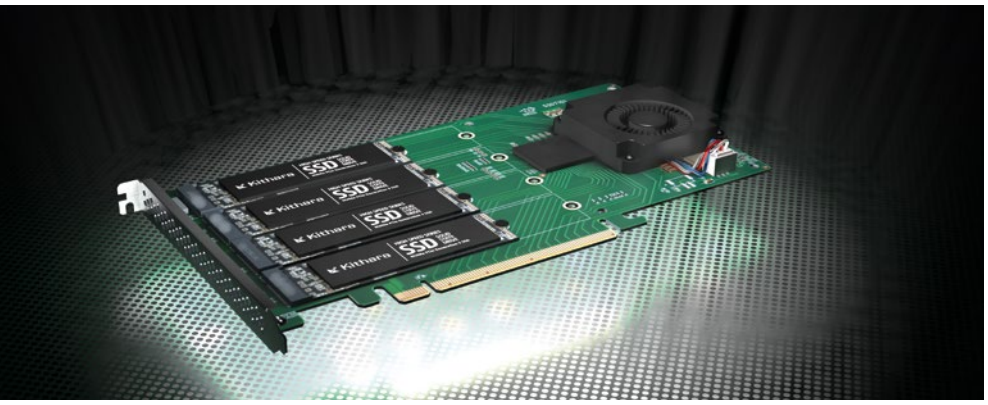
Deterministische Echtzeit-Messdatenerfassung mit MDF und PCAPng

Datengetriebene Entwicklungsansätze, KI-basierte Auswertungen und digitale Zwillinge setzen heute hochwertige, lückenlose Messdaten voraus. Was in vielen industriellen Bereichen erst Einzug hält, ist in der Messwerterfassung seit Langem Realität – allerdings bei stetig wachsenden Datenmengen und Echtzeitanforderungen.

Ohne große und qualitativ hochwertige Datensätze geht heute fast nichts mehr. Zugleich kommen durch die exponentiell steigenden Datenmengen selbst moderne Messanwendungen an ihre Grenzen, wenn es darum geht, den Informationsgehalt sowohl lückenlos als auch effizient zu speichern. Die Lösung hierfür ist zweiteilig: Software-basierte Echtzeitsysteme stellen die benötigten Leistungseigenschaften bereit, um Daten deterministisch und verlustfrei zu erfassen, und sind zugleich flexibel genug für anwendungsspezifische Anforderungen. Dedizierte Dateiformate wiederum sind wichtige Werkzeuge, um spezialisierte Datensätze platzsparend und strukturiert zu speichern. Kithara verbindet beide Aspekte.



Für eine lückenlose Erfassung von Messdaten muss zuerst das entsprechende Speichermedium angepasst werden. Als Lösungsansatz bietet die Windows-Echtzeit-Erweiterung von Kithara eine Storage-Funktionalität. Dabei handelt es sich um einen speziellen Gerätetreiber, der den direkten Zugang zu modernen und hochleistungsfähigen SSDs mit NVMe-Schnittstelle herstellt, um dadurch höhere Lese- und -Schreibgeschwindigkeiten im Dauerbetrieb sowie einen Echtzeitzugriff zu ermöglichen. Diese hohen Durchsatzraten werden erreicht, indem für Lese- und Schreibvorgänge auf speziell konfigurierte und besonders große Datenblöcke zurückgegriffen wird. Erfasste Rohdaten lassen sich dabei parallel schreiben und abrufen, während Datenverluste durch hochfrequente Echtzeit-Timer bei geringem Jitter vermieden werden.

Struktur nach Format

Aus dem Echtzeitkontext heraus werden die so erfassten Rohdaten mit spezialisierten Dateiformaten gespeichert. Kithara setzt hierbei auf MDF (Measurement Data Format) und PCAPng (PCAP Next Generation), um große Mengen an Informationen hierarchisch strukturiert zu speichern sowie zur unmittelbaren Weiterverwendung bereitzustellen und damit eine strukturierte Grundlage für automatisierte Analyse- und Machine-Learning-Workflows zu schaffen. Die beiden Formate decken hierfür ein unterschiedliches Aufgabenspektrum ab. MDF ist ein binäres Dateiformat für Messaufgaben und der De-Facto-Standard in der Automobilindustrie. Der durch ASAM definierte Standard besticht vor allem durch eine platzsparende und flexibel konfigurierbare Speicherstruktur. So können Daten leistungseffizient komprimiert, sortiert und indiziert werden, wodurch Lesezugriffe optimiert werden. Die Dateigröße lässt sich dabei nahezu beliebig niedrig- beziehungsweise hochskalieren, bis hin zu einzelnen Dateigrößen im Terabyte-Bereich. Aufgrund des Fokus auf den Automobilbereich lassen sich mit MDF speziell auch Rohdaten der von Kithara ebenfalls unterstützten Automobilbussysteme CAN, LIN, FlexRay und Automotive Ethernet als Busbotschaften oder als entsprechend dekodierte Signale speichern. Das feingliedrig strukturierbare MDF-Format stellt hierbei eine besondere Herausforderung für die großen Datenblöcke dar, mit denen die Storage-Funktionalität von Kithara den hohen Lese- und Schreibdurchsatz erreicht. Um dennoch auch mit MDF gravierende Leistungseinbußen bei der schnellen SSD-Speicherung zu vermeiden, wird ein optimierter Block-Allokations-Algorithmus eingesetzt. Dieser ist in der Lage, Daten unterschiedlicher Typen leistungseffizient zu sammeln und innerhalb einer MDF-Datei in komplexen Hierarchien zu strukturieren.

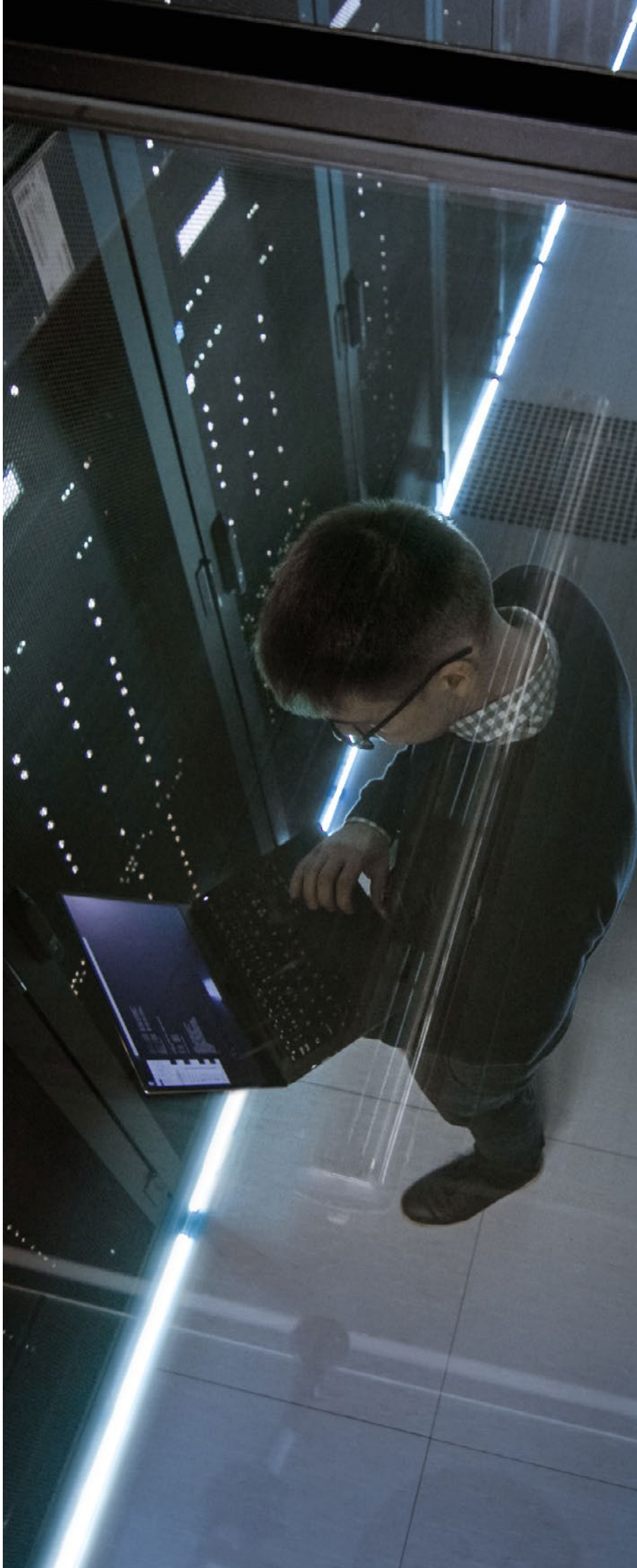
Das von Wireshark unterstützte Dateiformat PCAPng ist deutlich einfacher aufgebaut und dient dem Erfassen von Datenpaketen innerhalb von Netzwerken. Dadurch sind Entwickler in der Lage, spezifische Messdatenpakete aufzuzeichnen, zu überwachen und als Datei auszuwerten. Auch wenn das PCAPng-Dateiformat bei Weitem nicht die Komplexität von MDF besitzt, be-

steht doch der große Vorteil darin, die gespeicherten Messdaten-Dateien unmittelbar mit dem frei verfügbaren Wireshark öffnen und lesen zu können, was beispielsweise die Vor-Ort-Diagnose erleichtert.

Datenintensive Messanwendungen in der Praxis

Die Verknüpfung von lückenfreier Echtzeitdatenerfassung und Datenspeicherung durch dedizierte Dateiformate ist zwar für ein breites Spektrum von datenintensiven Anwendungen denkbar, wurde bei Kithara jedoch speziell als Messdatenlösung entwickelt. Gerade auch mit Blick auf Hardware-in-the-Loop-Simulationen lassen sich dafür weitere Echtzeitfunktionen von Kithara RealTime Suite mit einbeziehen.

So sind vor allem die Echtzeit-Treiber für GigE Vision und USB3 Vision relevant, da Industriekameras zu den Quellen mit dem höchsten Datenaufkommen in diesem Bereich zählen. Um möglichst lückenlose Bilddaten zu erfassen, wird dabei auf Echtzeit-Netzwerktreiber beziehungsweise Echtzeit-USB-Treiber zurückgegriffen. Diese verhindern in Verbindung mit stark erweiterten Pufferspeichern den Verlust von Datenpaketen, um qualitativ hochwertige Datensätze zu erzeugen, die sich sowohl für klassische Auswertungen als auch für das Training und die Validierung von KI-Modellen eignen.

Da sich solche Anwendungen oft in der Automobilindustrie bei der Entwicklung von Fahrassistenzsystemen wiederfinden, unterstützt Kithara auch die bereits genannten Automobilbussysteme in Echtzeit.

Uwe Jesgarz, Martin Ebert