

2020년
ICT국제표준 마에스트로
주요이슈 분석서

[ISO, IEC 지능형 로봇 표준화]

한국정보통신기술협회

표준 마에스트로 주요이슈 분석서 (ISO, IEC 지능형 로봇 표준화)

1 개요

1.1 Overall 기술 및 표준화 Trend

- 지능형로봇이란 외부환경을 인식(Perception)하고 스스로 상황을 판단(Cognition)하여 자율적으로 동작(Mobility & Manipulation)하는 로봇을 의미한다.
 - ▶ 전통적인 산업용로봇 시장에서 교육, 의료, 실버, 국방, 건설, 해양, 농업 등 다양한 분야와 로봇기술의 융복합화를 통해 지능화된 서비스를 제공하는 로봇 개념으로 발전하고 있다.
- 지능형로봇산업의 범위
 - ▶ (협의) 로봇 및 관련 부품, 소재의 제조, 유통, 로봇 SW 및 서비스 콘텐츠 등을 포함하는 산업
 - * 산업용 로봇, 개인서비스 로봇, 전문서비스 로봇으로 분류한다.
 - ▶ (광의) 로봇기술의 융합을 통해 타 분야의 로봇화로 파생되는 산업 포함
 - * 무인자동차, 무인항공기, IT/BT/NT 생산장비 등의 신산업과 로봇기반 서비스의 확대를 통한 복지, 교육, 문화, 예술 등 타 산업의 로봇화를 포함한다.



그림 1 지능형로봇 산업 범위

- 지능형로봇산업의 분류
 - ▶ 지능형로봇산업은 아래의 표에서 보여주는 바와 같이, 크게 산업용로봇과 서비스로봇으로 나누이며 서비스로봇은 다시 개인서비스로봇과 전문서비스로봇으

로 나누인다.

대분류	중분류	소분류		종류
로봇	서비스 로봇	개인서비스 로봇		애완용 로봇, 청소 로봇 경비 로봇, 교사 로봇 등
		전문 서비스 로봇	공공서비스 로봇	의료 로봇, 안내 로봇 등
			극한작업 로봇	재난구조 로봇, 원전 로봇 등
	산업용 로봇			용접 로봇, 핸들링 로봇, 도장 로봇 등

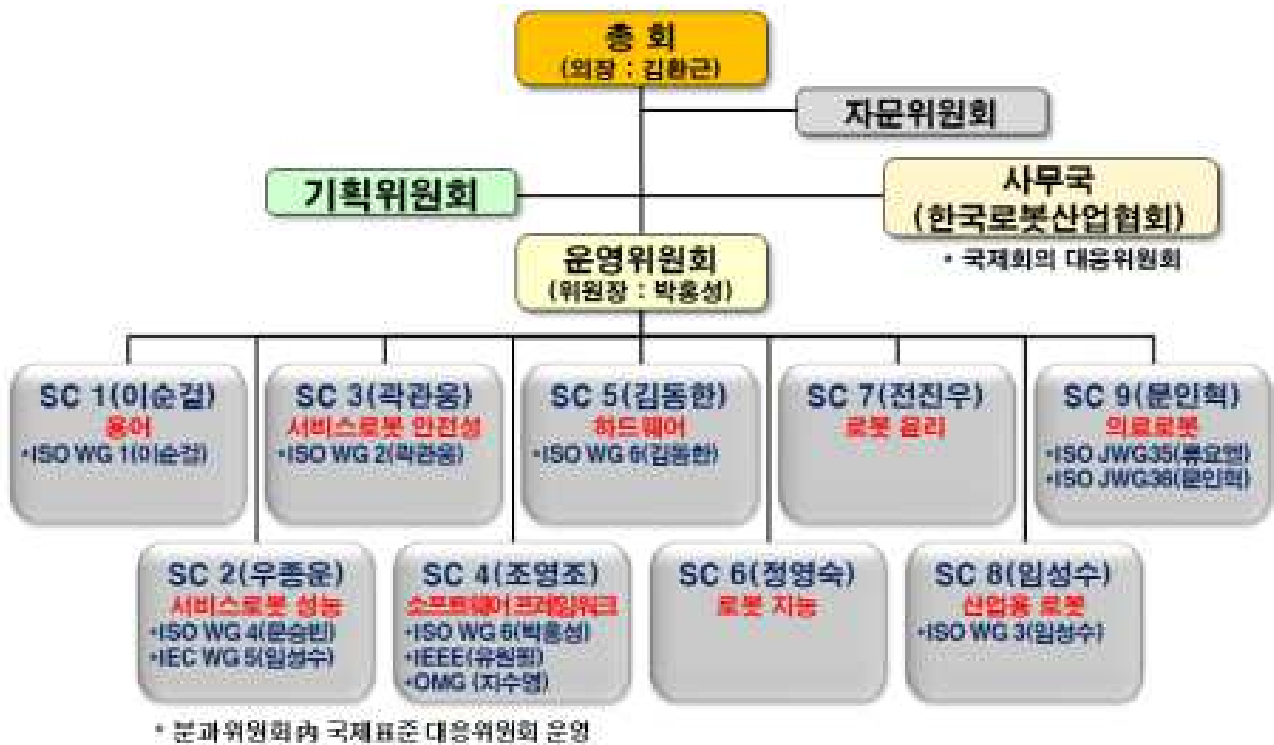
- 인간과 로봇이 공존하는 사회로 진입하면서, 다양한 로봇의 활용에 따른 제품의 신뢰성 및 안전, 성능평가, H/W 및 S/W 호환성 등에서 표준화가 요구된다.
 - ▶ 초기 로봇시장의 활성화를 위하여서 반드시 제품의 신뢰성 및 안전을 확보할 필요가 있으며, 이것은 성공적인 시장 확보를 위하여 반드시 확보하여야 한다.
 - ▶ 산업용로봇도 주변 펜스 없이 사용가능한 협동로봇 시장이 활성화되고 있으며 여기에는 로봇과 사람의 충돌시에도 안전을 보장할 수 있는 기술이 요구된다.
 - ▶ 안전이외에도, 효과적인 시장 확대를 위하여 성능평가, H/W 모듈의 표준화, S/W 컴포넌트 또는 콘텐츠의 표준화 등이 필요하다.
- 로봇 관련 표준화를 다루는 공적 국제 표준화기구로는 산업 전반에 관한 표준을 다루는 ISO(International Organization for Standardization)와 주로 전기적 안전을 다루는 IEC(International Electrotechnical Committee)가 있다. 그 외에 국제단체표준으로서, 로봇분야 표준을 개발하는 곳은 OMG(Object Management Group), IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers), ASTM (American Society for Testing and Materials) 등이 있다.
- 로봇관련 국제 표준 개발 기구 현황
 - ▶ ISO에서는 TC 299(Robotics) 에서 로봇과 관련하여 현재 어휘(ISO 8373) 표준, 안전 표준(ISO 10218-1, 10218-2, ISO TS 15066, ISO 13482), 성능평가 표준(ISO 9283, 18646-1, 2)이 개발되었고, 또한 호환성 표준을 현재 제안하여 개발중이다. 또한 IEC TC 62와 공동으로 의료로봇(수술로봇 및 재활로봇)에 대한 안전표준을 개발하였다.
 - ▶ IEC에서는 TC 59(가전기기 성능)를 중심으로 가전로봇(IEC 62849) 및 청소로봇(IEC 62929) 등에 대한 성능평가 표준이 개발되고 있다. 또한 TC 61에서는

가전로봇에 대한 안전표준을 개발하고 있다.

- ▶ IEEE(전기전자공학회)에서는 RAS(로봇 및 자동화학회)를 중심으로 로봇 관련 표준을 개발하고 있다. 2011년에 MDR(Map Data Representation) WG과 ORA(Ontologies for Robotics and Automation) WG이 조직되어 표준을 개발하고 있다.
- ▶ OMG(Object Management Group)에서는 Robotics DTF(Domain Task Force)를 구성하여, 로봇관련한 middleware 관련하여 표준을 개발하였다.
- ▶ ASTM(American Society for Testing and Materials)에서는 재난구조 로봇에 대한 어휘(E2521-07a), 비전시스템 성능측정(E2566-08), 로봇 패키징 성능(E2592-07) 등 다양한 표준을 개발한 바 있으면, 최근에는 F48에서 외골격로봇(Exoskeleton)에 대한 표준 개발을 시작하였다.

○ 로봇관련 국내 표준 개발 기구 현황

- ▶ 로봇관련 KS규격은 한국로봇산업협회에서 운영하는 로봇 및 로봇장치 전문위원회(대표위원 문승빈 교수)에서 개발되고 있다. 현재까지 53건의 로봇 분야 KS 표준이 공고되었으며, 그중에서 6건은 공통표준이고 18건은 산업용 로봇 표준, 29건은 서비스 로봇 표준이다.
- ▶ 국내에서는 2005년부터 한국로봇산업협회 내에 지능형로봇표준포럼이 결성되어 표준을 개발하여 왔다. 현재까지 약 140 여건의 포럼표준이 개발되었으며, 이렇게 표준포럼에서 개발된 표준을 기반으로 국가규격(KS)의 개발이 진행되었다. 지능형로봇표준포럼은 지능로봇 산.학.연 관계자 중심으로 구성되어 있으며 수립된 표준(안)의 확정 및 보급확산을 그 목적으로 하며 그 구성은 다음 그림과 같다.



▶ 이상에서 설명한 바와 같이 로봇분야 표준화는 다음 그림에서 보여주는 추진 체계를 갖추고 있다. 즉, 한국로봇산업협회에서 운영하는 민간 단체 표준인 지능형로봇표준포럼(KOROS, www.koros.or.kr)에서 먼저 1차적으로 표준을 개발하고 그중에서 필요성과 시급성이 인정되는 것을 KS 국가표준으로 개발하며, 또한 이를 바탕으로 국제표준화 활동을 전개하고 있는 것이다.

▶ 또한, KS 표준을 기반으로 한국로봇산업진흥원(KIRIA)에서 KS 인증을 진행하고 있는데, 현재 청소로봇, 교구로봇, 교육보조로봇에 대한 인증제도를 시행하고 있으며, 향후 안내로봇, 배송로봇 등의 인증제도를 도입하는 것을 추진중에 있다.



그림 3 로봇분야 표준화 추진체계

○ 로봇관련 표준화 주요 이슈 분석

▶ 로봇관련 표준화 주요 이슈를 다음 표에서 요약하여 설명한다.

주요 이슈	표준화 그룹	표준 주도 국가/기관	표준 대응 업체/기관	대응 필요성/통찰
산업용로봇 표준	ISO TC 299	미국/RIA	현대중공업, 두산로봇, 한화	협동로봇 시장 확대에 따른 안전표준개발에 산업체 의견 적극반영
서비스로봇 표준	ISO TC 299	한국, 영국, 일본	세종대, 경희대, KIRIA	서비스로봇 안전, 성능 표준 개발에 주력하여 미래 시장 확보
의료로봇 표준	ISO TC 299, IEC TC 62	영국, 캐나다	KIRIA, 동의대	수술로봇 및 재활로봇 안전표준에 적극적으로 참여
가전로봇 표준	IEC TC 59, 61	한국/경희대, 중국/	LG전자, 삼성전자, 유진로봇	가전로봇 표준개발에 업계를 중심으로 지속적으로 참여

1.2 ISO 로봇 표준화 이슈 및 전망

○ ISO TC 299 개요

- ISO/TC 299(Robotics)는 1983년부터 ISO/TC 184(자동화시스템 및 통합)/SC 2(제조용로봇)로 활동하다가 2016년부터 TC로 승격되었다. 이 그룹은 원래 산업용 로봇 분야를 활발하게 다루어 왔으나, 2006년에 한국의 제안에 기초하여 "Robots and Robotic Devices"로 범위를 확장하면서 서비스로봇을 포함하기로 결정하였다. 또한, 2016년에는 TC로 승격되면서 명칭을 "Robotics"로 변경한 것이다.

- 스웨덴이 의장 및 간사를 맡고 있으며, 투표권을 가지고 있는 P 멤버가 28개국, 참관국이 10개국으로 총 38개국이 참가를 하고 있다. 주요 참가국으로는 스웨덴을 비롯하여 미국, 캐나다, 독일, 영국, 프랑스, 이탈리아, 일본, 한국, 중국 등이다.

○ ISO 표준 개발 현황

- TC 299는 지금까지 22개의 표준을 개발하여 공고하였으며, 추가로 4개의 표준을 개발 중에 있다. TC 299에는 [그림 4]에서 보는 바와 같이 6개의 Working Group(WG 1, WG 2, WG 3, WG 4, JWG 5, WG 6)이 구성되어 있으며, 각 그룹별로 1년에 평균 3회 모임을 가지며 활발히 활동하고 있다.

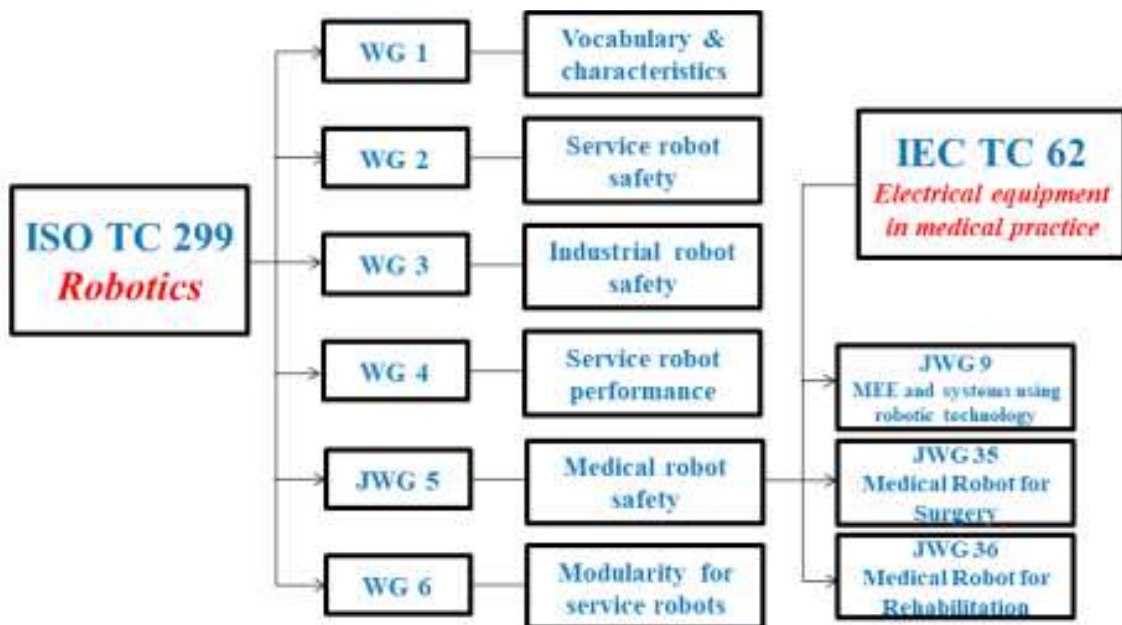


그림 4 ISO/TC 299 조직도

○ WG 1 표준 개발 현황

- WG 1(어휘 및 특성)은 ISO 8373(어휘)을 개정하는 작업을 2007년부터 수행하여 왔으며, 특히 TC의 범위가 기존의 산업용 로봇에서 모든 로봇과 로봇장치로 확대됨에 따라서 서비스 로봇 분야에 대한 새로운 용어 제정에 많은 노력을 기울여 왔다.

- 우리나라의 경희대 이순걸 교수가 컨비너를 맡고 있다. 로봇 분야가 확대됨에 따라서, 로봇 자체 정의부터, 산업용 로봇 및 서비스 로봇에 대한 정의 등이 논의되었으며, 2012년에 ISO 8373(어휘)이 공고되었다.

- 또한, 이 그룹에서는 로봇 좌표계 표준인 ISO 9787을 개정하였는데, 주요 내용으로는 이동 플랫폼 좌표계를 포함한 이동플랫폼 좌표계를 추가하는 것이었다. 또한 2017년에는 이동로봇 관련 어휘를 다룬 ISO 19649 표준을 제정한 바 있다.

○ WG 2 표준 개발 현황

- WG 2는 서비스 로봇 분야의 안전표준을 개발하고 있다. 컨비너는 영국의 Osman Tokhi 교수가 맡고 있다. WG 3가 산업용 로봇에 대한 안전을 다루고 있고, JWG 5가 의료로봇의 안전표준을 개발하고 있다면, WG 2는 서비스 로봇에 대한 안전을 다루고 있다.

- 서비스 로봇을 해외에 수출하려면, 반드시 WG 2에서 개발한 안전 규격인 ISO 13482 안전표준을 따라야 함으로 본 규격을 사전에 인지하고 초기부터 규격에 따라서 로봇을 개발하는 것이 매우 중요하다. WG 2는 비의료용(Non-medical) 개인 지원 로봇(Personal care robot)에 대한 안전 규정을 개발하였으며, 여기에는 이동형 도우미 로봇(Mobile servant robot), 신체 보조 로봇(Physical assistance robot), 탑승 로봇(Person carrier robot) 등이 포함되어 있다. 주로 사람이 주위에 있는 경우에 최대 속도를 제한하고, 불가피하게 사람과의 접촉이 발생하는 경우에 어떠한 보호수단을 사용하여 위험요소를 줄일 것인지 등에 대하여 다루어지고 있다. 구체적으로 기계적 안전, 제이기 안전, 충전, 충돌 등의 안전 등이 다루어지고 있다.

- 현재는 ISO 13482 표준에 대한 시험 방법 표준인 ISO/TR 23482-1 표준을 개발하고 있으며, 또한 13482 표준을 이용한 적용 사용법에 대한 표준인 ISO/TR 23482-2:2019 표준을 한국이 제안하여 개발하였다.

○ WG 3 표준 개발 현황

- WG 3은 ISO 10218 (산업용로봇 안전)의 개정을 진행 중인데, 산업용 로봇을 해외에 수출하려면 반드시 만족해야 하는 점에 비추어, 우리나라도 많은 관심을 기울여야 할 것으로 판단된다. ISO 10218이 개정되면, 미국, 유럽, 일본 등에서 다시 국가표준으로 채택하고, 이것을 만족하여야만 수출이 되도록 하는 점에서 매우 중요하다. 현재 컨비너는 미국이 맡고 있으며, 대부분의 주요 산업용 로봇 제조업체들이 적극적으로 참여하고 있다.

- 현재 ISO 10218은 Part 1과 Part 2로 나누어져 있는데, Part 1은 산업용 로봇자체의 안전성에 대한 규정이고 Part 2는 산업용 로봇 시스템 통합 관점에서의 안전성을 규정하는 것이다. Part 1은 2011년에 이미 국제표준으로 개정이 되었으며 우리나라도 KS 규격으로 채택을 한바 있다. Part 2도 2011년 개정이 되어 역시 KS 규격으로 채택된 상황이다.
- 그리고 사람과 로봇이 같은 공간에서 작업을 하는 협동 로봇(Collaborative Robot)에 대한 안전 표준으로 ISO/TS 15066 표준이 2016년에 제정되었다. 본 표준이 TS (Technical Specification)인 이유는 현재 새로이 개발된 기술로서 안전 자료의 검증이 더 필요하기 때문이다. 현재 ISO 10218에 대한 개정작업이 진행 중인데, TS 문서를 본 문서로 합칠 예정으로 개발중이며, 2021년경에 개발이 완료될 예정이다.
- ISO 9283은 산업용 로봇의 성능 및 그 측정법에 대하여 설명하고 있다. 반복정밀도 등의 다양한 산업용 로봇에 대한 성능계수에 대한 정의가 나타난다. ISO 9409는 End-Effector를 로봇에 장착하기 위하여 로봇에 필요한 기계적인 사양에 대하여 정의하고 있다. 따라서 그리퍼(Gripper)등을 개발하는 업체가 특정 로봇 제작회사에 따라서 별도의 기계적인 연결 장치를 개발할 필요 없이 이 표준을 따르면 되도록 하고 있다.
- 이외에도 WG 3에서는 말단장치(End-effector) 안전 표준인 ISO/TR 20218-1:2018 표준과 수동 공급장치 안전 표준인 ISO/TR 20218-2:2017 표준이 공고된바 있다.
- WG 4 표준 개발 현황
 - WG 4(서비스로봇 성능)는 서비스 로봇 성능표준을 개발하는 것이 목적으로, 일본에서 컨비너를 맡고 있다. 한국의 제안으로 시작된 ISO 18646-1 표준을 2016에 공고하였는데, 이는 바퀴형 이동로봇의 이동성능 측정법을 다루고 있으며, 주요 내용으로는 정격속도 측정법, 경사면 등판능력, 경사면에서의 최대이동 속도, 정지거리 측정법, 회전 너비 시험 등이다.
 - 최근에 개발한 표준으로는 ISO 18646-2:2019 표준으로 서비스 로봇의 주행성능 평가 표준으로, 주요 내용은 포즈 정확도, 경로 정확도, 장애물 검출, 장애물 회피 성능 등으로 다루고 있다.
 - ISO 18646-3 표준은 서비스 로봇의 조작(Manipulation) 성능을 다루고 있으며, 현재 DIS 초안을 개발하고 있는 중이다. ISO 18646-4 표준은 허리보조로봇에 대한 성능평가 표준으로 현재 DIS 초안을 개발 중이다.

- 앞으로 개발될 표준으로는 외골격 로봇(Exoskeleton robot)에 대한 성능평가 표준, 다리형 이동로봇의 이동성능 표준, 인간로봇 상호작용(HRI) 성능평가, 에너지 효율성 성능평가 표준 등이 예상된다.

○ JWG 5 표준 개발 현황

- JWG 5는 의료로봇(Medical robot) 안전성 표준을 개발하고 있는데, IEC TC 62(의료기기 안전) 위원회와 함께 공동으로 개발하고 있다. [그림 4]에서 보여주고 있는 바와 같이, ISO/TC 299에서는 JWG 5의 하나의 Working group이지만, IEC TC 62에서 보면 JWG 9(로봇기술을 사용하는 의료기기), JWG 35(수술로봇 안전), JWG 36(재활로봇 안전) 그룹으로 나뉜다.
- JWG 9에서는 IEC/TR 60601-4-1:2017(자율도를 갖는 의료기기에 대한 지침 및 해석) 표준을 개발하였다. 본 표준에서는 로봇을 포함하여 자율도(Degree of autonomy)를 갖는 의료기기에 대하여 이것이 안전에 어떠한 영향을 줄지를 분석한 Technical Report이다. 본 문서에서는 여러 가지 방법으로 자율도를 결정하는 방법을 예시로 제시하고 있다. 또한, 자율도가 의료기기의 안전에 영향을 주기는 하지만, 어떤 때는 더 위험하게 할 수도 있지만, 반대의 경우도 있음을 제시하고 있다.
- JWG 35는 수술로봇에 대한 안전성을 규정하는 IEC 80601-2-77:2019 문서를 공고하였다. 본 문서에서는 다양한 수술로봇 및 로봇장치가 의료기기로 사용될 때에 문제가 될 수 있는 내용을 다루고 있다. 참고로, 수술로봇(Surgical robot)이란 용어 대신에 RASE(Robotically Assisted Surgical Equipment)로 용어로 대체하여 사용되고 있다.
- JWG 36는 재활로봇에 대한 안전성을 규정하는 IEC 80601-2-78:2019 문서를 공고하였다. 다양한 재활로봇이 의료기기로 사용될 때에 예상되는 안전 관련 내용을 규정하고 있다. 참고로, 재활로봇(Rehabilitation robot)이란 용어를 확장하여 RACA(Rehabilitation, Assessment, Compensation, and Alleviation) Robot이란 용어로 대체하여 표준을 개발하였다.

○ WG 6 표준 개발 현황

- WG 6는 서비스로봇의 모듈화를 개발하는 그룹으로서 가장 최근에 만들어진 그룹으로 영국의 Gurvinder Virk가 컨비너를 맡고 있다. 주로, 전기적, 기계적, 소프트웨어적인 상호호환성 표준을 개발하는 것을 목표로 하고 있다. 현재는 첫 번째 표준으로 ISO 22166-1 표준에 대한 CD 투표가 진행되는 단계이다.

○ 해외 주요국가 표준화 참여 현황

- 일본은 현재 로봇표준화를 지원하기 위한 국책연구과제를 진행하여 왔으며 이에 따라 ISO 에서 적극적인 활동을 개진하고 있다. 또한, 로봇안전과 관련하여 토요타, 혼다, 파나소닉, 사이버다인 등의 산업체에서 적극적으로 표준화에 참여하고 있는 상황이다.
- 미국은 ISO에서는 현재까지 주로 산업용로봇 표준화에 많은 관심을 기울이고 있으며, 최근에는 사람과 공동으로 작업하는 협동로봇(collaborative robot)에서의 안전성 표준 개발에 노력하고 있다. 또한, NIST(National Institute of Standard and Technology)를 중심으로 로봇의 성능평가에 대한 학술대회를 개최하여 오고 있으며, 이를 표준화하는 방안을 연구하고 있다.
- 영국은 영국표준협회(BSI)를 중심으로 ISO의 안전관련 표준에 매우 적극적으로 참여하고 있다. 특히, ISO TC 299의 WG 2(Personal care robot) 및 WG 6(서비스로봇 모듈화)의 컨비너를 수임하고 있다.
- 독일은 VDMA를 중심으로 연구소(IPA, DLR) 및 기업(KUKA, Schunk)에서 ISO 표준화 활동에 적극적으로 참여하고 있다.
- 스웨덴은 의장국가로서 적극적으로 표준화 활동을 지원하고 있으며, 특히 의장은 전통적으로 ABB사에서 수행하고 있다. 산업용로봇의 주요 생산업체인 ABB를 중심으로 산업용로봇 표준 개발에 적극적으로 참여하고 있다.
- 중국은 ISO TC 299에서 WG 6(서비스로봇 모듈화)에 관심이 많으며, 로봇표준 관련 국가 과제를 수행하며 매우 적극적으로 국제표준화 활동을 진행하고 있다.

○ 국내 표준화 참여 현황

- ISO 로봇 분야의 표준화에 있어서 우리나라는 매우 활발한 활동을 전개하여 오고 있다. 현재 ISO TC 299의 WG 1 (어휘 및 특성) 컨비너를 경희대 이순걸교수가 수임하고 있으며, WG 4(서비스로봇) 컨비너를 세종대 문승빈교수 교수가 2006년부터 2019년 1월까지 수임하였던 바 있다.
- 특히, ISO 8373, ISO 9787, ISO 19649, ISO 13482, ISO/TR 23482-2, ISO 18646-1, ISO 18464-2, ISO 18646-3 의 표준을 제안하고 개발하는 등 서비스로봇 분야에서 가장 활발한 활동을 전개하여 오고 있다.
- 이것은 2006년부터 한국의 제안으로 TC의 범위를 기존의 산업용로봇으로 한정되어 있던것을 서비스로봇 분야를 포함하는 것으로 확대하고, 한국의 문승빈교수가 서비스로

봇 그룹 위원장을 맡게 되면서 서비스로봇 분야 표준에 주도적인 역할을 시작하게 된 것으로 볼 수 있다.

○ 국내 대응 필요성 및 전망

- 현재 우리나라는 ISO TC 299에서 서비스 로봇분야 표준화를 활발히 하고 있다고 평가할 수 있다. 그러나, 일본, 중국, 영국, 독일, 프랑스, 미국 등의 선진국들도 표준화 활동에 적극적으로 참여하고 있는 상황으로 우리나라의 국제표준화 활동을 지속적으로 지원할 필요가 있다. 이를 바탕으로 국내에서 개발된 기술이 세계 시장을 주도할 수 있는 기회로 삼아야 한다.

1.3 IEC 로봇 관련 표준화 이슈 및 전망

○ IEC 로봇 관련 표준화 개요

- IEC에서의 로봇표준화는 주로 가전로봇과 의료로봇으로 나눌수 있는데, 그 중에서 의료로봇 표준화는 ISO TC 299와의 공동개발로 이미 설명한바 있으므로, 여기에서는 가전로봇 표준화 활동에 국한하여 설명하고자 한다.

○ 가전로봇 표준 개발 현황

- 청소로봇시장의 급속한 성장에 따라서, IEC TC 59(가전기기 성능)의 SC 59F(청소기구)에 WG 5(청소로봇)가 2009년에 구성되었으며, 컨비너를 한국의 경희대 임성수 교수가 맡고 있다. WG 5에서는 한국에서 개발한 KS B 6934를 기초로 세계 각국의 주요 청소로봇 제조사들(iRobot, 삼성, LG, Electrolux, Philips 등)이 모여 청소로봇 성능평가 표준을 개발하였다. 최근에 세계 청소로봇 시장의 매출이 급격히 증가함에 따라 점점 더 많은 가전회사가 청소로봇 시장에 신규 진입 또는 제품군의 확대 등의 형식으로 적극적으로 대응하고 있으며, 청소로봇 시장은 본격적인 시장 팽창기에 접어들었다. 시장 확대에 따라 제품군의 분화가 이루어지면서, 청소 및 주행방식 등 기술의 차별화와 더불어 가격 차별화도 이뤄지는 등 제품의 다양화로 소비자의 선택의 폭이 점점 더 넓어지고 있다. 청소로봇 구매 소비자와 건전한 청소로봇 제조사의 이익을 보호하기 위해, 청소로봇들의 성능을 공정하게 평가하고 청소로봇 제품의 양호, 불량을 평가할 수 있는 평가 방법이 절실히 필요한 실정이다. 본 표준은 이러한 필요에 부응하여 청소로봇의 주요 기능을 선정하고, 이 기능을 수행하는 성능을 평가하는 방법을 표준 환경의 정의와 더불어 제시하고 있다.
- IEC TC 59에 WG 16(가정용로봇 성능)은 컨비너로 중국과 한국(경희대 임성수 교수)이 공동으로 활동하고 있다. WG 16의 활동 결과로 IEC 62849(가정용 로봇 성능평가) 표준이 2016년에 공고되었다. IEC 62849 표준은 주로, 위치 측정, 원점 복귀, 충전 후 작동시간, 계단에서의 동작, 장애물 회피, 케이블 넘어가기 등의 성능을 측정하는 방법을 제시하고 있다.
- IEC TC 61(가전기기 안전)에서는 WG 44(가정용 로봇 안전)를 최근에 결성하여 새로운 표준 개발을 준비 중인데, 중국에서 컨비너를 수입하고 있다.
- 또한 SC 61J(상용 전동 청소기구 안전)/WG 3(상용 자동바닥 처리기계)에서 상용 청소로봇 안전표준(IEC/CD 60335-2-117)을 현재 개발하고 있으며, 현재 CD를 투표를 진행한 바 있다.
- IEC TC 116(전동공구 안전)에서는 IEC 60335-2-107:2017 (잔디깎기 로봇 안전) 표준을 개발하여 공고하였다.

○ 해외 주요국가 표준화 참여 현황

- 가전로봇 표준화에서 가장 활발한 곳은 중국으로서, 현재 IEC TC 59/WG 16 및 TC 61/WG 44의 컨비너 등을 맡고 있는 등 매우 활발한 활동을 전개하고 있다.
- 일본은 청소로봇 표준화 활동에는 거의 참여를 하지 않고 있으나, 최근 들어 가전로봇 안전표준화 활동에 참여를 시작하였다.
- 미국은 아이로봇(사)를 중심으로 청소로봇 표준화 활동에 적극적으로 참여하고 있으며, 특히 ASTM에서 유사한 활동을 통하여 최근에 IEC에서의 활동을 강화하고 있다.
- 영국은 다이슨(사)를 중심으로 청소로봇 성능평가 표준화에 적극적으로 참여하고 있다.
- 독일은 Karcher, Mille 및 시험기관을 중심으로 청소로봇 표준화 활동에 적극적으로 참여하고 있다.

○ 국내 표준화 참여 현황

- IEC 가전로봇 분야의 표준화에 있어서 우리나라는 IEC SC 59F의 WG 5(청소로봇 성능평가) 컨비너 및 TC 59/WG 16 공동컨비너를 임성수교수가 수임하고 있는 바와 같이 매우 활발한 활동을 전개하여 오고 있다.
- 청소로봇 표준화의 경우에 삼성전자, LG 전자, 유진로봇 등이 10여전부터 계속하여 적극적으로 참여하여 오고 있으며, 현재 국내기업의 세계시장 점유율이 표준화 시작시점과 비교하여 크게 성장한 바 있다.

○ 국내 대응 필요성 및 전망

- 가전로봇의 경우에 지난 10년간은 주로 청소로봇 성능평가를 중심으로 성능평가 분야에 머물렀으나, 이제 안전표준으로 확대되고 있는 상황이다. 이에 따라서, 성능평가 표준화를 주도하여 온 것처럼, 가전로봇 안전 표준분야에도 적극적으로 대응할 필요가 있다.

1.4 사실상 표준화기구 로봇 표준화 이슈 및 전망

○ 사실상 표준화기구 표준화 개요

- 로봇분야 사실상표준을 개발하는 국제단체는 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers), OMG(Object Management Group), ASTM (American Society for Testing and Materials) 등이 있다.

○ IEEE 표준 개발 현황

- IEEE(전기전자공학회) RAS(로봇 및 자동화학회)에서도 로봇 관련 표준을 개발하고 있다. 2011년에 MDR(Map Data Representation) WG과 ORA(Ontologies for Robotics and Automation) WG이 조직되었다.
- 두 개의 WG은 각각 "Standard for Robot Map Data Representation for Navigation (P1873)", "Standard for Ontologies for Robotics and Automation (P1872)"의 정식 프로젝트를 제안하여 IEEE RAS 및 SA로부터 동일 명칭의 PAR(Project Authorization Request)가 정식 승인 후 공고되었다.

○ OMG 표준 개발 현황

- OMG에서 채택된 첫 번째 로봇 표준은 2007년 Robotics DTF의 Infrastructure WG 이 만든 RTC(Robot Technology Component) 규격이다.
- OMG의 두 번째 로봇 표준은 2009년 한국의 ETRI와 삼성전자 및 일본의 JARA가 Robotic Functional Service WG을 통해 공동으로 제안하여 채택된 RLS(Robotic Localization Service) 규격이다. RLS 규격은 로봇의 위치 기반 서비스를 지원해주는 프레임워크로서, 좌표 참조 시스템, 객체 정보, 위치추정 결과의 데이터 구조, 위치 기반 서비스의 인터페이스 등을 규정하고 있다.
- 세 번째 로봇 표준은 역시 Robotic Functional Service WG을 통해 한국의 ETRI와 일본의 JARA 및 AIST가 공동 제안하여 2012년 채택된 RoIS(Robotic Interaction Service) 규격이다. RoIS 규격은 로봇 서비스 응용과 HRI(인간-로봇 상호작용: Human-Robot Interaction) 엔진 사이에서 인터페이스를 정의하고 인터페이스 유형에 대한 메시지 프로파일 관리 방법과 HRI 엔진에 대한 공통 메시지를 정의한다.

○ ASTM 표준 개발 현황

- ASTM에서는 전통적으로 미국을 중심으로 표준을 개발하여 오고 있으며, 로봇 분야에서는 구조탐사로봇(Rescue and search robot)에 대한 표준을 E54.08(Operational Equipment)에서 개발하였다. 군사용이나 재난 극복용으로 사용되는 트랙형 로봇에 대한 다양한 표준이 개발되었다.

- 그리고 F45(Driverless Automatic Guided Industrial Vehicles)에서는 AGV에 대한 표준을 개발하였고, 가장 최근에는 F48(Exoskeletons and Exosuits)에서 착용형 로봇에 대한 다양한 성능 표준을 개발하여 오고 있다.
- 해외 주요국가 표준화 참여 현황
 - 사실상표준을 개발하는 기관(IEEE, OMG, ASTM)이 주로 미국을 중심으로 활동을 하는 관계로 미국이 표준화를 주도하고 있다.
 - 이태리는 IEEE 지도개발 WG의 현재 의장을 맡고 있는 등 활발한 활동을 하고 있다.
 - 일본은 특히 OMG의 Robotics 그룹의 의장을 초기부터 지속적으로 수임하고 있는 등 미들웨어 분야에서 매우 활발한 활동을 전개하고 있다.
- 국내 표준화 참여 현황
 - IEEE 표준화의 경우에 지도개발 WG 의 의장을 ETRI의 유원필 박사가 초기에 수임하는 등 적극적인 참여를 하고 있으나, Ontology 그룹에는 최소한의 참여를 하고 있는 수준이다.
 - OMG 표준화의 경우에 초기에는 ETRI의 조영조 박사가 공동의장을 맡는 등 활발한 활동을 전개한 바 있다.
 - ASTM 표준화의 경우에 현재 F48(Exoskeleton and Exo-suits)에는 의견을 제출하는 등 활동을 하고 있으나, 재난구조로봇 표준화에는 거의 참여를 하지 않고 있다.
- 국내 대응 필요성 및 전망
 - 현재까지 사실상표준화 기구에서는 한국이 주도적인 역할을 IEEE를 제외하고는 많지 않은 상황이다.
 - 우리나라는 이미 ISO 및 IEC와 같은 공적표준화기구에서 이미 주도적인 역할을 수행하고 있기 때문에, 사실상표준화 기구에서는 표준개발 상황 및 영향력을 평가하면서, 개별 기업의 필요성에 따라서 참여여부를 결정하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

2 국제표준화 영향력 확대 방향 및 전략 (4 페이지 이내 작성)

2.1 국제표준화에서 한국의 취약점

○ 산업계 전문가 참여 저조

- 우리나라는 비교적 활발하게 로봇 분야 표준화를 주도 또는 참여하여 오고 있으나, 대부분의 전문가들이 학계 및 연구계에 속하여 있고 산업계 참여가 저조한 상황이다.
- 한국의 세계시장 점유율이 높은 청소로봇의 경우에는 예외적으로 삼성전자, LG전자, 유진로봇 등이 적극적으로 참여하고 있으며, 최근 들어서 제조용 로봇 표준회의에 현대중공업, 두산로보틱스, 한화정밀기계 등이 참여하고 있으며, 서비스로봇 표준회의에는 LG전자 등이 참여하기 시작하였다.
- 이에 비하여 선진국의 경우에는 대부분의 전문가가 산업계에 속해 있으며, 따라서 업계의 요구사항이 표준화에 많이 반영되고 있는 상황이다. 물론, 학계 및 연구계가 같이 참여하면서 기업체를 지원하고 있는 양상이다.
- 이러한 현상은 선진국의 경우에 새로운 제품을 개발하여 시장을 창출하였던 경험을 많이 보유하고 있기 때문에 가능한 것으로 보인다. 즉, 신규제품 시장을 창출하려면 표준화가 반드시 이루어져야 한다는 것을 경험으로 알고 있으며, 이에 따라서 기업에서도 표준 전문가가 이미 많이 양성되어 있다.
- 이에 비하여 우리나라는 빠른 추격자(Fast Follower) 전략을 취하다 보니, 표준화를 주도하기 보다는 개발된 표준을 이용하면 된다는 인식이 퍼져 있다. 그러나, 로봇 분야처럼 시장이 새로이 형성되고 있는 시장에서 표준을 주도하지 못하면 빠른 추격자가 되기도 어렵다. 따라서, 향후에는 제품을 개발하는 단계에서 표준화 작업도 같이 진행하면서 국제사회에 제품 확산에도 기여하는 모습을 보이는 것이 중요하다고 하겠다.

○ 표준분야 후속세대 양성 필요

- 우리나라의 경우에 선진국과 같이 표준화 경험이 오래되지 않은 이유로 기업체의 표준 전문가는 말할 것도 없고 일반 표준 전문가의 숫자가 적은 것이 현실이다.
- 현재 로봇분야 표준화를 이끌고 있는 인력이 주로 학계나 연구소를 중심으로 50대이상으로 구성되어 있는바, 10여년 후를 대비하여 후속세대 표준화 전문가 양성이 시급하다.

○ 표준 및 인증 시험 인프라 구축

- 로봇 분야 표준화를 성공적으로 진행하려면, 기업체의 활발한 참여와 아울러 제안할

표준 항목을 시험하고 평가할 수 있는 인프라 구축이 필요하다.

- 현재 학계 및 연구기관을 중심으로 개별적인 연구를 진행하여 예를 들어 로봇과 인체 간의 충돌등의 분야 등에서 세계적인 수준의 연구를 진행하고 있고 이것을 표준에 반영하려고 시도하고 있다. 이러한 연구를 효과적으로 지원하기 위하여서는 이를 검증하고 인증을 줄 수 있는 시험평가 인프라 구축이 시급하다.
- 일본은 10여년전에 로봇안전성 평가 센터를 구축하여 기업에서 개발한 제품의 안전성을 시험평가하고 인증하는 체계를 갖추고 있으며, 독일에서는 Fraunhofer 연구소 등에서 로봇과 인체 충돌 평가 연구를 수행하고 있다. 역시 미국에서는 NIST 내에 로봇 시험평가팀이 다양한 형태의 제조용 및 서비스로봇 안전 및 성능평가 기준을 개발하여 오고 있다.
- 우리나라에서는 한국로봇산업진흥원에서 시험평가센터를 운영하고 있으나, 일부 기능에 한정되고 있는 상황으로 이를 확대한 시설 확충이 필요한 상황이다.

2.2 취약점 개선을 위한 전략(접근방법 등)

○ 산업계 전문가 양성 방안

- 청소로봇의 경우와 같이 한국이 세계시장에서 일정부분 이상을 차지하는 경우에 산업체에서는 표준의 필요성을 공감하고 참여를 하게 된다.
- 그러나, 서비스로봇과 같이 시장이 초기 형성기에 있는 경우에 우리나라의 사정상 기업체에서 직접 참여하기가 쉽지 않은 것이 현실이다. 따라서 이러한 분야에 대하여서는 국내에서 대응위원회를 운영하여 업체의 의견을 표준에 반영하게 하도록 하는 것이 필요하다. 현재 로봇분야에서는 지능형로봇 표준포럼내에 국제표준 대응위원회를 구축하여 개발되고 있는 표준에 국내 기업의 의견을 반영할 수 있는 제도를 운영하고 있는바 여기에서 기업들의 참여를 지금보다 늘일 수 있도록 지원이 필요하다.
- 이렇게 국내 대응위원회에 참여를 하다가, 향후에, 시장이 확대되고 필요성이 인정되면 기업체 전문가들이 국제회의에 직접 참여하게 되는 것으로 연결되도록 하는 전략이 필요하다. 제조용 로봇 및 서비스로봇의 경우에 이런 전략을 취한 결과 몇 개의 기업이 국제회의에 현재 직접 참여하고 있다.
- 또한 중소기업의 경우에는 표준화 의지가 있더라도 예산 등의 제약요소가 있을 수 있으므로 국제표준화 회의 참여 경비등을 지원하는 제도를 도입할 필요가 있다. 이러한 제도를 통하여 후속세대 표준화 전문가를 양성하는 것도 필요하다.

○ 표준분야 후속세대 양성 필요

- 표준분야 후속세대를 양성하기 위하여 표준개발 체계에 젊은 세대를 영입할 수 있는 길을 열어주는 것이 필요하다.
- 이에 따라서, 지능형로봇표준포럼의 분과위원회, 국제회의 대응위원회에 부위원장 제도 등을 도입하여 젊은 세대의 활동을 도모할 필요가 있다.
- 또한, 국내에서 컨비너를 수임하고 있는 경우에 간사로 젊은 인력을 임명하는 것을 추진하여 미래세대 표준화 리더로 성장시킬 필요가 있다.
- 또한, 산업계 전문가 양성과 후속세대 양성을 위하여서는 정부에서 표준기술력향상사업 등을 통하여 인력양성을 지원하는 것이 필요하다.

○ 표준 및 인증 시험 인프라 구축

- 국제표준을 선도하기 위하여서는 시험을 통하여 실증된 기술을 제안하고 반복시험을 미리 수행하는 것이 필요하다. 물론, 이렇게 구축된 설비를 활용하여 인증시 검증설비로 활용할 수도 있다.
- 한국로봇산업진흥원에 이미 구축된 시험 설비를 기반으로 하여 로봇시험평가센터를 새로이 만들어서 국내에서 개발한 기술을 시험평가 할 수 있는 기반조성이 필요하다.

2.3 우리나라의 리더쉽 확대 방안

○ 로봇분야 전체 의장단 현황

개발기구	의장단 현황	이름/소속	특이사항
ISO	WG 1 (Vocabulary and characteristics) 컨비너	이순걸교수/경희대	
	ISO/DIS 18646-3 프로젝트리더	문승빈교수/세종대	
IEC	SC 59F/WG 5(청소로봇 성능) 컨비너	임성수교수/경희대	
	TC 59/WG 16(가전로봇 성능) 컨비너	임성수교수/경희대	

○ 로봇분야표준 한국 기고 현황

- 서비스로봇 분야에서는 ISO와 IEC 양기관에서 다수의 표준을 한국이 NP를 제안하여 개발을 진행하여 오는 등 매우 활발한 활동을 전개하고 있다.
- 상대적으로 활동이 저조하였던 산업용로봇 분야에서도 최근에 경희대 임성수교수가 사람과 로봇간의 충돌 시험 결과를 제출하는 등 중요한 기고를 하고 있으며, 국내 대기

업(현대중공업, 두산중공업, 한화정밀기계 등)을 중심으로 활발한 참여를 하고 있다.

○ 국제표준화 진출 및 확대 필요성 및 전망

- 국제 표준화기구의 의장단으로 활동하게 되면, 당연히 해당국가의 의견이 잘 반영되게 되고 이것은 산업발전으로 이어질 가능성이 높아지게 된다.

- 우리나라는 서비스로봇 분야에서의 의장단 활동이 상대적으로 활발한 편이지만, 최근 들어 일본, 중국 등에서의 견제가 높아지고 있는 상황이다.

○ (국제표준화 진출 및 확대 전략)

- 국제표준화 활동을 향후 지속적으로 유지하고 확대하기 위하여서는 젊은 후속세대를 간사(Secretary) 및 프로젝 리더로 지원하여 미래 표준화리더로 성장시키는 것이 필요하다.

- 또한, 정부 정책으로 국제표준화 활동을 지속적으로 지원하는 것이 무엇보다도 필요하다고 하겠다.

3. 시사점 및 결론 (2페이지 이내, 정책적 방향, 시사점 등 기술)

○ (시사점)

- 로봇분야 표준화는 이미 설명한 바와 같이 민간에서 주도하는 단체표준을 먼저 개발하고 그 중에서 필요성이 인정되는 것을 KS 국가표준으로 개발하고 나아가서는 국제표준으로 제안하는 체계를 갖추고 있다.
- 예를 들어, 청소로봇 성능평가 표준의 경우에 정부가 지원한 표준기술력향상사업을 통하여 기술을 개발하고, 이를 기준으로 민간단체 표준인 지능형로봇표준포럼 표준을 개발하였고 다시 이것을 KS 표준으로 만들었다. 그리고 이를 기준으로 당시로서는 초기단계 있던 청소로봇 제품 국제표준을 제안하고 우리나라가 컨비너를 맡아서 개발하여 왔다. 이를 통하여 관련 산업계에 많은 도움이 된 것이 사실이다.
- 이와 같이 새로운 산업분야에서 표준화를 효과적으로 추진하려면 표준 개발 생태계를 구축하는 것이 필요하다. 이를 위하여 장기에 걸쳐서 일관된 노력을 기울이는 것이 요구된다. 필자의 경우에도 20여년에 걸쳐서 KS 표준화 활동을 시작으로 로봇분야 국제 표준화 활동을 지속하여 왔다.

○ (정책적 방향 제시)

- 지금처럼 비교적 많은 표준 개발자를 확보할 수 있었던 것은 국가기술표준원을 통한 표준기반기술사업 지원을 받았던 것이 매우 중요하였다.
- 4차산업 분야와 같이 미래선도 산업분야에 대하여서 국가가 적극적으로 지원을 하고 이렇게 지원을 받은 분야는 지원이 만료된 이후에도 지속적으로 표준화 활동을 할 수 있는 생태계 구축이 필요하다.
- 로봇분야는 한국로봇산업협회를 중심으로 2005년부터 지능형로봇표준포럼을 운영하여 오고 있으며, 이를 바탕으로 표준화를 효과적으로 진행하여 왔다.

○ (결언)

- 표준화의 궁극적인 목적은 해당 산업 분야의 활성화이며, 구체적으로는 세계시장 점유율을 확대하는 것에 있다고 본다. 우리나라는 미래 먹거리를 확보하여야 하는 중차대한 상황에 있으며, 특히 로봇 분야가 미래 성장 동력으로 되기 위하여 표준화 분야에서의 노력이 로봇 산업 활성화에 중요한 역할을 하기를 기대한다.