

多媒体信息表现中资源竞争的研究

On Resource Competition in Multimedia Representation

方幼林 矫文成 陈致明 朱琳杰
(军械工程学院 石家庄050003)

多媒体, 信息表现
资源竞争, AOCPN

A 摘要 Advanced Object Composite PetriNet (AOCPN) is an useful model for scheduling and synchronizing the representation of multimedia information. In this paper, we first give out the principle of multimedia representation and synchronization in the model, then discuss confliction and deadlock in multimedia information synchronization due to resource competition when scheduling, finally, a method to solve it—"Role Rule" is given out.

关键词 Multimedia synchronization, Advanced object composite PetriNet, Role Rule

多媒体信息的表现与同步是多媒体系统,特别是多媒体电子邮件、计算机支持的协同工作、虚拟现实模拟及分布式多媒体计算的关键技术。应用 Petri 网理论描述多媒体的同步技术刚刚起步。增广对象合成 Petri 网(AOCPN)作为一种多媒体表现与同步描述技术,是描述媒体内时间关系、媒体间同步关系、人机交互性以及通信需求的统一模型,可以较好地协调媒体流的实时演示以及媒体间的时序关系。本文首先描述了 AOCPN 模型,而后就 AOCPN 网对多媒体信息表现时必然引起的资源调度问题,特别是资源竞争引起表现冲突与死锁,进行了详尽地分析,最后给出了一种解决方案。

1 增广对象合成 Petri 网模型的描述

1.1 基本术语

(1)基本对象 是有一定语义的单媒体信息子块,具原子性。

(2)复合对象 由多个对象组合而成的对象,包括各成员对象本身,加之其间的空间和时间关系。这是一个递归定义,因为其成员可以是一个合成对象。

(3)演员 即通过各种媒体进行信息传播的对象实体,包括文本、图形、图像、表格、程序、视频等。

(4)角色 即多媒体表现环境中的各种资源,一

般常有视角角色、听角色、运算角色等。有的角色可以同时使用,有的则不可以。

(5)事件 是对象间特殊的协调机制,是协调活动和资源使之有序化的任意分散的时间点。

(6)活动 即多媒体表现环境中预定义的多媒体表现的空间与时间序列而引发的事件。一元活动仅含单个基本对象,而 n 元活动则可包含多种媒体的组合。

(7)场景 即各种角色的活动编排组合过程的多媒体空间表现环境,是对象、活动、事鉴、情节湍有机结合。

1.2 增广对象合成 Petri 网的形式定义

多媒体与一般信息表达的关键差别在于,多媒体之间存在着联系,且这种联系也是一种信息,可以表达出更加“人类化”的信息。多媒体信息表现时存在着时间与空间的关系,这种关系也就是媒体信息在某一时域内协调时序关系、合成多个表现空间域中共存的一系列媒体对象之间的空间特性、位置关系的约束,这种约束就是多媒体信息的同步关系,据表现它为三个方面:

•空间合成,确定各种媒体在空间位置和次序上的安排和变化;

•时间合成,就是在时间关系的基础上实现多媒

方幼林、矫文成、朱琳杰 硕士,陈致明 教授。

体之间的同步;

•人机交互性:用户可以选择媒体的变化形式、请求转换以及执行跳转、暂停、倒带、快进等动作作用于多媒体系统。

如何描述多媒体信息的同步关系?如何进行表达?这些都是多媒体应用的主要难题,增广对象合成 Petri 网(AOCPN)在常规 Petri 网的基础上发展而成,一方面,它可以充分表达多媒体信息表现时的并行、串行等多种关系;另一方面,它也可以描述媒体的时间约束、资源需求等约束关系,从而可以精确定义复杂媒体结构的系统信息特征。利用 AOCPN 模型可以实现多媒体数据元的组织与表现、多个数据元的时空描述和成分之间的连接描述

1.2.1 AOCPN 模型的定义 增广对象合成 Petri 网定义为八元组:

$$Naocpn = \{T, P, A, D, R, M, C, E\}.$$

这里 T 和 P 分别是变迁集和位置集; $A: (T \times P) \cup (P \times T) \rightarrow I, I = \{1, 2, \dots\}$ 为有向弧集; $D: P \rightarrow Re$ 为运行期间集,定义了由位置集向实数集的映射,实数值 Re 表示 AOCPN 网中的时间约束; $R: P \rightarrow \{r_1, r_2, \dots, r_k\}$ 定义了由位置集向资源集 $\{r_1, r_2, \dots, r_k\}$ 的映射; $M: P \rightarrow I, I = \{1, 2, \dots\}$ 定义了由位置集向整数集的映射,表示标码在位置集中的分布; C 为转义弧集,与转义弧相连的位置称为转义位置,未与转义弧相连的位置称为标准位置; $E: P \rightarrow Re$ 为剩余运行期间集,定义了由位置集向实数集 Re 的映射。

在多媒体系统中,用户常对多媒体流进行控制,如执行跳跃、倒放、暂停或者变速等动作。系统根据多媒体流的类型以及用户输入的类型,控制多媒体的运行,或者延迟,或者终止,或者变更延迟时间。用户的这种对多媒体流的作用表现为 Petri 网运行流程的中断控制,即人对多媒体信息的交互控制。AOCPN 将位置区分为转义位置和标准位置后就可以描述人机交互的作用点,并增加在此作用点处对象的剩余运行期间映射,从而描述和跟踪人机交互后引起的状态及运行资源的变化。

1.2.2 AOCPN 的触发规则

①当一个变迁的所有输入位置均含有解锁标志时,该变迁立即触发。

②转移触发后,则从每一输入位置移去标码,赋予每一输出位置一个标码。

③一个位置获得一个标码后,在运行期间内保持在活动标码。在此期间,标码处于锁定状态。当运行期间耗尽时,标码转为解锁状态。

④若一个转移的标准输入位置含有锁定标码,并且至少有一个转义位置非空(含有标记)时,该转义优先触发。优先触发后,从每一输入位置移去锁定标码,赋予每一输出位置一个标码。

⑤活动位置的优先运行将改变其原始运行期间。改变量依赖于引起优先执行的中断的类型:

a. 若优先缓冲,则活动位置的剩余运行期间的改变要考虑优先执行前的时间发生。

b. 若优先终止,则活动位置的剩余运行期间置零。

c. 若优先暂时改变运行期间,则活动位置的剩余运行期间置为用户定义的新值。

d. 若优先永久改变运行期间,则位置的运行期间置为用户定义的新值。此时,若位置处于活动状态,则其运动期间和剩余运动期间均被改变。

1.2.3 AOCPN 表示的信息同步实例

具有跳转操作的增广对象合成 Petri 网模型如图1所示。位置集 $P = \{P_0, P_1, P_2, P_3, P_4, P_5\}$; 变迁集 $T = \{t_0, t_1, t_2, t_3, t_4, t_5\}$; 有向弧集 $A = \{(P_0, t_1), (t_1, P_1), (P_1, t_2), (t_2, P_2), (P_2, t_3), (t_3, P_3), (P_3, t_4), (t_4, P_4), (P_4, t_5), (t_5, P_5), (P_5, t_2)\}$; 转义弧集 $C = \{(P_4, t_3), (t_3, P_4)\}$ 。由图中可以看出, P_4 是转义位置, t_4, t_2 是同步点, t_5 是跳转操作被描述为引发优先终止的中断过程。对位置 P_4 施加中断后, P_4 中的锁定标码被移去,剩余运行期间被置零。移去的标码随着跳转弧指向的优先运行的位置 P_4 , 由于 P_4 的剩余运行期间已被置0, P_4 中的标码处于解锁状态,从而使后继转移立即触发。

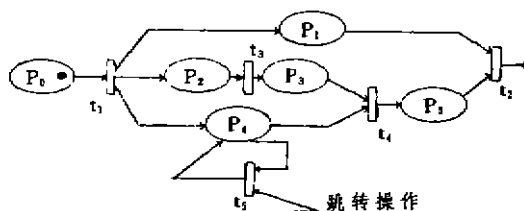


图1 具有跳转操作的增广对象合成 Petri 网

2 多媒体信息表现的资源调度竞争分析

多媒体信息的表现意味着不仅是信息的同步输

出,而且意味着信息对媒体播放器、采集器等调度使用,媒体形式有的可以共享,有的只能独占。在使用 AOC PN 模型进行同步表现的设计中,由于存在着多个信息源并发运行,必然引起对多个媒体资源的调用,存在着媒体资源的共享和竞争,这种竞争的后果,轻者是多媒体信息表现时对象之间发生冲突,重者引起多媒体表现的死锁。因此,应对多媒体信息资源的调度的冲突和死锁情况进行分析。

2.1 无冲突的资源调度分析

2.1.1 串行表现的多个对象序列 多媒体对象的串行表现序列如图2所示,对于多个自身不存在资源冲突与死锁的串行对象序列 $O = \{O_1, O_2, O_3\}$ (O_i 之间是偏序关系)。由于每个对象 O_i 在执行过程中申请资源,表现完毕时释放资源,在下一个对象 O_{i+1} 表现之前, O_i 已经把所申请的资源 $R = \{r_1, t_i\}$ (r_i, t_i 分别为资源及所占时间)全部释放,因而对于串行表现对象序列 $O = \{O_1, O_2, O_3\}$,不存在信息表现时申请资源发生冲突的情形。

2.1.2 并行表现的多个对象序列 多媒体对象的并行表现序列如图3所示,对于多个并行表现的多个对象:序列 $O = \{O_1, O_2, \dots, O_m\}$, (O_i 之间并行竞争),其无冲突的发生可分两种情况:

(1)角色可以共享。对于每个并行对象 O_i ,其申请的资源即角色 r_i ,也有其他对象申请,但 r_i 是多个对象可以并行共享的,即可以同时使用的,如显示屏,多个图形对象可以并行地在其上表现出来,则对于并行的 n 个对象而言,不发生冲突。

(2)角色不可共享。对于每个并行对象 O_i ,它所申请的资源 r_i 没有被其他对象申请,而且 r_i 本身是独占性的,不可与其它对象同时使用,在这种情况下,也不发生冲突。

2.2 有冲突的资源调度分析

2.2.1 有冲突无死锁 有冲突的资源调度只能发生在对象是并行表现的时候。对于由某个对象 O_m 在其执行过程中引发的子序列,只要是子网是并行的,则整个网亦是并行的。图4是有冲突无死锁的模型图。此时,对象 O_1 和 O_2 同时触发,在对象 O_1, O_2 执行过程中都要申请某一资源 r_1 ,但 r_1 是独占性的, O_1 首先使用 r_1 ,对于 O_2 而言,只有等待 O_1 占用的资源 r_1 使用完毕释放后, O_2 才有可能使用。幸运的是, O_3 并不使用 r_1 ,因此,对于这整个对象序列 $O_1, O_2,$

O_3 而言,虽然发生了资源竞争冲突,但没有死锁发生。

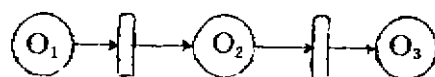


图2 多媒体对象的串行表现序列

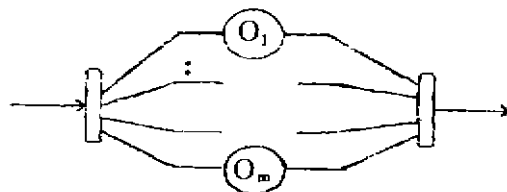


图3 多媒体信息的并行表现序列

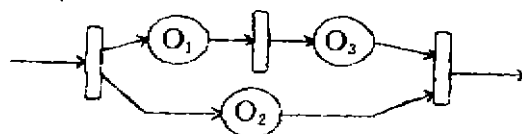


图4 信息调度的资源竞争模型图

2.2.2 资源冲突导致死锁 一个对象在其表现过程中可以申请多个资源的要求,仅当指定的全部资源都满足要求时,对象才能表现而到达终点;否则,该对象因得不到所要求的资源而处于封锁状态。当两个或两个以上的对象同时对多个互斥资源提出使用要求时,有可能导致死锁。资源冲突死锁的模型如图5所示。

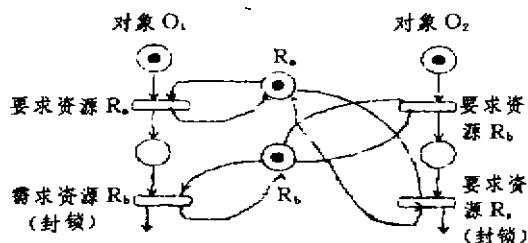


图5 多媒体信息表现资源死锁图

由图5可以看出,对象 O_1, O_2 各占用资源 R_a 和资源 R_b ,现在对象 O_1 已提出占用资源 R_b ,由于资源 R_b 已被对象 O_2 占用,所以 O_1 被封锁,而对对象 O_2 可以继续运行,对象 O_2 在运行中又提出使用资源 R_a 的要求,因资源 R_a 已被 O_1 占用,所以不能满足要求。由于 O_1, O_2 都因资源得不到满足而进入了等待状态,永远也不会前进到达终点,即导致系统出现了死锁。

2.3 资源发生死锁的必要条件

从上面多媒体信息表现与同步时的资源调度引起的冲突分析可看出,对于多媒体信息合成与同步来说,表现产生死锁的必要条件是:

(1)互斥控制。对象对它要求的资源进行排它控制,一个资源仅能被一个对象独占使用;

(2)非剥夺控制。对象对所获得的资源在释放之前,不能被其它对象剥夺,即该资源处于封锁状态,它所使用的资源也不能被其它对象使用,而其它对象只能等待该资源的释放;

(3)逐次请求。对象以随意的零星方式逐次取得资源,而不是集中式的一次请求;

(4)环路条件。在发生死锁时,其 Petri 网必构成环路,即前一进程保持所要求的资源。

3. 冲突解决的 AOCN 描述:角色规则

对于多媒体信息表现来说,预防信息冲突乃至死锁的最好办法是在编辑信息同步 AOCN 网图时,对 AOCN 网进行冲突检测和死锁检测,而后排除冲突和死锁发生的可能性,达到信息表现同步的效果。

3.1 资源冲突的推断逻辑

根据资源冲突和表现死锁的定义,我们只要能判定出系统中每个对象是否能够获得其所需资源,演播信息对象之间是否能保持时序关系,是否能够继续前进,就能检测出系统是否存在资源冲突状态。

3.2 资源约束集 R

若资源 R_j 有 W_j 个单位(部件),并且用 $|(R_j, O_i)|$ 表示资源 R_j 分配给对象 O_i 的单位(部件)数,用 $|(O_i, R_j)|$ 表示对象 O_i 请求资源 R_j 的单位数,则每一张合理的对象-资源图必须满足如下两个条件:

1)对于资源 R_j 所进行的分配不能多于 W_j ,亦即对于所有的 j 均应满足下式:

$$\sum_i |(R_j, O_i)| \leq W_j$$

2)对于一个具体的资源 R_j 来说,任何对象对它的请求及分配数量之和,不能大于 R_j 的可用部件数 W_j ,亦即对于任何 i 和 j 均应满足下式:

$$\sum_i |(R_j, O_i)| + \sum_j |(O_i, R_j)| \leq W_j$$

3.3 角色规则

所谓角色规则,就是根据多媒体信息表现的 AOCN 模型写出多媒体资源的调度过程,即角色时间 Petri 网(RTPN)。RTPN 网的流程图与 AOCN 一致,AOCN 中的变迁在 RTPN 网中仍是变迁;稍微有些变动的是,对于某种角色而言,若该 AOCN 中库所相对应对象使用该资源的情况,则该库所表示角色及其被使用的时间,即 (x_i, t_i) ,对于对象没有使用该资源的情况,则该库所用空角色表示,记为 Φ ,占用时间为 0。这样,在每个时间区段内,分析该角色是否满足资源约束条件,若不满足,则资源使用发生冲突,AOCN 信息表现必然有冲突和死锁。

(1)冲突检测 使用 RTPN 网,对给出的 AOCN 网进行时间区段资源冲突函数分析,若 W_j 不满足资源约束条件,则一定发生资源争用,记录下发生冲突位置。

(2)死锁检测与排除 基于 RTPN 协议的冲突检测与排除,对于 AOCN 网的信息表现和资源调度,每当信息表现时需要的角色使用完毕立即释放,由于冲突检测时对发生冲突的资源给予了排除,见图 5,对象 O_1 和 O_2 发生死锁是因为资源使用发生了冲突,对于不能实现的并行表现,则放弃它,用其它方法实现。

结束语 计算机技术与通信技术的飞速发展,开辟了分布式多媒体信息系统这一崭新的研究领域。增广对象合成 Petri 网作为分布式多媒体人机交互与信息表现与同步的一个理论框架,具有良好的指导意义。本文就 AOCN 模型指导设计多媒体信息同步可能引起的资源共享与竞争的问题进行了探讨,并提出了角色规则的解决方案。

参考文献

- [1] N. U. Qazi, A synchronization and communication model for distributed multimedia objects. Proc. of ACM Multimedia 93, June 1993
- [2] 方幼林,多媒体信息集成与时空同步的研究与实现,硕士学位论文,1996. 3
- [3] 曹钧等,多媒体信息在分布式环境下的同步,小型微型计算机系统,16(1)1995