*, pp. 231-236, 2010

박 지 상(Ji-Sang Park)

[준회원]



- 2011년 2월 : 극동대학교 게임디자인컨텐츠학과 (공학사)
- 2012년 2월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 전기전자공학과 (공학석사)

<관심분야>
상황인지, 사물지능통신, 차량상황제어

References

- [1] Inhwan Han, “Car black box technology, patent analysis and standar dized measures,” *Journal of Transportation Article*, Vol.25, no.3, pp.29-43, 2007.
- [2] Minyoung Kim, Jaehyeon Nam, Jonguk Jang, “Inside

전 민 호(Min-ho Jeon)

[정회원]



- 2009년 2월 : 극동대학교 게임디지털컨텐츠학과 (공학사)
- 2011년 8월 : 한국기술교육대학교 전기전자공학과 (공학석사)
- 2013년 8월 : 극동대학교 게임디지털컨텐츠학과 (박사수료)

<관심분야>

무선통신, 상황인지, 위치 기반 시스템, 사물지능통신

이 명 의(Myung-Eui Lee)

[정회원]



- 1985년 2월 : 인하대학교 전기공학 (공학사)
- 1987년 2월 : 인하대학원 기기및 제어 (공학석사)
- 1991년 8월 : 인하대학원 기기및 제어 (공학박사)
- 1995년 8월 : 현대전자 선임연구원

- 2004년 1월 ~ 2005년 1월 : U.C.Berkeley 객원교수
- 1995년 9월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 교수

<관심분야>

제어계측 시스템, 시스템 소프트웨어, 위성통신시스템