

**7. Workshop
Automatisierungstechnische
Verfahren für die Medizin vom
19. - 21. Oktober 2007 in
München**



**„Rostocker Assistenzsystem zur Narkoseführung (RAN) –
ein update“**

O.Simanski, R.Kähler, A.Schubert, B.Lampe
Institut für Automatisierungstechnik, Universität Rostock Rostock, Deutschland
E-Mail: Olaf.Simanski@uni-rostock.de

M.Janda, J.Bajorat, R.Hofmockel
Klinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie, Universität Rostock Rostock, Deutschland

Copyright: VDI Verlag GmbH
Band: Fortschritt-Bericht VDI Reihe 17 Nr. 267 „Automatisierungstechnische
Verfahren für die Medizin, 7. Workshop, Tagungsband“
Editors: Ralf Tita, Robert Riener, Martin Buss, Tim C. Lüth
ISBN: 978-3-18-326717-0
Pages: 27-28

Rostocker Assistenzsystem zur Narkoseführung (RAN) – ein update

O.Simanski¹, R.Kähler¹, A.Schubert¹, M.Janda², J.Bajorat², R.Hofmockel², B.Lampe¹

¹Institut für Automatisierungstechnik, Universität Rostock

Richard-Wagner-Str. 31, 18119 Rostock

²Klinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie, Universität Rostock

Schillingallee 35, 18057 Rostock

Olaf.Simanski@uni-rostock.de

EINLEITUNG

Die Fortschritte sowohl bei der Neuentwicklung von Medikamenten als auch in der Automatisierungstechnik haben die Narkosen nachhaltig verändert.

Kurz und mittellang wirkende Medikamente führen dazu, dass die Anästhesisten von der Bolusapplikation zunehmend zur kontinuierlichen Applikation der Medikamente tendieren. Möglich wird dies durch moderne Infusionspumpen, die in zunehmendem Maße auch fernsteuerbar sind und somit die Voraussetzung für eine Integration in geschlossene Regelkreise bieten. An der Entwicklung von Regelungen für die Anästhesie arbeitet die Arbeitsgruppe „Anästhesia Control“ an der Universität Rostock seit nunmehr 11 Jahren.

Es konnten erfolgreich mehrere Regelungen unter anderem für die Muskelrelaxation oder die Hypnosetiefe, aber auch für den mittleren arteriellen Blutdruck realisiert werden. Diese Regelungen werden in den folgenden Kapiteln in den Kontext der Anästhesie eingeordnet und es wird versucht einige Grundlagen zu vermitteln.

IDEE

Unter einer adäquaten Anästhesie versteht man einen reversiblen Bewusstseinsverlust mit retrograder Amnesie, Analgesie, Reflexdämpfung und Muskelrelaxation.

Während einer Operation nutzt der Anästhesist verschiedene Medikamente und Geräte um dieses Ziel zu erreichen. Die Anästhesie stellt sich als ein Multi-Input - Multi-Output (MIMO) Problem dar.

Die Muskelrelaxation kann als Folge einer gezielten Stimulation eines peripheren Nerves, z.B. des Nervus ulnaris elektro-, mechano-, oder acceleromyografisch erfasst werden. Die Relaxation erfolgt mit dem Ziel die Reizweiterleitung vom Nerv zum Muskel zu unterdrücken, so dass eine Kontraktion der Muskeln als Folge chirurgischer Stimulationen vermieden wird.

Die Amnesie, oft umgangssprachlich als Narkosetiefe bezeichnet, hat das Ziel das Bewusstsein kurzzeitig

auszuschalten, um intraoperative Wachheitszustände mit möglichen Erinnerungen an die Operation zu vermeiden. Korrekt spricht man von der Hypnosetiefe, die nur einen Teil der Anästhesie bzw. Narkose darstellt.

Die Erfassung der Hypnosetiefe erfolgt heute überwiegend unter Verwendung akustisch evozierter Potentiale, AEP oder die Aufzeichnung der Hirnströme im Elektroenzephalogramm, EEG. Die aufgezeichneten Potentiale oder Hirnströme werden bewertet und in der Regel in einen Index umgerechnet. Am weitesten verbreitet ist der Bispektralindex, BIS. Der BIS-XP-Monitor (Fa. Aspect Medical) bildet die im EEG aufgezeichneten Ströme in einen Index von 0-100 ab, wobei 0 einem isoelektrischen EEG entspricht und 100 einen wachen Patienten charakterisiert.

Im Gegensatz zur Muskelrelaxation und Hypnosetiefe ist die Analgesie nicht direkt messbar. Verfahren die das Elektrokardiogramm auswerten, um auf mögliche Schmerzzustände zu schließen, befinden sich gegenwärtig in der klinischen Validierung. Erfolgversprechend sind hier die Ansätze die die Herzfrequenzvariabilität, HRV, zur Bewertung heranzuziehen [Schubert 2007].

Ergänzend wurde das System um die Möglichkeit der Regelung des mittleren arteriellen Blutdruckes, MAP, erweitert, diese Regelung ist in tierexperimentellen Versuchsserien erfolgreich getestet worden [Nguyen2005].

Wird der Patient für die Narkose relaxiert und nar-kotisiert, so ist er nicht mehr in der Lage selbständig zu atmen. Er bedarf Unterstützung durch ein Beatmungsgerät. Dieses übernimmt dann die lebenswichtige Funktion der Sauerstoffversorgung. Wird eine Narkose nicht mit intravenös zu applizierenden Narkotika durchgeführt, so können der Beatmungsluft auch gasförmige Narkotika beigemischt werden, die dann zur Amnesie führen. Somit ist ein einfaches Beatmungsgerät nicht mehr ausreichend. Es wird dann von einem Narkosegerät gesprochen. Das RAN konzentriert sich auf die Regelung intravenös zu applizierender Medikamente.

Abb. 1 zeigt eine Gesamtanordnung, wie sie sich bei den Arbeiten in der Arbeitsgruppe darstellt. Es soll die

Komplexität der Regelungstechnik im Bereich der Anästhesie widerspiegeln.

Neben äußeren Regelkreisen für die Regelung der neuromuskulären Blockade und der Narkosetiefe [Simanski2002] sind in Abb.1 auch die Regelungen in dem Narkosegerät und die körpereigenen Regelungen angedeutet. Der menschliche Körper ist ein perfekt konstruiertes Regelungssystem, das es vermag Parameter, wie beispielsweise den Blutdruck, die Temperatur, die Sauerstoffaufnahme oder andere hämodynamische Parameter situationsabhängig zu regeln. Während einer Narkose reagiert der Körper auf die Medikamente wie auf die Umgebungsbedingungen.

Ein modernes Narkosegerät vermag unter anderem die Konzentration der Narkosegase und die Druckbedingungen während der Narkose in vorgegebenen Grenzen zu halten.

Während einer Narkose werden Parameter wie Herzfrequenz, Sauerstoffsättigung und Blutdruck erfasst und zum Monitor-Tool übertragen, dessen Konzept im folgenden Kapitel dargelegt wird.

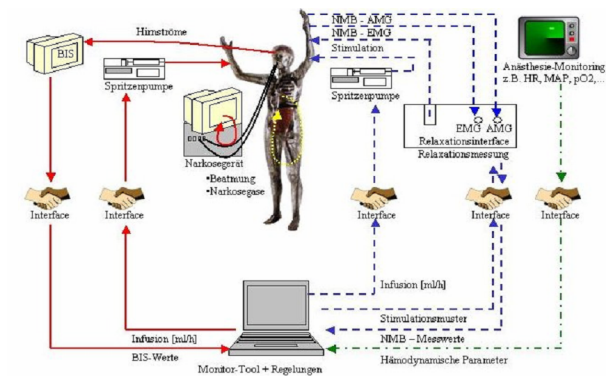


Abb. 1: Regelkreise in der Anästhesie

KONZEPT UND REALISIERUNG

Das Assistenzsystem besteht aus einem seriellen Portserver und einem Laptop, auf dem alle Messwerte der im Operationssaal eingesetzten Anästhesiemonitore und Spritzenpumpen (aktuell 16 Geräte) aufgezeichnet und visualisiert werden. Dazu zählen die digitalen Messwerte des Anästhesiemonitors AS3 (Datex, Finnland), verschiedene HZV-Monitore (PiCCO-Monitor, Pulsion; NICO-Monitor, Novamatrix; Haemosonic, Arrow), der Narkotrend (MH Hannover, Deutschland) und BIS-Monitor (Aspect Medical, USA) sowie die über einen AD-Wandler erhaltenen Analogdaten (z.B. EKG; AS3) mit verschiedenen Abtastzeiten (max. 8 Kanäle). Zusätzlich werden online die applizierten Medikamentendosierungen der eingesetzten Spritzenpumpen dokumentiert.

Ein wesentliches Merkmal dieses Assistenzsystems ist die benutzerdefinierte Auswahl der aufzuzeichnenden Variablen.

Das in MATLAB® und C realisierte System kann kurzfristig um weitere Module zur Einbindung neuer Geräte erweitert werden. Durch die gezielte Priorisie-

rung einzelner Module ist es möglich, eine für die Kommunikation mit den einzelnen Geräten erforderliche Echtzeitfähigkeit zu gewährleisten.

Die benutzerdefinierte Visualisierung verschiedener Zeitreihen gestattet erste Auswertungen während der Datenaufzeichnung. Weiterhin verfügt das System über die Möglichkeit zur sekundengenauen Zeitsynchronisation der Datenaufzeichnung mit anderen Rechnern.

Zur Korrelation der kontinuierlich erfassten Messwerte mit spezifischen Ereignissen während der Operation ist eine zeitnahe, manuelle Eingabe von Kommentaren möglich. Die aufgezeichneten Messdaten inklusive aufgezeichneter Kommentare können problemlos in gängige Tabellenkalkulationsprogramme exportiert werden.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Durch die Integration der Regler in das Gesamtsystem konnte das zunächst reine Mess- und Visualisierungssystem zum Mess- und Regelungssystem erweitert werden. Der Vortrag diskutiert die entwickelte Mehrgrößenregelung für die neuromuskuläre Blockade und die Hypnosetiefe ebenso wie die Regelung des Blutdruckes mit dem Ziel einer tiefen Hypotension oder zur Aufrechterhaltung des cerebralen Perfusionsdrucks. Chancen für Assistenzsysteme in der Anästhesie werden aufgezeigt.

Gegenwärtig wird das Datenerfassungssystem auf die Nutzung der MySQL-Datenbank umgestellt. Es ist damit möglich die digitalen Daten im Originalformat abzuspeichern und erst im Nachhinein für eine mögliche Regelungsanwendung zu resampeln.

LITERATURHINWEISE

[Schubert 2007]

A. U. Schubert, O. Simanski, M. Janda, R. Hofmockel, B. Lampe, "Monitoring the stress response during general anaesthesia," Proceedings of Mediterranean conference on control and automation, MED'07, Athen, 2007

[Nguyen2005]

C.N. Nguyen, O. Simanski, R. Kähler, A. Schubert, M. Janda, J. Bajorat, R. Hofmockel, B.P. Lampe, „Regelung des mittleren arteriellen Blutdrucks im Rahmen einer kontrollierten Hypotension“, *at-automatisierungstechnik* Vol 53(12), p 573-580, 2005

[Simanski2002]

O. Simanski „Entwicklung eines Systems zur Messung und Regelung der neuromuskulären Blockade und der Narkosetiefe.“ Dissertation, Universität Rostock, Fakultät für Informatik und Elektrotechnik, Institut für Automatisierungstechnik, 2002