

4차 산업혁명의 전개와 확산

- 산업용 로봇과 센서시장 중심으로 -

최동용 수석연구원, 산업연구센터 (dy.choi@posri.re.kr)

목차

1. 4차 산업혁명 전개와 의미
2. 4차 산업혁명 효과 아직 불확실
3. 4차 산업혁명 선행 산업 현황
4. 종합 및 시사점

Executive Summary

- 최근 4차 산업혁명이 화두로 부상하는 것에 맞춰 선진국, 제조업 중심으로 성장산업이 부각되면서 많은 기업들이 미래 투자처로 고려
 - '10년 이래 혁신적인 기술들이 시장에 전파되면서 독일은 인더스트리 4.0, 미국은 산업인터넷, 일본은 로봇신전략 등 제조업 경쟁력을 높이는 정책을 추진하고 있음
 - 이에 따라 한국 정부와 기업들도 주력산업의 침체 속에 4차 산업혁명과 관련하여 성장의 돌파구를 다각도로 모색하며 투자를 고려하고 있음
- 4차 산업혁명 관련 혁신기술들은 기업의 생산성 향상과 원가절감에 기여하는 것으로 확인되고 있으나, 성장산업의 성장 속도와 시장규모 전망은 차이가 많이 나는 등 불확실성이 상존함
 - 자율주행 광산 운반트럭은 생산량을 15~20% 증가시키고 운영비용은 8% 낮추며, 자율주행 굴착장비는 생산성을 30~60%까지 높임
 - 사물인터넷을 도입한 기업들은 18% 정도의 원가절감 성과를 거두고, 데이터 기반한 의사결정 기업들은 일반 기업 대비 생산성이 5~6% 높아짐
 - 그러나, 맥킨지의 '25년 12대 유망산업의 경제적 효과 추정치는 적게는 2배에서 많게는 7배까지 차이가 나는 등 불확실성이 존재함
- 4차 산업혁명 관련 선행 산업인 산업용 로봇시장과 센서시장을 검토한 결과, 10% 이상의 고성장을 지속하고 있으며 앞으로도 성장세가 예상됨
 - 미래 제조의 핵심인 산업용 로봇은 '03년 8.1만 대에서 '10년 12.1만 대로 연 6%의 완만한 성장을 보이다 이후 16% 고성장세로 전환되었고, 앞으로도 원가우위를 위한 자동화 요구 증대로 13%의 고성장세를 이어갈 것으로 예상됨
 - 사물인터넷 시대의 첨병인 센서시장도 자동차, 휴대폰 등 다양한 분야에 적용되면서 최근 6년간 연 12%의 높은 성장세를 지속하고 있으며, 앞으로도 사물인터넷 시대에 핵심기기로 역할을 하면서 연 11%씩 고성장하여 '10년 후에는 현재보다 100배인 1조 개의 센서가 지구상에 존재할 것으로 전망됨
- 기업 입장에서는 성장산업의 가시화 시기에 따라 기회와 위험이 수반되기 때문에 해당 산업의 성장 추세와 수요조건 등에 대한 모니터링이 필요
 - 특히 산업과 시장의 융복합 트렌드에 따라 산업에 대한 재정의와 재분류를 통한 시장규모의 추정과 수요산업과의 연관 예측 등이 선행되어야 함

1. 4차 산업혁명 전개와 의미

□ 글로벌 경제가 구조적 저성장을 지속하는 가운데, 기존 산업들이 성장의 한계에 직면한 상황

- '10년 전후 선진국 경제에서 두 번의 위기를 맞으면서 글로벌 경제는 2%대의 저성장으로 돌입
 - '08 년 미국의 서브프라임모기지 사태로 주택 버블붕괴가 세계 전역으로 확산되었고, '10 년 남유럽발 재정위기가 확산되면서 세계경제가 저성장에 진입
- '12년부터 중국 경제도 성장세가 크게 위축되면서 글로벌 자원산업, 중화학산업, 발전산업의 공급과잉이 심화되기 시작
 - 두 번의 위기를 잘 돌파한 중국도 경제성장률이 '10 년 10%대에서 '12 년부터 7%대로 떨어지면서 유가, 원자재 등 글로벌 자원가격도 '15 년에 폭락함
 - 특히 조선·해운, 석유화학, 철강 등 중화학공업 외에도 플랜트, 발전업도 성장세가 큰 폭으로 하락하면서 공급과잉 업종으로 전환됨

□ 최근 4차 산업혁명이 화두로 부상하는 것에 맞춰 각국 정부와 기업들은 저성장을 돌파하는 중요한 전략으로 제조업 강화를 추진

- 독일의 인더스트리 4.0, 미국의 산업인터넷, 일본의 로봇신전략 등을 통해 선진국들은 자국 제조업의 경쟁력 제고 정책을 본격화
 - 독일은 제조업이 직면한 문제를 해결하는 차원에서 제조업에 ICT 를 접목하는 인더스트리 4.0 을 추진하고 있으며, 미국도 200 여 개의 기업이 참여하여 제조업 강화 프로그램을 진행하고 있음
- 한국 정부와 기업들도 주력산업의 침체 속에 4차 산업혁명을 성장의 돌파구로 적극적으로 고려하고 있는 중임
 - 한국 정부는 수 십 년간 새로운 성장동력을 찾으려고 많은 노력을 해왔으나, 차세대 주력산업으로 육성한 성과는 미흡
 - 기업 입장에서 4 차 산업혁명과 관련한 사업 기회를 찾고자 하지만, 가시화 시기에 따라 위험에 직면할 수 있기 때문에 이에 대한 신중한 검토가 필요한 상황

2. 4차 산업혁명 효과 아직 불확실

□ 4차 산업혁명 관련 혁신 기술들은 생산과 물류에 긍정적인 영향을 줄 전망

- 최근 OECD의 조사 보고서에 따르면, 많은 파괴적인 제조기술들과 디지털기술이 결합되면서 제조업체의 생산성을 높이는 사례들이 늘고 있음
 - 자율주행 광산 운반트럭은 생산량을 15~20% 늘리면서, 연료비와 운영비용을 각각 10~15%, 8% 낮출 것으로 추정
 - 자율주행 굴착장비는 생산성을 30~60%까지 증가시킬 것으로 기대
 - 사물인터넷을 도입한 기업들은 평균적으로 18% 정도의 원가절감을 이룰 것으로 추정
 - 데이터에 의한 의사결정 기업들의 생산성이 일반 기업들에 비해 5~6% 정도 높을 것으로 예상됨
 - 데이터 품질과 접근을 10% 정도 개선하면 노동생산성을 평균적으로 14% 증가시키는 것으로 분석
 - 로봇에 의해 운영되는 자동화된 창고업은 일반 창고업에 비해 네 배 많은 주문량을 처리 가능
- 새로운 기술들은 해당 기업과 산업의 생산성을 높임으로써 재무성과를 개선할 것으로 보임
 - 미국 자동차업체들은 '11 년~'15 년 동안 사물인터넷과 데이터 분석 능력을 높임으로써 20 억불의 비용을 절감한 것으로 보고되고 있으며,
 - 산업인터넷을 활용하여, 항공산업의 운영 효율성이 1% 높아짐으로써 전세계 상업 항공산업의 비용을 연간 20 억불 절감함

□ 그러나, 여전히 성장산업의 가시화 속도와 시장 규모 추정에는 차이가 많은 것도 사실

- 맥킨지는 '25년 유망한 파괴적 기술을 12개를 선정하여 기업의 생산 프로세스와 미래 개인의 생활에 주는 잠재적 영향을 분석한 바 있음

- 기업의 생산과 개인의 삶에 가장 큰 영향을 줄 파괴적 기술로 모바일 인터넷, 지식기반 자동화, 사물인터넷, 클라우드 기술, 첨단 로봇, 자율주행차, 차세대 생명공학, 에너지저장장치, 3D 프린팅, 첨단 소재, 첨단 자원개발 탐사기술, 신재생에너지 등 12개 산업 및 기술을 제시
- 이상의 12개 유망기술의 추정 경제적 효과는 적게는 2배에서 많게는 7배까지 차이가 나는 등 불확실성이 존재
 - 예를 들어, 사물인터넷의 글로벌 경제적 효과는 '25년에 적을 때는 U\$2.7조이며, 많을 때는 U\$6.2조로서 차이가 2.3배 정도이며,
 - 에너지저장장치의 글로벌 경제적 효과는 적을 때는 U\$900억이며, 많을 때는 U\$6,300억으로 그 차이가 7배에 이릅니다
- 또한, 유망산업 또는 기술의 시장규모도 상대적으로 차이가 많이 나는데, 예로 모바일 인터넷과 첨단 소재의 글로벌 경제적 효과는 '25년에 각각 U\$10.8조와 U\$0.5조로 대략 20배 차이가 남

〈맥킨지 선정 유망 기술의 '25년 경제적 파급 효과 (U\$조)〉

유망 기술	글로벌 경제적 효과	개도국 경제적 효과
모바일 인터넷	3.7~10.8	1.85~5.4
지식기반 자동화	5.2~6.7	1.0~1.3
사물인터넷	2.7~6.2	0.81~1.86
클라우드 기술	1.7~6.2	1.19~4.36
첨단 로봇	1.7~4.5	0.3~0.9
자율주행차	0.2~1.9	0.04~0.38
차세대 생명공학	0.7~1.6	0.14~0.32
에너지저장	0.09~0.63	0.03~0.25
3D 프린팅	0.23~0.55	0.09~0.2
첨단 소재	0.2~0.5	0.015~0.05
첨단 자원개발 탐사	0.09~0.46	0.018~0.092
신재생에너지	0.16~0.27	0.12~0.21

자료: McKinsey, 2013

□ 따라서 4차 산업혁명 관련 진행 속도에 대한 현황 파악이 중요

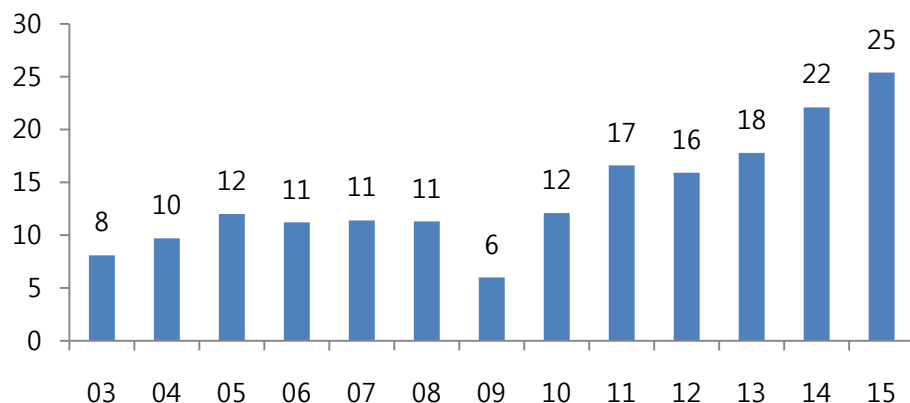
- 4차 산업혁명을 선행하는 산업용 로봇시장과 센서시장의 최근 동향과 향후 전망을 살펴 봄으로써 4차 산업혁명의 진전을 가늠해 보고자 함

3. 4차 산업혁명 선행 산업 현황

□ 산업용 로봇: 미래 제조의 핵심, 스마트 로봇으로 진화

- (현황) 세계 산업용 로봇시장은 '10년 이후 성장세로 전환되는 중이며, 중국과 선진국 자동차산업의 자동화가 주요 성장 모멘텀 역할을 하고 있음
- (세계 수요) 세계 산업용 로봇 수요량은 '03 년 8.1 만대에서 '10 년 12.1 만대로 연평균 6%의 성장률을 보이다가 '10 년 이후 고성장세로 전환되면서 '15 년 25.4 만대로 연평균 16% 고성장하고 있음 (누계로는 163.2 만 대)
- 판매 기준으로 '15년에 13조원 수준이며, 산업용 로봇과 관련된 소프트웨어, 주변기기, 시스템 엔지니어링 비용 포함 시 시장규모는 약 세 배 수준인 40조원 수준으로 추정됨

〈세계 산업용 로봇 수요량 추이 (만 대)〉



주: IFR World Robotics, 각 년호

- (지역별 수요) 중국은 '03 년 세계 9 위의 수요국이었으나, 최저임금 상승과 고급 기능공의 부족 문제 해결을 위해 자동화를 적극 추진하여, '15 년 기준 최대 수요국으로 부상하였음

〈지역별 산업용 로봇 수요량 추이(만 대)〉

	'10	'12	'14	'15	'10-'15 연평균증감률
세계	12.1	15.9	22.1	25.4	16%
중국	1.5	2.3	5.7	6.9	36%
한국	2.4	1.9	2.5	3.8	10%
일본	2.2	2.9	2.9	3.5	10%
서유럽	2.3	3.0	3.4	3.5	9%
미국	1.4	2.1	2.6	2.8	15%

주: IFR World Robotics, 2016

- 한국 외에 선진국 수요도 10% 내외로 높은 성장률을 지속하고 있으며, 최근에는 대만, 태국 등 아시아권의 고성장이 지속되고 있음
- (산업별 수요) '15 년 기준으로 산업용 로봇은 3 대 수요산업 비중이 75%(자동차 38%, 전자 25%, 금속 12%)로, 동 산업들은 공장 자동화를 통해 산업용 로봇산업의 성장을 견인하고 있음

○ (전망) 세계 산업용 로봇시장은 최근의 성장세를 이어갈 것으로 전망됨

- (성장 동인) 자동차 등 수요산업은 경쟁 심화 속에 원가 경쟁력 확보를 위한 자동화 요구 증대로 산업용 로봇 도입을 계속 확대해 나갈 것으로 예상
 - 기타 성장 동인: ① 인더스트리 4.0의 영향(VR 공장 등), ② 휴먼 로봇과의 협업 증대, ③ 3D 작업장에서의 로봇 대체, ④ 고품질 요구 증대 등
- (세계 수요) 세계 산업용 로봇수요량은 '15 년 25.4 만대에서 '16 년 29 만대로 14% 증가한 것으로 추정되며, '19 년 41.4 만 대까지 연 14%의 고성장이 예상
 - 로봇 집약도(Robot density: 제조업인구 1만 명 당 로봇 대수)가 높은 선진국 수요는 5% 내외로 증가세가 둔화되는 반면, 성장잠재력이 높은 인도, 동유럽 등 신흥국 수요가 20% 내외의 고성장을 주도할 전망
 - 특히 중국은 '19년에 세계 산업용 로봇수요의 40%를 차지할 전망

〈지역별 산업용 로봇 수요량 전망(만 대)〉

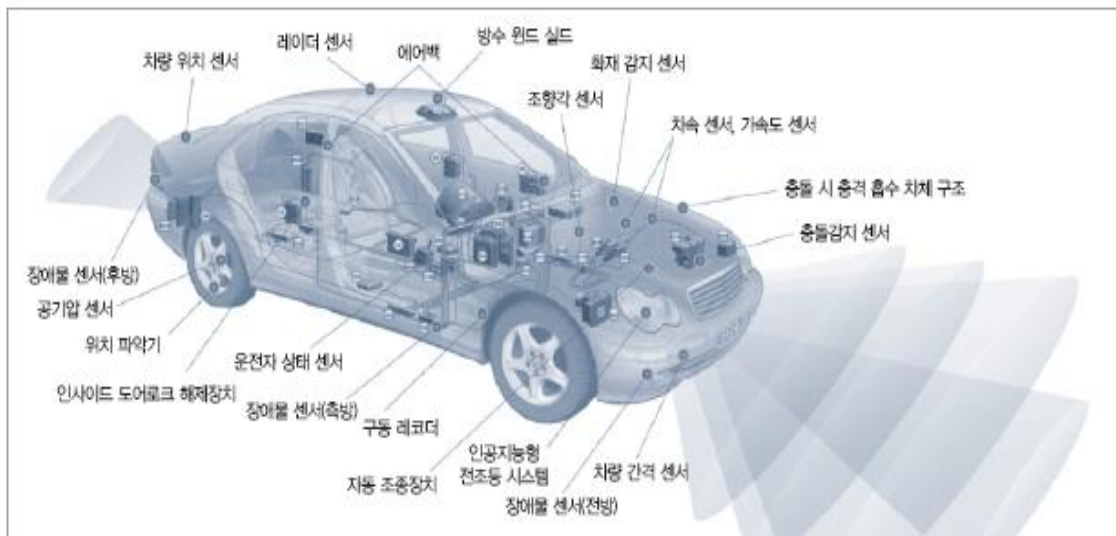
	'14	'15	'16	'19	'15-'19 연평균증감률
세계	22.1	25.4	29.0	41.4	13%
아시아	13.4	16.1	19.0	28.6	16%
중국	5.7	6.9	9.0	16.0	24%
한국	2.5	3.8	4.0	4.6	5%
일본	2.9	3.5	3.8	4.3	5%
대만	0.7	0.7	0.9	1.3	16%
인도	0.2	0.2	0.3	0.6	30%
유럽	4.6	5.0	5.4	6.9	8%
독일	2.0	2.0	2.1	2.5	6%
미주	3.3	3.8	4.0	5.1	7%
미국	3.1	3.6	3.8	4.6	6%

주: IFR World Robotics, 2016

□ 센서: 사물인터넷 시대의 핵심기기, 스마트 홈·시티·카 적용 확산

- (개념) 센서는 측정 대상물로부터 압력, 가속도, 온도, 주파수, 생체신호 등의 정보를 감지하여 전기신호로 변환시켜 주는 장치
 - 센서는 기기가 안전하고 환경 친화적이면서 쉽게 사용할 수 있는 기반을 제공하며, 센싱 기능에 데이터 처리, 의사결정, 통신기능 등이 결합되면서 지능화된 형태로 발전하고 있음
 - 유형별로는 이미지센서(스마트기기, 디지털카메라, 의료영상기기 등에 사용), 압력센서(계측기기, 산업현장 등), 바이오센서(의료용 장비 등) 등으로 분류
- (적용 분야) 센서는 자동차, 모바일기기, 가전기기, 계측기기, 의료기기, 환경기기, 산업기기 등 다양한 분야에 적용되고 있음
 - 글로벌 센서시장은 자동차산업과 가전산업을 완전히 변화시키고 있으며, 올해 정보기술업계의 최대 키워드로 '센서라이제이션(sensorization)'이라는 말이 나올 만큼 센서혁명이 일어나고 있음
 - 현재 약 30 종의 200 여 개의 센서가 부착되어 사용되고 있는 자동차산업의 경우, 사물인터넷의 현실화와 향후 자율주행차의 진화를 고려하면 센서의 적용이 더욱 확대될 것으로 전망

〈자동차에 사용되는 센서〉



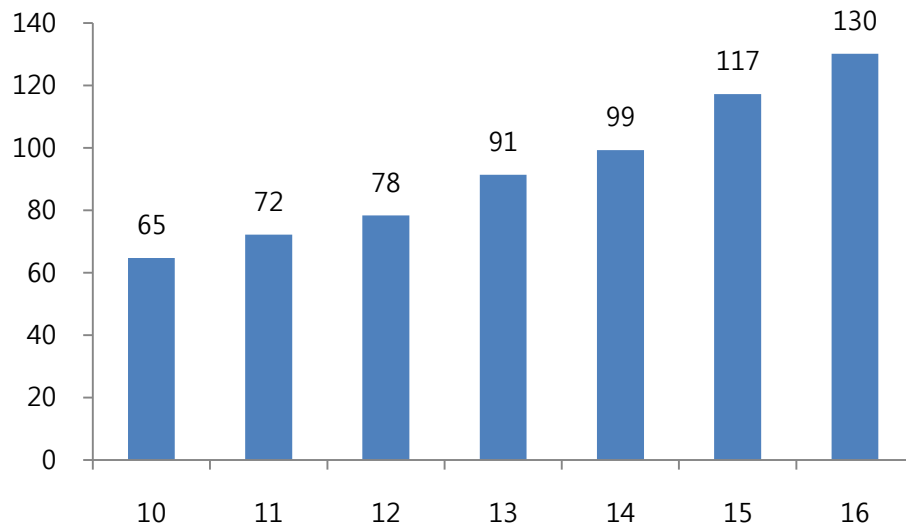
자료원: 전자부품연구원, 2015.8

- 현재 대표적인 모바일용 센서로는 카메라센서, 빛을 감지하여 화면의 밝기를 조정하는 주변광센서, 물체의 거리를 감지하는 근접센서, 기울기를 인식하는 자이로센서, 잠긴 화면을 열 때 사용하는 지문인식센서, 온도나 습도를 재는 센서 등이 사용되며, 향후 기술발전에 따라 센서가 더 많이 늘어날 것으로 전망됨
- 가전제품에도 많은 센서들이 부착되고 있는데, 냉장고의 경우 온도센서(냉장실, 냉동실 온도조절), 습도센서(주변 습도 따라 냉력 조절), 가스센서(냉장고 내부 제균, 탈취), 노크센서(노크로 내부조명 작동) 등이 적용되고 있음

○ (현황) 세계 센서시장은 당초 예상보다 성장세가 빠르게 진행 중임

- (세계 수요) 세계 센서시장은 '10 년 65 조원에서 '16 년 130 조원으로 연평균 12%의 고성장을 지속하고 있음
 - BCC Research는 '13년에 '16년 전망치를 107조원으로 전망하였으나, 이후 130조원으로 22% 상향 조정하는 등 성장세가 당초 예상보다 더 빨라지고 있음
 - 센서의 적용 분야별 수요시장으로 자동차산업과 장치산업이 각각 24%, 18%로 가장 높은 비중을 차지하고 있으며, 모바일 등 소비재 산업(17%)과 의료산업(11%)에 적용되는 센서 비중이 높아지고 있음. 이외에도 기계 및 제조업, 건설산업, 항공기 및 선박건조 등 다양한 산업 분야에 센서 적용이 확대되고 있음

〈세계 센서시장 추이(조원)〉



주: BCC Research, 각 년호

- (전망) 사물인터넷 시대에 모든 사물간 데이터를 주고받는 사회로 진화하면서 센서 수요는 더욱 확대될 전망
 - 닛케이베리타스 전망에 따르면, '10 년 후 세계 센서 수요는 현재보다 100 배인 1 조개로 늘어날 것으로 보고 있음. 이는 지구촌 인구가 약 72 억 명인 경우로 계산하면 한 사람당 약 140 개의 센서가 주변에 있다는 것을 의미함
 - 또한, 센서는 각종 사물로부터 이미지 변화, 압력 변화, 온도 등의 다양한 아날로그 정보를 감지하여 전기적 신호를 변환하는 장치로서 지능화, 복합화, 소형화의 트렌드가 확산될 것임
 - (세계 수요) 세계 센서시장은 '16 년 130 조원에서 '21 년 220 조원으로 연평균 11%의 고성장을 지속할 것으로 예상됨
 - 유형별로 이미지와 화학관련 센서가 '16년 33조원에서 '21년 60조원으로 연 13%의 높은 성장이 예상되며, 바이오센서 및 지문인식 센서는 '16년 27조원에서 '21년 50조원으로 연 13%의 고성장이 예상됨

4. 종합 및 시사점

- 최근 글로벌 저성장을 돌파하고자 하는 각국 정부와 기업들의 노력의 일환으로 4차 산업혁명이 빠르게 진전되고 있으며, 4차 산업혁명의 첨병인 산업용 로봇, 센서 등 선행 산업들의 성장성도 확인할 수 있었음
 - 자율주행 트럭과 굴착장비, 사물인터넷, 산업용 로봇 등 많은 제조기술들이 기업들의 생산성 향상과 원가절감에 직간접적으로 기여하고 있음을 확인할 수 있었음
 - 또한, 4차 산업혁명 관련 선행산업인 산업용 로봇시장과 센서시장의 최근 산업 동향과 전망을 통해서 성장세가 보다 빨라지고 관련 시장이 선진국에서 개도국으로 확대되고 있음을 알 수 있었음
- 다만, 현재 유망산업으로 분류되는 많은 성장산업들의 가시화 속도와 시장규모 추정에는 불확실성이 있는 것도 사실이기 때문에 다른 성장산업에 대해서 지속적인 모니터링이 필요함
 - 맥킨지의 '25년 12대 유망산업의 경제적 효과 추정치는 적게는 2배에서 많게는 7배까지 차이가 나는 등 불확실성이 존재함
 - 특히 산업과 시장의 융복합화 트렌드에 따라 산업에 대한 재정의와 재분류를 통한 시장규모의 추정과 수요산업과의 연관 예측 등이 선행되어야 함

이 자료에 나타난 내용은 포스코경영연구원의 공식 견해와는 다를 수 있습니다.

[참고자료]

[보고서/논문]

전자부품연구원, “센서로 진화하는 스마트카”, 2015.8

한국전자통신연구원. “센서산업과 주요 유망센서 시장 및 기술동향”, Issue Report, 2015.2

BCC Research. "Global Markets and Technology for Sensors", 각 년호

International Federation of Robotics. "World Robotics 2016 Industrial Robots", *Sep, 2016*

James Manyika, Michael Chui, Jacques Bughin, Richard Dobbs, Peter Bisson, and Alex Marrs. “Disruptive technologies: advances that will transform life, business, and the global economy”, McKinsey Global Institute, *May, 2013*

OECD Council. “Enabling the next production revolution: the future of manufacturing and services - interim report”, *Apr, 2016*