

Testen und Evaluieren funkbasierter Kommunikation in medizinischen Einrichtungen und Anwendungen

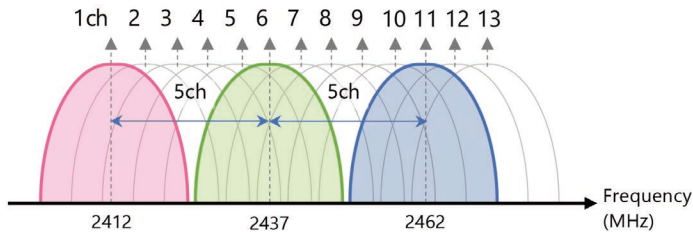


Bild 1: 2,4-GHz-Kanalkonfiguration und Kanalbreite

In medizinischen Einrichtungen müssen große Datenmengen – von Bildern bis hin zu Text – verwaltet werden, was zu einer erhöhten Nachfrage nach effizienter Datenverwaltung, schnellerer Weitergabe und Koordination medizinischer Informationen sowie verbesserter Kommunikation zwischen medizinischen Fachkräften innerhalb und außerhalb dieser Einrichtungen führt.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, digitalisieren medizinische Einrichtungen ihre Verwaltung und Daten und führen funkbasierte Kommunikation über Wireless LAN (WLAN) und Bluetooth ein.

- **Bluetooth** eignet sich mit seinen Energiesparfunktionen für Geräte, die von Patienten getragen werden, und für medizinische Geräte, die kleine Datenmengen senden und empfangen. Beispiele sind Puls-oximeter, Blutdruckmessgeräte, Thermometer, Elektrokardiographen (EKG) und Elektroenzephalographen (EEG).

- **WLAN** bietet schnelle Datenkommunikation zur Übertragung von Bildern und Videos, ideal für Endoskope und Röntgengeräte.

- **Wireless Medical Telemetry System:** Eine weitere Technik, die in medizinischen Einrichtungen eingesetzt wird, ist das Wireless Medical Telemetry System (WMTS). Es verwendet dedizierte Frequenzbänder, um Funkstörungen zu minimieren. Das System überwacht wichtige Patientendaten wie Herzfrequenz (EKG), Atemfrequenz, Körpertemperatur und Blutsauerstoffgehalt von Krankenhauspatienten auf einem zentralen Monitor in der Krankenpflegerstation. Die Geräte senden Funksignale an ein Antennensystem im Patientenzimmer, das die Daten dann zur Anzeige an den zentralen Monitor weiterleitet.

Probleme bei der Kommunikation Medizintechnischer Geräte

Die funkbasierte Kommunikation ist ideal für Patienten, die Sensoren zur Erfassung biometrischer Daten tragen. Die Verkabelung für die Datenübertragung erübrigt sich, und das Einrichten, Hinzufügen oder Verlegen von Geräten wird erleichtert. Es können jedoch Probleme wie Kommunikationsausfälle und langsame Geschwindigkeiten auftreten.

- **Überschneidung von Funkkanälen:** Ein Problem bei WLAN ist die Überschneidung von Funkkanälen, die von mehreren Geräten genutzt werden. Von den für WLAN verwendeten Frequenzbändern wird das 2,4-GHz-Band

von den meisten Geräten unterstützt (Bild 1). 13 Kanäle werden in 5-MHz-Intervallen von 2.412 bis 2.472 MHz festgelegt. Da die Kanalbandbreite 20 MHz beträgt, können nur drei Kanäle in 5-Kanal-Intervallen verwendet werden, um Störungen durch benachbarte Kanäle zu vermeiden, z. B. 1-, 6- und 11-Kanal. Darüber hinaus können in einer medizinischen Einrichtung Störungen auch durch Geräte in den darüber und darunter liegenden Stockwerken auftreten.

- **Anzahl der Geräte steigt:** Ein weiterer Punkt ist die zunehmende Anzahl von Geräten, die auf WLAN angewiesen sind. In medizinischen Einrichtungen gibt es eine große Anzahl von WLAN-Geräten, einschließlich der von Ärzten und Mitarbeitern verwendeten PCs und Tablets. Patienten bringen ebenfalls Geräte wie Smartphones und tragbare Spielekonsolen mit, die Funkstörungen verursachen oder das Netzwerk überlasten können. Zu viele Geräte im Netzwerk führen zu Schwierigkeiten beim Aufbau einer Funkverbindung und zu langsamen Kommunikationsgeschwindigkeiten.
- **Zu schwaches Funksignal:** Das häufigste Problem bei WMTS ist, dass keine Funkverbindung hergestellt werden kann, weil das Funksignal zu schwach ist. Ursachen sind eine niedrige Batteriespannung im Sender, eine falsche Antennenposition, Störungen durch andere funkbasierte Geräte oder Rauschquellen und eine Dämpfung des Signals aufgrund von Anbauten und Änderungen der Anordnung usw.

Probleme bei der funkbasierten Kommunikation erkennen

Kommunikationsprobleme treten in medizinischen Einrichtungen hauptsächlich aufgrund von Interferenzen und Dämpfung auf, die zu Fehlfunktionen oder Kommunikationsunterbrechungen bei medizintechnischen Geräten führen können. Da dies die Sicherheit der

Patienten gefährden kann, ist es wichtig, die Ursachen solcher Probleme zu ermitteln und zu beheben. Funkbasierte Kommunikation wird durch die Einhaltung bestimmter Prozesse zum Erfolg:

- Überprüfen Sie mit einer einfachen Messung die Stärke der Funkwelle. In einem WLAN wird auch die Anzahl der Zugangspunkte überprüft, die die Daten empfangen können.
- Bei Funksignalen, die nicht stark genug sind, kann die Signalstärke durch eine Neuordnung der Funkausrüstung oder eine Positionsänderung von Objekten, die als Hindernisse für die Funkausbreitung wirken könnten, verbessert werden.
- Bestehen die Probleme trotz ausreichender Signalstärke weiterhin, liegt vermutlich eine Störung vor. Mit einem Spektrumanalysator lassen sich potenzielle Störungen identifizieren und nach deren Quelle suchen.
- Nachdem die Störungsquelle identifiziert wurde, sollte überlegt werden, wie sich das Problem beheben lässt.

Einfache Messmethode

Ein Beispiel für eine einfache Messmethode, die auf kostenloser Software zur Überprüfung der WLAN-Signalstärke basiert, ist in Bild 2 dargestellt. Jede Wellenform ist mit einem Netzwerknamen (SSID) und einem Funkkanal verknüpft.

Für WMTS-Anwendungen ist der zentrale Monitor des WMTS mit einer einfachen Spektrumanalysator-Funktion ausgestattet, die die Messung der Stärke empfangener Funksignale ermöglicht.

Wird die Funksignalstärke in einem WLAN oder WMTS nach den Ergebnissen einfacher Messungen als ausreichend befunden, aber es bestehen weiterhin Kommunikationsprobleme, ist davon auszugehen, dass die Ursache in Störungen durch Funkwellen liegt, die von anderen Geräten ausgestrahlt werden.



*Autor
Kazuichi Ichikawa
Assistant Manager
Anritsu
www.anritsu.com*

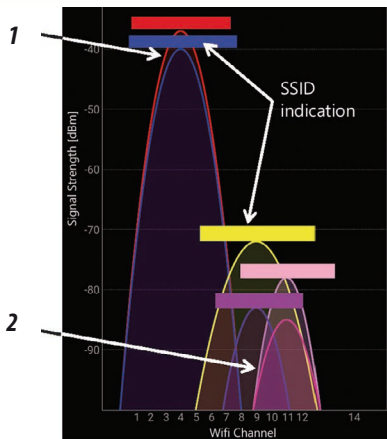


Bild 2: Beispiel für die Messung der Funkwellenumgebung eines WLANs mithilfe kostenloser Software. Die Höhe der Wellenform repräsentiert die Signalstärke (1). Die Überschneidungen zeigen, dass mehrere WLAN-Signale die gleichen/naheliegende Kanäle nutzen (2). Eine geringe Signalstärke oder sich überlappende Signale können zu einer verminderten Kommunikationsqualität führen.

Störungen und ihre Quellen identifizieren

Durch die Kombination eines Spektrumanalysators mit Antennen, die für das zu messende Funkfrequenzband ausgelegt sind, können zusätzlich zu WMTS- und WLAN-Signalen auch Funksignale erkannt und visualisiert werden, die Störungen im gleichen Frequenzband verursachen.

Ist die Funkstärke ausreichend, die Kommunikation jedoch beeinträchtigt, wird ein Echtzeit-Spektrumanalysator (RTSA) verwendet, um vorübergehende und sofortige Funkfrequenzänderungen an dem Ort zu erfassen, an dem das Funkproblem aufgetreten ist. Das Gerät überprüft die Signalstärke

als auch die Störungen. Mehrere Messungen zu unterschiedlichen Zeiten sind erforderlich, da die Funkausbreitungsbedingungen je nach Wochentag, Tageszeit und ob Türen geöffnet oder geschlossen sind, variieren.

Im Beispiel in Bild 3 werden Signale auf den Kanälen 1, 3, 6 und 8 des WLAN beobachtet, aber drei dieser Kanäle werden von anderen stärkeren Funkwellen überlagert. Steile Spitzen aufgrund von Bluetooth-Geräten und Funksignalen unbekannter Herkunft im höheren Frequenzbereich sind vorhanden. Diese anderen Funksignale können als problematisch angesehen werden, insbesondere wenn die WLAN-Ausrüstung an einen anderen Ort gebracht werden kann, wo diese anderen Funksignale verschwinden oder abgeschwächt werden und sich die Kommunikation verbessert.

Störbereich eingrenzen

Sobald das Vorhandensein von Störwellen bestätigt ist, kann ein Rollwagen mit einem batteriebetriebenen Spektrumanalysator und einer auf die Frequenz der zu messenden Funksignale abgestimmten Antenne verwendet werden, um den Bereich einzugrenzen, in dem die Störung auftritt. Ein Laptop wird zur Steuerung der Messesequenz und zur Aufzeichnung der Ergebnisse verwendet. Der Rollwagen wird entsprechend dem Grundriss der Station bewegt, um die Störungsstärke an mehreren Punkten zu messen. Da sich die Quelle möglicherweise nicht auf derselben Etage befindet, werden Messungen auf den darüber- und darunterliegenden Etagen sowie in angrenzenden Gebäuden durchgeführt.

Störquelle identifizieren

Die Störquelle lässt sich durch Ausrichten einer stark gerichteten Antenne in verschiedene Richtungen identifizieren. Einige Spektrumanalysatoren verfügen über eine Funktion, die die Stärke des empfangenen Funksignals durch Ton (Tonhöhe und Lautstärke) anzeigt, sodass eine effiziente Suche nach der Quelle ohne Bildschirm oder Daten möglich ist. Die Störquelle kann validiert werden, indem sie ausgeschaltet oder mit einer leitfähigen Folie abgedeckt wird, um zu sehen, ob die Störung verschwindet.

Zukunftsansichten für die funkbasierte Gesundheitsversorgung

Die Standards für Funkverbindungen werden ständig weiterentwickelt, um höhere Geschwindigkeiten und Kapazitäten zu ermöglichen. So werden Geräte, die Wi-Fi 6E und Wi-Fi 7 entsprechen, kürzere Übertragungszeiten für medizinische Daten und die Echtzeitüberwachung hochpräziser Bilder ermöglichen. Schnelles 5G mit niedriger Latenzzeit in Kombination mit schnellerem WLAN wird die Entfernungsbeschränkungen überwinden, mit denen medizinische Geräte und Dienste konfrontiert sind.

Ausbau der Telemedizin

Die Kombination von 5G-Mobilfunk mit kabelgebundener Glasfaser ermöglicht den Austausch hochauflösender Bilder (4K/8K) in Echtzeit und trägt so zum Ausbau der Telemedizin bei. Mit dieser Technik lassen sich dann auch Videos von Patienten während eines Nottransports austauschen, was eine bessere medizinische Versorgung in abgelegenen Gebieten ermöglicht. Es wurden auch



Bild 4: Echtzeit-Spektrumanalysatoren von Anritsu

Demotests für Fernoperationen mit Robotern begonnen, die den eigentlichen Eingriff durchführen.

VR, AR, MR

Mit schnellerer Funkkommunikation werden auch virtuelle, erweiterte und gemischte Realität (VR, AR, MR) häufiger eingesetzt. Diese Techniken, die zusammen als XR bezeichnet werden, können für medizinische Untersuchungen, Ausbildung, chirurgische Unterstützung und Rehabilitation eingesetzt werden. So kann AR/XR die Positionen tatsächlicher Organe und Blutgefäße von Patienten bestätigen, die durch CT und andere diagnostische Bildgebungsgeräte ermittelt wurden, um die Effizienz chirurgischer Eingriffe und Ausbildungsmaßnahmen zu verbessern.

Fazit

Störungen sind ein großes Problem, das bei der Entwicklung von funkbasierter Netzwerke für medizinische Anwendungen berücksichtigt werden muss. Mit dem Fortschritt der Funktechnik und der zunehmenden Überlastung des Spektrums werden Interferenzprobleme immer schwerwiegender und müssen durch umfangreiche Tests und sorgfältige Planung gemildert werden.

Als wesentlicher Bestandteil der IT-Infrastruktur einer medizinischen Einrichtung wird die Funkkommunikation in Zukunft die Einführung von Technik erfordern, die schnelle, zuverlässige und stabile Verbindungen über kurze und lange Distanzen, geringe Latenzzeiten, umfassende Sicherheit, hohe Datenraten und Echtzeit-Video ermöglicht. ◀

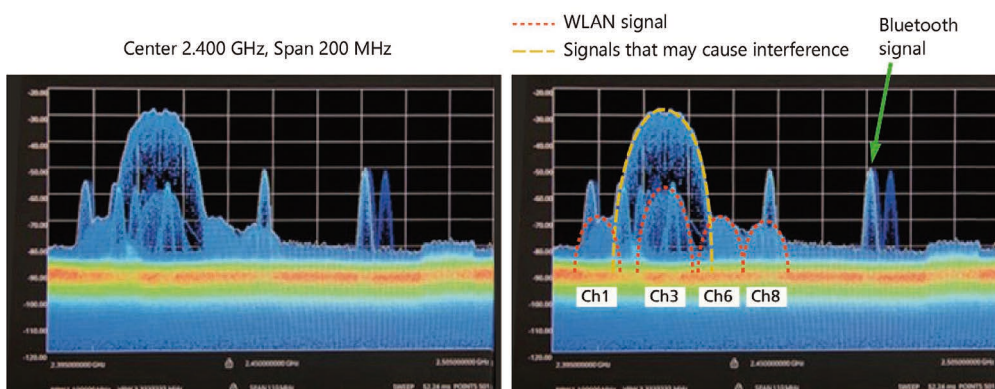


Bild 3: Beispiel für Funksignalbedingungen, die mit einem RTSA gemessen wurden.