

# 기계 산업의 현황과 ICT 융합

안형준  
승실대학교

## 요약

기계 산업은 최근 10년간 높은 성장세를 보였으나 금융위기, 선진 기계류 시장의 침체, 중국의 기계설비 자립화 등으로 성장세가 둔화되었다. 세계 경제의 불확실성이 가중되고 보호 무역주의가 득세하는 지금 신흥 시장에서의 MID-Tech 제품의 경쟁력 및 기계 산업 서비스 경쟁력 강화를 위한 수익 창출 비즈니스 모델의 변화가 강력히 요구되고 있다. 선진국의 기술 개발 동향 및 우리 나라 기계산업의 현황 분석을 통해 도출한 기계 산업 발전 4대 전략인 신흥 시장 확대, 서비스화, 스마트화, 신산업 창출 등은 ICT 융합과 매우 밀접한 연관이 있기 때문에 기계 산업의 ICT 융복합의 적극적 추진이 강력히 요구된다. 본고에서는 이러한 기계산업과 ICT융합 동향과 사례등을 살펴본다.

## I. 서론

기계산업은 제조업의 핵심 생산설비를 공급, 기업의 경쟁력을 좌우하는 핵심요소이자, 제조업의 발전단계별 기반시설을 공급하는 산업발전의 견인차 역할을 수행하는 산업이다. 우리나라 기계산업은 2010년 기준 생산액은 90조원으로 366억불(46.6%)을 수출하였으며, 내수규모는 84조원으로 331억불(42.5%)을 수입하고 있다. 자동차, IT산업 등 내수시장의 성장과 우수한 조립, 가공기술을 기반으로 2000년 이후 연평균 11.5% 이상의 높은 성장을 보이고 있다. 전세계 교역 2.4%(10위), 수출 2.6%(9위), 수입 2.5%(11위)를 차지하고 있다 [1].

최근 금융위기, 선진 기계류 시장의 침체, 중국의 기계설비 자립화 등으로 성장세가 둔화되었으며 세계 경제의 불확실성이 가중되고 보호 무역주의로 인한 규제가 강화되고 있다. 중국의 기계산업 수출 순위가 일본을 제치고 2009년에 3위로 급 성장하였으며 신흥국 시장이 2020년까지 연평균 8% 성장하여 그 비중이 51.6%로 확대될 전망이다 [2].

전 세계적으로 제조업이 성장 동력으로 재조명 받고 있으며

선진국의 비즈니스 모델이 판매 위주에서 토털 솔루션 제공 방식으로 변화하며 고부가가치화에 성공하고 있다. 이러한 가운데 기계산업의 기술은 그린화, 스마트화, 융합화 등의 HIGH-Tech와 신흥 시장을 위한 MID-Tech으로 기술 개발이 양극화되고 있다.

외부환경과 내부 역량 분석 결과 신흥 시장 확대, 서비스화, 스마트화, 신산업 창출이라는 네가지 기계 산업의 발전 전략을 도출할 수 있다. 이 네 가지 발전 전략 중 셋이 ICT 융합과 밀접한 관련이 있으며 기계 산업의 재도약을 위해 ICT 융합을 적극적으로 추진해야 한다 [3].

## II. 기계 산업의 현황 및 분석

### 1. 기계산업의 정의와 특징 [1]

기계산업은 국가 산업을 견인하는 자본재산업으로서 국가경쟁력의 기반이 되는 산업이다. 광의의 기계산업에는 일반기계산업과 자동차 및 조선산업 등을 포함하고 있지만 여기서는 협의의 일반기계산업을 기계산업으로 지칭한다. 기계산업은 자동차, 철강, 반도체 산업 등 수출주력산업의 설비를 공급하는 핵



그림 1. 기계 산업의 범위 [1]

심 기반산업으로서 자본재산업의 핵심이 되는 <그림 1>과 같이 건설기계, 공작기계, 냉동공조기계, 금형, 농기계, 섬유기계, 유체 기계, 정보통신 생산장비, 신생산장비 등 다양한 품목을 포함한다.

기계 산업은 다른 산업과 차별화된 다음의 네 가지 특징을 가진다 [2]. 첫째, 일반기계산업은 수주형 산업으로 산업경기의 선행지표가 되며, 각 산업에 생산설비를 공급하는 기간산업이기 때문에 전후방 연관효과도 매우 크다. 둘째, 기술경쟁력을 단기간에 확보하기 어려운 자본·기술 집약적인 산업이며 연구 개발과 생산에 많은 시간과 비용이 소요되기 때문에 선·후진국간 기술 격차가 크며, 후진국의 선진국 추격이 어려운 분야이다. 셋째, 자동화를 통한 대량 생산이 어려워 중소기업 중심의 노동집약적인 산업으로 고용창출 효과가 크다. 넷째, 개발과 생산에 장기간이 소요되어 일단 상용화에 성공하면 시장 선점을 통한 고부가가치를 오랫동안 누릴 수 있는 선진국형 산업이며 최근에는 IT, BT, NT 등 첨단기술과 접목해 새로운 부가가치를 창출하고 있다[3].

## 2. 기계 산업의 현황 [1]

2011년도 일반기계산업의 생산규모는 <표 1>과 같이 약 103조원에 이르며, 이는 전체 제조업의 7.4%에 달한다. 또한 부가가치의 규모도 전체 제조업의 7.9%에 해당하는 36조원 규모로 추산된다.

표 1. 일반기계류의 수요 및 공급현황 (한국기계산업진흥회)

구분		2008	2009	2010	2011	2012
수요	내수(조원)	79.0	72.7	92.7	94.6	96.3
	수출(억불)	373.0	268.5	361.0	458.2	490.0
공급	생산(조원)	77.2	73.8	92.3	102.5	106.1
	수입(억불)	259.8	240.9	285.9	316.7	320.4

2011년 기준으로 세계 일반기계 시장의 교역 규모는 2조 7천 7백억불이다. 세계 수출시장의 약 49.7%를 표 2와 같이 독일, 미국, 일본, 중국의 4개국이 점유하고 있다. 우리나라의 일반기계산업은 2011년 기준으로 세계 교역시장에서 3.2%를 점유하고 있으며 세계 8위에 해당된다. 수출은 <그림 2>와 같이 2000년 100억불 규모로 정체되어 있다가 과거 10년동안 지속적인 성장을 통해 2011년에는 3세계 8위로 세계 일반기계 수출의 3.4% (336억불)를 점유하고 있다. 일반기계 19개 품목 중 10개 품목이 수출에 특화되어 있고 건설기계, 공작기계, 금형, 섬유기계, 공조기계 등이 세계 10위권 내에서 선전하고 있다. 그러나 ASEAN 등 일부 지역에서는 점유율이 감소, 신흥 시장의 성

표 2. 주요 품목별 수출액, 점유율 (UN, Comtrade, 단위 백만불)

	세계시장 점유율 (순위)		세계1위	
	2005	2009	국가(점유율)	업체
건설기계	2,746 4.0(9)	2,909 3.8(7)	미국(21.5)	Caterpillar(미)
공작기계	1,623 2.7(9)	1,873 3.3(7)	독일(22.0)	Mazak(일)
금형	938 8.0(5)	901 7.4(6)	중국(14.6)	Futaba Industry(일)
냉동공조	2,429 3.6(7)	3,324 3.8(7)	중국(14.0)	Matsushita(일)
섬유기계	1,461 6.1(6)	1,910 10.2(4)	독일(17.5)	ITEMA Group(이)
농기계	286 0.8(22)	337 0.8(23)	독일(18.5)	John Deer(미)
반도체 장비	1,375 4.2(4)	982 4.6(5)	일본(38.5)	Hitachi High-Technologies(일)

장 수요를 충분히 흡수하지 못하는 상황이다.

기계산업의 경쟁력은 한국이 선진국의 86%, 중국이 72% 수준으로 한국은 가격 대비 성능에서 강점을 보유한 Mid-Tech 제품에서 경쟁력을 보유하고 있다. Mid-Tech제품은 글로벌 경제위기와 경쟁국 화폐의 강세 하에서 국내 기계류의 세계시장 점유율 확대에 커다란 역할을 하였으나, 중국산 제품의 전세계적인 확산과 선진국의 설계변경을 통한 현지화 제품의 세계시장 역진출 확대에 추가 적인 시장확보에 제약요인으로도 작용하고 있다.

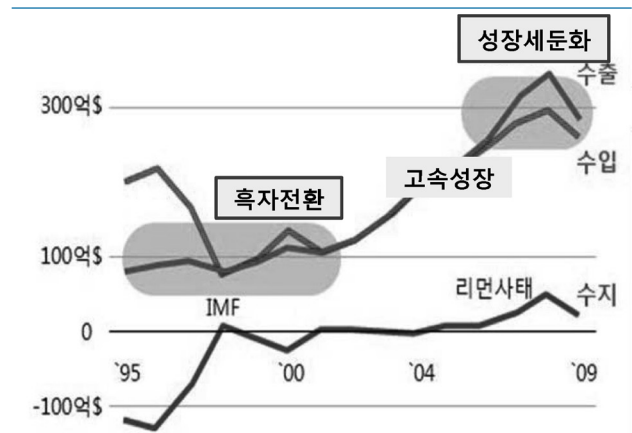


그림 2. 일반 기계산업의 교역량 [1]

## 3. 기계 산업의 6대 트렌드 [4]

전세계적인 저성장 추세가 당분간 지속될 것으로 예상되면서, 기계 산업 또한 “저성장의 장기화”에 대한 대비책 마련이 시급한 실정이다. 실제로 2012년 국내 GDP 성장율은 3년만에 최저 수준인 2.0%에 그쳤으며, 기계산업 생산 증가율도 전년대비

1/4수준을 기록하였다.

일본의 양적 완화 정책과 세계 각국의 비관세 장벽 강화 추세로 수출 의존도가 높은 기계 산업은 가장 피해를 입을 것으로 예상된다. 엔저에 따른 업종별 파급 효과 조사 시에 기계 산업은 가장 큰 피해를 입을 업종으로 조사되었으며 기계 분야 무역 기술 장벽 국내 통보수는 2001년에 비해 3배 이상 증가하였다.

신재생 에너지 산업에 대한 투자가 감소하여 태양과 풍력 등의 기계 장비 업체의 영업 실적이 악화되지만 셰일가스등 비전통 가스 자원 개발과 화석 연료의 재부상은 에너지 플랜트 산업을 전방 산업으로 둔 우리나라의 경우 어느 정도 감내가 가능할 것으로 예상된다.

세계 경제 성장을 주도했던 브라질, 러시아, 인도와 중국(BRICs)의 성장세 둔화로 기계 산업의 수출 대상이 되는 차기 고성장 신흥국을 발굴하고 이들 국가를 위한 적정 기술의 연구 개발 투자 확대 및 연구 인력의 인식 제고가 필요하다.

경제심화, 고객 니즈 세분화, 기술 융복합 확산에 따라 기계 산업 기업군이 속한 생태계의 경쟁력이 기업 경쟁력을 좌우하고 있으며 생태계 안 기업들의 공통 기반 요소인 플랫폼의 중요성이 부각되고 있다.

전세계적으로 제조업이 성장 동력으로 재조명 받으면서 생산 시설이 국내로 돌아오는 리쇼어링과 제조업 제품 경쟁력 강화를 위한 서비스화의 중요성이 부각되고 있다.

#### 4. 선진국 기계 산업의 동향

전 세계적으로 제조업이 성장 동력으로 재조명 받고 있으며 선진국 신흥국을 불문하고 제조업의 투자 유치 경쟁이 심화되고 있다. 신흥국의 인건비 상승, 유가 상승으로 인한 물류비 급증 그리고 품질 개선과 정부 인센티브를 고려했을 때 리쇼어링 장점이 더욱 부각되고 있다. 특히 미국의 리쇼어링이 본격화될 경우 제조업 신규 설비 투자에 따라 기계 산업 대미 수출도 증가할 전망이다.

독일 미국 등 기계 산업 선진국은 높은 브랜드 인지도와 우수한 딜러망을 선점하고 기계 장비만 공급하던 체제에서 현지 밀착형 마케팅을 통해 <그림 3>과 같이 서비스를 강화한 토탈 솔루션을 제공하여 고부가가치와 서비스 부문에서 많은 일자리를 창출하고 있다.

선진기업(미국의 존 디어, 일본의 아마다, 네덜란드의 스토크 테크니컬 서비스 등)은 서비스화를 통해 경쟁 우위 및 고객 가치의 차별화를 달성하고 이를 기반으로 높은 수익성과 안정적인 매출을 기록하고 있다. 예를 들어 Honeywell은 자동화된 항공기 관리 그능을 제공하는 AIMS(airplane information management system)을 개발하여 전사 서비스 부문 매출의

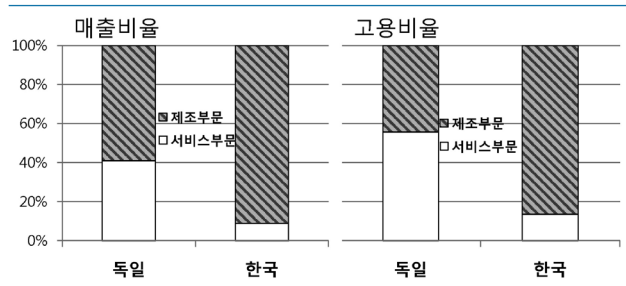


그림 3. 독일과 우리나라 기계산업의 매출 및 고용비율 [5]

약 70%를 차지하였다. 독일 기계산업에서 서비스 및 지원 분야 매출 비중은 2011년 40%에 이르며, 수익성은 단순 기계제조보다 약 4-9배 정도 높다.

#### 5. 기계산업의 기술동향 [1][3]

저탄소 녹색성장에 따른 환경규제에 맞춰 기계산업의 저탄소 기술화, 그린화가 진행되고 있다. 특히, 신냉매 냉동공조기계 및 저매연 건설기계와 폐오일 저감 공작기계 기술 개발되고 있다.

기계산업은 메카트로닉스 시대 (1980-2010), IT machinery 시대 (2010-2040), 지능형 로봇 시대 (2040-) 등 ICT와의 융합기 속화 되고 있다. 특히 기계분야는 타 분야의 융합신기술 창출을 지원하는 기반 기술로서 정보, 통신/전자, 로봇, 신소재, 환경 등 타 수요 분야의 기계분야 융합기술화 촉진하고 있다. 특히, 2015년 IT 융합가공장비의 시장규모 약 1,00억달러로 예상된다.

선진시장용과 신흥시장용 제품 기술 개발의 양극화가 가속

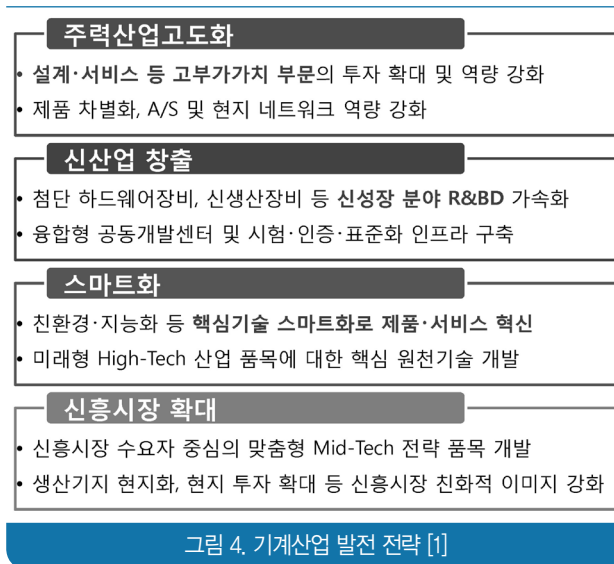
표 3. 기계산업의 SWOT 분석 [1]

<p><b>STRONG</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 수요 산업의 높은 세계 시장 점유, 글로벌 경쟁력 확보</li> <li>• Mid. Tech 분야 경쟁력 확보</li> <li>• 높은 수준의 IT 등 융복합 인프라 풍부</li> <li>• 신생산장비 분야 등 제조기반에 대한 정부 차원의 육성 정책 지속 마련</li> </ul>	<p><b>WEAKNESS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 영세한 산업 구조/높은 수출 의존도</li> <li>• 생산설비 및 부품 장기간 해외 의존으로 설계 등 핵심 원천기술 및 제품 신뢰성 부족</li> <li>• 브랜드 역량 미흡으로 인해 신규 시장 개척에 장애</li> <li>• 높은 경기 변동성, 경기 침체 시 가장 먼저 영향</li> </ul>
<p><b>OPPORTUNITY</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 녹색성장, 융합기술, 개방형 혁신, 기계산업 서비스화 등 산업 구조 재편 기회 존재</li> <li>• 신흥국 산업화에 따른 Mid Tech. 수요 지속 확대</li> <li>• 첨단 생산장비 분야 시장 형성이 초기 단계로 적기 투자를 통한 시장 선점의 가능성이 높음</li> </ul>	<p><b>TREAT</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 환경규제 · 인증제도 강화에 따른 제품 경쟁력 약화</li> <li>• 신흥 개도국과의 기술 격차 축소에 따른 시장 점유율 감소</li> <li>• M&amp;A 및 생산기지 해외 이전에 따른 선진기업의 시장 지배력 강화</li> <li>• 기계산업 선진국과 FTA 체결에 따른 국내 기업 경영 불확실성 증대</li> </ul>

될 전망이다. 즉, 선진시장용 하이테크 기술과 신흥시장용 현지화·기능단순화 제품 기술이 동시에 개발되고 있다.

## 6. 기계 산업의 발전전략 [1][3]

내외부 환경분석과 <표 3>의 SWOT 분석을 통해 도출된 기계 산업의 당면 이슈는 <그림 4>와 같이 신흥시장 공략, 서비스화를 통한 수익성 개선, 개도국의 추격 극복, IT 융합, 친환경 기술 확보에 의한 고부가가치 창출 시장 등으로 요약할 수 있다. 특히, ICT 융복합과 밀접한 관련이 있는 항목을 붉은 색으로 강조하였다.



## Ⅲ. 기계 산업의 ICT 융합

### 1. 기계 산업 ICT융합의 중요성 [6][7]

기계 산업에서 ICT 융합은 ICT의 sensing, networking, computing, actuating 기술이 부품 또는 모듈로서 내재화 및 지능화 되어 기계 산업의 생산 공정의 효율성 또는 제품 서비스 부가가치를 창출하는 현상을 말한다. 이러한 ICT 융합은 기계 산업과의 시너지 효과를 통한 가치 확대 및 가격 경쟁력 확보, 새로운 가치창출을 통한 수입대체 및 곱가가치화 등의 막대한 파급효과를 가진다.

ICT와 전통 제조업 모두에서 경쟁력을 확보하고 있는 우리나라는 ICT 융합을 통해 표 의 기계 산업 전략에 부합하며 기계 산업의 경쟁력을 확보할 수 있다. ICT 기술 융합은 기존 전통 주력 산업의 서비스화를 촉진하여 주력 산업 고도화를 이루어 낼 수 있으며 융합 첨단 신생산 장비의 R&BD를 가속화 하여 신산

업 창출에 기여할 수 있고 마지막으로 기계 산업 제품에 정보 산업 기술이 융합하여 스마트화를 이룰 수 있다.

## 2. 기계산업 ICT 융합 현황 [7]

기계산업에서의 ICT 융합은 ICT를 접목하여 제품의 성능과 기능을 확대하는 제품 차원에서의 융합, 제조 공정에서 ICT를 접목하여 생산 공정의 무인화/자동화를 통해 생산성 및 효율성을 높이는 공정 차원에서의 융합, 기계의 유지보수/사후관리에 ICT를 접목하여 고가의 만족도와 부가가치를 높이는 서비스 차원에서의 융합으로 구분할 수 있으며 국내 기계 업체의 경우 제품 차원에서의 융합이 가장 활발하게 추진되는 것으로 나타났다.

기계산업의 IT 융합은 세부 업종별로 다른 양상을 보이고 제품과 공정 IT융합을 중심으로 이루어지고 있다. 제품 생산 원가에서 IT 융합 기술이 차지하는 비중은 평균 12.4%로 아직 IT 융합 추진의 도입기이며 이로 인하여 부가가치 제고나 비용 절감과 같은 직접적인 재무 성과로 이어지지 않고 있다.

## Ⅳ. ICT 융합 사례: 초정밀 생산 분야

초정밀 생산 시스템은 LCD, PDP 등의 스피레이 산업과 자동차 산업에서의 지속적인 설비투자 확대로 날로 시장이 확대되고 있는 핵심요소이다. 초정밀 생산 시스템 분야에서는 기계부품 및 모듈에서의 IT 기술 융합 그리고 시스템 혹은 단일 기계에 IT 기술 융합인 제품 IT 융합이 산업계를 중심으로 활발하게 진행되고 있으며 최근 기계 설비 및 장치로 구성된 생산 공정의 IT 융합에 관한 연구가 학교와 연구소는 물론 산업계까지 광범위하게 진행되고 있다.

기계산업의 ICT 융합 사례로 본고의 저자들이 소속한 송실대 IT 기계 융합 센터의 연구 결과를 간략히 소개하고자 한다. 우선 부품 레벨에서 ICT 융합인 지능형 분산 제어가 적용된 단축 반발력 보상 스테이지, 제품 레벨에서 ICT 융합인 모션 네트워크가 적용된 평면 모터 시스템, 생산 공정에서의 ICT 융합인 미세 밀링 시스템 무선 원격 제어 및 모니터링 시스템을 소개한다.

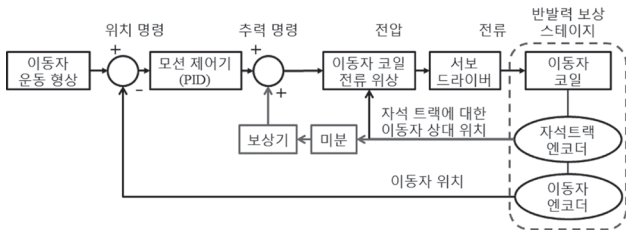
### 1. 지능 분산 제어가 적용된 단축 반발력 보상 스테이지 [8]

스테이지의 진동 저감을 위하여 이동자의 반발력을 자석 트랙의 관성 운동으로 소산 시키는 수동 반발력 보상 장치가 연구되었지만 이동자의 모션이 종료된 후에도 일정시간 자석 트랙의 진동하기 때문에 스테이지의 정밀도에 악영향을 줄 수 있

다. <그림 5(a)>와 같은 자석 트랙 속도 정보를 이용하여 드라이버 단에서 추력 명령을 보상하는 지능분산제어를 이용하여 반발력 보상 장치 적용 전의 정밀도를 회복할 수 있음을 확인하였다.



(a) 다축 반발력 보상 스테이지



(b) 지능형 분산 제어

그림 5. 지능 분산 제어가 적용된 다축 반발력 스테이지

## 2. 철심형 스마트 평면모터 [9]

반도체, LCD 등의 정밀 제조 공정의 생산성 향상을 위하여 M2M 통신에 기반한 복수 스테이지 간의 유연한 협업과 고가감속 운전에 대한 요구가 꾸준히 증가하고 있다. 하지만 생산 장비 간의 협업 부족과 갠트리 스테이지와 같은 복잡한 적층형 구조로 인하여 생산성 향상에 한계가 있었다. 따라서 M2M 통신에 기반한 자율적인 협업이 가능하고 적층 기반 스테이지 구조를 획기적으로 단순화한 차세대 생산 시스템에 대한 연구가 필요하다.

<그림 6>과 같은 복수의 센서 모듈과 리니어 모터 모듈로 구성된 철심형 스마트 평면 모터 시스템은 자석 배열 이동자의 위

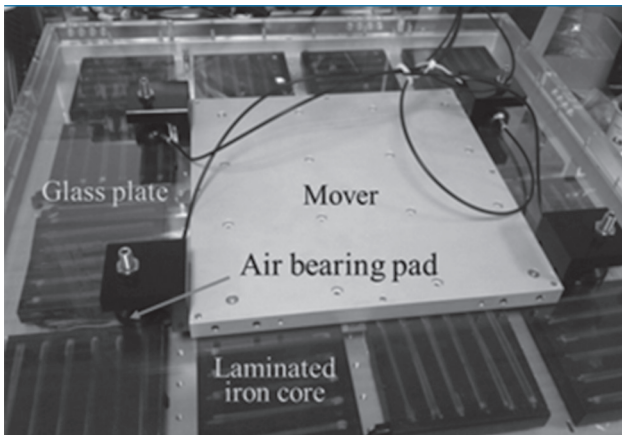


그림 6. 철심형 스마트 평면 모터

치 변동에 따른 모듈간의 유연한 협업이 요구된다. 따라서 기존의 스테이지 시스템 및 모션 제어 기술에 M2M 통신에 기반한 IT 기술의 융합하여 모듈간의 유연한 협업이 가능하도록 하였으며 이를 통하여 생산 장비의 구조적 복잡성을 획기적으로 줄이면서 유연한 평면 운동이 가능한 철심형 스마트 평면 모터 시스템을 개발하였다.

## 3. 미세 가공 원격 제어 및 모니터링 시스템 [10]

최근 산업의 발달에 따라 가공 시스템의 무인화와 관련되어 많은 연구가 이루어지고 있다. 국내 외의 많은 기업들 또한 생산 설비의 무인화 시스템을 이미 적용하고 있고 계속 발달되는 무선통신기기에 적용시키기 위한 연구가 이루어지고 있지만, 빠른 속도로 발전을 거듭하는 무선 통신 기기에 비해서 연구가 많이 부족한 실정이다. <그림 7>과 같이 원격 조종 및 감시 시스템을 구축하기 위하여 3 축 미세 밀링 가공기를 구축하였으며, 고속 스핀들을 밀링 가공에 사용하였다. 가공기를 제어하는 컴퓨터와 아이패드와의 무선 통신을 가능하게 하는 프로그램을 개발 하였다. 무선 네트워크시스템을 이용하여 가공 상태, 가공인자 조정, 피드백 등을 공간적 제한 없이 확인, 설정할 수 있다.



그림 7. 미세 가공 원격 제어 및 모니터링 시스템

## V. 결론

기계 산업은 최근 10년간 높은 성장세를 보였으나 금융위기, 선진 기계류 시장의 침체, 중국의 기계설비 자립화 등으로 성장세가 둔화되었다. 세계 경제의 불확실성이 가중되고 보호 무역주의가 득세하는 지금 신흥 시장에서의 MID-Tech 제품의 경쟁력 및 기계 산업 서비스 경쟁력 강화를 위한 수익 창출 비즈니스 모델의 변화가 강력히 요구되고 있다. 선진국의 기술 개발

동향 및 우리 나라 기계산업의 현황 분석을 통해 기계 산업 발전 4대 전략인 신형 시장 확대, 서비스화, 스마트화, 신산업 창출 등은 ICT 융합과 매우 밀접한 연관이 있기 때문에 기계 산업에서 적극적으로 추진해야 하며 본고에서 소개된 융합연구에서 ICT기술과의 융합은 신제품, 서비스로 이어져 실질적인 혁신 효과를 도출할 것임을 보여주고 있다.

## 참고 문헌

- [1] 지식경제부, 대한민국 산업기술비전 2020: 주력산업, 2010.11
- [2] 지식경제부, 2조물 경제를 앞당기는 지식 경제: 2절 일반 기계산업, 지식경제부, 2013
- [3] 산업연구원, 기계산업의 국제경쟁력 분석과 전략적 발전방안, 2012.12
- [4] 한국기계연구원 전략연구실, “2013년 기계산업이 주목해야 할 6대 트렌트 분석과 시사점”, 기계기술정책 No. 69, 2013.3
- [5] 유재호, “숨겨진 시장을 찾는 새로운 돌파구, 기계산업의 서비스화 필요”, 기계산업, 419 권, , pp. 36- 41, 2012
- [6] 김민수, “국내 제조업과 IT 산업 간의 융합 사례와 시사점”, ie 매거진 제 19권, 2호, 2012
- [6] 신용태, “창조경제의 핵심가치, 스마트 뉴딜을 통한 일자리 창출 방안”, www.digieco.co.kr, KT 경제경영연구소, 2013.4
- [7] 광기호, 송준영, 박주형, 이운규, “우리나라 기계산업의 IT 융합 추진 동향”, 2012년 대한기계학회 IT 융합부문 춘계 학술대회 논문집, pp. 105-109, 2012.6.
- [8] 유요한, 김용혁, 김경록, 안형준, “선형 스테이지용 수동 반발력 보상 기구의 지능 분산 제어”, 2013년도 한국통신학회 하계종합학술대회 논문집, 2013.5.
- [9] 김경록, 안형준, 김영한, 최동수, “평면자석배열을 이용한 철심형 평면 모터 시스템”, 한국정밀공학회 2013년도 춘계 학술대회 논문집, 2013.5.
- [10] 김보현, 문인용, 이평안, 응웬하, 김영한, “미세 밀링 가공의 원격 조종 및 감시 시스템”, 2012년 대한기계학회 IT 융합부문 춘계학술대회 논문집, pp. 159-160, 2012.6.

## 약 력



안 형 준

1995년 서울대학교 공학사  
 1997년 서울대학교 공학석사  
 2001년 서울대학교 공학박사  
 2002년~2003년 버지니아대학 기계공학과 연구원  
 2004년~2006년 서울대학교 BK21사업단 기계항공공학분야 연구조교수  
 2006년~2012년 숭실대학교 기계공학과 조교수  
 2012년~현재 숭실대학교 기계공학과 부교수  
 관심분야: 메카트로닉스, 기계-IT 융합, 정밀기계설계