



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113514824 B

(45) 授权公告日 2023.09.08

(21) 申请号 202110762057.5

CN 103472445 A, 2013.12.25

(22) 申请日 2021.07.06

CN 109444505 A, 2019.03.08

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113514824 A

CN 111178385 A, 2020.05.19

CN 106872955 A, 2017.06.20

CN 106683122 A, 2017.05.17

(43) 申请公布日 2021.10.19

CN 106980114 A, 2017.07.25

(73) 专利权人 北京信息科技大学
地址 100192 北京市海淀区清河小营东路
12号

CN 111988306 A, 2020.11.24

US 2020258132 A1, 2020.08.13

CN 105717505 A, 2016.06.29

CN 110542885 A, 2019.12.06

CN 111325776 A, 2020.06.23

(72) 发明人 曹林 郑丹阳 赵宗民 王东峰

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
专利代理师 侯天印 郝博

田岳鑫. 基于非线性滤波的IRST系统弱小目标检测与跟踪方法的研究.《中国博士学位论文全文数据库 信息科技辑》.2016, (第3期), I138-85.

(51) Int. Cl.

G01S 13/72 (2006.01)

审查员 李朝志

(56) 对比文件

CN 109633589 A, 2019.04.16

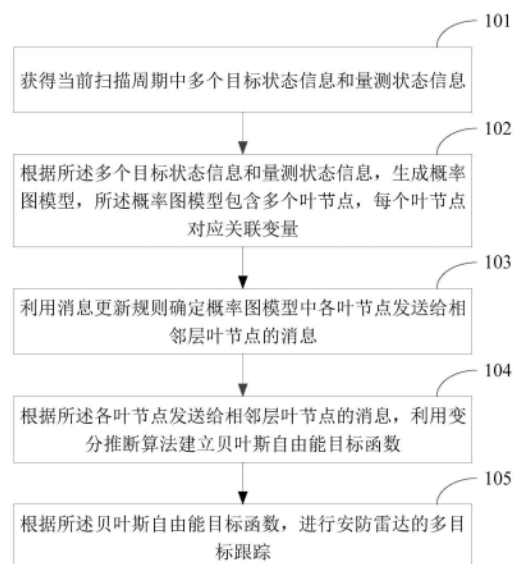
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54) 发明名称

安防雷达的多目标跟踪方法及装置

(57) 摘要

本发明公开了一种安防雷达的多目标跟踪方法及装置,方法包括:获得当前扫描周期中多个目标状态信息和量测状态信息;根据所述多个目标状态信息和量测状态信息,生成概率图模型,所述概率图模型包含多个叶节点,每个叶节点对应关联变量;利用消息更新规则确定概率图模型中各叶节点发送给相邻层叶节点的消息;根据所述各叶节点发送给相邻层叶节点的消息,利用变分推断算法建立贝叶斯自由能目标函数;根据所述贝叶斯自由能目标函数,进行安防雷达的多目标跟踪。本发明可以进行安防雷达的多目标跟踪,在保证抗干扰能力的同时有效提高运算速度,保证雷达在跟踪时的实时性,避免在跟踪临近目标的过程中会出现航迹合并的问题。



1. 一种安防雷达的多目标跟踪方法,其特征在于,包括:

获得当前扫描周期中多个目标状态信息和量测状态信息;

根据所述多个目标状态信息和量测状态信息,生成概率图模型,所述概率图模型包含多个叶节点,每个叶节点对应关联变量;

利用消息更新规则确定概率图模型中各叶节点发送给相邻层叶节点的消息;所述消息包括量测关联指示变量信息和量测关联指示变量的边缘概率分布;

根据所述各叶节点发送给相邻层叶节点的消息,利用变分推断算法建立贝叶斯自由能目标函数;

根据所述贝叶斯自由能目标函数,进行安防雷达的多目标跟踪;

根据所述贝叶斯自由能目标函数,进行安防雷达的多目标跟踪,包括:

优化求解贝叶斯自由能目标函数,目标函数满足凸优条件,因此收敛到最值,求解其近似解为:

$$q_s^{i,j}(x^i, b_s^j) = \frac{q(a_s^i) \psi(x^i) \psi(x^i, a_s^i)}{\sum_{x^{i'}} \psi(x^{i'}) \psi(x^{i'}, a_s^i)};$$

通过优化求解目标函数,得到其近似解,根据计算结果确定目标 x^i 和最新量测 b_s^j 之间的关联概率,通过关联概率结果确定目标 x^i 在第 s 个扫描内对应的量测数据,据此更新目标 x^i 的航迹;

根据所述多个目标状态信息和量测状态信息,生成概率图模型,包括:

根据所述多个目标状态信息和量测状态信息,确定对应的目标关联指示变量和量测关联指示变量;

建立目标状态、目标关联指示变量和量测关联指示变量之间的概率图模型,其中,将目标状态,目标关联指示变量,量测关联指示变量分别作为概率图模型的第一、二、三层的叶节点。

2. 如权利要求1所述的安防雷达的多目标跟踪方法,其特征在于,所述消息更新规则为和积算法。

3. 如权利要求1所述的安防雷达的多目标跟踪方法,其特征在于,还包括:对所述贝叶斯自由能目标函数设置约束条件;

根据所述贝叶斯自由能目标函数,进行安防雷达的多目标跟踪,包括:根据所述贝叶斯自由能目标函数和约束条件,进行安防雷达的多目标跟踪。

4. 一种安防雷达的多目标跟踪装置,其特征在于,包括:

信息获得模块,用于获得当前扫描周期中多个目标状态信息和量测状态信息;

模型生成模块,用于根据所述多个目标状态信息和量测状态信息,生成概率图模型,所述概率图模型包含多个叶节点,每个叶节点对应关联变量;

消息确定模块,用于利用消息更新规则确定概率图模型中各叶节点发送给相邻层叶节点的消息;所述消息包括量测关联指示变量信息和量测关联指示变量的边缘概率分布;

函数建立模块,用于根据所述各叶节点发送给相邻层叶节点的消息,利用变分推断算

法建立贝叶斯自由能目标函数；

目标跟踪模块,用于根据所述贝叶斯自由能目标函数,进行安防雷达的多目标跟踪；

目标跟踪模块,具体用于：

优化求解贝叶斯自由能目标函数,目标函数满足凸优条件,因此收敛到最值,求解其近似解为：

$$q_s^{i,j}(x^i, b_s^j) = \frac{q(a_s^i) \psi(x^i) \psi(x^i, a_s^i)}{\sum_{x^{i'}} \psi(x^{i'}) \psi(x^{i'}, a_s^i)} ;$$

通过优化求解目标函数,得到其近似解,根据计算结果确定目标 x^i 和最新量测 b_s^j 之间的关联概率,通过关联概率结果确定目标 x^i 在第 s 个扫描内对应的量测数据,据此更新目标 x^i 的航迹；

模型生成模块,用于根据所述多个目标状态信息和量测状态信息,确定对应的目标关联指示变量和量测关联指示变量；建立目标状态、目标关联指示变量和量测关联指示变量之间的概率图模型,其中,将目标状态,目标关联指示变量,量测关联指示变量分别作为概率图模型的第一、二、三层的叶节点。

5. 如权利要求4所述的安防雷达的多目标跟踪装置,其特征在于,所述消息更新规则为和积算法。

6. 如权利要求4所述的安防雷达的多目标跟踪装置,其特征在于,还包括:约束设置模块,用于对所述贝叶斯自由能目标函数设置约束条件；

所述目标跟踪模块进一步用于:根据所述贝叶斯自由能目标函数和约束条件,进行安防雷达的多目标跟踪。

7. 一种计算机设备,包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述计算机程序时实现权利要求1至3任一所述方法。

8. 一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质存储有执行权利要求1至3任一所述方法的计算机程序。

安防雷达的多目标跟踪方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及雷达目标分析技术领域,尤其涉及安防雷达的多目标跟踪方法及装置。

背景技术

[0002] 近年来,随着应用环境的复杂多变,要求安防雷达具有多目标跟踪能力,并能同时实现多目标跟踪。

[0003] 现有技术通常采用联合概率数据关联算法进行安防雷达的多目标跟踪。数据关联旨在确定出量测和目标之间的关联关系,是目标跟踪中至关重要的问题。其代表性的关联算法包括最近邻数据关联(NN)、联合概率数据关联(多假设跟踪算法)、多假设数据关联(MHT)、航迹分裂法等方法。相比于其他关联算法而言,联合概率数据关联(多假设跟踪算法)更适用于虚警、杂波环境下的多目标跟踪,并且具有较强的抗干扰能力,但是当目标较为复杂时,运算量随着目标的线性增加呈指数倍增趋势,存在计算量大、实时性差的问题,并且在跟踪临近目标的过程中会出现航迹合并的问题。

[0004] 因此,亟需一种可以克服上述问题的安防雷达的多目标跟踪方案。

发明内容

[0005] 本发明实施例提供一种安防雷达的多目标跟踪方法,用以进行安防雷达的多目标跟踪,在保证抗干扰能力的同时有效提高运算速度,保证雷达在跟踪时的实时性,避免在跟踪临近目标的过程中会出现航迹合并的问题,该方法包括:

[0006] 获得当前扫描周期中多个目标状态信息和量测状态信息;

[0007] 根据所述多个目标状态信息和量测状态信息,生成概率图模型,所述概率图模型包含多个叶节点,每个叶节点对应关联变量;

[0008] 利用消息更新规则确定概率图模型中各叶节点发送给相邻层叶节点的消息;所述消息包括量测关联指示变量信息和量测关联指示变量的边缘概率分布;

[0009] 根据所述各叶节点发送给相邻层叶节点的消息,利用变分推断算法建立贝叶斯自由能目标函数;

[0010] 根据所述贝叶斯自由能目标函数,进行安防雷达的多目标跟踪;

[0011] 根据所述贝叶斯自由能目标函数,进行安防雷达的多目标跟踪,包括:

[0012] 优化求解贝叶斯自由能目标函数,目标函数满足凸优条件,因此收敛到最值,求解其近似解为:

$$[0013] \quad q_s^{i,j}(x^i, b_s^j) = \frac{q(a_s^i) \psi(x^i) \psi(x^i, a_s^i)}{\sum_{x^i} \psi(x^i) \psi(x^i, a_s^i)}$$

[0014] 通过优化求解目标函数,得到其近似解,根据计算结果确定目标 x^i 和最新量测 b_s^j

之间的关联概率,通过关联概率结果确定目标 x^i 在第 s 个扫描内对应的量测数据,据此更新目标 x^i 的航迹;

[0015] 根据所述多个目标状态信息和量测状态信息,生成概率图模型,包括:

[0016] 根据所述多个目标状态信息和量测状态信息,确定对应的目标关联指示变量和量测关联指示变量;

[0017] 建立目标状态、目标关联指示变量和量测关联指示变量之间的概率图模型,其中,将目标状态,目标关联指示变量,量测关联指示变量分别作为概率图模型的第一、二、三层的叶节点。

[0018] 本发明实施例提供一种安防雷达的多目标跟踪装置,用以进行安防雷达的多目标跟踪,在保证抗干扰能力的同时有效提高运算速度,保证雷达在跟踪时的实时性,避免在跟踪临近目标的过程中会出现航迹合并的问题,该装置包括:

[0019] 信息获得模块,用于获得当前扫描周期中多个目标状态信息和量测状态信息;

[0020] 模型生成模块,用于根据所述多个目标状态信息和量测状态信息,生成概率图模型,所述概率图模型包含多个叶节点,每个叶节点对应关联变量;

[0021] 消息确定模块,用于利用消息更新规则确定概率图模型中各叶节点发送给相邻层叶节点的消息;所述消息包括量测关联指示变量信息和量测关联指示变量的边缘概率分布;

[0022] 函数建立模块,用于根据所述各叶节点发送给相邻层叶节点的消息,利用变分推断算法建立贝叶斯自由能目标函数;

[0023] 目标跟踪模块,用于根据所述贝叶斯自由能目标函数,进行安防雷达的多目标跟踪;

[0024] 目标跟踪模块,具体用于:

[0025] 优化求解贝叶斯自由能目标函数,目标函数满足凸优条件,因此收敛到最值,求解其近似解为:

$$[0026] \quad q_s^{i,j}(x^i, b_s^j) = \frac{q(a_s^i) \psi(x^i) \psi(x^i, a_s^i)}{\sum_{x^{i'}} \psi(x^{i'}) \psi(x^{i'}, a_s^i)}$$

[0027] 通过优化求解目标函数,得到其近似解,根据计算结果确定目标 x^i 和最新量测 b_s^j 之间的关联概率,通过关联概率结果确定目标 x^i 在第 s 个扫描内对应的量测数据,据此更新目标 x^i 的航迹;

[0028] 模型生成模块,用于根据所述多个目标状态信息和量测状态信息,确定对应的目标关联指示变量和量测关联指示变量;建立目标状态、目标关联指示变量和量测关联指示变量之间的概率图模型,其中,将目标状态,目标关联指示变量,量测关联指示变量分别作为概率图模型的第一、二、三层的叶节点。

[0029] 本发明实施例还提供一种计算机设备,包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述安防雷达的多目标跟踪方法。

[0030] 本发明实施例还提供一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有执行上述安防雷达的多目标跟踪方法的计算机程序。

[0031] 相比于现有技术中通过联合概率数据关联算法进行安防雷达的多目标跟踪的方案而言,本发明实施例通过获得当前扫描周期中多个目标状态信息和量测状态信息;根据所述多个目标状态信息和量测状态信息,生成概率图模型,所述概率图模型包含多个叶节点,每个叶节点对应关联变量;利用消息更新规则确定概率图模型中各叶节点发送给相邻层叶节点的消息;根据所述各叶节点发送给相邻层叶节点的消息,利用变分推断算法建立贝叶斯自由能目标函数;根据所述贝叶斯自由能目标函数,进行安防雷达的多目标跟踪。本发明实施例根据多个目标状态信息和量测状态信息生成概率图模型,利用消息更新规则确定概率图模型中各叶节点发送给相邻层叶节点的消息,从而利用变分推断算法建立贝叶斯自由能目标函数,进行安防雷达的多目标跟踪,在保证抗干扰能力的同时有效提高运算速度,保证雷达在跟踪时的实时性,避免在跟踪临近目标的过程中会出现航迹合并的问题。

附图说明

[0032] 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的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。在附图中:

[0033] 图1为本发明实施例中安防雷达的多目标跟踪方法示意图;

[0034] 图2~图6为本发明具体实施例中安防雷达的多目标跟踪示意图;

[0035] 图7为本发明实施例中安防雷达的多目标跟踪装置结构图;

[0036] 图8是本发明实施例的计算机设备结构示意图。

具体实施方式

[0037] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚明白,下面结合附图对本发明实施例做进一步详细说明。在此,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,但并不作为对本发明的限定。

[0038] 为了进行安防雷达的多目标跟踪,在保证抗干扰能力的同时有效提高运算速度,保证雷达在跟踪时的实时性,避免在跟踪临近目标的过程中会出现航迹合并的问题,本发明实施例提供一种安防雷达的多目标跟踪方法,如图1所示,该方法可以包括:

[0039] 步骤101、获得当前扫描周期中多个目标状态信息和量测状态信息;

[0040] 步骤102、根据所述多个目标状态信息和量测状态信息,生成概率图模型,所述概率图模型包含多个叶节点,每个叶节点对应关联变量;

[0041] 步骤103、利用消息更新规则确定概率图模型中各叶节点发送给相邻层叶节点的消息;

[0042] 步骤104、根据所述各叶节点发送给相邻层叶节点的消息,利用变分推断算法建立贝叶斯自由能目标函数;

[0043] 步骤105、根据所述贝叶斯自由能目标函数,进行安防雷达的多目标跟踪。

[0044] 由图1所示可以得知,本发明实施例通过获得当前扫描周期中多个目标状态信息和量测状态信息;根据所述多个目标状态信息和量测状态信息,生成概率图模型,所述概率图模型包含多个叶节点,每个叶节点对应关联变量;利用消息更新规则确定概率图模型中

各叶节点发送给相邻层叶节点的消息;根据所述各叶节点发送给相邻层叶节点的消息,利用变分推断算法建立贝叶斯自由能目标函数;根据所述贝叶斯自由能目标函数,进行安防雷达的多目标跟踪。本发明实施例根据多个目标状态信息和量测状态信息生成概率图模型,利用消息更新规则确定概率图模型中各叶节点发送给相邻层叶节点的消息,从而利用变分推断算法建立贝叶斯自由能目标函数,进行安防雷达的多目标跟踪,在保证抗干扰能力的同时有效提高运算速度,保证雷达在跟踪时的实时性,避免在跟踪临近目标的过程中会出现航迹合并的问题。

[0045] 需要说明的是,概率图模型(Graphical models)是一种通用化的不确定知识表示和处理方法。它是在概率模型的基础上,使用基于图的方法来表示概率分布。其中贝叶斯网络又称为信度网络或信念网络,是一种基于概率推理的数学模型,以贝叶斯公式为基础,结合置信度传播算法(belief propagation)来推理处理不确定性和不完整性问题。变分推断于2003年被应用在数据关联问题中,来利用分布式无线传感器网络解决目标跟踪问题。

[0046] 实施例中,获得当前扫描周期中多个目标状态信息和量测状态信息;根据所述多个目标状态信息和量测状态信息,生成概率图模型,所述概率图模型包含多个叶节点,每个叶节点对应关联变量。

[0047] 具体实施时,实时更新雷达目标库中航迹的状态信息,也即目标状态信息和量测状态信息。

[0048] 本实施例中,根据所述多个目标状态信息和量测状态信息,生成概率图模型,包括:根据所述多个目标状态信息和量测状态信息,确定对应的多个关联变量;建立目标和关联变量之间的概率图模型。

[0049] 实施例中,利用消息更新规则确定概率图模型中各叶节点发送给相邻层叶节点的消息。

[0050] 本实施例中,所述消息更新规则为和积算法。

[0051] 实施例中,根据所述各叶节点发送给相邻层叶节点的消息,利用变分推断算法建立贝叶斯自由能目标函数;根据所述贝叶斯自由能目标函数,进行安防雷达的多目标跟踪。

[0052] 本实施例中,安防雷达的多目标跟踪方法还包括:对所述贝叶斯自由能目标函数设置约束条件;

[0053] 根据所述贝叶斯自由能目标函数,进行安防雷达的多目标跟踪,包括:根据所述贝叶斯自由能目标函数和约束条件,进行安防雷达的多目标跟踪。

[0054] 下面给出一个具体实施例,说明本发明实施例中安防雷达的多目标跟踪方法的具体应用。在具体实例中,首先根据雷达实时检测数据来更新当前扫描周期内的目标和量测的状态信息。

[0055] 以单次扫描为例,定义 $X = \{x^1, x^2, x^i, \dots, x^n\}$ 表示目标的状态信息, $s \in S, S = \{1, 2, \dots, S\}$ 表示扫描周期, $Z_s^i = \{Z_s^1, Z_s^2, \dots, Z_s^m\}$ 则表示第s个扫描周期量测的状态信息。对于每个目标 $i \in \{1, 2, \dots, n\}$,设置一个目标关联指示变量 $a_s^i \in \{0, 1, \dots, m\}$ 来表示第s个扫描周期内,假设量测与目标相互关联;同理对于每一个量测 $j \in \{1, 2, \dots, n\}$,设置量测关联指示变量 $b_s^j \in \{0, 1, \dots, n\}$ 表示第s个扫描周期内,假设目标与量测相互关联。接下来建立一个关于目标状态、目标关联指示变量和量测关联指示变量之间的概率图模型,具体的,概率图模型通过利用因式分解来有效地表示和计算多个变量之间的联合概率分布,接下来建立

一个关于目标状态、目标关联指示变量和量测关联指示变量之间的概率图模型。首先将目标的状态信息 x^n ，目标关联指示变量 a_s^i ，量测关联指示变量 b_s^j 分别作为第一、二、三层的叶节点；然后将不同层级的叶节点连接起来，用以表示各层物理量之间的隐含关系。具体单次扫描概率图模型如图2所示。所构造的概率图模型中，目标关联指示变量和量测关联指示变量之间存冗余连接，而正是这种冗余性保证了每个目标都至少关联一个量测。

[0056] 在树状结构概率图中，与消息更新规则相结合进行精确推断，来表示相邻顶点之间的信息传递。定义 $\mu_{i \rightarrow j}(b_s^j)$ 来表示顶点 $i \in V$ 到顶点 $j \in V$ 之间传递的信息，并且 $(i, j) \in \varepsilon$ 。更新方程为：

$$[0057] \quad \mu_{i \rightarrow j}(b_s^j) \propto \sum_{a_s^i} \psi_{i,j}(a_s^i, b_s^j) \psi_i(a_s^i) \prod_{(j',i) \in \varepsilon, j' \neq j} \mu_{j' \rightarrow i}(a_s^i)$$

$$[0058] \quad \text{其中: } \begin{cases} \psi(a_s^i, b_s^j) = 1, a_s^i \text{ 和 } b_s^j \text{ 为一致关联事件} \\ \psi(a_s^i, b_s^j) = 0, \text{其他} \end{cases}$$

[0059] 上式也被称为和积算法，当BP算法收敛时，任一顶点j的边缘分布为：

$$[0060] \quad p(b_s^j) \propto \psi_j(b_s^j) \prod_{(j,i) \in \varepsilon} \mu_{i \rightarrow j}(b_s^j)$$

[0061] 在单次扫描中的变分问题主要是设置最小化目标函数，该目标函数又称为贝叶斯自由能(Bethe free energy, BFE)：

$$[0062] \quad \min_{q_s^{i,j}} \text{imise} \sum_{i=1}^n \sum_{j=0}^m q_s^{i,j} \log \frac{q_s^{i,j}}{w_s^{i,j}} + \sum_{j=1}^m q_s^{0,j} \log q_s^{0,j} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (1 - q_s^{i,j}) \log(1 - q_s^{i,j})$$

$$[0063] \quad \text{约束条件: } \begin{cases} \sum_{j=0}^m q_s^{i,j} = 1 \forall i \in \{1, \dots, n\} \\ \sum_{i=0}^n q_s^{i,j} = 1 \forall j \in \{1, \dots, m\} \\ 0 \leq q_s^{i,j} \leq 1 \end{cases}$$

[0064] 该约束条件称为一致性约束，因为它们和解对应有效联合关联事件分布的必要条件。

[0065] 其中 $q_s^{i,j} = q(a_s^i = j) = q(b_s^j = i)$ 是目标i和量测j之间的置信度；

[0066] $w_s^{i,j} = \psi_s^i(a_s^i = j) = \int \psi^i(\mathbf{x}^i) \psi_s^i(\mathbf{x}^i, a_s^i = j) d\mathbf{x}^i$ 表示节点因子之间的关联关系。

[0067] 按照航迹库中目标的序号来选择目标状态变量以及与其对应的邻居层节点，用消息更新规则计算该节点发送给所有量测关联指示变量节点的消息，计算结束，标记已参与计算的节点，重复这个过程，当所有消息都更新一遍之后即完成一次迭代。雷达多次扫描的数据其概率图模型如图3所示。

[0068] 优化求解贝叶斯自由能函数,目标函数满足凸优条件,因此一定能收敛到最值。求解其近似解为:

$$[0069] \quad q_s^{i,j}(x^i, b_s^j) = \frac{q(a_s^i) \psi(x^i) \psi(x^i, a_s^i)}{\sum_{x^i} \psi(x^i) \psi(x^i, a_s^i)}$$

[0070] 通过优化求解目标函数,得到其近似解,根据计算结果确定目标 x^i 和最新量测 b_s^j 之间的关联概率,通过关联概率结果确定目标 x^i 在第 s 个扫描内对应的量测数据,据此更新目标 x^i 的航迹。另外,对于任一目标 x^i 来说,如果在连续多帧内,均未匹配到正确量测信息,则表明该目标对应的航迹已终结,因此撤销其对应的航迹号。在实际中,多个目标之间可能发生航迹合并的现象,通过求得目标与航迹之间的最优关联解,能够极大地避免发生航迹合并。

[0071] 图4为本发明具体实施例的跟踪效果图,展示了目标的真实运动轨迹、经典数据关联算法,以及本算法的跟踪效果,从图4中可以清楚地看到,本算法的跟踪效果明显优于经典的数据关联算法。采用位置误差(position error, PE)作为算法精度的衡量标准。图5中展示了本算法和经典数据关联算法的实验结果,从结果中能够发现对于目标A和目标B,本算法都具备更小的平均位置误差,即本算法的精度更高。另外在图6中两种算法的CDF结果表明,对目标A和B来说,本算法将近60%的PE值在20cm-25.81cm之间,同时60%的PE优于经典联合概率数据关联算法,这表明了本文所提算法在同样跟踪场景中具备更高的跟踪精度。累积分布函数(Cumulative Distribution Function, CDF),又叫分布函数,是概率密度函数的积分,能完整描述一个实随机变量X的概率分布。

[0072] 本发明实施例将传统联合概率数据关联算法与变分推断相结合,不仅适用于单扫描周期的,并且能够适用于多扫描周期期间的数据关联,以提高航迹关联的正确性。该方法在传统的联合概率数据关联算法基础上,引入概率图模型,将每个扫描周期内的目标与量测状态信息存储在叶节点中,替代了构造确认矩阵的传统方法,再结合置信传播算法,利用节点之间相互传递消息,计算出最大后验概率。因此该方法在相对传统的联合概率数据关联算法,时间复杂度大大降低。首先,实时更新雷达目标库中航迹的状态信息,单次扫描中将目标和量测关联信息分别存储在概率图的叶子节点中,初始化所有隐藏节点的似然函数、每对邻居节点之间的势能和信息;接着随机找到某个点和它的邻居节点,用消息更新规则计算该节点发送给其邻居节点的所有消息,然后再随机找到某个节点,重复这个过程,当所有消息都更新一遍之后即完成一次迭代;进而引入变分推断,构造贝叶斯自由能函数,迭代求最优解;若算法收敛,则由置信度求出使得每个节点的边缘概率分布取得最大的变量;根据概率计算结果对航迹状态进行更新。

[0073] 基于同一发明构思,本发明实施例还提供了一种安防雷达的多目标跟踪装置,如下面的实施例所述。由于这些解决问题的原理与安防雷达的多目标跟踪方法相似,因此装置的实施可以参见方法的实施,重复之处不再赘述。

[0074] 图7为本发明实施例中安防雷达的多目标跟踪装置的结构图,如图7所示,该装置包括:

[0075] 信息获得模块701,用于获得当前扫描周期中多个目标状态信息和量测状态信息;

[0076] 模型生成模块702,用于根据所述多个目标状态信息和量测状态信息,生成概率图模型,所述概率图模型包含多个叶节点,每个叶节点对应关联变量;

[0077] 消息确定模块703,用于利用消息更新规则确定概率图模型中各叶节点发送给相邻层叶节点的消息;

[0078] 函数建立模块704,用于根据所述各叶节点发送给相邻层叶节点的消息,利用变分推断算法建立贝叶斯自由能目标函数;

[0079] 目标跟踪模块705,用于根据所述贝叶斯自由能目标函数,进行安防雷达的多目标跟踪。

[0080] 一个实施例中,所述模型生成模块702进一步用于:

[0081] 根据所述多个目标状态信息和量测状态信息,确定对应的多个关联变量;

[0082] 建立目标和关联变量之间的概率图模型。

[0083] 一个实施例中,所述消息更新规则为和积算法。

[0084] 一个实施例中,安防雷达的多目标跟踪装置还包括:约束设置模块,用于对所述贝叶斯自由能目标函数设置约束条件;

[0085] 所述目标跟踪模块705进一步用于:根据所述贝叶斯自由能目标函数和约束条件,进行安防雷达的多目标跟踪。

[0086] 综上所述,本发明实施例通过获得当前扫描周期中多个目标状态信息和量测状态信息;根据所述多个目标状态信息和量测状态信息,生成概率图模型,所述概率图模型包含多个叶节点,每个叶节点对应关联变量;利用消息更新规则确定概率图模型中各叶节点发送给相邻层叶节点的消息;根据所述各叶节点发送给相邻层叶节点的消息,利用变分推断算法建立贝叶斯自由能目标函数;根据所述贝叶斯自由能目标函数,进行安防雷达的多目标跟踪。本发明实施例根据多个目标状态信息和量测状态信息生成概率图模型,利用消息更新规则确定概率图模型中各叶节点发送给相邻层叶节点的消息,从而利用变分推断算法建立贝叶斯自由能目标函数,进行安防雷达的多目标跟踪,在保证抗干扰能力的同时有效提高运算速度,保证雷达在跟踪时的实时性,避免在跟踪临近目标的过程中会出现航迹合并的问题。

[0087] 基于前述发明构思,如图8所示,本发明还提出了一种计算机设备800,包括存储器810、处理器820及存储在存储器810上并可在处理器820上运行的计算机程序830,所述处理器820执行所述计算机程序830时实现前述安防雷达的多目标跟踪方法。

[0088] 基于前述发明构思,本发明提出了一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现前述安防雷达的多目标跟踪方法。

[0089] 本领域内的技术人员应明白,本发明的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此,本发明可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且,本发明可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质(包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式。

[0090] 本发明是参照根据本发明实施例的方法、设备(系统)、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流

程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器,使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

[0091] 这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中,使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品,该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

[0092] 这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上,使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理,从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

[0093] 最后应说明的是:以上所述实施例,仅为本发明的具体实施方式,用以说明本发明的技术方案,而非对其限制,本发明的保护范围并不局限于此,尽管参照前述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:任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改或可轻易想到变化,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改、变化或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明实施例技术方案的精神和范围,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应所述以权利要求的保护范围为准。

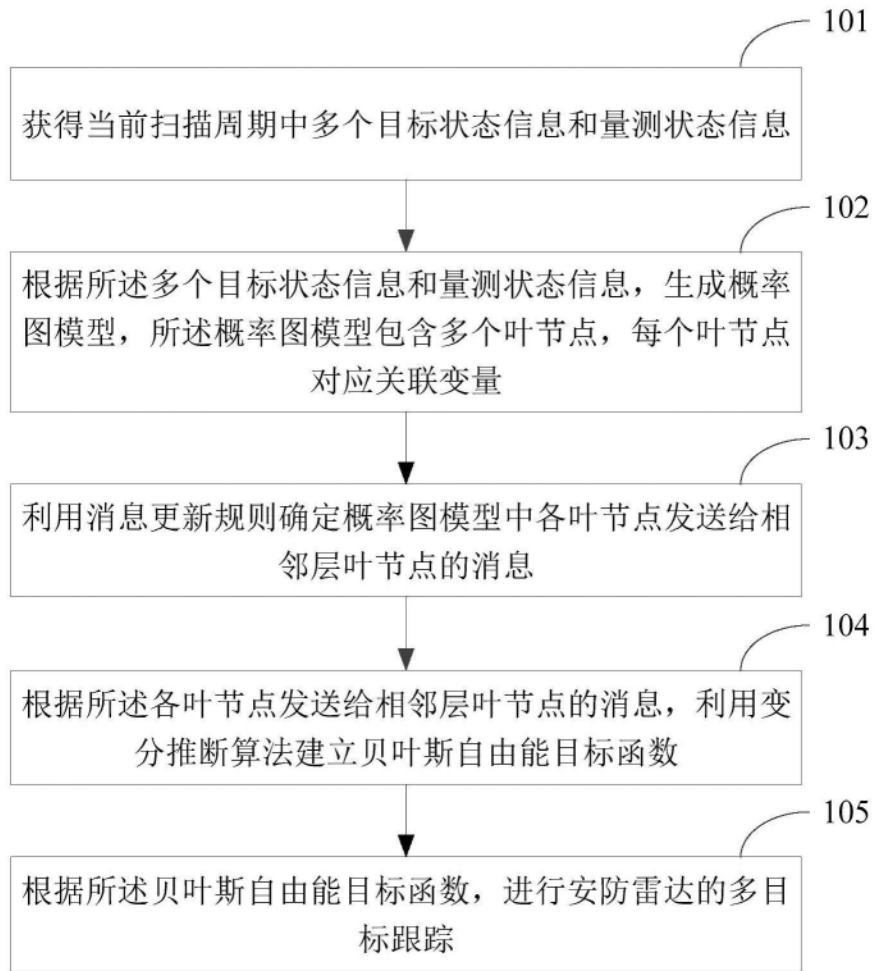


图1

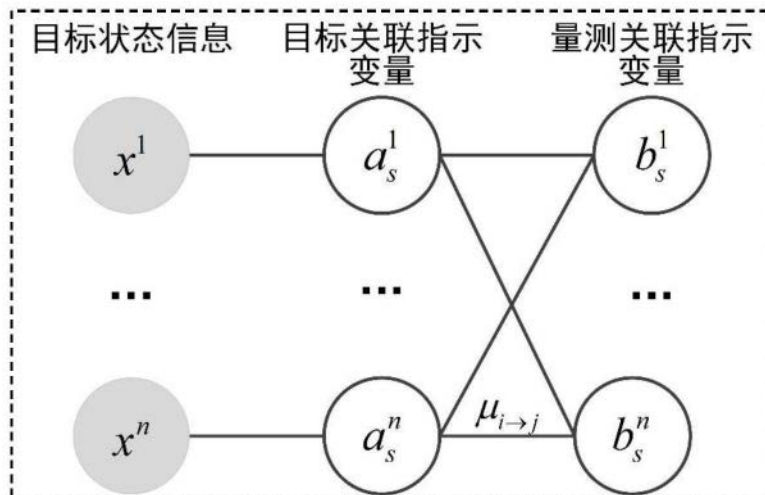


图2

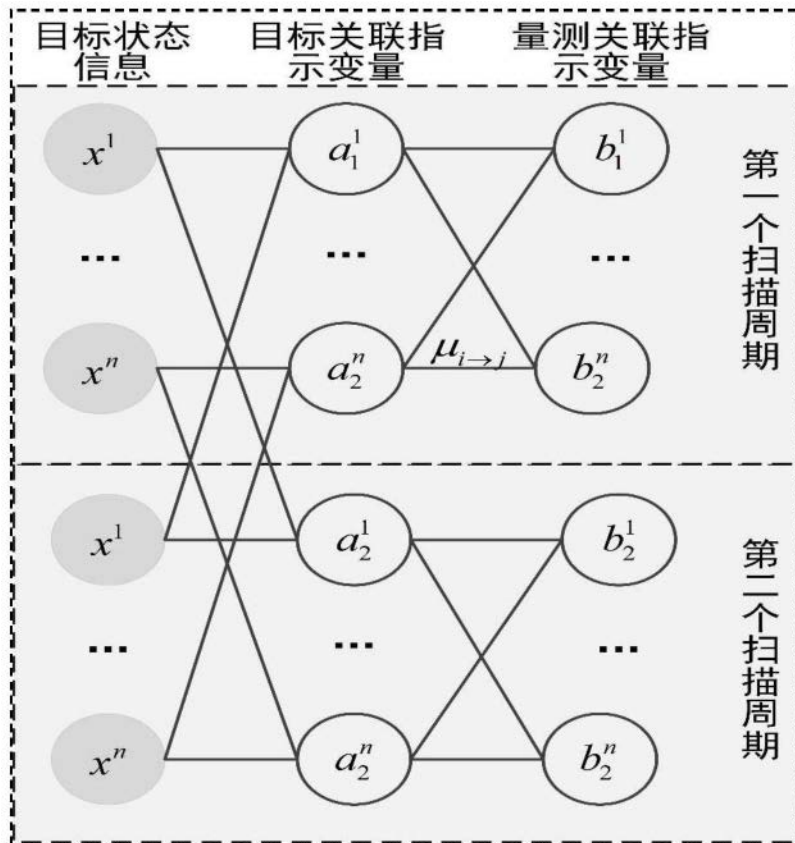


图3

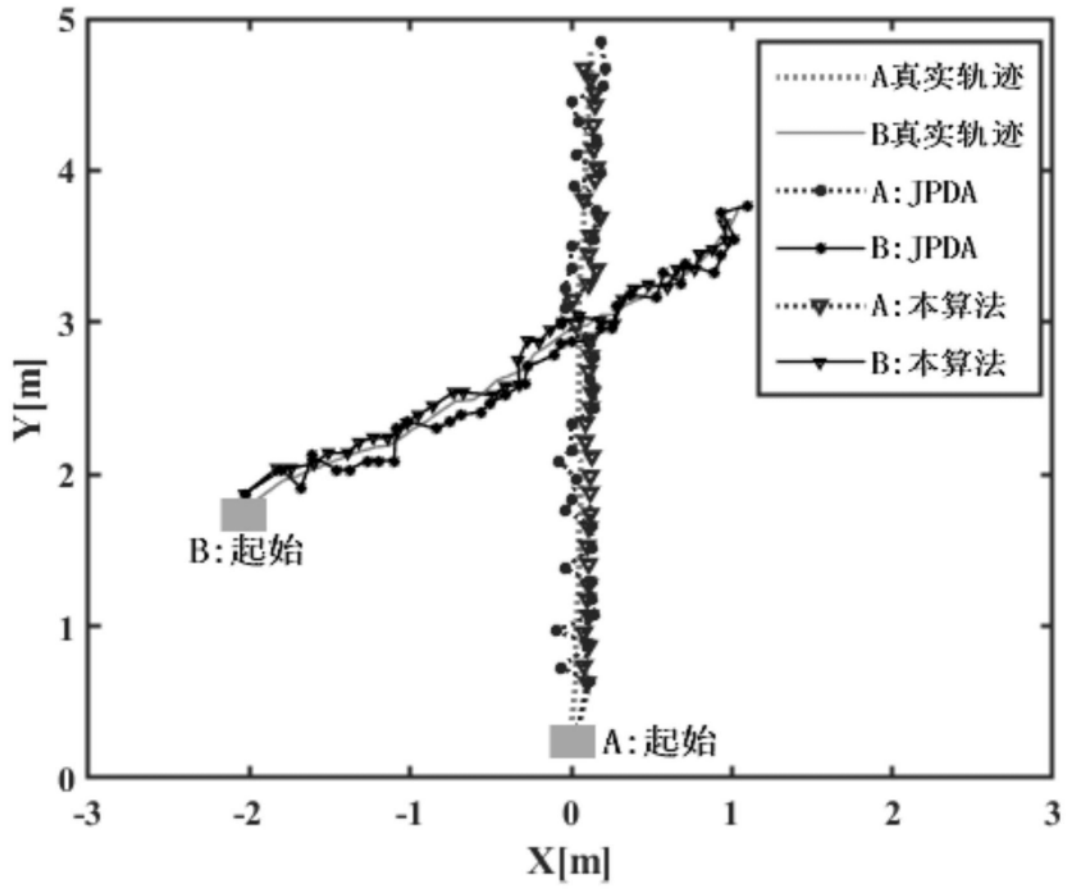


图4

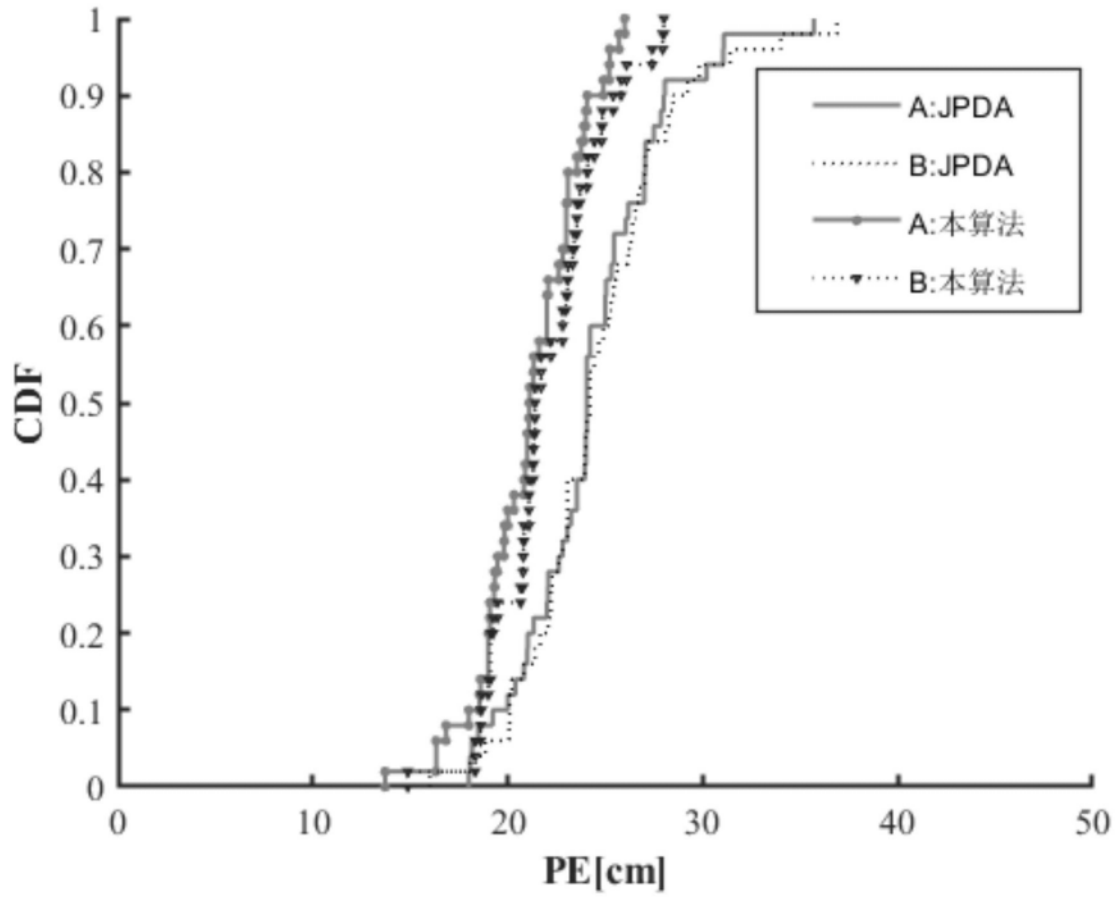


图5

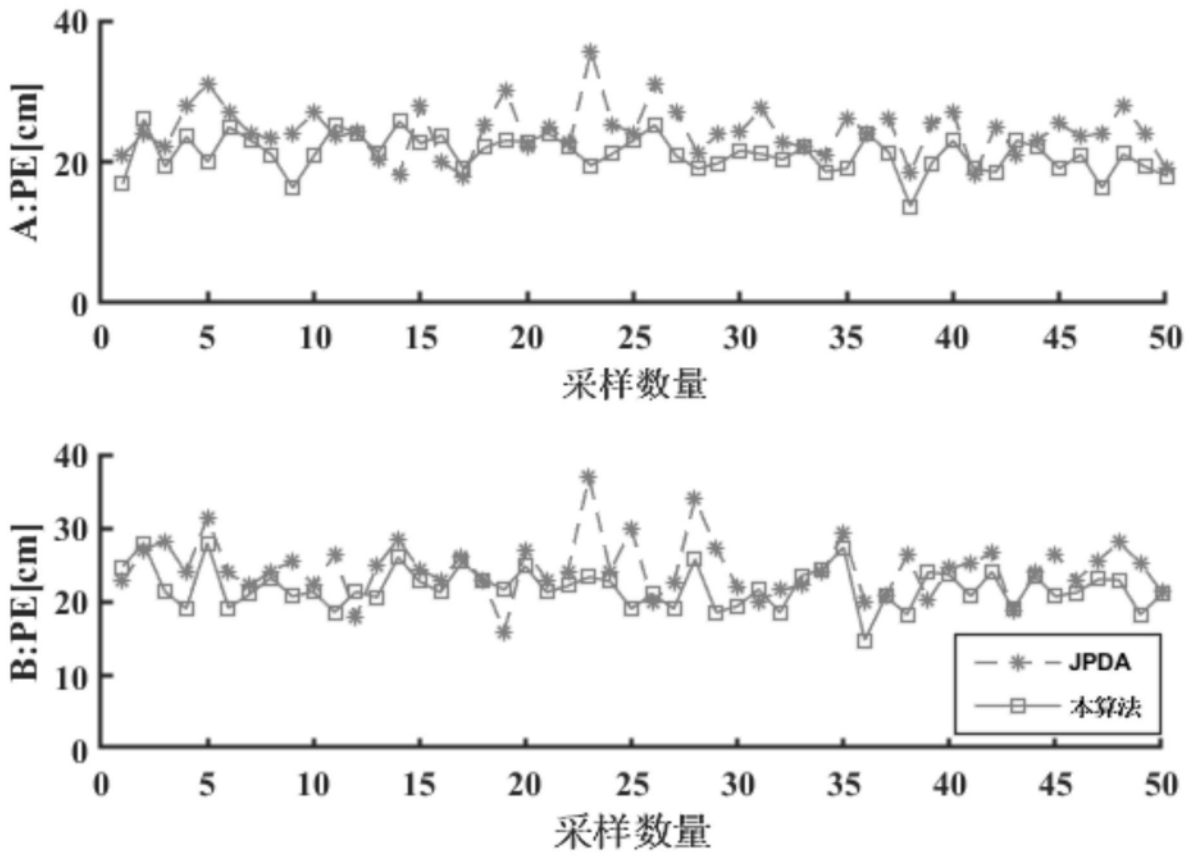


图6

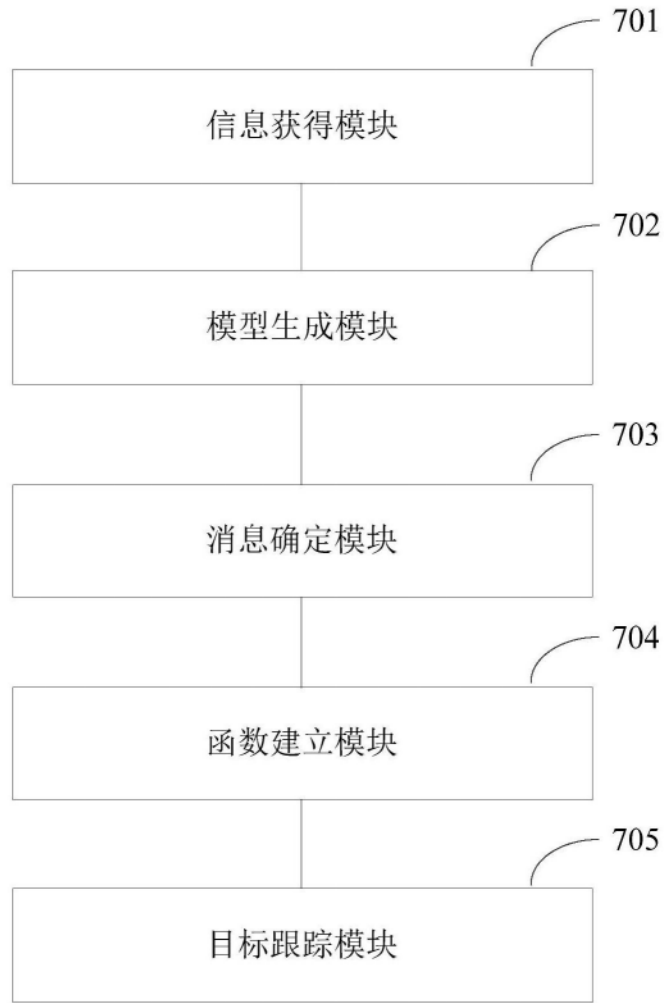


图7

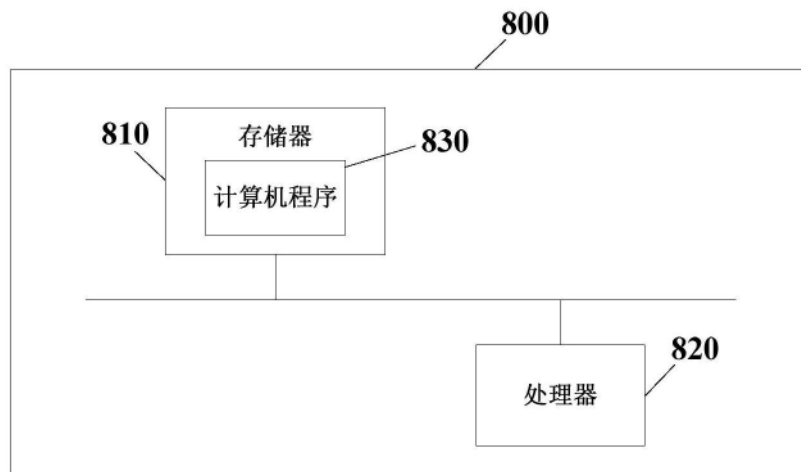


图8