

# ESTUDO DE REDES NEURAIS ARTIFICIAIS NA IDENTIFICAÇÃO DE ALVOS MÓVEIS COM O AUXÍLIO DO FILTRO DE KALMAN

Cassiano Rodrigo Silva<sup>1</sup> (UNESP, Bolsista PIBIC/CNPq)  
M.Sc. José Ernesto De Araújo Filho<sup>2</sup> (LIT/INPE)

## RESUMO

A identificação de alvos móveis através da combinação de redes neurais artificiais do tipo Kohonen e o filtro de Kalman foi estudada neste trabalho. Com esta abordagem podemos identificar a trajetória do objeto-alvo pela utilização da rede neural enquanto o filtro de Kalman estima a posição do alvo para que o sistema possa realizar o rastreamento diante de cruzamento das trajetórias. A rede Kohonen é uma rede neural de aprendizado não-supervisionado, capaz de agrupar os dados de entrada de acordo com a sua similaridade. O agrupamento se dá através do treinamento competitivo de forma que, quando uma entrada é apresentada à rede, os neurônios competem entre si e o neurônio vencedor é ativado de forma a se aproximar do conjunto de pontos, identificando sua trajetória enquanto os neurônios perdedores recebem um treinamento de forma a se afastarem do neurônio rastreador para não prejudicar o rastreamento. Os padrões de entrada e a posição inicial dos neurônios são criados aleatoriamente pelo algoritmo, a quantidade de neurônios, tamanho do deslocamento dos pontos e o coeficiente de aprendizado (*learning rate*) são dados pelo usuário. A fim de minimizar condições que possam confundir os neurônios e serem prejudiciais ao rastreamento, tais como, cruzamento dos alvos, mais de um neurônio se aproximando de um mesmo alvo, ou um único neurônio tentando convergir para dois padrões distintos, o Filtro de Kalman será empregado. Desta forma, enquanto a rede neural é empregada para identificar o alvo móvel, o Filtro de Kalman é empregado para estimar o comportamento futuro do movimento do objeto. O filtro de Kalman é implementado através de um conjunto de equações que, utilizando estados anteriores, permite estimar o estado futuro reduzindo continuamente a covariância de erro a cada vez que é executado. O filtro realiza este processo de estimação em duas fases: predição e atualização. Na fase de predição, o filtro utiliza os estados anteriores do sistema dinâmico para propagar no tempo uma estimativa *a priori* do estado futuro e uma matriz de covariância de erro. Já na fase de atualização, a saída do sistema se torna disponível e o filtro a utiliza para corrigir a predição dos estados e a matriz de covariância de erro. O algoritmo foi implementado para rastrear diferentes trajetórias suaves de alvos móveis representados por pixels que definiam o objeto móvel. Em seguida, o movimento de um avião foi utilizado para a identificação de sua trajetória e dos estados futuros. Em todos os casos, o algoritmo se mostrou eficiente, sendo que a rede neural realizou o rastreamento do alvo-móvel, e o filtro de Kalman estimou a posição do neurônio rastreador com sucesso.

---

<sup>1</sup> Aluno do Curso de Engenharia Elétrica, Unesp. E-mail: [ele04335@feg.unesp.br](mailto:ele04335@feg.unesp.br)

<sup>2</sup> Pesquisador do Laboratório de Integração e Testes. E-mail: [ernesto@lit.inpe.br](mailto:ernesto@lit.inpe.br)