



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105551310 B

(45)授权公告日 2019.12.17

(21)申请号 201510875979.1

(22)申请日 2015.12.02

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105551310 A

(43)申请公布日 2016.05.04

(73)专利权人 上海航空电器有限公司
地址 201101 上海市闵行区中春路6629号

(72)发明人 詹振球 张侃 陈普华 王鹏云

(74)专利代理机构 上海世圆知识产权代理有限公司 31320

代理人 顾俊超

(51)Int.Cl.

G08G 5/00(2006.01)

G06F 16/29(2019.01)

(56)对比文件

- US 2001056316 A1,2001.12.27,
- US 6691004 B2,2004.02.10,
- US 6745115 B1,2004.06.01,
- US 2005174350 A1,2005.08.11,
- US 2008198041 A1,2008.08.21,
- CN 101527089 A,2009.09.09,
- US 7698058 B2,2010.04.13,
- CN 104063214 A,2014.09.24,
- CN 104743128 A,2015.07.01,
- EP 2899509 A1,2015.07.29,
- US 2004148103 A1,2004.07.29,

审查员 王星

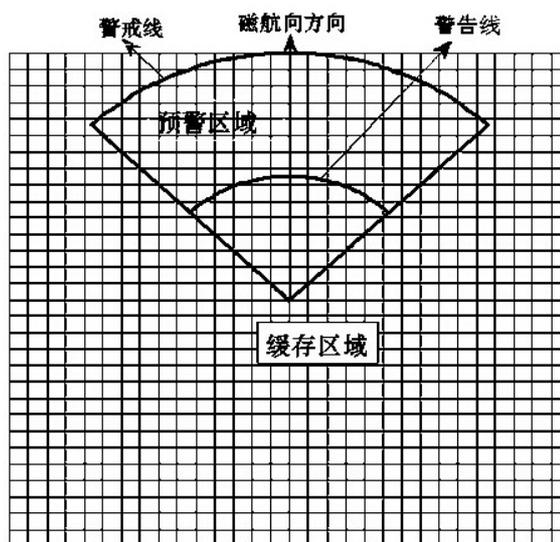
权利要求书1页 说明书3页 附图4页

(54)发明名称

一种基于地形数据库的前视预警快速寻址法

(57)摘要

本发明为一种基于地形数据库的前视预警快速寻址法,包括以下步骤:A、获取飞机预警半径;B、以0经纬度为原点,根据飞机预警半径,以网格为基本单位确定一个圆形扫描区域;C、将扫描区域内的网格数据点表示成极坐标形式,首先按极径大小划分成不同层次数据组,然后组间数据按极角顺次排列;D、接收飞机的位置(x,y)和航向角 ψ ,若扫描角度为 α ,则预警区域的边界角范围是 $[\psi - \alpha, \psi + \alpha]$,在步骤C中所得数组中取出所有满足边界角范围的数据点,将上述选点位置移动(x,y)得到的新的数据点即为飞机预警区域。该方法的特点在于将数据处理分为预处理阶段和实时处理阶段,预处理阶段在起飞前可完成,极大的提高了算法的实时性。



1. 一种基于地形数据库的前视预警快速寻址法,包括以下步骤:A、获取飞机预警半径; B、以0经纬度为原点,根据飞机预警半径,以网格为基本单位确定一个圆形扫描区域;C、将扫描区域内的网格数据点表示成极坐标形式,首先按极径大小划分成不同层次数据组,然后组间数据按极角顺次排列;D、接收飞机的位置 (x, y) 和航向角 ψ ,若扫描角度为 α ,则预警区域的边界角范围是 $[\psi-\alpha, \psi+\alpha]$,在步骤C中所得数组中取出所有足边界角范围的数据点,将上述选点位置移动 (x, y) 得到的新的数据点即为飞机预警区域。

2. 根据权利要求1所述的一种基于地形数据库的前视预警快速寻址法,其特征在于,

步骤B:以0经纬度为原点,并根据飞机预警半径确定一个圆形扫描区域;

步骤C:以元素 a 表示为扫描区域内的网格数据点,建立双重坐标体系,以 (r, θ) 表示其极坐标;首先按极径由小到大的顺序划分成不同层次数据组 R_i ,其中 $i=1, 2, 3, \dots, n$;然后组间数据按极角顺次排列,假设数据组 R_i 表示的网格数据点元素集合为 $P_i = \{a_1, a_2, \dots, a_p\}$, p 为网格数据点元素的总个数,则对任意 $a_k \in P_i$ 满足 $r_{a_k} \in R_i$,且存在 $1 < m$ 时, $\theta_{a_k} \leq \theta_{a_m}$, ($a_1 \in P_i, a_m \in P_i$),这里, r_{a_k} 、 θ_{a_k} 分别表示元素 a_k 的极径和极角;

步骤D:循环执行以下操作,

接收飞机的位置 (x, y) 和航向角 ψ ;若扫描角度为 α ,则预警区域的边界角范围是 $[\psi-\alpha, \psi+\alpha]$,在步骤C所得数组中取出所有满足边界角范围的数据点,这些数据点构成的扫描形状与飞机预警区域相同,且数组间区按距离飞机距离由近及远分成不同弧段;将上述选点位置移动 (x, y) 得到的新的数据点即为飞机预警区域。

一种基于地形数据库的前视预警快速寻址法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种快速寻址的方法,特别用在飞机近地告警系统中基于地形数据库的前视预警技术里。

背景技术

[0002] 近地告警系统(GPWS)是飞机在起飞、巡航及进近着陆阶段,根据飞行参数判断是否存在危险,并向机组发出告警信号的航空机载系统。由于不具备前视功能,普通型近地告警系统只有当飞机已经进入了对飞行构成威胁的环境时才发出告警信号。因此,在遇到复杂、突起的地形时,其面临着报警太迟的危险。

[0003] 新一代增强型近地告警系统(EGPWS)通过机载地形数据库增加了前视预警功能,当发现飞机前方地形对飞行安全产生威胁时及时预警,使驾驶员有足够的时间采取规避措施。

[0004] 国内对于增强型近地告警系统的研制还处于初步阶段。经过对现有技术的文献检索,目前直接与EGPWS相关的中国发明专利主要有:

[0005] 申请号“200910081085.X”,授权公告号:CN 101527089 A,公开了一种基于地形数据库告警系统的构成,并对各个模块的功能进行了简要叙述。

[0006] 申请号“201210575739.6”,授权公告号:CN 103903482 A,公开了一种近地告警系统中前视预测告警系统实现和方法设计以最大限度的减少虚警和漏警。

[0007] 上述专利有力地推动了EGPWS技术的发展。然而,关于前视预警区域的地形高程数据快速取数方面,未看到相关专利报道。近年来,有不少关于基于地形数据库的前视预警算法的研究文献。其中文献:“增强型近地警告系统前视预警算法设计与仿真”,《系统仿真学报》2009,10,21(20)及文献:“增强型近地警告系统前视预警建模与算法研究”,《计算机测量与控制》2010,18(4):871-874对前视预警模块的地形库设计和预警算法进行了详细研究,并通过正方形网格建模,研究了地形数据库中预警区域的确定方法。其确定预警区域的方法如图1所示,主要步骤如下:

[0008] 1.以飞机为中心建立缓存区域(以扫描半径确定的正方形);

[0009] 2.使用排除法,即通过在整个缓存区域内计算每个数据点相对于飞机的距离和角度是否符合预警区域要求,从而筛选出预警区域数据点。

[0010] 尽管使用上述方法可以获得预警区域,然而,由于其涉及复杂的计算,这在工程应用上难以满足实时性的要求。而随着地形数据库精度的提高,待处理的数据量将以平方关系递增,这会严重制约机载系统前视预警算法的实时性。因此,寻求快速便捷的数据寻址方法十分必要。

[0011] 基于此问题,本专利为前视预警区域内的数据实时取数提供一种高效快速的寻址方法,从而可以快速获得相应数据进行实时处理,能很好的满足实时性的要求。

发明内容

[0012] 本发明提供一种基于地形数据库的前视预警快速寻址法,解决了前视预警存在取址算法复杂、实时性难以保证等问题。

[0013] 为了实现上述目的,本发明的技术方案如下:一种基于地形数据库的前视预警快速寻址法,包括以下步骤:A、获取飞机预警半径;B、以0经纬度为原点,根据飞机预警半径,以网格为基本单位确定一个圆形扫描区域;C、将扫描区域内的网格数据点表示成极坐标形式,首先将极径按由小到大的次序划分成不同层次数据组,然后组间数据按极角顺次排列;D、接收飞机的位置(x,y)和航向角 ψ ,若扫描角度为 α ,则预警区域的边界角范围是 $[\psi-\alpha, \psi+\alpha]$,在步骤C中所得数组中取出所有满足边界角范围的数据点,将上述选点位置移动(x,y)得到的新的数据点即为飞机预警区域。

[0014] 通过在数字地图原点附近对飞行中的预警区域进行映射,利用映射端区域与飞机预警区域地址间固定的平移关系来确定预警区域地址,整个算法由地面的预处理阶段与飞行实时阶段构成。预处理阶段根据飞机预警半径在地图数据原点附近构造一个圆形区域(该区域只是地图数据库中很小的一部分),并对数据点加入极坐标描述,为快速映射到预警区域提供了充分条件,极坐标描述了数据点相对于原点的距离和角度(极径和极角)信息,为预警区域映射过程中扫描角度和弧段划分提供了依据,极大地提高了前视预警区域数据处理速度。同时,将预警区域的数据按方便映射和检索的方式排列。上述预处理后的信息存储在告警系统前视预警模块上,为实时处理阶段每个周期的预警区域的快速映射提供条件。预处理阶段在起飞前可完成,极大的提高了算法的实时性。本发明的优点在于:算法简洁明了,避免了常规方法中涉及的复杂运算,且把实时阶段需要的一些特殊处理方式(按距离飞机由近及远排序的工作)放入了预处理阶段,极大地提高了飞行过程中预警算法的执行速度。本发明不仅易于操作,将部分实时性的处理工作分解并放到预处理阶段的思想,可以为相近工程领域提供参考。

附图说明

[0015] 图1为近地告警系统预警区域示意图。

[0016] 图2为近地告警系统预警区域映射示意图。

[0017] 图3为本发明的预处理阶段的算法结构示意图。

[0018] 图4为本发明的实时阶段的算法结构示意图。

具体实施方式

[0019] 下文中将提出一种基于地形数据库的前视预警快速寻址法,此算法原理基于以下两点:

[0020] 1、以直角坐标建模时,全球地形数据库的网格满足统一的分布规律(网格建模法,将全球地形数据库按统一的方法分割成连续的覆盖地球表面的网格,每个网格的值代表着该区域内最高地形的高度)。

[0021] 2、地形数据库的高程数据存储地址分配同网格建模分布规律保持一致。

[0022] 通常情况下,上述两点容易满足。

[0023] 算法详细步骤如下:

[0024] 1.以0经纬度为原点,并根据飞机预警半径(以网格为基本单位)确定一个圆形扫描区域。

[0025] 2.以元素a表示为扫描区域内的网格数据点,建立双重坐标体系(即引入极坐标),以 (r, θ) 表示其极坐标;首先按极径由小到大的顺序划分成不同层次数据组 R_i ,其中 $i=1, 2, 3, \dots, n$; (通常,前视预警包络是按与飞机的距离次第展开的,按距离排序便于实时阶段的后续数据处理),然后组间数据按极角顺次排列,即:

[0026] 假设数据组 R_i 表示的网格数据点元素集合为 $P_i = \{a_1, a_2, \dots, a_p\}$,则对任意 $a_k \in P_i$ 满足 $r_{a_k} \in R_i$,且存在 $1 < m$ 时, $\theta_{a_l} \leq \theta_{a_m}$, ($a_l \in P_i, a_m \in P_i$)。这里, r_{a_k} 、 θ_{a_k} 分别表示元素 a_k 的极径和极角。

[0027] 3.循环执行以下操作:

[0028] 接收飞机的位置 (x, y) 和航向角 ψ 。若扫描角度为 α ,则预警区域的边界角范围是 $[\psi-\alpha, \psi+\alpha]$,在步骤2所得数组中取出所有满足边界角范围的数据点,这些数据点构成的扫描形状与飞机预警区域相同,且数组间区按距离飞机距离由近及远分成不同弧段。因此,将上述选点位置移动 (x, y) 得到的新的数据点即为飞机预警区域,预警区域映射选择如图2所示。此步骤预警区域的更新频率按需求决定,最高可与飞参数据更新频率保持一致。

[0029] 此算法的前两步属于数据的预处理阶段,在飞机起飞前可以处理好,并将上述预处理信息存储到前视预警模块中,便于实时阶段使用;第三步属于实时处理阶段,通过与预处理数据的映射关系直接寻址预警区域数据,提高了算法的实时性。本发明的特点是在预处理阶段为快速映射,采用双重坐标体系(引入极坐标信息),在预处理阶段完成原实时阶段的部分处理工作(如利用极径排序)。

[0030] 补充说明:

[0031] 1、飞机在飞行过程中,飞机航向角是时域变化的,预警扫描区域的夹角依需求而定,因此,预处理阶段需构造整个圆形区域。

[0032] 2、由于飞机的预警半径不会太远,因此,在预处理阶段要处理的数据量并不大。也就是说本文提出的以少量存储空间换时间的代价是很小的,这一点对于实时性要求很高的近地告警系统而言,是十分必要的。

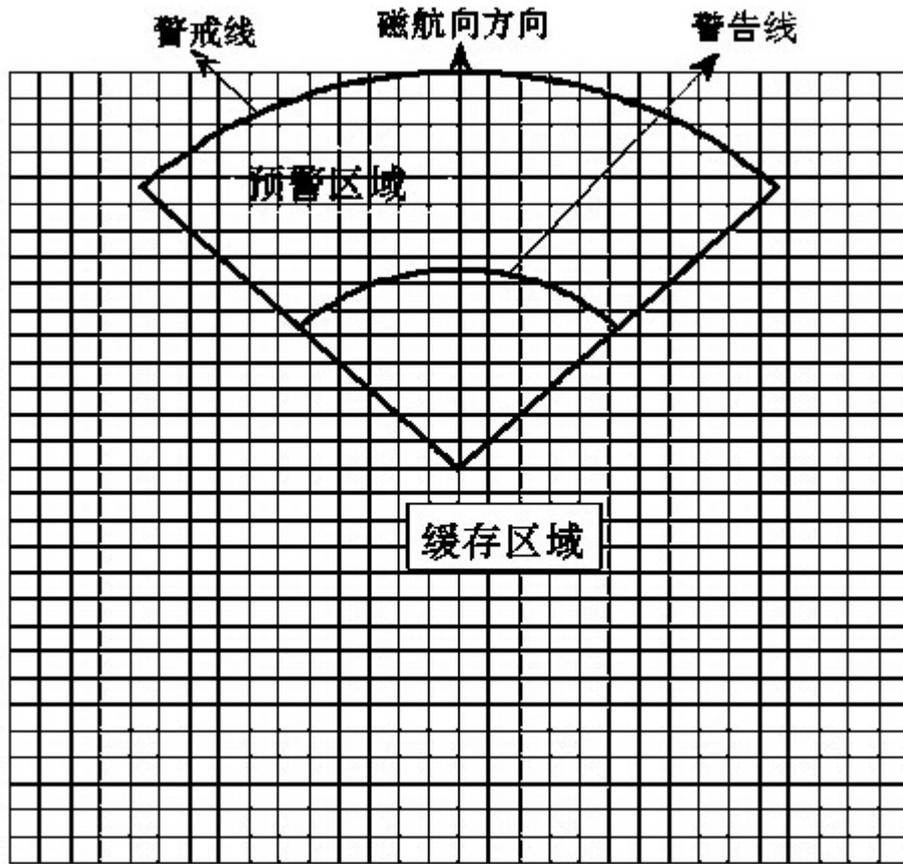


图1

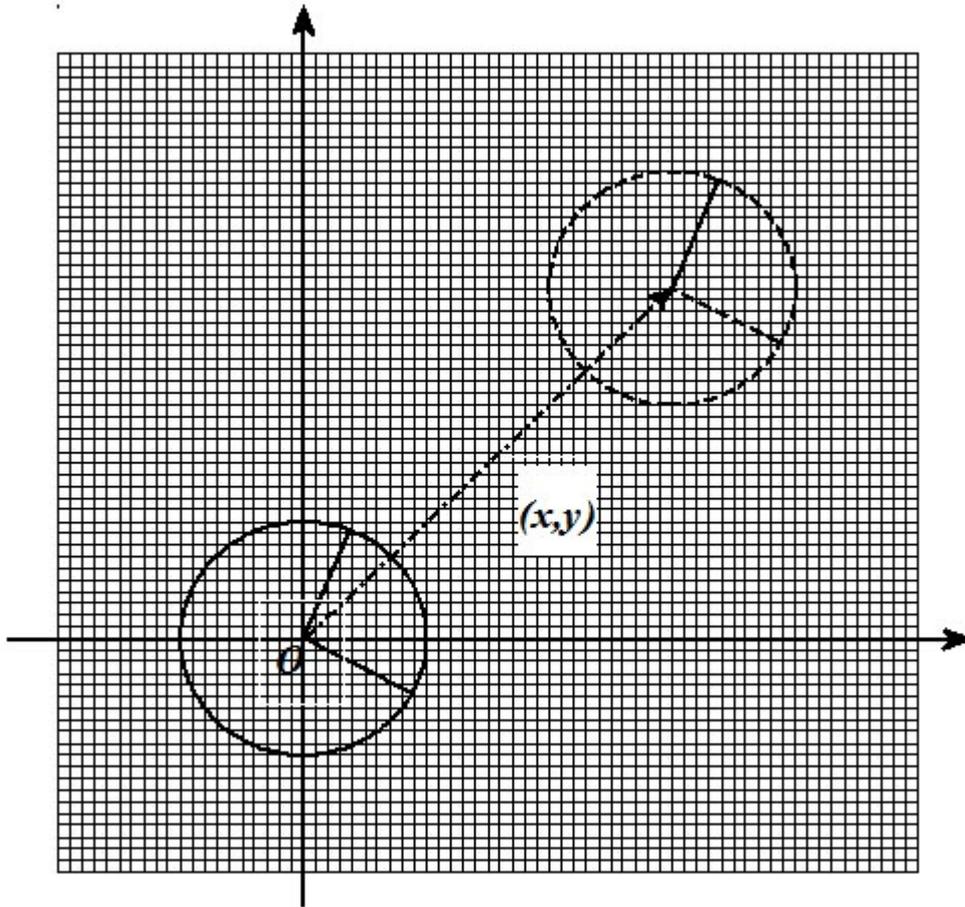


图2

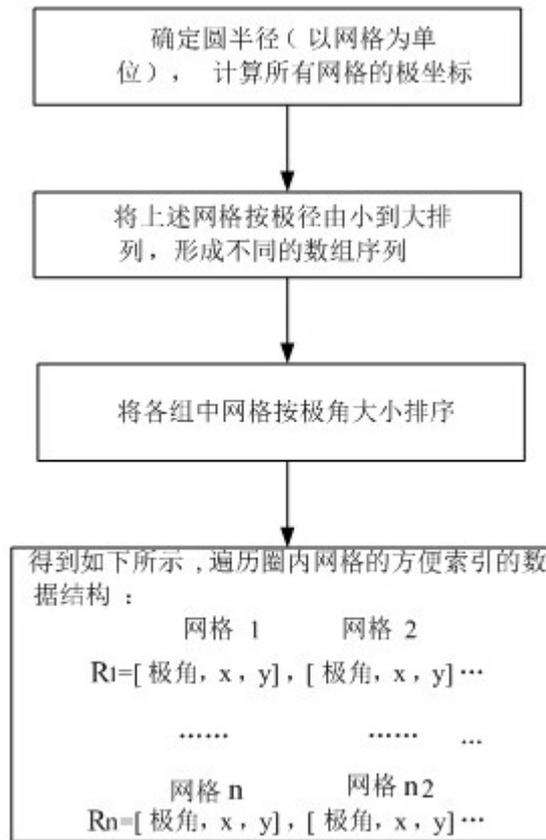


图3

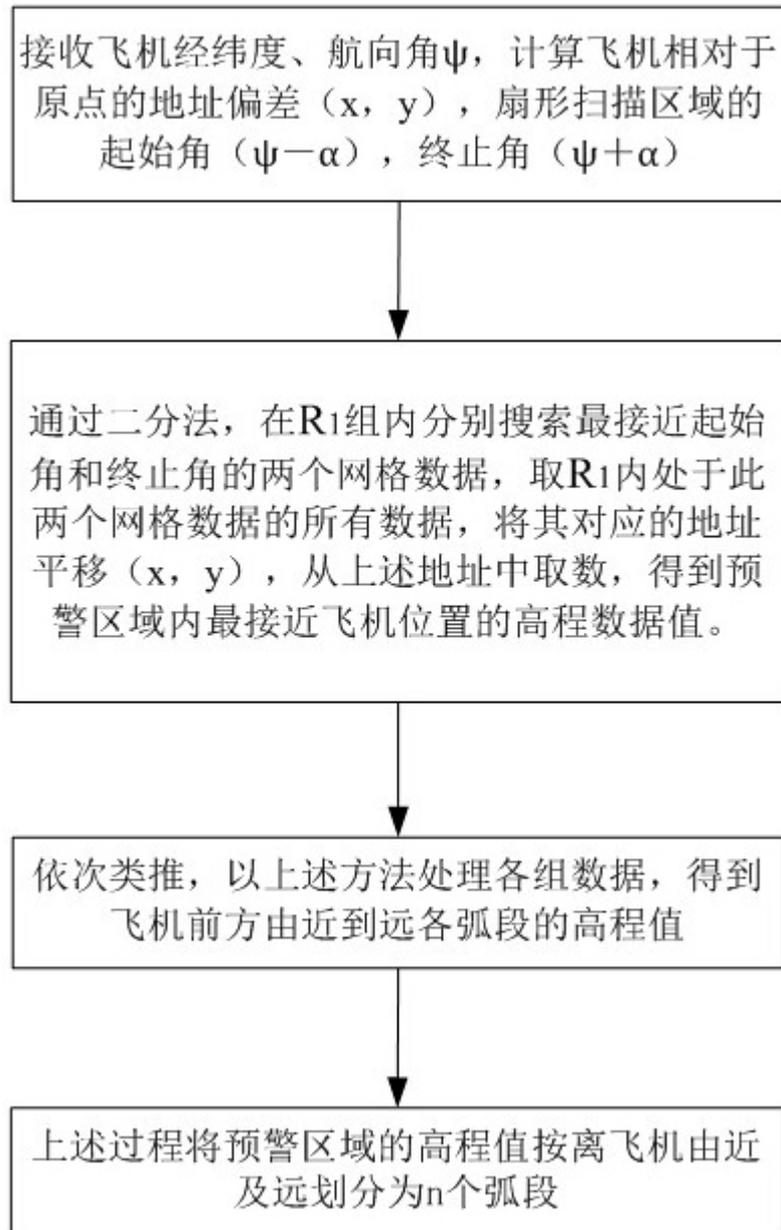


图4