

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580040463. X

[51] Int. Cl.

G06T 5/00 (2006.01)

A61B 6/03 (2006.01)

[43] 公开日 2007 年 10 月 31 日

[11] 公开号 CN 101065773A

[22] 申请日 2005.11.28

[21] 申请号 200580040463. X

[30] 优先权

[32] 2004.11.27 [33] US [31] 60/631,201

[86] 国际申请 PCT/EP2005/056275 2005.11.28

[87] 国际公布 WO2006/056614 英 2006.6.1

[85] 进入国家阶段日期 2007.5.25

[71] 申请人 布雷克成像有限公司

地址 意大利米兰

[72] 发明人 W·K·谢

[74] 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

代理人 杨晓光 李 峥

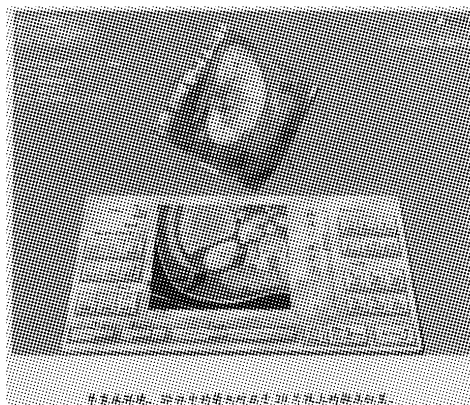
权利要求书 2 页 说明书 15 页 附图 31 页

[54] 发明名称

2D/3D 集成式轮廓编辑器

[57] 摘要

用于完全集成轮廓编辑器的系统和方法。在本发明的示例性实施例中，随 3D 界面提供 2D 界面，该 2D 界面使得用户可以在某时限定和编辑在数据组的一个图像片段上的轮廓，该 3D 界面使得用户可以作用到整个 3D 数据组。2D 界面和 3D 界面完全集成，在 2D 界面中限定或编辑的轮廓同时显示在 3D 数据组的相应位置中。2D 轮廓能够利用多种容易获得的工具来创建和编辑，在用户指示选定的关注区域时，在 3D 数据组内指示的关注区域使得相关的 2D 片段被显示在 2D 界面中。在本发明的示例性实施例中，系统能够基于用户限定的顶部轮廓和底部轮廓而自动产生轮廓，并且能够利用多个数据组重新映射轮廓。



1. 一种从 3D 数据组分割对象的方法，包括：

观测所述 3D 数据组的一个以上 2D 片段；以及

限定所述一个以上 2D 片段的每个片断中的对象部分的轮廓，

其中输入的每个轮廓被显示在当前的所述 2D 片段中，还被交互显示在所述 3D 数据组的 3D 体中，其中该 2D 界面和该 3D 界面是完全集成的。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其中每个轮廓能够利用多种工具来进行编辑。

3. 根据权利要求 2 的方法，其中所述编辑工具可以通过点击工具板上的图标来获得。

4. 根据权利要求 1 所述的方法，其中可以在指点模式中限定轮廓，在所述指点模式中，用户设置多个点，并且从其自动检测轮廓。

5. 根据权利要求 1 所述的方法，其中经指点工具或描绘工具能够编辑轮廓。

6. 一种用于交互显示 3D 数据组的轮廓编辑器，包括：

2D 界面，该 2D 界面使得用户可以在某时限定和编辑在数据组的一个片段中的轮廓；以及

3D 界面，该 3D 界面使得用户可以交互作用到整个 3D 数据组，其中所述 2D 界面和 3D 界面完全集成，以及其中在所述 2D 界面中限定或编辑的轮廓被同时显示在所述 3D 数据组的适当位置中。

7. 根据权利要求 6 的轮廓编辑器，其中用户能够通过显示器的限定位置简单点击物理界面或指向指针，从而容易地在 2D 界面和 3D 界面之间进行切换。

8. 根据权利要求 1 所述的方法，其中用户能够通过指示 3D 体中的关注点来选择 3D 数据组中的关注区域，以及包含所述关注区域的 2D 片段被自动显示在所述 2D 界面中。

9. 根据权利要求 8 所述的方法，其中所述 2D 界面还指示位于用户选

定的关注区域内的区域。

10. 根据权利要求 1 所述的方法，其中在一个视图中创建的轮廓能够被自动重新映射到另一视图。

11. 根据权利要求 1 所述的方法，其中利用数据形式的一个扫描形态创建的轮廓能够被自动映射到另一共同寄存的形态。

12. 根据权利要求 1 所述的方法，还包括基于用户在边界图像片段上限定的轮廓在中间图像片段中自动产生轮廓。

13. 根据权利要求 1 所述的方法，还包括基于系统智能性进行绘制以协助用户限定轮廓。

14. 根据权利要求 13 的方法，其中所述系统采用用户限定的轮廓和边缘检测。

2D/3D 集成式轮廓编辑器

相关申请的交叉引用

本发明要求 2004 年 11 月 27 日提交的美国临时专利申请 60/631, 201 的优先权。所述临时专利申请的公开内容整体在此引用作为参考。

技术领域

本申请涉及 3D 数据组的交互式显像, 更具体而言, 涉及通过限定多个 2D 轮廓对 3D 数据中的对象进行分割。

背景技术

在多种病理学的分析和显像中, 能够从给定组医学图像分割多个解剖对象是一种重要的手段。已经实现多种常规方法来自动执行该过程。关于自动分割已经很好限定和分隔的解剖结构, 它们已经通常能够获得良好的结果。然而, 通常不能这么容易地对解剖结构进行分割。通常, 解剖结构在空间上连接到具有类似特征的其他结构, 这使得达到分割精度变得更加困难。在这些情况下, 自动分割不能获得准确的结果, 因为在自动区分类似相邻结构时存在固有困难。

一种解决上述问题的技术方案为在分割过程中包括用户输入。这例如能够通过让用户手动限定分割区域, 或者更准确说, 限定期望对象及其周围之间的交界线来实现。这些区域和/或它们的交界线还被称为轮廓。通过输入关于一组医学图像数据的多个 2D 片段的轮廓信息, 可以基于用户指定轮廓的边界线来分割体对象。由于手动描绘是枯燥乏味的, 因此可以包括半自动化方法, 例如轮廓检测, 来使得这种轮廓限定更为便利。虽然动画轮廓花费的时间比相应的自动过程要多, 但是它使得用户可以在分割

体对象时具有完全的灵活性和控制性，这种效果利用纯自动过程是无法实现的。

因此，可以获得多种常规轮廓编辑软件包。这些程序试图提供工具来协助用户限定轮廓。通常，用户面前呈现 2D 界面，在该 2D 界面中，能够选择和观测体对象的多个片段。然后绘制图像片段本身的轮廓。然而，这种界面受到严重限制，因为在许多情况下用户本身不能基于观测单个片段图像来区分多种解剖结构。在这些情况下，用户需要滚动屏幕观测多个图像片段来获得真实的解剖结构的准确透视图。

一些常规软件通过提供切换模式来克服该限制，该切换模式使得用户可以在 2D 图像片段视图和 3D 体对象视图之间切换。其他的方法包括将显示屏幕分割成多个视窗，在不同视窗当中同时示出 2D 和 3D 视图。虽然这种范例能够在数据显像当中协助用户，但是它不能提供在限定轮廓的同时作用到 3D 体对象的无缝衔接方法。为了交互 2D 或 3D，用户仅能够在指定窗口中进行操作。而且，这些软件程序提供的手段主要集中于限定 2D 轮廓，而并不便于交互作用到 3D 对象本身。

为了缓解用户限定轮廓的负担，这种常规软件有时还提供多种工具，以基于用户输入自动检测这些轮廓。然而，这些工具通常需要用户设定和调整多个参数来获得准确结果。

因此需要一种在集成式交互 3D 显像操纵和编辑环境中分割 3D 对象的 2D 轮廓的改进方法。

发明内容

本发明提供用于完全集成式轮廓编辑器的系统和方法。在本发明的示例性实施例中，随 3D 界面提供 2D 界面，该 2D 界面使得用户可以在某时限定和编辑数据组的一个图像片段上的轮廓，该 3D 界面使得用户可以交互作用到整个 3D 数据组。2D 界面和 3D 界面完全集成，在 2D 界面中限定或编辑的轮廓同时显示在 3D 数据组的相应位置中。2D 轮廓能够利用多种容易获得的工具来创建和编辑，当用户指示选定的关注区域时，在 3D

数据组内指示的关注区域使得相关的 2D 片段被显示在 2D 界面中。在本发明的示例性实施例中，系统能够基于用户限定的顶部轮廓和底部轮廓而自动产生轮廓，并且能够利用多个数据组重新映射轮廓。

附图说明

图 1 示出根据本发明的示例性实施例的单个集成式轮廓编辑环境；

图 2 示出利用根据本发明的示例性实施例的示例性指点工具而示例性限定指点模式中的轮廓；

图 3 示出根据本发明的示例性实施例对于图 2 所示的用户指定的点进行示例性自动轮廓检测功能操作的结果；

图 4A - 4B 示出根据本发明的示例性实施例利用描绘工具编辑示例性现存轮廓；

图 5 示出根据本发明的示例性实施例在指点模式中编辑示例性轮廓后背；

图 6 示出根据本发明的示例性实施例的所有可用功能和工具的示例性轮廓编辑器工具和界面的屏幕照片；

图 7 示出根据本发明的示例性实施例由用户选择 3D 对象中的关注区域；

图 8 示出根据本发明的示例性实施例立即存取对应于图 7 所示的选定区域的片段；

图 9 示出根据本发明的示例性实施例在示例性集成环境中的 4D 轮廓的视图；

图 10 示出根据本发明的示例性实施例；

图 11 示出根据本发明的示例性实施例通过定位轮廓来区域限定图 10 的示例性数据；

图 12 示出根据本发明的示例性实施例的示例性控制界面；

图 13 - 14 示出根据本发明的示例性实施例使用示例性描绘工具；

图 15 - 17 示出根据本发明的示例性实施例的示例性选取工具；

图 18-20 示出根据本发明的示例性实施例的示例性轮廓编辑工具;

图 21-23 示出根据本发明的示例性实施例的多个片段轮廓检测;

图 24-26 示出根据本发明的示例性实施例的示例性的一组构建功能;

以及

图 27-30 示出根据本发明的示例性实施例的示例性轮廓重新映射功能。

注意,本专利或申请文件包含至少一个彩色绘制的图片。通过请求并相应付费,可以由美国专利局提供具有彩色图片的本专利或专利申请公开文件的拷贝。

还注意,一些读者仅可获得视图的黑白视图。因此,为了尽可能完全地描述原始文字,图中的颜色参考将被增加描述,以指示描述的元件或结构。

具体实施方式

本发明描述一种在轮廓限定 workflow 中的新方法,其以用户交互、显像和限定体对象的分割中的轮廓的方式提供不同的范例。在本发明的示例性实施例中,这能够通过重新设计不同的部件,例如用户界面、工具交互、轮廓显像等等来实现,下面将对其进行描述。这些部件的组合能够唯一地限定该 workflow,其中用户通过轮廓限定来执行体对象的分割。

在本发明示例性实施例中,这种唯一范例的特征可以划分为下面的部分:

1. 通过唯一限定 3D 视觉环境中的 2D 界面而紧密集成 2D 和 3D 交互,其中在一个环境中的数据输入同时可以在另一个环境中获得;
2. 能够用于轮廓限定和操纵中的工具的互换性;
3. 用于工具和功能的激活的单点;
4. 利用 3D 选择工具快速访问图像片段; 以及
5. 观测集成环境中的 4D 数据。

下面将更加详细的描述这些部分。

通过唯一限定 3D 视觉环境中的 2D 界面而紧密集成 2D 和 3D

为了可以无缝衔接地限定轮廓和基本同时显像关注对象和 3D 视图中的相关数据,在本发明的示例性实施例中,用于轮廓限定的 2D 界面能够完全集成到单个 3D 视觉环境中。不同于采用在单独的断接的视窗中从 3D 交互分离 2D 交互的视窗方法的现有软件,本发明可以限定 2D 单个图像片段的轮廓,以及在单个集成环境中交互和显像 3D 的对应体数据。在图 1 示出这种集成环境的示例屏幕照片。

能够用于轮廓限定中的工具的互换性

为了提供用于轮廓限定的无缝衔接方法,在本发明的示例性实施例中,用户可以选择不同工具来操作用户限定的轮廓。

图 2 示出利用指点工具在指点模式中对轮廓的示例性限定。

图 3 示出通过用户利用指点工具指定的点上进行示例性自动轮廓检测的结果。图 4A - 4B 示出利用描绘工具编辑示例性现有轮廓,图 5 示出在指点模式中再次编辑示例性轮廓后背。

支持用于工具和功能的单点激活的范例

在本发明的示例性实施例中,用户界面例如能够支持这样的范例,即,其中所有工具和功能能够通过单击即可激活。在这些示例性实施例中,没有需要用户指定或限定任何参数以便具有功能性的工具。所有可用工具和功能都可以通过单击在用户界面上直接运行。这完全不同于大多数现有软件,在现有软件中,采用文本框用于用户输入和用于功能选择的菜单是普遍的。

图 6 示出根据本发明的示例性实施例的多种能够利用单击激活的功能和工具的示例性软件实现的示例屏幕照片。该示例性实现在下面将更加全面的描述。

利用 3D 选择工具快速访问图像片段

为了有效限定轮廓,用户能够以快速有效的方式访问包含关注区域的片段是很重要的。大多数常规软件采用滑块以便用户选择体对象中的多个片段。该范例是低效的,因为用户需要浏览多个片段,同时理解他在片段

图像上看到的内容。在本发明的示例性实施例中，用户能够显像 3D 数据，然后从这种 3D 透视图选取关注区域。然后，在本发明的示例性实施例中，2D 界面能够直接显示包含用户指定的关注区域的图像片段。这在图 7 中示出，图 7 示出用户选择 3D 对象中的关注区域。图 8 示出对应快速访问集成环境能够提供的选定片段。图 8 的 2D 图像片段中的方形区域（控制面板的中心区域）表示用户能够选择的区域，体中的片段指示器已经移动到体内的选定片段位置。

观测集成环境中的 4D 数据

大多数现有软件仅支持非集成地绘制 3D 数据的轮廓。在本发明的示例性实施例中，实现了在完全集成环境中绘制 4D 轮廓并对其显像。虽然手动绘制 4D 数据的轮廓是枯燥乏味的并且不是经常执行，但是该部分是重要的，因为该特征可以引进和观测 4D 轮廓，其中该 4D 轮廓在本发明的示例性实施例中能够自动产生。图 9 示出在本发明的示例性实施例中在集成环境中示例性观测 4D 轮廓。

示例性系统

本发明能够实现为数据处理器中运行的软件、一个以上专用芯片中的硬件、或者上述软件和硬件的任意组合。示例性系统例如包括立体显示器、数据处理器、映射交互显示控制命令和功能的一个以上界面、一个以上存储器或存储装置以及图形处理器和相关系统。例如，新加坡的 Volume Interaction Pte 有限公司制造的 DextroscopeTM 和 DextrobeamTM 系统、运行 RadioDexter 软件、或者任意类似或功能相当的 3D 数据组交互显示系统，都是能够容易地执行本发明的方法的系统。

本发明的示例性实施例能够实现为指令的模块软件程序，它能够由本领域公知的合适的处理器来执行，以便实施本发明的优选示例性实施例。该示例性软件程序可以存储到例如硬盘驱动、闪存存储器、记忆棒、光学存储介质或者本领域公知的其他数据存储装置上。当由合适的处理器的 CPU 访问该程序然后运行该程序时，在本发明的示例性实施例中，它能够执行上述的方法，以在 3D 数据显示系统中显示管状结构的 3D 计算

机模型。

给定上述功能，下面将详细描述根据本发明的示例性实施例的示例性系统。

概述示例性界面

图 10 至 29 是根据本发明的示例性实施例的示例性界面的屏幕照片，其实现为在 Dextroscope™ 上运行的软件模块。这种示例性软件实现可选地在任意 3D 交互显像系统上来实现。

在本发明的示例性实施例中，轮廓编辑器例如能够划分为 5 部分，这 5 部分例如一起协作而为用户提供集成 2D 和 3D 的环境，以便于通过限定轮廓而容易地分割对象。在大多数情况下，关注剖析部分类似于它相连的组织。因此，通常难以自动执行分割，如上所述。通过绘制轮廓来分割使得用户可以利用他的领域知识来限定所需区域和不需要的区域，因此在分割过程中实现更高的控制。

图 10 示出肝脏的片段图像和包含肝脏的体，其中肝脏和它周围的组织看上去类似，而图 11 示出用户如何通过采用轮廓来准确限定区域。

示例性界面的这 5 部分可例如包括下面的 5 部分(图 12 的参考标记)：

1. 片段观测器 1215;
2. 轮廓工具 1240;
3. 功能部分 1220;
4. 观测部分 1230; 以及
5. 构建部分 1225。

下面将参照图 12 来描述这些部分。

1. 片段观测器

在本发明的示例性实施例中，片段观测器 1215 提供界面以使用户可以观测体对象的 2D 图像片段。用户能够通过采用滑块（图像观测框右侧所示）而导航到其他图像片段。滑块例如能够用于循环通过数据组中的图像片段。对图像片段本身，用户能够通过变焦和移镜头来观测图像的不同区域。当用户移动 2D 图像上的工具时，在 3D 环境中示出对应位置。同时，

随着和图像片段交互，用户还能够利用例如另一种控制界面装置例如左手装置来操作体对象。这使得用户可以同时在 2D 和 3D 中工作。

2. 轮廓工具

轮廓工具部分 1240 为用户提供多种有用工具，这些工具能够无缝衔接地一起工作以使得用户可以限定和编辑轮廓。在工具部分中有六种工具可用，如 1240 所示。这些工具例如包括指点工具、描绘工具、编辑工具、选取工具、捕捉工具和删除工具，所有这些都可以在工具部分 1240 中看到。在下面将详细描述这些工具。

2.1 指点工具

指点工具使得用户可以通过在片段图像上定位点来限定轮廓。然后可以采用线段来连接这些点，从而获得闭合轮廓。此外，用户能够添加新的点，能够将点插入到现有线段上，或者能够删除现有点。

2.2 描绘工具

描绘工具使得用户可以例如通过徒手绘制轮廓来限定轮廓。用户还能够利用该工具来编辑现有轮廓，或者通过绕新区域延伸轮廓，或者通过从轮廓封闭的区域去除现有区域。这还能够应用到利用描绘工具或其他工具（例如，指点工具等等）绘制的轮廓。图 13 示出描绘工具如何能够绕附加区域延伸现有轮廓，以及

图 14 示出采用该示例性工具从现有绘制轮廓的区域删除区域。

2.3 删除工具

在本发明的示例性实施例中，删除工具使得用户可以删除图像片段上的现有轮廓。在某些情况下，在片段图像上存在一个以上轮廓。该删除工具使得用户可以通过抓取要删除的轮廓来删除各轮廓。

2.4 捕捉工具

在本发明的示例性实施例中，捕捉工具使得用户可以通过采用活线来半自动执行轮廓描绘。为此，用户能够在图像片段上限定种点。随着用户移动捕捉工具，描绘线能够自动捕捉图像片段中区域的假定边缘，从而使得用户更易于限定轮廓。这是计算机辅助绘制轮廓的示例。

2.5 选取工具

在本发明的示例性实施例中，选取工具使得用户可以通过采用该工具选取 3D 空间中的点来快速访问任何片段图像。这是非常有用的，因为有时在 3D 对象上能够比对应图像片段本身更容易地观测到关注对象。通过点击体中的关注点（在图 15 中示出示例性选取点 1510），能够示出 2D 图像片段上的对应区域（在图 15 中示出为 2D 片段的顶部中心中的打亮方块）。还能够采用该选取工具例如用于选取 3D 的现有轮廓，从而快速访问以选择现有轮廓来进行编辑。

注意，图 15 示出在下面的对应 2D 图像片断上示出的 3D 示例性选取点。在本发明的示例性实施例中，选取工具还使得用户可以限定图像片段上的区域，以及变焦到对应 3D 体中的限定区域。图 16 示出限定关注区域（位于 2D 片段顶部右侧的虚线方块），而图 17 示出变焦到限定的关注区域上。

2.6 编辑工具

在本发明的示例性实施例中，编辑工具使得用户可以通过在轮廓的边界框上提供键控点来编辑和改变现有轮廓。通过调节这些键控点，用户例如能够控制轮廓的位置、尺寸和方位。图 18 示出执行轮廓缩放，图 19 示出移动轮廓，而图 20 示出旋转轮廓。

3. 功能部分

在本发明的示例性实施例中，功能部分（图 12 中的 1220）能够包括多个有用功能，其能够进一步在分割过程中协助用户。在本发明的示例性实施例中，功能部分例如能够包括六个功能。这六个功能例如能够包括复制、单片段轮廓检测、多个片段轮廓检测、单片段轮廓去除和多个片段轮廓去除和取消功能。下面将详细描述这些功能。

3.1 复制功能

当用户在片段上限定轮廓并且移动到下一个片段以限定另一个轮廓时，很可能新轮廓会类似于之前绘制的轮廓。这是因为体对象的外向轮廓通常不会改变，主要是沿其轴具有小增量。因此，并非在新片段轨迹上再

次绘制类似的轮廓，而是采用复制功能通过从最接近当前现役片段的现有轮廓进行复制，从而创建早前轮廓的新拷贝。因此，用户能够使用复制功能在新片段上获得类似的轮廓，以及执行较小编辑来获得正好所需的轮廓。这能够改进限定轮廓的效率。

3.2 单片段轮廓检测

在本发明示例性实施例中，可以采用单片段轮廓检测来限定用户绘制的轮廓。用户能够提供近似所需的轮廓。基于图像片段上执行的边缘检测特征和用户绘制的轮廓（还称为现役轮廓），能够通过更好匹配用户意愿的该系统来产生“建议的”的轮廓。

3.3 多个片段轮廓检测

在本发明的示例性实施例中，可以采用多个片段轮廓检测功能来自动检测不同片段上的轮廓。用户能够在两个以上图像片段上限定轮廓。基于用户限定的轮廓，该功能例如能够对未被限定轮廓的中间图像片段自动执行轮廓检测。这通常是非常有用的，因为用户不需要对每个片段进行手动限定轮廓。即使轮廓不完全是用户期望的，但是这比手动限定所有轮廓来说能够更有效的编辑轮廓。

用于多个片段轮廓检测的示例性伪代码

在本发明的示例性实施例中，可以利用下面的示例性伪代码来实现多个片段轮廓检测。

1. 创建用户限定的轮廓的拷贝；
2. 将轮廓分组成对。例如，如果有 3 条轮廓，则前 2 个轮廓组成一对。第二和最后一条轮廓作为另一对。因此总对数等于 $N-1$ ，其中 N 是用户限定的轮廓的数量。
3. 开始处理第一对轮廓。该对的第一轮廓还被称为顶部轮廓，其第二轮廓还被称为底部轮廓。
4. 对第一对中两个用户限定的轮廓应用单片段轮廓检测功能。
5. 利用复制功能将顶部轮廓复制到下一个片段。这样做的原因是，虽然下一个片段不同于开始的图像片段，但是其通常仍然具有很多相似性，

因为片段之间位置靠近。通过对新复制轮廓应用单片段检测，则能够执行对所需轮廓的更优近似处理。然后该新轮廓变成“顶部”轮廓。

6. 利用复制功能将底部轮廓复制到前一个片段，然后执行和步骤 5 类似的步骤。

7. 重复步骤 5 和 6，直到轮廓在中间点汇合。

8. 然后对其他对轮廓重复步骤 3 至 7，直到处理完所有对。

图 21 示出在示例性肾脏的顶部和底部限定的示例性原始轮廓。每个片段观测器和 3D 体中的箭头指向顶部轮廓。图 22 示出中间片段中的示例性新轮廓，其已经通过根据本发明的示例性实施例如上所述的示例性多个片段轮廓检测功能而得以自动创建。该片段观测器能够显示对应于 3D 体中显示的平面的轮廓。图 23 示出基于检测的轮廓而分割的肾脏视图。

3.4 单片段轮廓去除功能

在本发明的示例性实施例中，该功能使得用户可以去除当前现役片段中的所有轮廓。

3.5 多个片段轮廓去除功能

在本发明的示例性实施例中，该功能使得用户可以去除所有现有片段上的所有现有轮廓。

3.6 取消功能

在本发明的示例性实施例中，取消功能使得用户可以取消当前操作，然后将轮廓编辑器的状态重新存储到当前操作之前的状态。它还使得用户可以执行多个取消操作。

4. 观测部分

图 12 中的观测部分 1230 使得用户可以选择多个观测选项。通过选择特定观测选项，在轮廓编辑过程中，用户可以仅重点察看各阶段内的关注对象。在本发明示例性实施例中，可用三个观测选项，观测平面、观测轮廓以及观测体本身。

4.1 观测平面

该观测功能使得用户可以在显示和隐藏轮廓平面之间进行切换。轮廓

平面使得用户可以早识别出被观测的当前片段图像。然而，存在用户只想察看体的情况。因此，该观测选项使得用户可以隐藏或显示所需的轮廓平面。

4.2 观测轮廓

该观测功能使得用户可以在显示和隐藏轮廓之间切换。用户可以限定一组轮廓，以及基于这些轮廓来分割对象。一旦分割了对象，则用户期望暂时隐藏轮廓以更清楚的观测被分割对象。

4.3 观测轮廓体

该观测功能使得用户可以在显示和隐藏轮廓体之间切换。用户可以绘制一组轮廓，这些轮廓可以位于体对象内，因此用户可能看不到轮廓。用户能够隐藏轮廓体以仅观测轮廓。

5. 构建部分

在用户限定多个轮廓之后，他例如会希望基于限定的轮廓来分割对象。构建部分（图 12 中的 1225）为用户提供基于限定的轮廓构建网格对象或体对象的能力。

5.1 构建网格表面

这使得用户可以基于限定的轮廓来构建网格表面。

5.2 构建体对象

这使得用户可以基于限定的轮廓来构建体对象。

用于构建的示例性伪代码

在本发明的示例性实施例中，可以利用下面的示例性伪代码来实现构建功能。

1. 基于一组限定的轮廓创建网格表面。
2. 确定限定的轮廓的边界框。
3. 基于该边界框创建体对象的新拷贝。
4. 对于新拷贝中的每个片段，确定它是否具有用户限定的轮廓。
5. 如果存在用户限定的轮廓，扫描通过片段图像中的体素，以查看它们是否位于轮廓内。如果体素没有位于轮廓内，则它们被设定为 0 值（表

示透明)。

6. 如果不存在用户限定的轮廓,则通过将片段平面和表面网格进行交叉来创建轮廓。扫描通过片段图像中的体素,以查看它们是否位于新创建的轮廓内。如果体素没有位于轮廓内,则它们设定为 0 值(表示透明)。

7. 对分割体对象执行平滑操作,以使得分割的体具有更为平滑的表面。

5.3 提取外部选项

在本发明的示例性实施例中,该功能提供构建体对象时的附加选项。体对象构建中的缺省模式是分割位于轮廓内的体对象,然后去除位于轮廓外部的所有扫描数据。通过选择提取外部选项,用户能够例如分割位于限定的轮廓外部的体对象(也就是,位于轮廓内的数据反而被去除)。

图 24 示出对象内的示例性原始限定的轮廓,图 25 示出采用缺省构建选项的示例性分割体对象(外部扫描数据已经被删除),而图 26 示出检查提取外部选项的分割体对象的结果(轮廓内的区域中的扫描数据已经被删除)。

5.4 保存和观测功能

在本发明的示例性实施例中,用户能够利用上述构建部分中的观测选项来选择隐藏或显示构建网格/体对象。用户还能够选择利用构建部分中的保持功能(有效的保存操作)来保持分割的网格/体对象用于后面的对话期。

轮廓重新映射

在本发明的示例性实施例中,用户能够限定关于某个体对象的一组轮廓,该体对象例如是病人的 MRI 扫描中示出的肿瘤。例如可以利用轴向视图来限定轮廓。用户随后会注意到,弧矢图提供肿瘤的更为清晰的视图。不用利用该弧矢图来重新限定轮廓,在本发明的示例性实施例中,用户能够采用已经在轴向视图中限定的现有轮廓。轮廓编辑器能够重新映射现有轮廓,然后将它们匹配到新所需视图。因此,利用该功能,用户能够对重新映射的轮廓执行编辑操作,这比手动重新限定所有轮廓要有效得多。

图 27-28 示出轮廓重新映射。因此,图 27 示出轴向视图中限定的示例性轮廓,而图 28 示出弧矢图中的相关示例性自动重新映射的轮廓。

除了关于相同的体数据重新映射轮廓到不同视图之外，在本发明的示例性实施例中，还可以将轮廓重新映射到相同或不同形态的其他数据。例如，用户可能已经限定在 MRI 数据组的片段中的肿瘤轮廓。利用相同的轮廓，轮廓编辑器能够将轮廓重新映射成另一个共同寄存的数据组（例如，MRA 数据）。因此，用户能够立即观测到限定为一种形态的轮廓占据的区域以及另一种形态的对应区域。图 29 - 30 示出该功能。这可以为用户提供对所研究体的多层面理解。

图 29 示出限定 MRI 数据组中的肿瘤的示例性轮廓。图 30 示出根据本发明的示例性实施例将图 29 的现有轮廓重新映射成另一种形态（例如，CT 数据）。

用于轮廓重新映射的示例性伪代码

在本发明的示例性实施例中，可以利用下面的示例性伪代码来执行轮廓重新映射：

1. 基于现有限定的轮廓来构建网格；
2. 当选择另一视图或形态时，通过将新视图平面和网格表面交叉来执行对新轮廓的构建；
3. 对于多个片段执行上述交叉，直到能够构建出所需数量的轮廓；
4. 创建的轮廓的数量基于现有轮廓的数量。例如，如果现有轮廓的数量是 3，则重新映射过程将试图创建两次现有轮廓的数量。然而，有时这是不可能的，因为不同视图或数据组中的片段数量可能不同。例如，在映射到另一视图之后，位于产生的网格内的该视图的片段数量可能是 5。在这种情况下，在重新映射过程中产生的轮廓的最大数量最高为 5。

示例性系统

本发明能够实现为数据处理器上运行的软件、一个以上专用芯片中的硬件、或者上述软件和硬件的任意组合。示例性系统例如包括立体显示器、数据处理器、被映射为交互显示控制命令和功能的一个以上界面、一个以上存储器或存储装置以及图形处理器和相关系统。例如，新加坡的 Volume Interaction Pte 有限公司制造的 DextroscopeTM 和 DextrobeamTM 系统、运

行 RadioDexter™ 软件、或者任意类似或功能相当的 3D 数据组交互显示系统，都是能够容易地执行本发明的方法的系统。

本发明的示例性实施例能够实现为指令的模块软件程序，它能够由本领域公知的合适的数据处理器来执行，以便实施本发明的优选示例性实施例。该示例性软件程序可以存储到例如硬盘驱动、闪存、记忆棒、光学存储介质或者本领域公知的其他数据存储装置上。当由合适的数据处理器 CPU 访问该程序然后运行该程序时，在本发明的示例性实施例中，它能够执行上述的方法，以在 3D 数据显示系统中显示管状结构的 3D 计算机模型。

虽然本发明已经参照其一个以上示例性实施例进行了描述，但是它不限于此，所附的权利要求不仅包含所示的本发明的具体形式及其变型，还包含本领域技术人员在不脱离本发明的真正范围而作出的变型。

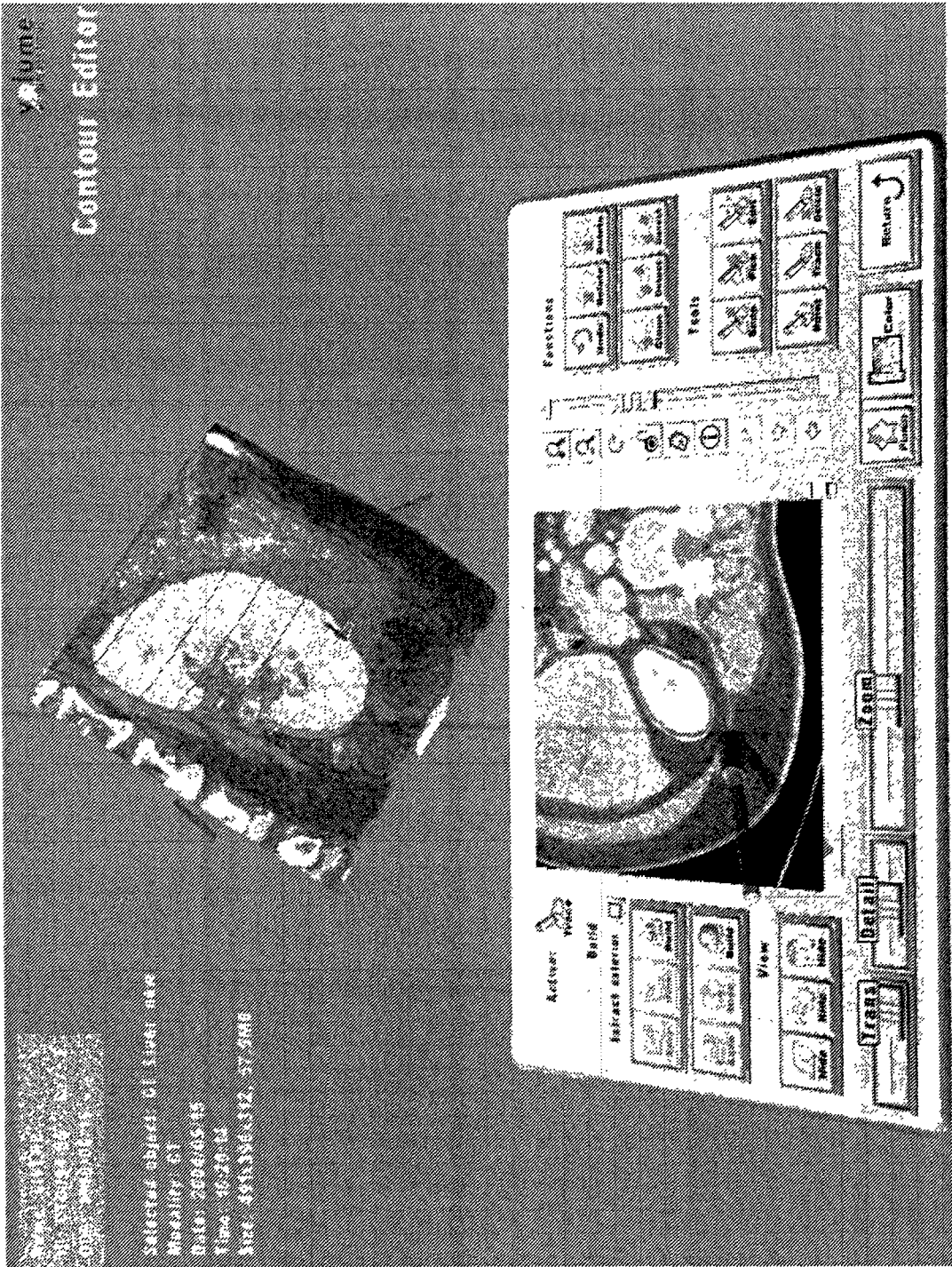


图 1

单集成环境。3D 体中的箭头对应于 2D 片段上的指点位置。

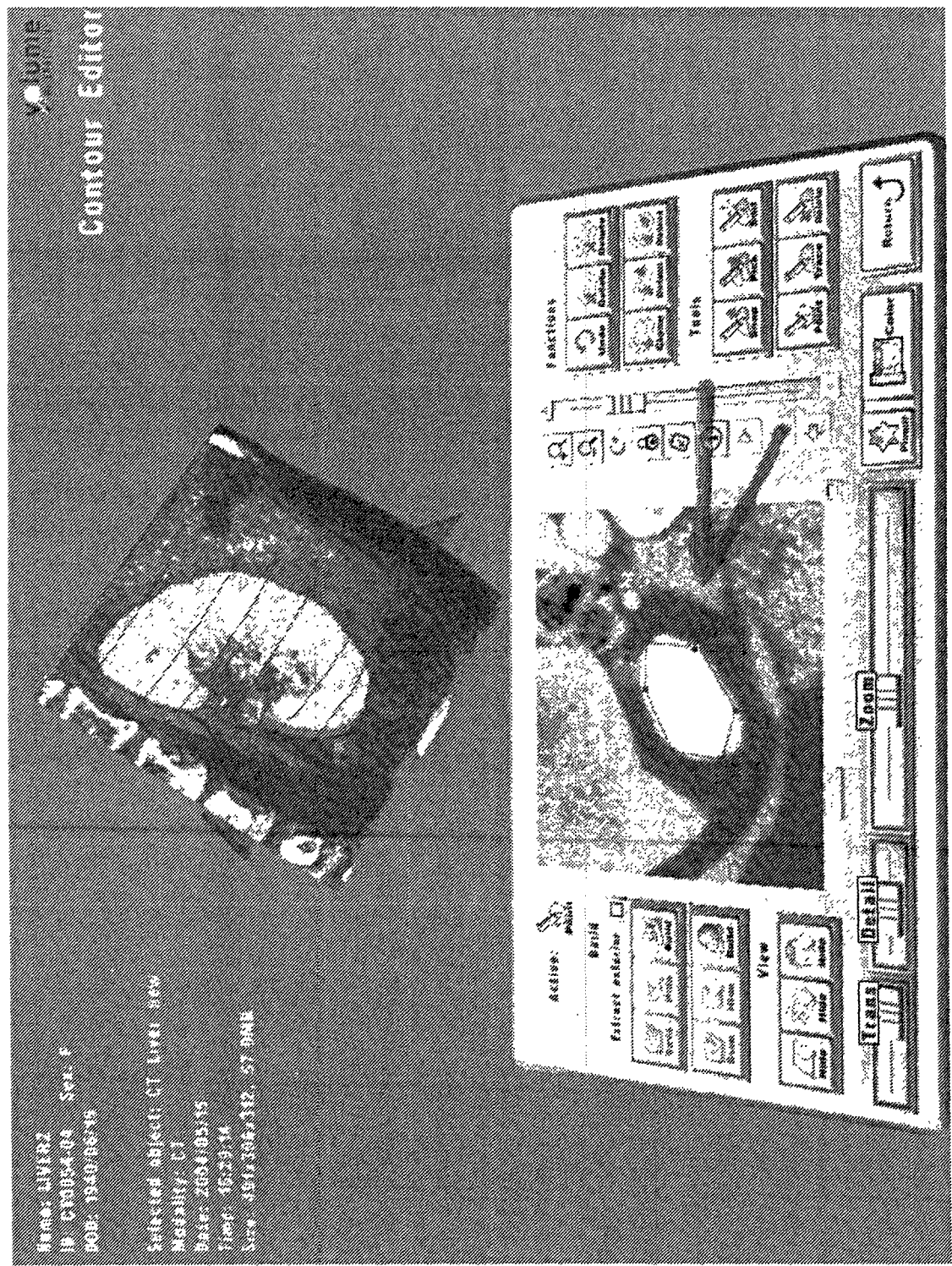


图 2
利用指点工具在指点模式中限定轮廓

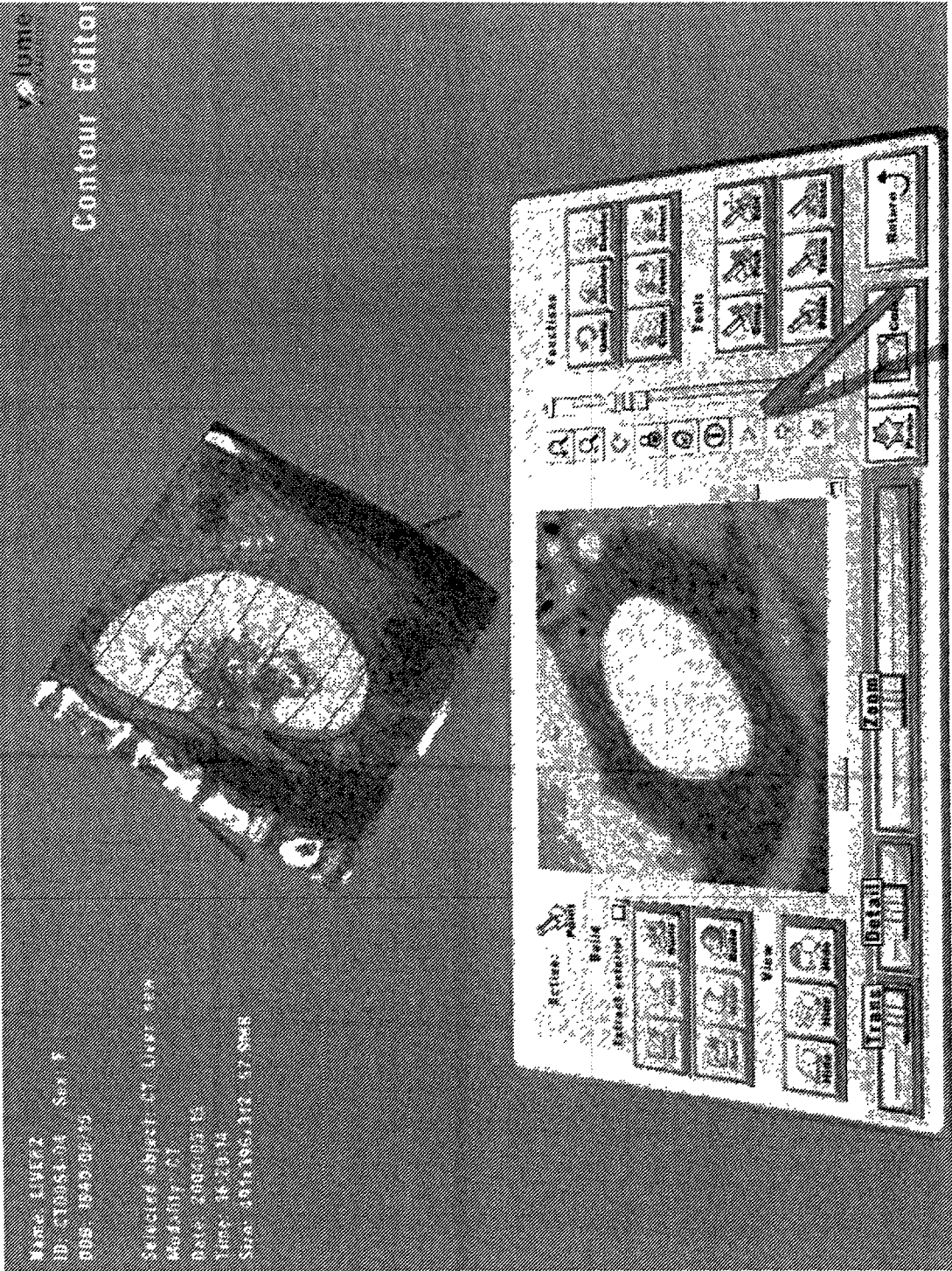


图 3
在利用指点工具指定的点上自动轮廓检测的结果

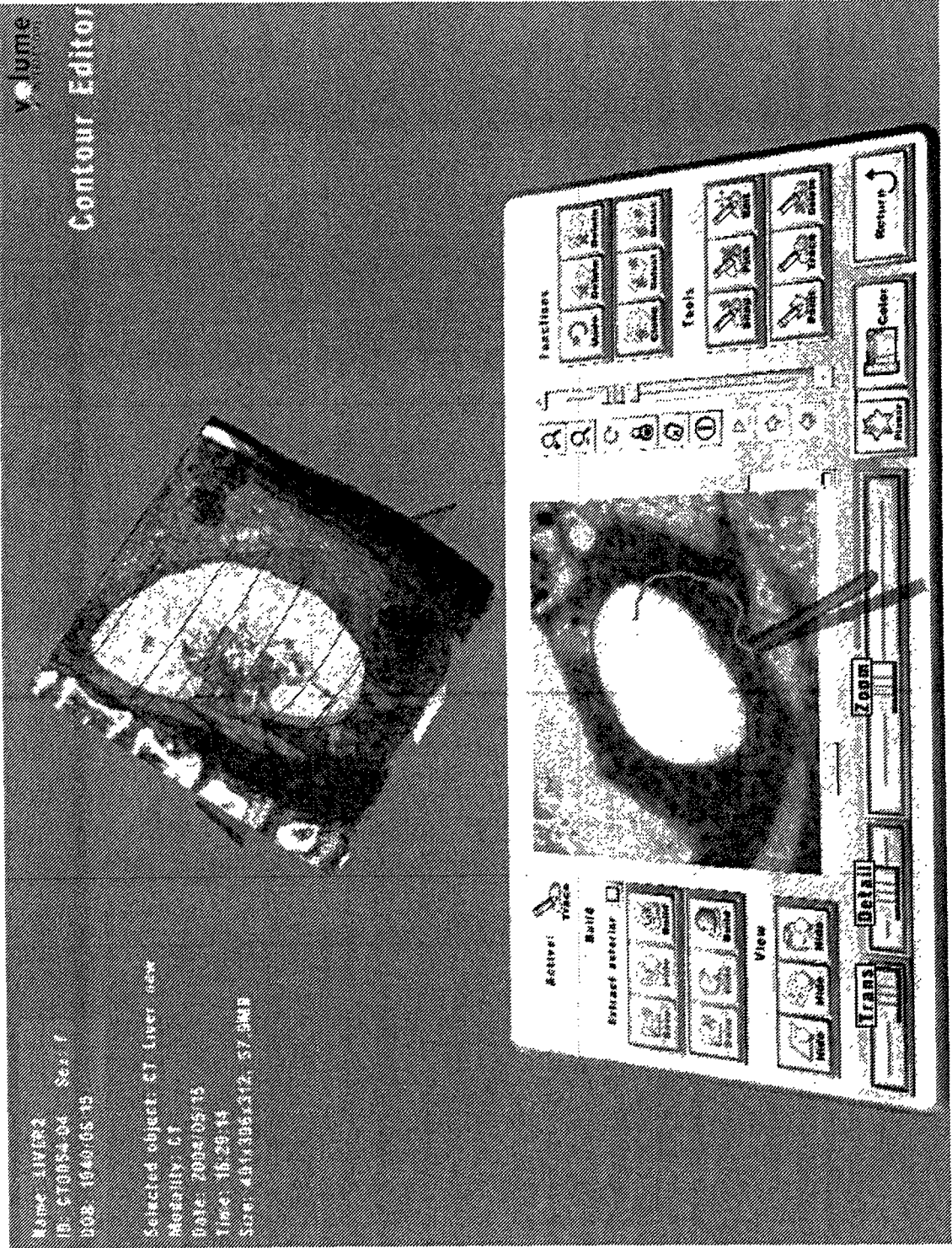


图 4A
利用描绘工具编辑现有轮廓

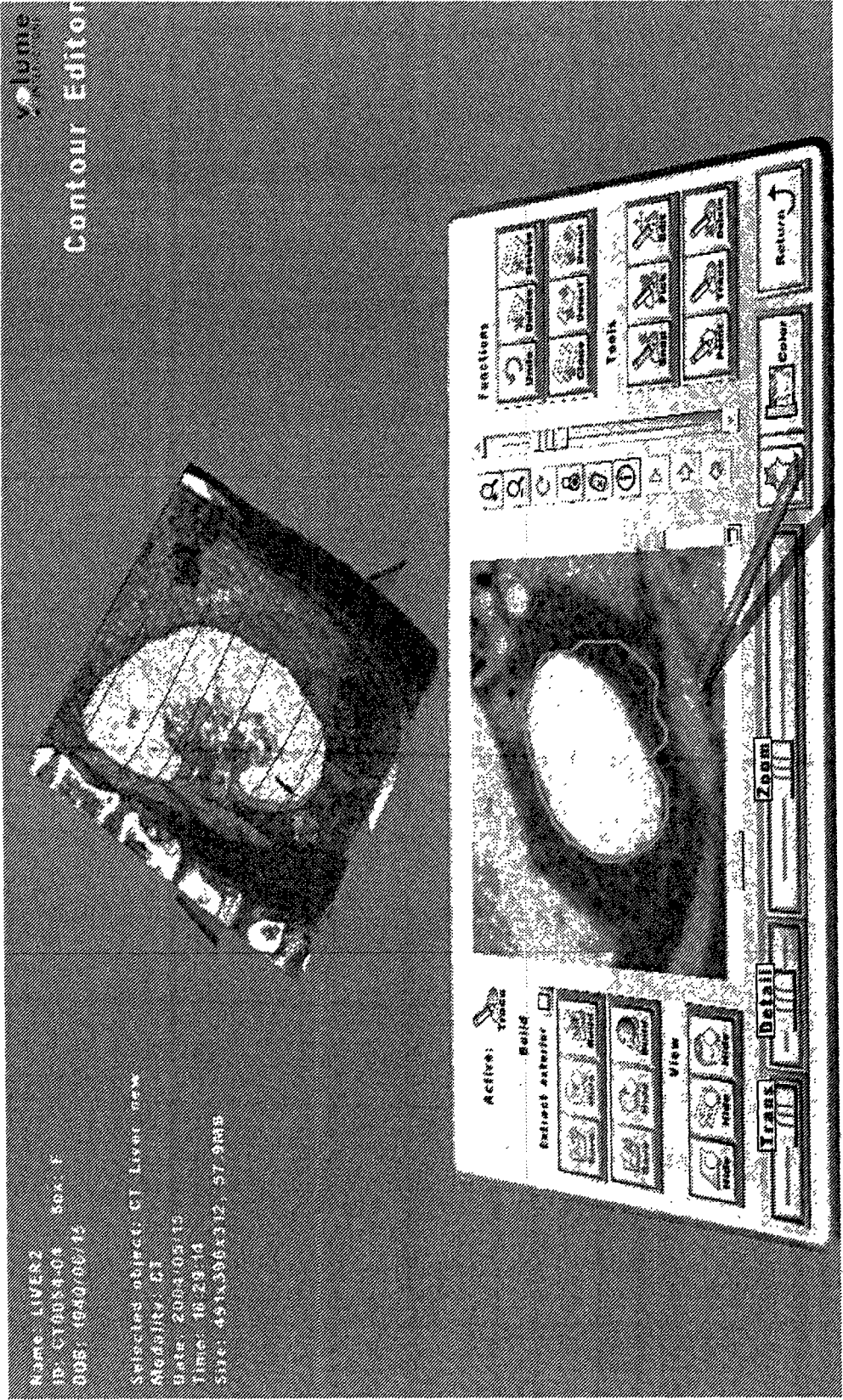


图 4B
利用描绘工具编辑现有轮廓

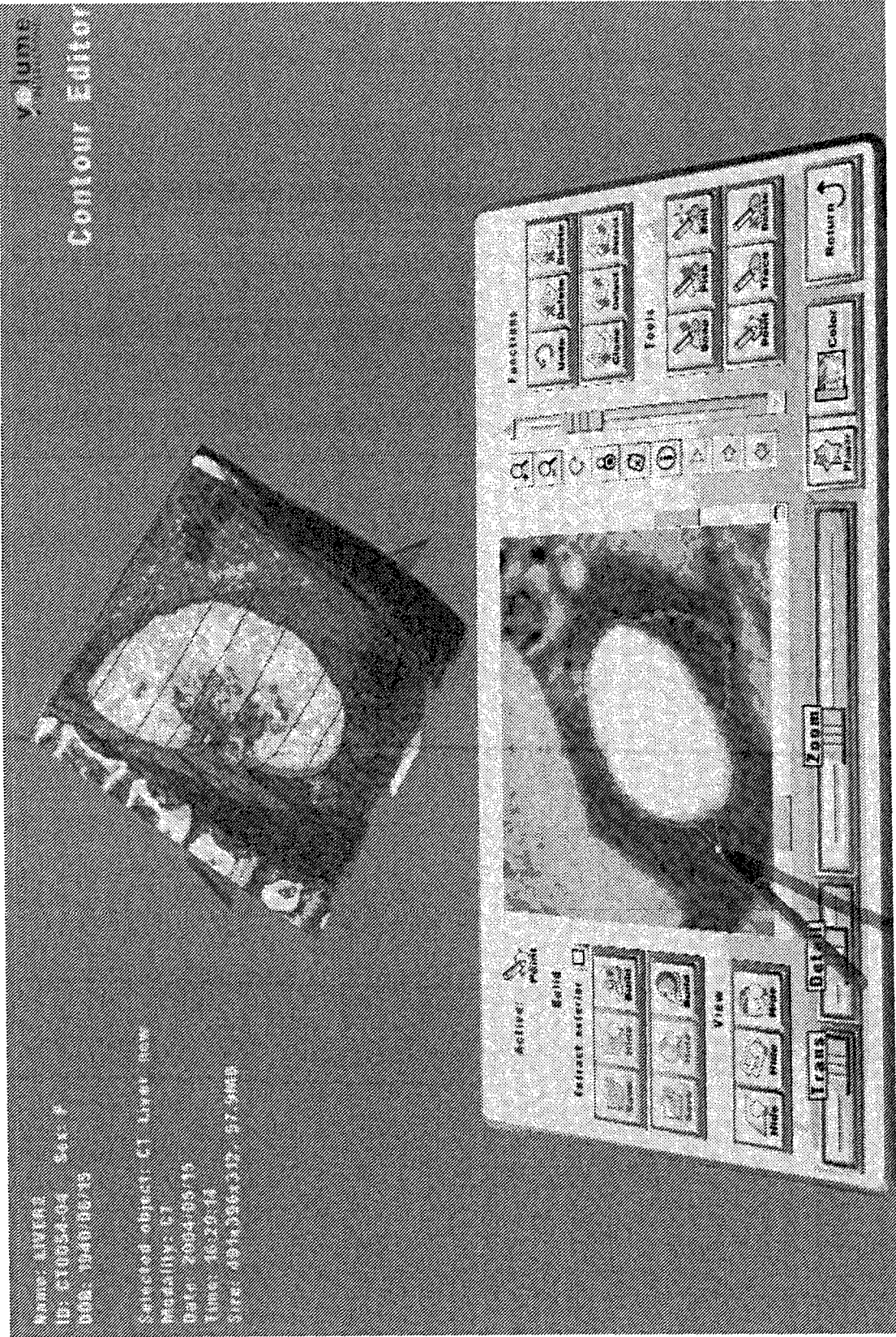


图 5
在指点模式中编辑轮廓后背

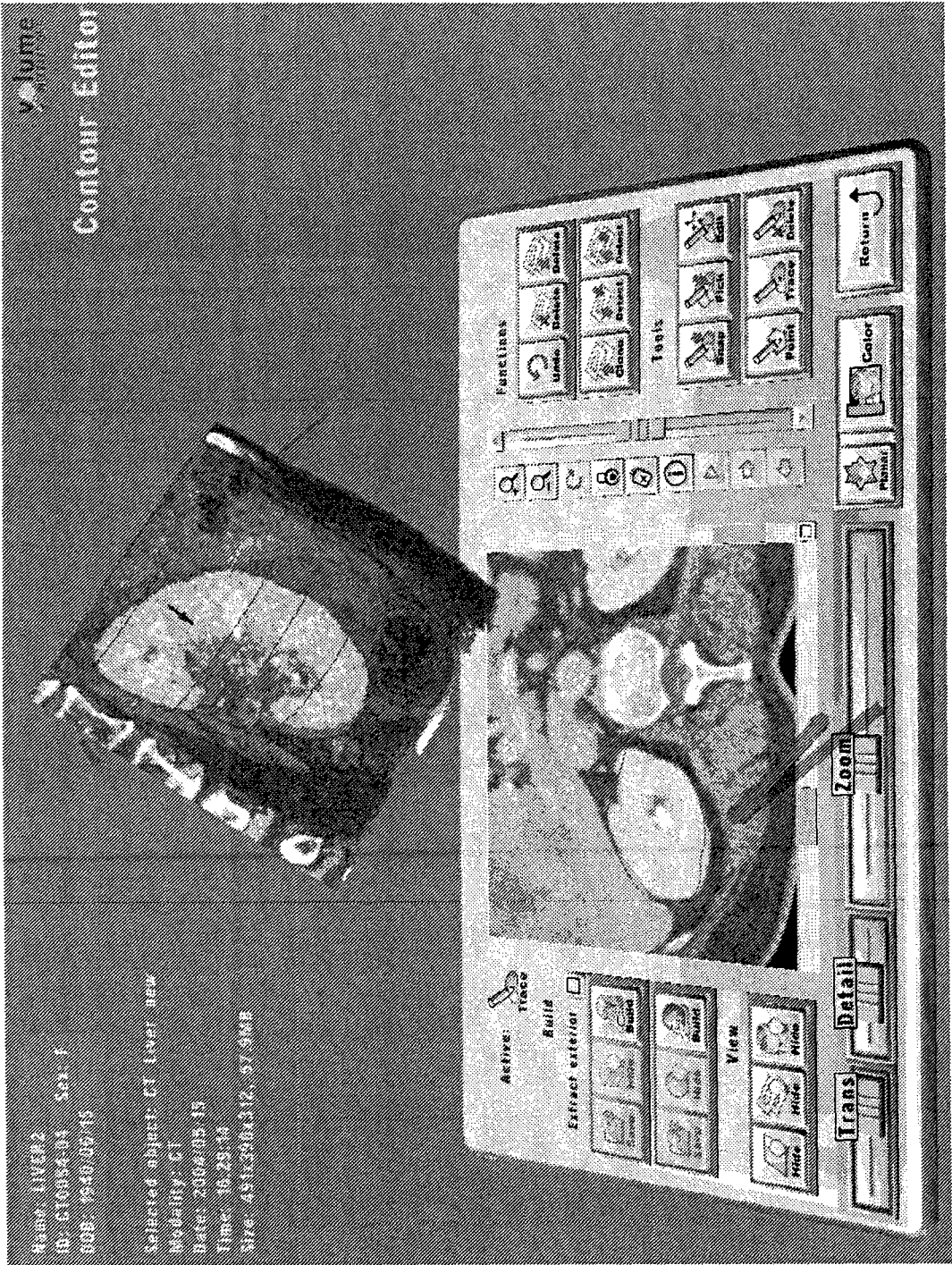


图 6
在单击中激活的所有可用功能和工具

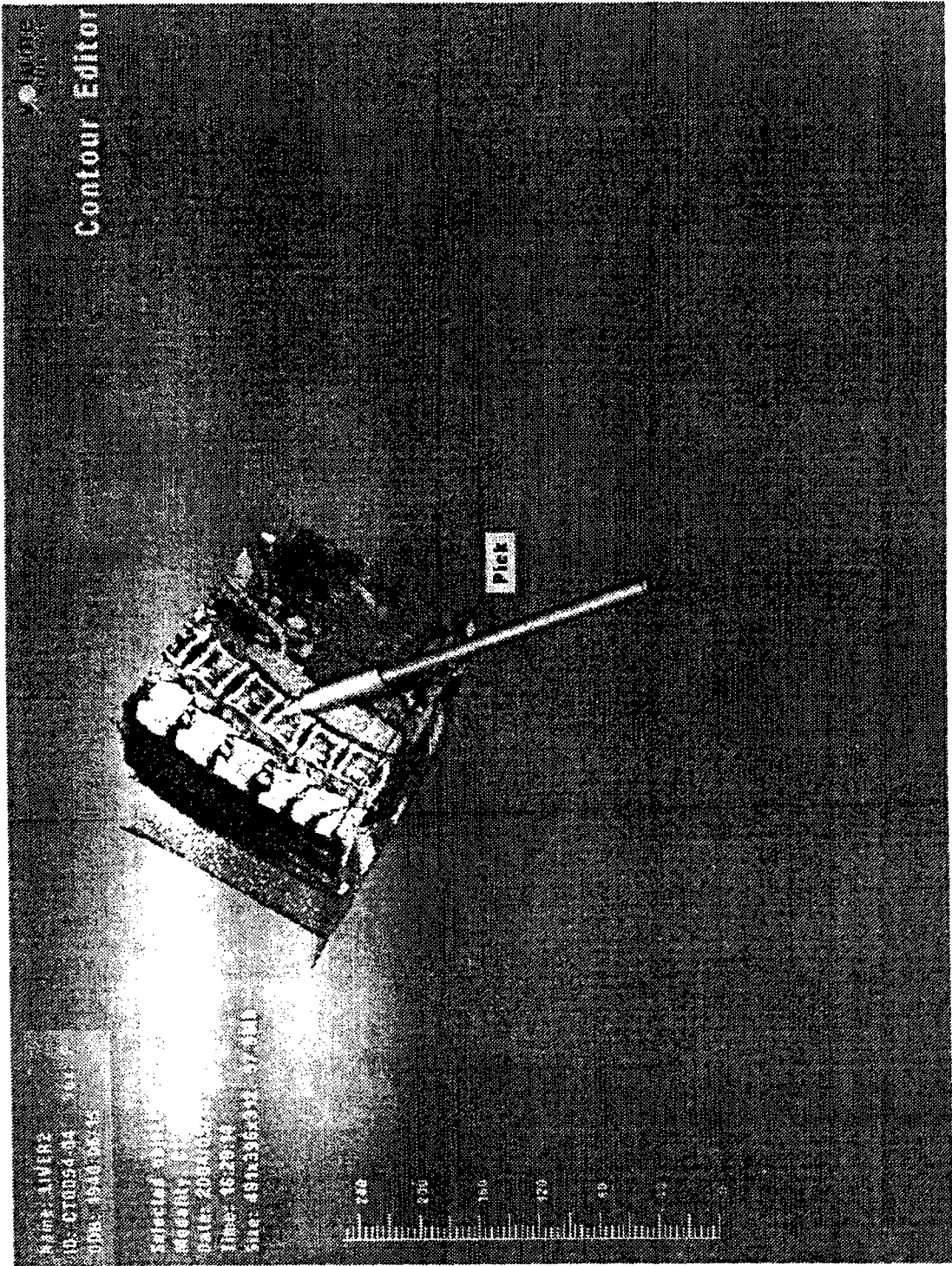


图 7
选择 3D 对象中的关注区域

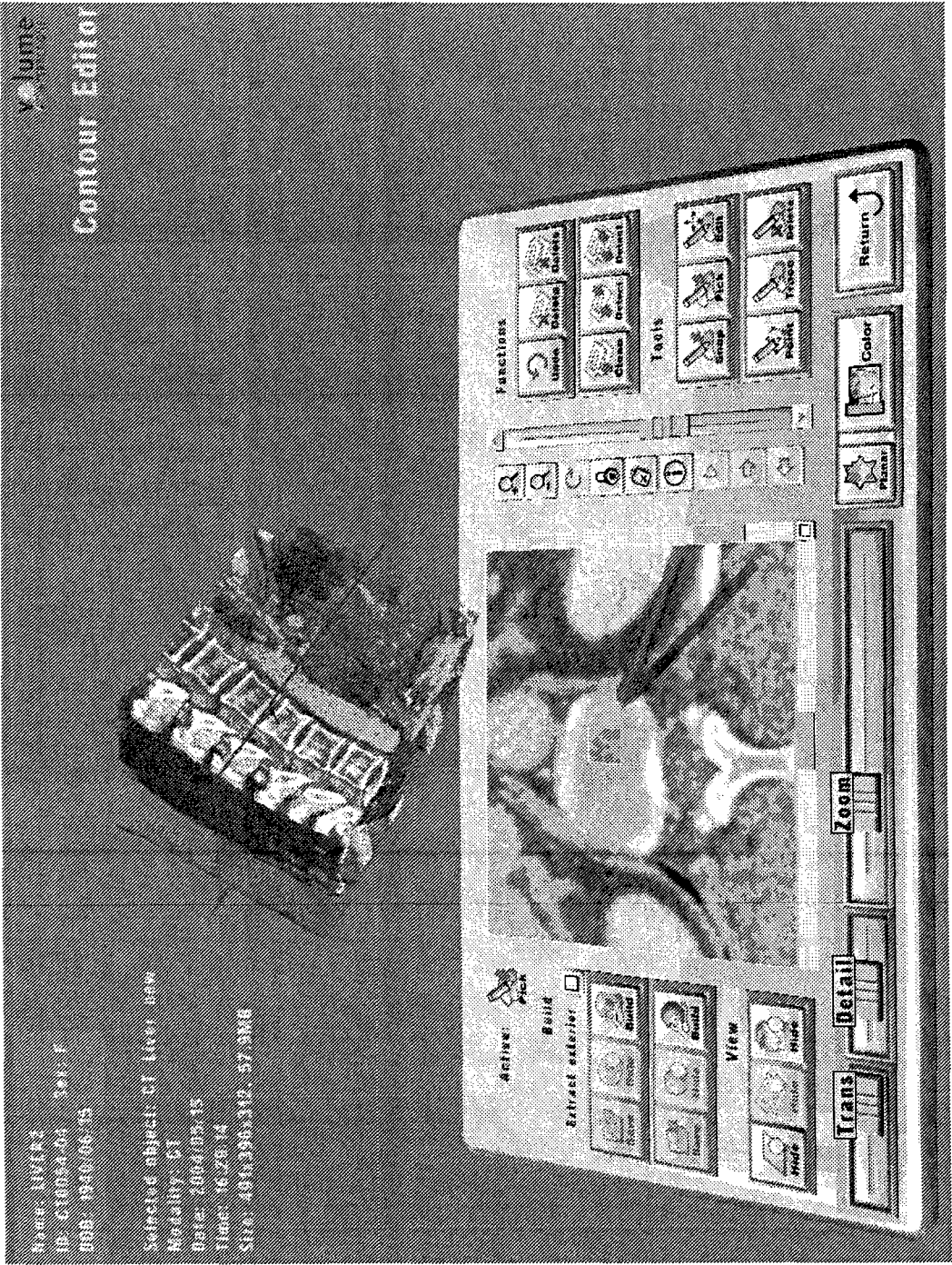


图 8

立即访问选定片段。方形区域表示用户选定的区域

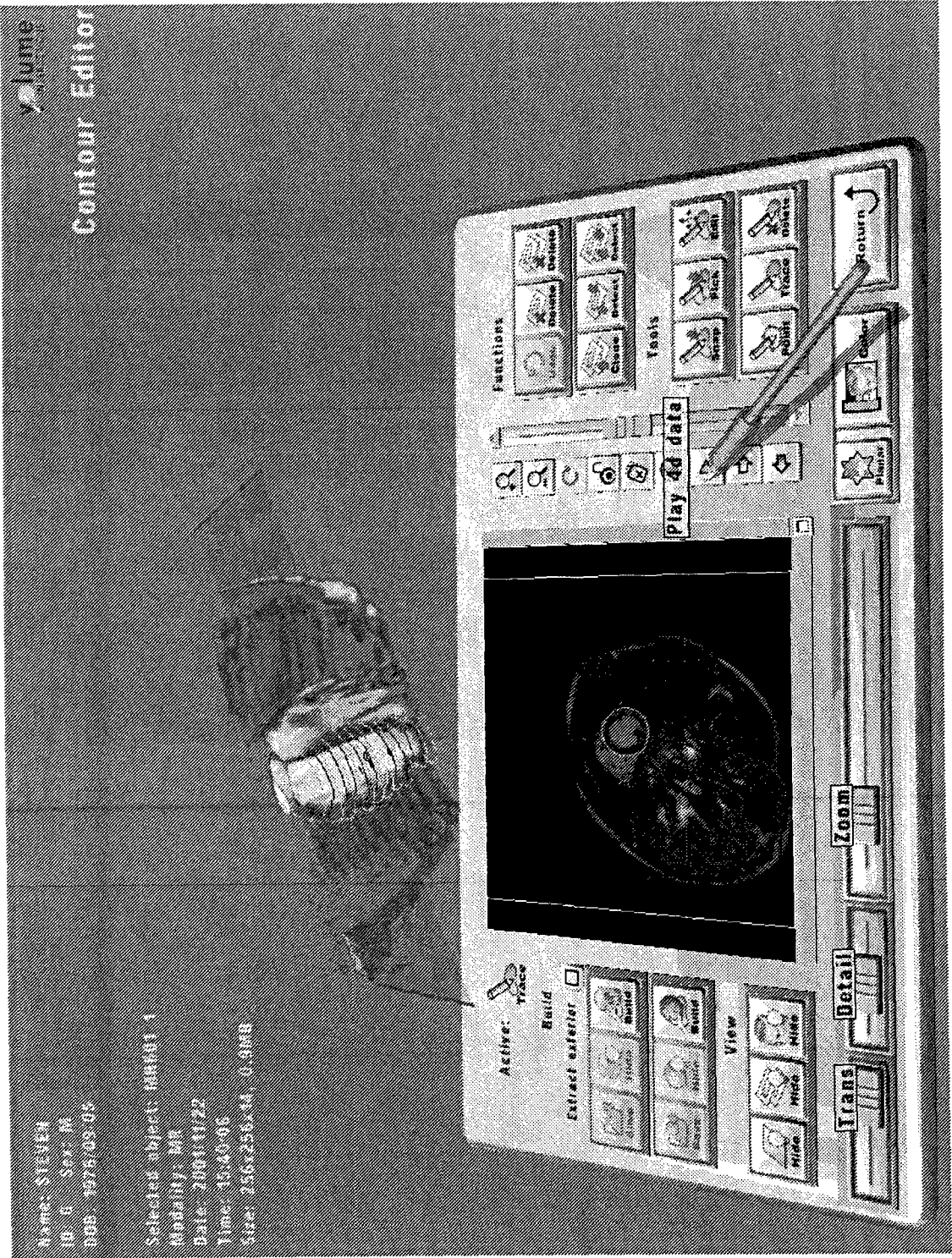


图 9
观测集成环境内的 4D 轮廓

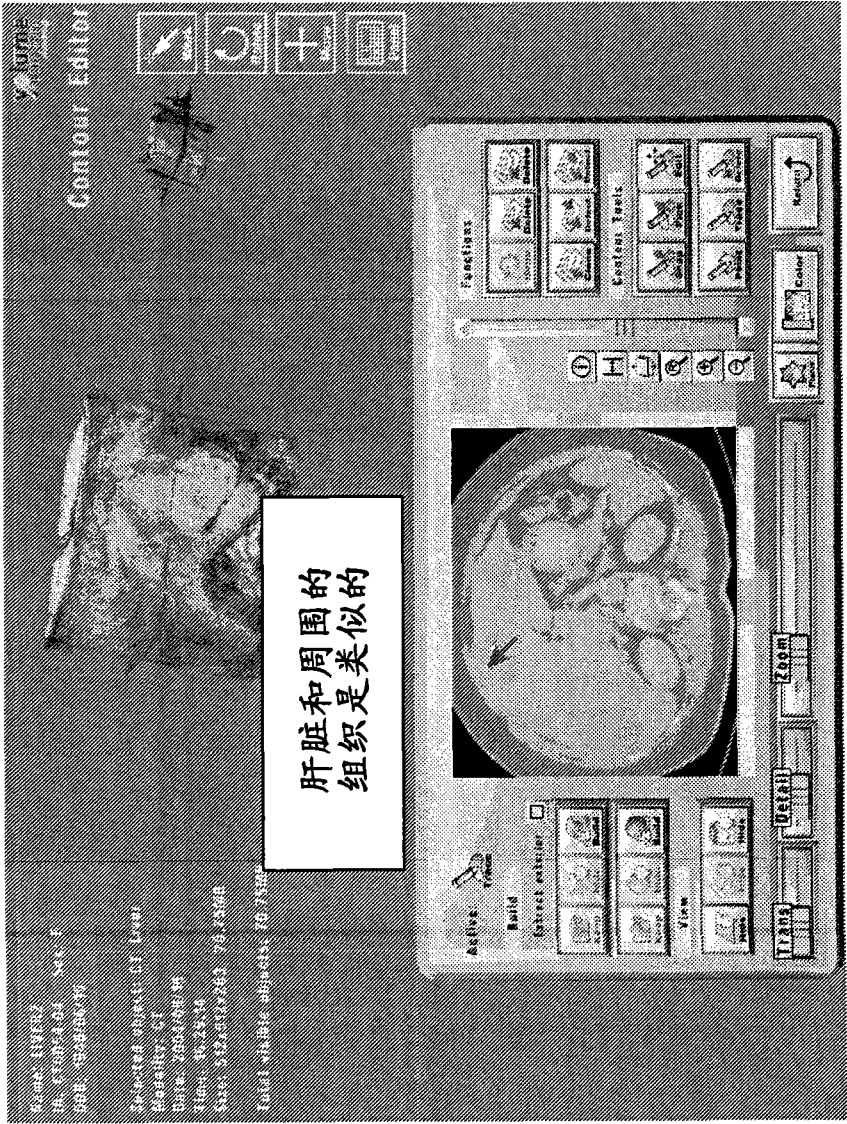


图 10

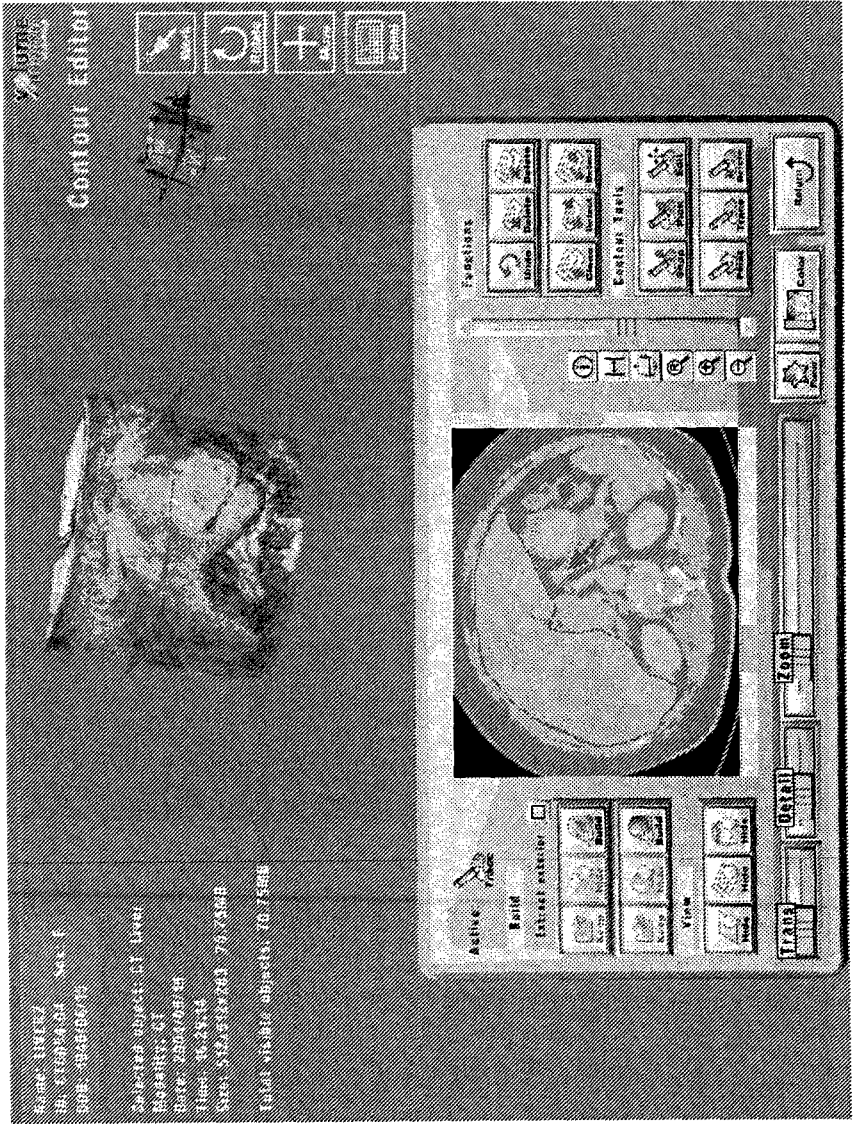


图 11

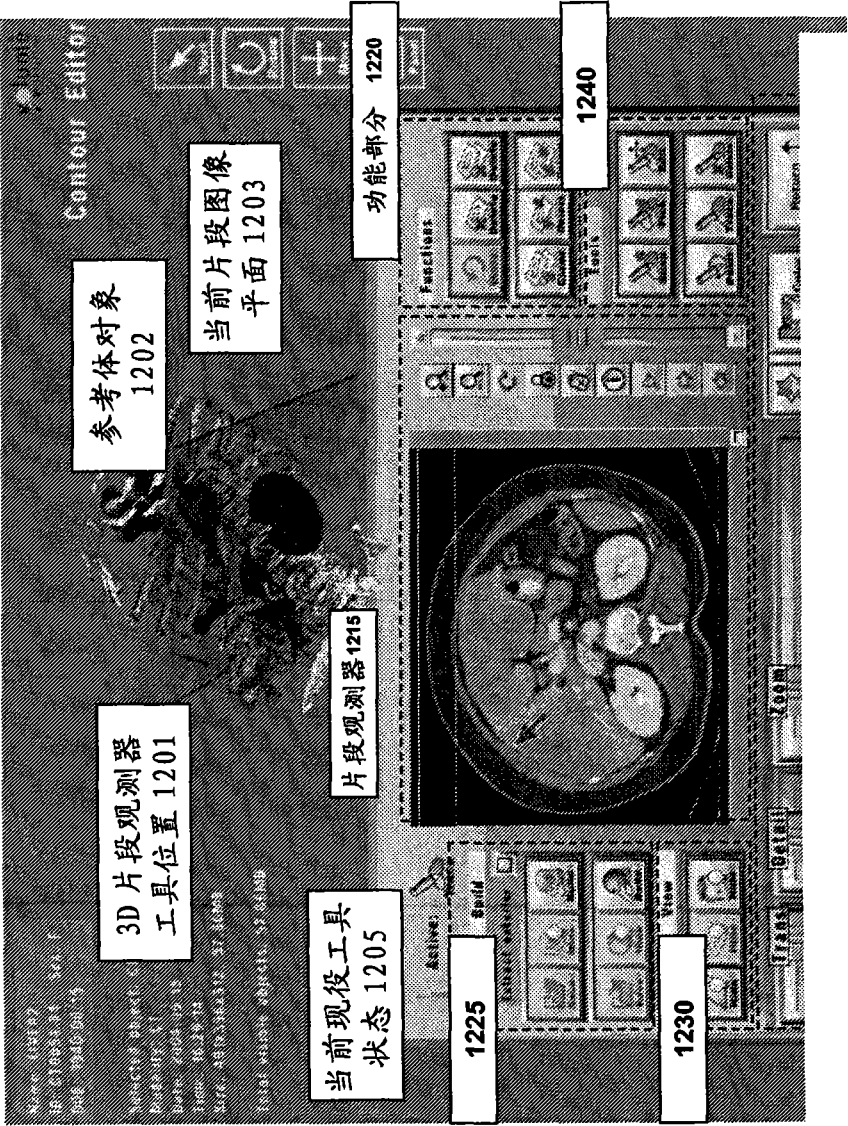


图 12

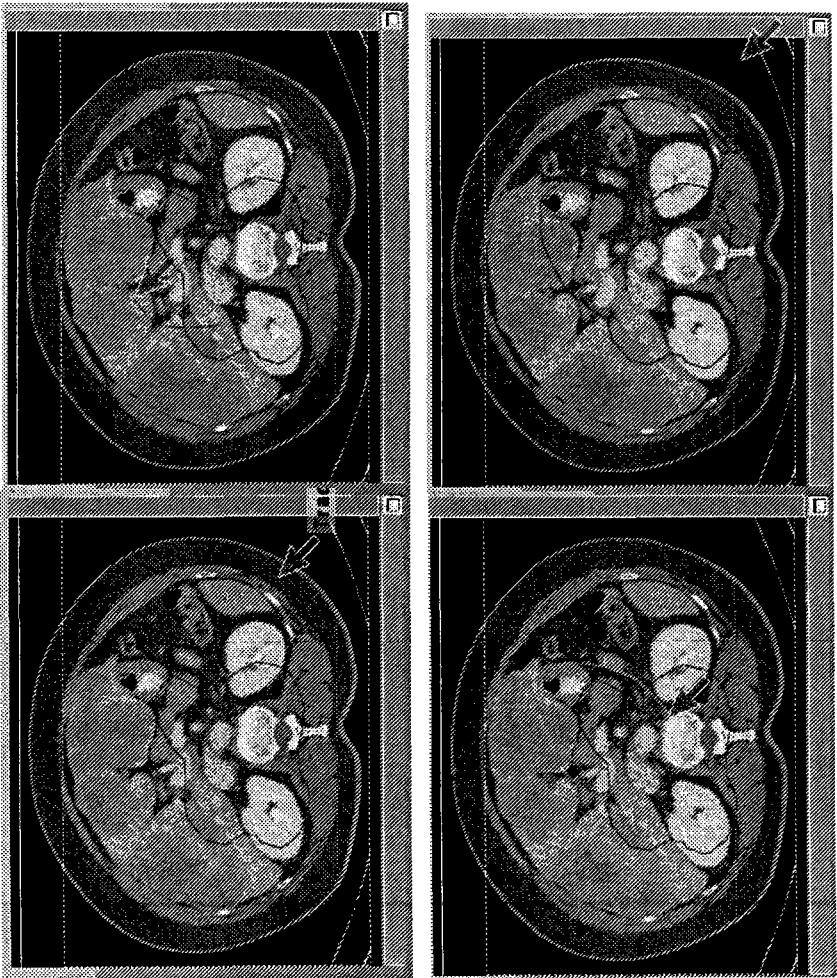


图 13



图 14

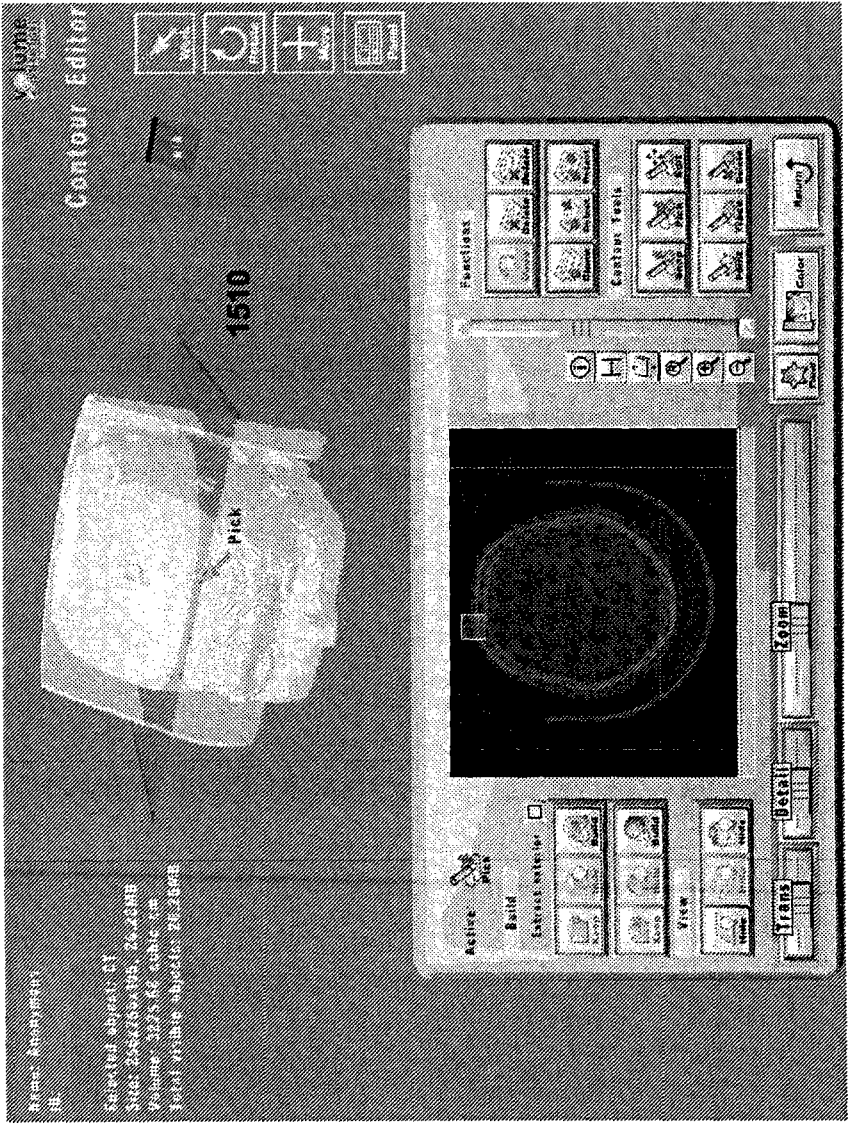


图 15

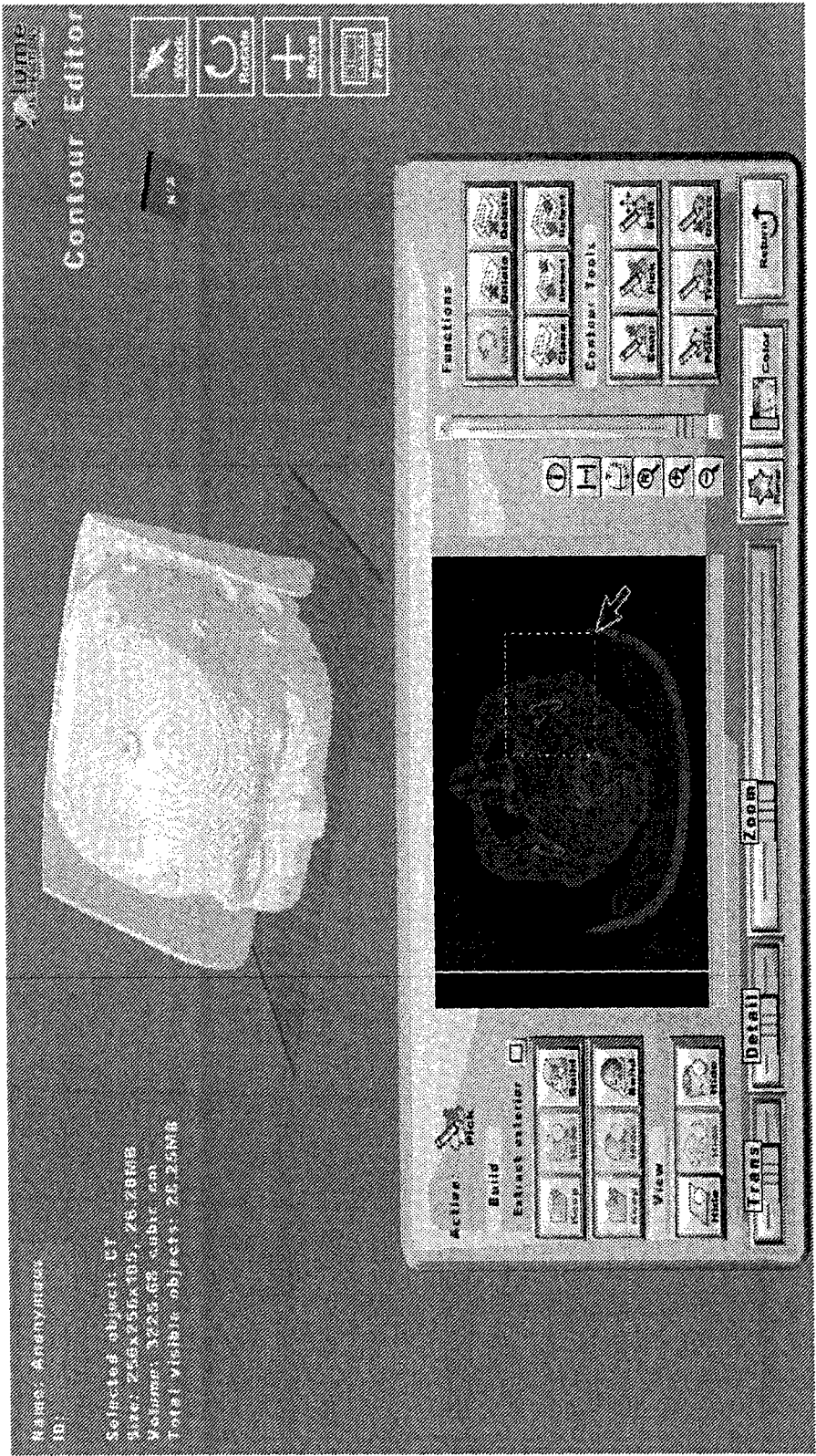


图 16

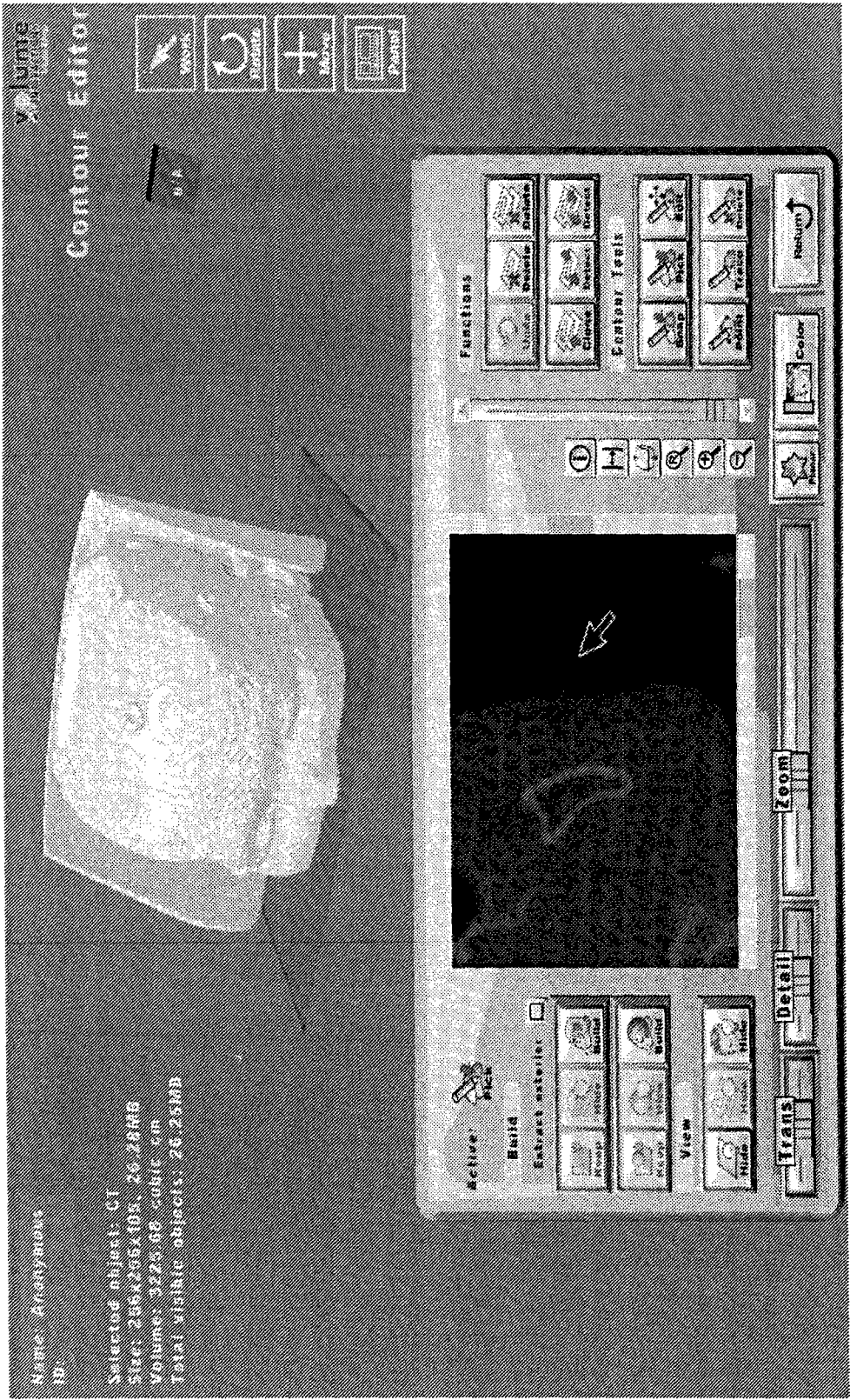


图 17

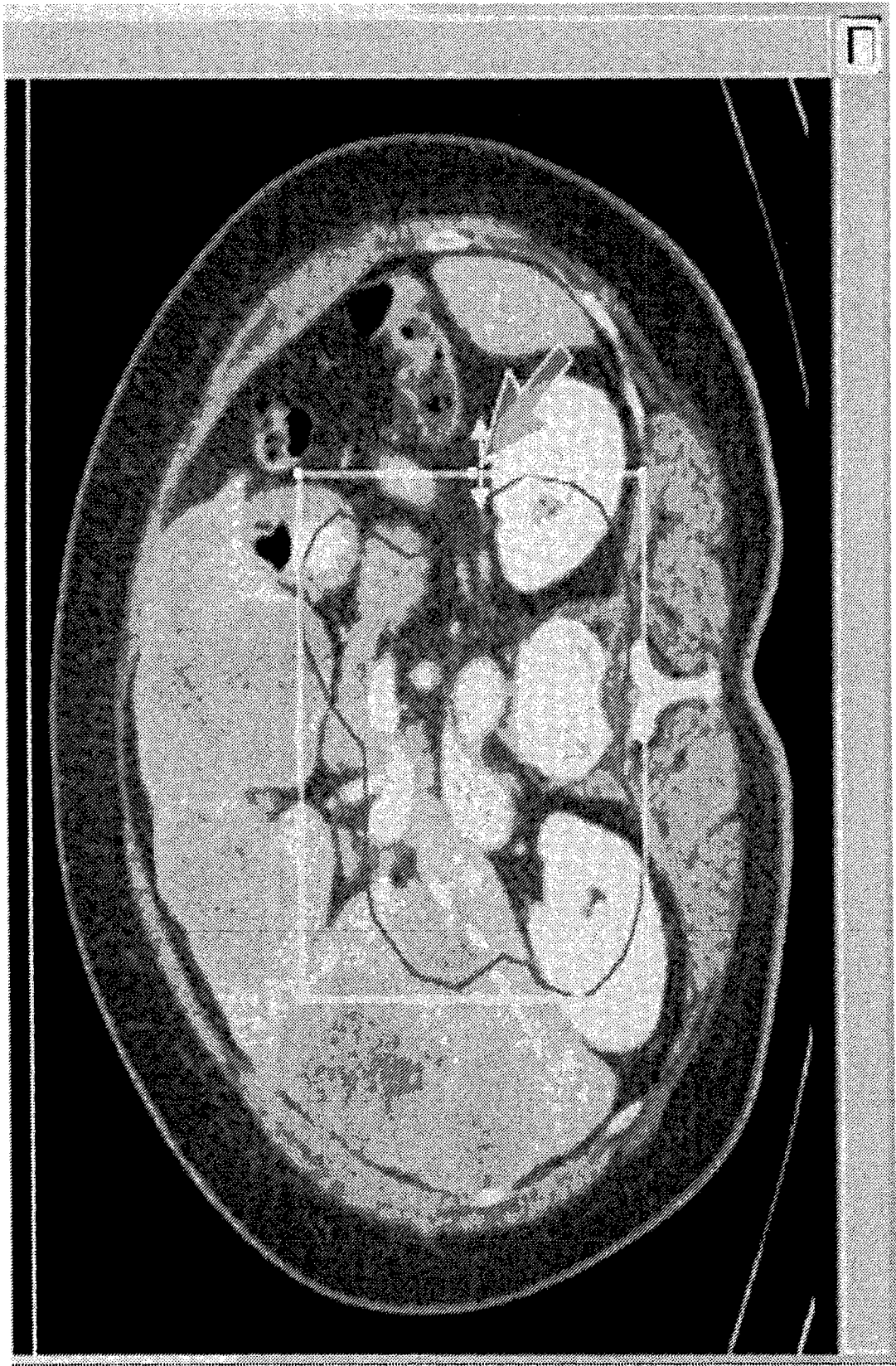


图 18

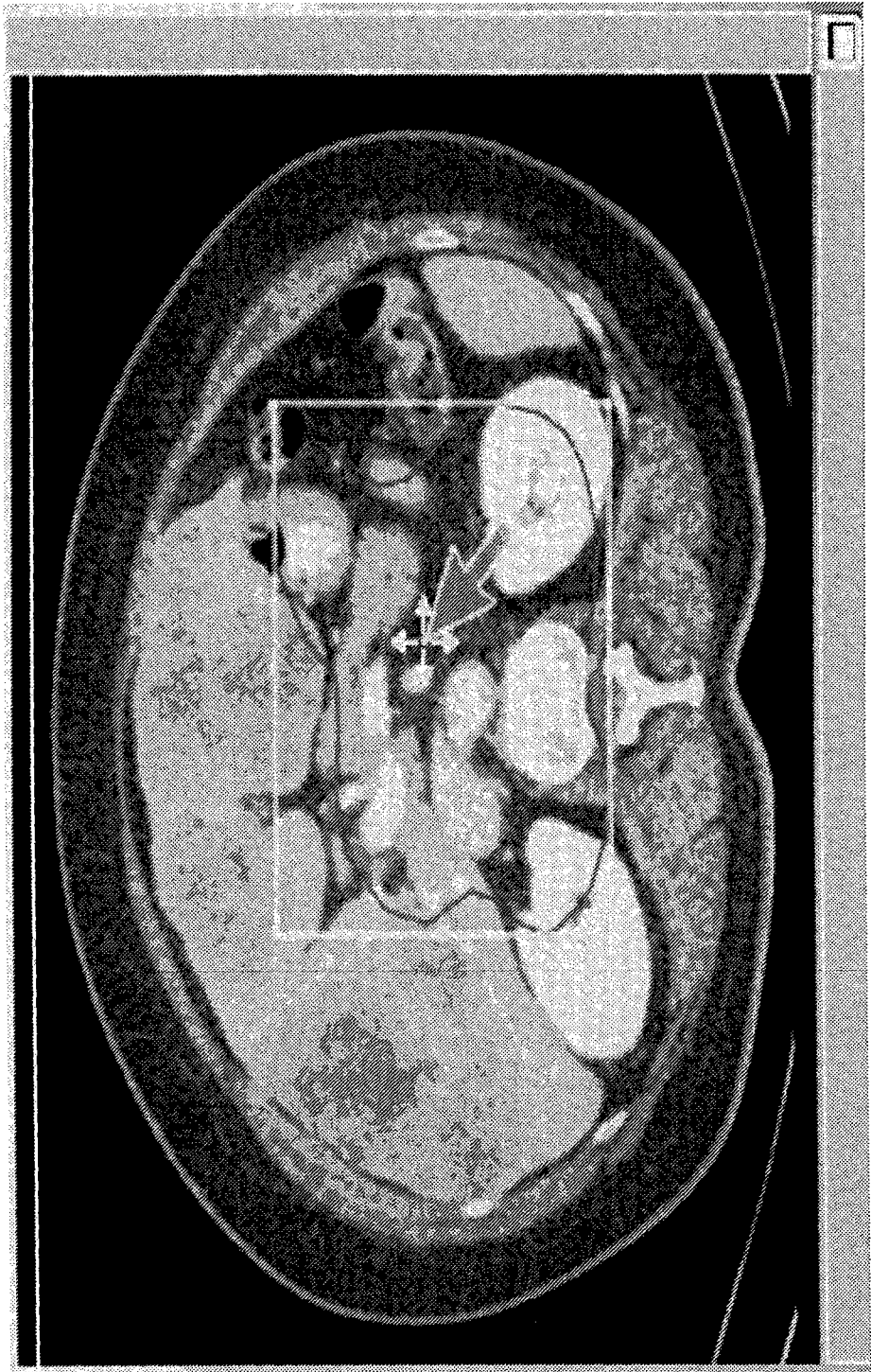


图 19

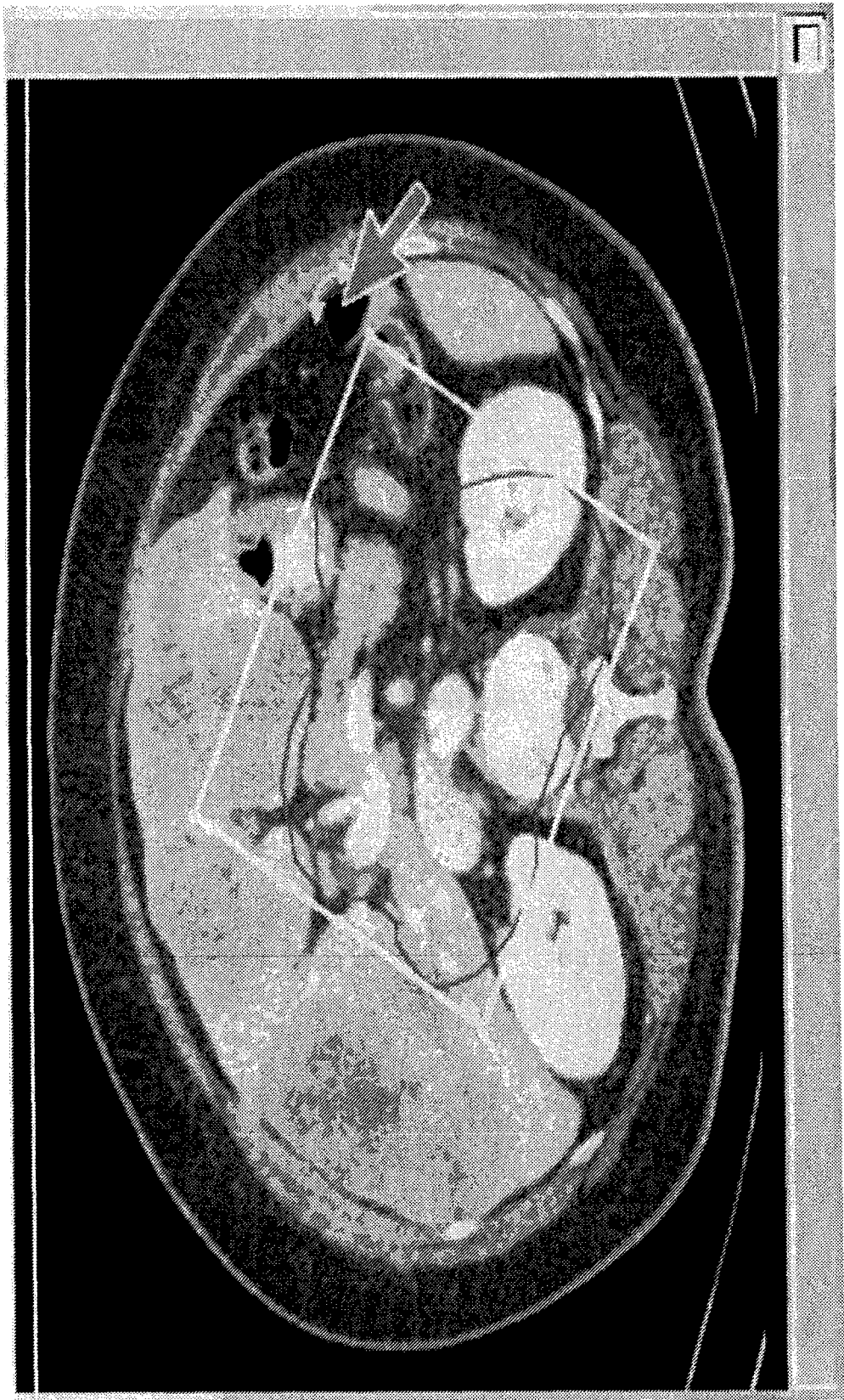


图 20

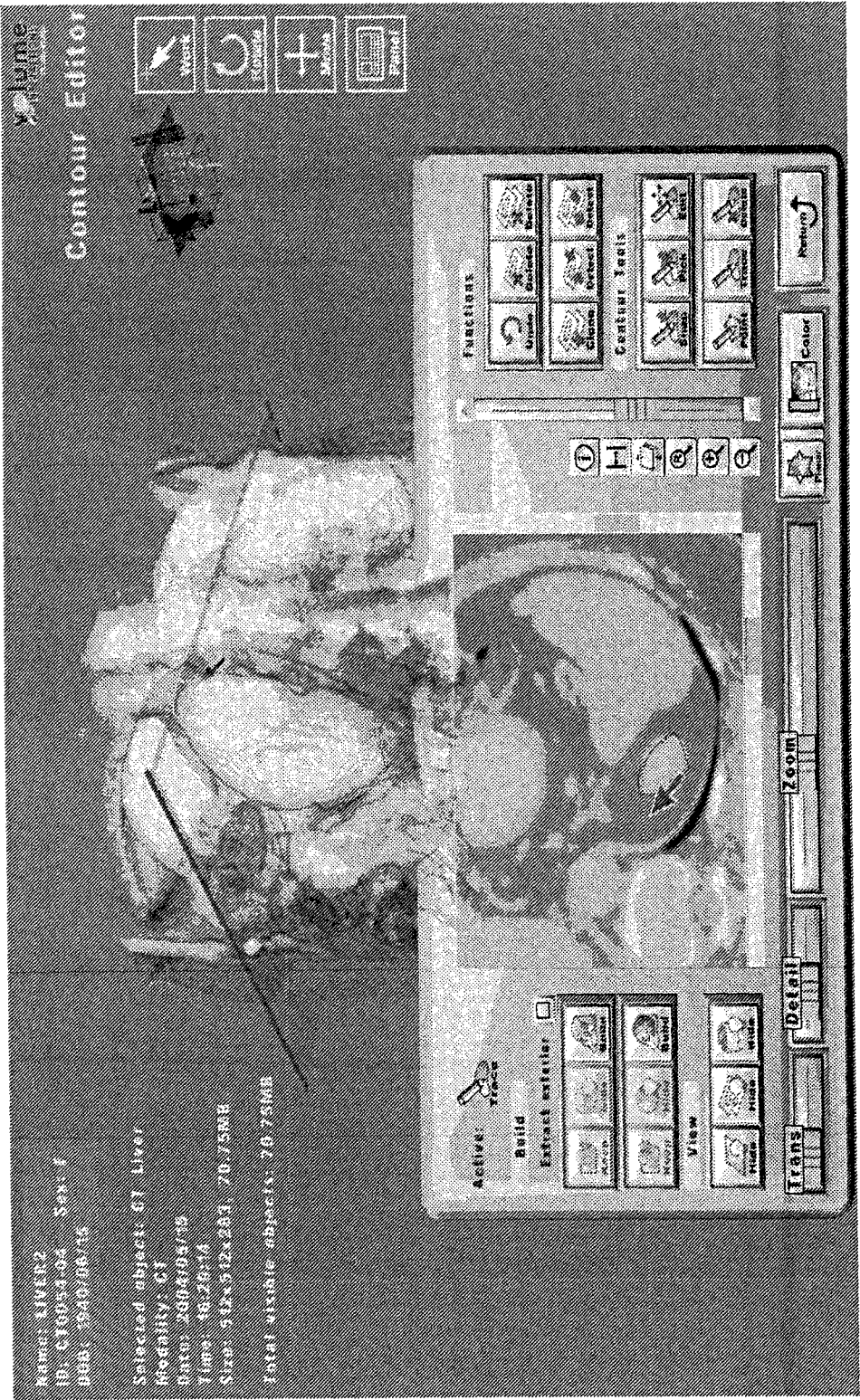


图 21

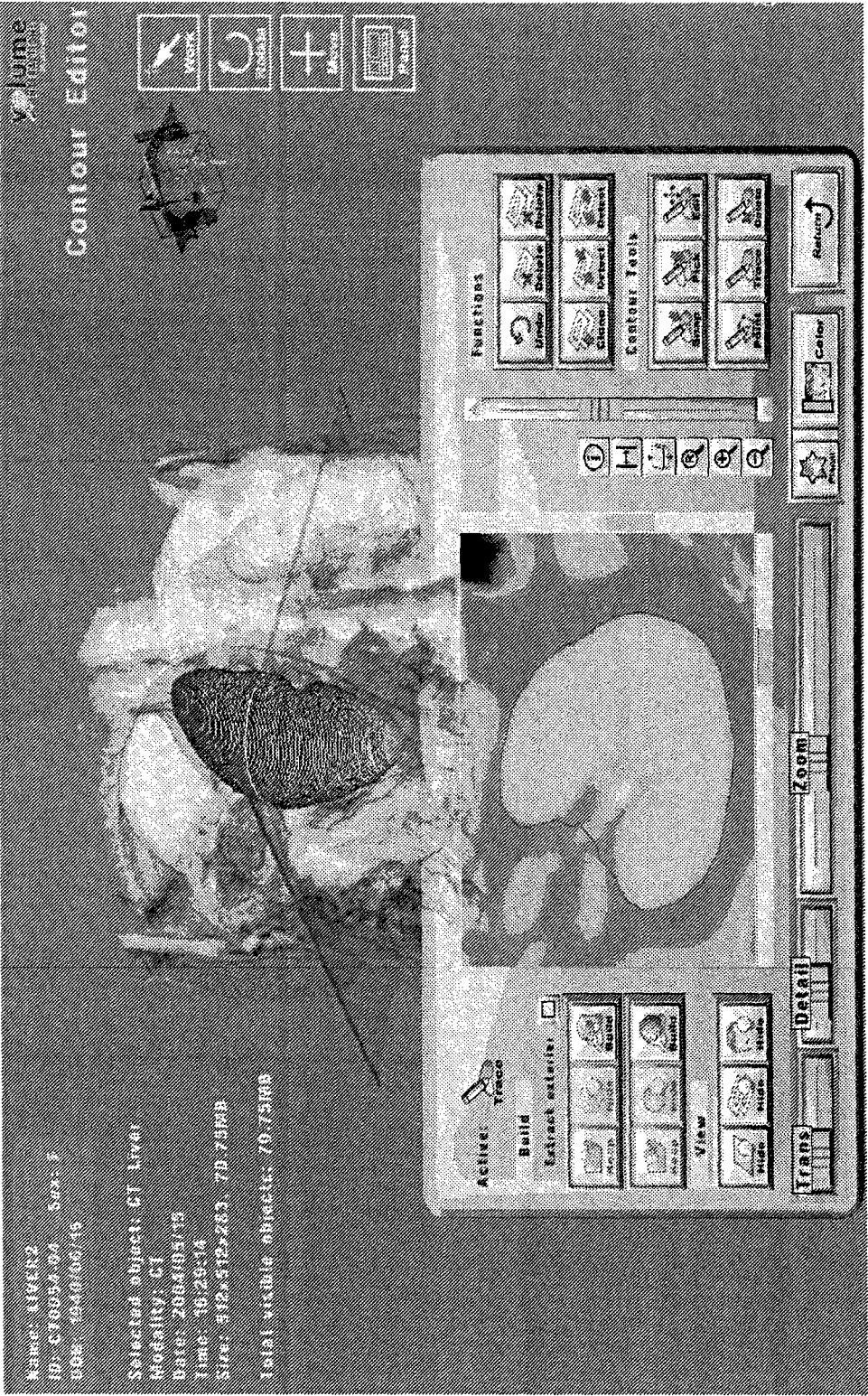


图 22

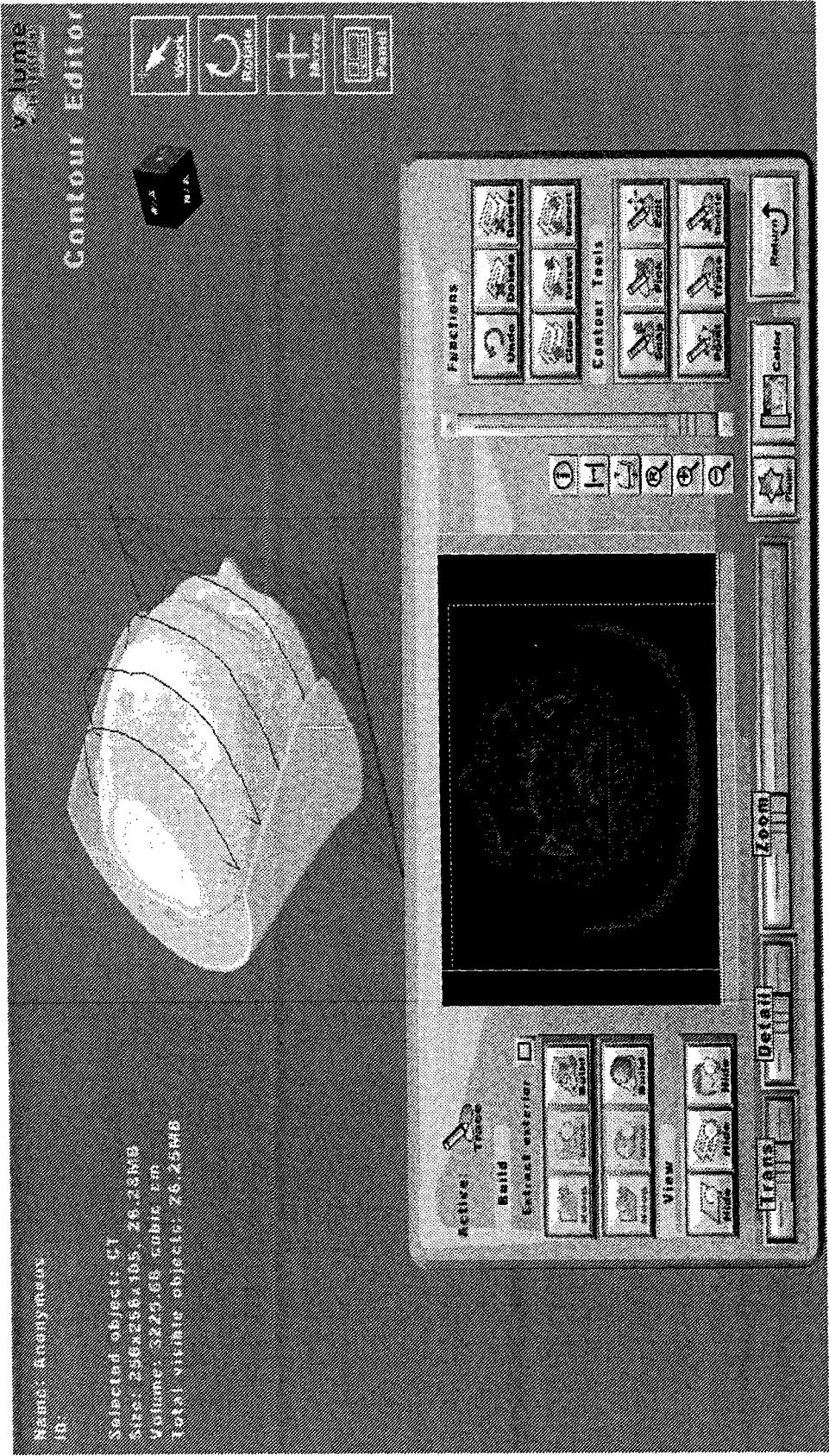


图 24

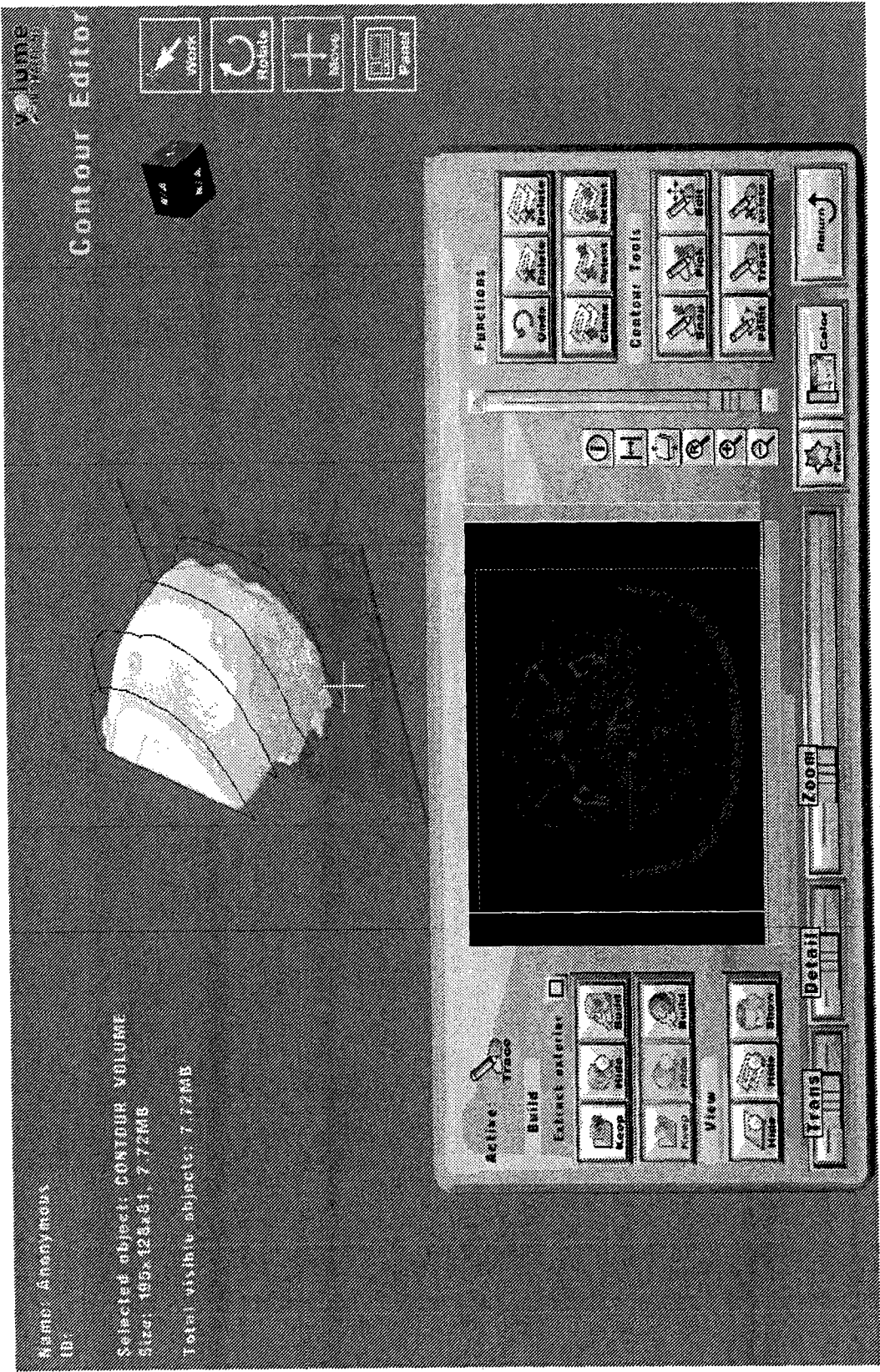


图 25

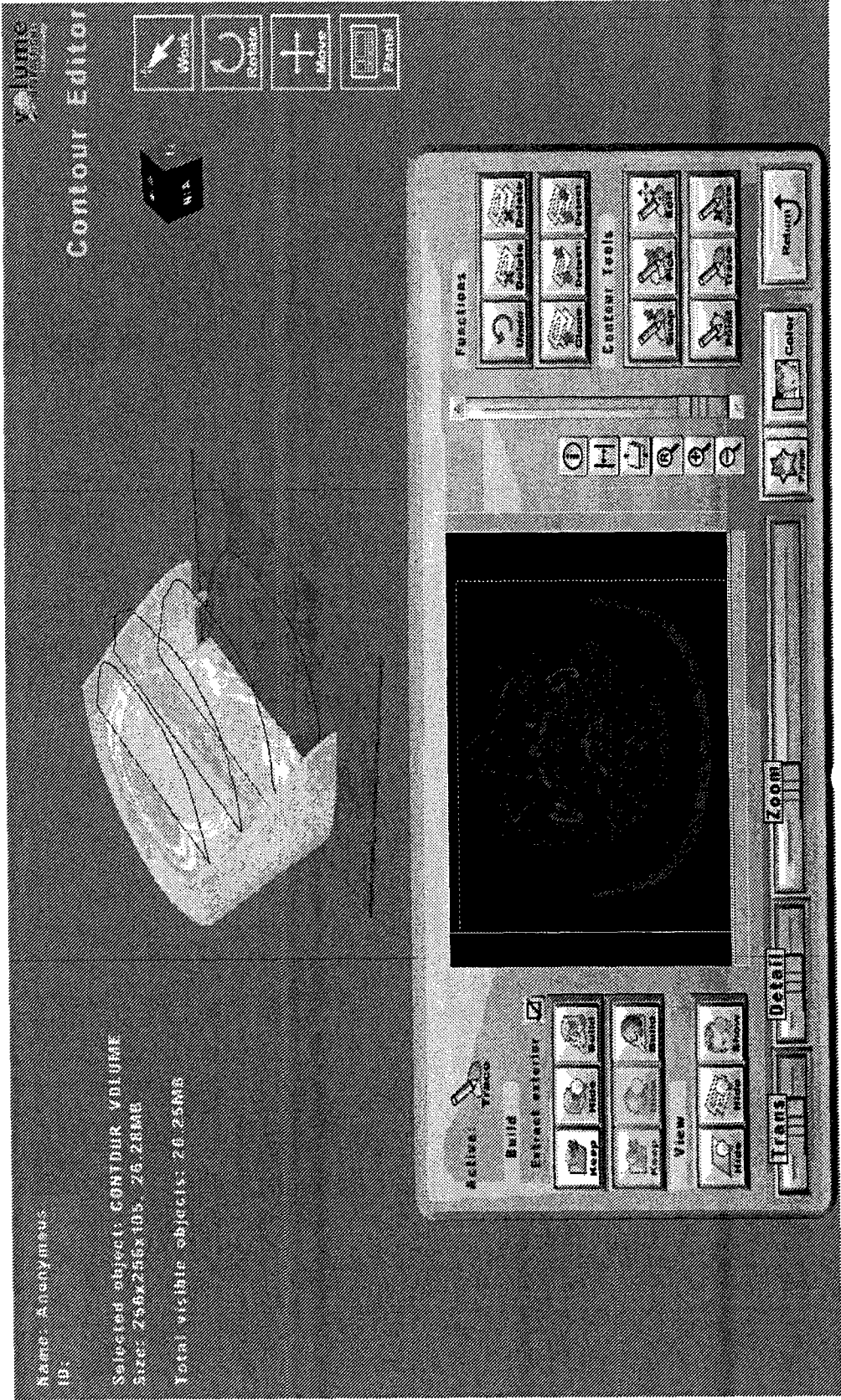


图 26

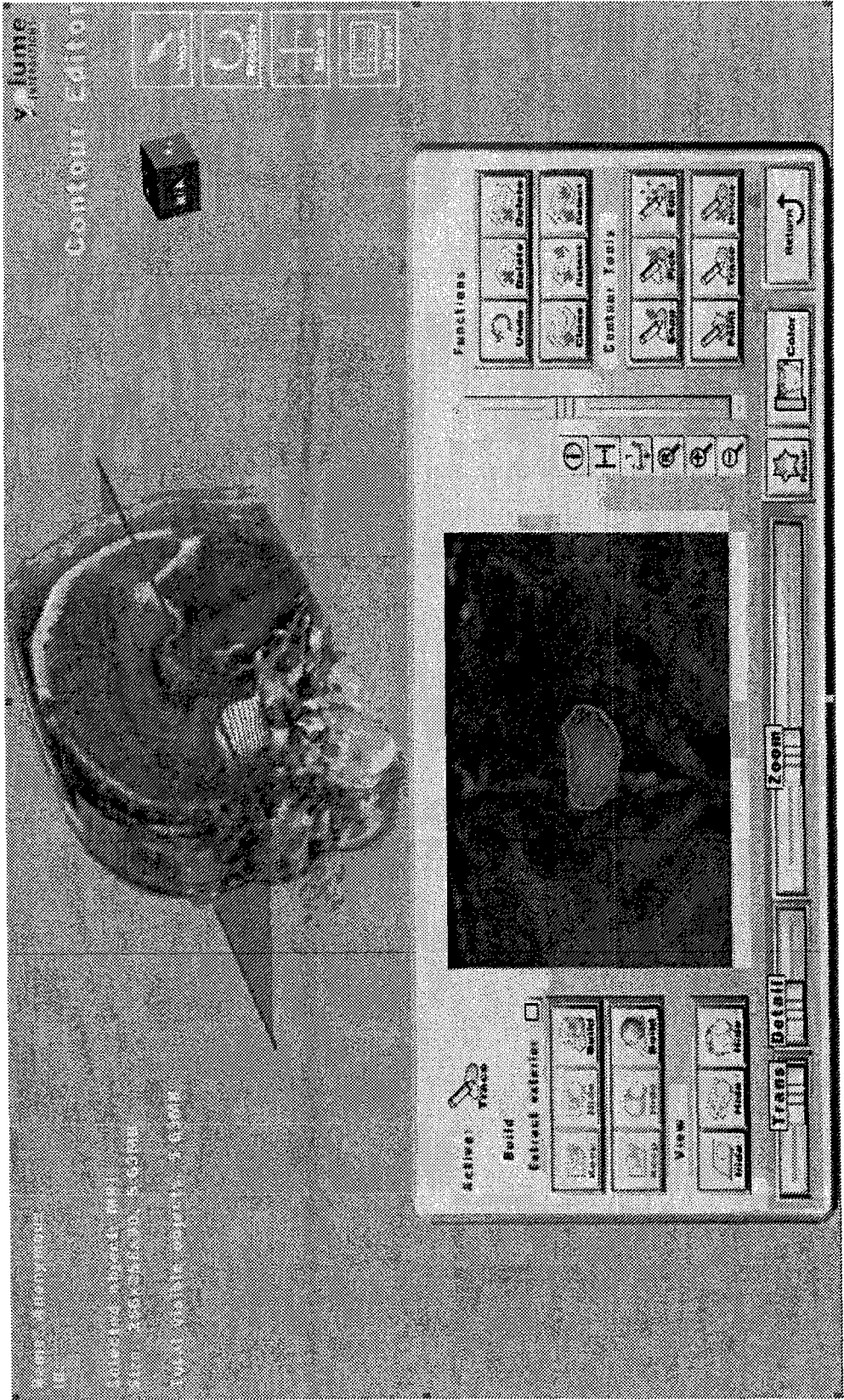


图 27

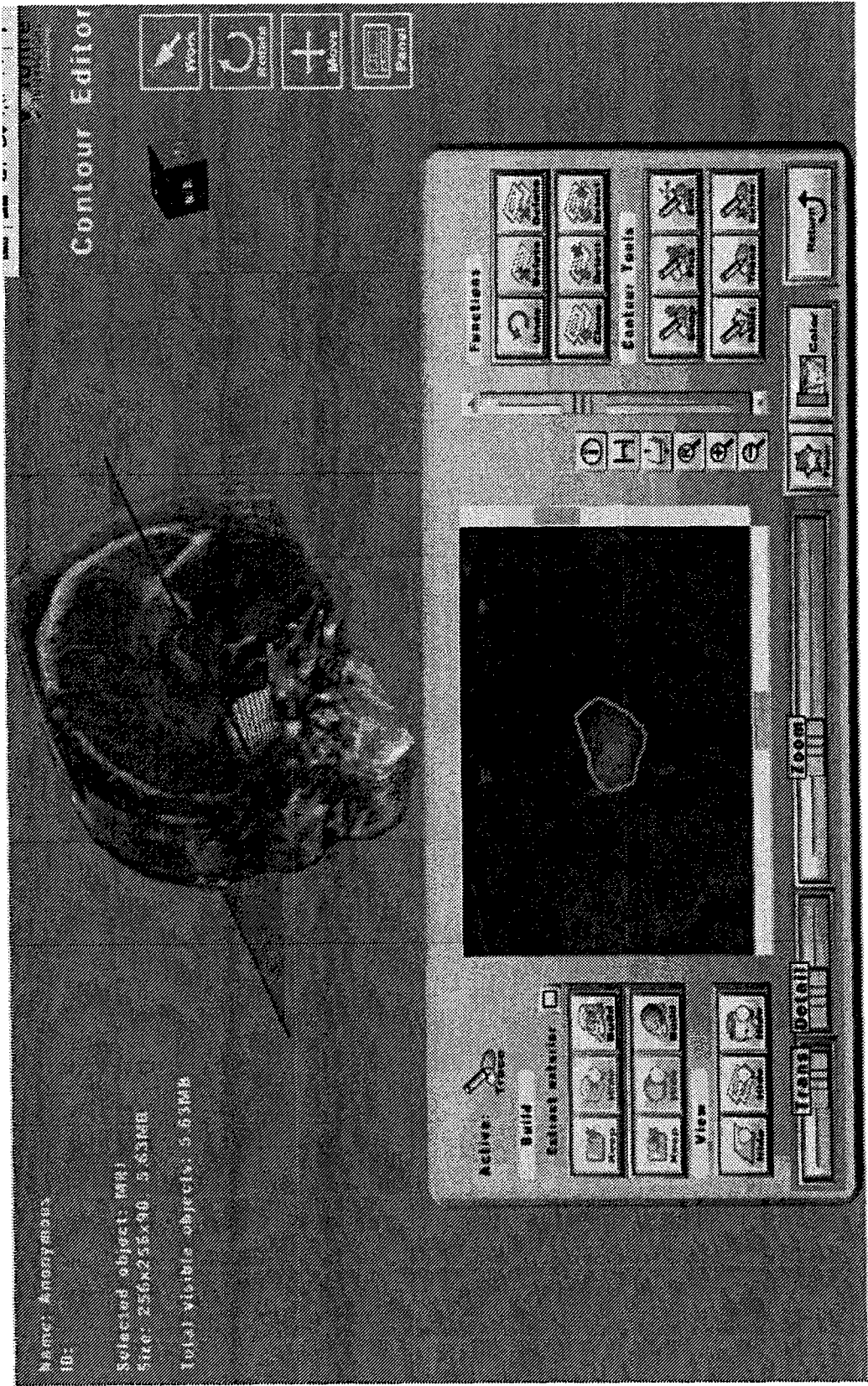


图 29

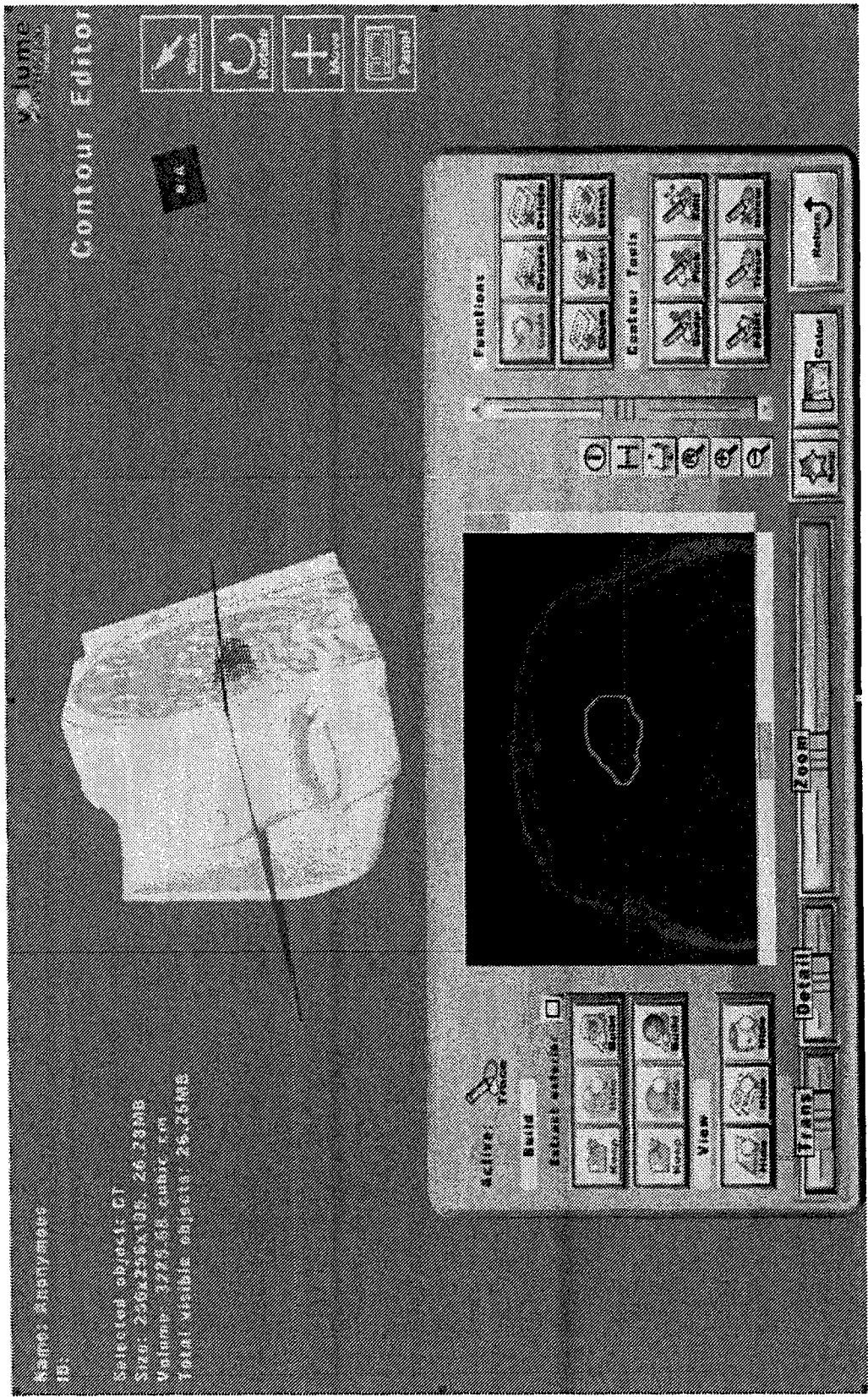


图 30