

AAR 存档的研究与应用^①

刘帅锋¹, 廉东本², 孙咏²

¹(中国科学院 研究生院, 北京 100049)

²(中国科学院 沈阳计算技术研究所, 沈阳 110168)

摘要: AAR(After Action Review)存档技术是向用户提供量化信息, 辅助用户进行定性分析的工具. 首先对 AAR 理论的原理进行介绍, 然后从模拟演练角度出发, 对模拟演练系统的 AAR 存档系统进行设计, 重点阐述了 AAR 系统的数据收集、数据分析、演练回放三个核心功能. 最后介绍了模拟演练系统 AAR 存档的技术特点和扩展性.

关键词: AAR; 数据收集; 模拟演练; 回放

Research and Application of the AAR Archive

LIU Shuai-Feng^{1,2}, LIAN Dong-Ben², SUN Yong²

¹(Graduate School, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

²(Shenyang Institute of Computing Technology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110168, China)

Abstract: The AAR (After Action Review) archive technology is a tool to assist users in implementing qualitative analysis by providing quantitative information to them. This paper first introduces the principle of AAR theory, and then from the point of view of simulation exercises, simulation exercise system AAR filing system design, focusing on data collection, data analysis, drill playback of three core functions of the AAR system. Finally, the technical characteristics and scalability of the simulation exercise AAR archive is introduced.

Key words: AAR; data collection; simulation exercise; Playback

应急模拟演练系统通过对各类事故数值模拟和人员行为数值模拟仿真, 在虚拟环境中仿真事故的发生、发展过程, 以及人们在事故环境做出的各种反应, 并在演练平台上, 最大限度仿真实际事故条件下开展应急救援. 依托模拟应急演练系统提供的事故仿真环境进行应急演练, 主要目的给参演者提供一个“真实”的决策环境, 以期得到一个“真实”的结果, 从而达到提高指挥人员和应急救援队伍的组织、协调和应变能力的目的. 用户在交互式演练过程中会产生大量的数据, 若这些数据能够得到充分的分析和应用, 则可以获得很多有益的经验 and 启示. 目前, 分析演练中的问题基本上都是建立在实地演练的基础上, 定性分析多, 定量分析少, 一方面结论缺乏坚实的客观数据基础, 另一方面大量的数据被浪费掉^[1].

开发 AAR 系统正是为了解决上述问题, 在演练过程中, AAR 系统获取系统运行过程中计算产生的大量的数据, 然后对数据进行筛选, 以便用于不同的目的. 本文主要阐述 AAR 系统的核心部分: 对演练过程数据的记录和演练结束后的演练过程的时间顺序的回放.

1 AAR 介绍

AAR(After Action Review)是事件参与者对事件结构性的回顾或对事件发生过程的简要的分析. AAR 在形式上最初起源于美国陆军军事行动后简短的过程化分析, 它的目的是让士兵及时的发现行动中的问题, 以便于及时克服自己的弱点. AAR 以训练提高为目的的特性得到了更加广泛的应用, 并且扩散到了其它领域.

① 基金项目:国家水体污染控制与治理科技重大专项(2012ZX07505004)

收稿时间:2012-07-17;收到修改稿时间:2012-08-24

一个 AAR 系统主要包括三个的部分: 数据收集, 数据分析/数据筛选、数据反馈. 详细介绍如下:

数据收集是从一个或者多个数据源接收模拟演练过程中的所有相关的数据. 这些数据主要包括模拟演练的状态和事件信息, 以及包括其他的系统相关的命令和控制信息等. 数据收集部分从多样的数据源中建立 AAR 数据库, 是整个 AAR 系统设计中最为严格的一部分, 它给数据分析和结果的形成提供直接的数据源.

AAR 系统的数据分析, 在以满足最终需求的基础上对数据进行分析、筛选和集成. 它们使用相关度量标准、指定的动画或者关心的领域分析相关的事件. AAR 数据可以分为两类: 频繁使用的一般性的数据和特定领域所关心的数据. 数据分析是对演练过程中发生事件了解的一个过程, 它的输出反应了演练的结果, 最终可以用这些数据反馈给参演人员.

数据反馈, 是把数据分析的结果展现给参演人员的一个过程. 这个过程要立足于演练发生了什么、演练人员做了什么和下次怎么做的更好为目标, 把数据结果更加形象的展示给参演人员.

2 AAR系统的设计与应用

2.1 AAR 系统的整体结构

考虑到一个面向客户端/服务器的数据传输网路环境, 数据来源于多个客户端, 最终数据存储于服务器端. 系统主要包括两部分: 客户端存档控制器, 服务器端存档管理器, 结构图如下所示:

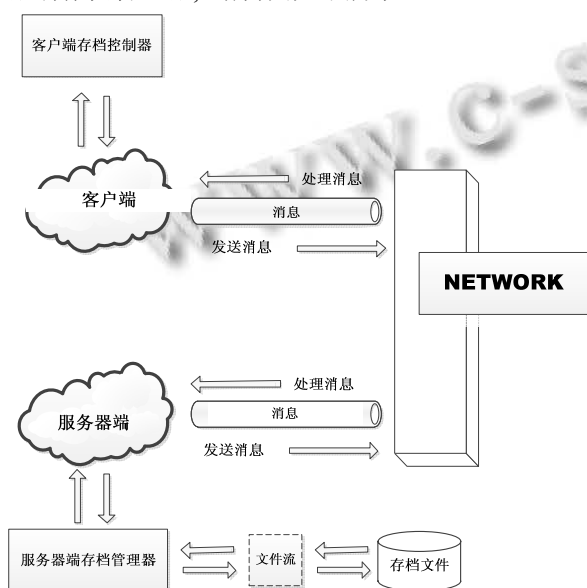


图 1 存档结构图

客户端存档控制器存在于客户端, 提供给用户以控制数据记录的过程, 可以在记录数据的过程中插入一些时间点标记, 利用这些时间点标记, 对回放状态进行控制. 可以向服务器发送回放状态请求, 使回放处于不同的状态, 整个过程由三个状态: 停止、回放和记录.

服务器端存档控制器位于服务器端, 它收集模拟演练过程中的所有数据, 把数据按照时间顺序存储在存档文件中. 响应客户端存档控制器的请求, 对时间点进行记录, 挑选指定的存档文件, 改变回放过程中的状态.

客户端和服务器端之间的交流, 建立在模拟演练系统的消息机制的基础上. 客户端和服务器端各有一个消息管理器, 该管理器调用消息工厂产生不同类型的消息, 并且维护一个发送消息队列和一个接收消息队列. 当发送端发送消息队列不为空的时候, 消息管理器把消息推送到网络组件, 形成网络数据流发送到接收端. 接收端网络组件把收到的消息推送给消息管理器, 放到该端接收消息队列中, 接收消息队列把消息分发给各个功能组件进行业务处理.

在 C/S 架构中显然可以拥有多个客户端存档控制器, 但有且仅有一个服务器端存档管理器, 对存档文件进行管理, 响应所有客户端存档控制器的请求.

2.2 AAR 系统的数据收集

C/S 结构的模拟演练系统是基于消息驱动的, 系统各部分数据的改变都是以消息的形式告知服务器端, 然后产生相应的决策, 反馈给客户端进行相关的响应. 一条消息是一个数据容器, 它包括一个发送者标识, 发送目标标识, 时间戳和数据区域, 根据不同的数据的不同用途, 在消息中添加消息类型字段. 数据收集部分主要的任务就是收集演练过程中所有的消息, 按照时间顺序进行存储.

2.2.1 数据捕捉

模拟演练过程是用户和虚拟环境交互式演练的一个过程, 用户在操纵角色模型的时候, 会引起角色模型状态的变化, 把模型状态的变化信息, 或者相关算法的计算结果封装成不同类型消息, 发送到服务器端, 服务器端存档管理器对消息进行捕捉, 首先判断消息是否是客户端存档控制器发出的存档控制信息, 如果满足要求就进行相应的状态改变, 否则把消息转换成数据流并根据消息的时间戳顺序写入存档文件中.

2.2.2 数据存储

数据存储, 是把消息按照时间顺序存储到服务器

端的一个文件中, 对于文件的选择可以选择具有可读性较强的 XML 格式, 或者存储在数据库中. 考虑到存档文件的存储和频繁的读写操作, 我们在应用中用二进制数据文件.

存档文件包括两种类型的文件: 数据文件和控制文件. 数据文件是一个包含着演练系统中所有数据信息的信息文件, 控制文件的内容来自客户端存档控制器在演练过程中的一些控制信息.

数据文件包括两部分: 文件头和消息列表. 为了在回放的过程中对消息进行重建, 数据文件中的消息可以序列化存储和反序列化重新构造自身. 文件头包括版本信息, 演练持续的时间和文件名字等信息. 数据信息包括消息的类型, 时间戳和消息数据.

控制文件包含了同数据文件类似的文件头. 区别在于数据部分存储的是来自客户端控制器的一些控制信息.

2.3 AAR 系统的数据分析

AAR 系统的数据分析发生在回放过程中的数据筛选过程. AAR 系统中存储了演练过程大量的数据, 在回放过程中, 观众的焦点在于演练画面的回放, 所以只关心三类数据: 角色模型创建、角色模型的状态更新和角色模型的删除.

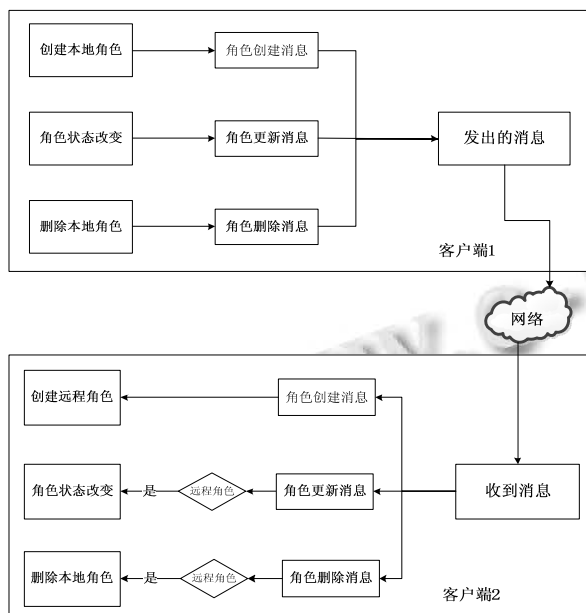


图 2 角色模型状态同步图

2.3.1 角色模型状态同步

在 C/S 结构的模拟演练系统中, 每个客户端操纵一类角色, 角色模型的状态各异, 且处在运动变化中,

所以必须保证各个客户端角色模型的动作一致, 即角色模型状态同步. 例如: 用户可操纵的角色在本地计算机上称为本地角色, 而这个角色也应该出现在系统的其它客户端, 称为远程角色, 必须要保证本地角色和远程角色动作的一致性. 影响角色模型状态变化的数据有三类: 角色模型创建、角色模型状态更新和角色模型的删除.

如图 2 所示, 客户端 1 创建一个新的角色模型, 并通过服务器端向其它客户端发出角色创建消息, 客户端 2 收到后, 创建一个和客户端 1 相同的角色并把该角色设置为远程角色. 客户端 1 的角色状态发生改变后发出角色更新消息, 客户端 2 收到后对相应的远程角色进行更新. 同理, 客户端 1 发出删除角色消息后, 客户端 2 删除相应的角色.

演练系统的画面通过每帧的渲染呈现在用户面前, 每一帧分为帧前、帧中和帧后, 帧前是数据准备阶段, 帧中是结合帧前的数据进行画面渲染的阶段, 帧后用来提供一些渲染后的数据处理阶段. 当用户操作角色模型, 导致该角色模型状态发生了改变的时候, 角色的当前状态信息形成消息在帧前阶段发送给其它的客户端. 在下一帧的帧前阶段, 其它的客户端收到该消息, 然后更新相应的角色模型的状态, 从而保持画面的一致性.

2.3.2 数据筛选

基于以上的同步过程分析, 为了保持各个客户端模型状态的一致性, 三类数据起着至关重要的作用. 那么在回放阶段, 我们可以把这三类数据按照时间顺序广播给各个客户端, 从而可以实现模拟演练过程的场景再现, 所以数据筛选的过程就是按照时间顺序筛选这三类消息的过程.

2.4 AAR 系统的演练过程回放

演练过程的回放是数据存储的一个逆的过程, 把演练综合态势用三维模式重新复现, 用户可以直观的了解演练过程. 读取存档文件, 形成消息, 挑选出角色模型创建消息、角色模型状态更新和角色模型删除消息. 然后按照时间顺序发给客户端. 主要有以下功能:

- ① 可观看参演各方的综合态势, 既可以了解导演部真实态势信息, 又可以不同视角了解各个参演端信息;
- ② 可以根据需要控制三维空间的显示, 如放大、缩小、移动、选取特定的区域, 可以查看全部或者局部演练态势, 另外还可以按照某种条件显示部分信息, 如: 场景信息, 损耗信息等.

③ 对地理信息和演练信息进行分析查询, 如通过多种条件查找特定的地理位置、和相关模型角色等。

④ 根据演练控制器灵活控制回放方式, 如实时、慢速、快速等。

2.5 AAR 系统与模拟演练系统的集成应用

AAR 系统是应急模拟演练系统的一个子系统, 依托模拟演练系统的环境, 在演练过程中收集演练数据。在模拟演练完毕后, 进入 AAR 系统, 对数据进行恢复、分析, 过滤, 分发给各个客户端。回放画面如下所示:



图 3 模拟演练回放图

模拟演练结束后, 用户可以调用最近一次的演练记录文件(数据文件和控制文件), 点击播放进入 AAR 系统回放界面, 如上图所示。用户可以点击相应按钮进行快播, 倒播, 暂停等操作。也可以点击相应的功能按钮, 操作三维空间摄像机调整视角, 对演练过程中的任务完成状况进行展示。

2.6 技术特点

本系统在 AAR 理论上, 基于 C/S 架构, 着重设计了模拟系统中的场景回放部分。

为了提高读写存档数据的效率, 可以采用双缓冲机制, 采用多线程架构, 读/写数据线程处理一个缓冲区, 同时另一个线程用数据流填充第二个缓冲区。可以避免同步读写存档数据文件可能带来的死锁问题。

鉴于存档文件比较庞大的可能性, 可以考虑采用 GZIP 存档文件的格式。这是一种比较普遍的数据压缩格式, 对纯文本内容可以压缩到原大小的 40%, 不但可以减少存储空间, 还可以减少网络传输的时间, 从而提高了服务器端的负载量。

系统采用了 C/S 模式实现, 通过客户端遥控服务

器端进行数据收集, 然后客户端向服务器端发出回放命令, 服务器端把视频回放数据发往客户端进行回放, 将来可以增加消息回放的功能, 将演练过程中接收到的各种报告、下达的指令等信息显示出来, 甚至是信息查询的能力。

3 结语

本文首先对 AAR 核心部分: 数据收集、数据分析和数据反馈部分进行了介绍。然后在 AAR 理论的基础上设计了模拟演练系统中的视频回放部分, 并进一步对模拟演练中关键的数据收集、数据分析和数据反馈部分进行了介绍。

演练回放对于模拟演练具有十分重要的作用, 给演练的科学评估提供了可靠的依据, 可以及时的发现演练过程中存在的问题, 提高指挥人员和参演队伍的组织、协调和应变能力。

AAR 系统具有很强大的数据包容能力, 而我们仅仅使用了视频回放中的一部分。我们可以进一步的对数据进行挖掘, 扩展模拟演练系统的功能。如对记录的数据进行梳理, 给评估系统提供数据接口; 提供信息查询能力, 根据用户的需求, 以其感兴趣的方式, 将有关信息各种关联对比的方式显示出来。

参考文献

- 1 葛文斌, 王军鹏, 贾乐朋, 张国春. 联合作战模拟系统中事后分析系统军事需求分析. 装备指挥技术学院报, 2009, (5): 15-18.
- 2 Vasend G. Logicon RDA, Winter Park. FL. After Action Review System development trends. Simulation Conference Proceedings. 1995. 1262-1266.
- 3 Li W, Yang M, Wang ZC. Flexible Simulation Data Collection and Replay Tool. Machine Learning and Cybernetics, 2006 International Conference on, 13-16 Aug. 2006. 1210-1215.
- 4 Raji AB, Lok BC. IPSViz: An After-Action Review Tool for Human-Virtual Human Experiences. Virtual Reality Conference, 2008. VR'08. IEEE. 91-98.
- 5 Dept. of CISE, Univ. of Florida, Tampa, FL: Collocated AAR: Augmenting After Action Review with Mixed Reality. Mixed and Augmented Reality, 2008. ISMAR 2008. 7th IEEE/ACM International Symposium on. 2008. 107-116.