

Cloud oder On-Premises zwischen den Embedded-Systemen und IT-Softwarekomponenten einer IoT-Anwendung betrieben. Über diese Dienste lässt sich ein DevOps-Team fortlaufend mit Telemetriedaten der gesamten Anwendung versorgen. Des Weiteren ermöglichen die WRD Services speziell gesicherte Debugging-Fernzugriffe auf alle Softwarefunktionen, also vom einzelnen Embedded-System eines Wireless-IoT-Sensors bis zur Smartphone-App des Anwenders der IoT-Applikation. Durch den Umfang dieser horizontalen Systemintegration steht IoT-Entwicklern erstmals eine multifunk-

tionale E2E-Testplattform als modulare Anwendung bereit.

»Aus der Cybersecurity-Perspektive ist besonders das Wireless Remote Debugging eines IoT-Endpunkts eine hochsensible Angelegenheit«, erläutert Jürgen Fitschen, F&E-Manager von SSV. »Deshalb haben wir eine Pairing-Methode sowie einen hochsicheren Ende-zu-Ende-Tunnel entwickelt, der zwar einen zentralen WRD Rendezvous Service als transparente Infrastrukturkomponente nutzt. Aber selbst dieser Kommunikationsservice kann die ver-

schlüsselten Session-Daten weder einsehen noch manipulieren. Der erforderliche Schlüssel zum Pairing beider Endpunkte wird mittels einer optischen Datenübertragung zwischen dem Entwickler-PC-Bildschirm und dem Remote Debugger Device direkt ausgehandelt. Ein ähnliches Verfahren wird beispielsweise im Bankwesen zur Generierung sicherer TANs per Flickercode genutzt. Eine gesicherte Remote-Debug-Verbindung lässt sich nur durch ein neues Pairing oder per Sperrliste lösen.« (ak)

SSV auf der embedded world 2025:
Halle 4, Stand 638

Verschiedene CoMs auf Basis unterschiedlicher Prozessoren

»Wir zielen auf KI-gestützte Edge-Anwendungen ab«

F&S Elektronik Systeme bietet hauptsächlich Computer-on-Modules (CoMs) auf Basis der CPUs i.MX93 und i.MX95 an. Doch worin unterscheiden sich die CPUs und die damit bestückten CoMs letztlich? Andreas Kopietz, Sales Director von F&S Elektronik Systeme, nimmt Stellung.

Markt&Technik: Welche Unterschiede gibt es zwischen den i.MX93- und den i.MX95-Bausteinen – und zwischen den damit bestückten Computer-on-Modulen?

Andreas Kopietz: Die i.MX93-CPU ist hinsichtlich Leistung mit Dual-Arm-Cortex-A55-Kernen und einem Cortex-M33-Kern ausgestattet. Für Edge-KI-Anwendungen bietet sie eine integrierte Ethos-U65-NPU (Neural Processing Unit), die von ARM entwickelt wurde. Gerade im Hinblick auf den Cyber Resilience Act der EU verfügt die CPU über viele Funktionen zur Verschlüsselung, die unter dem Oberbegriff »EdgeLock Secure Enclave« zusammengefasst sind. Besonders interessant ist, dass die CPU neben MIPI-DSI (Display Serial Interface) und LVDS auch 24-Bit-RGB-Display-Interface unterstützt. Sie eignet sich für energieeffiziente Edge-Computing-Anwendungen, bei denen Machine Learning und erweiterte Sicherheitsfunktionen erforderlich sind, zum Beispiel in der Industrieautomatisierung und im IoT-Bereich.

Dagegen verfügt die i.MX95-CPU über bis zu sechs Arm-Cortex-A55-Kerne, integrierte und sehr performante Arm-Mali-basierte 3D-Gra-

fik sowie eine von NXP entwickelte NPU. Für High-Speed-Datenverarbeitung sind zweimal Gen-3.0-PCI-Express und 10-Gbit-Ethernet plus zweimal 1-Gbit-Ethernet mit TSN-Schnittstellen integriert. Der Einsatzbereich für die CPU zielt auf anspruchsvolle Anwendungen in den Bereichen Industrie, Netzwerktechnik und HMI ab, die hohe Rechenleistung und erweiterte Grafikfähigkeiten erfordern.

Inwieweit lassen sich in den Bausteinen KI- und ML-Modelle ausführen?

Die beiden NPUs in i.MX93 und i.MX95 unterscheiden sich deutlich in ihrer Leistung. Die i.MX93 ist energieeffizient und auf Edge-KI mit geringem Stromverbrauch zugeschnitten, während die i.MX95 mit stärkerer NPU, CPU und GPU für sehr rechenintensive Aufgaben wie Computer Vision geeignet ist. NPU-Kerne sind, wie der Name schon sagt, besonders für Modelle auf Basis neuronaler Netze geeignet. Wir haben ausführliche Tests beispielsweise mit SSD-MobileNet, CenterNet-MobileNet und ResNet durchgeführt. Diese Modelle beruhen auf dem Prinzip der Convolutional Neural Networks (CNN) und kommen speziell für die Bild- und Videoanalyse zum Einsatz. Die NPU unterstützt hier das Framework TensorFlowLite.



Andere Frameworks wie ONNX (Open Neural Network Exchange) werden ebenfalls unterstützt. Gerade bei Edge-KI-Anwendungen wird die ursprüngliche Auflösung der Bildinformation vor der Verarbeitung beispielsweise von 4k oder Full-HD auf 640x640 Pixel oder 320x320 Pixel verringert. Wir haben in unseren Tests nachgewiesen, dass es im Hinblick auf benötigte Rechenzeit und Genauigkeit der Ergebnisse große Unterschiede zwischen den

verschiedenen CNN-Modellen und der verwendeten Auflösung gibt. Je schneller die NPU arbeitet, desto größer kann die Auflösung gewählt werden oder ein Modell wie ResNet mit großem Bedarf an Rechenleistung verwendet werden. Ziel ist immer, sowohl die Ausführungszeit als auch das Ergebnis der Inferenz zu optimieren. Die i.MX95-CPU liefert in diesem Kontext deutlich höhere Performance. Dennoch eignet sich die i.MX93 ebenfalls gut und verbraucht deutlich weniger Energie.

Für welche Anwendungen eignen sich die i.MX-93- und die i.MX-95-Bausteine – sowie die damit bestückten Computer-on-Modules – besonders?

Die i.MX93- und i.MX95-CPU sowie die darauf beruhenden Computer-on-Modules eignen sich besonders für KI-gestützte Edge-Anwendungen. Der i.MX93 bietet sich für energieeffiziente und kostensensitive Lösungen wie industrielle Steuerungen, Smarthome-Geräte und IoT-Anwendungen an. Er erreicht eine grundlegende Grafikperformance für einfache Benutzeroberflächen. Der leistungsstärkere i.MX95 ist besser für rechenintensive Aufgaben wie Computer Vision, autonome Systeme und industrielle Bildverarbeitung wie in der Medizintechnik geeignet. Dank seiner leistungsfähigen GPU ermöglicht er zudem anspruchsvolle grafische Anwendungen und 3D-Visualisierungen.

Für welchen Baustein-Typ eignen sich SMARC-Computer-on-Modules eher, für

welchen OSM-Computer-on-Modules? Oder spielt das aus Sicht des Baustein-Typs überhaupt eine Rolle?

SMARC-Module eignen sich besonders für leistungsfähigere Prozessoren mit umfangreichen Schnittstellen und höherer Grafikleistung. Der Standard umfasst viele externe Schnittstellen wie PCI Express, USB, Ethernet oder Display-Schnittstellen. Die nativen Schnittstellen der i.MX93-CPU erfüllen gerade so die minimalen Anforderungen des SMARC-Standards. Es fehlen wichtige Schnittstellen, zum Beispiel 10-Gbit-Ethernet, USB-3.0-Host-Ports oder PCI-Express-x1-Gen.-3-Lanes. Genau hier punktet die i.MX95-CPU, die sich deutlich besser für den SMARC-Standard eignet.

Bei OSM und speziell bei der von uns implementierten Größe S verhält es sich genau umgekehrt: Die i.MX93-CPU ist hier wesentlich besser geeignet. Rein praktisch gesehen passt das größere Package der i.MX95-CPU auch nicht zur OSM-S-Architektur mit 30x30 mm. Aktuell entwickeln wir ein neues Modul für unsere 35 mm x 40 mm große PicoCore-SoM-Familie mit dem i.MX95. Dieses Modul werden wir auf der embedded world North America in Anaheim im November präsentieren.

Welche Neuvorstellungen in Sachen i.MX-93- und i.MX-95-Computer-on-Modules präsentiert Ihr Unternehmen auf der embedded world 2025?

Während der embedded world 2025 zeigen wir verschiedene lauffähige Demos mit unseren



Ein CoM von F&S nach dem OSM-Standard. (Bild: F&S Elektronik Systeme)

Neuheiten. Hier eine Übersicht: Ein OSM-Modul mit i.MX93, das eine OpenGL-Demo ausführt, eine KI-Demo mit MIPI-Kamera, die mithilfe der NPU des i.MX93 THT-Bauteile erkennt, ein SMARC-Modul mit i.MX95, das ein hochauflösendes MPEG-Video abspielt, eine LVGL-basierte Medizinanwendung (Light and Versatile Graphics Library) als Beispiel für ein mobiles EKG-Gerät auf dem i.MX91, ein Solar-Info-Dashboard mit rotierendem Solarpanel mit i.MX93 sowie ein PicoCore-Modul mit Windows 11 IoT Enterprise auf dem i.MX91.

Die Fragen stellte Andreas Knoll.

F&S auf der embedded world 2025: Halle 2, Stand 240

Kühlung für IPCs und Embedded Systems

Schneller Wärmeabtransport direkt am Hotspot

CTX zeigt auf der embedded world sein Portfolio an kundenspezifisch auslegbaren Kühlkonzepten für IPCs und eingebettete Systeme – je nach Bedarf hinsichtlich Wärmeabtransport, Bauraum und Umgebungsbedingungen. Idealerweise erfolgt die Kühlung dabei direkt am Hotspot, etwa mit Heatspreadern mit integrierten Heatpipes, die die Wärme vom Hotspot zum Kühlkörper leiten. Kaltfließgepresste Pin-Block-Kühlkörper in Stift- oder Rippenform ermöglichen eine hohe Luftströmungsgeschwindigkeit in den zu kühlenden Systemen. Elektronikgehäuse aus Metall führen die Verlustleistung eines Systems ohne einen im Bauraum einzusetzenden Kühlkörper ab, was eine besonders kompakte Bauweise des Endprodukts ermöglicht. Für die aktive Kühlung bietet CTX fertig montierte oder kundenspezifische Lüftereinheiten und unterstützt auch bei der Entwicklung des Kühlkon-



Kühlösungen für IPCs und Embedded Systems von CTX (Bild: CTX)

zepts für die jeweilige Applikation. Dazu verfügt CTX von Druckguss und Extrusion bis hin zu Kaltfließpressen und Skived über unter-

schiedliche Herstellverfahren. (sc)

CTX auf der embedded world 2025: Halle 3, Stand 458