

(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
2020 年 8 月 20 日 (20.08.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/164300 A1

(51) 国际专利分类号:
G06F 16/84 (2019.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/124187

(22) 国际申请日: 2019 年 12 月 10 日 (10.12.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910115051.1 2019 年 2 月 14 日 (14.02.2019) CN

(71) 申请人: 烽火通信科技股份有限公司 (FIBERHOME TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES CO., LTD) [CN/CN]; 中国湖北省武汉市东湖新技术开发区高新四路 6 号, Hubei 430000 (CN)。

(72) 发明人: 寇阳 (KOU, Yang); 中国湖北省武汉市东湖新技术开发区高新四路 6 号, Hubei 430000 (CN)。

(74) 代理人: 武汉智权专利代理事务所 (特殊普通合伙) (WUHAN ZHI QUAN PATENT AGENCY); 中国湖北省武汉市东湖新技术开发区珞喻路 727 号星光无限 4 栋 21 层 2103 室, Hubei 430000 (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。

(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,

(54) Title: AUTOMATIC MAPPING METHOD AND SYSTEM FOR HIGH-LEVEL MODEL AND LOW-LEVEL MODEL

(54) 发明名称: 一种高级模型与低级模型的自动映射方法及系统

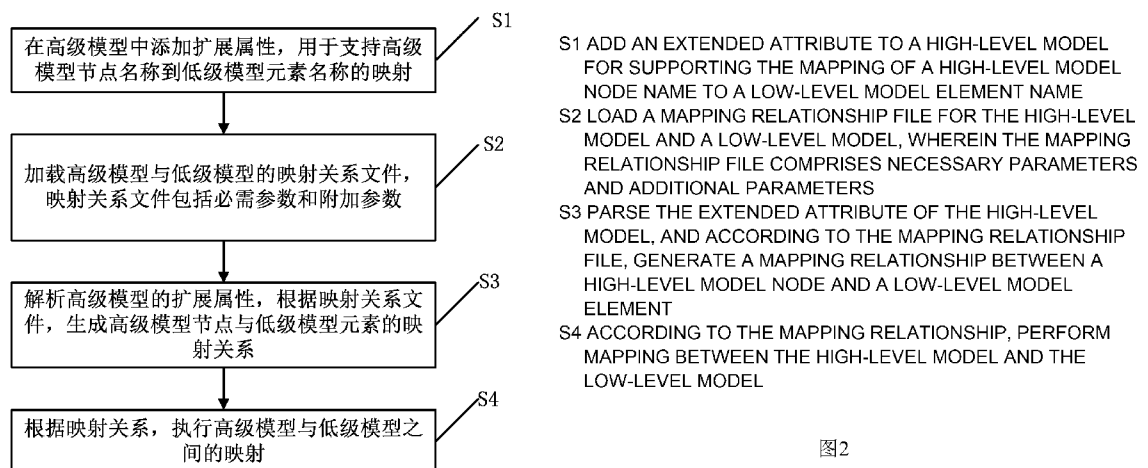


图2

(57) Abstract: An automatic mapping method and system for a high-level model and a low-level model, wherein same relate to the technical field of communications. Setting a mapping relationship file can solve the problem of a model difference during automatic mapping between a high-level model and a low-level model, such that the design of the high-level model and the low-level model are decoupled; and setting additional parameters realizes a communication device using a general low-level model to correspond to a plurality of high-level models. The mapping achieves compatibility with a plurality of high-level models such as mainstream YANG, MIB and CLI. Moreover, setting the mapping relationship file realizes automatic mapping between the high-level model and the low-level model without coding, thereby saving on substantial development costs, and avoiding the risk of a high error rate caused by human participation.

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))。

(57) 摘要: 一种高级模型与低级模型的自动映射方法及系统, 涉及通信技术领域。通过设置映射关系文件, 可解决高级模型与低级模型的自动映射时模型之间的差异问题, 使高级模型的设计与低级模型解耦, 通过设置附加参数实现通信设备使用一套通用低级模型对应多套高级模型。且映射兼容现有的主流YANG、MIB和CLI等多套高级模型。同时, 通过设置映射关系文件, 实现高级模型与低级模型的自动映射, 无须编码, 节约了大量的开发成本, 避免因人为参与导致出错率高的风险。

一种高级模型与低级模型的自动映射方法及系统

技术领域

本发明涉及通信技术领域，具体是涉及一种高级模型与低级模型的自动映射方法及系统。

背景技术

命令行界面（Command Line Interface，CLI）是通信设备使用最广泛的网络管理协议，其诞生时间最早。CLI 通过特定的语法规则规定用户与设备的交互方式。CLI 的模型呈树形结构，通过视图实现将相关的功能配置组合成配置块，以及配置块的层层递进。

简单网络管理协议（Simple Network Management Protocol，SNMP）发布于 1988 年，是互联网工程任务组（Internet Engineering Task Force，IETF）发布的标准协议。SNMP 因其发布时间早、标准化，被通信设备广泛支持。SNMP 使用信息库（Module Information Base，MIB）作为其数据模型。

网络配置协议（Network Configuration Protocol，NETCONF）发布于 2006 年，是 IETF 发布的标准协议。NETCONF 相较于 CLI 和 SNMP 具有更丰富的功能。NETCONF 使用 YANG 模型（YANG Model）作为其数据模型。YANG 模型具有良好的可读性和可扩展性，相比于 CLI 和 MIB 模型，提供了更为丰富的功能。

CLI、MIB、YANG 等网络管理数据模型，统称为高级模型，虽然不同的高级模型诞生的时间不同、依赖的网络管理协议不同，但有相似的语法和结构。

高级模型中的术语：

元素 (element)：包含数据的节点。对应 CLI 中的参数，MIB 中的标量节点，YANG 中的叶子；

列表 (list)：存在多实例的节点，包含一个或多个元素。对应 CLI 中含关键字的视图，MIB 中的表格，YANG 中的列表；

关键字 (key)：唯一标识列表实例的一个或多个元素。对应 CLI 中的索引，MIB 中的索引，YANG 中的关键字；

容器 (container)：不含数据的节点，可包含一个或多个简单或复杂节点。对应 CLI 中不含关键字的视图，MIB 中的节点，YANG 中的容器；

在通信设备内部，使用统一的低级模型——一种通用模型来对通信设备进行管理。该通用模型的特征是：以类 (Class) 为单位，是一种扁平的模型。低级模型是一种与网络管理协议无关 (Protocol-neutral) 的信息模型。

如图 1 所示，其示出了通信设备与网络管理者之间所常用的网络管理协议及其高级模型，当前的通信设备需要同时支持不同的网络管理协议及其高级模型。通信设备不论使用哪一种高级模型，均需要先映射为低级模型再进行处理。不论使用哪一种高级模型下发的配置，均要能支持使用其他高级模型来进行获取，反之亦然。但不同的高级模型间，由于高级模型本身语法不同、支持的特性不同等原因，无法保证与低级模型能一一对应。不仅如此，除去这些客观原因之外，从开发者主观上，低级模型的设计通常以当时主流的高级模型作为参考，当新的高级模型出现后，因高级模型间的差异，导致已设计的低级模型无法完全支持新的高级模型。同时，低级模型与高级模型目前仍可能存在耦合。这种耦合导致同一套低级模型对应多套高级模型时，面

临以下场景的挑战：

- 1、低级模型中的参数在高级模型中不存在；
- 2、低级模型中的参数在高级模型中变成了不含数据的节点；
- 3、低级模型中的一个参数，在高级模型中有多处对应；
- 4、低级模型为了兼容某一种高级模型，导致对另一种高级模型不兼容。

现行的映射多采用对每个模型手工编码来解决上述的种种差异场景，但也存在诸多问题。第一，手动编码对高级模型间差异的处理不具备通用性，抽象程度低，重复劳动程度高；第二，手动编码因人为参与程度高，导致出错概率高；第三，现在的通信设备支持的场景繁多，包括 PTN、数通、OTN、交换机、SDN/NFV 等多种设备形态，所涉及的模型数量少则上百，多则上千，对每个模型的每个节点进行编码，开发成本巨大。

发明内容

本发明的目的是为了克服上述背景技术的不足，提供一种高级模型与低级模型的自动映射方法及系统，高级模型与低级模型的多场景映射。

本发明提供一种高级模型与低级模型的自动映射方法，包括以下步骤：

在高级模型中添加扩展属性，用于支持高级模型节点名称到低级模型元素名称的映射；

加载高级模型与低级模型的映射关系文件，映射关系文件包括必需参数和附加参数，必需参数包括高级模型节点的属性及对应的低级模型元素的属性，附加参数包括预置条件和对应的映射更新动作，当满足预置条件时，执行对应的映射更新动作；

解析高级模型的扩展属性，建立高级模型节点名称与低级模型元素名称的对应关系，根据映射关系文件，将低级模型元素的属性及附加参数与高级模型节点的属性绑定，生成高级模型节点与低级模型元素的映射关系；

根据所述映射关系，执行高级模型与低级模型之间的映射。

在上述方案的基础上，加载高级模型与低级模型的映射关系文件的过程中，当 1 个高级模型节点对应 n 个低级模型元素时，映射关系文件的附加参数包括 n 个预置条件+n 个对应的映射更新动作；

当 n 个高级模型节点对应 1 个低级模型元素时，每个高级模型节点的映射关系文件的附加参数均包括 1 个预置条件+1 个对应的映射更新动作。

在上述方案的基础上，所述高级模型节点的属性包括节点名称、类型、路径，低级模型元素的属性包括类名称、元素名称、类型、描述、取值范围。

在上述方案的基础上，所述预置条件包括高级模型或低级模型的单个或多个参数的取值、组合、所处的位置；未指定预置条件时，默认为条件满足，直接执行对应的映射更新动作。

在上述方案的基础上，所述高级模型包括 YANG 模型、MIB 模型与 CLI 模型。

本发明还提供一种高级模型与低级模型的自动映射系统，包括：
扩展属性添加模块，其用于在高级模型中添加扩展属性，用于支持高级模型节点名称到低级模型元素名称的映射；

映射关系文件加载模块，其用于加载高级模型与低级模型的映射关系文件，映射关系文件包括必需参数和附加参数，必需参数包括高级模型节点的属性以及对应的低级模型元素的属性，附加参数包括预

置条件和对应的映射更新动作，当满足预置条件时，执行对应的映射更新动作；

映射关系生成模块，其用于解析高级模型的扩展属性，建立高级模型节点名称与低级模型元素名称的对应关系，根据映射关系文件，将低级模型元素的属性及附加参数与高级模型节点的属性绑定，生成高级模型节点与低级模型元素的映射关系；

映射模块，其用于根据所述映射关系，执行高级模型与低级模型之间的映射。

在上述方案的基础上，所述映射关系文件加载模块加载高级模型与低级模型的映射关系文件的过程中，当 1 个高级模型节点对应 n 个低级模型元素时，映射关系文件的附加参数包括 n 个预置条件+n 个对应的映射更新动作；

当 n 个高级模型节点对应 1 个低级模型元素时，每个高级模型节点的映射关系文件的附加参数均包括 1 个预置条件+1 个对应的映射更新动作。

在上述方案的基础上，所述高级模型节点的属性包括节点名称、类型、路径，低级模型元素的属性包括类名称、元素名称、类型、描述、取值范围。

在上述方案的基础上，所述预置条件包括高级模型或低级模型的单个或多个参数的取值、组合、所处的位置；未指定预置条件时，默认为条件满足，直接执行对应的映射更新动作。

在上述方案的基础上，所述高级模型包括 YANG 模型、MIB 模型与 CLI 模型。

与现有技术相比，本发明的优点如下：

(1) 本发明通过设置映射关系文件，可解决高级模型与低级模

型的自动映射时模型之间的差异问题，使高级模型的设计与低级模型解耦，通过设置附加参数实现通信设备使用一套通用低级模型对应多套高级模型。且本发明的映射兼容现有的主流 YANG、MIB 和 CLI 等多套高级模型。

(2) 本发明通过设置映射关系文件，实现高级模型与低级模型的自动映射，无须编码，节约了大量的开发成本，避免因人为参与导致出错率高的风险。

附图说明

图 1 是背景技术的高级模型与低级模型映射的场景示意图；

图 2 是本发明实施例的高级模型与低级模型的自动映射方法的流程示意图；

图 3 是本发明实施例的 CLI 高级模型与低级模型之间的对应关系示意图；

图 4 是本发明实施例的 CLI 高级模型与低级模型的自动映射方法的流程示意图；

图 5 是本发明实施例的 CLI 高级模型与低级模型数据映射的示意图；

图 6 是本发明实施例的 YANG 高级模型与低级模型之间的多对一的对应关系示意图；

图 7 是本发明实施例的 YANG 高级模型与低级模型的多对一的自动映射方法的流程示意图；

图 8 是本发明实施例的 YANG 高级模型与低级模型数据多对一的映射的示意图；

图 9 是本发明实施例的 YANG 高级模型与低级模型之间的一对多的对应关系示意图；

图 10 是本发明实施例的 YANG 高级模型与低级模型的一对多的自动映射方法的流程示意图；

图 11 是本发明实施例的 YANG 高级模型与低级模型数据一对多的映射的示意图。

具体实施方式

下面结合附图及具体实施例对本发明作进一步的详细描述。

参见图 2 所示，本发明实施例提供一种高级模型与低级模型的自动映射方法，包括以下步骤：

S1，在高级模型中添加扩展属性，用于支持高级模型节点名称到低级模型元素名称的映射；

S2，加载高级模型与低级模型的映射关系文件，映射关系文件包括必需参数和附加参数，必需参数包括高级模型节点的属性及对应的低级模型元素的属性，附加参数包括预置条件和对应的映射更新动作，当满足预置条件时，执行对应的映射更新动作；

S3，解析高级模型的扩展属性，建立高级模型节点名称与低级模型元素名称的对应关系，根据映射关系文件，将低级模型元素的属性及附加参数与高级模型节点的属性绑定，生成高级模型节点与低级模型元素的映射关系；

S4，根据所述映射关系，执行高级模型与低级模型之间的映射。

本申请的第一个实施场景，是 CLI 高级模型与低级模型的自动映射。

如图 3 所示，其示出了约束路径（explicit path）配置的 CLI 高级模型与低级模型之间的对应关系。因为低级模型设计时完全参考 CLI 高级模型，所以二者一一对应整齐。

采用本申请中的自动映射方法，如图 4 所示，具体流程如下：

步骤 A1，在 CLI 高级模型中添加扩展属性，使其支持 CLI 高级模型到低级模型的映射能力。

步骤 A2，程序启动时，加载低级模型文件，在内存中构建低级模型。

步骤 A3，程序启动时，加载 CLI 高级模型与低级模型的映射关系文件。映射文件中，包括 CLI 高级模型的 name、index、include/exclude、ip-address 节点的名称、类型、路径以及其所对应的低级模型中的 EXPLICIT-PATH 类、NEXTHOP 类名称、元素名称、类型、描述、取值范围、附加参数等必要的参数。

步骤 A4，程序启动时，加载 CLI 高级模型文件，在内存中构建 CLI 高级模型树，并解析 CLI 高级模型的扩展属性，构建 CLI 高级模型节点与低级模型元素名称的对应关系，并根据该对应关系，从步骤 A3 的映射文件中获取到 CLI 高级模型节点所对应的低级模型元素的所有属性，在内存中将低级模型元素属性与 CLI 高级模型节点属性相绑定，完成 CLI 高级模型节点与低级模型中元素对应关系的注册。如图 3 中的箭头所示。

步骤 A5，当设备收到 CLI 高级模型向低级模型映射的请求时，例如针对 CLI 高级模型的配置编辑，如图 4，遍历配置编辑报文所使用的 CLI 高级模型的每个节点，根据内存中注册的映射关系构建出低级模型，将其转换为对低级模型的配置编辑。

步骤 A6，当设备收到低级模型向 CLI 高级模型映射的请求时，例如针对 CLI 高级模型的配置或者状态读取，设备从低级模型中获取数据，根据内存中注册的映射关系构建出 CLI 高级模型。

作为优选的实施方式，步骤 A1 具体包括以下步骤：

步骤 A101，将 CLI 高级模型转换为 XML 形式表示。

<node=" explicit name" />

步骤 A102, 在 XML 中添加扩展属性 class 和 element, 标注其对应的低级模型的类名和元素名。

<node=" explicit name" class=" EXPLICIT-PATH"
element=" name" />

作为优选的实施方式, 步骤 A4 具体包括以下步骤:

步骤 A401, 加载 CLI 高级模型时, 遍历 CLI 高级模型树每个节点, 获取其扩展属性, 得到 CLI 高级模型节点名称与低级模型类名称、元素名称的对应关系;

步骤 A402, 通过低级模型类名称、元素名称在步骤 3 获取到的对应关系中, 绑定其类型、描述、取值范围、附加参数的必要的参数;

步骤 A403, CLI 高级模型树中的子节点, 需将父节点的关键字加入其上下文。将 EXPLICIT-HOP 类的 name 元素, 加入到 NEXTHOP 类的上下文中。

作为优选的实施方式, 步骤 A5 具体包括以下步骤:

步骤 A501, 设备读取 CLI 高级模型的数据报文, 按照前序遍历的原则遍历其对应的每个节点, 生成数据树, 如图 5 左侧;

步骤 A502, 根据步骤 A4 中已注册的对应关系, 取出对应的低级模型参数;

步骤 A503, 根据步骤 A4 中对应关系里的附加参数, 选择满足预置条件的低级模型参数, 将数据树中每个节点的数据转换为低级模型的数据, 如图 5 右侧。由于 CLI 高级模型与低级模型一一对应, 故不需要附加参数;

步骤 A504, 将最终的低级模型数据 EXPLICIT-PATH 类和 NEXTHOP 类按照低级模型类进行打包。

作为优选的实施方式，步骤 A6 具体包括以下步骤：

步骤 A601，设备从低级模型中遍历获取操作所指定的数据，如图 5 右侧；

步骤 A602，根据步骤 A4 中已注册的对应关系，取出对应的 CLI 高级模型路径；

步骤 A603，根据步骤 A4 中对应关系里的附加参数，选择满足预置条件的路径，从路径的根节点开始，由父到子逐节点构建 CLI 高级模型树，如图 5 左侧；

步骤 A604，当一个低级模型类的数据构建完成后，再构建下一个低级模型类，直到所有的类都构建完毕。

本申请的第二个实施场景，是 YANG 高级模型与低级模型的多对一的自动映射。

由于 CLI 高级模型早于 YANG 高级模型面世，设备的低级模型是按照 CLI 模型设计。在低级模型中，constraint 参数用来存储 CLI 模型中的 (include|exclude) 参数，取值为二者中的一个。但在 YANG 中，include 和 exclude 的数据类型是容器，即不含数据；且二者分开，不再是同一个参数。两种高级模型出现了差异，低级模型无法保证与两者都一一对应。

图 6 是约束路径的低级模型与 YANG 高级模型的多对一的对应关系。可以看到，图中实线箭头的部分，出现了 YANG 高级模型中两个节点对应低级模型一个节点的情况。除此之外，图中虚线箭头的部分表示，低级模型中的元素，在 YANG 高级模型中变为了不含数据的容器。

本实施例主要体现本申请如何解决同一套低级模型映射不同的高级模型的解决方案，如图 7 所示，具体流程如下：

步骤 B1, 在高级模型中添加扩展属性, 使其支持高级模型到低级模型的映射能力。

步骤 B2, 程序启动时, 加载低级模型文件, 在内存中构建低级模型。

步骤 B3, 程序启动时, 加载高级模型与低级模型的映射关系文件。映射文件中, 包括 YANG 高级模型的 name、index、ip-address 节点的名称、类型、路径以及其所对应的低级模型中的 EXPLICIT-PATH 类、NEXTHOP 类名称、元素名称、类型、描述、取值范围、附加参数等必要的参数。

步骤 B4, 程序启动时, 加载高级模型文件, 在内存中构建高级模型树, 并解析高级模型的扩展属性, 构建高级模型节点与低级模型元素名称的对应关系, 并根据该对应关系, 从步骤 B3 的映射文件中获取到高级模型节点所对应的低级模型元素的所有属性, 在内存中将低级模型元素属性与高级模型节点属性相绑定, 完成高级模型节点与低级模型中元素对应关系的注册。如图 6 中的箭头所示。

步骤 B5, 当设备收到高级模型向低级模型映射的请求时, 例如针对高级模型的配置编辑, 遍历配置编辑报文所使用的高级模型的每个节点, 根据内存中注册的映射关系构建出低级模型, 将其转换为对低级模型的配置编辑。

步骤 B6, 当设备收到低级模型向高级模型映射的请求时, 例如针对高级模型的配置或者状态读取, 设备从低级模型中获取数据, 根据内存中注册的映射关系构建出高级模型。

作为优选的实施方式, 步骤 B1 具体包括以下步骤:

步骤 B101, 将高级模型转换为 XML 形式表示。为体现层次结构, 对不重要的参数进行了裁剪。

```

<container name=" explicit-paths" >
  <list name=" explicit-path" >
    <key value=" name" />
    <leaf name=" name" >
    </leaf>
    <list name=" nexthop" >
      <key value=" index" />
      <leaf name=" index" >
      </leaf>
    <container name=" include" >
      <leaf name=" ip-address" >
      </leaf>
    </container>
    <container name=" exclude" >
      <leaf name=" ip-address" >
      </leaf>
    </container>
  </list>
</list>
</container>

```

步骤 B102, 在 XML 中添加扩展属性 extension, 标注其对应的低级模型的类名和元素名。

```

<container name=" explicit-paths" >
  <list name=" explicit-path" >
    <key value=" name" />
    <leaf name=" name" >

```

```

        <extension                                class=" EXPLICIT-PATH"
element=" name" />
    </leaf>
    <list name=" nexthop" >
        <key value=" index" />
        <leaf name=" index" >
            <extension class=" NEXTHOP" element=" name" />
        </leaf>
        <container name=" include" >
            <leaf name=" ip-address" >
                <extension                                class=" NEXTHOP"
element=" ip-address" />
            </leaf>
        </container>
        <container name=" exclude" >
            <leaf name=" ip-address" >
                <extension                                class=" NEXTHOP"
element=" ip-address" />
            </leaf>
        </container>
    </list>
</list>
</container>

```

作为优选的实施方式，步骤 B4 具体包括以下步骤：

步骤 B401，加载高级模型时，遍历高级模型树每个节点，获取其扩展属性，得到高级模型节点名称与低级模型类名称、元素名称的

对应关系；

步骤 B402，通过低级模型类名称、元素名称在步骤 B3 获取到的对应关系中，绑定其类型、描述、取值范围、附加参数的必要的参数；

步骤 B403，高级模型树中的子节点，需将父节点的关键字加入其上下文。将 EXPLICIT-PATH 类的 name 元素，加入到 NEXTHOP 类的上下文中。

作为优选的实施方式，步骤 B5 具体包括以下步骤：

步骤 B501，设备读取高级模型的数据报文，按照前序遍历的原则遍历其对应的每个节点，生成数据树，如图 8 左侧；

步骤 B502，根据步骤 B4 中已注册的对应关系，取出对应的低级模型参数；

步骤 B503，根据步骤 B4 中对应关系里的附加参数，选择满足预置条件的低级模型参数，将数据树中每个节点的数据转换为低级模型的数据。由于低级模型中的 constraint 元素在 YANG 高级模型中对应的是不含数据的容器类型，故 YANG 不会下发 constraint 元素的值。通过附加参数，可以为 YANG 高级模型中的 include 和 exclude 容器补充数据下给低级模型。对 YANG 高级模型的 exclude 容器，默认执行对低级模型的 constraint 元素补上赋值 exclude 的动作，无需满足预置条件。附加参数表达方式如下：

```
<paddedPara class=" NEXTHOP" element=" constraint"
value=" exclude" >
```

同理，对 YANG 高级模型的 include 容器，默认执行对低级模型的 constraint 元素补上赋值 include 的动作，无需满足预置条件。附加参数表达方式如下：

```
<paddedPara class=" NEXTHOP" element=" constraint"
```

value=" include" >

步骤 B504, 完成附加参数的处理, 补上 constraint 值后, 将最终的低级模型数据 EXPLICIT-PATH 类和 NEXTHOP 类按照低级模型类进行打包。

作为优选的实施方式, 步骤 B6 具体包括以下步骤:

步骤 B601, 设备从低级模型中遍历获取操作所指定的数据, 如图 8 右侧;

步骤 B602, 根据步骤 B4 中已注册的对应关系, 取出对应的高级模型路径;

步骤 B603, 根据步骤 B4 中对应关系里的附加参数, 选择满足预置条件的路径, 从路径的根节点开始, 由父到子逐节点构建高级模型树。对于低级模型中的 ip-address 元素而言, 其对应应在 YANG 高级模型中的路径, 存在两种可能: 位于 include 容器内的 ip-address 叶子, 或者位于 exclude 容器内的 ip-adress 叶子。具体选择哪一条路径, 可根据低级模型中的 constraint 元素的取值来判断。当满足预置条件“低级模型中的 constraint 元素值等于 exclude”时, 低级模型的 ip-address 元素位于 YANG 高级模型的 exclude 容器内; 当满足预置条件“低级模型中的 constraint 元素值等于 include”时, 低级模型的 ip-address 元素位于 YANG 高级模型的 include 容器内。上述这段判断逻辑, 落实到对应关系的附加参数中, 使用如下方式表达。路径采用 XPATH 语法编写。

<when condition=" constraint = 'exclude' "

path=" /explicit-paths/explicit-path/nexthop/exclude" />

<when condition=" constraint = 'include' "

path=" /explicit-paths/explicit-path/nexthop/include" />

步骤 B604, 当 EXPLICIT-PATH 低级模型类的数据构建完成后, 再构建 NEXTHOP 低级模型类, 直到所有的类都构建完毕。

本申请的第三个实施场景, 是 YANG 高级模型与低级模型的一对多的自动映射。

本实施例以接口的模型为例。在 YANG 高级模型中, interface 列表包含所有类型接口的管理。在低级模型中, 每种类型的接口有其单独的类, 例如以太网接口、弹性以太网 (Flexible Ethernet, FlexE) 接口等。因不同类型的接口所具备的属性存在差异, 故低级模型的设计方式便于维护某种接口类型所特有的属性。YANG 高级模型的设计方式, 则将所有的接口都抽象为一个 interface 列表, 便于接口的统一管理。

图 9 是接口的低级模型与 YANG 高级模型的一对多的对应关系。可以看到, 图中实线箭头的部分, 出现了 YANG 高级模型中一个节点对应低级模型两个节点的情况。

本实施例主要体现本申请如何解决高级模型映射不同的低级模型的解决方案, 如图 10 所示, 具体流程如下:

步骤 C1, 在高级模型中添加扩展属性, 使其支持高级模型到低级模型的映射能力。

步骤 C2, 程序启动时, 加载低级模型文件, 在内存中构建低级模型。

步骤 C3, 程序启动时, 加载高级模型与低级模型的映射关系文件。映射文件中, 包括 YANG 高级模型的 name 节点的名称、类型、路径以及其所对应的低级模型中的 ETHERNET-IF 类、FLEXE-IF 类名称、元素名称、类型、描述、取值范围、附加参数等必要的参数。

步骤 C4, 程序启动时, 加载高级模型文件, 在内存中构建高级

模型树，并解析高级模型的扩展属性，构建高级模型节点与低级模型元素名称的对应关系，并根据该对应关系，从步骤 C3 的映射文件中获取到高级模型节点所对应的低级模型元素的所有属性，在内存中将低级模型元素属性与高级模型节点属性相绑定，完成高级模型节点与低级模型中元素对应关系的注册。如图 9 中的箭头所示。

步骤 C5，当设备收到高级模型向低级模型映射的请求时，例如针对高级模型的配置编辑，遍历配置编辑报文所使用的高级模型的每个节点，根据内存中注册的映射关系构建出低级模型，将其转换为对低级模型的配置编辑。

步骤 C6，当设备收到低级模型向高级模型映射的请求时，例如针对高级模型的配置或者状态读取，设备从低级模型中获取数据，根据内存中注册的映射关系构建出高级模型。

作为优选的实施方式，步骤 C1 具体包括以下步骤：

步骤 C101，将高级模型转换为 XML 形式表示。为体现层次结构，对不重要的参数进行了裁剪。

```
<container name=" interfaces" >
  <list name=" interface" >
    <key value=" name" />
    <leaf name=" name" >
      </leaf>
    </list>
  </container>
```

步骤 C102，在 XML 中添加扩展属性 extension，标注其对应的低级模型的类名和元素名。

```
<container name=" interfaces" >
  <list name=" interface" >
```

```

    <key value=" name" />
    <leaf name=" name" >
        <extension                                class=" ETHERNET-IF"
element=" name" when=" starts-with(..../name, 'ethernet)" />
        <extension                                class=" FLEXE-IF"
element=" name" when=" starts-with(..../name, flexe)" />
    </leaf>
</list>
</container>

```

作为优选的实施方式，步骤 C4 具体包括以下步骤：

步骤 C401，加载高级模型时，遍历高级模型树每个节点，获取其扩展属性，得到高级模型节点名称与低级模型类名称、元素名称的对应关系；

其扩展属性的含义为，当 name 字段的内容以 ethernet 开始时，映射到 ETHERNET-IF 类，当 name 字段的内容以 flexe 开始时，映射到 FLEXE-IF 类

步骤 C402，通过低级模型类名称、元素名称在步骤 C3 获取到的对应关系中，绑定其类型、描述、取值范围、附加参数的必要的参数；

作为优选的实施方式，步骤 C5 具体包括以下步骤：

步骤 C501，设备读取高级模型的数据报文，按照前序遍历的原则遍历其对应的每个节点，生成数据树，如图 11 左侧；

步骤 C502，根据步骤 C4 中已注册的对应关系，取出对应的低级模型参数；

步骤 C503，根据步骤 C4 中对应关系里的附加参数，选择满足预置条件的低级模型参数，即 ETHERNET-IF 类，将数据树中每个节点的

数据转换为低级模型的数据。

步骤 C504, 将最终的低级模型数据 ETHERNET-IF 类按照低级模型类进行打包。

作为优选的实施方式, 步骤 C6 具体包括以下步骤:

步骤 C601, 设备从低级模型中遍历获取操作所指定的数据, 如图 11 右侧;

步骤 C602, 根据步骤 C4 中已注册的对应关系, 取出对应的高级模型路径;

步骤 C603, 根据步骤 C4 中对应关系里的附加参数, 选择满足预置条件的路径, 从路径的根节点开始, 由父到子逐节点构建高级模型树。对于低级模型中的 name 元素而言, 其对应应在 YANG 高级模型中的路径是唯一的。

本发明实施例还提供一种高级模型与低级模型的自动映射系统, 包括:

扩展属性添加模块, 其用于在高级模型中添加扩展属性, 用于支持高级模型节点名称到低级模型元素名称的映射;

映射关系文件加载模块, 其用于加载高级模型与低级模型的映射关系文件, 映射关系文件包括必需参数和附加参数, 必需参数包括高级模型节点的属性以及对应的低级模型元素的属性, 附加参数包括预置条件和对应的映射更新动作, 当满足预置条件时, 执行对应的映射更新动作;

映射关系生成模块, 其用于解析高级模型的扩展属性, 建立高级模型节点名称与低级模型元素名称的对应关系, 根据映射关系文件, 将低级模型元素的属性及附加参数与高级模型节点的属性绑定, 生成高级模型节点与低级模型元素的映射关系;

映射模块，其用于根据所述映射关系，执行高级模型与低级模型之间的映射。

作为优选的实施方式，所述映射关系文件加载模块加载高级模型与低级模型的映射关系文件的过程中，当 1 个高级模型节点对应 n 个低级模型元素时，映射关系文件的附加参数包括 n 个预置条件+ n 个对应的映射更新动作；

当 n 个高级模型节点对应 1 个低级模型元素时，每个高级模型节点的映射关系文件的附加参数包括 1 个预置条件+1 个对应的映射更新动作。

作为优选的实施方式，所述高级模型节点的属性包括节点名称、类型、路径，低级模型元素的属性包括类名称、元素名称、类型、描述、取值范围。

作为优选的实施方式，所述预置条件包括高级模型或低级模型的单个或多个参数的取值、组合、所处的位置；未指定预置条件时，默认为条件满足，直接执行对应的映射更新动作。

作为优选的实施方式，所述高级模型包括 YANG 模型、MIB 模型与 CLI 模型。

本领域的技术人员可以对本发明实施例进行各种修改和变型，倘若这些修改和变型在本发明权利要求及其等同技术的范围之内，则这些修改和变型也在本发明的保护范围之内。说明书中未详细描述的内容为本领域技术人员公知的现有技术。

权 利 要 求 书

1、一种高级模型与低级模型的自动映射方法，其特征在于，包括以下步骤：

在高级模型中添加扩展属性，用于支持高级模型节点名称到低级模型元素名称的映射；

加载高级模型与低级模型的映射关系文件，映射关系文件包括必需参数和附加参数，必需参数包括高级模型节点的属性及对应的低级模型元素的属性，附加参数包括预置条件和对应的映射更新动作，当满足预置条件时，执行对应的映射更新动作；

解析高级模型的扩展属性，建立高级模型节点名称与低级模型元素名称的对应关系，根据映射关系文件，将低级模型元素的属性及附加参数与高级模型节点的属性绑定，生成高级模型节点与低级模型元素的映射关系；

根据所述映射关系，执行高级模型与低级模型之间的映射。

2、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于：加载高级模型与低级模型的映射关系文件的过程中，当 1 个高级模型节点对应 n 个低级模型元素时，映射关系文件的附加参数包括 n 个预置条件+ n 个对应的映射更新动作；

当 n 个高级模型节点对应 1 个低级模型元素时，每个高级模型节点的映射关系文件的附加参数均包括 1 个预置条件+1 个对应的映射更新动作。

3、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于：所述高级模型节点的属性包括节点名称、类型、路径，低级模型元素的属性包括类名称、元素名称、类型、描述、取值范围。

4、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于：所述预置条件包括

高级模型或低级模型的单个或多个参数的取值、组合、所处的位置；未指定预置条件时，默认为条件满足，直接执行对应的映射更新动作。

5、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于：所述高级模型包括 YANG 模型、MIB 模型与 CLI 模型。

6、一种高级模型与低级模型的自动映射系统，其特征在于，包括：

扩展属性添加模块，其用于在高级模型中添加扩展属性，用于支持高级模型节点名称到低级模型元素名称的映射；

映射关系文件加载模块，其用于加载高级模型与低级模型的映射关系文件，映射关系文件包括必需参数和附加参数，必需参数包括高级模型节点的属性以及对应的低级模型元素的属性，附加参数包括预置条件和对应的映射更新动作，当满足预置条件时，执行对应的映射更新动作；

映射关系生成模块，其用于解析高级模型的扩展属性，建立高级模型节点名称与低级模型元素名称的对应关系，根据映射关系文件，将低级模型元素的属性及附加参数与高级模型节点的属性绑定，生成高级模型节点与低级模型元素的映射关系；

映射模块，其用于根据所述映射关系，执行高级模型与低级模型之间的映射。

7、如权利要求 6 所述的系统，其特征在于：所述映射关系文件加载模块加载高级模型与低级模型的映射关系文件的过程中，当 1 个高级模型节点对应 n 个低级模型元素时，映射关系文件的附加参数包括 n 个预置条件+n 个对应的映射更新动作；

当 n 个高级模型节点对应 1 个低级模型元素时，每个高级模型节

点的映射关系文件的附加参数包括 1 个预置条件+1 个对应的映射更新动作。

8、如权利要求 6 所述的系统，其特征在于：所述高级模型节点的属性包括节点名称、类型、路径，低级模型元素的属性包括类名称、元素名称、类型、描述、取值范围。

9、如权利要求 6 所述的系统，其特征在于：所述预置条件包括高级模型或低级模型的单个或多个参数的取值、组合、所处的位置；未指定预置条件时，默认为条件满足，直接执行对应的映射更新动作。

10、如权利要求 6 所述的系统，其特征在于：所述高级模型包括 YANG 模型、MIB 模型与 CLI 模型。

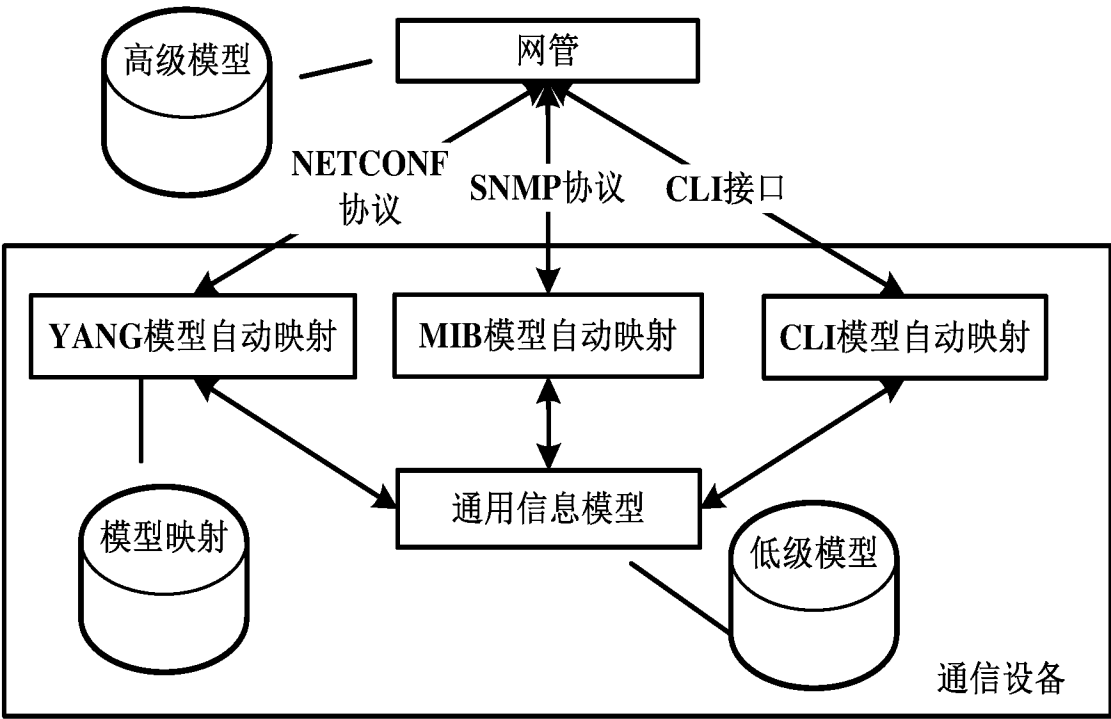


图1

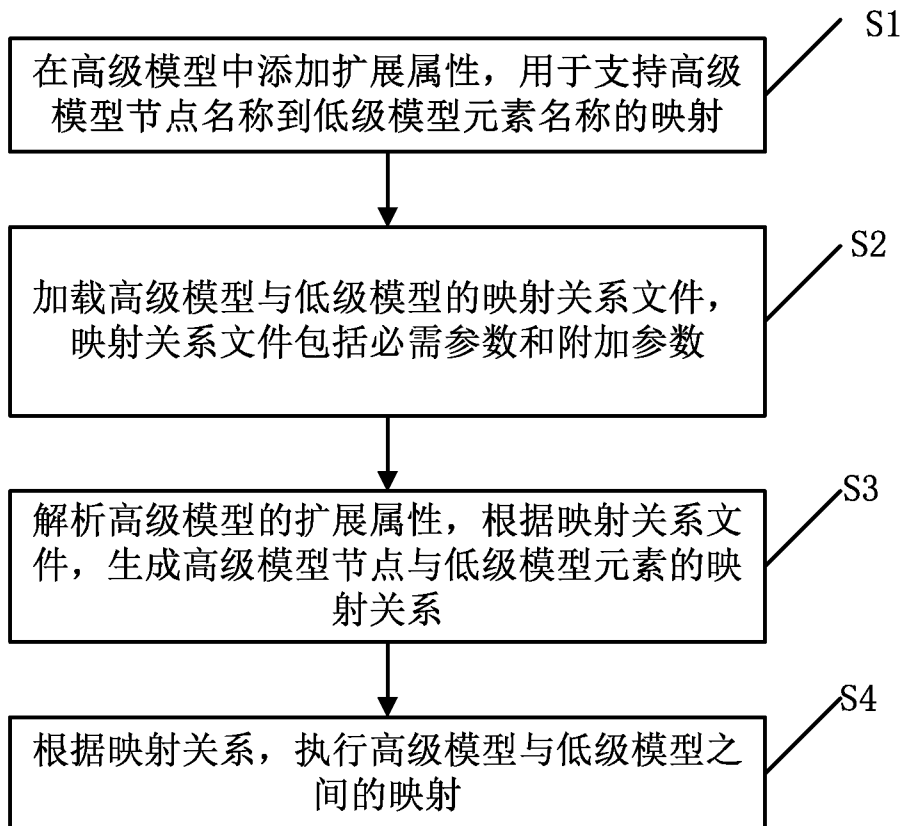


图2

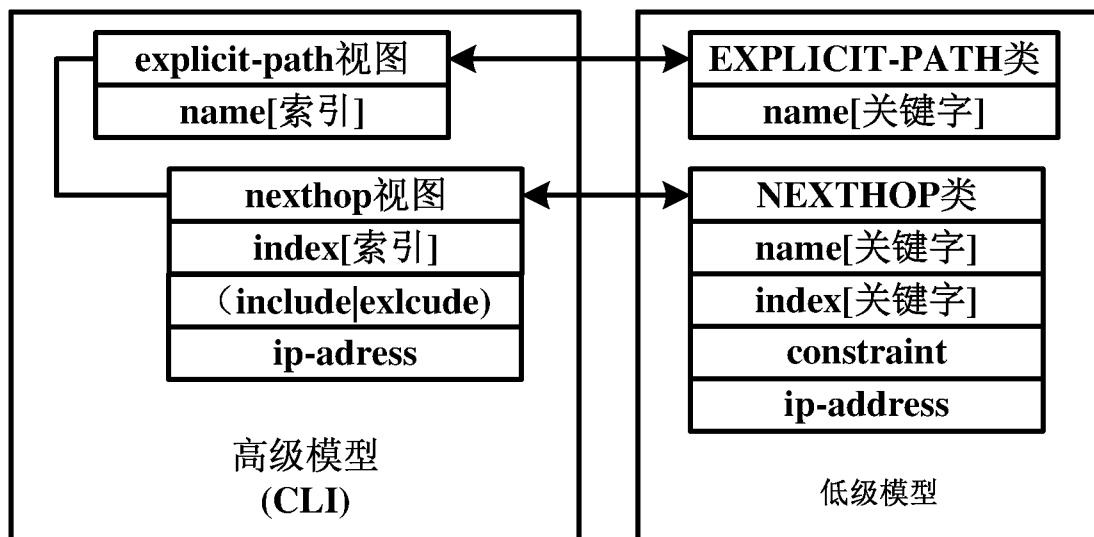


图3

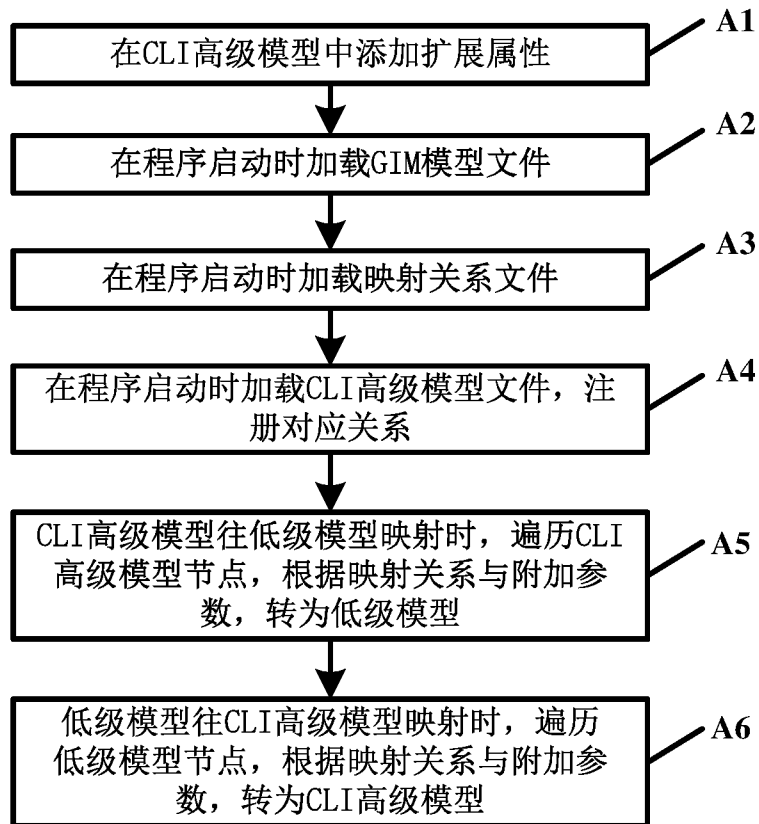


图4

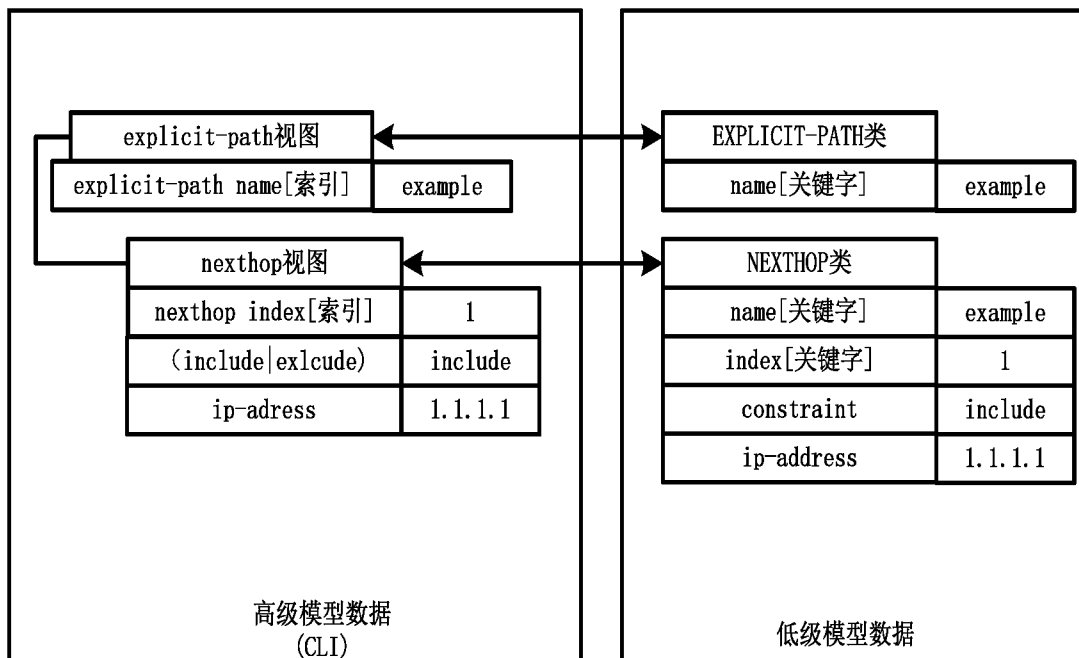


图5

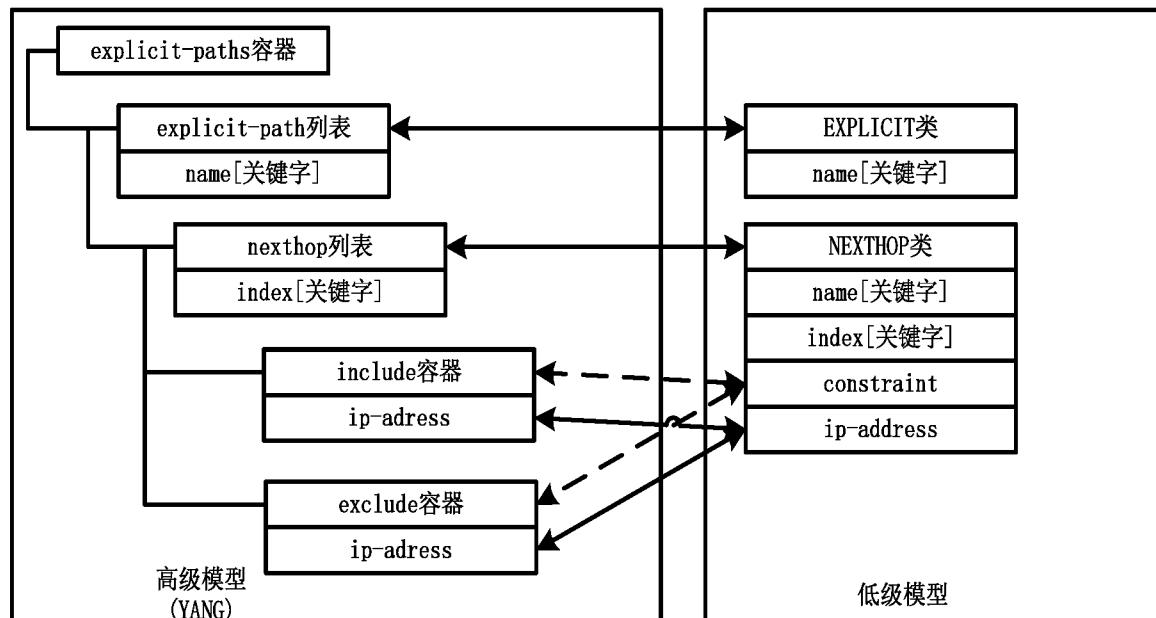


图6

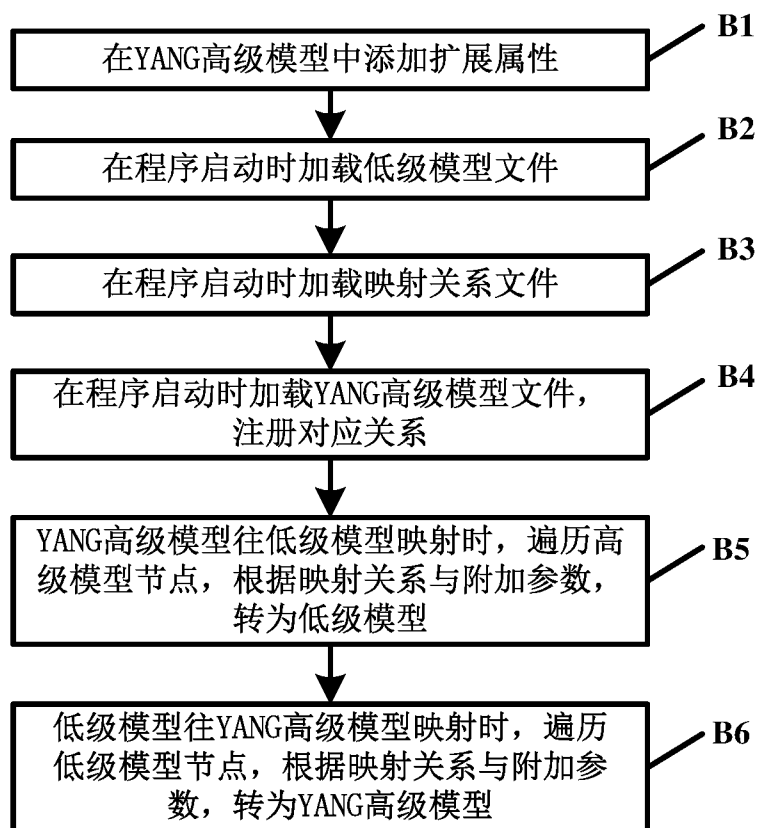


图7

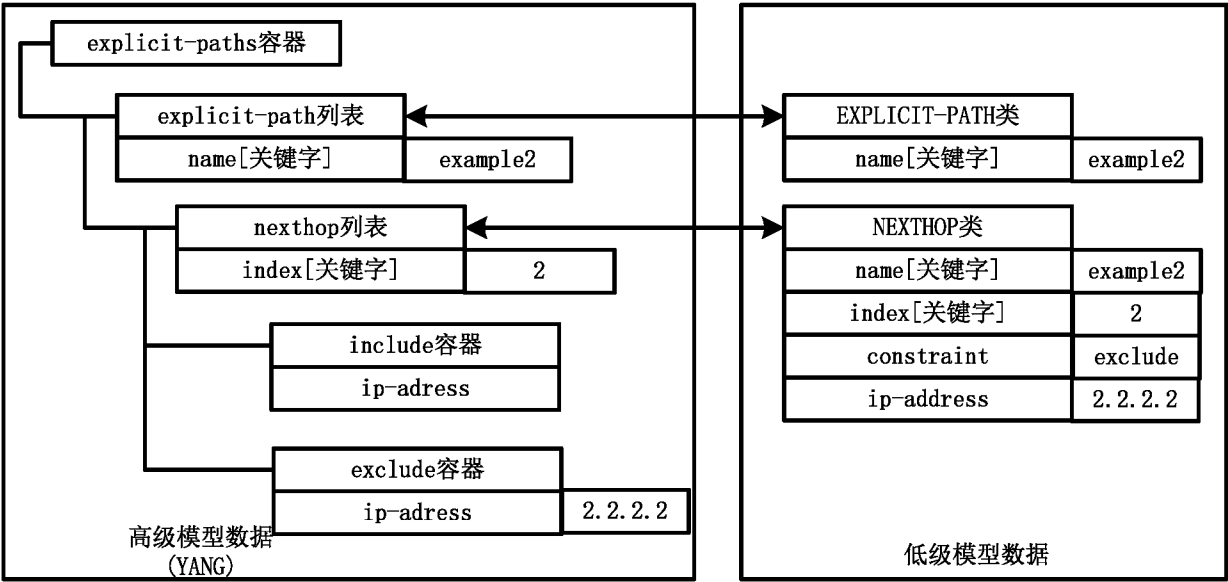


图8

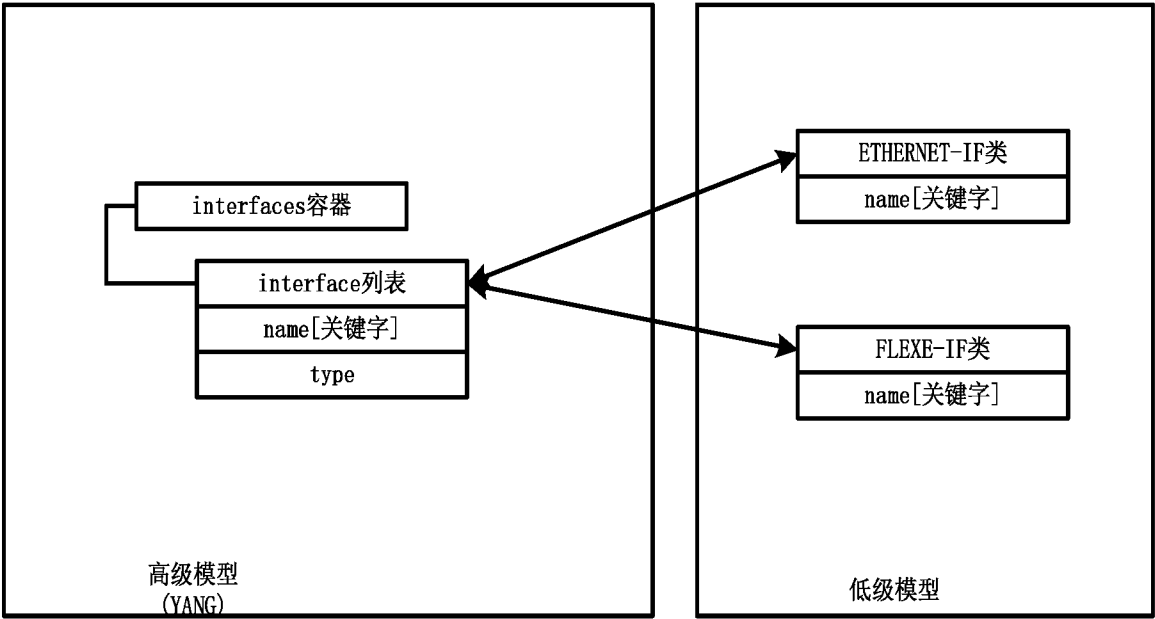


图9

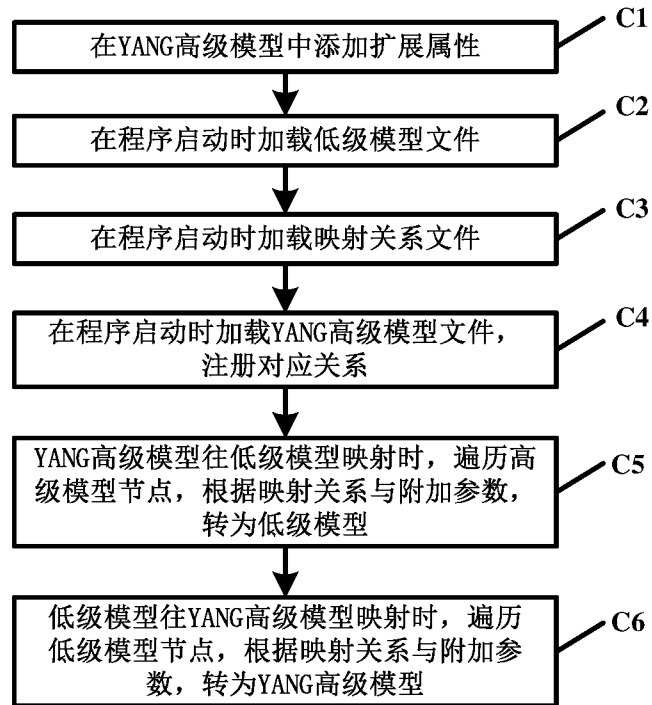


图10

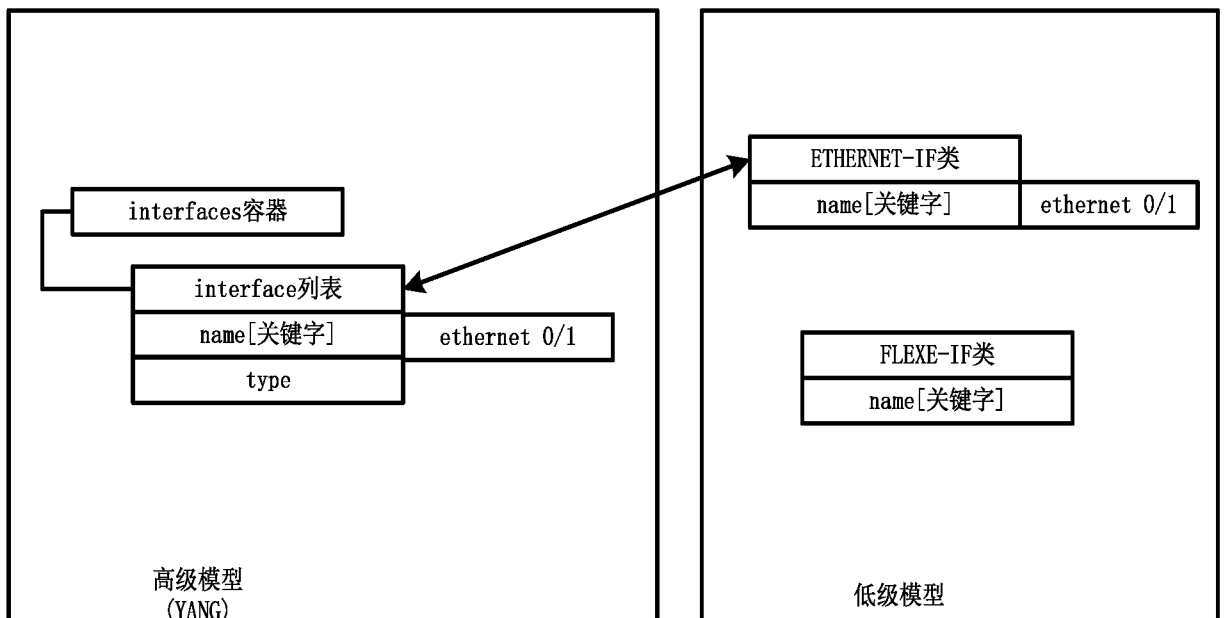


图11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/124187

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G06F 16/84(2019.01)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) WPI; EPODOC; CNPAT; CNKI; IEEE: 高级, 低级, 模型, 命令行, 网络管理协议, 网络配置协议, 类, 元素, 列表, 关键字, 容器, element, list, key, container, class, YANG, MIB, NETCONF, CLI, SNMP																	
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 109947995 A (FIBERHOME TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES CO., LTD.) 28 June 2019 (2019-06-28) claims 1-10</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104243198 A (ZTE CORPORATION) 24 December 2014 (2014-12-24) description, paragraphs [0003]-[0075]</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106559251 A (ZTE CORPORATION) 05 April 2017 (2017-04-05) entire document</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2016212148 A1 (PALO ALTO RESEARCH CENTER INCORPORATED) 21 July 2016 (2016-07-21) entire document</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	PX	CN 109947995 A (FIBERHOME TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES CO., LTD.) 28 June 2019 (2019-06-28) claims 1-10	1-10	A	CN 104243198 A (ZTE CORPORATION) 24 December 2014 (2014-12-24) description, paragraphs [0003]-[0075]	1-10	A	CN 106559251 A (ZTE CORPORATION) 05 April 2017 (2017-04-05) entire document	1-10	A	US 2016212148 A1 (PALO ALTO RESEARCH CENTER INCORPORATED) 21 July 2016 (2016-07-21) entire document	1-10
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.															
PX	CN 109947995 A (FIBERHOME TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES CO., LTD.) 28 June 2019 (2019-06-28) claims 1-10	1-10															
A	CN 104243198 A (ZTE CORPORATION) 24 December 2014 (2014-12-24) description, paragraphs [0003]-[0075]	1-10															
A	CN 106559251 A (ZTE CORPORATION) 05 April 2017 (2017-04-05) entire document	1-10															
A	US 2016212148 A1 (PALO ALTO RESEARCH CENTER INCORPORATED) 21 July 2016 (2016-07-21) 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 14 February 2020		Date of mailing of the international search report 06 March 2020															
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration 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/CN2019/124187

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109947995	A	28 June 2019	None			
CN	104243198	A	24 December 2014	None			
CN	106559251	A	05 April 2017	WO	2017054531	A1	06 April 2017
US	2016212148	A1	21 July 2016	CN	105812347	A	27 July 2016
				EP	3048771	A1	27 July 2016

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/124187

A. 主题的分类

G06F 16/84 (2019.01) 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))

WPI; EPDOC; CNPAT; CNKI; IEEE: 高级, 低级, 模型, 命令行, 网络管理协议, 网络配置协议, 类, 元素, 列表, 关键字, 容器, element, list, key, container, class, YANG, MIB, NETCONF, CLI, SNMP

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 109947995 A (烽火通信科技股份有限公司) 2019年 6月 28日 (2019 - 06 - 28) 权利要求1-10	1-10
A	CN 104243198 A (中兴通讯股份有限公司) 2014年 12月 24日 (2014 - 12 - 24) 说明书第[0003]-[0075]段	1-10
A	CN 106559251 A (中兴通讯股份有限公司) 2017年 4月 5日 (2017 - 04 - 05) 全文	1-10
A	US 2016212148 A1 (PALO ALTO RESEARCH CENTER INCORPORATED) 2016年 7月 21日 (2016 - 07 - 21) 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

2020年 2月 14日

国际检索报告邮寄日期

2020年 3月 6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

传真号 (86-10)62019451

受权官员

李萌

电话号码 86-(10)-53961536

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/124187

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	109947995	A	2019年 6月 28日	无			
CN	104243198	A	2014年 12月 24日	无			
CN	106559251	A	2017年 4月 5日	W0	2017054531	A1	2017年 4月 6日
US	2016212148	A1	2016年 7月 21日	CN	105812347	A	2016年 7月 27日
				EP	3048771	A1	2016年 7月 27日