

基于HLA的语音通信模拟系统

刘 志, 吴志红, 莫世锋

(四川大学计算机学院视觉合成图形图像技术国防重点学科实验室, 成都 610064)

摘要: 依据高层体系结构标准, 通过分析语音通信模拟系统的体系结构, 定义联邦成员的仿真对象模型, 调用运行时间框架的 API 实现联邦成员的交互, 根据语音通信实时仿真的特点, 从应用层的角度提高语音通信模拟系统实时性, 运用声明管理和数据分发管理进行数据过滤, 设置全局时钟进行联邦成员间地时间同步。实验结果表明, 采用的方法能够满足语音通信模拟系统的开发需求。

关键词: 高层体系结构; 运行时间框架; 语音通信模拟系统

HLA-based Voice Communication Simulation System

LIU Zhi, WU Zhi-hong, MO Shi-feng

(Key Lab of Fundamental Synthetic Vision Graphics and Image Science for National Defense,
College of Computer, Sichuan University, Chengdu 610064)

【Abstract】 According to the High Level Architecture(HLA) standard, the architecture of voice communication simulation system is analyzed and the model of federation object is defined, which realizes the interaction of federates by the API of Run-Time Infracstructure(RTI). In addition, aiming at the characteristic of real-time simulation, the real-time performance of voice communication simulation system is improved. Declaration management and data distribution management are used for data filter and the method that setting a global clock is used for time synchronization in federates. Experimental results show these ways can meet the development requirements of voice communication simulation system.

【Key words】 High Level Architecture(HLA); Run-Time Infracstructure(RTI); voice communication simulation system

1 概述

运行于塔台模拟机上的语音通信模拟系统, 可为终端用户提供端到端的实时语音通信功能, 并可对通话语音进行记录和回放, 因而在空中交通管理和控制方面得到广泛应用, 但是传统上的通信过程基于TCP/IP协议中传输层 socket 接口实现, 不利于仿真节点间的互操作和仿真构件的重用。

高层体系结构(High Level Architecture, HLA)是美国DMSO在1996年提出的分布式交互仿真开发, 并且已成为IEEE1516的标准。HLA将应用层同底层支撑环境分离, 定义了用户应用程序与底层网络的接口。基于HLA构建的语音通信系统, 各终端不必考虑相互间进行交互的通信细节, 不同类型的仿真模块之间可以相对独立地进行开发^[1]。同时, 使用HLA架构可实现仿真模块的即插即用, 易于新的仿真系统的集成和管理。

目前对HLA架构的具体实现已有商业版本RTI(Run-Time Infracstructure), 用RTI实现的语音通信模拟系统在互操作和可重用性方面有很大的改进, 但其实时性较差, 降低了系统的可用性。提高实时性能的根本途径是改进RTI, 如采用多线程, 进一步完善数据过滤机制, 采用效率更高的实时传输协议等。然而, 作为仿真应用的开发者, 选定RTI后, 主要从应用层改进系统的实时性。

本文研究HLA/RTI下语音通信模拟系统的开发, 并从应用层的角度来改进系统的实时通信性能。

2 系统设计

2.1 系统结构

根据HLA, 所有仿真应用都是联邦成员, 联邦成员的集

合称为联邦, 作为一个整体实现某些特殊目的。联邦成员之间不能直接进行交互, 必须通过RTI进行, RTI相当于一个软总线。每个联邦成员都有联邦成员大使和RTI大使:

(1) 联邦成员大使负责实现回调函数, 代表联邦成员同RTI交互。

(2) RTI大使是本地RTI组件(即LRC)的代表, 联邦成员通过RTI大使调用RTI服务。

在本系统中, VoiceClient和VoiceServer, VoiceDataBase都是联邦成员, 其结构如图1所示。

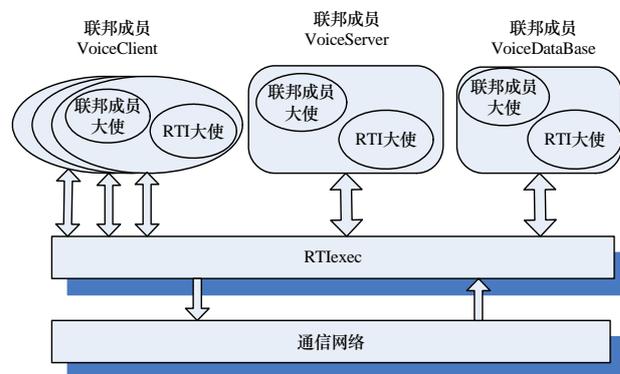


图1 语音通信模拟系统系统结构

基金项目: 国家“863”计划基金资助项目(2006AA12A104)

作者简介: 刘志(1982-), 女, 硕士研究生, 主研方向: 实时软件工程; 吴志红, 副教授; 莫世锋, 博士研究生

收稿日期: 2009-09-03 **E-mail:** liuzhi0916@163.com

2.2 联邦对象模型

HLA 采用对象模型 FOM(Federation Object Model)描述联邦在运行过程中需要交换的各种数据及相关信息^[2]。根据语音通信的功能定义了 FOM。

2.2.1 系统功能分析

语音通信系统主要功能是模拟通道通话和模拟电话通话、记录和回放语音。

通道通话是对现实电台的模拟，若干个客户端可以加入由服务器指定配制信息的通道，同一通道中任意时刻只允许一个客户端说话发送语音数据，其他加入此通道的客户端可以接收语音数据，是半双工的通信。

系统可以实时记录保存多个通道的语音数据和处于该通道的所有客户端用户信息。

电话通话是对现实电话的模拟，任意 2 个客户端可以进行一对一的全双工通话，其他客户端都不能接收到他们的语音数据。实现了呼叫、呼叫等待、呼叫保持、被叫忙、接听、挂断所有功能。

系统可以实时记录任一电话与该电话另一方的语音数据和通话双方的客户端用户信息。

在服务器端选择电台通道或电话，可打开该通道或电话的历史通话记录信息，通过时间及客户端用户信息，选择回放某一条记录的语音数据，可以同时向多个客户端回放语音数据。

2.2.2 FOM 定义

根据系统功能的分析，设计了对象类 Channel, Telephone, 负责回放语音的 Replayer。语音客户端类 CVoiceClient。服务器端类 CVoiceServer。语音数据库类 CVoicedDataBase, 语音记录类 RecordAudioSet。以 Channel 类为例，属性有通道编号 Channelid, 通道名 ChannelName, 当前使用者 CurrentSpeaker, 加入者数量 UserNumber, 加入者 Users(为 Sequence 类型, 基本数据类型的一维数组), 通道状态 State(枚举类型, 有占用、空闲、记录、回放), 通道语音文件名 FileName, 回放语音位置 PlaybackPosition, 回放语音大小 VoiceSize。

各联邦成员之间的交互有语音数据和对通话的控制信息，定义 3 个交互类 AudioPacket, RecordAudioPacket(要记录的语音信息)和 CtrlPacket。以 CtrlPacket 为例，有参数发送者编号 Sourceid, 接收者编号 DestinationId, 操作类型 Operation(为枚举类型, 有加入通道、离开通道、占用说话、停止说话、呼叫电话、拒绝呼叫、接受呼叫、挂断电话、回放控制等)，如表 1 所示。

表 1 交互类参数

Interaction	Parameter	Datatype
AudioPacket	Length	long
	Data	Binary
	Number	Short
RecordAudioPacket
CtrlPacket

3 系统实时性能的改进

系统在 IP 网络中传输语音时，需要解决时延问题。主要包括录入时延、编/解码时延、网络传输时延、抖动时延等。系统分采用高质量的话筒和声卡解决录入时延、采用 G.729 解决编/解码时延、采用缓冲器消除抖动缓存时延。因为网络传输由 RTI 实现，所以采用数据过滤和设置全局时钟等方法来减少网络传输时延。

3.1 数据过滤

网络负载过大会导致数据传输的延迟，因此，要减少联邦成员发送和接收冗余数据。HLA 可以根据仿真中各联邦成员的数据需求对收发双方的数据进行过滤，主要由联邦成员调用声明管理和数据分发管理来实现^[3]。本系统中，网络负载主要来自于语音数据，所以，必须考虑对语音数据的过滤。

声明管理是基于类的过滤，实现了数据只发送给感兴趣的仿真成员。联邦成员通过公布某些类来表明自己负责更新这些类的实例属性或发送这些类的交互实例，通过订购某些类来接收这些类的实例属性更新值或交互实例。

在本系统中，服务器根据配制文件来初始化通道和电话，管理各客户端成员对通道和电话的使用，同时在要求记录的情况下接收客户端的语音数据。

所以，VoiceServer 成员只订购反映通道和电话使用情况的交互类 CtrlPacket, 和需要记录的语音数据交互类 RecordAudioPacket, 不需要订购不用记录的语音数据 AudioPacket。各联邦成员能发布或者订购的对象类或交互类如图 2 所示。

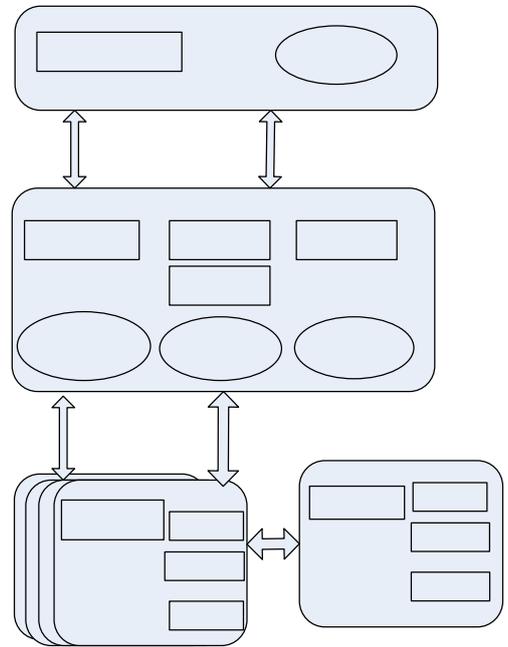


图 2 发布订购流程

根据语音通信模拟系统的设计要求，语音数据除了只在 VoiceClient 成员之间传送以外，还可以进一步缩小接收的范围。对于电话会话的语音包，只需要传送给对话的另一方 VoiceClient 成员，对于通道会话的语音包，只需要传送给加入通道的 VoiceClient 成员。所以，可以使用数据分发管理来实现在实例层次上的过滤。

定义路径空间 Channel region, 一维，每个 VoiceClient 成员设定区域，区域的上限和下限相同，即该区域只包含一个元素，即该成员加入的通道编号。

将交互类 AudioPacket 和路径空间相关联，交互实例将只发送给其订购的交互类与同一个路径空间关联的 VoiceClient 成员，即 VoiceClient 成员只能收到区域元素相同的 AudioPacket。

同理，定义路径空间 Session region, 一维表示电话会话，只有当 VoiceClient 成员是同一电话会话时，才能收发该会话的语音数据包。

