

NXP

Platinum
Partner



CASE STUDY

HMI mit TQMa95xxSA/LA

Moderne Gerätebedienung –
auch berührungslos im Griff



TQMa95xxSA

Smartphones haben das allgemeine Bild einer modernen Mensch-Maschine-Schnittstelle (HMI) geprägt: Ein Touchscreen mit Mehrfingerbedienung. Diese intuitive Benutzerschnittstelle ist zwar universell einsetzbar, es gibt aber auch viele Anwendungsgebiete, wo sie an ihre Grenzen stößt: Ist beispielsweise Hygiene gefordert, dann ist jede Berührung einer von mehreren Personen genutzten Bedienfläche schon ein Ausschlusskriterium. Auch stoßen die Displays bei sehr großer Helligkeit an ihre Darstellungsgrenzen. Hat man im wahrsten Sinne des Wortes alle Hände voll, dann ist Touch nicht die Lösung. Verlangt die Aufgabe die genaue Beobachtung eines Vorgangs, beispielsweise die Positionierung einer schweren Last mittels Kran, ist aus Sicherheitsgründen der ablenkende Blick auf das Display zu unterlassen.

Ist beispielsweise Hygiene gefordert, dann ist jede Berührung einer von mehreren Personen genutzten Bedienfläche schon ein Ausschlusskriterium.

Es sind einige alternative Bedienkonzepte in den letzten Jahren entwickelt worden, konnten sich aber aus Kostengründen nur in Einzelfällen durchsetzen. Moderne Embedded-Computing-Module erlauben dank ihrer Leistungsfähigkeit und Vielseitigkeit nun eine kostengünstige Umsetzung dieser Konzepte zur Verbesserung der Bedienung von Geräten und Maschinen. Hier wird besonders von den Fortschritten im Bereich der Künstlichen Intelligenz (KI) und der Konnektivität profitiert.



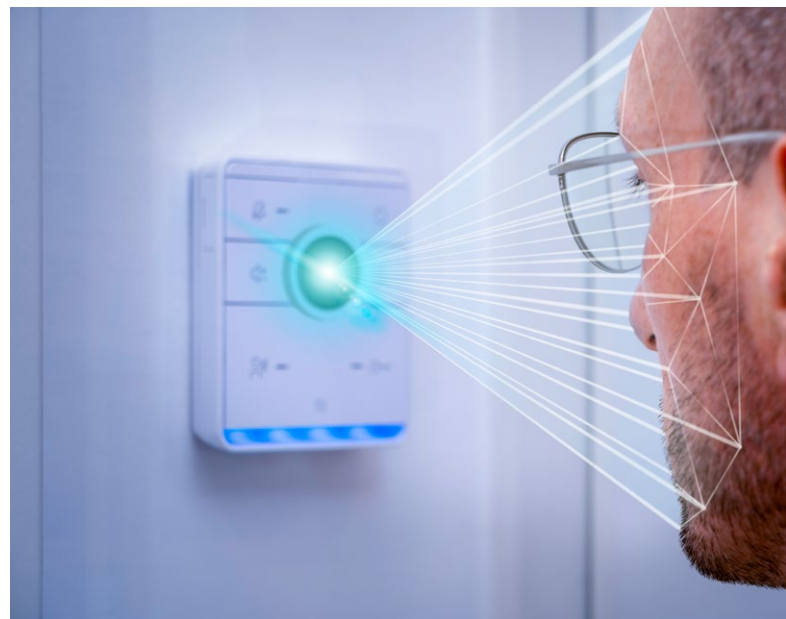
Hier kommen vor allem KI-Techniken zum Einsatz, die zu einem erhöhten Performancebedarf bei der Hardware führen und den Einsatz von KI-Beschleunigern ratsam machen – dies darf aber nicht zu Lasten des Energie-/Wärme-Budgets gehen, eine genügsame Stromaufnahme ist also gefordert.

Über optische Personen-/Situationserkennung können proaktive Anpassungen initiiert werden, beispielsweise längere Türöffnungszeiten bei Aufzügen, wenn Rollstuhlfahrer oder Kinderwagen anwesend sind. Damit lässt sich ein aktives Eingreifen durch den Benutzer komplett vermeiden, was oftmals als gesteigerten Komfort interpretiert wird.

Im Blick behalten

War die Bildverarbeitung bislang auf die Beobachtung von Prozessen zur Steuerung und Regelung in der Automation fokussiert, kommen jetzt zunehmend auch HMI-Aufgaben hinzu. Hier punktet die Kontaktlosigkeit der Bedienung, um Verschmutzungen von Schaltflächen und Kontakten zu vermeiden. Beispiele finden sich in der Backstube, wenn Geräte mit Teig verschmierten Händen bedient werden müssen: Mit Hand-Gesten lässt sich berührungslos die Backofentemperatur anpassen oder die Rührgeschwindigkeit schalten.

Auch die Personenerkennung eröffnet diverse neue Möglichkeiten: Beleuchtungen folgen dem Blick bzw. der Bewegung des Menschen, Alters- und Geschlechtererkennung optimieren Verkaufsautomaten und Kundenleitsysteme (interaktive Wegweiser). So könnte beispielsweise im Flugzeug das In-Seat-Entertainment-System erkennen, dass ein Kind vor ihm sitzt und die Filmauswahl entsprechend anpassen, das Spieleangebot hervorheben und den Duty-Free-Shop sperren. Oder Kaffeeautomaten erkennen ihre Stammkunden und optimieren entsprechend die Auswahl mit den persönlichen Favoriten.



Die Integration einer Kamera in das HMI kann unter Umständen Zusatzgeräte wie Barcodescanner einsparen, was die Kosten reduzieren und die Geräteoptik verbessern kann – also durchaus eine Überlegung wert ist.

Doppelt geprüft ist sicherer

Nicht jeder Mensch soll jede Maschine bedienen bzw. den Zugang dazu haben. Hier punktet die biometrische Authentifizierung mit dem Gesicht, da es sich im Unterschied zu Schlüsseln und NFC-Marken/-Karten nicht verlieren lässt und auch mit vollen Händen zur Verfügung steht. Die Gesichtserkennung per Kamera eignet sich ebenfalls zur Zwei-Token-Authentifizierung für Anwendungen mit einem erhöhten Sicherheitsbedarf. Auch hier ist KI gefragt, allerdings gekoppelt mit zusätzlichen Security-Funktionen, die möglichst tief in der Hardware integriert sind. Eine mögliche Nutzung wäre ein Zeiterfassungssystem, das neben der NFC-Karte auch das Gesicht erkennt, um das „kollegiale Einstempeln“ für nicht anwesende Kollegen zu verhindern.



Auf's Wort hören

KI dient nicht nur zur Bildverarbeitung, sondern kommt auch in der Sprach- oder Geräuscherkennung zum Einsatz. Die akustische Bedienung punktet besonders, wenn alle Hände im Einsatz sind und zusätzlich die Augen nicht abgewendet werden können – beispielsweise in der Neurochirurgie unter einem Makroskop. Sprachkommandos des Chirurgen galten bislang den menschlichen Kollegen im OP und könnten jetzt auch die Geräte schalten. In dieser Situation empfiehlt es sich, dem Nutzer das Feedback auch akustisch zu geben, damit es zu keiner ungewollten Unterbrechung der diffizilen Arbeit kommt, um Skalen oder Display-Meldungen abzulesen.



Manchmal braucht es kein revolutionäres neues Bedienkonzept, sondern die clevere Optimierung eines bestehenden HMIs.

Von Mensch zu Mensch

In einigen Situationen, speziell bei Verkaufsautomaten und Bezahlstationen stößt eine noch so gute Programmierung und umfangreiche Datenbank manchmal an ihre Grenzen und die Hilfe durch einen Menschen ist notwendig – was mittels Audio- (VoIP) oder Video-Call machbar ist. Hier gewinnt eine Audioverarbeitung, die mehrere Mikrofone gleichzeitig auswerten kann, da sie Störgeräusche besser minimieren kann. Darüber hinaus muss eine zuverlässige Kommunikation bereitgestellt werden, die über Redundanz bzw. alternative Netzwerktechnologie verfügt, um auch bei Leitungstörungen zur Verfügung zu stehen.

Herr der Lage

Manchmal braucht es kein revolutionäres neues Bedienkonzept, sondern die clevere Optimierung eines bestehenden HMIs. So können beispielsweise Beschleunigungssensoren aus der Lageposition erkennen, in welchem Zustand das Gerät ist und welche Bedienschritte sinnvoll sind. Oder es lässt sich mit Lidar-Sensoren die automatische Positioniergenauigkeit erhöhen und mögliche Stellzeiten durch den Menschen reduzieren - hier punktet eine HMI also nicht durch eine intuitivere, sondern durch eine schnellere Bedienung. Allerdings muss die Hardware die entsprechenden Sensor-Schnittstellen unterstützen.

Klassiker beherrschen

Auch wenn bei der Einführung von neuen Bedienkonzepten oftmals an einen Vollaustausch, also einen kompletten Umstieg von der einen auf die andere Technologie, gedacht wird, ist es ratsam, dass die verbaute Embedded-Computing-Technik auch weiterhin die gewohnten Bedienkonzepte unterstützen kann – manche Fortschritte werden nicht so schnell von den Kunden akzeptiert wie erhofft. Zudem ist oft an der gewohnten HMI nichts auszusetzen, es müsste nur eine Verbesserung am Touch-Display erfolgen, sei es die Größe, Anzahl oder Auflösung.

Optionen offenlassen

Man muss sich also Optionen offenlassen, um auf den Geschmack der Kunden reagieren zu können. Ebenso sollte die eingesetzte Elektronik auch Luft nach oben und unten haben, damit die Produktentwicklung / Markenpflege leichter das Produktportfolio optimieren kann. Ebenso ist es ratsam, eine langfristige Lieferbarkeit im Auge zu behalten, besonders bei zulassungsbedürftigen Geräten, um eine Zeit- und Kosten aufwändige Re-Zertifizierung zu ersparen.

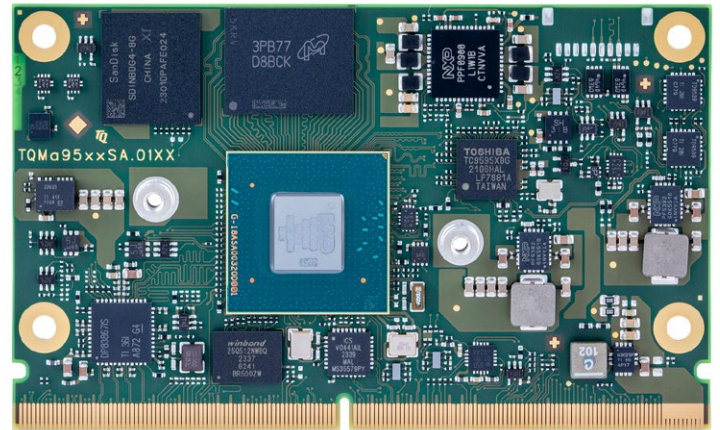
Einfacher Zugang zur Technologie

Die Multitouch-Bedienung der Smartphones ist die Vorlage für viele HMIs und löste so eine Revolution der Benutzerführung zahlloser Geräte aus. Sie ist aber nicht das Ende der Entwicklung für eine intuitivere, zuverlässigere und sicherere Gerätebedienung. Die aktuellen Halbleiterdesigns greifen die Trends auf und integrieren die notwendige Funktionalität in die CPUs.

Ein Beispiel ist der i.MX 95 von NXP, der neben den beliebten Arm-Cores unter anderem auch über einen KI-Beschleuniger mit einer Spitzenleistung von 2 TOPS verfügt. Dieser Baustein ist die Grundlage für die TQ-Embedded-Module TQMa95xxSA (SMARC-Steckmodul) und TQMa95xxLA (auflötbar). Die beiden softwarekompatiblen Module kombinieren so die notwendige Performance und die Schnittstellen für moderne HMIs.

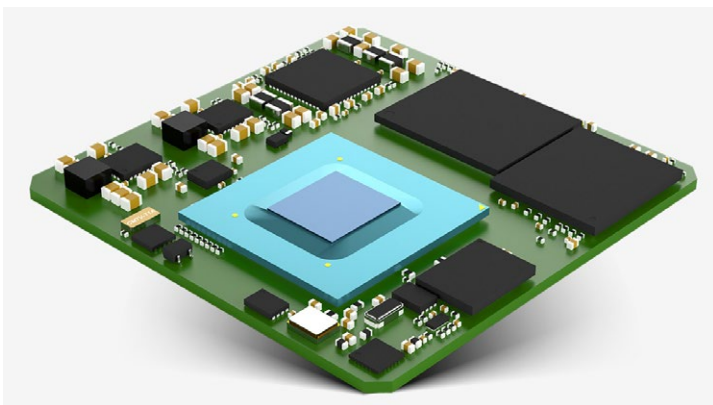
Um sich dem Leistungsbedarf der Anwendung und ihrem HMI optimal anpassen zu können, stehen die Module mit zwei, vier oder sechs Arm Cortex-A55-Cores zur Verfügung. Dank ihrer hohen Skalierbarkeit kann diese Plattform auch langfristig auf einen wachsenden Leistungsbedarf der Applikation reagieren. Zwei unabhängige Echtzeit-Domänen (Arm Cortex-M7 und Arm Cortex-M33) stehen für Sicherheits-/Low-Power- und Hochleistungs-Echtzeitanwendungen zusätzlich zur Verfügung. Mit bis zu 16 GB LPDDR5, bis zu 256 MB Quad-SPI NOR-Flash und bis zu 256 GB eMMC bieten die Module genügend Speicherplatz auch für sehr umfangreiche HMIs.

Die Modul-Familie ermöglicht Bildanalysen durch die integrierte NXP eIQ Neutron NPU (KI-Beschleuniger) als Teil einer Machine-Vision-Pipeline für den Einsatz mit netzwerkfähigen Smart-Kameras oder mehreren Kamerasensoren. Letztere unterstützt der NXP ISP (Image Signal Processor) und ermöglicht so die Nutzung einer breiten



Palette von Bildsensoren für Industrie-, Robotik-, Medizin- und Automobilanwendungen. Anschluss finden sie über 2 x MIPI-CSI2 (1 x 4 und 1 x 2 Lanes) und über einen 10-Gbit-Ethernet- oder bis zu zwei Gbit-Ethernet-Ports (1x TSN-fähig). Diese ausgefeilte Bildverarbeitungspipeline ermöglicht vielfältige Bildverarbeitung wie Gesten- oder Personenerkennung.

Allerdings ist die Bildanalyse für viele Entwickler ein totales Neuland, deshalb gewinnt der Software-Support besonders an Bedeutung. NXPs eIQ Neutron NPU und die Entwicklung von Anwendungen für Maschinelles Lernen (ML) werden durch das preisgekrönte eIQ ML Software Development Environment unterstützt, eine Sammlung von Bibliotheken und Entwicklungswerkzeugen für die Erstellung von Anwendungen für ML, die für i.MX-Anwendungsprozessoren und MCUs entwickelt wurden. Das eIQ-Toolkit nutzt Open-Source-Technologien und ist vollständig in die Yocto-Entwicklungsumgebungen integriert, was die Entwicklung kompletter Anwendungen auf Systemebene erleichtert.



Für die Grafikdarstellung mit Auflösungen bis zu 3840 x 1440p60 sorgt die im i.MX95 integrierte Arm Mali GPU sowie 2 x LVDS (vier Lanes) und 1 x eDP (zwei Lanes) auf dem Modul. Zur Programmierung unterstützt die GPU OpenGL ES 3.2, Vulkan 1.2 und OpenCL 3.0. Damit genügt die Grafikeinheit der Embedded-Module den Forderungen nach größeren bzw. mehr Touchdisplays. Zudem ist die 2D-GPU Teil der Echtzeit-Domäne und kann Grafik-Overlays in Echtzeit für Anwendungen erstellen, die eine spezielle visuelle Integration verlangen – z.B. ein „Spiegel“, der ein anprobiertes Bekleidungsstück auch mit den alternativen Farben und Mustern darstellen kann.

Im Bereich Audio stellt der TQMa95xxLA zahlreiche Schnittstellen zur Verfügung:

- Bis zu 5 x I2S
- Bis zu 4 x PDM Mikrofone Interface (MICFIL)
- Bis zu 1 x SP/DIF

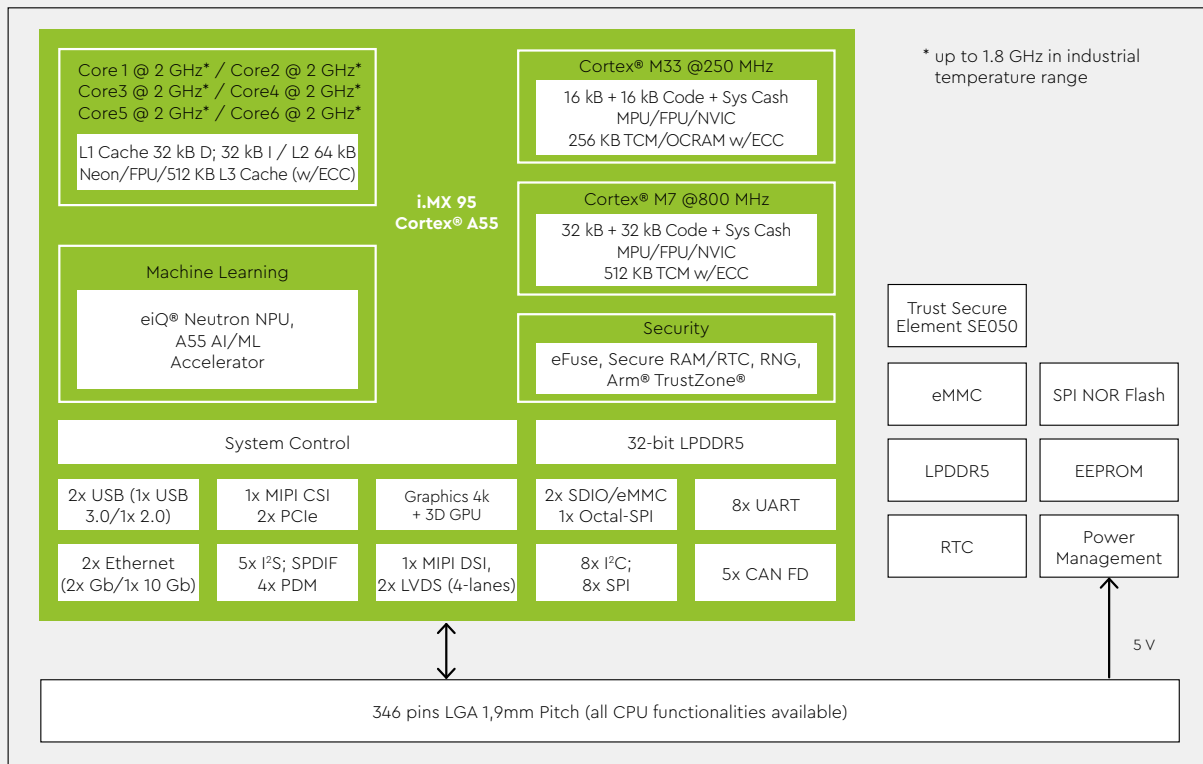
Damit ist das Module gerüstet auch für anspruchsvolle Aufgabenstellungen im Bereich der Audioverarbeitung und -signalisierung.

Der optionale Gyroscope-Sensor der TQMa95xxSA/LA-Familie ermöglicht Lageänderungen auszuwerten, um beispielsweise Sicherheitsfunktion zu aktivieren oder Menüs automatisch bereitzustellen, die der Lagekorrektur dienen. Andere Sensoren lassen sich über bis zu acht I2C-Busse einbinden.

Wird eine sehr hohe Bandbreite benötigt, können bis zu zwei PCIe-3.0-Links zum Einsatz kommen. Für die schnelle Kommunikation mit Netzwerken bzw. Netzwerk-Kameras stehen bis zu 2 x Gbit-Ethernet (TSN-fähig) und 1 x 10Gbit-Ethernet bereit.

Die Audio- und Videoverarbeitung kann bei modernen HMLs sehr anspruchsvoll sein.



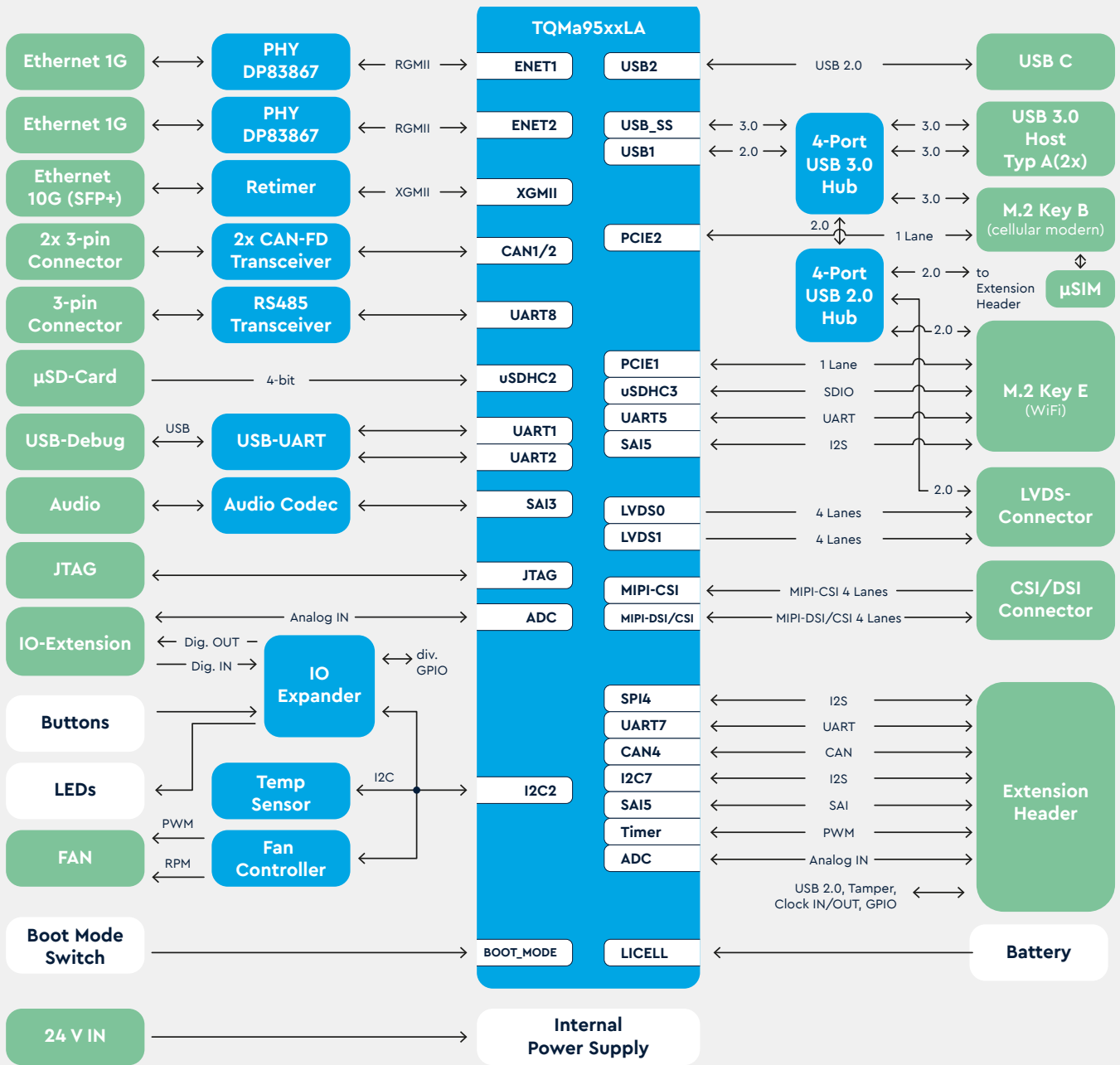


Security ist eine wesentliche Grundlage für viele Edge-Anwendungen und HMIs. Die i.MX-95-Familie integriert eine sichere Enklave, um die Implementierung sicherheitskritischer Funktionen wie sicheres Booten, Kryptografie, Vertrauensbildung und Laufzeit-Authentifizierung zu vereinfachen. Die Plattform verfügt über eine dedizierte Kryptografie-Engine mit Unterstützung für eine Vielzahl von Standards. Optional kann mit einem Secure Element die Hardware-Security der Module weiter erhöht werden. In Kombination mit den EdgeLock 2GO Key Management Services von NXP eignen sich die Module für die sichere Fernverwaltung im Feld, einschließlich sicherer OTA-Updates (Over-the-Air).

Flexibilität ist auch bei der Integration auf dem Carrier-board geboten: Entweder einsteckbar als SMARC-Modul (TQMa95xxSA) oder einlötlbar als LGA-Modul (TQMa95xxLA). Der Standardbetriebstemperaturbereich liegt zwischen -25°C und +85°C. Der erweiterte Temperaturbereich geht von -40°C bis +85°C. Eine typische Leistungsaufnahme der Module von nur 6 W trägt zur einfacheren Integration dank reduziertem Kühlaufwand bei. Damit ist die TQMa95xxSA/LA-Familie bestens geeignet für die unterschiedlichsten anspruchsvollen HMIs auch bei herausfordernden Umgebungsbedingungen.

Um eine optimale HMI zu entwickeln, gilt das Motto „Probieren geht über Studieren“, also Erfahrungswerte zu sammeln durch Tests und Experimente. Zur Unterstützung dieser Aufgabe bietet TQ entsprechende Evaluierungsboards. So steht für TQMa95xxSA das MB-SMARC-2 Carrier-board bereit. Für das TQMa95xxLA bietet das MBa95xxCA einen hochinteressanten Schnittstellen-Mix an, um auch die ausgefallensten Kombinationen für die Evaluierung bereitzustellen. Beide Mainboards liefern für Neuentwicklungen wichtige Grundlagen auf Basis qualifizierter Schnittstellen und können so zukunftsweisende Produkte schneller zum Erfolg führen.

Um eine optimale HMI zu entwickeln, gilt das Motto „Probieren geht über Studieren“, also Erfahrungswerte zu sammeln durch Tests und Experimente.



15 Jahre

Zahlreiche Module sind sogar über 15 Jahre lieferbar.

Als erfahrenes E²MS Unternehmen und Systemanbieter kann die TQ-Group zudem zahlreiche Dienstleistungen zu den Modulen anbieten und so Unterstützung in vielen Phasen der Produktentwicklung und Fertigung bieten.

Keine Probleme bereitet auch ein dauerhafter Erfolg eines Projekts: Alle Module und SBCs von TQ-Embedded sind für eine langfristige Verfügbarkeit von mindestens sieben Jahren ausgelegt – zahlreiche Module sind sogar über 15 Jahre lieferbar. Mit einer ausgeklügelten Obsolescence-Management-Strategie schützt TQ die Produkte vor unerwarteten Änderungen und Abkündigungen – was bei wechselnden Marktsituation ein unverzichtbarer Bestandteil der Produktlebenszyklus-Maßnahmen ist. Somit stehen die Produkte auch bei sehr langen Projektlaufzeiten zur Verfügung. Darüber hinaus unterstützt TQ die Kunden gerne mit diversen Obsolescence-Management-Dienstleistungen.

Dies ist von besonderer Bedeutung für Start-up-Unternehmen, die nur über begrenzte Fertigungsressourcen verfügen – der Embedded-Hardware-Teil ihrer Projekte wird gerne von TQ übernommen. Zudem ist das firmeneigene Product Compliance Center für die Durchführung von Prüfungen zur elektromagnetischen Verträglichkeit, Produktsicherheit und für Umweltprüfungen zugelassen.





Über den Autor

Konrad Zöpf ist Produkt Manager für ARM-basierte Embedded-Module und -Systeme bei TQ-Systems GmbH in Seefeld bei München. Zudem ist er stellvertretender Geschäftsbereichsleiter von TQ Embedded.

Er ist Autor mehrerer Fachartikel zu den Themen ARM-Module und -Systeme in Verbindung zu IOT, Security und Wireless.

Das **Technologie-Unternehmen TQ-Group** bietet das komplette Leistungsspektrum von der Entwicklung, Produktion und Service bis hin zum Produktlebenszyklusmanagement. Die Dienstleistungen umfassen dabei Baugruppen, Geräte und Systeme inklusive Hardware, Software und Mechanik. Kunden können bei TQ sämtliche Leistungen modular als Einzelleistungen wie auch im Komplettpaket entsprechend ihrer individuellen Anforderungen beziehen. Standardprodukte wie fertige Mikrocontrollermodule (Minimodule), Antriebs- und Automatisierungslösungen ergänzen das Dienstleistungsspektrum.

Die TQ-Group beschäftigt an den Standorten Delling, Seefeld, Inning, Augsburg, Peiting, Durach im Allgäu, Wetter an der Ruhr, Chemnitz, Leipzig, Fontaines (Schweiz), Shanghai (China) und Chesapeake (USA) insgesamt rund 2.000 Mitarbeiter.

Ihr Kontakt zu TQ

Sie möchten mehr darüber erfahren, wie TQ-Systems Sie beim Thema i.MX 95 unterstützen kann?

✉ info@tq-embedded.com

🌐 www.tq-group.com/i.mx9