一种基于统计信息预取的通信芯片协议层

操作系统通信管理方案

摘要

本发明针对通信芯片协议层操作系统的通信管理过程提出了一种新的消息预取及推送策略，通过统计分析节点历史消息推送、指令执行、与其它节点交互操作的日志对未来一段时间内有较大概率会使用的数据或指令进行预先请求和读取。通常在一个物联网系统内各节点相互通信所产生的业务消息流量是动态变化的，时高时低，有忙有闲，可以错开通信业务流量高峰时段，有针对性地向网络中的节点预取或推送数据的策略。目标是让各个节点提前获取到接下来的计算任务中可能会用到的数据、指令，存储在本地设备上，等到使用时无需发出请求便可即时使用，有助于提高节点工作效率，降低任务处理时延。若接下来使用的数据未被预取的数据命中，则采用传统的基于用户请求的方式发出请求报文，从服务方节点获取数据。若节点能在目标节点相对空闲、网络带宽利用率不高时进行预读取操作，将一部分数据和指令提前获取，当后续任务执行过程中产生真正的数据或指令需求时既可直接使用。这样既可以让节点本身的任务立即得到响应，使得处理过程更加实时高效，又可以提高CPU和系统带宽资源的利用效率，降低网络因通信业务量过大而出现拥塞的概率。

技术领域

本发明属于物联网领域，同时涉及数据挖掘、计算机体系结构、无线自组织网络、分布式系统、无线通信协议、边缘计算等技术领域。

技术背景

在通信芯片协议层操作系统内部，常见的消息推送模式包括基于用户请求式推送和服务侧主动推送两种方式。基于用户请求的消息推送策略属于传统信息交互方式，节点计算过程中产生数据需求后，向拥有该数据的目标节点发出请求报文，目标节点收到报文后对该请求进行应答，原节点收到应答报文后进行解析，提取有效数据，即完成了一次数据请求-推送过程。该策略思路直观，实现简单，适合计算复杂度较低的嵌入式设备，但未考虑带宽利用情况、网络节点工作状态，若所请求数据非当前任务所需，实时性要求不高，且目标节点有大量任务待处理时，会给目标节点增加更多负担，消息推送过程缺乏灵活性。若有多个用户请求某一个用户或者某一种类型的消息报文，则出现网络拥塞导致推送效率降低的概率较大。而在主动推送数据策略中，主要存在两种角色的节点：有数据需求的需求方节点和拥有数据的服务方节点。该策略将网络节点的传感器感知到物理环境或自身状态的改变定义为“事件”，事件发生会触发服务方节点将数据（环境或自身状态变化生成的信息）主动推送至有此数据需求的需求方节点。无论需求方节点此时需不需要此数据，均接收并存储。这种推送策略仍然不够灵活，一个比较显著的缺陷是若网络环境或服务方节点自身状态发生较频繁波动，将会产生大量主动推送的数据，占用较多的网络带宽，同时服务端节点侧发起大量数据推送过程，而需求方节点接收到数据后进行存储或者对原有数据的替换，加重了工作负载。若需求方节点暂时不需要此数据，数据的存储也可能导致大量存储空间被占用。这种不考虑需求方节点需求的推送策略极有可能导致需求方节点CPU计算资源和网络带宽资源的浪费，因此，设计一种新型的兼顾节点数据需求和网络带宽利用效率的消息预取及推送策略是非常有必要的。

发明内容

本发明所提出的基于统计信息的消息预取及推送策略以传感装置等低功耗低复杂度、功能较单一的设备为应用对象。该策略与主动推送数据策略的出发点不同。主动推送策略基于拥有数据的节点的视角，一旦感知到数据更新便会触发这类节点发起主动推送数据的过程。而基于统计信息的消息预取及推送策略则有所不同，对于网络中的某个具体节点而言，基于数据生产者的角度，节点通过自身所配置的传感器感知环境数据，是数据的提供者，可以基于统计信息将数据推送至其它节点；基于数据消费者的角度，节点执行动作或者做出决策任务还依赖从其他节点获取到的数据，可以基于统计信息进行提前预取。本发明中设计了根据消息预取及推送的历史记录有针对性地向网络中的节点预取或推送数据的策略。目标是让各个节点提前获取到接下来的计算任务中可能会用到的数据、指令，存储在本地设备上，等到使用时无需发出请求便可即时使用，有助于提高节点工作效率，降低任务处理时延。若接下来使用的数据未被预取的数据命中，则采用传统的基于用户请求的方式发出请求报文，从服务方节点获取数据。

物联网节点行为数据在系统中最简单的存在形式就是日志。系统在运行过程中都产生大量原始日志，每一条记录表示一次用户行为和对应的服务。比如光照强度、温度、湿度、节点工作状态、节点移动速度等，每一次服务请求和应答都会生成一个展示日志，其中记录了查询和返回结果。不同的节点对不同的业务信息请求频率和响应频率是不同的，必然有高频率的请求响应和低频次的请求响应，即不同节点间的联系紧密程度是不同的，如果各节点能够对自身的请求和被请求记录进行阶段性记录和分析，就能够发现不同节点之间的行为联系。据此可建立网络节点关联度列表，通过分析过去一段时间内网络各节点的历史消息推送记录，计算节点之间的关联度列表。当节点向网络中某服务方节点发出数据请求后，通过分析网络服务方节点关联度，也会向网络中与该服务方节点关联度较高的其它服务方节点发出数据请求。同理，当节点收到网络中某需求方节点发来的数据请求后，通过分析网络需求方节点关联度，向从而选择相似度高的消息请求，预取出来，实现消息的预取推送。

实施方案

实现基于统计信息的消息预取及推送策略的第一步是建立网络需求方节点关联度列表和网络服务方节点关联度列表。这两个关联度列表以时间长度*T*为周期进行更新，列表中数值的计算任务由网络中的节点按照节点序号轮流执行。第*n*个周期的节点关联度列表由*m*号节点计算完成，则*n*+1个周期的节点关联度列表由*n*+1号节点计算完成。在第*n*个周期开始时，网络各节点将与自身进行数据预取和推送的节点标号及交互次数以报文的形式发送给*m*号节点。*m*号节点计算网络需求方节点关联度列表和网络服务方节点关联度列表，计算完成后将列表中与各节点相关的一部分计算结果分发给的对应的节点（每个节点会收到特定的一行和一列）。

若网络中有*N*个节点，则可统计网络节点间消息推送次数统计表如表1所示：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 预取节点  推送节点 | Node 1 | Node 2 | Node 3 | … | Node *N* |
| Node 1 |  | *C*12 | *C*13 | … | *C*1*N* |
| Node 2 | *C*21 |  | *C*23 | … | *C*2*N* |
| Node 3 | *C*31 | *C*32 |  |  | *C*3*N* |
| … | … | … |  |  | … |
| Node *N* | *CN*1 | *CN*2 | *CN*3 | … |  |

表1 网络节点间消息推送次数统计表

表中推送节点指的是拥有数据的服务方节点，即数据的生产者；预取节点指的是有潜在数据请求的需求方节点，即数据的消费者。表中各统计值均以特定周期为单位，*Cxy*指的是某一个特定周期内节点*x*向节点*y*推送数据的次数。以节点1和节点2为例，计算二者同为需求方节点是的关联度，需要考虑网络其它节点(Node 3 - *N*)对节点1的数据推送记录与对节点2 的数据推送记录的相似程度，即*C*31, *C*41,…,*CN*1与*C*32, *C*42,…,*CN*2两个序列的相似程度。利用余弦相似度公式求出*D*12为



一般地，对可计算节点*x*和节点*y*需求关联度为



同理，计算节点*x*和节点*y*的服务关联度时，应考虑二者向网络其它节点推送数据记录的相似程度，可计算节点*x*和节点*y*服务关联度为



由上述需求关联度和服务关联度的计算公式计算得到网络需求方节点关联度列表和网络服务方节点关联度列表如表2所示，以对角线为分割线，右上侧的三角部分为各节点之间的需求关联度，左下侧的三角部分为各节点的服务关联度。该表中数值的有效期为周期T，每隔T时间更新一次，表格数值由下一个节点重新计算。

计算得到表2所示网络需求方节点关联度列表和网络服务方节点关联度列表后，完成该计算任务的节点将节点*t*所需的计算结果表格第*t*行以及第*t*列发送给节点*t*，从而使每个节点均获取到网络中其它节点数据的需求关联度和推送关联度。进行数据的预取时使用服务关联度，当节点向网络中某服务方节点发出数据请求后，也会向网络中与节点的服务关联度最高的节点发出数据请求，得到请求的数据后会向网络中与节点的服务关联度次高的其他节点发出数据请求，直至达到一定的次数后停止。同理，当节点收到网络中某需求方节点发来的数据请求后，不仅向该需求方节点推送数据，也会将同样的数据推送给与该需求方节点需求关联度最高的其他节点推送同样的数据报文，之后继续向与该需求方节点需求关联度次高的其他节点推送同样的数据报文，直至达到一定的次数后停止。需要注意的是，预取和推送的次数并不是无限制的。因为计算所得到的关联度衡量的是节点之间的推送或者预取行为的相关性，若关联度数值过小，说明两个节点在推送或者预取行为上没什么关联，不需要执行预取或推送操作。因此需求关联度和服务关联度需设置一定的阈值*D*，对于低于此值的节点不进行预取或者推送数据操作。此外，在网络节点趋同性强，大部分节点彼此之间关联度较高，若节点需要针对阈值以上的所有节点都进行预取或推送数据操作会占用大量带宽资源，只对关联度最高的一定比例的节点（例如*p*=20%）执行对应操作即可。实际应用时，节点对其他节点执行预取或推送数据的操作时须同时满足阈值*D*及比例*p*的限制条件。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 预取节点  推送节点 | Node 1 | Node 2 | Node 3 | … | Node *N* |
| Node 1 |  | *D*12 | *D*13 | … | *D*1*N* |
| Node 2 | *S*21 |  | *D*23 | … | *D*2*N* |
| Node 3 | *S*31 | *S*32 |  |  | *D*3*N* |
| … | … | … |  |  | … |
| Node *N* | *SN*1 | *SN*2 | *SN*3 | … |  |

表2 网络需求方节点关联度列表和网络服务方节点关联度列表

总结

本发明中设计了根据消息预取及推送的历史记录计算节点间的需求关联度和服务关联度。当节点向网络中某服务方节点发出数据请求后，通过分析网络服务方节点关联度，也会向网络中与该服务方节点关联度较高的其它服务方节点发出数据请求。同理，当节点收到网络中某需求方节点发来的数据请求后，通过分析网络需求方节点关联度，向从而选择相似度高的消息请求，预取出来，让网络节点可以将一部分数据和指令提前获取，当后续任务执行过程中产生真正的数据或指令需求时既可直接使用，降低任务处理耗时，提高工作效率。