

# 국내자동차 애프터마켓 시장에서 RMI 기반 정비지원 체계 구축 방안에 대한 연구

## A Study on the Establishment of an RMI-based Maintenance Support System in the Domestic Automotive Aftermarket

김성호, 남상호 (서정대학교 스마트 모빌리티과)  
Kim Sung Ho, Sang Ho, Nam Division of Smart Mobility, SeoJeong University

### 요약

자동차 애프터마켓 정비 산업에서 발생하는 정비 정보 비표준화와 제조사 중심의 정보 비대칭 문제를 해결하기 위해, 정비 작업표준과 Repair and Maintenance Information 기반 정비지원 체계를 구축하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 자동차 정비 프로세스를 단계별로 분석하고, 제조사별 상이한 작업코드를 통합하는 K-Operation Code 체계를 설계하였다. 또한 RMI 데이터 구조를 기반으로 통합 플랫폼 아키텍처를 제안하고, 정비 성능을 정량적으로 평가하기 위한 지표를 개발하였다. 성능 평가는 정비 효율성(Efficiency), 진단 정확도 재작업률을 중심으로 수행하였다. 분석 결과, 제안된 체계는 기존 대비 정비시간 약 18~25% 감소, 진단 정확도 12~18% 향상, 재작업률 20% 이상 감소 효과를 보였다. 본 연구는 자동차 정비 산업의 표준화 및 디지털 전환을 위한 기초 모델로 활용될 수 있다..

### Abstract

This study proposes a standardized maintenance work model and an RMI-based maintenance support system to address the lack of standardization and information asymmetry in the automotive aftermarket. A unified K-Operation Code system was developed to integrate heterogeneous OEM maintenance codes. In addition, a structured RMI data architecture and integrated platform were designed. A quantitative evaluation model based on maintenance efficiency, diagnostic accuracy, and rework rate was established. The results show that the proposed system reduces maintenance time by 18-25%, improves diagnostic accuracy by 12-18%, and decreases rework rates by more than 20%. This study provides a foundational framework for the digital transformation and standardization of automotive maintenance services.

요약어 : 자동차, 정비정보, 정비지침서, 프로그램, SDV, ESI, EPC

## 1. 서론

### 1.1 연구 배경 및 연구 필요성

최근 자동차 산업은 전동화, 자율주행, 차량 전자화 기술의 발전으로 차량 구조와 제어 시스템이 고도화되고 있으며, 그림1, 에서 처럼 EV와 SDV 확산에 따라 소프트웨어 중심 구조로 전환되고 있다. 이로 인해 정비 환경의 복잡성이 증가하고, 기존 경험 기반

정비 방식은 전자제어 및 소프트웨어 결함 등 복합적 고장 대응에 한계를 보이고 있다. 따라서 정비 품질과 효율성 확보를 위해 표준화된 정비 절차와 RMI 기반 데이터 중심 정비 체계로의 전환이 필요하다.

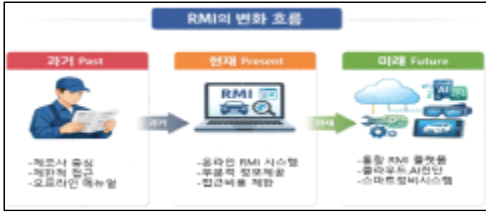


Fig 1. RMI change trends

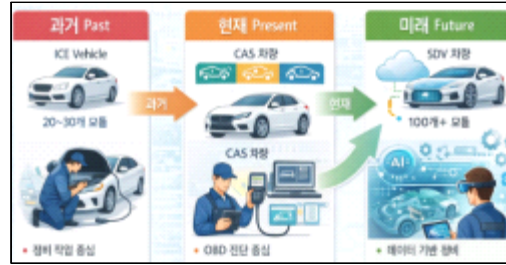


Fig 2. RMI Past Present Future Changes

1.2 연구 방법

국내 자동차 애프터마켓을 대상으로 정비 작업 효율성과 품질 향상을 위한 정비 작업표준 및 RMI 기반 정비지원 체계 구축 방안을 제시하고자 수행되었다. 연구 대상은 내연기관 차량과 전기자동차(EV)를 포함한 현대 차량의 전자제어 환경으로 설정하였다. 연구 방법으로는 먼저 정비 작업 프로세스와 관련 문헌 및 선행 연구를 분석하여 정비 절차와 정보 활용 현황을 파악하였다. 이후 제조사 정비정보와 진단 시스템 구조를 분석하여 RMI 데이터 구조와 핵심 정비정보 요소를 도출하고, 이를 기반으로 정비 작업표준 모델과 정비지원 시스템 아키텍처를 설계하였다. 또한 제안된 체계의 효과를 검증하기 위해 정비 효율성, 진단 정확도, 제작업물을 기반으로 한 정량적 성능 평가 모델을 적용하였다. 본 연구는 정비 작업 표준화와 정비정보 통합 관리 체계 구축을 위한 기초 자료로 활용될 수 있다.

2. 이론적 배경

최근 자동차 산업은 전동화, 자율주행, 차량 전자화 기술의 발전으로 차량 구조와 제어 시스템이 빠르게 고도화되고 있다. 현대 자동차는 다수의 전자제어장치(ECU), 다양한 센서, 그리고 CAN, LIN, FlexRay, Automotive Ethernet 등 통신 네트워크로 그림2,처럼 복합 시스템으로 발전하였다.

이러한 전자화는 차량 성능을 향상시키는 동시에 진단 및 정비 과정의 복잡성을 증가시키고 있으며, 특히 전기자동차(EV)와 소프트웨어 정의 차량(SDV)의 확산으로 소프트웨어 기반 정비와 체계적인 정비정보 활용의 중요성이 더욱 커지고 있다.

2.1 자동차 정비정보 시스템(RMI)

자동차 정비정보 시스템은 차량 진단 및 정비에 필요한 기술 정보를 제공하는 체계로, 대표적으로 RMI가 있다. RMI는 차량 유지보수와 수리에 필요한 매뉴얼, 진단 정보, 회로도, 소프트웨어 정보 등을 포함하는 통합 정비정보 시스템이다. 이러한 정비정보는 제조사 기술 데이터를 기반으로 제공되며, 정확한 진단과 효율적인 정비 수행에 중요한 역할을 한다. 특히 차량 전자화와 SDV 확산에 따라 ECU 데이터 분석과 소프트웨어 기반 진단의 중요성이 증가하고 있으며, 정비 기술자는 정비정보 시스템을 통해 필요한 정보를 신속하게 확보할 필요가 있다. 표1은 RMI 종류를 서술하였다.

Table1. RMI types and contents

RMI 종류	주요 내용
차량 식별 정보	VIN, 차량 모델, 연진 및 변속기 정보
정비 매뉴얼	점검 및 수리 절차, 토크 규격
진단 정보	고장 코드(DTC), 진단 절차
전기 배선도	전기 회로, ECU 연결 구조
부품 정보	부품 규격, 교환 기준
ECU 정보	소프트웨어 버전, 캘리브레이션
기술 서비스 정보	TSB, 리콜 및 서비스 공지

자동차 정비정보(RMI)는 차량 유지보수와 정비에 필요한 기술 정보를 제공하는 시스템으로, 국가별 제도와 제조사 정책에 따라 운영 방식이 상이하다. 국내의 경우 제조사가 자체 시스템을 통해 정비 매뉴얼, 배선도, 진단 절차 등을 제공하고 있으나, 독립 정비업체에 대한 정보 제공 의무는 제도적으로 미흡한 실정이다. 반면, 유럽연합(EU)은 BER 및 Euro 5/6 규정을 통해 정비정보 제공을 법적으로 의무화하고 있으며, 미국 또한 Right to Repair 법을 통해 진단 및 정비 데이터 접근을 보장하고 있다. 이와 같은 해외 사례는 정비정보 접근성을 확대하여 시장의 공정 경쟁을 촉진하고 있으며, 차량 전자화 및 SDV 확산에 따라 국내에서도 RMI 정보 공유에 대한 제도적 기반 마련이 필요하다.

### 2.2 자동차 정비 작업 프로세스 분석

자동차 정비 작업은 차량 입고, 상태 진단, 고장 원인 분석, 정비 수행, 결과 검증의 단계로 구성된다. 정비 효율성 향상을 위해서는 각 단계에서 필요한 정비정보와 작업 절차의 체계적 제공이 중요하다. 특히 진단 단계에서는 진단 장비를 활용하여 ECU 데이터와 고장 코드(DTC)를 분석하고, 이를 기반으로 고장 원인을 파악하여 적절한 정비 작업이 수행된다. 표2는 정보 변화에 대한 내용으로 나타내었다.

Table 2. Summary of RMI information

구분	과거	현재	미래
정비정보	제한적 매뉴얼	온라인 RMI 일부 제공	통합 RMI 플랫폼
진단 기술	경험 중심	OBD 진단	AI 진단
정비 프로세스	수작업 중심	표준화 진행	디지털 정비
인력 교육	기계 중심	전자 교육 확대	SDV 정비 교육
데이터 관리	수기 관리	전산 관리	빅데이터 정비

### 2.3. RMI 기반 정비 시스템 개선 방안

자동차 정비는 경험 중심에서 RMI와 진단장비를 활용한 데이터 기반 체계로 전환되어야 한다. 차량 입고 시 VIN 기반 정비 이력을 조회하고, OBD를 통해 ECU 데이터와 DTC를 분석한 후, RMI 매뉴얼과 연계하여 고장 원인을 도출하고 표준화된 정비 절차를 적용함으로써 정비 정확성과 효율성을 향상시킬 수 있다. 또한 정비 효율성 제고를 위해 RMI, ECU 데이터 및 클라우드 기반 플랫폼의 통합이 필요하며, 수집된 진단 데이터는 제조사 기술정보 및 빅데이터와 결합·분석되어 정비사에게 제공됨으로써 신속한 고장 대응과 정비 품질의 표준화를 가능하게 한다. 한편, SDV 환경에서 증가하는 진단 복잡성에 대응하기 위해 AI 기반 지능형 진단 기술의 도입이 요구되며, 이는 고장 원인을 확률적으로 제시하고 최적의 정비 방법을 제공함으로써 의사결정 시간을 단축하고 숙련도 편차를 완화한다. 더불어 AI 기반 정비 지원 기술은 부품 위치, 작업 순서 및 체결 정보를 시각적으로 제공하여 작업 오류를 감소시키고 정비 품질의 균질화를 지원한다. 아울러 정비정보, 작업 이력, 부품 관리 및 견적 기능을 통합한 디지털 정비관리 플랫폼 구축을 통해 정비 데이터의 체계적 활용과 운영 효율성 향상이 가능하다. 마지막으로, 데이터 기반 정비 환경에 대응하기 위한 전문 인력 양성과 제조사·정비업계·정부 간 협력 체계 구축을 통해 정비정보 접근성을 확대하고 공정한 정비 환경을 조성할 필요가 있다.

### 3. 정비 효율성 개선 방안

국내 자동차 정비 산업은 차량 전자화 및 ECU 증가에 따라 경험 중심에서 OBD 기반 진단과 전자 시스템 분석 중심으로 전환되고 있다. 그러나 제조사 중심의 RMI 제공 구조로 인해 독립 정비업체의 정보 접근성에는 여전히 한계가 존재한다. 향후 전동화 및 SDV 확산에 대응하기 위해서는 통합 RMI 플랫폼 구축과 클라우드 기반 정비정보 시스템, AI·빅데이터 기반 진단 기술 도입이 필수적이며, AR 기반 정비 지원 및 디지털 관리 시스템을 통해 정비 정확성과 효율성을 동시에 향상시킬 수 있다.

#### 3.1 정비 효율성 평가 방안

정비 효율성은 표3의 설명과 방법처럼 정비 시간, 진단 정확도 및 재작업률을 주요 지표로 설정하여 평가할 수 있으며, RMI 활용 여부에 따른 효율성 차이를 정량적으로 분석함으로써 데이터 기반 정비 체계의 효과성을 검증할 수 있다.

Table 3. Maintenance efficiency evaluation

평가 항목	설명	측정 방법
정비 시간	차량 정비에 소요되는 평균 작업 시간	평균 작업 시간(분)
진단 정확도	차량 고장을 정확히 진단한 비율	정확 진단 건수 / 전체 진단 건수
재작업률	정비 후 동일 고장이 재발한 비율	재정비 건수 / 전체 정비 건수

정비 효율성(Efficiency)은 다음과 같이 정의할 수 있다

$$E = \frac{D \times A}{T \times R}$$

E : 정비 효율성(Efficiency)

D : 진단 정확도(Diagnostic Accuracy)

A : 정비 성공률(Repair Accuracy)

T : 평균 정비 시간(Maintenance Time)

R : 재작업률(Rework Rate)

#### 3.2 정비지원 효율 평가

정비지원 체계의 효과는 정비 효율성 지수와 진단 정확도, 재작업률 비율로 판단한다. 분석 결과, RMI 기반 체계는 정비시간단축, 정확도 향상, 재작업 감소 효과를 보였다

### 4. 결론

본 연구는 전동화·자율주행·전자화 환경에 대응하기 위한 RMI 기반 정비지원 체계와 작업표준 모델을 제안하고, 정비 시간, 진단 정확도, 재작업률을 기준으

로 성능을 평가하였다. 그 결과, 제안 체계는 정비 효율성과 품질 향상에 유의미한 개선 효과를 보였으며, 정비정보와 작업표준의 통합은 정보 활용성과 작업 정확성 제고에 기여하는 것으로 나타났다. 본 연구는 정비 표준화 및 통합 관리 체계 구축의 기초 자료로서, 자동차 애프터마켓의 기술 경쟁력 향상에 기여할 것으로 기대된다.

## 5. 연구의 한계성 및 향후 과제

본 연구는 실증 데이터 기반 검증이 제한적이라는 한계를 가지며, 향후 현장 데이터 기반의 실증 분석과 AI 기반 지능형 정비지원 기술에 대한 연구가 필요하다. 또한 SDV 환경에서 소프트웨어 업데이트와 정비 정보를 통합한 차세대 정비 플랫폼 구축이 요구된다.

## References

- [1] F. Chen, "Vehicle Maintenance Demand Prediction: A Survey," *Applied Sciences*, vol. 15, no. 20, 2025.
- [2] Y. Mahale et al., "A Comprehensive Review of Artificial Intelligence-Driven Predictive Maintenance for Automotive Systems," 2025.
- [3] Y. Mahale et al., "Automated Vehicle Fault Diagnosis and Report Generation Using AI-Based Predictive Modeling," *Journal of Intelligent Manufacturing*, 2025.
- [4] K. Mykich et al., "Predictive Maintenance for Automotive Engines Using Artificial Intelligence," *Proceedings of the International Workshop on Machine Learning Technologies*, 2024.
- [5] H. Math and R. Lienhart, "Transforming Vehicle Diagnostics: A Multimodal Approach to Error Pattern Prediction," 2026.