

面向突发事件的系统信息传递与关系模型研究

高 威, 余 庄

(华中科技大学 智能建筑研究所, 湖北 武汉 430074)

摘 要:从系统观点出发,应用系统工程方法,提出了面向突发事件研究的信息系统架构的通用模型以及系统信息传递与事件关系数学模型。信息传递模型为面向突发事件研究的信息系统的数据分析、决策支持系统与各类应用系统的建立奠定了一个量化的数学基础;事件关系数学模型分析了突发事件之间的关系,为突发事件之间的关系分析提供理论参考。

关键词:突发事件;信息传递;关系模型;系统架构

中图分类号:TP182

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2006)12-0202-03

Research on Models of Information Transmission and Relation for System Based on Emergency

GAO Wei, YU Zhuang

(Intelligent Building Institute, Huazhong Univ. of Sci. & Tech., Wuhan 430074, China)

Abstract: The models of the system framework, the information transmission and the relation for the information system based on emergency were given in this paper. The system engineering method was used from the system point. A quantitative mathematical basis was built for data analysis, building decision system and the application systems by the information transmission model for the information system based on emergency. The theory reference of the emergency relation was also given through the relation model for the information system based on emergency.

Key words: emergency; information transmission; relation model; system structure

0 引言

随着社会经济系统的快速发展,系统复杂性也相伴而生,其表现之一就是危机事件频频发生^[1]。现实社会中的自然灾害、工程事故、恐怖活动等突发性的事件不仅对个人、群体和组织的正常活动构成了巨大的威胁,也严重影响了整个社会经济系统的协调发展。因而进行关于突发事件的相关研究与应用,尽量减少和避免由于突发事件带来的危害和损失有着迫切的现实意义。

美国安全专家罗伯特·希斯的专著《危机管理》一书中将突发事件定义为“危机”的一种。而突发事件,是指通常难于预知和防范的突然发生的事件^[2],包括天灾、人祸等突然或意外发生的伤害事件,如火灾、雷击、地震、洪水等。

国内外对于突发事件的研究主要集中在对突发事件的理论研究以及与突发事件相关的一些应用领域的研究。突发事件的理论研究主要包括了对突发事件的预测、评估及数学分析模型构建等;而突发事件相关的应用领域的研

究包括突发事件下的人员疏散、突发事件下的应急决策研究以及利用信息技术构建突发事件研究的信息平台等。如在文献[2]中提出了一些突发事件的事故发生分析数学模型;在文献[1]中提出了关于灾难恢复规划信息系统构建的理论;在文献[3~5]中介绍了利用信息技术与虚拟现实技术开发的信息系统在火灾下指导人员进行安全疏散的实际应用。

从这些研究中可以看出,面向突发事件的理论研究与应用是相辅相成的,理论研究促进了应用领域的发展,而应用领域的不断拓展又推动理论研究的进步。在各个不同的应用领域,已经开发而成了很多面向突发事件研究的信息系统,对突发事件的理论研究与实际应用都起到了积极的作用。但是由于这些信息系统面向不同的应用领域,各自的架构模式都有所不同,还没有一个通用的系统结构模型对此领域的信息系统做出描述,对面向突发事件研究的信息系统的信息传递以及信息系统中突发事件的关系模型的相关理论描述更是空白。

文中正是基于这样的研究现状,从系统的观点出发,应用系统工程的方法,通过研究该类系统的基本用户需求、系统组成和系统输入、输出等相关因素,结合实际项目开发经验提出面向突发事件的信息系统通用构建模型,对面向突发事件研究的信息系统进行架构;提出系统信息传

收稿日期:2006-03-27

作者简介:高 威(1983-),男,湖北武汉人,硕士研究生,主要从事突发事件、虚拟现实技术、数字城市等方面的研究;余 庄,教授,博士生导师,主要从事突发事件、智能建筑、虚拟现实技术、数字城市等方面的研究。

递与关系模型,刻画出系统中各个要素之间的信息传递关系与突发事件间的相互联系。

1 面向突发事件的信息系统架构

目前面向突发事件研究的信息系统的构建都是依照各自的应用领域而进行,如在文献[1,3,6]中对于各自不同的应用领域都提出了各自系统的架构模型,因此,一个通用的系统架构模型对于此类信息系统构建具有重要的指导意义。

面向突发事件研究的信息系统的构建需要充分考虑此类系统的应用需求,从系统观点出发,可以从此类应用中抽象出以下一些基本特征需求。首先,由于系统面向突发事件,需要采集突发事件的实时信息,这是系统处理信息的基础;其次,需要将采集的突发事件的实时信息进行数据存储,存储的数据是系统处理的基本元素;再次,对所存储的原始数据需要借助某些方式(如数据挖掘、模式识别等)对数据进行处理,提取出对于系统运做来说有用的决策数据;最后,对于不同的应用领域开发出各自不同的应用系统。

由此,可以将面向突发事件的信息系统在系统层面上按照“数据采集子系统、数据存储与处理子系统、应用子系统”三层组织结构来进行管理,其结构关系如图1所示。

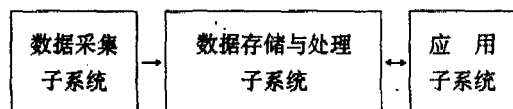


图1 系统结构组织图

系统中各子系统的功能与相互关系有如下定义:

(1)数据采集子系统。该子系统主要通过传感器等设备,采集突发事件及研究对象的实时数据信息,这些数据信息实时地反映出突发事件的状态与相关属性信息。

(2)数据存储与处理子系统。该子系统将数据采集子系统传导而来的数据经过数据集成后,形成格式统一的数据项存入数据库中;在数据库的基础上,通过决策处理机制,提取出有用的决策数据项供应用子系统使用,对应用子系统进行数据驱动。

(3)应用子系统。该子系统需要根据用户各自的具体应用研究需求而开发,一般应具备对数据库的查询与操作等基本功能,以使得研究人员能够对突发事件的相关数据信息进行操作。其接受由数据存储与处理子系统提供的决策数据项,驱动自身运行。

数据采集子系统将采集而来的数据传导给数据存储与处理子系统,它们之间的信息数据交互是一个单向交互的过程,即仅仅从数据采集子系统到数据存储与处理子系统有数据传输过程。而数据存储与处理子系统与应用子系统的信息数据传输是一个双向交互的过程,因为数据存储与处理子系统应向应用子系统提供诸如决策数据等数据信息,而应用子系统向数据存储与处理子系统提供对突发事件信息修改、用户信息等数据信息。

2 面向突发事件的系统信息传递与关系数学模型

2.1 系统信息流概念模型

按照上述面向突发事件的应用系统通用架构模型,对应用系统在系统层面上的各个要素以及相关量定义如下:

定义1 定义 E 为系统的全体元素集, E^k 表示系统第 k 个子系统的全体元素集, E_i^k 表示第 k 个子系统的第 i 个元素的数据集, e_{ij}^k 定义为第 k 个子系统的第 i 个元素数据集中的第 j 个元素。则可定义: $E = \{ \bigcup_k E^k \mid k \in I \}$; $E^k = \{ \bigcup_i E_i^k \mid i \in I \}$; $E_i^k = \{ \bigcup_j e_{ij}^k \mid j \in I \}$ 。其中 I 为自然数集。

定义2 定义 A 为 E 的属性集。则 $A_m(E_i^k)$ 和 $A_m(e_{ij}^k)$ 分别表示 E_i^k 和 e_{ij}^k 的第 m 个属性集,并且 $\bigcup_m A_m(E_i^k) = \{ \bigcup_{n,j} A_{mn}(e_{ij}^k) \mid m, n, j \in I \}$ 。其中 $A_{mn}(e_{ij}^k)$ 表示 e_{ij}^k 的第 m 个属性集中的第 n 个属性。

定义3 定义 Z 为 A 的值域,则 $Z(A_m(e_{ij}^k))$ 表示 $A_m(e_{ij}^k)$ 的值域。

定义4 定义 S' 为 t 时刻的状态,则 $S'(A_m(e_{ij}^k))$ 为 $A_m(e_{ij}^k)$ 在 t 时刻的状态,即 e_{ij}^k 的第 m 个属性集在 t 时刻的取值;将 $S'(A_m(e_{ij}^k))$ 简记为 $S'_m(e_{ij}^k)$ 。同理,将 $S'(A(E_i^k))$ 简记为 $S'(E_i^k)$ 。

定义5 记 $R(E_i^k, E_j^{k+1})$ 或 $R(A_m(E_i^k), A_n(E_j^{k+1}))$ 表示两个不同层次之间元素集或属性集之间的关系,若两者存在关系,则有 $R = 1$,否则则有 $R = 0$ 。

定义6 记 $U(e)$ 与 $D(e)$ 分别为元素 e 的上传运算符和下运算符,其中,上传运算符实现所采集的信息上传和融合,下运算符实现决策集的分解和执行动作。

根据如图1所示的系统结构模型以及实际应用分析,不失一般性地对系统信息传递方式做如下假设:

假设1 系统中所有的与外界产生的信息交互均通过“数据存储与处理子系统”实现;“数据采集子系统”只为该层提供采集数据;“应用子系统”只依据该层提供的数据进行驱动运行,同时向该层反馈用户数据等信息。

假设2 系统中的数据处理过程全部隔离在“数据存储与处理子系统”实现,其余系统层面不参与数据处理,即数据决策过程及决策数据全部由“数据存储与处理子系统”提供。

定义7 记 $\odot = \{E, A, Z, \sum\}$ 为面向突发事件的信息系统模型,其中 E_i^k 代表实体管理单位, e_{ij}^k 代表实体管理单位中的生产或管理元素。

定义8 称 $\{E_i^k, S'_m(E_i^k), t\}$ 为系统的层次描述, $\{e_{ij}^k, S'_m(e_{ij}^k), t\}$ 为系统的元素描述。

定义9 记 $(e)_{act}$ 分别为元素 e 的执行状态信息集合。

依照图1所示模型,可以得到:

$$(E_i^k)_{act}^t = \bigcup_{R(E_i^k, E_j^{k+1}) \neq 0} D_{ij}((E_j^{k+1})_{act}^t) \quad i, j \in I \quad (1)$$

定义10 记 $f_d(\cdot)$ 为系统的数据决策函数,根据假设2可知,其只对“数据存储与处理层”产生影响,“应用子系统”采用“数据存储与处理层”提供的决策数据进行驱动,

因此,可以表示:

$$(E_i^2)_{act}^t = \underset{i, m, s \in [t, t+a]}{\text{opt}} f_d(S_m^t(E_i^2)) \quad (2)$$

$i, m \in I; s, t, a \in R, a \geq 0$

定义 11 记若 Q 为一个决策集,称 $Q|_A$ 为基于限制在 A 的决策。

按照上述定义,有如下的关系式:

$$(E_i^{k+1})_{act}^t = \underset{R(E_i^k, E_j^k) \neq 0}{U_{ij}} ((E_j^k)_{act}^t) |_{(A(E_i^{k+1}))} \quad (3)$$

$k = 1, 2; i, j \in I$

根据式(1), (2), (3)和以上定义及假设,得到面向突发事件的信息系统信息流概念模型,如图 2 所示。

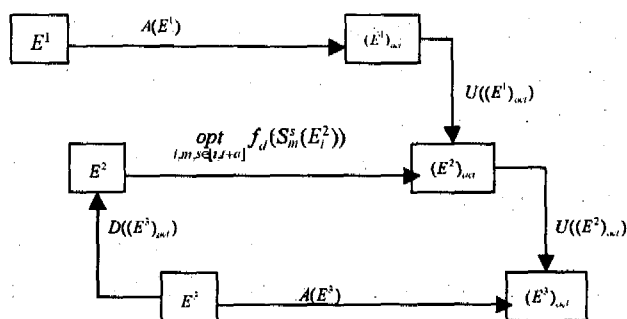


图 2 面向突发事件的信息系统信息流概念模型

2.2 事件关系数学模型

定义 12 定义 R 为突发事件集合, e^k 表示突发事件集中的第 k 种突发事件, $R = \{\cup E_i^k | k \in I\}$, 其中 I 为自然数集。

定义 13 记 E_i^k 表示 e^k 突发事件发生时数据采集子系统采集到的数据集。当 e^k 发生时 E_i^k 为真, 反之则为假。

定义 14 定义集合 $A = E_i^k$, 集合 $B = E_j^l$, 其中 $k \neq j$ 且 $k, j \in I$ 。则 $A \cap B$ 为真表示两个突发事件同时发生, $A \cup B$ 为假表示两个突发事件均没有发生; $(A \cup B) \cap A$ 为真则表示 A 突发事件必然发生, $(A \cup B) \cap B$ 为真表示 B 突发事件必然发生; $A - B$ 为真则表示 A 突发事件发生且 B 突发事件没有发生, $B - A$ 为真表示 B 突发事件发生且 A 突发事件没有发生。

(上接第 201 页)

3 结束语

文中介绍了利用 Media Encoder 插入视频流实现基于电子白板的实时教学系统的一种方法。该实时教学系统功能全面、架构先进、对网络环境要求较低, 充分考虑到了系统的通用性和可靠性。实时教学系统的建设, 将极大地促进和配合院校的教学改革, 在充分利用教学资源, 提高教学效率和质量, 培养学生自主学习和创造性方面发挥积极的作用。

参考文献:

[1] 申瑞民. 同异步结合的远程教育模型及实现[J]. 计算机应

定义 15 事件关系. 任意两个突发事件 $e^1, e^2 \in R$, 若突发事件 e^1 发生时突发事件 e^2 终将发生, 则称事件 e^1 决定 e^2 . 若满足事件 e^2 发生时且在此之前必有 e^1 发生, 则称事件 e^2 依赖于 e^1 , 记为 $e^2 \geq e^1$.

定义 16 可以将定义 12 至定义 15 推广到多个突发事件的讨论。

3 小结

从系统观点出发, 应用系统工程方法, 提出了面向突发事件研究的信息系统架构的通用模型以及系统信息传递与事件关系数学模型, 深入分析了面向突发事件研究的信息系统中各个元素之间的相互关系以及它们的状态传递关系, 为更深入的研究面向突发事件的信息系统提供了量化参考。信息传递模型为面向突发事件研究的信息系统的数据分析, 决策支持系统与各类应用系统的建立奠定了一个量化的数学基础, 适合此类信息系统的构建、分析与处理; 事件关系数学模型分析了突发事件之间的关系, 为突发事件之间的关系分析提供理论参考。

参考文献:

- [1] Toigo J W. 灾难恢复规划[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.
- [2] 金磊. 城市灾害防御与综合危机管理[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.
- [3] 余庄, 高威. 基于突发事件的智能建筑设备虚拟运行系统的设计[C]//第二届国际绿色与智能建筑会议论文集. 北京: 建筑工业出版社, 2006.
- [4] 张培红, 陈宝智, 刘丽珍. 虚拟现实技术与火灾时人员应急疏散行为研究[J]. 中国安全科学学报, 2002, 12(1): 46-50.
- [5] 汪箭, 聂小林, 季辉, 等. 虚拟现实技术在火灾领域中的应用[J]. 计算机仿真, 2002, 19(2): 28-31.
- [6] 王凯全, 邵辉. 事故理论与分析技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.

用与软件, 2001(9): 24-27.

- [2] 方亮. 虚拟教室中电子白板系统的实现[J]. 计算机与现代化, 2000(1): 56-60.
- [3] 顾群. 基于 IP 的电子白板系统的设计[J]. 计算机应用, 2003, 29(2): 13-14.
- [4] 黄焯. 同步教学中电子白板的研究与设计[J]. 湖北师范学院学报: 自然科学版, 2004, 24(12): 23-25.
- [5] 舒畅. 基于 IP 的电子白板交互系统的设计与实现[D]. 南京: 东南大学, 2002.
- [6] Microsoft Corporation. Windows Media Encoder 9 Series SDK [R]. US: Microsoft Corporation, 2000-2003.
- [7] Robinson S, Nagel C. C# 高级编程[M]. 第 3 版. 李敏波, 译. 北京: 清华大学出版社, 2005.