



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105700553 B

(45)授权公告日 2018.06.26

(21)申请号 201610059981.6

(22)申请日 2016.01.28

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105700553 A

(43)申请公布日 2016.06.22

(73)专利权人 中国科学院自动化研究所  
地址 100080 北京市海淀区中关村东路95号

(72)发明人 蒲志强 杜晗 易建强 谭湘敏

(74)专利代理机构 北京瀚仁知识产权代理事务所(普通合伙) 11482  
代理人 宋宝库

(51)Int. Cl.  
G05D 1/10(2006.01)

(56)对比文件  
US 2010/0049376 A1,2010.02.25,全文.

CN 101819439 A,2010.09.01,全文.

CN 102637040 A,2012.08.15,全文.

CN 104216382 A,2014.12.17,全文.

CN 104298242 A,2015.01.21,全文.

CN 102768518 A,2012.11.07,全文.

US 8639396 B1,2014.01.28,全文.

彭辉,等.有人机/无人机协同任务控制系统.《航空学报》.2008,第29卷S135-S141.

袁杰.基于数据传输网络的无人机协同系统设计.《电讯技术》.2013,第53卷(第4期),371-376.

Guillermo Heredia,等.Multi-Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Cooperative Fault Detection Employing Differential Global Positioning (DGPS),Inertial and Vision Sensors.《sensors》.2009,7566-7579.

审查员 潘姝安

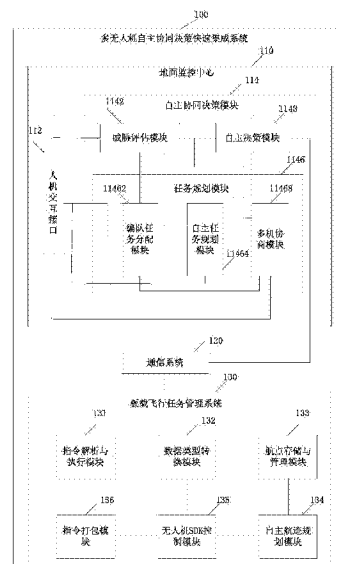
权利要求书2页 说明书12页 附图2页

(54)发明名称

多无人机自主协同决策快速集成系统

(57)摘要

本发明公开了一种多无人机自主协同决策快速集成系统。其中,该系统包括地面监控中心、通信系统和板载飞行任务管理系统。地面监控中心包括:人机交互接口和自主协同决策模块;自主协同决策模块包括:威胁评估模块、任务规划模块和自主决策模块;其中,任务规划模块包括:编队任务分配模块、自主任务规划模块和多机协商模块;板载飞行任务管理系统包括指令解析与执行模块、指令打包模块、数据类型转换模块、航点存储与管理模块、自主航迹规划模块、无人机SDK控制模块;无人机SDK控制模块被配置为控制无人机。通过本发明实施例解决了如何实现多无人机自主协同快速集成应用,系统的模块化以及提高系统的人工智能性能的技术问题。



1. 一种多无人机自主协同决策快速集成系统,其特征在于,所述系统至少包括:地面监控中心、通信系统和板载飞行任务管理系统;

所述地面监控中心包括:人机交互接口和自主协同决策模块;

其中:

所述人机交互接口被配置为接收用户指令和知识数据,并将所述用户指令和所述知识数据发送至所述自主协同决策模块;其中,所述用户指令包括本机指令和友机指令,所述知识数据包括现场态势数据及目标融合数据;

所述自主协同决策模块包括:威胁评估模块、任务规划模块和自主决策模块;其中,所述任务规划模块包括:编队任务分配模块、自主任务规划模块和多机协商模块;

其中:

所述威胁评估模块被配置为根据所述目标融合数据,生成态势和威胁数据、任务和航路数据、威胁评估数据,并将所述态势和威胁数据、所述任务和航路数据发送至所述任务规划模块,以及将所述威胁评估数据发送至所述自主决策模块;

所述多机协商模块被配置为根据所述友机指令、所述现场态势数据以及所述任务和航路数据,生成多机协商数据,并将所述多机协商数据发送至所述编队任务分配模块和所述自主任务规划模块;

所述编队任务分配模块被配置为根据所述本机指令、所述态势和威胁数据、所述多机协商数据、所述现场态势数据及自主任务规划数据,生成编队任务分配数据;

所述自主任务规划模块被配置为根据所述态势和威胁数据、所述现场态势数据、所述多机协商数据、所述编队任务分配数据及所述自主决策数据,生成所述自主任务规划数据;

所述自主决策模块被配置为根据所述自主任务规划数据、所述现场态势数据及所述威胁评估数据,生成自主决策数据,并将所述自主决策数据经由通信系统发送至所述板载飞行任务管理系统,以及将所述自主决策数据反馈至所述自主任务规划模块;

所述通信系统被配置为实现所述地面监控中心与所述板载飞行任务管理系统之间的无线通信;

所述板载飞行任务管理系统包括指令解析与执行模块、指令打包模块、数据类型转换模块、航点存储与管理模块、自主航迹规划模块、无人机SDK控制模块;

其中:

所述指令解析与执行模块被配置为对由所述地面监控中心经所述通信系统发送来的指令进行解析,并根据解析的指令,调用所述无人机SDK控制模块;其中,所述指令包括所述自主决策数据;

所述指令打包模块被配置为对由所述数据类型转换模块转换后的无人机状态信息进行打包,并将打包后的数据经所述通信系统发送至所述地面监控中心;

所述数据类型转换模块被配置为对所述指令解析与执行模块解析后的指令进行数据类型转换,并在转换结果中含有航点信息时将所述转换结果发送至所述航点存储与管理模块,否则直接将所述转换结果发送至所述无人机SDK控制模块;

航点存储与管理模块被配置为对所述航点数据进行管理与存储并将所述航点数据发送至所述自主航迹规划模块;

所述自主航迹规划模块被配置为根据所述航点数据生成航迹数据并将所述航迹数据

发送至所述无人机SDK控制模块；

所述无人机SDK控制模块被配置为根据所述转换结果或所述航迹数据来控制所述无人机。

2. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述自主协同决策模块还包括行为监控模块;所述行为监控模块以泳道图的方式动态地显示所述威胁评估模块、所述任务规划模块及所述自主决策模块的决策逻辑。

3. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述地面监控中心还包括:地面站;所述地面站包括:通信管理模块;

所述通信管理模块被配置为管理所述地面监控中心与所述板载任务管理系统之间无线通信的端口、波特率及物理信道。

4. 根据权利要求3所述的系统,其特征在于,所述地面站还包括:读取模块和综合态势显示模块;

其中,所述读取模块被配置为通过所述通信系统和所述板载飞行任务管理系统读取所述多无人机的状态信息,并将所述状态信息发送至所述综合态势显示模块;其中,所述状态信息包括经纬度、高度、航向、机体速度和姿态角;

所述综合态势显示模块被配置为以实时态势曲线的方式显示所述状态信息。

5. 根据权利要求4所述的系统,其特征在于,所述地面站还包括数据记录与回放模块;

所述读取模块还被配置为将所述状态信息发送至所述数据记录与回放模块;

所述数据记录与回放模块被配置为存储与回放所述状态信息。

6. 根据权利要求3所述的系统,其特征在于,所述地面站还包括实时健康诊断模块,所述实时健康诊断模块被配置为实时检测所述多无人机的飞行健康参数;其中,所述飞行健康参数包括传感器状态、电量信息、GPS信号强度和无线传输链路信号强度。

7. 根据权利要求4所述的系统,其特征在于,所述地面站还包括飞行GIS地理信息系统管理模块;

所述读取模块还被配置为将所述状态信息发送至所述飞行GIS管理模块;

所述自主协同决策模块还被配置为生成多机规划航路数据;

所述飞行GIS管理模块被配置为:根据所述多机规划航路数据和所述状态信息,以地图的方式,动态地显示所述多无人机或所述多无人机中任一无人机的方位、偏航角、航点间的距离以及所述多无人机或所述多无人机中任一无人机的实时跟踪与轨迹情况,以及记录与回放所述多无人机或所述多无人机中任一无人机的全程飞行状态。

8. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述人机交互接口包括决策规则外置输入接口,所述决策规则外置输入接口被配置为接收、增减及编辑决策规则,并将所述决策规则发送至所述自主协同决策模块。

9. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述通信系统被配置为基于EMP协议,以消息的方式实现所述地面监控中心与所述板载飞行任务管理系统之间的无线通信。

## 多无人机自主协同决策快速集成系统

### 技术领域

[0001] 本发明实施例涉及飞行器控制技术领域,尤其是涉及一种多无人机自主协同决策快速集成系统。

### 背景技术

[0002] 近些年,随着无人机,特别是四旋翼无人机的快速发展,无人机的应用领域越来越广泛,除了传统的航拍等消费领域外,无人机在多无人机协同、边境安全监控、警用安防、农业植保、灾害救援等特种领域的应用需求越来越强烈。而随着应用环境的日趋复杂,多无人机协同完成任务比单机执行任务拥有越来越明显的优势,如在警用安防领域,多无人机协同便于警务人员在第一时间快速锁定危险目标;在农业植保领域,多无人机协同可显著减少操作人员,提高作业效率。然而,多无人机协同带来了大量复杂的决策与控制问题,如无人机角色分配与协同规划,大量态势信息的分析、融合与数据表示,多无人机系统的无线通信,完善的地图导航跟踪,实时的决策推理等。

[0003] 针对多无人机的协同作业,现有的无人机系统存在以下不足:(1)以世界范围内广泛使用的Mission Planner、QGroundControl等开源地面站为例,目前的地面监控系统都是面向单机应用的,通信多采用一对一的点对点通信,不易扩展,且功能较为单一,不具备多机航路规划、航迹跟踪、态势评估等功能;(2)以大疆、极飞等知名无人机公司的地面监控系统为例,目前的地面监控系统往往是针对特定型号的无人机设计的,与无人机的硬件和飞控固件深度耦合,很难移植到新的无人机平台上,系统灵活性不足;(3)现有地面监控系统的自主性和智能化程度较弱,缺乏面向多机任务的模块化算法设计。

[0004] 有鉴于此,特提出本发明。

### 发明内容

[0005] 本发明实施例的主要目的在于提供一种多无人机自主协同决策快速集成系统,其至少部分地解决了如何实现多无人机自主协同快速集成应用,系统的模块化以及提高系统的人工智能性能的技术问题。

[0006] 为了实现上述目的,根据本发明的一个方面,提供了以下技术方案:

[0007] 一种多无人机自主协同决策快速集成系统,所述系统至少包括:地面监控中心、通信系统和板载飞行任务管理系统;其中:

[0008] 所述通信系统被配置为实现所述地面监控中心与所述板载飞行任务管理系统之间的无线通信;

[0009] 所述地面监控中心包括:人机交互接口和自主协同决策模块;

[0010] 其中:

[0011] 所述人机交互接口被配置为接收用户指令和知识数据,并将所述用户指令和所述知识数据发送至所述自主协同决策模块;其中,所述用户指令包括本机指令和友机指令,所述知识数据包括现场态势数据及目标融合数据;

[0012] 所述自主协同决策模块包括：威胁评估模块、任务规划模块和自主决策模块；其中，所述任务规划模块包括：编队任务分配模块、自主任务规划模块和多机协商模块；

[0013] 其中：

[0014] 所述威胁评估模块被配置为根据所述目标融合数据，生成态势和威胁数据、任务和航路数据、威胁评估数据，并将所述态势和威胁数据、所述任务和航路数据发送至所述任务规划模块，以及将所述威胁评估数据发送至所述自主决策模块；

[0015] 所述多机协商模块被配置为根据所述友机指令、所述现场态势数据以及所述任务和航路数据，生成多机协商数据，并将所述多机协商数据发送至所述编队任务分配模块和所述自主任务规划模块；

[0016] 所述编队任务分配模块被配置为根据所述本机指令、所述态势和威胁数据、所述多机协商数据、所述现场态势数据及自主任务规划数据，生成编队任务分配数据；

[0017] 所述自主任务规划模块被配置为根据所述态势和威胁数据、所述现场态势数据、所述多机协商数据、所述编队任务分配数据及所述自主决策数据，生成所述自主任务规划数据；

[0018] 所述自主决策模块被配置为根据所述自主任务规划数据、所述现场态势数据及所述威胁评估数据，生成自主决策数据，并将所述自主决策数据经由通信系统发送至所述板载飞行任务管理系统，以及将所述自主决策数据反馈至所述自主任务规划模块；

[0019] 所述板载飞行任务管理系统包括指令解析与执行模块、指令打包模块、数据类型转换模块、航点存储与管理模块、自主航迹规划模块、无人机SDK控制模块；

[0020] 其中：

[0021] 所述指令解析与执行模块被配置为对由所述地面监控中心经所述通信系统发送来的指令进行解析，并根据解析的指令，调用所述无人机SDK控制模块；其中，所述指令包括所述自主决策数据；

[0022] 所述指令打包模块被配置为对由所述数据类型转换模块转换后的无人机状态信息进行打包，并将打包后的数据经所述通信系统发送至所述地面监控中心；

[0023] 所述数据类型转换模块被配置为对所述指令解析与执行模块解析后的指令进行数据类型转换，并在转换结果中含有航点信息时将所述转换结果发送至所述航点存储与管理模块，否则直接将所述转换结果发送至所述无人机SDK控制模块；

[0024] 航点存储与管理模块被配置为对所述航点数据进行管理与存储并将所述航点数据发送至所述自主航迹规划模块；

[0025] 所述自主航迹规划模块被配置为根据所述航点数据生成航迹数据并将所述航迹数据发送至所述无人机SDK控制模块；

[0026] 所述无人机SDK控制模块被配置为根据所述转换结果或所述航迹数据来控制所述无人机。

[0027] 与现有技术相比，上述技术方案至少具有以下有益效果：

[0028] 本发明实施例通过对地面监控中心、通信系统和板载飞行任务管理系统进行模块化设计，并且，将地面监控中心配置为包括人机交互接口和自主协同决策模块；其中，自主协同决策模块包括：威胁评估模块、任务规划模块和自主决策模块；其中，任务规划模块包括：编队任务分配模块、自主任务规划模块和多机协商模块，提高了系统的人工智能性能。

另外,还将板载飞行任务管理系统配置为包括指令解析与执行模块、指令打包模块、数据类型转换模块、航点存储与管理模块、自主航迹规划模块、无人机SDK控制模块;由此,可以实现对不同类型无人机的自主协同快速集成应用。

[0029] 当然,实施本发明的任一产品不一定需要同时实现以上所述的所有优点。

[0030] 本发明的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且,部分地从说明书中变得显而易见,或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其它优点可通过在所写的说明书、权利要求书以及附图中所特别指出的方法来实现和获得。

[0031] 需要说明的是,发明内容部分并非旨在标识出请求保护的主题的必要技术特征,也并非是用来确定请求保护的主题的保护范围。所要求保护的主题不限于解决在背景技术中提及的任何或所有缺点。

### 附图说明

[0032] 附图作为本发明的一部分,用来提供对本发明的进一步的理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,但不构成对本发明的不当限定。显然,下面描述中的附图仅仅是一些实施例,对于本领域普通技术人员来说,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附图。在附图中:

[0033] 图1为根据一示例性实施例示出的多无人机自主协同决策快速集成系统结构示意图;

[0034] 图2为根据一示例性实施例示出的多无人机追逐包抄的示意图。

[0035] 这些附图和文字描述并不旨在以任何方式限制本发明的构思范围,而是通过参考特定实施例为本领域技术人员说明本发明的概念。

### 具体实施方式

[0036] 下面结合附图以及具体实施例对本发明实施例解决的技术问题、所采用的技术方案以及实现的技术效果进行清楚、完整的描述。显然,所描述的实施例仅仅是本申请的一部分实施例,并不是全部实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在不付出创造性劳动的前提下,所获的所有其它等同或明显变型的实施例均落在本发明的保护范围内。本发明实施例可以按照权利要求中限定和涵盖的多种不同方式来具体化。

[0037] 需要说明的是,在下面的描述中,为了方便理解,给出了许多具体细节。但是很明显,本发明的实现可以没有这些具体细节。

[0038] 需要说明的是,在没有明确限定或不冲突的情况下,本发明中的各个实施例及其中的技术特征可以相互组合而形成技术方案。

[0039] 本发明实施例采用层次化设计思想并采用标准的模块化设计。

[0040] 本发明实施例提供一种多无人机自主协同决策快速集成系统100,如图1所示,所述系统100至少包括:地面监控中心110、通信系统120和板载飞行任务管理系统130,其中,通信系统120被配置为实现地面监控中心110与板载飞行任务管理系统130之间的无线通信。地面监控中心110包括:人机交互接口112和自主协同决策模块114。其中,人机交互接口112被配置为接收用户指令和知识数据,并将用户指令和知识数据发送至自主协同决策模块114;其中,用户指令包括本机指令和友机指令,知识数据包括现场态势数据及目标融合

数据。自主协同决策模块114包括：威胁评估模块1142、任务规划模块1146和自主决策模块1148；其中，任务规划模块1146包括：编队任务分配模块11462、自主任务规划模块11464和多机协商模块11468。其中，威胁评估模块1142被配置为根据目标融合数据，生成态势和威胁数据、任务和航路数据、威胁评估数据，并将态势和威胁数据、任务和航路数据发送至任务规划模块1146，以及将威胁评估数据发送至自主决策模块1148。多机协商模块11468被配置为根据友机指令、现场态势数据以及任务和航路数据，生成多机协商数据，并将多机协商数据发送至编队任务分配模块11462和自主任务规划模块11464。编队任务分配模块11462被配置为根据本机指令、态势和威胁数据、多机协商数据、现场态势数据及自主任务规划数据，生成编队任务分配数据。自主任务规划模块11464被配置为根据态势和威胁数据、现场态势数据、多机协商数据、编队任务分配数据及自主决策数据，生成自主任务规划数据。自主决策模块1148被配置为根据自主任务规划数据、现场态势数据及威胁评估数据，生成自主决策数据，并将自主决策数据经由通信系统120发送至板载飞行任务管理系统130，以及将自主决策数据反馈至自主任务规划模块11464。板载飞行任务管理系统130包括指令解析与执行模块131、指令打包模块136、数据类型转换模块132、航点存储与管理模块133、自主航迹规划模块134、无人机SDK控制模块135。其中，指令解析与执行模块131被配置为对由地面监控中心110经通信系统120发送来的指令进行解析，并根据解析的指令，调用无人机SDK控制模块135；其中，指令包括自主决策数据。指令打包模块136被配置为对由数据类型转换模块132转换后的无人机状态信息进行打包，并将打包后的数据经通信系统120发送至地面监控中心110。数据类型转换模块132被配置为对指令解析与执行模块131解析后的指令进行数据类型转换，并在转换结果中含有航点信息时将转换结果发送至航点存储与管理模块133，否则直接将转换结果发送至无人机SDK控制模块135。航点存储与管理模块133被配置为对航点数据进行管理与存储并将航点数据发送至自主航迹规划模块134。自主航迹规划模块134被配置为根据航点数据生成航迹数据并将航迹数据发送至无人机SDK控制模块135。无人机SDK控制模块135被配置为根据转换结果或航迹数据来控制所述无人机。

[0041] 优选地，地面监控中心110可以采用Visual C++进行开发。

[0042] 优选地，板载飞行任务管理系统130可以基于Cortex-A9嵌入式架构，并采用Android 4.0进行构建。

[0043] 本领域技术人员应能理解，上述采用Visual C++实现地面监控中心以及基于Cortex-A9嵌入式架构并采用Android 4.0实现板载飞行任务管理系统的方式仅为举例，其他任意现有的或今后可能出现的能够实现地面监控中心或板载飞行任务管理系统的方式若可适用于本发明，则也应包含在本发明的保护范围之内，并在此以引用的方式结合于此。

[0044] 本领域技术人员可以理解，上述板载飞行任务管理系统130还可以包括其他一些公知的结构，例如：运算与处理单元、无线通信单元、LCD显示单元以及I/O接口等，为了不必要地模糊本公开的实施例，这些公知的结构在图1中未示出。

[0045] 在上述实施例中，自主决策数据可以包括无人机的预定义飞行航线。

[0046] 本文中提到的无人机可以为选定的某型号无人机，其自身配备飞控系统、传感系统、通信系统和载荷系统，并对外提供二次开发接口。优选地，无人机本体采用DJI Phantom 3 Pro四旋翼无人机，该无人机提供Mobile SDK开发套件，能在板载飞行任务管理系统的Android环境下开发接口模块。这样可以实现快速的集成应用。这样的系统不是基于

某种特定的无人机硬件或飞控固件,从而具有良好的可扩展性。

[0047] 在实际应用中,当多无人机自主协同决策系统集成不同类型的无人机时,板载飞行任务管理系统可根据不同类型的无人机,选择操作系统,并通过无人机SDK控制模块开发相应的SDK(软件开发工具包)接口模块即可。其中,操作系统至少包括但不限于:RTOS等实时操作系统、Linux、Android等非实时操作系统。

[0048] 无人机SDK控制模块135既可以对无人机进行控制,也可以按一定的频率获取无人机状态信息,经数据类型转换模块132、指令打包模块136,最终发送给地面监控中心110。

[0049] 由于地面监控中心110和板载飞行任务管理系统130均采用模块化设计且设计为通用的标准化模块,当集成不同的无人机时,仅需根据无人机的开发接口,重新在板载任务管理系统130上设计无人机SDK控制模块,即可实现快速集成应用。

[0050] 由于板载飞行任务管理系统130与地面监控中心110之间采用无线连接,因此,根据所集成的无人机类型,板载飞行任务管理系统130既可以部署在地面上,也可以挂载在无人机上。

[0051] 数据类型转换模块132可以根据不同类型无人机所要求的数据类型,进行数据类型的转换。数据类型转换模块132对解析后指令进行数据类型转换。如果转换后的信息中含有航点消息,则将转换后的信息发送给航点存储与管理模块133;如果转换后的信息中不含有航点消息,则将转换后的信息直接发送给无人机SDK控制模块135。

[0052] 自主航迹规划模块134根据“粗”航点(即航路点)生成“细”航迹并将航迹数据发送至无人机SDK控制模块135。

[0053] 在本发明实施例的一些可选的实现方式中,自主协同决策模块还可以包括行为监控模块;行为监控模块以泳道图的方式动态地显示威胁评估模块、任务规划模块及自主决策模块的决策逻辑,从而提供整个决策逻辑的可视化。

[0054] 在本发明实施例的一些可选的实现方式中,地面监控中心还可以包括:地面站;地面站包括:通信管理模块。其中,通信管理模块被配置为管理地面监控中心与板载任务管理系统之间无线通信的端口、波特率及物理信道。

[0055] 在本发明实施例的一些可选的实现方式中,地面站还可以包括:读取模块和综合态势显示模块。其中,读取模块被配置为通过通信系统和板载飞行任务管理系统读取多无人机的状态信息,并将状态信息发送至综合态势显示模块。其中,状态信息包括经纬度、高度、航向、机体速度和姿态角。综合态势显示模块被配置为以实时态势曲线的方式显示状态信息。

[0056] 其中,优选地,读取模块以2Hz或更高的频率读取多无人机的状态信息。

[0057] 在本发明实施例的一些可选的实现方式中,地面站还可以包括数据记录与回放模块。其中,读取模块还可以被配置为将状态信息发送至数据记录与回放模块。数据记录与回放模块被配置为存储与回放状态信息。

[0058] 其中,数据记录与回放模块用于在多无人机的飞行任务结束之后进行数据的存储与回放。

[0059] 在本发明实施例的一些可选的实现方式中,地面站还可以包括实时健康诊断模块,实时健康诊断模块被配置为实时检测多无人机的飞行健康参数;其中,飞行健康参数包括传感器状态、电量信息、GPS信号强度和无线传输链路信号强度。



[0060] 在本发明实施例的一些可选的实现方式中,地面站还可以包括飞行GIS地理信息系统管理模块;其中,读取模块还可以被配置为将状态信息发送至飞行GIS管理模块。自主协同决策模块还可以被配置为生成多机规划航路数据。飞行GIS管理模块被配置为:根据多机规划航路数据和状态信息,以地图的方式,动态地显示多无人机或多无人机中任一无人机的方位、偏航角、航点间的距离以及多无人机或多无人机中任一无人机的实时跟踪与轨迹情况,以及记录与回放多无人机或多无人机中任一无人机的全程飞行状态。

[0061] 其中,用户可以对飞行GIS管理模块进行自定义,还可以实现地图定位、放大倍数调整、多边形距离测量等基本操作,还可以完成飞机世界坐标系到地图经纬度坐标系的映射,还可以通过鼠标在地图区域上实现无人机航路规划与重规划。

[0062] 在本发明实施例的一些可选的实现方式中,人机交互接口还可以包括决策规则外置输入接口,决策规则外置输入接口被配置为接收、增减及编辑决策规则,并将决策规则发送至自主协同决策模块。

[0063] 其中,通过决策规则外置输入接口,可以针对不同飞行任务,进行人工增减或编辑决策规则。

[0064] 另外,人机交互接口还可以包括日志模块,以存储无人机的飞行日志。

[0065] 在本发明实施例的一些可选的实现方式中,通信系统被配置为基于EMP协议实现地面监控中心与板载飞行任务管理系统之间的无线通信。

[0066] 其中,优选地,通信系统采用扩展MavLink协议进行设计,并采用433M的无线数传。

[0067] 多架无人机采用物理信道分离的方式避免信号串扰。

[0068] EMP协议帧格式如表1所示。表1中各字段的含义见表2。

[0069] 表1

[0070]

STX	SEQ	SEM	ACK	SYS	COM	MSG	LEN	PAYLOAD	CRC
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---------	-----

[0071] 表2

字段	字节索引	大小 (Byte)	说明
STX	0	1	帧头标识位, 协议中为 0xfe
SEQ	1	1	帧序号
SEM	2	1	通信过程中的会话 ID
ACK	3	1	区分数据和应答帧
SYS	4	1	系统 ID, 地面系统=0, 飞机=1,2,...n
COM	5	1	组件 ID, 预留位, 本项目中 为固定位 0x00
MSG	6	1	消息类型 ID
LEN	7	1	帧全长
PAYLOAD	8	≤245	数据段, 最大为 245Bytes
CRC	8+PAYLOAD Bytes	2	采用 ANSI CRC16 标准, 循环 冗余校验值 Checksum[0]-校验高位 Checksum[1]-校验低位 校验内容为数据段内容

[0073] 在表2中, STX为帧头标识, 在本发明优选的实施例中其统一为0xfe。SEQ为帧序号, 每收到一帧数据其自动加1。SEM为会话ID, 协议中定义了三种通信会话模式: SEM=1, 其表示收到数据后不需应答, 这种情况适用于以较高频率回传的飞行态势数据; SEM=2, 其表示收到数据后需要应答, 但出错不重传, 这种情况适用于实时性要求较高的姿态和速度控制消息; SEM=3, 其表示收到数据后需正确应答, 如出错则一直重传, 这种情况适用于传输重要的指令。ACK用于区别是数据帧还是应答帧。SYS为系统ID, 将地面监控中心、每架无人机都看成是一个系统, 拥有一个唯一的ID, 在本发明优选的实施例中取地面监控中心ID=0, 多架无人机的ID依次取1, 2, ..., n。组件ID字段COM, 用以区分某个系统内的组件或模块, 例如某无人机上的传感系统, 因此其为SYS的下一级概念, 在本发明优选的实施例中不对组件进行区分, 统一为0x00。MSG为消息类型ID, 协议中定义了由多条消息组成的消息集, 通过MSG字段进行区分。LEN为一帧数据的总长, EMP支持每帧数据最长为255字节。PAYLOAD为有效数据载荷, 其最大可为245字节。CRC为循环冗余校验字段, 采用ANSI CRC16算法计算校验和。

[0074] 在多机通信的实施例中, 基于EMP协议, 采用系统ID、组件ID、消息ID三级ID机制, 同时引入应答机制、会话分级机制、数据校验机制, 可以在保证传输效率的同时, 最大限度地提高通信传输的可靠性。

[0075] 地面监控中心与板载飞行任务管理系统之间以消息的方式进行通信。

[0076] 在本发明优选的实施例中, 定义了由18条消息组成的消息集, 如表3所示。

[0077] 表3

[0078]

序号	MSG (枚举变量)	功能	上/ 下行	SEM	PAYLOAD
1	Open_Connect	地面站通知开启并与机载板建立通信连接包含了“开始任务”作用	上	3	void
2	OneKeyFly	一键起飞	上	3	void
3	GoHome	回到起始点	上	3	void

[0079]

4	TaskPause	暂停飞机任务	上	3	void
5	TaskContinue	继续飞机任务	上	3	void
6	Task_Giveup	飞机任务取消	上	3	void
7	SetHome	设置初始点经纬度	上	2	double homeLocation Latitude double homeLocation Longitude
8	Send_WayPoint	加载航路点	上	3	Struct WayPoint{ double latitude double longitude float altitude short heading float speed }
9	Add_WayPoint	添加航迹上指定位置航路点	上	3	int index Struct WayPoint
10	Del_WayPoint	删除航迹上指定位置航路点	上	3	int index
11	Abandon_WayPoint	取消指定索引后所有航路点	上	3	int index
12	Set_Angles	为飞机设置姿态角	上	2	int roll int pitch int yaw 单位: °
13	Set_Speed	为飞机设置三个方向速度	上	2	int velocityX int velocityY int velocityZ 单位: m/s
14	Location_Report	飞机位置回传	下	1	double latitude

[0080]

					double longitude float altitude int nextpos (下一航点号)
15	Angle_Report	飞行姿态回传	下	1	int roll int pitch int yaw 单位: °
16	Speed_Report	飞行速度回传	下	1	int velocityX int velocityY int velocityZ 单位: m/s
17	Battery_Report	飞行电量状况	下	1	int Battery_temp 单位: °C int Curr_elec 单位: mAh int Remain_per 取值区间 [0,100]
18	GPS_State	飞机 GPS 状态	下	1	enum gpsStatus{ excellent good unknown weak }

[0081] 在表3中,MSG以枚举变量的形式给出。上/下行表示数据的流向。SEM表示消息对应的会话模式。PAYLOAD表示有效数据载荷,void表示没有数据段,即该条消息仅包含控制指令。

[0082] 在实际应用中,可以设置上行代表数据由地面监控中心流向板载飞行任务管理系统,共13条消息;下行代表数据由板载飞行任务管理系统流向地面监控中心,共5条消息。

[0083] 优选地,地面监控中心或板载飞行任务管理系统在收到一帧数据后,可以采用如下方式来对数据进行解析与执行:

[0084] 等待接收数据。判断接收缓冲区内是否有数据。如果有,则根据EMP协议帧中的STX位进行消息分割。如果没有,则继续等待接收数据。然后,判断所有接收的消息是否处理完?如果是,则结束。否则,顺次提取消息。然后判别SYS位是否为预定义系统ID。如果否,则舍弃该消息。如果是,则判断消息长度是否与LEN位相等。接着计算循环冗余校验值,再判断该值是否与消息CRC位相等。如果否,则舍弃该条消息。如果是,则调用消息处理模块,进行消息的处理。

[0085] 下面以一优选实施例来对本发明进行详细的说明。

[0086] 本优选实施例的应用场景为多无人机追逐包抄的场景。

[0087] 如图2所示,任务开始时,地面监控中心、板载飞行任务管理系统、无人机进行全面自检,然后建立地面监控中心与板载飞行任务管理系统之间的无线连接。随后,乙方无人机起飞,两架甲方无人机(UAV1、UAV2)进行任务初始化,并在空中待命。此后,进行威胁检测,检测乙方飞机的位置,进行威胁评估。当UAV1、UAV2检测到威胁时,飞往指定空域。当乙方无人机进入威胁评估半径内时,地面监控中心检测到乙机进入威胁半径,发出包抄指令。自主协同决策模块规划生成UAV1与UAV2的预定义飞行航线,开始追逐包抄任务。UAV1咬尾跟踪乙机,UAV2保持设定距离跟随UAV1。当包抄结束后,自主协同决策模块再次规划UAV1和UAV2的航路,检测当前位置,进行编队集结并撤出,然后按航路返航。其中,图2中的WP1、WP2、WP2'、WP3、WP4……WPn表示航点。

[0088] 需要说明的是:上述实施例提供的多无人机自主协同决策快速集成系统在进行多无人机自主协同决策时,仅以上述各功能模块的划分进行举例说明,在实际应用中,可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能模块来完成,即将系统的内部结构划分成不同的功能模块,以完成以上描述的全部或者部分功能。

[0089] 以上对本发明实施例所提供的技术方案进行了详细的介绍。虽然本文应用了具体的个例对本发明的原理和实施方式进行了阐述,但是,上述实施例的说明仅适用于帮助理解本发明实施例的原理;同时,对于本领域技术人员来说,依据本发明实施例,在具体实施方式以及应用范围之内均会做出改变。

[0090] 需要说明的是,本文中涉及到的框图不仅仅局限于本文所示的形式,其还可以进行划分和/或组合。上述实施例的模块可以合并为一个模块,也可以进一步拆分成多个子模块。

[0091] 需要说明的是:附图中的标记和文字只是为了更清楚地说明本发明,不视为对本发明保护范围的不当限定。

[0092] 术语“包括”、“包含”或者任何其它类似用语旨在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备/装置不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其它要素,或者还包括这些过程、方法、物品或者设备/装置所固有的要素。

[0093] 本发明实施例可以用通用的计算装置来实现,例如,它们可以集中在单个的计算装置上,例如:个人计算机、服务器计算机、手持设备或便携式设备、平板型设备或者多处理器装置,也可以分布在多个计算装置所组成的网络上,它们可以以不同于此处的顺序执行所示出或描述的步骤,或者将它们分别制作成各个集成电路模块,或者将它们中的多个模块或步骤制作成单个集成电路模块来实现。因此,本发明不限于任何特定的硬件和软件或者其结合。

[0094] 本发明实施例可以使用可编程逻辑器件来实现,也可以实施为计算机程序软件或程序模块(其包括执行特定任务或实现特定抽象数据类型的例程、程序、对象、组件或数据结构等等),例如根据本发明的实施例可以是一种计算机程序产品,运行该计算机程序产品使计算机执行用于所示范的方法。所述计算机程序产品包括计算机可读存储介质,该介质上包含计算机程序逻辑或代码部分,用于实现所述方法。所述计算机可读存储介质可以是安装在计算机中的内置介质或者可以从计算机主体上拆卸下来的可移动介质(例如:采

用热插拔技术的存储设备)。所述内置介质包括但不限于可重写的非易失性存储器,例如:RAM、ROM、快闪存储器和硬盘。所述可移动介质包括但不限于:光存储介质(例如:CD-ROM和DVD)、磁光存储介质(例如:MO)、磁存储介质(例如:磁带或移动硬盘)、具有内置的可重写非易失性存储器的媒体(例如:存储卡)和具有内置ROM的媒体(例如:ROM盒)。

[0095] 本发明并不限于上述实施方式,在不背离本发明实质内容的前提下,本领域普通技术人员可以想到的任何变形、改进或替换均落入本发明的范围。

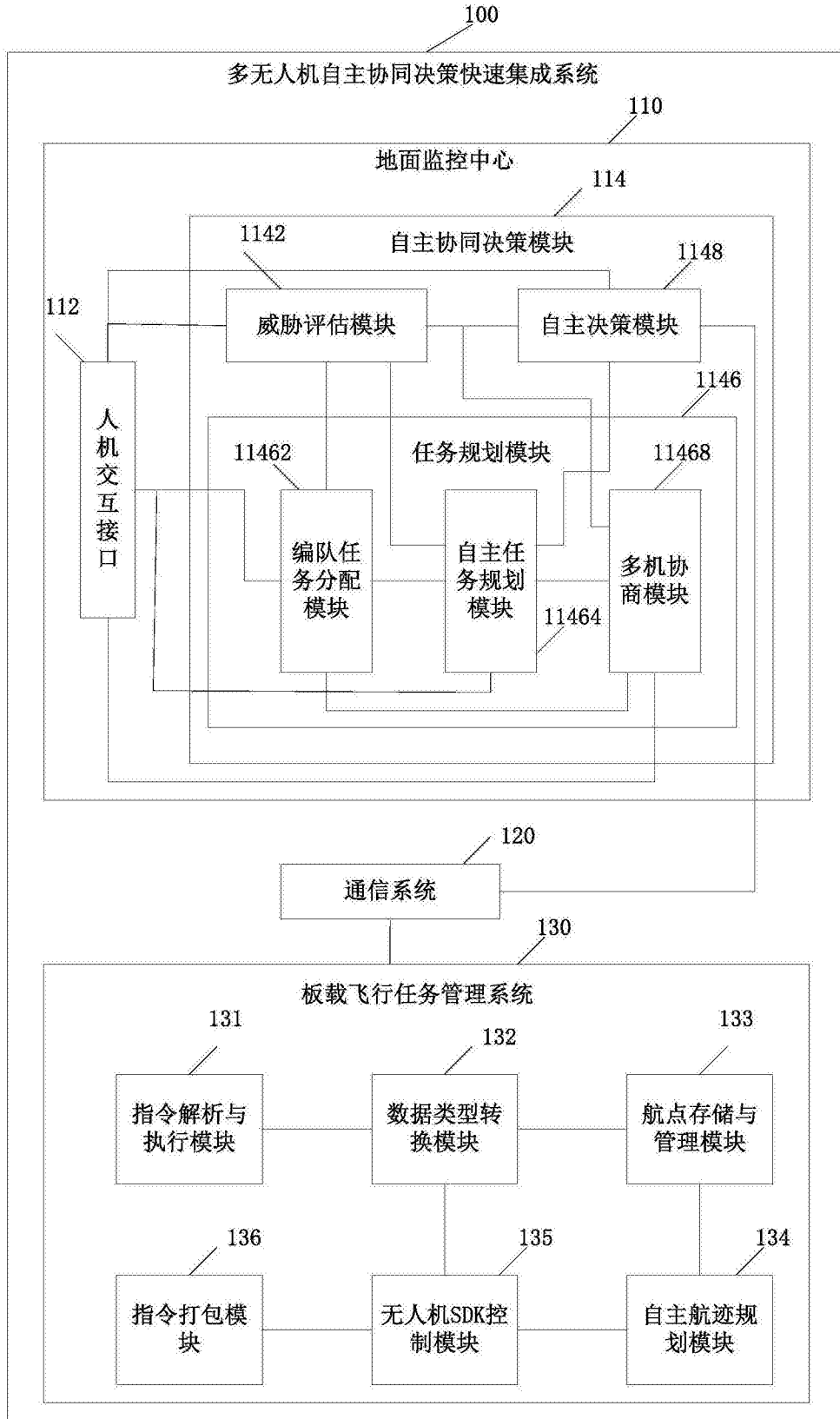


图1



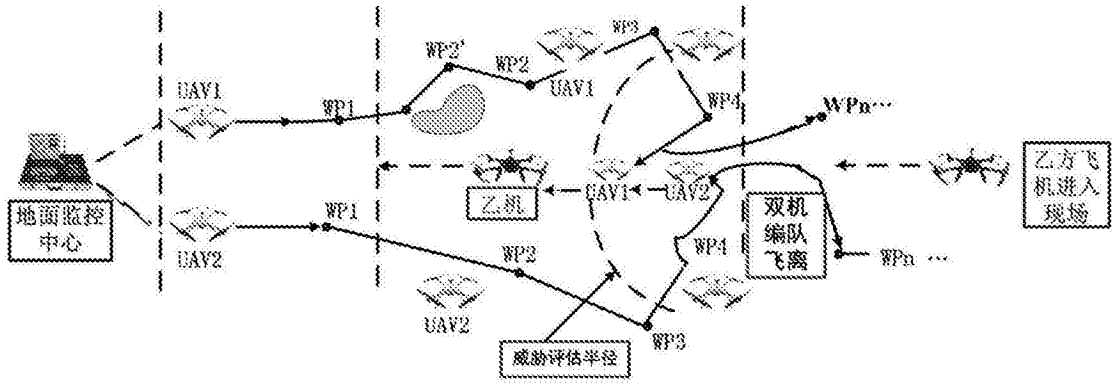


图2