

Deep Learning mit Time-of-Flight-Sensoren

Deep Learning hält immer mehr Einzug in der Bildverarbeitung. In Verbindung mit Time-of-Flight (ToF) 3D Sensorik lassen sich, im Vergleich zu reinen RGB-Bildern, höhere Erkennungsleistungen erzielen.

Die multi-ToF-Plattform, bei der verschiedene Sensoren an einen leistungsfähigen Hub angebunden sind, ist die Basis für zukünftige KI-Kameralösungen.

KI Grundlagen

Im industriellen Einsatz wird heute ausschließlich die sogenannte „schwache künstliche Intelligenz“ verwendet. Systeme der schwachen künstlichen Intelligenz sind auf die Lösung konkreter Anwendungsprobleme beschränkt. Das gesamte Wissen bezieht die schwache KI hierbei aus den Trainingsdaten. In ihrem Lebenszyklus gibt es 2 Phasen: die Trainings- und die Anwendungsphase. Da beide Phasen getrennt sind, lernt eine schwache KI während der Anwendungsphase nicht. Dadurch lassen sich auf der einen Seite Systeme mit einer garantierten Qualität sicher betreiben, müssen aber neu trainiert werden, wenn neue Objekte hinzukommen oder sich mit der Zeit stark ändern.

Deep Learning ist im Gegensatz zu den klassischen Methoden der Bildverarbeitung sehr robust gegenüber Variationen. Selbst bei einer hohen Anzahl von unterschiedlichen Klassen erkennt ein gut trainiertes System Objekte mit geringem Kontrast, starken Helligkeitsschwankungen, Überdeckungen von bis zu 60-70% oder teils extremen Verformungen. Deep Learning eignet sich daher selbst in Anwendungsfällen, in denen es weder eine kontrollierte Umgebung noch standardisierte Objekte gibt.

Stand der Deep Learning Technik

Mittlerweile gibt es eine breite Auswahl an Deep Learning Frameworks mit deren Hilfe man unterschiedliche neuronale Netzwerke für eine Vielzahl von Anwendungen trainieren kann. Qualitativ gibt es dabei keine großen Unterschiede. Grundsätzlich kommen diese Frameworks aus der Forschung und erfordern im Umgang umfangreiches Grundlagenwissen. Nach Abschluss der initialen Datenanalyse lassen sich Deep Learning Lösungen zuverlässig trainieren und mit der gewünschten Performance selbst auf günstigen Embedded-Systemen zum Einsatz bringen. Die technische Weiterentwicklung wird die Kosten für die Hardware in den kommenden Jahren weiter senken. Grundsätzlich gibt es heute im Bereich der Hardware bereits preislich attraktive Lösungen für nahezu jeden Einsatzbereich. Man kann daher sagen, dass Deep Learning heute kein technisches Problem mehr ist.

Jedoch gibt es auch in der künstlichen Intelligenz keine einfache Lösung für komplexe Probleme. Grundsätzlich besteht eine starke Abhängigkeit zu den jeweiligen Daten. Die Bildeigenschaften, Objektform und -größe, die Art und Komplexität des jeweiligen neuronalen Netzwerkes spielen ebenso eine Rolle wie die Anzahl und Verteilung der Daten. An dieser Stelle profitieren unsere Kunden besonders von unserer jahrelangen Erfahrung.

Der Deep Learning Effekt

Stehen nur wenig Daten zur Verfügung erzielt Deep Learning im Vergleich zu den klassischen Systemen meist schlechtere Ergebnisse. Allerdings skalieren Deep Learning Lösungen nahezu unbegrenzt mit den verfügbaren Daten.

Und obwohl in die Systeme der klassischen Objekterkennung oft Jahre oder Jahrzehnte Entwicklungsaufwand geflossen sind, erreicht man mit dem richtigen Knowhow bereits oft zu Beginn des Projekts eine mit dem Bestandsystem vergleichbare Qualität.

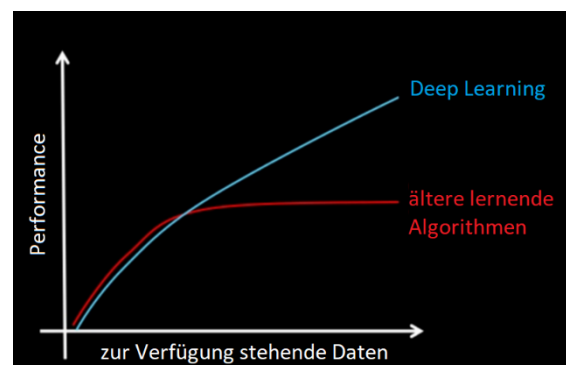


Abbildung 1: Warum Deep Learning?

Die Machbarkeit mit Deep Learning

Für die Selbsteinschätzung der Machbarkeit eines potentiellen Anwendungsfalls empfehlen wir folgende Faustregel: Ist das gewünschte Objekt oder Eigenschaft im jeweiligen Bild vom Menschen in unter einer Sekunde erkennbar so besteht in der Regel eine gute Umsetzbarkeit mit Hilfe von Deep Learning.

Da in der Industrie oft verhältnismäßig kontrollierte Umgebungen zur Verfügung stehen, lässt sich prinzipiell eine Vielzahl von Anwendungsfällen kostengünstig realisieren.

Als Lösungsanbieter von kundenspezifischen Lösungen der Bildverarbeitung begleitet die Evotegra GmbH Deep Learning Projekte von der Definition der Datenstrategie bis zur tiefen Systemintegration auf der jeweiligen Zielhardware.

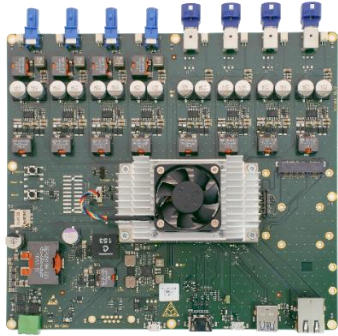


Abbildung 2: multi-ToF Recheneinheit

Multi-ToF Plattform

Ein sehr gutes Beispiel hierfür ist die multi-ToF-Plattform von BECOM. Hierbei handelt es sich um ein Ökosystem bei der verschiedenen Sensor-Frontends an einen Nvidia CPU+GPU basierten Hub angebunden werden können. Neben Time-of-Flight (ToF) Daten, lassen sich auch Farbsensoren oder Sensoren anderer Wellenlängen (IR, Hyperspectral Imaging) anbinden und können zusätzliche Kanäle für erweiterte Anwendungen oder die Erhöhung der Qualität liefern.

Das erste ToF-Sensor-Frontend ist ein Modul für die Erfassung des Nahbereichs und verfügt über eine 110-Grad-Weitwinkel-Optik sowie einen Melexis ToF-Sensor mit QVGA Auflösung und bis zu 40 Bilder/Sekunde. Die zentrale Recheneinheit basiert auf dem Deep-Learning-fähigen Nvidia-Jetson-TX2-Modul.

Anwendung in der Getränkeindustrie

Eine Anwendung ist die Leergutkontrolle in der Getränkeindustrie. Obwohl eine auf den ersten Blick relativ kontrollierte Umgebung, ergeben sich durch verschiedene Farben, Formen, Materialien, Verschlüsse oder Fremdkörper eine große Varianz an Szenarien im Feld. Die verwendeten ToF-Sensoren liefern neben den Tiefendaten auch ein IR-Graustufenbild.

Dieses ist gut nutzbar, um das Netzwerk zu trainieren und bei schwierigen Situationen, wie Glas oder stark reflektierender Verschlüsse, robustere Ergebnisse zu liefern. Durch die aktive Beleuchtung sind die Daten zudem weitgehend unabhängig von den Umgebungsbedingungen.

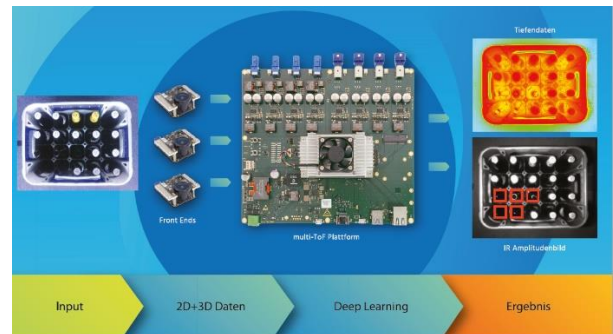


Abbildung 3: multi-ToF Plattform in der Leergutkontrolle

Der Projektablauf

Ein Projekt beginnt man mit der Definition der initialen Klassen und einer ersten Datenanalyse. Danach definiert man die Datenerfassungs-Strategie. Auch für die künstliche Intelligenz (KI) gilt das GIGO Prinzip (Garbage In, Garbage Out). Dauer und Kosten eines Projekts werden maßgeblich von der Zeit bestimmt, die man benötigt, um die Daten in der notwendigen Qualität und Quantität zu beschaffen.

Eine große Menge an schlechten Daten ist ebenso problematisch wie zu wenig Daten. Ein Datensatz zum Training eines neuronalen Netzwerkes umfasst typischerweise ein bis vier Millionen Datenpunkte. Da gerade am Anfang eines Projektes in der Regel nicht so viele Daten zur Verfügung stehen, werden die Daten augmentiert, d.h. auf Basis der vorhandenen Daten werden künstliche Variationen erzeugt.

Ziel im Laufe eines Projekts ist es jedoch, die künstlichen Daten durch echte Daten zu ersetzen. Ein Einsatz von Hilfskräften oder speziellen Dienstleistern zur Datenerhebung erfordert entweder hohen Nachbearbeitungsaufwand oder ist aufwendig und teuer. Stattdessen können neuronale Netzwerke bereits frühzeitig die Datenaggregation unterstützen. In zyklischen Abständen werden mit Hilfe der neu gewonnenen Daten verbesserte Netzwerke trainiert. Der Aufwand für die Extraktion der Daten sinkt im Laufe eines Projektes stetig. Währenddessen kann bereits die Prozessintegration erfolgen.

Bessere Ergebnisse als mit RGB

Da Farben immer von der Beleuchtung abhängig sind, bieten RGB-Informationen besonders in unkontrollierten Umgebungen oft nur wenig Vorteile gegenüber einem Graustufenbild.

Hier kommt ein Vorteil von ToF zum Tragen: der Sensor liefert ein Graustufenbild das synchron mit den drei räumlichen Kanälen X,Y,Z ist. Aufgrund der räumlichen Trennung sind die vier ToF Kanäle deutlich reicher an Informationen als bei einer RGB-Kamera. Label können zudem pixelgenau von einem Kanal auf die anderen Kanäle übertragen werden. Damit fällt im Vergleich zu RGB Kameras kein höherer Aufwand zum Labeln der Daten an. Gleichzeitig können Deep Learning Algorithmen mit dem höheren Informationsgehalt prinzipiell eine höhere Erkennungsleistung erzielen.

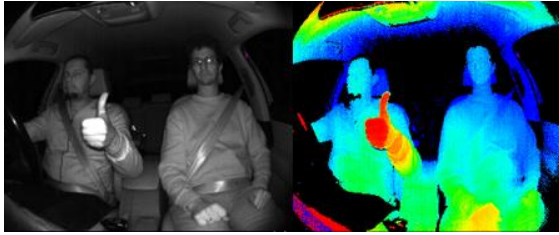


Abbildung 4: Graustufen und Tiefenbild eines ToF Sensors

Deep Learning Ready

Im Rahmen der Umsetzung kundenspezifischer Lösungen kann die Evotegra Basis-Software in der Regel kostenfrei genutzt werden. Gleichzeitig bietet die BECOM Multi-ToF Plattform auf Basis des Nvidia Jetson standardmäßig eine breite Unterstützung für Deep Learning Algorithmen. Zusätzliche Hardware ist nicht notwendig.

Fazit

Sensorsysteme mit einer Kombination aus Bildern und räumlichen Daten, erzielen zusammen mit Deep Learning eine höhere Erkennungsleistung und damit Kostenvorteile, ohne in der Trainingsphase höhere Aufwände zu erzeugen.

Die Lösungen können ein Qualitätsniveau erreichen, das qualitativ mit der visuellen Wahrnehmung des Menschen vergleichbar ist. Quantitativ sind sie dem Menschen jedoch deutlich überlegen.

Autoren:

Tobias Manthey / Managing Director / EvoTegra GmbH
Thomas Maier / Vertriebsleiter / BECOM Systems GmbH

EVOTEGRA
CONCEPTS & INTEGRATION

Evotegra GmbH

www.evotegra.de

Die Evotegra GmbH wurde 2001 mit dem Schwerpunkt Systemintegration gegründet und positioniert sich seit 2013 als Lösungsanbieter im Bereich von kundenspezifischen Bildverarbeitungslösungen mit Deep Learning und künstlicher Intelligenz sowie der 3D Rekonstruktion mit Stereokamera-Systemen.

Die Evotegra GmbH begleitet Projekte von der Definition der Datenstrategie bis zur tiefen Systemintegration in die jeweiligen Prozesse. Als Mitglied im Bundesverband-KI e.V. engagieren wir uns um Deutschland als attraktiven Wirtschaftsstandort für das KI Ökosystem zu etablieren.

EvoTegra GmbH
Kreuzwingert 11
D – 55296 Gau-Bischofsheim, Deutschland
T: +49 (0) 171 4024242
E: info@evotegra.de

BECOM
it's possible.

BECOM Systems GmbH

systems.becom-group.com

Seit 1984 ist BECOM der zuverlässige Electronic-Engineering-, Manufacturing- und Service-Partner für Industriekunden. Vom ersten Ideenkonzept über Entwicklung und Validierung bis hin zur Serienproduktion erhalten Kunden hier alles aus einem Haus.

Dank internationaler Standorte und Partner profitieren heute Kunden rund um den Globus von hochqualitativen Lösungen, Services und Know-how von unseren Experten.

Seit 2016 ist der Time-of-Flight-Spezialist Bluetechnix Teil der BECOM Group. BECOM erweitert damit das Geschäftsfeld um innovative Sensorik-Lösungen und bietet Kunden die jahrzehntelange Erfahrung des heimischen Time-of-Flight-Pioniers. Serviceumfang und Stabilität von BECOM ergänzen dabei die Innovationskraft der BECOM Systems und garantieren Kunden langfristige Verfügbarkeit und hocheffiziente Produktionsprozesse.

BECOM Systems GmbH
Gutheil-Schoder-Gasse 17
1230 Wien, Österreich
T: +43 1 9142091 0
E: office.systems@becom-group.com