



Automotive to Robotics: Motion Reliability Engineering for Robotics

평화 연구개발본부장
황의찬 전무

Why Now? Performance to Reliability

로봇의 경쟁력 = ‘신뢰할 수 있는 움직임’

보행 안정
성

파지 안정
성

환경 안정
성

충격 내구
성

영상삽입

대표적인 신뢰성 실패 사례: 전도·파지 실패·부품 파손 등

Automotive Solved Similar Problems

Automotive Heritage

극한 환경에서 축적된 기계·소재 신뢰성 기술

- Vibration & Impact
- Friction & Sealing
- Thermal & Durability

Robotics Evolution

구조는 달라도 물리적 신뢰성 문제는 유사합니다.

"We are not starting from zero."

축적된 자동차 신뢰성 공학을 로봇으로 확장할 수 있습니다.

What is the MRE Framework?

MRE (Motion Reliability Engineering): 소재·설계·해석·시험·데이터를 통합한 로봇 동적 신뢰성 엔지니어링



1. Material & Design

맞춤 소재·접촉 구조 설계



2. CAE & Validation

충격·마모 예측 및 내구 검증



3. Data & AI Integrati on

실측 데이터 기반 수명 예측 및 설계 최적화

MRE 1.0 — Protect the Motion

CURRENT HORIZON (2026-2027)

수동적 신뢰성 소재 (Passive Reliability)

자동차에서 검증한 방진·씰링 기술을 로봇의 내구·환경 신뢰성으로 확장

- Actuator Seal → Dust / Water / Friction
- Foot Pad → Impact / Grip / Durability
- Joint Isolator → Vibration / Protection
- Structural Die-Cast Housing → Dynamic Load / Impact / Fatigue

영상삽입

힘로 보행 안정성 (예시)

MRE 2.0 — Enable the Motion

DEVELOPMENT HORIZON (2027-2029)

기능형 소재 (Functional Material)

" Materials become part of robot performance."

- Actuator Seal
→ Low Friction / High Responsiveness / Dynamic Sealing
- Foot Pad
→ Adaptive Grip / Slip Control / Dynamic Compliance
- Joint Isolator
→ Active Damping / Resonance Suppression / Rapid Settling
- Lightweight & Thermal Die-Casting
→ Lightweighting / Rigidity Optimization / Heat Dissipation

영상삽입

소재·형상·순응성이 접
촉 안정성에 미치는 영
향 (예시)

FUTURE VISION (2028-2030+)

지능형 센싱 소재 (Intelligent Sensing Material)

" Can materials give robots a sense of touch?

소재 및 구조체 자체가 센서로 기능해 실시간 측정

- Multi-modal Sensing Surface :
압력(Pressure), 접촉(Contact), 변형률(Strain), 전단력(Shear Force) 측정
- Robot Skin / Tactile Surface :
사람·환경과의 안전한 상호작용
- Smart Structural Housing :
다이캐스팅-센서 일체화 구조 (실시간 응력·변형 감지)

영상삽입

센서 적용 사례 (예시)

Paradigm Shift in Materials

STEP 1 (2026-2027)

1.0

MRE 1.0 : **Foundation / Protect**

Passive Material

충격·진동·동하중·환경으로부터
로봇 구동계 및 관절 구조 보호

STEP 2 (2027-2029)

2.0

MRE 2.0 : **Advancement / Enable**

Functional Material

마찰·접지 제어 및 구조 경량화·방열을 통한
보행 가속·파지 성능 극대화

STEP 3 (2028-2030+)

3.0

MRE 3.0 : **Intelligence / Sense**

Intelligent Material

압력·변형·응력을 자율 감지하는
촉각 스킨 및 스마트 센싱 프레임 구현

Data & AI: The Digital Reliability Engine

Data-Driven Reliability

현장 데이터를 축적해 신뢰성을 정량·예측 체계로 전환

- 로봇의 주행·접촉 데이터 수집 및 표준화
- Requirement → Material → CAE → Test 디지털화
- 해석 + 실측 기반 신뢰성 모델 구축

AI-Driven Optimization

데이터를 기반 예측·최적화·맞춤 설계를 고도화

- 동적 응력·가속 수명 예측 (Prediction)
- 환경별 소재 배합·형상·최적화 (Optimization)
- Robotics 요구 기반 맞춤형 자율 설계 (Autonomous Design)

Execution Model: Pyunghwa–DGIST Joint Lab

평화산업 (Industry)

산업 실증 및 양산 신뢰성

- 자동차 신뢰성 · 소재 기술
- 양산 설계 · 가속 내구 검증
- 글로벌 고객 요구 제품화

DGIST (Academia)

로봇공학과 AI·센싱 연구 엔진

- 기구학·동역학·제어 및 CAE 모델링
- AI 데이터 분석 · 촉각 센싱
- MRE 1.0 → 2.0 → 3.0 공동 연구

MRE Roadmap 2026–2030+

2027 – 2029

MRE 2.0 / Enable

Adaptive Foot Pad, High-Grip Material,
Lightweight & Thermal Die-Casting

Continuous All Stages

Data & AI

Requirement → Data → Simulation → AI

2026 – 2027

MRE 1.0 / Protect

Actuator Seals, Joint Isolators, Foot Pads.
Structural Die-Cast Housing

2028 – 2030+

MRE 3.0 / Sense

Tactile Skin, Intelligent Surface,
Smart Structural Housing

CLOSING MESSAGE

**" Automotive reliability engineering goes beyond automobiles.
It can become the foundation for everything that moves.**

Protect



Enable



Sense

MRE for Robotic

^S
평화 연구개발본부장 황의찬 전무 | 2026 FIX Conference