



DIGITALKAMERA MIT HQ-COLOR-TECHNOLOGIE GIBT FARBE BESSER WIEDER

Farbbilder in Echtzeit

Für eine Applikation ohne Abstriche in der Farbqualität musste bisher eine teure 3CCD-Kamera eingesetzt oder eine eigene Farbverarbeitung auf dem Rechner implementiert werden. Eine Alternative sind die Farbkameras von Baumer Optronik, Radeberg, mit echtzeitfähiger HQ-Color-Technologie. Deren Farbsignale entsprechen dem physiologischen Farbpfinden des Menschen.

In Industrie, Medizin und Forschung gewinnt die Aufnahme farbiger Bilder stärker an Bedeutung. Die Farbinformation erlaubt eine leichtere Unterscheidung und einen klaren Bezug zu bekannten Objek-

ten. Die von einer Kamera aufgenommenen Farbbilder sollen bei hoher Auflösung, Bildqualität und Farbtreue möglichst auch in Echtzeit bereitstehen.

Im praktischen Einsatz stößt die auf Standardkameras implementierte einfache Farbverarbeitung an Grenzen. Lassen die Applikationen keine Abstriche in der Farbqualität zu, bleibt nur der Einsatz von wesentlich teureren 3CCD-Kameras oder die Implementierung einer eigenen Farbverarbeitung auf dem PC. Diese führt neben höheren Kosten in jedem Fall zu erheblichen Einbußen an Datendurchsatz und damit auch an Bildrate.

Eine günstigere Alternative bieten die

Farbkameras von Baumer Optronik, Radeberg, mit der HQ-Color-Technologie. Diese Kameras vereinen die Vorteile kleiner und preiswerterer Ein-Chip-CCD-Kameras in sich, bei gleichzeitig hoher Orts- und Farbauflösung sowie hoher Bildrate. Grundlage der HQ-Color-Technologie ist die patentierte Baumer-CIE-LAB-Engine (siehe Kasten Seite 58).

Die Farbfilterung

Farbsensoren mit Primärfarbfilterung liefern entsprechend der aufgetragenen Filtermaske nur einen Farbwert pro Pixel. Die fehlenden zwei Farbwerte werden

nachbarten Pixels (Nearest-Neighbour-Verfahren) oder bildet den Mittelwert zwischen benachbarten Pixeln (Verfahren der bilinearen Interpolation). Abgesehen von der begrenzten Ortsauflösung entstehen bei diesen Verfahren an Kanten (Hell-Dunkel-Übergänge) störende gelblich-blaue Farbsäume.

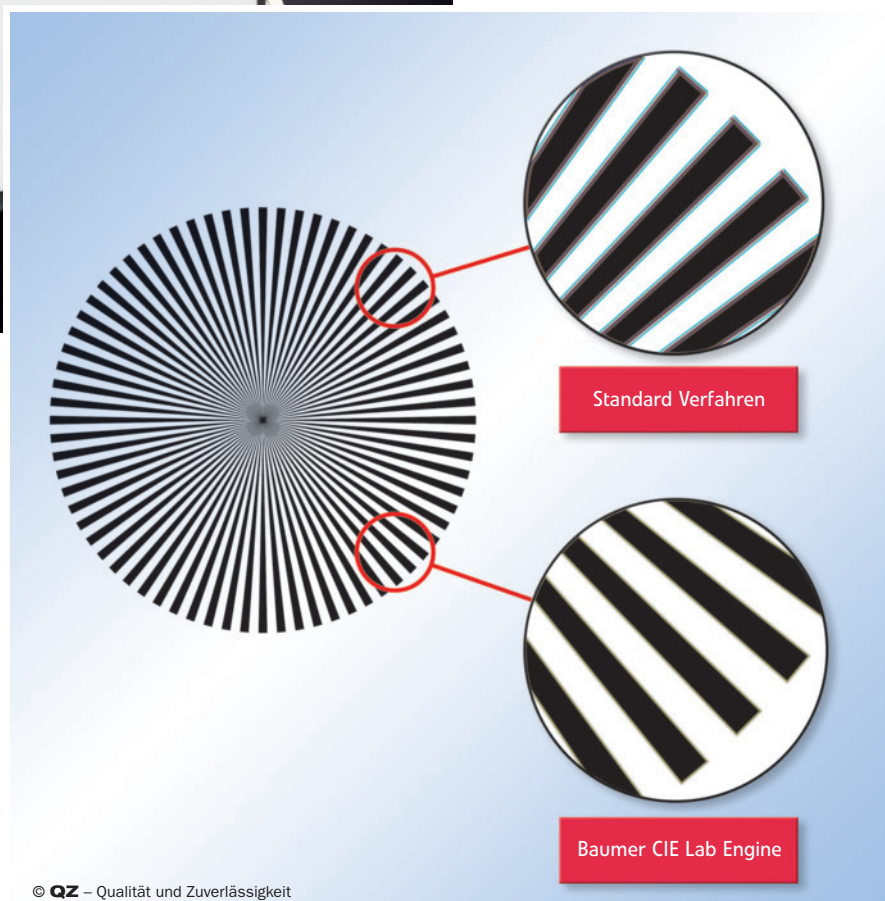
Die Verbesserung der Interpolation der fehlenden Farbwerte war und ist Gegenstand umfangreicher Forschungen, deren Einsatz allerdings häufig an dem wesentlich höheren Rechenaufwand scheiterte. Die CIELAB-Engine nutzt für die Interpolation einen 7 x 7-Filter, der mindestens 16 benachbarte Pixel gleicher Farbwerte in die Berechnung einbezieht. Der patentierte Rechenalgorithmus verarbeitet die Bilddaten mit vertretbarem Hardwareaufwand auch in Echtzeit.

Die Bilddaten vom Sensor werden der nachfolgenden Farbrechnung intern im

Nicht zur Verwendung in Internet-Angeboten sowie elektronischen Verteilern

www.qm-infocenter.de/QZ-Archiv

© 2009 Carl Hanser Verlag, München



© QZ – Qualität und Zuverlässigkeit

Bild 1. Das hochpassfilterte Helligkeitssignal liefert ein scharfes Grauwertbild.

rechnerisch bestimmt. Um die ausgelesenen Sensordaten in Echtzeit zu verarbeiten, setzt man bei Standardkameras üblicherweise sehr einfache Verfahren ein. So „borgt“ man sich den Farbwert eines be-

rechnerisch bestimmt. Um die ausgelesenen Sensordaten in Echtzeit zu verarbeiten, setzt man bei Standardkameras üblicherweise sehr einfache Verfahren ein. So „borgt“ man sich den Farbwert eines be-
YUV-Format bereitgestellt, wobei das hochpassfilterte Helligkeitssignal Y ein ausgesprochen scharfes Grauwertbild liefert (Bild 1). Dessen spektrale Empfindlichkeit entspricht annähernd dem ▷

Objektives Farbmodell

Das CIELAB-System ist ein Farbraum, der von der internationalen Beleuchtungskommission CIE im Jahr 1976 festgelegt wurde. Es wurde aus dem CIE-Farbsystem weiterentwickelt und basiert auf dem im Jahr 1931 vorgestellten CIE-Normvalenzsystem.

Das CIELAB-System ist das heute wohl gebräuchlichste Farbsystem. Anhand des geräteunabhängigen 3D-Farbmodells sollen Farbunterschiede numerisch bestimmt werden. Das Modell ist objektiv und wird zugleich dem menschlichen Wahrnehmungsvermögen nahezu gerecht, indem es versucht, den geometrischen Abstand zwischen zwei Farben im Farbraum dem menschlichen Wahrnehmungsvermögen anzupassen.

Vor allem grafische Arbeiten mit Scanner, Drucker und Monitor verlangen Farbgenauigkeit in einem international gültigen Farbprofilraum, der eine korrekte Farbverwendung gewährleistet. Der einheitliche Farbenraum bietet zudem eine größere Auswahl von Farbtönen an als beispielsweise RGB oder CMYK.

Der CIELAB-Farbraum übernimmt in vielen computerbasierten Farbverarbeitungen die Mittlerrolle zwischen den geräteabhängigen und damit unterschiedlichen Farbräumen der Eingabe- (zum Beispiel Scanner) und Ausgabegeräte (zum Beispiel Monitor). So nutzt beispielsweise Photoshop CIELAB als internen Arbeitsfarbraum.

www.cielab.de

www.qm-infocenter.de

Diesen Beitrag finden Sie online unter der Dokumentennummer: **QZ110138**

Helligkeitsempfinden $V(1)$ des menschlichen Auges. Die Farbsignale hingegen werden dem physiologischen Farbempfinden des Menschen folgend tiefpassgefiltert. Das trägt zu einem insgesamt ausgewogeneren Farbeindruck bei gleichzeitiger Verringerung des Farbrauschen bei.

Die Farbraumtransformation

Bei der Wiedergabe der Farbbilder ist zu beachten, dass der über seine Filtermasken definierte Farbraum des Sensors nicht mit dem Farbraum des Wiedergabegeräts (zum Beispiel Monitor) über-

einstimmt. Eine farbrichtige Wiedergabe der aufgenommenen Szene bedingt eine Transformation zwischen beiden Farbräumen. Zudem ist das menschliche Auge bei der Betrachtung des Originalbilds und eines Monitorbilds unterschiedlich adaptiert. Deshalb wird eine Transformation benötigt, die die subjektive Farbwahrnehmung in einer bestimmten Betrachtungsumgebung transformiert. Dem gegenwärtigen Stand der Technik entsprechend, bedient man sich dafür einer linearen Transformation mit einer 3×3 -Matrix sowie einer Gamma-Korrektur.

Wesentlich bessere Resultate liefert die in der CIELAB-Engine realisierte Transformation aller Bilddaten in den standardisierten und geräteunabhängigen Farbraum CIE 1976 (CIELAB). Diese Transformation ist auf den jeweiligen Sensor kalibriert, damit die Bilddaten aus dem geräteabhängigen Sensorfarbraum bestmöglich in den Ausgabefarbraum abgebildet werden können.

Alle Korrekturen oder Einstellungen werden im CIELAB-Farbraum vorgenommen, bevor das Resultat in einen gewünschten Ausgabefarbraum gewandelt wird. Im CIELAB-Farbraum wird jedes Pixel durch das Wertetripel L, a und b repräsentiert, wobei L die Helligkeit und a und b die Farbkoordinaten darstellen. Durch die in diesem Farbraum gegebene Gleichabständigkeit aller Farben wirken Manipulationen an den Bilddaten auf alle Farben gleichermaßen, sodass keine Farbverfälschungen auftreten können. Die Transformation der Betrachtungsbedingungen reduziert sich im CIELAB-Farbraum auf einfache additive Offsets und die Anpassung an den vorhandenen Farbraum auf eine multiplikative Gain-Korrektur der Werte L, a und b .

Die mit der CIELAB-Engine erreichbare Bildqualität stößt in Richtung der wesentlich größeren und teuren 3CCD-Kameras vor. Die Farbbilder der Kameras mit der CIELAB-Engine zeigen laut Hersteller eine signifikant höhere Qualität hinsichtlich Ortsauflösung, Farbtreuheit und Farbrauschen als vergleichbare Kameras der gleichen Leistungsklasse. Eine weitere Verringerung des Farbabweichungen um den Faktor 2 ist durch eine spezielle optische Vorfilterung möglich, die bei Bedarf sensorspezifisch gerechnet werden kann.

Gleichzeitig sind die Farbkameras

durch die parametrierbare Farbverarbeitung flexibel an die unterschiedlichsten Forderungen verschiedener Applikationen anpassbar. So können zum Beispiel die Arbeitspunkte im CIELAB-Farbraum und die Verstärkungswerte den jeweils herrschenden Beleuchtungs- sowie Betrachtungsbedingungen angepasst werden. Auch können die Bilddaten in unterschiedlichen Standardformaten wie sRGB und YCrCb ausgegeben werden.

Eine wirtschaftliche Umsetzung der dafür erforderlichen aufwendigen Farbverarbeitung konnte der Hersteller nur mittels hochintegrierter Logikbausteine erreichen. Die gesamte Farbverarbeitung ist auf einem FPGA-Farbprozessor-Modul realisiert.

Der Anwender erkennt die Kameras mit Farbverarbeitung an dem HQ-Color-Technologie-Logo. Sie sind nur 10 mm länger als die kompakten Kameras der Baumer-TX-Serie.

Die Anwendungen

Der Vorsprung, der durch Kameras mit HQ-Color-Technologie erzielt wird, zahlt sich in unterschiedlichen Applikationen aus. Zwei typische Beispiele:

Inspektion und Qualitätssicherung:

Ein typisches Anwendungsfeld von Farbkameras ist die visuelle Inspektion von Teilen, Proben oder Präparaten. Dabei ist neben der hohen Farbqualität und Bildrate eine hohe Konstanz und Wiederholbarkeit der Farbeinstellungen erforderlich. Das betrifft einerseits minimale Farbunterschiede zwischen einzelnen Kameras, um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse mehrerer Arbeitsplätze zu gewährleisten. Andererseits muss die Farbwiedergabe auch langfristig eine hohe Wiederholgenauigkeit aufweisen, um einen Bezug zu Archivbildern zu haben.

Konturbestimmung zusammenhängender Farbflächen: Das niedrige Farbrauschen der CIELAB-Engine bringt bei der maschinellen Weiterverarbeitung der Bilddaten zahlreiche Vorteile. So können beispielsweise Konturen zusammenhängender Flächen wesentlich glatter bestimmt und somit eine höhere Erkennungsrate erzielt werden. □

Dr. Dietmar Scharf

► **Baumer Optronic GmbH**
T 06031 60070
sales.de@baumergroup.com
www.baumer.com