(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
2018 年 11 月 1 日 (01.11.2018)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2018/196345 A1

(51) 国际专利分类号:
G06F 9/44 (2018.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/111231

(22) 国际申请日: 2017 年 11 月 16 日 (16.11.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201710269436.4 2017年4月24日 (24.04.2017) CN

(71) 申请人: 华南理工大学 (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。

(72) 发明人: 黄翰 (HUANG, Han); 中国广东省广州市天河区五山路381号, Guangdong 510640 (CN)。 秦亮 (QIN, Liang); 中国广东省广州市天河区五山路381号, Guangdong 510640 (CN)。 梁展宁 (LIANG, Zhanning); 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。 郝志峰 (HAO, Zhifeng); 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。 范衡 (FAN, Zhun); 中国广东省广州市天河区五山路381号, Guangdong 510640 (CN)。

(74) 代理人: 广州粤高专利商标代理有限公司 (YOGO PATENT & TRADEMARK AGENCY LIMITED COMPANY); 中国广东省广州市天河区体育西路中石化大厦 B 塔 4416 室, Guangdong 510620 (CN)。

WO 2018/196345 A1

(54) **Title:** AUTOMATIC COMPILING METHOD FOR USE IN GRAPHICAL PROGRAMMING

(54) **发明名称:** 图形化编程的自动编译方法

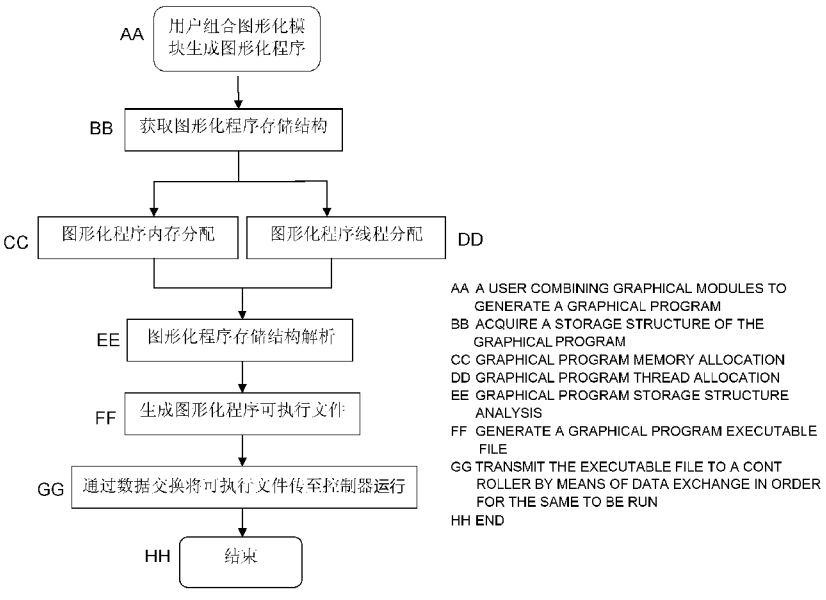


图 1

(57) **Abstract:** An automatic compiling method for use in graphical programming, which mainly comprises the following steps: graphical program memory allocation, graphical program thread allocation, graphical program storage structure analysis and graphical program executable file generation. On the basis of the automatic compiling of graphical programming, an executable file corresponding to a graphical program is generated, while a user freely combines graphical modules according to functional requirements to form a program, a graphical programming-based automatic compiling method being adopted to compile the graphical program, and a file

[见续页]

(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。

(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)。

根据细则4.17的声明：

— 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

which may be directly run in a controller being generated. By means of the present method, an executable file which corresponds to the graphical program and which is difficult to understand may be automatically generated without the need for a complex compiler or compiling environment, and the executable file may then be transmitted to the controller by means of data exchange in order to be run, thereby attaining an action effect corresponding to the graphical program.

(57) 摘要：一种图形化编程的自动编译方法，其主要包括以下步骤：图形化程序内存分配、图形化程序线程分配、图形化程序存储结构解析和图形化程序可执行文件生成。基于图形化编程的自动编译生成图形化程序对应可执行文件，用户根据功能要求自由组合图形化模块而形成程序，采用基于图形化编程的自动编译方法对图形化程序进行编译，生成可在控制器直接运行的文件。该方法不需要复杂的编译器和编译环境，就可以自动生成图形化程序对应晦涩难懂的可执行文件，然后通过数据交换将生成的可执行文件传至控制器运行进而达到图形化程序相应的动作效果。

图形化编程的自动编译方法

技术领域

本发明主要涉及图形化编程领域，具体涉及图形化编程编译方法。

背景技术

着互联网技术和社会不断的发展，互联网已经与我们的生活息息相关，深入到我们生活的各个方面。与此同时人们开始重视针对少年儿童的编程教育.在乔布斯生前接受的一次采访中，他曾经说过这样一句话：这个国家的每一个人都应该学习编程，因为它教你如何思考.同时比尔·盖茨、马克·扎克伯格、杰克·多西在内的众多名人，都来呼吁让少年儿童参与到计算机编程中去.也许正是因为这种观念的深入人心，科技巨头们也都参与到针对少年儿童的编程教育中去。于是图形化编程语言应运而生，其要求简单，不需要复杂的语法知识，小朋友只需要拖到模块进行自由组合，从而达到某种特定效果。图形化编程它能够最大程度地让儿童发挥想象力和创造力，培养他们的基本编程逻辑和思维。目前市场上的图形化编程的软件基本都是每个图形对象都是代码块，可以将它们拼接起来，创造出简单功能，然后将一个个简单功能组合起来，然后将其转化成某种高级语言，比如Python、JavaScript 等高级语言，之后将代码传输至控制器，由控制器中编译器对目标代码进行解析，其中包括预处理、编译、汇编最终生成可执行的机器语言。其编译过程过于复杂，过于专业，学习成本高，且对控制器要求高，无形中增加了软件开发成本。且在某些具体环境下并不需要构建复杂的编译器来实现编译工作，针对这种现状进而提出了一种简单容易实现的图形化编程的自动编译方法。

发明内容

本发明针对当前图形化编程领域中的编译技术过于复杂，要求过高,提供了一种简单易实现的图形化编程的自动编译方法。本发明的目的在于提供一种高效且简单的编译方法,

通过该编译方法自动生成程序的在控制器可执行文件，从而达到程序的运行效果，具体技术方案如下：

基于一种图形化编程的自动编译方法，包括以下步骤：

(a) 用户自由组合图形化模块生成图形化程序；

(b) 图形化程序内存分配，生成图形化程序内存分配表，以实现对控制器的内存管理和操作；

(c) 图形化程序线程分配，对图形化程序的存储结构进行分析，得到图形化程序的线程分配表，以达到图形化程序多线程执行，以实现线程管理；

(d) 图形化程序解析模块，根据图形化程序的存储结构，对图形化程序中每个图形化模块所处位置进行分析，得到图形化模块可能需要的额外指令，比如线程启动指令、条件跳转指令；

(e) 图形化程序可执行文件生成模块是整个编译方法中关键的一环，在(b)、(c)、(d)步骤的基础上，生成图形化程序中每个模块对应的字节数组，然后按照图形化程序遍历的顺序将图形化模块的字节数组串接成一个完整可执行文件；

(f) 通过 HID 或者蓝牙数据通信，将(e)步骤生成的可执行文件传输至控制器，控制器按照指令执行相应的动作，以达到图形化程序的预期动作效果。

上述的一种图形化编程的自动编译方法中，步骤(b)包括以下步骤：

(b-1) 获取图形化程序的储存结构-森林；

(b-2) 遍历图形化程序对应的树结构，根据树节点 ID 获取图形化模块实体；

(b-3) 根据图形化模块模式获取对应的参数内存分配列表，其包含参数初始化的顺序，以保证相关动作能正确执行；

(b-4) 根据参数类型，分配指定大小的内存空间，然后记录参数分配的内存基址;

(b-5) 对特殊参数，比如用户自定义参数和资源型参数进行额外处理，以保证满足图形化模块的内存要求和程序的健壮性；

(b-6) 最终生成图形化程序内存分配表，以实现对控制器内存进行管理和操作

上述的一种图形化编程的自动编译方法中，步骤(c)包括以下步骤：

(c-1) 获取图形化程序的储存结构-森林；

(c-2) 深度遍历森林中的树结构，如果节点是根节点则创建线程，且该线程为图形化程序的主线程，并记录线程信息，其包括线程 ID 和线程起始模块 ID；

(c-3) 若节点是非根节点，则判断父节点的子节点的个数，如果该节点是父节点的第一个孩子，则不进行任何操作，继续遍历；如果该节点不是父节点的第一孩子，则分配新线程，记录线程信息；

(c-4) 若节点是叶子节点，则表示该节点是线程的终止节点，将该节点 ID 作为线程结束 ID，注意图形化程序包含的叶子节点等于图形化程序包含的线程数；

(c-5) 最终构造出图形化程序的线程分配表，以满足对图形化程序的多线程管理和操作。

图形化程序经过(b)、(c)步骤处理后，得到图形化程序的图形化程序内存分配表和图形化程序线程分配表，在之后的(d)、(e)步骤中，会基于图形化内存分配表和图形化程序线程分配表对图形化程序进行处理，最终生成图形化程序对应的可执行文件。

上述的一种图形化编程的自动编译方法，步骤(e)包括以下步骤：

(e-1) 获取图形化程序存储结构-森林；

(e-2) 根据不同功能需求遍历森林，功能主要包括图形化程序整体下传、图形化程序部分下传和图形化树下传，然后根据具体要求深度遍历森林中的树：

(e-3) 根据树节点 ID 获取对应的图形化模块实体，根据图形化模块类型和模式调用其对应的 XML 文件，在解析图形化模块模式对应 XML 指令集中，需要借助指令解析 XML 文件来对图形化模块模式包含的指令集进行解析和替换，以生成满足具体功能的图形化模块字节数组；

(e-4) 在解析和替换图形化模块模式 XML 文件时，并不能生成完整的图形化模块模式字节数组，可能会产生程序地址空缺，资源地址欠缺，一般先用零来填充程序地址，以形成半完整的图形化模块模式字节数组并记录图形化模块的缺省信息，最终形成图形化程序的 ROM(程序)地址缺省表；

(e-5) 根据遍历顺序，依次分配图形化模块的程序地址，根据生成的图形化模块字节数组的大小来决定图形化模块占据的 ROM 存储空间，最终生成图形化程序的 ROM（程序）地址分配表

(e-6) 分配完图形化模块的程序地址之后，对图形化程序需要的额外资源进行分配，以满足图形化程序中图形化模块的资源需求，比如图片、声音和文本；

(e-7) 根据图形化程序的 ROM 地址缺省表和图形化程序 ROM 地址分配表，对步骤(c)生成半完整的图形化模块字节数组中的空缺 ROM 地址进行填充，以形成完整的图形化模块字节数组；

(e-8) 将生成的图形化模块字节数组和资源字节数组按照规则连接起来形成图形化程序最终可执行的字节数组，然后通过通信模块将数据传至控制器运行。

上述一种图形化编程的自动编译方法，其特征在于，步骤(c-3)包括如下步骤：

(e-3-1) 根据树节点 ID 获取对应的图形化模块实体，进而获取图形化模块类型和模式；

(e-3-2) 根据图形化模块类型和模式值获取相应参数初始化列表，对有初始化值的参数进行初始化操作，即对参数对应的内存地址赋予初值，以满足模块的功能需求；

(e-3-3) 根据图形化模块类型和模式值中获取相应的指令集，通过表达式对指令进行解析和替换，首先根据指令码获取指令中每个操作数的含义，即获取操作数的寻址方式；

(e-3-4) 指令中每个操作数都有不同的寻址方式， 根据上述获取操作数寻址方式，进而得到操作数的真实数值，然后使用真实值来替换指令中的操作数，以完成对指令的解析；

(e-3-5) 指令集经过步骤(c)、(d)处理，形成满足图形化程序中的图形化模块的功能要求，在处理过程中可能存在空缺值，需要后续操作进行填补，最后形成完整的图形化模块对应的字节数组。

上述一种图形化编程的自动编译方法，步骤(f)的主要作用是将软件与控制器连接起来进行数据交换，其主要包括 HID 和蓝牙两种通信方式，通过数据通信模块将最终生成的程序程序机器语言传至控制器进行运行，同时也通过控制器连接模块实时监控控制器的状态以及程序运行状况，以保证程序正常运行；

与现有技术相比，本发明具有如下优点和技术效果：

现有的图形化编程编译方法，大都在遵循特定的编译框架进行编译，编译过程过于复杂，过于专业，学习成本高，对控制器要求高，需要微型操作系统支持，且编译系统本身效率不高，效果不佳。而且国内的图形化编程的编译方法更是凤毛麟角，十分缺乏。针对上述问题，本发明允许软件开发人员在不需要了解晦涩难懂编译原理、运行时结构、编译系统原理的内在关系等复杂知识点基础上，就可以通过本发明提出的自动编译方法来将图形化编程编写的程序转化成控制器可直接执行文件，简单高效，很大程度简化了图形化编程的编译实现。

附图说明

图 1 为实施方式中一种图形化编程的自动编译方法的流程图。

具体实施方式

以下结合附图对本发明的实施方式作进一步说明，但本发明的实施不限于此。

如图 1，基于一种图形化编程的自动编译方法，主要流程包括以下步骤：

(a) 用户自由组合图形化模块生成图形化程序；

(b) 图形化程序内存分配，生成图形化程序内存分配表，以实现对控制器的内存管理和操作；

(c) 图形化程序线程分配，对图形化程序的存储结构进行分析，得到图形化程序的线程分配表，以达到图形化程序多线程执行，以实现对线程管理；

(d) 图形化程序解析模块，根据图形化程序的存储结构，对图形化程序中每个图形化模块所处位置进行分析，得到图形化模块可能需要的额外指令，比如线程启动指令、条件跳转指令；

(e) 图形化程序可执行文件生成模块是整个编译方法中关键的一环，在(b)、(c)、(d)步骤的基础上，生成图形化程序中每个模块对应的字节数组，然后按照图形化程序遍历的顺序将图形化模块的字节数组串接成一个完整可执行文件；

(f) 通过 HID 或者蓝牙数据通信，将(e)步骤生成的可执行文件传输至控制器，控制器按照指令执行相应的动作，以达到图形化程序的预期动作效果。

步骤(b)包括以下步骤：

(b-1) 获取图形化程序的储存结构-森林；

(b-2) 遍历图形化程序对应的树结构，根据树节点 ID 获取图形化模块实体；

(b-3) 根据图形化模块模式获取对应的参数内存分配列表，其包含参数初始化的顺序，以保证相关动作能正确执行；

(b-4) 根据参数类型，分配指定大小的内存空间，然后记录参数分配的内存基址;

(b-5) 对特殊参数，比如用户自定义参数和资源型参数进行额外处理，以保证满足图形化模块的内存要求和程序的健壮性；

(b-6) 最终生成图形化程序内存分配表，以实现对控制器内存进行管理和操作

步骤(c)包括以下步骤：

(c-1) 获取图形化程序的储存结构-森林；

(c-2) 深度遍历森林中的树结构，如果节点是根节点则创建线程，且该线程为图形化程序的主线程，并记录线程信息，其包括线程 ID 和线程起始模块 ID；

(c-3) 若节点是非根节点，则判断父节点的子节点的个数，如果该节点是父节点的第一个孩子，则不进行任何操作，继续遍历；如果该节点不是父节点的第一孩子，则分配新线程，记录线程信息；

(c-4) 若节点是叶子节点，则表示该节点是线程的终止节点，将该节点 ID 作为线程结束 ID，注意图形化程序包含的叶子节点等于图形化程序包含的线程数；

(c-5) 最终构造出图形化程序的线程分配表，以满足对图形化程序的多线程管理和操作。

图形化程序经过(b)、(c)步骤处理后，得到图形化程序的图形化程序内存分配表和图形化程序线程分配表，如表 1 和表 2 所示，在之后的(d)、(e)步骤中，会基于图形化内存分配表和图形化程序线程分配表对图形化程序进行处理，最终生成图形化程序对应的可执行文件。

表 1 图形化程序内存分配表格式

模块 ID	参数 ID	参数基址

表 2 图形化程序线程分配表格式

线程 ID	起始模块 ID	结束模块 ID

上述的一种图形化编程的自动编译方法，步骤(e)包括以下步骤：

(e-1) 获取图形化程序存储结构-森林；

(e-2) 根据不同功能需求遍历森林，功能主要包括图形化程序整体下传、图形化程序部分下传和图形化树下传，然后根据具体要求深度遍历森林中的树：

(e-3) 根据树节点 ID 获取对应的图形化模块实体，根据图形化模块类型和模式调用其对应的 XML 文件，在解析图形化模块模式对应 XML 指令集中，需要借助指令解析 XML 文件来对图形化模块模式包含的指令集进行解析和替换，以生成满足具体功能的图形化模块字节数组；

(e-4) 在解析和替换图形化模块模式 XML 文件时，并不能生成完整的图形化模块模式字节数组，可能会产生程序地址空缺，资源地址欠缺，一般先用零来填充程序地址，以形成半完整的图形化模块模式字节数组并记录图形化模块的缺省信息，最终形成图形化程序的 ROM(程序)地址缺省表；

(e-5) 根据遍历顺序，依次分配图形化模块的程序地址，根据生成的图形化模块字节数组的大小来决定图形化模块占据的 ROM 存储空间，最终生成图形化程序的 ROM（程序）地址分配表

(e-6) 分配完图形化模块的程序地址之后，对图形化程序需要的额外资源进行分配，以满足图形化程序中图形化模块的资源需求，比如图片、声音和文本；

(e-7) 根据图形化程序的 ROM 地址缺省表和图形化程序的 ROM 地址分配表，对步骤(c)生成半完整的图形化模块字节数组中的空缺 ROM 地址进行填充，以形成完整的图形化模块字节数组；

(e-8) 将生成的图形化模块字节数组和资源字节数组按照规则连接起来形成图形化程序最终可执行的字节数组，然后通过通信模块将数据传至控制器运行；

图形化程序经过步骤(e)处理之后，生成图形化程序半完整的可执行文件，需要经过一些额外的操作和处理，最终生成完整的可执行文件。

上述一种图形化编程的自动编译方法，其特征在于，步骤(c-3)包括如下步骤：

(e-3-1) 根据树节点 ID 获取对应的图形化模块实体，进而获取图形化模块类型和模式；

(e-3-2) 根据图形化模块类型和模式值获取相应参数初始化列表，对有初始化值的参数进行初始化操作，即对参数对应的内存地址赋予初值，以满足模块的功能需求；

(e-3-3) 根据图形化模块类型和模式值中获取相应的指令集，按照如下表达式对指令进行解析和替换，首先根据指令码（Order_Code）获取指令中每个操作数（Operand）的含义（Order_Oprandmode(x1,x2…,xn)），即获取操作数的寻址方式Addressing_Mode，以下作为实例，仅供编程人员参考，无需赘述具体含义：

$$\text{Order_Operandmode}(x1,x2\ldots,xn)=\text{Get_OrderType}(\text{Order_Code}) \quad (7\text{-}1)$$

$$\text{Order_Operandmode}(x1,x2\ldots,xn)=\begin{Bmatrix}\text{Addressing_Mode}(x_1)\\ \vdots \\ \text{Addressing_Mode}(x_n)\end{Bmatrix} \quad (7\text{-}2)$$

(e-3-4) 指令中每个操作数都有不同的寻址方式， 根据上述表达式获取操作数寻址方式，进而得到操作数的真实数值，然后使用真实值来替换指令中的操作数，以完成对指令的解析；

(e-3-5) 指令集经过步骤(c)、(d)处理，形成满足图形化程序中的图形化模块的功能要求，在处理过程中可能存在空缺值，需要后续操作进行填补，最后形成完整的图形化模块对应的字节数组。

权 利 要 求 书

1、图形化编程的自动编译方法，其特征在于，包括以下步骤：

(a) 用户自由组合图形化模块生成图形化程序；

(b) 图形化程序内存分配，生成图形化程序内存分配表，以实现对控制器的内存管理和操作；

(c) 图形化程序线程分配，对图形化程序的存储结构进行分析，得到图形化程序线程分配表，以达到图形化程序多线程执行，实现线程管理；

(d) 图形化程序解析模块，根据图形化程序的存储结构，对图形化程序中每个图形化模块在图形化程序中的位置进行分析，得到图形化模块可能需要的额外指令；

(e) 图形化程序的可执行文件生成模块是整个编译方法中关键的一环，在(b)、(c)、(d)步骤的基础上，生成图形化程序中每个图形化模块对应的字节数组，然后按照图形化程序遍历的顺序将图形化模块的字节数组串接一个完整的可执行文件；

(f) 通过 HID 或者蓝牙数据通信，将(e)步骤生成的可执行文件传输至控制器，控制器按照指令执行相应的动作，以达到图形化程序的预期动作效果。

2、根据权利要求 1 所述的图形化编程的自动编译方法，其特征在于，步骤(b)包括以下步骤：

(b-1) 获取图形化程序的储存结构即森林结构；

(b-2) 遍历图形化程序对应的树结构，根据树节点 ID 获取图形化模块实体；

(b-3) 根据图形化模块模式获取对应的参数内存分配列表，其包含参数初始化的顺序，以保证相关动作能正确执行；

(b-4) 根据参数类型，分配指定大小的内存空间，然后记录参数分配的内存基址;

(b-5) 对特殊参数，包括用户自定义参数和资源型参数，进行额外处理，以保证满足图形化模块的内存要求和程序的健壮性；

(b-6) 最终生成图形化程序内存分配表，以实现对控制器内存进行管理和操作。

3、根据权利要求 1 所述的图形化编程的自动编译方法，其特征在于，步骤(c)包括以下步骤：

(c-1) 获取图形化程序的储存结构-森林；

(c-2) 深度遍历森林中的树结构，如果节点是根节点则创建线程，且该线程为图形化程序的主线程，并记录线程信息，其包括线程 ID 和线程起始模块 ID；

(c-3) 若节点是非根节点，则判断父节点的子节点的个数，如果该节点是父节点的第一个孩子，则不进行任何操作，继续遍历；如果该节点不是父节点的第一孩子，则分配新线程，记录线程信息；

(c-4) 若节点是叶子节点，则表示该节点是线程的终止节点，将该节点 ID 作为线程结束 ID，注意图形化程序包含的叶子节点等于图形化程序包含的线程数；

(c-5) 最终构造出图形化程序的线程分配表，以满足对图形化程序的多线程管理和操作。

4、根据权利要求 1 所述的一种图形化编程的自动编译方法，其特征在于，步骤(e)包括以下步骤：

(e-1) 获取图形化程序存储结构-森林；

(e-2) 根据不同功能需求遍历森林，功能主要包括图形化程序整体下传、图形化程序部分下传和图形化树下传，然后根据具体要求深度遍历森林中的树：

(e-3) 根据树节点 ID 获取对应的图形化模块实体，根据图形化模块类型和模式调用其对应的 XML 文件，在解析图形化模块模式对应 XML 指令集中，需要借助指令解析 XML 文件来对图形化模块模式包含的指令集进行解析和替换，以生成具有具体功能的图形化模块字节数组；

(e-4) 在解析和替换图形化模块模式 XML 文件时，并不能生成完整的图形化模块模式字节数组，可能会产生程序地址空缺，资源地址欠缺，先用零来填充程序地址，以形成半完整的图形化模块模式字节数组并记录图形化模块的缺省信息，最终形成图形化程序的程序地址缺省表即 ROM 地址缺省表；

(e-5) 根据遍历顺序，依次分配图形化模块的程序地址，根据生成的图形化模块字节数组的大小来决定图形化模块占据的 ROM 存储空间，最终生成图形化程序的程序地址分配表即 ROM 地址分配表；

(e-6) 分配完图形化模块的程序地址之后，对图形化程序需要的额外资源进行分配，以满足图形化程序中图形化模块的资源需求；

(e-7) 根据图形化程序的 ROM 地址缺省表和图形化程序 ROM 地址分配表，对步骤(c)生成半完整的图形化模块字节数组中的空缺 ROM 地址进行填充，以形成完整的图形化模块字节数组；

(e-8) 将生成的图形化模块字节数组和资源字节数组按照规则连接起来形成图形化程序最终可执行的字节数组，然后通过通信模块将数据传至控制器运行。

5、根据权利要求 4 一种图形化编程的自动编译方法，其特征在于，步骤(c-3)包括如下步骤：

(e-3-1) 根据树节点 ID 获取对应的图形化模块实体，进而获取图形化模块类型和模式；

(e-3-2) 根据图形化模块类型和模式值获取相应参数初始化列表，对有初始化值的参数进行初始化操作，即对参数相应的内存地址赋予初值，以满足模块的功能需求；

(e-3-3) 根据图形化模块类型和模式值中获取相应的指令集，通过表达式对指令进行解析和替换，首先根据指令码获取指令中每个操作数的含义，即获取操作数的寻址方式；

(e-3-4) 指令中每个操作数都有不同的寻址方式， 根据上述获取操作数寻址方式，进而得到操作数的真实数值，然后使用真实值来替换指令中的操作数，以完成对指令的解析；

(e-3-5) 指令集经过步骤(c)、(d)处理，形成满足图形化程序中图形化模块的功能要求，在处理过程中可能存在空缺值，则需要后续操作进行填补，最后形成完整的图形化模块对应字节数组。

6、根据权利要求 1 一种图形化编程的自动编译方法，其特征在于，步骤(f)将软件与控制器连接起来进行数据交换，其主要包括 HID 和蓝牙两种通信方式，通过数据通信模块将最终生成的程序机器语言传至控制器进行运行，同时也通过控制器连接模块实时监控控制器的状态以及程序运行状况，以保证程序正常运行。

说 明 书 附 图

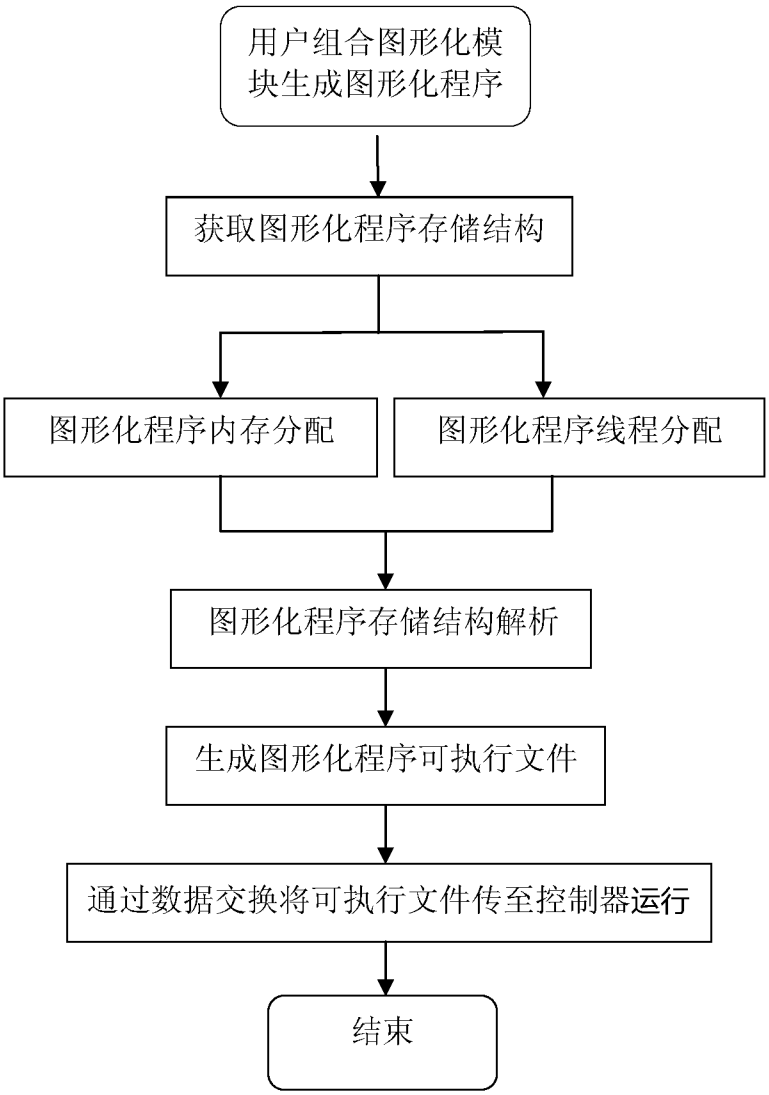

用户组合图形化模块生成图形化程序
获取图形化程序存储结构
图形化程序内存分配
图形化程序线程分配
图形化程序存储结构解析
生成图形化程序可执行文件
通过数据交换将可执行文件传至控制器运行
结束

图 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/111231

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F 9/44(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)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC, IEEE: 图形化, 编程, 自动, 编译, 控制器, 内存, 线程, 解析, 存储, 森林, 遍历, 传输, 执行, graphical, compiling, automatic, program, transmit, bluetooth, memory, thread, parse, analysis, tree, traverse, transfer

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 107168698 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 15 September 2017 (2017-09-15) claims 1-6	1-6
X	CN 105739974 A (HANGZHOU DIANZI UNIVERSITY) 06 July 2016 (2016-07-06) description, paragraphs 28-44, and figures 2 and 4	1-3, 6
A	CN 102915242 A (CHINA TECHENERGY CO., LTD. ET AL.) 06 February 2013 (2013-02-06) entire document	1-6
A	US 2004088666 A1 (POZNANOVIC, D. ET AL.) 06 May 2004 (2004-05-06) entire document	1-6

☐ 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	Date of mailing of the international search report
05 February 2018	**14 February 2018**

Name and mailing address of the ISA/CN	Authorized officer
State Intellectual Property Office of the P. R. China **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088** **China**	
Facsimile No. **(86-10)62019451**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/111231

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 107168698 A	15 September 2017	None	
CN 105739974 A	06 July 2016	None	
CN 102915242 A	06 February 2013	None	
US 2004088666 A1	06 May 2004	EP 1559040 A2	03 August 2005
		JP 2006505057 A	09 February 2006
		WO 2004042498 A2	21 May 2004
		AU 2003275446 A1	07 June 2004

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2017/111231

A. 主题的分类

G06F 9/44(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））

CNPAT,CNKI,WPI,EPODOC,IEEE：图形化，编程，自动，编译，控制器，内存，线程，解析，存储，森林，遍历，传输，执行，graphical，compiling，automatic，program，transmit，bluetooth，memory，thread，parse，analysis，tree，traverse，transfer

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 107168698 A (华南理工大学) 2017年 9月 15日 (2017-09-15) 权利要求1-6	1-6
X	CN 105739974 A (杭州电子科技大学) 2016年 7月 6日 (2016-07-06) 说明书第28-44段，附图2，4	1-3，6
A	CN 102915242 A (北京广利核系统工程有限公司 等) 2013年 2月 6日 (2013-02-06) 全文	1-6
A	US 2004088666 A1 (POZNANOVIC, DANIEL 等) 2004年 5月 6日 (2004-05-06) 全文	1-6

☐ 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	国际检索报告邮寄日期
2018年 2月 5日	2018年 2月 14日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	张千
传真号 (86-10)62019451	电话号码 (86-10)010-53961316

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2017/111231

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	107168698	A	2017年 9月 15日	无			
CN	105739974	A	2016年 7月 6日	无			
CN	102915242	A	2013年 2月 6日	无			
US	2004088666	A1	2004年 5月 6日	EP	1559040	A2	2005年 8月 3日
				JP	2006505057	A	2006年 2月 9日
				WO	2004042498	A2	2004年 5月 21日
				AU	2003275446	A1	2004年 6月 7日