

基于物联网的资源映射算法研究

赵俊涛, 徐四委, 高 辉

(辽宁大学信息学院, 沈阳 110036)

摘 要:在物联网环境下,大量物品通过各种传感技术加入到网络中。如何有效地组织和管理日益增加的物理资源,如何满足多样化的物联网应用需求,将成为物联网发展中一个非常重要的问题。网络虚拟化技术通过有效地管理虚拟用户请求到物理资源的映射来达到充分共享物理资源的目的,在解决该物联网问题时体现出它的优势。在现有互联网虚拟网络映射算法的基础上,针对物联网环境中物理节点所呈现的异构性特点,提出了一种基于物联网的虚拟网络到物理网络的资源映射算法。

关键词:物联网;网络虚拟化;资源映射算法

中图分类号:TP393

文献标识码:A

引 言

物联网是在现有互联网的基础之上,通过各种传感技术将物品加入到网络中,从而实现人与物、物与物之间的信息交换和通信^[1]。网络虚拟化技术共享底层的物理资源,根据不同的用户需求来构建虚拟网络到物理网络的资源映射。虚拟化技术的根本目的就是通过有效管理虚拟资源和物理资源之间的映射关系来达到充分共享物理资源的目的^[2]。

Ines HOUIDI 是该研究领域的学者之一,他提出了一种互联网下的虚拟网络映射算法,其算法采用多代理的方法,通过代理节点之间相互交换信息来保证物理节点之间分布式的协调和同步。但是该算法将物理节点视为同类型的实体,如都是计算资源,而在物联网环境下,大量物品通过传感技术加入到网络中,物理节点呈现异构性的特征,不同类型的节点具有各自不同的属性。鉴于物联网在许多方面表现出不同于互联网的新特性,本文在已有互联网下虚拟映射算法研究的基础上,结合物联网的特点提出了一种物联网下的虚拟网络到物理网络的资源映射算法。

1 互联网下的虚拟网络映射算法

1.1 物理网络和虚拟网络模型

物理网络用一个带有权值的无向图 $G_s = (N_s, L_s)$ 来表示,其中 N_s 代表物理节点的集合, L_s 代表物理链路的集合。每一个物理节点对应一个权值 $C(n_s)$ 代表物理节点的可用资源量,每一条物理链路对应两个权值,其中 $W(l_s)$ 代表包含链路延迟和代价在内的一系列参数, $C(l_s)$ 代表链路的可用带宽资源。用户向物理网络发送请求来建立按需的虚拟网络拓扑结构,虚拟网络拓扑也用带有权值的无向图 $G_v = (N_v, l_v)$ 来表示,每一个虚拟节点对应一个权值 $C(n_v)$ 代表虚拟节点最小的资源需求量,每一条虚拟链路对应一个权值 $C(l_v)$ 代表虚拟链路所需的最小带宽^[3-4]。

虚拟网络到物理网络的映射模型如图 1 所示:

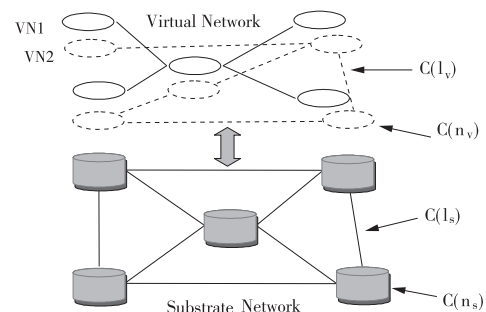


图 1 虚拟网络到物理网络的映射

1.2 资源映射算法

虚拟网络拓扑通常非常大,一次性地将整个虚拟网

收稿日期:2012-01-06

基金项目:国家自然科学基金资助项目(60703068);辽宁省高等学校科研资助项目(2008257)

作者简介:赵俊涛(1987-),男,河南西平县人,硕士生,主要从事物联网方向的研究,(E-Mail)jayvsjordan@163.com

络映射到物理网络会非常困难,因此该算法将虚拟网络拓扑分解成一个簇集,通过依次实现每个子簇的映射来完成整个虚拟网络的映射,映射采用探索式的贪婪算法。每次映射都以下面的过程实现:首先,从虚拟网络拓扑中选择一个簇,每个簇采用 hub-spoke 模型,选择虚拟节点中 $C(n_v)$ 最大的作为 hub 节点,将与 hub 节点直接相连接的虚拟节点作为 spoke 节点;然后,实现所选簇到物理网络的映射,将可用资源量最大的物理节点作为 root 节点,如果 root 节点能够满足 hub 节点的需求,即 $C(\text{root}) > C(\text{hub})$,则将 root 节点映射到 hub 节点,对 root 节点采用最短路径算法来决定满足所有 spoke 节点需求的物理节点,从而完成一个子簇到物理网络的映射,将已分配的物理节点从物理网络中移除。最后,将已经实现映射的子簇从虚拟网络拓扑中移除,然后寻找下一个 hub-spoke 模型的子簇,并在物理节点中寻找下一个 root 节点,按照上面的算法实现映射,从而实现整个虚拟网络到物理网络的映射^[5]。在整个映射过程中,每个被选为 root 节点的物理节点负责映射簇到物理网络,root 节点之间能够互相通信,互相作用从而共同做出映射决策。

该算法将物理节点视为同类资源,在进行资源映射时将资源量的大小作为决定映射实现的首要因素。在物联网环境下,物理节点具有异构性,不再是同类型的实体,因此不同类型的节点所表示的资源性能互不相同,而该算法并没有体现物理资源类别的差异。与此同时,物理节点的异构性也决定了映射的实现应该有先后顺序,而该算法采用贪婪算法思想,仅仅将节点资源量的大小作为映射的首要决定因素,并未考虑映射的先后顺序。

2 物联网下的虚拟网络映射算法

为了解决 Ines HOUIDI 研究算法在物联网环境下所体现的不足,本文提出了基于 Ines HOUIDI 研究算法的物联网下虚拟网络映射算法,该算法将物理节点类别作为参数加入到物理节点属性中,并且通过物理节点之间相互交换信息将同类别的物理节点组织在一起,这样便于实现虚拟网络到物理网络的映射。

2.1 物理网络和虚拟网络模型

在原来互联网下节点和链路所具有的参数的基础上,对每一个物理节点添加一个参数 $ID(n_s)$ 代表该物理节点的类别,对每一个虚拟节点也添加一个参数 $ID(n_v)$ 代表该虚拟节点的类别,并且在进行映射时应该将节点类别作为首要考虑因素^[6-7],即对于任意 $n_v \in N_v$,在完成映射: $n_v \rightarrow n_s$ 时,必须满足 $ID(n_v) = ID(n_s)$ 。

节点的异构性决定了节点映射存在先后顺序问题,因此用户的虚拟拓扑用一个有向图来表示,通过遍历有向图来完成每个虚拟节点的映射。与此同时,在衡量物理节点的可用资源时应该根据不同类别的节点有不同的定义,这里,对于类别为 $ID(n_s)$ 的物理节点,定义

$$C(n_s) = \alpha\omega_1 + \beta\omega_2$$

其中 ω_1, ω_2 代表影响节点性能的权值, α, β 代表每个权值所占的比例,不同类别的节点, ω_1, ω_2 所代表的权值不同。

2.2 资源映射协议

网络映射协议基于五种类型的消息: START, MSG, REQUEST, NOTIFY, STOP. 这些消息在物理节点之间发送和传递来交流信息,从而实现资源映射。这些消息的定义如下:

START: 这个消息通知所有的物理节点开始执行资源映射算法。

MSG($n_s, ID(n_s), C(n_s)$): 这个消息用于物理节点之间交换节点信息,从而使同类型的节点组织在一起。

REQUEST($n_v, ID(n_v), C(n_v)$): 这个消息表示虚拟节点的节点信息,从而匹配满足要求的物理节点。

NOTIFY($\{n_v, n_s\}$): 这个消息用于当一个虚拟节点的映射实现时,将这次映射通知给其它物理节点。

STOP: 当所有的虚拟节点请求都满足时,这个消息通知停止资源映射算法的执行。

2.3 资源映射算法

在上述网络模型和映射协议的基础之上,具体的资源映射算法实现如下:

用户发送请求,根据其请求构建虚拟网络拓扑,用一个带权值的有向图 $G_v = (N_v, l_v)$ 来表示。

物理节点之间互相发送消息 MSG($n_s, ID(n_s), C(n_s)$) 来交换彼此的节点信息,若两个节点的 ID 参数值相同,说明这两个节点同类别,则这两个节点持续保持通信;若两个节点的 ID 参数值不相同,说明这两个节点类别不同,则这两个节点不再进行通信。当所有物理节点完成相互交换信息之后,同类别的节点便会组织在一起保持通信,这样便形成了一个不同类别的自组织网络。

当有新的物理节点加入时,它会发送自己的节点信息,然后匹配与它 ID 参数相同的物理节点,若匹配成功则保持与该类物理节点的通信,从而加入到同类别的自组织网络中;当有物理节点失效时,它断开与同类物理节点的通信,从而从同类别的自组织网络中移除。对于同类别自组织网络中的节点,选取它们中 $C(n_s)$ 最大的

作为该网络的中心控制节点。

网络提供者发送 START 消息,则资源映射算法开始执行。按照广度优先搜索算法遍历虚拟网络拓扑图中的每个虚拟节点,对于每一个虚拟节点,对应一个消息 $REQUEST(n_v, ID(n_v), C(n_v))$ 表示该虚拟节点的节点信息。该消息与物理网络中每个自组织网络的中心控制节点 ID 参数进行比较,若 ID 参数相同,则说明找到了满足该虚拟请求的节点类别,然后再比较节点资源参数,若对于一个中心控制节点满足:

$$ID(n_v) = ID(n_s), \text{ 且 } C(n_s) \geq C(n_v)$$

则将该中心控制节点分配给该虚拟节点。

若一个中心控制节点已被分配,则该中心控制节点发送消息 $NOTIFY(\{n_v, n_s\})$ 通知自组织网络内的其它物理节点,则自组织网络内的其它物理节点再次从剩余的节点中选择 $C(n_s)$ 最大的作为新的中心控制节点。

每一个虚拟节点都按照上述算法实现到物理节点的映射,当所有虚拟节点都完成映射时,网络提供者发送一个 STOP 消息停止资源映射算法的执行。

该算法考虑到物联网环境下物理资源类别的不同,在进行资源映射时将节点类别作为首要的考虑因素,然后再考虑节点资源量是否满足。底层物理节点通过相互交换信息按类别形成一个个自组织的网络,这样便于物理资源的管理,当有物理节点失效时,只需通知自组织网络中的物理节点即可重新构建新的网络,同时在进行资源映射时只需在同类别的物理节点中进行选择,这样也提高了资源映射的效率。

3 实验与仿真

在 NS2 仿真实验环境下,假设节点之间通信不存在链路负载问题,首先,设定虚拟网络拓扑中虚拟仿真节点数为 10,即用户的请求分 10 个子任务;然后,在应用 Ines HOUIDI 算法时对每个物理仿真节点的节点参数设置 $C(n_s)$ 的值,在应用本文算法时设定三种不同类别的物理仿真节点,每类节点对应设定一个 ID 值,并且每类节点设置不同的 $\alpha, \omega_1, \beta, \omega_2$ 参数值,从而通过公式 $C(n_s) = \alpha\omega_1 + \beta\omega_2$ 来计算每个仿真节点的 $C(n_s)$ 的值;最后,通过设置物理仿真节点的个数,来检验随着物理仿真节点数量的不断变化虚拟请求到物理仿真节点完成映射所需要的时间的变化情况。仿真结果如图 2 所示。

从图 2 可以看到,当物理节点的数量比较少时,Ines HOUIDI 算法的资源映射执行时间更短,但随着节点数量的增加,本文算法的执行效率更高,执行时间更短。本文研究算法首先通过物理节点相互交换信息形成一

个个自组织网络,而 Ines HOUIDI 研究算法将物理节点视为同类资源,因此当物理节点的数量比较少时,Ines HOUIDI 研究算法的执行效率会比本文研究算法好,因为它不需要形成自组织网络。但随着物理节点数量的不断增加,本文研究算法便会体现出更好的映射效率,因为当物理节点形成一个个自组织网络后,每次虚拟请求的映射都会在同类别的局部物理节点中实现,而 Ines HOUIDI 研究算法的虚拟映射是在全局物理节点中实现。

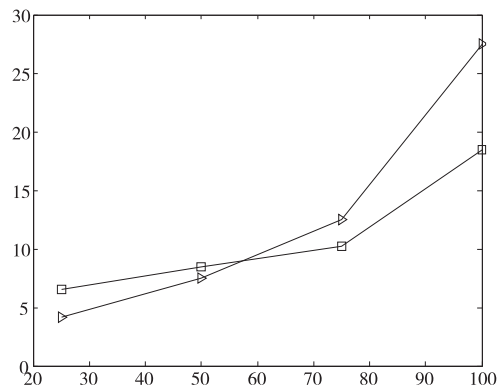


图 2 虚拟请求映射时间随节点数量变化图

从图 3 可以看到,当有物理节点失效时,本文算法的处理时间更短,因为本文算法中物理节点形成一个个自组织网络,因此当有节点失效时,只需在局部自组织网络中重新形成新的网络拓扑,而 Ines HOUIDI 算法需要在整个物理网络中形成新的网络拓扑。

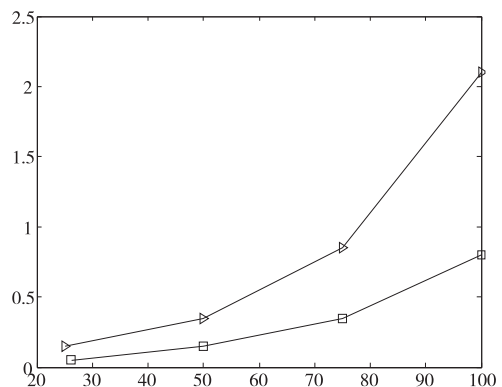


图 3 节点失效得理时间随节点数量变化图

4 结束语

与 Ines HOUIDI 研究算法相比较,本文研究算法考虑物理节点类别的不同,并且将物理节点按类别组织在一起,这些同类别的物理节点形成一个自组织网络,这样便于物理节点的管理,同时在进行资源映射时只需在同类别的物理节点中寻找满足虚拟请求的节点,提高了资源映射的效率。进一步研究多个任务请求同

时到达时,如何并行执行多个任务,研究一种有效的任务调度模型,并在此基础上提出新的更有效的资源映射算法。

参考文献:

- [1] International Telecommunication Union, Internet Reports 2005: The Internet of things[R]. Geneva: ITU, 2005, 4-10.
- [2] ZHU Yong, Ammar Mostafa. Algorithms for assigning substrate network resources to virtual network components[C]. In: Proceedings of IEEE INFOCOM, Barcelona, Spain, 2006: 58-70.
- [3] Alhusaini A H, Prasanna V K, Raghavendra C S. A framework for mapping with resource co-allocation in heterogeneous computing system[C]. 9th Heterogeneous Computing Workshop. 2000: 273-286.
- [4] Houidi I, Louati W, Zeghlache D. A Distributed and Autonomous Virtual Network Mapping Framework [C]. The Fourth International Conference on Autonomic and Autonomous Systems, ICAS 2008, March 16-21, Gosier, Guadeloupe: 120-136.
- [5] Houidi Ines, Louati Wajdi, Zeghlache Djamel. A distributed virtual network mapping algorithm [C]. In: Proceedings of ICC, Beijing, China, 2008: 80-95.
- [6] Anderson T, Peterson L, Shenker S, et al. Overcoming the Internet impasse through virtualization[J]. IEEE Computer Magazine, 2005, 38(4): 34-41.
- [7] 刘丽, 扬扬, 田志民. 网格计算环境下资源联合分配的映射策略与机制[J]. 计算机工程, 2005, 16(31): 130-133.

Research on Resources Mapping Algorithm Based on the Internet of Things

ZHAO Jun-tao, XU Si-wei, GAO Hui

(College of Information, Liaoning University, Shenyang 110036, China)

Abstract: In the environment of the Internet of Things, large number of objects are connected into the Internet. How to organize and manage the increasing substrate resources and how to satisfy various application requirements of the Internet of Things will become an essential question. Network virtualization assigns the substrate resources to the virtual user requests efficiently in order to share the substrate resources, and it shows its advantage in solving the question above. So, referring to the existing virtual mapping algorithm in the Internet and the heterogeneous character the substrate resources in the Internet of Things present, we propose a resources mapping algorithm from virtual network to substrate network based on the Internet of Things.

Key words: Internet of Things; network virtualization; resources mapping algorithm