

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 97196520.X

[43]公开日 1999年10月13日

[11]公开号 CN 1231742A

[22]申请日 97.7.2 [21]申请号 97196520.X

[30]优先权

[32]96.7.19 [33]US [31]08/684,003

[86]国际申请 PCT/US97/10856 97.7.2

[87]国际公布 WO98/03907 英 98.1.29

[85]进入国家阶段日期 99.1.18

[71]申请人 微软公司

地址 美国华盛顿

[72]发明人 埃里克·赫维茨 约翰·S·布里斯
大卫·E·赫克曼 萨姆尔·D·赫伯林
大卫·O·赫沃尔
阿德里安·C·克莱恩
亚克布思·A·罗莫尔斯
格里高利·L·肖

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所
代理人 于 静

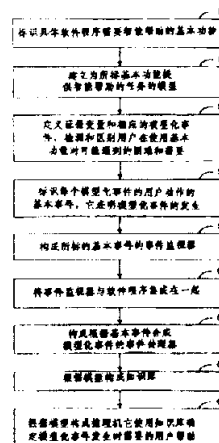
权利要求书 9 页 说明书 43 页 附图页数 34 页

[54]发明名称 智能用户辅助设备

[57]摘要

通用事件合成和监视系统可以通过组合低层事件建立高层事件。事件描述工具可以迅速开发通过组合低层事件建立高层事件的通用事件处理器。事件系统与推理系统结合后能为各种目的对几类事件进行监视和推理。这些事件包括:当前上下文,程序中关键数据结构的状态,以及包括在与图形用户界面交互作用时用鼠标器控制的光标所作的行动、在请求帮助的自由文本查询中键入的词、有关用户的视觉信息(如凝视、姿态信息)和语音信息的普通用户输入序列。此外,本发明所提供的方 法通过建立根据对用户行动、程序状态和词的信息分析计算各备选的用户意图、目标或信息需要的概率的推理模型构建一个智能用户接口系统。这个智能用户接口系统监视用户与软件应用的交互作用,进行概率推理,体会用户在使用特定功能或完成具体任务上可能需要帮助。这个智能用户接口还接受用户请求帮助的自由文本查询,将对用户行动和程序状态的推理分析与对

自由文本查询的推理分析综合加以考虑。推理系统访问内容丰富的可更新的用户资料系统,不断查核用户的能力,根据用户能力改变所给出的帮助。



ISSN 1 0 0 8 - 4 2 7 4

权 利 要 求 书

1.一种为一个软件程序配置一个帮助用户操作这个软件程序的智能用户接口设备的方法，所述方法包括下列步骤：

5 标识所述软件程序中需提供智能用户帮助的程序功能；

构建一个为所述软件程序中所标识的程序功能提供智能用户帮助的任务的推理模型；

定义所标识程序功能的模型化事件，供推理模型为提供智能用户帮助用；以及

10 为每个模型化事件标识一个或多个意味着本模型化事件发生的基本用户接口行动。

2.权利要求 1 的方法，所述方法还包括下列步骤：

构成一个监视所标识的基本用户接口行动的事件监视器；以及

15 将事件监视器与所述软件程序集成在一起，装备所述软件程序，以便实现智能用户帮助。

3.权利要求 1 的方法，所述方法还包括下列步骤：

构成一个根据基本用户接口行动组成模型化事件的事件处理器。

4.权利要求 1 的方法，所述方法还包括下列步骤：

根据所述模型构成一个知识库；以及

20 根据所述模型构成一个利用知识库确定在有模型化事件发生时所建议的用户帮助的推理机。

5.权利要求 4 的方法，其中所述确定所建议的用户帮助是通过一个概率分析推断出在发生一些具体模型化事件的情况下看来最为有用的用户帮助来实现的。

25 6.权利要求 5 的方法，其中所述概率分析是利用一个贝叶斯网络执行的。

7.权利要求 5 的方法，其中所述概率分析是利用一个贝叶斯影响图执行的。

8.权利要求 1 的方法，其中所述模型化事件包括有关在所述程序中的

数据结构的状态的上下文信息。

9.权利要求 1 的方法，其中所述模型化事件包括在寻求使用所述程序的帮助信息的自由文本查询中的词。

10.权利要求 1 的方法，其中所述软件程序在一个带有语音识别系统的计算机系统上执行，而所述模型化事件包括由语音识别系统识别出来的词。

11.权利要求 1 的方法，其中所述软件程序在一个带有显示屏和视觉识别系统的计算机系统上执行，而所述模型化事件包括由视觉识别系统识别出来的用户凝视显示屏的视点。

10 12.权利要求 1 的方法，其中所述模型化事件包括所述程序的菜单命令。

13.权利要求 1 的方法，其中所述模型化事件包括用户没有任何动作的时间段。

15 14.权利要求 1 的方法，其中所述软件程序在一个带显示屏的计算机系统上执行，而所述模型化事件包括在显示屏上显示文本后暂停了一段时间又接着卷滚。

15.权利要求 14 的方法，其中所述在显示屏上显示的文本是帮助信息，而所述模型化事件表示用户在使用这个具体程序功能上的能力。

20 16.权利要求 14 的方法，其中所述在显示屏上显示文本后暂停了一段时间又接着卷滚这个模型化事件用来表示用户对文本信息感兴趣。

17.权利要求 16 的方法，其中所述文本存储在模型化事件数据库内。

18.权利要求 16 的方法，其中所述文本的位置的路径存储在模型化事件数据库内。

25 19.一种计算机可读媒体，所述媒体存有计算机可执行的、实现权利要求 1 中各步骤的指令。

20.一种为一个软件程序构建的帮助用户操作这个软件程序的智能用户接口设备，所述设备包括：

一个从所述软件程序获取各事件的事件处理器；以及

一个根据所述事件的发生确定所建议的用户帮助的推理系统。

30 21.权利要求 20 的智能用户接口设备，其中所述软件程序装备成可监

视所述用户接口的行动和提取用户接口事件。

22.权利要求 20 的智能用户接口设备,其中所述软件程序是一个应用程序。

23.权利要求 20 的智能用户接口设备,其中所述软件程序是一个操作系统程序。

24.一种计算机可读媒体,所述媒质具有权利要求 20 中所述的各个计算机可执行部件。

25.权利要求 20 的智能用户接口设备,其中所述事件处理器将所述事件组成模型化事件。

26.权利要求 20 的智能用户接口设备,所述设备还包括:

一个为用户维护事件历史记录的用户资料系统,供推理系统在根据事件的发生确定所建议的用户帮助中使用。

27.权利要求 26 的智能用户接口设备,其中所述模型化事件数据库由存储在所述程序的用户的用户资料内的所述程序的持久性模型化事件初始化。

28.一种计算机可读媒体,所述媒体具有权利要求 26 中所述的各个计算机可执行成份。

29.权利要求 20 的智能用户接口设备,所述设备还包括:

一个启动由推理系统执行的推理分析循环的控制器。

30.权利要求 29 的智能用户接口设备,其中所述控制器周期性地启动推理分析循环。

31.权利要求 29 的智能用户接口设备,其中所述控制器每当有一个或多个事件发出时启动一个推理分析循环。

32.权利要求 29 的智能用户接口设备,其中所述控制器每当用户激活所述程序的帮助设备时启动一个推理分析循环。

33.权利要求 20 的智能用户接口设备,其中所述所建议的用户帮助是一个列有一些帮助主题的帮助主题表。

34.权利要求 33 的智能用户接口设备,其中所述推理系统利用概率推理分析确定帮助主题表,所述推理系统只列出在有事件发生的情况下相关似然性超过置信度的那些帮助主题。

35.权利要求 34 的智能用户接口设备,其中所述推理系统在一个可卷
滚对话框内以最高概率值为序列出相关似然性超过置信度的那些帮助主
题。

36.权利要求 34 的智能用户接口设备,其中所述推理系统每当一个帮
助主题与事件的发生相关的似然性超过一个门限值时自动为用户提供帮
助。

37.权利要求 36 的智能用户接口设备,其中所述门限值由用户设定。

38.权利要求 34 的智能用户接口设备,其中所述推理系统与概率推理
分析结合,在有事件发生时确定所述帮助主题表,在有一个自由文本查
询时用概率推理分析确定一个帮助主题表。

39.权利要求 38 的智能用户接口设备,其中所述推理系统只列出综合
分析中相关似然性超过置信度的那些帮助主题。

40.权利要求 34 的智能用户接口设备,其中所述推理系统每当用户输
入一个自由文本查询时只利用对这个自由文本查询中的词进行概率推理
分析确定一个帮助主题表。

41.权利要求 20 的智能用户接口设备,其中所述推理系统利用概率确
定所建议的用户帮助,每当确定在有事件发生时间用户需要帮助的概率
超过一个门限值时自主向用户提供帮助。

42.权利要求 41 的智能用户接口设备,其中所述门限值由用户设定。

43.权利要求 20 的智能用户接口设备,其中所述推理系统每当计算出
从用户获取的信息的值大于一个门限值时自主请求用户输入信息。

44.权利要求 43 的智能用户接口设备,其中所述门限值由用户设定。

45.权利要求 20 的智能用户接口设备,其中所述推理系统根据事件的
发生和用户提出的自由文本查询确定所建议的用户帮助。

46.权利要求 20 的智能用户接口设备,其中所述所建议的用户帮助通
过一个友善的用户接口以卡通人物形式提供给用户。

47.权利要求 20 的智能用户接口设备,其中所述事件处理器和推理系
统是作为从由一个软件程序、一个软件库或一个例示目标构成的组中选
出的单个成份实现的。

48.权利要求 20 的智能用户接口设备,其中所述事件处理器在一个推

理分析循环中只获取最近发生的特定数量的事件。

49.一种用于具有事件源的计算装置的事件处理器，所述事件处理器包括：

一个暂时存储事件的本地存储器；

5 一个根据一个或多个事件产生模型化事件的合成器；以及
一个存储所产生的模型化事件的数据库。

50.权利要求 49 的事件处理器，其中为所述存储在本地存储器内的事件指定一个有效期。

10 51.权利要求 49 的事件处理器，其中所述所产生的模型化事件各有一个指定的有效期。

52.权利要求 49 的事件处理器，其中所述事件是用户接口的行动。

53.权利要求 49 的事件处理器，其中所述事件源是从由一个软件程序、一个软件库或一个例示目标构成的组中选出的。

15 54.权利要求 49 的事件处理器，其中所述事件是基本事件，而所述合成器根据一个或多个基本事件产生模型化事件。

55.权利要求 49 的事件处理器，其中所述事件是基本事件，而所述合成器根据一个或多个基本事件和一个或多个模型化事件产生模型化事件。

20 56.权利要求 49 的事件处理器，其中所述合成器根据一个或多个模型化事件产生模型化事件。

57.权利要求 49 的事件处理器，其中所述本地存储器是一个环形队列。

58.权利要求 49 的事件处理器，其中所述本地存储器是一个数据库。

25 59.权利要求 49 的事件处理器，其中所述存储模型化事件的数据库位于系统高速缓存内。

60.权利要求 49 的事件处理器，其中所述数据库为每个模型化事件各配有一个记录。

61.权利要求 49 的事件处理器，其中所述数据库存有包括一组分别对各模型化事件发生次数进行计数的计数器的记录。

30 62.权利要求 49 的事件处理器，其中所述数据库的一个记录含有有效

期和概率动态信息。

63.权利要求 49 的事件处理器,其中所述数据库的一个记录是为持久性存储加的标志。

5 64.权利要求 49 的事件处理器,其中所述所产生的模型化事件是逻辑事件。

65.权利要求 49 的事件处理器,其中每个事件源分别配有一个独立的数据库,存储所产生的模型化事件。

10 66.权利要求 49 的事件处理器,其中每个事件源分别配有一个独立的数据库,存储所产生的模型化事件,还配有一个总数据库,存储共同的系统或应用事件。

67.一种计算机可读媒体,所述媒体具有权利要求 49 中所述的各个计算机可执行成份。

68.一种用于计算装置的事件系统描述工具,所述工具包括:

一种描述模型化事件的事件语言; 以及

15 一个将这种事件语言的语句翻译成目标码语言的事件语言翻译器。

69.权利要求 68 的事件系统描述工具,其中所述事件语言翻译器用来将事件语言的语句翻译成模型化数据库定义。

70.权利要求 68 的事件系统描述工具,其中所述事件语言包括时序算子。

20 71.权利要求 68 的事件系统描述工具,其中所述事件语言包括布尔型算子。

72.权利要求 68 的事件系统描述工具,其中所述事件语言包括集合论算子。

25 73.权利要求 68 的事件系统描述工具,其中所述模型化事件是一个推理模型的一些变量,而所述事件语言包括定义一个或多个模型化事件之间的概率关系的持久性的时序功能。

30 74.权利要求 68 的事件系统描述工具,其中所述模型化事件是一个推理模型的一些变量,而所述事件语言包括定义一个或多个模型化事件与这个推理模型中的一个或多个其他变量之间的概率关系的持久性的时序功能。

75.权利要求 74 的事件系统描述工具,其中所述推理模型是一个贝叶斯网络。

76.权利要求 74 的事件系统描述工具,其中所述推理模型是基于规则的推理。

5 77.一种计算机可读媒体,所述媒体具有权利要求 68 中所述的各个计算机可执行成份。

78.权利要求 70 的事件系统描述工具,其中有一个时序算子是从由速率、顺序、暂停构成的组中选出的。

79.一种用于智能用户接口的推理系统,所述系统包括:
10 一个含有时序推理知识的知识库; 以及
一个包括时序推理部件的推理机。

80.权利要求 79 的推理系统,其中所述知识库是一个贝叶斯网络。

81.权利要求 79 的推理系统,其中所述知识库是一组逻辑规则。

82.权利要求 79 的推理系统,其中所述推理机是一个贝叶斯网络。

15 83.权利要求 79 的推理系统,其中所述推理机还包括一个计算从用户处获取的信息的价值大于一个门限值的概率的信息价值部件。

84.一种计算机可读媒体,所述媒体具有权利要求 79 中所述的各个计算机可执行成份。

85.一种贝叶斯网络,所述贝叶斯网络包括:
20 一些表示假设的节点;
一些表示观察证据的节点; 以及
与观察证据节点中至少一个有关的时序推理近似函数,用来计算随时间改变的相关概率。

86.权利要求 85 的贝叶斯网络,其中所述观察证据是用户行动的模式化事件。
25

87.一种推理系统在有具体事件发生时自动从用户处获取非观察信息以确定所建议的用户帮助的方法,所述方法包括计算从用户处获取的信息的价值大于一个门限值的概率。

88.一种为一个软件程序提供智能用户接口帮助的用户资料系统,所述系统包括:
30

一个持久性地存储用户对所述软件程序的功能的经验的记录的用户资料数据库;

一个访问用户对所述软件程序的功能的经验的记录的用户资料访问部件; 以及

5 一个随着用户与所述软件程序的交互作用更新用户在操作所述软件程序上的经验的记录的事件状态更新部件。

89. 权利要求 88 的用户资料系统, 所述系统还包括:

一个通过获得有关用户在操作所述软件程序上的背景的信息确立用户能力的用户能力对话部件。

10 90. 权利要求 88 的用户资料系统, 所述系统还包括:

一个通过获得有关用户操作所述软件程序的目标的信息确立用户能力的用户能力对话部件。

91. 权利要求 88 的用户资料系统, 所述系统还包括:

15 一个通过获得有关用户在操作所述软件程序上的经验的信息确立用户能力的用户能力对话部件。

92. 权利要求 88 的用户资料系统, 所述系统还包括:

一个以最有用的信息为序列出在操作所述软件程序上训练用户的主题的用户化个别指导部件。

20 93. 权利要求 88 的用户资料系统, 其中所述用户资料数据库含有至少一个成功完成一个程序命令的记录。

94. 权利要求 88 的用户资料系统, 其中所述用户资料数据库含有至少一个没有成功完成一个程序命令的记录。

95. 一种计算机可读媒体, 所述媒体具有权利要求 88 中所述的各个计算机可执行成份。

25 96. 一种为一个软件程序配置的帮助用户操作在一个计算机上运行的这个软件程序的智能用户接口设备, 所述计算机配有一个具有一个语言模型和与语言中的词有关的概率的语音识别系统, 所述智能用户接口设备包括:

一个从所述软件程序获取各事件的事件处理器;

30 一个根据所述事件的发生确定所建议的用户帮助的推理系统; 以及

一个利用由所述推理系统确定的所建议的用户帮助修改由语音识别系统识别的语言的词的动态语言模型产生器。

97.权利要求 96 的智能用户接口设备,其中所述软件程序装备成可监视所述用户接口的行动和提取用户接口事件。

5 98.权利要求 97 的智能用户接口设备,其中所述软件程序是一个应用程序。

99.权利要求 97 的智能用户接口设备,其中所述软件程序是一个操作系统程序。

10 100.权利要求 99 的智能用户接口设备,其中所述操作系统利用语音识别系统命令和控制计算装置。

101.一种计算机可读媒体,所述媒体存有权利要求 96 中所述的各个计算机可执行成份。

102.一种修改在一个语言模型数据库内由一个语音识别系统识别的词的概率的方法,所述方法包括下列步骤:

15 接收来自一个带监测的程序的用户的行动;

根据用户行动合成模型化事件;

利用概率推理根据模型化事件计算出用户的需要的概率分布,和

利用概率分布修改在所述语言模型数据库内由语音识别系统识别的词的

20 103.权利要求 102 的方法,其中所述带监测的程序用来以语音指导软件控制。

104.权利要求 102 的方法,其中所述带监测的程序用来接受口述帮助查询。

25 105.一种计算机可读媒体,所述媒体具有实现权利要求 102 中所述各步骤的计算机可执行指令。

说明书

智能用户辅助设备

5 本发明与数据处理中的专家系统有关。具体地说，本发明涉及一种自动机推理系统和方法，通过推断用户在操作软件系统或应用上的需要和偏好为软件用户提供帮助和使计算机系统和软件的功能最佳化。

虽然在图形用户接口方面的显著进步已使各种软件应用对于个人计算机用户来说较容易操作和更富有成效，但是为了使使用更为方便就需要包括越来越多的复杂功能部件。首次面对一个复杂的软件应用，一个新的用户可能会被大量复杂的可通过用户接口的菜单和工具栏访问的功能搞得不知所措。对于一个不熟悉软件功能的用户来说，在希望发现怎样实施所希望的功能的过程中，通常不能依靠菜单冲浪，迅速地在菜单选项之间来回切换。即使用户知道一个或几个方法利用一个软件应用执行一项任务，然而往往找不到一条有效的途径。此外，用户可能知道怎样执行任务而不是自己执行任务，他们宁可让一个系统事先主动地确定他们的需要和执行或提供需执行的操作，如弹出即将需要的应用、退出应用和从远地服务器预取文件或信息以使它们在需要时马上可用。

以自动方式确定需执行的最佳行动或提供给正在用软件进行工作的用户的最佳信息需要开发与软件程序配合工作、具有根据用户的背景和行动识别出用户的要求、意图或目标的计算方法。这些方法可以通过构成和利用直接将用户的要求与他们的背景和行动联系起来的模型得出。

在采用模型对执行各种任务的人们的意图进行推理和根据这些模型提供可采纳的建议或帮助上已经有了一些研究。研究在教育中利用计算机的一些研究人员已致力于编制利用用户模型确定错误理解的原因和指导学生的最佳方式的程序。这些模型监视用户对问题和其他询问作出的回答。八十年代的战略计算倡议 (Strategic Computing Initiative) 把注意力部分集中在根据一组不同的输入对飞行员的意图进行推理和为他们提供驾驶和用战斗机战斗的最佳帮助的方法。在许多诸如“飞行员助理”

的课题中，工程技术人员致力于设计能对用户意图进行推理的系统。通常，采用基于规则的逻辑方法来确定或按优先次序排列可供选择的方案。

5 在利用概率模型模型化用户对诸如监视复杂、时间要求苛刻的应用之类的任务的要求上也做了一些工作。早期的一些对概率依从模型及其在改善信息显示上的应用的探讨反映在通过对用户建模控制向飞机驾驶员显示的信息的一些实验项目中。概率推理作为控制向飞行员显示的信息的一种措施进行了研究。其他工作包括利用决策论方法推断需向 NASA 任务控制中心的飞行工程师显示的最重要的信息。这些方法考虑了上下
10 文、用户熟练程度和来自宇航运载工具的遥测数据作出这些判决，利用了用户的想法和意图的瞬时性和概率模型。其他有关工作探索了在给定各个显示折衷方案情况下向飞行员显示的最佳类型的信息和解释。在其他工作中，科研人员研究了利用概率模型用计算机操作系统的命令行输入系统帮助正在工作的计算机用户。

15 还有一些项目注意力集中在利用若干组逻辑规则和根据逻辑规则的试探方法根据上下文和行动为用户提供帮助上。例如，在为 Microsoft Windows 操作系统编写的一些应用中可用的公共上下文敏感帮助可以通过选择一个图形目标和点击一个标准的帮助命令（例如键盘上的一个功能键）来访问。于是，就为用户提供帮助信息，说明这个图形目标（如
20 工具栏）的功能。另一个例子是 Microsoft Excel 产品中的 TipWizard 系统，它利用了一大组逻辑规则，不断监视相继发生的用户事件，为用户提供帮助，使他们更有效地完成任务。在授予给 Luciw 等人的美国专利 No. 5,390,281 所说明的对 Apple 计算机所做的工作中，利用了若干组规则通过应用对规则的若干条件与在具体情况下看到的、其中部分可转换为与这个规则指示的行动对应的强度的那些特定条件进行比较的启发式
25 推理在一些任务上为用户提供帮助。

30 还有一些工作对较为复杂的概率模型作了研究，考虑了用户目标和需要软件帮助中的不确定性。Microsoft Office 产品的 Answer Wizard 功能为了帮助用户使用计算机软件应用利用概率模型判读用户自由文本查询中的词。在这个工作中，在查询中可以看到的有关词组与各种帮助

之间的不确定关系用概率加以模型化。这方面的研究可参见美国专利申请 No. 08400797。

然而，这些以前的研究中还没有一个利用复杂的方法在不确定性的情况下考虑多种证据（包括用户的背景信息和程序自主监测到的用户的活动）对用户需要帮助进行推理，根据推理为用户提供有意义的相关帮助。这些系统也没有考虑监视用户与软件程序的交互作用，因此，在用户用自由文本查询直接请求帮助时，系统也不能将对自由文本查询中的词的分析与历来对用户行动和程序上下文的分析加以综合考虑。

因此，希望开发的是这样一种智能用户辅助设备，它能在考虑多种证据（包括用户的背景信息和用户的活动）的基础上自主地体会到用户在使用一个特定功能或执行某具体任务上可能需要帮助和显示可提供的相关帮助。还需要这样一种智能用户辅助设备，每当用户用自由文本查询直接请求帮助时，它能将对自由文本查询中的词的分析与历来对用户行动和程序上下文的分析综合起来加以考虑。本发明解决了在考虑多种证据（包括用户的背景信息和用户的活动）的基础上自主地体会到用户在使用一个特定功能或执行某具体任务上可能需要帮助和显示可提供的相关帮助的问题。本发明还解决了每当用户用自由文本查询直接请求帮助时将自由文本查询中的词的分析与历来对用户行动和程序上下文的分析综合起来加以考虑的问题。此外，本发明还能对几种事件进行监视和推理，这些事件包括：一个程序中的关键数据结构的状态，在通常与图形用户界面交互作用过程中用鼠标器控制的光标进行的普通用户输入序列，请求帮助时在自由文本查询中键入的词，有关用户的诸如凝视和姿态信息之类的视觉信息，以及语音信息。

本发明提供了一种为一个软件程序构建一个帮助用户操作这个软件程序的智能用户辅助设备的方法。对于这个所标识的程序功能，为完成提供智能用户帮助的任务建立了一个推理模型。这个推理模型通过分析有关用户的行动、程序的状态和词的信息计算出各备选的用户意图、目标和信息要求。定义了所标识的程序功能的一系列模型化事件供推理模型使用，以提供智能用户帮助。标识了表明发生模型化事件的基本用户接口交互作用。

本发明还包括一个使高层事件可以通过组合低层事件产生的通用事件合成和监视系统。这个事件系统与一个推理系统相结合能对几类事件进行监视和推理，以满足不同的需要。各类事件包括：一个程序中的关键数据结构的状态，在通常与图形用户界面交互作用过程中用鼠标器控制的光标进行的用户输入序列，请求帮助时在自由文本查询中键入的词，有关用户的诸如凝视和姿态信息之类的视觉信息，以及语音信息。本发明还提供了一种监视用户与一个软件程序的交互作用和加以概率推理的系统和方法，用来检测用户在使用一个特定功能或执行某具体任务上可能需要帮助。系统不断地审视用户的行动，根据这个信息产生有关用户需要和目标的概率。

在一个典型的实施例中，对各种基于文本的帮助主题或演示不同软件任务是相关的这些似然性进行计算，以便为用户提供帮助。对相关的帮助主题的概率以及用户可能需要帮助的概率也进行计算。在这个实施例中，在请求帮助时本发明计算出用户需要帮助的各种备选形式的概率，利用这个信息按优先次序列出一个帮助主题表。在还没有请求帮助时，系统利用它的推理确定用户可能需要帮助的时间，自主地提供帮助，这取决于计算得出的提供帮助的重要性是否超过用户设置的门限的值。每当用户用自由文本查询直接请求帮助时，这个实施例就将对自由文本查询中的词的分析与历来对用户行动和程序上下文的分析综合在一起加以考虑。

本发明包括一个丰富的可更新用户资料系统。在帮助主题实施例中，推理系统访问用户资料系统，不断核查用户能力，根据用户能力改变给出的帮助。

本发明还包括一个具有一个带注释的贝叶斯网络的新颖推理系统，以具备专用的时序推理能力。时序推理的机制用来考虑事件发生后事件与用户的当前需要和目标的相关性随时间的变化。这种推理机包括一个新的专用近似过程，它利用一个单个显式贝叶斯网络数据库，但根据自观察以后所过去的时间改变网络中的似然信息。

这种系统还允许用户控制在为用户提供帮助前必需达到的门限，这使用户可以根据用户各自对于受帮助打扰的容忍程度修改系统的行为。

最后，这些方法可以与多种图形用户接口，包括呈卡通人物形式的友善用户接口，结合起来。

在本说明的附图中：

图 1 为一个计算机系统的方框图；

5 图 2 示出了为一个软件程序构建智能用户设备的流程图；

图 3 例示了一个二变量贝叶斯网络；

图 4 为一个智能用户辅助设备的方框图；

图 5 为一个带监测的应用程序的方框图；

10 图 6 为一个与智能用户辅助设备配合使用的带监测的电子表格应用程序的方框图；

图 7 为一个事件处理器的方框图；

图 8 是一个建立模型化事件合成器的事件系统描述工具的方框图；

图 9 为一个用户资料系统的方框图；

15 图 10 为图 9 所示用户资料系统的事件状态更新例行程序的流程图；

图 11 为图 9 所示用户资料系统的用户资料访问例行程序的流程图；

图 12 为图 9 所示用户资料系统的用户化个别指导例行程序的流程图；

20 图 13 为本发明所提出的推理系统的方框图；

图 14 为例示利用本发明所提出的为用户提供帮助 的 IUAF 的任何软件程序的总影响关系的贝叶斯网络图；

图 15 为部分贝叶斯网络的例示图，示出了在各时刻的一些概率依从关系；

25 图 16 为按照本发明的原理设计的用来获取用户信息的信息价值过程的流程图；

图 17 - 22 分别例示了在一个电子表格应用的典型实施例中按照本发明的原理构成的 IUAF 的一些屏幕输出；

30 图 23 例示了在一个电子表格应用的典型实施例中按照本发明的原理构成的 IUAF 的屏幕输出，显示专为用户制定的个别指导的摘要；

图 24 示出了按照本发明的原理构成的 IUAF 的贝叶斯网络的一部分；

图 25 示出了用于电子表格应用的贝叶斯网络的一部分，其中例示了电子表格绘图数据的模型化事件和资料化事件；

5 图 26 示出了在一个电子表格应用的典型实施例中按照本发明的原理构成的带瞬时动态信息注释的贝叶斯网络；

图 27 示出了贝叶斯网络的一部分，其中例示了按照本发明的原理建立的在一个多应用的设置中帮助退出的模型；

10 图 28 - 30 示出了贝叶斯网络的一部分，其中例示了在一个多应用的设置中为帮助退出所进行的推理；

图 31 为示出 IUAF 控制器的各种控制模式的例示图；

图 32 为按照本发明所提出的将对用户行动和程序状态的分析进行的推理与对自由文本查询的分析进行的推理综合起来考虑的方法的流程图；

15 图 33 为本发明的自主帮助过程的流程图；

图 34 例示了为一个电子表格程序提供智能用户帮助的友善界面；以及

图 35 为显示利用推理结果改善语音识别的带语音识别系统的 IUAF 的方框图。

20 本发明提供了一种可以通过组合低层事件来建立高层事件的通用事件合成和监视系统。这种事件系统与推理系统相结合就能为各种目的对各类事件进行监视和推理。所谓各类事件包括：一个程序中关键数据结构的状态，在与图形用户界面交互作用过程中用鼠标器控制的光标执行的普通用户输入序列，自由文本求助请求中打入的词，有关用户的可视
25 信息（如凝视和姿态信息），以及语音信息。本发明还利用了一种新颖的事件描述工具，可以迅速开发能通过组合用户的行动来建立高层事件的通用事件处理器。

30 本发明还包括一种具有带注释的贝叶斯网络的新颖推理系统，以包括一些专用的瞬时推理过程。这种推理机包括一个特定的近似过程，它利用单个显式贝叶斯网络知识库，但根据自观察以后所经过的时间改变

网络中的似然信息。这个知识库包括带瞬时动态信息的专用注释，而推理机包括处理相关性随时间改变的专用过程。

本发明还提供了一种利用概率和逻辑推理决定为计算机软件用户提供帮助的最佳方式的智能用户辅助设备和方法。本发明还提供了一种建立智能用户辅助设备的方法，通过分析有关用户的行动、程序状态和词语的信息构造计算用户的意向、目的或信息需要的概率的推理模型。本发明的一个典型实施例通过对用户与软件应用的交互作用的监视运用概率推理来体会用户在使用某个功能上或要完成特定任务上可能需要帮助。本发明的这个实施例还接受来自用户的请求帮助的自由文本查询，将对用户行动和程序状态的推理分析与对自由文本查询的推理分析结合起来。本发明的这个实施例还采用了一个新颖的用户资料系统，存储最初可以通过用户输入或与用户的对话建立的、以后根据用户的行动更新的用户能力的信息。这个持久的用户资料提供了在推理分析期间所需的用户能力信息，还能在一段应用对话结束后为用户制定个别指导信息。

此外，这个实施例还包括确定什么时候用户可能需要帮助的自主帮助推理，根据计算得出的给予帮助的重要性和用户设定的门限的级别自动给予帮助。在用户真正用自由文本查询直接请求帮助时，系统还将对自由文本请求中的词的分析与对用户行动的历来分析结合起来。

图 1 为适合实现本发明典型实施例的计算机系统 10 的方框图。熟悉本技术领域的人员可以理解，图 1 所示的计算机系统 10 只是示例性的，本发明也可以用其他计算机系统配置（如分布系统和多处理器系统）和便携设备实现。计算机系统 10 包括处理器 12 和输入/输出系统 14。输入装置例如可以是摄像机 15、键盘 16、鼠标器 18、拾音器 20、指点装置或其他输入装置。输出装置例如可以是显示屏 22、打印机 24、扬声器 26 或其他输出装置。计算机系统 10 可以包括将语音系统与拾音器 20 和扬声器 26 对接的语音接口 27。计算机系统 10 可以包括将视觉识别和监视系统与摄像机 15 或其他带红外反射器或三维超声传感器的专用头盔对接的视觉识别和监视接口 29。计算机系统 10 还可以包括将计算机与网络（可以是局域网或诸如 Internet 那样的广域网）30 对接的网络接口 28。此外，计算机系统 10 还包括存有应用程序和智能用户辅助设备的系

系统存储器 32 和永久性存储器 34。永久性存储器可以是软盘、CDROM、硬驱动器或固件。计算机系统 10 包括操作系统 36 和一些应用程序，如电子表格（spreadsheet）应用程序 38、文字处理应用程序 40 或其他应用程序 42。系统总线 44 将处理器 12、系统存储器 32、永久性存储器 34 和输入/输出系统 14 互连在一起。熟悉本技术领域的人员可以理解，智能用户辅助设备可以直接并入应用程序，也可以是作为系统库或操作系统一部分的独立设备。

智能用户辅助设备（IUAF）综述

虽然软件适用性研究可以精确确定用户界面在访问复杂功能时的问题，加以简化，使用户界面对于访问这些功能更为直观，但对用户界面的改善并不能为没有经验的用户藏起大量的复杂功能或简化复杂功能的操作性而不减少通过界面暴露的功能数和/或仅暴露完整功能的简化版本。

软件程序适用性研究的一个附加收获是可以标识用户在使用某个软件程序的基本功能中遇到困难时的行为。本发明提供了一种通过观察和理解用户在遇到这种困难时或在可能由于提供自动帮助而获益时的行为为一个具体软件程序构成一个智能用户辅助设备的处理方法。

图 2 示出了为一个软件程序构成智能用户辅助设备的方法的流程图。这个方法的第一个步骤 50 是标出一个具体软件程序中用户遇到困难或可能从自动帮助获益的基本功能以及用户在遇到这些困难或希望得到帮助时的行动。完成这一步骤的一种方式是在对这个具体软件程序进行适用性研究期间观察和记录用户遇到困难时的行动。例如，在电子表格程序适用性研究期间，可能要请求与电子表格交互作用的用户更新电子表格上的数据的图形图表（如条形图）。然而，用户可能还没有改变或修正已建立的条形图的经验。于是，用户就表现出如下行为：首先，用户通过将鼠标器指针压到条形图上双击鼠标器按钮选择这个条形图；然后，用户会暂停一段时间，省视这个图表，寻思或搜索下一步操作。观察到这个行动，表示用户在利用电子表格的图表功能上正遇到困难。

一旦标出了在利用基本功能上的困难，下一个步骤 52 就是建立一个为所标基本功能提供智能帮助的任务的模型。一种模型是一个能表示可

观察证据、中间变量和所关注假设之间的概率关系的相关变量网络，如贝叶斯网络。贝叶斯网络是一个有向非循环图，其中的节点表示随机变量，而节点间的连线表示这些变量之间的概率关系。一个贝叶斯网络表示了一组变量的联合概率分布。业已研究了一些称为贝叶斯推理算法的计算程序来处理贝叶斯网络。这些算法用来在变量状态值有改变后更新贝叶斯网络中变量状态上的概率分布。状态改变的一个例子是在观察到这个领域的一些状态后为表示这个领域的这些可观察状态的变量的状态指定新的值。有关贝叶斯网络的情况可参见“智能系统中的概率推理”（“Probabilistic Reasoning In Intelligent Systems”，by Judea Pearl, 1Morgan Kaufmann Publishing Inc. San Mateo, 1988）。

节点中有些是表示可以观察到的证据的变量，而另一些则表示不能观察或很难观察到的所关注假设，这些假设在进行自动判决时要用到。图 3 示出了一个简单的二变量贝叶斯网络。这个网络表示了用户处于一个需要帮助的状态 68 与用户正在多菜单探索 69 或“菜单冲浪”（menu surfing）而没有进展之间的关系。菜单冲浪可以察觉，但用户是否需要帮助却不能轻易观察到。在对用户面对复杂软件功能遇到的困难进行建模中，证据节点可以表示用户在用一个软件程序功能完成朝向目标的行动或遇到困难时的行动，而假设节点可以表示用户的目标或用户为了用这个功能完成任务所需的具体帮助。例如，在创建一个图表时用户在选择建立了图表命令后暂停。可以用一个证据节点变量表示用户选择一个命令后暂定这个情况。一个假设节点变量可以表示在用户选择建立图表命令之后暂定的情况下用户在创建一个图表中需要帮助这个假设的概率。利用贝叶斯网络是构建这类用户行动与假设之间不确定关系的模型的一种方法。熟悉本技术领域的人员可以理解，也能利用其他模型，如判决树或基于规则的推理。

无论是哪种模型，下个步骤 54 是定义证据变量和相应的模型化事件，这些模型化事件能用来鉴别个人在使用软件程序基本功能上可能有的个别困难和所需帮助，并且在用户的与软件的交互作用中是可以察觉的。在构建智能辅助设备的贝叶斯网络模型中的一个关键任务是定义将要观察的证据变量和指出这些变量与表示所关注假设的变量之间的概率

关系。这些事件都是有利于检测和鉴别个人在使用一个软件应用的复杂软件功能特别是特殊的复杂软件功能上通常可能有的个别困难和需要的事件。

5 对于识别用户什么时候和需要什么样的帮助有价值的观测种类包括：搜索证据（如多菜单探索），寻思证据（如突然暂停或减慢命令流），注意力集中证据（如选择后停在目标上），无效动作证据（如命令/撤消、对话框打开后又关闭而没有动作），无效命令序列的证据、正在处理的文件的结构和语义内容，以及目标明确的行动序列。此外，程序状态和程序内容、用户能力、用户检阅信息的历史也都是有用的。

10 在构建贝叶斯网络 and 规定这些可观察变量中，重要的是要考虑将有利于检测用户行动的智能用户辅助设备的特性和规定。必需考虑那些软件系统或应用可加利用的基本事件。在发生时可被系统检测到的模型化事件设计成与可观察变量相应。模型化事件必需根据软件程序产生的基本事件定义。

15 在运行时，与可观察证据变量相应的在贝叶斯网络中模型化的模型化事件提供给推理系统，由它将这些证据变量设置为具体值。智能用户辅助设备具有考虑最近多个模型化事件并行发生的能力，考虑这些事件发生的时间的能力，以及利用这些所监测信息更新贝叶斯网络内受观察变量的状态的能力。在推理系统中，按照受观察变量的状态和定时对贝叶斯网络及其相应的动态改变的设置进行分析，产生各个所关注假设的经更新的似然性。这些概率用来对用户的行动作出判决，确定向用户显示什么信息。

20 完成定义贝叶斯网络中的证据变量及相应的模型化事件后，下一步骤 56 是标识指示发生各模型化事件的基本事件。模型化事件可用发生与用户行动或程序状态关联的单个基本事件定义，或者可以表示由一个或多个基本事件构成的序列。例如，（1）用户选择一个条形图和（2）停在这个图上超过 10 秒没有动作这两个基本事件可以合成一个模型化事件，相应于贝叶斯网络中的一个证据变量。这样两个基本事件可以组合成一个模型化事件 Sel-Chart-Pause，表示用户在更新电子表格的带数据
30 图表上有困难。

贝叶斯网络中的变量可以是二值的，也就是只有两个状态（如不发生、发生），也可以有多个状态。在有多个值的情况下，变量设置为状态中与观察相应的一个状态。虽然说明的是二值观察变量的情况，但这些技术也可以用于具有更多的值的变量。在观察到模型化事件、将情况通知推理系统时，与这个事件相应的证据变量就在得知事件发生的时刻被置为“发生”。每当对贝叶斯网络执行概率推理时，考虑所有可由模型化事件设置的变量的状态。通过推理，所关注的假设变量就会有所改变。例如，如果发生 **Sel-Chart-Pause** 和其他要更新用户在与图表有关的任务上有困难的概率的观察，那么指配给用户在更新电子表格的带数据图表上有困难这个假设的概率就可能增大。

模型化事件的另一个例子是用户选择了与图表有关的命令集中的任何一个命令后接着又选择 **Undo**（撤消）命令的行动。发生一个集合中任何基本或模型化事件之一后接 **Undo** 命令会合成一个 **Chart-Cmd-Undo** 模型化事件。在这个模型化事件设置贝叶斯网络中的相应证据节点后，可以看到指配给用户在更新电子表格的带数据图表上有困难这个假设的概率增大。再来看前面这个例子，模型化事件 **Sel-Chart-Pause** 的基本事件是（1）用户选择一个条形图，然后（2）暂停了超过预定的一段时间（如 10 秒）没有动作。

基本事件可以用作模型化事件。例如，**Del-Chart** 是一个基本事件，表示删除一个图表，但它也是一个模型化事件，相应于贝叶斯网络中的一个观察变量。

模型化事件还包括有关一个应用中的数据结构的状态的文本信息。例如，**Chart-View**，表示一个图表正在显示。这将增大用户需要图表制作有关帮助的概率。

出现在自由文本查询中的词也是基本事件。高层的模型化事件可以定义为在用户的查询中出现预定词集合中的一个词。如果用户的查询是“我怎样改变这个图表中的颜色”，那么在这个查询中发现一个词集合（例如，在这种情况下，集合含有词“修改”，“改变”，和“更新”作为它的元）中的一个词出现的这个模型化事件就送至推理系统。在查询中其他重要的词，如“颜色”和“图表”，被发现是包括在先前模型

化集合的包括类似的词的集合中也检测为模型化事件。这些模型化事件以与“改变”相同的方式加以分析。

模型化事件中在软件程序的多次使用中一直出现的那类定义为资料信息。这些模型化事件包括指示用户有能力或缺乏能力的事件，存储 5 在用户资料数据库内。存储在用户资料内的事件提供有关用户的附加信息，如用户在操作具体应用功能或完成特定任务方面的先前经验，或过去检阅指导材料的情况。这些事件可以相应于在贝叶斯网络内所表示的变量，由推理系统用来调整对假设的评估。

基本事件的其他类型可以包括有关用户是否在计算机前的信息，如 10 由附近检测器所收集到的，按用户的视觉特点来说，包括如由摄像机和视觉识别和跟踪系统所识别的用户凝视的视点、用户的表情或用户的姿势的信息，以及如由语言理解系统所检测到和所处理的 用户发话的语调的信息。

为每个模型化事件标识了基本事件和它们的适当组合后，下一步骤 15 58 是为软件程序构成一个事件监视器，监视用户接口的动作，提取推理分析需输入的基本事件。在构建智能用户辅助设备中，在步骤 60，将所构成的监视器与软件应用集成在一起，配备软件应用。熟悉本技术领域的人员能够理解，事件监视器可以集成在应用软件内，也可以是一个独立部件，作为系统库或操作系统的一部分。

为了完成智能用户辅助设备，事件处理器根据基本用户接口动作合 20 成模型化事件（步骤 62）。然后，根据模型构成一个知识库（步骤 64）。最后一个步骤 66 是根据模型构成一个利用知识库确定发生模型化事件时确定所建议的用户帮助的推理机。一个具有推理过程的贝叶斯网络既用作知识库也用作推理机。

图 4 为采用上述方法构成的智能用户辅助设备（IUAF）的一个实 25 施例的各部件的功能方框图。智能用户辅助设备包括一个带监测的软件程序 72，用来监视由正与这个软件程序交互作用的用户引起的行动或事件。事件处理器 74 周期性地核查这些行动或事件，以便发现它们之中是否有什么单独或组合在一起表示贝叶斯网络内的可观察变量的行动或事件。推理系统 76 对模型化事件进行分析，形成和评估用户可能需要什么 30

帮助的多个假设。这些事件能导致增大或减小用户在使用一个具体应用功能上或在完成一个特定任务上遇到困难的概率。

推理系统 76 还访问用户资料系统 76，查核用户能力，根据用户能力改变给予的帮助。用户的背景、表示在一些具体方面的能力的成功完成的关键任务和先前检阅的帮助都可以是存储在用户资料系统 78 内的变量。

IUAF 控制器 79 根据设定的控制模式启动推理系统 76 执行的推理分析循环。可以每当用户请求帮助时或每当发生某些特定事件中的一个或多个事件时启动推理周期，也可以就周期性地启动推理循环，或者是这些模式的任何组合。在控制模式设置成在发生一个特定事件时触发推理循环或设置成周期性地启动推理循环的情况下，每当计算出的提供帮助的重要性超过用户设定的自动帮助门限时，推理系统 76 将自动地为用户提供帮助。在控制模式设置成每当用户请求帮助时启动推理循环的情况下，每当用户提出自由文本查询时，就将对用户行动和程序上下文的推理分析与对自由文本查询中的词的分析结合起来考虑。

熟悉本技术领域的人员显然理解，本方框图中所示的这些功能块可以做成各个独立的部件，也可以将几个或所有的功能块做在一个部件内。例如，可以将一个独立的库配置成具有推理系统功能和事件处理器功能。在这样实现的情况下，推理系统可以周期性地向经装备的程序查询自上次查询后发生的所有基本事件，也可以就询问最近发生的特定数量的事件，然后推理系统可以访问这个具体软件程序的模型化事件数据库，确定这些基本事件中是否有一些是推理分析输入的模型化事件。熟悉本技术领域的人员也可理解，除了在用户用自由文本查询直接请求帮助的情况以外，推理分析可以只包括对用户行动和程序上下文的历来分析。在这种情况下，每当用户用自由文本查询时，推理分析可以只包括对自由文本查询中的词的分析。熟悉本技术领域的人员也可理解，对于不同类别的模型化事件，如查询中的词和接口中的行动，可以分别进行不同的分析，然后再对这些分别分析的结果进行综合。在综合中可以控制对不同分析的结果所加的权。

带监测的程序

任何软件程序或库都可以是一个带监测的程序，包括操作系统程序和应用程序。作为一个带监测的程序的例子，下面将对一个应用程序进行说明。一个典型的软件应用含有一个用户接口和一些应用过程。当一个用户利用输入装置通过按压键盘的键或点击鼠标器的按钮与一个软件应用交互作用时，操作系统就将这些用户行动翻译成事件送至这个应用程序。应用程序的用户接口部件对这些事件进行处理后送至响应这些事件的相应应用过程。为一个具体应用的智能用户辅助设备构成的事件监视器可以集成在应用软件内，如图 5 所示。在这种配置中，事件监视器 84 观测到有事件从用户接口部件 82 送至应用过程 86 时，就通过一个对事件处理器的呼叫接口将它们送至事件处理器。它也可以配置成一个是系统或应用数据库一部分的独立部件，周期性地呼叫应用程序，以将自上个周期以来的所有事件都发送给它，或者它可以就请求应用程序只发送特定数量的最近发生的事件。或者，它可以配置成操作系统的一部分，在这种情况下，事件监视器监视从操作系统送至应用程序的事件，并将它们送至事件处理器。

图 6 为作为在帮助主题实施例中的带监测的电子表格应用程序的功能方框图。当用户利用输入装置与电子表格应用程序交互作用时，操作系统将这些用户行动翻译成事件送至电子表格应用程序。例如，用户可以将鼠标器的指示压在一个菜单项上再点击鼠标器上的按钮。操作系统就将这个用户行动翻译成用户点击了一个应用菜单项的事件，将这个事件送至电子表格应用。带监测的电子表格应用程序 90 的用户接口部件 92 接收到这个事件后，就将它送至相应的电子表格应用过程 96 进行处理。电子表格事件监视器 94 监视从用户接口部件 92 送至应用过程 96 的事件，在发现这个事件时就将一个拷贝送至事件处理器。

25 事件处理器

事件处理器是一个通用的监视和事件合成系统，可以根据低层事件的组合来生成高层事件。事件处理器不需要具备复杂的推理能力。然而，熟悉本技术领域的人员可以理解，可以利用各种确定性和概率论的事件预处理方法进行任意的事件提取和组合，以各种数学函数（包括可以直接解释为似然性的那些）将事件变换为数值信息。

由于事件处理器产生由一些逻辑事件构成的集合，因此任何推理机（无论是基于规则的还是概率的）都可利用它的输出。图 7 为例示事件处理器各组成部分的方框图。基本事件或用户与输入装置交互作用由诸如带监测的程序那样的事件源 100 送至事件处理器。带监测的程序可以利用一个调用接口规定送至事件处理器的事件信息。接收到这些事件，事件处理器可以为每个事件加上时间标记，以几种存储信息的数据结构（包括记录数据库或以时间标记或先进先出为序的有限环形队列）中的一种数据结构存入诸如系统存储器那样的本地存储器 102。

模型化事件合成器 104 周期性地监视本地存储器 102 内的基本事件，搜索可以合成一个模型化事件的一个或多个基本事件。这通常可以由推理系统 74 在一个推理循环的开始加以启动。然而，模型化事件合成器 104 也可以在推理循环之间，如每当接收到一个新的基本事件或在接收到特殊的触发事件时，进行事件合成。于是，模型化事件合成器 104 按照在事件描述中规定的事件合成规则根据基本事件形成模型化事件。模型化事件合成器 104 将根据基本事件产生的各模型化事件存入模型化事件数据库 108。

熟悉本技术领域的人员可以理解，可以为每个利用智能用户辅助设备的独立程序分别配备一个模型化事件数据库。例如，可以为驻留在一个计算机系统的每个带监测的应用程序分别配备一个模型化事件数据库。熟悉本技术领域的人员也可以看到，还可以再配备一个独立的通用模型化事件数据库，存储诸如启动一个程序或退出一个程序之类的共同的系统或应用事件。在这种情况下，推理系统在推理循环内可以访问通用模型化事件数据库和当前正在运行的这个程序的模型化事件数据库。

在模型化事件数据库的一个例子中，这个数据库为每个模型化事件都存有一个单项记录。在一个带智能用户接口的程序启动时，存储在用户资料内的原有持久性事件可用来对模型化事件数据库进行初始化。随着合成器形成模型化事件，在模型化事件数据库内更新相应的事件记录。这种模型化事件数据库内的模型化事件的记录格式的一个例子为：

字段名	类型	说明
EventName	字符串	模型化事件的名称
Occurred	布尔型	指示这个模型化事件在它的有效期内发生的标志
Atomic	布尔型	指示这个模型化事件由单个基本事件得出的标志
StartTime	实数型	合成这个模型化事件的任何基本事件的开始时间中的最小者
EndTime	实数型	合成这个模型化事件的任何基本事件的结束时间中的最大者
Value	实数型	该字段保存对一个表达式的评估结果
LastTime	实数型	最近发生这个模型化事件的时间
Count	实数型	所有会话期内发生这个模型化事件的总次数
LastTimeThisSession	实数型	这个会话最近发生的时间
CountThisSession	实数型	这个会话发生的次数
Persistent	布尔型	指示这是一个持久性模型化事件的标志

这些字段中用来计数发生的次数和发生的速率的字段 **LastTime** 和 **Count** 存储在存储所有的持久性模型化事件的用户资料数据库内。程序初始化时，这些字段从用户资料数据库装入模型化事件数据库内的它们相应的模型化事件。

5 模型化事件只是在一段比较短的时间内才是有意义的。一个模型化事件有意义的这段时间称为它的有效期（horizon）。不同的事件可以具有不同的有效期。用户行动所产生的大多数事件的有效期的适当时间长度为 60 秒。有效期的长度确定了在推理系统 76 内考虑一个模型化事件的时间长度。

10 可以为每个模型化事件指定一个缺省的系统或应用有效期，也可以指定一个专用有效期。每当访问或更新模型化事件数据库 104 时，驻留在模型化事件数据库 104 内的超过有效期的模型化事件就被删去。然而，在从模型化事件数据库 104 内删去前，那些持久性模型化事件先录入用

户资料。通常，推理机 76 和用户资料都起着事件宿的作用，对模型化事件数据库 104 进行访问，提取模型化事件记录。然而，有一个例外。在程序初始化时，存储在用户资料内的原有持久性事件用来初始化模型化事件数据库 104，从而修改了程序的性能。

5 事件系统描述工具

事件描述工具可以在建立软件程序的智能用户辅助设备期间迅速地
为特定应用程序建立模型化事件合成器和模型化事件数据库。业已为根
据可由一个程序（例如应用）得到的基本事件（例如在 10 秒内访问多个
菜单而没有动作，光标压在电子表格位置等）构成模型化事件（例如菜
10 单冲浪）开发了一种语言。这种语言允许一些基本事件直接用作模型化
事件，和将一些基本事件形成较高层的模型化事件。此外，模型化事件
也可以再组合形成其他的模型化事件。具体地说，这种语言可以用注意
到时间性的算子对基本事件进行布尔组合，将布尔型事件组合成模型化
事件。事件描述工具可以直接与贝叶斯网络建模工具链接，使得在构建
15 和改进贝叶斯用户模型的同时可以产生模型化事件和它们的定义。

图 8 为用来产生模型化事件合成器 104 和模型化事件数据库定义
118 的代码的事件系统描述工具 110 的方框图。在定义模型化事件步骤期
间建立的每个模型化事件定义用来以事件语言 114 规定和描述事件。然
后，事件描述 114 送至事件语言翻译器 116，将描述的事件语言语句翻
20 译成诸如 C 那样的高级语言代码，以建立模型化事件合成器 104，事件
语言翻译器还建立模型化事件数据库定义。作为这个进程的一部分，事
件语言翻译器 116 还可以在应用一种数据结构的系统内直接根据模型化
事件数据库定义 118 建立模型化事件数据库 106，存储有关模型化事件
的状态的信息。

25 事件语言包括布尔和集合算子，以及包括暂停和顺序的时序操作。
模型化事件以用事件描述语言写成的独立文本段定义，然而，也可以利
用专用的定义形式构成。文本定义被建立为各模型化事件的命名语句
块。这些定义含有基本事件的标记，并且指出对一个或多个基本事件的
操作。以事件定义语言作出的模型化事件说明的通用形式为：

30 **declare ModeledEventName**

```

{
  <expression list>
}

```

对于 Dwell_on_Chart 模型化事件的模型化事件说明的例子为:

```

5 declare Dwell_on_Chart
{
  (and (Select_Chart, Dwell (5,s))
}

```

翻译器将事件定义语言的语法语句翻译成模型化事件名称
10 Dwell_on_Chart, 通过附加一个带事件名称的记录更新模型化事件数据库和初始化所有的记录字段。一个模型化事件可以是几个其他事件(包括其它模型化事件)的复合,也可以就是一个基本事件的重命名。这种事件综合语言支持需要对基本事件、模型化事件、算术和逻辑算子进行逻辑组合的中缀表示式。随着各基本操作的执行,所得到的中间结果处理
15 成为一个事件,具有类似的特性。

事件语言具有一系列逻辑、集合论算子和时序、算术算子。这些算子可以用来定义具体事件和根据事件集合广义化定义的事件。例如,高层事件可以通过用如下 Element 那样的算子进行抽象化或广义化建立:

20 Element($\{x_1, \dots, x_n\}$): 发生任何由事件集合 $\{x_1, \dots, x_n\}$ 中的元而引起的事件。这样的集合可以定义为特定的事件类。

时序算子可以用来以事件的时间顺序定义事件。时间间隔可以用用户动作数、时间量或其他可以定义为用户动作和时间的函数的时间间隔度量。例如,用经换算的秒定义模型化事件是很有益的。将度量时间间隔的秒用用户工作速度加以比例换算后,可使各时间常数适合工作速度
25 比平均用户速度快或慢的用户。在规定时间算子时,通过规定时间量纲 d 的值来指出测量时间间隔的量纲(例如, c 表示命令, s 表示秒, ss 表示经换算的秒)。下面列出了一些有用的时序算子:

Rate(x, t, d): 在量纲为 d 的持续期 t 内发生至少 x 个基本事件;

30 Ensemble_N($\{x_1, \dots, x_n\}, t, d$): 在量纲为 d 的持续期 t 内发生事件集合 $\{x_1, \dots, x_n\}$ 中的至少 N 个事件;

All($\{x_1, \dots, x_n\}, t, d$): 在量纲为 d 的持续期 t 内发生特定的事件集合 $\{x_1, \dots, x_n\}$ 中的所有事件;

Sequence($\{x_1, \dots, x_n\}, t, d$): 在量纲为 d 的持续期 t 内发生在一个事件集合 $\{x_1, \dots, x_n\}$ 中所规定的各个事件;

5 TightSeq($\{x_1, \dots, x_n\}, t$): 在量纲为 d 的持续期 t 内发生在一个事件集合 $\{x_1, \dots, x_n\}$ 中所规定的各个事件; 以及

Dwell (t, d): 用户有 t 秒或用量纲 d 换算后的 t 秒没有动作。

此外, 还可以规定一些参数, 用来定义贝叶斯网络内的模型化事件与其他变量之间自模型化事件发生以来随时间增大保持不变或改变的概
10 率关系。在一般情况下, 可以提供任何时间函数来描述贝叶斯网络内的事件与其他变量的概率关系在一个事件发生后随时间增大的改变情况。

具体地说, 这种语言可以描述在当时时刻 t_p 假设 H_j 为真的条件下过去在时刻 t_0 发生事件 E_i 的概率 $p(E_i, t_0|H_j, t_p)$ 自事件最近发生以来随
时间量 $t_p=t$ 增大而改变的情况。

15 表示时间动态的实用性差别包括有效期和衰减。

有效期: 在一个事件为真的时刻 $t=t_0$ 开始, 概率关系保持为 $p(E_i, t_0|H_j, t_0)$ 不变的时间间隔。只要当前时刻 t_p 与最近发现这个事件的时刻 t_0 的差小于有效期, 这个概率就保持不变。

20 动态: 描述 $p(E_i, t_0|H_j, t_p)$ 和 $p(E_i, t_0|\text{not}(H_j), t_p)$ 在有效期后的与时间有关的函数。动态可以概括地用由这些概率的比定义的似然比的变化来描述。这些函数指出了初始概率 $p(E_i, t_0|H_j, t_p)$ 和 $p(E_i, t_0|\text{not}(H_j), t_p)$ 随着事件成为真的时间距当前时间 t_p 的距离增大而改变的情况。可以断定, 这些概率在某个时间收敛为 $p(\text{not}(E_i)|H_j, t_p)$ 和 $p(\text{not}(E_i)|\text{not}(H_j), t_p)$, 而初始似然比在 $t_p=t_0$ 时收敛为这两个概率之比, 因此
25 可将这些函数评估为使概率或似然比从 $t_p=t_0$ 时的初始似然比衰减为与事件不发生相应的似然比。

这些概率可以计算为以初始概率($t_p=t_0$)、与事件不发生相应的概率和当前时间 t_p 为自变量的保证任何时刻概率之间一致性的函数。即:

$$p(E_i, t_0|H_j, t_p) = f[p(E_i, t_0|H_j, t_p), p(\text{not}(E_i)|H_j, t_p), t_p]$$

30 及

$$p(E_i, t_0 | \text{not}(H_j), t_p) = f[p(E_i, t_0 | \text{not}(H_j), t_p), p(\text{not}(E_i) | \text{not}(H_j), t_p), t_p]$$

用来定义模型化事件的算子可以影响得出的模型化事件的持续期信息。合取导致存储任何下级事件的最近发生时间，而析取导致存储与最先为真的下级事件相应的时间。

所产生的模型化事件的中间结果的值段按表达式结果设置。所有算术比较操作的结果或为 1（布尔“真”）或为 0（布尔“假”）。如果算术操作的自变量是一个事件，那么在这个事件发生时自变量估为 1，而在这个事件没有发生时自变量估为 0。为当前循环的时间段设置与基数相应的时间标记，换句话说，开始时间为上个循环的时间，而结束时间为当前时间。

由于这种语法允许递推，因此应该注意不要出现无限递推。这些语句输入一个称为事件描述块的文本文件。

然后，事件描述块 114 由事件定义语言翻译器 116 加以处理。事件语言翻译器将事件描述语言 114 变换成可编辑成机器语言的 C++ 代码，直接链接事件处理器系统库、IUAF 库、操作系统库或其他已实现的库。翻译一个高层事件描述的结果是建立模型化事件的模型化事件合成器 104。模型化事件合成器 104 在一个推理周期期间被调用时，建立当前有效的模型化事件的集合，返回给调用方。于是，推理代码执行由这个事件集合指出的相应操作。

用户资料系统

推理系统 76 访问用户资料系统 78 检查用户能力，根据用户能力改变给出的帮助。用户的背景、指示在具体范围内用户能力的成功完成关键任务的情况、用户先前检阅的帮助都是可存储在一个持久性文件内随时间加以更新的变量。这种有关用户的背景、经验和能力的持久性信息称为“资料信息”。

图 9 为用户资料系统 78 的方框图。用户资料系统 78 包括用户资料数据库 120、用户资料访问例行程序 122、事件状态更新例行程序 124、背景和能力对话例行程序 126 和用户化个别指导例行程序 128。

用户资料数据库 120 含有格式上与模型化事件数据库 106 内的记录

一致的记录，因此在模型化事件数据库记录与用户资料库记录之间有着一个共同的格式。这个共同的格式使得用模型化事件更新用户资料数据库和推理机在访问这些数据库进行推理分析时解释这些记录都更为方便。用户资料数据库记录得到持久性存储，从而这些记录形成一个对具
5 体用户在一些特定软件应用上的能力的历史性记录。这个数据库是按用户和应用情况加以维护的。指示用户能力的持久性存储的模型化事件的例子为完成或没完成一定任务、成功或不成功利用一些具体功能、过去接受帮助或检阅帮助信息等等情况。

图 10 为示出用户资料数据库 120 怎样用用户与具体应用程序交互
10 作用的事件状态加以更新的流程图。事件状态更新例行程序 120 在步骤 130 检索出模型化事件数据库内的第一个模型化事件记录，然后在步骤 132 检验该记录是否标为一个持久性记录。如果是标为一个持久性记录，就在步骤 134 将这个记录加至用户资料数据库。如果不是称为一个持久性记录，就不将它加至用户资料数据库。然后，通过步骤 136 和 138 依
15 次返回，再检索模型化事件数据库内的下一个记录，检验它是否标为一个持久性记录（步骤 132），如果是标为一个持久性记录，就将它加至用户资料数据库（步骤 134）。

如果具备了一个含有“持久性事件”信息的标准存储用户资料，那么这个用户资料就能通过本地网或互联网一直随同用户，无论用户处在
20 何地，都可专为用户改编用户的软件。在一个软件应用激活的同时，一个新的用户可以挂到系统上，使用这个激活的软件应用。图 11 为示出每当新用户挂到系统或应用上时访问用户资料的情况的流程图。在一个用户挂到系统或应用上时（步骤 140），用户资料访问例行程序 122 就对本地用户资料数据库进行搜索，寻找这个用户的资料（步骤 141）。如
25 果发现这个资料，就将通向用户资料的路径送至推理系统 76（步骤 142）。如果没有发现这个用户的资料（因为用户可能正在远地使用这个应用），用户资料访问例行程序就对所用的网络进行搜索，寻找任何含有这个用户资料的数据库（步骤 143）。如果没有发现用户的资料数据库，或者在任何受访问的用户资料数据库内都没有发现用户的
30 资料，用户资料访问例行程序就请求用户进入与用户的用户能力对话（步

骤 144)，为这个用户建立一个用户资料 (步骤 145)。然后，将通向这个用户资料的路径送至推理系统 76 (步骤 142)。如果没有完成对话，就将通向缺省资料信息的路径送至推理系统 76 (步骤 146) 加以利用。

除了维护一个持久性用户资料在实时推理期间使用外，还可以不断地对在一个或多个会话期间用户对帮助的需要超过某门限的重复模式进行背景分析，以便结合用户具体情况编制用户化帮助信息指南，在用户与该程序会话结束时提供给用户。图 12 为产生用户化指南的例行程序的流程图。在用户与一个特定应用程序会话期间，由推理系统 76 记录超过有关概率门限的帮助主题的直方图 (步骤 150)。在用户请求退出与应用程序的会话时，用户资料系统就将这个直方图保存在这个用户的资料内 (步骤 152)，根据记录在直方图内的帮助主题准备相应的用户化帮助信息指南 (步骤 154)。在退出这个应用程序时，用户资料系统就通知用户，已准备了用户化指南供在线检阅或打印成使用细则 (步骤 156)。

推理系统

在启动一个推理分析循环时，推理系统 76 访问模型化事件数据库 106，提取自上个推理循环以来发生的各模型化事件的模型化事件记录。图 13 示出了推理系统的功能方框图。推理系统 76 包括一个或多个知识库 160 和一个推理机 165。知识库 160 含有使表示现实世界的可观察状态 (如用户行动和词之类) 的变量与表示不可能直接观察或需要很大花费才能观察到的有关用户的目标和需要帮助的情况的所关注假设的变量联系起来的信息。例如，可以不必直接审视用户的目标，而将一连串的计算机命令记录下来。可以主动地对用户询问有关目标的情况，然而这可能很使用户觉得烦恼。

一个包括由一系列逻辑规则组成的相互关联的集合的确定性知识库可以将观察与隐假设联系起来。然而，将不定性关系处理为观察与有关用户需要的假设的似然性之间的概率通常更为适当。例如，在试图理解和预测一个诸如人类生理那样的复杂系统的行为中，通常不能用一些确定性关系完全建立一个考虑系统的所有成分的模型和通过接入一个确定性模型根据一组症状进行诊断或设计治疗。为了诊断和对复杂系统作出判决，通常必需在不确定的情况下进行推理，显然要涉及我们理解中的

不完全性。概率论为我们提供了在给定有关观测变量与我们认为是重要的隐变量之间一组关系的知识的情况下诊断和预测复杂系统的性状的方法。我们可以利用概率论方法来表示和推断在诸如一个病人的症状之类的观察与诸如病人所患疾病之类的变量之间的或强或弱的非确定性关系。复杂系统的一个很好的例子是一个意图通过与计算机软件应用或系统交互作用完成一项任何的用户。要构建将一个用户的行为与他的目标或意图联系起来的确定性模型是十分困难的。判断用户的需要的最佳方式是根据我们对各种用户目标与行动之间的关系的理解进行适当抽象，以概率论方法来表示和推断这些关系。概率论方法使我们可以适合我们对用户和他们的行动不完全理解的抽象级别上构建模型。

贝叶斯网络或称为推理图的贝叶斯网络的推广可以用来表示在给定诸如一个或多个用户行动之类的可观察信息的情况下用户的行动与诸如用户目标、用户意向和用户需要之类隐匿而重要的状态之间的确定性或非确定性关系。贝叶斯网络是一个有向非循环图，其中的节点为随机变量，而弧表示这些变量之间的概率关系。一个贝叶斯网络内的变量是随机性变量或确定性变量。贝叶斯网络表示对于它所表示的变量集合的联合概率分布。在随机变量各值上的概率分布取决于上一辈或是节点母体的母变量的值。确定性变量的值是其前驱变量的确定性函数。影响图是贝叶斯网络的一种推广，再提出了一些附加节点，表示可能的行动和产生的后果的效用。

推理机 165 包括对知识库 160 进行操作的推理过程 166。知识库 160 包括一个贝叶斯网络 162。熟悉本技术领域的人员将认识到，知识库可以是一个确定性知识库，带有作为推理机的推理过程的逻辑链接过程。或者，知识库可以是一个贝叶斯影响图，带有作为推理机的推理过程的对贝叶斯网络进行操作的推理过程。作为推理机 165 的部件，还包括时序推理过程 167 和信息值过程 168。其他专用过程也可以包括在内。

贝叶斯推理过程对贝叶斯网络进行操作，在根据观察将可观察或证据变量的状态设置为具体状态的情况下计算出在网络内各变量的值上的一致后验概率分布。假设我们关心的是在没有观察到的所关注假设 H_1, \dots, H_m 上的概率分布，并且可以利用观察和资料信息 E_1, \dots, E_n 。贝

叶斯网络推理算法计算出在给定观察的条件下在 H 上的概率分布 $p(H|E_1, \dots, E_n)$ 。对于影响图来说，执行的是决策论推理，标识各备选行动的期望效用。最佳行动为与最高期望效用相应的行动。

在最普通的意义上，设计智能用户辅助设备的推理的任务从决策论（概率论的一种扩展，反映在不确定性情况下的值的关系）观点可以看得最为清楚。影响图使我们可以表示有关不确定性、行动、行动的后果和这些后果的价值之间的基本关系。这种表示方式有利于设计、理解和在许多情况下实际实现智能用户辅助系统。然而，一般情况是可以构建一个比较简单的系统，不是明显表示判决、后果和后果的效用，而是使用贝叶斯网络来表示概率关系，结合过程控制和门限使用概率推理作为较复杂的影响图模型的近似。

图 14 示出了对用户建模和采取行动帮助软件用户的总体影响图，作为用作知识库的贝叶斯影响图的一个示例性实施例。如图所示，用户背景 170 以不确定性影响用户在使用软件中的总目标 171 和用户在使用软件中的知识 172。用户知识 172 还受用户可能已看到的先前帮助 173 的影响。用户背景 170 和先前帮助 173 为可以存储在一个持久性文件内的变量，可随时加以更新。这种有关用户的背景、经验和能力的持久性信息称为“资料信息”。如这个影响图所示，用户的目标 171 和知识 172 又以不确定性影响用户的信息需要 174。目标 171 和需要 174 再影响所感知的活动 175 和可能在软件或软件帮助系统的查询中使用的词 176。用户的效用函数 177 表示为一个菱形。效用 177 直接受用户的信息需要 174、采取自主行动的代价 178（例如当前对用户打扰的程度）和所采取的行动的影响。对于系统来说可以采取几类行动，包括提供建议或帮助 179、执行各种软件行动 180 和从系统或直接从用户获取先前没有观察到的信息 181。如图 14 中在帮助变量的代价 178 旁的标尺所示，可以允许用户直接改变帮助的代价，以便灵活地控制给系统的自主程度。

推理系统的总目标是标识在给定用户需要和采取自主行动的代价情况下使用户的期望效用最佳的行动。给定一个有关用户背景和行动的证据集 E ，计算出在所关注的用户需要的假设 H 上的概率分布。在图 14

所示的贝叶斯影响图的情况下，计算在用户对帮助的需要上的概率分布。必需考虑在所有可能行动的集合 A 中各行动的期望值。为此，考虑各后果的效用，这表示为一个效用模型（菱形节点）。效用模型含有有关后果的价值或效用的信息。后果 (A, H) 定义为采取的行动 A 和实际的用户需要状态 H 的二元组。效用模型告诉我们与每个后果对应的效用 $u(A, H)$ 。采取的最佳行动 A^* 为在不确定性情况下使期望效用最大的行动，计算为：

$$A^* = \arg \max_A \sum_j u(A_i, H_j) p(H_j|E)$$

虽然影响图表示了行动的显式模型，但贝叶斯网络通常较为容易构建，能利用有关网络内各变量的概率的门限或规则进行判决和行动，根据赋予各种状态（包括描述有关行动的优先性的状态）的可信度指出什么时候应该采取行动。诸如图 14 所示的影响图可用来阐明在贝叶斯网络所采用的近似情况。

时序推理和动态

推理系统 76 还包括处在知识库 160 内的专用时序推理知识库 164 和处在推理机 165 内的时序推理过程 167，对随着一些观察在过去逐个时刻发生而改变模型中的观察与其他变量的关系进行推理。在一般情况下，应用贝叶斯过程和知识库对在所有时刻所看到的观察模式进行推理需要考虑在同一时刻和不同时刻的各个变量和它们之间的相关性。构建包括对于不同时刻流逝的各变量拷贝和相关性的贝叶斯网络用以进行推理会导致十分困难的推理计算问题，其响应时间对于与程序交互作用的用户来说是不能接受的。因此，进行一些近似是有价值的。在一种近似方法中，在各时刻只考虑一些特定的、被认为最重要的相关性。

一个带有在不同时刻的变量集合和所表现的典型要关性的贝叶斯网络的一部分示于图 15。图 15 所示的贝叶斯网络明显地示出了在不同时刻的随机变量以及在同一时刻的变量之间和在不同时刻的变量之间的概率依从的相关性。在变量之间缺乏依从关系的就认为是独立的。图中示出了在当前时刻提供给用户的基本相关帮助与早些或晚些时刻提供给用户的最相关帮助之间的可能影响。此外，图中强调了观察 $(E_i$ 和 $E_j)$ 在当前的状态与在过去和将来所作的观察之间的可能依从关系。图中还指

出了在当前的基本相关帮助与过去的观察之间的关系。在一般情况下，这种多重连接的网络在模型构建期间是很难求解和评估的。

下面将说明一种易于求解和评估的对各时刻的相关帮助进行推理的方法，这种方法作了一些附加的独立性假设，将过去陆续观察到的证据与所关注假设之间的关系用决定这些观察与当前的目标或对帮助的需要之间概率关系的强度的参量化函数来表示。在一个典型的实施例中采用了这种近似方法，虽然用的是单个显式贝叶斯网络，但是使系统可以隐含地考虑在各时刻上构建的多重贝叶斯网络的情况。这个方法利用了在建模期间可直接评估出适当描述一个贝叶斯网络内的观察变量与其他变量之间概率关系的动态的函数。在建模时，评估每个观察变量 E_i 的有效期和动态，并用这信息标注这个观察变量 E_i 。在运行时，推理机 165 内的过程 167 就利用这些有关有效期和动态的信息。一个事件的有效期为与假设 H_j 的概率关系保持为 $p(E_i, t_0|H_j, t_0)$ 和 $p(E_i, t_0|\text{not}(H_j), t_0)$ 一直不变的时间间隔。动态为当前时刻的这些概率随所述以前时刻而改变的情况。

直观推断事件的有效期可以是对于系统考虑的所有观察事件都使用一个缺省的有效期，除非另有规定，也可以使用一个具有有限长度 k 的事件队列，在分析中只考虑最近的 k 个模型化事件。这种方法可以与刚才所说明的动态结合使用。

20 信息价值

推理机 165 还包括信息期望价值 (EVI) 过程 168，用来计算从用户获取信息的期望价值。EVI 过程和可在概率模型中应用的信息论近似方法对于熟悉决策论的人员来说都是很清楚的。EVI 过程是一个计算获取还没有观察的变量的信息的期望价值的程序。这种信息包括用户对计算机系统有关他的目标和需要的提问的回答。信息的净价值 (NEVI) 为收集信息的净价值，包括收集信息的代价。推理系统 76 只是在收集信息的信息效益超过代价时才自主地询问问题或收集信息。如果用 E_x 表示每个先前没有观察而能加以询问的变量，用 O_k 表示 E_x 的一个可能的观察值，而 A 表示在估计 E_x 时将观察到的值，于是变量 E_x 的 NEVI 为：

NEVI(E_x)=

$$\sum_k p(E_x=O_k|E) * [\max_A \sum_j u(A_i, H_j)p(H_j|E, E_x=O_k)] - \max_A \sum_j u(A_i, H_j)p(H_j|E) - C(E_x)$$

其中 $C(E_x)$ 为估计证据 E_x 的代价。EVI 可以直接用于影响图。有几种众所周知的信息论算法，包括那些基于计算熵的算法，可以用来提供对在诸如贝叶斯网络之类的概率模型中的信息收集进行判决的类似功能。这些算法通常比用影响图计算 NEVI 更为容易。它们并不直接计算效用，但能与折衷考虑信息代价和信息价值度量的直观试探方法结合使用。

图 16 为信息价值部件内的信息价值过程的流程图。信息价值部件按作为备选信息的信息价值的次序列出所有未观察到的信息（步骤 190），逐项权衡获取信息的效益和为获取信息而打扰用户的代价（步骤 192）。如果效益大于用户设定的代价，IUAF 就请求用户提供具有最高价值的那项信息（步骤 194）。如果用户作出响应，信息价值部件就重复前两个步骤，直至打扰用户的代价大于获取信息的效益或用户不再响应（步骤 196）。

IUAF 屏幕输出示例

图 17 至 23 例示了在电子表格应用实施例中的智能用户辅助设备的屏幕输出。该系统根据用户资料、用户规定的门限信息，结合词和用户行动，为用户提供智能化的帮助。系统具有对请求帮助进行响应的能力以及自主提供帮助的能力。图 17 示出了用户直接请求帮助时所产生的帮助界面 200。对向用户提供的有用帮助的一些推测显示在左上角的列表框 201 内。在左下角的当前系统设置框 202 指出这个用户是一个熟练的用户。这信息由用户资料系统提供。当前系统设置框 202 还指出推理机在推理分析周期所用的用户行动和自由文本查询。给定了资料信息和涉及与正文版面交互作用的当前行动，结合就在主动请求帮助前的暂停间歇和用户为了改变行和列的外观而采取的行动，系统认为用户如果得到在处理字体、高级格式化指令和利用改变电子表格文件几何尺寸方面的帮助可能最为有益。在这个屏幕拷贝的右方显示了一个示出推理系统 76 产生的在一组任务区上的概率分布的推理图 203。这个图是为工程需要而建立的，但也可以向用户显示。每个任务区右侧的条的长度表示这个

区的概率。概率最大的两个区（具有最长的条）分别是处理字体和高级格式化主题的任务区。

在图 18 中，资料信息改为初学用户的资料。当前系统设置框 202 内的经验级别指出这个用户具有初学者的水平。所有其他事件处理情况保持不变，但现在使用的是初学用户的资料。资料信息用来修改贝叶斯网络内的概率关系。显示在相关帮助上的概率分布的推理图 203 示出了用资料信息修改了的概率分布。如在最佳推测表框 201 内所可看到的那样，系统现在认为在电子表格行列基本处理、准线改变和图表基本格式化这些方面的帮助可能对用户最为有益。

图 19 示出了对同样的一组用户行动进行的分析，但现在考虑了在用户查询中出现的词。用户已在查询输入框 204 内向系统输入了自然语言查询“**How do I make this look prettier?**”（“我怎样将这个变得更加好看？”）。这些词和行动的分析加以综合后就产生了如推理显示 203 中所示的新的概率分布和最佳推测表框 201 内的相应新建议主题表。现在，这表更新为将自动格式化帮助列为最相关的帮助，但仍列有其他格式化主题，包括准线改变、边界处理和字体处理。

图 20 示出了在与文件内的图表交互作用后暂停在图表命令上一段时间再请求帮助时的情况。推理系统 76 计算出的概率分布示于推理图 203。现在，在最佳推测表框 201 内的建议主题集中在绘图信息方面的高似然区。图 21 示出了在查询输入框 204 内以查询形式递交的附加信息。用户的自然语言查询为“**I need to access data from a different application**”（“我需要从一个不同的应用获取数据”）。现在这些词与事件结合在一起进行考虑。推理系统 76 在推理图 203 中给出了经修改的概率分布，而在最佳推测表框 201 内列出了经修改的建议主题表，集中在从数据库检索数据和改变在图表中显示的数据这些方面。

图 22 例示了推理系统 76 自主为用户提供帮助的屏幕输出。在用户与电子表格程序 205 交互作用的同时，帮助监测代理程序计算用户需要帮助的概率，而在用户是需要帮助时，推理系统 76 还计算出需给用户的各种帮助的似然性。帮助监测代理程序在帮助监测代理程序窗口 206 内显示对用户需要帮助的概率的推理结果。与以上推理图 203 的显示类似，

帮助监测代理程序窗口 206 也是为了工程需要而建立的，但也可向用户显示。与电子表格程序 205 交互作用的用户现在选择了整张图表后暂停。随着帮助监测代理程序窗口 206 显示计算出的用户需要帮助的概率从 26 % 增大到 89 %，达到门限，就有一个小的定时窗口（自主帮助窗口 207）自动弹出，显示计算得出的最大似然帮助区。在本情况下，最大似然主题包括格式化小区、检查拼写错误和执行计算这些具有分析或修改整文件含意的主题。自主帮助窗口 207 有礼貌地提供帮助。它还为用户提供重新设置门限的机会，以增大或减小在显示这个窗口前应达到的用户需要帮助的概率。如果用户没有与窗口 207 交互作用，窗口 207 超过定时后就会对打扰用户作出道歉后关闭。

图 23 示出了根据对用户利用一个软件进行会话期间具有的问题进行不断背景推理的记录和总结确定的对用户有价值的主题显示 208。其中还包括有关用户的背景和能力以及有关用户过去曾接受或检阅的帮助的资料信息。这些主题均已备妥，可打印成一个专为用户修改了的指导，供以后阅读。

带时序推理注释的贝叶斯网络

图 24 示出了根据用户的资料信息以及用户当前所采取的行动计算为用户提供的各备选帮助形式的概率的贝叶斯网络的一个例子。为了表示这种结构可用于许多种类的观察和取决于任务的帮助要求，在一些节点用了变量 x 、 y 、 z 和 A 。

在这个模型中，我们用一组标为 **User Competence x 210** 和 **User Competence y 211** 的变量分别表示各表示在软件功能的两个不同区域 x 和 y 内的用户能力的状态的资料变量。这两个用户资料各受表示（1）具体观察到的用户行动、（2）用户曾检阅过的历来帮助主题、（3）可以是不确定的也可以是通过与用户的对话设定的总用户背景 212 这些变量的影响。如在这个贝叶斯网络中所示，用户能力直接影响与用户相关的不同帮助的先验概率，如 **Primary Assistance Needed** 变量 213 的这些状态所示。这个变量还受表示诸如在一个应用的当前版本中存在特定数据结构之类情况的有关程序状态的信息的上下文变量 214 的影响。在这个模型中，问题用具有一些表示各备选帮助形式的状态的单个基本帮

助变量表示。模型假设在任何特定时刻只有其中一个基本帮助状态是用户要求的。也可以用多变量表示帮助，以提醒在同一时刻可能有多种帮助都是相关的。

如在这个贝叶斯网络中所示， **Primary Assistance Needed** 节点 213 影响一组受观察的模型化事件，如选择一个图形目标 **Z** 后暂停了超过预定的某段时间（ **Sel Z Pause 215** ）或修改一个目标后又执行撤消（ **Z Cmd Undo 216** ）。在运行时，这些模型化事件由事件处理器 74 检测，送至推理系统 76。通过更新与模型化事件相应的可观察变量和执行贝叶斯推理，更新系统内所有非观察变量（包括 **Primary Assistance Needed** 变量 213）上的概率。记下事件的时间，随着事件逐渐成为过去，应用时序推理过程 167 更新网络内的概率关系。

图 25 示出了带有变量 x 和 z 以示与根据来自电子表格（如 Microsoft Excel 产品）的绘图信息对行动和资料信息的关系进行推理有关的区别的 15 这些节点的例子。存储在一个资料内是持久性的变量在邻近标以 P 。作为模型化可观察事件加以观察的变量标以 M 。一个或多个节点可以表示在绘图上的各类能力。单变量 **User Competence Charting 220** 示为含有用户绘图能力的总体水平信息的变量。在这个变量的各状态上的概率分布受 H_x **Help Charting 221** 和 H_x **Activity Charting 222** 以及 **User Background 212** 的影响。 H_x **Help Charting 221** 由存储在持久性资料内有关用户成功地完成一个或多个绘图活动的观察和有关用户曾检阅过在 20 联机指南中的绘图帮助信息的信息设定。在软件功能的绘图和其他各方面的能力影响 **Primary Assistance Needed** 变量 213，而这个变量又影响观察用户不同行动的概率。例如，用户在一种具体绘图任务上需要帮助的这种状态就会影响看到用户选择文件中的一个图表而后暂停 s 秒（ **Sel Chart Pause 223** ）的概率。附录 1 示出了在一个电子表格应用的典型实 25 施例中一个较为完整的贝叶斯网络。

图 26 示出了时序知识和推理的典型实施例。每个可观察模型化事件都用有关时间流对本事件与贝叶斯网络内其他变量的概率关系的影响的信息注释。在这种情况下，每个节点用有效期和衰减的瞬时动态信息注释，这可以做成一个概率表，或用其他数据结构实现。各变量为瞬时动 30

态的时间量纲用事件发生以来经过的秒来表示。

下面给出一个基于图 26 所示知识库中各部分的情况作为例子。
考虑具有以下资料信息的情况：

User_Background 212: Consumer_Novice
5 HX_Help_Charting 221: No_Help_Reviewed
Context: Normal_View
Objects:Sheet(1), Chart(2)

在时间 $t = 50$ 秒，注意到以下模型化事件：

Chart_Cmd_Undo 224: Absent
10 Chart_Create_Pause 225: Absent
Sel_Chart_Pause 223: Absent
Move_Chart_Pause 226: Absent
Chart_Dialog_UnSucc 227: Absent
Menu_Surfing 228: Absent
15 Click_Unrelated 229: Absent

=====

Sel_Chart_Pause 223
 $p (E_1, t_0 | H_j, t_0) = .15$
 $p (\text{not}(E_1) | H_j, t_0) = .85$
20 $p (E_1, t_0 | \text{not}(H_j), t_0) = .005$
 $p (\text{not}(E_1), t_0 | \text{not}(H_j), t_0) = .995$

有效期： 5 秒

动态：

$p (E_1, t_0 | H_j, t_0)$: 线性收敛于 15 秒
25 $p (E_1, t_0 | \text{not}(H_j), t_0)$: 线性收敛于 15 秒

=====

Chart_Dialog_Unsucc 227
 $p (E_2, t_0 | H_j, t_0) = .08$
 $p (\text{not}(E_2) | H_j, t_0) = .92$
30 $p (E_2, t_0 | \text{not}(H_j), t_0) = .0005$

$$p(\text{not}(E_2), t_0 | \text{not}(H_j), t_0) = .9995$$

有效期: 20 秒

动态: 0

=====

5 分析循环在 $t = 50$ 秒启动。这个循环包括合成来自基本事件本地存储器 102 的模型化事件，将这些事件送至推理系统，以及用这些新的观察进行推理。我们将研究用户需要的主要帮助是含有绘图信息的帮助的当前概率 $p(\text{Charting_Assistance} | E)$ 。在这样的用户背景、能力和检阅帮助历史的条件下，用户这方面需要帮助的先验概率为 0.001。上下文
10 信息使这个概率增大到 0.04。还根据历来所看到的证据为有关基本帮助的其他假设指配相应的概率（但在本例中未示出）。

 在 $t = 52$ 秒时，用户选择了一个图表。检测到选择图表这个基本事件后，就将它存入基本事件本地存储器 102。然后，用户暂停了 3 秒没有任何动作。检测到暂停 3 秒后，也将它存入事件本地存储器 102。在 t
15 $= 60$ 秒时调用了一个分析循环。事件处理器 74 合成模型化事件 Sel_Chart_Pause 223，加上在 $t = 55$ 秒成真的附标后送至推理系统 76。

 推理系统访问用瞬时动态信息注释的贝叶斯网络。如在对于 Sel_Chart_Pause 230 的概率表中所示，有效期为 5 秒，在 15 秒时概率线性收敛为该事件不发生时的概率。

20 在 $t = 63$ 秒时，用户选择了一个图表对话，没有执行而又在 $t = 66$ 秒时取消了这个对话。在 $t = 70$ 秒时调用了一个分析循环，合成模型化事件 Chart_Dialog_Unsucc 227，加上一个 66 秒的时间附标后送至推理系统 76。如在对于 Chart_Dialog_Unsucc 231 的概率表中所示，有效期为 20 秒，无瞬时动态。

25 这个用户已将不愿受自动帮助打扰的门限设定为 $p=0.12$ 。因此，在绘图方面帮助有意义的概率上升到 $p=0.14$ 时，就为用户提供这个主题的帮助。

 在 $t = 50$ 秒时

$$p(\text{Sel_Chart_Pause}, t_0 | H_j, t_p) = .15$$

30
$$p(\text{Sel_Chart_Pause}, t_0 | \text{not}(H_j), t_p) = .005$$

$$p(\text{not}(\text{Sel_Chart_Pause})|H_j, t_p)=.85$$

$$p(\text{not}(\text{Sel_Chart_Pause})|\text{not}(H_j), t_p)=.995$$

$$p(\text{Chart_Dialog_Unsucc}, t_o|H_j, t_p)=.08$$

$$5 \quad p(\text{Chart_Dialog_Unsucc}, t_o|\text{not}(H_j), t_p)=.0005$$

$$p(\text{not}(\text{Chart_Dialog_Unsucc})|\text{not}(H_j), t_p)=.9995$$

$$p(\text{not}(\text{Chart_Dialog_Unsucc})|H_j, t_p)=.92$$

推理结果: $p(\text{Charting_Assistance}|E, t_p)=.02$

10 -----

在 $t = 60$ 秒时

$$p(\text{Sel_Chart_Pause}, t_o|H_j, t_p)=.15$$

$$p(\text{Sel_Chart_Pause}, t_o|\text{not}(H_j), t_p)=.005$$

$$p(\text{not}(\text{Sel_Chart_Pause})|H_j, t_p)=.85$$

$$15 \quad p(\text{not}(\text{Sel_Chart_Pause})|\text{not}(H_j), t_p)=.995$$

$$p(\text{Chart_Dialog_Unsucc}, t_o|H_j, t_p)=.08$$

$$p(\text{Chart_Dialog_Unsucc}, t_o|\text{not}(H_j), t_p)=.0005$$

$$p(\text{not}(\text{Chart_Dialog_Unsucc})|\text{not}(H_j), t_p)=.9995$$

$$20 \quad p(\text{not}(\text{Chart_Dialog_Unsucc})|H_j, t_p)=.92$$

推理结果: $p(\text{Charting_Assistance}|E, t_p)=.07$

在 $t = 70$ 秒时

$$25 \quad p(\text{Sel_Chart_Pause}, t_o|H_j, t_p)=.15 \rightarrow .46$$

$$p(\text{Sel_Chart_Pause}, t_o|\text{not}(H_j), t_p)=.005 \rightarrow .66$$

$$p(\text{not}(\text{Sel_Chart_Pause})|\text{not}(H_j), t_p)=.995$$

$$p(\text{not}(\text{Sel_Chart_Pause})|H_j, t_p)=.85$$

$$30 \quad p(\text{Chart_Dialog_Unsucc}, t_o|H_j, t_p)=.08$$

$p(\text{Chart_Dialog_Unsucc}, t_0 | \text{not}(H_j), t_p) = .0005$
 $p(\text{not}(\text{Chart_Dialog_Unsucc}) | \text{not}(H_j), t_p) = .9995$
 $p(\text{not}(\text{Chart_Dialog_Unsucc}) | H_j, t_p) = .92$

5 推理结果: $p(\text{Charting_Assistance} | E, t_p) = .04$

在 $t = 80$ 秒时

$p(\text{Sel_Chart_Pause}, t_0 | H_j, t_p) = .15 \rightarrow .46 \rightarrow .85$
 $p(\text{Sel_Chart_Pause}, t_0 | \text{not}(H_j), t_p) = .005 \rightarrow .66 \rightarrow .995$
10 $p(\text{not}(\text{Sel_Chart_Pause}) | \text{not}(H_j), t_p) = .995$
 $p(\text{not}(\text{Sel_Chart_Pause}) | H_j, t_p) = .85$

$p(\text{Chart_Dialog_Unsucc}, t_0 | H_j, t_p) = .08$
 $p(\text{Chart_Dialog_Unsucc}, t_0 | \text{not}(H_j), t_p) = .0005$
15 $p(\text{not}(\text{Chart_Dialog_Unsucc}) | \text{not}(H_j), t_p) = .9995$
 $p(\text{not}(\text{Chart_Dialog_Unsucc}) | H_j, t_p) = .92$

推理结果: $p(\text{Charting_Assistance} | E, t_p) = .13$

在 $t = 90$ 秒时

$p(\text{Sel_Chart_Pause}, t_0 | H_j, t_p) = .85$
 $p(\text{Sel_Chart_Pause}, t_0 | \text{not}(H_j), t_p) = .995$
 $p(\text{not}(\text{Sel_Chart_Pause}) | \text{not}(H_j), t_p) = .995$
20 $p(\text{not}(\text{Sel_Chart_Pause}) | H_j, t_p) = .85$

$p(\text{Chart_Dialog_Unsucc}, t_0 | H_j, t_p) = .08$
 $p(\text{Chart_Dialog_Unsucc}, t_0 | \text{not}(H_j), t_p) = .0005$
25 $p(\text{not}(\text{Chart_Dialog_Unsucc}) | \text{not}(H_j), t_p) = .9995$
 $p(\text{not}(\text{Chart_Dialog_Unsucc}) | H_j, t_p) = .92$

推理结果: $p(\text{Charting_Assistance}|E, t_p)=.04$

多应用的系统层 IUAF

以上说明的这些方法不仅可用于各个单独的应用,也可以在操作系统层上用于具有多应用的系统中对提供帮助进行推理。在提供系统帮助的一个典型实施例中,利用贝叶斯网络通过推测在用户完成或即将完成一项任务时帮助用户退出应用。

帮助用户贝叶斯网络知识库示于图 27。其中的资料信息包括是否用户过去检阅过帮助 (Reviewed_Help_in_Past 240)、以前退出过 (User_Exited_Before 241) 和显示过能执行双击操作 (Successful_Double_Click 242)。示为贝叶斯网络中观测的模型化事件包括动作后暂停 (Dwell After Activity 243)、接连点击一系列不相关的图标 (Click on Seq of Unrelated 244)、鼠标器游荡 (Mouse Meandering 245)、当前打印了一个文件 (Print Doc 246) 还是发送了一个消息 (Send Msg 247)、以及应用已持续的时间 (Duration of Time With App 248)。有一个变量表示在最希望的行动上的概率分布,使我们可以利用概率推理对各备选最佳行动的似然性进行推理。

下面举例说明监测到的事件影响对有关用户进行推理的一些结果。所例示的情况假设用户资料为:用户以前没有自己退出过,用户没有显示能成功进行双击操作,用户检阅过有关退出应用的帮助但没有注意研究这信息。系统现在检测到用户停留在电子邮件已几乎 10 分钟和用户已接连点击一系列不相关的图标。图 28 示出了各随机变量的状态,并用状态边上的条的长度表示在各随机变量的不同状态上的概率。如条形图所示,推理系统 76 已计算出用户不知道退出 (User Ignorant about Exit 249) 具有高概率,而用户已经或即将完成一个主任务 (Major Task completed 250) 具有低概率。

在图 29 中,可以看到考虑了新的模型化事件后的推理结果。在这种情况下,用户已发送了电子邮件 (Send Msg 247),在这行动后现已暂定了超过了换算秒 (Dwell after Activity 243)。向用户提供详细说明现在被认为是最希望的与退出有关的行动 (Most Desired Exit Action 251)。图 30 示出了同样的情况,但有一个变化:用户已在最近的 2 分

钟内接受了帮助 (Recent rec Exit Help 252)。现在看来最希望的行动是什么都不做, 只是询问用户是否系统应为之退出应用 (Most Desired Exit Action 251)。

IUAF 控制器

5 通常有必要对智能用户辅助设备的各个部件进行总体控制。为了决定调用事件处理器 74 和推理系统 76 的策略和确定什么时候应自主地提供帮助, 都需要控制。图 31 示出了可以单独使用也可以综合使用的智能用户接口控制器的各种总体协调控制模式。所示的第一种协调控制模式是定时模式 260。在这种模式, 有一个周期性的系统定时器反复启动, 10 通知 IUAF 控制器开始下一循环的监视和推理分析 (步骤 261)。于是, IUAF 控制器调用推理系统 (步骤 262)。完成推理分析后, 控制器就等待定时器的下次触发 (步骤 263)。定时模式可以加以扩展, 以在允许下一循环开始前考虑其他一些限制。例如, 在事件监视和推理期间出现复杂的推理的情况下, 可以加上评估计算资源可用性 (例如, 识别是否有空闲时间) 的附加条件。因此, 事件处理和推理循环将在定时器触发 15 并满足有计算资源可用的条件的情况下才开始。

所示的第二种模式是请求模式 265。这种模式只是在用户请求帮助时才进行推理。在一个带监测的应用接收到一个查询帮助信息的请求时 (步骤 266), 这个带监测的应用就向 IUAF 控制器发送一个通知 (步骤 267)。 20 接收到这个通知, IUAF 控制器调用推理系统 (步骤 268)。完成推理分析后, 控制器就一直等待接收下个通知 (步骤 269)。

所示的第三种模式是特定事件触发模式 270。在这种模式, 列有一个由一些可触发推理分析循环的特定事件构成的表。每当事件处理器检测到发生其中一个特定事件时 (步骤 271), 事件处理器就向 IUAF 控制器发送一个通知 (步骤 272)。 25 同样, IUAF 控制器接收到这个通知后调用推理系统 (步骤 273)。完成推理分析后, 控制器就一直等待接收下个通知 (步骤 274)。

任何两种或所有三种模式可以同时有效。在所有三种模式都有效的情况下, 如果在定时周期内用户没有请求帮助, 也没有作出任何可成为 30 特定事件之一的行动, 那么在定时终了时就开始下个推理分析循环。否

则，在定时周期内，当用户请求帮助或作出可成为特定事件之一的行动时就会开始下个推理分析循环。

自由文本查询与事件的综合分析

如前面所提到的那样，可以将用户对帮助的自由文本查询中的词处理为模型化事件源。集成在 Microsoft Office 95 产品系列的所有应用内的 Microsoft Answer Wizard 利用了一个建立自由文本查询中的词与相关帮助主题的概率之间关系的概率模型，这可参见美国专利申请 No. 08400797，该申请列为本申请的参考。在一个典型的实施例中，词与行动可以统一处理为对词和行动的概率关系进行推理的系统中的模型化事件。

在另一个实施例中，配置了分立的子系统分别处理词和行动。在分别完成概率分析后，再对这些分立子系统的分析进行综合。图 32 为综合分别概率分析的方法的流程图。首先，对于给定的自由文本查询计算最相关的一些帮助主题的第一贝叶斯分析（步骤 280）。这可以遵循在美国专利申请 No. 08400797 中所述的方法进行。下个步骤是输出一个由以相关概率最高为序排列的一些帮助主题组成的第一帮助主题表（步骤 281）。然后，对于给定的程序状态、用户资料和一系列用户行动计算最相关的一些帮助主题的第二贝叶斯分析（步骤 282）。下个步骤是输出一个由以相关概率最高为序排列的一些帮助主题组成的第二帮助主题表（步骤 283）。然后，通过为每个表中的各相关主题指定相应权系数后计算同时出现在这两个表中的每个帮助主题的概率，将这两个帮助主题表合并在一起（步骤 284）。最后一个步骤是输出这个由以相关概率最高为序排列的一些帮助主题组成的经合并的帮助主题表（步骤 285）。在这个实施例中，系统的性能可以通过改变用来与指定为由词或行动分析提供的所关注假设的概率的似然性（例如帮助主题的相关性）相乘的实参数的值对一组事件的结果进行比其他事件的结果更重一些的加权来调整。

建立分别分析对在自由文本查询中的词和用户行动进行的处理的分立系统使这两个子系统可以根据各自事件类别的特殊性质分别得到最佳化。同样的情况可以适用于其他行动集合，例如在配有视觉和语音事件

监视措施的扩展系统中的视觉和语音事件。

分别分析也使在综合、分别或依次考虑分别分析结果上的具体策略实现较为容易。例如，在给定词分析系统和行动分析系统的性能情况下，在一个实施例中可以显示基于根据所监测的行动的推理得出的对帮助
5 初步推测，但在有词加入时，则只依赖于根据词的分析结果。另一种方法是利用一些控制规则，根据对词和行动分析结果的比较分析综合或分别考虑在不同子系统
中的推理。

通知和执行帮助的控制

除了协调控制功能外，IUAF 控制器还对什么时候自主提供帮助或
10 询问用户目标信息（根据信息价值计算）会打扰用户作出判决。在一个典型的实施例中，驻留在推理系统 76 内的一个专用贝叶斯网络（或一个网络的部件）计算出用户当时会希望得到帮助的总概率。IUAF 控制器利用这个改变的概
率来控制什么时候提供自主帮助。IUAF 每当计算出的用户当时会希望得到帮助的概率超过一个可由用户改变的
15 门限时提供自主帮助。用户利用一个门限控制器来改变出现自主帮助的门限。这个门限控制器例如可以是能在一个自主帮助窗向用户显示的一个滑动门限控制栏，允许用户根据他在获得帮助与受到打扰中发现的值改变门限。带有门限滑动栏的动态帮助窗的屏幕拷贝示于图 22。

图 33 为在这个实施例中提供自主帮助方法的流程图。在一个推理分
20 析循环期间，推理系统 76 输一个由一系列以相关概率最高为序排列的相关帮助主题组成的表（步骤 290）。这可以如前面在讨论推理系统中所说明的那样实现。下一步骤是确定用户需要帮助的概率是否超过用户设定的提供自主帮助的门限（步骤 292）。如果用户需要帮助的概率超过用户设定的门限，推理系统 76 就提供一个以最高概率为序列有各相关帮
25 助主题的表（步骤 294）。这个表可以是截短的，只示出一个或几个最可能的帮助主题，但如果需要，用户可以在一个窗口内卷滚检阅一个较长的表。然后，检验相关主题表，确定是否有已在前一段预定时间内的表中出现过的冗余帮助主题（步骤 296）。如果没有冗余帮助主题，就向用户显示这个相关主题表（步骤 298）。如果用户对自主提供的帮助
30 作出响应，就重复步骤 290 至 298。如果用户在响应定时器计满响应时

间前用户没有响应，就在窗口标题上显示道歉消息（步骤 299）后关闭这个窗口。

5 熟悉本技术领域的人员可以认识到也能采用其他实施方式，例如只是在用户直接请求（如点击与智能辅助设备有关的一个图标）时才提供自主帮助。系统也能利用计算得到的期望效用或它的近似值来确定提供自主帮助。此外，系统可以只在需要提供帮助的这些主题内的各主题的相关概率之和超过某个恒定值时才提供自主帮助。

10 在一个典型的实施例中，对帮助主题的推测在用户请求帮助时并不提供，除非对于前五个主题计算得到的概率之和超过 0.40。在另一个实施例中，自主帮助只有在用户暂定时才提供，这样就可以不打扰正在进行动作的用户，除非相信用这个行动帮助正在进行动作的用户确实重要。

15 提供友善的传统方式或隐喻也是有益的。例如，推理结果可以用来控制一个友善的图形卡通人物的行动姿态。这种界面的一个例子示于图 34。IUAF 对用户可能有的问题或可能有帮助也可以卡通人物头上的“思想云”隐喻显示。自由文本查询可以打入呈现为卡通人物看或听询问的措施的图形文本输入框内。

利用 IUAF 部件改善语言识别

20 熟悉语音识别技术的人员可以理解，在利用语音语言模型以概率表征各个音素的情况下所能获得的效益动态地受计算得出的有关计算机用户的目标、意图或需要的信息的影响。如图 12 这个影响图所示，用户的背景和目标影响在一个接口所看到的行动、在自由文本查询中所使用的词和希望与一个软件系统或应用通信的用户产生的语音。理解正在发出语音的用户的目标和意图的似然性可以增强我们进行自动语音识别的能力。这种系统将使我们可以调整各语音的概率，从而调整计算机软件用户说出的词和音素的似然性。

30 语音识别系统涉及将语音产生的音频信号处理成可能的音素，再将音素处理成可能的词。用于语音识别的概率系统计算出给定音频信号情况下的音素的似然性和各备选词的似然性。语音（Speech）这个术语用来指将发出的语音处理成音频信号或音素的步骤所提供的证据。

贝叶斯语音理解系统按下式计算根据语音得出词或词串 (words) 的概率 $p(\text{words}|\text{speech})$:

$$p(\text{words}|\text{speech}) = \frac{p(\text{words}) * p(\text{speech}|\text{words})}{p(\text{speech})}$$

5 通过计算在给定如由模型化事件所表示的用户行动 (包括基于凝视的那些行动) 的情况下用户的要求或目标上的概率, 我们能像如下所述那样更精确地得到在给定用户语音情况下的词的概率。

我们可以通过表示词或词串将在具体目标的上下文中使用的似然性更新词或词串将在目标上下文中使用的似然性, 从而实时更新包含在一个典型的语言模型内的将使用的词的概率 $p(\text{words})$ 的数据率。也就是说, 不使用静态的 $p(\text{words})$ 数据库, 而将词的概率 $p(\text{words})$ 更新为:

$$p(\text{words}) = \sum_i p(\text{words}|\text{user needs}_i) * p(\text{user needs}_i)$$

这种计算利用了一个含有形式为 $p(\text{words}) = \sum_i p(\text{words}|\text{user needs}_i)$ 的信息的上下文特定的语言模型的知识库。

15 在运行时, 各个行动由事件监视系统分析后送至推理系统, 由它不断计算出在各用户要求上的概率分布 $p(\text{user needs}|\text{events})$, 如前面所述。一个典型的应用是对帮助主题进行推理, 而上下文特定的语言模型含有形式为 $p(\text{words}|\text{relevant help topic})$ 的信息。

20 在证明上式对语音识别的修改情况的较为普通的讨论中, 如果输入一些动态事件 events , 即有

$$p(\text{words}/\text{speech}, \text{events}) = \frac{[\sum_i p(\text{words}|\text{user needs}_i, \text{events}) * p(\text{user needs}_i|\text{events})] p(\text{speech}|\text{words})}{p(\text{speech})}$$

从而可得

$$p(\text{words}|\text{speech}, \text{events}) = \frac{p(\text{words}|\text{events}) * p(\text{speech}|\text{words})}{p(\text{speech})}$$

25 图 35 示出了通过动态地改变名词的似然性因而也就是改变发出的各音素的似然性来改善语音识别的智能用户辅助设备的关键部件和利用这些关键进行分析的流程。如图所示, 用户的行动由带监测的程序 72 监视。基于事件由事件处理器 74 合成为模型化事件送至推理系统 76。推

理系统计算出用户要求的概率分布，将经加权的表送至动态语言模型产生器 300。

动态语言模型产生器 300 具有一个在备选要求与语音或词的似然性之间的映射。这个部件可以含有来自语言模型数据库 301 的信息。语言模型数据库 301 含有一些语言模型，它们含有形式为在给定用户要求的情况下用户说出不同的词或词串的概率 $p(\text{words}|\text{user need})$ 的概率信息。这些语言模型可以通过以统计方式用大量记录在不同用户要求上下文中的词串进行训练来构成。在运行时，推理系统提供在各用户要求上的概率分布，用来根据来自不同上下文的经加权的语言模型控制建立一个更新的语言模型。更新的语言模型 302 含有形式为 $p(\text{words}|\text{events})$ 的信息，它是根据概率推理结果利用各备选要求的似然性对各个词集合加权得出的。

总之，利用监听中的上下文可以通过按用户模型化降低看来不大可能的语音的概率而增大较为可能的语音的概率来提高语音识别系统 303 的准确性。

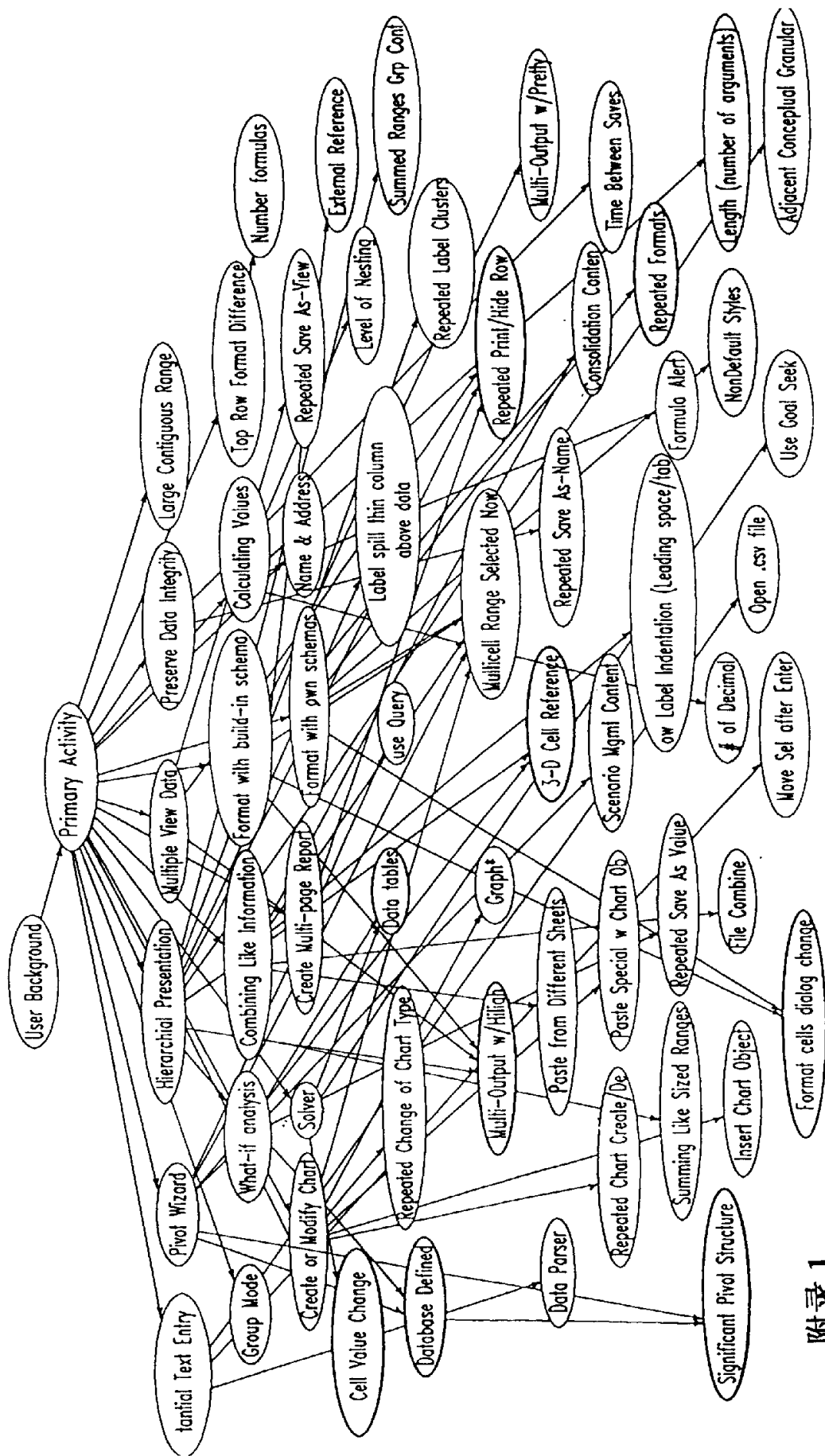
除了与软件一起用于接受帮助外，这种动态语音理解还可用于各种语音理解任务。作为一个例子，这些方法可用于各种与涉及处理软件的控制和功能的命令和控制的接口。如果我们将用户的目标模型化，我们就能产生一些经适当加权后反映用户以后步骤的语法，从而不易出错。

这些方法可以与产生在给定用户目标的情况下的下一个软件命令的概率的模型结合使用。在这种使用中，我们关注的是一个特殊的用户要求，即行动愿望。用户的行动愿望可以是指用语音实现一个或多个软件控制，包括取得一个或多个帮助主题。我们用在给定事件的情况下所希望的行动的概率 $p(\text{desired action}|\text{events})$ 代替前面各式中的 $p(\text{user needs}|\text{events})$ ，利用含有信息 $p(\text{words}|\text{desired action})$ 而不是 $p(\text{words}|\text{user needs})$ 的语言模型。在这个模型中所考虑的事件能包括可含有正有效的窗口的信息的上下文以及在发生有语音发出时向用户显示的正文、按钮和控制。

例如，命令和控制的动态语言模型可用于部分功能是直接产生和显示一些概率结果的系统。作为一个例子，考虑一个利用贝叶斯网络或影

响图帮助医生根据一组症状进行诊断的系统。用于医学的贝叶斯推理系统可能有若干组合有一些诊断推理结果的窗口。一个窗口可以按计算得出的似然性列出一些疾病，而另一个窗口可以根据信息的价值列出以后的最可能的症状和需做的检查。通过构建和评估在给定所显示信息的上下文的情况下用户行动的概率的模型（可以包括赋予所显示目标的计算概率和期望效用的函数），我们可以在语音识别中计算和利用动态地重新计算出的 $p(\text{words events})$ 。

虽然以上对本发明参照典型实施例作了说明，但熟悉本技术领域的人员可以理解，对这些实施例无论在形式上或细节上都可在所附权利要求规定的本发明的范围内加以改变。例如，这种通用的事件合成和推理系统也可以用于操作系统，以提供一个智能用户壳体，在更普遍的意义上来讲，使任何计算机系统或软件的功能最佳化。由于能对所例示和说明的本发明施行种种改变，因此，本发明的专利保护范围仅由所附权利要求限定。



为用户提供电子表格程序帮助的较完整的贝叶斯网络

附录 1

说明书附图

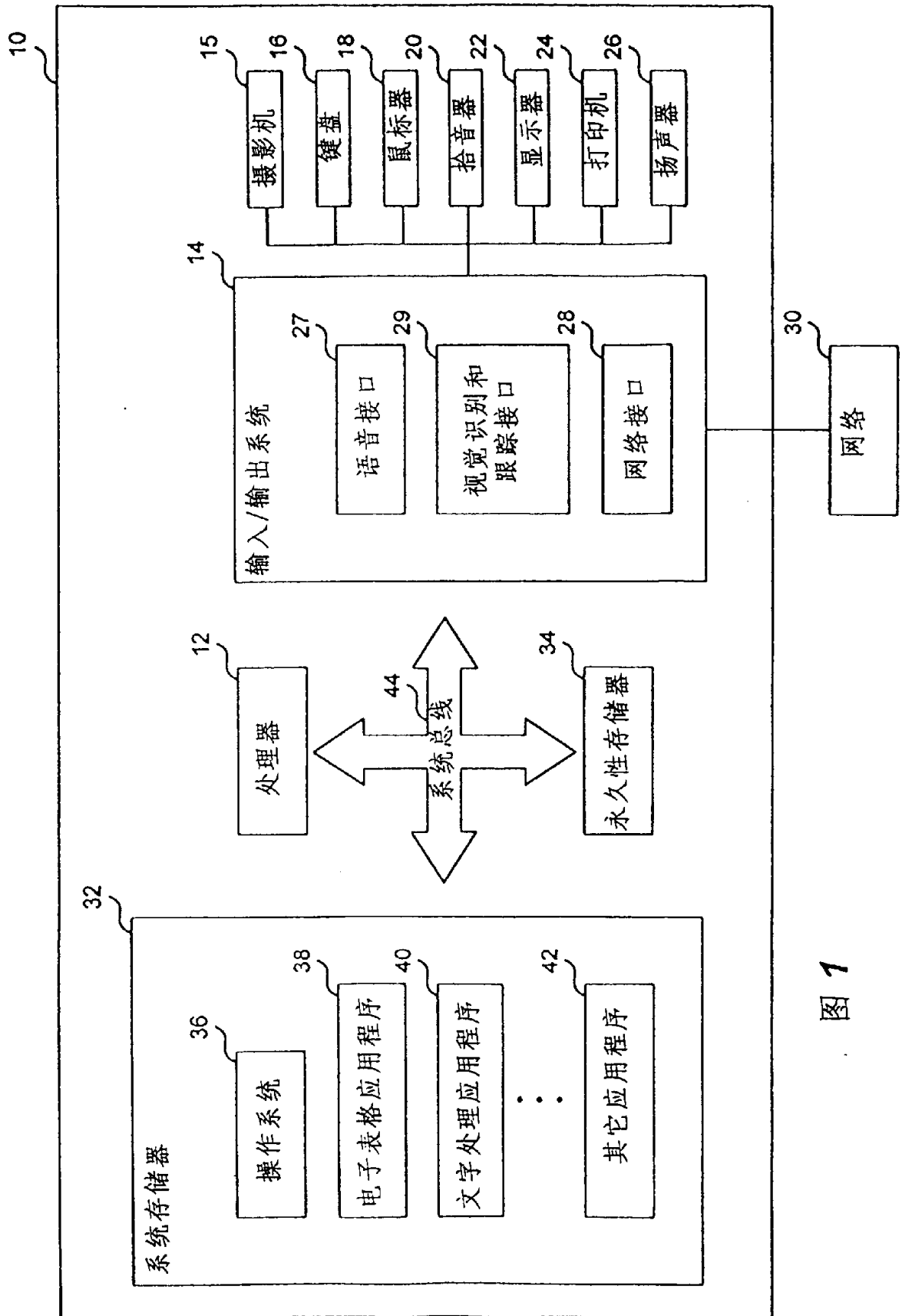


图 1

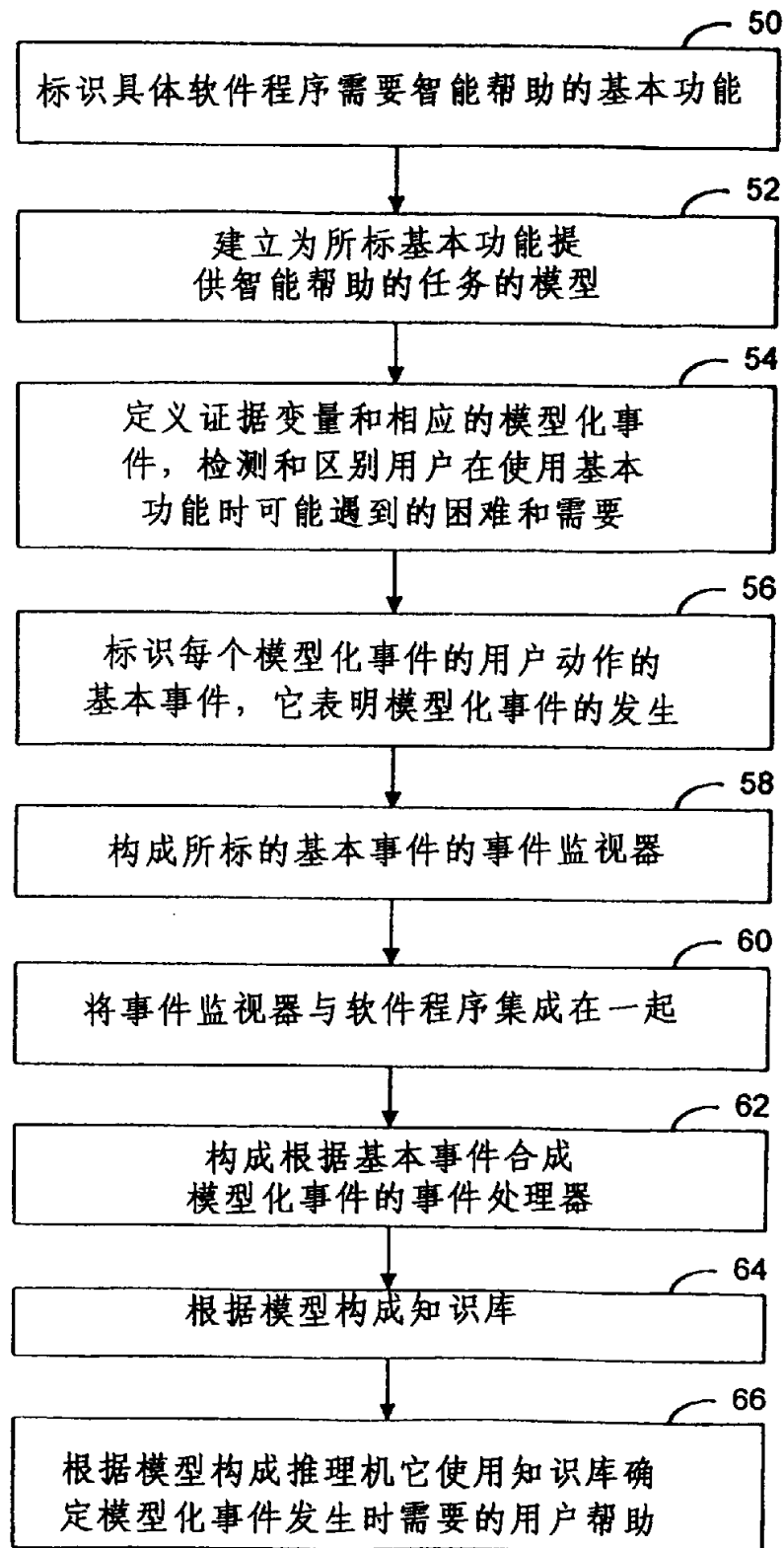


图 2

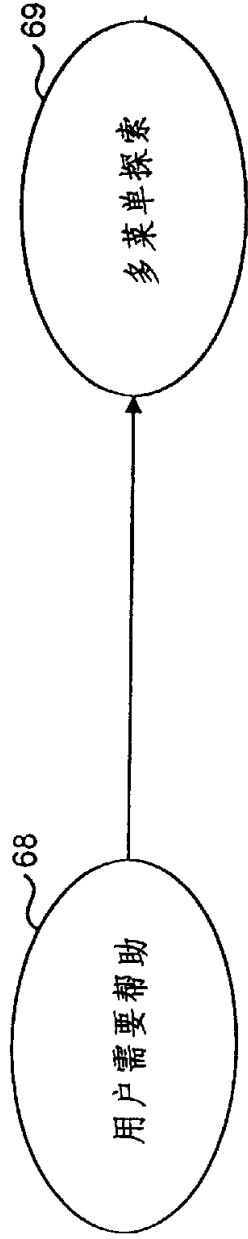


图3

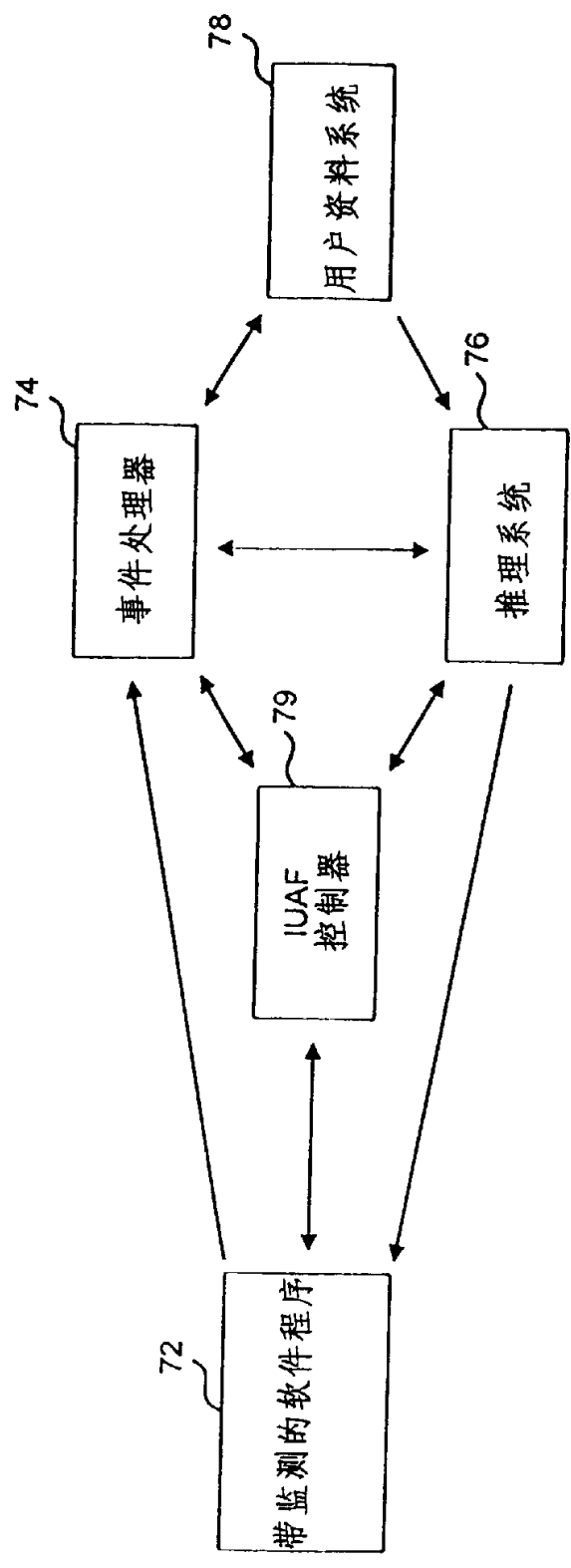


图 4

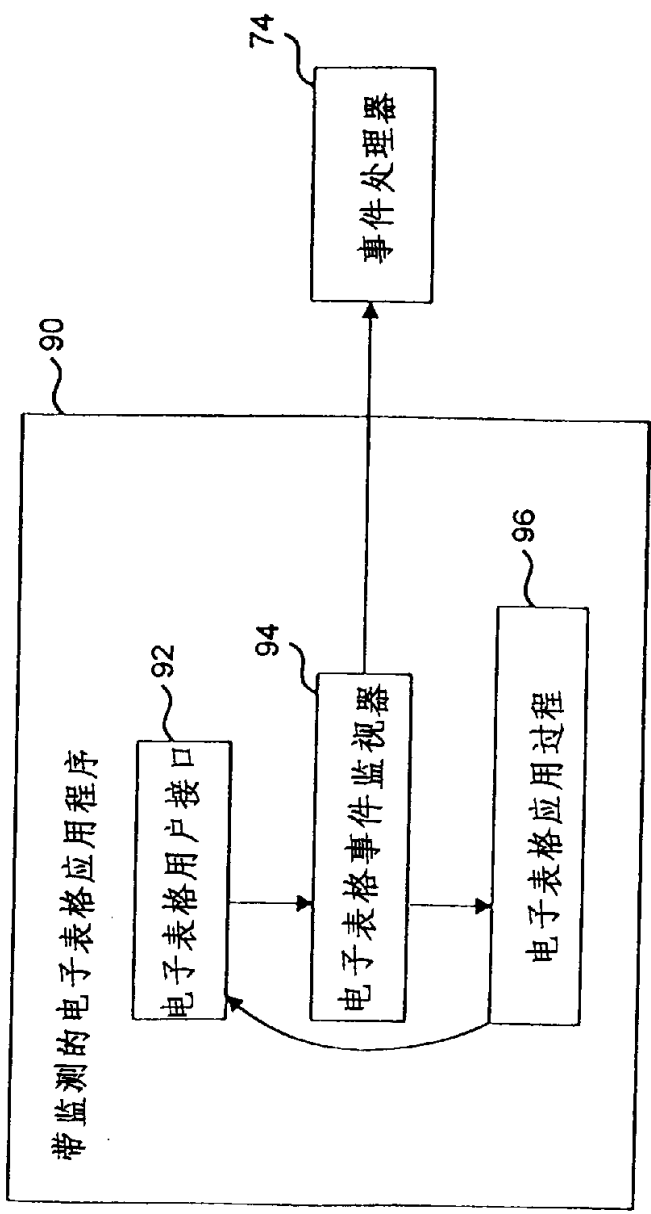


图 6

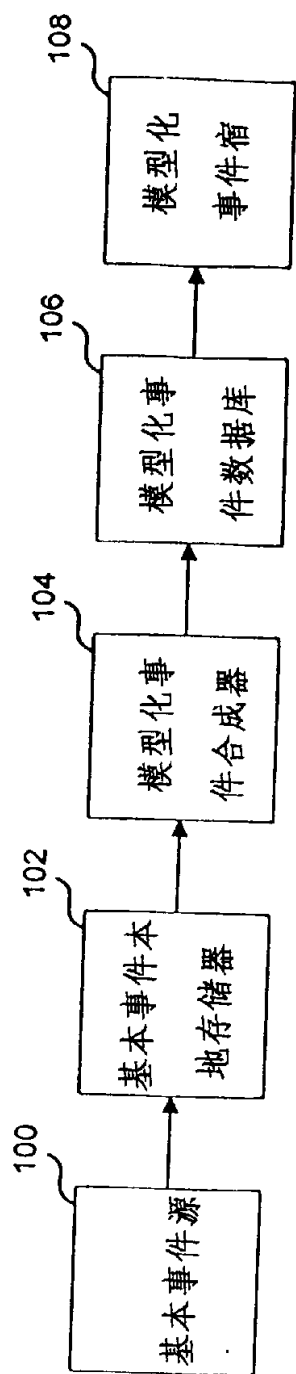


图7

100 102 104 106 108

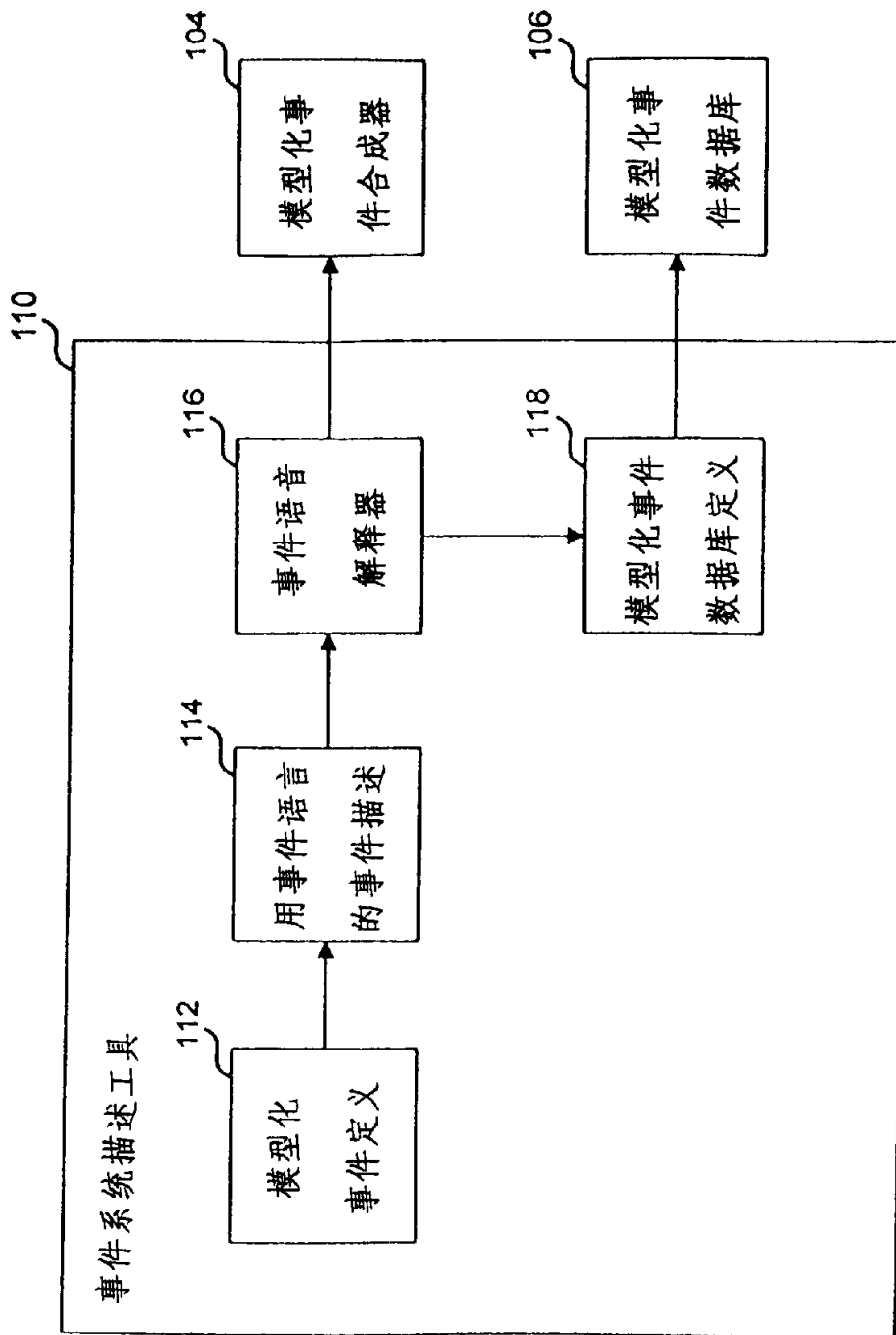


图 8

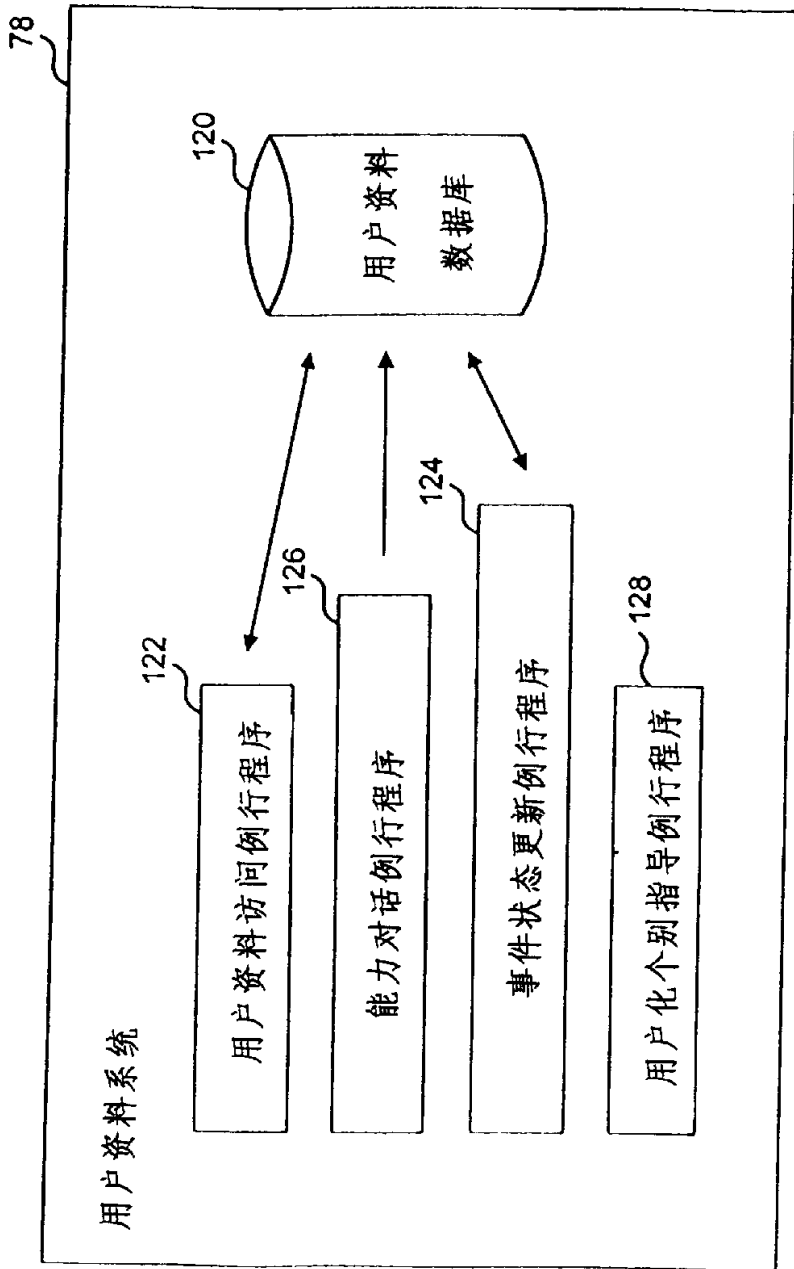


图9

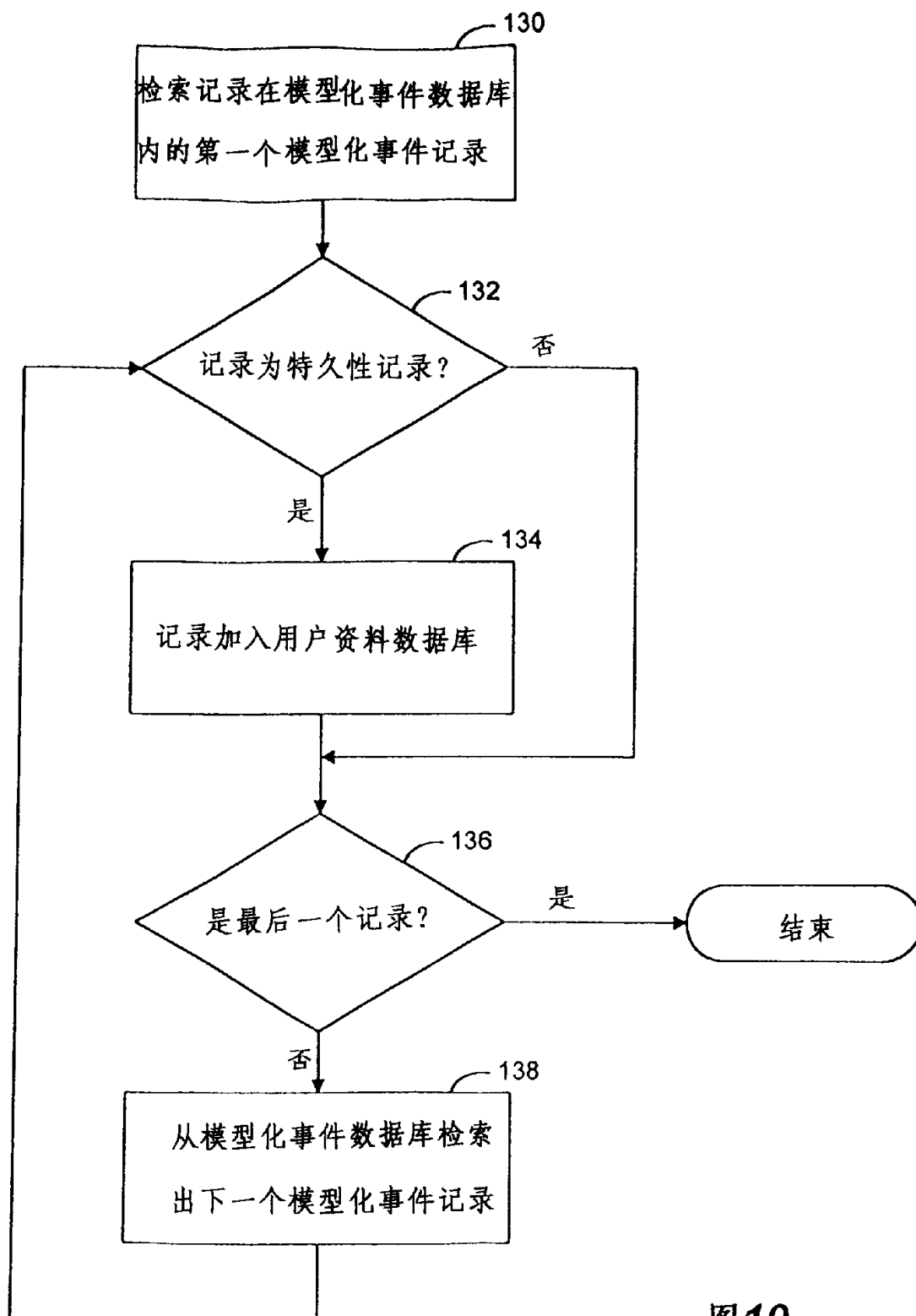


图10

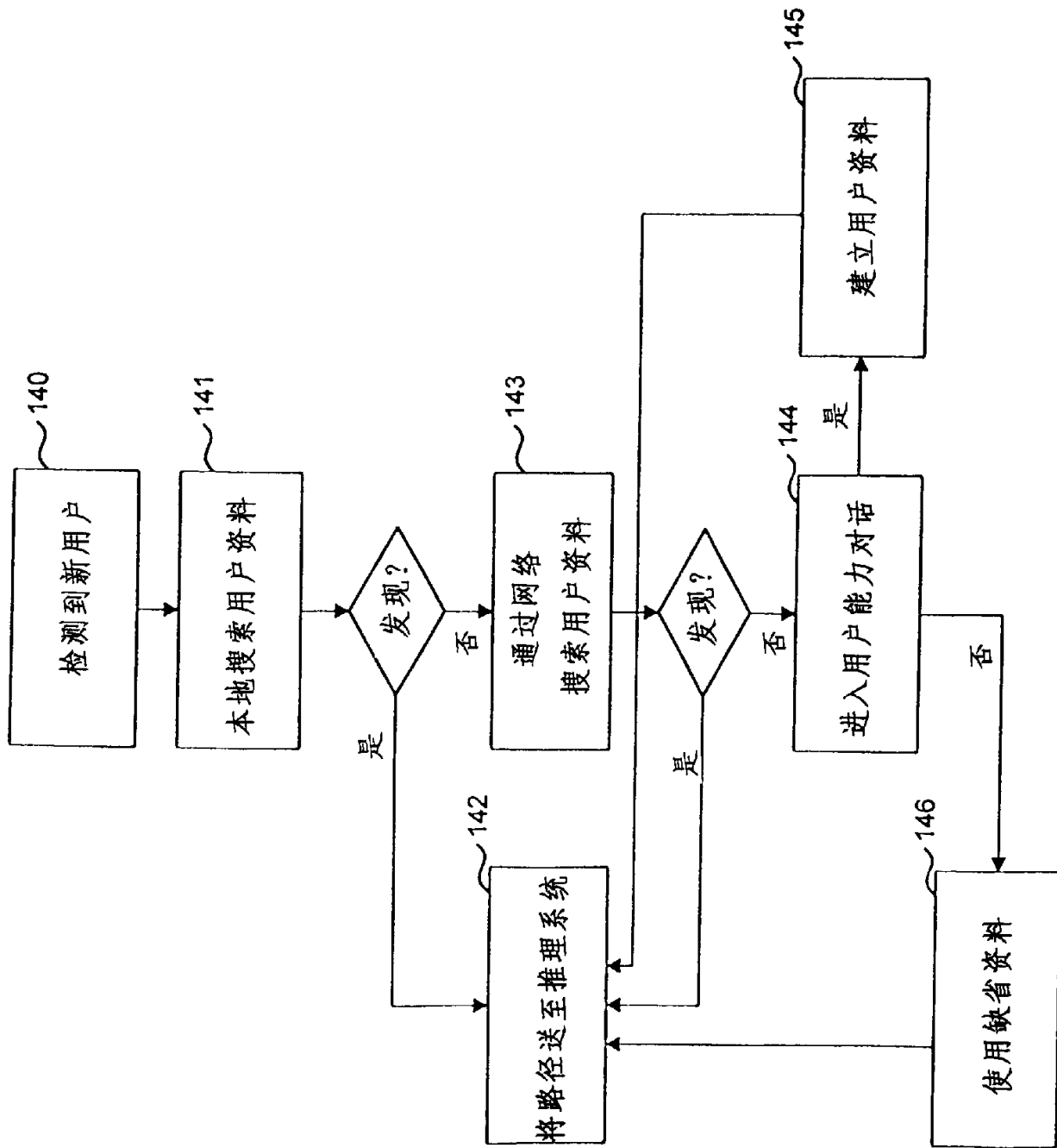


图11

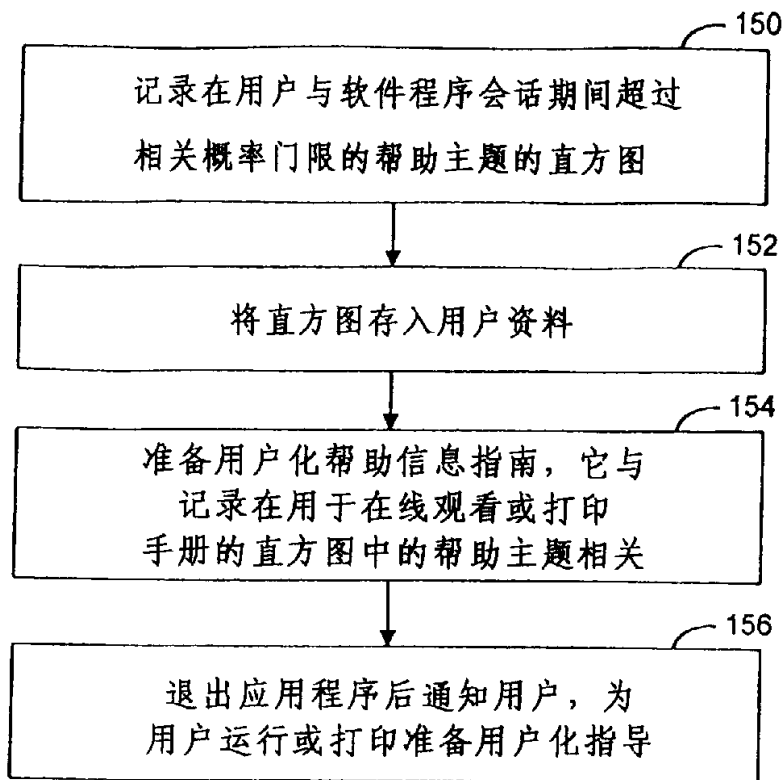


图12

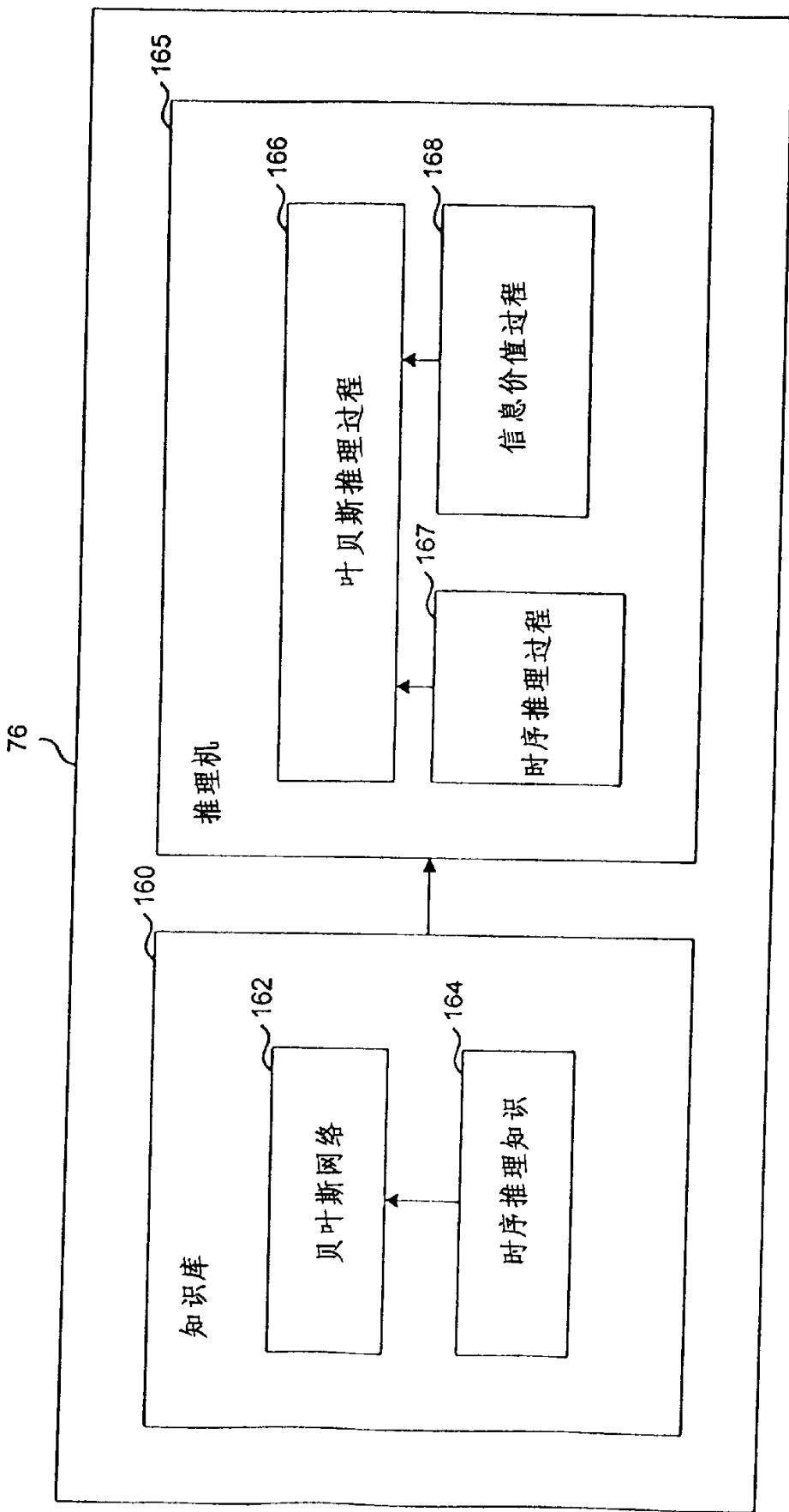


图13

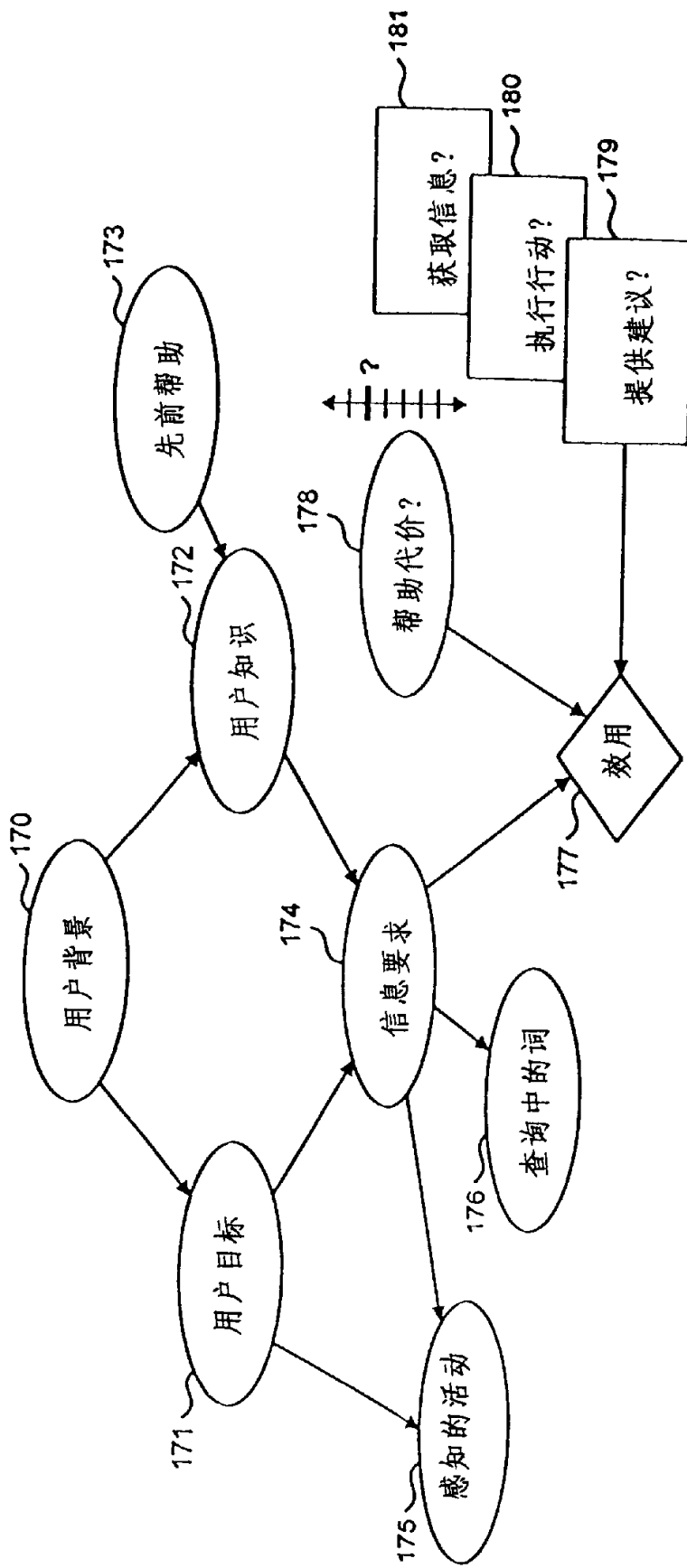


图 14

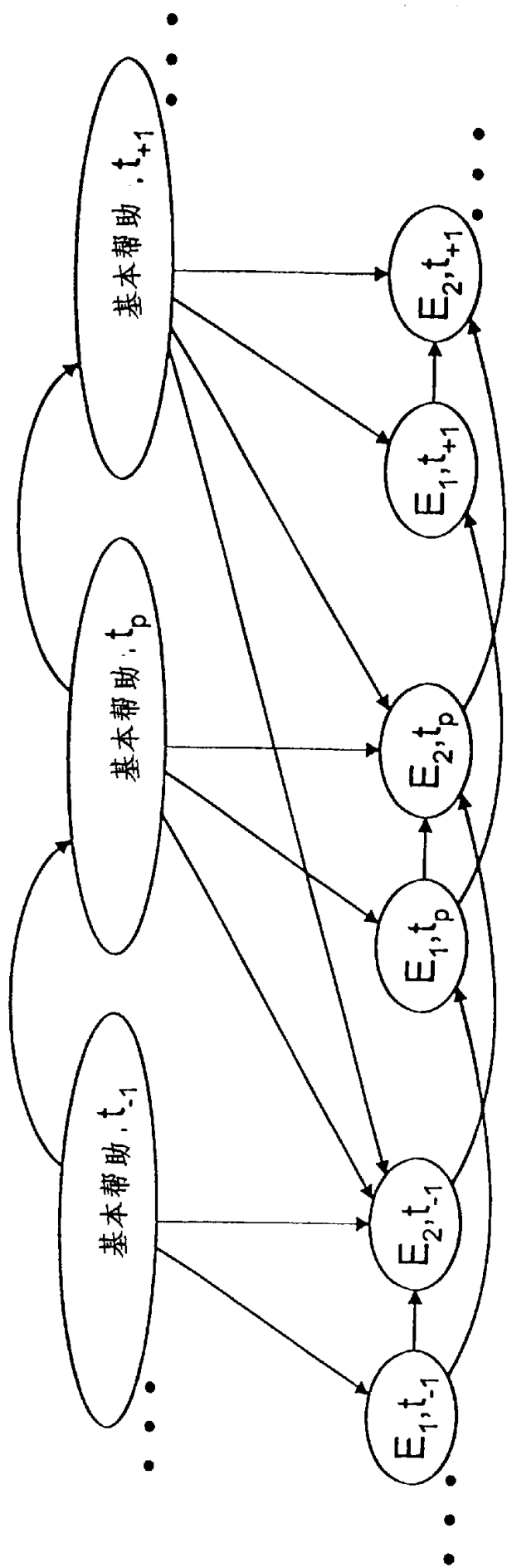


图15

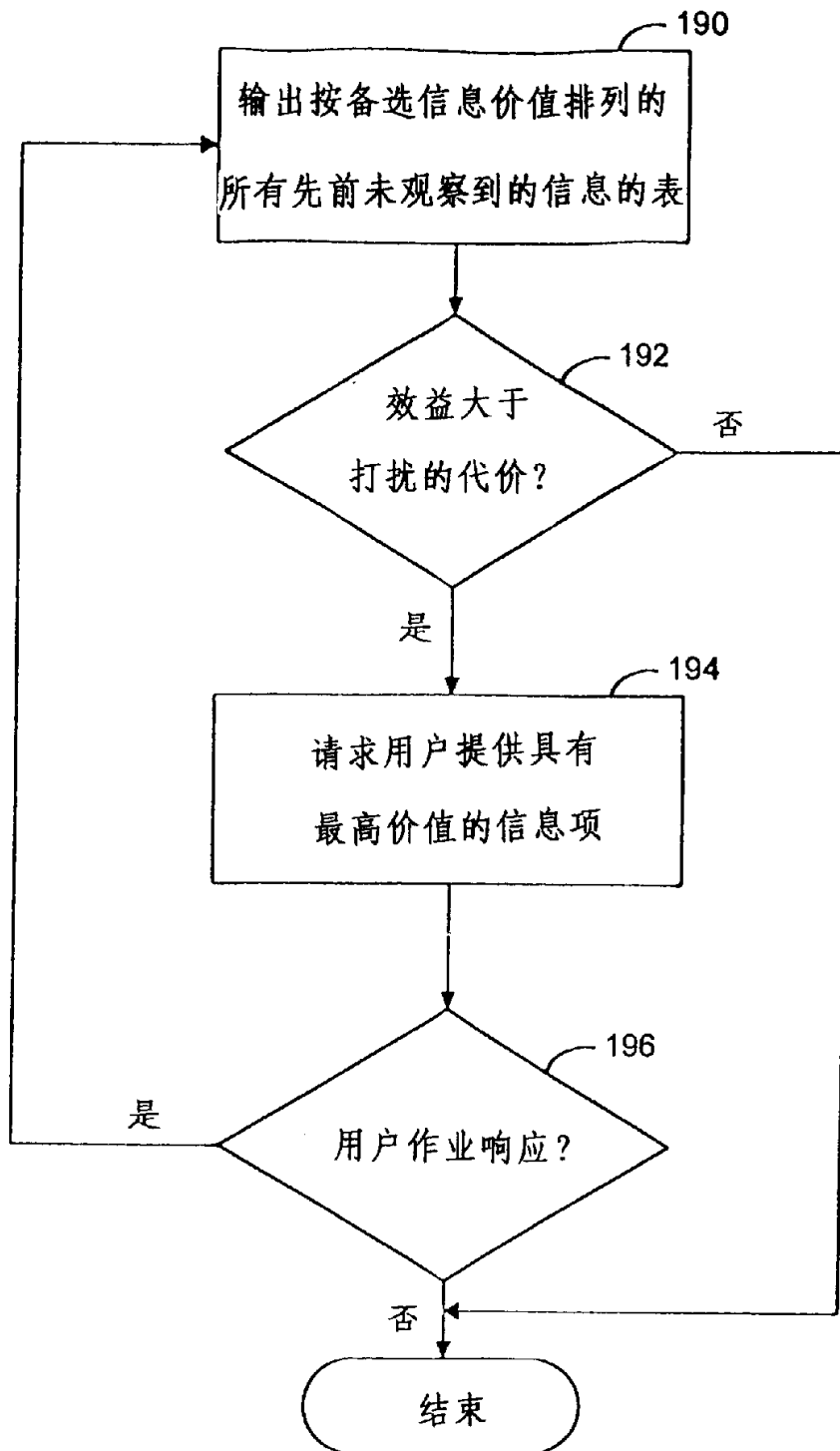


图16

203



图 17

200

Microsoft Help Wizard

Intelligent User Assistance Facility for Excel

Help Wizards Recommended for you

- Working with fonts
- Other formatting needs
- Working with borders
- Working with rows and columns
- Changing alignment

Help wizard to solve your problem

Consider:

- Recent Actions
- Your Wizard
- Both
- Expert User

What to do:

- Formatting the document
- Creating and modifying charts
- Creating a budget
- Retrieving information from a database
- Performing calculations and arithmetic
- Customizing the Excel environment
- Getting product support from Microsoft
- Lists and databases
- Performing what-if analysis
- Printing
- Solving an optimization problem
- Editing and basic usage
- Installing or removing Excel

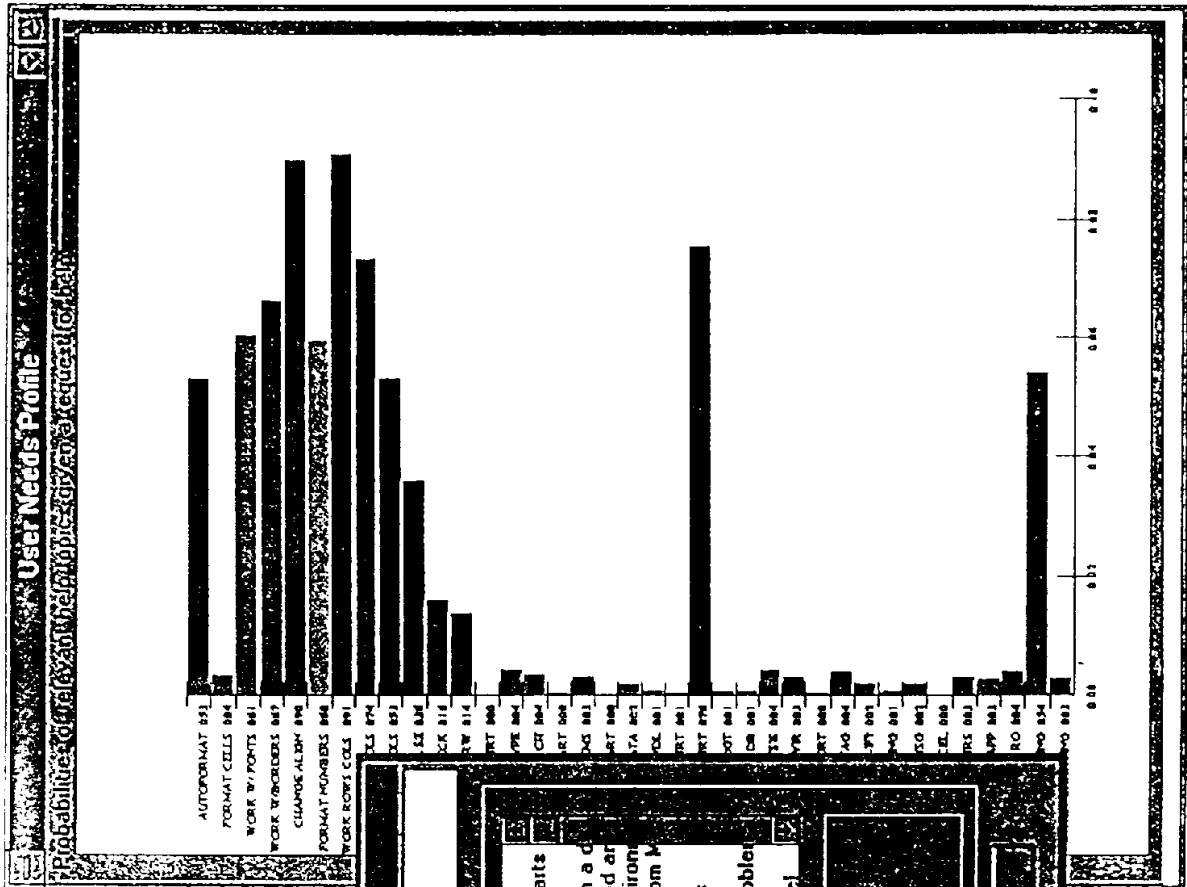
Next Step:

201

202

203

18



Microsoft Help Wizard

Intelligent User Assistance Facility for Excel

Working with rows and columns

- Changing alignment
- Format a chart
- Insert new rows and columns
- Working with borders

Formatting the document

- Creating and modifying charts
- Creating a budget
- Retrieving information from a database
- Performing calculations and other operations
- Customizing the Excel environment
- Getting product support from Microsoft
- Lists and databases
- Performing what-if analysis
- Printing
- Solving an optimization problem
- Editing and basic usage
- Installing or removing Excel

General Actions
 Full Word
 Both

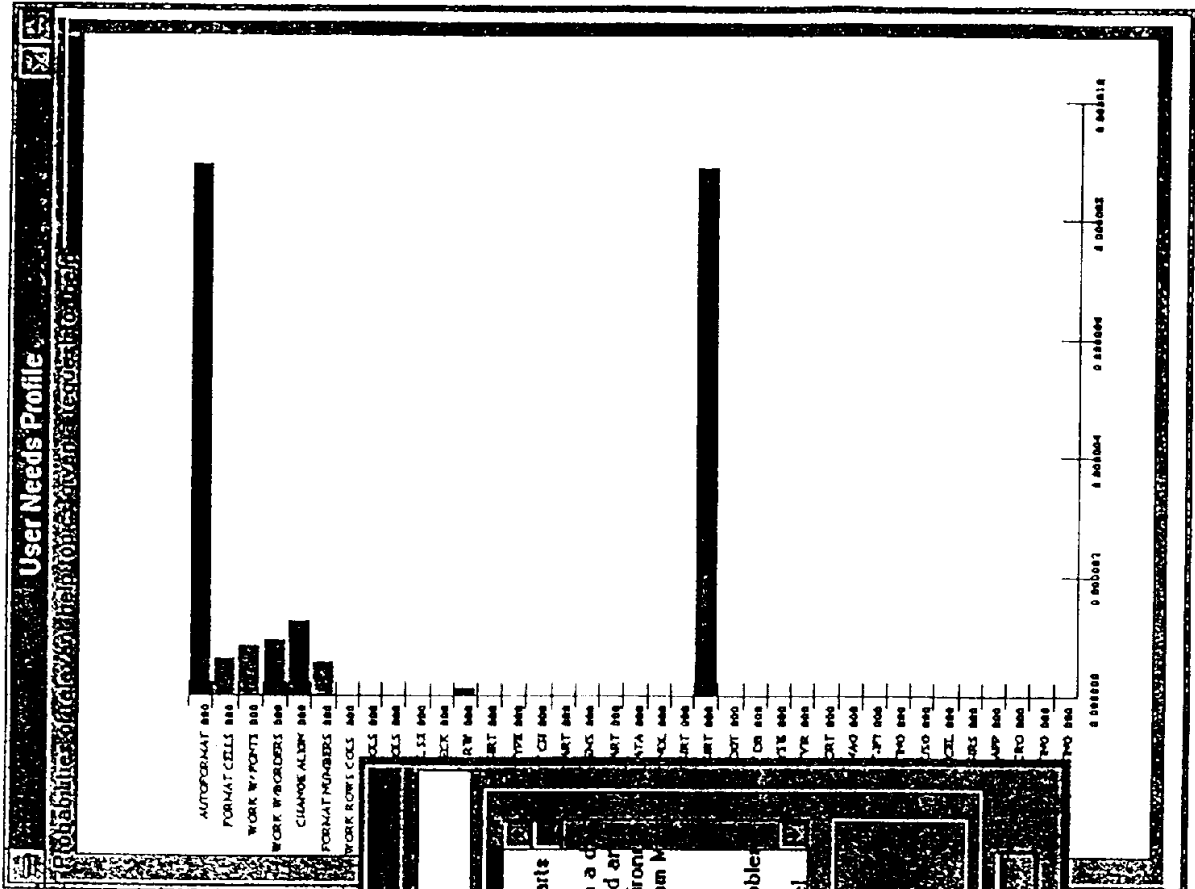
Novice User

200

201

202

203



200

Microsoft Help Wizard

Intelligent User Assistance Facility for Excel

Autoforamtting my document
 Format a chart
 Changing alignment
 Working with borders
 Working with fonts

how do i make this look prettier?

Experts
 Novice User

Formatting the document
 Creating and modifying charts
 Creating a budget
 Retrieving information from a d
 Performing calculations and ar
 Customizing the Excel environ
 Getting product support from M
 Lists and databases
 Performing what-if analysis
 Printing
 Solving an optimization proble
 Editing and basic usage
 Installing or removing Excel

Help
 Cancel

201

204

202

203

图 20

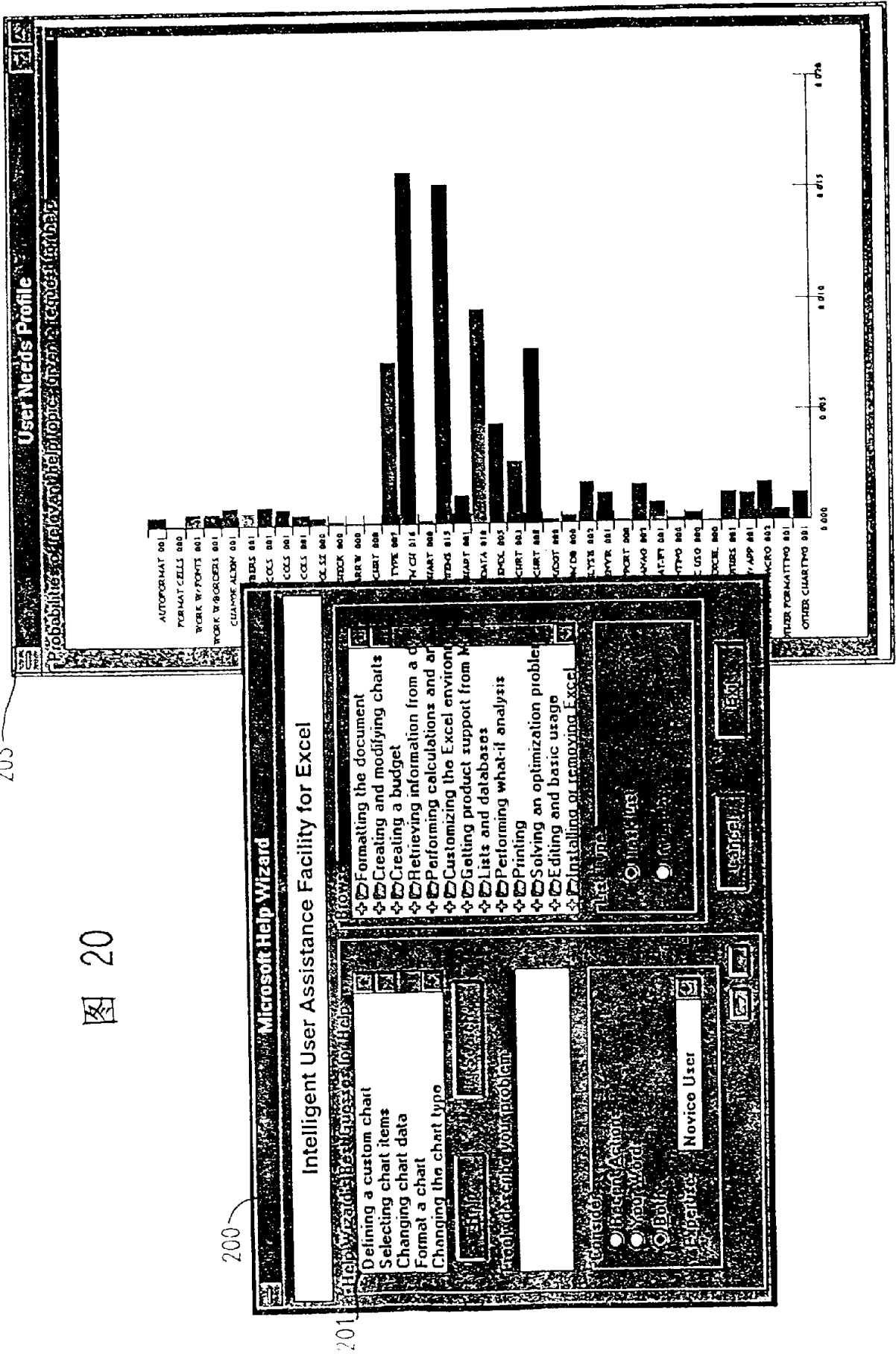
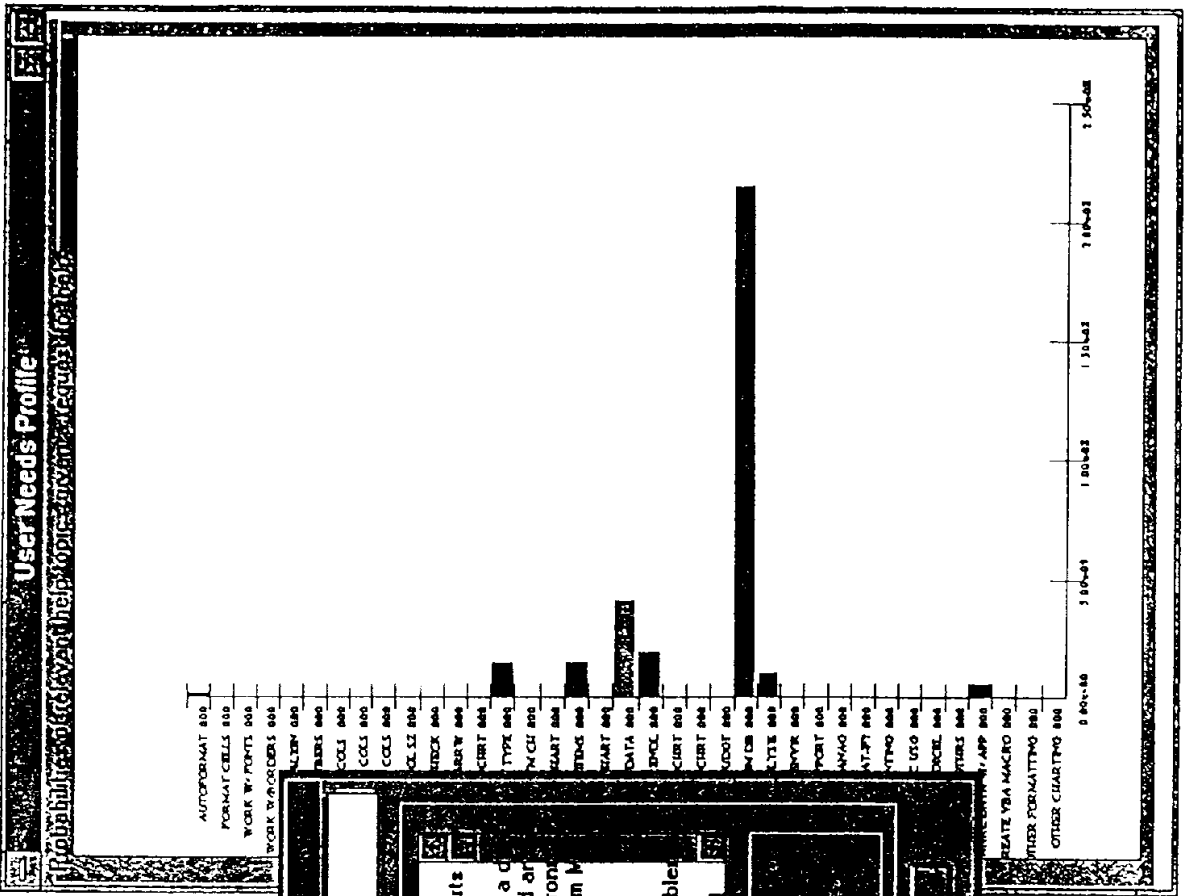


图 21

203



200

Microsoft Help Wizard

Intelligent User Assistance Facility for Excel

Retrieves data from a database
 Changing chart data
 Adding a chart trendline
 Changing the chart type
 Selecting chart items

Find recent problems

I need to access data from a different application

Excel
 Word
 PowerPoint
 Novice User

Formatting the document
 Creating and modifying charts
 Creating a budget
 Retrieving information from a database
 Performing calculations and other operations
 Customizing the Excel environment
 Getting product support from Microsoft
 Lists and databases
 Performing what-if analysis
 Printing
 Solving an optimization problem
 Editing and basic usage
 Installing or removing Excel

201

204

Microsoft Excel

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help

100%

A2 Scheme

	A	B	C	D	E	F	G	H
Scheme	7 due in 23	ARM(2.6)	ARM(2.6)	ARM(2.6)	ARM(2.6)	ARM(2.6)	ARM(2.6)	ARM(
		T-bill + 2.5	T-bill + 2.6	T-bill + 2.7	T-bill + 2.75			
Principal	192500	190000	190000	190000	190000	190000	190000	190000
Points	0.00%	0.50%	1.00%	0.00%	0.00%	1.50%		
Fees	0	1300	1900	1800	1900	1500		
Interest rate	8.75%	3.75%	3.88%	4.50%	3.88%	3.88%		
Monthly Payment	\$1,514.40	\$890.34	\$911.32	\$971.82	\$915.79	\$915.79		
Insurance/month	225	225	225	225	225	225		
Total pmt/month	\$1,739.40	\$1,115.34	\$1,136.32	\$1,196.82	\$1,140.79	\$1,140.79		
APR		3.85%	4.04%	4.58%	4.08%	4.08%		

REFINA

Assistance Monitoring Agent

206

Assistance Monitoring Agent

207

图 22

May I Offer You Help...

Format cells and their contents
 Checking for spelling errors
 Performing calculations

More.....Bother Me.....Less

OK Cancel

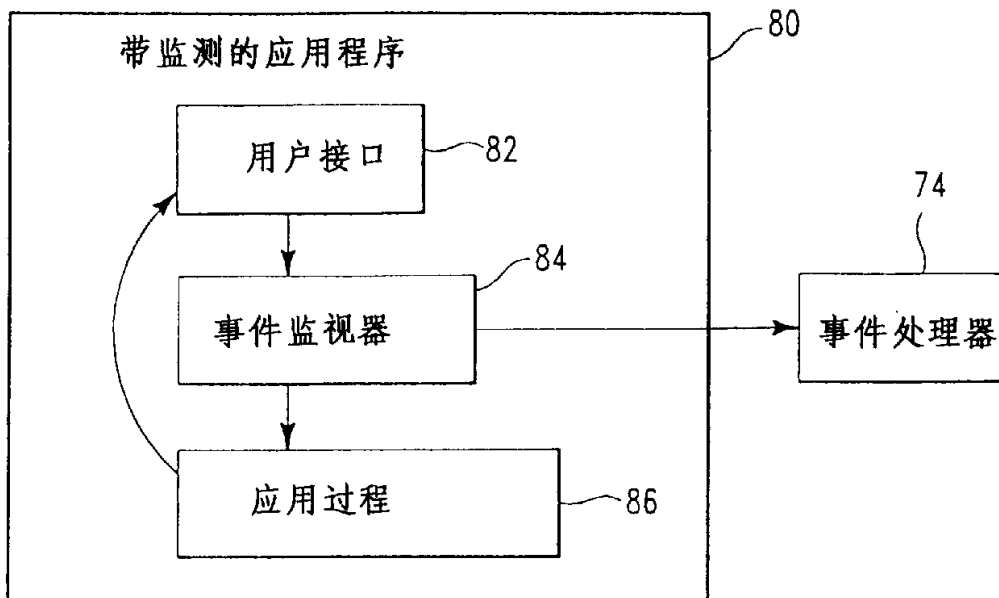


图 5

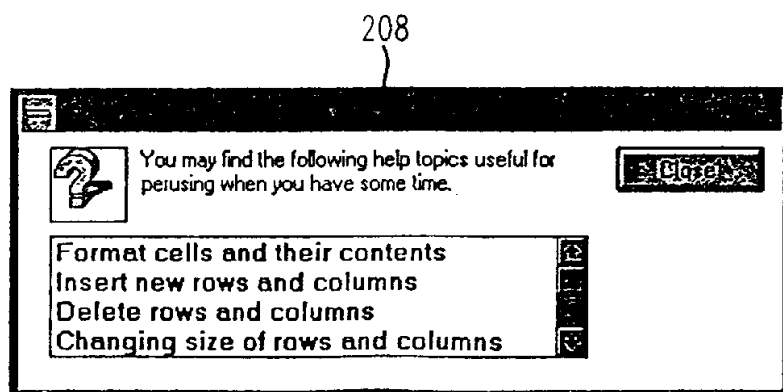


图 23

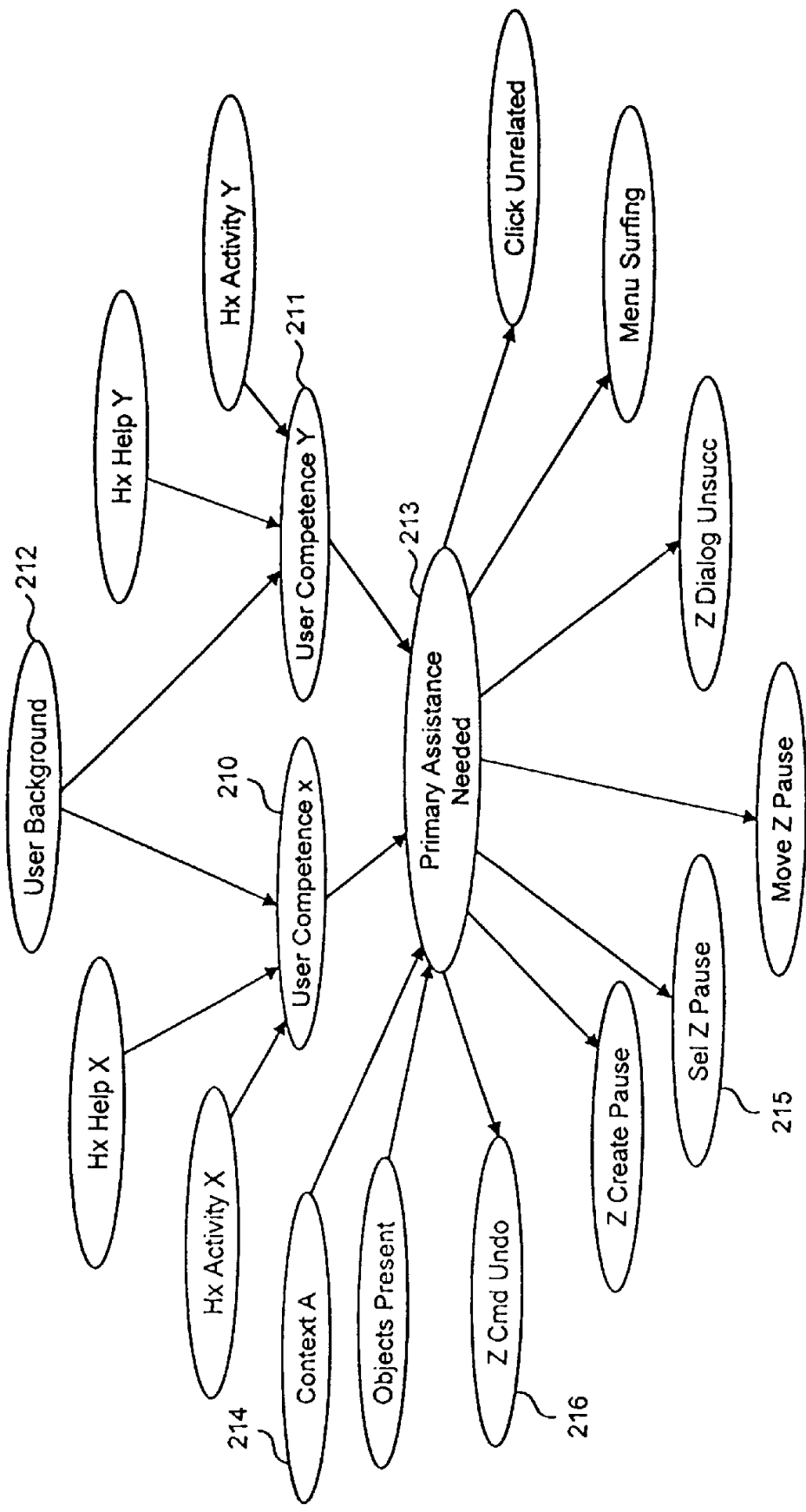


图 24

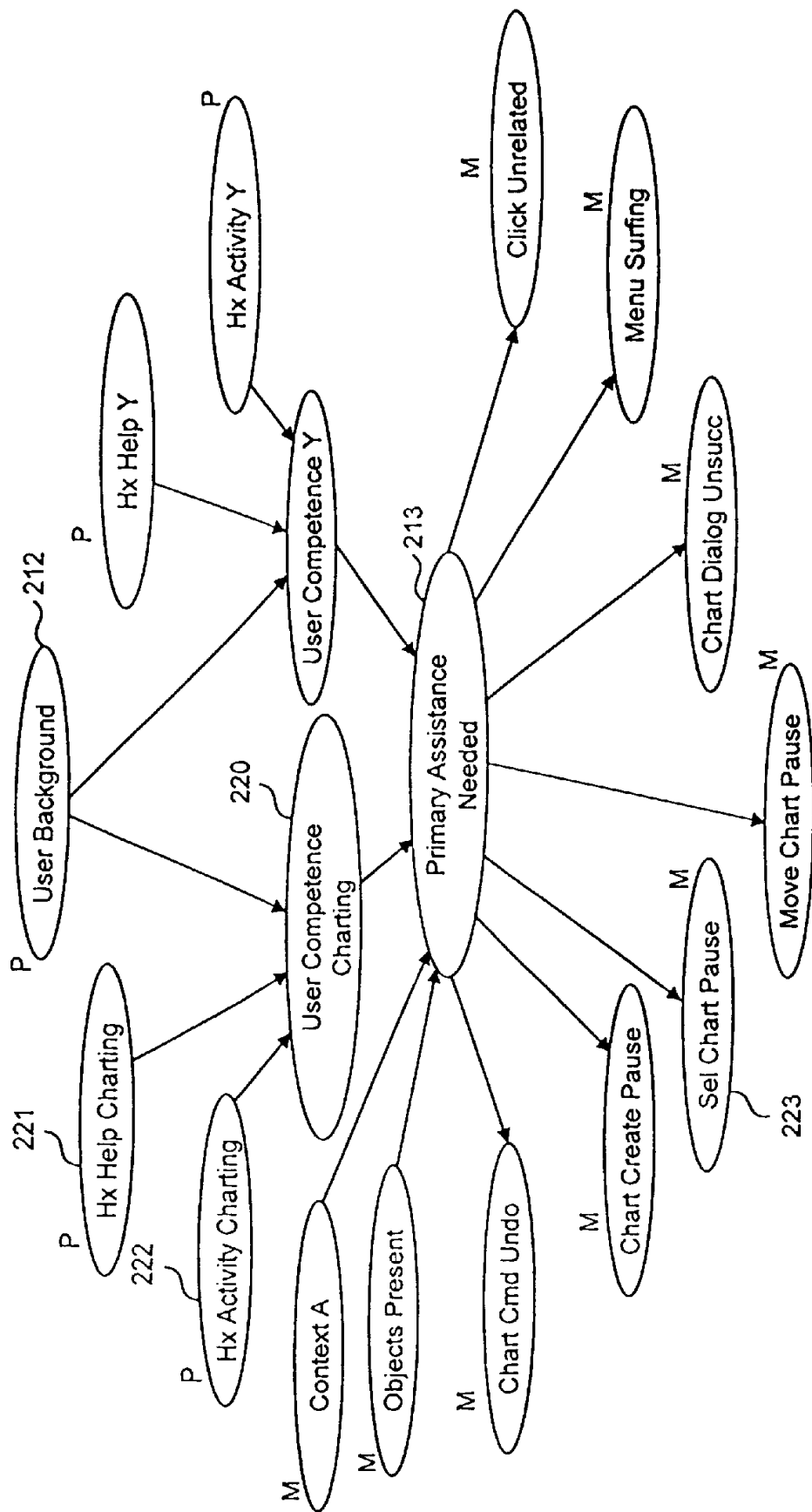


图 25

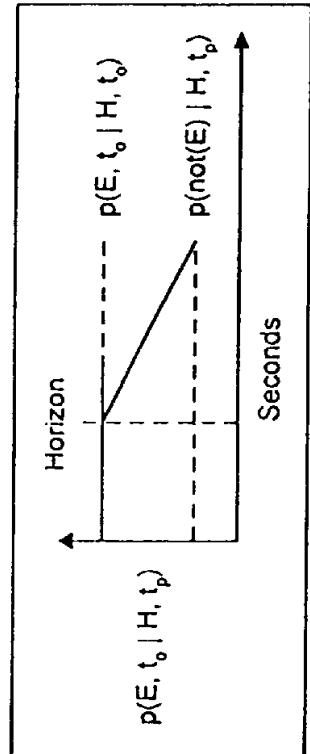
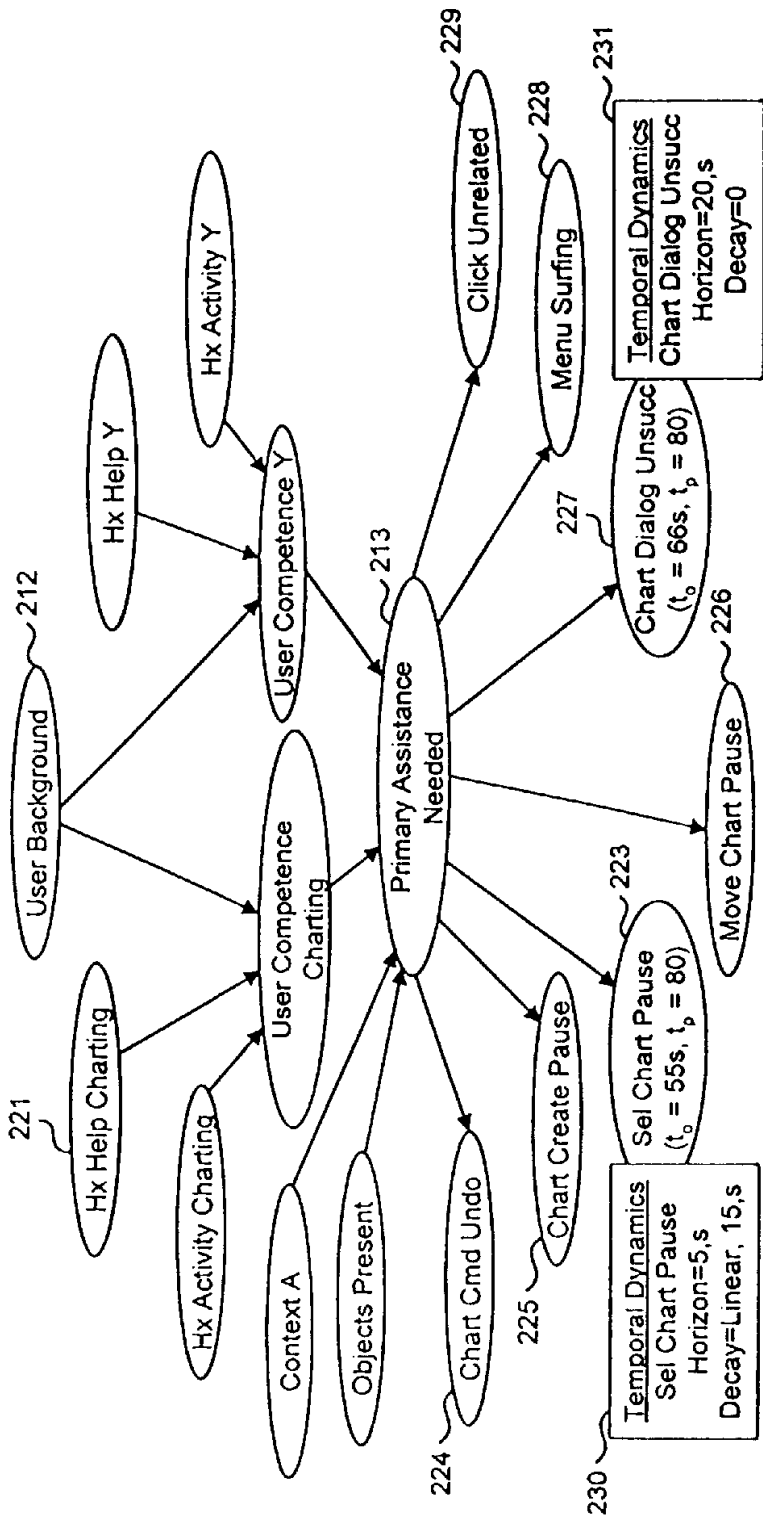


图 26

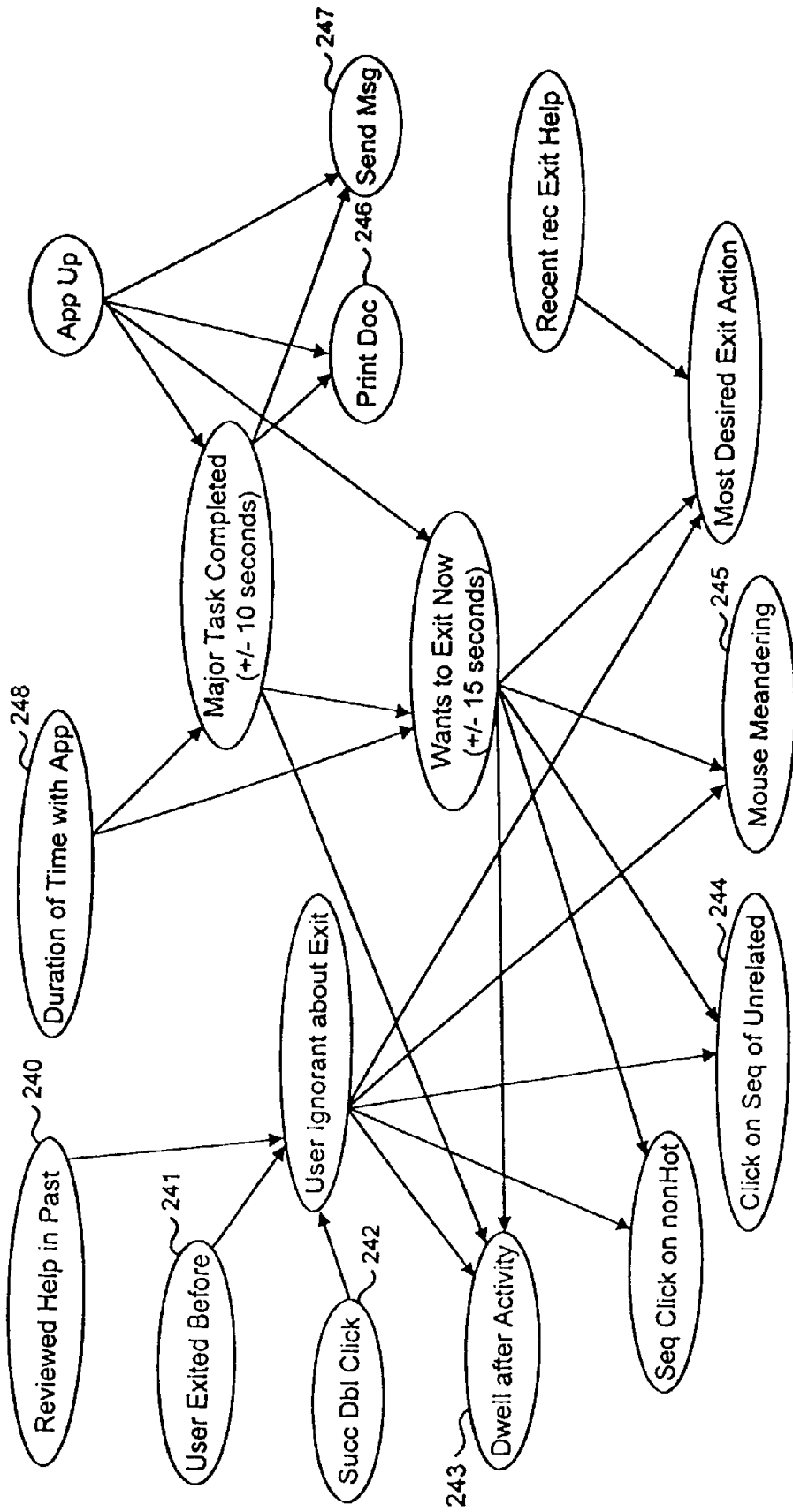


图 27

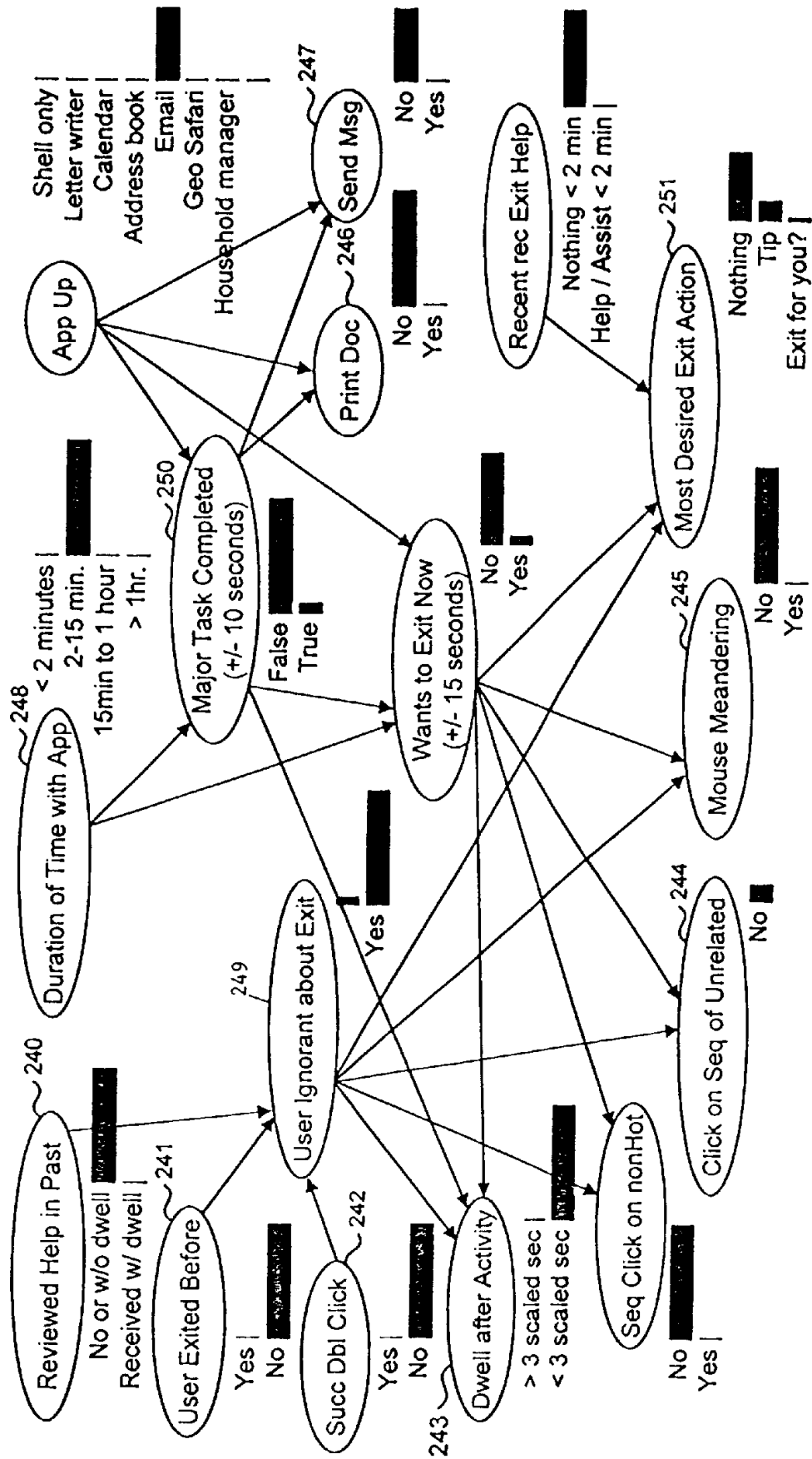
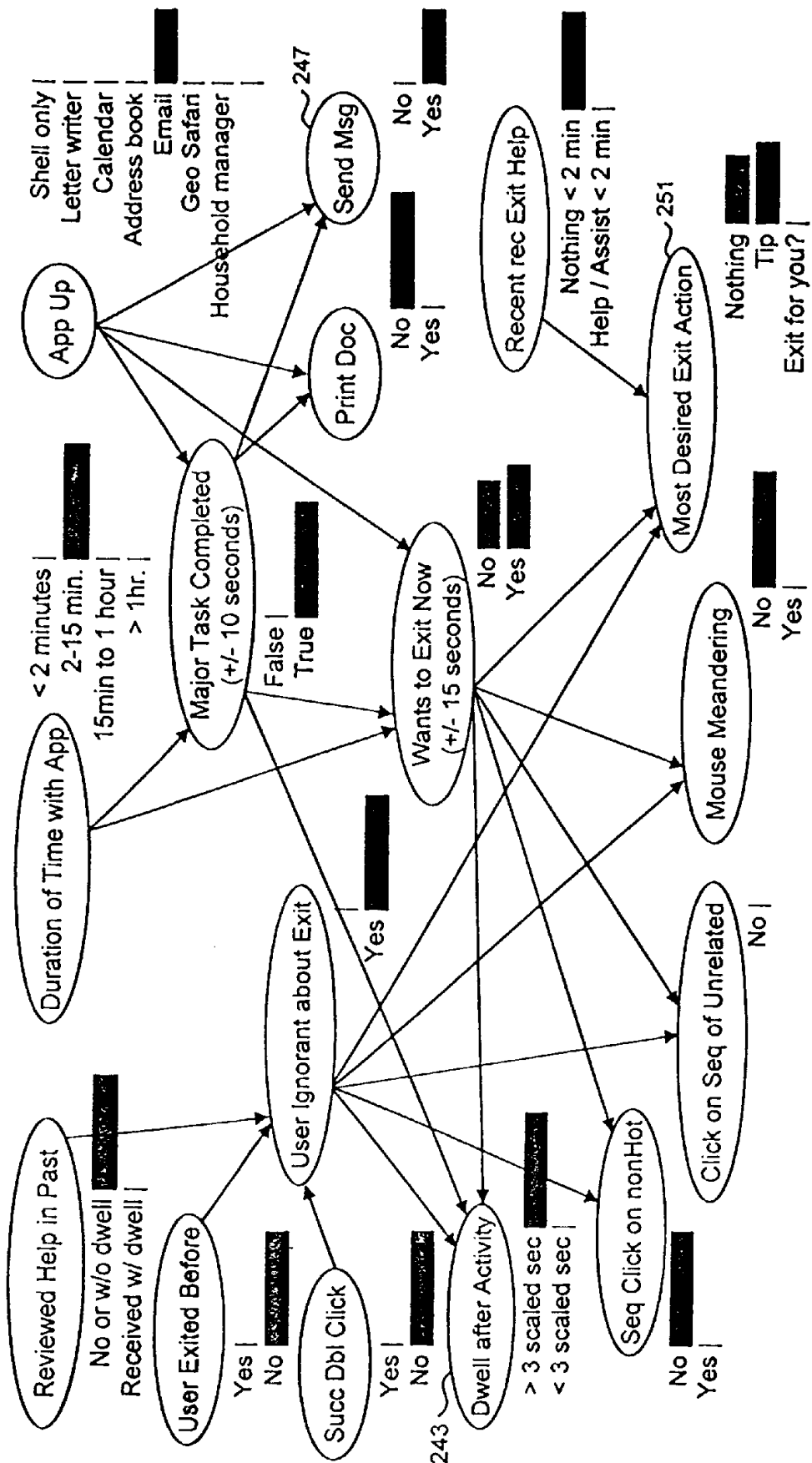
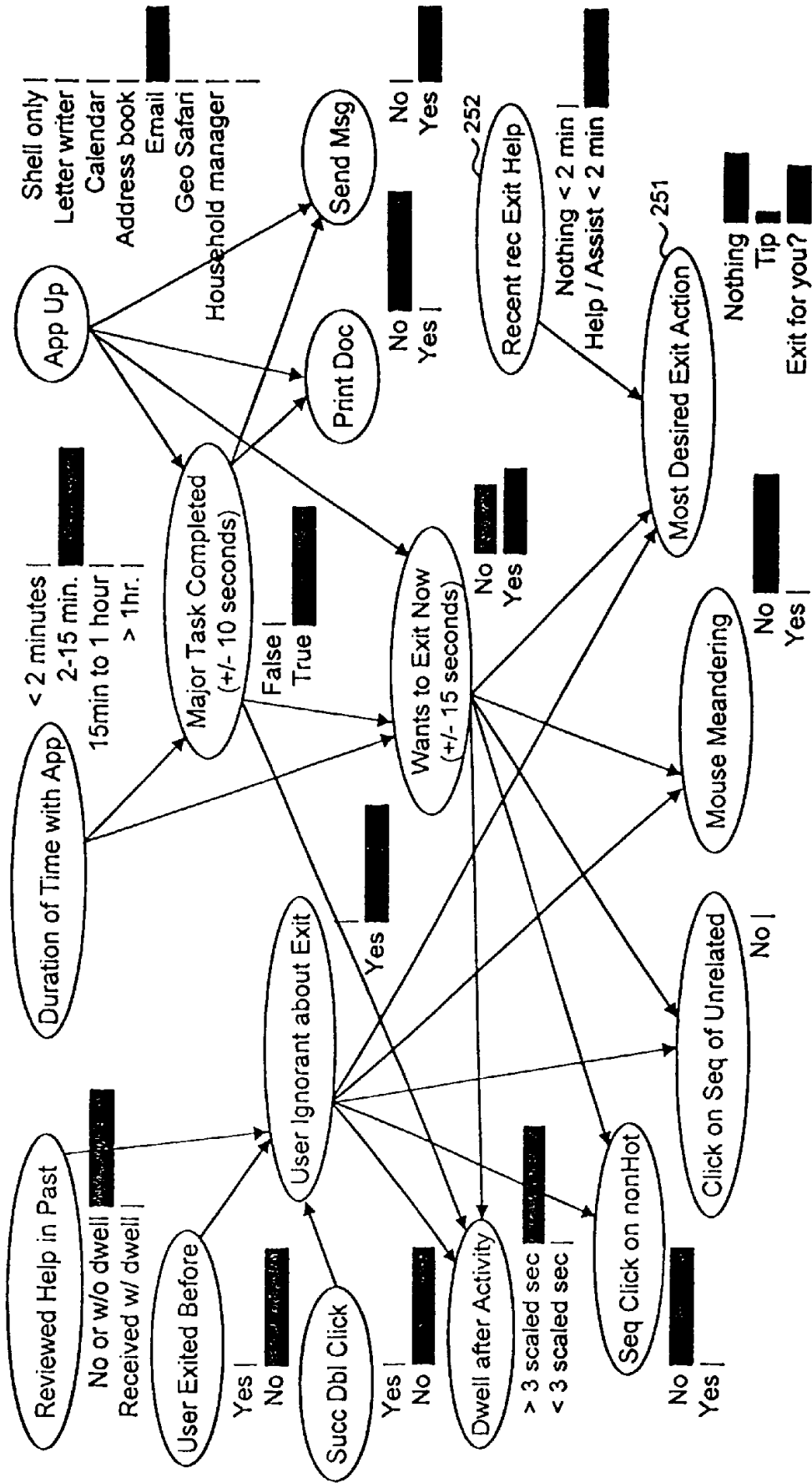


图 28





30

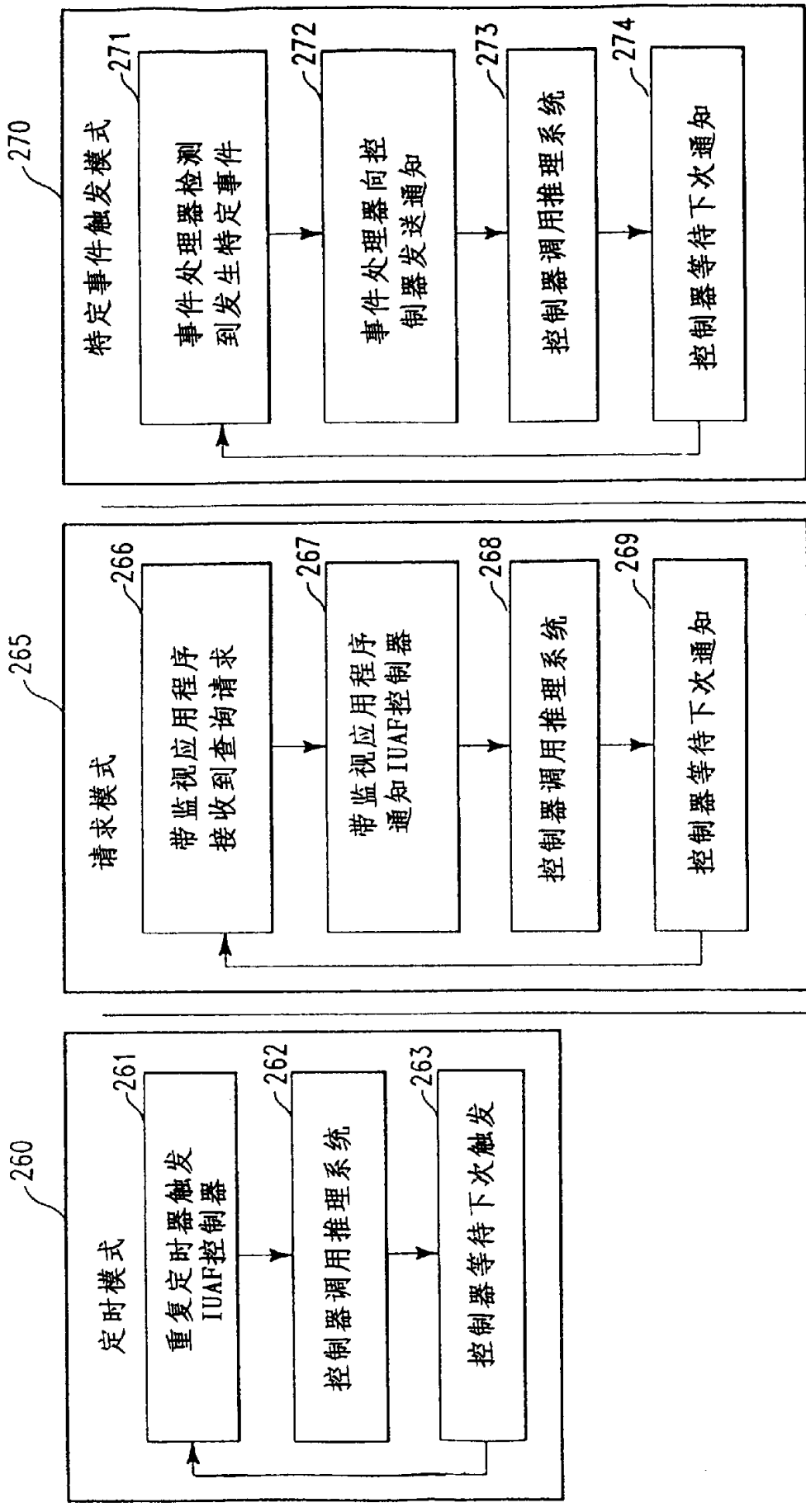


图 31

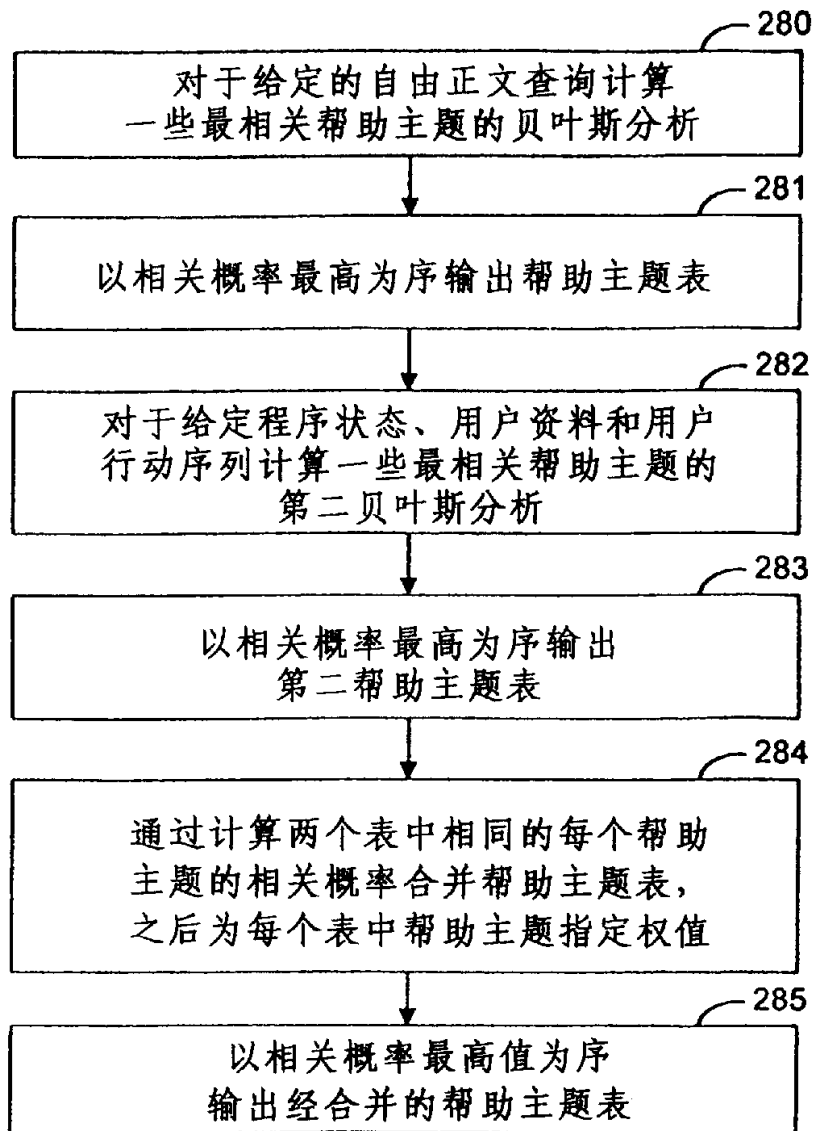


图 32

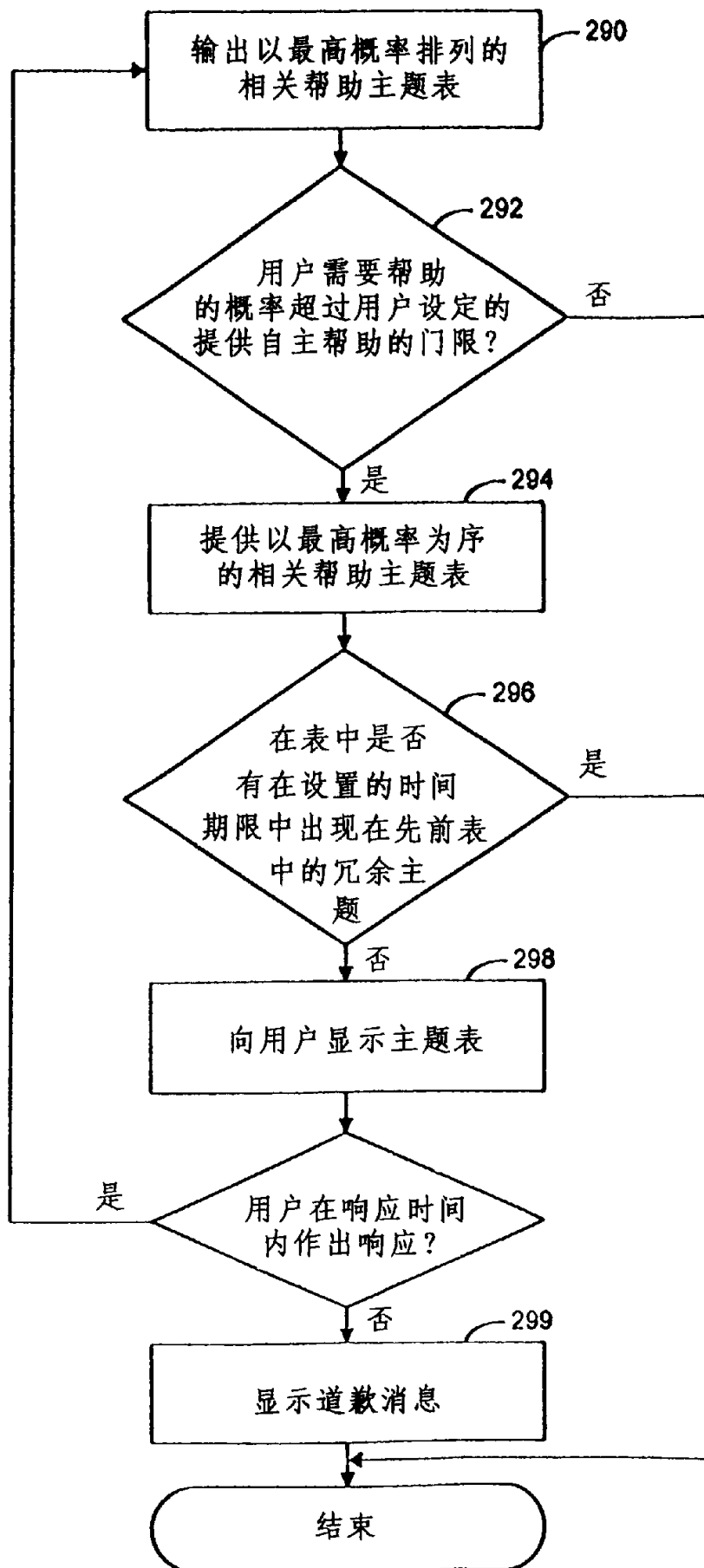


图 33

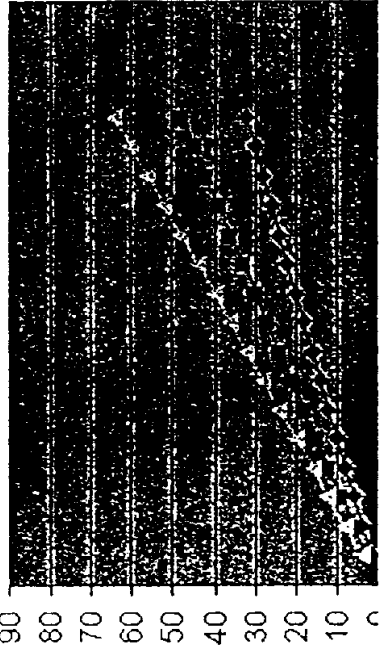
File Edit View Insert Format Tools Data Window Help
 Arial 10 100%

1	2	3	4	5
2	4	6	8	10
3	6	9	12	15
4	8	12	16	20
5	10	15	20	25
6	12	18	24	30
7	14	21	28	35
8	16	24	32	40
9	18	27	36	45
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				

What would you like to do?

- Project future values and perform regression analysis (Small Card)
- Change the way data is plotted (Small Card)
- Change chart labels, titles, and other text (Small Card)

Type your question here, and then click Search.



- ◆— Series1
- Series2
- ▲— Series3
- x— Series4



图 35

