Oracle Solaris Studio 12.2 dbxtool 教程

2010 年 9 月

简介

本教程使用一个“有错误”的示例程序来演示如何有效地使用 dbxtool。dbxtool 是 dbx 调试器的独立图形用户界面 (graphical user interface, GUI)。首先从基础功能开始，然后是较为高级的功能。

示例程序

本教程模拟了一个简化的、有些虚拟的 dbx 调试器。在已安装的 Oracle Solaris Studio 12.2 软件的 examples/debugger/debug_tutorial 目录下提供了此 C++ 程序的源代码。

1. 将该目录复制到您自己的专用工作区。例如：

```
cp -r /opt/solstudio12.2/examples/debugger/debug_tutorial ~/debug_tutorial
```

2. 生成程序：

```
make
CC -g   -c  main.cc
CC -g   -c  interp.cc
CC -g   -c  cmd.cc
CC -g   -c  debugger.cc
CC -g   -c  cmds.cc
CC -g   main.o interp.o cmd.o debugger.o cmds.o -o a.out
```

程序由下列模块组成：

cmd.h	cmd.cc	类 Cmd，用于实现调试器命令的基类
interp.h	interp.cc	类 Interp，一个简单的命令解释程序
debugger.h	debugger.cc	类 Debugger，用于模拟调试器的主要语义
cmds.h	cmds.cc	各种调试命令的实现
main.h	main.cc	main() 函数和出错处理。设置 Interp，创建各种命令并将其分配给 Interp。运行 Interp。

运行程序并尝试几个 dbx 命令：

```
$ a.out
> exec date
Sun Jun 21 16:13:06 PDT 2009
> display var
will display 'var'
> stop in X
> run running ...
stopped in X
var = {
        a = '100'
        b = '101'
        c = '<error>'
        d = '102'
        e = '103'
        f = '104'
```

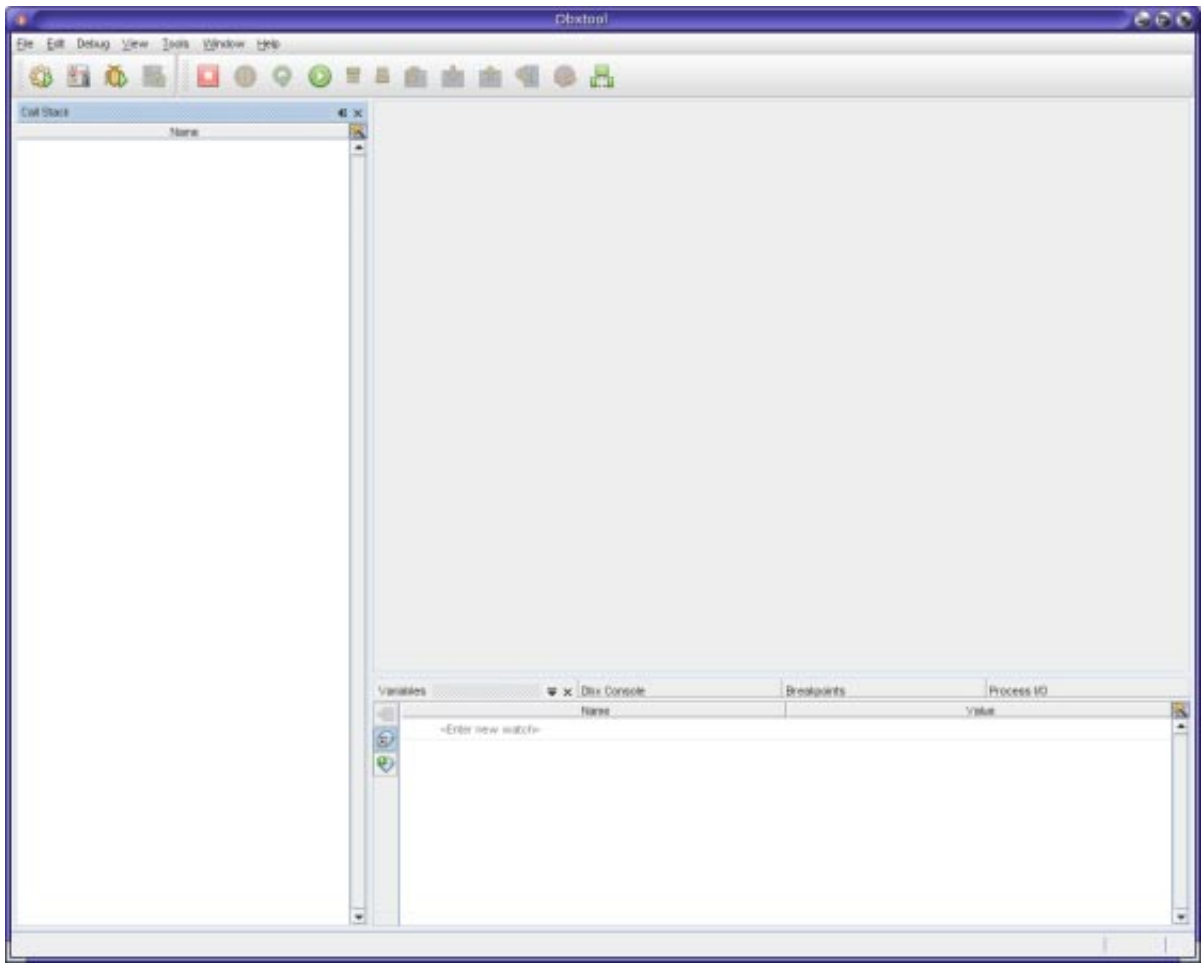
```
}
> quit
Goodby
$
```

配置 dbxtool

通过键入以下内容启动 dbxtool：

installation_directory/bin/dbxtool

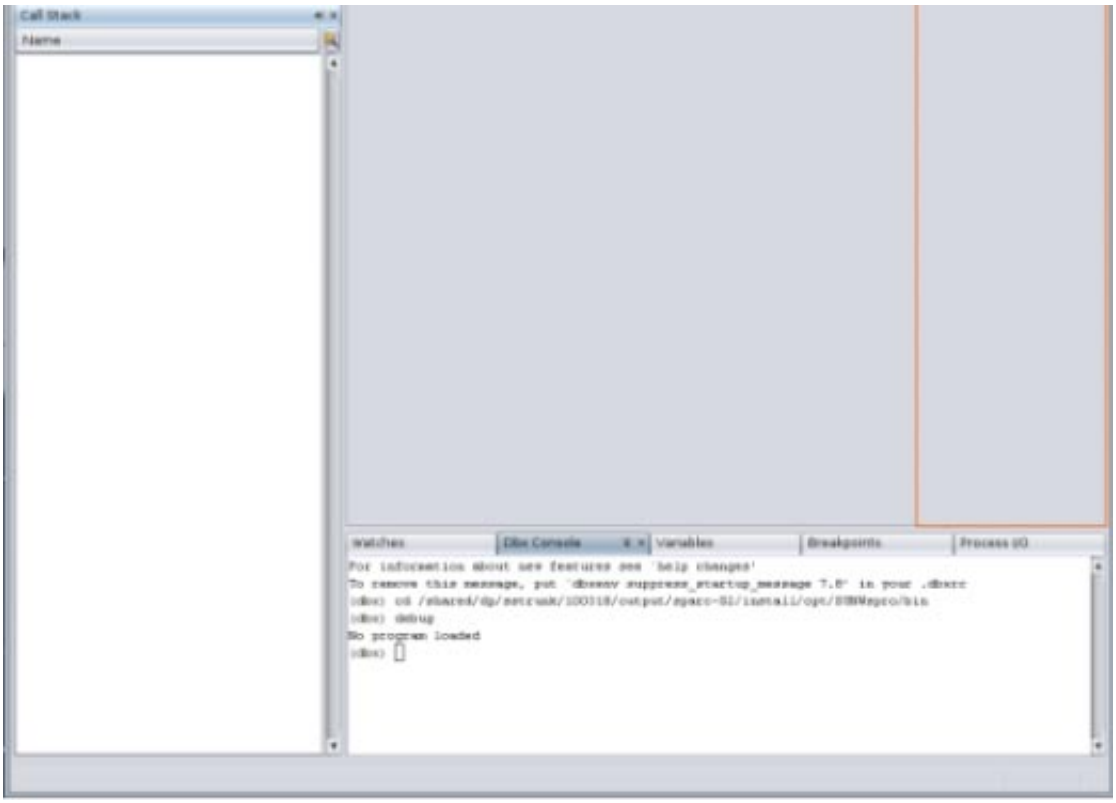
第一次启动 dbxtool 时，窗口的外观如下所示：



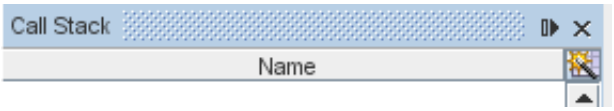
如果正在 Web 浏览器中阅读本教程，该窗口很可能会占据半个屏幕，此时将 dbxtool 自定义为一个半屏幕应用程序会很有用。

下面是自定义 dbxtool 的各种方法的示例。

- **使工具栏图标变小：**
  - 右键单击工具栏中的任意位置并选择 "Small Toolbar Icons"（小工具栏图标）。
- **将 "Call Stack"（调用栈）窗口移开：**
  1. 单击 "Call Stack"（调用栈）窗口的标题，并向下向右拖动该窗口。当红色轮廓处于此位置时松开鼠标：



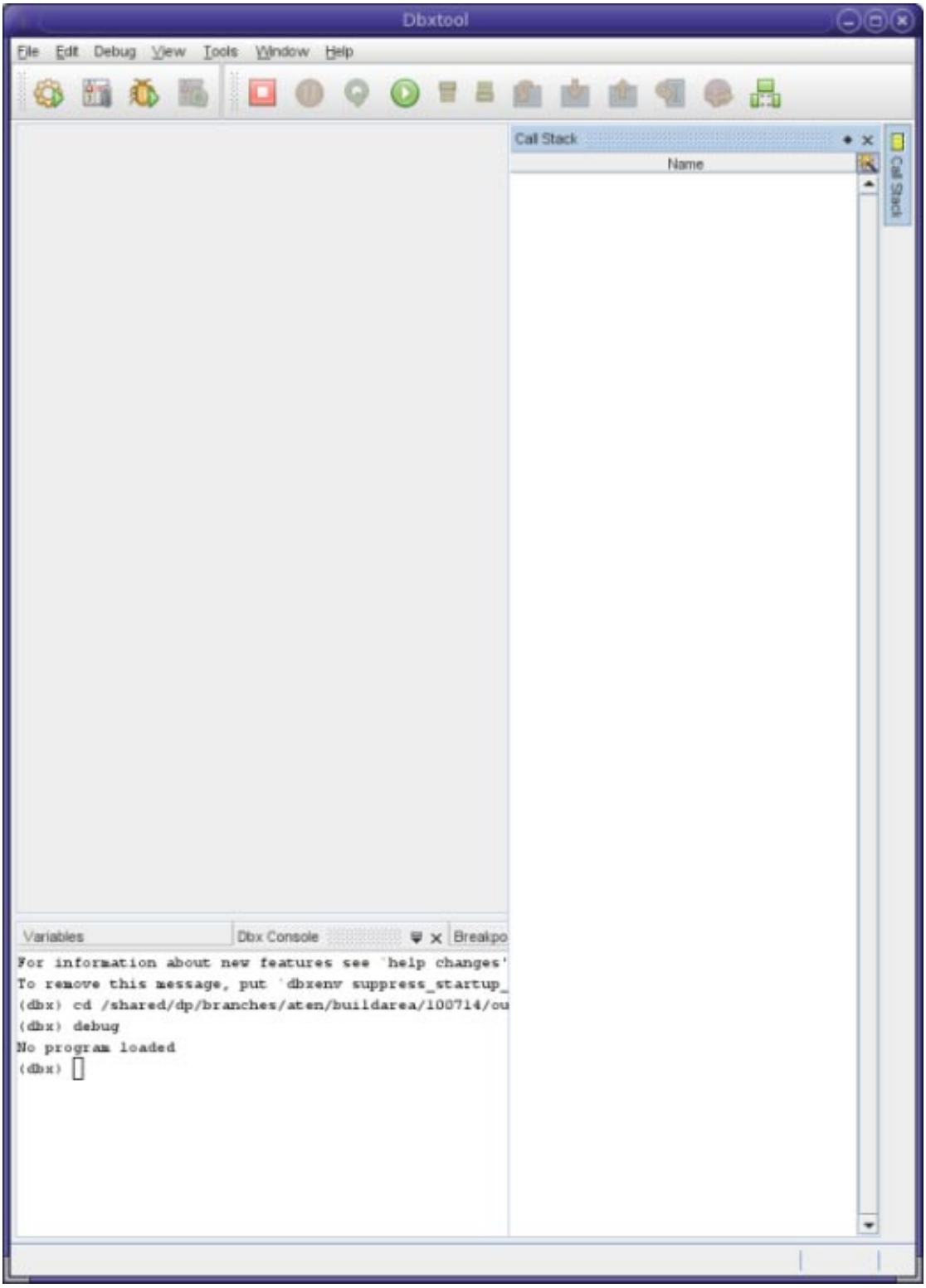
2. 现在单击 "Call Stack"（调用栈）窗口标题中向右的箭头：



"Call Stack"（调用栈）窗口最小化在右边界中：

3. 如果将光标悬停在最小化的 "Call Stack"（调用栈）图标上方，"Call Stack"（调用栈）窗口会最大化，直到将焦点转移到另一个窗口。如果单击最小化的 "Call Stack"（调用栈）图标，"Call Stack"（调用栈）窗口会最大化，直到再次单击该图标。

4. 现在应该能够将主窗口缩小至半屏幕：



- **最小化 "Breakpoints"（断点）窗口：**
  1. 单击 "Breakpoints"（断点）选项卡。
  2. 单击选项卡上的向下箭头以最小化 "Breakpoints"（断点）窗口。

- **取消固定 "Process I/O"（进程 I/O）窗口：**
  1. 单击并按住 "Process I/O"（进程 I/O）窗口的标题，将该窗口拖到 dbxtool 窗口之外，然后放到桌面上。现在您可以轻松与您正在调试的程序的输入和输出进行交互，同时可以轻松访问 dbxtool 窗口中的其他选项卡。
  2. 要在 dbxtool 窗口中重新固定 "Process I/O"（进程 I/O）窗口，请在 "Process I/O"（进程 I/O）窗口中右键单击，然后选择 "Dock window"（固定窗口）。
- **在编辑器中设置字体大小。**在将某些源代码显示在 "Editor"（编辑器）窗口中之后：
  1. 选择 "Tools"（工具）> "Options"（选项）。
  2. 在 "Options"（选项）窗口中，选择 "Fonts & Colors"（字体和颜色）类别。
  3. 在 "Syntax"（语法）选项卡上，确保从 "Languages"（语言）下拉式列表中选择 "All Languages"（所有语言）。
  4. 单击 "Font"（字体）文本框旁边的浏览按钮。
  5. 在 "Font Chooser"（字体选择器）对话框中，设置字体、样式和大小，然后单击 "OK"（确定）。
  6. 在 "Options"（选项）窗口中单击 "OK"（确定）。
- **在终端窗口中设置字体大小。**"Dbx Console"（Dbx 控制台）窗口和 "Process I/O"（进程 I/O）窗口是 ANSI 终端仿真器。
  1. 选择 "Tools"（工具）> "Options"（选项）。
  2. 在 "Options"（选项）窗口中，选择 "Miscellaneous"（其他）类别。
  3. 单击 "Terminal"（终端）选项卡。
  4. 选择 "Font Size"（字体大小）和 "Click To Type"（单击以键入）等设置。
  5. 单击 "OK"（确定）。

诊断核心转储

既然您已根据自己的喜好配置了 `dbxtool`，让我们来找一些错误。

再次运行示例程序，但这次要按 Return 键而不是输入命令：

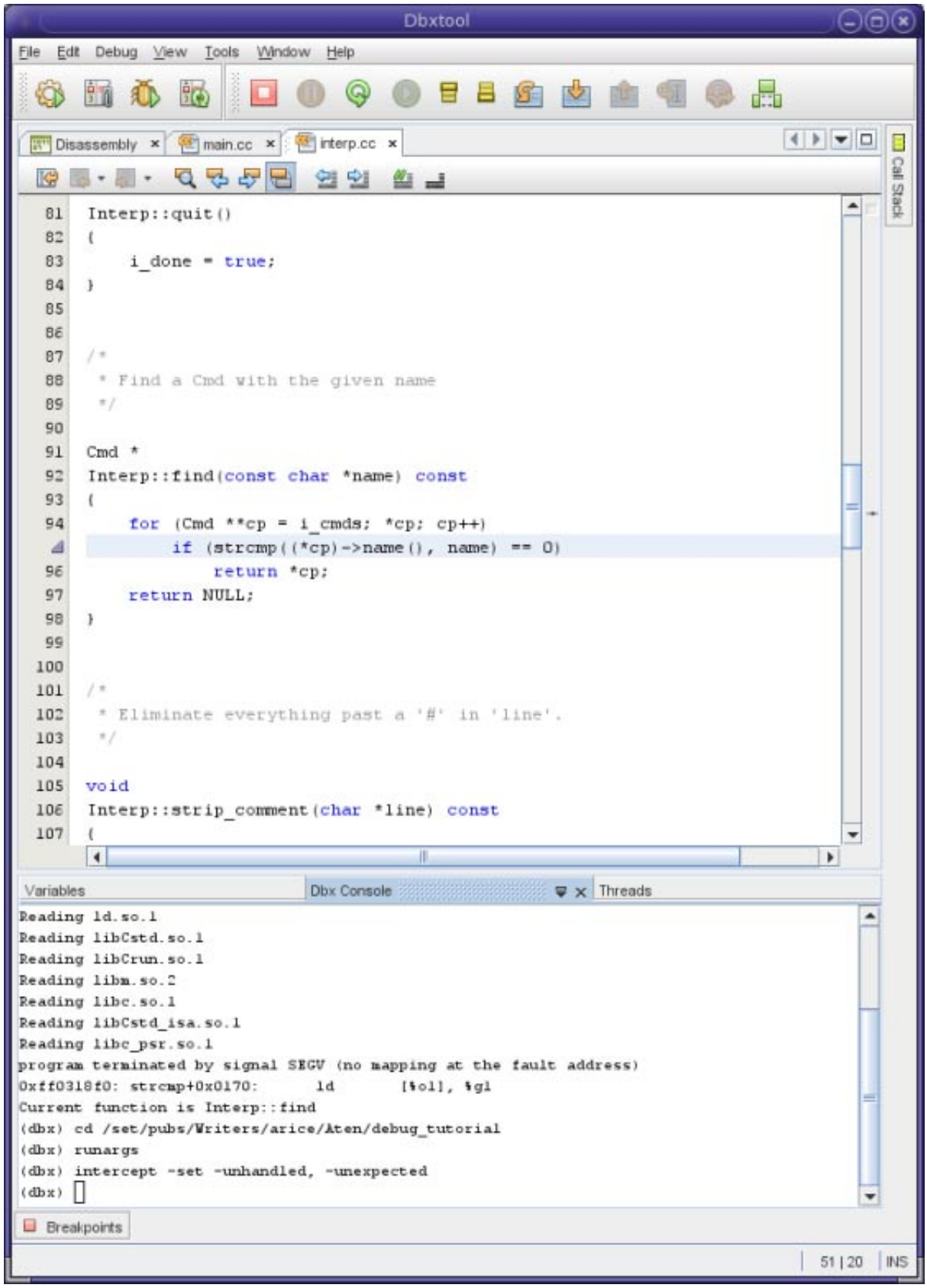
```
$ a.out
> display var
will display 'var'
>
Segmentation Fault (core dumped)
$
```

现在启动包含可执行文件和核心转储文件的 `dbxtool`：

```
$ dbxtool a.out core
```

提示 – 请注意，`dbxtool` 命令接受的参数与 `dbx` 命令相同。

`dbxtool` 显示如下内容：

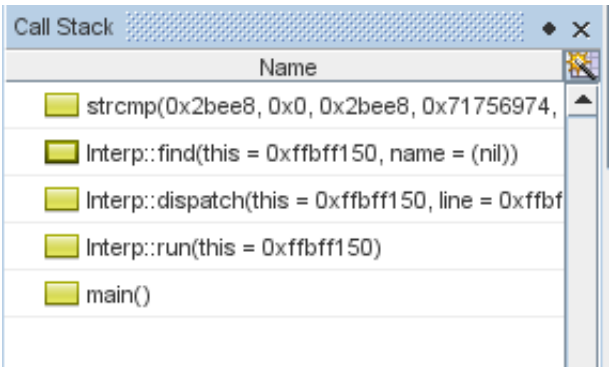


下面是一些注意事项：

- 在 "Dbx Console"（Dbx 控制台）窗口中，将看到一条类似以下内容的消息：

```
program terminated by signal SEGV (no mapping at fault address)
0xff0318f0: strcmp+0x0170:      ld       [%ol], %gl
Current function is Interp::find
```

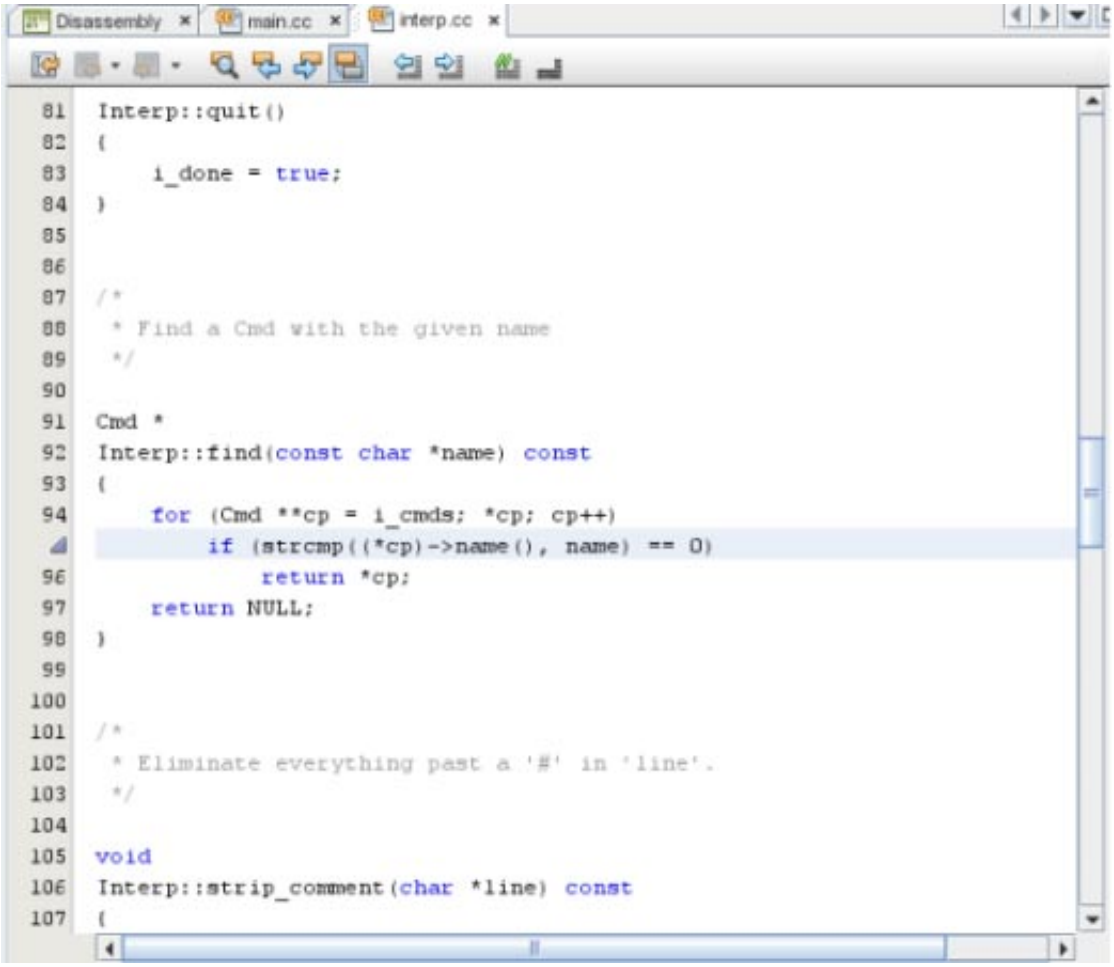
- 即使 `strcmp()` 函数中发生了 `SEGV`，`dbx` 也会自动在第一个帧中显示包含调试信息的函数。请注意，"Call Stack"（调用栈）窗口中的栈跟踪有一个边框围绕着当前帧的图标：



"Call Stack"（调用栈）窗口显示参数名称和值。您可以看到传递给 `strcmp()` 的第二个参数为 0x0，名称值为 NULL。

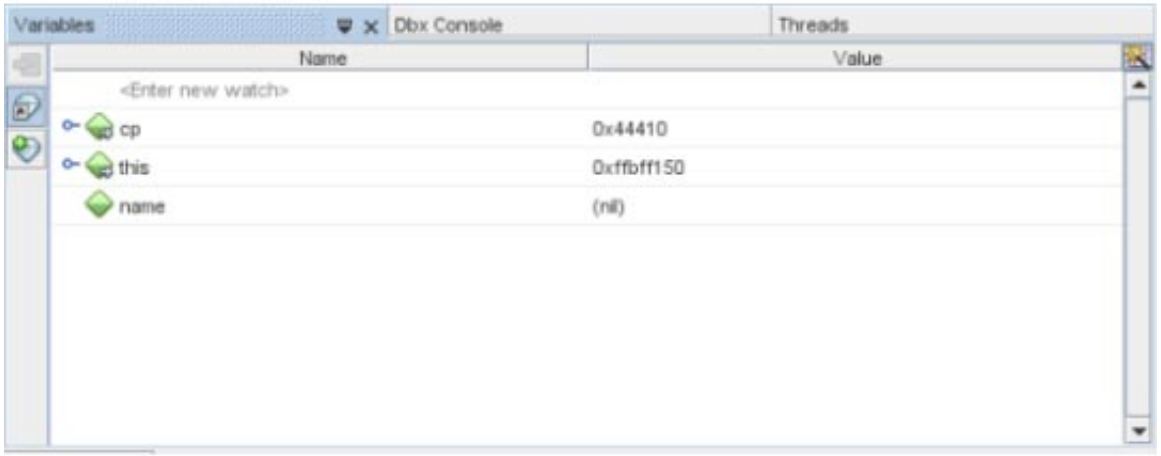
- 在 "Editor"（编辑器）窗口中，淡紫色长条和一个三角形（而不是绿色条和箭头）表示调用 `strcmp()` 的位置，而不是错误的实际位置：

提示 – 如果您没有看到参数值，请检查 `.dbxrc` 文件中 `dbx` 环境变量 `stack_verbose` 是否设置为打开。通过在 "Call Stack"（调用栈）窗口中右键单击并选择 "Verbose"（详细）复选框来添加复选标记，您还可以在该窗口中打开详细模式。



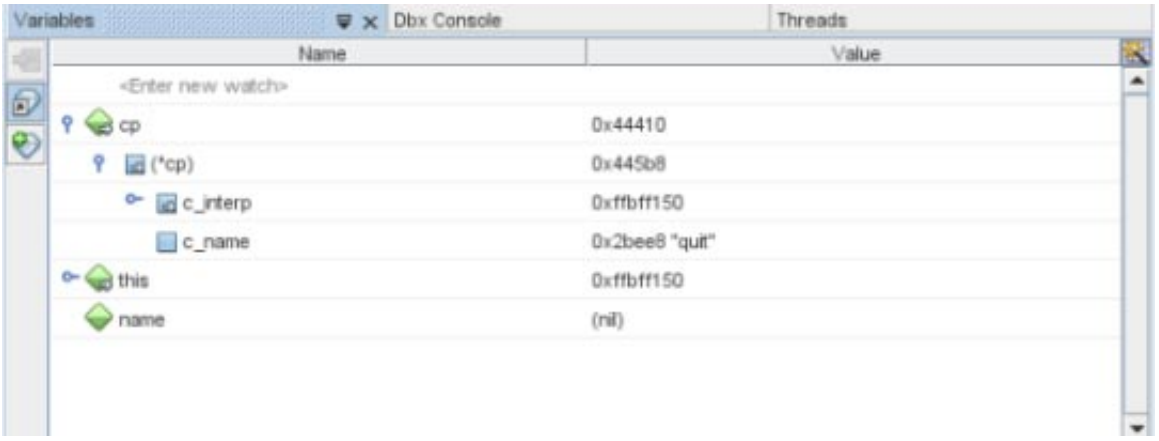
向函数传递错误值作为参数时，函数通常会失败。下面是一些检查传递给 `strcmp()` 的值的方法：

- 检查 "Variables"（变量）窗口中参数的值。
  单击 "Variables"（变量）选项卡。



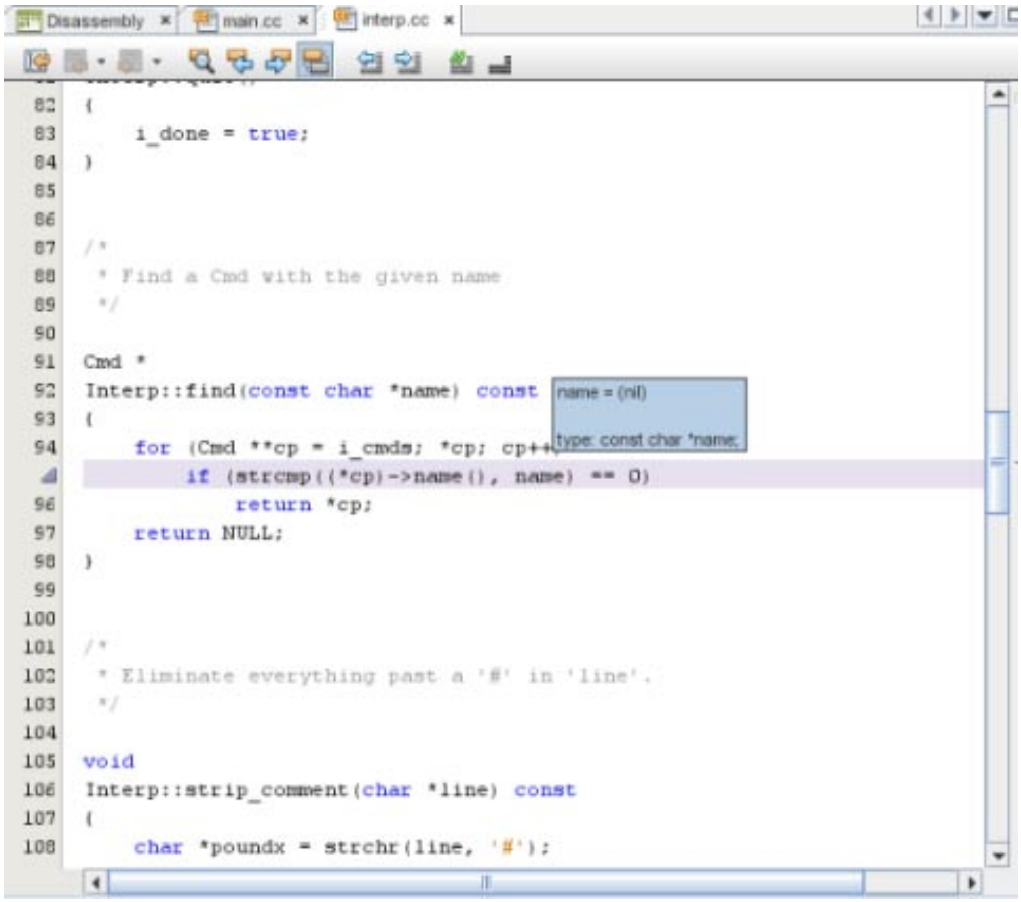
请注意，名称值为 NULL。该值很可能是导致 SEGV 的原因，但我们还是来检查一下另一个参数 `(*cp)->name()` 的值。

在 "Variables"（变量）窗口中，展开 `cp` 节点，然后展开 `(cp*)` 节点。此处所涉及的 `name` 为 "quit"，该名称可以接受：



提示 – 如果展开 `*cp` 节点不显示其他变量，请检查 `.dbxrc` 文件中 `dbx` 环境变量 `output_inherited_members` 是否设置为打开。通过在窗口中右键单击并选择 "Inherited Members"（继承的成员）复选框来添加复选标记，您还可以显示继承的成员。

- 使用气球表达式求值确认参数的值。在 "Editor"（编辑器）窗口中，将光标放置到正传递给 `strcmp()` 的名称变量上方。将显示一个提示，名称值显示为 NULL。



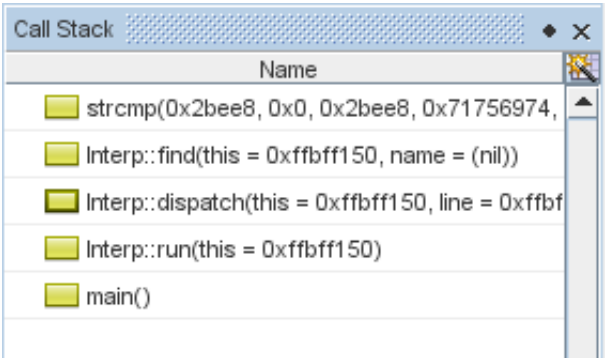
使用气球表达式求值，您还可以将光标放置到一个表达式的上方，例如 `(*cp)->name()`。但在此情况下，您不能这样做，因为表达式包含函数调用。

提示 –
包含函数调用的表达式的气球表达式求值会禁用，因为：

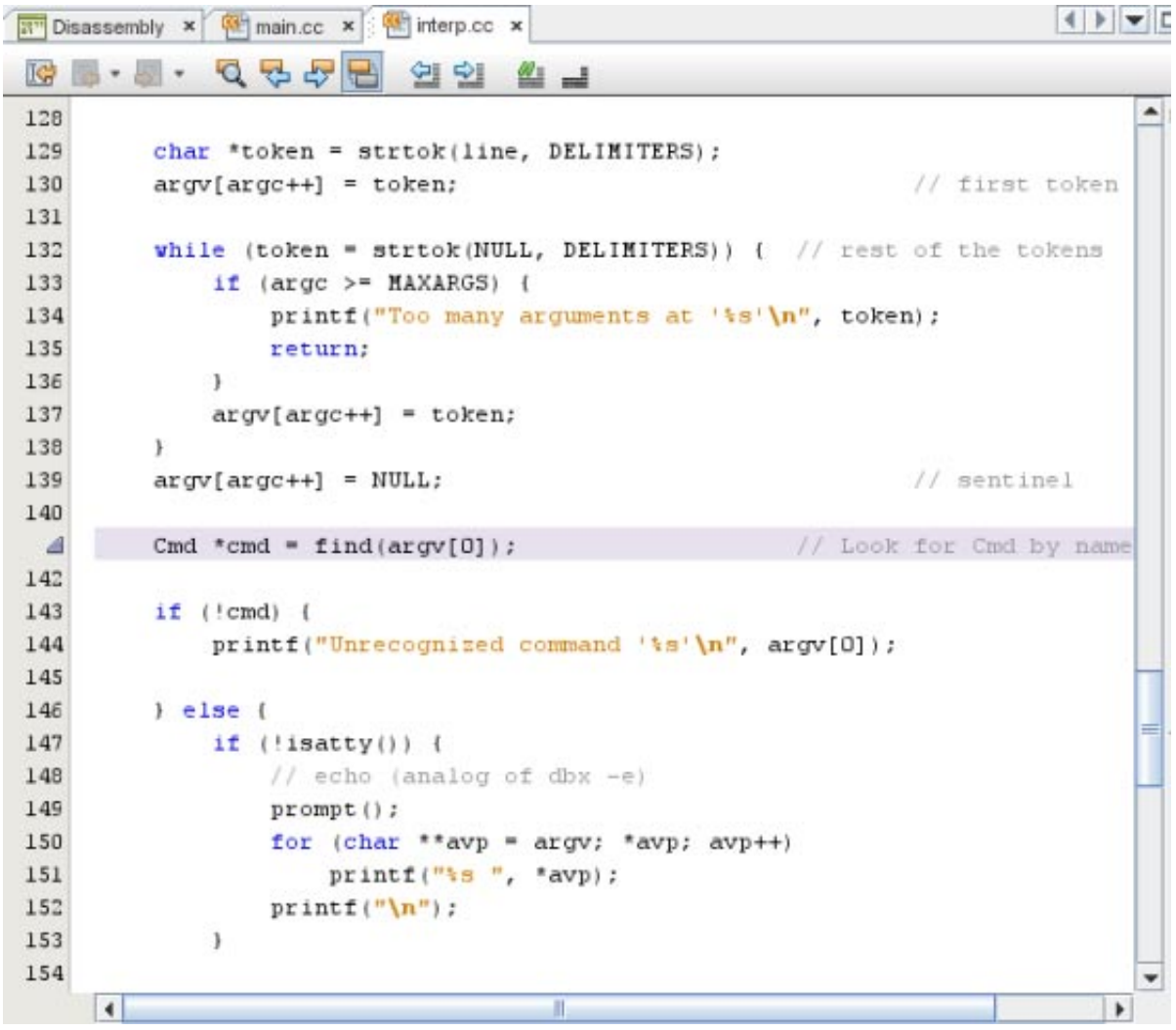
- 您正在调试一个核心转储文件。
- 函数调用可能会有副作用，您不会希望无意中在 "Editor"（编辑器）窗口中悬停光标时发生函数调用。

现在我们清楚了，名称的值不应为 NULL。那么是哪个代码将此错误值传递给 `Interp::find()` 的呢？要弄清这个问题，可以执行以下操作：

- 通过选择 "Debug"（调试）> "Stack"（栈）> "Make Caller Current"（使调用方成为当前调用方）或单击工具栏上的 "Make Caller Current"（使调用方成为当前调用方）按钮  ，向上移动调用栈：



- 在 "Call Stack"（调用栈）窗口中，双击与 `Interp::dispatch()` 相对应的帧。现在 "Editor"（编辑器）窗口中突出显示了相应的代码：



此代码是未知代码。除了知道 `argv[0]` 的值为 NULL 之外，一眼看不出任何线索。

使用断点和步进以动态方式调试此问题可能会容易一些。

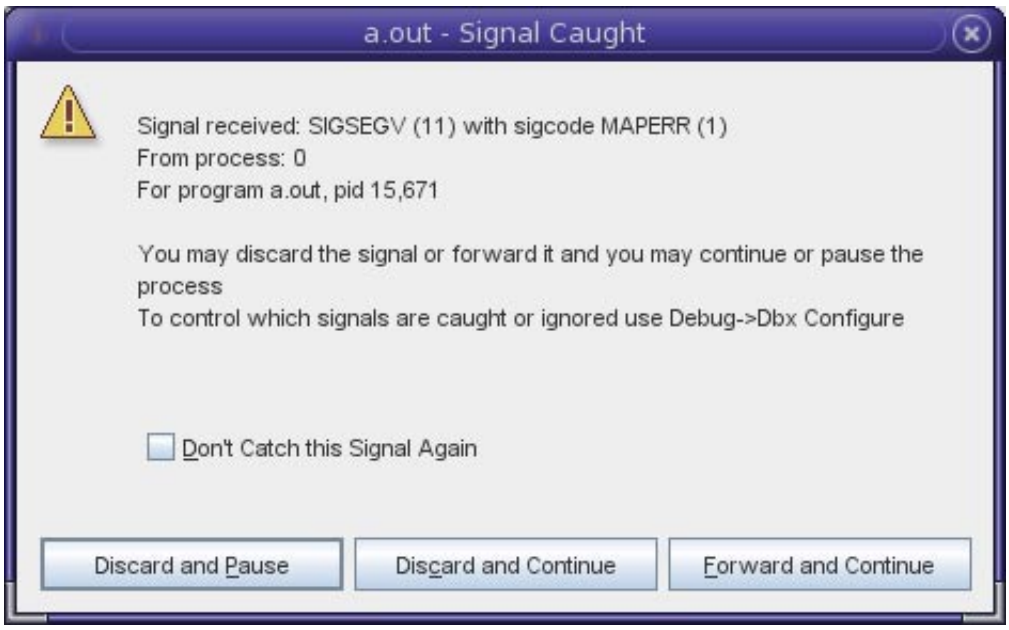
使用断点和步进

使用断点，您可以在错误出现之前的片刻停止程序，并单步执行代码查找何处出错。

如果尚未这样做，现在可能是取消固定 "Process I/O"（进程 I/O）窗口的好机会。

您早先是从命令行运行的程序。现在通过在 `dbxtool` 中运行程序来重现错误：

1. 单击工具栏上的 "Run"（运行）按钮  或在 "Dbx Console"（Dbx 控制台）窗口中键入 `run`。
2. 在 "Process I/O"（进程 I/O）窗口中按 Return 键。此时会出现一个警报框，通知您有关 SEGV 的信息：



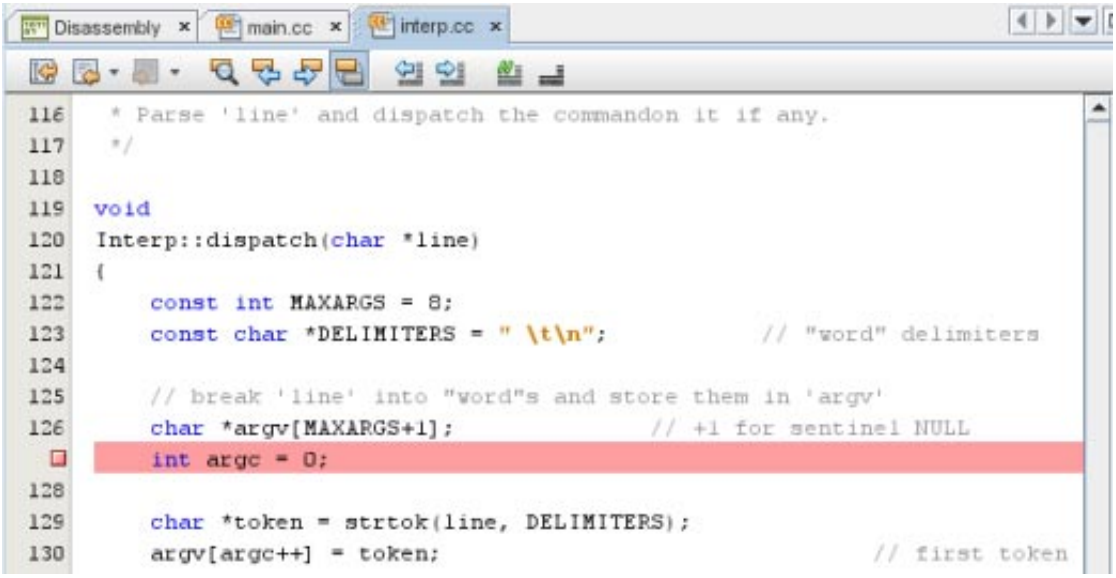
3. 在警报框中，单击 "Discard and Pause"（放弃并暂停）。"Editor"（编辑器）窗口会再次在 `Interp::find()` 中突出显示对 `strcmp()` 的调用。

4. 单击工具栏中的 "Make Caller Current"（使调用方成为当前调用方）按钮  ，转到您先前在 `Interp::dispatch()` 中看到的未知代码。现在您可以在调用 `find()` 之前的片刻设置一个断点。稍后您可以单步执行代码以查找出错的原因。

设置断点

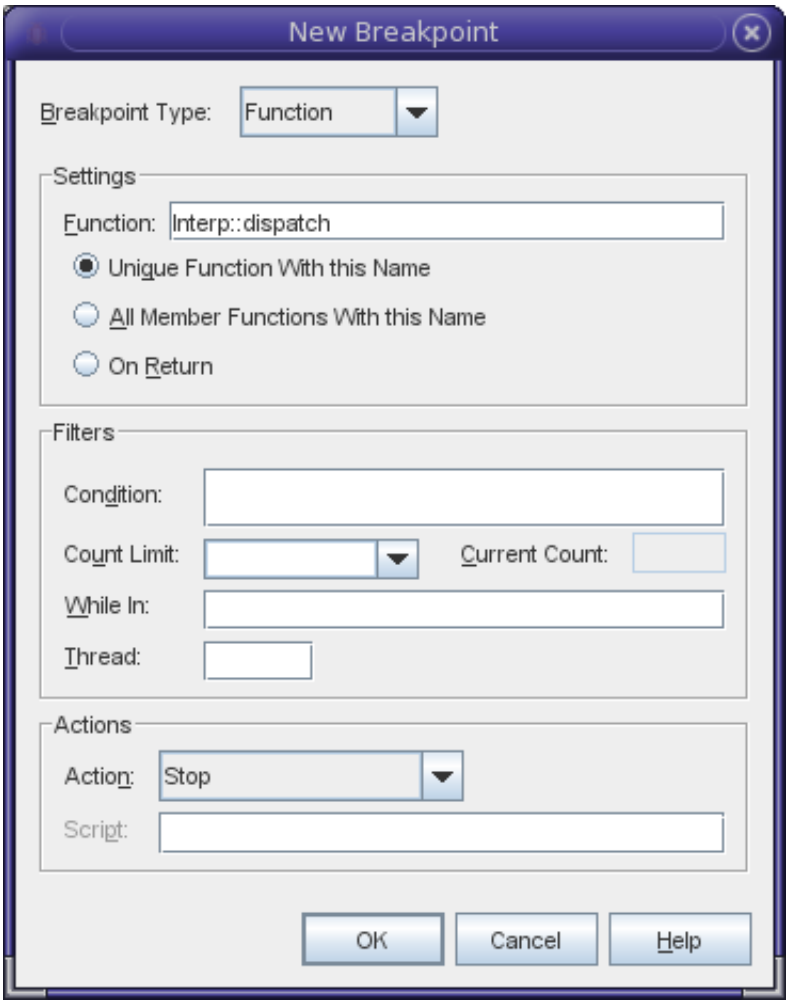
设置断点有几种方法。首先，如果未显示行号，请通过在左边界中右键单击并选中 "Show Line Numbers"（显示行号）复选框，在编辑器中启用行号。

- 通过在第 127 行旁边的左边界中单击，开启/关闭行断点。



- 通过执行下列操作设置函数断点：

  1. 在 "Editor"（编辑器）窗口中选择 `Interp::dispatch`。
  2. 选择 "Debug"（调试）> "New Breakpoint"（新建断点）或右键单击并选择 "New Breakpoint"（新建断点）。将打开 "New Breakpoint"（新建断点）对话框。



请注意，"Function"（函数）字段随选定的函数名称进行填充。

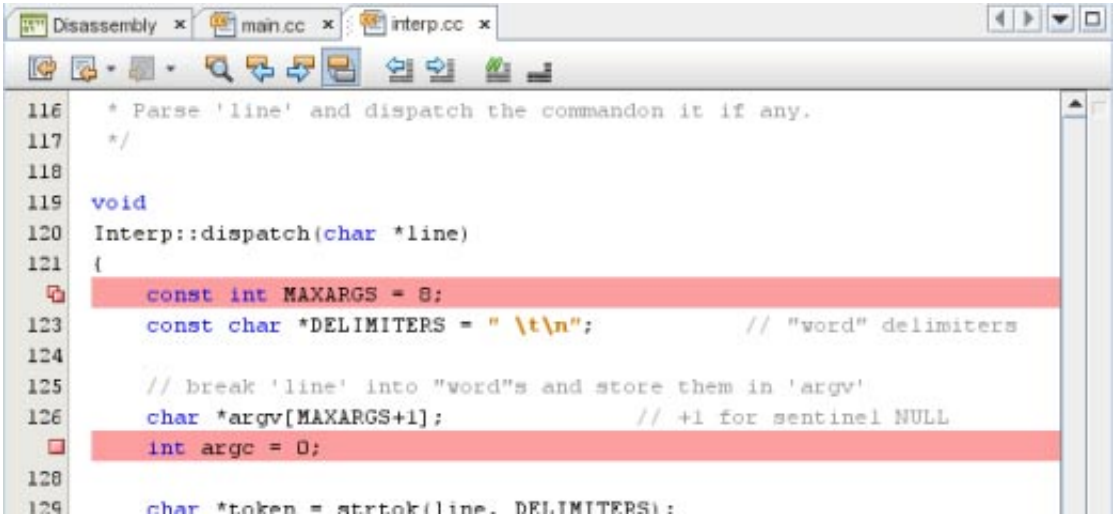
3. 单击 "OK"（确定）。

- 通过 dbx 命令行设置函数断点最为容易。要执行此操作，请在 "Dbx Console"（Dbx 控制台）窗口中键入 stop in 命令：

```
(dbx) stop in dispatch
(4) stop in Interp::dispatch(char*)
(dbx)
```

请注意，不必键入 `Interp::dispatch`。只需键入函数名称即可。

现在编辑器开始变得很杂乱：



您可以使用 "Breakpoints"（断点）窗口清理这种杂乱情形。

1. 单击 "Breakpoints"（断点）选项卡（如果先前最小化了该选项卡，请先将其最大化）。
2. 选择行断点和其中一个函数断点，右键单击，然后选择 "Delete"（删除）。

函数断点的优点

通过在编辑器中切换来设置行断点可能比较直观。但是，许多 dbx 用户喜欢使用函数断点是由于以下原因：

- 仅在 "Dbx Console"（Dbx 控制台）窗口中键入 `si dispatch` 通常是最容易的。这样可免去在编辑器中打开文件并滚动到某个行以放置断点的麻烦。
- 您可以通过在编辑器中选择任何文本来创建函数断点。因此您可以从函数的调用点在函数上设置断点，而不必打开文件。

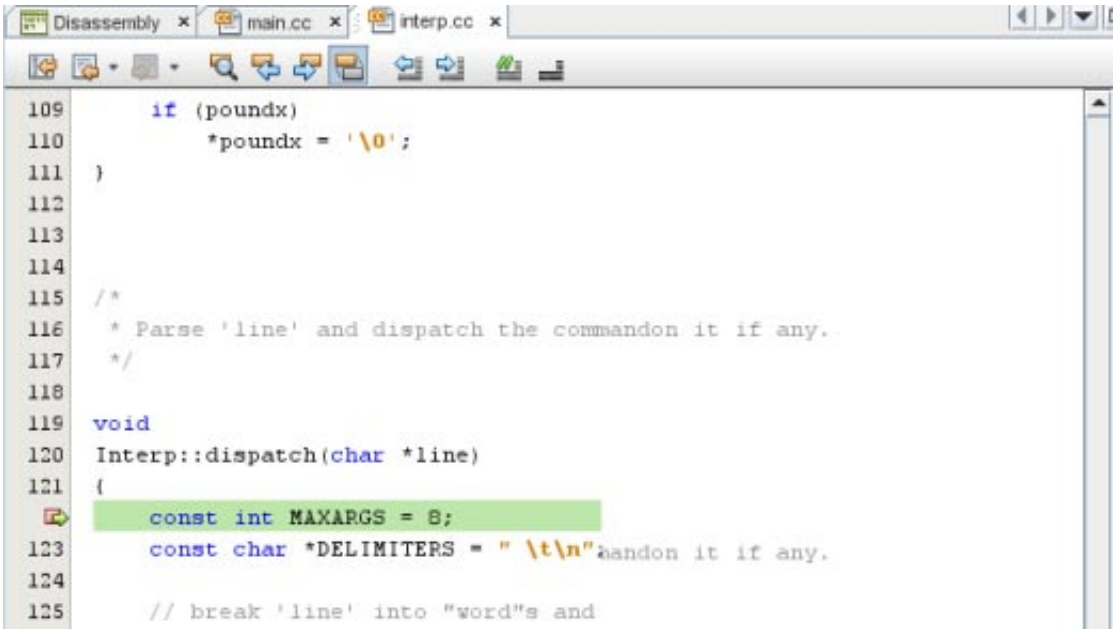
提示 – `si` 是 `stop in` 的别名。大多数 dbx 用户都会定义许多别名，并将这些别名放置在 dbx 配置文件 `~/.dbxrc` 中。一些常见的示例有：

```
alias si stop in
alias sa stop at
alias s step
alias n next
alias r run
```

- 在 "Breakpoints"（断点）窗口中，函数断点的名称是描述性的。行断点的名称不是描述性的，那么如何知道 `interp.cc:127` 处的内容呢？（实际上，您可以通过在 "Breakpoints"（断点）窗口中右键单击行断点并选择 "Go To Source"（转至源），或者通过双击断点，来了解第 127 行处的内容。）
- 函数断点更为稳定。由于 `dbxtool` 一直存在断点，如果您编辑代码或执行源代码控制合并，行号断点可能容易发生偏移。而函数名称则不太容易受到编辑操作的影响。

使用监视和步进

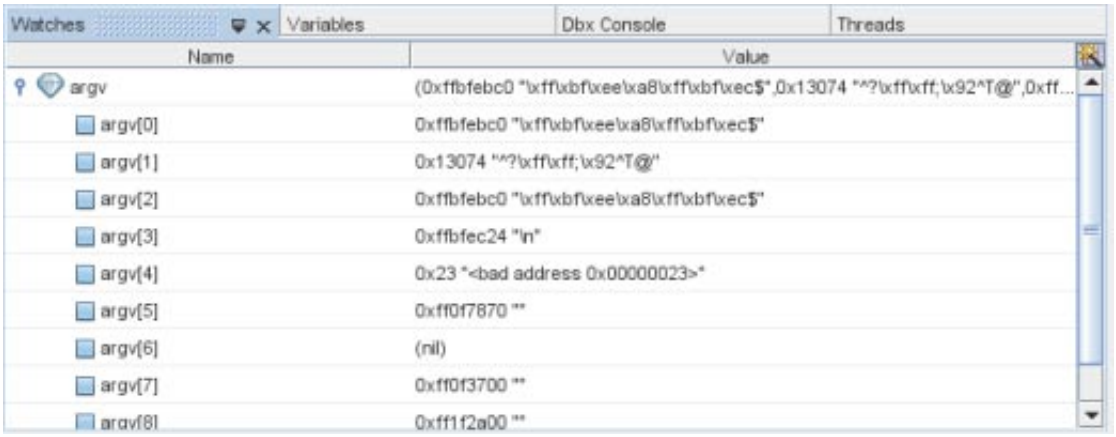
现在您在 `Interp::dispatch()` 处有一个断点。如果您再次单击 "Run"（运行）  并在 "Process I/O"（进程 I/O）窗口中按 Return 键，程序会停止在包含可执行代码的 `dispatch()` 函数的第一行。



您已经知道原因是传递给 `find()` 的 `argv[0]`，因此请使用监视留意 `argv`：

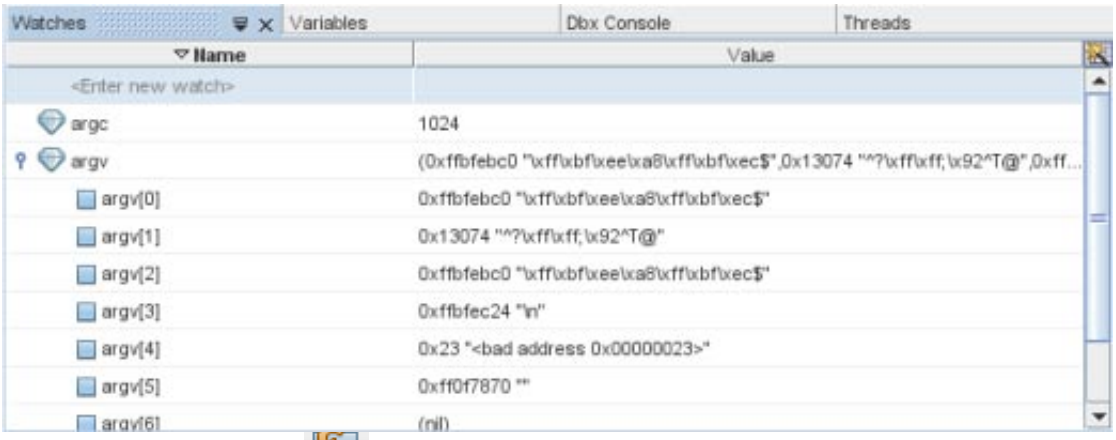
1. 在 "Editor"（编辑器）窗口中选择 `argv` 的一个实例。
2. 选择 "Debug"（调试）> "New Watch"（新建监视）或右键单击并选择 "New Watch"（新建监视）。"New Watch"（新建监视）对话框将打开，并随选定的文本进行填充：

3. 单击 "OK"（确定）。
4. 通过选择 "Window"（窗口）> "Watches"（监视）打开 "Watches"（监视）窗口。
5. 展开 `argv`。

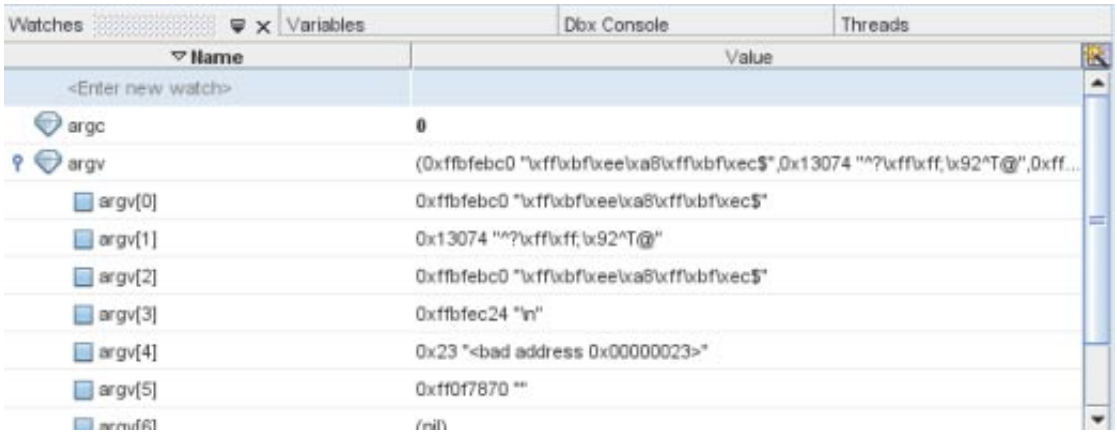


所有这些无用信息是什么？请注意，`argv` 没有初始化，而且因为它是一个局部变量，可能会从先前的调用中“继承”栈上留下的随机值。这会不会是问题的原因？不要着急，让我们按部就班地进行。

6. 单击 "Step Over"（步过）  两次，直到绿色 PC 箭头指向 `int argc = 0;`。
7. 很显然，`argc` 将成为 `argv` 中的一个索引，因此也要留意，并为其创建一个监视。请注意，它当前也未初始化，并且可能包含无用值。
8. 由于您为 `argc` 创建了监视，因此它会显示在 "Watches"（监视）窗口中的 `argv` 下面。如果显示在窗口的第一行也可以。您可以删除这些监视，然后按期望的顺序重新输入。但是，在这种情况下，可以使用一些小技巧。单击 "Name"（名称）列标题可对该列进行排序。单击该列标题，直到获得类似以下的内容为止（请注意排序三角形）：



9. 单击 "Step Over"（步过）  。请注意，`argc` 现在显示其初始化值 0。该值以粗体显示，表明刚刚更改过。

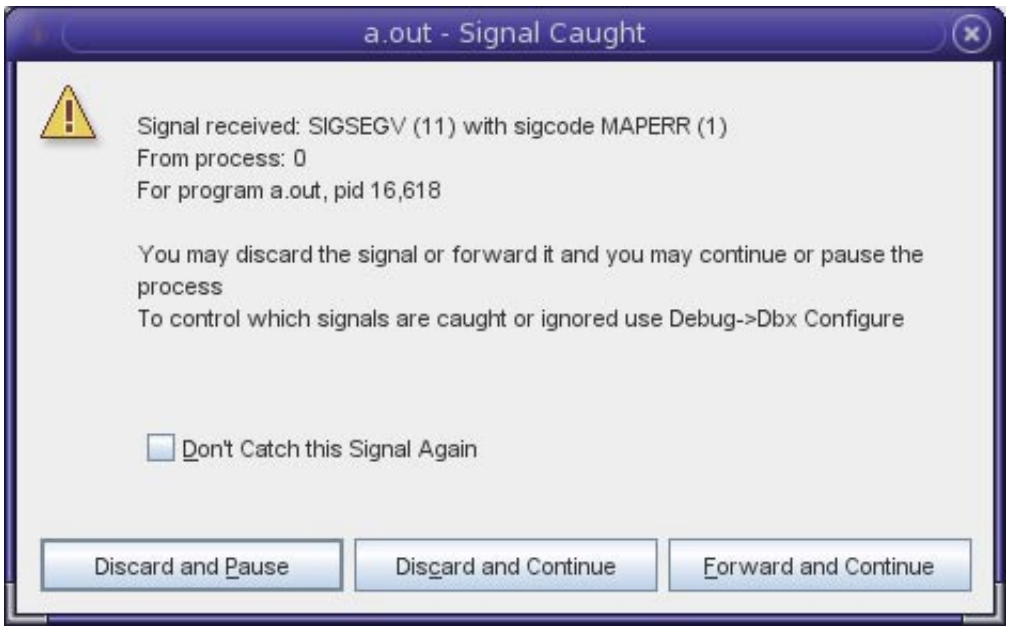


10. 我们的应用程序将调用 `strtok()`。单击 "Step Over"（步过）步过该函数，并观察标记是否为 NULL（例如，通过使用气球表达式求值）。

提示 – `strtok()` 的功能是什么？您可以阅读 `strtok (3)` 手册页，但简言之，它可帮助将一个字符串（例如，line）打断成由其中一个 `DELIMETERS/` 分隔的标记

---

11. 再次单击 "Step Over"（步过）会将该标记分配给 `argv`，然后在循环中将会存在一个对 `strtok()` 的调用。在步过时，您不会进入循环（不再有标记），而是会分配一个 NULL。同样步过该赋值，您将到达 find 调用的阈值。如果您再调用，程序将在此处崩溃。
12. 通过单步执行对 `find()` 的调用，仔细检查程序是否在此处崩溃。果然，再次显示了 "Signal Caught"（捕获的信号）警报框。



像以前一样单击 "Discard and Pause"（放弃并暂停）。

13. 因此，在 `Interp::dispatch` 中停止之后第一次调用 `find()` 实际上就是出错的位置。

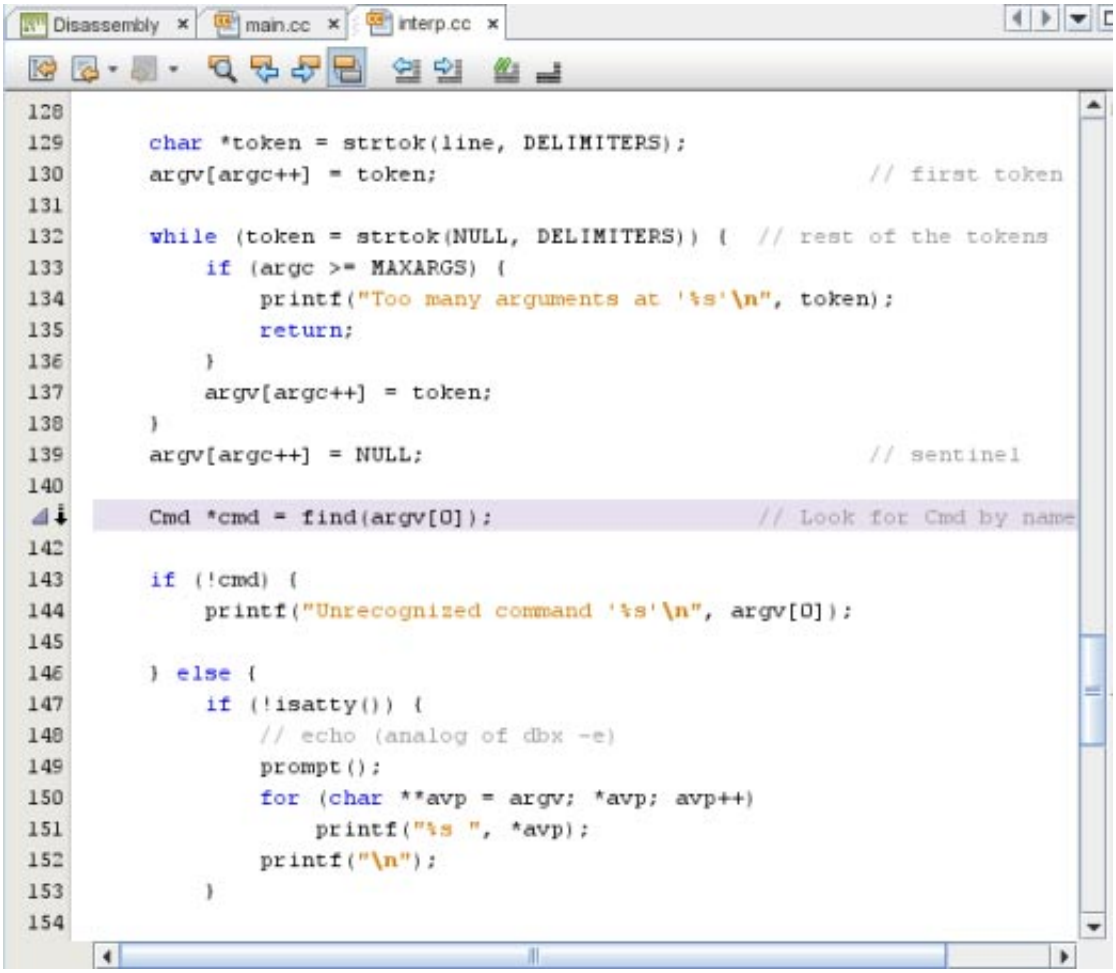
    这可能已经很明显，但主要是为了说明您可以快速返回到您曾经所处的位置。下面是操作方法：

    a. 单击 "Make Caller Current"（使调用方成为当前调用方）  。

b. 在 `find()` 的调用点处开启/关闭行断点。

c. 打开 "Breakpoints"（断点）窗口并禁用 `Interp::dispatch()` 函数断点。

`dbxtool` 应如下所示：



d. 向下的箭头表示在第 141 行上设置了两个断点，其中一个断点已禁用。

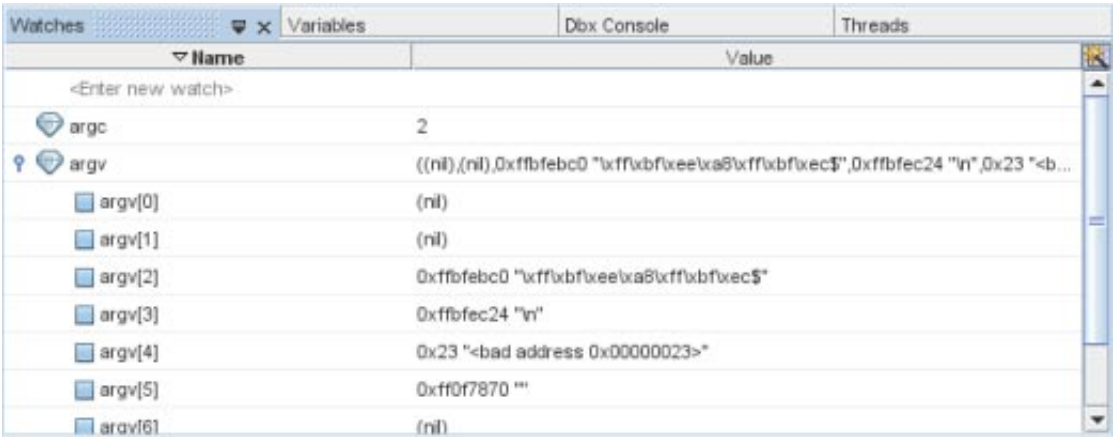
14. 单击 "Run"（运行）  并在 "Process I/O"（进程 I/O）窗口中按 Return 键，程序将恰好在调用 `find()` 之前结束。（请注意 "Run"（运行）按钮是如何导致重新启动的。在调试时，重新启动的次数要比刚启动时频繁得多。）

提示 – 如果您重新生成程序（例如，在搜索和修复错误之后），不需要退出 `dbxtool` 并重新启动。单击 "Run"（运行）按钮时，`dbx` 检测到程序（或其任何成员）已重新编译，因此会将其重新装入。

因此，只需保持 `dbxtool` 一直位于您的桌面上（也许是最小化）并随时可供调试问题之用，将会更加高效。

---

15. 那么，错误在哪里呢？请再次查看监视：



此处您可以实现巨大的直观跳跃，即 `argv[0]` 为 NULL，因为第一次调用 `strtok()` 会返回 NULL，这是因为这一行是空的而且没有任何标记。

提示 – 可以在继续本教程的剩余部分之前修复此错误吗?

可以。您还可以选择记住不要按 Return 键并创建空行。

或者，如果您将主要在调试器下运行程序，您可以在调试器中对其进行修补，如第 40 页中的“使用断点脚本修补代码”中所述。

该示例代码的开发人员很可能已测试此条件并绕过 `Interp::dispatch()` 的剩余部分。

讨论

上面的示例说明了最常见的调试模式，在该模式下，用户在出错之前的某个点停止错误的程序，然后单步执行代码，将代码的本意与代码的实际行为相比较。

您是否本来能够更加直接地发现错误，而不需要任何步进和监视? 事实上是的，但您首先需要了解使用断点的更多技巧。

使用高级断点技巧

本节演示了使用断点的一些高级技巧：

- 使用断点计数
- 使用受限制的断点
- 拾取有用的断点计数
- 监视点
- 使用断点条件
- 使用弹出进行微重播
- 使用修复并继续

本节和示例程序受到了在 `dbx` 中发现的一个实际错误的启发，错误的发现顺序与本节中所述的顺序相同。

源代码包括一个名称为 `in` 的样例输入文件，该文件会在我们的示例程序中触发一个错误。该文件包含以下内容：

```
display nonexistent_var    # should yield an error
display var
stop in X    # will cause one "stopped" message and display
stop in Y    # will cause second "stopped" message and display
run
cont
```

```
cont
run
cont
cont
```

请注意，此处不存在任何空行，因此不会触发在前一节中发现的错误。

使用该输入文件运行程序时，输出如下所示：

```
$ a.out < in
> display nonexistent_var
error: Don’t know about ’nonexistent_var’
> display var
will display ’var’
> stop in X
> stop in Y
> run
running ...
stopped in X
var = {
      a = ’100’
      b = ’101
      c = ’<error>’
      d = ’102
      e = ’103’
      f = ’104’
      }
> cont
stopped in Y
var = {
      a = ’105’
      b = ’106’
      c = ’<error>’
      d = ’107’
      e = ’108’
      f = ’109’
      }
> cont
exited
> run
running ...
stopped in X
var = {
      a = ’110’
      b = ’111’
error: cannot get value of ’var.c’
      c = ’<error>’
      d = ’112’
      e = ’113’
      f = ’114’
      }
> cont
stopped in Y
var = {
      a = ’115’
      b = ’116’
error: cannot get value of ’var.c’
      c = ’<error>’
      d = ’117’
      e = ’118’
      f = ’119’
      }
> cont
exited

Goodby
```

此输出可能看起来很长，但此示例的重点是介绍要用于长期运行的复杂程序的技术，在这些程序中，单步执行代码或跟踪是不切实际的。

请注意，显示字段 c 的值时，您将获取 <error> 的值。如果该字段包含错误地址，可能会发生这样的情形。

问题

请注意，当您第二次运行程序时，您收到了在第一次运行时没有收到的其他错误消息：

```
error: cannot get value of 'var.c'
```

`error()` 函数使用变量 `err_silent` 使错误消息在某些情况下不再出现。例如，对于 display 命令，不会显示错误消息，而会将问题显示为 `c = '<error>'`。

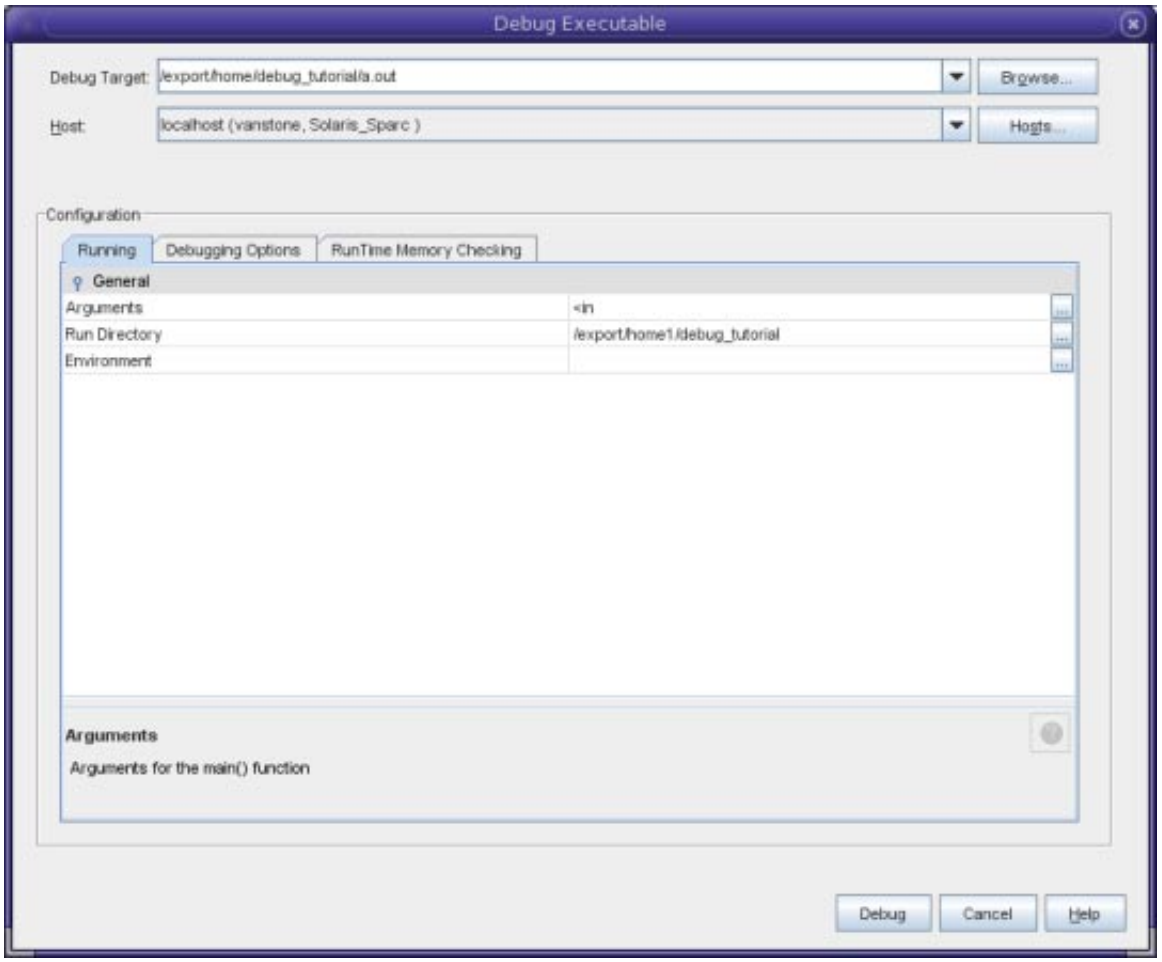
步骤 1：反复性

第一步是设置一个调试目标并配置该目标，以便可通过单击 "Run"（运行）  轻松地重复该错误。

按如下方式开始调试程序：

1. 如果您尚未编译示例程序，请按照第 2 页中的 “示例程序”中的说明进行编译。
2. 选择 "Debug"（调试）> "Debug Executable"（调试可执行文件）。
3. 在 "Debug Executable"（调试可执行文件）对话框中，浏览可执行文件或键入可执行文件的路径。
4. 在 "Arguments"（参数）字段中，键入：

   ```
   < in
   ```
5. 将可执行文件路径的目录部分复制并粘贴到 "Run Directory"（运行目录）字段中。
6. 单击 "Debug"（调试）。



在真实情形中，您可能还希望填充 "Arguments"（参数）字段或 "Environment"（环境）字段。

您可以通过选择 "Debug"（调试）> "Configure Current Session"（配置当前会话）来更改该配置的属性。

调试程序时，`dbxtool` 会创建一个调试目标。您可以通过选择 "Debug"（调试）> "Debug Recent"（调试最近的目标）然后选择所需的可执行文件，始终使用同一调试配置。

有时，通过 `dbx` 命令行设置其中多个属性会更为容易。这些属性将存储在调试目标配置中。

后面的许多步骤是为了在添加断点时保持轻松的反复性，这样始终可以通过单击 "Run"（运行）（而不必在出现各种中间断点时单击 "Continue"（继续））转到某个感兴趣的位置。

步骤 2：第一个断点

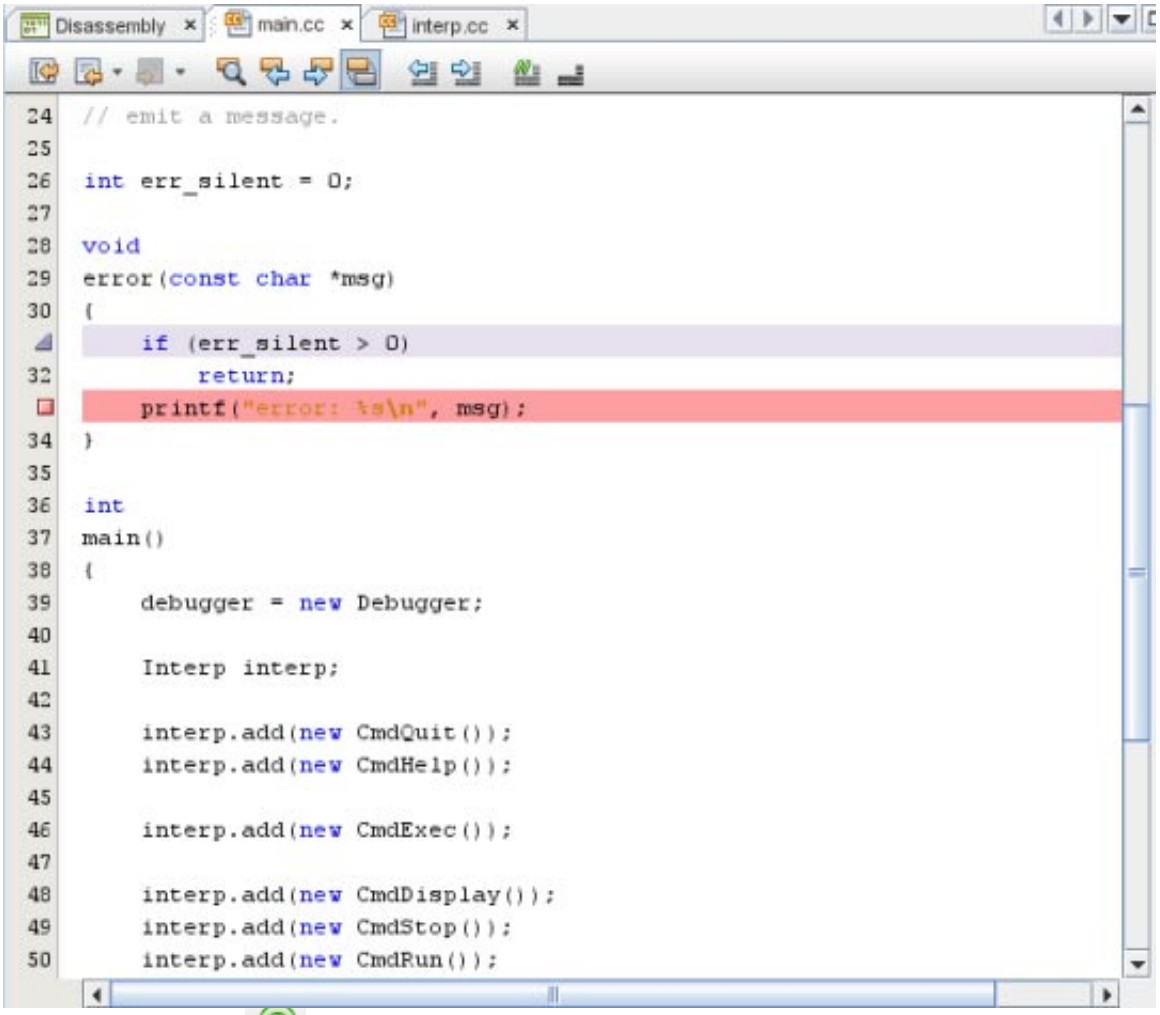
在 `error()` 函数输出一条错误消息时，我们在该函数内放置一个断点。此断点将成为第 33 行上的一个行断点。

在更大的程序中，通过键入以下内容（例如，在 "Dbx Console"（Dbx 控制台）窗口中），用户可以轻松地在 "Editor"（编辑器）窗口中更改当前函数：

```
(dbx) func error
```

淡紫色条表示 `func` 命令所找到的匹配项。

1. 通过在 "Editor"（编辑器）窗口左边界中数字 33 的上面单击，创建行断点。

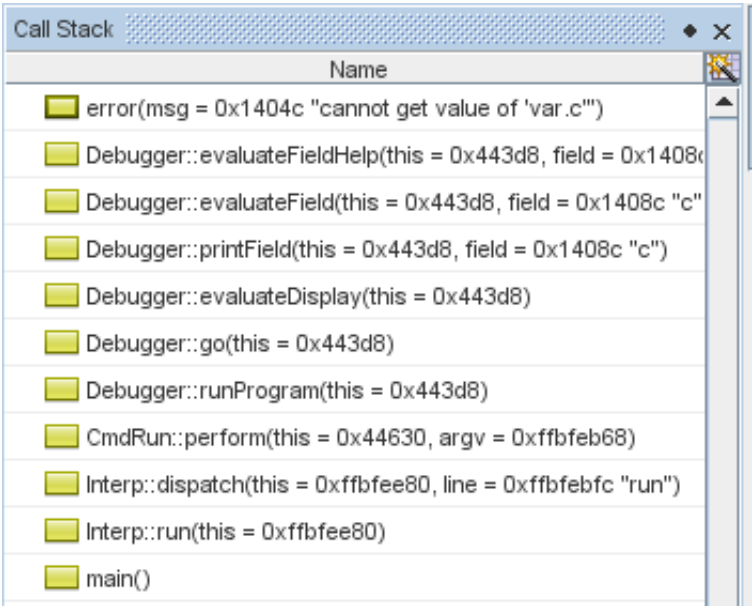


2. 单击 "Run"（运行）  运行程序，并在命中断点时查看栈跟踪。系统会显示一个错误消息，该消息是由于 `in` 文件中的模拟命令而导致的。

```
> display var    # should yield an error
```

调用 `error()` 是预期行为。

3. 单击 "Continue"（继续）  继续该进程并再次命中该断点。此次您会收到意外的错误消息。



步骤 3：断点计数

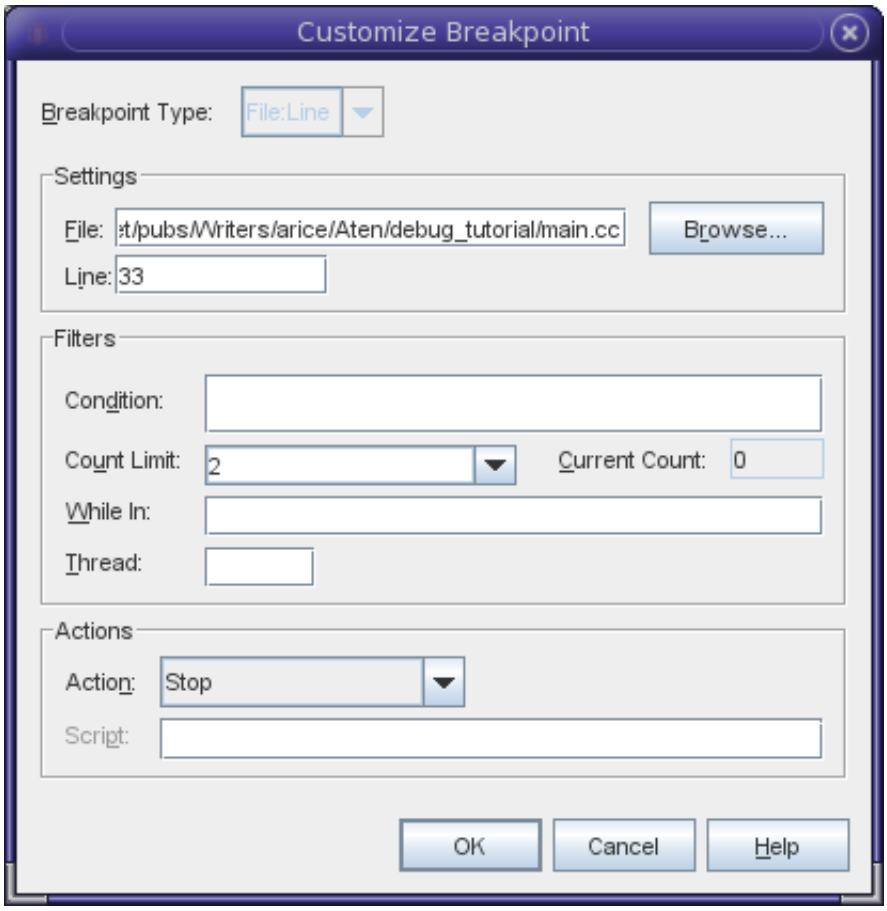
最好是在每次运行时都能反复到达此位置，而不必在第一次命中断点之后由于以下命令而单击 "Continue"（继续）：

```
> display var # should yield an error
```

您可以编辑程序或输入脚本，然后消除第一个麻烦的 display 命令。但是，您正在处理的特定输入顺序可能是重现此错误的关键，因此我们不要去扰乱这一情形。

因为您对第二次到达此断点感兴趣，我们将其计数设置为 2：

1. 在 "Breakpoints"（断点）窗口中，右键单击该断点，然后选择 "Customize"（自定义）。
2. 在 "Customize Breakpoint"（自定义断点）对话框中，在 "Count Limit"（计数限制）字段中键入 2。
3. 单击 "OK"（确定）。



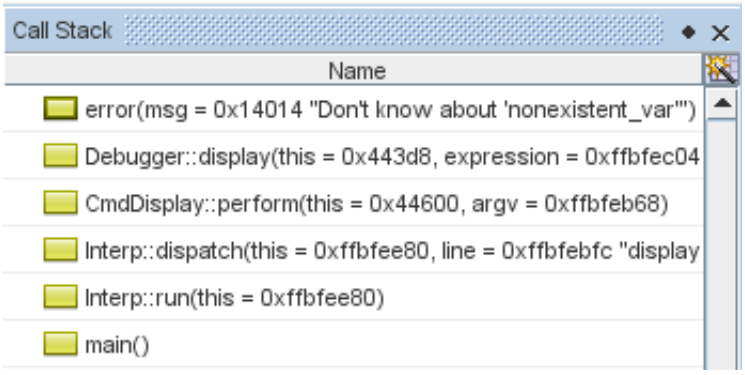
现在您可以反复到达您感兴趣的位置了。

步骤 4：受限制的断点

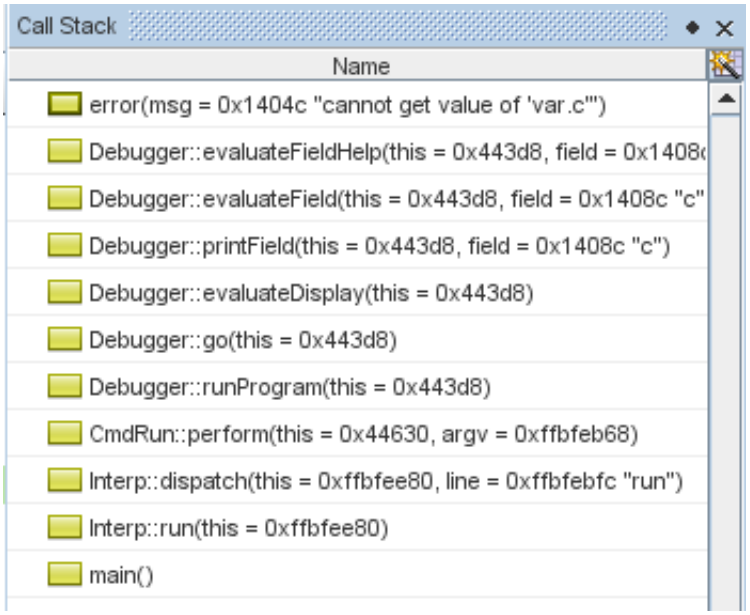
在这种情况下，选择计数 2 并不重要。但有时，您需要停止的位置会多次调用。稍后您将看到如何轻松地选择一个好的计数值。但现在我们先了解一下仅在您感兴趣的调用中在 `error()` 中停止的另一种方式。

如同以前对于 `error()` 内部的断点一样，打开 "Customize Breakpoint"（自定义断点）对话框，然后通过从 "Count Limit"（计数限制）的下拉式列表中选择 "Always stop"（总是停止）禁用断点计数。

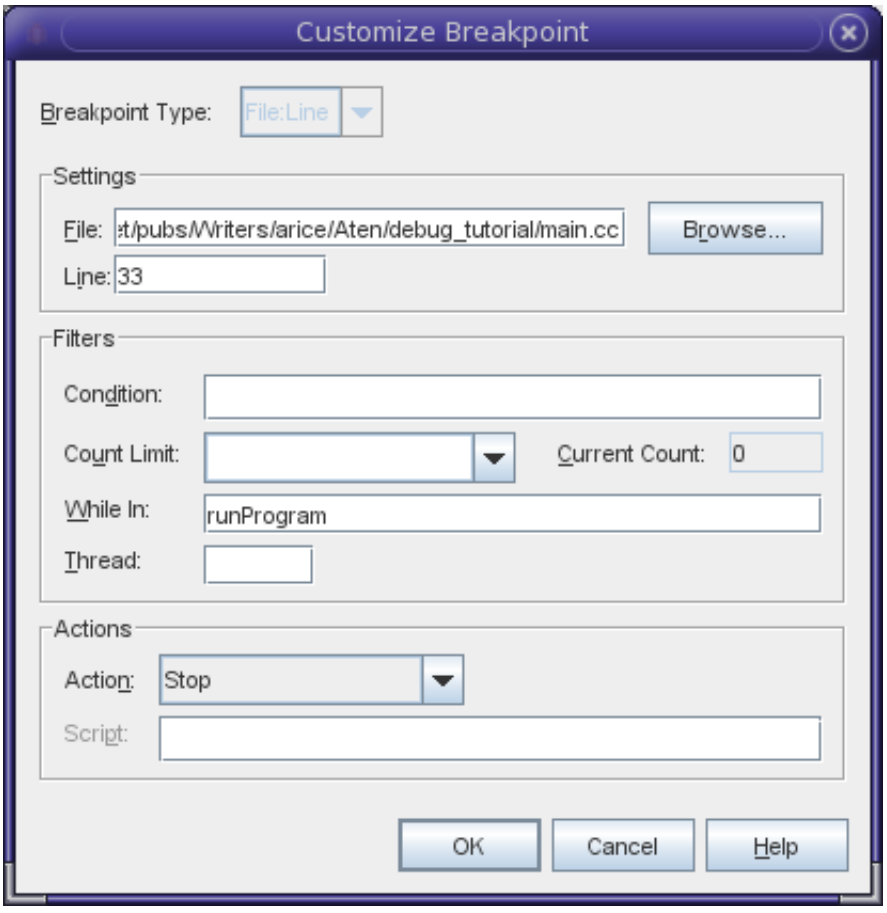
现在单击 "Run"（运行），并注意两次在 `error()` 中停止的栈跟踪。第一次的情形如下：



第二次的情形如下：



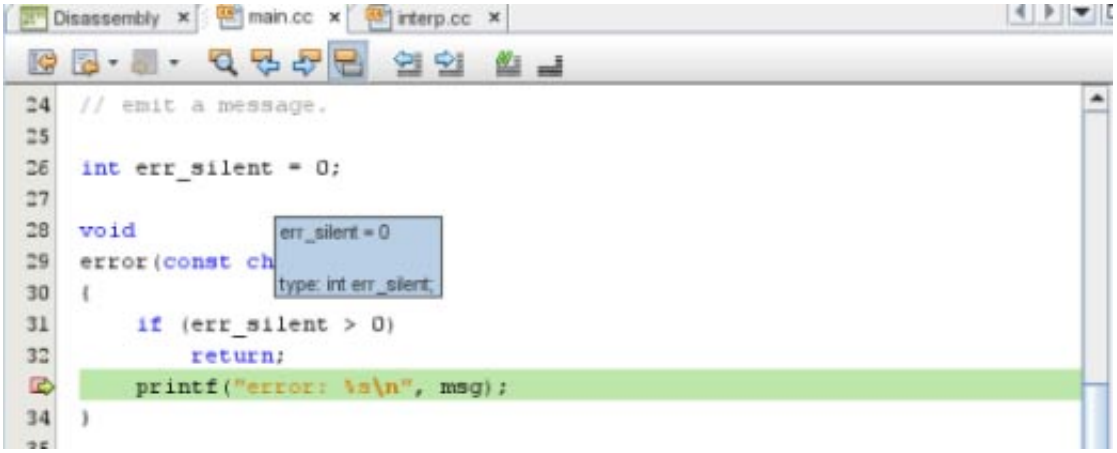
如果始终从 `runProgram`（第 [7] 帧）调用此断点，您会安排在此断点处停止。要这样做，请再次打开 "Customize Breakpoint"（自定义断点）对话框并将 "While In"（满足条件）字段设置为 runProgram。



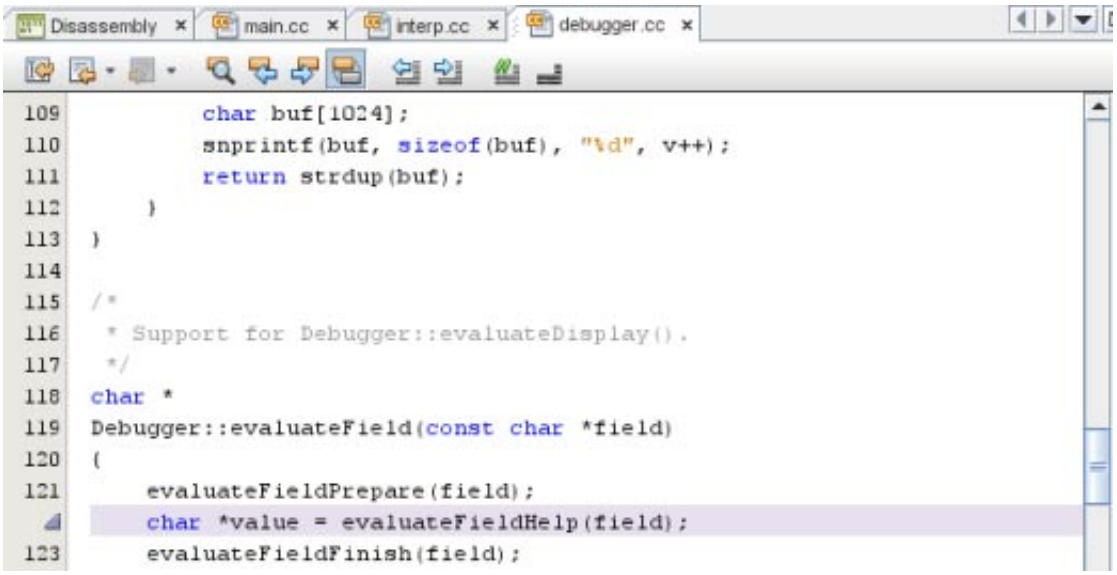
现在，您又可以反复地轻松到达感兴趣的位置了。

步骤 5：查找原因

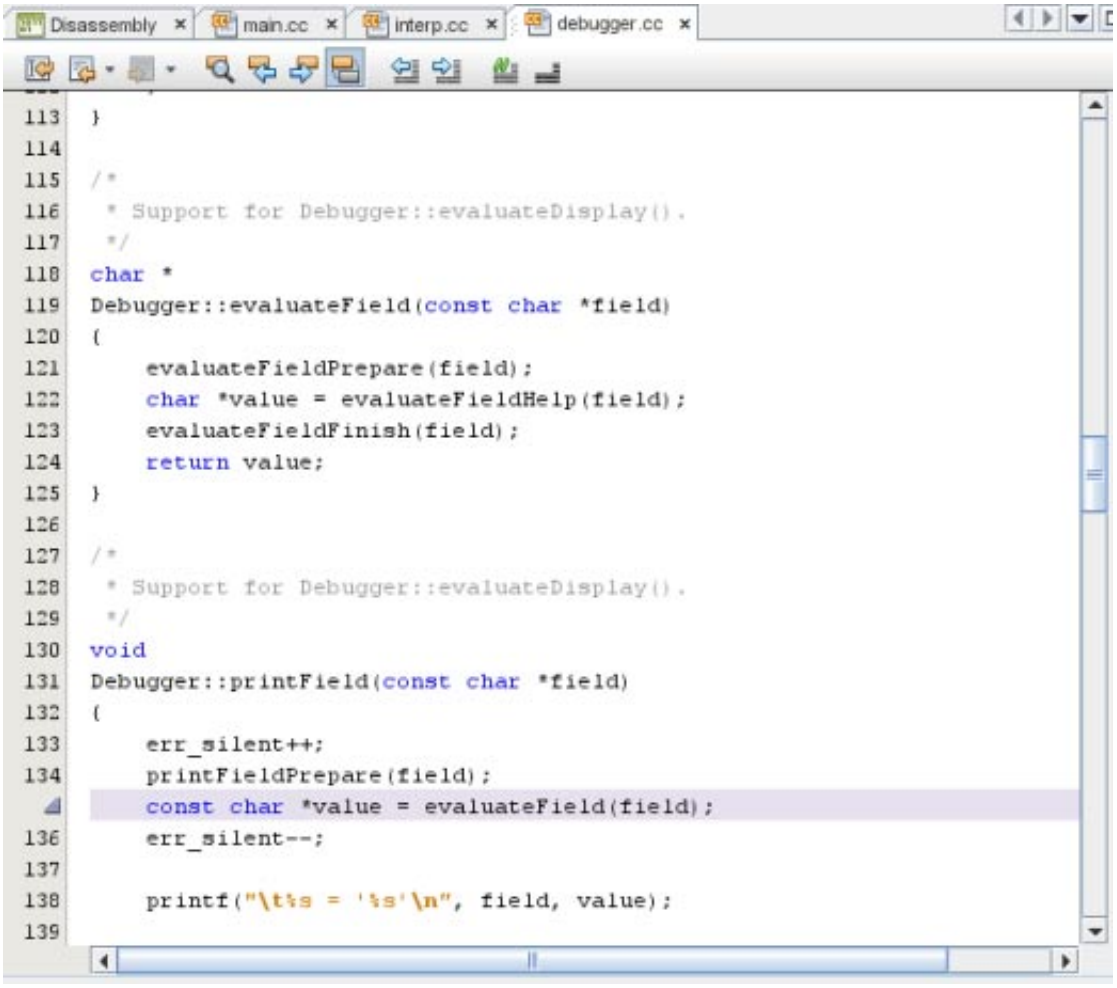
为什么发出了不需要的错误消息？很显然，这是因为 `err_silent` 不大于 0。让我们通过气球表达式求值看一下 `err_silent` 的值。将光标放在第 31 行中 `err_silent` 的上方，然后等待其值显示出来。



让我们跟随栈看一下设置 `err_silent` 的位置。两次单击 "Make Caller Current"（使调用方成为当前调用方）  可到达 `evaluateField()`，evaluateField 已调用 `evaluateFieldPrepare()`，evaluateFieldPrepare 模拟一个可能正在处理 `err_silent` 的复杂函数。



再次单击 "Make Caller Current"（使调用方成为当前调用方）可到达 `printField()`。此处 `err_silent` 正在递增。`printField()` 也已调用 `printFieldPrepare()`，printFieldPrepare 也模拟一个可能正在处理 `err_silent` 的复杂函数。



请注意 `err_silent++` 和 `err_silent--` 如何将某些代码包围起来。

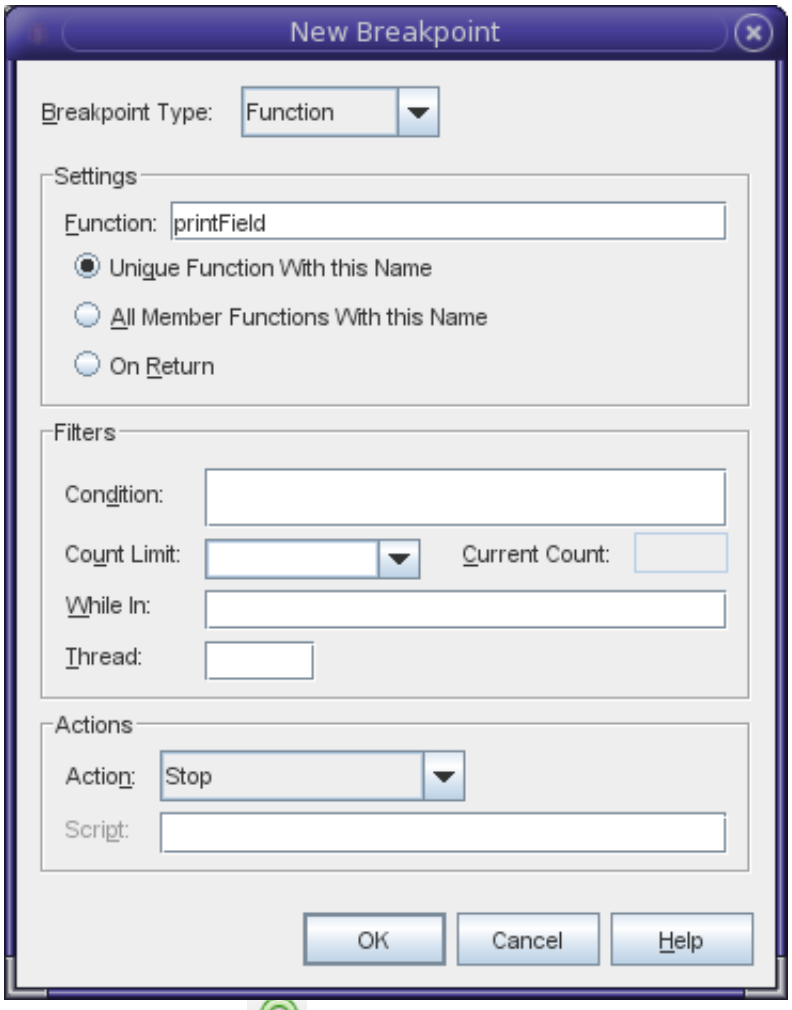
因此有可能 `err_silent` 在 `printFieldPrepare()` 或 `evaluateFieldPrepare()` 中出错，或者当控制到达 `printField()` 时 err_silent 已经出错。

让我们通过在 `printField()` 中放置断点，查明是在调用 `printField()` 之前还是之后出错。

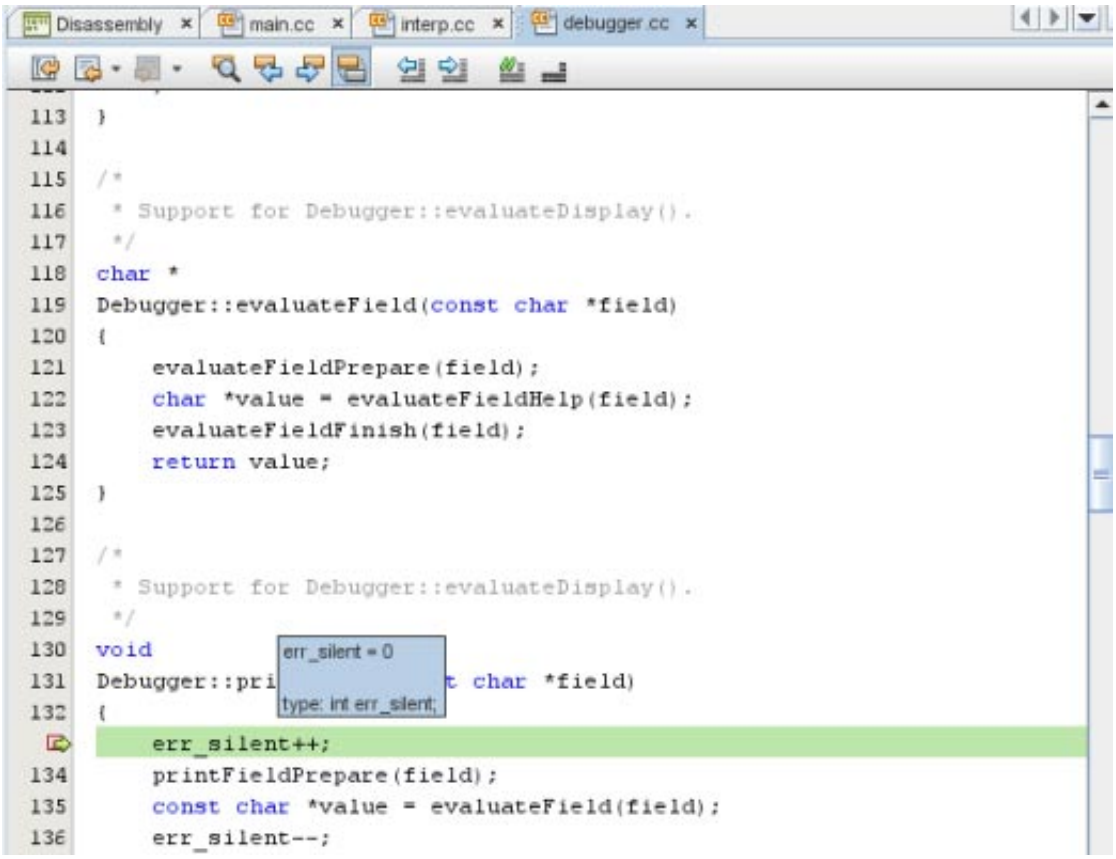
步骤 6：更多断点计数

在 `printField()` 中设置断点。

1. 选择 `printField()`，右键单击，然后选择 "New Breakpoint"（新建断点）。
2. 新的断点类型已预先选择，且 "Function"（函数）字段已使用 `printfield` 预先填充。
3. 单击 "OK"（确定）。



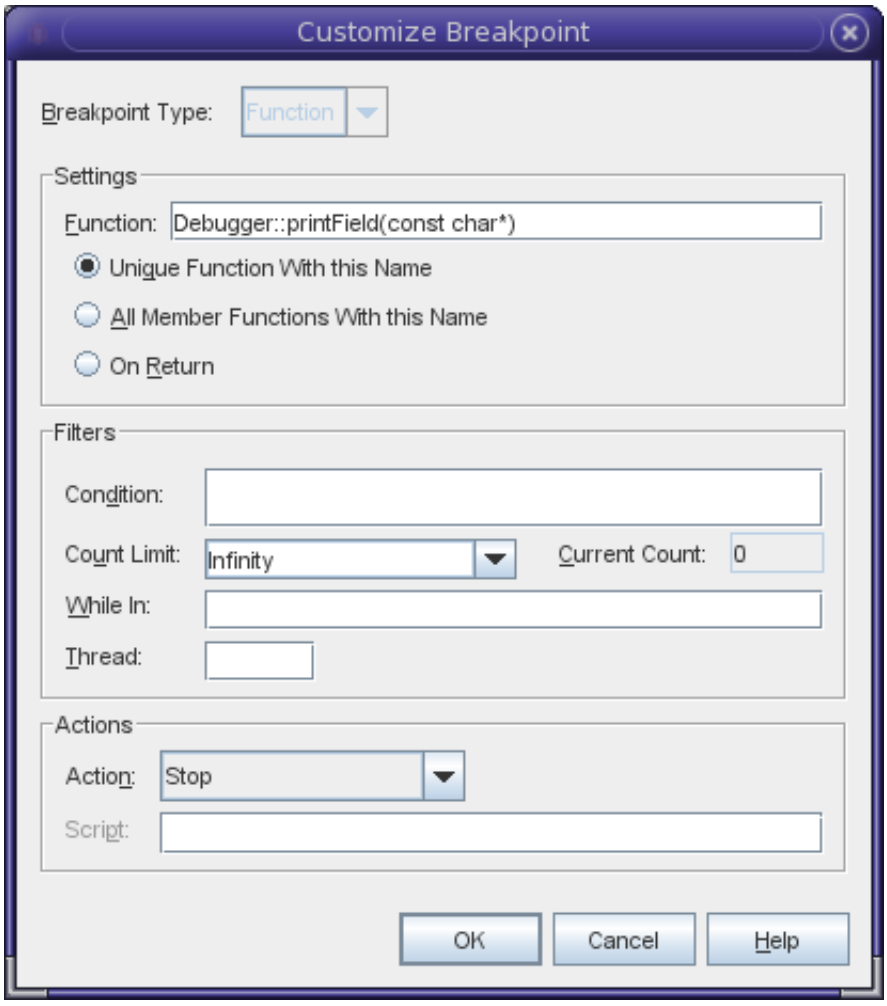
4. 单击 "Run"（运行）  。第一次命中断点是在第一次运行期间，在第一次停止时，且在第一个字段 `var.a` 上。`err_silent` 为 0，该值可以接受。



5. 单击 "Continue"（继续）。`err_silent` 仍可以接受。
6. 再次单击 "Continue"（继续）。`err_silent` 仍可以接受。

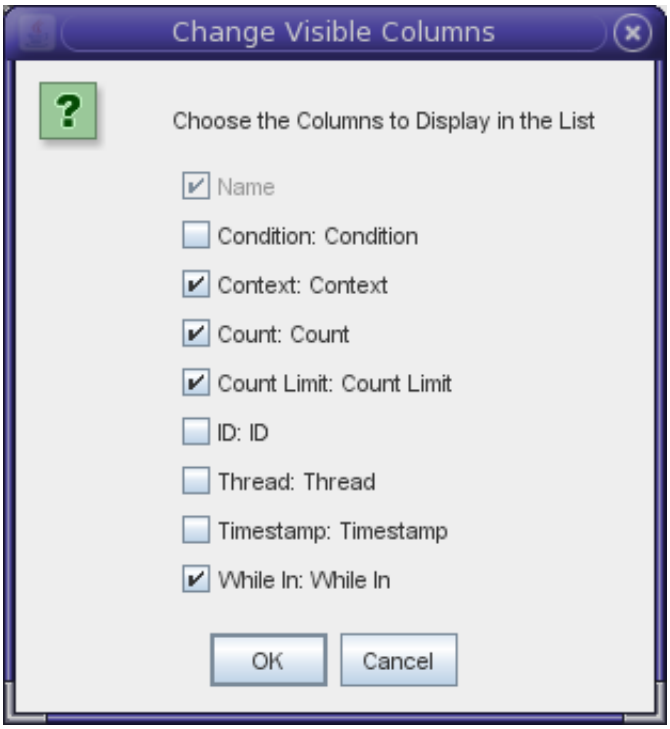
在到达对 `printField()` 的特定调用需要一段时间，该调用导致了不需要的错误消息。您需要在 `printField` 断点上使用断点计数。可是应该将计数设置成什么呢？在这个简单示例中，用户可以尝试对运行、停止和要显示的字段计数，但现实中可能不会像预测的那样。但是，有一种方法可以半自动地计算出该计数应该是什么。

1. 打开 "Customize Breakpoint"（自定义断点）对话框，找到 `printField()` 上的断点，然后将 "Count Limit"（计数限制）字段设置为无限大。

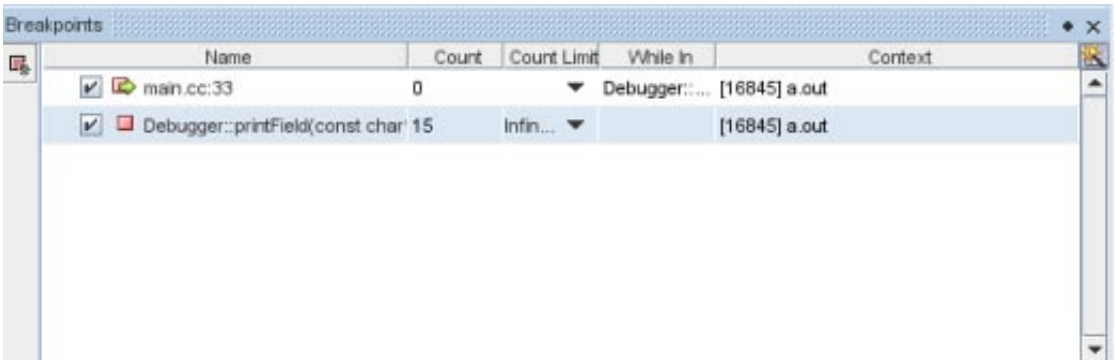


此设置意味着您将永远不会在此断点处停止。但是，仍将进行计数。

2. 此时，让 "Breakpoints"（断点）窗口显示更多属性（如计数）将很有帮助。
   a. 单击位于 "Breakpoints"（断点）窗口右上角的 "Change Visible Columns"（更改可见列）按钮  。
   b. 选择 "Count Limit"（计数限制）、"Count"（计数）和 "While In"（满足条件）。
   c. 单击 "OK"（确定）。



3. 重新运行程序。您将命中 `error()` 内部的断点，也就是受 `runProgram()` 限制的断点。
4. 现在看一下 `printField()` 上断点的计数。



计数为 15，正是您想要的计数。

5. 单击 "Count Limit"（计数限制）列中的下拉式列表，选择 "Use current Count value"（使用当前计数值）将当前计数传输给计数限制，然后按 Return 键。

现在如果运行程序，将在最后一次在不需要的错误消息之前调用 `printField()` 时在该函数中停止！

步骤 6：确定具体原因

再次使用气球表达式求值检查 `err_silent`。现在的值 -1。最有可能的是，在您达到 `printField()` 之前，一个 `err_silent--` 执行得太多，或者一个 `err_silent++` 执行得太少。

如何找到这个不匹配的 `err_silent` 对呢？在像此示例这样的小程序中，仔细检查代码就可以找到。但在可能存在数量巨大的以下 err_silent 对的大型程序中

```
err_silent++;
err_silent--;
```

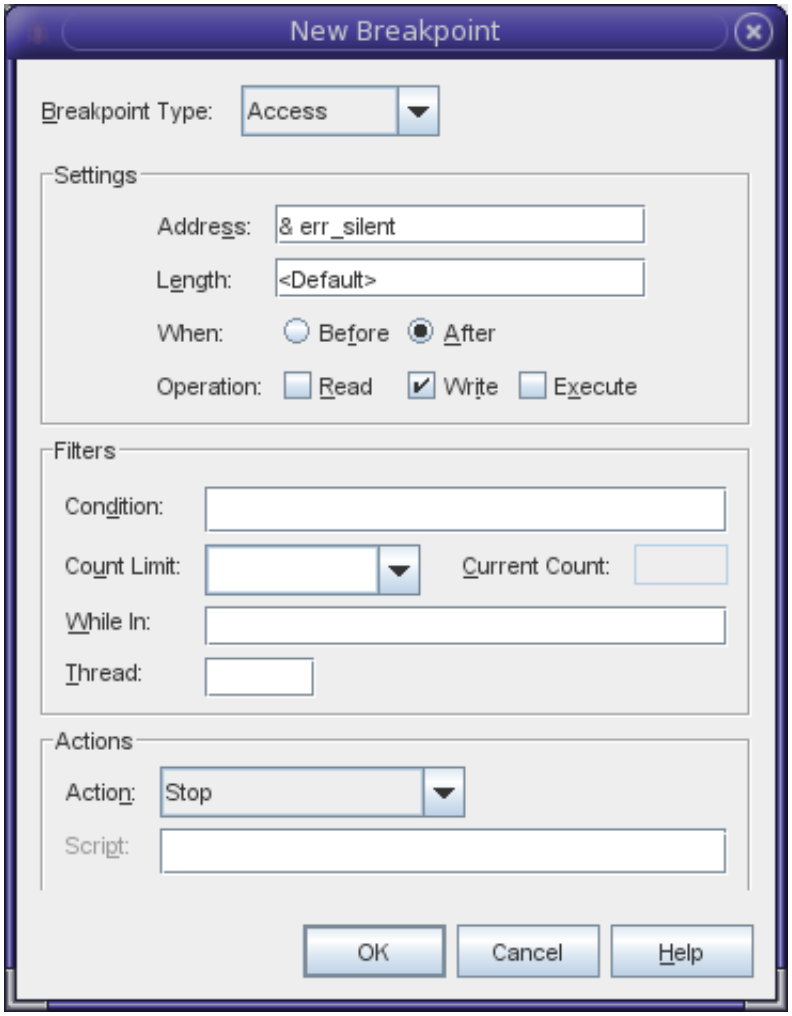
更为快捷地找到不匹配的 err_silent 对的方法是使用监视点。

提示 – 还有一种可能是，这根本不是不匹配的 `err_silent++;` 和 `err_silent--;` 对，而是覆盖了 `err_silent` 内容的一个异常指针。在捕获此类问题时，监视点会比较有效。

步骤 7：使用监视点

在 `err_silent` 上创建监视点：

1. 选择 `err_silent` 变量，右键单击，然后选择 "New Breakpoint"（新建断点）。
2. 将 "Breakpoint Type"（断点类型）设置为 "Access"（访问）。请注意 "Settings"（设置）部分是如何改变以及 "Address"（地址）字段是如何成为 `& err_silent` 的。
3. 在 "When"（时间）字段中选择 "After"（之后）。
4. 在 "Operation"（操作）字段中选择 "Write"（写入）。
5. 单击 "OK"（确定）。



6. 现在运行程序。您将在 `init()` 中停止。此时看起来一切正常，也就是说 `err_silent` 递增到 1，且执行在此后停止。
7. 单击 "Continue"（继续）。您再次在 `init()` 中停止。
8. 再次单击 "Continue"（继续）。您再次在 `init()` 中停止。
9. 再次单击 "Continue"（继续）。您再次在 `init()` 中停止。

10. 再次单击 "Continue"（继续）。现在您将在 `stopIn()` 中停止。此时看起来也是一切正常，也就是说没有出现 -1。

`err_silent` 设置为 -1 可能还需要一段时间，您又不想一直辛苦地单击 "Continue"（继续）以免一不留神错过了变为 -1 的时刻。但有一个更好的方法。

步骤 8：断点条件

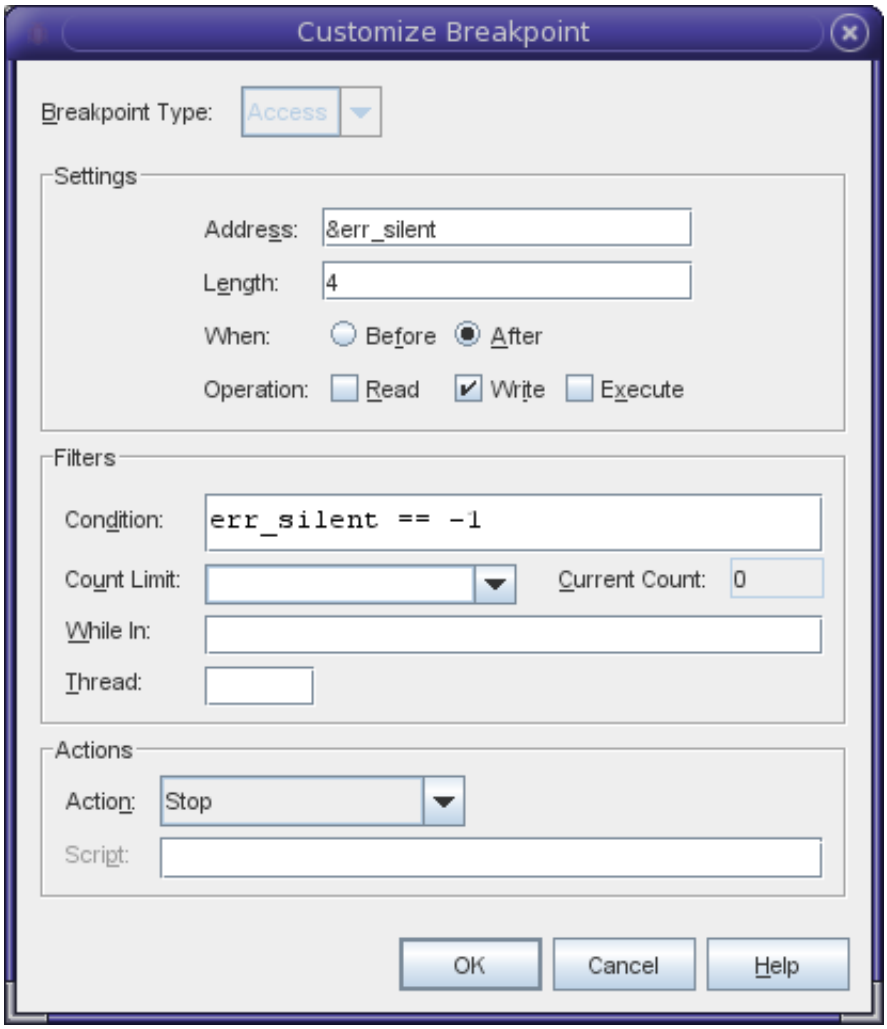
为您的监视点添加一个条件：

1. 在 "Breakpoints"（断点）窗口中，右键单击 "After"（之后）写入断点，然后选择 "Customize"（自定义）。
2. 确保在 "When"（时间）字段中选中 "After"（之后）。

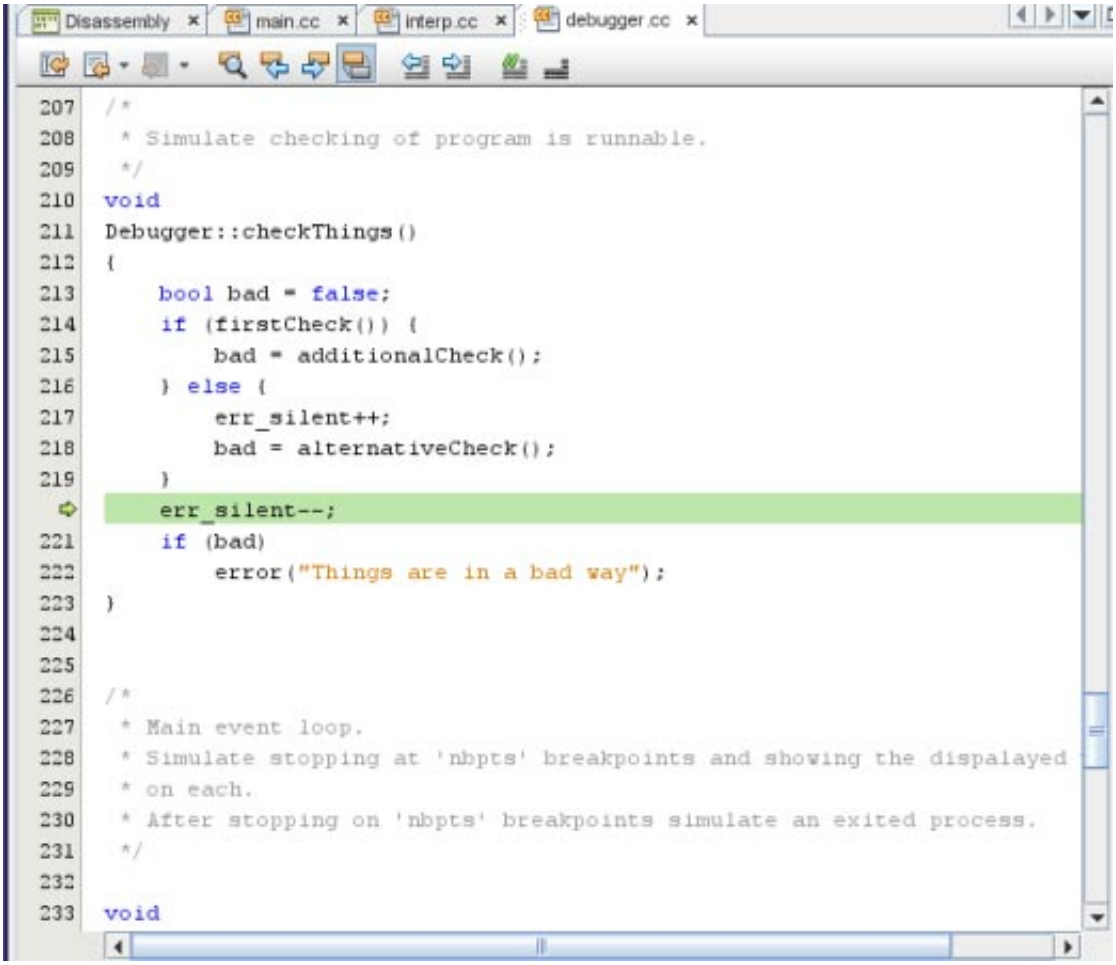
提示 – 选择 "After"（之后）是很重要的，因为您想知道 `err_silent` 的值变成了什么。

---

3. 将 "Condition"（条件）字段设置为 err_silent == -1。
4. 单击 "OK"（确定）。



现在重新运行程序。您将在 `checkThings()` 中停止。这是第一次将 `err_silent` 设置为 -1。在您查找匹配的 `err_silent++` 时，您会看清错误：`err_silent` 仅在该函数的 `else` 部分中递增。



这是您所要寻找的错误吗?

步骤 9：通过弹出栈来验证诊断

让我们仔细检查一下确实完成了该函数的 `else` 块。

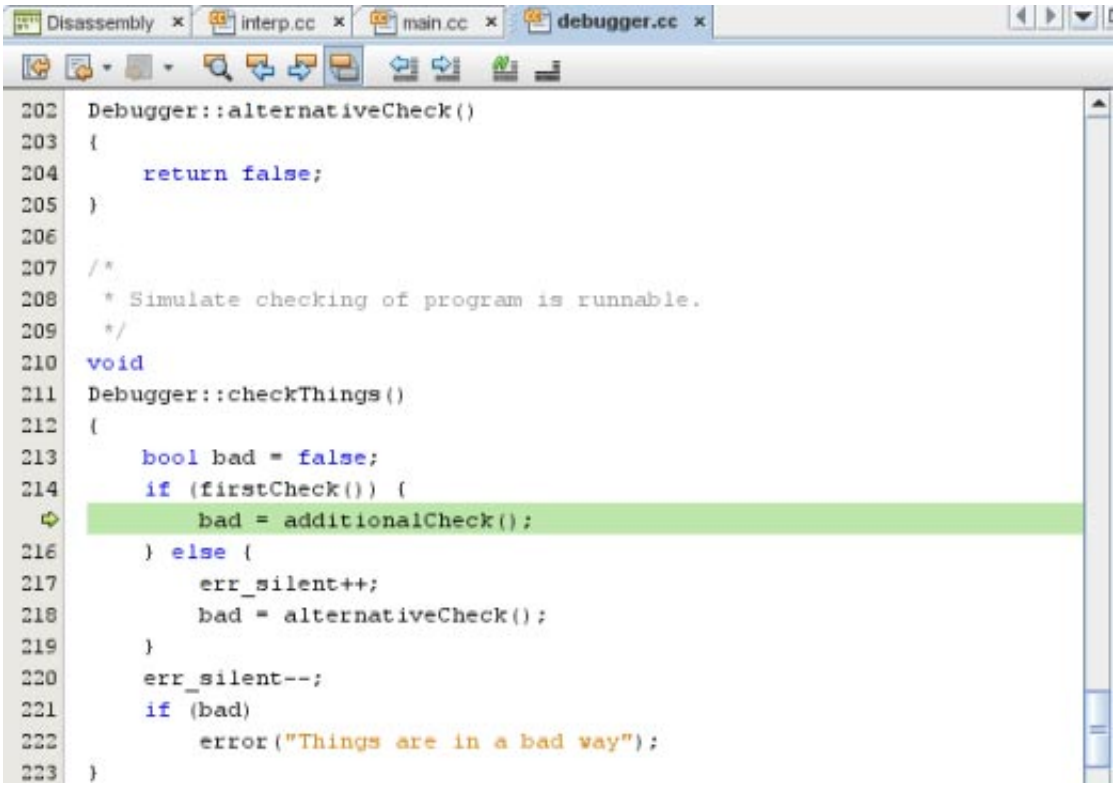
一种检查方法是，在 `checkThings()` 上设置断点，然后运行程序。但 `checkThings()` 可能会被多次调用。您可以使用断点计数或受限制的断点来实现对 `checkThings()` 的正确调用，但有一种更快的方法来重播最近执行的内容。

- 选择 "Debug"（调试）> "Stack"（栈）> "Pop Topmost Call"（弹出最上面的调用）。

提示 – 请注意 "Pop Topmost Call"（弹出最上面的调用）不会撤消任何内容。特别是，`err_silent` 的值已经错了。但这应该可以接受，因为您正从数据调试切换到控制流调试。

您正处于调用 `checkThings()` 的位置。事实上，进程状态已经恢复到包含对 `checkThings()` 的调用的行的开始处。

现在您可以单击 "Step Into"（步入）  ，并在再次调用 `checkThings()` 时进行观察。在单步执行 `checkThings()()` 时，您可以验证该进程确实执行了 `if` 块（此处 `err_silent` 没有递增，并且接着会递减至 -1）。

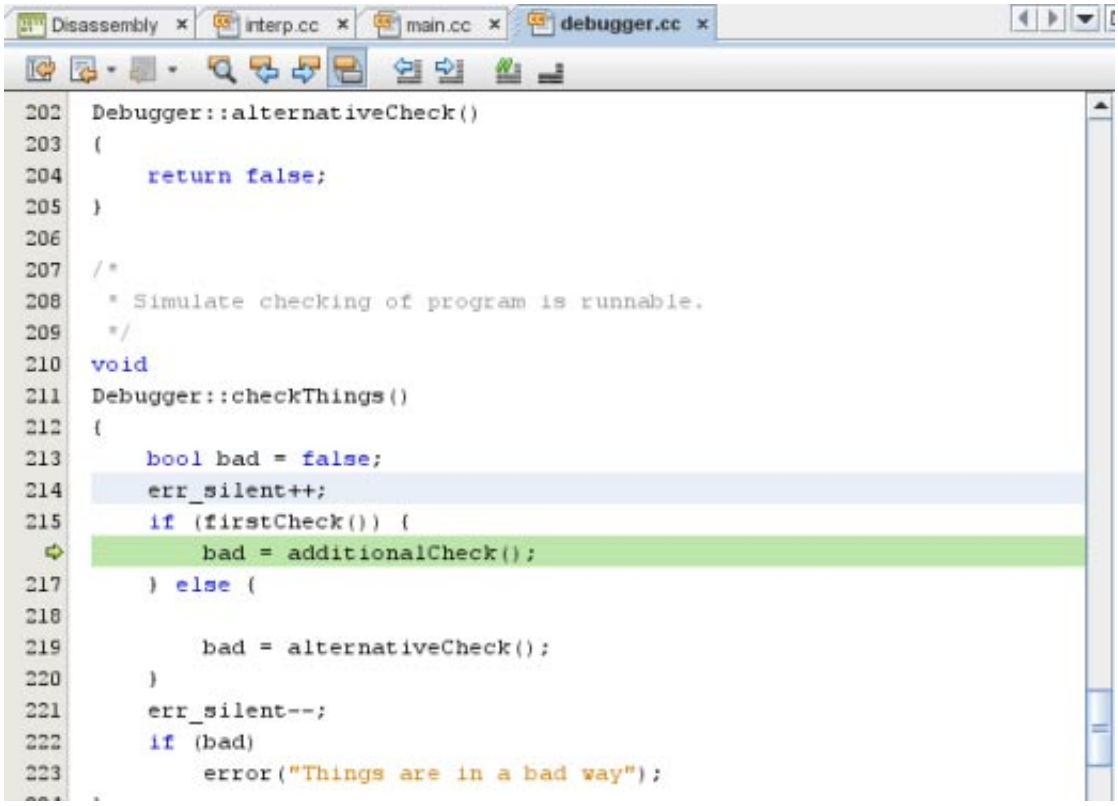


看起来您已经发现了编程错误。但让我们进行第三次检查。

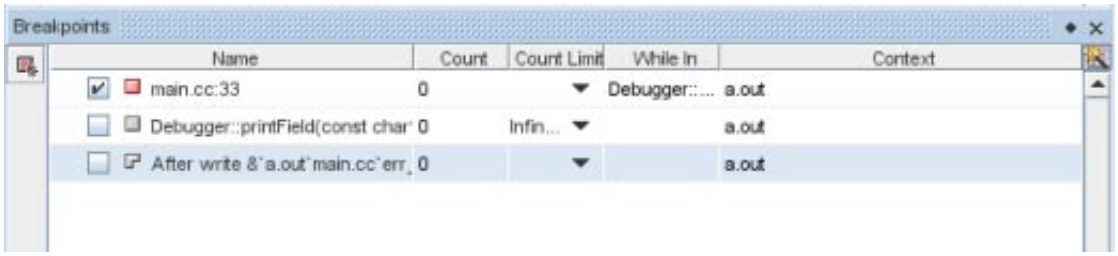
步骤 10：使用修复进一步验证我们的诊断

让我们修复代码并验证错误确实已经消除。

1. 通过将 `err_silent++` 置于 `if` 语句的上方来修复代码，如下所示：

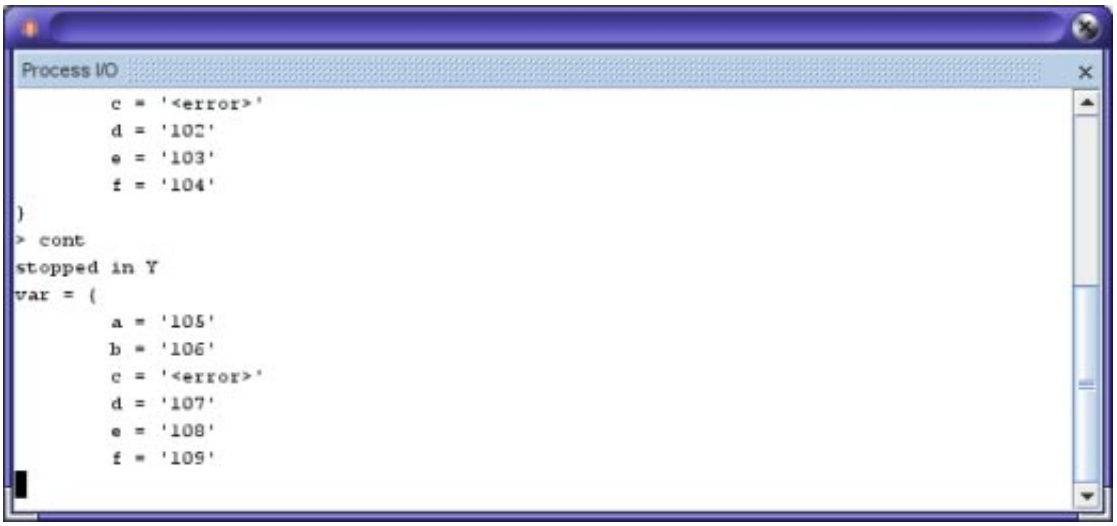


2. 选择 "Debug"（调试）> "Apply Code Changes"（应用代码更改）。
3. 禁用 `printField` 断点和监视点，但保留 `error()` 中断点的启用状态。



4. 重新运行程序。

您将注意到，程序完成但没有命中 `error()` 中的断点，其输出正如预期。



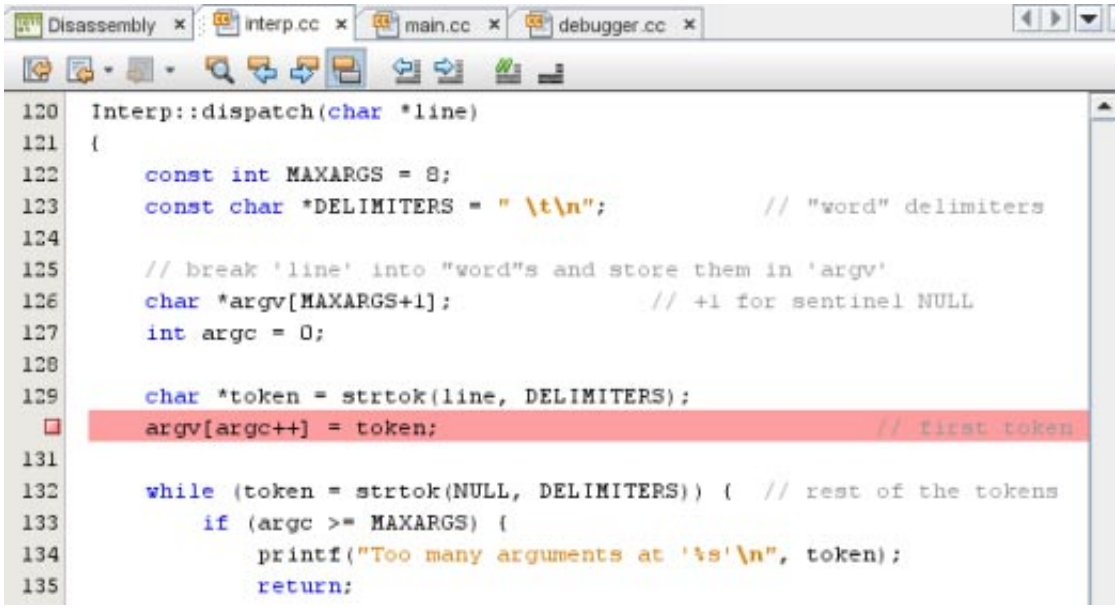
讨论

以上内容仍说明了与第 13 页中的 “使用断点和步进”结尾处所讨论的模式相同的模式，即，用户在出错之前在某个点停止行为异常的程序，然后单步执行代码，将代码的本意与代码实际的行为相比较。主要差异在于，查找出错之前的点的过程要复杂一些。

使用断点脚本修补代码

在第 13 页中的 “使用断点和步进”中，您发现了一个错误，一个空行产生了一个 NULL 首标记并导致一个 SEGV。以下是快速解决此错误的一种方法：

1. 删除在前几部分中创建的所有断点。
2. 在 "Debug Executable"（调试可执行文件）对话框中删除 `<in` 参数。
3. 在 `interp.cc` 中的第 130 行处开启/关闭一个行断点：

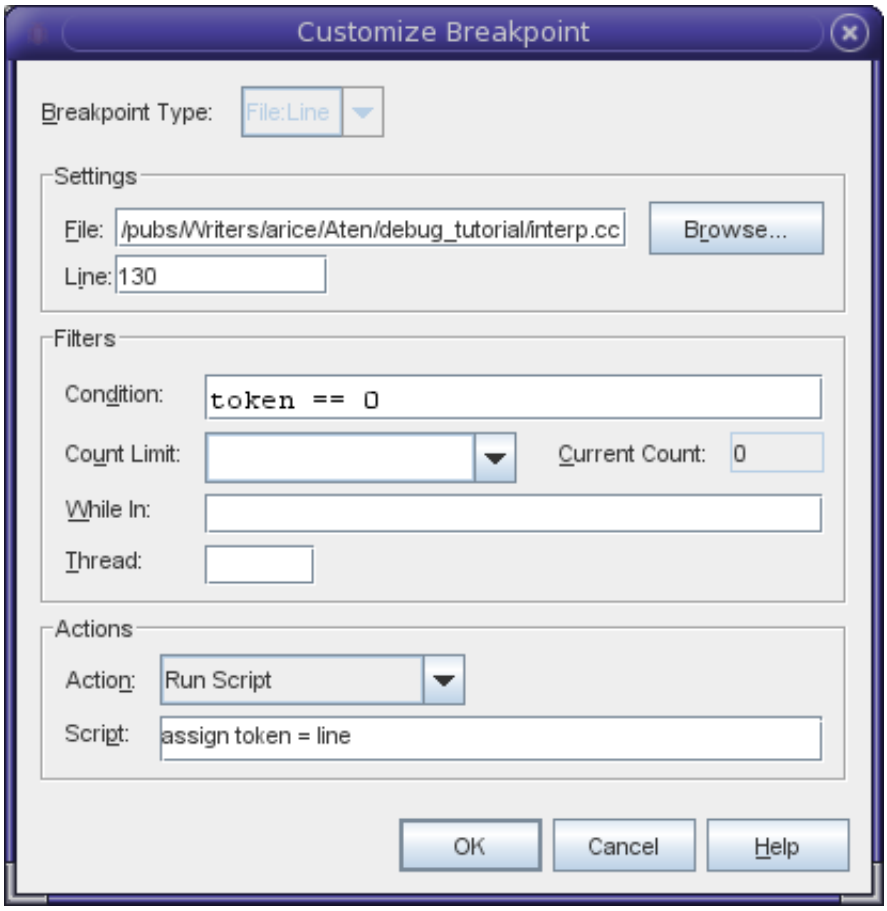


4. 在 "Breakpoints"（断点）窗口中，右键单击刚刚创建的断点（较新的断点添加在底部），然后选择 "Customize"（自定义）。

5. 在 "Customize Breakpoint"（自定义断点）对话框中，在 "Condition"（条件）字段中键入 `token == 0`。
6. 从 "Action"（操作）下拉式列表中选择 "Run Script"（运行脚本）。
7. 在 "Script"（脚本）字段中，键入 `assign token = line`。

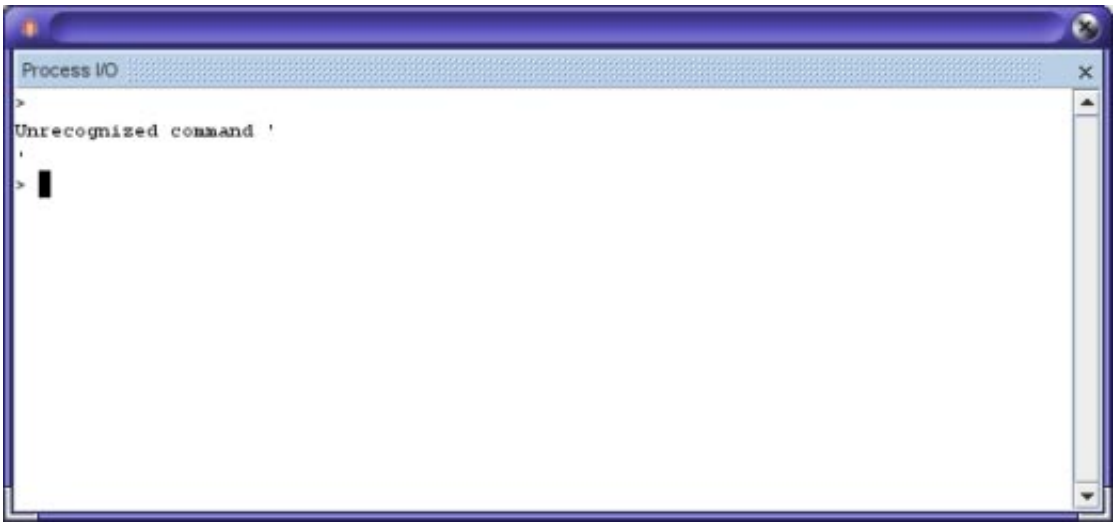
提示 – 为什么不能输入 `assign token = "dummy"`？因为 `dbx` 无法在已调试进程中分配 `dummy` 字符串。另一方面，已知 `line` 等于 `""`。

对话框应如下所示：



8. 单击 "OK"（确定）。

现在，如果您运行程序并输入一个空行，不会发生崩溃，其行为将如下所示：



如果您查看 dbxtool 发送给 dbx 的命令，可以更加清楚地了解该窗口的工作原理。

```
when at "interp.cc":130 -if token == 0 { assign token = line; }
```

821-2517

Oracle Corporation 500 Oracle Parkway, Redwood City, CA 94065 U.S.A.