

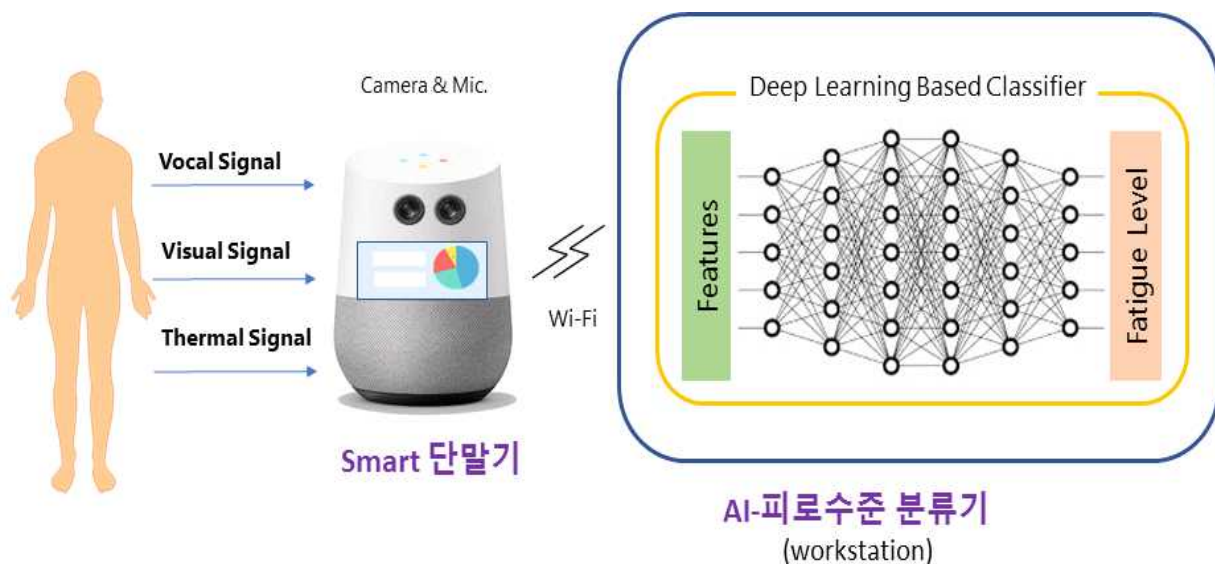
연구개발계획요구서(RFP)

과제명: AI 기반 조종사 피로도 측정 시스템 개발

1. 개요

가. 기술의 개념 및 정의

- 비행조종사가 임무 수행 전, 조종사의 피로도를 비접촉 원격에서 측정하여, 비행조종 등의 과업 수행 가능 여부를 판단하는 AI 기반 피로수준 평가 및 분류하는 기술을 국외기관(참여기관)과 공동개발
- 과제 완료 후, 본 시스템을 사용하는 기관에서 피측정 대상 개인별 생체 정보를 획득, 누적, 학습 후 가공된 데이터를 반영하여, 개인별 분류 정확도를 향상시킬 수 있도록 개발
- 본 과제 완료 후, 전투 조종사 외에 정신적 육체적으로 집중 업무가 필요한 관제사, 야간 근무자, 승무원 및 장거리 운전기사 등에 확장 적용이 가능한 개방형구조(Open Architecture)로 개발



[운영 개념도]

나. 기술의 중요성/필요성 및 시급성

○ 기술의 중요성/필요성

- 최근 항공기 및 전투기의 성능은 향상되어 시공간의 제한 없이 기동과 작전이 가능하고, 복잡한 조종기기의 작동을 위해서는 조종사의 건강한 정신과 육체적으로 정상상태가 요구되고 있으나, 이를 과학적으로 측정하는 시스템이 없어 관련 기술이 시급히 필요한 실정임.
- 피로의 누적과 그에 따른 인지기능의 저하는 군의 전투력 약화 뿐만 아니라 항공기의 안전사고로 인한 대형 인명 피해로 연관되기 때문에 관련 기술 개발이 매우 중요함.

○ 기술개발의 시급성

- 공군의 전투력 향상을 증가시켜 전투 승리를 보장하기 위해서는, 조종사가 평시 훈련과정에서 최상의 상태를 유지하고 관리할 수 있는 과학적 시스템 구축이 시급히 요청되는 실정임.
- 또한 민간 분야에서도 이와같은 과학적 시스템이 구축되면, 대형 항공기의 안전사고의 예방 뿐만 아니라, 전력유지 비용을 절감할 수 있기 때문에 관련기술 개발이 중요하며 시급히 요청되고 있음.
- 지금까지 개발된 주관적 자기보고식, 행동검사, 생체신호 검사 등이 피검자의 의도에 따라 결과가 달라질 수 있고, 전문가를 필요로 하거나, 시간적 제한이 있어 현장에서 실시간으로 임무 투입 전 사용하기에 활용도가 낮기 때문에 관련 기술 개발이 시급히 요청됨.

다. 연구개발 최종 목표

항 목	목 표 성 능	비고
• 피로도 분류 등급	• 1 ~ 5등급 ※ SRR시 확정	
• 등급분류 활용 생체신호	• 비접촉 생체신호 3종 - 영상, 열상 및 음성 ※ 피측정인 측정 생체신호	
• 분석용 생체신호 샘플 수	• 10,000 set 이상 - 조종사 data 50% 이상 ※ 1set : 열상+영상+음성 혈액+피로도 설문 등 ※ 열상 data는 국외참여기관 제공	
• 분류 등급 정확도	• 85% 이상	
• 분류기 판정속도	• 피 측정인 생체신호 입력시간 - 1분 이하 • 알고리즘 소요 시간 - 1초 이하 ※ 통신링크 지연 제외	• Intel Xeon 4110 (2.11G,8코어)x2 • NVIDIA RT x 2080 x 4
• 피 측정인 이격 거리	• 1m 이상 ※ 단말기와 피 측정인 간	
• 통신방식	• Wifi • 유선 ※ 단말기와 Host 간	
• 단말기 전원	• 일반 상전 (220V) • 충전후 2시간 이상 사용 ※ 2가지 모두 가능	
• 개인별 생체특성 반영	• API 기능 - 개인별 피로수준 및 생체 신호 특성 반영 ※ 사용자가 Update 수행가능	
• DB 관리	• 생체 data 등	

※ 주) 등급구분 (SRR시 확정)

- 1등급(최상) : 임무 수행에 최상의 상태
- 2등급(각성) : 최상은 아니지만, 적극적인 반응이 가능한 상태
- 3등급(보통) : 보통 주어진 임무 수행이 가능한 상태
- 4등급(피로) : 피곤하지만, 각성유지를 위해 지속적 노력이 요구되지 않는 상태
- 5등급(과피로) : 극심한 피로로 지속적인 집중이 어려운 상태

2. 국내외 기술현황 및 전망

가. 국내 기술동향 및 전망

- 국내에는 조종사의 피로도를 과학적으로 측정하는 방법이 없으며, 설문 및 비행시간 등을 참고하여 활용하는 실정임.
- 피로도 측정을 위한 방법은 주관적 피로를 측정하는 자기보고식 피로 수준 측정 방식을 적용하여 환자 수준에서 만성 피로증후군 등의 질환 진단에 활용하고 있음.
- 피로의 상대적 개념인 각성수준을 측정하는 행동검사(psychomotor vigilance test), 눈깜박임 횟수나 눈감김 정도, 그리고 시선추적 검사(eye tracking) 등이 졸음이나 피로 연구에서 활용되어 기계장치의 운용패널 설계 등에 적용되었음.
- 머신러닝기법을 이용한 얼굴인식으로 감정 또는 스트레스 지수를 자동인식하는 기술이 기존의 데이터베이스 특성 값을 획득하여 기초연구 수준에서 수행되었음.
- 한국공군 조종사는 KORM(Korean Operational Risk Management) 프로그램을 활용하여 전날 수면상태, 최근 비행빈도, 일상 활동정도 등을 입력함으로써 비행 전 업무가능여부를 판단하는 실정임.

나. 국외 기술동향 및 전망

- 피로도 자체에 대한 연구가 진행되어, 피로도를 무기력함, 육체적 피로, 일반적 피로, 동기부여 감소, 정신적 피로로 크게 5가지로 분류함.
- 피로도 측정을 위한 방법은 주관적 피로를 측정하는 자기보고식, 피로의 상대적 개념인 각성수준을 측정하는 행동검사(psychomotor vigilance test), 피로 유발의 원인인 수면과 일주성주기의 변화를 휴식-활동검사(Actigraphy), 수면 다원검사(Polysomnography)로 추적하여 피로 수준을 판별하는 방법 등이 개발되어 있음.
- 생체신호를 활용한 피로도 측정분야는 과업을 위한 사전 피로도 측정 보다는 장시간 지속되는 업무(예: 운전, 모니터 화면 응시 등) 중에 안구나 눈꺼풀 움직임, 체온, 심박변이도, 호흡 등을 추적하여 작업부하와 피로를 동시에 측정하는 방법이 제안되어 있다.
- 미 공군 조종사도 한국공군 조종사와 유사한 AvORM(Aviation Operational Risk Management) 프로그램을 운용하여 비행 전 과업 가능여부를 판단함.

3. 연구개발 계획

가. 단계별 연구개발 목표

○ 민·군수용

구분	연구개발 목표	연구개발 내용	주요결과물
시험개발	1.개요 다.항의 연구개발 최종 목표 참조	<ul style="list-style-type: none"> • 생체신호 획득 및 설문조사 • 피로등급과 생체신호 상관분석 • AI 피로수준 분류기 설계 및 제작 • 피로도 측정단말기 설계 및 제작 • API 설계 및 구현 • 분류 정확도 검증방안 연구 <p>* 국제공동연구 내용은 3-다항 참조</p>	5. 연구개발 결과제시물 및 평가항목 가. 항의 연구개발 결과 최종 제시물 참조

※ ① 연구개발 목표를 달성하기 위해 수행하는 연구개발 내용 및 결과물은 추가제안 가능

② 최종목표의 달성 여부는 공인시험기관의 시험성적서를 평가에 반영하여 판단

* 공인기관에 시험의뢰시 TRR에서 확정된 시험 방법 및 절차를 제출하여 수행

※ 연차 구분은 회계연도를 기준으로 설정 및 예산 배분

연구단계	시험개발				
연차	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
연차별 기간	4개월 (20.9.~20.12.)	12개월 (21.1.~21.12.)	12개월 (22.1.~22.12.)	12개월 (23.1.~23.12.)	8개월 (24.1.~24.8.)
평가	▲ 진도평가	▲ 진도평가	▲ 진도평가	▲ 진도평가	▲ 최종평가
예산지급	▲	▲	▲	▲	▲

*재료비, 장비비 등은 사업 초기에 집행하여 활용도 제고

나. 사업기간 및 연구개발비

○ 사업기간 : 4년(시험개발 4년)

○ 총 연구개발비(정부출연금) : 28억원 이내(시험개발 28억원)

- 국외참여기관 출연금: 4.5억 이내(총 연구개발비에 포함)

다. 국제공동연구 수행범위 및 조건

○ 연구범위

- 국내제공 열상 data 활용 피로도 등급 분류 알고리즘 개발

* 입력자료 ⇒ 열상 data 10,000 sets

* 출력자료 ⇒ 열상에 따른 피로도 등급, 알고리즘 및 기술자료

○ 연구기간: 2년(본 과제의 연구기간 내 24개월 동안 수행)

○ 연구개발비: 4.5억 이내 (정부출연금 기준, 공동연구기관의 현물은 별도)

○ 지적재산권: 국제공동연구로 도출된 지적재산권은 주관연구기관이 공동연구기관과 공동소유/사용토록 협약 권고

○ 기타사항

- 수집 데이터 형태, 연구개발 일정, 최종산출물 등 세부 계획은 주관기관과 국외참여기관 간 협의 후 결정

※ 국외참여기관도 국내 참여기관과 동등 자격 및 역할 수행으로 과제수행의 모든 권한과 책임은 국내 주관기관(PM)에 있음.

4. 적용 및 파급효과

가. 적용분야

○ 민수

- 항공기 조종사, 장거리 운전기사 및 기관사 등 과학적 피로도 측정 및 관리에 따라 안전사고를 예방하여 많은 인명 피해를 줄일 수 있는 분야
- 건설공사 및 화력 발전소 등 피로도에 의해 순간 실수로 대형 인명피해가 예상되어, 과학적 피로도 측정 및 관리에 따라 안전사고를 예방할 수 있는 분야
- 야간 및 새벽에 육체적으로 피로한 시간대에 일을 하여, 순간 실수로 인명피해가 예상되는 분야

○ 군수

- 전투조종사 피로도 측정 분야
 - 조종사 작전임무 수행 지원 (임무배정 및 전투력 보존) 판단 분야
 - 평시 조종사 개인 건강 및 체력관리 분야
- 조기경보기 관제사 피로도 측정 분야
 - 관제사 작전임무 수행 지원 (임무배정 및 전투력 보존) 판단 분야
 - 관제사 개인 건강 및 체력관리 응용 분야
- 잠수함/수상함 승조원 피로도 측정 분야
 - 승조원 작전임무 수행 지원 (임무배정 및 전투력 보존) 판단 분야
 - 승조원 개인 건강 및 체력관리 응용 분야

나. 파급효과

○ 기술적 측면

- 현재까지 피로도 수준을 객관적이고 신뢰도 높게 평가하는 방법은 아직 개발이 부진하다. 본 과제에서 기존에 개발된 피로 관련 기술들을 종합 적용하여 신뢰도가 보장된 객관적 피로 수준 평가 시스템을 개발한다면 기술적 측면에서 그 파급력은 매우 클 것으로 예상됨.

○ 경제·산업적 측면

- 객관적 피로 수준 평가 시스템이 개발되면, 관련된 사회전반의 모든 분야에 적용 가능하여 많은 경제·산업적 효과가 예상되며, 관련 기술은 해외 시장도 매우 클 것으로 판단됨.
- 많은 분야에 경제·산업적 효과가 매우 클 것으로 판단되기 때문에, 최근 정부에서 관심을 갖고 있는 일자리 창출에도 크게 기여가 예상됨.

○ 군사적 측면

- 평시 훈련과정에서 조종사(주요 전투원)가 본인의 피로관리와 전투력 유지를 위해 과학적 시스템의 도움을 받아 안전사고를 예방하고, 최상의 몸 상태를 유지하면, 공군력이 증대할 것으로 판단됨.
- 장시간(최장 9시간) 공중에서 모니터를 보며 임무를 수행하는 조기경보기 관제사, 수중에서 장기간 체류하며 임무를 수행하는 잠수함 승조원, 장기간 함정생활을 하는 수상함 승조원의 전투피로가 적절하게 관리된다면 전투력 향상이 기대됨.

5. 연구개발 결과 제시물 및 평가항목

가. 연구개발 결과 최종 제시물

○ 피로도 측정 시스템 시제 1식

※ 시제 세부내용은 CDR시 확정

○ 기술자료 1식

- 생체신호 획득 보고서 및 설문(지)
- 피로도등급과 생체신호 상관분석 보고서
- 개인별 피로수준 및 생체신호 특성 반영 보고서
- 피로도 측정 단말기 설계보고서
- API 설계 보고서
- 분류 정확도 검증방안 연구 보고서
- 기타 H/W, S/W 설계보고서 등

※ 구체적인 기술자료 산출물은 제안서에 추가 기술

○ 공인시험기관 시험성적서 1부

나. 연구개발 결과 평가항목

항 목	평가 내용	비고
• 피로도 분류 등급	• 1 ~ 5등급	<ul style="list-style-type: none"> • 최종평가 [규정 31조, 별표9] ① 국내외 공인시험 기관에서 성능시험을 실시 ② 시연 및 성능시험 실시
• 등급분류 활용 생체신호	• 비접촉 생체신호 3종 - 영상, 열상 및 음성	
• 분석용 생체신호 샘플 수	• 10,000 set 이상 - 조종사 data 50% 이상	
• 분류 등급 정확도	• 85% 이상	
• 분류기 판정속도	• 피 측정인 생체신호 입력시간 - 1분 이하 • 알고리즘 소요 시간 - 1초 이하	
• 피 측정인 이격 거리	• 1m 이상	
• 통신방식	• Wifi • 유선	
• 단말기 전원	• 일반 상전 (220V) • 충전후 2시간 이상 사용	
• 개인별 생체특성 반영	• API 기능 - 개인별 피로수준 및 생체 신호 특성 반영	
• DB 관리	• 생체 data 등	

※ 상세한 평가방법 및 절차는 제안 후, PDR 및 CDR시 구체화하여, TRR시 확정

6. 참여 요건

가. 추진 체계 요건

- 주관연구기관 및 참여기관 : 제7조제2항 및 동법 영 제14조제2항 각 호에 해당하는 기관 또는 단체
- 응용연구 및 시험개발의 경우에는 주관연구기관 또는 참여기관에 1개 이상의 기업 참여 필수(제27조제4항)
- 기업분담율 : 민·군기술협력사업 공동시행규정 제27조(별표4)

나. 연구책임자의 자격 및 과제 신청요건

- 연구책임자의 자격 : 관련분야의 연구 경험이 풍부한 중견 연구자를 책임자로 선임하여 연구의 최종목표를 달성할 수 있도록 계획, 업무프로세스 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

- 최종평가는 공인시험기관의 성적서를 반영하여 평가
 - ※ 민·군기술협력사업 공동시행규정 제31조 별표9
- 년차 평가는 매년 11월 수행을 가정하여 계획수립
- 제안서 기술(제안) 내용
 - 생체신호 확보(획득) 방안 제시
 - 제안된 피로도 측정 등급 검증방안
 - 제안된 피로도 측정 등급 검증예산 반영

7. 참고문헌

8. 과제 문의사항 연락처

소속	성 명	연락처
민군협력진흥원	김도선	042-607-6016