이 과제는 2019년 고용노동부의 「고용영향평가사업」에 관한 위탁사업에 의한 것임

로봇산업 활성화의 고용효과

고용노동부

KLI 한국노동연구원

본 보고서는 한국노동연구원 고용영향평가센터의 2019년 고용영향평가 사업으로 수행한 연구결과입니다.

연구주관 · 시행기관 : 한국노동연구원

연 구 진

연구책임자 : 방형준 (한국노동연구원 부연구위원)
참여연구자 : 노용진 (서울과학기술대학교 교수)

목 차

요 약 ····· i

제1장 서 론 ····· 1

제1절 연구의 배경 및 목적 ····· 1

제2절 국내 로봇 산업 현황 개괄 ····· 6

제3절 세계 각국의 로봇 산업 육성책 ····· 7

제4절 로봇 도입 및 활용과 고용에 관한 선행 연구 ····· 9

제2장 로봇 도입의 개요 및 현황 ····· 16

제1절 한국의 로봇 통계 ····· 16

1. 세계 시장에서의 로봇 도입 현황 ····· 16

2. 한국에서의 로봇 현황 - 로봇 종류별 ····· 18

3. 한국에서의 로봇 도입 현황 - 산업별 ····· 20

4. 한국에서의 로봇 운용 현황 - 산업별 ····· 23

제2절 로봇 산업 활성화의 고용연계성 ····· 25

제3장 로봇 산업 활성화의 양적 고용효과 분석 ····· 28

제1절 분석 대상 ····· 28

1. 조사 자료 ····· 28

제2절 고용효과 분석 결과 ····· 29

1. 분석 방법 ····· 29

2. 분석 결과 ····· 32

제3절 로봇활용 제조혁신 지원사업 고용 효과 분석 ····· 53

1. 사업 개요 ····· 53

2. 데이터 ····· 54

3. 분석 결과 ····· 55

제4절 소결 ····· 56

제4장 로봇 도입의 질적 고용효과와 로봇 선호도에 대한 설문조사 분석 ····· 58

제1절 들어가는 말 ····· 58

제2절 설문조사 개요와 표본의 특성 ····· 59

1. 설문조사 개요 ····· 59

2. 표본의 구성과 특성 ····· 60

제3절 로봇 활용의 현황과 효과 ····· 70

1. 로봇 활용 현황 ····· 70

2. 로봇이 근로자와 기업의 성과에 미치는 영향 ····· 79

제4절 로봇 선호도 ····· 90

1. 로봇 선호도에 대한 직접 조사 ····· 90

2. 정책포착방법(Policy Capturing Method)을 통한 로봇 선호도 분석 ·· 93

제5절 소결 ····· 97

제5장 결론 및 정책 제언 ····· 103

참고문헌 ····· 108

[부록] 로봇산업 활성화의 고용효과 ····· 110

표 목 차

〈표 1- 1〉 최근 국내 로봇 대수별 통계 ····· 6

〈표 3- 1〉 전체 로봇 수요 산업 대상 분석 ····· 33
〈표 3- 2〉 전기 전자 및 자동차 대상 로봇의 고용 영향 분석 ····· 35
〈표 3- 3〉 전기 전자 및 자동차 제외 로봇의 고용 영향 분석 ····· 36
〈표 3- 4〉 전체 로봇 수요 산업 대상 분석 ····· 38
〈표 3- 5〉 전기 전자 및 자동차 대상 로봇의 고용 영향 분석 ····· 39
〈표 3- 6〉 전기 전자 및 자동차 제외 로봇의 고용 영향 분석 ····· 40
〈표 3- 7〉 전체 로봇 수요 산업 대상 로봇의 단순 직군 신규 채용 영향 분석 ·· 43
〈표 3- 8〉 전기 전자 및 자동차 대상 로봇의 단순 직군 신규 채용 영향 분석 ·· 44
〈표 3- 9〉 전기 전자 및 자동차 제외 로봇의 단순 직군 신규 채용 영향 분석 ·· 45
〈표 3-10〉 전체 로봇 수요 산업 대상 로봇의 전문직군 신규 채용 영향 분석 ···· 47
〈표 3-11〉 전기 전자 및 자동차 대상 로봇의 전문직군 신규 채용 영향 분석 ···· 48
〈표 3-12〉 전기 전자 및 자동차 제외 로봇의 전문직군 신규 채용 영향 분석 ···· 49
〈표 3-13〉 전체 로봇 수요 산업 대상 로봇의 프로그래밍 관련 직군 신규 채용 영향 분석 ····· 50
〈표 3-14〉 전기 전자 및 자동차 대상 로봇의 프로그래밍 관련 직군 신규 채용 영향 분석 ····· 51
〈표 3-15〉 전기 전자 및 자동차 제외 로봇의 프로그래밍 관련 직군 신규 채용 영향 분석 ····· 52
〈표 3-16〉 로봇활용 제조혁신 지원사업 공급기업 선정의 고용 영향 ····· 56

〈표 4- 1〉 로봇 도입 시점과 정부지원 사업 참여 여부 ····· 61
〈표 4- 2〉 기업의 설립연도 ····· 62
〈표 4- 3〉 표본의 업종별 분포 ····· 63
〈표 4- 4〉 하청기업 여부와 원청기업에 대한 의존성 ····· 64
〈표 4- 5〉 수출비율의 구간별 분포 ····· 65
〈표 4- 6〉 매출액 현황 ····· 66

〈표 4- 7〉 고용 현황 ····· 67
〈표 4- 8〉 외국인 근로자 고용 현황 ····· 68
〈표 4- 9〉 임금수준 현황 ····· 69
〈표 4-10〉 노동조합 조직 현황 ····· 69
〈표 4-11〉 작업공정 유형들 ····· 70
〈표 4-12〉 직무특성 ····· 71
〈표 4-13〉 로봇 도입 현황 ····· 72
〈표 4-14〉 로봇 도입 의사 ····· 73
〈표 4-15〉 로봇을 더 많이 사용하지 않는 이유: 활용기업 ····· 74
〈표 4-16〉 로봇을 사용하지 않는 이유: 미활용기업 ····· 74
〈표 4-17〉 로봇을 사용하는 이유: 활용기업 ····· 75
〈표 4-18〉 로봇을 사용하려는 이유: 미활용기업 ····· 76
〈표 4-19〉 로봇을 사용하는 작업공정들 ····· 77
〈표 4-20〉 로봇 도입하고 싶은 작업공정들 ····· 77
〈표 4-21〉 사용하는 로봇 종류들 ····· 78
〈표 4-22〉 사용하고 싶은 로봇 종류들 ····· 79
〈표 4-23〉 로봇 관리 근로자 현황 ····· 80
〈표 4-24〉 로봇 관리 근로자의 직종 ····· 80
〈표 4-25〉 로봇 담당 작업자의 역할 ····· 81
〈표 4-26〉 로봇 프로그래밍 담당자의 직종 ····· 82
〈표 4-27〉 로봇 도입 이후 직무/숙련요건의 변화 ····· 82
〈표 4-28〉 로봇을 담당할 수 있는 근로자 유형의 변화 ····· 83
〈표 4-29〉 로봇 도입 이후 기계의 사용시간 변화 ····· 84
〈표 4-30〉 로봇 도입 이후 근로시간 변화 ····· 84
〈표 4-31〉 로봇 도입 이후 조직구조 변화 ····· 85
〈표 4-32〉 로봇 도입에 따른 고용 변동 ····· 86
〈표 4-33〉 로봇 도입 이후 유휴 인력 처리 방식 ····· 86
〈표 4-34〉 로봇 도입 후 고용 변동 ····· 87
〈표 4-35〉 로봇 도입에 따른 근로조건 변화 ····· 88
〈표 4-36〉 로봇 도입에 따른 비용 절약 ····· 89
〈표 4-37〉 로봇의 경영성과 효과 ····· 90

〈표 4-38〉 국산 로봇 사용 현황 ····· 91
〈표 4-39〉 국적별 로봇제품에 대한 선호도 ····· 91
〈표 4-40〉 로봇종류별 국산 선호도 ····· 92
〈표 4-41〉 로봇 구입 시 고려사항 ····· 93
〈표 4-42〉 일본산 대비 국산의 성능 ····· 93
〈표 4-43〉 로봇 선택 시나리오 예시 ····· 96
〈표 4-44〉 로봇선택의 선택에 관한 정책포착모형의 추정결과 ····· 96

그림목차

[그림 1-1] 산업용 로봇 공급 추정치 ····· 3
[그림 1-2] 국가별 산업용 로봇 수요 전망 ····· 4
[그림 1-3] 세계 산업용 로봇 수요 전망 ····· 5
[그림 1-4] 제조업 노동자 1만명 당 로봇대수(2017년 기준) ····· 12

[그림 2-1] 제조업 노동자 1만 명 당 로봇대수(2017년 기준) ····· 17
[그림 2-2] 국가별 임금조정 로봇도입률(2017년 기준) ····· 17
[그림 2-3] 로봇 도입 대수 통계 ····· 18
[그림 2-4] 로봇 운용 대수 통계 ····· 20
[그림 2-5] 제조업과 비제조업에서의 로봇 도입 대수 통계 ····· 21
[그림 2-6] 제조업에서의 분야별 로봇 도입 대수 통계 ····· 22
[그림 2-7] 제조업과 비제조업에서의 로봇 운용 대수 통계 ····· 24
[그림 2-8] 제조업에서의 분야별 로봇 운용 대수 통계 ····· 25
[그림 2-9] 로봇 산업 활성에 따른 고용연계성 ····· 27

요 약

□ 로봇 도입이 전 세계적으로 확산되고 있으나, 로봇 도입에 따른 고용 감소에 대한 우려 역시 커지고 있는 상황임.

○ 주요 선진국들은 제조업에서 로봇 사용을 활성화하고 로봇의 보급을 확산하여 자국의 산업 경쟁력 유지 및 향상을 위해 여러 노력을 펼치고 있음.
○ 한국 역시 최근 제조업 여러 분야에서 로봇 도입을 활성화하기 위해 여러 노력을 기울이고 있으며, 그 결과 최근 싱가포르를 제치고 세계에서 가장 높은 작업자 1만명 당 로봇 사용량을 기록함.
○ 하지만 이러한 로봇 도입이 고용을 감소시키거나 혹은 노동시장의 근본적인 구조 변화를 초래하지는 않을지 사회적 우려가 커지고 있는 상황임.
○ 따라서 로봇 도입이 고용에 미치는 효과에 대한 보다 엄밀한 분석을 통해 실제 로봇 도입에 따라 노동시장에서 발생하는 현상을 살펴보고자 하는 것이 본 보고서의 목적임.

□ 한국에서의 로봇 도입 상황은 제조업을 중심으로 도입량 및 운용량이 매우 빠르게 높아지는 추세임.

○ 2004년 이후 국제로봇협회의 통계를 이용하면, 한국은 전기 및 전자 산업과 자동차 산업을 중심으로 로봇 도입량 및 운용량이 빠르게 상승하는 추세임.
○ 또한 고부가가치 로봇의 다수는 수입에 의존하고 있으나 중저가형 로봇을 중심으로 국내 기업들의 로봇 제작 및 공급이 점차 성장하

고 있음.

○ 따라서 추후 로봇 산업의 고도화 및 고부가가치화를 통해 고가형 로봇에 대한 수입 대체 효과를 유발할 필요가 있음.

□ 로봇 도입에 따른 노동 수요 변화에 대해서는 두 가지 방향이 존재함.

○ 노동 대체 효과 : 사람이 수행하던 작업을 로봇이 대신 수행하여 노동 수요가 감소하는 효과

○ 생산성 증대 효과 : 로봇 도입에 따라 기업의 생산성이 상승하여 기업의 매출이 상승하고 규모가 커짐에 따라 노동 수요가 증가하는 효과

○ 본 연구에서는 고용량에 대해서 노동 대체 효과와 생산성 증대 효과 두 가지 효과의 합인 순효과를 측정하여 로봇 도입에 따른 두 효과의 크기를 간접적으로 비교하고자 함.

□ 로봇 도입에 따른 양적 분석 결과는 생산성 증대 효과와 노동 대체 효과 두 개가 상존하고 있음을 시사함.

○ 단기적으로는 로봇 도입 증가에 따라 생산성 증대 효과에 따른 고용 증가가 관찰되나 장기적으로는 노동 대체 효과에 따라 고용이 로봇 도입 이전과 비교하여 크게 증가하지 않는 상황으로 회귀하는 현상을 발견

○ 한편 이러한 두 효과의 크기는 전기 및 전자 산업과 자동차 산업 등 로봇 활용도가 높았던 두 산업에서 더욱 크게 나타난 것이 발견됨.

○ 이는 두 산업에서 로봇 활용 등에 대한 경험과 노하우 등이 축적됨에 따라 기업이 로봇에 따른 생산성 변화에 보다 효과적이고 빠르며 민감하게 대처함을 시사

○ 따라서 해당 두 산업에서의 노동 시장 변화를 통해 여타 제조업에서도 로봇 도입에 따른 고용 변화 양상을 미루어 짐작하고 선제적으로 대응할 수 있는 방안을 강구해야 할 것임.

□ 한편 로봇 도입은 신규 채용에서의 직군 비율의 변화를 초래함이 확인됨.

○ 로봇 도입량으로 측정한 생산성 증가 충격에서는 단순 직군에서 노동 대체 효과가 관찰되었으나, 로봇 운용량으로 측정한 평균적인 생산성의 향상이 발생하면 단순 직군 채용에서 역시 생산성 증대 효과가 관찰되었음.
○ 한편 로봇 도입 및 운용량이 증가하면 프로그래머 등 전문직의 신규 채용에서의 비율은 증가하는 추세로 관찰되어, 로봇 도입이 청년층에 대한 양질의 일자리 창출에 기여할 수 있는 가능성을 시사함.

□ 고용의 양적 측면이 아니라 질적 측면을 파악하기 위한 설문조사에서도 로봇 도입이 고용에 미치는 영향은 부정적이지 않은 것으로 조사되었음.

○ 로봇을 도입한 기업들에서는 생산직 근로자의 고용이 소폭 감소하였으나 대신 연구개발 기술직군의 고용 증가 효과가 관찰되었으며, 이로 인해 총고용 측면에서도 긍정적인 것으로 나타났음.
○ 한편 현재까지 주로 활용되는 로봇은 단순하면서도 반복적인 업무를 수행하는 데 초점이 맞추어져 있어 로봇을 담당하는 작업자들의 업무 역시 단순화되고 이로 인해 지식이나 숙련 요건이 낮아지는 경향이 발견되었음.
○ 또한 로봇을 도입하면 임금이 상승하고 산업 재해가 감소하며 고용이 안정되는 등의 효과가 있는 것으로 나타났음.

□ 로봇 도입이 기업의 경영 성과에도 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타나 생산성 증대 효과가 질적 분석에서도 나타난 것으로 볼 수 있음.

○ 로봇 도입에 따라 노동생산성이 향상되고 품질 개선 및 납기 단축 등의 효과가 나타났음.
○ 하지만 매출과 영업이익에서의 변화에 대해서는 조사 기업들에서 뚜렷한 변화가 없는 것으로 응답되었음.

□ 중소 중견 기업에서의 해외 로봇 대비 국내 로봇에 대한 선호도를 정책 포착 모형을 통해 분석하였음.

○ 많은 중소 중견 기업들에서 일본산이나 독일산 대비 국산 로봇에 대한 선호도가 높게 나타났음.
○ 외국산과 비교하여 국산 로봇의 성능이 개선되면 국산 로봇에 대한 선호가 더욱 증가할 것으로 설문조사에서 응답하여 차후 국내 로봇 산업에 대한 지원에서 국산 로봇의 성능 개선에 주안점을 둘 필요가 있음.

□ 로봇 산업의 활성화를 위해서는 로봇 산업의 규모를 확대하기 위한 노력이 필요

○ 보다 많은 중소 중견 기업에서 로봇 도입의 필요성을 느끼거나 희망하는 로봇을 도입할 수 있도록 로봇 활용을 촉진하는 정책이 필요
○ 이를 통해 로봇 공급 측면의 산업이 육성되어 장기적으로는 고부가가치 로봇에 대한 수입 대체 효과까지 염두에 둘 필요가 있음.
○ 또한 핵심 부품인 감속기 및 서보 모터의 일본산 의존도를 낮추고 핵심 부품의 국산화를 위해서도 국내 공급 기업에게 더 많은 기회와 넓은 시장이 주어져야 함.

제1장

서 론

제1절 연구의 배경 및 목적

□ 전 세계 각국은 안정적이고 양질의 고용을 창출하는 제조업을 육성, 보호하기 위해서 자국의 글로벌 제조업 경쟁력을 제고하거나 유지하기 여러 지원 및 육성책을 펼치고 있는 바, 그 일환으로 특히 고소득 국가를 중심으로 로봇 도입을 활발하게 진행하고 있음.

○ 미국의 경우, “A Roadmap for US Robotics”를 주기적으로 입안, 추진하면서 자국 제조업에서의 로봇 도입을 장려하고 있음.

○ 유럽연합의 경우, “Robotics 2020 Multi-Annual Roadmap”을 통해 회원국들 간의 정책 공조로 유럽 연합 내 제조업을 비롯한 전 산업의 경쟁력을 유지하고 다년간 지속적으로 안정적인 로봇 도입 지원책을 지원하고 있음.

○ 한국처럼 수출입의 비중이 커서 대외경쟁력 유지가 매우 중요한 국가에서는 로봇의 도입을 통한 산업 각 분야에서의 글로벌 경쟁력 유지가 필수적인 선택이 되었음.

□ 더하여 로봇의 도입은 더이상 과거 일부 고도화된 제조업 공정에서만 나타나는 현상이 아니라 산업 전 분야에서 광범위하게 목격되고 있음.

○ 과거 로봇 도입이 단순히 제조업에서의 여러 공정에 도입되는 것에 한정되었다면, 최근에는 로봇의 도입 및 적용 분야가 갈수록 확대되고 있음.
○ 일례로, 유럽 연합 등에서는 농업과 광업 등 과거 로봇 도입이나 첨단화와 거리가 멀었던 분야에서 로봇 도입을 통해 회원국 내 각 산업의 경쟁력 유지를 위해 노력 중임.
○ 미국은 의료 및 보건 등 여러 서비스 산업 각 분야에서 로봇 도입을 선도하여 글로벌 서비스 로봇 시장을 개척 및 선점하고 있으며, 제조업만이 아니라 각종 서비스업에서의 로봇 활용 활성화를 이끌고 있음.

□ 하지만 로봇의 도입에 따라 기계에 의한 인력의 대체가 발생하여 일자리 감소를 비롯한 고용의 양과 질에서의 악화가 발생하지 않을까 하는 우려가 사회적으로 늘고 있음.

○ 특히나 한국은 로봇 수입량, 수입액, 도입량 및 운용률에 있어서 세계적으로 매우 높은 순위를 차지하고 있어서 이러한 우려를 마냥 묵과할 수 없음.
○ 로봇 도입 및 그에 따른 고도의 자동화와 기계화로 인해 인력이 기계로 대체될 수 있다는 우려는 고소득 국가에서 일반적으로 제기되고 있으며, OECD를 비롯한 각종 국제기구에서도 이러한 우려에 대해 다양한 보고서를 펴내고 있음.
○ 따라서 로봇이 활발하게 도입되는 산업에서 노동 시장에 어떠한 일이 일어나고 있으며, 이로 인해 산업별 고용 구조나 직군 구조에 변화가 발생하는지 등을 점검하여, 추후 더욱 확대될 산업 전 분야에서의 로봇 도입에 따른 고용 분야에서의 우려점은 무엇이고, 이에 대한 대안이나 해결책은 무엇이 있을지 모색해 볼 필요가 있음.

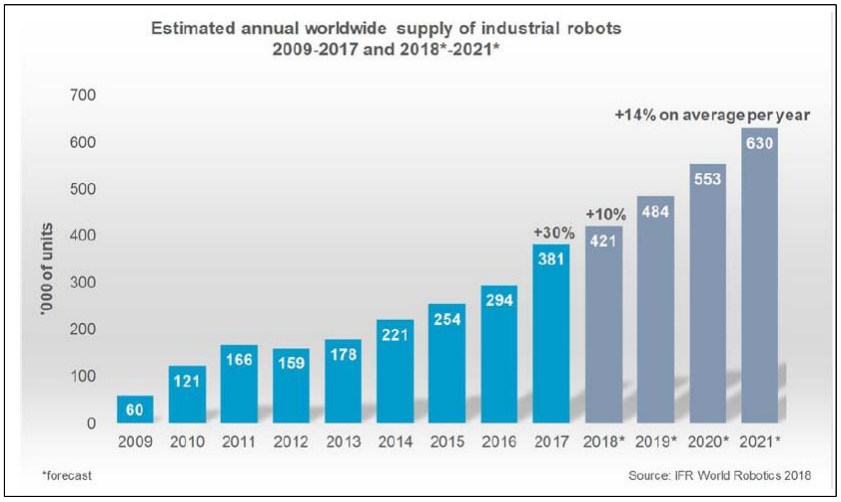
□ OECD에서는 자동화, 기술 그리고 훈련(Automation, Skills Use and Training)"[1] 보고서를 펴내 각국에서의 로봇 도입 및 자동화에 따른 여

1) Nedelkoska, Ljubica and Glenda Quintini. 2018. "Automation, Skills Use and

러 영향을 분석한 바 있음.

○ 다행히 해당 보고서에 따르면, 한국은 로봇 도입 및 자동화에 따라 사라질 직업군 종사자의 비율을 놓고 보았을 때 OECD 가입국들 평균보다 낮은 위험도를 가진 것으로 파악되었음.

[그림 1-1] 산업용 로봇 공급 추정치



자료 : 국제로봇협회 2018년 보고서

○ 그럼에도 지속적인 로봇 도입과 로봇 활용도 증가에 따른 노동 수요의 변화 예측 및 맞춤형 노동 공급을 위한 교육 및 훈련을 위해서는 개별 산업별로 로봇 확산이 가져올 효과 및 직무에서의 변화 등에 대한 연구가 절실한 시점임.

□ 한국은 전세계적으로 가장 높은 수준의 로봇 도입 및 활용도를 보이고 있음.

○ 세계로봇협회(International Federation of Robots)의 2018년 보고서에 따르면, 작업자 1만명 당 로봇 도입 대수에서 한국은 710척으로, 싱

Training", Organisation for Economic Co-operation and Development.

가폴(658척), 독일(322척), 일본(308척)을 제치고 세계에서 가장 높은 로봇 집약도를 보이는 것으로 조사되었음.

○ 특히 일부 제조업에서는 그 수치가 더 높아서, 한국의 자동차 제조업은 작업자 1만명 당 2,435척, 전기전자에서는 533척을 기록하여 여타 고소득 국가들과 비교하여 최소 두 배 이상 높은 수치를 보이고 있으며, 미국의 4.5배에 달하고 있음.

[그림 1-2] 국가별 산업용 로봇 수요 전망

Estimated annual shipments of multipurpose industrial robots in selected countries.
Number of units

Country	2016	2017	2018*	2019*	2020*	2021*	2018/ 2017	CAGR 2019 - 2021
America	**41,295**	**46,118**	**44,300**	**48,900**	**55,600**	**63,500**	**-4%**	**13%**
North America	39,671	43,529	43,000	47,500	54,000	61,500	-1%	13%
- United States	31,404	33,192	35,000	37,500	41,000	46,000	5%	10%
- Canada	2,334	4,003	3,500	4,000	5,500	6,500	-13%	23%
- Mexico	5,933	6,334	4,500	6,000	7,500	9,000	-29%	26%
Brazil	1,207	961	900	900	1,000	1,200	-6%	10%
Rest of South America	394	300	400	500	600	800	33%	26%
America unspecified**	23	1,328						
Asia/Australia	**190,542**	**261,826**	**298,150**	**351,250**	**405,400**	**462,600**	**14%**	**16%**
China	87,000	137,920	165,000	210,000	250,000	290,000	20%	21%
India	2,627	3,412	4,500	5,000	6,000	7,500	32%	19%
Japan	38,586	45,566	54,000	56,000	59,000	64,000	19%	6%
Republic of Korea	41,373	39,732	41,000	42,000	44,500	46,000	3%	4%
Taiwan, Province of China	7,569	10,904	13,000	14,000	17,000	20,000	19%	15%
Thailand	2,646	3,386	4,000	5,000	6,000	7,000	18%	21%
Vietnam	1,618	8,252	2,500	3,000	4,500	7,000	-70%	41%
other Asia/Australia	9,123	12,654	14,150	16,250	18,400	21,100	12%	14%
Europe	**56,078**	**66,259**	**70,950**	**75,250**	**82,500**	**93,600**	**7%**	**10%**
Central/Eastern Europe	7,758	10,538	13,500	16,500	19,750	24,300	28%	22%
France	4,232	4,897	5,200	5,600	6,000	6,500	6%	8%
Germany	20,074	21,404	22,500	23,500	25,000	26,000	5%	5%
Italy	6,465	7,713	9,000	9,000	9,500	10,500	17%	5%
Spain	3,919	4,180	4,700	4,600	5,100	6,500	12%	11%
United Kingdom	1,787	2,334	2,400	2,200	2,300	2,600	3%	3%
Rest of Europe	11,706	12,133	12,850	13,300	14,350	16,600	6%	9%
Europe unspecified**	137	3,060	800	550	500	600	-74%	-9%
Africa	**879**	**451**	**500**	**600**	**700**	**800**	**11%**	**17%**
not specified by countries**	5,553	6,681	7,100	8,000	8,800	9,500	6%	10%
TOTAL	294,347	381,335	421,000	484,000	553,000	630,000	10%	14%

Sources: IFR, national associations
*forecast
** reported and estimated sales which could not be specified by countries

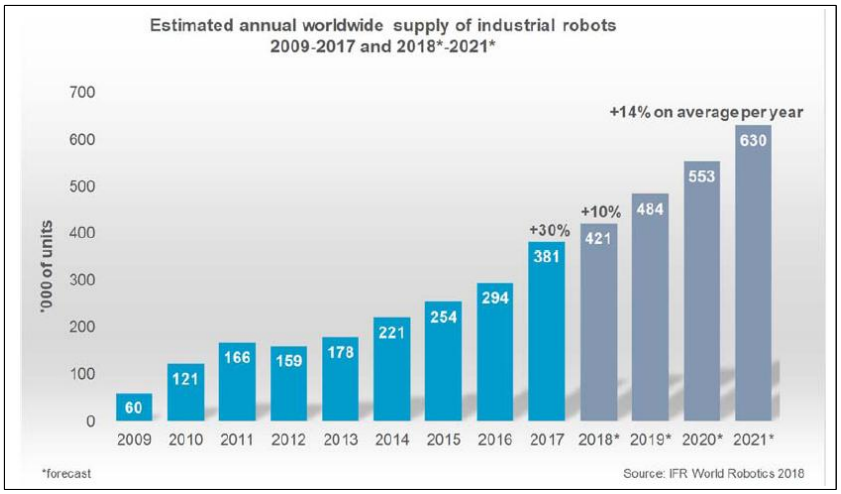
자료 : 국제로봇협회 2018 보고서

○ 따라서 한국은 로봇 도입에 따른 노동시장의 변화 및 그에 대한 대응책 마련에 서두를 필요가 있다 할 수 있음.

□ 한편으로 로봇 관련 산업은 빠르게 성장하고 있는 고부가가치 산업이므

로 한국 역시 로봇 제조 및 보급 관련하여 시장 선점을 위해 발빠르게 대응할 필요가 있음.

[그림 1-3] 세계 산업용 로봇 수요 전망



자료 : 국제로봇협회 2018 보고서

○ 따라서 로봇 산업을 활성화하는 것은 로봇 제조업체의 국제 경쟁력을 제고하고, 차세대 시장을 주도할 수 있는 좋은 기회임.

○ 아울러 현재 많은 로봇을 수입해야만 하는 국내 상황에서 국내 로봇 산업을 활성화하는 것은 수입 대체 효과도 있으므로, 산업 활성화를 통해 로봇 제조업에서의 고용은 늘어날 가능성이 높음.

○ 결국 한국은 로봇 수요 산업에서의 고용 구조 변화 등에 대해서는 대응이 요구되며, 아울러 로봇 제조 및 활용 분야에서의 산업 육성을 통해 양질의 일자리를 창출할 필요도 동시에 존재

□ 따라서 본 고용영향평가 사업은 로봇 수요 산업에서의 로봇 도입에 따른 노동시장의 변화를 살펴봄과 아울러, 로봇 산업 육성을 위한 정부 지원책의 효과를 평가하여, 이에 대한 정책 개선 방안 등을 모색해보고자 함.

제2절 국내 로봇 산업 현황 개괄

□ 로봇 관련 국내 생산 및 수출입 통계

〈표 1-1〉 최근 국내 로봇 대수별 통계

(단위 : 대수)

로봇 대수	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
국내 생산	15,928	15,858	26,800	31,940	36,478	27,676
수입	5,455	7,224	8,562	12,308	12,352	17,104
수출	1,959	1,775	10,641	5,963	7,457	5,048
국내 총 판매 대수	19,424	21,307	24,721	38,285	41,373	39,732
총 판매 대수 대비 수입 비중 (%)	28.08	33.90	34.63	32.15	29.86	43.05

자료 : 국제로봇협회

○ 국내 총 판매 대수는 (국내 생산 대수) + (수입한 로봇 대수) - (수출한 로봇 대수)로 국내 기업들에게 판매된 총 로봇 대수를 의미함.

○ 2012년 이후 2016년까지 로봇 도입 대수가 지속적으로 늘어났으나 2017년에 감소하였으며, 이러한 추세는 2018년 잠정 집계에서도 계속되는 것으로 확인되었음.

○ 이것이 추후 지속적인 로봇 도입 대수의 감소로 이어질지 일시적인 현상인지는 추후 자료가 더 필요할 것으로 보임.

○ 최근 국내에서는 산업 고도화가 진행되면서 여러 단순 로봇 도입보다는 소수의 고부가가치 로봇에 대한 수요가 증가하고 있어 도입 금액은 계속해서 증가하고 있기 때문임.

○ 이는 주로 고부가가치 로봇 도입과 관련되어 수입한 로봇이 차지하는 비중이 2014년까지 늘어나다가 2016년까지 감소하였지만 2017년에 다시 큰 폭으로 늘었다는 점에서도 확인 가능함.

○ 전반적으로 국내 설치되는 로봇의 약 30-40%가 수입되고 있는 실정임.

○ 한편 로봇 도입 금액 관련 통계는 환율 고려 및 수출입 통계에서의 불일치 등으로 인한 몇 가지 통계적 오류를 내포하고 있어서 본 연구에서는 대수 위주로 분석을 진행할 예정임.

제3절 세계 각국의 로봇 산업 육성책

□ 미국의 로봇 산업 육성책

○ 미국은 자국 내 제조업의 부흥을 위해 “국가로봇계획(National Robotics Initiative)”을 추진
○ 국가로봇계획은 다년간의 계획으로 지속적이고 주기적으로 계획을 재정비 및 재수립하면서 2017년부터 국가로봇계획 2.0을 실행
○ 국가로봇계획 2.0의 초점은 협동로봇의 확대를 통한 제조업 내에서의 로봇 도입 확대 및 경쟁력 강화, 그리고 의료 및 보건과 물류 등으로의 로봇 도입 확대 등을 동시에 추진 중임.
○ 아울러 국립과학재단, 에너지부(Department of Energy), ABB와 Amazon 등의 산업계, 그리고 Yale 대학교 등 학술기관까지 정부와 산학연이 공동으로 첨단 로보틱스 컨소시엄을 구성하여 로봇 기술 연구와 보급을 추진 중

□ 유럽연합의 로봇 산업 육성책

○ 유럽연합은 MAR(Multi-Annual Roadmap) 프로그램을 통해 ICT-24 2015를 달성하고 로봇 개발 및 보급을 관리하고자 함.
○ MAR을 통해 유럽 내 로봇의 체계를 통합 관리하고, 로봇 기술의 목표를 명확하게 제시하여 연구 개발을 체계적으로 진행하도록 유도하며, 미래 시장에서의 로봇의 수요를 선제적으로 파악하고 제시하여 관련 연구를 유도하는 것을 목표로 함.
○ 아울러 개별 기술의 발전 방향을 제시하면서 통합적인 체계 내에서의 요구에 부합하도록 세부 기술의 발전 방향을 조율하여, 단순히 제조업에서의 로봇 도입과 확산만이 아니라 농림어업을 포함한 전산업 생태계에서의 로봇 보급을 통한 산업 고도화를 추진하고자 함.

□ 중국의 로봇 산업 육성책

○ 중국은 제조업의 고도화와 높은 수입 의존도 및 낮은 소재 부품의 국산화율을 개선하기 위한 방안 중 하나로 자국 내 로봇산업 육성을 추진 중임.
○ 이를 위해 중국 제조 2025에서 10대 핵심 산업 중 하나로 로봇 산업을 지정
○ 아울러 중국 과학기술부는 5개년 목표이 로봇산업 발전계획을 수립하고 세부 실행 방안으로 “Smart Robot Project Guide”를 발표하고, 아울러 “Smart Manufacturing”을 추진 중임.

□ 일본의 로봇 산업 육성책

○ 2015년부터 5개년 계획으로 “로봇 신전략”을 발표하여 고령화 및 재해 등에 대응하기 위한 로봇 산업 보급을 추진하고 있음.
○ 특히 개호, 재해, 농업, 제조업의 4대 로봇 분야에 정부 예산을 지원하는 방안을 발표하였음.
○ 일본은 현재 산업용 로봇에서 글로벌 시장을 선점하고 있으며, 이를 통해 자국 내 여타 제조업으로의 파급 및 유발 효과를 유도하고 제조업의 경쟁력 강화와 생산성 증대를 위해 자국의 로봇 산업을 기존의 산업들과 연계시키는 “Connected Industry”를 추진 중임.
○ “Connected Industry”를 통해 로봇과 IoT의 보급을 확대하고 스마트공장의 확산을 도모하고 있음.

□ 한국의 로봇 산업 육성책

○ 한국은 2001년부터 한국산업기술평가원 주관으로 로봇산업기술 로드맵을 추진하였으며, 2014년에는 한국산업기술평가원에서 산업기술 R&D 전략의 일부로 로봇 산업 육성을 위한 로드맵을 설계
○ 로봇산업기술 로드맵은 단기적이며 1회성에 그치는 지원 정책이 아니라 전문가 및 각계와 일반인까지 포함한 광범위한 의견 수집을 통해 지속적인 정책으로 추진되었음.

○ 아울러 2008년에 로봇법을 제정한 후 2010년에 로봇산업 진흥원을 설립하여 로봇사업에 대한 지원을 본격화하고 있음.
○ 이와 함께 1, 2차 지능형로봇 기본계획의 연장선상에서 2019년부터 제3차 지능형로봇 기본계획을 수립하여 2023년까지 추진 및 실행을 계획
  - 이를 위해 산업계, 학계 등 300여 명이 참여하는 로봇 전문가 포럼을 구성하여 운영
  - 또한 지능형 로봇법을 연장하고 지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법을 제정하는 등 로봇 산업의 육성을 위한 각종 법적 제도적 장치를 마련

제4절 로봇 도입 및 활용과 고용에 관한 선행 연구

□ 로봇의 보급 및 확산이 개별 기업의 고용에 어떠한 영향을 미치는지에 관해 최근에 많은 연구들이 진행되고 있음.

○ 기업별 로봇 도입량 자료가 충분히 축적되지 않았고, 다양한 형태와 종류의 로봇이 기업 특성에 맞게 도입되어 기업별 로봇 도입량을 바탕으로 한 연구는 거의 없는 실정임.
○ 대신 많은 연구들이 국가별, 연도별, 산업별 로봇 관련 자료를 활용하여 진행되고 있음.
○ 이러한 연구의 다수는 국가별 로봇 도입량 차이에 기초한 국가 비교 연구와 한 국가 내의 산업별 연도별 로봇 밀집도의 차이를 이용한 산업별 비교 연구로 나눌 수 있음.
○ 본 고용영향평가는 한국의 로봇 산업과 관련된 연구이므로, 후자인 일국 내의 산업별 연도별 로봇 밀집도의 차이를 활용한 연구에 주목하여 선행 연구들을 탐색할 것임.

□ 개별 국가 내 로봇도입의 고용영향 분석

○ 최근 이른바 4차 산업혁명 또는 제2의 기계시대로 불리는 디지털 기술

의 발전에 따른 급격한 자동화는 고용 및 노동소득분배율 감소에 대한 우려를 불러일으키고 있음(Brynjolfsson and McAfee, 2014; Ford, 2015; Frey and Osborne, 2015).

- 이에 따라 최근 이러한 우려를 실증적으로 검증하고자 하는 연구들이 나타나고 있음(Autor and Salomons 2018; Acemoglu and Restrepo 2017, 2018, 2019; Alexopoulos and Cohen 2016; Dauth et al. 2017; Graetz and Michaels 2015; Gregory et al. 2016 등).

○ 선행연구들 중에는 다수 국가의 패널자료를 이용해 로봇의 사용이 노동생산성, 부가가치, 임금, 노동시간 등에 미치는 영향을 분석한 연구가 있고(Graetz and Michaels 2015, Autor and Salomons 2018 등), 하나의 국가를 대상으로 자동화 및 기술발전이 노동에 미치는 영향을 분석한 연구가 존재함(Acemoglu and Restrepo 2017, Dauth et al. 2017 등).

- 아래에서는 한 국가를 대상으로 한 연구에 한정해 소개

○ 선행연구들은 자동화 또는 로봇도입의 영향을 고용이나 임금과 같은 노동시장에서의 변수들에 한정해 분석

- 기존 우리나라 스마트 공장 도입의 고용영향평가도 결과적으로 나타난 고용 효과만을 고려

○ 그러나 로봇이 도입되면 고용을 대체하는 직접적 영향뿐 만 아니라 생산성 증대나 높은 생산성을 기반으로 한 시장경쟁력 증대에 따른 고용증대 효과(간접적 영향)가 존재

- 이 중 간접적 영향이 큰 경우 실제로 로봇이 고용을 대체하더라도 결과적으로는 로봇이나 자동화를 더 많이 도입하는 (예를 들어 스마트 공장 도입) 기업들의 고용이 증가하는 것으로 나타날 수 있음.
- 따라서 로봇도입의 고용대체 효과를 정확하게 추정하기 위해서는 직접적 효과와 간접적 효과를 분리해서 식별해야 함.

○ 본 절에서는 이러한 로봇도입의 복합적 효과를 추정할 수 있는 방법을 제시하고 우리나라 기업별 자료, 노동시장 자료, 로봇도입 현황 자료를 결합해 실제로 추정결과를 도출하고자 함.

- 본 절에서는 간략하게 방법론 및 자료에 대해서만 개관하고 분석 결과는 이후 장에서 작성할 것임.

□ Acemoglu, Daron and Pascual Restrepo. 2017. "Robots and Jobs: Evidence from U.S. Labor Markets." NBER Working Paper No. 23285, March

○ 1990년부터 2007년까지 산업용 로봇 사용의 증가가 노동시장에 미치는 영향을 분석
  - 노동대체효과(displacement effect): 사람이 하던 일을 로봇이 대체해 노동수요 감소
  - 생산성증대효과(productivity effect): 기존 산업의 생산성 증대 또는 새로운 산업의 등장으로 노동수요 증가
○ 산업용 로봇 사용은 Graetz and Michaels (2015)와 같이 IFR(The International Federation of Robotics) 데이터에서 구함.
○ 미국의 722개 commuting zones들을 관측단위로 노동자 당 로봇(exposure to robots)의 변화를 측정하고 이를 1990-2007년 기간 고용률(employment to population ratio) 증가율과 임금증가율에 대해 회귀
  - 각 commuting zone의 노동자 당 로봇의 변화(R_{it}^{US}는 미국의 i산업 로봇 대수, L_{it}^{US}은 i산업 노동자 수, l_{ci}^{1990}은 1990년 기준 commuting zone c에서의 산업 i의 비중)

$$US\ exposure\ to\ robots\ from\ 2004\ to\ 2007_c = \sum_{i \in \mathcal{I}} \ell_{ci}^{1990} \left(\frac{R_{i,2007}^{US}}{L_{i,1990}^{US}} - \frac{R_{i,2004}^{US}}{L_{i,1990}^{US}} \right)$$

  - 노동자 당 로봇 변수의 잠재적 내생성 문제를 해결하기 위해 미국 외 주요국의 노동자 당 로봇을 도구변수로 사용
  - IFR 데이터에서 미국은 2004년부터만 산업별 자료가 있어 2004~2007년 사이의 로봇사용율 변화밖에 보지 못하는데 유럽 주요국들은 1993년부터 산업별 자료가 있기 때문에 이를 도구변수로 사용하면

내생성 문제를 해결할뿐 만 아니라 로봇사용율의 장기변화도 반영할 수 있음.

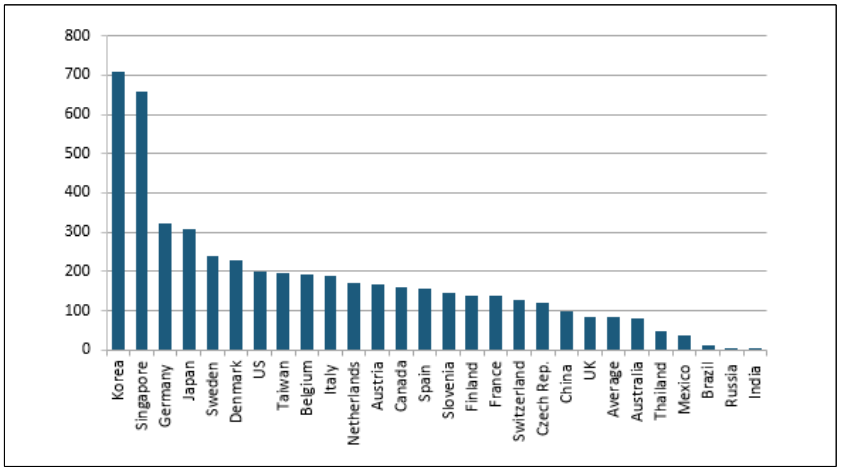
- 1단계 회귀식(first-stage regression equation)은 아래와 같음.

$p_{30}\left(\frac{R_{it}}{L_{i1990}}\right)$은 유럽국가들의 산업$i$ 1990년 노동자 수 대비 t연도의 로봇 수 비율의 30퍼센타일(30th percentile)

$$\sum_{i\in\mathcal{I}}\ell_{ci}^{1990}\left(\frac{R_{i,2007}^{US}}{L_{i,1990}^{US}}-\frac{R_{i,2004}^{US}}{L_{i,1990}^{US}}\right)=\pi\sum_{i\in\mathcal{I}}\ell_{ci}^{1970}\left(p_{30}\left(\frac{R_{i,2007}}{L_{i,1990}}\right)-p_{30}\left(\frac{R_{i,1993}}{L_{i,1990}}\right)\right)+\Gamma X_{c,1990}+\nu_{c}$$

- 유럽국가 로봇사용율의 30퍼센타일을 사용한 이유는 이 기간 추세로 볼 때 미국의 로봇사용율은 유럽국가의 약 30% 수준으로 지속되기 때문(그림 1-2)

[그림 1-4] 제조업 노동자 1만명 당 로봇대수(2017년 기준)



○ 분석결과

- 더 많은 로봇의 사용이 고용과 임금을 줄이는 것으로 나타남.
- 지역 간 교역의 효과를 고려하지 않는 경우 1,000명 당 로봇 수가 1단위 증가할 때 고용율은 0.37%p, 임금은 0.73% 줄어듦(논문의 표 4 중 panel B, D의 4번째 열이 main results).

※ 논문의 표 4의 각 열은 추가 설명변수에 따라 구분(자세한 내용은

논문 참조)

- 지역 간 교역을 고려하면 1,000명 당 로봇 수가 1단위 증가할 때 고용율은 0.34%p, 임금은 0.5% 줄어듦.
- 아직은 미국의 로봇 이용율이 상대적으로 높지 않아 경제 전체 고용자 수 감소는 36만명-67만명(고용율 0.18%p-0.34%p 하락) 수준이지만 향후 로봇의 이용이 늘어나면 고용에 미치는 효과도 더 커질 것임.

□ Dauth, Wolfgang, Sebastian Findeisen, Jens Suedekum, and Nicole Woessner. 2018. "Adjusting to Robots: Worker-Level Evidence." working paper

○ 로봇도입이 노동시장에 미치는 영향을 독일 사례로 분석
○ 로봇데이터는 Graetz and Michaels (2016), Acemoglu and Restrepo (2017)와 같이 IFR 자료를 사용
○ 노동시장 데이터는 Institute for Employment Research (IAB) at the German Federal Employment Agency가 제공하는 노동시장 행정통계
  - 기존 연구들과 다른 점은 Integrated Employment Biographies (IEB)에서 제공하는 개인수준의 고용자-피고용인 매치 자료를 사용해 로봇사용이 개별 노동자들에게 어떤 영향을 미치는지를 분석
○ 분석결과
  - 기존 연구들과 달리 로봇사용이 총고용에는 영향이 별로 없음.
  - 로봇사용으로 제조업 부문의 고용이 감소되었으나(1994~2014년 사이에 약 27.5만명의 정규직 제조업 일자리 감소) 제조업 외 산업(특히 서비스업)의 고용증대로 상쇄되었고, 이로 인해 고용구조가 변함.
  - 로봇이용률이 큰 산업의 노동자들의 해고확률은 낮아짐(노동의 안정성 제고).

□ Graetz, Georg, and Guy Michaels. 2015. "Robots at work." CEP Discussion No. 1335

○ 로봇의 사용이 노동생산성, 부가가치, 임금, 노동시간에 미치는 영향을

분석

- 1993년부터 2007년까지 17개국 (US, fourteen European countries, South Korea, and Australia) 산업별 자료 이용

○ 로봇이용에 대한 자료는 IFR(The International Federation of Robotics)에서 수집

- IFR에서는 산업용 로봇을 자동으로 제어되고 재프로그래밍될 수 있는 다목적의 기계(an automatically controlled, reprogrammable, and multipurpose machine)로 정의
- 전형적인 산업용 로봇은 조립기계, 분배기, 예를 들어 방직기, 엘리베이터, 커피머신 등은 특정한 용도를 갖고 사람의 조작이 필요하기 때문에 산업용 로봇이 아님.

○ 국가별-산업별 자본투입, 노동투입, 생산, 가격, 부가가치, 노동시간 데이터는 EUKLEMS(Timmer, van Moergastel, Stuivenwold, Ypma, O'Mahony, and Kangasniemi, 2007)에서 수집

○ 주 설명변수

- 로봇집약도(robot density)의 변화율 백분위(percentile)
- 로봇집약도는 로봇대수/1백만 노동시간으로 정의

○ 분석결과

- 로봇집약도의 변화가 클수록 생산성(인당 부가가치)과 부가가치가 커짐.
- 예를 들어 생산성의 경우 가장 빠르게 로봇집약도가 높아진 국가-산업 그룹이 가장 느리게 증가한 그룹(quartile 1)에 비해 연간 3.2%p 더 빠른 생산성 증가를 보임.
- 반면 로봇집약도 증가에 따른 노동시간 변화는 거의 없음.
- 설명변수를 로봇집약도 변화율의 백분위로 할 경우에도 유사한 결과. 즉, 생산성과 부가가치는 증가하나 노동시간 변화는 유의하지 않음.
- 부가가치 증대효과는 OLS 결과와 유사한데 노동시간에 미치는 영향은 음의 값으로 추정(유의수준 5%에서 유의하지는 않음)
- 로봇 사용에 변화가 없었다고 가정했을 때 전체 경제에 미치는 효과를 계산해보면 생산성과 부가가치가 약 5% 낮았을 것이고 연간 성장

율로는 약 0.37%p 낮아졌을 것임.

- 로봇집약도 상승은 TFP와 평균 임금도 증가시키지만 노동소득분배율은 일정하게 유지
- 노동자들을 고숙련/중간숙련/저숙련으로 나누어 노동시간과 임금소득에 미치는 영향을 보면, 로봇집약도 상승이 저숙련과 중간숙련 노동자에게 좋지 않은 영향을 미침.

제2장

로봇 도입의 개요 및 현황

제1절 한국의 로봇 통계

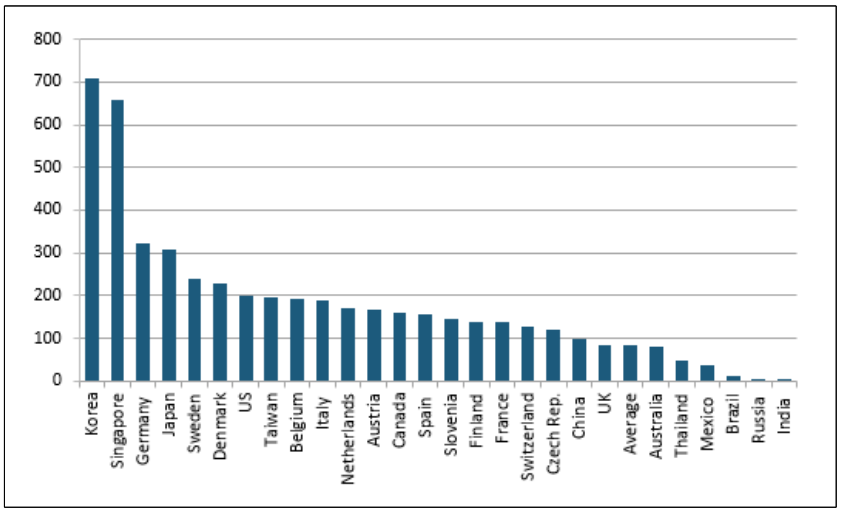
1. 세계 시장에서의 로봇 도입 현황

□ IFR 자료에 의하면 우리나라의 로봇도입률은 세계에서 가장 높은 수준

○ 우리나라의 2017년 기준 제조업 노동자 만 명 당 로봇 대수는 710대로 제조업 강국인 독일(약 320대), 일본(약 약 310대), 미국(약 200대) 보다 많음(그림 2-1 참조).

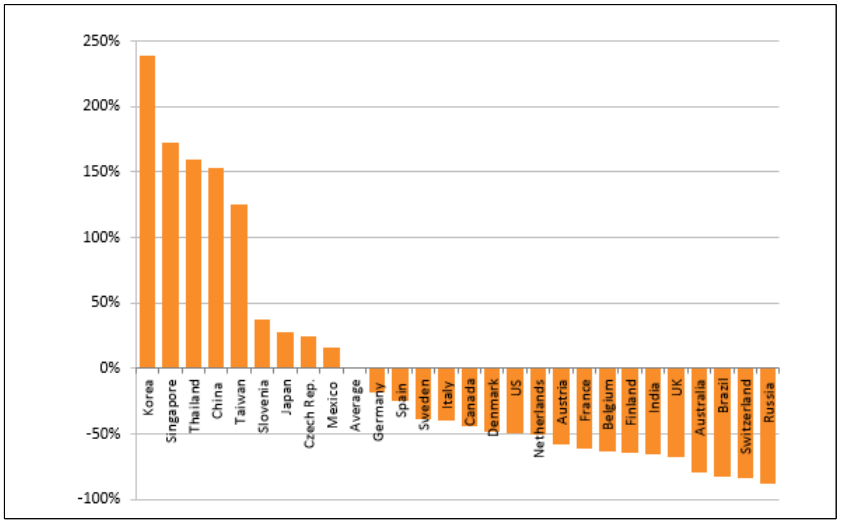
○ 국가별 임금수준으로 조정한 로봇 도입률 (Actual Robot Adoption Rate)도 우리나라가 전 세계 1위(그림 2-2 참조)

[그림 2-1] 제조업 노동자 1만 명 당 로봇대수(2017년 기준)



자료 : IFR. Brinknews에서 재인용

[그림 2-2] 국가별 임금조정 로봇도입률(2017년 기준)



자료 : IFR. Brinknews에서 재인용

2. 한국에서의 로봇 현황 – 로봇 종류별

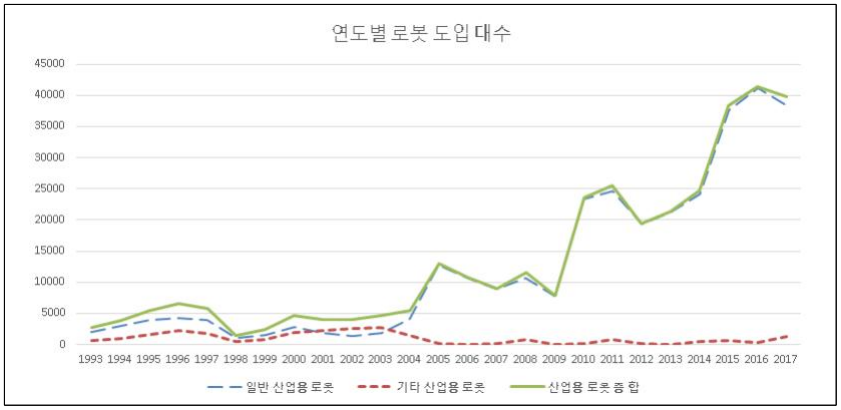
□ 로봇 도입 대수

○ [그림 2-3]은 한국에서의 연도별 로봇 도입 대수 관련 통계를 제시하고 있음.

○ 2010년대 직전 및 초반과 2017년 즈음에 로봇 도입량이 감소하기는 했으나, 2008년 이후 전반적으로 산업용 로봇 도입 대수가 빠르게 증가하고 있음이 확인 가능

[그림 2-3] 로봇 도입 대수 통계

(단위 : 대수)



자료 : 국제로봇협회 한국 데이터를 이용하여 저자 작성

○ 이는 중국의 부상으로 인한 제조업에서의 경쟁력 강화 필요와 2008 세계 금융위기 이후 글로벌 시장에서의 경쟁 격화 등으로 인해 국내 제조업계에서 로봇 도입을 통한 생산성 향상의 필요성을 절감했기 때문으로 보임.

○ 국내 산업용 로봇 수요의 대다수는 일반 산업용 로봇으로, 전기 및 전자와 자동차 등 전통적인 제조업에서의 로봇 수요 증가가 연도별 로봇 도입 대수의 빠른 증가를 견인하고 있음.

○ 일반 산업용 로봇이 아닌 기타 산업용 로봇의 도입량은 2004년 이후 소폭 감소하였다가 이후 계속 낮은 수준에 머무르고 있음.

- 2004년 이후의 기타 산업용 로봇 도입 대수의 감소는 실제 로봇 도입 수요가 감소한 것이 아니라 2003년까지 로봇에 대해서 국제로봇협회가 체계적인 로봇 분류 체계를 갖추지 않음에 따라 일반 산업용 로봇의 일부가 기타로 분류되었기 때문임.
- 2004년 이후 국제로봇협회는 로봇 분류에 대해서 현재까지 일관되고 안정된 분류 체계를 유지하고 있어 해당 연도 이후의 변동의 추세를 보는 것이 합리적임.

○ [그림 2-3]은 로봇 도입 대수만을 표시한 것으로 전체 로봇 운용량은 매년의 누적 데이터이기 때문에 계속해서 증가할 수 있음.

□ 로봇 운용 대수

○ [그림 2-4]는 한국에서의 연도별 운용 중인 로봇 대수 관련 통계를 제시하고 있음.

○ 앞선 [그림 2-3]과는 달리 로봇 운용 대수, 특히 일반 산업용 로봇과 전체 산업용 로봇의 운용 대수는 매년 증가하고 있는 추세임.

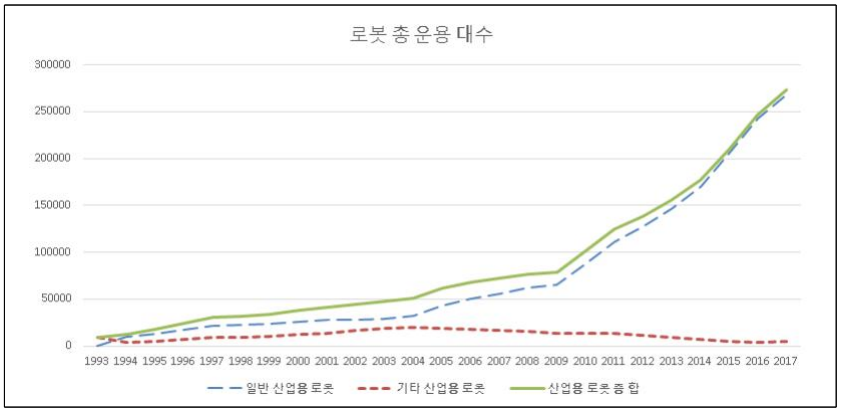
○ 이는 로봇 도입 대수가 감소하였다 하더라도 기존에 운용중인 로봇의 숫자가 많았으며, 신규 도입 대수가 감가상각으로 인해 폐기하는 로봇의 도입 대수보다 많다면 전체 운용 대수는 증가할 수 있기 때문임.
- 일반 산업용 및 전체 산업용의 운용 대수의 증가는 특히 일반 산업용 로봇이 견인한 것으로 파악되며 반면 기타 산업용 로봇의 운용 대수는 정체된 것으로 보임.
- 이러한 기타 산업용 로봇의 운용 대수 정체는 지속적으로 낮은 도입 대수로 인해 감가 상각되는 로봇의 비율과 신규로 구매하는 로봇의 대수가 비슷하거나 오히려 신규 구매 로봇의 대수가 적기 때문임.

○ 도입량과 다르게 운용량은 계속해서 늘어나는 것을 통해 국내 산업용 로봇 시장은 성숙기 및 고도화 단계에 진입하려고 하고 있음이 파악 가능

○ 한편 일반 산업용 로봇의 운용 대수 증가에는 로봇 관련 경험의 축적으로 운용 노하우 확보 및 A/S 체계의 발전 등에서 기여하는 바도 있을 것으로 추측됨.

[그림 2-4] 로봇 운용 대수 통계

(단위 : 대수)



자료 : 국제로봇협회 한국 데이터를 이용하여 저자 작성

3. 한국에서의 로봇 도입 현황 – 산업별

□ 전체 로봇 도입 대수

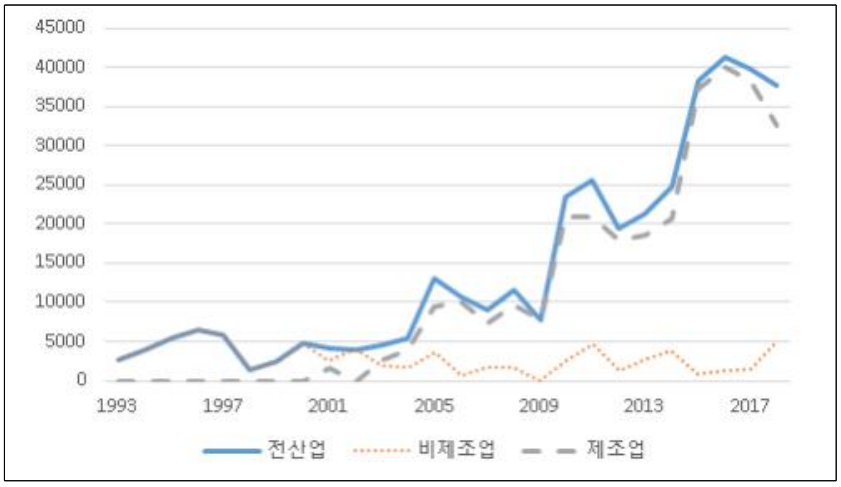
○ [그림 2-5]는 한국에서의 연도별 제조업 및 비제조업에서의 로봇 도입 대수 관련 통계를 제시하고 있음.

○ 우선은 2003년 근처에서의 로봇 도입 대수에서의 몇 년여간의 정체기 이후 로봇 도입량이 무척 빠르게 증가하고 있다는 점이 특징적임.

- 특히 이러한 증가는 제조업에서 두드러지며, 비제조업에서는 2000년대 초반 이후로 지속적으로 정체중인 것과 대비됨.
- 따라서 최근의 로봇 도입량에서의 증가는 주로 제조업에서의 산업용 로봇 수요 증가에서 기인하는 바가 크며, 비제조업에서의 로봇 도입률은 여전히 낮은 수준임이 확인 가능

[그림 2-5] 제조업과 비제조업에서의 로봇 도입 대수 통계

(단위 : 대수)



자료 : 국제로봇협회 2019년 산업용 로봇 보고서

○ [그림 2-5]에서는 2003년까지의 초창기를 제외하면 나머지 연도에서는 제조업 부문에서의 로봇 도입량이 전체 로봇 도입량에서 차지하는 비중이 90% 이상에 육박

○ 해당 집계에서도 초기에는 로봇 분류 체계가 잡혀있지 않아서 다수의 로봇이 '기타'로 구분되어 비제조업으로 분류된 점을 감안한다면 도입된 로봇 다수가 제조업에서 사용될 목적이었던 것으로 보임.

○ 본 장에서는 제조업에 한정하여 로봇 도입량의 영향을 분석할 것이며, 비제조업은 상대적으로 낮은 도입량으로 인해 그 로봇으로 인한 영향이 작거나 없을 것이므로 분석에서 제외할 것임.

○ 아울러 분류상의 문제로 2003년까지는 산업 분류가 사용되지 못하였고, 모든 로봇 도입 및 운용량이 기타로 처리되어 제조업과 비제조업의 구분이 무의미하여, 이들을 제외하고 2004년 자료부터 활용하여 분석할 예정

□ 제조업에서의 로봇 도입 대수

○ [그림 2-6]은 한국에서의 연도별 제조업에서의 로봇 도입 대수를 표시

한 것임.

○ 2004년 집계가 이루어진 이후부터 보면, 전기 및 전자와 자동차 제조업에서의 로봇 운용량이 여타 제조업 분야를 압도하고 있음.

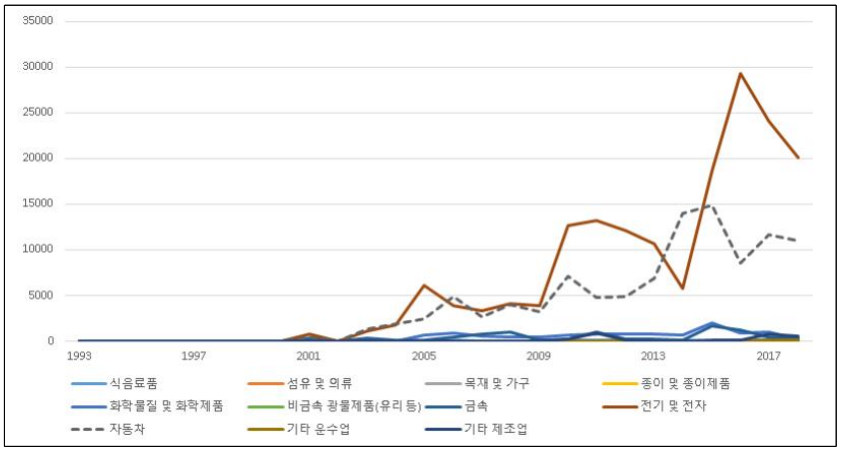
○ 전기 및 전자의 경우 2015년 이후 자동차 산업과 비교해도 매우 많은 양의 로봇을 도입하여 전체 국내 도입량의 약 70여% 정도에 이르고 있음.

○ 앞서 국제비교를 위해 다른 나라와 수치를 비교한 부분에서 잠시 언급하였지만, 로봇 도입량 및 운용량에 있어서 한국은 특히 전기 및 전자와 자동차에서 다른 나라들을 압도하고 있는데, 해당 분야는 한국이 상당한 수준의 국제 경쟁력을 유지하고 있는 분야임.

○ 따라서 추후 제조업을 대상으로 로봇 도입의 고용 효과를 분석할 때, 제조업을 산업분류상 약 두 자리 정도로 나누어 효과를 분석하는 것뿐 만 아니라, 전기 및 전자, 자동차, 그리고 기타와 같은 세 가지 분류로도 집단화하여 로봇 도입의 효과를 추정할 계획임.

[그림 2-6] 제조업에서의 분야별 로봇 도입 대수 통계

(단위 : 대수)



자료 : 국제로봇협회 2019년 산업용 로봇 보고서

4. 한국에서의 로봇 운용 현황 – 산업별

□ 로봇 운용 대수의 파악

○ 로봇 도입량은 해당 연도에 해당 산업에서 구매하고 설치한 로봇의 총 대수를 지칭

○ 로봇 운용량은 일반적인 산업용 로봇의 내구 연한으로 간주하는 12년 동안 일정하게 감가상각이 진행된다고 가정하고 해당 산업에서 현재 운용중인 로봇의 척수를 도입량에 근거하여 계산

- 로봇의 내구 연한은 로봇의 종류, 산업 특성 등에 따라 5년, 12년, 15년 등으로 다양
- 국제로봇협회와 유엔 유럽경제위원회(UNECE; United Nations Economic Commission for Europe)에서는 다수의 산업용 로봇의 내구 연한이 평균적으로 12년에 이르는 것으로 조사, 판단하고 이러한 기준을 마련

□ 전체 로봇 운용 대수

○ [그림 2-7]은 한국에서의 연도별 제조업 및 비제조업에서의 로봇 운용 대수 관련 통계를 제시하고 있음.

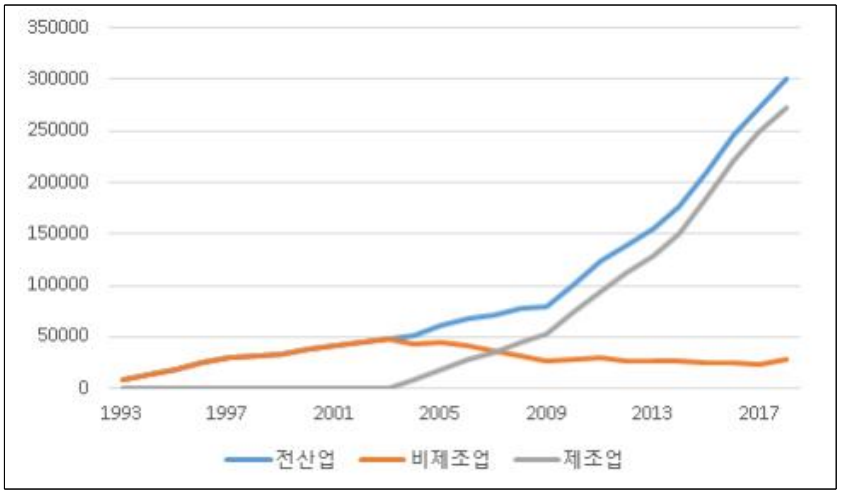
○ 앞서 살펴보았듯이 분류상의 문제로 2003년까지는 산업 대분류가 사용되지 못하였고, 모든 로봇 도입 및 운용량이 기타로 처리되어 제조업과 비제조업의 구분이 무의미

○ 그 이후를 살펴보면, 운용량의 절대 다수가 제조업에서 기인하는 것이 확인 가능

- 비제조업에서는 심지어 운용 대수가 감소하거나 정체되고 있는 것으로 나타남.
- 따라서 전체 운용 대수에서 제조업이 차지하는 비중은 지속적으로 증가하고 있음.

[그림 2-7] 제조업과 비제조업에서의 로봇 운용 대수 통계

(단위 : 대수)



자료 : 국제로봇협회 2019년 산업용 로봇 보고서

□ 제조업에서의 로봇 운용 대수

○ [그림 2-8]은 한국에서의 연도별 제조업에서의 로봇 운용 대수를 표시한 것임.

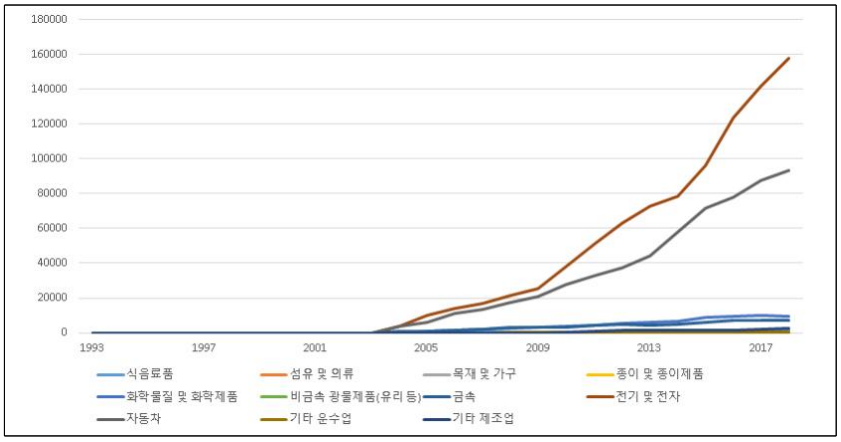
○ 앞서 도입량과 마찬가지로 2000년대 초반 집계가 이루어진 이후 전기 및 전자와 자동차 제조업에서의 로봇 운용량이 여타 제조업 분야를 압도하고 있음.

○ 전기 및 전자의 경우 도입량에서는 자동차보다 적은 해도 있었으나, 누적을 반영하는 전체 운용량에 있어서는 통계 집계 이래 로봇 운용량에서 1위를 놓쳐본 적이 없음.

○ 전기 및 전자와 자동차를 제외하면 로봇 운용 대수에서의 큰 변화는 목격되지 않았으며, 따라서 한국에서의 높은 로봇 운용 대수 수치는 전기 및 전자와 자동차에서 비롯되는 것으로 생각할 수 있음.

[그림 2-8] 제조업에서의 분야별 로봇 운용 대수 통계

(단위 : 대수)



자료 : 국제로봇협회 2019년 산업용 로봇 보고서

제2절 로봇 산업 활성화의 고용연계성

□ 로봇 산업 활성화가 가지는 고용 연계성은 로봇 수요 산업과 로봇 공급 산업 두 가지 측면을 분리해서 고려해야 함.

□ 로봇 수요 산업에서의 로봇 활성화는 Acemoglu, Daron and Restrepo (2017)에서 언급한 두 가지 효과가 있음.

○ 로봇 수요 산업에서는 노동 대체 효과와 생산성 증대 효과 두 가지가 공존하여, 전체 고용에 미치는 영향은 복합적임.

○ 노동 대체 효과는 로봇 도입을 통해 기존에 사람에 의해서 진행되던 공정 일부가 로봇으로 대체됨에 따라 해당 노동자가 해직되는 경우를 의미함.

○ 반면 해당 기업이나 산업에서 로봇 도입을 통해 국제경쟁력이 강화되면, 이로 인해 수출을 포함한 기업의 매출이 증가하고 기업 규모가 커

지면서 로봇 도입에 의해 인력 수요가 증가할 수 있음.

○ 가장 좋은 것은 두 가지 개별 효과의 크기를 측정하여 비교하는 것이지만, 해당 측정 및 비교는 불가능하기 때문에 할 수 없음.

○ 본 연구에서 산업별 로봇 도입량에 따라 살펴보고자 하는 것은 이러한 노동 대체 효과와 생산성 증대 효과 두 가지의 합의 순 효과임.

□ 로봇 공급 산업에서의 로봇 산업 활성화에 따른 효과는 로봇 산업 자체의 크기가 커지고 증가하는 국내의 로봇 수요에 대한 수입을 국내 제품으로 대체하는 데서 오는 효과가 있음.

○ 로봇 산업 자체의 크기가 성장함에 따라 커질 수 있는 산업으로는 로봇 제작 산업, 로봇 관련 시스템 운용 산업, 그리고 시스템 통합(SI; system integration) 산업이 있음.

○ 이들 산업들은 로봇에 대한 수요가 커짐에 따라 자연스럽게 기업의 크기가 커지고 매출이 증가하여 고용이 증가할 수 있음.

- 현재까지 로봇을 제작하는 다수의 제작 업체의 경우, 주문 기반 생산 방식으로, 개별 주문자마다 요구하는 로봇의 종류 및 성능이 다르기 때문에 로봇 도입을 통한 공정 자동화를 이루기보다는 숙련 위주의 노동자를 채용하는 노동 집약적인 특성을 보여, 로봇 산업의 크기가 커짐에 따라 고용이 증가하는 것이 확인됨.
- 또한 로봇 관련 시스템 제작 및 시스템 통합 업체의 경우에도, 개별 기업마다 요구하는 시스템의 성능 등이 다르기 때문에 필연적으로 사업 규모가 커짐에 따라 고용이 증가하고 있음.

○ 아울러 로봇 산업 활성화는 로봇 공급 분야에서 수입 대체 효과를 초래함.

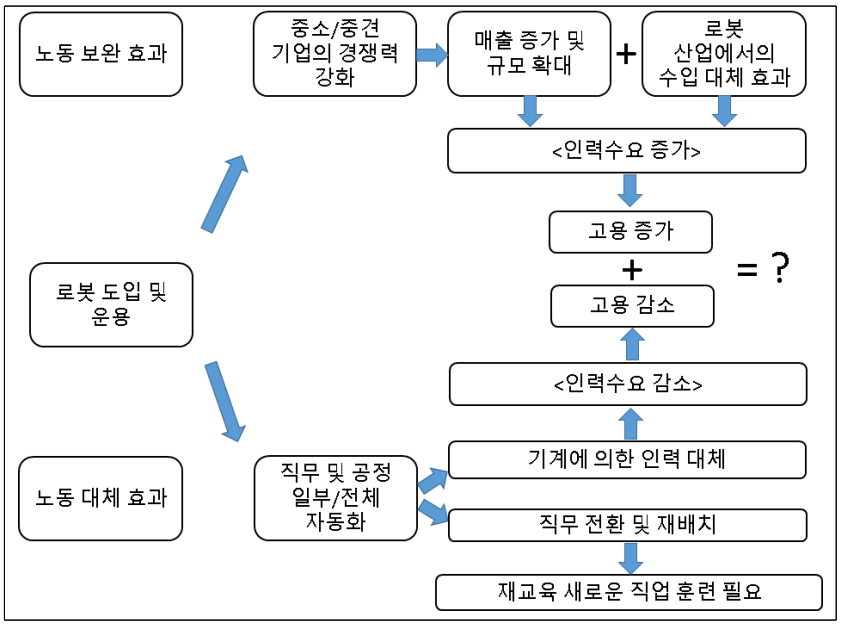
- 현재 국내에서 내수를 직접 생산하여 충당하는 경우는 주로 간단한 형태의 로봇이거나 저부가가치 혹은 최근에는 중부가가치의 로봇인 경우가 많으나, 다수의 고부가가치 산업용 로봇의 경우 수입에 의존하고 있는 것이 현실임.
- 이러한 중부가가치 및 고부가가치 로봇의 수입을 로봇 산업 활성화를

통해 국내 기업에서 생산 가능토록 한다면 수입 대체 효과를 유발할 수 있음.

- 이 경우 단순한 산업 육성 측면에서뿐 만 아니라 고용 측면에서도 바람직한 결과를 기대할 수 있음.

□ 이러한 로봇 공급과 수요 측면에서의 고용 연계성을 그림으로 표시하면 다음 [그림 2-9]와 같음.

[그림 2-9] 로봇 산업 활성에 따른 고용연계성



제3장

로봇 산업 활성화의 양적 고용효과 분석

제1절 분석 대상

1. 조사 자료

□ 본 연구에서 분석의 대상이 되는 조사자료는 크게 국제로봇협회에서 제공하는 국가별 산업별 연도별 로봇 도입 및 운용 대수, 2019년 5월말 기준 고용보험 DB 사업장 정보자료 및 피보험자 자료임.

□ 국제로봇협회 자료

○ 국제로봇협회를 통해 구매한 로봇 관련 통계 자료에서는 다음과 같은 변수를 사용하였음.
- 한국의 산업별, 연도별 로봇 도입 대수 및 로봇 운용 대수
- 국제로봇협회에서는 비제조업에 대해서 대분류 수준의 로봇 관련 자료만을 제공하며, 도입 및 운용 대수에 있어서도 제조업 분야가 압도적으로 크므로, 본 연구에서는 제조업 분야의 로봇 관련 통계만 사용함.
- 아울러 금액별 자료에서의 오류 및 연도 간 불일치 문제로 도입 대수 자료만을 사용

- 각 산업별 로봇 도입 대수 및 운용 대수는 고용보험 DB 사업장 정보와 결합하여 작업자 1만 명 당 정보로 변환한 후 사용
- 아울러, 제조업에 대한 산업 분류가 한국표준산업분류와 다르므로, 세부 분야에서의 단위 통일성을 위해 한국표준산업분류 상의 다섯 자리 코드 중 처음 두 자리만을 이용하여 산업 분류를 삼음.
- 산업 분류상의 문제로 2004년 자료부터 사용

□ 고용보험 사업장 정보자료

○ 고용보험 DB의 사업장 정보자료에서는 다음과 같은 변수들을 사용하였음.
- 사업장들의 산업분류코드와 전 기업체의 지역 및 규모 코드
- 개별 사업장의 연도별 고용 규모 및 설립 및 소멸 일자 등
- 1997년 이후의 자료들을 이용

□ 고용보험 피보험자 정보자료

○ 고용보험 피보험자 DB에서는 다음 사항들을 사용하였음.
- 해당 연도의 신규 채용 인력의 연령
- 신규 채용 인력의 직군 분포
- 65세 이하의 신규 채용자만을 대상으로 함.

제2절 고용효과 분석 결과

1. 분석 방법

□ 로봇 관련 통계 생성

○ 본 연구에서는 로봇 도입 단위 및 로봇 운용 단위는 산업별 대수를 산업

별 고용량으로 나눈, 작업자 1만명 당 로봇 도입 대수나 로봇 운용 대수로 사용함.

- 단순한 로봇 도입 대수는 산업의 사이즈나 고용 규모를 반영하지 못하고 있음.
- 예를 들어 노동자가 1만 명인 산업에서 도입한 1만 대의 로봇과 노동자가 10만 명인 산업에서 같은 양의 로봇을 도입한 경우 산업에 미치는 영향은 다름.
- 이를 통제하기 위하여 단위 노동자 수 당 로봇 도입 대수를 산출하여 계산함.
- 이를 위해 고용보험 DB 사업장 정보에서 연도별 각 산업의 종사자 수를 계산한 후, 이를 이용하여 단위 로봇 대수를 계산하였음.

○ 로봇 관련 통계의 해석

- 본 연구에서는 단위 로봇 도입 대수는 로봇 도입으로 인한 산업의 생산성 변화 정도를 측정한 것으로 간주하며, 단위 로봇 운용 대수는 로봇 도입으로 인해 증가한 산업의 평균적인 생산성 정도를 측정한 것으로 보았음.
- 즉, 로봇 도입 대수는 이후 일어날 산업에서의 생산성 변화 정도 혹은 생산성 충격 정도의 지표로 보았음.
- 아울러 운용량은 현재 해당 산업의 평균적인 생산성 수준으로 측정하였음.
- 이는 로봇이 R&D 및 기타 생산성을 증대시키기 위한 투자 활동과 비슷한 측면이 있기에 설정한 것임.

□ 로봇 관련 시차 변수 생성

○ 로봇 도입량 및 운용량에 대한 시차 변수를 생성

- 로봇 도입에 따른 생산성의 변화는 일반적인 생산성 변화와 마찬가지로 시차를 두고 고용에 영향을 미칠 수 있음.
- 따라서 로봇 도입 및 운용과 관련된 변수에 시차 변수를 추가하여 분석을 진행하여 시차 변수의 계수값까지 살펴봄으로써 생산성 변동이

고용에 미치는 시차 효과까지 고려하고자 함.

- 이러한 시차 변수의 핵심은 단위 로봇 도입량인데, 로봇 도입에 따른 생산성 변화 충격은 바로 영향을 미치기보다는 시차를 두고 이후에 영향을 미치기 때문임.
- 단, 로봇 도입 및 운용에 관한 의사결정은 매년 이루어지기 때문에, 기업에게 발생하는 일회적인 충격이 아닐뿐 만 아니라, 시차 변수를 추가함으로써 상실하게 되는 시차 연도에서의 데이터를 고려하여 시차 변수는 최대 3년으로 설정함.

○ 시차 변수가 가지는 함의

- 로봇을 구매한 이후 정상적인 작동을 위하여 직원들을 대상으로 한 재교육에 시간이 소요될 수 있음.
- 로봇 도입 이후 로봇의 운용이 성공적으로 안착하는 경우 그 때에서야 고용을 조절할 가능성이 있음.
- 정규직의 경우 즉각적인 해고가 어렵기 때문에 로봇을 도입한 이후 신규 채용을 줄이는 형태로 장기적인 고용 조정을 추구할 수 있음.
- 로봇을 운용하기 위한 인력이 필요하여 인력을 추가적으로 채용하려 해도 인력 채용에 시간이 소요되거나, 혹은 일정한 기간이 지나기 전까지는 해당 인력들에 대한 초과 수요로 인해 인력 수급이 어려울 수 있기 때문에 채용에 있어서도 시차가 소요될 수 있음.

□ 본 연구에서 사용한 모형

○ 시차 변수를 추가한 로봇의 고용 효과

- $\ln(y_{i,t}) = \alpha + \ln(robot_{i,t}) + \mu_i + t_t + \Sigma_{k=0}^{k=3}\gamma_k \times D_{i,t,k} + X_{i,t} \times \delta + \epsilon_{i,t}$
- $y_{i,t}$는 사업장 i의 t 시점에서의 고용량
- 자연로그를 취한 고용량을 사용한 경우, 이는 고용 변화율에 해당함.
- $robot_{i,t}$는 고용에 영향을 미칠 것으로 예상되는 연도별 산업별 로봇 관련 변수
- 본 연구에서 사용한 로봇 관련 변수는 모두 작업자 1만 명 당의 로봇

관련 대수이므로, 이 역시 비율이며, 여기에 로그 값을 취하였음.

- μ_i는 개별 사업장의 지역 및 산업에 대한 고정 효과
- $D_{i,t,k}$는 사업체 i가 종사하는 산업의 k년 이전의 로봇 관련 시차 변수
- $X_{i,t}$는 산업 분류, 지역, 고용 규모 등 t 시점에 기업 i의 특성을 대변하는 변수
- 기업 단위의 이질성을 고려하기 위하여 개별 사업체 단위로 오차항을 클러스터링(clustering)하여 계산

○ 본 연구에서의 로봇 관련 계수값에 관한 해석

- 본 연구에서의 일부 분석에서는 계수값은 로봇 도입 대수의 변화에 따른 고용량의 직접적인 변화가 아님.
- 독립변수는 작업자 1만 명 당 로봇 관련 대수이므로, 작업자 1만 명 당 로봇 대수의 변화율에 대한 값이라 할 수 있음.
- 아울러 종속변수는 로그값을 취한 것이므로, 결국 작업자 1만 명 당 로봇 밀집도의 1% 변화가 고용 변화율에 미치는 % 영향이라 해석할 수 있음.

2. 분석 결과

□ 피보험자와의 매칭 여부를 고려하지 않은 고용량 분석

○ 전체 산업을 대상으로 한 분석 결과는 다음과 같음.

- 도입량에 대해서는 시차 변수를 보는 것이 정확하며, 운용량은 즉각적인 평균적인 생산성 변화를 반영하므로 시차가 아닌 변수를 보는 것이 바람직함.
- 〈표 3-1〉을 통해 로봇 도입량의 시차 변수는 (4)의 1년 도입시차 계수값을 제외하면 모두 양의 값으로 나타났음.
- 이를 통해 로봇 도입의 증가, 혹은 이에 따른 생산성의 증가는 단기적으로 고용을 증가시키고 있음을 알 수 있음.
- 로봇 운용 대수와 관련된 시차 변수에 대해서는 2년 시차 변수와 3년 시차 변수가 모두 multi-colinierity 문제로 분석에서 제외된 것을 볼

수 있음.

- 이는 운용 대수의 경우 시차 변수 값들보다는 당해년의 운용 대수와 관련된 변수가 보다 의미있으며, 시차 변수들은 큰 영향을 미치지 않고 있거나 운용량과 밀접하게 관련되어 있음이 파악 가능함.
- 한편 운용 대수가 대변하는 평균적인 생산성 수준의 계수 값이 (5)와 (6)에서 음으로 나오는 것을 통해 장기적인 생산성 향상은 제조업에서도 고용을 늘리는 역할을 하지는 않을 수 있음이 확인되었음.

〈표 3-1〉 전체 로봇 수요 산업 대상 분석

변수	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
ln도입량	0.00111***		0.00157***	-0.000580		0.00823***
	(0.000287)		(0.000369)	(0.000437)		(0.000553)
도입 시차1				-0.000878**		0.00470***
				(0.000408)		(0.000467)
도입 시차2				-0.000320		0.00256***
				(0.000440)		(0.000471)
도입 시차3				0.000648*		0.00231***
				(0.000351)		(0.000397)
ln운용량		0.000348	-0.000617		-0.00255***	-0.0370***
		(0.000327)	(0.000440)		(0.000332)	(0.00148)
운용 시차1					-0.0177***	-0.0138***
					(0.000156)	(0.000299)
운용 시차2					-	-
운용 시차3					-	-
상수	3.199***	3.193***	3.200***	3.393***	3.202***	3.501***
	(0.000874)	(0.00134)	(0.00150)	(0.00290)	(0.00136)	(0.00546)
관측치	770,866	882,425	770,866	366,635	882,425	366,635
결정계수	0.903	0.901	0.903	0.925	0.905	0.927
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1						

주 : 1) 사업체 단위로 클러스터링하여 표준편차를 구하였음.
2) (1)-(6)까지 모든 회귀분석은 사업장의 규모, 지역, 산업 등을 통제한 것임.
자료 : 국제로봇협회 국가별 연도별 산업별 로봇 통계, 고용보험 사업장 정보자료.

○ 전기 및 전자와 자동차 산업을 대상으로 한 분석 결과는 다음과 같음
- 앞서 살펴본 전산업 대비 연구와 큰 차이는 없으나, 전반적으로 계수값의 크기가 상승한 것을 볼 수 있음.
- 이는 전기 및 전자 산업과 자동차 산업은 평균 생산성 및 생산성 변동에 대해서 보다 크게 혹은 민감하게 반응하고 있음을 보여줌.
- 여전히 로봇 도입에 따른 시차 변수 1개년이 지속적으로 양의 값이 나온 점을 통해 생산성에서 양의 충격이 있는 경우 고용이 늘어날 가능성을 시사함.
- 운용량과 관련된 계수값의 음의 크기가 더 큰 것을 통해 장기적으로 로봇 도입에 따른 생산성의 증가나 감소 등의 평균적인 변화에 대해서 두 산업의 사업장들은 더 크게 혹은 민감하게 반응하는 것을 알 수 있음.
- 이는 해당 산업들이 로봇 도입량이 많기 때문에 로봇 도입에 따른 생산성 충격에 보다 잘 반응함을 시사하며, 한편으로는 국제경쟁력 문제 등으로 인해서 생산성 충격과 평균 생산성에 더욱 잘 반응할 가능성도 시사함.

〈표 3-2〉 전기 전자 및 자동차 대상 로봇의 고용 영향 분석

변수	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
ln도입량	0.00247**		0.00433***	-0.00906***		0.00860***
	(0.00109)		(0.00148)	(0.00145)		(0.00211)
도입 시차1				0.00338***		0.00571***
				(0.00119)		(0.00132)
도입 시차2				0.00122		0.00488***
				(0.00107)		(0.00119)
도입 시차3				0.00234**		0.00517***
				(0.00112)		(0.00130)
ln운용량		0.00118	-0.00163		-0.0197***	-0.0448***
		(0.000895)	(0.00132)		(0.00101)	(0.00350)
운용 시차1					-0.0180***	-0.0125***
					(0.000343)	(0.000531)
운용 시차2					-	-
운용 시차3					-	-
상수	3.351***	3.356***	3.353***	3.553***	3.534***	3.730***
	(0.00534)	(0.00579)	(0.00587)	(0.00891)	(0.00707)	(0.0131)
관측치	220,149	220,149	220,149	120,504	220,149	120,504
결정계수	0.923	0.923	0.923	0.938	0.926	0.939
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1						

주 : 1) 사업체 단위로 클러스터링하여 표준편차를 구하였음.
2) (1)-(6)까지 모든 회귀분석은 사업장의 규모, 지역, 산업 등을 통제한 것임.
자료 : 국제로봇협회 국가별 연도별 산업별 로봇 통계, 고용보험 사업장 정보자료.

○ 전기 및 전자와 자동차 산업을 제외한 여타 산업의 분석 결과는 다음과 같음.

- 앞서 살펴본 전산업 대비 연구와 큰 차이는 없으나, 전반적으로 도입량 및 운용량의 % 변화에 따른 고용의 % 변화율 효과의 크기가 줄어들었음.
- 즉, 생산성의 단기적 변화 충격에 덜 민감하게 반응하거나 혹은 노동보조적인 로봇 도입이 많은 편이라고 할 수 있음.

- 아울러 적은 로봇 도입 및 경험으로 인해 로봇 도입에 따른 생산성 변동이나 평균적인 생산성 수준에 잘 반응하지 못할 수도 있으며, 아울러 로봇과 관련된 생산성보다는 생산성에 영향을 미치는 여타 요인들이 더욱 크게 작용하는 것이 아닌가 생각할 수 있음.
- 운용량과 관련된 계수값은 음이 나왔으나 그 크기가 작은 것을 통해 로봇 도입에 따른 평균적인 생산성 변화의 고용 변화율 감소 효과는 작은 편임.

〈표 3-3〉 전기 전자 및 자동차 제외 로봇의 고용 영향 분석

변수	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
ln도입량	0.000938***		0.00141***	0.000183		0.00844***
	(0.000293)		(0.000382)	(0.000476)		(0.000582)
도입 시차1				-0.00116**		0.00490***
				(0.000464)		(0.000516)
도입 시차2				-0.000753		0.00260***
				(0.000518)		(0.000535)
도입 시차3				0.000460		0.00180***
				(0.000389)		(0.000420)
ln운용량		0.000191	-0.000669		0.000621*	-0.0338***
		(0.000351)	(0.000471)		(0.000353)	(0.00170)
운용 시차1					-0.0182***	-0.0146***
					(0.000179)	(0.000365)
운용 시차2					-	-
운용 시차3					-	-
상수	3.136***	3.138***	3.137***	3.319***	3.118***	3.386***
	(0.000773)	(0.00119)	(0.00140)	(0.00235)	(0.00118)	(0.00553)
관측치	550,717	662,276	550,717	246,131	662,276	246,131
결정계수	0.890	0.889	0.890	0.916	0.894	0.918
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1						

주 : 1) 사업체 단위로 클러스터링하여 표준편차를 구하였음.
2) (1)-(6)까지 모든 회귀분석은 사업장의 규모, 지역, 산업 등을 통제한 것임.
자료 : 국제로봇협회 국가별 연도별 산업별 로봇 통계, 고용보험 사업장 정보자료.

□ 피보험자와의 매칭 여부를 고려한 고용량 분석

○ 전체 산업을 대상으로 한 분석 결과는 다음과 같음.
- 〈표 3-4〉를 통해 로봇 도입량의 시차 변수는 고용량 변화에 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났음.
- 특히 로봇 도입량의 시차 변수 1개년 값은 회귀(2)에서는 음의 값이었으나 회귀(6)에서는 양의 값으로 나타났으며, 이는 로그를 취한 로봇 도입량도 마찬가지임.
- 하지만 산업의 로봇 운용량의 로그값은 계수값이 지속적으로 음의 값이 나왔음.
- 따라서 로봇 도입에 따른 단기적인 생산성 변동이 고용증가율에 미치는 영향은 제한적이지만, 산업에서의 평균적인 생산성 증가는 장기적으로 고용변화율에 부정적인 영향을 미칠 수 있다고 해석하는 것이 바람직함.

〈표 3-4〉 전체 로봇 수요 산업 대상 분석

변수	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
ln도입량	0.000715**	-0.000764*		0.00177***	0.00442***	
	(0.000287)	(0.000429)		(0.000370)	(0.000542)	-0.00054
도입 시차1		-0.000897**			0.00310***	
		(0.000401)			(0.000558)	-0.00056
도입 시차2		-0.000361				-0.000600
		(0.000431)			(0.000555)	-0.00056
도입 시차3		0.000226				-0.00544***
		(0.000345)			(0.000555)	-0.00056
ln운용량			-0.000268	-0.0151***	-0.00138***	-0.0285***
			(0.000323)	(0.00109)	(0.000435)	(0.00163)
운용 시차1				0.000322		-0.00311*
				(0.00102)		(0.00165)
운용 시차2				0.00207**		0.00871***
				(0.00103)		(0.00148)
운용 시차3				0.00473***	0.00968***	0.00871***
				(0.000453)	(0.000697)	(0.00148)
상수	7.758***	7.732***	7.748***	7.709***	7.759***	7.704***
	(0.0578)	(0.0639)	(0.0566)	(0.0608)	(0.0578)	(0.0639)
관측치	745,060	358,574	852,148	452,561	745,060	358,574
결정계수	0.899	0.920	0.897	0.917	0.899	0.920
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1						

주 : 1) 사업체 단위로 클러스터링하여 표준편차를 구하였음.
2) (1)-(6)까지 모든 회귀분석은 사업장의 규모, 지역, 산업 등을 통제한 것임.
자료 : 국제로봇협회 국가별 연도별 산업별 로봇 통계, 고용보험 사업장 정보자료.

○ 전기 및 전자와 자동차 산업을 대상으로 한 분석 결과는 다음과 같음.
- 앞서 살펴본 전산업 대비 연구와 큰 차이는 없으나, 전반적으로 결정계수가 상승한 점을 통해 해당 두 산업은 로봇 도입량으로 생산성을 측정하여 고용 변화율을 보는 것이 보다 정확할 가능성을 시사함
- 한편 로봇 도입에 따른 시차 변수 1개년이 지속적으로 양의 값이 나온 점을 통해 생산성에서 양의 충격이 있는 경우 고용이 일시적으로 늘어날 가능성을 시사함.

- 운용량과 관련된 계수값의 음의 크기가 더 큰 것을 통해 장기적으로 로봇 도입에 따른 생산성의 증가나 감소 등의 평균적인 변화에 대해서 두 산업의 사업장들은 더 크게 반응하는 것을 알 수 있음.
- 이는 해당 산업들이 로봇 도입량이 많기 때문에 로봇 도입에 따른 생산성 충격에 장기적으로 보다 잘 반응함을 시사

〈표 3-5〉 전기 전자 및 자동차 대상 로봇의 고용 영향 분석

변수	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
ln도입량	0.00189*	-0.00995***			0.00368**	-0.00925***
	(0.00108)	(0.00145)			(0.00150)	(0.00223)
도입 시차1		0.00325***				0.00539***
		(0.00120)				(0.00182)
도입 시차2		0.00104				0.000464
		(0.00107)				(0.00171)
도입 시차3		0.00234**				-0.0192***
		(0.00110)				(0.00174)
ln운용량			0.000850	-0.0271***	-0.00155	-0.0226***
			(0.000884)	(0.00260)	(0.00134)	(0.00332)
운용 시차1				-0.00210		-0.0185***
				(0.00262)		(0.00380)
운용 시차2				0.00238		0.00738**
				(0.00253)		(0.00362)
운용 시차3				0.0180***		0.0374***
				(0.00199)		(0.00283)
상수	7.933***	7.918***	7.927***	7.922***	7.937***	7.863***
	(0.0986)	(0.108)	(0.0983)	(0.107)	(0.0983)	(0.107)
관측치	213,710	117,760	213,710	117,844	213,710	117,760
결정계수	0.919	0.932	0.919	0.932	0.919	0.932
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1						

주 : 1) 사업체 단위로 클러스터링하여 표준편차를 구하였음.
2) (1)-(6)까지 모든 회귀분석은 사업장의 규모, 지역, 산업 등을 통제한 것임.
자료 : 국제로봇협회 국가별 연도별 산업별 로봇 통계, 고용보험 사업장 정보자료.

○ 전기 및 전자와 자동차 산업을 제외한 여타 산업의 분석 결과는 다음과 같음.

- 앞서 살펴본 전산업 대비 연구와 큰 차이는 없으나, 전반적으로 도입량의 변화에 따른 고용 변화율 효과의 음의 크기가 줄어들었음.
- 즉, 생산성의 단기적 변화 충격에 덜 민감하게 반응하거나 혹은 노동보조적인 로봇 도입이 많은 편이라고 할 수 있음.
- 운용량과 관련된 계수값은 음이 나왔으나 그 크기가 작은 것을 통해 로봇 도입에 따른 평균적인 생산성 변화의 고용 변화율 감소 효과는 작은 편임.

〈표 3-6〉 전기 전자 및 자동차 제외 로봇의 고용 영향 분석

변수	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
ln도입량	0.000571*	0.000131			0.00163***	0.00442***
	(0.000293)	(0.000465)		(0.000382)	(0.000573)	(0.00223)
도입 시차1		-0.00109**			0.00186***	0.00539***
		(0.000454)			(0.000601)	(0.00182)
도입 시차2		-0.000694				-0.00114*
		(0.000505)			(0.000604)	(0.00171)
도입 시차3		4.23e-05				-0.00494***
		(0.000381)			(0.000603)	(0.00174)
ln운용량			-0.000466	-0.0129***	-0.00150***	-0.0289***
			(0.000346)	(0.00121)	(0.000464)	(0.00192)
운용 시차1				0.000410		0.000139
				(0.00111)		(0.00187)
운용 시차2				6.03e-05		0.00564***
				(0.00112)		(0.00165)
운용 시차3				0.00418***	0.00870***	0.0374***
				(0.000466)	(0.000739)	(0.00283)
상수	7.608***	7.549***	7.607***	7.551***	7.607***	7.494***
	(0.0597)	(0.0614)	(0.0603)	(0.0637)	(0.0597)	(0.0615)
관측치	531,350	240,814	638,438	334,717	531,350	240,814
결정계수	0.887	0.911	0.886	0.909	0.887	0.911
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1						

주 : 1) 사업체 단위로 클러스터링하여 표준편차를 구하였음.
2) (1)-(6)까지 모든 회귀분석은 사업장의 규모, 지역, 산업 등을 통제한 것임.
자료 : 국제로봇협회 국가별 연도별 산업별 로봇 통계, 고용보험 사업장 정보자료.

□ 신규 채용에서의 직군 비중에 대한 로봇의 영향 분석 구성

○ 로봇 도입 및 운용이 직군 구성에 미친 영향을 파악하기 위한 자료 구성
- 고용보험 피보험자 자료는 신규 채용자들의 직군에 대한 정보도 포함하고 있음.
- 하지만 입사 이후 직군이 변화하는 것에 대해서는 추적을 하지 않고 퇴사 시점 혹은 고용보험 상실 시점까지 채용 당시의 직군 정보만을 그대로 가지고 가기 때문에 로봇 도입 및 운용에 따른 입사 이후의 직군 변화를 추적하거나 사내 직군 구성을 살펴볼 수는 없음.
- 다만 신규 채용자들의 직군 구성에 로봇이 어떠한 영향을 미쳤는지에 대해서는 파악이 가능하므로 이를 분석하고자 함.
- 개별 사업장 단위로 신규 채용자들의 직군에서 로봇 도입에 따라 사라질 것으로 전망되는 단순 근로 직종, 증가할 것으로 예상되는 기술 관련 전문 직종, 그리고 증가할 것으로 예상되면서 동시에 직접적으로 첨단 산업 및 로봇 산업과 연관된 컴퓨터 및 프로그램 관련 직종으로 구별하여 분석하였음.

○ 직군 구별
- 고용보험 피보험자에서는 직종 차수에 따라서 제공하는 직군 정보가 다른데, 각 직종별로 단순 제조 종사 직군들은 모두 로봇 도입에 따라 사라질 것으로 전망되는 직군, 전문 기술직군들은 증가할 것으로 예상되는 직군, 그리고 컴퓨팅 및 프로그래밍 관련 직군은 매우 크게 증가할 것 같은 직군, 이상 세 분류로 나누었음.
- 단, 분석에서는 증가할 것으로 예상되는 직군의 비율을 계산할 때 세 번째 직군도 포함시켰으며, 대신 세 번째 직군에 대해서는 별도로 분석을 진행하였음.
- 따라서 사라질 것으로 전망되는 직군, 증가할 것으로 전망되는 직군, 매우 증가할 것으로 전망되는 직군, 이렇게 세 가지 분석이 진행될 것이며, 증가할 것으로 전망되는 직군은 매우 증가할 것으로 전망되는 직군까지 포함한 비율임.

□ 신규 채용에서의 단순직 직군 비중에 대한 로봇의 영향 분석 구성

○ 전체 산업을 대상으로 한 분석 결과는 다음과 같음.

- 도입량과 관련된 시차 변수는 로봇 도입이 늘어나면 그 직후 단순 직군의 신규 채용 비율은 감소하는 것으로 나타났음.
- 여타 도입 시차의 경우 낮은 유의확률에서 유의하게 나타나서 큰 영향은 없는 것으로 보임.
- 다만 로봇 운용량이 증가하면 전체 채용에서의 단순 직군도 늘어나는 것으로 나타났음.
- 이는 일부 로봇들이 노동 보조적인 성격을 띤 것이라서일 수도 있고, 해당 산업에서 로봇 운용량이 높아짐에 따라 국제 경쟁력이 올라가고 수출과 내수를 포함한 시장 규모가 커짐에 따라서 매출 증가로 인해 고용 규모가 증가했을 가능성도 있음.
- 따라서 로봇을 도입함으로써 생산성이 증가하면 신규 채용에 있어 단순직 종사자들은 감소하나, 평균적으로 생산성이 높다면 단순직에 대한 신규 채용 수요도 높다고 볼 수 있음.

〈표 3-7〉 전체 로봇 수요 산업 대상 로봇의 단순 직군 신규 채용 영향 분석

변수	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
ln도입량	0.00171***		0.000826*	0.000940		-0.000624
	(0.000367)		(0.000478)	(0.000591)		(0.000754)
도입 시차1				-0.00134**		-0.00238***
				(0.000576)		(0.000645)
도입 시차2				0.00145**		0.00102
				(0.000605)		(0.000636)
도입 시차3				0.000941**		0.000970*
				(0.000477)		(0.000533)
ln운용량		0.00236***	0.00118**		0.00312***	0.00795***
		(0.000396)	(0.000537)		(0.000398)	(0.00189)
운용 시차1					0.00411***	0.00417***
					(0.000190)	(0.000373)
운용 시차2					-	-
운용 시차3					-	-
상수	0.604***	0.601***	0.601***	0.586***	0.598***	0.562***
	(0.00109)	(0.00160)	(0.00179)	(0.00373)	(0.00162)	(0.00697)
관측치	688,998	787,041	688,998	333,848	787,041	333,848
결정계수	0.194	0.202	0.194	0.216	0.204	0.217
*** p〈0.01, ** p〈0.05, * p〈0.1						

주 : 1) 사업체 단위로 클러스터링하여 표준편차를 구하였음.
2) (1)-(6)까지 모든 회귀분석은 사업장의 규모, 지역, 산업 등을 통제한 것임.
자료 : 국제로봇협회 국가별 연도별 산업별 로봇 통계, 고용보험 사업장 정보자료.

○ 전기 및 전자와 자동차 산업을 대상으로 한 분석 결과는 다음과 같음
- 전기 및 전자 산업과 자동차 산업에서는 도입량의 로그값에 대한 시차 변수에서 음의 값이 거의 관찰되지 않는다는 특징이 발견됨.
- 반면 운용량의 로그값에 대해서는 음의 계수가 관찰되어, 적어도 해당 두 산업에서는 운용량이 많으면 많을수록, 즉 로봇 의존도 및 생산성이 높으면 높을수록 고용이 증가하지 않음을 알 수 있음.
- 도입량과 관련된 시차 변수들이 반응하지 않는 것은 워낙에 기존의 로봇 도입량과 운용량이 많기 때문에 로봇 도입이 생산성의 전반적인 수준에 큰 변화를 가져오지 않기 때문일 수 있음.

- 로봇 운용량이 단순직 채용을 줄이는 것으로 나타난 것은 로봇이 고도화된 해당 산업들에서는 도입되는 로봇의 다수가 단순직에 대한 노동대체적인 로봇이기 때문일 것으로 보임.

〈표 3-8〉 전기 전자 및 자동차 대상 로봇의 단순 직군 신규 채용 영향 분석

변수	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
ln도입량	-0.00729***		0.00155	-0.000778		0.0125***
	(0.00136)		(0.00187)	(0.00193)		(0.00280)
도입 시차1				-0.00185		0.00251
				(0.00168)		(0.00183)
도입 시차2				-0.00230		0.000333
				(0.00155)		(0.00164)
도입 시차3				-0.00542***		-0.00267
				(0.00154)		(0.00175)
ln운용량		-0.00674***	-0.00774***		0.00223*	-0.0100**
		(0.00112)	(0.00165)		(0.00128)	(0.00454)
운용 시차1					0.00740***	0.00622***
					(0.000449)	(0.000706)
운용 시차2					-	-
운용 시차3					-	-
상수	0.637***	0.645***	0.644***	0.631***	0.569***	0.585***
	(0.00659)	(0.00710)	(0.00722)	(0.0116)	(0.00891)	(0.0174)
관측치	199,597	199,597	199,597	110,132	199,597	110,132
결정계수	0.218	0.218	0.218	0.226	0.221	0.228
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1						

주 : 1) 사업체 단위로 클러스터링하여 표준편차를 구하였음.
2) (1)-(6)까지 모든 회귀분석은 사업장의 규모, 지역, 산업 등을 통제한 것임.
자료 : 국제로봇협회 국가별 연도별 산업별 로봇 통계, 고용보험 사업장 정보자료.

○ 전기 및 전자와 자동차 산업을 제외한 여타 산업의 분석 결과는 다음과 같음.

- 앞서 살펴본 전기 및 전자와 자동차 산업과는 매우 다른 결과를 보여줌.
- 로봇 도입량에 대한 시차 변수들이 대체로 통계적으로 유의한 양의 값으로 나타나, 로봇을 도입하는데 수반되는 생산성 증가의 충격이

단순직 채용을 증가시키는 것으로 나타남.

- 운용량에 대해서도 전반적으로 계수값들이 양으로 나타나, 로봇 도입률이 낮은 산업에서는 오히려 로봇의 도입과 운용이 단순 직무 근로자들의 채용을 늘리는 것으로 나타났음.
- 이는 해당 산업들에서는 앞서 언급했던 로봇에 의한 노동 대체효과보다는 생산성 증가에 따른 노동수요 증가 효과가 크기 때문일 수 있음.

〈표 3-9〉 전기 전자 및 자동차 제외 로봇의 단순 직군 신규 채용 영향 분석

변수	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
ln도입량	0.00282***		0.000746	0.00244***		-0.000654
	(0.000377)		(0.000496)	(0.000640)		(0.000792)
도입 시차1				0.000149		-0.00190***
				(0.000648)		(0.000710)
도입 시차2				0.00390***		0.00277***
				(0.000703)		(0.000723)
도입 시차3				0.00260***		0.00157***
				(0.000525)		(0.000566)
ln운용량		0.00408***	0.00294***		0.00405***	0.0124***
		(0.000421)	(0.000571)		(0.000421)	(0.00215)
운용 시차1					0.00305***	0.00293***
					(0.000214)	(0.000440)
운용 시차2					-	-
운용 시차3					-	-
상수	0.607***	0.600***	0.600***	0.581***	0.604***	0.550***
	(0.000924)	(0.00141)	(0.00164)	(0.00298)	(0.00139)	(0.00697)
관측치	489,401	587,444	489,401	223,716	587,444	223,716
결정계수	0.184	0.197	0.184	0.210	0.198	0.211
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1						

주 : 1) 사업체 단위로 클러스터링하여 표준편차를 구하였음.
2) (1)-(6)까지 모든 회귀분석은 사업장의 규모, 지역, 산업 등을 통제한 것임.
자료 : 국제로봇협회 국가별 연도별 산업별 로봇 통계, 고용보험 사업장 정보자료.

□ 신규 채용에서의 전문직 직군 비중에 대한 로봇의 영향 분석 구성

○ 전체 산업을 대상으로 한 분석 결과는 다음과 같음.

- 전문 직군으로 분류된, 그래서 로봇 도입에 따라서 고용량이 늘 수 있을 것으로 기대되는 직군의 경우, 도입량의 시차 변수에 대해서는 대체로 계수 값이 양으로 나타나 도입량이 증가하면 그에 따라 신규 채용에서 전문직군의 비율이 늘어남을 알 수 있음.
- 하지만 운용량에 있어서는 음의 값으로 나타나 로봇에 의한 평균적인 생산성 향상이 신규 채용에서 전문직군의 비율을 증가시키는 역할을 하지는 못하는 것으로 나타났음.
- 즉, 로봇에 의한 양의 생산성 충격이 발생하면 전문직군의 신규 채용 비율이 늘어나지만, 평균적인 생산성 수준이 높다고 해서 반드시 신규 채용에 있어 전문직군의 비율이 높은 것은 아님을 보여줌.
- 이는 이미 평균적인 생산성이 높아진 경우 과거에 충분히 많은 전문직군을 채용했기 때문일 수 있으며, 다만 로봇이 신규로 도입되는 경우 이러한 로봇을 관리하거나 로봇과 함께 일할 근로자들에 대한 수요가 증가하기 때문에 본 결과가 나왔을 가능성이 높음.

〈표 3-10〉 전체 로봇 수요 산업 대상 로봇의 전문직군 신규 채용 영향 분석

변수	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
ln도입량	-0.0287***		0.0161***	-0.000175		0.00124***
	(0.000262)		(0.000234)	(0.000253)		(0.000293)
도입 시차1				-0.000155		0.000668***
				(0.000238)		(0.000255)
도입 시차2				0.000270		0.000793***
				(0.000248)		(0.000258)
도입 시차3				-0.000355*		0.000296
				(0.000203)		(0.000228)
ln운용량		-0.0472***	-0.0594***		-0.0469***	-0.00449***
		(0.000297)	(0.000357)		(0.000298)	(0.000759)
운용 시차1					0.00181***	-0.000134
					(8.16e-05)	(0.000145)
운용 시차2					-	-
운용 시차3					-	-
상수	0.142***	0.251***	0.284***	0.0509***	0.250***	0.0635***
	(0.000759)	(0.00125)	(0.00142)	(0.00158)	(0.00125)	(0.00294)
관측치	688,998	787,041	688,998	333,848	787,041	333,848
결정계수	0.157	0.211	0.226	0.201	0.212	0.201
*** p〈0.01, ** p〈0.05, * p〈0.1						

주 : 1) 사업체 단위로 클러스터링하여 표준편차를 구하였음.
2) (1)-(6)까지 모든 회귀분석은 사업장의 규모, 지역, 산업 등을 통제한 것임.
자료 : 국제로봇협회 국가별 연도별 산업별 로봇 통계, 고용보험 사업장 정보자료.

○ 전기 및 전자와 자동차 산업을 대상으로 한 분석 결과는 다음과 같음.
- 전기 및 전자와 자동차 산업에서는 도입량에 대한 시차 변수에서는 계수값들이 통계적으로 유의하지 않거나 혹은 뚜렷한 음이나 양의 방향을 가리키지 않고 있어 로봇 도입 증가에 따른 생산성 변동이 전문직 신규 채용에 뚜렷한 영향을 주지 않는 것으로 나타남.
- 이는 이미 로봇 도입 정도가 상당히 고도화된 두 산업에서는 로봇 도입에 따른 전문직군의 신규 채용 수요가 이미 기존의 높은 채용 비율로 인해 높지 않으며, 이로 인해 운용량에 대해서도 계수값이 음으로 나오는 것으로 보임.

〈표 3-11〉 전기 전자 및 자동차 대상 로봇의 전문직군 신규 채용 영향 분석

변수	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
ln도입량	-0.0534***		0.0850***	0.00103		-0.00319**
	(0.000844)		(0.00123)	(0.000960)		(0.00140)
도입 시차1				0.00142		0.000249
				(0.000866)		(0.000952)
도입 시차2				0.000457		-0.000385
				(0.000765)		(0.000789)
도입 시차3				0.00224***		0.00142
				(0.000778)		(0.000880)
ln운용량		-0.0663***	-0.121***		-0.0685***	0.00530**
		(0.000778)	(0.00129)		(0.000843)	(0.00218)
운용 시차1					-0.00181***	-0.000624*
					(0.000216)	(0.000326)
운용 시차2					-	-
운용 시차3					-	-
상수	0.357***	0.524***	0.466***	0.0451***	0.543***	0.0438***
	(0.00426)	(0.00516)	(0.00485)	(0.00560)	(0.00584)	(0.00822)
관측치	199,597	199,597	199,597	110,132	199,597	110,132
결정계수	0.166	0.214	0.233	0.201	0.215	0.201
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1						

주 : 1) 사업체 단위로 클러스터링하여 표준편차를 구하였음.
2) (1)-(6)까지 모든 회귀분석은 사업장의 규모, 지역, 산업 등을 통제한 것임.
자료 : 국제로봇협회 국가별 연도별 산업별 로봇 통계, 고용보험 사업장 정보자료.

○ 전기 및 전자와 자동차 산업을 제외한 여타 산업의 분석 결과는 다음과 같음.

- 전기 및 전자와 자동차 산업을 제외한 경우에도 도입량에 대해서 계수값들의 방향이 일관적이지 않아서 무어라 단정지어 말하기 어려움.
- 한편, 운용량에 대해서는 계수값이 음의 크기로 나타났는데, 평균적인 운용량이 높다고 해서, 즉 생산성이 높다고 해서 신규 채용에서 전문직군의 비율이 높은 것으로 나타나지 않게 나왔음.

〈표 3-12〉 전기 전자 및 자동차 제외 로봇의 전문직군 신규 채용 영향 분석

변수	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
ln도입량	-0.0257***		0.0119***	-0.000914***		0.00118***
	(0.000276)		(0.000231)	(0.000264)		(0.000300)
도입 시차1				-0.000928***		0.000262
				(0.000251)		(0.000269)
도입 시차2				-0.000632**		4.35e-05
				(0.000266)		(0.000277)
도입 시차3				-0.00103***		0.000135
				(0.000215)		(0.000233)
ln운용량		-0.0436***	-0.0531***		-0.0437***	-0.00808***
		(0.000319)	(0.000374)		(0.000319)	(0.000812)
운용 시차1					0.00218***	0.000295**
					(8.60e-05)	(0.000149)
운용 시차2					-	-
운용 시차3					-	-
상수	0.0988***	0.189***	0.222***	0.0458***	0.192***	0.0703***
	(0.000564)	(0.00107)	(0.00126)	(0.00115)	(0.00107)	(0.00273)
관측치	489,401	587,444	489,401	223,716	587,444	223,716
결정계수	0.147	0.203	0.226	0.187	0.204	0.188
*** p〈0.01, ** p〈0.05, * p〈0.1						

주 : 1) 사업체 단위로 클러스터링하여 표준편차를 구하였음.
2) (1)-(6)까지 모든 회귀분석은 사업장의 규모, 지역, 산업 등을 통제한 것임.
자료 : 국제로봇협회 국가별 연도별 산업별 로봇 통계, 고용보험 사업장 정보자료.

□ 신규 채용에서의 프로그래밍 관련 직군 비중에 대한 로봇의 영향 분석 구성

○ 전체 산업을 대상으로 한 분석 결과는 다음과 같음.
- 로봇 도입량과 관련된 시차 변수에서는 일부 음의 계수값이 관찰되었으나 대체적으로 도입량 시차 변수와 운용량에 대해서 계수값이 양으로 나타났음.
- 이는 로봇을 도입함에 따라 그리고 로봇을 많이 운용하게 됨에 따라 컴퓨팅 및 프로그래밍 관련 직군에 대한 신규 채용 수요가 늘어나고

있음을 파악할 수 있음.

- 이러한 프로그래밍 및 컴퓨팅 관련 직군의 경우 청년층들도 선호하는 양질의 일자리일 가능성이 높아, 로봇 도입 및 운용 증가에 따른 당해 직무 일자리가 늘어나는 것은 노동시장에 바람직한 현상이라 할 수 있음.
- 특히 운용량 관련 변수들이 모두 양의 계수값을 보인 것은 로봇 도입에 따른 평균적인 생산성 수준이나 로봇의 고도화 수준이 높아질수록 해당 직무에 대한 신규 채용이 늘어남을 확인할 수 있음.

〈표 3-13〉 전체 로봇 수요 산업 대상 로봇의 프로그래밍 관련 직군 신규 채용 영향 분석

변수	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
ln도입량	0.00149***		-0.000474***	0.00164***		-0.000525***
	(5.27e-05)		(5.66e-05)	(0.000101)		(0.000100)
도입 시차1				0.00177***		0.000532***
				(9.85e-05)		(9.73e-05)
도입 시차2				0.00133***		0.000504***
				(0.000108)		(0.000105)
도입 시차3				0.000949***		-0.000149**
				(6.81e-05)		(7.37e-05)
ln운용량		0.00222***	0.00260***		0.00214***	0.00649***
		(5.63e-05)	(6.82e-05)		(5.45e-05)	(0.000274)
운용 시차1					-0.000430***	-0.000330***
					(2.98e-05)	(6.60e-05)
운용 시차2					-	-
운용 시차3					-	-
상수	0.000781***	-0.00445***	-0.00545***	-0.00912***	-0.00423***	-0.0271***
	(0.000102)	(0.000165)	(0.000186)	(0.000634)	(0.000160)	(0.00114)
관측치	688,998	787,041	688,998	333,848	787,041	333,848
결정계수	0.090	0.090	0.092	0.131	0.091	0.134
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1						

주 : 1) 사업체 단위로 클러스터링하여 표준편차를 구하였음.
2) (1)-(6)까지 모든 회귀분석은 사업장의 규모, 지역, 산업 등을 통제한 것임.
자료 : 국제로봇협회 국가별 연도별 산업별 로봇 통계, 고용보험 사업장 정보자료.

○ 전기 및 전자와 자동차 산업을 대상으로 한 분석 결과는 다음과 같음
- 앞서와 유사한 경향이 발견되었으며, 평균적으로 계수값의 크기도 더 크다는 사실이 확인되었음.
- 이를 통해 로봇이 고도화된 두 산업에서는 프로그래밍 관련 신규 채용의 비율이 로봇 도입 및 운용과 보다 밀접하게 관련되어 있음을 시사

〈표 3-14〉 전기 전자 및 자동차 대상 로봇의 프로그래밍 관련 직군 신규 채용 영향 분석

변수	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
ln도입량	0.00879***		-0.00156***	0.00412***		-0.00622***
	(0.000336)		(0.000395)	(0.000465)		(0.000684)
도입 시차1				0.00321***		0.000516
				(0.000419)		(0.000451)
도입 시차2				0.00368***		0.00161***
				(0.000393)		(0.000365)
도입 시차3				0.00186***		-9.59e-05
				(0.000377)		(0.000398)
ln운용량		0.00806***	0.00907***		0.00752***	0.0149***
		(0.000276)	(0.000368)		(0.000284)	(0.000991)
운용 시차1					-0.000440***	-0.000341*
					(0.000102)	(0.000175)
운용 시차2					-	-
운용 시차3					-	-
상수	-0.0338***	-0.0429***	-0.0418***	-0.0498***	-0.0384***	-0.0670***
	(0.00147)	(0.00159)	(0.00163)	(0.00273)	(0.00176)	(0.00393)
관측치	199,597	199,597	199,597	110,132	199,597	110,132
결정계수	0.104	0.108	0.108	0.142	0.108	0.145
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1						

주 : 1) 사업체 단위로 클러스터링하여 표준편차를 구하였음.
2) (1)-(6)까지 모든 회귀분석은 사업장의 규모, 지역, 산업 등을 통제한 것임.
자료 : 국제로봇협회 국가별 연도별 산업별 로봇 통계, 고용보험 사업장 정보자료.

○ 전기 및 전자와 자동차 산업을 제외한 여타 산업의 분석 결과는 다음과 같음.

- 앞서의 두 분석과 큰 차이는 없으나, 전반적으로 분석의 결정계수 값이 낮은 것으로 나타남.
- 이는 로봇 도입 및 운용률이 낮은 산업의 경우, 해당 직무자에 대한 신규 채용 수요가 로봇 도입이나 운용 및 이와 관련된 변수보다는 여타 생산성 및 고용에 영향을 미치는 다른 변수들이 더 크게 작용할 가능성을 시사함.

〈표 3-15〉 전기 전자 및 자동차 제외 로봇의 프로그래밍 관련 직군 신규 채용 영향 분석

변수	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
ln도입량	0.000588***		-0.000383***	0.000629***		-0.000395***
	(4.12e-05)		(5.52e-05)	(9.29e-05)		(9.90e-05)
도입 시차1				0.000769***		0.000189**
				(9.20e-05)		(9.53e-05)
도입 시차2				4.35e-06		-0.000325***
				(9.70e-05)		(0.000101)
도입 시차3				0.000291***		-0.000289***
				(5.73e-05)		(6.77e-05)
ln운용량		0.00112***	0.00137***		0.00112***	0.00395***
		(3.95e-05)	(5.24e-05)		(3.95e-05)	(0.000214)
운용 시차1					-0.000236***	-0.000189***
					(2.45e-05)	(5.02e-05)
운용 시차2					-	-
운용 시차3					-	-
상수	0.00164***	-0.000871***	-0.00153***	0.000459	-0.00113***	-0.0116***
	(6.42e-05)	(8.28e-05)	(9.38e-05)	(0.000345)	(8.91e-05)	(0.000659)
관측치	489,401	587,444	489,401	223,716	587,444	223,716
결정계수	0.061	0.064	0.063	0.091	0.065	0.094
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1						

주 : 1) 사업체 단위로 클러스터링하여 표준편차를 구하였음.
2) (1)-(6)까지 모든 회귀분석은 사업장의 규모, 지역, 산업 등을 통제한 것임.
자료 : 국제로봇협회 국가별 연도별 산업별 로봇 통계, 고용보험 사업장 정보자료.

제3절 로봇활용 제조혁신 지원사업 고용 효과 분석

1. 사업 개요

□ 사업의 목적 및 내용

○ 로봇활용 제조혁신 지원사업은 제조로봇 도입을 지원하여 제조업체의 경쟁력을 제고하고, 아울러 로봇산업에서의 내수시장을 확대하여 로봇 제조 및 로봇 관련 소프트웨어와 서비스 제공 업체의 시장 확대와 경쟁력 향상을 통해 로봇 산업을 활성화하는 것이 목적임.

○ 지원 대상 및 상세 내용

- 로봇활용 제조혁신 지원사업은 국내 중소, 중견 기업 중 로봇 활용도가 높은 제조업 분야, 혹은 인력 부족 문제로 고충이 있는 중소, 중견 기업체 및 로봇 도입에 따른 파급 효과가 큰 산업을 대상으로 함.
- 아울러 협업 로봇이나 양팔 로봇 등 첨단 로봇을 활용하고자 하는 중소, 중견 기업도 포함됨.
- 지원 규모는 총 규모 6억원 내에서 총 사업비의 50% 이내를 지원
- 지원에 선정된 기업은 한국로봇산업진흥원에서 제공하는 로봇 제조기업 및 SI 기업 리스트에서 기업을 선정하여 컨소시엄을 구성한 후 도입 사업을 추진
- 이후 구성된 컨소시엄을 통해 로봇을 활용하여 어떠한 생산 공정을 자동화하거나 어떠한 분야에 로봇을 도입할지 결정하고 이를 바탕으로 실제 로봇을 설치하고 시운전한 후, 도입한 로봇을 활용하기 위한 각종 교육 훈련 프로그램을 진행하는 것으로 프로그램이 종료됨.
- 이를 통해 로봇 수요 기업의 로봇 도입을 지원하여 로봇 도입 및 보급을 확산하는 한편, 로봇을 제작 공급하는 국내 업체의 시장 확대 및 판로 확보에 도움을 주어 로봇 수요 기업 및 공급 기업 모두를 지원하는 것을 목표로 함.

2. 데이터

□ 고용보험 DB

○ 고용보험 사업장 DB에서 개별 사업장의 성립일자 및 폐쇄일자, 연도별 고용량 및 내국인/외국인 고용량, 산업분류코드, 지역 등의 정보를 가져옴.
○ 연도별 고용량은 상시 근로자 수와 남녀 고용보험 가입자 수 합 중 큰 것을 취하며, 내국인 고용량은 연도별 고용량에서 외국인 고용보험 가입자를 제외한 수치를 취하였음.
  - 상시 근로자 수는 일부 고용보험 미가입자의 숫자까지 포함하기 때문에 비정규직이나 계약직 근로자의 숫자까지 포함한 전체 고용량 파악에 용이
  - 외국인의 경우 불법체류가 아니면 일반적으로 고용보험에 가입되기 때문에 내국인 숫자를 외국인을 제외한 것으로 계산하는 것은 합리적이라 할 수 있음.
○ 단, 고용량에 있어서 단순한 고용 변화는 사업장의 규모를 고려치 않은 변수가 되므로 로그값을 취하여 규모까지 고려한 % 변화로 측정할 것임
  - 이는 정책 변수가 고용량의 % 변화에 미치는 영향으로 계수값을 해석할 수 있게 하여 종속변수에서 기업의 고용 규모를 직접 통제할 필요가 없게 해 줌.

□ 로봇활용 제조혁신 지원사업 공급기업 리스트

○ 로봇활용 제조혁신 지원사업은 수요 기업과 공급 기업으로 이루어져 있으며, 사업을 신청하여 지원받는 직접적인 대상은 로봇 수요 기업임.
○ 하지만 지원 자격 및 지원 규모 등에 있어서 시간이 흐름에 따라 정책의 변화가 있었으며, 수요 기업은 로봇의 수요 및 업종 등에 있어서 다양한 특성이 존재하는데다가 매년 지원 선정 대상의 숫자도 많지 않아서 분석에 용이치 않음.
○ 반면 공급 기업의 경우 매년 리스트를 평가하여 조정하긴 하지만 대체적으로 제공되는 리스트가 매년 안정적이며 그 숫자 또한 수요 기업보

다 많기 때문에 분석에 보다 효과적임.

- 아울러 로봇산업은 로봇을 수요하여 생산 현장에서 활용하는 기업과 이러한 로봇의 하드웨어 및 소프트웨어를 공급하는 공급 기업으로 구성되는 바, 앞서 수요 기업에서의 각종 변화를 분석하였기에 본 절에서는 공급 측면에서의 분석을 시행할 것임.
- 공급 기업은 두 부류로 나뉘는데, 하나는 로봇을 직접 제조하는 하드웨어 제작 업체이고, 다른 하나는 이러한 로봇을 작동시키는 소프트웨어를 제작하고 공급하는 SI 업체임.
- 본 분석에서는 하드웨어 제작 업체와 SI 업체를 구분하여 양 업체들이 공급 기업으로 선정된 후 고용 규모에 어떠한 영향을 미쳤는지 살펴보고자 함.

3. 분석 결과

□ 전체 고용량 및 내국인 고용량에 대한 로봇활용 제조혁신 지원사업 공급 기업 선정의 영향

○ 로봇 제작 기업 및 SI 기업 중 다수의 기업들이 기타 기계 제작과 관련된 29번대 산업분류 코드를 가지고 있었음.

○ 산업별, 연도별, 지역별 특성을 통제한 후 순수하게 정책의 영향만을 하드웨어와 소프트웨어 제작 업체로 나눈 결과는 다음의 표와 같음

○ 로봇 하드웨어 제작 업체는 공급 기업으로 선정된 이후에도 총 고용이 크게 변화하지 않았음.

○ 로봇 소프트에어 제작 업체는 통계적으로 5% 수준에서 고용이 증가하는 것이 관찰되었음.

○ 반면, 내국인 고용을 본 결과, 하드웨어 제작 업체와 소프트웨어 제작 업체 모두 내국인 고용이 매우 유의미하게 늘어난 것이 확인 가능함.

- 이는 로봇 제작 산업이 하드웨어와 소프트웨어를 막론하고 고부가가치 산업이며, 제작에 높은 숙련과 학력이 요구되기 때문에 산업의 규모가 커지고 요구되는 기술의 수준이 높아지며 제품이 고도화될수록 필연적으로 외국인보다 내국인에 대한 노동 수요가 증가할 수밖에 없음.

- 따라서 본 분석에서는 이는 로봇활용 제조혁신 지원사업을 통해 로봇 공급 산업이 성숙하고 고도화되어가고 있음이 일부 확인되고 있으며, 장기적으로는 수입 대체 효과도 누릴 것으로 기대가 가능함.

〈표 3-16〉 로봇활용 제조혁신 지원사업 공급기업 선정의 고용 영향

	(1)	(2)
변수	ln 고용량	ln 내국인 고용량
로봇 하드웨어 제작 업체	0.0567	0.186***
	(0.0463)	(0.0439)
SI 업체(소프트웨어 제작 업체)	0.0626**	0.191***
	(0.0274)	(0.0386)
상수	4.201***	4.016***
	(0.000526)	(0.00188)
관측치	271,433	250,113
결정계수	0.961	0.601
Robust standard errors in parentheses		
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1		

자료 : 로봇활용 제조혁신 지원사업 공급기업 자료 일람, 고용보험 사업장 정보자료.

제4절 소결

□ 로봇 도입에 따른 고용 영향은 노동 대체 효과와 노동 보완 효과로 나눌 수 있음.

○ 노동 대체 효과는 로봇 도입이 자동화 및 무인화를 통해 고용을 감소시키는 효과이며, 노동 보완 효과는 생산성 증대 및 매출 확대 등으로 기존 노동자들의 생산성을 증가시키고 기업의 규모를 키워 노동 수요를 증가시키는 효과임.

○ 전반적으로 로봇 도입이 증가하는 생산성 변화는 단기에 노동 보완 효

과를 일으켜 노동 수요를 증가시키는 방향으로 작용하는 것으로 보임.

○ 반면 장기적인 생산성 평균을 보여주는 로봇 보유량은 노동 수요에 별 영향을 미치지 않거나 감소시키는 것으로 나타나, 장기적으로는 노동 대체 효과가 존재하거나 보완 효과와 대체 효과가 병존하고 있음이 확인되었음.

○ 이러한 변화는 특히 로봇 도입 및 운용도가 매우 높은 전기 전자 및 자동차 산업에서 높게 나타났으며, 여타 제조업에서는 매우 낮게 나왔음.

○ 따라서 전기 전자 및 자동차 분야에서의 로봇 도입에 따른 각종 고용 효과를 면밀히 분석하고 관찰하여 이를 여타 산업에 적용하면서 참고할 필요가 있음.

□ 로봇 도입에 따른 신규 채용자의 직무 구성은 로봇 및 고도의 프로그래밍과 연관된 직무의 증가에 큰 영향을 미침.

○ 대체 효과에 의해 큰 타격을 받을 단순 직무 및 수혜를 입을 것으로 예상되는 로봇 관련 직무의 신규 채용자 비율은 로봇 도입량이나 운용량으로부터 유의미한 영향을 받지 않는 것으로 보임.

○ 반면, 프로그래밍 및 각종 소프트웨어 등과 관련된 직무의 신규 채용자 내에서의 비율은 로봇 도입량이나 운용량에 영향을 받는 것으로 나타났음.

○ 해당 직무들은 근로 조건도 나쁘지 않은데다 청년층도 선호하는 직무이므로 장기적으로 청년 고용에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 전망됨.

□ 한편 로봇활용 제조혁신 지원사업은 로봇 공급 측면에서 고용에 유의미한 영향을 미치지는 않으나 내국인 고용 증가에는 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났음.

○ 이는 로봇활용 제조혁신 지원사업이 국내 로봇 공급 산업의 시장 확대 및 산업 성숙화에 기여하는 측면이 있는 것으로 판단됨.

○ 아울러 장기적으로는 로봇 공급 산업에서의 수입 대체 효과도 유발할 것으로 전망됨.

제4장

로봇 도입의 질적 고용효과와 로봇 선호도에 대한 설문조사 분석

제1절 들어가는 말

□ 로봇 산업의 활성화는 로봇 제조업의 고용을 늘림과 동시에 산업 현장에 로봇의 확산을 통해서 고용을 줄일 수 있는 잠재력을 가지고 있음.

○ 폐쇄경제에서 로봇산업 활성화의 고용효과는 작업현장에 로봇의 도입에 따른 고용 감축 효과와 로봇 제조업의 고용 증가 효과로 구성될 수 있다고 볼 수 있음.

○ 반면에 개방경제에서는 우리나라에서 로봇산업이 활성화되어 있지 않더라도 외국산 로봇을 수입하여 사용하게 된다면, 국내 로봇산업이 활성화되지 않았음에도 불구하고 로봇이 산업현장에 확산될 수 있음.

○ 이런 점에서 우리나라에서 로봇산업의 활성화는 수입품을 일부 대체할 것이고, 동시에 산업현장에 로봇의 도입을 조금 더 확산시키는 효과를 가질 것으로 기대됨.

□ 이런 문제의식에서 본 장은 로봇 수요자인 중소/중견제조업들을 대상으로 해서 로봇 사용 시 고용규모와 근로자들의 임금과 직무내용, 고용구성 등 고용의 질적인 측면에 어떤 영향을 미치는지와 함께 수요자들의

로봇 선호도에 관한 설문조사를 실시하고 그 데이터를 분석하고자 함.

○ 로봇 도입이 근로자들의 직무내용과 숙련요건, 고용구성, 고용규모, 근로조건 등에 어떤 변화를 주는지를 조사하고자 함.
○ 로봇 산업의 활성화 시 국산 로봇에 대한 수요가 얼마나 창출될 것인가를 살펴보기 위해서 로봇 선호도를 조사하고자 함.

□ 본 장의 나머지 절들은 다음과 같이 구성되어 있음.

○ 제2절에서는 설문조사 개요와 표본의 특성에 대해서 기술하고자 함.
○ 제3절에서는 로봇 도입 현황과 효과에 대한 조사 결과를 정리하고자 함.
○ 제4절에서는 로봇 선호도에 대한 조사결과를 정리하고자 함.
○ 제5절에서는 본 장의 분석 결과를 요약정리하고 정책적 시사점을 도출하고자 함.

제2절 설문조사 개요와 표본의 특성

1. 설문조사 개요

□ 조사 목적

○ 로봇이 고용의 양적, 질적 측면에 어떤 영향을 미치는지, 로봇에 대한 선호도 등을 파악하는데 기본 목적을 두었음.

□ 조사 내용

○ 로봇 활용 기업과 미활용 기업에 대해서 공통적으로 기업의 일반 현황을 조사
○ 로봇 활용 기업을 대상으로 해서 작업조직의 특성과 로봇 도입 현황, 로봇 도입 이후 직무와 숙련요건의 변화, 로봇 도입 이후 근로조건의 변

화, 로봇 도입 이후의 경영 성과 및 노동시장 성과 등에 어떤 변화가 있는지 등을 조사

○ 로봇 미활용 기업을 대상으로 로봇 도입 의사, 로봇 선호도 등을 조사

○ 로봇 활용 기업을 대상으로 로봇 선호도에 대한 직접조사와 정책포착법이라는 실험기법을 이용한 선호도 조사

□ 조사 시기

○ 2019년 8월 21일(수) ~ 10월 2일(수) 약 6주간 진행

□ 조사 대상

○ 로봇활용 기업의 표본은 … 대상으로 조사를 진행하였는데, 그 중 중견기업 50개사, 중소기업 151개사 등 201개사가 응답하였음.

○ 로봇 미활용 기업 표본은 … 대상으로 조사를 진행하였고, 그 중 중견기업 54개사, 중소기업 156개사 등 210개사가 응답하였음.

○ 응답자들은 인사담당자나 총무담당자들이었음.

□ 조사 방식

○ 주로 이메일과 팩스를 이용해서 조사했는데, 전화조사도 병행하였음.

2. 표본의 구성과 특성

□ 로봇 도입 시점과 정부의 로봇지원사업 참여 여부

○ 〈표 4-1〉에 로봇 도입 기업을 대상으로 해서 로봇 도입 시점과 정부의 로봇지원 사업 참여 여부에 관한 조사한 결과를 중견기업과 중소기업으로 구분해서 정리하여 보았음.

○ 로봇 도입 시점에 관한 조사 결과를 보면, 중견기업이나 중소기업 모두 로봇 도입 시점이 상당히 오래 전임을 알 수 있음. 2000년대 이전에 도입한 기업은 상대적으로 적지만, 2000년대에 들어서면서 대폭 증가하

였고, 2010년 이후에도 한 번 더 대폭 증가하는 추세를 보이고 있음.

○ 정부의 로봇지원사업이 시작된 2015년 이후에 로봇을 도입한 기업의 비율이 중견기업에서 19.6%, 중소기업에서 22.6% 등으로 나타나고 있어서 정부지원사업 이전에 로봇들이 많이 사용되어 왔음을 알 수 있음.

○ 정부지원사업 참여 여부는 로봇활용 중소제조 공정혁신 지원사업과 기타 지원사업으로 구분해서 조사하였는데, 조사 결과를 보면 정부 지원사업에 참여한 기업들이 중견기업이나 중소기업에서 모두 2.0%로 매우 낮게 나타나고 있음.

〈표 4-1〉 로봇 도입 시점과 정부지원 사업 참여 여부

연도	빈도(%)	
	중견	중소
2000년 이전	4(8.7)	20(14.6)
2000-2005	15(32.6)	40(29.2)
2005-2010	8(17.4)	14(10.2)
2010-2015	10(21.7)	32(23.4)
2015년 이후	9(19.6)	31(22.6)
전체	46(100.0)	137(100.0)
정부지원사업 참여	1(2.0)	3(2.0)

□ 표본 기업들의 설립 연도

○ 표본 기업들의 설립 연도에 관한 조사 결과가 〈표 4-2〉에 정리되어 있음. 조사 결과는 로봇 활용 기업과 로봇 미활용 기업으로 구분하고, 그것을 다시 중견기업과 중소기업으로 구분해서 정리하였음.

○ 조사결과를 보면, 2000년 이전에 설립된 기업들이 다수를 차지하고 있음. 2000년 이전에 설립된 기업의 비율은 로봇 활용 중견기업 표본에서는 80.0%, 로봇 활용 중소기업 표본에서는 55.6%, 로봇 미활용 중견기업에서는 59.3%, 로봇 미활용 중소기업에서는 39.1% 등으로 나타나고 있음.

○ 반면에 2010년 이후에 설립된 기업의 비율은 로봇 활용 중견기업 표본에서 12.0%, 로봇 활용 중소기업 표본에서는 13.9%, 로봇 미활용 중견

기업에서는 16.7%, 로봇 미활용 중소기업에서는 23.8% 등으로 나타나고 있음.

○ 범주별 차이를 보면, 로봇 미활용 중소기업들의 기업 연령이 상대적으로 낮은 편에 속하고 있으며, 로봇 활용 중견기업의 기업 연령이 상대적으로 높게 나타나고 있음.

〈표 4-2〉 기업의 설립 연도

(단위 : 개소, %)

연도	활용 기업		미활용 기업	
	중견	중소	중견	중소
2000년 이전	40(80.0)	84(55.6)	32(59.3)	61(39.1)
2000-2005	2(4.0)	29(19.2)	9(16.7)	38(24.4)
2005-2010	2(4.0)	17(11.3)	4(7.4)	20(12.8)
2010-2015	4(8.0)	15(9.9)	2(3.7)	31(19.9)
2015년 이후	2(4.0)	6(4.0)	7(13.0)	6(3.9)
전체	50(100.0)	151(100.0)	54(100.0)	156(100.0)

□ 산업별 구성

○ 〈표 4-3〉에는 표본 기업들의 산업별 분포에 관한 조사 결과가 정리되어 있음. 조사 결과는 로봇 활용 기업과 로봇 미활용 기업으로 구분하고, 그것을 다시 중견기업과 중소기업으로 구분해서 정리하였음.

○ 로봇 활용 기업 표본에 대한 조사결과를 보면, 자동차 및 트레일러 제조업의 비율이 중견기업과 중소기업에서 모두 66%로서 매우 높게 나타나고 있으며, 이어서 전자부품/컴퓨터/영상/음향 및 통신장비 제조업과 기타 기계 및 장비 제조업 등이 8-9% 정도의 비율을 보이고 있음.

* 이 통계 결과를 통해서 로봇 사용이 자동차 및 트레일러 제조업에 집중되어 있음을 알 수 있음.

○ 반면에 로봇 미활용 기업 표본에서는 중견기업의 경우 전자부품/컴퓨터/영상/음향 및 통신장비 제조업이 압도적으로 높은 42.6%를 보이고 이어서 기타 기계 및 장비 제조업(13%), 기타 운송장비업(11.1%) 등의 순

으로 나타나고 있으며, 중소기업의 경우에는 자동차 및 트레일러 제조업(22.4%), 기타 기계 및 장비 제조업(20.5%), 전자부품/컴퓨터/영상/음향 및 통신장비 제조업(19.9%), 기타 운송장비업(15.4%) 등의 순으로 높게 나타나고 있음.

〈표 4-3〉 표본의 업종별 분포

(단위 : 개소, %)

연도	활용 기업		미활용 기업	
	중견	중소	중견	중소
섬유제품 제조업	-	-	1(1.9)	-
인쇄 및 기록매체 복제업	-	-	-	1(0.6)
화학물질 및 화학제품 제조업	-	-	-	1(0.6)
의료용 물질 및 의약품 제조업	-	2(1.3)	1(1.9)	1(0.6)
고무제품 및 플라스틱제품 제조업	-	3(2.0)	1(1.9)	1(0.6)
1차 금속 제조업	-	2(1.3)	1(1.9)	4(2.6)
금속가공제품 제조업	2(4.0)	7(4.6)	1(1.9)	7(4.5)
전자부품/컴퓨터/영상/음향 및 통신장비 제조업	4(8.0)	15(9.9)	23(42.6)	31(19.9)
의료/정밀/광학기기 및 시계 제조업	-	-	1(1.9)	4(2.6)
전기장비 제조업	3(6.0)	4(2.7)	5(9.3)	11(7.1)
기타 기계 및 장비 제조업	4(8.0)	14(9.3)	7(13.0)	32(20.5)
자동차 및 트레일러 제조업	33(66.0)	100(66.2)	5(9.3)	35(22.4)
기타 운송장비 제조업	2(4.0)	3(2.0)	6(11.1)	24(15.4)
기타 제품 제조업	2(4.0)	1(0.7)	2(3.7)	4(2.6)
전체	50(100)	151(100)	54(100)	156(100)

□ 하청기업 여부와 원청기업에 대한 의존성 정도

○ 〈표 4-4〉에는 표본기업들이 하청기업인지 여부와, 하청기업인 경우 최대 원청기업에 대한 의존도 등을 조사한 결과가 정리되어 있음. 조사결과는 로봇 활용 기업과 로봇 미활용 기업으로 구분하고, 그것을 다시 중견기업과 중소기업으로 구분해서 정리하였음.

○ 조사결과를 보면, 로봇활용 기업 표본에서 중견기업은 58.0%, 중소기업은 70.9%가 하청기업이고, 로봇 미활용 기업 표본에서 중견기업은

48.1%, 중소기업은 58.3%가 하청기업이라고 응답하고 있음. 전체적으로 로봇 활용 기업들의 하청기업 비율이 더 높게 나타나고 있음.

○ 하청거래를 하고 있다고 응답한 기업들을 대상으로 해서 최대 원청기업에 대한 매출액 비중이 60%를 넘는 기업의 비율을 보면, 로봇 활용 중견기업에서는 58.6%, 로봇 활용 중소기업에서는 70.1%, 로봇 미활용 중견기업에서는 69.2%, 로봇 미활용 중소기업에서는 71.4% 등으로 나타나고 있어서 특정 원청기업에 대한 의존도가 높은 기업들이 매우 많이 있음을 알 수 있음.

〈표 4-4〉 하청기업 여부와 원청기업에 대한 의존성

구분	활용 기업				미활용 기업			
	중견		중소		중견		중소	
	N	M(SD)	N	M(SD)	N	M(SD)	N	M(SD)
하청기업 여부	50	0.580 (0.499)	151	0.709 (0.456)	54	0.481 (0.504)	156	0.583 (0.495)
최대 원청기업 매출액 비중이 60% 이상	29	0.586 (0.501)	107	0.701 (0.460)	26	0.692 (0.471)	91	0.714 (0.454)

□ 수출비율

○ 〈표 4-5〉에 표본기업들의 수출 비중에 대한 조사 결과를 정리하였음. 조사 결과는 로봇 활용 기업과 로봇 미활용 기업으로 구분하고, 그것을 다시 중견기업과 중소기업으로 구분해서 정리하였음.

○ 조사결과를 보면, 전체적으로 수출 비중이 낮은 편임. 가령 수출이 20% 미만인 기업의 비중을 보면, 로봇 활용 중견기업 표본에서는 42.0%, 로봇 활용 중소기업 표본에서는 64.9%, 로봇 미활용 중견기업에서는 50.0%, 로봇 미활용 중소기업에서는 70.5% 등으로 높게 나타나고 있으며, 수출이 60% 이상인 기업의 비율은 로봇 활용 중견기업 표본에서는 12.0%, 로봇 활용 중소기업 표본에서는 9.9%, 로봇 미활용 중견기업에서는 20.4%, 로봇 미활용 중소기업에서는 13.5% 등으로 낮게 나타나고 있음.

〈표 4-5〉 수출비율의 구간별 분포

(단위 : 개소, %)

구분	활용 기업		미활용 기업	
	중견	중소	중견	중소
0%	11(22.0)	54(35.8)	18(33.3)	74(47.4)
0-20% 미만	10(20.0)	44(29.1)	9(16.7)	36(23.1)
20-40% 미만	10(20.0)	25(16.6)	12(22.2)	16(10.3)
40-60% 미만	13(26.0)	13(8.6)	4(7.4)	9(5.8)
60% 이상	6(12.0)	15(9.9)	11(20.4)	21(13.5)
전체	50(100.0)	151(100.0)	54(100.0)	156(100.0)

□ 매출액 현황

○ 〈표 4-6〉에는 표본기업들의 매출액 현황에 대한 조사 결과를 정리하였음. 조사 결과는 2015년 매출액과 2018년 매출액, 2015-18년 사이의 매출액 변동률 등에 관해서 로봇 활용 기업과 로봇 미활용 기업으로 구분하고, 그것을 다시 중견기업과 중소기업으로 구분해서 정리하였음.

○ 조사결과를 보면, 로봇 활용 기업들의 매출액 로봇 미활용 기업들보다 높은 것으로 나타나고 있지만, 매출액 증가율 측면에서는 로봇 미활용 기업들이 더 높게 나타나고 있음.

* 이 조사에서 특이한 점은 2015년과 2018년 사이의 평균액 차이나 변동율을 보면, 로봇 활용 기업들이 더 높게 나타나고 있지만 기업별 변동율을 구한 다음 평균값을 구하면 로봇 미활용 기업들이 더 높게 나타나고 있음. 이런 결과는 로봇 미활용 기업에서 극단적으로 높은 매출액 증가율을 보인 기업들이 있는데, 그런 기업들은 인수합병 등에 기인한 매출액 변동인 것으로 보임.

〈표 4-6〉 매출액 현황

(단위: 백만 원, %)

구분	활용 기업				미활용 기업			
	중견		중소		중견		중소	
	N	M(SD)	N	M(SD)	N	M(SD)	N	M(SD)
15년	47	796,845 (2,791,202)	147	85,050 (144,990)	48	366,721 (883,927)	154	36,700 (75,668)
18년	50	832,991 (2,907,463)	150	95,332 (158,511)	53	322,825 (825,801)	156	38,770 (77,030)
증가율	47	15.8 (38.3)	147	19.8 (64.5)	47	53.8 (195.7)	154	20.3 (57.2)

□ 고용 현황

○ 〈표 4-7〉에는 2015년과 2018년의 직종별 고용 현황과 그 기간 동안의 변동률 등에 관한 조사결과를 정리하였음. 조사 결과는 로봇 활용 기업과 로봇 미활용 기업으로 구분하고, 그것을 다시 중견기업과 중소기업으로 구분해서 정리하였음.

○ 먼저 전체 근로자들에 대한 조사결과를 보면, 로봇 활용 중견기업 표본에서는 6.6%, 로봇 활용 중소기업 표본에서는 12.2%, 로봇 미활용 중견기업에서는 10.9%, 로봇 미활용 중소기업에서는 8.7% 등으로 나타나고 있음. 전체적으로 표본기업들의 고용규모는 증가 추세에 있으며, 중견기업의 경우에는 로봇미활용 기업이, 중소기업의 경우에는 로봇활용기업이 더 높은 고용증가율을 보이고 있음.

○ 로봇 사용으로 대체될 위험이 가장 높은 직종인 생산직의 고용변동률을 보면, 로봇 활용 중견기업 표본에서는 5.1%, 로봇 활용 중소기업 표본에서는 13.1%, 로봇 미활용 중견기업에서는 11.0%, 로봇 미활용 중소기업에서는 9.4% 등으로 나타나고 있어서 전체 근로자의 고용 추이와 유사하게 중견기업의 경우에는 로봇 미활용기업의 고용증가율이 더 높지만 중소기업의 경우에는 로봇 활용 기업의 고용증가율이 더 높게 나타나고 있음.

○ 로봇 사용과 보완적 관계에 있을 연구개발직의 고용 현황을 보면, 로봇 활용 중견기업 표본에서는 26.7%, 로봇 활용 중소기업 표본에서는 13.1%, 로봇 미활용 중견기업에서는 10.5%, 로봇 미활용 중소기업에서

는 5.1% 등으로 나타나고 있어서 로봇 사용 기업들의 고용증가율이 더 높게 나타나고 있음.

○ 마지막으로 사무직의 고용변동도 전체 근로자의 고용변동 패턴과 유사하게 중견기업 표본에서는 로봇 미활용기업의 고용증가율이 더 높지만 중소기업 표본에서는 로봇 활용 기업의 고용증가율이 더 높게 나타나고 있음.

〈표 4-7〉 고용 현황

(단위 : 명, %)

구분		활용 기업				미활용 기업			
		중견		중소		중견		중소	
		N	M(SD)	N	M(SD)	N	M(SD)	N	M(SD)
사무직	15년	48	150 (197)	49	105 (95)	149	42 (53)	155	26 (27)
	18년	50	166 (252)	54	108 (94)	151	45 (53)	156	27 (29)
	증가율	48	8.2 (27.5)	49	16.0 (35.4)	149	13.4 (37.2)	155	7.6 (27.1)
연구 개발직	15년	48	79 (135)	49	56 (52)	149	15 (19)	155	12 (22)
	18년	50	95 (260)	54	71 (87)	151	16 (20)	156	12 (23)
	증가율	43	26.7 (142.8)	43	13.1 (29.3)	127	10.5 (32.4)	112	5.1 (29.8)
생산직	15년	48	406 (235)	49	230 (151)	149	108 (124)	155	65 (54)
	18년	50	395 (216)	54	250 (185)	151	116 (136)	156	64 (44)
	증가율	48	5.1 (24.5)	49	13.1 (32.0)	148	11.0 (34.4)	147	9.4 (39.4)
전체	15년	48	636 (528)	49	391 (189)	149	165 (182)	155	103 (69)
	18년	50	656 (666)	54	420 (199)	151	176 (196)	156	103 (61)
	증가율	48	6.6 (24.6)	49	12.2 (27.1)	149	10.9 (29.9)	155	8.7 (32.5)

□ 외국인 근로자 고용 현황

○ 〈표 4-8〉에는 외국인 근로자 고용 현황에 관한 조사 결과가 정리되어 있음. 조사 결과는 로봇 활용 기업과 로봇 미활용 기업으로 구분하고, 그것을 다시 중견기업과 중소기업으로 구분해서 정리하였음.

○ 조사결과를 보면, 4개 표본 범주에서 모두 고용된 외국인 근로자 수 평균은 적게 나타나고 있음. 전체적으로 로봇활용 기업의 외국인 근로자 수 고용이 더 적은 편이고, 증가율도 더 낮게 나타나고 있음. 즉, 외국인 근로자 고용의 증가율이 로봇 활용 중견기업 표본에서는 4.8%, 로봇

활용 중소기업 표본에서는 -2.5%, 로봇 미활용 중견기업에서는 5.3%, 로봇 미활용 중소기업에서는 7.3% 등으로 나타나고 있음.

〈표 4-8〉 외국인 근로자 고용 현황

(단위 : 명, %)

구분	활용 기업				미활용 기업			
	중견		중소		중견		중소	
	N	M(SD)	N	M(SD)	N	M(SD)	N	M(SD)
15년	50	3 (7)	54	2 (8)	151	6 (11)	156	4 (10)
18년	50	3 (8)	54	3 (8)	151	6 (13)	156	5 (10)
증가율	11	4.8 (48.0)	8	-2.5 (53.9)	59	5.3 (34.5)	63	7.3 (45.6)

□ 임금 현황

○ 〈표 4-9〉에는 표본기업들의 근로자들의 임금수준 현황을 2015년과 2018년에 대해서 직종별로 조사한 결과가 정리되어 있음. 조사 결과는 로봇 활용 기업과 로봇 미활용 기업으로 구분하고, 그것을 다시 중견기업과 중소기업으로 구분해서 정리하였음.

○ 생산직에 대한 조사결과를 보면, 2018년 평균 임금이 로봇 활용 중견기업 표본에서는 5,016만 원, 로봇 활용 중소기업 표본에서는 4,333만 원, 로봇 미활용 중견기업에서는 3,642만 원, 로봇 미활용 중소기업에서는 3,401만 원 등으로 나타나고 있어서 로봇 활용기업의 임금수준이 더 높게 나타나고 있으나, 임금 증가율 측면에서 로봇 미활용 기업들에서 더 높게 나타나고 있음.

○ 사무직과 연구개발직의 경우에는 로봇 활용 기업의 임금수준이 로봇 미활용 기업의 그것보다 더 높게 나타나고 있음. 사무직의 경우에는 2018년 평균임금이 로봇 활용 중견기업 표본에서는 5,332만 원, 로봇 활용 중소기업 표본에서는 4,584만 원, 로봇 미활용 중견기업에서는 4,137만 원, 로봇 미활용 중소기업에서는 3,872만 원 등이고, 연구개발직의 경우에는 2018년 평균임금이 로봇 활용 중견기업 표본에서는 5,328만 원, 로봇 활용 중소기업 표본에서는 4,761만 원, 로봇 미활용 중견기업에서는 4,242만 원, 로봇 미활용 중소기업에서는 4,089만 원 등으로 조사되고 있음.

〈표 4-9〉 임금수준 현황

(단위 : 만 원, %)

구분		활용 기업				미활용 기업			
		중견		중소		중견		중소	
		N	M(SD)	N	M(SD)	N	M(SD)	N	M(SD)
사무직	15년	46	4,846 (1,113)	44	4,307 (910)	145	3,762 (648)	151	3,488 (616)
	18년	50	5,332 (1,238)	51	4,584 (968)	150	4,137 (657)	153	3,872 (652)
	증가율	46	9.4 (6.5)	44	9.9 (3.8)	145	10.8 (5.1)	151	11.2 (6.6)
연구 개발직	15년	42	4,939 (935)	39	4,444 (901)	122	3,898 (634)	108	3,684 (571)
	18년	43	5,328 (956)	44	4,761 (907)	128	4,242 (662)	110	4,089 (621)
	증가율	41	7.9 (4.1)	39	9.8 (3.9)	122	10.0 (4.8)	108	11.1 (6.7)
생산직	15년	46	4,486 (1,425)	44	4,036 (1,025)	144	3,258 (845)	142	3,026 (750)
	18년	50	5,016 (1,517)	51	4,333 (1,068)	149	3,642 (842)	145	3,401 (760)
	증가율	46	10.9 (7.4)	44	11.2 (4.6)	144	13.2 (6.8)	142	13.2 (7.5)

□ 노동조합 현황

○ 〈표 4-10〉에는 표본기업들의 노동조합 조직 현황에 관한 조사결과를 정리하였음. 조사 결과는 로봇 활용 기업과 로봇 미활용 기업으로 구분하고, 그것을 다시 중견기업과 중소기업으로 구분해서 정리하였음.

○ 조사결과를 보면, 유노조 기업의 비율이 로봇 활용 중견기업 표본에서는 74.0%, 로봇 활용 중소기업 표본에서는 27.8%, 로봇 미활용 중견기업에서는 44.4%, 로봇 미활용 중소기업에서는 11.5% 등으로 나타나고 있어서 로봇활용 기업에서 유노조기업의 비율이 더 높게 나타나고 있음.

〈표 4-10〉 노동조합 조직 현황

활용 기업				미활용 기업			
중견		중소		중견		중소	
N	M(SD)	N	M(SD)	N	M(SD)	N	M(SD)
50	0.740 (0.443)	151	0.278 (0.450)	54	0.444 (0.502)	156	0.115 (0.321)

제3절 로봇 활용의 현황과 효과

1. 로봇 활용 현황

가. 직무특성

□ 작업공정 유형들

○ 먼저 로봇이 활용되는 배경들을 이해하기 위해서 〈표 4-11〉에 표본기업들의 생산현장에 존재하는 작업공정 유형들에 관한 조사결과를 정리하였음.

○ 조사결과를 보면, 로봇 활용 중견기업 표본에서는 조립 공정, 입출하 공정, 검사측정 공정, 프레스 공정, 기계가공 공정 등이 많고, 로봇 활용 중소기업 표본에서는 조립 공정, 입출하 공정, 검사측정 공정, 프레스 공정, 용접 공정, 기계가공 공정 등이 많이 분포되어 있음. 로봇 미활용 중견기업과 로봇 미할용 중소기업 등에서는 조립 공정, 검사측정 공정, 입출하 공정 등이 많이 분포되어 있는 것으로 조사되고 있음.

〈표 4-11〉 작업공정 유형들

(단위 : 개소, %)

구분	활용 기업		미활용 기업	
	중견(N=50)	중소(N=151)	중견(N=54)	중소(N=156)
기계가공	0.460 (0.503)	0.470 (0.501)	0.352 (0.482)	0.333 (0.473)
용접	0.300 (0.463)	0.503 (0.502)	0.204 (0.407)	0.333 (0.473)
프레스	0.420 (0.499)	0.583 (0.495)	0.204 (0.407)	0.269 (0.445)
조립	0.740 (0.443)	0.722 (0.450)	0.685 (0.469)	0.724 (0.448)
검사측정	0.680 (0.471)	0.656 (0.477)	0.648 (0.482)	0.551 (0.499)
입출하	0.620 (0.490)	0.629 (0.485)	0.574 (0.499)	0.500 (0.502)
수지가공	0.220 (0.418)	0.159 (0.367)	0.111 (0.317)	0.071 (0.257)
기타	0.200 (0.404)	0.079 (0.271)	0.185 (0.392)	0.109 (0.313)

□ 직무의 특성들

○ 〈표 4-12〉에는 로봇 도입과 관련된 직무특성에 관한 조사결과를 정리하였음.

○ 항목들로는 로봇 도입 시 많이 거론되는 것들로서 구인난 공정, 근로자 기피 공정, 3D 공정, 산업재해 공정, 불량이 많이 발생하는 공정, 급격한 생산성 증가가 요구되는 공정 등이고, 마지막으로 로봇 도입이 필요한 공정과 로봇을 도입하고 싶은 공정 등으로 로봇 도입의 필요성 정도를 직접적으로 조사하였음.

○ 조사결과를 보면, 전체적으로 이들 직무특성에 대한 동의 정도는 낮은 편인데, 로봇 미활용 기업의 동의 정도가 활용기업의 그것보다 더 낮게 조사되고 있음.

○ 로봇 활용 중견기업들의 경우에는 이들 직무특성에 대해서 2.3-2.8점 정도의 분포를 보이고 있는데, 로봇 도입이 용이한 공정과 로봇을 도입하고 싶은 공정에 대해서는 3.1-3.3 점 정도의 높은 점수를 주고 있음.

○ 로봇 미활용 중견기업의 경우에는 대부분의 직무특성 항목들에 대해서 2.0 미만의 점수들을 주고 있음.

○ 로봇 활용 중소기업의 경우에는 대부분의 항목들에서 2.6-3.0 점을 주고 있는데, 로봇 도입이 용이한 공정과 로봇을 꼭 도입하고 싶은 공정에 대해서는 3,3-3.5 점으로 높은 점수를 주고 있음.

○ 로봇 미활용 중소기업의 경우에는 모든 항목에 대해서 2.1-2.4 점 정도의 낮은 점수를 주고 있음.

〈표 4-12〉 직무특성

(단위 : 개소, %)

구분	활용 기업		미활용 기업	
	중견(N=50)	중소(N=151)	중견(N=54)	중소(N=156)
1) 인력을 구하기 힘든 공정	2.42 (1.05)	2.79 (1.08)	1.94 (1.14)	2.29 (1.06)
2) 근로자들이 기피하는 공정	2.58 (1.11)	2.91 (1.11)	1.89 (1.13)	2.33 (1.19)
3) 3D공정	2.58 (1.16)	3.01 (1.15)	1.98 (1.34)	2.40 (1.25)
4) 산업안전 위험이 높은 공정	2.76 (1.17)	2.88 (1.11)	1.94 (1.00)	2.35 (1.21)
5) 불량이 많이 발생하는 공정	2.32 (0.87)	2.65 (0.88)	1.93 (0.75)	2.37 (1.04)
6) 급격한 생산성 증가 필요한 공정	2.82 (1.04)	3.05 (0.92)	2.19 (0.95)	2.31 (0.97)

〈표 4-12〉의 계속

구분	활용 기업		미활용 기업	
	중견(N=50)	중소(N=151)	중견(N=54)	중소(N=156)
7) 로봇 도입이 용이한 공정	3.30 (1.09)	3.46 (1.22)	1.41 (0.66)	2.19 (1.23)
8) 로봇을 꼭 도입하고 싶은 공정	3.14 (1.54)	3.25 (1.35)	1.43 (0.88)	2.12 (1.23)

주 : 1점=0%, 2점=1-20%, 3점=21-40% 4점=61-80%, 5점= 81-100%

나. 로봇 도입 현황

□ 로봇 도입 현황

○ 〈표 4-13〉에 로봇활용 기업들을 대상으로 해서 로봇도입 현황에 관한 조사결과를 정리하였음. 조사 결과는 중견기업과 중소기업으로 구분해서 정리하였음.

○ 조사결과를 보면, 중견기업은 평균 39.5대의 로봇을 도입하였고 중소기업은 평균 25.5대의 로봇을 도입한 것으로 조사되고 있음.

○ 향후 추가로 로봇을 도입할 계획도 가지고 있는데, 중견기업은 평균 2.0대, 중소기업은 평균 2.8대의 로봇을 도입할 계획을 가지고 있음.

○ 적정 수준의 로봇 규모는 중견기업이 45.0대, 중소기업이 28.4대로 조사되고 있음. 현재 도입된 로봇수와 향후 도입 계획인 로봇수를 합치면 적정 로봇수와 거의 유사한 규모인 것으로 조사되고 있음.

○ 〈표 4-13〉에는 로봇 가격도 조사되어 있는데, 중견기업이 도입한 로봇의 대당 평균 가격은 93.3 백만 원이고, 중소기업이 도입한 로봇의 대당 평균 가격은 73.6백만 원인 것으로 조사되고 있음.

〈표 4-13〉 로봇 도입 현황

(단위 : 대, 백만 원)

구분	활용 기업			
	중견		중소	
	N	M(SD)	N	M(SD)
도입된 로봇수	50	39.5 (58.8)	151	25.5 (43.7)
도입개획 로봇수	49	2.0 (5.9)	151	2.8 (9.1)
적정한 로봇수	50	45.0 (61.7)	150	28.4 (50.5)
대당 로봇 가격	36	93.3 (113.1)	99	73.6 (96.8)

□ 로봇 도입 의사: 미활용 기업 대상

○ 〈표 4-14〉에는 로봇 미활용 기업들을 대상으로 해서 로봇 도입 의사가 있는지에 대해 조사한 결과를 정리하였음.

○ 조사결과를 보면, 로봇 도입 의사가 있는 기업의 비율은 중견기업 표본에서 7.4%, 중소기업 표본에서 16.7%로 나타나고 있음. 이상의 결과는 로봇 미활용 기업에서 로봇의 추가 수요가 극히 제한적으로만 발생할 것임을 시사하고 있음.

〈표 4-14〉 로봇 도입 의사

(단위 : 개소, %)

구분	중견	중소
있음	4(7.4)	26(16.7)
없음	50(92.6)	130(83.3)
전체	54(100.0)	156(100.0)

다. 로봇 도입 또는 미도입 이유

□ 로봇을 더 많이 사용하지 않는 이유 : 로봇 활용 기업

○ 〈표 4-15〉에는 로봇 활용 기업을 대상으로 로봇을 더 많이 사용하지 않는 이유가 무엇인지에 관해 조사한 결과들이 정리되어 있음. 5점 척도 측정되었으며, 항목들은 로봇 사용의 경제적 이득이 크지 않음, 담당인력을 구하기 힘듦, 로봇 예산의 부족, 근로자들의 반대, 품질 문제의 발생, 로봇 사용에 적합하지 않은 생산물량 등임.

○ 조사결과를 보면, 대부분의 항목들에서 3.0 미만의 낮은 점수들을 받고 있는데, 중소기업 표본에서 로봇 예산의 부족과 로봇 사용에 적합하지 않은 생산물량 등이, 중견기업에서 로봇 사용의 경제적 이득이 크지 않음이 상대적으로 높은 점수를 받고 있음. 담당 인력의 부족이나 근로자 반대 등은 로봇 도입의 장애요인으로 작용하고 있지 않음.

〈표 4-15〉 로봇을 더 많이 사용하지 않는 이유: 활용기업

항목	활용 기업	
	중견(N=13)	중소(N=39)
1) 로봇 사용의 경제적 이득이 크지 않음	2.85 (1.28)	2.69 (0.95)
2) 담당 인력을 구하기 힘들어서	1.85 (0.99)	2.21 (0.89)
3) 로봇 예산이 부족하기 때문에	2.54 (1.39)	3.10 (1.25)
4) 근로자들이 반대하기 때문에	2.00 (1.00)	1.87 (0.66)
5) 품질 문제가 발생하기 때문에	2.62 (1.12)	2.31 (0.86)
6) 로봇 생산하기에 물량이 너무 적어서	2.46 (1.13)	2.82 (0.79)

□ 로봇을 도입하지 않는 이유 : 로봇 미활용 기업

○ 〈표 4-16〉에는 로봇 미활용 기업을 대상으로 해서 로봇을 사용하지 않는 이유가 무엇인지에 관해 조사한 결과들이 정리되어 있음. 척도는 5점의 정성지표이고, 항목들은 위와 동일하게 로봇 사용의 경제적 이득이 크지 않음, 담당인력을 구하기 힘듦, 로봇 예산의 부족, 근로자들의 반대, 품질 문제의 발생, 로봇 사용에 적합하지 않은 생산물량 등임.

○ 조사결과를 보면, 로봇 사용의 경제적 이득이 크지 않음이 중견기업에서는 3.5점, 중소기업에서는 3.1 점으로 가장 높은 점수를 얻고 있고, 나머지 항목들은 낮은 점수들을 보이고 있음.

〈표 4-16〉 로봇을 사용하지 않는 이유 : 미활용기업

항목	활용 기업	
	중견(N=54)	중소(N=156)
1) 로봇 사용의 경제적 이득이 크지 않음	3.52 (1.30)	3.10 (1.18)
2) 담당 인력을 구하기 힘들어서	1.89 (0.88)	2.17 (0.91)
3) 로봇 예산이 부족하기 때문에	2.02 (1.04)	2.53 (1.01)
4) 근로자들이 반대하기 때문에	1.78 (0.84)	1.84 (0.72)
5) 품질 문제가 발생하기 때문에	2.69 (1.41)	2.31 (1.02)
6) 로봇 생산하기에 물량이 너무 적어서	2.56 (1.51)	2.67 (1.04)

□ 로봇을 사용하는 이유 : 로봇활용 기업

○ 〈표 4-17〉에는 로봇 활용기업들을 대상으로 해서 로봇을 사용하는 이유가 무엇인지에 관해 조사한 결과들을 정리하였음. 5점 척도의 정성직 지표로 측정되었으며, 항목들은 구인난, 로봇이 비용 효율적임, 근로자 기피 직종, 3D 업무, 산업재해 위험 업무, 안정적인 품질 확보, 생산성 제고, 고객사의 로봇 도입 요청 등임.

○ 조사결과를 보면, 생산성 제고(중견기업 3.6 점, 중소기업 3.5 점), 인건비 감안할 때 로봇 사용이 더 경제적이라는 점(중견기업과 중소기업 모두 3.5점), 안정적인 품질 확보(중견기업 3.5 점, 중소기업 3.4 점), 산업재해 감축(중견기업과 중소기업 모두 3.1 점), 3D 공정(중견기업 2.9 점, 중소기업 3.2점), 근로자들의 기피 직종(중견기업 2.9 점, 중소기업 3.0 점) 등이 비교적 높은 점수를 얻고 있음.

〈표 4-17〉 로봇을 사용하는 이유: 활용기업

항목	중견(N= 50)	중소(N=151)
1) 인력을 구하기 힘들기 때문에	2.50 (1.09)	2.74 (1.02)
2) 인건비를 감안할 때 로봇사용이 더 경제적이어서	3.48 (0.97)	3.45 (0.90)
3) 근로자들이 기피하기 때문에	2.88 (1.06)	2.95 (0.99)
4) 3D(어렵고 위험하고 지저분한) 공정이기 때문에	2.94 (1.11)	3.15 (0.97)
5) 산업재해 위험이 높기 때문에	3.06 (0.98)	3.10 (0.94)
6) 안정적인 품질 확보를 위해서	3.48 (0.79)	3.44 (0.86)
7) 생산성 제고를 위해서	3.60 (0.78)	3.48 (0.77)
8) 고객사가 로봇도입을 요청해서	2.06 (0.87)	2.25 (0.82)

□ 로봇 도입하려는 이유 : 미활용 기업 대상

○ 〈표 4-18〉에 로봇 미활용 기업들을 대상으로 해서 로봇을 사용하려는 이유가 무엇인지에 관해 조사한 결과들을 정리하였음. 위와 동일하게 5점의 정성적 지표로 측정되었고, 조사항목들은 구인난, 로봇이 비용 효율적임, 근로자 기피 직종, 3D 업무, 산업재해 위험 업무, 안정적인 품

질 확보, 생산성 제고, 고객사의 로봇 도입 요청 등임.

○ 조사결과를 보면, 생산성 제고(중견기업 3.3점, 중소기업 3.3 점), 인건비 감안할 때 로봇 사용이 더 경제적이라는 점(중견기업 3.0점, 중소기업 모두 3.3점), 안정적인 품질 확보(중견기업 3.3 점, 중소기업 3.3 점), 산업재해 감축(중견기업 3.3점, 중소기업 3.2 점), 3D 공정(중견기업 3.0점, 중소기업 3.2점), 근로자들의 기피 직종(중견기업 3.0 점, 중소기업 3.0 점) 등이 비교적 높은 점수를 얻고 있음.

〈표 4-18〉 로봇을 사용하려는 이유: 미활용기업

항목	중견(N= 4)	중소(N=26)
1) 인력을 구하기 힘들기 때문에	2.50 (1.73)	2.54 (0.81)
2) 인건비를 감안할 때 로봇사용이 더 경제적이어서	3.00 (1.15)	3.31 (1.01)
3) 근로자들이 기피하기 때문에	3.00 (0.82)	2.96 (0.92)
4) 3D(어렵고 위험하고 지저분한) 공정이기 때문에	3.00 (0.82)	3.19 (1.02)
5) 산업재해 위험이 높기 때문에	3.25 (0.96)	3.15 (1.01)
6) 안정적인 품질 확보를 위해서	3.25 (1.50)	3.27 (0.72)
7) 생산성 제고를 위해서	3.25 (0.96)	3.31 (0.62)
8) 고객사가 로봇도입을 요청해서	1.50 (0.58)	2.46 (0.76)

라. 로봇 사용 분야와 로봇 종류

□ 로봇을 사용하고 있는 작업공정들: 로봇 활용 기업

○ 〈표 4-19〉에는 로봇 활용 기업들을 대상으로 해서 로봇을 활용하고 있는 작업공정에 관해 조사한 결과들을 정리하였음.

○ 조사결과를 보면, 조립공정(중견기업 50.0%, 중소기업 39.7%)이 가장 높고, 이어서 기계가공(중견기업 34.0%, 중소기업 31.1%) 등이 높게 나타나고 있음. 그 밖에 중소기업의 경우에는 용접공정과 프레스공정도 각각 30.5%와 27.2%로서 높게 나타나고 있음.

〈표 4-19〉 로봇을 사용하는 작업공정들

구분	중견(N=50)	중소(N=151)
기계가공	0.340 (0.479)	0.311 (0.465)
용접	0.120 (0.328)	0.305 (0.462)
프레스	0.200 (0.404)	0.272 (0.446)
조립	0.500 (0.505)	0.397 (0.491)
검사측정	0.220 (0.418)	0.166 (0.373)
입출하	0.160 (0.370)	0.066 (0.250)
수지가공	0.080 (0.274)	0.053 (0.225)
기타	0.180 (0.388)	0.106 (0.309)

□ 로봇을 도입하고 싶은 공정들: 로봇 미활용 기업

○ 〈표 4-20〉에는 로봇 미활용 기업들을 대상으로 해서 로봇을 활용하려는 작업공정에 관해 조사한 결과들을 정리하였음.

○ 조사결과를 보면, 프레스공정(중견기업 50.0%, 중소기업 34.6%)이 가장 높고, 이어서 기계가공(중견기업 25.0%, 중소기업 34.6%) 등이 높게 나타나고 있음. 중소기업의 경우에는 수지가공공정과 검사측정공정도 각각 46.2%와 30.8% 등으로서 높게 나타나고 있음.

〈표 4-20〉 로봇 도입하고 싶은 작업공정들

(단위 : 개소, %)

구분	중견(N=4)	중소(N=26)
기계가공	0.250 (0.500)	0.346 (0.485)
용접	0.250 (0.500)	0.038 (0.196)
프레스	0.500 (0.577)	0.346 (0.485)
조립	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)
검사측정	0.000 (0.000)	0.308 (0.471)
입출하	0.000 (0.000)	0.038 (0.196)
수지가공	0.250 (0.500)	0.462 (0.508)
기타	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)

□ 사용하는 로봇 종류들

○ 〈표 4-21〉에는 로봇 활용 기업들을 대상으로 해서 사용하는 로봇의 종류에 관해 조사한 결과들을 정리하였음.

○ 조사결과를 보면, 중견기업 표본에서는 기타 병렬 로봇(42.0%), 일반직교 로봇(38.0%) 등이 높은 비중으로 사용되고 있고, 중소기업 표본에서는 일반직교 로봇(30.5%), 기타 병렬 로봇(27.2%), 협동로봇(15.9%), 겐트리 로봇(13.2%), 스카라 로봇(10.6%), 7축 이상 로봇(10.6%) 등의 순으로 높게 나타나고 있음.

〈표 4-21〉 사용하는 로봇 종류들

(단위 : 개소, %)

구분		중견(N=50)	중소(N=151)
직교좌표 로봇	일반직교 로봇	0.380 (0.490)	0.305 (0.462)
	리니어 로봇	0.000 (0.000)	0.093 (0.291)
	겐트리 로봇	0.040 (0.198)	0.132 (0.340)
	기타 직교좌표 로봇	0.000 (0.000)	0.020 (0.140)
수평 로봇	스카라 로봇	0.160 (0.370)	0.106 (0.309)
	원통형 로봇	0.000 (0.000)	0.026 (0.161)
	델타 로봇	0.060 (0.240)	0.060 (0.238)
	기타 수평로봇	0.040 (0.198)	0.020 (0.140)
수직 로봇	협동 로봇	0.100 (0.303)	0.159 (0.367)
	7축 이상 로봇	0.100 (0.303)	0.106 (0.309)
	겐트리 로봇	0.000 (0.000)	0.073 (0.261)
	기타 수직로봇	0.060 (0.240)	0.046 (0.211)
기타	병렬 로봇	0.000 (0.000)	0.007 (0.081)
	기타 병렬 로봇	0.420 (0.499)	0.272 (0.446)

□ 도입하고 싶은 로봇 유형들

○ 〈표 4-22〉에 로봇 미활용 기업들을 대상으로 해서 어떤 종류의 로봇을 도입하고 싶은지에 관해 조사한 결과들을 정리하였음.

○ 조사결과를 보면, 중견기업 표본에서는 겐트리 로봇(50.0%)의 비중이

상대적으로 높고, 중소기업 표본에서는 델타로봇(46.2%), 일반직교 로봇(34.6%), 겐트리 로봇(34.6%) 등의 순으로 높게 나타나고 있음.

〈표 4-22〉 사용하고 싶은 로봇 종류들

(단위 : 개소, %)

구분		중견(N=4)	중소(N=26)
직교좌표 로봇	일반직교 로봇	0.250 (0.500)	0.346 (0.485)
	리니어 로봇	0.250 (0.500)	0.038 (0.196)
	겐트리 로봇	0.500 (0.577)	0.346 (0.485)
	기타 직교좌표 로봇	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)
수평 로봇	스카라 로봇	0.000 (0.000)	0.308 (0.471)
	원통형 로봇	0.000 (0.000)	0.038 (0.196)
	델타 로봇	0.250 (0.500)	0.462 (0.508)
	기타 수평로봇	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)
수직 로봇	협동 로봇	0.000 (0.000)	0.154 (0.368)
	7축 이상 로봇	0.250 (0.500)	0.154 (0.368)
	겐트리 로봇	0.000 (0.000)	0.038 (0.196)
	기타 수직로봇	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)
기타	병렬 로봇	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)
	기타 병렬 로봇	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)

2. 로봇이 근로자와 기업의 성과에 미치는 영향

가. 로봇 도입 이후 직무와 숙련요건 변화

□ 로봇을 관리하는 근로자 현황

○ 〈표 4-23〉에는 로봇 활용 기업을 대상으로 해서 로봇을 관리하는 근로자 현황에 관해 조사한 결과를 정리하였음. 조사 결과는 중견기업과 중소기업으로 구분해서 정리하였음.

○ 조사결과를 보면, 로봇을 관리하는 근로자 수는 중견 기업의 경우 12.4명, 중소기업의 경우 10.1 명 등으로 조사되고 있다. 〈표 4-12〉에 정리되어 있는 로봇대수를 로봇 관리 근로자수로 나누면, 1인당 관리하는

로봇수를 얻을 수 있음. 그 값을 구해보면, 중견기업의 경우 평균 4.2대 당 1 명, 중소기업의 경우 평균 3.8대당 1 명의 비율을 보이고 있음.

〈표 4-23〉 로봇 관리 근로자 현황

항목	활용 기업			
	중견		중소	
	N	M(SD)	N	M(SD)
로봇 관리 근로자수	50	12.4 (9.9)	151	10.1 (19.0)
1인당 관리하는 로봇수	50	4.2 (7.0)	150	3.8 (6.5)

□ 로봇을 관리하는 근로자의 직종

○ 〈표 4-24〉에는 로봇을 관리하는 근로자의 직종에 관한 조사결과를 정리하였음. 조사 방식은 생산기능직, 기술직, 현장감독자/관리자, 외부전문가, 기타 등의 범주를 주고 복수 응답을 허용했음.

○ 중견기업 표본에서는 생산기능직인 기업의 비율이 가장 높은 54.0%이고 이어서 기술직인 기업이 50.0%, 현장 감독자/관리자인 기업이 28.0%를 차지하고 있음.

○ 중소기업 표본에서는 기술직인 기업의 비율이 가장 높은 58.30%, 생산기능직인 기업이 55.6%,고 이어서 현장 감독자/관리자인 기업이 28.5%를 차지하고 있음.

〈표 4-24〉 로봇 관리 근로자의 직종

(단위 : 개소, %)

구분	중견(N=50)	중소(N=151)
생산기능직	0.540 (0.503)	0.556 (0.498)
기술직	0.500 (0.505)	0.583 (0.495)
현장 감독자/관리자	0.280 (0.454)	0.285 (0.453)
외부전문가	0.020 (0.141)	0.013 (0.115)
기타	0.020 (0.141)	0.013 (0.115)

□ 로봇 담당 작업자의 역할

○ 〈표 4-25〉에 로봇 담당 작업자의 역할에 관한 조사결과를 정리하였음. 조사 방식은 3점 척도(전혀 하지 않음- 조금 함 - 많이 함)로 측정하고 있어서 중간값이 2 점임.

○ 조사결과를 보면, 원자재 투입은 중견기업과 중소기업 모두에서 2.2 점, 로봇 작동 상황의 모니터링은 중견기업에서 2.3 점, 중소기업에서 2.4 점, 예방적 보전은 중견기업에서 2.3 점, 중소기업에서 2.2 점, 로봇의 고장수리는 중견기업에서 1.9 점, 중소기업에서 1.9 점, 치·공구 교체는 중견기업에서 2.0 점, 중소기업에서 2.0 점, 로봇 프로그램 조정하기는 중견기업에서 1.7 점, 중소기업에서 1.7 점 등으로 조사되고 있음.

○ 이상의 결과는 원자재 투입, 로봇 작동 모니터링 등 단순 과업은 비교적 많이 수행되고 있지만, 고장수리, 치·공구교체, 프로그래밍 등은 상대적으로 적게 수행되고 있음.

〈표 4-25〉 로봇 담당 작업자의 역할

항목	중견(N= 50)	중소(N=151)
1) 원자재 투입	2.22 (0.76)	2.21 (0.61)
2) 로봇이 잘 돌아가는지 모니터링	2.28 (0.67)	2.37 (0.62)
3) 로봇에 대한 예방적 보전	2.26 (0.69)	2.23 (0.67)
4) 로봇의 고장수리	1.88 (0.75)	1.94 (0.60)
5) 로봇의 치 · 공구 교체	2.00 (0.70)	1.95 (0.59)
6) 작업조건에 맞게 로봇 프로그램 조정하기	1.66 (0.72)	1.71 (0.72)

□ 로봇 프로그래밍 담당자의 직종

○ 〈표 4-26〉에는 로봇 프로그래밍 담당 근로자의 직종에 관한 조사결과를 정리하였음.

○ 조사결과를 보면, 중견기업 표본에서는 현장 감독자/관리자가 32.0%, 외부전문가가 28.0%, 기술직/연구개발직이 26.0% 등으로 나타나고 있음.

○ 중소기업 표본에서는 기술직/연구개발직이 51.7%, 현장 감독자/관리자

가 29.1%, 외부전문가가 16.6% 등으로 나타나고 있음.

○ 중견기업이나 중소기업에서 모두 현장 작업자가 로봇 프로그래밍을 수행하는 기업의 비율은 매우 낮게 나타나고 있음.

〈표 4-26〉 로봇 프로그래밍 담당자의 직종

(단위 : 개소, %)

구분	중견	중소
기술직/연구개발직	13(26.0)	78(51.7)
현장 감독자/관리자	16(32.0)	44(29.1)
현장 작업자	3(6.0)	3(2.0)
외부전문가	14(28.0)	25(16.6)
기타	4(8.0)	1(0.7)
전체	50(100.0)	151(100.0)

□ 로봇 도입 이후 직무내용과 숙련요건의 변화

○ 〈표 4-27〉에는 로봇 도입 이후 직무/숙련요건의 변화에 관한 조사결과를 정리하였음. 5점 척도의 정성적 지표(많이 단순해졌음- 조금 단순해졌음- 변화 없음 - 조금 복잡해졌음 - 많이 복잡해졌음)로 측정되었음.

○ 직무내용은 중견기업 표본에서는 2.7 점, 중소기업 표본에서는 2.6 점을 얻고 있어서 직무내용이 단순해지는 방향으로 가고 있다고 응답하고 있음.

○ 지식/숙련요건은 중견기업 표본에서는 2.8 점, 중소기업 표본에서는 2.6 점을 얻고 있어서 지식/숙련요건도 단순해지는 방향으로 가고 있다고 응답하고 있음.

○ 학력요건은 중견기업 표본에서는 3.0 점, 중소기업 표본에서는 3.0 점을 얻고 있어서 학력요건에서는 거의 변화가 없다고 응답하고 있음.

〈표 4-27〉 로봇 도입 이후 직무/숙련요건의 변화

항목	중견(N= 50)	중소(N=151)
1) 직무내용	2.66 (0.59)	2.58 (0.65)
2) 지식/숙련 요건	2.78 (0.55)	2.62 (0.69)
3) 학력요건	2.98 (0.32)	2.97 (0.55)

□ 로봇 도입 이후 사용가능한 근로자 유형의 변화

○ 〈표 4-28〉에는 여성 근로자나 중고령 근로자가 로봇을 담당할 수 있는지, 로봇 도입으로 청년층 근로자를 채용인하기에 더 용이해졌는지 등에 관한 조사결과를 정리하였음. 5점 척도(전혀 적합하지 않음– 많이 적합함)로 측정되었음.

○ 조사결과를 보면, 여성근로자가 로봇 담당에 얼마나 적합한가에 대해서 중견기업 표본은 2.5 점, 중소기업 표본에서는 2.7 점으로 낮은 점수를 받고 있으며, 로봇 담당에 대한 중고령 근로자의 적합성에 대해서는 중견기업에서 2.4 점, 중소기업에서 2.5 점으로 더 낮은 점수를 얻고 있음.

○ 로봇 도입으로 청년층 근로자를 유인하기에 얼마나 용이해졌는가에 대해서는 중견기업들이 3.0 점, 중소기업이 3.2 점으로 청년층 유인에 약간 도움이 되고 있다고 응답하고 있음.

〈표 4-28〉 로봇을 담당할 수 있는 근로자 유형의 변화

항목	중견(N= 50)	중소(N=151)
여성근로자가 작업하기에 얼마나 적합?	2.48 (1.27)	2.74 (1.08)
중고령 근로자가 작업하기에 얼마나 적합?	2.36 (1.05)	2.49 (0.94)
청년층 채용하기에 얼마나 적합〉	3.02 (0.47)	3.18 (0.65)

나. 로봇 도입 이후 근로시간 변화

□ 로봇 도입 이후 기계 사용시간 변화

○ 근로시간에 영향을 주는 기계 사용시간이 로봇 도입 이후 어떤 변화를 보이는지에 관한 조사결과를 〈표 4-29〉에 정리하였음.

○ 조사결과를 보면, 중견기업이나 중소기업에서 모두 로봇 도입 이후 기계의 사용시간이 늘고 있음. 중견기업과 중소기업에서 기계사용시간이 늘었다는 기업의 비율이 각각 36.0%와 38.4%, 줄었다는 기업의 비율이 2.0%와 4.6% 등으로서 늘었다는 기업의 비율이 압도적으로 높게 나타나고 있음.

〈표 4-29〉 로봇 도입 이후 기계의 사용시간 변화

(단위 : 개소, %)

구분	중견	중소
많이 줄었음	-	2(1.3)
줄어든 편	1(2.0)	5(3.3)
그대로	31(62.0)	86(57.0)
조금 늘었음	16(32.0)	53(35.1)
많이 늘었음	2(4.0)	5(3.3)
전체	50(100.0)	151(100.0)

□ 로봇 도입 이후 근로시간 변화

○ 〈표 4-30〉에 로봇 도입 이후 근로시간 변화에 관한 조사결과를 정리하였음. 변화 여부가 조사되었기 때문에 범주변수들임.

○ 조사결과를 보면, 중견기업의 경우 초과근로시간이 감소한 기업이 4%이고 증가한 기업은 0%로 조사되고 있으며, 중소기업에서는 초과근로시간이 증가한 기업이 1%, 감소한 기업이 2% 등으로 나타나고 있음.

○ 교대조의 변화를 보면, 중견기업의 경우 감소한 기업이 2%이고 증가한 기업은 없는 반면에 중소기업에서는 교재조가 증가한 기업과 감소한 기업이 모두 1%로 나타나고 있음.

○ 로봇 도입 이후 유연근무제나 탄력근무제가 도입된 기업의 비율은 중견기업에서는 4%에 불과했고 중소기업에서는 없는 것으로 조사되고 있음.

○ 전체적으로 로봇 도입 전후에 근로시간에 변화들이 거의 없는 것으로 조사됨.

〈표 4-30〉 로봇 도입 이후 근로시간 변화

항목		중견(N= 50)	중소(N=151)
초과근로시간	증가	0.00(0.00)	0.01 (0.08)
	감소	0.04 (0.20)	0.02 (0.14)
교대조	증가	0.00(0.00)	0.01 (0.08)
	감소	0.02 (0.14)	0.01 (0.08)
유연근무제/탄력근무제		0.04 (0.20)	0.00 (0.00)

다. 로봇 도입의 고용 변화

□ 로봇 도입 이후 조직구조 변화

○ 먼저 〈표 4-31〉에 로봇 도입으로 조직구조에 변화가 있는지 여부에 관한 조사결과를 정리하였음. 항목은 조직구조와 생산라인의 작업구조 등 두 가지이며, 4점 척도(전혀 없었음 - 조금 있었음- 많이 있었음 - 매우 많이 있었음)로 측정되었음.

○ 조사결과를 보면, 로봇 도입 이후 조직구조나 생산라인의 작업구조에서 모두 1.8-2.0 점 정도로 나타나고 있어서 평균적으로 조금 변화가 있는 정도로 조사되고 있음.

〈표 4-31〉 로봇 도입 이후 조직구조 변화

항목	중견(N= 50)	중소(N=151)
조직구조	1.84 (0.71)	1.91 (0.58)
생산라인의 작업구조	1.96 (0.75)	2.00 (0.61)

□ 로봇 도입과 관련된 인원 변동 현황

○ 〈표 4-32〉에 로봇 도입으로 대체된 인원과 증가된 인원이 어느 정도인지에 관한 조사결과를 정리하였음.

○ 조사결과를 보면, 로봇 도입으로 근로자가 대체된 기업의 비율이 중견기업에서는 10%, 중소기업에서는 13%로 나타나고 있음. 대체된 인원 평균은 중견기업에서 4.8 명, 중소기업에서 12.6 명으로 나타나고 있음.

○ 반대로 로봇 도입 후 그것의 운영을 위해서 증원이 있었던 기업의 비율은 중견기업에서 6%, 중소기업에서 8%로 나타나고 있으며, 평균 증원 규모는 중견기업에서 5 명, 중소기업에서 6.6 명으로 나타나고 있음.

○ 로봇 도입으로 대체된 인원이 증가된 인원보다 약간 많기는 하지만, 그 차이가 크지 않은 것으로 조사됨.

〈표 4-32〉 로봇 도입에 따른 고용 변동

항목		활용 기업			
		중견		중소	
		N	M(SD)	N	M(SD)
로봇 도입으로 대체된 인원	대체 여부	50	0.10 (0.30)	151	0.13 (0.34)
	감소 규모	5	4.80 (3.27)	19	12.58 (11.82)
로봇 운영 위해 증가된 인원	증원 여부	50	0.06 (0.24)	151	0.08 (0.27)
	증원 규모	3	5.00 (4.36)	12	6.58 (13.76)

□ 로봇 도입 후 유휴인력의 처리

○ 〈표 4-33〉에는 로봇으로 대체된 유휴인력을 어떻게 처리했는지에 관한 조사결과를 정리하였음.

○ 조사결과를 보면, 다른 업무로 배치 전환했다는 기업의 비율이 80%로 압도적으로 높은 비율을 보이고, 시스템 관련 인력으로 활용하고 있다는 기업이 중견기업에서 20%, 중소기업에서 10%로 나타나고 있음.

○ 반면에 대체된 인원을 정리했다는 기업의 비율은 중견기업에서는 0%이고, 중소기업에서도 10%에 불과하고 있음. 이 비율도 유휴인력이 발생한 기업에 대한 것이기 때문에 전체 표본에 대해서 구하면 1%에 불과한 수치임.

〈표 4-33〉 로봇 도입 이후 유휴 인력 처리 방식

(단위 : 개소, %)

구분	중견	중소
교육 후 시스템 관련 인력으로 고용 유지	1(20.0)	2(10.0)
타 업무에 배치하여 고용 유지	4(80.0)	16(80.0)
투자확대를 통해 고용 유지	-	-
시간근로제 등 유연근무제를 도입하여 고용 유지	-	-
고용감축	-	2(10.0)
기타	-	-
전체	5(100.0)	20(100.0)

□ 로봇 도입 후 고용 변화

○ 〈표 4-34〉에는 연구개발 기술직과 생산기능직의 고용 규모를 로봇 도입 전후에 대해서 조사하여 로봇 도입 이후 고용에 어떤 변화가 있었는지에 관한 조사결과를 정리하였음.

○ 연구개발 기술직에 대한 조사결과를 보면, 중견기업은 로봇 도입 전 58.6 명, 도입 1년 후 59.4 명이고, 중소기업은 도입 전 14,5 명, 도입 후 14.9 명으로 나타나고 있음.

○ 생산기능직은 중견기업에서 로봇 도입 전 326.9 명, 도입 후 322.2 명이고 변동률은 -0.9%이며, 중소기업에서는 도입 전 104.3 명, 도입 후 102.9 명으로서 변동률은 -1.1%로 나타나고 있음.

○ 로봇 도입으로 인한 생산기능직의 감소 중 일부 연구개발 기술직의 증가에 의해서 보전되고 있지만, 전체적으로는 인원이 약간 줄어들고 있음을 보여주고 있음.

〈표 4-34〉 로봇 도입 후 고용 변동

항목		활용 기업			
		중견		중소	
		N	M(SD)	N	M(SD)
연구개발/기술직	도입 직전	48	58.6 (102.5)	141	14.5 (19.0)
	도입 후 1년	48	59.4 (105.4)	141	14.9 (19.4)
	변동률	39	-0.8 (18.2)	119	3.9 (16.9)
생산기능직	도입 직전	48	326.9 (223.4)	141	104.3 (125.0)
	도입 후 1년	48	322.2 (231.6)	141	102.9 (124.9)
	변동률	44	-0.9 (16.8)	136	-1.1 (9.2)

라. 로봇 도입 이후 근로조건의 변화

□ 로봇 도입에 따른 근로조건의 변화

○ 〈표 4-35〉에는 로봇 도입 이후 근로조건에 어떤 변화가 있었는지에 관한 조사결과를 정리하였음. 항목은 임금, 산업안전, 고용안정, 일의 흥

미, 작업환경 등 5 개이고, 모두 5점 척도로 측정되었음. 척도의 닻들은 임금과 산업안전 등에 대해서는 ① 하락 ② 그대로 ③ 0-5% 미만 ④ 5-10% 미만 ⑤ 10% 이상 증가 등이고, 고용안정, 일의 흥미, 작업환경 등에 대해서는 ① 많이 하락 ② 조금 하락 ③ 그대로 ④ 조금 증가 ⑤ 많이 증가 등임.

○ 먼저 임금수준은 중견기업과 중소기업에서 모두 2.7 점으로 나타나고 있어서 로봇 도입으로 임금이 약간 올랐다고 응답

○ 산업안전에 대해서는 중견기업에서 3.0 점, 중소기업에서 2.8 점으로 나타나고 있어서 산업안전이 약간 개선되었다고 응답

○ 고용안정에 대해서 중견기업에서 3.2 점, 중소기업에서 3.3 점 등으로 나타나서 고용안정에도 약간 긍정적으로 작용하고 있다고 응답

○ 일의 흥미에 대해서는 중견기업과 중소기업 모두 3.5 점으로 높은 점수를 주고 있어서 일의 흥미도에 대해서는 긍정적이라고 응답

○ 작업환경에 대해서 중견기업과 중소기업 모두 3.8점이라고 하는 매우 높은 점수를 주고 있어서 로봇 도입이 작업환경 개선에는 매우 긍정적임으로 시사하고 있음.

〈표 4-35〉 로봇 도입에 따른 근로조건 변화

항목	중견(N= 50)	중소(N=151)
1) 임금	2.70 (0.99)	2.73 (0.95)
2) 산업안전	3.00 (1.07)	2.80 (1.04)
3) 고용안정	3.24 (0.56)	3.32 (0.54)
4) 일의 흥미	3.48 (0.58)	3.46 (0.57)
5) 작업환경	3.84 (0.65)	3.80 (0.60)

마. 로봇 도입 이후 기업의 경영성과 변화

□ 로봇 도입과 비용 절약

○ 〈표 4-36〉에 로봇 도입 이후 비용에 어떤 변화가 있는지에 관한 조사결과를 정리하였음. 먼저 로봇 도입으로 인건비가 얼마나 절약되었는지를

조사하였고, 이어서 인건비와 로봇비용 등을 감안할 때 비용에 어떤 변화가 있는지를 조사하였음.

○ 조사결과를 보면, 로봇 도입에 따른 인건비 절약 금액 평균은 중견기업의 경우 2,127.2만 원이고 중소기업은 55.4만 원으로 조사되고 있음.

○ 로봇 도입에 따른 전체 비용이 변화하지 않았다는 기업의 비율이 중견기업에서 92.0%, 중소기업에서 92.7% 등으로 나타나고 있음. 반면에 전체 비용이 감소하였다는 기업의 비율은 중견기업에서 6%, 중소기업에서 7.3%이고 증가하였다는 기업의 비율은 중견기업에서 2%, 중소기업에서 0% 등으로 매우 낮게 나타나고 있음.

○ 이상의 분석 결과는 전체적으로 로봇 도입으로 비용 절약이 크지 않음을 보여주고 있음.

〈표 4-36〉 로봇 도입에 따른 비용 절약

(단위 : 만 원, 개소, %)

항목		활용 기업			
		중견		중소	
		N	M(SD)	N	M(SD)
인건비 절약 금액(백만 원)		38	2,127.2 (12,974.4)	69	55.4 (234.2)
비용 변동	감소	3 (6.0)		11 (7.3)	
	증가	1 (2.0)			
	변동 없음	46 (92.0)		139 (92.7)	
	전체	50(100.0)		150.0 (100.0)	

□ 로봇 도입이 경영성과에 미친 영향

○ 〈표 4-37〉에 로봇 도입 이후 여러 경영성과 지표에 어떤 변화가 있는지에 관한 조사결과를 정리하였음. 항목들은 생산성, 제품 품질, 납기 시간, 제품 다양성, 판로 확대, 매출액, 영업이익 등이고 측정은 5점 척도(① 하락 ② 그대로 ③ 0-10%미만 증가 ④ 10-20%미만 증가 ⑤ 20% 이상 증가)로 이루어졌음.

○ 먼저 생산성은 중견기업에서 3.3 점, 중소기업에서 3.4 점을 얻고 있어서 생산성이 10% 정도 상승한 것으로 추측됨.

○ 제품 품질은 중견기업에서 3.2 점, 중소기업에서 3.3 점을 얻고 있어서 비교적 양호한 편임.
○ 납기는 중견기업에서 3.2 점, 중소기업에서 3.1 점을 얻고 있어서 약간 개선된 것으로 보임.
○ 제품 다양성은 중견기업에서 2.7점, 중소기업에서 2.9 점을 얻고 있어서 변화가 별로 없는 것으로 보임.
○ 판로 확대는 중견기업에서 2.7 점, 중소기업에서 2.9 점을 얻고 있어서 변화가 별로 없는 것으로 보임.
○ 매출액과 영업이익 등은 중견기업과 중소기업에서 2.7-2.8 점 정도를 얻고 있어 로봇 도입으로 변화가 크지 않은 상태임.

〈표 4-37〉 로봇의 경영성과 효과

항목	중견(N= 50)	중소(N=151)
1) 생산성	3.26 (0.99)	3.40 (0.86)
2) 제품 품질	3.20 (0.83)	3.30 (0.86)
3) 납기 시간	3.18 (0.87)	3.09 (0.73)
4) 제품 다양성	2.74 (0.92)	2.90 (0.79)
5) 판로 확대	2.76 (0.94)	2.89 (0.84)
6) 매출액	2.78 (0.76)	2.77 (0.88)
7) 영업이익	2.66 (0.72)	2.65 (0.74)

제4절 로봇 선호도

1. 로봇 선호도에 대한 직접 조사

□ 국산로봇 비중

○ 〈표 4-38〉에 국산 로봇 사용 비율에 관한 조사결과를 정리하였음.
○ 조사결과를 보면, 국산로봇 사용 비율이 중견기업 표본에서는 32.6%를 차지하고, 중소기업 표본에서는 50.8%를 차지하고 있음.

〈표 4-38〉 국산 로봇 사용 현황

중견(N= 50)	중소(N=151)
32.6 (41.5)	50.8 (43.6)

□ 국적별 로봇 제품 선호도

○ 〈표 4-39〉에 어떤 나라에서 생산된 로봇 제품을 선호하는지에 관한 조사결과를 정리하였음. 로봇 활용기업 전체와 로봇 미활용 기업 중 로봇 도입 계획이 있는 곳들에게 조사하였음.

○ 조사결과를 보면, 국산 로봇에 대한 선호도가 가장 높게 나타나고 있음. 국산을 선호한다는 기업이 로봇활용 중견기업에서는 52.0%, 로봇 활용 중소기업에서는 53.0%, 로봇 미활용 중견기업에서는 50.0%, 로봇 활용 중소기업에서는 96.0% 등으로 나타나고 있음.

○ 국산에 뒤이어서 일본산과 독일산에 대한 선호도가 높은 편임. 일본산을 선호한다는 기업이 로봇활용 중견기업에서는 32.0%, 로봇 활용 중소기업에서는 27.8%, 로봇 미활용 중견기업에서는 25.0%, 로봇 활용 중소기업에서는 0% 등으로 나타나고 있으며, 독일산을 선호한다는 기업은 로봇활용 중견기업에서는 14.0%, 로봇 활용 중소기업에서는 15.2%, 로봇 미활용 중견기업에서는 25.0%, 로봇 활용 중소기업에서는 4.0% 등으로 나타나고 있음.

〈표 4-39〉 국적별 로봇제품에 대한 선호도

(단위 : 개소, %)

구분	활용 기업		미활용 기업	
	중견	중소	중견	중소
국산	26(52.0)	80(53.0)	2(50.0)	24(96.0)
일본산	16(32.0)	42(27.8)	1(25.0)	-
독일산	7(14.0)	23(15.2)	1(25.0)	1(4.0)
스위스산	1(2.0)	2(1.3)	-	-
덴마크산	-	2(1.3)	-	-
중국산	-	-	-	-
기타	-	2(1.3)	-	-
전체	50(100.0)	151(100.0)	4(100.0)	25(100.0)

□ 로봇 종류별 국산 선호도

○ 〈표 4-40〉에 로봇종류별 국산 선호도에 관한 조사 결과를 정리하였음. 그 결과를 보면, 직교좌표로봇(중견기업 47.4%, 중소기업 56.6%), 수평로봇(중견기업 50.0%, 중소기업 64.7%), 수직로봇(중견기업 50.0%, 중소기업 69.2%), 협동로봇(중견기업 60.0%, 중소기업 50.0%) 등 모든 로봇 종류에서 국산 로봇에 대한 선호도가 높게 나타나고 있음.

〈표 4-40〉 로봇종류별 국산 선호도

구분	중견		중소	
	N	M(SD)	N	M(SD)
직교좌표로봇	19	0.474 (0.513)	53	0.566 (0.500)
수평로봇	8	0.500 (0.535)	17	0.647 (0.493)
수직로봇	4	0.500 (0.577)	13	0.692 (0.480)
협동로봇	5	0.600 (0.548)	36	0.500 (0.507)
기타	14	0.571 (0.514)	32	0.375 (0.492)

□ 로봇 구입 시 고려사항

○ 〈표 4-41〉에 로봇 구입 시 주되게 고려하는 사항들이 무엇인지에 관한 조사결과를 정리하였음. 조사 대상자는 로봇 활용기업과 로봇 도입 계획이 있는 로봇 미활용 기업들이고, 항목들은 구입가격, 성능(활용범위, 정밀성 등), 내구성(내구 연한, 고장 빈도 등), A/S 신속성 등임. 이 변수는 5점 척도(전혀 중요하지 않음 --- 매우 중요함)로 측정되었음.

○ 조사결과를 보면, 로봇 활용 기업들에서는 중견기업이나 중소기업에서 모든 항목들에 대해서 4.6-4.7 점 정도를 보이면서 모든 요소들이 중요하다고 응답하고 있음.

○ 로봇 미활용 기업에서는 중견기업의 경우 내구성, A/S 신속성, 성능, 가격 등의 순으로 높은 중요성으로 평가하고 있으며 중소기업은 A/S 신속성, 구입가격, 성능 등 모든 항목에 대해서 높은 점수를 주고 있음.

〈표 4-41〉 로봇 구입 시 고려사항

구분	활용 기업		미활용 기업	
	중견(N=50)	중소(N=151)	중견(N=4)	중소(N=26)
구입가격	4.36 (0.75)	4.62 (0.64)	3.75 (0.50)	4.81 (0.40)
성능(활용범위, 정밀성 등)	4.64 (0.72)	4.66 (0.63)	4.00 (0.82)	4.69 (0.55)
내구성(내구년한, 고장 빈도 등)	4.60 (0.73)	4.65 (0.64)	4.50 (0.58)	4.77 (0.51)
A/S 신속성	4.64 (0.72)	4.66 (0.66)	4.25 (0.96)	4.81 (0.40)

□ 일본산 수평로봇과 국산 수평로봇의 요소별 비교

○ 〈표 4-42〉에 일본산과 국산의 요소별 비교 결과를 정리하였음. 7점 척도로 측정하였는데, 닻들은 국산 수평로봇의 수준이 일본산 수평로봇에 비해서 ①70% 미만 ②80% ③90% ④ 100% ⑤ 110% ⑥ 120% ⑦ 120% 이상 등임.

○ 구입가격은 3.0-3.2 점 사이에 분포하고 있어서 국산 로봇의 가격이 일본산의 90% 근방에서 형성되고 있다고 응답

○ 성능은 2.9-3.6 점 정도로서 90-100% 사이에 분포하고 있다고 응답

○ 내구성도 2.8-3.6 점 정도로서 90-100% 사이에 분포하고 있다고 응답

○ A/S 신속성은 3.7-4.1 점 정도로서 일본산 대비 100% 근방에서 형성되고 있는 것으로 응답

〈표 4-42〉 일본산 대비 국산의 성능

구분	활용 기업		미활용 기업	
	중견(N=50)	중소(N=151)	중견(N=53)	중소(N=154)
구입가격	3.16 (1.49)	3.23 (1.44)	3.32 (1.30)	3.01 (1.43)
성능(활용범위, 정밀성 등)	2.86 (1.07)	3.58 (0.87)	3.23 (0.89)	3.53 (0.79)
내구성(내구년한, 고장 빈도 등)	2.82 (1.12)	3.58 (0.85)	3.19 (1.02)	3.53 (0.81)
A/S 신속성	4.10 (1.22)	3.88 (0.93)	3.74 (1.04)	3.86 (0.85)

2. 정책포착방법(Policy Capturing Method)을 통한 로봇 선호도 분석

□ 정책포착방법

○ 정책포착방법은 사람들이 이용 가능한 정보를 이용해서 판단을 내리는

과정을 분석할 때 사용하는 방법으로서 판단하는데 사용 정보와 판단 결과 사이에 어떤 인과관계가 있는지를 계량적으로 분석하는 통계 기법임(Zedeck, 1977).

○ 보다 구체적으로, 사람들에게 일련의 가상적 상황에 대해서 의사결정을 내리도록 요구하고 그 의사결정 결과를 종속변수로 하고 가상적 상황의 cues들을 독립변수로 하는 회귀분석을 실시하게 됨.

* 여기서 계수 추정치들은 해당 cue의 상대적 중요성을 가리키고, 각 의사결정자에게 패턴이나 전략을 규정해줌.

○ 정책포착방법은 직무선택, 보상 결정, 근로자 징계, 직무분석, 채용 면접 등에 많이 사용되어 왔음.

□ 정책포착방법은 시나리오가 어떻게 구성되는가에 따라서 Rating-based Model과 Choice-based Model 등 두 가지가 있음.

○ Rating-based Model은 각 시나리오가 어느 정도의 가치를 가지고 있는지 정성적 평가(가령, 5점 척도)를 하도록 요구하는 방식이고, Choice-based Model은 두 가지 이상의 시나리오들을 제시하고 그 중 하나를 선택하도록 요구하는 방식임.

○ rating scale은 측정이 용이하고 계수추정도 쉬운 장점이 있는 반면, choice scale은 실제의 선택행위를 모사하고 있어서 사실감이 높은 장점이 있음.

○ 사람들은 복잡한 의사결정 과정에서 최소한의 인지 노력으로 상황을 단순화하는 경향이 있기 때문에 rating scale은 선형적 관계를 낳는 경향이 있음에 반해서 choice scale은 비선형적 관계도 허용함.

○ 이런 장점들을 감안해서 본 연구에서는 choice-based model을 사용하고자 함.

□ choice-based model의 추정모형들로는 Pooled Model과 Random-Coefficient Model 등이 있음

○ Pooled Model: 모집단 전체에 대해서 모수를 추정하는 모형

○ Random-Coefficient Model : 계수의 개인별 차이를 인정하지만 계수의 평균과 분산만을 추정하는 모형임.
○ 본 연구의 주된 관심은 전체 모집단의 선호도에 있기 때문에 여기서는 Pooled Model로 추정하고자 함.

□ 조사 과정

○ 여기서 사용된 정책포착방법은 국산과 일본산 로봇 중 하나를 선택하도록 요구한 선택모형을 사용하였음(<표 4-43>에 예시된 한 시나리오를 참조하기 바람).
○ 설면변수로 사용한 로봇의 구성 요소들은 성능, 내구성, A/S 신속성, 구입가격 등임.
○ 이들 구성요소들에 대한 값은 다음과 같이 구성하였음.
  * 성능: ① 지금보다 5% 떨어짐 ② 지금과 같음 ③ 지금보다 5% 향상됨 ④ 지금보다 10% 향상됨.
  * 내구성: ① 지금보다 5% 떨어짐 ② 지금과 같음 ③ 지금보다 5% 향상됨 ④ 지금보다 10% 향상됨.
  * A/S 기간: ① 지금보다 5% 늘어남 ② 지금과 같음 ③ 지금보다 5% 줄어듦 ④ 지금보다 10% 줄어듦.
  * 구입 가격: ① 지금보다 5% 인상됨 ② 지금과 같음 ③ 지금보다 5% 인하됨 ④ 지금보다 10% 인하됨.
○ 일본산 로봇은 이들 구성요소에 변화가 없다고 가정하고, 국산 로봇에 대해서는 구성요소들에 변화가 있다고 가정하는데 변화 값들은 무작위 난수를 이용해서 도출하였음.
○ 이들 구성요소들로 이루어진 국산 로봇과 일본산 로봇 중 하나를 선택하도록 응답자들에게 요구하였는데, 응답자당 이런 선택 시나리오를 4개씩 제시하였음.
○ 선택 시나리오 유형을 충분하게 확보하기 위해서 서로 다른 설문지유형을 10개 확보해서 설문지 유형별로 평균적으로 20명 정도의 응답자들이 매칭되도록 배포하였음.

〈표 4-43〉 로봇 선택 시나리오 예시

로봇의 사양	① 국산 수평로봇	② 일본산 수평로봇
성능	현재보다 5% 떨어짐	일본산 로봇은 현재와 동일함
내구성	현재와 같음	
A/S 기간	현재보다 10% 줄어듦	
구입 가격	현재와 같음	

□ 로봇 선택에 영향을 미치는 구성요소들: 정책포착모형의 추정 결과

○ 〈표 4-44〉에 국산로봇 선택모형의 추정결과를 정리하였음.

○ 조사결과를 보면, 국산인가 여부가 압도적으로 높게 로봇 선택에 영향을 주고 있음. 이러한 결과는 최근 일본의 무역보복으로 확산되고 있는 일본제품에 대한 거부감도 작용할 수 있어서 실제는 이보다 약할 가능성이 있지만, 어쨌든 로봇 선택에서 국산에 대한 선호도가 상당히 높게 나타나고 있음.

○ 로봇 구성 요소 중 성능만이 통계적으로 유의한 고려 사항이고, 가격이나 내구성, A./S 기간 등은 통계적으로 유의하게 로봇 선택에 영향을 미치지 못하고 있음.

〈표 4-44〉 로봇선택의 선택에 관한 정책포착모형의 추정결과

독립변수	종속변수 = 국산 로봇 선택		종속변수 = 로봇 선택
	임의효과	고정효과	
상수항	0.905 (0.021)	0.916 (0.016)	-0.048 (0.030)
성능	0.005**(0.003)	0.007**(0.003)	0.006**(0.003)
내구성	0.000 (0.002)	-0.002 (0.002)	-0.001 (0.002)
A/S기간	0.002 (0.002)	0.004 (0.003)	0.003 (0.003)
구입가격	-0.002 (0.002)	0.001 (0.003)	-0.002 (0.002)
국산	-	-	0.949***(0.034)
R2	0.010	0.002	0.684

제5절 소결

□ 이상으로 본 장은 로봇 활용 기업 201개사와 미활용 기업 210개사를 표본으로 한 설문조사 결과를 분석하였음.

○ 주된 조사 내용은 기업의 일반 현황, 작업조직의 특성과 로봇 도입 현황, 로봇 도입 의사, 로봇 도입 이후 직무와 숙련요건의 변화, 로봇 도입 이후 근로조건의 변화, 로봇 도입 이후의 경영성과 및 노동시장 성과, 로봇 선호도 등이었음.
○ 조사 기간은 2019년 8월 21일(수) ~ 10월 2일(수) 약 6주간이었고, 이메일과 팩스, 전화 등을 통해서 조사하였음.

□ 본 장에서 조사된 표본의 특성은 다음과 같음.

○ 로봇 활용 기업은 중견기업 50개사와 중소기업 151개사로 구성되어 있음.
○ 로봇 미활용 기업은 중견기업 54개사와 중소기업 156개사로 구성되어 있음.
○ 산업별로는 로봇 활용 기업 표본은 자동차 및 트레일러 제조업의 비율, 전자부품/컴퓨터/영상/음향 및 통신장비 제조업, 기타 기계 및 장비 제조업 등이 높은 비중을 보이고 있고, 로봇 미활용 기업 표본은 전자부품/컴퓨터/영상/음향 및 통신장비 제조업, 기타 기계 및 장비 제조업, 기타 운송장비업, 자동차 및 트레일러 제조업 등이 높은 비중을 차지하고 있음.
○ 하청기업 비율은 로봇 활용 기업들에서 더 높게 나타나고 있음. 하청기업들 중 최대 원청기업에 대한 매출액 비중이 60%를 넘는 기업의 비율도 매우 높은데, 특히 로봇 미활용 기업들에서 더 높게 나타나고 있음.
○ 매출액은 로봇 활용 기업들에서 매출액 로봇 미활용 기업들보다 더 높지만, 증가율 측면에서는 로봇 미활용 기업들이 더 높게 나타나고 있음.

○ 유노조 기업의 비율이 로봇 활용 중견기업 표본에서는 74.0%, 로봇 활용 중소기업 표본에서는 27.8%, 로봇 미활용 중견기업에서는 44.4%, 로봇 미할용 중소기업에서는 11.5% 등으로 나타나고 있어서 로봇활용 기업에서 유노조기업의 비율이 더 높게 나타나고 있음.

□ 본 장에서 조사된 고용과 임금 특성은 다음과 같음.

○ 표본기업들의 전체 근로자 수가 증가하고 있는데, 중견기업의 경우에는 로봇미활용 기업이, 중소기업의 경우에는 로봇활용기업이 더 높은 고용증가율을 보이고 있음. 생산직과 사무직은 전체 근로자와 유사하게 중견기업의 경우에는 로봇 미활용기업의 고용증가율이 더 높지만 중소기업의 경우에는 로봇 활용 기업의 고용증가율이 더 높게 나타나고 있음. 반면에 연구개발직의 경우에는 중견기업이나 중소기업에서 모두 로봇활용 기업들의 고용증가율이 더 높게 나타나고 있음.
○ 외국인 근로자는 모든 범주의 표본에서 제한적으로 고용되고 있는데, 로봇활용 기업의 외국인 근로자 수가 더 적고, 증가율도 더 낮게 나타나고 있음.
○ 임금 수준은 로봇 활용 기업들이 더 높지만, 임금 증가율은 로봇 미활용 기업들이 더 높게 나타나고 있음.

□ 로봇 도입과 관련된 직무 특성들은 표본기업들에서 다음과 같이 나타나고 있음.

○ 인력을 구하기 힘든 공정, 근로자 기피 공정, 3D 공정, 산업재해 공정, 불량이 많이 발생하는 공정, 급격한 생산성 증가가 요구되는 공정 등에 대해서는 그렇지 않다는 응답이 많은 편
○ 로봇 도입이 필요한 공정과 로봇을 도입하고 싶은 공정 등에 대해서는 다소 긍정적인 응답을 하고 있음.

□ 본 장의 분석 결과 확인된 로봇 도입 현황은 다음과 같음.

○ 표본기업들의 로봇 도입은 2000년대에 들어서면서 대폭 증가하였고

2010년 이후에도 한 번 더 대폭 증가하는 추세를 보이고 있음.

○ 정부의 로봇 지원사업이 시작된 2015년 이후에 로봇을 도입한 기업의 비율이 중견기업에서 19.6%, 중소기업에서 22.6% 등으로 나타나고 있어서 정부지원사업 이전에 로봇들이 많이 도입되었음.

○ 도입된 로봇대수 평균은 중견기업에서 39.5대이고 중소기업에서 25.5대로 조사되고 있으며, 향후 추가로 도입할 계획인 로봇대수 평균은 중견기업은 2.0대, 중소기업은 평균 2.8대로 조사되고 있음.

○ 로봇 미활용 기업들 중 로봇 도입 의사가 있는 곳의 비율은 중견기업 표본에서 7.4%, 중소기업 표본에서 16.7%로 매우 낮게 나타나고 있음.

○ 이상의 결과들은 로봇의 추가 수요가 많지 않을 것임을 시사하고 있음.

□ 활용 기업들이 로봇을 사용하는 이유는 다음과 같음.

○ 로봇 사용 이유로는 생산성 제고, 인건비 감안할 때 로봇 사용이 더 경제적이라는 점, 안정적인 품질 확보, 산업재해 감축, 3D 공정의 존재, 근로자들의 기피 직종의 존재 등인 것으로 조사됨.

□ 미활용 기업들이 로봇을 도입하지 않거나 활용 기업이 더 많이 도입하지 않은 이유는 다음과 같음.

○ 활용 기업이 로봇을 더 많이 생산하지 않는 이유로 긍정적인 응답을 받은 것은 중소기업 표본에서는 로봇 예산의 부족과 로봇 사용할 정도의 생산물량이 되지 않는다는 점 등이, 중견기업에서 로봇 사용의 경제적 이득이 크지 않다는 점 등임. 반대로 담당 인력의 부족이나 근로자 반대 등은 로봇 도입의 장애요인으로 작용하고 있지 않다고 응답하고 있음.

○ 미활용 기업들이 로봇을 사용하지 않는 이유로 긍정적인 응답을 받은 것은 로봇 사용의 경제적 이득이 크지 않다는 점임.

□ 로봇을 사용하고 있는 작업공정들과 사용 로봇의 종류들은 다음과 같음.

○ 로봇을 사용하고 있는 공정은 조립공정이 가장 많고, 기계가공, 프레스

공정 등도 높게 나타나고 있음.

○ 로봇 종류는 중견기업 표본에서는 기타 병렬 로봇(42.0%), 일반직교 로봇(38.0%) 등이 높은 비중으로 사용되고 있고, 중소기업 표본에서는 일반직교 로봇(30.5%), 기타 병렬 로봇(27.2%), 협동로봇(15.9%), 겐트리 로봇(13.2%), 스카라 로봇(10.6%), 7축 이상 로봇(10.6%) 등의 순으로 높게 나타나고 있음.

□ 로봇을 관리하는 근로자의 특성

○ 근로자 1 명이 담당하는 로봇대수는 중견기업의 경우 평균 4.2대, 중소기업의 경우 평균 3.8대로 조사되고 있음.

○ 로봇을 관리하는 직종으로는 생산기능직과 기술직인 기업의 비율이 50%대로 가장 높고, 현장 감독자/관리자인 기업의 비율이 20% 후반을 보이고 있음.

○ 로봇 담당 작업자의 역할로는 원자재 투입, 로봇 작동 상황의 모니터링, 예방적 보전 등에서 높은 점수를 얻고 있고, 로봇의 고장수리, 치·공구 교체, 로봇 프로그램 조정하기 등에서는 낮은 점수를 얻고 있음.

○ 로봇 프로그래밍 담당 근로자의 직종은 기술직/연구개발직, 현장 감독자/관리자, 외부전문가 등이고, 현장 작업자가 로봇 프로그래밍을 수행하는 기업의 비율은 매우 낮은 것으로 조사되고 있음.

□ 로봇 도입 이후 직무내용과 숙련요건의 변화

○ 로봇 도입 이후 직무내용과 지식/숙련요건은 단순화 경향을 보이고 있으며, 학력요건에서는 거의 변화가 없다고 응답하고 있음.

○ 로봇 도입 이후 여성근로자나 중고령 근로자가 일하기에 적합한 형태로 바뀌지 않았다고 응답하고 있으며, 로봇 도입으로 청년층 근로자를 유인하는데 약간 도움이 된다고 응답

□ 로봇 도입 이후 근로시간의 변화

○ 로봇 도입 이후 기계의 사용시간이 늘고 있으나 근로시간에는 거의 변

화가 없음.

□ 로봇 도입 이후 고용 변화

○ 로봇 도입으로 대체된 인원이 증가된 인원보다 약간 많기는 하지만, 그 차이가 크지 않은 것으로 조사됨. 로봇으로 근로자가 대체된 기업은 10-13% 정도를 차지하고, 반대로 로봇 도입 후 그것의 운영을 위해서 증원이 있었던 기업이 6-8% 정도를 차지하고 있음. 대체된 근로자들마저도 고용조정이 되었다기보다는 전환 배치 등을 활용해서 고용을 유지하고 있어서 로봇이 고용조정으로 이어진 곳은 극히 제한적임.
○ 로봇 도입에 따른 직종별 고용변화는 생산기능직은 감소하고 연구개발 기술직은 증가하고 있지만, 생산기능직의 감소폭이 연구개발 기술직의 증가폭보다 조금 큰 것으로 조사됨.

□ 로봇 도입에 따른 근로조건의 변화

○ 로봇 도입으로 임금수준, 산업안전, 고용안정 등에서는 약간 개선되었다고 응답
○ 로봇 도입이 일의 흥미를 개선하는데 상당히 긍정적이라고 응답
○ 로봇 도입으로 작업환경은 많이 개선된 것으로 응답

□ 로봇 도입에 따른 비용 절약

○ 로봇 도입에 따른 인건비 절약 금액 평균은 중견기업의 경우 2,127.2만 원이고 중소기업은 55.4 만원으로 조사되고 있음.
○ 표본기업의 92% 정도에 로봇 도입 전후에 전체 비용에서는 변화가 없다고 응답

□ 로봇 도입이 경영성과에 미친 영향

○ 로봇 도입으로 노동생산성, 제품 품질, 납기 등은 조금 개선되고 있다고 응답

○ 반면에 로봇 도입이 제품 다양성, 판로 확대, 매출액과 영업이익 등에 대해서는 긍정적인 영향을 미치지 않고 있다고 응답

□ 국산로봇 선호도

○ 국산로봇 사용 비율이 중견기업 표본에서 32.6%, 중소기업 표본에서 50.8% 등으로 나타나고 있음.
○ 어떤 나라에서 생산된 로봇 제품을 선호하는지에 관한 조사결과를 보면, 국산 로봇에 대한 선호도가 가장 높게 나타나고 있음. 국산을 선호한다는 기업이 로봇활용 중견기업에서는 52.0%, 로봇 활용 중소기업에서는 53.0%, 로봇 미활용 중견기업에서는 50.0%, 로봇 활용 중소기업에서는 96.0% 등으로 나타나고 있음.
○ 로봇종류별 국산 선호도에 관한 조사 결과를 보면, 직교좌표로봇, 수평로봇, 수직로봇, 협동로봇 등 모든 로봇 종류에서 국산 로봇에 대한 선호도가 높게 나타나고 있음.

□ 로봇 구입 시 고려사항

○ 로봇 시 주된 고려사항에 대한 직접 조사에는 로봇 구입 시 고려사항으로는 내구성, A/S 신속성, 성능, 가격 등 모든 요소들이 중요하다고 응답
○ 정책포착방법에 의한 추정결과를 보면, 국산인가 여부가 압도적으로 높게 로봇 선택에 영향을 주고 있고, 로봇 구성 요소 중에서는 성능만이 통계적으로 유의한 고려 사항이고, 가격이나 내구성, A./S 기간 등은 통계적으로 유의하게 로봇 선택에 영향을 미치지 못하고 있음.

제5장

결론 및 정책 제언

□ 로봇 도입 및 로봇 산업 육성은 이제 선택이 아닌 필수가 되었음

○ 한국의 대외경쟁력 유지 및 산업 고도화와 선진화를 위해서는 로봇 도입은 필수적임.

○ 최근 한국은 로봇 집약도 측면에서 세계적인 수준에 올라섰으나 이러한 로봇 도입 및 운용이 특정 산업에 편중되는 경향을 보이고 있음.

- 전기, 전자 및 자동차 산업을 중심으로 고도의 로봇 집약도를 보이고 있으나, 나머지 제조업 및 산업은 로봇 도입률 및 운용률이 여전히 낮은 수준에 머물러 있음.
- 아울러 로봇 하드웨어 및 소프트웨어 제작에 있어 여전히 한국은 국제경쟁력을 갖추지 못하고 있는 실정임.
- 따라서 로봇 수요 기업 측면에서 로봇 도입 활성화를 통해 산업 고도화와 양질의 일자리 창출에 나서는 한편 로봇 공급 기업의 육성을 통해 로봇 제작 측면에서도 경쟁력을 갖출 필요가 있음.

□ 양적 분석 결과 로봇 도입 및 확산이 고용에 결코 부정적이지는 않음.

○ 로봇 도입 및 확산과 관련하여 로봇 도입량과 운용량 측면에서 생산성의 즉각적인 변동과 장기적인 추세에서의 변화 등을 연결지어 살펴본

결과, 로봇 도입은 단기적으로는 노동 보완적인 성격을 띠지만 장기적으로는 노동 대체적인 효과도 가지고 있음.

- 이러한 변화는 특히 전기 전자 및 자동차 산업 등 로봇 도입량과 운용량이 많은 산업에서 더 크게 나타나고 있음.
- 따라서 여타 제조업에서의 로봇 도입을 활성화하되, 전기 및 전자 산업과 자동차 산업에서의 고용 및 노동시장 변화를 보다 세밀히 연구하여 이를 바탕으로 여타 제조업에서 로봇 도입에 따라 예상되는 노동시장 변화에 대해 대응책을 마련할 필요가 있음.
- 아울러 전기 및 전자 산업과 자동차 산업에서의 로봇 도입과 관련된 여러 고용에서의 애로사항이나 정책 제언을 적극 청취하여 정책에 반영한다면 이후 한국 제조업 전반에서의 로봇 도입량이 증가했을 때 선제적 정책 대응이 가능할 수 있음.

○ 아울러 로봇 도입 확대에 따라서 프로그래밍 등 전문직군의 신규 채용이 증가하고 있음이 확인됨.

- 이러한 일자리들은 주로 청년층들이 선호하는 일자리이며 동시에 미래에 기술이 발전하면서 수요가 더욱 증가하는 분야인 바, 이러한 분야의 노동수요 증가는 청년층 일자리 해소 및 장기적인 노동시장 안정에도 도움이 될 것으로 보임.
- 따라서 로봇 도입에 따라 일자리의 질이 개선되고 청년층 실업난 해소와 노동시장 고도화 및 선진화가 달성될 수 있을 것으로 기대됨.

○ 로봇 제작 및 보급 기업 육성을 위한 로봇활용 제조혁신 지원 사업의 공급 기업에서의 고용 변화는 내국인 고용 측면에서 매우 바람직한 결과를 얻었음.

- 로봇활용 제조혁신 지원사업 참여 기업들의 고용은 뚜렷한 증가세를 보이지는 않았으나, 비참여 기업들과 비교하여 내국인 고용 측면에서 통계적으로 유의미한 고용 증가 추세가 발견되었음.
- 이는 로봇 제작에 있어 고학력 고숙련 노동자들이 필요하기 때문으로 보이며, 이를 위해 저학력 단순 노동직에 종사하는 외국인보다는 고학력 고숙력 내국인에 대한 노동 수요가 증가하는 방향으로 작동하기 때문으로 보임.

- 따라서 정부의 로봇 관련 공급 기업 육성책은 산업 고도화뿐 만 아니라 내국인 고용과 노동시장 고도화 측면에서 긍정적인 결과를 내는 것으로 보임.

□ 설문조사에서도 로봇 도입이 고용에 미치는 영향은 부정적이지 않음.

○ 로봇 도입이 생산직 근로자의 고용 규모에 미치는 영향은 약간 부정적이지만, 연구개발 기술직에 대해서는 긍정적인 영향을 미치고 있음. 생산기능직에서 줄어든 고용규모가 연구개발 기술직에서 늘어난 인원보다 약간 더 많지만, 그 차이가 크지 않아서 로봇 도입이 고용의 양적 규모에 미치는 부정적 영향이 크지 않음.

○ 로봇을 담당하는 작업자들의 과업이 원료 투입, 로봇 모니터링, 예지보전 등이 주류를 이루고 프로그래밍이나 치·공구 교체 등은 제한적으로만 담당하고 있어서 직무내용이나 지식·숙련요건 등이 단순화되는 경향을 보이고 있음.
  - 로봇의 과업이 단순반복적인 경향이 있어서 작업자의 과업내용과 숙련요건을 단순화 하는 것으로 보임.

○ 로봇의 도입 이후 임금수준, 산업안전, 고용안정 등에 대해서는 약간 긍정적인 영향을 미치고 있으며, 일의 흥미와 작업환경 등에 대해서는 상당히 긍정적인 영향을 미치고 있음.

□ 로봇 도입이 기업의 경영성과에 미치는 영향은 부분적으로 긍정적

○ 로봇 도입으로 노동생산성, 제품 품질, 납기 등은 조금 개선되고 있지만, 제품 다양성, 판로 확대, 매출액과 영업이익 등에 대해서는 긍정적인 영향을 미치지 않고 있는 것으로 조사됨.

□ 로봇산업 활성화가 고용에 미치는 영향은 로봇산업에서 증가된 고용과 로봇의 사용을 통해서 줄어든 인원으로 구성될 수 있음.

○ 로봇의 사용이 고용 규모에 미치는 부정적 영향이 크지 않기 때문에 로봇산업 활성화가 로봇 사용을 통해서 미치는 부정적 고용효과는 크지

않음.

- 로봇은 국산뿐 아니라 외국산도 구입할 수 있기 때문에 로봇산업의 활성화와 무관하게 산업현장에 로봇이 필요하다면 로봇의 확산을 막을 수 없음.
- 이처럼 로봇산업 활성화는 로봇을 사용할 것인가 말 것인가의 문제가 아니라 외국산 로봇을 사용할 것인가 국산 로봇을 사용할 것인가의 문제이기 때문에 설사 로봇이 고용규모를 줄인다고 할지라도 로봇산업 활성화는 그렇지 않은 경우보다 고용에 더 긍정적인 영향을 미칠 가능성이 큼.

□ 로봇산업 활성화를 위해서는 시장을 확대시켜줄 필요가 있음.

○ 본 연구의 설문조사 결과 로봇에 대한 중소기업이나 중견기업의 추가 수요가 크지 않음.

- 로봇 도입 기업은 이미 로봇을 상당히 많이 도입해서 추가 도입 계획이 크지 않고, 로봇을 도입하지 않은 기업은 로봇 도입에 따른 경제적 이득이 크지 않아서 로봇 도입 계획이 크지 않은 것으로 조사

○ 이런 점에서 정부가 중소기업이나 중견기업의 로봇 사용을 촉진하는 정책을 강화할 필요성이 존재

- 특히 중소기업에서 사용 유연성이 높고 다루기가 편리한 협동로봇에 대한 수요가 발생할 가능성이 높은 점을 감안해서 협동로봇에 대한 수요를 창출할 필요성이 있음.

□ 로봇 산업 활성화를 위해서는 핵심 부품의 개발을 지원하고 그것의 사용을 촉진하는 방안을 가질줄 필요가 있음.

○ 우리나라 로봇 기술에서 가장 큰 취약점은 핵심 부품인 감속기와 서보모터의 일본산 의존도가 지나치게 높은 점에 있음.

○ 그 핵심부품들은 초정밀도를 요구하고 있기 때문에 로봇의 성능에 미치는 영향이 결정적인데, 그 부품들을 국산으로 대체하는 경우 로봇 수요에 부정적인 영향을 미치는 것으로 평가하고 있음.

○ 그 핵심부품들의 제조기술은 제조경험에 근거를 두고 있기 때문에 그 부품들의 제조경험이 요구되고 있는데, 국산로봇도 일산 감속기와 서보모터를 사용하고 있기 때문에 우리나라 업체들은 그 부품들을 제조할 기회를 제한적으로만 가지고 있음.

○ 그러나 최근 일본의 수출규제 강화로 우리나라 로봇 사용업체들이 국산 감속기와 서보모터 장착을 요구하는 경우들이 발견되고 있기 때문에 우리나라의 감속기나 서보모터 제조업체들에게 기회가 주어지고 있음.

참고문헌

Acemoglu, Daron and Pascual Restrepo. 2017. “Robots and Jobs: Evidence from U.S. Labor Markets.” NBER Working Paper No. 23285, March

Acemoglu, Daron, and Pascual Restrepo. 2018. "The race between man and machine: Implications of technology for growth, factor shares, and employment." American Economic Review 108(6): 1488-1542.

Acemoglu, Daron, and Pascual Restrepo. 2019. "Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor." Journal of Economic Perspectives, 33 (2): 3-30.

Autor, D., & Salomons, A. 2018. “Is Automation Labor Share-Displacing? Productivity Growth, Employment, and the Labor Share”, Brookings Papers on Economic Activity, 1-64.

Alexopoulos, Michelle, and Jon Cohen. 2016. “The Medium Is the Measure: Technical Change and Employment, 1909–1949.” Review of Economics and Statistics 98(4): 792–810.

Brynjolfsson, Erik, and Andrew McAfee. 2014. The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. New York and London: W.W. Norton & Company

Dauth, Wolfgang, Sebastian Findeisen, Jens Südekum, and Nicole Wößner (2017), “German robots: The impact of industrial robots on workers”, IAB-Discussion Paper, No. 30/2017, Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB), Nürnberg

Frey, Carl Benedikt, and Michael A. Osborne. 2015. “The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?” Technological Forecasting and Social Change 114: 254–280.

Ford, Martin. 2015. Rise of the Robots: Technology and the Threat of

a Jobless Future. New York: Basic Books

Graetz, Georg, and Guy Michaels. 2015. “Robots at work.” CEP Discussion No. 1335

Gregory, Terry, Anna Salomons, and Ulrich Zierahn. 2016. “Racing With or Against the Machine? Evidence from Europe.” Utrecht School of Economics, Tjalling C. Koopmans Research Institute, Discussion Paper Series 16-05, July.

Nedelkoska, Ljubica and Glenda Quintini. 2018. “Automation, Skills Use and Training”, Organisation for Economic Co-operation and Development.

Zedeck, S. 1977. An information processing model and approach to the study of motivation. Organizational Behavior and Human Performance.

부 록

List ID				

ID	1	-	1			

로봇산업 활성화의 고용효과(A2-1형)

-로봇 활용 기업 대상-

안녕하십니까? 귀 사의 무궁한 발전을 기원합니다.
저희는 국책연구기관인 한국노동연구원의 의뢰를 받은 조사전문 업체인 한국통계연구소입니다.
본 조사는 고용노동부 및 한국노동연구원의 의뢰를 받아 실시하는 '로봇산업 활성화의 고용효과'를 위한 설문조사입니다.
본 조사는 로봇기술 육성을 위한 정책의 추진에서 예상되거나 요구되는 고용의 양적 및 질적 특성과 변화 등을 파악하여 로봇산업 체계의 도입을 촉진함과 동시에 고용친화적인 사업의 추진이 되도록 고용노동부와 산업통상자원부 및 중소벤처기업부에 정책적 권고를 제시하는데 활용될 것입니다.
바쁘신 시간에 적극 협조해주셔서 대단히 감사합니다.

2019년 7월

조사주관	한국노동연구원	조사기관	(주)한국통계연구소

☞ 본 설문지 응답은 가급적 귀사의 **CEO 혹은 인사담당자**께서 기입해 주시길 바랍니다. 불가피한 경우에는 관련 업무를 실제로 담당하셨던 분께서 응답해주시길 바랍니다.
☞ 본 조사와 관련된 문의나 의견이 있으시면 위 조사기관 담당자에게 연락 주시기 바랍니다.

[기본 정보]

☞ 아래 응답자 사항은 필요 시 통계처리 관련 문의 등 조사 결과 신뢰도 검증 등의 연락을 위한 것이며, 조사 완료 후 소각되며 다른 목적으로 활용되지 않습니다.

로봇 도입 여부		① 예 ② 아니오	도입 연도	( ) 년
로봇 사용 촉진 지원 사업들 참여 여부	로봇활용 중소제조 공정혁신 지원 사업	① 예 ② 아니오	참여 연도	( ) 년
	기타( )	① 예 ② 아니오	참여 연도	( ) 년

※ 로봇을 도입하지 않는 기업들은 B형 설문지를 응답해주길 바랍니다.

기업명			
주소	도(시) 시(군,구) 동(읍)		
응답자 성명		전화번호	
소속팀(부서)명		직위	
핸드폰 번호	설문응답 답례비로 소정의 기프티콘을 보내드릴 예정입니다. 받으실 핸드폰 번호 기입 부탁 드리겠습니다.		

A. 기업의 일반 현황

1. 귀사의 **설립연도**는 언제입니까? _____년

2. 귀사의 **주된 업종**은 무엇입니까? _____
   〈보기카드〉 참조, 1~24 중 번호로 기재

3. 귀사의 **연간 매출액**은 얼마입니까?

구분	2015년	2018년
총 매출액	백만원	백만원

4. 귀사는 **국내의 다른 원청회사에 부품을 공급하는 하청회사**입니까?
   ① 예 ***⇨ 4-1로 이동*** ② 아니오 ***⇨ 5로 이동***

   4-1. 2018년 현재 귀사의 고객기업 중 1위를 차지하는 원청기업들에 대한 매출이 전체 매출액 중에서 차지하는 비중이 어느 정도입니까?
   ① 0-20% 미만 ② 20-40% 미만 ③ 40-60% 미만
   ④ 60-80% 미만 ⑤ 80% 이상

5. 귀사의 2018년 매출에서 **해외수출 비중**은 얼마입니까?
   ① 0% ② 0-20% 미만 ③ 20-40% 미만
   ④ 40-60% 미만 ⑤ 60% 이상

6. **2015년 말과 2018년 말 시점에서 귀사의 고용 규모**가 어떻게 되는지 적어주시길 바랍니다.

직종	2015년 말	2018년 말
사무·관리·영업직	명	명
연구·개발·기술	명	명
생산·단순노무직	명	명
합계(총고용)	명	명

7. **2015년 말과 2018년 말 시점의** 저숙련 **외국인 근로자수**를 적어주길 바랍니다.

외국인 근로자 직종	2015년 말	2018년 말
비전문인력	① 없음 ② 있음(명)	① 없음 ② 있음(명)

8. **2015년 말과 2018년 말을** 기준으로 **귀사 근로자들의 평균 연봉**수준을 적어주길 바랍니다.

구분	2015년 말	2018년 말
1) 생산직	① 해당없음 ② 있음(만원)	① 해당없음 ② 있음(만원)
2) 사무관리직	① 해당없음 ② 있음(만원)	① 해당없음 ② 있음(만원)
3) 연구개발직	① 해당없음 ② 있음(만원)	① 해당없음 ② 있음(만원)

9. 귀사에는 **노동조합**이 조직되어 있습니까?

① 예 ② 아니오

B. 작업조직 및 로봇 도입 현황

1. 귀사의 작업공정은 어떻게 구성되어 있습니까? **있는대로** 골라주시기 바랍니다. **(복수 응답)**

① 기계가공 ② 용접 ③ 프레스 ④ 조립
⑤ 검사측정 ⑥ 입출하 ⑦ 수지가공 ⑧ 기타( )

2. 다음 공정들이 전체 공정 중 어느 정도의 비중을 차지합니까?

구분	전체 공정 중 차지하는 비율					
	없음(0%)	1-20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%
1) 인력을 구하기 힘든 공정	1	2	3	4	5	6
2) 근로자들이 기피하는 공정	1	2	3	4	5	6
3) 3D(어렵고 위험하고 지저분한) 공정	1	2	3	4	5	6
4) 산업안전 위험이 높은 공정	1	2	3	4	5	6
5) 불량이 많이 발생하는 공정	1	2	3	4	5	6
6) 생산성의 급격한 증가가 요구되는 공정	1	2	3	4	5	6
7) 로봇 도입이 용이한 공정	1	2	3	4	5	6
8) 로봇을 꼭 도입하고 싶은 공정	1	2	3	4	5	6

3. 귀사에는 로봇이 몇 대 도입되어 있습니까? ( ) 대

3-1. 귀사의 로봇 설치비용은 어느 정도였습니까? 모든 로봇의 설치비용을 합산하여 적어주십시오. ( ) 백만 원

3-2. 귀사에는 2-3년 내에 로봇을 몇 대 정도 더 도입할 예정입니까? ( ) 대

4. 귀사에 적정한 수의 로봇은 몇 대 정도라고 보십니까? ( ) 대

4-1. **(적정 로봇 대수보다 도입된 로봇대수가 적은 경우)** 귀사에서 로봇을 더 많이 도입하지 않은 이유로서 다음 문장들이 얼마나 적절한지 평가해주길 바랍니다.

구분	전혀 그렇지 않음	그렇지 않은 편	보통	그런 편	매우 그러함
1) 로봇 사용에 따른 경제적 이득이 크지 않기 때문에	1	2	3	4	5
2) 담당 인력을 구하기 힘들어서	1	2	3	4	5
3) 로봇 예산이 부족하기 때문에	1	2	3	4	5
4) 근로자들이 반대하기 때문에	1	2	3	4	5
5) 품질 문제가 발생하기 때문에	1	2	3	4	5
6) 로봇으로 생산하기에는 생산물량이 너무 적어서	1	2	3	4	5

5. 귀사에는 현재 어떤 공정에 로봇이 도입되어 있습니까? **있는대로** 골라주시기 바랍니다. **(복수 응답)**

① 기계가공 ② 용접 ③ 프레스 ④ 조립
⑤ 검사측정 ⑥ 입출하 ⑦ 수지가공 ⑧ 기타( )

6. 귀사에서는 어떤 로봇이 도입되었습니까? **있는대로** 골라주시기 바랍니다.
(복수 응답)

로봇 유형	세부 유형
직교좌표로봇	①일반직교로봇 ②리니어로봇 ③갠트리로봇 ④기타 직교좌표로봇( )
수평로봇	⑤스키라로봇 ⑥원통형로봇 ⑦델타로봇(거미로봇) ⑧기타 수평로봇( )
수직로봇	⑨협동로봇 ⑩7축이상 로봇 ⑪갠트리로봇 ⑫기타 수직로봇( )
기타	⑬병렬로봇 ⑭ 기타( )

7. 귀사에서 **로봇을 도입한 이유로서** 다음 문장들이 얼마나 적절한지 평가해주길 바랍니다.

구분	전혀 그렇지 않음	그렇지 않은 편	보통	그런 편	매우 그러함
1) 인력을 구하기 힘들기 때문에	1	2	3	4	5
2) 인건비를 감안할 때 로봇사용이 더 경제적이어서	1	2	3	4	5
3) 근로자들이 기피하기 때문에	1	2	3	4	5
4) 3D(어렵고 위험하고 지저분한) 공정이기 때문에	1	2	3	4	5
5) 산업재해 위험이 높기 때문에	1	2	3	4	5
6) 안정적인 품질 확보를 위해서	1	2	3	4	5
7) 생산성 제고를 위해서	1	2	3	4	5
8) 고객사가 로봇도입을 요청해서	1	2	3	4	5

8. 귀사의 로봇을 관리하는 근로자는 몇 명입니까? (명)

8-1. 귀사의 로봇을 관리하는 근로자들의 직종은 무엇입니까? 해당되는 직종을 **모두** 체크해주십시오

① 생산기능직 ② 기술직
③ 현장의 감독자 또는 관리자 ④ 외부 전문가
⑤ 기타( )

9. 로봇과 함께 작업하는 생산기능직 근로자의 역할은 무엇입니까? 다음 항목들에 대해서 평가해주시기 바랍니다.

구분	전혀 하지 않음	조금 함	많이 함
1) 원자재 투입	1	2	3
2) 로봇이 잘 돌아가는지 모니터링	1	2	3
3) 로봇에 대한 예방적 보전	1	2	3
4) 로봇의 고장수리	1	2	3
5) 로봇의 치 · 공구 교체	1	2	3
6) 작업조건에 맞게 로봇 프로그램 조정하기	1	2	3

10. 로봇의 프로그램은 누가 작성합니까?

① 기술직이나 연구개발직 ② 현장 감독자 또는 관리자
③ 현장의 작업자 ④ 외부 전문가
⑤ 기타( )

11. 로봇을 도입한 이후 관련 **작업자들의 업무 내용과 숙련 요건, 학력 등에 어떤 변화**가 생겼습니까?

구분	많이 단순해졌음	조금 단순해졌음	변화 없음	조금 복잡해졌음	많이 복잡해졌음
1) 직무 내용	1	2	3	4	5
2) 지식/숙련 요건	1	2	3	4	5
3) 학력 요건	1	2	3	4	5

12. 귀사의 로봇공정은 **여성 근로자나 중고령 근로자들이 수행하기에 얼마나 적합**하다고 생각하십니까?

로봇공정 담당 근로자	전혀 적합하지 않음	적합하지 않은 편	그저 그러함	조금 적합함	많이 적합함
1) 여성 근로자	1	2	3	4	5
2) 중고령 근로자	1	2	3	4	5

13. 로봇 도입 이후 청년층 근로자들을 채용하기가 얼마나 용이해졌습니까?

① 전혀 좋아지지 않음 ② 좋아지지 않은 편 ③ 그저 그러함
④ 좋아진 편 ⑤ 많이 좋아졌음

14. 로봇 도입 이후 **기계설비의 사용시간이 얼마나 증가**했습니까?

많이 줄었음	줄어든 편임	그대로임	조금 늘었음	많이 늘었음
1	2	3	4	5

15. 로봇 도입 이후 **근로시간에 어떤 변화**가 있었습니까?

구분	근로시간 변화여부 및 내용
1) 초과근로시간	① 예 → 증가( )시간 ② 아니오 감소( )시간
2) 교대조	① 예 → 증가( )시간 ② 아니오 감소( )시간
3) 유연근무제나 탄력근로제 도입	① 예 ② 아니오

16. 로봇 도입에 따라서 조직구조와 **생산라인의 작업구조에 변화**가 있었습니까?

구분	전혀 없었음	조금 있었음	많이 있었음	매우 많이 있었음
1) 조직구조	1	2	3	4
2) 생산라인의 작업구조	1	2	3	4

C. 로봇 도입 전후 고용 변화

1. 로봇 도입 직전과 도입 1년 후 귀사의 **직종별 고용 규모**에 대해 적어 주시길 바랍니다.

직종	로봇 도입 직전	로봇 도입 1년 후
연구·개발·기술	명	명
생산·제조	명	명

2. **로봇 도입으로 줄어든 인원**이 있습니까?

① 예 → (　　)명　　② 아니오

2-1. (로봇 도입으로 줄어든 인원이 있을 경우 문2=① 응답자만) 로봇 도입으로 이미 발생했던 **유휴인력에 대해 어떻게 조치**하였습니까?

① 교육 후 시스템 관련 인력으로 고용 유지
② 타 업무에 전환 배치하여 고용 유지
③ 투자 확대를 통해 고용 유지
④ 시간근로제 등 유연근무제를 도입하여 고용 유지
⑤ 고용 감축
⑥ 기타 (_____)

3. 프로그래머나 엔지니어들처럼 로봇 운영을 위해 증가된 인원이 있습니까?

① 예 → (　　)명　　② 아니오

D. 로봇 도입의 성과

1. 귀사에 도입된 전체 로봇을 통해 절감한 연간 총 인건비는 얼마입니까?

(　　) 백만 원

2. 로봇 설치/운용비용과 인건비 절약 등을 종합적으로 비교해볼 때, 비용이 줄어들었습니까?

① 예 (　　백만 원 줄었음)
② 아니오 (　　백만 원 늘었음)
③ 변화 없음

3. 로봇의 도입이 다음과 같은 **경영성과들에 어떤 영향**을 미쳤다고 보십니까?

경영성과 항목	영향
1) 생산성	① 하락 ② 그대로 ③ 0-10%미만 증가 ④ 10-20%미만 증가 ⑤ 20%이상 증가
2) 제품 품질	① 하락 ② 그대로 ③ 0-10%미만 증가 ④ 10-20%미만 증가 ⑤ 20%이상 증가
3) 납기 시간	① 증가 ② 그대로 ③ 0-10%미만 감소 ④ 10-20%미만 감소 ⑤ 20%이상 감소
4) 제품 다양성	① 하락 ② 그대로 ③ 0-10%미만 증가 ④ 10-20%미만 증가 ⑤ 20%이상 증가
5) 판로 확대	① 하락 ② 그대로 ③ 0-10%미만 증가 ④ 10-20%미만 증가 ⑤ 20%이상 증가
6) 매출액	① 하락 ② 그대로 ③ 0-10%미만 증가 ④ 10-20%미만 증가 ⑤ 20%이상 증가
7) 영업이익	① 하락 ② 그대로 ③ 0-10%미만 증가 ④ 10-20%미만 증가 ⑤ 20%이상 증가

4. 로봇 도입이 그것을 운영하는 **작업자들의 근로생활에 어떤 영향**을 미쳤습니까?

경영성과 항목	영향
1) 임금	① 하락 ② 그대로 ③ 0-5%미만 증가 ④ 5-10%미만 증가 ⑤ 10%이상 증가
2) 산업안전	① 하락 ② 그대로 ③ 0-5%미만 증가 ④ 5-10%미만 증가 ⑤ 10%이상 증가
3) 고용안정	① 많이 하락 ② 조금 하락 ③ 그대로 ④ 조금 증가 ⑤ 많이 증가
4) 일의 흥미	① 많이 하락 ② 조금 하락 ③ 그대로 ④ 조금 증가 ⑤ 많이 증가
5) 작업환경	① 많이 하락 ② 조금 하락 ③ 그대로 ④ 조금 개선 ⑤ 많이 개선

E. 로봇 선호도

1. 귀사에서 국산 로봇이 차지하는 비중은 몇 % 인가요? ( ) %

2. 귀사에서는 로봇을 도입할 때 다음 요소들을 얼마나 중요하게 봅니까?

로봇의 사양	전혀 중요하지 않음	중요하지 않은 편	그저 그러함	중요한 편	매우 중요함
1)구입 가격	1	2	3	4	5
2)성능(활용범위, 정밀성 등)	1	2	3	4	5
3)내구성(내구년한, 고장 빈도 등)	1	2	3	4	5
4)A/S 신속성	1	2	3	4	5

3. 귀사에서 향후 로봇을 도입한다면, 어떤 종류의 로봇을 도입하고 싶습니까?

① 직교좌표로봇 ② 수평로봇 ③ 수직로봇
④ 협동로봇 ⑤ 기타( )

4. 귀사가 향후 로봇을 도입한다면, 어느 나라 제품을 구입하고 싶으십니까?

① 국산 ② 일본산 ③ 독일산 ④ 스위스산
⑤ 덴마크산 ⑥ 중국산 ⑦ 기타( )

5. 다음 요소들에서 덴마크산 협동로봇과 비교할 때 국산 협동로봇의 수준이 어느 정도라고 생각하는지 가장 가까운 곳을 체크해주십시오.

로봇의 사양	덴마크산 협동로봇 대비 국산 협동로봇의 수준						
	①70%미만	②80%	③90%	④100%	⑤110%	⑥ 120%	⑦120%이상
1)구입가격	1	2	3	4	5	6	7
2)성능	1	2	3	4	5	6	7
3)내구성	1	2	3	4	5	6	7
4)A/S 능력	1	2	3	4	5	6	7

6. 위와 같은 차이를 보이고 있을 때, 귀하는 어느 쪽 제품을 구입하시겠습니까?

① 국산 ② 덴마크산

6-1. (문6에서 ②응답자만) 국산 수평로봇의 가격이 몇 % 저렴해지면 국산 수평로봇을 구입하겠습니까? ( ) %

6-2. (문6에서 ②응답자만) 국산 로봇 성능이 지금보다 몇 % 개선되면 덴마크산 대신 국산 수평로봇을 구입하겠습니까? ( ) %

7. 다음에는 **덴마크산 협동로봇**을 기준으로 해서 **국산로봇의 사양을 가상적**으로 그려보았습니다. 각 시나리오들에서 가격이나 성능, 내구성, A/S 등을 종합적으로 감안할 때, **귀사는 덴마크산 로봇과 아래 제시된 조건을 갖춘 국산 로봇 중 어느 것을 선택하시겠습니까?**

7-1. 귀하께서는 아래의 조건을 갖춘 국산 로봇과 덴마크산 로봇 중 어느 것을 선택하시겠습니까?

로봇의 사양	① 국산 협동로봇	② 덴마크산 협동로봇
성능	현재보다 5% 떨어짐	덴마크산 로봇은 현재와 동일함
내구성	현재와 같음	
A/S 기간	현재보다 10% 줄어듦	
구입 가격	현재와 같음	

7-2. 귀하께서는 아래의 조건을 갖춘 국산 로봇과 덴마크산 로봇 중 어느 것을 선택하시겠습니까?

로봇의 사양	① 국산 협동로봇	② 덴마크산 협동로봇
성능	현재보다 5% 향상됨	덴마크산 로봇은 현재와 동일함
내구성	현재보다 5% 향상됨	
A/S 기간	현재보다 5% 늘어남	
구입 가격	현재보다 5%비싸짐	

7-3. 귀하께서는 아래의 조건을 갖춘 국산 로봇과 덴마크산 로봇 중 어느 것을 선택하시겠습니까?

로봇의 사양	① 국산 협동로봇	② 덴마크산 협동로봇
성능	현재와 같음	덴마크산 로봇은 현재와 동일함
내구성	현재보다 10% 향상됨	
A/S 기간	현재와 같음	
구입 가격	현재보다 5% 저렴해짐	

7-4. 귀하께서는 아래의 조건을 갖춘 국산 로봇과 덴마크산 로봇 중 어느 것을 선택하시겠습니까?

로봇의 사양	① 국산 협동로봇	② 덴마크산 협동로봇
성능	현재와 같음	덴마크산 로봇은 현재와 동일함
내구성	현재와 같음	
A/S 기간	현재보다 5% 늘어남	
구입 가격	현재와 같음	

- 귀한 시간을 내주셔서 대단히 감사합니다. -

〈보기카드〉

▶ 고용형태 참고자료

고용형태	고용계약기간이 설정된 경우 (고용계약기간)	고용계약기간이 설정되지 않은 경우
1. 상용직	1년 이상	① 회사내규에 의해 채용되어 인사관리의 규정을 받고 ② 퇴직금, 상여금, 각종 수당을 받는 경우
2. 일용직 (아르바이트, 기타)	1개월 미만	③ 매일 고용되어 일급 혹은 일당으로 임금을 산정하여 지급받는 경우 ④ 일정한 장소 없이 떠돌아다니면서 일한 대가를 받는 경우
3. 임시직	1개월 이상~ 1년 미만	①, ②, ③, ④의 조항에 해당되지 않는 경우 예) 1개월 이상 1년 미만의 일정 기간 동안 회사와 계약하여 일한 대가를 받는 경우

▶ 업종분류 참고자료(한국표준산업분류 중분류 기준)

보기번호	업종코드	업종명
1	C10	식료품 제조업
2	C11	음료 제조업
3	C12	담배 제조업
4	C13	섬유제품 제조업 : 의복제외
5	C14	의복, 의복액세서리 및 모피제품 제조업
6	C15	가죽, 가방 및 신발 제조업
7	C16	목재 및 나무제품 제조업 : 가구제외
8	C17	펄프, 종이 및 종이제품 제조업
9	C18	인쇄 및 기록매체 복제업
10	C19	코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업
11	C20	화학물질 및 화학제품 제조업 : 의약품 제외
12	C21	의료용 물질 및 의약품 제조업
13	C22	고무제품 및 플라스틱제품 제조업
14	C23	비금속 광물제품 제조업
15	C24	1차 금속 제조업
16	C25	금속가공제품 제조업 : 기계 및 가구 제외
17	C26	전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업
18	C27	의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조업
19	C28	전기장비 제조업
20	C29	기타 기계 및 장비 제조업
21	C30	자동차 및 트레일러 제조업
22	C31	기타 운송장비 제조업
23	C32	가구 제조업
24	C33	기타 제품 제조업

List ID				

ID	1	-	1			

로봇산업 활성화의 고용효과(B2형)

-로봇 미활용 기업 대상-

안녕하십니까? 귀 사의 무궁한 발전을 기원합니다.
저희는 국책연구기관인 한국노동연구원의 의뢰를 받은 조사전문 업체인 한국통계연구소입니다.
본 조사는 고용노동부 및 한국노동연구원의 의뢰를 받아 실시하는 '로봇산업 활성화의 고용효과'를 위한 설문조사입니다.
본 조사는 로봇기술 육성을 위한 정책의 추진에서 예상되거나 요구되는 고용의 양적 및 질적 특성과 변화 등을 파악하여 로봇산업 체계의 도입을 촉진함과 동시에 고용친화적인 사업의 추진이 되도록 고용노동부와 산업통상자원부 및 중소벤처기업부에 정책적 권고를 제시하는데 활용될 것입니다.
바쁘신 시간에 적극 협조해주셔서 대단히 감사합니다.

2019년 7월

조사주관	한국노동연구원	조사기관	(주)한국통계연구소

☞ 본 설문지 응답은 가급적 귀사의 **CEO 혹은 인사담당자**께서 기입해 주시길 바랍니다. 불가피한 경우에는 관련 업무를 실제로 담당하셨던 분께서 응답해주시길 바랍니다.
☞ 본 조사와 관련된 문의나 의견이 있으시면 위 조사기관 담당자에게 연락 주시기 바랍니다.

[기본 정보]

☞ 아래 응답자 사항은 필요 시 통계처리 관련 문의 등 조사 결과 신뢰도 검증 등의 연락을 위한 것이며, 조사 완료 후 소각되며 다른 목적으로 활용되지 않습니다.

로봇 도입 여부		① 예 ② 아니오	도입 연도	( ) 년
로봇 사용 촉진 지원 사업들 참여 여부	로봇활용 중소제조 공정혁신 지원 사업	① 예 ② 아니오	참여 연도	( ) 년
	기타( )	① 예 ② 아니오	참여 연도	( ) 년

※ 로봇을 사용하는 기업들은 A형 설문지를 응답해주길 바랍니다.

기업명			
주소	도(시) 시(군,구) 동(읍)		
응답자 성명		전화번호	
소속팀(부서)명		직위	
핸드폰 번호	설문응답 답례비로 소정의 기프티콘을 보내드릴 예정입니다. 받으실 핸드폰 번호 기입 부탁 드리겠습니다.		

A. 기업의 일반 현황

1. 귀사의 **설립연도**는 언제입니까? _____년

2. 귀사의 **주된 업종**은 무엇입니까? _____
   ※ **〈보기카드〉 참조, 1~24 중 번호로 기재**

3. 귀사의 **연간 매출액**은 얼마입니까?

구분	2015년	2018년
총 매출액	백만원	백만원

4. 귀사는 **국내의 다른 원청회사에 부품을 공급하는 하청회사**입니까?
   ① 예 ⇨ ***4-1로 이동*** ② 아니오 ⇨ ***5로 이동***

   4-1. 2018년 현재 귀사의 고객기업 중 1위를 차지하는 원청기업들에 대한 매출이 전체 매출액 중에서 차지하는 비중이 어느 정도입니까?
   ① 0-20% 미만 ② 20-40% 미만 ③ 40-60% 미만
   ④ 60-80% 미만 ⑤ 80% 이상

5. 귀사의 2018년 매출에서 **해외수출 비중**은 얼마입니까?
   ① 0% ② 0-20% 미만 ③ 20-40% 미만
   ④ 40-60% 미만 ⑤ 60% 이상

6. **2015년 말과 2018년 말 시점에서 귀사의 고용 규모**가 어떻게 되는지 적어주시길 바랍니다.

직종	2015년 말	2018년 말
사무·관리·영업직	명	명
연구·개발·기술	명	명
생산·단순노무직	명	명
합계(총고용)	명	명

7. **2015년 말과 2018년 말 시점의** 저숙련 **외국인 근로자수**를 적어주길 바랍니다.

외국인 근로자 직종	2015년 말	2018년 말
비전문인력	① 없음 ② 있음(명)	① 없음 ② 있음(명)

8. **2015년 말과 2018년 말**을 기준으로 **귀사 근로자들의 평균 연봉**수준을 적어주길 바랍니다.

구분	2015년 말	2018년 말
1) 생산직	① 해당없음 ② 있음(만원)	① 해당없음 ② 있음(만원)
2) 사무관리직	① 해당없음 ② 있음(만원)	① 해당없음 ② 있음(만원)
3) 연구개발직	① 해당없음 ② 있음(만원)	① 해당없음 ② 있음(만원)

9. 귀사에는 **노동조합**이 조직되어 있습니까?

① 예 ② 아니오

B. 로봇 도입 의사

1. 귀사의 작업공정은 어떻게 구성되어 있습니까? **있는대로** 골라주시기 바랍니다. **(복수 응답)**

① 가계가공 ② 용접 ③ 프레스 ④ 조립
⑤ 검사측정 ⑥ 입출하 ⑦ 수지가공 ⑧ 기타( )

2. 다음 공정들이 전체 공정 중 어느 정도의 비중을 차지합니까?

구분	전체 공정 중 차지하는 비율					
	없음(0%)	1-20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%
1) 인력을 구하기 힘든 공정	1	2	3	4	5	6
2) 근로자들이 기피하는 공정	1	2	3	4	5	6
3) 3D(어렵고 위험하고 지저분한) 공정	1	2	3	4	5	6
4) 산업안전 위험이 높은 공정	1	2	3	4	5	6
5) 불량이 많이 발생하는 공정	1	2	3	4	5	6
6) 생산성의 급격한 증가가 요구되는 공정	1	2	3	4	5	6
7) 로봇 도입이 용이한 공정	1	2	3	4	5	6
8) 로봇을 꼭 도입하고 싶은 공정	1	2	3	4	5	6

3. 귀사에서 **로봇을 도입하지 않은 이유**로서 다음 문장들이 얼마나 적절한지 평가해 주길 바랍니다.

구분	전혀 그렇지 않음	그렇지 않은 편	보통	그런 편	매우 그러함
1) 로봇 사용 비용보다 경제적 이득이 크지 않기 때문에	1	2	3	4	5
2) 담당 인력을 구하기 힘들어서	1	2	3	4	5
3) 로봇 예산이 부족하기 때문에	1	2	3	4	5
4) 근로자들이 반대하기 때문에	1	2	3	4	5
5) 품질 문제가 발생하기 때문에	1	2	3	4	5
6) 로봇으로 생산하기에는 생산물량이 너무 적어서	1	2	3	4	5

4. 귀사에서는 향후 로봇을 도입할 의사가 있습니까?

① 예 ② 아니오(5로 이동)

4-1. 어떤 공정에 로봇을 도입하고 싶습니까? **있는대로** 골라주시기 바랍니다.
(복수 응답)

① 가계가공 ② 용접 ③ 프레스 ④ 조립
⑤ 검사측정 ⑥ 입출하 ⑦ 수지가공 ⑧ 기타( )

4-2. 어떤 로봇을 도입하고 싶습니까? **있는대로** 골라주시기 바랍니다.
(복수 응답)

로봇 유형	세부 유형			
직교좌표로봇	①일반직교로봇	②리니어로봇	③갠트리로봇	④기타 직교좌표로봇( )
수평로봇	⑤스키라로봇	⑥원통형로봇	⑦델타로봇(거미로봇)	⑧기타 수평로봇( )
수직로봇	⑨협동로봇	⑩7축이상 로봇	⑪갠트리로봇	⑫기타 수직로봇( )
기타	⑬병렬로봇	⑭ 기타( )		

4-3. **로봇을 도입하려는 이유로서** 다음 문장들이 얼마나 적절한지 평가해주길 바랍니다.

구분	전혀 그렇지 않음	그렇지 않은 편	보통	그런 편	매우 그러함
1) 인력을 구하기 힘들기 때문에	1	2	3	4	5
2) 인건비를 감안할 때 로봇사용이 더 경제적이어서	1	2	3	4	5
3) 근로자들이 기피하기 때문에	1	2	3	4	5
4) 3D(어렵고 위험하고 지저분한) 공정이기 때문에	1	2	3	4	5
5) 산업재해 위험이 높기 때문에	1	2	3	4	5
6) 안정적인 품질 확보를 위해서	1	2	3	4	5
7) 생산성 제고를 위해서	1	2	3	4	5
8) 고객사가 로봇도입을 요청해서	1	2	3	4	5

4-4. 귀사에서는 로봇을 도입할 때 다음 요소들을 얼마나 중요하게 봅니까?

로봇의 사양	전혀 중요하지 않음	중요하지 않은 편	그저 그러함	중요한 편	매우 중요함
1) 구입 가격	1	2	3	4	5
2) 성능(활용범위, 정밀성 등)	1	2	3	4	5
3) 내구성(내구년한, 고장 빈도 등)	1	2	3	4	5
4) A/S 신속성	1	2	3	4	5

4-5. 귀사가 향후 로봇을 도입한다면, 어느 나라 제품을 구입하고 싶으십니까?

① 국산 ② 일본산 ③ 독일산 ④ 스위스산
⑤ 덴마크산 ⑥ 중국산 ⑦ 기타( )

5. 다음 요소들에서 덴마크산 협동로봇과 비교할 때 국산 협동로봇의 수준이 어느 정도라고 생각하는지 가장 가까운 곳을 체크해주십시오.

로봇의 사양	덴마크산 협동로봇 대비 국산 협동로봇의 수준						
	①70%미만	②80%	③90%	④100%	⑤110%	⑥ 120%	⑦120% 이상
1) 구입가격	1	2	3	4	5	6	7
2) 성능	1	2	3	4	5	6	7
3) 내구성	1	2	3	4	5	6	7
4) A/S 능력	1	2	3	4	5	6	7

6. 위와 같은 차이를 보이고 있을 때, 귀하는 어느 쪽 제품을 구입하시겠습니까?

① 국산 ② 덴마크산

6-1. (문6에서 ②응답자만) 국산 수평로봇의 가격이 몇 % 저렴해지면 국산 수평로봇을 구입하겠습니까? ( ) %

6-2. (문6에서 ②응답자만)국산 로봇 성능이 지금보다 몇 % 개선되면 덴마크산 대신 국산 수평로봇을 구입하겠습니까? ( ) %

- 귀한 시간을 내주셔서 대단히 감사합니다. -

〈보기카드〉

▶ 고용형태 참고자료

고용형태	고용계약기간이 설정된 경우 (고용계약기간)	고용계약기간이 설정되지 않은 경우
1. 상용직	1년 이상	① 회사내규에 의해 채용되어 인사관리의 규정을 받고 ② 퇴직금, 상여금, 각종 수당을 받는 경우
2. 일용직 (아르바이트, 기타)	1개월 미만	③ 매일 고용되어 일급 혹은 일당으로 임금을 산정하여 지급받는 경우 ④ 일정한 장소 없이 떠돌아다니면서 일한 대가를 받는 경우
3. 임시직	1개월 이상~1년 미만	①, ②, ③, ④의 조항에 해당되지 않는 경우 예) 1개월 이상 1년 미만의 일정 기간 동안 회사와 계약하여 일한 대가를 받는 경우

▶ 업종분류 참고자료(한국표준산업분류 중분류 기준)

보기번호	업종코드	업종명
1	C10	식료품 제조업
2	C11	음료 제조업
3	C12	담배 제조업
4	C13	섬유제품 제조업 : 의복제외
5	C14	의복, 의복액세서리 및 모피제품 제조업
6	C15	가죽, 가방 및 신발 제조업
7	C16	목재 및 나무제품 제조업 : 가구제외
8	C17	펄프, 종이 및 종이제품 제조업
9	C18	인쇄 및 기록매체 복제업
10	C19	코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업
11	C20	화학물질 및 화학제품 제조업 : 의약품 제외
12	C21	의료용 물질 및 의약품 제조업
13	C22	고무제품 및 플라스틱제품 제조업
14	C23	비금속 광물제품 제조업
15	C24	1차 금속 제조업
16	C25	금속가공제품 제조업 : 기계 및 가구 제외
17	C26	전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업
18	C27	의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조업
19	C28	전기장비 제조업
20	C29	기타 기계 및 장비 제조업
21	C30	자동차 및 트레일러 제조업
22	C31	기타 운송장비 제조업
23	C32	가구 제조업
24	C33	기타 제품 제조업

로봇산업 활성화의 고용효과

▪ 발행연월일	2018년 12월 18일 인쇄 2018년 12월 28일 발행
▪ 발 행 인	배 규 식
▪ 발 행 처	한국노동연구원 30147 세종특별자치시 시청대로 370 세종국책연구단지 경제정책동 ☎ 대표 (044) 287-6080 Fax (044) 287-6089
▪ 조판·인쇄	거목정보산업(주) (044) 863-6566
▪ 등록 일자	1988년 9월 13일
▪ 등록 번호	제13-155호

※본 보고서의 내용은 한국노동연구원의 사전 승인 없이 전재 및 역재할 수 없습니다.

ISBN 979-11-260-0328-0 (비매품)