Kleiner, intelligenter, gesünder

Wie die Miniaturisierung und die Informationstechnologie die Medizintechnik revolutionieren

Das Internet of Medical Things (IoMT) profitiert von den Quantensprüngen in der Halbleitertechnologie und den heutigen Möglichkeiten der Informations- und Kommunikationstechnik

Autoren:
Dr. Anke Hedfeld,
Online Marketing Managerin,
Turck duotec Halver und
Daniel Saffer,
Software-Entwickler,
Medtech Ingenieur Erlangen

Fachbeitrag Medizintechnik
in Kooperation mit Medtech
Ingenieur Erlangen

Turck duotec GmbH
www.turck-duotec.com

Minimalinvasive Schlüsselloch-OPs, individualisierte Therapien, verbesserte Behandlungen chronisch Kranker, ortsunabhängige Patientenüberwachung – die heutige Medizin nutzt die Möglichkeiten, die durch das Zusammenwachsen von Gesundheitstechnik und Informationstechnologie entstehen. Die dadurch entstehenden Ideen schnell und so preisgünstig wie möglich in reale Produkte umzusetzen, beraten und unterstützen Dienstleister ihre Kunden mit Erfahrung, modernsten Produktionsanlagen und einem breiten Netzwerk.

Medizintechnik goes IoT

Noch nie war die Medizintechnik so leistungsfähig und dabei gleichzeitig so klein und „intelligent“ wie heute. Und der Trend zur weiteren Miniaturisierung hält an. Allein der Herzschrittmacher hat in den vergangenen Jahrzehnten eine erstaunliche Entwicklung durchlaufen. 1958 im Krankenhaus von Solna (Schweden): Der Arzt und Ingenieur Dr. Rune Elmqvist und der Chirurg Åke Senning implantieren den ersten elektronischen Impulsgeber. Er besteht aus zwei Transistoren, einem Nickel-Kadmium-Akkumulator und einer extern aufzuladenden Spule. Die Kapazität des Akkus beträgt 24 Stunden. Gerade einmal die Größe einer Vitaminkapsel weist im Jahr 2020 nach Herstellerangaben ein Herzschrittmacher der neuesten Generation auf (Quelle: Medtronic). Er lässt sich minimalinvasiv über eine Vene des Beins ins Herz schieben, seine integrierte Batterie hält etwa zehn Jahre.

Innovationstreiber

Als Innovationstreiber für die fortschreitende Miniaturisierung medizinischer Geräte ist vor allem die rapide Verkleinerung von Halbleitern anzusehen. Computerisierte Vorgänge nutzen Energie außerdem immer effizienter, alternative Stromerzeugungsquellen sind heute kleiner als herkömmliche Batterien. Die zunehmende Digitalisierung, der Einsatz von Sensoren und die immer stärkere Vernetzung schließlich machen die Medizintechnik „intelligent“, verbessern nicht nur ihre funktionalen Eigenschaften, sondern ermöglichen ein selbstständiges Reagieren auf bestimmte Szenarien. Das Zusammenwachsen der Medizintechnik mit der Informationstechnologie begründet eine smarte Medizintechnik oder das Internet of Medical Things (IoMT).

Anforderungen an Leiterplattendesign und an den Elektronikschutz

Mit der Miniaturisierung elektronischer Geräte steigen auch die Anforderungen an das Leiterplattendesign. Um die steigende Leistungsfähigkeit integrierter Schaltungen zu nutzen, sind eine höhere Packungsdichte und ein entsprechendes Wärmemanagement erforderlich. Entsprechende Software spürt elektrisch-thermische Hotspots auf. Klassische Multilayer-Platinen mit einer hohen Anzahl an Bauteilen und hohen Pin-Zahlen geraten an ihre physikalischen Grenzen. HDI (High Density Interconnect)- Leiterplatten mit feinsten Leitungsstrukturen und kleineren Durchkontaktierungen sowie Blind & Buried Vias stellen eine Alternative dar. Embedded Components, im Innern der Leiterplatte in Cavities eingebettete Bauteile, verringern den Flächenbedarf. Ein hohes Miniaturisierungspotenzial weist die Chip-on-Board (CoB)-Technologie auf, bei der ungehäuste Halbleiter, sog. Dies, direkt auf der Leiterplatte montiert und mittels Drahtbonden kontaktiert werden. Trotz der fortschreitenden Miniaturisierung müssen medizinische Geräte immer zuverlässig und ausfallsicher sein. Die zu erfüllenden Anforderungen hinsichtlich elektromagnetischer Verträglichkeit und funktionaler Sicherheit beschreibt die Produktnorm DIN EN/IEC 60601-1-2.

Hygiene

Beim Einsatz im medizinischen und klinischen Umfeld sind außer-

Ein Elektronikschutz hilft bei der Einhaltung besonderer hygienischer Anforderungen (Bsp. eines autoklavierbaren Temperatur-Datenloggers von Turck duotec)

dem bestimmte Hygieneanforderungen zu erfüllen: Die Geräte sollen wasch- und sterilisierbar sowie chemisch und thermisch beständig sein. Ein Elektronikschutz durch autoklavierbare Direktumspritzung mit biokompatiblen Thermoplasten, Hotmelts oder Duroplasten stellt eine Lösung dar. Durch geschickte Materialpaarung werden Kabelmantel oder -litzen mit dem Gehäuse verschmolzen und bilden so eine kohäsive Fügestelle mit einem Schutzgrad von IP68. Schmelztemperatur und Schmelzindex sind so auf die elektronischen Bauteile abzustimmen, dass diese nicht beschädigt werden.

Aus der Ferne ganz nah

Ein Beispiel für kleine, am Körper getragene elektronische Geräte sind Wearables. Ihre Anwendungsmöglichkeiten im Gesundheitswesen sind zahlreich. So lassen sich in der ortsungebundenen Telemedizin mittels Sensoren Vitalparameter von Patienten aufzeichnen und an eine Cloud übermitteln, auf die medizinisches Fachpersonal zugreifen kann. Auch über größere Distanzen gelingt beim Tele-Monitoring oder Remote Patient Monitoring (RPM) eine engmaschige Patientenüberwachung. Der mobile Einsatz von Medizingeräten ist ebenfalls denkbar. So können etwa in einem Krankenwagen installierte EKG-Monitore oder Defibrillatoren Vitalparameter von Patienten kontinuierlich überwachen und die ermittelten Daten in Echtzeit an ein Krankenhaus übertragen.

Internet of Medical Things benötigt leistungsfähige Netze

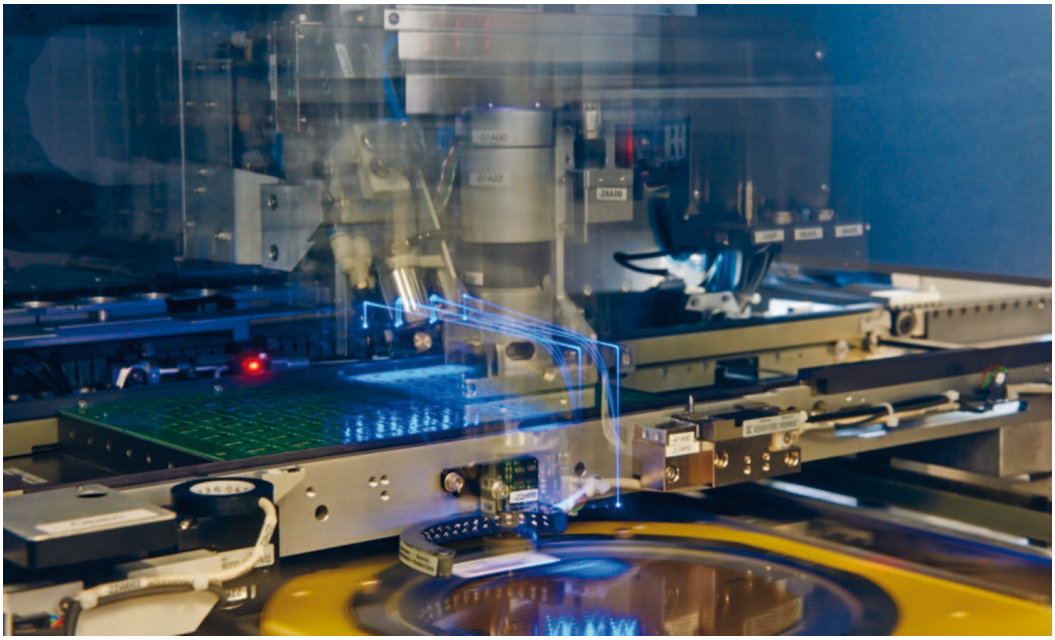
Verschiedene Prozesse des eHealths können große Datenmengen erzeugen. Für deren Übermittlung oder auch die Vernetzung untereinander stellen im IoMT die medizinischen Geräte eine Verbindung zum Internet her. Ist dies im häuslichen Umfeld über eine stabile Verbindung mittels DSL, Kabel oder Hybrid-Systemen möglich, existiert diese Redundanz im mobilen Einsatz nicht. Eine unzureichende Netzabdeckung, Funklöcher, Technologiewechsel und langsame Datenraten erschweren die Verwendung. Auch die Übertragungsgeschwindigkeiten des mobilen Netzes können limitierend wirken, wobei die Mobilfunkstandards der vierten Generation theoretisch über die benötigte Performanz verfügen. So sind mit LTE-A (Long Term Evolution - Advanced) Datenraten von mindestens 100 Mbit/s im Downlink und 50 Mbit/s im Uplink bei geringen Latenzzeiten von unter 10 ms (End-to-End) möglich. Die Netzabdeckung lag im Jahr 2018 bei etwa 66 Prozent (Quelle: Statista).

5G für die Telemedizin

Die hohe Bandbreite und die geringen Latenzzeiten prädestinieren den Mobilfunkstandard der fünften Generation, 5G, für den Einsatz in der Telemedizin. Die deutsche Telekom testete auf der IFA 2018 ein 5G-Netz im Livebetrieb und ermittelte eine Geschwindigkeit von 3 Gbit/s, die unter Idealbedingungen zukünftig bis zu 10 Gbit/s betragen soll. In praxisnahen Testversuchen ermittelte das Telekommunikationsunternehmen außerdem nach eigenen Angaben eine Latenzzeit von 3 ms. Allerdings wird es nach der Versteigerung der 2 und 3,6 GHz-Frequenzen im Jahr 2019 vermutlich noch Jahre dauern, bis 5G flächendeckend verfügbar ist. Die Netzbetreiber werden nun in den Städten damit beginnen, die bestehende LTE-Infrastruktur als sogenannte „non-standalone" Architektur zu erweitern. Die Endgeräte kommunizieren dann zwar mit den Mobilfunkmasten bereits über 5G, allerdings erfolgt die Kommunikation zwischen den Masten und den Servern weiterhin über 4G.

Zigbee und Bluetooth Low Energy für smarte Geräte

Viele smarte medizinische Anwendungen kommen allerdings mit einer niedrigeren Bandbreite aus. Energiesparende Standards wie ZigBee oder Bluetooth Low Energy (BLE) sind hier die Wahl. ZigBee übermittelt die Daten an ein Gateway und schließlich auf einem Rechner mit einer höheren Performanz, einem höheren Speichervolumen und einer durchgehenden Energieanbindung. ZigBee eignet sich zum Einsatz in drahtlosen Netzwerken mit geringem Datenaufkommen und einer sehr niedrigen Leistungsaufnahme. Vitalparameter wie Blutdruck und Pulsfrequenz lassen sich so überwachen. Mit der Funktechnik Bluetooth Low Energy (BLE) können bei optimalen Bedingungen Geräte in einer Umgebung von maximal 200 Metern vernetzt werden. Fast Frequency Hopping macht BLE sehr robust. Etwa 8,5 Milliarden Bluetooth-Geräte gibt es weltweit bereits. Die Verfügbarkeit und die bereits vorliegenden erforderlichen Zertifikate für die weltweiten Länderzulassungen prädestiniert BLE für den Einsatz in Medizingeräten.



Die Chip-on-Board-Technologie unterstützt mit der direkten Montage von ungehäusten Halbeitern auf Leiterplatten die Miniaturisierung der Medizintechnik

Der Mobilfunkstandard der fünften Generation 5G ist prädestiniert für die Übermittlung großer Datenmengen im elektronischen Gesundheitswesen (Bildquelle: Adobe Stock)

Cybersicherheit hat Priorität

Naturgemäß kommt der Sicherheit im IoMT eine besondere Bedeutung zu, denn ein Hackerangriff im medizinischen Umfeld kann unter Umständen nicht nur ein einzelnes Gerät, sondern ganze Krankenhäuser lahmlegen. Alle Systeme müssen so ausgelegt sein, dass die Patientendaten vor Angreifern geschützt sind und aufgezeichnete Daten nicht manipuliert werden können. Gegenwärtig sind IoT-Geräte jedoch allgemein schlecht gegen Angriffe von außen geschützt. Probleme stellen veraltete Softwarelösungen, nicht mehr zeitgemäße Übertragungsprotokolle oder obsolete kryptografische Bibliotheken dar. Auch Bugs in der Datenverarbeitungskette können Folgen haben. Ein unnötiger Notarzt-Einsatz durch eine fehlerhafte Sensor-Messung ist dabei noch von eher harmloser Natur.

Das IoMT ist ein komplexes System, dessen einzelne Glieder fehlerfrei und ausfallsicher arbeiten müssen. Zur Gewährleistung der Cybersicherheit werden nach dem Medizinproduktgesetz vernetzte Medizingeräte besonders hohe Sicherheits- und Qualitätsauflagen gestellt. In Deutschland hat das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) im Jahre 2019 dazu einen Leitfaden zur Cybersicherheit von Medizinprodukten erarbeitet. Der ZVEI (Zentralverband Elektrotechnik und Elektronikindustrie) steht mit dem BSI sowie weiteren Industrie- und Betreiberverbänden in Verbindung, um neue Normen für die Datensicherheit zu etablieren. ◄