

(12) **FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

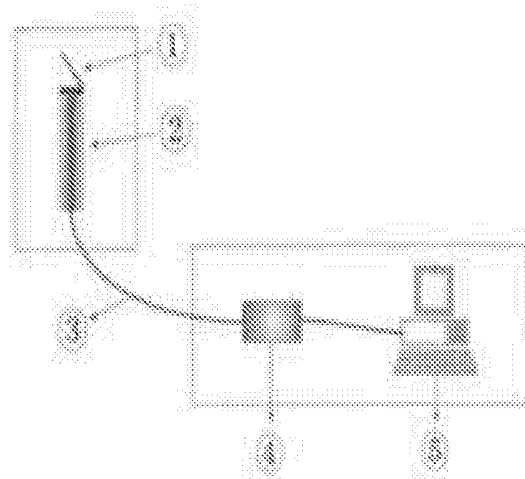
(22) Data de pedido: 2005.07.07	(73) Titular(es): FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA- UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA CAMPUS DA CAPARICA, FCT-UNL 2829-516 MONTE DA CAPARICA	PT
(30) Prioridade(s):		
(43) Data de publicação do pedido: 2007.01.31		
(45) Data e BPI da concessão: 2007.06.20 26/2007	(72) Inventor(es): PEDRO MANUEL CARDOSO MARIA MANUELA COTRIM MENDES JOÃO PEDRO ROQUE MATOS	PT PT PT
	(74) Mandatário: JOSÉ RAUL DE MAGALHÃES SIMÕES AV. ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, 131, 7º - C 1700-173 LISBOA	PT

(54) Epígrafe: **SISTEMA PARA A DETECÇÃO AUTOMÁTICA DE INCÊNDIOS FLORESTAIS POR ESPECTROSCOPIA ÓPTICA**

(57) Resumo:

O PRESENTE INVENTO REFERE-SE A UM SISTEMA DE DETECÇÃO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS, BASEADA NA ANÁLISE QUÍMICA DA ATMOSFERA POR ESPECTROSCOPIA ÓPTICA. O FUMO PROVENIENTE DE UM INCÊNDIO TEM UMA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DIFERENTE, DA DE UMA ATMOSFERA NORMAL. ESSA COMPOSIÇÃO QUÍMICA É DETERMINADA ATRAVÉS DA ANÁLISE DA ABSORÇÃO DE LUZ QUE ATRAVESSA O FUMO, NOS SEUS DIFERENTES COMPRIMENTOS DE ONDA, FEITO COM RECURSO A UM ESPECTRÁMETRO.

NESTE CASO, O ESPECTRÁMETRO É ASSOCIADO A UM TELESCÓPIO E É USADA A LUZ SOLAR COMO FONTE DE ILUMINAÇÃO PERMITINDO A DETECÇÃO DO FUMO PROVENIENTE DE UM INCÊNDIO NUMA ÁREA ESPECÍFICA DO HORIZONTE. A DISTÂNCIA MÁXIMA A QUE O FUMO É DETECTADO SÓ DEPENDE DA POTÊNCIA DO TELESCÓPIO PODENDO SER DE VÁRIOS QUILOMETROS. A COLOCAÇÃO DO SISTEMA SOBRE UM SUPORTE ROTATIVO E O USO ALGORITMOS COMPUTACIONAIS DE TORNA POSSÍVEL A DETECÇÃO EM QUALQUER PONTO DO HORIZONTE DE UMA FORMA COMPLETAMENTE AUTÓNOMA.



RESUMO

SISTEMA PARA A DETECÇÃO AUTOMÁTICA DE INCÊNDIOS FLORESTAIS POR ESPECTROSCOPIA ÓPTICA

O presente invento refere-se a um sistema de detecção de incêndios florestais, baseado na análise química da atmosfera por espectroscopia óptica. O fumo proveniente de um incêndio tem uma composição química diferente, da de uma atmosfera normal. Essa composição química é determinada através da análise da absorção de luz que atravessa o fumo, nos seus diferentes comprimentos de onda, feito com recurso a um espectrómetro. Neste caso, o espectrómetro é associado a um telescópio e é usada a luz solar como fonte de iluminação permitindo a detecção do fumo proveniente de um incêndio numa área específica do horizonte. A distância máxima a que o fumo é detectado só depende da potência do telescópio podendo ser de vários quilómetros. A colocação do sistema sobre um suporte rotativo e o uso algoritmos computacionais de torna possível a detecção em qualquer ponto do horizonte de uma forma completamente autónoma.

DESCRIÇÃO

SISTEMA PARA A DETECÇÃO AUTOMÁTICA DE INCÊNDIOS FLORESTAIS POR ESPECTROSCOPIA ÓPTICA

Objecto

O presente invento refere-se a um sistema completamente automático e autónomo de detecção de incêndios florestais, baseado na análise do espectro na zona do visível e do infravermelho da atmosfera, quando existe fumo provocado por incêndios florestais. Fazendo a comparação entre o espectro "normal" da atmosfera e o espectro resultante do fumo da combustão é possível verificar alterações nos padrões de absorção. Para tal, usa-se a radiação solar como fonte de iluminação, um telescópio para restringir a zona do horizonte que se quer analisar, um espectrómetro que analisa a amostra da atmosfera recolhida pelo telescópio e um computador que faz os necessários cálculos e comparações para determinar se está numa situação de incêndio.

O sistema é instalado sobre uma torre de observação com boa visibilidade sobre o horizonte, e efectua uma rotação de forma a poder cobrir uma área de grandes dimensões. Todo o processo de detecção é feito *in-situ* havendo comunicação com um centro de controlo apenas no caso de incêndio.

Estado da Técnica

Existem uma série de tecnologias para a detecção de incêndios florestais, sendo elas baseadas nos seguintes princípios.

- Colocação de observadores em postos de observação estrategicamente posicionados. Após a observação de um invento o observador avisa um centro de controlo. Tecnicamente simples de implementar, necessita no entanto recursos humanos significativos o que leva ser difícil de se por em prática
- Câmaras ópticas ou de infra-vermelho colocadas em postos de observação estrategicamente posicionados. A imagem é transmitida em tempo real para um centro de controle onde um observador visiona um conjunto de câmaras. Este é um sistema de complexidade tecnológica intermédia que tem como maiores limitações: os meios de comunicação necessários para transmitir a imagem em tempo real e o facto de estar dependente de um observador para activar o alarme em caso de incêndio.
- Câmaras ópticas ou de infra-vermelho colocadas em postos de observação estrategicamente posicionados. A detecção do incêndio é feita automaticamente através do uso de algoritmos computacionais que analisam as imagens. Quando o incêndio é detectado é enviado um sinal de alarme para o centro de controlo. O desenvolvimento deste sistema tem estado limitado pela complexidade dos algoritmos necessários, o que leva a gerarem um número demasiado elevado de falsos positivos para serem de uso viável.
- Sistemas LIDAR (Light Detection and Ranging) em que um laser faz a iluminação do ponto do horizonte que se quer observar e a luz reflectida pelo meio, é detectada e analisada. Sistema utilizado normalmente para realizar detecção químicas a grandes distâncias, tem o potencial para ser um sistema eficiente de detecção de incêndios florestais, no entanto implica a iluminação do horizonte com um laser o que acarreta

riscos para a saúde pública além de ser economicamente inviável para a maioria das aplicações.

Descrição da Figura

1. Representa um espelho instalado sobre a lente principal do telescópio (2) com capacidade de fazer uma rotação de 360° e ajuste azimutal. A função deste espelho é redireccionar a luz recolhida do horizonte para o interior do telescópio.
2. Representa o telescópio com a ocular modificada de forma a que a luz recolhida seja transmitida através de uma fibra óptica (3). A função deste, é recolher a luz proveniente de uma pequena secção do horizonte, que vai ser analisada pelo espectrómetro (4). O telescópio encontra-se montado na vertical de forma a facilitar a sua montagem mecânica
3. Representa a fibra óptica que transmite a luz recolhida pelo telescópio (2) até ao espectrómetro (3) que analisa a luz. Esta pode ter vários metros de comprimento o que permite o afastamento físico dos sistemas de detecção (1 + 2) de sistemas de análise (4 + 5)
4. Representa o espectrómetro. Tem a função de realizar uma análise espectral da luz recebida pelo telescópio (2), ou seja separar a luz nas suas componentes primordiais e determinar a intensidade de cada uma dessas componentes. Essa informação é digitalizada e transferida para o computador (5)
5. Representa o computador. Tem a função de fazer a análise da informação fornecida pelo espectrómetro a cada momento, e determinar se se está na presença de um invento que se pode considerar um incêndio ou não.

Caso se considere a existência de um incêndio este é o computador que inicia o processo de alarme.

Descrição do Funcionamento

A metodologia de funcionamento baseia-se no facto da composição química do fumo proveniente de um incêndio ter uma composição química diferente, da de uma atmosfera normal. Para determinar a composição química de uma amostra de gás, pode-se iluminar a amostra com uma determinada fonte de luz e ver quais os comprimentos de onda que foram absorvidos. A análise dessa absorção através do uso de um espectrómetro (4) providencia uma assinatura da composição química da amostra em causa. No caso presente pode-se utilizar com fonte de luz a radiação solar que vai atravessar o fumo proveniente de um incêndio. Como o espectro normal do sol é conhecido, e sabendo-se que comprimentos de onda foram absorvidos a uma determinada altura consegue-se fazer uma detecção de incêndios eficaz e eficiente.

Existem, no entanto algumas soluções tecnológicas que tem de ser implementadas pois o espectrómetro por si só não discrimina a região do horizonte onde se pretende verificar a existência fumo. Para tal é necessário existir um sistema óptico específico que consiga observar apenas a região do horizonte de interesse, com um alcance apropriado que pode ir até vários quilómetros e que se possa de alguma forma transmitir a luz detectada ao espectrómetro.

O sistema óptico é constituído por um telescópio modificado a nível da ocular (2), para que a luz por si detectada seja transmitida por uma fibra óptica (3) até ao espectrómetro (4). O facto de se utilizar uma fibra óptica para a ligação entre estes dois aparelhos, apresenta a vantagem de eles não precisarem de se encontrar na proximidade física um do

outro. Por exemplo, é possível a colocação do telescópio apenas na torre de observação, e o restante sistema, incluído espectrómetro na base dessa torre.

A luz detectada pelo telescópio é analisada, nos seus diferentes comprimentos de onda, pelo espectrómetro e a informação enviada a um computador (5) onde se verifica se o espectro analisado possui características correspondentes a um evento de incêndio.

A análise automática do espectro medido a um dado instante é realizado da seguinte forma:

- Em laboratório, ou em situação de incêndio controlado determina-se qual a diferença entre os espectros da fonte de luz (radiação solar) quando é observada directamente e quando essa luz atravessa fumo proveniente de um incêndio. Obtêm-se assim o denominado **espectro diferença padrão**. Esse espectro só precisa de ser determinado uma vez e é independente da fonte de luz utilizada.
- Para o espectro medido a um dado instante de uma determinada localização do horizonte, procede-se à sua subtracção com o que seria espectável numa situação de não incêndio. Obtêm-se assim o denominado **espectro diferença**.
- Compara-se o espectro diferença padrão com o espectro diferença utilizando-se para isso o operador matemático, **coeficiente de correlação**. Caso o coeficiente entre os dois espectros esteja acima de um limiar predefinido, significa que a sua semelhança é tal que o evento pode ser considerado um incêndio, sendo o processo de alarme activado.

O sistema de detecção tem de ter a capacidade de observar todo o horizonte pelo que o sistema óptico tem capacidade

de rotação e de ajuste azimutal e é montado numa estrutura que se encontre acima de obstáculos que impeçam a observação. De forma a reduzir ao máximo o número de peças móveis aumentando-se a fiabilidade do sistema, o telescópio encontra-se imóvel e montado numa posição vertical. Sobre ele é instalado um espelho rotativo e com ajuste azimutal (1), que permite orientar a radiação luminosa proveniente dos diferentes posições do horizonte para o telescópio. São exemplos de tipos de estrutura onde o sistema deve ser instalado, as torres de observação ou a postos dos operadores de comunicações móveis.

Para a localização exacta de onde o incêndio se encontra, é necessário fornecer duas informações: A direcção e a distância do evento relativamente à torre de observação. A direcção é determinada simplesmente pelo ângulo do espelho móvel na altura da detecção. A distância do evento pode ser determinada das seguintes formas já conhecidas:

- Caso o evento seja observável por mais do que uma torre de observação, e conhecido a direcção de detecção de cada uma dessas torres, pode ser determinada a localização exacta, incluindo distância, pelo método de triangulação (US2004239912).
- Caso o evento só seja detectado por uma torre de observação e o relevo circundante seja conhecido, a distância ao evento pode ser determinada a partir do ângulo azimutal que o espelho orientável possui no momento da detecção (DE4026676 e US5218345).

O presente invento vem acrescentar uma nova metodologia para esta determinação, seguidamente descrita:

- No caso do evento estar visível por uma única torre, a distância pode ainda ser determinada por ajuste de focagem do telescópio. O ajuste de focagem permite

regular a distância é que a máxima intensidades de radiação luminosa está a ser recolhida. A determinação da distância ao evento é conseguida pela determinação da focagem, onde se obtêm a máxima intensidade do espectro correspondente a fumo.

Monte da Caparica, 19 de Setembro de 2005

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema para a detecção automática de incêndios florestais por espectroscopia óptica caracterizado por usar: um sistema óptico para a detecção da radiação electromagnética proveniente do horizonte observado (1,2); um espectrómetro para a realização da análise química da atmosfera a partir da radiação electromagnética detectada (4); uma fibra óptica para a ligação óptica entre o espectrómetro e o sistema óptico de detecção (3); um sistema autónomo de análise dos espectros de radiação electromagnética, para identificação do fumo proveniente dos incêndios, por comparação entre os espectros medidos no momento e os espectros de referência (5) e um sistema para a determinação da distância onde se encontra o fumo, por ajuste de focagem do sistema óptico.

2. Sistema para a detecção automática de incêndios florestais por espectroscopia óptica, de acordo com a 1ª reivindicação, caracterizado por usar um sistema óptico de detecção que inclui um telescópio fixo de montagem vertical, associado a um espelho rotativo de 360° e com ajuste azimutal, montado sobre o telescópio.

3. Sistema para a detecção automática de incêndios florestais por espectroscopia óptica, de acordo com a 1ª reivindicação, caracterizado por incluir um sistema autónomo para a detecção de fumo em que para cada ponto do horizonte é obtida a medida do espectro corrente a que é subtraído o de referência, sendo o resultado comparado através do cálculo do coeficiente de correlação, com o espectro de fumo padrão subtraído do espectro de referência.

4. Sistema para a detecção automática de incêndios florestais por espectroscopia óptica, de acordo com a 1ª

reivindicação, caracterizado por determinar a distância a que se encontra o fumo proveniente do incêndio através da focagem do telescópio no local do horizonte para onde a intensidade do sinal de fumo é máximo.

5. Sistema para a detecção automática de incêndios florestais por espectroscopia óptica, de acordo com a 2ª reivindicação, caracterizado por o sistema óptico de detecção ser montado numa torre de observação que se encontre acima da copa das árvores ou qualquer outro obstáculo que impeça a recolha da radiação electromagnética no raio de observação pretendido, sendo o movimento do espelho programado de forma a que o ângulo de observação se encontre sempre acima da linha do horizonte.

6. Sistema para a detecção automática de incêndios florestais por espectroscopia óptica, de acordo com a 3ª reivindicação, caracterizado por o espectro de referência ser aquele que se obtêm numa situação confirmada de não incêndio e espectro de fumo padrão ser aquele que se obtêm numa situação confirmada de incêndio.

7. Sistema para a detecção automática de incêndios florestais por espectroscopia óptica, de acordo com a 3ª reivindicação, caracterizado por ser considerado um evento real de incêndio quando o valor do coeficiente de correlação entre os dois espectros ser superior a 0.9.

Monte da Caparica, 19 de Setembro de 2005

Figura 1

