Cloud Native Forum

Cloud Native Forum

# 쿠버네티스가 바꾼 IT 운영 방식

## 서버를 사람이 운영하던 시대에서 인프라가 스스로 운영되는 시대로

컨테이너를 처음 배우는 사람을 위한 개념 설명

개발팀이 운영 환경을 몰라도 되게 만든 것이 무엇인가

PROJECT CODE
**K8S-INTRO-2026**

DATE
**2026.09**

PUBLIC

CONTENTS

# 오늘 이야기는 두 갈래

왜 필요해졌나 · 무엇이 달라지나

## PART 1 · 왜 쿠버네티스가 필요해졌나

슬라이드 04 – 12

사람 손으로 버티던 시절과 그 한계

**01** 손으로 만들던 서버 운영
이용률 10%, 재현되지 않는 환경

**02** 사람이 만질 수 없는 규모
구글 Borg 에서 나온 컨테이너 표준

**03** VM 과 컨테이너의 차이
설비를 각자 갖추느냐, 함께 쓰느냐

묶어 보면 — 이런 도구가 왜 나왔는지

## PART 2 · 무엇이 달라지나

슬라이드 13 – 21

도입한 뒤 운영과 개발이 바뀌는 지점

**04** 스스로 되돌리는 제어 루프
차이가 생기면 컨트롤러가 다시 맞춤

**05** 코드로 옮겨 간 일상 업무
배포·장애 대응·증설, 그리고 골든 패스

핵심 한 줄 · 사람은 원하는 상태만 적고, 유지는 플랫폼이 담당

묶어 보면 — 도입하면 무엇이 편해지는지

**KEY FOCUS** 두 갈래를 잇는 질문 하나 — 개발팀이 운영 환경을 몰라도 되게 만든 것이 무엇인가

PART 01

# 왜 쿠버네티스가 필요해졌나

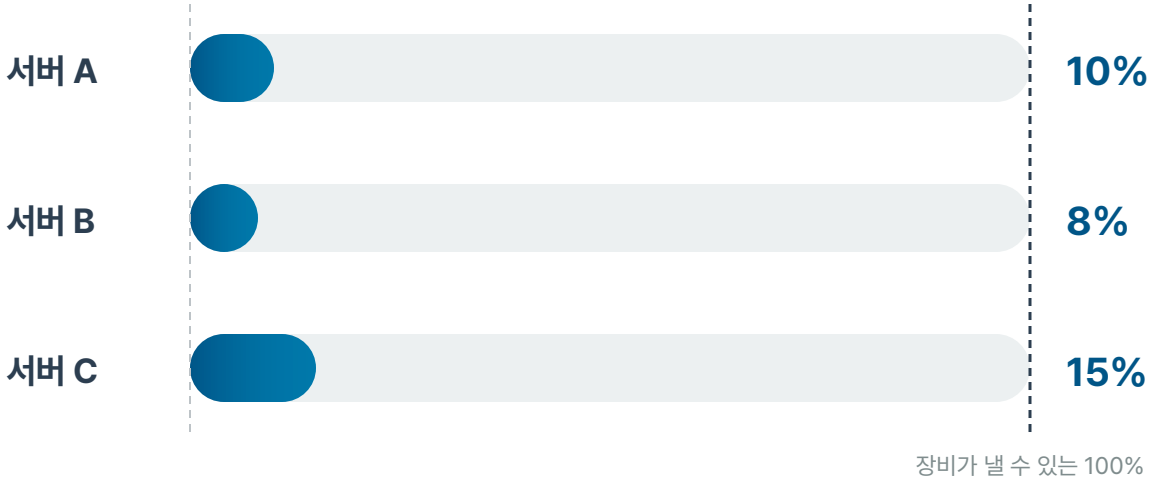
손으로 만들던 서버 운영 · 사람이 만질 수 없는 규모 · VM 과 컨테이너의 차이

# 앱 하나에 서버 한 대 – 대부분이 남는 서버 이용률



**KEY INSIGHT** 서버를 나눠 쓰지 못한 원인은 성능이 아닌 격리 — 한 앱의 라이브러리 변경이 옆 앱을 멈추게 해 아예 따로 사는 편이 안전했음

## 서버 한 대에서 실제로 쓰이는 용량




**비어 있는 용량에 다른 앱을 올리지 못함**

한쪽의 라이브러리 버전을 바꾸면 옆 앱이 멈춰, 아예 장비를 분리해 구매

### 이용률과 무관하게 나가는 비용

**100%** 청구

장비값 · 전기료 · 상면료

서버가 10%만 일해도 고지서는 그대로 도착

### 당시의 기본 규칙

서버 한 대에 애플리케이션 하나

안전을 위해 성능을 포기한 선택

Source: Cloud Native Forum 쿠버네티스 eBook 2.1.1 컨테이너 기술의 배경 절

# 개발 환경과 운영 환경 불일치 – 배포마다 재현 문제



**KEY INSIGHT** "제 PC에서는 됩니다"의 원인은 개인 실수가 아닌 이관 구조 — 환경을 사람이 옮겨 적는 한 특정 서버에서만 나는 장애가 계속 생김

**개발팀**
내 PC에서 동작 확인까지 완료

→

**운영 서버에 실행 환경을 손으로 다시 구축**

- OS 버전
- 라이브러리 버전
- 설정 파일

세 가지가 서버마다 조금씩 어긋난 채로 반영

→

**운영팀**
서비스에 반영, 그리고 대기

**"제 PC에서는 됐는데요"** — 개인의 실수처럼 들리지만, 환경을 손으로 옮기는 구조가 만들어 낸 말

### OS 버전이 갈림

개발은 최신 패치, 운영은
몇 달 전 상태로 고정

### 라이브러리가 섞임

같은 이름 다른 버전이
서버마다 다르게 설치

### 장애가 재현되지 않음

특정 서버에서만 발생해
원인 추적이 어려움

Source: 사내 정리 자료 쿠버네티스를 쉽게 설명하면 §1 — 환경을 사람이 손으로 다시 만들던 구조

# 01 사람의 기억과 수작업에 의존한 운영 부담 5가지



**KEY INSIGHT** 느린 것보다 사람에게 묶인 것이 더 큰 문제 — 배포·장애·증설이 전부 특정 담당자의 시간과 기억을 기다려야 진행됨

| 사람에게 얹혀 있던 일 | 그래서 현장에서 실제로 벌어진 일 |
|---|---|
| **서버마다 조금씩 다른 설정** | 어느 한 서버에서만 나는 장애 발생 — 재현도 원인 규명도 어려움 |
| **배포를 두려워함** | 주말 새벽 작업 · 롤백 계획서 · 전사 공지를 매번 준비 |
| **장애가 곧 사람 호출** | 새벽 3시에 담당자가 깨어 직접 서버에 접속해 복구 |
| **증설에 몇 주가 필요** | 장비 구매 · 입고 · 설치 · 세팅을 거치면 이벤트는 이미 종료 |
| **장비마다 이름을 붙여 관리** | 한 대가 멈추면 그 장비를 대체할 방법이 없어 서비스도 함께 중단 |

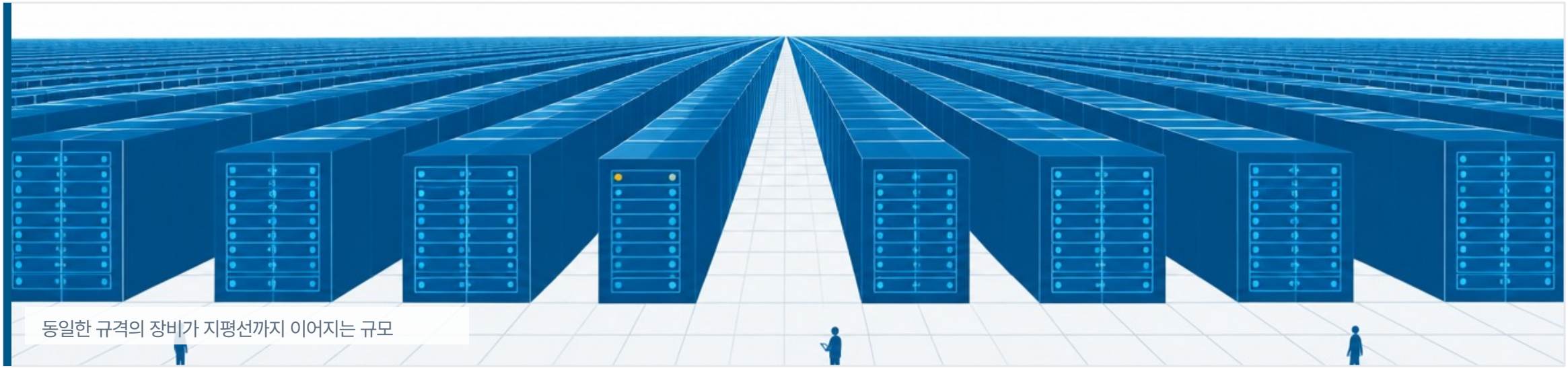
규모가 커질수록 사람의 기억과 시간이 먼저 한계에 도달

Source: 사내 정리 자료 쿠버네티스를 쉽게 설명하면 §1 표

# 구글 Borg – 주당 20억 컨테이너를 돌린 운영 경험



**KEY INSIGHT** 구글이 먼저 부딪힌 것은 속도보다 인원 — 수만 대에서 매일 생기는 고장을 사람 수로 따라갈 수 없어 기계에 넘겨야 했음



동일한 규격의 장비가 지평선까지 이어지는 규모

데이터센터 한 곳

**수만 대**

사람이 직접 만지는 것이 불가능

함께 돌던 애플리케이션

**수천 종**

종류마다 요구 환경이 제각각

주당 컨테이너 실행

**20억 개**

2014년 공개 시점의 발표 수치

Borg 가동 시작

**2003~2004**

쿠버네티스 공개보다 10년 앞섬

Source: Google Research, Borg 논문 · The Next Platform (2016)

# 01 컨테이너 – 기계가 다룰 수 있게 통일한 실행 규격

**KEY INSIGHT** 컨테이너를 고른 기준은 크기보다 조작 가능성 — 규격이 통일돼야 배치·복구·확장을 기계에 맡길 수 있음

01

## 한 대에 빽빽이 채우기 위해

Borg 논문이 적은 네 기법 — admission control · efficient task-packing · over-commitment · machine sharing
서버를 10%만 쓰던 시대를 끝내는 일이 첫 목적

02

## 고장을 전제로 설계하기 위해

수만 대 가운데 매일 몇 대는 반드시 멈추고, 사람의 손은 그 속도를 따라가지 못함
기계가 대신 복구하려면 무엇을 어떻게 실행할지가 기계가 읽을 수 있는 규격이어야 함

03

## 개발자를 인프라에서 떼어내기 위해

declarative job specification language(원하는 상태를 적어 내는 명세 언어)를 개발자에게 제공
자원 관리와 장애 처리는 그 아래로 감추고, 개발자는 앱만 보게 만듦

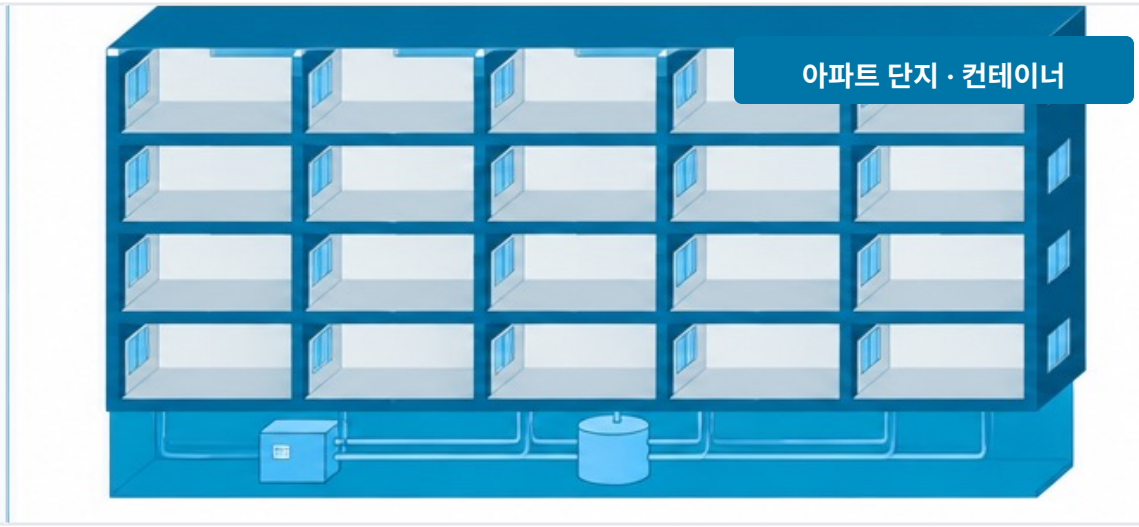
## 구글이 컨테이너에서 본 가치

가벼운 가상 서버로 본 것이 아니라, 자동화가 시작될 수 있는 최소 규격으로 봄 — 규격이 통일돼야 기계가 사람 대신 다룸

Source: Google Research, Large-scale cluster management at Google with Borg

# 01 컨테이너는 게스트 OS 없이 호스트 커널을 공유

**KEY INSIGHT** 기동이 빨라진 원인은 게스트 OS 한 벌이 빠진 것 — 커널을 빌려 쓰므로 실을 짐이 수 GB 에서 수백 MB 로 줄어듦


## 집마다 따로 갖춘 설비

기초 · 보일러 · 수도를 집집마다 중복해서 구비

**→ 가상 머신마다 게스트 OS 한 벌을 통째로 탑재**

땅은 넓은데 몇 채밖에 세우지 못하고, 수리도 집집마다 따로 부름

## 건물이 한 번 갖춘 공용 설비

공용 골조 · 배관 · 엘리베이터를 모든 세대가 공유

**→ 컨테이너가 호스트 OS 커널 하나를 함께 사용**

같은 땅에 수십 세대가 들어서고, 짐만 들이면 바로 입주

Source: Cloud Native Forum 쿠버네티스 eBook 2.1.2 VM과 컨테이너 비교 절

주택과 아파트 비유는 이 자료 전체에서 한 번만 정의하고 반복해서 쓰는 설명 장치

# 01 VM vs. 컨테이너 – 성능이 아닌 설비 책임의 차이 6가지

**KEY INSIGHT** 여섯 줄 가운데 운영 주체를 바꾸는 것은 설비 책임자 한 줄 — 나머지는 정도의 차이여서 도입 결정을 가르지 못함

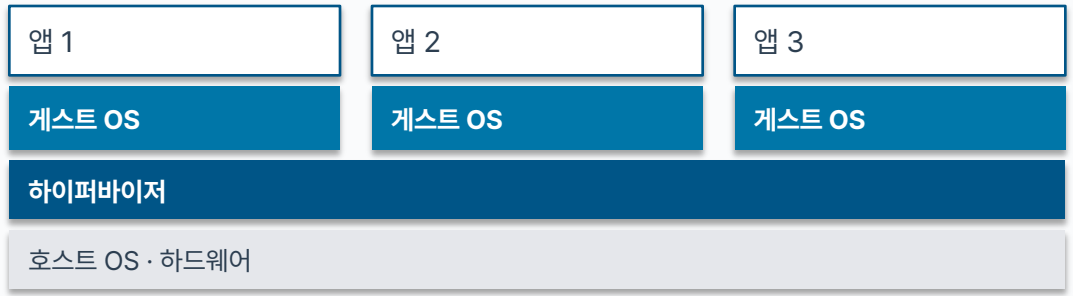
| 비교 항목 | VM · 단독주택 | 컨테이너 · 아파트 |
|---|---|---|
| 기초 · 설비 | 게스트 OS 를 통째로 따로 탑재 | **호스트 커널 하나를 공유** |
| 기동 시간 | 수십 초 ~ 수 분 | **수 밀리초 ~ 수 초** |
| 이미지 크기 | 수 GB ~ 수십 GB | **수십 ~ 수백 MB** |
| 한 대당 밀도 | 몇 개 | **32GB 서버에 60개 이상** |
| 성능 손실 | 1~6% 오버헤드 | **거의 없음, 네이티브 수준** |
| **설비 책임자**<br>이 한 줄이 운영 주체를 바꿈 | **앱을 올린 팀이 직접** | **플랫폼이 대신** |

Source: Cloud Native Forum 쿠버네티스 eBook 2.1.2 VM과 컨테이너 비교 절

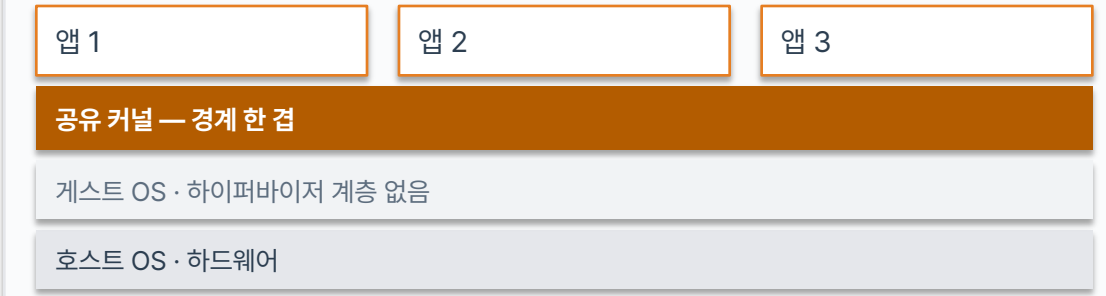
# 01 커널 공유의 대가 – VM 보다 낮은 격리 수준

**KEY INSIGHT** 컨테이너가 VM 을 전부 대체하지는 못함 — 커널을 함께 쓰므로 규제·보안 요구가 강한 구간에서는 VM 과 병행이 현실적

### VM · 게스트 OS 가 경계를 나눔




### 컨테이너 · 커널 하나를 함께 씀




VM 은 앱마다 게스트 OS 가 경계를 세우지만, 컨테이너는 커널 한 겹을 함께 써서 경계가 얇다

### 커널을 공유해서 얻는 것

- 같은 서버에 수십 개를 채우는 밀도
- 수 밀리초에서 수 초 사이로 끝나는 기동
- 커널과 OS 를 플랫폼이 떠안아 줄어든 확인 항목

### 그 대가로 감수하는 것

- 커널을 함께 쓰므로 VM 보다 낮은 격리 수준
- 보안 요구가 강한 구간은 VM 과 병행하는 구성
- 관리 주체가 바뀐 것이지 관리가 사라진 것은 아님

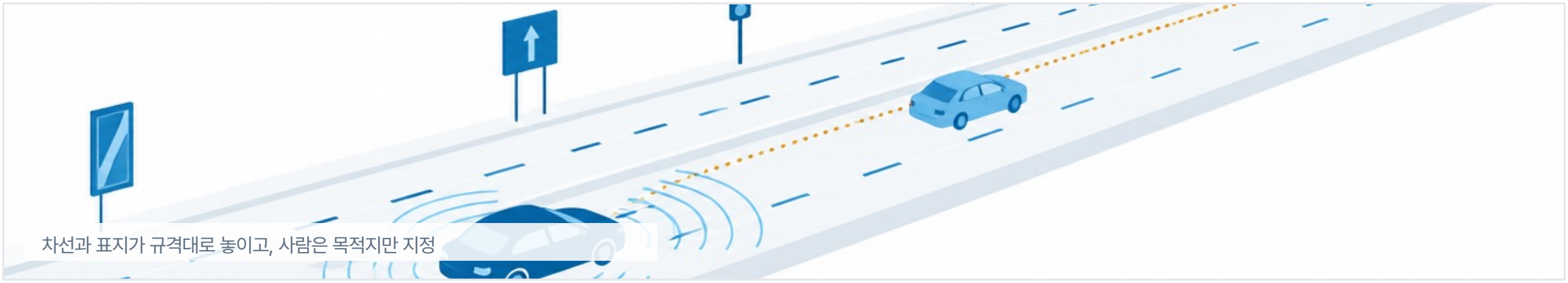
Source: 사내 정리 자료 쿠버네티스를 쉽게 설명하면 §3 · §8 비유의 한계

PART 02

# 무엇이 달라지나

스스로 되돌리는 제어 루프 · 코드로 옮겨 간 일상 업무 — 도입 뒤 운영과 개발이 바뀌는 지점

**KEY INSIGHT** 다섯 조건은 함께 있어야 의미 — 하나라도 빠지면 사람이 계속 지켜봐야 해서 자동화가 스크립트 수준에 머무름



차선과 표지가 규격대로 놓이고, 사람은 목적지만 지정

| 무인 주행이 성립한 조건 | | 클러스터 자율 운영이 성립한 조건 |
|---|---|---|
| 도로 · 차선 · 신호가 규격화되어 있음 | 01 | **컨테이너라는 실행 규격이 생김** |
| 핸들과 브레이크를 전자적으로 조작 | 02 | **모든 자원을 API 로 조작** |
| 센서가 현재 상태를 항상 읽음 | 03 | **클러스터 상태를 항상 관측** |
| 사람은 목적지만 지정 | 04 | **사람은 원하는 상태만 선언** |
| 차이가 생기면 차가 스스로 조향 | 05 | **차이가 생기면 컨트롤러가 스스로 조정** |

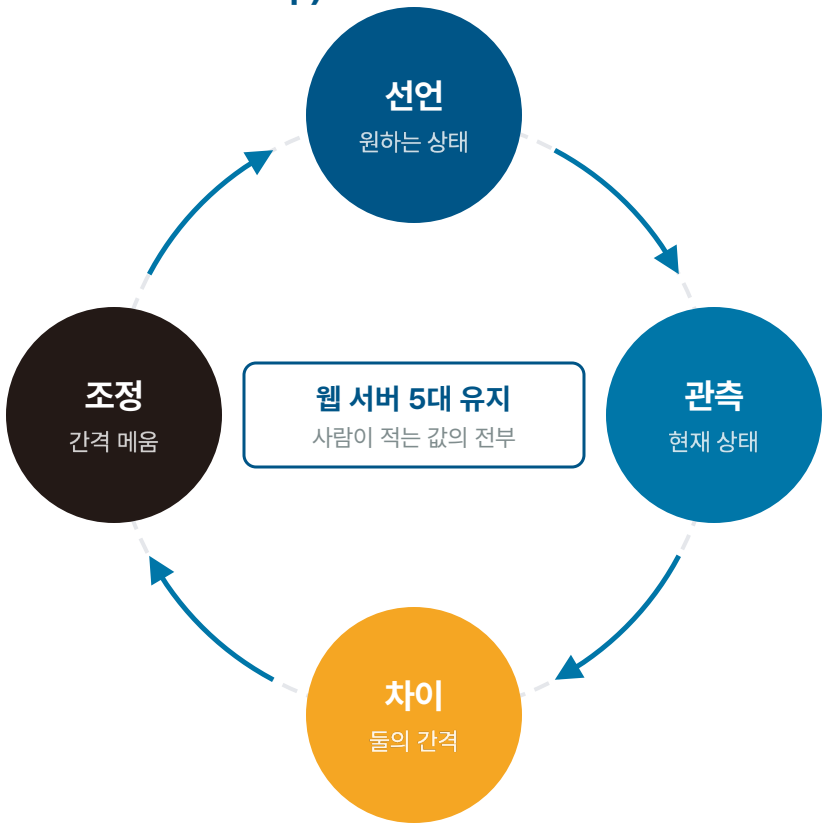
Source: CNCF, Decoding the self-healing Kubernetes (2020)

# 컨트롤러 – 목표 대수만 선언하면 차이를 스스로 보정



**KEY INSIGHT** 사람이 하는 일이 절차 수행에서 목표 선언으로 줄어듦 — 컨테이너 사망·트래픽 급증·서버 고장 세 경우를 같은 한 줄이 처리

## 제어 루프 (Reconciliation Loop)




## 이 한 줄이 처리하는 세 가지 상황

### 컨테이너가 죽음

선언된 5대보다 적어지면 컨트롤러가 즉시 다시 띄움
사람은 다음 날 원인만 확인

### 트래픽이 급증

기준을 넘으면 대수를 늘리고, 가라앉으면 다시 줄임
장비 구매 없이 숫자 하나로 끝남

### 서버가 고장

그 서버에 있던 몫을 남은 서버로 옮겨 실음
새벽에 사람을 부르지 않아도 됨

Source: CNCF, Decoding the self-healing Kubernetes (2020)

# 배포와 복구 – 사람의 시간을 기다리지 않는 처리



**KEY INSIGHT** 가장 크게 바뀐 것은 속도보다 개발팀의 관심사 — "어디서 어떻게 돌지" 를 묻지 않게 되면서 기능에 쓸 시간이 늘어남

| 일상 업무 | 예전 · 사람이 운영 | 지금 · 플랫폼이 운영 |
|---|---|---|
| **배포 주기** | 분기 · 월 단위, 주말 새벽 작업 | 하루에도 여러 번, 업무 시간에 |
| **장애 대응** | 담당자가 깨어 직접 복구 | 자동 복구, 사람은 다음 날 원인만 확인 |
| **증설** | 장비 구매와 설치에 수 주 | 숫자 하나 변경으로 수 초 |
| **운영 지식** | 담당자 기억과 위키 문서 | YAML 코드에 기록 — 검토 · 버전관리 · 복제 가능 |
| **서버의 위치** | 장비마다 이름을 붙여 개별 관리 | 언제든 교체되는 동일 규격 자원 |
| **환경 차이** | "제 PC에서는 됩니다" | 같은 이미지를 쓰므로 어디서나 동일 |
| **개발팀의 관심사** | **"어디서 어떻게 돌지"** | **"무엇을 만들지"** |

Source: 사내 정리 자료 쿠버네티스를 쉽게 설명하면 §5

# 개발팀 제출물 – 앱 코드와 원하는 상태 2가지



**KEY INSIGHT** 개발팀이 내놓을 것이 두 가지로 줄어듦 — 배치·복구·확장·롤백을 플랫폼이 맡아 OS 와 미들웨어를 몰라도 배포가 성립

### 예전 · 개발팀이 알아야 했던 범위

앱 · 런타임 · OS 버전 · 미들웨어 설정 · 네트워크 · 로그 · 백업 · 서버

경계선이 여기로 내려옴

### 지금 · 경계선이 내려온 자리

**개발팀**

플랫폼 — 배치 · 복구 · 확장 · 네트워크 · OS · 자원 배분 · 롤아웃 · 롤백

**제출물 01**

## 컨테이너 이미지

앱과 그 앱이 필요로 하는
것들이 이미 담긴 규격 상자

**제출물 02**

## 원하는 상태 한 장

"이것을 3개 띄우고
80번 포트로 열어 줄 것"

**그 아래는 전부 플랫폼의 몫**

- 어느 서버에 배치할지
- 멈추면 어떻게 살릴지
- 바쁘면 몇 개로 늘릴지
- 새 버전으로 어떻게 무중단 전환할지

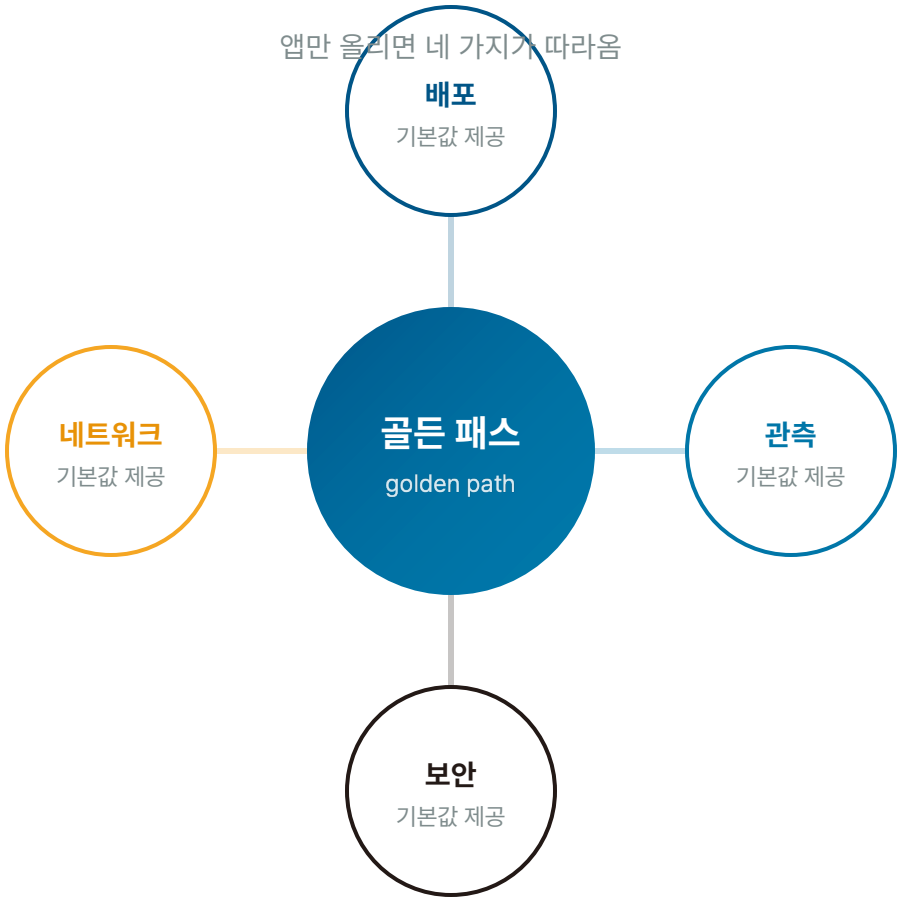
**개발자는 이 중 무엇도 몰라도 됨**

Source: 사내 정리 자료 쿠버네티스를 쉽게 설명하면 §6

# 골든 패스 – 전문가가 아니어도 되는 표준 경로



**KEY INSIGHT** 플랫폼 엔지니어링이 등장한 이유는 인지 부하 — 쿠버네티스·네트워크·보안을 전원이 익히게 하면 학습 자체가 병목이 됨




### 왜 닦아 두었나

모든 개발자에게 쿠버네티스 · 네트워크 · 보안 전문가가 되라고 요구하면

**인지 부하 자체가 병목이 됨**

### 경로 밖으로 나갈 수 있음

막지는 않되, 나간 만큼은 그 팀이 직접 책임짐

### 다른 이름도 같은 뜻

업계에서는 paved road(포장도로)라고도 부름 — 잘 닦아 놓은 기본 경로라는 뜻

Source: Red Hat, What is a golden path for software development?

**KEY INSIGHT** 초보자에게 끝까지 남는 것은 그림 한 장 — 설비 공유와 책임 경계를 동시에 담아야 두 번째 설명이 필요 없음

| 비유 | 누가 쓰는가 | 전달되는 것 | 전달되지 않는 것 |
|---|---|---|---|
| **오케스트라 지휘자** | Red Hat Dave Egts 등 다수 | "여러 개를 조율한다"는 인상 | 예전 방식이 왜 안 되는지,<br>무엇이 본질적으로 달라졌는지 |
| **항구 · 컨테이너선** | 이름의 어원, 해외 블로그 | 파드 · 노드 같은 용어 암기에 유용 | 개발팀의 일이 왜 바뀌는지 |
| **단독주택 vs 아파트**<br>이 자료의 주 비유 | Cloud Native Forum eBook,<br>OPENMARU 기술자료 | **설비 공유 · 밀도 · 책임 경계**<br>**세 가지를 한 그림에** | 파드의 수명 |
| **자율주행**<br>이 자료의 보조 비유 | 제어 루프 설명에서 파생 | **자율 운영이 왜 가능해졌는지의**<br>**전제 조건** | 어디에 무엇이 있는지의 구조 |

### 두 비유를 함께 쓰는 이유

앞의 것은 구조와 책임을, 뒤의 것은 자동화의 조건을 설명하며 서로 겹치지 않음
지휘자와 항구 비유는 결과만 묘사해 이 자료에서는 보조로 내림

Source: The Enterprisers Project, How to explain Kubernetes in plain English (2017)

# 파드는 교체, Service 는 유지 – 변하지 않는 접근 경로



**KEY INSIGHT** 파드는 언제든 교체되는 단위 — 고정 IP 를 기대하고 붙으면 재기동마다 연결이 끊김

객실은 비워지고 새로 켜지기를 반복하고, 바깥 요청은 모두 프런트 데스크를 먼저 거침

### 비유가 어긋나는 지점

세대는 이사를 잘 안 다니지만
파드는 수시로 죽고 다시 태어남

장기 거주보다 단기 투숙에 가까움

### 방 번호가 계속 바뀜

새로 뜬 파드는 새 IP 를 받아,
어제의 주소로는 닿지 않음

IP 를 고정으로 적어 두면 곧 끊김

### 그래서 Service 를 거침

프런트 데스크에 해당하는 Service 가
바뀌지 않는 진입점을 제공

뒤에서 파드가 바뀌어도 호출은 그대로

Source: 사내 정리 자료 쿠버네티스를 쉽게 설명하면 §8 비유의 한계

# 도입 순서 – 규격이 먼저, 자동화는 그다음



**KEY INSIGHT** 순서를 뒤집으면 실패 — 규격 없이 자동화부터 시도한 과거 방식들이 무너진 자리가 정확히 이 지점

01 → 02 → 03 → 04

### 예전 방식

서버 한 대에 앱 하나
90% 를 놀리면서도
다른 앱은 못 올림

사람이 손으로 다시 구축하던
실행 환경

### 규격 채택

구글이 수만 대를 사람이
못 만진다는 것을 먼저 겪음
컨테이너를 표준 규격으로 채택
기계가 다룰 수 있게 통일

Borg, 그리고 쿠버네티스

### 설비 공유

각자 갖추던 설비가
공용 설비로 바뀜

**본질은 가벼움보다**
**몰라도 되는 범위의 확대**

대신 격리 수준은 낮아짐

### 자율 운영

규격 · 관측 · 선언이
갖춰지자 비로소 성립

**사람은 목표만 선언하고**
**나머지는 컨트롤러가 맞춤**

복구 · 확장 · 재배치

**결과**

**개발팀이 OS 와 인프라를 알지 않아도 개발이 진행됨**

Source: 사내 정리 자료 쿠버네티스를 쉽게 설명하면 §7 한 장 요약

THANK YOU

# 쿠버네티스가 만든 개발팀과 플랫폼의 새로운 분담

컨테이너 규격 위에서만 성립하는 자율 운영 — 오늘 확인한 결론

### 참고한 출처


· Google Research — Large-scale cluster management with Borg
· The Next Platform — A Decade of Container Control at Google
· Cloud Native Forum 쿠버네티스 eBook 2.1.2
· OPENMARU — 컨테이너 기술과 가상화 기술
· CNCF — Decoding the self-healing Kubernetes
· Red Hat — What is a golden path for software development?



**Cloud Native Forum**

Cloud Native Forum

https://cncf.co.kr

hello@cncf.co.kr