

LLM 기반 AIOPS 를 통한 IT 운영의 지능화

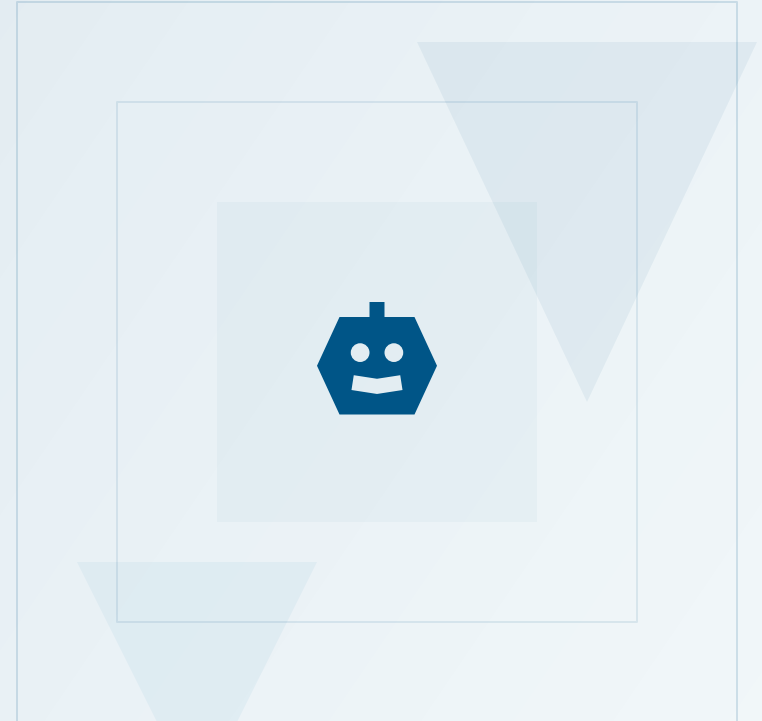
거대 언어 모델(LLM, Large Language Model)이
바꾸는 IT 운영의 방식

PROJECT

APM AIOPS V3

DATE

2026





DEFINITION

인공지능을 활용한 IT 운영(AIOps, Artificial Intelligence for IT Operations)

2016년 가트너(Gartner)가 제창한 개념 — 인공지능을 서비스 운영에 활용하는 대치의 총칭
대량 데이터 · 기계 학습 · 고급 분석으로 모니터링 · 자동화 · 서비스 데스크를 강화

**AIOps 가 제공하는 운영 통찰력**

- 이상 탐지 — 평소와 다른 징후를 자동 포착
- 근본 원인 분석 — 알람 홍수 속 진짜 원인 지목
- 장애 예측 — 위험 신호를 미리 경고, 사전 대응

**이 발표에서 다루는 범위**

- 복잡한 인지 작업을 지원하는 운영 개선
- AIOps 의 사고방식을 보조선으로 활용
- 운영자가 각 영역에서 마주하는 LLM 활용



핵심

쏟아지는 알람에서 이상 징후와 원인을 찾아 장애를 미리 막는 것이 AIOps 의 역할 — 운영자의 판단을 데이터로 뒷받침



자동화가 끝나지 않은 자리

서비스 운영에 여전히 남아 있는 반복적 · 번거로운 수작업

TOIL

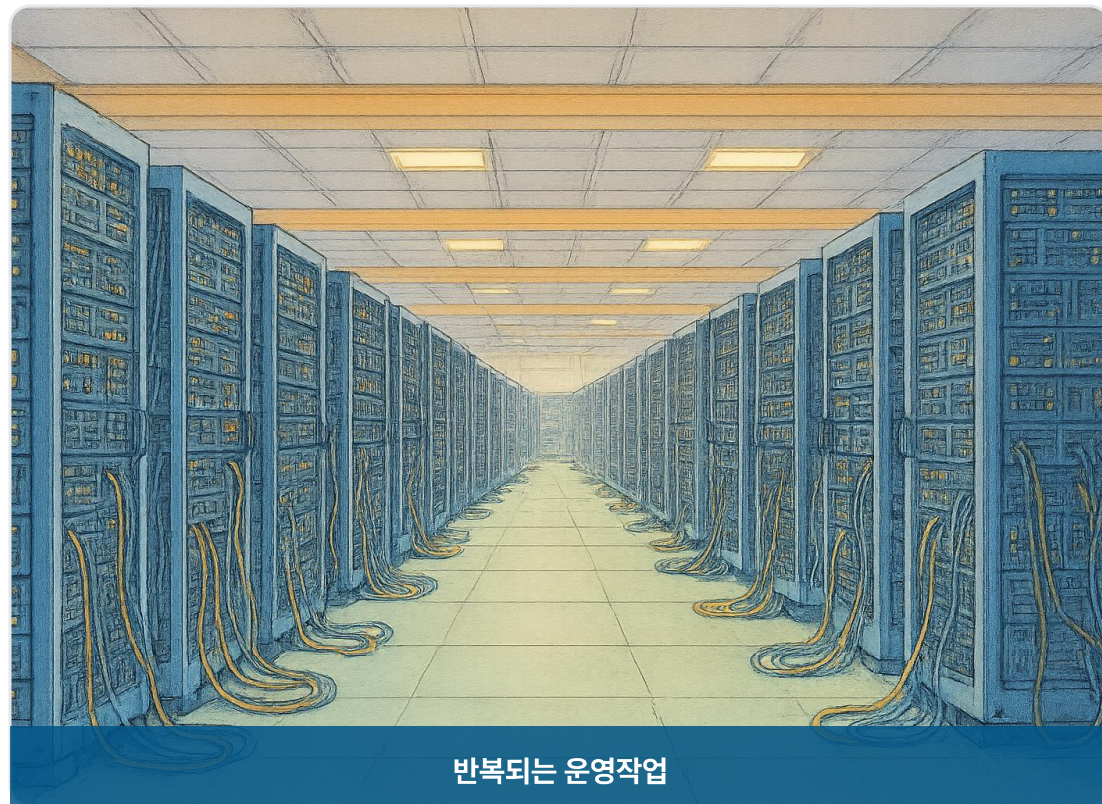
사이트 신뢰성 공학(SRE, Site Reliability Engineering)이 '토일(Toil)'이라 부르는 작업
수작업으로 반복되며 자동화가 가능한 업무

토일의 세 가지 특징

그때그때 급히 처리하고 끝나는 일

해도 남는 것이 없는 일 — 개선으로 쌓이지 않음

서비스가 커지면 일도 그만큼 늘어남

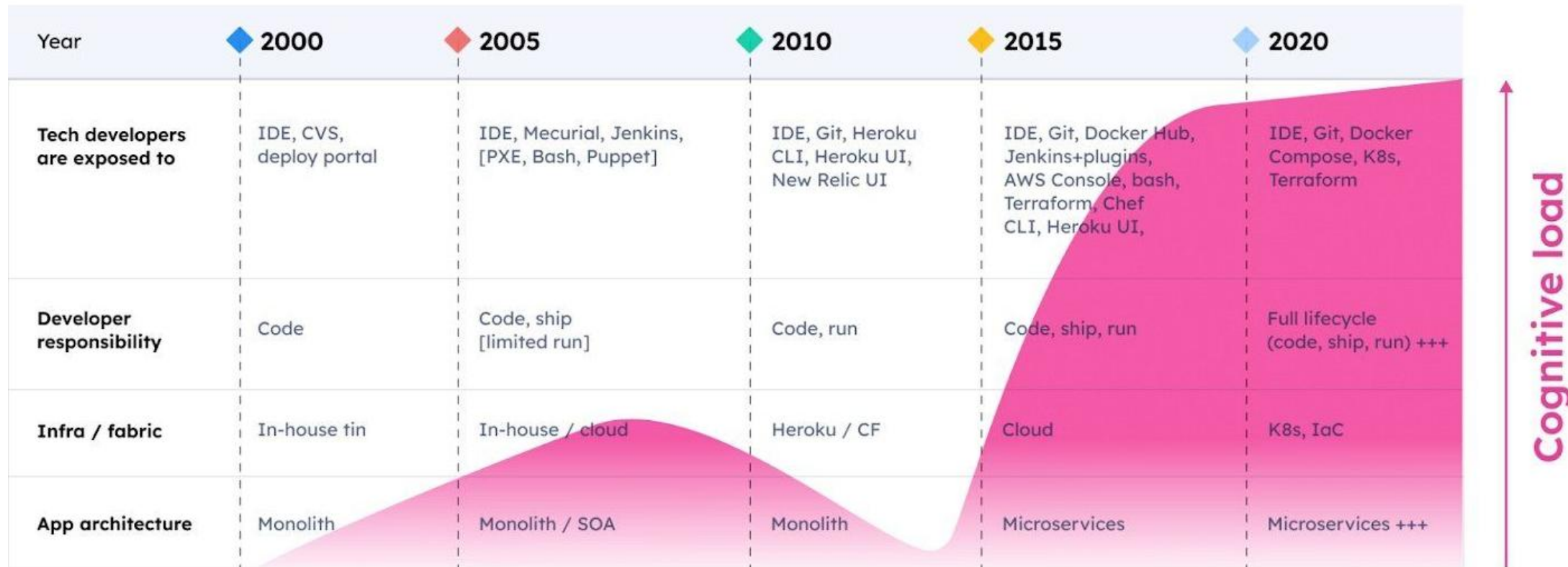


반복되는 운영작업



한 번에 너무 많은 정보를 처리하거나 복잡한 작업을 할 때 사람이 느끼는 뇌의 부담

연도가 지날수록 개발·운영자가 다뤄야 하는 도구와 책임 범위가 함께 늘어나며, 인지부하가 급격히 커짐



복잡하고 방대한 운영작업의 인지 부담까지 자동화 — LLM의 언어 이해로 판단·해석까지 기계가 분담



인시던트 대응 및 문제 해결

과거 인시던트 보고서와 기술 문서를
학습해 유사 사례를 빠르게 식별
적절한 해결책까지 함께 제안

유사 사례 즉시 식별



문서 및 지식 관리

기술 문서의 작성과 갱신을 자동화해
효율성 향상
질의응답 자동화 · 팀 내 지식 공유 강화

신입 온보딩 시간 단축



코드 분석 및 리팩토링

코드 품질을 분석하고 개선점과
모범 사례를 제안
자연어로 DB · 로그 질의까지 가능

전문성 문턱을 낮춤



고객 지원 고도화

LLM 기반 자동화 지원 시스템으로
1차 고객 응대를 자동 처리
응답 품질은 오히려 향상

1차 응대 자동화



보안 분석 및 위협 탐지

보안 로그와 위협 인텔리전스를 분석해
이상 징후를 탐지
새로운 위협 패턴까지 식별

신규 패턴 식별



예측 기반 유지보수

다양한 데이터 소스를 통합 · 분석해
시스템 장애나 성능 저하를 사전 예측
운영자는 이를 근거로 선제 대응

선제적 대응

SECTION 01

AIOps 를 이루는 세 가지 축

AIOps Architecture — 모니터링 · 분석 · 자동화



모니터링

Monitoring

지표 · 로그 · 트레이스 수집



분석

Analytics

이상 탐지 · 근본 원인 도출



자동화

Automation

조치 실행 · 워크플로 처리

세 영역이 맞물릴 때 비로소 실용적인 AIOps 시스템으로 작동

시스템 안정성 유지와 이상 징후 발생 시의 빠른 대응 — IT 운영팀의 핵심 과제



클라우드 네이티브 아키텍처

다양한 클라우드 서비스와
API 로 인한 복잡성 증가

연결 지점 폭증



마이크로서비스 (MSA)

수십 · 수백 개 서비스가
유기적으로 연결

운영 복잡성 가중



쿠버네티스 (Kubernetes)

컨테이너 오케스트레이션으로
확장성 확보

운영 난이도 상승



방대한 데이터 관리의 어려움

로그 · 메트릭 · 이벤트가
폭증

수집·보관만으로는 무가치



AIOPS의 등장

AIops가 데이터 분석 자동화에 초점을 맞췄다면, AIOPS는 운영자의 의도와 시스템의 맥락을 결합

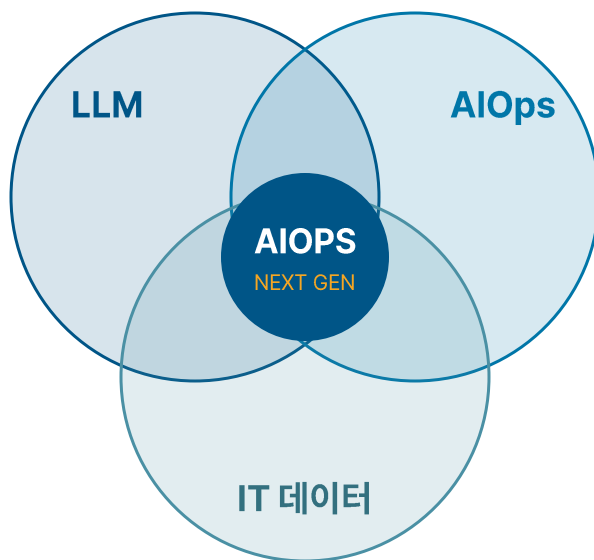
2016년 가트너의 AIops 제시 이후, 그 한계를 넘어선 진화형 — 운영 효율화를 넘어 IT 운영 방식 자체의 혁신



핵심

복잡해진 환경에서 안정성 확보와 대응 속도 향상을 동시에 — 운영 경험 자체를 지능적으로 진화시키는 차세대 운영 모델

기존 AIOps 에 LLM 의 언어 이해와 생성 능력을 결합해, IT 운영 데이터를 맥락적으로 분석하고 문제 해결까지 지원하는 차세대 운영 체계



맥락 이해

수치로만 보지 않고 사람의 언어로 설명하고 의미를 해석
로그 메시지 · 장애 보고서 · 운영 문서를 자유롭게 이해



자연어 소통

대화형 인터페이스(챗봇)로 복잡한 쿼리 없이 질문만으로
원하는 분석 결과를 즉시 확인



인과관계 추론

방대한 학습 데이터를 기반으로 '원인-결과'의 연결고리 도출
문제 해결 시간을 획기적으로 단축

같은 사건, 다른 답변

기존 AIOps

"결제 서비스에서
에러율 5% 증가"

AIOps

"30분 전 '결제 서비스'의 새로운 버전이 배포되었습니다. 이후 데이터베이스 연결 시간 초과
에러 로그가 급증했습니다. 커넥션 풀 설정이 의심되며, 롤백 또는 설정값 확인을 권장합니다."

실제 대화 예시



운영자

어젯밤 10시부터 갑자기 느려진 온라인 쇼핑몰의 원인이 뭐야?



AIOPS

해당 시간대에 특정 마케팅 이벤트로 평소 대비 5배의 사용자가 몰렸으며, 이로 인해 데이터베이스의 특정 테이블에 Lock 경합이 발생한 것이 주된 원인입니다. 관련 SQL 쿼리는 다음과 같습니다.



전문가처럼 답변

지표 · 로그 · 트랜잭션을
종합 분석해 명확한 원인
제시



즉시 보고서 생성

"이번 주 WAS 성능 동향을
CEO 보고 형식으로 요약"
→ 즉시 작성



코드 자동 생성

"스레드 덤프를 떼서
분석하는 스크립트 생성"
→ 실행 가능한 코드 제공



시간 절약

"3시간 뒤 메모리 임계치
초과 확률 85%"
→ 사전 위험 경고

복잡한 쿼리나 명령어 암기 불필요 — 마치 옆자리 선임 전문가에게 묻듯 자연어로 질문



달라지는 점

관리자는 단순 반복 업무에서 벗어나
해석과 판단에 시간을 씀



핵심

관리자를 고된 노동에서 꺼내 시스템 전체를 조망하는 전문가로 — 도구가 바뀌는 것이 아니라 일하는 방식이 바뀜

전통적인 AIOps 도구는 서로 다른 데이터 소스 사이의 상관관계를 찾기 어려움 — LLM 은 여러 출처를 함께 읽어 근본 원인을 도출



1 데이터 소스 수집

활동 로그 · 이벤트 데이터 ·
인시던트 추적 등 여러 출처의
데이터를 자동 수집

 데이터 결합

서로 다른 데이터 소스의
상관관계를 찾아 완전한
문제 그림을 완성

2 문제의 시작점 파악

인시던트의 시작점을 정확히
파악하고, 시간순으로 문제의
전개를 추적

 속도 향상

문제의 원인을 신속히
파악하고 해결 방안을
제안해 대응 속도 향상

3 맥락 기반의 권고안

의도 · 맥락을 고려한 해결
방안을 제안하고, 적절한
담당자에게 자동 전달

 지속적인 학습

"3시간 뒤 메모리 사용량이
90%를 넘을 가능성이 높으니
미리 증설" 형태의 조언

4 재발성 문제 자동화

식별된 재발성 문제를
자동화된 워크플로로 해결
또는 담당자에게 전달

 자동화된 해결

재발성 문제를 자동 해결
또는 담당자에게 전달해
반복 업무 축소

사용 사례 — WAS 응답 시간 급증

문제

WAS 서버의 응답 시간이
갑자기 증가

LLM 분석

최근 배포된 새 기능의 복잡한
쿼리로 평균 응답 15% 증가

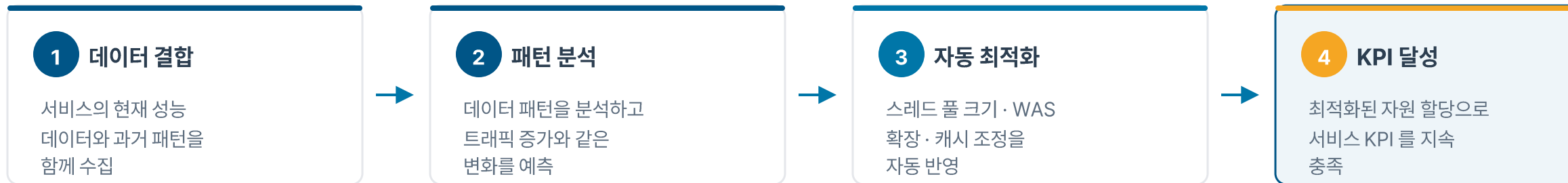
추천

SQL 튜닝 검토와
인덱스 최적화 제안

결과

SQL 수정 후 응답 시간이
예상보다 20% 더 개선

예측 모델이 서비스 KPI 를 만족하도록 스레드 풀 크기 같은 파라미터를 제안 — WAS 확장이나 캐시 조정까지 자동화해 관리 부담 축소



용량 계획 사례 — 금요일 신규 기능 배포 대비

시나리오 금요일에 예정된 신규 기능 배포로 인한 트래픽 증가 대비 필요

LLM 역할 변경될 코드의 특성과 기존 성능 데이터를 비교 분석

자동 조치 "신규 기능에 포함된 복잡한 쿼리로 인해 평균 응답 시간이 약 15% 증가할 수 있으니, 사전에 SQL 튜닝을 검토하십시오."
— 잠재적 리스크를 사전에 통보

LLM 기반 용량 계획의 이점

- ✓ 트래픽 증가에 따른 WAS 확장 자동화
- ✓ 캐시 조정 및 메모리 최적화
- ✓ 스레드 풀 크기의 동적 조정
- ✓ 응답 시간 KPI 에 따른 자동 조정



핵심

배포 이후 대응이 아니라 배포 이전 조정 — 처리 시간 15분 안에 필요한 자원 증설을 자동 권장

자연어 명령으로 스크립트를 생성하고 작업을 스케줄링 — 관리자의 단순 반복 업무를 자동화



예시 — WAS 로그 아카이브 스케줄링

 "다음 주부터 WAS 로그를 아카이브하는 크론 잡을 만들어 줘."

LLM 이 적절한 OS 스크립트를 작성하고, 관리자는 승인만 하면 완료

```

archive_was_logs.sh

#!/bin/bash
# WAS 로그 아카이브 스크립트
LOG_DIR    =/var/log/was
ARCHIVE_DIR =/archive/was_logs

find $LOG_DIR -type f -name "*.log" -mtime +7 \
    -exec tar -czvf $ARCHIVE_DIR/{ }.tar.gz {} \;

find $LOG_DIR -type f -name "*.log.tar.gz" -mtime +30 -exec rm -f {} \;
  
```

주요 이점



반복 업무 자동화

스크립트 작성과 스케줄링에 쓰던 시간을 대폭 절감



오류 감소

수동 복사-붙여넣기 대비 일관되게 실행되는 코드



지식 자산화

관리자의 경험과 노하우가 조직 전체의 지식 자산으로



업무 재배치

더 높은 가치를 창출하는 전략적 업무로 이동

전통적인 웹서버 · WAS 관리자의 하루 — 끊임없이 주시하는 모니터와 로그, 원인을 찾기 위해 밤을 새우는 장애 알람



사후 대응

항상 문제 발생 이후에 대응하는
역할에 머무름
장애가 발생해야 분석을 시작하고,
원인을 찾기 위해 밤을 새움



반복적 업무

같은 문제가 반복되면 매번 똑같은
절차를 다시 수행
소중한 시간이 낭비되고 더 중요한
전략적 업무가 밀림



데이터 해석

방대한 로그 데이터 속에서 의미
있는 단서를 찾기 위해 수많은
명령어를 입력하고, 경험과 직관에
의존해 문제를 해결



인력 의존성

조직의 지식이 특정 인원에게 집중
이로 인한 인력 교육의 어려움과 운영 공백의 위험



마이크로서비스 복잡성

서비스가 수십 개 이상의 컨테이너로 나뉘어 운영
서비스별 상태 추적과 적절한 확장이 관리자에게 큰 부담



변화의 필요성

기술의 발전이 업무 효율을 넘어 조직의 운영 패러다임 자체를 바꾸는 시대 — 그 중심에 LLM의 등장

OPENMARU APM 에 모델 컨텍스트 프로토콜(MCP, Model Context Protocol)로 연결된 웹 서버 · WAS · OS 의 지능형 모니터링과 관리





역할 변화

LLM 기반 지능형 관리는 운영자가 일하는 방식을 바꿉니다

지금까지는 장애를 직접 막고 원인을 찾는 '보병' 역할

앞으로는 판단과 결정에 집중하는 '지휘관' 역할



지금 — 시스템을 지키는 보병

- 사후 대응 — 장애가 난 뒤 원인 찾기에 시간 대부분
- 직접 분석 — 복잡한 로그와 지표를 사람이 해석
- 반복 작업 — 같은 문제를 매번 다시 해결



앞으로 — 판단하고 지시하는 지휘관

- 사전 예방 — 문제가 커지기 전에 미리 조치
- 대화형 질의 — 자연어 질문으로 원인 파악
- 자동 처리 — 반복 보고·스크립트는 기계가 수행



지능형 관리가 만드는 가치



MTTR 30~50% 단축



서비스 안정성·신뢰도 향상



총소유비용(TCO) 절감

BEFORE

사후 대응



장애가 발생해야 분석을 시작
원인 추적에 많은 시간 소요
문제 해결에 급급한 보병



한계

이미 서비스가 멈춘 뒤에야 대응이 시작됨

AFTER

사전 예방



이상 징후를 미리 감지하고 장애 전 조치
LLM 이 스스로 원인을 분석하고 제안
시스템을 조율하고 미래를 계획하는 지휘관



효과

서비스가 멈추기 전에 조치가 끝남

LLM 기반 예측 분석 사례

"3시간 뒤 특정 애플리케이션의 메모리 사용량이 임계치를 초과할 확률이 85%입니다. 원인은 최근 배포 버전의 메모리 누수로 추정됩니다."

관리자 행동

장애 발생 전에 선제 조치 — 서비스 중단을 막고 안정적인 운영을 보장



시간 절약

MTTR 이 평균 30~50% 이상 단축



관리 효율성

관리자 1인당 담당 시스템 규모 2배 이상



서비스 안정성

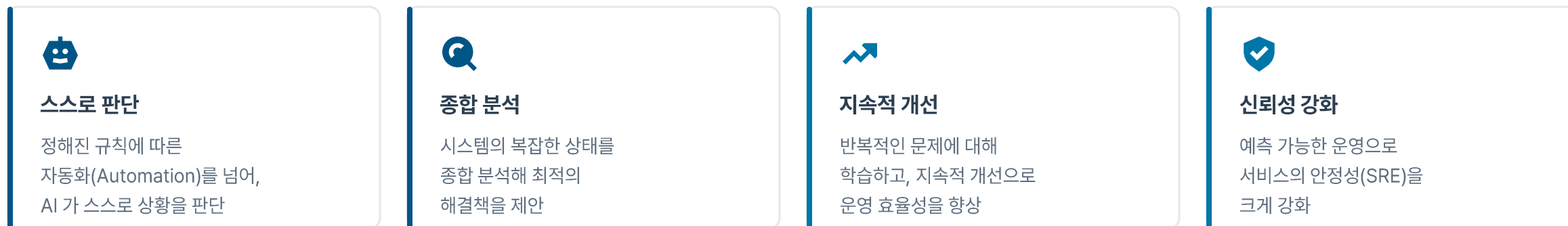
사전 예측 · 예방으로 다운타임 최소화

핵심 예측이 붙는 순간 대응의 성격이 바뀜 — 복구 속도 경쟁에서 중단 자체를 없애는 일로

LLM 을 통해 시스템의 상태 데이터(메트릭 · 로그 등)와 구성 정보를 이해하고 분석



단순 자동화를 넘어 지능형 운영(AIOPS)으로의 진화



과거 데이터와 현재 상태를 분석해 잠재적 문제를 사전 감지하고 예방적 조치를 권고하는 자기 학습(self-learning) 기능

지능형 예측 분석

수집된 시계열 데이터와 로그 패턴을
학습해 미래의 장애를 예측
시간 경과에 따른 성능 변화를
모니터링하고 예상 문제를 미리 발견

자동화된 예방 알림

주기적으로 시스템 상태를 자동 분석
잠재적 위험을 감지하면 즉시 알림
관리자가 문제를 미리 인지하고
대응할 시간을 확보

자기 학습

시간이 지남에 따라 계속 학습하고
개선
초기의 잘못된 예측도 실제 결과와
비교하며 지속적으로 최적화

선제적 유지보수

예방적 조치를 자동으로 수행하거나 적합한 담당자에게
자동 전달해 서비스 중단을 미리 방지

근본 원인 분석

예측된 문제의 원인을 식별하고 가능한 해결 방안을 제안
문제가 재발하지 않도록 근본적인 해결책까지 제공

예시 A — 메모리 누수

"3시간 뒤 특정 애플리케이션의 메모리 사용량이 임계치를
초과할 확률이 85%입니다. 최근 배포 버전의 누수로 추정됩니다."

예시 B — 자원 증설

"5일 후 데이터베이스 서버의 CPU 사용량이 90%를 넘을
가능성이 높습니다. 현재 32GB 로는 부족해 확장이 필요합니다."

핵심 사전 예방으로 장애 차단 · 중단 시간 감소 · 비용 절감 — 문제 해결을 넘어 서비스 품질 향상으로

OPENMARU iAP 의 LLM 기능 — 시스템 호출 로그와 사용자 세션을 분석해 보안 위협을 감지하고, 규제 요건에 맞는 보고서를 자동 생성

보안 및 규정 준수 감시 프로세스



몇 가지 문제 해결을 넘어, 조직의 IT 운영 철학과 성과를 근본적으로 바꾸는 계기

KEY METRIC

40%

MTTR 감소율

평균 30~50% 구간의 중간값

**운영 효율성의 극대화**

MTTR이 평균 30~50% 이상 단축되고, 반복 업무 자동화로 관리자 1인당 담당 규모가 2배 이상 증가

**서비스 안정성 및 신뢰도 향상**

장애를 사전에 예측·예방해 다운타임을 최소화
고객 만족도 향상과 비즈니스 손실 방지로 연결

**총소유비용(TCO) 절감**

클라우드 자원과 서버 리소스의 최적 사용을 추천해
불필요한 비용과 야간·휴일 대응 인건비를 절감

**전략적 의사결정 지원**

시스템 증설·아키텍처 변경 같은 중요한 결정에서
데이터 기반 예측이 실패 위험을 축소

**조직의 지식 자산화 및 인력 리스크 감소**

소수의 시니어 엔지니어 머릿속에 있던 노하우가 시스템에 녹아들어 조직 전체의 지식 자산으로 축적
핵심 인력의 이탈로 인한 운영 공백의 위험이 현저히 감소

안정성 체인

장애 예측·예방 → 서비스 중단 감소
→ 고객 경험 향상 → 비즈니스 신뢰성 증가

의사결정 체인

지능형 분석 → 데이터 기반 예측
→ 안전한 의사결정 → 효과적인 투자

구분	BEFORE — 기존 IT 운영	AFTER — LLM 기반 지능형 관리
 장애 대응	사후 대응 (Reactive) 장애 발생 이후 원인 파악에 대부분의 시간 소요	사전 예방 (Proactive) 이상 징후를 미리 감지하고 장애 발생 전 조치
 문제 분석	수동 분석 관리자가 직접 로그 · 메트릭을 검색하고 상관관계를 추측	지능형 분석 데이터의 맥락을 이해하고 자연어 질문에 답하며 원인 제시
 업무 방식	경험 의존적 소수 전문가의 경험과 직관적 판단에 크게 의존	데이터 기반 모든 관리자가 데이터의 통찰력을 활용해 문제 해결
 관리자 역할	시스템 복구 전문가 문제 해결에 급급한 보병	시스템 최적화 전략가 시스템을 조율하고 미래를 계획하는 지휘관
 조직 지식	특정 인원에 집중 핵심 인력 이탈 시 운영 공백 발생	시스템에 축적 조직 전체의 지식 자산화로 인력 리스크 감소
핵심 운영 부서의 효율을 넘어 조직 전체의 안정성 확보와 비즈니스 변화에 대한 민첩한 대응의 기반		