

유망 尖端技術展望 시리즈

産業用 로봇의 技術開發 및 需給 : 動向과 展望

박 용 태¹⁾

I. 기술 개발 動向

산업용 로봇은 1950년대에 美國에서 처음 제작되어²⁾, 1960~70년대 초반의 開發期를 거치면서 다양한 형태의 제2세대 로봇이 출현하였다. 이 시기의 로봇은 컴퓨터와 유사한 전자 기억 장치를 가지고 있었으나 특정 작업을 반복적으로 수행하는 hard-wired 방식에 그친 수준이었다. 1970년대 후반부터 전자 기술의 발전에 따라 microprocessor에 의해 제어되는 soft-wired 방식의 제2세대 로봇이 보급되기 시작하였다. 이 시기의 로봇은 인식, 지각 및 판단 기능을 갖추고 動的 기술의 효율성과 정확성도 제고됨으로써 그 활용 범위도 확대되어 본격적인 實用化단계에 접어들게 되었다. 또한 FMS나 CIM 체제를 지향하는 생산 시스템의 統合化 경향에 따라 시스템 구성 기술도 괄목할만한 발전을 이루었다. 최근의 연구 개발의 초점을 기술 요소별로 요약하면, 감각 인식 기술에 있어서는 입체화·多重(multi-sensor)화를, 제어 및 정보 처리에 있어서는 지능화·回路화를, 동적 기술에 있어서는 소형화·輕量化·高출력화를, 그리고 시스템 구성 기술에 있어서는 체계화·통합화 경향이라고 할 수 있다.

90년대 후반에는 실용화 단계에 접어들 것으로 예상되는 제3세대 로봇은 3차원 인식 기능, 학습 및 추론 기능을 지니고 步行형 이동 기구를 갖게 될 人工知能 로봇으로서 그 이용 범위가 제조업뿐만 아니라 특수 산업 분야(水中 작업, 우주 탐사, 원자력 발전 등)와 가정용, 사무실용 등으로 확산될 전망이다(표 1 참조).

<표 1> 산업용 로봇의 발전 단계

구분	제1세대('60~'70)	제2세대(1980s)	제3세대(1990s)
특성	반복 robot	지각 판단 robot	학습 robot
제어 방식	Play back	sensor feedback	learning & inferring
이동 방식	통상 이동형	전방향 이동형	보행형, 계단 동강형
용도	pick & place spot 용접	Arc 용접 원격 작업 조립	자동 조립 극한 상황 작업 가정용, 사무실용

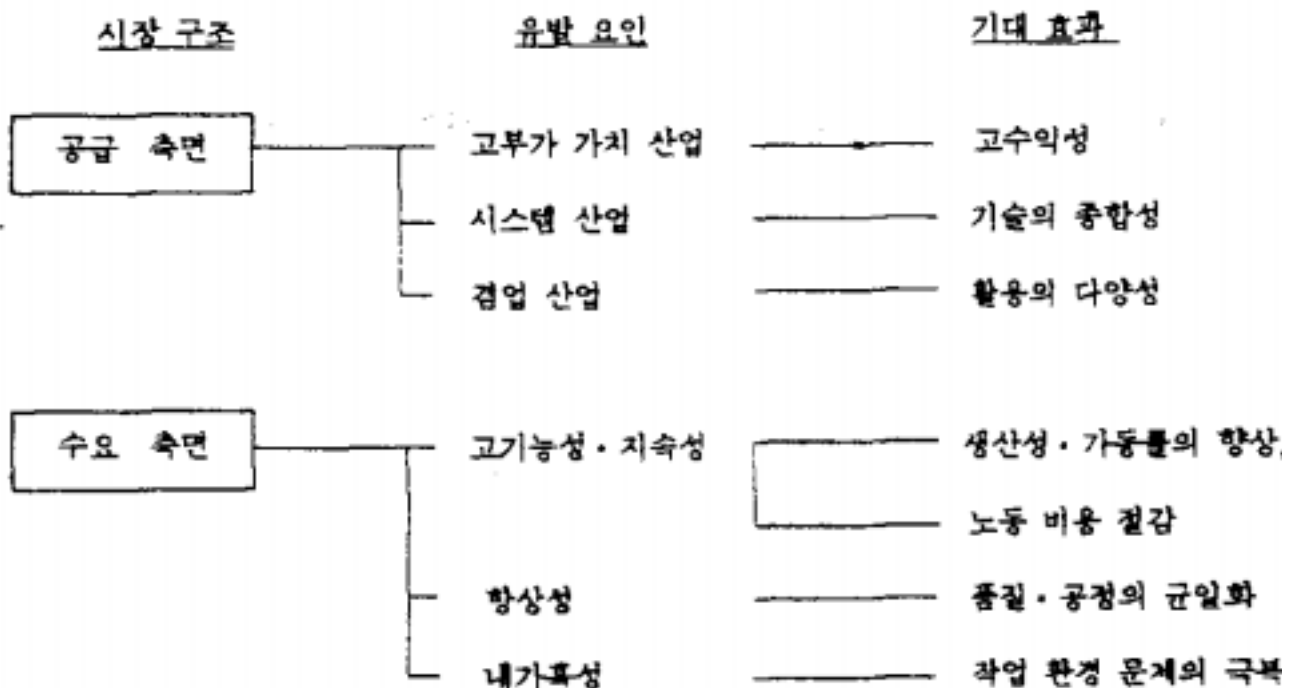
II. 産業特性 및 需給動向

산업용 로봇은 짧은 역사에 비해 그 활용도와 보급률이 급속한 증가 추세를 보이고 있다. 이러한 현상은 크게 「공급」 측면에서 산업용 로봇 산업이 지니는 전략적 利点과 「수요」 측면에서 산업용 로봇이 갖는 기술적 비교 우위에 의해 설명될 수 있을 것이다. 우선 산업용 로봇 제조 산업의 전략적 이점으로는 첫째, 지식 집약적 고부가 가치 산업이라는 점, 둘째, 기계와 전자 기술의 결합 및 하드웨어와 소프트웨어의 연결을 필요로 하는 전형적인 시스템 산업이라는 점, 셋째, 自社 활용과 판매가 병행될 수 있는 兼業 산업이라는 점을 들 수 있다. 또한 기술적 비교 우위에 의한 수요 誘發 요인으로는 첫째, 로봇의 高性能과 持續性이 생산성과 가동률의 향상을 가져오고

경제 사회적 측면에서 省人化에 의한 노동 비용의 절감(나아가 제품 가격의 하락) 및 기능 인력의 부족 문제를 해소할 수 있다는 점이다. 둘째, 로봇의 기계적 恒常성은 공정 및 품질의 均一化로 연결된다는 점, 셋째, 로봇의 苛酷性은 위험하거나 열악한 작업 환경하에서 인간이 하기 어렵거나 불가능한 작업의 수행을 가능하게 한다는 점들을 들 수 있다(그림 1 참조).

산업용 로봇의 정의가 국가별로 다소 차이가 나기 때문에 일관된 통계치의 수집이 어렵기는 하지만 국제 로봇 연맹의 자료에 의하면 1989년말 현재 全世界의 보유 대수는 38만 8천 대로서 매년 20% 이상의 높은 증가율을 기록하고 있다(표 2 참조). 현재 보유 대수 기준으로 최대 생산국이자 수요국은 日本이며(전세계 보유 대수의 약 60%), 美國과 유럽이 또 다른 생산 및 수요群을 형성하고 있다. 그러나 근로자수 對比 보유율에 있어서는 日本, 스웨덴, 독일 등과 같이 과다한 노동 비용

<그림 1> 산업용 로봇의 수요·공급 유발 및 기대 효과



이나 구조적 인력 부족에 시달리는 국가들이 높은 수치를 나타내고 있다(표 3 참조).

우리 나라의 경우 美·日 등에 비해 훨씬 늦은 1980년대 초부터 기초 연구가 시작되어, 80년대 중반의 개발기를 거쳐 80년대 후반부터 자체 개발과 기술 도입의 混用을 통해 생산 보급이 본격화되고 있다. 특히 1987년 이후부터 급격한 임금 상승과 노사 분규의 여파로 노동 비용의 절감과 가동률의 향상을 위해 산업용 로봇의 도입이 확산되었으며 최근에는 제조업의 인력 부족 현상을 해결하기 위한 노력의 일환으로 보급률이 더욱 증가되고 있다. 그러나 아직까지 선진국과는 현격한 격차를 보일 뿐만 아니라 약 46%의 수입 의존도를 나타내고 있어 국산화 노력이 시급한 실정이다. 또한 보급 구조에 있어서도, 대기업을 중심으로 일부 산업에 편중되어 있어 수요 기반의 취약성이 노출되고 있다.

산업별 보급 추이를 보면 (일본의 경우), 초기에는 자동차 산업에서의 활용도가 압도적으로 높았으나 최근에는 전기·전자 산업 부문에서 가장 많이 이용되고 있다. 또한 공정별로는 기능성을 요구하는 프레스, 절삭 등의 단순 작업으로부터 점차 정확성과 균일성을 중시하는 조립이나 용접 공정으로 이행하고 있다(표 4 참조). 국내의 경우에도 현재까지는 자동차 산업 및 용접 공정이 수위를 점하고 있으나 점차 일본의 형태로 바뀌는 추세를 보이고 있다.

<표 2> 주요국의 산업용 로봇 보유 대수

국 별	1985	1987	1988	1989
일본	93,000	141,000	176,000	219,667
미국	20,000	29,000	32,500	36,977
독일	8,800	14,900	17,700	22,395
스웨덴	2,046	2,750	3,042	3,463
대만	227	457	682	965
한국	243	982	1,862	2,862

<표 3> 주요국의 근로자수 대비 보유 대수(근로자 1만 명당)

국 별	1985	1987	1988	1989
일본	45.9	70.6	85.8	104.7
스웨덴	16.0	21.3	23.4	26.4
독일	8.6	14.4	16.5	14.8
미국	6.7	9.5	10.5	11.8
한국	0.6	2.1	3.9	6.8

Source: National Robot Societies

<표 4> 산업용 로봇의 산업별·공정별 보급 추이

구 분	순 위	70년대	'80-'85	'86년 이후
산 업	1	자동차	전기·전자	전기·전자
	2	전기·전자	자동차	자동차
	3	합성 수지	합성 수지	합성 수지
공 정	1	프레스, 절삭	조립	조립
	2	조립	프레스, 절삭	용접
	3	용접	용접	프레스, 절삭

Source: 日本 산업용 로봇 공업회

IV. 需給 展望

국내외적인 경제 환경과 노동 환경의 급격한 변화 추세에 비추어 볼 때, 공장 자동화의 핵심 설비인 산업용 로봇에 대한 관심은 앞으로도 계속 높아질 것으로 보인다. 즉, 임금 상승과 기술 노동력 부족을 해소하기 위한 省人化 국제 경쟁력의 확보를 위한 품질의 고급화, 위험하거나 불가능한 手作業의 기계화 노력 등에 있어서 산업용 로봇의 기술적 비교 우위가 활용될 소지가 커지고 있는 것이다. 또한 기술의 발전에 힘입어 柔軟性이 제고되고 人工知能 로봇이 실용화되면, 제조업에 있어서는 대량 생산 체제는 물론 다품종 소량 생산 체제까지도 그 활용도가 넓어질 뿐만 아니라, 가정 자동화(HA), 사무실 자동화(OA)에도 보급이 확산될 것으로 전망된다.

<표 5> 산업용 로봇의 세계 시장 전망(단위: 억 \$)

연도	'87	'90	'95	'97	2000	연평균 증가율(%)
금액	33	48	99	133	205	15.6

Source: 日本 로보트 공업회

<표 6> 산업용 로봇의 국내 시장 전망(단위: 백만원 \$)

구 분	'91	'92	'93	'94	'95	연평균 증가율(%)
생 산	67,244	90,799	122,551	159,317	207,112	33.0
수 입	51,250	64,063	80,078	96,094	115,313	23.0
수 출	7,142	9,285	12,070	15,691	20,399	30.0
내 수	111,351	145,556	190,559	239,719	302,025	28.8
수 출 비율(%)	10.6	10.2	9.8	9.8	9.8	-
수 입 의존도(%)	46.0	44.0	42.0	40.1	38.2	-

세계의 산업용 로봇 시장 규모는 1990년의 약 48억 \$로부터 2000년에는 약 205억 \$로, 연평균 15.6%의 증가율을 나타낼 것으로 예측된다(표 5 참조). 국내 시장의 경우는 더욱 빠른 속도로 확대되어, 연평균 28.8%의 신장률을 보일 것으로 예상되고 있다. 이에 따라, 국내 기업들에 의한 생산량도 매년 30%가 넘는 증가율을 나타낼 것으로 예측되나, 동시에 수입량도 꾸준히 증가되어 수입 의존도의 급격한 감소는 이루어지지 않을 것으로 보인다(표6 참조).

V. 맺음 : 問題點과 育成方案

기술 수준의 꾸준한 향상과 보급률의 괄목할만한 신장세에도 불구하고, 국내 산업용 로봇 산업은 여러 가지 문제점들을 안고 있다. 특히, 아직까지 시장 구조가 불안정하고 산업 특성상 수요가 경제 사회 환경에 민감한 점을 고려할 때, 정부 차원의 효과적인 육성 방안이 절실히 요구되고 있다.

우선, 생산 측면에서의 첫번째 과제는 자체 기술력을 강화하는 것이다. 현재로서는 로봇 본체의 구조 개혁 및 설계 기술의 부족으로 독자모델 설계가 어려우며, 핵심 부품이 국산화되지 못하여 대부분 수입되고 (특히 일본으로부터) 있는 실정이다. 또한, 제어 및 응용 기술도 낙후되어 있어 활용 범위가 제한적인 수준에 머물러 있다. 이는 국내 산업용 로봇 산업이 연구 개발→실용화→ 산업체 활용이 정상적 기술 축적 과정을 거치지 못하고 연구 개발과 산업체 활용이 동시에 추진된데서 기인된 결과라고 할 수 있다. 따라서, 産·學·研의 공동 연구를 통해 기반 기술 생산 기술 및 응용 기술의 유기적 연계를 이룰 수 있는 관리 체계의 확립을 필요하다. 또한 전문 연구 및 기능 인력의 양성도 시급한 과제이다. 둘째로는, 부품 공업의 육성이 이루어져야 한다. 산업용 로봇의 부품은 대량 생산이 어려우므로 단일 기업이 모든 부품을 생산하는 것은 비경제적, 비효율적이다. 따라서 대기업은 완성품의 조립과 시스템 engineering 을 담당하고 부품생산은 High-tech 중소기업들을 중심으로 계열화·전문화하는 분업 체제의 확립을 바람직하다.

수요 측면에서의 우선 순위는 국내의 수요 기반을 확충하는 것이다. 특히 전자 자동차 산업의 대기업을 중심으로 현재의 수요 시장 구조를 다양한 산업 분야의 중소 기업까지로 확산시키는 것이 중요하다. 이를 위해서는 자금력과 담보력이 부족한 중소기업에 대한 금융·세제상의 지원책이 더욱 확대되어야 할 것이다. 동시에 로봇 산업의 고부가 가치 이점과 내수 시장 규모의 한계를 고려하여 장기적인 관점에서 수출 산업화가 모색되어야 한다. 둘째로는 합리적인 확산 정책의 전개를 들 수 있다. 현재 많은 기업들이 공장 자동화 사업의 일환으로 산업용 로봇의 도입

을 실시했거나 적극적으로 검토하고 있으나 경험과 전문 지식의 부족으로 잠재적인 도입 효과를 충분히 실현시키지 못하고 있는 실정이다. 즉, 적절한 자동화 수준과 규모에 대한 정확한 이해의 부족과 전체적인 생산 체제를 유기적으로 통합하는 시스템적 사고의 결여로 투자규모에 비해 기대했던 효과를 얻지 못하는 경우가 많은 것이다. 따라서 기술지도 및 홍보 기능의 강화를 통해 경제성을 확보하고 투자 의욕을 고취시키는 일도 매우 중요한 과제라고 할 수 있다. *

주석1) 동향 분석 연구실·선임 연구원, 경영학 박사(생산 관리)

주석2) 원시적 형태의 robot는 1947년 美 Argonne 연구소에서 제작한 Magic Hand를 그嚆矢로 하나, 최초의 산업용 로봇은 1954년 미국의 G.Devol에 의해 개발된 playback robot라고 할 수 있다.