

50-55 人际通信对人机通信的启示:轮廓与细节相分离

刘正捷

(大连海事大学计算机系 大连116026)

TP391

摘 要 High communication efficiency of human communication is enabled by separate conveyance of the outline and the detail of a message. The author argues that current human-computer communication suffers from low efficiency due to the neglect of this basic feature, and suggests that a new approach to essentially improve human-computer communication could be explored by introducing the outline-detail separation. Based on this view, a conceptual model of human-computer communication is proposed in this paper. To counter the key role of context in the model, the author advocates that feasible context models should be based on the concept of close context, and also intuition amenable presentations of context should be adopted to facilitate establishment of common ground between communication partners.

关键词 Human-computer communication, Human communication, Model, Context, Common ground, Intuition.

1 引言

计算机做为人的信息处理能力的延伸与补充,其人机通信日益显示出其重要性,现在它已成为决定计算机应用系统成败的关键因素。计算机处理容量、输入输出设备以及软件技术的发展使人机通信能力有了长足的进步。然而,与自然形态下的人际通信相比,目前人机通信的效率仍然远低于前者,这已对计算机应用的发展产生了严重的制约,成为一个亟待解决的问题。

通信这一概念最先来自于人类社会,指的是人与人之间通过信号的产生、表示和识别机制所进行的信息传递。人机通信做为人际通信概念的引伸和发展,它所存在问题的解决应当可以从人际通信中获得某些启示。本文将从人际通信的特性分析入手,通过人际通信与人机通信的比较,指出造成当前人机通信低效率的主要原因之一是不具备人际通信所具有的轮廓与细节相分离的性质,然后在分析现有人机通信模型局限性的基础上,提出一种轮廓与细节相分离的人机通信概念模型,并探讨了基于这种模型建立人机界面所需解决的问题。

2 人际通信的启示

2.1 人际通信:轮廓与细节相分离

关于人际通信的研究有着比人机通信研究长得多的历史,从人类学、社会学、认知心理学、语言学、符号学以及信息论等不同领域对人际通信的研究使人们对它的认识有着相当的积累。人际通信从某种意义上可以被抽象为二个通信对象之间的信息流,那么这一信息流具有什么性质?它是怎样流动的?影响它的因素又有哪些?对此,曾从不同角度提出过一些有代表性的观点。

一些社会学家认为,在二个通信对象(传递者与接收者)之间传递的信息可以看成是由二部分组成的:传递信息(information given)和传出信息(information given off)。传递信息是传递者为了某个通信目的用词语符号或其替代物所传递的特定信息,该信息与所用词语符号之间的对应关系是由传递者与接收者共同赋予的。传出信息指的是传递者在传递信息基础上以非直接传递形式传递的进一步的信息,接收者可以借助这部分信息得出关于传递者的某些结论。比如,二个人之间的谈话或书信中所用的词语所直接表达信息可以被认为传递信息,而通

刘正捷 副教授、主要研究方向为人机交互作用及多媒体交互技术和信息直观化。

过上下文、背景知识、面部表情和语调等间接方式所传递的信息则是传出信息。

从语言学的角度,人际通信被认为具有编码(coding)和推断(inferential)二个层次,一个语句表达(utterance)的含义必须包括这二个层次上的理解。在编码层上,通信取决于接收者对语句表达的语义或浅表含义(thin meaning)的解码能力。这一浅表含义是不需任何上下文知识即可理解的一个语句(sentence)的共同核心含义(common core of meaning)。在推断层上,接收者要借助背景知识和推理能力对语句表达做进一步的理解,通过浅表语义与接收者认知过程的相互作用获得语句表达的解释。这一解释并不是以编码形式由传递者赋予该语句表达的,而传递者也无法保证接收者通过推理获得这一解释。一个语句的多个语句表达之间有着相同的浅表含义即共同核心含义,然而它们会有各自不同的解释。

Novak 和 Bulko 对此进一步明确指出,自然语言和示意图这些通信媒介都只是直接表达所传递信息的轮廓,而所传递信息的很多细节则必须由具有智能的接收者来加以补充。

以上这些观点虽然产生于不同的学科领域,侧重也有所不同,但我们可以从中得出这样的结论:人际通信中的信息流具有轮廓与细节相分离的特性。要传递的信息通常被分解为彼此相关的二个部分,即轮廓与细节,其中后者可以看成是前者在某种意义上的扩充,然后通过不同的途径分别传递。轮廓经由直接表达方式传递,而细节的传递则经由某些间接途径如上下文、背景知识等来实现。由于假定通信双方对直接表达方式的语义有一致的约定,轮廓的传递只需要较机械的编码和解码能力,不需要任何依据上下文等因素的推理,因而基本上可以认为不存在通信双方对它的不一致;相比之下,细节的传递主要依靠借助上下文和背景知识的推理,由于存在双方对上下文认定的不同以及背景知识和推理能力的差异,双方对细节存在着不一致的可能性,这个问题一般是引入额外的辅助对话来加以解决的。对这种通信机制来说,信息接收者的智能是必不可少的条件,如果接收者不具备依据轮廓做进一步推理的能力,相应细节的获取是不可能的,同时,这也要求轮廓的表达形式必须与接收者的推理机制相兼容。人对这种轮廓与细节相分离的通信方式具有高度的技能,他们(传递者)很熟悉在通信时具体的上下文情况下,接收者一般可以基于直接表达的信息

获得什么进一步的信息,并且在实际通信过程中仅凭直觉便可运用自如,当传递者欲传递某个信息时,他通常只是直接表达其中的一部分,而期望接收者根据通信时的具体情况去自行获取另一部分信息。在这种通信机制中,所传递信息只需部分地加以直接表达,人际通信正是因此而具有了高的通信效率。正如 Barwise 和 Perry 指出的那样,人际通信中往往只传递相对于当时上下文知识来说是必要的部分信息,是这种上下文依赖性使通信效率明显提高。

2.2 人机通信:症结所在

当我们从轮廓与细节相分离的人际通信的观点出发,去分析以人做为通信一方(且往往为主导一方)的人机通信的时候,作者注意到,从人的角度在许多人机通信的场合,根据当时的上下文往往可以从直接表达的信息去获得更进一步的信息。这一现象在人机通信的二个方向上都是存在的,例如:

(1) 计算机向人的信息传递

(a) 轮廓:在对某人信息的检索中计算机所给出的该人的年龄(比如,20周岁)

细节:从该人年龄做出的推断:此人大概没有博士学位

(b) 轮廓:计算机显示出的直观表示一组统计数字的曲线或曲面

细节:这组数字中隐含的某些趋向性信息

(c) 轮廓:在计算机显示的地图上用高亮度标绘出的某城市的符号

细节:从地图上凭直感得到的该城市与外界是否交通方便的印象

(2) 人向计算机的信息传递

(a) 轮廓:人向计算机输入的某伤病员的各种伤病症状信息

细节:所隐含的该伤病员的危重程度

(b) 轮廓:人用鼠标器指向计算机显示的一幅机器装配图中的某部件

细节:从图中获知的该部件与图中其它部件之间的空间关系及装配顺序

(c) 轮廓:人向计算机输入的某学生所学专业

细节:所隐含的该学生应学习的课程

从以上例子可以看到,在当前的人机通信中,从人的角度来看许多从人向计算机或从计算机向人直接传递的信息确实隐含着由当时上下文决定的特定信息,而且有时人(借助直觉或推理)或计算机(借助机器推理)也的确可以从直接传递过来的信息中得

到更多的信息。但不论是人还是计算机都没有将这部分额外获得的信息当做对方有意传递过来的信息的一部分,而仅仅做为与对方无关的自己的信息处理结果来对待。从人这方面来说,他不能将额外获取的信息当做计算机有意传递的信息,更不能进而将其纳入双方共同认定的上下文并据此与计算机通信,否则将会由于双方认定上下文的不同而导致通信的失败;同时,由于计算机不具备与人对等的信息接收机制;他也不能以自己熟悉的轮廓与细节相分离的方式向计算机传递信息。而从计算机这个方面来说,它获取额外信息的机制或者并不是按照轮廓与细节相分离的信息传递原理而建立的,或者根本就不是以人机通信为目的,因此无法用来以轮廓与细节相分离的方式接收和传递信息。由此我们可以得出这样的结论:目前的人机通信并不是一种轮廓与细节相分离的机制,与此相适应,目前的人机交互作用研究也主要侧重于探索准确和高效的信息直接传递手段,即如何将欲传递信息做为一个整体以直接表达方式传递,而不是将其分离以借助间接途径来传递部分信息。

当意识到在人际通信中,相当部分(有时甚至是大部分)欲传递信息是做为细节以间接途径传递时,作者认为:导致当前人机通信低效率的主要原因之一在于计算机不具备与人对等的轮廓与细节相分离的通信机制。这也明确指出了可以从根本上改进人机通信的研究方向;如果我们可以建立轮廓与细节相分离的通信机制,在欲传递信息的轮廓被直接传递的同时,使其隐含的细节经由间接途径传递,那么人机通信的效率将会获得提高。

3 轮廓与细节相分离的人机通信模型

为了探索建立轮廓与细节相分离的人机通信的途径,我们需要一个相适应的人机通信概念框架或模型,以便考察其性质,找出要解决的问题,探讨可能的解决办法。下面我们将在考察现有模型的基础上,提出一个新的人机通信概念模型。

3.1 相关的人机通信模型

做为研究实践中采用的各种观点和途径的理论抽象,在人机交互作用领域曾提出和运用了许多人机交互作用模型,它们具有不同的模型化对象以及不同的模型使用者和用途。其中有些模型从不同侧面对人机通信中的信息流进行了刻画。

人机通信中的信息流可以被看做是一个循环于现实世界和虚拟世界(现实世界的计算机模型)之间

的信息环流。设法使该信息环流通畅以提高其效率是一些人机通信模型的主要目标。做为 Norman 的执行评价循环模型(Execution-Evaluation Cycle Model)的一种扩充,Abowd 和 Beale 在他们提出的交互作用框架(Interaction Framework)模型中,将人机交互作用系统抽象为系统、用户、输入和输出四个主要成分,指出了这些成分使用着各不相同的语言,即核心语言、任务语言、输入语言和输出语言,并且强调了在信息环流上不同语言之间的转换对提高人机通信效率的重要性。守屋慎次和中谷吉久在他们提出的人机通信模型中引入了“场”的概念。场被定义为存在于人机界面上的现实世界与虚拟世界之间的中间媒介,它完成二个世界间信息形式的转换。在此基础上,他们又引入了“公共场”的概念,并将其定义为通过采用在视觉上和语义上均与现实世界对象相兼容的隐喻(metaphor)来衔接输入和输出信息流的场。他们指出,通过在人机间建立公共场,能够将原来横跨现实世界与虚拟世界的信息环流一分为二,分解为二个较小的信息环流,一个存在于现实世界与人机界面之间,另一个存在于人机界面与虚拟世界之间,如图1所示。

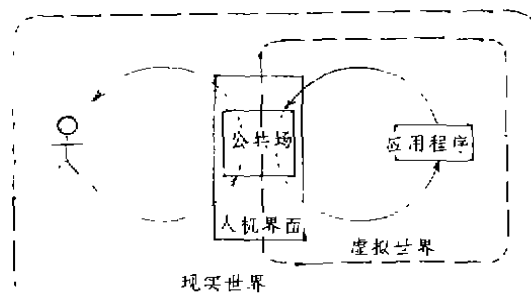


图1 公共场对信息环流的分割

在这种情况下,人的思考和操作只需针对现实世界,而不必针对他所不熟悉的虚拟世界,这使得人所具有的在现实世界中的技能可以充分发挥作用,从而通过减轻人的记忆和认知负担提高人机通信的效率。

另外一些模型引入了计算机通信的概念,将人机通信视为消息传送,它们采用分层消息传递协议的方法以各不相同的层次划分和侧重对人机通信加以模型化。Taylor 提出的分层协议(Layered Protocol)是其中具有代表性的模型,如图2所示。

在分层协议模型中,一个消息被重复地转换为下一层次的一个子消息序列,直至在最低层被转换

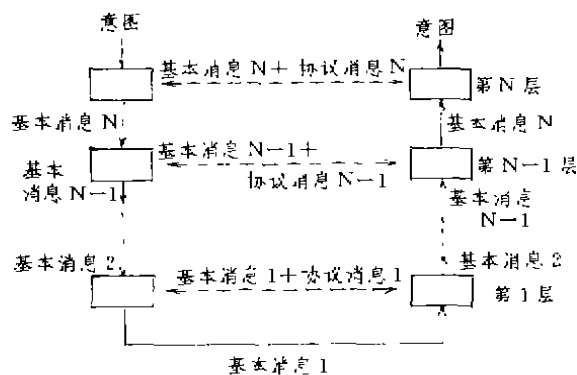


图2 人机通信的分层协议

为基本的物理动作。同时，在每一层次中除了在该层传递的基本消息之外，还引入了协议消息以排除可能的含混，保证传递的正确性。该模型的基础是人在自然通信中所具有的对信息加以不同层次抽象的特性，它指出人机之间准确高效的信息传递可以通过区分消息传递的不同层次，并在通信双方建立相应通信协议的途径来解决。

尽管以上这些模型从不同方面揭示了人机通信信息流的一些特性，并相应地指出了改进人机通信的方向。但是，它们仅仅将这一信息流视为消息传递，把消息看成做为一个整体以直接表达方式传递的信息片断，并没有考虑到人际通信中将信息分离为轮廓与细节并以不同途径分别传递这一基本特性，这使得这些模型难以做为我们考虑轮廓与细节相分离的人机通信的概念基础。因此，我们应当建立

一个从轮廓与细节相分离的观点来刻画信息流的人机通信模型。

3.2 轮廓与细节相分离的人机通信概念模型

从轮廓与细节相分离的观点出发，人机通信中二个方向上的信息流都应被分解为二个彼此关联的子信息流，即以直接表达方式传递的轮廓和以间接途径传递的细节，如图3所示。

这里需要对引进的几个概念加以定义。

消息：这是信息传递者意欲向接收者传递的一个信息片断。这一概念将接收者在通信过程中自行获取的不为传递者有意传递的那部分信息排除在外。

上下文空间：这是通信双方所具有的与当前通信有关的所有知识的集合，包括常识性知识、相关的领域知识、关于目前对话过程的知识如对话事件、提及的对象和相互关系以及所蕴含的通信意图，及其通信所处的感知觉环境。它构成了通信所发生的信息空间。

轮廓：这是相对某特定上下文空间的所传递信息的主干部分，它通过通信双方都一致明了其含义的语言的或感知的传递途径，由传递者以直接表达方式向接收者传递。

细节：这是所传递消息中相对于轮廓的另一部分信息，它由传递者针对特定上下文空间隐含于消息轮廓中，可由接收者在接收轮廓的同时从上下文空间自行获得。

对于轮廓与细节相分离的人机通信来说，困难的问题并不是轮廓的表达，而是细节的传递。上下文

空间在人际通信的细节传递中起着主要的作用，因此它对相对应的人机通信也是一个至关重要的因素。在该模型中，计算机是借助一个上下文模型与人以轮廓与细节相分离的方式进行消息传递的，该上下文模型在通信过程中动态地保持着当前的上下文信息。在通信过程中，由计算机传递的消息在传递之前应根据当前上下文模型的状态分解为轮廓和细节二个部分，然后将轮廓以直接表达方式传递，而让细节由人从当时的上下文空间自行获取。与此类似，由计算机接收的消息也以相对应的方式处理，即直接接收到

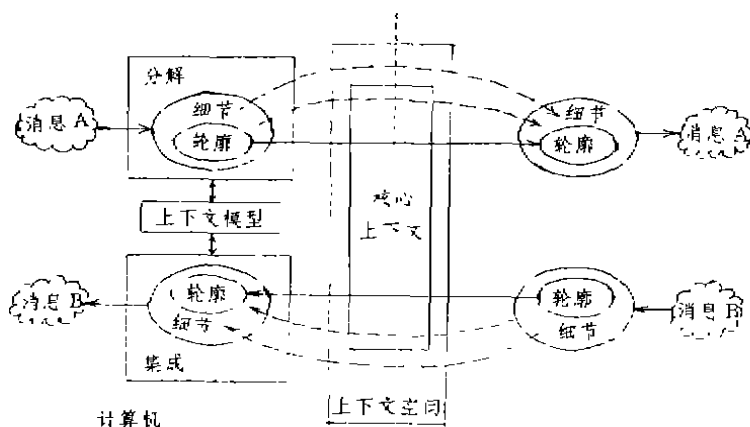


图3 轮廓与细节相分离的人机通信信息流

的信息应当做为所接收消息的轮廓,并以此为基础借助当前上下文模型去获取相对应的细节。在这里,计算机对消息的分解和集成必须与人际通信中遵循的法则相一致,否则将会导致人机通信的失败。

通常情况下,上下文空间涉及到大量信息,这使得在计算机的上下文模型中维持所有的上下文信息是难以实现的,同时也是没有必要的。许多研究表明,信息具有层次抽象结构。上下文空间尽管由大量信息组成,但这些信息与当前对话主题却有着不同的关联程度。一般说来,在人际通信中与当前主题关联最密切的上下文信息在细节传递上起着最关键的作用,而且通信双方对其认定也存在着较小的差异。另外,这部分上下文信息不仅在细节传递上起主要作用,而且还用来帮助简化轮廓的直接表达。因此作者认为,可行的轮廓与细节分离及分别传递机制应当建立在核心上下文(见图3)的基础之上。这里核心上下文被定义为上下文空间中相对其它部分来说与当前主题联系最密切的子集,可以最方便地被通信双方用来帮助传递和接收消息。可以认为核心上下文包括当前对话主题和目标以及紧接当前对话段前后的对话段和其它可方便获取的感知环境信息,如当前的视、听觉环境信息。

3.3 共同上下文空间及其展示

决定人际通信成功与否的一个重要因素是所谓的“共同基础(common ground)”或共同上下文空间,这包括通信双方共同具有的与通信主题相关的知识以及相互的信任和假设。在通常情况下,通信双方在通信过程中并不有意识地表现他们的共同基础,因为这难以表达,尤其是以言语形式。他们一般是想当然地根据自己认定的“共同基础”行事,因而各自认定的“共同基础”在某种意义上是由各自的记忆和回忆能力来决定的。因此,从一方面来说,这种情况有

着因通信双方各自认定的共同基础不一致而造成通信失败的潜在危险。而且有时通信的一方会由于难以准确判定对方所认定的共同基础,而对自己该说什么和怎样说以及对于对方消息的含义感到犹豫不决,这往往需要一段额外的对话来加以澄清。从另一方面来说,这种情况要求对共同基础进行记忆和回忆,从而增加了通信双方的负担。某些研究发现,人在与计算机交互作用时,似乎认为他与计算机之间的共同基础是很有限的,这表现为当他们认为自己是在与计算机系统打交道时,就很少使用代词和省略说法。根据以上分析,我们有理由认为,成功的人机通信机制的建立不仅取决于通信双方在处理所传消息时对上下文空间的利用,上下文信息在通信双方之间以某种形式的展示也将是一个重要因素。一个好的上下文信息展示方法将有助于人抓住更多的上下文信息,扩大通信双方认定的共同基础,减轻记忆和回忆负担,从而有效地增强双方通信时的信心,帮助双方以与当前上下文空间相适应的形式来传递信息,降低通信的失败率。特别是在引入了核心上下文的情况下,人按照人际通信的法则对上下文空间的利用有可能超出核心上下文的范围,从而导致通信失败,上下文展示的采用将能帮助人凭直觉去界定当前的核心上下文,缓解这一问题造成的通信障碍。

为了有利于人对上下文信息的获取和处理,上下文信息的展示必须与人的信息处理机制相兼容。许多研究指出,人的大脑以至少二种很不相同的模式来进行信息处理,即偏重于直觉(intuition)的直观(visual)模式和偏重于逻辑(logic)的言语(verbal)模式。消息细节部分的间接传递是一个需要参考上下文空间的信息处理过程,而上下文空间通常由大量信息构成。因此,除了通过引入核心上下文来缩小涉

及的信息空间之外,还需要找到可以使人高效率地从上下文展示获取上下文信息的途径。直觉是人所具有的一种认识事物的能力,利用这种能力人可以获得对事物即时和直接的认识而无需任何推理过程的介入,它擅长并行地参照大量信息去形成一个全局轮廓(global picture)。因此作者认为,与言语模式相比,直观模式更适合于人对上下文信息的获取和处理。所以上下文信息的展示媒体应当有利于把以逻辑为主的认知处理转移到以直觉为

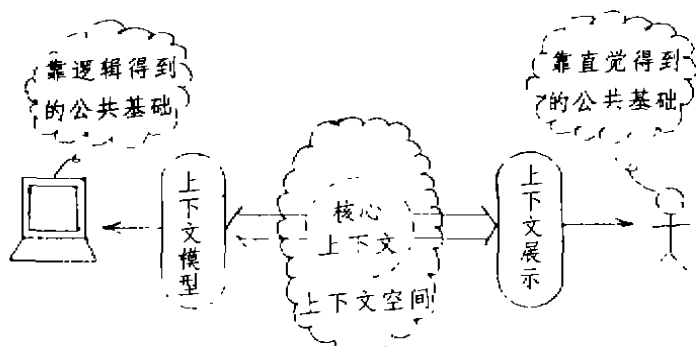


图4 通信双方公共基础的形成

主的感知处理上去,即它应当是那些可以有效激发人的直觉能力的信息表现媒体,如图和声音等,如图4所示。

4 结束语

许多领域的研究认为,人际通信的高效率在于其轮廓与细节相分离的通信方式。从人际通信与人机通信的比较分析来看,可以认为当前人机通信低效率的一个主要原因是它不具备轮廓与细节相分离的特性。为了从根本上改进人机通信,必须给予这一人际通信的基本性质以足够的重视。基于这样一种认识,本文提出了一个轮廓与细节相分离的人机通信概念模型。围绕上下文空间在该模型中的关键作用,作者指出可行的上下文模型应当建立在核心上下文基础之上,同时为了在人机间建立通信的共同基础,必须引入上下文展示,而且它应当采取与人的直觉能力相兼容的表现形式。

以上工作为建立轮廓与细节相分离的人机通信机制指出了一条探索的路径,但为最终实现这一目

标仍需对许多相关问题做深入的研究,这包括:

- (1)上下文模型的结构与表示;
- (2)轮廓与细节的分离和集成机制;
- (3)双方对所传递细节的相互确认手段;
- (4)核心上下文的界定方法;
- (5)上下文模型与上下文展示之间的映射;
- (6)上下文展示媒体对消息分离集成机制的影响及其对轮廓表达的辅助技术。

为了这些问题的解决,我们必须对人际通信有更进一步的认识,特别是其上下文的构成以及对轮廓与细节的分离集成的作用机理。同时,还需要结合特定的应用背景,通过对以上问题的深入探索去形成相应的理论、方法和技术。为此,作者已经针对图(pictorial information)在人机通信中的上下文作用开展了研究。尽管面临的任务是艰巨的,但鉴于轮廓与细节相分离是人际通信的基本特性,我们有理由相信,研究和建造具有同样特性的人机通信机制,将有望开辟一条从根本上改进人机通信的道路。(参考文献共23篇略)

(上接第26页)

具,它可能被认为是新一代的可视化软件平台,因此,它将对科学计算可视化过程提供更为完整的理解能力。体描绘是一种直接把3D数据生成图象的描绘技术,传统的图形是用几何元素如点、线、多边形等生成,而体描绘最基本的元素是体元(Voxel),它类似于2D图形元素中的象素,目前在体描绘中最常用的两种方法是投影方法和光线投射方法。下面我们给出目前以及将来科学计算可视化在网络中的各种发展情况,见表1。

表1

	目前('90)	以后('95)	将来(2000)
超级计算速度	1GFLOPS	20-100GFLOPS	1TFLOPS
大容量存储能力	2TB	10-1000TB	100000TB
局域网传输速度	2Mb/s	0.5-1Gb/s	10Gb/s
工作站性能	10MFLOPS	20-50MFLOPS	10GFLOPS
计算方法	无交互式	交互式、延迟	交互式、实时
可视方式	后处理	可视计算环境	感知计算环境

五、结束语

网络和科学计算可视化两种技术的结合,对超级计算模拟和分析所产生的大体积数据将有很重要的作用,一种技术的限制将导致另一种技术的停滞。

在将来的超级计算环境中,科学计算可视化和网络的发展将极大地提高在计算科学中的计算与分析理解能力。我们相信,随着 $T(10^{12})$ FLOPS 计算时代的到来,科学计算可视化和网络将迎来新的发展。

现在,我们正着手研制开发基于银河超级计算机、高性能图形工作站及高速网络环境下的 DVADE (Distributed Visualization Application Development Environment),该系统致力于实现两个目标:与学科的无关性和可视驱动功能。可视化在国内还起步不久,离国际水平还有差距,我们还必须在软件、硬件上,尤其是应用方面作艰苦的努力。

参考文献

- [1]G. M. Nielson, Visualization in Scientific and Engineering Computation, Computer, Vol. 24, No. 9, 1991
- [2]M. P. Brown, Scientific Visualization, IEEE Computer Graphics & Application, Vol. 3, No. 5, 1989
- [3]L. J. Rosenblum, Scientific Visualization at Research Laboratories, Aug. , 1989
- [4]R. J. Hubbard, Cooperative Visualization of Computational Fluid Dynamics, Eurographics' 93, Vol. 12, No. 3, 1993