Tutorial prático para o desenvolvimento de *externals* para o Pure Data

Flávio Luiz Schiavoni - André Bianchi

São Paulo, 22 de março de 2015

Sumário

Capítulo 1

Introdução

Pure Data, ou simplesmente Pd, é um ambiente visual de programação musical que permite a criação de aplicações musicais complexas a partir da combinação de componentes visuais mais simples chamados **objetos**. As distribuições oficiais do Pure Data contêm diversos objetos prontos para o uso, mas também permitem a extensão de suas funcionalidades através da criação de novos objetos utilizando o próprio Pure Data, Tcl/Tk (plugins gráficos) e C/C++. Desta forma, novas linhas de código escritas pelo usuário são compiladas como bibliotecas dinâmicas e podem ser carregadas pelo programa em tempo de execução. Objetos desta forma levam o nome de ***externals***.

Este é um tutorial prático para o desenvolvimento de *externals* para o Pure Data. A iniciativa de escrever este documento surgiu no primeiro semestre de 2011, durante a disciplina de Computação Musical ministrada pelo professor Marcelo Gomes de Queiroz no Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo. A intenção deste tutorial é auxiliar programadores a desenvolver *externals* de maneira bastante simples através de exemplos práticos.

Mais do que ampliar a gama de objetos do Pure Data e criar novos objetos, o objetivo deste trabalho é também fornecer ao pesquisador de computação musical uma ferramenta para implementar e testar algoritmos de processamento de áudio para caráter de estudo. Isto significa que podemos reimplementar várias coisas que já existem no Pure Data simplesmente porque é didático programar e colocar algoritmos para funcionar.

Não é objetivo deste tutorial ensinar processamento de som, ensinar algoritmos, ensinar programar (C, C++, TCL/tk) ou ensinar a utilizar o Pure Data. Também não é objetivo questionar o modo como o Pd e seus externals foram feitos.

É importante dizer que nada no mundo se aprende sozinho. Foi graças aos vários *externals* escritos para o Pd, com seu código aberto e documentado que conseguimos reunir o conhecimento que aqui presente. Seria impossível citar todos os autores de *externals* que nos ajudaram sem saber. No entanto, não deixamos de agradecer ao que chamamos de comunidade de software livre, ao autor do Pd (seria Public Domain?), Miller Puckette e ao autor de outro tutorial, IOHannes Zmölnig. Muito obrigado.

Este tutorial está acompanhado de vários exemplos cujos códigos ilustram os nossos passos.

Este tutorial é dividido em 3 partes: *externals* feitos no próprio ambiente Pure Data, feitos em Tcl/Tk e em C.

Este tutorial ainda não está pronto e por isto você encontrará caixinhas como esta com notas do que mais temos de fazer.

1.1 Sobre *Externals*

O Pure Data possui uma distribuição do autor, chamada Vanilla. Nela, Miller Puckette possui internals e externals desenvolvidos em C, Tcl/tk e no próprio Pd. Os objetos desenvolvidos no Pd são comumente chamados também de abstrações. Independentemente de como um objeto é feito, o termo *external* é utilizado para tudo o que não está no Vanilla, ou seja, tudo que é externo à distribuição oficial do autor.

1.2 Arquivos de ajuda

É importante distribuir, junto com novos *externals*, um arquivo de ajuda do Pure Data com instruções e exemplos de utilização. Como convenção, o arquivo de ajuda deve ter o mesmo nome que o *exter-*

nal, acrescido do sufixo `-help.pd`. Por exemplo, para o código fonte `example01.c`, que gera o objeto `example01.pd_linux`, escrevemos também o arquivo `example01-help.pd`.

No capítulo 8 veremos uma forma de alterar o nome do arquivo de ajuda em *externals* feitos em C com a opção de ajuda que aparece no menu contextual com um clique do botão direito no objeto do *external* dentro do Pure Data.

1.3 Utilizando *externals*

Para que um novo *external* possa ser utilizado no Pure Data, é necessário instalá-lo em um caminho que o Pure Data possa encontrá-lo [1] . Há algumas pastas padrões para instalações destes objetos para que os mesmos possam ser instalados no Pure Data de maneira separada do programa em si. Isto permite que o Pure Data seja atualizado sem interferir na instalação destes novos *externals*. Tais diretórios servem para instalar bibliotecas, *externals*, classes de objetos, abstrações, pluguins GUI e arquivos de ajuda.

GNU/Linux

- Package manager `/usr/lib/pd/extra`
- Apenas para o usuário `/pd-externals`
- Global `/usr/local/lib/pd-externals`

Mac OS X

- Apenas para o usuário `/Library/Pd`
- Global `/Library/Pd` (É necessário criar esta pasta)

Windows

- Apenas para o usuário `%AppData%\Pd`
- Global `%CommonProgramFiles%\Pd`

Nota para sistemas Windows:

O diretório do Windows `%AppData%\Pd` deverá ser algo como
`C:\Documents and Settings\myusername\Application Data\Pd`
que também é sinônimo de
`%UserProfile%\Application Data\Pd`

O diretório `%UserProfile%` é seu diretório raiz, que em sistemas em inglês normalmente é chamado de
`C:\Documents and Settings\myusername`.
Já o diretório `%CommonProgramFiles%\Pd` em um windows em inglês normalmente se refere ao diretório
`C:\Program Files\Common Files\Pd`
(en español: `C:\Archivos de programa\Archivos comunes\Pd`, auf Deutsch: `C:\Programme\Gemeinsame Dateien\Pd`). Este diretório é sinônimo de `%ProgramFiles%\Common Files\Pd`.

É possível ainda adicionar o diretório que contém o arquivo binário do *external* ao caminho de busca do Pure Data, de forma que para acessá-lo de dentro de um *patch* não seja necessário digitar o caminho inteiro até o objeto. Isto pode ser feito através da passagem de um parâmetro na linha de comando do Pure Data com a opção `-path <caminho>`, ou de forma gráfica acessando a opção `File` → `Path...` no menu do Pure Data, como pode ser visto na figura 1.1.

Para carregar uma biblioteca de *externals* (mais de um *external* no mesmo arquivo-fonte), é possível indicar o nome da bibliotecai na linha de comando do Pure Data utilizando a opção `-lib <biblioteca>`, ou também graficamente através do menu `File` → `Startup...`, como pode ser visto na figura 1.2.

Uma vez que o novo *external* está no caminho de busca do Pure Data, é possível carregá-lo em seu *patch*. Para carregar um *external* em um `patch` do Pure Data em tempo de execução, basta criar um objeto (com `CTRL+1` ou acessando o menu `Put` → `Object`) com o caminho (relativo ou absoluto) para o objeto compilado com a biblioteca compartilhada, omitindo a extensão.

[1] Retirado do site `http://puredata.info/docs/faq/how-do-i-install-externals-and-help-files`

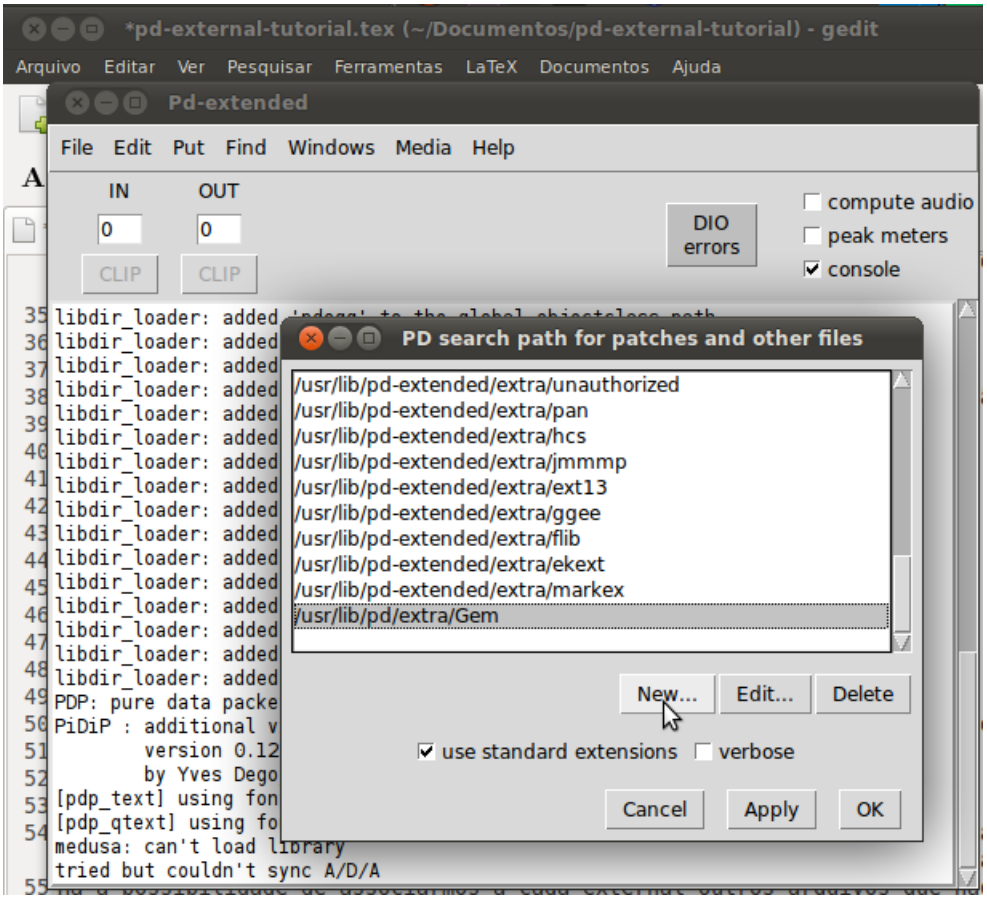


Figura 1.1: Adicionando o diretório de um *external* ao caminho de busca do Pure Data.

1.4 Exemplos

Este tutorial é acompanhado de diversos exemplos de *externals* que ilustram o conteúdo coberto pelo mesmo. Vale lembrar que muitos destes objetos são de utilidade duvidosa e servem apenas como exemplos didáticos. Os arquivos de exemplo estão no mesmo repositório que este material. No início de cada capítulo há uma caixa apresentando quais exemplos podem ser utilizados.

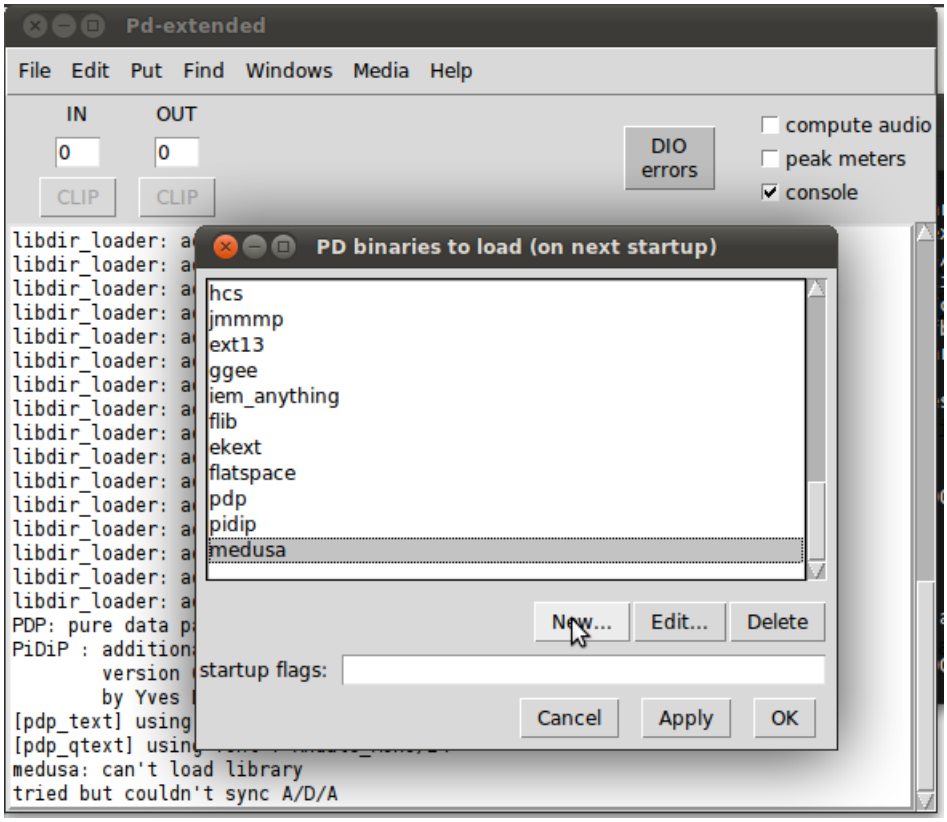


Figura 1.2: Adicionando uma biblioteca ao Pure Data.

Parte I

Externals em Pure Data

Capítulo 2

Introdução

A reutilização de código é uma técnica da computação que permite o uso de um software existente para o desenvolvimento de um novo software. Com isto, mais do que reaproveitar o código escrito, é possível reaproveitar uma solução existente. A possibilidade de pensar em cada parte do código individualmente permite ainda dividir o trabalho a ser feito e pensar se cada código é a melhor solução para resolver um determinado problema.

O Pure Data permite a reutilização dos *patches* desenvolvidos em outros projetos trazendo assim um novo nível de abstração para programadores do ambiente. Esta reutilização permite ainda programar o PD de maneira modular ou mesmo distribuída no caso de uma criação coletiva, por exemplo, onde cada pessoa pode ficar responsável por criar uma parte do *patch*.

Nota:

- `oscillator.pd`
- `additive.pd`
- `sum.pd`
- `sum-help.pd`
- `gain~.pd`
- `additive~.pd`
- `volume~.pd`
- `poliosc.pd`

Tais códigos reutilizáveis do PD são chamados de *externals* e permitem que um usuário estenda o ambiente com seus próprios objetos, encapsulando em novas abstrações trechos de código que podem ser reutilizados.

2.1 Meu primeiro *external*

A criação de um *external* usando o próprio Pure Data depende de criar um *patch* e salvá-lo com um determinado nome. Caso este *patch* seja colocado na mesma pasta de um novo *patch* ou na pasta raiz do Pure Data, tal objeto já pode ser reusado em outros *patches*.

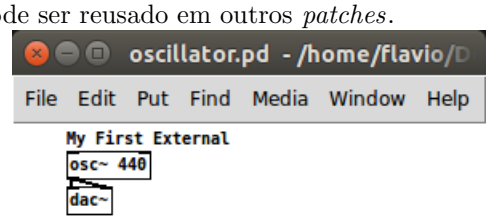


Figura 2.1: Meu primeiro *external* em Pure Data.

Note na fig.2.1 que o *external* foi salvo utilizando o nome "oscillator".

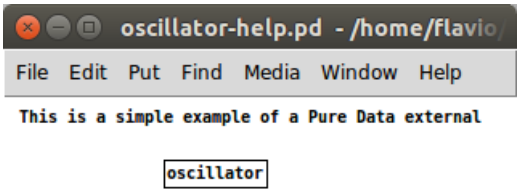


Figura 2.2: Utilizando meu primeiro *external* em Pure Data.

A partir deste momento, outros *patches* podem utilizá-lo chamando-o pelo nome (**oscillator** *oscillator*), como apresentado na Fig.2.2

2.2 Passando parâmetros para seu *external*

Muitas vezes, para o reaproveitamento do código, é necessário a configuração do *external* de maneira a permitir que o mesmo seja instanciado com parâmetros diferentes. Imagine, por exemplo, o caso de um filtro que pode ter sua frequência de corte ajustada a cada utilização. Uma maneira de configurar um *external* escrito em Pd é a passagem de parâmetros para o objeto. Sabemos que o valor $0 permite uma identificação única para o *patch*. O Pd permite receber os parâmetros de inicialização de um objeto seguindo a mesma numeração onde o primeiro parâmetro é o $1, o segundo parâmetro é o $2 e assim por diante, conforme ilustrado na Fig.2.3.

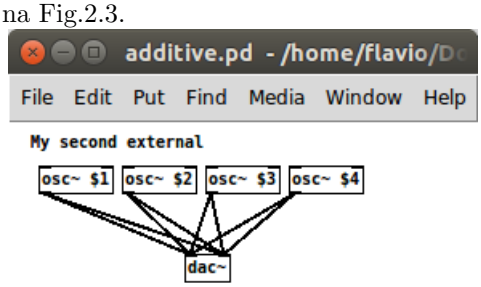


Figura 2.3: Recebendo parâmetros em um *external*.

A Fig.2.4 apresenta este objeto sendo inicializado com parâmetros.

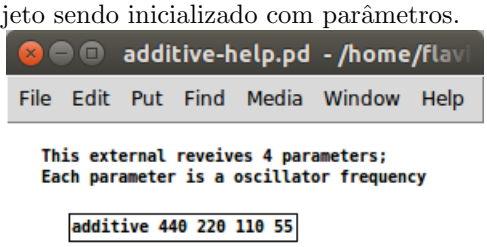


Figura 2.4: Passando parâmetros para o *external*.

2.3 IOLets

Um *external* criado em Pd pode ainda possuir inlets e outlets, para receber dados de controle, e inlet~e outlet~, para receber áudio. Para utilizá-los é necessário utilizar os objetos *inlet*, *outlet*, *inlet~* e *outlet~* do Pd. A figura 2.5 apresenta um externo que recebe dados.

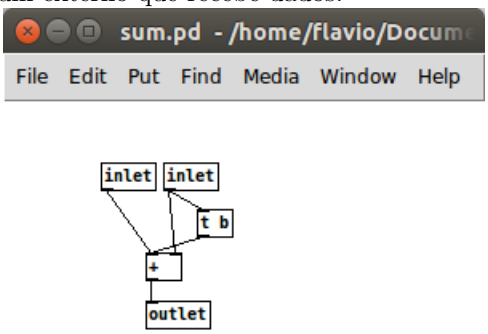


Figura 2.5: Adicionando iolets de controle a um *external*.

A Fig.2.6 apresenta este objeto com seus respectivos iolets.

O mesmo serve para os iolets de áudio, conforme apresentado na Fig.2.7 e Fig.2.8.

É importante notar que os iolets seguem a ordem de cima para baixo, da esquerda para a direita, ou seja, alterar a posição dos objetos iolets em um *external* pode alterar a ordem do recebimento de mensagens.

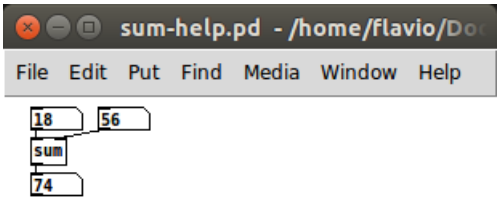


Figura 2.6: Utilizando os iolets de um *external*.

Figura 2.7: Adicionando iolets de áudio a um *external*.

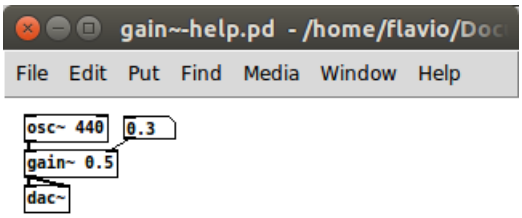


Figura 2.8: Utilizando os iolets de áudio de um *external*.

Desta maneira, é possível configurar um *external* tanto com os parâmetros de inicialização quanto durante a execução do código, conforme apresentado na fig.2.9 e fig.2.10.

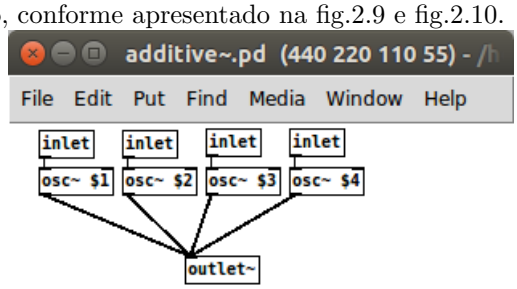


Figura 2.9: Utilizando inlets, outlets e parâmetros.

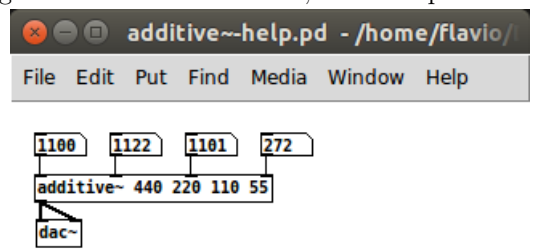


Figura 2.10: Arquivo de help do exemplo anterior.

2.4 Externals com interface gráfica

É possível ainda que um objeto exporte sua interface gráfica para o patch que o utiliza. Isto ocorre alterando a propriedade do objeto (clicando com o botão contrário sobre o mesmo e selecionando no menu contextual a opção "properties"). Na caixa de diálogo de propriedades aparecerá a opção "graph on parent", conforme ilustrado pela fig.2.11.

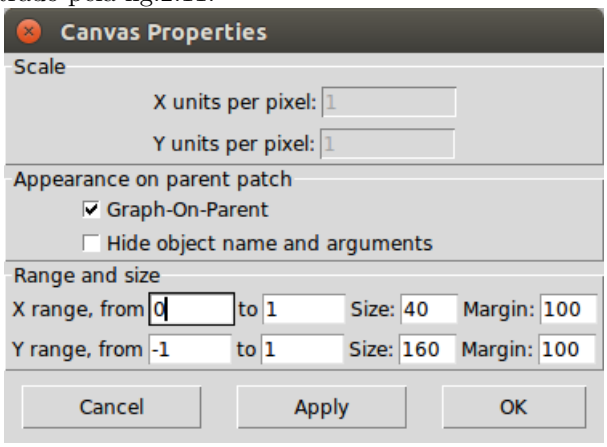


Figura 2.11: Janela de diálogo de preferências de um *external*.

Note que é possível ainda definir se o objeto apresentará ou não seu nome e o tamanho de sua interface gráfica.

Uma vez que tal opção for selecionada, aparecerá no objeto uma caixa vermelha que indica a região do objeto que será utilizada como interface gráfica, conforme apresentado na fig.2.12.

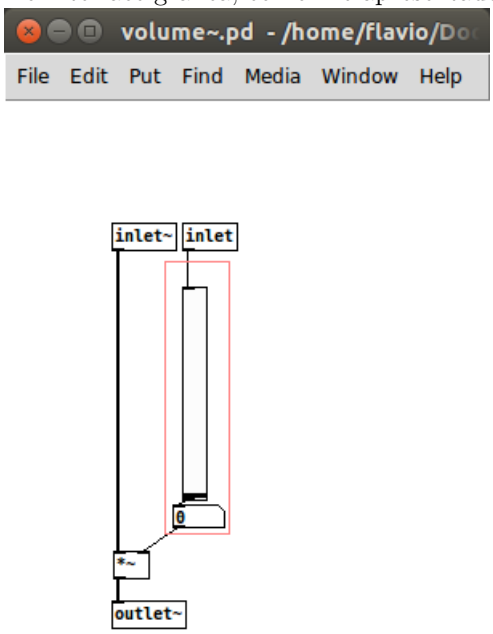


Figura 2.12: Definição da área visível do *external*.

Todos os objetos que estão inteiramente dentro desta área vermelha serão apresentados como interface gráfica do objeto no *patch* onde o mesmo for utilizado, como ilustra a fig.2.13.

2.5 Externals dinâmicos

O Pure data permite que um *patch* altere seu próprio conteúdo ou o conteúdo de outros *patches* em tempo de execução por meio do envio de determinadas mensagens. Tal técnica, também conhecida por programação dinâmica, possibilita que um *external* possua, por exemplo, uma quantidade de objetos que variam de acordo com seu parâmetro inicial. Apesar de bastante trabalhosa, esta técnica permite muito

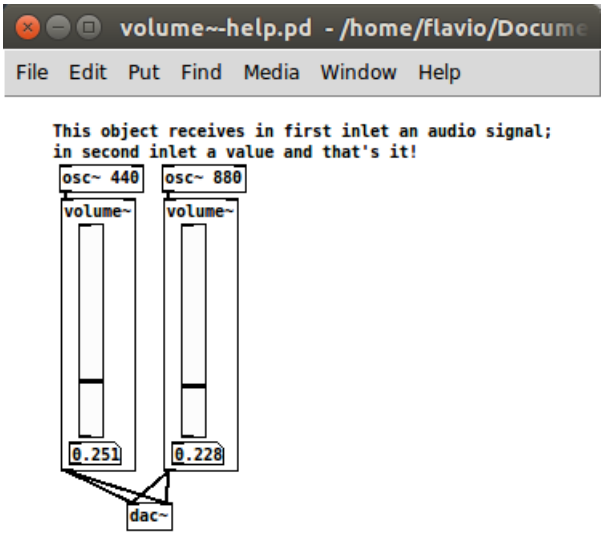


Figura 2.13: Apresentação do *external* no *patch*.

mais reuso dos objetos criados, conforme ilustra a fig.2.14

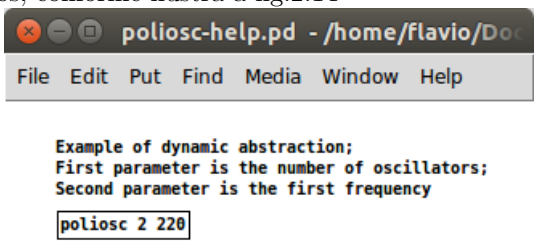


Figura 2.14: Utilizando *externals* dinâmicos.

A criação dinâmica, apresentada na fig.2.15, utiliza o envio de mensagens para criação de objetos e para a conexão de objetos. Este exemplo cria dinamicamente osciladores e conecta-os à saída de som. A quantidade de osciladores e a frequência do primeiro oscilador é definida por parâmetros e os demais osciladores terão frequências múltiplas do primeiro.

Caso a intenção seja criar iolets dinamicamente, haverá um problema de que todas as conexões destes iolets serão perdidas quando o *patch* principal é reaberto. Isto ocorre pois no momento de carregar o *patch* principal, os iolets ainda não terão sido criados dinamicamente e por isto eles ainda não existem.

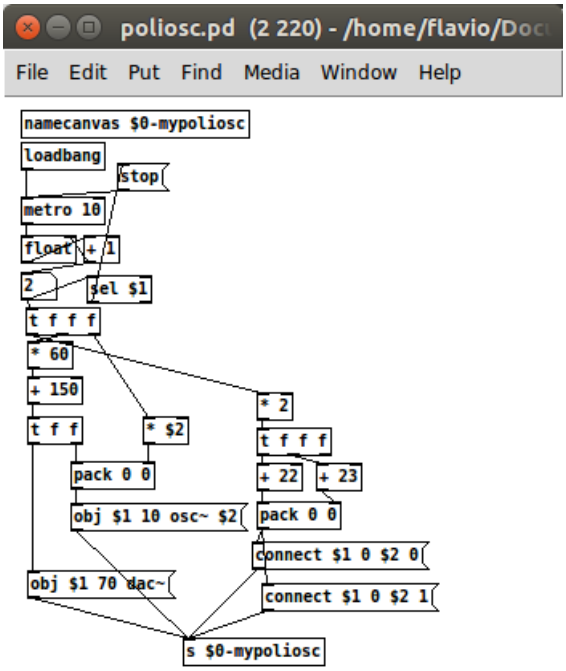


Figura 2.15: Utilizando *externals* dinâmicos.

Parte II

Externals em Tcl/Tk

Capítulo 3

Plugins Tcl

O PD foi desenvolvido utilizando um modelo que separa a apresentação das funcionalidades. Para isto, utiliza 2 linguagens de programação: C para a engine e TCL/TK para as GUI. GUI e engine se comunicam por um socket que permite, inclusive, que a engine do PD seja executada em uma máquina e a GUI em outra.

Nota:

- `helloworld-plugin.tcl`
- `menucolor-plugin.tcl`

O Tcl (Tool Command Language) é uma linguagem de programação dinâmica bastante poderosa e simples de ser utilizada. Tk é um conjunto de ferramentas para construção de GUI de aplicações desktop e é a GUI padrão não apenas do TCL mas de várias outras linguagens e pode ser executada nativamente em vários sistemas operacionais modernos como Windows, Mac OS X, Linux, entre outros [1].

Para conhecer Tcl/Tk

Para aprender Tcl/Tk indicamos um tutorial que pode ser encontrado em:
`http://www.bin-co.com/tcl/tutorial/`
Uma lista dos objetos e parâmetros pode ser encontrada em
`http://www.tkdocs.com/widgets/index.html`

Um plugin TCL costuma ser visto como um plugin de GUI que permite alterar a aparência e funcionalidades da interface gráfica do PD. Um plugin de GUI é um arquivo escrito em tcl (de extensão `.tcl`) e que **obrigatoriamente** tem o nome `-plugin.tcl`. Ou seja, para escrever um plugin de nome `teste`, o mesmo deverá estar em um arquivo de nome.

Para testarmos o funcionamento dos comandos tcl no PD, é possível utilizarmos o TCL Prompt. No Pure Data Vanila o mesmo se encontra no Menu Help > TCL Prompt, conforme apresentado na fig.16.1.

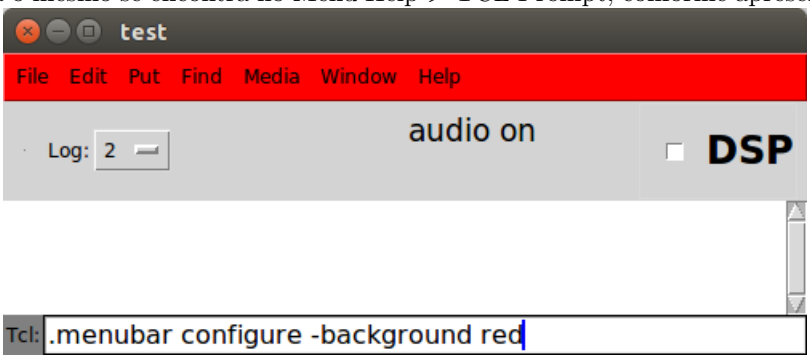


Figura 3.1: Prompt Tcl do Pure Data.

Exemplos de plugins de GUI e documentações sobre os mesmos podem ser encontrados em:

- `https://svn.code.sf.net/p/pure-data/svn/branches/pd-gui-rewrite/0.43/startup/`
- `http://puredata.info/docs/guiplugins/GuiPluginsAPI`

[1] Visite: http://www.tcl.tk/ para maiores informações

- `http://puredata.info/docs/guiplugins/SimpleExamples`
- `http://puredata.info/docs/guiplugins/GUIPlugins`

3.1 Iniciando no Tcl/Tk - Hello World

O Pure Data fornece diversas funções TCL que podem ser utilizadas para manipular sua GUI. Tais funções permitem o acesso a todos os widgets de GUI do Pure Data. O primeiro exemplo plugin escreve textos no console, conforme comandos apresentados no Código 3.1[2].

```
1 ::pdwindow::verbose 1 "Hello, World!\n"
2 ::pdwindow::verbose 0 "Hello, World!\n"
3 ::pdwindow::error "Houston, we have a problem!\n"
4 ::pdwindow::fatal "See you on the other side.\n"
5 ::pdwindow::post  "This message will self destruct in five
     seconds.\n"
6 ::pdwindow::debug "Second phase initiated\n"
```

Código 3.1: Escrevendo no console

Tal código apresenta um exemplo de como utilizar a API TCL do Pure Data para alterar sua interface com o usuário. O resultado deste código pode ser visto na fig.3.2.

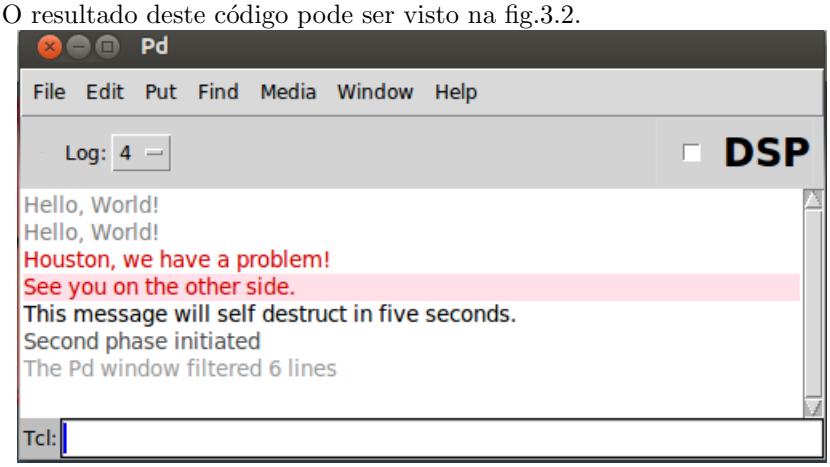


Figura 3.2: Escrevendo no console

3.2 Conhecendo a GUI do PD

Para alterar os elementos de GUI do PD é necessário saber o nome destes objetos. Vale lembrar quem Tcl/Tk, os componentes gráficos são armazenados em uma variável de maneira hierárquica e que todo nome de variável inicia com um ponto (`.`). A variável `.` (apenas ponto) remete a aplicação principal. O Código 3.2 apresenta um comando que lista no terminal todos os filhos da aplicação principal.

```
1 foreach c [winfo children .] \
2 {::pdwindow::post "[winfo name $c]\n"}
```

Código 3.2: Executando o Hello World

O resultado deste comando pode ser conferido na fig.3.3.

Com isto podemos verificar, por exemplo, que a janela principal do PD chama-se `.pdwindow` e que a barra de menus chama-se `.menubar`. Podemos utilizar um comando similar ao Código 3.2 para listar todos os elementos da janela principal do PD, conforme apresentado no Código 3.3.

```
1 foreach c [winfo children .pdwindow] \
2 {::pdwindow::post "[winfo name $c]\n"}
```

Código 3.3: Comando TCL para listar os elementos da janela principal

[2]Exemplo retirado de `http://puredata.info/docs/guiplugins/GuiPluginsAPI`

Figura 3.3: Lista de widgets da janela do PD.

A saída deste comando lista os seguintes objetos:

- menubar -barra de menus
- header - Painel superior, onde está liga DSP
- tcl - Painel inferior onde estou executando os comandos TCL
- text - Área do Log
- scroll - barras de rolagem da área de log

Podemos continuar examinando recursivamente o nome de todos os elementos gráficos que compõem a GUI do PD, como os menus (Código 3.4), as janelas de *patch* e assim por diante.

```
1  foreach c [winfo children .menubar] \
2   {::pdwindow::post "[winfo name $c]\n"}
3
4  Output:
5     file
6     edit
7     put
8     find
9     media
10    window
11    help
```

Código 3.4: Comando TCL para listar os elementos do menu

Com isto podemos conhecer recursivamente todos os elementos que compõe a GUI do PD. O Codigo 3.5 apresenta os elementos do cabeçalho (`.pdwindow.header`).

```
1  foreach c [winfo children .pdwindow.header] \
2   {::pdwindow::post "[winfo name $c]\n"}
3
4  Output:
5     pad1
6     dsp
7     ioframe
8     loglabel
9     logmenu
10    exitButton
```

Código 3.5: Comando TCL para listar os elementos do cabeçalho

Apesar de ser possível encontrar na documentação do PD e no código-fonte o nome de todos os componentes, esta seção pretendeu possibilitar a exploração destes componentes.

3.3 Alterando a GUI do PD

Uma vez que sabemos o nome dos elementos gráficos do Pd, podemos agora alterá-los e reconfigurá-los. O Código 3.6 apresenta exemplos que alteram as propriedades dos objetos menu.

```
1 .menubar configure  -foreground red
2 .menubar configure  -background black
```

Código 3.6: Exemplo de alteração de menus do PD com Tcl (plugin exemplo `menucolor-plugin.tcl`).

O resultado de algumas alterações de configuração de itens de GUI do PD podem ser vistos na Fig.3.4.

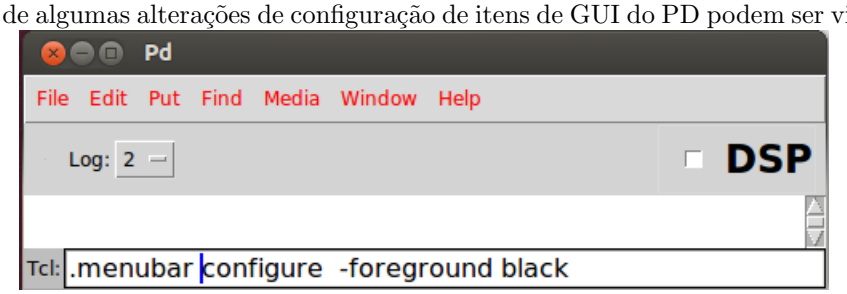


Figura 3.4: Alterando a cor da barra de menus

Outro exemplo seria alterar a cor de fundo do texto ou do cabeçalho, como no código 3.7

```
1 .pdwindow.text configure -background green
2 .pdwindow.header configure -background green
```

Código 3.7: Alteração da cor do texto de log e do cabeçalho.

3.4 Variáveis Globais

Além dos componentes (widgets) gráficos, há ainda na programação TCL do PD uma série de variáveis globais que podem ser utilizadas pelo programador. Tais variáveis guardam parâmetros de inicialização e de execução da GUI do PD como, por exemplo, a versão, o sistema de janela (que permite identificar se o PD está sendo rodado em Linux / Windows / Mac), a fonte padrão do PD, entre outras.

O código 3.8, retirado dos arquivos fontes do PD (`pd-gui.tcl`), lista algumas destas variáveis e seus valores no momento de inicialização do PD.

```
1  PD_MAJOR_VERSION 0
2  PD_MINOR_VERSION 0
3  PD_BUGFIX_VERSION 0
4  PD_TEST_VERSION ""
5  done_init 0
6
7  TCL_MAJOR_VERSION 0
8  TCL_MINOR_VERSION 0
9  TCL_BUGFIX_VERSION 0
10
11 # for testing which platform we are running on ("aqua", "win32",
       or "x11")
12 windowingsystem ""
13
14 # args about how much and where to log
15 loglevel 2
16 stderr 0
17
18 # connection between 'pd' and 'pd-gui'
```

```
host ""
port 0

# canvas font, received from pd in pdtk_pd_startup, set in s_main
    .c
font_family "courier"
font_weight "normal"

# sizes of chars for each of the Pd fixed font sizes:
#  fontsize  width(pixels)  height(pixels)
set font_fixed_metrics {
    8 5 11
    9 6 12
    10 6 13
    12 7 16
    14 8 17
    16 10 19
    18 11 22
    24 14 29
    30 18 37
    36 22 44
}
font_measured_metrics {}

# root path to lib of Pd's files, see s_main.c for more info
sys_libdir {}

# root path where the pd-gui.tcl GUI script is located
sys_guidir {}

# user-specified search path for objects, help, fonts, etc.
sys_searchpath {}

# hard-coded search patch for objects, help, plugins, etc.
sys_staticpath {}

# the path to the folder where the current plugin is being loaded
    from
current_plugin_loadpath {}

# list of command line flags set at startup
startup_flags {}

# list of libraries loaded on startup
startup_libraries {}

# start dirs for new files and open panels
filenewdir [pwd]
fileopendir [pwd]

# lists of audio/midi devices and APIs for prefs dialogs
audio_apilist {}
audio_indevlist {}
audio_outdevlist {}
midi_apilist {}
midi_indevlist {}
midi_outdevlist {}
pd_whichapi 0
```

```
75 pd_whichmidiapi 0
76
77 # current state of the DSP
78 dsp 0
79
80 # state of the peak meters in the Pd window
81 meters 0
82
83 # the toplevel window that currently is on top and has focus
84 focused_window .
85
86 # store that last 10 files that were opened
87 recentfiles_list {}
88 total_recentfiles 10
89
90 # keep track of the location of popup menu for PatchWindows, in
      canvas coords
91 popup_xcanvas 0
92 popup_ycanvas 0
93
94 # modifier for key commands (Ctrl/Control on most platforms, Cmd/
      Mod1 on MacOSX)
95 modifier ""
96
97 # current state of the Edit Mode menu item
98 editmode_button 0
99
100 # variables for holding the menubar to allow for configuration by
       plugins
101 ::pdwindow_menubar ".menubar"
102 ::patch_menubar   ".menubar"
103 ::dialog_menubar   ""
104
105 # minimum size of the canvas window of a patch
106 canvas_minwidth 50
107 canvas_minheight 20
108
109 # undo states
110 ::undo_action "no"
111 ::redo_action "no"
112 ::undo_toplevel "."
```

Código 3.8: Variáveis globais.

Tais variáveis serão utilizadas em alguns exemplos deste tutorial.

3.5 Estilo de código

O arquivo fonte do PD `pd-gui.tcl` traz algumas considerações quanto ao estilo de código em TCL. Conforme tal arquivo, estar ideias são preliminares e poderão mudar com o tempo.

- Quando possível, utilizar aspas duplas para delimitar mensagens.
- Utilize `$::myvar` em vez de `global myvar`.
- Por questões de clareza, evite códigos "soltos". Todo código deverá estar em uma função (`proc`) que é disparada pela função `main()`.
- Se um procedimento `menu_*` abre um painel de diálogo, este procedimento deve ser chamado `menu_*_dialog`.

- Utilize `eq/ne` para comparações de `string` e não `== / !=`[3].

Nome para variáveis comuns:

- `$window` = Qualquer tipo de widget Tk que pode ser uma janela
- `$mytoplevel` = A identificação de uma janela feita por um comando `toplevel`
- `$gfxstub` = Um id de janela de diálogo "toplevel" feita por `gfxstub/x_gui.c`
- `$menubar` = O "menu" pertencente a cada `toplevel`
- `$mymenu` = O "menu" pertencente a uma barra de menus, como o menu Arquivo
- `$tkcanvas` = O "canvas" Tk que é a raiz de todos os *patches*

Tipos de painéis de diálogo.

- global(Há apenas um): find, sendmessage, prefs, helpbrowser
- por canvas: font, canvas properties (Criados com uma mensagem do Pd)
- por objeto: gatom, iemgui, array, data structures (Criados com uma mensagem do Pd)

[3]Retirado de `http://wiki.tcl.tk/15323`

Capítulo 4

Capturando eventos

O Tcl/Tk utiliza a noção de eventos para o disparo de funções. Assim, é possível associar uma ou várias funções a um evento e com isto é possível que quando um determinado evento ocorra, várias funções sejam executadas.

Mais informações em `https://www.tcl.tk/man/tcl8.4/TkCmd/bind.htm`.

Nota:

- `exitbt-plugin.tcl`
- `tripleclick-plugin.tcl`
- `canvas-plugin.tcl`

4.1 Eventos de janelas

```
1 bind PdWindow <FocusIn>
                    "::
    pd_bindings::window_focusin
    %W"
2 bind PdWindow <FocusIn>
                    "::
    pd_bindings::window_focusin
    %W"
3 bind PatchWindow <FocusIn>
                    "::
    pd_bindings::window_focusin
    %W"
4 bind PatchWindow <Map>
                       "::
    pd_bindings::map %W"
5 bind PatchWindow <Unmap>
                      "::
    pd_bindings::unmap %W"
6 bind PatchWindow <Configure> "::
    pd_bindings::patch_configure
     %W %w %h %x %y"
7 bind DialogWindow <Configure>
                   "::pd_bindings
    ::dialog_configure %W"
8 bind DialogWindow <FocusIn>
                    "::
    pd_bindings::dialog_focusin
    %W"
```

4.2 Eventos de teclado

```
1     bind all <KeyPress>          {::pd_bindings::sendkey %W 1 %K %
          A 0}
2     bind all <KeyRelease>        {::pd_bindings::sendkey %W 0 %K %
          A 0}
3     bind all <Shift-KeyPress>    {::pd_bindings::sendkey %W 1 %K %
          A 1}
4     bind all <Shift-KeyRelease> {::pd_bindings::sendkey %W 0 %K %
          A 1}
```

Maiúsculo ou minúsculo.

```
1     bind all <$::modifier-Shift-Key-B> {menu_send %W bng}
```

4.3 Eventos de Mouse

```
1     bind $tkcanvas <Motion>                    "pdtk_canvas_motion
          %W %x %y 0"
2     bind $tkcanvas <$::modifier-Motion>          "
          pdtk_canvas_motion %W %x %y 2"
3     bind $tkcanvas <ButtonPress-1>             "pdtk_canvas_mouse
          %W %x %y %b 0"
4     bind $tkcanvas <ButtonRelease-1>           "
          pdtk_canvas_mouseup %W %x %y %b"
```

Capítulo 5

Adicionando elementos a GUI do PD

Uma das finalidades dos pluguins de GUI é adicionar novas funcionalidades ao PD por meio de sua interface gráfica. Isto, muitas vezes, significa criar novos Menus, barra de ferramentas, barra de status e outros elementos gráficos que possam disparar a nova funcionalidade. Neste capítulo apresentaremos alguns destes elementos.

Nota:

- `exitbt-plugin.tcl`
- `tripleclick-plugin.tcl`
- `canvas-plugin.tcl`

5.1 Adicionando Menus

Criar menu TCL com as opções de nomes de todo mundo.

5.2 Adicionando Ações ao Menu pop-up

5.3 Adicionando elementos ao canvas

Status bar com canvas name
Ver as variáveis globais Ver as funções principais Ver as classes e como usá-las
Adicionando elementos e funcionalidades
Desenhando no canvas
Alterando funções existentes

5.4 Enviando mensagens

Uma maneira de enviar mensagens do Tcl/tk para o engine do Pd é por meio da função `::pd_connect::pdsend`. Esta função, conforme exemplo do Código 5.1, permite enviar mensagens ao Pure Data.

```
1 ::pd_connect::pdsend "$mytoplevel obj"
```

Código 5.1: Enviando mensagem para o PD (`tripleclick-plugin.tcl`)

5.5 Adicionando novos menus

Entre as alterções possíveis, está adicionar novos itens a um menu existente. O Código 5.2 apresenta algumas possibilidades de comandos para adicionar novos menus e itens de menu ao menu principal do Pure Data.

```
1 .menubar.edit add command -label blob -command { puts teste } -
     accel
2
3 bind all <$::modifier-Shift-Key-Z> {menu_redo}
```

```
4
5  .menubar add  separator
6
7  menu .menubar.align
8
9  .menubar add cascade -label Align -menu .menubar.align
10
11 .menubar.align add command -label Left -command {puts Left}
12
13 .menubar insert 3 cascade -label Align -menu .menubar.align
14
15 .menubar.edit insert 3 command -label  test  -command {puts x} -
       state disabled
16
17 bind <<Loaded>> {menubar.edit entryconfigure test -state enabled}
```

Código 5.2: Alterando o menu.

5.6 Desenhando no canvas

A tela para a criação de *patches* do Pure Data é um objeto `canvas` do TCL. Neste objeto TCL podemos desenhar diversos componentes gráficos. Imaginando que a janela do nosso *patch* tenha o nome ".x12be7d0", o Código 5.3 apresenta comandos para desenhar no canvas desta janela.

```
1  .x12be7d0.c create rectangle 10 10 20 20 -tags my_rectangle
2
3  .x12be7d0.c create text 400 200 -text Hello
4
5  .x12be7d0.c create oval 100 100 30 50
6
7  .x12be7d0.c create polygon 0 0 30 100 50 20 100 50 10 34
8
9  .x12be7d0.c create arc 0 0 100 200
10
11 .x12be7d0.c create line 0 0 10 10 12 5 15 3 20 12
12
13 .x12be7d0.c create image 100 100 -image [image create photo -file
       /home/flavio/Pictures/csound.gif] -anchor nw
```

Código 5.3: Desenhando componentes gráficos no canvas

O resultado destes comandos é apresentado na Fig.5.1.

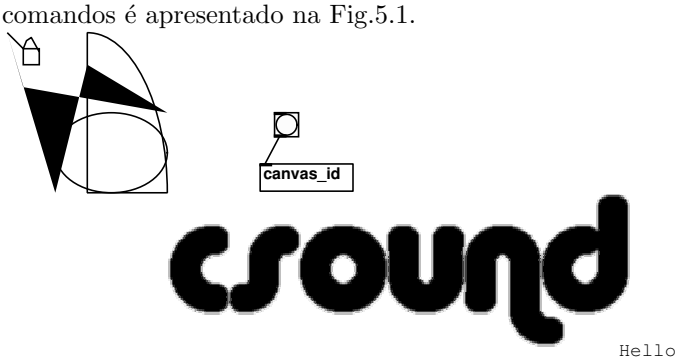


Figura 5.1: Desenhando no canvas

One thing that is tricky to understand is the difference between a Tk 'canvas' and a 'canvas' in terms of Pd's implementation. They are similar, but not the same thing. In Pd code, a 'canvas' is basically a patch, while the Tk 'canvas' is the backdrop for drawing everything that is in a patch. The Tk 'canvas' is contained in a 'toplevel' window. That window has a Tk class of 'PatchWindow'.

Além de desenhar objetos gráficos é possível adicionar widgets TCL ao canvas do Pure data. Apesar de ter mencionado que não é objetivo deste material ensinar TCL, apresentaremos nesta seção vários widgets TCL. Nesta seção apresentaremos vários exemplos[1] de widgets que podem ser adicinados ao canvas do Pure Data.

Consulte[2] para obter mais informações sobre ow widgets do TCL.

Para que os exemplos aqui apresentados funcione em seu Pure Data diretamente a partir do console TCL, o código 5.4 deve ser executado antes de rodar os exemplos.

```
1 foreach c [winfo children .] {}
2 set mylastwindow .[winfo name [lindex $c] ]
```

Código 5.4: Código para pegar o nome da última janela aberta

5.7 Label

Label é o nome de um rótulo de texto utilizado em formulários.

```
1  label ${mylastwindow}.l1 -text "This is what the default label
       looks like"
2  label ${mylastwindow}.l2 -text "This is a yellow label on a blue
       background" \
3      -foreground Yellow \
4      -background Blue
5  label ${mylastwindow}.l3 -text "This is a label in Times 24 font"
       \
6      -font {-family times -size 24}\
7      -bg white
8
9  ${mylastwindow}.c create window 10 20 -window ${mylastwindow}.l1
10 ${mylastwindow}.c create window 10 60 -window ${mylastwindow}.l2
11 ${mylastwindow}.c create window 10 100 -window ${mylastwindow}.l3
```

Figura 5.2: Exemplo de Label aplicado ao Canvas

Removendo estes widgets

```
1 destroy ${mylastwindow}.l1 ${mylastwindow}.l2 ${mylastwindow}.l3
```

5.8 Button

[1] Exemplos adaptados do site: http://pages.cpsc.ucalgary.ca/~saul/personal/archives/Tcl-Tk_stuff/tcl_examples/

[2] http://wiki.tcl.tk/490

```
set text Hello
proc doIt {widget} {
    global text
    if {$::dsp == 0} {
        set text "DSP ON"
        pdsend "pd dsp 1"
    } else {
        set text "DSP OFF"
        pdsend "pd dsp 0"
    }
    $widget configure -text $text
}

button ${mylastwindow}.b1 -text "Hello" \
        -command "doIt ${mylastwindow}.b1"

${mylastwindow}.c create window 10 100 -window ${mylastwindow}.b1
```

Atenção! Veja o que acontece quando se pressiona o botão Quit!
urlhttp://www.tcl.tk/man/tcl8.4/TkCmd/button.htm

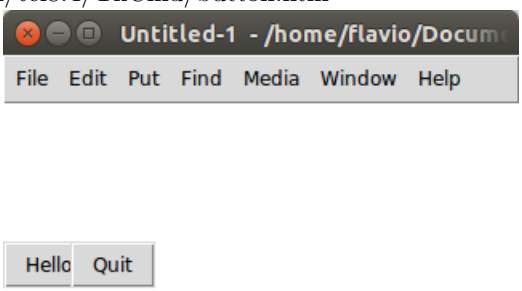


Figura 5.3: Exemplo de botão adicionado ao canvas.

```
destroy ${mylastwindow}.b1 ${mylastwindow}.b2
```

5.9 Checkbuttons e RadioButtons

```
set font helvetica

proc applyIt { } {
    global bold italics font
    if {$bold} {set weight bold} {set weight normal}
    if {$italics} {set slant italic} {set slant roman}
    ${mylastwindow}.c.b configure -font "-family $font -weight
       $weight -slant $slant"
}

checkbutton ${mylastwindow}.c.c1 -text Bold -variable bold   -
   anchor w
checkbutton ${mylastwindow}.c.c2 -text Italics -variable italics
    -anchor w

radiobutton ${mylastwindow}.c.r1 -text Helvetica -variable font -
   value helvetica
```

```
14 radiobutton ${mylastwindow}.c.r2 -text Courier   -variable font -
       value courier
15
16 button ${mylastwindow}.c.b -text Apply \
17     -command "applyIt"
18
19 applyIt
20
21 ${mylastwindow}.c create window 10 100 -window ${mylastwindow}.c.
       c1
22 ${mylastwindow}.c create window 110 100 -window ${mylastwindow}.c
       .c2
23 ${mylastwindow}.c create window 10 150 -window ${mylastwindow}.c.
       r1
24 ${mylastwindow}.c create window 110 150 -window ${mylastwindow}.c
       .r2
25 ${mylastwindow}.c create window 10 200 -window ${mylastwindow}.c.
       b
```

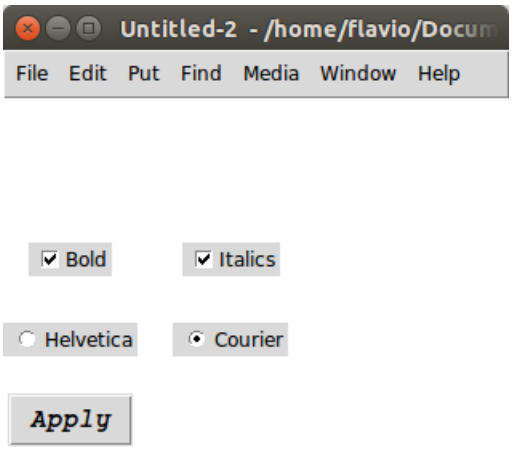


Figura 5.4: Exemplo de radio button e check button.

```
1  set font helvetica
2
3  proc applyIt { } {
4      global bold italics font
5      if {$bold} {set weight bold} {set weight normal}
6      if {$italics} {set slant italic} {set slant roman}
7      ${mylastwindow}.c.b configure -font "-family $font -weight
           $weight -slant $slant"
8  }
9
10 checkbutton ${mylastwindow}.c.c1 -text Bold -variable bold   -
       anchor w
11 checkbutton ${mylastwindow}.c.c2 -text Italics -variable italics
       -anchor w
12
13 radiobutton ${mylastwindow}.c.r1 -text Helvetica -variable font -
       value helvetica
14 radiobutton ${mylastwindow}.c.r2 -text Courier   -variable font -
       value courier
15
```

```
16 button ${mylastwindow}.c.b -text Apply \
17     -command "applyIt"
18
19 applyIt
20
21 destroy ${mylastwindow}.c.c1 ${mylastwindow}.c.c2 ${mylastwindow
   }.c.r1 ${mylastwindow}.c.r2 ${mylastwindow}.c.b
```

5.10 Entry

```
1 entry ${mylastwindow}.c.es -width 20 -textvar S(out)
2 ${mylastwindow}.c create window 40 30 -window ${mylastwindow}.c.
   es
```

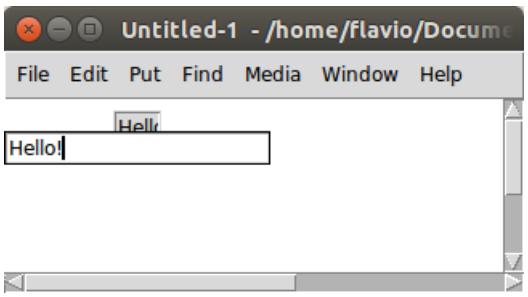


Figura 5.5: Entrada de texto

```
1 destroy ${mylastwindow}.c.es
```

5.11 Scale

```
1 scale ${mylastwindow}.c.s01 -from 100 -to 0 -label "x" -command {
   puts }
2
3 ${mylastwindow}.c create window 20 20 -window ${mylastwindow}.c.
   s01
```

Interessante o fato de o parâmetro ser passado automaticamente para o comando selecionado.

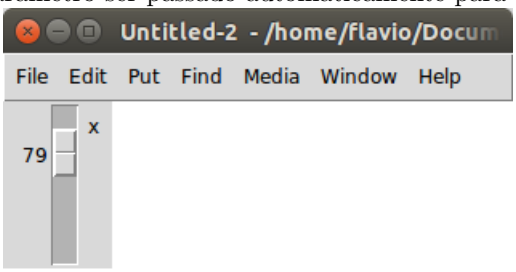


Figura 5.6: Entrada de texto

```
destroy ${mylastwindow}.c.s01
```

5.12 Spinbox

```
spinbox ${mylastwindow}.c.sp -from 0.00 -to 5.00 -increment 0.25
   -format %5.2f -width 10 \
    -font 10 -justify center -textvariable var -command {::
       pdwindow::post  "This message will self destruct in five
       seconds.\n"}
${mylastwindow}.c create window 20 20 -window ${mylastwindow}.c.
   sp
```

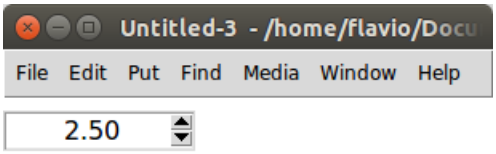


Figura 5.7: Spin

```
destroy ${mylastwindow}.c.sp
```

5.12.1 Text

```
text ${mylastwindow}.c.t -yscrollcommand "${mylastwindow}.c.t.
   scroll set" -setgrid true \
        -width 40 -height 10 -wrap word
scrollbar ${mylastwindow}.c.t.scroll -command "${mylastwindow}.c.
   t yview"
${mylastwindow}.c create window 100 20 -window ${mylastwindow}.c.
   t
```

http://www.tcl.tk/man/tcl8.4/TkCmd/text.htm

```
destroy ${mylastwindow}.c.t ${mylastwindow}.c.t.scroll
```

5.12.2 Listbox

```
listbox ${mylastwindow}.c.listbox -yscroll "${mylastwindow}.c.
   listbox.s set"
scrollbar ${mylastwindow}.c.listbox.s -command "${mylastwindow}.c
   .listbox yview"

${mylastwindow}.c.listbox insert 0 sample stuff colors red yellow
    green

```

```
6 bind ${mylastwindow}.c.listbox <Double-B1-ButtonRelease> {::
      pdwindow::post [${mylastwindow}.c.listbox get active]}
7
8
9 ${mylastwindow}.c create window 100 100 -window ${mylastwindow}.c
      .listbox
```

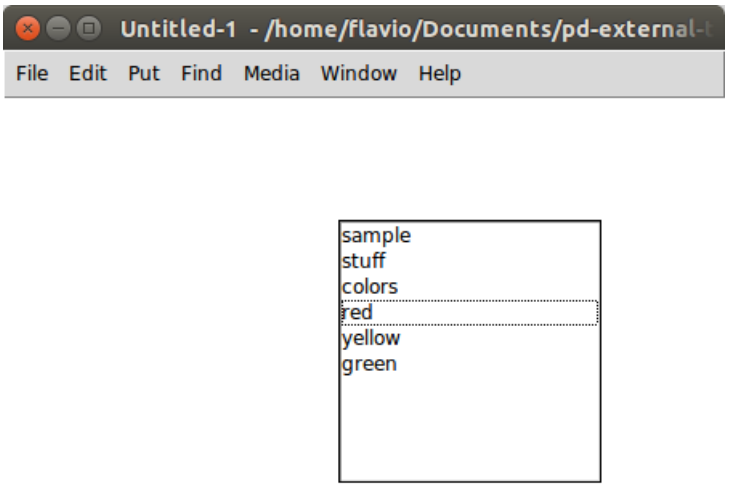


Figura 5.8: Listbox

```
1 destroy ${mylastwindow}.c.listbox ${mylastwindow}.c.listbox.s
```

5.12.3 Choose Color

```
1 proc doIt {widget} {
2     set current_color \
3         [tk_chooseColor -title "Choose a background color" -
              parent .]
4     $widget configure -background $current_color
5 }
6 button ${mylastwindow}.c.b -text "Choose a color..." \
7         -command "doIt ${mylastwindow}.c"
8 ${mylastwindow}.c create window 20 20 -window ${mylastwindow}.c.b
```

5.12.4 Choose File

```
1 set types {
2         {"All Source Files"     {.tcl .c .h}    }
3         {"Image Files"          {.gif}          }
4         {"All files"            *}
5 }
6
7 proc doIt {label} {
8     global types
```

```
    set file [tk_getOpenFile -filetypes $types -parent .]
    $label configure -text $file
}

label ${mylastwindow}.c.label -text "No File"
button ${mylastwindow}.c.button -text "Select a file?" \
        -command "doIt ${mylastwindow}.c.label"

${mylastwindow}.c create window 20 20 -window ${mylastwindow}.c.
    button
${mylastwindow}.c create window 20 40 -window ${mylastwindow}.c.
    label
```

5.12.5 Message box

```
proc doIt {label} {
    set button \
        [tk_messageBox \
                -icon question \
                -type yesno \
                -title Message \
                -parent . \
                -message "Do you like me so far?"]
    $label configure -text $button
}

label ${mylastwindow}.c.label1 -text "I'm not sure yet"
button ${mylastwindow}.c.button1 -text "Do you like me?" \
        -command "doIt ${mylastwindow}.c.label1"

${mylastwindow}.c create window 20 80 -window ${mylastwindow}.c.
    button1
${mylastwindow}.c create window 20 110 -window ${mylastwindow}.c.
    label1
```

5.13 Eventos

Como adicionar binds

http://www.tcl.tk/man/tcl8.4/TkCmd/bind.htm

Fazer uma barra de status com posição x,y

```
bind ${mylastwindow}.c <Motion> {+::pdwindow::post " %x %y\n"}
```

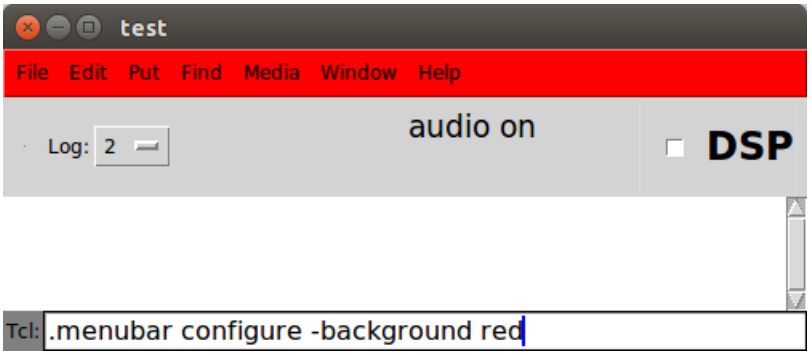


Figura 5.9: Prompt tcl como *external*

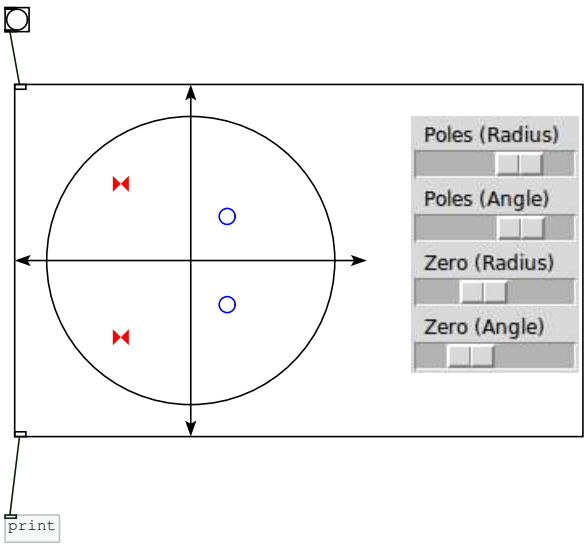


Figura 5.10: Exemplo de *external* com GUI TCL

Capítulo 6

Plugins TCL

Exemplos de plugins TCL: `http://puredata.info/docs/guiplugins/SimpleExamples/`

Every file that uses the xyz-plugin.tcl naming scheme and resides in the object search path of Pd is executed upon startup. More exactly, it is the pdtk_pd_startup function in pd-gui.tcl that calls the execution of startup plugins, in the following order:

```
1  # META NAME My nifty plugin
2  # META DESCRIPTION Does all kinds of magic that may not be
       necessary for everyone
3  # META AUTHOR <John the Developer> johndev@mail.com
4
5  package require Tcl 8.5          # The minimum version of TCL that
       allows the plugin to run
6  package require Ttk              # If Tk or Ttk is needed
7  package require pdwindow 0.1     # Any elements of the Pd GUI that
       are required
8                                   # + require everything and all
                                        your script needs.
9                                   #   If a requirement is missing,
10                                  #   Pd will load, but the script
                                        will not.
```

[1]

Passando parâmentros

```
1      bind all <$::modifier-Key-a>      {menu_send %W selectall}
```

6.1 Eventos do Pd

http://puredata.info/docs/guiplugins/GuiPluginsAPI/

6.2 Trocando dados entre C e TCL

```
1     sys_gui(" if { [catch {pd}] } {proc pd {args} {pdsend [join
          $args " "]}}\n");
```

[1] `http://puredata.info/docs/guiplugins/GUIPlugins/`

Mostrar problemas de um procedimento e 2 objetos

Falar do expr?

Parte III

Externals em C

Capítulo 7

Introdução

7.1 Escrevendo *externals* em C

O código fonte do Pure Data é organizado de acordo com convenções de programação orientada a objetos. Para o desenvolvimento de *externals*, é necessário seguir estas convenções e fornecer ao ambiente uma nova classe com alguns métodos específicos, como veremos mais adiante.

Nota:

- `Makefile`

Para desenvolver para o Pure Data, é necessário importar o arquivo de cabeçalho `m_pd.h`[1], que contém definições de constantes, tipos e funções.

Uma boa fonte de informação é o tutorial de *externals*[2] escrito pelo IOHannes[3], um dos programadores do Pure Data. Apesar de ter utilizado este documento como ponto de partida, boa parte do que está incluso no presente tutorial foi aprendido a partir da leitura do código-fonte de *externals* contidos no repositório oficial do Pure Data[4].

Navegando pelos códigos-fonte deste repositório você poderá notar que os programadores que escreveram os externals que hoje estão disponível para o Pd seguiram estas convenções e por isto a leitura destes códigos-fonte pode ser didática e simples.

Por esta razão, o primeiro conselho que damos para quem irá escrever *externals* é seguir estas convenções, mesmo que as mesmas não sejam a maneira como você está acostumado a programar deste jeito pois assim seu código também será didático e simples de entender.

Este tutorial não pretende cobrir os algoritmos de processamento de sinais mas explicar como implementar estes algoritmos como objetos do Pd. Para processamento de sinais há uma vasta bibliografia disponível que possui os algoritmos e o ferramental matemático necessário para sua implementação.

7.2 Organização do código-fonte e do objeto compilado

Um novo *external* corresponde a uma nova classe na arquitetura orientada a objetos do Pure Data. Para que o carregamento da biblioteca dinâmica em tempo de execução funcione corretamente, é necessário que o arquivo binário produzido possua o mesmo nome que a classe correspondente ao *external*.

Para criar, por exemplo, um *external* chamado "passa-baixas", podemos escrever seu código-fonte em um arquivo chamado `passa-baixas.c`, e em seguida compilar um objeto de biblioteca compartilhada chamado `passa-baixas.pd_linux`, no caso do sistema GNU/Linux. Outras arquiteturas de sistema utilizam outras extensões para o nome do objeto com a biblioteca compartilhada do *external*, como por exemplo `.dll` (M$ Windows), `.pd_irix5` (SGI Irix) ou `.pd_darwin` (Mac OS X).

Importante: O nome do arquivo com o código-fonte não possui formato obrigatório, mas o nome do objeto compilado com a biblioteca dinâmica deve sempre corresponder ao nome da classe, assim como sua extensão deve sempre corresponder à arquitetura do sistema utilizado.

O mesmo cuidado é recomendado para os métodos que serão definidos internamente no objeto. Os nomes de métodos que serão apresentados neste material seguem o padrão encontrado no repositório do

[1] `http://pure-data.git.sourceforge.net/git/gitweb.cgi?p=pure-data/pure-data;a=blob_plain;f=src/m_pd.h;hb=HEAD`

[2] `http://iem.at/pd/externals-HOWTO/pd-externals-HOWTO.pdf`

[3] `http://puredata.info/author/zmoelnig`

[4] `http://pure-data.svn.sourceforge.net/viewvc/pure-data/trunk/externals/`

Pd. É fortemente recomendado que o mesmo padrão seja utilizado em seu texto.

Para gerar a estrutura básica de um *external* sugerimos utilizar o gerador de *external* disponível em `http://www.ime.usp.br/~fls/PDExternal-generator/PDExternal_generator.html`.

7.3 Compilação

Para criar um objeto binário que pode ser carregado no Pure Data em tempo de execução, primeiro compilamos o código fonte, criando assim um ou mais objetos intermediários, e em seguida utilizamos um ligador (*linker*) para criar um objeto de biblioteca compartilhada.

No GNU/Linux, uma forma de realizar o processo `example01.c` → `example01.o` → `example01.pd_linux` é a seguinte:

```
1 EXTNAME=example01
2 cc -DPD -fPIC -Wall -o ${EXTNAME}.o -c ${EXTNAME}.c
3 ld -shared -lc -lm -o ${EXTNAME}.pd_linux ${EXTNAME}.o
4 rm ${EXTNAME}.o
```

Código 7.1: Compilação de um objeto

A opção de compilação `-fPIC` resulta na criação de código binário que roda independente de sua posição na memória, adequado para geração de bibliotecas compartilhadas. A opção `-shared` passada para o ligador determina a criação de uma biblioteca compartilhada.

Para facilitar a compilação, é interessante utilizar um `makefile`. Os exemplos deste tutorial estão acompanhadas de um `makefile` encontrado na seção de desenvolvedores do Pure Data [5].

Para compilar *externals* no MacOS é necessário instalar o XCode. Tem uma dezena de jeito de compilar pro Windows, usando o Mingw ou o C++ Builder. Aqui[6] temos exemplos e muitas discussões de como compilar externals no Windows.

Não testamos. Faltou coragem. Será que compensa testarmos isto tudo?

7.3.1 Debugando códigos

Para verificar um erro, inicie o PD com seu patch de teste pelo terminal dentro do ambiente gdb com o comando

```
1 gdb --args pd -path caminho-do-external
2
3 run
```

Caso o PD tenha algum problema em sua execução o GDB pode te ajudar a encontrá-lo.

Outros comandos básicos do gdb são **where** (que apresenta o arquivo e a linha onde o erro ocorreu) e **list** (que mostra o código deste trecho). Para navegar entre os arquivos, utilize **up** e **down**. Para maiores informações, procure um tutorial sobre o gdb.

Além de debugar, pode ser útil verificar se o objeto está compilado corretamente. Uma maneira de verificar isto é utilizar a ferramenta `nm` que lista os símbolos de um objeto compilado.

```
1 nm -D <external>.pd_linux
```

7.3.2 Misturando código C e C++

Existem algumas diferenças entre compiladores C e C++ que tornam a sintaxe das linguagens incompatíveis, gerando resultados diferentes para um mesmo trecho de código. Um exemplo disso que influencia o funcionamento de *externals* no Pure Data é a geração da tabela de símbolos dos objetos binários.

Compiladores C++ realizam um processo chamado *name mangling* (ou "dilaceramento de nomes"), que consiste em alterar o nome de funções, estruturas, classes, etc, incluindo informações sobre o espaço

[5] `http://puredata.info/docs/developer/MakefileTemplate`
[6] `http://puredata.hurleur.com/sujet-1029-problem-compiling-external-windows`

de nomes do objeto em questão. Isto resulta em nome diferentes gravados nas tabelas de símbolos dos objetos binários, o que pode confundir o Pure Data no momento do carregamento de um *external*.

Para garantir que um compilador C++ gere nomes compatíveis com objetos binários C, utilize a expressão `extern "C"` na frente dos nomes das funções que serão chamadas pelo Pure Data:

```
1 extern "C" example01_setup(void);
2 extern "C" example01_new(void);
```

Código 7.2: Externalização de código C++

Capítulo 8

O básico de um *external*

Escrever um *external* significa seguir as recomendações da API. Peço ao leitor bastante paciência pois este tutorial pretende andar um pouco devagar para mostrar os passos da escrita de um *external*.

Nota:

- `helloworld.c`
- `cowsay.c`
- `example01.c`
- `example03.c`
- `example16.c`
- `counter.c`

8.1 Um *external* Hello World

Como dissemos anteriormente, a arquitetura do Pure Data é organizada de acordo com o paradigma de orientação a objetos: cada objeto gráfico do Pure Data corresponde a uma instância de uma classe. Neste sentido, um *external* está associado a um conjunto de estruturas de dados que representam classes em C. Veja que o conceito de objeto aqui não remete ao conceito de objetos de linguagens de programação como Java ou C++. Para cada classe é necessário haver métodos de instanciação, destruição, processamento de sinais, tratamento de mensagens, etc.

A infraestrutura mínima para o funcionamento de um *external* (de nome, digamos, `<external>`) consiste em uma estrutura de dados para a representação de uma classe, que deve ter nome `t_<external>`, e dois métodos obrigatórios, chamados `<external>_setup()` e `<external>_new()`. Note que a convenção de nomes utilizada no Pure Data é de que toda função deve ser nomeada da forma `<contexto>_<funcao>()`.

A estutura de dados que representa uma classe do Pure Data deve obrigatoriamente possuir o primeiro atributo do tipo `t_object`, no qual é armazenado o objeto criado no momento da instanciação. Outros atributos podem ser adicionados a esta estrutura de maneira que cada instância da mesma classe possua os atributos necessários para seu funcionamento. Uma classe que acessa um arquivo, por exemplo, pode possuir como atributos uma string para guardar o caminho e um inteiro para guardar o descritor do arquivo.

Um exemplo de estrutura de dados para representação de uma classe chamada `helloworld` consiste no seguinte:

```
1  // -------------------------------------------------
2  // Class definition
3  // -------------------------------------------------
4  static t_class *helloworld_class;
5
6  // -------------------------------------------------
7  // Data structure definition
8  // -------------------------------------------------
9  typedef struct _helloworld {
10    t_object x_obj;
11 } t_helloworld;
```

Código 8.1: Estruturas de dados de um *external*

Tal objeto é passado para as funções que tratam mensagens e por isto tudo o que for necessário para o funcionamento de seu external deve estar contido neste objeto. Aproveitamos para recomendar que isto inclua toda alocação e liberação de memória que possa ser necessária.

Sempre que um *external* é carregado pelo Pure Data, o método de nome `<external>_setup()` é executado. No exemplo dado acima, o Pure Data irá procurar, no arquivo binário `example1.pd_linux` que contém a biblioteca compartilhada, o método de nome `example1_setup(void)`. Este método é utilizado para realizar a inicialização da classe, informando ao Pure Data da existência de uma nova classe no sistema e associando a ela os métodos de instanciação e destruição, além de outras informações:

```
1 void helloworld_setup(void) {
2    helloworld_class = class_new(
3       gensym("helloworld"),          // Nome simbolico
4       (t_newmethod) helloworld_new,  // Construtor
5       (t_method) helloworld_destroy, // Destrutor
6       sizeof (t_helloworld),         // Tamanho do objeto
7       CLASS_NOINLET,                 // Flags com o tipo da
            classe
8       0);                            // Argumentos do construtor
9 }
```

Código 8.2: Método setup

Dentro do método `<external>_setup()` não há limite para o número de classes a definir, de forma que é possível definir apenas uma classe (como no exemplo helloworld.c) ou uma biblioteca inteira com várias classes (como no exemplo 3). A introdução de uma nova classe no sistema é realizada pela função `class_new()`. São parâmetros da função `class_new()`:

- Nome simbólico da classe.
- Método construtor de um objeto.
- Método destrutor de um objeto.
- Tamanho do espaço de dados dos atributos de um objeto.
- Flags que definem a representação gráfica do objeto.
- Tipos dos parâmetros a serem passados para o construtor quando da instanciação de um objeto (veja o próximo capítulo).

Os tipos de Flags aceitas para representar um objeto são:

- CLASS_DEFAULT - Para objetos padrões do PD com 1 inlet
- CLASS_NOINLET - Objetos sem inlet "Mágico"
- CLASS_PD - Para objetos sem representação gráfica, como inlets
- CLASS_GOBJ - Para objetos gráficos como arrays e graphs
- CLASS_PATCHABLE - Para objetos internos do PD como "message" ou "text"

É necessário terminar a lista de tipos de parâmetros com um número inteiro 0, para indicar ao Pure Data que a lista de tipos terminou. Consulte a documentação da função `class_new()` para mais detalhes[1].

O método `<external>_new()`, que foi associado como método de instanciação de objetos na chamada de `class_new()`, realiza a instanciação de objetos propriamente dita. Neste método, além da instanciação de um novo objeto através da função `pd_new()`, é possível definir os valores dos atributos da estrutura de dados da classe e também inicializar quaisquer outros contextos que sejam necessários, como por exemplo abrir arquivos, preencher vetores, alocar memória, etc.

[1] `http://pdstatic.iem.at/externals-HOWTO/node9.html#SECTION00092100000000000000`

```
// ------------------------------------------------
// Construtor da classe
// ------------------------------------------------
void * helloworld_new(void){
   t_helloworld *x = (t_helloworld *) pd_new(helloworld_class);
   // Something else?
   return (void *) x;
}
```

Código 8.3: Construtor de uma classe

Após a criação da estrutura de dados dos métodos da forma mencionada acima, a compilação realizada da forma descrita na seção 7.3, e a criação do objeto no Pure Data como descrito na seção 1.3, o resultado pode ser visto na figura 8.1.

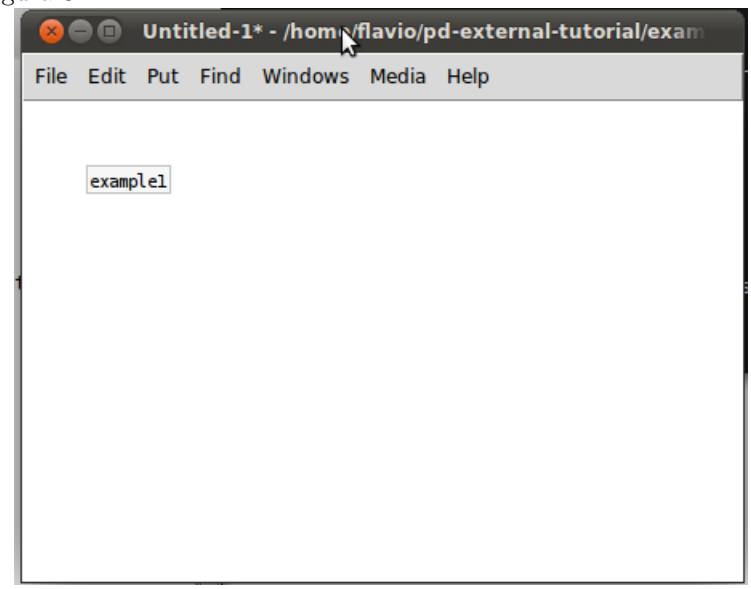


Figura 8.1: Nosso primeiro *external* do PD. Ainda inútil. :-)

8.2 Uma biblioteca simples

Um mesmo método `<external>_setup()` pode definir várias classes diferentes. A isto damos o nome de biblioteca. Neste cenário, o método `<external>_setup()` possui o mesmo nome do arquivo com a biblioteca, mas cada classe podem ter um nome diferente (veja o exemplo 3).

```
void example3_setup(void) {
  post("Initializing my library");

  myobj1_class = class_new(
    gensym("myobj1"),
    (t_newmethod) myobj1_new, // Constructor
    0,
    sizeof (t_myobj1),
    CLASS_NOINLET,
    0);
  class_sethelpsymbol(myobj1_class, gensym("myobj1-help"));

  myobj2_class = class_new(
    gensym("myobj2"),
    (t_newmethod) myobj2_new, // Constructor
    0,
```

```
17      sizeof (t_myobj2),
18      CLASS_NOINLET,
19      0);
20    class_sethelpsymbol(myobj2_class, gensym("myobj2-help"));
21  }
```

Código 8.4: Exemplo de arquivo com duas classes

Se o arquivo foi preenchido corretamente, compilado corretamente e adicionado ao caminho do PureData, teremos o resultado visto na figura ??.

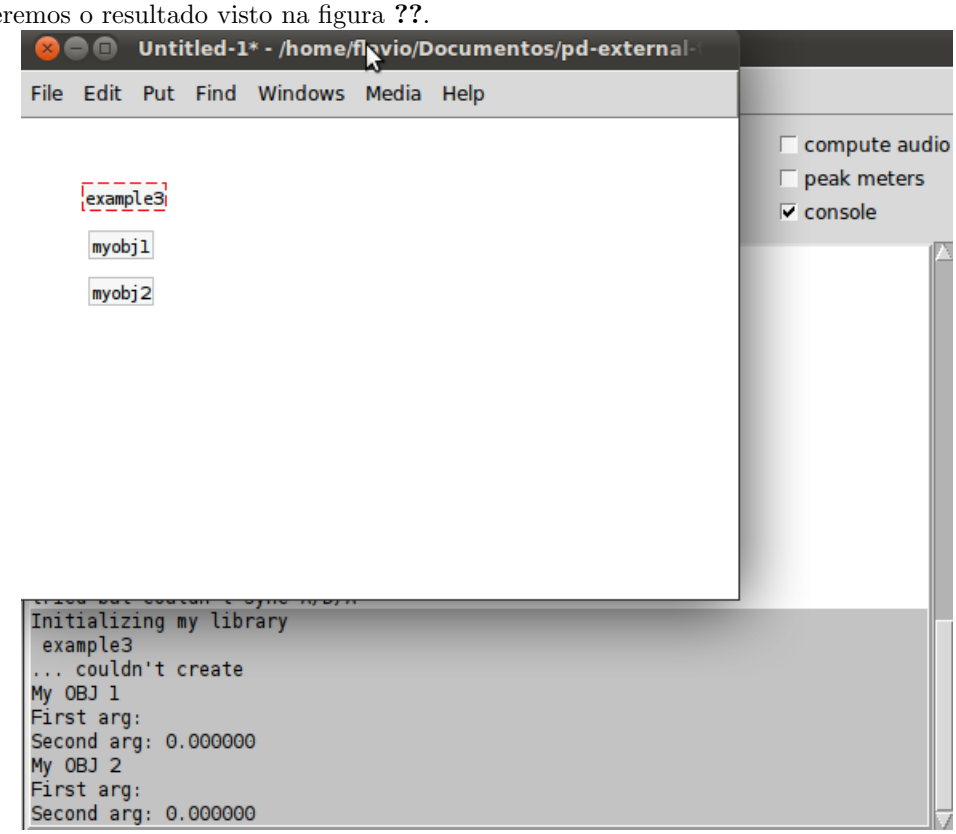


Figura 8.2: Nosso segundo *external* do PD. Ainda inútil. :-)

Caso seu objeto não tenha funcionado, verifique se vc utilizou o parâmetro `-lib example03` para executá-lo.

Apesar de este tipo de biblioteca ser bastante utilizado no código-fonte do PD, é recomendado separar os *external* em arquivos individuais para simplificar a leitura e manutenção do código-fonte. Sendo assim, é recomendado que o *external* "myobj1" esteja em um arquivo chamado "myobj1.c" e que o mesmo seja feito com o *external* "myobj2".

8.3 Outras informações de um *external*

Dentro do Pure Data, um clique com o botão direito em um objeto abre um menu no qual uma das opções é `Ajuda`. Quando esta opção é selecionada, o Pure Data abre um patch associado ao objeto, que deve conter instruções e exemplos de uso. Por padrão, o Pure Data procura um arquivo com o mesmo nome que o external (acrescido da extensão `-help.pd`) no diretório padrão de documentação (`doc/5.reference`). Para associar um arquivo diferente do padrão, basta utilizar a função `class_sethelpsymbol`:

```
1  class_sethelpsymbol(myclass_class, gensym("my_class-help"));
```

Código 8.5: Definição de arquivo de help

Um objeto pode ainda ter outros nomes (*aliases*). Para definir isto podemos utilizar a função `class_addcreator()`. Veja o exemplo:

```
1 class_addcreator((t_newmethod)medusa_new, gensym("med"), 0);
```

Código 8.6: Definição de alias para um objeto

Exemplos comuns de aliases são os objetos [send], [receive] e [trigger], que podem ser instanciados pelos aliases [s], [r] e [t] respectivamente.

8.4 Variáveis globais

É possível utilizar variáveis globais para armazenar dados de um *external*. Estas variáveis são visíveis para todas as intâncias de objetos do *external* e todas podem alterar seus valores. Isto pode ser útil ou um desastre (veja o exemplo16). Por exemplo, cada instância do *external* `example16` definido a partir do código a seguir incrementa em uma unidade o valor do contador, como pode ser visto na figura 8.3:

```
1 int count = 0;
2
3 void * example16_new(void) {
4     t_example16 *x = (t_example16 *) pd_new(example16_class);
5     post("Counter value: %d",count);
6     count++;
7     return (void *) x;
8 }
```

Código 8.7: Exemplo de uma variável global

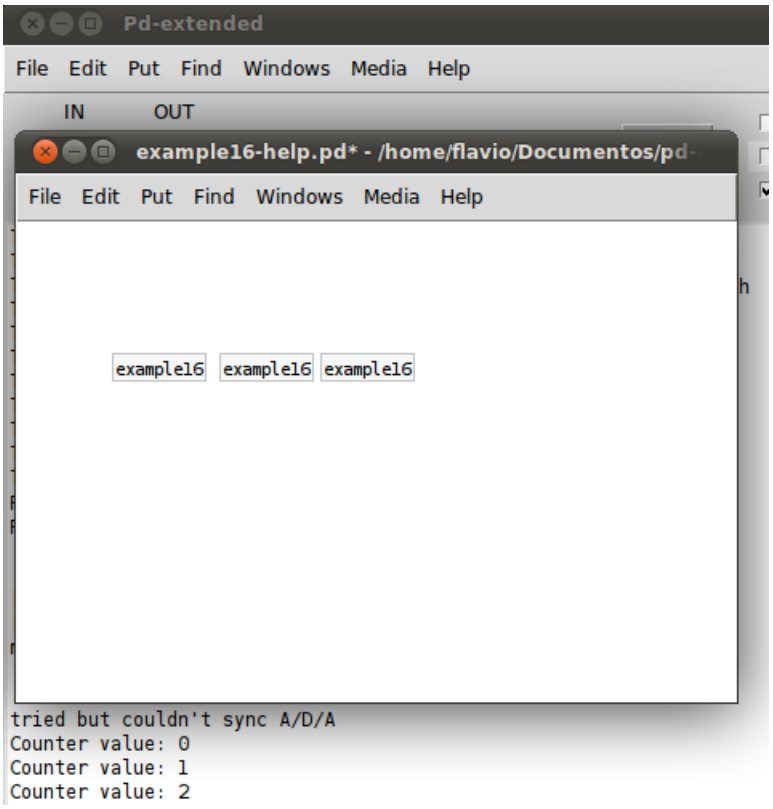


Figura 8.3: Repare na saída da janela principal.

Caso isto não seja desejável, o ideal é incluir as variáveis dentro da estrutura do objeto. Assim, neste exemplo cada instância terá seu próprio contador:

```
1 static t_class *counter_class;
2
```

```
3  typedef struct _counter {
4     t_object x_obj;
5     t_float counter;
6     t_outlet * x_outlet_output_float;
7  } t_counter;
8
9  void * counter_new(void){
10    t_counter *x = (t_counter *) pd_new(counter_class);
11    x->counter = 0;
12    x->x_outlet_output_float = outlet_new(&x->x_obj, gensym("float
         "));
13    return (void *) x;
14 }
```

Código 8.8: Objeto contador

Vale notar que adicionar a estrutura de dados do *external* os atributos necessários para seu funcionamento é a abordagem padrão para o desenvolvimento. É recomendado que o compartilhamento de dados entre dois objetos ocorra pela troca de mensagem e não por variáveis globais.

Capítulo 9

Os tipos de dados do PD

Uma vez que o Pure Data é utilizado em diversas plataformas, muitos tipos comuns de variáveis, como `int`, são redefinidos. Para escrever um *external* que seja portável para qualquer plataforma, é razoável que você utilize os tipos providos pelo Pure Data. Como dissemos na seção 7.2, para escrever um *external*, é necessário incluir o arquivo `m_pd.h` que possui definições de constantes (versão do Pure Data, sistema operacional, compilador, etc), estruturas, assinaturas de funções e tipos de dados.

Existem muitos tipos predefinidos que devem fazer a vida do programador mais simples. Em geral, os tipos do pd têm nome iniciado por `t_`.

tipo do pd	descrição
`t_atom`	átomo
`t_float`	valor de ponto flutuante
`t_symbol`	símbolo
`t_gpointer`	ponteiro (para objetos gráficos)
`t_int`	valor inteiro
`t_signal`	estrutura de um sinal
`t_sample`	valor de um sinal de áudio (ponto flutuante)
`t_outlet`	*outlet* de um objeto
`t_inlet`	*inlet* de um objeto
`t_object`	objeto gráfico
`t_class`	uma classe do pd
`t_method`	um método de uma classe
`t_newmethod`	ponteiro para um construtor (uma função `_new`)

9.1 Símbolos

Um símbolo corresponde a um valor constante de uma *string*, ou seja, uma sequência de letras que formam uma palavra única.

Cada símbolo é armazenado em uma tabela de busca por razões de performance. A função `gensym(char *)` procura por uma string em uma tabela de busca e retorna o endereço daquele símbolo. Se a string não foi encontrada na tabela, um novo símbolo é adicionado.

Estes símbolos serão usados para várias coisas como para criar e associar mensagens entre objetos, definir ações esperadas para mensagens recebidas por inlets, criar comunicação entre a GUI e o Pd, entre outras.

Para imprimir, por exemplo, o valor de uma String contida em um `t_symbol` é necessário acessar sua propriedade `s_name`.

Exemplo:

```
1    printf("%s\n", my_symbol->s_name);
```

Código 9.1: Imprimindo o texto de um símbolo

9.2 Mensagens

Dados que não correspondem a áudio são distribuídos via um sistema de mensagens. Cada mensagem é composta de um "seletor"e uma lista de átomos.

9.2.1 Átomos

Um átomo é um tipo de dado do PD que possui um valor e uma identificação. Os tipos de átomo mais utilizados são:

- `A_FLOAT`: um valor numérico (de ponto flutuante).
- `A_SYMBOL`: um valor simbólico (string).
- `A_POINTER`: um ponteiro.

Valores numéricos são sempre considerados valores de ponto flutuante (`t_float`), mesmo que possam ser exibidos como valores inteiros.

Átomos do tipo `A_POINTER` não são muito importantes (para *externals* simples).

O tipo de um átomo `a` é armazenado no elemento da estrutura `a.a_type`.

Outros tipos de átomo definidos no arquivo `m_pd.h` são:

- `A_NULL`,
- `A_FLOAT`,
- `A_SYMBOL`,
- `A_POINTER`,
- `A_SEMI`,
- `A_COMMA`,
- `A_DEFFLOAT`,
- `A_DEFSYM`,
- `A_DOLLAR`,
- `A_DOLLSYM`,
- `A_GIMME`,
- `A_CANT`

Nem todos estes átomos são utilizados no desenvolvimento de *externals* e alguns são representações internas do PD para símbolos reservados como vírgula, cifrão ou nulo. Assim, se um objeto precisa passar para outro objeto um valor nulo, um cifrão ou vírgula, estes tipos devem ser utilizado.

A manipulação de átomos pode ser feita pelas seguintes funções:

`SETFLOAT`

`SETFLOAT(atom, f)`

Esta macro define o tipo do átomo como `A_FLOAT` e armazena no mesmo o valor de f. É necessário passar um ponteiro para o átomo.

`SETSYMBOL`

`SETSYMBOL(atom, s)`

Esta macro define o tipo do átomo como `A_SYMBOL` e armazena no mesmo um ponteiro para o símbolo s. É necessário passar um ponteiro para o átomo.

`SETPOINTER`

`SETPOINTER(atom, pt)`
Esta macro define o tipo do átomo como `A_POINTER` e armazena no mesmo o ponteiro pt. É necessário passar um ponteiro para o átomo.

`atom_getfloat`

`t_float atom_getfloat(t_atom *a)`
Se o átomo for do tipo `A_FLOAT`, retorna o valor do float, caso contrário, retorna 0.0.

`atom_getfloatarg`

`t_float atom_getfloatarg(int which, int argc, t_atom *argv)`
Se o tipo do átomo encontrado na lista de átomos argv, de tamanho argc e na posição which for `A_FLOAT`, retorna o valor deste átomo. Caso contrário, retorna 0.0.

`atom_getint`

`t_int atom_getint(t_atom *a)`
Se o átomo for do tipo `A_INT`, retorna o valor inteiro, caso contrário, retorna 0.

`atom_getintarg`

`t_int atom_getintarg(int which, int argc, t_atom *argv)`
Se o tipo do átomo encontrado na lista de átomos argv, de tamanho argc e na posição which for `A_INT`, retorna o valor deste átomo. Caso contrário, retorna 0.

`atom_getsymbol`

`t_symbol atom_getsymbol(t_atom *a)`
Se o átomo for do tipo `A_SYMBOL`, retorna um ponteiro para este símbolo, caso contrário, retorna "0".

`atom_getsymbolarg`

`t_symbol atom_getsymbolarg(int which, int argc, t_atom *argv)`
Se o tipo do átomo encontrado na lista de átomos argv, de tamanho argc e na posição which for `A_SYMBOL`, retorna um ponteiro para este símbolo. Caso contrário, retorna "0".

`atom_gensym`

`t_symbol *atom_gensym(t_atom *a)`
Se o átomo for do tipo `A_SYMBOL`, retorna um ponteiro para este símbolo. Átomos de outros tipos são convertidos de maneira "razoável" em string, adicionados na tabela de símbolos, e um ponteiro para este símbolo é retornado.

`atom_string`

`void atom_string(t_atom *a, char *buf, unsigned int bufsize)`
Converte um átomo em uma string (char *) previamente alocada e de tamanho bufsize.

9.2.2 Seletores

Um seletor é um símbolo que define o tipo de uma mensagem. Existe cinco seletores pré-definidos:

- `bang`: rotula um gatilho de evento. Uma mensagem de `bang` consiste somente do seletor e não contém uma lista de átomos.
- `float` rotula um valor numérico. A lista de uma mensagem `float` contém um único átomo de tipo `A_FLOAT`.

- `symbol` rotula um valor simbólico. A lista de uma mensagem `symbol` consiste em um único átimo do tipo `A_SYMBOL`.
- `pointer` rotula um valor de ponteiro. A lista de uma mensagem do tipo `pointer` contém um único átimo do tipo `A_POINTER`.
- `list` rotula uma lista de um ou mais átomos de tipos arbitrários.

Uma vez que os símbolos para estes seletores são utilizados com frequência, seu endereço na tabela de símbolos pode ser utilizado diretamente, sem a necessidade da utilização de `gensym`:

seletor	rotina de busca	endereço de busca
`bang`	`gensym("bang")`	`&s_bang`
`float`	`gensym("float")`	`&s_float`
`symbol`	`gensym("symbol")`	`&s_symbol`
`pointer`	`gensym("pointer")`	`&s_pointer`
`list`	`gensym("list")`	`&s_list`
`--` (signal)	`gensym("signal")`	`&s_signal`

Outros seletores também podem ser utilizados. A classe receptora tem que prover um médodo para um seletor específico ou para `anything`, que corresponde a qualquer seletor arbitrário.

Mensagens que não possuem seletor explícito e começam com um valor numérico são reconhecidas automaticamente como mensagens `float` (se consistirem de apenas um átomo) ou como mensagens `list` (se forem compostas de diversos átomos).

Por exemplo, as mensagens `12.429` e `float 12.429` são idênticas. Da mesma forma, as mensagens `list 1 para voce` é idêntica a `1 para voce`.

Cabe escrever sobre binbuf?

Capítulo 10

Construtor e destrutor

Um objeto em PD pode precisar de determinados parâmetros para ser iniciado. Por exemplo, para criar um oscilador é necessário passar para este objeto a frequência que o mesmo irá funcionar. Assim, o objeto recebe um parâmetro como, por exemplo, [osc 440]. Para receber parâmetros na criação de um objeto é necessário informar o PD do mesmo. Para isto, é necessário tanto informar os parâmetros na definição da classe quanto definir corretamente a assinatura da função do construtor. Estes parâmetros são ilustrados abaixo.

Nota:

- `example02.c`
- `example09.c`

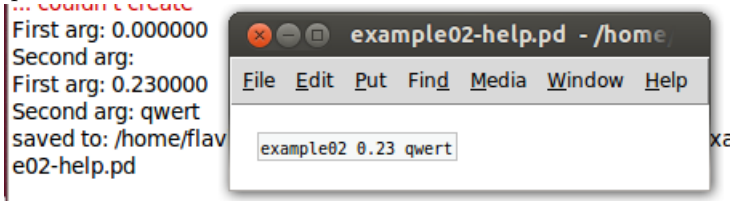


Figura 10.1: *external* recebendo parâmetros. Note a tela de saída no fundo da imagem.

10.1 Tipos de parâmetros

Os tipos de parâmetros aceitos para o construtor com checagem de tipo são:

- `A_DEFSYMBOL` para Strings
- `A_DEFFLOAT` para números

Por questões de implementação, o PD pode verificar apenas 5 parâmetros com tipo. Para passar mais parâmetros ao construtor é necessário utilizar um outro tipo de parâmetro:

- `A_GIMME` para qualquer tipo de parâmetro

Caso este tipo seja utilizado, o construtor deverá receber uma lista de átomos de tamanhos e tipos arbitrários e não faz a verificação de tipos.

A assinatura do construtor para receber ester parâmetros são:

```
1 void *myclassnew(void) // Construtor sem parametros
2 void *myclassnew(t_symbol *arg)  // Para parametro tipo
     A_DEFSYMBOL
3 void *myclassnew(tfloatarg arg) // Para parametro tipo A_DEFFLOAT
4 void *myclass_new(t_symbol *s , int argc , t_atom * argv) // Para
      A_GIMME
```

Código 10.1: Assinatura do construtor

10.2 Construtor

Parâmetros de inicialização no construtor podem permitir que inicializemos o external com determinados valores. Isto é feito definindo os parâmetros no métodos `class_new()` quanto na definição da função construtora. (Veja o exemplo02).

```
1  // Constructos of the class
2  void * example02_new(t_floatarg arg1, t_symbol * arg2) {
3      t_example02 *x = (t_example02 *) pd_new(example02_class);
4      post("First arg: %f", arg1);
5      post("Second arg: %s", arg2->s_name);
6      return (void *) x;
7  }
8
9  void example02_setup(void) {
10     example02_class = class_new(gensym("example02"),
11             (t_newmethod) example02_new, // Constructor
12             0,
13             sizeof (t_example02),
14             CLASS_NOINLET,
15             A_DEFFLOAT, // First Constructor parameter
16             A_DEFSYMBOL, // Second Constructor parameter
17             0);
18 }
```

Código 10.2: Passagem de parâmetro para o construtor

Notem que os parâmetros são definidos com um tipo e são recebidos com outro. Como explicado na seção 9.2, todos os dados que não correspondem a sinais de áudio são transmitidos como mensagens, compostas de átomos. Para ver os tipos de átomo que podem ser utilizados na passagem de parâmetros, veja a seção 9.2.1.

Para aceitar qualquer tipo de átomo na passagem de um parâmetro específico, utilize o tipo de átomo `A_GIMME` (veja o exemplo09).

```
1  // Constructor of the class
2  void * example09_new(t_symbol *s, int argc, t_atom * argv) {
3     t_example09 *x = (t_example09 *) pd_new(example09_class);
4     post("%d parameters received",argc);
5     return (void *) x;
6  }
7
8  void example09_setup(void) {
9     example09_class = class_new(gensym("example09"),
10      (t_newmethod) example09_new, // Constructor
11      (t_method) example09_destroy, // Destructor
12      sizeof (t_example09),
13      CLASS_NOINLET,
14      A_GIMME, // Allows various parameters
15      0); // LAST argument is ALWAYS zero
16 }
```

Código 10.3: Objeto que recebe qualquer tipo de parâmetro

Quando utilizamos o tipo de átomo `A_GIMME` o método construtor funciona como uma função `main()` em C: ela recebe os parâmetros `argc`, que indica o número de átomos na lista, e `*argv`, que aponta para a lista de átomos de fato. Veja o exemplo na figura 10.2.

Neste caso, diferentemente da função main na linguagem C, o primeiro parâmetro não é o nome do external. O nome do external é o primeiro parâmetro recebido pela função, em nosso exemplo, "t_symbol *s".

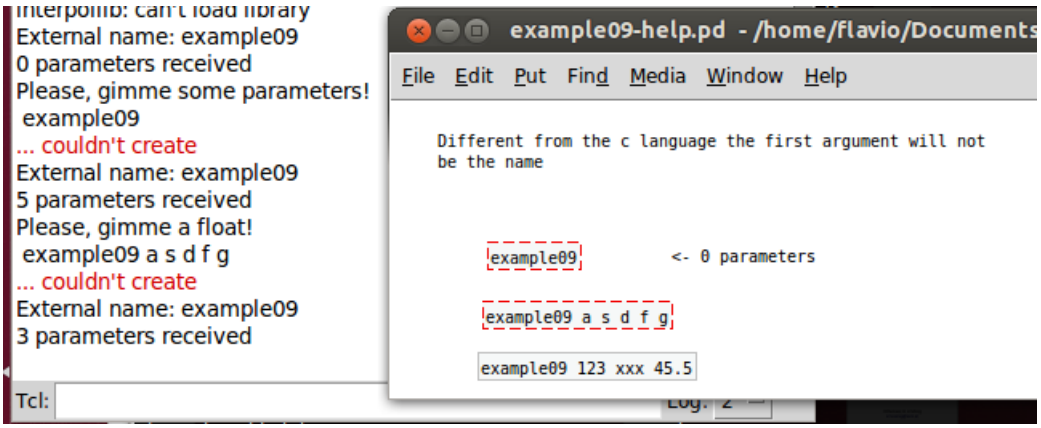


Figura 10.2: Diferente da linguagem C, o primeiro parâmetro não é o nome do external.

10.3 Validando parâmetros no construtor

Note que o Pure Data não obriga que o usuário passe parâmetros para o objeto. Todo construtor, independentemente de como ele está definido, aceita sua instanciação vazia. Cabe ao programador verificar se os parâmetros recebidos são em quantidade, tipo e valor esperado e, caso não seja, abortar a construção do objeto e não retornar sua instância.

```
1  // Constructor of the class
2  void * example09_new(t_symbol *s, int argc, t_atom * argv) {
3     t_example09 *x = (t_example09 *) pd_new(example09_class);
4     post("External name: %s", s->s_name);
5     post("%d parameters received",argc);
6     if(argc < 1){
7        post("Please, gimme some parameters!");
8        return NULL;
9     }
10    if(argv[0]->a_type != A_FLOAT{
11       post("Gimme a float!");
12       return NULL;
13    }
14    return (void *) x;
15 }
```

Código 10.4: Validando parâmetros na construção de um objeto

Como podemos verificar no exemplo código acima, caso não seja passado um parâmetro do tipo float para o example09 o mesmo não irá retornar uma instância do objeto e apresentará a mensagem de que parâmetros devem ser passado ao objeto.

10.4 Outras tarefas para o construtor

Como deve-se saber, não é aconselhável alocar memória durante o bloco de processamento de sinais quando trabalhamos com processamento em tempo real. Por esta razão, é aconselhável alocar a memória de variáveis que iremos utilizar em nosso *external* no construtor.

Um exemplo de dados que deve ser alocado e instanciado no construtor seria uma tabela seno para criar um oscilador por consulta a tabela.

```
1  void *getbytes(size_t nbytes);
```

Código 10.5: Função para a alocação de memória

A alocação de memória deve ser feita preferencialmente pela função `getbytes`. Esta função utiliza internamente a função padrão `malloc` porém é portável para os sistemas operacionais onde o PD funciona.

Outra tarefa que pode ser realizada pelo construtor é a criação de iolets passivos. Tal funcionalidade será coberta no próximo capítulo deste documento.

10.5 Destrutor

O destrutor de uma classe permite liberar alguma memória eventualmente alocada pelo construtor ou por outras funções do *external* (veja o exemplo 07).

```
1  // Destroy the object
2  void example09_destroy(t_example09 *x) {
3    post("You say good bye and I say hello");
4  }
5
6  void example09_setup(void) {
7     example09_class = class_new(gensym("example09"),
8       (t_newmethod) example09_new, // Constructor
9       (t_method) example09_destroy, // Destructor
10      sizeof (t_example09),
11      CLASS_NOINLET,
12      A_GIMME, // Allows various parameters
13      0); // LAST argument is ALWAYS zero
14 }
```

Código 10.6: Exemplo de destrutor

De maneira análoga a alocação de memória, o PD também disponibiliza uma função portável para a liberação de memória. A liberação da memória pode ser feita utilizando a função `freebytes()` definida na API do Pure Data. Tal função deve chamar internamente a função padrão `free` sendo, porém, portável entre diferentes sistemas operacionais.

```
1  void freebytes(void *x, size_t nbytes)
```

Capítulo 11

Inlets e outlets

Os objetos que criamos até agora são inúteis. Não servem para nada, pois não se comunicam com outros objetos nem modificam sinais de áudio. Para dar utilidade a um *external*, é necessário que ele comunique com outros objetos do Pure Data. Isto é feito por meio de *inlets* e *outlets*, portas de entrada e saída (respectivamente) de sinais de áudio e/ou mensagens.

Neste capítulo vamos tratar exclusivamente de inlets e outlets de mensagens. Entre os inlets de mensagem há os tipos passivos e ativos, que os usuários costumam chamar de inlets frios e quentes. Inlets **passivos** são inlets cujo valor recebido é associada diretamente a um atributo do objeto. São chamados de passivos pois a alteração do seu valor não resulta na chamada de um método e a atribuição do valor recebido ao atributo do objeto é feita automaticamente. Inlets **ativos**, por outro lado, são associados a funções e permitem a execução de uma função arbitrária quando um valor é recebido no inlet.

Nota:

- `inverter.c`
- `example04.c`
- `evenodd.c`
- `example05.c`
- `example06.c`
- `example08.c`
- `yourclass.c`
- `multiplus.c`
- `outlet_dinamico.c`

As mensagens passadas para o objeto em seus inlets ocorre por passagem de valor para o caso de inteiros e por passagem de parâmetros para os demais tipos. Por isto, é necessário cuidado ao manipular tais mensagens pois a alteração do valor de um ponteiro implica na alteração do mesmo em todos os objetos que o recebe. Veja o exemplo `inverter.c`. Neste exemplo o valor de um Symbol é alterado e resulta no mesmo invertido. Caso você inverta este valor, salve o patch, feche-o e abra-o novamente, encontrará o valor deste símbolo invertido, conforme apresentado nas Figuras 11.1 e 11.2.

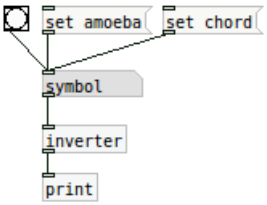


Figura 11.1: Alteração de uma mensagem recebida.

11.1 Inlets ativos

Um inlet ativo sempre recebe mensagens no primeiro inlet do objeto e por isto o mesmo deve ser utilizado com a classe do tipo `CLASS_DEFAULT`. Estes inlets são sempre associados a uma função. A criação de um inlet ativo define o tipo do átomo que o inlet receberá (veja o exemplo 05 e o resultado na figura **??**).

```
1 // all inlet-methods receive the object as their first argument.
```

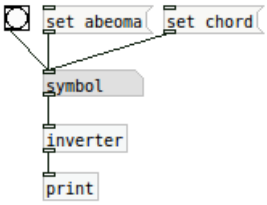


Figura 11.2: Alteração de uma mensagem recebida, ao reabrir.

```
2  void example05_bang(t_example05 *x) {
3    post("BANGED!");
4  }
5
6  void example05_anything(t_example05 *x, t_symbol *s, int argc,
       t_atom *argv){
7    post("ANYTHING!");
8  }
9
10 void example05_setup(void) {
11   example05_class = class_new(gensym("example05"),
12     (t_newmethod) example05_new, // Constructor
13     0,
14     sizeof (t_example05),
15     CLASS_DEFAULT,
16     0); // LAST argument is ALWAYS zero
17   class_addbang(example05_class, example05_bang);
18   class_addanything(example05_class, example05_anything);
19 }
```

Código 11.1: Exemplo de objeto com inlet ativo

Neste exemplo, definimos duas funções associadas ao primeiro inlet, uma para receber uma mensagem `bang` e outra para receber qualquer tipo de dado. O resultado desta implementação pode ser vista na Figura 11.3.

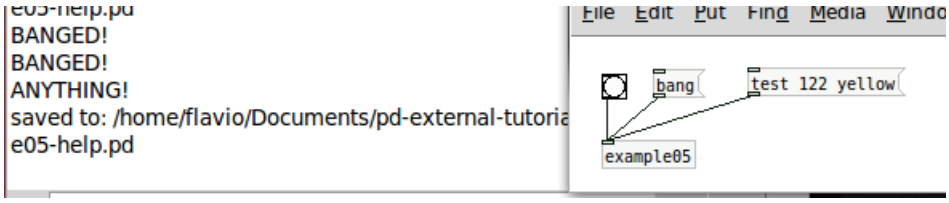


Figura 11.3: Inlets ativos.

Abaixo, a tabela com os métodos que criam inlets ativos, e assinaturas possíveis para funções associadas a cada tipo:

método do pd para criar inlet ativo	assinatura para o método associado ao inlet
`class_addbang(t_class *c, t_method fn);`	`my_b(t_myt *x);`
`class_addfloat(t_class *c, t_method fn);`	`my_f(t_myt *x, t_floatarg f);`
`class_addsymbol(t_class *c, t_method fn);`	`my_s(t_myt *x,t_symbol *s);`
`class_addpointer(t_class *c, t_method fn);`	`my_p(t_myt *x, t_gpointer *pt);`
`class_addlist(t_class *c, t_method fn);`	`my_l(t_myt *x, t_symbol *s, int argc, t_atom *argv);`
`class_addanything(t_class *c, t_method fn);`	`my_a(t_mydata *x, t_symbol *s, int argc, t_atom *argv);`

11.2 Mensagens para o primeiro inlet

Da mesma maneira que é possível mapear os tipos de dados recebidos no primeiro inlet para funções, também é possível definir tipos de mensagens separadamente. Isto é feito através da função `add_method()` (veja o exemplo 08). Esta função permite que a mensagem possua um identificador com seu tipo e outros dados que acompanham esta mensagem.

```
1  // Constructor of the class
2  void * example08_new(void) {
3    t_example08 *x = (t_example08 *) pd_new(example08_class);
4    return (void *) x;
5  }
6
7  void example08_start(t_example08 *x){
8    post("START / BANG");
9  }
10
11 void example08_open(t_example08 *x, t_symbol *s){
12   post("open %s",s->s_name);
13 }
14
15
16 void example08_alfa(t_example08 *x, t_floatarg f){
17   post("ALFA VALUE %f",f);
18 }
19
20 void example08_setup(void) {
21   example08_class = class_new(gensym("example08"),
22     (t_newmethod) example08_new, // Constructor
23     (t_method) example08_destroy, // Destructor
24     sizeof (t_example08),
25     CLASS_DEFAULT,
26     0); // LAST argument is ALWAYS zero
27   // All these messages will be received by the first left inlet
28   class_addmethod(example08_class, (t_method) example08_start,
29     gensym("start"), 0); // two messages, the same function
30   class_addmethod(example08_class, (t_method) example08_start,
31     gensym("bang"),  0); // may be "start" or "bang" messages
32   class_addmethod(example08_class, (t_method) example08_open,
33     gensym("open"),  A_DEFSYMBOL,0);
34   class_addmethod(example08_class, (t_method) example08_alfa,
35     gensym("alfa"), A_DEFFLOAT,0);
36 }
```

Código 11.2: Passagem de mensagens para o primeiro inlet

A listagem acima mostra que as mensagens `bang` e `start` são associadas ao mesmo método. Além disto, a mensagem `open` recebe um texto como parâmetro e a mensagem `alfa` recebe um float como parâmetro. Como no construtor, a função `class_addmethod` pode receber uma lista de e receber um valor zero como último argumento.

Desta forma não precisamos tratar a mensagem que o inlet recebe mas definí-las de antemão e criar funções que mapeiem a mensagem recebida. Veja a Figura 11.6.

11.3 Inlets passivos

Um inlet passivo é a forma de o objeto receber uma mensagem que não está associado a uma função mas a um atributo do objeto. Assim, ao criarmos um inlet que recebe um valor float, o mesmo deverá alterar um atributo float do objeto sem que o mesmo possua uma função associada para verificar esta alteração.

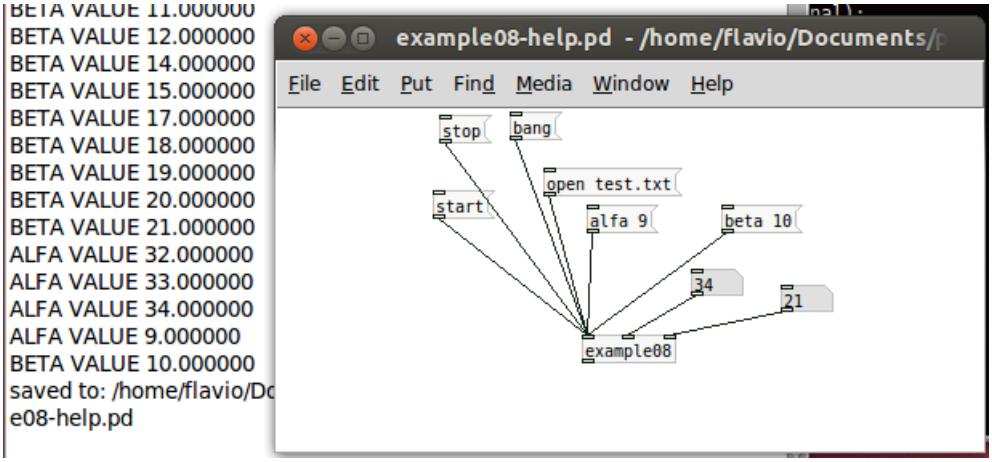


Figura 11.4: Mais inlets.

Por não possuir uma função associada, tal inlet é comumente chamado de "inlet frio". Abaixo vemos um exemplo de objeto com um inlet passivo (veja a figura 11.5):

```
1  static t_class *example04_class;
2
3  typedef struct _example04 {
4    t_object x_obj;
5    t_float my_float;
6  } t_example04;
7
8  // Constructor of the class
9  void * example04_new(t_symbol * arg1, t_floatarg arg2) {
10   t_example04 *x = (t_example04 *) pd_new(example04_class);
11   floatinlet_new(&x->x_obj, &x->my_float);
12   return (void *) x;
13 }
```

Código 11.3: Exemplo de inlet passivo

Neste exemplo, o atributo `my_float` do objeto é associado a um inlet do tipo float. Isto significa que, caso tenhamos uma mensagem float ligada a este objeto, o valor desta mensagem ficará armazenada no atributo my_float.

Um inlet passivo é associado a um tipo do Pure Data, e requer que o atributo associado seja do mesmo tipo do valor recebido através do inlet. Para cada tipo do Pure Data, utiliza-se uma função diferente para criar inlets que recebam aquele tipo (veja o exemplo evenodd.c).

As funções para criar os inlets passivos são:

- `floatinlet_new(t_object *owner, t_float *fp)`
- `symbolinlet_new(t_object *owner, t_symbol **sp)`
- `pointerinlet_new(t_object *owner, t_gpointer *gp)`

Para adicionar inlets passivos de um tipo genérico, veja a Subseção Proxy de inlets adiante.

11.4 Um inlet ativo extra

A função `inlet_new()` pode adicionar novos inlets a um objeto sem que estes inlets sejam passivos. Tal função depende de haver uma mensagem associada ao primeiro inlet e utiliza a função presente nesta associação para receber os dados deste inlet. Por esta razão, apesar de o mesmo parecer um inlet passivo, este novo inlet não é associado a um atributo mas a uma função associada a símbolos de mensagens:

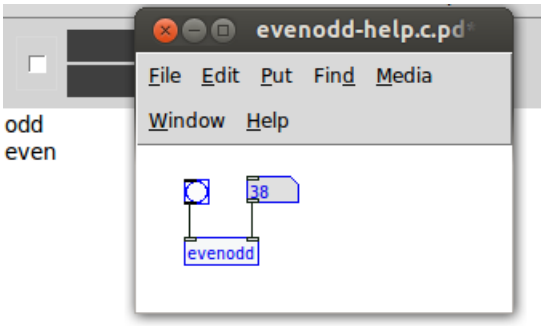


Figura 11.5: Inlet passivo (do arquivo exemplo evenodd.c)

```
t_inlet *inlet_new(t_object *owner, t_pd *dest,
      t_symbol *s1, t_symbol *s2);
```

Código 11.4: Criando inlets ativos extras

Neste caso, quando um átomo do tipo `s1` for recebido neste inlet, o mesmo será passado para a função associada a mensagem `s2`. Veja o exemplo abaixo.

```

// Constructor of the class
void * example08_new(void) {
   t_example08 *x = (t_example08 *) pd_new(example08_class);
   // creates inlets for distinct messages
   inlet_new(&x->x_obj, &x->x_obj.ob_pd, gensym("float"), gensym(
      "alfa"));
   inlet_new(&x->x_obj, &x->x_obj.ob_pd, gensym("float"), gensym(
      "beta"));
   (...)
}

void example08_setup(void) {
  example08_class = class_new(gensym("example08"),
    (t_newmethod) example08_new, // Constructor
   ...
  // associate messages with inlets 2 and 3
  class_addmethod(example08_class, (t_method) example08_alfa,
     gensym("alfa"), A_DEFFLOAT,0);
  class_addmethod(example08_class, (t_method) example08_beta,
     gensym("beta"), A_DEFFLOAT,0);
}
```

Neste exemplo, criamos um método para aceitar as mensagens `alfa` e `beta`. Se estas mensagens forem recebidas pelo inlet quente, suas funções serão chamadas para tratar a mensagem. Além disto, dois inlets passivos foram criados para receber dados do tipo float e tais inlets foram associados às mensagens `alfa` e `beta`. Por esta razão este inlet não é tão passivo assim. O método para processar a mensagem alfa será chamado tanto se esta mensagem for enviada quanto se um valor float for passaro para o segundo inlet, como mostrado na figura 11.6.

11.5 Proxy de inlets

Com os inlets apresentados até agora é impossível criar um objeto que possua um inlet passivo que aceite qualquer tipo de mensagem pois o PD não possui um método para isto. Tal implementação só é possível

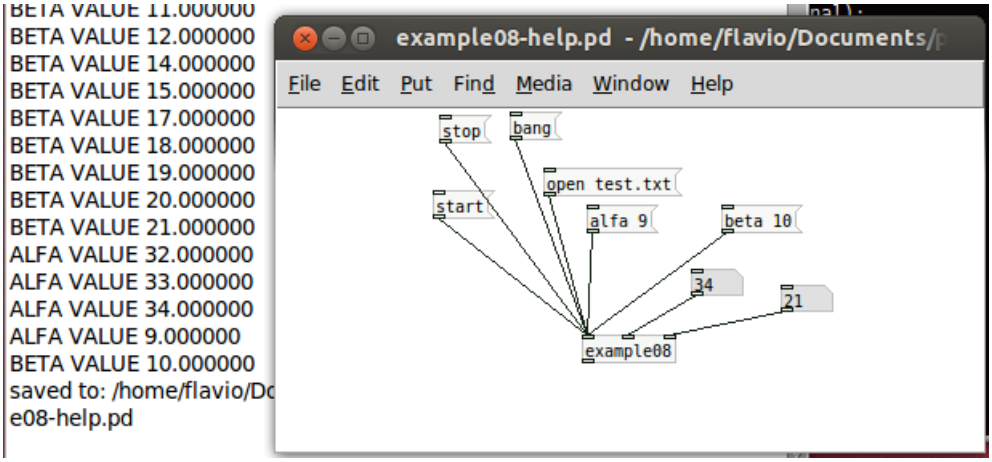


Figura 11.6: Inlets criado pela função inlet_new

utilizando um proxy de inlet. Esta técnica pode ser vista no exemplo "yourclass.c"[1].

A ideia básica deste *external* é definir não um mas dois objetos sendo primeiro utilizado para suas funcionalidades e o outro utilizado apenas para ser o proxy.

```
1  /*
2   * declare the proxy object class
3   */
4  t_class *proxy_class = NULL;
5
6  /*
7   * declare your class
8   */
9  t_class *yourclass_class = NULL;
10
11 typedef struct _proxy {
12   t_pd l_pd;
13   // if you want to maintain a pointer to your main class,
14   // if not, besure to change the 'init' function
15   void *yourclass;
16 } t_proxy;
17
18 typedef struct _yourclass {
19   t_object x_obj;
20   t_proxy pxy;
21 } t_yourclass;
```

Código 11.5: Estruturas de dados para um proxy

A classe proxy não tem um atributo do tipo `t_object` mas um um objeto do tipo `t_pd`. A sua classe terá um atributo do tipo sua classe proxy.

O próximo passo é o método setup de sua classe chamar o método setup da classe proxy, que contará com um inlet do tipo anything.

```
1  static void proxy_setup(void) {
2    post("proxy_setup");
3    proxy_class =
4      (t_class *)class_new(gensym("proxy"),
5                 (t_newmethod)proxy_new,
6                 (t_method)proxy_free,
7                 sizeof(t_proxy),
```

[1]Exemplo adaptado do site:`http://puredata.info/Members/mjmogo/proxy-example-for-pd.zip/at_download/file`. Este exemplo possui modificações feitas pelos autores deste tutorial.

```
8                 0,
9                 A_GIMME,
10                0);
11    class_addanything(proxy_class, (t_method)proxy_anything);
12 }
13
14 void yourclass_setup(void) {
15    post("yourclass_setup");
16    yourclass_class =
17      (t_class *)class_new(gensym("yourclass"),
18                0,
19                (t_newmethod)yourclass_new,
20                (t_method)yourclass_free,
21                sizeof(t_yourclass),
22                0,
23                A_GIMME,
24                0);
25
26    // be sure to call the proxy class setup before we finish
27    proxy_setup();
28 }
```

Código 11.6: configuração de um inlet proxy

Na criação da sua classe, o atributo `yourclass` e o atributo `l_pd` da classe proxy recebem atribuições. Um inlet é criado e associado a classe proxy e seu método `proxy_anything`.

```
1  static void *yourclass_new(t_symbol *s, int argc, t_atom *argv) {
2     t_yourclass *x = (t_yourclass *)pd_new(yourclass_class);
3     if (x) {
4        // first make the sql_buffer
5        x->pxy.l_pd = proxy_class;
6        x->pxy.yourclass = (void *) x;
7
8        // this connects up the proxy inlet
9        inlet_new(&x->x_obj, &x->pxy.l_pd, 0, 0);
10       post("yourclass_new");
11    }
12    return x;
13 }
```

Código 11.7: Criação da classe com um inlet proxy

Agora basta definir o método anything para a classe proxy e um método anything para a sua clase.

```
1  void yourclass_anything(t_yourclass *x, t_symbol *s, int argc,
       t_atom *argv){
2     int i;
3     char buf[SYMBOL_LENGTH];
4     post("yourclass_anything: %s", s -> s_name);
5     for(i = 0; i < argc; i++) {
6        atom_string(&argv[i], buf, SYMBOL_LENGTH);
7        post("argv[%d]: %s", i, buf);
8     }
9
10 }
11
12 static void proxy_anything(t_proxy *x, t_symbol *s, int argc,
       t_atom *argv){
13    post("Proxy Anything");
14    yourclass_anything((t_yourclass *) x->yourclass, s, argc, argv
         );
```

```
15 }
```

Código 11.8: Passagem de dados da classe proxy para a classe principal

Vale notar que nem sempre é necessário que a classe proxy passe os dados para a classe que possui o inlet, podendo o tratamento da mensagem ser feito na função do próprio inlet.

O resultado desta implementação pode ser verificado na Figura11.7.

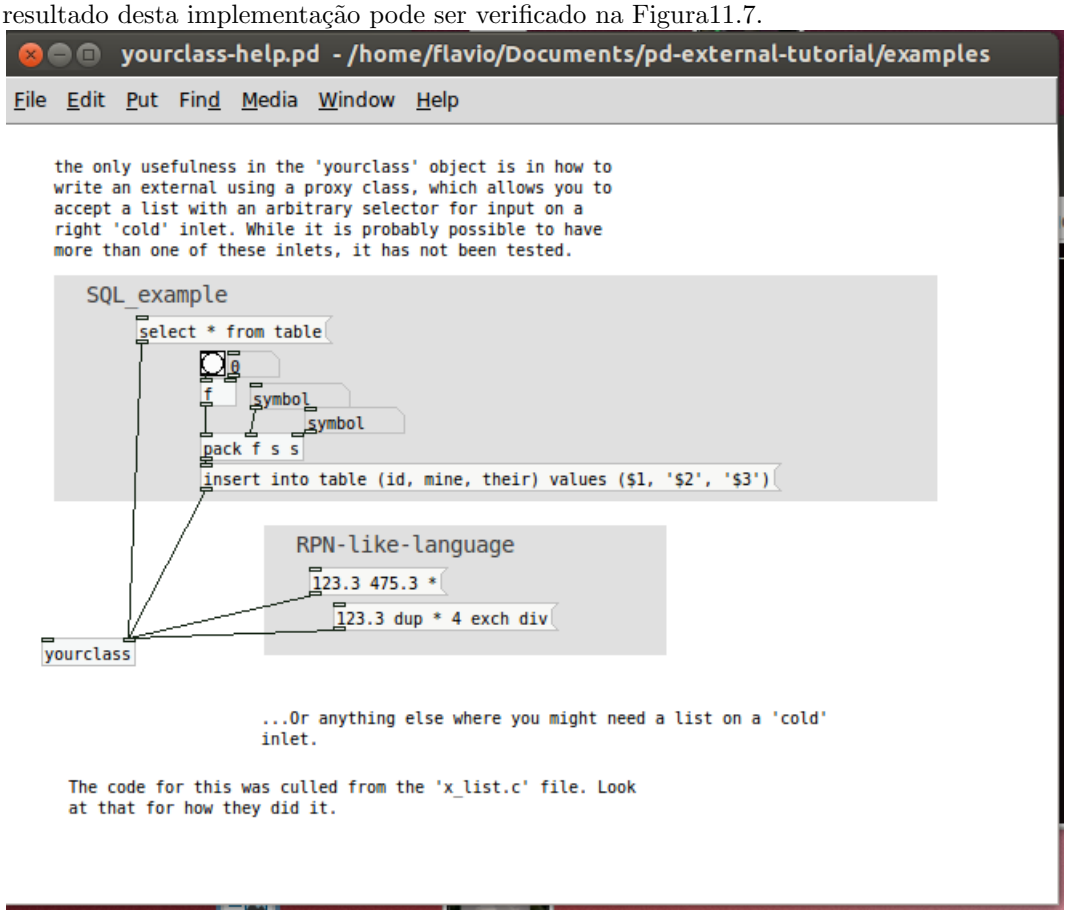


Figura 11.7: Proxy

11.6 Oulets

Depois de termos tratado as formas de entrada de dados através de inlets do Pure Data, chegou a hora de falarmos das saídas. A saída de dados dos objetos do Pure Data é feita por meio de outlets (veja o exemplo 06).

```
1  typedef struct _example06 {
2    t_object x_obj;
3    t_outlet *my_outlet; // Defines an outlet
4  } t_example06;
5
6  // The BANG method, first inlet
7  void example06_bang(t_example06 *x) {
8    post("BANGED!");
9    outlet_bang(x->my_outlet); // Bang my outlet
10 }
11
12 // Constructor of the class
13 void * example06_new(t_symbol * arg1, t_floatarg arg2) {
14   t_example06 *x = (t_example06 *) pd_new(example06_class);
15   x->my_outlet = outlet_new(&x->x_obj, gensym("bang"));
```

```
16    return (void *) x;
17  }
18
19  void example06_setup(void) {
20      example06_class = class_new(gensym("example06"),
21        (t_newmethod) example06_new, // Constructor
22        0,
23        sizeof (t_example06),
24        CLASS_DEFAULT,
25        A_DEFFLOAT, // First Constructor parameter
26        A_DEFSYMBOL, // Second Consctructo parameter
27        0); // LAST argument is ALWAYS zero
28      class_addbang(example06_class, example06_bang);
29  }
```

Código 11.9: Exemplo de outlet

Um outlet deve ser definido na estrutura do objeto e instanciado pela função `outlet_new()`, definindo também o tipo do átomo associado. No caso deste exemplo, o outlet é do tipo `bang` e dispara um bang toda vez que recebe um bang (veja a figura 11.8).

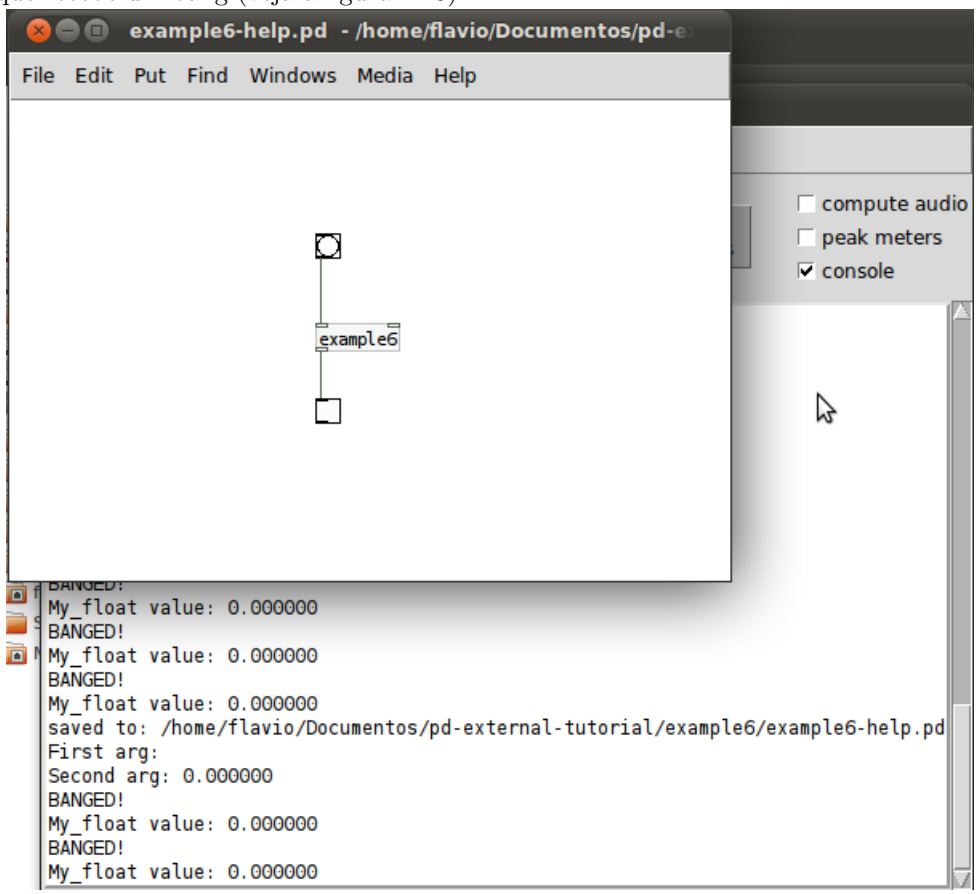


Figura 11.8: Um external bem útil que recebe um bang e envia um bang.

Há funções definidas para enviar vários tipos diferentes para um outlet. São elas:

- void outlet_bang(t_outlet *x);
- void outlet_pointer(t_outlet *x, t_gpointer *gp);
- void outlet_float(t_outlet *x, t_float f);
- void outlet_symbol(t_outlet *x, t_symbol *s);
- void outlet_list(t_outlet *x, t_symbol *s, int argc, t_atom *argv);

- void outlet_anything(t_outlet *x, t_symbol *s, int argc, t_atom *argv);

Vale lembrar que é de bom tom liberar a memória alocada para o outlet no destrutor da classe. Esta desalocação pode ser feita pela função abaixo:

```
1    outlet_free(x->x_outlet_inverted_symbol);
```

Código 11.10: Desalocando a memória

11.7 IOlets dinâmicos

Alguns objetos, como o trigger, cria outlets dinamicamente conforme a quantidade de parâmetros recebidos. Tal abordagem pode ser utilizada tanto para inlets passivos quanto para outlets pois a criação destes ocorre no método construtor e não no método setup da classe. No exemplo "multiplus.c", a quantidade de inlets e outlets depende de um parâmetro passado para o construtor. Neste caso, guardamos na estrutura do objeto uma lista de outlets e um atributo com a quantidade de outlets.

```
1 typedef struct _multiplus {
2    t_object x_obj;
3    t_float count;
4    t_float * values;
5    t_outlet ** my_outlets; // Defines a outlet
6 } t_multiplus;
```

Código 11.11: Estrutura de um objeto com outlets dinâmicos

No construtor, dependendo da passagem de um parâmetro que nos diz quantos outlets desejamos possuir, criamos e alocamos dinamicamente os outlets.

```
1  void * multiplus_new(t_floatarg count_arg){
2     t_multiplus *x = (t_multiplus *) pd_new(multiplus_class);
3     x->count = count_arg;
4     x->my_outlets = getbytes(x->count * sizeof(t_outlet*));
5     x->values = getbytes(x->count * sizeof(t_float));
6     int i = 0;
7     for(i = 0 ; i < (int) x->count; i++){
8        x->my_outlets[i] = outlet_new(&x->x_obj, gensym("bang"));
9        floatinlet_new (&x->x_obj, &x->values[i]);
10    }
11    return (void *) x;
```

Código 11.12: Criação dinâmica de inlets e outlets

Não esquecer de desalocar os outlets no destrutor dos objetos.

```
1 void outlet_dinamico_destroy(t_outlet_dinamico *x) {
2    int i = 0;
3    for(i = 0 ; i < (int) x->outlet_count; i++){
4      outlet_free(x->my_outlets[i]);
5    }
6 }
```

Código 11.13: Destrutor com outlets dinâmicos

Neste exemplo hipotético e talvez nada útil, ao receber uma mensagem de bang o objeto irá retornar os valores recebidos em seus inlets + 1.

```
1 void multiplus_bang(t_multiplus *x){
2    int i = 0;
3    for(; i < (int) x->count ; i++){
4       outlet_float(x->my_outlets[i], x->values[i] + 1);
5    }
```

```
6 }
```

Código 11.14: Destrutor com outlets dinâmicos

O resultado desta implementação pode ser visto na Figura11.9.

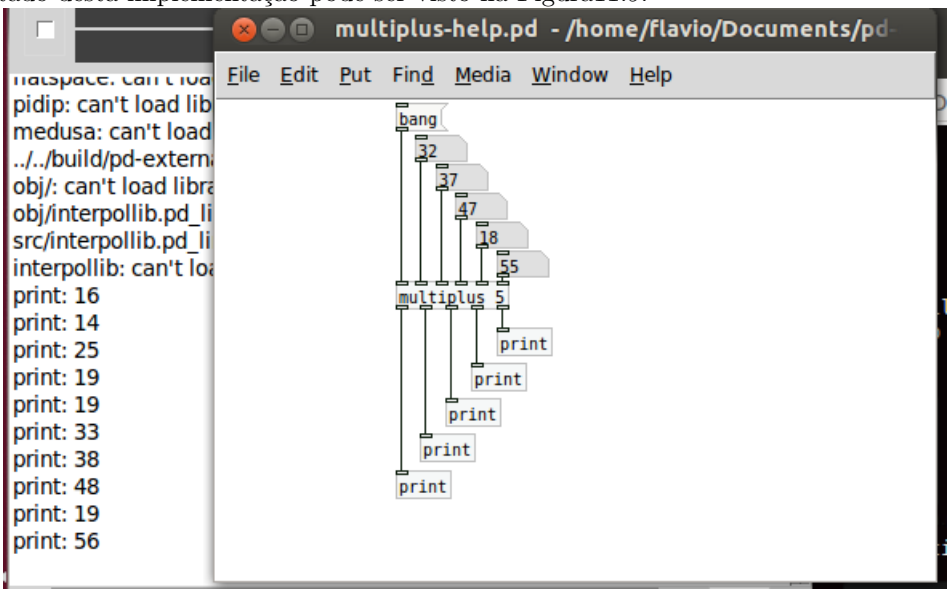
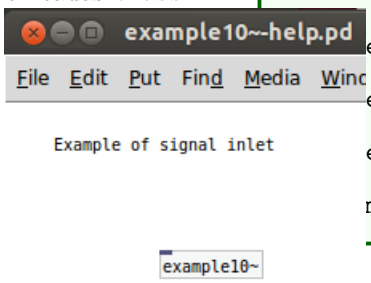


Figura 11.9: Inlets e outlets criados dinamicamente.

Capítulo 12

Processamento de Sinais Digitais

Enfim chegamos no processamento de áudio propriamente dito: *Digital Signal Processing* ou processamento de sinal digital. O Pure Data possui inlets e outlets específicos para o processamento de sinal. É fácil reconhecer: eles são pintados de cinza escuro. Além disto, classes que operam com processamento de sinal e que possuem iolets DSP costumam ser nomeadas `class~`.



Nota:

- `first~.c`
- `dspbang~.c`
- `example10~.c`
- `example11~.c`
- `example12~.c`
- `example13~.c`
- `multigain~.c`

Figura 12.1: Primeiro Inlet DSP

12.1 O método DSP

Para que um objeto faça processamento de áudio, o primeiro passo é adicionar ao mesmo um método DSP. O método DSP é definido como os outros métodos tendo seu símbolo associado a mensagem `dsp` e nenhum parâmetro.

```
1 void dspbang_tilde_setup(void) {
2     dspbang_class = class_new(
          gensym("dspbang~"),
3         (t_newmethod) dspbang_new,
              // Constructor
4         (t_method) dspbang_destroy
              , // Destructor
5         sizeof (t_dspbang),
6         CLASS_NOINLET,
7         0);//Must always ends with
              a zero
8
9     class_addmethod(dspbang_class
          , (t_method) dspbang_dsp,
           gensym("dsp"), 0);
```

```
10 }
```

Código 12.1: Adicionando um método para DSP

Este método irá chamar a função associada ao mesmo
toda vez que o DSP do Pure Data for ligado. Este método recebe como parâmetro um bloco de sinais do PD. No exemplo dspbang.c, toda vez que o DSP for ligado, o objeto irá emitir um bang.

```
1 static void dspbang_dsp(t_dspbang *x, t_signal **sp){
2    (void) sp;
3    outlet_bang(x->x_outlet_output_bang);
4 }
```

Código 12.2: O método DSP

12.2 A função Perform

Normalmente, o método DSP é utilizado para adicionar o objeto ao ciclo DSP do PD. Isto é feito pelo método de processamento de sinais definido pela função `dsp_add()`.

```
1 static void dspbang_dsp(t_dspbang *x, t_signal **sp){
2    dsp_add(dspbang_perform, 1, x);
3 }
```

Código 12.3: O método DSP add

A função `dsp_add` recebe como parâmetros uma função que será chamada a cada bloco de DSP do PD, o número de parâmetros que será passado para esta função e estes parâmetros. Neste exemplo, apenas um parâmetro é passado, o próprio objeto.

```
1 static t_int * dspbang_perform(t_int *w){
2    t_dspbang *x = (t_dspbang *)(w[1]);
3    outlet_bang(x->x_outlet_output_bang);
4    return (w + 2); // proximo bloco
5 }
```

Código 12.4: A função perform

A função perform, definida como função DSP, receberá como parâmetro um ponteiro. O primeiro parâmetro deste ponteiro é o endereço da própria função. Os demais parâmetros são os parâmetros definidos na definição da função, neste caso, o próprio objeto. Esta função deverá retornar o próximo bloco de processamento, o que significa o vetor de entrada acrescido do tamanho de seus argumentos mais um.

Todo método de processamento de sinais será executado em todo ciclo DSP enquanto o processamento de sinais estiver ligado para o Pure Data ou para aquela janela específica, através do objeto `switch` . Por isto, cuidado com alocações de memória, inicialização de variáveis, etc.

Podemos passar para o método perform quaisquer parâmetros em qualquer ordem. Só é importante e óbvio que devemos lembrar quais parâmetros foram passados e em qual ordem.

12.3 Primeiro inlet para DSP

Uma vez que já vimos como adicionar o método DSP e como utilizar adicionar nosso objeto na cadeia DSP do PD, podemos adicionar inlets e outlets para conexões de áudio. Caso o objeto possua apenas um inlet DSP, é possível utilizar o primeiro inlet para receber tanto mensagens quanto sinal de áudio.

Para este caso específico, é necessário possuir na estrutura de dados um atributo do tipo `t_float` para armazenar o valor de entrada do inlet.

```
1 typedef struct _example10 {
2     t_object x_obj;
3     t_float x_f; /* inlet value when set by message */
4 } t_example10;
```

Código 12.5: Estrutura de dados para utilizar o primeiro inlet para áudio

Se o *external* necessita de apenas um inlet DSP, a macro `CLASS_MAINSIGNALIN()` define um inlet DSP no primeiro inlet da esquerda. Para esta macro funcionar, é necessário que a classe seja do tipo `CLASS_DEFAULT`, e que um método seja associado à mensagem "dsp", de forma que será executado quando o DSP for iniciado. A forma de declaração de outros inlets DSP será vista logo adiante.

```
1  void example10_tilde_setup(void) {
2     example10_class = class_new(
3        (...)
4     );
5     // this declares the leftmost, "main" inlet
6     // as taking signals.
7     CLASS_MAINSIGNALIN(example10_class, t_example10, x_f);
8     class_addmethod(example10_class, (t_method) example10_dsp,
         gensym("dsp"), 0);
9     class_addbang(example10_class, example10_bang_method);
10 }
```

Código 12.6: Definição da macro que permite ao primeiro inlet receber sinal de áudio

Note que este inlet também poderá receber mensagens ou outros tipos de dados.

O próximo passo é definir o método DSP que associamos na função `_setup()`:

```
1  static void example10_dsp(t_example10 *x, t_signal **sp){
2    // adds a method for dsp
3    dsp_add(example10_perform, 3, sp[0]->s_vec, sp[0]->s_n, x);
4  }
```

Código 12.7: Definição da função DSP

Neste exemplo, o método `example10_perform()` é associado ao processamento de áudio do Pure Data e será chamada em cada execução do ciclo DSP com 3 argumentos: o endereço para o sinal de entrada (`sp[0]->s_vec`), a quantidade de amostras no bloco (`sp[0]->s_n`), e o endereço da estrutura que contém sua instância (`x`).

O próximo passo é criar o método perform propriamente dito.

```
1  static t_int * example10_perform(t_int *w){
2    t_float     *in = (t_float *) (w[1]);
3    int          n  = (int) (w[2]);
4    t_example10 *x  = (t_example10 *) (w[3]);
5    // do something ...
6    return (w + 4); // next block's address
7  }
```

Código 12.8: Definição da função DSP

O método perform receberá como parâmetro um vetor com os valores definidos no método `dsp_add()`. A posição 0 deste vetor sempre conterá o endereço para a própria função `_perform()`. Nas próximas posições devemos rever o que definimos na função DSP acima.

Na posição 1, o sinal de entrada; na posição 2 o tamanho do vetor de entrada e na posição 3 a estrutura de dados correspondente ao objeto. Note que podemos enviar estes dados em outra ordem ou ainda enviar outros dados para a função `perform()`. Este método deve retornar a próxima posição do vetor, ou seja, o endereço dado na chamada somado com a quantidade de atributos do método mais um.

12.4 Vários inlets DSP

É possível definir vários inlets de DSP para um *external* (veja o exemplo 11). A criação de inlets adicionais não é feita no método `_setup()` mas sim no construtor do objeto. Quanto ao primeiro inlet, só é necessário definí-lo explicitamnete no construtor se a macro `CLASS_MAINSIGNALIN` não for utilizada.

```
1 // Constructor of the class
2 void * example11_new(t_symbol *s, int argc, t_atom * argv) {
3     t_example11 *x = (t_example11 *) pd_new(example11_class);
4     inlet_new(&x->x_obj, &x->x_obj.ob_pd, &s_signal, &s_signal);
          // second signal inlet
5     inlet_new(&x->x_obj, &x->x_obj.ob_pd, &s_signal, &s_signal);
          // third signal inlet
6     inlet_new(&x->x_obj, &x->x_obj.ob_pd, &s_signal, &s_signal);
          // fourth signal inlet
7     return (void *) x;
8 }
```

Código 12.9: Criação de vários inlets DSP

Neste caso, a utilização do método `class_addmethod` é exatamente igual à anterior, a menos de uma mudança na quantidade de parâmetros por causa da quantidade de inlets:

```
1 static void example11_dsp(t_example11 *x, t_signal **sp){
2   dsp_add(example11_perform, 6, sp[0]->s_vec, sp[1]->s_vec, sp
        [2]->s_vec, sp[3]->s_vec, sp[0]->s_n, x);
3 }
```

Código 12.10: Definição do método DSP

Note que precisamos agora alterar a quantidade de parâmetros passadas ao método `_perform()`, que ficará assim:

```
1 static t_int * example11_perform(t_int *w){
2   t_float *in1 = (t_float *)(w[1]);
3   t_float *in2 = (t_float *)(w[2]);
4   t_float *in3 = (t_float *)(w[3]);
5   t_float *in4 = (t_float *)(w[4]);
6   int n = (int)(w[5]);
7   t_example11 *x = (t_example11 *)(w[6]);
8   return (w + 7); // proximo bloco
9 }
```

Código 12.11: Definição da função perform

Neste ponto, este external deve ter uma aparência como na figura 12.2.

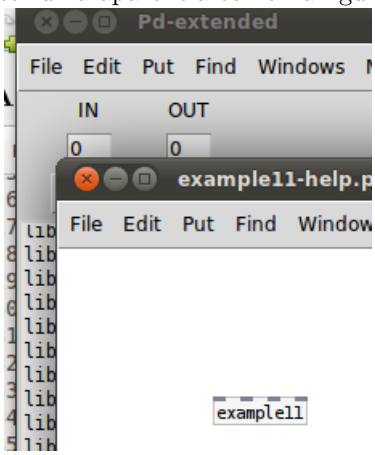


Figura 12.2: Vários inlets DSP.

12.5 Primeiro outlet DSP

A criação dos outlets é feita no construtor do external (veja o exemplo 12) e é necessário adicionar os outlets à estrutura da classe para que os mesmos possam ser desalocados quando o objeto for destruído.

```
1  void * example12_new(void){
2     t_example12 *x = (t_example12 *) pd_new(example12_class);
3
4     x->x_outlet_dsp_0 = outlet_new(&x->x_obj, &s_signal);
5     x->x_outlet_dsp_1 = outlet_new(&x->x_obj, &s_signal);
6     x->x_outlet_dsp_2 = outlet_new(&x->x_obj, &s_signal);
7     x->x_outlet_dsp_3 = outlet_new(&x->x_obj, &s_signal);
8
9     return (void *) x;
10 }
```

Código 12.12: Criação de outlets DSP

A definição do método `_perform()` será idêntica ao do exemplo anterior, quando criamos quatro inlets:

```
1  static void example12_dsp(t_example12 *x, t_signal **sp){
2     dsp_add(example12_perform, 6, x, sp[0]->s_n, sp[0]->s_vec, sp
         [1]->s_vec, sp[2]->s_vec, sp[3]->s_vec);
3  }
```

Código 12.13: Método DSP para outlets

O método perform também será quase idêntico ao do exemplo anterior, porém recebendo quatro outlets:

```
1  static t_int * example12_perform(t_int *w){
2     t_example12 *x = (t_example12 *)(w[1]);
3     int n = (int)(w[2]);
4     t_float *out1 = (t_float *)(w[3]);
5     t_float *out2 = (t_float *)(w[4]);
6     t_float *out3 = (t_float *)(w[5]);
7     t_float *out4 = (t_float *)(w[6]);
8     return (w + 7); // proximo bloco
9  }
```

Código 12.14: Método Perform para outlets

O resultado pode ser visto na figura 12.3.

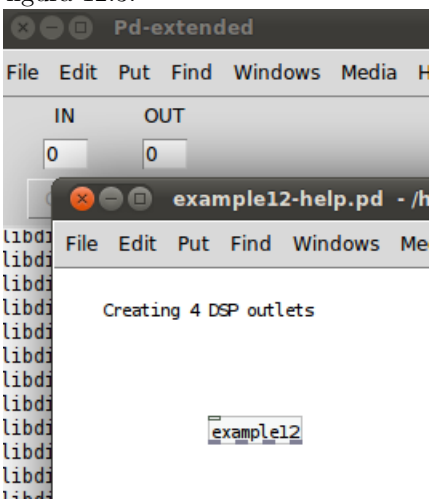


Figura 12.3: Primeiro Outlet DSP.

12.6 Inlets e outlets DSP

Nosso próximo exemplo (veja o exemplo 13) mistura no mesmo objeto inlets e outlets DSP, o que é bastante comum. Neste ponto, deve estar mais ou menos claro como é feita a construção de um objeto

assim. Neste exemplo, não utilizaremos o primeiro inlet mágico.

```
1  void * example13_new(void){
2     t_example13 *x = (t_example13 *) pd_new(example13_class);
3
4     x->x_inlet_dsp_0 = inlet_new(&x->x_obj, &x->x_obj.ob_pd, &
          s_signal, &s_signal);
5     x->x_inlet_dsp_1 = inlet_new(&x->x_obj, &x->x_obj.ob_pd, &
          s_signal, &s_signal);
6     x->x_inlet_dsp_2 = inlet_new(&x->x_obj, &x->x_obj.ob_pd, &
          s_signal, &s_signal);
7     x->x_inlet_dsp_3 = inlet_new(&x->x_obj, &x->x_obj.ob_pd, &
          s_signal, &s_signal);
8
9     x->x_outlet_dsp_0 = outlet_new(&x->x_obj, &s_signal);
10    x->x_outlet_dsp_1 = outlet_new(&x->x_obj, &s_signal);
11    x->x_outlet_dsp_2 = outlet_new(&x->x_obj, &s_signal);
12    x->x_outlet_dsp_3 = outlet_new(&x->x_obj, &s_signal);
13
14    return (void *) x;
15 }
```

Código 12.15: Criação de vários inlets e outlets DSP

No método seguinte associamos o método `_perform()` à cadeia DSP do Pure Data:

```
1  static void example13_dsp(t_example13 *x, t_signal **sp){
2     dsp_add(example13_perform, 10, x, sp[0]->s_n, sp[0]->s_vec, sp
          [1]->s_vec, sp[2]->s_vec, sp[3]->s_vec, sp[4]->s_vec, sp
          [5]->s_vec, sp[6]->s_vec, sp[7]->s_vec);
3  }
```

Código 12.16: Método DSP para vários inlets e outlets DSP

No método `_perform()` recebemos como argumento um bloco de memória que contém primeiro os buffers de entrada e em seguida os buffers de saída:

```
1  static t_int * example13_perform(t_int *w){
2     t_example13 *x = (t_example13 *)(w[1]);
3     int n = (int)(w[2]);
4     t_float *in1 = (t_float *)(w[3]);
5     t_float *in2 = (t_float *)(w[4]);
6     t_float *in3 = (t_float *)(w[5]);
7     t_float *in4 = (t_float *)(w[6]);
8     t_float *out1 = (t_float *)(w[7]);
9     t_float *out2 = (t_float *)(w[8]);
10    t_float *out3 = (t_float *)(w[9]);
11    t_float *out4 = (t_float *)(w[10]);
12    return (w + 11); // proximo bloco
13 }
```

Código 12.17: Método Perform para vários inlets e outlets DSP

Note que não precisamos do inlet "mágico" pois este objeto não irá receber outras mensagens que não sinais de áudio. Caso queira receber outras mensagens, basta utilizar a macro já apresentada lembrando que, neste caso, não será necessário adicionar o primeiro inlet.

O resultado pode ser visto na figura 12.4.

12.7 Inlets e outlets DSP criados dinamicamente

Como visto anteriormente, o método DSP passa para o método perform como parâmetro a quantidade de inlets e outlets. Por esta razão, a criação dinâmica de inlets e outlets de áudio não é tão simples

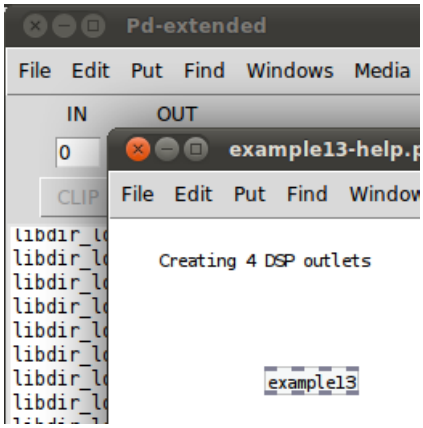


Figura 12.4: Vários inlets e outlets DSP.

quanto a criação dinâmica de inlets e outlets para mensagens.

Ainda assim, é possível definir através de parâmetros para o construtor a quantidade de inlets e/ou outlets DSP que um external deve possuir. Isso significa que o número de inlets e outlets é definido dinamicamente, em tempo de execução, através de um argumento para o construtor, da mesma maneira que criamos inlets e outlets de mensagens dinamicamente no capítulo anterior,

Neste caso, além de armazenarmos a quantidade de canais, armazenaremos na estrutura da classe um vetor para o sinal de entrada e outro vetor para o sinal de saída.

```
1 typedef struct _multigain {
2    t_object x_obj;
3    t_int count;
4    t_float gain;
5    t_inlet * x_inlet_gain_float;
6    t_sample ** invec;
7    t_sample ** outvec;
8 } t_multigain;
```

Código 12.18: Estrutura da classe para inlets e outlets DSP dinâmicos

O construtor cria a quantidade de inlets e outlets passada como argumento na criação do objeto. Aqui, poderíamos utilizar `getbytes()` para alocar o vetor com os dados de portável.

```
1  void * multigain_new(t_floatarg count_arg){
2     t_multigain *x = (t_multigain *) pd_new(multigain_class);
3     x->count = (int)count_arg;
4     short i;
5     for (i = 0; i < x->count; i++) {
6        inlet_new(&x->x_obj, &x->x_obj.ob_pd, &s_signal, &s_signal)
             ; // signal inlets
7        outlet_new(&x->x_obj, &s_signal);
8     }
9     x->outvec = getbytes(sizeof(t_sample) * x->count);
10    x->invec = getbytes(sizeof(t_sample) * x->count);
11    x->x_inlet_gain_float = floatinlet_new(&x->x_obj, &x->gain);
12    return (void *) x;
13 }
```

Código 12.19: Estrutura do construtor para iolets DSP dinâmicos

O método DSP irá alocar no próprio objeto os vetores de entrada e saída de DSP e passar apenas o objeto para o método `_perform()`.

```
1 static void multigain_dsp(t_multigain *x, t_signal **sp){
2    if(x->count < 1) return;
```

```
3     int i = 0;
4     for(; i < x->count; i++){
5        x->invec[i] = getbytes(sys_getblksize() * sizeof(t_sample))
             ;
6        x->invec[i] = sp[i]->s_vec;
7     }
8     for(i = 0; i < x->count ; i++){
9        x->outvec[i] = getbytes(sys_getblksize() * sizeof(t_sample)
             );
10       x->outvec[i] = sp[x->count + i]->s_vec;
11    }
12    dsp_add(multigain_perform, 2, x, sp[0]->s_n);
13 }
```

Código 12.20: Método DSP para iolets DSP dinâmicos

A função perform irá, neste exemplo, alterar o ganho dos sinais de entrada, copiando-os para os sinais de saída.

```
1  static t_int * multigain_perform(t_int *w){
2     t_multigain *x = (t_multigain *)(w[1]);
3     int n = (int)(w[2]), i = 0, j = 0;
4     float gain = x->gain;
5     for(; i < x->count ; i++)
6        for(j = 0 ; j < n ; j++)
7           x->outvec[i][j] = x->invec[i][j] * gain;
8     return (w + 3); // proximo bloco
9  }
```

Código 12.21: Método Perform para iolets DSP dinâmicos

12.8 Alocação de memória para DSP

Na introdução da seção de iolets, apresentamos um exemplo (inverter.c) que modifica um valor recebido. Como estes parâmetros são passados por referência e não por valor, a modificação do valor do mesmo irá ser refletida em todos os objetos que recebem esta referência. No caso de sinais de áudio, não é diferente.

Ao concatenarmos uma série de objetos de áudio, o PD não copia o bloco de áudio de um para o outro mas utiliza passagem por referência. Assim, se um objeto altera o bloco recebido, o mesmo será alterado em toda cadeia de objetos concatenados com o mesmo.

Imaginemos um *external* que calcula a mediana de um sinal de áudio [1]. A maneira mais simples de calcular a mediana é ordenar as amostras e pegar o valor do meio. Caso façamos a ordenação no vetor de entrada iremos alterar a ordem das amostras recebidas e todos os objetos conectados a este sinal receberão o mesmo com as amostras ordenadas. Por esta razão, é importante verificar se podemos ou não alterar o valor de um vetor de amostras recebidos.

12.9 Outras funcionalidades para DSP

Vários processamentos em sinais dependem da taxa de amostragem, tamanho de bloco e quantidade de canais de entrada e saída. Para acessar estas informações no PD, utilizamos duas funções da API:

- `int sys_getblksize(void);` Retorna o tamanho do bloco de processamento do Pure Data.
- `t_float sys_getsr(void);` Retorna qual a amostragem (Sample Rate) atual do Pure Data.
- `int sys_get_inchannels(void);` Retorna a quantidade de canais de entrada do Pure Data.
- `int sys_get_outchannels(void);` Retorna a quantidade de canais de saída do Pure Data.

Estas e outras funções podem ser encontradas no último capítulo deste tutorial.

[1] Tal exemplo é real e o *external* pode ser encontrado aqui: `http://sourceforge.net/projects/median/`.

Capítulo 13

Multithreading

Como vimos no capítulo anterior, o bloco de processamento do Pd possui um limite de tempo para a execução. É possível utilizar threads para separar processos que consumam mais tempo do que o o período do bloco DSP, como por exemplo no vaso de processos do tipo produtor/consumidor.

Nota:

- `example20.c`

A programação multithread não é exatamente comum no Pure Data mas pode ser útil para várias coisas como escrita em arquivo, envio de dados para a rede ou atualização da interface gráfica (como veremos no próximo capítulo).

Apesar de existirem várias bibliotecas para programação paralela, como por exemplo a simples utilização do comando fork do GNU/Linux, é desejável que os externals do Pure Data sejam compatíveis com diversos sistemas operacionais. Nos repositórios do Miller Puckette, autor do Pure Data, encontramos patches nos quais ele utiliza threads POSIX implementadas pela biblioteca `pthread` [1].

Note que esta solução, que em muito se aproxima da última forma de criar inlets e outlets DSP implica em não trabalharmos mais em tempo real. Implementações deste tipo não podem ser pensadas para processamentos aonde a entrada de áudio será processada e devolvida na saída de áudio no mesmo bloco de processamento do Pd.

13.1 Criando threads

Para utilizar a biblioteca de threads do POSIX é necessário incluir o arquivo de cabeçalho correspondente. Em seguida, para armazenar as threads que criamos, utilizamos uma variáveis que armazenam threads (veja o exemplo 20).

```
1 #include <pthread.h>
2 ...
3 typedef struct _example20 {
4     t_object x_obj;
5     pthread_t example20_thread;
6 } t_example20;
```

O próximo passo é criar uma função associada a esta thread e a enfim lançar a thread. O lançamento da thread pode ser feito na função DSP. Isto implica criar e iniciar uma thread nova em cada ciclo DSP do Pd.

```
1 void * example20_thread_function(void * arg) {
2   t_example20 *x = (t_example20 *) arg;
3   while(1){
4     // DO SOMETHING
5     printf("Threading running!\n");
6     sleep(1);
```

[1] Para maiores informações, visite: https://computing.llnl.gov/tutorials/pthreads/

```
7   }
8   return 0;
9 }
10
11 static void example20_dsp(t_example20 *x, t_signal **sp){
12   pthread_create(&x->example20_thread, NULL,
         example20_thread_function, x);
13   dsp_add(example20_perform, 1 , x);
14 }
```

A função de criação da thread recebe o endereço da variável aonde a thread será armazenada, os atributos da thread sendo criada[2], a função de inicialização associada a esta thread e os argumentos passados para esta função.

Caso seja passado mais de um argumento, é recomendado que se crie uma estrutura de dados e que esta seja passada como argumento para a thread.

13.2 Gerenciamento de threads

Há diversas funções para o gerenciamento de threads, definidas no arquivo de cabeçalho `pthread.h`. Entre elas:

- `pthread_detach(threadid)`: Indica para a implementação que o armazenamento da thread pode ser recuperado quando a mesma se encontra terminada
- `pthread_join(threadid,status)`: Indica para o trecho de código que chamou a thread que o mesmo deve esperar que a mesma tenha terminado sua execução.
- `pthread_exit(void *value_ptr)`: Encerra a execução de uma thread e libera sua alocação de memória.

Em princípio, threads POSIX não possuem funções para interromper e continuar a execução. Apesar disto, é possível implementar estes comandos por meio de mutexes, como veremos a seguir.

13.3 Controle de concorrência

Uma das dificuldades de utilização de threads é o controle da concorrência por recursos entre threads. Em situações de race condition, é necessário que controlemos o acesso de threads concorrentes a trechos de código que acessam dados comuns. Isto é feito por meio de mutex (mutual exclusion), sistemas de controle atômicos que garantem que apenas uma thread será executada sobre um trecho de código por vez.

Um mutex é definido da seguinte forma:

```
1 pthread_mutex_t lock = PTHREAD_MUTEX_INITIALIZER;
2 pthread_cond_t cond = PTHREAD_COND_INITIALIZER;
3 int play = 0;
```

O controle ao trecho de código pode ser feito da seguinte forma:

```
1 for(;;) { /* Playback loop */
2   pthread_mutex_lock(&lock);
3   while(!play) { /* We're paused */
4     pthread_cond_wait(&cond, &lock); /* Wait for play signal */
5   }
6   pthread_mutex_unlock(&lock);
```

[2]No caso, passando `NULL` serão utilizados os atributos padrão. Para uma lista completa dos atributos, visite: http://sourceware.org/pthreads-win32/manual/pthread_attr_init.html

```
7     /* Continue playback */
8 }
```

Creio que seria mais útil um exemplo funcional...

13.4 Controle via Pure Data

Além de podermos trabalhar threads para nosso external, na biblioteca do Pd há funções para que possamos criar mutex no Pd. São elas:

integrando multith-read com o pd

- `void sys_lock(void);`
- `void sys_unlock(void);`
- `int sys_trylock(void);`

Capítulo 14

Send e Receive

A comunicação do PD com *externals* nem sempre é feita por conexões explícitas. Outra maneira de permitir a comunicação entre objetos é por meio de `send` e `receive`. Esta opção está presente em objetos gráficos como o `toggle` e `bang`, por exemplo. Para utilizar tal tipo de mensagem é necessário definir o nome da mensagem que o objeto pretende receber.

Nota:

- `mailman.c`
- `postbox.c`

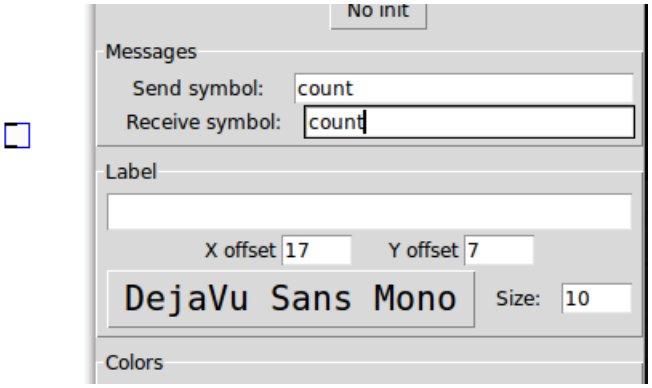


Figura 14.1: Exemplo de configuração de um `toggle` para envio e recebimento de mensagens

Neste capítulo vamos verificar como enviar e receber mensagens. Para maiores informações quanto a este tipo de mensagens, consulte o código dos objetos send e receive no repositório do PD[1].

14.1 Enviando mensagens

O envio de utiliza funções distintas dependendo do tipo da mensagem a ser enviada. As funções para envio de mensagem são:

- `pd_bang(t_pd *x)`
- `pd_float(t_pd *x, t_float f)`
- `pd_symbol(t_pd *x, t_symbol *s)`
- `pd_pointer(t_pd *x, t_gpointer *gp)`
- `pd_list(t_pd *x, t_symbol *s, int argc, t_atom *argv)`
- `typedmess(t_pd *x, t_symbol *s, int argc, t_atom *argv)`

A última função, que não define tipo para a mensagem, é uma espécie de "anything". O primeiro parâmetro para todas as funções define o nome da mensagem e pode ser conseguido de um `symbol` em seu atributo `s_thing`.

[1] `https://github.com/libpd/libpd/blob/master/pure-data/src/x_connective.c`

No exemplo mailman.c, o objeto envia mensagens para um conjunto de diferentes seletores recebidos como parâmetro. As mensagens são do tipo `bang` e enviadas quando o objeto recebe um `bang`.

```
1  void mailman_bang(t_mailman *x){
2     int i = 0;
3     for(; i < x->argc ; i++){
4        if (x->messages[i]->s_thing)
5           pd_bang(x->messages[i]->s_thing);
6     }
7  }
```

Código 14.1: Envio de mensagens bang por send

O resultado pode ser visto na Figura 14.2.

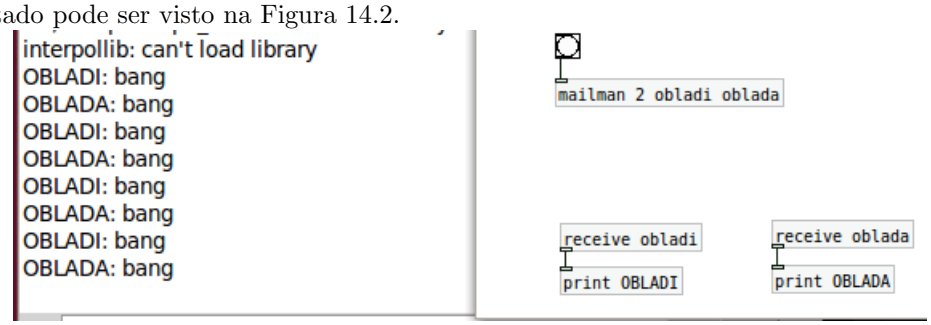


Figura 14.2: Envio de mensagens por send

14.2 Receive

O recebimento de mensagens junto ao PD ocorre por meio de uma função `bind` com o o símbolo esperado.

- `pd_bind(t_pd *x, t_symbol *s)`
- `pd_unbind(t_pd *x, t_symbol *s)`

Nestas funções, o primeiro parâmetro é seu objeto e o segundo parâmetro é a mensagem que esperada receber.

```
1  void * postbox_new(t_symbol *s, int argc, t_atom *argv){
2     t_postbox *x = (t_postbox *) pd_new(postbox_class);
3     int i = 0;
4     int counter = 0;
5     for(; i < argc ; i++){
6        if((argv + i)->a_type == A_SYMBOL)
7           counter++;
8     }
9     x->messages = getbytes(counter * sizeof(t_symbol *));
10    counter = 0;
11    for(i = 0; i < argc ; i++){
12       if((argv + i)->a_type == A_SYMBOL){
13          x->messages[counter] = atom_getsymbol(argv + i);
14          pd_bind(&x->x_obj.ob_pd, x->messages[counter]);
15          counter++;
16       }
17    }
18 //    pd_bind(&x->x_obj.ob_pd, gensym("#key"));
19 //    pd_bind(&x->x_obj.ob_pd, gensym("#keyname"));
20 //    pd_bind(&x->x_obj.ob_pd, gensym("#keyup"));
21    x->argc = counter;
22    x->x_outlet = outlet_new(&x->x_obj, gensym("bang"));
23    return (void *) x;
```

```
24 }
```

Código 14.2: Exemplo de objeto que recebe várias mensagens

É importante que, no destrutor do objeto, a ligação seja desfeita para evitar que o PD aborte ao tentar enviar uma mensagem para um objeto que não existe mais. Isto é feito pela função `unbind`, apresentada abaixo.

```
1  void postbox_destroy(t_postbox *x) {
2     outlet_free(x->x_outlet);
3     int i = 0;
4     for(; i < x->argc ; i++){
5        pd_unbind(&x->x_obj.ob_pd, x->messages[i]);
6     }
7  //    pd_unbind(&x->x_obj.ob_pd, gensym("#key"));
8  //    pd_unbind(&x->x_obj.ob_pd, gensym("#keyname"));
9  //    pd_unbind(&x->x_obj.ob_pd, gensym("#keyup"));
10 }
```

Código 14.3: Desvinculando o objeto com a mensagem no destrutor

Uma vez associado o recebimento de um determinado símbolo, é necessário definir qual método será chamado para cada tipo de mensagem recebida. A definição destes métodos é similar a definição dos inlets ativos. É ideal que um objeto que possua um receive possua métodos para receber todos os tipos de mensagens do PD, mesmo que tais métodos não sejam utilizados.

```
1  void postbox_list_method(t_postbox *x, t_symbol *s, int argc,
      t_atom *argv){
2     post("list %s", atom_getsymbolarg(1, argc, argv)->s_name);
3  }
4
5  void postbox_setup(void) {
6     postbox_class = class_new(gensym("postbox"),
7        (t_newmethod) postbox_new, // Constructor
8        (t_method) postbox_destroy, // Destructor
9        sizeof (t_postbox),
10       CLASS_NOINLET,
11       A_GIMME,
12       0);//Must always ends with a zero
13
14    class_addbang(postbox_class, postbox_bang_method);
15    class_addfloat(postbox_class, postbox_float_method);
16    class_addlist(postbox_class, postbox_list_method);
17 }
```

Código 14.4: Associando métodos para receber mensagens

Note que este objeto (postobox.c) não possui `inlets` e por isto tais métodos só serão usados para mensagens. Caso o mesmo possua `inlets`, o tratamento de mensagens recebidas pelo `inlet` ou por `receive` será exatamente o mesmo, o que é muito bacana.

14.3 Indo além disto

Entender como receber mensagens enviadas pelo PD ajudará a entender como trocar mensagens entre um objeto PD em C e sua interface em tcl/tk. Além disto, é possível receber e enviar mensagens padrões do PD, como movimentos de teclado, entradas MIDI e assim por diante.

Com isto, é possível desenvolver um *external* que envia eventos de teclado ou que recebe eventos de teclado diretamente.

Alguns exemplos de mensagens internas do PD que são trocadas por `send` / `receive` são:

- Eventos de teclado[2]

[2]Retirados de: `https://github.com/libpd/libpd/blob/master/pure-data/src/x_gui.c`

  - `#key`
  - `#keyup`
  - `#keyname`
- Eventos MIDI[3]
  - `#midiin`
  - `#sysexin`
  - `#notein`
  - `#ctlin`
  - `#pgmin`
  - `#bendin`
  - `#touchin`
  - `#polytouchin`
  - `#midiclkin`
  - `#midirealtimein`
  - `#midiclkin`
  - `#midiclkin`

Acho que seria bacana alguns exemplos disto tudo...

[3] Retirados de: `https://github.com/libpd/libpd/blob/master/pure-data/src/x_midi.c`

Parte IV

Externals em C + Tcl/Tk

Capítulo 15

Externals com GUI - Usando o Tcl/Tk

O Pd permite que externals possuam interfaces gráficas mais rebuscadas que as simples caixinhas que o mesmo desenha. Isto pode ser feito adicionando código Tcl/tk ao external. Isto porque a GUI do próprio Pd é feita nesta linguagem.

15.1 Escrevendo externals com GUI

A primeira necessidade para implementar um external com GUI é a inclusão da biblioteca g_canvas.h. Esta biblioteca encontra-se disponível em [1] e nela estarão as funcionalidades necessárias para que o Pd desenhe nossas GUI. Veja que não queremos alterar a GUI do Pd mas apenas fazer uma GUI para o external. Isto significa que teremos o cuidade de pedir ao Pd que desenhe nossa GUI.

O segundo passo é definirmos uma variável para armazenar o comportamento do nosso objeto (Veja o exemplo 14).

```
1 t_widgetbehavior widgetbehavior; // This represents the external
    GUI
```

Nesta variável teremos as funções definidas para o que acontece com nosso objeto gráfico. Isto deve ser feito no método setup do objeto.

```
1  void example14_setup(void) {
2      example14_class = class_new(gensym("example14"),
3              (t_newmethod) example14_new, // Constructor
4              (t_method) example14_destroy, // Destructor
5              sizeof (t_example14),
6        CLASS_DEFAULT,
7        A_GIMME, // Allows various parameters
8              0); // LAST argument is ALWAYS zero
9
10     // The external GUI rectangle definition
11     widgetbehavior.w_getrectfn = my_getrect;
12     //How to make ir visible / invisible
13     widgetbehavior.w_visfn= my_vis;
14     //what to do whe moved
15     widgetbehavior.w_displacefn= my_displace;
16     // What to do when selected
17     widgetbehavior.w_selectfn= my_select;
18     // What to do when active
19     widgetbehavior.w_activatefn = my_activate;
```

[1] http://www.koders.com/c/fid97160440CD236854358462C336536646E0933C46.aspx

```
20      // What to do when deleted
21      widgetbehavior.w_deletefn = my_delete;
22      // What to do when clicked
23      widgetbehavior.w_clickfn = my_click;
24
25      // What about object properties?
26      class_setpropertiesfn(example14_class, my_properties);
27      // How to save its properties with the patch?
28      class_setsavefn(example14_class, my_save);
29
30      //Associate the widgetbehavior with the class
31      class_setwidget(example14_class, &widgetbehavior);
32
33  }
```

Além de definir as funções callback da GUI é necessário associar o widgetbehavior a classe. Uma vez que isto for feito, o Pd não mais irá renderizar a famosa caixinha. A partir disto a responsabilidade de renderizar a GUI passa a ser do programador.

Vamos ver as funções criadas para desenhar uma GUI.

```
1  // THE BOUNDING RECTANGLE
2  static void my_getrect(t_gobj *z, t_glist *glist, int *xp1, int *
       yp1, int *xp2, int *yp2){
3    // This function is always called.
4    // Better do not put a post here...
5    // post("GETRECT");
6    t_example14 *x = (t_example14 *)z;
7    *xp1 = x->x_obj.te_xpix;
8    *yp1 = x->x_obj.te_ypix;
9    *xp2 = x->x_obj.te_xpix + 30;
10   *yp2 = x->x_obj.te_ypix + 50;
11 }
```

Esta função recebe ponteiros para inteiros que deverão ser apontados para os valores que queremos definir como o retângulo do nosso objeto. Veja que isto não é necessariamente o tamanho do retângulo do objeto gráfico mas aonde o mesmo poderá ser clicado na tela. Um exemplo disto é o comentário do Pd. Apesar do mesmo as vezes ficar maior, sua área clicável é sempre um quadradinho na esquerda. Isto significa que nem sempre a representação gráfica da área do objeto é a mesma da sua área de desenho.

```
1  // MAKE VISIBLE OR INVISIBLE
2  static void my_vis(t_gobj *z, t_glist *glist, int vis){
3    t_example14 *x = (t_example14 *)z;
4
5    // takes the Canvas to draw a GUI
6    t_canvas * canvas = glist_getcanvas(glist);
7
8    if(vis){ // VISIBLE
9    post("VISIBLE");
10
11         sys_vgui(".x%lx.c create rectangle %d %d %d %d -tags %xrr
               -fill #FF0000\n",
12     glist_getcanvas(glist),
13     x->x_obj.te_xpix,
14     x->x_obj.te_ypix,
15     x->x_obj.te_xpix + 70,
16     x->x_obj.te_ypix + 50,
17     x
```

```
18      );
19          sys_vgui(".x%x.c create text %d %d -text {example14} -
               anchor w  -tags %xlb\n",
20                   canvas,
21      x->x_obj.te_xpix + 2,
22      x->x_obj.te_ypix + 12,
23      x);
24    }else{ // INVISIBLE
25      post("INVISIBLE");
26      sys_vgui(".x%x.c delete %xrr\n",canvas, x);
27      sys_vgui(".x%x.c delete %xlb\n",canvas, x);
28    }
29  //  canvas_fixlinesfor(glist, (t_text *)x);
30  }
```

Deixar o objeto visível ou invisível significa pedir a GUI do Pd que desenhe ou apague um desenho. Neste caso nosso desenho é um retângulo vermelho. Usamos o nome da própria instância como nome do objeto Tk para evitar que sobrescrevamos o nome de algum outro componente gráfico do Pd. Também desenhamos um texto com o nome do objeto pois o Pd não fará isto. Caso nosso objeto se torne invisível, temos de remover ambos do canvas.

```
1   // WHAT TO DO IF SELECTED?
2   static void my_select(t_gobj *z, t_glist *glist, int state){
3     t_example14 *x = (t_example14 *)z;
4     if (state) {
5     post("SELECTED");
6           sys_vgui(".x%x.c create rectangle %d %d %d %d -tags %xSEL
                -outline blue\n",
7       glist_getcanvas(glist),
8       x->x_obj.te_xpix,
9       x->x_obj.te_ypix,
10      x->x_obj.te_xpix + 70,
11      x->x_obj.te_ypix + 50,
12      x
13      );
14    }else {
15    post("DESELECTED");
16    sys_vgui(".x%x.c delete %xSEL\n",glist_getcanvas(glist), x);
17    }
18  }
```

O que acontece quando um objeto do Pd é selecionado? Ele ganha um contorno azul. O que acontece quando nosso objeto é selecionado? Nada. Por isto desenhamos aqui um contorno azul. Quando ele é deselecionado, removemos o contorno azul.

```
1   // DISPLACE IT
2   void my_displace(t_gobj *z, t_glist *glist,int dx, int dy){
3     post("MOVED");
4     t_canvas * canvas = glist_getcanvas(glist);
5     t_example14 *x = (t_example14 *)z;
6     x->x_obj.te_xpix += dx; // x movement
7     x->x_obj.te_ypix += dy; // y movement
8
9           sys_vgui(".x%lx.c coords %xSEL %d %d %d %d \n", //MOVE O
               SELECIONADO
10      canvas,
11      x,
```

```
12      x->x_obj.te_xpix,
13      x->x_obj.te_ypix,
14      x->x_obj.te_xpix + 70,
15      x->x_obj.te_ypix + 50
16      );
17          sys_vgui(".x%x.c coords %xrr %d %d %d %d\n",canvas,x,x->
                x_obj.te_xpix,x->x_obj.te_ypix,x->x_obj.te_xpix + 70,x
                ->x_obj.te_ypix + 50);
18          sys_vgui(".x%x.c coords %xlb %d %d \n",canvas,x,x->x_obj.
                te_xpix + 2, x->x_obj.te_ypix + 12);
19
20    canvas_fixlinesfor(glist, (t_text *)x);
21  }
```

O que fazer quando movemos um objeto. Aqui será necessário mover todos os objetos pois não temos um container que possui todos os objetos. Inclusive é necessário mover o contorno azul que desenhamos quando o mesmo se tornou selecionado.

```
1  // What to do if activated?
2  static void my_activate(t_gobj *x, struct _glist *glist, int
       state){
3    post("Activated");
4  }
```

O método será executado quando um objeto se tornar ativo.

```
1  static int my_click(t_gobj *z, struct _glist *glist, int xpix,
       int ypix, int shift, int alt, int dbl, int doit){
2    post("Clicked xpix:%d ypix:%d shift:%d alt:%d dbl:%d doit:%d",
         xpix,ypix, shift, alt, dbl, doit);
3    return 0;
4  }
```

O método click é retornado com qualquer evento do mouse. Caso ele seja clicado, o mesmo receberá o valor 1 no parâmetro doit. Vale lembrar que este método só será executado quando o Pd não estiver no modo de edição.

```
1  static void my_delete(t_gobj *z, t_glist *glist){
2    t_text *x = (t_text *)z;
3    canvas_deletelinesfor(glist_getcanvas(glist), x);
4    post("Object deleted!");
5  }
```

Este método será o destrutor da GUI.

```
1  void my_save(t_gobj *c, t_binbuf *b){
2    post("SAVE");
3  }
```

Quando salvamos o *patch* pode ser necessário armazenar parâmetros para recuperar nosso external como GUI na mesma situação. Este método recebe um buffer aonde poderá armazenar dados que serão devolvidos quando o mesmo for recriado. Note que isto não está associado com a GUI mas com a classe.

Nunca implementei Salvar. Parece legal...

```
1 void my_properties(t_gobj *c, t_glist *list){
2   post("PROPERTIES");
3 }
```

Caso o usuário pressione o botão contrário ele pode alterar as propriedades do objeto. Este método permite definir a lista de propriedades que o objeto aceita. Note que isto não está associado com a GUI mas com a classe.

Ainda não implementei propriedades.

Caso nosso objeto tenha sido criado corretamente, ele ficará como a seguir

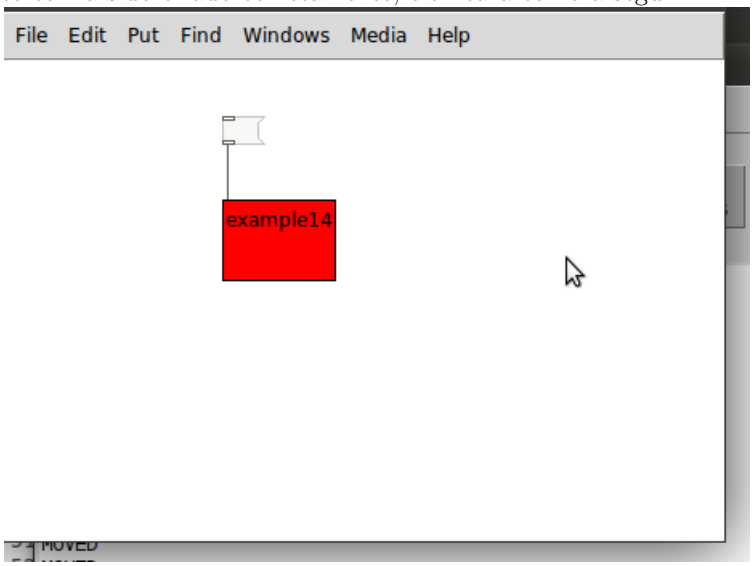


Figura 15.1: Adicionando GUI tk.

Note que este objeto foi definido em sua criação como um CLASS_DEFAULT, o que implica que o mesmo possui um inlet. Este inlet existe e está funcionando e aceitando conexões de outros objetos, mensagens e números. Só não aceita conexões DSP pois as mesmas não foram definidas para este objeto. Mesmo assim o Pure Data não irá desenhá-lo pois precisamos definir tudo na GUI. Caso queira um retângulo em cima para mostrar ao usuário que temos um inlet, temos que desenhá-lo, movê-lo quando necessário e também apagá-lo quando o objeto se tornar invisível.

15.2 Adicionando componentes gráficos

O Objeto Tk que o Pd nos disponibiliza é um canvas. Um canvas é, em princípio, uma tela de pintura. Em um canvas podemos adicionar linhas, ovals, pontos, textos, retângulos e janelas. É por se tratar de um canvas e não de uma janela que não temos o conceito de um container para os objetos. Desta maneira, para adicionarmos um componente como um botão ou um slider, é necessário adicionarmos uma janela ao canvas para que a mesma abrigue este componente gráfico. Há vários componentes gráficos que podem ser adicionados em um external. Vejamos um exemplo (exemplo 15).

```
1  // MAKE VISIBLE OR INVISIBLE
2  static void my_vis(t_gobj *z, t_glist *glist, int vis){
3    t_example15 *x = (t_example15 *)z;
4    t_canvas * canvas = glist_getcanvas(glist);
5
6    if(vis){ // VISIBLE
7    // Define the tk/tcl commands / functions
8    sys_vgui("proc do_something {} {\n set name [.x%x.c.s%xtx get]\
       n puts \"OIA: $name\" \n}\n",canvas,x);
9    sys_vgui("proc do_otherthing {val} {\n set name [.x%x.c.s%xtx
       get]\n puts \"OIA: $name\" \n}\n",canvas,x);
10       // The text field
```

```
11    sys_vgui("entry .x%x.c.s%xtx -width 12 -bg yellow \n", canvas,x
          );
12    // The button
13    sys_vgui("button .x%x.c.s%xbb -text {click} -command
          do_something\n", canvas,x);
14    // The radio button
15    sys_vgui("radiobutton .x%x.c.s%xrb -value 1 -command
          do_something\n", canvas,x);
16    // The h slider
17    sys_vgui("scale .x%x.c.s%xsb -orient horizontal -command
          do_otherthing \n", canvas,x);
18    // A checkbutton
19    sys_vgui("checkbutton .x%x.c.s%xcb -foreground blue -background
           yellow -command do_something\n", canvas,x);
20    // The red rectangle
21          sys_vgui(".x%lx.c create rectangle %d %d %d %d -tags %xrr
                -fill #FF0000\n",
22      glist_getcanvas(glist),
23      x->x_obj.te_xpix,
24      x->x_obj.te_ypix,
25      x->x_obj.te_xpix + 170,
26      x->x_obj.te_ypix + 150,
27      x
28      );
29    // A window to the button (bb)
30    sys_vgui(".x%x.c create window %d %d -anchor nw -window .x%x.c.
          s%xbb -tags %xbb\n",
31      canvas,
32      x->x_obj.te_xpix + 70,
33      x->x_obj.te_ypix + 120,
34      canvas,
35      x,
36      x);
37    // A window to the radiobutton
38    sys_vgui(".x%x.c create window %d %d -anchor nw -window .x%x.c.
          s%xrb -tags %xrb\n",
39      canvas,
40      x->x_obj.te_xpix + 70,
41      x->x_obj.te_ypix,
42      canvas,
43      x,
44      x);
45    // A window to the combo box
46    sys_vgui(".x%x.c create window %d %d -anchor nw -window .x%x.c.
          s%xcb -tags %xcb\n",
47      canvas,
48      x->x_obj.te_xpix  + 100,
49      x->x_obj.te_ypix,
50      canvas,
51      x,
52      x);
53    // A window to the slider button
54    sys_vgui(".x%x.c create window %d %d -anchor nw -window .x%x.c.
          s%xsb -tags %xsb\n",
55      canvas,
56      x->x_obj.te_xpix,
57      x->x_obj.te_ypix + 80,
58      canvas,
```

```
59      x,
60      x);
61    // A window to the text
62    sys_vgui(".x%x.c create window %d %d -anchor nw -window .x%x.c.
          s%xtx -tags %xtx\n",
63      canvas,
64      x->x_obj.te_xpix,
65      x->x_obj.te_ypix + 60,
66      canvas,
67      x,
68      x);
69    // a label field
70          sys_vgui(".x%x.c create text %d %d -text {example15~} -
              anchor w  -tags %xlb\n",
71                    canvas,
72      x->x_obj.te_xpix,
73      x->x_obj.te_ypix + 40,
74      x);
75
76    }else{ // INVISIBLE
77      sys_vgui(".x%x.c delete %xbb\n",canvas, x);
78      sys_vgui(".x%x.c delete %xcb\n",canvas, x);
79      sys_vgui(".x%x.c delete %xrb\n",canvas, x);
80      sys_vgui(".x%x.c delete %xsb\n",canvas, x);
81      sys_vgui(".x%x.c delete %xrr\n",canvas, x);
82      sys_vgui(".x%x.c delete %xlb\n",canvas, x);
83      sys_vgui(".x%x.c delete %xtx\n",canvas, x);
84    }
85  }
```

Criamos os componentes gráficos e pedimos ao canvas para criar uma janela para que a mesma abrigue o componente. Assim, na hora de remover podemos remover apenas a janela. O mesmo ocorre na hora de mover. Note que além de adicionarmos componentes gráficos associamos eles a um comando. Este será nosso próximo tópico.

```
1   void my_displace(t_gobj *z, t_glist *glist,int dx, int dy){
2     t_canvas * canvas = glist_getcanvas(glist);
3     t_example15 *x = (t_example15 *)z;
4     x->x_obj.te_xpix += dx;
5     x->x_obj.te_ypix += dy;
6
7           sys_vgui(".x%lx.c coords %xSEL %d %d %d %d \n", //MOVE O
              SELECIONADO
8       glist_getcanvas(glist),
9       x,
10      x->x_obj.te_xpix,
11      x->x_obj.te_ypix,
12      x->x_obj.te_xpix + 170,
13      x->x_obj.te_ypix + 150
14      );
15          sys_vgui(".x%x.c coords %xrr %d %d %d %d\n",canvas,x,x->
              x_obj.te_xpix,x->x_obj.te_ypix,x->x_obj.te_xpix + 170,
              x->x_obj.te_ypix + 150);
16          sys_vgui(".x%x.c coords %xbb %d %d \n",canvas,x,x->x_obj.
              te_xpix,x->x_obj.te_ypix);
17          sys_vgui(".x%x.c coords %xcb %d %d \n",canvas,x,x->x_obj.
              te_xpix + 30,x->x_obj.te_ypix);
```

```
18          sys_vgui(".x%x.c coords %xsb %d %d \n",canvas,x,x->x_obj.
               te_xpix,x->x_obj.te_ypix + 80);
19          sys_vgui(".x%x.c coords %xtx %d %d \n",canvas,x,x->x_obj.
               te_xpix,x->x_obj.te_ypix + 120);
20          sys_vgui(".x%x.c coords %xrb %d %d \n",canvas,x,x->x_obj.
               te_xpix + 60,x->x_obj.te_ypix);
21          sys_vgui(".x%x.c coords %xlb %d %d \n",canvas,x,x->x_obj.
               te_xpix,x->x_obj.te_ypix + 40);
22
23    canvas_fixlinesfor(glist, (t_text *)x);
24  }
```

15.3 Adicionando comandos

Os comandos dos nossos componentes gráficos podem ser recebidos e interagirem com o external assim como o external consegue alterar os valores da GUI dependendo do que recebe em seus inlets. Veja o exemplo 21.

Para este exemplo, definimos na criação da classe no método setup() os métodos de retorno de nossa GUI.

```
1  // depois associaremos estes "tipos" de mensagem aos inlets 2 e 3
2      class_addmethod(example21_class, (t_method)example21_alfa,
          gensym("alfa"), A_DEFFLOAT,0);
3      class_addmethod(example21_class, (t_method)example21_beta,
          gensym("beta"), A_DEFFLOAT,0);
4  // metodo do botao ok
5      class_addmethod(example21_class, (t_method)example21_btok,
          gensym("btok"), A_DEFSYMBOL,0);
```

No método vis da GUI, criamos comandos.

```
1        sys_vgui("proc slide_alfa {val} {\n pd [concat example21%x
            alfa $val \\;]\n}\n",x);
2        sys_vgui("proc slide_beta {val} {\n pd [concat example21%x
            beta $val \\;]\n}\n",x);
3        sys_vgui("proc botao_ok {} {\n set name [.x%x.c.s%xtx get]\
            n pd [concat example21%x btok $name \\;]\n}\n",x->canvas
            ,x,x);
4        sys_vgui("proc botao_file_chooser {} {\n\
5                  set filename [tk_getOpenFile]\n\
6                .x%x.c.s%xtx delete 0 end \n\
7                .x%x.c.s%xtx insert end $filename \n}\n",x->canvas,
                    x,x->canvas,x);
8
9    (...)
10   sys_vgui("entry .x%x.c.s%xtx -width 25 -bg white -textvariable
        \"teste\" \n", x->canvas,x);
11   sys_vgui("button .x%x.c.s%xbfc -text {...} -command
        botao_file_chooser\n", x->canvas,x);
12   sys_vgui("scale .x%x.c.s%xsb1 -length 250 -resolution 0.01 -
        from 0.5 -to 2 -orient horizontal -command slide_alfa \n", x
        ->canvas,x);
13   sys_vgui("scale .x%x.c.s%xsb2 -length 250 -resolution 0.01 -
        from 0.5 -to 2 -orient horizontal -command slide_beta \n", x
        ->canvas,x);
```

```
14    sys_vgui("button .x%x.c.s%xbt -text {start} -command botao_ok\n
          ", x->canvas,x);
15    (...)
```

Os comandos alfa, beta e btok serão executados pelo objeto pd. Desta forma pedimos ao pd que, ao chamarmos este método o mesmo chame a função associada a este symbolo anteriormente. Os objetos criados usarão estes comandos para suas ações. Note que no caso do filechooser, o comando irá associar o caminho do arquivo escolhido com nosso campo text e tudo isto será feito diretamente no Tk.

Então basta criarmos as funções associadas:

```
1  static void example21_btok(t_example21* x, t_symbol * file_name){
2      x->file_name = file_name->s_name;
3      example21_bang(x);
4  }
5
6  // Metodo para definir o nome do arquivo com retorno para a GUI
7  void example21_set_file_name(t_example21 *x, char * file_name){
8      sys_vgui(".x%x.c.s%xtx delete 0 end \n", x->canvas, x);
9      sys_vgui(".x%x.c.s%xtx insert end %s\n", x->canvas, x ,
           file_name);
10     x->file_name = file_name;
11     // DO SOMETHING
12 }
13
14 void example21_alfa(t_example21 *x, t_floatarg f){
15     if( f >= 2) f = 2;
16     if( f <= 0.5) f = 0.5;
17     sys_vgui(".x%x.c.s%xsb1 set %f\n",x->canvas,x,f);
18     x->alfa = f;
19 }
20
21 void example21_beta(t_example21 *x, t_floatarg f){
22     if( f >= 2) f = 2;
23     if( f <= 0.5) f = 0.5;
24     sys_vgui(".x%x.c.s%xsb2 set %f\n",x->canvas,x,f);
25     x->beta = f;
26 }
```

O resultado é visto a seguir.

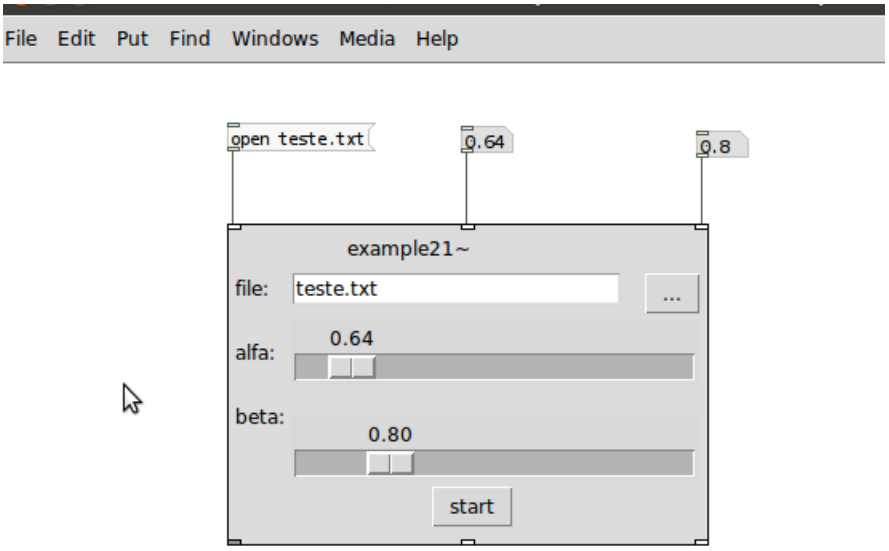


Figura 15.2: External com GUI e comandos

Capítulo 16

Editando propriedades

Também fizemos um *external* que possibilita executar comandos tcl no PD. Diferentemente do editor do PD, nosso *external* aceita algumas variáveis de substituição como, por exemplo, canvas. Adiante explicaremos o porquê desta substituição ser necessária.

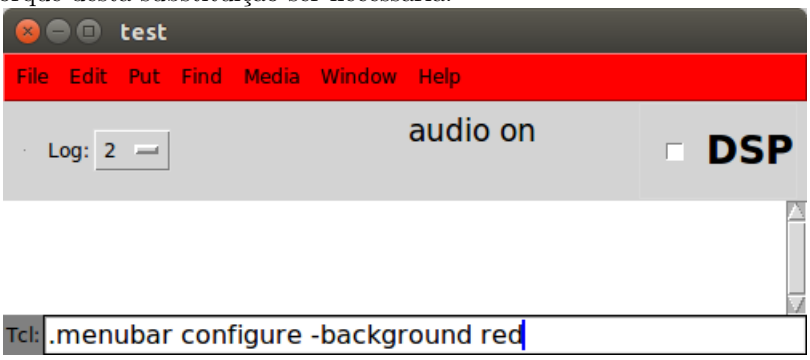


Figura 16.1: Prompt tcl como *external*

Parte V

Referências rápidas

Capítulo 17

Miscelâneas

Aqui temos uma lista de funções definidas pela biblioteca que permite criarmos externals (m_pd.h). Não se trata de todas as funções mas de algumas que podem ser útil termos descrito como material de referência.

Ideal mesmo era rechear esta documentação com exemplos.

17.1 Gerenciamento de memória

```
void *getbytes(size_t nbytes);
```

```
void *getzbytes(size_t nbytes);
```

```
void *copybytes(void *src, size_t nbytes);
```

```
void freebytes(void *x, size_t nbytes);
```

Desaloca um ponteiro da memória.

```
void *resizebytes(void *x, size_t oldsize, size_t newsize);
```

17.2 Atoms

```
t_float atom_getfloat(t_atom *a);
```

```
t_int atom_getint(t_atom *a);
```

```
t_symbol *atom_getsymbol(t_atom *a);
```

```
t_symbol *atom_gensym(t_atom *a);
```

```
t_float atom_getfloatarg(int which, int argc, t_atom *argv);
```

```
t_int atom_getintarg(int which, int argc, t_atom *argv);
```

```
t_symbol *atom_getsymbolarg(int which, int argc, t_atom *argv);
```

```
void atom_string(t_atom *a, char *buf, unsigned int bufsize);
```

17.3 Binbufs

```
t_binbuf *binbuf_new(void);
```

```
void binbuf_free(t_binbuf *x);
```

```
t_binbuf *binbuf_duplicate(t_binbuf *y);
```

```
void binbuf_text(t_binbuf *x, char *text, size_t size);
```

```
void binbuf_gettext(t_binbuf *x, char **bufp, int *lengthp);
```

```
void binbuf_clear(t_binbuf *x);
```

```
void binbuf_add(t_binbuf *x, int argc, t_atom *argv);
```

```
void binbuf_addv(t_binbuf *x, char *fmt, ...);
```

```
void binbuf_addbinbuf(t_binbuf *x, t_binbuf *y);
```

```
void binbuf_addsemi(t_binbuf *x);
```

```
void binbuf_restore(t_binbuf *x, int argc, t_atom *argv);
```

```
void binbuf_print(t_binbuf *x);
```

```
int binbuf_getnatom(t_binbuf *x);
```

```
t_atom *binbuf_getvec(t_binbuf *x);
```

```
void binbuf_eval(t_binbuf *x, t_pd *target, int argc, t_atom *argv);
```

```
int binbuf_read(t_binbuf *b, char *filename, char *dirname, int crflag);
```

```
int binbuf_read_via_canvas(t_binbuf *b, char *filename, t_canvas *canvas, int crflag);
```

```
int binbuf_read_via_path(t_binbuf *b, char *filename, char *dirname, int crflag);
```

```
int binbuf_write(t_binbuf *x, char *filename, char *dir, int crflag);
```

```
void binbuf_evalfile(t_symbol *name, t_symbol *dir);
```

```
t_symbol *binbuf_realizedollsym(t_symbol *s, int ac, t_atom *av, int tonew);
```

17.4 Clocks

```
t_clock *clock_new(void *owner, t_method fn);
```

```
void clock_set(t_clock *x, double systime);
```

```
void clock_delay(t_clock *x, double delaytime);
```

```
void clock_unset(t_clock *x);
```

```
double clock_getlogicaltime(void);
```

```
double clock_getsystime(void);
```
OBSOLETE; use clock_getlogicaltime()

```
double clock_gettimesince(double prevsystime);
```
Elapsed time in milliseconds since the given system time

```
double clock_getsystimeafter(double delaytime);
```

```
void clock_free(t_clock *x);
```

17.5 Pure data

```
t_pd *pd_new(t_class *cls);
```

```
void pd_free(t_pd *x);
```

```
void pd_bind(t_pd *x, t_symbol *s);
```

```
void pd_unbind(t_pd *x, t_symbol *s);
```

```
t_pd *pd_findbyclass(t_symbol *s, t_class *c);
```

Verifica se ha um objeto desta classe instanciado no patch atual.

```
void pd_pushsym(t_pd *x);
```

```
void pd_popsym(t_pd *x);
```

```
t_symbol *pd_getfilename(void);
```

```
t_symbol *pd_getdirname(void);
```

```
void pd_bang(t_pd *x);
```

```
void pd_pointer(t_pd *x, t_gpointer *gp);
```

```
void pd_float(t_pd *x, t_float f);
```

```
void pd_symbol(t_pd *x, t_symbol *s);
```

```
void pd_list(t_pd *x, t_symbol *s, int argc, t_atom *argv);
```

```
void pd_anything(t_pd *x, t_symbol *s, int argc, t_atom *argv);
```

17.6 Pointers

```
void gpointer_init(t_gpointer *gp);
```

```
void gpointer_copy(const t_gpointer *gpfrom, t_gpointer *gpto);
```

```
void gpointer_unset(t_gpointer *gp);
```

```
int gpointer_check(const t_gpointer *gp, int headok);
```

17.7 Inlets and outlets

```
t_inlet *inlet_new(t_object *owner, t_pd *dest, t_symbol *s1, t_symbol *s2);
```

```
t_inlet *pointerinlet_new(t_object *owner, t_gpointer *gp);
```

```
t_inlet *floatinlet_new(t_object *owner, t_float *fp);
```

```
t_inlet *symbolinlet_new(t_object *owner, t_symbol **sp);
```

```
t_inlet *signalinlet_new(t_object *owner, t_float f);
```

```
void inlet_free(t_inlet *x);
```

```
t_outlet *outlet_new(t_object *owner, t_symbol *s);
```

```
void outlet_bang(t_outlet *x);
```

```
void outlet_pointer(t_outlet *x, t_gpointer *gp);
```

```
void outlet_float(t_outlet *x, t_float f);
```

```
void outlet_symbol(t_outlet *x, t_symbol *s);
```

```
void outlet_list(t_outlet *x, t_symbol *s, int argc, t_atom *argv);
```

```
void outlet_anything(t_outlet *x, t_symbol *s, int argc, t_atom *argv);
```

```
t_symbol *outlet_getsymbol(t_outlet *x);
```

```
void outlet_free(t_outlet *x);
```

```
t_object *pd_checkobject(t_pd *x);
```

17.8 Canvases

```
void glob_setfilename(void *dummy, t_symbol *name, t_symbol *dir);
```

```
void canvas_setargs(int argc, t_atom *argv);
```

```
void canvas_getargs(int *argcp, t_atom **argvp);
```

```
t_symbol *canvas_getcurrentdir(void);
```

```
t_glist *canvas_getcurrent(void);
```

```
void canvas_makefilename(t_glist *c, char *file, char *result,int resultsize);
```

```
t_symbol *canvas_getdir(t_glist *x);
```

```
char sys_font[];
    /* default typeface set in s_main.c */
```

```
char sys_fontweight[];
    /* default font weight set in s_main.c */
```

```
int sys_fontwidth(int fontsize);
```

```
int sys_fontheight(int fontsize);
```

```
void canvas_dataproperties(t_glist *x, t_scalar *sc, t_binbuf *b);
```

```
int canvas_open(t_canvas *x, const char *name, const char *ext, char *dirresult, char **nameresult,
unsigned int size, int bin);
```

17.9 Classes

```
t_class *class_new(t_symbol *name, t_newmethod newmethod, t_method freemethod, size_t size,
int flags, t_atomtype arg1, ...);
```

```
void class_addcreator(t_newmethod newmethod, t_symbol *s, t_atomtype type1, ...);
```

```
void class_addmethod(t_class *c, t_method fn, t_symbol *sel, t_atomtype arg1, ...);
```

```
void class_addbang(t_class *c, t_method fn);
```

```
void class_addpointer(t_class *c, t_method fn);
```

```
void class_doaddfloat(t_class *c, t_method fn);
```

```
void class_addsymbol(t_class *c, t_method fn);
```

```
void class_addlist(t_class *c, t_method fn);
```

```
void class_addanything(t_class *c, t_method fn);
```

```
void class_sethelpsymbol(t_class *c, t_symbol *s);
```
Define o arquivo de help para a classe.

```
void class_setwidget(t_class *c, t_widgetbehavior *w);
```
Define qual será o comportamento da GUI deste objeto. Quando esta função é chamada o Pd não se responsabiliza mais quanto ao desenho do external.

```
void class_setparentwidget(t_class *c, t_parentwidgetbehavior *w);
```

```
t_parentwidgetbehavior *class_parentwidget(t_class *c);
```

```
char *class_getname(t_class *c);
```

```
char *class_gethelpname(t_class *c);
```

```
void class_setdrawcommand(t_class *c);
```

```
int class_isdrawcommand(t_class *c);
```

```
void class_domainsignalin(t_class *c, int onset);
```

```
void class_set_extern_dir(t_symbol *s);
```

```
void class_setsavefn(t_class *c, t_savefn f);
```

```
t_savefn class_getsavefn(t_class *c);
```

```
void class_setpropertiesfn(t_class *c, t_propertiesfn f);
```

```
t_propertiesfn class_getpropertiesfn(t_class *c);
```

17.10 Printing

```
void post(const char *fmt, ...);
```
Envia um mensagem para a saída padrão do PD. Funciona de maneira similar ao printf e aceita argumentos como %d ou %f. Ao contrário do printf, quebra linha no final.

```
void startpost(const char *fmt, ...);
```

```
void poststring(const char *s);
```

```
void postfloat(t_floatarg f);
```

```
void postatom(int argc, t_atom *argv);
```

```
void endpost(void);
```

```
void error(const char *fmt, ...);
```

```
void verbose(int level, const char *fmt, ...);
```

```
void bug(const char *fmt, ...);
```

```
void pd_error(void *object, const char *fmt, ...);
```

```
void sys_logerror(const char *object, const char *s);
```

```
void sys_unixerror(const char *object);
```

```
void sys_ouch(void);
```

17.11 System interface routines

```
int sys_isreadablefile(const char *name);
```

```
int sys_isabsolutepath(const char *dir);
```

```
void sys_bashfilename(const char *from, char *to);
```

```
void sys_unbashfilename(const char *from, char *to);
```

```
int open_via_path(const char *name, const char *ext, const char *dir, char *dirresult, char
**nameresult, unsigned int size, int bin);
```

```
int sched_geteventno(void);
```

```
double sys_getrealtime(void);
```

```
int (*sys_idlehook)(void);
```
Hook to add idle time computation

17.12 Threading

```
void sys_lock(void);
```

```
void sys_unlock(void);
```

```
int sys_trylock(void);
```

17.13 Signals

```
t_int *plus_perform(t_int *args);
```

```
t_int *zero_perform(t_int *args);
```

```
t_int *copy_perform(t_int *args);
```

```
void dsp_add_plus(t_sample *in1, t_sample *in2, t_sample *out, int n);
```

```
void dsp_add_copy(t_sample *in, t_sample *out, int n);
```

```
void dsp_add_scalarcopy(t_float *in, t_sample *out, int n);
```

```
void dsp_add_zero(t_sample *out, int n);
```

```
int sys_getblksize(void);
```
Retorna o tamanho do bloco de processamento do Pure Data.

```
t_float sys_getsr(void);
```
Retorna qual a amostragem (Sample Rate) atual do Pure Data.

```
int sys_get_inchannels(void);
```
Retorna a quantidade de canais de entrada do Pure Data.

```
int sys_get_outchannels(void);
```
Retorna a quantidade de canais de saída do Pure Data.

```
void dsp_add(t_perfroutine f, int n, ...);
```

```
void dsp_addv(t_perfroutine f, int n, t_int *vec);
```

```
void pd_fft(t_float *buf, int npoints, int inverse);
```

```
int ilog2(int n);
```

```
void mayer_fht(t_sample *fz, int n);
```

```
void mayer_fft(int n, t_sample *real, t_sample *imag);
```

```
void mayer_ifft(int n, t_sample *real, t_sample *imag);
```

```
void mayer_realfft(int n, t_sample *real);
```

```
void mayer_realifft(int n, t_sample *real);
```

```
float *cos_table;
```

```
int canvas_suspend_dsp(void);
```

```
void canvas_resume_dsp(int oldstate);
```

```
void canvas_update_dsp(void);
```

```
int canvas_dspstate;
```

```
typedef struct _resample {
int method; // up/downsampling method ID
t_int downsample; // downsampling factor
t_int upsample; // upsampling factor
t_sample *s_vec; // here we hold the resampled data
int s_n;
t_sample *coeffs; // coefficients for filtering...
int coefsize;
t_sample *buffer; // buffer for filtering
int bufsize;
} t_resample;
```

```
void resample_init(t_resample *x);
```

```
void resample_free(t_resample *x);
```

```
void resample_dsp(t_resample *x, t_sample *in, int insize, t_sample *out, int outsize, int
method);
```

```
void resamplefrom_dsp(t_resample *x, t_sample *in, int insize, int outsize, int method);
```

```
void resampleto_dsp(t_resample *x, t_sample *out, int insize, int outsize, int method);
```

17.14 Utility functions for signals

```
t_float mtof(t_float);
```
Converte valores MIDI em frequencia.

```
t_float ftom(t_float);
```
Converte frequencias em valores MIDI.

```
t_float rmstodb(t_float);
```
Converte amplitudes RMS em decibéis.

```
t_float powtodb(t_float);
```
Converte potência em decibél.

```
t_float dbtorms(t_float);
```
Converte decibél para RMS.

```
t_float dbtopow(t_float);
```
Converte decibél para potência.

```
t_float q8_sqrt(t_float);
```

```
t_float q8_rsqrt(t_float);
```

17.15 Data

```
t_class *garray_class;
```

```
int garray_getfloatarray(t_garray *x, int *size, t_float **vec);
```

```
int garray_getfloatwords(t_garray *x, int *size, t_word **vec);
```

```
t_float garray_get(t_garray *x, t_symbol *s, t_int indx);
```

```
void garray_redraw(t_garray *x);
```

```
int garray_npoints(t_garray *x);
```

```
char *garray_vec(t_garray *x);
```

```
void garray_resize(t_garray *x, t_floatarg f);
```

```
void garray_usedindsp(t_garray *x);
```

```
void garray_setsaveit(t_garray *x, int saveit);
```

```
t_class *scalar_class;
```

```
t_float *value_get(t_symbol *s);
```

```
void value_release(t_symbol *s);
```

```
int value_getfloat(t_symbol *s, t_float *f);
```

```
int value_setfloat(t_symbol *s, t_float f);
```

17.16 GUI interface - functions to send strings to TK

```
void sys_vgui(char *fmt, ...);
```
Envia comandos Tk para o canvas com argumentos.

```
void sys_gui(char *s);
```
Envia comandos Tk para o canvas.

```
void sys_pretendguibytes(int n);
```

```
void sys_queuegui(void *client, t_glist *glist, t_guicallbackfn f);
```

```
void sys_unqueuegui(void *client);
```

```
void gfxstub_new(t_pd *owner, void *key, const char *cmd);
```

```
void gfxstub_deleteforkey(void *key);
```

```
t_class *glob_pdobject;
```
object to send ”pd”messages