

Das muss man zur GMSL-Technologie wissen

GMSL (Gigabit Multimedia Serial Link) ist eine serielle Schnittstelle zur Videoübertragung.



Ein robuster Embedded-Computer des Herstellers Syslogic. Er basiert auf einem NVIDIA-Jetson-Modul und ist dadurch in der Lage, anfallende Daten der GMSL-Kameras praktisch in Echtzeit zu verarbeiten.

Mit hoher Datenrate bei niedriger Latenz ist GMSL die ideale Technologie für Sensor-Fusion-Anwendungen. Allerdings hat GMSL seine Tücken – vor allem, was die Systemintegration anbelangt.

Hochgeschwindigkeitsdatenübertragung ist ein essenzieller Bestandteil moderner Sensor-Fusion-Applikationen. Gigabit Multimedia Serial Link (GMSL) spielt dabei eine zentrale Rolle. Mit dieser Videoschnittstelle lassen sich hochauflösende Sensordaten effizient übertragen und damit Multi-Stream-Anwendungen umsetzen. Ein weiterer Vorteil von GMSL ist die Zuverlässigkeit und Robustheit. Häufige Anwendungsgebiete sind Fahrerassistenzsysteme (ADAS) und Kamera-Monitoring-Systeme.

Für Automotive entwickelt

GMSL wurde ursprünglich vom kalifornischen Unternehmen Maxim Integrated entwickelt. Dieses existiert heute nicht mehr, da es 2021 von Analog Devices übernommen wurde. Die GMSL-Technologie hingegen hat ihren weltweiten Siegeszug in der Automotive-Industrie fortgesetzt und wird inzwischen branchenübergreifend geschätzt, unter anderem in fahrerlosen Transportsystemen (FTS), kollaborativen Robotern (Cobots), autonomen mobilen Robotern (AMRs), der Agrartechnik sowie in Off-Highway-Applikationen.

Der Erfolg von GMSL beruht auf einer Kombination aus hoher Datenrate, niedriger Latenz, geringem Energiebedarf, echter Vollduplex-Kommunikation und ausgezeichneter Datenintegrität.

Hohe Datenrate bei niedriger Latenz

GMSL3 unterstützt Datenraten von bis zu 12 Gbit/s, GMSL2 von bis zu 6 Gbit/s bei sehr geringer Latenz. Das ermöglicht die Übertragung von hochauflösenden Sensordaten in Echtzeitanwendungen. Entsprechend kommt GMSL häufig in Sensor-Fusion-Setups zum Einsatz, in denen Daten mehrerer

hochauflösender Kameras sowie weiterer Sensoren wie Radar oder Lidar in Echtzeit übertragen, zusammengeführt und im selben Prozessor verarbeitet werden.

Geringer Verkabelungsaufwand

dank Power-over-Coax (PoC): Mit GMSL lässt sich der Verkabelungsaufwand deutlich reduzieren, da die Stromversorgung zusammen mit der Videoübertragung über dasselbe Koaxialkabel (PoC) erfolgt – es wird also nur ein einziges Kabel benötigt. Sensoren wie Kameras, die über GMSL an ein Gerät angeschlossen sind, können direkt daraus mit Strom versorgt werden, ohne ein zusätzliches Netzkabel. Besonders GMSL2 und GMSL3 ermöglichen es, neben Video und Strom auch Steuerbefehle, Synchronisationssignale, Haptik- und Touch-Daten, Software-Updates, Statusmeldungen und mehr über einen einzigen Anschluss zu übertragen.

Darüber hinaus unterstützt GMSL die gleichzeitige Übertragung von Sensordaten, Strom und Steuerungsdaten mittels serieller Protokolle wie SPI (Serial Peripheral Interface) oder I²C (Inter-Integrated Circuit) in beide Richtungen (Duplex-Kommunikation). Durch die optimale

Nutzung der Bandbreite erzielt GMSL eine sehr geringe Latenz und unterstützt dank der hohen Datenrate auch hochauflösende Kameras. Dies senkt die Kosten, verbessert die Zuverlässigkeit und erhöht die Langlebigkeit der gesamten Anwendung, da Kabel und Steckverbindungen zu den häufigsten Fehlerquellen zählen.

Bis zu 15 Meter Kabellänge

Die GMSL-Technologie ermöglicht eine Langstreckenübertragung über Distanzen von bis zu 15 Metern. Kameras können dabei bis zu 15 Meter vom Host-Prozessor entfernt positioniert werden, ohne dass die Übertragungsgeschwindigkeit, die hohe Bildrate oder die geringe Latenz beeinträchtigt werden.

Die Herausforderungen von GMSL

Da hochauflösende Videos sehr viele Daten enthalten, werden sie zur Übertragung komprimiert. Der Serializer (Ses) verarbeitet eingehende parallele Daten vom Sensor und wandelt sie in einen sequentiellen seriellen Datenstrom um. Die Übertragung findet in Datenpaketen statt. Am anderen Ende des Kabels empfängt der Deserializer (Des) die seriellen Datenpakete und wandelt sie in ihre ursprüngliche parallele Form zurück und stellt so sicher, dass der Embedded-Computer sie versteht. Danach werden die Videodaten ausgewertet – sei es für Fahrerassistenzsysteme, Precision Farming, Umgebungsüberwachung oder autonomes Fahren.

Nachteile

Bei allen Vorteilen dieser Technologie bietet GMSL auch Nachteile. Dazu gehört die aufwändige Systemintegration im Vergleich zu Kameraschnittstellen wie USB oder TCP/IP. Insbesondere die Verwendung des Virtual Channel Frameworks stellt Entwickler vor technische Herausforderungen. Diese betreffen sowohl die Hardwarekonfiguration als auch die softwareseitige Anbindung und erfordern ein tiefes Verständnis der zugrunde liegenden Technologien.

Autor:

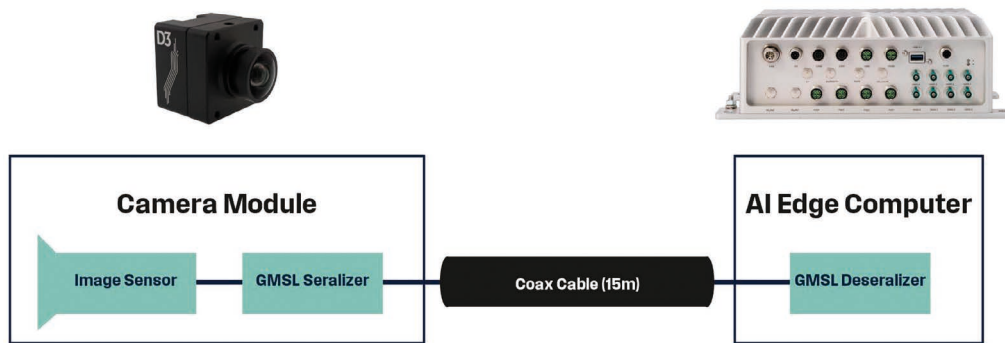
Patrik Hellmüller

Marketing Communications

Manager

Syslogic AG

www.syslogic.com/de



Kameras können bis zu 15 Meter vom Host-Prozessor entfernt positioniert werden, ohne dass die Übertragung beeinflusst wird.

Wichtig ist insbesondere, dass Serializer und Deserializer kompatibel sind, daher aus derselben Produktfamilie stammen. Weiter muss der Deserializer mit dem Prozessor, der die Daten verarbeitet, kompatibel sein. Nur wenn der Prozessor das Ausgabeformat (z. B. MIPI-CSI) unterstützt, lassen sich die Daten weiterverarbeiten. Nachfolgend werden die Herausforderungen im Detail beschrieben.

I²C-Adressierung und Proxy-Adressen

Da mehrere Sensoren und Serializer häufig identische physikalische I²C-Adressen haben, ist die Zuweisung eindeutiger Proxy-Adressen notwendig. Diese werden zur Laufzeit vom Deserializer gesetzt, um Adresskon-

flikte zu vermeiden und eine eindeutige Kommunikation zu gewährleisten.

Virtuelle Kanäle (Virtual Channels)

Zur parallelen Übertragung mehrerer Videoströme über eine gemeinsame CSI-Schnittstelle werden virtuelle Kanäle verwendet. Jeder Stream erhält eine eindeutige Virtual Channel-ID, die sowohl im Sensor- als auch im Empfängersystem korrekt konfiguriert sein muss, um eine fehlerfreie Datenzuordnung sicherzustellen.

Gerätekonfiguration über Device Tree

Die korrekte Einrichtung der Device Tree ist entscheidend für die Systemfunktionalität. Dies umfasst

die Definition von CSI-Lanes, Bandbreitenparametern, Stromversorgungen und die genaue Zuordnung der Komponenten zueinander. Bei Fehlkonfigurationen funktioniert das Empfangen des Kamera-Streams meist nicht. Die Fehlersuche gestaltet sich äußerst aufwändig.

Synchronisation und Timing

Die gleichzeitige Nutzung mehrerer Sensoren erfordert eine präzise Synchronisation, insbesondere wenn diese über denselben CSI-Port kommunizieren. Unterschiedliche Lane-Konfigurationen oder asynchrone Betriebsmodi können zu Datenverlust oder Fehlinterpretationen führen. Mögliche Einschränkungen sind Bildflackern bei Szenenwechseln und suboptimale

Bildqualität aufgrund unzureichender Sensorkalibrierung. Zudem ist die Unterstützung für bestimmte Hardwarekonfigurationen, wie z. B. 4x CSI-Aggregatoren, derzeit noch nicht vollständig von allen Herstellern validiert.

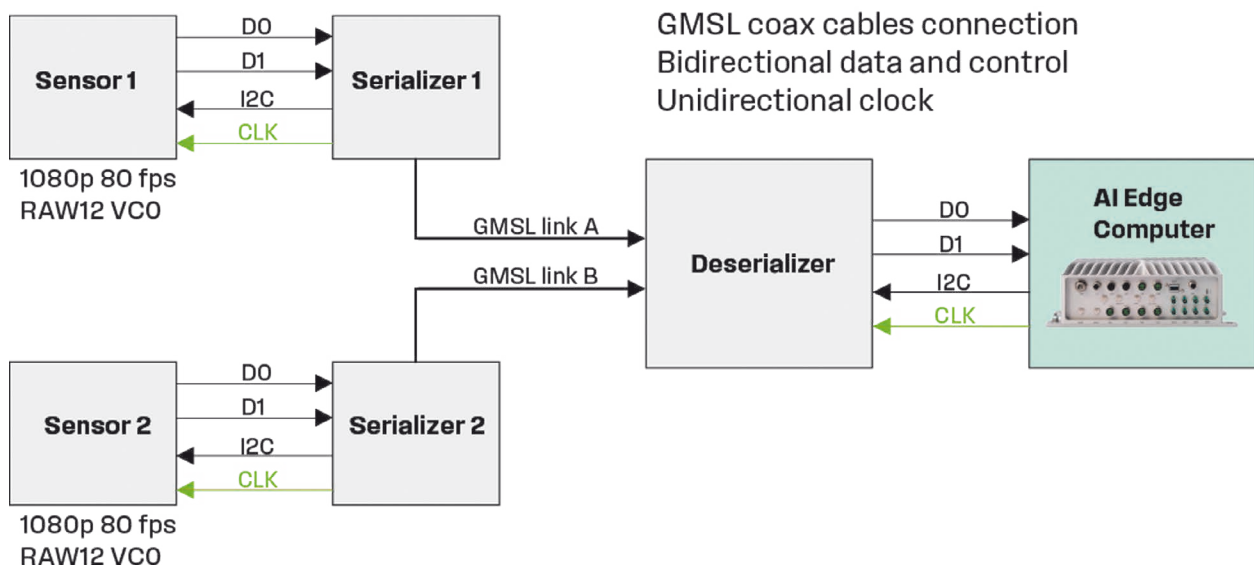
Verfügbarkeit als weitere Herausforderung

GMSL wurde ursprünglich für die Automotive-Industrie entwickelt. Entsprechend haben die Hersteller von GMSL-Kameras ihre Prozesse auf große Stückzahlen (>1000) ausgelegt. Dies kann für Unternehmen, welche nur kleine Stückzahlen benötigen, zu Herausforderungen in der Beschaffung führen.

Wie gelingt die Integration möglichst einfach?

Um eine Anwendung umzusetzen, werden GMSL-Kameras mit Embedded-Computern gekoppelt.

Viele Hersteller bieten Embedded-Systeme mit GMSL-Schnittstellen an. Um die Kameraintegration für Endkunden zu vereinfachen, arbeiten Anbieter wie Syslogics eng mit verschiedenen Kameraproduzenten zusammen. Zahlreiche GMSL-Kameras sind bereits für den unmittelbaren Einsatz mit entsprechenden Embedded-Plattformen vorbereitet. Das verkürzt die Time-to-Market und erleichtert die gesamte Systemintegration. ◀



Der Serializer verarbeitet eingehende parallele Daten vom Sensor und wandelt sie in einen sequentiellen seriellen Datenstrom um. Der Deserializer empfängt die seriellen Datenpakete und wandelt sie in ihre ursprüngliche parallele Form zurück.