

(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
2023 年 7 月 20 日 (20.07.2023)



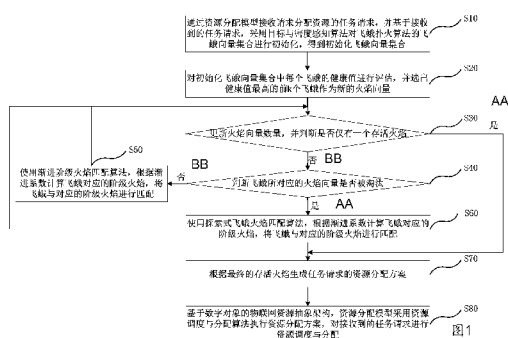
(10) 国际公布号
WO 2023/134403 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04L 67/60 (2022.01) H04L 67/12 (2022.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2022/140066
- (22) 国际申请日: 2022 年 12 月 19 日 (19.12.2022)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202210026373.0 2022 年 1 月 11 日 (11.01.2022) CN
- (71) 申请人: 中国科学院深圳先进技术研究院 (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。

- (72) 发明人: 吴嘉澍(WU, Jiashu); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。 王洋(WANG, Yang); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。 金铭(JIN, Ming); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。 叶可江(YE, Kejiang); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。 须成忠(XU, Chengzhong); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。
- (74) 代理人: 北京中巡通大知识产权代理有限公司 (BEIJING ZHONG XUN TONG DA INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国北京市西城区西直门外大街 1 号院 2 号楼 7 层 7C1, Beijing 100044 (CN)。

(54) **Title:** INTERNET OF THINGS RESOURCE ALLOCATION METHOD AND SYSTEM, TERMINAL AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 一种物联网资源分配方法、系统、终端以及存储介质



- S10 By means of a resource allocation model, receive a task request for requesting resource allocation, and on the basis of the received task request, initialize a moth vector set of a moth-flame optimization algorithm by means of using an object and density-aware algorithm, thus obtaining an initialized moth vector set
- S20 Evaluate a health value of each moth in the initialized moth vector set, and select as new flame vectors the first k moths having the highest health value
- S30 Update the number of flame vectors and determine whether there is only one survival flame
- S40 Determine whether the flame vectors corresponding to the moths are eliminated
- S50 By means of using an asymptotic step flame matching algorithm, calculate step flames corresponding to the moths according to an asymptotic coefficient, and match the moths with the corresponding step flames
- S60 By means of using an exploratory moth-flame matching algorithm, calculate step flames corresponding to the moths according to the asymptotic coefficient, and match the moths with the corresponding step flames
- S70 According to a final survival flame, generate a resource allocation scheme for the task request
- S80 On the basis of the Internet of Things resource abstract architecture of a digital object, the resource allocation model executes the resource allocation scheme by means of using a resource scheduling and allocation algorithm, and performs resource scheduling and allocation for the received task request
- AA Yes
- BB No

(57) **Abstract:** The present application relates to an Internet of Things resource allocation method and system, a terminal and a storage medium. The method comprises: on the basis of a received resource allocation task request, initializing a moth vector set of a moth-flame optimization algorithm by means of using an object and density-aware algorithm, thus obtaining an initialized moth vector set; evaluating a health value of each moth in the initialized moth vector set, and selecting as new flame vectors the first k moths having the highest health value; on the basis of the new flame vectors, by means of using an asymptotic step flame matching algorithm and an exploratory moth-flame matching algorithm, calculating step flames corresponding to the moths and matching the moths with the corresponding step flames; when there is only one survival flame, generating a resource allocation scheme for the task request according to the survival flame; and on the basis of the Internet of Things resource abstract architecture of a digital object, executing the resource allocation scheme by means of using a resource scheduling and allocation algorithm. The present application may better approximate an optimum, and prevents the algorithm from getting stuck in local optimums.

(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, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, 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, ME, 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))。

(57) 摘要: 本申请涉及一种物联网资源分配方法、系统、终端以及存储介质。所述方法包括: 基于接收到的资源分配任务请求, 采用目标与密度感知算法对飞蛾扑火算法的飞蛾向量集合进行初始化, 得到初始化飞蛾向量集合; 对初始化飞蛾向量集合中每个飞蛾的健康值进行评估, 并选出健康值最高的前 k 个飞蛾作为新的火焰向量; 基于新的火焰向量, 采用渐进阶级火焰匹配算法以及探索式飞蛾火焰匹配算法计算飞蛾对应的阶级火焰, 将飞蛾与对应的阶级火焰进行匹配; 当仅有一个存活火焰时, 根据存活火焰生成任务请求的资源分配方案; 基于数字对象的物联网资源抽象架构, 采用资源调度与分配算法执行资源分配方案。本申请可以更好地逼近最优解, 避免算法陷入局部最优解。

一种物联网资源分配方法、系统、终端以及存储介质

技术领域

本申请属于物联网应用技术领域，特别涉及一种物联网资源分配方法、系统、终端以及存储介质。

背景技术

随着物联网技术的迅猛发展以及物联网设备在人们生产生活中的快速普及，物联网设备将许多应用场景变得更加智能化。例如在智慧医疗当中通过物联网设备进行病人健康监测、在智慧物流中通过物联网设备进行包裹自动投递等。

在现实生活中，物联网设备通常具有异构性。例如，不同的物联网设备可能拥有不同的可用时间以及使用代价。同样的，物联网设备驱动的场景也具有异构性，例如资源充足的场景以及资源匮乏的场景等。在实际的物联网应用任务中，每一个应用任务可能会请求一种或多种物联网设备以完成此任务。并且，每个应用任务通常会指定任务所需的每种资源的需求时段。随着物联网任务的激增，如何高效的为这些拥有资源需求的任务分配具有异构性的资源，从而在最大化满足任务所获得的收益的同时通过更有效的资源分配方式减少满足任务所产生的代价，成为了一个亟待解决的问题。

现有技术中的物联网资源分配方案主要从两个角度出发，具体为：

一、物联网资源分配模型角度；例如，Zhao等人在[Zhao, L., Wang, J., Liu, J., Kato, N., 2019. Optimal edge resource allocation in iot-based smart cities. IEEE Network 33, 30–35.]中提出了EOERA和CHERA两种算法，以此在智慧城市的场景下优化物联网设备的计算资源，从而优化平均服务响应时间。Sangaiah等人在[Sangaiah, A.K., Hosseinabadi, A.A.R., Shareh, M.B., Bozorgi Rad, S.Y., Zolfagharian, A., Chilamkurti, N., 2020. Iot resource allocation and optimization based on heuristic algorithm. Sensors 20, 539.]中提出利用鲸鱼优化算法对物联网计算资源进行优化分配，从而最小化通讯代价。Tsai等人在[Tsai, C.W., 2018. Seira: An effective algorithm for iot resource allocation problem. Computer Communications 119, 156–166.]中提出了SEIRA算法，该方法同样着眼于对物联网计算及通讯资源的优化，从而优化总体通讯代价。然而，上述的物联网资源分配模型存在以下缺点：

首先，上述的物联网资源分配模型都只针对在单一场景中的物联网资源分配。其次，上述的物联网资源分配模型都是针对物联网设备中的计算、存储以及通讯资源的分配，而并未将物联网设备资源视作一个整体，在物联网设备层面进行资源分配。与此同时，这些分配模型并没有考虑到任务对资源的请求是带有时间限制的，也没有采用预留式的资源分配方式，可能造成资源死锁的发生。此外，上述的物联网资源分配模型均没有采用任何统一的物联网设备资源管理框架，随着物联网技术以及物联网设备的快速发展和演变，对多种多样的物联网设备资源的管理将会变得十分困难。最后，上述的物联网资源分配模型仅仅优化某一种代价，没有考虑同时优化满足服务所产生的代价以及满足服务所带来的收益。

二、优化方法角度；例如：Yang在 [Yang, X., 2010. Firefly algorithm in engineering optimization.]中提出了萤火虫算法，该算法模拟了萤火虫的闪光模式以及其相互吸引的行为，从而指导萤火虫在搜索空间中的移动方式。Mirjalili等人在 [Mirjalili, S., Lewis, A., 2016. The whale optimization algorithm. Advances in engineering software 95, 51 - 67.]中提出了鲸鱼优化算法。该算法模仿了鲸鱼在捕食过程中的气泡网行为，从而指导鲸鱼在解空间中搜索到更优的解。Mirjalili等人在 [Mirjalili, S., 2015. Moth-flame optimization algorithm: A novel nature-inspired heuristic paradigm. Knowledge-based systems 89, 228 - 249.]中提出了飞蛾扑火算法，该算法模拟了飞蛾的飞行导航机制，从而引导飞蛾在解空间中进行优化搜索。上述的优化方法中，性能最佳的是飞蛾扑火算法，然而飞蛾扑火算法仍存在以下缺点：

首先，飞蛾扑火算法采用了完全不利用额外信息的纯随机飞蛾初始化机制，没有将任何额外模型信息考虑进去，因此，其效果欠佳。此外，每个飞蛾仅匹配一个火焰，容易造成局部最优解困境，从而使得算法无法有效地逼近最优解。最后，飞蛾扑火算法对于所有其对应火焰已经淘汰的飞蛾，采用了统一匹配最差生存火焰的匹配机制。匹配最差生存火焰的匹配机制并不合理，最差生存火焰离最优解往往差距很大。令多个飞蛾去匹配同一个火焰也会很大程度的导致算法陷入局部最优解，从而损坏算法的优化效果。

发明内容

本申请提供了一种物联网资源分配方法、系统、终端以及存储介质，旨在至少在在一定程度上解决现有技术中的上述技术问题之一。

为了解决上述问题，本申请提供了如下技术方案：

一种物联网资源分配方法，包括：

基于接收到的资源分配任务请求，采用目标与密度感知算法对飞蛾扑火算法的飞蛾向量集合进行初始化，得到初始化飞蛾向量集合；

对所述初始化飞蛾向量集合中每个飞蛾的健康值进行评估，并选出健康值最高的前k个飞蛾作为新的火焰向量；

基于所述新的火焰向量，采用渐进阶级火焰匹配算法以及探索式飞蛾火焰匹配算法计算飞蛾对应的阶级火焰，将飞蛾与对应的阶级火焰进行匹配；

当仅有一个存活火焰时，根据所述存活火焰生成所述任务请求的资源分配方案；

基于数字对象的物联网资源抽象架构，采用资源调度与分配算法执行所述资源分配方案，对所述任务请求进行资源调度与分配。

本申请实施例采取的技术方案还包括：所述采用目标与密度感知算法对飞蛾扑火算法的飞蛾向量集合进行初始化具体为：

对于接收到的任务请求，分别计算每个任务在不同资源场景下的收益、代价和优化目标；所述资源场景包括资源充足的场景和资源匮乏的场景；

判断初始化飞蛾向量集合中的初始化飞蛾向量是否达到设定数量的设定倍数，如果没有达到设定数量的设定倍数，根据所述优化目标大小对每个任务请求进行分配，并重复判断；如果达到设定数量的设定倍数，采用目标与密度感知算法从所述初始化飞蛾向量集合中找出间距最小的两个初始化飞蛾

向量，将所述两个初始化飞蛾向量的均值向量作为新的飞蛾向量加入所述初始化飞蛾向量集合中，并从所述初始化飞蛾向量集合中删除所述的两个初始化飞蛾向量；其中，每个初始化飞蛾向量的长度为待分配资源的任务请求个数；

判断初始化飞蛾向量集合中的初始化飞蛾向量是否达到设定数量，如果没有达到设定数量，继续执行目标与密度感知算法；如果达到设定数量，输出初始化飞蛾向量集合。

本申请实施例采取的技术方案还包括：所述基于所述新的火焰向量，采用渐进阶级火焰匹配算法以及探索式飞蛾火焰匹配算法计算飞蛾对应的阶级火焰包括：

判断飞蛾所对应的火焰向量是否被淘汰，如果飞蛾所对应的火焰向量未被淘汰，采用渐进阶级火焰匹配算法，根据渐进系数计算阶级火焰，将飞蛾与对应的阶级火焰进行匹配；

如果飞蛾所对应的火焰向量已被淘汰，采用探索式飞蛾火焰匹配算法，根据渐进系数计算阶级火焰，将飞蛾与对应的阶级火焰进行匹配。

本申请实施例采取的技术方案还包括：所述采用渐进阶级火焰匹配算法，根据渐进系数计算阶级火焰，将飞蛾与对应的阶级火焰进行匹配具体为：

从k个新的火焰向量中选取健康值最高的三个火焰；

更新渐进系数；

结合渐进系数以及健康值最高的三个火焰计算阶级火焰，并将飞蛾与对应的阶级火焰进行匹配；所述匹配方式为：

如果当前的存活火焰数量 ≥ 3 ，则根据飞蛾所对应的火焰以及健康值最高的三个火焰进行火焰匹配：

$$(1 - 0.3 * \omega) \times F_i + 0.15 \times \omega \times F_1 + 0.1 \times \omega \times F_2 + 0.05 \times \omega \times F_3$$

其中， ω 为一个随着迭代的进行从0线性增长为1的渐进系数， F_i 为飞蛾所对应的火焰， F_1 、 F_2 、 F_3 分别为健康值最高的三个火焰， F_1 、 F_2 、 F_3 分别被赋予0.15、0.1和0.05的权重，健康值最高的火焰拥有最高的权重；

当健康值最高的三个火焰中只有两个火焰存在时，匹配方式为：

$$(1 - 0.25 * \omega) \times F_i + 0.15 \times \omega \times F_1 + 0.1 \times \omega \times F_2$$

根据火焰匹配结果更新飞蛾位置。

本申请实施例采取的技术方案还包括：所述采用探索式飞蛾火焰匹配算法，根据渐进系数计算阶级火焰，将飞蛾与对应的阶级火焰进行匹配具体为：

从k个新的火焰向量中选取健康值最高的三个火焰；

随机选取存活火焰 F_i ；

更新渐进系数；

结合渐进系数以及选取的存活火焰计算阶级火焰，并将飞蛾与对应的阶级火焰进行匹配；所述匹配方式为：

如果当前的存活火焰数量 ≥ 3 ，则根据随机选取的存活火焰以及健康值最高的三个火焰进行飞蛾-火焰匹配：

$$(1 - 0.3 * \omega) \times F_i + 0.15 \times \omega \times F_1 + 0.1 \times \omega \times F_2 + 0.05 \times \omega \times F_3$$

当健康值最高的三个火焰中只有两个火焰存在时，匹配公式为：

$$(1 - 0.25 * \omega) \times F_i + 0.15 \times \omega \times F_1 + 0.1 \times \omega \times F_2$$

根据所述火焰匹配结果更新飞蛾位置。

本申请实施例采取的技术方案还包括：所述基于数字对象的物联网资源抽象架构，资源分配模型采用资源调度与分配算法执行资源分配方案具体为：

所述资源分配模型将任务请求传送给物联网设备的数字对象，所述数字对象包括API模块和通信模块，所述API模块用于判断该物联网设备是否可以满足任务请求，如果可以满足，将满足任务请求信息回传至资源分配模型；如果该物联网设备无法满足任务请求，则通过所述通信模块与其他同类物联网设备进行通信，将所述任务请求发送给其他同类物联网设备。

本申请实施例采取的技术方案还包括：所述资源分配模型采用资源调度与分配算法执行资源分配方案具体为：

获取飞蛾向量和火焰向量；所述飞蛾向量和火焰向量的长度均为任务请求的数量；

设定一个常数ub，使得所述飞蛾向量和火焰向量中的所有数值都介于0-ub之间，如果飞蛾向量和火焰向量中的值介于 $[0, ub/2]$ 范围之内，则将该任务请求分配至资源充足的场景下；如果飞蛾向量和火焰向量中的值介于 $(ub/2, ub]$ 之间，则将该任务请求分配至资源匮乏的场景下；所述飞蛾向量和火焰向量中每个值的顺序决定对应任务被分配的顺序；

对于被分配后任务请求，判断所述任务请求在被分配的资源场景中所有所需资源是否均可按需满足，如果可以按需满足，被分配的资源场景中为该任务请求按需按时分配所请求的资源，更新被分配的资源场景中的资源可用情况，并计算在被分配的资源场景中满足该任务的收益、代价与优化目标；否则，如果不可以按需满足，使该任务请求失服。

本申请实施例采取的另一技术方案为：一种物联网资源分配系统，包括：

初始化模块：用于基于接收到的资源分配任务请求，采用目标与密度感知算法对飞蛾扑火算法的飞蛾向量集合进行初始化，得到初始化飞蛾向量集合；

健康值评估模块：用于对所述初始化飞蛾向量集合中每个飞蛾的健康值进行评估，并选出健康值最高的前k个飞蛾作为新的火焰向量；

飞蛾-火焰匹配模块：用于基于所述新的火焰向量，采用渐进阶级火焰匹配算法以及探索式飞蛾火焰匹配算法计算飞蛾对应的阶级火焰，将飞蛾与对应的阶级火焰进行匹配，并当仅有一个存活火焰时，根据所述存活火焰生成所述任务请求的资源分配方案；

资源分配模块：用于基于数字对象的物联网资源抽象架构，采用资源调度与分配算法执行所述资源分配方案，对所述任务请求进行资源调度与分配。

本申请实施例采取的又一技术方案为：一种终端，所述终端包括处理器、与所述处理器耦接的存储器，其中，

所述存储器存储有用于实现所述物联网资源分配方法的程序指令；

所述处理器用于执行所述存储器存储的所述程序指令以控制物联网资源分配。

本申请实施例采取的又一技术方案为：一种存储介质，存储有处理器可运行的程序指令，所述程序指令用于执行所述物联网资源分配方法。

相对于现有技术，本申请实施例产生的有益效果在于：本申请实施例的物联网资源分配方法、系统、终端以及存储介质在资源分配模型中引入了基于数字对象的物联网资源抽象框架，利用数字对象的概念，具有异构性的物联网设备构成数字对象架构，从而方便对于物联网设备资源的管理与资源之间在资源分配时的协同配合。在进行资源分配时，利用预留式的资源分配方式，资源分配模型对满足任务所产生的收益与满足任务所造成的代价进行了同时优化，优化目标同时考虑了收益与代价，更具有实用性。并采用了具有多项改进的飞蛾扑火优化器进行优化，以满足任务的收益与代价为共同优化目标，对所提资源分配模型进行优化分配，从而得到更优的物联网设备资源分配方案。相对于现有技术，本申请至少具有以下有益效果：

一、在飞蛾扑火算法的基础上引入目标与密度感知算法进行初始化，可以排除初始化飞蛾向量集合中较为密集的飞蛾向量，从而增强基于群体算法的效能，使得初始化过程可以在优化目标的指导下变得更加细化，解决了随机初始化所带来的优化算法效果受损。

二、通过引入渐进阶级火焰匹配算法以及探索式飞蛾火焰匹配算法，在训练的过程中可以更好的平衡探索与发掘，从而更好地逼近最优解，避免了单一的匹配机制，使得算法更不容易陷入局部最优解。

三、基于数字对象的物联网资源抽象框架，利用数字对象的概念对多种物联网设备进行统一的管理与调度，掩盖多种多样的物联网设备所具有的多多样性，从而使得对于物联网设备资源的管理以及资源之间在资源分配时的协同配合变得更加方便，解决了因为物联网设备具有的异构性所带来的资源管理困难。

四、通过在具有特异性的物联网多场景模式下，采用预留式的物联网设备资源分配方式，可以在具有资源异构性的多种物联网场景下对资源进行合理分配，在进行资源分配时，考虑了任务对于所请求资源所具有的时间要求，具有更强的实用性，并可以避免在资源分配中出现资源死锁。

五、在优化满足任务所产生的代价的同时，也对满足任务所产生的收益进行了优化，使得优化目标更加全面，更具有实用性。

附图说明

图1是本申请实施例的物联网资源分配方法的流程图；

图2为本申请实施例中基于目标与密度感知算法的初始化过程示意图；

图3为本申请实施例中渐近阶级火焰匹配算法示意图；

图4为本申请实施例的探索式飞蛾火焰匹配算法示意图；

图5为本申请实施例中资源调度与分配算法示意图；

图6为本申请实施例的物联网资源分配系统结构示意图；

图7为本申请实施例的终端结构示意图；

图8为本申请实施例的存储介质的结构示意图。

具体实施方式

为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本申请进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。

请参阅图1，是本申请实施例的物联网资源分配方法的流程图。本申请实施例的物联网资源分配方法包括以下步骤：

S10：通过资源分配模型接收请求分配资源的任务请求，并基于接收到的任务请求，采用目标与密度感知算法对飞蛾扑火算法的飞蛾向量集合进行初始化，得到初始化飞蛾向量集合；

本步骤中，由于飞蛾扑火算法是一种基于群体的基因遗传算法，通过使用多个搜索者，从而具备更大的逼近全局最优解的可能性。因此，在算法初始阶段，需要初始化一个飞蛾向量集合，生成设定数量的飞蛾向量。本发明基于目标与密度感知算法对飞蛾扑火算法的飞蛾向量集合进行初始化，该算法利用优化目标作为先验知识指导初始化，并根据其密度感知的特性，增大初始化飞蛾向量的疏远程度，从而提升算法的效能。具体如图2所示，为本申请实施例中基于目标与密度感知算法的初始化过程示意图，其初始化过程包括以下步骤：

S11：对于接收到的任务请求，分别计算每个任务在不同资源场景下的收益、代价和优化目标；

其中，本申请实施例中包括两种具有资源异构性的资源场景，即资源充足的场景R与资源匮乏的场景S，以此来反映现实应用场景中的通常会出现的资源分配不均的情况。例如，在智慧医疗场景中，大型医院为资源充足的场景，社区诊所为资源匮乏的场景；在智慧物流场景中，中央仓库为资源充足的场景，而地区邮局则为资源匮乏的场景。

进一步地，任务在不同资源场景下的收益、代价和优化目标计算方式具体为：

在资源分配模型中，共考虑M种不同的资源，定义为：

$$R_m^X, X \in \{R, S\}, m \in [1, M] \quad (1)$$

其中， R_m^X 代表在场景X中的第m种资源。每种资源都有 α_m^X 个资源副本，资源 R_m^X 的第j个副本为：

$$R_m^X[j], X \in \{R, S\}, m \in [1, M], j \in [1, \alpha_m^X] \quad (2)$$

对于每个资源副本而言，其都有其开始可用时间与结束可用时间，分别记为 $U(R_m^X[j])$ 和 $D(R_m^X[j])$ 。每个资源副本的可用时段记为 $A(R_m^X[j])$ ，其初始表示为：

$$A(R_m^X[j]) = [U(R_m^X[j]), D(R_m^X[j])] \quad (3)$$

例如，一个移动式健康监测仪的开始可用时间为早9点，结束可用时间为晚6点，则其可用时段为早9点至晚6点。若该移动式健康监测仪在早10点至11点之间被请求占用，则该设备的可用时段更新为早9点至10点，以及早11点至晚6点。

假设资源分配模型考虑N个任务，记为 S_n ，每个任务可以请求最多K种物联网设备，将 S_n^R 记为任务 S_n 所请求的资源集合， S_n^i 记为任务 S_n^R 中的第i个资源请求， $S_n^\#$ 表示任务 S_n 请求的资源个数。因此有：

$$\begin{aligned} S_n^R &= \{S_n^i, 1 \leq i \leq S_n^\#, S_n^\# \leq K\}, \\ S_n^i &\in [1, M] \end{aligned} \quad (4)$$

在任务 S_n 中，其每个资源请求 S_n^i 都会指定开始使用时间和结束使用时间，记为 $S(S_n^i)$ 和 $F(S_n^i)$ 。例如，某一个任务的资源请求为：在早9点至9点半使用某物联网设备，即该请求指定的开始使用时间为早9点，结束使用时间为9点半。

每种任务在场景 X 中被满足时会产生一个收益，记为 $P(S_n, X), X \in \{R, S\}$ ，故在分配方案 A 下，产生的总收益定义为：

$$\begin{aligned} P(S, R, A) &= \sum_n^N P(S_n, A_{S_n}) \\ &= \sum_n^N (1_{(S_n, R)} \times P(S_n, R) + 1_{(S_n, S)} \times P(S_n, S)) \end{aligned} \quad (5)$$

使用每种物联网设备单位时间都会产生一个代价，记为 $C(R_m^X)$ 。定义每种资源的使用时段长度 len 为： $len: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}, len(S_n^i) = F(S_n^i) - S(S_n^i)$ ，故在分配方案 A 下产生的总代价定义为：

$$\begin{aligned} C(S, R, A) &= \sum_n^N C(S_n, R, A_{S_n}) \\ &= \sum_n^N (1_{(S_n, R)} \times \sum_{S_n^i \in S_n^R} len(S_n^i) * C(R_{S_n^i}^R) \\ &\quad + 1_{(S_n, S)} \times \sum_{S_n^i \in S_n^S} len(S_n^i) * C(R_{S_n^i}^S)) \end{aligned} \quad (6)$$

其中， $1_{(S_n, R)}$ 在任务 S_n 被分配在资源充足的场景 R 中时等于1，否则等于0。

由于物联网设备具有异构性，即物联网设备具有不同的可用数量与可用时间，因此，不同的物联网设备有不同的使用代价。该使用代价还可以包括能源使用开销等其他代价，使得异构代价定义具有普遍性。

本申请实施例中的资源分配模型的优化目标同时考虑了满足任务所产生的代价及收益，故最终的优化目标为优化收益的同时最小化代价。最终优化目标为：

$$Obj(S, R) = \underset{A^O}{\operatorname{argmin}} \{C(S, R, A) + w \times P(S, R, A)\} \quad (7)$$

其中， w 为权衡系数，为负值， A^O 代表优化后的资源分配方案。

本申请实施例通过利用收益、代价以及优化目标指导初始化飞蛾向量集合的初始化过程，使得初始化方式更加合理，从而可以有效的提高算法的效能。

S12：判断初始化飞蛾向量集合中的初始化飞蛾向量数量是否达到设定数量的设定倍数，如果没有达到设定数量的设定倍数，执行S13；否则，执行S14；

其中，每个初始化飞蛾向量的长度为待分配资源的任务个数。在生成初始化飞蛾向量时，生成比设定数量多1.5倍的初始化飞蛾向量，具体倍数可根据实际应用进行设定。

S13：根据场景优化目标大小对每个任务请求进行分配，并重新执行S12；

S14：采用目标与密度感知算法从初始化飞蛾向量集合中找出间距最小（即距离最相近）的两个初始化飞蛾向量，将所述的两个初始化飞蛾向量的均值向量作为新的飞蛾向量加入到初始化飞蛾向量集合中，并从初始化飞蛾向量集合中删除所述的两个初始化飞蛾向量；

S15：判断初始化飞蛾向量集合中的初始化飞蛾向量是否达到设定数量，如果没有达到设定数量，重新执行S14；如果达到设定数量，执行S16；

S16：输出初始化飞蛾向量集合。

基于上述，本申请实施例通过采用目标与密度感知算法不断的从生成的初始化飞蛾向量集合中找出间距最小的两个初始化飞蛾向量，将二者的均值向量加入初始化飞蛾向量集合中，并从集合中删除二者，从而侦测到密度较大、距离较近的初始化飞蛾向量组，并对其进行合并与移除，直到初始化飞

蛾向量集合中的飞蛾向量达到设定数量，使得最终的初始化飞蛾向量集合中的飞蛾向量尽可能彼此疏远，从而增强算法的探索能力。

S20：对初始化飞蛾向量集合中每个飞蛾的健康值进行评估，并选出健康值最高的前k个飞蛾作为新的火焰向量；

S30：更新火焰向量数量，并判断是否仅有一个存活火焰，如果还有多个存活火焰，则执行S40；如果仅有一个存活火焰向量，执行S70；

S40：判断飞蛾所对应的火焰向量是否被淘汰，如果飞蛾所对应的火焰向量未被淘汰，执行S50；否则，执行S60；

S50：使用渐进阶级火焰匹配算法，根据渐进系数计算飞蛾对应的阶级火焰，将飞蛾与对应的阶级火焰进行匹配，并重新执行S30；

本步骤中，如图3所示，为本申请实施例中渐进阶级火焰匹配算法示意图，其具体包括以下步骤：

S51：从k个新的火焰向量中选取健康值最高的三个火焰；

S52：更新渐进系数；

S53：结合渐进系数以及健康值最高的三个火焰计算阶级火焰，并将飞蛾与对应的阶级火焰进行匹配；

其中，为了解决原始飞蛾扑火算法存在的陷入局部最优解问题，本发明实施例采用渐进阶级火焰匹配方式，具体匹配方式为：

如果当前的存活火焰数量 ≥ 3 ，则根据飞蛾所对应的火焰以及健康值最高的三个火焰进行火焰匹配，匹配公式为：

$$(1 - 0.3 * \omega) \times F_i + 0.15 \times \omega \times F_1 + 0.1 \times \omega \times F_2 + 0.05 \times \omega \times F_3 \quad (8)$$

其中, w 为渐进系数, F_i 为飞蛾所对应的火焰, F_1 、 F_2 、 F_3 分别为健康值最高的三个火焰, F_1 、 F_2 、 F_3 分别被赋予 0.15、0.1 和 0.05 的权重, 健康值最高的火焰拥有最高的权重 (即影响力), 以表示每个火焰具有的阶级层次。

当健康值最高的三个火焰中只有两个火焰存在时, 匹配公式如下:

$$(1 - 0.25 * w) \times F_i + 0.15 \times w \times F_1 + 0.1 \times w \times F_2 \quad (9)$$

在渐进阶级火焰匹配算法中, 渐进系数 w 是一个随着迭代的进行从 0 线性增长为 1 的一个系数, 渐进系数的使用使得健康值排名前三的火焰对于飞蛾匹配的影响力随着迭代的进行而逐步增长。原因如下: 由于在迭代进行的初期, 健康值排名前三的火焰未必会十分接近全局最优解, 因此, 此时使用一个较小的渐进系数 w 可以降低这三个火焰对于飞蛾与火焰匹配的影响程度, 从而更加鼓励飞蛾对于搜索空间的探索。而随着迭代的不断进行, 健康值排名前三的火焰会变得更加接近最优解, 这时, 随迭代进行而不断增大的渐进系数会逐步加强这三个火焰对于飞蛾火焰匹配过程的影响程度, 从而将算法从探索阶段渐进地转换为发掘阶段。因此, 渐进系数 w 的使用使得算法可以在采用渐进阶级火焰匹配算法时有效的权衡探索与发掘, 更好的逼近最优解。在更新完渐进系数之后, 算法会计算每个飞蛾所匹配的阶级火焰, 并将飞蛾与之匹配。

S54: 根据火焰匹配结果更新飞蛾位置。

S60: 使用探索式飞蛾火焰匹配算法, 根据渐进系数计算飞蛾对应的阶级火焰, 将飞蛾与对应的阶级火焰进行匹配;

本步骤中，如图4所示，为本申请实施例的探索式飞蛾火焰匹配算法示意图，具体包括以下步骤：

S61：从k个新的火焰向量中选取健康值最高的三个火焰；

S62：随机选取存活火焰；

其中，为了防止所有已失去对应火焰的飞蛾统一匹配最差存活飞蛾，本申请实施例采用一种探索式的方式，随机选取存活的火焰作为已失去火焰的飞蛾所对应的火焰，记为 F_I 。

S63：更新渐进系数；

S64：结合渐进系数以及选取的存活火焰计算阶级火焰，并将飞蛾与对应的阶级火焰进行匹配；

其中，为了解决原始飞蛾扑火算法存在的陷入局部最优解问题，本发明实施例采用探索阶级火焰匹配方式，与渐近阶级火焰匹配算法类似，探索阶级火焰匹配算法利用随机探索到的火焰，加以渐近阶级火焰的影响，共同作为飞蛾所对应的匹配火焰。具体匹配方式为：

如果当前的存活火焰数量 ≥ 3 ，则根据随机选取的存活火焰以及健康值最高的三个火焰进行飞蛾-火焰匹配，匹配公式为：

$$(1 - 0.3 * \omega) \times F_I + 0.15 \times \omega \times F_1 + 0.1 \times \omega \times F_2 + 0.05 \times \omega \times F_3 \quad (10)$$

当健康值最高的三个火焰中只有两个火焰存在时，匹配公式如下：

$$(1 - 0.25 * \omega) \times F_I + 0.15 \times \omega \times F_1 + 0.1 \times \omega \times F_2 \quad (11)$$

S65：根据火焰匹配结果更新飞蛾位置。

上述中，算法会不断重复上述操作，在迭代的过程中，火焰数量参数k会逐渐减少，并最终减少为1，即只有一个火焰向量能够得以生存，则算法

输出最终存活的火焰向量，并利用其指导资源调度与分配模块进行资源调度与分配。

S70：根据最终的存活火焰生成任务请求的资源分配方案；

S80：基于数字对象的物联网资源抽象架构，资源分配模型采用资源调度与分配算法执行资源分配方案，对接收到的任务请求进行资源调度与分配；

本步骤中，通过采用基于数字对象的物联网资源抽象架构，将特性各异的物联网设备数字化、统一化，方便与物联网设备的通讯与分配，以及设备之间的协作与配合。基于数字对象的物联网设备抽象架构具体为：将每一个物联网设备都抽象为一个数字对象，从而将对物联网设备的管理与协作转变为对架构统一的数字对象的管理与协作，通过数字对象的抽象掩盖了物联网设备所具有的异构性。对于不同资源场景下的物联网设备，在其作为物联网设备与资源分配算法进行沟通时，资源分配算法都是在与物联网设备的数字对象抽象架构进行沟通，不会受到物联网设备自身所具备的差异性影响。

具体的，对于每一个数字对象而言，都具备两种模块，分别为API模块和协作模块，其中，API模块负责反映每个物联网设备的当前状态，包括设备是否可用、使用该设备所产生的代价以及是否可接受指定任务请求等。协作模块用于负责物联网设备与其他同类物联网设备之间的协作通信。当资源分配模型接收到一个任务请求时，将该任务请求传送给物联网设备的数字对象。通过数字对象的API模块判断该物联网设备是否可以满足任务请求，如果可以满足，通过数字对象将满足任务请求信息回传至资源分配模型。反之，如果该物联网设备无法满足任务请求，则该物联网设备通过其数字对象

的通信模块与其他同类物联网设备进行通信，将该任务请求发送给其他同类物联网设备，以尝试满足该任务请求，使得同类物联网设备之间在资源分配的过程中进行协作配合。

进一步地，如图5所示，为本申请实施例中资源调度与分配算法示意图，其具体包括以下步骤：

S81：获取飞蛾向量和火焰向量；

S82：根据飞蛾向量和火焰向量中的资源分配方案顺序分配每个任务；

其中，资源分配方案具体为：设定一个常数 ub ，使得飞蛾向量和火焰向量中的所有数值都介于 $0-ub$ 之间，飞蛾向量和火焰向量的长度均为任务的数量。将飞蛾向量和火焰向量中的每个值视作对该任务的分配方式，如果飞蛾向量和火焰向量中的值介于 $[0, ub/2]$ 范围之内，则将该任务分配至资源充足的场景下；若飞蛾向量和火焰向量中的值介于 $(ub/2, ub]$ 之间，则将该任务分配至资源匮乏的场景下。飞蛾向量和火焰向量中每个值的顺序决定对应任务被分配的顺序。例如，如果 ub 为10，飞蛾向量为 $[3, 7, 2, 9]$ ，表示任务1对应的值为3，任务2对应的值为7，任务3对应的值为2，任务4对应的值为9，由于任务1和任务3的值介于 $[0, 10/2]$ 之间，则将任务1和任务3分配至资源充足的场景下；而由于任务2和任务4的值介于 $(10/2, 10]$ 之间，则将任务2和任务4分配至资源匮乏的场景下。在进行场景分配后，由于任务3对应的值小于任务1，因此任务3会先于任务1被执行。因为任务对资源的请求有严格时间要求的，如果任务3被执行后，任务1由于所请求资源被任务3占用而无法在时间要求内被执行，则使任务1失服。同理，任务2会先于任务4被执行。

S83: 判断任务被分配在资源充足的场景还是资源匮乏的场景, 如果任务被分配在资源充足的场景, 执行S84; 如果任务被分配在资源匮乏的场景, 执行S87;

S84: 判断该任务在资源充足的场景中所有所需资源是否均可按需满足, 如果可以按需满足, 执行S85; 否则, 执行S86;

S85: 在资源充足的场景中为该任务按需按时分配所请求的资源, 更新资源充足的场景中的资源可用情况, 并计算在资源充足的场景中满足该任务的收益、代价与优化目标;

S86: 为避免死锁, 使该任务失服;

S87: 判断该任务在资源匮乏的场景中所有所需资源是否均可按需满足, 如果可以按需满足, 执行S88; 否则, 执行S86;

S88: 在资源匮乏的场景中为该任务按需按时分配所请求的资源, 更新资源匮乏的场景中的资源可用情况, 并计算在资源匮乏的场景中满足该任务的收益、代价与优化目标。

基于上述, 本申请实施例采用预留式的分配方式, 对于被分配在不同场景中的任务, 需要判断在该场景下该任务所请求的全部资源是否可以按需按时分配, 如果可以, 才会在该场景下为该任务按需按时分配所请求资源, 否则, 则使该任务失服, 有效避免了由于某一个任务只得到部分资源分配而导致的资源死锁情况的出现。在对任务进行资源分配后, 更新该场景中的资源可用情况, 并计算满足该任务的收益、代价与优化目标。最终, 返回在此种资源分配方案下的优化目标。

基于上述，本申请实施例的物联网资源分配方法在资源分配模型中引入了基于数字对象的物联网资源抽象框架，利用数字对象的概念，具有异构性的物联网设备构成数字对象架构，从而方便对于物联网设备资源的管理与资源之间在资源分配时的协同配合。在进行资源分配时，利用预留式的资源分配方式，资源分配模型对满足任务所产生的收益与满足任务所造成的代价进行了同时优化，优化目标同时考虑了收益与代价，更具有实用性。并采用了具有多项改进的飞蛾扑火优化器进行优化，以满足任务的收益与代价为共同优化目标，对所提资源分配模型进行优化分配，从而得到更优的物联网设备资源分配方案。相对于现有技术，本申请至少具有以下有益效果：

一、在飞蛾扑火算法的基础上引入目标与密度感知算法进行初始化，可以排除初始化飞蛾向量集合中较为密集的飞蛾向量，从而增强基于群体算法的效能，使得初始化过程可以在优化目标的指导下变得更加细化，解决了随机初始化所带来的优化算法效果受损。

二、通过引入渐进阶级火焰匹配算法以及探索式飞蛾火焰匹配算法，在训练的过程中可以更好的平衡探索与发掘，从而更好地逼近最优解，避免了单一的匹配机制，使得算法更不容易陷入局部最优解。

三、基于数字对象的物联网资源抽象框架，利用数字对象的概念对多种物联网设备进行统一的管理与调度，掩盖多种多样的物联网设备所具有的多多样性，从而使得对于物联网设备资源的管理以及资源之间在资源分配时的协同配合变得更加方便，解决了因为物联网设备具有的异构性所带来的资源管理困难。

四、通过在具有特异性的物联网多场景模式下，采用预留式的物联网设备资源分配方式，可以在具有资源异构性的多种物联网场景下对资源进行合理分配，在进行资源分配时，考虑了任务对于所请求资源所具有的时间要求，具有更强的实用性，并可以避免在资源分配中出现资源死锁。

五、在优化满足任务所产生的代价的同时，也对满足任务所产生的收益进行了优化，使得优化目标更加全面，更具有实用性。

请参阅图6，为本申请实施例的物联网资源分配系统结构示意图。本申请实施例的物联网资源分配系统40包括：

初始化模块41：用于基于接收到的资源分配任务请求，采用目标与密度感知算法对飞蛾扑火算法的飞蛾向量集合进行初始化，得到初始化飞蛾向量集合；

健康值评估模块42：用于对初始化飞蛾向量集合中每个飞蛾的健康值进行评估，并选出健康值最高的前k个飞蛾作为新的火焰向量；

飞蛾-火焰匹配模块43：用于基于新的火焰向量，采用渐进阶级火焰匹配算法以及探索式飞蛾火焰匹配算法计算飞蛾对应的阶级火焰，将飞蛾与对应的阶级火焰进行匹配，并当仅有一个存活火焰时，根据存活火焰生成任务请求的资源分配方案；

资源分配模块44：用于基于数字对象的物联网资源抽象架构，采用资源调度与分配算法执行资源分配方案，对任务请求进行资源调度与分配。

请参阅图7，为本申请实施例的终端结构示意图。该终端50包括处理器51、与处理器51耦接的存储器52。

存储器52存储有用于实现上述物联网资源分配方法的程序指令。

处理器51用于执行存储器52存储的程序指令以控制物联网资源分配。

其中，处理器51还可以称为CPU（Central Processing Unit，中央处理单元）。处理器51可能是一种集成电路芯片，具有信号的处理能力。处理器51还可以是通用处理器、数字信号处理器（DSP）、专用集成电路（ASIC）、现成可编程门阵列（FPGA）或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。

请参阅图8，为本申请实施例的存储介质的结构示意图。本申请实施例的存储介质存储有能够实现上述所有方法的程序文件61，其中，该程序文件61可以以软件产品的形式存储在上述存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等）或处理器（processor）执行本发明各个实施方式方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U盘、移动硬盘、只读存储器（ROM，Read-Only Memory）、随机存取存储器（RAM，Random Access Memory）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质，或者是计算机、服务器、手机、平板等终端设备。

对所公开的实施例的上述说明，使本领域专业技术人员能够实现或使用本申请。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的，本申请中所定义的一般原理可以在不脱离本申请的精神或范围的情况下，在其它实施例中实现。因此，本申请将不会被限制于本申请所示的这些实施例，而是要符合与本申请所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

权 利 要 求 书

1、一种物联网资源分配方法，其特征在于，包括：

基于接收到的资源分配任务请求，采用目标与密度感知算法对飞蛾扑火算法的飞蛾向量集合进行初始化，得到初始化飞蛾向量集合；

对所述初始化飞蛾向量集合中每个飞蛾的健康值进行评估，并选出健康值最高的前k个飞蛾作为新的火焰向量；

基于所述新的火焰向量，采用渐进阶级火焰匹配算法以及探索式飞蛾火焰匹配算法计算飞蛾对应的阶级火焰，将飞蛾与对应的阶级火焰进行匹配；

当仅有一个存活火焰时，根据所述存活火焰生成所述任务请求的资源分配方案；

基于数字对象的物联网资源抽象架构，采用资源调度与分配算法执行所述资源分配方案，对所述任务请求进行资源调度与分配。

2、根据权利要求1所述的物联网资源分配方法，其特征在于，所述采用目标与密度感知算法对飞蛾扑火算法的飞蛾向量集合进行初始化具体为：

对于接收到的任务请求，分别计算每个任务在不同资源场景下的收益、代价和优化目标；所述资源场景包括资源充足的场景和资源匮乏的场景；

判断初始化飞蛾向量集合中的初始化飞蛾向量是否达到设定数量的设定倍数，如果没有达到设定数量的设定倍数，根据所述优化目标大小对每个任务请求进行分配并重复判断；如果达到设定数量的设定倍数，采用目标与密度感知算法从所述初始化飞蛾向量集合中找出间距最小的两个初始化飞蛾向量，将所述两个初始化飞蛾向量的均值向量作为新的飞蛾向量加入所述初始化飞蛾向量集合中，并从所述初始化飞蛾向量集合中删除所述的两个初始化

飞蛾向量；其中，每个初始化飞蛾向量的长度为待分配资源的任务请求个数；

判断初始化飞蛾向量集合中的初始化飞蛾向量是否达到设定数量，如果没有达到设定数量，继续执行目标与密度感知算法；如果达到设定数量，输出初始化飞蛾向量集合。

3、根据权利要求2所述的物联网资源分配方法，其特征在于，所述基于所述新的火焰向量，采用渐进阶级火焰匹配算法以及探索式飞蛾火焰匹配算法计算飞蛾对应的阶级火焰包括：

判断飞蛾所对应的火焰向量是否被淘汰，如果飞蛾所对应的火焰向量未被淘汰，采用渐进阶级火焰匹配算法，根据渐进系数计算阶级火焰，将飞蛾与对应的阶级火焰进行匹配；

如果飞蛾所对应的火焰向量已被淘汰，采用探索式飞蛾火焰匹配算法，根据渐进系数计算阶级火焰，将飞蛾与对应的阶级火焰进行匹配。

4、根据权利要求3所述的物联网资源分配方法，其特征在于，所述采用渐进阶级火焰匹配算法，根据渐进系数计算阶级火焰，将飞蛾与对应的阶级火焰进行匹配具体为：

从k个新的火焰向量中选取健康值最高的三个火焰；

更新渐进系数；

结合渐进系数以及健康值最高的三个火焰计算阶级火焰，并将飞蛾与对应的阶级火焰进行匹配；所述匹配方式为：

如果当前的存活火焰数量 ≥ 3 ，则根据飞蛾所对应的火焰以及健康值最高的三个火焰进行火焰匹配：

$$(1 - 0.3 * \omega) \times F_i + 0.15 \times \omega \times F_1 + 0.1 \times \omega \times F_2 + 0.05 \times \omega \times F_3$$

其中, w 为一个随着迭代的进行从0线性增长为1的渐进系数, F_i 为飞蛾所对应的火焰, F_1 、 F_2 、 F_3 分别为健康值最高的三个火焰, F_1 、 F_2 、 F_3 分别被赋予0.15、0.1和0.05的权重, 健康值最高的火焰拥有最高的权重;

当健康值最高的三个火焰中只有两个火焰存在时, 匹配方式为:

$$(1 - 0.25 * w) \times F_i + 0.15 \times w \times F_1 + 0.1 \times w \times F_2$$

根据火焰匹配结果更新飞蛾位置。

5、根据权利要求4所述的物联网资源分配方法, 其特征在于, 所述采用探索式飞蛾火焰匹配算法, 根据渐进系数计算阶级火焰, 将飞蛾与对应的阶级火焰进行匹配具体为:

从k个新的火焰向量中选取健康值最高的三个火焰;

随机选取存活火焰 F_i ;

更新渐进系数;

结合渐进系数以及选取的存活火焰计算阶级火焰, 并将飞蛾与对应的阶级火焰进行匹配; 所述匹配方式为:

如果当前的存活火焰数量 ≥ 3 , 则根据随机选取的存活火焰以及健康值最高的三个火焰进行飞蛾-火焰匹配:

$$(1 - 0.3 * w) \times F_i + 0.15 \times w \times F_1 + 0.1 \times w \times F_2 + 0.05 \times w \times F_3$$

当健康值最高的三个火焰中只有两个火焰存在时, 匹配公式为:

$$(1 - 0.25 * w) \times F_i + 0.15 \times w \times F_1 + 0.1 \times w \times F_2$$

根据所述火焰匹配结果更新飞蛾位置。

6、根据权利要求1至5任一项所述的物联网资源分配方法, 其特征在于, 所述基于数字对象的物联网资源抽象架构, 资源分配模型采用资源调度与分配算法执行资源分配方案具体为:

所述资源分配模型将任务请求传送给物联网设备的数字对象，所述数字对象包括API模块和通信模块，所述API模块用于判断该物联网设备是否可以满足任务请求，如果可以满足，将满足任务请求信息回传至资源分配模型；如果该物联网设备无法满足任务请求，则通过所述通信模块与其他同类物联网设备进行通信，将所述任务请求发送给其他同类物联网设备。

7、根据权利要求6所述的物联网资源分配方法，其特征在于，所述资源分配模型采用资源调度与分配算法执行资源分配方案具体为：

获取飞蛾向量和火焰向量；所述飞蛾向量和火焰向量的长度均为任务请求的数量；

设定一个常数 ub ，使得所述飞蛾向量和火焰向量中的所有数值都介于 $0-ub$ 之间，如果飞蛾向量和火焰向量中的值介于 $[0, ub/2]$ 范围之间，则将该任务请求分配至资源充足的场景下；如果飞蛾向量和火焰向量中的值介于 $(ub/2, ub]$ 之间，则将该任务请求分配至资源匮乏的场景下；所述飞蛾向量和火焰向量中每个值的顺序决定对应任务被分配的顺序；

对于被分配后任务请求，判断所述任务请求在被分配的资源场景中所有所需资源是否均可按需满足，如果可以按需满足，被分配的资源场景中为该任务请求按需按时分配所请求的资源，更新被分配的资源场景中的资源可用情况，并计算在被分配的资源场景中满足该任务的收益、代价与优化目标；否则，如果不可以按需满足，使该任务请求失服。

8、一种物联网资源分配系统，其特征在于，包括：

初始化模块：用于基于接收到的资源分配任务请求，采用目标与密度感知算法对飞蛾扑火算法的飞蛾向量集合进行初始化，得到初始化飞蛾向量集合；

健康值评估模块：用于对所述初始化飞蛾向量集合中每个飞蛾的健康值进行评估，并选出健康值最高的前k个飞蛾作为新的火焰向量；

飞蛾-火焰匹配模块：用于基于所述新的火焰向量，采用渐进阶级火焰匹配算法以及探索式飞蛾火焰匹配算法计算飞蛾对应的阶级火焰，将飞蛾与对应的阶级火焰进行匹配，并当仅有一个存活火焰时，根据所述存活火焰生成所述任务请求的资源分配方案；

资源分配模块：用于基于数字对象的物联网资源抽象架构，采用资源调度与分配算法执行所述资源分配方案，对所述任务请求进行资源调度与分配。

9、一种终端，其特征在于，所述终端包括处理器、与所述处理器耦接的存储器，其中，

所述存储器存储有用于实现权利要求1-7任一项所述的物联网资源分配方法的程序指令；

所述处理器用于执行所述存储器存储的所述程序指令以控制物联网资源分配。

10、一种存储介质，其特征在于，存储有处理器可运行的程序指令，所述程序指令用于执行权利要求1至7任一项所述物联网资源分配方法。

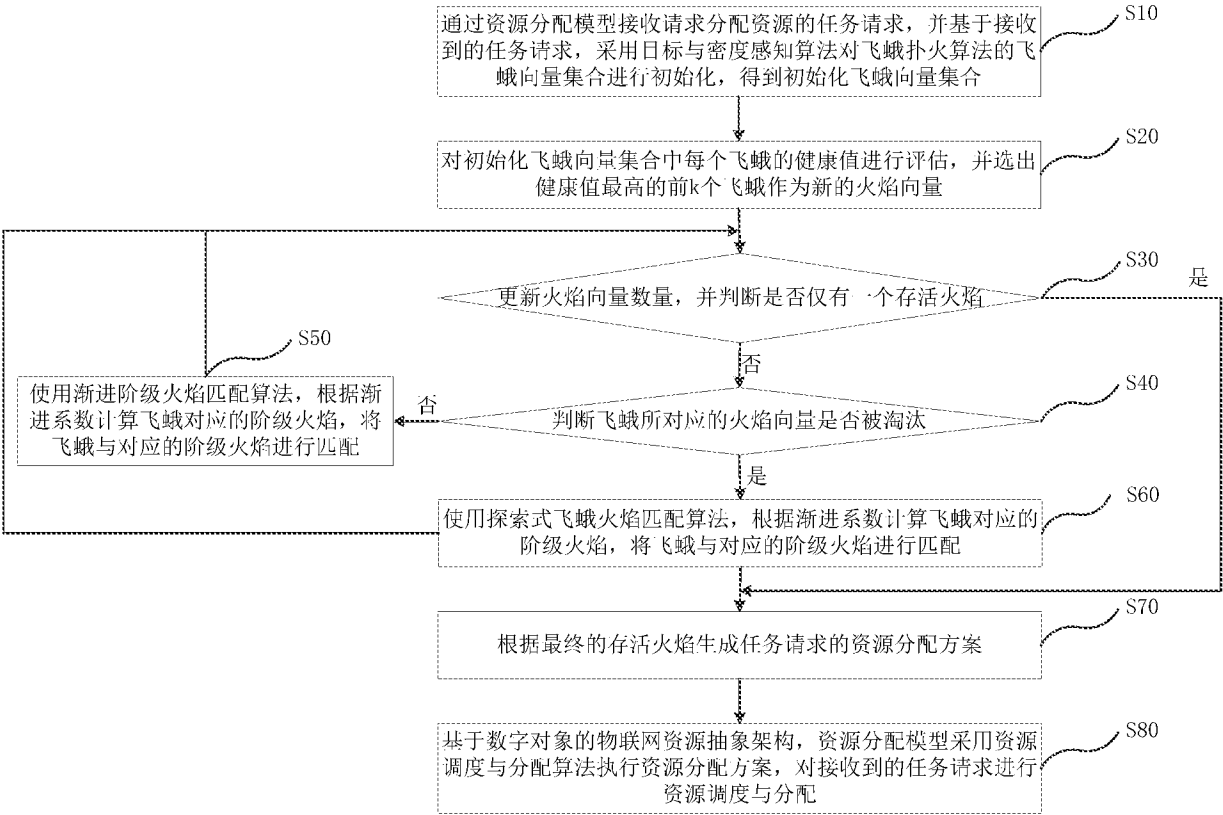


图1

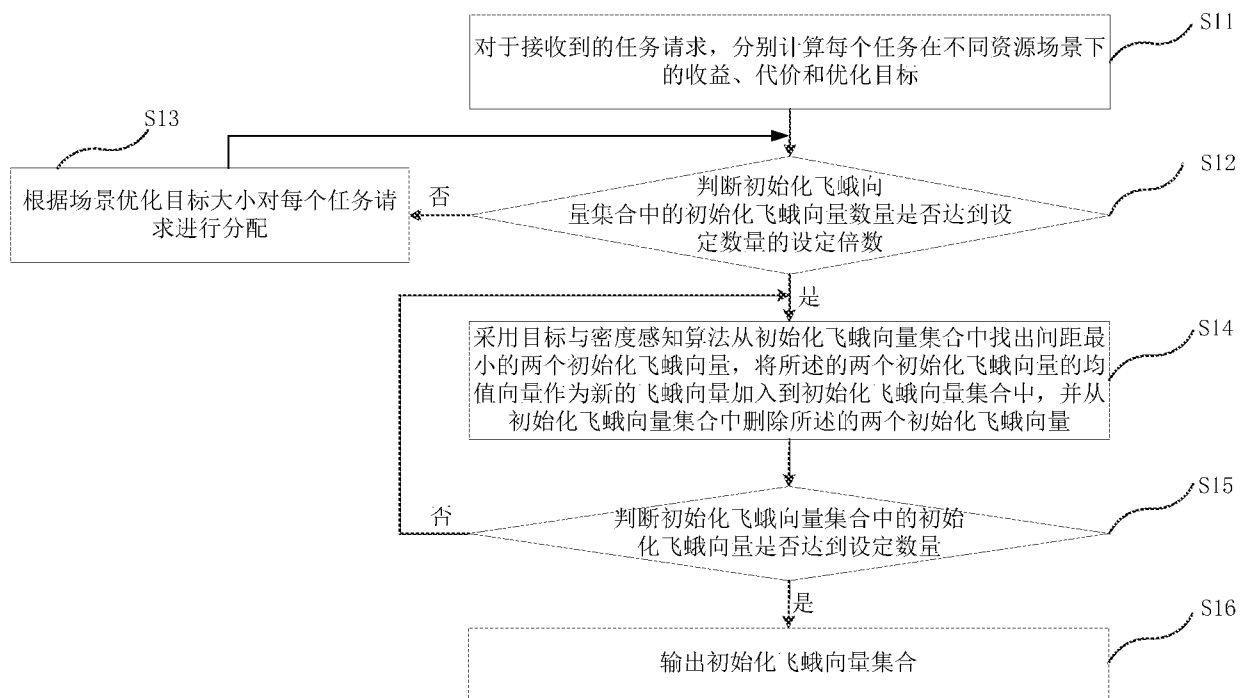


图2

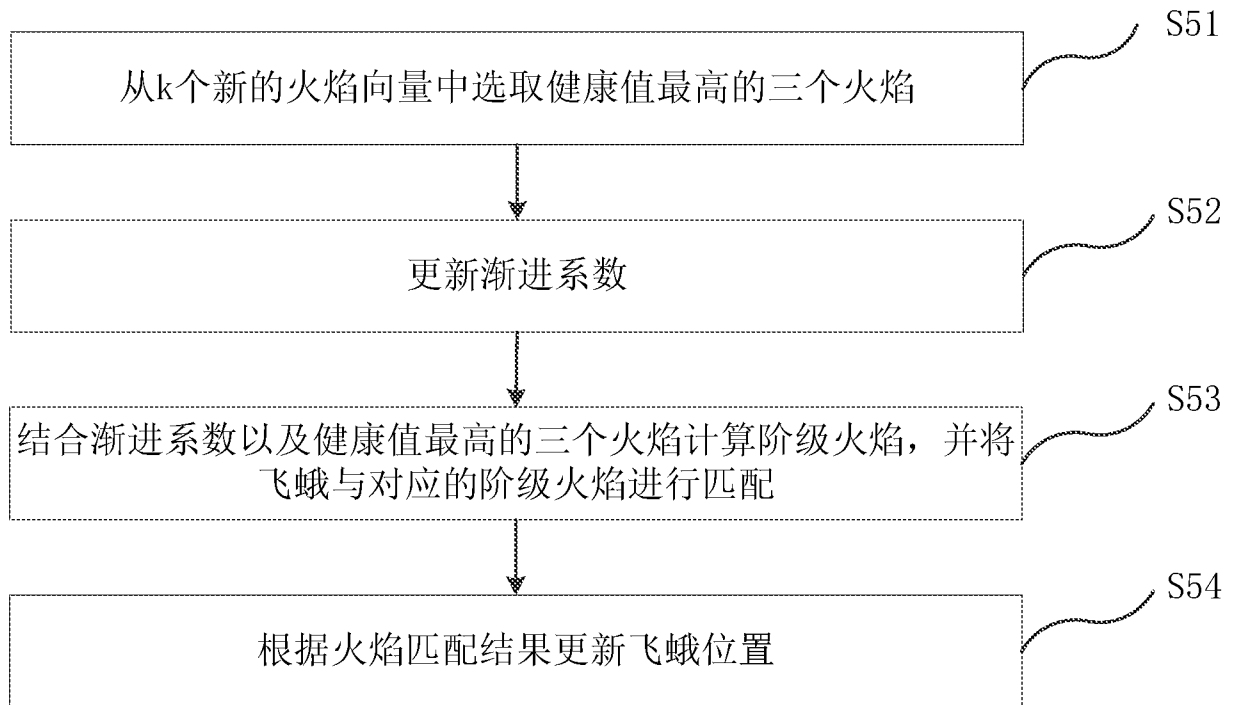


图3

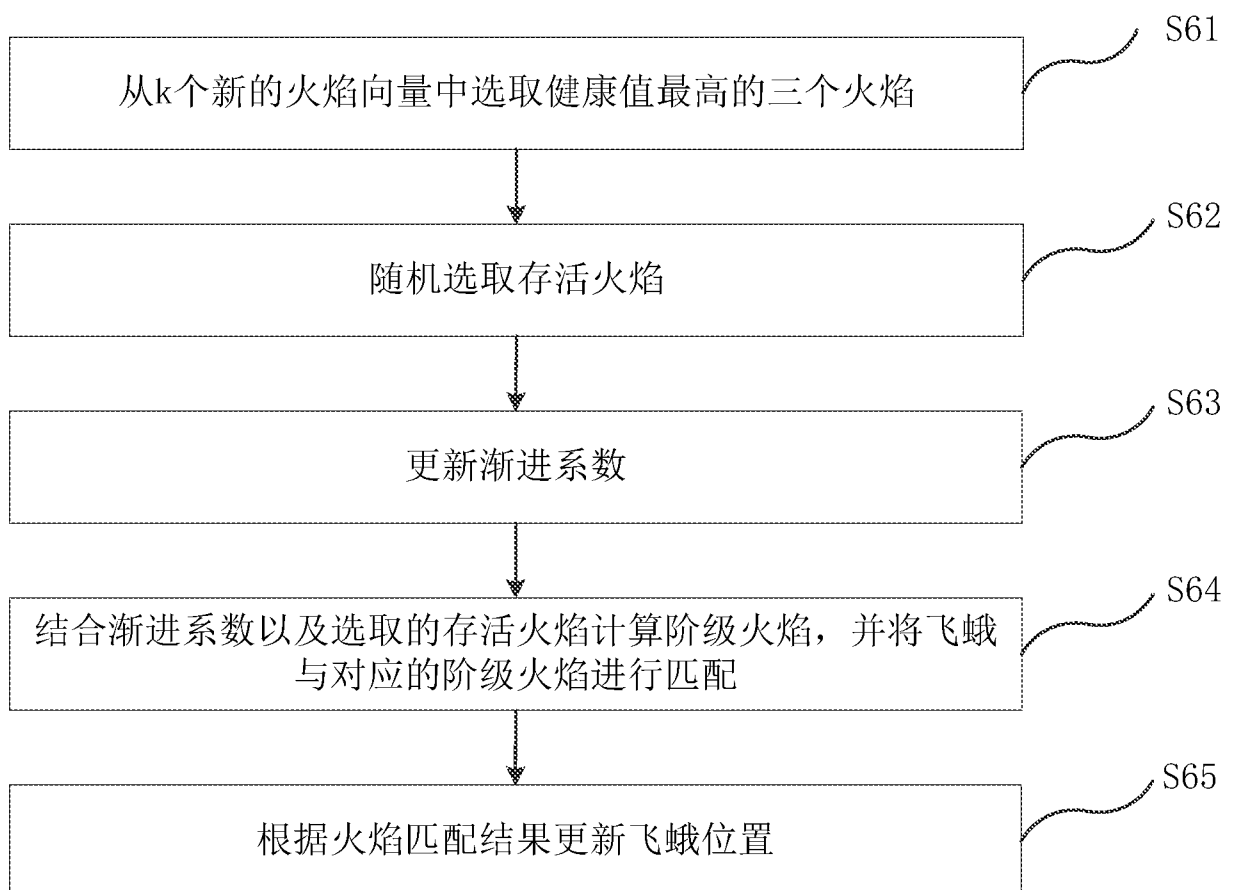


图4

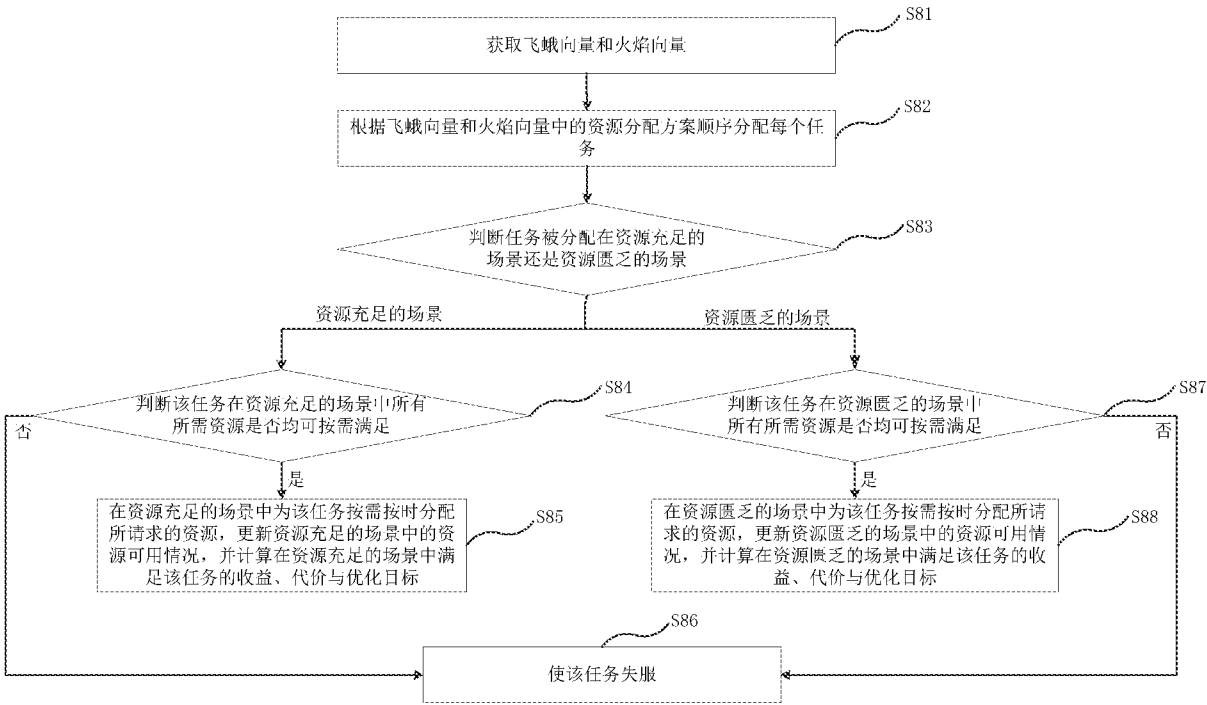


图5

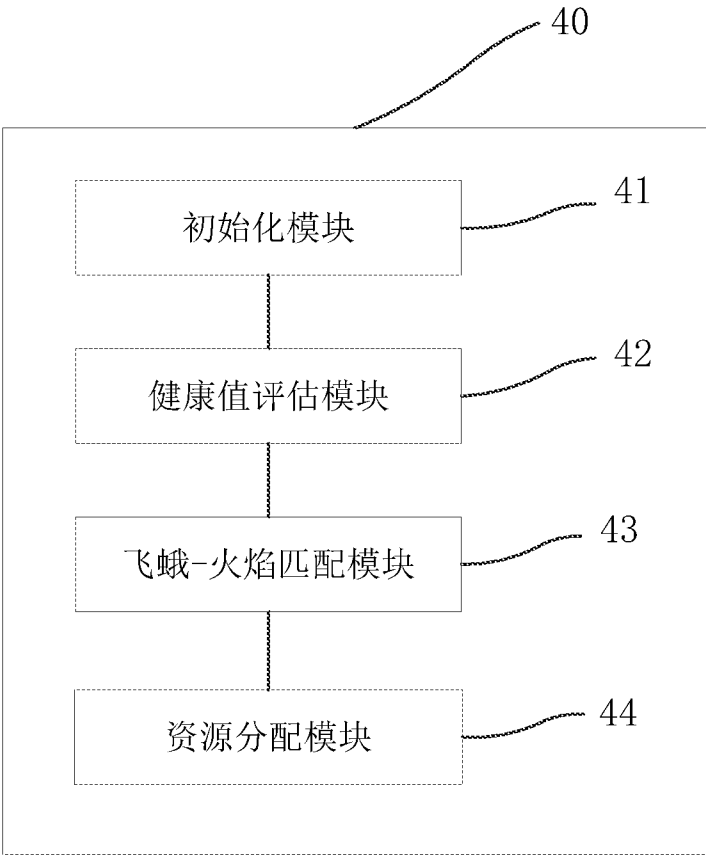


图6

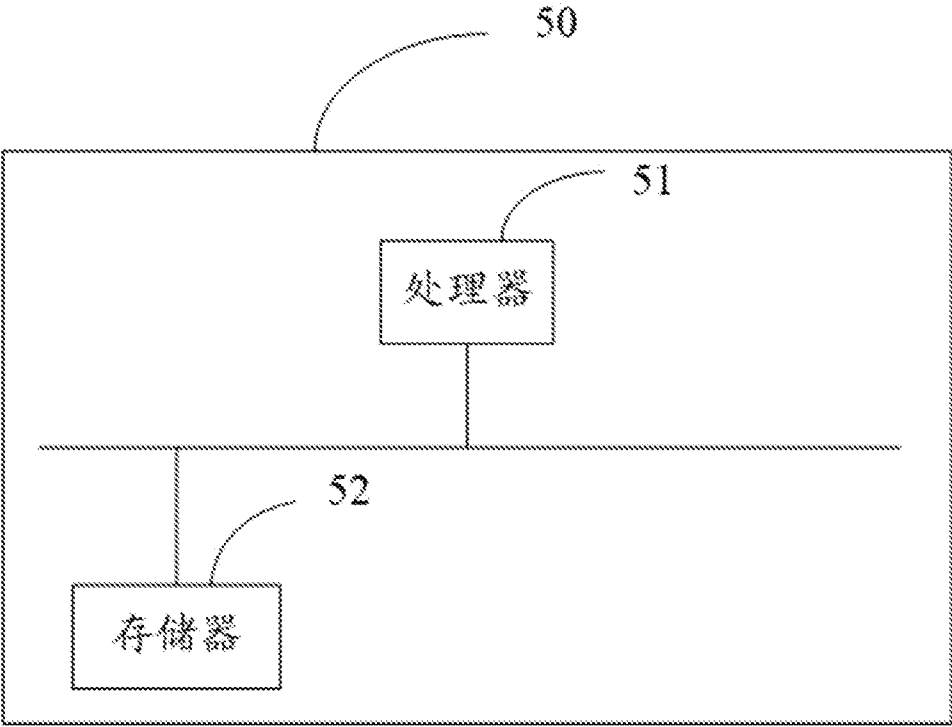


图7

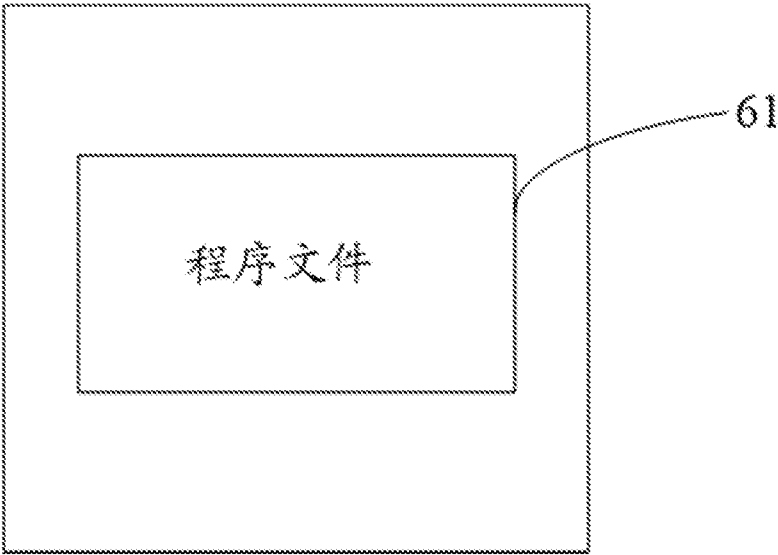


图8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/140066

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L67/60(2022.01)i;H04L67/12(2022.01)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)

IPC: H04L67/-; G06N3/-; G06K9/-

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)

CNABS, CNTXT, CNKI, 万方, WANFANG: 飞蛾, 扑火, 火焰, 密度, 健康, 生命, 渐进, 循序, 适应度, 自适应, 权重, 系数, 权值, 阶级, 层级, 等级, 探索, 勘探, 数字对象, 物联网, IoT, 资源, 分配, 调度, 吴嘉澍, 王洋, 金铭, 叶可江, 须成忠; DWPI, VEN, WPABS, EPTXT, USTXT, WOTXT, IEEE: moth, flame, MFO, health, life, gradual+, fitness, adapt, weight, coefficient, class, step, order, grade, level, explor+, search, digital, IoT, resource, allocat+, assign+, jiashu, yang wang, ming jin, kejiang, chengzhong

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 114390102 A (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 22 April 2022 (2022-04-22) description, paragraphs [0074]-[0168]	1-10
Y	CN 109598296 A (CHANG'AN UNIVERSITY) 09 April 2019 (2019-04-09) description, paragraphs [0045]-[0048]	1, 6, 8-10
Y	CN 108062585 A (CASIC WISDOM INDUSTRIAL DEVELOPMENT CO., LTD.) 22 May 2018 (2018-05-22) description, paragraphs [0076]-[0124]	1, 6, 8-10
A	WO 2019217629 A1 (QUALCOMM INC.) 14 November 2019 (2019-11-14) entire document	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “D” document cited by the applicant in the international application
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “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)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 February 2023

Date of mailing of the international search report

03 March 2023

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District,
Beijing 100088

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/140066

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	田鸿 等 (TIAN, Hong et al.). "新型飞蛾火焰优化算法的研究 (Research on New Moth-Flame Optimization Algorithm)" 计算机工程与应用 (<i>Computer Engineering and Applications</i>), Vol. 55, No. 16, 26 October 2018 (2018-10-26), ISSN: 1002-8331, entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2022/140066

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	114390102	A	22 April 2022	None			
CN	109598296	A	09 April 2019	None			
CN	108062585	A	22 May 2018	None			
WO	2019217629	A1	14 November 2019	US	2019349998	A1	14 November 2019
				US	11129196	B2	21 September 2021
				EP	3791516	A1	17 March 2021
				US	2021410189	A1	30 December 2021
				US	11570815	B2	31 January 2023
				CN	112119604	A	22 December 2020

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2022/140066

A. 主题的分类

H04L67/60(2022.01);H04L67/12(2022.01);

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

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: H04L67/-; G06N3/-; G06K9/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

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))

CNABS, CNTXT, CNKI, 万方: 飞蛾, 扑火, 火焰, 密度, 健康, 生命, 渐进, 循序, 适应度, 自适应, 权重, 系数, 权值, 阶级, 层级, 等级, 探索, 勘探, 数字对象, 物联网, IoT, 资源, 分配, 调度, 吴嘉澍, 王洋, 金铭, 叶可江, 须成忠 DWPI, VEN, WPABS, EPTXT, USTXT, WOTXT, IEEE:moth, flame, MF0, health, life, gradual+, fitness, adapt, weight, coefficient, class, step, order, grade, level, explor+, search, digital, IoT, resource, allocat+, assign+, jiashu, yang wang, ming jin, kejiang, chengzhong

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 114390102 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2022年4月22日 (2022 - 04 - 22) 说明书第[0074]-[0168]段	1-10
Y	CN 109598296 A (长安大学) 2019年4月9日 (2019 - 04 - 09) 说明书第[0045]-[0048]段	1, 6, 8-10
Y	CN 108062585 A (航天科工智慧产业发展有限公司) 2018年5月22日 (2018 - 05 - 22) 说明书第[0076]-[0124]段	1, 6, 8-10
A	WO 2019217629 A1 (QUALCOMM INCORPORATED) 2019年11月14日 (2019 - 11 - 14) 全文	1-10
A	田鸿 等. “新型飞蛾火焰优化算法的研究” 《计算机工程与应用》, 第55卷, 第16期, 2018年10月26日 (2018 - 10 - 26), ISSN: 1002-8331, 全文	1-10

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“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)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“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

“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

“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

“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

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2023年2月28日

国际检索报告邮寄日期

2023年3月3日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

授权官员

李瑞军

电话号码 (+86) 028-62969336

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/140066

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	114390102	A	2022年4月22日	无			
CN	109598296	A	2019年4月9日	无			
CN	108062585	A	2018年5月22日	无			
WO	2019217629	A1	2019年11月14日	US	2019349998	A1	2019年11月14日
				US	11129196	B2	2021年9月21日
				EP	3791516	A1	2021年3月17日
				US	2021410189	A1	2021年12月30日
				US	11570815	B2	2023年1月31日
				CN	112119604	A	2020年12月22日