

(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 12 月 5 日 (05.12.2019)



(10) 国际公布号
WO 2019/227899 A1

(51) 国际专利分类号:
G06F 9/445 (2018.01)

沂(JIANG, Yi); 中国北京市海淀区北四环西路
9号2106-030, Beijing 100080 (CN)。

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/121032

(22) 国际申请日: 2018 年 12 月 14 日 (14.12.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201810550126.4 2018年5月31日 (31.05.2018) CN

(71) 申请人: 北京三快在线科技有限公司(BEIJING SANKUAI ONLINE TECHNOLOGY CO., LTD) [CN/CN]; 中国北京市海淀区北四环西路9号2106-030, Beijing 100080 (CN)。

(72) 发明人: 王志宇(WANG, Zhiyu); 中国北京市海淀区北四环西路9号2106-030, Beijing 100080 (CN)。徐臻(XU, Zhen); 中国北京市海淀区北四环西路9号2106-030, Beijing 100080 (CN)。姜

(74) 代理人: 北京曼威知识产权代理有限公司(BEIJING MAVAIPI INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM); 中国北京市海淀区上地三街9号嘉华大厦B座411室, Beijing 100085 (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, 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。

(54) Title: PROGRAM CALLING DECOUPLING

(54) 发明名称: 程序调用解耦

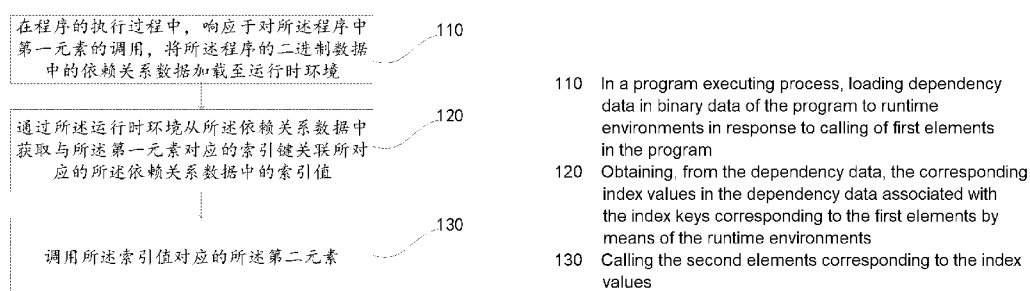


图 1

(57) Abstract: Disclosed is a program calling decoupling processing method. The program calling decoupling method comprises: in a program executing process, loading dependency data in binary data of the program to runtime environments (110, 230) in response to calling of first elements in the program; the dependency data at least comprises index keys corresponding to the first elements and index values corresponding to second elements, and the first elements depends on the second elements; and obtaining, from the dependency data, index values (120, 240) associated with the index keys corresponding to the first elements by means of the runtime environments and calling the second elements (130, 250) corresponding to the index values.

(57) 摘要: 一种程序调用解耦处理方法。该程序调用解耦方法包括: 在程序的执行过程中, 响应于对所述程序中第一元素的调用, 将所述程序的二进制数据中的依赖关系数据加载至运行时环境 (110, 230), 所述依赖关系数据中至少包括所述第一元素对应的索引键和第二元素对应的索引值, 所述第一元素依赖所述第二元素; 通过所述运行时环境从所述依赖关系数据中获取与所述第一元素对应的索引键关联的索引值 (120, 240), 并调用所述索引值对应的第二元素 (130, 250)。

(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))。

程序调用解耦

相关申请交叉引用

- 5 [01]本申请要求于 2018 年 5 月 31 日提交的、申请号为 201810550126.4、发明名称为“一种程序调用解耦方法、装置，电子设备及存储介质”的中国专利申请的优先权，该申请的全文以引用的方式并入本文中。

技术领域

[02]本申请涉及计算机技术领域，特别是涉及一种程序调用解耦方法、装置，电子设备。

背景技术

- 10 [03]软件开发过程中，当软件模块或函数之间存在依赖关系时，这些软件模块或函数之间就必然存在耦合。然而，理论上的绝对零耦合是做不到的，但可以通过一些现有的方法将耦合度降至最低。+load 方法常常被作为解耦信息注入的首选，引入 +load 可以帮助处理依赖反转等解耦的问题。但与此同时，+load 在程序启动时会导致动态加载器提前加载依赖关系对应的类，从而会延长程序启动时间。

15 发明内容

- [04]第一方面，本公开实施例提供了一种程序调用解耦方法，其中，所述程序具有对应的二进制数据，所述二进制数据中包括依赖关系数据。所述方法包括：在所述程序的执行过程中，响应于对所述程序中第一元素的调用，将所述程序的二进制数据中的所述依赖关系数据加载至运行时环境。其中，所述依赖关系数据中至少包括：所述第一元素对应的索引键、第二元素对应的索引值，所述第一元素依赖所述第二元素；通过所述运行时环境从所述依赖关系数据中获取与所述第一元素对应的索引键关联的索引值；以及调用所述索引值对应的所述第二元素。
- 20

- [05]第二方面，本公开实施例提供了一种程序调用解耦装置，其中，所述程序具有对应的二进制数据，所述二进制数据中包括依赖关系数据。所述装置包括：依赖关系数据加载模块、索引值确定模块和调用模块。
- 25

[06]依赖关系数据加载模块用于，在所述程序的执行过程中，响应于对所述程序中第一

元素的调用，将所述程序的二进制数据中的依赖关系数据加载至运行时环境，其中，所述依赖关系数据中至少包括所述第一元素对应的索引键、第二元素对应的索引值，所述第一元素依赖所述第二元素。

[07]索引值确定模块用于，通过所述运行时环境从所述依赖关系数据加载模块加载的所述依赖关系数据中获取与所述第一元素对应的索引键关联的索引值。

[08]调用模块用于，调用所述索引值确定模块确定的索引值对应的所述第二元素。

[09]第三方面，本公开实施例还提供了一种电子设备，包括存储器、处理器。该存储器存储有可在处理器上运行的计算机程序，所述处理器执行所述计算机程序时实现本公开实施例所述的程序调用解耦方法。

[10]第四方面，本公开实施例提供了一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，该程序被处理器执行时本公开实施例的程序调用解耦方法。

[11]本实施例公开的程序调用解耦方法，通过将程序运行时的依赖关系数据预先写入到程序的二进制数据中，当需要调用存在依赖关系的元素时，才加载依赖关系数据，从而有效地缩短了程序的启动时间，并有效地提升了程序的启动效率。

15 附图说明

[12]为了更清楚地说明本公开实施例的技术方案，下面将对实施例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公开的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[13]图 1 是本公开实施例一的程序调用解耦方法流程图；

[14]图 2 是本公开实施例二的程序调用解耦方法流程图；

[15]图 3 是本公开实施例三的程序调用解耦装置的结构示意图；

[16]图 4 是本公开实施例三的程序调用解耦装置的另一结构示意图；

[17]图 5 是本公开实施例四的电子设备的结构示意图。

25 具体实施方式

[18]下面将结合本公开实施例中的附图，对本公开实施例中的技术方案进行清楚、完整

地描述，显然，所描述的实施例是本公开一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本公开中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本公开保护的范围。

实施例一

5 [19]本实施例公开的一种程序调用解耦方法，如图 1 所示，该方法包括步骤 110 至步骤 130。

[20]步骤 110，在程序的执行过程中，响应于对所述程序中第一元素的调用，将所述程序的二进制数据中的依赖关系数据加载至运行时环境。

10 [21]在步骤 110 中，所述依赖关系数据至少包括：所述第一元素对应的索引键、第二元素对应的索引值，其中所述第二元素为所述第一元素依赖的元素。

[22]本公开实施例中所述的程序具有对应的二进制数据，所述二进制数据中包括依赖关系数据。本公开实施例中所述的第一元素和第二元素用于表示互不相同的两个元素，每个所述元素可以为：函数、类、方法、字符、字符串等程序运行过程中需要访问的元素，其中，第一元素指需要依赖其他元素才能执行的元素，第二元素指被依赖的元素。例如，
15 函数 A 在执行过程中需要依赖字符串 B，则 A 为第一元素，B 为第二元素。

[23]具体实施时，在当前程序的二进制数据中，例如在编译得到的当前程序的可执行文件中，预先写入了当前程序运行时调用的元素之间的依赖关系数据。通常，所述依赖关系数据以键值对的形式按照预设格式存储。其中，所述依赖关系数据中所述第一元素对应的数据作为索引键，该第一元素依赖的第二元素对应的数据作为索引值。具体实施时，
20 所述依赖关系数据中还可以包括索引值的类型信息。

[24]在程序的执行过程中，当需要调用第一元素时，当前程序的运行时环境通过调用读取二进制段的方法，将所述程序的二进制数据中的依赖关系数据加载至运行时环境。

[25]步骤 120，通过所述运行时环境从所述依赖关系数据中获取与所述第一元素对应的索引键关联的索引值。

25 [26]所述运行时环境读取到二进制数据中的依赖关系数据之后，会根据预设格式，对所述依赖关系数据进行解析，确定所述程序的执行过程中调用的存在依赖关系的第一元素对应的索引键、每个所述索引键对应的一个或多个索引值。

[27]步骤 130，调用所述索引值对应的所述第二元素。

[28]具体实施时,当前程序的运行时环境根据所述索引值进一步解析所述依赖关系数据,得到所述索引值对应的第二元素,并调用所述第二元素。具体实施时,所述依赖关系数据中还可包括所述索引值对应的第二元素类型,所述运行时环境根据所述索引值和所述第二元素类型进一步解析所述依赖关系数据。

- 5 [29]本公开实施例的程序调用解耦方法,通过将程序运行时的依赖关系数据预先写入到程序的二进制数据中,当需要调用存在依赖关系的元素时,才加载依赖关系数据,从而有效地缩短了程序的启动时间,并有效地提升了程序的启动效率。

实施例二

- 10 [30]本实施例公开的一种程序调用解耦方法,如图2所示,该方法包括:步骤210至步骤250。

[31]步骤210,根据程序中第一元素对应的索引键、所述第一元素依赖的第二元素,生成将所述索引键和所述第二元素对应的索引值关联的依赖关系数据。

- 15 [32]具体实施时,在程序执行过程中,响应于对所述程序中第一元素的调用,将所述程序的二进制数据中的依赖关系数据加载至运行时环境之前,还包括:根据程序中第一元素对应的索引键、所述第一元素依赖的第二元素,生成将所述索引键和所述第二元素对应的索引值关联的依赖关系数据;并将所述依赖关系数据写入到所述程序编译后生成的二进制数据中。

- 20 [33]本公开实施例中的第一元素和第二元素用于表示互不相同的两个元素,每个所述元素可以为:函数、类、方法、字符、字符串等程序运行过程中需要调用的元素,其中,第一元素指需要依赖其他元素才能执行的元素,第二元素指被依赖的元素。

- 25 [34]具体实施时,对于不同的元素类型,生成依赖关系数据的方法有所不同。所述根据程序中第一元素对应的索引键和所述第一元素依赖的第二元素,生成将所述索引键和所述第二元素对应的索引值关联的依赖关系数据,包括以下至少一项:若第二元素为函数,则将所述第二元素的指针作为所述第二元素的索引值,生成将所述索引键和所述索引值关联的依赖关系数据;若第二元素为字符串,则将所述第二元素自身作为所述第二元素的索引值,生成将所述索引键和所述索引值关联的依赖关系数据;若第二元素为类,则将所述第二元素的名称作为所述第二元素的索引值,生成将所述索引键和所述索引值关联的依赖关系数据;若第二元素为Objective-C的方法,则将通过系统宏获得的字符串作为所述第二元素的索引值,生成将所述索引键和所述索引值关联的依赖关系数据。

[35]下面，分别介绍对于不同的元素类型，生成依赖关系数据的具体方案。第一种，被依赖的第二元素为 C 语言的函数。

[36]首先定义依赖关系数据的数据格式。具体实施时，所述依赖关系数据至少包括索引键和索引值。在一实施例中，所述依赖关系数据还可以包括：索引值对应的第二元素的类型、是否为数组等信息。因此，例如可以将依赖关系数据定义为具有如下结构：

```
typedef struct _KLN_DATA_HEADER {
    const void *key;
    const KLN_TYPE type;
    const BOOL isArray;
} KLN_DATA_HEADER;
typedef struct _KLN_DATA {
    const KLN_DATA_HEADER header;
    const void *value;
} KLN_DATA.
```

[37]上述数据结构定义中，所述依赖关系数据由两部分组成，第一部分为数据头，第二部分为数据体。数据头中，key 表示第一元素对应的索引键，type 表示第二元素的类型，isArray 表示第二元素是否为数组。数据体中，value 表示第二元素对应的索引值。

[38]上述数据结构中的各元素的取值，根据预先约定和当前程序的编译文件确定。例如，key 和第二元素的取值根据依赖约定确定；而 value 可以通过执行编译指令，根据程序编译后得到的二进制数据确定。

[39]当第二元素为函数时，将所述第二元素的指针作为第二元素的索引值，也即，value 的取值为所述第二元素的指针，这可以从编译得到的二进制数据中获得。然后，生成将所述索引键和所述索引值关联的依赖关系数据。所生成的依赖关系数据中的 type 的取值用于指示所述索引值对应的第二元素类型为函数。

[40]第二种，被依赖的第二元素为 Objective-C 的方法。

[41]当第二元素为 Objective-C 的方法时，可以通过系统宏 __func__ 获得的所述第二元素的名称、类名和方法类型构成的字符串，然后，将所述字符串作为所述第二元素的索引值；最后，生成将索引键和所述索引值关联的依赖关系数据。具体实施时，假设依赖关系数据的结构如前所述，则所生成的依赖关系数据中的 type 的取值用于指示所述索引值对应的第二元素类型为 ObjectC 方法。

[42]第三种，被依赖的第二元素为字符串。

[43]当第二元素为字符串时，直接将所述字符串作为所述第二元素的索引值；然后，生

成将所述索引键和所述索引值关联的依赖关系数据。具体实施时，假设依赖关系数据的结构如前所述，则所生成的依赖关系数据中的 type 的取值用于指示所述索引值对应的第二元素类型为字符串。

[44] 第四种，被依赖的第二元素为类。

- 5 [45] 当第二元素为类时，直接将类的名称作为所述第二元素的索引值；然后，生成将所述索引键和所述索引值关联的依赖关系数据。具体实施时，假设依赖关系数据的结构如前所述，则构成的依赖关系数据中的 type 的取值用于指示所述索引值对应的第二元素类型为类。

- 10 [46] 本申请公开的解耦方法不限于以下几种类型元素的依赖关系，本实施例中仅以以下几种类型进行举例说明。

- [47] 以上介绍了非数组类型的依赖关系数据确定方法，假设依赖关系数据的结构如前所述，则构成的依赖关系数据中的 isArray 的取值用于指示第二元素为非数组。在其他实施例中，一个索引键还可以对应多个索引值，多个索引值以数组的形式存储。具体实施时，假设依赖关系数据的结构如前所述，则所生成的依赖关系数据中的 isArray 的取值
15 用于指示第二元素为数组。

[48] 步骤 220，将所述依赖关系数据写入到所述程序编译后生成的二进制数据中。

- [49] 具体实施时，步骤 220 将所述依赖关系数据写入到所述程序编译后生成的二进制数据中，包括：通过编译指令调用二进制段的写入方法，将所述依赖关系数据写入到所述程序编译后生成的二进制数据中。例如，预先定义一个写入宏 _KLN_DATA_DEFINE()，
20 _KLN_DATA_DEFINE()，在接收到写入信息后，使用 __attribute__((section())) 进行写入，宏定义如下所示：

```
#define _KLN_DATA_DEFINE(HEADER, VALUE) \
    __attribute__((used, section(KLN_SEGMENT_SECTION))) static const
    KLN_DATA KLN_UNIQUE_IDENTIFIER = (KLN_DATA){HEADER, VALUE}.
```

- 25 [50] 上述宏定义中，KLN_SEGMENT_SECTION 为依赖关系数据 KLN_DATA 写入的数据段，HEADER 表示依赖关系数据的数据头，VALUE 表示依赖关系数据的数据体。

[51] 具体实施时，所述数据段通常分为 __DATA 段 (Segment) 和 __TEXT 段，每个段下面可以有很多的 Section。本公开将依赖关系数据写到 __DATA 段中的预设 Section。

[52] 步骤 230, 在程序的执行过程中, 响应于对所述程序中第一元素的调用, 将所述程序的二进制数据中的依赖关系数据加载至运行时环境。

5 [53] 具体实施时, 步骤 230 在程序的执行过程中, 响应于对所述程序中第一元素的调用, 将所述程序的二进制数据中的依赖关系数据加载至运行时环境, 包括: 获取调用程序中第一元素的操作; 响应于所述操作, 通过预设的二进制段读取函数, 获取所述程序的二进制数据中的依赖关系数据。

[54] 具体实施时, 当前程序在运行过程中, 当调用到依赖其他元素执行的元素时, 如当前程序运行到调用第一元素, 由于所述第一元素依赖第二元素执行, 因此第一元素会通过索引键调用查询当前程序的运行时环境。

10 [55] 所述运行时环境响应所述第一元素的查询操作, 通过预设的二进制段读取函数, 获取所述程序的二进制数据中的依赖关系数据。以 iOS 平台为例, 运行时环境可以通过调用 macho 库中提供的二进制段读取函数, 将所述依赖关系数据所在的数据段的数据读取到内存中。

15 [56] 具体实施时, 运行时环境在获取调用程序中第一元素的操作之后, 还可以根据当前程序中依赖其他元素的所有第一元素的索引键, 将所有第一元素对应的依赖关系数据全部加载到内存中。

[57] 步骤 240, 通过所述运行时环境从所述依赖关系数据中获取与所述第一元素对应的索引键关联的索引值。

20 [58] 本公开的实施例中, 所述依赖关系数据中至少包括: 所述第一元素对应的索引键、第二元素对应的索引值, 所述第一元素依赖所述第二元素。在所述运行时环境将依赖关系数据加载到内存中之后, 所述运行时环境按照依赖关系数据的数据格式, 对所述依赖关系数据进行解析, 确定所述程序的执行过程中调用的存在依赖关系的第一元素对应的索引键、所述索引键对应的索引值、所述索引值对应的第二元素类型、所述索引值对应的第二元素是否为数组等信息中的一项或多项。然后, 在解析得到的依赖关系数据中,
25 查询所述索引键对应的索引值。具体实施时, 运行时环境查询所述索引键所在的依赖关系数据, 并确定该依赖关系数据中的索引值。

[59] 步骤 250, 调用所述索引值对应的所述第二元素。

[60] 进一步的, 所述索引键所在的依赖关系数据还包括所述索引值对应的第二元素类型。所述运行时环境根据第二元素类型对应的预设索引值声明, 对所述索引值进行解析, 确

定所述索引值对应的第二元素。然后，调用所述索引值对应的所述第二元素。例如，当依赖关系数据显示索引值对应的第二元素类型为函数时，取出索引值（即 value）中的内容，将其强转成运行时环境定义的函数类型，并跳转至该函数指针，执行该函数指针对应的函数。再例如，当依赖关系数据显示索引值对应的第二元素类型为 Objective-C 的方法时，解析编译时写入的包括：方法类型、类名和方法名的字符串从而得到类名字符串和方法名字符串，使用 Objective-C 运行时环境，查到对应类的对应方法，组合成预定义的对象返回给第一元素，第一元素方可以通过所述对象得到方法的相关信息，从而执行所述方法。又例如，当依赖关系数据显示索引值对应的第二元素类型为字符串时，编译时写入的索引值为字符串的指针，运行时环境根据字符串的指针，可以找到字符串进行编码后的内容，使用对应的编码方式对其解码，可以得到写入的字符串信息，然后，将该字符串信息返回给第一元素。再例如，当依赖关系数据显示索引值对应的第二元素类型为 Objective-C 的类时，编译时写入的索引值为一个含有类名称的字符串，使用 Objective-C 的运行时环境对字符串进行解析后，将字符串对应的类返回给第一元素。

[61] 例如，第一元素为当前程序中的函数 A，第二元素为函数 B，函数 B 在动态库中，函数 A 在执行过程中需要调用函数 B，即函数 A 依赖函数 B。函数 A 和函数 B 协商得到了函数 A 对应的索引键为 keyA。当程序调用函数 A 时，运行时环境通过调用二进制段读函数将写入预设二进制段的函数 A 对应的依赖关系数据加载到内存，然后，按照预定义的依赖关系数据的数据格式对加载到内存的依赖关系数据进行解析，确定所述依赖关系数据包括的索引键、与所述索引键对应的索引值、所述索引值对应的第二元素类型以及所述索引值是否为数组的标识。本例中，解析后将得到索引键 keyA、keyA 对应的索引值，例如，valueB、typeB 表示索引值对应函数类型、isArray=0 表示 valueB 非数组。之后，运行时环境基于该索引值调用函数 B。

[62] 本实施例中，以 iOS 平台为例说明了程序调用解耦方法，本公开的程序调用解耦方法还用于其他平台，例如，安卓平台、windows 平台。不同平台写入和读取时调用的编译指令大致相同，例如，iOS 使用 Clang 编译器的编译指令，其他平台使用 GNU 的 GCC 或者 G++ 等编译器的编译指令，可以达到相同的效果。

[63] 本公开实施例的程序调用解耦方法，根据所述程序中第一元素对应的索引键、所述第一元素依赖的第二元素，生成将所述索引键和所述第二元素对应的索引值关联的依赖关系数据，然后，将所述依赖关系数据写入到所述程序编译后生成的二进制数据中，在程序执行过程中，响应于对所述程序中第一元素的调用，将所述程序的二进制数据中的

依赖关系数据加载至运行时环境，通过所述运行时环境从所述依赖关系数据获取与所述第一元素对应的索引键关联的索引值，并调用所述索引值对应的所述第二元素。由于将程序运行时的依赖关系数据预先写入到程序的二进制数据中，当需要调用存在依赖关系的元素时，才加载依赖关系数据，从而有效地缩短了程序的启动时间，并有效地提升了程序的启动效率。

[64]+load 在程序启动的时候执行无差别的完全加载，很多不在启动关键路径上面的依赖也会在这个时候被执行加载，造成了不必要的浪费。本公开的程序调用解耦方法充分利用了编译时的数据写入，将需要执行的方法和数据与索引键进行对应，程序执行到需要加载对应索引键的时候，再执行相应的函数或者返回相应的数据，避免了不必要的浪费，大大节省了程序的启动时间。以需要解耦 2000 个函数举例，采用本公开的程序调用解耦方法对所述 2000 个函数进行解耦，与采用+load 方法相比，本方法节省的执行时间为+load 执行时间的 80%。

[65]并且，+load 在启动时进行依赖或解耦函数的注册，且只能实现函数解耦，而本公开不仅可以实现函数调用时的解耦，还可以实现方法、类和字符数据的解耦，应用场景更多。

实施例三

[66]本实施例公开的一种程序调用解耦处理装置，如图 3 所示，其中，所述程序具有对应的二进制数据，所述二进制数据中包括依赖关系数据，所述的装置包括：依赖关系数据加载模块 310、索引值确定模块 320 和调用模块 330。

[67]依赖关系数据加载模块 310 用于，在程序的执行过程中，响应于对所述程序中第一元素的调用，将所述程序的二进制数据中的依赖关系数据加载至运行时环境，其中，所述依赖关系数据中至少包括：所述第一元素对应的索引键、第二元素对应的索引值，所述第一元素依赖所述第二元素。

[68]索引值确定模块 320 用于，通过所述运行时环境从依赖关系数据加载模块 310 加载的依赖关系数据中获取与所述第一元素对应的索引键关联的索引值。

[69]调用模块 330 用于调用索引值确定模块 320 确定的索引值对应的所述第二元素。

[70]在一实施例中，如图 4 所示，所述装置还包括依赖关系数据确定模块 340 和依赖关系数据写入模块 350。依赖关系数据确定模块 340 用于，根据所述程序中第一元素对应的索引键、所述第一元素依赖的第二元素，生成将所述索引键和所述第二元素对应的索

引值关联的依赖关系数据。依赖关系数据写入模块 350 用于，将依赖关系数据确定模块 340 确定的依赖关系数据写入到所述程序编译后生成的二进制数据中。

[71]在一实施例中，依赖关系数据写入模块 350 进一步用于：通过编译指令调用二进制的写入方法，将所述依赖关系数据写入到所述程序编译后生成的二进制数据中。

5 [72]在一实施例中，所述依赖关系数据还包括所述第二元素的类型，如图 4 所示，依赖关系数据确定模块 340 包括以下至少一个子模块：函数依赖关系确定子模块 3401、字符串依赖关系确定子模块 3402、类依赖关系确定子模块 3403 和方法依赖关系确定子模块 3404。

10 [73]函数依赖关系确定子模块 3401 用于若第二元素为函数，则将所述第二元素的指针确定作为所述第二元素的索引值。

[74]字符串依赖关系确定子模块 3402 用于若第二元素为字符串，则将所述第二元素确定作为所述第二元素的索引值。

[75]类依赖关系确定子模块 3403 用于若第二元素为类，则将所述第二元素的名称确定作为所述第二元素的索引值。

15 [76]方法依赖关系确定子模块 3404 用于若第二元素为 Objective-C 的方法，则将通过系统宏获得的字符串确定作为所述第二元素的索引值。

[77]本实施例公开的装置用于执行实施例一和实施例二所述的方法的步骤，所述装置各模块的具体实施方式参见实施例一和实施例二中的相应步骤，此处不再赘述。

20 [78]在本公开实施例的程序调用解耦装置中，根据所述程序中第一元素对应的索引键、所述第一元素依赖的第二元素，依赖关系数据确定模块生成将所述索引键和所述第二元素对应的索引值关联的依赖关系数据，然后，依赖关系数据写入模块将所述依赖关系数据写入到所述程序编译后生成的二进制数据中。在程序执行过程中，依赖关系数据加载模块响应于对所述程序中第一元素的调用，将所述程序的二进制数据中的依赖关系数据加载至运行时环境，索引值确定模块通过所述运行时环境从所述依赖关系数据中获取与
25 所述第一元素对应的索引键关联的索引值，且调用模块调用所述索引值对应的所述第二元素。由于将程序运行时的依赖关系数据预先写入到程序的二进制数据中，当需要调用存在依赖关系的元素时，才加载依赖关系数据，从而有效地缩短了程序的启动时间，并有效地提升了程序的启动效率。

[79]+load 是在程序启动的时候执行无差别的完全加载，很多不在启动关键路径上面的

依赖也会在这个时候被执行加载，造成了不必要的浪费。本公开的程序调用解耦装置充分利用了编译时的数据写入，将需要执行的方法和数据与索引键进行对应，程序执行到需要加载对应索引键的时候，再执行相应的函数或者返回相应的数据，避免了不必要的浪费，大大节省了程序的启动时间。

5 实施例四

[80]相应的，如图 5 所示，本公开还提供了一种电子设备 50，该电子设备 50 包括存储器 501 和处理器 502。存储器 501 存储有可在处理器 502 上运行的计算机程序，处理器 502 执行所述计算机程序时实现如本公开实施例一和实施例二所述的程序调用解耦方法。所述电子设备可以为 PC 机、移动终端、个人数字助理、平板电脑等。

10 [81]本公开还提供了一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，该计算机程序被处理器执行时实现如本公开实施例一和实施例二所述的程序调用解耦方法。

[82]本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处，各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可。对于装置实施例而言，由于其与方法实施例基本相似，所以描述的比较简单，相关之处参见方法实施例的部分说明即可。

15 [83]以上对本公开提供的一种程序调用解耦方法及装置进行了详细介绍，本文中应用了具体个例对本公开的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本公开的方法及其核心思想；同时，对于本领域的一般技术人员，依据本公开的思想，在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处，综上所述，本说明书内容不应理解为对本公开的限制。

20 [84]通过以上的实施方式的描述，本领域的技术人员可以清楚地了解到各实施方式可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现，当然也可以通过硬件实现。基于这样的理解，上述技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品可以存储在计算机可读存储介质中，如 ROM/RAM、磁碟、光盘等，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

25 设备）执行各个实施例或者实施例的某些部分所述的方法。

权利要求书

1、一种程序调用解耦方法，所述程序具有对应的二进制数据，所述二进制数据中包括依赖关系数据，所述方法包括：

在所述程序的执行过程中，响应于对所述程序中第一元素的调用，将所述程序的二进制数据中的所述依赖关系数据加载至运行时环境，其中，所述依赖关系数据至少包括所述第一元素对应的索引键、第二元素对应的索引值，所述第一元素依赖所述第二元素；

通过所述运行时环境从所述依赖关系数据中获取与所述第一元素对应的索引键关联的索引值；

调用所述索引值对应的所述第二元素。

10

2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，在所述程序的执行过程中，响应于对所述程序中所述第一元素的调用，将所述程序的二进制数据中的所述依赖关系数据加载至运行时环境之前，还包括：

根据所述程序中所述第一元素对应的索引键、所述第一元素依赖的所述第二元素，生成将所述索引键和所述第二元素对应的索引值关联的所述依赖关系数据；

将所述依赖关系数据写入到所述程序编译后生成的二进制数据中。

15

3、根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，将所述依赖关系数据写入到所述程序编译后生成的所述二进制数据中，包括：

通过编译指令调用二进制段的写入方法，将所述依赖关系数据写入到所述程序编译后生成的所述二进制数据中。

20

4、根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述依赖关系数据还包括所述第二元素的类型，

若所述第二元素为函数，则将所述第二元素的指针作为所述第二元素对应的索引值；

若所述第二元素为字符串，则将所述第二元素本身作为所述第二元素对应的索引值；

25

若所述第二元素为类，则将所述第二元素的名称作为所述第二元素对应的索引值；

若所述第二元素为 Objective-C 的方法，则将通过系统宏获得的字符串作为所述第二元素对应的索引值。

5 5、根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述依赖关系数据还包括表示所述第二元素是否为数组的布尔值，

若所述布尔值为特定值，则表示所述第二元素为数组，所述第二元素对应的索引值有多个。

10 6、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，在所述程序的执行过程中，响应于对所述程序中所述第一元素的调用，将所述程序的二进制数据中的依赖关系数据加载至所述运行时环境的步骤，包括：

获取调用所述程序中所述第一元素的操作；

15 响应于所述操作，通过预设的二进制段读取函数，获取所述程序的二进制数据中的所述依赖关系数据。

7、一种程序调用解耦装置，所述程序具有对应的二进制数据，所述二进制数据中包括依赖关系数据，所述装置包括：

20 依赖关系数据加载模块，用于在所述程序的执行过程中，响应于对所述程序中第一元素的调用，将所述程序的二进制数据中的所述依赖关系数据加载至运行时环境，其中，所述依赖关系数据至少包括所述第一元素对应的索引键、第二元素对应的索引值，所述第一元素依赖所述第二元素；

索引值确定模块，用于通过所述运行时环境从所述依赖关系数据加载模块加载的所述依赖关系数据中获取与所述第一元素对应的索引键关联的索引值；

25 调用模块，用于调用所述索引值确定模块确定的索引值对应的所述第二元素。

8、根据权利要求 7 所述的装置，其特征在于，所述装置还包括：

依赖关系数据确定模块，用于根据所述程序中所述第一元素对应的索引键、所述第

一元素依赖的所述第二元素，生成将所述索引键和所述第二元素对应的索引值关联的依赖关系数据；

依赖关系数据写入模块，用于将所述依赖关系数据确定模块确定的依赖关系数据写入到所述程序编译后生成的二进制数据中。

5

9、根据权利要求8所述的装置，其特征在于，所述依赖关系数据写入模块还用于：

通过编译指令调用二进制段的写入方法，将所述依赖关系数据写入到所述程序编译后生成的所述二进制数据中。

10 10、根据权利要求8所述的装置，其特征在于，所述依赖关系数据还包括所述第二元素的类型，所述依赖关系数据确定模块包括以下至少一个子模块：

函数依赖关系确定子模块，用于若所述第二元素为函数，则将所述第二元素的指针确定作为所述第二元素对应的索引值；

15 字符串依赖关系确定子模块，用于若所述第二元素为字符串，则将所述第二元素本身确定作为所述第二元素对应的索引值；

类依赖关系确定子模块，用于若所述第二元素为类，则将所述第二元素的名称确定作为所述第二元素对应的索引值；

方法依赖关系确定子模块，用于若所述第二元素为 Objective-C 的方法，则将通过系统宏获得的字符串确定作为所述第二元素对应的索引值。

20

11、根据权利要求8所述的装置，其特征在于，所述依赖关系数据还包括表示所述第二元素是否为数组的布尔值，所述依赖关系数据确定模块还用于：

若所述布尔值为特定值，则表示所述第二元素为数组，所述第二元素对应的索引值有多个。

25

12、根据权利要求7所述的装置，其特征在于，所述依赖关系数据加载模块还用于：

获取调用程序中第一元素的操作；

响应于所述操作，通过预设的二进制段读取函数，获取所述程序的二进制数据中的

依赖关系数据。

- 13、一种电子设备，包括存储器、处理器，所述存储器存储有可在处理器上运行的
5 计算机程序，所述处理器执行所述计算机程序时实现权利要求 1 至 6 中任意一项所述的
程序调用解耦方法。

14、一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，其特征在于，该程序被处
理器执行时实现权利要求 1 至 6 中任意一项所述的程序调用解耦方法。

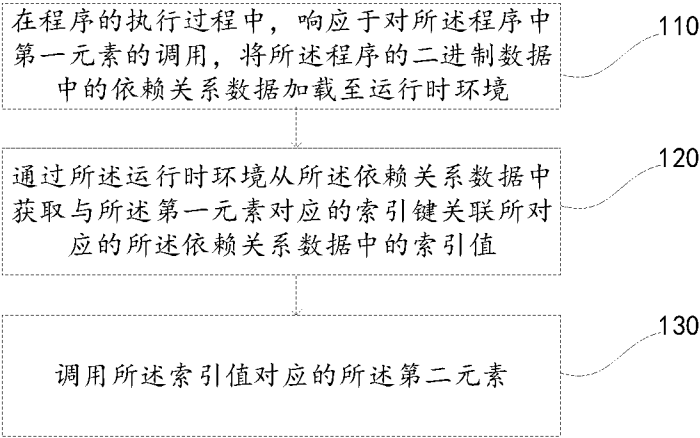


图 1



图 2



图 3



图 4

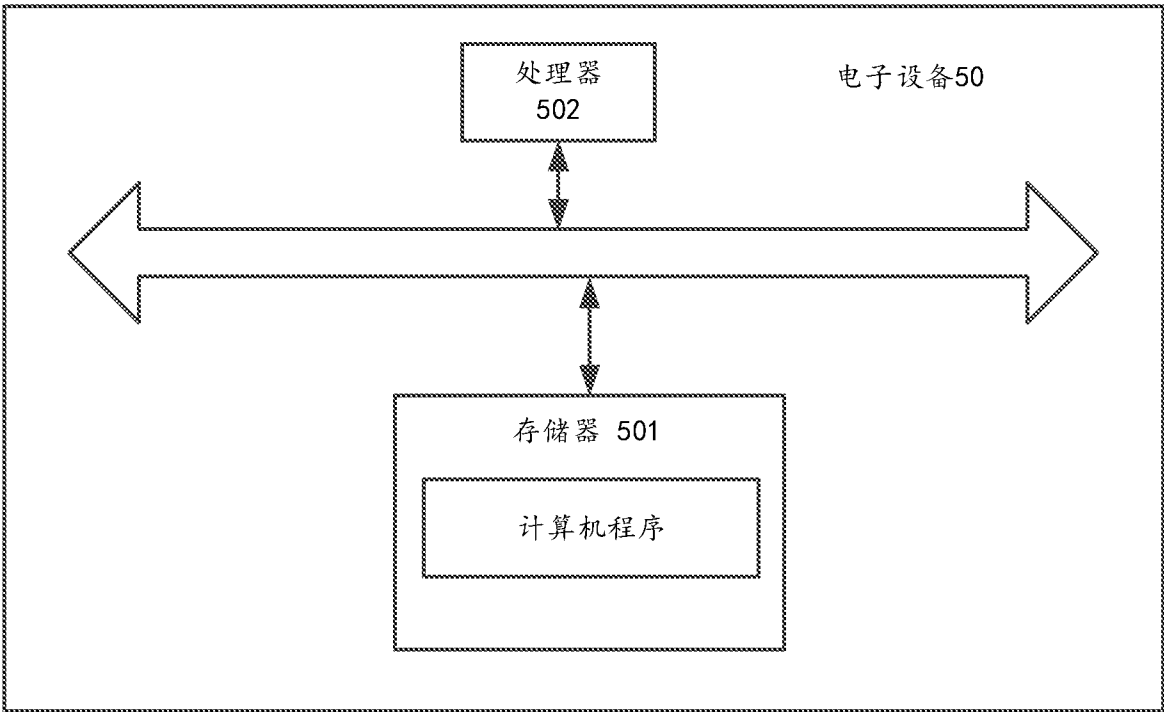


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/121032

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F 9/445(2018.01)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)

G06F

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)

DWPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: 程序, 调用, 解耦, 耦合, 二进制, 编译, 依赖, 索引, 键值, program, call, decoupling, coupling, binary, compile, depend, index, key, value

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 108984223 A (BEIJING SCIENCE AND TECHNOLOGY CO., THREE FAST ONLINE) 11 December 2018 (2018-12-11) claims 1-12	1-14
A	CN 106648563 A (ALIBABA GROUP HOLDING LIMITED) 10 May 2017 (2017-05-10) claims 1 and 6	1-14
A	CN 106569835 A (JINAN INSPUR HIGH-TECH INVESTMENT DEVELOPMENT CO., LTD.) 19 April 2017 (2017-04-19) entire document	1-14
A	CN 102902544 A (FUJIAN CENTERM INFORMATION CO., LTD.) 30 January 2013 (2013-01-30) entire document	1-14
A	CN 104572316 A (FUJIAN TQ DIGITAL CO., LTD.) 29 April 2015 (2015-04-29) entire document	1-14
A	US 8719849 B1 (NETAPP, INC. ET AL.) 06 May 2014 (2014-05-06) entire document	1-14



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 March 2019

Date of mailing of the international search report

13 March 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/CN2018/121032

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108984223	A	11 December 2018	None			
CN	106648563	A	10 May 2017	None			
CN	106569835	A	19 April 2017	None			
CN	102902544	A	30 January 2013	None			
CN	104572316	A	29 April 2015	None			
US	8719849	B1	06 May 2014	US	2012260123	A1	11 October 2012
				US	2014108864	A1	17 April 2014

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/121032

A. 主题的分类

G06F 9/445 (2018.01) 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)

G06F

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))

CWPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: 程序, 调用, 解耦, 耦合, 二进制, 编译, 依赖, 索引, 键值, program, call, decoupling, coupling, binary, compile, depend, index, key, value

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 108984223 A (北京三快在线科技有限公司) 2018年 12月 11日 (2018 - 12 - 11) 权利要求1-12	1-14
A	CN 106648563 A (阿里巴巴集团控股有限公司) 2017年 5月 10日 (2017 - 05 - 10) 权利要求1, 6	1-14
A	CN 106569835 A (济南浪潮高科技投资发展有限公司) 2017年 4月 19日 (2017 - 04 - 19) 全文	1-14
A	CN 102902544 A (福建升腾资讯有限公司) 2013年 1月 30日 (2013 - 01 - 30) 全文	1-14
A	CN 104572316 A (福建天晴数码有限公司) 2015年 4月 29日 (2015 - 04 - 29) 全文	1-14
A	US 8719849 B1 (NETAPP INC. 等) 2014年 5月 6日 (2014 - 05 - 06) 全文	1-14

☐ 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 3月 1日

国际检索报告邮寄日期

2019年 3月 13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

吴雪

传真号 (86-10) 62019451

电话号码 86-(10)-53961406

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/121032

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	108984223	A	2018年 12月 11日	无			
CN	106648563	A	2017年 5月 10日	无			
CN	106569835	A	2017年 4月 19日	无			
CN	102902544	A	2013年 1月 30日	无			
CN	104572316	A	2015年 4月 29日	无			
US	8719849	B1	2014年 5月 6日	US	2012260123	A1	2012年 10月 11日
				US	2014108864	A1	2014年 4月 17日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)