

Desenvolvimento de um Sistema de Alarme Inteligente para Equipamentos de Monitorização Multiparamétrica de Pacientes

Erick Darío León Bueno de Camargo, email: edlbcamargo@yahoo.com.br

Agenor de Toledo Fleury, Departamento de Engenharia Mecânica – Centro Universitário da FEI, email: agfleury@fei.edu.br

Introdução

Muitas vezes um único problema no paciente ou no equipamento de monitorização do paciente pode levar a múltiplas condições de alarme, o que faz com que o equipamento gere vários sinais de alarmes aos quais o operador do equipamento deve responder. Nesse sentido torna-se importante o desenvolvimento de um sistema de alarme coordenado, minimizando esses sinais de modo a facilitar a identificação do problema pelo operador.

O objeto de estudo deste trabalho é um sistema de alarme que toma decisões lógicas baseado em múltiplas variáveis fisiológicas, registradas por um equipamento de monitorização multiparamétrica de paciente, sem a intervenção do operador. Esse sistema pode mudar a prioridade de alarmes, ou determinar a presença ou falta de uma condição de alarme no paciente. Sistemas deste tipo são chamados de Sistemas de Alarme Inteligentes.

Um sistema de alarme inteligente deve separar as condições de alarme em subconjuntos, evitando múltiplos sinais de alarme para um único problema no paciente. Pode-se analisar uma ou várias variáveis fisiológicas monitoradas, padrões de variáveis monitoradas, dados de tendências, comparações de limites de alarmes de diferentes variáveis monitoradas, redundância de dados monitorados e/ou fusão de dados [1].

Requisitos normativos

Todos os Sistemas Eletromédicos e Equipamentos Eletromédicos estão sujeitos a um conjunto de Normas Internacionais, que prescrevem requisitos de segurança e desempenho essenciais para esses sistemas. Assim, os equipamentos de monitorização multiparamétrica devem atender a diversos requisitos de segurança estipulados por essas normas. As principais normas são as da família IEC 60601.

A arquitetura de um Sistema de Alarme Inteligente proposta neste trabalho foi desenvolvida visando à conformidade com todas as normas da família IEC 60601, incluindo a IEC

60601-1-8, a primeira norma desta família a tratar de Sistemas de Alarme Inteligentes, cuja primeira edição foi publicada em 2003 [2].

Pré-ajustes de alarmes

Um pré-ajuste de alarme é um conjunto predefinido de parâmetros de configuração, que podem incluir a seleção de algoritmos e valores iniciais para uso com algoritmos, os quais afetam ou modificam o desempenho do Sistema de Alarme.

Cada pré-ajuste de alarme corresponderá a um diferente cenário clínico no qual o Equipamento de Monitorização é destinado para uso. Considera-se que em cada um destes cenários as variáveis monitoradas serão tratadas de maneira diferente. Por exemplo, podem existir diferentes condições de alarme para um mesmo conjunto de dados disponíveis, e uma mesma condição de alarme pode ter prioridades diferentes em diferentes cenários. Adicionalmente, o operador pode mudar o pré-ajuste de alarme em uso durante a monitorização de um paciente.

Validação das Condições de Alarme

Uma vez que a norma IEC 60601-1-8 (2003) requer que a condição de alarme apresentada ao operador seja sempre a de maior prioridade em um dado instante, é importante definir um valor mínimo do grau de coincidência para validação dessas condições de alarme. Caso contrário, poderíamos mostrar uma condição de alarme que, apesar de possuir uma prioridade elevada, pode apresentar um grau de coincidência baixo, não representando corretamente o estado real do paciente.

Simulação do Sistema

A fim de se avaliar a arquitetura proposta neste trabalho para Sistemas de Alarme Inteligentes, foi feita uma simulação deste Sistema para um cenário clínico, correspondendo a uma Unidade de Tratamento Intensivo Cardíaca, onde os principais parâmetros de configuração do sistema foram obtidos através de entrevistas com profissionais da área de saúde. Essa arquitetura é,

em parte, baseada na proposta de Oberli [3]. Para a simulação foram analisados três pacientes em diferentes casos [4].

Durante a simulação, foi mostrada a influência de um valor mínimo do grau de coincidência para validação das condições de alarme.

Ao final, mostramos também a importância de se levar em consideração a prioridade das condições de alarme no sistema proposto, o que além de ser um requisito de norma, influencia diretamente no comportamento do sistema e, conseqüentemente, na resposta esperada pelo operador em função da mensagem a ele apresentada [4].

Conclusão

Existe um consenso generalizado quanto às deficiências apresentadas pelos Sistemas de Alarme atuais presentes nos equipamentos eletromédicos, com elevados índices de alarmes falsos e sem significados clínicos. Tais deficiências podem ser reduzidas com o uso de Sistemas de Alarme Inteligentes que agrupem as condições de alarme no paciente, facilitando o entendimento destas por parte do profissional da área de saúde e minimizando condições de alarme positivas falsas e condições de alarme clinicamente sem relevância, e que não se limitem a ligar e desligar condições de alarme, trabalhando com a prioridade das mesmas em função do nível de urgência requerido a uma resposta deste profissional.

As normas internacionais mais atuais possibilitam o desenvolvimento de Sistemas de Alarme Inteligentes, capazes de trabalhar com a prioridade das condições de alarme, com o agrupamento dessas condições e com o atraso envolvido na determinação de uma condição de alarme, evitando a geração de sinais de alarme para condições transientes no paciente.

A segurança relativa a um sistema deste tipo pode ser mantida equivalente a de um sistema de alarme padrão ao se classificar corretamente a prioridade dos subconjuntos de alarmes, gerando sinais para subconjuntos de condições de alarme ativas e hierarquizando corretamente esses subconjuntos em função da gravidade dos mesmos. Tal classificação deve ser feita com a ajuda de profissionais da área de saúde.

Referências bibliográficas

1. Ebrahim, M. H.; Feldman, J. M.; Bar-Kana, I. A robust sensor fusion method for heart rate estimation. *Journal of Clinical Monitoring*, v. 13, p. 385-393, 1997.

2. IEC 60601-1-8 Medical electrical equipment – Part 1-8: General requirements for safety – Collateral standard: General requirements, tests and guidance for alarm systems in medical electrical equipment and medical electrical systems, First edition, 2003-08.

3. Oberli, C. R., Procesamiento inteligente de señales fisiológicas a partir de monitores computarizados. 1996. Tesis de Magister en Ciencias, Escuela de Ingenieria, Pontificia Universidad Catolica, Santiago de Chile, 1996.

4. León Bueno de Camargo, E D, Desenvolvimento de um sistema de alarme inteligente para equipamentos de monitorização multiparamétrica de pacientes, Dissertação (Mestrado), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.