



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111474955 A

(43)申请公布日 2020.07.31

(21)申请号 202010321772.0

(22)申请日 2020.04.22

(71)申请人 上海特金信息科技有限公司

地址 201203 上海市浦东新区中国(上海)
自由贸易试验区郭守敬路498号14幢
22301-331座

(72)发明人 刘鑫 姜化京 李翰

(74)专利代理机构 上海慧晗知识产权代理事务
所(普通合伙) 31343

代理人 李茂林 邵晓丽

(51)Int.Cl.

G05D 1/10(2006.01)

G06K 9/62(2006.01)

G06N 3/04(2006.01)

G06N 3/08(2006.01)

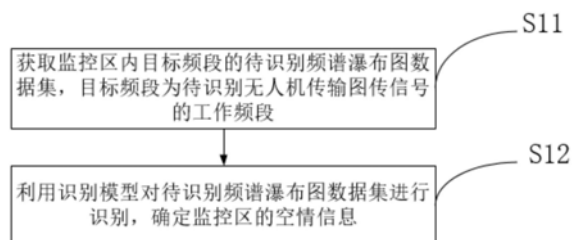
权利要求书3页 说明书11页 附图8页

(54)发明名称

无人机图传信号制式的识别方法、装置、设备
及存储介质

(57)摘要

本发明提供了一种无人机图传信号制式的识别方法、装置、设备及存储介质,应用于控制端,包括:获取监控区内目标频段的待识别频谱瀑布图数据集,目标频段为待识别无人机传输图传信号的工作频段;利用识别模型对待识别频谱瀑布图数据集进行识别,确定监控区的空情信息;空情信息包括待识别无人机的图传信号制式信息。本发明提供的一种无人机图传信号制式的识别方法、装置、电子设备及存储介质,通过利用识别模型对监控区内目标频段的待识别频谱瀑布图数据集进行识别,识别模型具有较强的抗干扰能力,识别结果可靠性高,可以准确分类出待识别频谱瀑布图数据集内对应的图传信号制式信息。



1. 一种无人机图传信号制式的识别方法,应用于控制端,其特征在于,包括:

获取监控区内目标频段的待识别频谱瀑布图数据集,所述目标频段为待识别无人机传输图传信号的工作频段;

利用识别模型对所述待识别频谱瀑布图数据集进行识别,确定所述监控区的空情信息;

所述空情信息包括所述待识别无人机的图传信号制式信息。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述识别模型是所述控制端或其他设备经过以下过程训练确定的:

针对多种已知图传信号制式信息的训练用无人机,获取训练时无线信号,所述训练时无线信号是所述训练用无人机在指定空域传输图传信号时,不同空间位置的传感器在同一采样时间段监测的所述目标频段的无线信号,所述无线信号包含所述训练用无人机所传输的图传信号;

确定所述无线信号在每一采样时刻的瞬时频谱;

对所述瞬时频谱进行离散化处理,确定所述训练用无人机的频谱瀑布图数据集;

确定第一类训练样本集,所述第一类训练样本集包括所述训练用无人机的频谱瀑布图数据集及其被标定的图传信号制式信息;

利用所述第一类训练样本集,训练所述识别模型。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述空情信息还包括:用于表征对应空域没有图传信号被传输的无图传信号标识;

所述识别模型的训练过程还包括:

获取所述指定空域没有图传信号被传输时,不同空间位置的传感器在同一采样时间段监测的所述目标频段的无线背景信号;

确定所述无线背景信号在每一采样时刻的瞬时频谱;

对所述瞬时频谱进行离散化处理,确定所述指定空域没有图传信号传输时的频谱瀑布图数据集;

确定第二类训练样本集,所述第二类训练样本集包括所述没有图传信号传输时的频谱瀑布图数据集及其被标定的无图传信号标识;

利用所述第二类训练样本集,训练所述识别模型。

4. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述无线信号还包括干扰源信号。

5. 根据权利要求1-4任意一项所述的方法,其特征在于,获取监控区内目标频段的待识别频谱瀑布图数据集,包括:

确定不同空间位置的传感器在同一采样时间段监测的所述监控区内所述目标频段的待识别无线信号;

确定所述待识别无线信号在每一采样时刻的瞬时频谱;

对所述瞬时频谱进行离散化处理,确定所述监控区内目标频段的待识别频谱瀑布图数据集。

6. 根据权利要求1-4任意一项所述的方法,其特征在于,所述识别模型采用卷积神经网络模型。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述卷积神经网络模型依次包括:输入层、

第一卷积层、第二卷积层、第一池化层、第三卷积层、第二池化层、第一全连接层、第二全连接层以及输出层；

所述第一卷积层、所述第二卷积层、所述第三卷积层均包含有激活函数。

8. 根据权利要求1-4任意一项所述的方法，其特征在于，还包括，根据确定的所述待识别无人机的图传信号制式信息，确定所述待识别无人机的类型。

9. 一种无人机图传信号制式的识别装置，其特征在于，包括：

数据获取模块，用于获取监控区内目标频段的待识别频谱瀑布图数据集，所述目标频段为待识别无人机传输图传信号的工作频段；

识别模块，用于利用识别模型对所述待识别频谱瀑布图数据集进行识别，确定所述监控区的空情信息；

所述空情信息包括所述待识别无人机的图传信号制式信息。

10. 根据权利要求9所述的装置，其特征在于，所述识别模型是控制端或其他设备经过以下过程训练确定的：

针对多种已知图传信号制式信息的训练用无人机，获取训练时无线信号，所述训练时无线信号是所述训练用无人机在指定空域传输图传信号时，不同空间位置的传感器在同一采样时间段监测的所述目标频段的无线信号，所述无线信号包含所述训练用无人机所传输的图传信号；

确定所述无线信号在每一采样时刻的瞬时频谱；

对所述瞬时频谱进行离散化处理，确定所述训练用无人机的频谱瀑布图数据集；

确定第一类训练样本集，所述第一类训练样本集包括所述训练用无人机的频谱瀑布图数据集及其被标定的图传信号制式信息；

利用所述第一类训练样本集，训练所述识别模型。

11. 根据权利要求10所述的装置，其特征在于，所述空情信息还包括：用于表征对应空域没有图传信号被传输的无图传信号标识；

所述识别模型的训练过程还包括：

获取所述指定空域没有图传信号被传输时，不同空间位置的传感器在同一采样时间段监测的所述目标频段的无线背景信号；

确定所述无线背景信号在每一采样时刻的瞬时频谱；

对所述瞬时频谱进行离散化处理，确定所述指定空域没有图传信号传输时的频谱瀑布图数据集；

确定第二类训练样本集，所述第二类训练样本集包括所述没有图传信号传输时的频谱瀑布图数据集及其被标定的无图传信号标识；

利用所述第二类训练样本集，训练所述识别模型。

12. 根据权利要求10所述的装置，其特征在于，所述无线信号还包括干扰源信号。

13. 根据权利要求9-12任意一项所述的装置，其特征在于，所述数据获取模块，包括：

信号获取单元，用于确定不同空间位置的传感在同一采样时间段监测的所述监控区内所述目标频段的待识别无线信号；

频谱变换单元，用于确定所述待识别无线信号在每一采样时刻的瞬时频谱；

频谱处理单元，用于对所述瞬时频谱进行离散化处理，确定所述监控区内目标频段的

待识别频谱瀑布图数据集。

14. 根据权利要求9-12任意一项所述的装置, 其特征在于, 所述识别模型采用卷积神经网络模型。

15. 根据权利要求14所述的装置, 其特征在于, 所述卷积神经网络模型依次包括: 输入层、第一卷积层、第二卷积层、第一池化层、第三卷积层、第二池化层、第一全连接层、第二全连接层以及输出层;

所述第一卷积层、所述第二卷积层、所述第三卷积层均包含有激活函数。

16. 根据权利要求9-12任意一项所述的装置, 其特征在于, 还包括, 确定模块, 用于根据确定的所述待识别无人机的图传信号制式信息, 确定所述待识别无人机的类型。

17. 一种电子设备, 其特征在于, 包括处理器与存储器,

所述存储器, 用于存储代码和相关数据;

所述处理器, 用于执行所述存储器中的代码用以实现权利要求1-8任一项所述的方法。

18. 一种存储介质, 其上存储有计算机程序, 该程序被处理器执行时实现权利要求1-8任一项所述的方法。

无人机图传信号制式的识别方法、装置、设备及存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及无人机领域,尤其涉及一种无人机图传信号制式的识别方法、装置、电子设备及存储介质。

背景技术

[0002] 随着无人机技术的不断发展,越来越多的消费级无人机被应用在普通人的日常生活。与无人机技术的日渐成熟相比,无人机的管控技术则比较落后,尤其是机场、飞机飞行区域、公共场所及私人住宅等区域附近的监管,更为缺乏。

[0003] 现有相关技术中,对无人机的身份识别通常采用将接收的无人机信号与预先准备的无人机样本数据进行离散互相关运算,得到的结果与样本数据对应的门限值进行比较判断无人机类型。

[0004] 在无人机信号受到干扰的情况下,离散互相关运算的有效性不佳,进而导致无人机识别的准确率不高。

发明内容

[0005] 本发明提供一种无人机图传信号制式的识别方法、装置、电子设备及存储介质,以解决现有无人机识别的准确率不高的问题。

[0006] 根据本发明的第一方面,提供了一种无人机图传信号制式的识别方法,应用于控制端,包括:

[0007] 获取监控区内目标频段的待识别频谱瀑布图数据集,所述目标频段为待识别无人机传输图传信号的工作频段;

[0008] 利用识别模型对所述待识别频谱瀑布图数据集进行识别,确定所述监控区的空情信息;

[0009] 所述空情信息包括所述待识别无人机的图传信号制式信息。

[0010] 可选的,所述识别模型是所述控制端或其他设备经过以下过程训练确定的:

[0011] 针对多种已知图传信号制式信息的训练用无人机,获取训练时无线信号,所述训练时无线信号是所述训练用无人机在指定空域传输图传信号时,不同空间位置的传感器在同一采样时间段监测的所述目标频段的无线信号,所述无线信号包含所述训练用无人机所传输的图传信号;

[0012] 确定所述无线信号在每一采样时刻的瞬时频谱;

[0013] 对所述瞬时频谱进行离散化处理,确定所述训练用无人机的频谱瀑布图数据集;

[0014] 确定第一类训练样本集,所述第一类训练样本集包括所述训练用无人机的频谱瀑布图数据集及其被标定的图传信号制式信息;

[0015] 利用所述第一类训练样本集,训练所述识别模型。

[0016] 可选的,所述空情信息还包括:用于表征对应空域没有图传信号被传输的无图传信号标识;

- [0017] 所述识别模型的训练过程还包括：
- [0018] 获取所述指定空域没有图传信号被传输时，不同空间位置的传感器在同一采样时间段监测的所述目标频段的无线背景信号；
- [0019] 确定所述无线背景信号在每一采样时刻的瞬时频谱；
- [0020] 对所述瞬时频谱进行离散化处理，确定所述指定空域没有图传信号传输时的频谱瀑布图数据集；
- [0021] 确定第二类训练样本集，所述第二类训练样本集包括所述没有图传信号传输时的频谱瀑布图数据集及其被标定的无图传信号标识；
- [0022] 利用所述第二类训练样本集，训练所述识别模型。
- [0023] 可选的，所述无线信号还包括干扰源信号。
- [0024] 可选的，获取监控区内目标频段的待识别频谱瀑布图数据集，包括：
- [0025] 确定不同空间位置的传感器在同一采样时间段监测的所述监控区内所述目标频段的待识别无线信号；
- [0026] 确定所述待识别无线信号在每一采样时刻的瞬时频谱；
- [0027] 对所述瞬时频谱进行离散化处理，确定所述监控区内目标频段的待识别频谱瀑布图数据集。
- [0028] 可选的，所述识别模型采用卷积神经网络模型。
- [0029] 可选的，所述卷积神经网络模型依次包括：输入层、第一卷积层、第二卷积层、第一池化层、第三卷积层、第二池化层、第一全连接层、第二全连接层以及输出层；
- [0030] 所述第一卷积层、所述第二卷积层、所述第三卷积层均包含有激活函数。
- [0031] 可选的，方法还包括，根据确定的所述待识别无人机的图传信号制式信息，确定所述待识别无人机的类型。
- [0032] 根据本发明的第二方面，提供了一种无人机图传信号制式的识别装置，包括：
- [0033] 数据获取模块，用于获取监控区内目标频段的待识别频谱瀑布图数据集，所述目标频段为待识别无人机传输图传信号的工作频段；
- [0034] 识别模块，用于利用识别模型对所述待识别频谱瀑布图数据集进行识别，确定所述监控区的空情信息；
- [0035] 所述空情信息包括所述待识别无人机的图传信号制式信息。
- [0036] 可选的，所述识别模型是控制端或其他设备经过以下过程训练确定的：
- [0037] 针对多种已知图传信号制式信息的训练用无人机，获取训练时无线信号，所述训练时无线信号是所述训练用无人机在指定空域传输图传信号时，不同空间位置的传感器在同一采样时间段监测的所述目标频段的无线信号，所述无线信号包含所述训练用无人机所传输的图传信号；
- [0038] 确定所述无线信号在每一采样时刻的瞬时频谱；
- [0039] 对所述瞬时频谱进行离散化处理，确定所述训练用无人机的频谱瀑布图数据集；
- [0040] 确定第一类训练样本集，所述第一类训练样本集包括所述训练用无人机的频谱瀑布图数据集及其被标定的图传信号制式信息；
- [0041] 利用所述第一类训练样本集，训练所述识别模型。
- [0042] 可选的，所述空情信息还包括：用于表征对应空域没有图传信号被传输的无图传

信号标识；

[0043] 所述识别模型的训练过程还包括：

[0044] 获取所述指定空域没有图传信号被传输时，不同空间位置的传感器在同一采样时间段监测的所述目标频段的无线背景信号；

[0045] 确定所述无线背景信号在每一采样时刻的瞬时频谱；

[0046] 对所述瞬时频谱进行离散化处理，确定所述指定空域没有图传信号传输时的频谱瀑布图数据集；

[0047] 确定第二类训练样本集，所述第二类训练样本集包括所述没有图传信号传输时的频谱瀑布图数据集及其被标定的无图传信号标识；

[0048] 利用所述第二类训练样本集，训练所述识别模型。

[0049] 可选的，所述无线信号还包括干扰源信号。

[0050] 可选的，所述数据获取模块，包括：

[0051] 信号获取单元，用于确定不同空间位置的传感器在同一采样时间段监测的所述监控区内所述目标频段的待识别无线信号；

[0052] 频谱变换单元，用于确定所述待识别无线信号在每一采样时刻的瞬时频谱；

[0053] 频谱处理单元，用于对所述瞬时频谱进行离散化处理，确定所述监控区内目标频段的待识别频谱瀑布图数据集。

[0054] 可选的，所述识别模型采用卷积神经网络模型。

[0055] 可选的，所述卷积神经网络模型依次包括：输入层、第一卷积层、第二卷积层、第一池化层、第三卷积层、第二池化层、第一全连接层、第二全连接层以及输出层；

[0056] 所述第一卷积层、所述第二卷积层、所述第三卷积层均包含有激活函数。

[0057] 可选的，装置还包括，确定模块，用于根据确定的所述待识别无人机的图传信号制式信息，确定所述待识别无人机的类型。

[0058] 根据本发明的第三方面，提供了一种电子设备，包括处理器与存储器，

[0059] 所述存储器，用于存储代码和相关数据；

[0060] 所述处理器，用于执行所述存储器中的代码用以实现本发明第一方面及其可选方案涉及的方法。

[0061] 根据本发明的第四方面，提供了一种存储介质，其上存储有计算机程序，该程序被处理器执行时实现本发明第一方面及其可选方案涉及的方法。

[0062] 本发明提供了一种无人机图传信号制式的识别方法、装置、电子设备及存储介质中，利用识别模型对监控区内目标频段的待识别频谱瀑布图数据集进行识别，识别模型具有较强的抗干扰能力，识别结果可靠性高，可以准确分类出待识别频谱瀑布图数据集内对应的图传信号制式信息，而每一类图传信号制式信息又与特定的无人机相对应，因此，通过本发明所涉及的方法可以提高无人机识别的准确度。

附图说明

[0063] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可

以根据这些附图获得其他的附图。

- [0064] 图1是本发明一实施例的应用场景示意图；
- [0065] 图2是本发明一实施例中无人机图传信号制式的识别方法的流程示意图一；
- [0066] 图3是本发明一实施例中获取待识别频谱瀑布图数据集的流程示意图；
- [0067] 图4是本发明一实施例中无人机图传信号制式的识别方法的流程示意图二；
- [0068] 图5是本发明一实施例中识别模型的训练流程示意图一；
- [0069] 图6是本发明一实施例中获取训练数据的场景示意图一；
- [0070] 图7是本发明一实施例中识别模型的训练流程示意图二；
- [0071] 图8是本发明一实施例中获取训练数据的场景示意图二；
- [0072] 图9是本发明一实施例中的卷积神经网络模型结构图；
- [0073] 图10是本发明一实施例的无人机图传信号制式的识别装置的程序模块示意图一；
- [0074] 图11是本发明一实施例的无人机图传信号制式的识别装置的程序模块示意图二；
- [0075] 图12是本发明一实施例的无人机图传信号制式的识别装置的程序模块示意图三；
- [0076] 图13是本发明一实施例中电子设备的构造示意图。
- [0077] 附图标记说明：
- [0078] 1-无人机；
- [0079] 2-传感器；
- [0080] 3-控制端；
- [0081] 4-接收机；
- [0082] 5-训练用无人机；
- [0083] 6-模型训练终端；
- [0084] 7-干扰源；
- [0085] C0-输入层；
- [0086] C1-第一卷积层；
- [0087] C2-第二卷积层；
- [0088] C3-第一池化层；
- [0089] C4-第三卷积层；
- [0090] C5-第二池化层；
- [0091] F6-第一全连接层；
- [0092] F7-第二全连接层；
- [0093] F8-输出层；
- [0094] 800-无人机图传信号制式的识别装置；
- [0095] 801-数据获取模块；
- [0096] 802-识别模块；
- [0097] 803-确定模块；
- [0098] 900-电子设备；
- [0099] 901-处理器；
- [0100] 902-总线；
- [0101] 903-存储器。

具体实施方式

[0102] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0103] 本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”、“第三”“第四”等(如果存在)是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的本发明的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外,术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形,意图在于覆盖不排他的包含,例如,包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0104] 下面以具体地实施例对本发明的技术方案进行详细说明。下面这几个具体的实施例可以相互结合,对于相同或相似的概念或过程可能在某些实施例不再赘述。

[0105] 图1是本发明一实施例的应用场景示意图。

[0106] 请参考图1,其可理解为本发明一实施例所涉及的方法、装置、电子设备与存储介质所适用的一种场景,其中,一个或多个传感器2接收监控区内无人机1发出的目标频段的信号(当传感器2的数量为多个时,多个传感器2设置在不同的位置),目标频段的信号例如可包括无人机1的图传信号。该图传信号可以例如适用于无人机图像数据或视频数据传输的信号。控制端3接收不同位置的传感器2发送的信号,并根据预设的程序算法对接收的信号进行处理。

[0107] 其中的无人机1,具体为无人驾驶飞机,其可理解为能够通过无线信号被终端操控的不载人飞行器。本实施例所涉及的无人机1,可以为任意构型、任意尺寸、任意活动半径、任意高度、任意用途的无人机。即:不论将本发明实施例所涉及的方案应用于对何种无人机的信号进行接收与识别,均不脱离本实施例的描述。

[0108] 其中的传感器2,可理解为能够接收到无人机1所发出信号的任意电路构造。具体应用中,传感器2例如可包括地面雷达站。一种举例中,传感器2可以直接连接控制端3,另一举例中,传感器2可以通过一接收机4连接控制端3,本发明实施例及其可选方案所涉及的方法、装置、电子设备与存储介质,可理解为应用于该控制端3,通过其处理器的处理来实现。

[0109] 图2是本发明一实施例中无人机图传信号制式的识别方法的流程示意图一。

[0110] 请参考图2,无人机图传信号制式的识别方法,应用于控制端,包括:

[0111] S11:获取监控区内目标频段的待识别频谱瀑布图数据集,目标频段为待识别无人机传输图传信号的工作频段。

[0112] 其中的监控区,可以为监测空域或者管控空域或者禁飞空域等。

[0113] 其中的待识别频谱瀑布图数据集,可以理解为传感器、接收器或控制端对监控区采集的目标频段的信号进行处理后获取到的,进而,获取监控区的目标频段的信号的过程可例如包括:先利用传感器接收一段时间内目标频段的无线信号,对该无线信号进行采样处理,之后确定每一采样时刻的信号对应的瞬时频谱,再对瞬时频谱进行离散化处理,得到待识别频谱瀑布图数据集。同时,本实施例也不排除在接收到目标频段的无线信号时或之

后,还对其进行初步处理的实施方式,例如可对其进行放大、滤波、归一化处理等。

[0114] 不同类型的无人机具有不同的图传信号制式,不同的图传信号制式对应的频谱瀑布图数据集也是不同的,进而能够根据频谱瀑布图数据区分不同的图传信号以及无人机类型。

[0115] 本实施例中得到待识别频谱瀑布图数据集相关的部分或全部数据处理步骤,可以在传感器的处理模块中实现,也可以由连接在传感器与控制端之间的接收机实现,还可以由控制端实现。

[0116] 图3是本发明一实施例中获取待识别频谱瀑布图数据集的流程示意图。

[0117] 请参考图3,步骤S11,包括:

[0118] S111:确定不同空间位置的传感器在同一采样时间段监测的监控区内目标频段的待识别无线信号。

[0119] 待识别无线信号可表征为: $r^m = \{r^m(t-T+1), \dots, r^m(t-1), r^m(t)\}$,其中, $r^m(t)$ 是信号 r^m 在 t 时刻的采样信号, m 表示第 m 个传感器, T 表示采样次数。

[0120] 需要说明的是,由于待识别无线信号为实测信号,除包括待识别无人机的图传信号之外还可能包括噪音以及干扰信号。

[0121] S112:确定待识别无线信号在每一采样时刻的瞬时频谱。

[0122] 使用频谱变换的方式计算信号 r^m 在每一采样时刻的瞬时频谱,其中 $r^m(t)$ 的瞬时频谱记为 $r_t^m(f)$,其中 f 表示频率。

[0123] S113:对瞬时频谱进行离散化处理,确定监控区内目标频段的待识别频谱瀑布图数据集。

[0124] 对 $r^m(t)$ 的瞬时频谱 $r_t^m(f)$ 进行离散化处理:

$$[0125] \quad s_{k,t}^m = 10 \log \left[\int_{f_L + (k-1)\Delta f}^{k\Delta f} r_t^m(f) df \right];$$

[0126] 其中, k 表示频谱采样点对应的位置, f_L 表示传感器感知频段的最低频率, $\Delta f = \frac{B}{K}$ 表示频率间隔, K 表示采样点数, B 表示目标频段带宽。

[0127] 经离散化处理之后得到瞬时频谱对应的频谱向量:

$$[0128] \quad \vec{s}_t^m = \{s_{1,t}^m, s_{2,t}^m, \dots, s_{K,t}^m\};$$

[0129] 每一采样时刻的频谱向量组成待识别频谱瀑布图数据集:

$$[0130] \quad S^m = \begin{bmatrix} \vec{s}_t^m \\ \vec{s}_{t-1}^m \\ \vdots \\ \vec{s}_{t-T+1}^m \end{bmatrix}, \text{ 其中, } S^m \text{ 的大小为 } T \times K.$$

[0131] 需要说明的是,待识别频谱瀑布图数据集可以是一个传感器采集的目标频段的信

号对应的频谱瀑布图数据,此时待识别频谱瀑布图数据集的大小为 $T \times K \times 1$;待识别频谱瀑布图数据集也可以是包括多个传感器对应的频谱瀑布图数据,假设传感器的数量为 M ,则此时待识别频谱瀑布图数据集的大小为 $T \times K \times M$ 。

[0132] 继续参考图2,步骤S11之后还包括:S12:利用识别模型对待识别频谱瀑布图数据集进行识别,确定监控区的空情信息;空情信息包括待识别无人机的图传信号制式信息。

[0133] 其中的图传信号制式信息,可以理解为是对图传信号的制式进行描述的任意信息,在具体实施过程中,通过图传信号制式信息可表征以下至少之一:该区域是否存在无人机飞行、存在的无人机的类型、无人机所属厂家中。需要说明的是,由于不同类型的无人机图传信号制式是不同的,基于确定的图传信号制式可以进一步确定与其相关联的任意信息,而限于以上的举例。

[0134] 其中的识别模型,可以理解为任意的在输入待识别频谱瀑布图数据集或与待识别频谱瀑布图数据集相关联的信息时能对应输出识别结果的模型。其中,识别结果可以是与图传信号制式信息相关联的任意信息。

[0135] 本发明实施例提供的一种无人机图传信号制式的识别方法,利用识别模型对监控区内目标频段的待识别频谱瀑布图数据集进行识别,识别模型具有较强的抗干扰能力,识别结果可靠性高,可以准确分类出待识别频谱瀑布图数据集内对应的图传信号制式信息,而每一类图传信号制式信息又与特定的无人机相对应,因此,通过本发明实施例及其可选方案涉及的方法可以提高无人机识别的准确度。

[0136] 图4是本发明一实施例中无人机图传信号制式的识别方法的流程示意图二。

[0137] 请参考图4,步骤S12之后还可包括:S13:根据确定的待识别无人机的图传信号制式信息,确定待识别无人机的类型。

[0138] 图5是本发明一实施例中识别模型的训练流程示意图一。

[0139] 图6是本发明一实施例中获取训练数据的场景示意图一。

[0140] 请参考图5以及图6,识别模型是控制端或其他设备(其可视为后文所涉及的模型训练终端)经过以下过程训练确定的:

[0141] S21:针对多种已知图传信号制式信息的训练用无人机,获取训练时无线信号,训练时无线信号是训练用无人机在指定空域传输图传信号时,不同空间位置的传感器在同一采样时间段监测的目标频段的无线信号,无线信号包含训练用无人机所传输的图传信号。

[0142] 以四种已知类型的无人机作为训练用无人机为例进行说明,编号为1-4。

[0143] 一个实施例中,采样三个不同位置的传感器,编号为1-3,传感器的通信频段以2.44GHz为中心,频谱带宽 B 为80MHz。

[0144] 四个编号的无人机分别进入指定空域飞行,并传输图传信号。在每个编号的无人机传输图传信号时,三个编号的传感器在同一采样时间段监测的目标频段的无线信号,监测的目标频段的无线信号可以发送至模型训练终端。

[0145] 一种举例中,1号无人机在指定空域飞行并传输图传信号时,三个编号的传感器在同一采样时间段可以监测获得1号无人机的训练时无线信号,其包括三组1号无人机飞行时发出的图传信号。其余编号无人机飞行时与此类似。

[0146] 1号无人机的训练时无线信号具体包括:

[0147] $r^1 = \{r^1(t-T+1), \dots, r^1(t-1), r^1(t)\}$, 其中 r^1 为1号传感器监测获得的无线信号;

[0148] $r^2 = \{r^2(t-T+1), \dots, r^2(t-1), r^2(t)\}$, 其中 r^2 为2号传感器监测获得的无线信号;

[0149] $r^3 = \{r^3(t-T+1), \dots, r^3(t-1), r^3(t)\}$, 其中 r^3 为3号传感器监测获得的无线信号。

[0150] S22: 确定无线信号在每一采样时刻的瞬时频谱;

[0151] r^1 、 r^2 、 r^3 对应的瞬时频谱分别为 $r_t^1(f)$ 、 $r_t^2(f)$ 、 $r_t^3(f)$;

[0152] 对 $r_t^1(f)$ 、 $r_t^2(f)$ 、 $r_t^3(f)$ 进行离散化处理, 得到对应的频谱向量;

[0153] S23: 对瞬时频谱进行离散化处理, 确定训练用无人机的频谱瀑布图数据集; 经离散化处理之后得到瞬时频谱对应的频谱向量:

$$[0154] \quad \vec{s}_t^1 = \{s_{1,t}^1, s_{2,t}^1, \dots, s_{K,t}^1\};$$

$$[0155] \quad \vec{s}_t^2 = \{s_{1,t}^2, s_{2,t}^2, \dots, s_{K,t}^2\};$$

$$[0156] \quad \vec{s}_t^3 = \{s_{1,t}^3, s_{2,t}^3, \dots, s_{K,t}^3\};$$

[0157] 每一采样时刻的频谱向量组成频谱瀑布图:

$$[0158] \quad S^1 = \begin{bmatrix} \vec{s}_t^1 \\ \vec{s}_{t-1}^1 \\ \vdots \\ \vec{s}_{t-T+1}^1 \end{bmatrix}; \quad S^2 = \begin{bmatrix} \vec{s}_t^2 \\ \vec{s}_{t-1}^2 \\ \vdots \\ \vec{s}_{t-T+1}^2 \end{bmatrix}; \quad S^3 = \begin{bmatrix} \vec{s}_t^3 \\ \vec{s}_{t-1}^3 \\ \vdots \\ \vec{s}_{t-T+1}^3 \end{bmatrix};$$

[0159] 将 S^1 、 S^2 、 S^3 组合为三层的频谱瀑布图数据集, 大小为 $T \times K \times 3$ 。

[0160] S24: 确定第一类训练样本集, 第一类训练样本集包括训练用无人机的频谱瀑布图数据集及其被标定的图传信号制式信息;

[0161] 其中的标定图传信号制式信息可以理解为给模型的训练数据附加的标签。S25: 利用第一类训练样本集, 训练识别模型。

[0162] 本发明一实施例中的识别模型为卷积神经网络模型, 即所述识别模型可以采用卷积神经网络。卷积神经网络具体为 Convolutional Neural Network, 其可缩写为 CNN。其人工神经元可以响应一部分覆盖范围内的周围单元, 卷积神经网络在图像处理以及图像分类方面有出色表现, 本实施例中的频谱瀑布图数据集可通过卷积神经网络进行处理和分类。

[0163] 一种举例中, 空情信息还包括: 用于表征对应空域没有图传信号被传输的无图传信号标识。通常来讲, 无人机在指定空域飞行时, 会实时往模型训练终端发送图传信号, 当对应空域没有图传信号传输时, 可以在一定程度上认为该区域没有无人机飞行。

[0164] 图7是本发明一实施例中识别模型的训练流程示意图二。

[0165] 请参考图7, 一种举例中, 识别模型的训练过程还包括:

[0166] S31: 获取指定空域没有图传信号被传输时, 不同空间位置的传感器在同一采样时间段监测的目标频段的无线背景信号;

[0167] S32:确定无线背景信号在每一采样时刻的瞬时频谱;

[0168] S33:对瞬时频谱进行离散化处理,确定指定空域没有图传信号传输时的频谱瀑布图数据集;

[0169] S34:确定第二类训练样本集,第二类训练样本集包括没有图传信号传输时的频谱瀑布图数据集及其被标定的无图传信号标识;

[0170] S35:利用第二类训练样本集,训练识别模型。

[0171] 本实施例中获取第二类训练样本集的方式与第一类训练样本集类似,此处不再赘述。本实施例通过使用目标频段的无线背景信号确定的第二类训练样本集训练识别模型,经训练之后的识别模型可以识别目标频段的无线背景信号,目标频段的无线背景信号表征指定区域没有图传信号传输,进而确定指定区域没有无人机飞行。

[0172] 图8是本发明一实施例中获取训练数据的场景示意图二。

[0173] 请参考图8,本实施例的场景示意图中可以包括一个或多个干扰源7,

[0174] 在实际进行无人机图传信号识别时,传感器2接收的目标频段的信号可能会包括干扰信号,因此,在进行模型训练阶段增加干扰源7可以提高模型训练的精确度。同时,干扰源7的干扰信号可能为异构信息,为降低干扰信号的不良影响,因此选用多个位置不同的传感器2。不同空间位置的传感器2在同一采样时间段监测的目标频段的无线信号还包括干扰源信号。

[0175] 图9是本发明一实施例中的卷积神经网络模型结构图。

[0176] 请参考图9,一种举例中,卷积神经网络模型依次包括:输入层C0、第一卷积层C1、第二卷积层C2、第一池化层C3、第三卷积层C4、第二池化层C5、第一全连接层F6、第二全连接层F7以及输出层F8;第一卷积层C1、第二卷积层C2、第三卷积层C4均包含有激活函数。

[0177] 一种举例中,采用大小为 $1000 \times 1000 \times 3$ 的训练样本集训练卷积神经网络。

[0178] 一种举例中,请继续参考图9,第一卷积层C1的卷积核大小为 3×3 ,通道个数为64,使用全0补充,步长为1,输入层C0的输入是三维频谱瀑布图数据集,即输入大小为 $1000 \times 1000 \times 3$;第二卷积层C2的卷积核大小为 3×3 ,通道个数为128,使用全0补充,步长为1,本层的输入矩阵是上一层的输出矩阵,即输入大小为 $1000 \times 1000 \times 64$;第一池化层C3的滤波器大小为 3×3 ,步长为2,本层的输入矩阵是上一层的输出矩阵,即输入大小 $1000 \times 1000 \times 128$;第三卷积层C4的卷积核大小为 3×3 ,通道个数为128,使用全0补充,步长为1,本层的输入矩阵是上一层的输出矩阵,即输入大小 $500 \times 500 \times 128$;第二池化层C5的滤波器大小为 3×3 ,步长为2,本层的输入矩阵是上一层的输出矩阵,即输入大小 $500 \times 500 \times 128$;第一全连接层F6的输入节点个数为 $250 \times 250 \times 128$ 个,输出节点为1000个;第二全连接层F7的输入节点个数为1000个,输出节点为192个;最终分类层的输入节点个数为192个,输出层F8的输出节点为5个。

[0179] 当然,本发明实施例中的卷积神经网络模型可以采用现有的卷积神经网络模型架构,例如,LeNet卷积神经网络、AlexNet卷积神经网络、GooLeNet卷积神经网络、ResNet卷积神经网络等。

[0180] 图10是本发明一实施例的无人机图传信号制式的识别装置的程序模块示意图一。

[0181] 请参考图10,一种无人机图传信号制式的识别装置800,包括:

[0182] 数据获取模块801,用于获取监控区内目标频段的待识别频谱瀑布图数据集,目标

频段为待识别无人机传输图传信号的工作频段；

[0183] 识别模块802,用于利用识别模型对待识别频谱瀑布图数据集进行识别,确定监控区的空情信息；

[0184] 空情信息包括待识别无人机的图传信号制式信息。

[0185] 可选的,识别模型是控制端或其他设备经过以下过程训练确定的：

[0186] 针对多种已知图传信号制式信息的训练用无人机,获取训练时无线信号,训练时无线信号是训练用无人机在指定空域传输图传信号时,不同空间位置的传感器在同一采样时间段监测的目标频段的无线信号,无线信号包含训练用无人机所传输的图传信号；

[0187] 确定无线信号在每一采样时刻的瞬时频谱；

[0188] 对瞬时频谱进行离散化处理,确定训练用无人机的频谱瀑布图数据集；

[0189] 确定第一类训练样本集,第一类训练样本集包括训练用无人机的频谱瀑布图数据集及其被标定的图传信号制式信息；

[0190] 利用第一类训练样本集,训练识别模型。

[0191] 可选的,空情信息还包括:用于表征对应空域没有图传信号被传输的无图传信号标识；

[0192] 识别模型的训练过程还包括：

[0193] 获取指定空域没有图传信号被传输时,不同空间位置的传感器在同一采样时间段监测的目标频段的无线背景信号；

[0194] 确定无线背景信号在每一采样时刻的瞬时频谱；

[0195] 对瞬时频谱进行离散化处理,确定指定空域没有图传信号传输时的频谱瀑布图数据集；

[0196] 确定第二类训练样本集,第二类训练样本集包括没有图传信号传输时的频谱瀑布图数据集及其被标定的无图传信号标识；

[0197] 利用第二类训练样本集,训练识别模型。

[0198] 可选的,无线信号还包括干扰源信号。

[0199] 图11是本发明一实施例的无人机图传信号制式的识别装置的程序模块示意图二。

[0200] 请参考图11,数据获取模块801,包括：

[0201] 信号获取单元8011,用于确定不同空间位置的传感器在同一采样时间段监测的监控区内目标频段的待识别无线信号；

[0202] 频谱变换单元8012,用于确定待识别无线信号在每一采样时刻的瞬时频谱；

[0203] 频谱处理单元8013,用于对瞬时频谱进行离散化处理,确定监控区内目标频段的待识别频谱瀑布图数据集。

[0204] 可选的,识别模型采用卷积神经网络模型。

[0205] 可选的,卷积神经网络模型依次包括:输入层、第一卷积层C1、第二卷积层C2、第一池化层C3、第三卷积层C4、第二池化层C5、第一全连接层F6、第二全连接层F7以及输出层；

[0206] 第一卷积层C1、第二卷积层C2、第三卷积层C4均包含有激活函数。

[0207] 图12是本发明一实施例的无人机图传信号制式的识别装置的程序模块示意图三。

[0208] 请参考图12,装置还包括,确定模块803,用于根据确定的待识别无人机的图传信号制式信息,确定待识别无人机的类型。

[0209] 综上,本实施例提供的一种无人机图传信号制式的识别装置800,识别模块802通过利用识别模型对监控区内目标频段的待识别频谱瀑布图数据集进行识别,识别模型具有较强的抗干扰能力,识别结果可靠性高,可以准确分类出待识别频谱瀑布图数据集内对应的图传信号制式信息,而每一类图传信号制式信息又与特定的无人机相对应,因此,通过本实施例及其可选方案涉及的装置可以提高无人机识别的准确度。

[0210] 图13是本发明一实施例中电子设备的构造示意图。

[0211] 请参考图13,一种电子设备900,包括处理器901与存储器903,

[0212] 存储器903,用于存储代码和相关数据;

[0213] 处理器901,用于执行存储器903中的代码用以实现以上所涉及的方法。

[0214] 处理器901能够通过总线902与存储器903通讯。

[0215] 本发明一实施例还提供了一种存储介质,其上存储有计算机程序,该程序被处理器执行时实现以上所涉及的方法。

[0216] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

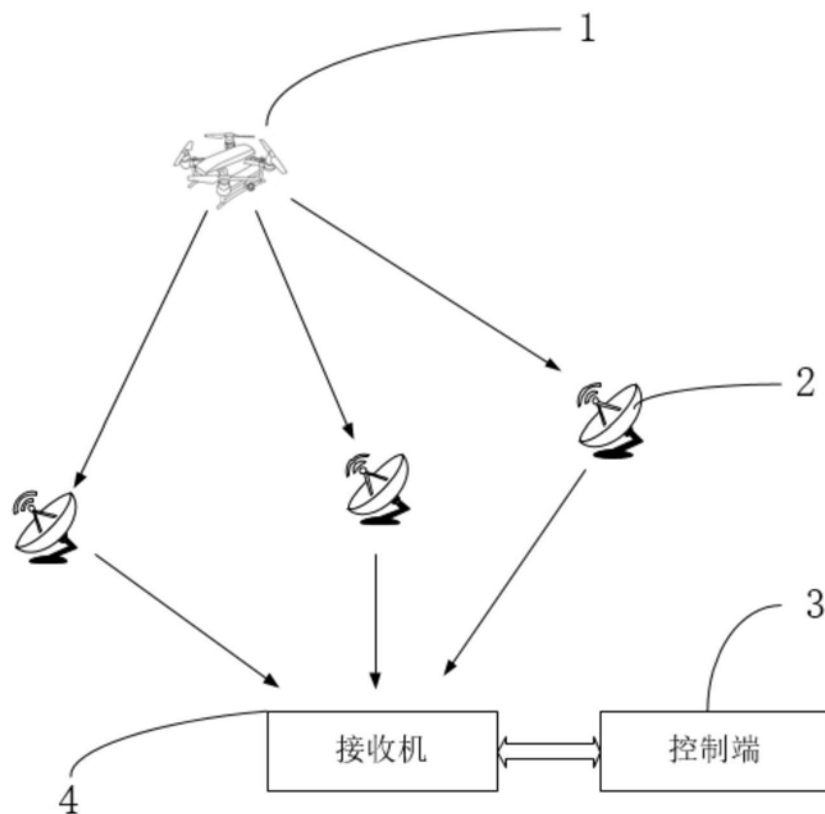


图1

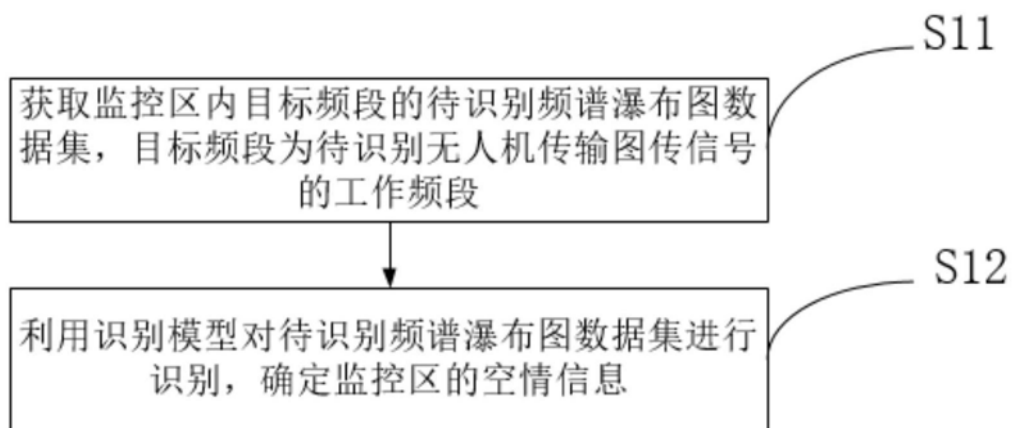


图2

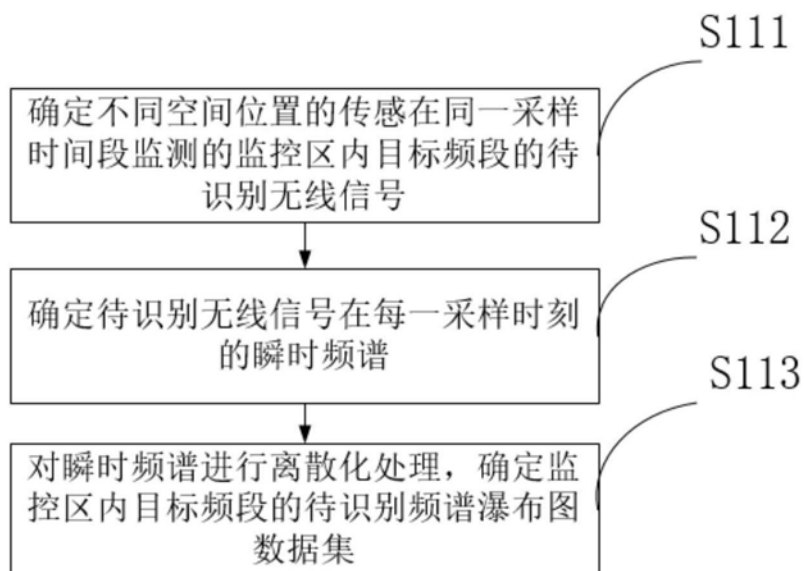


图3

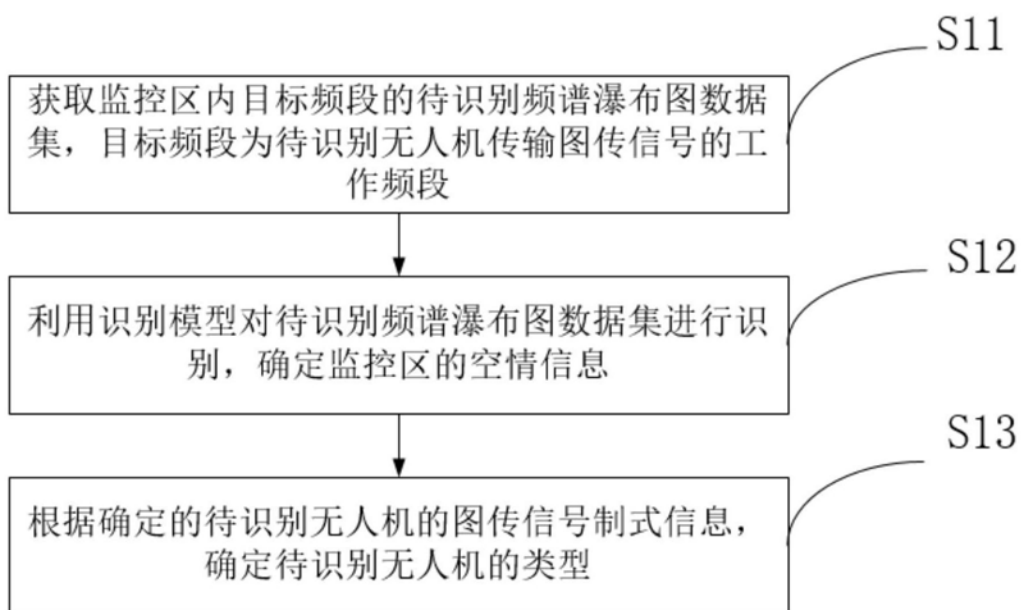


图4

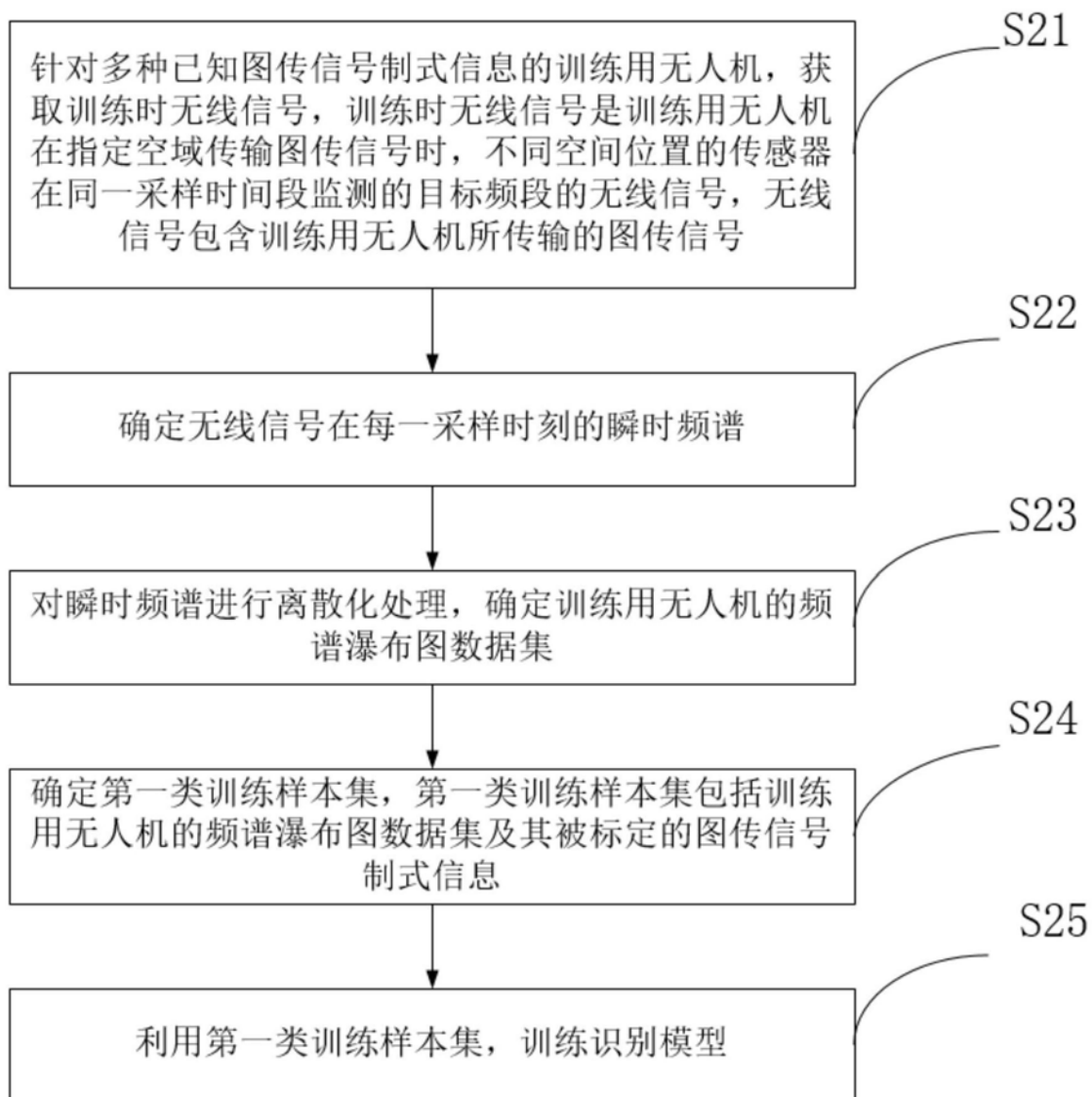


图5

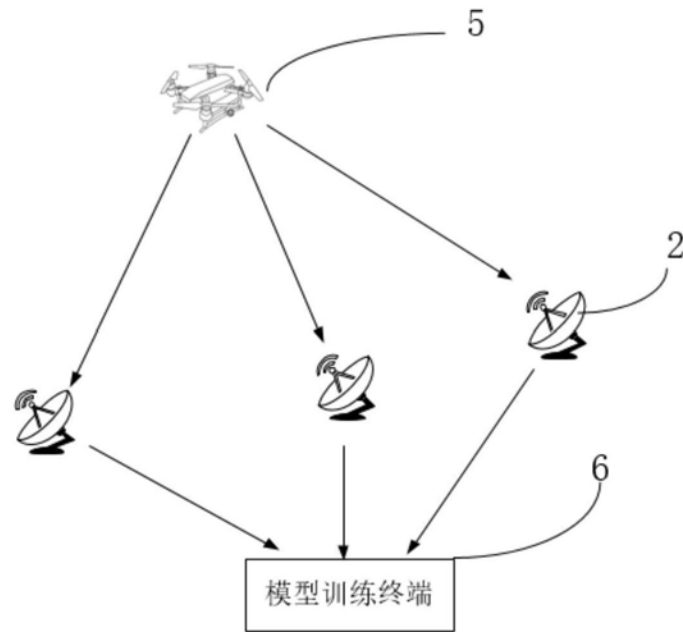


图6

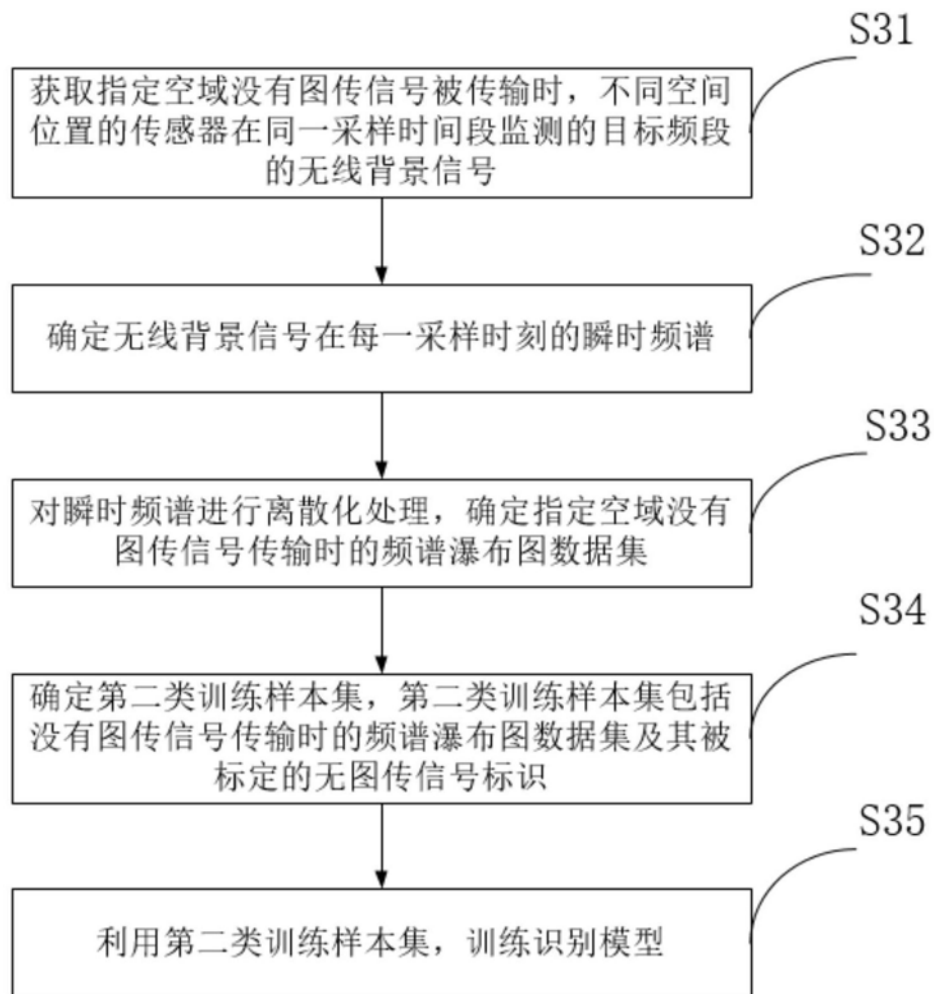


图7

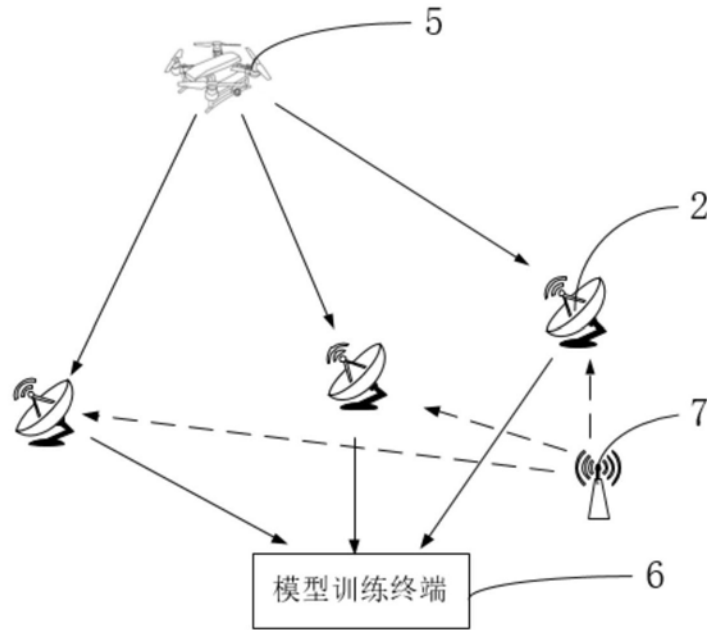


图8

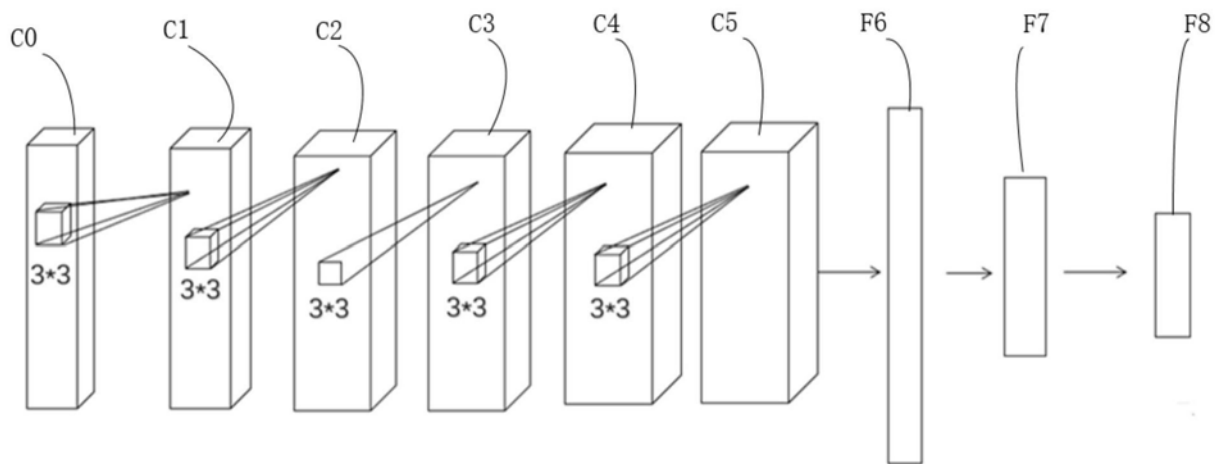


图9

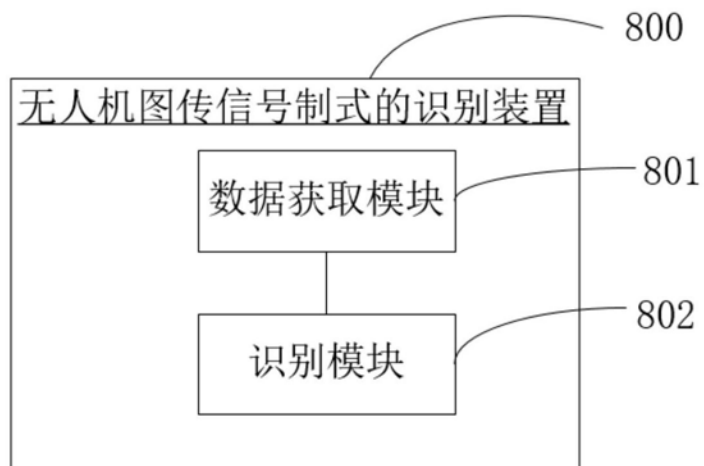


图10

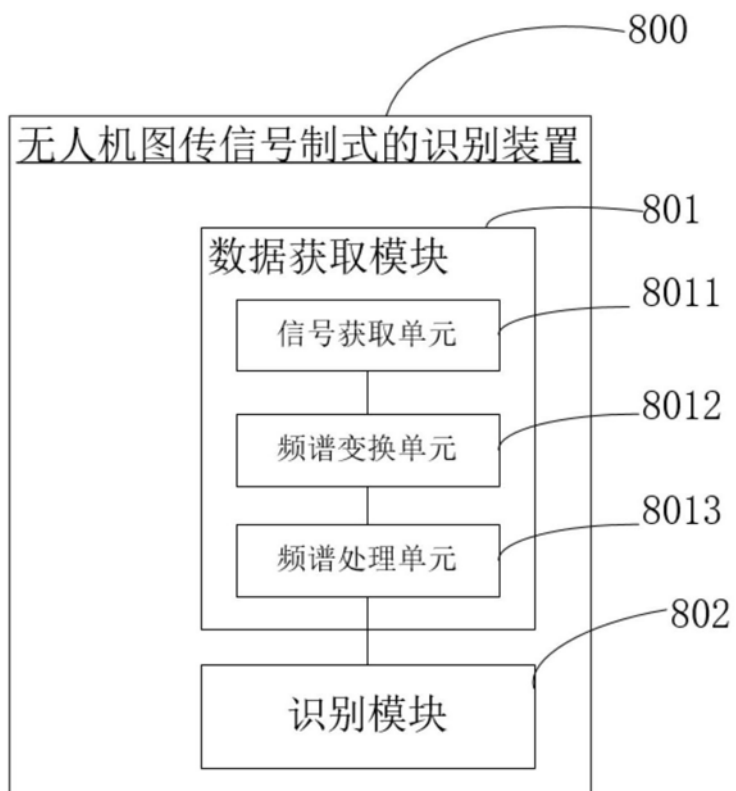


图11

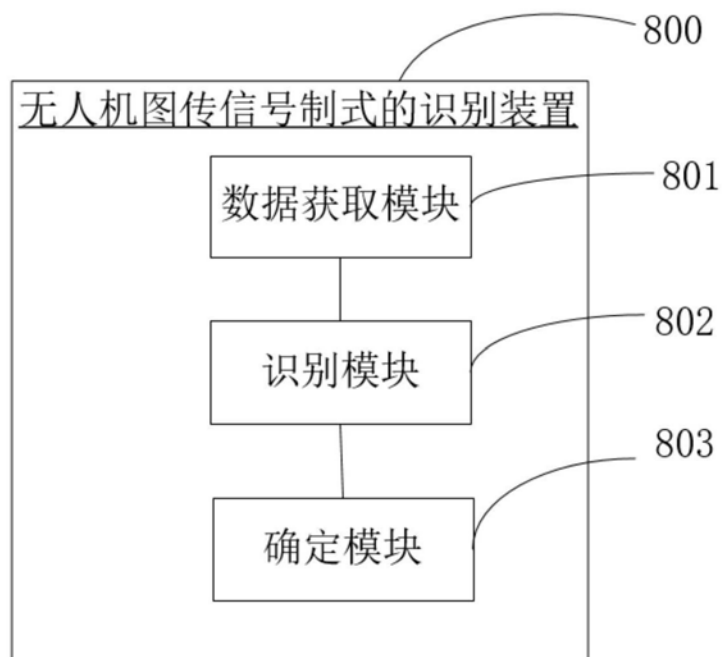


图12

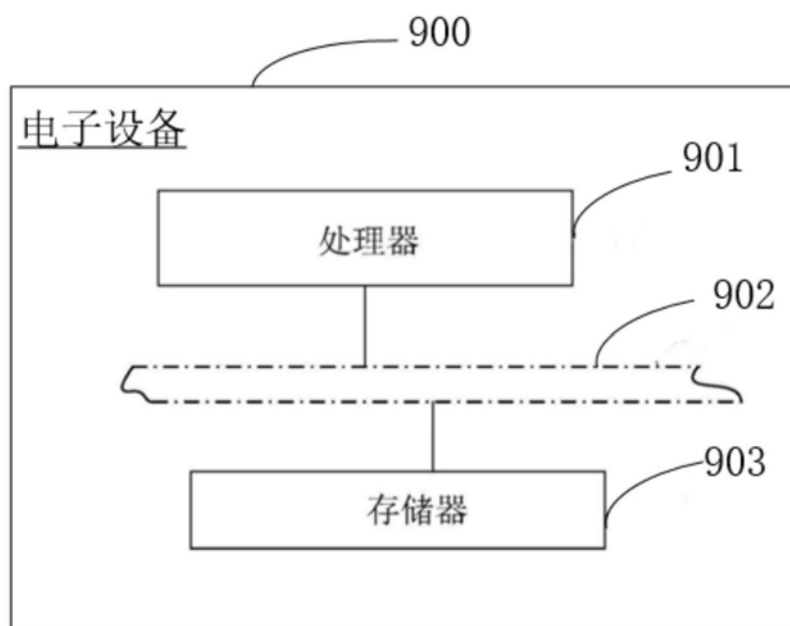


图13