

基于面向对象技术的 多媒体作品管理模型*

朱海滨 王 朴 胡守仁

(国防科技大学计算机系 长沙 410073)

摘要 WNCH(works, node, content, hotspot)模型是根据多媒体作品的作者和读者相统一的认知观点和多媒体作品的特点,采用超文本方式,结合面向对象方法设计的多媒体作品管理与组织模型,本文分析了多媒体作品的一般性特点,介绍了当前多媒体信息模型的典型例子,并着重讨论 WNCH 模型的组织、设计、表示能力及在多媒体作品管理(创作、阅读和导航)中的应用。

关键词 面向对象,多媒体作品,管理模型。

多媒体技术随着社会信息量的不断增加和新型信息媒体的不断出现而显得日益重要,在计算机信息的管理中,完全采用过去的信息管理方式已经不能适应多媒体信息的要求,必须采用新型的针对于多种媒体信息的管理方式和管理模型。高效、统一地管理多媒体信息是多媒体信息管理系统追求的目标,基于超文本方式的作品管理便是多媒体信息管理的一种有效方式。我们认为,多媒体作品的管理必须从认知角度研究适合于人(作者或读者)利用计算机创作或阅读的方法和方式,必须突出体现“机读”多媒体作品的特点。WNCH(works, node, content, hotspot)模型就是根据普通作者和读者相统一的观点,采用超文本方式,结合面向对象方法设计的,本文将着重讨论该模型的组织、原理、设计和应用。

1 多媒体作品的特点

当人们提起多媒体作品时,首先想到的是该作品中必然含有声、像、图、文等各种媒体的信息^[1~3],并以一种协调的方式表现。这的确是多媒体作品的第1大特点,也是必不可少的特点。

然而,人们往往忽视了另一个更有意义的第2个特点——“超”结构^[4],即以非线性组织结构代替传统作品的线性结构。通过“超”方式,多媒体作品的创作可以摆脱传统作品创作和阅读中的“一页页地翻书”的方式,作者或读者可以一种自由的方式进行创作和阅读,在这种

* 本文研究得到国家 863 高科技项目基金资助。作者朱海滨,1963 年生,副教授,主要研究领域为面向对象技术,多媒体技术及 CSCW。王朴,1938 年生,教授,主要研究领域为计算机系统结构,智能机,多媒体。胡守仁,1926 年生,教授,主要研究领域为计算机组织与系统结构,神经网络,多媒体。

本文通讯联系人:朱海滨,长沙 410073,国防科技大学计算机系

本文 1995-04-07 收到修改稿

作品的创作中,作者不但要处理一般的素材收集,更重要地是素材之间的相互关系,这正是现代影视作品中特别注重的创作手段——“蒙太奇”。^[6]多媒体作品在构造中,第1步是将传统作品的页顺序变成树状结构,然后通过进一步的“超”机制,实现页之间的相互联系。

多媒体作品的第3大特点就是多媒体信息的表现时序。^[7]在传统作品中,没有任何时序和动态概念。一本书的一页放在那里几天不动,读者还可以回过头来阅读,而对于多媒体作品,则不是这样。一旦打开一“页”(本文称为结点),所有与时间有关的媒体信息(如音频、视频)将会在短时间内表现完成,随后留下的便只是些静态信息(如静态图像和文字),与原始“页”完全不同。所以,有人称多媒体为连续媒体(特指音频和视频信息)。另外,在表现过程中,一个多媒体作品“页”是含有多种媒体信息的多媒体“页”,其中各种媒体的表现时机非常重要,若处理不当,将使作品失去原意。

作为第2特点的一个副产品,可以说是多媒体作品的第4个特点,即由于阅读方式的随机性,使读者/作者很容易迷路,也就是说,在某个时刻,读者/作者可能已经不知道他最初是要阅读什么作品了。所以,一般的多媒体作品系统都提供了导航工具^[1],以帮助用户回到他所希望的某个作品的某一“页”上。

作品的第5个特点是,用户(读者)使用信息是不确定的^[7],必须提供一组工具帮助用户,使用户可以根据自己的需要组织自己的文档,或根据用户信息,由作品提供导读信息,以便于适合特定读者的阅读。

下述的WNCH模型便是基于上述特点而设计的多媒体作品管理模型。

2 WNCH模型的构成

在多媒体信息管理的研究中,人们提出了许多不同的管理方法和模型,无论如何变化,都与上述多媒体的几大特点有直接关系。最典型的模型有MHEG^[4,9],DEXTER^[10]和Amsterdam模型^[11]、OCPN模型^[6]和Garg模型。

2.1 MHEG标准

MHEG标准是为了适应范围较广的多媒体对象,由ISO组织的第12工作组(WG12)应用面向对象设计方法制定的多媒体对象设计标准,主要用于支持①多媒体对象的交互性和信息同步,②实时表现,③实时交互和④最终表现。起初(1992年4月)只定义了2个类:内容类(Content)和投影机类(Projector)。后来重新组织定义了(1994年9月)7个类(不含3个抽象类MH-Object, Behavior和Component),其中,动作类用于控制对象的行为,定义了准备、创建、表现、更改、交互、激活、取值等操作;链接类用于定义源、目之间的关系;内容类指示各种单媒体信息;复合类用于支持多(超)媒体对象的形成;描述符类用于定义互操作功能;容器类用于重组各种多媒体数据。该标准仍在研究之中。

2.2 DEXTER模型

DEXTER模型称为超文本参考模型^[10,11],意指为通用超文本系统提供完整的模型支持,建议超文本系统的设计人员采用该模型,其目标是提供标准超文本概念及形式模型,将该模型做成评价不同超文本系统的标准,使该模型可用于开发超文本系统的互操作性和交互性。虽然称为超文本参考模型,但它由于在主要成分的定义中不分具体媒体,故可支持多媒体系统的全面管理。

该模型分为 3 层,运行(Run-time)层、存储(Storage)层和内部(Within-component)层。其中运行层主要支持多媒体信息的表现;存储层用于处理链或非链成分间的联系,其主要成分是容器。在该层上,模型对容器不分媒体类型统一看待;而在内部层,则主要处理超文本系统组织成分的内部结构和数据表示。另外,在运行层与存储层之间,应用了锚(Anchor)概念,用于支持段到段(Span-to-Span)的链接关系;存储层与内部层之间定义了表示定义(Representation specification)接口,用于支持多媒体信息的表现与数据存储之间的过渡。

该模型中提到的概念有结点、链、网、成分、复合成分、锚和 UID 等。

2.3 Amsterdam 模型 AMH

Amsterdam 模型 AMH 基于 DEXTER 模型^[9],进一步扩充了时间、连接和高级表现功能,形成了超媒体模型。其特点是将时态信息引入模型,使该模型更适于处理具有时态意义的视频、音频信息表现。作为时态信息引入的副产品,该模型可以处理同步表现和时态连接等较高级的表现工作。

2.4 OCPN 模型

OCPN 模型意为对象综合 Petri 网^[6],旨在用 Petri 网来规范描述多媒体合成对象中子对象之间的时序关系,共定义了 7 种二元对象的时间关系;其扩充版除了扩充了多元对象的时间同步问题,又进一步描述了空间同步问题,定义了 5 种二元对象的空间关系。

2.5 Garg 模型

Garg 模型基于一阶逻辑和集合论,旨在用严格的数学定义形式化描述超文本结构,该模型将基本概念特征化后用集合进行了定义。在此基础上给出了聚集和泛化等抽象机制的定义。

以上几种模型都具有各自的优点,但也有不足之处。DEXTER 是通过总结现有各类超文本系统的共性形成的模型,通用性较好,但概念繁杂,不易掌握和应用。AMH 模型是通过扩充 DEXTER 形成的模型,具有时态信息处理功能,但仍然沿袭 DEXTER 的基本模型,未能突破其限制。MHEG 标准是更一般的模型,适用面广,采用了面向对象技术,对建立通用的多(超)媒体对象具有指导性意义。但由于仍在工作中,并在不断修改,尚未推出最终标准。故目前还难以完全实用。OCPN 模型及其扩充模型基于 Petri 网描述方法,重点做了多媒体数据之间的时域和空间的同步描述,还不能完全处理多媒体数据的管理问题。Garg 模型旨在形式化描述超文本结构,更确切地讲,应该叫做超文本模型。

另外,还有许多模型,如基于图论的有简单有向图 HAM 模型、超图模型和高等图模型等,这几种模型主要在超文本的逻辑表示方面做了许多工作,还不能完全承担多媒体作品的管理工作。基于集合论的 Parumak 模型等也属于超文本表示方面的工作;ODA 模型作为标准,因其对于各种文献的广泛适应性,也可用于描述超文本结构,但仍不能很直接地解决多媒体中的问题。鉴于此,我们在研究过程中,设计了新的管理模型 WNCH。

文献[2,10]都指出,一个多媒体系统应当分为 3 个层次。文献[2]分为用户界面层、抽象机层和数据库层。其中,抽象机层一般需要抽象形式模型的支持,在系统中起着关键的管理作用。文献[10]分为运行层、存储层和内部层。WNCH 模型的设计以支持超媒体抽象机层或存储层设计为主,并基于此,扩充到另外 2 层,寻求对多媒体系统的全面支持。在该模型下,相应的表现工作与数据管理工作得到了简化。面向对象技术是一种颇受欢迎、但又多有争论

的技术,相关文献很多,本文中不再赘述面向对象技术的一般概念,可参见文献[12]等,面向对象既是一种软件开发方法,也可以作为一种建立系统的基础方法.本文认为,面向对象思想的主旨是:

- (1)一切事物皆为对象;
- (2)任何系统(也是对象)均由对象构成;
- (3)系统的发展和进化均由系统的内外部对象的相互作用完成.

从机制上理解,我们认为,面向对象=抽象数据类型+分类+继承.

从特征上理解,它具有数据和操作的封装性、继承性,对象描述的一致性、动态性和自治性.这些都对多媒体数据的管理起着重要的支持作用.

WNCH模型的实现主要靠C++语言支持,以其面向对象机制实现本模型对应的各类对象.在现有的各类多媒体系统中,存在着结点、卡片、卡堆、链、热区等多种概念和管理机制(参见文献[4]),并把链分为结构链和基本链等,使理解多媒体系统的管理存在一定的困难.WNCH模型中取消了链的概念,我们认为,链这一概念在最初超文本管理中是以形象表示结点之间关系为目的引入的,但以面向对象概念^[12]看待多媒体中的信息,链只能是结点的必要属性和成分;同样,以作者或读者的观点看待作品,每一部分素材与其它部分的关系也是作品中这一素材的必要组织部分,因此,在WNCH模型中,链不再作为一种独立概念单独列出;另外,卡片在原意义上也是结点的一种特殊形式,故也不单独作为一种特殊概念列出.在WNCH模型下,作品(Works)由3种对象构成,即结点(Node)、内容(Content)和热区(Hot Spot).下面分别给出描述性定义.

定义1. 结点对象

结点对象是多媒体作品的基本组织单位.例如,一篇文章可以按章节组成,一部电影可以由镜头组成,这里的章节和镜头都是结点.任意媒体信息或任意种媒体信息的组合都可以作为结点来管理.

定义2. 内容对象

内容对象是指单媒体信息对象构成的信息素材单元,也是结点对象的组成部分.内容对象可分成各种单媒体信息对象,如文本内容对象、视频内容对象、图形内容对象和音频内容对象等,例如一幅画、一段话等都可以作为内容对象.内容对象是组成结点对象的基本单位,一个结点对象可以包含许多不同媒体的对象.

定义3. 热区对象

热区对象隶属于结点对象,是结点对象视图中的一个特殊逻辑区域,用于导出其它结点对象(在元组定义中为HotNode).在多媒体作品的组织中,它是“超”特性的唯一载体.

定义4. 作品对象

作品对象是一种动态对象,在创作过程中,它是多个结点对象的聚合对象,而对于一个创作完成的多媒体作品对象,它只含有一个结点(称为HOME)和一些说明信息的对象(类似于一本书的封面和封底),而通过这个结点,读者可以看到作品中的所有结点.可以说,作品对象是一个按作者的创作意图构成的结点集合.

上述的结点对象与传统多媒体系统中的结点不同,既包含多种媒体信息的复合对象,也包括各种单种媒体构成的对象.只含有单媒体信息的结点对象与内容对象是有所不同的.比

如,一个完全由文字组成的内容对象,由于引入热区才能使之成为超文本结点,它就不再是内容对象。

热区对象是结点对象的组成部分,用于多媒体作品的组织,它覆盖了传统意义上交叉索引链的概念。关于热区概念,有人也称之为锚。在使用热区概念时,有人将一段文字导向其它结点中的任何一部分(即段到段链接 span-to-span^[10])。我们认为这与面向对象的概念有冲突,应用面向对象技术,任何一个可以独立存在的信息对象都是以封装方式作为结点而独立存在的,一个结点对象中的某一成分使用任何手段都不能直接访问其它结点对象中的某一成分,所以,在 WNCH 中,通过热区能访问到的对象必然以结点对象形式出现。

可以将 WNCH 模型下的作品用元组形式定义为:

Works ::= <ID, Name, Home, WorksMessage, UserRegister>

Node ::= <ID, OwnerWorksID, Content, HotSpot, NodeMessage, Structure, UserLevel, ReferenceNode>

Content ::= <ID, OwnerNodeID, Rectangle, MediaType, ContentMessage>

HotSpot ::= <ID, OwnerNodeID, Rectangle, HotNode, HotSpotMessage>

其它元素可用 BNF 或元组定义如下:

Rectangle ::= <Point, Point>

Point ::= <x, y>

Structure ::= Father | LeftBrother | RightBrother | FirstChild | UpperRefNode | MiddleRefNode | LowerRefNode

MediaType ::= Text | Image | Video | Audio | AudioVision | Program | OtherMedia

UserLevel ::= Upper | Middle | Lower

WorksMessage ::= New | Open | Save | Home | Test | Authors | CreatedTime...

NodeMessage ::= New | Open | Save | SaveAs | Authors | CreatedTime | Delete
| Father | LeftBrother | RightBrother | FirstChild...

ContentMessage ::= Text | Image | Video | Audio | Aud-Vid | Move | Resize | Delete...

HotSpotMessage ::= Define | LinkNode | DeleteNode | Dismiss...

ReferenceNode ::= UpperRefNode | MiddleRefNode | LowerRefNode

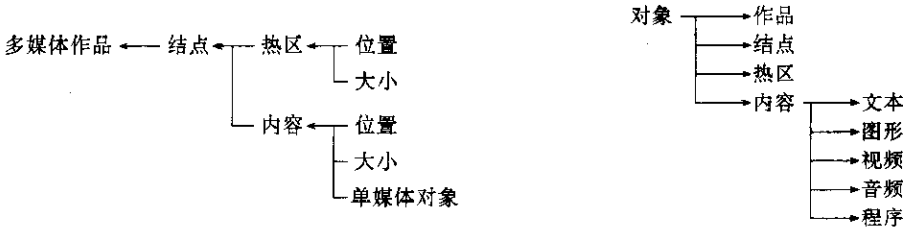
UserRegister ::= An object for repressing users' information

Home, HotNode, Father, LeftBrother, RightBrother, FirstChild, UpperRefNode, MiddleRefNode, LowerRefNode ::= Node

ID, OwnerWorksID, OwnerNodeID, Upper, Middle, Lower, x, y ::= Numbers

由上看出, WNCH 模型适合于关系数据库的应用,该定义直接支持关系数据库中各类数据库的结构的定义。同时,由于 MediaType 可以具有不同的表示方式,故可适用于不同的软硬件平台,也直接支持了创作工具(从窗口到菜单)的设计和实现。

综上所述,该模型中对象的关系^[12]如图 1 所示。由 WNCH 模型构成的作品是一种“金字塔”式结构,如图 2。



a. 聚合关系, A←B表示A对象由一个或多个B类对象聚合 b. 分类关系, A→B表示B是A的子类

图1 WNCH中的对象关系图

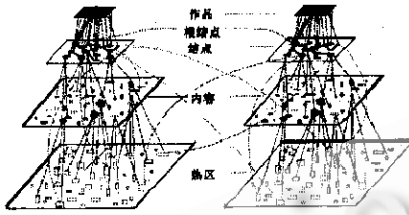


图2 WNCH模型的“金字塔”结构

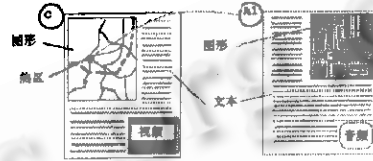


图3 WNCH可表示的结点

3 WNCH 模型 的表示能力

经过实践表明,WNCH 模型具有很强的表示能力,利用该模型既可以表示多媒体的综合,也可以表示超文本模式下的信息管理,也就是说可以表示完全的多媒体作品.如图 2 所示,一个多媒体作品的一般结构可以由结点及结点之间的联系来表示,“超”关系结构可以由热区的设置来表示.内容或内容的组合则表示了一个作品的某一页(一个结点平面表示,如图 3).其中,C 结点表示区域地图及其文字说明和相关视频信息,A1 结点为地图中的热区所指的结点(C 结点和 A1 结点可同属一个作品或各属不同作品),该结点的主要内容表示热区(同心圆表示)所指城市的具体描述(包括城区图和文字说明).

4 WNCH 模型支持的多媒体作品创作、阅读与导航

以结点对象为基本信息单位,以内容对象处理多媒体信息,以热区对象处理超链接功能,从而形成一个完整的多媒体信息管理模型 WNCH.一个基于 WNCH 模型的多媒体作品管理系统完成的主要功能就是将这 3 种对象组织成按用户要求的多媒体作品.

4.1 创作

在 WNCH 模型下的多媒体作品创作工具借助于 Windows 的支持可以很方便地形成,该工具按模型分为 4 层,分别是作品管理、结点管理、内容管理和热区管理.

作品管理可以使作者方便地处理作品的一般信息,如作品名、创作日期和时间、作者名等,还可以根据用户模型设置与作品相关的测试题目供读者来测试自己的水平,以确定阅读该作品的方式和路径.

结点管理主要支持作者设计结点的一般性信息和结点间的联系,并为热区和内容管理提供其定义环境,主要操作有建立、打开、保存、删除、作者名、创作时间等.

内容管理主要支持作者定义结点中的内容设计及编排,可以充分发挥作者的创意,使结点画面美观、易于为读者接受.主要操作包括加入各种媒体内容的操作(文本、音频、视频等)

和移动、删除、缩放等。

热区管理主要为支持作者定义结点间的“超”关系而设。作者可以方便地定义某一区域为热区,也可为某一区域指定对应的结点。主要操作有定义热区、链接结点、删除结点和取消热区等。可以看出,所述各项管理对应的功能均可在模型的定义中找到,也就是说,从模型设计中便可以知道实现的基本方法,这正是面向对象技术的优点所在,设计与实现的距离大大缩短了。

4.2 阅读

从读者角度来看,阅读一个多媒体作品比阅读一般的文献作品更为方便,因为这种作品能够引导读者阅读对他最为合适的信息。另外,一个想成为作者的读者可利用这一模型下的创作工具,先行在现有作品上进行修改,进而完成新的创作,而成长为作者。这正是多媒体系统追求的目标之一,让用户(读者)参与作品的创作。

WNCH 支持了阅读工具的实现,该工具是按读者的观点而设计的,同样也是以结点为单位的。通过结点的阅读支持了读者方便的阅读方式。

阅读过程中,首先找到一个作品。找到作品后,读者所见到的将是作品的封面和目录。在该工具中称为作品的 HOME 结点。读者在阅读过程中,除了不能修改作品外,其基本工作方式与作品创作类似,本工具与创作工具结合起来,可以有效地支持那些想成为作者的读者的学习过程,当他觉得有必要修改作品时,可以切换到创作工具去修改某一段作品。同时可以注意到,这里的结点不再是创作工作中零散的结点,而是互相皆有联系的结点。

阅读按钮用于作者在创作过程中,随时调读现有已经编辑好的结点。通过 Home, Previous, Next, Back, Forward 和 Current 来阅读与当前结点具有直接次序关系的结点。为了支持这些操作,同样可以借助于 WNCH 模型中作品的基本单位——结点来形成一个读者阅读结点的历史记录对象。在统一的读者/作者观点下,WNCH 模型支持了 5 种阅读方式。

第 1 种相邻阅读,指使用静态结构关系阅读结点的相邻结点;

第 2 种顺序阅读,指通过阅读按钮 Back 或 Forward 顺序阅读已处理过(进入历史记录中)的结点,也可以通过 Next 或 Previous 按钮按固定顺序阅读;

第 3 种随机阅读,指使用导航工具阅读任意结点(可以毫无联系,完全由用户随机而定)。

第 4 种有指导性“超”阅读,指使用热区,可以根据作品定义的联系,跨大范围或跨作品阅读结点,这种阅读受到作者有意义的引导。

第 5 种自动连续阅读,表示用户可以连续(按静态结构次序)阅读该作品的所有结点(就好像作品自动翻页一样)。

有了这 5 种阅读方式,可以让读者或作者在 WNCH 模型支持下的“图书馆(读者观点)”和“出版社(作者观点)”中,“随心所欲,为所欲为”。

4.3 导航

在多媒体作品管理系统中,作品和每个作品中的结点数目非常多而用户(作者或读者)在创作和阅读过程中,要在一个小小的屏幕上完全清楚自己正处在作品的何处是相当困难的,导航工具便是用于给用户概括性结构所用的。导航工具可以指示当前用户正在处理(阅读或创作)的结点处于作品中的位置,只显示结点名以及结点之间的互连关系,这样用户

就可以即时地了解当前结点处在哪一个作品中的什么位置上。

在 WNCH 模型中,一大优点就是导航工具容易理解和实现,WNCH 模型将链接关系看作为结点的自然属性,故不必单独管理链接问题,导航中的基本操作也与结点链接属性的访问直接相关。因此,导航对象逻辑上是结点对象的一个简单映射。

正因为与结点对象逻辑上的一致性,所以,依据 WNCH 模型设计的导航工具不但可以指出用户当前结点在总体结构中的相对位置,而且提供了与创作工具相对应的操作。传统的导航工具,只是在用户希望查看位置时,再打开作品导航工具。而 WNCH 支持下的导航工具,可以在作品阅读之初就打开导航工具,该导航工具可以随时指示用户在阅读作品时的当前位置。也就是说,该导航工具是一种动态的导航工具。比如,可以在导航工具中,指出一个结点,然后回到作品创作工具中,通过 Current(当前结点)按钮,打开刚才所指示的结点。并且,创作工具中打开的结点将随时在导航工具中表现出来。这是逻辑一致性带来的直接效果。

5 结束语

综上所述,WNCH 模型的提出为多媒体信息的组织和管理提供了良好的支持,并在作品管理平台系统的实现中得到了实际应用。实践表明,该模型具有良好的适应性、概念统一、结构简单、使复杂的多媒体管理变得比较容易,易于进行智能推理和网络管理的功能扩充,适于分布环境下的多媒体信息管理,是一个实用的多媒体管理模型。

致谢 感谢课题组中沈清教授、朱晋宁、阳国贵和王峰等同志的共同工作,这些工作对促成该模型的形成起了重要作用。同时,感谢吴泉源教授对于模型的定义提出的宝贵意见。

参考文献

- 1 Berk Emily, Devlin Joseph. Hypertext/Hypermedia Handbook. New York: McGraw-Hill, 1991.
- 2 Campbell B, Goodman J. HAM: a general purpose hypertext abstract machine. Comm. of the ACM, July 1989,31(7):856~861.
- 3 O'Docherty M H, Daskalakis C N. Multimedia information system, The management and semantic retrieval of all electronic data types. The Computer Journal, 1991,34(3).
- 4 Krretz Fracis, Colaitis Francoise. Standardizing hypermedia information objects. IEEE Comm. Magazine, May 1992.
- 5 胡晓峰等. 超文本管理系统 HWS. 微型计算机系统, 1993, (2).
- 6 陆达. 多媒体作品的创作与评价. 多媒体世界, 1994, (8).
- 7 Lino M, Day Y F, Ghafoor A. An object-oriented model for spatio-temporal synchronization of multimedia information. Proc. of the Intl. Conf. on Multimedia Computing and Systems, Boston, Mass., May 1994.
- 8 王朴, 朱海滨等. 一个网络环境下的多媒体信息管理系统 MIMS. 智能计算机基础研究 '94, 北京: 清华大学出版社, 1994.
- 9 Colaitis Francoise. Opening up multimedia object exchange with MHEG. IEEE Multimedia, 1994, 1(2):80~84.
- 10 Halasz Frank, Schwartz Mayer. The dexter hypertext reference model. Comm. of The ACM, Feb. 1994, 37(2): 30~39.
- 11 Hardman Lynda *et al.* The amsterdam hypermedia model: adding time and context to the dexter model. Comm. of

The ACM, Feb. 1994, 37(2):50~62.

12 朱海滨. 面向对象技术——原理与设计. 长沙:国防科技大学出版社,1992.

AN OBJECT—ORIENTED MODEL FOR MANAGEMENT OF MULTIMEDIA WORKS

Zhu Haibin Wang Pu Hu Shouren

(*Department of Computer Science National University of Defense Technology Changsha 410073*)

Abstract Using hypertext style and object—oriented technology, the authors proposed the model WNCH (works, node, content, hotspot) for the management and organizing of multimedia works. This project is based on the unified view of readers and authors and the properties of multimedia works. In this paper, the properties of multimedia is analyzed, some examples of multimedia information models are introduced, the structure, design and expressing ability of WNCH model is described. At last, the application of WNCH model to multimedia works management including authoring, reading and guiding is discussed.

Key words Object—oriented, multimedia works, management model.