

Design einer generischen modularen IT-Integrationsarchitektur für die computerassistierte Chirurgie

Stefan Bohn

Systeme der computerassistierten Chirurgie (CAS), Medizingeräte und klinische Informationssysteme unterstützen den Kliniker bei komplexen chirurgischen Eingriffen durch Bildgebung und Visualisierung, Eingriffsplanung sowie die Navigation im individuellen Patienten. Während Methoden zur Integration und Vernetzung separierter Systeme zur Optimierung von Prozessen und Informationsflüssen in anderen Klinikbereichen erfolgreich angewendet werden, fehlen derartige Lösungen und Standards in heutigen OPs. Aufgrund regulatorischer und marktpolitischer Aspekte sind Medizingeräte heute als geschlossene Einzelsysteme ohne oder nur mit proprietären Schnittstellen gestaltet. Relevante Informationen können weder zwischen den Systemen kommuniziert noch in optimaler Form zentral im OP präsentiert werden. Dies führt zu ineffizienten Prozessen mit Medienbrüchen, fehleranfälligen manuellen Dateneingaben, räumlicher Verteilung von Informationen und ergonomischen Defiziten.

In dieser Arbeit wird eine modulare serviceorientierte Integrationsarchitektur vorgestellt, die eine herstellerübergreifende Plug-and-Play-Vernetzung von Medizingeräten und CAS-Systemen auf Basis offener Standards ermöglicht. Für das technologisch breite Integrationsvorhaben wird ein systematisches Vorgehensmodell entwickelt und praktisch umgesetzt. Im Gegensatz zu anderen Fachdisziplinen besitzt die Medizintechnik mit Anwendung im lebenskritischen Umfeld am Menschen besondere Charakteristika, die den Designprozess und Architekturentwurf beeinflussen. Die spezifischen Designherausforderungen der CAS werden herausgearbeitet und die heute bestehende Wissensbasis in Form von Entwurfsmustern (Design Patterns) auf geeignete Lösungen hin untersucht. Im Ergebnis vorgestellt wird ein neuer Patternkatalog für die Medizingeräteintegration, der Lösungen für die herstellerübergreifende Vernetzung vorgibt und das Erfahrungswissen aus diesem Projekt dokumentiert.

Das Vorgehen im Integrationsprojekt folgt einem modellbasierten Ansatz. Dafür wird die Integrationslandschaft der heterogenen OP-Technologien in Klassen mit gleichen Merkmalen kategorisiert und die Integrationsobjekte durch ein statisches Modulmodell formal beschrieben. Es wird ein dynamisches Kommunikationsmodell entwickelt, das ein einheitliches Verhalten aller Module im OP-Netzwerk spezifiziert. Eine neu entwickelte Middleware mit High-Level C++ API setzt das Kommunikationsmodell über etablierte, offene Kommunikationsstandards um und ermöglicht das Rapid Prototyping von Modulen für die Integrationsarchitektur.

Die vorgestellte Integrationslösung beschränkt sich nicht nur auf den OP sondern bezieht zur Schaffung eines konsistenten Datenflusses die vor- und nachgelagerten Prozessphasen mit ein. Ein Framework zur Unterstützung der OP-Planung integriert klinische Informationssysteme am Desktop mit Single-Sign-On und ermöglicht eine nahtlose Datenintegration mit einer neu entwickelten digitalen Planungsakte. Es wird ein OP-Raumkonzept vorgestellt, das alle relevanten Informationen, Funktionen und Benutzerschnittstellen ergonomisch an einem zentralen Multifunktionsdisplay integriert. Eine neu entwickelte sterile Bedienkonsole ermöglicht dem Chirurgen und der Instrumentierschwester die Kontrolle über die Funktionen des integrierten Systems. Es wird ein Framework zur technischen Systemüberwachung vorgestellt, um den Anforderungen nach Systemsicherheit und -zuverlässigkeit zu genügen.

Die neu entwickelten Integrationskonzepte sind generisch und fachdisziplinunabhängig. Die Lösung wurde prototypisch in einem Demonstrator-OP umgesetzt und bildet die Basis für Kooperationen mit der Industrie. Dabei werden bestehende und neu entwickelte chirurgische Assistenzsysteme nach den Prinzipien der offenen Integrationsarchitektur gestaltet. Das Gesamtkonzept wurde in Labor und einer klinischen Evaluation in der Neurochirurgie auf Leistungsfähigkeit, Machbarkeit und klinischen Nutzen hin validiert.