

摘 要

随着信息时代的发展,传统的高速公路收费方式也面临着变革,而电子收费方式则是一个很重要的方向。传统的全人工收费以及半自动收费方式存在的主要弊端有:(1)收费中的贪污作弊现象时有发生,造成资金流失;(2)收费耗时长,效率低,成了公路发挥其最大效益的瓶颈;(3)车辆在收费站等候时频繁地启动、刹车,无谓的油耗及机件、轮胎损耗随之上升;(4)车辆在怠速状态下有害废气的排放量增加,这对收费站附近的环境造成了污染,同时也损害了收费人员及车辆驾乘人员的健康。因此,采用电子收费方式将是以后对高速公路收费的发展趋势。

高速公路电子收费系统的实现技术有多种,我们开发制作的高速公路收费系统是采用典型基于 MVC 三层架构的 C/S 应用程序,系统根据功能的分类划分为相对独立但又相关的三大部分,其开发主要包括通信子系统、中央处理系统以及电子收费管理系统等。

Visual C#.NET 是面向对象的开发工具,具有丰富的控件,可以方便地进行界面设计和数据库连接及通讯等各种操作。因此,我们选用 VC#.NET 作为系统开发的语言。

关键词: 电子收费; Visual C#.NET; MVC; 通信

ABSTRACT

With the information age, the traditional way of the highway is also facing charges change, the electronic payment methods is a very important direction. Artificial traditional way of fees and charges exist semi-main disadvantages are: (1) charges of corruption and cheating have occurred, resulting in financial loss; (2) charge time-consuming, inefficient and become road to play its most effective bottleneck; (3) vehicles waiting at the toll station frequently start, brake, fuel consumption and unnecessary parts, tire wear and tear resulting rise; (4) idle state in harmful vehicle exhaust emissions,

This is near the toll station causes pollution, but also charges and vehicles damaged the health of occupants. Therefore, the use of electronic payment methods will be the future trend of development on the highway toll.

Highway Electronic Toll Collection System has a variety of techniques, we developed highway toll system is produced by a typical three-tier architecture based on MVC C / S applications, the system of classification by function into three independent but related section, which mainly includes communication subsystem, the central processing system and electronic toll management system.

Visual C# .NET is object-oriented development tools, rich controls, you can easily interface design and database connectivity and communications and other operations. Therefore, we use VC#.NET as a system development language.

Key words: Electronic Toll Collection; Visual C#.NET; MVC; Communication

目 录

第1章 引言	3
1.1 背景介绍	3
1.2 课题来源	3
1.3 研究现状及选题意义	4
1.4 系统主要内容	5
本章小结	6
第2章 技术理论基础	7
2.1 管理信息系统的模型	7
2.1.1 传统 C/S 结构模型	7
2.1.2 改进的 C/S 结构模型	8
2.2 .NET 技术	9
2.3 UML 建模	11
2.4 SQL Server 2000 概述	12
本章小结	15
第3章 系统需求分析	16
3.1 系统业务流程	16
3.1.1 通信管理业务流程	17
3.1.2 收费管理业务流程	17
3.1.3 发行安装业务流程	18
3.2 系统功能性需求	19
3.2 性能需求	20
3.3 系统其他需求	21
3.4 系统用例图	22
本章小结	23
第4章 系统的设计	24
4.1 数据库设计	24
4.2 数据模型	27
4.3 系统运行平台的选择	29
4.4 各管理模块设计	30
4.4.1 收费管理模块设计	30
4.4.2 车辆通过管理模块设计	32
4.4.3 收费站基本信息管理模块设计	33
4.4.4 司机基本信息管理功能模块设计	34
4.4.5 车辆基本信息管理功能模块设计	35
4.4.6 收费统计与分析功能模块设计	36
4.4.7 系统管理功能模块设计	37
本章小结	37
第5章 系统的实现	38

5.1 收费管理系统流程	38
5.2 ADO.NET 数据库连接技术	39
5.3 系统各模块实现	41
5.3.1 登陆模块的实现	41
5.3.2 收费管理模块的实现	43
5.3.3 车辆管理模块的实现	44
5.3.4 收费站信息管理模块的实现	45
本章小结	46
第6章 系统部署	47
6.1 系统网络拓扑架构	47
6.2 系统的软硬件部署	47
本章小结	47
第7章 系统的安全策略	48
7.1 系统数据的恢复与备份	48
7.1.1 数据恢复	48
7.1.2 数据的备份	48
7.2 系统的安全性	49
7.2.1 基于 MVC 模式的信息系统安全设计的重要性	50
7.2.2 系统的安全防护设计	50
本章小结	51
第8章 结论与展望	52
8.1 论文总结	52
8.2 展望	52
致 谢	53
参考文献	54
攻读学位期间的研究成果	56

第1章 引言

1.1 背景介绍

交通运输是现代社会经济生活中不可缺少的一个组成部分，它对保持和促进地区经济的发展起着重要的作用。在交通系统自身的发展上，现在普遍采用集资、贷款等多种方式来筹集建设资金，完善各种软硬件设施，然后通过一定的收费设施（主要是收费站）来收取相应的使用费以回收建设资金。而传统的全人工及半自动收费中存在的种种弊端，使得电子收费系统（Electronic Toll Collection System, ETC）的出现成了一种必然。

传统的全人工收费以及半自动收费方式存在的主要弊端有：（1）收费中的贪污作弊现象时有发生，造成资金流失；（2）收费耗时长，效率低，成了公路发挥其最大效益的瓶颈；（3）车辆在收费站等候时频繁地启动、刹车，无谓的油耗及机件、轮胎损耗随之上升；（4）车辆在怠速状态下有害废气的排放量增加，这对收费站附近的环境造成了污染，同时也损害了收费人员及车辆驾乘人员的健康。

经过长期的实践与思考，从上个世纪80年代起，在世界范围内掀起了研究和开发将现代电子技术、信息技术、通信技术、自动控制技术等高新技术应用到交通领域，以提高运输的效率和安全的热潮，由此而产生了新型运输系统——智能运输系统（Intelligent Transport System, ITS）。作为ITS在公路收费领域的具体体现，电子收费系统应运而生。

本课题研究的系统采用了目前主流的基于MVC技术^[1]来实现的。采用电子收费系统，可以提高交通效率，增强国家的经济竞争，促进社会的现代化。交通事业是国民经济的重要支柱之一，应该看到，在实现现代化的过程中，由电子技术所产生的电子货币及电子商务将成为社会经济中的主导流通方式。电子收费系统顺应了这一潮流，必将推动社会现代化的进程。

1.2 课题来源

本课题是本人自选课题，是根据目前高速公路上的收费大环境的需求而确定。着重探讨和研究电子收费系统。电子收费系统是国际上正在努力开发并推

广普及的一种用于公路、大桥和隧道的电子自动收费系统。它通过路侧天线与车载电子标签之间的专用短程通讯,在不需司机停车和其他收费人员采取任何操作的情况下,自动完成收费处理全过程。从而提高收费速度,节省人力物力。

1.3 研究现状及选题意义

电子不停车收费技术在国外已有几年的发展历史,各发达国家也都在积极开发,并已进入实用阶段。美国、日本、加拿大、荷兰、挪威、葡萄牙、意大利等国家自 20 世纪 90 年代开始已在一些高速公路上开通了大量的不停车收费车道,有效地缓解了由于停车收费而造成的交通堵塞状况。早在 1995 年 6 月,日本建设省就开始组织电子收费系统实验了。美国于 1997 年 4 月在华盛顿地区一次性开通了 50 多条 ETC 车道,其所开发的 E-Zpass 桥隧电子收费系统是较早使用 ETC 系统的成功典范。而采用全电子收费模式的典型实例是加拿大 1996 年 10 月开通的 407 高速公路全电子收费系统。20 世纪 90 年代初,法国几乎所有的高速公路开始应用电子收费系统。对于该系统,各国相继建立了相应的管理机构,并就不停车收费系统中的技术标准进行深入研究。

加快收费站通行速度和电子化进程是联网收费的一个重要发展趋势。在欧美等一些高速公路发达的国家中,收费站通常也是既有半自动收费车道,又有不停车收费车道。虽然在今后一段时间内,半自动收费方式尤其是智能卡(Intelligent Card, IC 卡)收费方式,仍将继续存在并发挥重要作用,但是随着高速公路网收费一卡通的逐步推广,乃至将来实现高速公路统一收费时,不停车收费系统将是最佳的选择。

我国早在 20 世纪 90 年代初就开始关注不停车电子收费系统,并开始对不停车收费系统进行实验。电子收费系统在我国的应用和推广也有几年的时间,但至今它的应用范围仍局限在少部分发达地区的开放式收费站上,而没有真正形成网络。

为推动中国 ITS 的发展,2000 年 2 月 29 日,科技部会同国家计委、经贸委、公安部、交通部、铁道部、建设部、信息产业部等部委相关部门,在充分协商和酝酿的基础上,成立了发展中国 ITS 的政府协调领导机构——全国智能运输系统(ITS)协调指导小组及办公室,并成立了 ITS 专家咨询委员会。这必将对

我国的电子收费系统的发展起到积极的推动作用。

我国许多省市高速公路的收费站正在试行 ETC 技术。我国台湾省于 1998 年 11 月 15 日起在中山高速公路上推行不停车电子收费系统；重庆、四川宜宾正进行全面的 ETC 示范工程；广东省也在进行 ETC 项目示范工程的建设，在广东省的佛山、南海、顺德三市 15 个收费站 23 条电子收费车道已成功联网运行一年，目前正在试行全省范围内的联网收费；北京八达岭高速也在试行电子收费系统；深圳的机荷、梅观高速公路也在 2001 年 12 月 15 日试点运行；从 2002 年 1 月起，珠江三角洲地区高速公路网也基本实现电子不停车联网收费；2003 年 9 月 2 日竣工通车的长沙机场高速公路不停车收费系统已正式启用，该系统是目前世界各国较先进的路桥收费方式；江苏沪宁高速公路也设立了二十余条 ETC 车道；2004 年河南机场高速公路也设立了 4 条 ETC 车道目前处于系统调试阶段等等。

据国家 ITS 中心介绍：在“十一五”期间，我国的收费站将采取联网收费为主，部分经济发达地区适当采取电子不停车收费为补充的收费方式。到时候，我国的高速公路的通行能力将得到很大程度的提高。

据调研，我国电子收费系统在使用中仍然存在很多障碍：就目前而言，我国驾驶员的普遍素质不高，不容易接受进而完全遵循 ETC 的技术要求去做，因而可能带来很多预想不到的问题，诸如逃费或违章车辆不容易处理等；另外在现行收费制式下要实行电子收费，二者之间的兼容与结合以及在全国范围内的联网问题也将倍受关注；一旦收费网络建立起来，其整个网络内部的信息管理问题又将成为一个焦点。

上述问题对现实提出了很大的挑战。因此，针对中国的国情，只有在做好详细规划和充分准备的基础上，重点针对存在的问题进行研究，本着边运行边调节的原则，才能使电子收费系统融合进现有的收费体系，并逐步形成一套中国特色的合理的收费模式。

综上所述，本课题具有一定的理论价值和较强的实用价值。

1.4 系统主要内容

高速公路电子收费系统设计与实现研究的主要内容如下：

- 电子收费管理系统的流程设计。
- 软件各功能模块设计、数据库的设计。

- 实现基于 XML Web Service 的数据交换功能，完成与通信子系统、中央处理信息管理系统的数据交换。

- 收费站的基本情况、收费信息、车辆通过信息（交通量信息）、电子标签及 IC 卡信息、司机的基本信息、车辆基本信息的管理

- 收费信息统计与分析。

- 研究和设计一个先进安全传输方案，采用 MD5 加密算法进行加密。

- 利用 MVC 技术实现电子收费管理系统在高速公路上的应用。

本章小结

在本章中阐述了课题的背景、来源、研究意义、系统主要内容，只有在了解了系统的这些因素后，我们才可以确定该系统开发的依据。本人在该课题中完成系统的需求分析、各模块的设计及数据库的设计、数据交换和加密等。

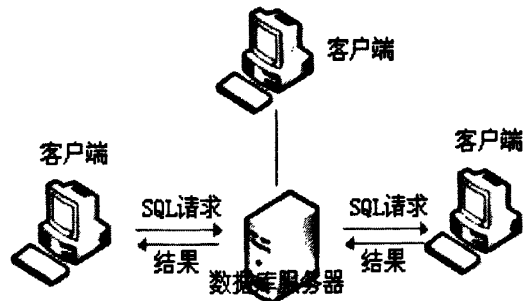
第2章 技术理论基础

2.1 管理信息系统的模型

2.1.1 传统 C/S 结构模型

随着软件开发技术的成熟及管理信息系统的发展,产生了客户端/服务器(Client/Server 简称 C/S)服务方式,它是采用传统的两层体系结构,将一个应用程序模块分为客户端和服务端两部分,客户端在作为终端访问数据库服务器的同时,本身也具有处理数据的能力,能够分担服务器的负载,降低服务器的承载压力。大量的数据管理存取工作由服务器承担,以充分利用服务器的速度快、存储量大的特点,而其它性能低的计算机仅用作客户端进行数据处理和访问。C/S 的架构模式提高了数据库的

使用效率,使得数据库实现了开放、高效,且多个用户可以共享数据资源。C/S 模式(图 2.1)是一种两层结构的系统,系统的业务层和数据处理层全部由服务器承担,而在客户端只



负责与服务器建立数据连接关系,发送请求。C/S 模式将图 2.1 C/S 结构多个复杂的网络应用的用户交互界面和业务应用处理与数据库访问及处理相分离,服务器与客户端之间通过消息传递机制进行对话,由客户端发出请求给服务器,服务器进行相应的处理后经传递机制送回客户端。该运行模式不仅能保证数据库数据的安全性及独立性,同时也为数据库的网络化提供了技术保证^[3]。

基于 Client/Server 模式的管理信息系统开发工具是将客户端工具和关系型数据库工具结合起来的方案,具有开发大型应用软件时不可缺少的功能,如触发器、数据复制、联机备份、存储过程、并行服务器等,适合于开发企业级的信息系统。通常包含两个基本部分,前台应用程序开发工具和后台管理服务器。对于其它一些应用,还可以加上中间件,其是一种应用软件的连接工具,它提供应用开发工具和服务器之间的连接通信功能,典型产品有 Microsoft 公司的 ADO.NET、ADO、ODBC 等。

前台应用程序开发工具或客户端软件提供用户界面,使得开发者可以容易地表示用户的需求,同时将用户对于数据的请求用标准 SQL 语句表示,发送到

服务器端，并对其处理结果进行加工和表示。

后台管理服务器专门处理来自客户机的 SQL 请求，并将处理结果返回给客户端。它还提供一些在 Client/Server 的数据库系统^[4]中对数据的高级操作功能，对并发控制的管理、安全审计及对数据库系统的监控、后备、恢复等功能。

2.1.2 改进的 C/S 结构模型

传统的 C/S 模型虽然能解决服务器端的一定压力，但是我们发现此模型的应用程序客户端是直接与数据库服务器建立连接的。这样做虽然有些操作是在客户端上执行，但是客户端与服务器的连接将严重影响程序的执行效率，特别是随着信息化系统的复杂化，对于高速公路电子收费系统来说将存在严重的瓶颈。大量的收费数据在进行处理时对与服务器来说将是一种考验，因此我们必须对传统的 C/S 结构模型进行改进。在传统的 C/S 结构模型中间增加一个处理环节，就是我们经常提到的业务逻辑层，一般我们现在是采用中间件的技术来完成这一层的操作的，具体结构模型图如图 2.2 所示。

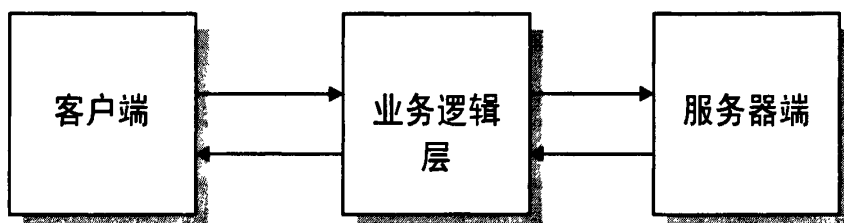


图 2.2 改进的 C/S 结构模型

一般我们在业务逻辑层上使用中间件技术来完成它的相关功能，客户端必须直接与服务器端建立联系，这在一定程度上降低了服务器的压力，解决了传统 C/S 模型带来的瓶颈弊端。编写 Windows 应用程序不是简单的编写代码，目前的 Windows 应用系统大多数都采用基于 MVC 模式的三层架构。要求使用规范的编程技术将页面和代码整合、包装表示逻辑的同时，不能和任何业务逻辑混杂，将用户界面、流程控制和业务逻辑进行分离，在各层创建易于阅读、易于维护、易于扩展的代码，这就需要一个能开发出松散联系应用程序的解决方案：模型/视图/控制器(MVC, Model/View/Controller)设计模式。MVC 体系结构具有三个层面：控制层(Controller)、模型层(model)和视图层(view)，其体系结构如图 2.3 所示^[6]。

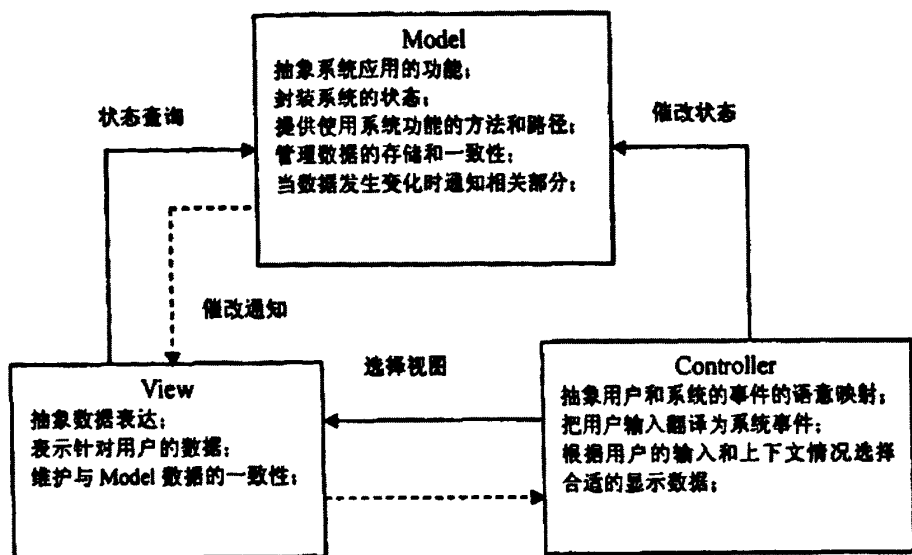


图 2.3 MVC 设计模式的体系结构

2.2 .NET 技术

ADO.NET 提供对 SQL Server、Oracle、DB2 等数据源以及通过 OLE DB 和 XML 公开的数据源的一致访问。基于 .NET 的 WEB 应用程序也可以使用 ADO.NET 连接到这些数据源，操作、检索和实现数据更新。

ADO.NET 是重要的应用程序级别的接口，用于在 Microsoft .NET 平台中提供数据访问服务。ADO.NET 是专为基于消息的 Web 应用程序而设计的，同时还能对其他应用程序结构提供较好的功能。通过支持对数据的松耦合访问，ADO.NET 减少了与数据库的活动连接数目（减少了多个用户争用数据库服务器上的有限资源的可能性），从而实现了最大程度的数据共享。

- ADO.NET 引入了多种可组合对象

在 ADO.NET 中，我们使用记录集，数据表，数据阅读器和数据适配器对象的组合代替了传统的 ADO 对象中的记录集对象（Recordset）。在数据表中用来表示来自一个表的行集合，在这方面它与 ADO 中的记录集类似。DataSet 表示 DataTable 对象的集合，及与其它表绑定在一起的关系和限制。实际上，DataSet 是具有内置的扩展标记语言 (XML) 支持的内存中的关联结构。

DataSet 的一个主要特点是,它对底层的数据源一无所知,而这些数据源可能用于对其进行填充。这是一个分离的用于表示数据集的独立实体,并且它可通过多层应用程序的不同层由一个组件传递到另一组件。它也可作为 XML 数据流被序列化,因而非常适合于不同类型平台间的数据传输。图 2.4 列出了 System.Data 名称空间中包含的所有的类。

数据集的基本组成部分通过标准编程构造(如属性和集合)公开:

(1) DataSet 类包含数据表的 Tables 集合和 DataRelation 对象的 Relations 集合,主要用于存储表及表之间的关系。

(2) DataTable 类包含表行的 Rows 集合、数据列的 Columns 集合和数据关系的 ChildRelations 和 ParentRelations 集合。

(3) DataRow 类包含 RowState 属性,该属性的值指示自数据表首次从数据库加载后,行是否已更改以及是如何更改的。RowState 属性的可能值包括 Deleted、Modified、New 和 Unchanged。

• ADO.NET 中的数据供应器(Data Provider)

ADO.NET 依靠 .NET 数据供应器的服务。它们提供了对底层数据源的访问,包括四个主要对象,其对象分别为数据库连接对象、命令对象、数据适配器和数据集对象,根据对 Microsoft 公司的了解,我们知道目前 ADO.NET 中只发行了两种供应器,SQL Server 数据供应器和 OLEDB 数据供应器。其中 SQL Server 数据供应器主要是为与 Microsoft 公司的大型关系数据库 SQL SERVER 提供的,另外一种供应器是为了提供与更多的其他数据库建立关系。

(1) SQL Server .NET 数据供应器。该供应器主要负责对 Microsoft 公司开发大型关系数据库 SQL Server 2000 或 SQL Server 2005 数据建立的数据供应关系,使用该供应器可以优化我们对 SQL SERVER 数据库的操作,在完成数据操作的过程中能更好的操作。

(2) OLEDB.NET 数据供应器。使用 OLEDB.NET 数据供应器是为了可以更加有效的操作其他数据库,虽然之前有一种可以访问数据库,但是很难对其他数据提供有效的操作,如: Excel、Access 或其他关系数据库。但是 OLEDB.NET 操

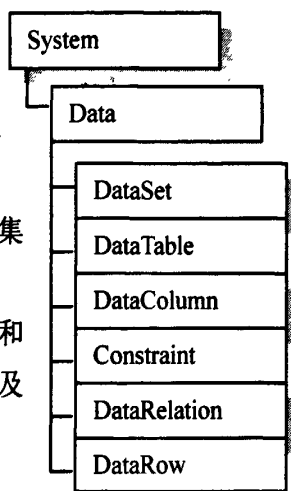


图 2.4 数据集名称空间

作数据库的效率远远要低于 SQL SEERVER 供应器, OLEDB.NET 供应器不支持用于开放数据库链接和 MSDASQL 的 OLE DB 供应器。对于 ODBC 数据源, 应使用 ODBC.NET 数据供应器。

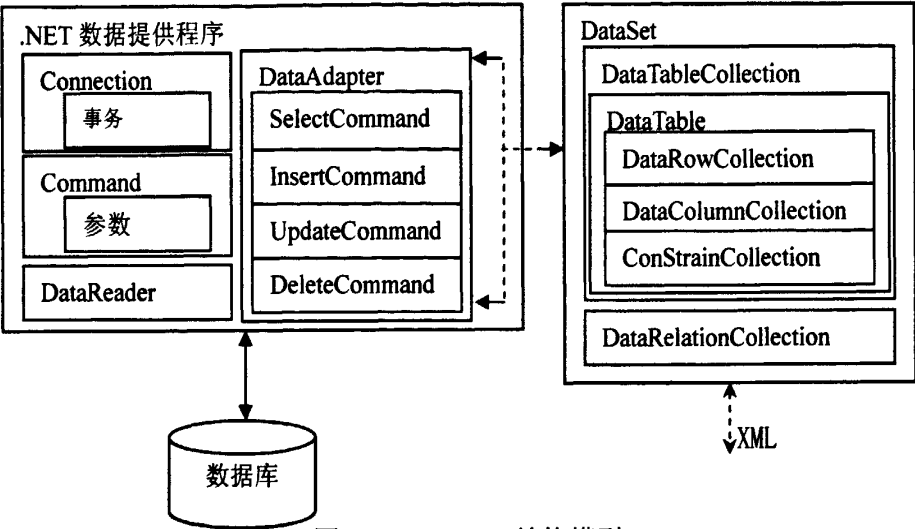


图 2.5 ADO.NET 结构模型

从图中我们可以看出在 ADO.NET 组件中包含两个核心子组件: DataSet 和 .NET Data Provider (数据提供者)。DataSet 组件支持对数据库的无连接访问, 可以访问任意类型的数据源。

其中在 .NET Data Provider 组件提供通常所使用的四个基本对象: 命令对象, 数据库连接对象, 数据阅读器和数据适配器。

2.3 UML 建模

UML 是 Unified Modeling Language (统一建模语言) 的简称。其作用是对软件密集型系统中的制品进行可视化、详述、构造和文档化。在软件开发的过程中, 建立系统的模型是非常重要的, 它可以达到以下目的。

- (1) 使用模型可以更好的理解问题
- (2) 使用模型可以加强人员之间的沟通
- (3) 使用模型可以获取设计结果
- (4) 使用模型可以更早地发现系统设计中的错误或疏忽的地方
- (5) 模型为最后的代码生成提供了依据

在 UML 中, 共有 9 种类型的图, 这些图之间的关系如图 2.6 所示。在分析

和设计阶段，这些图将起到一定的指导作用。其中用例图是在需求获取阶段使用的图，活动图、类图、顺序图是在分析阶段要使用的图，状态图、类图、协作图则是在设计阶段使用的图。

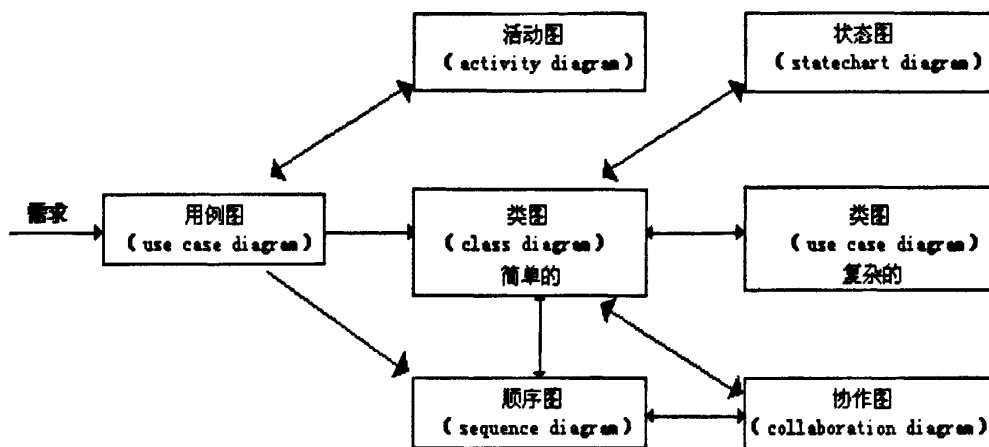


图 2.6 UML 中图之间的关系

2.4 SQL Server 2000 概述

信息管理系统中最重要的功能就是如何处理我们需要使用的数据，而数据必须要有效实现存储和共享。目前，我们用于存储和管理数据都是使用数据库管理系统。本论文中采用的数据库管理系统是我们国内经常使用的Microsoft SQL Server 2000。为什么选择Microsoft SQL Server 2000作为本系统的数据库管理系统呢？主要是该数据库具有符合系统开发的特点和安全性需要。接下来我们主要来讨论SQL Server 2000的特点及安全性。

(1) 特点

对于任何信息管理系统，我们在使用的时候非常关注它的安全性、可靠性，这也是其最基本的要求。对于收费的管理信息系统更要使用一个比较安全、可靠的数据库管理软件，可以使用数据库管理软件对系统的数据进行统一的管理。结合实际情况，该系统所选用的后台数据库为MICROSOFT SQL SERVER 2000，它是一个可伸缩的、高性能的关系数据库管理系统，其主要特点有：

- ①与WINDOWS NT集成
- ②允许集中管理服务器
- ③提供企业级的数据复制

- ④提供并行的体系结构
- ⑤支持超大型数据库
- ⑥与OLE对象紧密集成

SQL SERVER 2000集中了诸如加锁等管理机制、视图、数据一致、索引、触发器、事务处理、备份恢复、存储。能够使用DMF框架集中管理整个数据库服务器，具体结构视图如图2.7所示。

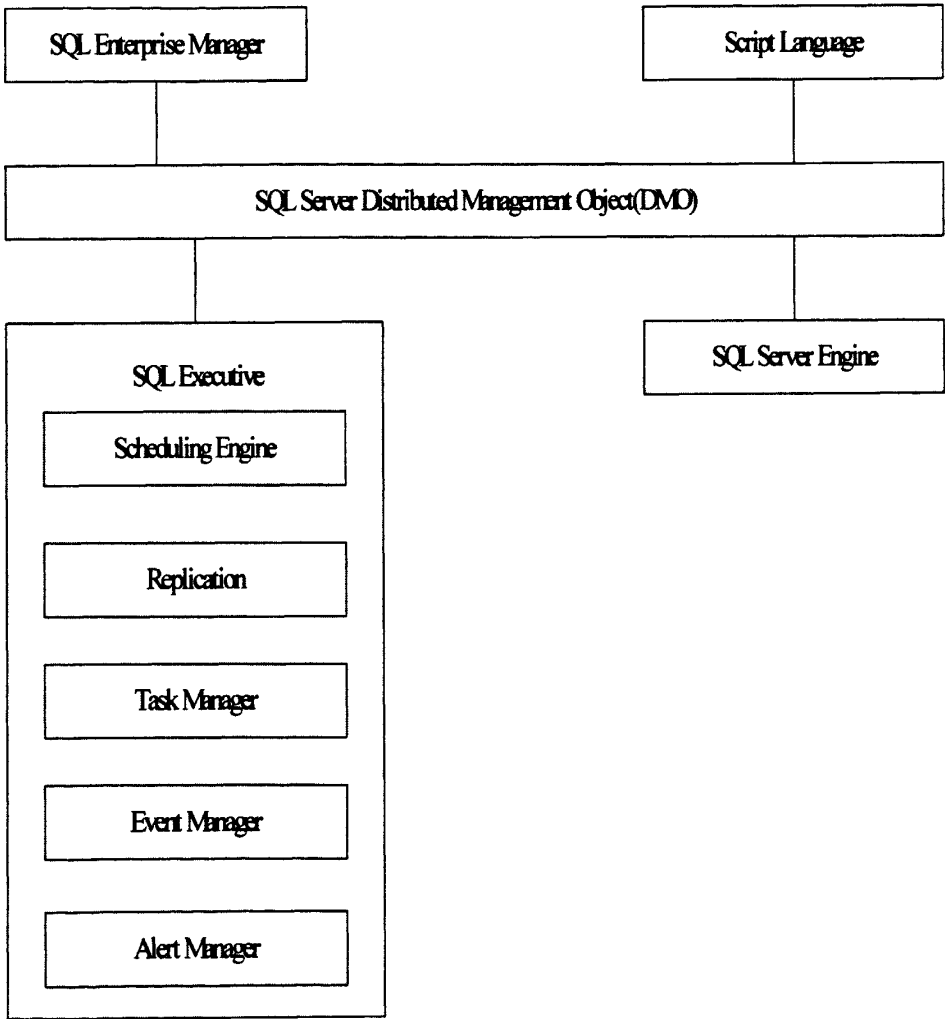


图2.7 SQL Server结构视图

(2) 安全性

Microsoft SQL Server 2000是众多数据库管理系统中优秀的软件之一，该数据库管理系统被人们广泛的使用，安全性保障起到非常重要的作用。我们知道，具有良好的数据库的安全设计，可以有效地保护数据库，防止非法用户

的访问和遭受脏数据的破坏。在开发数据库系统时，其安全性设计是开发者也特点注意的重要环节之一。Microsoft SQL Server 2000安全性主要包括以下几个方面：

1) 登录服务器的安全模式

Microsoft SQL SERVER 2000提供3种安全登录模式，分别是集成安全模式、标准安全模式及混合安全模式。以下是这三种安全模式的详细描述。

• 集成安全性模式

该模式集成了Microsoft SQL SERVER 2000的登录安全性与WINDOWS NT安全性，可以允许用户不需要提供另外的登录帐号和密码就可以登录到SQL SERVER服务器上。

• 标准安全性模式

它使用SQL SERVER自己的登录确认机制处理所有登录。要登录到SQL SERVER，每个用户使用时必须提供有效的登录帐号和密码。

• 混合安全性模式

它使用集成或标准模式确认SQL SERVER的登录请求。

2) 多层次的数据库访问管理

(1) 提供了数据库帐户管理。

(2) 提供了数据库对象许可管理。如图2.8所示：

权限	数据库对象
Select	表、视图、列
Update	表、视图、列
Insert	表、视图
Delete	表、视图
Reference	表
Execute	存储过程

图2.8 SQL Server数据库对象许可管理图

(3) 提供了语句许可管理。

3) 简单并且有效的安全性机制——存储过程、视图、触发器

通过采用不同的视图,和有选择性地授予它们各自的许可权,能够限制用户对特定数据子集的访问。

4) 完整性控制

(1) 提供了语义完整性的相关约束:SQL SERVER提供了完整性描述手段,便于建立语义完整性约束,这些约束对添加、修改、删除的记录进行完整性检查,不符合约束的记录被拒绝。

(2) 提供了并发控制操作:Microsoft SQL SERVER 2000提供良好的自动并发性控制机制,用户可以自己设计加锁方式。

(3) 提供了恢复功能:对于数据库及其事务日志可以进行定期备份,以便于由于意外事故对数据库造成破坏时能及时有效的对数据库进行恢复。

本章小结

本章主要管理信息系统所涉及到的相关技术的介绍。描述了传统的Client/Server模式的特点及存在的缺陷以及改进后的C/S架构的优越性以及开发信息管理系统使用的技术架构和数据库管理系统软件的安全性等。C/S架构的系统具有一定的优点,因此成为新一代管理信息系统发展的必然趋势。.NET 的优点,C#平台的开发高效性,以及结合使用网络架构的实际情况,和本人最熟悉的管理信息系统开发工具,最后选用C#.NET作为开发平台,用C/S模式开发本系统。

第3章 系统需求分析

在开发高速公路电子收费管理系统之前，我们对系统进行了详细的分析，考虑了使用高速公路电子收费管理系统的各种情况，完整的电子收费管理系统涉及到非常多的外部硬件和软件的支持，开发起来有非常大的难度，本论文只讨论电子收费系统中的收费管理模块。通过与各部门的沟通 and 了解我们确定了软件的各项功能信息。只有通过和用户的详细沟通我们才可以开发出有实际使用价值的软件，才能开发出真正符合客户需要的软件。下面我对本软件的需求做详细的说明。

3.1 系统业务流程

电子收费系统是国际上正在努力开发并推广普及的一种用于公路、大桥和隧道的电子自动收费系统。它通过路侧天线与车载电子标签之间的专用短程通讯，在不需要司机停车和其他收费人员采取任何操作的情况下，自动完成收费处理全过程。

电子收费系统的构成如图所示系统具体的业务流程如下：

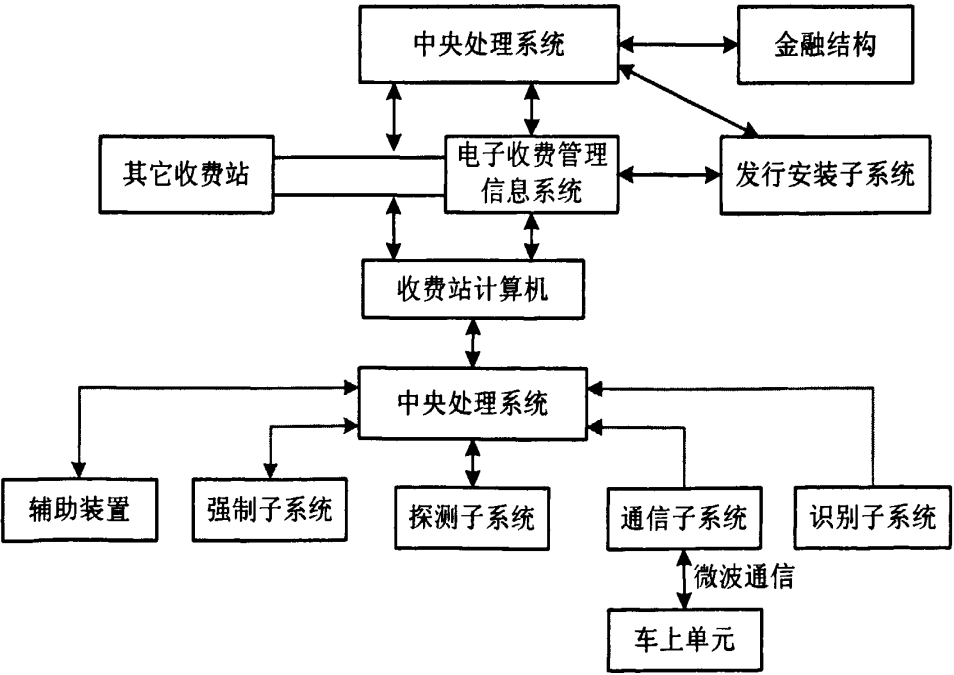


图 3.1 系统业务流程图

3.1.1 通信管理业务流程

电子收费系统中关键的技术问题是如何获得入站车辆的相关信息。只有在获取了车辆的型号及电子标签IC卡后才能准确的对相关车主收取过站费。在通信时我们必须先在车上安装车上单元，便于发送微波信息，在接受到微波信号后就可以检测信号和处理信号了，最后通过通信系统把处理好的信号发送到中央处理进行处理并发送给收费管理系统接受端。以下是具体的通信管理业务流程图，如图3.2所示。

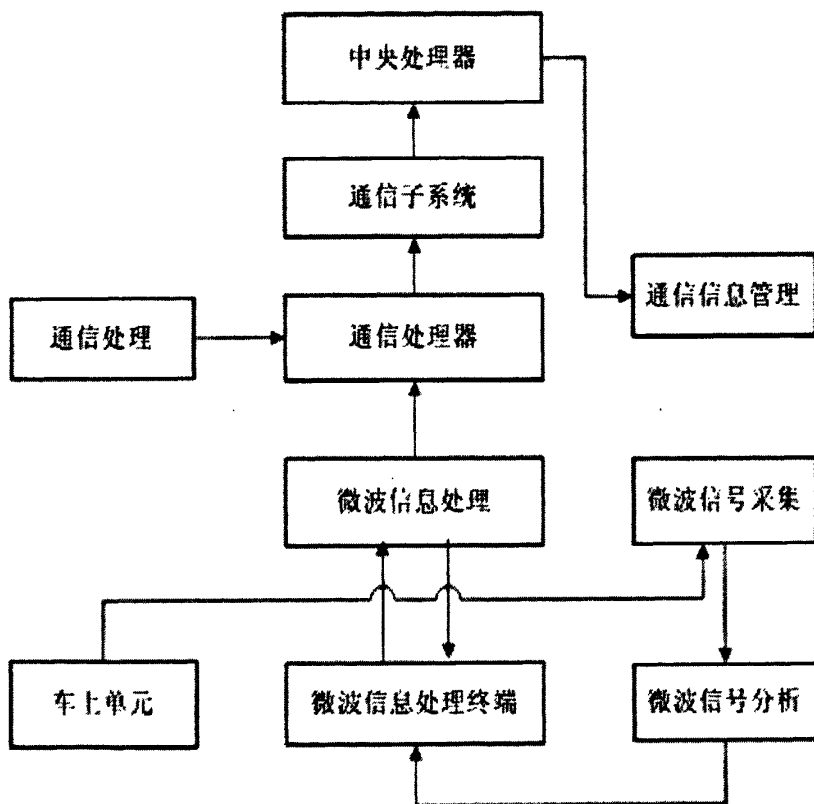


图 3.2 通信管理业务流程图

3.1.2 收费管理业务流程

由于是电子收费，所以在对车辆收费之前必须先从中央处理器上获得车辆的微波通信信号，根据获得的信号进行处理及检测。完成了这项操作后系统将自动对车主进行收费处理，在进行电子收费时会直接与金融结构建立关系，将从车主的帐户中发生费用交易。并且可以收集其他收费站的收费信息。具体的

收费业务流程如图3.3所示。

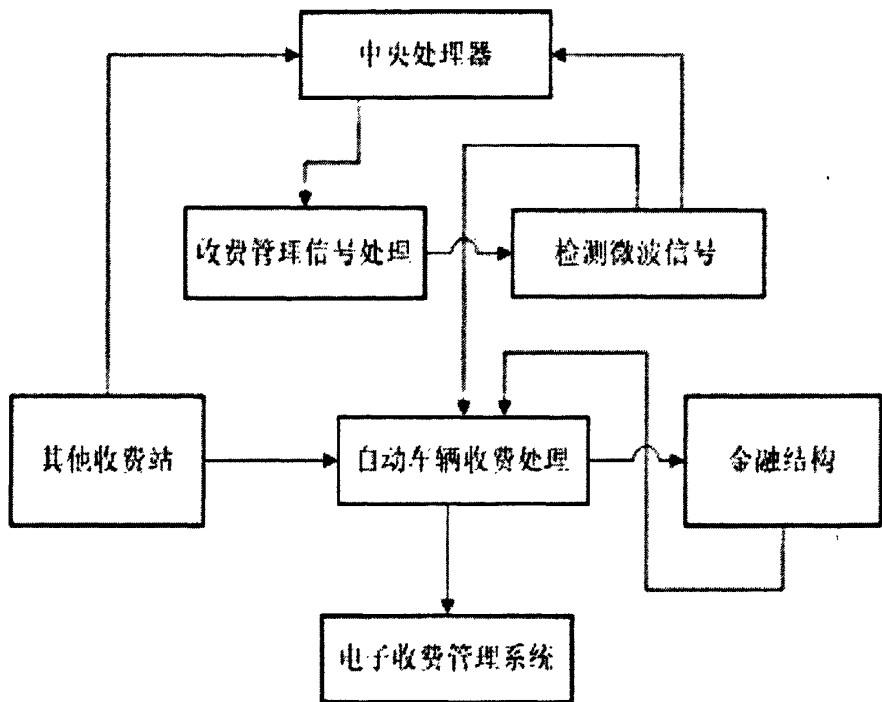


图3.3 电子收费业务流程图

3.1.3 发行安装业务流程

车辆在上路之前必须先到发行安装部门，申请安装车上单元，预缴通行费或设立事后付费账户，相应的信息被存入车上单元中，然后该车便可以上路行驶。发行安装主要是保证车辆在上路时能被通信系统检测到微波信号及在收费系统中能自动进行缴费处理。具体的业务流程如图3.4所示。

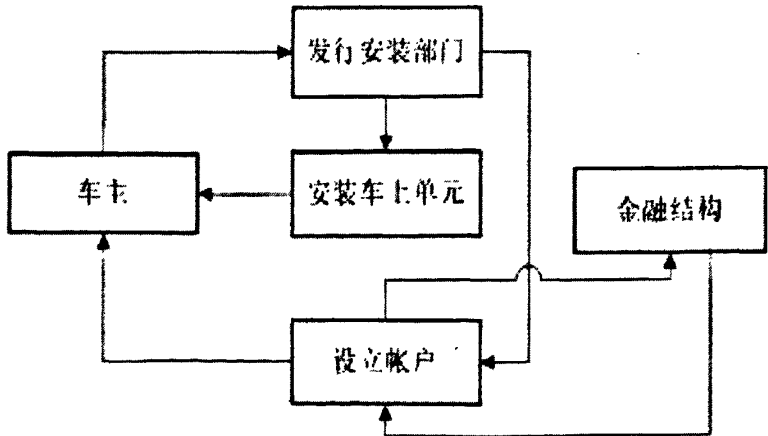


图3.4 发行安装业务流程图

3.2 系统功能性需求

根据分析,将高速公路电子收费管理管理系统分为十大功能,即:收费站的基本信息管理、收费信息管理、车辆通过信息管理、电子标签及IC卡信息管理、司机的基本信息管理、车辆基本信息管理、收费信息统计与分析、用户及密码管理、数据备份。

(1) 收费站的基本信息管理

收费站的基本信息管理主要负责对收费站基本信息的增加、删除、修改和查询的操作。操作进入系统后可以获得收费系统中涉及到哪些收费站,这也为收费奠定了数据基础。只有明确了收费站,在收费的时候才可以知道具体收费是属于哪个收费站的,也便于今后统计收费金额。收费站的的基本信息包括:收费站编号、收费站名称、收费站类型、收费站地址、负责人、联系电话。

(2) 收费信息管理

当车辆经过收费站时,通过路侧天线与车载电子标签之间的专用短程通讯,获得车辆的基本信息及车辆的应缴费信息,登记车辆的缴费情况。由于是电子收费,所以在对车辆收费之前必须先从中央处理器上获得车辆的微波通信信号,根据获得的信号进行处理及检测。完成了这项操作后系统将自动对车主进行收费处理,在进行电子收费时会直接与金融结构建立关系,将从车主的帐户中发生费用交易。并且可以收集其他收费站的收费信息。当然,在收费信息管理模块中也设置了人工缴费的管理模式,便于车辆无法完成自动缴费时的需要。对收费的信息能够进行有效的、统一的管理,并能快速的统计缴费信息、查询缴费信息和打印缴费发票。收费信息包括:收费编号,收费站编号,车辆型号,车辆牌照号,收费金额,收费日期,经办人。

(3) 车辆通过信息管理

在车辆上路之前已经在车上安装了相关车上单元,当车辆经过时会自动发送微波信号,通信系统接收到微波信号后对信号进行处理。系统可以根据信号对通过的车辆进行管理,获取通过车辆的型号,车辆的牌照号及车主信息。为后面的自动收费提供了车辆信息。

(4) 司机的基本信息管理

司机的基本信息管理主要负责对司机基本信息的增加、删除、修改和查询的操作。操作进入系统后可以获得司机的相关信息。司机的的基本信息包括:编号、姓名、性别、年龄、驾驶年限、联系电话、车辆编号、收费帐号。

(5) 车辆基本信息管理

车辆的基本信息管理主要负责对车辆基本信息的增加、删除、修改和查询的操作。操作进入系统后可以获得车辆的相关信息。车辆的基本信息包括：车辆编号、车辆型号、承载量、购买日期、车主编号。

(6) 收费信息统计与分析

电子收费管理系统最重要的就是对收费的信息进行处理和统计，分析收费情况以便更好的完成收费工作。收费统计主要是对各收费站的信息进行汇总，查看各收费站收费的具体情况，在使用电子收费系统对收取的费用进行按收费站统计，按车牌型号进行统计，按日期进行统计等。操作员也可以方便的调出车辆的过站收费情况，提供了快捷、便利的查询功能。

(7) 用户及密码管理

管理员可以通过系统方便的添加、删除、修改用户信息。所有操作员进入系统后可以及时的更改自己的密码，以防帐号信息的泄露而被他人更改相关信息。

(8) 数据备份

管理信息系统中最重要的就是其中的数据处理，而处理好了数据后必须将其保存在数据库中。那么为了防止系统在数据遭到破坏后而信息被篡改或信息被删除等现象，我们必须对数据做好及时的备份工作。数据备份可以让系统在空闲时段进行操作，这样就不会影响程序的运行效率，否则当系统在运行时再运行数据备份功能可能会对系统造成一定的影响。

3.2 性能需求

1. 系统的可扩展性

系统应该具有可扩展性，当外界条件变化（如：有新的功能出现）时，能够很方便的对系统进行扩展其功能。

2. 系统操作的灵活性

系统应该在用户应有的权限下，尽量提供操作的灵活性，应该让与公路收费工作相关的人员方便的对数据库信息进行管理，让领导层能根据系统统计情况做出决策。

3. 系统的可维护性

系统采用 C/S 架构进行设计, 利用面向对象程序设计进行开发。具有较好的可维护性, 具体表现为:

- 模块化设计, 对每个功能都设计了具体的模块来统一管理, 因此当需求发生变化也非常容易就可以进行更改。

- Web Services 技术, 系统在数据通讯部门采用了 Web 服务技术, 可以利用 SOAP 进行数据交换, 因此在发生数据维护的时候可以很方便的进行交换。

4. 系统的安全性

由于系统是基于广域网的操作, 安全性显的很重要。具体要求如下:

- 操作此系统应该有一套权限访问控制, 只有具有相应权限的人才可以完成其权限内的操作。无权限的人员应无法通过任何途径查看或者修改数据。特别是对司机的个人隐私数据要做严格的监控和管理。

- 严格防止用户通过非法途径访问内部数据或对系统造成破坏性影响。

3.3 系统其他需求

1. 提示功能: 对于一些复杂的操作或重要的操作, 应该在页面上提供功能的提示信息, 不必让用户记忆。

2. 操作确认: 对于一些不可恢复的操作或对数据有破坏性的(如记录删除等), 应有确认操作, 避免误操作, 而直接对数据进行操作, 将导致数据的丢失。另外, 在确认操作时还的注意使用对应的符号。

3. 数据校验: 考虑系统数据的安全性, 在录入数据时必须要对数据进行校验, 避免脏数据进入数据库。要能对一些特殊字符实现过滤(如: =、,、), 禁止一些利用特殊字符进入系统, 而造成系统设计的不安全或对系统的数据造成损坏。

4. 错误恢复: 当用户无意中进行了错误操作, 系统应能有相应的处理程序挽回错误, 就是系统要具备事物处理能力。

5. 缺省赋值: 对于一些常用信息可以设置缺省值, 不必每次都输入这些信息, 加快其工作效率。

6. 记录复制: 可以复制一条或多条已存在的记录, 并可修改复制结果。在制作一些计划时, 虽然每个时期都要制作, 但基本基本格式和内容一致, 因此系统必须具备记录复制的功能, 从而工作效率。

除了对这些基本功能提出要求之外，还对界面设计提出以下要求：

1. 要求界面必须始终一致，操作人员始终用同一种方式思考与操作，不要每换一个屏幕用户就要换一套操作命令与操作方法。在也是目前软件工程方法学中要求的重要标准。界面的一致性首先给用户视觉上的统一。

2. 界面必须使操作人员随时掌握任务的进展情况人机界面应该能够告诉操作人员软件的运行进度。特别是在需要较长时间的等待时，必须给出当前工作进展状况，如已完成了百分之几进度状态等。

3. 界面必须能够提供帮助，界面有关的提示、信息、说明应该放在明显位置，帮助工作。

4. 输入界面尽可能接近实际。

5. 屏幕上要求输入尽可能少的数据，对于一些相对固定的数据，应让用鼠标轻松选择，而不应该频频输入重复内容。

3.4 系统用例图

这进行软件开发前，我们必须非常熟悉系统中所有的用例（CASE）及用例操作者（Actor），这两个重要因素将决定了软件的成败，一旦对系统的用例及 Actor 不明确，那么势必会导致软件的功能存在严整的缺陷。现在，我们将本系统的用例图设计如图 3.1 所示。为后续的软件开发奠定基础。

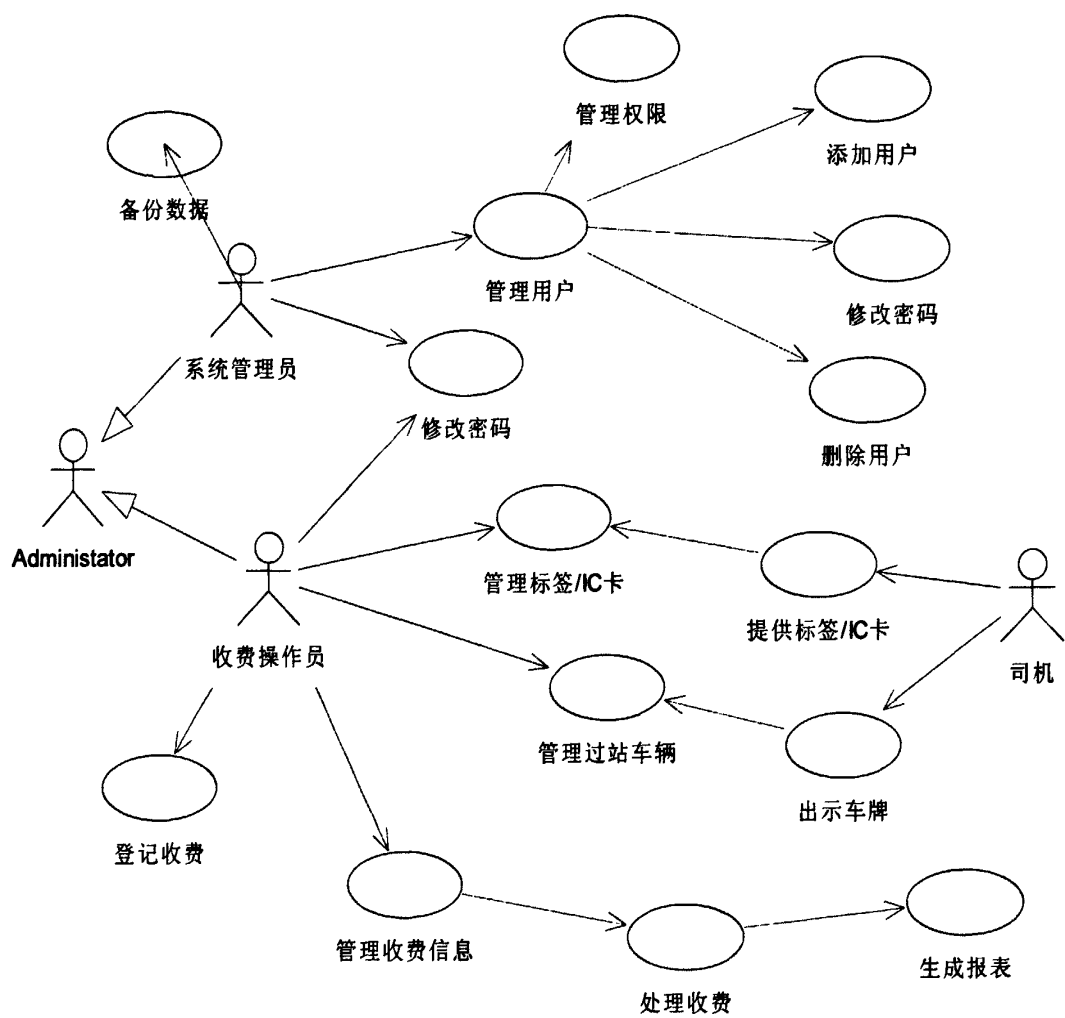


图 3.1 系统用例图

本章小结

本章介绍了基于 MVC 的高速公路电子收费管理系统的概述，以及其需求分析，并对整个系统的整体功能做了详细的分析。通过对系统最终使用用户及课题组成员沟通形成了最终的软件需求，确定了系统的基本功能及系统中所涉及到的参与对象及关键的业务流程并绘制了系统的用例图，这将对进行系统的概要设计及系统详细设计提供重要的依据，并逐步开展软件的开发工作。

第 4 章 系统的设计

4.1 数据库设计

数据库的设计过程^[10]在整个软件开发过程中起到非常重要的作用，它的每个设计步骤都很重要，可以将数据库设计大致分为四步骤，即：实体分析、创建关系模式、创建存储过程和触发器、安全管理。第一步也是最重要的一步，就是如何对现实系统进行分析，怎样来获取开发系统中将涉及到的所有相关的实体对象，以及实体对象它们之间存在什么关系，每个实体对象应该具备什么样属性。第二步就是对那些实体对象创建关系并如何设置其相关的约束，如：域完整性、参照完整性、实体完整性、默认值和规则等信息。第三步就是为相关的实体对象编写其将完成的复杂的功能，一般我们采用创建它的存储过程或触发器来实现。第四步则是建立数据库管理系统的安全性，保证数据的完整、可靠性，防止非法用户入侵系统，主要是建立系统的相关用户和权限。

经过仔细考虑后得到了该数据库中数据表的详细设计^[9]如下：

表 4.1 用户表

ID	Int 自动编号	4	Primary Key	NOT NULL
AccountName	Varchar	16		NOT NULL
AccountSex	Char	2		NULL
AccountAge	Int	4		NULL
AccountPassword	Varchar	32		NOT NULL
AccountDpt	Char	10		NOT NULL
Accountsgee	Char	20		NULL
AccountDesp	Varchar	50		NULL
AccountPower	Varchar	3	Foreign Key	NOT NULL
AccountImage	Binary	200		NULL
AccountStutas	Varchar	20		NULL
AccountConfirms	Char	1		NOT NULL
AccountAudition	Char	1		NULL

第4章 系统的设计

表 4.2 权限表

operationID	Int 自动编号	4	Primary Key	NOT NULL
AccountPower	Varchar	3		NOT NULL
operationName	Varchar	16		NOT NULL
operationType	Varchar	2		NULL
operationDesp	Varchar	50		NULL
operationConfirm	Char	1		NOT NULL

表 4.3 收费站信息表

sfzID	Varchar	4	Primary Key	NOT NULL
sfzName	Varchar	12		NOT NULL
sfzTime	datetime	8		
sfzLeader	Varchar	12		
sfzAddr	Varchar	30		
sfzPhone	Varchar	13		
sfzcode	Varchar	6		
sfzLevel	float	8	Foreign key	
sfzremark	Varchar	50		

表 4.4 收费信息表

sfno	Varchar	7	Primary Key	NOT NULL
sfzno	Varchar	4	Foreign key	NOT NULL
clxh	Varchar	10		NOT NULL
clpz	Varchar	10		
sfje	float	8		
sfrq	DateTime	8		
jbr	Varchar	12		
remark	Varchar	50		

表 4.5 车辆信息表

clbh	Varchar	10	Primary Key	NOT NULL
cx	Varchar	10		NOT NULL
czl	Varchar	10		NULL
rq	DateTime	8		NULL
cz	Varchar	4	Foreign key	NULL
clbfrq	DateTime	8		NULL
clgz	Varchar	10		NULL
clscs	Varchar	20		NULL
clxn	Varchar	10		NULL
remark	Varchar	50		NULL

表 4.6 司机信息表

czno	Varchar	4	Primary Key	NOT NULL
czname	Varchar	12		NOT NULL
czsex	Varchar	2		NULL
czage	int	4		NULL
czyear	Varchar	4		NULL
czphone	Varchar	13		NULL
czaddr	Varchar	30		NULL
clbh	Float	8	Foreign key	NULL
czjs	Varchar	10		NULL
remark	Varchar	50		NULL

表 4.7 收费站级别表

jbID	Int 自动编号	4	Primary Key	NOT NULL
jbName	Varchar	20		NULL

表 4.8 收费统计表

tjid	Int 自动编号	4	Primary Key	NOT NULL
sfzID	Varchar	4	Foreign Key	NULL
sfxm	Varchar	50		NULL
sfje	float	8		NULL
sfrq	DateTime	8		NULL
sfzt	bit	1		NULL
jbr	Varchar	10		NULL

表 4.9 车辆通过信息表

id	Int 自动编号	4	Primary Key	NOT NULL
clbh	Varchar	10	Foreign Key	NULL
tgrq	DateTime	8		NULL
tgzt	bit	1		NULL
cltg	Varchar	8		NULL
cladf	Varchar	12		NULL
cltg	Varchar	8		NULL
clsde	Varchar	12		NULL
clsee	Varchar	12		NULL
clter	Varchar	12		NULL
clyrt	Varchar	12		NULL
clett	Varchar	12		NULL
remark	Varchar	50		NULL

4.2 数据模型

传统的基于过程化程序设计一般是采用 E-R 图来描述系统中各实体之间的关系，随着面向对象程序开发技术的成熟，数据模型来表示各实体之间的关系。具体如图 4.1 所示。

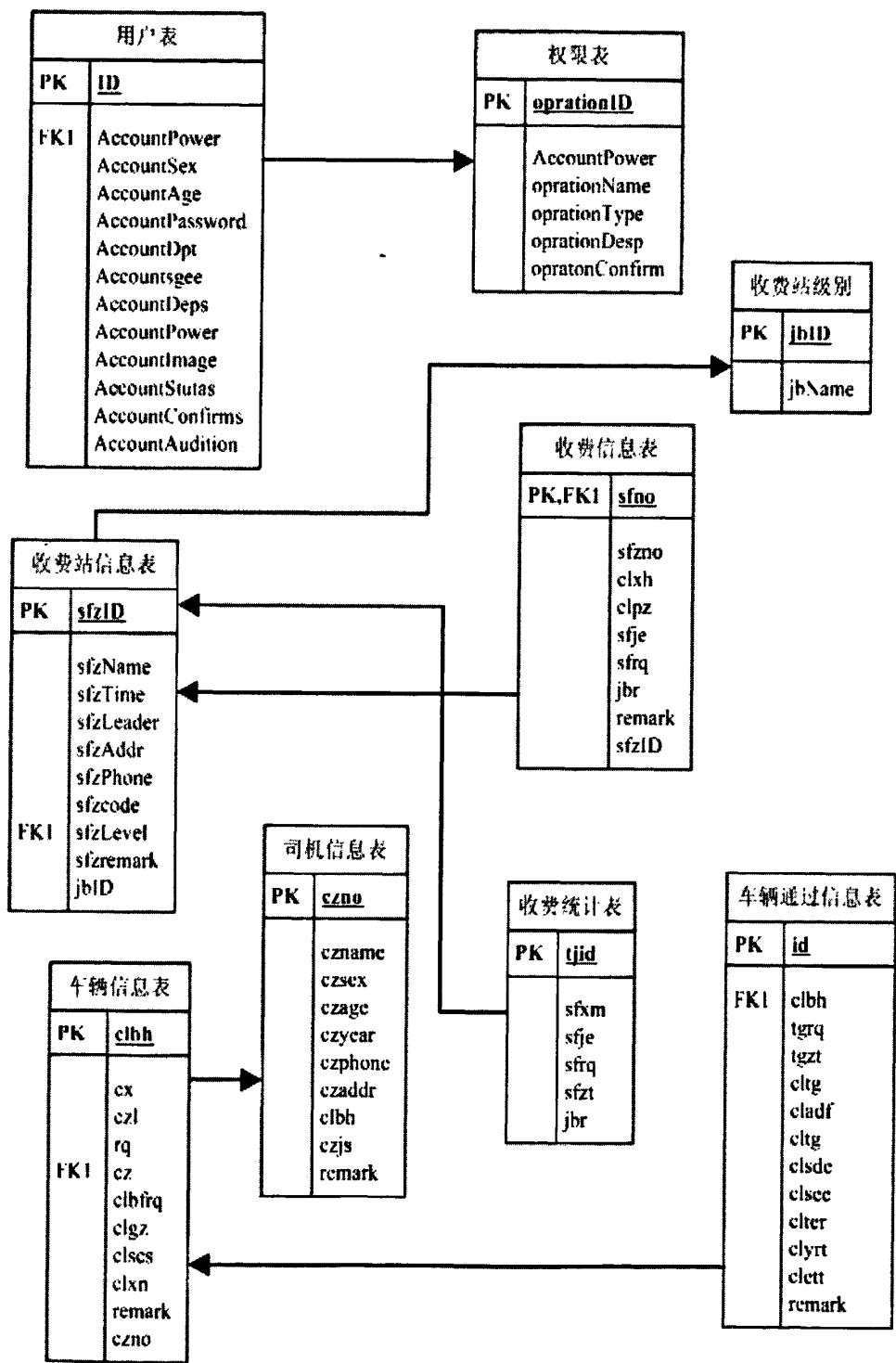


图 4.1 系统数据模型

4.3 系统运行平台的选择

根据以上所列出的功能要求,要实现这些功能,建立基于 Client/Server 模式的基于 MVC 的高速公路电子收费管理系统,要解决几个关键问题。

- 如何正确的选择系统开发平台;
- 如何正确的选择系统操作平台;
- 如何正确的选择数据库服务器;

基于 MVC 的高速公路电子收费管理系统采用 Visual C#.NET 2005 开发,因此本系统中选择了 C#作为开发语言,使用三层架构中常用的抽象工厂设计模式。为什么要选择 C#作为开发语言呢,主要是本人对 C#语言最为熟悉并在开发系统中都是采用该语言编写的。所以,在代码编写上会更加能够掌握其优缺点,更能编写符合系统要求的程序。另外,为了提供程序的效率,规范代码编写的要求,采用了基于抽象工厂模式的软件设计模式,当然,在软件开发中通常使用的设计模式包括了 23 种,这里选择工厂模式的主要原因是因为系统的设计可以用抽象工程模式来完成,所以选择的是该模式来开发本课题的。只有选择好了开发平台,系统的开发才能顺利的进展,对于今后软件的扩充或维护都提供了良好的基础,否则,系统很难在规定期限内完成,也很难对其进行管理和维护。

由于本系统采用的是基于 MVC 架构的 Windows 应用系统,所有在使用操作系统时也考虑其承担的压力和安全性问题,我们选用 Windows Server 2003 作为服务器的操作系统。原因很简单,Microsoft Windows Server 2003 是 Windows 操作系统中的一个新成员,它是目前最完善、最通用以及最强大的操作系统之一。它集成了最全面的 Internet 技术,适用于所有的客户机和服务器系统。Windows 2003 具有很高的可靠性、安全性、易用性以及兼容性^[11]。

本系统的数据库系统我们选择的是 Microsoft SQL Server 2000。大家都知道 Microsoft SQL Server2000 是 Microsoft 公司于 2000 年 10 月推出的一个关系型数据库管理系统。SQL Server2000 具有丰富的编程接口工具,SQL Server2000 提供了 Transact-SQL、DB-Library for C、嵌入式 SQL(ESQL)等开发工具,还支持 ODBC、OLEDB、ADO、ADO.NET 规范,可以使用 ODBC、OLEDB、ADO 接口访问 SQL Server 数据库^[12]。

4.4 各管理模块设计

4.4.1 收费管理模块设计

1. 设定车辆检测通信导入接口, 连接通信管理子系统。在此过程主要考虑的数据的交换, 我们使用了 WDDX 完成分布式系统的数据交换, 主要是因为通信管理子系统使用的操作系统是 Linux 操作系统, 而我们的电子收费管理系统采用的是 Windows Server 2003 操作系统, 要实现在跨平台上完成数据交换, 这设计时只能考虑采用基于 XML 的技术, 而 WDDX 正是基于 XML 的技术。

2. 操作人员首先输入用户帐号信息, 确认信息模块通过人员类别表、部门信息表和人员级别表对该操作人员信息进行确认, 获得该操作人员的信息, 通过验证后该用户可以采集通信管理子系统信息并对车辆相关信息进行入库; 如果需要查询某特点条件下的通信微波信息, 可以通过查询输出模块根据输入的查询条件对车辆信息表中的记录进行查询。

3. 通过通信管理子系统接口获取通信管理子系统的车辆基本数据。在本系统中可以简单、方便的编写 WDDX 代码来获取 Linux 平台下的车辆基本信息数据。只要将 WDDX 得到的数据保存到本系统的服务器中即可完成数据导入功能。

4. 根据获取的车辆基本数据, 收费管理子系统对该微波信息进行处理将得到该信息所对应的车辆的基本信息和司机的预先设定的帐户信息。系统将自动根据对车辆的型号等进行收费计算并完成从帐号中自动缴费的功能, 这个过程中不需要司机停车即可完成, 当然对于获取到信息后, 如果检测出该帐户无剩余余额。系统为自动发送信号到车辆拦截模块, 将该车辆拦截并使用手动收费处理。

具体的收费管理时序图如下图 4.2 所示。

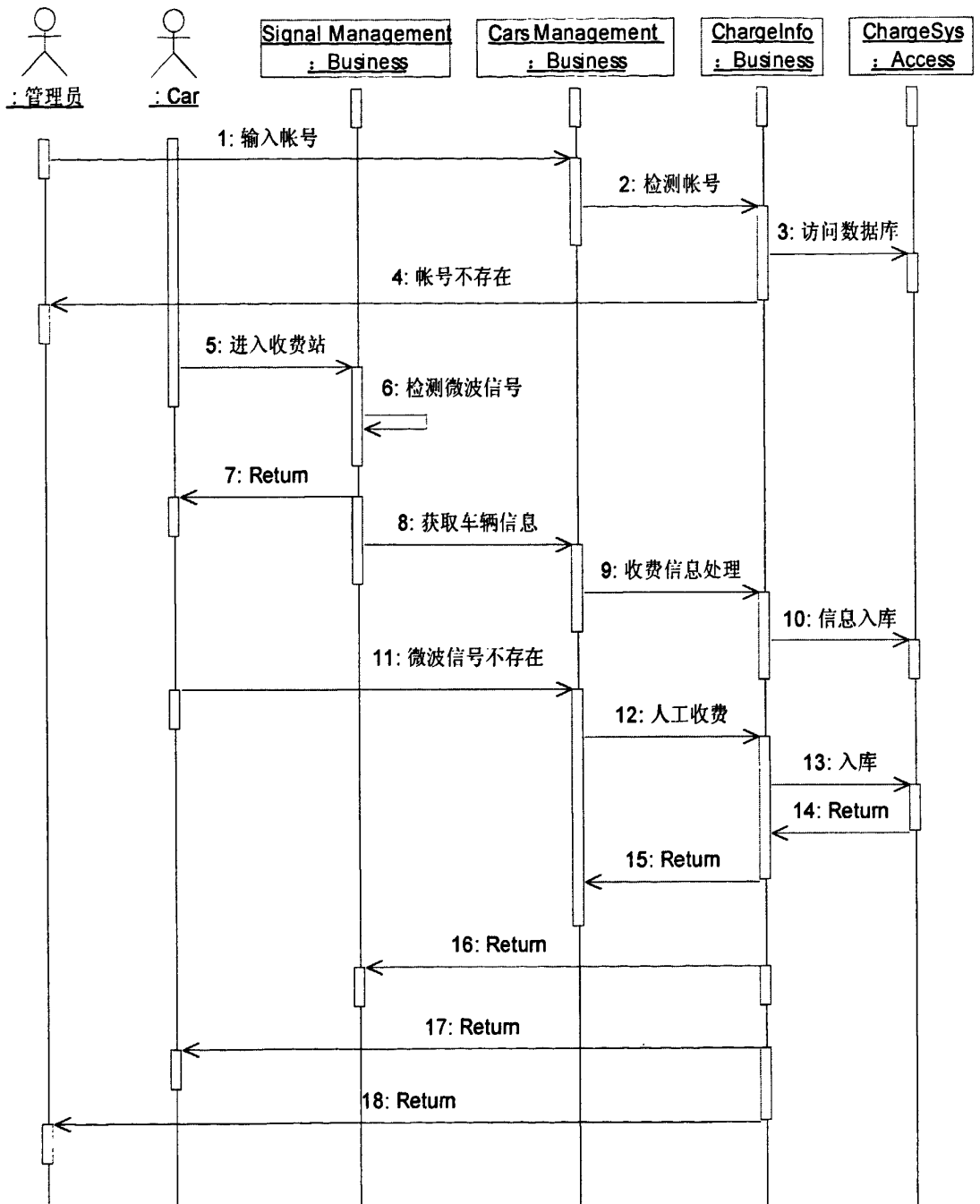


图 4.2 收费管理时序图

4.4.2 车辆通过管理模块设计

- 1. 设定车辆通信信息导入接口，连接通信管理子系统。
 - 2. 操作人员首先输入用户帐号信息，确认信息模块通过人员类别表、部门信息表和人员级别表对该操作人员信息进行确认，获得该操作人员的信息，通过验证后该用户可以采集车辆通过的微波信息并对通过车辆记录进行入库；如果需要查询某特点条件下的车辆信息，可以通过查询输出模块根据输入的查询条件对车辆信息表中的记录进行查询。
 - 3. 通过车辆通信接口获取通信管理子系统的车辆通过数据。
 - 4. 根据获取的微波信息数据，动态的检测出通过车辆的基本信息。
- 具体的车辆通过管理时序图如下图 4.3 所示。

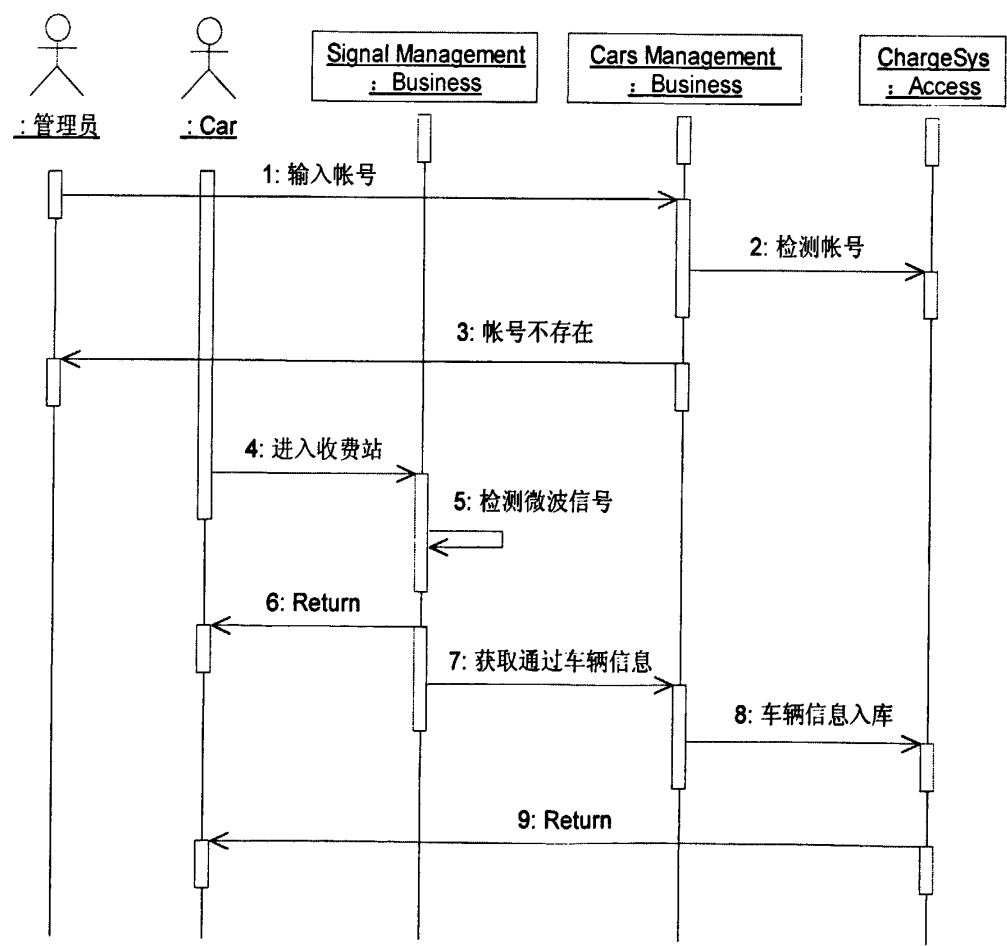


图 4.3 车辆通过管理时序图

4.4.3 收费站基本信息管理模块设计

1. 操作人员首先输入用户帐号信息, 确认信息模块通过人员类别表、部门信息表和人员级别表对该操作人员信息进行确认, 获得该操作人员的信息。

2. 对收费站的信息进行登记。对于操作的信息可以通过编辑或删除操作将其修改并入库。

3. 根据数据库中的收费站信息可以通过多种方式进行检索收费站的相关信息, 以便于操作员能够获知收费站的详细资料。

具体的收费站基本信息管理时序图如下图 4.4 所示。

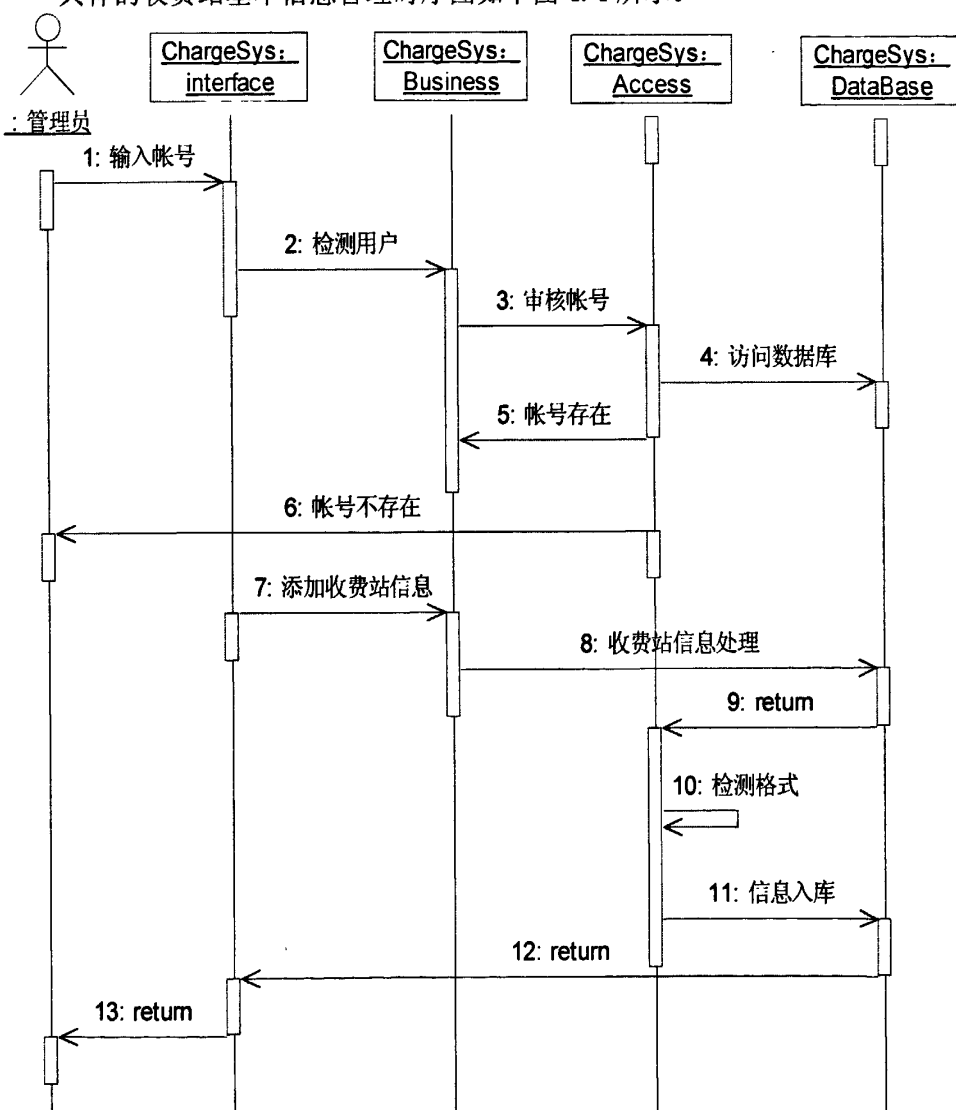


图 4.4 收费站基本信息管理时序图

4.4.4 司机基本信息管理功能模块设计

操作人员首先输入用户帐号信息，确认信息模块通过人员类别表、部门信息表和人员级别表对该操作人员信息进行确认，获得该操作人员的信息，通过验证后该用户可以添加司机基本信息并对司机基本信息进行入库；如果需要查询某特点条件下的司机基本信息，可以通过查询输出模块根据输入的查询条件对司机基本信息表中的记录进行查询。

具体的司机基本信息管理时序图如下图 4.5 所示。

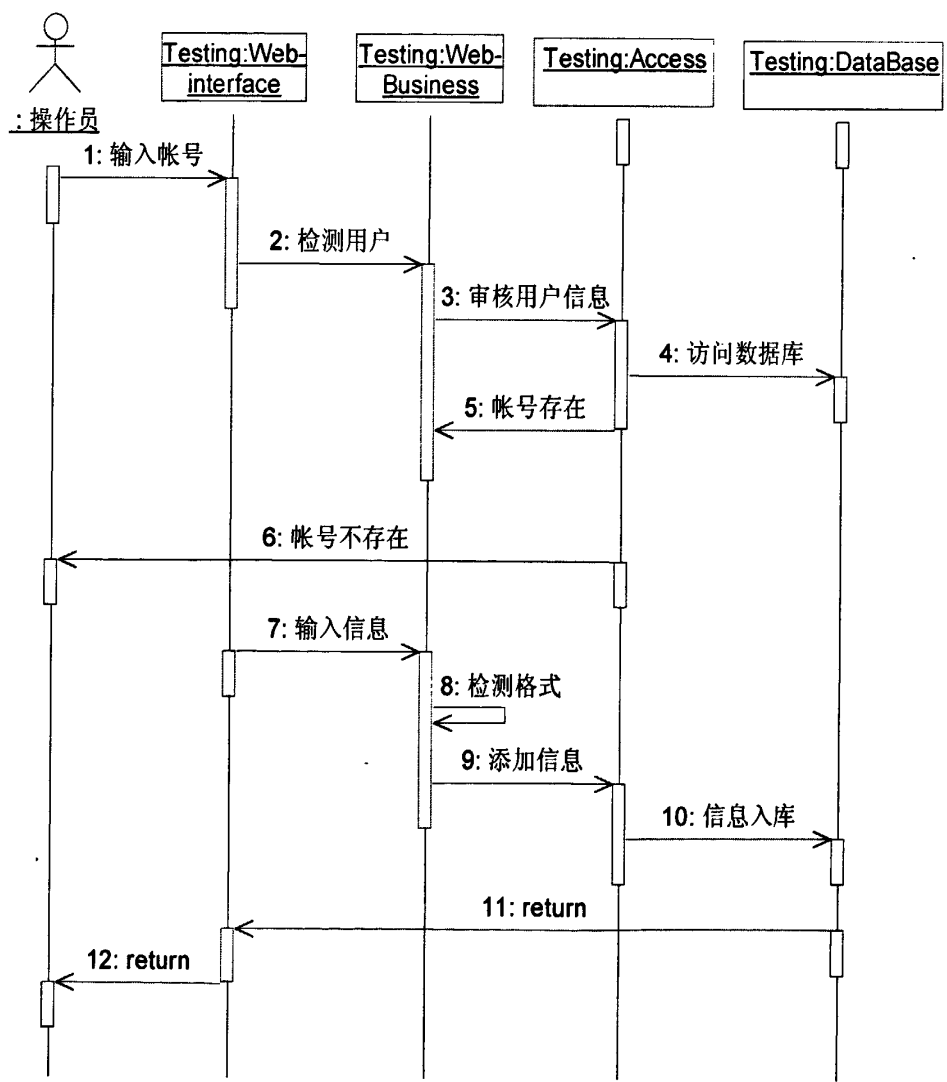


图 4.5 司机基本信息时序图

4.4.5 车辆基本信息管理功能模块设计

1. 操作人员首先输入用户帐号信息, 确认信息模块通过人员类别表、部门信息表和人员级别表对该操作人员信息进行确认, 获得该操作人员的信息。

2. 对车辆的基本信息进行登记。对于错误的信息可以通过编辑或删除操作将其修改并入库。

3. 根据数据库中的车辆基本信息可以通过多种方式进行检索收费站的相关信息, 以便于操作员能够获知车辆的详细资料, 最重要的是与车辆通过管理系统建立信息的接口, 为车辆通过收费站后能自动进行收费提供了有效的车辆的相关信息。

具体的车辆基本信息管理时序图如下图 4.6 所示。

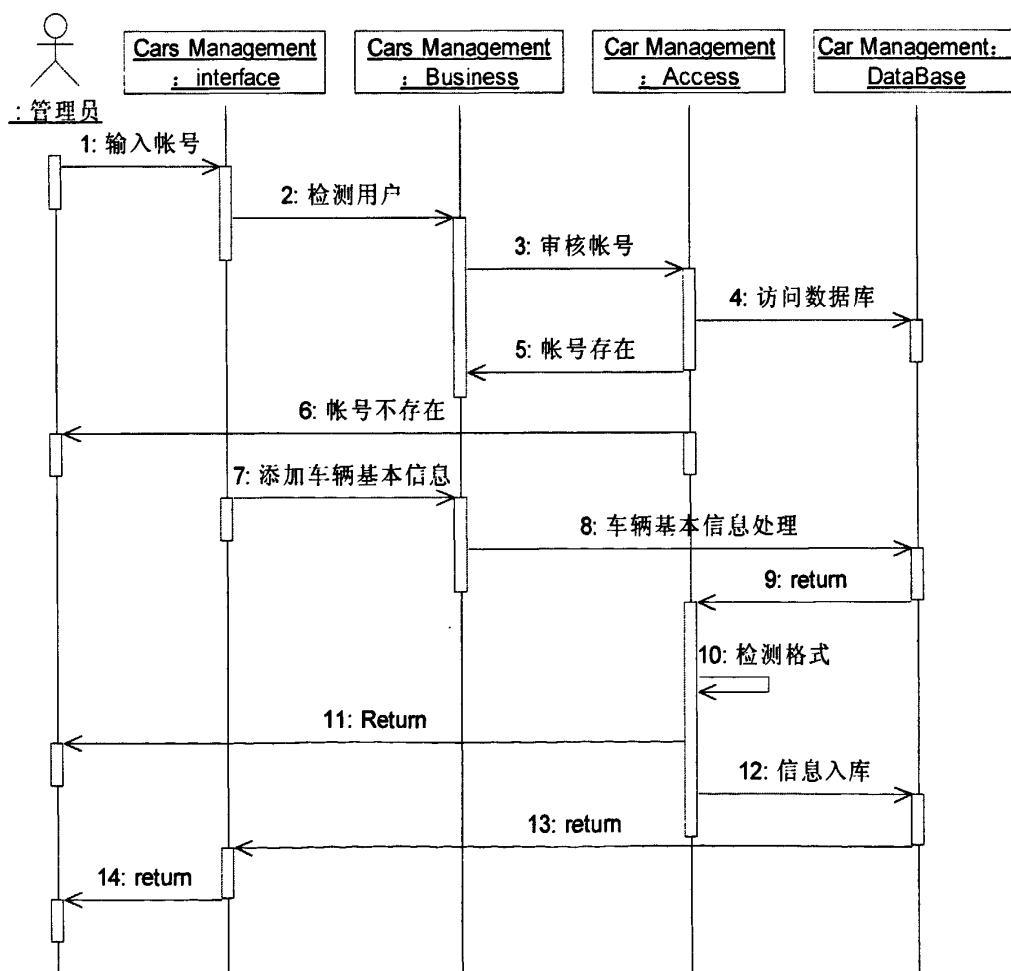


图 4.6 车辆基本信息管理时序图

4.4.6 收费统计与分析功能模块设计

- 1. 操作人员首先输入用户帐号信息，确认信息模块通过人员类别表、部门信息表和人员级别表对该操作人员信息进行确认，获得该操作人员的信息。
- 2. 选择收费站。
- 3. 根据设定的条件统计和获取收费信息。
- 4. 对获取的收费信息进行分析并形成报表输出。

具体的收费统计与分析时序图如下图 4.7 所示。

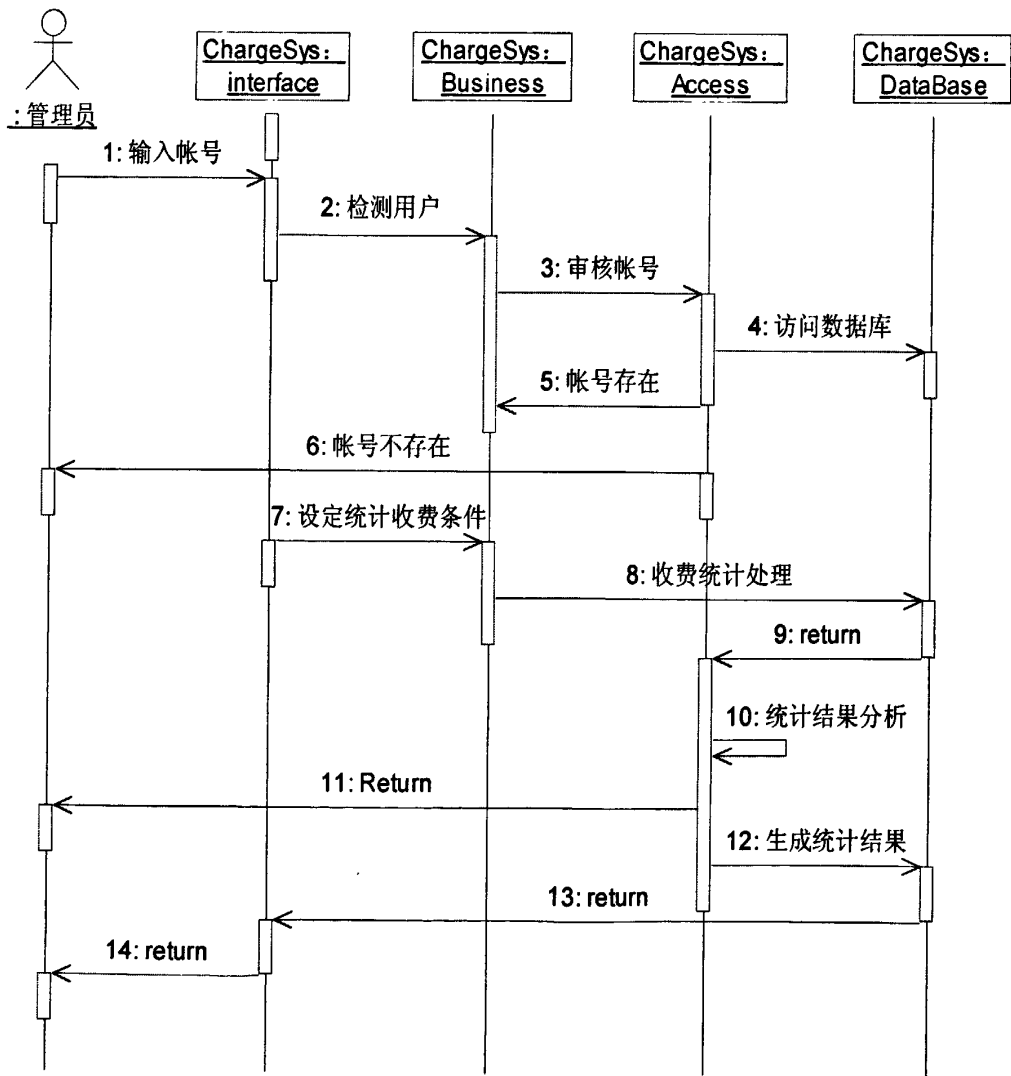


图 4.7 收费统计与分析时序图

4.4.7 系统管理功能模块设计

系统提供两种类别的用户，一为超级管理员、二为系统操作员。

(1) 对超级管理员用户完成用户的管理、权限设置、数据备份。可以对所有相关信息的查询。

(2) 系统操作员是系统的主要角色，负责所有预警机制的管理，并对预警机制实现评估和统计分析等。

系统要求管理员选择所想执行的活动

如果所选活动是“退出”，用例结束。如图 4.8 所示。

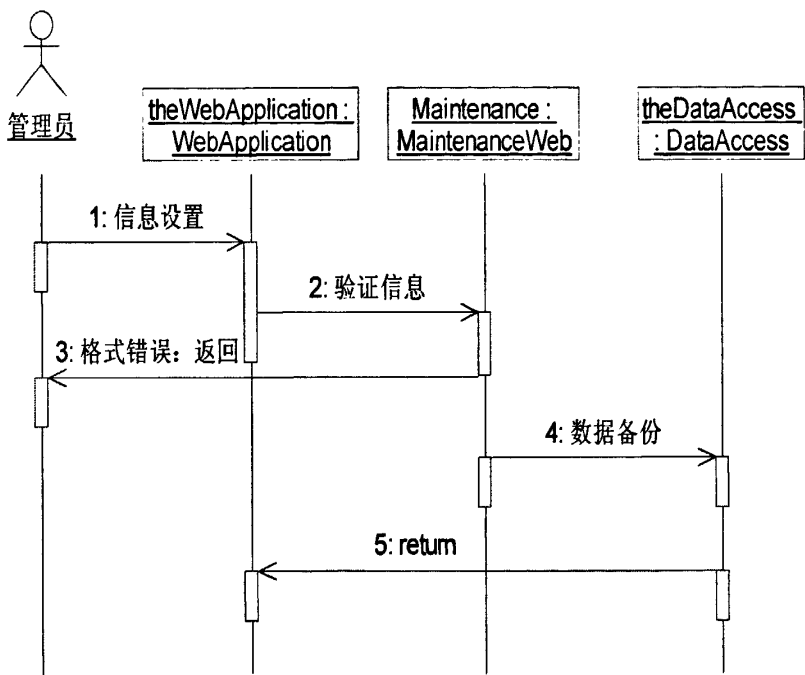


图 4.8 系统管理时序图

本章小结

本章介绍了基于 MVC 的高速公路电子收费管理系统中所涉及到的用例及参与者，完成了系统用例设计、数据库设计及数据模型，对系统中的各模块做了详细的设计，列举了各模块的时序图，通过时序图^[13]我们可以清楚的认识系统各模块的工作流程。这将对进行系统的功能实现提供重要的依据，并逐步开展软件的开发工作。

第 5 章 系统的实现

5.1 收费管理系统流程

基于 MVC^[14] 的高速公路电子收费管理系统可以为交通运输部门创建符合自己管理模式的高速公路收费管理流程，下面详细介绍本系统的流程：

第一步：操作员：输入用户帐号、密码后登录系统。

第二步：车辆通过管理中心：配合车上单元，采集通过车辆的微波信号，检测通过车辆的相关信息，为收费管理中心提供车辆信息。

第三步：收费管理中心：对通过的车辆进行检测其车主的帐号，分析需要缴纳的收费金额，然后对其进行收费处理并管理收费信息。

第四步：收费统计与分析：分析收费情况

第五步：查询收费结果、各阶段收费分布图，如图 5.1 所示。

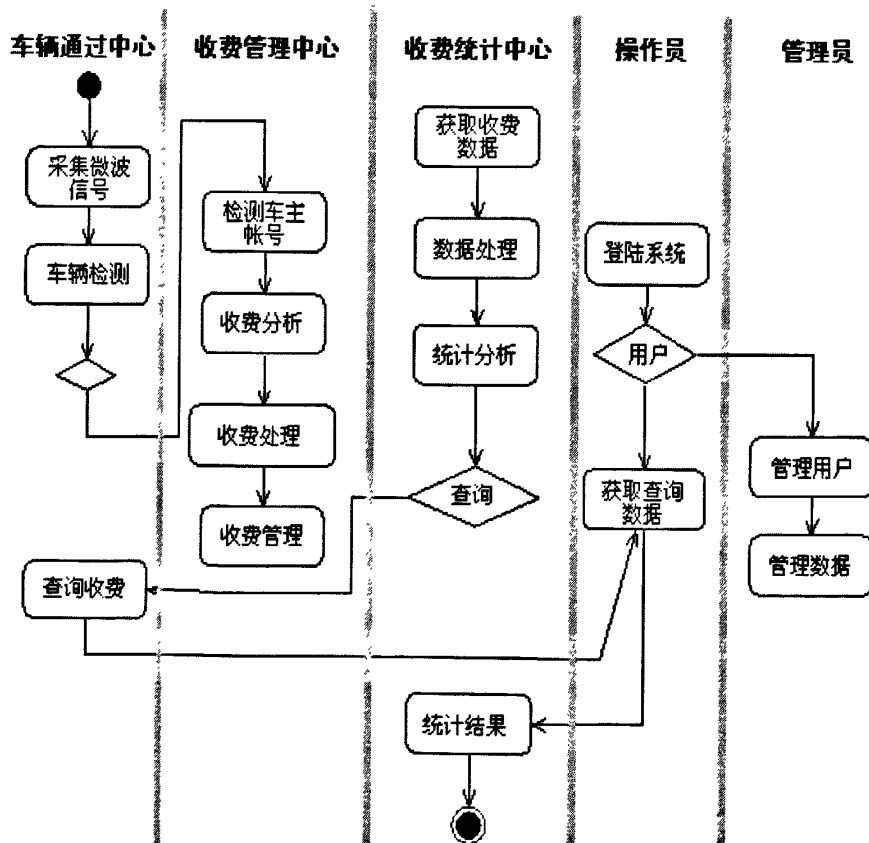


图 5.1 高速公路电子收费管理系统流程图

5.2 ADO.NET 数据库连接技术

Visual C#.NET 2005 连接数据库使用的是目前 Microsoft 公司推出的 ADO.NET, 它与传统的 ADO 控件相比, 能更好的访问数据库。ADO.NET 中包含的对象远远比之前 ADO 中的对象要多。其除了包含的 Connection 对象、Command 对象外, 还包含其他重要的数据访问组件。连接对象中依靠 connectionString 属性来访问各种数据库, 使用 open 方法可以执行数据库的连接操作, 另外可以使用 Command 对象的各种属性和方法来操作数据库, 比如: 添加记录、编辑记录和删除记录等都是通过 Command 对象来完成的。

在 ADO.NET 中访问数据库中的数据可以使用多种方法, 最常用的我们在本论文中只讨论两种。其中之一是 DataSet 对象, 另外一种是使用数据阅读器来获取记录。这两种方法各有各的优势, 使用 DataSet 访问数据时, 它是先使用数据适配器的 Fill 方法将查询到的结果保存到 DataSet 中, 一旦记录保存到记录集中, 它将以副本形式与数据库断开, 我们可以将其看成是内存中的数据表。

方法一是使用数据适配器时, 利用数据适配器的相关属性和方法将数据库的记录保存到 DataSet 中。随后从数据库中被查询到的数据将被用来填充所创建的 DataSet 对象^[15]。

方法二是从数据库中读数据时的方法是直接采用数据阅读器, 我们这时读数据时不必在使用记录集和数据适配器了, 可以绕过方法一中采用的相关技术。采用该方法创建的 ASP.NET 页面或 XML Web 服务时更加有用, 我们在使用 ADO.net 时通常首先需要考虑如何从数据库中获取数据, 然后简单地将其结果传递到 WEB 应用程序的页面或将其以 XML 文件形式输出结果中。

下面我们将以上介绍的两种方案利用 C#使用简单代码如下:

方法一主要是通过 visual studio.net2005 中的数据适配器的数据控件来进行操作。具体实现的代码为:

```
using(sqlconnection connection=new sqlconnection(strconn))
{
    using(sqlcommand cmd=new sqlcommand(strsql,connection))
    {
        connection.open();
        ChargeSysda.selectcommand.CommandText=strSQL;
        ChargeSysda.Fill (ChargeSysda, "tbs");
    }
}
```

```
ChargeSysda.DataSource=
    ChargeSysda.Tables["tbs"].DefaultView;
ChargeSysda.DataBind();
connection.close();
connection.dispose();
}
}
```

使用方法二时，首先读取数据库中的数据时，可能只需找到数据并将其发送到其他位置，如应用程序中的页面文件、业务层文件或操作层文件中。在这些情况下，直接使用数据适配器对象会更有效。具体实现的代码如下：

```
string cnnobject = "data source=. ; initial catalog = db_Charge_sys;
persist security inf = False; workstation id = fsr; packet size = 3096";
using(sqlconnection connection = new sqlconnection(strconn))
{
    try{
        using(SqlCommand command = new SqlCommand(strSQL, connection))
        {
            connection.open();
            command.ExecuteNonQuery();
            connection.close();
            connection.dispose();
        }
    }
}
```

DataSet 和 DataAdapter 对象还提供了更新数据的机制。DataAdapter 不仅包含检索数据的 Command 对象，还包含插入、更新和删除数据的 Command 对象。只需将已更改的 DataSet 对象传递到 DataAdapter，后者将自动调用相应的 Command 对象将更改更新到数据库中。

5.3 系统各模块实现

5.3.1 登陆模块的实现

几乎所有的系统都有用户登陆模块，在本课题中我们也同样设置了此模块，并且该模块起到系统安全验证的作用，同时也运用了相关技术防止不法用户登陆到系统后台（如：SQL 注入），具体实现如下界面及代码。如图 5.2 所示。

图5.2 用户登陆界面

在登陆模块中，我们采用了 MD5 加密技术，同时有使用了用户跨页面操作技术。确保系统使用的安全。在用户登陆时也做了严格的次数验证，具体实现流程图及代码如下。流程图如图 5.3 所示。

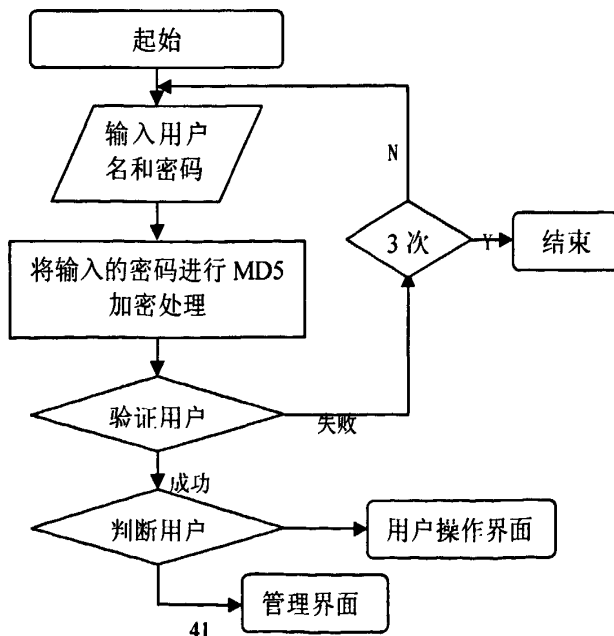


图5.3 用户登陆流程

用户登陆代码的实现:

```
private string Get_MD5(string strSource)
{
    string strResult = "";
    //Create 32 bits MD5密钥
    System.Security.Cryptography.MD5 md5 =
System.Security.Cryptography.MD5.Create();
    //字节类型的数组转换为字符串
    byte[] bytResult =
md5.ComputeHash(System.Text.Encoding.UTF8.GetBytes(strSource));
    for (int i = 0; i < bytResult.Length; i++)
    {
        strResult = strResult + bytResult[i].ToString("X");
    }
    return strResult;
}

protected void BtnLogin_Click(object sender, ImageClickEventArgs e)
{
    If (true == Account.Exists(txtName.Value.ToString(),
Get_MD5(txtPwd.Value.ToString())))
    {
        //保存当前用户信息
        accountList=Account.GetModel(Text1.Value.ToString());
        //判断权限并登陆到用户操作页面
        string dptvalue = comboBox1.SelectedValue.ToString();
        switch (dptvalue)
        {
            case "超级管理员":
                frmManagement fManagement = new frmManagement();
                fManagement.Show();
                break;
            case "收费操作员":
                frmAccount fAccount = new frmAccount();
                fAccount.Show();
                break;
            case "普通查询员":
                frmSearch fSearch = new frmSearch ();
                fSearch.Show();
                break;
            default:
                MessageBox.Show("请选择用户角色");
                break;
        }
    }
}
```

```
    }
}
else
{
    MessageBox.Show("用户名或密码输入错误, 请查实", "收费管
理系统", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Exclamation);
}
}
```

5.3.2 收费管理模块的实现

收费信息管理模块是整个系统的核心数据，所有的功能都为了实现对车辆进行收取过站费。该模块主要完成收费信息的登记。系统提供两种收费信息登记的方法，其一是直接通过单击注册按钮，逐一的添加收费信息。另一种方法是通过导入外部数据的方式，通过获取微波信号自动检测收费车辆并进行收费处理。具体的实现界面及代码如下。如图 5.4 所示。

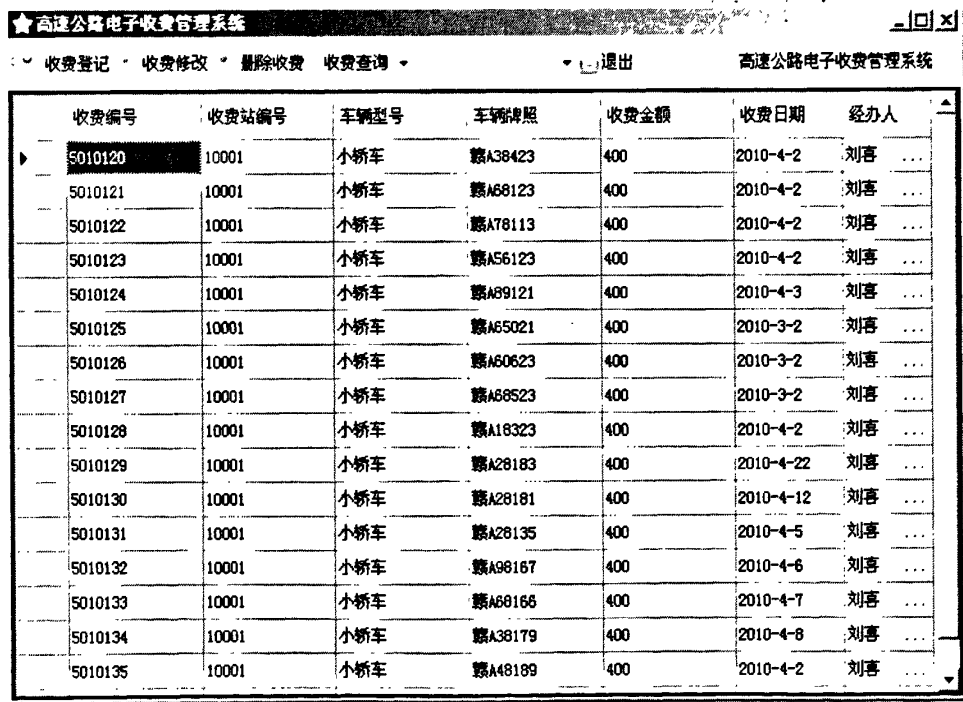


图 5.4 收费信息管理模块

```
string strSQL = null;
strSQL = "select sfno as 收费编号,sfzno as 收费站编号,clxh as 车辆型号,"
+ "clpz as 车辆牌照,sfje as 收费金额,sfrq as 收费日期,jbr as 经办人from S";
using (SqlConnection conn = new SqlConnection("Data
Source=.\SQLEXPRESS;Initial Catalog=XSGL;Integrated Security=True"))
```

```
{
    using (SqlDataAdapter da = new SqlDataAdapter(strSQL, conn))
    {
        conn.Open();
        DataSet ds = new DataSet();
        da.Fill(ds, "tsf");
        da.Dispose();
        conn.Dispose();
        conn.Close();
        dataGridView1.DataSource = ds.Tables[0].DefaultView;
    }
}
```

5.3.3 车辆管理模块的实现

在实现收费之前必须要将相关车辆进行登记，这将为车辆通过检测做好准备。车辆管理模块主要负责完成对车辆的登记、修改、删除及查询操作。具体的界面及代码设计如下。

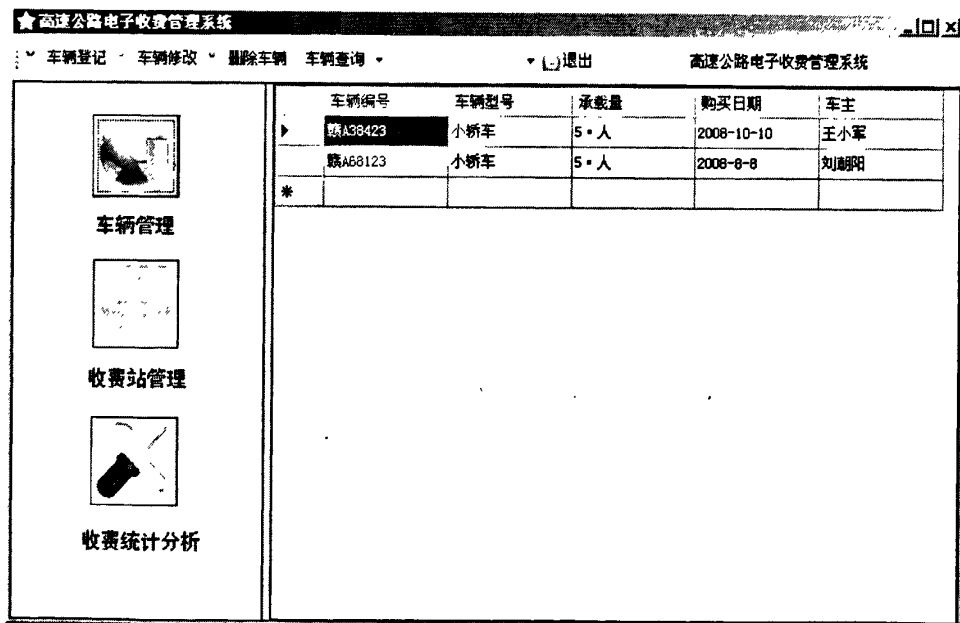


图 5.5 车辆管理

```
using System;
using System.Web;
using System.Collections;
using System.Web.Services;
using System.Web.Services.Protocols;
/// <summary>
```

```

/// </summary>
[WebService(Namespace = "http://tempuri.org/")]
[WebServiceBinding(ConformsTo = WsiProfiles.BasicProfile1_1)]
public class WebService : System.Web.Services.WebService {
    public WebService () {
        [WebMethod]
        private void Fill_DS(ref DataSet ds, string xml_filename)
        {
            string strSQL = null;
            strSQL = "select bh as 车辆编号,cx as 车辆型号,"
                + "czl as 承载量,rq as 购买日期,cz as 车主from t_car_info";
            using (SqlConnection conn = new SqlConnection("Data
Source=.\SQLEXPRESS;Initial Catalog=XSGL;Integrated Security=True"))
            {
                using (SqlDataAdapter da = new SqlDataAdapter(strSQL, conn))
                {
                    conn.Open();
                    DataSet ds = new DataSet();
                    da.Fill(ds, "tsf");
                    da.Dispose();
                    conn.Dispose();
                    conn.Close();
                    dataGridView1.DataSource = ds.Tables[0].DefaultView;
                }
            }
        }
    }
}

```

5.3.4、收费站信息管理模块的实现

收费站的基本信息管理主要负责对收费站基本信息的增加、删除、修改和查询的操作。操作进入系统后可以获得收费系统中涉及到哪些收费站,这也为收费奠定了数据基础。只有明确了收费站,在收费的时候才可以知道具体收费是属于哪个收费站的,也便于今后统计收费金额。具体收费站信息管理的设计界面如图5.6所示。

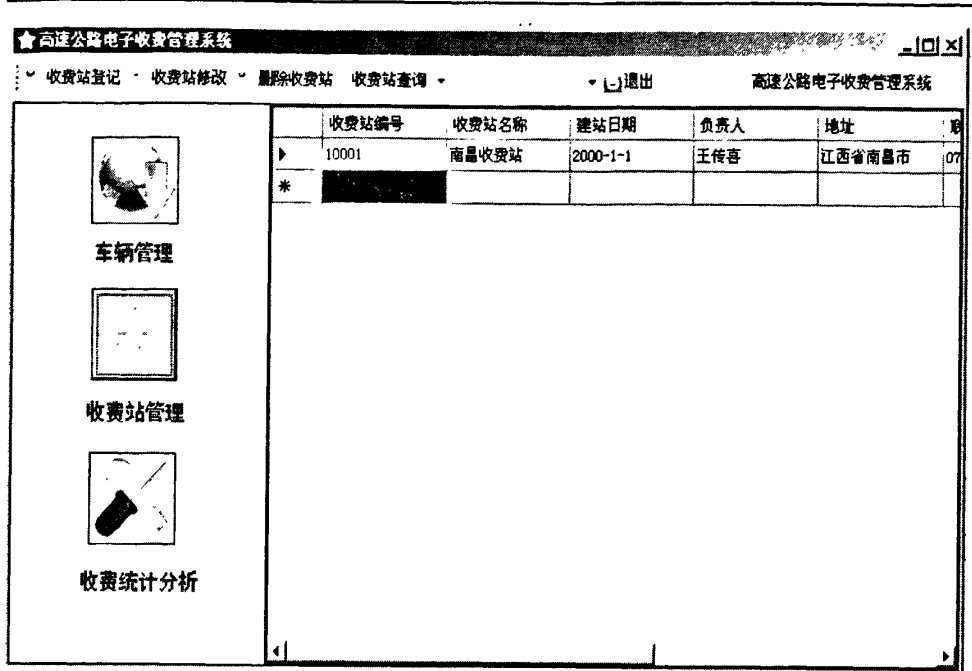


图5.6 收费站信息管理

```
string strSQL = null;
strSQL = "select sfzno as 收费站编号, sfzName as 收费站名称, sfzTime "
+" as 建站日期, sfzLeader as 负责人, sfzAddr as 地址, sfzPhone as 联系电
话, sfzcode as 邮编, sfzLevel as 级别, sfzremark as 备注from t_shoufei_info";
using (SqlConnection conn = new SqlConnection("Data
Source=\\SQLEXPRESS;Initial Catalog=XSGL;Integrated Security=True"))
{
    using (SqlDataAdapter da = new SqlDataAdapter(strSQL, conn))
    {
        conn.Open();
        DataSet ds = new DataSet();
        da.Fill(ds, "tsf");
        dataGridView1.DataSource = ds.Tables[0].DefaultView;
    }
}
```

本章小结

描述基于 MVC 系统的具体的实现过程。本系统主要功能模块的设计包括十一个部分，分别为系统用户登录、成绩预警管理、违纪预警管理、心理健康预警管理、学生基本信息管理、学生成绩接口、学生宿舍管理接口、预警机制管理、评估结果统计与分析、用户及密码管理、数据备份。

第6章 系统部署

6.1 系统网络拓扑架构

将编译好的文件发布到服务器上后，需要对服务器进行部署。对于服务器的设置是比较简单的，配置好网络，建立IP和域名的映射并对IIS设置相关属性即可，具体系统拓扑架构如图6.1所示。

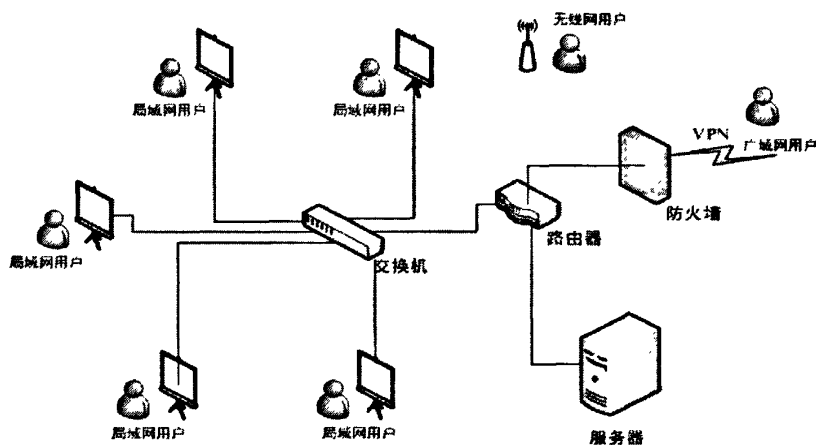


图 6.1 系统网络拓扑架构

6.2 系统的软硬件部署

服务器端采用Window Server 2003操作系统，建立在SQL Server 2000及以上大型数据库系统之上，客户端使用Windows98操作系统和任意的浏览器，系统要求如下。

数据库及Windows服务器：Windows 2000/2003 Server，安装SQL Server 2000/2005 数据库。最低配置：P4 1.5G/512M/20G；基本配置：2*P4 2G/1-2G/36G(10K) SCSI；

本章小结

描述Visual C#.NET 2005 开发基于MVC系统架构的软件的发布及网络和软、硬件配置情况，保证系统正常运行。

第7章 系统的安全策略

7.1 系统数据的恢复与备份

7.1.1 数据恢复

程序在运行过程中难免会导致数据的破坏或丢失等现象。因此，数据恢复在系统开发和维护过程中是非常重要的一项任务。那么要在 SQL Server 数据库中实现数据恢复，关键要如何完成呢。在 SQL Server 中提供了事务日志文件，该文件用于保存用户对数据操作时的相关过程。我们可以使用数据库的事务日志文件恢复破坏的数据，但是当使用恢复数据功能时任何用户都不得对数据库做操作了。当数据恢复完毕后，系统数据库中的数据将恢复至当前状态下的数据，其他数据将被覆盖。

7.1.2 数据的备份

无论开发的是 Windows 应用程序还是 WEB 应用程序，我们保存的数据基本上都是采用大型的关系型数据库管理系统 (DBMS)。在 SQL SERVER 中具有对数据备份的功能，根据经验分析，当系统运行了一周必须要将系统的数据保存。否则一定黑客攻击了系统，可能对系统的数据造成破坏，这样的话将给系统带来严重的灾难，要对数据恢复将是十分困难的事情，下面我们结合在开发工程中碰到的问题以及多年来在软件开发方面的经验的积累和对相关知识的理解和领悟，详细的分析数据备份的过程。

在实现数据备份之前，我们必须熟悉 SQL SERVER 2000 的内核，在 SQL SERVER 2000 数据库中本身就具备数据备份的功能，方法也有多种，可以使用企业管理器中的图形化界面方式来完成数据备份，该方法对用户来说不需要太多的知识，只要使用备份的向导即可完成，另外一种方法是使用查询分析器，这种方法要求比较高，对于一般用户是很难完成的了的，需要我们编写代码才可以完成数据的备份。在备份数据时，我们建议将数据备份文件存储在不同的磁盘中，尽量不要将其存放在与数据库相同的路径。

具体操作步骤如下所示：

- (1) 选择需要备份的数据库，单击任务后将显示数据库备份的对话框，如果

数据库管理员是第一次备份数据库，应该选择完全备份方式，见图 7.1 所示。

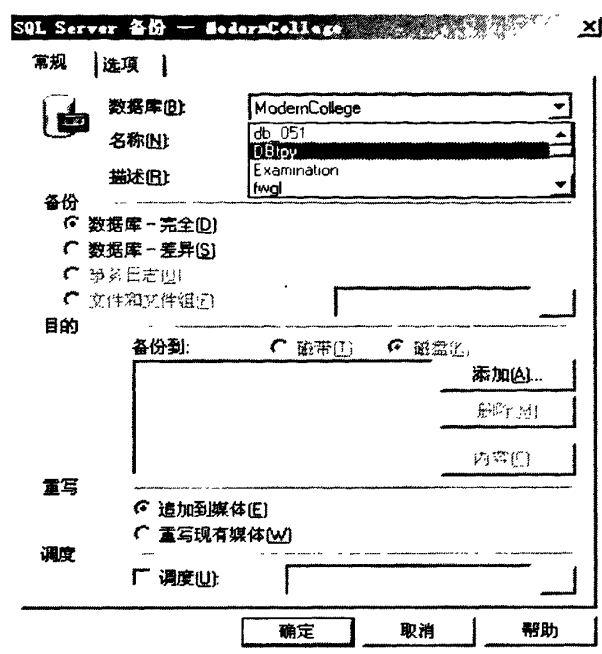


图 7.1 数据备份

(2)、数据库管理以后需要备份数据库，不再需要选择完全备份了，这样做可以减轻备份的压力。因为随着系统运行时间的推移，系统的数据量将会不断的增加，然而变化的数据并不是所有的数据，而且也是少量少量的增加，因此，今后备份时，只要选择差异备份即可。这样可以大大的提高系统数据库备份的效率。

7.2 系统的安全性

基于 MVC 的高速公路电子收费管理系统是基于 Windows 的应用程序，在客户端只要输入系统的 IP 地址就可以访问。因此对系统的安全性方面造成严重的威胁，我们必须要对其安全性做好充分的准备，其安全性方面主要是数据库安全性和 Windows 服务器安全性两种，在 Windows 应用程序中，我们可以编写安全代码来避免黑客绕过登陆而直接进入系统的后台，这方面主要是靠程序员来完成，我们在编写代码时可以考虑，之前我们选择了 Windows server 2003 操作系统，该操作系统可以对网络做好配置，在一定程度上也能避免黑客入侵。

7.2.1 基于 MVC 模式的信息系统安全设计的重要性

基于 MVC 模式的 Windows 应用程序在其安全性设计方面必须要多加访问, 否则将给系统留下严重的隐患, 这是目前开发 Windows 应用程序必须要认真考虑的问题, 也是需要解决的关键问题之一。系统的功能多么完善, 多么便于用户操作并且采用多么先进的开发技术, 没有考虑系统的安全性将会为此带来巨大的冲击, 会使软件变的一无是处。因此, 基于 MVC 模式的信息系统安全性是十分重要的, 我们主要通过以下三方面来讨论系统的安全性问题。

1、Windows 系统功能上分布灵活

目前的 Browser/Server 模式是传统 Client/Server 模式的扩展, 前者基本上具有后者的全部优点。另外, 在 Brwoser/Server 上可以更加方便的建立数据层和业务逻辑层。建立基于 Windows 的三层架构模式比 WEB 方式要更为方便、快捷。虽然 Browser/Server 模式有这么多的优点, 但是在开发 WEB 应用程序时还是必须要认真认清其分布灵活的特点。

2、Windows 应用程序的界面比 WEB 程序更统一

基于 WEB 的应用程序开发, 在客户端界面实现的是使用 HTML 标记来完成, 这样使得用户在客户端不要安装任何软件就可以访问该系统了。虽然这样给我们使用软件带来了方便, 但同时也为黑客留下了入侵的机会。

3、更新维护方便, 系统的安全防范主要针对各种服务器

不管是基于 Browser/Server 模式的应用程序, 还是基于 Client/Server 模式的应用程序, 所有的数据都是存放在数据库中, 但是基于 Brwoser/Server 模式是采用 MVC 的架构来实现的。当对系统要做功能方面的修改时, 我们可以只要改变业务逻辑层的代码基本就可以完成程序的更新, 另外, 如果用户需要改变 Windows 应用程序的界面, 我们只要对表示层更新即可, 也就是说只要修改应用程序中的表现层的相关代码及相关文本和图片。业务逻辑层及数据操作而不要需要再重新对应用程序打包, 这样更能适用目前人们对需求不断变化的软件做更新。有利于我们对系统的维护。

7.2.2 系统的安全防护设计

构建安全可靠的基于 Windows 的管理信息系统应从两个方面考虑。首先, 要对构建 Windows 数据库的工作环境进行合理系统的安全配置, 防止非法人员攻击 Windows 站点。往往黑客就是利用系统的这方面的漏洞, 攻击你的 Windows

站点, 在开发 Windows 系统时必须认真的完成这些漏洞的防范。这方面包括操作系统的安全问题、数据库服务器的安全性、Windows 服务器的安全性以及如何有效地配置防火墙。只有将它们有机地结合起来, 才能使 Windows 数据库建立在安全的工作环境中。其次要在编制 Windows 数据库应用程序时, 充分考虑安全性和容错性能, 以及在不同情况下适应不同行为的能力。这方面包括设置登录 Windows 数据库站点的用户名和密码; 为不同级别的用户设定不同的操作权限, 访问各自的数据库; 另外, 建议把 SQL Server 2000/2005 中的默认用户 sa 删除, sa 用户一旦受到攻击, 能有效地记录是哪个用户什么时候侵入的等等。

基于 MVC 的高速公路电子收费管理系统采用了如下的安全设计:

1、数据库保护设计

本系统通过 SQL Server 2000/SQL Server 2005 数据库管理系统的安全防范措施, 基于 MVC 的高速公路电子收费管理系统创建了不同用户账户、角色以及分别授予不同的权限, 只有分配了权限的用户才可以访问指定的数据库, 另外, 我们将敏感的用户 sa 从系统中删除了, 确定数据库的安全性。

2、应用系统的安全设计

除了对数据库做保护外, 我们还对应用系统做了安全保护, 黑客攻击系统时可以通过多中渠道, 我们必须对黑客可能攻击的渠道都设置好其保护措施, 尽量做到让黑客无法随意的访问系统。在开发应用程序时, 可以设置了用户的相关访问权限, 对用户身份加以确认, 只有通过了身份验证的用户才可以访问应用系统, 反之, 无法进入系统的操作界面。

本章小结

基于 C/S 架构的系统也需要做好安全保护措施, 黑客可以通过多种渠道攻击 C/S 系统, 考虑系统在运行过程中数据变化或异常等, 对系统实现数据备份、还原的功能, 另外我们还必须考虑系统在运行过程中安全稳定等, 因此需要对系统的数据库设计做到安全设计, 否则系统将容易遭受到外界的攻击, 如: SQL 注入等。

第8章 结论与展望

8.1 论文总结

本文在分析了目前管理信息系统现状的基础上,介绍了基于 MVC 模式架构的 windows 应用程序的概念,根据用户需求提出了收费管理系统的总体架构模型,以及功能架构和存储架构模型,然后设计了对应的收费模块的时序图,最后实现了收费管理系统的功能。

系统实现了电子收费管理系统的流程设计、用户的安全登陆、收费站的基本情况、收费信息、车辆通过信息(交通量信息)、电子标签及 IC 卡信息、司机的基本信息、车辆基本信息的管理、收费信息统计与分析等功能。

基于 MVC 的电子收费管理系统主要研究了基于 C/S 架构的系统的相关理论、数据库设计和 Visual C#.NET 高级程序设计技术等知识的基础上,设计并实现了一个基于 MVC 的电子收费管理系统。

8.2 展望

基于 MVC 的电子收费管理系统大多都能支持多平台访问与控制,采用分布式数据管理方式。操作员可以通过网络实现信息查询、选择车牌类型、获取车辆的相关信息。在开发基于 MVC 模式的电子收费管理系统中选用 VC#.NET 的三层结构,其中中间层采用 MVC 结构可使系统具有良好的可扩展性及灵活性。

在“十一五”期间,我国的收费站将采取联网收费为主,部分经济发达地区适当采取电子不停车收费为补充的收费方式。到时候,我国的高速公路的通行能力将得到很大程度的提高。

总之,电子收费管理系统将从研究向更高的层次发展,其未来更趋向计算机化,网络化,智能化,保护、控制和数据通信一体化发展。

致 谢

首先，我要向我的导师江顺亮教授致以深深的敬意和衷心的感谢！在课程的学习和论文的工作中，导师对我的督促、监督并给予相关的指导与大力支持。

从课程学习到论文的选题、撰写开题报告、论文最后定稿都无不倾注了导师的心血。导师的学识、敏锐的思维、耐心细致循循善诱的师长风范都给我留下了不可磨灭的印象。其严谨的治学态度和学术思想将直接影响我的一生。在此我深深感谢导师对我论文的写作和修改帮助。尤其是在最后阶段对我学习的监督与鼓励。

其次，我还要感谢我的同事们及南昌大学的老师，他们知识渊博、待人谦和，和长辈一样关心我的学业与发展，给予了我大量的指导和帮助。我为自己能有这样的同事、老师们感到非常幸运，在此深表谢意。并向所有支持我、关心我和帮助我的家人、老师、同学和朋友表示衷心的感谢。

费世荣

2010年4月

参考文献

- [1] 冉春玉. MVC模式及Struts框架应用研究. 武汉理工大学学报. 2008, 26(6):34-36
- [2] 史达, 陈宇. 基于UML进行面向对象建模的研究与实践. 湖北教育学院学报. 2005, 22(2): 12-14
- [3] 黄卫, 陈里得编著. 智能运输系统(ITS)概论. 北京: 人民交通出版社, 1999
- [4] 郑为中等. 高速公路上的电子收费系统. 中南公路工程, 2001(2)
- [5] 杨兆升. 智能运输系统概论. 北京: 人民交通出版社, 2003
- [6] 郭敏. 高速公路收费系统. 北京: 人民交通出版社, 2002
- [7] 童德功等. 广东省高速公路不停车收费系统运用初探. 公路交通科技, 1998(增刊)
- [8] 卢毅, 杨显昌编著. 高速公路运营管理、成本控制. 北京: 中国科学技术出版社, 2003
- [9] 王笑京, 郭鹏. 中国ETC收费标准制定的决策与思考. <http://www.itsc.com.cn>
- [10] 余彦祥等. 电子收费系统(ETC)研究及其应用建议. ITS通讯, 1999(1)
- [11] 陆化普. 智能运输系统. 北京: 人民交通出版社, 2002
- [12] 刘伟铭, 王哲人, 郑西涛等. 高速公路收费系统理论与方法. 人民交通出版社, 2000
- [13] 周大森, 刘小明编著. 汽车智能运输. 北京: 国防工业出版社, 2004. 1
- [14] 杨冰等编著. 智能运输系统. 北京: 中国铁道出版社, 2000
- [15] 杨兆升. 论智能运输系统. 北京: 中国公路学报, 1995, 8(4)
- [16] 张北海. 电子不停车收费技术简介. <http://www.itsc.com.cn>
- [17] 刘韬, 骆娟, 何旭洪编著. Visual Basic 6. 0 数据库系统开发实例导航. 北京: 人民邮电出版社, 2002
- [18] “九五”国家重点科技攻关项目《中国智能运输系统体系框架》专题组著. 中国智能运输系统体系框架. 北京: 人民交通出版社, 2003
- [19] 禹殿军等. 机动车辆智能收费系统的研究. 公路交通科技, 1998(1)
- [20] 杨光. 道路收费系统综述. 交通工程, 1997(4), 1998(2)
- [21] 路成章. 公路交通经济范畴内若干问题的研究. 北京: 人民交通出版社, 2001
- [22] 刘炳文, 许蔓舒编著. 数据库设计教程. 北京: 清华大学出版社, 2000
- [23] 李晓品, 张晓辉, 李伟胜. SQL Server 7.0 数据库系统开发. 北京: 人民邮电出版社, 2002
- [24] 姜秀杰. 高速公路联网收费的步伐加快. 中国公路, 2003. 21
- [25] 张北海. 国内电子不停车收费系统发展现状. <http://www.itsc.com.cn>
- [26] Weiming Liu, Baifu Wang. Studies on some problems Met in Developing Electronic Toll Collection (ETC) System in China. proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies. Vol. 2
- [26] BeiHai Zhang. The Technology Selection of Network Toll Application based on ETC System in China. <http://www.itsc.com.cn>
- [27] 李伟, 崔哲宝. 辽宁省高速公路网收费系统几个问题的探讨. 东南大学学报, Vol. 28, No. 3, May 1998
- [28] Hua Cai, BeiHai Zhang Yun Yang. Composite ETC Application Solution for Electronic Payment in Highway Network of China. <http://www.itsc.com.cn>
- [29] 中华人民共和国交通部. 高速公路联网收费暂行技术要求. 北京: 人民交通出版社, 2000
- [30] 王卓人等. IC卡的技术与应用. 北京: 电子工业出版社, 1999
- [31] Hua Cai, BeiHai Zhang. Application Research of two-piece ETC tag in Toll

参考文献

Collection Network. <http://www.itsc.com.cn>

[32]周大森, 刘小明编著. 汽车智能运输. 北京: 国防工业出版社, 2004. 1.

[33]许宏科, 赵祥模, 关可编著. 高速公路收费系统理论及应用. 北京: 电子工业出版社, 2003

[34]蔡华、张北海, 双片式 ETC 技术在联网中的应用, 第四届亚太 ITS 年会论文(2000 年);

[35]王笑京、蔡华、张北海、杨蕴, ETC+IC=? ——联网收费新形势下的组合电子收费技术方案, 《国公路·交通信息产业》2001 年第 3 期, 第 4 期;

[36]Hua Cai, Beihai Zhang, Yun Yang, 《Application Solution for Electronic Payment in Highway Network of China》, the 8th ITS World Congress, Sydney, Australia, 2001;

[37]张北海、刘清彬, 公路联网收费中的组合式 ETC 技术研究开发与检测, 第二届北京国际 ITS 技术研讨会暨展览会(2002 年);

[38]交通部公路科学研究院, “公路智能交通系统信息标准化研究”研究报告(2004 318 223 33-12), 2007 年 9 月。

[39]中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 公路收费方式(GB/T 18367-2001) 中国标准出版社 2001;

[40]杨光 通行券技术的最新发展 • 公路交通科技, 2001(S1)期;

[41]杨光 通行券技术在磨合中成长 • 交通信息产业, 2001(8);

[42]中华人民共和国交通部 高速公路联网收费暂行技术要求 • 北京: 人民交通出版社, 2000。

攻读学位期间的研究成果

已发表论文:

1. 费世荣. 网络安全技术应用——数字签名技术在 Java 中的实现. 管理与财富. 2009 年第 9 期