



Bild 0: 5G für die Bildverarbeitung

Mit 5G die Zukunft der Bildverarbeitung gestalten

5G bietet neue Möglichkeiten für die Qualitätssicherung

Autoren: Sarah Schmitt, Niels König, Prof. Dr. Robert H. Schmitt

Um die großen Datenmengen in der optischen Qualitätskontrolle bewältigen zu können sind bildverarbeitende Systeme bisher auf kabelgebundene Übertragungstechnologien eingeschränkt. Erstmalig macht ihnen eine kabellose Technologie Konkurrenz: 5G, der neue Mobilfunkstandard kann nicht nur ebenfalls hohe Datenmengen übertragen, sondern bietet eine höhere Flexibilität, die Möglichkeit einer Echtzeitdatenauswertung in skalierbaren Cloudsystemen und eine größere Reichweite.

Bildverarbeitung in der Industrie

Bildverarbeitende Systeme bieten in der Qualitätskontrolle weit mehr als nur die Erkennung von fehlerhaften Teilen. Neben Tracking, Positionierung und Messung von Objekten können mit automatischer optischer Inspektion auch Abweichungen im Produktionsprozess frühzeitig erkannt und vermieden werden. Damit tragen sie eine große Rolle in der Identifizierung von Fehlerquellen und der Optimierung von Fertigungsprozessen. Durch berührungs- und zerstörungsfreies Messen im laufenden Prozess helfen optische Systeme dabei, wertvolle Arbeitszeit und Kosten zu senken. Über Schnittstellen zu ERP- bzw. QM-Systemen können sie flexibel auf Bauteiländerungen eingehen und sich somit den Produktionsgegebenheiten anpassen.

Herausforderungen und aktuelle Technologielösungen der Bildverarbeitung

Eine der größten Herausforderung in der Bildverarbeitung ist die Übertragung sehr großer Datenmengen. Datenraten im GBit/s-Bereich sind dabei nicht selten, wobei die Höhe der Datenrate abhängig ist von der geforderten Auflösung, Bildfrequenz und Bittiefe. Aktuelle Technologielösungen für die Bildverarbeitung beschränken sich bislang auf kabelgebundene Übertragungstechnologien. Reichweite und Flexibilität der Datenkommunikation sind dadurch eingeschränkt. Neben dem As-

pekt, dass die Übertragung per Kabel insbesondere bei hohen Datenraten nur eine physikalisch begrenzte Weite ermöglicht, fordern kabelgebundene Systeme noch dazu einen hohen Aufwand bei der Implementierung und sind in manchen Situationen aufgrund limitierter Mobilität gar nicht verwendbar. Ein weiteres Problem kabelgebundener Technologien ist der Kabelverschleiß bei bewegten Systemen. Auch Kabelbruch kann im schlimmsten Falle eintreten. Des Weiteren sind auch die Preise für Kabel im Falle einer Erneuerung nicht zu vernachlässigen: Der Meterpreis für ein Camera Link-Kabel liegt im Bereich von 100€.

Doch kabellose Übertragungstechnologien können teilweise nicht die Übertragungsraten liefern, die für Bildverarbeitung nötig sind. Aktuelle Standardlösungen für die professionelle Bildverarbeitung sind GigE Vision, Camera Link, CoaXPress oder USB. Mit 10GigE Vision sind bis zu 1.250 MB/s möglich. Camera Link HS (6.000 MB/s) und CoaXPress (3.120 MB/s) erreichen Übertragungsgeschwindigkeiten die noch um eine weiteres höher sind (siehe Tabelle 1). Dennoch gilt für alle: die Übertragung für längere Strecken ist mit einer maximalen Kabellänge von 100 Metern limitiert. Mit speziellen Umsetzern auf Lichtwellenleiter lässt sich die Länge noch erhöhen, jedoch ist dies mit zusätzlichem Bedarf an Bauraum und vor allem Kosten verbunden. 5G verspricht hier Abhilfe, da die Übertragungslängen vom Transceiver bis zur Antenne nur durch die Sendeleistung begrenzt ist und im Industriespektrum bis zu 1 km betragen kann.

Tabelle 1: Vergleichstabelle Übertragungstechnologien

Technologie	Max. Übertragungsrate	Übertragungsbereich
10GigE Vision	1.250 MB/s	<100m
USB 3.2	2.000 MB/s	<10m
Camera Link HS	6.000 MB/s (20 Lanes)	<10m
CoaXPress-6	3.120 MB/s	<100m
5G	1.250 MB/s	bis 1km

5G als attraktive Übertragungstechnologie

Der neue Mobilfunkstandard 5G sticht mit seiner hohen Bandbreite von bis zu 10 GBit/s, seiner hohen Zuverlässigkeit von bis zu 99,999% und seiner geringen Latenz von bis zu 1 ms unter bisherigen kabellosen Technologien hervor. Des Weiteren können sich mit 5G 100-mal mehr Teilnehmergeräte in einem Netz befinden als dies vergleichsweise mit LTE/4G der Fall war. Durch Network Slicing ist ein 5G-Netz individuell anpassbar an den jeweiligen Anwendungsfall und kann somit in einem Netz beispielsweise sowohl den Anforderungen bildverarbeitender Systeme für die Qualitätssicherung als auch den Anforderungen sehr zeitkritischer Regel- oder Kontrollmechanismen entsprechen. Die Graphik in Bild 1 zeigt das typische KPI-Dreieck (Key Performance Indicators) über welches verschiedene Anwendungsbereiche, ihren Anforderungen entsprechend, visuell dargestellt werden können. Zu beachten ist dabei, dass ein 5G-Netz nicht in allen drei KPIs die maximale Leistung bieten kann, sondern zugeschnitten wird auf eine Anwendung und dabei einen Kompromiss zwischen den Maximalwerten der drei KPIs darstellt. Für bildverarbeitende Systeme bietet sich daher ein eMBB Profil für 5G an.

Postprint. Erstveröffentlichung: Schmitt, Sarah; König, Niels; Schmitt, Robert H. (2020): Die Zukunft gestalten. 5G bietet neue Möglichkeiten für die Qualitätssicherung, in: QZ Qualität und Zuverlässigkeit 65 (11), S. 50-53.

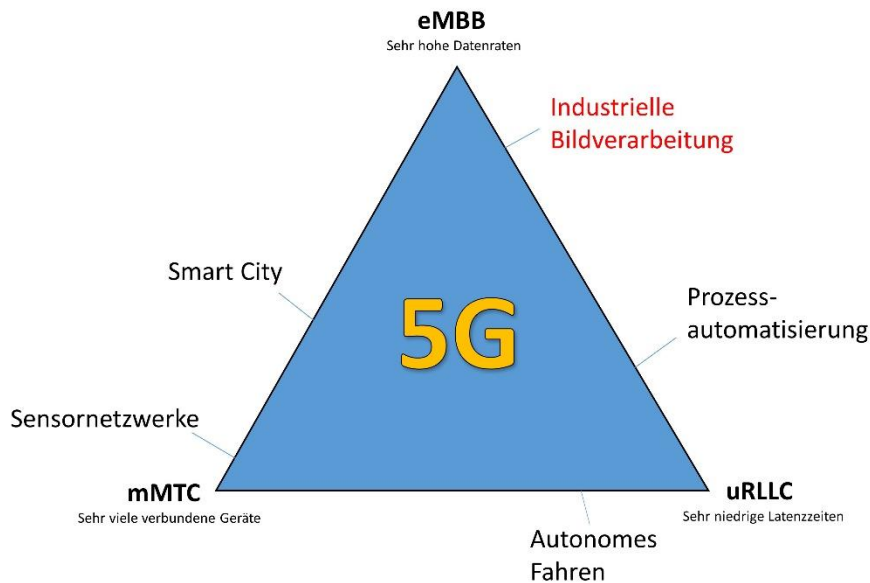


Bild 1: Key Performance Indicators von 5G, dargestellt im Spannungsdreieck

Damit erscheint mit 5G erstmalig eine attraktive Möglichkeit, Kameradaten auch kabellos übertragen zu können. In der Übertragungsgeschwindigkeit steht 5G 10GigE in nichts nach. Im Gegenteil, da 5G kabellos überträgt, besitzt es damit eine größere Reichweite und ist auch für rotierende und mobile Systeme geeignet. Eine Übertragung über 5G ermöglicht eine einfache Integration von Kamerasystemen in Anlagen und Maschinen. Anwendungen bei denen eine Anbindung mit Kabeln unmöglich war, können über 5G realisiert werden.

Mögliche Anwendungen für die Qualitätssicherung mit Bildverarbeitung und 5G finden sich beispielsweise in Bereichen wie der Oberflächenstrukturprüfung, Lichtschnittverfahren, dimensionellem Messen oder thermographischen Inspektionen. Auch Anwendungen wie eine tomographische Qualitätsprüfung von Schweißnähten beim Laserdurchstrahlschweißen, integriert in die Anlage, sind denkbar. Kabellose Übertragung ermöglicht es, Kameras auch in Anlagen nahe an das Bauteil zu bringen und damit kritische Stellen detailliert zu prüfen. Mit 5G werden die Daten direkt an das Rechenzentrum gefunkt. Cloud Architekturen können einfach genutzt werden um eine flexible und skalierbare Datenverarbeitung zu gewährleisten. Für Echtzeitanwendungen können lokale Edge Cloud Systeme und auf GPU Cluster (Graphics Processing Units) eingesetzt werden. Mit GPU Clustern können sehr schnelle Rechenleistungen erzielt werden. Ebenso kann die Nutzung von KI die Datenverarbeitung noch verbessern.

Aktuell erhältliche 5G Modems besitzen als Anbindungsmöglichkeit einen Ethernet- oder USB-C Anschluss und können damit an die meisten Kamerasysteme angeschlossen werden. Jedoch ist die Auswahl der 5G-Devices auf dem Markt noch sehr limitiert und viele müssen noch hinsichtlich ihrer Performance und Größe optimiert werden. Bisherige Module sind handgroß und eher kleine Sensordstationen als kompakte Chips mit geringer Baugröße. Erste kompakte 5G-Modems, etwas kleiner als eine Kreditkarte, werden in den nächsten Monaten als M.2-Modul herausgebracht. Integriert auf einer Basisplatine kann dieses über USB angeschlossen werden. Zukünftig sollen die Module so klein werden, dass auch eine direkte Integration in die Kamera denkbar ist. Die Vorteile einer 5G Übertragung liegen nicht nur an dem flexibleren und einfacheren Einbau eines Kamerasystems, sondern auch an der Tatsache, dass die Daten direkt an das Gateway geleitet werden und von dort aus ohne Umwege an die Bildverarbeitungsserver gesendet werden.

Anwendung: automatisierte Inspektion durch Drohnen

Vor allem für Systeme, die auf große Mobilität und zeitkritische Entscheidungen angewiesen sind bringt eine Datenübertragung mit 5G große Vorteile. So können z.B. auf Drohnen verschiedene Kamerasysteme genutzt werden, um eine vollständig automatisierte Inspektion durchzuführen. Mit einer Thermographiekamera kann die Identifikation von Tiefendefekten ermöglicht werden. Die Daten der berührungslosen, adaptiven Inspektion werden während der Inspektion mit 5G an eine externe Rechneinheit übertragen. Dort werden in Echtzeit Steuerungsbefehle an die Drohne berechnet sowie ein Echtzeitbild beispielsweise einer Flugzeugoberfläche erstellt.

Anwendung: 3D-Scanner

Kabelgebundene 3D-Scanner gibt es bereits, doch welche Möglichkeiten eröffnen sich mit einem kabellosen Gerät, welches flexible auch von Robotern oder Werkzeugmaschinen automatisiert genutzt werden kann? Ein Teilprojekt des „5G-Industry Campus Europe“ beschäftigt sich mit der kabellosen Datenübertragung eines Lichtschnittsensors, welcher durch Scannen ein CAD Modell eines beliebigen Bauteils erstellt. Ziel der Anwendung ist die 3D-Digitalisierung von Objekten zur Bestimmung der Geometrie und Oberflächenstruktur. Die Herausforderung der Datenübertragung liegt darin, dass Scandaten wie auch Positionsdaten des 3D-Handscanners synchronisiert verarbeitet werden, da sonst Abweichungen im digitalen 3D-Abbild der Oberfläche entstehen. Eine Datenübertragung mit sehr geringen Latenzzeiten, wie 5G sie liefern kann ist hier unabdingbar.

5G Forschungscampus

Neben dem Bereich der Bildverarbeitung ist es ein generelles Anliegen des Fraunhofer IPT, neue Einsatzgebiete der Mobilfunktechnologie 5G in der Produktion zu erforschen und praxisnah in einem industrienahen Umfeld zu erproben. Am Standort in Aachen entsteht daher das größte europäische 5G-Forschungsnetz (Bild 2). In diesem Testzentrum können gemeinsam mit Partnern neue Innovationen und Anwendungen im Zusammenspiel mit einer mobilen 5G Kommunikation und einer umfassenden digitalen Infrastruktur identifiziert und untersucht werden. Mit Hilfe anschaulicher Demonstratoren kann das Thema 5G anwendungsnah entdeckt und im Rahmen von Seminaren und Workshops individuelle Konzepte und Strategien erarbeitet werden.

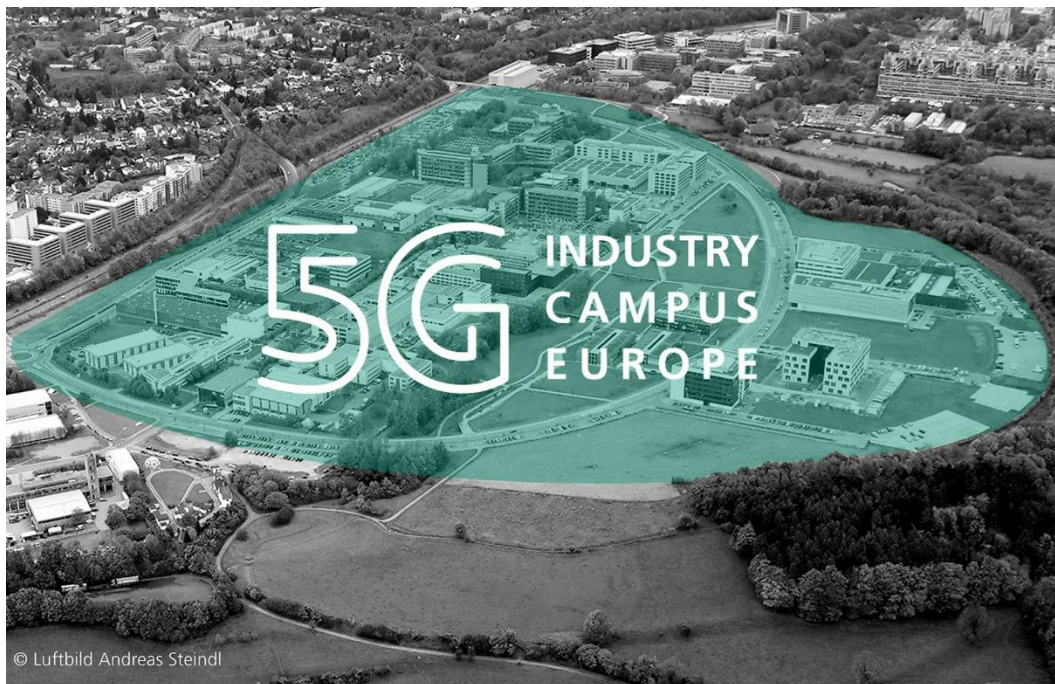


Bild 2: Netzabdeckung des 5G-Industry Campus Europe in Aachen

Postprint. Erstveröffentlichung: Schmitt, Sarah; König, Niels; Schmitt, Robert H. (2020): Die Zukunft gestalten. 5G bietet neue Möglichkeiten für die Qualitätssicherung, in: QZ Qualität und Zuverlässigkeit 65 (11), S. 50-53.

Referenzen:

5G-Anbieter.info, <https://www.5g-anbieter.info/ratgeber/reichweite.html>
Michael Sackewitz, „Handbuch zur industriellen Bildverarbeitung“, Fraunhofer-Allianz Vision, 2017
5G ACIA, „5G for connected industries and automation“, White Paper, Februar 2019
Stemmer Imaging, <https://www.stemmer-imaging.com/de-de/>

Autoren:

Sarah Schmitt, M. Sc., 1993, wissenschaftliche Mitarbeiterin, 0241 8094-782
Dipl.-Phys. Niels König, 1974, Abteilungsleiter Produktionsmesstechnik
Prof. Dr.-Ing. Robert Schmitt, 1961, Universitätsprofessor und Institutsleiter