

基于多 Agent 的无线传感器网络 分层融合框架研究

马生忠, 黑敏星

(宁夏大学 数学计算机学院, 银川 750021)

摘要: 客户端/服务器 (C/S) 模式和移动代理 (MA) 模式是无线传感器网络中的两种最主要的计算模式, MA 计算模式可以弥补 C/S 计算模式能量消耗大、延时长等方面的不足; 为了更好地降低能量消耗和缩短网络中数据融合时间, 提出一种基于多 Agent 的无线传感器网络分层融合框架; 将无线传感器网络监测区域分层若干个区域, 将每个小的监测区域分为簇头—sink 和簇头—簇成员节点两层, 由 sink 节点根据用户需求向每个监测区域派遣移动 Agent 并完成数据采集和数据融合; 这种模式可以有效地缩短网络中数据融合时间和降低能量消耗。

关键词: 移动代理; 无线传感器网络; 数据融合

Research of Multilayer Fusion Architecture Based on Multi-Agent in WSN

Ma Shengzhong, Hei Minxing

(School of Mathematics and Computer Science, NingXia University, Yinchuan 750021, China)

Abstract: Wireless sensor network has two models which are C/S model and MA model. MA model can improve the disadvantage of the large dissipation of energy and the long time spans that C/S models. According to reduce the energy and reduce the time of data fusion, presents hierarchical wireless sensor network integration framework which based on multi-agent. It divides different fields, and uses sink and node component two-tier structure, and the sink node send multiple Agent for data collection and fusion of target nodes according to application requirements. The model can effectively reduce the time and energy consumption in the network.

Keywords: mobile agent; wireless sensor networks; data fusion

0 引言

无线传感器网络 (Wireless Sensor networks, WSNs) 由大量具有感知能力、数据处理能力和无线通信能力的微型传感器节点组成, 能够在监测区域内被快速的部署、自组织成网络以及适应环境的能力等特点而被广泛应用于军事、环境监测、医疗系统、智能家居等领域^[1]。

基于 C/S (client/server) 模式是无线传感器网络使用最广泛的数据融合方法^[2]。C/S 模式的缺点是资源浪费、负载均衡、安全性和数据传输可靠性差。离 sink 节点较近的节点会因转发其它节点数据而过早失效, 从而导致网络中出现能量空洞问题^[3]。

为了解决网络中数据收集和融合问题, MA (mobile agent)^[4] 模式具有节约带宽资源, 可靠性和可扩展性好等优势, 但是现在的研究都是基于 Agent 路由方面, 具有一定的局限性。

1 相关工作

现有的基于 Agent 的无线传感器网络数据融合算法中, 文献 [5] 提出基于 MA 的无线传感器网络多层分簇算法, 通过

MA 完成各个簇区域的管理、完成分簇操作并选取簇头, 在进行数据通信时, 通过 MA 完成数据的采集和融合。文献 [6] 提出基于粒子群优化 BP 神经网络的无线传感器网络数据融合算法, 结果表明该算法可以减少网络通信量, 减低 15% 的能量消耗。文献 [7] 提出一种能量有效的多层分簇算法, sink 节点根据簇头数进行分区, 通过减少每轮数据通信的能耗而实现网络的生命周期最大化。文献 [8] 提出一种基于多 Agent 的层次任务分配方法, 通过将集中式分配方法和分布式分配方法相结合, 从而解决动态环境中任务分配问题。文献 [9] 提出一种基于静态代理的多 Agent 平台模型和支持移动 Agent 应用模式的传感器节点软硬件分层结构, 最后通过对比 C/S 模式和 Agent 模式, 说明基于多移动 Agent 的应用平台的网络具有较高的利用率和灵活性。

因此, 本文将 Agent 技术应用到无线传感器网络层次化结构模型中, 通过分析基于移动 Agent 的无线传感器网络分层数据融合的结构模型, 提出一种基于多 Agent 的无线传感器网络分层数据融合框架。

2 基于移动 Agent 的数据融合框架

2.1 基于移动 Agent 的网络管理模型

WSN 中, 通常采用 3 种网络管理模型: 层次模型、集中式和分布式^[10]。本文采用层次化模型, 图 1 给出了基于移动 Agent 的层次化网络管理模型。如图所示, 该模型由三部分组成: 1) Agent 服务器。主要用来分解用户的需求, 根据任务分配派遣 Agent; 2) 移动 Agent。主要用来对目标节点所采集

收稿日期: 2015-01-28; 修回日期: 2015-03-20。

基金项目: 2013 年宁夏高等学校科研项目 (NGY2013022)。

作者简介: 马生忠 (1980-), 男, 宁夏同心人, 硕士研究生, 主要从事信息系统工程方向的研究。

的数据进行处理; 3) 层次化模型。利用 Agent 替代传统的控制命令, 对目标区域进行分割并实现分簇, 应用簇分割同级别 Agent 的作用域, 从而实现 Agent 间的分工和协作。

2.2 基于移动 Agent 的数据融合框架

传感器网络中, 当需要采集信息时, 簇头节点根据先前预设好的迁移路径派遣 Agent, 迁移至簇内成员节点时对数据进行采集并融合, 然后携带融合结果迁移到下一跳目的节点。那么此时, 需要判断节点是否为簇头节点, 若为簇头节点则将结果返回给 sink 节点, 若不是簇头节点, 则迁移至下一跳目的节点继续进行采集和融合, 最后将最终的融合结果返回给 sink 节点。基于移动 Agent 的无线传感器网络数据融合框架如图 2 所示。

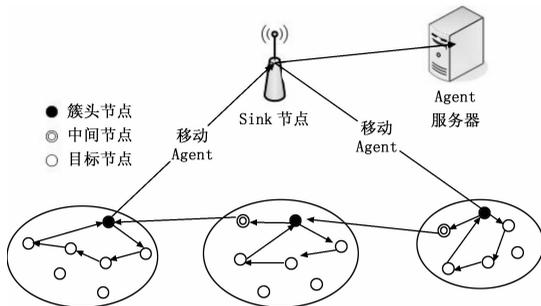


图 1 基于移动 Agent 的层次化网络管理模型

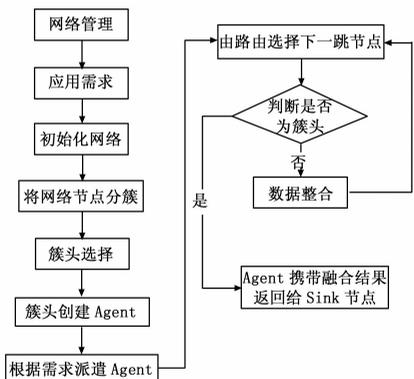


图 2 基于移动 Agent 的数据融合框架

3 基于 Agent 的分层融合策略

假设监测区域很大, 并部署了很多传感器节点, 这些传感器节点自组织成网络, 那么在这个庞大的监测区域采集和处理数据就必然需要一个有效的数据融合。首先对监测区域中的节点分簇, 并选择簇头, 然后将整个网络节点分为 sink 一簇头节点和簇头节点一簇成员节点两层, 最后进行数据融合。

3.1 簇头一簇成员节点级的融合

将监测区域成簇并选择簇头, 簇头根据应用需求创建并派遣 Agent 至目标节点。然后判断当前的目标节点是否为簇头节点, 若为簇头节点, 则将融合结果返回给 sink 节点, 若不是簇头节点, 则 Agent 携带自身的处理代码对目标节点所采集的数据进行融合。移动 Agent 要遍历完所有的目标节点后才能将最终的结果返回给 sink。图 3 描述了在簇头一簇成员节点级数据融合结构。

3.2 sink 一簇头节点级融合

簇内完成融合后, sink 节点派遣 Agent 在簇头节点间进行数据的采集。Agent 根据初始化网络时所规定的迁移路径进行

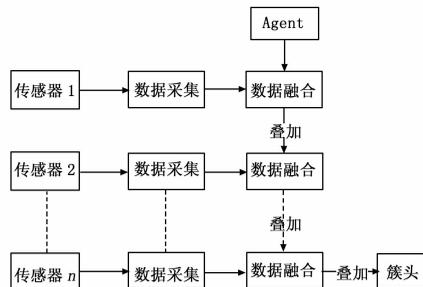


图 3 簇头一簇成员节点间的数据融合

数据采集。Agent 到达第一个簇头节点后只进行数据采集, 当 Agent 迁移至下一个簇头后与上次所采集的数据融合结果进行比较, 若两者间的差距在可控范围内 ($\Delta\alpha$), 则 Agent 不进行任何的处理, 直接迁移到下一跳簇头节点; 如果超出此可控范围 ($\Delta\alpha$) 内, 则对该簇头的融合结果进行处理。

$$x - \Delta\alpha < x' < x + \Delta\alpha \quad \Delta\alpha \in [1, 2] \quad (1)$$

其中: x' 表示 Agent 在其它簇头节点所采集的数据融合结果; x 表示 Agent 在第一个簇头节点所采集是数据融合结果。图 4 描述了 sink 一簇头节点间的数据融合策略。

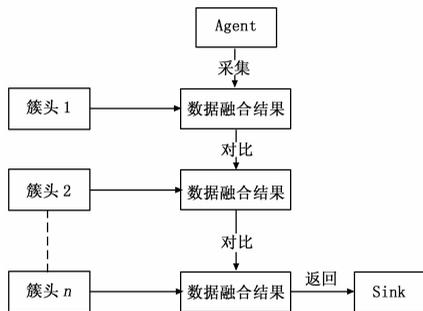


图 4 sink 一簇头节点间数据融合

4 基于多 Agent 的无线传感器网络分层融合框架研究

为了更好地解决应用需求, 本文提出一种基于多 Agent 的无线传感器网络分层融合架构。在多 Agent 系统中, 首先要考虑的是 Agent 间的协调和协作问题^[11]。目前解决 Agent 间的协调和协作问题的方法可以分为两类^[12]: 集中式任务分配和分布式任务分配, 本文采用集中式的任务分配, 统一由 sink 节点调度和派遣 Agent。图 5 为基于多 Agent 的无线传感器网络分层融合假设监测区域内部署有很多传感器节点, 首先将整个监测区域分成若干个小的监测区域并划分成簇并成簇。sink 节点根据用户需求为每一个监测区域派遣 Agent。当 Agent 迁移到目标节点后, 判断该目标节点是否是簇头节点, 若为簇头节点, 则 Agent 携带融合结果返回给 sink 节点; 若不是簇头节点, 则采集数据并迁移至下一个目标节点处, 数据融合是从第二个目标节点开始。最后每个 Agent 遍历完整个网内的所有目标节点后将最后的融合结果返回给 sink 节点。基于多 Agent 的无线传感器网络分层融合可以有效地缩小了整个网络数据融合的时间, 另外, 使用多 Agent 机制可以降低网内节点和簇头节点的能量消耗, 同时也可以保证 Agent 的能量消耗。

5 结束语

基于多 Agent 的无线传感器网络分层融合首先将监测区域分为若干个小监测区域, 每个区域都有一个簇头节点和若干个簇成员节点, 将整个网络分为簇头一 sink 节点级和簇头一

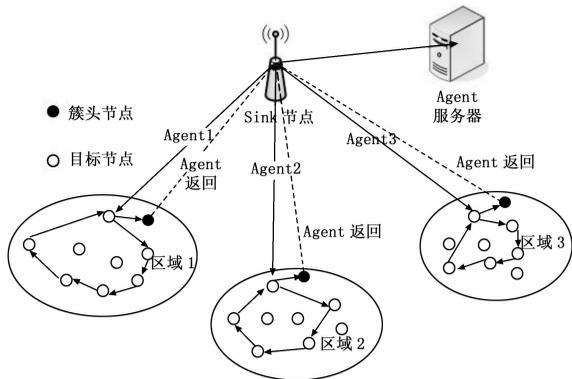


图 5 基于多 Agent 的无线传感器网络分层融合

簇成员节点级。根据应用需求，sink 节点为每一个监测区域派遣 Agent，Agent 根据事先规定好的迁移路径和迁移策略对监测区域内的传感器节点进行数据采集和融合。通过对网内所有节点的遍历，最终将最后的融合结果返回给 sink 节点，再有 sink 节点将所有 Agent 所收集的数据进行分析和处理。基于多 Agent 的无线传感器网络分层融合可以有效地缩小整个网络的数据融合时间和降低节点的能量消耗。

参考文献:

[1] Akyildiz L F, Weilian S, Sankarasubramaniam Y. Wireless Sensor Networks; A Survey [J]. Computer Networks, 2002, 38 (4): 393-422.

[2] 魏永红, 李科杰. 移动 agent 模式的无线传感器网络性能 [J]. 计算机应用研究, 2011, 28 (4): 1490-1494.

[3] 吴小兵, 陈贵海. 无线传感器网络中节点非均匀分布的能量空洞问题 [J]. 计算机学报, 2008, 31 (2): 253-261.

[4] 王汝传. 无线传感器网络中间件技术 [M]. 北京: 科学出版社, 2011.

[5] 党小超, 姚浩浩, 赫占军. 基于移动 Agent 的 WSN 多层分簇算法 [J]. 计算机工程, 2013, 39 (7): 142-147.

[6] 陈秋红, 郭 猛. 基于 PSO-BP 的无线传感器网络数据融合算法研究 [J]. 计算机测量与控制, 2014, 22 (4): 1212-1214.

[7] 刘述钢, 刘宏立. 无线传感器网络中能量有效的多层分簇算法 [J]. 计算机应用研究, 2011, 28 (6): 2257-2260.

[8] 陶雪丽, 郑延斌. 多 Agent 层次任务分配方法 [J]. 计算机工程与设计, 2013, 34 (5): 1797-1801.

[9] 杨晓飞, 吴晓蓓, 黄锦安. 无线传感器网络多代理平台中间件设计 [J]. 南京理工大学学报 (自然科学版), 2011, 35 (1): 11-15.

[10] 任 宇, 张维勇, 金 麒. 基于移动 Agent 的无线传感器网络管理模型 [J]. 合肥工业大学学报 (自然科学版), 2009, 32 (1): 55-57.

[11] Jiang L, Zhang R. An autonomous task allocation for multi-robot system [J]. Journal of Computation Information Systems, 2011, 7 (11): 3747-3753.

[12] Tang S Y, Zhu Y F, LI Q, et al. Survey of task allocation in multi agent systems [J]. Systems Engineering and Electronics, 2010, 32 (10): 2154-2161.

(上接第 2593 页)

系统采用的增量式 PID 运算函数如下:

```
double PIDCalc( PID * pp,double NextPoint )
{
double dError,Error;
Error = pp->SetPoint - NextPoint; // 偏差
pp->SumError += Error; // 积分
dError = pp->LastError - pp->PrevError; // 当前微分
pp->PrevError = pp->LastError;
pp->LastError = Error;
return (pp->Proportion * Error // 比例项
+ pp->Integral * pp->SumError // 积分项
+ pp->Derivative * dError); // 微分项
}
```

3 系统调试

系统调试通常包括硬件调试、软件调试、总体测试等环节。首先要进行系统硬件各模块调试;调试成功以后,有了良好的硬件保证,开始进行软件调试,软件调试完成后将完整程序烧写至单片机中,系统上电后通过按键设置多个不同的目标温度值,观察实际控制效果。经过大量数据测试,系统稳定时的实际温度与设定值的误差均在 2℃之内,较好地完成了设计要求。部分数据如下:

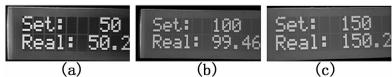


图 4 温控测试结果图

表 1 系统温控测试数据表

设定温度/℃	50	100	150
实际温度/℃	49.5~50.4	99.4~100.5	149.6~150.5

4 结束语

该智能温控表以 STC12C5A60S2 单片机为核心,通过温度检测电路,单片机通过内置的 10 位 A/D 转换器实现温度采集,采集的温度值与实际温度值误差基本在 1℃之内。系统的四位独立按键可以设定 0~500℃的目标温度范围,单片机将目标温度值与实际温度值经过增量式 PID 运算得出相应数据,据此数据来控制与加热器连接的继电器通断时间比,经过反复调节 PID 参数,最终可以使加热器的温度稳定在与目标温度误差 2℃以内,较好地完成了控制要求。

另外,由于时间,成本等原因,该智能温控表还有诸多待改进之处,如采用智能模糊控制,神经元控制等算法,减小系统温度惯性;用可控硅代替继电器作为控制器件减小对单片机的电磁干扰;在扩展性方面采用 485 总线与上位机通讯,采用 MODBUS 协议实现多点温度采集与控制等。

参考文献:

[1] 胡 朝. 基于单片机的温度控制系统的开发应用 [J]. 商场现代化, 2010 (14): 62-65.

[2] 黄祯祥, 邓怀雄. 基于 MCS-51 单片机的温度控制系统 [J]. 现代电子技术, 2005 (6): 22-24.

[3] 张开生, 郭国法. MCS-51 单片机温度控制系统的设计 [J]. 微机计算机信息, 2005 (7): 68-69.

[4] 李晓妮. 单片机温度控制系统的设计 [J]. 九江学院学报 (自然科学版), 2005 (2): 20-23.

[5] 龚红军. 单片机温度控制系统 [J]. 电气时代, 2002 (10): 17-18.

[6] 马江涛. 单片机温度控制系统的设计及实现 [J]. 计算机测量与控制, 2004 (12): 1219-1229.