

# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102754073 A

(43) 申请公布日 2012. 10. 24

(21) 申请号 201180008320. 6

代理人 蔡悦

(22) 申请日 2011. 02. 04

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

G06F 9/44 (2006. 01)

12/700, 723 2010. 02. 05 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 08. 03

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2011/023801 2011. 02. 04

(87) PCT申请的公布数据

W02011/097521 EN 2011. 08. 11

(71) 申请人 微软公司

地址 美国华盛顿州

(72) 发明人 J·M·希恩

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

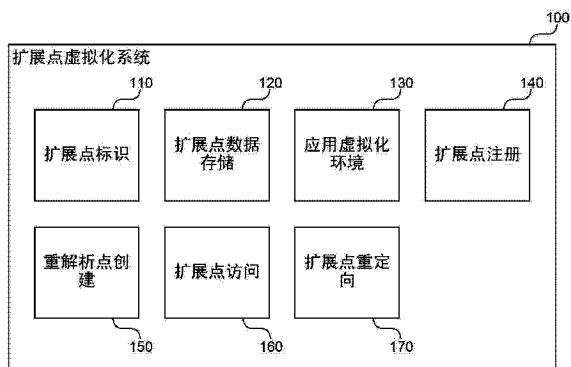
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 3 页

## (54) 发明名称

用于虚拟化的扩展点声明性注册

## (57) 摘要

扩展点虚拟化系统使用操作系统提供的重解析点来提供最小扩展点注册。重解析点在消除为每一扩展点编写自定义扩展点代理的缩放问题的同时保留应用隔离。作为替代,该系统可使用一般地处理应用虚拟化重解析点的单个文件系统过滤器,并存储为需要重定向的扩展点存储重解析点数据。可通过将操作系统从应用资源的典型位置重定向至该应用资源的虚拟化安全位置来处理许多扩展点。由此,系统通过允许应用虚拟化系统仅注册应当用重解析点来处理的新位置并随后一般地处理经注册的位置,来简化处理新扩展点的进程。



1. 一种计算机执行的用于标识扩展点并隔离对扩展点的应用使用的方法,所述方法包括:

标识扩展点,所述扩展点提供通过第三方扩展来扩展操作系统或应用的方式;

将所标识的扩展点添加到扩展点数据存储;

接收指定虚拟应用包的应用执行请求;

通过将所述虚拟应用包所引用的一个或多个路径与那些在所述扩展点数据存储中的路径作比较,来在所指定的虚拟应用包内标识一个或多个应用扩展点引用;以及

创建重解析点,以便将所标识的应用扩展点引用重定向至所指定的虚拟应用包内的已隔离的位置,

其中,前面的步骤由至少一个处理器来执行。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,标识扩展点包括:从操作系统供应商或独立软件供应商(ISV)接收扩展点列表。

3. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,标识扩展点包括:通过检测应用对操作系统资源的使用的进程监视工具来自动地标识所述扩展点。

4. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述扩展点数据存储包括列出已知扩展点和相关联的资源路径的声明性格式。

5. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,接收应用执行请求包括:接收对运行虚拟化应用的用户请求。

6. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,接收应用执行请求包括:接收对执行应用的请求,所述应用未被本机地安装在从其接收所述请求的计算机系统中。

7. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,还包括:在接收到所述应用执行请求之后,调用在其中运行所请求的应用的应用虚拟化环境。

8. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,标识扩展点引用包括:标识对注册文件类型关联的请求。

9. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,创建重解析点包括:指定应用标识符和替换路径用于访问所标识的应用扩展点引用。

10. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,创建重解析点还包括:阻止所指定的虚拟应用直接修改执行所述虚拟应用的主操作系统。

11. 一种一般地处理操作系统的虚拟化以及应用扩展点的计算机系统,所述系统包括:

被配置成执行软件指令的处理器和存储器;

被配置成标识扩展点的扩展点标识组件,通过所述扩展点操作系统或应用能被第三方编程代码扩展;

扩展点数据存储,被配置成以声明性格式存储所标识的扩展点;

应用虚拟化环境,被配置成提供虚拟应用与主操作系统之间的间接级别;

扩展点注册组件,被配置成检测引用所标识的扩展点的虚拟应用包的安装;

重解析点创建组件,被配置成为所标识的扩展点创建重解析点,所标识的扩展点指向引用所标识的扩展点的检测到的虚拟应用包;

扩展点访问组件,被配置成检测对所创建的重解析点的访问并调用扩展点重定向组

件;以及

扩展点重定向组件,被配置成使得所述主操作系统或应用在与检测到的虚拟应用包相关联的位置中寻找由重解析点引用的指定数据。

12. 如权利要求 11 所述的系统,其特征在于,所述扩展点标识组件还被配置成基于进程监视来自动地标识扩展点以便在执行期间检测由应用所访问的路径。

13. 如权利要求 11 所述的系统,其特征在于,所述扩展点数据存储包括 XML 文件,所述 XML 文件包括所标识的扩展点的列表。

14. 如权利要求 11 所述的系统,其特征在于,所述扩展点数据存储还被配置成:随时间推移当新扩展点被发现时接收所述新扩展点,使得先前部署的虚拟化应用能够通过免受应用环境先前未检测到的对所述操作系统的修改而受益于增加的操作系统隔离。

15. 如权利要求 11 所述的系统,其特征在于,所述应用虚拟环境还被配置成:向所述虚拟应用提供使用所述主操作系统的可用资源来为其设计所述应用的环境。

## 用于虚拟化的扩展点声明性注册

### 背景技术

[0001] 虚拟化指的是通过物理硬件的虚拟机的执行然后在虚拟机上虚拟地运行操作系统和 / 或应用。虚拟机可以表示硬件功能的最小公分母或者可以表示易于为其准备操作系统和应用的公知配置。随着资源需求增长,许多数据中心使用虚拟化以能够容易地将虚拟机移动到新的物理硬件,从而维护循环并且平衡物理服务器负载。虚拟化对于许多情形是有用的,但也可能施加由于许多虚拟机争用相同资源(例如,中央处理单元(CPU)、存储器和网络接口卡(NIC))而出现的限制。

[0002] 应用虚拟化在单个应用级别提供了虚拟机。例如,主操作系统可以本地地运行一些应用,同时提供用于运行其它应用的虚拟环境。这可以允许操作系统,例如,运行为不同操作系统所设计的应用。应用虚拟化在主操作系统中本机运行的应用和在虚拟机中运行的应用之间模糊对用户的区别。例如,两类应用可以并排出现在操作系统外壳所提供的任务栏或菜单中。MICROSOFT 应用虚拟化(Application Virtualization, App-V)将应用转换成未安装且与其他应用不冲突的集中管理的虚拟服务。在物理环境中,每一应用取决于其对于服务范围的操作系统(OS),包括存储器分配、设备驱动程序及更多。应用及其操作系统之间的不兼容性可通过服务器虚拟化或是呈现虚拟化来解决——但对于 OS 的同一实例上所安装的两个应用之间的不兼容性是通过应用虚拟化来解决的。

[0003] 操作系统需要修改其表现来适应顾客的需要。例如,用户可安装文件类型关联进行注册的 MICROSOFT Word (微软字处理)。该文件类型关联改变操作系统如何表现。当用户点击带有 Word 文件类型关联的文档时,操作系统调用 MICROSOFTWord。文件类型关联是操作系统扩展点的一具体示例。虚拟化的一部分是隔离,这意味着一个应用不能看见另一应用,且一个应用的动作不影响操作系统,或只通过代理影响操作系统。在文件类型关联的情况下,代理的一个示例是作为代表该应用的代理来检测并注册文件类型关联的 MICROSOFTApp-V 客户机。以此方式, MICROSOFTApp-V 知晓操作系统修改,且可在虚拟化应用被移除时使该修改倒退。

[0004] 不幸的是,为每一操作系统扩展点建立自定义代理是不切实际或不可缩放的。MICROSOFTWINDOWS(微软视窗)中有超过 3000 个扩展点,从而使得几乎不可能为每一个扩展点编写一代理。此外,具备对每一新操作系统的支持,额外的扩展点需要被检测并管理,以便使应用虚拟化保持如预期的那样工作。数量持续扩展的扩展点消耗了开发和测试时间,且拿走了给其他新特征的时间。

### [0005] 概述

[0006] 本文描述了扩展点虚拟化系统,该扩展点虚拟化系统使用操作系统提供的重解析点来提供最小扩展点注册。重解析点在消除为每一扩展点编写自定义扩展点代理的缩放问题时保留应用隔离。可通过将操作系统从应用资源的典型位置重定向至该应用资源的虚拟化安全位置来处理许多扩展点。扩展点虚拟化系统使用重解析点来消除每一扩展点对自定义代理的需求。作为替代,系统可使用一般地处理应用虚拟化重解析点的单个文件系统过滤器,并为需要重定向的扩展点存储重解析点数据。由此,系统通过允许应用虚拟化系统仅

注册可以用重解析点来处理的新位置并随后一般地处理经注册的位置,来简化处理新扩展点的进程。

[0007] 提供本概述以便以简化的形式介绍将在以下详细描述中进一步描述的一些概念。本概述并不旨在标识所要求保护主题的关键特征或必要特征,也不旨在用于限制所要求保护主题的范围。

[0008] 附图简述

[0009] 图 1 是示出在一个实施例中的扩展点虚拟化系统的各组件的框图。

[0010] 图 2 是示出在一个实施例中的扩展点虚拟化系统用于标识扩展点并为所标识的扩展点设置应用重定向的处理的流程图。

[0011] 图 3 是在一个实施例中的虚拟化系统用于对通过扩展点来访问资源的请求作出响应的处理的流程图。

[0012] 详细描述

[0013] 本文描述了扩展点虚拟化系统,该扩展点虚拟化系统使用操作系统提供的重解析点来提供最小扩展点注册。重解析点在消除为每一扩展点编写自定义扩展点代理的缩放问题的同时保留应用隔离。可通过将操作系统从应用资源的典型位置重定向至该应用资源的虚拟化安全位置来处理许多扩展点。例如,可对先前将文件安装到操作系统目录的应用进行重定向,以便将那些文件安装到此应用的自己的目录(即使应用虚拟化欺骗该应用使其认为文件仍在操作系统目录中)。

[0014] 文件或目录可包含重解析点,该重解析点是用户定义的数据的集合。这一数据的格式被存储该数据的应用以及文件系统过滤器理解,应用开发者安装该文件系统过滤器以便解释该数据并处理该文件。当应用设置重解析点时,该应用存储这一数据、加上唯一标识其正存储的数据的重解析标签。当文件系统打开带有重解析点的文件时,该文件系统尝试找到与重解析标签所标识的数据格式相关联的文件系统过滤器。如果文件系统过滤器被找到,则过滤器将文件作为被重解析数据定向来处理。如果文件系统过滤器未被找到,则文件打开操作失败。例如,重解析点用来实现 NTFS 文件系统链接以及 MICROSOFT 远程存储服务(RSS)。RSS 使用管理员定义的规则集来将不频繁使用的文件移至诸如磁带或光学介质之类的长期存储中。RSS 使用重解析点来将与文件有关的信息存储在文件系统中。这一信息被存储在存根文件中,该存根文件包含其数据指向实际文件所位于的设备的重解析点。文件系统过滤器可使用这一信息来检索文件。重解析点还用来实现挂载的文件夹。

[0015] 扩展点虚拟化系统使用重解析点来消除每一扩展点对自定义代理的需求。作为替代,系统可创建一般地处理应用虚拟化重解析点的单个文件系统过滤器,并为需要重定向的扩展点存储重解析点数据。例如,系统可将重解析点与文件或注册表项相关联,而不管该文件或注册表项的具体扩展目的。由此,系统通过允许应用虚拟化系统仅注册可以用重解析点来处理的新位置并随后一般地处理经注册的位置,来简化处理新扩展点的进程。

[0016] 应用虚拟化收集一应用的文件和注册数据,并将其放置在被称为包的存储中,使得该应用认为文件和注册条目是本地安装的,即使它们并不是这样。注册扩展点的先前方法为每一扩展点创建了代理。这一代理会检测到系统上存在过该包,并解析足够的元数据以便向操作系统注册扩展点。在扩展点被调用时,代理会被调用、找到正确的包、并将工作移交给该包。作为对比,文本描述的扩展点虚拟化系统使用操作系统设施、重解析点(或

UNIX 中的符号链接)来最小化注册扩展点。重解析点是一操作系统设施,该操作系统设施告知操作系统:当特定路径在操作系统应用编程接口(API)中被使用时,操作系统应改为寻找数据的替代路径。

[0017] 扩展点虚拟化系统导致发生重定向到虚拟包中的位置。通过这样做,系统提供这样一种方式:允许添加新扩展点而无需代理,同时继续将应用与操作系统隔离。采用“.txt”文件类型关联的示例,实现这一技术对其他类型的扩展点起作用。文件类型关联具有注册表项,该注册表项使得操作系统运行当用户从操作系统外壳(shell)(例如 MICROSOFTWINDOWS 浏览器(Explorer))点击这一文件类型关联时指定至可执行文件的路径的命令行。在默认情况下,注册表项数据是“HKEY\_CLASSES\_ROOT\txtfile\shell\open\command=%SystemRoot%\system32\notepad.exe%1”,该注册表项数据使得操作系统运行记事本(Notepad)以打开文件。扩展点虚拟化系统检测到注册“.txt”文件类型关联的包在系统上,并将重解析点放在该注册表中,使得当外壳打开 HKEY\_CLASSES\_ROOT\txtfile\shell\open\command 时,该命令将被重解析成 HKCR\[APP\_GUID]\txtfile\shell\open\command。在这一情况下,[APP\_GUID]是包专用的全局唯一标识符(GUID)。

[0018] 这一技术可被推广至其他扩展点,以及那些不包括单个注册表条目而是包括跨多个位置以及文件和目录的多个注册表条目的扩展点。扩展点虚拟化系统用包(该包为数据)、代表包来执行注册的应用虚拟化环境(例如 MICROSOFTApp-V 客户机)、以及一组扩展点来工作。扩展点可按声明性可扩展标记语言(XML)句法来表示,使得应用虚拟化环境可容易地添加新扩展点,而不要求改变该环境或包。

[0019] 图 1 是示出在一个实施例中的扩展点虚拟化系统的各组件的框图。系统 100 包括扩展点标识组件 110、扩展点数据存储 120、应用虚拟化环境 130、扩展点注册组件 140、重解析点创建组件 150、扩展点访问组件 160、以及扩展点重定向组件 170。这些组件中的每一个都在此处进一步详细讨论。

[0020] 扩展点标识组件 110 标识扩展点,第三方编程代码可通过扩展点来扩展操作系统或应用。例如,该组件可检测注册表项,通过注册表项可注册应用插件以便由应用来调用。在某些情况下,通过管理员用来监视应用运行时该应用的表现的进程监视或其他工具,可手动地标识扩展点。例如,管理员可使用注册表监视位置来确定应用或操作系统读取的注册表位置。

[0021] 扩展点数据存储 120 以声明性格式来存储所标识的扩展点。扩展点数据存储 120 可包括文件(例如 XML 文件)、数据块、基于网络的数据存储、基于云的存储服务、或可从中检索所标识的扩展点列表的其他存储介质。随着新扩展点被发现,管理员或应用环境作者可随时间推移添加新扩展点,使得甚至先前所部署的虚拟化应用都可通过免受应用环境先前未检测到的对操作系统的修改而受益于增加的操作系统隔离。另外,独立软件供应商(ISV)可贡献其自身的应用扩展点以供添加到数据存储 120,使得可以更容易地对那些修改其应用的应用进行虚拟化和隔离。

[0022] 应用虚拟化环境 130 提供了虚拟应用和主操作系统之间的间接级别。包装器可以非常瘦,从而允许应用接近本机地运行,诸如在应用被设计成在主操作系统上运行的情况下。另选地或另外地,包装器可提供 API,并且满足为其它操作系统或操作系统版本设计的应用所预期的其它约束条件。因此,应用虚拟化环境 130 向虚拟应用提供这样的环境:使用

主操作系统的可用资源来为该环境设计应用。

[0023] 扩展点注册组件 140 检测引用所标识的扩展点的虚拟应用包的安装。组件 140 访问扩展点数据存储 120 来加载所标识的扩展点列表,并将该列表与用户调用的包作比较。如果找到匹配,则组件 140 调用重解析点创建组件 150 来创建重解析点,该重解析点重定向该应用以便在应用包内寻找扩展点数据。

[0024] 重解析点创建组件 150 为所标识的扩展点以及引用所标识的扩展点的检测到的虚拟应用包创建重解析点。例如,如果扩展点注册组件 140 检测到注册文件类型关联的包,则重解析点创建组件 150 为文件类型关联内描述该应用的注册表条目创建重解析点,以便在文件类型关联被调用时启动该应用。所创建的重解析点将注册表条目重定向至检测到的虚拟应用包内的一位置。

[0025] 扩展点访问组件 160 检测对所创建的重解析点的访问,并且调用扩展点重定向组件 170,以便使得操作系统在与检测到的虚拟应用包相关联的位置中寻找指定的数据。尽管作为单独组件来描述,但扩展点虚拟化系统 100 可依靠默认操作系统行为来允许操作系统执行重定向,而无需通知扩展点虚拟化系统 100。然而,操作系统确实允许文件系统过滤器的注册,该文件系统过滤器在重解析点被访问时被调用,且在某些实施例中系统可使用这一功能来检测访问并执行自定义处理。例如,这对于其中应用请求正被重定向的调试和审计可能是有用的。

[0026] 扩展点重定向组件 170 使得操作系统或应用在与检测到的虚拟应用包相关联的位置中寻找由重解析点引用的指定数据。如先前注意到的,扩展点虚拟化系统 100 可依靠操作系统的默认行为来根据重解析点执行重定向,而无需涉及扩展点虚拟化系统 100。

[0027] 其上实现扩展点虚拟化系统的计算设备可包括中央处理单元、存储器、输入设备(例如,键盘和定点设备)、输出设备(例如,显示设备)和存储设备(例如,盘驱动器或其他非易失性存储介质)。存储器和存储设备是可以实现或启用该系统的计算机可执行指令(例如,软件)来编码的计算机可读存储介质。此外,数据结构和消息结构可被存储或经由诸如通信链路上的信号等数据传送介质发送。可以使用各种通信链路,诸如因特网、局域网、广域网、点对点拨号连接、蜂窝电话网络等。

[0028] 该系统的实施例可以在各种操作环境中实现,这些操作环境包括个人计算机、服务器计算机、手持式或膝上型设备、多处理器系统、基于微处理器的系统、可编程消费电子产品、数码照相机、网络 PC、小型计算机、大型计算机、包括任何上述系统或设备中任一种的分布式计算环境等。计算机系统可以是蜂窝电话、个人数字助理、智能电话、个人计算机、可编程消费电子设备、数码相机等。

[0029] 该系统可以在由一个或多个计算机或其他设备执行的诸如程序模块等计算机可执行指令的通用上下文中描述。一般而言,程序模块包括执行特定任务或实现特定抽象数据类型的例程、程序、对象、组件、数据结构等等。通常,程序模块的功能可在各个实施例中按需进行组合或分布。

[0030] 图 2 是示出在一个实施例中的扩展点虚拟化系统用于标识扩展点并为所标识的扩展点设置应用重定向的处理的流程图。在框 210 中开始,系统标识扩展点。例如,系统可从操作系统供应商或 ISV 接收扩展点列表以供添加到扩展点数据存储。另选地或另外地,使用应用虚拟化的虚拟化系统开发者或系统管理员可手动地标识扩展点,诸如通过进程监

视工具。

[0031] 在框 220 中继续,系统将所标识的扩展点添加到扩展点数据存储。扩展点数据存储可包括列出已知扩展点及相关联的资源路径的声明性格式,诸如 XML 文件。当系统在应用包中检测到对扩展点路径的引用时,系统执行本文描述的步骤来隔离和重定向应用对操作系统的修改。在判定框 230 中继续,如果存在更多要标识的扩展点,则系统循环到框 210,否则系统在框 240 处继续。注意到,尽管出于解释方便在同一流程图中示出,但前述步骤可与以下步骤分开地发生,且可在新扩展点被发现时在进行的基础上发生。同样,以下步骤可在每一虚拟化应用由系统执行时对许多应用重复地发生。

[0032] 在框 240 中继续,系统接收指定虚拟应用包的应用执行请求。通常,这在用户运行来自操作系统外壳的应用时发生,该应用已由管理员设置成要被虚拟化。一般地,该应用甚至没有被安装在用户的计算机上,但用户的计算机包含足够的引用来定位和运行集中存储(例如,在网络上)的虚拟应用包。当虚拟应用包被调用时,系统作为客户机运行本文描述的应用虚拟化环境来引导应用虚拟化进程。

[0033] 在框 250 中继续,系统通过将虚拟应用包所引用的一个或多个路径与那些在扩展点数据存储中的路径作比较,来在所指定的虚拟应用包内标识一个或多个应用扩展点引用。例如,应用可通过基于注册的扩展点来注册文件类型关联或文字处理应用插件。如果注册位置在扩展点数据存储所存储的列表上,则系统确定应用包引用扩展点。在判定框 260 中继续,如果系统检测到扩展点引用,则系统在框 270 处继续,否则系统完成。

[0034] 在判定框 270 中继续,系统创建重解析点,以便将所标识的应用扩展点引用重定向至所指定的虚拟应用包内的已隔离的位置。重解析点使得对扩展点的访问在应用包内寻找数据,并阻止应用包直接修改操作系统。在判定框 280 中继续,如果系统检测到额外的应用扩展点引用,则系统循环到框 270 以便为每一额外引用创建重解析点,否则系统完成。在框 280 之后,这些步骤结束。

[0035] 图 3 是在一个实施例中、虚拟化系统对通过扩展点访问资源的请求作出响应的处理的流程图。在框 310 中开始,系统接收引用资源路径的资源访问请求。例如,应用可以调用操作系统所提供的文件开式 API,并且指定到应用请求打开的文件的文件的路径。另选地或另外地,诸如操作系统外壳之类的其他应用可尝试访问资源位置,应用可通过该资源位置来扩展操作系统或应用的功能。

[0036] 在框 320 中继续,扩展点虚拟化系统检测该路径所引用的资源是否包括相关联的重解析点。例如,操作系统可寻找与其中存储重解析点数据的资源相关联的数据。在判定框 330 中继续,如果系统检测到重解析点,则系统在框 340 处继续,否则系统完成。在框 340 中继续,扩展点虚拟化系统标识与所引用的路径相关联的虚拟应用包。例如,重解析点可包括标识应用包的应用 GUID(全局唯一标识符)。系统可包括将应用 GUID 映射到应用包的常见方法,诸如使用应用 GUID 来将应用包存储在已知位置。

[0037] 在框 350 中继续,扩展点虚拟化系统将资源请求重定向至所标识的虚拟应用包。例如,操作系统可在检测到重解析点之后将资源请求转发至所注册的文件系统驱动程序,或以默认方式来处理请求,诸如通过将请求重定向至指定的位置。作为示例,系统可以用与虚拟应用包相关联的文件路径来替换接收到的请求中所包含的文件路径。在框 360 中继续,扩展点虚拟化系统通过提供对所请求的资源的访问来对重定向的资源请求作出响应。



例如,操作系统可以打开所标识的文件并且响应于请求来提供文件数据。应用就像数据还在应用正常存储它的位置处那样进行运作,且虚拟化系统修改请求以指向数据被实际存储的位置。由于重解析点所执行的重定向,因此无论资源请求来自应用、另一进程、还是其他资源,应用虚拟化都正确地工作。在框 360 之后,这些步骤结束。

[0038] 在一些实施例中,扩展点虚拟化系统以包文件格式来存储应用数据。包文件可以是能存储多个其他文件和数据类型的任何文件格式。例如,常见的现有包文件格式包括 ZIP、CAB、RAR、SFT 及其他类似的格式。除了允许以一个存档格式来存储多个文件以外,包文件通常包括用于减小文件大小的压缩和其他特征(例如加密)。虚拟化应用的包文件可以包括由虚拟应用所使用的注册表单元、文件、数据库和其他类型的数据。操作系统可以挂载像目录、卷、盘驱动器和其他资源这样的包文件,使得虚拟应用可以用文件和其他资源操纵的常见操作系统 API 来引用包文件内存储的项。在一些实施例中,扩展点虚拟化系统可以包括在虚拟引用的可执行文件中的虚拟应用数据,使得应用可以作为具有自提取数据的单个 EXE 文件而被分布。尽管文本描述了若干示例,但是扩展点虚拟化系统不限于存储应用数据的任何特定方式,可以使用除上述以外的存储机制来实现相似的结果。

[0039] 从前面的描述中可以看出,可以理解,此处描述的扩展点虚拟化系统的特定实施例只是出于说明目的,但是,在不偏离本发明的精神和范围的情况下,可以进行各种修改。因此,本发明只受所附权利要求限制。

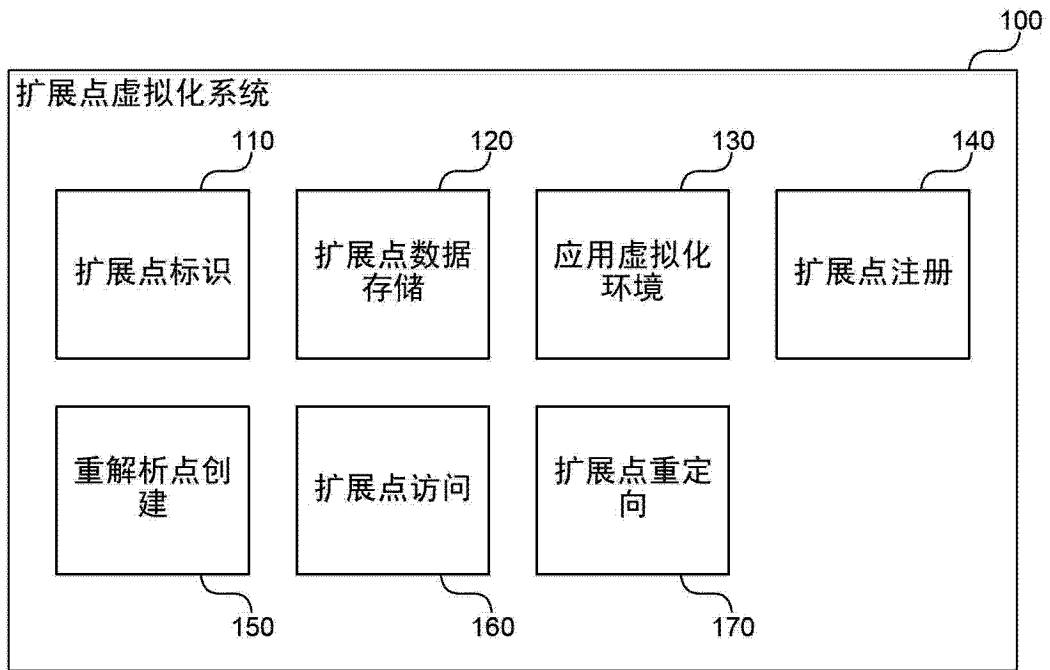


图 1

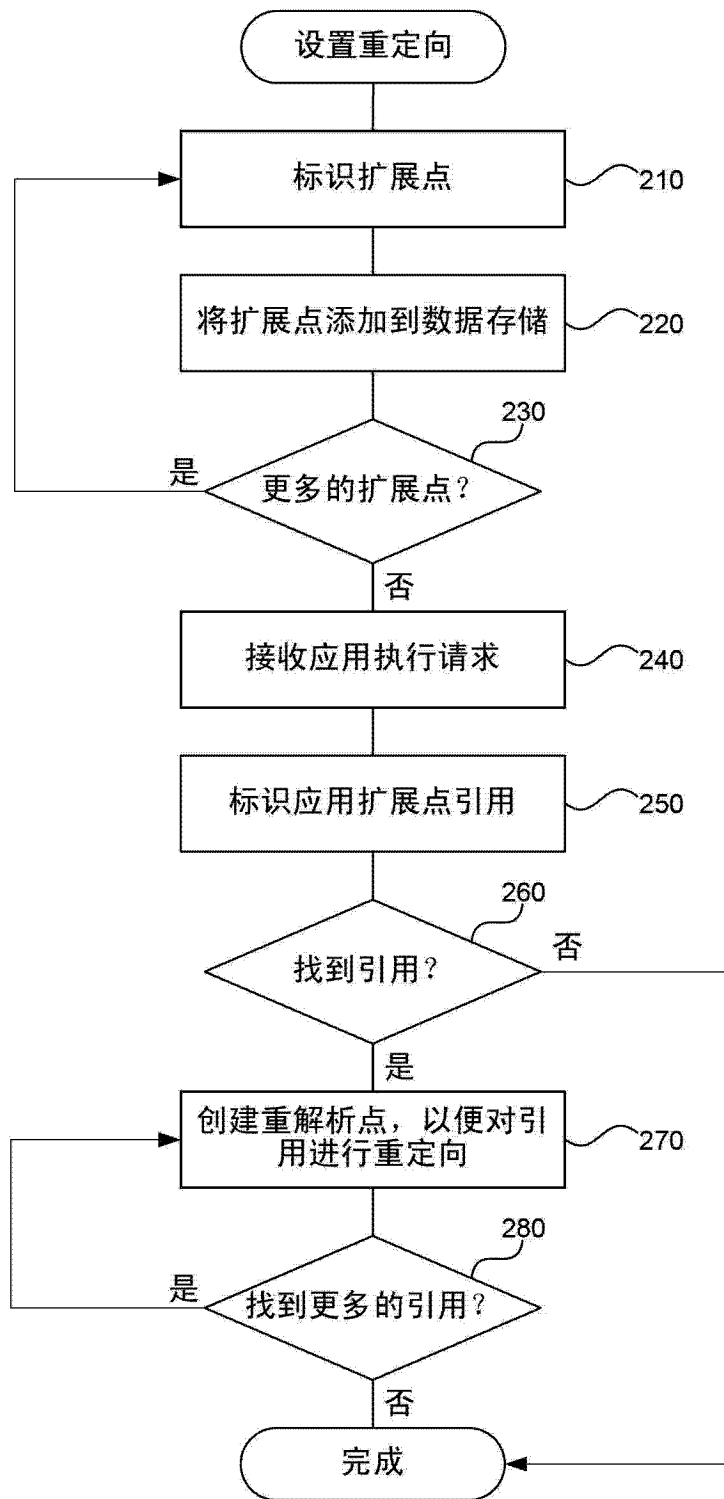


图 2

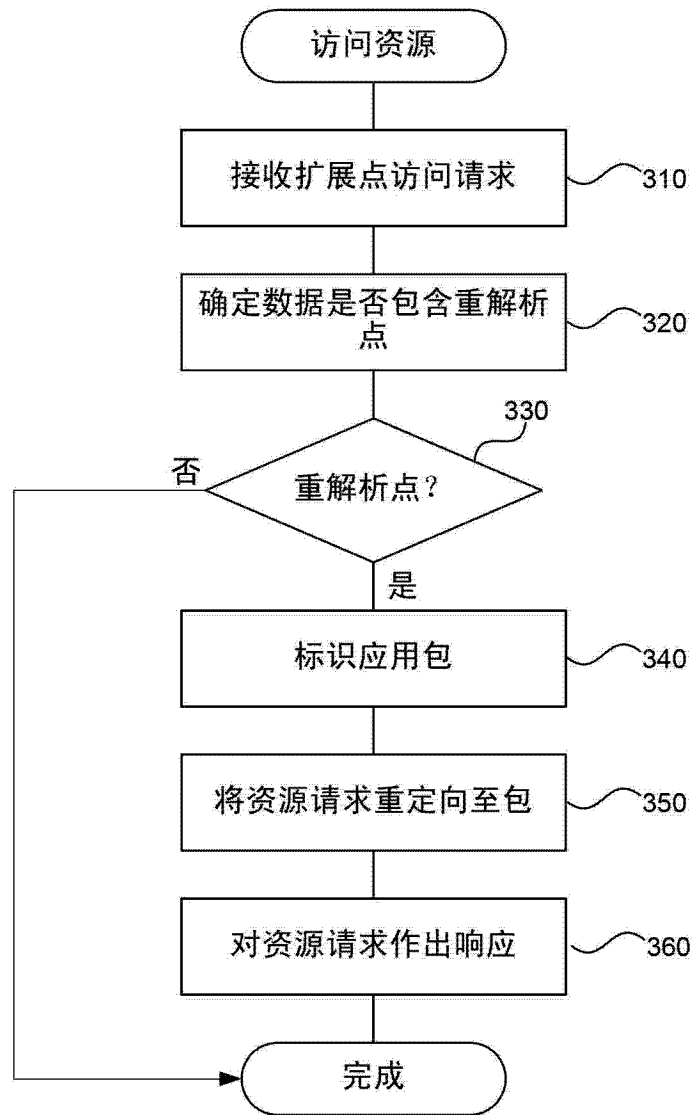


图 3