

중장기·중대형 사업의 협약용 계획서(지정공모과제인 경우)

□ 사업계획서 작성·제출 시 유의 사항

- 동 사업계획서 서식을 준용하여 각 사업별로 정한 서식으로 제출합니다.
- A4 용지를 사용하여 작성하고, 쪽번호를 기입하여야 합니다.
- 각 사업계획서는 집게로 묶어(제본/링 처리하지 않음) 제출하고, 부속 서류는 순서대로 정리하여 제출합니다.

☞ 제출된 서류 및 사업계획서가 허위, 위·변조, 그 밖의 방법으로 부정하게 작성된 경우 관련 규정에 의거 선정 취소 및 협약 해약됨을 알려 드립니다.

☞ 과제 신청 관계자(기업, 대표자, 총괄책임자, 참여연구원 등)는 채무불이행 등 신용조회 및 과제 관리를 위한 개인정보 활용에 동의한 것으로 간주합니다.

※ 사업계획서 제출 시 ‘작성 요령’ 삭제해 주세요.

[사업계획서 표준서식]

| | | | | | | | | |
|--|--|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|---|
| 1) 공고번호 | - | | 2) 과제번호 | | | | | |
| 3)산업기술분류 (가중치 100%) | 소분류(1순위) | 가중치(%) | 소분류(2순위) | 가중치(%) | 소분류(3순위) | 가중치(%) | | |
| | | | | | | | | |
| <div>산업기술혁신사업 계획서</div> <div>[○○○○기술개발사업]</div> | | | | | | | | |
| 4) 과제명 | 국 문 | | | | | | | |
| | 영 문 | | | | | | | |
| 5) 주관기관 | 기관명 | | | | 사업자등록번호 | | | |
| | 주 소 | (-) | | | | | | |
| 6) 총괄책임자 | 성 명 | | | | 생년월일 | | | |
| | 부 서 | | | | 전 화 | | | |
| | 직 위 | | | | 팩 스 | | | |
| | E-mail | | | | 휴대전화 | | | |
| 7) 총수행기간 | 20 . . ~ 20 . . (개월) | | | | | | | |
| 8) 협약기간 | 20 . . ~ 20 . . (개월) | | | | | | | |
| 9) 연차별 사업비 (천원) | 구분 | | 1차년도 (20xx년) | 2차년도 (20xx년) | 3차년도 (20xx년) | 4차년도 (20xx년) | 5차년도 (20xx년) | 계 |
| | 정부출연금 | | | | | | | |
| | 민 간 | 현금 | | | | | | |
| | | 부담금 | 현물 | | | | | |
| | 합 계 | | | | | | | |
| 10) 참여기관 | 기관명 | | 유형 | 책임자 성명 | 직위/직급 | 전화 | E-mail | |
| | (주)엠젠 | | | 홍계성 | 대표 | 02-3437-0215 | kehsung@mzen.co.kr | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 11) 참여기업 | 주관기관과 참여기관 중 중소기업()개, 중견기업()개, 대기업()개 | | | | | | | |
| 12) 주관기관 실무담당자 | 성 명 | | | | | 전 화 | | |
| | 부서/직위 | | | | | 팩 스 | | |
| | E-mail | | | | | 휴대전화 | | |
| 13) 보안 등급 | 보안과제(), 일반과제() | | | | | | | |
| <p>관련법령과 규정을 준수하면서 동 기술혁신사업의 사업계획서를 제출합니다. 아울러, 동 사업계획서상의 기재 내용이 사실임을 확약하며, 만약, 사실이 아닐 경우 선정 취소, 협약 해약 등의 어떠한 불이익도 감수하겠습니다.</p> <p>20 년 월 일</p> <p>총괄책임자 : (인)</p> <p>주관기관장 : (인)</p> | | | | | | | | |

1) 공고번호

- 공고문의 공고번호 기재

2) 과제번호

- 인터넷 홈페이지에서 사업계획서 전산 등록시 부여받은 ‘과제번호’(접수번호)를 필히 기재

3) 산업기술분류 Code

- 「산업기술혁신사업 공통 운영요령」의 ‘산업기술분류표’를 참고
- 가장 근접한 기술분류 코드 순서대로 기입하고, 가중치의 합은 100%임

4) 과제명 : 인터넷 홈페이지에 전산등록한 과제명과 동일하게 작성

- 기술개발 내용을 명확히 표현될 수 있도록 ‘신청 서식 제2호’를 참조하여 구체적으로 기재

5) 주관기관 : 신청 과제를 주도적으로 수행하는 기관(기업)임

- 주관기관명, 사업자등록번호(사업자등록증 기준), 주소 등을 기재
- 기존 과제 수행기관의 경우 전산상의 기관 정보 확인(변경 사항 수정 후 저장)

6) 총괄책임자 : 기존 과제 수행자의 경우 전산상의 개인 정보 확인(변경 사항 수정 후 저장)

- 과제책임자의 인적사항 및 연락처 등을 기재

7) 총수행기간

- 사업 수행 예상 착수일(사업공고시 안내한 협약 체결 월)부터 최종 종료일까지 기재

8) 협약기간

- 해당 연도(단계) 협약 기간 기재

9) 연차별 사업비

- 총수행기간 동안의 각 연차별 예상 비용을 산정하여 명기
- ※ 공고시 정한 기술개발 수행체계별로 출연금 지원한도를 감안하여 작성

10) 참여기관 : 신청 과제를 주관기관과 함께 공동으로 수행하는 기관(기업)임

- 참여기관의 기관명(대학, 연구소, 기업 등), 책임자, 전화번호 등을 기재
- “유형”란에는 “대학/연구소/기업/기타”로 구분하고, 기업의 경우“중소기업/중견기업/대기업”으로 구분
- 기존 과제 수행기관의 경우 전산상의 기관 정보 확인(변경 사항 수정 후 저장)

11) 참여기업

- 주관기관 및 참여기관 중 기업의 형태를 구분하여 개수를 기입
- ※ 중소기업이란 「중소기업기본법」 제2조제1항 및 3항, 같은 법 시행령 제3조(중소기업 범위)에 따른 기업을 말함
- ※ 중견기업이란 「산업발전법」 제10조의2제1항의 요건(「중소기업기본법」 제2조 제1항 및 제3항에 따른 중소기업이 아닐 것, 「독점규제 및 공정거래에 관한 법률」 제14조제1항에 따른 상호출자제한기업집단에 속하지 아니할 것)을 모두 갖춘 기업을 말함

12) 실무담당자

- 주관기관의 실무담당자 인적사항 및 연락처를 기록

13) 별도의 「산업기술혁신사업 보안관리요령」을 참조한 후 선택

※ 제출일, 총괄책임자 및 주관기관장 날인

- 제출일은 인터넷 전산등록일을 기재
- 총괄책임자 성명을 기재한 후 날인
- 주관기관장(예,(주)○○○대표이사 등)을 기재한 후 주관기관장의 직인(기업은 인감, 비영리 기관은 직인) 날인

목 차

| | |
|---|--|
| 1. 기술개발의 목표 및 내용 | |
| 1-1. 최종목표 및 평가방법 | |
| 1-2. 연차별 개발목표 및 개발내용 | |
| 2. 기술개발 추진방법, 전략 및 체계 | |
| 2-1. 기술개발 추진방법·전략 | |
| 2-2. 기술개발 추진체계 | |
| 2-3. 기술개발팀 편성도 | |
| 2-4. 추진 일정 | |
| 3. 수행기관 현황 | |
| 3-1. 총괄책임자 | |
| 3-2. 참여연구원 현황 | |
| 3-3. 연구시설/연구장비 보유 현황 및 연구실 안전조치 이행계획 | |
| 3-4. 기관(기업) 정보 현황 | |
| 4. 사업화 계획 | |
| 4-1. 생산 계획 | |
| 4-2. 투자 계획 | |
| 4-3. 사업화 전략 | |
| 5. 총사업비 | |
| 5-1. 연차별 총괄 | |
| 5-2. 민간부담금(현금, 현물) 분담 내역 | |
| 5-3. 정부출연금 배분 및 민간부담금(현금, 현물) 배분 내역 | |
| 6. 2차년도 사업비 비목별 세부내역 | |
| 6-1. 2차년도 비목별 총괄 | |
| 6-2. 2차년도 비목별 소요명세(주관기관용) | |
| 6-3. 2차년도 비목별 소요명세(참여기관용) | |
| <input type="checkbox"/> 별첨 | |
| 첨부 1. 연구시설 / 연구장비 구입 및 활용계획서 | |
| 첨부 2. 기술준비도(TRL, Technology Readiness Level) 목표 | |

1. 기술개발의 목표 및 내용

1-1. 최종목표 및 평가 방법

// 정량적 목표 변경이 필요하시면 작성해 주세요 (변경 사유 포함)

(3) 개발기술의 평가 방법 및 평가 항목

<정량적 목표 항목>

| 평가 항목 (주요성능 Spec ¹⁾) | 단위 | 전체 항목 에서 차지하는 비중 ²⁾ (%) | 세계최고 수준 보유국/ 보유기업 (/) | 연구개발 전 국내수준 | 개발 목표치 | | | | | 평가 방법 ³⁾ |
|--|----|--|-------------------------------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------|
| | | | 성능수준 | 성능수준 | 1차 년도 | 2차 년도 | 3차 년도 | 4차 년도 | 5차 년도 | |
| 1. | | | | | | | | | | |
| 2. | | | | | | | | | | |
| 3. | | | | | | | | | | |
| 4. | | | | | | | | | | |
| 5. | | | | | | | | | | |
| 6. | | | | | | | | | | |
| 7. | | | | | | | | | | |
| 8. | | | | | | | | | | |
| 9. | | | | | | | | | | |

³⁾ 평가방법은 “자체 평가”, “공인 시험성적(확인)서”, “수요기업 평가” 등으로 구분하여 기재

(4) 핵심 키워드(5개 이상)

| | |
|----|--|
| 한글 | |
| 영문 | |

1-2. 연차별 개발 목표 및 개발 내용

// 1차년도 에 제출하였던 보고서와 달라진 부분만 표시해 주세요...

// 변경 사유도 함께 적어 주세요.

(3) 2차년도

가) 개발 목표

☐ 작업지시서 이해 및 작업방식 인식 (한국생산기술연구원)

- 작업데이터베이스 추가구축 및 작업지시서 분석
 - 제조환경 작업 추가 5종 데이터베이스 구축
 - 로봇용 작업지시서 분석기술 개발
- 손가락관절 인식 및 물체 파지방법 인식
 - 작업 중인 인간골격의 제약사항을 활용한 인간골격 인식기술 성능향상
 - RGB-D 입력 기반의 손가락관절 인식기술 개발 (관절수 11개)
 - 인간 물체파지방법 범주적 인식기술 개발

☐ 단위작업에 특화된 사전/사후 조건/작업방식/순서 학습, 로봇에 체화된 단위 행동 학습, 실시간 적응적 로봇 작업 계획 (한양대학교)

- 위치 및 자세 정밀도를 요하는 로봇의 단위작업에 특화된 사전/사후조건, 작업방식 및 작업순서 학습 기술 개발
 - 단위행동의 사전/사후조건 및 그들의 순서 학습 기술 개발
 - 단위작업의 성공 및 실패 사례를 통한 작업방식 학습 기술 개발
 - 기계류 조립품의 3차원 외관 검사의 단위작업에 특화된 사전 및 사후조건, 작업방식, 작업순서에 대한 인스턴스 생성
 - 단위작업의 위치, 경로, 자세 정확도 90% 이상 보장
- 단위작업 계획 실시간 모니터링 기술 개발
 - 로봇 주변 환경 인식을 통한 단위작업 가능 여부 및 완료 여부 판단 가능한 단위작업 계획 실시간 모니터링 기술 개발
 - 기계류 조립품의 3차원 외관 검사의 작업 계획을 위한 단위작업 인스턴스 생성
 - 작업계획 성공률 90% 이상 보장

☐ 실시간 적응적 로봇 조작 계획 (서울대학교)

- 위치 기반의 단위 작업 제약사항 만족하는 조작 계획 기술 개발
 - 위치 기반 작업 구속조건(조립을 위한 물체의 궤적, 양팔로 물체를 잡는 경우 등)을 만족하는 조작 계획 기술 개발
- 위치 오차를 줄이기 위한 실시간 적응적 로봇 조작 계획 및 제어기술 개발

- 외란 및 충격 등의 이유로 위치 오차 발생 시 로봇 조작의 오차를 줄이기 위한 제어기 튜닝 기법 개발
- 위치 기반 작업 구속조건을 포함하도록 Motion Description Language (MDL) 확장

□ 인간 작업의 단위 행동 및 순서 인식 (한국과학기술원)

- 다중 입력(RGB-D)의 심층 인공 신경망 기반 단위 행동 인식 기술.
 - 입력: RGB-D영상, 사람 관절 좌표, 물체 정보 (종류 및 좌표).
 - 출력: 정의된 단위 행동 인식.
 - 1차 년도 대비 성능 향상을 위한 생성 모델 기반 하이브리드 모델 제시.
 - 정확도: 10개의 단위 행동에 대하여 평균 80% 이상.
- 다중 입력(RGB-D)의 심층 인공 신경망 기반 단위 작업 인식 기술
 - 입력: RGB-D영상, 사람 관절 좌표, 물체 정보 (종류 및 좌표).
 - 출력: 정의된 단위 작업 인식.
 - 정확도: 10개의 단위 작업에 대하여 평균 80% 이상.

□ 물체 위치/자세 추정을 포함하는 물체 및 환경 인식 (성균관대)

- 환경/물체/도구 인식 및 학습 (위치/포즈 인식 포함)
 - Global 작업 환경 3D 모델링을 위한 머리장착 광각 3D 카메라 구성 및 핸드 장착 협각 3D 카메라와의 협업
 - 인식을 위하여 작업환경 내에 접촉/중첩된 물체/툴을 각각 그리고 환경으로부터 Segmentation
 - 물체/툴의 CAD DB로부터 인식을 위한 기하학적 Feature 및 Context 자동 추출
 - 조립/검사 작업 시 충돌 회피를 위한 3차원 작업환경 모델링

□ 양팔로봇 설계/제작 및 작업 시나리오 수행 ((주)엔티리서치)

- 양팔/양손 작업 분석에 의한 양팔 로봇 제작
 - 1차년도 설계를 바탕으로 양팔로봇 제작
 - 다지 그리퍼를 이용한 작업도구(툴) 핸들링

□ CAD 데이터를 활용한 로봇 경로 보정 ((주)큐빅테크)

- CAD 데이터와 로봇비전을 이용한 로봇 경로 보정
 - 로봇비전 데이터를 이용하여 CAD 데이터로부터 생성된 로봇 경로 보정

□ 양팔로봇을 위한 비전 모듈 설계/제작 ((주)셈앤틱)

- 양팔로봇을 위한 비전 모듈 제작

- 양팔로봇을 위한 비전 모듈 제작

□ 판단지능 S/W 모듈화 및 통합 ((주)엠젠)

- 작업을 위한 판단 지능기술에 사용된 모듈들의 인터페이스 정의 및 보완
 - 각 종 모듈들의 인터페이스 정의 및 보완(인간 골격 및 손가락 관절 모듈, 객체 인식 및 학습에 사용되는 모듈, 인간 행동 분석 및 학습에 사용되는 모듈, 작업 순서 학습 및 계획에 사용되는 모듈, CAD 데이터 활용을 위한 모듈)
- 문서형(비구조) 지식(매뉴얼, 사양서 등)의 저장 및 분류를 위한 시스템 분석 및 웹기반 문서 등록관리 및 작성 기능구현
 - 사양서, 개발문서, 매뉴얼, 도면 등 각종 문서에 관한 체계적 작성 및 관리를 위한 시스템 분석.
 - 웹기반 문서등록 및 작성 관리 시스템 구현

② 개발 내용 및 범위

□ 작업지시서 이해 및 작업방식 인식 (한국생산기술연구원)

- 작업데이터베이스 추가구축 및 작업지시서 분석
 - 제조회업 작업 추가 5종 데이터베이스 구축
 - 제조회업 작업지시서 수집 및 분석
 - 로봇용 작업지시서 개발 및 분석기술 개발
- 손가락관절 인식 및 물체 파지방법 인식
 - Kinect 등의 기존 인간골격 인식기술의 성능향상을 위해서, 작업 중인 인간골격의 제약사항을 활용
 - RGB-D 입력 기반의 손가락관절 인식기술 동향 파악

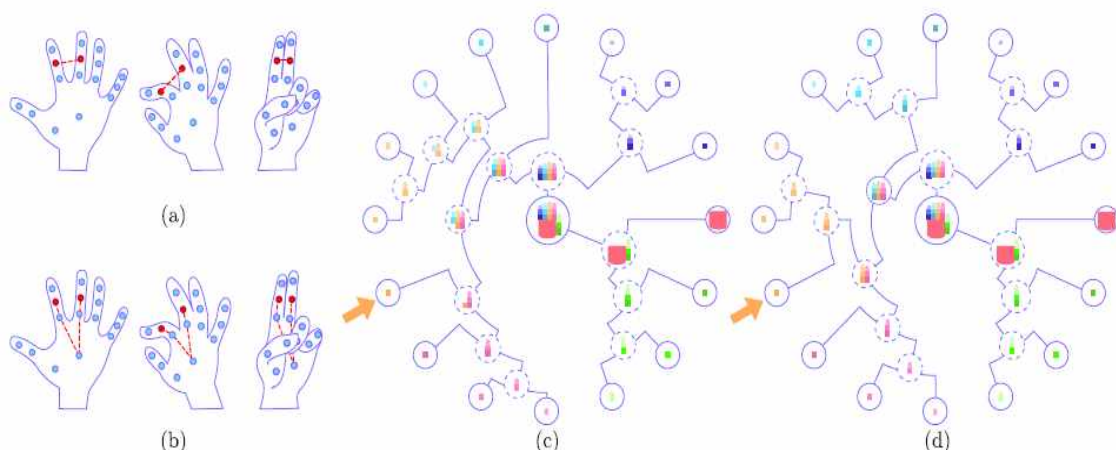


그림 1 Latent Regression Forest 활용한 손가락관절 인식기술

* 출처: D. Tang, H. J. Chang, A. Tejani, and T.-K. Kim, "Latent Regression Forest: Structured Estimation of 3D Articulated Hand Posture", CVPR, 2014.

- RGB-D 입력 기반의 손가락관절 인식기술 개발 (관절수 11개)
- 인간 물체파지방법 범주적 인식기술 개발 (파지방법수 10개)

□ 단위작업에 특화된 사전/사후 조건/작업방식/순서 학습, 로봇에 체화된 단위 행동 학습, 실시간 적응적 로봇 작업 계획 (한양대학교)

○ 위치 및 자세 정밀도를 요하는 로봇의 단위작업에 특화된 사전/사후조건, 작업방식 및 작업순서 학습 기술 개발

- 단위행동의 사전/사후조건 및 그들의 순서 학습 기술 개발
 - 전체 작업에서 작업 시 중요한 정보를 찾아내는 측정 지표 개발
 - 1차년도에 개발한 단위행동 분할 방식과 결합하여 2차년도에 개발한 측정 지표를 기반으로 로봇의 사전조건, 사후조건, 작업방식으로 사용할 정보 취득 기술 개발
 - 로봇의 행동과 그 행동을 취하기 위한 다양한 조건들을 표현할 수 있는 표현 기술 개발
 - 표현된 지식들의 문법적/의미적 오류 검사 기술 개발
- 단위작업의 성공 및 실패 사례를 통한 작업방식 학습 기술 개발
 - 성공 사례 및 실패 사례의 자동 분류 기술 개발
 - 성공 사례와 실패 사례의 차이를 통해 로봇 작업 시 반드시 만족해야 하는 사전조건, 사후조건, 작업방식에 대한 제약조건 학습 기술 개발
- 기계류 조립품의 3차원 외관 검사의 단위작업에 특화된 사전 및 사후조건, 작업방식, 작업순서에 대한 인스턴스 생성 후 로봇의 단위작업에 대한 위치, 경로, 자세 정확도 90% 이상 보장
 - 기계류 조립품의 3차원 외관 검사에 필요한 단위작업의 인스턴스 획득
 - 로봇을 이용한 단위작업의 수행 결과 검사를 통한 점진적인 개선 방법 개발을 통해 90% 이상의 성능 보장

○ 단위작업 계획 실시간 모니터링 기술 개발

- 로봇 주변 환경 인식을 통한 단위작업 가능 여부 및 완료 여부 판단 가능한 단위작업 계획 실시간 모니터링 기술 개발
 - 반응적 행동 계획 기술 및 행동 선택 기술을 통한 주변 환경의 인식 결과를 이용한 단위작업 가능 여부 및 완료 여부를 판별할 수 있는 단위작업 모니터링 시스템 프로토타입 개발

- 기계류 조립품의 3차원 외관 검사의 작업 계획을 위한 단위작업 인스턴스 생성 후 작업계획 성공률 90% 이상 보장
- 기계류 조립품의 3차원 외관 검사에 필요한 단위작업의 인스턴스를 이용한 작업계획 생성 엔진 개발
- 모니터링 시스템을 기반으로 한 예외상황 분석 및 자동 학습 기술 개발

□ 실시간 적응적 로봇 조작 계획 (서울대학교)

- 위치 기반의 단위작업 제약사항 만족하는 조작 계획 기술 개발
 - 기본적 작업 수행을 위한 조작 계획 기술 개발
 - 작업별로 제약 사항이 있지만 모든 작업에서 공통된 제약사항으로 장애물 회피, 목표 지점까지의 도달은 필수적으로 만족되어야 하는 조건임
 - 이를 만족시키면서 빠른 시간 내에 효율적으로 경로를 계획하기 위해 Rapidly-exploring Random Tree (RRT) 기반 조작 계획 기술 구현
 - 계획된 경로를 따르는 제어 법칙을 생성하기 위해 작업에 투입되는 로봇의 기구학적, 동역학적 정보 모델링
 - 생성된 조작 계획 및 제어 법칙을 기존에 구축한 시뮬레이션 환경에서 검증
 - 3차년도 시연을 위한 작업에 대하여 시뮬레이션 환경에서 조작계획 수행
 - 위치 기반 작업 구속조건을 만족하는 조작 계획 기술 개발
 - 로봇 작업에 추가적인 기구학적 구속조건이 있는 경우 이를 만족시키면서 작업을 수행하는 조작 계획법 필요
 - 기구학적 구속조건 예시로는 조립을 위한 물체의 궤적이 주어진 경우, 또는 물체를 양팔로 잡고 이동시키는 경우 등이 있음
 - 이러한 문제는 로봇의 경로 계획이 구속조건을 만족시키는 다양체 위에서 일어나야 하고 이를 효율적으로 푸는 경로 계획법으로는 본 연구실에서 개발한 Tangent Space-RRT (TS-RRT)¹⁾ 등이 있음
 - TS-RRT를 이용하여 기구학적 구속조건이 있는 경우의 조작 계획법 개발

1) B. Kim, T. T. Um, C. Suh, and F. C. Park, "Tangent bundle RRT: A randomized algorithm for constrained motion planning," Robotica, 1-24, 2014.

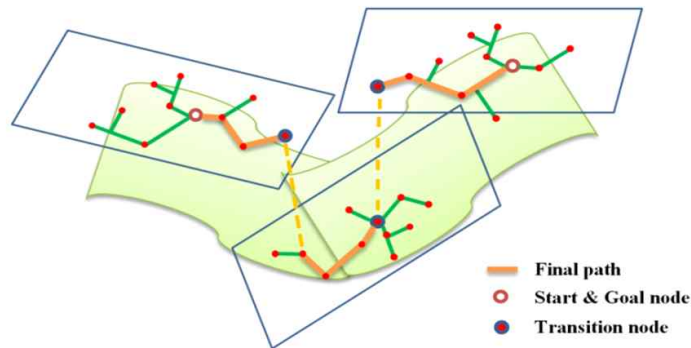


그림 2 : TS-RRT 개념도

○ 위치 오차를 줄이기 위한 실시간 적응적 로봇 조작 계획 및 제어 기술 개발

- 외란 및 충격 등의 이유로 위치 오차 발생 시 로봇 조작의 오차를 줄이기 위한 제어기 튜닝 기법 개발
 - 실시간으로 외부 환경과 상호작용이 있는 상태에서 로봇의 경로를 제어하기 위해서 피드백 제어입력이 필요함
 - 피드백 제어에서 외란과 충격이 있을 때 안정성 있게 목표경로를 따르는 피드백 gain의 값을 설정하는 방법 연구
- 위치 기반 작업 구속조건을 포함하도록 Motion Description Language (MDL) 확장
 - 기존의 MDL에는 작업의 구속조건에 대한 정보는 없음
 - 다양한 위치 기반 작업 구속조건들에 대한 MDL 형태 및 파라미터 개발

□ 인간 작업의 단위 행동 및 순서 인식 (한국과학기술원)

- 다중 입력(RGB-D)의 심층 인공 신경망 기반 단위 행동 인식 기술.
 - 1차년도 3차원 (x, y, t) 컨볼루션 심층 인공 신경망 기반 단위 행동 인식 기술은 긴 시간상의 움직임에 대한 종속성을 고려하기 어려움.
 - 1차년도 대비 성능 향상을 위해, 긴 시간상의 움직임에 대한 종속성을 고려할 수 있는 또 하나의 인식 모델이 필요.
 - 시간축에 대하여 관절의 움직임을 기술하는 기술자 기반 인식 모델 제시.
 - 1차년도에 학습한 3차원 (x, y, t) 컨볼루션 심층 인공 신경망의 층별 반응 벡터들을 그림 XX와 같이 기술자로 활용.

- 기술자들을 긴 시간동안 모아 긴 시간상의 움직임에 대한 종속성을 고려.

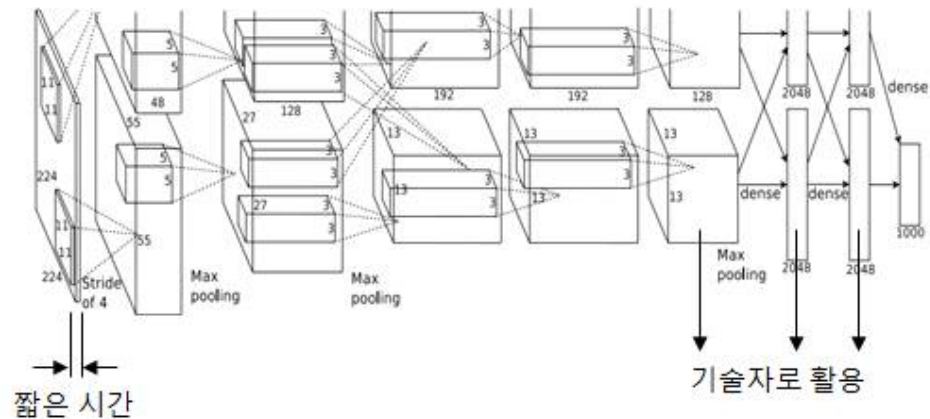


그림 3 층별 반응 벡터들을 기술자로 활용.

- 다중 입력(RGB-D)의 심층 인공 신경망 기반 단위 작업 인식 기술
 - 단위 작업은 단위 행동들과 물체와의 조합으로 정의됨.
 - 인식된 신체 부위별 단위 행동들을 조합하여 단위 작업을 인식.
 - 단위 행동 인식의 결과인 단위 행동 벡터들을 조합하기 위하여 그림 XX.와 같이 별도의 조합 모델을 학습.

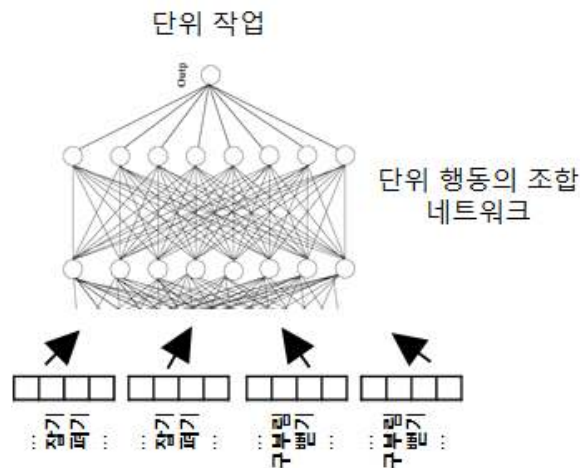
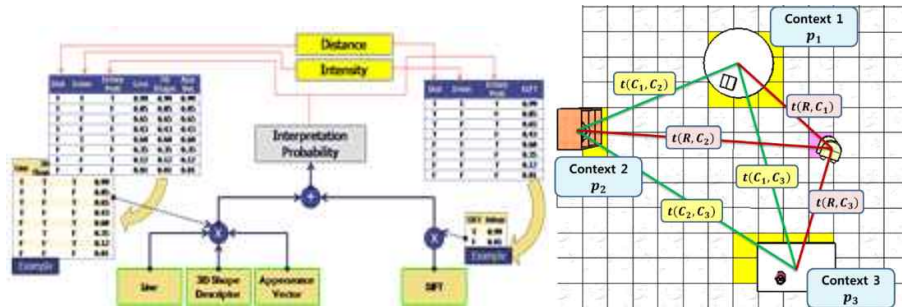


그림 4 단위행동을 조합하여 단위 작업을 인식하는 모델.

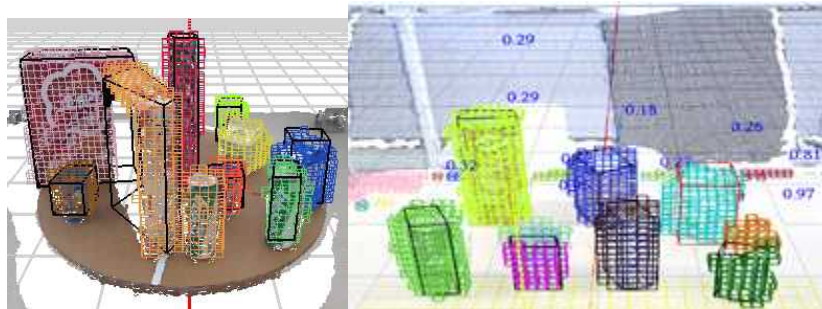
□ 물체 위치/자세 추정을 포함하는 물체 및 환경 인식 (성균관대)

- Global 작업 환경 3D 모델링을 위한 머리장착 광각 3D 카메라 구성 및 핸드장착 협각 3D카메라와의 협업

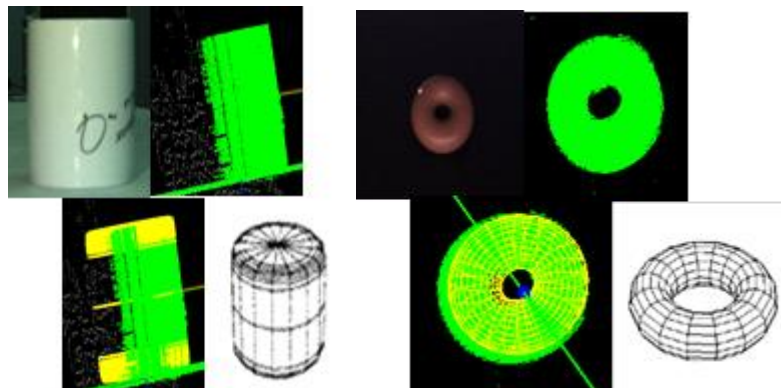
- 물체 인식률을 높이기 위한 머리 및 핸드에 장착된 3D카메라의 FOV와 Focal Length를 고려한 카메라 상호간의 협업을 통한 다양한 View Point에서의 능동적 증거수집(Evidence Collection)



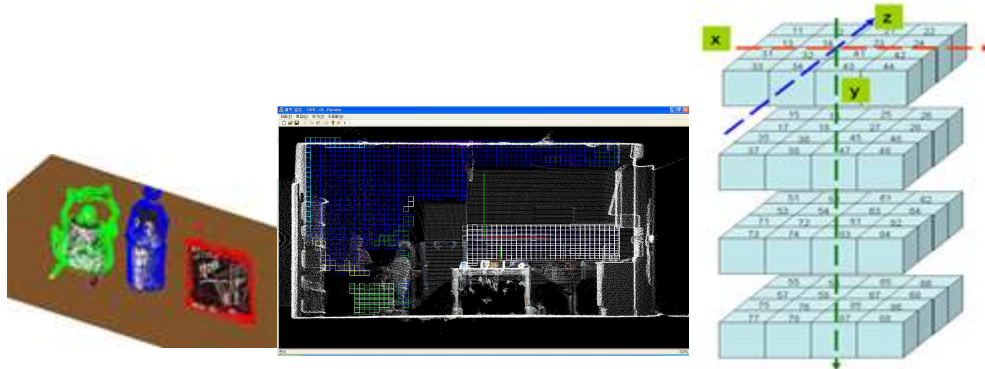
- 인식을 위하여 작업환경 내에 접촉/중첩된 물체/툴을 각각 그리고 환경으로부터 Segmentation
 - 3차원 광역 평면 검출을 기반으로 작업테이블과 물체/툴을 분리
 - 3차원 다중해상도 Octree Cell을 이용한 다수개의 물체들을 분리하고 객체화



- 물체/툴의 CAD DB로부터 인식을 위한 기하학적 Feature 및 Context 자동 추출
 - CAD DB로부터 Primitive Geometry 추출 및 추출된 Context를 사용한 물체 모델링
 - 3차원 카메라를 통한 얻은 데이터를 사용한 Primitive Geometry 추출
 - 물체 인식을 위한 CAD DB와 측정된 3D 데이터와의 Matching



- 조립/검사 작업 시 충돌 회피를 위한 3차원 작업환경 모델링
 - 작업 수행 시 충돌 회피를 돕기 위한 다중해상도 볼륨기반 장애물 모델링



□ 양팔로봇 설계/제작 및 작업 시나리오 수행 ((주)엔티리서치)

- 1차년도 설계를 바탕으로 양팔로봇 제작
 - 1차년도의 상용 양팔로봇 성능시험과 새로운 양팔로봇 설계를 바탕으로 양팔로봇을 상세설계 및 제작함.
 - 차년도의 시연이 가능하도록 센서, 주변장치 등을 배치한 로봇시스템을 설계 및 제작함.
 - 양팔로봇의 기능 및 성능시험이 가능하도록 제어 SW를 개발하고, 타기관에서 개발되는 센서기술, 제어기술과의 통합이 가능하도록 SW를 개선해 나감.
- 다지 그리퍼를 이용한 작업도구(툴) 핸들링
 - 1차년도의 다지 그리퍼의 제어 결과를 바탕으로 체결조립, 외관검사를 위한 작업도구(툴)의 핸들링이 가능한 제어 방법을 개발함.
 - 기본적으로 손가락에 의한 파지 방식을 따르되, 다른 방식(흡착, 전자석 등)을 겸용하는 방안을 검토함.
 - 다양한 물체의 파지 전략에 대해 타기관과 협력하여 기능 및 성능 확인함.

□ CAD 데이터를 활용한 로봇 경로 보정 ((주)큐빅테크)

- 로봇비전 데이터를 이용하여 CAD 데이터로부터 생성된 로봇 경로 보정
 - 본 과제에서는 로봇비전에서 취득한 영상데이터를 이용하여 로봇의 경로

- 를 생성 또는 보정하는 OLP(Offline Programming) 기법을 이용하고자 함
- 그림 1는 작업물의 CAD 데이터와 실제 영상을 겹쳐서 표시한 것으로서, 작업물의 CAD 데이터를 분석하면 단순히 센싱하는 것에 비해 정확하고 지능적인 경로 보정이 가능함

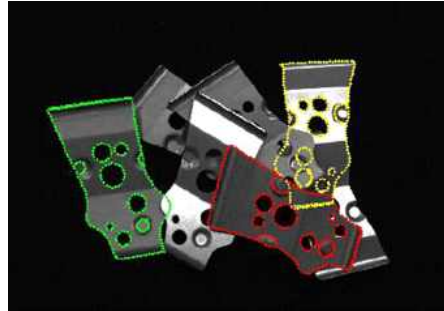


그림 14 작업물의 CAD 데이터와 실제 영상

- 그림 2은 CAD 데이터와 로봇 비전을 이용한 로봇 경로 보정 방법을 플로우차트로 그린 것임. IGES 등 표준 포맷의 CAD 데이터로부터 생성한 경로 계획을 로봇비전을 통해서 캘리브레이션이 이루어지는 과정을 보여주고 있음. 이러한 일련의 과정을 통하여 그림 36와 같이 로봇의 작업 경로가 그래픽 또는 수치적으로 표시

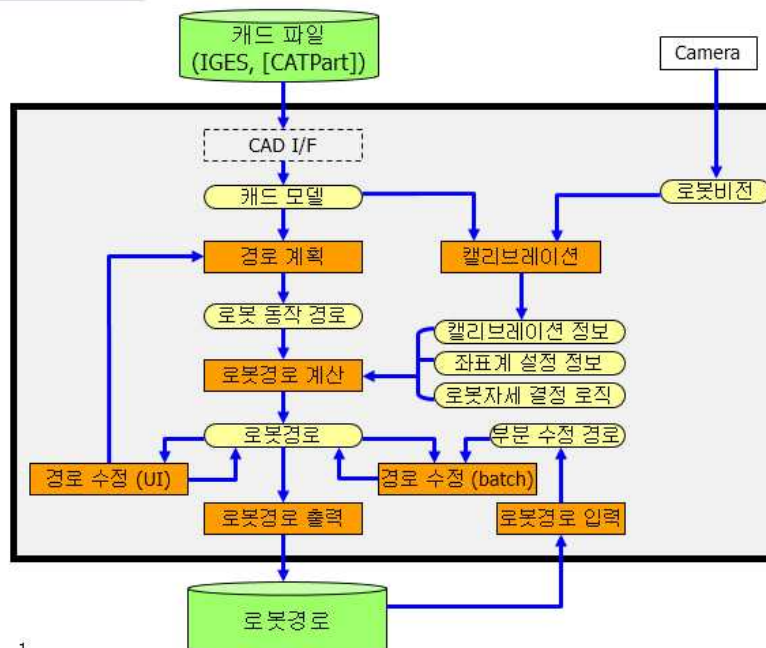


그림 15 CAD 데이터와 로봇비전 이용한 로봇 경로 보정의 예

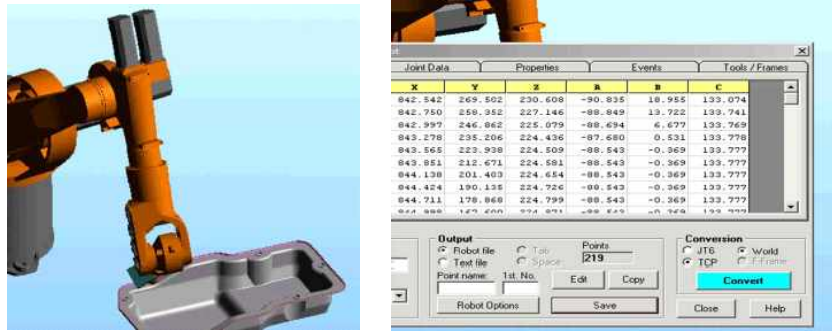


그림 16 CAD 데이터를 이용한 로봇 경로 보정의 예

□ 양팔로봇을 위한 비전 모듈 설계/제작 ((주)셈앤틱)

○ 비전 모듈 개발

- 비전 모듈용 메인보드 설계 및 프로토타입 개발
 - 임베디드 컨트롤러 기반 프로세스 처리 블록 개발
 - DSP 기반 이미지 처리 프로세싱 블록 개발
 - 메인 프레임과의 이미지 전송 블록 개발
- 비전 모듈용 이미지 센서 인터페이스 개발
 - 광학 렌즈의 이미지 입력에 대한 최적의 이미지센서 매칭 기법 개발
 - 이미지 처리 프로세서와의 인터페이스 개발
- 비전 모듈용 최적의 렌즈 개발
 - 생산환경 및 작업 대상물에 최적의 렌즈 설계
 - 이미지 센서와의 매칭을 위한 파라미터 튜닝기술 개발
 - 렌즈 제작은 외부 전문업체 아웃소싱

○ 비전 모듈용 조명장치 개발

- 조명 제어용 컨트롤러 모듈 개발
 - 임베디드 컨트롤러 기반 메인보드 개발
 - 작업 대상물 감지를 위한 센서인터페이스 개발
 - 작업환경에 따른 광량조절기능 개발
- LED 소자를 이용한 조명 모듈 개발
 - 대상물에 의한 반사 또는 분산 방지기능 개발
 - 비전 모듈과 결합성을 최적화한 기구 개발

□ 판단지능 S/W 모듈화 및 통합 ((주)엠젠)

- 작업을 위한 판단 지능기술에 사용된 모듈들의 인터페이스 정의 및 보완
 - 인간골격 및 손가락 관절에 사용되는 모듈들의 인터페이스 정의 및 보완
 - 객체 인식 및 학습에 사용되는 모듈들의 인터페이스 정의 및 보완
 - 인간 행동 분석 및 학습에 사용되는 모듈들의 인터페이스 정의 및 보완
 - 작업 순서 학습 및 계획에 사용되는 모듈들의 인터페이스 정의 및 보완
 - CAD 데이터 활용을 위한 모듈들의 인터페이스 정의 및 보완
 - 매니플레이터 및 그리퍼용 인터페이스 보완
 - (아래의 그림들은 5개년에 사용될 모든 컴포넌트(혹은 SW 모듈)들의 예이며 년도별로 새롭게 변경되거나 추가될 때 변경됨.)

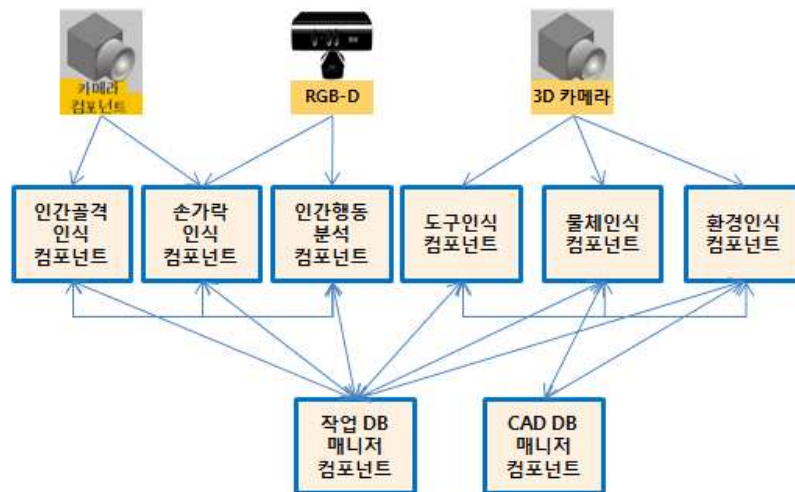


그림 17 인간작업분석용 모듈간의 연결 예
(화살표는 인터페이스)

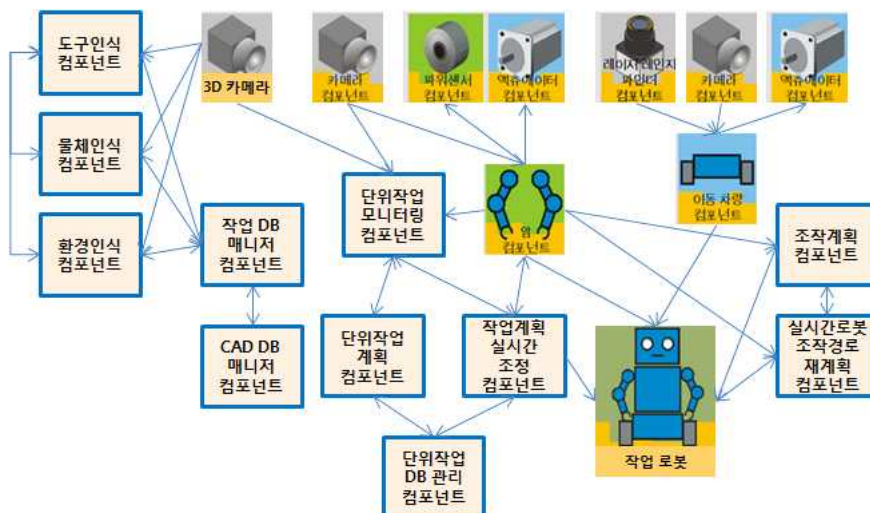


그림 18 로봇작업용 모듈간의 연결 예
(화살표는 인터페이스)

○ 문서형(비구조) 지식(매뉴얼, 사양서 등)의 저장 및 분류를 위한 시스템 분석 및 구현

- 문서의 유형 및 구성에 관한 데이터 분석
- 사양서, 개발문서, 매뉴얼, 도면 등 각종 문서에 관한 체계적 작성 및 관리를 위한 시스템 분석
- 텍스트 및 비 텍스트 문서(CAD 도면 및 이미지 등)의 정적 메타데이터 및 분류체계 생성 기법 정의
- 웹기반 유형별 문서의 등록 관리 기능 개발
: 등록문서의 정적 메타데이터 작성 및 관리
- 웹기반 문서작성 기능 구현

(3) 3차년도

가) 개발 목표

□ 작업지시서 이해 및 작업방식 인식 (한국생산기술연구원)

- 작업지시서 분석 및 이해
 - 작업지시서의 텍스트 인식 및 이해기술 개발
 - 작업지시서의 영상 인식 및 이해기술 개발
- 손가락관절 인식 및 물체 파지방법 인식 성능향상
 - 물체인식결과를 활용한 인간골격 및 손가락관절 인식기술 성능향상
 - 인간행동인식결과와 결합한 물체파지방법 인식기술 성능향상

□ 단위작업에 특화된 사전/사후 조건/작업방식/순서 학습, 로봇에 체화된 단위 행동 학습, 실시간 적응적 로봇 작업 계획 (한양대학교)

- 물리적 접촉 기반의 로봇 단위작업에 특화된 사전 및 사후조건, 작업방식 및 작업순서 학습 기술 개발
 - 힘과 토크 등 물리적 접촉 정보를 고려한 단위작업의 사전 및 사후조건 및 작업순서 학습 기술 개발
 - 로딩 공정을 포함한 전자제품 프레임 조립의 단위작업에 특화된 사전 및 사후조건, 작업방식, 작업순서에 대한 인스턴스 생성
 - 속도, 힘, 토크 정보를 포함하여 단위작업의 정확도 90% 이상 보장
- 적응적 단위작업 선택 및 시간/에너지 최적화를 통한 로봇 작업 계획 실시간 조정 기술 개발
 - 명목적 작업 계획으로부터 실시간 로봇 환경에 따른 적응적 단위작업 선택 기술 개발
 - 시간 및 에너지 최적화를 통한 로봇 작업 계획 실시간 조정 기술 개발
 - 로딩 공정을 포함한 전자제품 프레임 조립의 작업 계획을 위한 단위작업 인스턴스 생성
 - 작업계획 성공률 95% 이상 보장

□ 실시간 적응적 로봇 조작 계획 (서울대학교)

- 단위작업 제약사항 만족하는 조작계획기술 및 최적화 기술 개발
 - 힘/토크 기반 작업 구속조건(조립을 위해 가해야 할 힘/토크 등)을 만족하는 조작 계획 기술 개발
 - 최소 토크 크기, 최소시간 등의 목적함수를 최적화하는 조작계획법 개발
 - 단위 조작 계획을 로봇 작업(로딩 공정을 포함한 전자제품 프레임 조립 등)으로 적용 및 성능 향상
- 힘/토크 오차를 줄이기 위한 실시간 적응적 로봇 조작 계획, 제어 기술 및

멀티태스킹 기술 개발

- 힘/토크 오차 발생시 조작의 오차를 줄이기 위한 제어기 튜닝 기법 개발
- 힘/토크 기반 작업 구속조건을 포함하도록 MDL 확장
- 로봇의 멀티태스킹을 위한 Motion Description Language (MDL)의 개발

□ 인간 작업의 단위 행동 및 순서 인식 (한국과학기술원)

- 다중 시점 (RGB-D 센서 2대), 다중 입력 (RGB-D)의 심층 인공 신경망 기반 단위 행동 및 작업 인식 기술(3차년도)의 최적화 및 성능 향상
 - 단일 시점으로 발생 하는 문제를 다중 시점으로 센서를 추가하여 추가 성능 향상.
 - 각 시점에서 나온 단위 행동 및 단위 작업 인식 결과를 통합 · 학습하여 단위 행동 및 작업 인식을 향상.
 - 입력: 서로 다른 시점에 설치된 센서 2대로 부터의 RGB-D영상, 사람 관절 좌표, 물체 정보 (종류 및 좌표).
 - 출력: 정의된 단위 행동 및 단위 작업 인식.
 - 정확도: 10개의 단위 작업에 대하여 평균 90% 이상.
- 시스템 통합을 위한 단위 행동 및 단위 작업 인식 기술의 모듈화 및 최적화

□ 물체 위치/자세 추정을 포함하는 물체 및 환경 인식 (성균관대)

- 환경/물체/도구 인식 및 학습 (위치/포즈 인식 포함)
 - 효과적 조립/검사 작업을 위한 머리 및 핸드 장착 3D 카메라의 실시간 최적 위치설정
 - Free-Form 및 비정형 물체를 포함하는 물체/툴 인식 및 위치/자세 추정
 - 작업지시서의 상세 명세 내용 및 작업 이해와 연계를 위한 3차원 작업 환경 모델링

□ 양팔로봇 설계/제작 및 작업 시나리오 수행 ((주)엔티리서치)

- 양팔로봇을 이용한 체결조립 및 외관검사 작업
 - 양팔로봇을 이용한 전자제품 프레임의 체결조립 작업
 - 양팔로봇을 이용한 기계류 조립품의 3차원 외관검사 작업

□ CAD 데이터를 활용한 로봇 경로 보정 ((주)큐빅테크)

- CAD 데이터를 이용하여 체결조립을 위한 로봇경로 보정
- CAD 데이터를 이용하여 외관검사를 위한 로봇경로 보정

□ 양팔로봇을 위한 비전 모듈 설계/제작 ((주)셈앤틱)

- 체결조립 및 외관검사 작업 적용 비전 모듈 업그레이드 개발
- 체결조립 및 외관검사 작업 적용 조명장치 업그레이드 개발
- 비전 모듈을 이용한 체결조립 작업 적용
- 비전 모듈을 이용한 외관검사 작업 적용

□ 판단지능 S/W 모듈화 및 통합 ((주)엠젠)

- 작업을 위한 판단 지능기술에 사용된 모듈들의 통합 및 보완
 - 사용되는 각 종 모듈들의 통합 및 문제점 분석과 보완(인간 골격 및 손가락 관절 모듈, 객체 인식 및 학습에 사용되는 모듈, 인간 행동 분석 및 학습에 사용되는 모듈, 작업 순서 학습 및 계획에 사용되는 모듈, CAD 데이터 활용을 위한 모듈)
- 문서형(비구조) 지식(매뉴얼, 사양서 등)의 저장 및 분류를 위한 시스템 운용 및 문서 관계 분석
 - 작업지능 작업에서 생산된 모든 문서에 대한 등록관리
 - 내부 문서들의 연관관계를 고려한, Linked Data를 고려한 문서 관리 시스템 분석
 - 등록 문서에 관한 구조적/비구조적 분류에 의한 검색 기능 구현
 - Text 기반의 문서(CAD , 이미지 데이터 제외)에 관한 내용 분석 기반의 메타데이터 생성 기법 분석

나) 개발 내용 및 범위

□ 작업지시서 이해 및 작업방식 인식 (한국생산기술연구원)

- 로봇용 작업지시서의 분석 및 이해
 - 로봇용 작업지시서를 개발하여, 인간행동으로부터 도출하기 어려운 작업 방법 인식기술 개발
 - 작업지시서의 텍스트 인식을 통한 작업방법 이해기술 개발
 - 작업지시서의 영상 인식을 통한 작업방법 이해기술 개발
- 손가락관절 인식 및 물체 파지방법 인식 성능향상
 - 물체인식결과를 활용한 인간골격 및 손가락관절 인식기술 개발

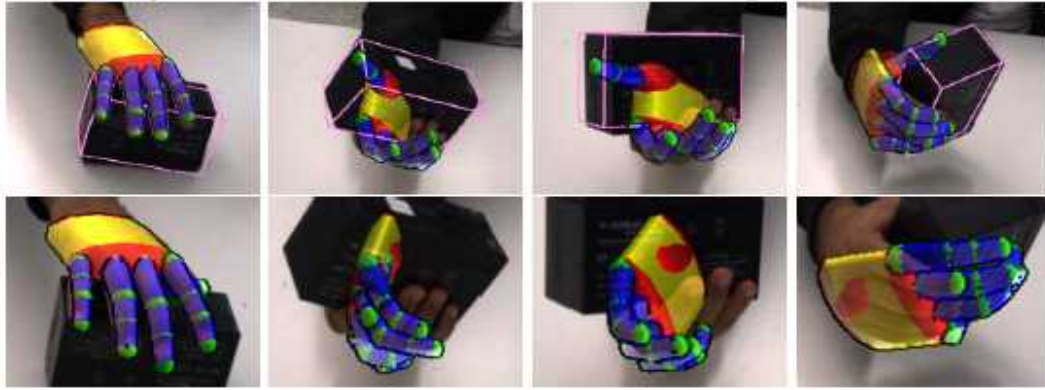


그림 19 물체인식과 결합한 손가락관절 인식방법

* 출처: I. Oikonomidis, N. Kyriazis, and A. A. Argyros, "Full DOF tracking of a hand interacting with an object by modeling occlusions and physical constraints", ICCV, 2011.

- 물체 및 인간행동인식결과를 활용한 물체파지방법 인식기술 개발

□ 단위작업에 특화된 사전/사후 조건/작업방식/순서 학습, 로봇에 체화된 단위 행동 학습, 실시간 적응적 로봇 작업 계획 (한양대학교)

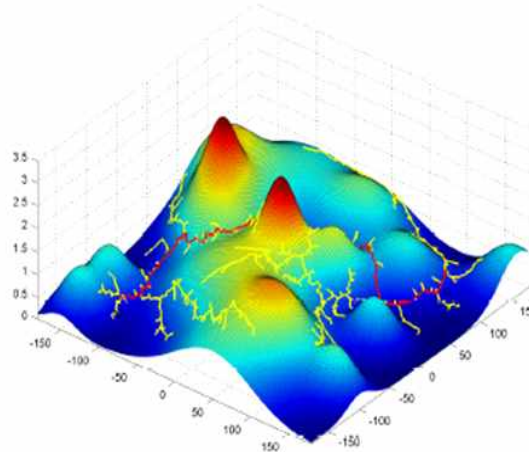
- 물리적 접촉 기반의 로봇 단위작업에 특화된 사전조건, 사후조건 및 작업 방식과 작업순서 학습 기술 개발
 - 힘과 토크 등 물리적 접촉 정보를 고려한 단위작업의 사전, 사후조건 및 작업방식 학습 기술 개발
 - 힘/토크 측정 센서를 통한 물리적 접촉 정보 획득 및 분석 기술 개발
 - 2차년도 중요도 측정 지표를 확장하여 작업 수행 중 물리적 접촉 정보가 발생할 때 중요한 정보의 종류 및 중요한 시점을 자동으로 인식하여 지식화 하는 기술 개발
 - 로딩 공정을 포함한 전자제품 프레임 조립의 단위작업에 특화된 사전조건, 사후조건, 작업방식, 그리고 작업순서에 대한 인스턴스 생성 후 속도, 힘, 토크 정보를 포함하여 로봇의 단위작업 정확도 90% 이상 보장
 - 로딩 공정과 프레임 조립에 필요한 단위작업들의 사전조건, 사후조건, 작업방식에 대한 인스턴스 생성
 - 2차년도에 개발한 단위작업의 지식 표현을 확장하여 멀티모달 (속도, 힘, 토크 등)의 정보 표현이 가능하도록 확장
 - 표현된 지식들의 문법적/의미적 오류 검사 기술 개발

- 적응적 단위작업 선택 및 시간/에너지 최적화를 통한 로봇 작업 계획 실시간 조정 기술 개발
 - 명목적 작업 계획으로부터 실시간 로봇 환경에 따른 적응적 단위작업 선택 기술 개발
 - 단위작업에 특화된 사전조건, 사후조건, 작업방식을 기반으로 한 명목적 작업 계획 수립 기술 개발
 - 명목적 작업 계획으로부터 시간/에너지의 유틸리티 최적화를 통한 실시간 작업 계획 조정 기술 개발
 - 시간 및 에너지 최적화를 통한 로봇 작업 계획 실시간 조정 기술 개발 후 로딩 공정을 포함한 전자제품 프레임 조립의 작업 계획을 위한 단위작업 인스턴스 생성 후 로봇의 작업계획 성공률 95% 이상 보장
 - 로딩 공정을 포함한 전자제품 프레임 조립의 작업계획 성공률 보장을 위한 모니터링 시스템 기반의 예외상황 분석 및 자동 학습 기술의 확장

□ 실시간 적응적 로봇 조작 계획 (서울대학교)

- 힘/토크 기반의 단위 작업 제약사항 만족하는 조작 계획 기술 및 최적화 기술 개발
 - 힘/토크 기반 작업 구속조건을 만족하는 조작 계획 기술 개발
 - 로봇 작업에 추가적인 동역학적 구속조건이 있는 경우 이를 만족시키면서 작업을 수행하는 조작 계획법 필요
 - 동역학적 구속조건을 예시로는 조립을 위해 가해야 할 힘/토크 등의 값에 제한이 있거나 정확한 값으로 힘을 주어야하는 경우 등이 있음
 - 가하는 힘/토크에 제한이 있는 경우, 앞서 생성한 경로의 time parametrization을 최적화하여 힘/토크에 대한 구속조건 맞춤
 - 정확한 힘을 가해야 하는 경우, 주어진 단위 작업에 맞는 force controller를 개발하여 작업에 요구되는 힘/토크 생성
 - 작업에 따른 목적함수를 최적화하는 조작계획법 개발
 - 작업별로 최적화되어야 하는 성능지수가 있는 경우 경로 계획에 최적화가 고려되어야 함
 - 최적 제어를 이용하여 조작 계획을 생성할 수 있으나 시간이 오래 걸리고 빠른 시간 안에 생성해야 하는 경우에는 적용하기 힘들
 - RRT에 기반을 두어 최적화를 고려한 경로를 생성하는 방법으로 본 연구실에서 개발한 Vector Field-RRT (VF-RRT)²⁾가 있음

- VF-RRT를 이용하면 빠르고 목적함수에도 최적화된 경로 생성 가능
- 최적화할 목적함수에 맞는 벡터장 형태를 개발하고 VF-RRT를 적용



| | Integral of Cost | Upstream | Iterations | Length |
|--------|------------------|----------|------------|--------|
| RRT | 445.0 | 12.85 | 526.3 | 410.6 |
| T-RRT | 377.6 | 0.62 | 9221.0 | 432.5 |
| VF-RRT | 389.1 | 0.58 | 872.4 | 508.2 |

그림 20 : 임의의 잠재함수에서의 VF-RRT 트리의 모습
(노란색: VF-RRT 트리, 빨간색: 최종 경로)

- 단위 조작 계획을 로봇 작업으로 적용 및 성능 향상
 - 로딩 공정을 포함한 전자제품 프레임 조립 등의 로봇 작업에 대하여 생성한 조작 계획을 적용 및 성능 향상
- 힘/토크 오차를 줄이기 위한 실시간 적응적 로봇 조작 계획, 제어 기술 및 멀티태스킹 기술 개발
 - 힘/토크 오차 발생 시 로봇 조작의 오차를 줄이기 위한 제어기 튜닝 기법 개발
 - 실시간으로 로봇의 힘/토크를 작업에 요구되는 값으로 제어하기 위해서 피드백 제어입력이 필요함
 - 힘/토크 제어에서 외란과 충격이 있을 때 피드백을 통하여 안정성 있게 목표 값으로 가도록 하는 피드백 gain값을 설정하는 방법 연구
 - 힘/토크 기반 작업 구속조건을 포함하도록 Motion Description Language (MDL) 확장
 - 기존의 MDL에는 힘/토크 기반의 작업의 구속조건에 대한 정보는 없음
 - 다양한 힘/토크 등 동역학 기반 작업 구속조건들에 대한 MDL 형태 및 파

라미터 개발

- 로봇의 멀티태스킹을 위한 Motion Description Language (MDL)의 개발
 - 멀티태스킹을 위해 제시되어 있는 multi-tasking MDL(MDLm)³⁾을 적용
 - 각 작업의 MDL을 생성하고 작업의 우선순위 설정
 - 좌표변환으로 각 작업을 작업 공간(task space)상에서 표현하고 낮은 우선순위에 있는 것은 높은 우선순위의 null space 상에서 제어
 - 이를 통하여 동시에 여러 단위 작업을 수행 가능

□ 인간 작업의 단위 행동 및 순서 인식 (한국과학기술원)

- 다중 시점(RGB-D 센서 2대), 다중 입력 (RGB-D)의 심층 인공 신경망 기반 단위 행동 및 작업 인식 기술.
 - 단일 시점에서는 제한된 시점으로 인해 복잡한 작업 환경에서 가려짐 현상으로 인해 단위 행동 및 단위 작업 인식이 어려움.
 - 각 시점의 단위 행동 및 단위 작업 인식 결과를 입력으로 하는 모델을 학습하여 복잡한 작업 환경에서도 강인하게 단위 행동 및 단위 작업을 인식.

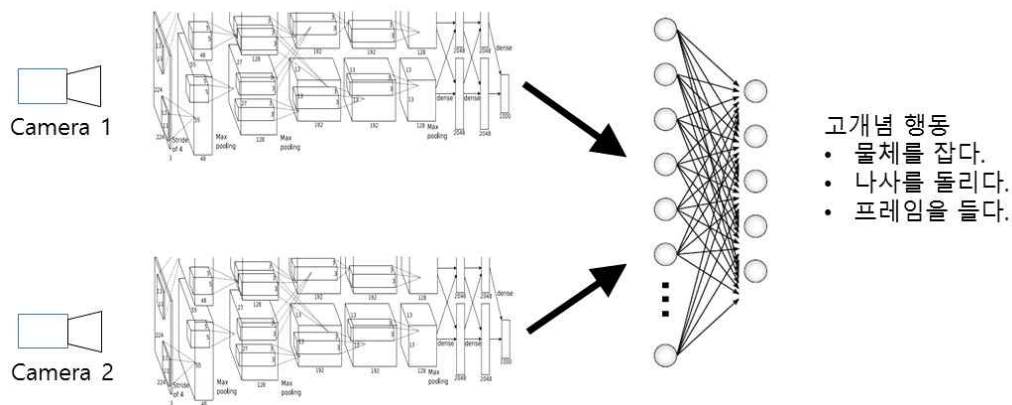


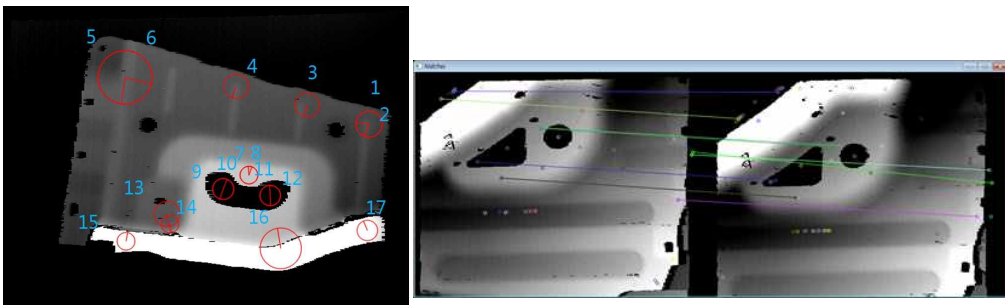
그림 21 각 시점의 인식 결과를 통합 · 학습하는 모델

- 시스템 통합을 위한 단위 행동 및 작업 인식 기술의 모듈화 및 최적화
 - 실제 작업 환경에서 이루어지는 다양한 단위 행동 및 단위 작업 인식을 위해 대규모 심층 인공 신경망을 최적화.
 - 입력: 사람 관절 좌표 (한국생산기술연구원), 물체 정보 (한양대학교), 다중 입력 (RGB-D) 및 다중 시점 (2대) RGB-D 영상.
 - 출력: 정의된 단위 행동 및 단위 작업 인식

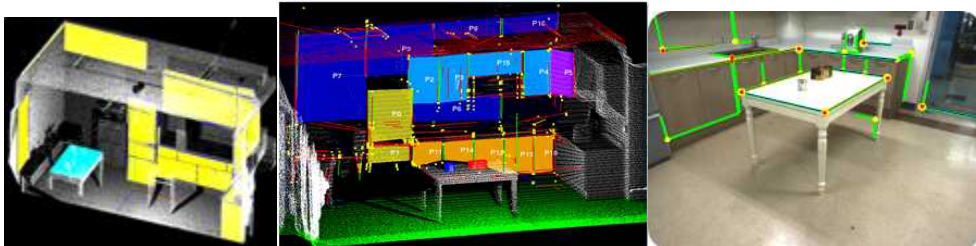
3) Jaeyoung Han, and Frank Chongwoo Park, "A multitasking architecture for humanoid robot programming," Intelligent Service Robotics 6.3 (2013): 121-136.

□ 물체 위치/자세 추정을 포함하는 물체 및 환경 인식 (성균관대)

- 효과적 조립/검사 작업을 위한 머리 및 핸드 장착 3D 카메라의 실시간 최적 위치 설정
 - 조립/검사 진행시 유휴 상태의 머리/핸드에 장착된 3D 카메라를 활용한 물체/도구 재인식을 통해 정밀한 조립/검사를 돕기 위한 최적위치 설정
- Free-Form 및 비정형 물체를 포함하는 물체/툴 인식 및 위치/자세 추정
 - Free-Form 및 비정형 물체에 대한 3차원 특징점 추출
 - 3차원 특징점에 대한 descriptor에 생성 및 이를 이용한 물체 자세 추정



- 작업지시서의 상세 명세 내용 및 작업 이해와 연계를 위한 3차원 작업 환경 모델링
 - 작업 공간 정의를 위한 3차원 평면 기반의 작업 환경 모델링
 - 3차원 평면 조합을 사용한 세부 작업 공간 정의(작업 테이블)



□ 양팔로봇 설계/제작 및 작업 시나리오 수행 ((주)엔티리서치)

- 양팔로봇을 이용한 전자제품 프레임의 체결조립 작업
 - 전자제품 프레임의 체결조립을 위해 작업이해, 작업계획, 작업수행이 가능한 양팔로봇 시스템 구축.
 - 타기관의 연구성과를 SI 차원에서 통합하되, 핵심기술로서 기계부품의

정렬기술, 체결조립을 위한 고정기술, 볼트의 체결기술, 체결 상태의 검사기술 등을 개발함.

- 기계부품의 정렬기술: 필요한 기계부품을 파지 또는 흡착한 후, 전자제품 본체에 정렬하는 기술로서 기계부품을 삽입 조립을 포함하여 시행됨.
- 체결조립을 위한 고정기술: 체결조립 중에 기계부품이 안정적으로 고정 되도록 하는 기술로서 체결 톨(전동 드라이버)의 진동 등을 고려해야 함.
- 볼트의 체결기술: 볼트의 안정적인 공급, 체결 자세, 깊이, 힘 등이 고려되어야 함. 여러 개의 볼트 체결 시에는 체결 순서도 중요하고 경우에 따라서는 힘센서가 필요함.
- 체결 상태의 검사기술: 정상적인 체결 상태를 검사하여 OK 판정하는 기능이며, 경우에 따라서는 2차원뿐 아니라 3차원 검사도 필요함.

○ 양팔로봇을 이용한 기계류 조립품의 3차원 외관검사 작업

- 기계류 조립품은 양팔로봇으로 커버해야하는 크기의 완성품(예를 들어, 엔진, 보일러, 복합기 등)을 대상으로 1종을 선정하고, 외관검사를 실시함.
- 외관검사는 작업시간을 고려하여 고속으로 하되, 조립 부품의 유무 검사, 이종부품 발견, 조립상태의 검사, 칼라 검사 등을 실시함.
- 양팔로봇으로 외관검사 시에 조명의 간섭, 역할 분담, 교시(티칭)의 용이성이 모두 고려되어야 함.

□ CAD 데이터를 활용한 로봇 경로 보정 ((주)큐빅테크)

○ CAD 데이터를 이용하여 체결조립을 위한 로봇경로 보정

- 본 과제에서는 CAD데이터를 이용하여 체결조립공정에서 로봇의 경로를 생성 또는 보정하는 OLP(Offline Programming) 기법을 이용하고자 함
- 디스플레이 패널의 프레임 조립하고 여러개의 볼트를 체결하는 공정을 대상으로 로봇의 경로를 보정함

○ CAD 데이터를 이용하여 외관검사를 위한 로봇경로 보정

- 본 과제에서는 CAD데이터를 이용하여 외관검사공정에서 로봇의 경로를 생성 또는 보정하는 OLP(Offline Programming) 기법을 이용하고자 함
- 부품의 유무, 부품 오조립, 외관상태, 배선상태, 정렬상태 등에 대한 외관검사공정을 대상으로 로봇의 경로를 보정함

□ 양팔로봇을 위한 비전 모듈 설계/제작 ((주)셈앤틱)

- 체결조립 및 외관검사 작업 적용 비전 모듈 업그레이드 개발
 - 체결조립 작업을 고려한 비전 모듈 업그레이드 개발
 - 체결조립 작업을 고려한 비전 모듈 H/W 업그레이드 개발
 - 체결조립 작업을 고려한 프로세서 및 DSP S/W 기능 추가 개발
 - 작업 패턴을 고려한 비전 모듈 동작 알고리즘 개발
 - 체결조립 작업을 고려한 렌즈 및 이미지센서 인터페이스 업그레이드
- 체결조립 및 외관검사 작업 적용 조명장치 업그레이드 개발
 - 체결조립 작업 환경에 최적인 조명 컨트롤러 개발
 - 조명 컨트롤러 메인보드 H/W 업그레이드 개발
 - 체결조립 작업 환경 적응형 컨트롤러 S/W 추가 개발
 - 체결조립 작업 환경을 고려한 조명장치 업그레이드 개발
 - 작업환경의 밝기 및 측정거리를 고려한 조명장치 기능 업그레이드
- 비전 모듈을 이용한 체결조립 작업 적용
 - 체결조립 작업을 통한 비전 모듈 H/W 및 S/W 수정 및 보완작업 수행
 - 전체 판단지능 시스템과의 연동 지원
 - 양팔로봇 장착시 기능 및 성능 튜닝
 - 판단지능 S/W와의 연동시험 지원
- 비전 모듈을 이용한 외관검사 작업 적용
 - 외관검사 작업을 통한 비전 모듈 H/W 및 S/W 수정 및 보완작업 수행
 - 전체 판단지능 시스템과의 연동 지원
 - 양팔로봇 장착시 기능 및 성능 튜닝
 - 판단지능 S/W와의 연동시험 지원

□ 판단지능 S/W 모듈화 및 통합 ((주)엠젠)

- 작업을 위한 판단 지능기술에 사용된 모듈들의 통합 및 보완
 - 아래 그림에서 각 기관이 제공한 모듈들의 통합 및 문제점 분석
 - 제공된 모듈들의 인터페이스 시험 및 동작 안전성 시험
 - 매니플레이터 및 그리퍼용 인터페이스 보완
 - 인간 골격 및 손가락 관절에 사용되는 모듈들의 인터페이스 보완
 - 객체 인식 및 학습에 사용되는 모듈들의 인터페이스 보완
 - 인간 행동 분석 및 학습에 사용되는 모듈들의 인터페이스 보완

- 작업 순서 학습 및 계획에 사용되는 모듈들의 인터페이스 보완
- CAD 데이터 활용을 위한 모듈들의 인터페이스 보완
- 아래의 그림들은 5개년에 사용될 모든 컴포넌트(혹은 SW 모듈)들의 예이며 년도별로 새롭게 변경되거나 추가될 때 변경됨

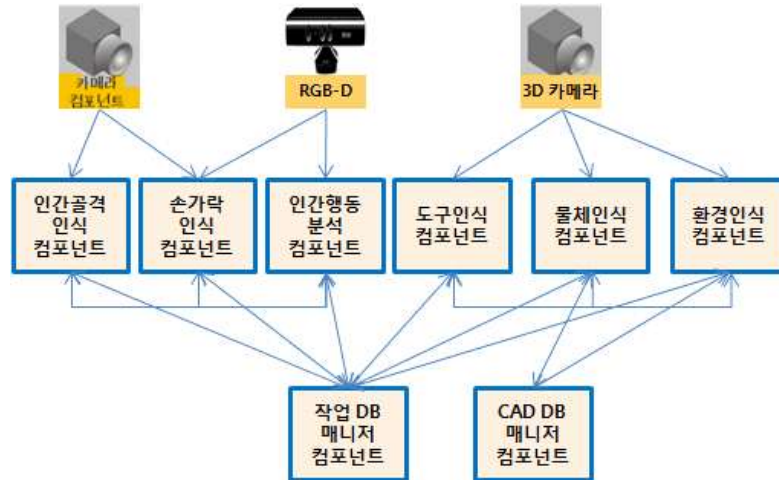


그림 27 인간작업분석용 모듈간의 연결 예
(화살표는 인터페이스)

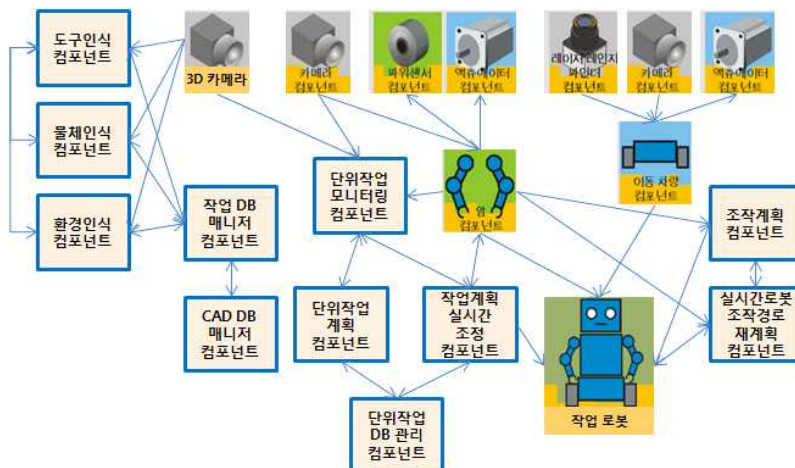
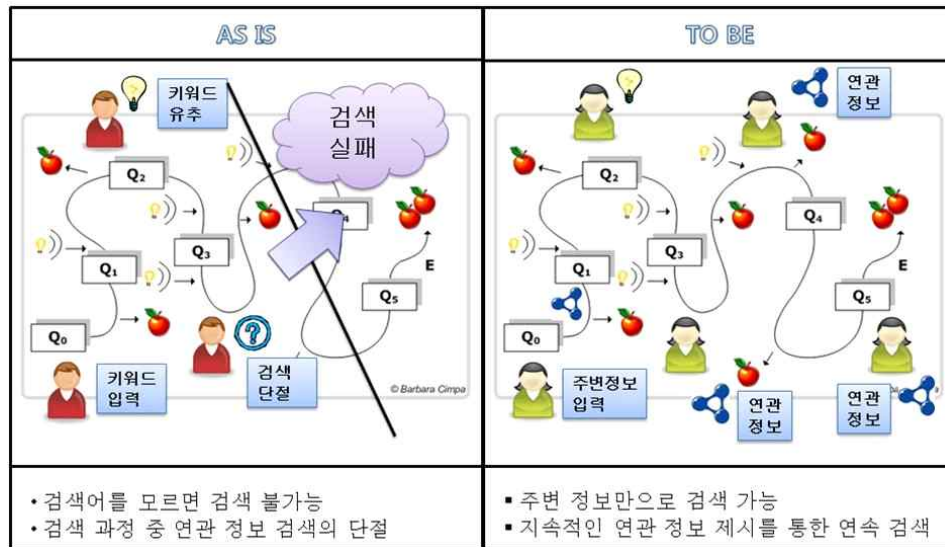


그림 28 로봇작업용 모듈간의 연결 예
(화살표는 인터페이스)

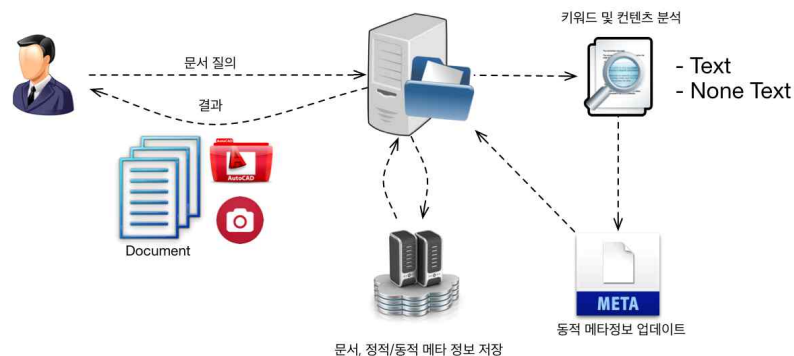
- 문서형(비구조) 지식(매뉴얼, 사양서 등)의 저장 및 분류를 위한 시스템 운용 및 문서 관계 분석
 - 작업지능 작업에서 생산된 모든 문서에 대한 등록관리 및 신규 문서 작성 시스템 적용
 - : XML 기반의 사용자의 편의에 의한 서식 작성 및 등록관리 기능 구현
 - 내부 문서들의 연관관계를 고려한, Linked Data를 고려한 문서 관리 시스템 분석

: 내부 또는 협업 기관 간 데이터 연계를 고려한 Linked Data 기능 분석



- 웹기반 문서 내용 분석 및 검색 기능 개발

- : Text 기반의 문서(CAD , 이미지 데이터 제외)에 관한 내용 분석 기반의 메타데이터 생성 기법 분석
- : Non-Text 기반의 문서(CAD , 이미지 데이터)에 관한 File Header 및 Data 분석을 통한 메타데이터 생성 기법 분석
- : 시스템 보안 및 접근 권한에 관한 시스템 정책 정의 및 구현
- : 등록문서의 내용 분석 관리 기능 구현
- : 메타데이터 기반의 문서 최적 알고리즘 기반의 검색기능 구현



(3) 4차년도

가) 개발 목표

□ 작업지시서 이해 및 작업방식 인식 (한국생산기술연구원)

- 텍스트/영상 인식결과를 결합한 작업지시서 이해기술
 - 제조환경 작업 데이터베이스 및 작업지시서 추가 제작
 - 텍스트 및 영상 인식결과를 결합한 작업지시서 이해기술 개발
- 물체/인간행동/작업방식 통합 인식기술
 - RGB-D 입력 기반의 손가락관절 인식기술 개발 (관절수 16개)
 - 물체/인간행동/작업방식 통합 인식기술 개발

□ 단위작업에 특화된 사전/사후 조건/작업방식/순서 학습, 로봇에 체화된 단위 행동 학습, 실시간 적응적 로봇 작업 계획 (한양대학교)

- 테스트 베드에서 학습 결과 검증 및 인스턴스 생성
 - 단위작업에 특화된 사전 및 사후조건, 작업방식, 작업순서에 대한 재사용성 확대를 위한 일반화 기술 개발
 - 비정렬 부품 픽업 및 조립/커넥터 연결 및 전선 정리/이형 부품 납땜 조립의 테스트 베드에서 단위작업에 특화된 사전 및 사후 조건, 작업방식, 작업순서에 대한 학습 결과 검증 및 인스턴스 생성
 - 작업에 요구되는 모든 제약사항을 포함하여 단위작업 정확도 90% 이상 보장
- 테스트 베드에서 로봇 작업 계획 기술 검증 및 인스턴스 생성
 - 계획에 사용되는 단위작업의 재사용을 위한 일반화 기술 개발
 - 비정렬 부품 픽업 및 조립/커넥터 연결 및 전선 정리/이형 부품 납땜 조립의 테스트 베드에서 작업 계획 기술 검증 및 인스턴스 생성
 - 작업계획 성공률 98% 이상 보장

□ 실시간 적응적 로봇 조작 계획 (서울대학교)

- 경로구속조건과 장애물이 있는 경우의 조작 계획 기술 및 작업에 따른 조작 계획법 선택 기술 개발
 - 매듭 묶기, 전선 정리 작업 등과 같은 불연속 다양체에서의 조작 계획법 개발
 - 작업 별 요구사항에 맞는 적합한 조작 계획법 선택 기법 개발
- 실시간 적응적 로봇 경로 재계획 기술 개발
 - 작업의 실패, 로봇의 고장 등의 돌발 상황 발생 시 효율적인 로봇 경로 재계획 기법 개발

□ **인간 작업의 단위 행동 및 순서 인식 (한국과학기술원)**

- 다중 시점 (RGB-D 센서 2대), 다중 입력 (RGB-D)의 심층 인공 신경망 기반 단위 행동 및 작업 인식 기술(3차년도)의 최적화 및 성능 향상
- 입력: 서로 다른 시점에 설치된 센서 2대로 부터의 RGB-D영상, 사람 관절 좌표, 물체 정보 (종류 및 좌표).
- 출력: 정의된 단위 행동 및 단위 작업 인식.
- 정확도: 10개의 단위 작업에 대하여 평균 93% 이상.

○ 다중 시점, 영상 입력 (RGB)의 시공간 심층 인공 신경망 기반 단위 행동 및 작업 인식 기술

- 고가의 다중 입력 센서 (RGB-D) 없이 영상 입력(RGB)만 사용하는 간단한 세팅으로 보다 실용적인 단위 행동 및 작업 인식 기술을 개발.
- 입력: RGB영상, 사람 관절 좌표, 물체 정보 (종류 및 좌표).
- 출력: 정의된 단위 행동 및 단위 작업 인식.

□ **물체 위치/자세 추정을 포함하는 물체 및 환경 인식 (성균관대)**

○ 환경/물체/도구 인식 및 학습 (위치/포즈 인식 포함)

- Articulated 물체 및 동적 물체를 포함하는 물체/툴 인식 및 위치/자세 추정
- 작업 환경 변화 감지 및 환경 모델 실시간 자동 업데이트

□ **양팔로봇 설계/제작 및 작업 시나리오 수행 ((주)엔티리서치)**

○ 양팔로봇 설계 개선 및 비정렬 부품인식

- 3차년도 결과로부터 양팔로봇 설계 개선 제작
- 양팔로봇을 이용한 비정렬 부품 인식

□ **CAD 데이터를 활용한 로봇 경로 보정 ((주)큐빅테크)**

○ 양팔로봇 설계 개선을 고려한 로봇경로 보정

○ CAD 데이터를 이용한 비정렬 부품 픽업을 위한 로봇경로 보정

□ **양팔로봇을 위한 비전 모듈 설계/제작 ((주)셈앤틱)**

○ 비정렬 부품 픽업 적용 비전 모듈 업그레이드 개발

○ 비정렬 부품 픽업 적용 조명장치 업그레이드 개발

○ 비전 모듈을 이용한 비정렬 부품 픽업 적용 수행

□ **판단지능 S/W 모듈화 및 통합 ((주)엠젠)**

○ 작업을 위한 판단 지능기술에 사용된 모든 모듈들의 통합시 인터페이스 보

완 및 성능 보완

- 사용되는 각 종 모듈들의 인터페이스 보완 및 통합(인간 골격 및 손가락 관절 모듈, 객체 인식 및 학습에 사용되는 모듈, 인간 행동 분석 및 학습에 사용되는 모듈, 작업 순서 학습 및 계획에 사용되는 모듈, CAD 데이터 활용을 위한 모듈)

○ 판단지능 산출 문서의 통합관리 및 성능 안정화

- 웹기반 문서 데이터의 통합 등록 관리 및 작성 시스템 적용 에 따른 기능 보완 및 시스템 성능 안정화

○ 웹기반 실시간 협업 관리 기능 구현 및 문서의 동적 메타데이터 및 분류체계에 관한 생성기법 정의

○ 웹 기반 도면 등록에 관한 실시간 메타정보 생성 처리 및 확인 기능 구현

나) 개발 내용 및 범위

□ 작업지시서 이해 및 작업방식 인식 (한국생산기술연구원)

○ 텍스트/영상 인식결과를 결합한 작업지시서 이해기술

- 제조환경 작업 데이터베이스 및 로봇용 작업지시서 추가 제작 및 개발
- 텍스트 및 영상 인식결과를 결합한 작업방법 이해기술 개발

○ 물체/인간행동/작업방식 통합 인식기술

- RGB-D 입력 기반의 손가락관절 인식기술 개발 (관절수 16개)

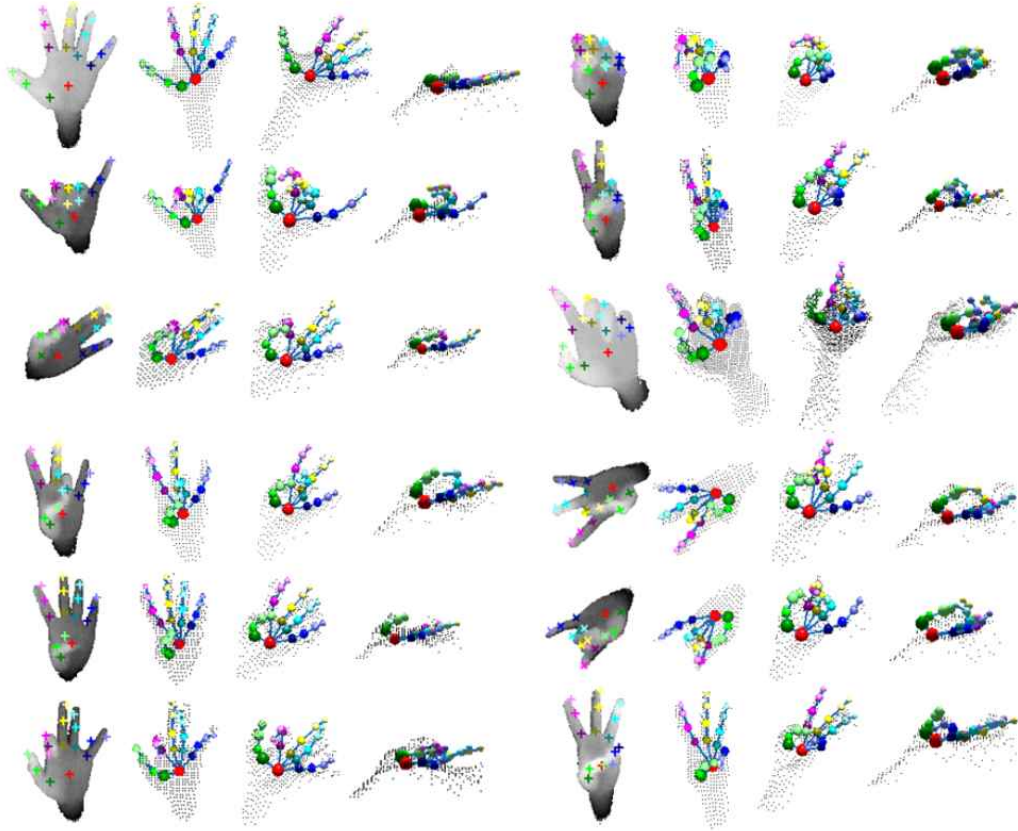


그림 31 손의 다양한 형태 변화에 따른 손가락 관절의 위치 변화
(관절수 16개로 표현한 경우)

* 출처: D. Tang, H. J. Chang, A. Tejani, and T.-K. Kim, "Latent Regression Forest: Structured Estimation of 3D Articulated Hand Posture", CVPR, 2014.

- 물체/인간행동/작업방식 통합 인식기술 개발

□ 단위작업에 특화된 사전/사후 조건/작업방식/순서 학습, 로봇에 체화된 단위 행동 학습, 실시간 적응적 로봇 작업 계획 (한양대학교)

○ 테스트 베드에서 학습 결과 검증 및 인스턴스 생성

- 단위작업에 특화된 사전조건, 사후조건, 작업방식, 작업순서에 대한 재사용성 확대를 위한 일반화 기술 개발
 - 2~3차년도에 개발한 단위작업의 사전조건, 사후조건, 작업방식, 작업순서의 인스턴스들의 재사용성 확대를 위한 부호화 기술 개발
 - 부호화를 통한 단위작업의 기능별 클러스터링 기술 개발
 - 클러스터링 된 단위작업들의 일반화 된 표현 기술 개발

- 비정렬 부품 픽업, 조립/커넥터 연결 및 전선 정리/이형 부품 납땜 조립의 테스트 베드에서 단위작업에 특화된 사전조건, 사후조건, 작업방식, 작업순서에 대한 학습 결과 검증 및 인스턴스 생성 후 작업에 요구되는 모든 제약사항을 포함하여 로봇의 단위작업 정확도 90%이상 보장
- 일반화 된 표현 기술로부터 생성된 단위작업 생성 후 비정렬 부품 픽업, 조립/커넥터 연결 및 전선 정리/이형 부품 납땜 조립 수행 시 제약사항을 만족하는지 여부를 검증 후 점진적 개선을 통한 자동 학습 기술 개발

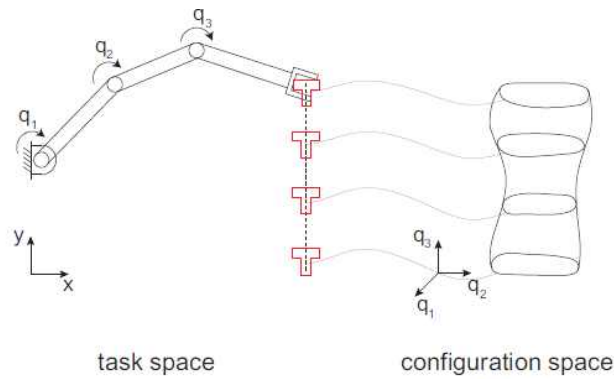
○ 테스트 베드에서 로봇 작업 계획 기술 검증 및 인스턴스 생성

- 계획에 사용되는 단위작업의 재사용을 위한 일반화 기술 개발
 - 일반화 된 표현으로 학습 된 단위작업들을 이용한 계획 수립을 위한 모니터링, 명목적 행동 계획, 적응적 행동 계획 및 행동 선택 기술의 확장
- 비정렬 부품 픽업, 조립/커넥터 연결 및 전선 정리/이형 부품 납땜 조립의 테스트 베드에서 작업 계획 기술 검증 및 인스턴스 생성 후 로봇의 작업계획 성공률 98% 이상 보장
 - 비정렬 부품 픽업, 조립/커넥터 연결 및 전선 정리/이형 부품 납땜 조립의 작업 계획 성공률 보장을 위한 모니터링 시스템 기반의 예외상황 분석 및 자동 학습 기술의 확장

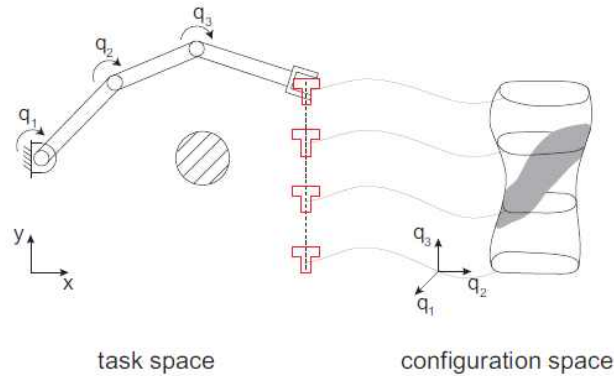
□ 실시간 적응적 로봇 조작 계획 (서울대학교)

- 경로구속조건과 장애물이 있는 경우의 조작 계획 기술 및 작업에 따른 조작 계획법 선택 기술 개발
 - 불연속 다양체에서의 조작 계획법 개발
 - 하나의 단위 작업 내에서 로봇이 장애물을 고려하며 물체를 좁은 공간 사이로 통과시키는 것과 같은 복잡한 작업을 수행해야 하는 경우 이는 기존의 조작 계획법만으로는 해결하기 어려움
 - 이러한 작업의 예로는 매듭 묶기, 전선 정리 작업 등과 같은 작업이 있음
 - 이러한 문제에서는 불연속 다양체에서의 계획법이 필요하고 이를 위해 본 연구실에서 개발한 RRT 기반의 계획법⁴⁾이 있음
 - 이를 이용하여 전선 정리 등의 작업에 대해 조작 계획 수행 및 개선

4) J. Kim, "Motion planning on disconnected manifolds: Manipulation under task and obstacle constraints," MS thesis, Department of Mech. & Aerosp. Eng., Seoul National University, 2013.



(a) A problem without obstacles



(b) A problem with an obstacle

그림 32 불연속 다양체에서의 동작 계획 예제

- 작업 별 요구사항에 맞는 적합한 조작 계획법 선택 기법 개발
 - 단위 작업이 주어졌을 때 로봇이 스스로 판단하여 개발된 조작 계획법 중에서 주어진 작업에 맞는 계획법을 적용할 수 있어야 함
 - 주어진 작업의 제약사항 등의 정보로부터 조작 계획법 선택에 필요한 조건 및 요소 추출
 - 추출된 요소를 기반으로 적합한 조작 계획법의 선택 기법 개발
- 실시간 적응적 로봇 경로 재계획 기술 개발
 - 돌발 상황 발생 시 효율적인 로봇 경로 재계획 기법 개발
 - 돌발 상황으로 인하여 목표하는 작업이 성공하지 못하는 경우 로봇의 조작이 다시 이루어져야 함
 - 경우에 따라서 추가적인 단위 작업이 필요할 수 있고 이를 판단하여 작업 계획단계로 알림
 - 실시간으로 인식된 환경 정보로부터 새로 주어진 작업 시퀀스를 수행하는 조작 계획 재생성
 - 극단적인 상황에서 작업 수행 중 로봇의 고장이 일어날 수 있음

- 다자유도 로봇팔의 경우 관절 하나에서 고장이 일어나더라도 작업에 필요로 하는 자유도가 있다면 지속해서 주어진 작업을 수행할 수 있음
- 로봇 조작성(manipulability) 등으로부터 로봇이 작업을 지속가능한지에 대해 판단하는 기술을 개발

□ 인간 작업의 단위 행동 및 순서 인식 (한국과학기술원)

- 다중 시점 (RGB-D 센서 2대), 다중 입력 (RGB-D)의 심층 인공 신경망 기반 단위 행동 및 작업 인식 기술(3차년도)의 최적화 및 성능 향상
 - 실제 작업 환경에서 이루어지는 다양한 단위 행동 및 단위 작업 인식을 위해 대규모 심층 인공 신경망을 최적화.
- 다중 시점, 영상 입력 (RGB)의 시공간 심층 인공 신경망 기반 단위 행동 및 작업 인식 기술
 - 실제 작업 환경에는 빛 반사율이 높은 금속 소재의 시설이나 물체가 많아 기존의 RGB-D 센서를 통한 깊이 정보가 부정확할 수 있음.
 - 고가의 다중 입력 센서 (RGB-D) 없이 영상 입력(RGB)만 사용하는 간단한 세팅으로 보다 실용적인 단위 행동 및 작업 인식 기술을 개발.
 - RGB-D 센서에 의존한 사람 자세 추정을 위해 의존했던 영상 (RGB) 기반의 사람 자세 추정 기술 개발.
 - 그림 XX.와 같이 대규모 심층 인공 신경망을 regressor로 활용하여 입력 영상의 사람 자세 추정.

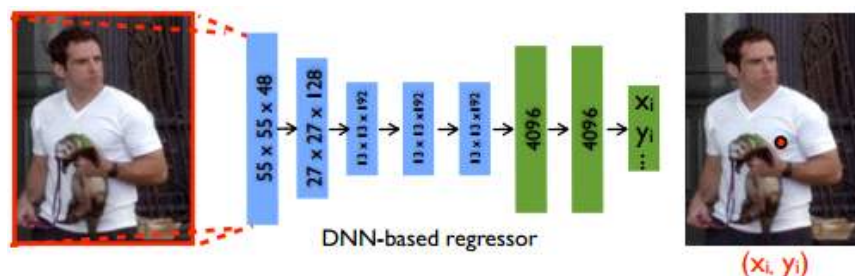


그림 33 대규모 심층 인공 신경망을 통한 사람 자세 추정

□ 물체 위치/자세 추정을 포함하는 물체 및 환경 인식 (성균관대)

- Articulated 물체 및 동적 물체를 포함하는 물체/틀 인식 및 위치/자세 추정
 - Articulated 물체의 색상, 2D/3D Geometry, Context 등의 특징 검출 및

특징 조합

- 2D/3D Integration을 이용한 물체 인식 및 위치/자세 추정
- 작업 환경 변화 감지 및 환경 모델 실시간 자동 업데이트
 - 사전에 작업 환경(툴의 위치, 종류) Category 생성하고 DB화
 - 물체인식 결과 및 작업환경 모델링 정보의 Categorization
 - DB와 Categorization 정보를 비교하여 변화감지 수행 및 자동 업데이트

□ 양팔로봇 설계/제작 및 작업 시나리오 수행 ((주)엔티리서치)

- 3차년도 결과로부터 양팔로봇 설계 개선 제작
 - 체결조립과 외관검사 결과를 바탕으로 양팔로봇의 기구설계와 SW를 개선함.
 - 양팔로봇의 설계 개선뿐 아니라, 센서류, 주변장치류의 배치와 운용을 개선하여 4차년도, 5차년도의 연구내용 수행이 가능하도록 함.
- 양팔로봇을 이용한 비정렬 부품 인식
 - 비정렬 상태의 기계부품을 인식하는 기술로서, 파지 부품의 선정, 파지 제어 전략의 수립, 파지, 정렬의 과정으로 구성됨.
 - 현장에 적용될 수 있도록 기름 등으로 오염되거나 어느 정도 복잡한 부품의 인식이 가능하도록 타기관과 자사의 비전기술을 시스템통합함.
 - 이종 부품의 인식, 영상처리/학습 시간의 단축, 인식을 향상이 중요함.

□ CAD 데이터를 활용한 로봇 경로 보정 ((주)큐빅테크)

- 양팔로봇 설계 개선을 고려한 로봇경로 보정
 - 양팔로봇을 사용하여 작업공정을 효율적으로 수행하도록 로봇의 경로를 보정함
- CAD 데이터를 이용한 비정렬 부품 픽업을 위한 로봇경로 보정
 - 무작위로 놓여있는 부품들중에서 CAD 데이터를 이용하여 특정 부품을 식별하는 기능을 개발함
 - 무작위로 놓여있는 부품들중에서 식별된 부품을 픽업하는 공정을 대상으로 로봇의 경로를 보정함

□ 양팔로봇을 위한 비전 모듈 설계/제작 ((주)셈앤틱)

- 비정렬 부품 픽업 적용 비전 모듈 업그레이드 개발
 - 비정렬 부품 픽업 작업을 고려한 비전 모듈 업그레이드 개발
 - 비정렬 부품 픽업 작업을 고려한 비전 모듈 H/W 업그레이드 개발
 - 비정렬 부품 픽업 작업을 고려한 프로세서 및 DSP S/W기능 추가 개발
 - 작업 패턴을 고려한 비전 모듈 동작 알고리즘 개발
 - 비정렬 부품 픽업 작업을 고려한 렌즈 및 이미지센서 인터페이스 업그레이드 개발
- 비정렬 부품 픽업 적용 조명장치 업그레이드 개발
 - 비정렬 부품 픽업 작업 환경에 최적인 조명 컨트롤러 개발
 - 조명 컨트롤러 메인보드 H/W 업그레이드 개발
 - 비정렬 부품 픽업 작업 환경 적응형 컨트롤러 S/W 추가 개발
 - 비정렬 부품 픽업 작업 환경을 고려한 조명장치 업그레이드 개발
 - 작업환경의 밝기 및 측정거리를 고려한 조명장치 기능 업그레이드
- 비전 모듈을 이용한 비정렬 부품 픽업 적용 수행
 - 비정렬 부품 픽업 작업을 통한 비전 모듈 H/W 및 S/W 수정 및 보완작업 수행
 - 전체 판단지능 시스템과의 연동 지원
 - 양팔로봇 장착시 기능 및 성능 튜닝
 - 판단지능 S/W와의 연동시험 지원

□ 판단지능 S/W 모듈화 및 통합 ((주)엠젠)

- 작업을 위한 판단 지능기술에 사용된 모든 모듈들의 통합시 인터페이스 보완 및 성능 보완
 - 각 기관이 제공한 모든 모듈들의 통합시 문제점 분석
 - 제공된 모듈들의 인터페이스 시험 및 동작 안전성 시험
 - 인간골격 및 손가락 관절에 사용되는 모듈들의 인터페이스 보완 및 통합
 - 객체 인식 및 학습에 사용되는 모듈들의 인터페이스 보완 및 통합
 - 인간 행동 분석 및 학습에 사용되는 모듈들의 인터페이스 보완 및 통합
 - 작업 순서 학습 및 계획에 사용되는 모듈들의 인터페이스 보완 및 통합
 - CAD 데이터 활용을 위한 모듈들의 인터페이스 보완 및 통합
 - 양팔 로봇 제어 모듈 인터페이스 보완 및 통합
 - 아래의 그림들은 5개년에 사용될 모든 컴포넌트(혹은 SW 모듈)들의 예이

며 년도별로 새롭게 변경되거나 추가될 때 변경됨

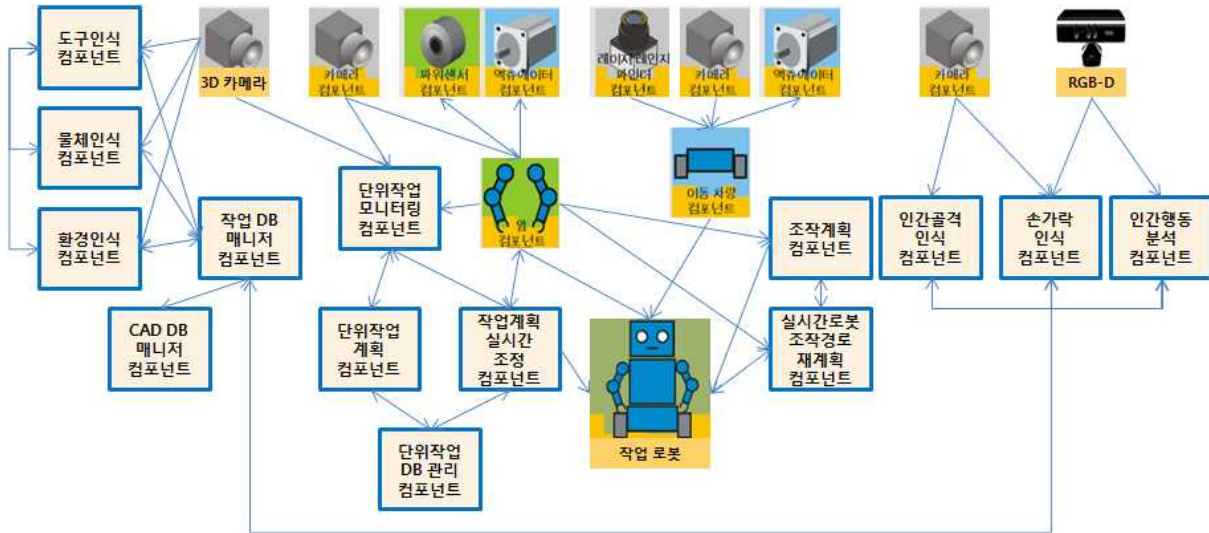
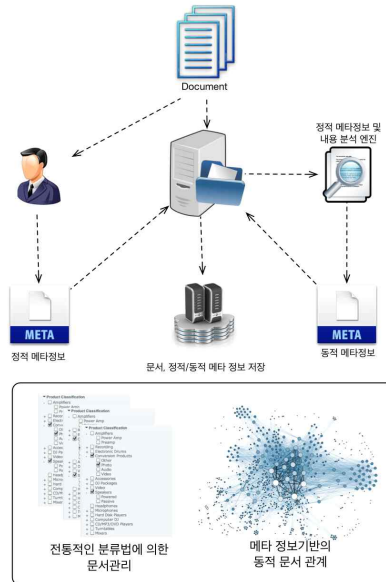


그림 34 인간작업 분석과 로봇작업을 동시 수행하는 로봇 모듈간의 연결
예(화살표는 인터페이스)

- 판단지능 산출 문서의 통합관리 및 성능 안정화
 - 웹기반 문서 데이터의 통합 등록 관리 및 작성 시스템 적용 에 따른 기능 보완 및 시스템 성능 안정화
- 웹 기반 CAD 도면 등 등록에 관한 실시간 메타정보 생성 처리 및 확인 기능 구현
 - 등록 도면에 관한 실시간 데이터 분석을 통하여, 기존 데이터 간의 관계 및 메타데이터 생성 기능 구현
 - 생성된 메타정보 및 관련 정보에 대한 사용자 확인 기능 구현
- 웹기반 실시간 협업 관리 기능 구현 및 문서의 동적 메타데이터 및 분류체계에 관한 생성기법 정의
 - 다자간 실시간 문서 작성 협업 기능 정의 및 구현
 - 자동화된 문서 내용기반의 키워드 및 내용 구조기반의 메타데이터 작성 기능 정의
 - : 자동화된 문서 내용기반의 키워드 및 내용 구조기반의 메타데이터 작성 기능 정의
 - : 다양한 관점에서 문서들에 대한 동적 카테고리 형성 및 관리 기능 정의
 - : 자동 생성된 메타데이터에 관한 사용자 검증 및 확인을 통한 문서의 신뢰성 보장을 위한 기능 정의



○ Linked Data 기반 데이터 작성 및 관리 기능 구현

(3) 5차년도

가) 개발 목표

□ 작업지시서 이해 및 작업방식 인식 (한국생산기술연구원)

- 작업지시서 이해기술 성능최적화
- 손가락 및 작업방식 인식기술 성능최적화
- 인간작업분석/로봇체화 통합을 통한 작업이해기술 완성

□ 단위작업에 특화된 사전/사후 조건/작업방식/순서 학습, 로봇에 체화된 단위 행동 학습, 실시간 적응적 로봇 작업 계획 (한양대학교)

- 실제 제조 환경에서 학습 결과 검증 및 인스턴스 생성
 - 실제 제조 환경에서 비정렬 부품 픽업 및 조립/커넥터 연결 및 전선 정리/이형 부품 납땜 조립에 맞도록 단위작업의 사전 및 사후조건, 작업방식, 작업순서의 최적화
 - 실제 제조 환경에서 이용할 수 있는 인스턴스 생성
 - 작업에 요구되는 모든 제약사항을 포함하여 단위작업 정확도 100% 보장
- 실제 제조 환경에서 로봇 작업 계획 기술 검증 및 인스턴스 생성
 - 실제 제조 환경에서 비정렬 부품 픽업 및 조립/커넥터 연결 및 전선 정리/이형 부품 납땜 조립에 맞도록 실시간 적응적 로봇 작업 계획 기술 검증
 - 실제 제조 환경에 작업 계획을 위한 단위 작업의 인스턴스 생성
 - 작업계획 성공률 100% 보장

□ 실시간 적응적 로봇 조작 계획 (서울대학교)

- 로봇 조작 계획 기술의 적용 및 개선
 - 단위 조작 계획을 실제 로봇 작업(비정렬 부품 픽업 및 조립/커넥터 연결 및 전선 정리/이형 부품 납땜 조립 등)으로 적용 및 성능 향상
- 실시간 적응적 로봇 조작 계획 및 제어 기술의 적용 및 개선
 - 돌발 상황의 해결을 위한 조작 계획 변경 기술의 통합 및 성능 향상
 - 최적화 등을 통합하여 Motion Description Language (MDL)를 확장하여 MDL++ 개발

□ 인간 작업의 단위 행동 및 순서 인식 (한국과학기술원)

- 다중 시점 (RGB-D 센서 2대), 영상 입력 (RGB)의 심층 인공 신경망 기반 행동 인식 기술 (4차년도) 최적화 및 성능향상.
- 단일 시점, 영상 입력 (RGB)의 심층 인공 신경망 기반 행동 인식 기술

- 다중 영상 입력이 아닌, 단일 영상 입력만 사용하는 간단한 세팅으로 보다 실용적인 단위 행동 및 작업 인식 기술을 개발.
- 입력: 단위 시점 영상(RGB).
- 출력: 단위 행동 및 단위 작업.

□ 물체 위치/자세 추정을 포함하는 물체 및 환경 인식 (성균관대)

- 환경/물체/도구 인식 및 학습 (위치/포즈 인식 포함)
 - 실시간 인식을 위한 성능 최적화
 - 시스템 통합을 이용한 성능 검증 및 안정화

□ 양팔로봇 설계/제작 및 작업 시나리오 수행 ((주)엔티리서치)

- 양팔로봇을 이용한 비정렬 부품 픽업조립, 이형 부품 납땜 및 커넥터 연결 작업
 - 양팔로봇을 이용한 비정렬 부품 픽업조립 작업
 - 양팔로봇을 이용한 이형 부품 납땜 작업
 - 양팔로봇을 이용한 커넥터 연결 및 기본적인 전선 정리 작업

□ CAD 데이터를 활용한 로봇 경로 보정 ((주)큐빅테크)

- 비정렬부품 픽업조립을 위한 로봇경로 보정
- 이형부품 납땜을 위한 로봇경로 보정
- 커넥터 연결 및 기본적인 전선 정리를 위한 로봇경로 보정

□ 양팔로봇을 위한 비전 모듈 설계/제작 ((주)셈앤틱)

- 비전 모듈을 이용한 비정렬 부품 픽업조립 기능 구현
- 비전 모듈을 이용한 이형 부품 납땜 및 커넥터 연결 작업 적용
- 판단지능 연계 비전 모듈 시제품 개발
- 비전 모듈용 조명장치 시제품 개발

□ 판단지능 S/W 모듈화 및 통합 ((주)엠젠)

- 작업을 위한 판단 지능기술 SW 통합 및 성능 최적화
 - 문제점 분석에 따른 각 종 모듈들의 보완 및 통합과 성능 최적화
 - 각종 모듈들의 인터페이스의 최적화(인간 골격 및 손가락 관절에 사용되는 모듈, 객체 인식 및 학습에 사용되는 모듈, 인간 행동 분석 및 학습에 사용되는 모듈, 작업 순서 학습 및 계획에 사용되는 모듈, CAD 데이터 활용을 위한 모듈, 양팔 로봇 제어 모듈)

- 판단 지능 기술을 위한 웹기반 문서 등록관리 및 작성 시스템 통합 운용

및 시스템 안정화

- 웹 기반 실시간 문서작성 지원을 위한 동적 레퍼런스 검색 및 등록 지원
기능 정의 및 구현
- 웹 기반 실시간 도면 확인 지원을 위한 기능 정의 및 구현

나) 개발 내용 및 범위

□ 작업지시서 이해 및 작업방식 인식 (한국생산기술연구원)

○ 성능최적화

- 작업지시서를 통한 작업방법 이해기술 성능최적화
- 인간골격 및 손가락관별 인식기술 성능최적화
- 물체파지 방법을 포함한 작업방식 인식기술 성능최적화

○ 인간작업 이해기술 통합

- 인간작업분석/로봇체화 통합을 통한 작업이해기술 완성

□ 단위작업에 특화된 사전/사후 조건/작업방식/순서 학습, 로봇에 체화된 단위 행동 학습, 실시간 적응적 로봇 작업 계획 (한양대학교)

○ 실제 제조 환경에서 학습 결과 검증 및 인스턴스 생성

- 실제 제조 환경에서 비정렬 부품 픽업, 조립/커넥터 연결 및 전선 정리/이형 부품 납땜 조립에 맞도록 단위작업의 사전조건, 사후조건, 작업방식, 작업순서의 최적화 기술 개발
 - 테스트 베드에서 발생하지 않았던 실제 제조 환경에서 발생할 수 있는 예외 상황에 맞도록 사전조건, 사후조건, 작업방식, 작업순서 학습 기술 개선
- 실제 제조 환경에서 이용할 수 있는 인스턴스 생성 후 작업에 요구되는 모든 제약사항을 포함하여 로봇의 단위작업 정확도 100% 보장
 - 정확도 100% 보장을 위한 개발된 로봇의 작업 지식 학습 기술의 필드 테스트

○ 실제 제조 환경에서 로봇 작업계획 기술 검증 및 인스턴스 생성

- 실제 제조 환경에서 비정렬 부품 픽업, 조립/커넥터 연결 및 전선 정리/이형 부품 납땜 조립에 맞도록 실시간 적응적 로봇 작업 계획 기술 검증
 - 테스트 베드에서 발생하지 않았던 실제 제조 환경에서 발생할 수 있는 예외 상황 처리를 위한 시스템 확장 및 개선
 - 시간, 에너지, 비용 감소를 위한 최적화 기술 개발
- 실제 제조 환경에서 작업 계획을 위한 단위 작업의 인스턴스 생성 후 로봇의 작업계획 성공률 100% 보장

- 작업계획 성공률 100% 보장을 위한 모니터링 기술, 계획 기술, 점진적 개선 기술의 필드 테스트

□ 실시간 적응적 로봇 조작 계획 (서울대학교)

- 로봇 조작 계획 기술의 적용 및 개선
 - 단위 조작 계획을 실제 로봇 작업으로 적용 및 성능 향상
 - 실제 작업의 다양한 단위 작업에 대하여 개발한 조작 계획 방법을 적용 및 성능 향상
 - 주어진 단위 작업에 따라 적절한 조작 계획법이 선택되는지 검증
 - 로봇의 기구학적 형태 또는 동역학적 파라미터 등에 상관없이 적용 가능하도록 조작 계획법의 일반화 수행
 - 비정렬 부품 픽업 및 조립/커넥터 연결 및 전선 정리/이형 부품 납땜 조립 등에 대하여 생성한 조작 계획을 적용 및 성능 향상
- 실시간 적응적 제어 기술의 적용 및 개선
 - 실시간 적응적 조작 계획 변경 및 제어 기술의 통합 및 성능 향상
 - 실제 작업 상황에서 돌발상황 발생 시 앞서 개발한 조작 계획 변경 기술을 실제 로봇에 적용 및 성능 향상
 - 외부 충격이나 교란 등에 의해 발생한 기구학, 동역학적 오차를 보정하기 위한 실시간 적응적 제어 기술 적용 및 성능 향상
 - 로봇의 기구학적 형태 또는 동역학적 파라미터 등에 상관없이 적용 가능하도록 일반화
 - Motion Description Language (MDL)의 통합 및 확장
 - 앞서 개발한 기구학적, 동역학적 구속조건에 대한 MDL을 통합하여 로봇의 산업 현장 작업 수행에 최적화된 MDL개발
 - 제시된 작업 외에 새로 주어지는 작업에 대해서도 MDL을 이용한 표현이 가능하도록 일반화
 - 로봇 공정용 작업 데이터베이스 구축

□ 인간 작업의 단위 행동 및 순서 인식 (한국과학기술원)

- 다중 시점 (RGB-D 센서 2대), 영상 입력 (RGB)의 심층 인공 신경망 기반

행동 인식 기술 (4차년도) 최적화 및 성능향상.

- 실제 작업 환경에서 이루어지는 다양한 단위 행동 및 단위 작업 인식을 위해 대규모 심층 인공 신경망을 최적화.

○ 단일 시점, 영상 입력 (RGB)의 심층 인공 신경망 기반 행동 인식 기술

- 4차년도 학습 모델은 작업 환경에 따라 다른 다중 시점 영상(RGB)이 필요.
- 다중 시점 영상(RGB)가 아닌 단일 시점 영상(RGB)에서 나오는 다양한 영상 정보(Mixture type, Deformation, Appearance score)를 이용.
- 각각의 영상 정보(Mixture type, Deformation, Appearance score)를 따로 학습한 후 통합·학습 하여 단위 행동 및 단위 작업 인식.

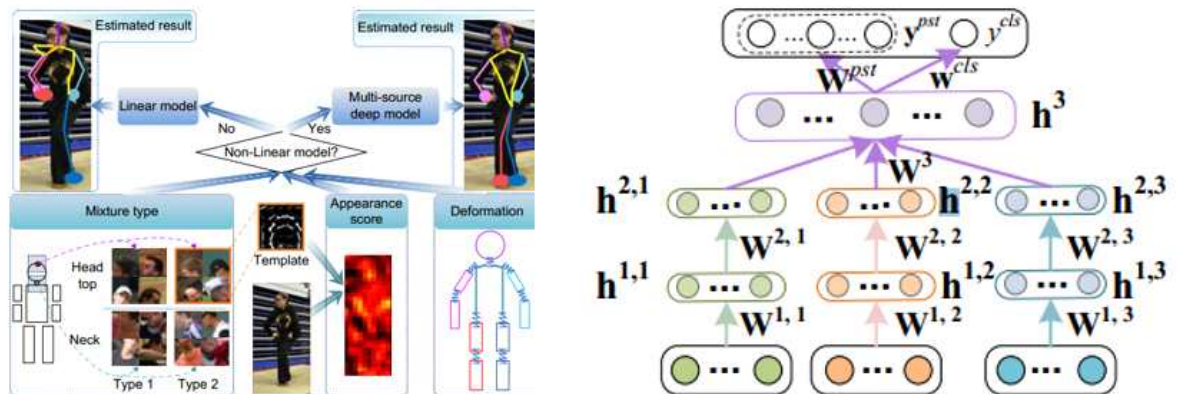


그림 36 다양한 영상 정보를 통해 사람 자세 추정

□ 물체 위치/자세 추정을 포함하는 물체 및 환경 인식 (성균관대)

○ 실시간 인식을 위한 성능 최적화

- GPU 및 멀티코어 프로세싱 기법을 이용한 소프트웨어 병렬화 및 알고리즘 최적화

○ 시스템 통합을 이용한 성능 검증 및 안정화

- 성능 검증위해 구축된 전체 시스템에 통합하여 성능 테스트 및 안정화

□ 양팔로봇 설계/제작 및 작업 시나리오 수행 ((주)엔티리서치)

○ 양팔로봇을 이용한 비정렬 부품 픽업조립 작업

- 4차년도의 비정렬 부품 인식을 바탕으로 양팔로봇을 이용하여 2개 이상의 부품을 픽업 조립하는 작업을 개발함.
- 양팔의 역할 분담, 조립 순서/동작 계획, 센서 정보를 이용한 조립이 검토되어야 함.

○ 양팔로봇을 이용한 이형부품 납땜 작업

- 양팔로봇을 이용하여 자동화하기 어려운 이형부품의 납땜 작업을 개발함.
- 납땜 툴의 핸들링, 안정적이고 정밀한 납땜 작업, 납땜 후의 검사가 중요함.

○ 양팔로봇을 이용한 커넥터 연결 및 기본적인 전선정리 작업

- 양팔로봇을 이용하여 커넥터를 연결하고 기본적인 전선정리 작업을 개발함. 대상 케이블은 평판형 내에서 어느 정도 다품종에 대응할 수 있도록 함.
- 커넥터의 공급기술, 연결기술이 개발되어야 하며, 사전 지식을 바탕으로 기본적인 전선작업(경로 계획, 굽힘 작업, 고정)이 이루어져야 함.

□ CAD 데이터를 활용한 로봇 경로 보정 ((주)큐빅테크)

○ 비정렬부품 픽업조립을 위한 로봇경로 보정

- 무작위로 놓여있는 부품들중에서 특정 부품을 픽업(4차년도)한 뒤 조립 하하는 공정을 대상으로 로봇의 경로를 보정함

○ 이형부품 납땜을 위한 로봇경로 보정

- PCB 기판 조립과정에서 자동화가 어려운 이형 전기전자부품의 고정, 납땜 등 공정을 대상으로 로봇의 경로를 보정함

○ 커넥터 연결 및 기본적인 전선 정리를 위한 로봇경로 보정

- 이종 커넥터의 연결, 전선 정리, 전선 체결작업을 대상으로 로봇의 경로를 보정함

□ 양팔로봇을 위한 비전 모듈 설계/제작 ((주)셈앤틱)

○ 비전 모듈을 이용한 비정렬 부품 픽업조립 기능 구현

- 비정렬 부품 픽업조립 기능을 위한 비전 모듈 H/W 및 S/W 튜닝 개발
 - 비정렬 부품 인식을 위한 프로세서 및 DSP 성능 개선
 - 작업환경을 고려한 렌즈 및 이미지센서 인터페이스 업그레이드 개발

- 비정렬 부품 픽업조립 환경 적응형 조명장치 튜닝 개발
 - 작업환경의 밝기 및 측정거리를 고려한 조명장치 기능 튜닝
- 비정렬 부품 픽업조립 기능 구현 필드테스트 지원
 - 실제 작업환경에서 비전모듈 및 조명장치 실효성 테스트 및 검증

○ 비전 모듈을 이용한 이형 부품 납땜 및 커넥터 연결 작업 적용

- 이형 부품 납땜을 고려한 비전 모듈 H/W 및 S/W 튜닝 개발
 - 이형 부품 인식을 위한 프로세서 및 DSP 성능 개선
 - 작업환경을 고려한 렌즈 및 이미지센서 인터페이스 업그레이드 개발
- 커넥터 연결작업을 고려한 비전 모듈 H/W 및 S/W 튜닝 개발
 - 커넥터 연결작업을 위한 프로세서 및 DSP 성능 개선
 - 작업환경을 고려한 렌즈 및 이미지센서 인터페이스 업그레이드 개발
- 이형 부품 납땜 및 커넥터 연결작업 환경 적응형 조명장치 튜닝 개발
 - 작업환경의 밝기 및 측정거리를 고려한 조명장치 기능 튜닝
- 이형 부품 납땜 및 커넥터 연결작업 기능 구현 필드테스트 지원
 - 실제 작업환경에서 비전모듈 및 조명장치 실효성 테스트 및 검증

○ 판단기능 연계 비전 모듈 시제품 개발

- 상용화 가능한 수준의 비전 모듈 시제품 개발
 - 현장시험을 통한 비전 모듈 기능 및 성능 최대화
 - 양팔로봇 탑재가 용이한 경량화 소형화 구현
 - 케이스 설계 및 외관디자인 완성도 최대화
 - 공인기관 시험 및 인증 획득

○ 비전 모듈용 조명장치 시제품 개발

- 상용화 가능한 수준의 비전 모듈 시제품 개발
 - 현장시험을 통한 비전 모듈 기능 및 성능 최대화
 - 조명장치 컨트롤러 자체 제품화 구현
 - 조명모듈은 외부 전문업체 기술제휴를 통한 아웃소싱 구현
 - 양팔로봇 탑재가 용이한 경량화 소형화 구현
 - 케이스 설계 및 외관디자인 완성도 최대화
 - 공인기관 시험 및 인증 획득

□ 판단지능 S/W 모듈화 및 통합 ((주)엠젠)

○ 작업을 위한 판단 지능기술 SW 통합 및 성능 최적화

- 각 기관이 제공한 모든 모듈들의 통합시 문제점 분석 및 최적화
 - 제공된 모듈들의 인터페이스 시험 및 동작 안전성 시험
 - 최적화 성능을 위한 모듈들의 컴퓨팅 능력에 따른 CPU 보드들에 배치 최적화
 - 모듈들의 성능을 최적화하기 위한 인터페이스의 최적화 방법 분석
- 인간 골격 및 손가락 관절에 사용되는 모듈들의 인터페이스 최적화
- 객체 인식 및 학습에 사용되는 모듈들의 인터페이스 최적화
- 인간 행동 분석 및 학습에 사용되는 모듈들의 인터페이스 최적화
- 작업 순서 학습 및 계획에 사용되는 모듈들의 인터페이스 최적화
- CAD 데이터 활용을 위한 모듈들의 인터페이스 최적화
- 양팔 로봇 제어 모듈 인터페이스 최적화
 - 아래의 그림들은 5개년에 사용될 모든 컴포넌트(혹은 SW 모듈)들의 예이며 년도별로 새롭게 변경되거나 추가될 때 변경됨

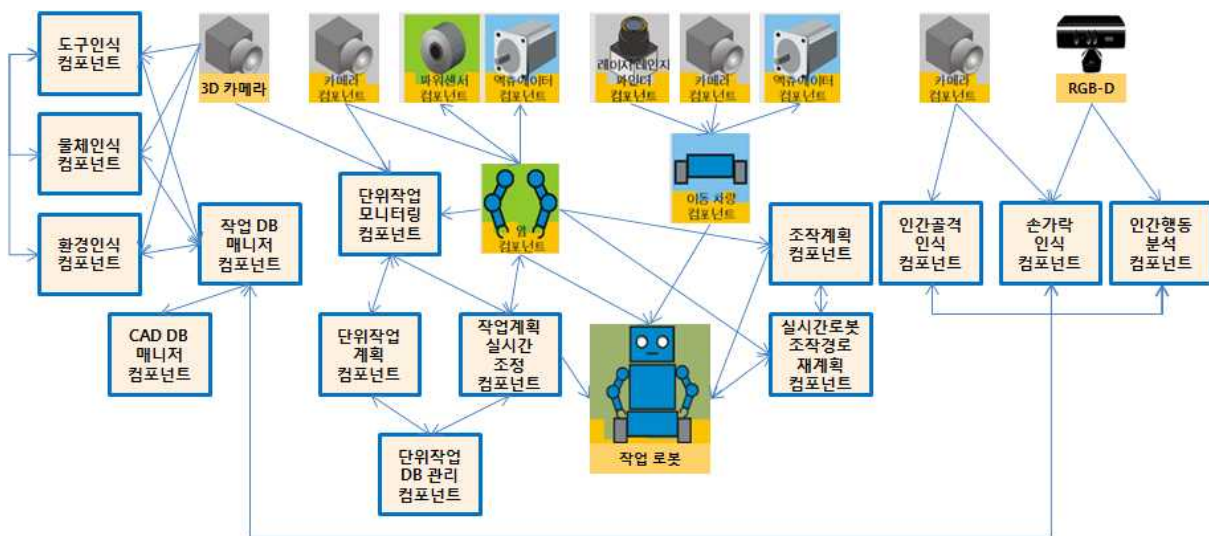


그림 37 인간작업 분석과 로봇작업을 동시 수행하는 로봇 모듈간의 연결
예(화살표는 인터페이스)

○ 판단 지능 기술을 위한 웹기반 문서 등록관리 및 작성 시스템 통합 운용 및 시스템 안정화

- 문서 및 도면의 등록관리 및 작성 시스템에 관한 통합운용 및 운용에

따른 성능 분석을 통해 성능 최적화

- 웹 기반 실시간 문서작성 지원을 위한 동적 레퍼런스 검색 및 등록 지원
기능 정의 및 구현
- 웹 기반 실시간 도면 확인 지원을 위한 기능 정의 및 구현

2-3. 기술개발팀 편성도 // 변경된 기관 작성해 주세요

주 관 기 관
한국생산기술연구원

참여연구원
총괄책임자(김홍석)
외 7명

담당기술내용
인간골격/손가락 및
작업방식 인식

| 참 여 기 관 (수행기간:14.7.1~19.6.30) |
|-------------------------------------|
| 한양대학교 |
| 참여연구원 |
| 개발책임자(서일홍) 외 14명 |
| 담당 기술개발 내용 |
| 로봇 단위작업 이해 및 실시간 적응적 로 봇 작업계획 |

| 참 여 기 관 (수행기간:14.7.1~19.6.30) |
|----------------------------------|
| 서울대학교 |
| 참여연구원 |
| 개발책임자(박종우) 외 4명 |
| 담당 기술개발 내용 |
| 실시간 적응적 로봇 조작계획 |

| 참 여 기 관 (수행기간:14.7.1~19.6.30) |
|----------------------------------|
| 한국과학기술원 |
| 참여연구원 |
| 개발책임자(권인소) 외 3명 |
| 담당 기술개발 내용 |
| 인간작업 단위행동 및 순서 인식 |

| 참 여 기 관 (수행기간:14.7.1~19.6.30) |
|----------------------------------|
| 성균관대학교 |
| 참여연구원 |
| 개발책임자(이석한) 외 4명 |
| 담당 기술개발 내용 |
| 환경/물체 인식 및 물체의 위치/자세 추 정 |

| 참 여 기 관 (수행기간:14.7.1~19.6.30) |
|----------------------------------|
| (주)엔티리서치 |
| 참여연구원 |
| 개발책임자(김경환) 외 7명 |
| 담당 기술개발 내용 |
| 판단지능 양팔로봇 플랫폼 |

| 참 여 기 관 (수행기간:14.7.1~19.6.30) |
|----------------------------------|
| (주)큐빅테크 |
| 참여연구원 |
| 개발책임자(정희민) 외 10명 |
| 담당 기술개발 내용 |
| CAD 데이터를 이용 한 로봇 경로 보정 |

| 참 여 기 관 (수행기간:14.7.1~19.6.30) |
|----------------------------------|
| (주)셈앤티크 |
| 참여연구원 |
| 개발책임자(정의성) 외 5명 |
| 담당 기술개발 내용 |
| 비전 모듈 |

| 참 여 기 관 (수행기간:14.7.1~19.6.30) |
|----------------------------------|
| (주)엠젠 |
| 참여연구원 |
| 개발책임자(박홍성) 외 4명 |
| 담당 기술개발 내용 |
| 판단지능 S/W모듈 |

엠젠의 개발 책임자를 홍계성으로 해주길 바람

2-4. 추진 일정 // 변경된 기관 작성해 주세요

[illegible]

작성 요령

- 개발내용 항목은 1-2. 및 2-2. 에서 기술한 항목과 일치하게 작성
- 개발내용은 Bar Chart로 표시
- 각 내용별 선, 후행 관계를 명확히 표기
- 협약 시에는 ‘1차년도부터 해당년도까지’ 동안의 전체를 작성

3. 수행기관 현황

3-2. 참여연구원 현황

(1) 참여연구원 // (주)엠젠

| 번호 | 소속기관 | 성명 | 직위 | 생년월일 (성별) | 전공 및 학위 | | | 연구담당분야 | 과제참여기간 | 신규채용여부/ 시간선택제근무* | 본과제참여율 (%) (A) | 국가연구개발사업 참여율 (%) (B) | 전체참여율 (A+B, %) | 국가연구개발사업 참여과제수 (건) |
|----|-------------|-----|-------------|----------------|---------|------|------|--------|---------------|---------------------|----------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------------|
| | | | | | 취득년도 | 전공 | 학위 | | | | | | | |
| 1 | 엠젠 | 홍계성 | 대표 | 640225 (남) | 1986 | 전자공학 | 학사 | 총괄 | ‘15.07~’16.06 | 기존 | 35 | - | 35 | 1 |
| 2 | 엠젠 | 최동희 | 책임 | 791111 (남) | 2007 | 전자통신 | 박사수료 | 문서관리개발 | ‘15.07~’16.06 | 기존 | 80 | - | 80 | 1 |
| 3 | 엠젠 | 최자영 | 선임 | 790301 (남) | 2007 | 전자통신 | 석사 | 문서관리개발 | ‘15.07~’16.06 | 기존 | 56 | - | 56 | 1 |
| 4 | 엠젠 | 정민경 | 선임 | 8511200 (여) | 2009 | 정보공학 | 학사 | 모듈통합 | ‘15.07~’16.06 | 기존 | 80 | - | 80 | 1 |
| 5 | 엠젠 | 조용보 | 책임 | 621219 (남) | 1990 | 통신학 | 석사 | 모듈통합 | ‘15.07~’16.06 | 기존 | 42.6 | - | 42.6 | 1 |
| 6 | 엠젠 (강원대) | 박홍성 | CTO (교수) | 610319 (남) | 1992 | 제어계측 | 박사 | 모듈통합 | ‘15.07~’16.06 | 기존 | 10 | 18.7 | 28.7 | 3 |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | |

* 신규 채용 구분 : 신규 채용 유형이 신규 ‘산학협력중점교수’ 인 경우 신규(중점), 신규 ‘전담연구인력’ 인 경우 신규(전담), 기타 신규 채용인 경우 신규(기타)로 표기하며, ‘기존 인력’의 경우 기존으로 명기

* 시간선택제근무 : 육아부담으로 인한 경력단절 문제를 예방하기 위해 통상적인 근무시간보다 짧은 ‘주당 15~35시간 범위에서 시간선택제로 근무하는 중소기업의 여성 참여연구원’은 시간으로 명기

(2) 여성 참여 인력 비율

(단위 : 명, %)

| 본 과제의 총 참여연구원 수 | 본 과제의 여성참여연구원 수 | 본 과제의 총 참여연구원 중 여성참여연구원 비율 | 주관기관의 총 참여연구원 수 | 주관기관의 여성 참여연구원 수 | 주관기관 소속연구원 중 여성 참여연구 비율 |
|--------------------|--------------------|-------------------------------------|--------------------|------------------------|----------------------------------|
| 6 | 1 | 17% | | | |

(3) 신규 인력 채용 계획 및 활용 방안

작성 요령

- ‘참여연구원 현황’에는 총괄책임자도 기재
- 소속기관은 “주관기관”, “참여기관”의 순으로 구분하여 표기
- 연구담당분야는 해당 과제 기술내용 중 담당 기술개발 내용을 명시
- 신규 채용 여부는 신규 채용인 경우와 기존인 경우로 표기
 - 신규 채용 구분 여부는 동 과제 수행을 위해 사업 공고일 기준 6개월 이전에 신규로 채용했거나 과제 수행기간 중 채용 계획이 있는 경우로 구분
 - 신규 채용이 확정된 경우 참여연구원 성명란에 ‘해당 인력명’을 작성하고 채용 예정인 경우는 참여연구원 성명란에 ‘채용 예정’으로 작성
 - 신규 채용 구분 여부 항목에는 ‘신규 기타(기업에 한함)’, ‘신규 산학협력중점교수(대학에 한함)’, ‘신규 연구전담인력(대학에 한함)’으로 구분하여 기재
- 본 과제 참여율은 총 참여기간동안의 연평균 참여율을 말함
- 본 과제 참여율 산정 방법
 - 본 과제에 실제 참여할 수 있는 비율로서 국가연구개발사업 참여율을 포함하여 100% 이내에서 신청하여야 함
 - 다만, 아래 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 예외로 함
 - ① 국·공립연구기관, 정부출연연구기관, 특정연구기관, 전문생산기술연구소 등 인건비가 100% 확보되지 않는 기관에 소속된 연구원이 새로운 과제에 인건비를 계상할 때에는 이미 수행 중인 과제 참여율을 모두 합산한 결과 130% 이내에서 계상
 - ② 사업 신청 마감일로부터 4개월 이내에 종료되는 과제(이 경우 수행과제와 중복되는 기간은 인건비를 계상하지 않아야 함)
 - ③ 인건비를 지급 받지 아니하는 정책지정 과제
 - ④ 정부출연연구기관에서 파견 등의 사유로 외부기관에 소속되어 그 기관의 과제를 수행하는 참여연구원의 참여율
- 국가연구개발사업 참여율
 - 접수마감일 현재 국가연구개발사업에 참여하고 있을 때 해당연구원이 그 사업에 참여하는 과제별 참여율을 합한 것을 말함
 - 국·공립연구소, 정부출연연구소의 경우 기관 고유 사업에 참여연구원이 참여하면 개인 참여 비율을 반드시 포함하여 계상하여야 함
- 국가연구개발사업 참여 과제 수 : 국가연구개발사업 동시 수행과제 수 제한 제도(3책 5공) 적용함(본 신청과제를 제외한 국가연구개발사업 참여 과제수 임)
 - 총괄책임자(세부주관책임자 포함)로서 동시에 수행할 수 있는 과제는 최대 3개 이내
 - 연구원이 동시에 수행할 수 있는 국가연구개발사업 과제는 최대 5개 이내(이 경우 총괄책임자 과제 수도 포함)
 - 다만, 아래 각 호의 어느 하나에 해당하는 수행과제는 3책 5공에 포함하지 않음
 - ① 사업 신청 마감일로부터 4개월 이내에 종료되는 과제
 - ② 사전조사, 기획·평가연구 또는 시험·검사·분석에 관한 과제
 - ③ 총괄-세부과제 형태의 사업에서 총괄과제(세부과제의 조정 및 관리를 목적으로 하는 과제만 해당)
 - ④ 중소기업과 비영리기관의 공공기술개발 과제로서 장관과 국가과학기술위원회가 협의하여 그 금액 등을 별도로 정하는 사업
 - ⑤ 장관과 국가과학기술위원회가 협의하여 별도로 정하는 금액 이하의 소규모 기술개발사업
- 여성 참여 인력비율의 경우,
 - 전체 수행기관(주관기관+참여기관)의 참여연구원중 중 실제 과제 수행 시 참여하는 여성 참여연구원 수 및 비율 기재
 - 주관기관의 참여연구원 중 실제 과제 수행 시 참여하는 여성 참여연구원 수 및 비율 기재
- 신규 인력 채용 계획 및 활용 방안은 공고일 이후 동 과제에 참여하기 위해 신규 인력을 채용하는 경우 채용 계획 및 해당 연구원의 역할 분담 등에 대해 작성(신규 인력 채용 계획이 있는 경우에 한해 작성)
- 육아부담으로 시간선택제로 근무하는 중소·중견기업의 여성 참여연구원 현금인건비를 산정한 경우 관련 증빙(수행기관 확인 공문 등) 제출 필요

3-4. 기관(기업) 정보 현황 //작성해 주세요..

(입력 정보가 허위일 경우 관련법령 및 규정에 의거 선정 취소, 협약 해약 등의 불이익 조치가 있음)

| 수행기관명 구분 | | 한국생산기술연구원 | 한양대학교 산학협력단 | 서울대학교 산학협력단 |
|--------------------------------|----------|--|---|---|
| 사업자등록번호 | | 119-82-01008 | 206-82-07306 | 119-82-03684 |
| 법인등록번호 | | 115122-0000210 | 111171-0007522 | 114371-0009224 |
| 대표자 성명(국적) | | 이영수(대한민국) | 최덕균(대한민국) | 성노현(대한민국) |
| 최대주주(국적) | | - | - | - |
| 기업 유형(중소기업, 중견기업, 대기업) | | 출연연구소 (비영리) | 대학 | 대학 |
| 설립 연월일 | | 1989.10.12. | 2004.03.01 | 2004. 05. 19 |
| 주 생산품목 | | 학술연구용역 | 학술·기술연구용역 | 연구 및 개발업 |
| 상시 종업원 수 | | | | |
| 전년도 매출액(백만원) | | | | |
| 매출액대비 연구개발비 비율 | | | | |
| 부채 비율 | 2014년 | | | |
| | 2013년 | | | |
| 유동 비율 | 2014년 | | | |
| | 2013년 | | | |
| 자본 잠식 현황 | 자본 총계 | 2014년 | | |
| | | 2013년 | | |
| | 자본금 | 2014년 | | |
| | | 2013년 | | |
| 이자보상비율 | 2014년 | | | |
| | 2013년 | | | |
| 영업이익 | 2014년 | | | |
| | 2013년 | | | |
| 주소 | | (426-910) 경기도 안산시 상록구 향가울로 143 한국생산기술연구원 | (133-791) 서울 성동구 왕십리로 222 한양대학교 내 HIT동 110호 | (151-742) 서울특별시 관악구 관악로 1 서울대학교 행정관(60동) 5층 |
| 수 행 기관별 실 무 담당자 | 성명 | 김정훈 | 조남준 | 장청재 |
| | 부서/직위 | 로봇융합연구그룹/ 선임연구원 | 전자컴퓨터통신공학과/ 석사과정 | 박사과정 |
| | 사무실전화 | 031-8040-6332 | - | 02-880-7149 |
| | 휴대폰 | 010-5493-2420 | 010-6682-2616 | 010-2067-0827 |
| | FAX | 031-8040-6310 | 02-2282-2647 | 02-889-6911 |
| | E-Mail | ckim@kitech.re.kr | namjun8611@gmail.com | jchastro@snu.ac.kr |
| 연 구 지 원 부 서 담당자 | 성명 | 박현주 | 문난향 | 전현숙 |
| | 부서/직위 | 연구지원팀/선임행정원 | 연구지원팀/과장 | 연구관리본부/사원 |
| | 사무실전화 | 031-8040-6052 | 02-2220-2142 | 02-880-2023 |
| | 휴대폰 | 010-8837-9754 | - | 010-2527-0750 |
| | FAX | 031-8040-6040 | 02-2220-0596 | 02-888-2029 |
| | E-Mail | hyunju@kitech.re.kr | nanhyang@hanyang.ac.kr | jeonhs83@snu.ac.kr |

| 수행기관명 구분 | | 한국과학기술원 | 성균관대학교 산학협력단 | (주)엔티리서치 |
|--------------------------|----------|------------------------------|---|--|
| 사업자등록번호 | | 314-82-01980 | 101-82-12009 | 108-81-64156 |
| 법인등록번호 | | 114471-0000668 | 110171-0029501 | 110111-2929218 |
| 대표자 성명(국적) | | 강성모(대한민국) | 김현수(대한민국) | 김경환(대한민국) |
| 최대주주(국적) | | - | - | 김경환(대한민국) |
| 기업 유형(중소기업, 중견기업, 대기업) | | 대학 | 비영리기관 (대학 산학협력단) | 중소기업 |
| 설립 연월일 | | 2001.12.27 | 2004년 3월 22일 | 2004.01.06 |
| 주 생산품목 | | 학술연구용역 | 산학협력업무 | 제조업용 로봇 |
| 상시 종업원 수 | | | | |
| 전년도 매출액(백만원) | | | | |
| 매출액대비 연구개발비 비율 | | | | |
| 부채 비율 | 2014년 | | | |
| | 2013년 | | | |
| 유동 비율 | 2014년 | | | |
| | 2013년 | | | |
| 자본 잠식 현황 | 자본 총계 | 2014년 | | |
| | | 2013년 | | |
| | 자본금 | 2014년 | | |
| | | 2013년 | | |
| 이자보상비율 | 2014년 | | | |
| | 2013년 | | | |
| 영업이익 | 2014년 | | | |
| | 2013년 | | | |
| 주소 | | (305-701) 대전광역시 유성구 대학로29 | (440-746) 경기도 수원시 장안구 천천동 300 성균관대학교 내 | (153-788)서울 금천구 가산동 60-73 벽산디지털밸리 5차 6F |
| 수 행 기관별 실 무 담당자 | 성명 | 유동근 | 김현중 | 송창용 |
| | 부서/직위 | 박사 과정 | 석사과정 | 기계부/책임 |
| | 사무실전화 | 042-350-5465 | 031-299-6572 | 02-843-2617 |
| | 휴대폰 | 010-9477-5214 | 010-8192-2330 | 010-8851-5071 |
| | FAX | - | 031-299-6479 | 02-835-3460 |
| | E-Mail | dgyoo@rcv.kaist.ac.kr | hyunjung88@gmail.com | cysong@nt2004.net |
| 연 구 지 원 부 서 담당자 | 성명 | 강귀연 | 이윤희 | |
| | 부서/직위 | 연구계약팀 | 연구지원팀 / 사원 | |
| | 사무실전화 | 042-350-2198 | 031-299-5546 | |
| | 휴대폰 | - | 010-4343-5768 | |
| | FAX | 042-350-2210 | 031-290-5104 | |
| | E-Mail | behappy1@kaist.ac.kr | yuni00@skku.edu | |

| 수행기관명 구분 | | (주)큐빅테크 | (주)셈앤티크 | (주)엠젠 |
|--------------------------|----------|--------------------------------|---|--|
| 사업자등록번호 | | 107-81-32947 | 113-81-99676 | 221-81-28910 |
| 법인등록번호 | | 110111-0672926 | 110111-3283944 | 140111-0032869 |
| 대표자 성명(국적) | | 김부섭(한국) | 석대원 | 홍계성 |
| 최대주주(국적) | | 김부섭(한국) | 석대원 | 박홍성 |
| 기업 유형(중소기업, 중견기업, 대기업) | | 중소기업 | 중소기업 | 중소기업 |
| 설립 연월일 | | 1990.02.02 | 2005.08.01 | 2007.02.01. |
| 주 생산품목 | | 제조/생산분야의 IT솔루션 | 임베디드 제어모듈 | bodystyle |
| 상시 종업원 수 | | | | 6 |
| 전년도 매출액(백만원) | | | | 157 |
| 매출액 대비 연구개발비 비율 | | | | 80 |
| 부채 비율 | 2014년 | | | 757 |
| | 2013년 | | | 180 |
| 유동 비율 | 2014년 | | | 64.39 |
| | 2013년 | | | 110.53 |
| 자본 잠식 현황 | 자본 총계 | 2014년 | | 45 |
| | | 2013년 | | 129 |
| | 자본금 | 2014년 | | 350 |
| | | 2013년 | | 350 |
| 이자보상비율 | 2014년 | | | -56.75 |
| | 2013년 | | | -24.89 |
| 영업이익 | 2014년 | | | -83 |
| | 2013년 | | | -39 |
| 주소 | | (152-768)서울 구로구 디지털로 272, 711호 | (153-711) 서울시 금천구 가산디지털1로 70(가산동, 호서대벤처타워 지층105호) | (200-701)강원 춘천시 강원대학길1 강원대공과대학5호관 517호 |
| 수 행 기관별 실 무 담당자 | 성명 | 정희민 | 정 의 성 | 최동희 |
| | 부서/직위 | 기술연구소/연구소장 | 부설연구소/연구소장 | 부설연구소/연구소장 |
| | 사무실전화 | 070-4760-1050 | 070-7122-9603 | 02-457-7217 |
| | 휴대폰 | 010-2533-9959 | 010-9549-1229 | 010-4171-7115 |
| | FAX | 02-2108-6112 | 02-2627-5730 | 02-2201-7217 |
| | E-Mail | jhm@cubictек.co.kr | jason@setek.co.kr | blesscdh@mzen.co.kr |
| 연 구 지 원 부 서 담당자 | 성명 | | | 주연정 |
| | 부서/직위 | | | 경영지원팀/팀장 |
| | 사무실전화 | | | 2-3437-0215 |
| | 휴대폰 | | | 010-4174-3309 |
| | FAX | | | 02-2201-7217 |
| | E-Mail | | | jooyj@mzen.co.kr |

작성 요령

- 최근 2년 결산 재무제표상의 수치를 기준으로 수행기관(주관기관 및 참여기관) 모두가 정확히 작성하되, 허위기재로 인한 불이익 등 모든 책임은 작성기관 및 작성자에게 있음
- 부채비율 = $(\text{부채총계} / \text{자본총계}) \times 100\%$
- 대출형 투자유치 금액 : 벤처캐피탈협회 회원사로부터 대출형 투자유치(CB, BW)를 통한 신규차입금액으로 부채비율 계산시 부채총액에서 해당 금액을 제외한 경우 그 금액(부채비율 계산시 500%가 초과되어 대출형 투자유치 금액을 부채총액에서 제외하고 부채비율을 재산정한 경우에만 기입)
- 유동비율 = $(\text{유동자산} / \text{유동부채}) \times 100\%$
- 자본잠식 여부 : 부분자본잠식(자본총계가 자본금보다 적을 경우), 자본전액잠식(자본총계가 -일 경우)
- 이자보상비율 = 영업이익/이자비용
- “연구지원부서담당자”는 다수 과제를 수행하는 대학과 연구소인 경우만 기재(기업은 삭제하고 작성)

4. 사업화 계획 //기업별로 변경된 부분이 있으면 작성해 주세요

4-1. 생산 계획 (엠젠)

| 구분 | | (2020년) 개발 종료 후 1년 | (2021년) 개발 종료 후 2년 | (2022년) 개발 종료 후 3년 |
|-----------------------|-------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 국 내 | 시장점유율(%) | 4 | 8 | 20 |
| | 판매량(단위:) | 100 | 2,000 | 5,000 |
| | 판매단가(원) | 5,000,000 | 4,000,000 | 3,000,000 |
| | 국내매출액(백만원) | 500 | 8,000 | 15,000 |
| 해 외 | 시장점유율(%) | - | 2 | 4 |
| | 판매량(단위:) | - | 1,000 | 5,000 |
| | 판매단가(\$) | - | 3,500 | 2,500 |
| | 해외매출액(백만\$) | - | 3.5 | 12.5 |
| 당사 생산능력 ¹⁾ | | | | |

* 당사 생산능력¹⁾은 본 기술제품 사업화를 위해 계획하고 있는 설비투자를 고려하여 적절한 단위 (예: 개수, 무게 등)로 작성

4-2. 투자 계획 (엠젠)

(단위 : 백만원)

| 항목 | | (2020년) 개발 종료 후 1년 | (2021년) 개발 종료 후 2년 | (2022년) 개발 종료 후 3년 |
|---------------------|--------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 매출원가 ¹⁾ | | 100 | 100 | 200 |
| 판매관리비 ²⁾ | | 100 | 300 | 500 |
| 자본적 지출 | 토지 | - | - | - |
| | 건물/구축물 | - | - | - |
| | 기계장치등 | - | - | - |
| 자본적지출 합계 | | - | - | - |

* 매출원가¹⁾ : 재료비, 노무비, 제조경비 등 매출원가 총액

* 판매관리비²⁾ : 인건비, 감가상각비, 기타경비 등 판매관리비 총액

4-3. 사업화 전략

○ 제품홍보, 판로확보, 판매전략 등의 사업화 추진전략

(1) 엠젠

| 구분 | 구체적인 내용 |
|------------------|---|
| 형태/규모 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 상용화 형태 : 통합 및 관리 관련 컨설팅 문서관리 패키지소프트웨어 ○ 수요처 : 로봇 제작 업체, 연구기관 및 대학 연구소 ○ 예상 단가 : 통합관련 컨설팅 : 1000~ 2000만원 문서관리 패키지소프트웨어 : 500만원 ~ 15,000만원 (기본 패키지, 추가 기능에 따른 부가 비용) ○ 개발 투입인력 및 기간 : 과제 완료 후 2명, 12개월 상용화 개발 |
| 상용화 능력 및 자원보유 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 체형 분석 시스템 개발, 상용화 및 판매 경험 보유 ○ SW 인력 3명 보유 |
| 상용화 계획 및 일정 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 제품 홍보 : 2020년 상반기부터 <ul style="list-style-type: none"> - 수요업체 직접 방문 제품 소개, 시연 및 기술지원 - 관련 전시회에 참여기업과 함께 참여를 통한 홍보 - 국내/해외 관심 사이트에 홍보자료 배포 ○ 판로 확보 : 2020년 하반기부터 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 국책 및 기업 연구소 및 대학 연구소 등을 대상으로 문서 및 도면에 대한 통합 관리 필요성 홍보 및 판로 확보 - 로봇 제조업체 및 공장자동화 업체를 대상으로 한 시장 판로 확보 - 해외 현지 디스트리뷰터를 통한 해외시장 판로 확보 ○ 판매 전략 : 2021년 상반기부터 <ul style="list-style-type: none"> - 온/오프라인 컨설팅 및 제품 판매 |

6-3. 2차년도 비목별 소요명세(참여기관용 : (주)엠젠)

(1) 2차년도 세부 비목별 총괄

(단위 : 천원)

| 비 목 | 현 금 | 현 물 | 계 | 구성비 (%) | 비 고 |
|-------------------|---------|--------|---------|---------|-------------------|
| 1. 직접비 | 147,375 | 50,000 | 197,375 | 98.6 | |
| 1.1 인건비 | 80,000 | 50,000 | 130,000 | 65.2 | |
| 1.2 학생인건비 | | | | | |
| 1.3 연구시설·장비 및 재료비 | 27,447 | | 27,447 | 13.7 | |
| 1.4 연구활동비 | 7,828 | | 7,828 | 3.7 | |
| 1.5 연구과제추진비 | 6,100 | | 6,100 | 3.1 | |
| 1.6 연구수당 | 26,000 | | 26,000 | 13 | (인건비+학생인건비)의 20 % |
| 2. 간접비 | 2,000 | | 2,000 | 1.3 | 직접비(현물 제외)의 1.3 % |
| 합 계 | 149,375 | 50,000 | 199,375 | 100% | |

작성 요령

※ 사업비 계상시에는 「산업기술혁신사업 사업비 산정, 관리 및 사용, 정산에 관한 요령」을 참조하여 작성하여야 함

※ 연구수당의 비고란은 인건비(현금, 현물)+학생인건비(현금, 현물)에 대한 연구수당의 비율을 기입

(2) 2차년도 비목별 소요 명세

1. 직접비

1.1 인건비

(단위 : 천원)

| 인력 구분 | 성명 | 직위 | 내외부 인건비 구분* | 신규 채용/시간 선택제 구분* | 실지급여 (A) | 참여율(%) (B) | 합 계(A×B/100) | | |
|-----------|-------|-------------|-------------------|---------------------------|-------------|---------------|--------------|--------|---------|
| | | | | | | | 현금 | 현물 | 계 |
| 기존 인력 | 홍계성 | 대표 | 내부 | 기존 | 80,000 | 30 | | 24,000 | 24,000 |
| | 최동희 | 책임 연구원 | 내부 | 기존 | 39,300 | 80 | 31,400 | | 31,400 |
| | 최자영 | 선임 연구원 | 내부 | 기존 | 39,300 | 43.3 | | 17,000 | 17,000 |
| | 정민경 | 선임 연구원 | 내부 | 기존 | 30,800 | 80 | 24,600 | | 24,600 |
| | 조용보 | 선임 연구원 | 내부 | 기존 | 56,400 | 42.5 | 24,000 | | 24,000 |
| | 박홍성 | CTO (교수) | 외부 | 기존 | 90,000 | 10 | | 9,000 | 9,000 |
| | 소계(C) | | | | | | 80,000 | 50,000 | 130,000 |
| 신규 인력 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | 소계(D) | | | | | | | | |
| 총액(E=C+D) | | | | | | | 80,000 | 50,000 | 130,000 |

작성 요령

- ※ “3-2”의 참여연구원 명단과 동일하게 기재하여야 함
- ※ ‘실지급액’은 4대 보험과 퇴직충당금의 기관 부담금을 포함
- ※ 본 인건비 란에 기재되지 아니한 연구원(무급연구원)의 사업비 사용은 불인정 환수됨
- ※ 중소기업 신규 채용 연구원에 책정된 인건비 현금을 미달 사용할 경우 사안에 따라 비례적으로 인정된 기존 연구인력 인건비 현금 일부 또는 전액이 불인정 환수됨
- ※ 내·외부인건비 구분 : 내부인건비와 외부인건비로 구분하여 내부인건비일 경우 ‘내부’로 표기하고 외부 인건비의 경우 ‘외부’로 구분(사업비 요령 별표 제2호 참고)
- ※ 신규 채용 구분 : 신규 채용 유형이 신규 ‘산학협력중점교수’인 경우 신규(중점), 신규 ‘전담연구인력’인 경우 신규(전담), 기타 신규 채용인 경우 신규(기타)로 표기하며, ‘기존 인력’의 경우 기존으로 명기
- ※ 시간선택제근무 : 육아부담으로 인한 경력단절 문제를 예방하기 위해 통상적인 근무 시간보다 짧은 ‘주당 15~35시간 범위에서 시간선택제로 근무하는 중소·중견기업의 여성 참여연구원’은 시간으로 명기하고 현금 인건비를 산정한 경우 관련 증빙(수행기관 확인 공문 등) 제출 필요

1.2 “학생인건비 통합관리 기관” 의 학생인건비

① 연구원 편성표(학생연구원)

| 과정명 | 예상 소요인력(man-month) | 비 고 |
|---------|--------------------|-----|
| 박사후 과정 | | |
| 박 사 과 정 | | |
| 석 사 과 정 | | |
| 학 사 과 정 | | |

② 학생인건비 소요명세

(단위 : 천원)

| 과정명 | 월급여 | 예상 소요인력(man-month) | 총급여 | 비 고 |
|---------|-----|--------------------|-------------|-----|
| 박사후 과정 | | | | |
| 박 사 과 정 | | | | |
| 석 사 과 정 | | | | |
| 학 사 과 정 | | | | |
| 총 액 | | | 천원(현금 : 천원) | |

③ 책임자 계정의 학생인건비 현황

(단위 : 천원)

| 구분 | 사업 공고일 현재 잔액(A)* | 현재 수행 중인 과제의 학생인건비 집행예정액(B) | 금회 계상 학생인건비(C) | 계 (D=A-B+C) |
|----|------------------|-----------------------------|----------------|-------------|
| 금액 | | | | |

※현재 수행 중인 국가연구개발사업 현황(B 관련)

(단위 : 천원)

| 과제명 | 지원기관 | 협약기간 | 공고일 이후 학생인건비 지급예정액 |
|-----|------|------|--------------------|
| | | | |
| | | | |

1.3 연구시설·장비 및 재료비

| 구 분 | 내 역 | 단 가 | 회수 (수량,건) | 금 액 (천원) | 비고 |
|------|--|-------|--------------|-----------------------------|----|
| 연구시설 | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 연구장비 | | | | | |
| | | | | | |
| 재료비 | (객체 인식을 위한) Camera | 1,450 | 2 | 2,900 | |
| | (행동에 따른 3차원 정보를 얻기 위한) Stereo Camera | 2,000 | 1 | 2,000 | |
| | Web 기반 데이터 Visualization SW | 1,100 | 1 | 1,100 | |
| | Web 기반 Rich Text Editor 모듈 | 1,000 | 1 | 1,000 | |
| | 시스템 개발 및 테스트를 위한 경량 서버 | 2,900 | 1 | 2,900 | |
| | File Share Network Storage | 800 | 2 | 1,600 | |
| | 카메라 영상 입력 pci 인터페이스 카드(1394& usb 3.0) | 300 | 4 | 1,200 | |
| | 문서 및 개발 데이터 관리를 위한 외장형 스토리지 및 제어용 보드 | 450 | 6 | 2,700 | |
| | (CAD 도면 및 이미지 확인을 위한) CAD SW | 6,100 | 1 | 6,100 | |
| | 잡자재(메모리, USB, 이더넷카드, AP, 케이블 등) | 947 | 1 | 947 | |
| | 총 액 | | | 22,447천원 (현금 :22,447천원) | |

* 시작품/시제품/시험설비의 경우 내역에 ‘내부제작’ 또는 ‘외부제작’ 을 표기

* 비고란은 현금/현물로 구분

* 재료비의 중 시작품/시제품/시험설비에 필요한 재료와 그렇지 않는 재료는 분리하여 표기

①외부 제작 시작품, 시제품, 시험설비 세부내역

| 내 역 | 단 가 | 회수 (수량,건) | 금 액 (천원) | 비고 |
|-----------|-------|--------------|---------------------------|----|
| 웹 시스템 GUI | 5,000 | 1 | 5,000 | |
| | | | | |
| | | | | |
| 총 액 | | | 5,000천원 (현금 :5,000천원) | |

* 시작품/시제품/시험설비를 외부제작하는 경우 재료기준이 아닌 시작품/시제품/시험설비 기준으로 작성하
되, 내부제작인 경우는 주요항목별로 기재

②내부 제작 시작품, 시제품, 시험설비 세부내역

○ 내부제작 시작품 C

| 주요 재료비 내역 | 단 가 | 1회 소요 (수량,건) | 총회수 (수량,건) | 금 액 (천원) | 비고 |
|-----------|-----|-----------------|---------------|-------------------------|----|
| 주요 재료 a | | | | | 현금 |
| 주요 재료 b | | | | | 현금 |
| 주요 재료 c | | | | | 현금 |
| 주요 재료 d | | | | | 현금 |
| 주요 재료 e | | | | | 현금 |
| 주요 재료 f | | | | | 현물 |
| 주요 재료 g | | | | | 현물 |
| 총 액 | | | | 천원(현금 : 천원, 현물 : 천원) | |

* 주요항목별로 기재

○ 내부제작 시험설비 D

| 주요 재료비 내역 | 단 가 | 1회 소요 (수량,건) | 총회수 (수량,건) | 금 액 (천원) | 비고 |
|-----------|-----|-----------------|---------------|-------------------------|----|
| 주요 재료 a | | | | | 현금 |
| 주요 재료 b | | | | | 현금 |
| 주요 재료 c | | | | | 현금 |
| 주요 재료 d | | | | | 현금 |
| 주요 재료 e | | | | | 현금 |
| 주요 재료 f | | | | | 현물 |
| 주요 재료 g | | | | | 현물 |
| 총 액 | | | | 천원(현금 : 천원, 현물 : 천원) | |

* 주요항목별로 기재

| 작성 요령 |
|--|
| <p>※ 부가세포함 '3천만원 이상 연구시설 및 연구장비'의 구입계획이 있는 경우, “첨부 1”을 작성 (모듈화된 연구시설 및 장비는 사용모듈 전체 구입가 기준임)</p> <p>※ 과제 수행 중 부가가치세를 포함하여 실 구매가격이 1억원 이상인 연구장비는 상기 기재 금액에 관계없이 중앙장비심의위원회 심의를 받아야 함</p> <p>※ 연구시설 및 장비의 현물은 수행기관 구입가의 20% 이내로 산정. 단, 중소기업이 참여연구원으로 신규 인력을 채용한 경우에는 30%까지 현물 산정 가능</p> <p>※ 시작품, 시제품, 시험설비의 경우 세부내역을 작성하여야 함</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1.3표의 내역 ‘내부제작’ 또는 ‘외부제작’을 표기 - 재료비의 재료와 시작품/시제품/시험설비에 필요한 재료를 분리하여 표기 - 시작품/시제품/시험설비를 외부제작하는 경우 재료기준이 아닌 시작품/시제품/시험설비 기준으로 작성하되, 내부제작인 경우는 주요항목별로 기재 <p>※ 연구시설, 연구장비 및 시작품제작비의 경우 1,000천만원 이상, 재료비는 300만원 이상의 경우 반드시 사업계획서에 표기</p> <p>※ 비고란은 현금 또는 현물로 기재</p> |

1.4 연구활동비

| 구 분 | 내 역 | 단 가 | 회수 (수량,건) | 금 액 (천원) | 비고 |
|-------|------------|-------|--------------|----------------------|----|
| 연구활동비 | 국외여비 | 2,664 | 2명 | 5,328 | |
| | 도서 등 문헌구입비 | 100 | 15 | 1,500 | |
| | 학회 세미나 참가비 | 200 | 5 | 1,000 | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 총액 | | | | 7,828천원(현금 :7,828천원) | |

| 작성 요령 |
|--|
| <p>※ “연구활동비”는 국외 여비, 인쇄·복사·인화·슬라이드 제작비, 공공요금, 제세공과금 및 수수료, 전문가 활용비, 국내·외 교육훈련비, 도서 등 문헌구입비, 회의 및 세미나 장소 사용료, 학회·세미나 참가비, 원고료, 통역료, 속기료, 기술도입비, 시험·분석·검사, 임상시험, 기술정보수집, 특허 및 표준 정보조사비, 정보DB 및 네트워크 사용료 등 연구개발서비스 활용비</p> <p>※ 비고란은 현금 또는 현물로 기재</p> |

1.5 연구과제추진비

| 구 분 | 내 역 | 단 가 | 회수 (수량,건) | 금 액 (천원) | 비고 |
|-------------|-------|-----|--------------|----------------------|----|
| 연구과제 추진비 | 회의비 | 30 | 70회 | 2,100 | |
| | 사무용품비 | 200 | 6 | 1,200 | |
| | 야근식대비 | 10 | 5인*20회 | 2,000 | |
| | 국내여비 | 40 | 20회 | 800 | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 총액 | | | | 6,100천원(현금 :6,100천원) | |

작성 요령

* “연구과제추진비”는 국내 여비 및 시내 교통비, 사무용품비, 연구환경 유지르 위한 기기·비품의 구입·유지비, 회의비(연구활동비의 회의장 사용료, 전문가활용비는 제외), 과제 수행과 관련된 초과 근무 식대(평일 점심 식대는 제외) 등

※ 비고란은 현금 또는 현물로 기재

1.6 연구수당

| 구 분 | 내 역 | 단 가 | 회수 (수량,건) | 금 액 (천원) | 비고 |
|------|----------|-----|--------------|-----------------------------|----|
| 연구수당 | 인건비의 20% | | | 26,000 | |
| 총액 | | | | 26,000천원 (현금 : 26,000천원) | |

작성 요령

※ 연구수당은 총괄책임자 및 참여연구원의 보상·장려금 지급 비용으로, 인건비(현물 및 학생인건비 포함)의 20% 이내로 산정 (중소·중견기업의 경우 인건비의 10% 이상 책정하여야 함)

2. 간접비

① 영리기관의 경우

(단위 : 천원)

| 구 분 | | 성명 | 직위 | 신규 채용 구분* | 실지금액 (A) | 참여율 (%) (B) | 합 계(A×B/100) | | |
|------------|----------------|-------|----|-----------------|-------------|-------------------|--------------|----|---|
| | | | | | | | 현금 | 현물 | 계 |
| 간접비 (1) | 인력지원에 관한 경비 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | 소계(C) | | | | | | | |

작성 요령

* 신규채용구분 : 중소·중견기업이 신규채용한 연구지원전문가에 해당하는 경우에만 표시

(단위 : 천원)

| 구 분 | | 내 역 | 단 가 | 회수 (수량, 건) | 금액(천원) | 비고 |
|---------------|---------------------|----------|-------|---------------|----------------------|----|
| 간접비 (2) | 연구지원에 관한 경비(D) | | | | | |
| | | | | | | |
| | 성과활용지원에 관한 경비(E) | 국내 특허 출원 | 2,000 | 1 | 2,000 | |
| | | | | | | |
| | 소계(F=D+E) | | | | | |
| 간접비 총액(G=C+F) | | | | | 2,000천원(간접비율: 1.3 %) | |

작성 요령

※ 간접비율 = 간접비 / 직접비(현금)

※ 영리기관(「공공기관의 운영에 관한 법률」 제5조제3항제1호의 공기업을 포함한다)은 직접비(현물 제외)의 10% 범위에서 실제 필요한 경비로 산정

작성 요령

※ 비영리기관은 인건비와 직접비에 미래창조과학부 장관이 고시한 간접비율을 곱하여 계상하되, 간접비율이 고시되지 아니한 비영리기관은 직접비(현물 제외)의 17% 범위 안에서 계상

□ 별첨

- ①첨부 1 - 연구시설/연구장비 구입 및 활용계획서 : 해당 기관(기업)만 작성
- ②첨부 2 - 기술준비도(TRL, Technology Readiness Level) 목표 : 주관기관이 작성

【첨부 1】

연구시설 / 장비 구입 및 활용계획서

| | | | | | |
|------------------------|-----------------------|--|-----------|---|--|
| 시설 / 장비명 | | (국문) 고성능 패킷 캡처 리플레이 시스템 | | | |
| | | (영문) High Performance Packet Capture & Replay System | | | |
| 연구장비분류 | | 대분류 | | 중분류 | |
| 모델명 | | IS4010E | | | |
| 제작국가 | | 한국 | 제작사 | 시스메이트 | |
| 구입방법 | | 구매(<input type="radio"/>) 임차(<input type="radio"/>) | 구입구분 | 내자(<input type="radio"/>) 외자(<input type="radio"/>) | |
| 구입일자(예정) | | 20XX. 5 | 구입금액(예정) | 50,000,000원 | |
| 공동활용 여부 | | 단독활용(<input type="radio"/>) 기관내부와 공동활용가능(<input type="radio"/>) 기관외부와 공동활용가능(<input type="radio"/>) 협의후 결정(<input type="radio"/>) | | | |
| 장비 개요 | 구입 필요성 및 규모 적합성 | 현재 구매하고자 하는 고성능 패킷 수집기와 유사한 사양의 네트워크 기반 장비를 보유하고 있지만, 과제에서 시험하거나 얻어진 결과물을 성능적 측면과 정확도 측면에서 정확히 벤치마킹하기 위해서는 Wired Speed로 패킷을 수집하고 리플레이해줄 시스템이 필요하다. | | | |
| | 원리 및 특징 | 10 Gbps (9.95 Gbps) 성능으로 패킷을 캡처하고 분석할 수 있는 하드웨어 기반 시스템 추가적으로 패킷 샘플링, 패킷 전송, GPS 타임스탬프 기능 지원 | | | |
| | 주요사양 | 10 Gbps POS Monitoring Interface (extensible OC-192c fiber, PPP/HDLC layer 2) PCI-Express 8x Bus Interface (PCI-Express 8x bus speed, Higher packet DMA) Hardware-based Packet Capturing Engine | | | |
| | 사용용도 (활용방안) | 실제와 유사한 네트워크 테스트베드에서 Real Time으로 Wired Speed상에서 패킷을 생성해 내고 명확한 문자로 표현되는지의 검증과 지속적인 테스트를 통하여 패킷 검증 효과의 극대화를 실현할 수 있어, 실제 네트워크에 거의 유사한 네트워크 환경에서 본 연구의 검증 작업이 가능하게 되는 효율성을 가질 수 있다. | | | |
| 활용 계획 | 수요예측 및 활용빈도 | 년평균 가동률 60% [(24시간X52주) / (40시간X52주)] 이상 | | | |
| | 운영비 확보 방안 | 해당 사항 없음 | | | |
| | 전담인력 확보 방안 | 해당 사항 없음 | | | |
| | 유지보수 방안 | 판매 업체로부터 지속적으로 유지보수가 가능하고, 판매 업체의 전담 인력 활용으로 과제를 수행하면서 요구되는 기술 지원을 받을 수 있다. | | | |
| | 기타 | | | | |
| 동일기관내 동일/유사 장비 보유현황 | | 동일/유사장비명 | 관리부서 | 취득일시 | 공동활용 가능여부 |
| | | PLS-1000 | 지식정보보안연구부 | 2006 | 활용불가(<input type="radio"/>), 제한적 활용(<input type="radio"/>) 한국전자통신연구원 정보보호연구단에서는 현재 구매하고자 하는 패킷 수집 시스템과 유사한 사양의 네트워크 기반 수집 장비를 보유하고 있지만, 본 과제에서 요구되는 고성능에는 부족한 사양임 |
| 공동활용 및 임차사용 불가사유 | | 고성능 패킷 수집 장비는 패킷 수집 및 관리 시스템의 기본 기능으로 제공되어야 하며, 이를 이용하여 수집된 패킷을 분석하는 패킷 분석 엔진기술 개발과 알고리즘 검증 및 타당성 시험을 위하여 다양한 네트워크 트래픽을 대량으로 분석하는 것이 필요합니다. 그리고 해당 제품을 개발 제품에 접속시켜 지속적으로 시험하여야 하여야 함으로 다른 과제와 공동 활용이 어렵다. 또한 구매하고자 하는 제품은 본 과제에서 개발 하고자 하는 시스템의 개발 기간 동안 계속 개발 및 시험환경으로 제공되어야 할 것이므로 구매가 임차보다 경제적이다. | | | |

※ 부가세 포함 '3천만원이상 연구시설 및 연구장비'의 구입계획이 있는 경우에 한하여 작성 (모듈화된 연구시설 및 장비는 사용모듈 전체 구입가 기준임)

※ 장비분류는 '산업기술개발장비 통합관리요령 [별표 1] 산업기술개발장비 분류체계분류체계 참

【첨부 2】

기술준비도(TRL, Technology Readiness Level) 목표

□ 과제개요

| | | | |
|-----------------|--|----------------|--|
| 과제명 | | 총개발기간 | |
| (총괄/세부) 주관기관 | | (총괄/세부) 책임자 | |

□ 핵심기술요소(CTE, Critical Technology Element)

<핵심기술요소(CTE) 목록>

| | | | |
|--------------------------------|--|--------------------------------|--|
| 핵심기술요소1(CTE1) (소재/부품/시스템 등) | | TRL 평가지표 Code ¹⁾ | |
| 핵심기술요소2(CTE2) (소재/부품/시스템 등) | | TRL 평가지표 Code ¹⁾ | |
| 핵심기술요소3(CTE3) (소재/부품/시스템 등) | | TRL 평가지표 Code ¹⁾ | |

□ 기술준비도(TRL) 목표

① CTE1 :

| 구 분 | 단 계 | TRL 정의 ²⁾ | 시험평가 주체 | 시험평가 | | 생산수준 또는 결과물 | 시험평가 환경 | 개발 연차 |
|----------------|-----|---|------------|------|------|----------------|------------|----------|
| | | | | 대상 | 평가항목 | | | |
| 기초 연구 단계 | 1 | 기초이론/실험 | - | - | - | - | - | - |
| | 2 | 실용목적 아이디어·특허 등 개념정립 | - | - | - | - | - | - |
| 실험 단계 | 3 | 실험실 규모의 기본성능 검증 | | | | | | |
| | 4 | 실험실 규모의 소재/부품/시스템 핵심성능 평가 | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 시작품 단계 | 5 | 확정된 소재/부품/시스템 의 시작품 제작 및 성능 평가 | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | 6 | 파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가 | | | | | | |

| 구 분 | 단 계 | TRL 정의 ²⁾ | 시험평가 주체 | 시험평가 | | 생산수준 또는 결과물 | 시험평가 환경 | 개발 연차 |
|-----------|-----|----------------------|------------|------|------|----------------|------------|----------|
| | | | | 대상 | 평가항목 | | | |
| 제품화 단계 | 7 | 신뢰성 평가 및 수요기업 평가 | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | 8 | 시제품 인증 및 표준화 | - | - | - | - | - | - |
| 사업화 | 9 | 사업화 | - | - | - | - | - | - |

* 음영표시된 TRL 1, 9단계는 원칙적으로 정부 R&D 비지원 영역임

② CTE2 :

| 구 분 | 단 계 | TRL 정의 ²⁾ | 시험평가 주체 | 시험평가 | | 생산수준 또는 결과물 | 시험평가 환경 | 개발 연차 |
|----------------|-----|---|------------|------|------|----------------|------------|----------|
| | | | | 대상 | 평가항목 | | | |
| 기초 연구 단계 | 1 | 기초이론/실험 | - | - | - | - | - | - |
| | 2 | 실용목적 아이디어·특허 등 개념정립 | - | - | - | - | - | - |
| 실험 단계 | 3 | 실험실 규모의 기본성능 검증 | | | | | | |
| | 4 | 실험실 규모의 소재/부품/시스템 핵심성능 평가 | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 시작품 단계 | 5 | 확정된 소재/부품/시스템 의 시작품 제작 및 성능 평가 | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | 6 | 파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가 | | | | | | |
| 제품화 단계 | 7 | 신뢰성 평가 및 수요기업 평가 | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | 8 | 시제품 인증 및 표준화 | - | - | - | - | - | - |
| 사업화 | 9 | 사업화 | - | - | - | - | - | - |

* 음영표시된 TRL 1, 9단계는 원칙적으로 정부 R&D 비지원 영역임

③ CTE3 :

| 구 분 | 단 계 | TRL 정의 ²⁾ | 시험평가 주체 | 시험평가 | | 생산수준 또는 결과물 | 시험평가 환경 | 개발 연차 |
|----------------|-----|---|------------|------|------|----------------|------------|----------|
| | | | | 대상 | 평가항목 | | | |
| 기초 연구 단계 | 1 | 기초이론/실험 | - | - | - | - | - | - |
| | 2 | 실용목적 아이디어·특허 등 개념정립 | - | - | - | - | - | - |
| 실험 단계 | 3 | 실험실 규모의 기본성능 검증 | | | | | | |
| | 4 | 실험실 규모의 소재/부품/시스템 핵심성능 평가 | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 시작품 단계 | 5 | 확정된 소재/부품/시스템 의 시작품 제작 및 성능 평가 | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | 6 | 파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가 | | | | | | |
| 제품화 단계 | 7 | 신뢰성 평가 및 수요기업 평가 | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | 8 | 시제품 인증 및 표준화 | - | - | - | - | - | - |
| 사업화 | 9 | 사업화 | - | - | - | - | - | - |

* 음영표시된 TRL 1, 9단계는 원칙적으로 정부 R&D 비지원 영역임

작성요령

◦ CTE 정의 및 선정 기준

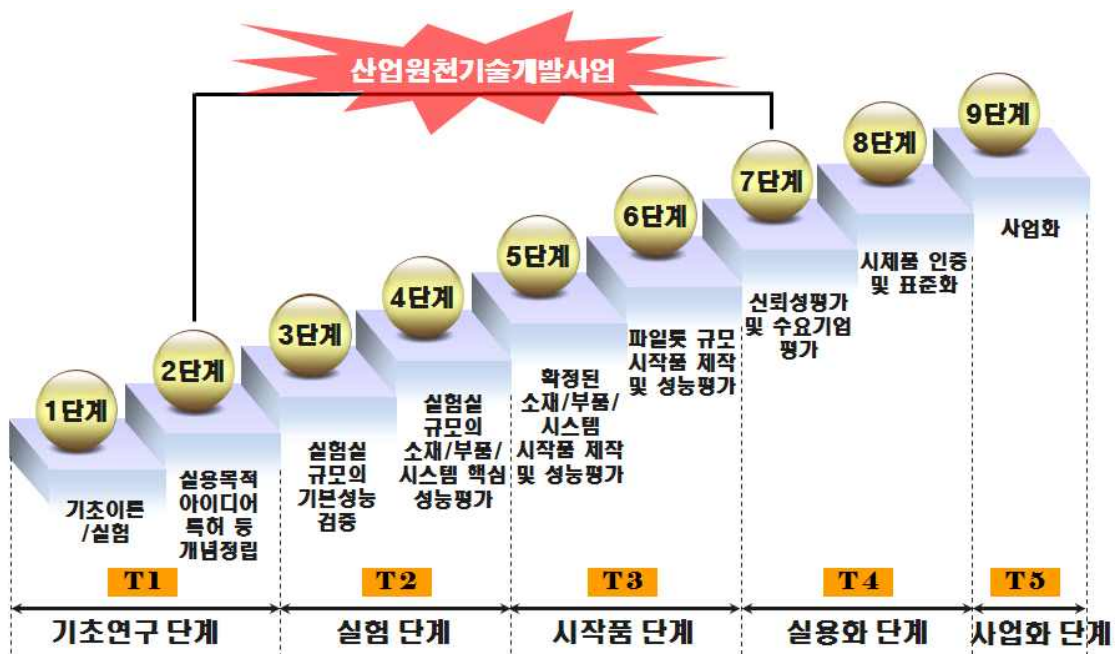
- CTE는 기술개발 최종 목표의 성공여부를 결정짓는 소재나 부품, 시스템으로 그 자체로 시연이 가능하여 시험평가 항목에 대한 측정이 가능하여야 함
- CTE는 세부과제당 1개 이상 도출될 수 있음(양식에서는 CTE가 3개 도출된 것으로 가정)

주1) TRL 평가지표 Code는 부록의 「산업핵심 전략기술별 TRL 평가지표」에 정의되어 있음

주2) TRL 단계별 정의는 기술 분야에 따라 달라질 수 있으며 자세한 사항은 부록의 「산업핵심 전략기술별 TRL 평가지표」에 명시되어 있음

◦ TRL 개요

- TRL은 CTE의 상용화를 위한 기술준비도를 평가하기 위한 미터법으로 미국 NASA에서 처음 정의되었으나, 본 사업에서는 민간 R&D 프로그램에 맞게 재정의하여 사용하고 있음



* TRL 1, 9단계는 원칙적으로 정부 R&D 비지원 영역임

- TRL 목표는 해당 CTE와 가장 부합하는 기술분야의 TRL 평가지표에 근거하여 작성할 것(별첨의 기술분야별 TRL 평가지표 참고)

작성요령(계속)

◦ TRL 단계별 정의 및 요구사항

| 구분 | 단계 | 정 의 | 세부 설명 |
|----------------|----|---------------------------------------|---|
| 기초 연구 단계 | 1 | 기초 이론/실험 | o 기초이론 정립 단계 |
| | 2 | 실용 목적의 아이디어, 특허 등 개념 정립 | o 기술개발 개념 정립 및 아이디어에 대한 특허 출원 단계 |
| 실험 단계 | 3 | 실험실 규모의 기본성능 검증 | o 실험실 환경에서 실험 또는 전산 시뮬레이션을 통해 기본성능이 검증될 수 있는 단계 o 개발하려는 부품/시스템의 기본 설계도면을 확보하는 단계 |
| | 4 | 실험실 규모의 소재/부품/시스템 핵심성능 평가 | o 시험샘플을 제작하여 핵심 성능에 대한 평가가 완료 된 단계 o 3단계에서 도출된 다양한 결과 중에서 최적의 결과를 선택하려는 단계 o 컴퓨터 모사가 가능한 경우 최적화를 완료하는 단계 o 의약품 등 바이오 분야의 경우 목표 물질이 도출된 것을 의미 |
| 시작품 단계 | 5 | 확정된 소재/부품/시스템 시작품 제작 및 성능 평가 | o 확정된 소재/부품/시스템의 실험실 시작품 제작 및 성 능 평가가 완료된 단계 o 개발 대상의 생산을 고려하여 설계하나 실제 제작한 시작품 샘플은 1~수개 미만인 단계 o 경제성을 고려하지 않고 기술의 핵심 성능으로만 볼 때, 실제로 판매가 될 수 있는 정도로 목표 성능을 달 성한 단계 o 의약품은 GMP(Good Manufacturing Practice, 제조품질 관리기준) 파일럿 설비를 구축 |
| | 6 | 파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가 | o 파일럿 규모(복수 개 ~ 양산규모의 1/10 정도)의 시작 품 제작 및 평가가 완료된 단계 o 파일럿 규모 생산품에 대해 생산량, 생산용량, 수율, 불량률 등 제시 o 파일럿 생산을 위한 대규모 투자가 동반되는 단계 o 생산기업이 수요기업 적용환경에 유사하게 자체 현장 테스트를 실시하여 목표 성능을 만족시킨 단계 o 성능 평가 결과에 대해 가능하면 공인인증 기관의 성 적서를 확보 o 의약품의 경우 비임상 시험기준인 GLP(Good Laboratory Practice, 동물실험규범)기관에서 전임상시험을 완료하는 단계 |
| 제품화 단계 | 7 | 신뢰성평가 및 수요기업 평가 | o 실제 환경에서 성능 검증이 이루어지는 단계 o 부품 및 소재개발의 경우 수요업체에서 직접 파일럿 시작품을 현장평가(성능 뿐만 아니라 신뢰성에 대해 서도 평가) o 의약품의 경우 임상 2상 및 3상 시험 승인 o 가능하면 KOLAS 인증기관 등의 신뢰성 평가 결과 제출 |
| | 8 | 시제품 인증 및 표준화 | o 표준화 및 인허가 취득 단계 o 조선 기자재의 경우 선급기관 인증, 의약품의 경우 식약청의 품목허가 |
| 사업화 | 9 | 사업화 | o 본격적인 양산 및 사업화 단계 o 6-시그마 등 품질관리가 중요한 단계 |