

# JAUS표준 기반의 모바일 로봇 원격제어 시스템 구현에 관한 연구

## A Study on the Implementation of Mobile Robot Remote Control System Based on JAUS Standard

정성욱\*\*, 조상현\*, 김태효\*\*, 박영석\*\*

Sung-Uk Jung, Sang-Hyun Cho, Young-Seak Park, Tae-Hyu Kim

### 요 약

최근 국내외에서 무인 자동차용 로봇 개발에 관한 많은 관심과 개발 경쟁이 한층 더해가고 있다. 그러나 무인 자동차용 로봇을 효과적으로 제어하기 위한 표준화된 아키텍처의 부재로 개발 기간의 장기화 되고, 다른 무인 자동차용 로봇과 호환성이 저하되는 어려움이 많았다. 따라서 본 논문에서는 무인 자동차용 로봇 표준 아키텍처인 JAUS 기반으로 모바일 로봇을 원격 제어하는 시스템을 구현하였다. 구현된 모바일 로봇은 무선 LAN UDP/IP 프로토콜 기반으로 JAUS 명령 메시지를 사용해서 원격제어시스템과 통신한다. 본 연구의 유효성은 구현 로봇의 주행 및 장애물 인식 성능에 대한 실험적 결과를 통해 보여진다.

### Abstract

Recently, lots of interest and competition in developments related to the autonomous-vehicle robot are being further increased. However, the absence of the standard architectures for effectively controlling the autonomous-vehicle robot led to many difficulties such as the long duration of development and the incompatibility with other autonomous-vehicle robots. Accordingly, we implemented a mobile autonomous-vehicle robot system based on JAUS standard architecture. The mobile robot communicates with the remote-control system by using wireless LAN UDP/IP JAUS command messages. Its effectiveness is showed through the experimental results related to the navigation of implemented robot.

**Keywords** : Unmanned ground vehicle robot, JAUS standard, JAUS Message, wireless LAN UDP/IP

### I. 서론

오늘날 전 세계적으로 로봇은 연구가 활발히 진행되고 있는 분야이다[1]~[4]. 그 중에서 무인자동차용 로봇은 무인 감시 경계로봇, 경비로봇, 물류로봇 등 활용분야가 풍부하다. 이미 많은 곳에서 연구를 진행하고 있지만 큰 성과를 거두지 못하였다. 시스템의 공통기능에 대하여 벤더의 배타적 개발에 의하여 호환성 및 재사용성이 저하되는 현실이다.

미래 무인체계에 대비한 표준 아키텍처 필요성이 인식되고 있다[5]~[9].

이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 기존에 구상한 시스템을 통합하기 위해 미 국방성에서 제시한 JAUS 이론을 적용하였다[10]. JAUS(The Joint Architecture for Unmanned System)는 미 국방성에서 제시한 표준 아키텍처이다. JAUS는 무인시스템을 개발하는데 소요되는 시간과 비용을 절감해준다. 또한 다른 무인시스템과의 호환성을 유지할 수 있는 참조 시스템(reference system)을 제공한다.

본 논문의 시스템은 JAUS 이론을 바탕으로 구현하였다. 원거리에서 모바일 로봇을 제어하기 위해서 무선 랜(Wireless LAN) UDP/IP 통신을 사용하였고, 모바일 로봇을 효과적으로 제어하기 위해서 원격제어 노드에는 휴대용 조이스틱을 사용하여 조작이 편리하게 구성하였다.

\* (주)우레아텍

\*\* 경남대학교 공과대학 정보통신공학과

투고 : 2008. 2. 21 수정완료 : 2008. 7. 23

계재확정일자 : 2008. 7. 25

※ 본 연구는 2008년도 경남대학교 학술연구장려금 지원으로 이루어 졌음.

## II. JAUS 표준 개요

JAUS(the Joint Architecture for Unmanned System)는 미 국방성과 의회에서 무인 시스템에 대한 연구, 개발, 데이터 획득의 사용에 대해 정의한 참조 규약이다. [9][10].

첫째, 적응성이다. 무인 시스템을 개발함에 있어 새로운 기술개발에 유연한 적응, 시스템의 계층적 진화를 지원, 시스템을 효율적으로 구성할 수 있다.

둘째, 인터페이스이다. 각 시스템 또는 컴포넌트간의 인터페이스 방법을 제시함으로써 원활한 데이터의 송, 수신이 가능하게 한다.

셋째, 비용절감이다. 다른 시스템 구축에 들어가는 비용과 유지 보수에 따른 기간과 비용을 최소화한다.

넷째, 확장성이다. 새로운 기술 추가를 위한 구조화, 현존하는 무인 시스템의 확장성을 확보한다.

### 2.1 JAUS 시스템 개요

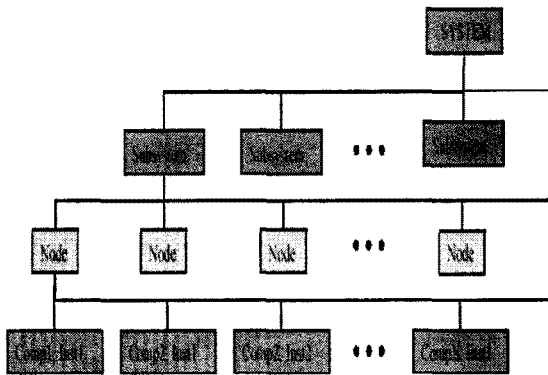


그림 1. JAUS 시스템 계층  
Fig. 1. JAUS system hierarchy

그림 1은 JAUS 시스템 계층을 나타낸다[9][10]. JAUS 계층은 시스템, 서버 시스템, 노드, 컴포넌트와 인스턴트 계층으로 구성되어 있다.

#### 1) 시스템 계층

이 계층은 하나 또는 여러 개의 서버 시스템이 모인 구조로 이루어져 있다. 각 하위 계층에 대한 원격 및 무인 인터페이스를 통하여 제어할 있는 가장 상위 계층이다.

#### 2) 서버 시스템 계층

서버 시스템은 독립적이고 개별적인 존재이다. 즉, 무인 솔루션 시스템이 내장되어 있는 하나의 개체이다

#### 3) 노드 계층

노드 계층은 서버시스템 안에서 동작하고 있는 개별적 운영 시스템으로 정의한다.

#### 4) 컴포넌트/인스턴트 계층

컴포넌트와 인스턴트 계층은 JAUS 계층 중 가장 하단에 있으며, 직접적으로 실행 가능한 프로세스 또는 소프트웨어를 지칭한다.

### 2.2 JAUS 메시지 정의

JAUS 시스템에서는 각 계층간 통신시 사용하는 메시지의 표준화를 추구하기 위해 JAUS 메시지를 사용한다. 표 1은 표준 JAUS의 메시지 헤더의 구조를 나타낸다[10]. 기본적으로 16 바이트로 구성되며, 필요에 따라 총 4080 바이트의 데이터를 포함할 수 있다.

표 1. JAUS 메시지의 구조  
Table 1. JAUS message structure

Byte	15	14	13	12	11	10	9	8
설명	Sequence Number		Data Control		Source ID			

Byte	7	6	5	4	3	2	1	0
설명	Destination ID				Command Code		Message Properties	

+

Data (0 ~ 4080Byte)								
---------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

#### 가) 메시지 속성의 구조

메시지속성(message properties)는 메시지의 우선순위 및 응답여부를 정의한다.

#### 나) 명령 코드

명령 코드(command code)는 메시지의 특징을 정의한다. 사용여부에 따라 명령(command), 질의(query), 통보(inform), 이벤트 설정(event setup), 이벤트 통보(event notification), 노드관리(node management), 예약(reserved), 사용자 정의 메시지(user defined message) 등을 사용할 수 있다.

#### 다) 근원지와 목적지 IDs

메시지의 근원지(source)와 목적지(destination)는 해당 메시지의 송신자(sender)와 수신자(receiver)를 규정한다.

#### 라) 데이터 제어

데이터 제어(data control)은 하나의 메시지가 전송하는 데이터 사이즈를 나타내며, 최대 4080 바이트로 제한한다.

#### 마) 순서번호

순서번호(sequence number)는 전송되는 메시지에 대해 순차적으로 정렬할 수 있도록 하기 위해 사용한다.

## III. 원격제어 시스템

### 3.1 시스템 구성

그림 2는 본 논문에서 JAUS 기반으로 구성한 시스템 아키텍처를 나타낸다[6][9][10]. "Remote Mobile Robot Control" 이라는 서버 시스템 아래에는 차량 시스템 노드, 원격 제어 노드로 구성하였다.

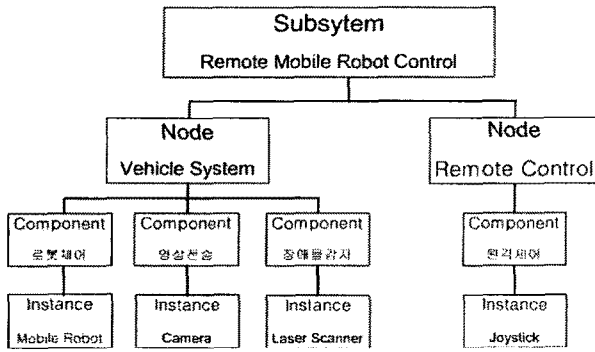


그림 2. 시스템 아키텍처  
Fig. 2. System architecture

먼저 차량 시스템 노드에는 로봇 제어, 영상 전송, 장애물 감지 3개의 컴포넌트이고, 원격 제어 노드는 원격 제어 컴포넌트로 구성되어 있다. 차량 시스템 노드와 원격 제어 노드간의 통신 방식은 이더넷(ethernet) 기반의 무선 UDP/IP 프로토콜을 사용하고, 더불어 UDP/IP 기반 하에 JAUS 메시지를 사용하여 통신한다.

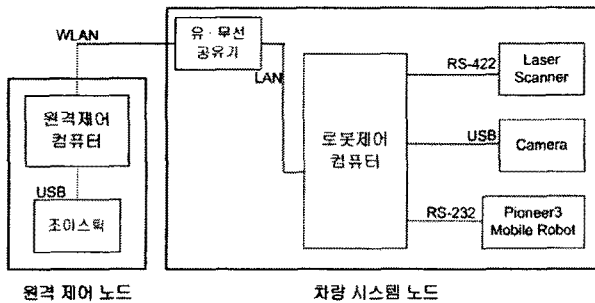


그림 3. 시스템 구성도  
Fig. 3 System structure

그림 3은 본 논문의 시스템 구성도이다. 그림 3의 시스템 구성도는 현재 연구 중인 소방로봇, 국방로봇, 물류 로봇을 참고하여 구성했다. 각 노드간 통신을 위해 유·무선 공유기를 사용하여 하나의 네트워크를 구성하였고 무선 UDP/IP 통신 방식을 사용한다.

3.2 원격 제어 노드

원격 제어 노드에는 휴대용 노트북, 조이스틱으로 구성했다. 원격 제어 노드의 목적은 원거리에서도 빠르고 정확하게 모바일 로봇을 제어하는 것이다[6]~[9]. 조이스틱을 사용하기 위해서 VC++에서 DirectX SDK9.0에서 DirectInput을 사용했다[14]~[16]. 그림 4는 원격 제어 노드에서 사용하는 조이스틱 제어 순서도이다. 조이스틱에 보면 스틱 2개와 버튼 2개를 사용하였다. 스틱은 모바일 로봇을 제어할 때 조향, 가속으로 사용하였다. 버튼은 Set Emergency, Clear Emergency로 사용한다. 조향, 가속의 최소값은 -100, 최대값은 100이다. button1을 누르면 Set Emergency Message가 송신되고, button2를 누르면 Clear Emergency Message가 송신된다.

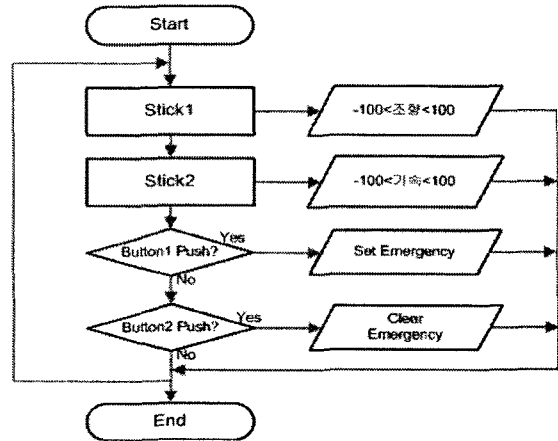


그림 4. 조이스틱 순서도

Fig. 4. Joystick flow diagram

3.3 차량 시스템 노드

차량 시스템 노드에는 로봇 제어 컴퓨터, 유·무선 공유기, 레이저 스캐너, 카메라, Pioneer3 모바일 로봇[11]으로 구성된다. 차량 시스템 노드에는 로봇 전방에서 장애물 인식을 위해 레이저 스캐너가 있다. 원격 제어 노드에서 현 로봇의 주행 상황을 확인하기 위해 주행 카메라가 로봇의 전방 위쪽에 설치가 되어 있다. 그리고 Pioneer3 모바일 로봇, 로봇 제어 컴퓨터, 유·무선 공유기로 구성했다.

3.3.1 로봇 제어 컴포넌트

그림 5는 본 논문에서 이용한 모바일 로봇, Inc.의 모바일 로봇인 Pioneer3 로봇을 나타낸다.

로봇의 제어는 기본 스키드 스티어링(skid steering) 방식이다[11]. 스키드 스티어링 방식은 일반 궤도 차량과 유사하다. 좌우 바퀴로 제어해야 하고 제자리 회전이 가능하다. 원격 제어 노드에서 모바일 로봇을 제어하기 위해 조향, 가속 값을 전송한다. 차량 시스템 노드에서 이 데이터를 좌, 우 바퀴 값으로 변환하여 로봇으로 전송한다. 차량 시스템 노드에서 수신한 조향, 가속 값을 좌, 우 바퀴 값으로 변환하는 식은 아래와 같다.

$$\begin{aligned} \text{왼쪽} &= \text{가속} + (0.5 * \text{조향}) \\ \text{오른쪽} &= \text{가속} - (0.5 * \text{조향}) \end{aligned} \tag{1}$$

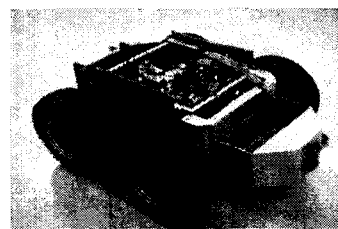


그림 5. Pioneer3 실제 모습  
Fig. 5. The picture of Pioneer3

3.3.2 영상 전송 컴포넌트

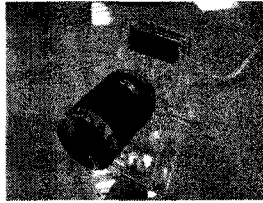


그림 6. Dzone I 카메라  
Fig. 6. Dzone I camera

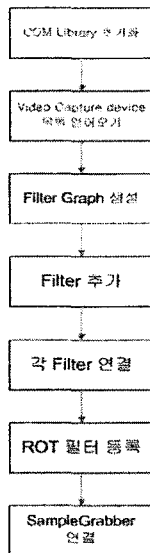


그림 7. DirectShow 영상 캡처 과정  
Fig. 7. Image capture process by DirectShow

모바일 로봇을 제어하기 위해서는 원격 제어 노드에서 로봇을 주행 환경을 볼 수 있어야 한다. 그러므로 차량제어 컴퓨터에는 한 대의 카메라를 사용했다. PC에서 usb 카메라에 들어오는 영상을 소프트웨어적으로 캡처하기 위해 DirectX SDK에서 제공하는 DirectShow를 이용하였다[16]. 그리고 캡처된 영상은 압축 코덱을 이용하여 영상을 압축하도록 구현하였다.

그림 6은 영상 컴포넌트에서 사용한 usb 카메라이다. PC에 DirectX SDK 9.0을 설치하여 DirectShow를 이용하여 영상을 실시간 얻어온다. 코덱을 이용하여 영상 데이터를 원격제어 노드로 전송한다.

그림 7은 VC++로 DirectShow를 이용하여 영상을 캡처하여 샘플 추출기(SampleGrabber)를 통해 정지 영상을 얻는 과정을 보여주고 있다[16].

3.3.3 장애물 감지 컴포넌트

모바일 로봇의 전 방향에는 레이저 스캐너 부착해 놓았다. 장애물 감지 컴포넌트의 목적은 로봇의 원격 주행중에 로봇 전방의 장애물을 감지하여 원격 제어 노드에 통보해 줘서 모바일 로봇 원격 주행시 도움을 주는 역할을 한다.

차량제어 컴퓨터에서는 RS-422로 레이저 스캐너 연결되어 있어 센서 값을 실시간으로 얻어온다.



그림 8 레이저 스캐너  
Fig. 8. Laser scanner

그림 8은 본 논문에서 사용한 독일 SICK사의 제품이며 TOF방식으로 작동한다[12][14]. PC와 인터페이스는 RS-232, RS-422 둘 다 가능하고, 최대 장애물 검출 반경 및 거리는 각각 180°, 80m이다. 성능이 우수한 반면 가격이 고가이다[12].

그림 9는 레이저 스캐너 통신과정 및 측정된 장애물 거리 데이터를 받아오는 과정을 요약하고 있다[12].

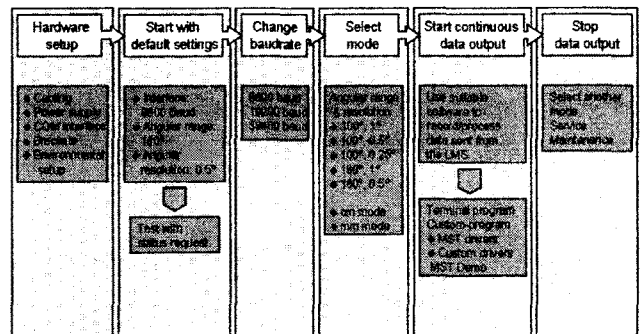


그림 9. 레이저 스캐너 통신 과정  
Fig. 9. The communication process of laser scanner



그림 10. 레이저 스캐너 실행화면

Fig. 10 The execution window of laser scanner

그림 9의 과정에 의거해서 레이저 스캐너 프로그램을 구현하였다. 그리고 그림 10은 레이저 스캐너 실행화면이다. 노란색 배경의 안쪽 부분이 장애물까지의 거리를 나타낸다.

IV. 통합 소프트웨어 구현

4.1 통합 소프트웨어 아키텍처

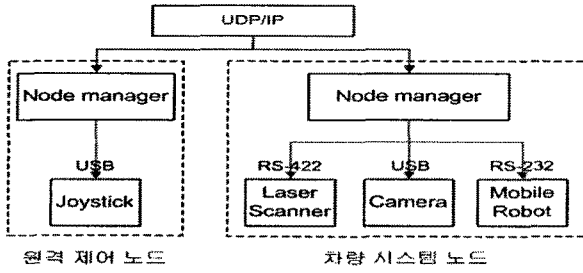


그림 11. 소프트웨어 아키텍처  
Fig. 11. Software architecture

그림 11은 시스템 구성도에 의해 본 논문의 소프트웨어 아키텍처를 나타낸다. 원격 제어 노드와 차량 시스템 노드 간은 UDP/IP 소켓통신을 한다. 각 노드에는 노드 매니저(Node manager)가 있다. 여기서 노드 매니저의 역할은 노드간의 통신을 담당하며 메시지에 의해 하위 컴포넌트들의 제어한다. 그림 11을 보면 각 노드에 노드 매니저가 있고 하위 컴포넌트들은 모듈처럼 추가할 수 있게 구성했다[6]~[10]. 하나의 노드 매니저만 구축을 해놓으면 개발시간 단축과 프로그램 이식성, 데이터의 표준화 장점이 있다.

4.2 모바일 로봇 운용모드

그림 12는 본 논문에서 모바일 로봇 원격 제어 운용모드이다. 원격 제어 노드 전원을 인가한 후 대기(standby) 상태로 된다. 원격모드(remote mode)로 하면 모바일 로봇을 원격제어 할 수 있다. 만약 위급한 상황이 발생하면 비상모드(emergency mode)로 전환 가능하며 비상정지 해제 후 대기 상태로 돌아온다.

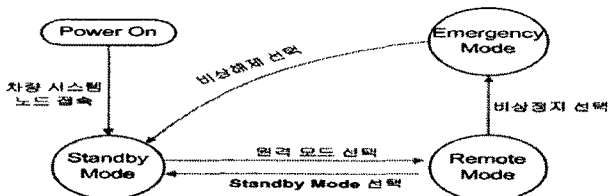


그림 12. 모바일 로봇 원격제어 운용모드  
Fig. 12. Remote control mode of mobile robot

4.3 차량 시스템 노드와 원격 제어 노드간 데이터 흐름도

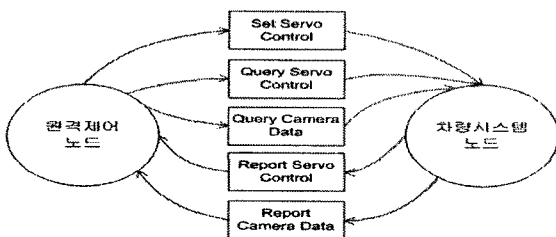


그림 13. 노드간 메시지 흐름도  
Fig. 13. Message flow between nodes

그림 13은 노드간 메시지 흐름도이다. 원격 제어 노드에서 Set Servo Control 메시지로 모바일 로봇을 제어한다. Query Servo Control은 모바일 로봇의 좌우 바퀴 RPM 값을 요구하고, 응답으로 Report Servo Control은 모바일 로봇의 좌우 바퀴 RPM 값을 원격 제어 노드로 송신한다. 마찬가지로 원격 제어 노드에서 주행 카메라 영상 데이터를 수신 요청인 Query Camera Data 메시지를 차량시스템 노드로 전송하면, 응답으로 Report Camera Data 메시지로 영상을 수신한다.

4.4 통합 소프트웨어 구현

노드 매니저의 역할은 각 노드간의 통신을 원활하게 하는 목적으로 사용한다. 본 논문에서는 차량 시스템 노드와 원격 제어 노드간에 UDP/IP 통신을 사용한다.

노드 매니저의 구현은 서버/클라이언트 기능을 다 갖추도록 했다. 원격 제어 노드에서 모바일 로봇 제어권을 가지고 있으므로 원격 제어 노드에서 메시지 송신에 따라 모바일 로봇이 제어한다.

노드 매니저는 WSAsyncSelect 모델을 사용하여 구현했다. WSAsyncSelect 모델을 사용하면 윈도우 메시지 형태로 소켓과 관련된 네트워크 이벤트를 처리할 수 있다[13].

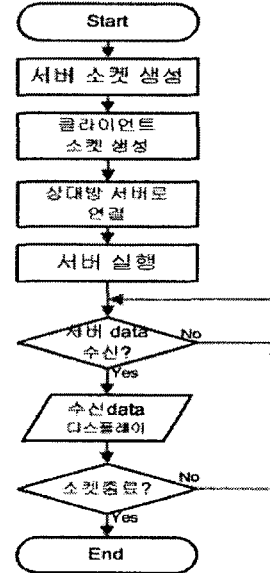


그림 14. 노드 매니저 흐름도  
Fig. 14. Flow diagram of node manager

그림 14를 보면 서버, 클라이언트 소켓을 생성 후 클라이언트 소켓은 상대로 노드로 연결한다. 서버 실행 후 상대방 노드로부터 메시지 수신을 기다린다. 소켓이 종료되기 전까지 메시지를 송, 수신 할 수 있다.

4.5 원격 제어 노드 프로그램 구현

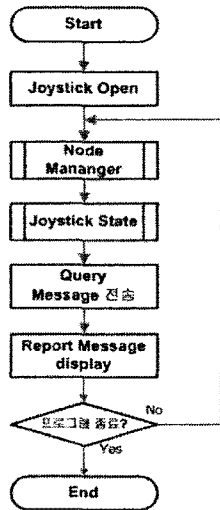


그림 15 원격 제어 노드 흐름도

Fig. 15. Flow diagram of remote control node

그림 15는 원격 제어 노드 프로그램 순서도를 설명한 것이다. 먼저 노드 매니저가 실행이 되어 UDP/IP 통신을 할 수 있게 소켓 생성 및 상대방 노드에 연결을 한다. 조이스틱 상태는 그림 4에서 설명하였다. 질의 메시지를 전송하고 노드 매니저를 통해 수신된 보고서 메시지를 화면에 디스플레이 한다.

4.6. 차량 시스템 노드 프로그램 구현

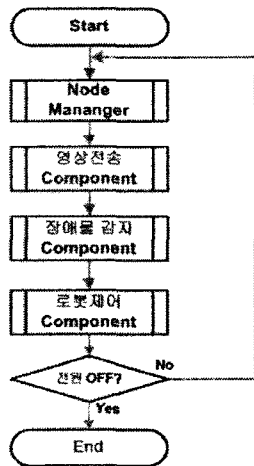


그림 16. 차량 시스템 노드 흐름도

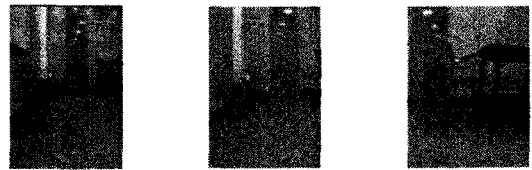
Fig. 16. Flow diagram of vehicle system node

그림 16은 좌측에는 차량 시스템 노드 프로그램 순서도를 나타낸다. 노드 매니저가 동작 후 수신된 메시지의 명령 코드에 따라 영상 전송, 로봇제어 컴포넌트로 수신된 메시지를 보낸다. 영상 전송 컴포넌트에서는 352×288 카메라 영상을 MPEG4 코덱을 이용하여 압축하여 전송한다, 장애물 감지 컴포넌트에서는 5m이내 장애물 감지시 원격 제어 노드에 장애물 감지를 통보한다. 로봇 제어 컴포넌트에서는

로봇을 구동하며, 보고서 메시지를 원격 제어 노드로 전송한다.

VI. 실험 및 결과

본 논문에서 시스템의 구성에 있어서 중요한 문제는 전송영상 및 노드간의 전송메시지의 시간 딜레이와 영상의 화질에 있다. 특히 로봇의 고속 이동간에 영상 지연은 심각한 문제를 발생시킬 수 있는 부분이기 때문에 딜레이 최소화하는 로봇의 주행 제어에 중요한 부분이다. 본 논문의 실험에서는 실내에서 로봇의 원격주행이 네트워크 트래픽량의 변화를 측정하여 원활하게 로봇의 주행 및 영상의 화질을 측정하였고, 그리고 메시지간 딜레이 시간을 측정하여 모바일 로봇의 주행 및 회전 속도에 따라 주행 거리 완료 시간을 측정해 보았다.



(a) 정지시 (b) 주행시 (c) 회전시

그림 17. 실내에서 수신된 영상 비교

Fig. 17. Image comparison: Indoor

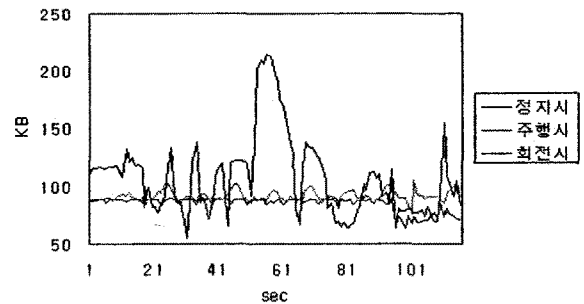


그림 18. 실내에서 발생된 트래픽 비교

Fig. 18. Traffic comparison: Indoor

그림 17은 왼쪽부터 모바일 로봇의 정지, 주행, 회전시 원격제어 노드에서 수신된 영상이다. 끊임없이 선명하게 수신된 영상을 확인할 수 있다. 그림 18은 모바일 로봇의 정지, 주행, 회전시 원격 제어 노드에서 발생된 네트워크 트래픽 양을 그래프로 나타내었다.



(a) 정지시 (b) 주행시 (c) 회전시

그림 19. 실외에서 수신된 영상 비교

Fig. 19. Image comparison: Outdoor

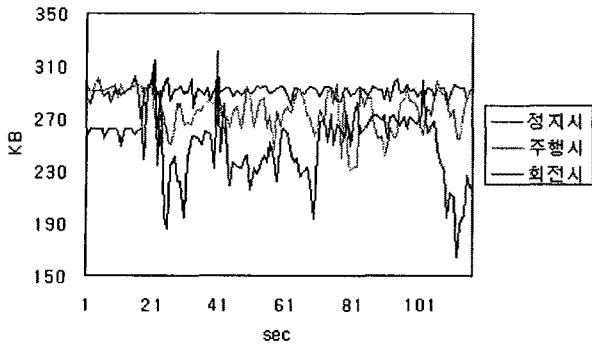


그림 20. 실외에서 발생된 트래픽 비교  
Fig. 20. Traffic comparison: Outdoor

그림 19는 실외에서 모바일 로봇의 정지, 주행, 회전시 원격 제어 노드에서 수신된 영상이다. 끊김없이 선명하게 수신된 영상을 확인할 수 있었다. 그림 20은 모바일 로봇의 정지, 주행, 회전시 원격 제어 노드에서 발생된 네트워크 트래픽 량을 그래프로 나타내었다. 정지시일 때는 영상의 변화가 없어 트래픽 량이 일정하다. 주행, 회전시는 영상의 트래픽 량이 증가하지만 끊김없이 로봇을 제어 및 영상이 수신되는 것을 확인할 수 있었다.

표 2. 속도 및 거리에 따른 직선 주행 완료 시간 측정 결과  
Table 2. straight-line running time results by speed and distance

구분	2m	4m	6m
2m/sec	4.301sec	5.912sec	7.041sec
5m/sec	2.982sec	4.881sec	6.011sec
10m/sec	1.655sec	3.014sec	4.581sec

표 3. 각도에 따른 회전 완료 시간 측정 결과  
Table 3. Turning time results by angle

구분	90°	180°	270°	360°
10m/sec	1.123sec	2.121sec	3.261sec	3.987sec

표 2는 속도에 따른 정해진 거리까지 주행 완료 시간 측정 결과이다. 표 3은 10m/sec 회전 속도로 각도에 따른 회전 완료 시간 측정 결과이다. 한 메시지 전송 딜레이 시간은 35ms이다. 모바일 로봇의 주행 시간이 증가하면 배터리의 양이 감소하므로 완료 시간이 더 길어질 수 있는 점을 감안해야 한다.

### Ⅶ. 결론

최근 국내외에서 무인 자동차용 로봇 개발에 관한 많은 관심과 개발 경쟁이 한층 더해가고 있다. 그러나 무인 자동차용 로봇을 효과적으로 제어하기 위한 표준화된 아키텍처

의 부재로 개발 기간의 장기화 되고, 다른 무인 자동차용 로봇과 호환성이 저하되는 등의 어려움이 많았다. 구현된 모바일 로봇은 무선 LAN UDP/IP 프로토콜 기반으로 JAUS 명령 메시지를 사용해서 원격제어시스템과 통신한다. JAUS 기반으로 시스템을 구성하여 안정적 및 정확성을 높임으로써 원격제어 시스템에서 원거리 주행 성능을 높였고, JAUS 메시지를 사용함으로써 시스템의 표준화, 확장성, 개발 시간 등의 개선을 기대할 수 있다.

향후 연구 과제로서는 JAUS 표준을 기반으로 자율 주행 시스템을 구현하여 통합 모바일 로봇 원격 및 자율 주행 시스템 구현이 이루어져야 할 것이다.

### 참고문헌

- [1] Jung Ha Kim, "Design of Advanced Tele-Operated Control System for Unmanned Vehicle", Journal of Korea Society of Automotive Engineers, May, 2005
- [2] H.C.Moon, J.H. Kim, "Unmanned Vehicle System Configuration using All Terrain Vehicle", Proceeding of ICCAS, 2004
- [3] S.G. Kim and J.H. Kim, "Research of the Unmanned Vehicle Control and Modeling for Obstacle Detection and Avoidance", Journal of Korea Society of Automotive Engineers, Sep, 2003
- [4] Novick. D, "Implementation of a Sensor FusionBase Object-Detection Component for an Autonomous Outdoor Vehicle", Ph.D.Dissertation of CIMAR Lab, University of Florida, 2002
- [5] Hee Chang, Moon, "Design of the Unmanned Vehicle System according to the Joint Architecture for Unmanned System", Proceeding of ICCAS, May, 2005
- [6] J. H .Park, Y. J. Son, J .H. Kim, "A study of tele-operated control system for unmanned vehicle using wireless LAN", The Korean Society of Automotive Engineers for Electronics and I.T.S. Conference, 2005
- [7] S.Thrun, M.Bennewitz, W.Burgard, A.B.Cremers, F.Dellaert, and D.Fox, "MINERVA:A Second-Generation Museum Tour-Guide Robot", SPIE Defense and Security Symposium, Orlando, 2005
- [8] S. Kagami, Y. Tamiya, M. Inaba, H. Inoue, Design of Real-Time Large Scale Robot software platform and its implementation in the remote-brained robot project, Proc. IROS 96 0-7803-3213-X/96©1996 IEEE, Tokyo, 1996
- [9] Jung Ha Kim, "Peer-to-peer data communication for controlling unmanned system according to the JAUS", The Korean Society of Automotive Engineers for Electronics Conference, 2006
- [10] THE JOINT ARCHITECTURE FOR UNMANNED SYSTEMS, Reference Architecture Specification Volume

- I Part 1, Volume II Part 2, Volume III Part 3, 2004
- [11] Pioneer3 Operations Manual with Mobile Robots Exclusive Advanced Robot Control & Operations Software, Mobile Robots Inc., 2005
  - [12] LMS Quick Manual, Sick, 2002
  - [13] 김선우, 윈도우 네트워크 프로그래밍, 한빛 미디어, 2005.
  - [14] 최장혁, 레이저 거리 센서 기술 및 이동로봇 제어에의 응용, 한국 자동차 공학회, 2004
  - [15] 최훈익, Visual C++.NET 30일 완성, 영진닷컴, 2002.
  - [16] 신화선, DirectShow 멀티미디어 프로그래밍, 한빛미디어, 2005.



**김 태 효 (Tae-Hyo Kim)**

1977년 영남대학교 전자공학과(공학사)  
 1980년 영남대학교 전자공학과(공학석사)  
 1988년 영남대학교 전자공학과(공학박사)

1979. 9 - 1999. 2 경남대학교 전자공학과 교수  
 1999. 3 - 현재 경남대학교 정보통신공학과 교수  
 관심 분야 : 영상처리, 컴퓨터비전, 영상계측



**정성욱 (Sung-Uk Jung)**

1999 ~ 2006 경남대학교 정보통신공학부  
 2006 ~ 2008 경남대학교 정보통신공학부  
 대학원  
 2008 ~ 현재 리모텍 근무



**조상현 (Sang-Hyun Cho)**

1994 ~ 2001 경남대학교 전자공학과  
 2001 ~ 2003 경남대학교 전자공학과 대학원  
 2003 ~ 2005 (주) 디스페이스  
 2005 ~ 현재 (주) 우레아텍 부설연구소



**박영식 (Young-Seak Park)**

1979년 영남대학교 전자공학과(공학사)  
 1981년 한양대학교 전자공학과(공학석사)  
 1985년 한양대학교 전자공학과(공학박사)  
 1990년 ~ 1991년 일본 우정성 통신종합연구소  
 (관서선단연구센터) 초빙과학자  
 1990년 ~ 1991년 일본 긴가이동통신센터  
 객원연구원  
 2001년 ~ 2002년 미국 North Carolina 주립대학  
 (NCSU) 교환교수  
 1985년 ~ 현재 경남대학교 정보통신공학부  
 교수  
 관심분야: Software Engineering, Web-based  
 Software Design & Development, Pattern  
 Recognition, Image Processing, Computer  
 Network & Network Computing,  
 Embedded Processor System Design