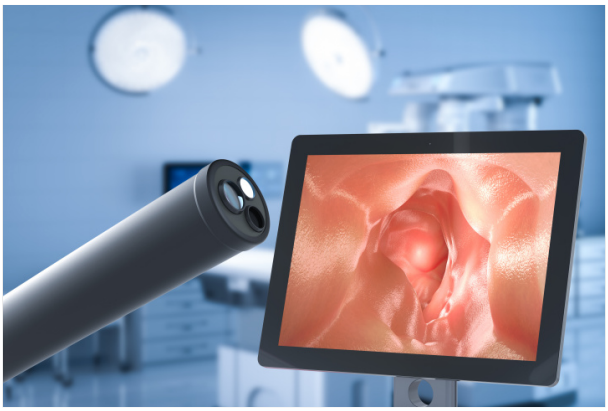
Automatische Sichtprüfung von starren Endoskopen

Starre Endoskope werden in der medizinischen Diagnostik und Therapie eingesetzt, um Körperhöhlen und Hohlorgane zu untersuchen und minimalinvasive Eingriffe durchzuführen. Um Risiken für Patienten sowie das medizinische Personal zu vermeiden, ist eine einwandfreie Funktion der Geräte unabdingbar. Durch eine verlässliche Qualitätsprüfung sollen vor allem Gefahren durch Infektionen und Verletzungen, aber auch Fehldiagnosen ausgeschlossen werden. In vielen Ländern sind Krankenhäuser gesetzlich verpflichtet, ihre Endoskope regelmäßig zu überprüfen und zu warten, um sicherzustellen, dass sie ordnungsgemäß funktionieren und keine gesundheitsschädlichen Keime enthalten. Zusätzlich gibt es europäische Richtlinien und Standards, die die Qualitätssicherung von starren Endoskopen regeln. Diese Überprüfungen werden von speziell geschultem Personal durchgeführt und umfassen neben Endoskopie-Tests und Sterilisationsprüfungen auch umfangreiche visuelle Inspektionen.

Das niederländische Unternehmen Dovideq Medical Systems B.V. ist auf Messinstrumente für die minimalinvasive Chirurgie spezialisiert. Die aktuelle Produktpalette richtet sich an zentrale Sterilisationsabteilungen in Krankenhäusern, Endoskophersteller sowie Endoskop-Reparaturbetriebe. Für die Prüfung von starren Endoskopen hat Dovideq Medical Systems verschiedene automatisierte und vernetzte Systeme entwickelt. Besonders handlich, klein, leicht, preiswert und schnell ist der automatische Endoskop-Tester LightControl. Anhand von sechs Test- und Messparametern werden detaillierte Daten zum Zustand des Endoskops erfasst und ausgewertet. So ist gewährleistet, dass nur einwandfreie Endoskope den OP erreichen.

Das System LightControl sorgt dabei mit Hilfe von IDS Kameras aus der LE-Kamerafamilie für ein hohes Maß an Effizienz und Zuverlässigkeit. Zur Sicherheit aller, zum Wohle der Patienten und letztlich auch zugunsten der Krankenhaus-Bilanz.

Die COVID-19-Pandemie hat die Bedeutung der Hygiene und Sterilität von Endoskopen und anderen medizinischen Geräten noch weiter in den Vordergrund gerückt, was zu einem höheren Bewusstsein für die Notwendigkeit von automatisierten Inspektionsverfahren führt. Ein Endoskop, das nicht ordnungsgemäß gereinigt und desinfiziert wurde, kann die Übertragung von Infektionen verursachen, ein defektes Endoskop kann während der Untersuchung oder Behandlung von Patienten zu Verletzungen führen. Nicht minder schwerwiegend sind die Folgen einer Fehldiagnose oder falschen Behandlung, wenn ein Endoskop nicht richtig funktioniert oder eine Beschädigung aufweist und dadurch falsche Bilder liefert.



Qualitätsmängel und die damit einhergehende beeinträchtigte Funktionsweise eines Endoskops können verschiedene Ursachen haben. Dazu gehören neben falscher Handhabung und mangelnder Wartung auch Faktoren wie Materialermüdung und Verunreinigung. Unsachgemäßer Transport oder ungeeignete Aufbewahrung können ebenso zu Schäden führen wie die schlichte Alterung des medizinischen Gerätes. Linsen und andere optische Komponenten können mit der Zeit abgenutzt werden, was zu unscharfen oder verzerrten Bildern führt.

Um zu vermeiden, dass sich Bakterien oder andere Krankheitserreger auf dem Endoskop absetzen und damit nicht nur die Qualität der Bilder beeinträchtigen, sondern schlimmstenfalls auch den Behandelten schaden, werden sie regelmäßig sterilisiert. Doch auch der Sterilisationsprozess kann die Qualität und Genauigkeit der medizinischen Geräte beeinträchtigen, da die hohen Temperaturen und chemischen Substanzen, die dabei verwendet werden, potenziell schädlich für die empfindlichen Komponenten des Endoskops sein können. Insbesondere kann sich durch Hitze und Dampf Feuchtigkeit in den Linsen einschließen und zu Beschädigungen führen. Darüber hinaus können einige Sterilisationsmittel, wie z.B. Formaldehyd, eine korrosive Wirkung auf Metallteile haben.

So vielschichtig die möglichen Ursachen sind, so vielseitig sind auch die möglichen Beschädigungen eines Endoskops. Um der Komplexität der erforderlichen Prüfkriterien effizient zu begegnen, hat Dovideq Medical Systems das patentierte visuelle Prüfsystem LightControl entwickelt. "Es sieht mithilfe der Kamera weit mehr als das menschliche Auge eines Chirurgs, beispielsweise Schmutzpartikel, Linsenbrüche, Verunreinigungen oder Farbabweichungen", erklärt Chielant de Wit, Managing Director von Dovideq Medical Systems.

LightControl führt die automatisierte Sichtprüfung mit Hilfe einer uEye LE Kamera aus dem Hause IDS durch. Preis, Sensor und Größe waren bei der Wahl des Modells ausschlaggebend. Die eingebaute USB3 Vision Industriekamera U3-3860LE Rev.1.2 ist auf wesentliche Funktionen reduziert und verfügt über einen lichtempfindlichen Sony Sensor. Der integrierte IMX290 sorgt mit BSI-Technologie ("back-side-illumination") für hervorragende Bildqualität mit sauberer Farbtrennung und ermöglicht die hier so besonders wichtige originalgetreue Motivwiedergabe - auch unter schlechten oder schwankenden Lichtverhältnissen. Die Kamera ist bauklein und variantenreich; das leichte, beschichtete Plastikgehäuse ist dennoch robust. Damit eignet sie sich bestens für die Integration in Kleingeräte und Embedded Systeme und ist geradezu prädestiniert für ihren Einsatz in der Medizintechnik.

Für die automatisierte Qualitätsprüfung von Endoskopen hat Dovideq sechs Test- und Messparameter identifiziert, die die Kamera untersucht und über deren Zustand das System in Echtzeit detaillierte Rückmeldungen gibt:

- Der "Linsenfraktur"-Algorithmus misst, ob eine oder mehrere interne Linsen eine Fraktur aufweisen. Der "Particle Detection"-Algorithmus findet heraus, ob feine Schmutzpartikel, Feuchtigkeit oder andere Verunreinigungen in das Innere des Endoskops gelangt sind. Bei beiden Messungen nimmt die Kamera mehrere Bilder auf macht daraus ein Histogramm. Das System referenziert die Bilder in Bezug auf vorangegangene Bilder und füttert mit diesen Daten ein neuronales Netz.
- Lichtfasern werden in Lux gemessen und basieren auf der Lichtemission. Bei der "Lichtfaser"-Messung wird anhand von Referenzwerten sichergestellt, dass die Fasern bzw. Faserpakete des Endoskops genügend Licht hindurchlassen. So wird verhindert, dass das Endoskop undeutliche Bilder liefert.
- Die "Lichtdurchlässigkeit" der Linsen wird anhand von Einzelbildern der integrierten IDS Kamera ermittelt. Das Messgerät verwendet dafür eine kalibrierte Lichtquelle, die auf eine Pixelebene fällt. Jedem Pixel ist ein bestimmter RGB-Wert eines Farbspektrums zugeordnet. Die Kombination aller Pixel wird mithilfe eines speziell entwickelten Algorithmus in einen Leuchtdichtewert umgewandelt und referenziert.
- Mit der "Fokus-Messung" wird mithilfe der Harr-Wavelet-Transformation geprüft, ob die Linsen intakt und nicht verunreinigt sind bzw. ob das Endoskop ein klares Bild liefert. Während der Messung nimmt das System mehrere Bilder auf, um sich ein Bild vom Zustand jeder Linse zu machen. Im optimalen Fall blickt die Kamera durch das Endoskop und zeigt scharfe Konturen.
- Die "Farbkorrektheit" wird durchgeführt, um Verfärbungen durch den Sterilisierungsprozess zu erkennen. Das System warnt vor Fehlinterpretationen der Aufnahmen durch Farbabweichungen. Das Gerät nimmt Bilder auf und misst Abweichungen in der Farbübertragung anhand des HSV-Modells, das die Farbe eines Bildpunktes auf der Basis der 3 Werte Hue (Farbton), Saturation (Sättigung) und Value (Helligkeit) beschreibt. Die Farbkorrektheit stellt sicher, dass die tatsächlichen Farben der Organe oder Gewebe wiedergegeben werden, um eine fehlerhafte Diagnose oder Behandlung zu vermeiden.

Handhabung am Beispiel des Modells ScopeControl®

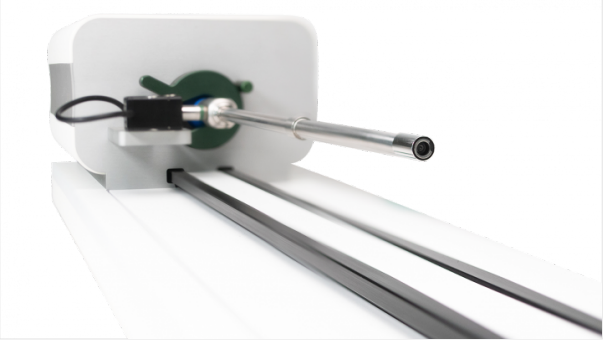
"Mit Hilfe der Test- und Messdetails können Informationen über die Leistung der getesteten Endoskope ausgewertet sowie Verlaufs- und Trendanalysen erstellt werden", erläutert Chielant de Wit. "LightControl speichert alle Details der Endoskopmessungen samt Testergebnisse zu Berichts- und Verwaltungszwecken in einer Datenbank, dem sogenannten Endoscope Manager, und ermöglicht ein spezielles Management- und Qualitätsberichtswesen."

Der Kundennutzen liegt laut Chielant de Wit auf der Hand. "Die automatisierte visuelle Inspektion von Endoskopen dient der Qualitätssicherung, Effizienz, Kosteneffektivität und Patientensicherheit im Krankenhaus beziehungsweise in der Arztpraxis". Systeme wie LightControl leisten dazu einen wesentlichen Beitrag, in dem sie objektive Ergebnisse liefern und selbst kleinste Defekte, Kratzer oder Abnutzungen an Endoskopen erkennen. Darüber hinaus arbeiten sie stets mit der gleichen Genauigkeit und Konsistenz, unabhängig von Faktoren wie Müdigkeit oder menschlicher Fehler, und sind wesentlich schneller. Das spart Zeit und Kosten, führt zu einer höheren Verfügbarkeit der Geräte und einer verbesserten Auslastung der Ressourcen. Potenzielle Defekte oder Schäden werden frühzeitig erkannt, was kostspielige Reparaturen oder den Austausch von Endoskopen vermeiden kann. Die daraus resultierenden Bilder oder Videos stehen als Nachweis für die Inspektion zur Verfügung und können bei Bedarf zur Fehleranalyse und zu Schulungszwecken verwendet werden.

> "In der Medizintechnik ist die Nachfrage nach unseren Produkten im vergangenen Jahr besonders gestiegen, was uns nicht nur in wirtschaftlicher Hinsicht freut."
>
> **— JAN HARTMANN, GESCHÄFTSFÜHRER IDS —**

Ausblick

"Endoskope sind lebenswichtige medizinische Geräte, mit deren Hilfe Ärzte eine Vielzahl von Krankheiten diagnostizieren und behandeln, indem sie einen eindeutigen, klaren Blick in den Körper eines Patienten ermöglichen. Doch wie jedes medizinische Gerät unterliegen auch Endoskope dem Verschleiß und müssen mit der Zeit repariert oder ersetzt werden", weiß Chielant de Wit. Schon jetzt ist der Bedarf an automatisierter intelligenter visueller Inspektion von Endoskopen hoch und wird voraussichtlich in den kommenden Jahren weiter steigen. Insbesondere aufgrund der zunehmenden Anzahl von Endoskopie-Verfahren und der wachsenden Sensibilität für Infektionsrisiken wird die Nachfrage nach automatisierten Inspektionstechnologien immer stärker. Darüber hinaus wird künstliche Intelligenz dazu beitragen, die Effizienz und Genauigkeit von Inspektionsprozessen zu verbessern und menschliche Fehler zu minimieren.



Die Bedürfnisse des Gesundheitssektors entwickeln sich ebenso schnell wie die Technologien, die in diesem Bereich zum Einsatz kommen. Die Verwendung von IDS Kameras bewährt sich hier zunehmend. "In der Medizintechnik ist die Nachfrage nach unseren Produkten im vergangenen Jahr besonders gestiegen, was uns nicht nur in wirtschaftlicher Hinsicht freut", erklärt IDS Geschäftsführer Jan Hartmann. Immer mehr IDS Kameras leisten damit weltweit einen Beitrag zur Gesundheitsförderung.

Unsere kosten- und platzsparende Projektkamera: Die uEye LE

- Interface: USB 3
- Modell: U3-3860LE-C-HQ Rev.1.2
- Sensortyp: CMOS
- Hersteller: Sony
- Framerate: 135 fps
- Auflösung: 1936 x 1096 px
- Shutter: Rolling-Shutter
- Sensorformat: 1/3"
- Auflösung: 2,12 MPixel
- Maße: 47,0 x 46,0 x 23,9 mm
- Gewicht: 36 g
- Anschluss: USB Type-C
- Anwendungen: u.a. Industrielle Bildverarbeitung, Medizintechnik und Laborautomation, Inspektionsanwendungen

Kunde

Dovideq Medical Systems ist auf Messinstrumente spezialisiert, die in der minimalinvasiven Chirurgie eingesetzt werden. Die aktuelle Produktpalette richtet sich an Abteilungen für Zentralsterilisation und Biomedizintechnik sowie an OP-Manager professioneller Krankenhäuser, die mit Endoskopverwendung und Endoskopqualität befasst sind. Lösungen von Dovideq senken die Gesamtbetriebskosten, verringern die Ausfallzeiten von Operationen und erhöhen die Effizienz, Vorhersagbarkeit und Rückverfolgbarkeit durch die Automatisierung wichtiger Prozesse, unter anderem bei Reparaturen.

© *2023* IDS Imaging Development Systems GmbH