

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2017年3月9日 (09.03.2017)



(10) 国际公布号  
WO 2017/036363 A1

- (51) 国际专利分类号:  
G06K 9/62 (2006.01) G08B 13/186 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/096951
- (22) 国际申请日: 2016年8月26日 (26.08.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
201510556766.2 2015年9月2日 (02.09.2015) CN
- (71) 申请人: 同方威视技术股份有限公司 (NUCTECH COMPANY LIMITED) [CN/CN]; 中国北京市海淀区双清路同方大厦 A 座 2 层, Beijing 100084 (CN)。
- (72) 发明人: 丛宇殊 (CONG, Yushu); 中国北京市海淀区双清路同方大厦 A 座 2 层由同方威视技术股份有限公司转交, Beijing 100084 (CN)。 姜婷 (JIANG, Ting); 中国北京市海淀区双清路同方大厦 A 座 2 层由同方威视技术股份有限公司转交, Beijing 100084 (CN)。 徐骏 (XU, Jun); 中国北京市海淀区双清路同方大厦 A 座 2 层由同方威视技术股份有限公司转交, Beijing 100084 (CN)。 杨捷 (YANG, Jie); 中国北京市海淀区双清路同方大厦 A 座 2 层由同方威

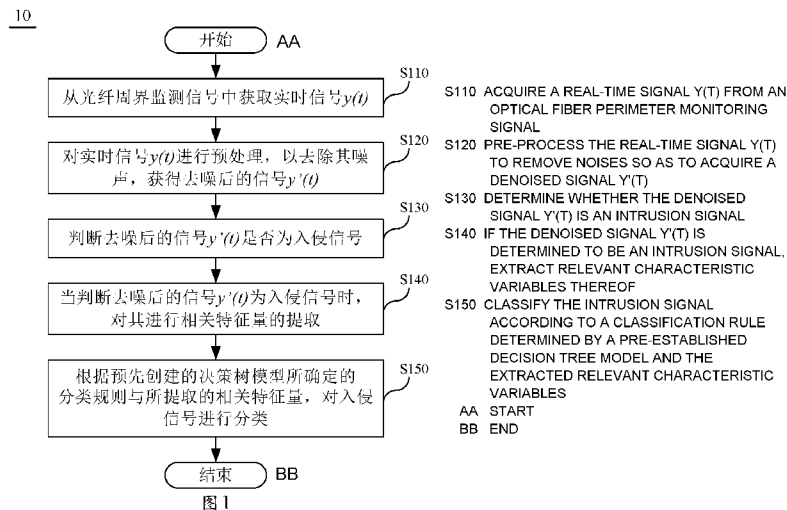
视技术股份有限公司转交, Beijing 100084 (CN)。  
高柏松 (GAO, Baisong); 中国北京市海淀区双清路同方大厦 A 座 2 层由同方威视技术股份有限公司转交, Beijing 100084 (CN)。 徐惠康 (XU, Huikang); 中国北京市海淀区双清路同方大厦 A 座 2 层由同方威视技术股份有限公司转交, Beijing 100084 (CN)。 全义安 (TONG, Yian); 中国北京市海淀区双清路同方大厦 A 座 2 层由同方威视技术股份有限公司转交, Beijing 100084 (CN)。 董坤 (DONG, Kun); 中国北京市海淀区双清路同方大厦 A 座 2 层由同方威视技术股份有限公司转交, Beijing 100084 (CN)。 毛献辉 (MAO, Xianhui); 中国北京市海淀区双清路同方大厦 A 座 2 层由同方威视技术股份有限公司转交, Beijing 100084 (CN)。

- (74) 代理人: 北京律智知识产权代理有限公司 (BEIJING INTELLEGAL INTELLECTUAL PROPERTY AGENT LTD.); 中国北京市朝阳区慧忠路 5 号远大中心 B 座 1802, 1803, 1805, Beijing 100101 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR,

[见续页]

(54) Title: OPTICAL FIBER PERIMETER INTRUSION SIGNAL IDENTIFICATION METHOD AND DEVICE, AND PERIMETER INTRUSION ALARM SYSTEM

(54) 发明名称: 光纤周界入侵信号的识别方法、装置及周界入侵报警系统



(57) Abstract: An optical fiber perimeter intrusion signal identification method (10), identification device (30) and optical fiber perimeter intrusion alarm system (40). The identification method (10) comprises: acquiring a real-time signal from a monitoring signal of an optical fiber perimeter monitoring system; pre-processing the real-time signal to remove noises; determining whether the denoised real-time signal is an intrusion signal; if so, truncating the intrusion signal to acquire signal segments of the intrusion signal, and extracting relevant characteristic variables of respective signal segments; and classifying the intrusion signal according to a classification rule determined by a pre-established decision tree model and the relevant characteristic variables of the signal segments. The method is simple, easy to implement, and has a high capability and good effect of intrusion signal classification.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2017/036363 A1



CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚

(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

**本国际公布:**

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

---

一种光纤周界入侵信号的识别方法(10)、识别装置(30)及光纤周界入侵报警系统(40)。该识别方法(10)包括: 从一光纤周界监测系统的监测信号中获取实时信号; 对该实时信号进行预处理, 以去除噪声; 判断去除噪声后的该实时信号是否为入侵信号; 如果为入侵信号, 则截取该入侵信号, 以从该入侵信号中获得信号片段, 并分别提取该信号片段的相关特征量; 以及根据预先创建的决策树模型所确定的分类规则及该信号片段的相关特征量, 对该入侵信号进行分类。该方法简单、易于实现, 对入侵信号的分类能力高并且分类效果较好。

## 光纤周界入侵信号的识别方法、装置及周界入侵报警系统

### 技术领域

- 5 本发明涉及光电信号处理及辨识技术，尤其涉及一种光纤周界入侵信号的识别方法、识别装置及光纤周界入侵报警系统。

### 背景技术

- 10 随着社会的发展，为了防止非法入侵和破坏，越来越多的重要设施都需要进行周界监测和安防。而光纤光栅技术由于其结构简单、介质绝缘、耐高压、耐腐蚀、不受电磁干扰及具有较高灵敏度等特性，广泛地被应用于智能周界安防系统中。

对于采用光纤光栅技术的周界安防系统，其主要面临的问题在于对入侵信号的识别，及对外界环境如风、雨、雪或车辆来往等干扰信号的屏蔽。目前对于入侵事件的识别主要采用神经网络、支持向量机（SVM）等经典机器学习方法。

- 15 如何提供一种简单易实现、分类能力高、且分类效果好的入侵信号识别方法成为业界的一个研究方向。

### 发明内容

- 20 有鉴于此，本发明提供了一种光纤周界入侵信号的识别方法、识别装置及光纤周界入侵报警系统，以满足光纤周界入侵系统对入侵事件的识别及报警要求。

本发明的额外方面和优点将部分地在下面的描述中阐述，并且部分地将从描述中变得显然，或者可以通过本发明的实践而习得。

- 25 本发明一方面提供了一种光纤周界入侵信号的识别方法，包括：从一光纤周界监测系统的监测信号中获取实时信号；对所述实时信号进行预处理，以去除所述实时信号的噪声；判断去除噪声后的所述实时信号是否为入侵信号；如果为所述入侵信号，则截取所述入侵信号，以从所述入侵信号中获得信号片段，并分别提取所述信号片段的相关特征量；以及根据预先创建的决策树模型所确定的分类规则及所述信号片段的相关特征量对所述入侵信号进行分类；其中所述决策树模型包含至少一棵决策树。

- 30 于一实施例中，其中每棵决策树所确定的分类规则包括：从该决策树的根到其叶结点的每条路径上的分类规则；其中每个分类规则包括：以沿着其每条路径上的每个属性条件

形成的该分类规则的前件的一个合取项以及以该路径上的叶结点形成的该分类规则的后件。

于另一实施例中，其中所述决策树模型含有多棵决策树；根据预先创建的决策树模型所确定的分类规则及所述信号片段的相关特征量对所述入侵信号进行分类包括：依次根据  
5 所述多棵决策树中的每棵决策树所确定的分类规则及所述信号的相关特征量对所述入侵信号进行分类，以获得相应的多个分类结果；将所述多个分类结果中相同的分类结果分为一组，获得至少一组分类结果，分别统计各组分类结果中的分类结果的数量，以其中分类结果数量最多的一组中的分类结果作为所述入侵信号最终的分类结果。

于再一实施例中，该方法还包括创建所述决策树模型，包括：预先从所述光纤周界监  
10 测系统的监测信号中分别获取多组已知分类的入侵信号及其对应的分类结果；分别对所述多组已知分类的入侵信号进行预处理，以去除所述多组已知分类的入侵信号的噪声；分别截取去除噪声后的所述多组已知分类的入侵信号，以从所述多组已知分类的入侵信号中获得多组入侵信号片段，并分别提取所述多组入侵信号片段的相关特征量；以及根据所述多组入侵信号片段的  
15 多组相关特征量所组成的第一训练数据集，创建所述决策树模型；其中一组相关特征量组成所述第一训练数据集的一个输入向量。

于再一实施例中，其中所述决策树模型含有多棵决策树；创建所述决策树模型包括：对所述第一训练数据集进行有放回的随机抽样，以获得多个第二训练数据集；其中每个第二训练数据集与  
20 所述第一训练数据集所包含的输入向量数目相同；根据所述多个第二训练数据集，采用决策树算法分别建立相应的所述多棵决策树。

于再一实施例中，其中在建立每棵所述决策树时，针对每个所述第二训练数据集的输入向量，每次分裂都重新从该输入向量的所有相关特征量中随机抽取部分或全部的相关特征量。

于再一实施例中，其中创建所述决策树模型包括：根据所述第一训练数据集，采用决策树算法建立决策树，对所述决策树进行后剪枝，以获得所述决策树模型。

于再一实施例中，其中创建所述决策树模型还包括：根据所述第一训练数据集，多次对所述决策树模型进行训练，以获得最佳的决策树模型。

于再一实施例中，其中所述决策树算法包括：采用 Gini 指标作为分裂属性度量的 CART 算法。

于再一实施例中，其中所述相关特征量包括：峰均值差、方差、偏度、峭度、极点数目及采用小波包分解获得的频域特征量中的部分或全部。  
30

本发明另一方面提供了一种光纤周界入侵信号的识别装置，包括：信号获取模块，用于从一光纤周界监测系统的监测信号中获取实时信号；信号预处理模块，用于对所述实时信号进行预处理，以去除所述实时信号的噪声，及判断去除噪声后的所述实时信号是否为入侵信号；特征量提取模块，用于当所述实时信号为所述入侵信号时，截取所述入侵信号，  
5 以从所述入侵信号中获得信号片段，并分别提取所述信号片段的相关特征量；以及决策树分类模块，用于根据预先创建的决策树模型所确定的分类规则及所述信号片段的相关特征量对所述入侵信号进行分类；其中所述决策树模型包含至少一棵决策树。

于一实施例中，其中每棵决策树所确定的分类规则包括：从该决策树的根到其叶结点的每条路径上的分类规则；其中每个分类规则包括：以沿着其每条路径上的每个属性条件形成的该分类规则的前件的一个合取项以及以该路径上的叶结点形成的该分类规则的后件。  
10

于另一实施例中，其中所述决策树模型含有多棵决策树；根据预先创建的决策树模型所确定的分类规则及所述信号片段的相关特征量对所述入侵信号进行分类包括：依次根据所述多棵决策树中的每棵决策树所确定的分类规则及所述信号的相关特征量对所述入侵信号进行分类，以获得相应的多个分类结果；将所述多个分类结果中相同的分类结果分为一组，获得至少一组分类结果，分别统计各组分类结果中的分类结果的数量，以其中分类结果数量最多的一组中的分类结果作为所述入侵信号最终的分类结果。  
15

于再一实施例中，其中，所述信号获取模块还用于预先从所述光纤周界监测系统的监测信号中分别获取多组已知分类的入侵信号及其对应的分类结果；所述预处理模块还用于分别对所述多组已知分类的入侵信号进行预处理，以去除所述多组已知分类的入侵信号的噪声；所述特征量提取模块还用于分别截取去除噪声后的所述多组已知分类的入侵信号，以从所述多组已知分类的入侵信号中获得多组入侵信号片段，并分别提取所述多组入侵信号片段的相关特征量；以及所述决策树分类模块还用于根据所述多组入侵信号片段的  
20 多组相关特征量所组成的第一训练数据集，创建所述决策树模型；其中一组相关特征量组成所述第一训练数据集的一个输入向量。  
25

于再一实施例中，其中所述决策树模型含有多棵决策树；创建所述决策树模型包括：对所述第一训练数据集进行有放回的随机抽样，以获得多个第二训练数据集；其中每个第二训练数据集与所述第一训练数据集所包含的输入向量数目相同；根据所述多个第二训练数据集，采用决策树算法分别建立相应的所述多棵决策树。  
30

于再一实施例中，其中在建立每棵所述决策树时，针对每个所述第二训练数据集的输

入向量，每次分裂都重新从该输入向量的所有相关特征量中随机抽取部分或全部的相关特征量。

于再一实施例中，其中创建所述决策树模型包括：根据所述第一训练数据集，采用决策树算法建立决策树，对所述决策树进行后剪枝，以获得所述决策树模型。

5 于再一实施例中，其中创建所述决策树模型还包括：根据所述第一训练数据集，多次对所述决策树模型进行训练，以获得最佳的决策树模型。

于再一实施例中，其中所述决策树算法包括：采用 Gini 指标作为分裂属性度量的 CART 算法。

10 于再一实施例中，其中所述相关特征量包括：峰均值差、方差、偏度、峭度、极点数目及采用小波包分解获得的频域特征量中的部分或全部。

本发明再一方面提供了一种光纤周界入侵报警系统，包括：光路子系统，用于提供光纤周界的监测信号；上述任一种光纤周界入侵信号的识别装置，用于对所述监测信号中的入侵信号进行识别及分类；以及报警子系统，用于根据所述识别装置对所述入侵信号的分类，相应地进行报警。

15 本发明提供的光纤周界入侵信号的识别装置及其采用的识别方法，通过对已知分类信号的入侵信号的相关特征量的提取，获得模型的训练数据集，以建立相应的决策树模型；根据所创建的决策树模型，确定光纤周界入侵信号的分类规则，以对光纤周界入侵信号进行识别与分类。该方法简单、易于实现，对入侵信号的分类能力高并且分类效果较好。

## 20 附图说明

通过参照附图详细描述其示例实施方式，本发明的上述和其它特征及优点将变得更加明显。

图 1 为根据一示例实施例示出的光纤周界入侵信号的识别方法的流程图。

图 2 为根据一示例实施例示出的用于识别光纤周界入侵信号的决策树的示意图。

25 图 3 为根据一示例实施例示出的创建用于识别光纤周界入侵信号的决策树模型的方法的流程图。

图 4 为根据一示例实施例示出的光纤周界入侵信号的识别装置的结构图。

图 5 为根据一示例实施例示出的光纤周界入侵报警系统的结构图。

图 6 为采用迈克尔逊干涉仪的光路子系统的结构图。

30 图 7 为根据一示例实施例示出的通过原始训练数据集形成组合决策树模型的示意图。

## 具体实施方式

现在将参考附图更全面地描述示例实施方式。然而，示例实施方式能够以多种形式实施，且不应被理解为限于在此阐述的实施方式；相反，提供这些实施方式使得本  
5 发明将全面和完整，并将示例实施方式的构思全面地传达给本领域的技术人员。在图中相同的附图标记表示相同或类似的结构，因而将省略对它们的重复描述。

所描述的特征、结构或特性可以以任何合适的方式结合在一个或更多实施方式中。在下面的描述中，提供许多具体细节从而给出对本发明的实施方式的充分理解。然而，本领域技术人员应意识到，没有所述特定细节中的一个或更多，或者采用其它  
10 的方法、组元等，也可以实践本发明的技术方案。在其它情况下，不详细示出或描述公知结构或者操作以避免模糊本发明。

图 1 为根据一示例实施例示出的光纤周界入侵信号的识别方法的流程图。如图 1 所示，该方法 10 包括：

步骤 S110，从光纤周界监测系统的监测信号中获取实时信号  $y(t)$ 。

15 例如，对一光纤周界入侵报警系统的信号进行监测，并从该监测信号中获取实时信号  $y(t)$ 。通常，该实时信号  $y(t)$  经以一采样频率采样后获得。

步骤 S120，对实时信号  $y(t)$  进行预处理，以去除其噪声，获得去噪后的信号  $y'(t)$ 。

20 例如，可以采用小波变换对实时信号  $y(t)$  进行预处理，以去除其中的背景白噪声等噪声。

步骤 S130，判断去噪后的信号  $y'(t)$  是否为入侵信号。

通常，光纤周界系统中的入侵信号大致被分为攀爬、敲击及环境（例如风、雨、雪及车辆来往等）等几类。在一些实施例中，例如可以采用将去噪后的信号  $y'(t)$  与一阈值进行比较的方法来判断其是否为入侵信号。当去噪后的信号  $y'(t)$  高于该  
25 阈值时，判断该去噪后的信号  $y'(t)$  为入侵信号。

步骤 S140，当判断去噪后的信号  $y'(t)$  为入侵信号时，对其进行相关特征量的提取。

首先，截取该去噪后的信号  $y'(t)$ ，以获得离散的信号片段  $\{x(t_i)\}, i=1, \dots, N$ 。

30 之后，提取信号片段  $\{x(t_i)\}, i=1, \dots, N$  的相关特征量。相关特征量例如包括峰均值差 (*Diff*)、方差 (*D*)、偏度 (*Skew*)、峭度 (*K*)、极值点数目 (*Num*) 及频域

特征量中的部分或全部。其中峰均值差 (*Diff*)、方差 (*D*)、偏度 (*Skew*)、峭度 (*K*)、极值点数目 (*Num*) 属于时域特征量。下面分别定义信号片段  $\{x(t_i)\}, i=1, \dots, N$  的上述特征量:

5 峰值均值差 (*Diff*) 定义为信号片段  $\{x(t_i)\}, i=1, \dots, N$  中最大值  $\max(x(t))$  和平均值  $\overline{x(t)}$  的差值, 其计算公式如下:

$$Diff = \max(x(t)) - \overline{x(t)}$$

方差 (*D*) 的计算公式如下:

$$D = \sum_{i=1}^N (x(t_i) - \overline{x(t)})^2 / N$$

偏度 (*Skew*) 的计算公式如下:

$$10 \quad Skew = \frac{1}{N} \left( \sum_{i=1}^N (x(t_i) - \overline{x(t)})^3 \right) / \left( \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x(t_i) - \overline{x(t)})^2 \right)^{3/2}$$

峭度 (*K*) 的计算公式如下:

$$K = \frac{1}{N} \left( \sum_{i=1}^N (x(t_i) - \overline{x(t)})^4 \right) / \left( \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x(t_i) - \overline{x(t)})^2 \right)^2$$

极值点数目 (*Num*) 用于统计信号片段  $\{x(t_i)\}, i=1, \dots, N$  中极值点的数目。

15 频域特征量包括采用小波包分解获得的特征量  $[T'_1, T'_2, \dots, T'_r]$ , 其计算过程如下:

将信号片段  $\{x(t_i)\}, i=1, \dots, N$  进行  $j$  层小波包分解, 设采样频率为  $2f$ , 则可形成  $2^j$  个等宽的频带, 每个频带宽度为  $\frac{f}{2^j}$ 。分解后, 得到  $j$  层小波包系数  $C_{j,k}^m$ , 其中  $k=1, 2, \dots, 2^j-1$ ,  $m$  为位置指标。选择其中  $r$  个对能量最为敏感的频带, 求出其能量并归一化处理, 其计算公式如下:

$$20 \quad T_{j,k} = \sum_m |C_{j,k}^m|^2, \quad T'_{j,k} = \frac{T_{j,k}}{\sum T_{j,k}}$$

步骤 S150, 根据预先创建的决策树模型所确定的分类规则与所提取的相关特征量, 对入侵信号进行分类。

上述预先创建的决策树模型既可以包括含有单棵决策树的模型, 也可以包括含有

多棵决策树组合的模型。下面我们首先介绍如何根据包含有单棵决策树的决策树模型所确定的分类规则及相关特征量，对入侵信号进行分类。

当预先创建的决策树模型建立后，相应的分类规则也已经确立。具体地，从该决策树模型确定的决策树中抽取分类规则。图 2 为根据一示例实施例示出的用于识别光纤周界入侵信号的单棵决策树的示意图。以图 2 所示的单棵决策树来说明如何获得决策树所确定的分类规则，及进行分类。

如图 2 所示，其中  $A_1$ 、 $A_2$  及  $A_3$  表示一棵决策树的三个属性，每个属性例如为上述的相关特征量之一；其中  $A_1$  对应三个不同属性条件  $a_{1,1}$ 、 $a_{1,2}$  及  $a_{1,3}$ ， $A_2$  对应两个不同属性条件  $a_{2,1}$ 、 $a_{2,2}$ ， $A_3$  对应两个不同属性条件  $a_{3,1}$ 、 $a_{3,2}$ ； $C_1$  和  $C_2$  表示入侵信号的两个类别，例如如上所述，包括攀爬、敲击及环境（例如风、雨、雪及车辆来往等）等。从根（如图中  $A_1$ ）到叶的每一条路径创建一个分类规则，分别以 IF-THEN 形式表示，其中沿着路径上的每个属性条件形成规则前件（即 IF 部分）的一个合取项，包含分类（ $C_n$ ）的叶结点，形成规则后件（即 THEN 部分）。例如，如果（IF）被分类信号对  $A_1$  属性值满足条件  $a_{1,2}$ ，则（THEN）分类为  $C_1$ ；如果被分类信号对  $A_1$  属性值满足条件  $a_{1,1}$  且对  $A_2$  属性值满足条件  $a_{2,2}$ ，则分类为  $C_2$ 。以此类推，不再一一赘述。需要说明的是，上述获得决策树模型所确定的分类规则仅为示例说明，而非限制本发明。

获得分类规则后，将所提取的相关特征量套用于该分类规则，以对该入侵信号进行分类。例如，从该入侵信号所提取的特征向量  $A_1$ 、 $A_2$  的属性条件分别满足条件为  $a_{1,1}$  和  $a_{2,1}$ ，则将该入侵信号分类为  $C_1$ 。

如上所述，预先创建的决策树模型也可以为一决策树组合模型  $T$ ，该决策树组合模型  $T$  包括多棵决策树  $T_1, T_2, \dots, T_k$ 。下面着重说明如何根据决策树组合模型  $T$ ，确定分类结果。采用简单投票法，对输入的入侵信号进行分类。对每个输入的入侵信号，决策树组合模型  $T$  中的每棵决策树  $T_1, T_2, \dots, T_k$  都会如上述单棵决策树的方法得到一个分类结果，即相当于对某个类型  $C_i, i=1, 2, \dots, n$  投了一票。统计各个类型  $C_i, i=1, 2, \dots, n$  的票数，最终选择获得票数最多的分类  $C_j, 1 \leq j \leq n$ ，以此作为对该入侵信号的最终分类结果。或者，对每棵决策树  $T_1, T_2, \dots, T_k$  的分类结果进行分组，从而获得至少一组分类结果，分别统计各组分类结果中所包含的分类结果的数量，以其中分类结果数量最多的一组中的分类结果作为最终的分类结果。

下面将具体介绍在进行上述识别方法之前，如何创建上述的决策树模型，该决策树模型既包括仅具有单棵决策树的决策树模型，也包括参与投票相应的多棵决策树的

组合模型。

图 3 为根据一示例实施例示出的创建用于识别光纤周界入侵信号的决策树模型的方法的流程图。如图 3 所示，该方法 20 包括：

5 步骤 S210，预先从光纤周界监测系统的监测信号中分别获取多组已知分类的入侵信号  $Y(t)$ ，以及其对应的分类结果。

为了建立用于入侵信号分类的决策树模型，需要预先从光纤周界监测信号中分别获取多组已知分类的入侵信号  $Y(t)$ 。所述已知的分类例如包括上述的攀爬、敲击及环境（例如风、雨、雪及车辆来往等）等，但本发明不以此为限。

10 步骤 S220，分别对多组已知分类的入侵  $Y(t)$  进行预处理，以去除其噪声，分别获得去噪后的多组信号  $Y'(t)$ 。

例如，可以采用小波变换对多组已知分类的入侵信号  $Y'(t)$  进行处理，以去除其中的背景白噪声等。

15 步骤 S230，分别截取去除噪声后的多组信号  $Y'(t)$ ，以从中获得多组离散的入侵信号片段  $\{X(t_i)\}, i=1, \dots, N$ ，并分别提取多组离散的入侵信号片段  $\{X(t_i)\}, i=1, \dots, N$  的相关特征量。

具体地，相关特征量例如包括峰均值差 (*Diff*)、方差 (*D*)、偏度 (*Skew*)、峭度 (*K*)、极值点数目 (*Num*) 及频域特征量中的部分或全部。其中峰均值差 (*Diff*)、方差 (*D*)、偏度 (*Skew*)、峭度 (*K*)、极值点数目 (*Num*) 属于时域特征量。上述相关特征向量的定义与计算如前所述，在此不再赘述。

20 步骤 S240，根据多组入侵信号片段  $\{X(t_i)\}, i=1, \dots, N$  的相关特征量，建立训练数据集，创建决策树模型。

具体地，设每组入侵信号片段  $\{X(t_i)\}, i=1, \dots, N$  的相关特征量包括  $\{A_1, A_2, \dots, A_M\}$ ，这些特征向量组成了一个输入向量，多组输入向量组成了决策树模型的训练数据集 *D*。

25 根据总体训练数据集 *D*，创建决策树模型。首先介绍包含有单棵决策树的决策树模型的创建。下面以采用 Gini 指标作为分裂属性度量方法的 CART 算法为例进行说明。

首先，Gini 指标定义为如下公式：

$$Gini(D) = 1 - \sum_{i=1}^n p_i^2$$

其中,  $p_i$  是类别  $C_i$  在训练数据集  $D$  中出现的概率。

对于训练数据集  $D$  中某个属性  $A$ , 如果将训练数据集  $D$  划分为两个部分  $D_1$  和  $D_2$ , 则给定的  $D$  的 Gini 指标如下:

$$Gini_A(D) = \frac{|D_1|}{|D|} Gini(D_1) + \frac{|D_2|}{|D|} Gini(D_2)$$

5 对该属性的不同子集进行上述 Gini 指标的计算, 选择产生最小 Gini 指标的子集作为该属性的分裂子集。重复以上过程, 直到分裂停止。此时包含有单棵决策树的决策树模型创建完毕。

10 在建立决策树后, 为防止由训练数据集样本带噪声或者训练数据集样本不充分等原因引起的过拟合现象, 需要对建立的决策树进行剪枝。剪枝主要包括预剪枝和后剪枝。

其中, 预剪枝是通过提前停止树的构造, 如通过决定在给定的节点不再分裂或划分训练元组的子集, 而对树剪枝, 一旦停止, 该节点即成为叶结点。而后剪枝是由完全生长的树剪去子树, 通过删除节点的分支, 并用叶结点替换它而剪掉给定节点的子树, 叶结点使用被替换的子树中最频繁的类标记。后剪枝的原则包括最小描述长度原则和最小期望错误率原则。根据统计度量, 减去不可靠的分支, 提高树独立于测试数据的正确分类能力。

15 CART 算法通常采用后剪枝策略。例如采用 CCP (代价-复杂度) 方法进行剪枝。首先, 自下而上地通过对原始决策树的修剪得到一系列的树  $\{T_0, T_1, \dots, T_k\}$ , 其中  $T_0$  为未经任何修剪的原始树,  $T_k$  为只有一个结点的树,  $T_{i+1}$  是  $T_i$  的一个或多个子树被替换所得到的。之后, 根据真实误差率来选择最优秀的树作为最后被剪枝的决策树。

20 上面是作为一次训练得到的决策树。还可以根据训练数据集进行多次训练, 选出最优的决策树, 从而确定决策树模型。

此外, 所采用的决策树算法还可以包括: 采用信息增益作为分裂属性度量的 ID3 算法或采用信息增益作为分裂属性度量的 C4.5 算法。

25 接下来介绍包含有多棵决策树的决策树模型的创建。图 7 为根据一示例实施例示出的通过原始训练数据集形成组合决策树模型的示意图。

在上述确定总体训练数据集  $D$  后, 如图 7 所示, 对训练数据集  $D$  进行有放回随机抽样, 可获得  $l$  个训练数据集  $D_1, D_2, \dots, D_l$ , 每个训练数据集中都包含与原训练

数据集  $D$  中的相同数目的输入向量。对这  $l$  个训练数据集  $D_1, D_2, \dots, D_l$  分别建立相应的决策树模型。每棵决策树模型都以采用 CART 算法为例，但本发明不以此为限。

5 设前面提取的属性数目为  $M$  个。每棵决策树建立时，初始数据都在根结点的位置，之后会对其进行分裂。指定一个属性数为  $F$ ，且  $F \leq M$ 。对每次分裂过程中，在所有的  $M$  个属性中随机抽取  $F$  个属性作为分裂属性集。对结点以抽取的  $F$  个属性，选择最好的方式进行分裂。分裂过程中，以 Gini 指标作为度量方法。在决策树的建立过程中， $F$  的数目保持不变。

下面以采用 Gini 指标作为分裂属性度量方法的 CART 算法为例进行说明。这里，假设  $F = 1$ 。

10 首先，Gini 指标定义为如下公式：

$$Gini(D) = 1 - \sum_{i=1}^n p_i^2$$

其中， $p_i$  是类别  $C_i$  在训练数据集  $D$  中出现的概率。

对于训练数据集  $D$  中的抽取的某个属性  $A_j (j=1, \dots, M)$  的一个子集  $A$ ，如果将训练数据集划分为两个部分  $D_1$  和  $D_2$ ，则给定的  $D$  的 Gini 指标如下：

15 
$$Gini_A(D) = \frac{|D_1|}{|D|} Gini(D_1) + \frac{|D_2|}{|D|} Gini(D_2)$$

分别对该属性的不同子集进行上述 Gini 指标的计算，选择产生最小 Gini 指标的子集作为该属性的分裂子集。

每次分裂都重新从所有的  $M$  个属性中随机抽取  $F$  个属性（ $F$  的数目保持不变）。重复以上过程，直到所有结点都是叶子结点，分裂停止。

20 此时单棵决策树创建完毕，不需要进行剪枝。

对所有训练数据集  $D_1, D_2, \dots, D_l$  分别进行这样的过程，得到多棵决策树  $T_1, T_2, \dots, T_k$ 。这样就获得了一个由  $T_1, T_2, \dots, T_k$  构成的多棵决策树组合  $T$ （也称为一个随机森林）。

25 以未被抽到的原始训练集  $D$  中的数据作为检测输入，根据每组输入向量对应的分类结果  $C_i, i=1, 2, \dots, n$ ，以及其通过决策树模型最终分类结果，还可以计算整个决策树模型的分类准确率。

本发明提供的光纤周界入侵信号的识别方法，通过对已知分类信号的入侵信号的

相关特征量的提取，获得训练数据集，以建立相应的决策树模型；并根据所创建的决策树模型，确定光纤周界入侵信号的分类规则，以对光纤周界入侵信号进行识别与分类。该方法简单、易于实现，分类能力高并且分类效果较好。

5 图 4 为根据一示例实施例示出的光纤周界入侵信号的识别装置的结构图。如图 4 所示，该识别装置 30 包括：信号获取模块 310、信号预处理模块 320、特征量提取模块 330 以及决策树分类模块 340。

其中，信号获取模块 310 用于从光纤周界监测系统的监测信号中获取实时信号  $y(t)$ 。通常，该实时信号  $y(t)$  经以一采样频率采样后获得。

10 信号预处理模块 320 用于对实时信号  $y(t)$  进行预处理，以去除其噪声，获得去噪后的信号  $y'(t)$ ，并判断去噪后的信号  $y'(t)$  是否为入侵信号。

例如，可以采用小波变换对实时信号  $y(t)$  进行预处理，以去除其中的背景白噪声等噪声。

通常，光纤周界系统中的入侵信号大致被分为攀爬、敲击及环境（例如风、雨、雪及车辆来往等）等几类。在一些实施例中，例如可以采用将去噪后的信号  $y'(t)$  与一阈值进行比较的方法来判断其是否为入侵信号。当去噪后的信号  $y'(t)$  高于该阈值时，判断该去噪后的信号  $y'(t)$  为入侵信号。

特征量提取模块 330 用于当判断去噪后的信号  $y'(t)$  为入侵信号时，对其进行相关特征量的提取。

20 首先，截取该去噪后的信号  $y'(t)$ ，以获得信号片段  $\{x(t_i)\}, i=1, \dots, N$ 。

之后，提取信号片段  $\{x(t_i)\}, i=1, \dots, N$  的相关特征量。相关特征量例如包括峰均值差 (*Diff*)、方差 (*D*)、偏度 (*Skew*)、峭度 (*K*)、极值点数目 (*Num*) 及频域特征量中的部分或全部。其中峰均值差 (*Diff*)、方差 (*D*)、偏度 (*Skew*)、峭度 (*K*)、极值点数目 (*Num*) 属于时域特征量。上述相关特征向量的定义与计算如前所述，在此不再赘述。

25 述，在此不再赘述。

决策树分类模块 340 用于根据预先创建的决策树模型所确定的分类规则与所提取的相关特征量，对入侵信号进行分类。

上述预先创建的决策树模型既可以包括含有单棵决策树的模型，也可以包括含有多棵决策树组合的模型。下面我们首先介绍如何根据包含有单棵决策树的决策树模型所确定的分类规则及相关特征量，对入侵信号进行分类。

30

当预先创建的决策树模型建立后，相应的分类规则也已经确立。具体地，从该决策树模型确定的决策树中抽取分类规则。图 2 为根据一示例实施例示出的用于识别光纤周界入侵信号的单棵决策树的示意图。以图 2 所示的单棵决策树来说明如何根据决策树确定分类规则，及进行分类。

5 如图 2 所示，其中  $A_1$ 、 $A_2$  及  $A_3$  表示决策树的三个属性，每个属性例如为上述的相关特征量之一；其中  $A_1$  对应三个不同属性条件  $a_{1,1}$ 、 $a_{1,2}$  及  $a_{1,3}$ ， $A_2$  对应两个不同属性条件  $a_{2,1}$ 、 $a_{2,2}$ ， $A_3$  对应两个不同属性条件  $a_{3,1}$ 、 $a_{3,2}$ ； $C_1$  和  $C_2$  表示入侵信号的两个类别，例如如上所述，包括攀爬、敲击及环境（例如风、雨、雪及车辆来往等）等。从根（如图中  $A_1$ ）到叶的每一条路径创建一个分类规则，分别以 IF-THEN 形式表示，其中沿着  
10 路径上的每个属性条件形成规则前件（即 IF 部分）的一个合取项，包含分类（ $C_n$ ）的叶结点，形成规则后件（即 THEN 部分）。例如，如果（IF） $A_1$  的属性条件满足条件  $a_{1,2}$ ，则（THEN）分类为  $C_1$ ；如果  $A_1$  的属性条件满足条件  $a_{1,1}$  且  $A_2$  的属性条件满足条件  $a_{2,2}$ ，则分类为  $C_2$ 。以此类推，不再一一赘述。需要说明的是，上述获得决策树模型所确定的分类规则仅为示例说明，而非限制本发明。

15 获得分类规则后，将所提取的相关特征量套用于该分类规则，以对该入侵信号进行分类。例如，从入侵信号中所提取的特征向量  $A_1$ 、 $A_2$  的属性条件分别满足条件为  $a_{1,1}$  和  $a_{2,1}$ ，则将该入侵信号分类为  $C_1$ 。

如上所述，预先创建的决策树模型也可以为一决策树组合模型  $T$ ，该决策树组合模型  $T$  包括多棵决策树  $T_1, T_2, \dots, T_k$ 。下面着重说明如何根据决策树组合模型  $T$ ，确定  
20 分类结果。采用简单投票法，对输入的入侵信号进行分类。对每个输入的入侵信号，决策树组合模型  $T$  中的每棵决策树  $T_1, T_2, \dots, T_k$  都会如上述单棵决策树的方法得到一个分类结果，即相当于对某个类型  $C_i, i=1, 2, \dots, n$  投了一票。统计各个类型  $C_i, i=1, 2, \dots, n$  的票数，最终选择获得票数最多的分类  $C_j, 1 \leq j \leq n$ ，以此作为对该入侵信号的最终分类结果。或者，对每棵决策树  $T_1, T_2, \dots, T_k$  的分类结果进行分组，从而获得至少一组分类结果，分别统计各组分类结果中所包含的分类结果的数量，以其中  
25 分类结果数量最多的一组中的分类结果作为最终的分类结果。

此外，光纤周界入侵信号的识别装置 30 还用于在识别入侵信号之前，创建上述的决策树模型，该决策树模型既包括仅具有单棵决策树的决策树模型，也包括参与投票相应的多棵决策树的组合模型。

30 其中信号获取模块 310 还用于预先从光纤周界监测信号中分别获取多组已知分

类的入侵信号  $Y(t)$ 。

为了建立用于入侵信号分类的决策树模型，需要预先从光纤周界监测系统的监测信号中分别获取多组已知分类的入侵信号  $Y(t)$ ，以及其对应的分类结果。所述已知的分类例如包括上述的攀爬、敲击及环境（例如风、雨、雪及车辆来往等）等，但本  
5 发明不以此为限。

信号预处理模块 320 还用于分别对多组已知分类的入侵  $Y(t)$  进行预处理，以去除其噪声，分别获得去噪后的多组信号  $Y'(t)$ 。

特征量提取模块 330 还用于分别截取去除噪声后的多组信号  $Y'(t)$ ，以从中获得多组离散的入侵信号片段  $\{X(t_i)\}, i=1, \dots, N$ ，并分别提取多组离散的入侵信号片  
10 段  $\{X(t_i)\}, i=1, \dots, N$  的相关特征量。

具体地，相关特征量例如包括峰均值差 (*Diff*)、方差 (*D*)、偏度 (*Skew*)、峭度 (*K*)、极值点数目 (*Num*) 及频域特征量中的部分或全部。其中峰均值差 (*Diff*)、方差 (*D*)、偏度 (*Skew*)、峭度 (*K*)、极值点数目 (*Num*) 属于时域特征量。上述相关特征向量的定义与计算如前所述，在此不再赘述。

15 决策树分类模块 340 还用于根据多组入侵信号片段  $\{X(t_i)\}, i=1, \dots, N$  的相关特征量，建立训练数据集，创建决策树模型。

具体地，设每组入侵信号片段  $\{X(t_i)\}, i=1, \dots, N$  的相关特征量包括  $\{A_1, A_2, \dots, A_M\}$ ，这些特征向量组成了一个输入向量，多组输入向量组成了决策树模型的训练数据集  $D$ 。

20 根据总体的训练数据集  $D$ ，创建决策树模型。首先介绍包含有单棵决策树的决策树模型的创建。下面以采用 Gini 指标作为分裂属性度量方法的 CART 算法为例进行说明。

首先，Gini 指标定义为如下公式：

$$Gini(D) = 1 - \sum_{i=1}^n p_i^2$$

25 其中， $p_i$  是类别  $C_i$  在训练数据集  $D$  中出现的概率。

对于训练数据集  $D$  中的某个属性  $A$ ，如果将训练数据集  $D$  划分为两个部分  $D_1$  和  $D_2$ ，则给定的  $D$  的 Gini 指标如下：

$$Gini_A(D) = \frac{|D_1|}{|D|} Gini(D_1) + \frac{|D_2|}{|D|} Gini(D_2)$$

对该属性的不同子集进行上述 Gini 指标的计算,选择产生最小 Gini 指标的子集作为该属性的分裂子集。重复以上过程,直到分裂停止。之后,用后剪枝方法对已建立的决策树进行剪枝,形成一次训练的决策树模型。多次反复训练,以获得最佳决策树模型。

5 接下来介绍包含有多棵决策树的决策树模型的创建。继续参考图 7,在上述确定总体训练数据集  $D$  后,对训练数据集  $D$  进行有放回的随机抽样,可获得  $l$  个训练数据集  $D_1, D_2, \dots, D_l$ ,每个训练数据集中都包含与原训练数据集  $D$  中的相同数目的输入向量。对这  $l$  个训练数据集  $D_1, D_2, \dots, D_l$  分别建立相应的决策树模型。每棵决策树模型都以采用上述的 CART 算法为例,但本发明不以此为限。

10 前面提取的属性总数目为  $M$  个,指定一个属性数为  $F$ ,满足  $F \leq M$ 。在决策树的建立过程中, $F$  的数目保持不变。在每次分裂过程中,都从  $M$  个属性中随机抽取  $F$  个属性作为分裂属性集。以 Gini 指标作为度量方法,选择最佳分裂方式,直到分裂停止为止。

多棵决策树模型中的单棵决策树的具体创建如方法部分所述,在此不再赘述。创建完毕每棵决策树后,不需要进行剪枝。

15 对所有训练数据集  $D_1, D_2, \dots, D_l$  分别进行这样的过程,得到多棵决策树  $T_1, T_2, \dots, T_k$ 。这样就获得了一个由  $T_1, T_2, \dots, T_k$  构成的多棵决策树组合  $T$  (也称为一个随机森林)。

20 以未被抽到的原始训练集  $D$  中的数据作为检测输入,根据每组输入向量对应的类别  $C_i, i=1, 2, \dots, n$ , 以及其通过决策树模型最终分类结果,还可以计算整个决策树模型的综合准确率。

25 本发明提供的光纤周界入侵信号的识别装置,通过对已知分类信号的入侵信号的相关特征量的提取,获得训练数据集,以建立相应的决策树模型;并根据所创建的决策树模型,确定光纤周界入侵信号的分类规则,以对光纤周界入侵信号进行识别与分类。该装置所采用的识别方法简单、易于实现,分类能力高并且分类效果较好。

30 下面将介绍一种包括本发明提供的光纤周界入侵信号的识别装置的光纤周界入侵报警系统。图 5 为根据一示例实施例示出的光纤周界入侵报警系统的结构图。如图 5 所示,该光纤周界入侵报警系统 40 包括:光路子系统 410、光纤周界入侵信号的识

别装置 30 以及报警子系统 420。

其中光路子系统 410 用于提供光纤周界的监测信号。下面以采用迈克尔逊干涉仪为例，介绍光路系统 410，但本发明不以此为限。图 6 为采用迈克尔逊干涉仪的光路子系统的结构图。如图 6 所示，光路子系统 410 包括：激光器 4110、耦合器 4120、  
5 参考臂 4130、敏感臂 4140、反射端面 4150 及探测器 4160。

其中，激光器 4110 发出的窄带激光，经过反射端面 4150 的反射，与参考臂 4130 反射的光在探测器 4160 上干涉。如果有入侵事件，则探测信号在敏感臂 4140 上受扰动信号的调制而发生相位改变，引起干涉条纹变化，从而使探测器 4160 探测的光强发生变化。探测器 4160 例如为光电探测器，将探测到的光信号转换为电信号输出，  
10 以提供光纤周界的监测信号。

光纤周界入侵信号的识别装置 30 根据该监测信号，识别入侵信号并进行入侵信号的分类。关于该识别装置 30 如何进行入侵信号识别与分类已在上文中详细描述，在此不再赘述。

根据识别装置 30 输出的入侵信号的分类信息，报警子系统 420 相应地进行报警。  
15 报警子系统 420 例如可以包括报警输出控制模块（图中未示出），用于输出控制报警外设以进行报警。

以上具体地示出和描述了本发明的示例性实施方式。应该理解，本发明不限于所公开的实施方式，相反，本发明意图涵盖包含在所附权利要求范围内的各种修改和等  
20 效置换。

## 权利要求

1. 一种光纤周界入侵信号的识别方法，其特征在于，包括：  
从一光纤周界监测系统的监测信号中获取实时信号；  
5 对所述实时信号进行预处理，以去除所述实时信号的噪声；  
判断去除噪声后的所述实时信号是否为入侵信号；  
如果为所述入侵信号，则截取所述入侵信号，以从所述入侵信号中获得信号片段，并分别提取所述信号片段的相关特征量；以及  
根据预先创建的决策树模型所确定的分类规则及所述信号片段的相关特征量对  
10 所述入侵信号进行分类；  
其中所述决策树模型包含至少一棵决策树。
  2. 根据权利要求 1 所述的识别方法，其中每棵决策树所确定的分类规则包括：  
从该决策树的根到其叶结点的每条路径上的分类规则；其中每个分类规则包括：以  
沿着其每条路径上的每个属性条件形成的该分类规则的前件的一个合取项以及以该  
15 路径上的叶结点形成的该分类规则的后件。
    3. 根据权利要求 1 或 2 所述的识别方法，其中所述决策树模型含有多棵决策树；  
根据预先创建的决策树模型所确定的分类规则及所述信号片段的相关特征量对所述  
入侵信号进行分类包括：  
依次根据所述多棵决策树中的每棵决策树所确定的分类规则及所述信号的相关  
20 特征量对所述入侵信号进行分类，以获得相应的多个分类结果；  
将所述多个分类结果中相同的分类结果分为一组，获得至少一组分类结果，分  
别统计各组分类结果中的分类结果的数量，以其中分类结果数量最多的一组中的分  
类结果作为所述入侵信号最终的分类结果。
      4. 根据权利要求 1 所述的识别方法，还包括创建所述决策树模型，包括：  
25 预先从所述光纤周界监测系统的监测信号中分别获取多组已知分类的入侵信号  
及其对应的分类结果；  
分别对所述多组已知分类的入侵信号进行预处理，以去除所述多组已知分类的  
入侵信号的噪声；  
分别截取去除噪声后的所述多组已知分类的入侵信号，以从所述多组已知分类  
30 的入侵信号中获得多组入侵信号片段，并分别提取所述多组入侵信号片段的相关特

征量；以及

根据所述多组入侵信号片段的多组相关特征量所组成的第一训练数据集，创建所述决策树模型；

其中一组相关特征量组成所述第一训练数据集的一个输入向量。

5 5. 根据权利要求 4 所述的识别方法，其中所述决策树模型含有多棵决策树；创建所述决策树模型包括：

对所述第一训练数据集进行有放回的随机抽样，以获得多个第二训练数据集；其中每个第二训练数据集与所述第一训练数据集所包含的输入向量数目相同；

10 根据所述多个第二训练数据集，采用决策树算法分别建立相应的所述多棵决策树。

6. 根据权利要求 5 所述的识别方法，其中在建立每棵所述决策树时，针对每个所述第二训练数据集的输入向量，每次分裂都重新从该输入向量的所有相关特征量中随机抽取部分或全部的相关特征量。

15 7. 根据权利要求 4 所述的识别方法，其中创建所述决策树模型包括：根据所述第一训练数据集，采用决策树算法建立决策树，对所述决策树进行后剪枝，以获得所述决策树模型。

8. 根据权利要求 7 所述的识别方法，其中创建所述决策树模型还包括：根据所述第一训练数据集，多次对所述决策树模型进行训练，以获得最佳的决策树模型。

20 9. 根据权利要求 5 或 7 所述的识别方法，其中所述决策树算法包括：采用 Gini 指标作为分裂属性度量的 CART 算法。

10. 根据权利要求 1 或 4 所述的识别方法，其中所述相关特征量包括：峰均值差、方差、偏度、峭度、极点数目及采用小波包分解获得的频域特征量中的部分或全部。

11. 一种光纤周界入侵信号的识别装置，其特征在于，包括：

信号获取模块，用于从一光纤周界监测系统的监测信号中获取实时信号；

25 信号预处理模块，用于对所述实时信号进行预处理，以去除所述实时信号的噪声，及判断去除噪声后的所述实时信号是否为入侵信号；

特征量提取模块，用于当所述实时信号为所述入侵信号时，截取所述入侵信号，以从所述入侵信号中获得信号片段，并分别提取所述信号片段的相关特征量；以及

30 决策树分类模块，用于根据预先创建的决策树模型所确定的分类规则及所述信号片段的相关特征量对所述入侵信号进行分类；

其中所述决策树模型包含至少一棵决策树。

12. 根据权利要求 11 所述的识别装置，其中每棵决策树所确定的分类规则包括：从该决策树的根到其叶结点的每条路径上的分类规则；其中每个分类规则包括：以沿着其每条路径上的每个属性条件形成的该分类规则的前件的一个合取项以及以该  
5 路径上的叶结点形成的该分类规则的后件。

13. 根据权利要求 11 或 12 所述的识别装置，其中所述决策树模型含有多棵决策树；根据预先创建的决策树模型所确定的分类规则及所述信号片段的相关特征量对所述入侵信号进行分类包括：

依次根据所述多棵决策树中的每棵决策树所确定的分类规则及所述信号的相关  
10 特征量对所述入侵信号进行分类，以获得相应的多个分类结果；

将所述多个分类结果中相同的分类结果分为一组，获得至少一组分类结果，分别统计各组分类结果中的分类结果的数量，以其中分类结果数量最多的一组中的分类结果作为所述入侵信号最终的分类结果。

14. 根据权利要求 11 所述的识别装置，其中，  
15 所述信号获取模块还用于预先从所述光纤周界监测系统的监测信号中分别获取多组已知分类的入侵信号及其对应的分类结果；

所述预处理模块还用于分别对所述多组已知分类的入侵信号进行预处理，以去除所述多组已知分类的入侵信号的噪声；

所述特征量提取模块还用于分别截取去除噪声后的所述多组已知分类的入侵信  
20 号，以从所述多组已知分类的入侵信号中获得多组入侵信号片段，并分别提取所述多组入侵信号片段的相关特征量；以及

所述决策树分类模块还用于根据所述多组入侵信号片段的多组相关特征量所组成的第一训练数据集，创建所述决策树模型；

其中一组相关特征量组成所述第一训练数据集的一个输入向量。

25 15. 根据权利要求 14 所述的识别装置，其中所述决策树模型含有多棵决策树；创建所述决策树模型包括：

对所述第一训练数据集进行有放回的随机抽样，以获得多个第二训练数据集；其中每个第二训练数据集与所述第一训练数据集所包含的输入向量数目相同；

根据所述多个第二训练数据集，采用决策树算法分别建立相应的所述多棵决策  
30 树。

16. 根据权利要求 15 所述的识别装置，其中在建立每棵所述决策树时，针对每个所述第二训练数据集的输入向量，每次分裂都重新从该输入向量的所有相关特征量中随机抽取部分或全部的相关特征量。

5 17. 根据权利要求 14 所述的识别装置，其中创建所述决策树模型包括：根据所述第一训练数据集，采用决策树算法建立决策树，对所述决策树进行后剪枝，以获得所述决策树模型。

18. 根据权利要求 17 所述的识别装置，其中创建所述决策树模型还包括：根据所述第一训练数据集，多次对所述决策树模型进行训练，以获得最佳的决策树模型。

10 19. 根据权利要求 15 或 17 所述的识别装置，其中所述决策树算法包括：采用 Gini 指标作为分裂属性度量的 CART 算法。

20. 根据权利要求 11 或 14 所述的识别装置，其中所述相关特征量包括：峰均值差、方差、偏度、峭度、极点数目及采用小波包分解获得的频域特征量中的部分或全部。

15 21. 一种光纤周界入侵报警系统，其特征在于，包括：  
光路子系统，用于提供光纤周界的监测信号；  
根据权利要求 11-20 任一项所述的光纤周界入侵信号的识别装置，用于对所述监测信号中的入侵信号进行识别及分类；以及  
报警子系统，用于根据所述识别装置对所述入侵信号的分类，相应地进行报警。

10

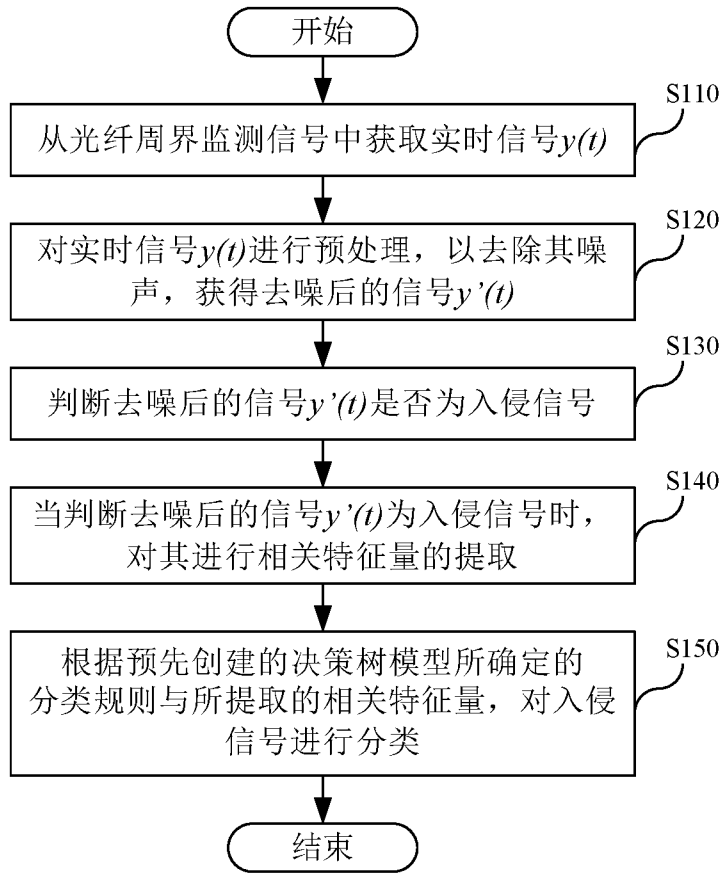


图1

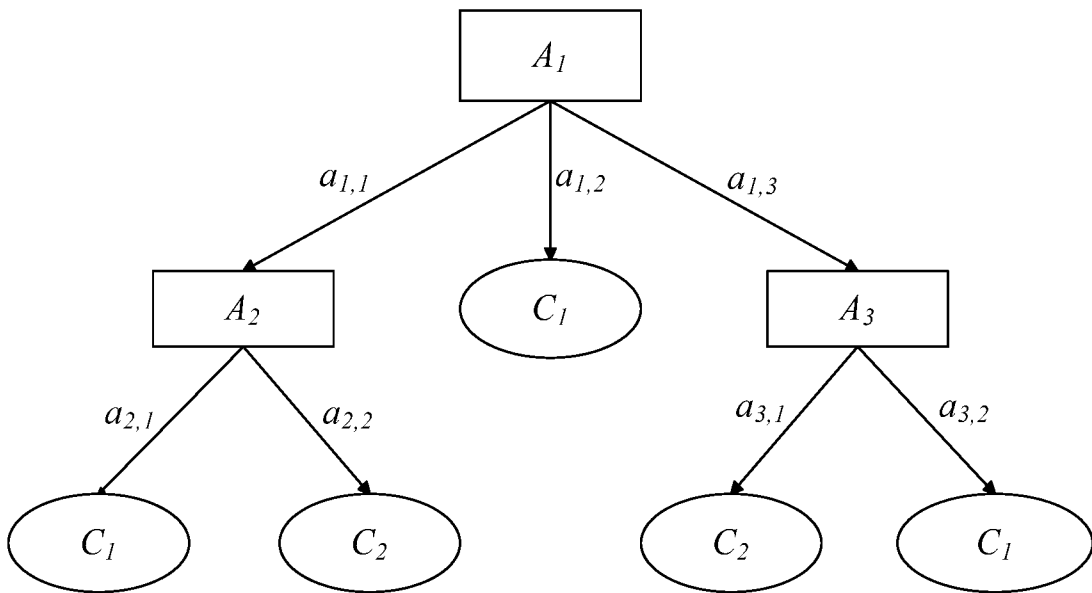


图2

20

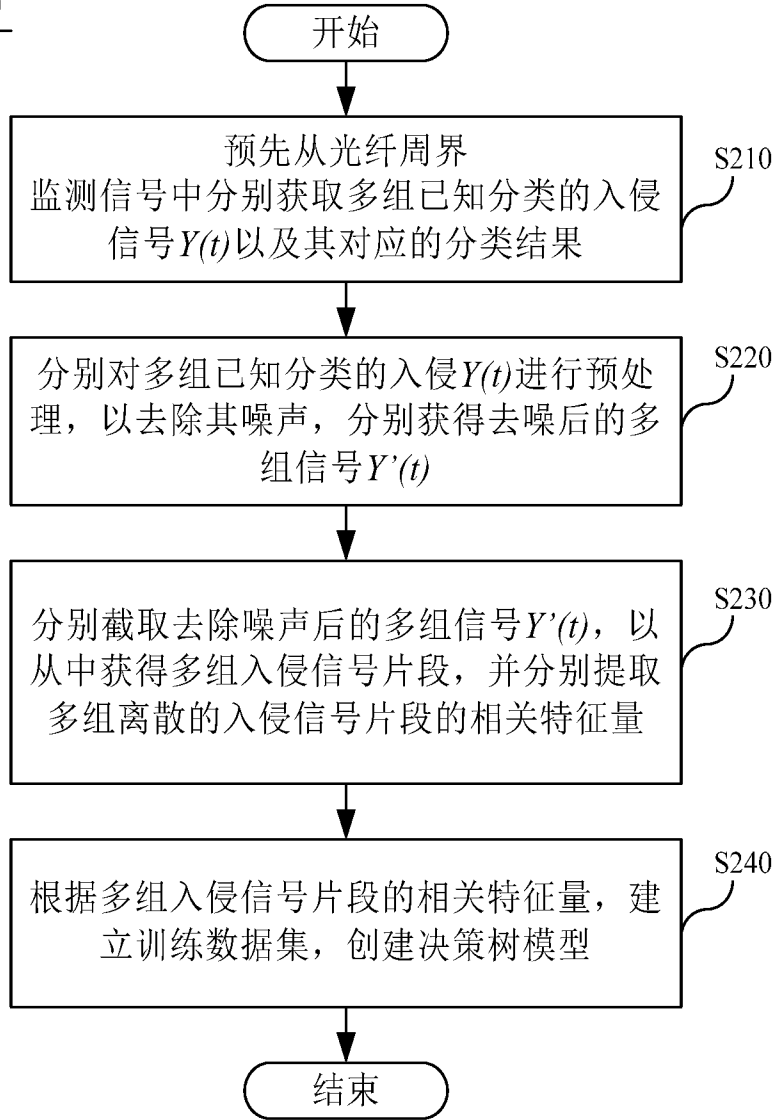


图3

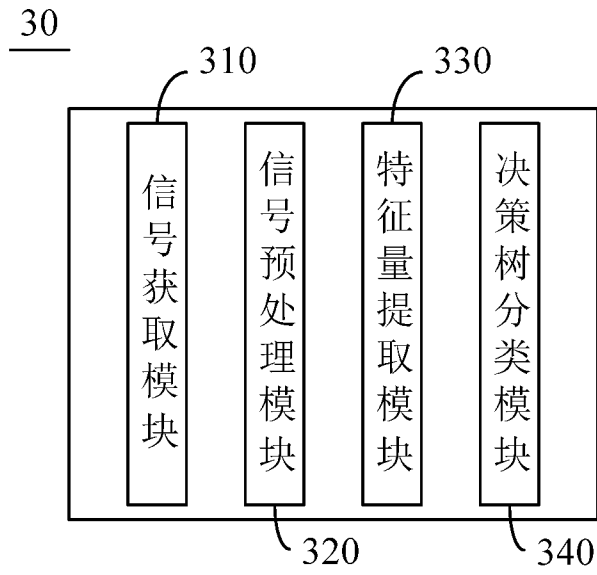


图4

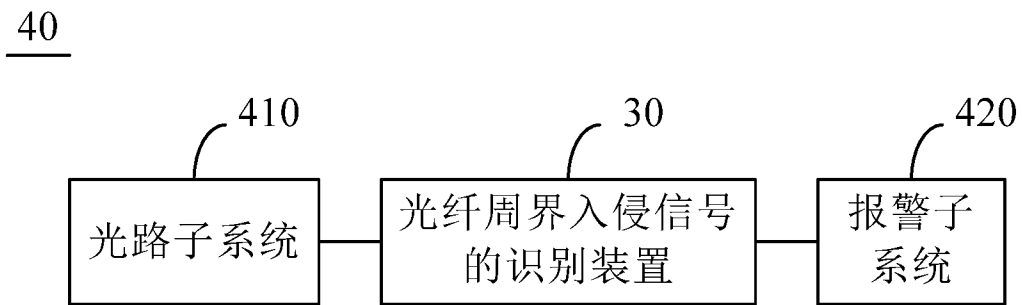


图5

410

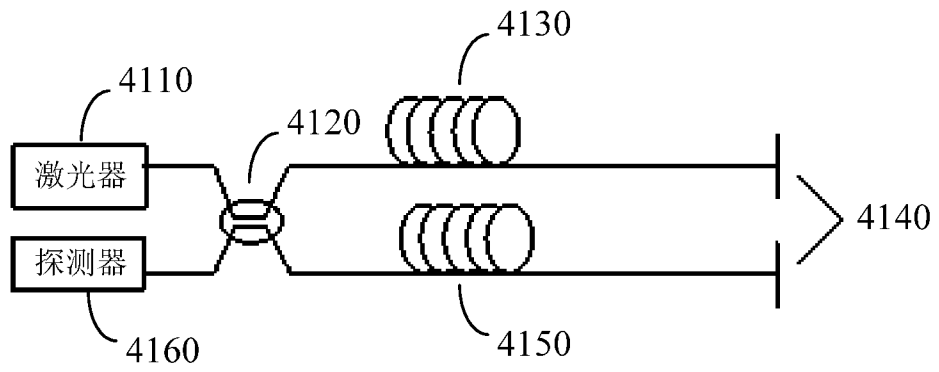


图6

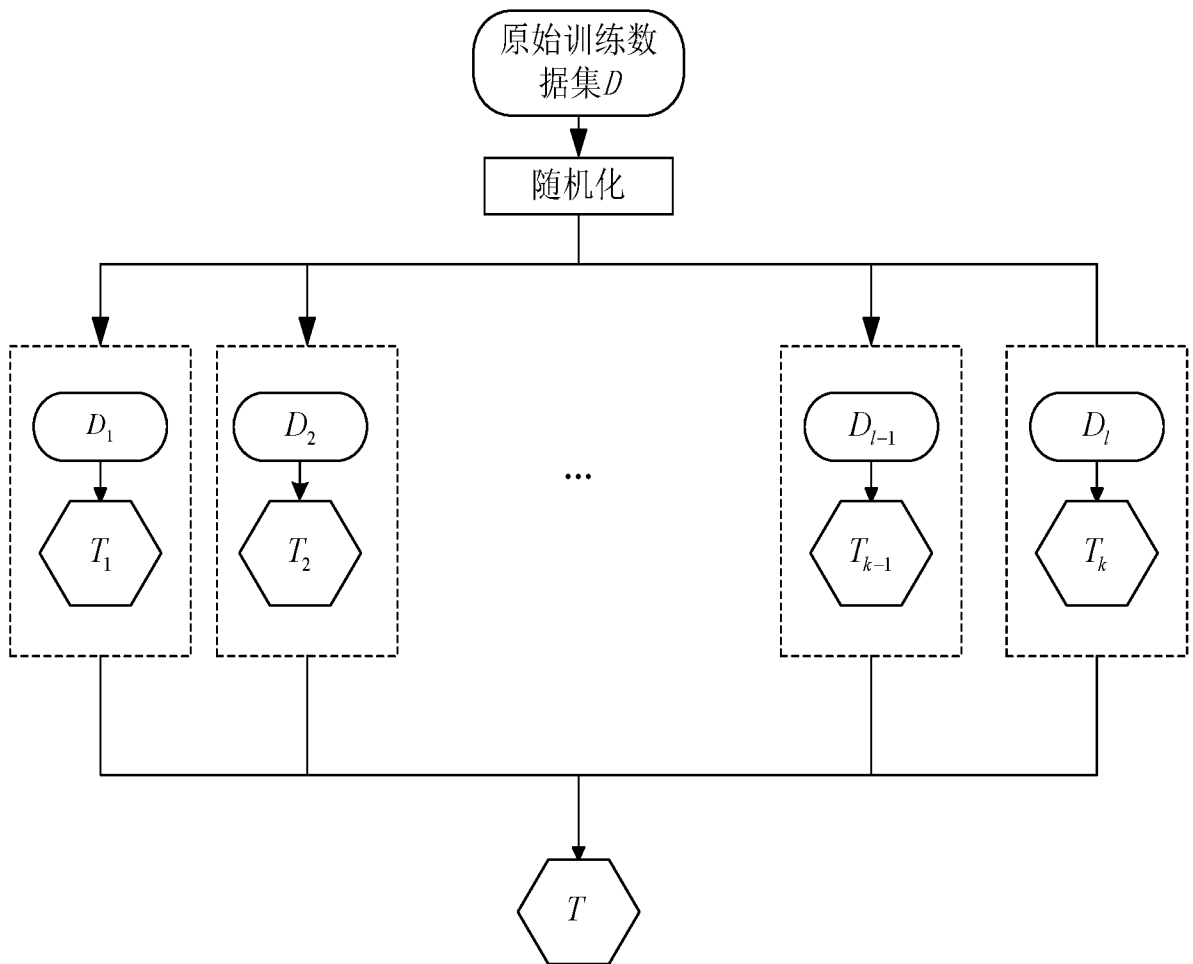


图7

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/CN2016/096951**

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06K 9/62 (2006.01) i; G08B 13/186 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06K, G08B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, EPODOC, WPI: optical grating, perimeter, intrude, security, sense, signal, characteristic quantity, characteristic value, recognition, decision tree, intrusion detection, training, warming, fiber, vibration sensor, classification, multi-decision tree

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 105184319 A (NUCTECH COMPANY LIMITED), 23 December 2015 (23.12.2015), claims 1-21	1-21
X	CN 104240455 A (BEIJING AEROSPACE CONTROL INSTRUMENT RESEARCH INSTITUTE), 24 December 2014 (24.12.2014), description, paragraphs [0026]-[0048], and figures 1-3	1-21
A	CN 104751580 A (WUHAN WUTOS CO., LTD.), 01 July 2015 (01.07.2015), the whole document	1-21
A	CN 103345808 A (WUHAN WUTOS CO., LTD.), 09 October 2013 (09.10.2013), the whole document	1-21
A	CN 103236127 A (WUXI CHENGDIAN OPTICAL FIBER SENSING TECHNOLOGY CO., LTD.), 07 August 2013 (07.08.2013), the whole document	1-21
A	US 2006156404 A1 (DAY, C.W.), 13 July 2006 (13.07.2006), the whole document	1-21

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>
---	---

<p>Date of the actual completion of the international search</p> <p style="text-align: center;">17 November 2016 (17.11.2016)</p>	<p>Date of mailing of the international search report</p> <p style="text-align: center;"><b>28 November 2016 (28.11.2016)</b></p>
<p>Name and mailing address of the ISA/CN:</p> <p>State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451</p>	<p>Authorized officer</p> <p style="text-align: center;"><b>HAN, Jingjing</b></p> <p>Telephone No.: (86-10) <b>01082246853</b></p>

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
**PCT/CN2016/096951**

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 105184319 A	23 December 2015	None	
CN 104240455 A	24 December 2014	CN 104240455 B	17 August 2016
CN 104751580 A	01 July 2015	None	
CN 103345808 A	09 October 2013	CN 103345808 B	09 September 2015
CN 103236127 A	07 August 2013	CN 103236127 B	22 June 2016
US 2006156404 A1	13 July 2006	AU 2003261306 A1	16 February 2004
		US 7017186 B2	21 March 2006
		US 2004025044 A1	05 February 2004
		US 7260846 B2	21 August 2007
		WO 2004012063 A2	05 February 2004

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2016/096951

<p>A. 主题的分类</p> <p>G06K 9/62(2006.01)i; G08B 13/186(2006.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																							
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>G06K, G08B</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNPAT, CNKI, EPODOC, WPI, 光纤, 光栅, 周界, 入侵, 安防, 传感, 决策树, 训练, 信号, 特征量, 特征值, 识别, 分类, decision tree, intrusion detection, training, warning, fiber, vibration sensor, classification, multi-decision tree</p>																							
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 105184319 A (同方威视技术股份有限公司) 2015年 12月 23日 (2015 - 12 - 23) 权利要求1-21</td> <td>1-21</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 104240455 A (北京航天控制仪器研究所) 2014年 12月 24日 (2014 - 12 - 24) 说明书第[0026]-[0048]段, 附图1-3</td> <td>1-21</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104751580 A (武汉理工光科股份有限公司) 2015年 7月 1日 (2015 - 07 - 01) 全文</td> <td>1-21</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103345808 A (武汉理工光科股份有限公司) 2013年 10月 9日 (2013 - 10 - 09) 全文</td> <td>1-21</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103236127 A (无锡成电光纤传感科技有限公司) 2013年 8月 7日 (2013 - 08 - 07) 全文</td> <td>1-21</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2006156404 A1 (DAY, CHRISTOPHER W.) 2006年 7月 13日 (2006 - 07 - 13) 全文</td> <td>1-21</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 105184319 A (同方威视技术股份有限公司) 2015年 12月 23日 (2015 - 12 - 23) 权利要求1-21	1-21	X	CN 104240455 A (北京航天控制仪器研究所) 2014年 12月 24日 (2014 - 12 - 24) 说明书第[0026]-[0048]段, 附图1-3	1-21	A	CN 104751580 A (武汉理工光科股份有限公司) 2015年 7月 1日 (2015 - 07 - 01) 全文	1-21	A	CN 103345808 A (武汉理工光科股份有限公司) 2013年 10月 9日 (2013 - 10 - 09) 全文	1-21	A	CN 103236127 A (无锡成电光纤传感科技有限公司) 2013年 8月 7日 (2013 - 08 - 07) 全文	1-21	A	US 2006156404 A1 (DAY, CHRISTOPHER W.) 2006年 7月 13日 (2006 - 07 - 13) 全文	1-21
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
PX	CN 105184319 A (同方威视技术股份有限公司) 2015年 12月 23日 (2015 - 12 - 23) 权利要求1-21	1-21																					
X	CN 104240455 A (北京航天控制仪器研究所) 2014年 12月 24日 (2014 - 12 - 24) 说明书第[0026]-[0048]段, 附图1-3	1-21																					
A	CN 104751580 A (武汉理工光科股份有限公司) 2015年 7月 1日 (2015 - 07 - 01) 全文	1-21																					
A	CN 103345808 A (武汉理工光科股份有限公司) 2013年 10月 9日 (2013 - 10 - 09) 全文	1-21																					
A	CN 103236127 A (无锡成电光纤传感科技有限公司) 2013年 8月 7日 (2013 - 08 - 07) 全文	1-21																					
A	US 2006156404 A1 (DAY, CHRISTOPHER W.) 2006年 7月 13日 (2006 - 07 - 13) 全文	1-21																					
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																							
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>																							
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2016年 11月 17日</p>	<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2016年 11月 28日</p>																						
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>	<p>受权官员</p> <p>韩静静</p> <p>电话号码 (86-10)01082246853</p>																						

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/096951

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	105184319	A	2015年 12月 23日	无			
CN	104240455	A	2014年 12月 24日	CN	104240455	B	2016年 8月 17日
CN	104751580	A	2015年 7月 1日	无			
CN	103345808	A	2013年 10月 9日	CN	103345808	B	2015年 9月 9日
CN	103236127	A	2013年 8月 7日	CN	103236127	B	2016年 6月 22日
US	2006156404	A1	2006年 7月 13日	AU	2003261306	A1	2004年 2月 16日
				US	7017186	B2	2006年 3月 21日
				US	2004025044	A1	2004年 2月 5日
				US	7260846	B2	2007年 8月 21日
				WO	2004012063	A2	2004年 2月 5日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)