

Part II : 문서파일 작성 후 업로드 (신청절차 中 3단계)

사업계획서

1. 개발기술 개요 및 필요성

당사는 본 과제를 통해서 가격상승의 주요원인인 다수의 자기센서를 이용하여 다극착자 자석이나 정밀 기어를 필요로 하지 않는 중공형 자기식 엔코더를 개발하고, 당사의 일체형 액추에이터(에일리언 드라이브)와 결합하여 제품의 성능과 크기를 획기적으로 개선할 예정이다. 이와 관련하여 세부적인 내용과 용어들을 다음과 같이 정리한다.

[로터리 엔코더] 로터리 엔코더는 회전방향의 기계적 변위량을 디지털 신호로 변환하는 각도 측정 센서로 최근에는 공작기계나 로봇의 고성능 제어를 위해서 회전부의 속도/위치의 정밀한 측정이 요구되는 분야에서 사용되며 그 중요성이 커지고 있다.

[광학식 엔코더] 광학식 엔코더는 회전축에 일정 간격으로 배치된 슬릿을 갖는 디스크와 광 검출기(발광부와 수광부)를 이용한다. 발광부의 빛이 디스크에 새겨진 슬릿을 통과하여 수광부에 도달하면, 검출기를 이용하여 디스크의 패턴을 출력하는 방식으로 슬릿의 형태에 따라서 증분형과 절대형으로 구분할 수 있다. 절대형 광학식 엔코더는 출력 신호선의 개수가 증가할 뿐 아니라, 디스크의 크기가 상대적으로 큰 단점을 갖고 있다. 이에 대한 대안으로 다음의 자기센서를 이용한 자기식 엔코더를 사용할 수 있다.

[자기식 엔코더] 자기식 엔코더는 사용되는 자기센서의 종류나 자석의 종류에 따라서 다양한 방식으로 회전축의 위치를 검출 할 수 있다. 자기센서의 종류에는 홀센서나 자기저항이 사용되고 있으며, 최근에는 반도체 집적 기술이 적용되어 반도체 IC소자 형태로도 판매되고 있다. 그림 1과 같이 자기센서의 설치 방법은 센서를 회전축의 중심부에 설치하는 On-axis 방식과 회전축의 중심부와 이격된 거리에 설치하는 Off-axis 방식으로 나뉜다. 자기센서를 Off-axis 방식으로 설치하는 경우, On-axis 방식에 비해서 측정신호의 왜곡과 노이즈가 증가하는 것으로 알려져 있다.

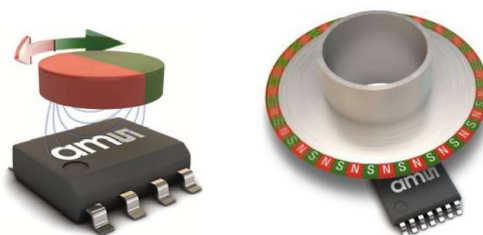


그림 1. 자기센서의 설치방법(AMS사) : On-axis 방식(좌), Off-axis 방식(우)

[일체형 액추에이터] 모터-기어-엔코더 일체형 액추에이터를 이용하는 경우, 로봇관절의 제작이 용이한 장점을 갖고 있다. 기존의 일체형 액추에이터는 출력축 위치 측정을 위해서 On-axis 방식으로 자기센서를 탑재하고 있으며, 자기센서 탑재를 위한 추가적인 메카니즘의 설계방법이 일부 업체들에 의해서 선점되고 있는 상황이다. 그러나, 현재의 자기식 엔코더 기술은 On-axis 방식보다는 중공축 디자인이 가능한 Off-axis 방식이 비약적으로 발전하고 있는 상황으로써, 당사는 Off-axis 방식을 적용한 자기식 엔코더 기술과 이를 탑재한 일체형 액추에이터 개발의 필요성을 인식하게 되었다. 우수한 성능의 제품을 제작하기 위해서는 앞서 언급한 Off-axis 방식의 단점들(신호 왜곡)을 극복하기 위한 기술개발이 필요하다.

2. 개발기술의 독창성 및 차별성

2.1. 기존의 제품(기술)

제작사	RLS	RLS	ichaus
모델명	AKSIM series	Orbis	MU1C
국적	슬로베니아	슬로베니아	독일
제품 형태			
출력	Absolute	Absolute	Absolute
방식	Magnetic multi pole	Magnetic 2pole	Magnetic multi pole
분해능	20bit	14bit	17bit
최대속도	10,000RPM	10,000RPM	12,000RPM
특징	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 다극작자 자석 사용 ▷ 자석의 형태로 인해 사이즈가 정해져 있음 ▷ 고속 신호처리를 요하는 방식으로 전체 모듈 단가가 상대적으로 높음 	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 단면2극 자석 사용 ▷ 자석의 사이즈를 유동적으로 조절할 수 있음 ▷ 자석과 신호처리부의 간격이 변경되면 교정이 필요함 	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 두개의 다극작자 자석 이용 ▷ 자석의 형태로 인해 중공 사이즈가 정해져 있음 ▷ 고속 신호처리를 요하는 방식으로 전체 모듈 단가가 상대적으로 높음
제작사	Zettlex	US Digital	HEIDENHAIN
모델명	IncOder	A2K	ECA 4400
국적	영국	미국	독일
제품 형태			
출력	Absolute	Absolute	Absolute
방식	Inductive	Optical	Optical scanning
분해능	21bit	12bit	29bit
최대속도	9,000RPM	3,600RPM	20,000RPM
특징	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 로터와 스테이터가 일체형으로 구성되어 있어 설치하기 쉬움. ▷ 자석 등의 금속 재질의 물질이 적게 들어가 가볍게 제작할 수 있음. ▷ 신호처리부의 구성이 복잡하고 PCB구성이 6층 이상으로 구성되어 제작 단가가 마그네틱 방식보다 높음. 	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 광학식 디스크 사용. ▷ 디스크의 재질상 외부 충격에 취약함. ▷ 최대 회전속도가 마그네틱 방식 엔코더에 비해 상대적으로 낮음. ▷ 패키징 형태로 인해 액추에이터 제품과 통합하기 어려움이 있음. 	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 레퍼런스마크를 광학 스캔하는 방식으로 분해능이 높음. ▷ 오염에 상대적으로 취약함. ▷ 디스크 드럼 소재가 철로 되어있어 29bit 출력 기준 3.8kg에 해당함. ▷ 헤드 무게가 상당하여 액추에이터 출력에 부담을 줄 수 있음.

표 1. 절대형 로터리 엔코더 제품과 적용된 기술 분석

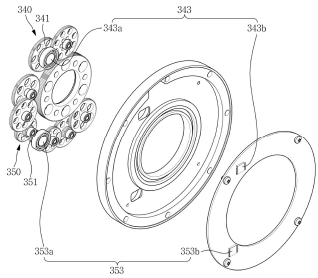
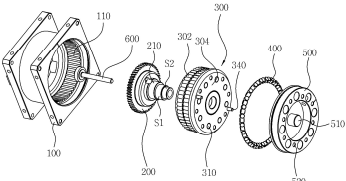
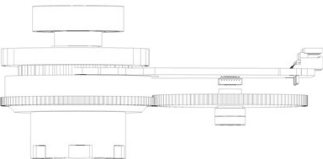
제조사	(주)민트로봇	(주)로보티즈	(주)에일리언로봇
제품 형태			
특징	다수의 스퍼기어들을 설치하고, 스퍼기어들의 기어비를 조합하여 출력축과 1:1 회전비를 유지하는 2개의 스퍼 기어들 (340, 350)의 회전축에 각각 자기센서(343b, 353b)들을 설치하는 on-axis 방식. 중공형 디자인에 장점을 갖고 있으나 다수의 스퍼 기어 사용으로 인한 무게 증가와 구조가 복잡한 단점을 갖고 있음	기어를 관통하는 중공형 샤프트를 설치하고, 중공형 샤프트 내부에 회전 로드를 관통시켜서 회전로드(600)의 끝단에 자기센서()를 설치하는 on-axis 방식. 중공형 디자인이 용이한 2단 사이클로이드 기어의 내부를 사용하는 독특한 방식이지만, 회전 로드 설치로 인해서 중공형 디자인이 불가능한 단점을 갖고 있음	사이클로이드 기어의 출력 부재에 스퍼 형상을 성형하고, 출력축과 1:1 회전비를 갖는 스퍼기어의 회전축에 자기센서를 설치하는 on-axis 방식. 축방향 길이가 감소하고 중공형 디자인이 가능한 장점을 갖고 있지만 동력 전달을 위한 출력 부재의 스퍼 형상과 스퍼기어의 마모로 인하여 위치 측정 오차가 발생할 수 있음

표 2. On-axis 방식의 자기센서를 탑재한 기존의 일체형 액추에이터

2.2. 제안하는 방법의 독창성 및 차별성

표 2에서 보이는 바와 같이 추가적인 메카니즘(기어, 회전로드)이 필요한 단점에도 불구하고 On-axis 방식이 사용되고 있는 이유는 다음과 같다.

- 다극착자 자석을 사용한 Off-axis 방식 : 다극착자 자석(multi pole magnet)의 제작은 단면2극 자석(two pole magnet)에 비해서 상대적으로 어렵고, 절대위치 검출이 까다로운 단점을 갖고 있음(N극과 S극을 특수한 형태로 배열, 위상 차이를 갖고 있는 두 개의 링 마그넷 사용)
- 단면2극 자석을 사용한 Off-axis 방식 : 자석으로부터의 이격거리로 인해서 발생하는 하모닉 에러와 비선형성을 극복하기 위해서 비교적 복잡한 신호처리 방법이 요구됨

제안하는 Off-axis 방식은 상기의 단점들을 해소할 수 있기 때문에 기존의 On-axis 방식을 충분히 대체 가능할 것으로 예상된다. 구체적으로, 그림 2는 제안하는 방법이 적용된 일체형 액추에이터의 구성도를 나타낸다. 제안하는 방법은 다수의 자기센서(그림에서는 편의상 6개 표기)를 이용하여 Off-axis 방식의 한계점을 극복한다. 최근 완제품 형태로 판매중인 절대형 자기 엔코더 중에서도 제안하는 방법과 같이 단면2극 자석이 사용된 제품은 RLS사의 Orbis(표 1 참고)가 유일하다.

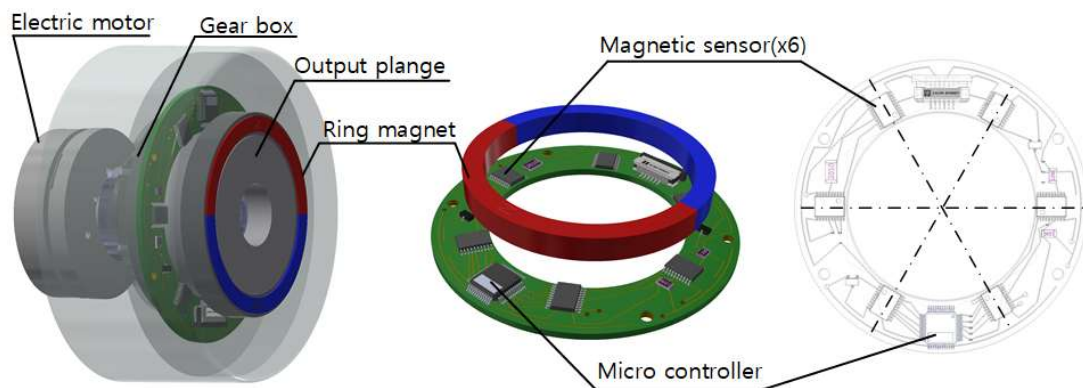


그림 2. 제안하는 방법을 적용한 일체형 액추에이터

제안하는 방법의 특징은 다음과 같다.

- **단면2극 자석** : 다극작자 자석은 단면2극 자석에 비해서 비교적 복잡한 형태의 착자요크를 이용하여 제작되기 때문에 생산이 까다로울 뿐 아니라 절대위치 측정을 위해서는 특수한 형태로 N극과 S극을 배열해야하는 문제점을 갖고 있었음. 반면, 단면2극 자석은 비교적 제작이 간단하고 절대위치 측정이 용이하기 때문에 제품의 생산성과 가격 경쟁력을 크게 올릴 수 있음
- **신호 처리부** : 단면2극 자석을 사용하는 경우, 자속과 직각방향인 센서의 출력이 미약하여 측정 오류가 발생할 뿐 아니라 노이즈에 의해서 신호의 왜곡이 발생함. 제안하는 방법은 고분해능의 ADC와 다수의 자기센서(그림에서는 편의상 6개 표기)를 자석 주위에 특정 간격으로 배치하여 신호의 왜곡을 보상할 수 있는 신호처리 기법을 탑재함
- **중공형 디자인** : 표 2에서 언급한 추가적인 메카니즘(회전로드, 기어 등)이 필요 없기 때문에 제품의 무게와 설계 복잡도를 크게 줄일 수 있음. 특히, 일체형 액추에이터에 탑재하는 경우 출력축에 자기센서와 링자석이 직접 설치되어 컴팩트한 크기의 중공형 디자인이 가능함

3. 기술개발 준비현황

3.1 선행연구 결과

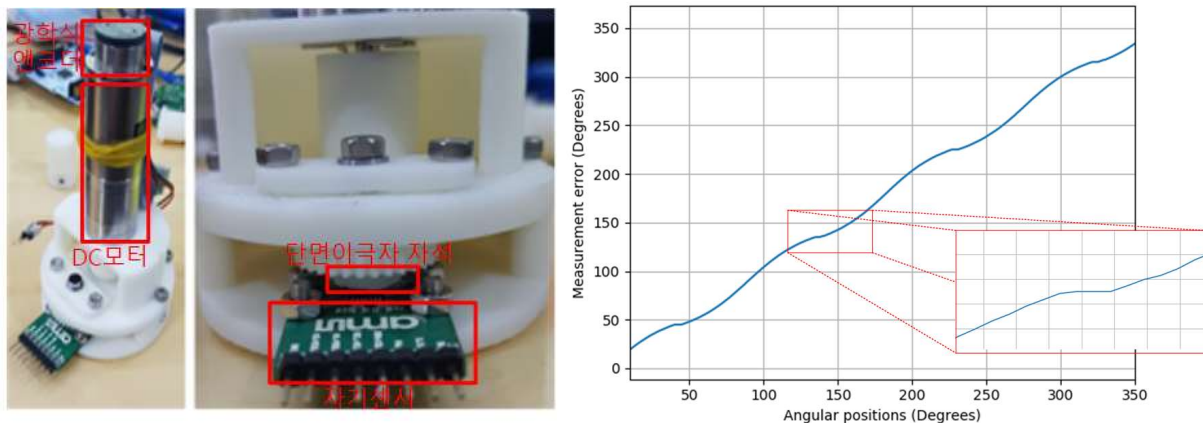


그림 3. 단일 자기센서의 간이 시험장비(좌)를 이용한 각도측정 시험결과(우)

그림 3은 Off-axis 방식의 문제점을 확인하기 위해서 제작된 간이 시험장비를 나타낸다. 실험결과에서 보이는 바와 같이 단일 자기센서를 사용하여 각도를 측정하는 경우, 약 10도 이내의 하모닉 오차와 특정 구간에서 각도 변화량을 제대로 검출하지 못하는 문제점을 갖고 있다. 자기센서 제조사(AMS, Broadcom)와 논의를 통해서 파악된 문제의 원인을 다음과 같이 정리한다.

- 일반적으로 각도측정을 위한 자기센서 IC는 내부에 xy축 방향(그림 4)으로 탑재된 두 개의 셀이 각각 90도 위상차이를 갖는 정현파가 형태가 되도록 설계되어 있으며, arctangent 함수를 통하여 각도를 취득하도록 설계되어 있음. 자석과 PCB 실장 시 자기센서의 위치가 자석과 동심상에 위치하지 못하여, 자석이 센서에 대해서 상대적으로 편심 회전하므로 두 개 셀에서 측정한 자기력 세기 오차가 각도의 하모닉 오차로 나타날 수 있음
- 제조사는 On-axis 방식의 테스트를 통해서 자기센서와 자석의 이격거리, 자석의 세기 등 적절한 설치방법을 제공하고 있음. 반면, Off-axis 방식은 사용자에게 따라서 기구의 형태와 설치방법이 상이하므로 자기센서 제조사는 이에 대한 설치방법을 제공하는 것이 쉽지 않음. 설치방법에 따라서 자기센서의 포화현상이나 분해능 문제가 높은 가능성으로 나타날 수 있으며, 심지어 자속의 변화량 검출이 불가능한 상황이 발생할 수 있음

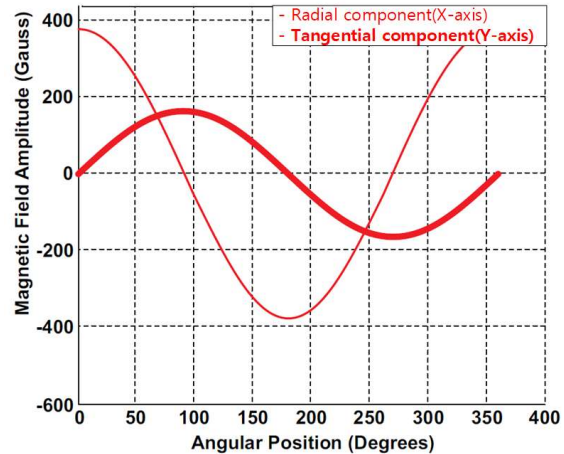
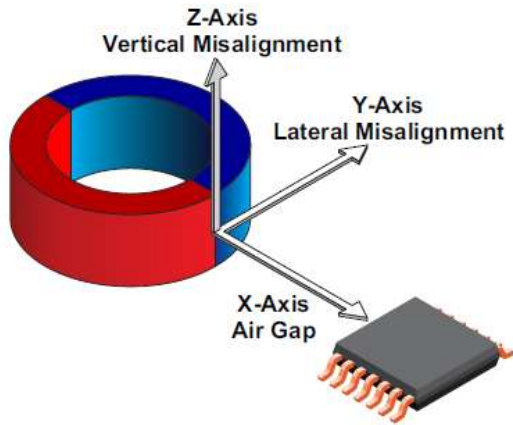


그림 4. Off-axis(좌) 방식의 자기센서 배치 방법과 X,Y축 방향 자속 크기(우)

3.2 상용화를 위한 해결책

- 자석의 종류와 자기센서의 설치 방법 : 기존의 자기센서를 On-axis 방식으로 설치하는 경우에는 약 300G 정도의 자속 세기를 갖는 자석과 자기센서는 이로부터 약 수mm 이내로 이격하여 설치할 것을 권장하고 있지만 Off-axis 방식에 대해서는 추가적인 연구가 필요한 실정임. 자기해석 시뮬레이션, 혹은 실험을 통해서 적절한 자석의 크기와 두께, 자기센서의 설치 위치 등을 선정할 필요가 있음
- 3축 시험 장비 구축 : 그림 3의 간이 시험장비를 이용하여 Off-axis 방식의 문제점을 간략하게 살펴 볼 수 있었지만 보다 명확한 원인 분석과 해결책의 효과를 확인하기 위해서는 정밀한 시험장비를 구축할 필요가 있음.
- 다수 센서를 이용한 측정 오차 보정 방법 : 해외에서는 다수의 센서들을 배치하여 단일센서의 한계점을 극복하기 위한 연구가 진행되고 있음. 본 과제를 통해서 개발하는 자기 엔코더에도 다수 센서를 이용한 신호처리 알고리즘이 탑재하여 해외의 우수한 제품(Orbis)에 준하는 성능을 갖도록 제작하겠음
- 재교정 방법 : 자기식 엔코더의 특성 상 자석의 열화나 온도 변화로 인해서 재교정이 필요할 수 있는데 기존의 대표적인 재교정 방법은 제조사에서 권장하는 회전속도로 회전축을 회전시키고, IC의 내부 교정 기능을 사용하는 것임. 그러나, IC 자체의 교정기능은 On-axis 방식을 가정하고 설계되어 있기 때문에 Off-axis 방식을 위한 재교정 방법을 개발하여 탑재하겠음

3.2 지식재산권 확보·회피 방안

- 로봇 관절용 일체형 액추에이터를 자체적으로 개발하는 업체로 한정한다면 자기센서를 응용한 일체형 액추에이터의 출력축 회전각도 측정 방식의 지식재산권 확보에 대해서 관심을 갖는 업체들은 아직 적은 편으로 예상됨
- 기존의 로봇업체들이 확보한 지식재산권은 모두 On-axis 방식을 응용하는 형태로서 추가적인 메카니즘(기어, 회전로드 등)의 설계가 필수적이지만 제안하는 방식은 다수의 센서를 사용하는 Off-axis 방식으로 기존 지식재산권을 완벽하게 회피할 수 있음. 즉, 지식재산권의 회피보다는 빠른 확보의 중요성이 더욱 클 것으로 생각됨
- 제안하는 Off-axis 방식 자기식 엔코더 기술을 이용한다면 컴팩트한 크기의 일체형 액추에이터 제작이 가능함. 당사는 로봇기술에 대해서 이해도가 높은 특허법인과 일체형 액추에이터에 대한 특허출원을 진행한 경험이 있음. 기 특허 법인과 함께 제안하는 방법을 적용한 일체형 액추에이

터(그림 2)의 특허를 빠른 시일 내로 가출원 진행하여 지식재산권을 선점하고, 본 과제가 종료되는 시점에는 국내 출원이 가능할 것으로 예상함

<표> 개발대상 기술(제품, 서비스 등) 관련 지식재산권

지식재산권명	지식재산권출원인	출원국/출원번호
① 구동축의 절대 위치 산출 장치 및 방법	전자부품연구원	한국/10-1509578
② 고성능 비접촉식 엔코더를 갖춘 중공형 액츄에이터	(주)민트 로봇	한국/10-1769307
③ 사이클로이드 감속기의 위치 피드백 장치	(주)로보티즈	한국/10-1308738
④ METHOD FOR MAGNETIZING RING MAGNET AND MAGNETIC ENCODER	Harmonic drive systems Inc.	미국/US7498914B2
⑤ MAGNETIC OUT-OF-AXIS ANGLE SENSING PRINCIPLE	Infineon Technologies Ag	미국/US8952683B2
⑥ ABSOLUTE MAGNETIC POSITION ENCODER	Walter MEHNERT	미국/US20100213927A1

3.3 기술유출 방지대책

- 사내 임직원을 대상으로 기술자료를 취급하는 방법에 대한 보안의식 교육을 실시하여 보안 역량 강화할 계획임
- 내부적으로 보안자료를 취급하는 기준을 갖추고 프로세스를 정형화 하여 체계적인 보안시스템을 차차 갖추어 나갈 예정
- 지적재산권 내부적으로 보안자료를 취급하는 기준을 갖추고 프로세스를 정형화 하여 체계적인 보안시스템을 차차 갖추어 나갈 예정
- 퇴직자에 대한 보안서약서를 의무화 하여 정보유출에 대한 사전 경각심 제고
- 연구원과의 고용계약 시 재직 중 연구개발한 제품과 기술 소유권이 회사에 있음을 명시하고 지속적 교육

4. 기술개발 목표 및 내용

4.1 기술개발 최종목표

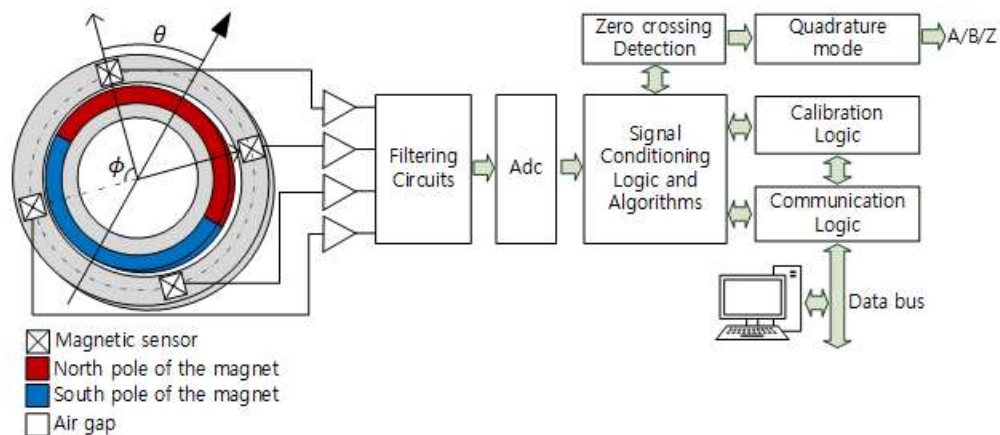


그림 5. 제안하는 자기식 엔코더의 개념도

그림 5는 제안하는 자기 엔코더에 적용되는 신호측정부의 개념도를 나타낸다. 자기센서로 자석의 회전각을 검출하는 경우, 자속과 직각방향인 센서의 출력이 미약하여 측정 오류가 발생할 뿐 아니라 노이즈에 의해서 신호의 왜곡이 발생한다. 다수의 센서(2개 이상)와, 고분해능의 ADC, 그리고 적절한 신호처리 기법을 사용하여 측정 오차를 최소화 할 수 있다. 마이크로 컨트롤러에는 센서의 노이즈와 신호 왜곡을 보정하여 각도를 측정하는 Signal Conditioning logic과 알고리즘, 통신을 통해서 위상각을 재교정하는 Calibration logic이 탑재된다. 또한, 시제품의 시험평가를 용이하게 하기 위해서 광학식 엔코더(A/B/Z 펄스전압)와 동일한 출력이 가능하도록 Zero crossing detection 기능, Quadrature mode 기능 등을 추가할 계획이다.

<표> 성능지표 목표 및 측정방법

주요 성능지표 개요 >					
주요 성능지표 ¹⁾	단위	최종 개발목표 ²⁾	세계 최고수준 ³⁾ (보유기업/보유국)	가중치 ⁴⁾ (%)	측정기관 ⁵⁾
1. 각도 분해능	bit	14bit 이상	14bit (RLS, 슬로베니아)	40	한국기계전기전자시험연구원
2. 최고 회전속도	rpm	5,000rpm 이상	10,000rpm (RLS, 슬로베니아)	30	한국기계전기전자시험연구원
3. 출력전압	V(low) %(high)	0.5V 이하(low) 50% 이상(high)	-	20	한국기계전기전자시험연구원
4. 소비전류	mA	100mA 이내	65mA (RLS, 슬로베니아)	10	한국기계전기전자시험연구원
※ 수행기관 자체 측정 지표 사유					
< 시료 정의 및 측정방법 >					
주요 성능지표	시료정의	측정시료 수 ⁶⁾ (n≥5개)	측정방법 ⁷⁾ (규격, 환경, 결과치 계산 등)		
1. 각도 분해능	자기 엔코더 시제품	5	RS B 0159, 정회전과 역회전 방향으로 각각 1회전 시켰을 때 출력되는 펄스의 수를 측정한다.		
2. 최고 회전속도 (최대응답 주파수)	자기 엔코더 시제품	5	RS B 0159, 신호선 길이는 2±0.5m 이내에서 제품의 최대 회전수로 회전시키고, 엔코더 출력의 펄스 수를 측정한다.		
3. 출력전압	자기 엔코더 시제품	5	RS B 0159, ±1%이내의 전압을 공급한다. 높은레벨 출력전압은 공급전압의 50% 이상, 낮은레벨 출력전압은 공급 전압 6V 이하는 0.5V 이하, 6V 이상은 1V 이하여야 한다.		
4. 소비전류	자기 엔코더 시제품	5	RS B 0159, 무부하(no load) 상태로 ±1% 이내의 전압을 공급하고 소비전류를 측정한다.		
※ 시료수 5개 미만 (n<5개) 지표 사유					

4.2 기술개발 내용

1. **시험 장비 구축** : 그림 6은 자기센서의 시험을 위한 시험장비의 형태를 나타낸다. 1축의 회전운동을 하는 로터리 액추에이터와 3축의 선형운동이 가능한 마운트, 고분해능 ADC가 탑재된 데이터 취득 장치(DAQ) 구성된다. 시험 장비의 로터리 액추에이터로 자석을 회전시키고, 마운트로 자기센서의 위치를 변경하면서 Off-axis 방식으로 탑재된 자기센서의 출력신호를 확인할 수 있다.

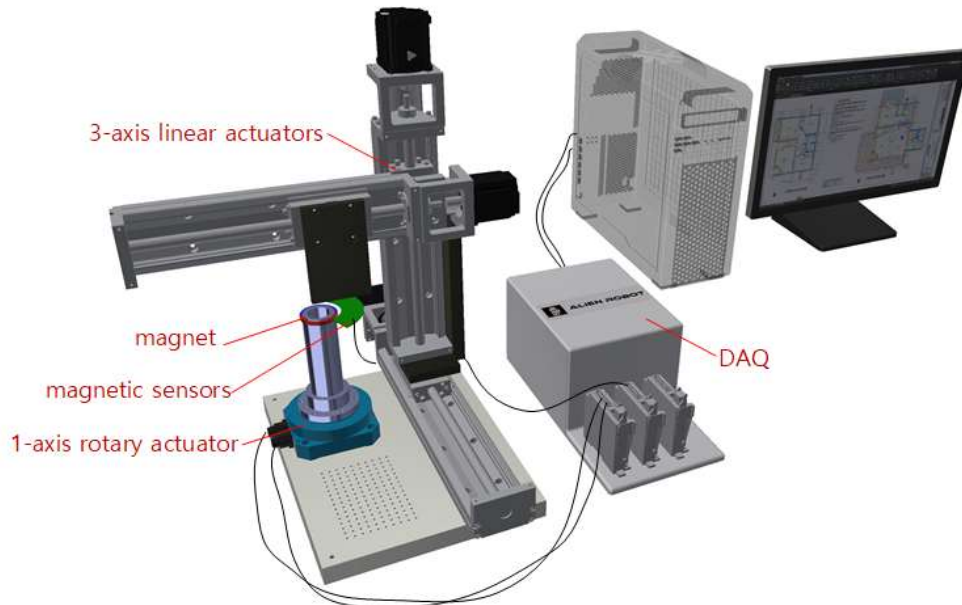


그림 6. 자기센서 시험을 위한 4축(1축-회전, 3축-이동) 시험 장비

2. **신호처리 알고리즘 개발** : 그림 6의 시험장비를 이용하여 자석과 자기센서의 설치위치에 대한 타당성을 검증하고, 검증된 시험결과를 바탕으로 다수의 자기센서를 이용한 알고리즘을 개발한다. 다수의 자기센서를 이용한 기존의 연구결과로는 한 개의 축당 여러개의 센서를 배치하는 방법, 2개의 센서를 90도의 위상 차이를 갖도록 배치하는 방법 등이 제안된 바 있다. 한편, 본 과제 기술개발목표를 달성하기 위한 핵심적인 알고리즘은 Signal conditioning부(그림 5)에 탑재되며, 이는 자기센서의 개별 노이즈와 비선형성을 보정하는 전처리(pre-processing)단계와 모든 센서들의 정보들을 취합하여 각도를 측정하는 후처리(post-processing) 단계로 나뉜다.
 - 전처리 단계 : x축과 y축으로 각각 2개의 자속측정 셀이 배치된 자기센서를 사용하여 차동입력을 통해서 노이즈를 저감하고, 측정 비선형성은 구간선형화 방법이나 FFT를 사용한 하모닉스 보상 방법으로 교정한다.
 - 후처리 단계 : 다수 센서에서 측정된 신호를 결합하여 각도를 출력한다. 전처리 단계에서 자기센서들의 출력신호가 충분히 잘 교정되어 정현파 형태로 출력된다고 가정한다면, 전기모터에서 주로 사용되는 dq변환 알고리즘을 사용할 수 있다. 잘 알려진 3상 dq변환이나 다상 모터에서 사용되는 다상(multi-phase) dq변환을 통해서 90도 위상차이를 갖는 두 개의 정현파 신호로 변환하고, arctangent함수를 이용하여 각도를 검출할 수 있다. 혹은, 광학식 엔코더와는 다르게 정현파가 출력되는 자기식 엔코더의 특징을 적극적으로 활용하여 Phase locked loop(PLL) 기술을 적용할 수 있을 것이다. PLL은 3상 계통 전압의 위상각 검출 용도로 전력전자분야에서 주로 사용되고 있으며, 정현파의 고조파 왜곡까지 함께 고려한 연구결과들이 다수 제안되어 있다. 이러한 선행 연구결과들을 응용한다면 전처리 단계가 다소 부정확하더라도 후처리 단계에서 추가적인 교정이 가능할 것으로 기대한다.

3. **시제품 제작 및 성능시험** : 제안하는 방식을 적용한 Off-axis 방식 자기식 엔코더 시제품을 개발하고, 시제품의 성능을 공인시험을 통해서 검증한다. 이 단계에서는 시험장비를 통해서 검증된 알고리즘을 마이크로 컨트롤러나 FPGA에 탑재할 수 있도록 구현하고, PCB 제작과 공인시험을 위한 준비 등 상당한 시간이 소요될 것으로 예상된다. 신규인력을 미리 확보하여 시제품 제작기간을 최대한 단축할 계획이다.
4. **제품화 및 시장성 검증** : 개발된 자기식 엔코더 시제품을 당사의 일체형 액추에이터와 결합하여 성능과 크기를 획기적으로 개선할 예정이다. 개선된 제품은 로봇 연구단체와 함께 제품의 베타 테스트를 진행하여 시장 경쟁력을 검증한다(세부 내용은 7절 참고).

4.3 수행기관별 업무분장

수행기관	담당 기술개발 내용	기술개발 비중(%)
주관기관	(주)에일리언로봇	100
공동개발기관		
참여기업		
위탁연구기관		
수요처		
외주용역처리		
총 계		100%

4.4 세부 추진일정

차수	세부 개발내용	수행기관 (주관/참여/ 수요처/ 위탁 등)	기술개발기간												비고
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1차 년도	1. 계획수립 및 자료조사														시험 장비 구축
	2. 시험장비 설계도면 작성														
	3. 시험장비 제작														
	4. 단일센서 특성 시험														신호처리 알고리즘 개발
	5. 다수센서 알고리즘 개발														
	6. 엔코더 시제품 제작														시제품 제작
	7. 엔코더 시제품 성능시험														
	8. 액추에이터 결합/제품화														제품화/ 시장성 검증
	9. 제품 베타 테스트														

5. 주요 연구인력

성 명 (구분)	경력사항			전 공 (학위)	최종학 력
	연 도	기 업(관) 명	근무부서/직위		
이선우 (과제책임자)	2002~2005	(주)한국이노코, (주)L&K로직코리아	프로그래머/사원	제어 계측	박사
	2017~2018	(주)에일리언로봇	대표이사		
이국선 (핵심개발자)	2016~2017	서울과학기술대학교	연구원	제어 계측	박사
	2017~2018	(주)에일리언로봇	기술이사		
(핵심개발자)	~				
(참여기업 과제책임자)	~				
	~				

6. 연구시설·장비보유 및 구입현황

구 분		시설 및 장비명	규 격	구입 가격* (백만원)	구입 년도	용 도 (구입사유)	보유기관 (참여형태)
기보유 시설· 장비 (활용가능 기자재 포함)	자사 보유	로직아날라이저	1대	1.0	2016	연구개발	(주)에일리언로봇
		오실로스코프	1대	1.8	2016	연구개발	(주)에일리언로봇
		오실로스코프	1대	4.0	2016	연구개발	(주)에일리언로봇
		전류프로브	1대	0.7	2016	연구개발	(주)에일리언로봇
		DLP 3D 프린터	1대	3.5	2016	프로토 타이핑	(주)에일리언로봇
		FDM 3D 프린터	1대	3.0	2016	프로토 타이핑	(주)에일리언로봇
		FDM 3D 프린터	1대	3.0	2017	프로토 타이핑	(주)에일리언로봇
		리워크스테이션	1대	1.2	2016	연구개발	(주)에일리언로봇
		드릴링머신	1대	1.0	2016	프로토 타이핑	(주)에일리언로봇
		태핑드릴링머신	1대	2.0	2017	프로토 타이핑	(주)에일리언로봇
		워크스테이션	1대	4.0	2017	설계, 디자인	(주)에일리언로봇
		3축 가공기	1대	50.0	2017	프로토 타이핑	(주)에일리언로봇
		파워서플라이 2CH	1대	0.6	2016	연구개발	(주)에일리언로봇
		파워서플라이 1CH	1대	0.3	2017	연구개발	(주)에일리언로봇
		소계		76.1			
	공동 장비 활용						
		소계					
신규 확보가 필요한 시설· 장비	임차						
		소계					
	구입	NI DAQ, Motion Controller PCI Type	1set	20.0	2018	연구개발	(주)에일리언로봇
		고속 스피들 with Controller	1set	3.0	2018	연구개발	(주)에일리언로봇
		정밀 Direct Drive System	1set	3.0	2018	연구개발	(주)에일리언로봇
		파워서플라이	1대	2.0	2018	연구개발	(주)에일리언로봇
		소계		28.0	2018		

7. 사업화 계획

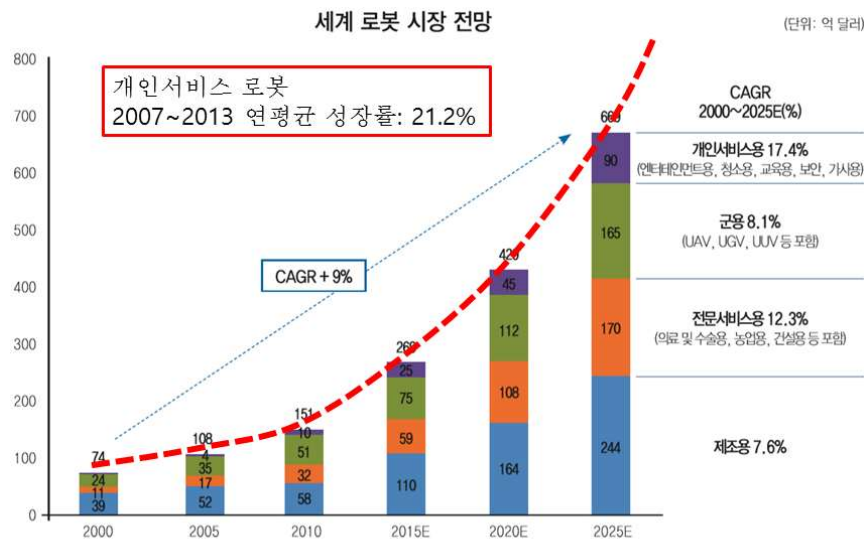
7.1 사업화 실적

사업화 품목명 (사업화 연도)	품목용도	품질 및 가격경쟁력	수출여부	판매채널 (온·오프라인)
2017~2018	로봇용 스마트 액추에이터	제품 단가가 경쟁사 대비 가격이 1/3 이하로 가격경쟁력이 있고 품질 은 유사한 수준으로 평가됨	수출 준비중	전세계 전문 로봇 샵 리테일러 활용

7.2 국내·외 시장규모

구 분	현재의 시장규모(2018년)	예상 시장규모(2025년)
세계 시장규모	25,000억원	90,000 억원
국내 시장규모	1,000 억원(추정)	1,200 억원(추정)
산출 근거	- 세계시장: 보스턴 컨설팅그룹 (The Rise of Robotics, 2014) - 국내시장: 로봇산업실태조사 (2013) 참고, KISTI 추정치 참고	

- 보스턴 컨설팅 그룹의 보고서에 따르면 자동화기술의 발전으로 2025년까지 개인서비스용 로봇의 수요가 가파르게 성장 할 것으로 예상하고 있음
- 이에 따라 로봇의 기본 구성 요소인 소형 서보모터의 수요도 폭증하게 될 것으로 예상 됨

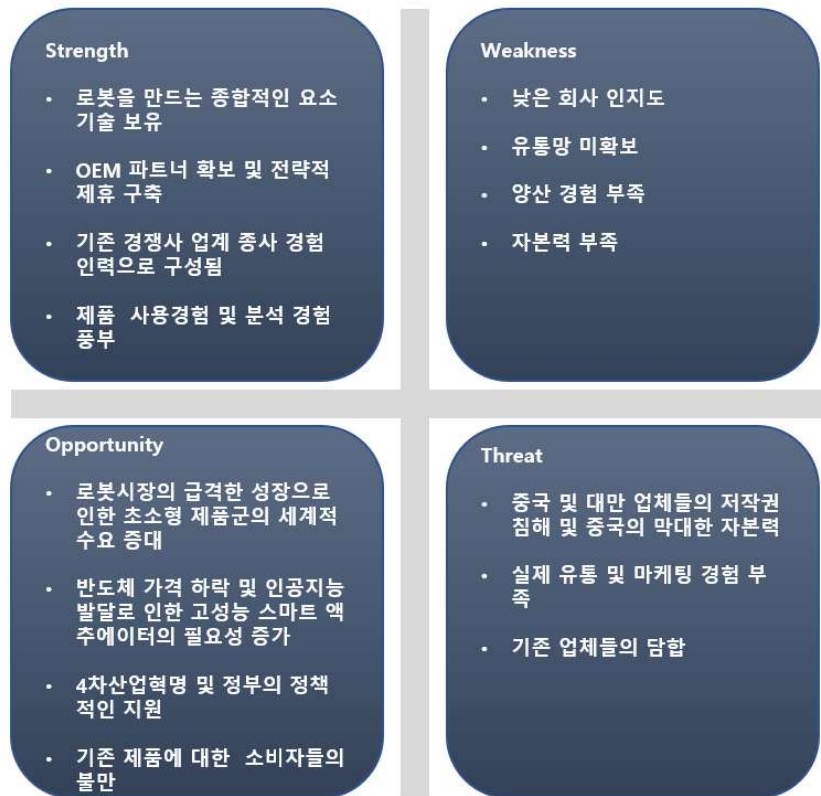


※자료: The Rise of Robotics, Boston Consulting Group, 2014

7.3 국내·외 주요시장 경쟁사

경쟁사명(서보)	제품명	판매가격 (천원)	연 판매액 (천원)
① (주)로보티즈	Dynamixel	300	8,100,000
② (주)로보빌더	S.A.M	150	1,400,000
③ (주)디에스티로봇	HerkuleX	150	1,195,000
④ (주)하이텍알씨디코리아	Hitec Servo	30	10,400,000
⑤ Hebi Robotics	X-5	3,400	-
⑥ ANY Robotics	ANY Drive	8,100	-

SWOT 경쟁력 분석



- 기존 경쟁제품에 풍부한 경험을 이용해 치밀하게 분석하고 성능 개선 및 개발 시간 단축
- 회사의 이미지 제고를 위한 다양한 SNS를 통한 홍보 활동
- 국내외 로봇 관련 온/오프라인 유명마켓 및 유통망 활용
- 협력업체 사전 발굴 및 검증을 통한 안정적인 양산 유도
- 정부의 신 성장 동력 사업 관련 지원정책을 적극 활용
- 로봇 시장의 양적 확대 및 타겟팅 하고 있는 소형 액추에이터 시장의 수요를 명확히 분석/대응
- 소비자들의 불만과 요구를 적극적으로 참고하여 경쟁사보다 빠른 개선
- 개발 관련 보안관련 유지를 통해 해외 기술 유출 방지를 위한 특허 적극 활용

7.4 제품화 및 양산, 판로개척

1) 제품화 계획

- 본 연구과제를 진행되는 센서기술은 본사에서 기 개발된 로봇용 스마트 서보 액추에이터에 탑재하여 기존 제품을 획기적으로 개선할 계획임
- 본 기술로 파생되는 상세 특허 출원 예정
- 서보모터 모듈부품과 완제품 두 가지 형태로 제품화 할 계획임
- 소형 서보모터 모듈 : 자체 기술로 기 개발된 사이클로이드 감속기, 인버터 회로, 네트워크 회로가 일체화된 지능형 액추에이터로 본 과제수행을 통해 새로운 센서 모듈을 탑재하여 함께 제품을 생산/ 판매 예정
- 소형 휴머노이드 로봇 완제품 : 제품화한 소형서보모터 모듈을 사용하여 자율구동이 가능한 이족 보행 모션 및 인간과 상호작용이 가능한 대화형 인공지능 소프트웨어 플랫폼을 제공

2) 양산화 계획

- 본 제품의 양산에 필요한 부품 및 가공 조립을 위해 신용보증기금에서 자금 확보를 진행중 임
- 당사의 창업멤버들은 PCB 설계 및 SMT까지 진행 및 품질관리 경험을 직접 보유하고 있음
- 부품 가공의 경우 당사에서 머시닝센터를 1기 보유하고 있어 부분적으로 직접 생산이 가능함
- 본격적인 제조 생산을 위해 OEM 협력업체인 (주)OOO의 생산 설비를 활용하여 양산이 가능 함
- 협력업체는 해외에 위치한 공장에서 설계 도면에 따라 부품을 자동화설비로 한 번에 가공처리 하여 후처리 공정을 최소화 시켜 원가절감 경쟁력에 노하우를 갖고 있음

3) 판로개척

- 제품에 대한 홍보가 부족한 초기에는 사용자를 얼리어답터 대상으로 타게팅 하고 있으며 대학이나 기업 연구소 집단, 취미 창작가, 또는 신제품 선행기술 개발부서등에서 프로토타이핑 용도로 수요가 있을 것으로 예상함

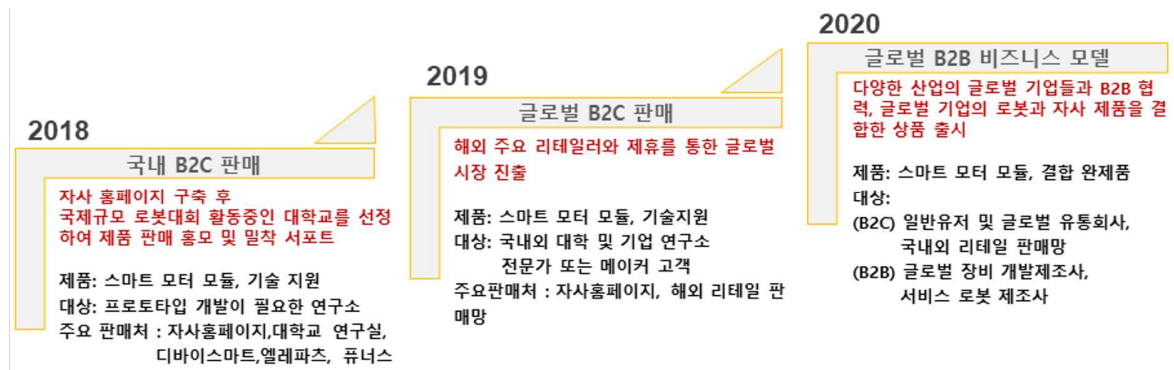
<표> 기술개발 후 국내 · 외 주요 판매처 현황

판매처	국가 명	판매 단가 (천원)	예상 연간 판매량(개)	예상 판매기간(년)	예상 총판매금 (천원)	관련제품
Robotshop	US, EU	500				
Pololu	US	500				
RoboSavy	US, EU	500				
Hobbyking	US, EU, HK	500				

7.5 투자 및 판매계획

구 분		(2018)년 (기술개발 전년)	(2019)년 (개발종료 해당년)	(2020)년 (개발종료 후 1년)	(2021)년 (개발종료 후 2년)
사업화 제품		-	30W급 서보모듈	100W급 서보모듈	200W급 서보모듈
투자계획(백만원)		-	100	100	100
판매 계획 (백만원)	내 수	-	500	900	1,700
	직접수출	-	520	940	1,820
	간접수출	-	-	-	-
	계	-	1,020	1,840	3,520
비용절감(백만원)		-	306	552	1,056
수입대체(백만원)		-	714	1,288	2,464

7.6 해외시장 진출 계획



- 대학이나 연구소에서 주로 참가하는 국제규모의 로봇 대회 및 행사를 통해 판촉활동을 전개할 계획임
- 국제규모의 로봇대회 운영단체는 30곳이상 설립되어 있으며 해외 유수의 연구소에서도 로봇 연구를 검증하기 위해 활발히 참여하고 있음, 참가 팀은 대회에 참여하기 위해 상품을 지속적으로 소비하고 있음
- 본 제품의 우월한 가격경쟁력과 성능으로 국제규모 로봇대회에 적극적으로 우승을 거두고 참가하는 대학교를 대상으로 판매를 개시하여 제품에 대한 프리미엄 이미지를 구축할 계획임
- 산업용로봇분야에서도 초소형 서보모터에 대한 수요가 증가하고 있기 때문에 앞으로 2022년까지 산업용 로봇 시장에도 진출할 계획임

번호	대회명	번호	대회명
1	DARPA Grand Challenge	17	Duke Annual Robo-Climb Competition (DARC)
2	Intelligent Ground Vehicle Competition (IGVC)	18	AAAI Grand Challenges
3	European Land Robot Trial	19	ITURO
4	OFF Road Robotics Competition	20	Robofest
5	Centennial Challenges	21	Collegiate Robofest
6	International Autonomous Robot Racing Challenge	22	International Robot Olympiad (IRO)
7	FIRST	23	ABU RoboCon
8	World Robot Olympiad (WRO)	24	Defcon Robot Contest (DefconBots)
9	RoboRAVE International	25	Eurobot
10	RoboGames	26	UBBOTS competition
11	BEST Robotics	27	National Engineering Robotics Contest
12	International METU Robotics Days	28	Student Robotics
13	The VEX Robotics Competition	29	FIRA RoboWorld Cup
14	RoboCup	30	Pioneers in Engineering
15	Botball Educational Robotics		
16	Annual fire-fighting home robot contest		

(주요 국제규모 로봇대회 목록)

- 로보컵의 경우 휴머노이드 형태로 소비가 발생하기 때문에 팀을 구축할 경우 로봇 한 대당 22개 이상의 서보 액추에이터 모듈의 수요가 발생됨
- 해당 대회에서 10개팀을 고객으로 확보할 경우 5~10억원의 매출을 기대할 수 있음
- 2016년 Robocup Iran Open의 경우엔 624개팀이 참여하였음

- 중국의 두 아이 정책이후에 유아용 장난감 시장은 호황(14세이하 2.22억명) 장난감 수입액은 4.93억달러(전년대비 38.27%성장)
- 첨단기술(드론/인공지능) 제품과 애니메이션 시장 활성화
- 고소득층의 해외제품 관심 집중
- 해외 완구박람회/유아용품박람회에 참가하여 해외 고객들에게 제품 홍보 진행
- 현재 중국에서 부품구입을 위한 에이전트와 우호적인 관계를 유지하고 있어 현지 업체를 통해 판로 확보 진행 예정
- 새로운 개념의 증강현실 제품으로 키스타터와 같은 클라우드 펀딩 진행
- 현재 프로젝터 조명제품으로 미국 아틀란타 지역에 수출을 위해 현지 마케팅전문가와 협의 중으로 본 과제 완료 후 미국지역 수출 진행
- 2018년에 키스타터를 런칭하여 해외 수출을 시작할 계획이며 이를 통해서 해외 바이어를 발굴하여 나갈 계획임

8. 고용유지 및 고용창출 계획

- 2018년 3월 기준으로 기술연구개발 전담 인원 총 5명 (박사 2명, 석사 1명, 학사 2명)을 고용 유지하고 있는 상태임
- 본 과제에 수행하기 위해서 1년 동안 2~3명의 추가 인원고용을 기대하고 있음
- 연구기술 인력이 성장할 수 있도록 사내 지원을 통하여 새로운 기술을 항상 배울 수 있도록 비용을 지원하고 있음
- 각 개발자의 직무관련 사외교육을 적극 활용하여 업무 및 자기개발의 능력향상

<표> 고용 현황 및 향후 계획

구 분	(2018)년 (기술개발 전년)	(2019)년 (개발종료 해당년)	(2020)년 (개발종료 후 1년)	(2021)년 (개발종료 후 2년)
신규고용(명)	2	2	2	2
상시고용(명)	6	8	10	12