

分布式多媒体同步事务规划

黄双喜 范玉顺

(清华大学自动化系 100084)

摘要 本文针对分布式多媒体应用所含的复杂的时态关系的和分布性特性, 利用同步代理构建了一个基于代理的分布式多媒体同步规划系统。并通过对传统 Petri 网的扩展, 对分布式同步 Petri 网 (DSPN) 进行了定义, 并利用 DSPN 对同步代理进行建模。最后通过对多媒体应用实例的分析, 简要说明系统的操作流程。

关键词 分布式多媒体 同步 代理 Petri 网

Synchronization Scheduling of Distributed Multimedia Objects

huang shuangxi fan yushun

(Department of Automation, Tsinghua University, Beijing, 100084)

Abstract Due to the diverse and distributed nature of multimedia application, a synchronization agents based method is used to deal with scheduling, integrating and synchronizing distributed multimedia streams. Extend to the traditional Petri Net, the Distributed synchronization Petri Net(DSPN) is established to model the synchronization agents. According to a example, the proceed and method of system operating is introduced briefly.

Keyword Distributed Multimedia Synchronization Agent Petri Net

1. 引言

随着网络和多媒体技术的发展, 分布式多媒体系统广泛应用于教育、娱乐、办公自动化、商业等领域。多媒体对象包括图形、图象、声音、动画、文本和数据等各种类型。由于媒体对象的多样化和分布性, 多媒体应用一般由分布的不同但相关的媒体组成。保持和维护各媒体对象的同步关系是多媒体应用的关键。同步是指两个或多个事件在特定环境中时间和空间上的合作关系。在本文中, 我们使用同步这一术语来描述一种机制, 它使分布式环境下的多媒体事件按照一定的时间关系发生, 这种关系可以是媒体自身包含的, 也可以是用户定义的。为了保证多媒体对象的同步关系, 必须制定相应的同步规范。同步规范描述了媒体对象间和媒体内部存在的时态关系, 决定了多媒体对象的展示。通过对多媒体同步规范的描述和建模, 就可以对多媒体事务进行规划和控制, 保证多媒体对象的展示质量。

目前所提出的多媒体同步规范模型有时间片模型^[1]、层次模型^[2]和基于 Petri 网模型等, 其中 Petri 网由于具有描述同步、并发问题的能力, 是一个形式化的图形工具又是一个数学工具, 较适应于同步多媒体事务的分析和规划, 因此倍受关注。已提出了 OCPN、XOCPN、AOCNP 等众多的模型^[3]。他们大都采用一个单一的 Petri 网模型对多媒体事务的同步时态进行描述和规划。但多媒体对象的多样化和分布性特性, 使得随着系统复杂性的增加, Petri 网的构建和管理越来越困难, 也失去了易于分析和规划的优点。因此传统的集中式的 Petri 网模型不能适应于复杂的分布式多媒体应用系统。

本文针对多媒体对象的多样化和分布性特性, 引入了同步代理的概念, 并利用分布式同步 Petri 网 (DSPN) 构建了一个基于代理的分布式同步的规划环境, 较好的满足了分布式多媒体应用同步规划的需求。

2. 基于 TIG 的同步规范

时间片图 (TIG) 是以时间片为基本元素, 时间片代表一个媒体对象的展示时间, 通过对时间片之间的时态关系进行描述来对确定相应的同步规范。Allen^[4] 总结了 13 种不同的

时态关系	TIG 图	代数表示
X Before Y		X (b) Y
X Meets Y		X (m) Y
X Equals Y		X (e) Y X
X Overlaps Y		X (o) Y
X During Y		X (d) Y
X Starts Y		X (s) Y
X Finishes Y		X (f) Y

图 1 媒体对象间的时态关系

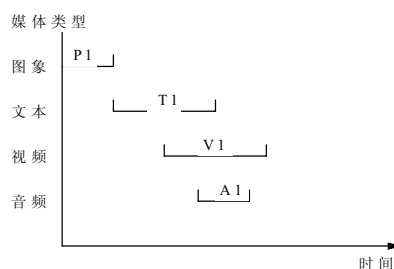


图 2 多媒体展现实例

多媒体对象之间的时态关系。其中有七种基本关系 (图 1), 通过这七种基本时态关系的组合即可对多媒体展示场景进行描述。如图 2 所示的一段多媒体场景, 即可由下面的时间关系式表示: $\{(P1)(m)(T1)\} \wedge \{(T1)(o)(V1)\} \wedge \{(A1)(d)(V1)\}$ 。

TIG 图可以清晰的描述出媒体间的时序关系, 但对于时间相关媒体如音频、视频对象内部 LDU (逻辑数据单元) 之间的时序关系则不定义, 而且无法对展示过程进行建模和分析。因此, 我们在 TIG 图的基础上, 针对七种基本时态关系及具体的媒体类型, 建立相应的同步代理, 利用 DSPN 对相应的同步代理进行建模, 并构建了一个基于代理的分布式同步事务规划系统。

3. 分布式同步事务规划系统的构建

3.1 同步代理

分布式同步事务规划系统的基本单位是代理。代理是一个功能实体, 可以完成特定的任务, 可通过预先规定的协议与外部代理进行通信, 实现协同工作。一个代理能够响应协议定义的所有消息, 并利用该消息调用其他代理的服务。代理技术广泛用于人工智能、分布式系统等方面。

同步代理是用来处理多媒体同步事务, 包括各种媒体对象的采集、播出以及同步规划。在多媒体事务处理中, 主要包括资源代理和控制代理。资源代理代表特定媒体如声音、视频所对应的设备的特征和操作。以前的 Petri 网模型如 OCPN、XOCPN 等均通过引入一个简单的 R 库所来表示多媒体对象, 而各多媒体对象的特性都具有很大的差异, 一个单纯的 R 库所不能反映出多媒体对象的特点, 而且多媒体对象的采集和播出是一个复杂的过程, 用一个单纯的库所无法反映实际情况, 必须分别对待, 针对每一类对象构建相应的资源代理模型。而控制代理则对应于不同媒体时态关系的处理, 即 TIG 图中所定义的七种基本时态关系。每个代理均处于平等地位, 无主次之分, 代理根据整个系统的状态决定自身状态和所拥有的数据, 决定是否被激活, 以及激活后执行什么动作, 这是一种自治的工作方式。

代理技术的应用使整个规划系统的建模简洁、灵活, 而分布式的建模特点使得对整个过程更加易于控制和管理, 克服了目前集中式建模的不足。

3.2 分布式同步 Petri 网 (DSPN) 定义

传统的 Petri 网不能适合与分布式、复杂的多媒体应用需求, 这里我们引入 DSPN 来解决这一问题。DSPN 是一种分布式系统, 在时间 Petri 网和有色 Petri 网的基础上, 引入了子网和接口库所的概念, 并需要在系统层和子网层分别对其进行定义。子网代表相应的同步代理, 而接口库所实现各子网间的连接, 并在子网间传递数据。

定义 1: 系统层 DSPN = (P_{ort}, S, A, C_k, M₀), 其中

P_{ort} = (P_{ort1}, P_{ort2}, ..., P_{orn}), P_{orti} 为连接各子网的接口库所集合, 各子网通过接口库所进行信息的传递。

S = (S₁, S₂, ..., S_n) S_i 为子网, 代表各同步代理。

$A \subseteq (P_{ort} \times S) \cup (S \times P_{ort})$, 弧的集合

$C: P \rightarrow$ 颜色集的幂集合, 使得对所有 $P_{orti} \in P_{ort}$, $C(P_{orti})$ 是 P_{ort} 上所有可能的 Token 色之集合。

M_0 : 初始标识, 满足 $\forall P_{orti} \in P_{ort}: M_0(P_{orti}) \in c(P_{orti})_{MS}$, 即 $M_0(P_{orti})$ 是 P_{orti} 上的托肯色集合上的多重集。

定义 2: 子网层 $S = (P, T, A, C_k, M_0, C_A, DP, DT, F_c)$, 其中 (P, T, A) 定义了一个基本 Petri 网系统

$C: P \cup T \rightarrow$ 颜色集的幂集合, 使得对所有 $p_i \in P$, $C(p_i)$ 是 P 上所有可能的 Token 色之集合, 对于所有 $t_i \in T$, $C(t_i)$ 是 T 上所有可能的出现色之集合。

M_0 : 初始标识, 满足 $\forall p \in P: M_0(p) \in c(p)_{MS}$, 即 $M_0(p)$ 是 p 上的托肯色集合上的多重集。

$C_A \subseteq (P \times P_{ort}) \cup (T \times P_{ort}) \cup (P_{ort} \times P) \cup (P_{ort} \times T)$ 输入弧与输出弧的集合, $C_A \cap A = 0$

$DP: P \rightarrow real$, 为库所对应的时间参数

$DT: T \rightarrow real$, 为变迁对应的时间参数

F_c : 弧的标识, 可能是变量、常量或函数。表示与其相连的库所和变迁所含托肯数量和颜色之间的关系。

DSPN 的激发规则如下:

- (1) 当一个变迁 t_i 的输入库所中包含有一个非锁定的托肯, 且引发条件为真时, 变迁立即激发。如果变迁是输出弧的输入端, 则与输出弧相连的接口库所条件必须为真。
- (2) 处于激发状态时, 变迁 t_i 从每一个输入库所根据弧的标识移取一定数目和颜色的托肯, 增加到输出库所。
- (3) 一个库所在收到一个托肯后, 在指定时间内保持活跃, 托肯被锁定。当位置不活跃或超过了预定的时间间隔, 托肯变为非锁定。
- (4) 如果一个变迁是一个输出端口, 它的激发将通过输出弧把有色托肯加入到接口库所当中, 该库所将由正常状态变为激活状态。
- (5) 如果一个库所是一个输出端口, 在收到一个托肯后, 将根据输出弧的标识计算引发条件是否为真, 决定是否由正常状态转化为激活状态。

3. 3 基于 DSPN 的同步代理模型

DSPN 可以较好的适应分布式多媒体应用的需求, 它可以对媒体间和媒体内部的时态关系进行建模。利用 DSPN 对不同的同步代理进行建模, 然后通过接口库所将各代理连接起来, 既可构成一个完整的规划系统。图 3 显示了一个下面显示了一个 $X(d)Y$ 和一个视频资源的同步代理模型。其中模型中的时间段 (X 、 Y) 代表多媒体对象的播放时间, 通过接口

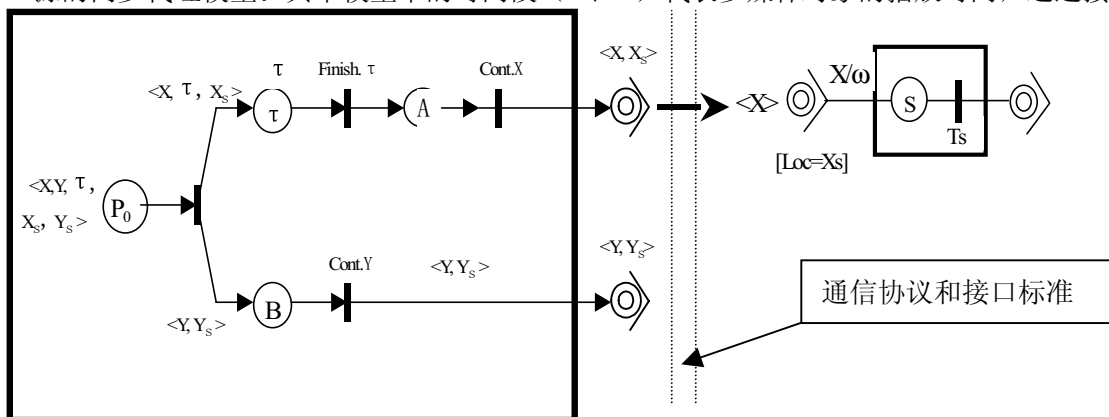


图 3 基于代理的分布式同步 Petri 网模型

库所, 按照 X_s 所定义的地址, 将该值传递给相应的资源代理, 资源代理根据媒体不同的激发速率 ω 产生相应数目的托肯, 与实际媒体中的数据帧相对应。分配给库所和变迁的时间延迟用 τ 和 δ 表示, 如果他们为零, 则不在模型中表示。图中弧可能包含一个标识, 用以定义与其相连的库所和变迁所含托肯数量和颜色之间的关系。

4. 实例分析

在分布式多代理同步规划环境中, 一段复杂的多媒体展示场景可被分解为几种基本时态关系的线形组合, 通过对相应的同步代理模型进行操作和分析, 即可实行对整个展示场景的同步规划。如对于图 2 所示的一段场景, 即可由 3 个同步代理和 4 个资源代理的组合完成对整段场景的规划。各代理根据具体的应用环境和所收到的消息决定是否被激活以及激活后所采取的动作, 并根据特定的通讯协议与其他代理进行通信。这里我们以对图 2 中 V_1 与 A_1 之间的时态关系的分析为例说明同步代理操作过程。

图 2 中 V_1 与 A_1 之间是 $X(d)Y$ 型的时态关系, 我们可根据图 3 所示的 $X(d)Y$ 的同步代理模型对其进行分析。这里假定 X :Video, 开始于 10:00AM, 持续 5min。Y:Audio, 开始于 9:55AM, 持续 15min。当该同步代理收到了 X 与 Y 的完整信息后, 在特定的时刻 (9:55AM), 该代理被激活, 并使初始库所 P_0 中含有一个有色托肯 $\langle X, Y, \tau, X_s, Y_s \rangle$ 。其中 $X=5\text{min}$, $Y=15\text{min}$, $\tau=5\text{min}$, X_s 、 Y_s 分别代表 X 资源、 Y 资源的地址。当变迁 Start 激活时, 根据弧的标识, 变迁 Start 分别在库所 τ 和库所 B 中放置一个有色托肯 $\langle 5, 5, X_s \rangle$ 与 $\langle 15, Y_s \rangle$ 。库所 B 中的颜色 $\langle 15, Y_s \rangle$ 将激活变迁 Cont.Y , 并将托肯 $\langle 15, Y_s \rangle$ 放入到输出端口中。对于库所 τ , 它含有一个 $\tau=5\text{min}$ 的时间参数, 在这段时间内, 该库所保持激活状态, 并将所含托肯锁定。当 τ 结束后, 托肯非锁定, 变迁 $\text{finish}\tau$ 激活, 在库所 A 中放置一个 $\langle 5, X_s \rangle$ 的托肯。这将激活变迁 Cont.X , 并将 $\langle 5, X_s \rangle$ 放入输出端口。该代理的输出端口将通过一定的通讯协议和接口标准与相应资源代理的输入端口相连 (X_s 、 Y_s 分别给出相应资源代理的信息), 并在其中放置相应的有色托肯。对于视频和音频对象的资源代理模型可如图 4 所示, 图中 ω 代表激活频率。如对于视频对象, $\omega=1/30$ 。因此, 库所 S 中将被放置 $5*30*60=9000$ 个托肯。这将连续激活变迁 t_s , 并将数据送入最终的输出设备, 直到 9000 帧数据输出结束。

5. 结论

基于代理的分布式同步 Petri 网规划环境可以较好的处理复杂的分布式多媒体事务间的同步关系, 它可以将媒体间复杂的同步关系分解为简单时态的线形组合, 并可对媒体间和媒体内的同步关系进行建模, 并有处理模糊问题的能力。对于代理间通讯协议和接口标准的制定以及研究适用与同步事务规划的数学分析方法是下一步的工作重点。

参考文献

- [1] T.D.C.Little etc, Synchronization and storage models for multimedia objects, IEEE J. on Select Areas in Commun., Vol.8. Apr. 1990
- [2] D.Shepherd etc, Extending OSI to Support Synchronization Required by Multimedia Applications, Computer Commun., Vol.13. Sept. 1990
- [3] Naveed U.Qazi etc, A Synchronization and Communication Model for Distributed Multimedia Objects, Proceedings of first ACM conference on multimedia, Aug. 1993
- [4] J.F Allen, Maintaining Knowledge about Temporal Intervals, Commun. Of the ACM, Vol.26 1983
- [5] Y.Yahya etc, MediaWare:On Distributed Multimedia Synchronization, Proceedings of the 2nd IEEE International Conference on Multimedia Computing and system, May 1995
- [6] 袁崇义, Petri 网, 东南大学出版社 南京, 1989
- [7] R. 大卫等, 佩特利网和逻辑单元控制器图形表示工具, 机械工业出版社 北京, 1996