



**Assinado
Digitalmente**

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA ECONOMIA
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº PI 0917842-2

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: PI 0917842-2

(22) Data do Depósito: 13/08/2009

(43) Data da Publicação Nacional: 24/11/2015

(51) Classificação Internacional: G01S 11/02; G01S 11/04; G01S 11/12.

(52) Classificação CPC: G01S 11/026; G01S 11/04; G01S 11/12.

(30) Prioridade Unionista: EP 08163157.4 de 28/08/2008.

(54) Título: SISTEMA DE RASTREAMENTO DE ALVO E MÉTODO PARA RASTREAR UM ALVO

(73) Titular: SAAB AB. Endereço: S - 581 88 Linkoping, SUÉCIA(SE), Sueca

(72) Inventor: TINA ERLANDSSON.

(87) Publicação PCT: WO 2010/024752 de 04/03/2010

Prazo de Validade: 10 (dez) anos contados a partir de 23/02/2021, observadas as condições legais

Expedida em: 23/02/2021

Assinado digitalmente por:

Liane Elizabeth Caldeira Lage

Diretora de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"SISTEMA DE RASTREAMENTO DE ALVO E MÉTODO PARA RASTREAR UM ALVO"**.

Campo Técnico

[0001] A presente invenção refere-se, em geral, a sistemas de rastreamento. Especificamente esta invenção se refere a sistemas de rastreamento conforme definido no preâmbulo da reivindicação 1. A presente invenção também se refere a um método para rastrear um alvo conforme definido no preâmbulo da reivindicação 10, e um programa de produto de computador conforme definido no preâmbulo da reivindicação 14.

Antecedentes

[0002] Um sistema de rastreamento de alvo tipicamente recebe medições de um alvo de um sensor, por exemplo, uma câmera, uma antena ou outros dispositivos de medição. O sistema de rastreamento pode então usar as medições de sensor recebidas para avaliar o estado do alvo. O estado do alvo pode consistir, por exemplo, da posição e velocidade do alvo, e pode também incluir aceleração, taxa de funcionamento, o tamanho, do alvo, etc.

[0003] Um sistema de rastreamento de alvo baseado em modelo pode utilizar um modelo de uma dinâmica de alvo para estabilizar o rastreamento do alvo. Um modelo para um alvo que percorre com velocidade constante, isto é, ao longo de uma linha reta, é relativamente simples. Contudo, tal modelo de alvo não-manobránte não é válido para um alvo manobránte.

[0004] O rastreamento de um alvo manobránte com um sistema de rastreamento de alvo disposto para rastrear os alvos não-manobrántes apresenta uma série de problemas. Primeiro, há o risco de que o filtro de rastreamento no sistema de rastreamento de alvo possa começar a divergir e se tornar numericamente instável. Em segundo lugar, o filtro

de rastreamento no sistema de rastreamento de alvo pode começar a produzir errado, mas talvez faça uma avaliação realística, por exemplo, da posição do alvo e da incerteza dos parâmetros do filtro de rastreamento. Isso pode resultar em que outros sistemas que estejam usando as saídas do sistema de rastreamento de alvo possam receber informação de alvo mal orientada. Isso pode ser particularmente crítico se o dito sistema de rastreamento de alvo for implementado, por exemplo, em um sistema de prevenção de colisão ou outros sistemas de orientação similares.

[0005] O sistema de rastreamento de alvo projetado para rastrear alvos manobrantes é conhecido. Contudo, os mesmos são frequentemente dotados de alta complexidade computacional e são difíceis para implementar.

Sumário

[0006] Um objetivo da presente invenção é projetar um sistema de rastreamento de alvo sólido e simples capaz de reproduzir dados de rastreamento confiáveis tanto para os alvos não-manobrantes quanto manobrantes.

[0007] O objetivo da presente invenção é alcançado por um sistema de rastreamento de alvo que compreende meio de rastreamento disposto para executar rastreamento baseado em modelo de um alvo baseado nas medições recebidas de um sensor. O sistema de rastreamento de alvo é caracterizado pelo fato de que também compreende: meio de detecção disposto para detectar como um alvo executando uma manobra; e dispositivo de comutação de saída disposto para comutar de um primeiro modo de saída no qual as avaliações de modelo do dito meio de rastreamento são encaminhadas, para pelo menos um segundo modo de saída no qual são encaminhadas apenas saídas confiáveis, em resposta à informação recebida indicando a detecção de uma manobra de alvo do dito meio de detecção.

[0008] Uma vantagem da invenção acima descrita é o fornecimento apenas de saídas confiáveis que descrevem o estado de um alvo não-manobранte ou manobранte sem adicionar a complexidade computacional do sistema no qual é implementado. Portanto, a mesma fornece um sistema de rastreamento de alvo sólido e simples.

[0009] Uma vantagem adicional da invenção acima descrita é que a mesma assegura que o sistema de rastreamento não corrompe quaisquer dados de saída de medição do sensor mesmo se o alvo fizer uma manobra.

[00010] Com o provimento de saídas confiáveis para o dispositivo de comutação de saída como uma seleção recebida das avaliações de modelo do meio de rastreamento, as saídas recebidas de um filtro suplementar e/ou saídas recebidas diretamente do sensor, a presente invenção é provida de uma flexibilidade simples possibilitando a seleção de saídas confiáveis e responsáveis de várias fontes. Uma vantagem adicional dessa característica é que o sistema de rastreamento de alvo pode ser facilmente modificado para aplicações circundantes adjacentes do sistema no qual está implementado.

[00011] Em uma modalidade preferida, as saídas confiáveis do meio de rastreamento, o filtro suplementar e/ou o sensor são o suporte e a taxa de suporte do dito alvo. Esses valores são conhecidos por corresponderem bem ao estado verdadeiro do alvo manobранte, e também asseguram saídas confiáveis e responsáveis do sistema de rastreamento de alvo.

[00012] Em uma modalidade preferida o meio de rastreamento está disposto para aumentar o ruído do processo do rastreamento baseado em modelo em resposta à detecção de uma manobra de alvo. Isso fornece o aumento da solidez contra erros de modelo no filtro de rastreamento, que vantajosamente arrasta as avaliações do filtro de rastreamento baseado em modelo em direção às saídas da medição do

sensor, isto é, fornece maior importância à informação fornecida pelas saídas da medição do sensor do que à informação fornecida pelo modelo.

[00013] O sistema de rastreamento de alvo preferivelmente compreende meio disposto para desconectar a entrada do meio de rastreamento da saída de medição do sensor. Isso evita que o filtro de rastreamento comece a se divergir e se torne numericamente instável. Além disso, o dispositivo de comutação de entrada é preferivelmente disposto para aumentar os parâmetros de incerteza nas medições de saída do sensor. Dessa maneira, o dispositivo de comutação de entrada é capaz de assegurar que o sensor não avalie em excesso ou subestime os parâmetros de incerteza das medições de saída do sensor.

[00014] O dispositivo de comutação de saída é preferivelmente disposto para aumentar os parâmetros de incerteza nas avaliações de modelo recebidas do meio de rastreamento. Isso adiciona a oportunidade do dispositivo de comutação de saída de modificar os parâmetros de incerteza nas saídas de filtro de rastreamento, e permite que o dispositivo de comutação de saída assegure que o filtro de rastreamento não avalie em excesso ou subestime os parâmetros de incerteza do estado do alvo avaliado.

[00015] Preferivelmente, o filtro ou filtros suplementar no sistema de rastreamento de alvo são simples, e filtros não baseados em modelo, como, por exemplo, um filtro de passa-baixa e/ou um filtro diferencial. Preferivelmente, o sensor é uma câmera, uma antena ou coisa parecida.

[00016] O objetivo da presente invenção é adicionalmente alcançado por um sistema de prevenção de colisão que compreende um sistema de rastreamento de alvo de acordo com o acima.

[00017] O objetivo da presente invenção é também alcançado por um método para rastrear um alvo pela execução do rastreamento baseado em modelo baseado nas medições recebidas de um sensor. O método

é caracterizado pelas etapas de: detectar como um alvo executa uma manobra; e comutar de um primeiro modo de saída no qual as avaliações de modelo são encaminhadas para um segundo modo de saída no qual apenas as saídas confiáveis são encaminhadas, em resposta à detecção da manobra de alvo.

[00018] O objetivo da presente invenção é também alcançado por um produto de programa de computador para ser usado no sistema de rastreamento de alvo, o dito programa de produto de computador compreendendo meio de código legível por computador, que quando executa no sistema de rastreamento de alvo leva o dito sistema de rastreamento de alvo a executar as etapas de: detectar como um alvo executa uma manobra, e comutar de um primeiro modo de saída no qual as avaliações de modelo são encaminhadas para um segundo modo de saída no qual são encaminhadas apenas as saídas confiáveis, em resposta à detecção de uma manobra de alvo.

[00019] As modalidades vantajosas do sistema de rastreamento de alvo, o método e o programa de produto de computador estão descritos nas reivindicações dependentes.

Breve Descrição dos Desenhos

[00020] A presente invenção será descrita mais detalhadamente em seguida, com referência aos desenhos em anexo, nos quais:

[00021] A figura 1 é uma ilustração exemplificativa descrevendo como os princípios da presente invenção podem ser usados em um sistema de prevenção de colisão.

[00022] A figura 2 é um sistema de rastreamento de alvo de acordo com uma modalidade da presente invenção.

[00023] A figura 3 é um sistema de rastreamento de alvo de acordo com outra modalidade da presente invenção.

[00024] A figura 4 é um sistema de rastreamento de alvo de acordo com uma modalidade adicional da presente invenção.

[00025] A figura 5 é um sistema de rastreamento de alvo de acordo com uma modalidade adicional da presente invenção.

[00026] A figura 6 é um fluxograma ilustrando um método de acordo com uma modalidade da presente invenção.

Descrição Detalhada

[00027] O cenário ilustrado na ilustração exemplificativa na figura 1 serve para explicar o uso de um sistema de rastreamento de alvo de acordo com a presente invenção quando implementado em um sistema de prevenção de colisão em uma plataforma autônoma. Contudo, deve ser compreendido que a presente invenção pode ser implementada em uma ampla variedade de aplicações nas quais seja necessário o rastreamento de um alvo. Na figura 1, uma plataforma 1 está se aproximando de um alvo 2.

[00028] Um sistema de rastreamento de alvo implementado na plataforma 1 pode compreender um filtro de rastreamento. O filtro de rastreamento pode ser disposto para executar um rastreamento de alvo baseado em modelo. A saída do rastreamento de alvo baseado em modelo pode ser, por exemplo, o estado avaliado e seus parâmetros de incerteza. Os parâmetros de incerteza podem ser a matriz de covariância do estado avaliado.

[00029] Em algumas aplicações, os parâmetros de incerteza, ou a matriz de covariância, são igualmente importantes como o estado avaliado, por exemplo, em um sistema de prevenção de colisão conforme demonstrado na figura 1. O sistema de prevenção de colisão na plataforma 1 pode usar os parâmetros de incerteza para calcular uma manobra evasiva. Conforme ilustrado no cenário da figura 1, o sistema de rastreamento de alvo na plataforma 1 pode avaliar a posição do alvo 2, e seus parâmetros de incerteza, por exemplo, a matriz de covariância, que define uma área de variação 3a, 3b. Contudo, se os parâmetros de incerteza forem avaliados, o sistema de prevenção de colisão da

plataforma 1 pode executar uma manobra evasiva 4a (seta tracejada) que é baseada na área de variação avaliada 3a (área riscada). Isso irá resultar em uma manobra evasiva 4a que pode estar perigosamente próxima a uma possível posição real do alvo 2. No pior dos casos, pode não ser evitada uma colisão. Além disso, se os parâmetros de incerteza forem avaliados em excesso, pode resultar que o sistema de prevenção de colisão da plataforma 1 execute manobras desnecessárias que podem ser interpretadas como comportamento incômodo.

[00030] Portanto, é desejada uma avaliação bem equilibrada dos parâmetros de incerteza. Isso irá resultar em que o sistema de prevenção de colisão da plataforma 1 execute uma manobra evasiva 4b (seta pontilhada) que é baseada na área avaliada de variação 3b (área pontilhada). Contudo, alcançar tal avaliação bem equilibrada dos parâmetros de incerteza tanto para os alvos não-manobrantos quanto para os alvos manobrantos é uma tarefa difícil que requer cálculos avançados, complexos, que coloca uma alta carga computacional no sistema de rastreamento de alvo. Além disso, deve ser observado que tais cálculos não garantem que o sistema de rastreamento de alvo produza boas avaliações do estado do alvo 2.

[00031] A presente invenção trata dos problemas comentados acima fornecendo um sistema de rastreamento de alvo sólido e simples capaz de produzir dados de rastreamento confiáveis tanto para os alvos não-manobrantos quando os alvos manobrantos. Isso é alcançado por um sistema de rastreamento de alvo que compreende uma unidade de detecção de manobra e um comutador de saída disposto para encaminhar apenas dados de rastreamento responsáveis e confiáveis para a saída do sistema de rastreamento de alvo. As modalidades exemplificativas da presente invenção estão descritas abaixo com referência às figuras de 2 a 6.

[00032] A figura 2 ilustra um sistema de rastreamento de alvo 20 de

acordo com uma modalidade da presente invenção. O sistema de rastreamento de alvo 20 pode compreender uma unidade de rastreamento 22, uma unidade de detecção de manobra 23 e um comutador de saída 24.

[00033] Um sensor 21 está disposto no sistema de rastreamento de alvo 20 com dados de medição de sensor. Os dados de medição de sensor podem compreender medições de sensor e parâmetros de incerteza para as ditas medições de sensor. O sensor 21 pode ser um sensor passivo, como, por exemplo, uma câmera, uma antena de recebimento ou coisa parecida.

[00034] A unidade de rastreamento pode ser um filtro de rastreamento baseado em modelo para rastrear alvos não-manobrantos. Por exemplo, a unidade de rastreamento 22 pode usar um modelo de velocidade constante e um filtro Kalman, um filtro de partícula ou coisa parecida para executar o rastreamento do alvo. A unidade de rastreamento 22 pode ser disposta para avaliar o estado do alvo com base nos seus dados de medição de sensor modelo e recebidos do sensor 21. O modelo pode também ser usado para avaliar estados de um alvo que o sensor não seja capaz de medir. Tais estados avaliados podem ser referidos como estados observáveis. Um exemplo no caso de rastreamento apenas de suportes, isto é ao usar sensores passivos medindo o suporte do alvo, onde a derivação do suporte é um estado observável.

[00035] O estado avaliado do alvo pode incluir, mas não se limita, por exemplo, ao suporte do alvo, a taxa de suporte do alvo, avaliação para o alvo, a taxa de variação do alvo, um Tempo – Para – Ir (TTG), etc., o TTG é a cotação entre a variação e a taxa de variação da alteração. A unidade de rastreamento 22 pode também ser disposta para transferir o estado avaliado do alvo e seus parâmetros de incerteza, por exemplo, a matriz de covariância do estado avaliado de acordo com o modelo

compreendido no contexto.

[00036] Se os dados de medição do sensor do sensor 21 não incluírem quaisquer parâmetros de incerteza, a unidade de rastreamento 22 pode ser disposta para recuperar os parâmetros adequados de uma série de medições de sensor recebidas ou pode usar constantes pré-definidas, que podem ser determinadas ao testar os filtros adequados para uma aplicação específica.

[00037] A unidade de detecção de manobra 23 é disposta para detectar quando um alvo que está sendo rastreado pela unidade de rastreamento 22 executa uma manobra. A unidade de detecção de manobra 23 pode ser conectada a ou de uma parte da unidade de rastreamento 22. A unidade de detecção de manobra 23 pode também estar disposta para enviar um alerta de detecção de manobra para o comutador de saída 24 à medida que o alvo executa uma manobra. A mesma pode também ser disposta para enviar uma liberação de detecção de manobra para o comutador de saída 24 para indicar que o alvo parou de manobrar.

[00038] De acordo com uma modalidade preferida, a detecção de uma manobra de alvo pela unidade de detecção de manobra 23 pode ser realizada pela comparação das saídas de medições do sensor do sensor 21 com os estados de alvo avaliados recebidos do filtro de rastreamento na unidade de rastreamento 22. Com base no sinal de comparação resultante, a unidade de detecção de manobra 23 pode detectar quando o alvo que está sendo rastreado pelo filtro de rastreamento na unidade de rastreamento 22 executa uma manobra. A unidade de detecção de manobra 23 pode ser disposta para enviar um alerta de detecção de manobra, por exemplo, o sinal de comparação resultante excede um limite específico ou foi excedido o limite específico para um período de tempo predeterminado. Isso pode ser alcançado, por exemplo, pelos cálculos da soma cumulativa. A unidade de detecção

de manobra 23 pode ser também disposta com múltiplos limites para, por exemplo, ser capaz de enviar alertas de detecção de manobra diferentes para pequenas ou grandes manobras de alvo.

[00039] A unidade de detecção de manobra 23 pode também ser arranjada para, ao detectar uma manobra de alvo, indicar à unidade de rastreamento 23 que deveria ser aumentado o ruído de processo para o filtro de rastreamento na unidade de rastreamento 22. O aumento do ruído de processo irá também aumentar o valor dos parâmetros de variações, que reduz o risco dos ditos parâmetros de incerteza não serem avaliados e levar a um aumento de solidez contra os erros de modelagem no filtro de rastreamento da unidade de rastreamento 22. Adicionalmente, isso irá também resultar em um aumento do ganho do filtro de rastreamento.

[00040] Na modalidade preferida acima, uma vez que o sinal de comparação resultante é uma indicação de quão bem as saídas de medição do sensor se ajustam nas avaliações do modelo de filtro de rastreamento na unidade de rastreamento 22, o aumento do ruído de processo pode ser adaptado à quantidade de alertas de detecção de manobra recebidos. O ruído de processo pode, portanto, ser aumentado para um nível adequando onde os alertas de detecção de manobra não possam mais ser recebidos.

[00041] O comutador de saída 24 está disposto para receber continuamente avaliações de modelo, isto é, o estado avaliado do alvo e seus parâmetros de incerteza, do filtro de rastreamento na unidade de rastreamento 22. O comutador de saída 24 também está disposto para receber alertas de detecção de manobra da unidade de detecção de manobra 23. O comutador de saída 24 está também disposto para operar em pelo menos dois modos de saída diferentes, e pode comutar entre os pelo menos dois modos de saída diferentes em resposta ao recebimento de alerta de detecção de manobra da unidade de detecção

de manobra 23. As saídas do comutador de saída 24 podem ser encaminhadas para qualquer sistema subsequente na plataforma na qual está o sistema de rastreamento de alvo 20 está implementado.

[00042] No primeiro modo de saída, o comutador de saída 24 encaminha as avaliações de modelo recebidas do filtro de rastreamento na unidade de rastreamento 22. Isso pode ser um ajuste de valor predefinido / início uma vez que os alvos são usualmente detectados em longas distâncias onde as manobras de alvo são difíceis de serem identificadas, e os valores iniciais dos parâmetros de incerteza no filtro de rastreamento na unidade de rastreamento 22 são frequentemente grandes. Nesse primeiro modo de saída, é presumido que as avaliações de modelo transferidas pela unidade de rastreamento 22 correspondam bem com o estado real de um alvo não-manobrando.

[00043] Quando é recebido um alerta de detecção de manobra, o comutador de saída 24 pode comutar para um segundo modo de saída. No segundo modo de saída, o comutador de saída 24 encaminha apenas as avaliações de modelo que sejam confiáveis e, portanto, podem ser confiadas. Isso se deve ao fato de que à medida que o alvo executa uma manobra, parte das avaliações de modelo do filtro de rastreamento de manobra na unidade de rastreamento 22 não é válida. Essas avaliações de modelo podem não ser válidas por uma série de razões conforme comentado acima no antecedente.

[00044] Por exemplo, no segundo modo de saída o comutador de saída 24 pode encaminhar o suporte e as taxas de suporte do alvo, ao mesmo tempo em que bloqueia a variação ou a taxa de variação do alvo. Isso se deve ao fato de que o filtro de rastreamento na unidade de rastreamento 22 pode ser ainda capaz de responder bem com o estado real do alvo manobrando. Isso é verdade, por exemplo, no caso dos sensores passivos usando apenas o rastreamento de suporte. Contudo, é provável que outras avaliações de modelo sejam errôneas à medida

que o alvo realize uma manobra. Portanto, o suporte e a taxa de suporte do alvo manobранte podem ser considerados confiáveis e avaliações de modelo confiáveis.

[00045] No segundo modo de saída, o comutador de saída 24 pode também ser disposto para aumentar os parâmetros de incerteza do suporte e das taxas de suporte do alvo manobранte antes de transferir as avaliações de modelo confiáveis. Isso pode ser executado à medida que é recebido um alerta de detecção de manobra, e se o filtro de rastreamento na unidade de rastreamento 22 tender a subestimar os ditos parâmetros de incerteza. Por exemplo, o comutador de saída 24 pode ser disposto para auxiliar uma predeterminada variação para os parâmetros de incerteza à medida que seja detectada uma manobra pela unidade de detecção de manobra 23. A variação predeterminada pode ser, por exemplo, um valor de variação constante ou um valor de variação que aumente lentamente com o tempo. O último pode ser usado porque a variação moderada poderia aumentar com o tempo ao usar um modelo de variação. Se for usada uma unidade de detecção de manobra 23 capaz de enviar alertas separados para manobras pequenas ou grandes, o valor de variação predeterminado pode ser selecionado baseado no tamanho pequeno ou grande da manobra.

[00046] Além disso, o comutador de saída 24 pode ser disposto para receber uma liberação de detecção de manobra da unidade de detecção de manobra 23. A liberação de detecção de manobra pode indicar ao comutador de saída 24 que o alvo parou de manobранr. O comutador de saída 24 pode então comutar de volta para o primeiro modo de saída, e transferir novamente as avaliações de modelo recebidas do filtro de rastreamento na unidade de rastreamento 22. O filtro de rastreamento na unidade de rastreamento 22 pode então precisar ser reiniciado. Como uma alternativa para a liberação de detecção de manobra, o comutador de saída 24 pode ser disposto para comutar de volta para o

primeiro modo de saída, quando não tiver sido recebido um alerta de detecção e manobra por um determinado período de tempo.

[00047] A figura 3 ilustra um sistema de rastreamento de alvo 30 de acordo com uma modalidade da presente invenção. Além da unidade de rastreamento 22, uma unidade de detecção de manobra 23 e um comutador de saída 24, conforme descrito no sistema de rastreamento de alvo 20 com referência à figura 2, o sistema de rastreamento de alvo 30 compreende um comutador de entrada 31.

[00048] O comutador de entrada 31 pode ser disposto para aumentar os parâmetros de incerteza nas medições de saída do sensor 21. Isso pode ser realizado à medida que é recebido um alerta de detecção de manobra, e se o sensor 21 tender a subestimar os ditos parâmetros de incerteza. Mesmo se o sensor 21 não tender a subestimar dos ditos parâmetros de incerteza, o comutador de entrada 31 pode ser disposto para aumentar os ditos parâmetros de incerteza se, por exemplo, for observado durante o projeto do sistema de rastreamento 30 que o filtro de rastreamento na unidade de rastreamento 22 iria produzir valores mais confiáveis para os parâmetros de incerteza dos estados alvos avaliados, e alcançar um melhor equilíbrio entre a atenuação de ruído de sensor e os erros de modelo.

[00049] A figura 4 ilustra um sistema de rastreamento de alvo 40 de acordo com uma modalidade da presente invenção. Além de uma unidade de rastreamento 22 e uma unidade de detecção de manobra 23, conforme descrito no sistema de rastreamento de alvo 20 com relação à figura 2, o sistema de rastreamento de alvo 40 compreende um filtro suplementar 41 e um comutador de saída 44.

[00050] O filtro 41 pode estar disposto para receber e filtrar saídas de medição de sensor do sensor 21. O filtro 41 pode ser um filtro baseado em modelo, simples, como, por exemplo, um filtro de passa-baixa. Se o filtro de passa-baixa for combinado com um filtro diferencial

no filtro 41, o filtro 41 pode também calcular derivados das saídas de medições de sensor. Portanto, o filtro 41 pode fornecer, por exemplo, o suporte e a taxa de suporte de um alvo para o comutador de saída 44.

[00051] O comutador de saída 44 é idêntico ao comutador de saída 24, exceto que pode também ser disposto para receber saídas do filtro 41, e comutar para e operar em um terceiro modo de saída. No terceiro modo de saída, o comutador de saída 41 apenas encaminha as saídas recebidas do filtro 41. Essas saídas de filtro, por exemplo, o suporte e as taxas de suporte de um alvo, podem ser consideradas medições confiáveis e podem, portanto, serem confiadas. Deve ser observado que preferivelmente nenhum parâmetro de incerteza dos estados de alvo avaliados é encaminhado pelo comutador de saída 44 nesse terceiro modo de saída. Contudo, os parâmetros de incerteza das saídas de medição do sensor podem ser encaminhados, bem como os parâmetros de incerteza da taxa de suporte e da taxa de suporte da alteração proporcionada pelo filtro 41, que podem ser analisados durante a fase de projeto para alcançar uma correção de parâmetro adequada.

[00052] À medida que o comutador de saída 44 recebe um alerta de detecção de manobra da unidade de detecção de manobra 22, pode ser disposto para decidir se comuta para o segundo modo de saída ou para o terceiro modo de saída, isto é, usa as saídas do filtro de rastreamento na unidade de rastreamento 22 ou o filtro 41. Contudo, isso requer um pouco mais de lógica para ser incluído no comutador de saída 44. Por exemplo, se for usada uma unidade de detecção de manobra 23 capaz de enviar alertas separados para as pequenas e grandes manobras, o comutador de saída 44 pode ser disposto para selecionar o modo mais adequado do segundo e terceiro modos de saída. O modo de saída mais adequado pode ser também comutado dependendo das exigências do sistema circundante no qual o sistema de rastreamento de alvo 40 é implementado.

[00053] Uma alternativa adicional é um quarto modo de saída onde a unidade de rastreamento 22 e o filtro 41 dão a volta e as saídas de medição de sensor do sensor 21 são diretamente enviadas para o comutador de saída 44 (conforme ilustrado pela linha pontilhada na figura 4). Contudo, isso resulta em que apenas os estados medidos podem ser encaminhados pelo comutador de saída 44 como saídas confiáveis e responsáveis. No caso do rastreamento apenas dos suportes, o suporte do alvo pode ser encaminhado pelo comutador de saída 44 como uma saída confiável e responsável. Uma vantagem com essa alternativa é que o filtro 41 não precisa ser projetado nem implementado.

[00054] A figura 5 ilustra um sistema de rastreamento de alvo 50 de acordo com uma modalidade da presente invenção. Além da unidade de rastreamento 22, uma unidade de detecção de manobra 22, um filtro 41 e um comutador de saída 44, conforme descrito no sistema de rastreamento de alvo 40 com relação à figura 4, o sistema de rastreamento de alvo 50 compreende um comutador de entrada 51.

[00055] O comutador de entrada 51 é idêntico ao comutador de entrada 31, exceto que podem também ser disposto para desconectar ou bloquear a entrada da unidade de rastreamento 22 da saída de medição do sensor 21. Dessa maneira, o comutador de entrada 51 pode proteger o filtro de rastreamento na unidade de rastreamento 22 das saídas de medição de sensor ruins ou adulteradas do sensor 21, e evitar que o filtro de rastreamento comece a divergir e se torne numericamente instável. O comutador de entrada 51 pode desconectar ou bloquear a entrada da unidade de rastreamento 22 em resposta ao recebimento de um alerta de detecção de manobra da unidade de detecção de manobra 23.

[00056] Conforme o comutador de entrada 31 anteriormente descrito, o comutador de entrada 51 pode também ser disposto para aumentar

os parâmetros de incerteza nas medições de saída do sensor do sensor 21.

[00057] A figura 6 ilustra fluxograma ilustrando um método de acordo com uma modalidade da presente invenção.

[00058] Na Etapa S61, é detectada uma manobra de alvo. A unidade de detecção de manobra 23 pode comparar as saídas de medição de sensor do sensor 21 com os estados avaliados do filtro de rastreamento na unidade de rastreamento 22. Com base na dita comparação a unidade de detecção de manobra 23 pode detectar quando um alvo está senso rastreado pelo filtro de rastreamento na unidade de rastreamento 22 executa manobra.

[00059] Na etapa S62, um comutador de um primeiro modo de saída para pelo menos um segundo modo de saída é executado em resposta à etapa de detecção de manobra na etapa S61. A unidade de detecção de manobra 23 pode enviar um alerta de detecção de manobra para um filtro de rastreamento 22, e um comutador de saída 24 ou 44, e/ou um comutador de entrada 31. Em resposta ao recebimento do alerta de detecção de manobra, o comutador de saída 24 ou 33 pode comutar entre um primeiro modo de saída, no qual as avaliações de modelo do filtro de rastreamento na unidade de rastreamento 22 são encaminhadas, e um segundo, terceiro ou quarto modo de saída, no qual são encaminhadas apenas as saídas confiáveis.

[00060] A presente invenção descrita nas modalidades exemplificativas acima pode ser usada em todos os tipos de rastreamento, mas pode ser particularmente útil em situações, como, por exemplo, onde sejam comuns os alvos em manobra e resulte em uma degradação na realização do filtro de rastreamento de não manobra, onde as aplicações circundantes requerem que os erros avaliados sejam bem refletidos nos parâmetros de incerteza do filtro de rastreamento transferidos pelo sistema de rastreamento de alvo.

[00061] O sistema de rastreamento de alvo 20, 30, 40, 50 de acordo com a presente invenção conforme descrito acima, incluindo todas ou parte das unidades do grupo compreendendo a unidade de rastreamento 22, a unidade de detecção de manobra 23, o comutador de saída 24, o comutador de entradas 31 e o filtro 41, pode ser implementado como algoritmos de software em um programa de produto de computador ou hardware de computador dedicado.

[00062] A descrição acima é o melhor modo contemplado no momento para praticar a presente invenção. A descrição não pretende ser tomada no sentido de limitação, mas é feita meramente com a finalidade de descrever os princípios gerais da invenção. O escopo da presente invenção deve ser apenas determinado com referência às reivindicações expedidas.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de rastreamento de alvo (20; 30; 40; 50) implementado em um computador, **caracterizado pelo fato de** que compreende:

um sensor (21) configurado para obter medições em relação a um alvo;

uma unidade de rastreamento (22) disposta para executar rastreamento baseado em modelo de um alvo (2) com base nas medições recebidas do sensor (21),

um detector de manobra (23) disposto para detectar quando um alvo (2) executa uma manobra; e

um dispositivo de comutação de saída (24) disposto para comutar de

um primeiro modo de saída no qual todas as saídas de avaliações de modelo da dita unidade de rastreamento (22) são encaminhadas, as saídas compreendendo suporte e taxa de suporte e alcance e taxa de alcance do alvo, para pelo menos um segundo modo de saída no qual apenas um subconjunto de saídas das avaliações de modelo são encaminhadas,

em resposta à informação de recebimento indicando a detecção de uma manobra alvo do dito detector de manobra (23), em que no segundo modo de saída, o subconjunto encaminhado de saídas é confiável quando o alvo executa uma manobra, em que as saídas confiáveis compreendem suporte e taxa de suporte do alvo.

2. Sistema de rastreamento de alvo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** que as ditas saídas confiáveis de são uma seleção de ao menos uma das ditas avaliações de modelo recebidas da dita unidade de rastreamento (22), as saídas recebidas de um filtro (41) ou as saídas recebidas diretamente do sensor (21).

3. Sistema de rastreamento de alvo (20; 30; 40; 50), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** que as ditas saídas confiáveis de ao menos um da dita unidade de rastreamento (22), do dito filtro (41) ou do sensor (21) são pelo menos um dentre o suporte ou a taxa de suporte do dito alvo.

4. Sistema de rastreamento de alvo (20; 30; 40; 50), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** que a dita unidade de rastreamento (22) está disposta para aumentar o ruído do processo do rastreamento baseado em modelo em resposta à informação indicando a detecção de uma manobra alvo sendo recebida do dito meio de detecção de manobra (23).

5. Sistema de rastreamento de alvo (20; 30; 40; 50), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** que compreende adicionalmente:

um comutador de entrada (31; 51) disposto para realizar ao menos um dentre a desconexão de uma entrada da unidade de rastreamento (22) da saída de medição do sensor (21) ou aumentar os parâmetros de incerteza nas medições de saída de sensor.

6. Sistema de rastreamento de alvo (20; 30; 40; 50), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** que o dito comutador de saída (24) está disposto para aumentar os parâmetros de incerteza nas avaliações de modelo recebidas da dita unidade de rastreamento (22).

7. Sistema de rastreamento de alvo (20; 30; 40; 50), de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado pelo fato de** que o dito filtro (41) é filtro não baseado em modelo, simples .

8. Sistema de rastreamento de alvo (20; 30; 40; 50), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** que o dito sensor (21) é uma câmera ou uma antena.

9. Sistema de rastreamento de alvo (20; 30; 40; 50), de

acordo com a reivindicação 2, **caracterizado pelo fato de** que o dito filtro é ao menos um dentre um filtro passa-baixa ou um filtro diferencial.

10. Sistema de rastreamento de alvo (20; 30; 40; 50), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** que a unidade de rastreamento compreende um filtro de rastreamento disposto para realizar rastreamento de alvo com base em modelo para estimar um estado do alvo com base em um modelo e dados de medição de sensor recebidos do sensor, em que o meio de detecção de manobra detecta uma manobra comparando os dados de medição do sensor a partir do sensor com os estados de alvo estimados recebidos gerados pelo filtro de rastreamento.

11. Método para rastrear um alvo (2) pela execução de rastreamento baseado em modelo nas medições recebidas de um sensor (21), o método **caracterizado pelo fato de** que compreende:

detectar como um alvo (2) executa uma manobra; e

em resposta à dita detecção, comutar de um primeiro modo de saída no qual todas as saídas de avaliações de modelo são encaminhadas para um segundo modo de saída no qual apenas um subconjunto de saídas das avaliações de modelo são encaminhadas, as saídas compreendendo suporte e taxa de suporte e alcance e taxa de alcance do alvo, em que no segundo modo de saída, o subconjunto de saídas encaminhado é confiável quando o alvo realiza uma manobra, em que as saídas confiáveis compreendem suporte e taxa de suporte do alvo.

12. Método, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado pelo fato de** que compreende adicionalmente:

receber as ditas saídas confiáveis como uma seleção das ditas avaliações de modelo, como ao menos uma dentre as saídas de filtro (41) ou as saídas de sensor (21).

13. Método, de acordo com a reivindicação 11,

caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

aumentar o ruído do processo no rastreamento baseado em modelo em resposta à informação indicando uma manobra de alvo.

14. Método, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de que** compreende adicionalmente:

desconectar a entrada de uma unidade de rastreamento (22) da saída de medição do dito sensor (21); e/ou

aumentar os parâmetros de incerteza em pelo menos um dentre as medições de saída de sensor ou as avaliações de modelo.

15. Método de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado pelo fato de** que detectar uma manobra compreende estimar um estado do alvo com base em um modelo e dados de medição de sensor recebidos a partir de um sensor, e comparar os dados de medição do sensor a partir do sensor com os estados de alvo estimados recebidos gerados por um filtro de rastreamento.

Fig. 1

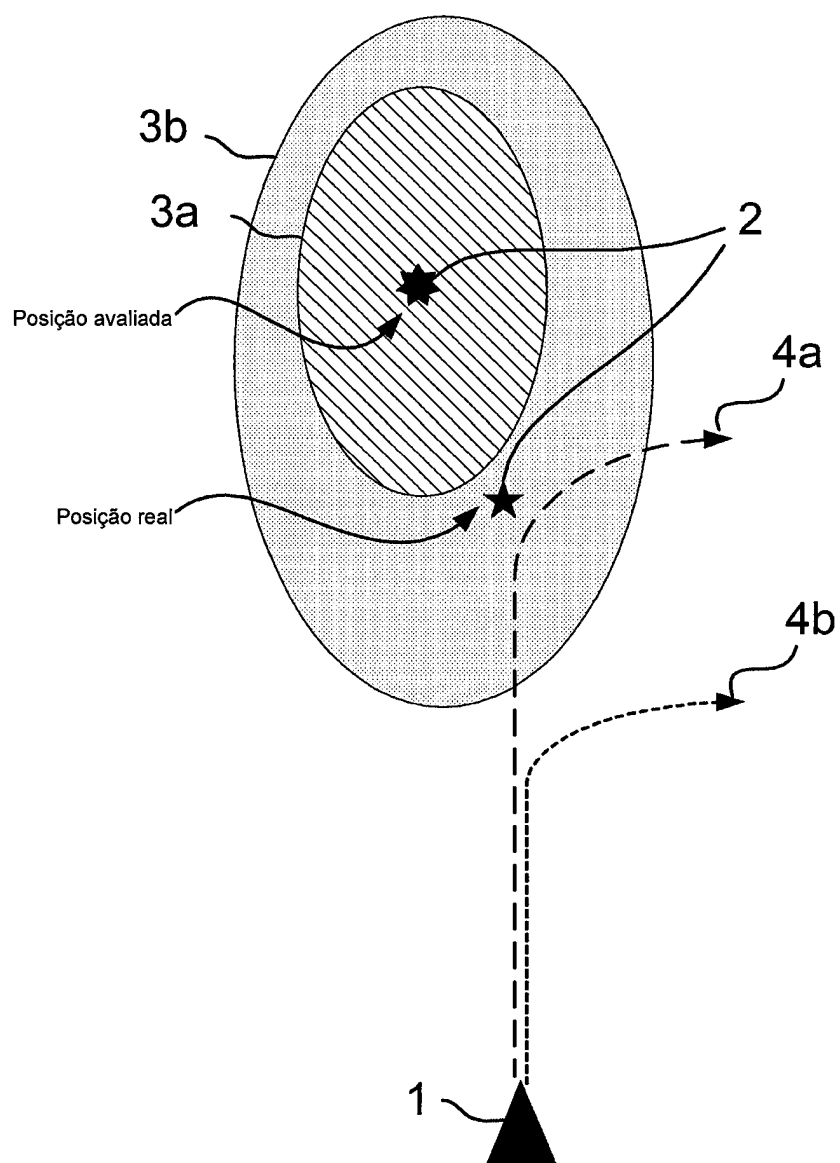


Fig. 2

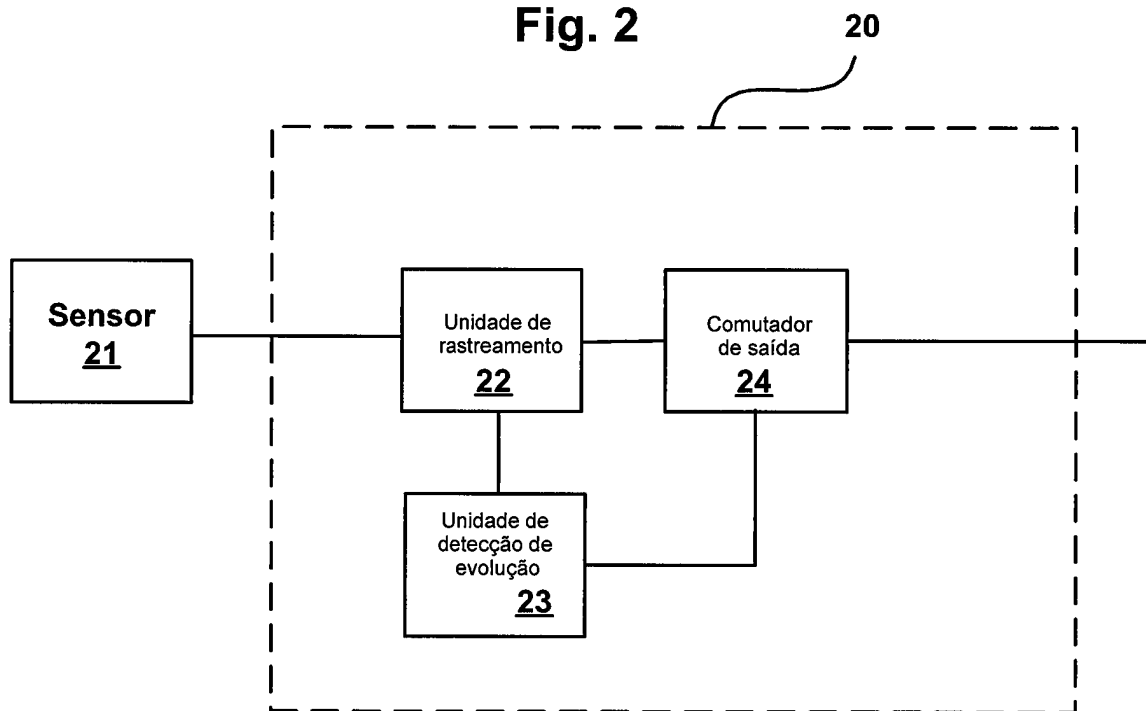


Fig. 3

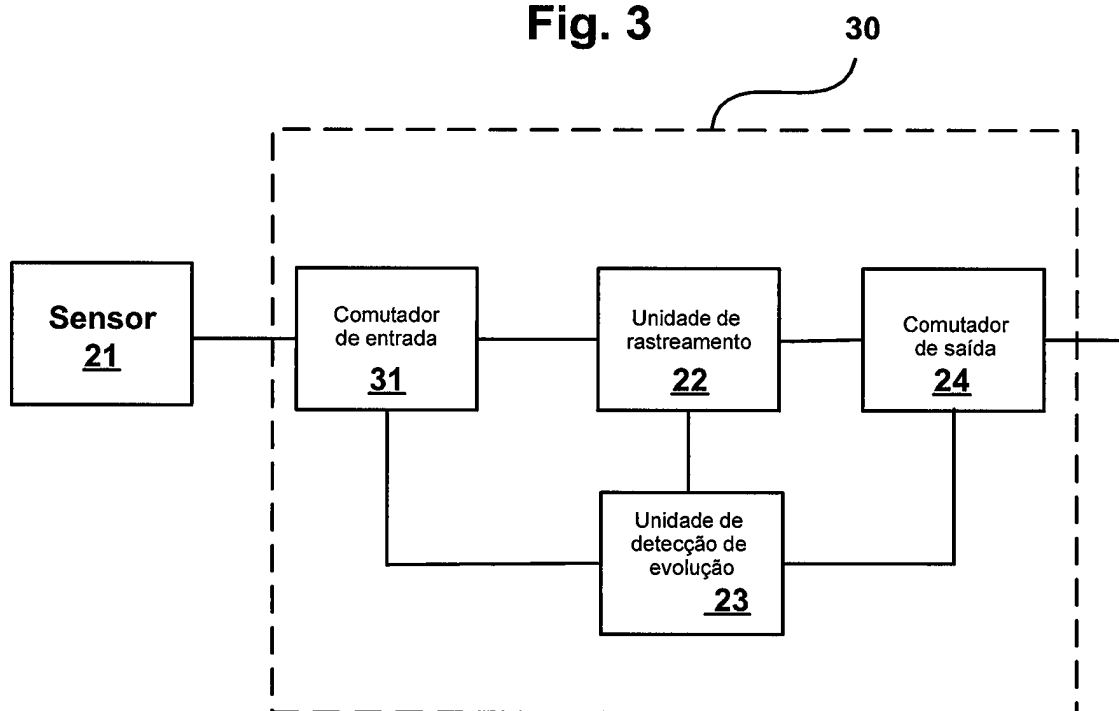


Fig. 4

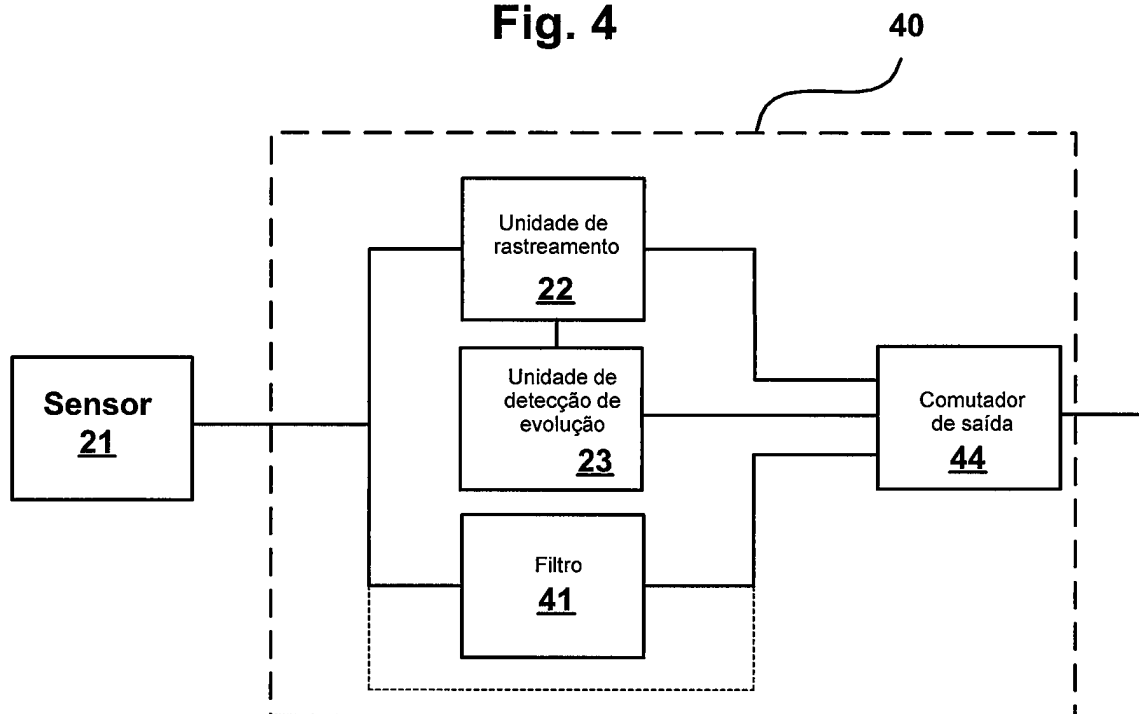


Fig. 5

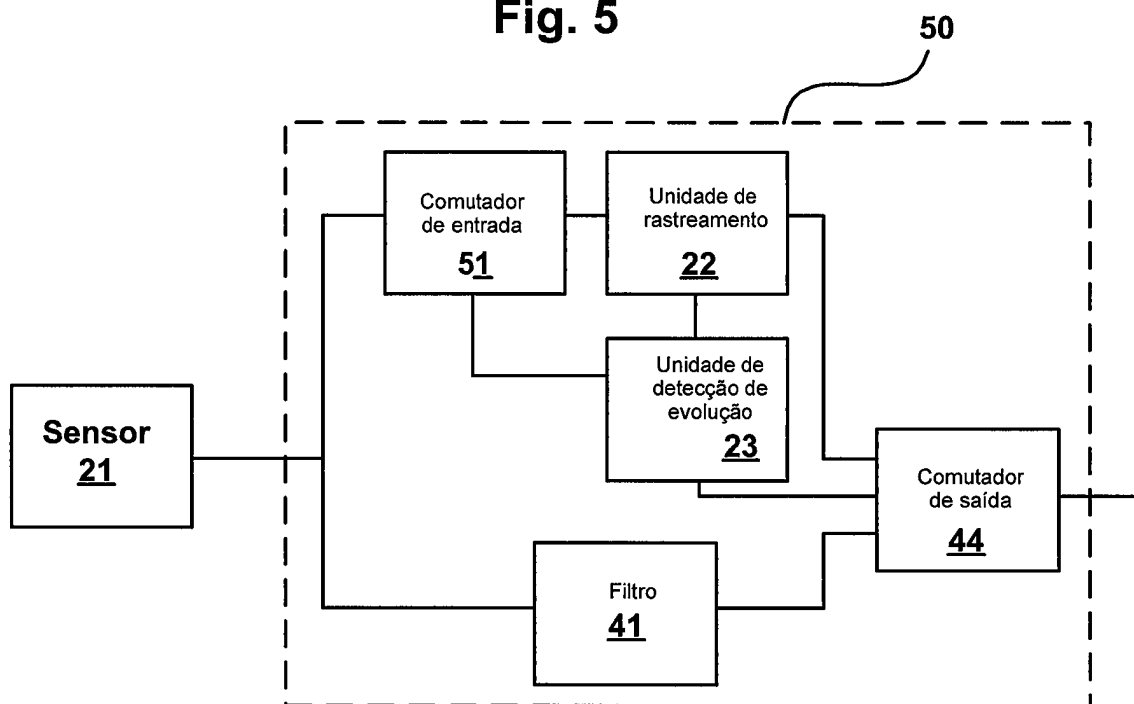


Fig. 6

