Em ampla maioria, os processos de tomada de decisão computacional dependem do quão precisos sãos os dados fornecidos como entrada, os exemplos são variados: um pequeno robô de jardim que precisa saber sua verdadeira localização a fim de evitar quedas; um mapa de navegação para carros que, dentro de um túnel, precise cumprir sua função com precisão para guiar o motorista; ou ainda, a necessidade de conhecer-se a temperatura de um foguete cujo alto aquecimento impeça a medição direta através de um sensor. Se analisadas com cadência, as situações ilustradas possuem em comum a existência de informações essenciais (velocidade, temperatura, localização no GPS, etc.) que sofrem ruídos ou imprecisão, isto é, o valor medido não reflete em sua totalidade a verdadeira condição do sistema no momento da medição.

Desta forma, a fim de garantir o maior nível de aproximação no que se refere à confiabilidade das informações tratadas, os filtros digitais tornam-se ferramentas preciosas as quais visam garantir que somente os dados relevantes, pré-definidos a partir de condições estabelecidas pelas partes interessadas, sejam considerados, é o caso de filtros de passa-alta e passa-baixa, por exemplo. Dentre estes diferentes tipos de filtro passíveis de implementação, a solução mais apropriada para os problemas acima exemplificados é o filtro de Kalman.

Entende-se que o filtro de Kalman descreve de uma solução recursiva para o problema de filtragem de dados em um sistema dinâmico linear [1], isto é, trata-se de um sistema capaz de predizer um estado futuro baseado nas últimas informações disponíveis. Muitas vezes descrito como um sistema de recursivo de predição ótima [2], o filtro de Kalman é efetivamente utilizado em muitas aplicações do mundo real, uma delas foi a própria viagem do homem à Lua, quando necessitava-se estimar as trajetórias para a ida e volta deste satélite [3]. No entanto, deve-se compreender primeiramente o que significa, neste contexto, um filtro ótimo e recursivo: *filtro* descreve um algoritmo de processamento de dados, *ótimo* sinaliza que os resultados têm erros minimizados de alguma maneira, enquanto *recursivo* indica que não há a necessidade de guardar todas as medições anteriores e reprocessá-las a cada vez que uma nova informação é recebida.

Embora extremamente eficiente e aproveitável, esta ferramenta carece de explanações mais aproximadas dos estudantes que iniciam seus estudos acerca de filtros digitais, pois abordam o tema exclusivamente do ponto de vista da mais avançada matemática. Isto, no entanto, não pode servir de como barreira que impeça o acesso à informação por parte daqueles cujos fundamentos matemáticos não sejam de todo solidificados.

Sobre Filtros

O dicionário Michaelis, dentre suas diversas definições, conceitua filtro como “o que tem a finalidade de selecionar”, contudo um olhar mais cuidadoso é capaz de navegar pelo emaranhado de palavras e identificar que um filtro essencialmente modifica de alguma forma a informação que recebe. Partido desta definição, “tudo é um filtro” [Ref1], pois os sinais sofrem interferência, portanto ruídos, dos meios externos e internos, sendo assim modificados. Para os objetivos deste texto, basta compreender um filtro como um objeto ou função cuja principal funcionalidade é remover partes indesejadas de um sinal ou ainda selecionar somente partes específicas do mesmo, como elementos que se enquadrem em determinada frequência. [Ref2] De maneira simplificada, o efetivo funcionamento de um filtro se dá conforme a ilustração:

Informação Filtrada

Informação Não Filtrada

Filtro

Há outra distinção importante, citada há poucas linhas, a qual deve ser salientada sobre filtros: podem ser objetos ou funções e isto basicamente retrata a existência dos filtros digitais e analógicos. Fundamentalmente a dessemelhança ocorre nos meios sobre os quais cada filtro opera, logo não é difícil discernir que os filtros analógicos fazem uso de componentes eletrônicos, tais como resistores e capacitores, enquanto os digitais operam sobre informações computadorizadas por meio de cálculos numéricos [Ref2]. Cabe salientar, no entanto, a relação não mutuamente exclusiva, visto que se pode estabelecer uma correspondência entre ambos através do uso de conversores analógico-digital bem como digital-analógico. Tendo em vista o objetivo proposto, dar-se-á o foco aos filtros digitais.

O filtro de passa-baixa (*low-pass*) e passa-alta (*high-pass*) exemplificam da maneira mais clara possível a funcionalidade de um filtro. Os filtros *low-pass* permitem que as frequências abaixo da frequência de corte sejam consideradas à medida que os filtros *high-pass* permitem a passagem das frequências acima da base de corte. As ilustrações abaixo permitem visualizar o comportamento esperado:

[Figura 01]

[Figura 02]

Ref1: <https://ccrma.stanford.edu/~jos/filters/What_Filter.html>

Ref2: <http://www.physics.csbsju.edu/217/digital_filter.pdf> (Sobre esse tenho dúvidas, pois não há autor especificado)

Sobre o Filtro de Kalman

Apresentado no ano de 1960 pelo criador de mesmo nome, o filtro de Kalman é um poderoso conjunto de operações as quais permitem estimar, a partir de dados ruidosos ou de pouca confiabilidade, um estado passado, presente ou futuro [1].

[1]: <http://www.cs.yale.edu/homes/hudak-paul/CS474S01/kalman.pdf>

Problemática

Em última instância, a pergunta é de que maneira pode-se abstrair o problema de modo que seja possível aplicar o filtro de Kalman? Ora, a simplicidade na compreensão a respeito daquilo que o filtro faz não se reflete no entendimento de suas fórmulas, especialmente para aqueles cujos fundamentos matemáticos não sejam especialmente consolidados. Comumente as variáveis e seus respectivos correspondentes na fórmula podem ser desconhecidos ou a má interpretação conduz a resultados inesperados. Tendo em vista aclarar o emprego do filtro de Kalman, objetiva-se aqui exemplificar seu emprego em um joystick numa aplicação de realidade virtual. O ruído está presente nas leituras acerca do posicionamento deste controlador, portanto intenta-se a melhoria no reconhecimento deste sinal.