



로봇기술의 발전과 건설자동화기술의 미래



이준복 경희대학교 건축공학과 교수

1. 서론

건설산업은 특성상 인력의존도가 높고 정형화된 작업환경의 제공이 어려운 이유로 임기응변의 창의적 문제해결 능력이 매우 중요하다. 이와 같은 이유로 새로운 전문기술지식의 도전 및 습득보다는 경험을 중시하게 되고 시스템보다는 개인의 능력이 매우 중요시되는 산업이다. 건설 노동생산성 향상 및 안전문제 해결 등 현실적인 문제를 해결하기 위해 1980년대부터 일본, 미국에서 시작된 건설자동화기술의 연구개발은 가시적 성과와 함께 현장적용 및 상용화의 한계도 경험하였으며 최근 세계 경제의 위기 속에 진전 속도를 늦추고 있는 실정이다. 그러나, 건설인력의 고령화 및 숙련공의 부족은 더욱 심화될 것이며, 건설공사의 대형화·복합화, 극한지에서의 건설, 우주개발 및 심해·인공섬 개발 등 메가프로젝트의 성공적 수행을 위해 첨단기계화시공, 자동화시공 기술 등이 더욱 절실하게 요구될 것이다.

건설자동화(construction automation)의 개념은 컴퓨터 및 전산기술을 이용한 정보화, 통합관리시스템화 등 소프트웨어적인 기술과 시공의 성력화, 기계화를 위한 자동반자동 형태의 로봇 개발 등 하드웨어적인 기술을 포함한다고 정의된다(이준복, 2003). 본 고에서는 자동화시공을 위한 건설로봇의 개발기술에 초점을 맞추어 로봇기술의 발전과 건설자동화기술의 전망에 대해 논하고자 한다.

2. 로봇기술의 발전

로봇(robot)이란 강제 노역을 의미하는 robota라는 체코어

에서 유래된 것으로서 사전적 의미는 '인간과 비슷하게 생각하고 인간의 여러 복잡한 행위를 수행할 수 있는 기계'이다.(Merriam-Webster Collegiate Dictionary, 1999). 1920년대 체코의 작가인 카렐 차펙의 R.U.R.이라는 연극에서 처음으로 사용된 로봇이란 용어는 인공 노예로서 개발된 로봇에 의해 주인인 인간이 멸망에 이르게 된다는 매우 흥미롭지만 빠른 속도의 로봇기술 발전에 의한 미래사회의 예상되는 문제제기를 하고 있는 내용이다. 이와 같이 과학 공상소설 속의 로봇이 1980년대 컴퓨터기술의 발전에 힘입어 인공지능과 함께 획기적인 발전을 도모하게 된다. 또한, 첨단 정보통신기술, 다양한 제어 및 센싱기술의 발전, 나노기술, 생명과학기술의 발전과 접목하면서 1990년대부터 로봇기술의 획기적 발전이 이루어졌다.

로봇은 제조산업의 생산자동화를 목적으로 주로 개발되었던 산업용 로봇으로 시작하여 1990년대 중반부터 서비스 로봇이 주목을 받게 되었다. 세계로봇협회(IFR) 자료에 의하면 2007년말 시점에 전세계 약 49,000대의 서비스 로봇이 사용되고 있으며 시장규모는 약 80억달러에 달하는 것으로 알려지고 있다. 또한, 2011년까지 약 54,000대의 로봇이 새로이 도입되어 시장이 확대될 것으로 전망하고 있다. 최근에는 인간의 물리적 외형에 근접한 로봇인 휴머노이드(humanoid)의 개발이 전세계의 이목이 집중된 가운데 추진되고 있다. 우리나라 정부에서는 2009년 초에 향후 10년 한국경제를 이끌어 갈 17개 신성장동력 산업을 선정 발표했다. 이는 녹색기술산업, 첨단융합산업, 고부가서비스산업으로 구성되며, 첨단융합산업에 로봇응용 분야가 포함되어 있다. 지식경제부는 지능형로봇 제품과 서비스의 상용화를 위해

2009년 43억원 규모의 지능형로봇 보급 및 확산 사업운영을 발표한 바 있다. 이와 관련하여 이미 국방항공발전소 등 주요 기간시설의 관리업무를 위한 「지능형 감시로봇 시스템」의 개발이 진행 중에 있다. 이와 병행하여 지식경제부는 수술로봇의 개발 등 의료로봇을 신 시장 창출의 유망한 분야로 투자를 확대할 계획이다.

미국에서의 로봇은 그림 1에서 보듯 국방산업에서 활발히 진행되고 있다. 군사용 로봇의 개발은 지뢰 등 위험물 탐지 로봇, 정찰로봇, 무인 폭격로봇 등 다양하게 실전용으로 개발되었으며 현재는 인간형 로봇의 개발이 진행되고 있다.



그림 1. 미국 국방용 로봇의 개발 현황
(P.W. Singer, Wired for War, 2009, www.ted.com)

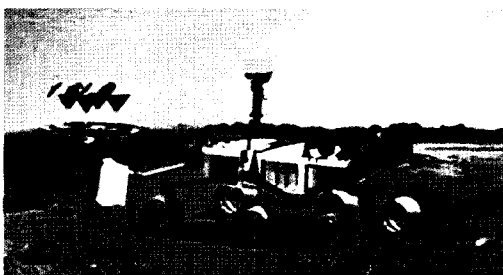


그림 2. 칵테일을 서빙하는 화성탐사로봇
(Charles Elachi, NASA's Jet Propulsion Laboratory, 2008, www.ted.com)

미국 항공우주국(NASA)에서 개발중인 화성탐사로봇의 기능 중 칵테일을 서빙하는 로봇이 찰스 엘라치 소장(미 항공우

주국 제트추진연구소)의 강연에서 소개되었다(그림 2). 아직은 아이디어 수준이지만 미래 로봇의 모습을 예측할 수 있는 매우 흥미로운 제안이다. 화성탐사 이후 화성에서의 토양층 및 물의 파악 및 건설용 로봇 또한 생각할 시점이 된 것이다.



그림 3. 입을 로봇의 병사,
국방일보, 2009.4. (원출처:
www.lockheedmartin.com)

그림 3은 최근 미국 최대 방산업체인 록히드마틴사에서 선보인 “헬크(HULC-Human Universal Load Carrier)”로서 인간의 능력에 로봇의 파워를 강화하는 장비를 개발하여 초인적 슈퍼능력을 제공하게 된다. 이는 미국 버클리대학 연구팀이 개발한 “BLEEX(Berkeley Lower Extremity Exoskeleton)”을 록히드마틴사가 독점 생산한 것으로 산학협동 개발의 사례이다.



그림 4. 보스턴 다이내믹스의 빅독
(big dog)/Juan Enriquez, 2009.2.
www.ted.com)

미래학자 후앙 엔리케즈(Juan Enriquez)는 매우 빠른 속도로 로봇 기술이 진화하고 있다고 주장하면서 4족 자율보행의 로봇을 소개한다. 그림 4는 보스턴 다이내믹스가 개발한 빅독(big dog)이라는 로봇으로서 어떠한 지형에서도 동물과 같이 4족 보행이 가능한 로봇이다. 이는 직립보행 로봇의 개발로서 어떠한 지형에서도 자율적으로 주행할 수 있는 최첨단 보행기술을 가지게 된 진화된 로봇기술로서 의미가 매우 크다. 그는 향후 세포공학, 조직공학이 로봇공학과 접목되어 새로운 형태의 로봇이 매우 빠른 속도로 개발될 것이라고 예상하면서 인간은 지금의 호모 사피엔스에서 진화적 인간인 호모 에볼루티스(Homo Evolutis)로 발전할 것이라고 주장하고 있다.

최근 개봉된 애니메이션 영화 Wall-E 영화(픽사 제작)의 주인공인 청소로봇 월피는 로봇 이브와 사랑을 나누는 이야기를 담고 있어 기술의 진보로 인한 비인간화에 대한 경종을 울리는 한편 로봇 과학기술자로 하여금 감성로봇의 개발에 자극을 주는 영화로 평가된다.

3. 건설자동화 및 로봇기술의 전망

건설자동화 및 로봇기술의 연구개발은 일본에서 1980년대 부터 시작되었다. 1980년대 후반에 철골내화피복용 로봇, 철 골용접로봇, 콘크리트바닥면 마감 로봇 등 170여종이 시험제 작되어 실용화를 가시화한 획기적 기술개발의 성과라 할 수 있다. 1990년대에 들어서는 빌딩자동화시스템 기술을 개발 하여 무려 12개의 시스템이 현장에 적용되었다.

이는 건설자동화시공 기술의 혁신이라고 평가된다. 일본 에서는 차세대 건설용 로봇의 대상으로 인간과 공존하는 힘 로봇, 직립보행의 인공지능형 로봇으로 꼽고 있으며, 적용 분야는 생산성 및 안전성 확보를 위한 단일 공종작업, 기간 시설의 유지보수, 재해복구사업, 환경보전 등으로 파악하고 있다. 국내 건설자동화 및 로봇에 대한 연구개발은 1990년대 부터 본격화되어 다양한 성과물이 도출되었으며 실용화된 사례도 다수 보고되고 있다. 정부에서 2005년 첨단융합건설 연구단을 설립하여 2년여에 걸쳐 정보기술(IT), 생명기술 (BT), 나노기술(NT), 로봇기술(RT), 환경기술(ET) 등 첨단 기술을 접목한 36개 건설 용·복합 기술개발 대상과제를 발 굴하여 단계별로 추진하고 있다.



그림 5. 지능형 굴삭시스템 구성도(지능형 굴삭시스템 연구단, 2009)

건설자동화 및 로봇분야의 대형연구과제는 2006년도에 한국건설교통기술평가원에서 발주한 고려대 컨소시엄인 “고 층건물 구조체 시공자동화시스템 개발”, 두산인프라코어 컨 소시엄인 “지능형 굴삭시스템 개발” 로서 혁신적 기술개발 성과가 기대되며 파급효과가 클 것으로 예상된다. 두 과제는 건축과 토목분야의 혁신적 건설자동화생산시스템의 구축을 목표로 건설, 기계, 전기, 전자, 로봇기술 관련 전문가, 건설

회사 및 건설기계관련 기업들이 참여한 다학제간 산학연 컨 소시엄을 이루고 있다.

그림 5는 지능형 굴삭시스템의 개념도로서 주요 내용은 (1) 지능형 task planning system 개발 및 응용, (2)작업환경 인 식기반 지능형 제어기술 개발, (3)작업특성을 고려한 지능형 굴삭시스템 개발 및 시스템 통합으로 구성되어 있으며 2007 년부터 5년간 연구개발을 진행하고 있다.

고층건물 구조체 시공자동화시스템 개발은 1990년대 초 일본에서 구축한 전자동시공시스템보다 진화된 시스템의 구 축을 목표로 (1)고층 건물 구조체 시공자동화 시스템 기획 및 통합,(2) 크라이밍 유압로봇 및 CF(Construction Factory) 구조체 기술 개발, (3)로보틱 크레인 기반의 자재설치 핵심기 술 개발, (4)무선인식 및 다차원 CAD기반의 지능형 건설자재 조달시스템 개발의 4분야로 구분하여 2007년부터 5년간 연 구개발을 추진하고 있다(그림 6).

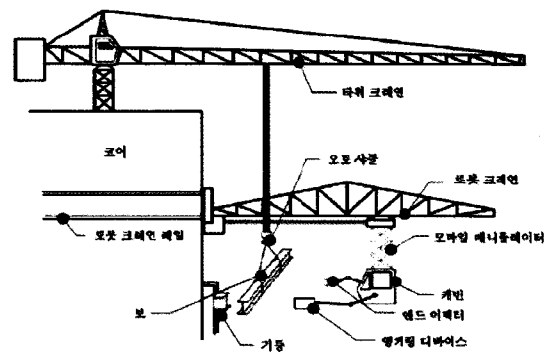


그림 6. 고층건물 구조체 시공자동화시스템 개념도 (고층건물시공자동화연구단, 2009)

4. 결론

현재 최첨단 로봇기술은 인간-로봇 협업체계의 개발이다. 이는 인간의 두뇌와 로봇의 힘이 결합된 형태의 로봇 개발을 의미하며 두가지 형태로 구분할 수 있다.

첫째, 인간의 두뇌에 로봇의 힘을 부가한 인간의 로봇화, 둘째, 기계적 로봇에 인간의 지능을 부가하는 인간형 로봇의 형태이다. 이와 같은 요소기술을 갖춘 로봇의 적용산업분야 는 산업용 로봇, 군사용 로봇, 생활서비스용 로봇, 우주개발

용 로봇으로 구분할 수 있으며 각 분야에서 로봇의 핵심적 요소기술이 활발히 진행되고 있다.

건설산업의 특성상 인력의존도가 높으며 경험지식이 매우 중요하다. 그러나, 건설생산의 효율성 제고 및 경쟁력 강화를 위해서는 건설생산 방식의 혁신적 기술개발이 절실하다. 혁신적 건설기술로서 건설자동화기술은 매우 중요하다. 건설자동화기술은 관련 기초분야의 첨단기술을 융·복합해야 하는 '종합기술'이다. 따라서, 건설자동화기술의 연구개발을 위해서는 건설생산프로세스의 충분한 이해를 바탕으로 첨단 로봇의 핵심요소기술의 접목 방안을 강구하여야 한다.

이에 기계, 전자, 메카트로닉스, 조직 및 세포공학 등 다학제간 과학기술 분야와 건설분야가 협업하여 현장적용이 가능한 연구개발을 추진하여야 한다. 이와 아울러 건설자동화는 현행 건설기계관리법에서 정하고 있는 27종 건설기계의 첨단화를 통한 시공자동화를 도모하는 방안과 대형화·복합화된 건설에서 요구되는 새로운 시공기술 혹은 기계장비의 개발을 통한 자동화시공 혹은 로봇시공기술의 개발의 접근법도 고려되어야 한다. 건설자동화 및 로봇기술의 기술개발 활성화를 통해 건설생산의 효율성을 제고하고 나아가 기술 경쟁력을 확보하기를 기대한다.