

SF2 Systems zur Früherkennung von 5xx-Serverausfällen

Predictive Maintenance für IT-Umgebungen durch semantische Zustandsüberwachung



100

Sensor-Features gleichzeitig fusioniert



16.354

Systemzustände analysiert



0,024%

5xx Ereignisrate im Datensatz



59 min

Vorwarnzeit vor dem ersten 5xx Ereignis

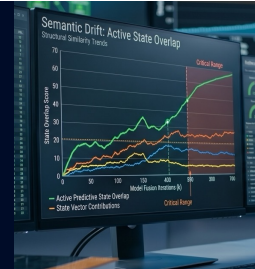
DIE HERAUSFORDERUNG – Das unsichtbare Risiko komplexer IT-Infrastrukturen

Moderne Cloud-Plattformen und Web-Anwendungen erzeugen tausende Infrastruktur-, Netzwerk- und Datenbankmetriken. Obwohl diese Daten für den zuverlässigen Betrieb geschäftskritischer Systeme unverzichtbar sind, erschweren ihre enorme Menge und Komplexität die Identifikation tatsächlicher Vorwarnsignale mit herkömmlichen Methoden.:

- **Reaktive Schwellwertüberwachung** → Herkömmliche Monitoring-Setups lösen Warnungen erst aus, *nachdem* kritischer Grenzwert bereits überschritten wurde. Zu diesem Zeitpunkt ist ein Ausfall oder eine Servicebeeinträchtigung bereits eingetreten.
- **Extreme Datenkannpheit** → Schwere Serverausfälle sind selten. Dadurch stehen konventionellen Machine-Learning-Methoden nur sehr wenige Fehlerbeispiele zur Verfügung.
- **Hohe Prognosekomplexität** – Der Versuch, zukünftiges Systemverhalten zu berechnen und zu simulieren, erfordert riesige Mengen historischer Daten und eine ständige manuelle Abstimmung komplexer Einstellungen. Die resultierenden Modelle sind anfällig für Veränderungen im realen Betrieb und nur schwer zuverlässig zu warten.

Die Kernfrage lautet:

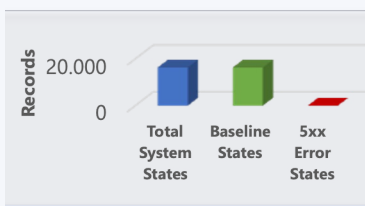
Ist die Annäherung an einen 5xx-Fehler bereits als semantische Drift erkennbar, bevor er durch klassische Schwellwertüberwachung sichtbar wird?



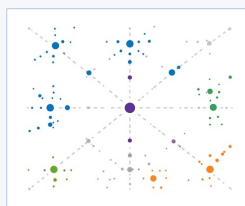
DIE SF2 LÖSUNG – Komplexe Laufzeitzustände operativ sichtbar machen

Anstatt einzelne Metrikkanäle isoliert zu analysieren oder mathematische Kurven in eine unsichere Zukunft zu extrapolieren, transformiert SF2 rohe Observability-Daten in digitale Zustandsfingerabdrücke. In dieser Studie wurde strukturelle Drift innerhalb komplexer Telemetrie-Matrizen anhand realer Multisensor-Daten des Datadog BOOM-Datensatzes untersucht*.

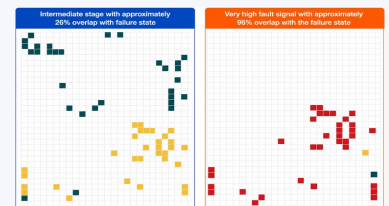
BOOM-Shards Observability-Daten



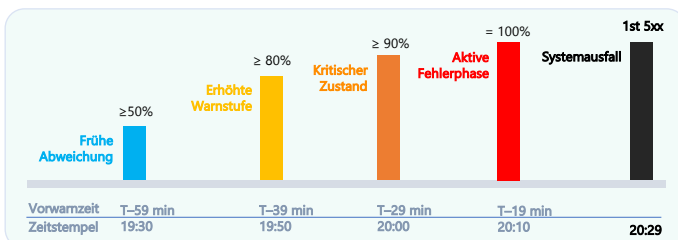
SF2 Sensor Fusion



Systemzustands-Fingerabdrücke



DAS ERGEBNIS – Frühwarnung trotz nur 4 verfügbarer Fehlerereignisse



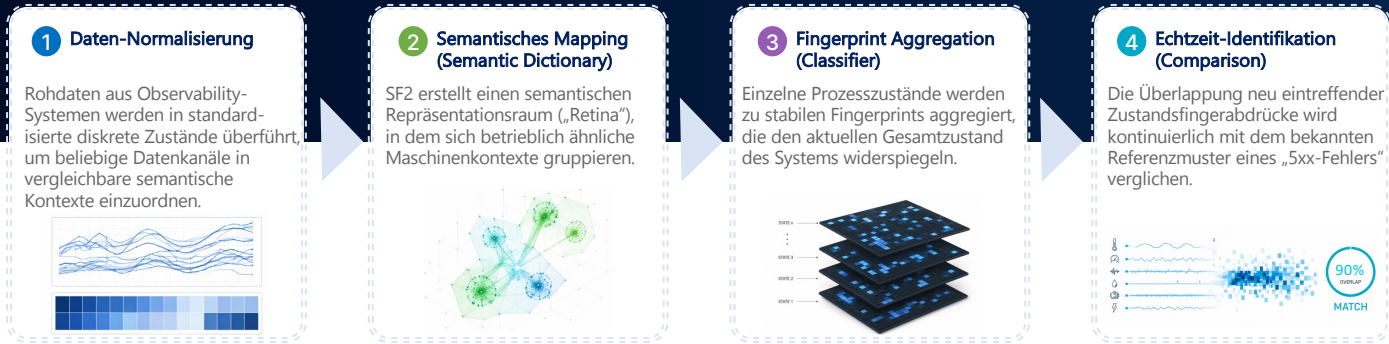
Die strukturelle Ähnlichkeit zwischen dem aktuellen Systemzustand und dem gespeicherten 5xx-Fehlerfingerabdruck nahm kontinuierlich zu und machte die Annäherung an den Ausfall lange vor dem eigentlichen Ereignis sichtbar.

Validierte Ergebnisse

- ✓ **59 Minuten explizite Frühwarnzeit** – Die Annäherung an den Fehlerzustand wurde fast eine Stunde vor dem ersten registrierten 5xx-Ereignis eindeutig sichtbar.
- ✓ **Hohe Erkennungssicherheit** – Eine 80%-Übereinstimmung mit dem Fehlerzustand wurde bereits 39 Minuten vor dem Ausfall erkannt. Die kritische 90%-Marke wurde 29 Minuten vor dem Ansprechen des klassischen Monitorings erreicht.
- ✓ **Minimaler Rechenaufwand** – Bereits eine einzelne Workstation kann tausende Fehlerzustände gleichzeitig und in Echtzeit überwachen.

SF2 verwandelt Observability-Daten in ein intelligentes Frühwarnsystem für maximale Serviceverfügbarkeit

WIE SF2 FUNKTIONIERT



SF2 wandelt Observability-Daten in eine digitale Repräsentation des gesamten Systemzustands um und nutzt semantisches Mapping, um auch bei Rauschen und Zustandsdrift robuste Ergebnisse zu liefern.

Warum Systemverständnis besser ist als statistische Schätzung

SF2 (Deterministisch)

- ✓ Präzise zustandsbasierte Analyse
- ✓ Funktioniert auch bei extrem seltenen Fehlerereignissen
- ✓ Kein gelabelter Trainingsdatensatz erforderlich
- ✓ Erklärbar und reproduzierbar (keine Black Box)
- ✓ Echtzeitfähig bei geringem Rechenaufwand
- ✓ 100% Datenhoheit (vollständig lokal)
- ✓ 100% edge-fähig – läuft auf beliebiger Hardware

Modellzentrierte KI (Probabilistisch)

- ✗ Unsichere Approximationen
- ✗ Benötigt viele Fehlerbeispiele
- ✗ Benötigt große Mengen gelabelter Daten
- ✗ Black-Box-Verhalten (schwer nachvollziehbar)
- ✗ Hoher Rechenaufwand und höhere Latenzen
- ✗ Meist Cloud-Abhängigkeit (Daten- & Sicherheitsrisiko)
- ✗ Meist nicht edge-fähig

MESSBARER BUSINESS IMPACT



Schnellere Incident-Reaktion

Probleme untersuchen und Systeme stabilisieren, bevor Nutzer betroffen sind.



Reduzierte Ausfallzeiten

Weniger Serviceunterbrechungen, fehlgeschlagene Transaktionen, SLA-Strafen und Eskalationen.



Schnellere Ursachenanalyse

Erklärbare Zustandsfingerabdrücke beschleunigen Fehlerdiagnose und Behebung.



Edge-Ready

Lokale Analyse ohne Cloud-Abhängigkeit oder Datenübertragung.



Geringere Monitoring-Komplexität

Weniger Alarmrauschen sowie geringerer Bedarf an komplexen Prognosemodellen.



Niedrigere Betriebskosten

Reduzierter Aufwand für Incident-Management und Notfallmaßnahmen.

FAZIT

SF2 wandelt komplexe, asynchrone Observability-Daten in eine konsistente Echtzeit-Repräsentation des Systemzustands um. In dieser Studie wurde ein bevorstehender 5xx-Serverausfall bis zu 59 Minuten vor dem ersten registrierten Fehlerereignis sichtbar – obwohl lediglich vier Fehlerereignisse für die Analyse verfügbar waren. Damit erhalten DevOps- und Betriebs-Teams ein zuverlässiges Zeitfenster, um Lasten umzuleiten, Ressourcen zu skalieren und schwerwiegende Serviceunterbrechungen proaktiv zu verhindern.

*) Datenquelle: Datadog BOOM Dataset (rekonstruierte Multi-Sensor-Telemetrie-Shards aus Infrastruktur- und Datenbanksystemen).

Weitere Informationen unter www.SF2systems.com

ZUKUNFTSPOTENTIAL – Übertragbar auf alle sensorbasierten Systeme

Industrielle
Fertigung

Chemie &
Prozessindustrie

Pharmaindustrie

Industrieanlagen

Automotive
Systeme

Energie-
infrastruktur

Versorgungs-
infrastruktur

Smart Buildings

Digitale
Infrastruktur

Mobilität &
Transport

SF²
SYSTEMS