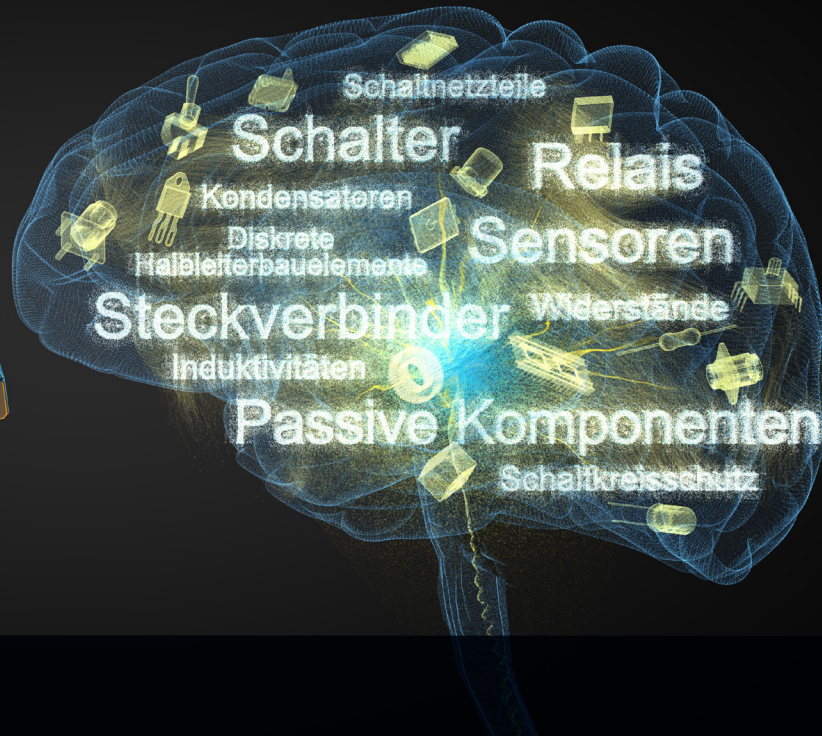
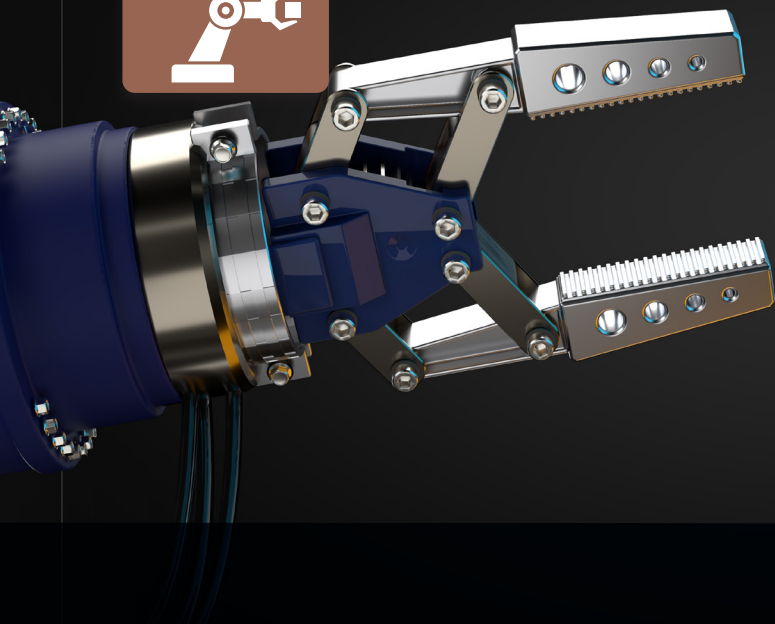




Whitepaper

Industrial



Verbesserte Mensch-Maschine-Schnittstellen dank maschinellem Sehen und künstlicher Intelligenz mit dem Bildsensormodul HVC-P2 von Omron

Autor: Ros Kruger, Director, Supplier Marketing, TTI Europe

Zusammenfassung

Es besteht kein Zweifel daran, dass die Technologie in fast jeden Aspekt unseres Lebens Einzug gehalten hat. Ein Grund dafür ist vielleicht, dass sie transparent im Hintergrund arbeitet. Die Art und Weise, wie wir uns von der Technologie abstrahieren, ermöglicht es mehr Menschen, ihre Vorteile zu genießen. So ist es z. B. nicht notwendig zu verstehen, wie das Internet funktioniert, um einen Onlineshop zu nutzen. Obwohl dies nicht immer so war, kann sich die Technologie an die Erwartungen anpassen, insbesondere wenn es kommerzielle Anreize gibt. Die jüngste fortschreitende Verbreitung von künstlicher Intelligenz (KI) und Sprachschnittstellen zur Bereitstellung virtueller digitaler Assistenten ermöglicht es einem breiteren Nutzerkreis, Onlinedienste zu nutzen.

Die neuesten Entwicklungen im Bereich des maschinellen Sehens und der KI werden auch viele neue kommerzielle Möglichkeiten für die Technologie schaffen, da sie den Grad der Abstraktion erhöhen und unsere Interaktionen mit der Technologie vereinfachen, sodass wir kaum merken, dass sie überhaupt da ist. Wir sind bereits in der Lage, anhand von natürlicher Sprache mit Technologien zu interagieren. Die Erweiterung um maschinelles Sehen und KI wird das Benutzererlebnis genauso noch weiter verbessern, wie die Erweiterung um die Gestenerkennung und die Fähigkeit, Gesichtsausdrücke zu lesen. Dies wird dazu beitragen, dass eine neue Generation von mehr auf den Menschen fokussierten Verbrauchererlebnissen entsteht, und bietet einen signifikanten Schub für die Entwicklung und Akzeptanz von kollaborativen Robotern, kurz Cobots. Dies wird die Gestaltung vieler Bereiche, in denen die Technik einen Unterschied macht, grundlegend verändern, von der Kranken- und Altenpflege bis hin zur Fabrikautomatisierung.

Dieses White Paper untersucht den Bereich des maschinellen Sehens und wie es sich auf die Benutzeroberflächen für industrielle/kommerzielle Roboter, leichte Industrieanwendungen (Verkaufsautomaten, Kioske) und die Fabrikautomatisierung auswirkt, mit besonderem Fokus auf den Sensor HVC-P2.

Einleitung

In letzter Zeit gab es enorme Fortschritte auf dem Gebiet der Mensch-Maschine-Interaktion unter Verwendung von KI und Spracherkennung. Es bestehen jedoch noch immer Herausforderungen, wenn es darum geht, interaktive Systeme so zu gestalten, dass sie besser auf den Benutzer reagieren. Ein Teil der Lösung wird die Verwendung von fortschrittlichem maschinellen Sehen und KI sein, um dem System mehr Informationen über die Person zu geben, mit der es interagiert, und um es zu angemessenen Reaktionen zu befähigen.

Der Markt

Obwohl es bereits einen großen Markt für maschinelles Sehen gibt, wird dieser von routinemäßigen Inspektions- und Sensoraufgaben dominiert. Es werden in Zukunft immer mehr moderne Systeme verfügbar sein, die eine intelligentere Bildanalyse unterstützen. Es wird erwartet, dass dies in Zukunft ein immer wichtigerer Teil des Marktes sein wird.

Der globale Markt für Machine-Vision-Systeme wird auf fast 10 Milliarden Dollar geschätzt. Es wird prognostiziert, dass er bis 2022 auf rund 13,5 Milliarden Euro wachsen wird (bei einer Wachstumsrate von rund 8 %).

Den größten Teil davon macht die Hardware aus – vor allem Kameras und Sensoren. Die Softwareseite ist sehr fragmentiert und anwendungsspezifisch. Es wird jedoch erwartet, dass dieser Teil des Marktes deutlich wachsen wird, da Techniken wie maschinelles Lernen und KI eingesetzt werden, um fortschrittlichere Fähigkeiten zu entwickeln, die neue Anwendungen ermöglichen.

Das Wachstum wird von mehreren Faktoren getrieben, darunter die zunehmende Einführung des industriellen Internet der Dinge. Hier kann mit maschinellem Sehen die Produktivität von Robotersystemen verbessert werden, und es können wertvollere Informationen gesammelt werden. Im nicht-industriellen Bereich entstehen neue Anwendungen wie autonomes Fahren, intelligente Einzelhandelssysteme, Sicherheit und Zugangskontrolle.

Weitere Faktoren, die zum zukünftigen Wachstum beitragen werden, sind die zunehmenden Fähigkeiten der Technologie und die sinkenden Kosten für Sensoren und Rechenleistung. Darüber hinaus wird es für Unternehmen dank der höheren Benutzerfreundlichkeit leichter, hochwertige Funktionen in ihre Produkte zu integrieren.

Asien-Pazifik und Europa machen rund 77 % des Gesamtmarktes aus. Für den asiatischen Markt wird aufgrund der Fokussierung auf die Automobil- und Unterhaltungselektronikmärkte ein hohes Wachstum erwartet. In der Region gibt es einen starken Wettbewerb zwischen den Unternehmen der Unterhaltungselektronik, der dazu beitragen wird, die zunehmende Einführung von Machine-Vision-Systemen in einer Reihe von Anwendungen voranzutreiben.

Europa ist eine treibende Kraft für das maschinelle Sehen. Der Automatisierungsgrad in der Industrie ist hoch, insbesondere in der Automobilindustrie in Deutschland, Italien und Frankreich. Dies wird durch die groß angelegte Einführung aller Arten von Machine-Vision-Produkten unterstützt, von den einfachsten bis zu den modernsten. Auch außerhalb des Industriesektors gibt es einen wachsenden Markt, zum Beispiel im Gesundheitswesen. Dadurch ist ein Markt entstanden, der größer und vielfältiger ist als jeder andere.

Neben den zahlreichen Anwendern von maschinellem Sehen gibt es in Europa auch viele Hersteller von Machine-Vision-Produkten wie Sensoren, Systeme und Software. Ein Großteil dieser Technologie wird nach Asien verkauft, sodass Europa vom Wachstum am asiatischen Markt profitiert. Infolgedessen wird für den europäischen Markt bis 2026 ein jährliches Wachstum von rund 7 % erwartet.

Technologie

Aktuelle Machine-Vision-Systeme basieren auf der jahrzehntelangen Arbeit in verschiedenen Bereichen wie Optik, Mathematik, Physik, Computerarchitektur und Software. Die Technologien, die am meisten dazu beigetragen haben, sind Festkörper-Bildsensoren, Embedded-Prozessoren und Bildverarbeitungs-Algorithmen. Dies hat die Entwicklung von Systemen ermöglicht, die eine bessere Analyse und ein besseres „Verständnis“ davon bieten, was die Kamera sieht.

Die Entwicklung von ladungsgekoppelten CCD-Bildsensoren geht auf die frühen 1970er Jahre zurück. Das Konzept des CMOS-Aktivpixel-Bildsensors wurde etwa zur gleichen Zeit entwickelt, aber die Halbleiterfertigungstechnologie ermöglichte erst Mitte der 90er Jahre die Massenproduktion. Es gibt derzeit nur eine Handvoll Hersteller von CCD- und CMOS-Bildsensoren. Aber die Verfügbarkeit der Sensoren und ihre niedrigen Kosten haben Hunderte von Kameraherstellern weltweit hervorgebracht, von denen einige auf die Märkte des maschinellen Sehens und der Bildverarbeitung spezialisiert sind.

Die Verwendung standardisierter, schneller und kostengünstiger serieller Schnittstellen ermöglicht die schnelle Übertragung großer Bilddatenmengen von der Kamera zum Verarbeitungssystem. Einige Kameras nutzen weit verbreitete Schnittstellen wie Ethernet, Firewire oder USB. Dies erleichtert deren Integration in ein System. Es gibt auch speziell an die Bedürfnisse von Kameras angepasste Schnittstellen wie CoaXPress (CXP) und Camera Link HS (CLHS), die in speziellen Anwendungen eingesetzt werden. Höhere Datenübertragungsraten, kombiniert mit einer höheren Rechenleistung, ermöglichen die Verarbeitung hochauflösender Bilder und Videos in Echtzeit.

Viele der heute verwendeten Algorithmen wurden in den 1960er Jahren entwickelt. Dazu gehören Techniken zur Bildverbesserung, die Merkmalsextraktion und die Objektidentifikation. Die verfügbaren Funktionen wurden inzwischen um die Erkennung von Gesichtern, von bestimmten Personen und sogar von Gesichtsausdrücken erweitert. Heute liegt der Schwerpunkt auf maschinellem Lernen und KI, um die Funktionalität noch weiter auszubauen und den Anforderungen neuer Anwendungen gerecht zu werden. Dies führt zur Entwicklung von intelligenten Kameras, die einen Großteil der Bildverarbeitung und Objekterkennung intern übernehmen.

Anwendungen

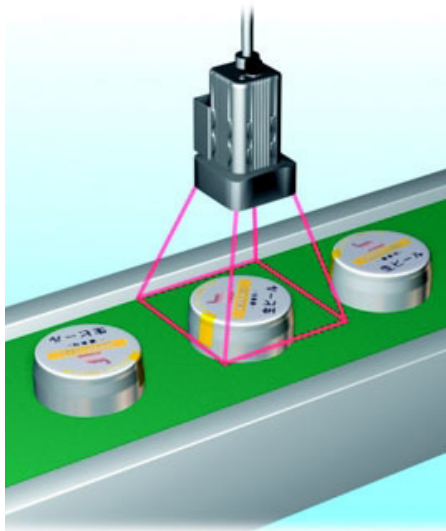


Abbildung 1. Visuelles Sortiersystem
(Quelle Omron)

Die derzeit größten Anwendungsgebiete sind die automatisierte Inspektion, Sortierung und Qualitätskontrolle. Das erste Beispiel dafür geht auf die 1930er Jahre zurück, mit einer Maschine von Electronic Sorting Machines, die Kameras mit Farbfiltren einsetzte, um Artikel zu identifizieren und auszuwählen, die sich in einem akzeptablen Bereich befanden. Dies wurde bei der Sortierung verschiedener Arten von Erbsen, Bohnen und Nüssen angewendet.

Moderne Sortier- und Inspektionssysteme übertreffen den Menschen in Bezug auf Geschwindigkeit und Genauigkeit in vielen Routineaufgaben. Da sich die Fähigkeiten weiter verbessert haben, ist eine noch breitere Palette von Anwendungen in der Lage, die Vorteile der Machine-Vision-Technologien zu nutzen. Dazu gehören:

- Per maschinellem Sehen gesteuerte Robotersysteme für die Pharma-, Chemie-, Lebensmittel- und Getränkeindustrie sowie die Fertigungs- und Verpackungsindustrie
- Landwirtschaftliche Aufgaben wie Anbau, Pflege und Ernte von Getreide
- Automatisierte Sortiermaschinen und Fleischschneidesysteme
- Kollaborative Roboter, die in einem gemeinsamen Arbeitsablauf mit Menschen arbeiten
- Fahrerassistenzsysteme und autonome Fahrzeuge
- Interaktive Werbe- und Verkaufssysteme
- Sicherheitssysteme zur Identifikation und Zugangskontrolle
- Sicherheitssysteme zur Identifikation und Zugangskontrolle.

Das maschinelle Sehen muss sich nun dahingehend wandeln, dass neue Anwendungen unterstützt werden, insbesondere außerhalb des Industriebereichs. Dabei werden maschinelles Lernen und KI genutzt, um übergeordnete Informationen über den Inhalt einer Szene bereitzustellen, z. B. um Personen und das, was sie tun, zu identifizieren.

Der Einsatz dieser neuen Technologien erfordert Ingenieure mit neuen Fähigkeiten. Dazu müssen die bestehenden Teams aus- und weitergebildet werden. Dies kann durch Machine-Vision-Produkte ausgeglichen werden, die den erforderlichen hohen Grad an Funktionalität bieten.

Eine der Herausforderungen besteht darin, die Rechenleistung bereitzustellen, die für die Implementierung der moderneren Algorithmen erforderlich ist. Viele aktuelle KI-Systeme sind darauf angewiesen, die Verarbeitung in die Cloud auszulagern. Bei einigen Embedded-Systemen ist dies nicht möglich, entweder weil die Latenz zu groß ist oder weil sie nicht online sind. Diese erfordern eine ausreichende Verarbeitungsleistung im Machine-Vision-System selbst.

Einige der wichtigsten Anforderungen für den Einsatz von Machine-Vision-Systemen sind folgende:

- **Komplexe Funktionen: z. B. Identifizierung von Objekten und Personen**
- **Einfache Integration: die Hardware muss kompakt, flexibel und mit Standardschnittstellen ausgestattet sein**
- **Benutzerfreundlichkeit: die Systementwickler sollten keine erweiterten Algorithmen verstehen oder implementieren müssen, um das System zu nutzen**

Der Sensor HVC-P2 von Omron

Der HVC-Sensor (Human Vision Components) von Omron ist ein Bilderkennungssystem, das viele der oben beschriebenen Probleme löst. Es kann nicht nur erkennen, dass Menschen auf dem Bild sind, sondern liefert auch detaillierte Informationen über ihren Gesichtsausdruck, die Blickrichtung, das Geschlecht, das Alter und andere Informationen.

Der neueste Sensor, der HVC-P2, ist 10 Mal schneller als sein Vorgänger. Er ist in der Lage, einen menschlichen Körper viermal pro Sekunde zu verfolgen.

Die neue Hardware besteht aus einem Bildsensor, der über ein Flachbandkabel an der Hauptplatine mit der Bildverarbeitungshardware befestigt ist. Dies bietet eine hohe Flexibilität bei der Integration des HVC-P2 in ein System. Die Anbindung HVC-P2 erfolgt über eine Standard UART- oder USB-Schnittstelle.

Das System verwendet die proprietäre Software OKAO™ Vision von Omron, eine bewährte Reihe von Bilderkennungsalgorithmen, die in über 20 Jahren entwickelt wurden und in über 500 Millionen Digitalkameras, Mobiltelefonen und Überwachungsrobotern auf der ganzen Welt eingesetzt werden. Es ist in der Lage, die Größe und Positionskordinaten von menschlichen Körpern, Gesichtern oder Händen zu bestimmen, die im Kamerabild erfasst werden.

Die Algorithmen in OKAO Vision können die aus den Bildern gewonnenen Gesichtsdaten analysieren, um Informationen darüber zu liefern, wohin jede Person schaut, und um Informationen über sie zu schätzen. Das System kann bis zu 35 Personen in jedem Bild verarbeiten.

Das System ist in der Lage, 10 verschiedene Attribute von Personen im Bild zu erkennen. Diese sind:

1. Gesichter
2. Körper
3. Hände
4. Geschätzte Gesichtsausrichtung in drei Ebenen (Neigen, Drehen, Gieren)
5. Geschätzte Blickrichtung in zwei Ebenen (Neigen und Gieren)
6. Zwinkern
7. Alter
8. Geschlecht
9. Das System kann fünf Gesichtsausdrücke erkennen: neutral, glücklich, überrascht, wütend und traurig
10. Gesichtserkennung durch Abgleich von Gesichtern mit im Speicher gespeicherten Gesichtsdaten

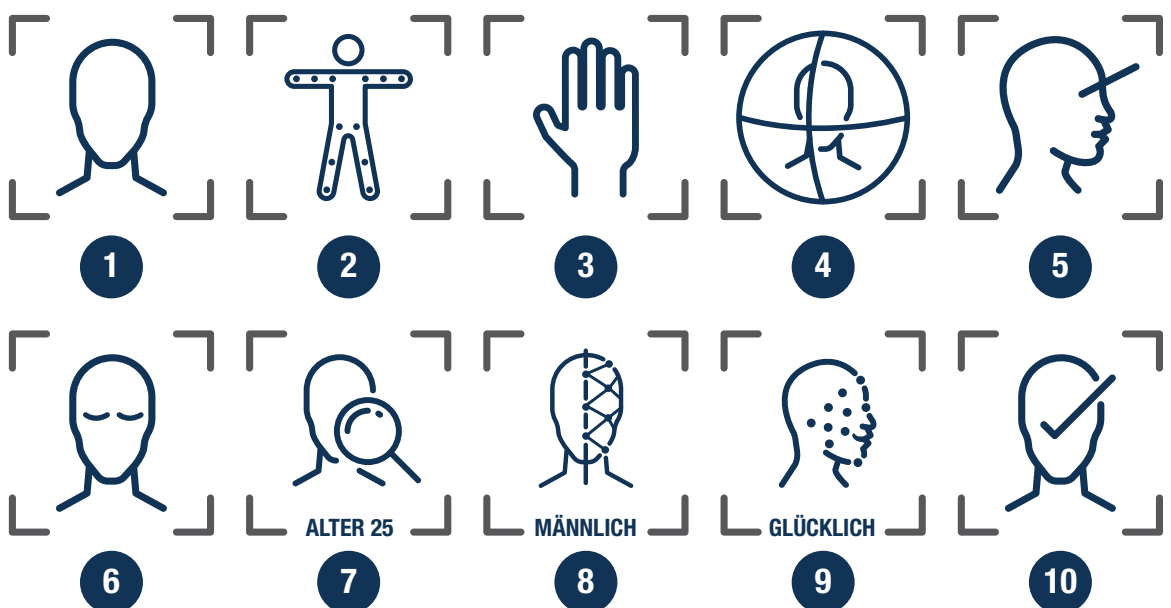


Abbildung 3. Funktionen des HVC-P2 (Quelle Omron)

Die Bilderkennungsfähigkeiten basieren auf Daten, die von mehr als einer Million Gesichtern gesammelt wurden.

Für jedes Attribut liefert die Software einen Schätzwert, wie beispielsweise das Alter, die Blickrichtung der Person (als zwei oder drei Winkel) oder den Gesichtsausdruck. Sie liefert auch ein Maß für das Vertrauensniveau dieser Schätzung, von 0 bis 1.000 (ein höherer Wert gibt ein höheres Vertrauensniveau an).

Es gibt zwei Optionen für die Kamera – entweder ein Weitwinkelobjektiv (90°) oder ein Zoomobjektiv (50°) für größere Entfernungen. Die Wahl hängt vom Erkennungsabstand, dem Sichtfeld oder anderen Anforderungen der Anwendung ab. In beiden Fällen hat die Kamera eine Auflösung von 1600 x 1200 Pixeln.

Die Version des HVC-P2 für größere Entfernungen kann Personen bis zu einer Entfernung von 17 Metern erkennen und die Gesichtsattribute in einer maximalen Entfernung von 3 Metern schätzen. Dies könnte beispielsweise verwendet werden, um den Grad der Aufmerksamkeit zu messen, den Menschen auf digitale Werbeschilder in einem Bahnhof legen.

Die Weitwinkelversion kann eine Fläche von 100 x 75 cm in einem Abstand von 50 cm abdecken. Dies ist geeignet, um Personen beim Kaufvorgang an einem Automaten zu überwachen und Daten zu sammeln, die später zur Optimierung der Produktnachfüllung, der Produktentwicklung und der Marketingaktivitäten verwendet werden können.

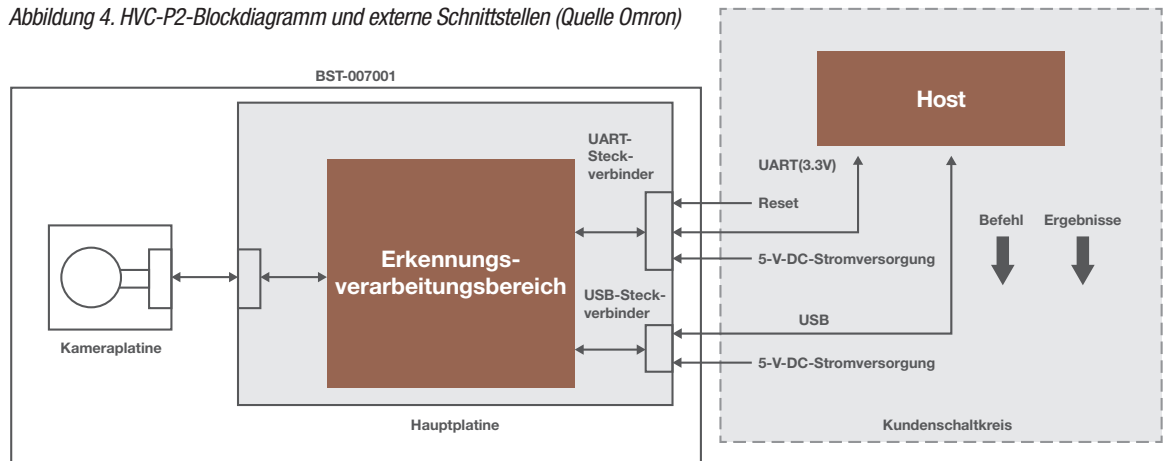
Der HVC-P2 kann verwendet werden, um Embedded-Systeme zu entwickeln, die Kenntnis von den Menschen in der Nähe haben und angemessen darauf reagieren. Dies kann auf verschiedene Weise genutzt werden, z. B. um zu verstehen, wie Menschen auf die ihnen präsentierten Informationen reagieren.

Unterstützung bei der Entwicklung

Der HVC-P2 wird mit Quellcode und Treibern auf Linux-, Windows- und Android-Systemen unterstützt. Für Windows steht ein Evaluierungssystem zur Verfügung, mit dem Sie die Möglichkeiten des Systems interaktiv erkunden können. Für den Einstieg in die Anwendungsintegration steht Ihnen Beispielcode in C, Python und – für Android – Java zur Verfügung.

Um die Hardwareintegration zu erleichtern, stehen detaillierte CAD-Zeichnungen für die Baugruppe, bestehend aus Hauptplatine und Kamera, zur Verfügung.

Abbildung 4. HVC-P2-Blockdiagramm und externe Schnittstellen (Quelle Omron)



Zielanwendungen

Diese kostengünstige Technologie kann in eine Vielzahl von Systemen integriert werden, um Produkte und Dienstleistungen um die Personenerkennung zu erweitern.

Es gibt viele nicht sicherheitskritische Anwendungen, die diese moderne Funktionalität nutzen können. Dazu gehören Kundenanalysen, interaktive Spiele, Sicherheitssysteme und vieles mehr.

Werbe- und Verkaufsautomaten können Informationen darüber aufzeichnen, was die Menschen wie lange anschauen. Dies kann Rückmeldungen darüber liefern, wie effektiv Schilder sind, welche Produkte vor dem Kauf in Betracht gezogen werden, welche demografischen Gruppen an welchen Produkttypen interessiert sind usw. Auf diese Weise können die angebotenen Informationen oder Produkte optimiert werden.

Interaktive Displays können die Informationen vom Sensor nutzen, um die Position und Größe der Informationen an den Betrachter anzupassen. Der Inhalt kann auch an das geschätzte Alter, Geschlecht oder die Stimmung des Betrachters angepasst werden.



Abbildung 5. Interaktive Anzeigen und Verkaufsautomation (Quelle Omron)

Sicherheitssysteme können mit dem HVC-P2 Personen beim Betreten eines Gebäudes überwachen. Dies kann beispielsweise zur Steuerung von Aufzügen nach der Anzahl der wartenden Personen sowie zur Zugangskontrolle mittels Gesichtserkennung genutzt werden. Einzelhandelsgeschäfte können die Anzahl der Besucher zählen und die Schätzungen von Alter und Geschlecht nutzen, um Informationen über ihre Kunden zu sammeln.

Darüber hinaus kann die Überwachung der Personenzahl und ihrer Standorte dazu dienen, Heizung, Beleuchtung und Klimatisierung in einem Gebäude effizienter zu steuern. Wenn man weiß, wo sich die Menschen befinden, kann die Umwelt komfortabel gehalten werden, ohne Energie zu verschwenden.

Eine weitere mögliche Anwendung ist die Beobachtung von Personen in einer Produktionsumgebung, indem die Maschinen gestoppt werden, wenn jemand einen Arbeitsbereich betritt. Dies ist besonders wichtig für Menschen, die mit kollaborativen Robotern (oder „Cobots“) arbeiten, bei denen ein Roboter und ein menschlicher Bediener zusammen an einer Aufgabe in einem gemeinsamen Arbeitsbereich arbeiten und dabei ihre spezifischen Fähigkeiten und Vorteile

nutzen. Die Roboter bieten Kraft, Schnelligkeit und Präzision, während die menschlichen Partner ihre Intelligenz und Anpassungsfähigkeit einbringen. Um eine sichere Ausführung der Arbeiten zu gewährleisten, ist es für den Roboter unerlässlich, den Standort des menschlichen Arbeiters zu kennen. Die Kenntnis davon, ob sie auf die Arbeit achten oder in eine andere Richtung schauen, kann die Sicherheit und Effizienz erhöhen.

ISO-Normen definieren die Sicherheitsanforderungen an kollaborative Roboter, einschließlich der von ihnen verwendeten Werkzeuge, der Objekte, mit denen sie arbeiten, und der Umgebung, in der sie arbeiten. Dabei können intelligente Machine-Vision-Systeme dazu beitragen, dass diese Anforderungen erfüllt werden.

Künftig können Roboter auch bei der Betreuung älterer oder pflegebedürftiger Menschen eine größere Rolle spielen. Es ist eine wertvolle Funktion für die Roboter, Personen identifizieren und ihr Verhalten basierend auf den Emotionen der Person anpassen zu können.

Derzeit werden Fahrzeuge mit verschiedenen Arten von Fahrerassistenzsystemen und Systemen für autonomes Fahren entwickelt. Dabei besteht eine wichtige Funktion darin, den Fahrer zu überwachen und sicherzustellen, dass er aufmerksam ist. Müdigkeit oder Aufmerksamkeitsverluste können erkannt werden, und es kann eine entsprechende Warnung ausgegeben werden. Die Fähigkeit, Hände im Bild zu identifizieren, eröffnet den Weg für den Einsatz von Gestensteuerung, z. B. in Infotainmentsystem

Fazit

Maschinelles Sehen ist seit fast einem Jahrhundert im Einsatz. Bisher haben routinemäßige Inspektions- und Sortieraufgaben in der Industrie die Palette der Anwendungsbereiche dominiert. Verbesserungen bei Sensoren, der Kommunikation und der Verarbeitung haben diese schneller und genauer gemacht.

Fortschritte im Bereich des maschinellen Lernens und der KI ermöglichen nun die Entwicklung neuer menschenzentrierter Anwendungen, die Funktionen wie die Gesichtserkennung und die Stimmungserkennung nutzen. Diese werden in vielen Bereichen von der Industrieautomatisierung über den Einzelhandel, den Automobilsektor bis hin zur Pflege von großem Nutzen sein.

Die Einführung dieser Technologien wird durch Produkte ermöglicht, die alle für eine einfache Integration und hohe Benutzerfreundlichkeit erforderlichen Funktionen bieten. Und der Omron HVC-P2 ist ein Beispiel für ein solches Produkt.



Über TTI

TTI, Inc. ist der weltweit führende Spezialist für Passive und elektromechanische Bauelemente, Steckverbinder sowie Diskrete Halbleiter, Schaltnetzteile und Sensoren. Ausgewählte Lieferanten sowie unterschiedlichste Logistik-Lösungen unterstützen Kunden in den Marktsegmenten Industrie, Transportation, Luft-, Wehr-, und Raumfahrttechnik sowie in der Haushalts- und Unterhaltungselektronik.

Die Produktpalette von TTI umfasst Bauteile wie Widerstände, Kondensatoren, Steckverbinder, Diskrete Halbleiter, Opto Elektronische Bauelemente, Elektromagnetische Bauelemente sowie Bauteile für den Schaltkreisschutz. Das Angebot umfasst außerdem Kabel und Drähte – diese auch konfektioniert; Netzteile, Entwicklungskits, Sensoren und Elektromechanische Bauelemente.

Übersichten und Informationen zur Marktentwicklung und Technologie sowie Updates etc. stellt TTI über das MarketEye Research Center zur Verfügung. Kunden können hier Fachbeiträge, technische Seminare, RoHS, allgemeine Seminare, Industrieforschungsberichte und vieles mehr abrufen.

Die TTI Produktpalette, kundenorientierter Service sowie die angebotenen Logistiklösungen machen TTI zum bevorzugten Distributor (CMP Publications). Weltweit beschäftigt TTI über 5600 Mitarbeiter an mehr als 100 Standorten in Europa, Amerika und Asien.

Europäischer Hauptsitz:

TTI, Inc.
Ganghoferstr. 34
82216 Maisach-Gernlinden
Deutschland
Tel.: +49 (0)8142 6680 – 0
Fax: +49 (0)8142 6680 – 490
Email: sales@de.ttiinc.com
www.ttieurope.com

Copyright © TTI, Inc. All Rights Reserved.