

韓國軍事科學技術學會誌

Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology

제11권 제6호 (통권 제37호) 2008

12

ISSN 1598-9127

한국학술진흥재단 등재학술지



- 상부공격 지능자탄의 낙하운동 및 탐색경로 시뮬레이션
- 한국형 전차의 효율적인 성능개량 개념
- 국내 차기 다련장 로켓 개발방안에 대한 고찰
- 기동특성에 따른 ARS 자세 성능향상 기법
- 다중레이다 분산형 추적의 항적연관 및 융합 성능평가
- 2.4GHz대역 ZigBee 송수신기를 사용한 과학화 전투훈련 시스템에서 최소송신 전력과 간섭에 관한 연구
- VHF 데이터통신 통달거리 예측 연구
- 항공용 전자전장비의 방향탐지 정확도 분석기법
- 함정 탑재 V/UHF 안테나의 전계 특성 분석
- 국방특화연구센터 사업의 운영성과 분석 연구
- 국방규격작성 방법 발전방안에 관한 연구
- 무기체계 RAM 시뮬레이션의 정확도 향상을 위한 요소별 영향 분석
- 국방특화연구센터의 효율성 분석 및 연구 성과 향상방안 연구
- 자율탐색 로봇 설계를 위한 M&S(Modeling & Simulation) 환경 연구
- 4중 빔 도파관과 렌즈를 이용한 새로운 광대역 혼 안테나
- 군병원 환자의 근골격계손상과 군대활동과의 연관성에 관한 조사
- 고출력 전자기파의 커플링 효과에 의한 마이크로컨트롤러 소자의 피해
- 지뢰제거를 위한 로봇 텔레오퍼레이션 기술 연구
- 입자법을 이용한 축대칭 탄자의 관통거동 수치해석 연구



社團
法人

韓國軍事科學技術學會



편집위원회

韓國軍事科學技術學會誌

제11권 제6호 (통권 제37호)

2008년 12월

위원장 박민우(국방과학연구소)

이사 강희철(국방과학연구소)
나종범(KAIST)
권용수(국방대학교)
김학정(항공우주연구원)
김철중(원자력연구원)

위원 광영길(한국항공대)
김병수(경상대학교)
백승욱(공군사관학교)
신용태(숭실대학교)
여재익(서울대학교)
임중수(천안대학교)
박영원(아주대학교)
권용수(국방대학교)
배두환(KAIST)
김기선(GIST)
박노광(한국기체연구원)
홍순형(KAIST)
김영수(포항공대)
김성대(KAIST)
채용규(한양대학교)
이윤우(서울대학교)
김광주(한밭대학교)
권영환(대구대학교)
송택렬(한양대학교)
방효충(KAIST)
한재홍(KAIST)
구남서(건국대학교)
이기영(공군사관학교)
이승수(인하대학교)
허환일(충남대학교)
윤웅섭(연세대학교)
김승호(원자력연구원)
김형석(경북대학교)
한일기(KIST)
성기철(한국전기연구원)
김기섭(한국해양연구소)

논문

지상무기 부문

- 상부공격 지능자탄의 낙하운동 및 탐색경로 시뮬레이션
(Simulation and Analysis of Top-Attack Smart Submunition Descent Motions and Target Searching Footprint) 김기표, 장재현, 최상경, 홍종태
(Kim, Ki-Pyo · Chang, Kwe-Hyun · Choi, Sang-Kyung · Hong, Jong-Tai) · 5
- 한국형 전차의 효율적인 성능개량 개념
(A Concept Study on Efficiently Improving Performance for Korean MBT)
..... 김 석, 손승현 (Kim, Seok · Son, Seung-Hyun) · 14
- 국내 차기 다련장 로켓 개발방안에 대한 고찰
(A Study on the Development Method of the Domestic New Generation Multiple Launcher Rocket System) 조기홍 (Cho, Ki-Hong) · 21

유도무기 부문

- 기동특성에 따른 ARS 자세 성능향상 기법
(The Improvement Method of ARS Attitude depending on Dynamic Conditions)
..... 박찬주, 이상정 (Park, Chan-Ju · Lee, Sang-Jeong) · 30
- 다중레이더 분산형 추적의 항적연관 및 융합 성능평가
(Performance Evaluation of Track-to-track Association and Fusion in Distributed Multiple Radar Tracking)
..... 최원용, 홍순목, 이동관, 정재경, 조길석 (Choi, Won-Yong · Hong, Sun-Mog · Lee, Dong-Gwan · Jung, Jae-Kyung · Cho, Kil-Seok) · 38

전자·통신 부문

- 2.4GHz대역 ZigBee 송수신기를 사용한 과학화 전투훈련 시스템에서 최소송신전력과 간섭에 관한 연구
(A Study on Minimum Transmit Power and Interference in ZigBee Transceivers at 2.4GHz in Multiple Integrated Laser Engagement System)
..... 광현상, 유호준, 김영호, 전상현, 김종현, 이찬주, 임승찬
(Kwak, Hyun-Sang · Yoo, Ho-Joon · Kim, Young-Ho · Chun, Sang-Hyun · Kim, Jong-Heon · Lee, Chan-Joo · Lim, Seung-Chan) · 47
- VHF 데이터통신 통달거리 예측 연구
(A Study on Estimation of VHF Datalink Range) 이영중, 김인선, 박주래
(Lee, Young-Joong · Kim, In-Seon · Park, Joo-Rae) · 55
- 항공용 전자전장비의 방향탐지 정확도 분석기법
(A Study on Direction Finding Accuracy Analysis for Airborne ESM)
..... 이영중, 김인선, 박주래
(Lee, Young-Joong · Kim, In-Seon · Park, Joo-Rae) · 63
- 함정 탑재 V/UHF 안테나의 전기 특성 분석
(Analysis of the Electric-field Characteristics of V/UHF Antennas Installed on a Shipboard) 이진호, 권준혁, 송기환
(Lee, Jin-Ho · Kwon, Joon-Hyuck · Song, Ki-Hwan) · 74

체계공학 부문

- 국방특화연구센터 사업의 운영성과 분석 연구
(A Study on the Performance Analysis of the Defense Specialized University Research Center Program) 강성모, 양해술
(Kang, Sung-Mo · Yang, Hae-Sool) · 81

이 학술지는 한국과학기술단체총연합회의 일부 재정지원에 의하여 발간되었음



학 회 임 원

회 장 박창규(국방과학연구소)

부 회 장 박민우(국방과학연구소)

신영순(합동참모본부)

이재남(현대로템(주))

이운동((주)한화)

김승조(서울대학교)

총무이사 홍승규(국방과학연구소)

이해황(인하대학교)

강희영(부경대학교)

양신혁(공군전투발전단)

재무이사 홍석민(국방과학연구소)

백운형(국방과학연구소)

박동철(충남대학교)

최봉완(해군전투발전단)

사업이사 최윤대(육군3사관학교)

조규필(국방과학연구소)

홍해남(국방과학연구소)

손명환(공군사관학교)

권태현(포항공대)

이근화(육군전투발전단)

이정민((주)풍산)

김정수((주)두산인프라코어)

편집이사 강희철(국방과학연구소)

나종범(KAIST)

권용수(국방대학교)

김학정(항공우주연구원)

김철중(원자력연구원)

감 사 이희철(나노종합팹센터)

한영철(삼성탈레스(주))

Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology

Volume 11, Number 6

December 2008

- 국방규격작성 방법 발전방안에 관한 연구
(A Study on Korean Defense Specification Practice Standard Development Initiative) 송재용, 손승현, 성인철
(Song, Jae-Yong · Son, Seung-Hyun · Sung, In-Cheol) · 90
- 무기체계 RAM 시뮬레이션의 정확도 향상을 위한 요소별 영향 분석
(Effect Analysis of Factors for Improving Accuracy of RAM Simulation in Weapon System) 정일한, 박삼준 (Chung, Il-Han · Park, Sam-Joon) · 102
- 국방특화연구센터의 효율성 분석 및 연구 성과 향상방안 연구
(Efficiency Analysis of the Defense Research Center and Improvement of Performance) 최석철, 배윤호 (Choi, Seok-Cheol · Bae, Yoon-Ho) · 117

정보기술 부문

- 자율탐색 로봇 설계를 위한 M&S(Modeling & Simulation) 환경 연구
(A Study on M&S Environment for Designing the Autonomous Reconnaissance Ground Robot) 김재수, 손현승, 김우열, 김영철
(Kim, Jae-Soo · Son, Hyun-Seung · Kim, Woo-Yeol · Kim, R. Young-Chul) · 127

센서·신호처리 부문

- 4중 릿지 도파관과 렌즈를 이용한 새로운 광대역 혼 안테나
(A Novel Broadband Horn Antenna with Quadruple-Ridged Waveguide and Dielectric Lens) 이기오, 박동철 (Lee, Kee-Oh · Park, Dong-Chul) · 135

생명·환경 부문

- 군병원 환자의 근골격계손상과 군대활동과의 연관성에 관한 조사
(Causal Relationship between Military Activities and Musculoskeletal Injuries) 김진수, 이연수 (Kim, Jin-Su · Lee, Yeon-Soo) · 142

에너지 부문

- 고출력 전자기파의 커플링 효과에 의한 마이크로컨트롤러 소자의 피해
(The Damage of Microcontroller Devices due to Coupling Effects by High Power Electromagnetic Wave) 홍주일, 황선목, 허창수
(Hong, Joo-Il · Hwang, Sun-Mook · Huh, Chang-Su) · 148

제어 부문

- 지뢰제거를 위한 로봇 텔레오퍼레이션 기술 연구
(A Study on the Robot Teleoperation for Mine Removal) 임수철, 유삼현 (Lim, Soo-Chul · Yoo, Sam-Hyeon) · 156

구조·기기 부문

- 입자법을 이용한 축대칭 탄자의 관통거동 수치해석 연구(A Study on Numerical Perforation Analysis of Axisymmetric Bullet by the Particle Method) 김용석, 김용환 (Kim, Yong-Seok · Kim, Yong-Hwan) · 164

학외동정 173

특별, 찬조, 신입개인회원 명단 177

학외지 제11권5호 게재논문 제목 및 저자 178

한국군사과학기술학회 편집 규정 179

학회 가입 안내 및 입회원서 184

자율탐색 로봇 설계를 위한 M&S(Modeling & Simulation) 환경 연구

A Study on M&S Environment for Designing the Autonomous
Reconnaissance Ground Robot

김재수*
Kim, Jae-Soo

손현승**
Son, Hyun-Seung

김우열**
Kim, Woo-Yeol

김영철**
Kim, R. Young-Chul

ABSTRACT

An autonomous reconnaissance ground robot performs its duty in various different environments such as mountain-scape, desert and under-water through changing its shape and form according to the environment it is working in. Making a prototype robot for each environment requires extra cost and time. It is also difficult to modify the problem after production. In this paper, we propose the adoption of M&S(Modeling & Simulation) environment for the production and design of the autonomous reconnaissance ground robot. The proposed method on the M&S environment contributed to the more effective and less time consuming production of the robot through the Pre-Modeling and Pre-Simulation process. For example, we showed the design and implementation of the autonomous reconnaissance ground robot under the proposed environment and tools.

주요기술용어(주제어) : Modeling & Simulation(모델링과 시뮬레이션), Robot Development Tool(로봇 개발 도구), Autonomous Reconnaissance Ground Robot(자율 탐사 로봇), Robot Design(로봇 설계), Robot Development Environment(로봇 개발 환경)

1. 머리말

최근 미국에서는 군사용으로 6족로봇 Rhex, Sprawlettes, 휴대용 무인지상차량(UGV), 의료용 로

봇, 4족 견마형 로봇, 곤충형 로봇, 시큐리티/조사 로봇 등을 DARPA(Defense Advanced Research Projects Agency)에서 지원해주고 대학 중심으로 개발하고 있다^[1]. 이러한 로봇들은 다양한 환경에서 동작하기 위해 특이한 하드웨어 구조를 가진다. 주로 사용되는 하드웨어는 2~6바퀴를 사용하는 로봇, 상단, 하단 체인을 사용하는 로봇, 2~6개의 다리를 사용하는 로봇 등 이동수단에 의하여 종류가 구분된다.

자율탐색 로봇은 산악지형, 사막, 수중과 같은 다양한 환경 속에서 임무를 수행하게 된다. 자율탐색 로

† 2008년 10월 13일 접수~2008년 11월 28일 게재승인

* 한국과학기술정보연구원(Korea Institute of Science and Technology Information)

** 홍익대학교(Hongik University)

교신저자 이메일 : bob@hongik.ac.kr

봇의 종류는 우주 탐사, 위험 탐사, 파이프 탐사, 화산 탐사, 수중 탐사와 같이 탐사 지역에 따라 그 로봇의 형태와 모양이 달라진다. 화성탐사 로봇 소저너 같은 경우는 6개의 바퀴로 구성되어 있고 로봇팔과, 태양전지가 탑재되어 있는 특징이 있다. 위험 탐사로봇은 주로 체인형태의 바퀴가 주로 사용된다. 화산 탐사로봇은 6족형 다리가 사용되는 관절형 로봇이 사용된다. 수중 탐사 로봇은 물속에서 이동을 위해 프로펠러가 장착되어 있다.

자율탐색을 위해서는 각 환경에 알맞은 로봇을 제작해야 된다. 이때 환경에 맞는 로봇을 만들기 위해서 프로토타입형 로봇을 제작하게 되면 별도의 비용과 시간이 추가로 소모되며 문제점을 발견하였을 때 수정이 어렵다. 그래서 자율탐색로봇을 미리 만들어보고 이를 시뮬레이션 할 수 있는 모델링 & 시뮬레이션이 필요하다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하고자 로봇 개발방법론에 모델링과 시뮬레이션 과정을 추가하여 실제 로봇 없이도 쉬운 동작을 만들 수 있도록 개발 환경과 도구를 지원한다. 그 뿐만 아니라 이종의 기기와 하드웨어의 개발 없이 로봇을 개발할 수 있는 방법론^[2-4]을 포함한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련연구로서 로봇 개발 환경에 대하여 설명한다. 3장에서는 제안한 모델링 시뮬레이션 개발 환경과 도구에 대하여 언급한다. 4장에서는 적용사례로서 제안한 개발 환경으로 6족로봇을 자동탐사로봇으로 구현해 본다. 5장은 제안한 방법의 개발 시간을 측정하여 분석한다. 마지막 장에서는 결론 및 향후 연구를 언급한다.

2. 관련 연구

기존 자율 로봇의 M&S 환경을 살펴보면 표 1과 같이 CAMUS, OSGI, ER, MSRS 등이 있다.

CAMUS(Context-Aware Middleware for URC Systems)는 URC 환경 내에서 획득된 상황 정보를 기반으로 환경 내에 있는 사용자에게 적절한 서비스를 제공할 수 있도록 상황 기반 응용의 개발과 실행을 지원하는 상황 인식 미들웨어이다^[5]. CAUMUS는 ETRI에서 개발한 자바 기반의 URC 로봇 개발 플랫

폼으로 자바 기반의 라이브러리 및 연동 모듈 제공하는 장점을 가지지만 시뮬레이션 환경 지원 안 되고 일반인들이 다운로드 받아 사용하거나 개발하기 어렵다.

[표 1] 로봇 개발 환경 비교 표^[6]

구분	CAMUS	OSGI	ER	MSRS
소개	ETRI의 URC 로봇 개발 플랫폼	U-Home 솔루션에 적용	SDK 기반의 상용제품	MS 로봇개발용 플랫폼
장점 및 특징	자바 기반의 라이브러리 및 연동 모듈 제공	자바 기반의 API 및 실행 플랫폼으로 구성	컴퓨터 비전, 자율 내비게이션 SW기술 제공	로봇 업계에 있어서 공통화된 표준 플랫폼을 제공함
단점	일반인들이 사용하기 어려움	일반인들이 사용하기 어려움	제품 사용하기 위해 비용 지불	무선 통신 요구
시뮬레이션 환경	지원 안됨	지원 안됨	지원 안됨	지원됨

OSGI(Open Services Gateway Initiative)는 1999년에 쉐어 마이크로스 스텝즈, IBM, 에릭슨 등에 의해 구성된 개방형 표준 단체이다. 그 후로 OSGI는 원격 관리 될 수 있는 자바 기반의 서비스 플랫폼을 제정해왔다^[6]. 이 표준 사양의 핵심은 어플리케이션의 생명주기모델과 서비스 레지스트리를 정의하는 프레임워크이다. 자바 기반의 서비스 플랫폼으로 U-Home 솔루션에 적용되어, 가정의 가전기기의 원격 제어 및 연동에 활용되고 있다. 자바 기반의 API 및 실행 플랫폼으로 구성되어 있으며 시뮬레이션 환경이 없는 것이 단점이다. 또한 일반인들이 다운로드 받아 사용하거나 개발하기가 어려움을 가지고 있다.

ER(Evolution Robotics)은 로봇 제품 제작을 위한 종합적 개발 플랫폼으로 개발자들이 강력한 어플리케이션을 신속하고 용이하게 구축할 수 있게 하는 중요한 기반구조, 핵심 능력 및 도구를 제공한다^[7]. SDK 기반의 제품으로서 상용제품으로 컴퓨터 비전, 자율 내비게이션, 인간-로봇 인터랙션 및 시스템 아키텍처를 위한 소프트웨어 기술을 제공한다. 단점으로는 시

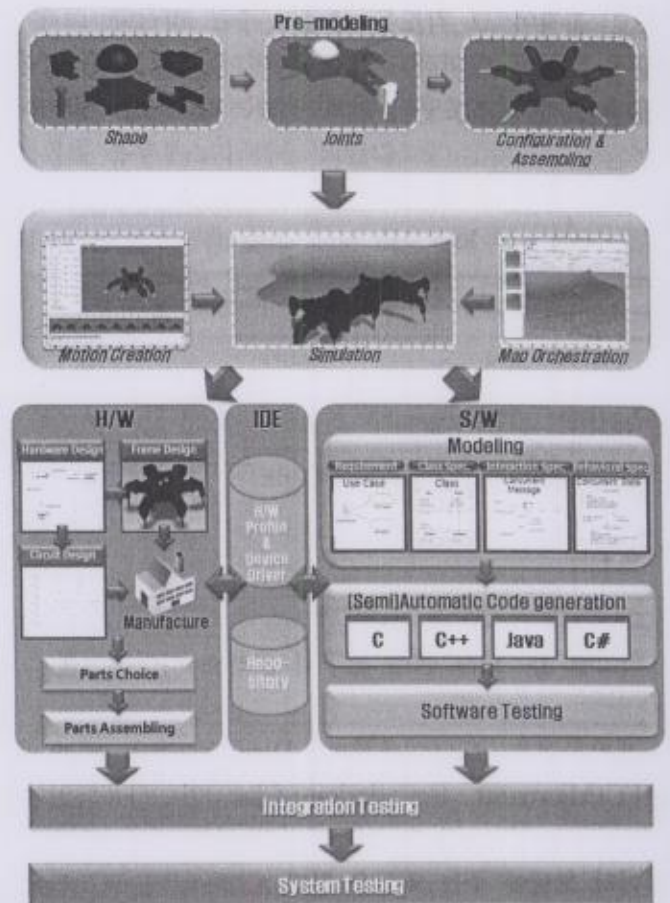
플레이션 환경이 지원되지 않고 상용 제품이기 때문에 추가 개발비용이 든다.

MSRS(Microsoft Robotics Studio)는 로봇분야에 관심이 있는 개발자, 학생 또는 일반인들이 프로그래밍에 대한 기본적인 지식만 가지고 있으면, 다양한 로봇 하드웨어 상에서 필요로 하는 다양한 로봇 애플리케이션을 쉽게 개발할 수 있도록 지원하는 개발 툴 및 환경이다^[8]. 다양한 컴퓨터 기기들 간의 Connectivity가 제공되고 스마트폰에서 부터 PDA, Windows CE, UMPC, Windows XP, Windows Vista, Windows Server 2003 등을 지원한다. 또한 다양한 개발자 커뮤니티와 두터운 개발자 층을 확보하고 깊이 있는 개발기술 제공한다. 시뮬레이션 환경을 지원하여 H/W 로봇이 없이도 로봇 프로그램이 가능하다. 단점으로는 MS 윈도우 제품에서만 동작되고 Connectivity가 강조되어 로봇이 무선통신장비가 탑재되어 있어야 한다. 그리고 높은 하드웨어 사양을 요구한다.

3. 제안한 M&S 환경

로봇 개발환경은 크게 미들웨어를 이용한 방법, 미들웨어를 사용하지 않은 펌웨어 기반으로 분류된다. 보통 미들웨어를 이용한 로봇은 커다란 시스템에서 사용되고 펌웨어를 이용한 개발은 작은 로봇에서 사용된다. 미들웨어는 시스템과 응용프로그램간의 중간에 위치하여 상호운영성 및 개발 편의성을 높여주지만 실행속도가 떨어지고 하드웨어의 높은 성능을 요구하기 때문에 작은 시스템에서 사용하기 어렵다. 본 논문에서 제안하는 방법은 미들웨어를 쓰지 않으면서 개발할 수 있는 방법으로 작은 시스템부터 큰 시스템까지 개발가능하다. 또한 기존의 개발 방법들은 로봇에 대한 모델링 및 시뮬레이션에 대해 제공하지 않아 개발이 어렵다. 본 논문의 개발환경은 다관절로봇에 최적화된 시뮬레이션을 제공하여 로봇을 빠르게 개발가능하다.

로봇 개발 환경은 크게 Pre-Modeling 단계, Pre-Simulation 단계, 소프트웨어 개발 단계, 하드웨어 개발 단계, 통합 테스트 단계로 구성된다. 그림 1은 개발 환경을 도식화 한 것이다.



[그림 1] M&S 로봇 개발 환경

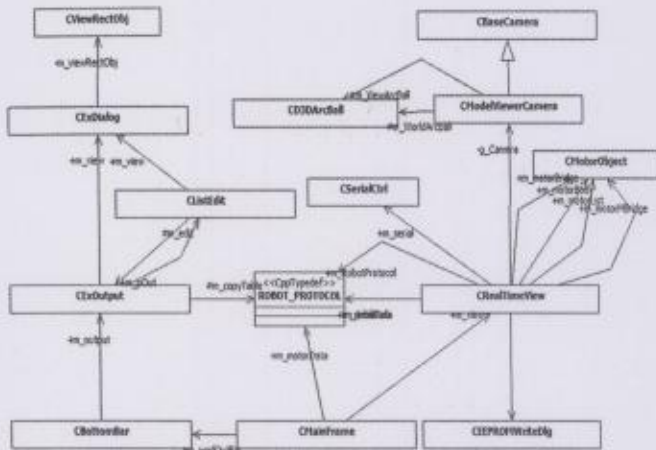
Pre-Modeling과 Pre-Simulation을 수행하기 위해서는 이를 지원해주는 도구가 필요하다. 그래서 본 절에서는 모델링과 시뮬레이션을 수행할 수 있게 지원해주는 모션 생성 도구와 시뮬레이션 도구에 대해서 설명 한다.

가. Pre-Modeling

Pre-Modeling 단계는 로봇의 모양을 모델링하고 그 부품을 조인트를 이용하여 구성시키고 모델을 만들어 내는 단계이다. 이 때 로봇에 센서와 같은 하드웨어 장비도 구성하여 실제 개발할 로봇과 똑같은 형태로 만들게 된다. 이 단계를 지원해주는 도구는 모션 생성 도구이다.

모션 생성 도구의 역할은 여러 개로 구성된 모터들의 각도 값을 쉽게 생성하여 다관절 로봇의 동작을 빠르게 개발할 수 있도록 지원해 주는 것이다. 모션 생성 도구는 실제 모양과 같은 3D형태의 로봇을 마우

스로 움직여 그 각도를 생성해 주는 것이다. 그래서 실제 로봇이 없더라도 모션 데이터를 생성 해낼 수 있다. 모션 생성도구의 전체 구조는 그림 2와 같다.



[그림 2] 모션 생성 도구의 클래스 다이어그램

개발환경은 C++이용하여 DirectX 9.0 SDK와 MFC(Microsoft Foundation Class)가 사용되었다. CRealTimeView는 로봇을 렌더링 하고 마우스입력을 데이터 모델에 주는 역할을 한다. CModelViewCamera는 마우스 오른쪽 버튼을 입력하였을 때 카메라를 회전시켜 3D모델을 회전시키는 역할을 한다. 그리고 CExOutput은 도구 오른쪽에 있는 다이얼로그 바로 모터 값을 수치로 입력할 수 있도록 하여 미세 조정이 가능하게 한다. 그리고 CSerialCtrl은 로봇과 통신을 위해 시리얼 통신을 제어하는 부분이다.

```

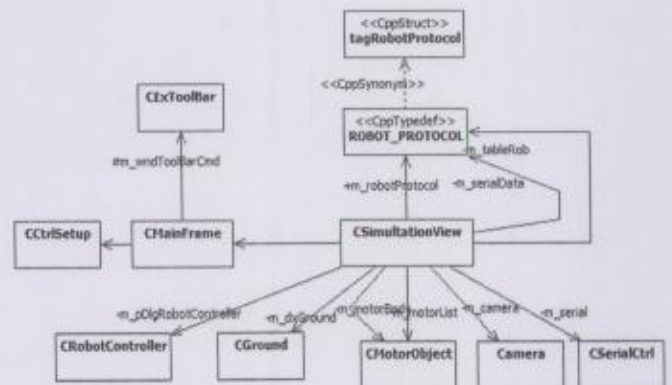
typedef struct tagRobotProtocol
{
    BOOL bWrite;
    BYTE mode;
    BYTE motor[18];
    BYTE special[6];
    BYTE speed;
    BYTE delay;
    CString comment;
}ROBOT_PROTOCOL;
    
```

[그림 3] ROBOT_PROTOCOL의 구조체

로봇을 실시간으로 제어하기 위해서 ROBOT_PROTOCOL이 사용되는데 그 구조는 그림 3과 같다. bWrite는 초기화된 이후로 모션 값이 새롭게 쓰였는지 확인하는 변수 이다. mode는 로봇의 동작을 나타내는 것으로 실시간 전송 모드, 자율 주행모드, 데이터 저장 모드로 구분된다. motor는 실제 모터의 각도 값이고 special은 확장용으로 미리 할당해둔 것이다. speed는 속도, delay는 지연시간, comment는 설명 값을 저장한다.

나. Pre-Simulation

Pre-Simulation 단계는 모델링 단계에서 생성한 모델을 이용하여 시뮬레이션을 수행 한다. 이때 맵 에디터를 이용하여 여러 가지 환경을 만들어 시뮬레이션에 활용할 수 있다. 모델링과 시뮬레이션 단계를 미리 진행하여 로봇의 움직임이나 로봇의 구조를 실제 로봇을 만들기 전에 테스트 하여 문제점이나 요구사항을 미리 발견할 수 있다. 그리고 하드웨어 없이 로봇 소프트웨어를 개발할 수 있기 때문에 소프트웨어 중심으로 하드웨어 개발을 진행시킬 수 있다. 이 단계에서는 시뮬레이션 도구가 제공된다.



[그림 4] 시뮬레이션 도구의 클래스 다이어그램

시뮬레이션 도구는 모션 생성도구로 부터 생성된 로봇 행위를 입력 받아 가상의 환경 상에서 수행하는 것을 말한다. 시뮬레이션은 동역학 시뮬레이션을 위해 ODE(Open Dynamic Engine)^[10]를 사용한다. ODE는 강제 역학 시뮬레이션 엔진으로 로봇을 시뮬레이션하기에 적합한 형태를 가지고 있다. 그림 4는 시뮬레이션 도구의 클래스 다이어그램이다.