

## 하드웨어와 소프트웨어가 융합된 무선인터넷 기반 자율형 탐색 로봇 개발

곽현욱\*, 조지훈\*, 채경석\*, 김병정\*, 박종한\*, 도남철\*\*

### Development of Wireless Internet-based Robot by Applying Convergence of Hardware and Software

Kwak, H.\*, Cho, J.\*, Chae, G.\*, Kim, B.\*, Park, J.\* and Do, N.\*\*

#### ABSTRACT

This paper introduces a development of an internet based robot on the view of product development for hardware and software convergences. The robot can report moving images of remote places and navigate there autonomously. In addition it can be controlled by remote users through wireless internet. Even the control program for the robot can be updated by the remote users during the regular operation mode. This paper provides a consistent product data model and generic product development processes that can support the development of the robot, a convergence of various hardware and software parts. It also includes discussions and experiences about the development of the convergence product.

**Key words** : Internet based Robots, Product Development, Hardware and Software Convergences

#### 1. 서 론

최근의 기계 및 전자 제품들은 유연하고 우수한 성능을 제공하기 위하여 하드웨어와 소프트웨어가 융합된 형태로 개발되는 경우가 많아졌다. 예로 엄격한 환경기준을 맞추기 위하여 MPU(Micro Processing Unit)와 제어 소프트웨어를 이용하여 연소환경을 최적으로 조정하는 내연기관이 개발되고 있으며, MP3 Player의 경우도 기능개선 및 확장을 위하여 네트워크를 통한 Firmware Upgrade가 일반화되고 있다. 이와 같이 하드웨어와 소프트웨어의 융합은 앞으로 더욱 확대될 전망이다.

융합제품의 확대는 하드웨어와 소프트웨어를 통한 새로운 제품개발 방법을 요구하고 있으나 최근에야 관련연구<sup>1)</sup>가 시작되고 있으며, 이에 대한 사례나 경험에 대한 보고도 찾아보기 어려운 형편이다. 그러

므로 본 논문에서는 대표적 하드웨어와 소프트웨어 융합 제품인 무선 인터넷 기반 자율 탐색로봇의 개발 과정을 소개함으로써 융합 제품의 개발 사례와 경험을 제시하고자 한다.

KEDB(Knowledge and Engineering Databases lab) Argos로 명명된 이 연구용 로봇은 카메라로 포착한 동영상상을 무선 인터넷을 통하여 원격지의 클라이언트로 전송할 수 있는 일종의 탐색로봇이다. 로봇의 동작은 무선 인터넷이 연결된 곳이면 어디든지 원격 조정할 수 있을 뿐만 아니라 준비된 로봇(제어) 프로그램을 실행시켜 장애물 회피 등의 자율운동도 할 수 있다. 또한 원격에서 로봇 프로그램을 무선 인터넷을 통하여 Upload하여 작업 중인 로봇의 자율 동작을 변경시킬 수도 있다.

KEDB Argos는 본 연구실이 보유하고 있는 제품개발 프로세스와 일관성 유지를 위한 제품자료모델을 기반으로 상업용 PDM(Product Data Management) 및 CAD 시스템을 이용하여 개발되었다. 본 논문에서는 KEDB Argos 개발과정에서 습득한 하드웨어 부품과 소프트웨어 부품 간의 통합 개발에 대한 경험을 주로 소개한다.

\*경상대학교 공과대학 산업시스템공학부  
\*\*교신저자, 종신회원, 경상대학교 공과대학 산업시스템공학부, 공학연구원  
- 논문투고일: 2005. 08. 11  
- 심사완료일: 2005. 12. 16

## 2. 관련 연구

탐색로봇의 종류를 제어방식에 따라 나누면 다음과 같이 3가지 형태로 분류할 수 있다. 첫 번째 종류는 카메라와 네트워크(무선 혹은 유선)를 통한 원격 제어 탐색 로봇으로써 로봇의 자율적 행동은 불가능하고 원격의 조종자에 의하여 로봇이 운행되게 된다(예 Robhaz<sup>[3]</sup>). 두 번째 종류는 자체에 탑재된 알고리즘을 이용하여 운행할 수 있는 로봇들이다. 청소 로봇으로 유명한 Roomba<sup>[4]</sup>는 청소 경로의 설정을 위하여 감각 장치로 수집된 정보와 특정 알고리즘을 구현한 로봇 프로그램을 이용한다. 세 번째 형태는 동작 중인 로봇에 탑재된 로봇 프로그램을 원격에서 변경할 수 있는 로봇들이다. 대표적인 예로 화성탐사에 사용된 NASA의 화성탐사 로봇은 원격에서 로봇 프로그램 Upload가 가능한 자율 탐색로봇<sup>[5]</sup>이다.

위의 분류를 따르면 KEDB Argos는 1번째와 3번째 분류에 속하는 원격제어와 로봇 프로그램 Upload가 가능한 자율 탐색로봇에 속한다. 하지만 KEDB Argos는 두 가지 점에서 기존의 로봇과 다른 점을 가지고 있다.

첫 번째 특징은 개방되고 표준화된 상용 기술 및 시스템을 채용한 점이다. 무선 인터넷을 사용함으로써 특별한 장치나 비용을 추가하지 않고 로봇을 원격 제어할 수 있게 하였다. 또한 로봇의 제어와 통신을 위하여 무선 인터넷이 장착된 일반 PC를 사용함으로써 기존의 다양하고 값싼 응용 프로그램을 로봇 제어에 사용할 수 있게 하였다. 마지막으로 로봇의 구동부와 센서 그리고 제어 부분도 상업용 로봇 키트<sup>[6]</sup>를 사용하여 관련 기능을 경제적으로 확보할 수 있었다.

현재 무선 인터넷을 이용하여 로봇을 제어하거나 로봇이 수집한 정보를 외부로 전달하려는 시도가 많이 있다. 로보엔<sup>[7]</sup>은 무선 인터넷 기반의 가정용 로봇으로써 KEDB Argos와 유사한 무선인터넷을 통한 로봇 제어와 동영상 송신 기능을 제공한다. 하지만 전용 하드웨어를 사용하고 로봇 프로그램 Upload 기능이 없다. 마루<sup>[8]</sup>는 네트워크 기반 휴머노이드 로봇으로 무선 네트워크를 이용하여 로봇 제어에 필요한 외부 컴퓨터 자원을 이용할 수 있도록 하고 있다. Rocky<sup>[9]</sup>은 화성탐사용 Rover의 시제품으로써 제어 및 정보전달을 위하여 무선 인터넷을 사용하고 있다. 이 두 로봇도 일반 PC가 아닌 전용 하드웨어를 사용하고 있다.

PC를 기반으로 한 로봇제어의 예로 PC-BOJ<sup>[10]</sup>이 있다. 표준 PC를 기반으로 함으로써 유연성과 확장성을 확보하고, 많은 수의 주변기기를 사용할 수 있도록

하고 있다. 하지만 무선 인터넷에 대한 기능은 제공하지 않고 있다.

두 번째 특징은 복수의 제어용 컴퓨터를 채택한 것이다. 로봇에 사용된 일반 PC(제어 PC)는 연산, 통신, 화상 카메라와 같은 고급 감각장치를 조정하고, 로봇제어를 위한 전용 컴퓨터(Robot Control Explorer<sup>[6]</sup>, RCX)는 접촉 자극과 같은 저 수준 자극 및 운행 모터의 운동제어 등을 맡고 있다. 두 컴퓨터는 각기 독립적으로 기능을 수행할 수 있는데 동화상 전송 기능은 제어 PC에 연결된 카메라를 이용하여 RCX와 독립적으로 처리된다. 반면 장애물 충돌 시 자율 회피 동작은 제어 PC와 관계없이 RCX가 독립적으로 처리하게 된다. 필요에 따라 두 컴퓨터가 협동작업을 할 수도 있으며 이때 제어 PC는 무선 인터넷을 이용하여 원격 조작신호나 로봇 프로그램을 전송 받고 RCX는 이를 제어 PC로부터 전달받아 실행하게 된다.

소프트웨어와 하드웨어의 통합에 관한 연구<sup>[12,11,12]</sup>는 전산학의 소프트웨어 개발부분에서 Software Configuration Management(SCM)와 기계 제품개발을 지원하는 PDM의 제품형상관리(Configuration Management)의 통합 가능성을 모색하는 과정에서 시작되었다. [11]은 SCM과 PDM을 Fundamentals, Product Model, Version Model, Workspace, 그리고 Process Model 측면에서 비교하였다. [12]도 역시 SCM과 PDM을 비교하였으며, KEDB Argos 예에서와 같이 PDM 위주의 통합 및 제품구조에 소프트웨어 부품을 추가하는 방식을 제안하였다. 하지만 최종 제품형상에 어떻게 하드웨어와 소프트웨어 모듈을 통합하는지는 제시하지 못하고 있다.

[13,14]은 PDM의 제품형상관리 방식(Model-based Configuration Management로 표현)을 이용하여 Software Product Configuration를 표현하는 Software Product Line의 적용 문제를 다루고 있다. 이들은 PDM의 제품형상 적용방법(Product Configuration Application)을 사용하는 Model-based Product Derivation 방법을 제안하였다. 본 연구에서도 소프트웨어 부품을 제품형상에 적용시킬 때 같은 방식을 사용하고 있으며, 설계변경 및 제품관점 등을 통합한 제품형상 모델을 지원하는 점이 기존의 연구와 다르다.

현재까지 하드웨어와 소프트웨어 통합 시스템을 위한 연구는 모두 전산학 분야에서 진행되었으며, 주로 PDM의 발전된 제품형상, Meta Data 관리, 그리고 Version 관리 기능을 Software Configuration의 설계 및 적용에 도입하여 통합하는 방식으로 이루어졌다. 그러므로 형상관리 부분을 중심으로 제한된 통합이

시도되었으며, 제품개발 프로세스나 설계면경 등 하드웨어 기반의 PDM 시스템에서 함께 고려해야 할 문제를 다루고 있지 못하다.

### 3. KEDB Argos Architecture와 Framework

#### 3.1 목표 기능 및 개발 시 고려사항

KEDB Argos는 무선인터넷 기반의 자율 탐색 로봇으로써 다음의 기능을 목표로 개발되었다. 첫째, 로봇에 장착된 카메라를 통하여 원격 화면 전송이 가능하다. 둘째, 무선 인터넷을 이용한 원격 제어가 가능하다. 셋째, 다양한 센서와 구동장치 그리고 로봇 프로그램을 통한 자율 운행이 가능하다. 넷째, 무선 인터넷을 통하여 동작 중인 로봇에 프로그램의 전송 및 실행이 가능하다.

아울러 KEDB Argos는 연구용 로봇으로써 개발과정에서 다음과 같은 효과를 고려하였다. 첫째, 하드웨어 및 소프트웨어 부품을 통합한 제품구조 및 제품형상 모델을 설계한다. 둘째, 앞에서 설계한 통합 제품구조 및 제품형상 모델을 기반으로 상용 PDM과 CAD 시스템을 이용하여 제품설계 정보를 체계적으로 관리한다. 셋째, 개방되고 표준화된 부품 및 시스템을 사용하여 경제적이고 확장 가능한 시스템을 개발한다. 넷째, 시제품(Prototype) 중심의 체계적 제품개발 프로세스를 적용하여 신속한 신제품개발을 가능하게 한다.

#### 3.2 KEDB Argos의 Architecture 및 Framework

##### 3.2.1 하드웨어 구조

KEDB Argos의 하드웨어 구성은 Fig. 1과 같으며 기능에 따라 세 가지로 분류할 수 있다. 첫째는 외부

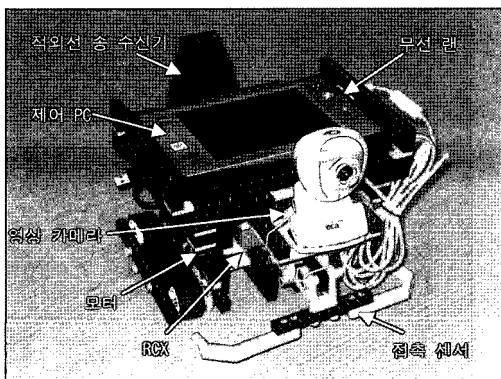


Fig. 1. Argos 주요 하드웨어 구조.

의 영상과 물체의 접촉을 감지하는 감각장치로 영상 카메라와 접촉센서를 포함하고 있다. 두 번째는 감각 장치의 정보를 이용하여 로봇을 제어하는 논리장치로 제어 PC와 RCX 그리고 외부 및 내부 통신용 무선 랜 카드 및 적외선 송수신기를 포함한다. 셋째로 논리 장치의 제어를 받아 KEDB Argos를 움직이게 하는 모터와 크롤러를 포함하는 구동장치이다. 이외에는 위의 주요 구성요소들을 기계적으로 체결해주는 프레임이 있다.

##### 3.2.2 소프트웨어 구조

Fig. 2는 KEDB Argos의 하드웨어와 소프트웨어 구조(소프트웨어는 회색 직사각형으로 표시)를 함께 보여주고 있다. 소프트웨어의 구조는 기능에 따라 세 가지로 분류할 수 있다. 첫째는 KEDB Argos의 영상 카메라에서 촬영된 영상을 Web Browser로 전송할 수 있는 웹 서버와 영상 송신 모듈이다. 둘째는 사용자가 영상을 보면서 로봇을 원격제어 하거나 로봇 프로그램을 Upload하고 실행시킬 수 있는 로봇 제어 클라이언트와 서버이다. 클라이언트에 의하여 사용자의 요청이 제어 서버에 전달되며, 제어 서버는 사용자 요청을 RCX에 전송하거나, Upload된 로봇 프로그램을 전송하고 실행시켜 새로운 자율행동이 가능하도록 한다. 세 번째는 제어 서버에서 RCX로 로봇 프로그램과 실행명령을 전송하는 적외선 송수신기 드라이버와 로봇 프로그램을 실행하여 접촉센서의 정보를 감지하고 모터를 구동시키는 RCX Firmware이다. RCX Firmware는 전송된 로봇 프로그램을 RCX에서 해석하여 실행될 수 있도록 하는 일종의 운영체제이다.

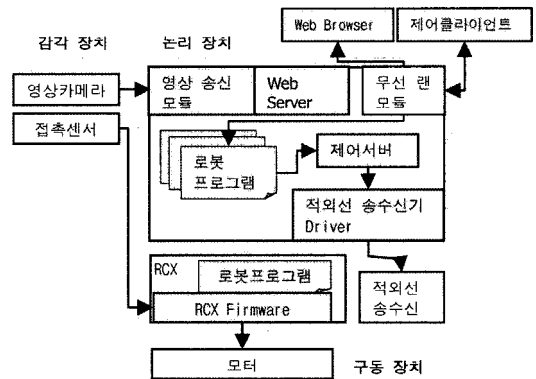


Fig. 2. 하드웨어와 소프트웨어 통합 Architecture 및 구현.

##### 3.2.3 하드웨어 및 소프트웨어를 통한 기능 구현

KEDB Argos는 영상카메라를 통해서 들어온 동영상

상을 제어 PC에서 실행하는 웹 서버와 영상 송신 모듈을 통하여 외부로 방송한다. 사용자는 웹 브라우저를 통하여 KEDB Argos의 웹 서버에 접속함으로써 영상을 실시간 전송 받을 수 있다.

외부 클라이언트는 기본적으로 동영상을 받는 기능과 함께 원격으로 로봇의 진행 방향을 조정하고 새로운 로봇 프로그램을 Upload할 수 있는 기능을 가지고 있다(Fig. 3) 클라이언트에서 무선인터넷을 이용하여 로봇의 진행 방향에 관한 명령을 내리면 랜 모듈을 통하여 이를 받은 제어 PC는 적외선 송수신기를 통하여 RCX에 해당 명령을 내리게 된다. RCX는 요청한 로봇 프로그램을 해석하고 구동장치의 모터를 구동시켜 로봇을 요구되는 방향으로 움직이게 된다.

로봇이 새로운 로봇 프로그램에 의하여 자율적으로 동작되도록 원할 때는 제어 클라이언트를 통하여 새로운 로봇 프로그램을 전송하고 실행시킬 수 있다. 클라이언트에서 Upload된 로봇 프로그램은 무선 인터넷과 제어 PC의 랜 모듈을 통하여 FTP되며 이 프로그램은 다시 제어 서버에 의하여 RCX로 Upload되게 된다. 제어 서버는 프로그램의 Upload가 끝나면 다시 적외선 송수신기를 거쳐 이 프로그램의 실행 명령을 RCX에 내리게 된다. 이때부터 사용자가 다시 제어 명령을 내리기 전까지 로봇은 새로운 로봇 프로그램에 따라 자율 행동을 하게 된다. 이 자율 행동은 RCX에 부착된 접촉 센서와 모터를 정해진 로봇 프로그램에 따라 인식하고 구동하는 형태로 진행된다.

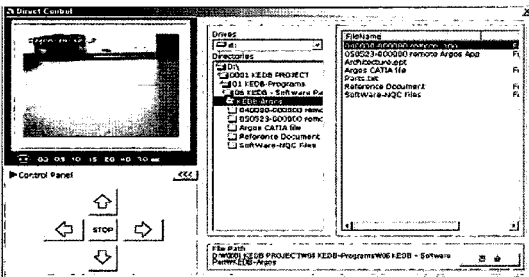


Fig. 3. 로봇 제어 클라이언트 화면(동영상, 조정키, 파일 Upload 기능).

## 4. KEDB Argos 개발 과정

### 4.1 통합 제품자료모델링

#### 4.1.1 제품자료모델

Fig. 4는 KEDB Argos 개발에 적용된 제품자료모델의 주요 개체와 개체간 상호 관계를 보여주고 있다. Model은 KEDB Argos에 포함된 모든 제품형상

(Product Configuration) 및 제품형상 구성 모듈(Option)을 포함하고 있는 최상위 단위이다. Model은 제품형상 구성을 위한 모듈인 Option으로 구성(그림에서 'Consist of' 관계)되어 있으며 특정 제품형상을 나타내는 Config는 해당 형상을 구성하는 Option으로 구성되어 있다. 각 Option은 실제 해당 모듈을 구성하는 부품인 Part로 구성되어 있으며, Part중에 조립품을 표현하고 있는 부품은 조립품을 구성하는 다른 Part로 구성될 수 있다. 아울러 Option은 설계변경을 관리하기 위하여 Variant로 표현되어 있으며 이를 위하여 Option과 Part 사이에 Effectivity 정보를 표현할 수 있도록 하였다. 각 Part는 Document 개체에 의하여 상세히 정의되고 있으며 Document 개체는 하위개체(일종의 Sub Class)로 하드웨어 부품을 위한 CATIA CAD 모델과 소프트웨어 부품을 위한 Source Code Document 개체를 가지고 있다. 그러므로 제한된 제품자료모델은 하드웨어 부품과 소프트웨어 부품을 따로 구별하지 않고 통일된 Part 개체로 관리하고 있으며, 단지 Document의 종류에서 그 차이를 가지고 있다.

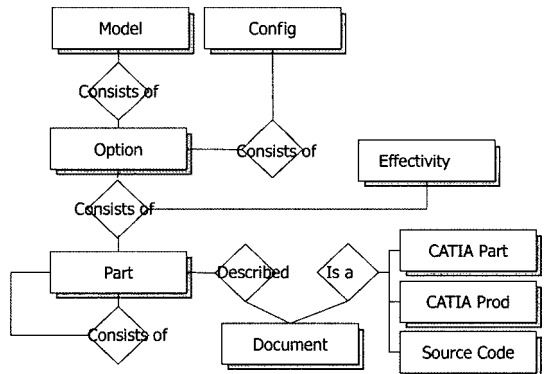


Fig. 4. 하드웨어와 소프트웨어 통합제품자료모델.

#### 4.1.2 Instance 모델

Fig. 5는 Fig. 4의 통합제품자료모델에 의하여 KEDB Argos를 나타낸 Instance 모델이다.

Fig. 5 상단의 제품형상을 보면 KEDB Argos는 Type 1S와 Type 1D의 두 개의 제품형상을 지원하는 것을 알 수 있다. 두 제품형상은 Basic, Web Cam, 그리고 Tracks Option을 공유하지만 Argos Type 1S는 Single Bumper를 Argos Type 1D는 Double Bumper를 각각 사용하는 것을 알 수 있다. 또한 두 제품형상은 소프트웨어에 대한 Option으로 각각 Software Single Bumper와 Software Double Bumper를 가지고 있다.

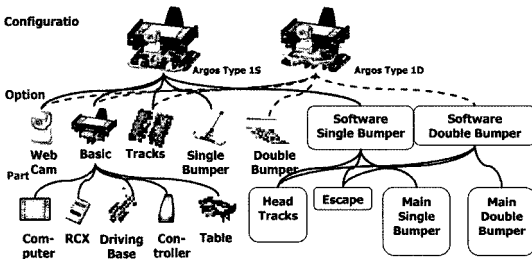


Fig. 5. KEDB Argos의 Instance 모델.

현재 KEDB Argos는 제품형상을 위한 구성요소로 총 7개의 Option을 제공하고 있으며, Fig. 5에서는 그 중 Basic Option의 하위 Assembly Part 구조와 Software Single Bumper와 Software Double Bumper Option의 하위소프트웨어 부품 구조를 보여주고 있다.

4.1.3 소프트웨어 부품의 표현

현재 하드웨어 부품과의 관계를 고려하여 관리되고 있는 소프트웨어 부품은 로봇 프로그램으로 제한되어 있다. 시스템에 사용된 영상송신 모듈, 웹 서버, 제어 PC의 운영체제, 제어서버, 적외선 송수신기의 드라이버, RCX Firmware, 그리고 외부 클라이언트는 하드웨어 부품의 일반적인 설계변경과 관련이 없으므로 독립적 관리가 더 효과적이다. 소프트웨어 부품인 로봇 프로그램은 로봇의 센서 정보를 입력 받아 구동장치를 구동시킬 수 있는 프로그램이며, Part의 Document에는 해당 프로그램의 소스코드가 저장되어 있다.

소프트웨어 부품의 제품구조에 가장 큰 영향을 미치는 하드웨어 부품은 Single Bumper와 Double Bumper이다. Single Bumper는 하나의 접촉센서를 가지며 접촉이 감지된 위치에 상관없이 RCX로 전달되는 입력 매개변수가 하나이고 장애물 회피를 위한 모터의 회전방향이 동일하다. Double Bumper는 접촉센서가 두 개로써 접촉이 감지된 위치에 따라 입력 매개변수가 달라지고 이에 따라 모터의 회전방향이 달라진다.

서로 다른 소프트웨어 부품을 효과적으로 지원하기 위하여 가능하면 소프트웨어 모듈(부품)을 재 사용하도록 (공유하도록) 제품구조를 설계하였다. Fig. 6은 재 사용성을 고려한 Software Single Bumper와 Software Double Bumper Option의 제품구조를 보여주고 있다. 두 Option은 Head Tracks와 Escape라는 소프트웨어 부품은 공유하고 Main Single Bumper와 Main Double Bumper는 각 Option에 따라 달라진다. 최종 로봇 프로그램은 각 Option에 따라 포함된 소프

트웨어 부품을 합한 형태로 구현되게 된다.

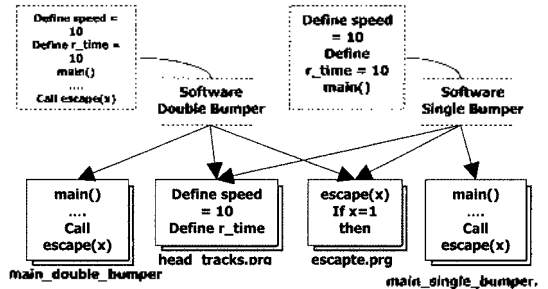


Fig. 6. 소프트웨어 부품의 제품구조.

각 소프트웨어 부품의 기능을 살펴보면, Head Tracks 부품은 Tracks의 회전범위를 결정하는 회전 시간과 속도를 정의하고, Main Single Bumper와 Main Double Bumper는 접촉센서의 입력 매개변수를 Escape 함수로 전달해준다. Escape 소프트웨어 부품은 접촉센서의 감지에 의한 장애물 회피를 위하여 Main Single Bumper에서 매개변수가 전달되면 로봇을 후진한 뒤 오른쪽으로 회전 후 다시 직진시킨다. Main Double Bumper 경우에는 매개변수가 전달되면 왼쪽 접촉센서의 입력 매개변수일 경우 로봇을 후진한 뒤 오른쪽으로 회전 후 직진시키고, 오른쪽 접촉센서의 입력 매개변수일 경우 로봇을 후진한 뒤 왼쪽으로 회전 후 직진시킨다.

4.1.4 소프트웨어 부품을 위한 제품형상 설계

KEDB Argos의 소프트웨어 제품형상 구조는 하드웨어 제품형상 구조와 일치하도록 설계되었다. 소프트웨어 Option은 제품형상에 적합한 하나의 모듈 단위로 구성되며, Software Single Bumper와 Software Double Bumper 두 가지 종류가 있다. 하드웨어와 소프트웨어의 제품정보 통합은 Fig. 5에서 보는 바와 같이 부품과 프로그램의 통합으로 나타낼 수 있다. KEDB Argos의 제품형상 구성 시 하드웨어 Option에서 Single Bumper와 Double Bumper의 선택여부에 따라 소프트웨어 Option이 결정된다. 이를 다시 살펴보면 하드웨어의 제품형상 구성은 주어진 Option들을 조합하여 만드는 Implicit 제품형상 구성방법<sup>15)</sup>을 사용하였고, 소프트웨어 제품형상은 하나의 Option이 하나의 제품형상을 대표하는 Explicit 제품형상 구성방법<sup>16)</sup>을 사용하였다.

4.2 개발 프로세스

KEDB Argos는 통합제품자료 모델을 기반으로 체

계적인 제품개발 프로세스를 통하여 개발되었다. 사용된 제품개발 프로세스는 제품기획, 개념설계, 상세설계, 시제품개발, 그리고 구매 및 최종조립 단계로 구성되었으며 이 절에서는 과정의 각 단계를 설명한다.

4.2.1 제품기획

첫 단계인 제품기획에서는 KEDB Argos 개발 과정의 제품개발목표와 개발기간을 포함한 소요 자원을 결정한다. 개발 일정은 2004년 12월부터 2005년 6월까지 7개월이며, 개발 비용과 인력에 대한 제약 조건을 정의하였다. 아울러 주요 기능품 중 비교적 확보시간이 많이 걸리는 제어 PC를 구매관리 대상으로 결정하였다. 제품개발목표는 3.1장에서 설명한 KEDB Argos의 주요목표, 개발계획, 그리고 제약조건을 포함한다.

4.2.2 개념설계

제품기획이 완료되면 KEDB Argos의 주요사양을 확인하는 단계인 개념설계에 들어간다. 개념설계에서는 KEDB Argos가 제공해야 할 기능에 대한 정확한 표현 및 주요한 제품속성을 결정한다. 작성된 사양을 요약하면 KEDB Argos는 원격화면전송, 원격제어, 자율동작, 그리고 운행 중 로봇 프로그램 Upload의 기능을 가지며 크기는 30 cm×20 cm×15 cm(W×H×D), 무게는 2 kg 이하, 하드웨어 탑재 및 안전성을 보장할 수 있는 디자인 및 강도를 제공하여야 한다. 최종사양은 실제 Argos개발 과정 중에 달성하여야 할 목표치가 된다.

4.2.3 시스템설계

개념설계를 마치면 KEDB Argos의 하위시스템과 구성 요소를 분해하고 제품형상을 설계하는 단계인 시스템설계를 시작한다. 시스템설계에서는 Web Cam을 비롯한 7개의 Option을 조합하여 제품을 생성할 수 있도록 제품형상모델을 설계하였다. 제품형상은 제공된 제품형상모델에 근거하여 Argos Type IS와 Argos Type ID의 두 종류로 설계되었다(Fig. 5 Configurations 참조). 이 과정에서부터 하드웨어와 소프트웨어 부품 통합을 고려한 제품형상이 설계되었다. KEDB Argos는 하드웨어의 특정 제품형상을 위한 Option의 조합에 따라 일체형 소프트웨어 Option이 선택되는 방식으로 설계되었다.

4.2.4 상세설계

제품형상 설계를 마치면 제품에 대한 상세설계를 시작하게 된다. 상세설계는 KEDB Argos의 물리적

부품과 부품들의 구성관계인 제품구조를 형성하는 단계로써, 도면을 생성할 수 있는 3D CAD모델과 제품구조를 생성하게 된다. 제품의 구조 및 3D형상을 표현하기 위하여 CATIA를 사용하였으며 제품구조를 생성하고 관련 문서를 통합적으로 관리하기 위하여 SmarTeam을 사용하였다.

4.2.5 시제품개발

KEDB Argos개발에서는 용도에 따라 3가지 종류의 시제품(Fig. 7)이 개발되었다. 첫 번째 시제품은 Web Cam의 촬영 영상 전송 및 RCX의 원격제어를 시험하기 위한 기능 위주의 시제품이다. 이 시제품은 소프트웨어 구조를 결정하고 개발하기 위하여 제품개발 초기 단계에 만들어졌다. 두 번째 시제품은 상용부품 및 모형을 이용하여 Layout 및 제품의 기계적 기능을 시험하기 위한 시제품이다. 이 시제품에서는 확보시간이 많이 걸리는 기능품 확보 이전에 시험하기 위하여 기능품과 치수만 같은 모형 부품이 사용되었다. 세 번째 시제품은 모든 부품의 실제 조립 및 전체 제품형상을 시험하기 위하여 제작된 시제품이다.

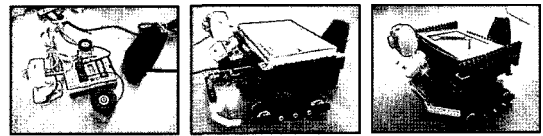


Fig. 7. KEDB Argos 시제품(좌측부터 시제품 1, 2, 3).

4.2.6 구매 및 최종 조립

마지막 단계로 생산을 위한 조립 공정도를 Fig. 8과 같이 완성하였다. Fig. 8에서 보는 바와 같이 구입이 필요한 부품은 구입처를 표시하였으며 하드웨어와 소프트웨어 별로 검사, 설치 그리고 조립 등의 공정을 거쳐 최종 제품이 완성될 수 있도록 준비되었다.

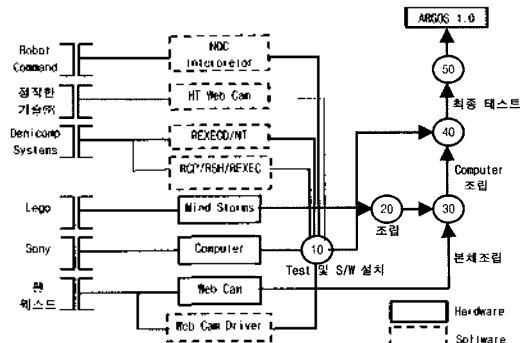


Fig. 8. 구매 및 조립 공정도.

## 5. 경험 및 추후 연구과제

KEDB Argos는 로봇 프로그램 원격 Upload를 포함한 다양한 기능을 제공하는 무선 인터넷 기반 탐색 로봇이다. KEDB Argos 개발을 위하여 다양한 하드웨어 및 소프트웨어 부품이 통합되었으며, 이 과정에서 필요한 정보를 상용 CAD와 PDM 시스템을 통하여 관리하였다. 또한 제품개발 과정에서 제품자료모델을 기반으로 다양한 시제품 개발을 포함한 체계적인 제품개발 방법론이 적용되었다.

KEDB Argos 개발 후 소프트웨어와 하드웨어 통합 개발에 대하여 느낀 점은 크게 두 가지이다. 첫 번째는 하드웨어와 통합적으로 관리되어야 할 소프트웨어 부품은 기존의 전산 부분의 Software Engineering에서 관리하는 소프트웨어와 차이가 나는 점이다. 기존의 연구는 PDM과 소프트웨어를 위한 Software Configuration Management(SCM)의 통합 문제로 접근하였는데, 이번 개발을 통하여 하드웨어와 통합 개발되어야 할 소프트웨어는 기존의 SCM에서 다루는 소프트웨어와 많은 점에서 성격이 다른 것을 발견하였다. 이러한 차이의 예로 통합되어야 할 소프트웨어는 복잡한 GUI가 없고 하드웨어 전용프로그램일 경우가 많으며 비교적 단순한 구조를 가지고 있다. 이 차이점은 추후 통합 시 고려되어야 한다.

두 번째로 느낀 점은 소프트웨어 개발을 위하여는 단순히 소프트웨어 부품을 통합적으로 표현할 수 있는 제품자료모델뿐만 아니라 제품개발 프로세스 전반에 걸친 고려가 필요한 점이다. 본문에서 소개하였듯이 소프트웨어와 하드웨어가 통합된 제품개발을 위하여는 소프트웨어의 특징이 고려된 제품형상 설계(시스템설계 단계), 소프트웨어 부품의 조립구조 구성(상세설계 단계) 그리고 소프트웨어 기능 시험을 위한 시제품 개발(시제품개발 단계) 등, 소프트웨어의 특징을 고려한 새로운 제품개발 프로세스가 필요하다.

## 감사의 글

본 연구를 지원해주신 경상대학교 METEC 사업단 관계자 여러분께 감사 드립니다.

## 참고문헌

1. CAD & Graphics, "PLM업계의 대안과 비전", CAD & Graphics 6월호, 2005.
2. Crnkovic, Ivica, Askund, Ulf, and Dahlqvist, P., Annita, "Implementing and Integrating Product Data Management and Software Configuration Management", Atrech House, 2003.
3. KIST, Robhaz, <http://www.robhaz.com>, 2005.
4. irobot, Roomba, <http://www.irobot.com>, 2005.
5. NASA, Mars Rover, <http://marsrovers.jpl.nasa.gov/>, 2005.
6. Lego, Lego Mindstorms, <http://mindstorms.lego.com>, 2005.
7. 다진시스템, 로보엔, <http://www.dajin.com>, 2005.
8. KIST, 마루, <http://www.kist.re.kr>, 2005.
9. Nesnas, I. A. D., Volpe, R., Estlin, T., Das, H., Petras, R. and Mutz, D., "Toward Developing Reusable Software Components for Robotic Applications", International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), Maui Hawaii, Oct. 29 - Nov. 3 2001.
10. Frontline Robotics, PC-BOT, <http://www.frontlineroobotics.com>, 2005.
11. Estublier, J. Favre, J-M. and Morat, P., "Toward SCM/PDM Integration", System Configuration Management, SCM-8, Lecture Notes in Computer Science 1439, Springer, pp. 75-94, 1999.
12. Dahlqvist, Annita P., Crnkovic, Ivica, and Larsson, Magnus, "Managing Complex Systems - Challenges for PDM and SCM", Software Configuration Management, SCM 10 23th ICSE, Toronto, Canada, 2001.
13. Krebs, Thorsten, Hotz, Lothar, and Gunter, Andreas, "Knowledge-based Configuration for Configuring Combined Hardware/Software Systems", PuK 2002, 2002.
14. Krebs, Thorsten, Wolter, Katharina, and Hotz, Lothar, "Model-based Configuration Support for Product Derivation in Software Product Families", Puk2005, 2005.
15. PDM Implementor Group, "Usage Guide for STEP PDM Schema V1.2", 2002.



**곽 현 욱**

2005년 국립경상대학교 산업시스템  
공학부 학사  
2005~현재 국립경상대학교 산업시스템  
공학부 석사 과정  
관심분야: 제품정보모델링, PDM 응용  
시스템개발, 유비쿼터스 로봇 응  
용 시스템개발



**조 지 훈**

2004년 국립경상대학교 산업시스템  
공학부 학사  
2004~현재 국립경상대학교 산업시스템  
공학부 석사 과정  
관심분야: 제품정보모델링, PDM 응용 시  
스템개발



**채 경 석**

2006년 국립경상대학교 산업시스템  
공학부 학사  
관심분야: 제품정보모델링, PDM 응용 시  
스템 개발, 유비쿼터스 로봇 응용  
시스템개발



**김 병 정**

2006년 국립경상대학교 산업시스템공학  
부 학사  
관심분야: 제품정보모델링, 유비쿼터스  
로봇 응용 시스템개발



**박 종 한**

2006년 국립경상대학교 산업시스템  
공학부 학사  
관심분야: 품질 관리, 식스 시그마, 제품  
정보모델링



**도 남 철**

1991년 포항공과대학교 산업공학과 학사  
1993년 포항공과대학교 산업공학과 석사  
1996년 포항공과대학교 산업공학과 박사  
1996년 삼성중공업 중앙연구소 선임연  
구원  
1998년 볼보건설기계 코리아 CAD/PDM  
팀 과장

2001년 한국전자통신연구원 컴퓨터소프트웨어연구소 동시공학팀  
선임연구원  
2002년~현재 경상대학교 산업시스템공학부 부교수  
관심분야: 제품자료모델, 제품정보제약조건, 제품자료통합, 제품개  
발지식표현