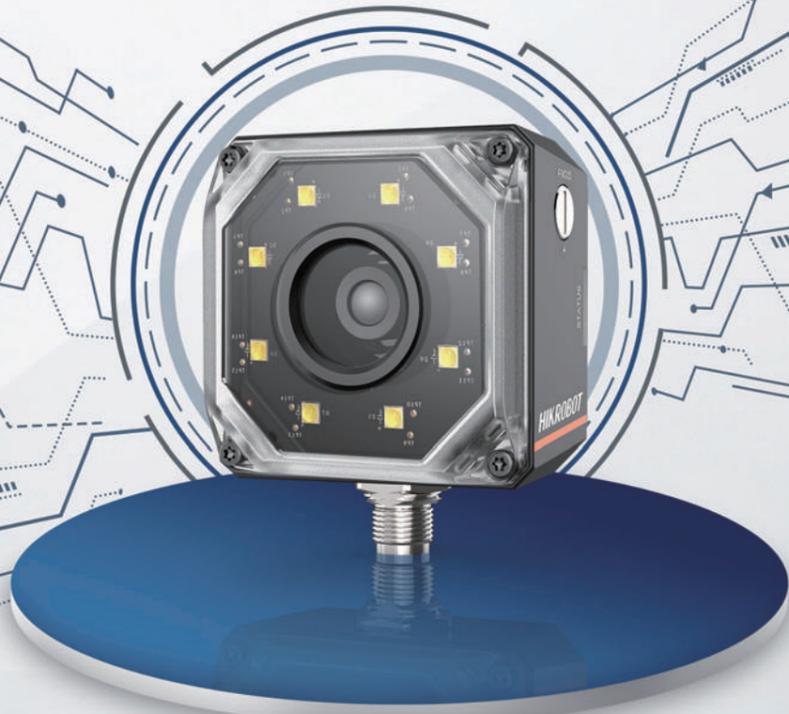


HIKROBOT

Finite Size, Infinite Power

SC2000 Series Vision Sensor



- High performance hardware platform embedded in a compact and rugged structure
- Rich built-in vision tools for inspection of presence/absence, front/back, position, dimension, etc.
- User-friendly web-based configuration interface
- Field interchangeable lighting and optics

LogiMAT
2020

Stand B76, Hall 7
Messe Stuttgart

www.hikrobotics.com
hikrobot@hikrobotics.com
Follow Hikrobot on 

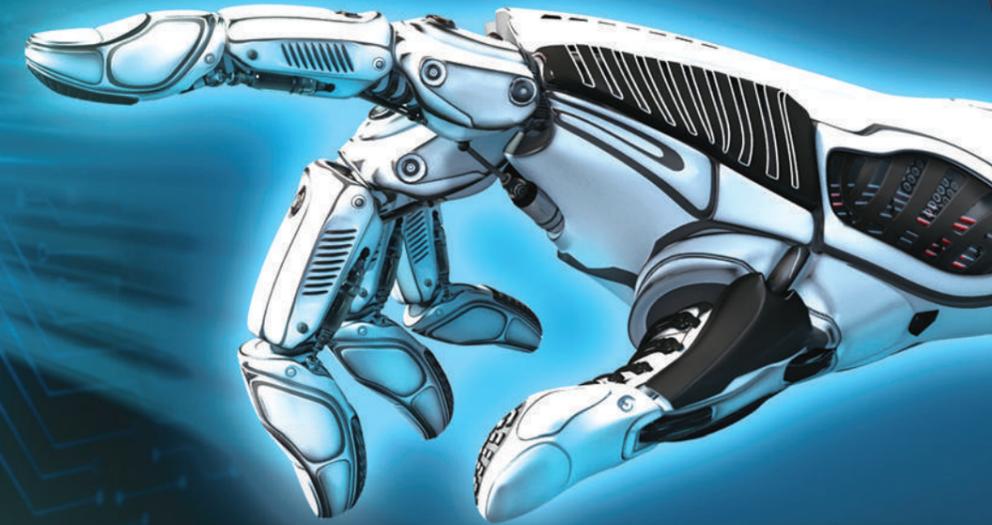
VISION

BILDVERARBEITUNG / EMBEDDED VISION / MESSTECHNIK

www.invision-news.de
Februar 2020

Sonderheft
AI & Embedded
Vision

06 | AI-fertige Inferenzlösungen



14 Sparse Modeling

Neue energiearmer KI-Ansatz für Embedded-Plattformen

28 KI-System im Test

Das neue Advantech Inferenzsystem im Belastungstest

44 MIPI-Kameramodule

MIPI-Kameramodule für Embedded-Vision-Plattformen

PLUG-IN
ELECTRONIC GMBH

Your software partner
for deep learning applications:

- Adaptive Vision Studio 5.0 for rapid development
- Adaptive Vision Library 5.0 for C++ and .NET programming
- Deep Learning Add-on with five ready image analysis tools
- WEAVER™ inference engine for the highest performance on CPU and GPU
- Online dataset management & collaboration platform

This product employs
WEAVER

KI im Fokus

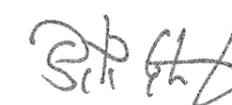
In den letzten Jahren ist sehr viel über KI und Embedded Vision geschrieben worden, weshalb wir mit diesem inVISION eMagazin beide Themen nochmals näher vorstellen möchten.

Dabei geht es neben künstlicher Intelligenz (Machine Learning, Deep Learning...) auch um die entsprechende(n) Hardware (-beschleuniger) sowie Kameramodule für den Embedded-Vision-Bereich, bei denen vor allem MIPI im Fokus der Entwicklungen steht. Natürlich betrachten wir dabei alle drei Themen aus dem Blickwinkel der Bildverarbeitung und welche Vorteile sich dadurch für zukünftige Visionsysteme ergeben. Auffallend ist,

dass neben den vielen Startups im Bereich KI auch die klassischen IPC-Hardwarehersteller das Thema KI & Vision in den Fokus ihrer Aktivitäten genommen haben. So gibt es neben den immer schnelleren Rechnersystemen mittlerweile auch KI- bzw. FPGA-Beschleunigerkarten, die eine entsprechende Alternative zu GPU-basierten KI-Lösungen sind. Viele der in dieser Ausgabe beschriebenen Produkte, Lösungen und Firmen können Sie live auf der Embedded World (25.-27. Februar 2020, Nürnberg) sehen. Auch hier zeigt sich für mich, wie wichtig das Thema Embedded Vision für die Bildverarbeitung geworden ist. Während mir früher ein halber Tag ausgereicht hat, um die interessantesten Vision-Neuheiten auf der Messe in Augenschein zu nehmen, habe ich dieses Mal zwei Tage eingeplant, um mir selbst live vor Ort ein

Bild über die aktuellsten Entwicklungen aus KI und Embedded Vision machen zu können. Vielleicht treffen wir uns ja in den Nürnberger Messehallen.

Viel Spaß beim Lesen!



Dr.-Ing. Peter Ebert
Chefredakteur inVISION
pebert@invision-news.de

PS: Eine interessante Veranstaltung ist auch der diesjährige MVtec Innovation Day am 20. Februar in München. Neben zahlreichen Halcon- und Merlic-News wird dort auch Deep Learning und Anomaly Detection im Fokus der Präsentationen stehen.

- Anzeige -



THINK INFERENT.

MIT IDS **NXT ocean** DIE INFERENZKAMERA-KOMPLETTLÖSUNG



IDS **NXT ocean** > aufnehmen > labeln > trainieren > KI ausführen.



Erstmals findet auf der Embedded World 2020 die 'Embedded Vision Arena' statt. Auch zwei Sessions des Embedded World Congress haben Embedded Vision zum Inhalt.

Person833

43.7% Calm
27.2% Happy
10.5% Sad
9.0% Confused
3.9% Angry
3.9% Surprised
1.7% Disgusted



KI Everywhere

Messevorschau Embedded World 2020

TEXT UND BILD | NÜRNBERG MESSE GMBH

Zahlreiche der über 1.000 Aussteller beschäftigen sich dieses Jahr auf der Embedded World (25. bis 27. Februar, Nürnberg) mit den Themen Embedded Vision oder KI für Machine Vision.

2019 konnte die Messe mehr als 30.000 Fachbesucher verzeichnen. Der Branchentreff bietet auch dieses Jahr in sieben Messehallen alles rund um die Themen Embedded System Technologien, verteilte Intelligenz und IoT. Erstmals findet in Halle 2 die 'Embedded Vision Arena' mit zehn Ausstellern (u.a. Allied Vision, Basler, Framos, NET, The Imaging Source...) statt. Der Embedded Award 2020 wird in den Kategorien Software, Hardware, Tools, Startup und Embedded

Vision vergeben. Preisträger 2019 in der Embedded Vision Rubrik war übrigens Basler. Zeitgleich findet die Embedded World Conference eWC statt, die unter dem Motto 'Connecting Embedded Intelligence' steht. Insgesamt gliedert sich das Programm in zehn Konferenzcluster. Zwei Sessions mit jeweils fünf Vorträgen (u.a. Allied Vision, Intel, MVTec, Vision Components...), die in Zusammenarbeit mit dem VDMA zusammengestellt wurden, beschäftigen sich am Donnerstag (27. Februar) mit Embedded Vision. Die automatisierte Mustererkennung in Bildern mittels KI verleiht dem ohnehin schon boomenden Anwendungsbereich Embedded Vision weitere Dynamik. Nicht nur, dass Kamerasysteme immer günstiger, energieeffizienter und kleiner werden. So werden nun auch Anwendungen wie z.B. die Fußgängererkennung bei autonomen

Fahrzeugen, Identifikation von Personen durch Gesichtserkennung, Abgleich von Fingerabdrücken oder AOI von KI unterstützt. Zudem profitieren autonome Systeme von den Entwicklungen. Hierin eingeschlossen sind die Bereiche des autonomen Fahrens, der autonomen, unter Umständen auch kollaborativen Robotik oder der intelligenten Assistenzsysteme. Darüber hinaus gibt es natürlich zahlreiche weitere Anwendungen, die vom Einsatz von KI und ML profitieren können. Generell gilt, dass KI-basierte Systeme immer dort vorteilhaft eingesetzt werden können, wo die Probleme so komplex oder so unstrukturiert werden, dass die Methoden der klassischen Modellbildung zu entwicklungsaufwändig, zu teuer oder zu unflexibel wären. ■

www.embedded-world.de



Bild: Vecow CO LDT

INHALT

■ AKTUELL

Messevorschau Embedded World 2020	04
Titelstory: Komplettlösungen für AI-Vision-Anwendungen	06
Standardization Initiative Embedded Vision Interface	08
Nachbericht Embedded Vision Europe 2019	09
Ethik und Erklärbarkeit in Bezug auf KI	10
How real world CV is changing by Deep Learning	12
Index / Impressum	51

■ KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

Sparse Modeling für schlanke und leistungsstarke KI	14
CNN-based Deep Learning classification library	18
Anomalien einfach und zielsicher erkennen	20
Anwendertaugliches Deep Learning auch für Einsteiger	22
Programmierung von AI-Lösungen unter Java und .NET	24
Identification of Different Car Seat Headrests with CNNs	26

■ INDUSTRIE-PCS & BOARDS

Oberflächeninspektion von Leiterplatten per KI	28
Testbericht zum Advantech MIC 730AI Inferenzsystem	30
Leistungsstarkes SoM für hohe Datendurchsätze und KI	33
Ultra Low Latency Streaming-Plattform	34
KI-Beschleunigerkarten für (Vision) Edge Computing	36
GPU und Echtzeitsteuerung für lüfterlose BV-Rechner	38
KI überwacht Betriebszustand von Embedded-Vision-PCs	40
Funktionsbaukasten für automatische Checkoutsysteme im Retail	42

■ (MIPI)-KAMERAMODULE

MIPI/CSI-2 Module bis 15m Kabellänge mit FPD-Link III	44
Mit verschiedenen CPU-Boards kombinierbare MIPI-Kameraplatten	46
MIPI CSI-2 für professionelle Embedded-Systeme	48
Marktübersicht: Board-Level-Kameras	50



Matrox Industrie PCs Vision & Automation

- **19" Rack, Box und lüfterlose Embedded IPCs** drei unterschiedliche Plattformen in der neuesten Generation
- **robuste Technologie mit hoher Leistung** industrial-grade Komponenten für höchste Zuverlässigkeit
- **Lifecycle-Managed und Langzeit-Verfügbar** streng kontrolliertes Produkt-Change-Management für höchste Planungssicherheit

VHub AI DEVELOPER



Bild 1 | Der VHub verfügt über ein Intel-OpenVino-basiertes Software-Entwicklungs-Kit, das mehr als 200 vortrainierte Funktionen zur Bewegungs-, Gesichts-, Objekt- und Zeichenerkennung beinhaltet.

AIoT for Vision

Titelstory: Komplettlösung für AI-Vision-Anwendungen

AUTORIN: MICHAELA PILLAY, TECHNISCHE REDAKTEURIN, PLUG-IN ELECTRONIC GMBH | BILDER: VECOW CO. LTD.

Speziell für AI-Vision-Anwendungen wurde der VHub-AI-Developer entwickelt, eine Komplettlösung für AIoT-Anwendungen. Der VHub verfügt über ein Intel-OpenVino-basiertes Softwareentwicklungskit, das mehr als 200 vortrainierte Funktionen zur Bewegungs-, Gesichts-, Objekt- und Zeichenerkennung beinhaltet.

Der VHub-AI-Developer unterstützt verschiedene Deep-Learning-Frameworks (TensorFlow, Caffe, ONNX, MxNet,...), die für die Implementierung eines Systems von der Cloud bis zum Edge benötigt werden und beinhaltet vortrainierte KI-Modelle, die für entsprechende Anwen-

dungen optimiert sind. Die AI-Inferenzsysteme von Vecow, die mit dem VHub-AI-Developer ausgestattet sind, unterstützen verschiedene Beschleunigungsengines (z.B. Movidius VPU und GPU), einschließlich Starter-Kit, Deployment-Kit, Development-Kit und Titan-Kit. Die leistungsfähigen KI-Hardwaresysteme ermöglichen es Anwendern, mit wenig Aufwand ihre AI-Vision-Lösungen in beliebigen Umgebungen zu implementieren. Eingesetzt werden kann die smarte Plattform in sämtlichen AI-relevanten Bereichen, wie z.B. Deeplearning, Bildverarbeitung, Fahrzeugcomputing, Industrieautomatisierung oder Robotersteuerung.

Echtzeitinspektion im Schienenverkehr

Ein Beispiel für den erfolgreichen Einsatz von AI-Technologie ist im Schie-

nenverkehr zu finden. Die Schienen eines Bahnsystems sind aufgrund des Zugverkehrs und der Witterungsverhältnisse über viele Jahre höchsten Belastungen ausgesetzt. Diese führen zu inneren Schäden, die visuell nicht zu erkennen sind. Um die Beschädigungen dennoch ausfindig zu machen, werden oft Ultraschallprüffahrzeuge, sogenannte Gleisgeometriewagen, eingesetzt. So kann die Ermüdung des Metalls, die z.B. durch die hohe Geschwindigkeit der Züge entsteht, festgestellt werden. Zur zusätzlichen optischen Objektprüfung werden hochauflösende Industriekameras (bis zu 4K) und AI-beschleunigte Vision-Systeme verwendet. Dadurch werden Schienenbrüche verhindert und somit die Sicherheit des Betriebs und der Fahrgäste deutlich verbessert. Hierzu sind allerdings Inspektionsanwendungen in Echtzeit notwen-



Bild 2 | Die AI-Inferenzsysteme von Vecow, die mit dem VHub-AI-Developer ausgestattet sind, ermöglichen, AI-Vision-Lösungen in beliebigen Umgebungen zu implementieren.

dig, damit die Systeme während der Zugfahrt eingesetzt werden können. Ein System, das diese Anforderungen erfüllt, ist die PE-5000-Serie. Sie verfügt über Power-over-Ethernet und unterstützt eine Ausgangsleistung von 25,5W bei 48VDC für jeden einzelnen Port. Für den industriellen Einsatz entwickelt, bietet die Serie nicht nur höchste Zuverlässigkeit, sondern auch einen erweiterten Temperaturbereich von -25°C bis +60°C. Zudem ist das System mit zahlreichen Interfaces ausgestattet, die eine High-Speed-Datenübertragung von bis zu 10Gbit/s unterstützen. In Zusammenarbeit mit dem erweiterbaren GPU-AI-Computing-System GPC-1000 wird die Effizienz bei der Datenverarbeitung, Speicherung und Analyse nochmals gesteigert, wodurch die Kombination ideal für den Einsatz in Fahrzeugen oder Deep-Learning-Anwendungen ist.

Pflanzen züchten mit 10GigE-Vision

Auch in der Botanik-Forschung wird auf künstliche Intelligenz gesetzt. Internationale Unternehmen für Pflanzenzüchtung nutzen fortschrittliche Hard- und Software für die Entwicklung und Durchführung der Phänotyp-Analyse. Unter einem Phänotyp versteht man in der Genetik alle Merkmale eines Orga-

nismus, also das Erscheinungsbild der Pflanze. Dieses wird stark von Umweltfaktoren beeinflusst, was sich negativ auf den Zuchterfolg auswirken kann. Mithilfe der kompakten SPC-5100 Systeme können Messungen an der Pflanze durchgeführt und somit für ideale Rahmenbedingungen bezüglich des Pflanzenwachstums gesorgt werden. Das System verfügt über leistungsstarke Intel Core-Prozessoren der achten Generation und kann in Kombination mit 10GigE-Vision-Kameras und den zugehörigen Sensoren zur Datenerfassung der Pflanzenmerkmale, wie z.B.

Blattfläche, Wachstumshöhe, Blattneigung und Farbeinstufungen, verwendet werden.

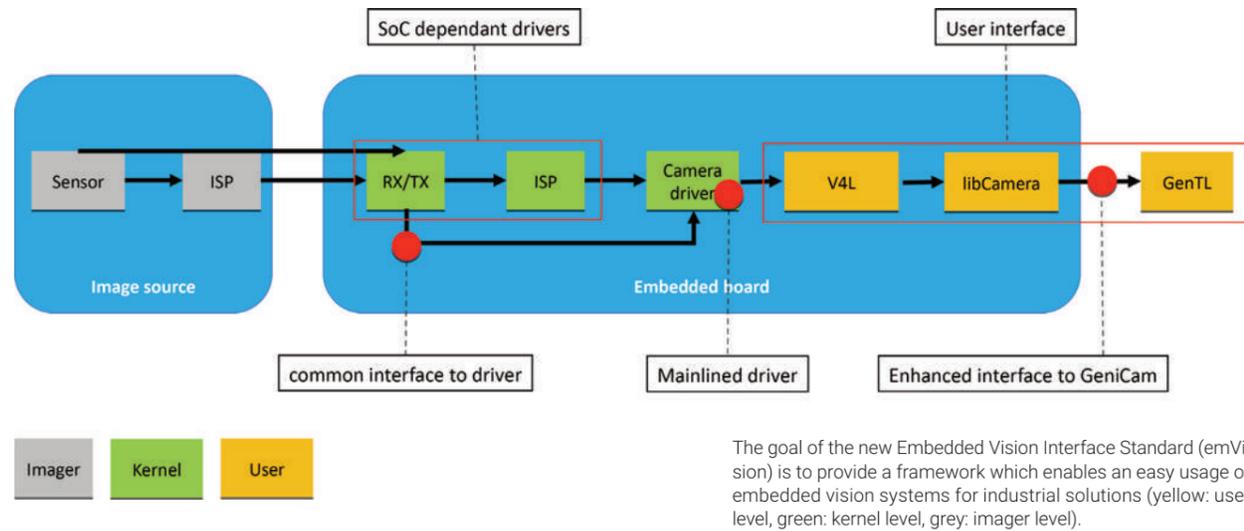
AMR für Robot-as-a-Service

Autonome mobile Roboter (AMR) können sich selbstständig in ihrer Umgebung bewegen und mit dieser interagieren. Insbesondere Roboter, die mit einer KI ausgestattet sind spielen dabei eine Schlüsselrolle. So können diese Roboter beispielsweise in der Pflege, dem Finanzmanagement, im Service oder auch in der Industrie eingesetzt werden, um die Produktionseffizienz zu steigern. Für diesen Bereich bietet Vecow mit dem ECX-1000-PoER eine kompakte All-in-One-AI-Rechenmaschine für Serviceroboteranwendungen. Das System ermöglicht Echtzeit-Computing und wird bereits bei Servicerobotern – die mit Menschen kommunizieren – in Flughäfen, Museen, Bibliotheken und weiteren öffentlichen Bereichen erfolgreich eingesetzt. ■

www.plug-in.de



Bild 3 | Für die Echtzeitinspektion von Bahnschienen kommt die PE-5000-Serie zum Einsatz, die High-Speed-Datenübertragungen von bis zu 10Gbit/s unterstützt.



EMVA Board member Chris Yates (Rockwell Automation) welcomed more than 130 participants at the 2nd Embedded Vision Europe Conference in Stuttgart.

New Standards

Standardization Initiative Embedded Vision Interface (emVision)

AUTHOR: THOMAS LÜCK, CHAIRMAN EMBEDDED VISION INTERFACE STANDARD INITIATIVE
 IMAGE: EMVA EUROPEAN MACHINE VISION ASSOCIATION

Development of embedded vision technologies is not solely triggered by machine vision players but also by consumer driven application fields such as smart phones. This creates the need to adapt these embedded vision systems to enable industrial solutions to use them. By addressing these needs, hosted by the EMVA a new standardization initiative has been formed.

With an impressive support from companies of the machine vision industry, the standardization group currently develops a standard to achieve easy integration and exchange of different embedded cameras within embedded vi-

sion applications. The goal of this new standard which was named Embedded Vision Interface Standard (emVision) is to provide a framework which enables an easy usage of embedded vision systems for industrial solutions. In the industrial machine vision world Gen<i>Cam has become the backbone which most hardware interface standards refer to. Therefore, another mandatory goal in developing the emVision standard is to give embedded system designers access to Gen<i>Cam. This can be achieved on different levels. One of them is the driver framework. Here, the standardization initiative targets to establish reusable drivers for various hardware interfaces that can be configured for devices (mainly cameras). Those drivers can/should be part of the mainline kernel to ease setup and enhance usability for the customer. The second level which is addressed by the

emVision standard initiative is the user interface. Here, the standard aims to create domain specific user levels. The current focus is on V4L as a simple user interface and enhancement by connecting to Gen<i>Cam – GenTL, in order to enable a 'feature set' complexity. Mapping between the user interface levels should be ensured by presenting a V4L Transport Layer as part of the standard. The next step within the emVision working group is to finalize a white paper and to identify a first release candidate later this year. The current working group members of the emVision standard initiative include Adimec, Allied Vision, Alysium, Aval Data, Basler, Baumer, Euresys, Flir, Framos, Matrix Vision, Pleora, and Sony Semiconductor Solutions. Interested parties are welcomed to join the working group. ■

www.emva.org

Long Way to AI

Follow-up Report Embedded Vision Europe Conference 2019

AUTHOR: STEFANO ZAMMATTIO, SENIOR PRODUCT MANAGER, ACTIVE SILICON LTD. | IMAGE: TEDO VERLAG

The Embedded Vision Europe took place in Stuttgart (Germany), and offered valuable insights into the newest products and plans in the embedded vision sector.

The latest technologies presented at the event included MIPI cameras (Vision Components), stereo vision (Nerian) and ultra-low power video (CSEM) but there was a clear focus on AI, with over two thirds of the presentations covering this topic in one way or another. The Khronos Group consortium gave an interesting overview of their standards, including OpenVX, NNEF, OpenCL and SyCL and how they support AI/Deep Learning technologies at different levels. Clearly there are huge opportunities for embedded/machine vision applications at the 'edge' but this requires smart cameras that can support Deep

Learning/AI processing (or inference) in the camera itself. Potential solutions based on embedded/mobile CPUs (e.g. Snapdragon), GPUs (e.g. Jetson), SoC FPGAs (e.g. Zynq) and devices with neural net acceleration (e.g. Movidius) were presented at the conference. With integrated video support and ever-increasing processing capacity in each of these device technologies, delivering a smart camera system is already possible. Techniques like network pruning, optimization and sparsity all help to reduce the heavy load of supporting inference in the camera. Outside of the smart camera itself however, implementing AI/Deep Learning still has many challenges that hinder mainstream adoption. The industry 4.0 factory needs to be flexible and able to respond to change quickly, but the expertise and time required to implement AI/Deep Learning based solutions are currently an issue. Presenters described the problems

with collection and labeling of data, long training times and the difficulties of validation and verification of the functionality of the final neural network implementation. There was the classic story of a system that had been trained to perfection in the afternoons that failed completely when demonstrated to the customer in the morning (due to the different lighting). While some methods to mitigate these kind of challenges were presented (e.g. mixup, auto augmentation, model distillation), it seems that we are still a long way from the fast, effective, well-understood solution that the industry needs. It's not clear which AI/DL development flow/architecture and device technology will be the winner, but it will be interesting to see which ones take the lead as the technology matures. ■

www.activesilicon.com
www.emva.org



Ethik & KI

Ethik und Erklärbarkeit in Bezug auf künstliche Intelligenz

AUTOR: TOBIAS MANTHEY, GESCHÄFTSFÜHRER, EVOTEGRA GMBH | BILD: ©TATIANA SHEPELEVA/STOCK.ADOBE.COM

Da eine heutige künstliche Intelligenz (KI) zu keinem Zeitpunkt ein Bewusstsein über das Erkannte entwickelt, ist KI prinzipiell vollkommen objektiv. Die Risiken aus der Anwendung von KI liegen daher in den verwendeten Daten und nicht in der KI selbst. Mit der aktuellen Diskussion von KI und Ethik soll verhindert werden, dass KI-Systeme Menschen diskriminieren.

Dazu sollen diese Systeme so entwickelt werden, dass man die Gefahr unbeabsichtigter Folgen minimiert. Ein Unternehmen müsste vor dem Einsatz dann beispielsweise testen, ob KI bestimmte Personengruppen benachteiligt oder abwertet. In welchem Zusammenhang kann aber Ethik und KI gesehen werden?

- Integration von Ethik in KI: Da KI kein Bewusstsein über den bewerteten Inhalt entwickelt und Ethik nicht objektivierbar ist, lässt sich Ethik nicht sinnvoll in KI integrieren.
- Ethik der Daten: Das Ergebnis einer KI basiert auf Daten. Daher ist ein Ansatz für den ethischen Umgang mit KI der verantwortungsvolle Umgang mit den Daten.
- Ethik der Ergebnisse: Hier stellt sich die Frage, wie das Ergebnis einer KI zu bewerten ist und wie KI und Mensch so interagieren, dass die ethischen Grundsätze gewahrt werden.

Vergleicht man KI mit den aktuellen Methoden stellt man fest, dass KI prinzipiell den gleichen Zweck erfüllt wie die wie Elektronische Datenverarbeitung seit rund 60 Jahren. Daten werden verarbeitet und bewertet. Beide Ansätze unterscheiden sich lediglich in der Art der Modelle, die zu Bewertung der Daten verwendet werden. Der Mensch ist in seiner Fähigkeit komplexe Zusammenhänge zu erkennen, durch die Millersche Zahl (7+2) begrenzt. In menschlichen Modellen werden daher komplexe Zusammenhänge vereinfacht und anschließend z.B. in Form eines Ent-

scheidungsbaumes bewertet. Daraus ergibt sich eine Erklärbarkeit innerhalb des Modells. Die Frage, ob die Annahmen des Modells statistisch valide sind oder (implizit) diskriminiert, wird jedoch in der Regel weder gestellt noch geprüft. Es ist weitgehend gesellschaftlich akzeptiert eine Begründung zu bekommen, deren Erklärbarkeit d.h. Relevanz in Bezug auf die Entscheidung in der Regel jedoch nicht überprüfbar ist. Dabei zeigt sich gerade durch den Einsatz von KI, dass menschliche Annahmen oft unvollständig oder teilweise falsch sind. KI-Modelle hingegen erkennen Zusammenhänge direkt in komplexen Daten. Statt vereinfachter Annahmen spiegeln sie daher die statistische Realität der Daten. Da die Bewertung grundsätzlich anhand statistischer Zusammenhänge erfolgt, ermöglicht dies eine prinzipiell gerechtere Bewertung. Problematisch wird dies jedoch, wenn Daten unvollständig sind oder scheinbare Zusammenhänge enthalten, die nicht auf die Realität übertragbar sind.

Rechtliche Risiken

Aufgrund der rechtlichen Risiken ist es ein grundsätzliches Ziel Systeme so zu entwickeln, dass Menschen nicht diskriminiert werden. Um dies zu verhindern, gibt es im Umgang mit KI bereits heute zahlreiche Ansätze wie z.B.:

- Entfernung von potentiell diskriminierenden Merkmalen aus den Daten
- Ergänzung von unterrepräsentierten Datenmerkmalen
- höhere Gewichtung von unterrepräsentierten Datenmerkmalen

Insgesamt handelt es sich um ein alltägliches und in der Regel gut beherrschbares Problem. KI bietet jedoch keine universelle Lösung für jede Aufgabenstellung. Sind grundsätzlich keine ausreichenden Daten vorhanden, stellt KI in der Regel keinen sinnvollen Lösungsansatz dar. Menschliche Intuition und Ethik ergänzt sich perfekt mit der Geschwindigkeit und Objektivität der KI. Da KI falsche oder unvollständige Annahmen erkennt, lernt im Zusammenspiel nicht nur die KI vom Mensch,

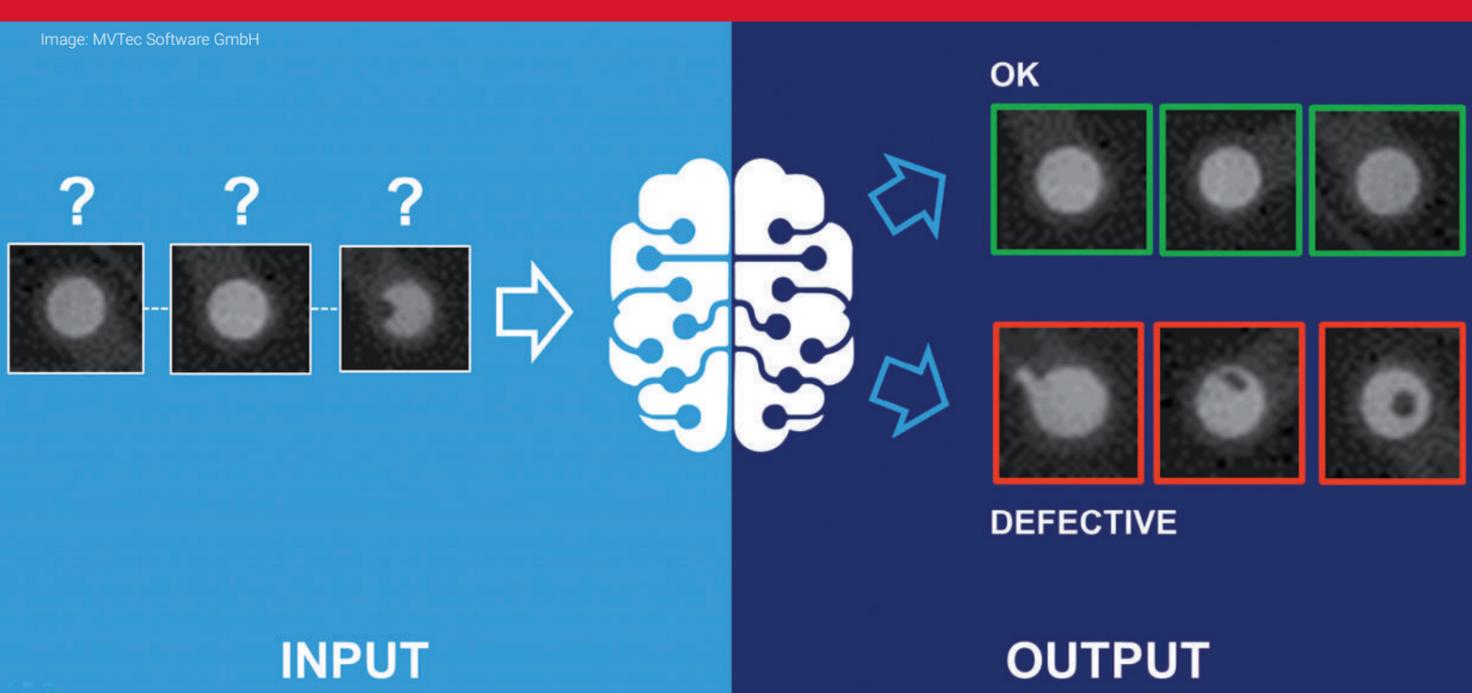
sondern der Mensch auch von der KI. Da menschliche Intuition auch mittelfristig nicht durch KI ersetzt werden kann, empfehlen wir grundsätzlich den Einsatz von KI als Assistenzsystem. Damit lässt sich nicht nur die Qualität und die Effizienz eines Unternehmens steigern. Unternehmen können hier in Zeiten des Fachkräftemangels besonders profitieren indem KI verwendet wird um die Produktivität von Schlüsselmitarbeitern zu steigern.

Rechtliche Risiken durch fehlende bundesweite Richtlinien im Umgang mit der DSGVO stellen bereits heute ein erhebliches Hindernis bei der Einführung von KI dar. Die Verwendung von KI in einem produktiven Anwendungsfall innerhalb der Breite der Industrie oder dem öffentlichen Sektor ist immer noch ein Einzelfall. Die Forderung das KI-Systeme grundsätzlich ethischen Grundsätzen entsprechen und erklärbar sein müssen, bedeutet daher eine zusätzliche Hürde, die auch von der heutigen klassischen Datenverarbeitung in der Regel nicht erfüllt wird.

Fazit

Unabhängig von der Technologie dürfen Menschen nach Artikel 22 DSGVO nicht vollautomatischen Entscheidungen unterworfen werden, sofern die Entscheidung erhebliche Auswirkungen auf die Person hat. Da so die Einhaltung ethischer Grundsätze und die Erklärbarkeit bei relevanten Entscheidungen grundsätzlich gegeben sein muss, empfehlen wir in der Betrachtung eine Gleichstellung von KI-Systemen und der klassischen Datenverarbeitung. Um den enormen Rückstand Deutschlands bei der KI nicht weiter zu vergrößern sollte das Ziel der weiteren Diskussion sein, bundesweit verbindliche rechtliche Rahmenbedingungen für den Einsatz von KI zu schaffen, Bürokratie in Bezug auf die Förderung zu verringern und ausreichende Mittel bereit zu stellen sowie die Aufklärung innerhalb der Industrie und des öffentlichen Sektors über die konkreten Einsatzmöglichkeiten von KI zu verbessern. ■

www.evotegra.de



With deep learning we tend to re-use a relatively small handful of algorithms across a wide range of applications and imaging conditions. This has two important consequences.



Economies of Scale

How Deep Learning is Changing Real-World Computer Vision

AUTHOR: JEFF BIER, FOUNDER EMBEDDED VISION ALLIANCE AND PRESIDENT BDTI

The expansion of computer-vision-based systems and applications is enabled by many factors, including advances in processors, sensors and development tools. But, arguably, the single most important thing driving the proliferation of computer vision is deep learning.

The fact that deep learning-based visual perception works extremely well – routinely achieving better results than older, hand-crafted algorithms – has been widely discussed. What is less widely understood, but equally im-

portant, is how the rise of deep learning is fundamentally changing the process and economics of developing solutions and building-block technologies for commercial computer vision applications. Prior to the widespread use of deep learning in commercial computer vision applications, developers created highly complex, unique algorithms for each application. These algorithms were usually highly tuned to the specifics of the application, including factors such as image sensor characteristics, camera position, and the nature of the background behind the objects of interest. Developing, testing and tuning these algorithms often consumed tens or even hundreds of person-years of work. Even if

a company was fortunate enough to have enough people available with the right skills, the magnitude of the effort required meant that only a tiny fraction of potential computer vision applications could actually be addressed.

Less diverse algorithms

With deep learning, in contrast, we tend to re-use a relatively small handful of algorithms across a wide range of applications and imaging conditions. Instead of inventing new algorithms, we re-train existing, proven algorithms. As a consequence, the algorithms being deployed in commercial computer vision systems are becoming much less diverse. This has two important consequences:

- First, the economics of commercial computer vision applications and building-block technologies have fundamentally shifted. Take processors, for example. Five or ten years ago, developing a specialized processor to deliver significantly improved performance and efficiency on a wide range of computer vision tasks was nearly impossible, due to the extreme diversity of computer vision algorithms. Today, with the focus mainly on deep learning, it's much practical to create a specialized processor that accelerates vision workloads – and it's much easier for investors to see a path for such a processor to sell in large volumes, serving a wide range of applications.

- Second, the nature of computer vision algorithm development has changed. Instead of investing years of effort devising novel algorithms, increasingly these days we select among proven algorithms from the research literature, perhaps tweaking them a Bit for our needs. So, in commercial applications much less effort goes into designing algorithms. But deep learning algorithms require lots of data for training and validation. And not just any data. The data must be carefully curated for the algorithms to achieve high levels of accuracy. So, there's been a substantial shift in the focus of algorithm-related

work in commercial computer vision applications, away from devising unique algorithms and towards obtaining the right quantities of the right types of training data.

The right training data

In my consulting firm, BDTI, we've seen this very clearly in the nature of the pro-

» With deep learning, we tend to re-use a small handful of algorithms across a wide range of applications. «

Jeff Bier, BDTI



Bild: Embedded Vision Alliance

jects our customers bring us. A recent project illustrates this. The customer, a consumer products manufacturer, wanted to create a prototype product incorporating vision-based object classification in three months. The initial target was to identify 20 classes. Hardware design was not an issue - sensors and processors were quickly identified and selected. Algorithm development also moved speedily. The key challenge was data. To achieve acceptable accuracy, the system required a large quantity of high-quality, diverse data. There was no suitable data available, so the data set had to be created from scratch. But not

just any data will do. Our first step was to design a data capture rig that would produce the right kinds of images. Here, an understanding of camera characteristics, perspective, and lighting led to detailed specifications for the data capture rig.

The difficulty in creating this data set was compounded by the requirement that the system differentiate between classes that are difficult to for humans to distinguish. In this type of situation, curation of training and validation data is critical to achieving acceptable accuracy. For this project, in addition to specifying the data capture rig, we took several steps to ensure success. For example, we provided the customer with detailed instructions for capturing data, including varying perspective and illumination in specific ways. We also specified employing different personnel to prepare and position the items for capture and requested that domain experts provide input to ensure that the data was realistic. The captured data

Summary

The bottom line here, which shouldn't surprise any of us, is that while deep learning is an amazing, powerful technology, it's not a magic wand. There's still lots of work required to field a robust computer vision solution – and it's largely a different type of work from what was required using traditional vision algorithms. ■

www.bdti.com

Embedded Vision Summit 2020

Besides BDTI and the Embedded Vision Alliance Jeff Bier is also organizer of the yearly Embedded Vision Summit, the industry's largest event for practical computer vision. The next event will take place in Santa Clara (California) from 18 - 20 May 2020.



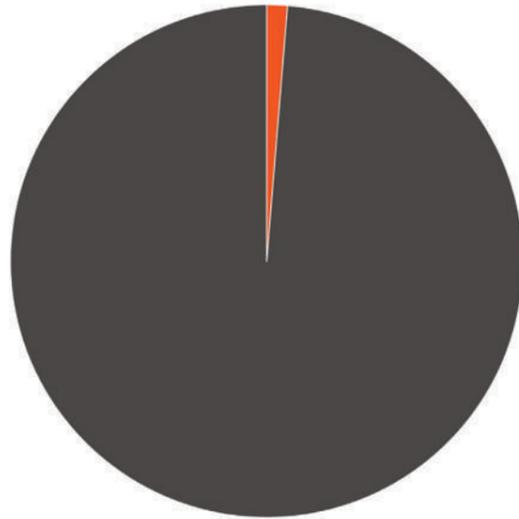
Bild: Embedded Vision Alliance

www.embedded-vision.com/summit
www.embedded-vision.com

AI technologies in comparison

Energy Consumption

■ Sparse Modeling ■ Deep Learning



Training Time

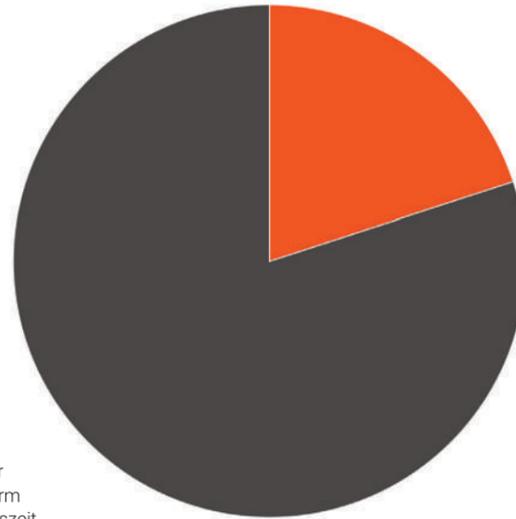


Bild 1 | Tests zeigen, dass Sparse Modeling bei gleicher Genauigkeit nur 1% der Energie einer herkömmlichen Deep Learning-Plattform verbraucht und deutlich weniger Trainingszeit. Sie ist damit die perfekte KI-Technologie für Embedded Systeme.

Sparse Modeling uses 98,7 % less energy

4 times faster learning with Sparse Modeling

White Box KI

Sparse Modeling für schlanke und leistungsstarke KI

AUTOREN: TAKASHI SOMEDA, CTO, HACARUS INC.; ZELJKO LONCARIC, MARKETING ENGINEER, CONGATEC AG
BILDER: CONGATEC AG

Eine Sparse Modeling basierte KI benötigt nur einen kleinen Satz von Daten und kann damit auf Embedded Plattformen sowohl KI-Trainingsaufgaben als auch Inferenzalgorithmen ausführen.

Künstliche Intelligenz besitzt großes Potenzial, die Leistungsfähigkeit und Genauigkeit moderner optischer Inspektionssysteme zu verbessern. Herkömmliche KI-Ansätze bergen jedoch einige Nachteile, wie z.B. die Auswertung großer Datensätze, die Notwendigkeit von vorab klassifizierten Bildern, sowie hohe

Rechenleistung und Energiebedarf. Sparse Modeling bietet dagegen einen anderen Ansatz und die Integration in Embedded Low-Power-Applikationen. Es ist mittels Re-Training der Systeme direkt am Edge in der Lage, sich kontinuierlich und dynamisch an wechselnde Bedingungen anzupassen, wie z.B. an

die Beleuchtung, Vibrationen oder wenn Kameras und/oder Geräte bewegt werden müssen. Im Wesentlichen ist Sparse Modeling ein Ansatz zur Datenerfassung, der sich auf die Identifizierung einzigartiger Merkmale konzentriert. Einfach ausgedrückt interpretiert Sparse Modeling Daten ähnlich dem menschlichen Verstand, anstatt jedes einzelne Haar und jeden Millimeter einer Person zu betrachten. Der Mensch ist in der Lage, Freunde und Familie anhand von Schlüsselmerkmalen – wie Augen oder Ohren – zu erkennen. Sparse Modeling integriert eine vergleichbare Logik in intelligente Visionssysteme mit der Konsequenz, dass nicht das gesamte Volumen an Big Data verarbeitet werden muss, sondern nur wenige ausgewählte Daten. Sparse Modeling-basierte Algorithmen reduzieren folglich die Daten auf diese einzigartigen Merkmale.

Wenn neue Daten erfasst werden, scannt Sparse Modeling nicht den gesamten Inhalt, sondern sucht für die Vorhersagen nach bestimmten, zuvor festgelegten Schlüsselmerkmalen. Ein zusätzlicher Vorteil des Verfahrens ist, dass die isolierten Merkmale für den Menschen verständlich sind. Sparse Modeling erzeugt somit eine erklärbare White Box KI, was ein Unterscheidungsmerkmal zu konventioneller KI ist. Die ersten Entwicklungsphasen eines Modells, in denen die KI-Engine und kundenspezifische Daten zu einem auf den jeweiligen Anwendungsfall zugeschnittenen Modell zusammengeführt werden, basieren dabei vornehmlich auf menschlicher Expertise. Um ein neues Standard-Inferenzmodell zu entwickeln, benötigt Sparse Modeling für die erste Modellerstellung etwa 50 Bilder, was deutlich weniger ist, als die 1.000 oder mehr Bilder, die für eine herkömmliche KI erforderlich sind.

Lauffähig auf Embedded Edge-Geräten

Hardware-technisch kann eine Sparse Modeling-Plattform in praktisch jedes Edge-Gerät integriert werden. Sie kann auf eingebetteten x86-Computerplattformen ausgeführt werden und ist sogar für die Implementierung auf Plattformen wie Xilinx und ARM oder Altera und RISC-V vorbereitet. Das Design ist folglich kompatibel zu Mainstream-x86-Prozessoren als auch zu den aktuellen Open-Source-Lösungen. Da der endgültige Footprint entscheidend von der Aufgabenstellung und Komplexität des benötigten Modells abhängt, empfiehlt sich bei der Einführung von Sparse Modeling folglich eine modulare Hardwareplattform auf Basis von Closed Loop Engineering-fähigen Computer-on-Modulen, die beide Prozessorvarianten bedienen können. Die Präzisionsfertigung profitiert von dieser neuen Technologie, weil die Edge Nodes dank Sparse-Modeling nun genügend Rechenleistung bieten, um Inferenz und Training parallel durchzuführen. Auch wird das Versenden von Daten in die Cloud umgangen. Ein weiteres Anwendungsge-

FRAME GRABBERS
MACHINE VISION SOFTWARE
IP CORES
VIDEO SERVERS



USB VISION GIGE VISION CoXP GEN<I>CAM CAMERA Link

Euresys ist ein führender Hersteller von Euresys ist ein führendes und innovatives Hightech-Unternehmen, das Bild- und Videoerfassungskomponenten, Framegrabber, IP-Cores für FPGAs und Bildverarbeitungssoftware entwickelt und anbietet. Euresys ist in den Märkten Computer Vision, Machine Vision, Fabrikautomatisierung, medizinische Bildgebung und Videoüberwachung aktiv.

Das Fachgebiet Bilderfassung des Unternehmens deckt analoge und digitale Videoerfassung, FPGA-Programmierung, Hochfrequenz-Elektronik, Videokompression und -streaming sowie Kamerasteuerung ab. Mit 30 Jahren Erfahrung im Bereich Imaging und dem kürzlichen Zugewinn durch die Übernahme des Unternehmens Sensor to Image gehören auch die Schnittstellenstandards GigE Vision, USB3 Vision, CoaXPress, CameraLink und GenICam zu ihren Stärken.

Hinsichtlich der Bildanalyse erstrecken sich die Kompetenzen von Euresys auf Blob-Erkennung, Subpixel-Messung, Mustervergleich, Farbanalyse, optische Zeichenerkennung, Lesen und Überprüfen von Barcodes, 3D-Inspektion und Klassifizierung anhand von Deep Learning.



biet ist die Medizintechnik, z.B. bei der Erkennung seltener Erkrankungen, die eben nicht genügend Big Data produzieren, wie sie für die Ausbildung eines Deep Learning-basierten KI-Modells erforderlich wären.

5x schneller und extrem energieeffizient

Die bisher erzielten Erfolge mit Sparse Modeling sind überzeugend: Im Rahmen eines Projekts mit einem Industriekunden wurde ein Vergleich eines Sparse Modeling-basierten KI-Tools und einer konventionellen

Deep Learning-basierten Technik durchgeführt. Für die Beispielstudie wurde ein Datensatz bestehend aus 1.000 Bildern von beiden Modellen verwendet, um Vorhersagen zu erstellen. Der Kunde hatte die akzeptierte Modellvorhersagewahrscheinlichkeit mit 90% definiert. Beide Ansätze lieferten vergleichbare Ergebnisse, aber der Aufwand unterschied sich erheblich: Das auf Sparse Modeling basierende Modell wurde 5x schneller trainiert als das auf Deep Learning basierende Modell, obwohl das Sparse Modeling Tool auf einem Standard-x86-System mit Intel Core i5-3470S Prozessor und 16GB RAM ausgeführt wurde. Das Deep-Learning-Modell hingegen benötigte eine Nvidia Devbox-basierte Entwicklungsplattform mit vier Titan X-GPUs bei 12GB Speicher pro GPU, 64GB DDR4-RAM sowie ein Motherboard der Asus X99-E WS-Workstation-Klasse mit vierfach PCIe Gen3 x16-Unterstützung und Core i7-5930K 6 Core 3,5GHz Desktop-Prozessoren. Am Ende verbrauchte der Sparse Modeling-basierte Ansatz nur 1% der Energie, die der Deep Learning-basierte Ansatz benötigte und erzielte dabei die gleiche Genauigkeit.

Bild 2 | Congatec und Hacarus haben das weltweit erste Embedded Computing Kit für KI vorgestellt, das die Sparse Modeling Technologie nutzt.



Nur 50 Bilder erforderlich

Der geringe Speicher- und Performancebedarf macht es OEMs von Visionsystemen leicht, KI zu implementieren. Bestehende Plattformlösungen können meist wiederverwendet werden und die Systemintegration ist relativ einfach, da sich die Logik des Hacarus+ SDK an gängige Bildverarbeitungssysteme anpasst, ohne dazu viel am Setup ändern zu müssen. Während bestehende optische Inspektionssysteme ihre Erstinspektion weiter fortsetzen, kümmert sich die Software nur um die Bilder, die als NIO und somit 'möglicherweise defekt' identifiziert wurden. Mit etwa 50 oder weniger solcher Bilder kann Sparse Modeling bereits mit dem Aufbau eines neuen Inspektionsmodells beginnen. Sobald das Modell von menschlichen Inspektoren validiert wurde, kann es als zweite Inspektionsschleife neben der bestehenden Plattform laufen und die Inspektionsergebnisse über seine APIs an das System zurückgeben. Eine optionale HTML-basierte Benutzerober-

fläche steht für die Prozessüberwachung bereit. Eine solche Logik kann auch eigenständig laufen; da das Pre-processing von Visionsdaten jedoch nicht die Kernkompetenz von Sparse Modeling ist, wird die Anbindung an bestehende Visionslogik empfohlen. Das Sparse Modeling Tool kann als Standardinstallation in der Softwareumgebung des Kunden implementiert werden oder eine per Hypervisor isolierte virtuelle Maschine in einer Cloud nutzen; selbst FPGA-basierte Implementierungen auf applikationsspezifischen Carrierboards sind möglich, um die Leistungsaufnahme weiter zu reduzieren. ■

www.hacarus.com
www.congatec.com



GÜTESIEGEL DER BILDVERARBEITUNG

Diese Neuheiten wurden als 'inVISION Top Innovation 2020' ausgezeichnet

- Emberion | Graphene based photodetector
- Gestalt Robotics | Echtzeitlernende Objekterkennung
- Hacarus | Energieeffiziente KI mit Sparse Modelling
- HD Vision Systems | Lichtfelsensor LumiScanX
- Inspekto | Autonomes Visionsystem Inspekto S70
- LMI Technologies | Gocator 2512 für Gas und spiegelnde Oberflächen
- Precitec Optronik | Flying Spot Scanner
- The Imaging Source | MIPI-Kmaeramodule mit 15m Kabellänge
- tofmotion | ToF-Kamera tofguard mit Safety-Zulassung
- wenglor | Software UniVision 2.1 für 2D und 3D



The EasyDeepLearning library has a simple API and the user can benefit from the power of deep learning with only a few lines of code.

Easy Classification

CNN-based Deep Learning classification library

TEXT AND IMAGES: EURESYS S.A.

The EasyDeepLearning library includes functions for dataset creation, classifier training and image classification. It is compatible with CPU and GPU processing and can be trained with one hundred training images per class.

The library learns how to distinguish defects or classify parts by being shown many images of the parts to be inspected. The software does not require the user to explain how to differentiate good parts from bad ones or how to recognize products from each class; it only requires the user to label training images. After this learning/training process,

the library is able to classify images. For any given image, it returns a list of probabilities, showing the likelihood that the image belongs to each of the classes it has been taught. EasyDeepLearning implements data augmentation, which creates additional reference images by modifying (for example by shifting, rotating, scaling) existing reference images within programmable limits. This allows the library to work with as few as one hundred training images per class. The Open eVision software includes the EasyDeepLearning Studio application. This application assists the user during the learning and testing phases. Deep Learning is generally not suitable for applications requiring precise measurement or gauging. It is also not recommended when some types of errors (such as false negative)

are completely unacceptable. Deep Learning performs better than traditional machine vision when the defects are difficult to specify explicitly, for example, when the classification depends on complex shapes and textures at various scales and positions. The Open eVision's EasyDeepLearning library has been tailored, parametrized and optimized for analyzing images, particularly for machine vision applications. It has a simple API and the user can benefit from the power of deep learning with only a few lines of code. It supports standard CPUs and automatically detects Nvidia CUDA-compatible GPUs in the PC. Using a single GPU typically accelerates the learning and the processing phases by a factor of 100. ■

www.euresys.com

DIE APP FÜR BILDVERARBEITUNG

ALLE WICHTIGEN BILDVERARBEITUNGS- UND KI-NEWS SOFORT ERFAHREN!



Mit der kostenlosen App erfahren Sie alle relevanten Themen über die industrielle Bildverarbeitung sofort. Features wie die einfache Bedienung, Vorlesefunktion, Push-Nachrichten und Bookmark-Listen machen das Lesen zu einem neuen Erlebnis.

**JETZT KOSTENLOS
DOWNLOADEN!**



Laden im
App Store

JETZT BEI
Google Play



powered by:
inVISION

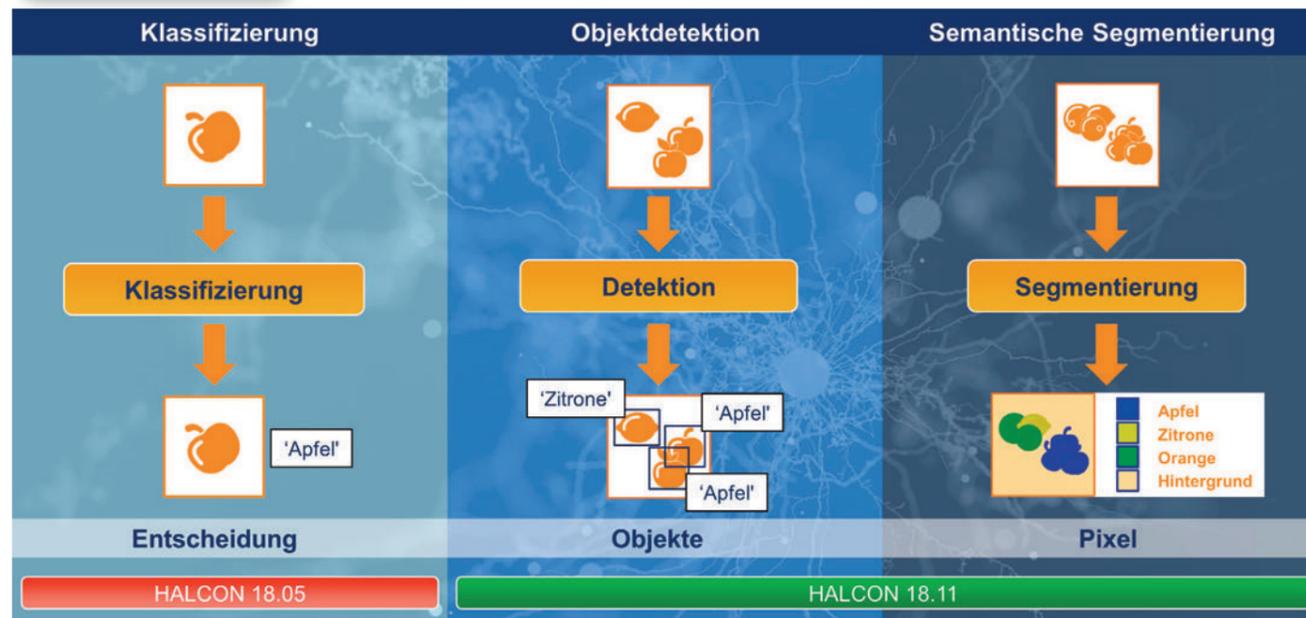


Bild 1 | Klassifikation, Objektdetektion und semantische Segmentierung sind Deep-Learning-basierte Erkennungsmethoden.



Bild 2 | Mit dem neuen Feature ab Halcon 19.11 lassen sich Anomalien zielsicher lokalisieren und die Anzahl der Bilder für das Training der Algorithmen auf 20 bis maximal 100 Bilder reduzieren.

dem neuen Feature werden somit auch Anomalien entdeckt, deren Aussehen vorher nicht bekannt ist. Diese Abweichungen können sich etwa auf die Farbe, die Struktur oder auch auf eine Kontamination beziehen. Beispielsweise kann ein Getränkeabfüller bei der Prüfung der Gefäße kleine Kratzer, Risse oder Sprünge am Flaschenhals verlässlich lokalisieren. Dabei wird im Rahmen des Trainings-



Anomaly Detection

Anomalien einfach und zielsicher mit wenigen Bildern erkennen

AUTOR: THOMAS HÜNERFAUTH, PRODUCT OWNER HALCON LIBRARY, MVTEC SOFTWARE GMBH
BILDER: MVTEC SOFTWARE GMBH

Deep-Learning-Verfahren werden sowohl für die Identifikation von Objekten als auch für die Detektion von Fehlern eingesetzt. Mit der Anomaly Detection in Halcon 19.11 lassen sich nun auch Anomalien lokalisieren, deren Aussehen und Erscheinungsform im Vorfeld nicht bekannt sind. Dabei werden defektfreie Bilder für das Training genutzt, was den Aufwand deutlich reduziert.

Die industrielle Bildverarbeitung spielt eine wichtige Rolle bei der Fehlerinspektion im Rahmen der Qualitätssicherung von Produkten. Hierbei kommen regelbasierte Systeme ebenso zur Anwendung wie moderne Technologien auf Basis von künstlicher Intelligenz (KI). In erster Linie zählt dazu Deep Learning, das auf Convolutional Neural Networks (CNNs) beruht. Regelbasierte Lösungen müssen sehr viele verschiedene Erscheinungsformen von Anomalien abdecken und erfordern daher einen entsprechend hohen Programmieraufwand. Demgegenüber besteht der entscheidende Vorteil von KI-Systemen darin, dass sie durch Train-

ing eigenständig dazulernen. Dabei läuft das Aufspüren von Defekten in mehreren Schritten ab: Zunächst muss eine genügend große Anzahl von Trainingsbildern von allen zu erkennenden Defekten gesammelt werden. Diese werden dann gelabelt, also mit einem Etikett versehen, und anschließend wird das zugrundeliegende CNN mit diesen Bildern trainiert.

Einteilung in Klassen durch Labeling-Prozess

In diesem Kontext kommen Deep-Learning-Algorithmen in verschiedenen Er-

kennungsverfahren zur Anwendung: Bei der Klassifikation werden Objekte oder Fehler rein anhand von Bilddaten in bestimmte Klassen eingeteilt. Bei der Objektdetektion erfolgt der Labeling-Prozess durch das Einzeichnen von Rechtecken. Diese rahmen in jedem einzelnen Bild die zu erkennenden Gegenstände ein und geben dann entsprechend der jeweiligen Applikation die Objektklasse an. So lernt der Deep-Learning-Algorithmus, welche Merkmale zu welcher Klasse passen. Im Ergebnis lassen sich dann Objekte oder Fehler automatisch lokalisieren und einer speziellen Klasse zuordnen. Bei der semantischen Segmentierung schließlich wird jeder einzelne Pixel eines Bildes einer bestimmten Klasse zugewiesen. Das Ergebnis sind Regionen, die einer Klasse zugeordnet werden können. Die Herausforderung bei allen Deep-Learning-basierten Erkennungsmethoden ist allerdings, dass sie oft eine relativ hohe Anzahl von Trainingsbildern erfordern, die alle gelabelt werden müssen, um sie einer Klasse zuzuordnen. Zudem werden für den Trainingsprozess Bilder benötigt, auf denen Objekte mit den zu erkennenden Defekten zu sehen sind. So müssen je nach Anwendung 300 Bilder und mehr aufgenommen werden, die den entsprechenden Gegenstand mit einem bestimmten Fehler wie einem

Kratzer oder einer Verformung in verschiedenen Ausprägungen zeigen. Dies zieht einen hohen Aufwand nach sich, den viele Unternehmen scheuen. Überdies gibt es Applikationen, bei denen solche Schlecht-Bilder nicht in ausreichender Anzahl zur Verfügung stehen.

Erkennung von Anomalien

Eine praktikable Lösung hierfür bietet MVTEC mit Halcon 19.11. Darin ist ein neues Feature namens Anomaly Detection integriert, das die Erkennung von Anomalien auf eine neue Stufe hebt. Das Besondere an dem Tool ist, dass es mit sehr wenigen Trainingsbildern auskommt. So reichen für das Training des Deep-Learning-Netzes nur etwa 20 bis maximal 100 Bilder aus. Zudem werden keine Schlecht-Bilder mehr benötigt. Das System ist in der Lage, den Trainingsprozess rein anhand von defektfreien Bildern durchzuführen. Nach dem Training werden in allen weiteren Bildern Abweichungen verschiedenster Art zielsicher lokalisiert. Für diese Art der Fehlererkennung ist es also nicht mehr notwendig, vorab Trainingsbilder von defektbehafteten Objekten zu labeln. Damit lassen sich deep-learning-basierte Inspektionsaufgaben noch effizienter und mit wesentlich geringerem Aufwand realisieren. Mit

prozesseeine so genannte Anomaly Map erstellt. Auf dieser werden Bereiche, in denen eine Anomalie wahrscheinlich ist, mit einem Grauwert belegt. Durch die Segmentierung dieses Bildes lässt sich pixelgenau feststellen, an welchen Stellen sich mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Defekt befindet und wie groß dieser ist. Mit Halcon 19.11 ließ sich dieser Prozess in Tests mit nur 20 Trainingsbildern innerhalb von sechs Minuten realisieren.

Fazit

Deep-Learning-basierte Methoden zur Fehlererkennung erfordern in der Regel eine hohe Anzahl von Trainingsbildern, auf denen das Objekt mit dem jeweiligen Defekt zu sehen ist. Mit dem neuen Feature Anomaly Detection lässt sich für das Training die Anzahl auf 20 bis maximal 100 Bilder reduzieren. Zudem können diese defektfrei sein, d.h. sie müssen die zu erkennende Anomalie nicht im Motiv zeigen. Damit entfällt auch das Labeln der Bilder, was den Aufwand und die Kosten für Unternehmen deutlich senkt. ■

www.mvtec.com

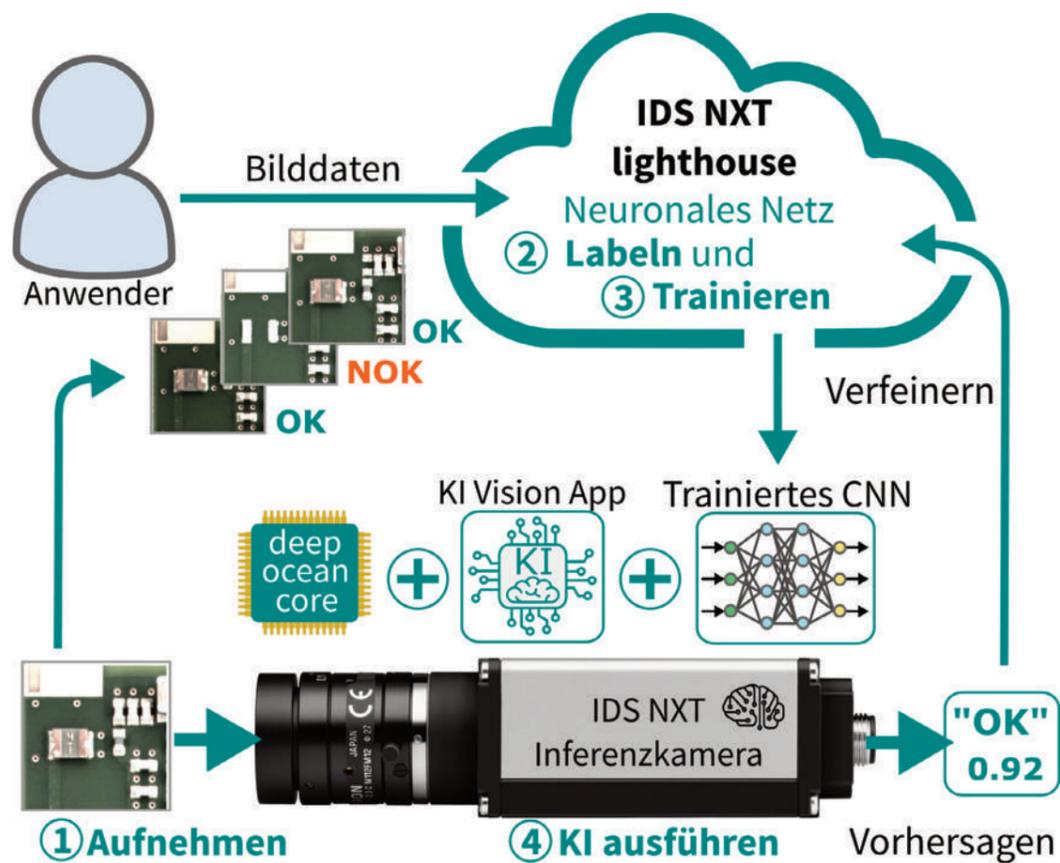


Bild 1 | Die NXT Kameras von IDS sind Hybridsysteme, um sowohl Vorverarbeitung von Bilddaten mit klassischer Bildverarbeitung als auch eine Merkmalsextraktion mittels neuronaler Netze nebeneinander einzusetzen.

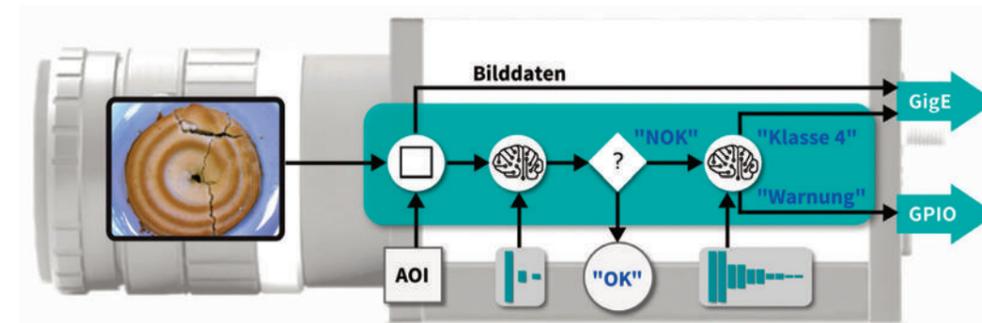


Bild 2 | Der Funktionsumfang von IDS NXT Inferenzkameras kann nach dem nächsten Entwicklungsschritt durch Apps und CNNs ganz nach Bedarf erweitert werden.

ben lassen sich dann schnell einrichten und wechseln. Auch ein flexibel agierender Bildverarbeitungsablauf ist dann realisierbar. Aufgenommene Bilder durchlaufen z.B. zuerst eine Vorverarbeitung, bevor eine recht simple und schnelle Klassifizierung IO/NIO-Teile sortiert. Bei Auftreten von Fehlern kann in Millise-

Think Inferent

Anwendertaugliches Deep Learning auch für Einsteiger

DIPL.-ING. (FH) HEIKO SEITZ, TECHNISCHER REDAKTEUR, IDS IMAGING DEVELOPMENT SYSTEMS GMBH
BILDER: IDS IMAGING DEVELOPMENT SYSTEMS GMBH

IDS präsentiert eine Embedded-Vision-Komplettlösung, mit der jeder Anwender in wenigen Schritten und ohne Programmierkenntnisse KI-basierte Bildverarbeitung realisieren und auf einer Kamera (als eingebettetes Inferenzsystem) einsetzen kann.

Mit NXT ocean ebnet IDS die KI-Einstiegshürde und stellt einfach nutzbare Werkzeuge bereit, mit denen ohne viel Vorwissen Inferenzaufgaben in wenigen Minuten erstellt und sofort auf einer Kamera ausgeführt werden können. Das Konzept basiert auf einer ein-

fach bedienbaren Trainingssoftware für neuronale Netze und einer intelligenten Kameraplattform inkl. eines KI-Beschleunigers, der die neuronalen Netze hardwareseitig ausführt. Die cloud-basierte Trainingssoftware NXT lighthouse führt Schritt für Schritt durch die Datenvorbereitung bis zum Training der KI in Form eines neuronalen Netzes. Der Anwender kommt dabei niemals in Kontakt mit irgendwelchen Basiswerkzeugen oder muss sich mit der Installation von Entwicklungsumgebungen auseinandersetzen. Als Webanwendung ist NXT lighthouse sofort einsatzbereit. Dem Anwender stehen für all seine Projekte genügend Speicherplatz und ausreichend Trainings-Performance zur Verfügung. Einloggen, Trainingsbilder

hochladen, labeln und anschließend das gewünschte Netz trainieren. Mit wenigen Konfigurationseinstellungen spezifiziert der Anwender die Anforderungen für Geschwindigkeit und Genauigkeit an seine Anwendung. Netzauswahl und Einrichtung der notwendigen Trainingsparameter nimmt NXT lighthouse daraufhin völlig selbstständig vor. Die Trainingsergebnisse vermitteln dem Anwender eine gute Vorhersage über die Qualität der trainierten Intelligenz und ermöglichen so ein schnelles Ändern und Wiederholen des Trainingsprozesses. Das System wird kontinuierlich verbessert und ausgebaut. Der Anwender kann sich somit vollständig auf die Lösung seiner Anwendung konzentrieren, ohne das Wissen über Lernme-

thoden und künstliche Intelligenz selbst aufbauen zu müssen.

Der Hersteller setzt bei NXT lighthouse auf das überwachte Lernen (Supervised Learning), um neuronale Netze zu trainieren. Die Deep Learning-Algorithmen lernen mit vorgegebenen Paaren von Ein- und Ausgaben. Dazu stellt der Anwender während des Lernens den korrekten Funktionswert zu einer Eingabe bereit, indem er einem Bildbeispiel die korrekte Klasse zuordnet. Dem Netz wird die Fähigkeit antrainiert, Assoziationen selbstständig herzustellen, indem es Vorhersagen zu Bilddaten in Form von Prozentwerten macht. Je höher der Wert, desto genauer und sicherer ist die Vorhersage. Für einen schnellen Erfolg sorgt das nahtlose Zusammenspiel der Software mit den NXT Kamerafamilien rio bzw. rome. Denn fertig trainierte neuronale Netze können direkt und ohne Programmieraufwand auf einer dieser Kameras hochgeladen und ausgeführt werden.

Eigener KI-Core

IDS hat für den FPGA der intelligenten NXT Kameraplattform einen eigenen KI-Core, namens deep ocean core entwickelt, der vortrainierte neuronale Netze hardwarebeschleunigt ausführt. Das macht die vollwertigen Industriekameras zu leistungsstarken Inferenzkameras, die KI im industriellen Umfeld sinnvoll nutzbar machen. Bildanalysen fin-

den dezentral statt, wodurch sich Bandbreiten-Engpässe in der Übertragung vermeiden lassen. Die NXT Kameras können, was Genauigkeit und Geschwindigkeit von KI-Aufgaben angeht, mit modernen Desktop CPUs Schritt halten - bei gleichzeitig geringerem Platz- und Energieverbrauch. Durch die Wiederprogrammierbarkeit des FPGAs ergeben sich zusätzlich Vorteile. Durch die perfekte Abstimmung der IDS-eigenen Software und Hardware, kann der Anwender die maximale Inferenzzeit zudem selbst vor dem Training bestimmen. NXT lighthouse kümmert sich daraufhin, um optimale Trainingseinstellungen unter Berücksichtigung der KI-Core-Performance der Kamera. Damit erwarten den Anwender bei der späteren Ausführung der Inferenz keine Überraschungen, wodurch zeitraubendes Nachjustieren und Nachtrainieren entfällt. Das NXT System bleibt damit außerdem für den Anwender, einmal integriert, immer 100% kompatibel und konsistent in seinem Verhalten. Gerade bei industriell zertifizierten Anwendungen ist das von Vorteil.

Durch die leistungsfähige Hardware ist die Embedded Vision Plattform weit mehr als eine reine Inferenzkamera für die Ausführung von neuronalen Netzen. Der Funktionsumfang der CPU-FPGA Kombination wird im nächsten Entwicklungsschritt mittels Vision Apps vom Anwender je nach Bedarf erweiterbar werden. Wiederkehrende Vision-Aufga-

kunden ein weitaus komplexeres neuronales Netz nachgeladen werden, um die Fehlerklasse viel detaillierter zu bestimmen und die Ergebnisse an eine Datenbank übermitteln. Per App-Entwicklungskit sind maßgeschneiderte Lösungen einfach realisierbar. Anwender können damit individuelle Vision Apps selbst erstellen und auf NXT-Kameras installieren und ausführen.

Fazit

Mit NXT ocean stellt IDS eine Hardware-Software-Kombination vor, die optimal aufeinander abgestimmt ist. Intelligente Erkennungsvorgänge und Automatisierung in vielen Anwendungsgebieten werden vereinfacht bzw. erstmalig möglich. In wenigen Schritten und ohne Programmierkenntnisse lassen sich KI-basierte Bildverarbeitungslösungen erstellen und ausführen. Mit der Trainingssoftware NXT lighthouse ist der Hersteller bewusst in die Cloud gegangen, um Speicherplatz und Trainingsperformance auf die Anforderungen der Anwender skalieren zu können. Zudem müssen keine Update- und Wartungsphasen eingeplant werden, um von kontinuierlichen Verbesserungen zu profitieren. Für den Einstieg in die KI-basierte Bildverarbeitung bietet die Firma zudem ein Inferenz-Starter-Paket mit allen benötigten Komponenten an. ■

www.ids-imaging.de



Bild 1 | Das Software Framework Susietec von S&T Technologies enthält auch Komponenten mit denen AI-Anwendungen unter Windows mit Java und .NET einfach selbst programmiert werden können.

AI at the Edge

Programmierung von AI-Lösungen unter Java und .NET

AUTOR: STEFAN EBERHARDT, BUSINESS DEVELOPMENT AI, S&T TECHNOLOGIES GMBH | BILDER: KONTRON S&T AG

Mit dem Framework Susietec von S&T Technologies kann Kontron nun auch AI-Lösungen für seine Edge Computer aus einer Hand anbieten, z.B. auch für Bildverarbeitungsaufgaben.

Edge Computer erfüllen neben der Maschinensteuerung noch weitere wesentliche Aufgaben: Zum einen dienen sie als Gateways in das Netzwerk bis hin zum In-

ternet. Zusätzlich zum traditionellen Gateway, das Daten an die Cloud weiterleitet, übernimmt ein Edge Device aber auch Funktionen der Cloud, wie das Filtern und Bewerten von Daten. Ein Edge Device garantiert also verlässlich eine Funktion, auch wenn die Verbindung in die Cloud gerade nicht vorhanden ist oder nicht genügend Bandbreite bereitsteht. Weiter können leistungsfähige Embedded Computer direkt an der Maschine anspruchsvolle Aufgaben übernehmen, die in der Cloud aufgrund von Latenzzeiten und Bandbreitenbeschränkungen nicht erle-

digt werden können, etwa Anwendungen der Artificial Intelligence (AI). Im Bereich der Bildverarbeitung etwa, werden Aufnahmen über eine Kamera, die entweder über USB oder Netzwerk angeschlossen ist, direkt auf dem Edge Device von einem trainierten neuronalen Netz, im Inference-Prozess analysiert und ausgewertet. Weitere Anwendungsmöglichkeiten für Computer mit Edge Performance bietet auch das Deep Learning, in dessen rechenintensiven Prozess zumeist vorgefertigte neuronale Netze trainiert werden, um dedizierte Anwendungen zu erfüllen. Dies



Bild 2 | Der High Performance Server Kiss 4U V3 SKX ist dank der Dual Intel Xeon SP Prozessoren speziell für anspruchsvolle Anwendungen geeignet: z.B. High-End-Bildverarbeitung, AI und Machine Learning.

Edge-seitig umzusetzen ist meist effizienter als zunächst Terabyte-weise Trainingsmaterial in die Cloud hochzuladen. Anwender erwarten allerdings in den meisten Fällen bereits ein fertiges Produkt, z.B. wenn es um Objekterkennung geht. Ein minimal viable product, das also den Mindestanforderungen genügt, muss eine Trefferquote von mindestens 80 Prozent haben. Die Anwendungsbeispiele hierfür sind vielfältig, unter anderem...

- Waagen im Supermarkt sollen automatisch erkennen, welche Art Obst oder Gemüse abgewogen wird. Kunden müssen sich nicht mehr die dazugehörige Nummer merken und Angestellte an der Kasse nicht prüfen, ob der Preis stimmt.
- Bei der professionellen dauerhaften Haarentfernung mittels Laser kann das Gerät automatisch erkennen, auf welchen Hauttyp es sich einstellen soll.
- Bei Reparaturen und Instandhaltung reicht ein Bild des auszutauschenden oder defekten Teils, damit eine Software/App das Teil korrekt identifiziert und ggf. sofort eine Bestellung auslöst.

Einfache AI-Programmierung

S&T Technologies machte die Erfahrung, dass Unternehmen bereits erprobte und bewährte Visionssysteme in Betrieb

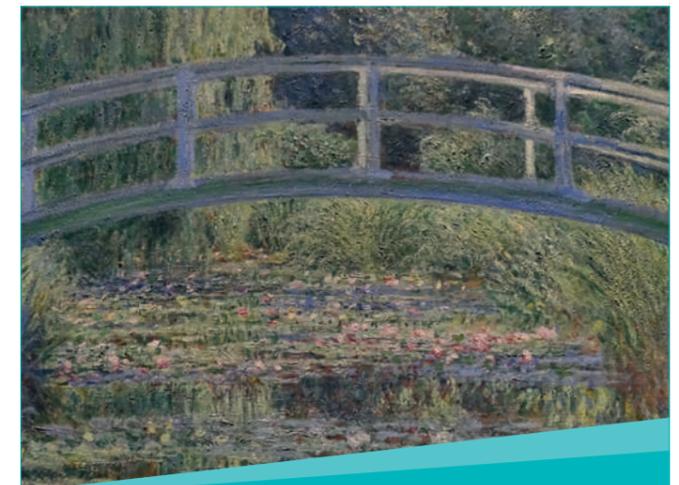
haben. Diese sind manchmal bereits weit über zehn Jahre im Einsatz und dadurch perfekt auf die jeweilige Anwendung abgestimmt. Neue AI-Lösungen haben es naturgemäß schwer, sich gegen diese etablierten Systeme durchzusetzen. Oft fehlt mittlerweile die Kenntnis einer effizienten Programmiersprache zur Entwicklung einer neuen Lösung. Hier bietet das AI Software Framework von Susietec eine Alternative. Es erlaubt Entwicklern, die Learning- und Inference-

Phase in den gängigen Sprachen .NET und Java unter Windows zu programmieren. Hardwareseitig zeigt sich, dass Embedded Computer für AI-Aufgaben ausreichend gerüstet sind, denn in der Praxis spielt die Auswertegeschwindigkeit oft nur eine geringe Rolle: Der Unterschied zwischen einer Zehntel und zwei Sekunden ist für die Anwendung oft nicht entscheidend. Hardwarebeschleuniger wie der Intel Movidius Chip für neuronale Netze sind deshalb meistens in zeitkritischen Szenarien erforderlich, nicht aber in jeder Anwendung. Neben der optischen Inspektion sind auch AI-Anwendungen in der Texterkennung und Wiedergabe, der Audioerkennung und Verhaltensmustererkennung denkbar. Über

die Audioerkennung lassen sich z.B. ungewöhnliche Vibrationen identifizieren, die auf ein fehlerhaftes Maschinenteil hindeuten. So könnten etwa Züge 'im Vorbeifahren' geprüft werden. Firewalls in IT-Netzwerken werden lernen, was normales Verhalten im Netzwerk ist und bei als ungewöhnlich erkannten Aktivitäten Alarm schlagen oder sogar erste Schutz- und Abwehrmaßnahmen einleiten. Die neue Technologie ermöglicht es Anwendern, sich auf ihre Kernkompetenzen zu konzentrieren und State-of-the-art-Technologien maßgeschneidert umzusetzen, genauso wie sie es benötigen. ■

www.kontron.com
www.snt-technologies.com

- Anzeige -



The Art of M&A is in bridging the gaps.

Vision Ventures führt Ihren Unternehmensverkauf zum Erfolg. Nach allen Regeln der Kunst.

VISION VENTURES

www.vision-ventures.eu info@vision-ventures.eu



Visual Texture

Identification of Different Car Seat Headrests with CNNs

AUTHORS: DAVID ALMEIDA, FRANCISCO VEIGA, MANUEL JOÃO FERREIRA, ALL NEADVANCE MACHINE VISION S.A.
IMAGES: NEADVANCE MACHINE VISION S.A.

For the identification for headrests in automotive seats for a leading European tier-1 supplier NEA-ROB for Headrest Inspection vision system was developed. The solution is based on computer vision and AI using deep neural networks presenting an accuracy rate of 99.95%.

Besides the analysis of complex objects (textured and geometry 3D complex) more restrictive analysis thresholds were needed. This type of approach was applied by Neadvance to develop an automatic solution for identification of headrests by generating a unitary code, meeting the requirements of productive traceability postulated by the OEM from the tier 1 supplier. The solution consists of a robotised system that identifies the different back-

rest models through visual characteristics extracted from the images of these models. 101 distinct models of backrests are distinguished by morphology (eleven distinct volumes), material (type, texture, markings) and seat stitch (type, colour).

Shape and Texture Analysis

The research in shape and texture analysis originated a diverse range of



Image 2 | Examples of material types (f.l.t.r.): fabric, synthetic leather and leather respectively

techniques for extracting characteristics of the images both in the spatial domain and in the spectral domain, which when combined with the design of specific classifiers allowed the identification and classification of the same objects. Concerning the classifiers applied, the approaches are diversified, highlighting those based on methods derived from the domain of statistics and AI. With the actual maturation of deep neural networks in particular with CNN's (convolutional neural networks) and the improvements in GPU technology these methods are now manageable. The different topologies of CNN's are state of the art in the domain of texture analysis, recognition of patterns and objects. There are several network typologies, e.g. ResNet, DenseNet and Inception. The application described implements an Inception V3 ConvNet.

Accuracy Rate of 99.95%

The identification system is based on the characteristics extracted from the volume, material and seat stitch. Two acquisition zones for the robotised vision system were identified: (a) acquisition with cameras and fixed illumination; (b) acquisition with cameras and lighting placed on the robot gripper. In the first area, images are acquired for the identification of the type of volume while the second one acquires images

for the identification of the type of material and seat stitch. The different materials included three groups: fabric, synthetic leather and leather. Within these groups, some subgroups relate to the colour and the type of texture pattern. The image database of the front top is composed of 24 classes (distinct fabrics, synthetic leather and leather with various colours). The texture analysis is based on Deep CNN's. In the training phase, ten high resolution images were acquired per class, with a total of 240 images. As a texel element, a standard image section is defined for all material types. To obtain the incoming images on the network a sliding window detection, was applied to the images acquired from all models, resulting in 55,000 image sections per class. The architecture used for the identification/classification process was Inception V3. The hyper-parameters and the base model of the CNN network were adjusted during training using the referred database. At the end of training the Inception V3 network presents a 100% classification accuracy of the validation set. The CNN model was integrated into the NEA-ROB for Headrest Inspection, which includes an IPC, two high resolution cameras (one in 16bit), a high-power-LED-illumination and a robotic structure. The first phase of testing was carried out with images acquired with the machine outside the

production line. The 24 classes of material types were submitted to the vision system, generating a total of 5,000 test texels per class. The accuracy rate for this test data was 99.95%. The system is already fully integrated into the production line.

Summary

The Castinspector allows the identification of model variants of car seat backrests, specifically the identification of the type of material based on its visual texture. The system is based on Deep CNN's, whose input vector consist of texels of optimized image sections. Currently, the system is in the process of online validation in the manufacturing unit at a tier 1 supplier, presenting an accuracy rate of 99.95%. Neadvance is already planning to roll this technology out to other customers (tier 1 and 2 suppliers) and a wide range of different products and different industries. ■

www.neadvance.com



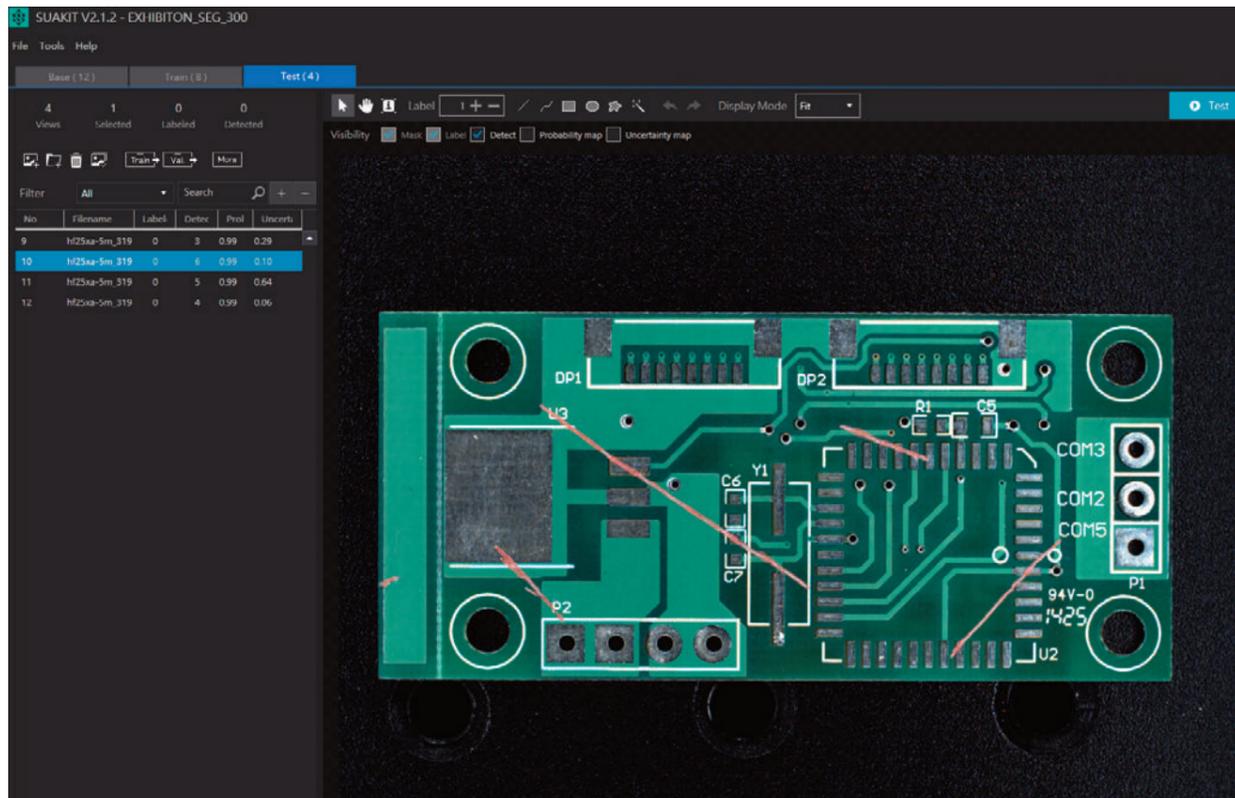


Bild 1 | Mit Hilfe der Deep-Learning-basierenden Inspektionssoftware SuaKIT AI sowie einer Manta Kamera kann der Anteil an Pseudo-Fehlern bei der PCB-Inspektion deutlich gesenkt werden.

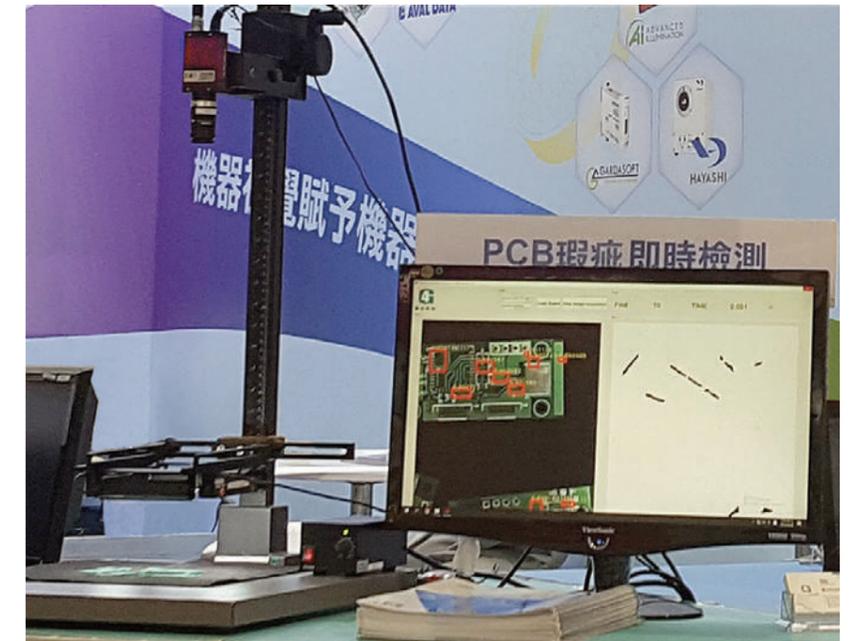


Bild 2 | KI-Defektinspektionssystem besteht aus der Kamera Manta G-032C, einem hochauflösenden Objektiv und der Inspektionssoftware SuaKIT AI.

Pseudofehler

Oberflächeninspektion von Leiterplatten per KI

AUTOR: CHRIS ZOU, SENIOR MARKETING MANAGER, ALLIED VISION TECHNOLOGIES (SHANGHAI) CO., LTD.
BILDER: G4 TECHNOLOGY CO., LTD

Auf künstlicher Intelligenz basierendes Defektinspektionssystem von G4 Technology ermöglicht die Oberflächeninspektion von Leiterplatten und senkt den Pseudoausschuss deutlich.

Seit 2010 hält die taiwanische Leiterplattenindustrie 30 Prozent Marktanteil

am globalen Leiterplattenmarkt. Dank der rasanten Entwicklung von High-End-Mobiltelefonen überschritt der Wert der gesamten PCB-Lieferkette 2017 in Taiwan und China zusammen 30 Milliarden Dollar. Die Leiterplattenindustrie ist eine der wettbewerbsfähigsten Branchen in Taiwan. Dabei helfen AOI-Anlagen Halbfabrikate zu prüfen, ohne die Produktionskapazität zu beeinträchtigen. Die AOI-Ausrüstung ist

somit eine wichtige Investition in den Herstellungsprozess von Leiterplatten und stellt mit 15 Prozent einen vergleichsweise hohen Anteil an der Gesamtinvestitionssumme dar.

Überhöhter Ausschuss

AOI ist eine automatisierte visuelle Inspektion, welche die Oberfläche einer Leiterplatte scannt, um ein eindeutiges

Bild zu erhalten. Abhängig von der Bildverarbeitungstechnologie können AOI-Geräte prüfen, ob Fehler wie Kurzschlüsse, übermäßiges oder unzureichendes Kupfer, offene Stromkreise, Kerben, Grate, Kupferschlacken, fehlende Komponenten und Verformungen vorliegen. Da es eine Vielzahl von Oberflächenfehlern gibt, ist die Inspektion schwieriger als bei allgemeinen elektronischen Bauteilen. Derzeit sieht sich die AOI-Inspektion aber mit dem Phänomen des überhöhten Ausschusses konfrontiert. Aufgrund der extrem hohen Anforderungen sind die Designparameter von AOI-Geräten sehr streng. So kommt es durch die Überempfindlichkeit der Geräte zu einem übertriebenen Ausschuss. Laut Statistik beträgt die Fehlerquote bei den NIO-Teilen bis zu 70 Prozent, das heißt dass 70 Prozent der aussortierten Halbfabrikate fehlerfrei sind. Deswegen muss eine zweite manuelle Überprüfung erfolgen, um zwischen echten und fälschlicherweise erkannten Fehlern zu unterscheiden, bevor sie in die Produktionslinie zurückkehren.

KI zur Fehlerinspektion

G4 Technology Co. Ltd. in Taiwan bietet Lösungen für die industrielle Bildverarbeitung und AOI-Systeme. Zudem unterstützt es als Dienstleister Unternehmen bei der erfolgreichen Anwendung der Visiontechnologie. Vor Kurzem hat das Unternehmen sein KI-Defekt-Inspektionssystem vorgestellt. Das System besteht aus der Industriekamera Manta G-032C von Allied Vision, einem hochauflösenden Fujifilm-Objektiv und der Inspektionssoftware SuaKIT AI von Sualab mit dem neuesten Deep-Learning-Algorithmus. Das System kann in Echtzeit Bilder erfassen und PCB-Fehler prüfen, erkennen, markieren und klassifizieren. Die von Sualab entwickelte Deep-Learning-Technologie nutzt ein künstliches neuronales Netzwerk zur Analyse von PCB-Bildern. Im Vergleich zur her-

kömmlichen visuellen Technologie kann das Fehlerprüfsystem komplexe Bilder analysieren, deutlich die Fähigkeit zur Bildinterpretation sowie die Genauigkeit der automatischen visuellen Inspektion verbessern und eine automatische Klassifizierung von Fehlern durchführen. Die erforderlichen Bilddaten in der Anfangsphase des Deep-Learning-Algorithmus variieren mit unterschiedlicher Komplexität der Bilder. In der Regel werden 50 bis 100 Bilder benötigt, so dass das System problemlos mit kundenspezifischen Fehlerstandards umgehen kann.

PCB-Inspektion mit 80fps

Im AI Defect Inspection System von G4 Technology kommt die Manta G-032C Kamera mit einer Auflösung von 656x492 Pixeln zum Einsatz. Mit 80fps bietet sie eine Bildrate, die den normalen Anforderungen genügt. Im Allgemeinen wird nach 15 Minuten ein Modell des entsprechenden neuronalen Netzwerks erstellt. Danach können die Daten in Echtzeit auf einer Produkti-

onlinie verarbeitet werden. "Als wir uns für die Manta-Kamera für die PCB-Inspektionsdemo entschieden haben, wurden vor allem die Anforderungen an eine hohe Geschwindigkeit bei der Echtzeitinspektion berücksichtigt. Dies machte es notwendig, Bilddaten schnell und in kleinen Bildern zu übertragen. Die Kamera hat eine vergleichsweise hohe Bildrate und erfüllt somit die Anforderungen an die Inspektionsgeschwindigkeit", betont Ken Chou, General Manager von G4 Technology. "Darüber hinaus sind die Allied-Vision-Kameras aufgrund ihrer Qualität und Stabilität am besten mit dem KI-Prüfalgorithmus kompatibel. Tatsächlich können fast alle Allied-Vision-Kameraserien je nach Anwendung als ideale Wahl für die Leiterplatteninspektion angesehen werden. Wenn Kunden beispielsweise hohe Anforderungen an die geprüfte Bildqualität haben, kann eine hochauflösende Kameraserie wie die Prosilica GT eingesetzt werden." ■

www.alliedvision.com

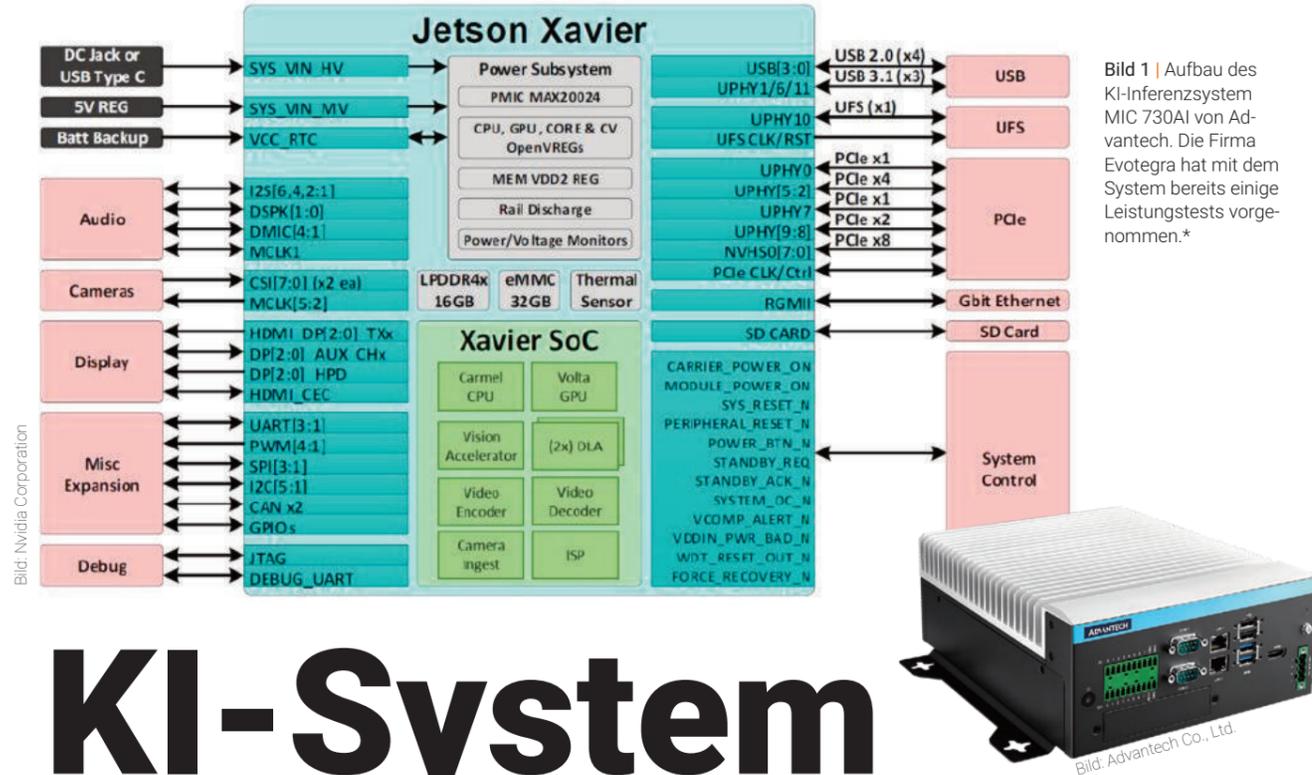


Bild 1 | Aufbau des KI-Inferenzsystem MIC 730AI von Advantech. Die Firma Evotegra hat mit dem System bereits einige Leistungstests vorgenommen.*

KI-System im Test

Testbericht zum Advantech MIC 730AI Inferenzsystem

AUTOR: TOBIAS MANTHEY, GESCHÄFTSFÜHRER, EVOTEGRA GMBH

Das Advantech MIC 730AI ist ein KI-Inferenzsystem, das auf dem Nvidia Jetson Xavier basiert. Mit 19x23x9cm hat es die Abmessungen eines Mini-PCs. Die Firma Evotegra konnte das neue System bereits testen*. Anbei die Testergebnisse.

temperatur von -10 bis 50°C, passiver Kühlung und geringem Stromverbrauch ist es für den Edge-Betrieb ausgelegt.

Hardware

Der Jetson Xavier ist in zwei Varianten erhältlich. Die kleinere Version verfügt über 8GB RAM bei einem Speichertakt von 1.333MHz, sechs ARM sowie 364 Volta GPU/48 Tensor-Kernen, während der große Bruder über 16GB bei 2.133MHz Speichertakt und acht ARM sowie 512GPU/64 Tensor-Kerne verfügt. Im Hinblick auf die effektive Leistung für KI-Anwendungen bietet die 16GB-Version ungefähr doppelt so viel Rechenleistung wie die 8GB-Version. Beide Versionen verfügen über 32GB internen Speicher, der neben dem Betriebssystem ca.16GB freien Speicherplatz für zusätzliche Anwendungen bereit hält. Beide Versionen sind mit

einem HDMI, 2x RJ45 GbE-Anschlüssen, 2x USB 2.0 sowie 2x USB 3.0-Anschlüssen an der Vorderseite ausgestattet, sowie 2x COM-Ports sowie 16 DI/DO-Anschlüsse. Unter der Rückseite befinden sich weitere 3x USB 2.0-Anschlüsse auf der Platine, ein zusätzlicher COM-Port, eine 5V Stromversorgung sowie ein NanoSim-Slot.

Das Gehäuse verfügt über Platz für ein 2,5-Zoll Laufwerk, während das Modul über einen SATA-Anschluss sowie über einen M2 und einen Mini-PCI-Express-Steckplatz verfügt. Für die Unterstützung von zwei PCI-Express-Karten in voller Größe kann das Gehäuse mit dem Erweiterungsmodul MIC-75M20 ausgestattet werden. Über die iDoor Blende kann das System auch mit einer Vielzahl von Mini-PCIe-basierten Erweiterungen (Wifi, LTE, industrielle Feldbusadapter...) bestückt werden.

Powermodus	MAXN	30WALL
KI-Ausführung	~18ms	~35ms
Stromverbrauch	~50W	~35W
CPU-Last	~50%	~65%
CPU-Temperatur	66,5°C	53°C
GPU-Last	~80%	~85%
GPU-Temperatur	65,5°C	53,5°C
Platinentemperatur	57,5°C	48°C
Max. Temperatur Kühler	49,2°C	43,3°C

Tab. 1 | Testergebnisse Massenverarbeitung

Das System wird mit Linux Ubuntu 18.04 und dem 'Jetpack' Softwarepaket ausgeliefert. Dieses enthält die Nvidia-Bibliotheken und -Tools zur Beschleunigung von Deep-Learning-Anwendungen. Technisch bietet die Umgebung die gleichen Annehmlichkeiten wie ein GPU-basiertes PC-

System. Die Bereitstellung von neuronalen Netzwerken, die auf einem PC oder in der Cloud trainiert wurden, ist daher unkompliziert. Obwohl es technisch möglich ist sogar neuronale Netze auf dem MIC-730AI zu trainieren, ist das System grundsätzlich für die Ausführung ausgelegt.

Netzwerke können prinzipiell nativ mit Python ausgeführt werden. Um jedoch die beste Leistung zu erzielen, empfehlen wir C++ in Kombination mit Netzwerkoptimierung zu verwenden. Die Nvidia-Inferenzbibliothek TensorRT ist im Jetpack bereits vorinstalliert.

Test 1: Massenverarbeitung

Das erste TestszENARIO ist ein anspruchsvoller Anwendungsfall für die Massenverarbeitung mit geringer Latenzzeit. Typischerweise findet man diese Art der Verarbeitung z.B. in Fahrzeugen oder in einigen industriellen Anwendungsfällen. Das Setup ist:

- MIC-730AI
- zwei Basler ACE Industrie-Kameras mit einer Auflösung von 1.920x1.200 Pixel
- GPU-basiertes Stereokamerasystem für die 3D-Rekonstruktion

- Anzeige -

2ew20P
Ihr e-code für freien Eintritt
embedded-world.de/gutschein

Nürnberg, Germany
25.-27.2.2020

embeddedworld
Exhibition&Conference
... it's a smarter world

INNOVATIONEN ENTDECKEN

Über 1.000 Firmen und mehr als 30.000 Besucher aus 84 Ländern
– hier trifft sich die Embedded-Community.

Seien Sie mit dabei! Jetzt kostenloses Ticket sichern!

Ihr e-code für freien Eintritt: **2ew20P**

embedded-world.de/gutschein

[@embedded_world](https://twitter.com/embedded_world) [in #ew20 #futurestartshere](https://www.linkedin.com/company/embedded-world)

Veranstalter Fachmesse
NürnbergMesse GmbH
T +49 9 11 86 06-49 12
besucherservice@nuernbergmesse.de

Veranstalter Konferenzen
WEKA FACHMEDIEN GmbH
T +49 89 2 55 56-13 49
info@embedded-world.eu

Medienpartner

Powermodus	Benutzerdefiniert
KI-Ausführung	~35ms
Stromverbrauch	~30W
CPU-Last	~5%
CPU-Temperatur	40°C
GPU-Last	~10%
GPU-Temperatur	40,5°C
Platinentemperatur	37°C
Max. Temperatur Kühler	34,4°C

Tab. 2 | Testergebnisse anforderungsbasierte Verarbeitung

- Middleware-Software (Publish / Subscriber Message Bus)
- Visualisierung mit 5 bis 10 Millionen 3D-Punkten/s
- Deep Learning-basierte Objekterkennung mit einer Auflösung von 960x600 Pixel
- Visualisierung der Objekterkennung

In dieser Konfiguration verarbeitet das System 625MB/s Daten, wobei die verfügbare Speicherbandbreite ungefähr zu 40 Prozent ausgelastet wird. KI-Algorithmen werden hauptsächlich auf der GPU verarbeitet. Daher beträgt die Auslastung aller CPU-Kerne nur 50 Prozent, während die GPU im Durchschnitt mit mehr als 80 Prozent ausgelastet ist. Evotegra hat das MIC-730AI in zwei verschiedenen Leistungsmodi getestet. Durch die Anpassung der verwendeten CPU-Kerne sowie die Taktfrequenzen von CPU und GPU kann mit den Leistungsmodi der Stromverbrauch auf 10, 15 oder 30W begrenzt werden. Im MAXN-Power-Modus arbeiten sowohl CPU als auch GPU mit maximaler Geschwindigkeit. Dabei wird allerdings keine Obergrenze für den Stromverbrauch garantiert. Um das System auszulasten und die Wärmeableitung des passiven Kühlsystems zu validieren, haben wir in diesem Modus einen 24h-Belastungstest durchgeführt. Der 30W ALL-Modus ist ein Modus, der den Stromverbrauch unter Verwendung aller acht ARM-Kerne auf 30W begrenzt.

Testergebnisse (Tab. 1): Während der Tests in beiden Modi verarbeitete das System insgesamt mehr als 100TB Daten. Bei Raumtemperatur erreichten sowohl die CPU als auch die GPU bis zu 66°C und erwärmten den passiven Kühler auf maximal 50°C. Dies lag jedoch weit unter der empfohlenen maximalen GPU-Temperatur von 88°C. Das System arbeitete zu jeder Zeit stabil.

Test 2: Anforderungsbasierte Verarbeitung

In diesem Szenario wird das System in einem typischen industriellen Anwendungsfall getestet. Es empfängt die Daten über die Netzwerkschnittstelle (C++). Ziel ist es, die Daten mit der geringstmöglichen Latenz zu verarbeiten (Deep-Learning-basierte Objekterkennung und -klassifizierung mit 1.024x1.024 Pixel). Um Energie zu sparen, wird selbst im Power-Modus MAXN der Takt für CPU und GPU bei geringer Last gedrosselt. Dadurch haben die ersten Bilder eine bis zu dreimal höhere Latenz, als die nachfolgenden Bilder. Während in den meisten Anwendungsfällen die Energiesparfunktionen unproblematisch sind, ist dies für die zeitkritische Verarbeitung kein erwünschtes Verhalten. Die Lösung ist einen benutzerdefinierten Energiesparmodus zu erstellen, der den GPU- und CPU-Takt auf ihre maximale Frequenz begrenzt.

Testergebnisse (Tab. 2): Da das System zwischen der Verarbeitung der einzelnen Bilder Ruhephasen hat, wirkt sich die dauerhaft hohe Taktfrequenz von CPU und GPU nicht merklich auf die Temperatur aus. Die Ausführungszeit beträgt etwa das 1,75-fache der Zeit, die ein auf Intel basierender IPC in Kombination mit einer Nvidia RTX 2080Ti-GPU erreichen kann. Vergleicht man die technischen Daten beider Systeme, so verfügt der IPC im Vergleich zum MIC-730AI über etwa das achtfache an Ressourcen. Die Tatsache, dass der achtfache Vorteil bei den verfügbaren Ressourcen nur den 1,75-fachen Vorteil bei der tatsächlichen Verarbeitung ergibt deutet darauf hin, dass die Latenz hauptsächlich mit dem Speicherdurchsatz zusammenhängt. Im Vergleich zum IPC hat der MIC-730AI jedoch nur 5 bis 10 Prozent des Stromverbrauchs, keine beweglichen Teile und im Allgemeinen weit weniger Komponenten. Daher sind für den MIC-730AI geringere Wartungskosten zu erwarten.

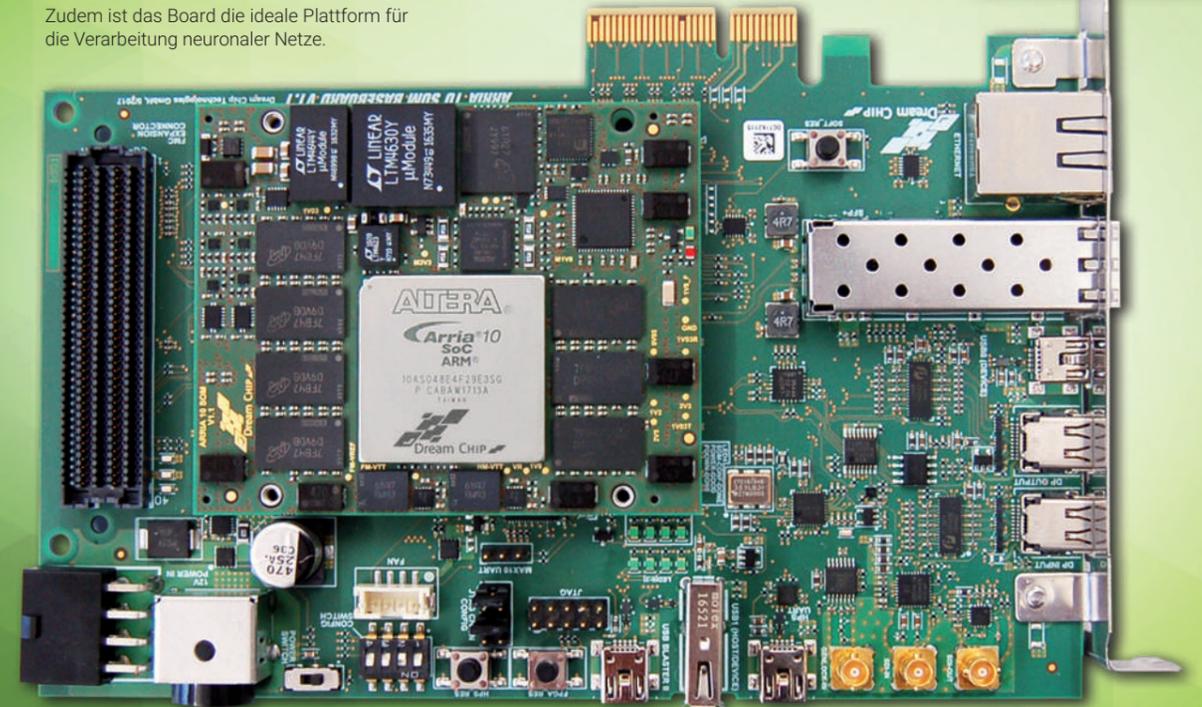
Fazit

Der MIC-730AI bietet eine hohe Leistung für eine Vielzahl von KI- und klassischen Anwendungen. Geringer Stromverbrauch in Kombination mit passiver Kühlung ermöglichen den Einsatz in industriellen Umgebungen in der unmittelbaren Nähe von Maschinen oder in Fahrzeugen. Das System kann ohne große Anpassungen verwendet werden und ermöglicht kurze Bereitstellungszyklen von KI-Anwendungen. ■

www.evotegra.de

* Die Hardware wurde von Advantech zur Verfügung gestellt. Die Evotegra GmbH wurde für den Test nicht bezahlt.

An das Arria 10 SoM lassen sich bis zu acht hochauflösende Kameras anschließen. Zudem ist das Board die ideale Plattform für die Verarbeitung neuronaler Netze.



Klein, aber oho

Leistungsstarkes SoM für hohe Datendurchsätze und KI

AUTOR: HEIKO HENKEL, DIRECTOR BUSINESS DEVELOPMENT, DREAM CHIP TECHNOLOGIES GMBH
BILD: DREAM CHIP TECHNOLOGIES GMBH

Mit Abmessungen von 29x 29mm ist das Arria 10 SoM kleiner als eine Scheckkarte.

Seine Rechenleistung bezieht das Board aus einem Intel-Chip vom Typ Arria 10 SX, der die Funktionalität eines SoC und eines FPGA in einem Gehäuse kombiniert. Darin sorgen ein Dual-Core Prozessor vom Typ Arm Cortex A9 sowie ein FPGA mit bis zu 480.000 Logikeinheiten für äußerst flüssiges Arbeiten. Die SoM-Platine (System on Module) wird über zwei Mezzanine-Steckerleisten auf das kundenspezifische Baseboard aufgesteckt. Der User muss sich weder um die Speicherkonfiguration noch um die Anschlüsse für die Kommunikationsleitungen (I/Os) oder die Einzelheiten der Stromversorgung kümmern. Stattdessen kann er sein an-

wendungsspezifisches Baseboard entwickeln und dabei die Rechen- und Connectivity-Möglichkeiten des SoM in vollem Umfang nutzen. Sein spezielles Talent zur Verarbeitung von Bild- und Videodaten bezieht das SoM aus seiner internen Architektur: Zwei separate DDR4-Speicherschnittstellen ermöglichen es dem ARM Cortex-A9-Subsystem, parallel zum FPGA-Subsystem speicherintensive Anwendungen wie Frame Buffering oder Object Detection durchzuführen, ohne in Probleme mit der Bandbreite oder in Zugriffskonflikte zu geraten. Diese Vorteile zeigen sich besonders in Anwendungen mit hoher Bildrate sowie in 3D- und 4K-Anwendungen. 32-LVDS-Leitungen mit hoher Bandbreite dienen als Ein- und Ausgang für kundenspezifische Anschlusskonfigurationen von Bildsensoren, Displays,

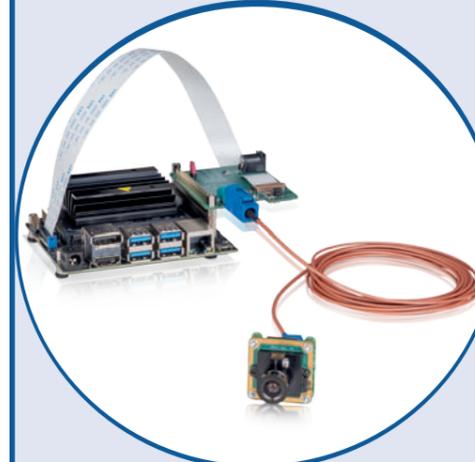
AD- oder DA-Wandlern. Das System ist ideal für den Einsatz bei künstlicher Intelligenz geeignet. Für die Verarbeitung Neuronaler Netze, etwa mit den verbreiteten Tensor-Flow-Libraries, ist das System eine perfekte Plattform. Das SoM verfügt über zahlreiche Kommunikationsschnittstellen, unter anderem für 10GigE, Glasfaser, 12G SDI und USB 2.0. Damit Entwickler schnell zu professionellen Ergebnissen kommen, stellt Dream Chip eine spezielle Portierung von Intels Arria 10 Golden System Reference Design zur Verfügung - einschließlich Bootloader und der Linux-Distribution Yocto. Weitere Softwarewerkzeuge sind erhältlich. Auch die Herstellung individueller Varianten nach Kundenwunsch ist möglich. ■

www.dreamchip.de

MULTI-KAMERA-LÖSUNGEN
FÜR AKTUELLE MIPI-SENSOREN



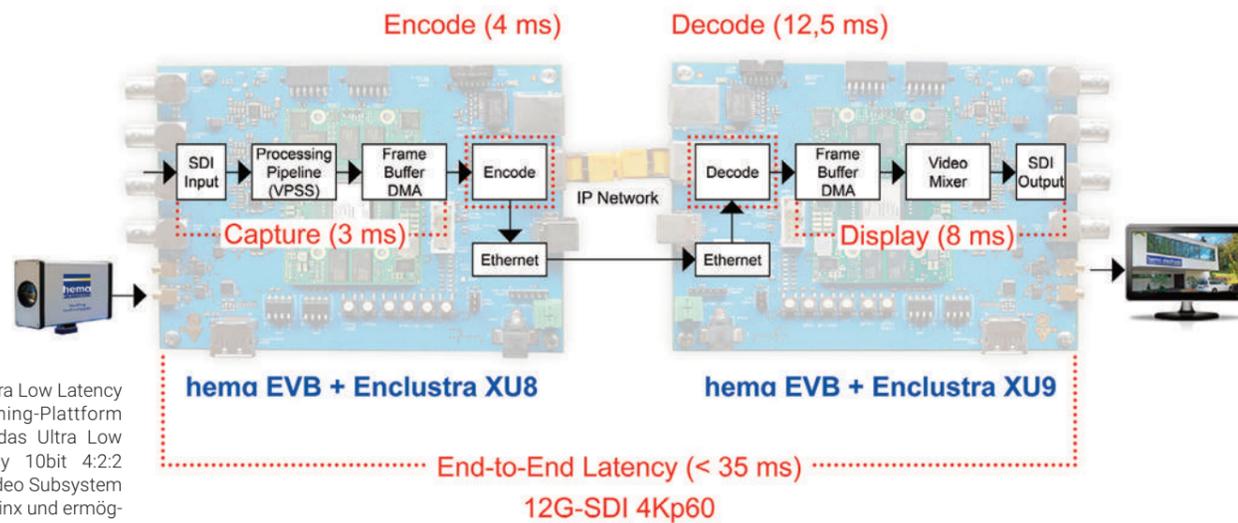
MIT BIS ZU 6 KAMERAS UND
BIS ZU 15 METER KABELLÄNGE



EMBEDDED VISION MIT NVIDIA
JETSON NANO, TX2 UND AGX XAVIER



MACHINE VISION AUS DEUTSCHLAND
GIGE • USB 3.1 • USB 3.0 • USB 2.0



Die Ultra Low Latency Streaming-Plattform nutzt das Ultra Low Latency 10bit 4:2:2 SDI Video Subsystem von Xilinx und ermöglicht Übertragungsraten von weniger als 35ms.

Echtzeit Streaming

Ultra Low Latency Streaming-Plattform

AUTOR: HARTMUT MÜLLER, SALES DIRECTOR, HEMA ELECTRONIC GMBH | BILD: HEMA ELECTRONIC GMBH

Auf der SPS 2019 präsentierte Hema Electronic erstmals seine Ultra Low Latency Streaming-Plattform. Hema nutzt als einer der ersten Anwender das Ultra Low Latency 10bit 4:2:2 SDI Video Subsystem von Xilinx auf dem eigens entwickelten Embedded Vision Board.

Low-Latency-Bildübertragungen sind kein Kind der Neuzeit. Sie stammen aus dem analogen Zeitalter. In den

70er-Jahren galt die Datenübertragung per koaxialer Leitung weltweit als Standard für das Fernsehen. Die Vorteile damals wie heute: Beim Auslesen der Pixel und anschließender Umwandlung in elektrische Signale entstand keine zeitliche Verzögerung. Die Bildqualität jedoch war mit einer Auflösung beim PAL-Standard von 720x576 Pixeln und beim NTSC-Standard mit 720x480 Pixeln im Vergleich zum heutigen Standard sehr niedrig. Mit zunehmenden Möglichkeiten zur Steigerung der Auflösung wurde jedoch schnell das Limit an analoger Datenübertra-

gung erreicht. Die Leitungen ließen es schlicht nicht zu, dass noch mehr Daten übertragen wurden. Die Lösung lautete Komprimierung und Digitalisierung. Doch auch diese Verfahren kamen nicht ohne Nachteile aus. Denn beim Codieren und Decodieren eines Bildes tritt dadurch, dass ein Vergleich zwischen den Veränderungen des aktuellen Bildes mit einem früheren Bild vorgenommen wird, eine Verzögerung von mehreren Bildern auf. In der Summe erreichten Bildübertragungssysteme mehrere hundert Millisekunden an zeitlicher Verzögerung von der

Aufnahme bis zur Anzeige am Bildschirm. Von den Anwendern gewünscht waren jedoch maximal 100ms.

Heutige Low-Latency-Verfahren zur Bildübertragung und -verarbeitung verzeichnen nur eine sehr geringe und vom menschlichen Auge nicht wahrnehmbare zeitliche Verzögerung, dadurch erfüllen sie höchste Anforderungen. Mit ultrakurzen Latenzzeiten unter 35ms bei 60fps von der Bildaufnahme bis zur Anzeige auf Bildschirmen inklusive einer Codierung und Decodierung mit dem H.265-Standard bei einer Vielzahl von digital übertragenen Daten bietet Hema Electronic seinen Kunden Videoübertragungssysteme, die ideale Einsatzmöglichkeiten für Multi-Stream oder Multi-View aufweisen. Typische Anwendungsfelder für solche Systeme gibt es in der Bildverarbeitung, in der Steuerung von Maschinen, Anlagen und Fahrzeugen sowie in der Videoüberwachung und Echtzeit-Videokommunikation für Augmented-Reality-Anwendungsszenarien. Also prinzipiell überall dort, wo visuelle Präzision erforderlich ist, um Sicherheit zu gewährleisten.

Übertragungsraten kleiner 35ms

Auf der SPS 2019 präsentierte Hema Electronic erstmals seine Ultra Low Latency Streaming-Plattform. Auf einem eigens entwickelten Embedded Vision-Board nutzt die Firma als einer der ersten Anwender überhaupt das Ultra Low Latency 10bit 4:2:2 SDI Video Subsystem von Xilinx. Ebenfalls zum Einsatz kamen ein XU8- sowie ein XU9-Modul des Schweizer FPGA-Modulspezialisten Enclustra. „Mit einer schnellen Kamera, einem schnellen Monitor und dem von Xilinx entwickelten Algorithmus für Low Latency erreichen wir mit unserem System Übertragungsraten von weniger als 35ms“, erklärt Michael Mößmer, Entwicklungsleiter bei Hema Electronic. „Damit sind Verzögerungen bei Bildübertragungen vom menschlichen Auge nicht mehr wahrnehmbar.“ Dies wird z.B.

dann relevant, wenn ein Fahrzeug von einer Besatzung mittels Kamera- und Monitorsystemen gesteuert wird. Der bisherige zeitliche Verzug von 200 bis 400ms der Bilddarstellung in Korrelation zu den Bewegungen des Fahrzeugs führt bei der Besatzung im Fahrzeug zu Schwindel und Gleichgewichtsstörungen. Dadurch können Aufgaben nur eingeschränkt oder gar nicht mehr erfüllt werden. Im wirtschaftlichen Anwendungsbereich wiegen die Folgen noch schwerer: Sieht der Fahrer eines Fahrzeugs in der Rückfahrkamera beispielsweise ein ballspielendes Kind auf das Fahrzeug zukommen, darf die Kamera dieses Bild nicht zeitverzögert darstellen. Dasselbe gilt auch für Seiten- oder Rückfahrspiegel bei LKWs. Ein Kranführer, der am Boden per Monitor die Maschine lenkt, muss in Echtzeit erkennen können, was sich oben in luftiger Höhe tut. Und in Produktionsarealen, in denen ausschließlich Roboter arbeiten, kann ein Videoüberwachungssystem, das mit Sensoren verbunden ist, Leben retten, falls sich einmal ein Mensch zwischen die Maschinen verirrt und in deren Arbeitsbereich gelangen sollte. „Ermöglicht wird diese Ultra Low Latency durch die leistungsfähigen FPGA-SOCs von Xilinx, die sowohl programmierbare Logik, als auch mehrere ARM-Prozessoren enthalten. Sie können immense Datenmengen komprimieren und eine entsprechende Verarbeitung ermöglichen“, erläutert Mößmer. „Wir integrieren die FPGA-SOCs mit all ihren Vorteilen auf die von uns entwickelten Embedded Vision-Boards.“

www.hema.de



Die FPGA-Beschleunigerkarte Mustang-F100 basiert auf dem Intel Arria 10 GX1150 FPGA und ist mit 8GB on-board DDR4 RAM ausgestattet. Sie zeigt eine 87 Prozent höhere Performance bei SqueezeNet 1.1 oder 82 Prozent bei Yolo Tiny V1 gegenüber einer Nvidia P4.

Schneller-Macher

KI-Beschleunigerkarten für (Vision) Edge Computing

AUTOR: HARALD BEHNSTEDT, GESCHÄFTSFÜHRER, ICP DEUTSCHLAND GMBH | BILD: ICP DEUTSCHLAND GMBH

Die Mustang Serie an KI-Beschleunigerkarten ist mit ihrer Low-Power-Architektur und Skalierbarkeit eine Alternative zu GPU-basierten KI-Lösungen. Die Kompatibilität zum Open Visual Inference Neural Network Optimization (OpenVino) Toolkit bietet eine einfache Möglichkeit Trainingsmodelle an der Edge zu implementieren.

Inferenzsysteme verwenden meist vor-trainierte Datensätze, sogenannte Trainingsmodelle, die in Hochleistungsrechnern erstellt worden sind. Meist kommen dabei mehrere Grafikkarten zum Einsatz, um das Modell möglichst schnell zu klassifizieren. Daher ist der Einsatz von Grafikkarten an der Edge aus unterschiedlichen Gründen nicht sinnvoll, da u.a. Anforderungen wie physische Größe des Inferenzsystems, Stromverbrauch oder das Preis-/Leistungsverhältnis eine Rolle spielen. Diese Anforderungen lassen sich mit GPU-basierten Systemen kaum erfüllen. Mit der Mustang KI Beschleuniger-

karten Serie bieten sich allerdings neue Möglichkeiten. Es stehen zwei unterschiedliche Serien zur Auswahl.

VPU-Beschleunigerkarten

Die VPU-basierte Mustang Serie verwendet Intel Movidius Myriad X MA2485 Visual Processing Units. Diese VPUs sind durch die Kombination ihres neuronalen Netzwerks mit 16 Shave Kernen und ihrer Neural Compute Engine speziell für KI Anwendungen im Vision Bereich ausgelegt. Neben einer Vielzahl von implementierten Hardwarefunktionen für die Bildverarbeitung, enthält jede VPU eine Stereo Depth Block Funktion, die in der Lage ist zwei Streams mit einer Auflösung von 720P bei 180Hz zu verarbeiten. Native FP16 Berechnungen oder 8bit Festkommaberechnungen, aber auch die ISP-Pipeline und hardwarebasierte Codierung ermögliche anspruchsvolle Bild- oder Videoverarbeitung mit einer 4k-Auflösung. Jeder einzelnen VPU lässt sich dabei eine andere DL-Topologie zuweisen. Grund hierfür ist deren Multi-Channel Fähigkeit, die eine simultane Ausführung von Berechnungen ermöglicht. So lassen sich unterschiedliche An-

wendungen wie Objekterkennung oder Bild- und Videoklassifikation gleichzeitig ausführen. Auf der PCI Express x4 Bus basierten Mustang-V100-MX8 kommen gleich acht VPUs zum Einsatz und erreichen eine Rechenleistung von einem Tops. Damit ist die Karte in der Lage mehr als zehn Video Streams gleichzeitig zu verarbeiten. Dabei verbraucht jede VPU nur 2,5W. Im Gesamten verbleibt die Karte unter 30W und eignet sich für anspruchsvolle Low-Power KI-Anwendungen. Sind weniger als zehn Streams zu verarbeiten kann eine kleinere Variante, wie die Mustang-V100-MX4 mit vier MA2485 VPU Einheiten, verwendet werden. Auch diese basiert auf PCI Express Bus benötigt allerdings nur einen x2 Steckplatz und kann in nahezu jeden Kompakt-PC verbaut werden. Für besonders kompakte Embedded PC Systeme, die keinen PCI Express Steckplatz bieten, stehen zwei VPU Module zur Auswahl die auf dem M.2 Formfaktor basieren. Die Mustang-M2AE-MX1 mit einer VPU Einheit sowie die Mustang-M2BM-MX2 mit zwei MA2485 VPU Einheiten. Für Systeme mit älterem Mini-PCI Express Bus eignet sich die Mustang-MPCIE-MX2 mit zwei Myriad VPU Einheiten.

FPGA-Beschleunigerkarten

Stehen Anforderungen an kurze Latenzzeiten im Raum, oder sind höhere Auflösungen bei einer höheren Taktrate zu verarbeiten, bietet sich die Mustang-F100 an. Anders als die Mustang-V100 Serie basiert diese auf dem Intel Arria 10 GX1150 FPGA und ist mit 8GB on-board DDR4 RAM ausgestattet. Ihr kompaktes Profil (170x68x34mm) und standardisiertes PCIe Gen3 x8 Interface sorgen für eine problemlose Integration der KI-Beschleunigerkarte. Das Zuweisen einer individuellen Karten-ID ermöglicht den Betrieb von mehreren Karten innerhalb eines einzelnen Inferenzsystems. Durch die Parallelität der Datenverarbeitung und dem hohen Konfigurierungsgrad, kann die Mustang-F100 wechselnde Workloads und verschiedene Gleitkommazahlen verarbeiten. Dank integrierter Intel Enpirion Power Lösung weist sie eine hohe Effizienz

(<60W TDP), Leistungsdichte und Performance (bis zu 1,5 Tflops) auf.

Software & Benchmark

Für beide Serien stehen von Intel SDKs zur Verfügung. Mit dem Intel Movidius Myriad Development Kit (MDK) können eigene Funktionen eingebunden und beliebige Verarbeitungspipelines aufgebaut werden. Es steht ein großes Angebot an Bibliotheken für Bildverarbeitung und Neurale Netze zur Auswahl. Für die Mustang Serie mit FPGA bietet Intel Entwicklern das FPGA SDK for OpenCLTM, den Platform Designer und den DSP Builder für FPGAs. Die Mustang Serien V100 und F100 bieten zusätzlich, mit der Kompatibilität zum OpenVino Toolkit, eine optimierte Integration von Trainingsmodellen. Das Toolkit nimmt automatisch eine passende Skalierung auf das jeweilige Zielsystem an der Edge vor. Darüber hinaus wird bereits eine

Vielzahl weiterer Topologien unterstützt. Von der klassischen Objekterkennung über die Video- und Bildklassifikation bis hin zur Gesichtserkennung oder Bildsegmentierung sind anwendungsseitig kaum Grenzen. Je nach Topologie empfiehlt es sich den Bitstream der Mustang-F100 anzupassen, um ihre Performance zu optimieren. Je nach OpenVino Toolkit Version stehen unterschiedliche Bitstreams zur Verfügung, die mit dem Toolkit eingespielt werden. Benchmark Tests mit dem im OpenVino Toolkit integrierten Testtool zeigen, dass man durch die Anpassung des Bitstreams an die verwendete Topologie GPU basierten Inferenzmaschinen deutlich den Rang ablaufen kann. So zeigt die Mustang-F100 eine 87 Prozent höhere Performance bei SqueezeNet 1.1 oder 82 Prozent bei Yolo Tiny V1 gegenüber einer Nvidia P4 Lösung. ■

www.icp-deutschland.de

Impressum

VERLAG/POSTANSCHRIFT:
Technik-Dokumentations-Verlag
TeDo Verlag GmbH
Postfach 2140, 35009 Marburg
Tel.: 06421/3086-0, Fax: -180
info@invision-news.de
www.invision-news.de

LIEFERANSCHRIFT:
TeDo Verlag GmbH
Zu den Sandbeeten 2
35043 Marburg

VERLEGER & HERAUSGEBER:
Dipl.-Ing. Jamil Al-Badri †
Dipl.-Statist. B. Al-Scheikly (V.i.S.d.P.)

REDAKTION:
Dr.-Ing. Peter Ebert (peb),
Georg Hildebrand (Marktübersichten, ghi)
Bastian Fitz (bfi)

WEITERE MITARBEITER:
Tamara Gerlach, Christina Jilg, Susan Jünger,
Lena Krieger, Kristine Meier, Melanie Novak,
Kristina Sirjanow, Florian Streitenberger,
Natalie Weigel, Sabrina Werking

ANZEIGENLEITUNG:
Markus Lehnert

ANZEIGENLEITUNG:
Michaela Preiß
Tel. 06421/3086-0

Es gilt die Preisliste der Mediadaten 2020

GRAFIK & SATZ:
Julia Marie Dietrich, Tobias Götzte,
Fabienne Heßler, Kathrin Hoß, Ronja Kaledat,
Patrick Kraicker, Ann-Christin Lölkes,
Cara Richter, Nadin Rühl

DRUCK:
Offset vierfarbig
Dierichs Druck+Media GmbH & Co. KG
Frankfurter Straße 168, 34121 Kassel

ERSCHEINUNGSWEISE:
6 Druckausgaben + 3 ePaper für das Jahr 2020

BANKVERBINDUNG:
Sparkasse Marburg/Biedenkopf
BLZ: 53350000 Konto: 1037305320
IBAN: DE 83 5335 0000 1037 3053 20
SWIFT-BIC: HELADEF1MAR

GESCHÄFTSZEITEN:
Mo.-Do. von 8.00 bis 18.00 Uhr
Fr. von 8.00 bis 16.00 Uhr

JAHRESABONNEMENT: (6 Ausgaben)
Inland: 36,00€ (inkl. MwSt + Porto)
Ausland: 48,00€ (inkl. Porto)

EINZELBEZUG:
7,00€ pro Einzelheft (inkl. MwSt., zzgl. Porto)

ISSN 2199-8299
Vertriebskennzeichen 88742

Hinweise: Applikationsberichte, Praxisbeispiele, Schaltungen, Listings und Manuskripte werden von der Redaktion gerne angenommen. Sämtliche Veröffentlichungen in inVISION erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt. Alle in inVISION erschienenen Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Reproduktionen, gleich welcher Art, sind nur mit schriftlicher Genehmigung des TeDo Verlages erlaubt. Für unverlangt eingesandte Manuskripte u.ä. übernehmen wir keine Haftung. Namentlich nicht gekennzeichnete Beiträge sind Veröffentlichungen der Redaktion. Haftungsausschluss: Für die Richtigkeit und Brauchbarkeit der veröffentlichten Beiträge übernimmt der Verlag keine Haftung.

© Copyright by TeDo Verlag GmbH, Marburg.

- Anzeige -

© industrieblick / Fotolia.com

Nicht suchen,
sondern finden!



Gleich ausprobieren!
www.i-need.de

i-need.de
PRODUCT FINDER |

**Informationsportal
für die Industrie**

- ✓ Passende Produkte finden
- ✓ Marktüberblick gewinnen
- ✓ Kompetent entscheiden



5G Vision

GPU und Echtzeitsteuerung für lüfterlose BV-Rechner

AUTOR: OLIVER BARZ, SALES MANAGER,
IMAGO TECHNOLOGIES GMBH
BILDER: IMAGO TECHNOLOGIES GMBH

Bild 1 | Die VisionBox Daytona ist mit Nvidias Jetson TX2 ausgestattet und ideal für Deep-Learning-Anwendungen. Die gespeicherten Bilder können dank integriertem Modem weltweit abgerufen werden.

Die VisionBox Daytona ist für Deep Learning sowie drahtlose Kommunikation optimiert. Das Gerät ist mit Nvidias Jetson TX2 ausgestattet. Die Kombination aus CPU und GPU ist die perfekte Basis für Anwendungen, wie Deep Learning, Data Mining, hyperspektrale Bildauswertung oder 3D-Rekonstruktionen.

Im Gegensatz zu Computern mit steckbaren GPU-Karten ist die VisionBox Daytona für Embedded Machine Vision Konzepte entwickelt, d.h. der Schwerpunkt liegt auf minimiertem Platzbedarf, lüfterlosem Betrieb und geringem Stromverbrauch. Heutige Anwendungen sind oft auf die jeweilige Situation in der Maschine zugeschnitten, müssen aber bei Bedarf schnell anpassbar sein, um dauerhaft verlässliche Ergebnisse zu lie-

fern. Zudem werden vermehrt die realen Bilder aufgenommen und gespeichert und dann auf einen Remote-Learning-Cluster übertragen. Deshalb verfügt die Box über eine schnelle M.2-SSD und eine optionale Software zur Erfassung der Bilder, ohne den Inspektionsprozess zu unterbrechen.

WLAN und Modem

Das System verfügt neben WLAN auch über ein eingebautes Modem, das eine 4G-Konnektivität bietet und die Übertragung der Bild- und Trainingsdaten an jedem Ort der Welt ermöglicht. Die drahtlose Verbindung erlaubt zudem eine optimale Unterstützung beim Deep Learning, falls zweifelhafte Entscheidungen des DL-Algorithmus von einem externen Experten durch eine Bildanalyse und einem neuen DL-Modell verbessert werden müssen. Abseits der DL-Anwendungen gibt es weitere Einsatzmöglichkeiten für eine drahtlose Konnektivität, z.B. ein Transportfahrzeug, das mit dem Logis-

tikzentrum kommuniziert, um Störungen auf der Strecke zu melden und die Ankunftszeit abzuschätzen. In naher Zukunft wird die Box mit einem 5G-Modem ausgestattet, um Inspektionssysteme oder IoT-Anwendungen auf die nächste Qualitätsstufe mobiler Kommunikation zu bringen.

Echtzeitsteuerung

Die VisionBox Daytona verfügt über Trigger-and-Power-over-Ethernet für für den direkten Anschluss von GigE-Kameras über ein einzelnes Standardkabel. Für einen effizienten Einsatz in der Maschine ist eine klare Trennung zwischen Nicht-Echtzeitverhalten des Betriebssystems und echtzeitfähigen Schnittstellen erforderlich. In der Box werden mit dem Real-Time Communication Controller (RTCC) die digitalen I/Os, die Encoder-Schnittstelle und die Kameratrigger-Signale (über Trigger-over-Ethernet) unabhängig vom Betriebssystem in Echtzeit verwaltet. Die Konfiguration des RTCCs erfolgt

über eine leistungsfähige und einfach zu bedienende API. Um Mensch-Maschine-Interaktionen zu ermöglichen und die Softwareentwicklung zu unterstützen, verfügt das Gerät über Schnittstellen wie USB, Ethernet (für drahtlose und kabelgebundene Netzwerke) und DisplayPort.

GigE-Vision-Datenlogger

Immer häufiger ergibt sich der Wunsch, Bilder für Deep Learning oder andere neue Bildanalysen zu sammeln, ohne in das bestehende Visionsystem eingreifen zu müssen. Hierfür gibt es jetzt das 'VisionDevice Image Logger', das aus dem GigE-Datenstrom der Kamera die Bilddaten extrahiert, ohne diese zu verändern. Hardwareseitig wird das Kamerakabel ans das VisionDevice angeschlossen, welches mit einem zweiten Kabel an den bisherigen Visionrechner angebunden ist. Kamera und dieser Rechner, merken davon nichts, d.h. deren Betrieb geht ohne Störung weiter. Mit der Software des VisionDevices werden die Datenpa-



Connect And Run: The New Image Logger From IMAGO Technologies

Bild 2 | Integriert in der VisionBox Daytona ist die Image Logger Software, die aus dem GigE-Datenstrom der Kamera die Bilddaten extrahiert.

kete korrekt zu Bildern zusammengesetzt und zur weiteren Verwendung gespeichert. Die VisionBox Daytona ist mit ihrer schnellen SSD ideal zur Speiche-

rung der Bilder, die dank integriertem Modem weltweit abrufbar sind.

www.imago-technologies.com

VISION im Fokus

inVISION Sonderhefte zu Schwerpunktthemen als eMagazin



Embedded Vision & Deep Learning



Vision 2018 Nachbericht



Vision-Sensoren & Intelligente Kameras

www.invision-news.de/downloadbereich



Bild 1 | Das kompakte, lüfterlose Eagle-Eyes-Bildverarbeitungssystem mit dem KI-Softwarepaket Ekit ermöglicht eine vorausschauende Wartung und unterstützt bis zu zwölf PoE-Kameras.

Permanente Zustandskontrolle

KI überwacht Betriebszustand von Embedded-Vision-PCs

AUTOR: HELMUT ARTMEIER, GESCHÄFTSFÜHRER, EFCO ELECTRONICS GMBH | BILDER: EFCO ELECTRONICS GMBH

Die Familie der lüfterlosen Boxcomputer Eagle-Eyes ermöglichen eine KI-gestützte Überwachung und vorausschauende Wartung mithilfe des proprietären Softwarepakets Ekit. Die Software ist auch für Trägerplatten für unterschiedliche COM-Formate erhältlich.

Die Rechnerfamilie Eagle-Eyes ist mit einem intelligenten Monitoring-System ausgestattet, das Daten sammelt und für eine vorausschauende Wartung zur Verfügung steht. Die modulare Produktfamilie ermöglicht neben einer hohen Rechenleistung über vier PCIe-Slots den Einbau von GPU/VPU-Modu-

len für KI-Computing. Damit eignen sich die Systeme für die industrielle Bildverarbeitung, können aber auch als Gateway oder in der Videoüberwachung eingesetzt werden.

KI mit Open-Source-Framework

Beim Einsatz von KI/Deep-Learning unterstützt die EfcO-Hardware auch Open-Source-Frameworks wie OpenVino von Intel. Das Toolkit erlaubt es, zusammen mit weiteren Intel-Vision-Produkten, die anfallenden Daten direkt an der Edge zu sammeln und zu analysieren. Von Vorteil ist, dass die Auswertung für Intel-Plattformen optimiert ist, was einen Leistungsgewinn ohne eigene GPU erlaubt. Des Weiteren unterstützen die Rechner auch OpenCV,

eine freien Programmibliothek mit Algorithmen für Machine/Computer Vision, die für C, C++, Python und Java geschrieben wurde und als freie Software zur Verfügung steht. Die Stärke von OpenCV liegt in der Geschwindigkeit und der großen Anzahl an Algorithmen aus neuesten Forschungsergebnissen. Anwender können aber auch Luminoth und SimpleCV implementieren. Luminoth ist ein offenes Toolkit, das sich leicht auf eigenen Servern installieren lässt. Dabei sind Objekterkennung und Klassifizierungsmodelle kundenspezifisch anpassbar. SimpleCV ist ein Open-Source-Framework zum Erstellen von Bildverarbeitungsapplikationen, mit dem man Zugriff auf unterschiedliche Bildverarbeitungsbibliotheken, wie OpenCV, hat, ohne dass man

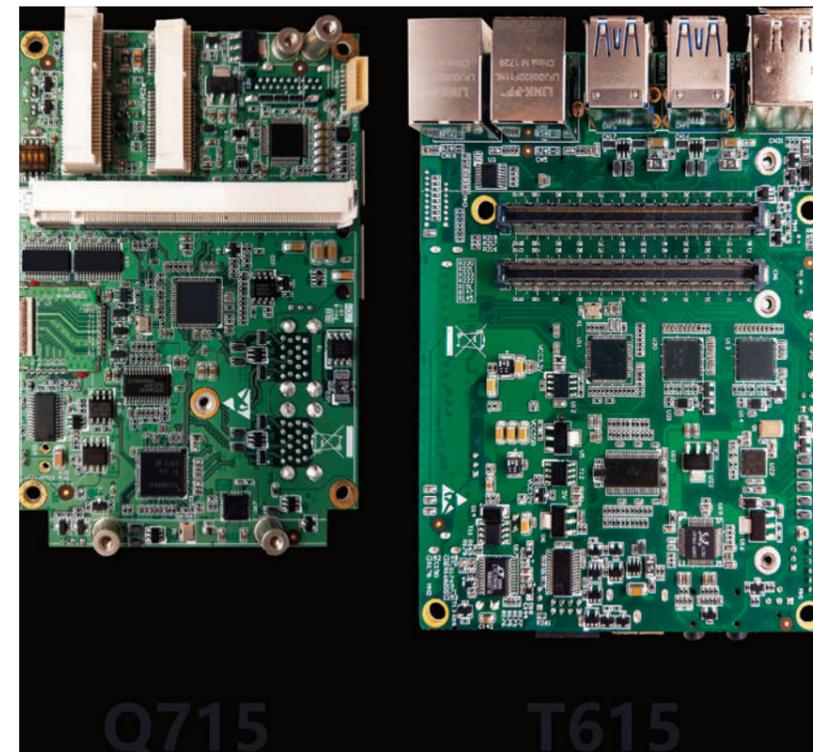


Bild 2 | Die für den KI-Einsatz optimierten Trägerplatten mit der EKit-Software unterstützen COM-Express-Typ-6- sowie Typ-7-, SMARC- und Qseven-Formate.

diese im Detail lernen muss. Anwender können auch VisionPro ViDi von Cognex zur Entwicklung, Implementierung und Wartung ihrer KI-Anwendungen nutzen bzw. Merlic von MVtec. Merlic 4 ist in drei Editionen erhältlich, die es ermöglichen, Multiple/Remote-Frontends als Add-On zur Standard Version zu kaufen.

Trägerplatten für Edge-Computing

Speziell für Edge-Computing steht eine Serie von Trägerplatten (Carrier-Boards) mit dem KI-System Ekit zur Verfügung. Ekit ist eine auf speziell entwickelten KI-Algorithmen beruhende, softwarebasierte Funktion, die Daten aus dem Gerät erfasst und eine dynamische Echtzeitüberwachung des Systemverhaltens ermöglicht. Die Boards sind mit applikationsspezifischer

Konnektivität und Multimedia-Schnittstellen, mehreren Ethernet-Ports (optional mit PoE), UART, DisplayPort usw. ausgestattet. Darüber hinaus wird eine Individualisierung auf System-Ebene mit einer Kombination aus kundenspezifischen Trägerplatten und COM-Modulen angeboten. Die Trägerplatten sind für die Ausstattung mit dem Softwarepaket Ekit vorgesehen, mit dessen Hilfe sich alle Systeme mit Überwachungs- und Systemanalysefunktionen ausstatten lassen. Eine breite Palette einsatzbereiter Carrier-Boards für die neuesten COM-Express-Typ-6/7-, Smarc- und Qseven-Module unterschiedlicher Anbieter ist verfügbar.

Bis zu zwölf Kameras

Bei der Eagle-Eyes-Familie handelt es sich um Bildverarbeitungssysteme, die

in einem kompakten System bis zu zwölf PoE-Kameras unterstützen. Die Intel-Core i7-Prozessoren ermöglichen ausreichende Rechnerleistung. Schnittstellen für alle gängigen Kameras sind vorhanden. So ist USB-3.0 von vier Interfaces mit I/O-Modulen auf bis zu acht bzw. zwölf ausbaubar. Auch GigE mit PoE-Funktion ist auf bis zu acht Schnittstellen ausbaufähig. Das Dynamic-Digital-Modul (DDM) zeigt dynamisch Systeminformationen, wie z.B. CPU-Temperatur, Leistungsaufnahme, Spannung der RTC-Batterie, DC-Spannung, den Zustand der Hardware, den PoE-Status und weitere individuell ausgewählte Informationen an. EKit gewährleistet, dass das System in einem stabilen Betriebszustand bleibt und warnt frühzeitig, wenn eine Fehlerbeseitigung notwendig wird. Die ersten vier Produkte der Serie sind Eagle-Eyes-AIH, ausgestattet mit der Intel-Core-S-Serie der 6. bzw. 7. Generation und Intel-Xeon-E3 für High-End-Anwendungen, Eagle-Eyes-AIM mit der Intel-Core-U-Serie der 6. bzw. 7. Generation für den Einsatz in der mittleren Leistungskategorie, Eagle-Eyes-AIE, basierend auf Intel-Atom-, Celeron- und Pentium-Prozessoren für Einsteiger-Lösungen sowie Eagle-Eyes-AIHD für High-End-Applikationen bei der Hutschienenmontage. Das Hardware-Design ist so optimiert, dass die Anwender keine zusätzlichen Erweiterungskarten für isolierte DIO- oder PoE-Funktionen benötigen oder eine Lösung für Ignition-Control entwickeln müssen. Es stehen bis zu sechs verschiedene I/O-Moduloptionen (IOM) zur Auswahl. ■

www.efcotec.com



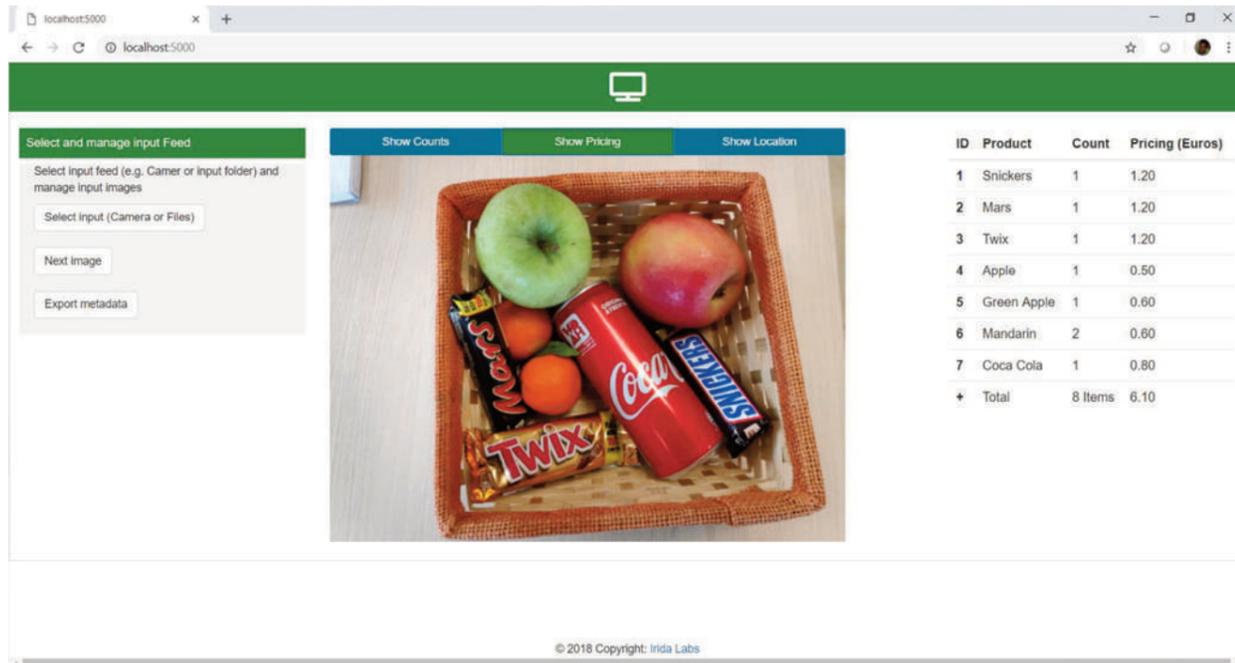


Bild 1 | Das Embedded-Vision-System von Congatec und Basler mit KI von irda Labs ist die erste Entwicklungsstufe der Zusammenarbeit beider Firmen. Eine Lösung mit KI auf Basis von Sparse Modeling ist in Vorbereitung und wird voraussichtlich zur Embedded World 2020 präsentiert.

Kassenbon inkl.

Funktionsbaukasten für automatische Checkoutsysteme im Retail

AUTOR: ZELJKO LONCARIC, MARKETING ENGINEER, CONGATEC AG | BILDER: CONGATEC

Congatec, Basler und NXP Semiconductors haben gemeinsam einen Funktionsbaukasten für eine Retail-Deep-Learning-Applikation entwickelt. Die Plattform nutzt KI, um den Checkoutprozess im Einzelhandel vollständig zu automatisieren.

Das Kit wurde so zusammengestellt, dass es bereits für das Training von automatischen Checkoutsystemen vorbe-

reitet ist, d.h. es sind auch schon Waren trainiert, die automatisch per Videostream erkannt werden, ohne Bar- oder QR-Codes zu nutzen. So können z.B. Früchte oder Gemüse, die sich nicht mit einem Code versehen lassen, abgerechnet werden. Abschließend gibt das Kit eine symbolische Rechnungssumme aus, der Baukasten bringt also bereits alle Grundlagen mit sich, in bestehende Kassensysteme, die auch alle Payment-Funktionen abbilden, integriert zu werden. Ganz unabhängig von der zum Einsatz kommenden Prozessortechnologie ergibt sich immer der Bedarf für einen OEM, die Summe der

Einzelteile möglichst reibungslos zur Serienreife zu bringen. Idealerweise finden der OEM dann bei einem Lieferanten spezifische Lösungsplattformen, die mehr bieten, als die Summe der einzelnen Komponenten.

Heterogene Ansätze

Die Herausforderungen beginnen schon beim Integrationsaufwand für beispielsweise MIPI-CSI basierte Kamertechnologien. Während sie bei ARM-basierten Technologien bereits zum Standard gehören, ist hierfür bei x86-Plattformen ein spezifischer Inte-

grationsaufwand erforderlich. Beim Einsatz von KI-Technologien gibt es zudem zwischen AMD und Intel unterschiedliche Strategien, was den Softwaresupport betrifft. So setzt AMD - so wie bei OpenCX/CV auch - auf Open Source Lösungen wie ROCm und TensorFlow, um den heterogenen Einsatz der Embedded Computing Ressourcen zu unterstützen, den man für die Deep-Learning-Inferenz-Algorithmen benötigt. Intel hingegen bietet seinen Kunden das OpenVino Toolkits an, das sowohl Optimierungen für Deep Learning Inferenzen bietet, als auch viele Aufrufe traditioneller Computer Vision Algorithmen, die in OpenCV implementiert sind, unterstützt. Letztlich zielt Intel mit dem Support von FPGAs sowie den Intel Movidius Neural Compute Stick darauf ab, nicht nur die teuren GPUs der Anbieter AMD oder Nvidia einzusetzen, sondern auch weitere Alternativen aus eigenem Hause für die Inferenzsysteme aufzuzeigen. Auch NXP bietet mit der eIQ Machine Learning Software Development Environment Antworten auf den Einsatz von KI. Es umfasst Inferenz-Maschinen, Neuronal Network Compiler, Visions- und Sensorlösungen sowie Hardware-Abstraktionsschichten. Auch eIQ basiert auf gängigen Open-Source-Frameworks, die in den NXP-Entwicklungsumgebungen für MCUXpresso und Yocto integriert sind, und ist im Early Access Release verfügbar für i.MX RT und i.MX.

Nur 50 Bilder fürs Training

Bei diesen unterschiedlichen KI-Ansätzen der Halbleiterhersteller ist bereits zu erkennen, dass sich für OEMs je nach Lösungspfad unterschiedliche Anforderungen ergeben, was die Umsetzung der eigenen Applikationen betrifft. In jedem Fall aber muss die Embedded Computing Hardware auf den Einsatz der jeweiligen Softwarelösung vorbereitet sein. KI-Implementierungen sind jedoch nur so viel wert, wie sie

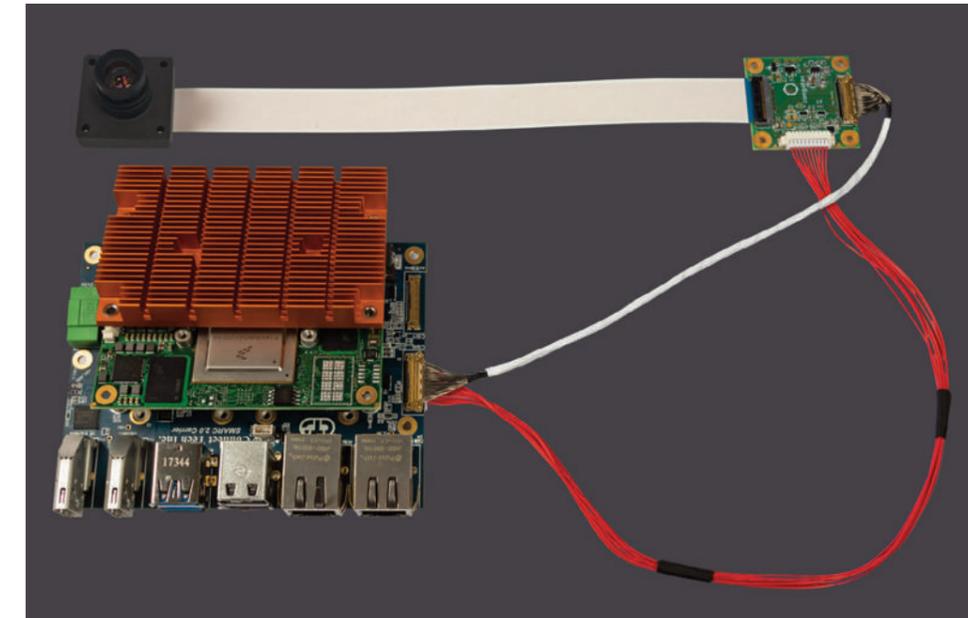


Bild 2 | Die vision-basierte Retail-Deep-Learning-Plattform erkennt Waren automatisch und kann den Checkoutprozess im Einzelhandel vollständig automatisieren.

auch das Zusammenspiel mit den dazu passenden Embedded Vision-Technologien unterstützen. Aus diesem Grund ist Congatec mit Basler eine Kooperation eingegangen, die darauf abzielt, Kunden aufeinander abgestimmte Komponenten für Embedded Vision Applikationen zu bieten. Zwei recht nah beieinander liegende Applikationsplattformen sind aus dieser Kooperation bereits entstanden. Eine mit NXP-Technologie und die andere auf Basis von Intel Prozessoren. Die Embedded Bilderkennungsplattform auf Basis von Intel Technologie erkennt Gesichter und kann sie nach Alter und Stimmung analysieren. Sie basiert auf Baslers darts Kamera Modul mit USB 3.0 und den conga-PA5 Pico-ITX Boards mit Intel Atom, Celeron und Pentium Prozessoren der 5. Generation. Die pylon Camera Software Suite wird Congatec zudem als Standardsoftware in passende Kits integrieren. Die NXP-Lösungsplattform - die seit Sommer auch bei Basler erhältlich ist - zielt auf Retail Deep Learning Applikation, um den Checkoutprozess im Einzelhandel vollständig zu automatisieren. Sie er-

kennt Verpackungen über ein KI-Inferenzsystem und basiert auf einem Embedded Vision Kit mit NXP i.MX 8QuadMax SoC auf dem Smarc 2.0 Computer-on-Module conga-SMX8 von Congatec, einem Smarc 2.0 Carrierboard und Baslers Kameramodul darts BCON für MIPI 13MP. Ergänzend hat Congatec nun auch eine Lösung für KI als ersten Schritt in seine Intel Atom basierten Plattformen integriert. Sie basiert auf Sparse Modeling und benötigt nur rund 50 Bilder für das Training. Würden Retailer neue Produkte ins Sortiment aufnehmen, sind also nur rund 50 unterschiedliche Bilder zum Training der Systeme erforderlich, z.B. in einem Warenkorb oder auf einem Laufband. Das Training kann also auch direkt an der Kasse durchgeführt werden, sodass selbst Einzelhändler mit nur einer einzigen Kasse das System nutzen könnten. Das Update aller Kassen eines großen Retailers ist dann nur noch eine Frage der Cloud-Anbindung der Systeme. ■

www.congatec.com

Einfach länger

MIPI/CSI-2 Module bis 15m Kabellänge mit FPD-Link III

AUTOR: DR.-ING. OLIVER FLEISCHMANN, PROJECT MANAGER, THE IMAGING SOURCE EUROPE GMBH
BILDER: THE IMAGING SOURCE EUROPE GMBH

Bisher ging man bei MIPI/CSI-2 Modulen von lediglich 30cm Kabellänge aus. Dank FPD-Link III sind jetzt auch Kabellängen bis 15m möglich.

Wer sich dieses Jahr auf der Embedded World in Nürnberg rund um das Thema Embedded Vision informierte, der kam nicht daran vorbei, sich mit dem Thema MIPI/CSI-2, auseinanderzusetzen. Hinter der Abkürzung verbirgt sich das Camera Serial Interface 2 (CSI-2), spezifiziert durch die Mobile Industry Processor Interface Alliance. Die MIPI Alliance, bestehend aus weltweit über 250 Unter-

nehmen, spezifiziert Schnittstellen für mobile Endgeräte. Darunter fallen nicht nur Kamera-Schnittstellen wie CSI-2, sondern auch z.B. Schnittstellen für Displays (Display Serial Interface 2, DSI-2) oder Audiogeräte (SoundWire, SLIMbus). Die MIPI Alliance hat sich das Ziel gesetzt, Schnittstellen für mobile Endgeräte zu vereinheitlichen und Möglichkeiten zu schaffen, verschiedene Schnittstellen über die gleichen physischen Layer zu bedienen. Mittlerweile hält die Schnittstelle auch Einzug in die Industrie und die dort eingesetzten Embedded-Systeme. Die Gründe sind dabei vielfältig: Zum einen werden SoCs, die

ursprünglich aus dem Smartphone Segment stammen, mittlerweile auch als industrielle Varianten angeboten und bieten von Haus aus die CSI-2 Schnittstelle an, zum anderen aber sind die Komponenten der MIPI Schnittstellen extrem weit verbreitet, hervorragend getestet, preisgünstig und auf einen sehr niedrigen Energieverbrauch ausgelegt.

MIPI für Vision

Ferner bieten heutige SoCs mit MIPI/CSI-2 Eingängen in aller Regel hardwarebeschleunigte Bildvorverarbeitungsoperationen über einen Image Signal Processor (ISP) an. Der ISP übernimmt Operationen wie z.B. Demosaicing oder Farbkorrektur und auf manchen Plattformen sogar anspruchsvolle Aufgaben wie H.264/H.265 Kodierung oder Verzeichnungskorrektur. Die ISPs verarbeiten dabei meist nur Daten, die über die MIPI/CSI-2 Eingänge geliefert werden. Dies schließt also eine Prozessierung von Daten aus GigE-Vision oder USB3-Vision Geräten per ISP aus. Möchte man die Hardware-Ressourcen des SoCs inklusive ISP aber optimal nutzen, ist eine Nutzung der MIPI/CSI-2 Schnittstelle Pflicht. Dadurch,

dass der SoC aber nahezu die komplette Bildvorverarbeitung übernimmt, also Operationen, die im Falle industrieller Kameras häufig auf der Kamera direkt gerechnet wurden, erlaubt dies ein kompaktes und kostengünstiges Design des Kamera-Moduls. Als weiterer Treiber für MIPI/CSI-2 wirkt derzeit die Automotive Industrie vor dem Hintergrund intelligenter Fahrassistenzsysteme. Kaum ein Fahrzeug, das heutzutage vom Band läuft, wird ohne Kamera-Module oder Displays ausgeliefert. Neben Fahrassistenzsystemen, wie digitalen Rückspiegeln, Surround View, Abstandsregelung oder Kollisionsverhinderung, werden die Protokolle der MIPI Alliance z.B. auch für Infotainment Systeme genutzt.

15m Kabel dank FPD-Link III

Doch insbesondere im Automotive Bereich ist man schnell mit der Problematik konfrontiert, dass klassische Flachbandkabel, wie sie z.B. in Smartphones zwischen SoC und Kameramodul genutzt werden, selten Kabellängen über 30cm erlauben. Soll z.B. ein Fahrzeug für Surround-View-Anwendungen mit Kamera-Modulen ausgestattet werden, sind Kabellängen von mehreren Metern Pflicht. Gleiches gilt häufig im Falle industrieller Applikationen, in denen die Kameramodule in Anlagen verbaut sind. Abhilfe

schafft hier die Flat Panel Display Link III (FPD-Link III) Schnittstelle von Texas Instruments. Die Schnittstelle wurde ausgelegt für die Übertragung von hochauflösenden Videodaten für Automotive Applikationen. Neben der reinen Datenübertragung bietet die Schnittstelle sowohl bidirektionale Kanäle für Kontrollbefehle (z.B. zur Konfiguration eines Kamera-Moduls über I2C oder Feedback eines Touch-Displays), als auch die Möglichkeit der Stromversorgung, über ein einziges Koaxialkabel, das heißt das Kabel ist dünn, flexibel und günstig, Eigenschaften, die in preissensitiven Massenmärkten wie der Automobilbranche eine entscheidende Rolle spielen. Für die Übertragung der MIPI/CSI-2 Signale über FPD-Link III kommen zwei zusätzliche Komponenten zum Einsatz: Ein Serializer, der von MIPI/CSI-2 auf FPD-Link III übersetzt und ein Deserializer, der von FPD-Link III zurück zu MIPI/CSI-2 übersetzt (SerDes). Während der Serializer nahe dem Kameramodul platziert wird, befindet sich der Deserializer nahe dem MIPI/CSI-2 Eingang des verarbeitenden SoCs. Die FPD-Link III Strecke verhält sich für den Anwender vollständig transparent. The Imaging Source hat die Notwendigkeit längerer Übertragungstrecken bereits erkannt und bietet mittlerweile zusammen mit seinen MIPI/CSI-2 Modulen FPD-Link III Brücken für gängige Embedded-Systeme, wie z.B. Nvidia Jetson, an. ■

www.theimagingsource.com

Das MIPI/CSI-2 Modul inklusive Serializer wird per FPD-Link III mit bis zu 15m Kabellänge mit dem Embedded-System (hier: Nvidia Jetson) verbunden.

Sofort lieferbar

Mit verschiedenen CPU-Boards kombinierbare MIPI-Kameraplatinen

AUTORIN: MIRIAM SCHREIBER, MARKETING- UND PR-MANAGERIN, VISION COMPONENTS GMBH | BILDER: VISION COMPONENTS GMBH

Vision Components hat verschiedene MIPI-Kameraplatinen mit bis zu 13MP-Auflösung für Embedded-Vision-Applikationen entwickelt. Die Geräte sind mit über 20 CPU-Boards verschiedener Hersteller wie Raspberry Pi und Nvidia kompatibel.

Der Trend der modularisierten Auslegung von Embedded-Vision-Technologie verschafft Entwicklern eine große Flexibilität, da sie die Komponenten entsprechend Leistungsausstattung und Preis optimal auf ihren Bedarf abstimmen können. Inspiriert wird diese Entwicklung auch von der Maker-Bewegung, die rund um kostengünstige und leicht zugängliche Einplatinencompu-

ter, wie z.B. Raspberry Pi, im Eigenbau extrem kreative Lösungen sowohl für bekannte als auch für gänzlich neuartige Anwendungen entwickelt. Beim Faktor Flexibilität setzt jetzt Vision Components mit seinen MIPI-Kameramodulen an, die mit unterschiedlich auflösenden Bildsensoren bis 13MP verfügbar sind und in großen Stückzahlen zu Verbraucherpreisen verkauft



Bild 2 | Für die Kameramodule stehen geschirmte Kabel mit 200mm Länge und hohen Bandbreiten sowie ein Repeater-Board mit integrierter Triggerschnittstelle zur Verfügung.

werden. MIPI (Mobile Industry Processor Interface) wurde ursprünglich für die Anbindung von Bildsensoren in mobilen Geräten entwickelt und bietet hohe Bandbreiten sowie eine geringe Stromaufnahme. Ein MIPI-CSI-2-Steckplatz gehört heute zur Standardausstattung von Einplatinencomputern. Dadurch, dass die Firma bereits verschiedene MIPI-Sensorplatinen im Sortiment hat, können Embedded Vision Entwickler für jede Anwendung das Modell mit dem richtigen Preis-Leistungs-Verhältnis auswählen. Aktuell können drei Global-Shutter-Sensoren und drei Rolling-Shutter-Sensoren ausgeliefert werden. Weitere zwölf Bildsensoren sollen bis zum Ende des Jahres bzw. Q1/2020 folgen, darunter auch Global-Reset-Shutter-Sensoren, welche die Funktionalität eines Global-Shutter-Sensors bieten, bei hohen Auflösungen aber deutlich weniger kosten. Die achtlagigen Platinen enthalten vorgefertigte Befestigungsbohrungen und Präzisionspassungen für Passstifte. Die Fassung des Keramik-LGA-Chips sorgt bei den höher auflösenden Sensoren für optimales Wärmemanagement. Für eine bestmögliche Wärmeableitung ist dieser auf einer Kupferfläche mit Kantenmetallisierung platziert, was die Sensoren extrem rauscharm macht. Über die MIPI-CSI-2-Schnittstelle lassen sich die Kameras aktuell mit über 20 CPU-Boards verbinden, u.a. Nvidia Jetson, DragonBoard und weitere Prozessorboards, die industriellen An-

forderungen gerecht werden. Die Kamera-Module sind auch mit der Raspi-Familie kompatibel, einschließlich des allerneuesten Raspberry Pi 4 Model B und des Compute Module. Letzteres ist speziell für industrielle Anforderungen entwickelt, d.h. eine Langzeitverfügbarkeit ist gesichert. Das Compute Module ist eine Steckkarte, die in ein I/O-Board von Raspberry Pi mit zahlreichen GPIOs passt, die aber auch in andere Carrier Boards integriert werden kann. Zudem bietet es zwei MIPI-Kameraschnittstellen und eignet sich somit auch für die Stereo-Bildverarbeitung oder Multikamera-Anwendungen.

2x schneller als USB3

Die MIPI-Kameras sind mit Linux-Betriebssystemen kompatibel. Es stehen stabile Treiber für verschiedene CPU-Boards zur Verfügung und kontinuierlich werden neue Treiber hinzugefügt. Zudem legt der Hersteller den Quellcode offen, sodass OEMs ihren eigenen Entwicklungsaufwand reduzieren können. Vision Components entwickelt außerdem leistungsstarkes Zubehör, mit dem Anwender die MIPI-Kameras einfach integrieren und Embedded-Systeme konfigurieren können. So gehört zum Lieferangebot ein speziell entwickeltes geschirmtes FPC-Kabel (Flexi-

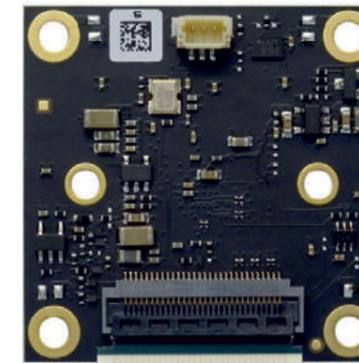
ble Printed Circuit) mit 100Ω-differenziellen Leiterbahnpaaren. Dieses unterstützt die volle Bandbreite des MIPI-CSI-2-Standards und ist dem Raspberry Pi Kabel weit überlegen, dessen Übertragungsrate wegen des ungeschirmten Designs stark gedrosselt ist. Zum Anschluss an unterschiedliche Boards steht die Leiterplatte entweder mit zwei 22-poligen Steckern (vier Lanes) oder mit einem 15-poligen Stecker (zwei Lanes) zur Verfügung. Die meisten Prozessoren verarbeiten 1,5Gbps pro Lane, was bei vier Lanes 6Gbps bzw. bei 10Bit Pixelauflösung 600MByte/s entspricht, also zweimal so schnell wie eine USB3-Kamera. Das mitgelieferte MIPI-Kabel ist standardmäßig 200mm lang. An längeren Kabeln wird gearbeitet, ein Repeater-Modul ist bereits verfügbar, das die Signale am Leitungsende verstärkt. Damit lässt sich die Übertragungslänge nochmals ausbauen. Diese Platine bietet auch eine Triggerschnittstelle (Bildtriggereingang/-ausgang) und eignet sich zum Einsatz mit CPU-Boards ohne entsprechende Schnittstellen. Darüber hinaus stehen u.a. Objektivhalter, Filterscheiben, kundenspezifische Carrier Boards sowie das MIPI 96 Adapter Board zur Verfügung, ein Standard CSI & Ethernet Adapter Board, mit dem sich aus einem MIPI-Kameramodul und einem 96Board ein Embedded-Kamerasystem erstellen lässt. ■

www.vision-components.com
www.mipi-modules.de



Bild 1 | Das Kameramodul VM-016 ist mit der phycam MIPI CSI-2-Schnittstelle verfügbar.

Semiconductor oder Sony erhältlich, die auf Märkte mit langen Produktzyklen abgestimmt sind. Was macht MIPI CSI-2 aber für Embedded-Imaging-Anwendungen interessant? Zum einen besteht ein Bedarf nach einem standardisierten Interface zwischen Kamerasensor und CPU. Das bisherige parallele Dateninter-



sensors und ggf. weiterer Komponenten auf dem Kameramodul sowie vier frei belegbare Multipurpose-Pins. Diese können z.B. für Synchronsignale wie Trigger und Strobe verwendet werden. Als Pegel für alle Signale - mit Ausnahme der LVDS-Lanes - wird 3,3V verwendet. Entsprechend stellt Phycam-M auch eine

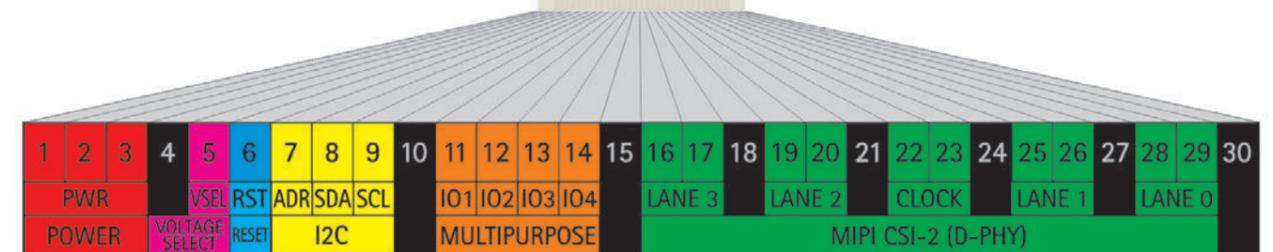


Bild 2 | Schnittstellendefinition und Anschlussbild des Phycam-M-Steckverbinders

Industrial MIPI

MIPI CSI-2 für professionelle Embedded-Imaging-Anwendungen

AUTOR: DIPL.-ING. MARTIN KLAHR, BEREICHSLEITER DIGITAL IMAGING, PHYTEC MESSTECHNIK GMBH
BILD: PHYTEC MESSTECHNIK GMBH

Einfache, kostengünstige Integration, hohe Datenraten und trotzdem heiß diskutiert: die MIPI-CSI-2-Schnittstelle für professionelle Embedded-Systeme. Was steckt hinter der Debatte und wovon hängen Akzeptanz und Verbreitung von MIPI ab?

Hoch integrierte Embedded Imaging Systeme stellen besondere Anforderungen an die Schnittstelle zwischen Kamerasensor und Elektronik. Ihre Integration muss einfach und kostengünstig sowie der Leistung des Systems angemessen sein. Meist erfolgt die Verbindung geräteintern und nur selten wird eine externe

Verkabelung benötigt, die gesonderte Anforderungen an Kabel und Stecker stellt. Alle diese Kriterien erfüllt das MIPI-CSI-2-Interface. Ursprünglich wurde MIPI (Mobile Industry Processor Interface) für die Verbindung von Kamerasensoren und Host-Prozessor in mobilen Geräten entwickelt. Die Spezifikation bietet hohe Bandbreiten für die Datenübertragung, geringen Energieverbrauch und niedrige elektromagnetische Interferenzwerte. In Smartphones, Tablets, Laptops und anderen Mobilgeräten im Consumer-Bereich ist die Schnittstelle dank ihrer einfachen Integrierbarkeit ein gängiger Standard. CSI-2 wurde für die Bild- und Videoübertragung zwischen Kameras und Host-Systemen entwickelt, während der Pendant DSI zur Ausgabe von Bilddaten vom Applikati-

onsprozessor zum Display dient. Die praktische Leitungslänge für das CSI-2-Interface beträgt knapp 30cm.

Auch für Industrie-Anwendungen

Für den professionellen Serieneinsatz wurde MIPI CSI-2 bisher gemieden, weil, bedingt durch die Bedürfnisse des Consumer-Marktes, keine langzeitverfügbaren Kamerasensoren verfügbar waren. Ein Ausschlusskriterium insbesondere für Embedded Systeme mit teils mehrjähriger Entwicklungszeit. Niemand möchte sein gerade erfolgreich zertifiziertes Medizingerät einem Redesign unterziehen, weil der Bildsensor abgekündigt wird. Getrieben vom Automotive-Bereich ändert sich diese Situation aktuell. Mittlerweile sind Sensoren z.B. von ON

face stößt bei höherauflösenden Sensoren zunehmend an seine Grenzen. Sensorhersteller haben sich hier teils mit proprietären, mehrkanaligen LVDS-Lösungen beholfen. Diese haben jedoch den Nachteil, mit praktisch keinem Embedded-Prozessor kompatibel zu sein. Sie würden eine aufwändige Glue-Logic benötigen. Zum anderen verfügen immer mehr für Embedded Imaging interessante Prozessoren über CSI-2-Schnittstellen. Damit ist MIPI CSI-2 ein prädestinierter Kandidat für die Etablierung eines de-facto-Standards für professionelle Embedded-Anwendungen.

Herausforderung Schnittstellendefinition

Was der MIPI-Spezifikation noch fehlt ist eine Definition von Steckverbindern und Pinbelegungen, die eine Austauschbarkeit der Kameramodule und ein standardisiertes Board-Design ermöglicht. Daher hat Phytec sein Phycam-Schnittstellenkonzept um Phycam-M, eine CSI-2-basierte Spezifikation erweitert. Das Bild zeigt die Belegung des Phycam-M-Steckverbinders. Zunächst führt er die für CSI-2 definierten Signale: vier Datenlanes von Kamera zu CPU und eine

Clock-Lane zur Kamera. Das entspricht dem maximalen Ausbau der CSI-2-Schnittstelle und ermöglicht Datenraten von bis zu 10Gbit/s. Dies erreicht die MIPI-Spezifikation durch festgelegte Verteilung der Daten und zeitgleiche Nutzung der Lanes. Alternativ können die Lanes auch mehreren Kameras, bei jeweils geringerer Datenrate, zugeordnet werden. Zur Übertragung von bis zu 2,5Gbit/s pro Lane verwendet die MIPI D-Phy je ein LVDS-Leitungspaar im High-Speed Signaling Mode mit einem Signalhub von 200mV. Um eine zuverlässige und störsichere Übertragung zu erreichen, muss daher beim elektrischen Design besonderes Augenmerk auf Impedanzkontrolle, Clock Skew und High-Speed EMI gelegt werden. Für die phycam-M wird ein 30-poliger Board-to-Wire-Steckverbinder von Hirose verwendet, der diesen Anforderungen entspricht und bei dessen Belegung u.a. auf eine kontrollierte Masseführung und Schirmung geachtet wurde. Der Verbinder eignet sich sowohl für standardisierte FFC-Leitungen als auch für individuell designbare FPC-Verbinders und ist flexibel einsetzbar. Neben den LVDS-Paaren führt die Schnittstelle den I²C-Bus zur Parametrierung des Kamera-

Versorgungsspannung von 3,3V für die Kamera zur Verfügung. Die Phycam-M-Spezifikation ermöglicht auch den Anschluss von Kameraboard mit integrierter Vorverarbeitung. Solche Kameras haben meist ein integriertes FPGA bzw. ASIC und benötigen eine höhere Betriebsspannung. Über einen Steuerpin lässt sich die Phycam-M-Versorgungsspannung optional auf 5V umschalten.

Erste MIPI (Kamera-)Module

Mit der VM-016-M ist ein erstes industrietaugliches Kameramodul mit Phycam-M-Interface und dem langzeitverfügbaren Sensor AR0144 bereits erhältlich, weitere Kameramodule in Entwicklung. Phytec stattet - beginnend mit dem PhyBoard Nunki mit NXP-i.MX6-Prozessor und dem PhyBoard Polaris für den i.MX8 M - alle entsprechenden Prozessormodule und Basisboards mit dem Phycam-M-Interface aus. In den Linux-BSPs der Embedded-Imaging-Kits von Phytec sind bereits die Kamera-Treiber für ausgewählte Phycam-Module enthalten. ■

www.phytec.de

Board-Level-Kameras

Board-Level Kameras, d.h. Kameras ohne ein Schutzgehäuse, spielen gerade für Embedded Vision Systeme eine wichtige Rolle.

Neben den klassischen Machine Vision Schnittstellen wie GigE, USB, CoaXPress oder Camera Link, ist es vor allem das MIPI-Interface, das bei Embedded Systemen eine wichtige Rolle spielt. Mittlerweile haben verschiedene Kamerahersteller entsprechende Boards mit der MIPI-Schnittstelle im Programm. Das besondere dabei: während das klassische MIPI meist nur die Möglichkeit auf knapp 30cm Kabellängen bietet, gibt es jetzt auch MIPI-Kameramodule mit Kabellängen bis zu 15m. (peb) ■



Vertrieb	Allied Vision Technologies GmbH
Produkt-ID	1086
Ort	Stadtraa
Telefon	036428/ 667-230
Internet-Adresse	www.alliedvision.com
Produktname	Manta
Branchenschwerpunkte	Industrielle und wissenschaftliche Bildverarbeitung
Anwendungsfeld	Produktionsüberwachung, Qualitätssicherung, Montage, Robotik
Aufgabenstellung	Oberflächeninspektion, Vollständigkeitsprüfung, Messtechnik, Identifikation, Positionserkennung
Sensortyp	
S/W-Kamera	✓
Farb-Kamera	✓
Zeilen-Kamera	Nein
Matrix-Kamera	✓
Progressive Scan-Kamera	✓
Auflösung des Sensors (Pixelfläche)	VGA - 12 Megapixel
Pixel-synchroner Betrieb für subpixelgenaue Vermessungsaufgaben	✓
Besonderheiten bei Flächenkameras	GigE Vision-Kamera mit 3 LUTs, Farbkorrektur, PoE, PTP, Modularoptionen
Auflösung des Sensors (Pixel pro Zeile)	
Erfasster Durchsatz: Messwerte oder Teile bzw. Stück / Sek.	bis zu 125 Bilder/s bei VGA Auflösung
Erfasster Durchsatz: Geschwindigkeit (m/s)	
Bildverbesserungen und -vorverarbeitung per Hardware-/Software	
Datenreduktion	AOI (Area of Interest) mit Speed Increase
Anzahl und Art der Digitaleingänge / Digitalausgänge	2 in, opto-coupled / 2 out, opto-coupled
Anzahl der darstellbaren Grauwerte	
Anzahl der darstellbaren Farben	
Power-over-Ethernet (PoE bzw. PoE plus)	PoE optional erhältlich



Basler AG 22693 Ahrensburg 04102/ 463-500 www.baslerweb.com	Baumer GmbH 16718 Friedberg 06031/ 6007-0 www.baumer.com	EHD imaging GmbH 34107 Damme 05491/ 2090 www.ehd.de	Flir Integrated Imaging Solutions GmbH 23665 Ludwigsburg 07141/ 488817-0 www.ptgrey.com	Hamamatsu Photonics Deutschland GmbH 34872 Herrsching 08152/ 375-131 www.hamamatsu.de	IDS Imaging Development Systems GmbH 33131 Obersulm 07134/ 96196-0 www.ids-imaging.de
Basler Dart Serie	Baumer MX-Serie	Venus Serie Platinenkamera	Chameleon3 USB3 Vision CMOS	C10000-A01 TDI camera	uEye LE USB 3.1 Gen 1 Einplatinenkameras
Elektro, Maschinenbau, Automobilindustrie, Pharma, Medizintechnik, Lebensmittel, usw.	Automobilindustrie, Maschinen-/ Sondermaschinenbau, Elektro, Kunststoff, Pharma, usw.	Automobilindustrie, Maschinenbau, Sondermaschinenbau, Pharma	Automobilindustrie, Maschinenbau, Lebensmittel, Pharma, Elektro		Automobilindustrie, Maschinenbau, Holz, Sondermaschinenbau, Elektro, Pharma, usw.
Produktionsüberwachung, Qualitätssicherung, Sicherheitstechnik, Verkehr/Montage, usw.	Produktionsüberwachung, Qualitätssicherung, Montage, Verpackung, Abfülltechnik, Robotik	Produktionsüberwachung, Robotik, Qualitätssicherung, Abfülltechnik	industrielle Anwendungen, Inspektion, 3D, Eye Tracking, Prosumer	Produktionsüberwachung, Qualitätssicherung	Produktionsüberwachung, Fördererntechnik, Qualitätssicherung, Montage, Verpackung, usw.
Oberflächeninspektion, Vollständigkeitsprüfung, Identifikation, Positionserkennung, usw.	Oberflächeninspektion, Vollständigkeitsprüfung, Messtechnik, Identifikation, Position	Oberflächeninspektion, Messtechnik, Eye Tracking, Identifikation, Positionserkennung		Oberflächeninspektion	Oberflächeninspektion, Vollständigkeitsprüfung, Messtechnik, Identifikation, Positionserkennung
CMOS-Sensor		CMOS-Sensor	CMOS-Sensor	CCD-Sensor	CMOS-Sensor
✓	✓	✓	✓		✓
✓	✓	✓	✓	✓	✓
Nein	Nein		Nein		
✓	✓	✓	Nein		✓
✓	✓	✓	✓		
1,2 bis 5 MP (1.280 x 960, 2.592 x 1.944)	VGA bis 4MP	1,3 Megapixel	1,3 bis 5 MP (1.280 x 1.024 bis 2.448 x 2.048)	2.048 (H) x 128 (V)	verschiedene Sensoren (VGA bis 18,1 MP)
Nein	✓		✓		
Image Pre-Processing, Image Enhancement Algorithms	Einfache, flexible Integration durch abgesetzten Sensorkopf	2 Sensorplatinen inklusive			
60 Bilder/s	27 bis 376 Bilder/s		bis zu 149 Bilder/s		
	applikationsabhängig				
5x5 Debayering, Color-Anti-Aliasing, Denoising, Image Adjustments, Sharpness, usw.	Look-Up Tabellen, YUV, RGB Farbrechnung, Gamma				
AOI-Feature	Partial Scan (ROI), Binning				
2 x GPIO / 2 x GPIO	1 / 3			12 Bit / 8 Bit	
12 Bit	8, 12 Bit				
RGB 12 Bit	3x 8, 3x12 Bit				
	PoE				

Alle Einträge basieren auf Angaben der jeweiligen Firmen. Stand: 14.01.2020



Vertrieb	Matrix Vision GmbH	NET New Electronic Technology GmbH	Photonfocus AG	Phytec Messtechnik GmbH	Sensor to Image GmbH
Produkt-ID	26497	30492	26521	30502	985
Ort	Oppenweiler	Finning	Lachen	Mainz	Schongau
Telefon	07191/ 9432-0	08806/ 9234-0	+41 551 45100-03	06131/ 9221-0	08861/ 2369-0
Internet-Adresse	www.matrix-vision.de	www.net-gmbh.com	www.photonfocus.com	www.phytec.de	www.sensor-to-image.de
Produktname	mvBlueFox3-M2 (USB 3.0)	HDselect	OEM-D4096-960-LC	VM-009	CANCam-GigE
Branchenschwerpunkte	Automobilindustrie, Maschinenbau, Elektro, Sondermaschinenbau, Holz, Kunststoff, usw.	Endoskopie, Dental, Robotik	Automobilindustrie, Maschinenbau, Sondermaschinenbau, Security & Surveillance	Automobilindustrie, Maschinenbau, Elektro	Automobilindustrie, Maschinenbau, Sondermaschinenbau
Anwendungsfeld	Produktionsüberwachung, Fördererntechnik, Qualitätssicherung, Montage, Verpackung, usw.		Produktionsüberwachung, Fördererntechnik, Qualitätssicherung, Montage, Abfülltechnik, Robotik	Produktionsüberwachung, Robotik, Qualitätssicherung, Sicherheitstechnik	Produktionsüberwachung, Qualitätssicherung, Robotik
Aufgabenstellung	Oberflächeninspektion, Vollständigkeitsprüfung, Messtechnik, Identifikation, Positionserkennung		Oberflächeninspektion, Vollständigkeitsprüfung, Messtechnik, Identifikation, Position	Oberflächeninspektion, Vollständigkeitsprüfung, Messtechnik, Identifikation, Position	Oberflächeninspektion, Vollständigkeitsprüfung, Messtechnik, Identifikation, Positionserkennung
Sensortyp	CMOS-Sensor	CMOS-Sensor	CMOS-Sensor	CMOS-Sensor	CMOS-Sensor
S/W-Kamera	✓		✓	Nein	✓
Farb-Kamera	✓	✓	Nein	✓	✓
Zeilen-Kamera	Nein		Nein	Nein	Nein
Matrix-Kamera	✓	✓	✓	✓	✓
Progressive Scan-Kamera	✓		✓	✓	✓
Auflösung des Sensors (Pixelfläche)	bis 4.112 x 3.008 Pixel		4.096 x 3.072 Pixel	1.280 x 1.024 Pixel	Bildgröße max. 32 MByte
Pixel-syn. Betrieb für subpixelgenaue Vermessung	✓		Nein	✓	✓
Besonderheiten bei Flächenkameras			Global Shutter, hervorr. Schwachlichtver., Skimming, Line Hopping, Multiple ROI, usw.	direkter Anschluss an Embedded Controller (z.B.: i.MX6, OMAP4, i.MX35, ...), LED_Out	
Auflösung des Sensors (Pixel pro Zeile)					
Erf. Durchsatz: Messwerte o. Teile bzw. Stück/s				15 Bilder/s (Vollbild), 60 Bilder/s (VGA)	
Erfasster Durchsatz: Geschwindigkeit (m/s)					
Bildverbesserungen und -vorverarbeitung per Hardware-/Software			Look-Up Tabelle, Großsignalverstärkung bei geringer Lichtintensität		
Datenreduktion			Multiple Region of Interests		
Anzahl und Art der Digitaleingänge / -ausgänge	2 / 4				2 / 2
Anzahl der darstellbaren Grauwerte					
Anzahl der darstellbaren Farben					
Power-over-Ethernet (PoE bzw. PoE plus)					

The Imaging Source Europe GmbH 17121 Bremen 0421/ 33591-0 www.theimaging-source.com	Vision Components GmbH 34194 Ettlingen 07243/ 2167-24 www.vision-components.de	Ximea GmbH 34843 Münster 02501/ 202408-0 www.ximea.com
DFM 25GP031-ML	VC MIPI IMX296 Kameramodul	MQ042CG-CM-BRD
Automobilindustrie, Maschinenbau, Elektro, Kunststoff, Lebensmittel	flexibel für alle Branchen	Produktionsüberwachung, Qualitätssicherung, Robotik
Produktionsüberwachung, Qualitätssicherung, Robotik	flexibel für alle Anwendungen	Produktionsüberwachung, Qualitätssicherung, Robotik
Oberflächeninspektion, Messtechnik, Identifikation	flexibel für alle Aufgabenstellungen	Vollständigkeitsprüfung, Identifikation, schnelle Bewegungsanalyse
CMOS-Sensor	CMOS-Sensor	CMOS-Sensor
Nein	✓	✓
✓	✓	✓
Nein		
✓	✓	✓
✓	✓	✓
2.592 x 1.944 Pixel	1.440 x 1.080 Pixel	4,2 M 2.048 x 2.048 Pixel
✓	✓	
		90 fps
		8, 10, (12')
PoE		

Industrial AI

DAS PORTAL ZUR INDUSTRIELLEN KI

HEUTE LESEN WAS KÜNSTLICHE INTELLIGENZ MORGEN KANN.

QR Code: www.ind-ai.net

© lambokung/stock.adobe.com

www.ind-ai.net