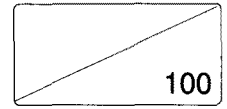


2007년 12월

07MV1300-01-4104P



지능형 로봇 테스트베드 운영에 관한 연구

A Study on the Operation of the URC Robot Testbed

인 사 말 씀

전 세계적으로 로봇산업 구조는 제조업 로봇 중심으로 형성되어 있으며 개인용 서비스를 위한 지능형 로봇은 일부 국가에서 10여년 전 부터 개발에 착수하여 왔으나, 네트워크 서비스 기반인 URC 로봇은 이제 막 시작 단계에 있습니다. 세계 최강국의 수준의 네트워크 인프라를 구축하고 있는 우리나라는 이러한 인프라를 바탕으로 URC 로봇 시장에서의 우위를 점할 수 있는 좋은 여건을 갖추고 있습니다. 더구나 IT산업이 국가경제를 견인하고 있는 국내 현실에서 미래의 Blue Ocean 영역인 URC 지능로봇 분야에 투자, 개발, 지원은 매우 효율적인 전략이라고 하겠습니다.

국내 URC 로봇 분야는 2006년말 6,000대의 국민로봇 보급을 기점으로 태동하기 시작하여 '07년 45,000대, '08년 113,000대 보급이 예상되는 등, 빠른 증가 추세를 보이고 있으나 자금력과 기술력이 부족한 관련 중소기업들은 시험장비의 자체 확보 및 시험환경 자체 구축 등이 쉽지 않은 실정입니다. 이러한 상황에서 URC 지능로봇 테스트베드 구축/운영을 통한 국내 관련 중소기업의 기술적 애로사항을 해결하고, 시험평가에 소요되는 비용을 절감시킬 수 있는 본 사업의 추진은 매우 시의적절 하고, 그 효과도 클 것으로 기대됩니다.

금년도에 본 사업에서 중점적으로 추진한 내용은 URC 로봇 관련 전문가로 구성된 테스트베드 협의회를 통해 테스트베드 구축/운영에 필요한 의견을 도출하여 테스트베드 구축 및 운영에 반영하였고, 우선순위에 입각한 시험장비의 도입을 추진하였으며, URC 로봇 제품의 품질/안정화 향상에 필요한 시험평가 항목의 설정 및 시험규격을 개발하여 표준화를 추진하였습니다. 또한, 이렇게 구축된 시험환경 및 개발규격을 활용하여 중소기업 URC 로봇 제품의 시험평가를 수행하였으며, 중소기업에 시험장비 및 네트워크 인프라를 지원하였습니다.

앞으로도 개별 중소기업 차원에서 구비하기 어려운 다양한 로봇 제품의 시험측정장비, 무향실 같은 시험환경 등을 구축하여 관련 중소기업에 충분한 사전 테스트와 시험기술을 지원하고, 국가 차원의 신뢰성 있는 시험평가 체계를 구축하여 중소기업에 우선 보급함으로써 로봇 개발기간 단축 및 인증획득을 위한 비용절감 등을 통해 제품의 신뢰도 향상과 기술경쟁력 강화를 위해 노력하겠습니다.

아울러 본 사업을 원활하게 추진할 수 있도록 도와주신 정보통신부, 정보통신연구진흥원 등 관계자 여러분께 깊은 감사를 드립니다.

2007. 12. 31

한국전자통신연구원 원장 최 문 기

여백

제 출 문

정보통신부장관 귀하

본 보고서를 “지능형 로봇 테스트베드 운영에 관한 연구”의 연구개발결과 보고서로 제출합니다.

2007년 12월 31일

주 관 연 구 기 관 : 한국전자통신연구원

연구총괄책임자 : 김대웅(IT기술이전본부장)

연 구 책 임 자 : 정영숙(책임연구원)

참 여 연 구 원 : 송석재(책임연구원)

정연구(책임연구원)

이재연(책임연구원)

박남식(책임연구원)

여백

요 약 문

1. 제 목

지능형 로봇 테스트베드 운영

2. 연구개발의 목적 및 중요성

가. 연구 목적

차세대 IT 성장동력 산업인 지능형 로봇은 정부의 초기 시장창출을 위한 적극적인 노력으로 URC 로봇의 상용화가 비교적 일찍 추진되고 있으나 신규 제품의 성능 및 안정성에 대한 체계적인 시험평가 미비로 초기시장 형성에 장애가 되고 있다. 더구나 대인 접촉도가 빈번하고 서비스 종류 및 사용 환경이 다양한 URC 로봇에 대한 기능, 성능, 안정성 등의 시험평가 및 보증이 필수적으로 요구되고 있음에도 시험시설과 장비, 시험평가기준을 갖춘 업체는 일부 대기업을 제외하고 크게 부족한 실정이다.

이에, 개별 중소기업 차원에서 구비하기 어려운 다양한 로봇제품의 시험시설 및 시험측정 장비를 공동으로 활용 가능한 URC 테스트베드를 구축·운영하여 충분한 사전 테스트와 시험기술을 지원하고 국가 차원의 신뢰성 있는 평가체계를 구축, 중소기업에게 우선 공급함으로써 로봇의 품질 확보, 신뢰도 향상과 로봇 인증획득을 위한 비용부담 및 개발기간 단축에 기여하기 위함이다.

나. 연구 중요성

2006년 10월 URC 로봇 시범서비스 개통을 시작으로 '07년 2기 국민로봇사업단 발족 등, 네트워크 기반 서비스 로봇의 활발한 보급이 예상되고 있으며 본격적인 보급에 앞서 URC 로봇의 성능 및 안정성에 대한 철저한 시험평가가 시급히 요구되고 있다.

그러나 국내 로봇업체의 60% 정도가 종업원 50인 이하, 매출액 50억원 이하인 영세 기업임을 감안할 때, 막대한 시험환경 구축비용 및 시험평가 비용을 부담하기는 어려운 실정이다. 따라서 중소벤처기업의 제품 개발비용 절감 및 위험부담 감소와 로봇 기술개발 경쟁력 확보를 위해 URC 로봇 테스트베드와 같은 공통 인프라를 정부 주도 하에 구축하고, 지원하는 것은 지능로봇 산업 발전에 미치는 영향이 매우 크다고 하겠다.

3. 연구개발의 내용 및 범위

- 네트워크 기반 서비스 로봇 테스트베드 협의회 구성
 - 사용자 요구사항 수렴을 위한 산·학·연·정 협의회 구성
 - 공용 테스트베드 인프라 구축을 위한 요구사항 수렴
 - 시험평가 방법론 개발을 위한 요구사항 수렴
- 네트워크 기반 서비스 로봇 공용 테스트베드 인프라 구축
 - 아파트형 공용 테스트베드 공간 확보를 위한 조사 및 선정
 - 공용 테스트베드 구축 설계(안) 수립
 - URC 서버 도입 및 유무선 네트워크 구축
 - 아파트형 URC 로봇 테스트베드 구축
 - 네트워크 기반 서비스 로봇 테스트베드 준공 및 유지보수
- 네트워크 기반 서비스 로봇 시험평가항목 및 평가방법론 개발
 - URC 로봇 테스트베드 협의회를 통한 사용자 요구사항 수렴
 - URC 로봇 시험평가방법 분석(통신, 서비스 컴포넌트), 시험항목 설정
 - URC 로봇 시험항목 및 방법 설계
 - URC 로봇 시험절차 및 규격 개발
 - URC 로봇 시험평가방법 검증
- URC 로봇 시험측정장비 도입
 - H/W, S/W 시험장비 및 전파 측정장비 도입 및 설치
 - URC 플랫폼 정밀 계측장비 도입 및 설치
 - 시험장비 10종 도입

- URC 시험서비스 시범 운영
 - URC 로봇 시험서비스 시범
 - 테스트베드 홍보 및 시험평가 대상업체 발굴
 - 사용자 만족도 분석 및 문제점 분석보고서 작성
 - 성과 분석 및 차년도 계획 반영 수립
 - 시험기술 지원 및 시험장비 등 공통 인프라 지원

4. 연구개발 결과

- URC 로봇 테스트베드 협의회 구성 및 운영
 - 로봇 기업과 연구소, 학계, 정부를 포함하는 산학연정의 자문위원회를 구성하여 협의회 개최 3회 실시
- 네트워크 서비스 로봇 시험항목 및 평가방법 개발
 - URC 로봇 음성인식 성능 시험규격 개발
 - URC 로봇 자동충전 성능 시험규격 개발 및 표준화
 - URC 로봇 SW 품질 시험/평가 규격 개발 및 표준화
 - URC 로봇 통신 프로토콜(RUPI 1.2.001) 시험규격 개발
- URC 로봇 시험장비 등 공통 인프라 구축(12건)
 - 35평 규모 URC 로봇 아파트형 테스트베드 구축 1건
 - 1Gbps급 광 Network 구축 1건
 - 음성 인식&합성 서버 구축 1건
 - 음성인식율 측정장비 구축 1건
 - 유무선 Data Traffic Analyzer 구축 1건
 - 로봇 제어용 URC 서버(윈도우용&리눅스용) 구축 2건
 - 통신프로토콜(RUPI 1.2) 적합성 시험용 서버 구축 1건
 - 로봇 이동 경로/시간 추적시스템 구축 1건
 - URC Network 연결을 위한 사용자 인증시스템 구축 1건
 - 음성인식율 신뢰도 향상을 위한 음성명령어 DB 구축 1건
 - 이외에 Fire wall, IP 관리시스템, AP 4대 등을 구축
- URC로봇 프로토콜 적합성시험 및 평가결과서 발부(14건)

- 충북도청/수정구청/성남도서관/부산 누리마루 공공로봇 시험평가 지원 : 로보테크 4건
 - 대전시청/IFEZ 공공로봇, 교육용 로봇 시험평가 지원 : 다사테크 4건
 - VIPS 도곡점/어린이대공원점 도우미 로봇 시험평가 지원 : 이디 3건
 - KTT 본사 경비방법 로봇 시험평가 지원 : DU로봇 2건
 - 교육용 로봇 콘텐츠-서버 간 연동 시험평가 지원 : 한국몬테소리 1건
- 시험장비 지원(5건)
 - 네트워크를 통한 URC서버, 음성인식서버 지원 : 이노메탈이지로봇
 - 네트워크를 통한 음성인식서버 지원 : 한울로보틱스
 - 리눅스 기반 CAMUS서버, 프로토콜테스터 지원 : 유미테크
 - 위치추적시스템 지원 : IBNS시스템
 - 유무선 Traffic Analyzer 지원 : 에이앤에스
 - 시험규격 및 절차서(4건) 발간
 - URC 로봇-서버 간 통신 프로토콜 시험규격서
 - URC 로봇 음성인식 시험규격서
 - URC 로봇 자동충전 시험규격서
 - URC 로봇 SW 품질 시험/평가 규격서

5. 활용에 대한 건의

- 기업, 대학, 연구소, 정부의 로봇 전문가로 구성된 URC 로봇 테스트베드 협의회를 활성화시켜 기업 요구사항 수렴 ➡ 시험환경 구축 및 시험평가방법 개발/표준화 ➡ 기업에 우선 보급/지원 등의 운영체계 확립이 필요함
- 시험과 인증은 분리되어 추진하는 것이 세계적인 추세이며, URC 로봇에 특화된 테스트베드를 기반으로 ETRI는 시험기관, TTA는 인증기관으로서 상호 시너지 효과를 낼 수 있는 효율적인 연계가 필요함
- 정통부의 네트워크 기반 시험평가와 산자부의 로봇 플랫폼/미들웨어 시험평가 및 개발부품 시험평가 등을 통해 지능로봇 전체의 시험평가를 위한 공통의 기준/표준화 방안 마련이 요구됨

6. 기대 효과

- 중소기업에 URC 서버 및 네트워크 서비스 제공으로 로봇기업, 콘텐츠사업자, 서비스사업자가 기존 제품의 성능개선 또는, 신규개발 제품을 향시 시험할 수 있는 환경 마련
- 실제 주거환경을 구현한 테스트베드에서 현장시험이 가능함에 따라 제품에 대한 품질향상 및 소비자의 신뢰도 향상에 기여
- 시험평가에 URC 프로토콜 테스터 및 시험장비를 활용한 로봇-서버 간 통신 및 서비스 성능 사전 테스트로 URC 로봇 인증기간 단축 가능
- 초기 시작단계의 지능형 서비스 로봇 시험평가 방법에 대한 국내 및 국제적 표준화 모델을 개발하여 중소기업에게 우선 보급함으로써 제품개발 단계부터 표준화 적용 가능
- 지능형 로봇 제품의 성능 및 기능에 대해 필요한 모든 시험항목을 시험할 수 있는 공용 테스트베드를 구축함으로써 제품 개발비용 절감 및 위험부담 축소
- 자금 및 인프라가 취약한 지능로봇 중소기업에 시험평가 방법의 표준규격을 우선 공급함으로써 제품의 안정성이 향상되고, 서비스사업자는 소비자에게 안정된 로봇 서비스 제공이 가능하게 됨에 따라 로봇 시장의 활성화 촉진

SUMMARY

I. Title

A Study on the Operation of the URC Robot Testbed

II. Purpose of research

IT(Information & Telecommunication) technology is regarded as high value added industry and which has much influence on the others. So many countries maintain or strengthen the national strategy about IT parts. Moreover, in the future, one of the most important part in IT is URC(Ubiquitous Robotic Companion) robot field which is a new concept for a network based service robot. URC robot field is the developing stage all over the world. Korea has developed URC robot in SMC(Small & Medium Companies) for several years. It is necessary to the quality test for the good and stable URC robot product. Very expensive test equipments and test environments are required in order to the quality tests for URC robot. But, because of the most of Korean URC robot SMC are small enterprises, they are hard to hold the test equipments and test environments themselves.

The purposes of this study are to provide the common infrastructure such as the high & expensive test equipments and the apartmental type testbed, to provide an assistance in solving the problems of URC robot testing technologies, to strengten the domestic URC robot industry and improvement of competitiveness for URC robot products by supporting the URC robot test and measurement technologies of SMC.

III. Contents of research

- o Organization and operation of the URC robot testbed committee
 - Selection of the committee members in the fields of SMC, university,

- institute and government
 - Collection the bottle-neck problems from URC robot SMC
 - Collection an advisory for the construction of testbed and purchasing of test equipments
 - Collection the requirement for the methodologies of test and valuation
 - Implementation to the actual plan
- o Construction of the apartmental type testbed and test equipments
 - Security of the space for URC robot testbed
 - Decision of the testbed design drawing
 - Construction of the URC servers and optical telecommunication network
 - Completion of the URC robot testbed
 - Establishment of the test equipments
- o Development of the methodologies of test and valuation
 - Analysis of the existing methodologies for test and valuation
 - Creation of the new testing and valuation items
 - Design of the new methodologies for test and valuation
 - Development of the new test procedure and standard
 - Verification of the new test procedure and standard
- o Operation of the URC robot testbed
 - Beginning of the test and valuation service
 - Supporting of the test technologies and equipments
 - Analysis of a degree for the customer satisfaction and implementation to the actual plan

IV. Results

- o Organization and operation of the URC robot testbed committee
 - Selection of twenty experts for the committee in the fields of SMC, university, institute and government
 - Holding the committee : 3 times

- o Development of the methodologies for testing and valuation
 - Development of the standard for voice understanding capacity of URC robot
 - Development of the standard for self charging capacity of URC robot
 - Development of the standard for URC protocol(RUPI 1.2)
 - Development of the standard for SW quality test and valuation of URC robot

- o Establishment of the common infrastructure such as the apartmental type testbed and the high & expensive test equipments
 - Establishment of the apartmental type testbed covered an area of 105 sqare meters
 - Establishment of the 1Gbps optical telecommunication network
 - Establishment of the server for voice understanding & composition
 - Establishment of the CAMUS server for URC robot control
 - Establishment of the test equipments for the ratio of voice understanding
 - Establishment of the testing equipments for the ratio of wire & wireless traffic loss
 - Establishment of the testing equipments for URC protocol
 - Establishment of the testing equipments for the tracking of a location of the robot

- o Supporting of the test technologies and test environments
 - Achievement of the test and valuation for URC robot : 14 cases
 - Supporting of the testing equipments and network service : 5 cases

CONTENTS

Chapter I. Introduction	21
Section 1. Purpose of research	23
Section 2. Contents and scope of research	23
Section 3. Conduct of research	24
Chapter II. Construction of the testbed	29
Section 1. Construction of the apartmental type testbed	29
Section 2. Construction of the network infrastructure	30
Chapter III. Establishment of the equipments for testing and valuation	33
Section 1. Establishment of the equipments for network service	35
Section 2. Establishment of the equipments for testing	37
Section 3. Establishment of the equipments for network management and security	43
Chapter IV. Development of the standard for testing and valuation ...	47
Section 1. Development of the standard for voice understanding capacity of URC robot	49
Section 2. Development of the standard for self charging capacity of URC robot	59
Section 3. Development of the standard for SW quality testing and valuation of URC robot	65
Section 4. Development of the standard for URC protocol	85
Chapter V. Support of the test service and holding equipment	91
Chapter VI. Conclusion	97

TABLES

<Table 4-1-1> A case of the capacity test design for voice understanding	52
<Table 4-1-2> Ratio of the signal to noise depend on a use	56
<Table 4-1-3> A case of the capacity test result for voice understanding ..	56
<Table 4-1-4> An analysis table of the capacity test result for voice understanding	57
<Table 4-2-1> Contents of the test items classified by evaluation items	60
<Table 4-2-2> Data of the capacity test for self charging	61
<Table 4-2-3> A result table of the capacity test for self charging	63
<Table 4-3-1> Standard of the test for SW quality	66
<Table 4-3-2> A check list of the completeness for the ability	69
<Table 4-3-3> A check list of the processing ratio for a boundary value ..	70
<Table 4-4-1> Test data of URC protocol test	87
<Table 4-4-2> Test items of URC protocol test	88
<Table 5-1-1> Organization of URC robot testbed committee	93
<Table 5-1-2> Results of URC robot testbed committee	93

FIGURES

(Figure 2-1-1) A ground plan of URC testbed	29
(Figure 2-1-2) Inside of URC testbed	29
(Figure 2-2-1) Construction course of optical cable	30
(Figure 2-2-2) Construction course of optical cable in ETRI	31
(Figure 2-2-3) Composition of the network for URC testbed	31
(Figure 3-1-1) Structure of the voice understanding & composition server ...	35
(Figure 3-1-2) Structure of the CAMUS server	36
(Figure 3-2-1) Structure of the voice understanding tester	37
(Figure 3-2-2) Connection procedure between server & tester	38
(Figure 3-2-3) Connection procedure between robot & tester	38
(Figure 3-2-4) A case of the voice understanding test between robot & tester	39
(Figure 3-2-5) Structure of the traffic loss tester	40
(Figure 3-2-6) A case of the test for URC protocol	41
(Figure 3-2-7) Structure of the robot location tracking tester	42
(Figure 3-2-8) Procedure of the IP management system	43
(Figure 3-2-9) Structure of the IP management system	44
(Figure 3-2-10) Structure of the ID certification system	45
(Figure 3-2-11) Structure of the network management equipments in URC testbed	46
(Figure 4-1-1) Environment of the capacity test for voice understanding ...	50
(Figure 4-2-1) Concepts of the capacity test for self charging	61
(Figure 4-2-2) Environment of the docking test to the wall	64

(Figure 4-3-1) Model of SW quality	67
(Figure 4-4-1) Structure of the test for URC protocol	87

목 차

제 1 장 서 론	21
제 1 절 연구 목적 및 중요성	23
제 2 절 연구 범위 및 내용	23
제 3 절 연구 수행방법	24
제 2 장 테스트베드 환경 구축	29
제 1 절 아파트형 테스트베드 구축	29
제 2 절 네트워크 서비스 환경 구축	30
제 3 장 시험지원 장비 구축	33
제 1 절 네트워크 서비스 장비	35
제 2 절 시험측정 장비	37
제 3 절 네트워크 관리 및 보안 장비	43
제 4 장 시험평가 Tool 개발 및 표준화	47
제 1 절 URC 로봇 음성인식 성능 시험규격 개발	49
제 2 절 URC 로봇 자동충전 성능 시험규격 개발	59
제 3 절 URC 로봇 SW 품질 시험/평가 규격 개발 및 표준화	65
제 4 절 URC 통신 프로토콜 시험규격 개발	85
제 5 장 시험평가 지원 및 시험환경 지원 실적	91
제 6 장 결 론	97

표 목 차

<표 4-1-1> 음성인식 성능 시험설계 사례	52
<표 4-1-2> 사용 용도에 따른 신호 대 잡음비	56
<표 4-1-3> 음성인식 성능 시험결과 사례	56
<표 4-1-4> 음성인식 성능 시험결과 분석표	57
<표 4-2-1> 평가 항목별 시험항목 내용	60
<표 4-2-2> 자동충전 성능 시험 데이터	61
<표 4-2-3> 자동충전 성능 시험 결과표	63
<표 4-3-1> SW 품질 시험규격	66
<표 4-3-2> 기능구현 완전성 점검표	69
<표 4-3-3> 경계 값 처리율 점검표	70
<표 4-4-1> URC 통신 프로토콜 시험데이터	87
<표 4-4-2> URC 통신 프로토콜	88
<표 5-1-1> URC 로봇 테스트베드협의회 구성	93
<표 5-1-2> URC 로봇 테스트베드협의회 개최 결과	93

그 림 목 차

(그림 2-1-1) 테스트베드 평면도	29
(그림 2-1-2) 테스트베드 내부	29
(그림 2-2-1) 광케이블 포설 경로	30
(그림 2-2-2) ETRI내 KOREN 광케이블 포설 경로	31
(그림 2-2-3) 테스트베드 네트워크 구성도	31
(그림 3-1-1) 음성 인식/합성 서버와 로봇 클라이언트 연동 구조	35
(그림 3-1-2) CAMUS 작업수행과 관련된 정보 흐름과 시스템 구성 모듈 ..	36
(그림 3-2-1) URC 로봇 음성인식을 측정기 시스템 구성도	37
(그림 3-2-2) 서버와 연동 시 동작 절차	38
(그림 3-2-3) 서버와 비연동 시 동작 절차	38
(그림 3-2-4) 서버와 비연동 시 음성인식을 측정 사례	39
(그림 3-2-5) 트래픽 손실률 측정기 시스템 구성	40
(그림 3-2-6) URC 클라이언트/서버 통신 프로토콜 시험평가 사례	41
(그림 3-2-7) 위치추적시스템의 개요	42
(그림 3-2-8) IP 관리시스템 세부 처리도	43
(그림 3-2-9) IP 관리시스템 구성도	44
(그림 3-2-10) ID 인증시스템 구성도	45
(그림 3-2-11) 테스트베드 네트워크 관리 장비 구성도	46
(그림 4-1-1) 음성 인식/거절 성능측정 환경	50
(그림 4-2-1) 자동충전 성능시험의 개념	61
(그림 4-2-2) 벽면 도킹시험 환경	64
(그림 4-3-1) SW 제품 품질 모델	67
(그림 4-4-1) 시험 구성도	87

여백

제 1 장 서 론

여백

제 1 장 서 론

제 1 절 연구 목적 및 중요성

1. 연구 목적

자금력 및 시험기술력이 부족한 국내 지능로봇 중소벤처기업의 URC 로봇 개발 시, 기능 안정성 시험평가를 위한 공용 테스트베드 구축 및 시험기술을 지원하고, 가사지원, 정보제공, 교육, 공공도우미 등 다양한 서비스를 제공하는 URC 로봇 시험 및 평가체계 개발 보급을 목적으로 한다.

2. 연구 중요성

차세대 성장동력으로 지능로봇 시장 창출을 위한 정부의 적극적인 노력에 힘입어 서비스 로봇의 가정보급 시기가 예상보다 일찍 현실화 되고 있으며, 2006년 10월 URC 로봇 시범서비스 개통을 시작으로 네트워크 기반 서비스 로봇의 가정보급이 활발할 것으로 예상되나, 본격적인 보급에 앞서 사용범위 및 운용환경이 다양하고, 대인 접촉도가 빈번한 지능로봇의 기능 및 안정성에 대한 철저한 시험평가가 시급히 요구되고 있다. 이러한 시험평가 방법 및 항목 개발은 로봇 테스트베드 구축을 위한 설계 도면과 같은 역할로서 반드시 필요하다.

초기시장 형성단계에 있는 지능로봇 상용화를 위하여 중소벤처기업이 막대한 시험평가비용을 부담하기 어려운 현실에서 중소벤처기업의 제품 개발비용 절감 및 위험부담을 감소와 로봇 기술개발 경쟁력 확보에 기여할 수 있는 URC 로봇 테스트베드 구축·운영과 같은 본 사업의 추진은 매우 중요하다 하겠다.

제 2 절 연구 범위 및 내용

가. 네트워크 기반 서비스 로봇 테스트베드 협의회 구성

- 사용자 요구사항 수립을 위한 산·학·연·정 협의회 구성
- 공용 테스트베드 인프라 구축을 위한 요구사항 수립
- 시험평가 방법론 개발을 위한 요구사항 수립

나. 네트워크 기반 서비스 로봇 공용 테스트베드 인프라 구축

- 테스트베드 요구사항 도출을 위한 네트워크 기반 서비스 로봇

테스트베드 협의회(산·학·연·정) 구성

- 아파트형 공용 테스트베드 공간 확보를 위한 조사 및 선정
- 공용 테스트베드 구축 설계(안) 수립
- URC 서버 도입 및 유무선 네트워크 구축
- 네트워크 기반 서비스 로봇 테스트베드 시설 준공, 시설 위탁 및 유지보수
- 아파트형 공용 테스트베드 구축

다. 네트워크 기반 서비스 로봇 시험평가 항목 및 평가 방법론 개발

- 네트워크 기반 서비스 로봇 테스트베드 협의회를 통한 사용자 요구사항 수립
- 네트워크 기반 서비스 로봇 평가방법 분석(통신, 서비스 컴포넌트), 시험분야 조사 및 시험항목 설정
- 네트워크 기반 서비스 로봇 시험항목 및 방법 설계
- 네트워크 기반 서비스 로봇 시험절차 및 규격 개발
- 네트워크 기반 서비스 로봇 시험평가방법 검증

라. 네트워크 기반 서비스 로봇 시험장비 도입

- H/W, S/W 시험장비 및 전과 측정장비 도입 및 설치
- URC 플랫폼 정밀 계측장비 도입 및 설치
- 시험장비 10종 도입

마. URC 시험 서비스 시범 운영

- 네트워크 기반 서비스 로봇 시험 시범서비스
- 테스트베드 홍보 및 시험평가 대상 업체 발굴
- 사용자 만족도 분석 및 문제점 분석보고서 작성
- 성과 분석 및 차년도 계획에 반영
- 시험기술 지원 5건 수행

제 3 절 연구 수행방법

가. 네트워크 기반 서비스 로봇 테스트베드 협의회 구성

- 로봇기업, 대학, TTA, KAIRA, ETRI, 정부 등의 로봇 전문가가 참여

- 한 테스트베드 협의회를 구성하여 사용자 요구사항 수립
- 공용 테스트베드 인프라 구축을 위한 요구사항 수립
- 시험평가 방법론 개발을 위한 요구사항 수립

나. 네트워크 기반 서비스 로봇 공용 테스트베드 인프라 구축

- 테스트베드 요구사항 도출을 위한 네트워크 기반 서비스 로봇 테스트 베드 협의회(산·학·연·정) 구성
- 아파트형 공용 테스트베드 공간 확보를 위한 조사 및 선정
- 공용 테스트베드 구축 계획 수립
- URC 서버 도입 및 유무선 네트워크 인프라 구축
- 공용 테스트베드 조성을 위한 리엔지니어링(아파트 실물 환경)
- 네트워크 기반 서비스 로봇 테스트베드 시설 준공, 시설 위탁 및 유지보수

다. URC 특화 로봇 시험평가 항목 및 평가 방법론 개발

- 네트워크 기반 서비스 로봇 테스트베드 협의회를 통한 사용자 요구사항 분석
- 네트워크 기반 서비스 로봇 시험분야 및 항목 조사
- 네트워크 기반 서비스 로봇 시험항목 및 평가방법 개발
- 네트워크 기반 서비스 로봇 시험평가방법의 검증 및 적용, 보완

라. 네트워크 기반 서비스 로봇 시험장비 도입

- 장비 도입을 위한 조사 분석 및 선정
- H/W, S/W 시험장비 및 전파 측정장비 도입 및 설치
- URC 플랫폼 정밀 계측장비 도입 및 설치

마. URC 시험 서비스 시범 운영

- 네트워크 기반 서비스 로봇 시험 시범 서비스
- 테스트베드 홍보 및 시험평가 대상 업체 발굴
- 사용자 만족도 분석 및 문제점 분석보고서 작성
- 성과 분석 및 차년도 계획에 반영

여백

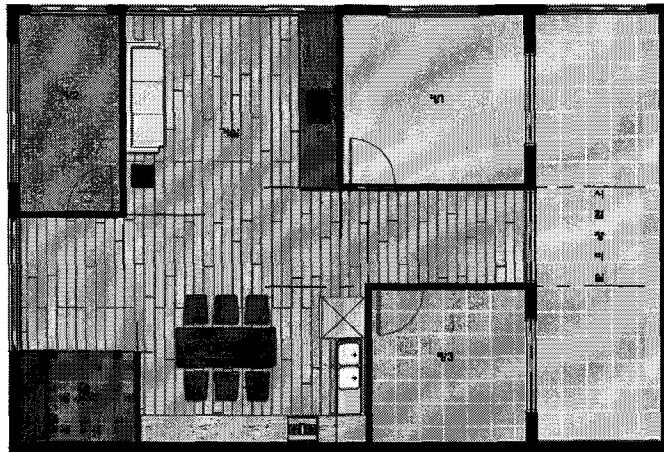
제 2 장 테스트베드 환경 구축

여백

제 2 장 테스트베드 환경 구축

제 1 절 아파트형 테스트베드 구축

URC 지능로봇의 각종 시험평가, 측정을 목적으로 구축된 아파트형 테스트베드는 ETRI 대전 본원 11연구동에 위치하고 있다. '07.9.6 착공하여 '07.10.5 완공된 테스트베드는 105m² 규모에 방 3개, 거실, 부엌의 구조로 되어 있다. 테스트베드 내부의 각 벽 및 천장은 실제 아파트의 콘크리트에서 발생하는 무선통신 감쇄현상을 고려하여 설치하였으며, 테스트베드는 가능한 채광효과가 좋도록 설계하였다. 각 방과 거실에는 무선통신을 위한 AP를 설치하였다. 개인 서비스용 URC 로봇의 주된 대상 고객이 아파트에 거주한다고 보면 이러한 아파트형 테스트베드에서 URC 로봇의 성능, 안정성 등에 대한 시험평가는 매우 실용적이고, 효과적이다.



(그림 2-1-1) 테스트베드 평면도



(그림 2-1-2) 테스트베드 내부

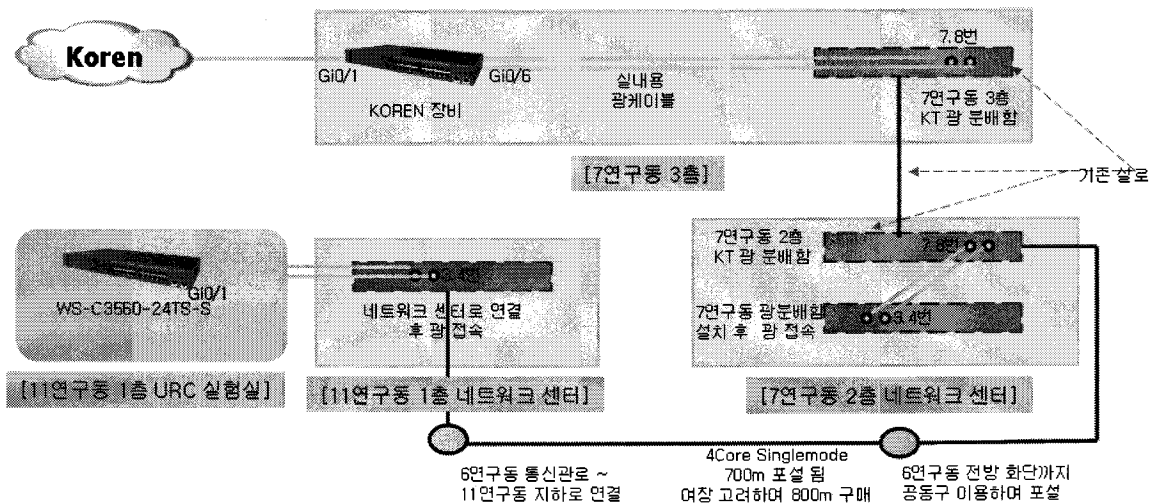
제 2 절 네트워크 서비스 환경 구축

네트워크 서비스가 기본인 URC 로봇의 성능이나 안정화에 대한 시험평가를 하기 위해서는 네트워크 서비스 성능이 시험평가되어야 한다. 이를 위해 URC 관련 중소기업들은 제품 개발단계에서 수시로 네트워크에 접속하여 음성인식 시험, 통신프로토콜 시험, 콘텐츠 서버와의 연동시험 등을 수행하여야 하나, 개별 중소기업에서 이러한 시험환경을 자체 확보한다는 것은 쉽지 않은 일이다. 따라서 관련 산업에 도움이 되는 네트워크 구축과 같은 공통인프라를 정부지원으로 구축한다는 것은 관련 중소기업에게 상당한 도움이 될 것으로 기대한다.

URC 로봇 네트워크 서비스 시험평가를 위해 구축한 네트워크는 한국정보사회진흥원이 제공하는 1Gbps급 광 전용회선(KOREN)을 활용하였다.

ETRI내 7연구동에 기 설치되어 있는 KOREN을 URC 로봇 테스트베드가 위치한 11연구동까지 연장하기 위하여 싱글모드 4코어 광케이블을 포설하였다. 광케이블 포설 후, KOREN 운영자와 연결 설정을 구성하였다. 광케이블 연결 시에는 7연구동에 광 분배함 1대를 놓고 용착 방법으로 연결을 하고, 11연구동 네트워크 센터에도 광분배함 1대를 놓고 용착 방법으로 연결을 하였다. 또한, 11연구동 네트워크 센터와 실험실 간에 실내용 광케이블을 포설하여 KOREN과의 연결 작업을 마무리 하였다.

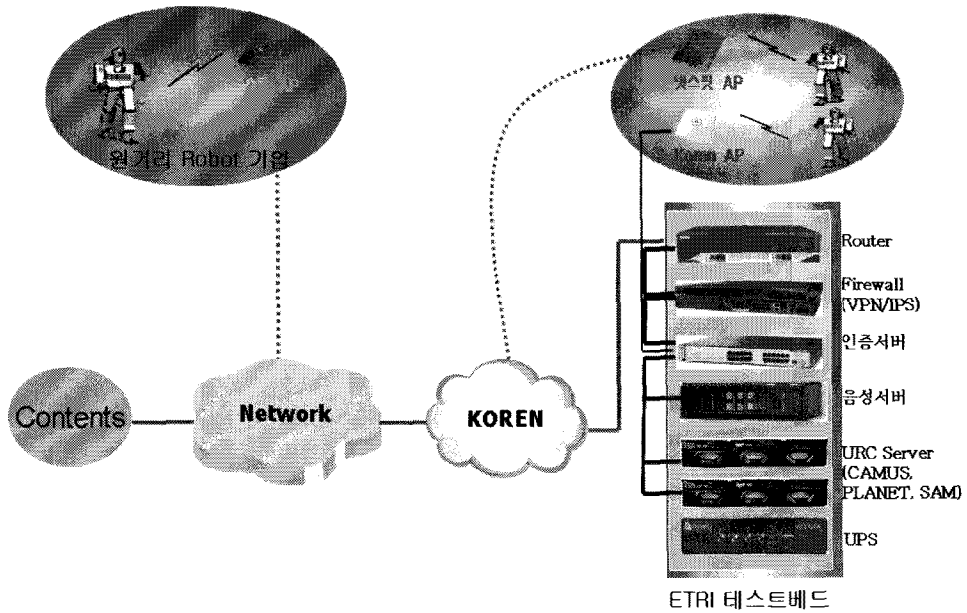
다음으로, URC 로봇 성능 측정을 위한 유·무선 통신환경을 구축을 위하여 KOREN으로부터 IP Address를 할당 받아서 유·무선 장비를 설치하고, 인터넷을 개통하였다. 개략적인 포설경로는 아래 (그림 2-2-1)과 같다.



(그림 2-2-1) 광케이블 포설 경로



(그림 2-2-2) ETRI내 KOREN 광케이블 포설 경로



(그림 2-2-3) 테스트베드 네트워크 구성도

여백

제 3 장 시험지원 장비 구축

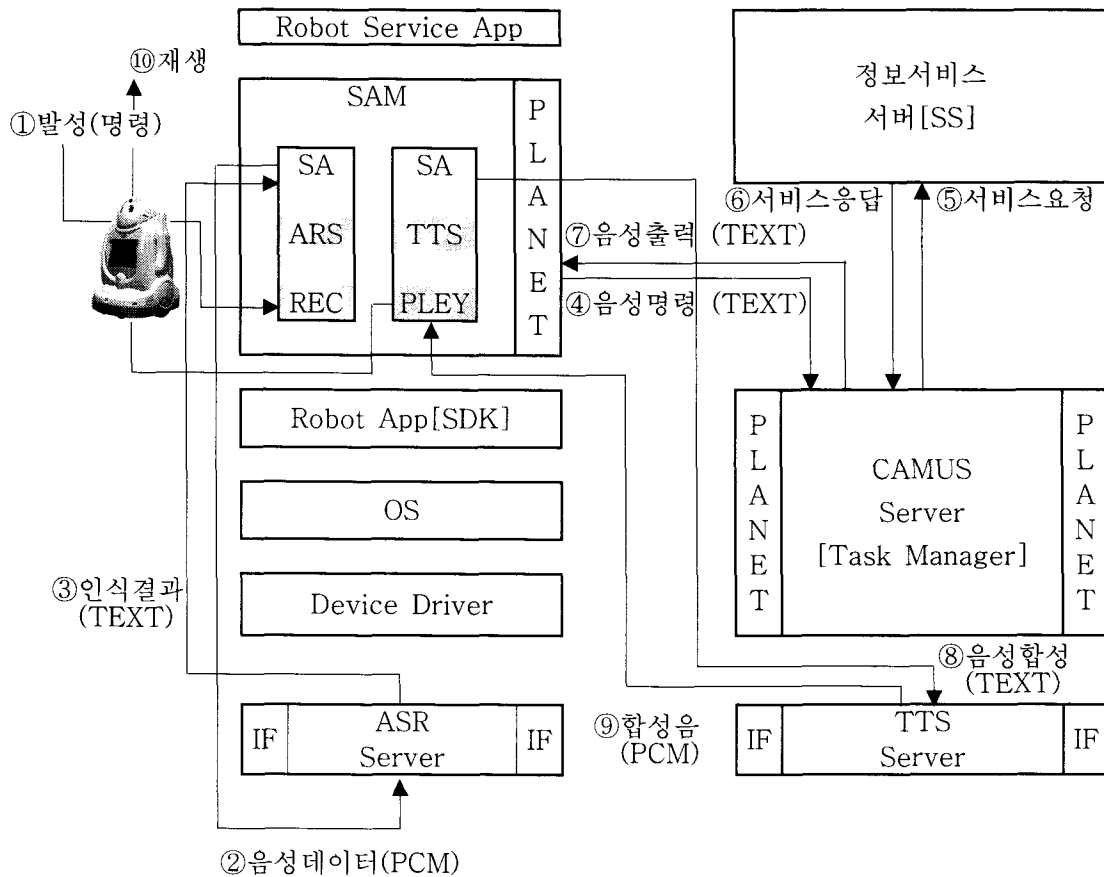
여백

제 3 장 시험지원 장비 구축

제 1 절 네트워크 서비스 장비

1. 음성 인식/합성 서버

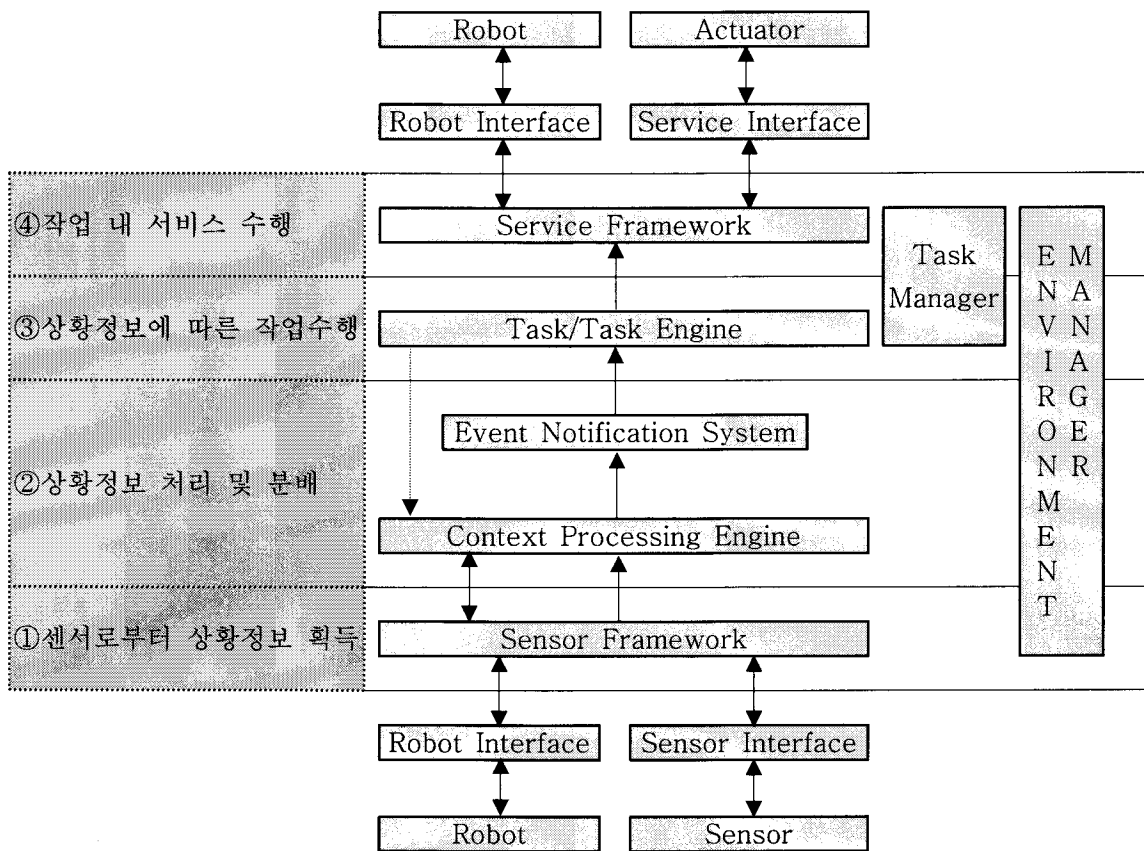
ETRI 테스트베드 내에 설치된 음성 인식/합성 서버는 ETRI 지능형로봇연구단에서 개발한 CAMUS 서버와 SAM, PLANET 모듈과의 연동이 가능하고, '06년 국민로봇 시범사업에 적용되었던 로봇 API와의 완벽한 호환이 가능하며, ETRI 지능형로봇연구단에서 개발한 URC Protocol을 준수하는 음성 인식 및 합성 서버로서 로봇과의 연동 구조는 (그림 3-1-1)과 같다



(그림 3-1-1) 음성 인식/합성 서버와 로봇 클라이언트 연동 구조

2. CAMUS 서버

ETRI 지능형로봇연구단에서 개발한 URC를 위한 상황인식 미들웨어인 CAMUS는 URC 로봇이 서비스 하는 환경을 모델링하기 위한 방안을 제시하며, 환경 내 상황 정보를 이용하여 로봇이 보다 능동적인 서비스를 하기 위한 시스템 하부 엔진을 제공한다. ETRI 테스트베드 내에 CAMUS 서버를 윈도우 버전과 리눅스 버전으로 각 1대씩 설치하였다. 아래 (그림 3-1-2)에서 CAMUS의 작업수행과 관련된 정보 흐름과 시스템 구성 모듈을 나타내었다.

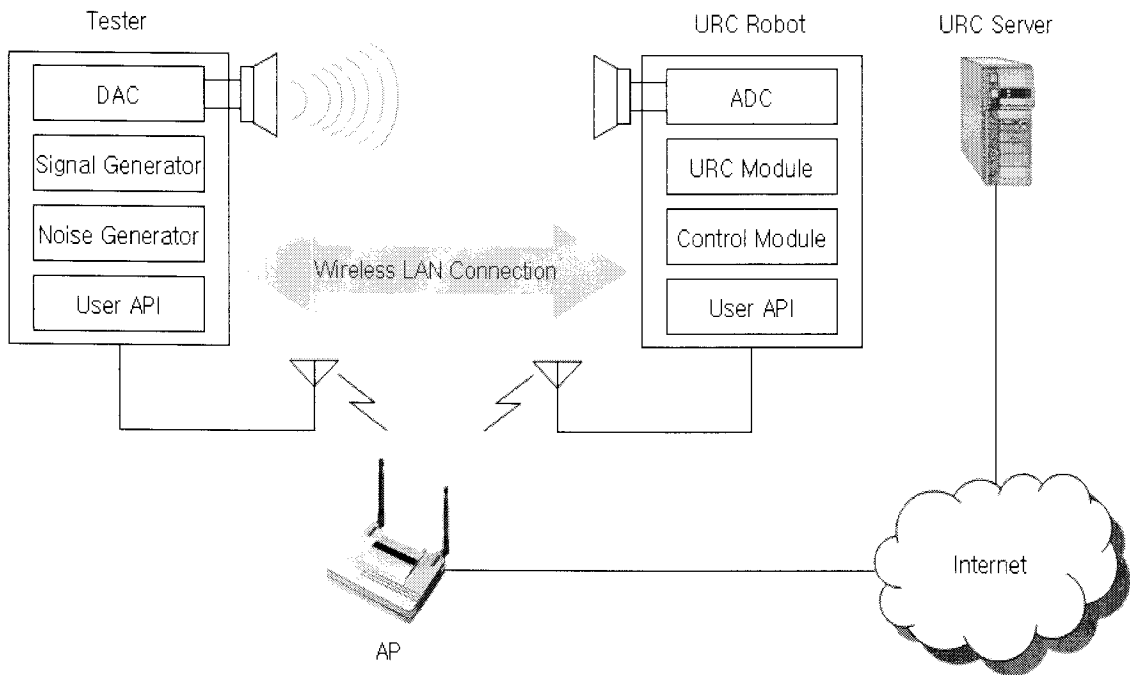


(그림 3-1-2) CAMUS의 작업수행과 관련된 정보 흐름과 시스템 구성 모듈

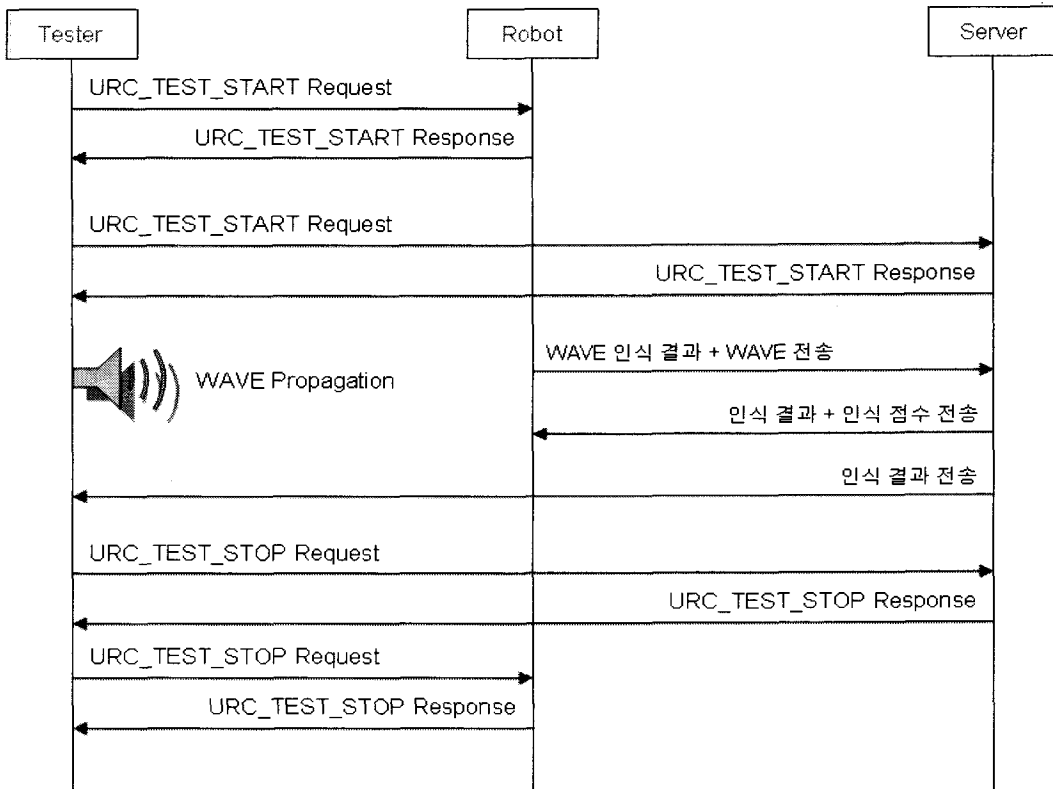
제 2 절 시험측정 장비

1. 음성인식률 측정기

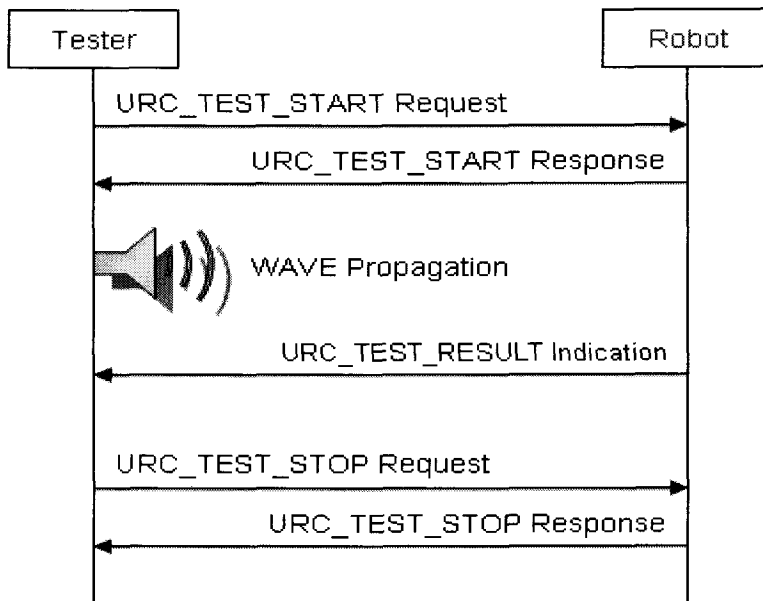
음성인식률 측정기는 표준화된 음성명령에 잡음 등, 다양한 간섭효과를 조합하여 URC 로봇의 음성인식률을 측정하는 시스템으로 음성서버와 연동되는 경우와 비연동되는 경우 모두 측정이 가능하다. 음성인식률 측정의 주요한 요소인 음원(음성명령)의 신뢰도 향상을 위해 100명의 표준화된 남녀노소를 선정하고, URC 로봇 주요 생산업체의 자체 로봇 명령어들을 가능한 많이 수집하여 선정된 사람으로 하여금 발생시킨 DB를 추가 제작, 구축 하였다. URC 로봇 음성인식률 측정기의 시스템 구성은 (그림 3-2-1)과 같으며, (그림 3-2-2)와 (그림 3-2-3)에 서버와 연동 시 동작 절차와 서버와 비연동 시 동작 절차를 나타내었다.



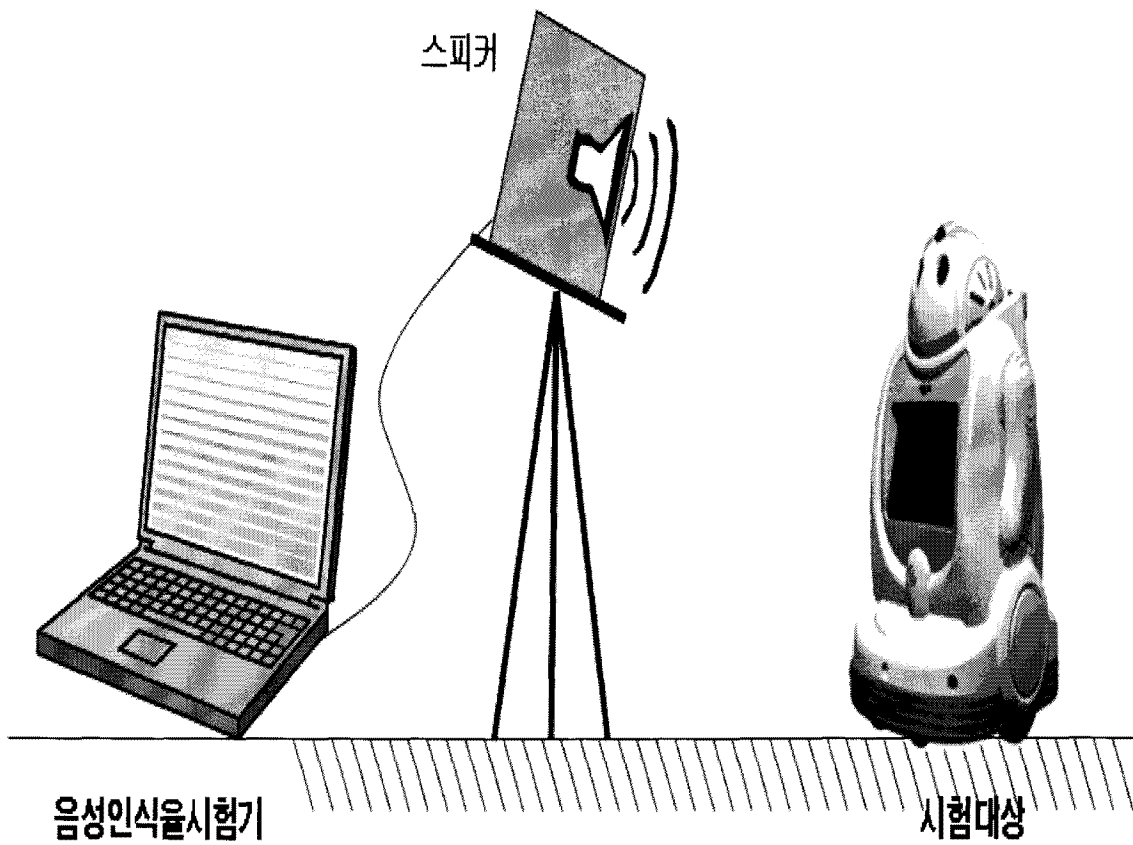
(그림 3-2-1) URC 로봇 음성인식률 측정기 시스템 구성도



(그림 3-2-2) 서버와 연동 시 동작 절차



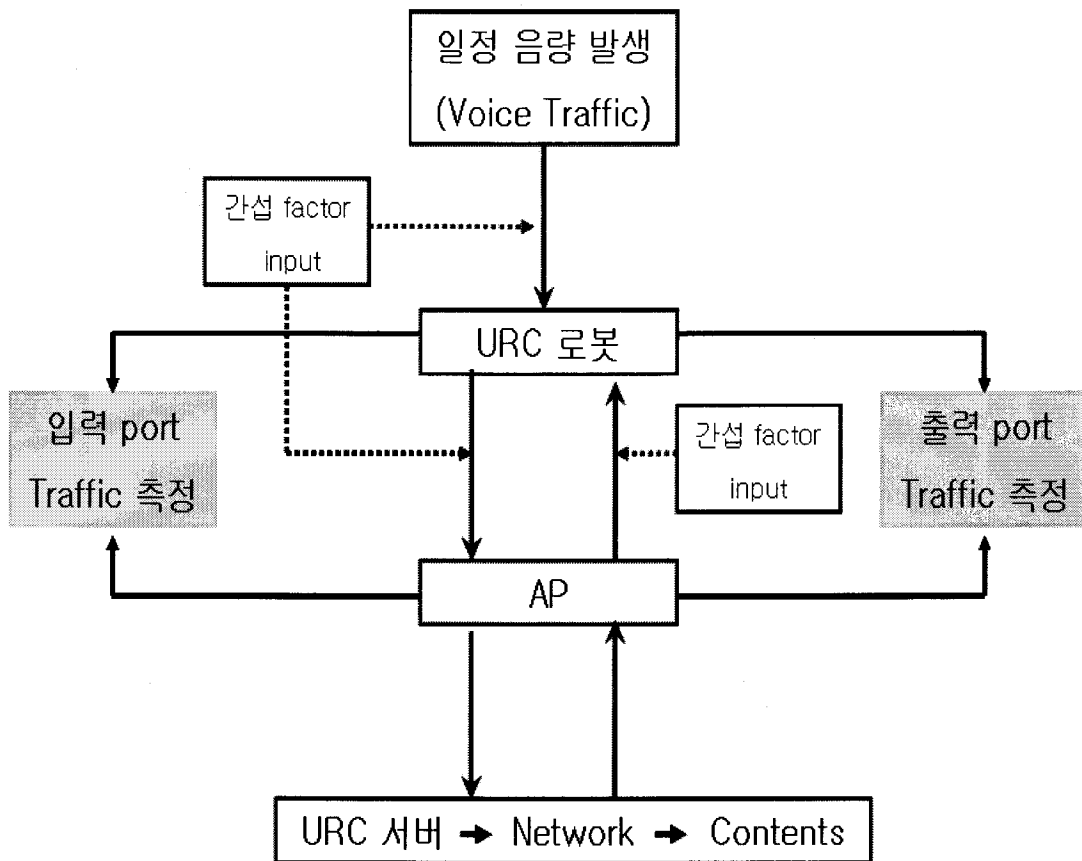
(그림 3-2-3) 서버와 비연동 시 동작 절차



(그림 3-2-4) 서버와 비연동 시 음성인식을 측정 사례

2. 유무선 트래픽 손실률 측정기

동일 환경에서 일정한 음량(Voice Traffic)을 발생시키고, 여기에 간섭효과를 조합하여 음원-URC 로봇, URC 로봇-AP 사이에 Voice Traffic 손실률이나 유무선 네트워크 구간에서 Traffic 손실률 측정을 통한 URC 로봇의 음성 인식/합성 성능 평가 및 로봇과 무선 AP 간, 로봇과 서버 간 송수신 트래픽 분석, 무선랜 신호세기 측정, 주변 노이즈에 의한 전파간섭 분석을 통한 전파환경의 안정성 검증 등, 손실률 발생에 대한 원인분석이 가능한 시스템이다. 트래픽 손실률 측정기의 시스템 구성은 (그림 3-2-5)와 같다.



(그림 3-2-5) 트래픽 손실률 측정기 시스템 구성

3. 통신 프로토콜 테스터

통신 프로토콜 테스터는 네트워크 기반 URC 서비스 로봇과 서버 간 통신 프로토콜에 대한 기능 안정성 평가를 위해 지능형 로봇 SW 표준 플랫폼인 RUPI 1.2 규격에 포함된 URC 클라이언트/서버 통신 프로토콜에 대한 적합성 시험평가 Tool로서 시험결과 사례는 (그림 3-2-6)과 같다.

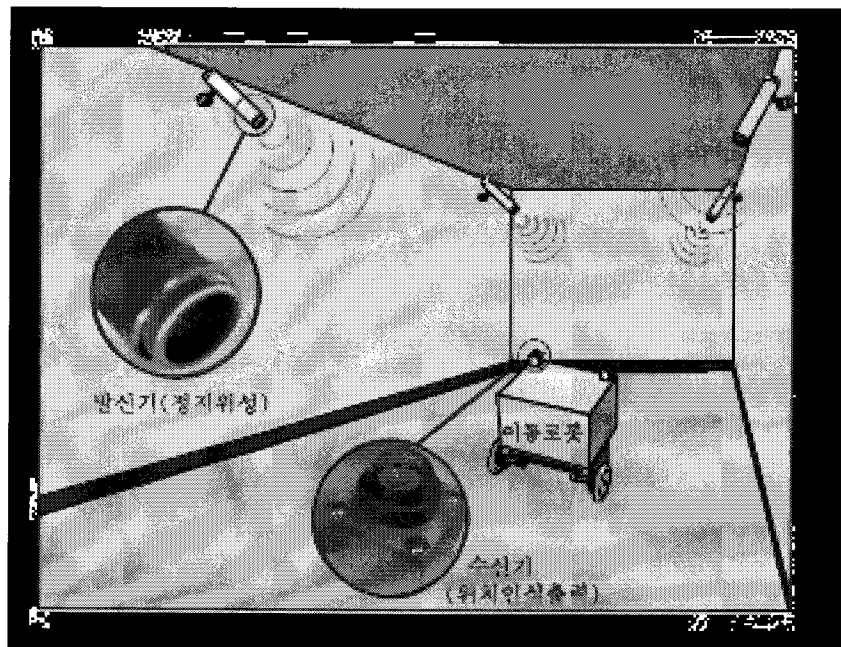
ID	횟수	테스트유형	테스트항목	Value	테스트결과	결과메세지
10	1	data type	MIN(-128) value tbyte encoding	-128	성공	
11	1	data type	tbyte MAX(127) value tbyte encoding	127	성공	
12	1	data type	random tbyte encoding	-49	성공	
13	1	data type	MIN(-128) value tbyte encoding	-128	성공	
14	1	data type	tbyte MAX(127) value tbyte encoding	127	성공	
15	1	data type	random tbyte encoding	-13	성공	
16	1	data type	MIN(-128) value tbyte encoding	-128	성공	
17	1	data type	tbyte MAX(127) value tbyte encoding	127	성공	
18	1	data type	random tbyte encoding	7	성공	
19	2	data type	MIN(-32768) value tshort encoding	-32768	성공	
20	2	data type	MAX(32767) value tshort encoding	32767	성공	
21	2	data type	random value tshort encoding	11239	성공	
22	2	data type	short encoding	[12333, -21367]	성공	
23	3	data type	MIN(-2147483648) value tint encoding	-2147483648	성공	
24	3	data type	MAX(2147483647) value tint encoding	2147483647	성공	
25	3	data type	random value tint encoding	-719701254	성공	
26	3	data type	int encoding	[1084417513,	성공	
27	4	data type	MIN(-9223372036854775808) value tlong encod	-92233720368	성공	
28	4	data type	MAX(9223372036854775807) value tlong encod	92233720368	성공	
29	4	data type	random value tlong encoding	-15049342344	성공	
30	4	data type	long encoding	[-5423017015]	성공	
31	5	data type	MIN(-3.4E38) value tfloat encoding	-3.4E38	성공	
32	5	data type	MAX(3.4E38) value tfloat encoding	3.4E38	성공	
33	5	data type	random value tfloat encoding	0.20948428	성공	
34	5	data type	float encoding	[0.12607777, 0	성공	
35	6	data type	MIN(-1.7E308) value tdouble encoding	-1.7E308	성공	
36	6	data type	MAX(1.7E308) value tdouble encoding	1.7E308	성공	

(그림 3-2-6) URC 클라이언트/서버 통신 프로토콜 시험평가 사례

4. 로봇 위치추적기

로봇 위치추적기는 초음파 방식의 경로추적 솔루션을 활용하여 로봇의 현 위치, 이동경로 및 이동시간의 추적이 가능한 측정시스템으로서 충전기까지의 이동경로(주행품질) 및 이동시간의 적절성을 측정하는데 활용된다.

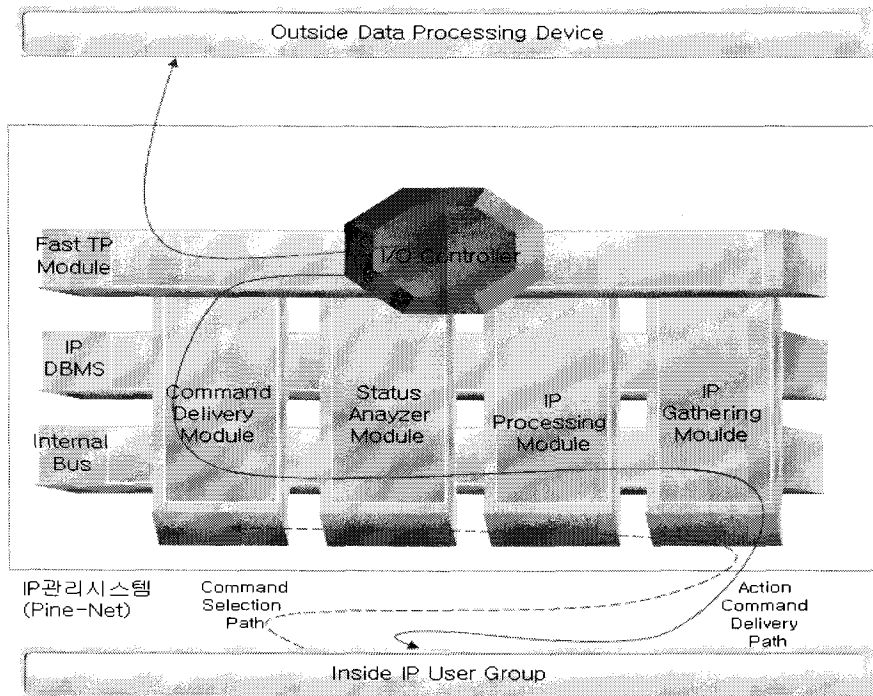
실내 위치추적시스템은 초음파 위성기를 이용하여 실내에 설치된 수신기와 URC 로봇에 장착된 발신기의 신호를 받아서 일정 시간 내 움직임에 대하여 데이터베이스에 저장 및 조회, 보관하는 시스템으로 상황에 대한 실내위치 결과 값을 표현하는 시스템이다. 초음파 위성기는 발신기를 고정으로 설치하고, 움직이는 URC 로봇에 수신기를 부착하여 위치인식 좌표를 받아 서버에 전송하는 방식이다. 장비의 설치는 실제 테스트베드 환경을 고려하여 최적화된 시스템을 구축하였다. 주요 특성 및 성능으로는 초음파방식을 활용하여 오차범위 30cm X 30cm 에서 이동경로 추적이 가능하고, 실내 위치추적시스템은 서버와 연동하여 WEB으로 운영하도록 하드웨어를 구성하며, 이들 장비가 초음파 위성기로부터 송수신된 데이터를 수집하여 분석 및 조회가 가능하도록 하드웨어 장비를 구축하였다. 위치추적시스템의 기본적인 개요를 (그림 3-2-7)에 나타내었다.



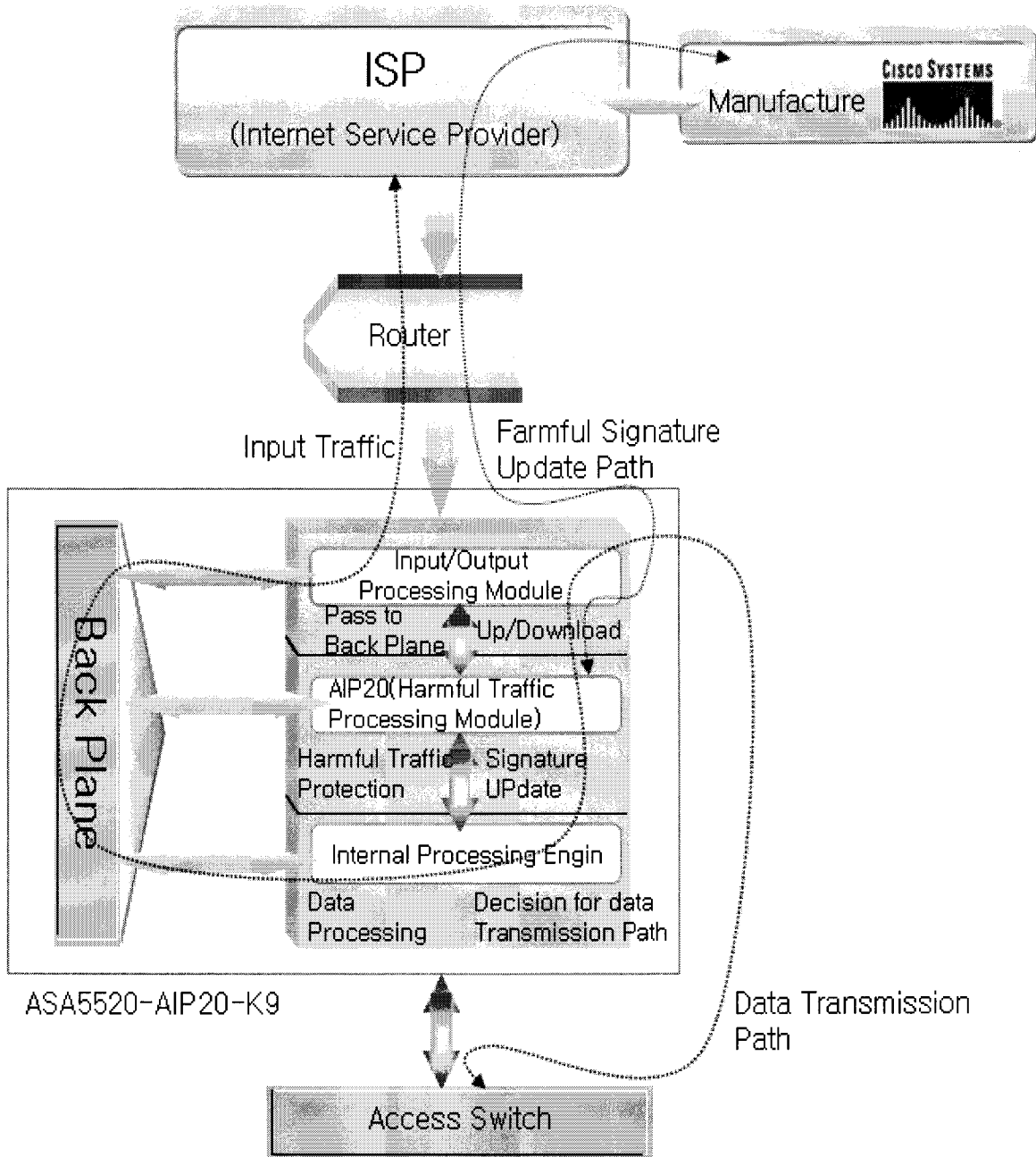
(그림 3-2-7) 위치추적시스템의 개요

제 3 절 네트워크 관리 및 보안 장비

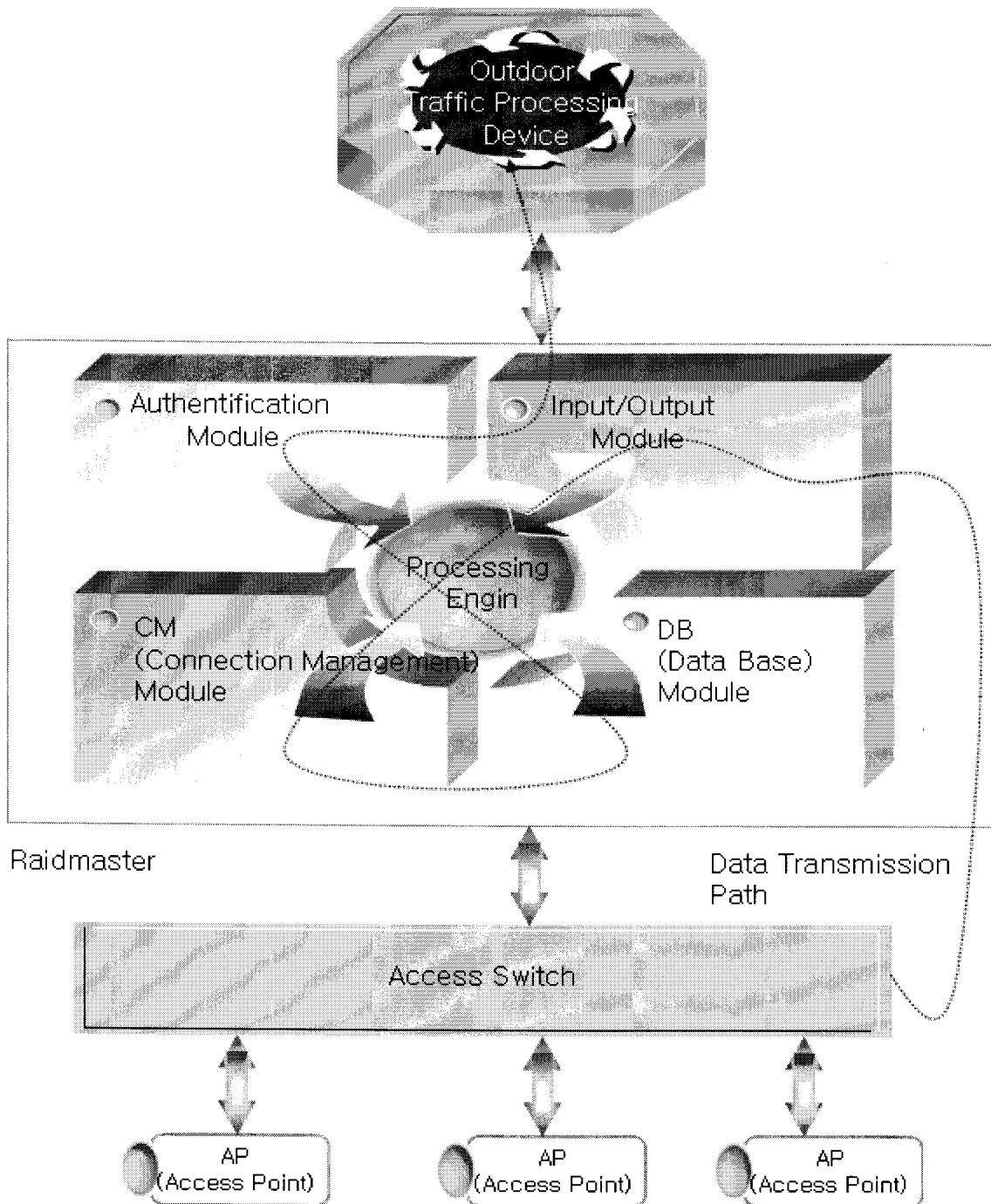
네트워크 서비스 장비와 URC 로봇의 성능평가를 위한 시험측정 장비 이외에도 KT 네스팟을 이용하는 외부 URC 기업이 테스트베드 내부로 URC 로봇을 가지고 와서 시험할 경우에 외부에서 접속하여 시험하던 환경과 동일한 환경을 구현하기 위하여 100Mbps급 네스팟 AP 1대를 설치하였고, 테스트베드 내에서 일반적인 무선 접속을 위해 광네트워크인 KOREN에 링크된 AP 3대를 추가로 설치하였다. 테스트베드 내부와 외부 사이의 광네트워크 연결을 위하여 외부망 라우터를 설치하였고, 그 아래 외부의 침입으로부터 네트워크를 보호하기 위한 Fire wall로서 침입방지시스템을 설치하였으며, ID 인증시스템, IP 관리시스템, AP 등을 KOREN과 연결해 주는 액세스 스위치를 설치하였다. 또한, 네트워크에 접속되어 있는 각종 기기에 부여된 IP 어드레스 간의 충돌 방지, 불법 MAC & IP 차단, IP 정보수집, 테스트베드 내에 기 설치된 기가비트 이더넷 환경을 IP 충돌로 발생하는 네트워크 장애로부터 보호 등을 목적으로 IP 관리시스템을 설치하였고, 외부로부터 네트워크 서비스 장비 혹은 네트워크에 연결된 시험측정 장비의 접속에 필요한 사용자 ID 식별 및 테스트베드 내에서 URC 로봇에 부여하는 사용 ID 등의 관리를 위한 사용자 ID 인증시스템을 설치하였다. 개별 장비의 시스템 구성도 및 전체 시스템 구성도를 (그림 3-2-8), (그림 3-2-9), (그림 3-2-10), (그림 3-2-11)에 나타내었다.



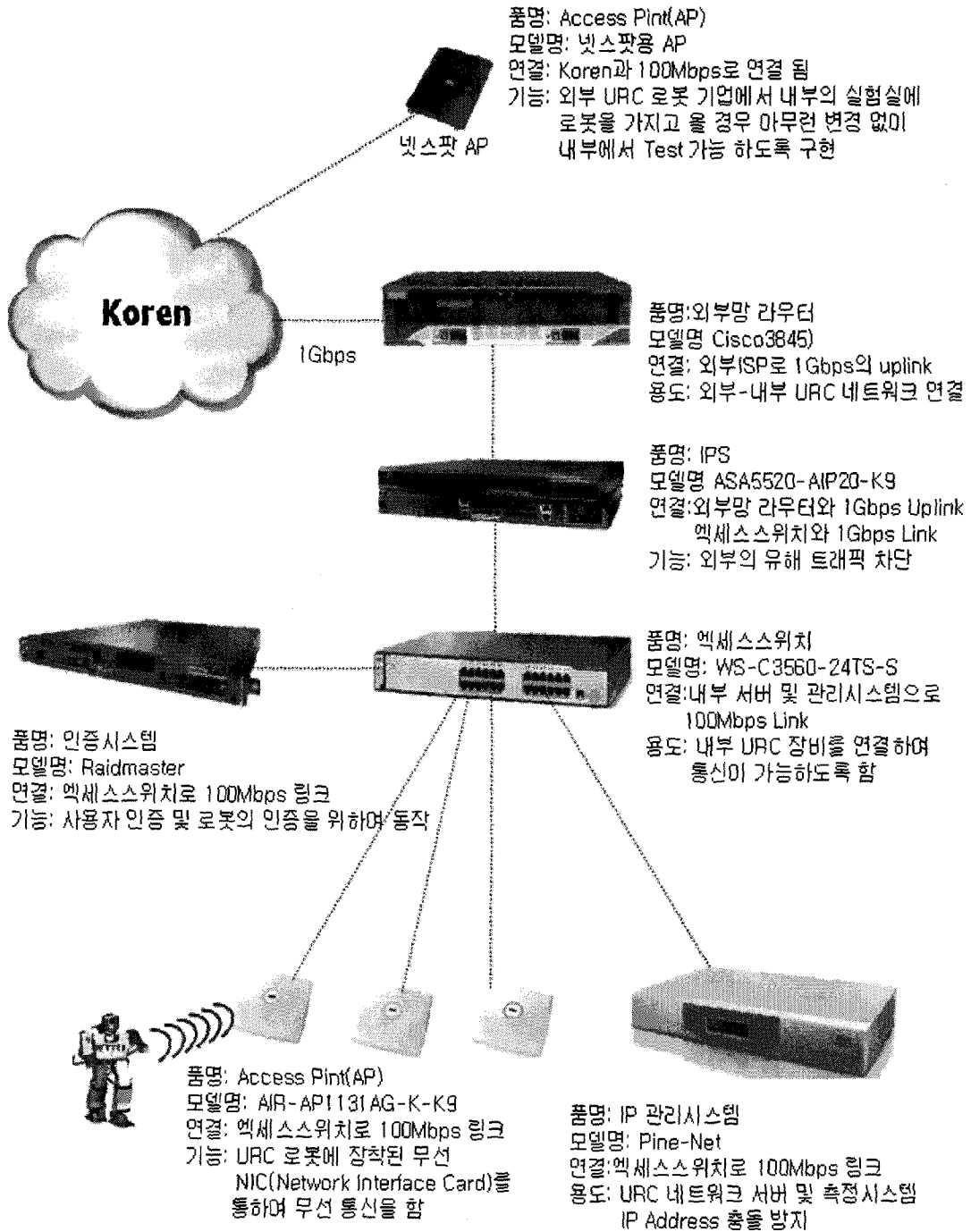
(그림 3-2-8) IP 관리시스템 세부 처리도



(그림 3-2-9) IP 관리시스템 구성도



(그림 3-2-10) ID 인증시스템 구성도



(그림 3-2-11) 테스트베드 네트워크 관리 장비 구성도

제 4 장 시험평가 Tool 개발 및 표준화

여백

제 4 장 시험평가 Tool 개발 및 표준화

제 1 절 URC 로봇 음성인식 성능 시험규격 개발

1. 개 요

로봇 내 설치된 단위 서비스로서 로봇 플랫폼이 사용자의 음성을 식별하고, 대응되는 정확한 행동(action)을 취하는지 여부를 판단하기 위한 것이다. 음성인식 모듈은 로봇 플랫폼에 장착되어 있을 수도 있고, 또는 별도의 서버에 저장되어 있어 로봇이 네트워크를 통해 해당 서비스를 활용할 수 있는 방식으로 운영될 수도 있다.

이러한 음성 인식 서비스는 다른 서비스와 연계되어 활용됨으로써 필요한 기능을 수행할 수 있어야 한다. 이 평가에서는 음성인식 모듈 자체의 성능을 평가하는 것이 아니다. 즉, 로봇 플랫폼에 장착되었을 때, 또는 로봇 플랫폼이 서버의 음성인식 서비스를 이용할 때의 통합 시스템적인 성능을 평가하기 위한 것이다. 예를 들어, 음성인식을 위한 로봇 플랫폼의 마이크가 설치된 위치, 마이크의 성능, 네트워크 전달 속도 등에 의해 성능이 다르게 나오기 때문이다.

2. 평가 항목 및 계산

2.1 평가항목

- 로봇플랫폼 음성인식율(%)
- 로봇플랫폼 음성거절율(%)
- 로봇플랫폼 음성인식 반응 속도(초)

2.2 평가항목 계산

- 로봇플랫폼 음성인식율 = $\frac{\text{거절된 명령어 수}}{\text{사용된 전체 명령어 수}} \times 100$
- 로봇플랫폼 음성거절율 = $\frac{\text{인식된 명령어 수}}{\text{사용된 전체 명령어 수}} \times 100$
- 로봇플랫폼 음성인식 반응속도 : 음성신호를 준 후, 음성인식이 완료까지 시간

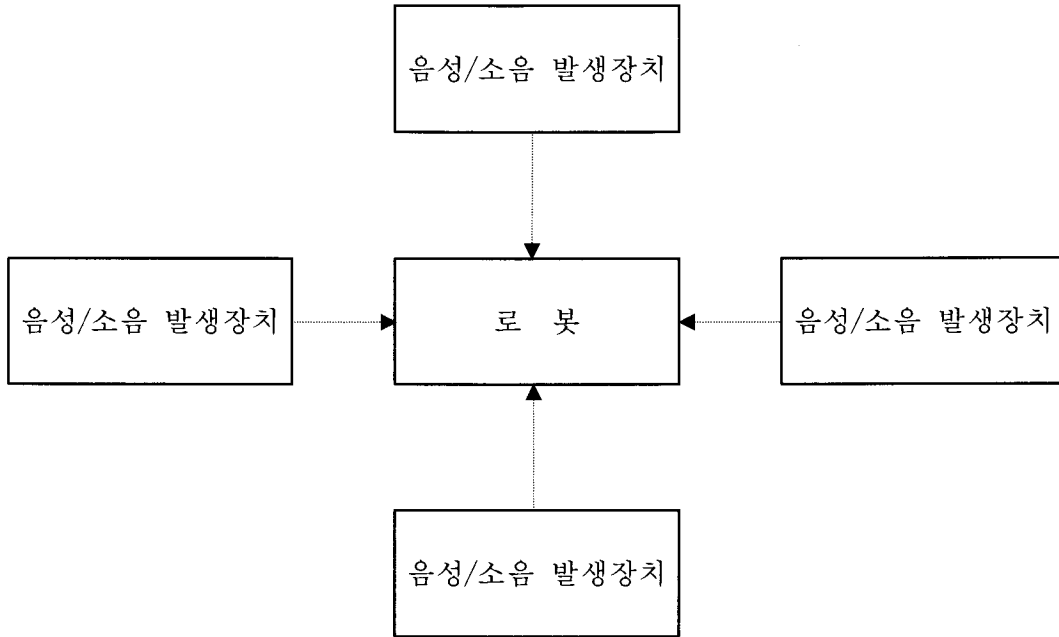
3. 시험 환경

3.1 장소 환경

장소 환경은 일반 주거용 아파트 환경을 최대한 반영하는 평면 환경으로서 다음과 같은 조건으로 설정한다.

- 사방 3m x 3m 평면 환경
- 일상적인 소음(차량잡음 등) 발생 환경
- 바닥재는 나무 또는 장판

일반적인 음성 인식/거절 성능측정 환경을 (그림 4-1-1)에 나타내었다.



(그림 4-1-1) 음성 인식/거절 성능측정 환경

3.2 장비 환경

가. 스피커

- 스피커는 좌우로 각도 조절이 가능해야 함
- 스피커는 높낮이 조절이 가능해야 함

나. 로봇플랫폼

- 로봇플랫폼은 로봇 제조회사에서 제공함
- 시험대상 로봇플랫폼은 인증 시의 로봇플랫폼과 동일하거나, 차이가 있을 경우, 그 차이점을 명시하여야 함

다. 서버 및 네트워크

- 음성인식 서버를 활용할 경우, CAMUS를 통해 해당 서버와 통신이 될 수 있

- 는 환경을 갖추어야 함. 이 때, 무선 AP 장치를 활용할 수 있어야 함
- 로봇플랫폼에 음성인식 기능이 내장된 경우, 별도의 네트워크 서버가 불필요함

(4) 장애물

- 칸막이 1m x 0.2 m x 0.1 m

3.4 시험환경 구성

가. 소음(잡음) 조건

로봇이 사용되는 환경에서 발생할 수 있는 모든 소음을 고려하여 그 환경을 모사할 수 있는 환경 소음을 준비하여야 한다. 환경 잡음은 다음과 같은 세 가지 범주를 고려한다.

- 백색 잡음 (white noise)
- 음성 잡음 : TV나 라디오 등의 뉴스, 가요, 사람들 사이의 대화 등
- 생활 잡음 : 전화벨, 휴대폰, 설거지, 청소기, 아기 울음, 강아지 소리, 고전 음악(classical music) 등

잡음의 세기를 일정하게(혹은 유사하게)유지시키기 위해, 잡음의 평균 크기(peak amplitude)가 20,000을 넘지 않도록 녹음한다. 상기 3 가지 범주의 잡음에 대해 음성 성능 평가 시에 스피커로 출력하고, 필요한 경우 혼합하여 출력한다.

나. 시험환경

일반적인 가정의 거실과 비슷한 크기의 무반향실(예, 가로 3m, 세로 5m, 높이 2.5m에서 음성을 발생시킬 수 있는 스피커를 바닥으로부터 1.5m 높이에 90° 간격으로 4개 설치한다. 시험환경의 실내 온도는 $23\pm 2^{\circ}\text{C}$, 상대 습도는 $50\pm 10\%$, 기압은 1 ± 0.1 표준기압(atm)을 유지한다. 다른 시험환경이 있을 시, 시험 보고서에 명시되고, 설명되어야 한다.

음성은 로봇의 정면에 위치한 하나의 스피커에서 출력되고, 소음은 사방의 스피커에서 동일한 크기로 출력되어야 한다. 음성명령의 크기는 음성발생장치와 1.5m 떨어진 곳에서 소음계로 측정 시, 60dB가 나오는 크기로 정한다. (60dB : 일상 대화, 40dB : 냉장고 소음)

4. 시험방법

4.1 시험데이터 준비

가. 시험 명령어

음성인식에 사용되는 명령어 세트(20개 내외)를 준비한다. 각 명령어 세트는 로봇플랫폼 및 응용서비스에 따라 시험하는 사람이 정한다.

나. 화자 종류

- 성 별 : 남자, 여자
- 나이별 : 초등학생 (13세 이하), 14~59세, 60세 이하

각 1명(총 6명)이 각 명령어를 한번 씩 말한 것을 녹음하여 기록한다. 이렇게 준비된 음성시험데이터(120개)는 파일로 녹음되어 스피커를 통해 반복적으로 활용될 수 있어야 한다.

4.2 시험설계

- 스피커에서 발생하는 시험데이터 소리 크기 : 일정하게 유지(일정한 크기의 생활 잡음 포함)
- 스피커와 로봇플랫폼의 거리 : 1m, 2m, 3m
- 스피커와 로봇플랫폼의 각도 : 정면, +90도, -90도, 후면
- 로봇플랫폼의 상태 : 정지 또는 이동
- 소음크기 : 시끄러움, 일반, 조용
- 총 24가지 경우를 가정함

<표 4-1-1> 음성인식 성능 시험설계 사례

Test Case ID	거리	각도	상태	소음
1	1m	0도	정지	①
2	1m	0도	이동	①
3	1m	0도	정지	②
4	1m	0도	이동	②
5	1m	0도	정지	③
6	1m	0도	이동	③
7	1m	+90도	정지	①
8	1m	+90도	이동	①
9	1m	+90도	정지	②
10	1m	+90도	이동	②

11	1m	+90도	정지	③
12	1m	+90도	이동	③
13	1m	-90도	정지	①
14	1m	-90도	이동	①
15	1m	-90도	정지	②
16	1m	-90도	이동	②
17	1m	-90도	정지	③
18	1m	-90도	이동	③
19	1m	180도	정지	①
20	1m	180도	이동	①
21	1m	180도	정지	②
22	1m	180도	이동	②
23	1m	180도	정지	③
24	1m	180도	이동	③
25	2m	0도	정지	①
26	2m	0도	이동	①
27	2m	0도	정지	②
28	2m	0도	이동	②
29	2m	0도	정지	③
30	2m	0도	이동	③
31	2m	+90도	정지	①
32	2m	+90도	이동	①
33	2m	+90도	정지	②
34	2m	+90도	이동	②
35	2m	+90도	정지	③
36	2m	+90도	이동	③
37	2m	-90도	정지	①
38	2m	-90도	이동	①
39	2m	-90도	정지	②
40	2m	-90도	이동	②
41	2m	-90도	정지	③

42	2m	-90도	이동	③
43	2m	180도	정지	①
44	2m	180도	이동	①
45	2m	180도	정지	②
46	2m	180도	이동	②
47	2m	180도	정지	③
48	2m	180도	이동	③
49	3m	0도	정지	①
50	3m	0도	이동	①
51	3m	0도	정지	②
52	3m	0도	이동	②
53	3m	0도	정지	③
54	3m	0도	이동	③
55	3m	+90도	정지	①
56	3m	+90도	이동	①
57	3m	+90도	정지	②
58	3m	+90도	이동	②
59	3m	+90도	정지	③
60	3m	+90도	이동	③
61	3m	-90도	정지	①
62	3m	-90도	이동	①
63	3m	-90도	정지	②
64	3m	-90도	이동	②
65	3m	-90도	정지	③
66	3m	-90도	이동	③
67	3m	180도	정지	①
68	3m	180도	이동	①
69	3m	180도	정지	②
70	3m	180도	이동	②
71	3m	180도	정지	③
72	3m	180도	이동	③

4.3 시험절차

- 로봇플랫폼을 준비한다.
- Test Case에 따라 로봇플랫폼 거리 및 각도, 스피커의 위치 등을 조정한다.
- 각 Test Case 별로,
 - 음성 시험데이터 별로,
 - 시험데이터를 하나씩 전송한다.
 - 로봇플랫폼의 반응을 관찰한다.
 - 반응시간 및 정확한 반응여부를 기록한다.
 - 음성 시험데이터가 끝날 때까지 반복한다.
- 모든 Test Case 가 끝날 때 까지 반복한다.

4.4 측정 방법

가. 화자에 따른 음성인식

로봇은 화자에 관계없이 음성을 인식할 수 있어야 하며, 화자에 따른 음성 인식을 평가하기 위해 '4.2' 항에서 수집한 화자들의 음성을 입력한다. 음성 발생장치는 로봇의 무게중심으로부터 1m 거리를 유지하도록 하고, 소음은 발생하지 않도록 하나, 제조자가 거리와 소음세기를 변경할 수 있으며, 이 때 보고서에 명시해야 한다.

나. 음원과 거리에 따른 인식률 측정

로봇이 정지한 상태에서 로봇과 음성 발생 장치와의 거리에 따라 인식률을 측정하며, 음성발생장치에서 0.5m, 1.5m, 4m의 거리에 로봇의 무게중심을 위치시키고, 음성을 입력한다. 소음은 발생하지 않도록 하나, 제조자가 소음세기를 변경할 수 있으며, 이 때 보고서에 명시해야 한다.

다. 음원의 방향에 따른 인식률 측정

로봇이 정지한 상태에서 로봇의 정면을 기준으로 90°마다 음성을 입력하며 로봇과 음성발생장치와의 거리는 1.5m로 유지하도록 하고 소음은 발생하지 않도록 하나, 제조자가 거리와 소음세기를 변경할 수 있으며 이때에는 보고서에 명시해야 한다.

라. 소음(잡음) 세기에 따른 음성인식

로봇이 사용되는 환경에서 존재하는 잡음을 고려하여 다음과 같은 방법으로 평가를 수행한다. 로봇이 사용되는 환경에서는 다양한 종류의 소음이 발생되는데, 소음의 정도는 시끄러움, 일반, 조용함의 3가지 상태로 정의할 수 있다. 그 기준은 신호대 잡음비로 나타내며 아래 수식과 같이 로봇이 사용되는 환경에서의 환경소음 레벨에 대한 음원(음성 인식용 용어의 발화) 레벨의 비로 정의한다.

$$\text{신호 대 잡음비} = 20\log \frac{\text{평균 음성신호레벨}[V]}{\text{평균 소음레벨}[V]} (dB)$$

신호 대 잡음비의 값은 상태에 따라 <표 4-1-2>와 같이 정의한다.

<표 4-1-2> 사용 용도에 따른 신호 대 잡음비

실내 상태	시끄러움	일반	조용함
신호 대 잡음비	5dB	15dB	25dB

※ 시끄러움의 상태는 전시장, 실내 공공시설과 같이 공간이 넓고, 울림현상 등이 있는 환경으로 한다(약 2배).

※ 일반적 상태는 특별한 이상소음을 발생하지 않는 가정환경으로 한다(약 6배).

※ 조용함은 일반 사무실 환경으로 한다(약 18배).

4.5 시험결과 기록

- 각 Test Case별로 기록을 정리함
- Test Case ID : 거리 1m, 각도 0도, 상태 정지

<표 4-1-3> 음성인식 성능 시험결과 사례

음성시험데이터 ID	명령어	성별	인식결과	인식속도 (초)
1	명령어 1	남	O	1초
2	명령어 1	여	O	1.5초
3	명령어 1	아이	X	1초
4	명령어 2	남	O	1초
5	명령어 2	여	O	2초
6	명령어 2	아이	O	1초
7	명령어 3	남	O	1초
8	명령어 3	여	O	3초
9	명령어 3	아이	O	1초
.
118	명령어 20	남	X	3초
119	명령어 20	여	O	2초
120	명령어 20	아이	O	1초

5. 결과 분석

5.1 평가항목 결과 요약표

<표 4-1-4> 음성인식 성능 시험결과 분석표

Test Case ID	거리	각도	상태	소음	인식율	거절율	반응속도
1	1m	0도	정지	①			
2	1m	0도	이동	①			
3	1m	0도	정지	②			
4	1m	0도	이동	②			
5	1m	0도	정지	③			
6	1m	0도	이동	③			
7	1m	+90도	정지	①			
8	1m	+90도	이동	①			
9	1m	+90도	정지	②			
10	1m	+90도	이동	②			
11	1m	+90도	정지	③			
12	1m	+90도	이동	③			
13	1m	-90도	정지	①			
14	1m	-90도	이동	①			
15	1m	-90도	정지	②			
16	1m	-90도	이동	②			
17	1m	-90도	정지	③			
18	1m	-90도	이동	③			
19	1m	180도	정지	①			
20	1m	180도	이동	①			
21	1m	180도	정지	②			
22	1m	180도	이동	②			
23	1m	180도	정지	③			
24	1m	180도	이동	③			
25	2m	0도	정지	①			
26	2m	0도	이동	①			
27	2m	0도	정지	②			
28	2m	0도	이동	②			
29	2m	0도	정지	③			
30	2m	0도	이동	③			
31	2m	+90도	정지	①			

32	2m	+90도	이동	①			
33	2m	+90도	정지	②			
34	2m	+90도	이동	②			
35	2m	+90도	정지	③			
36	2m	+90도	이동	③			
37	2m	-90도	정지	①			
38	2m	-90도	이동	①			
39	2m	-90도	정지	②			
40	2m	-90도	이동	②			
41	2m	-90도	정지	③			
42	2m	-90도	이동	③			
43	2m	180도	정지	①			
44	2m	180도	이동	①			
45	2m	180도	정지	②			
46	2m	180도	이동	②			
47	2m	180도	정지	③			
48	2m	180도	이동	③			
49	3m	0도	정지	①			
50	3m	0도	이동	①			
51	3m	0도	정지	②			
52	3m	0도	이동	②			
53	3m	0도	정지	③			
54	3m	0도	이동	③			
55	3m	+90도	정지	①			
56	3m	+90도	이동	①			
57	3m	+90도	정지	②			
58	3m	+90도	이동	②			
59	3m	+90도	정지	③			
60	3m	+90도	이동	③			
61	3m	-90도	정지	①			
62	3m	-90도	이동	①			
63	3m	-90도	정지	②			
64	3m	-90도	이동	②			
65	3m	-90도	정지	③			
66	3m	-90도	이동	③			
67	3m	180도	정지	①			
68	3m	180도	이동	①			
69	3m	180도	정지	②			

70	3m	180도	이동	②			
71	3m	180도	정지	③			
72	3m	180도	이동	③			

5.2 평가항목 결과 분석

- 평가항목 분석 결과 분석에 대한 총평
- 명령어의 인식률이 낮음
- 남자 성인에 대한 인식률이 낮음
- 로봇과의 거리가 멀어질수록 음성 인식률이 낮아짐

제 2 절 URC 로봇 자동충전 성능 시험규격 개발

1. 개 요

로봇이 가정 및 이와 유사한 실내 환경에서 사용 중, 배터리의 방전에 따른 재충전을 위하여 설치된 도킹 스테이션으로 자동 이동할 수 있는 자동충전 기능이 정확하게 되는가를 확인한다. 로봇의 배터리가 부족하거나 충전명령이 주어지면, 로봇이 충전기 위치로 자동으로 찾아서 충전하여야 한다. 자동충전서비스는 서버와 로봇의 네트워크를 통한 기능이 아닌 로봇플랫폼에서 로봇과 충전단자 사이에서 수행되는 기능이다.

2. 평가항목 및 계산

가. 충전단자와 로봇간의 명령(신호) 반응 정확성(%)

- 로봇에 충전 명령 전달
- 정확한 반응 횟수 / 전체 명령 횟수

나. 도킹에 필요한 배터리 잔량(%)

- 도킹을 위한 최대 배터리 양
- 도킹에 필요한 배터리 양 / 최대 충전된 배터리 양

다. 장애물 없을 때, 일정거리/각도에서 충전단자와 도킹 성공률

- 거리에 따른 성공률 (거리별 성공 횟수 / 거리별 시행 횟수)
- 각도에 따른 성공률 (각도별 성공 횟수 / 각도별 시행 횟수)

라. 장애물 있을 때, 일정거리/각도에서 도킹 성공률

- 거리에 따른 성공률 (거리별 성공 횟수 / 거리별 시행 횟수)
- 각도에 따른 성공률 (각도별 성공 횟수 / 각도별 시행 횟수)

마. 거리별/각도별 도킹 시간

- 거리별 도킹에 필요한 시간
- 각도별 도킹에 필요한 시간

바. 평가 항목별 시험항목 내용은 <표 4-2-1>과 같다.

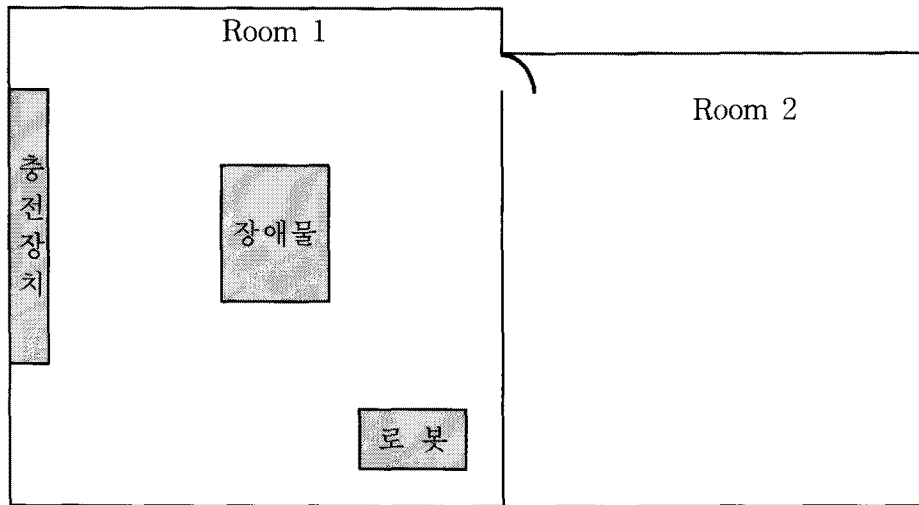
<표 4-2-1 > 평가 항목별 시험항목 내용

Test No.	체크 유형	시험항목내용
Home-01	신호장치	로봇에 충전 명령 전달
Home-02	배터리	배터리 잔량이 충전 필요한 기준이하 잔량 일 때, 충전서비스 요청
Home-03	신호장치	로봇 배터리 부족(표시)을 로봇의 LCD 창이나 신호장치에 의하여 확인
Home-04	장애물	장애물 없을 때, Homing 성능 확인
Home-05	장애물	장애물 있을 때, Homing 성능 확인
Home-06	충전위치정보	충전기 위치정보 없이 로봇의 장애물 회피 확인 (충전기와 로봇이 신호주고 받음)
Home-07	충전위치정보	충전위치정보를 필요로 하여 로봇이 자율이동하며 찾는 경우
Home-08	충전기	충전기 단자의 충전 표시가 충전 중을 나타내는지 표시 확인
Home-09	충전기	완전 충전까지 충전 시간 확인
Home-10	작업공간	작업공간 위치에 따라서 Homing 기능 확인

3. 시험 환경

3.1 장소 환경

자동충전 성능시험의 개념은 (그림 4-2-1)과 같이 Room 1(20m x 20m) 공간과 Room 2(15m x 15m)의 연결된 공간을 만들어서 Room 1 벽면에 충전기를 설치하고, 장애물로 식탁, 의자를 충전기와 로봇사이에 설치한다.



(그림 4-2-1) 자동충전 성능시험의 개념

3.2 하드웨어 / 소프트웨어 환경

- 가. 로봇 위치를 충전기에 대하여 다양한 거리, 각도에 따라 설치한다. 또한, 로봇의 작업공간을 동일 공간(같은 방)과 다른 공간에 따라서 Homing 기능을 확인한다.
- 나. 장애물은 충전기와 로봇 사이에 위치하도록 설치한다. 이 때, 장애물은 식탁이나 소파 등 일반 가정용으로 하고, 다양한 거리를 두어 시험한다.
- 다. 작업공간 내의 임의의 장소와 다른 공간 내의 임의의 장소에서 로봇의 Homing을 확인한다.
- 라. 충전기는 일반적으로 벽면이나 모퉁이에 설치하여 어댑터와 연결되도록 한다.

4. 시험 방법

4.1 시험 데이터

<표 4-2-2> 자동충전 성능 시험 데이터

Test ID	시험 데이터
Home-01	▪재충전 명령 전달시 로봇의 접수 상황(1회)
Home-02	▪배터리 잔량이 기준 이상에서 충전하는지 확인(1회)

	<ul style="list-style-type: none"> ▪배터리 잔량이 기준 이하에서 재충전 신호하며 Homing 확인(1회)
Home-03	<ul style="list-style-type: none"> ▪로봇 배터리 잔량 정보를 제공하고 있는지 확인(1회)
Home-04	<ul style="list-style-type: none"> ▪홈베이스로부터 5m, 10m, 15m 거리 각 5회 시험(15회) ▪홈베이스로부터 0°, 45°, 90° 각도 각 5회 시험(15회)
Home-05	<ul style="list-style-type: none"> ▪장애물 크기, 형태, 장애물과 홈베이스 거리, 장애물과 로봇과의 거리 ▪홈베이스로부터 5m, 10m, 15m 거리 각 5회 시험(15회) ▪ 0°, 45°, 90° 각도 각 5회 시험(15회)
Home-06	<ul style="list-style-type: none"> ▪충전기 위치 몰라도 되는 경우(충전기와 로봇이 신호를 교환함) <ul style="list-style-type: none"> - 일정 거리에서 시험(신호세기와 관련) <ul style="list-style-type: none"> · 5m, 10m, 15m 거리 각 5회(15회) - 장애물 회피 기능이 있는 경우 <ul style="list-style-type: none"> · 식탁, 소파 같은 장애물 상에서 시험 : 10m 내에서 10회
Home-07	<ul style="list-style-type: none"> ▪충전기 위치정보를 필요로 하는 경우(자율이동 기능이 있음) <ul style="list-style-type: none"> - 로봇이 자기위치를 확인하며, 충전기를 찾아감 <ul style="list-style-type: none"> · 5m, 10m, 15m 거리 각 5회(15회) - 장애물 회피 기능이 있는 경우 <ul style="list-style-type: none"> · 식탁, 소파 같은 장애물 상에서 시험 : 10m 내에서 10회
Home-08	<ul style="list-style-type: none"> ▪충전 시 충전표시가 충전 중인 표시 제공(1회)
Home-09	<ul style="list-style-type: none"> ▪완전 충전은 4시간 이내 충전하여야 하며 완전충전 표시 제공(1회)
Home-10	<ul style="list-style-type: none"> ▪로봇의 작업공간 내의 어디에서나 자동충전이 가능한지 확인 <ul style="list-style-type: none"> - 두 개의 각 방에서 자동충전 가능한지를 검사(5회)

4.2 시험 절차

- 가. 충전기의 위치를 정하여 충전기를 거실 벽면에 밀착 시킨 후, 바닥에 고정시킨다.
- 나. 홈베이스는 벽 반대 방향으로 설치한다.
- 다. 충전기의 전원 플러그를 콘센트에 연결한다.
- 라. 로봇을 충전기 전방 1m 앞에 놓은 후, 로봇의 안전,스위치와 전원 버튼을 켜다.
- 마. 리모콘으로 비전설정(로봇이 충전기 위치 파악하는 과정)을 실행한다.
- 사. 비전설정 완료 후, 로봇에서 알림 표시가 나타난다.
- 아. 비전설정 없을 시, 충전기와 로봇사이의 신호처리만으로 위치파악이 이루어진다.

자. 로봇을 충분히 충전한 후, 사용한다.

4.3 시험결과 수집 방법

각 시험 항목 Home-01~Home-10 까지 10개의 주요 항목에 대한 세부 항목별 테스트 데이터를 통하여 시험하고, 세부 검증항목별 합격, 불합격 데이터를 수집한다.

4.4 시험 횟수

시험항목 Home-1에서 Home-10까지 항목을 테스트하는데 있어서 Home-04와 Home-05, Home-06과 Home-07은 선택적으로 적용할 수 있으므로 시험횟수는 다음과 같다.

$$\text{Home-01(1)+Home-02(2)+Home-03(1)+ [Home-04(30)+Home-05(30)] + [Home-06(25)+Home-07(25)] +Home-08(1)+Home-09(1)+Home-10(5) = \text{총 66회}$$

5. 시험 결과표

<표 4-2-3> 자동충전 성능 시험 결과표

체크유형	검증항목	합격	불합격	비 고
신호장치				충전 명령 접수율 및 신호 작동률
배터리				도킹에 필요한 적정 배터리 잔량 및 충전시간
장애물				장애물 회피 후, 도킹 성공률
충전위치정보				충전위치 정보에 따른 도킹 성공률
충전기				충전기 도킹 정확성
작업공간				거리별, 각도별 도킹률 및 시간
총 점검항목				

6. 사례

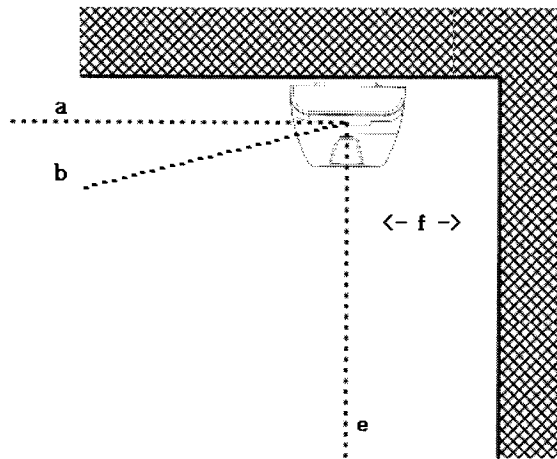
6.1 직선 도킹 시험(사례1)

- 가. 충전기의 위치는 벽 앞 30~50 mm 에 정상 사용 상태로 위치시킨다.
- 나. 충전기 위치를 기점으로 수평/수직 등 보조선을 0°, 45°, 90°에 맞추어 긋는다.
- 다. 보조선은 충전 단자를 기준으로 한다.

- 라. 로봇은 충전기와 최단 거리로 정면을 향하게 하여 보조 수직선 위에 놓는다.
- 마. 리모콘 및 버튼 조작을 통하여 시험 로봇이 충전기에 도킹을 시도하게 한다.
- 바. 시험거리는 5m, 10m, 15m 로 하며, 각 시험거리에 대해 5회 씩 도킹시험을 한다.
- 사. 각 시험거리별 도킹율과 평균 도킹시간을 측정한다.

6.2 벽 모서리 도킹시험(사례2)

- 가. 충전기의 위치는 (그림 4-2-2)와 같이 정상 사용 상태로 위치시킨다.
 - 모서리와 충전기와의 거리는 로봇 본체 최대 크기의 1.5배 값으로 한다.
- 나. 충전기 위치를 기점으로 수평(0°), 45°, 수직(90°) 보조선 등을 긋는다.
- 다. 보조선은 충전 단자를 기준으로 한다. (그림 4-2-3) 참조
- 라. 시험은 충전기와의 각도 수평, 45°, 수직인 상태에서 한다.
- 마. 로봇은 충전기와 최단 거리로 정면을 향하게 하여 보조 수직선 위에 놓는다.
- 바. 리모콘 및 버튼 조작을 통하여 로봇이 도킹스테이션에 도킹을 시도하게 한다.
- 사. 시험거리는 5m, 10m, 15m 로 한다.
 - 아. 시험은 충전기를 기준으로 수평, 45°, 수직에 대하여 각 5회 씩 도킹시험을 한다.
 - 자. 각 거리별 도킹율과, 평균 도킹시간을 측정한다.



※ a : 수평 보조선, b : 각도 보조선, e : 수직 보조선, f : 벽과의 거리

(그림 4-2-2) 벽면 도킹시험 환경

6.3 장애물이 있는 도킹시험(사례3)

- 가. 충전기의 위치는 벽 앞 30~50 mm 에 정상 사용 상태로 위치시킨다.
- 나. 충전기 위치를 기점으로 수평선, 수직선 등 보조선을 0°, 45°, 90°에 맞추어 긋는다.
- 다. 보조선은 충전 단자를 기준으로 한다.
- 라. 로봇은 충전기와 최단 거리로 정면을 향하게 하여 보조 수직선 위에 놓는다.
- 마. 시험거리는 5m, 10m, 15m 로 한다.
- 바. 로봇의 크기와 동일한 크기의 장애물을 로봇과 도킹 스테이션의 중간에 놓는다.
- 사. 리모콘 및 버튼 조작을 통하여 로봇이 도킹 스테이션에 도킹을 시도하게 한다.
- 아. 시험은 도킹 스테이션을 기준으로 수평 보조선의 좌우측 0° 45°, 90° 로 하며, 각 시험 각도에 대하여 5회씩 도킹시험을 한다. 단, 0° 는 수평선과 일치하거나 벽면에서 일정거리 떨어진 상태로 로봇을 배치한다.
- 자. 도킹 각도별 도킹율과 평균 도킹시간을 측정한다.

제 3 절 URC 로봇 SW 품질 시험/평가 규격 개발 및 표준화

1. 개요

본 표준은 지능형 로봇용 소프트웨어의 성능평가 시, 적용 가능한 시험 평가항목 및 기준을 제공하기 위한 것이다. 지능형 로봇용 소프트웨어를 위한 시험 평가 항목 및 기준을 통해 객관적이고 타당한 평가 기준에 따라 평가할 수 있도록 함으로써 개발자, 사용자, 제3자가 같이 공유할 수 있는 평가 시스템을 구축할 수 있는 기반이 된다. 본 표준에서는 ISO/IEC 9126에서 제시하고 있는 품질 특성 및 품질 보조특성 분류를 기반으로 지능형 로봇용 소프트웨어의 특성을 고려하여 이에 적합한 시험 평가 항목을 정의한다. 품질 특성은 기능성, 신뢰성, 사용성, 효율성, 유지보수성, 이식성의 6개로 분류된다. 각 품질 특성 및 보조특성 기준에 따라 지능형 로봇용 소프트웨어에서 핵심적으로 고려되어야 하는 각 평가 항목들은 국제표준 ISO/IEC 14598 Part 6에서 제시하고 있는 평가 모듈(evaluation module) 형태로 정의한다.

본 표준은 지능형 로봇용 소프트웨어가 가져야 하는 품질 특성들에 대해 개발자, 사용자, 제 3자가 각자의 목적에 맞게 활용할 수 있다. 개발자는 개발 시, 사용자가 요구하는 품질특성을 지능형 로봇용 소프트웨어가 충족하는지를 점검할 수 있고, 사용자는 검수 시, 요구되는 품질 특성을 충족하는지를 파악할 수 있으며, 3자 공인 기관은 인증기관의 역할을 수행할 때, 본 기준을 활용할 수 있다.

본 기준 활용을 통해 지능형 로봇용 소프트웨어의 품질 보증/인증 체계가 확립됨으로써 신뢰성 있는 지능형 로봇용 소프트웨어가 유통될 수 있게 되어 로봇 산업의 활성화에 공헌할 것이라고 기대된다.

2. 표준의 구성 및 범위

본 표준의 '3. 용어 정의'에서는 본 표준에서 사용하고 있는 용어 및 약어를 정의하고 있으며, '4. 지능형 로봇 SW 시험평가 항목'에서는 각 평가 항목별로 세부사항들을 설명한다. 평가 항목은 20개로 구성되어 있으며, 각 평가 항목은 정의, 적용범위, 측정방법, 참조 문서, 적용 예의 순서로 기술되었다.

3. 용어 정의

- 가. **소프트웨어** : 정보처리 시스템의 지능형 로봇용 소프트웨어, 절차, 규정 그리고 관련된 문서 [ISO/IEC 2382-1:1993]
- 나. **시스템 소프트웨어** : 어플리케이션 소프트웨어의 실행을 지원하는 어플리케이션에 독립적인 소프트웨어 [ISO/IEC 2382-20:1990]
- 다. **인터페이스** : 기능적 특성, 공통의 물리적 상호연결 특성, 신호 특성, 그리고 여타 다른 특성에 의해서 정의된 두 기능 단위 사이의 공유된 범위 [ISO/IEC 2382-9:1984]
- 라. **사용자 인터페이스** : 사람인 사용자와 컴퓨터 시스템의 하드웨어나 소프트웨어 구성물 사이에 정보가 전달될 수 있게 하는 인터페이스 [ANSI/IEEE Std 610.12-1990]

4. 지능형 로봇 소프트웨어 시험평가 항목

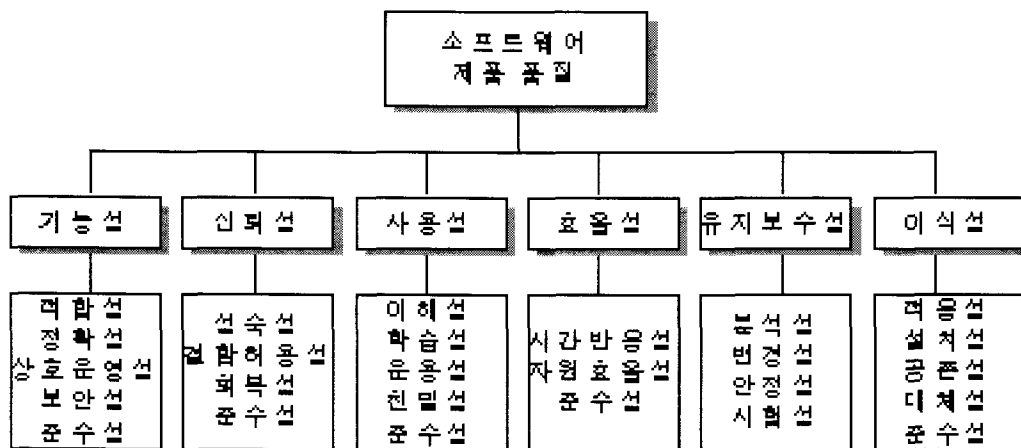
다양한 지능형 로봇용 소프트웨어의 모든 특성을 반영하여 성능평가 항목에 포함시키는 것은 불가능하다. 따라서 본 표준에서는 ISO/IEC 9126에서 제시하고 있는 기준에 따라 평가항목을 선정하고, 각 평가항목은 ISO/IEC 14598에서 제안하는 평가 모듈의 형태로 정의하였다.

평가항목의 측정값은 다음 2가지 측정유형을 따른다. 측정유형 1은 비율의 형태로 0에서 1 사이의 값을 가지고, 측정항목의 값이 1에 가까울수록 좋은 결과가 될 수 있도록 설계되었다. 측정유형 2는 달성 정도를 평가자의 주관적 판단에 근거하여 평가하는 것으로서 ISO/IEC 15504 표준에서 제시하는 방법을 따른 것이다.

<표 4-3-1> SW 품질 시험규격

측정유형	측정단위	범위
측정유형 1	비율	0~1
측정유형2	N(Not) : 매우 나쁨 P(Partially) : 나쁨 L(Largely) : 좋음 F(Fully) : 매우 좋음	N : 0 ~ 15% P : 16~ 50% L : 51~ 85% F : 86~100%

소프트웨어 품질은 정의된 품질 모델을 사용하여 평가해야 한다. 품질 모델은 소프트웨어 제품이나 중간 제품의 품질 목표를 설정할 경우에 사용해야 한다. ISO/IEC 9126-1은 품질과 관련된 문제점에 대한 점검표(Checklist)로서 사용 가능한 품질 모델(특정한 경우에는 더 적절한 품질 분류 방법이 있을 수 있지만)을 제시한다. 다음 (그림 4-3-1)은 품질 모델을 보여 준다.



(그림 4-3-1) SW 제품 품질 모델

소프트웨어 품질 속성은 여섯 가지 특성(기능성, 신뢰성, 사용성, 효율성, 유지보수성 및 이식성)으로 구분되며, 이러한 특성들은 다시 보조특성들로 세분된다. 보조특성은 메트릭(측정 항목)에 의해 측정 가능하다. 프로그램 크기와 같은 기본적인 내부 메트릭은 보통 그 하나만으로 소프트웨어 품질 메트릭으로 사용되는 것이 아니라 메트릭을 생성하기 위해 다른 측정과 함께 사용되는 소프트웨어 측정치이다.

지능형 로봇용 소프트웨어의 품질 평가 항목 표준에서는 위 그림과 같이 품질 특성, 보조 특성 분류를 준수하고, 보조특성을 측정할 때, 사용할 수 있는 평가 항목을 정의한다. 이 평가 항목이 모두가 아니며, 추가나 변경이 가능하다.

5. 기능성 평가 항목

5.1 기능구현 완전성

5.1.1 정의

- 소프트웨어가 제공하기로 한 기능이 구현되어 있는 정도

5.1.2 품질 보조특성

- 적합성

5.1.3 적용 범위

지능형 로봇용 소프트웨어의 기능 구현 정도를 평가할 때 적용한다. 사용자 매뉴얼 또는, 제품 설명서 등에 명기된 기능은 관련 장비, 속성 및 데이터와 함께, 그리고 주어진 범위 값 내에서, 사용자 문서에서 주어진 형태로 실행될 수 있어야 한다. 평가해야 하는 기능은 우선적으로 문서에 기술되어 있는 것을 이용하며, 추가적으로는 문서에 기술되어 있지 않더라도 메뉴에 있는 모든 기능을 포함하여 평가해야 한다.

5.1.4 측정 방법

가. 기본데이터

- 지능형 로봇용 소프트웨어에서 제공하는 모든 기능의 수(A)
- 지능형 로봇용 소프트웨어에 구현된 기능의 수(B)

나. 시험 평가 항목

- 기능구현 완전성 = B / A , $0 \leq \text{기능구현 완전성} \leq 1$

다. 시험평가 항목 측정방법

- 지능형 로봇용 소프트웨어의 기능항목을 식별한다. 미리 작성된 기능점검표가 존재하면 이를 활용할 수 있다.
- 평가하고자 하는 추가적인 기능이 식별되는 경우, 그 기능을 추가한다.
- 각 기능 항목이 지능형 로봇용 소프트웨어에 구현되어 있는지 확인한다.
- '나'의 식을 이용하여 값을 산출한다.

5.1.5 적용 사례

특정 회사에서 제작된 사용자 인식 소프트웨어는 5개의 기능을 제공한다고 명시되어 있다. 시험을 통해 각각의 기능을 평가한 결과, 4개의 기능만이 제공됨을 확인할 수 있었다. 이 경우 <표 4-3-2>와 같이 기능구현 완전성은 $4/5 = 0.8$ 이 된다.

<표 4-3-2> 기능구현 완전성 점검표

평가 데이터 항목	기능의 수	측정 단위
지능 로봇 소프트웨어에서 제공하는 모든 기능의 수	5	개
지능 로봇 소프트웨어에 구현된 기능의 수	4	개
기능구현 완전성	0.8	

5.2 경계 값 처리율

5.2.1 정의

- 소프트웨어가 경계 값 범위를 벗어난 입력에 대해 예외처리를 수행 정도

5.2.2 품질 보조특성

- 적합성

5.2.3 적용 범위

지능형 로봇용 소프트웨어의 경계 값 처리 상황을 확인하기 위해 예외 상황을 발생 시키고, 이의 처리가 어떻게 이루어지는지 확인한다. 지능형 로봇용 소프트웨어는 입력 구문 조건을 어기는 것을 인식해야 한다. 지능형 로봇용 소프트웨어가 예러 또는, 정의되지 않은 입력에 대해 허용 가능한 입력으로서 처리해서는 안 된다.

5.2.4 측정 방법

가. 기본 데이터

- 경계값 확인 대상 항목 수(A)
- 각 항목별 테스트케이스 성공율의 합(B)

나. 시험 평가 항목

- 경계값 처리율 = B / A , $0 \leq$ 경계 값 처리율 ≤ 1

$$B = \sum_{i=1}^A \frac{\text{Success_TC}_i}{\text{Total_TC}_i}$$

- Success_TC : i 번째 경계 값 처리 기능 확인 중 성공한 건 수
- Total_TC : i 번째 경계 값 처리 기능 확인을 위해 수행한 테스트케이스 수

다. 시험평가 항목 측정방법

- 경계 값 처리 대상 항목을 식별한다.
- 각 항목을 확인하기 위한 테스트케이스를 준비한다.
- 테스트케이스를 수행하여 그 결과를 기록한다.
- ‘나’ 식을 이용하여 값을 산출한다.
- 각 기능 항목이 지능형 로봇용 소프트웨어에 구현되어 있는지 확인한다.
- ‘나’ 식을 이용하여 값을 산출한다.

5.2.5 적용 사례

특정 회사에서 제작된 사용자 인식 소프트웨어의 기능 중, 인식기능은 제한거리 3미터 내에서 동작하도록 되어 있다. 인식되어야 하는 거리(3m 미만 : 2.9m, 2.95m), 인식되지 않아야 하는 거리(3m 초과 : 3.1m, 3.2m)에 대해 사용자 인식 여부를 시험하기 위해 각각 10명의 사람에 대해 4개 평가항목을 각각 10회씩 총 400번을 시험하였다. 이 중 각 항목 당 시험 횟수와 성공 횟수가 아래 <표 4-3-3>과 같다면, 경계 값 처리율은 식 ‘나’에 의하여 0.9가 된다.

<표 4-3-3> 경계 값 처리율 점검표

데이터 항목	사람수	시험횟수/사람	성공횟수	성공률
경계 값 확인 대상 항목 1	10	10	80	0.8
경계 값 확인 대상 항목 2	10	10	90	0.9
경계 값 확인 대상 항목 3	10	10	90	0.9
경계 값 확인 대상 항목 4	10	10	100	1.0
경계 값 처리 성공률				0.9

5.3 기능구현 정확성

5.3.1 정의

- 소프트웨어가 제공하기로 한 기능이 정확하게 구현되어 있는 정도

5.3.2 품질 보조특성

- 적합성

5.3.3 적용 범위

지능형 로봇용 소프트웨어의 기능이 정확하게 구현되어 있는 정도를 평가할 때 적용한다. 사용자 매뉴얼 또는, 제품 설명서 등에 명기된 기능은 제공되어야 하며, 또한 정확하게 동작하여야 한다. '기능구현 완전성'과 같이 수행하며, 평가해야 하는 기능은 우선적으로 문서에 기술되어 있는 것을 이용하며 추가적으로는 문서에 기술되어 있지 않더라도 메뉴에 있는 모든 기능을 포함하여 평가해야 한다.

5.3.4 측정 방법

가. 기본 데이터

- 평가되어야 하는 기능의 수(A)
- 각 항목별 테스트케이스 성공율의 합(B)

나. 시험평가 항목

- 기능구현 정확성 = B / A , $0 \leq$ 기능구현 정확성 ≤ 1

$$\bullet B = \sum_{i=1}^A \frac{\text{Success_TC}_i}{\text{Total_TC}_i}$$

- Success_TC : i 번째 기능 확인을 위해 수행 중, 성공한 건 수
- Total_TC : i 번째 기능 확인을 위해 수행한 테스트케이스 수

다. 시험평가 항목 측정방법

- 기능항목을 식별한다. 미리 작성된 기능 점검표가 존재하면 이를 활용한다.
- 각 항목을 확인하기 위한 테스트케이스를 준비한다.
- 테스트케이스를 수행하여 그 결과를 기록한다.
- '나' 식을 이용하여 값을 계산한다.
- 누락되거나 잘못 구현된 기능항목을 기록하여 보고한다.

5.3.5 적용 사례

특정 회사에서 제작된 사용자 인식 소프트웨어는 5개의 기능을 제공한다고 명시되어 있다. 시험을 통해 각각의 기능을 평가한 결과, 4개의 기능만이 제공됨을 확인할 수 있었다. 4개의 기능이 정확하게 제공되는지 여부를 평가하기 위해 각 기능별로 10개의 테스트 케이스를 준비하였다. 각 테스트 케이스를 수행해 본 결과, 38개의 테스트 케이스가 정확하게 동작되었다. 이 경우 '기능구현 정확성'은 $38/40=0.95$ 가 된다.

6. 신뢰성 평가 항목

6.1 결함 발생율

6.1.1 정의

- 소프트웨어 사용 시에 발생하는 결함의 발생 비율을 평가

6.1.2 품질 보조특성

- 성숙성

6.1.3 적용 범위

지능형 로봇용 소프트웨어 사용 시에 발생하는 결함의 발생 비율을 측정하기 위한 것으로 이 평가 항목을 적용하기 전에 '운용 시간'이 정의되어야 한다. 또한, 무엇을 결함으로 정의할 것인가, 결함의 유형, 결함의 식별 방법 등에 대한 사전에 합의된 내용을 바탕으로 한다.

6.1.4 측정 방법

가. 기본 데이터

- 단위 운용시간 동안 허용 결함 수(A)
- 단위 운용시간 동안 발견된 결함 수(B)

나. 시험평가 항목

- 결함 발생률 = $1 - \min(1, B/A)$, $0 \leq \text{결함 발생률} \leq 1$

다. 시험평가 항목 측정방법

- 단위 운용 시간 동안 지능형 로봇용 소프트웨어를 운용한다.
- 발생된 결함의 수를 파악한다.
- '나' 식을 이용하여 값을 산출한다.

6.1.5 적용 사례

특정 회사에서 제작된 로봇 서버 소프트웨어는 월간 결함 발생 허용을 10회 이내로 보장하고 있다. 어느 특정한 단위 기간(월) 동안 결함이 4건이 발생하였다. 이 경우 결함 발생율은 0.6이 된다.

6.2 다운 회피율

6.2.1 정의

- 소프트웨어 사용 시에 발생 결함 중, 시스템이 다운되는 결함의 발생 정도

6.2.2 품질 보조특성

- 고장 허용성

6.2.3 적용 범위

지능형 로봇용 소프트웨어 사용 시에 발생된 결함 중 전체 시스템의 다운을 가져오는 결함의 발생 정도를 평가하기 위해서는 발생하는 결함을 심각도에 따라 분류하여 기록할 수 있어야 한다. 이 경우에도 사전에 '운영 시간'을 정의하여야 한다. 다운 회피율이 높을수록 신뢰성이 높아진다고 볼 수 있다.

6.2.4 측정 방법

가. 기본 데이터

- 발견된 결함 수(A)
- 다운 횟수(B)

나. 시험평가 항목

- 다운 회피율 = $1 - B / A$, $0 \leq \text{다운 회피율} \leq 1$

다. 시험평가 항목 측정방법

- 정의된 시간동안 소프트웨어를 운용한다.
- 발생한 결함 수 및 다운 수를 기록한다.
- '나' 식을 이용하여 값을 산출한다.

6.2.5 적용 사례

특정 회사의 로봇 서버 소프트웨어 제품이 단위 운용 시간(월) 동안 발견한 결함의 수는 10회 였고, 그 중 시스템의 다운으로 연결된 횟수는 1회였다. 이 경우, 다운 회피율은 $1 - 1/10 = 0.9$ 이다.

6.3 오조작 회피율

6.3.1 정의

- 소프트웨어 사용 시, 오조작으로 인한 오류를 사전에 방지할 수 있는 정도

6.3.2 품질 보조특성

- 고장 허용성

6.3.3 적용 범위

이것은 지능형 로봇용 소프트웨어 사용 시, 오조작으로 인해 심각한 오류를 사전에 방지할 수 있는 소프트웨어의 능력을 평가하기 위한 것이다. 이 값이 높을 경우, 사용자가 오조작을 발생시키더라도 소프트웨어에서 결함으로 연결되지 않는 비율이 높다.

6.3.4 측정 방법

가. 기본 데이터

- 사용자가 오조작을 수행한 수(A)
- 결함 발생 수(B)

나. 시험평가 항목

- 오조작 회피율 = $1 - B/A$, $0 \leq$ 오조작 회피율 ≤ 1

다. 시험평가 항목 측정방법

- 오조작을 시험하기 위한 테스트케이스를 준비한다. 오조작 회피 점검표가 작성 되어 있는 경우, 이를 활용할 수 있다.
- 테스트케이스 시험을 통해 실제 결함으로 연결된 회수를 기록한다.
- '나' 식을 이용하여 값을 산출한다.

6.3.5 적용 사례

특정 회사에서 제작된 사용자 인식 소프트웨어는 사용자가 오조작을 할 경우, 예외 처리를 할 수 있는 기능을 제공하고 있다. 하지만 소프트웨어 사용 시, 모든 경우에 대해 이러한 장치를 해 놓은 것은 아니다. 오조작 시험을 위한 테스트케이스를 10개 중에 실제 결함으로 연결된 경우가 1회 발생한 경우 '오조작 회피율'은 $1 - 1/10 = 0.9$ 이다.

7. 효율성 평가항목

7.1 평균 반응시간

7.1.1 정의

- 소프트웨어의 평균 반응 시간을 평가하기 위한 것

7.1.2 품질 보조특성

- 시간 효율성

7.1.3 적용 범위

지능형 로봇용 소프트웨어의 평균 반응시간은 시스템의 구조, 다른 시스템과의 상호 작용, 통신 등의 복합적인 요소에 의해 결정된다. 반응 시간은 사용자가 입력을 끝마친 시간부터 그 입력에 따른 결과값을 얻은 시간까지를 측정한다. 평균 반응시간을 측정하기 위해서는 사전에 다음 항목을 정의하여야 한다.

- 기준 하드웨어
- 기준 하드웨어에 따른 반응 평균시간의 한계 값

7.1.4 측정 방법

가. 기본 데이터

- 반응 평균시간의 한계(A)
- 반응 평균시간(B)

나. 시험평가 항목

- 평균 반응시간 = $1 - \min(1, B/A)$, $0 \leq \text{평균 반응 시간} \leq 1$

- $$B = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{N}$$

- T_i = i 번째의 테스트의 반응시간
- N = 반응시간 테스트 케이스 수

다. 시험평가 항목 측정방법

- 반응시간 측정을 위한 테스트케이스를 준비한다.
- 테스트케이스를 수행하여 그 결과를 반응시간 점검표에 기록한다.
- '나' 식을 이용하여 값을 산출한다.

7.1.5 적용 사례

특정 회사에서 제작된 사용자 인식 소프트웨어의 인식기능을 설계할 때의 평균 반응시간을 3초 내로 설정하였다. 실제 사용하면서 나온 결과의 평균 반응시간은 2.7초였다. 이 경우, 평균 반응시간 평가항목의 값은 $1 - 0.9 = 0.1$ 이 된다.

7.2 평균처리율

7.2.1 정의

- 단위 기간 내 성공적으로 작업을 처리할 수 있는 정도를 평가

7.2.2 품질 보조특성

- 시간 효율성

7.2.3 적용 범위

이것은 지능형 로봇용 소프트웨어가 주어진 시간 내에 성공적으로 작업을 처리할 수 있는 정도를 평가하기 위한 것이다. 이것을 적용하기 위해서는 사전에 다음 항목을 정의하여야 한다.

- 기준 하드웨어
- 기준 하드웨어에 따른 요구되는 평균 처리량의 한계 값

7.2.4 측정 방법

가. 기본 데이터

- 처리 평균량의 한계 값(A)
- 처리 평균량(B)

나. 시험평가 항목

- 평균 처리율 = $1 - \min(1, B/A)$, $0 \leq \text{평균 처리율} \leq 1$

$$\bullet B = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{N}$$

- T_i = i 번째의 처리량
- N = 반응 간 테스트 케이스 수

다. 시험평가 항목 측정방법

- 처리율 측정을 위한 테스트케이스를 준비한다.
- 테스트케이스를 수행하여 성공적으로 수행된 업무량을 측정한다.
- ‘나’ 식을 이용하여 값을 산출한다.

7.2.5 적용 사례

특정 회사에서 제작된 사용자 인식 소프트웨어는 분당 최대 10명의 사용자를 등록할 수 있도록 되어 있다. 소프트웨어를 사용하면서 평균적으로 분당 7명의 사용자를 등록할 수 있다고 하면, 평균처리율은 $1 - 0.7 = 0.3$ 이다. 평균 10명의 사용자를 등록하였다면 평균처리율은 1 이 된다.

7.3 평균 처리시간

7.3.1 정의

- 특정 업무 수행을 지시했을 때, 그 업무에 걸리는 시간을 평가하기 위한 것

7.3.2 품질 보조특성

- 시간 효율성

7.3.3 적용 범위

이것은 지능형 로봇용 소프트웨어 사용 중, 사용자가 특정한 업무(여러 관련 작업을)를 지시한 후에 그 업무에 걸리는 시간을 평가하기 위한 것이다. 이것을 적용하기 위해서는 사전에 다음 항목을 정의하여야 한다.

- 기준 하드웨어
- 기준 하드웨어에 따른 처리 평균시간의 한계 값

7.3.4 측정 방법

가. 기본 데이터

- 처리 평균시간의 한계 값(A)
- 처리 평균시간(B)

나. 시험평가 항목

- 평균 처리시간 = $1 - \min(1, B/A)$, $0 \leq \text{평균 처리율} \leq 1$

$$\bullet B = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{N}$$

- T_i = i 번째의 처리시간
- N = 반응 시간 테스트 케이스 수

다. 시험평가 항목 측정방법

- 특정 업무에 대한 처리시간 측정을 위한 테스트케이스를 준비한다.
- 테스트케이스를 수행하여 성공된 테스트케이스와 그 수행시간을 기록한다.
- '나' 식을 이용하여 값을 산출한다.

7.3.5 적용 사례

특정 회사에서 제작된 사용자 인식 소프트웨어는 사용자를 등록시간이 최대 5초를 초과할 수 없도록 되어 있다. 10건의 사용자 등록 시험을 통해 측정한 평균 등록시간이 3초라면 평균 처리시간은 $1 - 0.6 = 0.4$ 이다. 평균 1초의 등록시간이 소요되었다면 평균처리율은 0.8 이 된다.

8 사용성 평가항목

8.1 오류복구 용이 정도

8.1.1 정의

- 소프트웨어를 사용하는 과정에서 발생한 오류를 쉽게 교정하고 정확하게 취소할 수 있으며, 오류 발생 이전 상태로 복구가 가능한 정도

8.1.2 품질 보조특성

- 운영성

8.1.3 적용 범위

이것은 지능형 로봇용 소프트웨어를 사용하는 과정에서 발생한 오류를 쉽게 교정하고 정확하게 취소할 수 있으며, 오류 발생 이전 상태로 복구가 가능한지를 평가하기 위한 것이다. 사용자 문서에 오류 복구 및 취소 기능이 명확히 서술되어 있다면 소프트웨어를 사용할 때, 얼마나 쉽게 사용자가 에러를 복구할 수 있는지를 평가하여야 한다. 에러 복구에 소요되는 시간과 난이도를 함께 평가하도록 한다. 이 측정항목은 계산되지 않고 평가자의 판단에 따른다.

8.1.4 측정 방법

가. 기본 데이터

- 오류 복구가 용이한 수준(A)

나. 시험평가 항목

- 오류복구 용이정도 = A, 오류복구 용이정도 = {Not, Partially, Largely, Fully}

다. 시험평가 항목 측정방법

- 오류복구 용이 정도 점검표를 식별한다.
- 각 항목을 확인하여 그 결과를 기록한다.
- 각 항목의 결과를 종합하여 측정항목을 판단한다.

8.2 오류 방지 정도

8.2.1 정의

- 사용자 작업을 수행 과정에서 발생할 수 있는 데이터 입력, 운영상의 조작 오류를 방지하기 위한 기능이 제공되는 정도

8.2.2 품질 보조특성

- 운영성

8.2.3 적용 범위

이것은 지능형 로봇용 소프트웨어를 사용하여 사용자의 작업을 수행 과정에서 발생할 수 있는 데이터 입력, 운영상의 조작 오류를 방지하기 위한 기능이 제공되는 지 평가하기 위한 것이다. 사용자가 단순한 오류는 물론, 사용의 미숙 또는, 기능을 잘못 인식함으로써 인해 같은 조작 오류를 여러 번 반복하지 않도록 하기 위한 인터페이스 상의 기능을 확인한다. 사용자 문서를 통하여 발생 가능한 오류 상황에 대한 회피 및 방지 방법이 제공되는지 확인한다. 오류 유형, 발생,형태, 오류를 발생시키는 예외조건 및 오류의 표현에 대해서도 파악한다.

8.2.4 측정 방법

가. 기본 데이터

- 오류를 방지할 수 있는 수준(A)

나. 시험평가 항목

- 오류 방지정도(EPA) = A, 오류 방지정도(EPA) = {Not, Partially, Largely, Fully}

(3) 시험 평가 항목 측정 방법

- 오류 방지 정도 점검표를 식별한다.
- 각 항목을 확인하여 그 결과를 기록한다.
- 각 항목의 결과를 종합하여 측정항목을 판단한다.

9 유지 보수성 평가항목

9.1 진단기능 지원

9.1.1 정의

- 지능형 로봇용 소프트웨어를 사용할 때, 발생하는 오류의 증상과 원인을 알아내고 해결할 수 있는 진단기능이 구현되어 있는 정도

9.1.2 품질 보조특성

- 분석성

9.1.3 적용 범위

이것은 지능형 로봇용 소프트웨어를 사용할 때 발생하는 오류의 증상과 원인을 알아내고 해결할 수 있는 진단기능이 구현되어 있는지 평가하기 위한 것이다. 사용자 문서에 그 내용이 기술되어 있지 않더라도 지능형 로봇용 소프트웨어 수행 중, 오류가 발생했을 경우, 그 원인을 명확히 제공하고 있는지를 평가한다.

9.1.4 측정 방법

가. 기본 데이터

- 평가할 진단기능의 수(A)
- 각 항목별 테스트케이스 성공률의 합(B)

나. 시험평가 항목

- 진단기능 지원 = B/A , $0 \leq \text{진단기능 지원} \leq 1$

$$\bullet B = \sum_{i=1}^A \frac{\text{Success_TC}_i}{\text{Total_TC}_i}$$

- Success_TC : i 번째 진단기능 확인 위해 수행한 테스트케이스 중 성공 건 수
- Total_TC : i 번째 진단기능 확인을 위해 수행한 테스트케이스 수

다. 시험평가 항목 측정방법

- 진단기능 항목을 확인하기 위한 테스트케이스를 준비한다.
- 테스트케이스를 수행하여 그 결과를 기록한다.

- ‘나’를 이용하여 값을 계산한다.
- 누락되거나 잘못 구현된 진단기능 항목을 기록하며 보고한다.

9.2 변경 가능성

9.2.1 정의

- 상황에 따른 변경이 가능하도록 소프트웨어가 구현되어 있는 정도

9.2.2 품질 보조특성

- 변경성

9.2.3 적용 범위

이것은 지능형 로봇용 소프트웨어가 상황 및 사용 환경에 따라 변경할 수 있도록 구현되어 있는지 평가하기 위한 것이다. 초기화면 설정, 다른 시스템과의 인터페이스 등을 고려하여 현 사용환경에 적합하도록 소프트웨어를 조정할 수 있도록 하여야 한다.

9.2.4 측정 방법

가. 기본 데이터

- 평가할 환경설정 변경 항목 수(A)
- 각 항목별 테스트케이스 성공률의 합(B)

나. 시험평가 항목

- 변경 가능성 = B/A, $0 \leq \text{변경 가능성} \leq 1$

$$\bullet B = \sum_{i=1}^A \frac{\text{Success_TC}_i}{\text{Total_TC}_i}$$

- Success_TC : i 번째 진단기능 확인 위해 수행한 테스트케이스 중, 성공 건 수
- Total_TC : i 번째 진단기능 확인을 위해 수행한 테스트케이스 수

다. 시험평가 항목 측정방법

- 환경설정 변경 항목을 식별한다. 이 때, 미리 작성된 환경변경 점검표가 존재하면 이를 활용할 수 있다.

- 각 항목을 확인하기 위한 테스트케이스를 준비한다.
- 테스트 케이스를 수행하여 그 결과를 기록한다.
- '나'를 이용하여 값을 계산한다.
- 환경설정이 변경되지 않는 항목을 기록하여 보고한다.

10 이식성 평가항목

10.1 설치 가능률

10.1.1 정의

- 소프트웨어 설치 정보에 따라 소프트웨어를 설치하는 경우에 성공적으로 설치할 수 있는 정도

10.1.2 품질 보조특성

- 설치 가능성

10.1.3 적용 범위

이것은 제품설명서와 사용자 문서에 명시되어 있는 지능형 로봇용 소프트웨어 설치 정보에 따라 지능형 로봇용 소프트웨어를 설치하는 경우에 성공적으로 설치할 수 있는지 평가하기 위한 것이다. 설치 재시도의 경우도 함께 포함하여 평가한다. 설치용 소프트웨어가 제공되는 경우에는 그것을 사용했을 때, 설치가 성공적으로 수행되는지를 확인한다.

10.1.4 측정 방법

가. 기본 데이터

- 시도한 설치(설치 재시도) 횟수(A)
- 성공한 설치(설치 재시도) 횟수(B)

나. 시험평가 항목

- 설치 가능률 = B/A , $0 \leq \text{설치 가능률} \leq 1$

다. 시험평가 항목 측정방법

- 지능형 로봇용 소프트웨어를 식별하여 지능형 로봇용 소프트웨어의 설

치(또는, 설치 재시도)를 시도한다.

- 일정한 횟수만큼 지능형 로봇용 소프트웨어를 설치(또는, 설치 재시도)하여 성공여부를 기록한다.
- '나'를 이용하여 값을 계산한다.

10.2 제거 가능성

10.2.1 정의

- 소프트웨어 제거 정보에 따라 성공적으로 소프트웨어를 제거할 수 있는 정도

10.2.2 품질 보조특성

- 설치 가능성

10.2.3 적용 범위

이것은 사용자 문서에 명시되어 있는 지능형 로봇용 소프트웨어 제거 정보에 따라 소프트웨어를 성공적으로 제거할 수 있는지 평가한다. 제거용 소프트웨어가 제공되는 경우에는 그것을 사용하여 제거가 성공적으로 수행되는지를 확인한다.

10.2.4 측정 방법

가. 기본 데이터

- 시도한 제거 횟수(A)
- 성공한 제거 횟수(B)

나. 시험평가 항목

- 제거 가능성(UIR) = B/A , $0 \leq \text{제거 가능성(UIR)} \leq 1$

다. 시험평가 항목 측정방법

- 지능형 로봇용 소프트웨어를 식별하여 지능형 로봇용 소프트웨어의 제거를 시도한다.
- 일정한 횟수만큼 지능형 로봇용 소프트웨어를 제거하여 성공여부를 기록한다.
- '나'를 이용하여 값을 계산한다.

제 4 절 URC 통신 프로토콜 시험규격 개발

1. 시험규격

1.1 개요

이 문서는 RUPI 1.2 표준을 준수하는 국내 URC 지능형 네트워크 기반 서비스 로봇의 표준 프로토콜 규격(RUPI 1.2.001) 적합성 및 상호 운용성을 평가하기 위하여 'URC 클라이언트/서버 통신 프로토콜 시험규격'을 제공하기 위한 문서이다.

1.1.1 규격의 범위

이 문서는 RUPI 1.2 규격 중, "URC 클라이언트/서버 통신 프로토콜"(RUPI 1.2.001)을 구현한 로봇 시스템의 적합성 및 상호 운용성을 검증하기 위한 시험규격을 정의하며, 규격에서 정의한 제반 기능을 시험할 수 있는 근거를 제공한다.

1.1.2 규격의 내용

"URC 클라이언트/서버 통신 프로토콜"(RUPI 1.2.001)의 타입 인코딩 적합성 검증
"URC 클라이언트/서버 통신 프로토콜"(RUPI 1.2.001)의 메시지 인코딩 적합성 검증

1.1.3 적용문서

[1] URC 지능형 네트워크 기반 서비스 로봇의 표준 프로토콜 규격(RUPI, RUPI 1.2.001, 2007.5.26)

1.2 용어 정의 및 약어 정리

1.2.1 용어 정의

[RMI] Remote Method Invocation

분산객체 기술로 분산 객체의 메소드를 위치에 투명하게 호출할 수 있도록 하는 분산 객체 기술이다.

[Servant] RUPI는 RMI(리모트 객체의 메소드 호출) 프로토콜이다. Servant는 원격 객체의 구현에 해당하며 Servant의 메소드들은 RUPI 프로토콜을 통하여 원격에서 호출이 가능하다.

[URC] Ubiquitous Robotic Companion

언제 어디서나 나와 함께 하며 나에게 필요한 서비스를 제공하는 로봇 시스템이다.

[URC 서버] URC 서버란 URC 인프라 시스템 내에서 URC 클라이언트에 필요한 여러 가지 요소기술들의 기능을 제공해 주는 서버를 의미한다.

[URC 클라이언트] URC 클라이언트란 URC 로봇을 포함하여 외부 환경에 내재된 센서, 웹 기반 사용자 프로그램 등 URC 서버와 통신하여 여러 가지 기능을 수행하는 장치 또는 소프트웨어 프로그램을 의미한다.

[URC 로봇] URC 로봇이란 URC 클라이언트의 하나로 이동성을 가지며 사용자에게 물리적인 서비스를 제공해 줄 수 있는 일반적인 형태의 로봇을 의미한다.

[URC 메시지] URC 메시지는 URC 프로토콜에 따른 통신의 기본 단위로서 URC 서버와 클라이언트 간에 미리 정의된 URC 메시지를 교환함으로써 필요한 기능을 수행하게 된다.

1.2.2. 약어 정의

API : Application Program Interface

IUT : Implementation Under Test

LT : Lower Tester

PCO : Point of Control and Observation

RUPI : Robot Unified Platform Initiative

SUT : System Under Test

TCI : Test Coordination Interface

URC : Ubiquitous Robot Companion

UT : Upper Tester

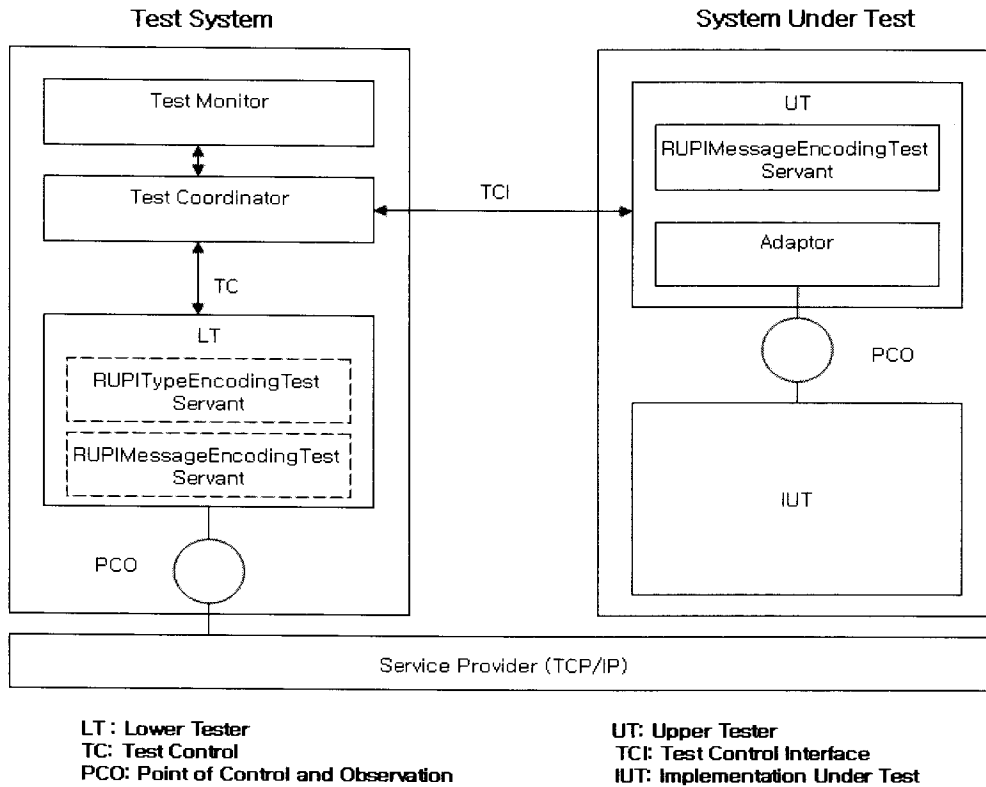
1.3 시험 구성

1.3.1 일반 사항

1.3.1.1 시험 운영 조건

시험은 “RUPI 표준 규격서 1.2.002 URC 서버/클라이언트 통신 프로토콜”을 준수하는 로봇에 대하여 통신 프로토콜 구현물의 적합성을 확인한다.

1.3.1.2 시험 구성도



(그림 4-4-1) 시험 구성도

1.3.1.3 시험용 데이터

<표 4-4-1> URC 통신 프로토콜 시험데이터

종류	내용	비고
Number	수치 데이터는 MIN, MAX, Random (MIN < Random Value < MAX) 값을 이용	
Binary	임의의 바이트 배열	
Enum	urc. service. robot. Direction	Enum 테스트
Valued	package urc. user. Person	Valued 인코딩 테스트
Remote	package urc. robot. Robot	Path:urc.robot.emulator
Exception	example. Test Exception	

Array	urc. service. robot. Body Posture	array 인코딩 테스트
	urc. service. robot. Head Posture	tarray 인코딩 테스트
Servant	kr. re. etri. rupi. tester. RUPI Type Encoding Test	타입 인코딩 테스트
	kr. re. etri. rupi. tester. RUPI Message Encoding Test	메시지 인코딩 테스트

1.3.2 시험 항목

<표 4-4-2> URC 통신 프로토콜

시험 항목	구분	시험내용	RUPI 1.2 참조	적용대상
4.1	타입 인코딩 테스트	4.1.1 byte 인코딩 테스트	4.8	
		4.1.2 short 인코딩 테스트	4.9	
		4.1.3 int 인코딩 테스트	4.10	
		4.1.4 long 인코딩 테스트	4.11	
		4.1.5 float 인코딩 테스트	4.12	
		4.1.6 double 인코딩 테스트	4.13	
		4.1.7 boolean 인코딩 테스트	4.7	
		4.1.8 string 인코딩 테스트	4.14	
		4.1.9 binary 인코딩 테스트	4.15	
		4.1.10 enum 인코딩 테스트	4.19	
		4.1.11 valued 인코딩 테스트	4.20	
		4.1.12 remote 인코딩 테스트	4.22	
		4.1.13 exception 인코딩 테스트	4.21	
		4.1.14 array 인코딩 테스트	4.16	
		4.1.15 finalarray 인코딩 테스트	4.17	
		4.1.16 list 인코딩 테스트	4.18	
		4.1.17 stream 인코딩 테스트	4.23	
		4.1.18 event 인코딩 테스트	4.24	

		4.1.19 tc_udt 인코딩 테스트	4.25	
		4.1.20 tc_void 인코딩 테스트	4.26	
4.2	메시지 인코딩 테스트	4.2.1 connect 메시지 인코딩 테스트	5.1	
		4.2.2 connect_reply 메시지 인코딩 테스트	5.2	
		4.2.3 call 메시지 인코딩 테스트	5.4	
		4.2.4 call_reply 메시지 인코딩 테스트	5.5	
		4.2.5 error 메시지 인코딩 테스트	5.5	
		4.2.6 notify 메시지 인코딩 테스트	5.6	

여백

제 5 장 시험평가 지원 및 시험환경 지원 실적

여백

제 5 장 시험평가 지원 및 시험환경 지원 실적

1. URC 로봇 테스트베드협의회 구성 및 운영

로봇 기업과 연구소, 학계, 정부를 포함하는 20명의 전문가로 구성된 테스트베드 협의회를 통해 URC 로봇 테스트베드의 구축/운영에 필요한 다양한 의견을 수렴하여 차기 수행계획에 반영하고, 반영된 결과에 대한 의견, 문제점 제기, 개선방안 도출 등의 형태로 운영하였다. 금년도에는 협의회 개최를 2회 하였고, 현황 및 문제점에 대한 서면 검토의견 수렴을 1회 하였다. 테스트베드협의회 구성기관 리스트는 <표 5-1-1>과 같고, 협의회 개최 결과는 <표 5-1-2>와 같다.

<표 5-1-1 > URC 로봇 테스트베드협의회 구성

구 분	참 여 기 관
기 업 체	(주)다사로봇, 이노메탈이지로봇(주), (주)유진로봇, 한울로보틱스(주), (주)메이힐, AB&I(주), (주)ED, (주)넥스트아이, (주)HCI Lab, (주)DKI테크놀로지, (주)로보테크, (주)DU로봇, (주)쿼터뷰, (주)그랜드포트, (주)KT
협회	지능로봇산업협회
학교	대전대학교
공공기관	IITA, 정보사회진흥원, TTA, ETRI
정부	정보통신부

<표 5-1-2> URC 로봇 테스트베드협의회 개최 결과

회수	개 요	내 용
1회	일시 및 장소	2007년 2월 26일, 정통부 12층 회의실
	참석자수	14명
	회의 안건	<ul style="list-style-type: none"> • 테스트베드협의회 Kick-off Meeting • 사업 목적/내용 설명 및 추진방향 의견 수렴 • 신제품 개발/인증 시, 시험평가 애로사항 및 요구사항 • 시험평가 항목의 설정

		<ul style="list-style-type: none"> • 인증을 위한 사전 테스트용 시험환경 및 신제품 개발에 필요한 시험환경 여건 • 가장 시급히 요구되는 HW/SW 시험장비
	토의 결과	<ul style="list-style-type: none"> • 고객이 안전하고, 편리하게 사용할 수 있는 시험평가 • 로봇에 의한 서비스 제공에 필요한 HW, SW, 콘텐츠, 서비스가 제대로 동작하는지에 대한 시험평가 • 동작시험 보다는 네트워크 시험에 주력 • 기업이 제공하는 자체기준에 적합한지 여부를 시험평가 • 기업의 자체기준을 제공받아 공통부분을 찾아내고, 이에 대해 ETRI 테스트베드 지원범위 설정 • 테스트베드는 실제 주거용 아파트 형태를 최대한 반영 • 국민로봇 플랫폼의 네트워크 성능을 우선적 시험평가 • 각종 상황을 시뮬레이션 할 수 있는 환경 구축
2회	일시 및 장소	2007년 7월 13일, 검토의견 서면 조사
	참석자수	19명
	회의 안건	<ul style="list-style-type: none"> • 도입장비 설명 및 이용안내 • 장비 도입계획 설명 • 아파트형 테스트베드 설계도 설명 • 문제점 및 개선사항 의견 수렴
	토의 결과	<ul style="list-style-type: none"> • 뉴스, 날씨와 같은 샘플용 콘텐츠 서버 제공 • 인위적 잡음이나 간섭 Factor의 정의 • 거실 소파 마주보고 TV 설치 및 무선 AP TV쪽에 배치 • 서버 IP, ID/Password, 인증사항 및 프로토콜 시험평가 틀을 경유해서 테스트베드 접속 시, 로봇에 접속하는 테스트용 모듈은 로봇의 OS에 따라 차별 제공
3회	일시 및 장소	2007년 11월 14일, ETRI 11연구동
	참석자수	20명
	회의 안건	<ul style="list-style-type: none"> • URC 로봇 테스트베드 개소식 및 시험평가 환경 소개 • 테스트베드 및 시험평가장비의 효율적 운용방안 모색 • 문제점 및 보완사항 등에 관한 의견 수렴
	토의 결과	<ul style="list-style-type: none"> • 네트워크 장비 및 실험 장비가 다운되었을 때 조치 방안 • 기업의 KOREN 활용 방안 • 테스트 결과, 실패 시 어디에 문제가 있는지 확인 • 시나리오 테스트 가능방안 강구 • 위치추적시스템을 활용한 청소로봇/URC로봇 성능시험

2. 네트워크 서비스 로봇 시험항목 및 평가방법 개발(4건)

- URC 로봇의 음성인식 성능 시험규격 개발
- URC 로봇의 자동충전 성능 시험규격 개발 및 표준화
- URC 로봇의 SW 품질 시험/평가 규격 개발 및 표준화
- URC 통신 프로토콜(RUPI 1.2.001) 시험규격 개발

3. URC 로봇 시험장비 등 공통인프라 구축(12건)

- 35평 규모 URC 로봇 아파트형 테스트베드 구축 1건
- 1Gbps급 광 Network 구축 1건
- 음성 인식&합성 서버 구축 1건
- 음성인식을 측정장비 구축 1건
- 유무선 Data Traffic Analyzer 구축 1건
- 로봇 제어용 URC 서버(윈도우용&리눅스용) 구축 2건
- 통신 프로토콜(RUPI 1.2) 적합성 시험용 서버 구축 1건
- 로봇 이동 경로/시간 추적시스템 구축 1건
- URC Network 연결을 위한 사용자 인증시스템 구축 1건
- 음성인식을 신뢰도 향상을 위한 음성명령어 DB 구축 1건
- 이외에 Fire wall, IP 관리시스템, AP 4대 등을 구축

4. URC로봇 프로토콜 적합성시험 및 평가결과서 발부(14건)

- 충북도청/수정구청/성남도서관/부산 누리마루 공공로봇 시험평가 지원 : 로보테크 4건
- 대전시청/IFEZ 공공 로봇, 교육용 로봇 시험평가 지원 : 다사테크 4건
- VIPS 도곡점/어린이대공원점 도우미 로봇 시험평가 지원 : 이디 3건
- KTT 본사 경비방법 로봇 시험평가 지원 : DU로봇 2건
- 교육용 로봇 콘텐츠-서버 간 연동 시험평가 지원 : 한국몬테소리 1건

5. 시험장비지원(5건)

- 네트워크를 통한 URC서버, 음성인식서버 지원 : 이노메탈이지로봇
- 네트워크를 통한 음성인식서버 지원 : 한울로보틱스

- 리눅스 기반 CAMUS서버, 프로토콜테스터 지원 : 유미테크
- 위치추적시스템 지원 : IBNS시스템
- 유무선 Traffic Analyzer 지원 : 에이앤에스

6. 시험규격 및 절차서(4건)

- URC 클라이언트-서버 간 통신 프로토콜 시험규격서
- URC 로봇 음성인식 시험규격서
- URC 로봇 자동충전 시험규격서
- URC 로봇의 SW 품질 시험/평가 규격서

제 6 장 결 론

여백

제 6 장 결 론

'06년말 제1기 국민로봇 시범사업이 출범하고, '07년말 제2기 국민로봇 시범사업이 수행되는 등, URC 로봇에 대한 마인드 확산이 지속적으로 이루어짐에 따라 관련 시장이 조금씩 활성화/다양화 되는 추세이다. 이에 따라, URC 로봇 완제품이 시장에 출시되기 위해서는 관련 시험평가기준의 통과가 필수적으로 요구되고 있다. 이러한 시험평가에 대한 기업의 수요는 국민로봇의 경우, '06년 6,000대를 시작으로 '07년 45,000대, '08년 113,000대로 예측되는 등 점차 증대될 것으로 예상되고 있으나, 현재 지능형 로봇 시험평가방법과 절차에 대해서는 국내 및 국제적으로도 표준화된 방법과 모델이 없는 초기 시작단계이다. 이에, 본 사업을 통하여 네트워크 기반 서비스 로봇의 통신과 서비스에 대한 성능과 기능, 안정성 등을 시험평가 할 수 있는 절차와 방법을 설계하고, 검증된 시험평가방법을 중소기업에게 우선 보급함으로써 제품의 품질향상과 제품 적기출시에 기여할 수 있게 되었다.

금년도 본 사업에서 추진한 주요 내용을 살펴보면 산·학·연·정 전문가 20명으로 구성된 유관기관 협의체인 URC 로봇 테스트베드 협의회를 구성하여 3차에 걸친 협의회 개최를 통해 문제점 및 개선사항을 도출하여 차기 사업계획에 Feed-back 하였으며, URC 통신 프로토콜(RUPI 1.2) 시험평가 틀 개발 등 4건의 시험평가 규격을 개발하고, 이 중 지능로봇 SW 품질시험 및 평가항목 등 2건을 표준화하였다. 공통 인프라 구축의 일환으로 ETRI 대전 본원에 35명 규모의 URC 로봇 아파트형 테스트베드를 구축하고, KOREN 광전용선을 이용한 네트워크서비스 환경을 구축하였다. 또한, URC로봇 음성인식 성능평가 장비 등 10여종의 HW/SW URC 로봇 시험측정 장비 구축에 주력하였다.

이렇게 구축된 공통 인프라 시험환경을 기반으로 로보테크 등 5개업체에 14건의 시험평가 지원을 수행했으며, 한울로보틱스 등, 2개 업체에 2건의 네트워크 인프라 지원 및 유미테크 등, 3개 업체에 3건의 시험장비 지원을 수행하였는데 이러한 공통 인프라 구축에 따라 개별기업의 시험환경 구축비용 절감 및 시험평가비용의 절감, 시험장비/네트워크서비스 사용비용 절감 등으로 8억원 정도의 비용절감 효과가 기대된다.

지능형 로봇 산업은 전 세계적으로 이제 막 시작 단계이다. 우리나라도 정부의 적극적 지원으로 URC 로봇 중소기업의 기술개발 역량은 점진적으로 향상되고 있으나, 로봇 제품 완성에 소요되는 비용은 여전히 중소기업이 감당하기에는 과도한 현실이다. 또한, 국내 중소기업 중, 자체 시험지원 인력, 시험시설 및 시험장비, 시험평가 기준을 갖춘 업체가 크게 부족한 상황에서 중소벤처기업이 공동으로 활용할 수 있는 URC 공용 테스트베드를 통한 개발 제품의 충분한 시험검증으로 URC 인증비용의 절

감과 기간단축을 유도하여 네트워크 로봇의 상용화 촉진 및 품질 향상을 유도하여야 한다.

지능형로봇 사업은 성장 전망이 매우 유망한 사업 분야로 국내 대다수 중소기업들은 지능형로봇 사업을 위한 기술 및 노하우가 상당히 축적되어 있으나 로봇 제품 및 서비스품질 보증을 위한 투자 여력이 충분치 못한 실정이다. 따라서 품질검증 및 서비스품질 향상을 통해 경쟁력 강화 및 성장기반 구축을 위한 테스트베드 운영 사업을 지속적으로 추진할 필요가 있다.

1. 본 연구보고서는 정보통신부의 출연금 등으로 수행한 정보통신연구개발사업의 연구 결과입니다.
2. 본 연구보고서의 내용을 발표할 때에는 반드시 정보통신부 정보통신연구개발사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.