

연구개발계획요구서(RFP)

과제명 : SXGA급¹⁾(1280×1024) 8 μ m 피치의 초소형 고해상 비냉각 적외선 검출기 개발

1. 개요

가. 기술의 개념 및 정의

- 적외선(IR: InfraRed) 검출기는 EO/IR 센서분야의 핵심적인 기술이며 선진국에서 기술 이전을 기피하고 있는 대표적인 품목이므로 관련 핵심 부품 및 시스템 국내 개발이 필수적으로, 고성능 적외선 검출기 개발 시 폭발적으로 증가하고 있는 적외선 영상 산업의 수요 시장 증가에 따른 수입 대체 및 수출 효과가 예상됨(민군기술협력분야 기술조사분석 최종 보고서 EO/IR 센서 p.49(2017.5))
- 적외선(IR) 검출기는 물체에서 방사된 적외선 영역의 복사 에너지 차이 즉, 열(온도) 차이를 전기적 신호차이로 변환하여 궁극적으로 영상화 할 수 있는 핵심 부품으로 빛의 유무에 관계없이 주야간 영상 획득이 가능하여 민군 활용성의 급격한 증대가 예상됨

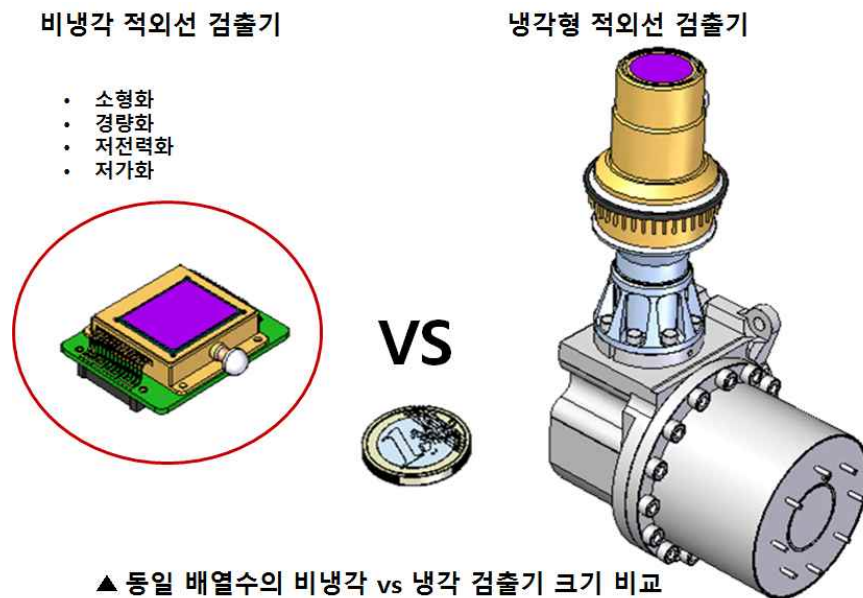
영상정보 센서 비교

| 구 분 | 전자광학(EO) | 적외선(IR) | 영상레이더(SAR) |
|-----|---|--|--|
| 개 념 | 빛 차이를 영상화 | 열 차이를 영상화 | 레이더 도플러 효과 |
| 영 상 |  |  |  |
| 장 점 | <ul style="list-style-type: none"> - 친밀한 정보(명/채도) - 정지/동영상 제공 - 은밀 감시정찰 가능 | <ul style="list-style-type: none"> - 주야간 영상 획득 - 정지/동영상 제공 - 은밀 감시정찰 가능 | <ul style="list-style-type: none"> - 전천후 영상 획득 - 장거리 탐지 우수 - 금속 탐지 우수 |
| 단 점 | <ul style="list-style-type: none"> - 야간/기상 제한 | <ul style="list-style-type: none"> - 기상 다소 제한 | <ul style="list-style-type: none"> - 전문 분석 필수 - 노출/기만 취약 |

1) SXGA: Super eXtended Graphics Array, 초확장 그래픽스 어레이(1280×1024 배열)

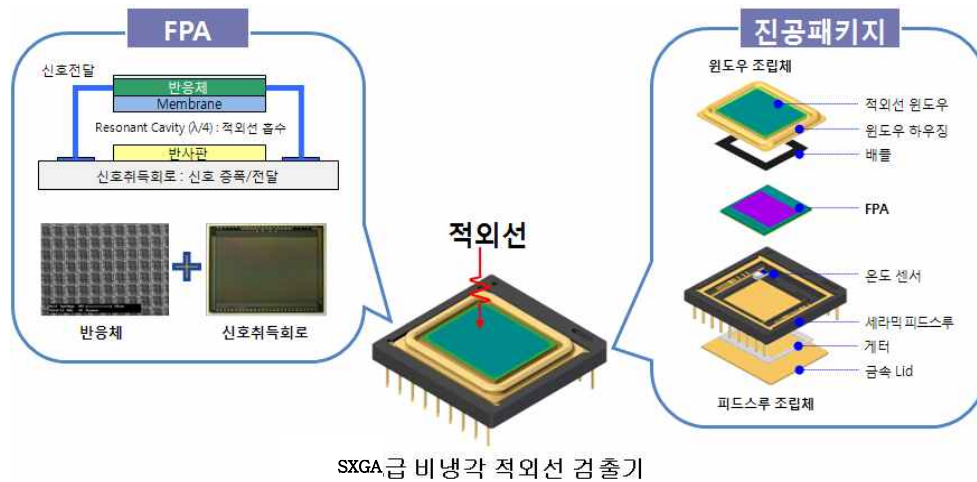
- o 적외선 영역에서 검출기는 광자 검출기(photon detector)가 일반적으로 냉각장치가 필요한데 비해, 열형 검출기(thermal detector)는 냉각 장치가 필요 없어, 흔히 비냉각(uncooled) 검출기라고 불리며, 볼로미터형(bolometric), 초전기형(pyroelectric), 열전기형(thermoelectric) 검출기들이 있고 이들 중에서도 적외선 흡수에 의한 감지 소자의 온도 증가에 기인하는 저항 변화를 측정하는 볼로미터형의 마이크로 볼로미터(micro bolometer) 장파장 적외선 검출기가 최근에 비냉각 검출기로 가장 널리 사용됨
- o 비냉각 적외선 검출기는 냉각형 대비 감도는 낮지만 냉각장치가 필요 없어 냉각준비시간 없이 즉각적인 영상 획득이 가능하고 상대적으로 크기와 무게가 작고 전력소모가 낮으며 가격이 저렴해 활용성 높음

비냉각 적외선 검출기의 장점



- o 비냉각 적외선 검출기의 핵심기술은 물체의 열(온도) 차이를 전기적 신호 차이로 변환시켜 주는 볼로미터형 고밀도 적외선 반응체 기술과 변환된 전기적 신호를 규정된 방식으로 순차적으로 처리 가능케 하는 신호취득회로(ROIC: Read Out Integrated Circuit) 기술, 이 두 소자가 접합된 초점면 배열(FPA: Focal Plane Array) 기술 및 적외선 윈도우가 포함되는 이의 진공패키지 통합 기술 등으로 표현될 수 있음

비냉각 적외선 검출기의 구성



나. 기술의 중요성/필요성 및 시급성

o 기술의 중요성/필요성

- 현대 주야간 영상장비들의 고도화에 따른 초소형, 고해상, 경량화에 따라 비냉각 적외선 검출기의 화소수는 증대되고 화소크기는 감소하는 방향으로 급격히 발전되고 있음
 - 선진국에서는 FHD급²⁾(1920x1200), 12 μ m 피치 검출기 개발(미국)
 - 국내에서는 VGA급³⁾(640 x 480), 17 μ m 피치 검출기 개발하여 체계 적용 진행 중 (핵심기술개발사업 시험개발 완료 ('13~'16))
- 선진국들은 정부주도의 전략적 개발 프로그램에 따른 지원을 바탕으로 고밀도 기술을 선도하고 있음
 - 미국은 Tailwind 프로그램을 통한 대면적 비냉각 검출기 개발, LCTI-M⁴⁾ 프로그램을 통한 저가의 비냉각 검출기 및 모듈 개발 중
 - 최근 중국도 내수 시장의 규모와 국가지원을 바탕으로 기술을 개발하는 등 각국이 전략적 지원을 통해 기술 경쟁력을 키우고 있음

2) FHD: Full High Definition, 또는 HD1080, 1920×1080 또는 1920×1200

3) VGA: Video Graphics Array, 640×480

4) LCTI-M: Low Cost Thermal Imager-Manufacturing

○ 기술개발의 시급성

- 국내에서는 VGA급⁵⁾(640 x 480), 17 μ m 피치 검출기 개발을 완료하여(산학연주관 핵심기술개발사업, 시험개발 완료, '13~'16) 소형사격통제장치, 경기관총-II 조준경 등 체계개발에 적용 진행 중이나 민수에서는 선진국 대비 늦은 시장 진입으로 인하여 생산 및 판매가 제한적임
- 각 국의 국가 주도적 투자를 기반으로 치열한 경쟁이 진행되는 비냉각 적외선 검출기 기술 경쟁력 확보를 위해서는 초소형 고해상 고밀도 소자의 연구개발 선점이 필요하며 이를 바탕으로 세계최고 수준의 기술 확보 시 군사적, 기술적 및 경제적으로 막대한 이득 창출이 기대됨

다. 연구개발 최종목표

- 최종개발 목표: SXGA급 초소형 고해상 비냉각 적외선 검출기 개발
 - 8 μ m급 피치를 갖는 초소형 고해상의 비냉각 적외선 반응체 기술 개발
 - 8 μ m급 피치를 갖는 초소형 고해상의 신호취득회로(ROIC) 기술 개발
 - SXGA급(1280x1024) 8 μ m급 피치 Hybridization 및 FPA 공정 기술 개발
 - SXGA급(1280x1024) 진공패키지 통합 기술 개발

○ 최종 목표 성능

| 구분 성능/제원 | | 현 국내 수준 | 선진국 수준 | 연구 목표 |
|----------------------------|----------|----------------------------|----------------|---|
| SXGA급 비냉각 적외선 검출기 | 배열수 | 640x480(VGA급) | 1024x768(XGA급) | 1280x1024(SXGA급) |
| | 화소크기(피치) | 17 μ m | 12 μ m | 8 μ m 이하 |
| | 검출파장대역 | LWIR | LWIR | LWIR |
| | NETD | 50mK 이하 | 50mK 이하 | 60mK 이하 |
| | 동작률 | 99.0 % 이상 | 미확인 | 99.5 % 이상 |
| | 화면발생률 | 60Hz | 30Hz/60Hz | 30Hz 이상 |
| | 환경조건 | MIL-STD-810G 온도, 충격, 진동 | — | MIL-STD-810G 적용 온도, 충격, 진동 등 기준값 제시 |

5) VGA: Video Graphics Array, 비디오 그래픽스 어레이(640×480 배열)

2. 국내·외 기술 현황 및 전망

가. 국내 기술동향 및 전망

○ 개발 초기 국내 비냉각 적외선 검출기는 주로 반응체 등 반도체 공정 위주로 개발이 진행되었음.

- 본격적인 비냉각 적외선 검출기 기술은 2010년부터 국방과학연구소 중심으로 개발 진행됐고, 아이쓰리시스템이 주 시제업체 및 주관기관으로 참여

| 기관명 | 과제명 | 연구 기간 |
|------------------|---------------------------|-------------|
| 대우전자 | G7과제 | 1999 ~ 2001 |
| (주)KEC | 민군과제 | 1999 ~ 2002 |
| (주)오카스 | 해외공동연구과제 | 2001 ~ 2002 |
| ETRI/아이쓰리시스템 | IT산업원천기술개발 | 2006 ~ 2010 |
| 국과연 (아이쓰리시스템) | VGA급 비냉각 (응용연구, 국과연주관) | 2010~2012 |
| 아이쓰리시스템 | VGA급 비냉각 (시험개발, 산학연주관) | 2013 ~ 2016 |

- 2016년 6월 VGA급 17 μ m 화소크기의 비냉각 적외선 검출기 핵심기술개발 사업(시험개발단계)를 통해 개발시험평가(DT) 수행 및 전 항목 기준 충족하였고, 이를 바탕으로 O종의 체계개발 사업에 적용 중

| 구 분 | 내 용 | 비 고 | | | | | | |
|------------|---|------------|----------|-------|------------|------|---------|--|
| 기 간 | ’ 13.08~’ 16.06 | 35개월 | | | | | | |
| 개발비 | 51억원 | | | | | | | |
| 사업 | 핵심기술개발사업(산학연주관, 시험개발) | 아이쓰리시스템(주) | | | | | | |
| 과제명 | VGA급 비냉각 적외선 검출기 | | | | | | | |
| 주요사양 | <table><tr><td>화소수</td><td>640×480급</td></tr><tr><td>화소 크기</td><td>17μm</td></tr><tr><td>NETD</td><td>50mK 이하</td></tr></table> | 화소수 | 640×480급 | 화소 크기 | 17 μ m | NETD | 50mK 이하 | |
| 화소수 | 640×480급 | | | | | | | |
| 화소 크기 | 17 μ m | | | | | | | |
| NETD | 50mK 이하 | | | | | | | |
| 주요개발 내용 | <ul style="list-style-type: none">• VGA급 17μm 피치 ROIC, 반응체, FPA 설계·제작• 세라믹 진공패키지 설계·제작 기술 개발• 시험장비 설계·제작 기술 개발 | | | | | | | |

나. 국외 기술 동향

○ 국외 현황 개요

- 적외선 검출기는 최대 선진국인 미국을 중심으로 프랑스, 이스라엘 등이 기술을 보유
- 미국은 적외선 검출기 전 분야에서 세계 최고 성능의 검출기를 선도하며 개발/생산하고 있고, 유럽은 후발주자로 미국 기술에 근접한 수준이며 프랑스의 수출허가(E/L: Export Licence) 여부는 상대적으로 미국보다 관대한 편임.
- 현재 비냉각 적외선 검출기 주력제품은 $17\mu\text{m}$ 피치이나, 최근 미국을 중심으로 $12\mu\text{m}$ 피치로 기술 발전이 완료된 상태
- 피치가 작아짐에 따라 고화소 검출기 개발도 활발한 상태임.
- 특히 비냉각 검출기의 장점인 경량, 저전력을 바탕으로 코어 소형화를 위한 연구개발이 진행되고 제품화 되고 있음

○ 국외 기술 현황

- 현재까지는 화소 크기(피치, pitch) $17\mu\text{m}$ 가 주요 제품의 중심으로, 최근 미국에서는 $12\mu\text{m}$ 로 기술개발이 완료된 상태임. 미국의 DRS사는 $12\mu\text{m}$ 화소 크기 대신 $10\mu\text{m}$ 화소 크기로 기술 개발 진행 중이나 아직 제품화 되지는 았음



| Imaging | |
|----------------------|---|
| Sensor technology | Uncooled VOx microbolometer |
| Array format | 320x256 or 640x512 |
| Effective frame rate | <9Hz |
| Thermal sensitivity | Varies by configuration, as low as <40 mK |

$12\mu\text{m}$ 급 검출기코어(미, FLIR사)



| Detector | |
|--|------------------------------------|
| Detector type | Uncooled VOx microbolometer |
| Noise equivalent temperature difference (NEDT) | 50mK at F/1 |
| Spectral response region | $7.5\mu\text{m} - 13.5\mu\text{m}$ |
| Array format | 1920 x 1200 |
| Pixel pitch | $12\mu\text{m}$ |
| Frame rate | Switchable: 60 Hz or 30 Hz |

1920×1200 , $12\mu\text{m}$ 검출기코어(미, BAE사)



1280×720, 10 μ m 검출기로 획득한 영상(미, DRS사)

- 화소 크기 17 μ m급에서는 소자 배열이 80×60부터 1024×768(XGA) 까지 분포되어 있으나 12 μ m급으로 전환되면서 160×120부터 1920×1200 까지 더욱 많은 종류의 배열이 개발되고 있음. 피치가 작아지면서 배열크기 증대는 더욱 가속화 되어 고해상화(고선명화)로 발전 예상됨
- 프랑스의 ULIS사도 최근 1024×768급의 17 μ m 피치 제품을 출시하면서 12 μ m 피치의 소형화 방향으로 기술개발을 계속 진행하고 있음



1024×768, 17 μ m 비냉각 적외선 검출기(프, ULIS사)

- 중국은 자체 내수 시장의 규모와 국가지원을 바탕으로 비냉각 적외선 검출기 기술을 개발하여 선진국과의 격차를 현저히 줄여 나가고 있음

3. 연구개발 계획

가. 단계별 연구개발 목표

o 민·군수용

| 구분 | 연구 개발 목표 | | | 주요결과물 |
|----------|----------------------------|----------|---|---|
| 시험 개발 | 구분 | | 최종 연구 목표 | - 연구결과보고서 (시험평가 포함) - 최종보고서 (규격(안) 포함) - 시제품 (연구목표 충족) |
| | 성능/제원 | | | |
| | SXGA급 비냉각 적외선 검출기 | 배열수 | 1280x1024(SXGA급) | |
| | | 화소크기(피치) | 8 μ m 이하 | |
| | | 검출파장대역 | LWIR | |
| | | NETD | 60mK 이하 | |
| | | 동작률 | 99.5 % 이상 | |
| | | 화면발생률 | 30Hz 이상 | |
| | 환경조건 | | MIL-STD-810G 적용 온도, 충격, 진동 등 기준값 제시 | |

최종 연구개발 목표를 달성하기 위한 연도별 목표, 연구개발 내용, 주요 연구결과물 및 예산은 연구개발계획서 양식에 따라 제안기관에서 제시 요망.

예시) 시험개발 3년 과제의 경우

| 연구단계 | 시험개발 | | |
|--------|--|------------------------|----------------------|
| 연차 | 1차년도 | 2차년도 | 3차년도 |
| 연차별 기간 | 15개월 (‘18.10~‘19.12) | 12개월 (‘20.1~‘21.12) | 9개월 (‘21.1~‘22.9) |
| 평가 | <div>▲</div> <div>진도평가</div> <div>▲</div> <div>진도평가</div> <div>▲</div> <div>최종평가</div> | | |
| 예산 지급 | <div>▲</div> <div>▲</div> <div>▲</div> <div>▲</div> | | |

나. 연구기간 및 연구비

- 사업기간 : 3년 (시험개발 3년)
- 정부출연금 : 45억원 이내 (총 연구개발비 60억원 수준)

4. 적용 및 파급효과

가. 적용분야

- 민수 :
 - 자율주행 자동차용 야간카메라(차량, 보행자 인식, AEB⁶⁾, AES⁷⁾ 연동 안전장치)
 - 국가 주요 시설, 해안 등의 주야간 감시 카메라용
 - 화재, 야간 수색, 산불감시 등 재난 대비용 장비
 - 스마트기기용 소형/휴대형 열화상 카메라
 - 댐, 공장 유해가스 검출 등 환경 감시장치
 - 비파괴 검사 장비
 - 드론 탑재 이동형 주야간 감시장치
 - 산업계측, 고장 예측 등 안전진단장비
 - 빌딩 열 누출 또는 감지 장비
 - 기타 온도 계측기(의료 보조 장비 등)
- 군수 :
 - 복합 소총 및 기관총 등 소화기 주야간 조준경
 - 전차, 장갑차 등 군용 전투차량 야간 운행 장치
 - 전방, 해안선 및 주요 시설 감시 장치
 - 무인기와 같은 소형 감시 장치

나. 파급효과

- 기술적 측면 :
 - 세계 최고 수준의 8 μ m 이하 피치 초소형 고해상 기술의 선제적 확보로, 해외 의존성 탈피하고 기술을 선도
 - 초소형/고해상/경량화된 비냉각 적외선 검출기 기술을 확보하여 고성능/소형/경량을 요구하는 열상 장비 핵심소요기술 확보
 - SXGA급(1280x1024) 130만화소 검출기를 적용한 열상장비 식별력 증대

6) AEB: Automatic Emergency Brake, 자동 비상 제동

7) AES: Automatic Emergency Steering, 자동 비상 조향

- 개발되는 고해상 비냉각 적외선 검출기 기술은 다양한 분야에 적용 가능한 핵심 요소기술

○ 경제·산업적 측면 :

- 고가의 해외제품에 대한 수입 대체로 외화절감 및 기술 선도에 따른 세계 수출 시장 확대로 산업 경제적인 이득 창출
- 고해상 비냉각 적외선 검출기는 수출 제한(E/L) 대상품으로 검출기 뿐 아니라 이를 이용한 코어 시장이 매해 증가하는 추세
- 고해상 기술 개발을 통해 감시 및 환경 검출 등 여러 분야에서 급 성장하고 있는 민수 시장 진입도 불가
- 동일한 검출기의 가격은 판매 대상국의 기술 확보 수준에 따라 다양해지는 것이 보통으로, 유리한 가격에 검출기를 획득 가능
- 8 μ m 이하 피치 기술 개발시 기술 중주국 위치를 벗어나 기술 선도국으로 전환 가능

○ 군사적 측면:

- 전자광학/적외선(EO/IR⁸⁾) 장비의 표적 식별력을 향상시킬 수 있는 고해상도 적외선 검출기는 감시정찰기술의 핵심기술로 사전 적의 징후를 감지하여 대응함으로써 적의 공격 의지를 약화시키거나 타격의 정밀성을 높일 수 있음
- 고해상 적외선 검출기는 군사용으로 인해 전략물자로 지정된 E/L 품목으로, 미국, 유럽 등 선진국으로부터의 수입이 제한되어 적외선 열상장비 개발 및 수출에 어려움
- 특히 고성능 UAV 및 유도무기 탐색기용 등의 신규 핵심 전력체계의 고성능 적외선 검출기는 미국, 유럽 등의 선진국으로부터 수입이 제한되므로 국내 독자 기술 확보 절실
- 검출기 기술의 발전으로 미래의 감시정찰체계의 플랫폼 자체가 소형, 경량화, 저전력화 되어가면서 개인 휴대용, 소형 무인항공기부터 곤충형 로봇 등 다양한 플랫폼으로 발전

8) EO/IR (Electro Optics / InfraRed) : 전자광학/적외선

5. 연구개발 결과 제시물 및 평가항목

가. 연구개발 결과 최종 제시물

- 시제품 :
 - 시험개발단계 시제품 5sets 이상
 - 설계도면, 공정보고서 포함
- 연구 실적물 :
 - 연구결과보고서(시험평가 결과 포함)
 - 최종 보고서(시제품 규격(안) 포함)
 - 개발 중 획득한 관련 지식재산권(논문, 특허권, 소프트웨어 등)

나. 연구개발 결과 평가항목

| 항 목 | | 평가 내용 |
|----------------------------|----------|---------------------------------------|
| SXGA급 비냉각 적외선 검출기 | 배열수 | 1280x1024(SXGA급) |
| | 화소크기(피치) | 8 μ m 이하 |
| | 검출파장대역 | LWIR |
| | NETD | 60mK 이하 |
| | 동작률 | 99.5 % 이상 |
| | 화면발생률 | 30Hz 이상 |
| | 환경조건 | MIL-STD-810G 적용 / 온도, 충격, 진동 등 기준값 제시 |

* 평가항목의 평가는 공인인증기관의 인증을 원칙으로 함

6. 참여 요건

가. 추진 체계 요건

- 주관연구기관 및 참여기관 : 민군기술협력사업 촉진법 제7조제2항 및 동법 시행령 제14조제2항 각 호에 해당하는 기관 또는 단체
 - *주관연구기관 또는 참여기관에 1개 이상의 기업 참여 필수
 - *실용화 촉진을 위하여 시험개발단계는 기업 주관 장려
- 기업분담율 : 민·군기술협력사업 공동시행규정 제27조(별표4) 적용

나. 연구책임자의 자격 및 과제 신청요건

- 연구책임자의 자격 : 관련분야의 연구 경험이 풍부한 중견 연구자를 책임자로 선임하여 연구의 최종목표를 달성할 수 있도록 계획, 업무 프로세스 정립, 원활한 추진 및 조정과 과제관리를 수행할 수 있어야 한다.
- 과제 신청요건 : 주관연구기관은 제안한 연구개발 목표를 충분히 달성할 수 있는 연구팀을 구성하여야 하며, 필요시 컨소시엄을 구성할 수 있다.

다. 기타

- 비냉각형 적외선 검출기 소자 공정 설비 보유

7. 참고문헌

- [1] 민·군기술협력분야 기술조사분석 최종보고서(EO/IR 센서), 국방과학연구소 민군협력진흥원, 2017. 05
- [2] 전자광학(EO/IR) 기술, 국방과학연구소 국방과학기술아카데미, 2015.8
- [3] Uncooled infrared cameras and detectors for commercial and military markets 2011-2016, YOLE development, 2014.7
- [4] Uncooled detectors for thermal imaging camera, FLIR technical note, 2008.4
- [5] <https://www.ulis-ir.com>

8. 과제 문의사항 연락처

| 소속 | 성명 | 연락처 |
|----------|-------|--------------|
| 민군기술협력센터 | 홍 석 민 | 042-607-6044 |