

(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
2019 年 11 月 14 日 (14.11.2019)



(10) 国际公布号
WO 2019/213997 A1

(51) 国际专利分类号:
H04W 24/02 (2009.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/088625

(22) 国际申请日: 2018 年 5 月 28 日 (28.05.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201810427837.2 2018年5月7日 (07.05.2018) CN

(71) 申请人: 清华大学(TSINGHUA UNIVERSITY) [CN/
CN]; 中国北京市海淀区双清路 30 号,
Beijing 100084 (CN)。

(72) 发明人: 栗欣(SU, Xin); 中国北京市海淀区双清路
30号, Beijing 100084 (CN)。 葛璐(GE, Lu); 中国
北京市海淀区双清路30号, Beijing 100084 (CN)。
吴斌伟(WU, Binwei); 中国北京市海淀区双清
路30号, Beijing 100084 (CN)。 曾捷(ZENG, Jie);

中国北京市海淀区双清路30号, Beijing 100084
(CN)。 刘蓓(LIU, Bei); 中国北京市海淀区双清路
30号, Beijing 100084 (CN)。 许希斌(XU, Xibin);
中国北京市海淀区双清路30号, Beijing 100084
(CN)。 赵明(ZHAO, Ming); 中国北京市海淀区双
清路30号, Beijing 100084 (CN)。 肖立民(XIAO,
Limin); 中国北京市海淀区双清路30号, Beijing
100084 (CN)。 王京(WANG, Jing); 中国北京市
海淀区双清路30号, Beijing 100084 (CN)。

(74) 代理人: 北京国昊天诚知识产权代理有限公司(CO-
HORIZON INTELLECTUAL PROPERTY INC.); 中
国北京市朝阳区小关北里甲 2 号渔阳置业
大厦B座605, Beijing 100029 (CN)。

(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,
CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS,

(54) **Title:** METHOD, APPARATUS AND SYSTEM FOR MATCHING USER TERMINAL WITH CONTROLLER IN COMMUNI-
CATION NETWORK

(54) 发明名称: 通信网络中用户终端与控制器的匹配方法、装置及系统

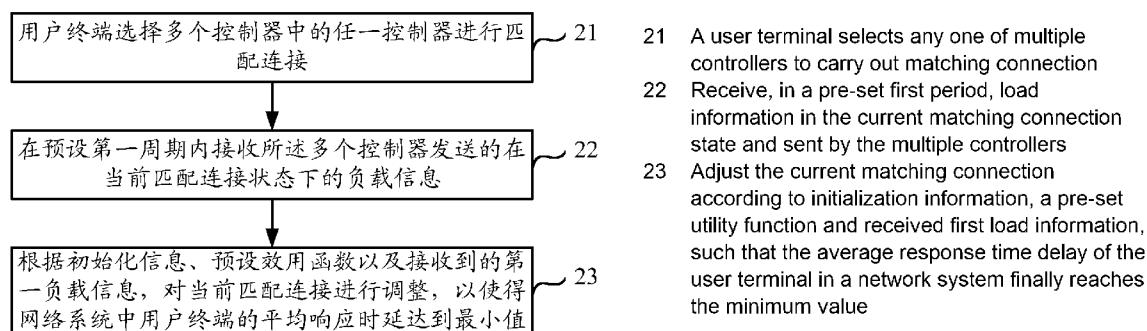


图 2

(57) **Abstract:** The present application relates to the technical field of communications, and in particular to a method, apparatus and system for matching a user terminal with a controller in a communication network, wherein same are used to overcome the defects in the prior art. The present application mainly comprises: a user terminal selecting any one of multiple controllers to carry out matching connection; receiving, in a pre-set first period, first load information in a current matching connection state and sent by the multiple controllers; and adjusting the current matching connection according to initialization information, a pre-set utility function and the received first load information, such that the average response time delay of the user terminal finally reaches the minimum value. The method greatly reduces the matching complexity and improves the matching efficiency.

(57) **摘要:** 本申请涉及通信技术领域, 尤其涉及一种通信网络中用户终端与控制器的匹配方法、装置及系统, 用以克服现有技术中存在的缺陷。本申请主要包括: 用户终端选择多个控制器中的任一控制器进行匹配连接; 在预设第一周期内接收所述多个控制器发送的在当前匹配连接状态下的第一负载信息; 根据初始化信息、预设效用函数以及接收到的所述第一负载信息, 对当前匹配连接进行调整, 以使得所述用户终端的平均响应时延最终达到最小值。该方法极大的降低了匹配的复杂程度, 提升匹配效率。

JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,
LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, 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,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, 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, 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, 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))。

通信网络中用户终端与控制器的匹配方法、装置及系统

技术领域

本申请涉及通信技术领域，尤其涉及一种通信网络中用户终端与控制器的匹配方法、装置及系统。

5

背景技术

用户终端与控制器的匹配连接，是通信技术领域较为关注的问题。目前常用的用户终端与控制器匹配机制是基于整数线性规划的用户控制器配对方法，或是，基于联盟博弈的用户终端与控制器的匹配方法。

10 然而，基于整数线性规则的匹配方法，随着用户终端或控制器数量增大时，问题的解空间指数性的增大，由于是穷举算法，因此复杂程度大，实时性不好。而基于联盟博弈的匹配方法，为减少问题的复杂程度，在第一阶段中引入了稳定匹配方法，而稳定匹配方法会直接忽略一部分解集合，使得最终的配对关系不是全局最优解。

15 因此，亟需找到一种准确且高效的匹配方案。

发明内容

本申请实施例提供一种通信网络中用户终端与控制器的匹配方法、装置及系统，用以解决现有技术中存在的上述缺陷。

20 为了解决上述技术问题，本申请实施例采用下述技术方案：

第一方面，本发明实施例提供了一种通信网络中用户终端与控制器的匹配方法，应用于包含 N 个用户终端和 M 个控制器的系统中，所述 N 个用户终端被限定为 Q 个分组，每个分组内的用户终端满足：请求生成速率相同且对应相同控制器的传输时延相同；所述 Q 小于 N ，所述 N 、 M 、 Q 均为正整数；所述
25 方法包括：

用户终端选择多个控制器中的任一控制器进行匹配连接；

在预设第一周期内接收所述多个控制器发送的在当前匹配连接状态下的第一负载信息；

根据初始化信息、预设效用函数以及接收到的所述第一负载信息，对当前
5 匹配连接进行调整，以使得网络系统中所有用户终端的平均响应时延达到最小值；

其中，所述初始化信息至少包含：每个控制器的最大处理阈值，所述用户终端所在分组的：用户终端数量、请求生成速率以及用户终端到所述每个控制器的请求传输时延。

10 第二方面，本发明实施例提供一种通信网络中用户终端与控制器的匹配方法，应用于包含N个用户终端和M个控制器的系统中，所述N个用户终端被限定为Q个分组，每个分组内的用户终端满足：请求生成速率相同且对应相同控制器的传输时延相同；所述Q小于N，所述N、M、Q均为正整数；所述方法包括：

15 当控制器匹配连接有用户终端后，在预设第一周期内确定在当前匹配连接状态下的负载信息；

将所述负载信息发送给所述N个用户终端，以使得所述N个用户终端中的每个用户终端根据初始化信息、预设效用函数以及接收到的所述负载信息，对当前匹配连接进行调整，以使得网络系统中所有用户终端的平均响应时延达
20 到最小值；

其中，所述初始化信息至少包含：每个控制器的最大处理阈值，所述用户终端所在分组的：用户终端数量、请求生成速率以及用户终端到所述每个控制器的请求传输时延。

第三方面，本发明实施例提供一种用户终端，包括：

25 初始化模块，用于选择多个控制器中的任一控制器进行匹配连接；

接收模块，用于在预设第一周期内接收所述多个控制器发送的在当前匹配

连接状态下的负载信息;

匹配模块, 用于根据初始化信息、预设效用函数以及接收到的所述负载信息, 对当前匹配连接进行调整, 以使得网络系统中所有用户终端的平均响应时延达到最小值;

- 5 其中, 所述初始化信息至少包含: 每个控制器的最大处理阈值, 所述用户终端所在分组的: 用户终端数量、请求生成速率以及用户终端到所述每个控制器的请求传输时延。

第四方面, 本发明实施例提供一种控制器, 包括:

- 确定模块, 用于当控制器匹配连接有用户终端后, 在预设第一周期内确定
10 在当前匹配连接状态下的负载信息;

发送模块, 用于将所述负载信息发送给所述 N 个用户终端, 以使得所述 N 个用户终端中的每个用户终端根据初始化信息、预设效用函数以及接收到的所述负载信息, 对当前匹配连接进行调整, 以便网络系统中所有用户终端的平均响应时延达到最小值;

- 15 其中, 所述初始化信息至少包含: 每个控制器的最大处理阈值, 所述用户终端所在分组的: 用户终端数量、请求生成速率以及用户终端到所述每个控制器的请求传输时延。

- 第五方面, 本发明实施例提供一种通信网络中用户终端与控制器的匹配系统, 包括: N 个用户终端和 M 个控制器; 所述 N 个用户终端被限定为 Q 个分
20 组, 每个分组内的用户终端满足: 请求生成速率相同且对应相同控制器的传输时延相同; 所述 Q 小于 N, 所述 N、M、Q 均为正整数; 其中,

- 所述用户终端, 用于选择多个控制器中的任一控制器进行匹配连接; 在预设第一周期内接收所述多个控制器发送的在当前匹配连接状态下的负载信息; 根据初始化信息、预设效用函数以及接收到的所述负载信息, 对当前匹配连接
25 进行调整, 以使得网络系统中所有用户终端的平均响应时延达到最小值;

所述控制器, 用于当控制器匹配连接有用户终端后, 在预设第一周期内确

定在当前匹配连接状态下的负载信息；将所述负载信息发送给所述 N 个用户终端，以使得所述 N 个用户终端中的每个用户终端根据初始化信息、预设效用函数以及接收到的所述负载信息，对当前匹配连接进行调整，以便网络系统中所有用户终端的平均响应时延达到最小值；

- 5 其中，所述初始化信息至少包含：每个控制器的最大处理阈值，所述用户终端所在分组的：用户终端数量、请求生成速率以及用户终端到所述每个控制器的请求传输时延。

本申请实施例采用的上述至少一个技术方案能够达到以下有益效果：

- 通过上述技术方案，基于演化博弈的用户终端与控制器的匹配连接机制，
10 通过使用演化博弈框架中的势函数推导得到用户的效用函数，可分布式获取用户终端与控制器的匹配连接关系。即使用户终端与控制器的配对达到了稳态，一旦网络情况发生了改变，用户终端自动选择效用值更高的控制器进行匹配，配对关系会自动收敛至新的稳态。而且，采用分布式方法，不需要集中的控制节点，计算任务被分担到各个用户上，极大的降低了匹配的复杂程度，提升了
15 匹配效率，保证匹配准确性。

附图说明

- 此处所说明的附图用来提供对本申请的进一步理解，构成本申请的一部分，本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请，并不构成对本申请的不当限定。在附图中：
20 定。在附图中：

图 1 为本说明书实施例涉及的用户终端与控制器的通信网络系统架构示意图；

图 2 为本申请提供的用户终端与控制器的匹配方法的步骤示意图之一；

图 3 为本申请提供的用户终端与控制器的匹配方法的详细步骤示意图；

- 25 图 4a 为本申请提供的用户终端与控制器的匹配方法的步骤示意图之二；

图 4b 为本申请提供的用户终端与控制器的匹配方法的步骤 41 的具体示意

图；

图 5 为本申请提供的用户终端的结构示意图；

图 6 为本申请提供的控制器的结构示意图。

5 具体实施方式

为使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本申请具体实施例及相应的附图对本申请技术方案进行清楚、完整地描述。显然，所描述的实施例仅是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，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，都属于本申请保护的范围。

以下结合附图，详细说明本申请各实施例提供的技术方案。

参照图 1 所示，为本说明书实施例涉及的网络通信中的用户终端与控制器的通信网络系统架构示意图，该系统主要包括：

多个用户终端 C 和多个控制器 S，而每个用户终端 C 都可以匹配连接至相应的一个控制器 S，而每个控制器 S 可以匹配连接有一个或多个用户终端 C。用户终端 C 可以理解为移动终端或其他可匹配连接至控制器进行信息传输业务的电子设备。

其中，可以 N 个用户终端 C 和 M 个控制器 S 为例进行介绍。这 N 个用户终端 C 被限定为 Q 个分组，每个分组内的用户终端 C 均满足这一条件：同一分组内的不同用户终端 C 的请求生成速率相同，且，同一分组内的不同用户终端 C 对应相同控制器的传输时延相同。例如，以第 1 分组为例，该第 1 分组中包含用户终端 1、用户终端 2、用户终端 4 和用户终端 7。这 4 个用户终端 C 的请求生成速率相同；且用户终端 1 与控制器 1 之间的传输时延记为 ty_{11} ，用户终端 2 与控制器 1 之间的传输时延记为 ty_{21} ，用户终端 4 与控制器 1 之间的传输时延记为 ty_{41} ，用户终端 7 与控制器 1 之间的传输时延记为 ty_{71} ， $ty_{11}=ty_{21}=ty_{41}=ty_{71}$ 。其中，N 可以大于或是远远大于 M（其实 N 也可以小于

M, 本申请并不对此进行限定), Q 小于 N, 而 N、M、Q 均为正整数。

下面通过具体的实例对本申请所涉及的用户终端与控制器的匹配方法进行介绍。

5 实施例一

参照图 2 所示, 为本申请提供的用户终端与控制器的匹配方法的步骤示意图, 该方法主要包括以下步骤:

步骤 21: 用户终端选择多个控制器中的任一控制器进行匹配连接。

在实际的系统架构中, 针对用户侧的每个用户终端, 分别从多个控制器中
10 选择任一控制器进行匹配连接, 其中, 可以是多个用户终端连接相同的控制器, 但是, 每个用户终端只能连接至一个控制器。考虑到在初始状态下, 无法获知每个用户终端应连接至哪个控制器才能达到匹配连接的均衡, 因此, 可对多个用户终端进行任意匹配连接, 形成初始化的连接关系, 并在后续对该连接关系进行调整。

15 其实, 在进行初始化的匹配连接之前, 用户侧的 N 个用户终端, 已经被划分为 Q 个分组, 具体的划分准则为: 在同一分组中, 每个用户终端的请求生成速率相同, 每个用户终端到相同控制器的传输时延相同。其中, 以第 q 个分组为例, 该分组 q 中的用户终端数量为 m^q ; 用户终端的请求生成速率为 λ^q (单位为个/秒), 该参数由用户终端的属性决定, 表示单位时间内用户终端生成请求
20 (如授权请求、承载生成请求等) 的个数; 用户终端到 M 个控制器的请求传输时延为 $\tau^q = [\tau_1^q, \tau_2^q, \dots, \tau_M^q]$ (单位为秒), 该参数可通过发送 ping 报文的方式测得用户终端到不同控制器所需的传输时延; 第 m 个控制器的最大处理能力为 α_m (单位为个/秒) 该参数可根据控制器的硬件配置获知控制器单位时间内可处理请求的最大个数, 即控制器的最大处理能力。

25 应理解, 用户终端与控制器在初始化匹配连接之后, 用户终端即可获知上述提及的各个参数。具体的获知方式, 可以通过控制器向用户终端发送相应

信息以解析得到，这样，通过信息交互获知连接的用户终端与控制器之间的相应参数。

步骤 22: 在预设第一周期内接收所述多个控制器发送的在当前匹配连接状态下的负载信息。

5 具体地，在 N 个用户终端分别匹配连接至相应控制器后，用户终端与匹配连接的控制器之间可以进行信息交互，这样，控制器可通过监测自身在预设第一周期内处理的请求个数，得到自身在当前时刻（其实也是在当前匹配连接状态下）的负载信息；由于每个控制器都可以得到这一负载信息，因此，在当前预设第一周期内，每个用户终端都可以接收到多个控制器发送的负载信息。例如，控制器 1-控制器 M 的负载信息： $\theta_1(t), \theta_2(t), \dots, \theta_M(t)$ 。

步骤 23: 根据初始化信息、预设效用函数以及接收到的所述第一负载信息，对当前匹配连接进行调整，以使得所述用户终端的平均响应时延达到最小值。

其中，所述初始化信息至少包含：每个控制器的最大处理阈值，所述用户终端所在分组的：用户终端数量、请求生成速率以及用户终端到所述每个控制器的请求传输时延。

应理解，在本申请中，可具体根据初始化信息以及接收到的负载信息，代入相应的预设效用函数，通过得到的效用值的关系，对用户终端与控制器的当前匹配连接进行调整，以获得全局的用户终端与控制器最优匹配连接关系，而且，这种最优匹配连接关系可以使得通信网络中所有用户终端的平均响应时延达到最小值。其中，用户终端的平均响应时延包含控制器的处理时延和用户终端到控制器的请求传输时延。

通过上述技术方案，基于演化博弈的用户终端与控制器的匹配连接机制，通过使用演化博弈框架中的势函数推导得到用户的效用函数，可分布式获取用户终端与控制器的匹配连接关系。即使用户终端与控制器的配对达到了稳态，一旦网络情况发生了改变，用户终端自动选择效用值更高的控制器进行匹配，配对关系会自动收敛至新的稳态。而且，采用分布式方法，不需要集中的控制

节点，计算任务被分担到各个用户上，极大的降低了匹配的复杂程度，提升匹配效率，保证匹配准确性。

需要说明的是，在本申请实施例中，M 个处理器的处理数量之和要足以满足所有 N 个用户终端发送的请求之和。

- 5 可选地，在本申请中，步骤 23 在根据初始化信息、预设效用函数以及接收到的所述第一负载信息，对当前匹配连接进行调整，以使得所述用户终端的平均响应时延达到最小值时，可具体执行为：

根据初始化信息、预设效用函数以及接收到的所述第一负载信息确定第一向量，所述第一向量为包含 M 个效用值的 M 维向量；

- 10 若所述第一向量中 M 个效用值相等，则确定匹配成功；

否则，根据所述第一向量中 M 个效用值调整匹配连接的控制器，直至在最新更新的匹配连接下确定的第一向量中 M 个效用值相等。

- 应理解，在本申请中，并不限于采用上述调整方法，还包括其他根据初始化信息、预设效用函数以及第一负载信息所实施的匹配连接的调整方案，因此，
15 凡是以初始化信息、预设效用函数以及第一负载信息所执行的匹配调整方案都涵盖在本申请保护范围内。

- 其实，本申请实施例中，在用户终端选择多个控制器中的任一控制器进行匹配连接之后，且在用户终端接收多个控制器发送的第一负载信息之前，每个用户终端都会为自身初始化一个 M 维向量 $U^*=[U_1^*, U_2^*, \dots, U_M^*]$ ，此时初始化的 M
20 维向量 $U^*=0_{1 \times M}=[0, 0, \dots, 0]$ 。其中， $0_{1 \times M}$ 表示 1 行 M 列的零向量。

- 相应地，当根据初始化信息、预设效用函数以及接收到的所述第一负载信息确定第一向量时，可针对任一用户终端，将其对应的初始化信息、以及相应控制器的第一负载信息代入预设效用函数中进行计算，得到所述用户终端的其中一个控制器（即为所述相应控制器）的效用值；按照类似方式分别计算其他
25 控制器的效用值，最后计算出针对所述用户终端的 M 个效用值。若本申请中初始化有 M 维向量 $U^*=0_{1 \times M}$ ，则将计算出的 M 个效用值分别替换更新相应控

制器对应的零值，得到 M 维第一向量。需要说明的是，在此步骤中，每个用户终端都会得到一个相应的 M 维第一向量。

仍以上述用户终端为例，若该用户终端的第一向量中 M 个效用值相等，则确定匹配成功，表示此时的匹配连接达到均衡，即平均响应时延达到最小值。

5 然而，考虑到用户终端的数量较多，不太可能在初始化调整后就命中最优匹配连接，那么，当第一向量中 M 各效用值不相等时，需要根据第一向量中 M 个效用值调整匹配连接的控制器，直至在最新更新的匹配连接下确定的第一向量中 M 个效用值相等。

应理解，在本申请中，根据第一向量中 M 个效用值调整匹配连接的控制器，直至在最新更新的匹配连接下确定的第一向量中 M 个效用值相等，可以选择其他的调整方式，优选以下述循环方式实现：

第一步，从所述第一向量中选取数值最大的效用值对应的控制器进行匹配连接。

之所以选取数值最大的效用值对应的控制器进行匹配连接，这是因为，本申请主要采用演化博弈框架，引入势函数，根据势函数设置合理的预设效用函数，这样，基于凸函数理论，利用预设效用函数得到的效用值中最大值应是每个用户终端最佳的匹配连接对象，若不是，则反复进行微调。

具体实现时，可分别从每个用户终端对应的第一向量中选取数值最大的效用值对应的控制器进行匹配连接。以该通信系统中仅包含用户终端 1-用户终端 5，以及控制器 1-控制器 3 为例，用户终端 1 的第一向量 $M1$ 中数值最大的效用值对应的控制器为控制器 1，用户终端 2 的第一向量 $M2$ 中数值最大的效用值对应的控制器为控制器 3，用户终端 3 的第一向量 $M3$ 中数值最大的效用值对应的控制器为控制器 1，用户终端 4 的第一向量 $M4$ 中数值最大的效用值对应的控制器为控制器 2，用户终端 5 的第一向量 $M5$ 中数值最大的效用值对应的控制器为控制器 2。进而，新的匹配连接关系为：用户终端 1 和用户终端 3 分别暂时匹配连接控制器 1，用户终端 2 暂时匹配连接控制器 3，用户终端 4

和用户终端 5 分别暂时匹配连接控制器 2。

第二步，在预设第二周期内接收所述多个控制器发送的在当前匹配连接状态下的负载信息。

基于上述第一步重新确定的匹配连接关系，用户终端需要在预设第二周期内接收控制器在当前匹配连接状态下的第二负载信息。其中，第二负载信息的确定方式与第一负载信息的确定方式相同，只是基于不同的匹配连接关系以及不同的周期内产生的负载信息。

第三步，根据初始化信息、预设效用函数以及接收到的所述第二负载信息更新所述第一向量。

具体地，可针对任一用户终端：根据初始化信息以及接收到的第二负载信息，通过预设效用函数公式（1），计算在当前周期内每个控制器的效用值：

$$U_m(t) = -\frac{\lambda^q m^q \alpha_m}{(\alpha_m - \theta_m(t))^2} - \lambda^q m^q \tau_m^q \quad (1)$$

其中， $U_m(t)$ 为在时刻 t 第 m 个控制器的效用值， λ^q 表示第 q 个分组的用户终端的请求生成速率， m^q 表示第 q 个分组中用户终端的数量， α_m 表示第 m 个控制器的最大处理能力， τ_m^q 表示第 q 个分组中任一用户终端到第 m 个控制器的请求传输时延， $\theta_m(t)$ 表示第 m 个控制器在当前周期的第二负载信息；

将计算得到的效用值，分别替换更新所述第一向量的各个元素。

第四步，判断更新后的第一向量中 M 个效用值是否相等，若相等，则确定匹配成功，只有当所有控制器的效用值相等时，才说明博弈已达到了均衡点，此时系统处于稳定状态，此为均衡的条件。否则，跳转至第一步，重新建立匹配连接关系进行调整。

可选地，在本申请中，根据初始化信息、预设效用函数以及接收到的所述第一负载信息确定第一向量，可具体执行为：

针对任一用户终端：根据初始化信息以及接收到的所述第一负载信息通过预设效用函数公式（1），计算在当前周期内每个控制器的效用值；

将得到的 M 个效用值分别作为元素确定为第一向量。

下面通过具体的实例对本申请所涉及的匹配方案进行详细描述。

参照图 3 所示, 该匹配方案可由用户终端作为执行主体, 主要包含以下步骤流程:

步骤 31: 选择任一控制器 m , 并初始化 M 维向量 U^* 。

5 应理解, 该步骤 31 中 M 维向量 U^* 为 0 向量。

步骤 32: 待预设时间段 T 后, 分别接收 M 个控制器的负载信息。

具体地, M 个控制器分别监测自身在当前预设周期内处理的请求个数, 获得 M 个控制器在当前时刻的负载信息 $\theta_1(t), \theta_2(t), \dots, \theta_M(t)$, 并将该负载信息发送给通信网络系统中的 N 个用户终端。应理解, 此时的负载信息, 是当前匹配
10 连接状态下的负载信息, 所述当前匹配连接状态可以是初始化匹配连接时, 也可以是调整后的匹配连接时。

步骤 33: 根据初始化信息、预设效用函数以及接收到的负载信息, 更新 M 维向量。

具体可通过上述预设效用函数公式 (1), 计算当前周期内每个控制器的效用值将计算得到的效用值, 分别更新 M 维向量, 即得到新的 M 维向量。
15

步骤 34: 判断更新后的 M 维向量是否相等, 若相等, 则匹配连接成功; 否则, 执行步骤 35。

步骤 35: 选取数值最大的效用值对应的控制器进行匹配连接, 并跳转至步骤 32。

20 同时, 本申请还提供了一种用户终端与控制器的匹配方法, 该方法的执行主体为控制器, 具体参照图 4a 所示, 该方法主要包括:

步骤 41: 当控制器匹配连接有用户终端后, 在预设第二周期内确定在当前匹配连接状态下的负载信息;

步骤 42: 将所述负载信息发送给所述 N 个用户终端, 以使得所述 N 个用户终端中的每个用户终端根据初始化信息、预设效用函数以及接收到的所述负载信息, 对当前匹配连接进行调整, 以使得网络系统中所有用户终端的平均响
25

应时延达到最小值。

其中，所述初始化信息至少包含：每个控制器的最大处理阈值，所述用户终端所在分组的：用户终端数量、请求生成速率以及用户终端到所述每个控制器的请求传输时延。

- 5 应理解，上述匹配方案同样应用于包含 N 个用户终端和 M 个控制器的系统中，所述 N 个用户终端被限定为 Q 个分组，每个分组内的用户终端满足：请求生成速率相同且对应相同控制器的传输时延相同；所述 Q 小于 N ，所述 N 、 M 、 Q 均为正整数。

- 可选地，在预设第二周期内确定在当前匹配连接状态下的负载信息时，参
10 照图 4b 所示，具体执行为：

 步骤 411：确定在预设第二周期内处理的由连接的对侧用户终端发送来的请求个数。

 步骤 412：根据所述请求个数确定在当前匹配连接状态下的负载信息。

- 需要说明的是，控制器侧的操作其实与用户终端侧的操作对应的，每当用
15 户终端重新确定新的匹配连接关系，控制器侧就会按照该新的匹配连接关系与用户终端侧进行信息交互。

实施例二

- 本申请实施例还提供一种用户终端，参照图 5 所示，该用户终端主要包括：
20 初始化模块 51，用于选择多个控制器中的任一控制器进行匹配连接；

 接收模块 52，用于在预设第一周期内接收所述多个控制器发送的在当前匹配连接状态下的负载信息；

- 匹配模块 53，用于根据初始化信息、预设效用函数以及接收到的所述负载信息，对当前匹配连接进行调整，以使得网络系统中所有用户终端的平均响应
25 时延达到最小值；

 其中，所述初始化信息至少包含：每个控制器的最大处理阈值，所述用户

终端所在分组的：用户终端数量、请求生成速率以及用户终端到所述每个控制器的请求传输时延。

本申请实施例还提供一种控制器，参照图 6 所示，该控制器主要包括：

确定模块 61，用于当控制器匹配连接有用户终端后，在预设第二周期内确定在当前匹配连接状态下的负载信息；

发送模块 62，用于将所述负载信息发送给所述 N 个用户终端，以使得所述 N 个用户终端中的每个用户终端根据初始化信息、预设效用函数以及接收到的所述负载信息，对当前匹配连接进行调整，以便网络系统中所有用户终端的平均响应时延达到预设最小值；

其中，所述初始化信息至少包含：每个控制器的最大处理阈值，所述用户终端所在分组的：用户终端数量、请求生成速率以及用户终端到所述每个控制器的请求传输时延。

本申请实施例还提供一种用户终端与控制器的匹配系统，参照图 1 所示该匹配系统主要包括：N 个用户终端 C 和 M 个控制器 S；所述 N 个用户终端 C 被限定为 Q 个分组，每个分组内的用户终端 C 满足：请求生成速率相同且对应相同控制器 S 的传输时延相同；所述 Q 小于 N，所述 N、M、Q 均为正整数；其中，

所述用户终端 C，用于选择多个控制器 S 中的任一控制器 S 进行匹配连接；在预设第一周期内接收所述多个控制器 S 发送的在当前匹配连接状态下的第一负载信息；根据初始化信息、预设效用函数以及接收到的所述第一负载信息，对当前匹配连接进行调整，以使得网络系统中所有用户终端 C 的平均响应时延达到最小值；

所述控制器 S，用于当控制器 S 匹配连接有用户终端 C 后，在预设周期内确定在当前匹配连接状态下的负载信息；将所述负载信息发送给所述 N 个用户终端 C，以使得所述 N 个用户终端 C 中的每个用户终端 C 根据初始化信息、预设效用函数以及接收到的所述负载信息，对当前匹配连接进行调整，以便网

络系统中所有用户终端 C 的平均响应时延达到最小值;

其中, 所述初始化信息至少包含: 每个控制器的最大处理阈值, 所述用户终端所在分组的: 用户终端数量、请求生成速率以及用户终端到所述每个控制器的请求传输时延。

5 本发明实施例还提供一种计算机可读存储介质, 计算机可读存储介质上存储有计算机程序, 该计算机程序被处理器执行时实现上述匹配方法实施例的各个过程, 且能达到相同的技术效果, 为避免重复, 这里不再赘述。其中, 所述的计算机可读存储介质, 如只读存储器 (Read-Only Memory, 简称 ROM)、随机存取存储器 (Random Access Memory, 简称 RAM)、磁碟或者光盘等。

10 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。

15 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。

20 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。

25 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。

5 在一个典型的配置中，计算设备包括一个或多个处理器 (CPU)、输入/输出接口、网络接口和内存。

内存可能包括计算机可读介质中的非永久性存储器，随机存取存储器 (RAM) 和/或非易失性内存等形式，如只读存储器 (ROM) 或闪存(flash RAM)。内存是计算机可读介质的示例。

计算机可读介质包括永久性和非永久性、可移动和非可移动媒体可以由任何
10 何方法或技术来实现信息存储。信息可以是计算机可读指令、数据结构、程序的模块或其他数据。计算机的存储介质的例子包括，但不限于相变内存 (PRAM)、静态随机存取存储器 (SRAM)、动态随机存取存储器 (DRAM)、其他类型的随机存取存储器 (RAM)、只读存储器 (ROM)、电可擦除可编程只读存储器 (EEPROM)、快闪记忆体或其他内存技术、只读光盘只读存储器
15 (CD-ROM)、数字多功能光盘 (DVD) 或其他光学存储、磁盒式磁带，磁带磁磁盘存储或其他磁性存储设备或任何其他非传输介质，可用于存储可以被计算设备访问的信息。按照本文中的界定，计算机可读介质不包括暂存电脑可读媒体 (transitory media)，如调制的数据信号和载波。

还需要说明的是，术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排
20 他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、商品或者设备不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、商品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括所述要素的过程、方法、商品或者设备中还存在另外的相同要素。

25 以上所述仅为本申请的实施例而已，并不用于限制本申请。对于本领域技术人员来说，本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原理之内所

作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本申请的权利要求范围之内。

权利要求书

1、一种通信网络中用户终端与控制器的匹配方法，其特征在于，应用于包含 N 个用户终端和 M 个控制器的系统中，所述 N 个用户终端被限定为 Q 个分组，每个分组内的用户终端满足：请求生成速率相同且对应相同控制器的传输时延相同；所述 Q 小于 N，所述 N、M、Q 均为正整数；

所述方法包括：

用户终端选择多个控制器中的任一控制器进行匹配连接；

在预设第一周期内接收所述多个控制器发送的在当前匹配连接状态下的第一负载信息；

根据初始化信息、预设效用函数以及接收到的所述第一负载信息，对当前匹配连接进行调整，以使得网络系统中所有用户终端的平均响应时延达到最小值；

其中，所述初始化信息至少包含：每个控制器的最大处理阈值，所述用户终端所在分组的：用户终端数量、请求生成速率以及用户终端到所述每个控制器的请求传输时延。

2、如权利要求 1 所述的匹配方法，其特征在于，根据初始化信息、预设效用函数以及接收到的所述第一负载信息，对当前匹配连接进行调整，以使得所述用户终端的平均响应时延达到最小值，具体包括：

根据初始化信息、预设效用函数以及接收到的所述第一负载信息确定第一向量，所述第一向量为包含 M 个效用值的 M 维向量；

若所述第一向量中 M 个效用值相等，则确定匹配成功；

否则，根据所述第一向量中 M 个效用值调整匹配连接的控制器，直至在最新更新的匹配连接下确定的第一向量中 M 个效用值相等。

3、如权利要求 2 所述的匹配方法，其特征在于，根据所述第一向量中 M 个效用值调整匹配连接的控制器，直至在最新更新的匹配连接下确定的第一向量中 M 个效用值相等，具体包括以下循环：

第一步，从所述第一向量中选取数值最大的效用值对应的控制器进行匹配连接；

第二步，在预设第二周期内接收所述多个控制器发送的在当前匹配连接状态下的第二负载信息；

5 第三步，根据初始化信息、预设效用函数以及接收到的所述第二负载信息更新所述第一向量；

第四步，判断更新后的第一向量中 M 个效用值是否相等，若相等，则确定匹配成功，否则，跳转至第一步。

4、如权利要求 3 所述的匹配方法，其特征在于，根据初始化信息、预设
10 效用函数以及接收到的所述第二负载信息更新所述第一向量，具体包括：

针对任一用户终端：通过预设效用函数公式 (1)，计算在预设第二周期的每个控制器的效用值：

$$U_m(t) = -\frac{\lambda^q m^q \alpha_m}{(\alpha_m - \theta_m(t))^2} - \lambda^q m^q \tau_m^q \quad (1)$$

其中， $U_m(t)$ 为在时刻 t 第 m 个控制器的效用值， λ^q 表示第 q 个分组的用
15 户终端的请求生成速率， m^q 表示第 q 个分组中用户终端数量， α_m 表示第 m 个控制器的最大处理阈值， τ_m^q 表示第 q 个分组中任一用户终端到第 m 个控制器的请求传输时延， $\theta_m(t)$ 表示第 m 个控制器在预设第二周期的第二负载信息；

将计算得到的效用值，分别替换更新所述第一向量的各个元素。

5、如权利要求 2-4 任一项所述的匹配方法，其特征在于，根据初始化信
20 息、预设效用函数以及接收到的所述第一负载信息确定第一向量，具体包括：

针对任一用户终端：通过预设效用函数公式 (1)，计算在预设第一周期的每个控制器的效用值；

将得到的 M 个效用值分别作为元素确定为第一向量。

6、一种通信网络中用户终端与控制器的匹配方法，其特征在于，应用于
25 包含 N 个用户终端和 M 个控制器的系统中，所述 N 个用户终端被限定为 Q 个分组，每个分组内的用户终端满足：请求生成速率相同且对应相同控制器的传

输时延相同；所述 Q 小于 N ，所述 N 、 M 、 Q 均为正整数；

所述方法包括：

当控制器匹配连接有用户终端后，在预设第一周期内确定在当前匹配连接状态下的负载信息；

- 5 将所述负载信息发送给所述 N 个用户终端，以使得所述 N 个用户终端中的每个用户终端根据初始化信息、预设效用函数以及接收到的所述负载信息，对当前匹配连接进行调整，以使得网络系统中所有用户终端的平均响应时延达到最小值；

其中，所述初始化信息至少包含：每个控制器的最大处理阈值，所述用户
10 终端所在分组的：用户终端数量、请求生成速率以及用户终端到所述每个控制器的请求传输时延。

7、如权利要求 6 所述的匹配方法，其特征在于，在预设第一周期内控制器确定在当前匹配连接状态下的负载信息，具体包括：

- 确定在预设第一周期内处理的由连接的对侧用户终端发送来的请求个数；
15 根据所述请求个数确定在当前匹配连接状态下的负载信息。

8、一种用户终端，其特征在于，包括：

初始化模块，用于选择多个控制器中的任一控制器进行匹配连接；

接收模块，用于在预设第一周期内接收所述多个控制器发送的在当前匹配连接状态下的负载信息；

- 20 匹配模块，用于根据初始化信息、预设效用函数以及接收到的所述负载信息，对当前匹配连接进行调整，以使得网络系统中所有用户终端的平均响应时延达到最小值；

其中，所述初始化信息至少包含：每个控制器的最大处理阈值，所述用户
25 终端所在分组的：用户终端数量、请求生成速率以及用户终端到所述每个控制器的请求传输时延。

9、一种控制器，其特征在于，包括：

确定模块，用于当控制器匹配连接有用户终端后，在预设第一周期内确定在当前匹配连接状态下的负载信息；

发送模块，用于将所述负载信息发送给所述 N 个用户终端，以使得所述 N 个用户终端中的每个用户终端根据初始化信息、预设效用函数以及接收到的所述负载信息，对当前匹配连接进行调整，以便网络系统中所有用户终端的平均响应时延达到最小值；

其中，所述初始化信息至少包含：每个控制器的最大处理阈值，所述用户终端所在分组的：用户终端数量、请求生成速率以及用户终端到所述每个控制器的请求传输时延。

10 10、一种通信网络中用户终端与控制器的匹配系统，其特征在于，包括：N 个用户终端和 M 个控制器；所述 N 个用户终端被限定为 Q 个分组，每个分组内的用户终端满足：请求生成速率相同且对应相同控制器的传输时延相同；所述 Q 小于 N，所述 N、M、Q 均为正整数；其中，

15 所述用户终端，用于选择多个控制器中的任一控制器进行匹配连接；在预设第一周期内接收所述多个控制器发送的在当前匹配连接状态下的负载信息；根据初始化信息、预设效用函数以及接收到的所述负载信息，对当前匹配连接进行调整，以使得网络系统中所有用户终端的平均响应时延达到最小值；

20 所述控制器，用于当控制器匹配连接有用户终端后，在预设第一周期内确定在当前匹配连接状态下的负载信息；将所述负载信息发送给所述 N 个用户终端，以使得所述 N 个用户终端中的每个用户终端根据初始化信息、预设效用函数以及接收到的所述负载信息，对当前匹配连接进行调整，以便网络系统中所有用户终端的平均响应时延达到最小值；

25 其中，所述初始化信息至少包含：每个控制器的最大处理阈值，所述用户终端所在分组的：用户终端数量、请求生成速率以及用户终端到所述每个控制器的请求传输时延。

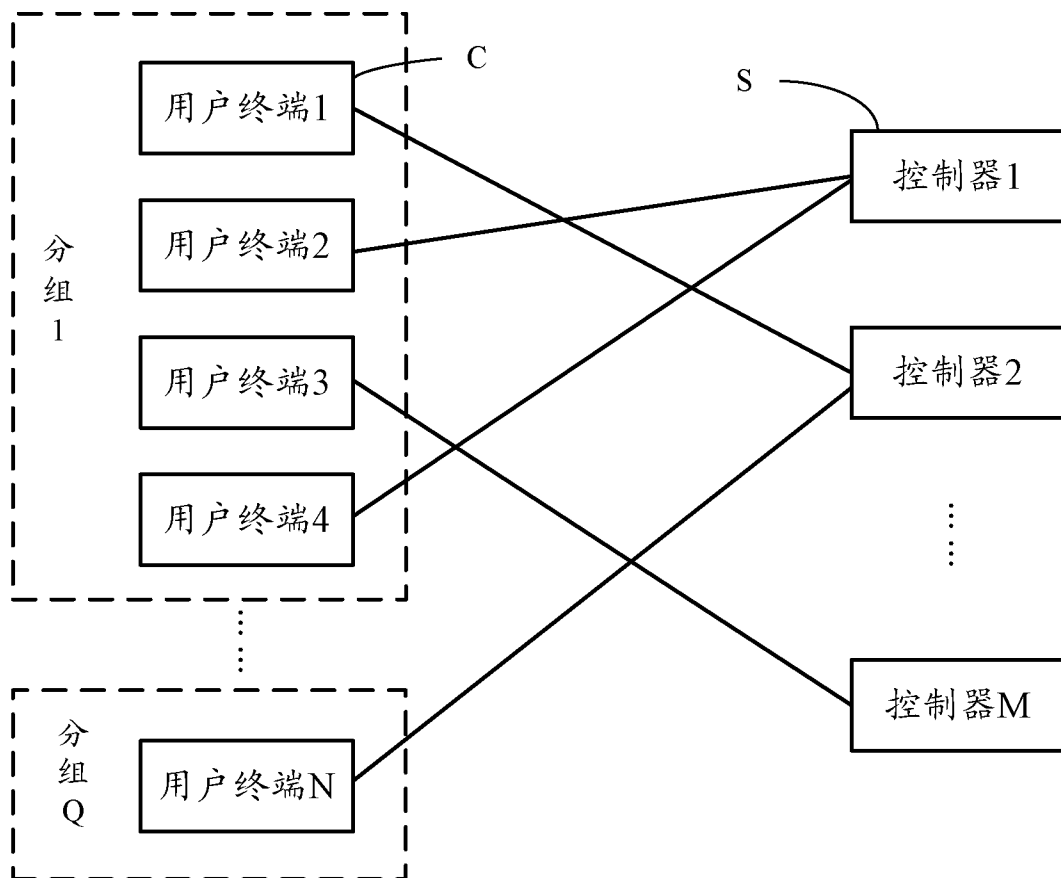


图 1

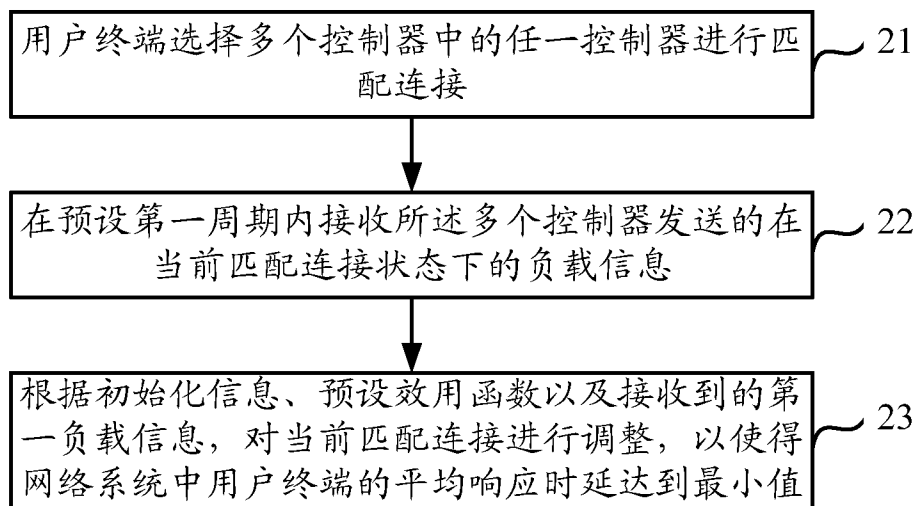


图 2

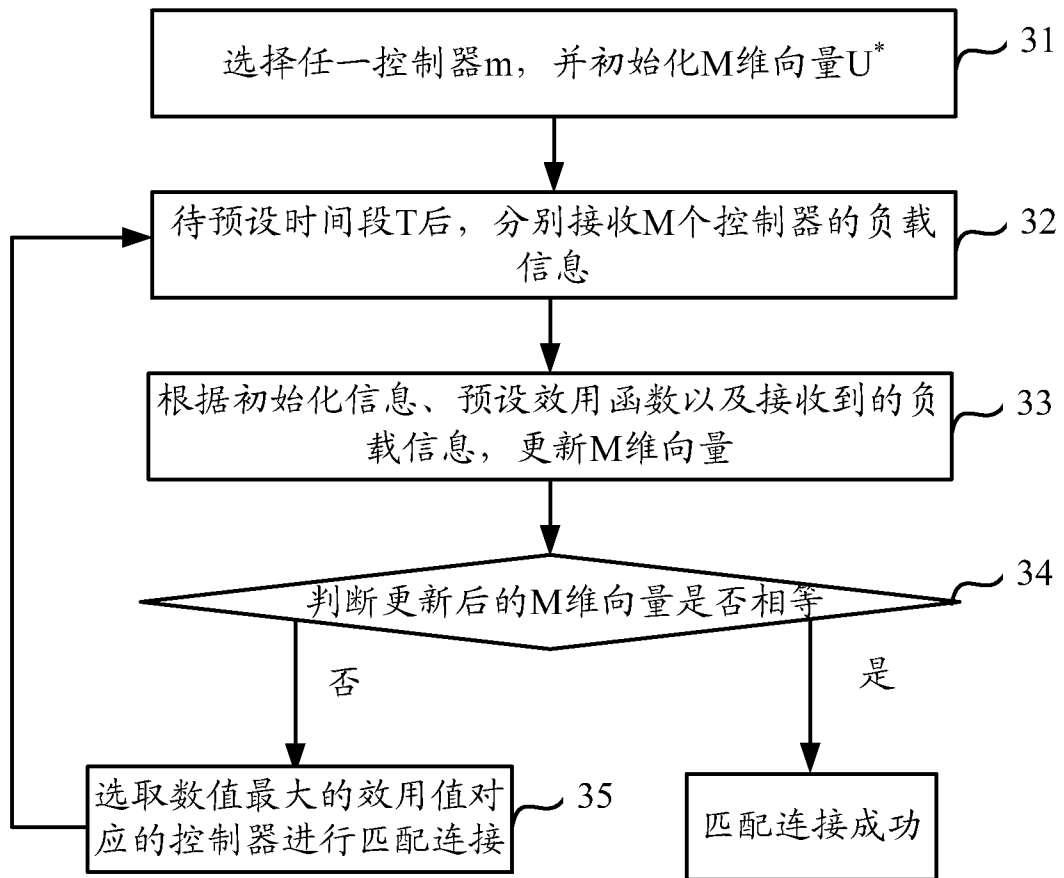


图 3

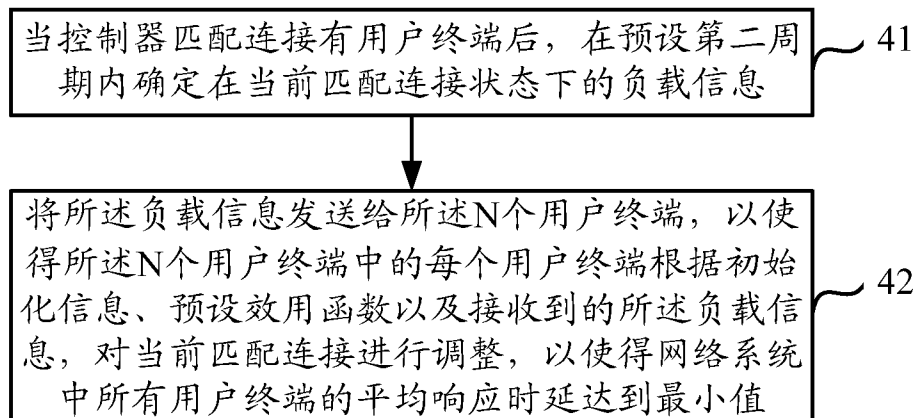


图 4a

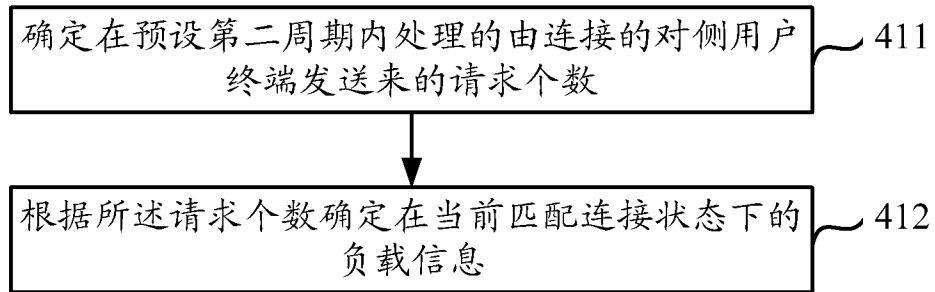


图 4b

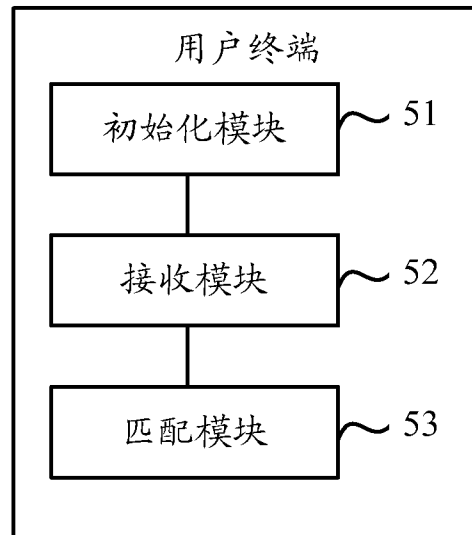


图 5

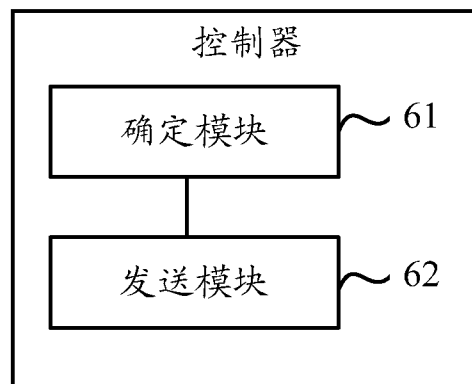


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/088625

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W 24/02(2009.01)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)

H04L; H04W

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)

CPRSABS; CNTXT; VEN; WOTXT; EPTXT; USTXT; CNKI: 多终端, 多个终端, 终端, 多控制器, 多个控制器, 控制器, 匹配, 连接, 负载, 多设备, 多个设备, 多, multi-, multiple, terminals, devices, match+, controllers, load+, connect

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 104094565 A (NEC CORPORATION) 08 October 2014 (2014-10-08) description, paragraphs [0067]-[0103]	1-10
A	CN 105425669 A (GREE ELECTRIC APPLIANCES, INC. OF ZHUHAI) 23 March 2016 (2016-03-23) entire document	1-10
A	CN 105898961 A (SHENZHEN LONGOOD INTELLIGENT ELECTRIC CO., LTD.) 24 August 2016 (2016-08-24) 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

“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

01 February 2019

Date of mailing of the international search report

14 February 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

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

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/088625

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	104094565	A	08 October 2014	US	9577941	B2	21 February 2017
				JP	5794320	B2	14 October 2015
				EP	2811701	A4	19 August 2015
				EP	2811701	A1	10 December 2014
				US	2014355448	A1	04 December 2014
				JP	WO2013114490	A1	11 May 2015
				WO	2013114490	A1	08 August 2013
				CN	104094565	B	27 June 2017
CN	105425669	A	23 March 2016	CN	105425669	B	29 June 2018
CN	105898961	A	24 August 2016	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/088625

A. 主题的分类

H04W 24/02 (2009.01) i

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)

H04L; H04W

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))

CPRSABS; CNTXT; VEN; WOTXT; EPTXT; USTXT; CNKI: 多终端, 多个终端, 终端, 多控制器, 多个控制器, 控制器, 匹配, 连接, 负载, 多设备, 多个设备, 多, multi-, multiple, terminals, devices, match+, controllers, load+, connect

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
A	CN 104094565 A (日本电气株式会社) 2014年 10月 8日 (2014 - 10 - 08) 说明书第[0067]-[0103]段	1-10
A	CN 105425669 A (珠海格力电器股份有限公司) 2016年 3月 23日 (2016 - 03 - 23) 全文	1-10
A	CN 105898961 A (深圳市朗科智能电气股份有限公司) 2016年 8月 24日 (2016 - 08 - 24) 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

“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

2019年 2月 1日

国际检索报告邮寄日期

2019年 2月 14日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

受权官员

徐刚

传真号 (86-10) 62019451

电话号码 86-(010)-62411238

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/088625

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	104094565	A	2014年 10月 8日	US	9577941	B2	2017年 2月 21日
				JP	5794320	B2	2015年 10月 14日
				EP	2811701	A4	2015年 8月 19日
				EP	2811701	A1	2014年 12月 10日
				US	2014355448	A1	2014年 12月 4日
				JP	W02013114490	A1	2015年 5月 11日
				WO	2013114490	A1	2013年 8月 8日
				CN	104094565	B	2017年 6月 27日
CN	105425669	A	2016年 3月 23日	CN	105425669	B	2018年 6月 29日
CN	105898961	A	2016年 8月 24日	无			