

<http://dx.doi.org/10.7236/IIBC.2015.15.2.121>

IIBC 2015-2-17

OSGi 미들웨어 기반 헬스 보조 로봇을 위한 프레임워크 개발

Framework Development for Healthcare Robot based on OSGi Middleware

권기일*

Giil Kwon*

요약 본 논문은 헬스 보조 로봇을 위한 OSGi 미들웨어에 기반한 S/W 프레임워크 개발에 관한 논문이다. 기존에 헬스 보조 로봇 개발은 헬스 보조 로봇을 위한 표준화 된 로봇 프레임 워크가 없었기에 개발사 마다 독립적으로 개발되어왔다. 그렇기에 중복 개발되었고 재사용되지 못하며 비효율적으로 개발되어져 왔다. 본 논문에서는 개방형프레임워크인 OSGi를 기반 프레임워크로 활용하여 그 위에 헬스 보조 로봇운영에 필요한 API와 모듈들을 서비스 단위의 독립적 번들 형태로 구성한 OSGi번들 형태의 개방형 로봇 미들웨어 솔루션을 개발하는 것을 목표로 한다. 이를 통해서 소프트웨어 모듈의 재사용성을 높이고 보다 유연하고 효율적인 헬스 보조 로봇 개발 프레임워크를 제안 했다.

Abstract In this paper, we propose S/W framework for health care robot based on OSGi middleware. Most healthcare robot developed independently. Therefore most module dublicately developed. However It's not efficient. In this paper we propose S/W framework for healthcare robot that can provide common module for health care robot and can apply heterogeneous robot. By using this S/W framework, we can enhance reusability of s/w module and can provide flexible and efficient development environment.

Key Words : HealthCare Robot, Robot Framework , Middleware, OSGi

1. 서 론

헬스 보조 로봇은 사용자의 건강 상태를 측정하고 이를 기반으로 사용자의 건강을 보조하는 로봇이다. 최근 경제 발전에 따른 생활수준 향상과 고령화 및 국민들의 건강에 대한 관심의 증가로 사용자의 건강에 대한 서비스를 제공해주는 헬스 보조 로봇에 대한 연구는 증가하고 있는 추세이다.^[1, 2] 하지만 헬스 보조 로봇은 개발의 어려움을 겪고 있다. 헬스 보조 로봇은 수행해야 하는

서비스의 종류가 매우 다양함에 따라 탑재되는 솔루션의 종류와 수도 많다. 이에 따라 헬스 보조 로봇을 개발하기 위해 여러 업체들이 필수적으로 공동 작업을 수행하고 있다. 다양한 업체들이 참여하여 하나의 플랫폼을 만들고 있기에 로봇 내부 소프트웨어간의 API 표준화 노력을 하고 있지만 기존의 개발 되어 있는 솔루션들의 개발환경이나 구동 요구 조건의 다양성들 때문에 표준화에 어려움을 겪고 있다. 또한 로봇 내부의 하드웨어 및 타 소프트웨어에 대한 응용솔루션의 개발 및 적용 시

*정회원, 한국과학기술원 로봇학제전공
접수일자 2015년 3월 23일, 수정완료 2015년 4월 1일
게재확정일자 2015년 4월 10일

Received: 23 march, 2015/ Revised: 1 April, 2015

Accepted: 10 April, 2015

*Corresponding Author: getupforone@gmail.com

The Robotics Program, Korea Advanced Institute of Science and Technology, Korea

의 서로 간의 종속성으로 인하여, 개발 과정 중에는 서비스를 위한 로봇 개발 기간 지연 및 비용의 증가뿐만 아니라 로봇의 서비스 프로그램을 타 업체 및 타 모듈과 자유롭게 다양하게 개발하여 적용할 수 있는 기회가 제한되고 있다. 이러한 문제를 완화하기 위하여 공개형 표준 프레임워크를 기반으로 하는 로봇특성에 맞는 개방형 미들웨어를 개발하여 적용함으로써, 개발과정 상에서는 개발기간 단축 및 개발업체 간 커뮤니케이션 비용을 절약할 수 있다. 위와 같은 이유로 현재 로봇 소프트웨어 프레임워크는 국내외로 많이 연구되고 있다. MSRDS(Microsoft Robotics Developer Studio), OROCOS(Open Robot Control Software), ROS(Robot Operating System)등의 로봇 소프트웨어 프레임워크가 각각 독립적으로 개발 되고 있다.^[3] 하지만 이러한 로봇 소프트웨어 플랫폼의 경우 만들어진지 오래 되지 않았기에 안정성이 검증되지 않았거나 사용할 수 있는 모듈이 많지 않다는 단점을 가지고 있다. 그리고 헬스 보조 로봇을 위한 로봇 프레임워크는 존재하지 않는다. 이러한 문제점을 해결하고자 본 논문에서는 OSGi를 이용한 헬스 보조 로봇 소프트웨어 플랫폼을 제안한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 II장에서는 헬스 보조 로봇 미들웨어에 대해 알아보겠다. III장에서는 헬스 보조 로봇 S/W 프레임워크에서 사용되는 컴포넌트들을 정의하고 소개하고자 한다. IV장에서는 제시된 헬스 보조 로봇 S/W 프레임워크를 적용하여 구현된 AR 콘텐츠 개발 사례 결과를 보여준다. 그리고 V장에서는 본 연구의 의미와 결론에 대해 기술한다.

II. 헬스 보조 로봇 미들웨어

1. OSGi 미들웨어

OSGi(Open Service Gateway Initiatives) 서비스 플랫폼은 JAVA 기반의 소프트웨어 수행 기반으로서, OSGi Alliance에서 제정한 서비스 플랫폼 명세를 만족할 수 있도록 설계된 환경이다. 즉, 서비스 제공자와 개발자, 게이트웨이, 그리고 서비스 사용자가 OSGi라고 하는 공통적인 환경에서 서비스를 제공 및 이용할 수 있도록 해 주는 플랫폼이다. OSGi 서비스 플랫폼은 OSGi 프레임워크를 그 핵심으로 하는데, 이동 통신, 게이트웨이, PC 그리고 내장형 기기와 같은 여러 환경에서 플랫

폼에 의존하지 않고 동작한다. OSGi는 재사용이 가능하고 상호작용이 되는 작은 컴포넌트들을 서로 구성하여 Application을 만들어주는 기본적인 기능의 표준을 제공한다. OSGi는 시스템 재시작이 없이도 다양한 네트워크상의 장치들 간 상호 구성 상태를 바꿀 수 있는 기능을 제공한다.

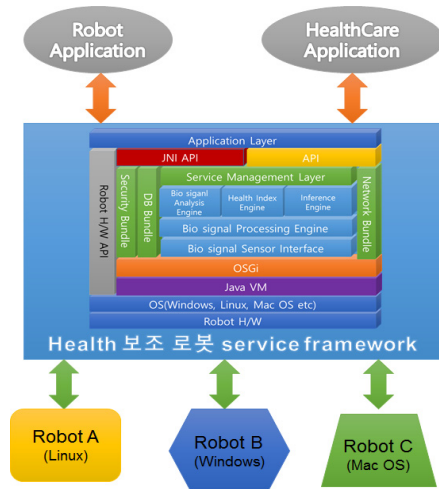


그림 1. 이기종의 로봇에서 동작 가능한 헬스 보조 로봇 S/W 프레임워크

Fig. 1. Health assist robot S/W framework that can operate heterogeneous robot.

OSGi는 시스템 재시작이 없이도 다양한 네트워크상의 장치들 간 상호 구성 상태를 바꿀 수 있는 기능을 제공한다. 이를 위해 컴포넌트 상호간 동적인 탐색을 가능하도록 하는 서비스 지향적인 아키텍처를 제공하여 상호 의존성을 최소화한다. OSGi 기술에 의해 미리 만들어지고 테스트된 컴포넌트라면 필드 상에서 바로 쓰일 수 있을 정도의 신뢰성을 제공한다. OSGi는 국제 표준으로서 활발히 사용 되고 있다. 현재 80여개 이상의 기업이 OSGi에 관여하고 있다. 그 결과 다른 로봇 프레임워크와는 달리 OSGi 미들웨어는 사용가능하고 적용가능한 검증받은 서비스들이 많이 존재한다. 또한 OSGi는 기존에 홈 네트워크에서부터 엔터프라이즈 환경의 프레임 워크에까지 사용 될 정도로 매우 안정성이 높다. 또한 OSGi는 보안 기능이 우수할 뿐 아니라 다양한 서비스 제공업체들이 전달해주는 멀티 서비스를 각기 다른 장치나 설비에 제공하는 기능을 염두 해두고 표준안을 마련하고 있다. OSGi의 스펙 표준안은 특히 블루투

스와 HAVi, HomePNA, HomeRF, USB 등 다양한 유무선 네트워크 기술을 수용할 수 있어 가장 포괄적인 개방형 네트워크 기술로 인정받고 있다. 특히 OSGi는 완전히 새로운 개념의 장비들이 등장할 것에 대비해 JINI와 HAVi 등이 제공하는 기능도 전폭적으로 수용한다.^[4, 5, 6] 이러한 OSGi의 포괄적인 개방성은 헬스 보조 로봇 개발 시 다양한 디바이스들을 수용할 수 있게 되는 장점이 될 수 있다.

2. 헬스 보조 로봇을 위한 S/W 프레임 워크

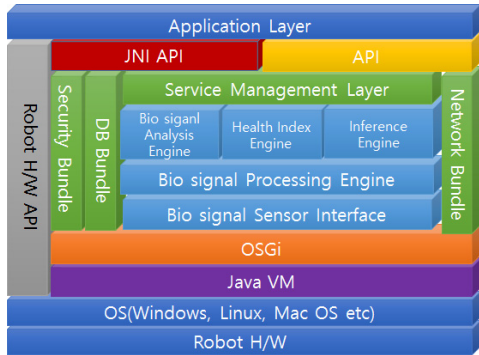


그림 2. 헬스 보조 로봇 S/W 아키텍처
 Fig. 2. S/W architecture of health assist robot

헬스 보조 로봇을 위한 S/W 프레임워크는 그림 2와 같다. 로봇 H/W는 운영체제 위에서 구동된다. OSGi는 Java 위에서 구동되기 때문에 그림 1과 같이 운영체제는 Window, Linux, Mac OS 등 자바 머신을 지원하는 다양한 운영체제가 사용 가능하다. 또한 PC 뿐 만 아니라 Java가 실행 가능한 Arm 기반의 기기에도 탑재 가능하기에 다양한 로봇 플랫폼에 적용 가능하다. 헬스 보조 로봇을 위한 S/W 프레임워크는 OSGi에서 제공되는 번들을 사용 가능하다. 이를 통해서 기존에 제공되는 다양한 모듈들을 재사용 가능하다. 헬스 보조 로봇을 위한 S/W 프레임워크에서는 OSGi에서 제공되는 Security 번들, DB 번들, Network 번들, Service Management Layer가 사용됐다. OSGi에 사용되는 모듈들은 재시작 없이 연결 구조를 동적으로 변화 가능하다. 또한 동적으로 삭제 또는 삽입 가능하며 호출이 가능하다. Application Layer에서 OSGi 미들웨어를 거치지 않고 바로 로봇을 제어하거나 데이터를 얻어오게 하기 위해서 Robot H/W API를 따로 두었다. Robot H/W API를 통해 빠른 수행 속도가 필요한 서비스를 제공한다. 헬스 보조 로봇 S/W

프레임워크에서는 Native 언어인 C언어로 구현된 애플리케이션을 위한 JNI API와 Java로 구현된 애플리케이션을 위한 API를 제공할 수 있도록 설계되었다.

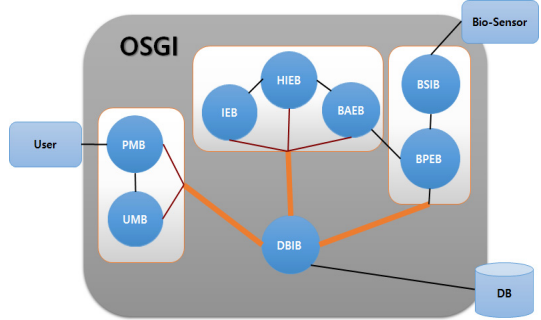


그림 3. 헬스 보조 로봇 S/W 컴포넌트 구성
 Fig. 3. S/W components configuration of health assist robot

표 1. 헬스 보조 로봇을 위한 S/W 컴포넌트
 Table 1. S/W components for health assist robot

| 번들 이름 | 설명 |
|--|--|
| PMB (Process Management Bundle) | 헬스 보조 로봇 S/W의 프로세스 진행 단계를 관리 해주는 모듈 |
| BSIB (Bio-Sensor Interface Bundle) | 센서와의 인터페이스를 관리하는 모듈 |
| QB (Questionnaire Bundle) | 문진 항목을 보여주고 답변을 사용자로부터 받아서 관리해주는 모듈 |
| HIEB (Health Index Engine Bundle) | 생체 신호로부터 얻어진 사용자의 생체 정보를 이용하여 건강지수를 계산해주는 모듈 |
| UMB (User Management Bundle) | 사용자의 신상 정보를 관리해주는 모듈 |
| DBIB (Data Base Interface Bundle) | 헬스 보조 로봇에 사용되는 데이터 베이스를 관리해주는 모듈 |
| BAEB (Bio-signal Analysis Engine) | 생체 신호 정보를 분석해주는 모듈 |
| BPEB (Bio-signal Processing Engine) | 생체 신호정보의 기초적인 신호처리해주는 모듈 |
| IEB (Inference Engine) | 사용자의 생체 신호 정보를 통해 추천하는 모듈 |

III. 헬스 보조 로봇 S/W 컴포넌트

헬스 보조 로봇 S/W 프레임워크는 OSGi 미들웨어에서 사용되는 번들들로 구성되어 있다. 이 번들들의 구성은 그림 3과 같다. 헬스 보조 로봇 S/W 프레임워크는 10개의 기본 번들로 구성되어 있다. 그리고 각 번들에 대한 설명은 표 1과 같다. 유저는 PMB와의 인터랙션을 통해 자신의 서비스와 인터랙션 한다. 그리고 PMB는 전체 서비스의 프로세스를 관리한다. UMB는 각 사용자의 건강정보에 사용되는 키, 몸무게, 성별 등의 신상 정보를 관리해준다.

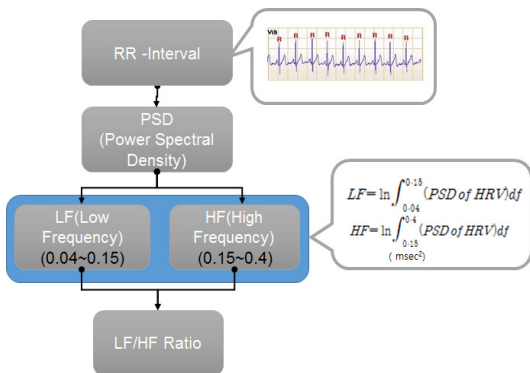


그림 4. BAEB 모듈에서 HRV를 구하는 과정
Fig. 4. HRV calculation process from BAEB module.

PMB와 UMB는 사용자로부터 정보를 받고 관리를 해주는 역할을 한다. BSIB는 센서와 인터페이스를 하는 번들로서 센서로부터 정보를 받고 센서를 관리해 주는 역할을 한다. BPEB는 BSIB에서 얻어진 생체 신호에 low pass filtering과 같은 기초적인 신호처리를 해주는 모듈이다. BSIB와 BPEB 두 모듈은 생체 신호로부터 들어온 생체 데이터를 취득하고 기본적인 처리를 하는 역할을 한다. BAEB는 사용자의 생체 신호를 분석처리해서 HRV, AI, APG, 체지방 등의 데이터를 계산하는 모듈이다. 그 예로서 그림 4와같이 BAEB 모듈에서는 심박 센서에서 들어오는 R-R Interval 데이터로부터 HRV를 구해주는 역할도 한다. IEB는 사용자에게서 얻어진 생체 신호나 개인 신상 정보를 통해서 추론하는 역할을 하는 모듈이다. HIEB 모듈에서는 그림 5와 같이 사용자의 문진 정보와 생체 신호 데이터로부터 건강지수를 계산해 준다.^[7] 건강 지수는 CI(Cardiovascular Index),

Stress Index(SI), MI(Management Index), OI(Obesity Index), 네 가지 지수로부터 구해진다. 그리고 이 네 가지 지수는 사용자 문진 정보와 BAEB에서 생체신호로부터 계산된 HRV(Heart Rate Variability), AI(Augmentation Index), BP(Blood Pressure), APG(Accelerated Plethysmograph), BF(Body Fat), BMI(body mass index)를 이용하여 계산된다.

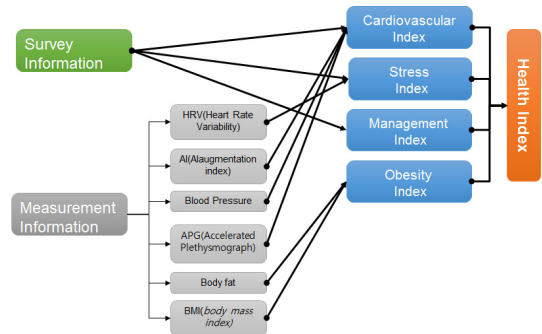


그림 5. 건강지수 구성도
Fig. 5. Configuration of Health Index

DBIB는 헬스 보조 로봇 S/W 프레임워크에서 사용되는 데이터를 관리하는 역할을 한다. PMB와 UMB에서 얻어진 사용자의 개인 신상 데이터나 BSIB, BPEB에서 얻어진 사용자의 생체 신호 데이터를 DB에 저장하거나 IEB, HIEB, BAEB에서 사용하기 위해 DB에서 데이터를 읽어오거나 처리 결과를 저장하는 역할을 한다. 본 논문에서는 MySQL을 이용하여 DB를 설계하여 구성했다. 이 모듈들은 헬스 보조 로봇 S/W 프레임워크에 기본적으로 제공되는 번들로서 OSGi 미들웨어에서 다른 번들들과 동적으로 연결구조가 변경가능하고 동적으로 추가, 삭제, 변경, 호출이 가능하다. 이와 같은 특성으로 기본 헬스 보조 로봇 번들을 재사용해서 헬스 보조 로봇 개발 시 개발 시간을 단축 할 수 있게 된다.

IV. 시스템 구현

본 연구에서는 프레임워크의 효용성을 검증하기 위해 프레임워크를 이용해 헬스 보조 로봇에서 사용가능한 헬스 보조 증강현실 서비스를 구현했다. 이를 구현하기 위해서는 사용자와 연결된 생체 신호 센서를 통해서

사용자의 생체 신호를 취득하고 사용자의 문진 결과를 얻어서 이로부터 사용자의 건강지수와 건강정보를 추론하고 표현해 주어야 한다. 헬스 보조 증강현실 서비스를 구현하기 위해서 본 논문에서 제안된 헬스 보조 로봇 S/W 프레임워크를 그림 7과 같이 헬스 케어 게이트웨이 'SISTER'에 적용했다. 헬스 보조 증강현실 서비스를 구현하기 위해서 본 논문에서 제안된 헬스 보조 로봇 S/W 프레임워크를 그림 7과 같이 헬스 케어 게이트웨이 'SISTER'에 적용했다. 본 연구에서 사용된 생체 센서는 체지방 센서, 혈압센서, 맥파 센서, 심박센서가 사용되었다. 헬스케어 게이트웨이는 생체 신호 센서들과 RS232 시리얼 통신으로 연결 되어 있으며, 이로부터 생체 신호를 받아서 헬스 보조 로봇 S/W 프레임워크가 적용된 PC에 미리 정해진 규격화된 프로토콜에 맞추어 RS232 시리얼 통신을 통해 PC에 전해준다. 헬스 보조 로봇 S/W 프레임워크에서 RS232를 통해서 생체 신호 센서를 제어하는 명령을 헬스케어 게이트웨이에 보내주면 헬스케어 게이트웨이는 생체신호 센서를 보내진 명령에 따라 제어하게 된다. 그림 8은 헬스 보조 로봇 S/W 프레임워크에서 헬스케어 게이트웨이를 사용하기 위해 사용된 GUI이다. 이 GUI를 통해서 헬스 보조 로봇 S/W 프레임워크는 사용자의 입력을 받고 사용자에게 생체 신호 측정 과정과 측정 결과를 보여준다. 측정결과는 측정된 생체신호 관련 수치와 생체신호 그래프 그리고 이로부터 유추된 건강 제안 정보이다. 헬스 보조 로봇 S/W 프레임워크는 헬스케어 게이트웨이에서 얻어진 생체 신호 정보를 이용해서 4가지의 건강지수를 계산해서 사용자의 건강정보를 수치화시켜준다. 증강현실 서비스에서는 건강지수 정보를 사용자가 쉽고 직관적으로 이해할 수 있도록 사용자의 건강지수의 수치에 따라 아바타의 형상, 움직임, 색상을 변화시켜주었다. 아바타는 헬스 보조 S/W 프레임워크에서 생체 신호 측정 후 사용자가 자신의 종합 결과지를 PC 카메라에 비추면 자신의 건강상태를 나타내는 아바타가 결과지에 증강되어 보이도록 구현했다. 이와 같이 제안된 프레임워크를 사용하여 서비스를 개발할 경우, 생체신호로부터 데이터를 얻어오는 과정과 처리해서 건강지수를 구하는 과정이 표준화되고, 모듈화 되어 모듈의 재사용성이 증가하고, 모듈별의 조합에 따른 개발이 가능해지게 되어 각 개발자마다 독립적으로 개발하던 기존의 로봇 서비스 개발 방식에 비해 효율적이고 유연한 개발이 가능하게 되었다.

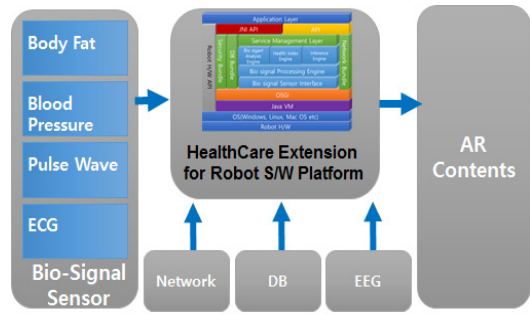


그림 6. 헬스 보조 로봇 S/W 프레임워크를 이용한 헬스 보조 증강현실 서비스
 Fig. 6. Health Assist AR Service using Health Assist Robot S/W Framework

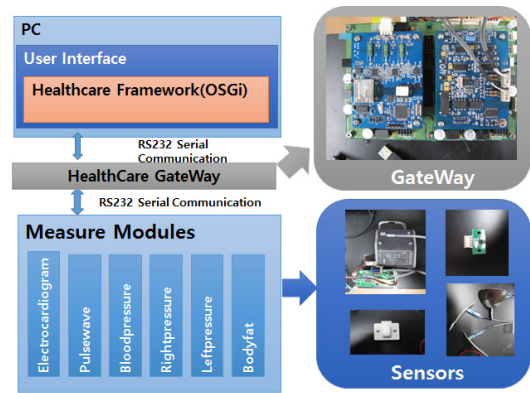


그림 7. 헬스케어 게이트웨이 'SISTER' 에 헬스 보조 로봇 S/W 프레임워크를 적용한 구성도
 Fig. 7. Configuration of Health Assist Robot S/W Framework that applied to Healthcare gateway 'SISTER'



그림 8. 헬스 보조 로봇 S/W 프레임워크 GUI
 Fig. 8. Health Assist Robot S/W Framework GUI

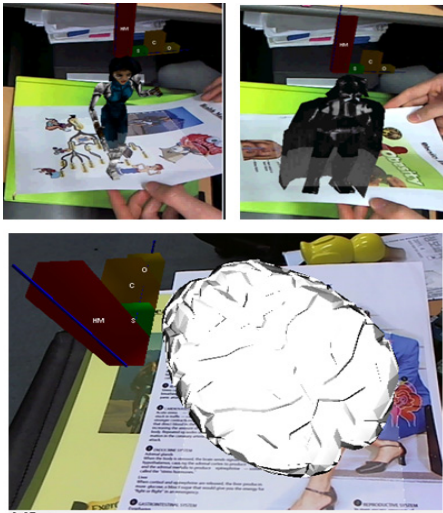


그림 9. 헬스 보조 로봇 S/W를 이용한 헬스 보조 증강현실 서비스

Fig. 9. Health Assist Service using Health Assist Robot S/W Framework

V. 결론

본 논문에서는 OSGi 미들웨어 기반의 헬스 보조 로봇 S/W 프레임 워크를 설계 및 구현했다. 기존에 헬스 보조 로봇 개발은 헬스 보조 로봇을 위한 표준화 된 로봇 프레임 워크가 없었기에 개발사 마다 독립적으로 개발되어왔다. 본 논문에서는 개방형프레임워크인 OSGi를 기반 프레임워크로 활용하여, 헬스 보조 로봇운영에 필요한 API와 모듈들을 서비스 단위의 독립적 번들 형태로 구성된 OSGi번들 형태의 개방형 로봇 미들웨어 솔루션을 개발했다. 이를 통해서 소프트웨어 모듈의 재사용성을 높이고 보다 유연하고 효율적인 개발을 할 수 있다. 향후 연구과제는 다른 로봇 프레임워크 표준과 연동을 위한 인터페이스 번들 개발과 Bayes 추론 기법을 이용한 사용자 건강 상태 추론 및 제안 시스템 번들 개발을 진행하려고 한다.

References

[1] In-Hwa Hong, Ju-Young Kim, Ho-Chun Choi, Chan-Gyu Kim, Kwang-Mo Jung, Nam-il Kim,

Jeong-Jin Kang, "Design and Implementation of the u-Health Care Services in the Life Environment", The journal of the Institute of Internet Broadcasting and Communication(JIIBC), Vol.11, No. 6, pp. 107-118, 2011.

- [2] Ji-Soo O, Myoung-Hwa Lee, Myung-Jae Lim, Ki-Young Lee, "A Study of the Health Monitoring System for u- Healthcare", The journal of the Institute of Internet Broadcasting and Communication(JIIBC), Vol.9, No. 4, pp. 9-15, 2009.
- [3] Ayssam Elkady and Tarek Sobh, "Robotics Middleware: A Comprehensive Literature Survey and Attribute-Based Bibliography," Journal of Robotics, vol. 2012, Article ID 959013, 15 pages, 2012
- [4] Sang-Seok Han and Chang-Goo Lee, "ADHD Simple Examination Using an OSGi Base USB Terminal System", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society(JKAIS), Vol. 9, No. 3, pp. 664-673, 2008.
- [5] OSGi Alliance, <http://www.osgi.org>
- [6] Seung-Hyun Lee, Kyung-Soo Jang, Sang-Hwan Ryu, Dong-Ryeol Shin, "Context-Aware Smart Railroad Crossing Safety Management System based on OSGi Framework", The journal of the Institute of Internet Broadcasting and Communication(JIIBC), Vol. 10, No. 6, pp. 169-177, 2010
- [7] Moon, Dong-Ju Lee, Sung-Il Lee, Chong-Sun Kim, Gyeong-Cheol Kang, Hee-Jung Yang, Yong-Ju, "A Suggestion on Evaluating Personal Health State: Health Index", Journal of biomedical engineering research : the official journal of the Korean Society of Medical & Biological Engineering, Vol. 29, No. 5, pp400-407, 2008.

※ 이 논문은 지식 경제부에서 시행하는 차세대 성장동력사업의 연구결과로써, 한국생산기술연구원이 주관하는 '헬스케어로봇 공통인터페이스'과제의 연구결과입니다.

저자 소개

권기일(정회원)



- 2008년 2월 : 카이스트 로봇학제 전공 석사졸업
- 2014년 2월 : 카이스트 로봇학제 전공 박사 졸업
- 2014년 ~ 현재 : 국가핵융합연구소 선임기술원
<주 관심분야 : Robot, Middleware>