

一种基于时延构建弹性现场的查询增强系统及方法

本申请要求名称为“一种基于时延构建弹性现场的查询增强系统及方法”、于2017年9月18日提交的中国专利申请号为No.201710841537.4的优先权，在此通过引用包括该件申请。

技术领域

本发明属于网络技术和网络通信技术领域，具体涉及一种基于时延构建弹性现场的查询增强系统及方法。

背景技术

在现有技术中，分布式查询（query）包括：区间搜索（Range query）、聚合搜索、Skyline 搜索、Top-k 搜索等。其中，区间搜索（Range query）是指搜索单一或多个属性值处于某个连续区间内的所有资源，比如可以在 Chord 基础上通过位置敏感的哈希算法来获得属性标识，可以采用空间填充曲线 SFC 技术单一属性与多个属性间的映射；聚合搜索是指对一组资源某些属性聚合信息，如 count、sum、max、average 等的查询；Skyline 搜索是指从一个给定的集合 S 中选择一个子集，该子集中的任一点都不能被 S 中的其它点所控制，其中的任意两点 p 对 q 的控制关系是指 p 至少在某一维度上好于 q 而且在其它维度上 p 都不比 q 差。

作为分布式查询的一个典型应用场景，名字与地址之间映射关系的解析系统是信息中心网络（ICN）中数据传输中不可缺少的环节，其性能直接影响到信息中心网络（ICN）的整体性能。通过信息中心网络（ICN）的命名机制，网络中的每个实体都获得一个与位置无关的具有自验证特征的实体唯一标识符（EUID）作为名字，通过对 EUID 与所在网络地址（NA）的动态绑定，实现信息中心网络（ICN）中实体间的通信。名字解析的主要功能，是用来建立并维护内容提供者所发布的内容名字与网络地址之间的映射关系，进而可以通过对内容名字的检索，找到合适的内容提供者及其网络地址。但是，现有技术存在以下问题：

1) 尽管根据网络特点通过容器或者结构化技术将内容空间进行了嵌套和分层处理，然而当前的划分方法与系统的响应时间和应用需求无关，而结构上的

服务性能无关性显然无法直接满足时延的需求；

2) 在对移动性和安全性有较高要求的环境下，无法提供一种根据响应时间需求或者性能要求的弹性可伸缩查询方法，无法在提升资源利用率的同时保障查找效率和精度。

另外，在现有的分布式查询方法中，查询的响应时间一般都与节点规模、查询区域大小、被查询的资源属性个数（即空间维度）相关，但是，无法在固定的时延内返回查询结果。为了解决上述问题，有必要提议了一种基于时延构建弹性现场的查询增强系统及方法，以满足一些应用场景下的给定低时延内返回查询结果的请求处理需求。

发明内容

本发明的目的在于，为了解决现有的查询增强系统和方法存在上述问题，本发明提供了一种基于时延构建弹性现场的查询增强系统，有效解决分布式组织与查询问题，特别是信息中心网络ICN中对有给定低时延要求的应用场景进行优先处理，实现按照位置关系由近及远的分布式就近查询。

为了实现上述目的，本发明提供了一种基于时延构建弹性现场的查询增强系统，其包括：对网络节点进行逻辑划分得到由若干容器组成的一组容器；其中，所述若干容器之间具有嵌套关系，即若干容器构成一组容器，且每个所述容器进一步包括：一个管理节点，用于所述容器内的节点组织、邻居维护与查询服务；其中，所述逻辑划分是指依据给定的容器规则对物理节点集合进行重新分割而形成逻辑节点集合，使不在同一个物理范围中的节点也可以形成邻居关系；所述节点组织是指对容器内的节点进行结构化管理，形成一个逻辑拓扑结构；所述邻居维护是指保持对逻辑拓扑结构中的直连状态；所述查询服务是指当收到请求时对数据库进行检索，以返回所请求的内容。

所述基于时延构建弹性现场的查询增强系统具体包括：基于时延指标集合 $\{Ti\}$ ，对网络节点进行逻辑划分，每个时延指标 Ti 对应一层无交集全覆盖的 Ci 级容器，所述 Ci 级容器间具有嵌套关系，即多个所述 Ci 级容器构成一个 $Ci+1$ 级容器；其中， $Ti < Ti+1$ ， $1 \leq i \leq I-1$ ， I 为嵌套容器的层数； Ti 为实际查询时延指标。

所述基于时延构建弹性现场的查询增强系统的管理拓扑为树形结构，根节点为 Ci 级容器的管理节点；在任一查询请求接入的本地查询节点，记为 $LQNj$ ，与

含有所述本地查询节点LQN_j的C_i级容器, 及其邻居之间形成一个弹性现场区域, 用于满足查询所述时延指标集合{Ti}小于任意给定时延上限Ts的需求。

所述查询所述时延指标集合{Ti}小于任意给定时延上限Ts的需求具体包括:

- a) 当 $T_s < T_1$, $i=1$ 时, 在接收到查询请求的LQN_j、含有LQN_j的C1级容器、及其邻居中进行查询;
- b) 当 $T_i \leq T_s < T_{i+1}$ 时, 在含有LQN_j的C_i级容器及其邻居中进行查询;
- c) 当 $T_s \geq T_I$, $i=I$ 时, 在含有LQN_j的C_I级容器中进行查询。

基于上述一种基于时延构建弹性现场的查询增强系统, 本发明还公开了一种基于时延构建弹性现场的查询增强方法, 包括: 对网络节点进行同层无交集全覆盖逻辑划分, 得到由若干容器组成的一组容器, 所述若干容器之间具有嵌套关系, 分别执行无给定低时延要求的查询流程和给定低时延要求的就近查询流程; 其中,

所述无给定低时延要求的查询流程, 采用现有查询技术来实现;

所述给定低时延要求的查询流程, 采用分布式就近查询方法进行就近查询, 使得实际查询时延指标Ti小于某个时延上限Ts的要求。其具体包括:

步骤1)、当 $T_i < T_s$ 时, 某个本地查询节点LQN_j接收到针对某个实体唯一标识符ID的给定低时延要求下的查询请求, 其中, Ti为实际查询时延指标, Ts为时延上限;

步骤2)、当 $i=1$ 时, 判断是否满足 $T_s < T_1$: 若 $T_s < T_1$, 则转至下一步骤; 若Ts 大于或等于T₁, 则跳转至步骤4);

步骤3)、当 $T_s < T_1$, $i=1$ 时, 在接收到查询请求的LQN_j、含有LQN_j的C1级容器、及其邻居中进行查询; 若查询到标识符所对应的网络地址, 则直接返回查询结果; 若没有查询到标识符所对应的网络地址, 返回查询失败;

步骤4)、对于任意满足 $1 \leq i \leq I-1$, 检查是否满足 $T_i \leq T_s < T_{i+1}$: 若满足 $T_i \leq T_s < T_{i+1}$, 则转至下一步骤, 若不满足 $T_i \leq T_s < T_{i+1}$, 则跳转至步骤7);

步骤5)、当 $T_i \leq T_s < T_{i+1}$ 时, 将查询请求转发给含有LQN_j的C_i级容器的查询节点, 记为C_{ik}, 则在C_{ik}及其邻居列表{C_{im}}中进行初步查询: 若查询到标识符所对应的网络地址, 则转至下一步骤; 若没有查询到标识符所对应的网络地址, 则返回查询失败;

步骤6)、在该C_{ik}及其邻居列表{C_{im}}中查询; 若查询到标识符所对应的网络地址, 则直接返回查询结果, 若没有查询到标识符所对应的网络地址, 则返回

查询失败;

步骤7)、在含有LQN_j的CI级容器中进行初步查询; 若查询到标识符所对应的网络地址, 则转至下一步骤; 若没有查询到标识符所对应的网络地址, 则跳转至步骤9);

步骤8)、在含有LQN_j的CI级容器中进行查询; 若查询到标识符所对应的网络地址, 则直接返回查询结果; 若没有查询到标识符所对应的网络地址, 则转至下一步骤;

步骤9)、通过域间交换查询含有LQN_j的CI级容器的邻居列表{CIm}; 若在某个CI级容器中查询到标识符所对应的网络地址, 则记为CI_p, 并转至下一步骤; 若没有查询到标识符所对应的网络地址, 则返回查询失败;

步骤10)、将查询请求转发到CI_p, 并在该CI_p中进行查询; 若查询到标识符所对应的网络地址, 则直接返回查询结果; 若没有查询到标识符所对应的网络地址, 则返回查询失败;

优选地, 所述步骤3) 中, 在接收到查询请求的LQN_j、含有LQN_j的C1级容器、及其邻居中的本地哈希表(HT)中进行查询;

优选地, 步骤5) 中, 在该Cik及其邻居列表{Cim}中的布隆滤波器BF中进行查询;

优选地, 步骤6) 中, 在该Cik及其邻居列表{Cim}中的分布式哈希表DHT中进行查询;

优选地, 步骤7) 中, 在含有LQN_j的CI级容器中的布隆滤波器BF中进行初步查询;

优选地, 步骤8) 中, 在含有LQN_j的CI级容器中的分布式哈希表DHT中进行查询;

优选地, 步骤9) 中, 在含有LQN_j的CI级容器的邻居列表{CIm}中的布隆滤波器BF中进行查询;

优选地, 在该CI_p中的分布式哈希表DHT中进行查询。

在上述技术方案中, 所述给定低时延要求的就近查询流程, 为了节省维护代价, 可以将C1k的邻居列表{C1m}退化为一个无邻居的C1级容器, 其具体查询流程包括:

步骤1)、当 $T_i < T_s$ 时, 某个本地查询节点LQN_j接收到针对某个实体唯一标识符ID的给定低时延要求下的查询请求, 其中, T_i 为实际查询时延指标, T_s 为时

延上限；

步骤2)、当 $i=1$ 时,判断是否满足 $T_s < T_1$:若 $T_s < T_1$,则转至下一步骤;若 T_s 大于或等于 T_1 ,则跳转至步骤4);

步骤3)、当 $T_s < T_1$, $i=1$ 时,在接收到查询请求的 LQN_j 、含有 LQN_j 的CI级容器、及其邻居中进行查询;若查询到标识符所对应的网络地址,则直接返回查询结果;若没有查询到标识符所对应的网络地址,返回查询失败;

步骤4)、对于任意满足 $1 \leq i \leq I-1$,检查是否满足 $T_i \leq T_s < T_{i+1}$:若满足 $T_i \leq T_s < T_{i+1}$,则转至下一步骤,若不满足 $T_i \leq T_s < T_{i+1}$,则跳转至步骤7);

步骤5)、当 $T_i \leq T_s < T_{i+1}$ 时,将查询请求转发给含有 LQN_j 的 C_i 级容器的查询节点,记为 C_{ik} ,则在该 C_{ik} 及其邻居列表 $\{C_{im}\}$ 中进行初步查询:若查询到标识符所对应的网络地址,则转至下一步骤;若没有查询到标识符所对应的网络地址,则返回查询失败;

步骤6)、在该 C_{ik} 及其邻居列表 $\{C_{im}\}$ 中查询;若查询到标识符所对应的网络地址,则直接返回查询结果,若没有查询到标识符所对应的网络地址,则返回查询失败;

步骤7)、在含有 LQN_j 的CI级容器中进行初步查询;若查询到标识符所对应的网络地址,则转至下一步骤;若没有查询到标识符所对应的网络地址,则跳转至步骤9);

步骤8)、在含有 LQN_j 的CI级容器中进行查询;若查询到标识符所对应的网络地址,则直接返回查询结果;若没有查询到标识符所对应的网络地址,则转至下一步骤;

优选地,步骤5)中,在该 C_{ik} 及其邻居列表 $\{C_{im}\}$ 中的布隆滤波器BF中进行查询;

优选地,步骤6)中,在该 C_{ik} 及其邻居列表 $\{C_{im}\}$ 中的分布式哈希表DHT中进行查询;

优选地,步骤7)中,在含有 LQN_j 的CI级容器中的布隆滤波器BF中进行初步查询;

优选地,步骤8)中,在含有 LQN_j 的CI级容器中的分布式哈希表DHT中进行查询;

本发明的优点在于:本发明针对包括低时延、高可靠在内的各种时延敏感应

用，公开了一种基于时延构建弹性现场的查询增强系统及方法，满足了给定低时延内返回查询结果的请求处理需求。通过按照位置关系由近及远的分布式就近查询，并对低时延应用场景进行优先处理，可大幅缩短整体查询时间。

附图说明

图1是本发明的一种基于时延构建弹性现场的查询增强系统的框架示意图；

具体实施方式

如图1所示，本发明提供了一种基于时延构建弹性现场的查询增强系统，其包括：对网络节点进行逻辑划分得到由若干容器组成的一组容器；其中，所述若干容器之间具有嵌套关系，即若干容器构成一组容器，且每个所述容器进一步包括：一个管理节点，用于所述容器内的节点组织、邻居维护与查询服务；其中，所述逻辑划分是指依据给定的容器规则对物理节点集合进行重新分割而形成逻辑节点集合，使不在同一个物理范围中的节点也可以形成邻居关系；所述节点组织是指对容器内的节点进行结构化管理，形成一个逻辑拓扑结构；所述邻居维护是指保持对逻辑拓扑结构中的直连状态；所述查询服务是指当收到请求时对数据库进行检索，以返回所请求的内容。

所述基于时延构建弹性现场的查询增强系统具体包括：基于时延指标集合 $\{T_i\}$ ；对网络节点进行逻辑划分，每个时延指标 T_i 对应一层无交集全覆盖的 C_i 级容器，所述 C_i 级容器间具有嵌套关系，即多个所述 C_i 级容器构成一个 C_{i+1} 级容器；其中， $T_i < T_{i+1}$ ， $1 \leq i \leq I-1$ ， I 为嵌套容器的层数； T_i 为实际查询时延指标。

所述基于时延构建弹性现场的查询增强系统的管理拓扑为树形结构，根节点为 C_I 级容器的管理节点；在任一查询请求接入的本地查询节点，记为 LQN_j ，与含有所述本地查询节点 LQN_j 的 C_i 级容器，及其邻居之间形成一个弹性现场区域，用于满足查询所述时延指标 $\{T_i\}$ 小于任意给定时延上限 T_s 的需求。

所述查询所述时延指标集合 $\{T_i\}$ 小于任意给定时延上限 T_s 的需求具体包括：

a) 当 $T_s < T_1$ ， $i=1$ 时，在接收到查询请求的 LQN_j 、含有 LQN_j 的 C_1 级容器、及其邻居中进行查询；

b) 当 $T_i \leq T_s < T_{i+1}$ 时, 在含有 LQN_j 的 C_i 级容器及其邻居中进行查询;

c) 当 $T_s \geq T_I$, $i=I$ 时, 在含有 LQN_j 的 C_I 级容器中进行查询。

基于上述一种基于时延构建弹性现场的查询增强系统, 本发明还公开了一种基于时延构建弹性现场的查询增强方法, 包括: 对网络节点进行同层无交集全覆盖逻辑划分, 得到由若干容器组成的一组容器, 所述若干容器之间具有嵌套关系, 分别执行无给定低时延要求的查询流程和给定低时延要求的就近查询流程; 其中,

所述无给定低时延要求的查询流程, 采用现有查询技术来实现;

所述给定低时延要求的查询流程, 采用分布式就近查询方法进行就近查询, 使得实际查询时延指标 T_i 小于某个时延上限 T_s 的要求, 其具体包括:

步骤 1)、当 $T_i < T_s$ 时, 某个本地查询节点 LQN_j 接收到针对某个实体唯一标识符 ID 的给定低时延要求下的查询请求, 其中, T_i 为实际查询时延指标, T_s 为时延上限;

步骤 2)、当 $i=1$ 时, 判断是否满足 $T_s < T_1$: 若 $T_s < T_1$, 则转至下一步骤; 若 T_s 大于或等于 T_1 , 则跳转至步骤 4);

步骤 3)、当 $T_s < T_1$, $i=1$ 时, 在接收到查询请求的 LQN_j 、含有 LQN_j 的 C_1 级容器、及其邻居中进行查询; 若查询到标识符所对应的网络地址, 则直接返回查询结果; 若没有查询到标识符所对应的网络地址, 返回查询失败;

步骤 4)、对于任意满足 $1 \leq i \leq I-1$, 检查是否满足 $T_i \leq T_s < T_{i+1}$: 若满足 $T_i \leq T_s < T_{i+1}$, 则转至下一步骤, 若不满足 $T_i \leq T_s < T_{i+1}$, 则跳转至步骤 7);

步骤 5)、当 $T_i \leq T_s < T_{i+1}$ 时, 将查询请求转发给含有 LQN_j 的 C_i 级容器的查询节点, 记为 C_{ik} , 则在 C_{ik} 及其邻居列表 $\{C_{im}\}$ 中进行初步查询: 若查询到标识符所对应的网络地址, 则转至下一步骤; 若没有查询到标识符所对应的网络地址, 则返回查询失败;

步骤 6)、在该 C_{ik} 及其邻居列表 $\{C_{im}\}$ 中查询; 若查询到标识符所对应的网络地址, 则直接返回查询结果, 若没有查询到标识符所对应的网络地址, 则返回查询失败;

步骤 7)、在含有 LQN_j 的 CI 级容器中进行初步查询；若查询到标识符所对应的网络地址，则转至下一步骤；若没有查询到标识符所对应的网络地址，则跳转至步骤 9)；

步骤 8)、在含有 LQN_j 的 CI 级容器中进行查询；若查询到标识符所对应的网络地址，则直接返回查询结果；若没有查询到标识符所对应的网络地址，则转至下一步骤；

步骤 9)、通过域间交换查询含有 LQN_j 的 CI 级容器的邻居列表{CIm}；若在某个 CI 级容器中查询到标识符所对应的网络地址，则记为 CIp，并转至下一步骤；若没有查询到标识符所对应的网络地址，则返回查询失败；

步骤 10)、将查询请求转发到 CIp，并在该 CIp 中进行查询；若查询到标识符所对应的网络地址，则直接返回查询结果；若没有查询到标识符所对应的网络地址，则返回查询失败；

优选地，所述步骤 3) 中，在接收到查询请求的 LQN_j、含有 LQN_j 的 C1 级容器、及其邻居中的本地哈希表 (HT) 中进行查询；

优选地，步骤 5) 中，在该 C_{ik} 及其邻居列表{Cim}中的布隆滤波器 BF 中进行查询；

优选地，步骤 6) 中，在该 C_{ik} 及其邻居列表{Cim}中的分布式哈希表 DHT 中进行查询；

优选地，步骤 7) 中，在含有 LQN_j 的 CI 级容器中的布隆滤波器 BF 中进行初步查询；

优选地，步骤 8) 中，在含有 LQN_j 的 CI 级容器中的分布式哈希表 DHT 中进行查询；

优选地，步骤 9) 中，在含有 LQN_j 的 CI 级容器的邻居列表{CIm}中的布隆滤波器 BF 中进行查询；

优选地，在该 CIp 中的分布式哈希表 DHT 中进行查询。

在上述技术方案中，所述给定低时延要求的就近查询流程，为了节省维护代价，可以将 C_{ik} 的邻居列表{CIm}退化为一个无邻居的 C1 级容器，其具体查询

流程包括：

步骤 1)、当 $T_i < T_s$ 时，某个本地查询节点 LQN_j 接收到针对某个实体唯一标识符 ID 的给定低时延要求下的查询请求，其中， T_i 为当前实际查询时延指标， T_s 为时延上限；

步骤 2)、当 $i=1$ 时，判断是否满足 $T_s < T_1$ ：若 $T_s < T_1$ ，则转至下一步骤；若 T_s 大于或等于 T_1 ，则跳转至步骤 4)；

步骤 3)、当 $T_s < T_1$ ， $i=1$ 时，在接收到查询请求的 LQN_j 、含有 LQN_j 的 C_1 级容器、及其邻居中进行查询；若查询到标识符所对应的网络地址，则直接返回查询结果；若没有查询到标识符所对应的网络地址，返回查询失败；

步骤 4)、对于任意满足 $1 \leq i \leq I-1$ ，检查是否满足 $T_i \leq T_s < T_{i+1}$ ：若满足 $T_i \leq T_s < T_{i+1}$ ，则转至下一步骤，若不满足 $T_i \leq T_s < T_{i+1}$ ，则跳转至步骤 7)；

步骤 5)、当 $T_i \leq T_s < T_{i+1}$ 时，将查询请求转发给含有 LQN_j 的 C_i 级容器的查询节点，记为 C_{ik} ，则在 C_{ik} 及其邻居列表 $\{C_{im}\}$ 中进行初步查询；若查询到标识符所对应的网络地址，则转至下一步骤；若没有查询到标识符所对应的网络地址，则返回查询失败；

步骤 6)、在该 C_{ik} 及其邻居列表 $\{C_{im}\}$ 中查询；若查询到标识符所对应的网络地址，则直接返回查询结果，若没有查询到标识符所对应的网络地址，则返回查询失败；

步骤 7)、在含有 LQN_j 的 C_i 级容器中进行初步查询；若查询到标识符所对应的网络地址，则转至下一步骤；若没有查询到标识符所对应的网络地址，则跳转至步骤 9)；

步骤 8)、在含有 LQN_j 的 C_i 级容器中进行查询；若查询到标识符所对应的网络地址，则直接返回查询结果；若没有查询到标识符所对应的网络地址，则转至下一步骤；

优选地，步骤 5) 中，在该 C_{ik} 及其邻居列表 $\{C_{im}\}$ 中的布隆滤波器 BF 中进行查询；

优选地，步骤 6) 中，在该 C_{ik} 及其邻居列表 $\{C_{im}\}$ 中的分布式哈希表 DHT 中进行查询；

优选地，步骤 7) 中，在含有 LQN_j 的 CI 级容器中的布隆滤波器 BF 中进行初步查询；

优选地，步骤 8) 中，在含有 LQN_j 的 CI 级容器中的分布式哈希表 DHT 中进行查询；

最后所应说明的是，以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制。尽管参照实施例对本发明进行了详细说明，本领域的普通技术人员应当理解，对本发明的技术方案进行修改或者等同替换，都不脱离本发明技术方案的精神和范围，其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。