



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102057377 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 27

(21) 申请号 200980122239. 3

G06F 17/40 (2006. 01)

(22) 申请日 2009. 05. 15

G06F 17/00 (2006. 01)

(30) 优先权数据

12/136, 616 2008. 06. 10 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 12. 09

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2009/044258 2009. 05. 15

(87) PCT申请的公布数据

W02009/151873 EN 2009. 12. 17

(73) 专利权人 微软公司

地址 美国华盛顿州

(72) 发明人 G·L·休斯 C·凯雷

B·M·奥兰尼科

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 胡利鸣 钱静芳

(51) Int. Cl.

G06F 17/30 (2006. 01)

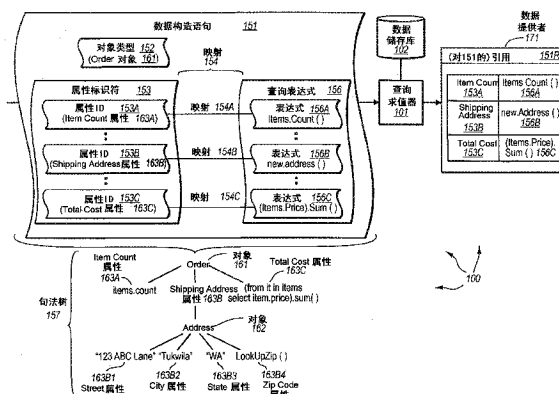
权利要求书 4 页 说明书 10 页 附图 5 页

(54) 发明名称

虚拟化查询中的对象

(57) 摘要

本发明涉及用于虚拟化查询中的对象的方法、系统和计算机程序产品。本发明的各实施例虚拟化用于查询的数据访问。虚拟化可在句法树的任意部分中实现。例如,可以虚拟化本身是另一对象的对象属性的数据。数据虚拟化便于对查询表达式的懒惰求值。即,虚拟化数据构造语句中的属性的实际属性值直到查询具体地请求该实际属性值。此外,数据虚拟化还节约了资源并导致更高效的查询求值。



1. 一种在计算机系统处的用于创建对象 (161) 从而使得可在无需构造整个对象 (161) 的情况下访问所述对象 (161) 的部分的方法, 所述方法包括:

接收数据构造语句 (151) 的动作, 所述数据构造语句 (151) 包括:

对象类型 (152) 的指示, 所述指示表明所述数据构造语句表示所述对象的构造;

一个或多个属性标识符 (153), 每一属性标识符表示所述对象的属性; 以及

一个或多个相应的映射 (154), 每一相应的映射将属性标识符映射到查询表达式 (156), 所述查询表达式 (156) 指示如何计算所述属性标识符所标识的对象的属性的值; 以及

响应于接收到所述数据构造语句 (151) 来创建数据提供者 (171) 的动作, 所述数据提供者 (171) 虚拟化数据访问从而使得可在不必对所述整个数据构造语句 (151) 求值或者完全构造所述整个对象 (161) 的情况下访问所述数据构造语句 (151) 所描述的所述对象 (161) 的属性, 所述数据提供者包括:

对所述数据构造语句的引用 (151R), 所述引用 (151R) 传递性地包括对所述数据构造语句的类型、属性标识符和相应的映射的引用。

2. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述接收数据构造语句的动作包括接收在提交针对所述数据构造语句所描述的虚拟化对象的属性的任何查询之前提交所述数据构造语句以供求值的用户输入的动作。

3. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述接收数据构造语句的动作包括从现有数据提供者接收所述数据构造语句的动作, 所述数据构造语句被包含在来自所述现有数据提供者的属性映射的查询表达式中。

4. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 还包括:

从数据消费者接收对所述数据提供者内的属性的值的请求的动作;

参考所述相应的一个或多个映射来定位与所标识的属性相对应的查询表达式的动作;

对所述查询表达式求值来获得所述属性的属性值的动作; 以及

将所述属性值返回给数据消费者的动作。

5. 如权利要求 4 所述的方法, 其特征在于, 所述对所述查询表达式求值来获得所述属性的属性值的动作包括对所述查询表达式求值来获得所述属性的实际属性值的动作。

6. 如权利要求 5 所述的方法, 其特征在于, 所述对所述查询表达式求值来获得所述属性的实际属性值的动作包括参考数据储存库的动作。

7. 如权利要求 6 所述的方法, 其特征在于, 所述参考数据储存库的动作包括参考所述数据储存库来访问用于计算所述实际属性值的数据而无需访问用于计算所述数据构造语句所描述的任何其他属性的值的数据的动作。

8. 如权利要求 4 所述的方法, 其特征在于, 所述对所述查询表达式求值来获得所述属性的属性值的动作包括对所述查询表达式求值来获得其他数据提供者的动作, 所述其他数据提供者虚拟化来自所述数据提供者的属性值。

9. 如权利要求 8 所述的方法, 其特征在于, 所述对所述查询表达式求值来获得其他数据提供者的动作包括对所述数据提供者中包含的其他数据构造语句求值来创建所述其他数据提供者的动作。

10. 一种在包括查询求值器 (101) 的计算机系统处的用于响应查询 (121) 的方法, 所述方法包括:

接收属性值访问查询 (121) 的动作, 所述属性值访问查询 (121) 查询在先前接收的数据构造语句中标识的属性的属性值;

基于所述属性值访问查询 (121) 中包含的数据来标识从所述先前接收的数据构造语句中创建的数据提供者 (171) 的动作, 所述数据提供者 (171) 虚拟化数据访问从而使得可在不必对所述整个数据构造语句求值或者完全构造整个对象的情况下访问所述数据构造语句所描述的对象属性;

将所标识的数据提供者 (171) 放置在与所述查询求值器 (101) 相关联的已知位置中的动作;

为所述属性值访问查询 (121) 创建数据消费者 (106) 的动作;

所述数据消费者 (106) 从所述已知位置 (104) 访问所标识的数据提供者 (171) 的动作;

所述数据消费者 (106) 向所述数据提供者 (171) 请求 (153A) 所标识的属性的属性值的动作;

所述数据消费者 (106) 从所述数据提供者 (151) 接收所标识的属性的属性值 (108) 的动作;

所述数据消费者 (106) 将所接收的属性值 (108) 放置在所述已知位置 (104) 中以供进一步处理的动作。

11. 如权利要求 10 所述的方法, 其特征在于, 所述数据消费者从所述数据提供者接收所标识的属性的属性值的动作包括所述数据消费者从所述数据提供者接收所述属性的实际属性值的动作。

12. 如权利要求 10 所述的方法, 其特征在于, 所述数据消费者从所述数据提供者接收所标识的属性的属性值的动作包括在不必对所述先前接收的数据构造语句所描述的其他属性的查询表达式求值的情况下接收所述属性的实际属性值的动作。

13. 如权利要求 10 所述的方法, 其特征在于, 所述数据消费者从所述数据提供者接收所标识的属性的属性值的动作包括所述数据消费者从所述数据提供者接收其他数据提供者的动作, 所述其他数据提供者虚拟化来自所述数据提供者的属性值。

14. 如权利要求 10 所述的方法, 其特征在于, 所述数据消费者将所接收的属性值放置在所述已知位置中以供进一步处理的动作包括所述数据消费者将所述属性的实际属性值放置在所述已知位置中的动作。

15. 如权利要求 10 所述的方法, 其特征在于, 所述数据消费者将所获得的属性值放置在所述已知位置中以供进一步处理的动作包括将其他数据提供者放置在所述已知位置中的动作, 所述其他数据提供者虚拟化来自所述数据提供者的属性值。

16. 如权利要求 15 所述的方法, 其特征在于, 还包括:

为所述属性值访问查询创建其他数据消费者的动作;

所述其他数据消费者从所述已知位置访问所述其他数据提供者的动作;

所述其他数据消费者向所述其他数据提供者请求所标识的属性的属性值的动作;

所述其他数据消费者从所述其他数据提供者接收所标识的属性的属性值的动作;

所述其他数据消费者将所接收的属性值放置在所述已知位置中以供进一步处理的动作。

17. 如权利要求 16 所述的方法,其特征在于,所述接收所标识的属性的属性值的动作包括在不参考数据储存库来对所述先前接收的数据构造语句所描述的属性的查询表达式求值并且不必对所述其他数据构造语句所描述的其他属性的查询表达式求值的情况下接收所标识的属性的实际属性值的动作。

18. 一种在包括查询求值器 (101) 的计算机系统处的用于虚拟化数据以促进更高效的查询的方法,所述方法包括:

接收数据构造语句 (151) 的动作,所述数据构造语句包括:

对象类型 (152) 的指示,所述指示表明所述数据构造语句 (151) 表示对象的构造;

一个或多个属性标识符 (153),每一属性标识符标识所述对象 (161) 的属性;以及

一个或多个相应的映射 (154),每一相应的映射将属性标识符映射到查询表达式 (156),所述查询表达式指示如何计算所述属性标识符所标识的对象的属性值;以及

响应于接收到所述数据构造语句 (151) 来创建初始数据提供者 (171) 的动作,所述数据提供者 (171) 虚拟化数据访问从而使得可在不必对所述整个数据构造语句 (151) 求值或者完全构造所述整个对象 (161) 的情况下访问所述数据构造语句 (151) 所描述的所述对象 (161) 的属性,所述数据提供者 (171) 包括:

对所述数据构造语句的引用 (151R),所述引用传递性地包括对所述数据构造语句的类型、属性标识符和相应的映射的引用;

接收属性值访问查询 (121) 的动作,所述属性值访问查询 (121) 包括来自所述数据构造语句的属性标识符;

用于响应于所述属性值访问查询 (121) 基于所述属性标识符来标识所述初始数据提供者 (171) 的动作;

将所述初始数据提供者 (171) 放置在与所述查询求值器 (101) 相关联的已知位置 (104) 中的动作;

为所述属性值访问查询 (121) 创建数据消费者 (106) 的动作;

所述数据消费者 (106) 从所述已知位置 (104) 访问所述初始数据提供者 (171) 的动作;

所述数据消费者向所述初始数据提供者 (171) 请求 (153A) 所标识的属性的属性值的动作;

所述初始数据提供者 (171) 查找与来自先前接收的数据构造语句 (151) 的所标识的属性相对应的查询表达式 (156A) 的动作;

对所述查询表达式 (156A) 求值来获得所述属性的属性值 (108) 的动作;

所述初始数据提供者 (171) 将所获得的属性值 (108) 返回给所述数据消费者 (106) 的动作;

所述数据消费者 (106) 接收所获得的属性值 (108) 的动作;以及

所述数据消费者 (106) 将所接收的属性值 (108) 放置在所述已知位置 (104) 中以供进一步处理的动作。

19. 如权利要求 18 所述的方法,其特征在于,所述对所述查询表达式求值来获得所述

属性的实际属性值的动作包括从数据库访问数据的动作。

20. 如权利要求 18 所述的方法,其特征在于,所述对所述查询表达式求值来获得所述属性的实际属性值的动作包括构造其他数据提供者的动作。

虚拟化查询中的对象

[0001] 背景

[0002] 1. 背景和相关技术

[0003] 计算机系统和相关技术影响社会的许多方面。的确,计算机系统处理信息的能力已转变了人们生活和工作的方式。计算机系统现在通常执行在计算机系统出现以前手动执行的许多任务(例如,文字处理、日程安排和会计等)。最近,计算机系统彼此耦合并耦合到其他电子设备以形成计算机系统和其他电子设备可以在其上传输电子数据的有线和无线计算机网络。因此,许多计算任务的执行分布在多个不同的计算机系统和/或多个不同的计算环境上。

[0004] 大多数(即使不是全部)计算任务通常包括对数据执行诸如例如创建、修改、删除等操作来获得所需结果的软件(例如,应用程序或操作系统)。由此,对于要获得所需结果的软件,该软件必须能够访问适当的数据。例如,为了对文字处理文档做出编辑,用户必须定位该文字处理文档(例如,在文件系统中)并将命令输入到文字处理程序来指示该文字处理程序打开该文字处理文档。

[0005] 如果用户不知道文档位置,则用户可使用各种搜索工具来定位文档。用户可将各种搜索项输入到搜索模块(例如,文件查找器)中。搜索模块可在文件系统中搜索包括在搜索项中标识的特征的文档并将任何所标识的文档的位置返回给用户。因此,在某种程度上,用户将查询(搜索项)提交给搜索模块,搜索模块处理查询(标识任何匹配),然后搜索模块返回结果(任何所标识的匹配)。

[0006] 在许多环境中,使用更复杂的数据操作来创建并访问较大一部分数据的数据子集。例如在数据库系统中,数据创建语句可用于创建对数据库中的数据的视图。查询可针对对数据库(或甚至整个)的视图(或其他对象)来发出以检索所需数据子集。基于数据库中的数据的安排和数据量,数据创建语句和查询可相对复杂。此外,一系列数据创建语句和查询可彼此结合使用来更细粒度地访问数据,导致额外的复杂度。

[0007] 另外,常常有请求少于全部分组数据集(或子集)来执行所需计算操作的情况。例如,数据库可包含含有若干顾客的企业地址的地址对象。每一地址对象可包含街道、城市、州和邮政编码字段。然而,为了执行所需操作(例如,确定每个邮政编码的顾客数量),只有邮政编码字段中的值是相关的。因此,可以发出查询来从每一地址对象的邮政编码字段中获得值。

[0008] 不幸的是,在大部分(即使不是全部)数据库系统中,当查询引用对象的一部分(例如,其中的字段)时,整个对象被实例化,从而需要立即对整个对象求值。即,在处理只引用对象的一部分的查询之前对整个对象求值。例如,邮政编码查询可能需要在处理邮政编码查询之前实例化整个地址对象。实例化与查询无关的数据并对其求值不必要地消耗了计算机系统资源并导致查询处理的低效性。

[0009] 此外,随着对象大小增加,计算机系统资源的不必要的消耗以及查询处理的低效性也增加。例如,考虑下列描述了创建表示订单的对象的对象查询:

[0010] Order order =

```
[0011]         new Order()
[0012]         {
[0013]             ItemCount = items.Count(),
[0014]             ShippingAddress =
[0015]                 new Address()
[0016]                 {
[0017]                     Street = "123 Abc Lane",
[0018]                     City = "Tukwila",
[0019]                     State = "WA",
[0020]                     ZipCode = LookupZipCode(...)
[0021]                 },
[0022]             TotalCost =
[0023]                 (from it in items
[0024]                  select item.Price).Sum()
[0025]         }
```

[0026] 且对对象的查询是：

[0027] Address address = order.Address

[0028] 通常对该查询的求值需要首先实例化 Order(订单)对象,导致此时需要立即对 ItemCount(项目计数)、ShippingAddress(送货地址)和 TotalCost(总成本)属性的表达式求值。然后,ShippingAddress 属性的值将从 Order 对象实例中检索。Order 对象的创建和对 ItemCount 和 TotalCost 属性的表达式的求值不被第二查询使用,但无论如何在其创建和求值时使用了计算机系统资源和时间。

[0029] 简要概述

[0030] 本发明涉及用于虚拟化查询中的对象的方法、系统和计算机程序产品。在某些实施例中,按照可在不需要构造整个对象的情况下访问对象的部分的方式来创建对象。查询求值器接收数据构造语句(例如,对象查询片段)。数据构造语句包括对象的类型的指示和一个或多个属性标识符,该指示表明该数据构造语句表示该对象的构造。每一属性标识符标识对象的属性。数据构造语句还包括一个或多个相应的映射。每一相应的映射将属性标识符映射到查询表达式。查询表达式指示如何计算属性标识符所标识的对象的属性的值。

[0031] 查询求值器响应于接收到数据构造语句来创建数据提供者。数据提供者虚拟化数据访问从而使得可在不需要对整个数据构造语句求值或者完全构造整个对象的情况下访问数据构造语句所描述的对象属性。在某些实施例中,数据提供者包括对数据构造语句的引用。引用传递性地包括回头对数据构造语句的类型、属性标识符和相应的映射的引用。

[0032] 在其他实施例中,查询求值器响应查询。查询求值器接收属性值访问查询。属性值访问查询在先前接收的数据构造语句中标识的属性的属性值。查询求值器基于属性值访问查询中包含的数据来标识从先前接收的数据构造语句中创建的数据提供者。数据提供者虚拟化数据访问从而使得可在不必对整个数据构造语句求值或者完全构造整个对象的情况下访问数据构造语句所描述的对象属性。

[0033] 查询求值器将所标识的数据提供者放置在与该查询求值器相关联的已知位置

(例如,该查询求值器使用的栈)中。查询求值器为属性值访问查询创建数据消费者。数据消费者从已知位置访问所标识的数据提供者。

[0034] 数据消费者向数据提供者请求所标识的属性的属性值。数据消费者从数据提供者接收所标识的属性的属性值。数据消费者将所接收的属性值放置在已知位置中以便进一步处理。

[0035] 提供本概述是为了以精简的形式介绍将在以下详细描述中进一步描述的一些概念。本概述不旨在标识出所要求保护的主题的关键特征或必要特征,也不旨在用于帮助确定所要求保护的主题的范围。

[0036] 本发明的另外的特征和优点将在随后的描述中阐述,并且部分地将从本说明书中显而易见,或可以通过本发明的实施来获知。本发明的特征和优点可通过在所附权利要求书中特别指出的工具和组合来实现和获得。本发明的这些和其他特征将通过以下描述和所附权利要求书变得更加显而易见,或可通过对下文中所述的本发明的实践来领会。

[0037] 附图简述

[0038] 为了描述可以获得本发明的上文所列举的以及其他优点和特征的方式,将通过参考附图中所示的本发明的各具体实施例来呈现上文简要描述的本发明的更具体的描述。可以理解,这些附图只描绘了本发明的各典型实施例,并且因此不被认为是对其范围的限制,将通过使用附图并利用附加特征和细节来描述和解释本发明,在附图中:

[0039] 图 1A 示出便于创建虚拟化数据访问的对象的示例计算机体系结构。

[0040] 图 1B 示出包括便于响应查询的其他组件的图 1A 的示例计算体系结构。

[0041] 图 1C 示出包括便于响应查询的其他组件的图 1B 的示例计算体系结构。

[0042] 图 2 示出用于创建虚拟化数据访问的对象的示例方法的流程图。

[0043] 图 3 示出用于响应查询的示例方法的流程。

[0044] 详细描述

[0045] 本发明涉及用于虚拟化查询中的对象的方法、系统和计算机程序产品。在某些实施例中,按照可在不需要构造整个对象的情况下访问对象的部分的方式来创建对象。查询求值器接收数据构造语句(例如,对象查询片段)。数据构造语句包括对象的类型的指示和一个或多个属性标识符,该指示表明该数据构造语句表示该对象的构造。每一属性标识符标识对象的属性。数据构造语句还包括一个或多个相应的映射。每一相应的映射将属性标识符映射到查询表达式。查询表达式指示如何计算属性标识符所标识的对象的属性的值。

[0046] 查询求值器响应于接收到数据构造语句来创建数据提供者。数据提供者虚拟化数据访问从而使得可在不必对整个数据构造语句求值或者完全构造整个对象的情况下访问数据构造语句所描述的对象属性。在某些实施例中,数据提供者包括对数据构造语句的引用。引用传递性地包括回头对数据构造语句的类型、属性标识符和相应的映射的引用。

[0047] 在其他实施例中,查询求值器响应查询。查询求值器接收属性值访问查询。属性值访问查询在先前接收的数据构造语句中标识的属性的属性值。查询求值器基于属性值访问查询中包含的数据来标识从先前接收的数据构造语句中创建的数据提供者。数据提供者虚拟化数据访问从而使得可在不必对整个数据构造语句求值或者完全构造整个对象的情况下访问数据构造语句所描述的对象属性。

[0048] 查询求值器将所标识的数据提供者放置在与该查询求值器相关联的已知位置

(例如,该查询求值器使用的栈)中。查询求值器为属性值访问查询创建数据消费者。数据消费者从已知位置访问所标识的数据提供者。

[0049] 数据消费者向数据提供者请求所标识的属性的属性值。数据消费者从数据提供者接收所标识的属性的属性值。数据消费者将所接收的属性值放置在已知位置中以供进一步处理。

[0050] 本发明的各实施例可以包括或利用含有计算机硬件的专用或通用计算机,这将在以下做出进一步讨论。本发明范围内的各实施例还包括用于承载或存储计算机可执行指令和/或数据结构的物理和其他计算机可读介质。这样的计算机可读介质可以是可由通用或专用计算机系统访问的任何可用介质。存储计算机可执行指令的计算机可读介质是物理存储介质。承载计算机可执行指令的计算机可读介质是传输介质。由此,作为示例而非限制,本发明的各实施例可包括至少两种完全不同种类的计算机可读介质:物理存储介质和传输介质。

[0051] 物理存储介质包括 RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM 或其他光盘存储、磁盘存储或其他磁存储设备、或可用于存储计算机可执行指令或数据结构形式的所需程序代码装置且可由通用或专用计算机访问的任何其他介质。

[0052] “网络”被定义为允许在计算机系统和/或模块和/或其他电子设备之间传输电子数据的一个或多个数据链路。当信息通过网络或另一通信连接(硬连线、无线、或硬连线或无线的组合)传输或提供给计算机时,该计算机将该连接适当地视为传输介质。传输介质可包括可用于携带计算机可执行指令或数据结构形式的所需程序代码装置并可由通用或专用计算机访问的网络和/或数据链路。上述的组合也应被包括在计算机可读介质的范围内。

[0053] 此外,在到达各种计算机系统组件之后,计算机可执行指令或数据结构形式的程序代码装置可从传输介质自动转移到物理存储介质(或者相反)。例如,通过网络或数据链路接收到的计算机可执行指令或数据结构可被缓存在网络接口模块(例如,“NIC”)内的 RAM 中,然后最终被传送到计算机系统 RAM 和/或计算机系统处的较不易失性的物理存储介质。由此,应当理解,物理存储介质可被包括在同样(或甚至主要)利用传输介质的计算机系统组件中。

[0054] 计算机可执行指令包括,例如使通用计算机、专用计算机、或专用处理设备执行某一功能或某组功能的指令和数据。计算机可执行指令可以是例如二进制代码、诸如汇编语言等中间格式指令、或甚至源代码。尽管用结构特征和/或方法动作专用的语言描述了本主题,但可以理解的是,所附权利要求书中定义的主题不必限于上述特征或动作。相反,上述特征和动作是作为实现权利要求的示例形式而公开的。

[0055] 本领域的技术人员将理解,本发明可以在具有许多类型的计算机系统配置的网络计算环境中实践,这些计算机系统配置包括个人计算机、台式计算机、膝上型计算机、消息处理器、手持式设备、多处理器系统、基于微处理器的或可编程消费电子设备、网络 PC、小型计算机、大型计算机、移动电话、PDA、寻呼机、路由器、交换机等等。本发明也可以在其中通过网络链接(或者通过硬连线数据链路、无线数据链路,或者通过硬连线和无线数据链路的组合)的本地和远程计算机系统两者都执行任务的分布式系统环境中实践。在分布式系统环境中,程序模块可以位于本地和远程存储器存储设备中。

[0056] 图 1A 示出便于创建虚拟化数据访问的对象的示例计算机体系结构 100。图 1B 示出包括便于响应查询的其他组件的计算机体系结构 100。图 1C 示出包括便于响应查询的其他组件的计算机体系结构 100。因此,计算机体系结构 100 包括查询求值器 101、数据储存库 102 和高速缓存 103。在对象创建和 / 或查询求值期间的不同时刻,计算机体系结构 100 还可包括一个或多个数据消费者,诸如例如数据消费者 106(图 1B)、107(图 1C) 和 108(图 1C),以及一个或多个数据提供者,诸如例如数据提供者 171(图 1A 和 1B) 和数据提供者 173B(图 1C)。

[0057] 所描绘的组件中的每一个可通过诸如例如局域网 (“LAN”)、广域网 (“WAN”) 和甚至因特网等网络 (或作为网络的一部分) 彼此连接。因此,所描绘的组件中的每一个以及任何其他连接的组件都可以创建消息相关数据并通过网络交换消息相关数据 (例如,网际协议 (“IP”) 数据报和利用 IP 数据报的其他更高层协议,诸如传输控制协议 (“TCP”)、超文本传输协议 (“HTTP”)、简单邮件传输协议 (“SMTP”) 等)。

[0058] 本发明的各实施例还一般地实现包括消息的请求 / 响应对的协议。请求从数据消费者被发送至数据提供者,然后响应从数据提供者返回至数据消费者。请求包含要访问的属性的标识符和可能的用于维护消费者和提供者之间的辅助协议的其他信息。响应包含所访问的属性的值 (可能是数据对象 / 协议提供者的另一虚拟化表示) 以及用于维护提供者和消费者之间的辅助协议的其他信息。

[0059] 参考图 1,查询求值器 101 一般被配置成执行已经从表达式编译的指令集。查询求值器可维护每一指令在其执行时可读取并更新的内部状态集。一般而言,指令从查询求值器 101 的当前状态读取先前指令的结果并将结果写回至查询求值器 101 的当前状态从而使这些结果对其他指令可用。

[0060] 只要查询求值器 101 遇到对象创建指令 (例如, `new Order() {…}`), 它便创建数据提供者并用关于该数据提供者正在虚拟化的对象的类型的信息 (例如, 属性标识符列表) 来填充该数据提供者。数据提供者随后被放置在求值器的当前状态中, 使得其可供其他指令使用。只要查询求值器 101 遇到属性访问指令 (例如, `order.ItemCount`), 它便创建数据消费者, 将属性的标识符连同从查询求值器 101 的当前状态中检索的提供者一起传递至数据消费者。对数据消费者的求值的结果被放置在查询求值器 101 的当前状态中, 由此该结果可被其他指令使用。

[0061] 因此, 查询求值器 101 一般被配置成接收数据构造语句并从该数据构造语句中创建数据提供者。

[0062] 在某些实施例中, 数据构造语句表示根据句法树来定义的对象。例如, 数据构造语句 151 表示根据句法树 157 来定义的 `Order` 对象 161。一般而言, 句法树 (有时也被称为抽象句法树 “AST”) 是有向树, 其中每一内部节点表示构造而该节点的子节点表示该构造的有意义的组分。例如, 参考句法树 157, `ShippingAddress` 属性 163B 的子节点是 `Address` (地址) 构造。 `Street` (街道) 属性 163B1、 `City` (城市) 属性 163B2、 `State` (州) 属性 163B3 和 `ZipCode` (邮政编码) 属性 163B4 表示 `ShippingAddress` 属性 163B 的子节点 `Address` 构造的有意义的组分。

[0063] 句法树 157 可表示与以下类似的查询片段:

[0064] `Order order =`

```
[0065]         new Order()
[0066]         {
[0067]             ItemCount = items.Count(),
[0068]             ShippingAddress =
[0069]                 new Address()
[0070]                 {
[0071]                     Street = "123 Abc Lane",
[0072]                     City = "Tukwila",
[0073]                     State = "WA",
[0074]                     ZipCode = LookupZipCode(...)
[0075]                 },
[0076]             TotalCost =
[0077]                 (from it in items
[0078]                  select item.Price).Sum()
[0079]         }
```

[0080] 因此,查询求值器 101 可接收数据构造语句 151 并从数据构造语句 151 中创建数据提供者 171。数据提供者 171 虚拟化对对象 161 的数据访问。虚拟化数据访问便于在不必要完全对数据构造语句 151 求值的情况下提供对对象 161 的属性的访问(即,获得句法树 157 中的每一属性的实际数据值)。虚拟化数据访问还包括在不必要完全构造对象 161 的情况下提供对对象 161 的属性的访问。

[0081] 数据储存库 102 表示存储数据的数据库或其他数据存储位置。数据构造语句可被配置成将数据添加至数据储存库 102、提供对来自数据储存库 102 的数据的视图、或以其他方式修改存储在数据储存库 102 中的数据。

[0082] 一般而言,每一次对描述数据的构造的查询表达式求值时创建数据提供者(例如,通过查询求值器 101),诸如例如 `Order order = new Order() {ItemCount = items.Count(), ...}`。每一数据提供者包含关于其表示的对象的类型的信息。该信息的一部分是对象上包含的属性的全部标识符(例如,ItemCount)的列表。每一数据提供者还包含列表中的每一属性标识符和要被用于计算该虚拟化实例的属性值的查询表达式(例如,items.Count())之间的关联映射。数据提供者还可维护属性标识符的其他关联映射(诸如每一属性的结果的高速缓存)。

[0083] 当在数据提供者处接收到请求消息时,数据提供者从消息中提取属性标识符并在其关联映射中查找相应的查询表达式。数据提供者还可从属性的其他关联映射中检索任何信息(例如,属性的先前高速缓存的值)。数据提供者还可使用请求消息中包含的任何其他信息(例如,对所高速缓存的值的生存时间的指定)。

[0084] 数据提供者然后可调用查询求值器 101 来处理属性的查询表达式,可能传递来自其内部映射和/或请求消息的任何辅助信息。查询求值的结果(包括任何辅助信息)用于更新数据提供者中的关联映射(例如,高速缓存查询的结果)。查询的结果(以及任何辅助信息)被包装到响应消息中。响应消息然后被发送至发起针对数据提供者的请求的客户机。

[0085] 现在参考图 2, 图 2 示出用于创建虚拟化数据访问的对象的示例方法 200 的流程图。方法 200 将参考图 1A 中描绘的计算机体系结构 100 的组件和数据来描述。

[0086] 方法 200 包括接收数据构造语句的动作 (动作 201)。例如, 查询求值器 101 可接收数据构造语句 151。数据构造语句 151 可从计算机体系结构 100 中的某一其他联网计算机系统 (未示出) 接收。另选地, 数据构造语句 151 可作为查询求值器 101 对查询表达式求值的结果来接收。

[0087] 数据构造语句包括对象的类型的指示, 表明该数据构造语句表示该对象的构造。例如, 数据构造语句 151 包括指示数据构造语句 151 表示对 Order 对象 161 的构造的对象类型 152。数据构造语句 151 可定义对数据储存库 102 中的数据的视图。

[0088] 数据构造语句还包括一个或多个属性标识符。例如, 数据构造语句 151 包括属性标识符 153。每一属性标识符标识对象的属性。例如, 属性 ID 153A 标识 ItemCount 属性 163A、属性 ID 153B 标识 ShippingAddress 属性 163B, 而属性 ID 153C 标识 TotalCost 属性 163C。

[0089] 数据构造语句还包括一个或多个相应的映射。例如, 数据构造语句 151 包括映射 154。每一相应的映射将属性标识符映射到查询表达式。例如, 映射 154A 将属性 ID 153A 映射到查询表达式 156A, 映射 154B 将属性 ID 153B 映射到查询表达式 156B, 而映射 154C 将属性 ID 153C 映射到查询表达式 156C。每一查询表达式指示如何计算属性标识符所标识的对象的属性的值。例如, 查询表达式 156A 指示如何计算 ItemCount 属性 163A 的值, 查询表达式 156B 指示如何计算 ShippingAddress 属性 163B 的值, 而查询表达式 156C 指示如何计算 TotalCost 属性 163C 的值。

[0090] 方法 200 包括响应于接收到数据构造语句来创建数据提供者的动作 (动作 202)。例如, 查询求值器 101 可响应于接收到数据构造语句 151 来创建数据提供者 171。数据提供者 171 虚拟化数据访问从而使得可在不必完全对数据构造语句 151 求值或者完全构造 Order 对象 161 的情况下访问 Order 对象 161 的属性 (由数据构造语句 151 所描述)。

[0091] 例如, 代替查询求值器 101 对 ShippingAddress 属性 163B 的所有属性求值, 数据提供者 171 改为指示在这些属性 (例如, 163B1、163B2、163B3 和 163B4) 随后被请求的情况下如何对这些属性的值求值 (例如, 响应于后续属性值访问查询来对其他数据构造语句 “new Address()” 求值)。此外, 数据提供者 171 表示 Order 对象 161 的部分构造。因此, 通过最小化可能不必要的对数据储存库 102 的访问并最小化用于存储对象 161 的各部分的可能不必要的存储器分配而节约了资源。最小化数据访问和存储器分配还促进更高效的查询处理。

[0092] 在某些实施例中, 数据提供者 (例如, 最初为顶层对象创建的数据提供者) 包括对数据构造语句的引用。例如, 数据提供者 171 包括对数据构造语句 151 的引用 151R。该引用传递性地包括数据构造语句的对类型、属性标识符和相应的映射的引用。例如, 引用 151R 传递性地包括对对象类型 152、属性标识符 153 和映射 154 的引用。

[0093] 现在参考图 1B, 图 1B 示出包括便于响应查询的其他组件的计算机体系结构 100。因此, 一般而言, 查询求值器 101 也被配置成响应查询, 诸如例如属性值访问查询。响应于属性值访问查询, 查询求值器 101 可标识适当的数据提供者来响应属性值访问查询。查询求值器 101 可将所标识的数据提供者放置在栈 104 上。

[0094] 查询求值器 101 可创建数据消费者来与所标识的数据提供者进行交互。数据消费者可从栈 104 访问所标识的数据提供者并将属性标识符发送给所标识的数据提供者。数据提供者可对与属性标识符相对应的查询表达式进行求值并将结果返回给数据消费者。数据消费者可将结果放置在栈 104 上。对查询表达式的求值可包括参考数据库 102 来访问实际数据值。

[0095] 在某些实施例中,先前创建的数据提供者从高速缓存 103 来访问。

[0096] 图 3 示出用于响应查询的示例方法 300 的流程。方法 300 将参考图 1B 中描绘的计算机体系结构 100 的组件和数据来描述。

[0097] 方法 300 包括接收属性值访问查询的动作,该属性值访问查询在先前接收的数据构造语句中标识的属性的属性值(动作 301)。例如,查询求值器 101 可接收属性值访问查询 121。属性值访问查询 121 是对来自数据构造语句 151 的 ItemCount 属性 163A 的属性值的查询。查询求值器 101 可解析属性值访问查询 121 来确定,属性值访问查询 121 的“Order”部分标识 Order 对象 161,而属性值访问查询 121 的“Itemcount”部分标识 Itemcount 属性 163A。因此,查询求值器 101 还可从该信息中确定属性 ID 153A 与正在查询的属性相对应。

[0098] 方法 300 包括基于属性值访问查询中包含的数据来标识从先前接收的数据构造语句中创建的数据提供者的动作(动作 302)。例如,查询求值器 101 可基于属性值访问查询 121 中包括的项“Order”来标识数据提供者 171(从数据构造语句 151 中创建的)。

[0099] 所访问的数据提供者虚拟化数据访问从而使得可在不必对整个数据构造语句求值或者完全构造整个对象的情况下访问数据构造语句所描述的对象属性。例如,如先前所描述的,数据提供者 171 虚拟化对 Order 对象 161 的属性的数据访问。

[0100] 方法 300 包括将所标识的数据提供者放置在与查询求值器相关联的已知位置中的动作(动作 303)。例如,查询求值器 101 可将数据提供者 171 放置在栈 104 上。

[0101] 一般而言,每一次对描述了对诸如例如 order.ItemCount(订单的项目计数)等的属性值的访问的查询表达式求值时对协议消费者(例如,由查询求值器 101)求值。协议消费者被给予(例如,由查询求值器 101)要从数据提供者访问的属性的标识符以及要与其进行通信的数据提供者的实例。

[0102] 数据消费者构造包含属性标识符以及可能的可从查询求值器获得的任何其他带外信息(例如,所高速缓存的值的生存时间)的请求消息。消费者随后将请求发送至提供者并等待响应。当从数据提供者接收到响应时,消费者拉取属性的结果值并将其返回给查询求值器 101,查询求值器 101 随后可将结果值放置在栈 104 上以供其他查询消费。数据消费者还基于响应消息中包含的其他信息来更新查询求值器 101 的任何其他状态/带外信息。

[0103] 因此,方法 300 包括为属性值访问查询创建数据消费者的动作(动作 304)。例如,查询求值器 101 可创建数据消费者 106。所创建的数据消费者可被传递与正在查询其属性值的属性相对应的属性标识符。例如,查询求值器 101 可将属性 ID 153A 传递至数据消费者 106(或者可构造数据消费者 106 来包括属性 ID 153A)。

[0104] 方法 300 包括数据消费者从已知位置访问所标识的数据提供者的动作(动作 305)。例如,数据消费者 106 可从栈 104 访问数据提供者 171。方法 300 包括数据消费者向

数据提供者请求所标识的属性的属性值的动作（动作 306）。例如，数据消费者 106 可将属性 ID 153A 提交给数据提供者 171 来请求 ItemCount 属性 163A 的属性值。

[0105] 数据提供者 171 可将属性 ID 153A 匹配到查询表达式 156A。查询求值器 101 随后可对查询表达式 156A 求值来创建 ItemCount 属性 163A 的值。例如，查询求值器 101 可参考数据储存库 102 和访问数据 197 来计算值 108（例如，订单中的项目总数）。数据提供者 171 可将值 108 返回给数据消费者 106。

[0106] 方法 300 包括数据消费者从数据提供者接收所标识的属性的属性值的动作（动作 307）。例如，数据消费者 106 可从数据提供者 171 接收值 108。方法 300 包括数据消费者将所接收的属性值放置在已知位置中以供进一步处理的动作（动作 308）。例如，数据消费者 106 可将值 108 放置在栈 104 上（例如，代替数据提供者 171）。因此，可在不完全创建对象 161 且不必对属性 163C、162B1、162B2、162B3 和 162B4 的实际值进行求值的情况下获得 ItemCount 属性 163A 的属性值。

[0107] 图 1C 示出计算机体系结构 300 并包括便于响应查询的其他组件。一般而言，查询求值器 101 还被配置成从在所接收的属性值访问查询的处理期间对其进行求值的其他数据构造语句中创建其他数据提供者。现在参考图 1C，在某些实施例中，属性 ID 可映射到作为其他数据构造语句的查询表达式。例如，在数据提供者 171 中，属性 ID 153B 被映射到查询表达式 156B，表达式 156B 是用于创建地址对象的数据构造语句“new Address()”。对其他数据构造语句的求值可导致其他数据提供者的创建。例如，对查询表达式 156B 的求值可导致数据提供者 173B 的创建。

[0108] 因此，也可以虚拟化本身就是对象的对象属性来节约资源并促进高效的查询处理。例如，仍然参考图 1C，查询求值器可接收属性值访问查询 121。属性值访问查询 121 是对来自数据构造语句 151 的 Street 属性 163B1 的属性值的查询。查询求值器 101 可解析属性值访问查询 121 来确定，属性值访问查询 121 的“Order”部分标识 Order 对象 161，且属性值访问查询 121 的“ShippingAddress”部分标识 ShippingAddress 属性 163B，并且属性值访问查询 121 的“Street”部分标识 Street 属性 163B1。因此，查询求值器 101 还可从该信息中确定属性 ID153B1 与正在查询的属性相对应。

[0109] 查询求值器 101 可基于属性值访问查询 121 中包括的项“order.ShippingAddress.Street”（订单的送货地址的街道）来标识数据提供者 171（从数据构造语句 151 创建的）。查询求值器 101 可将数据提供者 171 放置在栈 104 上。

[0110] 查询求值器 101 可创建数据消费者 107 并向其提供属性 ID 153B。从属性 153B，数据消费者 107 能够请求 ShippingAddress 属性 163B 的值。为此，数据消费者 107 可从栈 104 访问数据提供者 171。数据消费者 107 随后可将属性 ID153B 提交给数据提供者 171 来请求 ShippingAddress 属性 163B 的属性值。

[0111] 数据提供者 171 可将属性 ID 153B 匹配到查询表达式 156B。查询求值器 101 随后可对查询表达式 156B 进行求值。对查询表达式 156B（其他数据构造语句）的求值导致数据提供者 173B 的创建。数据提供者 173B 虚拟化对表示 Address 对象 162 的对象（其是 ShippingAddress 属性 163B 的值）的数据访问，与数据提供者 151 如何虚拟化对 Order 对象 161 的数据访问类似。数据提供者 171 可将数据提供者 173B 返回给数据消费者 107。数据消费者 107 可接收数据提供者 173B 并将数据提供者 173B 放置在栈 104 上（例如，代替

数据提供者 171)。

[0112] 查询求值器 101 可创建数据消费者 108 和所传递的属性 ID 153B1。从属性 153B1，数据消费者 108 能够请求 Street 属性 163B1 的值。数据消费者 108 随后可从栈 104 访问数据提供者 173B。数据消费者 108 随后可将属性 ID 153B1 提交给数据提供者 173B 来请求 Street 属性 163B1 的属性值。

[0113] 数据提供者 173B 可将属性 ID 153B1 匹配到查询表达式 156B1。查询求值器 101 随后可对查询表达式 156B1 进行求值。查询表达式 156B1 求值为文字数据值“123 ABC Lane”。数据提供者 173B 将文字数据值“123 ABC Lane”返回给数据消费者 108。数据消费者 108 可接收文字数据值“123 ABC Lane”并将文字数据值“123 ABC Lane”放置在栈 104 上（例如，替代数据提供者 173B）。

[0114] 在某些实施例中，带外数据通过所组成的查询来发送。带外数据可用于建立并维护查询之间的内部协议。例如，生存时间（“TTL”）值可用于确定数据提供者要被高速缓存多长时间。例如，数据消费者可在请求中包括 TTL 值，例如 250ms，来向数据提供者指示其要保持被高速缓存多长时间。

[0115] 因此，本发明的各实施例虚拟化用于查询的数据访问。虚拟化可在句法树的任意部分中实现。例如，可以虚拟化本身是另一对象的对象属性的数据。数据虚拟化便于对查询表达式的懒惰（lazy）求值。即，虚拟化数据构造语句中的属性的实际属性值直到查询具体地请求该实际属性值。此外，如前所描述的，数据虚拟化还节约了资源并导致更高效的查询求值。

[0116] 本发明可被具体化为其他具体形式而不背离其精神或本质特征。所描述的实施例在所有方面都应被认为仅是说明性而非限制性的。从而，本发明的范围由所附权利要求书而非前述描述指示。落入权利要求书的等效方案的含义和范围内的所有改变应被权利要求书的范围所涵盖。

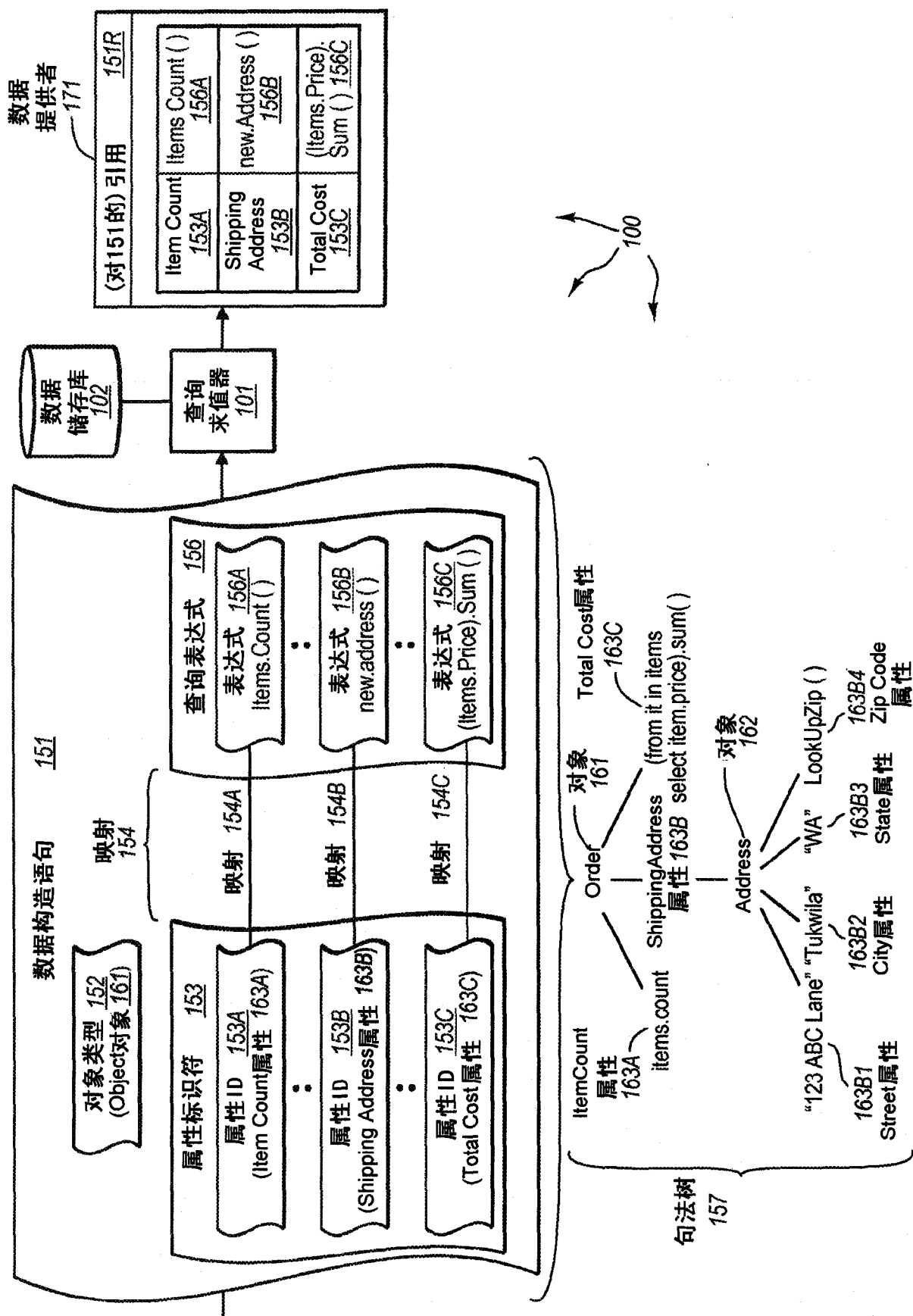


图 1A

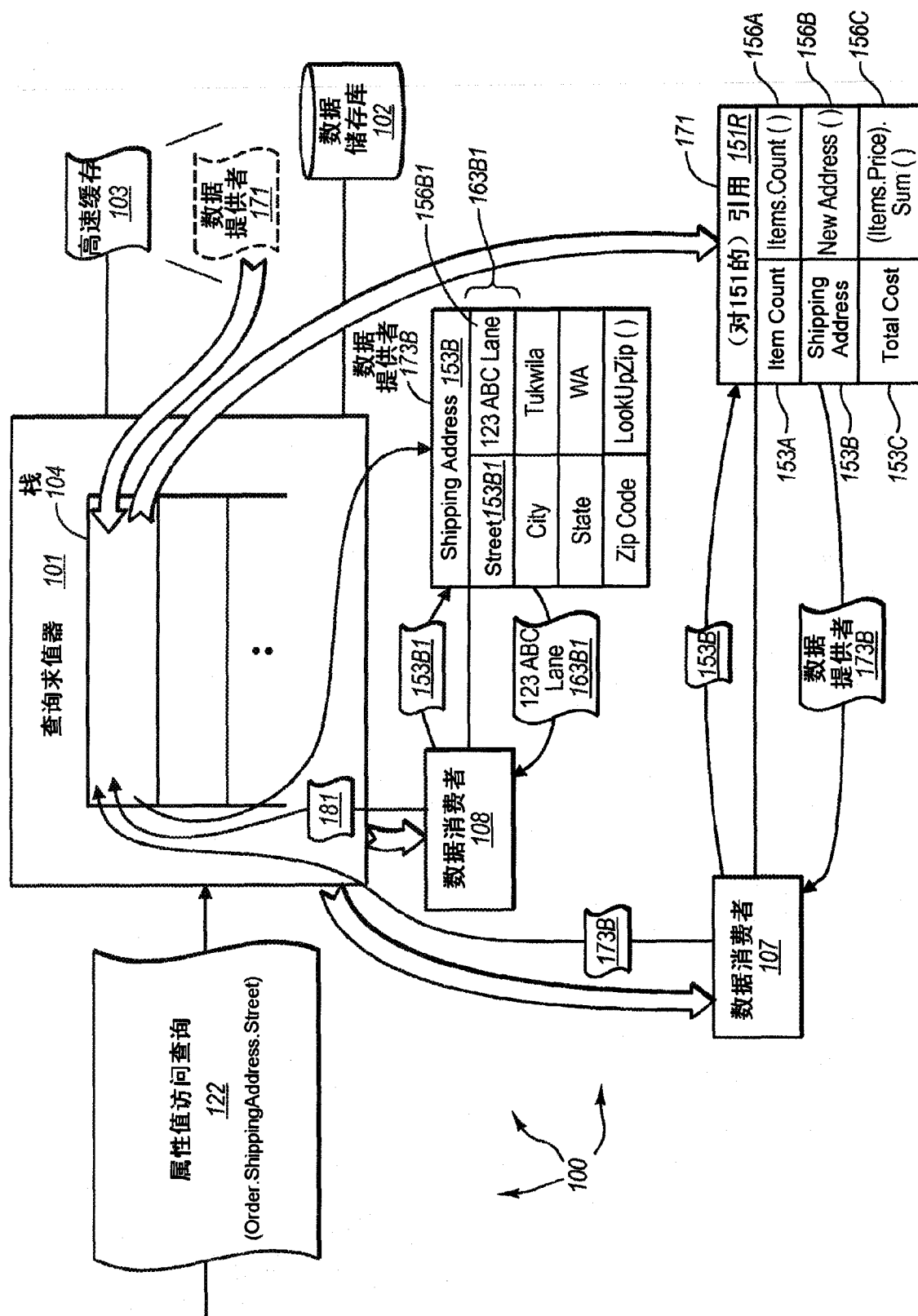


图 1C

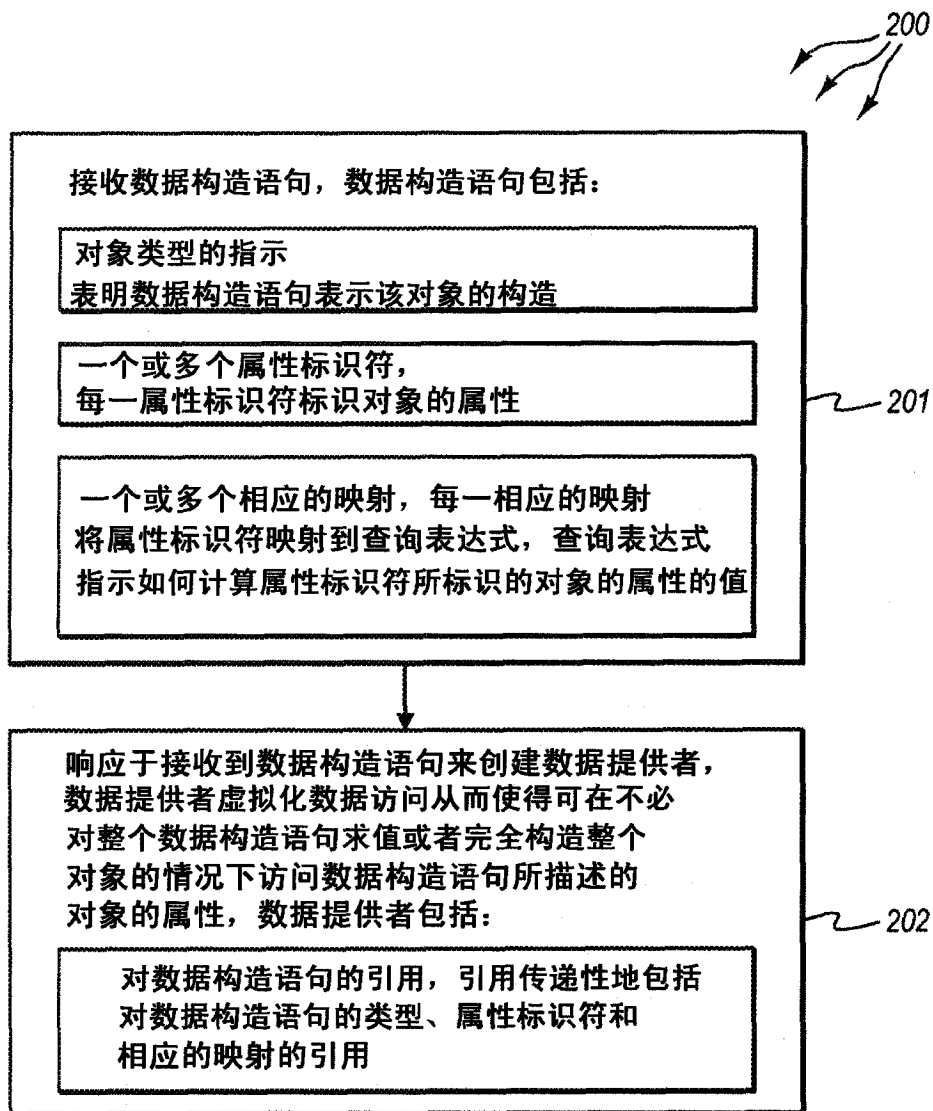


图 2

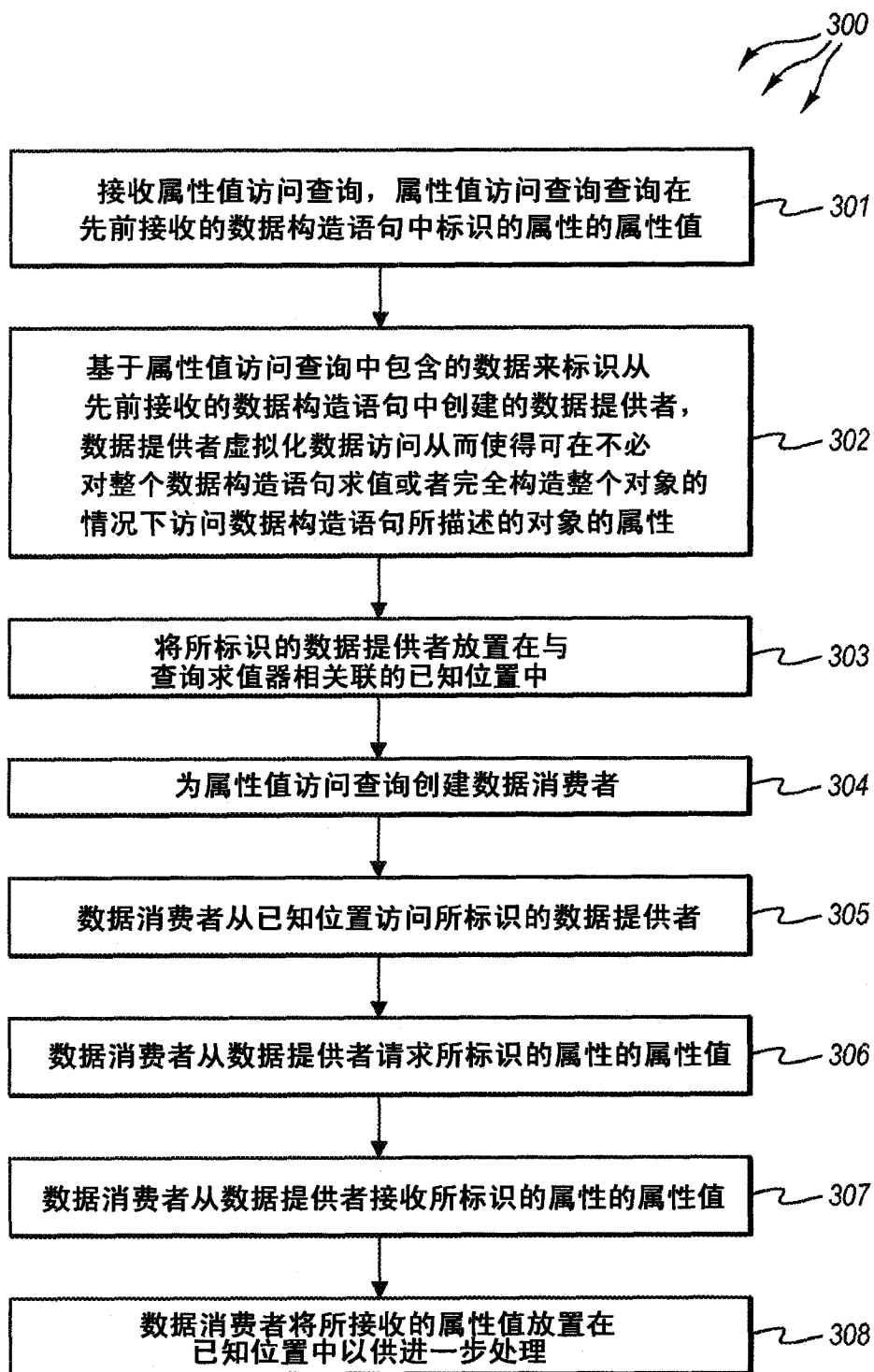


图 3