

Fotosensorik beschleunigt die medizinische Diagnostik

Für Autos entwickelt, in der Medizin bewährt



Bild 1: Das selbstfahrende Auto soll seine Umgebung unter anderem mit optischen Sensoren erfassen (Bild: RioPatuca Images - Fotolia)

Seit jeher erfassen Menschen die Welt optisch. Das bewährte Instrument dafür, das Auge, ist perfekt angepasst, um bei den verschiedensten Lichtverhältnissen die Umgebung zu erkennen. Gerade deswegen ist es aber nur schlecht geeignet, um absolute Helligkeitswerte zu messen, wie es z.B. bei Teststreifen in der medizinischen Diagnostik notwendig ist. Verschiedene Technologien wurden daher bis heute entwickelt, um dem Menschen diese

Aufgabe abzunehmen bzw. diese zu automatisieren.

nisse. Typische Anwendungen finden sich neben Überwachungskameras, maschinellem Sehen und Gaming auch im Automotive-Bereich und der Medizintechnik. So können mit bildgebenden Verfahren z.B. Strukturen erkannt, Verkehrsschilder und andere Verkehrsteilnehmer erfasst, Konzentrationen bestimmt oder Barcodes identifiziert werden. Diese Automatisierung verringert einerseits die Gefahr menschlicher Fehler, andererseits hilft sie, den Arbeitsaufwand zu reduzieren.

Anforderungen im Automobilbereich und in der Medizin

Im Automobilbereich sollen selbstfahrende Autos ihre Umge-

Auch im medizinischen Bereich ist die lange Verfügbarkeit und Lebensdauer wichtig. Jedes Gerät erhält hier einzeln die Zulassung, die erlischt, sobald eine Komponente verändert wird. Ein typischer Entwicklungszyklus dauert etwa fünf Jahre – jedes Bauteil sollte also viele Jahre zuverlässig funktionieren und so lange wie möglich, allermindestens jedoch bis zur Zulassung des Nachfolgemodells, lieferbar sein. Wie im automobilen Bereich basieren auch hier viele Messungen auf optischen Methoden, häufig auf der Transmission oder Reflexion einer Probe oder eines Teststreifens unter definierten Lichtbedingungen.

Fehler vermeiden, Material und Zeit sparen

Die Fotosensorik hat neben der eigentlichen Messung weitere Vorteile in der Anwendung. So kann sie ebenfalls genutzt werden, um Fehler bei der Verarbeitung einer medizinischen Probe zu vermeiden. Sie ermöglicht, mit QR- oder Barcodes markierte Proben eindeutig zu identifizieren und so dem richtigen Patienten zuzuordnen. Auch Anwenderfehler kann sie teilweise ausgleichen. Wenn z.B. ein Teststreifen nicht vollständig mit der zu prüfenden Flüssigkeit benetzt wurde, kann das ausgeglichen werden. Falls der benetzte Teil groß genug ist, wird nur die Information dieses „guten“ Teilbilds verwendet. Falls die Fläche nicht für eine sinnvolle Messung ausreicht, wird eine Fehlermeldung ausgegeben statt eines ungültigen Ergebnisses. Die Bilderkennung spart so Zeit und Probenmaterial, was direkt auch dem Patienten und dem Arzt zugutekommt. Sie ersetzt das manuelle optische Ablesen und macht die

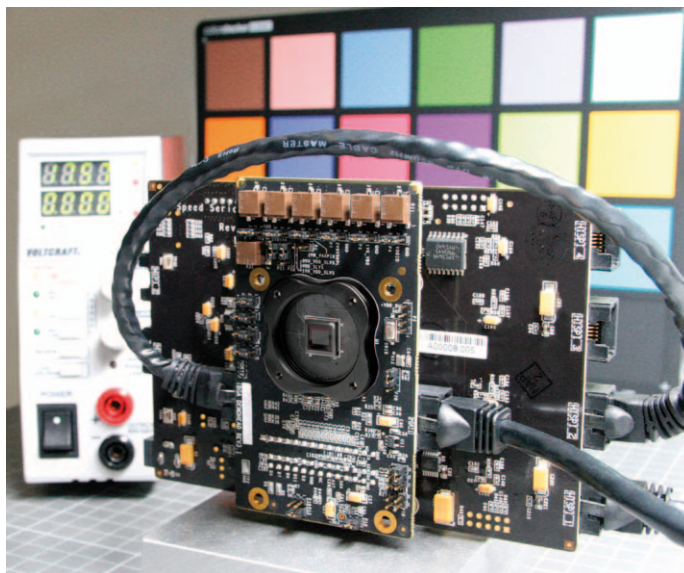


Bild 2: Der rauscharme CMOS-Fotosensor MT9V024 liefert bei 752 x 480 Pixeln 60 Bilder pro Sekunde und ist auch im nahen Infrarot empfindlich. (Bild: FRAMOS)

Grundlage für Bildsensoren sind lichtempfindliche Halbleiter. In der Praxis messen sie in optischen Anwendungen Helligkeitswerte schnell, zuverlässig und ermöglichen damit Bilderkennungsalgorithmen reproduzierbare Ergeb-

nung unter anderem mit optischen Sensoren erfassen (Bild 1). Diese müssen nicht nur leistungsfähig, robust und langlebig, sondern auch für eventuelle Reparaturen und z.B. Software-Optimierungen über viele Jahre verfügbar sein.

AutorInnen:



Ute Häußler, Corporate Communications bei Framos und Dipl. Phys. Marco Antoni, Redaktionsbüro Stutensee



Bild 3: Mit seiner Leistungsaufnahme von 0,3 W ist der Sensor für mobile Geräte zum Einsatz vor Ort geeignet. So können wichtige Gesundheitsdaten in kurzer Zeit und unabhängig von einem Labor bestimmt werden. (Bild: Robert Kneschke - Fotolia)

Messung einfacher bedienbar, genauer und zuverlässiger, denn diese sind nun reproduzierbar und nicht mehr von der Tagesform des Benutzers oder den Lichtbedingungen zu verschiedenen Tageszeiten abhängig. Letztendlich wird die Diagnose schneller gestellt, die Behandlung kann früher beginnen und ist zielführender.

Welcher Sensor?

Die zwei gebräuchlichsten Technologien für Bildsensoren sind CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) und CCD (Charge Coupled Device). Sie messen die Intensität des Lichts mit einer hohen räumlichen und zeitlichen Auflösung und ermöglichen so einer nachgeschalteten Bildauswertung die notwendige Erkennung von Mustern. In beiden Sensortypen erzeugt das einfallende Licht in Fotodioden einen seiner Helligkeit entsprechenden Strom. In den einzelnen Bildpunkten lädt dieser Strom einen Kondensator auf, dessen gespeicherte Ladung die Bildinformation darstellt. Der CCD-Sensor liest die Daten zeilenweise aus. Der CMOS-Sensor hingegen kann jeden Pixel direkt ansprechen und so die einzelnen Pixel unabhängig voneinander oder das komplette Bild auf einmal auslesen. Er bietet auch die inte-

grierte Funktion eines A/D-Wandlers und kann daher direkt digitale Werte ausgeben. Für anspruchsvolle Anwendungen eignen sich CMOS-Sensoren tendenziell besser, da sie mehr Funktionen bieten, eine höhere Auslesegeschwindigkeit haben und sowohl bei hohen als auch bei tiefen Temperaturen zuverlässiger arbeiten.

Fotosensorik in der Praxis

Ein gutes Beispiel für einen Bildsensor, der sogar die Anforderungen aus der Medizintechnik erfüllt, ist der MT9V024 ON Semiconductor. Er wurde ursprünglich für die Automobilbranche entwickelt. Weil hier der Zeithorizont für die Bauteilverfügbarkeit noch größer ist als im medizinischen Bereich, garantiert der Hersteller, dass die Sensoren über 10 Jahre lang erhältlich sind. Der 1/3 Zoll große CMOS-Sensor kann zwischen -30 °C und +70 °C eingesetzt werden und auch nahes Infrarot mit einer guten Empfindlichkeit detektieren, was einerseits mehr verwertbare Informationen für die nachgeschaltete Bilderkennung liefert und andererseits eine für Menschen unsichtbare „Beleuchtung“ ermöglicht (Bild 2).

Mit seiner geringen Leistungsaufnahme von 0,3 W ist er auch optimal für mobile Geräte geeig-

net, die z.B. ein Arzt in seiner Praxis oder dem Krankenhaus direkt vor Ort einsetzt (Bild 3). So können wichtige Gesundheitsdaten des Patienten in kurzer Zeit und unabhängig von einem Labor bestimmt werden. Aufgrund der Linearität des Sensors sind sämtliche Messwerte gleichartiger Geräte miteinander vergleichbar. Die Automatisierung der Messgeräte verringert so den Gesamtaufwand wichtiger medizinischer Messungen. Die lange Verfügbarkeit garantiert, dass ein defektes Gerät schnellstmöglich repariert oder ersetzt werden kann. Dank der Fotosensorik liegt die nun teilautomatisierte Diagnose des Patienten bei höherer Genauigkeit und Zuverlässigkeit schneller vor (Bild 4). Die Behandlung kann eher beginnen und hat eine höhere Erfolgchance. Da bei Diagnosen, die eine schnelle Reaktion verlangen, jede Sekunde zählt, können Bildsensoren sogar Leben retten.

Linearität und HDR

Um absolute Helligkeitswerte mit einem Fotosensor zu messen, muss man den Zusammenhang zwischen der einfallenden Lichtmenge und der Signalstärke kennen. Im besten Fall hängen die beiden Größen proportional zusammen, d.h. wenn doppelt so viel Licht einfällt, wird die doppelte

Spannung ausgegeben. Ist der Zusammenhang nicht proportional, kann nach einer Kalibrierung dennoch sinnvoll gemessen werden: Die beim Kalibrieren erstellte Empfindlichkeitskurve ordnet jeder Spannung die zugehörige Helligkeit zu.

Das Verhältnis von größter zu kleinster messbarer Helligkeit ist der dynamische Umfang. Bei sehr dynamischen Bildern, z.B. einer Kerze in einem ansonsten unbeleuchteten Raum, kommt die Fotodiode an ihre Grenzen. Entweder gehen die Details des dunklen Raums im Rauschen verloren oder die der Kerze im überbelichteten Weiß. Das lässt sich mit einer absichtlich nichtlinearen Empfindlichkeitskurve lösen, die einen größeren Helligkeitsumfang (High Dynamic Range, HDR) auf den begrenzten Signalumfang projiziert. Der Bildsensor MT9V024 beispielsweise erreicht das on-chip, indem er die Belichtungszeit in Segmente unterteilt und in jedem dieser Segmente die Pixel mit einer anderen Spannung ansteuert. Im Bild sind dann durch die nichtlineare Abbildung sehr dunkle und sehr helle Details gleichzeitig erkennbar.

► FRAMOS GmbH
www.frames.com



Bild 4: Hochauflösende Fotosensorik bildet die Grundlage für eine gute Diagnose (Bild: tilialucida - Fotolia)