

Echtzeit-Kommunikation

RT-SDC im OP der Zukunft

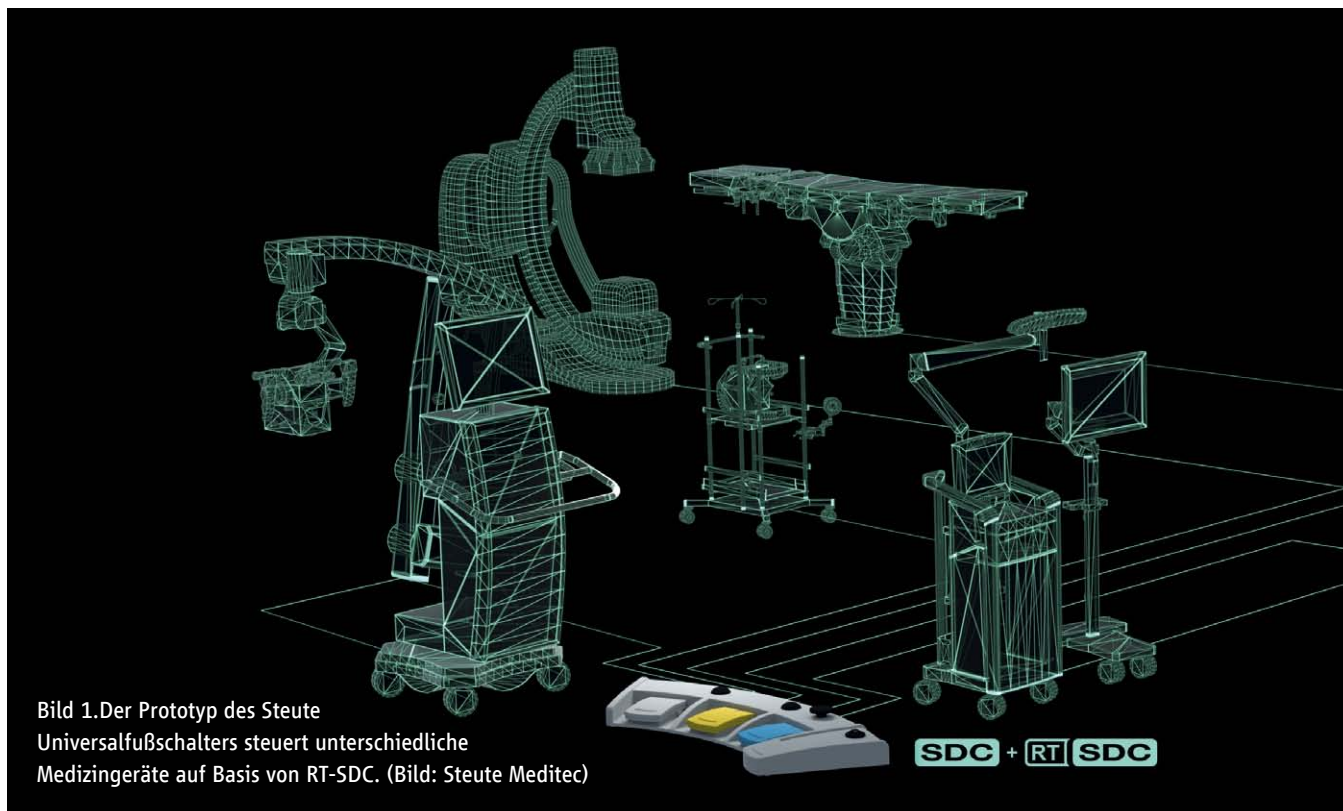


Bild 1. Der Prototyp des Steute Universalfußschalters steuert unterschiedliche Medizingeräte auf Basis von RT-SDC. (Bild: Steute Meditec)

Für höhere Effizienz, Flexibilität und Sicherheit: Real-Time-SDC (Service-oriented Device Connectivity, RT-SDC) erweitert die IEEE-11073-SDC-Normenfamilie um Echtzeitfähigkeit. So wird die Kommunikation zwischen Medizingeräten und steuernden Geräten deterministisch, zuverlässig und interoperabel

Von Marcus Köny und Julia Mönks
Steute Meditec

In modernen Operationssälen sind medizintechnische Geräte heute meist nur in Inselösungen miteinander vernetzt. Gerätehersteller setzen oft auf proprietäre Schnittstellen, die eine reibungslose Integration in komplexe, herstellerübergreifende OP-Umgebungen erschweren. Die IEEE-11073-SDC-Normenfamilie adressiert dieses Problem, indem entsprechende Kommunikationsprotokolle und ein Datenmodell definiert werden.

Der OP der Zukunft wird modular aufgebaut sein: ein oder mehrere zentrale und dezentrale User Interfaces (wie zentrale Bedieneinheiten oder Fußschalter) steuern

mehrere Geräte unterschiedlicher Hersteller – von chirurgischen Werkzeugen über Navigationssysteme bis zu bildgebenden Verfahren. Die Vorteile sind offensichtlich: weniger Gerätewechsel, effizientere Bedienung der Geräte, kürzere Operationszeiten, geringeres Fehlerrisiko und eine höhere Patientensicherheit.

Basis für Interoperabilität

Die SDC-Normenfamilie ermöglicht die herstellerübergreifende Kommunikation zwischen Medizingeräten. Kernaspekte dabei sind:

- Device Profile für Webservices (DPWS) als Kommunikationsprotokoll
- Möglichkeit, andere Kommunikationsprotokolle zu verwenden
- Medical Device Information Base (MDIB) als Selbstbeschreibung der Funktionalität von Medizingeräten
- Plug-and-Play bzw. Plug-and-Trust für Medizingeräte
- Absicherung der Gerätekommunikation durch moderne Verschlüsselungsmethoden und Zertifikate

Die Entwicklung begann im deutschlandweiten BMBF-geförderten Leuchtturm-Forschungsprojekt OR.NET (2012–2016)



Bild 2. Der digitale Datenfluss zwischen Medizingeräten ermöglicht neue Anwendungen: so kann ein Gerät für eine Closed-Loop-Regelung die erforderlichen Messwerte von anderen Teilnehmern im Netzwerk anfordern. Über eine zentrale Benutzerschnittstelle im OP können die Medizingeräte bedient werden. (Bild: Freepik)

und diversen Vorgängerprojekten. Seitdem wird die Normenfamilie kontinuierlich erweitert.

Grenzen von SDC

Klassisches SDC nutzt Standard-Ethernet. Damit werden zwar Zuverlässigkeit und Interoperabilität erreicht, jedoch keine garantierten Latenzen oder deterministischen Übertragungen. In zeitkritischen Anwendungen entstehen jedoch Probleme, wie beispielsweise, dass die Fußschalter und die gesteuerten Geräte, abhängig vom Use Case, innerhalb von Millisekunden zuverlässig abschalten und neue Sollwerte einstellen müssen.

WAS MACHT DER OR.NET E.V.?

Der OR.NET e.V. hat sich aus dem BMBF-geförderten Leuchtturmprojekt OR.NET (2012–2016 mit über 50 Projektpartnern) gegründet. Ziel war, die sichere, dynamische Vernetzung von Medizinprodukten in OP und Klinik weiter voranzutreiben

Der Verein fördert die offene, herstellerübergreifende Vernetzung von Medizintechnik in OP-Sälen, Intensivstationen und anderen Akutbereichen. Dabei steht ein sicherer Geräte-zu-Geräte-Datenaustausch via Plug-and-Play im Mittelpunkt

Der OR.NET vereint die Industrie, Klinik und Forschung. Er unterstützt u. a. durch Standardisierung, Demo- und Testzentren sowie Beratung bei der Entwicklung, Zulassung und Umsetzung von SDC-Schnittstellen. www.ornet.org

Zeitkritische Closed-Loop-Regelungen erfordern konstante Zykluszeiten. Die Navigation und Bildgebung benötigen synchronisierte, hochfrequente Datenströme. Proprietäre Protokolle bieten hier zwar niedrige Latenzen, verhindern aber eine reibungslose herstellerübergreifende Integration. Die Lösung liegt in einer echtzeitfähigen Erweiterung von SDC: RT-SDC.

RT-SDC für Echtzeit

RT-SDC stellt eine Erweiterung der IEEE-11073-SDC-Normenfamilie dar und ergänzt diese um die Fähigkeit zur deterministischen Kommunikation. Ziel ist nicht, den bestehenden SDC-Standard zu ersetzen, sondern ihn zu ergänzen und beide Ansätze in einer koexistierenden Architektur zu vereinen: Während SDC die sichere, nicht zeitkritische Kommunikation zwischen medizinischen Geräten gewährleistet, übernimmt RT-SDC zeitkritische Steuerungsaufgaben und ermöglicht präzise synchronisierte Abläufe.

Die Umsetzung dieser Echtzeitfähigkeit basiert auf drei zentralen Technologien:

- Time-Sensitive Networking (TSN) nach IEEE 802.1Q, das garantierte Latenzzeiten, Bandbreitenreservierung und die Priorisierung sicherheitskritischer Datenströme sicherstellt
- Precision Time Protocol (PTP) nach IEEE 1588, das eine hochpräzise Zeitsynchronisation im Submikrosekundenbereich ermöglicht
- Data Distribution Service/Real-Time Publish Subscribe (DDS/RTPS), das einen performanten, auf Publish/Subscribe-Prinzipien basierenden Datenaustausch in der Anwendungsschicht bereitstellt.

KURZ UND KLAR: SDC UND RT-SDC

SDC: IEEE 11073 Service-oriented Device Connectivity

- Normenfamilie zur herstellerübergreifenden Vernetzung von Medizingeräten in OP und Klinik
- Serviceorientierte Architektur
- Selbstbeschreibung von Geräten (MDIB)

RT-SDC: Erweiterung zur Realisierung von Use Cases mit echtzeitfähigen Anforderungen im Millisekundenbereich

- Kombination von DDS/RTPS und TSN bzw. QoS

Die technische Umsetzung

Time-Sensitive Networking

TSN ist eine Weiterentwicklung von Ethernet, die eine zuverlässige und zeitgenaue Datenübertragung ermöglicht. Für den Einsatz im OP bedeutet das, dass wichtige Steuerinformationen bevorzugt und zu genau geplanten Zeitpunkten übertragen werden.

Zudem lässt sich festlegen, welche Datenströme stets genügend Bandbreite erhalten und mit gleichbleibender, vorhersehbarer Verzögerung übertragen werden.

So wird sichergestellt, dass Geräte im OP reibungslos und optimal aufeinander abgestimmt arbeiten. Auf Basis der Selbstbeschreibung der Geräte in SDC/RT-SDC lässt sich das Netzwerk automatisch konfigurieren.

Precision Time Protocol

Das Precision Time Protocol (PTP) erlaubt die Synchronisation von Geräteuhren mit einer Genauigkeit im Submikrosekundenbereich. Im OP-Betrieb erlaubt dies die präzise und gleichzeitige Auslösung mehrerer Geräte, was die Koordination komplexer Abläufe erleichtert. Zudem gewährleistet PTP eine exakte Zeitstempelung aller relevanten Ereignisse, was sowohl für regulatorische Anforderungen als auch für die lückenlose Nachvollziehbarkeit essenziell ist.

Data Distribution Service/Real-Time Publish Subscribe

DDS/RTPS basiert auf einer Publish/Subscribe-Architektur, die eine feingranu-



Bild 3. Die Mehrzahl der von Steute Meditec gefertigten User Interfaces kommuniziert mittlerweile per Funk mit dem zu steuernden Medizingerät. (Bild: Steute Meditec)

lare Konfiguration von Quality-of-Service-Parametern ermöglicht. Im Kontext von RT-SDC wird DDS über das Real-Time Publish-Subscribe-Protokoll (RTPS) eingesetzt, um harte Echtzeitanforderungen umsetzen zu können. Zu den Vorteilen zählen die flexible Anpassung an unterschiedliche Bandbreiten- und Latenzanforderungen, das automatische Erkennen neuer Geräte und Dienste sowie die Möglichkeit zum Parallelbetrieb mit bestehenden SDC-Implementierungen.

RT-SDC in der Praxis

- **Funkbasierte Fußschalter:** Mit RT-SDC kann ein drahtloser Fußschalter mehrere Geräte unterschiedlicher Hersteller parallel steuern. Ein Beispiel hierfür: Ein HF-Chirurgiegerät und ein Navigationssystem werden gleichzeitig angesteuert. Die deterministische Kommunikation stellt sicher, dass Befehle in exakt vorhersagbarer Zeit ankommen – selbst bei hoher Netzwerklast.
- **Universal-Handfernbedienung:** Eine Handfernbedienung kann dynamisch konfiguriert werden, um je nach OP-Phase unterschiedliche Geräte zu steuern. Änderungen erfolgen während des Eingriffs, ohne Verzögerungen oder manuelles Umstecken.
- **Closed-Loop-Regelungen:** In Zukunft können auf Basis von RT-SDC diverse Closed-Loop-Regelungen interoperabel umgesetzt werden. Beispielsweise zwischen Beatmungsgerät und C-Bogen, um die Beatmung kurz zur Erstellung des Bildes zu stoppen. Weiterhin gibt es Einsatzmöglichkeiten in der Neurostimulation, der Beatmung und Medikamentenvergabe, z.B. der Blutdruckregelung.

Vorteile für Hersteller

Aus Sicht von Medizingeräteherstellern bietet RT-SDC eine Vielzahl strategischer und technischer Vorteile. Durch die konsequente Unterstützung von Interoperabilität lassen sich Geräte nahtlos in offene, herstellerübergreifende OP-Architekturen integrieren. Dies eröffnet nicht nur neue Marktchancen, sondern erleichtert auch die Zusammenarbeit mit Kliniken, die auf modulare und flexible Systemlösungen setzen.

Ein weiterer entscheidender Aspekt ist die Sicherheit: Garantierte Latenzzeiten in der Kommunikation erhöhen die funktionale Sicherheit und ermöglichen eine präzise und verlässliche Ausführung zeitkritischer Steuerbefehle – ein Faktor, der insbesondere in chirurgischen Anwendungen von höchster Relevanz ist.

Darüber hinaus trägt RT-SDC zur Kostenreduktion bei, indem der Bedarf an proprietären Schnittstellen sinkt und der Integrationsaufwand für neue Geräte deutlich reduziert wird. Die Nutzung international anerkannter Normen unterstützt Hersteller zudem bei der regulatorischen Absicherung ihrer Produkte, da viele Anforderungen aus bestehenden Standards und Regularien unmittelbar erfüllt werden können. Auch sorgt der Anschluss an die zukunftsfähigen IEEE-Standards für Investitionsschutz: Geräte, die heute mit RT-SDC ausgestattet werden, sind auf kommende Entwicklungen in der OP-Vernetzung vorbereitet und bleiben langfristig kompatibel mit künftigen Erweiterungen der Standardfamilie.

Im OP der Zukunft

RT-SDC ist der logische nächste Schritt in der Entwicklung interoperabler OP-Techno-

AUF EINEN BLICK: STEUTE TECHNOLOGIES

Steute hat sich im Bereich »Meditec« auf die Entwicklung und Fertigung von Bediensystemen für Medizingeräte wie zum Beispiel Fußschalter und Handbediengeräte spezialisiert. Die ergonomisch gestalteten und intuitiven Bediengeräte werden, egal ob kabelgebunden oder funkbasiert, für die OEMs speziell an die medizinischen Anwendungen in der Chirurgie, bildgebenden Diagnostik, Ophthalmologie oder Dentaltechnik angepasst. Steute Meditec hat viel Erfahrung und Wissen in Funktechnologien und Normen: Mit über 20 Jahren Erfahrung in drahtlosen Systemen, erfüllt der Medizingerätezulieferer strenge Normen wie IEC 60601 und operiert nach ISO 13485 – inklusive MDR- und FDA-Unterstützung. www.steute-meditec.com

logien. Es verbindet die semantische Stärke von SDC mit der deterministischen Präzision von TSN, PTP und DDS/RTPS. Für Hersteller bedeutet das: höhere Produktkompatibilität, geringere Integrationskosten und die Möglichkeit, innovative Use Cases zu realisieren. Die Integration in internationale Normenwerke wie der IEEE und/oder IHE-Profile ist sicher – Hersteller, die früh auf RT-SDC setzen, sichern sich Wettbewerbsvorteile. Langfristig wird RT-SDC nicht nur chirurgische Eingriffe effizienter und sicherer machen, sondern auch neue Anwendungsfelder wie AR-gestützte Navigation oder KI-gestützte Assistenzsysteme ermöglichen. (uh)