

# QOS-QOE Energy Saving Optimization Model for Wireless Sensor Networks

Yibin Hou, Jin Wang

School of Software Engineering, Department of Information, Beijing University of Technology, Beijing  
Email: ybhou@bjut.edu.cn, yhou@bjut.edu.cn, 805372192@qq.com, wangjin1204@emails.bjut.edu.cn

Received: Mar. 22<sup>nd</sup>, 2018; accepted: Apr. 6<sup>th</sup>, 2018; published: Apr. 13<sup>th</sup>, 2018

---

## Abstract

The purpose of research on QOS-QOE energy saving optimization model of wireless sensor network is to define and study the optimization modeling of QOS-QOE energy conservation in WSN network. The main content is the research object of QOS-QOE wireless sensor network. Firstly it studies the WSN network and its following kinds of algorithm, mainly to solve the TSP problem, and then studies the QOE model, the parameters of which can include QOS factors and non QOS factors, finally studies the QOS-QOE model parameters including QOS factors. The research method is mainly to find the key problem of QOS-QOE energy saving and optimization modeling of wireless sensor network. Usually the objective function is the key problem, mainly using ant colony algorithm, genetic algorithm, SVM + PCA and LS-SVM and LIBSVM under artificial neural network. The four key technologies of the Internet are widely used, and these four technologies are mainly RFID, WSN, and M2M, which are the two kinds of fusion. RFID can be implemented using MATLAB, NS2, JAVA; WSN can be implemented using NS2, OMNET++, and M2M can be developed using JAVA. The conclusion is that the Internet of things originated and developed in the Internet. On the contrary, the development of the Internet of things further promoted the Internet to a more extensive "interconnection". The Internet of things and the Internet are the relationship between the father and the child. The wireless network is just like the wireless WSN network, but the wireless node is fixed and mobile into sensor. The QOS-QOE energy saving optimization model of wireless sensor network is more energy saving and more accurate than other QOE models. The Internet of things includes Internet technology, WSN network, and RFID can be part of the WSN network, and the wings of RFID are WSN network. The aerospace science and technology industry is also the application of the Internet of things.

## Keywords

Wireless Sensor Network, QoS, QoE, Energy Saving Optimization Model, Genetic Algorithm

---

# 无线传感器网络QOS-QOE节能优化模型

侯义斌, 王 进

北京工业大学信息学部软件学院, 北京

Email: ybhou@bjut.edu.cn, yhou@bjut.edu.cn, 805372192@qq.com, wangjin1204@emails.bjut.edu.cn

收稿日期: 2018年3月22日; 录用日期: 2018年4月6日; 发布日期: 2018年4月13日

## 摘要

研究无线传感器网络QOS-QOE节能优化模型的目的是界定和研究WSN网络QOS-QOE节能优化建模问题。研究内容主要是无线传感器网络QOS-QOE, 第一, 研究WSN网络以及其下面各种算法主要是解决TSP问题, 然后研究QOE模型, 建立模型参数可以包括QOS因素也可以包括非QOS因素, 最后研究QOS-QOE模型, 参数只包括QOS因素。研究方法主要是找到关键问题无线传感器网络QOS-QOE节能优化建模研究, 通常目标函数是关键问题, 主要采用蚁群算法, 遗传算法, 人工神经网络下SVM + PCA和LS-SVM和LIBSVM等方法。互联网的四大关键技术应用非常广泛, 这四种技术主要是RFID, WSN, M2M两种融合。RFID可以使用matlab, NS2, JAVA实现, WSN可以使用NS2, OMNET++实现, M2M可以使用JAVA开发。研究结论是物联网来源和发展于互联网; 反之, 物联网的发展又进一步推动互联网向一种更为广泛的“互联”演进。物联网和互联网是父与子的关系, 无线网络和无线WSN网络一样, 只不过无线节点固定和移动的变为了传感器而已。无线传感器网络QOS-QOE节能优化模型比其他QOE模型更节能, 更精确, 更优化。物联网包括互联网技术, WSN网络, RFID可以是WSN网络的一部分, RFID的翅膀是WSN网络。航天科技行业也应用到了物联网。

## 关键词

无线传感器网络, QoS, QoE, 节能优化模型, 遗传算法

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

互联网, 即广域网, 局域网和独立按照由国际电脑网络组成的某种通信协议。互联网是通过计算机信息技术连接两台计算机或两台或多台计算机终端, 客户端和服务器的结果。人们可以向数千英里外的朋友发送邮件, 工作或者普通娱乐[1]。物联网的原理是, 在互联网基础上, 利用 RFID、数据通信技术[2], 组成一个覆盖世界万事万物的整合网络中万物自动识别, 信息共享, 按照人们预先制定的规范彼此“交流”[3]。物联网通过传感器, 射频识别(RFID)技术, 全球定位系统, 红外传感器, 激光扫描仪, 气体传感器等各种信息传感设备定义为各种设备和技术[4], 任何实时连接, 与对象或过程互动, 收集其声音, 光, 热, 电, 力学, 化学, 生物学, 定位等需求的信息, 结合互联网形成庞大的网络。其目的是实现物与物、物与人, 所有的物品与网络的连接, 方便识别、管理和控制[5]。这有两个意义: 一是物联网的核心和基础仍然是互联网, 是在网络的基础上扩展互联网; 其次, 其客户端扩展和扩展到任何对象和对象之间的信息交换和通信。最早的是固定互联网, 离开了连接线不可能进入网络。后来, 随着移动通讯的发展, 出现了移动互联网。但不论移动的还是固定的互联网, 都是人和人相连。第三代互联网是人和物相连, 这个时候, 我们把互联网叫做物联网, 在中国叫做传感网。第一代互联网固定互联网, 固定互联网有线的。第二代互联网移动互联网包括有线和无线。第三代互联网, 人与物, 物与物通过无线技术连

接叫做物联网。互联网是针对所有(all)的联网, 可以是(物质)things、(信息)information等; 物联网是针对物质(things)的联网。由于物联网连接的物体多种多样, 物联网涉及的网络技术也有多种, 如可以有线网络、无线网络; 可以有线网络和无线的混合网, 没有说必须用有线网络通讯。物要连到网上, 主要就是无线和有线。有线通讯是设备进行网络链接的终端。因为有些终端需要有线网络的接入。物联网包括互联网技术, 网络可以分为有线无线, 也可以分为物联网, 互联网。这些, 也就是考虑网络丢包里面的网络的含义。物联网也分有线无线还可以分 WSN, rfid 等等。“物联网”是核心和依托“互联网技术”的基础, 是基于互联网技术的扩展和扩展的一种网络技术, 其客户端扩展到任何项目和项目, 交换信息和通信[6]。物联网是指互联网和物品连接起来。终端比较单一, 大部分是指电子设备, 但是物联网的终端可以是各种物品[7]。数据是传感器主动感知和信息交换, 实现对物品的智能化管理。物联网(Internet of Things)指的是将无处不在(Ubiquitous)的末端设备(Devices)和设施(Facilities), 包括具备“内在智能”的传感器、移动终端、工业系统、数控系统、家庭智能设施、视频监控系统等、和“外在使能”(Enabled)的, 如贴上 RFID 的各种资产(Assets) [8]、携带无线终端的个人与车辆等等“智能化物件或动物”或“智能尘埃”(Mote), 通过各种无线和/或有线长距离和/或短距离通讯网络实现互联互通(M2M)、应用大集成(Grand Integration)、以及基于云计算的 SaaS 营运等模式, 在内网(Intranet)、专网(Extranet)、和/或互联网(Internet)环境下, 采用适当的信息安全保障机制, 提供安全可控乃至个性化的实时在线监测、定位追溯、报警联动、调度指挥、预案管理、远程控制、安全防范、远程维保、在线升级、统计报表、决策支持、领导桌面(集中展示的 Cockpit Dashboard)等管理和服务功能[9], 实现对“万物”的“高效、节能、安全、环保”的“管、控、营”一体化。

## 2. 问题描述

**2.1. WSN 网络以及其下面各种算法主要是蚁群算法解决 TSP 问题, JSP 构建地图找到对数据通信最优化的网络。关键问题是如何部署传感器去实现更好的无线传感器网络性能, 并且使传感器的数量最小, 找到最优的数据传输路径。主要通过建立 WSN 下数据传输评估模型判断最佳的传感器数量使模型最优化, 也就是 WSN 网络性能最优化**

TSP 问题: 1) 利用标准蚁群算法或其改进实现旅行商问题 TSP (数据可从网上获得, 如下载 TSPLIB, 网址 <http://www.iwr.uni-heidelberg.de/groups/comopt/software/TSPLIB95/index.html>)问题的优化求解, 给出所求得的优化解。旅行商问题属于一种典型的组合优化问题, 定义是指给定  $n$  个城市集合以及两两城市之间的距离, 寻找一条具有最短长度的闭合路径, 该路径经过全部城市且每个城市经过一次。旅行商问题可由图论描述, 即给定图  $G = (V, A)$ , 其中  $V$  为城市集合,  $A$  为城市之间的支路集合, 已知各城市间的连接距离, 要求确定一条长度最短的 Hamilton 回路, 即当且仅当一次遍历所有城市的最短回路。旅行商问题在离散数学中也有所涉及的[10]。周游世界问题: 能否从某城市出发, 沿着交通线经过每个城市恰好一次, 再回到原来的出发地哈密而顿通路(回路)是经过连通图的所有结点的基本通路(回路)。二分图定义: 如果能将无向图  $G = \langle V, E \rangle$  的顶点集  $V$  分成两个非空子集  $V_1, V_2$ , 满足  $V_1 \cap V_2 = \emptyset, V_1 \cup V_2 = V$ , 使得  $G$  中任意一条边的两个端点, 一个属于  $V_1$ , 另一个属于  $V_2$ , 则称  $G$  为二分图; 将  $V$  的两个子集  $V_1$  和  $V_2$  称为互补结点子集, 并且常将  $G$  记成  $G = \langle V_1, E, V_2 \rangle$  的形式; 若  $V_1$  中的每个顶点与  $V_2$  中的每个顶点都有且只有一条边相关联, 则称  $G$  为完全二分图, 记作  $K_{n, m}$ , 其中,  $n = |V_1|, m = |V_2|$ 。2) 群体软件工程的方法。3) 群体感知技术。

**2.2. 遗传算法解决 TSP 问题和建立 QOE 模型, 建立模型参数可以包括 QOS 因素也可以包括非 QOS 因素, Logistic 建立 QoE 评估模型**

问题: 利用标准遗传算法或其改进实现 TSP 问题的优化求解, 给出所求得的优化解。遗传算法建立

QOE 模型。Logistic 建立 QOE 模型。小波分析方法建立 QOE 模型。

### 2.3. Logistic 建立 QOS-QOE 模型, 参数只包括 QOS 因素, 采用 BP 神经网络建立并和 SVM + PCA 方法并和 LS-SVM 方法和 LIBSVM 进行比较

Logistic 建立 QOS-QOE 模型。BP 神经网络建立 QOS-QOE 模型。SVM + PCA 方法建立 QOS-QOE 模型。LS-SVM 方法建立 QOS-QOE 模型。LS-SVM 方法建立考虑网络丢包的视频质量无参评估模型。运用的前两部分研究的结论主要是第一不同的输出链路速度对用户体验质量有显著影响, 第二是不同的丢包率和不同的视频内容特性对用户体验质量有显著影响。前两部分的结论是选择不同输出链路速度和不同丢包率和不同的视频内容特性这三个参数的理论和实验基础, 而后面是选择量化参数等其他参数的基础。建立模型主要采用最小二乘支持向量机的方法进行, 是支持向量机基础上的进一步升华, 相比于支持向量机运行速度快, 精确度高。

## 3. 研究方法

### 3.1. WSN 网络以及其下面各种算法主要是蚁群算法解决 TSP 问题, JSP 构建地图

蚁群算法产生聚类算法。遗传算法与蚁群算法的融合。群智能理论研究领域有两种主要的算法: 蚁群算法(Ant Colony Optimization, ACO)和微粒群算法(Particle Swarm Optimization, PSO)。算法实现简单。最初提出的 AS 有三种版本: Ant-density、Ant-quantity 和 Ant-cycle。该系统的提出是以 Ant-Q 算法为基础的。ACS 与 AS 之间存在三方面的主要差异: 首先, ACS 采用了更为大胆的行为选择规则; 比较典型的应用研究包括: 网络路由优化、数据挖掘以及一些经典的组合优化问题。利用 ACO 实现对生产流程和特料管理的综合优化, 并通过与遗传、模拟退火和禁忌搜索算法的比较证明了 ACO 的工程应用价值[11]。这样形成一个正反馈。

### 3.2. 遗传算法解决 TSP 问题和建立 QOE 模型, 建立模型参数可以包括 QOS 因素也可以包括非 QOS 因素, Logistic 建立 QoE 评估模型

遗传算法(GA, Genetic Algorithm), 也称进化算法。因此在介绍遗传算法前有必要简单的介绍生物进化知识。1) 进化论知识。作为遗传算法生物背景的介绍, 下面内容了解即可: 种群(Population): 生物的进化以群体的形式进行, 这样的一个群体称为种群。个体: 组成种群的单个生物。基因(Gene): 一个遗传因子。染色体(Chromosome): 包含一组的基因。生存竞争, 适者生存: 对环境适应度高的、牛 B 的个体参与繁殖的机会比较多, 后代就会越来越多。适应度低的个体参与繁殖的机会比较少, 后代就会越来越少。遗传与变异: 新个体会遗传父母双方各一部分的基因, 同时有一定的概率发生基因变异。简单说来就是。2) 遗传算法思想。举个例子, 使用遗传算法解决“0-1 背包问题”的思路: 0-1 背包的解可以编码为一串 0-1 字符串(0: 不取, 1: 取); 首先, 随机产生 M 个 0-1 字符串, 然后评价这些 0-1 字符串作为 0-1 背包问题的解的优劣; 然后, 随机选择一些字符串通过交叉、突变等操作产生下一代的 M 个字符串, 而且较优的解被选中的概率要比较高。这样经过 G 代的进化后就可能会产生出 0-1 背包问题的一个“近似最优解”。编码: 需要将问题的解编码成字符串的形式才能使用遗传算法。最简单的一种编码方式是二进制编码, 即将问题的解编码成二进制位数组的形式。例如, 问题的解是整数, 那么可以将其编码成二进制位数组的形式。将 0-1 字符串作为 0-1 背包问题的解就属于二进制编码。遗传算法有 3 个最基本的操作: 选择, 交叉, 变异。选择: 选择一些染色体来产生下一代。一种常用的选择策略是“比例选择”, 也就是个体被选中的概率与其适应度函数值成正比。假设群体的个体总数是 M, 那么那么一个个体  $X_i$  被选中的概率为  $f(X_i)/(f(X_1)+f(X_2)+\dots+f(X_n))$ 。比例选择实现算法就是所谓的“轮盘赌算法”

(Roulette Wheel Selection) [12]。思想：生物性状之所以能够传给后代，是由于生物体内有对遗传起决定作用的物质，遗传物质。DNA 是主要的遗传物质。通过它能使上一代的性状在下一代表现出来。现代遗传学的研究认为，DNA 分子上面有很多基因，这些基因分别控制着不同的性状，也就是说，基因是决定生物性状的基本单位。基因就是有遗传效应的 DNA 片段。进化计算的研究起源于 20 世纪 50 年代。1965 年，美国 Michigan 大学的 Holland 教授首次提出了人工遗传操作的重要性，并把这些应用于自然系统和人工系统中。1965 年，德国的 Rechenberg 和 Schwefel 提出了进化策略。1965 年，美国的 Fogel 提出了进化规划。进化计算在该时期并未受到普遍的重视。其主要原因一是因为这些方法本身还不够成熟；进化计算在该时期并未受到普遍的重视。其主要原因一是因为这些方法本身还不够成熟；所出版的专著《Genetic Algorithms—In Search, Optimization and Machine Learning》被视为遗传算法的教科书。C 发展期(20 世纪 90 年代以后)。进化计算的主要分支包括：遗传算法(Genetic Algorithm, 简称 GA)、进化规划(Evolution Programming, 简称 EP)和进化策略(Evolution Strategies, 简 ES)。由美国 J. Holand 教授于 1975 年首次提出。遗传算法与自然进化的比较如见表 1 所示。

关于优化问题。传统的优化方法(局部优化)。全局优化方法：漫步法(Random Walk)、模拟退火法、GA。传统的优化方法。利用这些约束，收敛快。有些方法，如 Davison-Fletcher-Powell 直接依赖于至少一阶导数；共轭梯度法隐含地依赖于梯度。全局优化方法。求解稳健，但收敛速度慢。能获得全局最优。适合于求解空间不知的情况。基本概念：① 个体与种群。② 适应度与适应度函数。③ 染色体与基因。简单遗传算法(SGA)的基本参数：① 种群规模 P；参与进化的染色体总数。② 代沟 G；有重叠  $0 < G < 1$ 。③ 选择方法。④ 交换率：Pc 一般为 0.4~0.99。⑤ 变异率：Pm 一般为 0.0001~0.1。简单遗传算法流程图如下图 1 所示。

### 3.3. Logistic 建立 QOS-QOE 模型, 参数只包括 QOS 因素, 采用 BP 人工神经网络建立并和 SVM + PCA 方法并和 LS-SVM 方法和 LIBSVM 进行比较

神经网络介绍：实质上人工神经网络可以理解为模拟人脑神经元组成的人工方式构造的网络系统的处理系统(非线性的处理方式)。神经网络的学习过程就是它的训练过程[13]。训练过程就是形成模型的过程。无导师学习：无导师学习与导师训练对应。有导师学习：有导师学习与有导师训练对应。输入向量与其对应的输出向量构成一个“训练对”。无导师的少，有导师的多。有导师就是有参考的意思。SVM 分为线性和非线性的。有导师的训练步骤：从样本集合中取出一个样本(Ai, Bi)；训练对是(Ai, Bi)。Ai 是样本集，Bi 是类标签，联系 SVM 分类器。计算出网络的实际输出 Oi。求  $D = Bi - Oi$  (实际输出减去理论输出)。根据 D 调整权矩阵 W。网络训练的目的：使 E (误差)最小。

**Table 1.** Comparison of genetic algorithm and natural evolution  
**表 1.** 遗传算法与自然进化的比较

自然界	遗传算法
染色体	字符串
基因	字符, 特征
等位基因	特征值
染色体位置	字符串位置
基因型	结构
表型	参数集, 译码结构

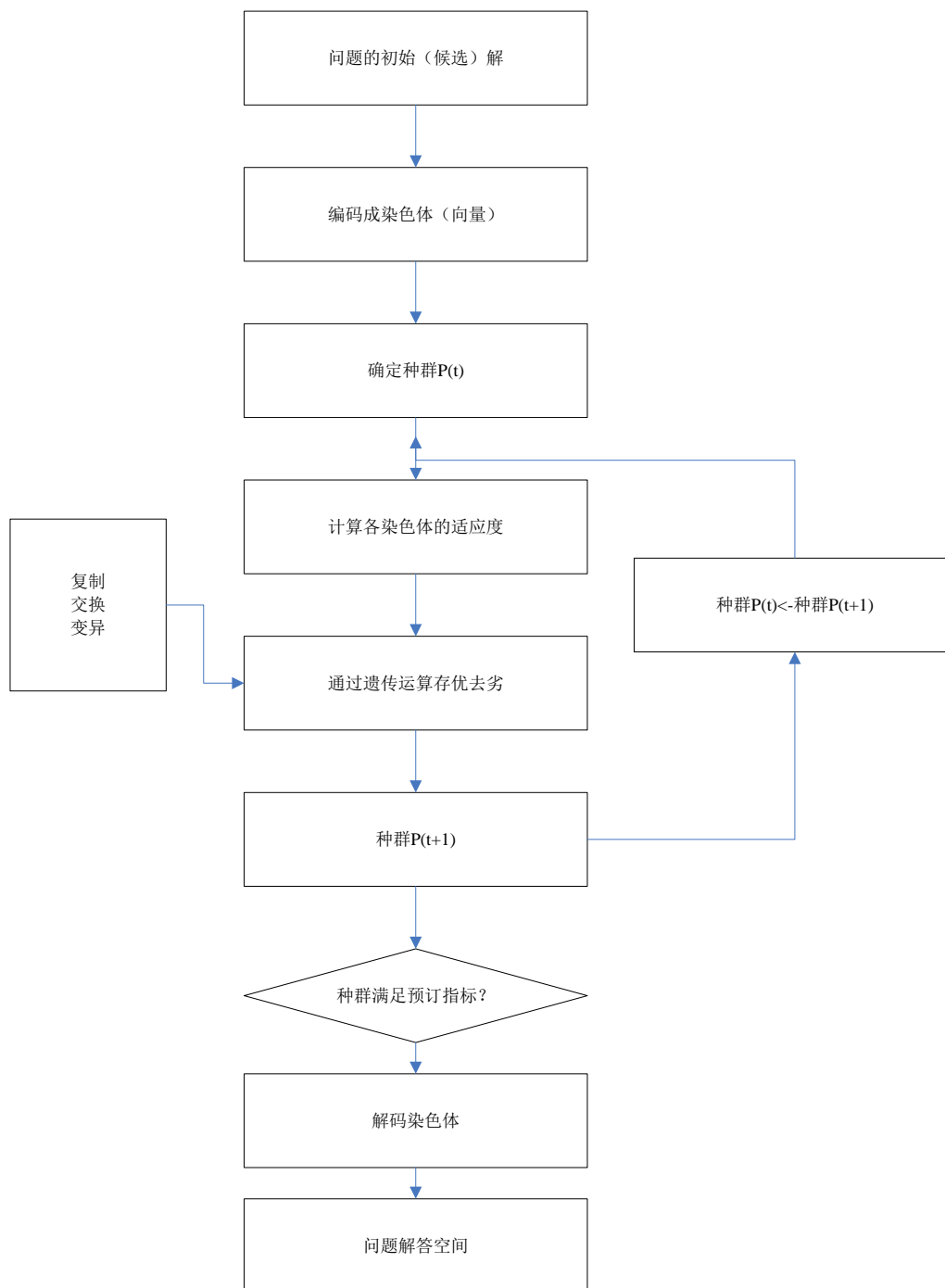


Figure 1. Genetic algorithm flowchart  
图 1. 遗传算法流程图

## 4. 结果和结论

### 4.1. WSN 网络以及其下面各种算法主要是蚁群算法解决 TSP 问题, JSP 构建地图

运行 Web 应用程序: 配置服务器: 依次选择 Eclipse 菜单栏中“窗口”/“首选项”菜单项, 在弹出的“首选项(preferences)”对话框左侧区域中, 依次展开 MyEclipse/Application Servers 节点, 选中节点下

的“Tomcat 5”选项。然后单击右侧“Tomcat Home Directory”文本框右侧的“浏览”按钮，选择 Tomcat 的安装路径，并选中 Enable 单选按钮。展开对话框左侧的 Tomcat 5 节点，并选中 JDK 选项，配置 Tomcat 服务器使用的 JDK。默认情况下，Eclipse 会自动检测到已安装的 JDK 并进行指定，读着可以不进行该步骤的操作。若在“Tomcat JDK name”下拉列表框中没有值或者想更改使用的 JDK 版本，则可以单击该下拉列表框右侧的“ADD”按钮，弹出“Tomcat>Add JVM”对话框，单击该对话框中的“浏览”按钮选择 JDK 的安装路径。(目录: java->jdk->jre)将项目发布到 Tomcat 下。单击 Eclipse 菜单栏中的交互按钮，弹出“Project Deployments”对话框，在该对话框中从 Project 下拉列表中选择要发布的 MyJsp 项目。然后单击对话框中的 Add 按钮，在弹出的“New Deployment”对话框的 Server 下拉列表中选择 Tomcat5 选项，其他选项保留默认配置。最后单击完成按钮完成项目的发布。单击 Eclipse 菜单栏中的按钮启动 Tomcat 服务器。打开 IE 浏览器，在地址栏中输入地址 <http://localhost:8080/MyJsp>。JSP 实验环境变量配置的方法：Eclipse 不用安装，直接解压就可以用的，但要求电脑里面有安装 JDK 并且配置好环境变量。JDK 的安装是全自动的，配置 JDK 环境变量的方法：如果 Windows 2000, XP 或者是 win7 系统，使用鼠标右击“我的电脑”->属性->高级->环境变量。1) 系统变量->新建->变量名: JAVA\_HOME, 变量值: C:\jdk1.6.0\_21\。2) 系统变量->新建->变量名: CLASSPATH, 变量值:.;%JAVA\_HOME%\lib。3) 系统变量->编辑->变量名: Path, 找到名为 Path 的环境变量。CLASSPATH 中有一英文句号“.”后跟一个分号，表示当前路径的意思。百度地图 API 如图 2 所示。

1) 百度地图 API。百度地图 API 是一套由 JavaScript 编写的将百度地图嵌入到网页应用程序接口，它能够帮助您在网站中构建功能丰富交互性强的地图应用程序。百度地图 API 为开发者提供丰富的函数，控件，事件和封装的类，提供很多的专题图服务，如本地搜索，路线规划，地址解析等接口供用户使用。它尽量将复杂的底层逻辑进行隐藏和封装，以一种便于您理解的方式提供使用者只需要按照百度的要求进行注册使用，客户端不需要下载安装任何软件控件或地图，所有运算都在百度服务器中运行，由 API 进行组织显示，分级缩放和漫游，开发者只需要通过其 API，利用 JavaScript 脚本语言就可以将百度地图服务连接到自己的网页中，利用百度地图 API 技术构建 WebGIS 平台，采用客户端应用服务器和数据服务器三层结构进行设计，其中客户端主要实现地图加载、地图浏览和查询功能，客户端的设计重

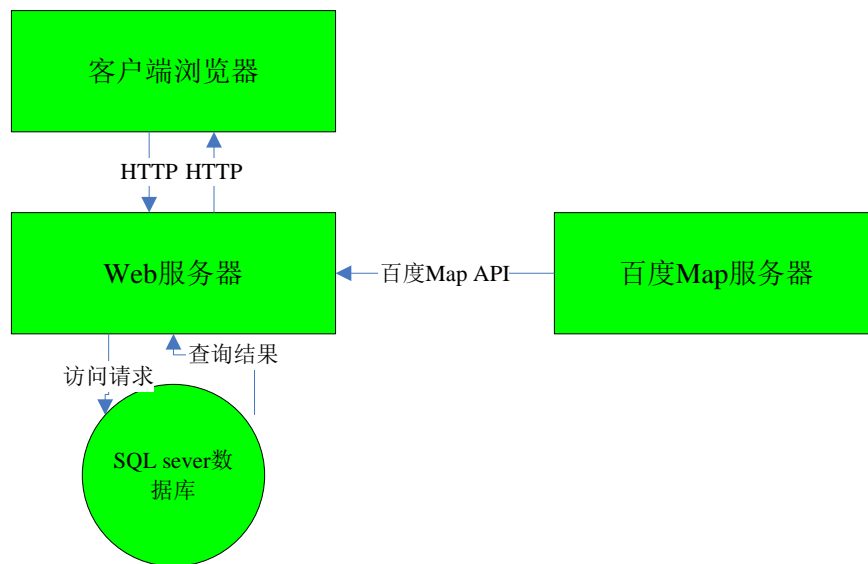


Figure 2. Baidu map API  
图 2. 百度地图 API

点是地图浏览和查询界面, 以及把用户访问和查询请求发送给服务器。应用服务器则负责处理用户的访问和查询请求, 数据服务器用于存取各类空间数据和属性信息, 采用 SQL Server 数据库存取数据库表格。

2) 制作代码。可以采用在 eclipse 中使用 jsp 语句“<http://api.map.baidu.com/api?v=1.3>”调用百度的 API。如下是部分模块的实现代码, 由于篇幅有限, 只说明了一部分功能的代码, 其它的省略了。

#### 4.2. 遗传算法解决 TSP 问题和建立 QOE 模型, 建立模型参数可以包括 QOS 因素也可以包括非 QOS 因素, Logistic 建立 QoE 评估模型

用遗传算法找 10 个城市之间到的最短路径。

基本算法步骤: 步 1 在搜索空间  $U$  上定义一个适应度函数  $f(x)$ , 给定种群规模  $N$ , 交叉率  $P_c$  和变异率  $P_m$ , 代数  $T$ ; 步 2 随机产生  $U$  中的  $N$  个个体  $s_1, s_2, \dots, s_N$ , 组成初始种群  $S = \{s_1, s_2, \dots, s_N\}$ , 置代数计数器  $t = 1$ ; 步 3 计算  $S$  中每个个体的适应度  $f()$ ; 步 4 若终止条件满足, 则取  $S$  中适应度最大的个体作为所求结果, 算法结束。步 5 按选择概率  $P(x_i)$  所决定的选中机会, 每次从  $S$  中随机选定 1 个个体并将其染色体复制, 共做  $N$  次, 然后将复制所得的  $N$  个染色体组成群体  $S_1$ ; 步 6 按交叉率  $P_c$  所决定的参加交叉的染色体数  $c$ , 从  $S_1$  中随机确定  $c$  个染色体, 配对进行交叉操作, 并用产生的新染色体代替原染色体, 得群体  $S_2$ ; 步 7 按变异率  $P_m$  所决定的变异次数  $m$ , 从  $S_2$  中随机确定  $m$  个染色体, 分别进行变异操作, 并用产生的新染色体代替原染色体, 得群体  $S_3$ ; 步 8 将群体  $S_3$  作为新一代种群, 即用  $S_3$  代替  $S$ ,  $t = t + 1$ , 转步 3; )遗传算法建立 QOE 模型。遗传算法工具箱使用。

#### 4.3. Logistic 建立 QOS-QOE 模型, 参数只包括 QOS 因素, 采用 BP 神经网络建立并和 SVM + PCA 方法并和 LS-SVM 方法和 LIBSVM 进行比较

打开 matlab。用 matlab 代码或者工具箱实现 BP 神经网络。运行。得到结果。分析结果。得到结论。专心和效率, 心中勾勒车的加减档, 今天计划明天的事情和车联网都可以是物联网的应用。积极, 睿智, 果敢, 独立思考是未来智能物联网的发展方向。

### 致 谢

国家自然科学基金(No. 61203377, No. 60963011)。

### 参考文献

- [1] 常国锋. 简述物联网与互联网的区别[J]. 科技展望, 2014(11): 031.
- [2] 范纯维. 物联网的知识产权法律保护探析[D]: [硕士学位论文]. 太原: 山西大学, 2013.
- [3] 张勇. 安全工器具智能管理系统的研究和应用[D]: [硕士学位论文]. 北京: 华北电力大学, 2012.
- [4] 何晓梅. 物联网技术及应用[J]. 数字通信世界, 2012(4): 29-31.
- [5] 李晗. 基于物联网的无线车辆管理系统设计与实现[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 国防科技大学, 2011.
- [6] 范有福. 物联网与物联网技术[J]. 湖南时代农机, 2012, 39(11): 181-182.
- [7] 罗学超. 浅析物联网时代下的智能建筑的发展[J]. 商场现代化, 2012(29): 170-171.
- [8] 程曼, 王让会. 物联网技术的研究与应用[J]. 地理信息世界, 2010, 8(5): 22-28.
- [9] 朱茗. 基于物联网的智慧农业系统研究[J]. 中国新通信, 2013, 15(11): 19-19.
- [10] 李隆. 基于 RFID 的高速公路无线智能交通监控系统[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 哈尔滨理工大学, 2010.
- [11] 冯勇. 基于改进蚁群算法的 Ad Hoc 网络路由协议的研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 电子科技大学, 2007.
- [12] 大白话讲解遗传算法. [http://www.sohu.com/a/136612232\\_464033](http://www.sohu.com/a/136612232_464033)
- [13] 姜健, 马争胜, 史建邦. 神经网络在飞行试验中的应用[J]. 工程与试验, 2014, 54(2): 19-22.



**知网检索的两种方式：**

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2331-0235，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：[jsta@hanspub.org](mailto:jsta@hanspub.org)