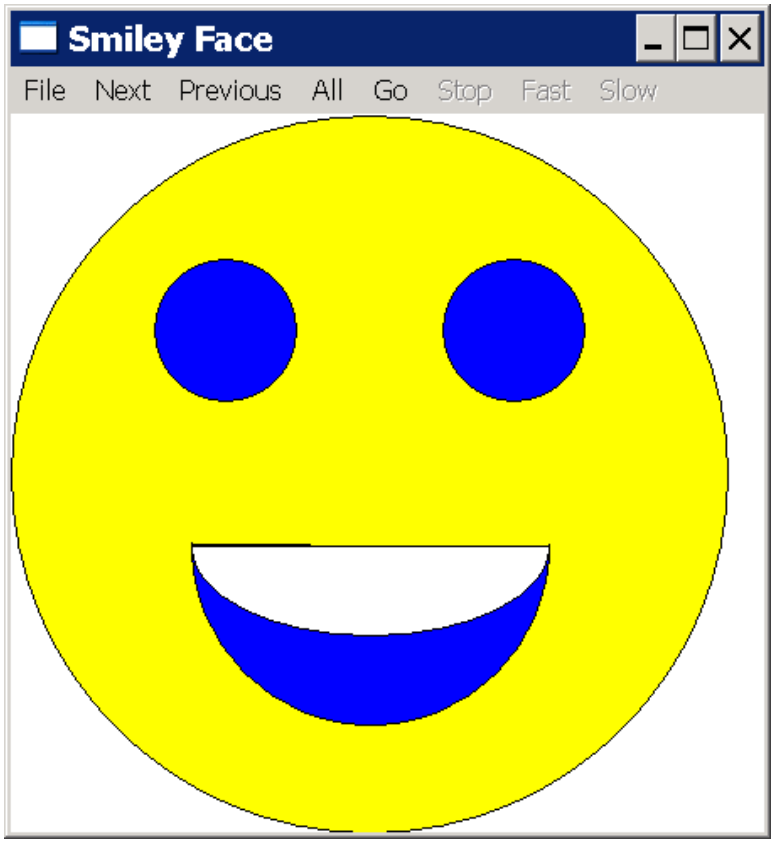
SoftIntegration®

QuickAnimation™

バージョン7.0

ユーザーズガイド



How to Contact SoftIntegration

Mail	SoftIntegration, Inc.
	216 F Street, #68
	Davis, CA 95616
Phone	+ 1 530 297 7398
Fax	+ 1 530 297 7392
Web	http://www.softintegration.com
Email	info@softintegration.com

December, 2012

目次

第1章 オブジェクトの表示とアニメーションのための QuickAnimation

1.1 はじめに

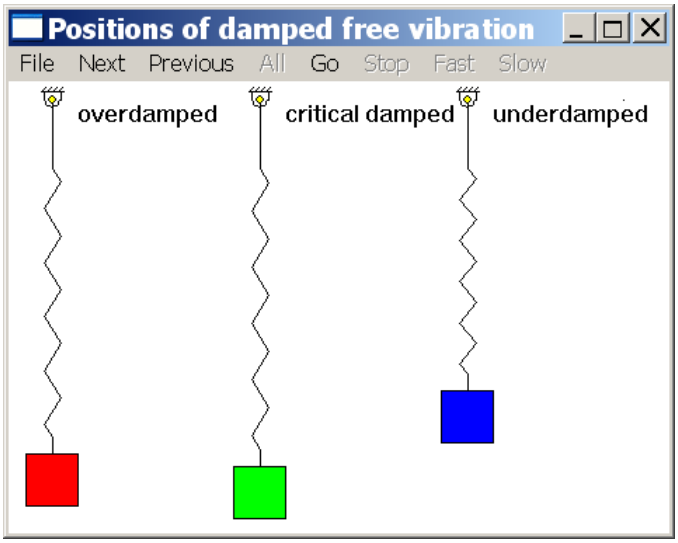


図 1.1: 3 つの振動系の位置を示す QuickAnimation ウィンドウ

QuickAnimation^{TM} は指定した x-y 座標データに基づき、様々なオブジェクトのクイックアニメーションと表示を行うためのプログラムです。他の SoftIntegration 製品と同様、簡潔さと使いやすさがこのユーティリティプログラムの特徴となっています。QuickAnimation^{TM} は、二次元力学系のアニメーションに特に適しています。たとえば、図 1.1 に示されている QuickAnimation^{TM} ウィンドウでは、メニューバーと過減衰（overdamped）、臨界減衰（critical damped）、および減衰振動（underdamped）系が表示されています。表示オブジェクトは、上にタイトルが記載されたウィンドウ内に大きく描画されています。アニメーションのための **qanimate** の QuickAnimation^{TM} プログラムの使用方法の詳細については、この章で記述されています。

1.2 QuickAnimation^{TM} のユーザーインターフェース

オブジェクトに対する QuickAnimation^{TM} データファイルの拡張子は .qnm です。このデータファイルは、QuickAnimation^{TM} コマンド **qanimate** により、

```
qanimate datafile.qnm
```

のように起動し、図 1.1に示されるようなQuickAnimation^{TM} ウィンドウを開くことができます。

QuickAnimation ウィンドウ内のメニューバーは、アニメーションシステムを操作する一連のメニューを含んでいます。`File` メニューを使用すると、プログラムを終了することができます。`Next` ボタンおよび `Prev` ボタンはアニメーションのフレームを制御し、`All` ボタンは全フレームを一度に表示します。`Fast` および `Slow` ボタンはアニメーションの速度を変更します。`Go` および `Stop` ボタンはアニメーションを開始および停止します。システムは、`Prev` ボタンで一方向、`Next` ボタンで逆方向のように、どちらの方向にも動かすことができます。`Go` ボタンが押されると、システムは `Prev` または `Next` ボタンで直前に指定された方向に動きます。

1.3 入力データ形式

QuickAnimation データファイルの典型的な形式は図 1.2 で示されています。この形式は、以下の表記で指定されます。

- `Typewriter` 書式のテキストはキーワードです。
- *`Emphasized`* 書式のテキストはユーザーにより指定されるものです。
- 角かっこ '`[]`' 内のテキストはオプションです。
- 縦棒文字 '`|`' は "OR" （論理和）条件を指定します。

行の最初の '`#`' 文字は、コメントの境界を定めています。QuickAnimation はこの行上の '`#`' 文字に続く文字をすべて無視します。力学系のタイトルは、`title` キーワードに続く二重引用符 '`"`' で囲まれた文字列で指定されます。`fixture` キーワードを使用すると、以降の行で固定オブジェクトを定義可能です。`primitives` は、表示され、またはアニメーション化されるシステムの一般および力学コンポーネントの定義に使用されます。`animate` は、アニメーション用のデータの入力を開始します。`animate` キーワーに続く各行は、`primitive` 上のスーパースクリプトで示されるような、アニメーションの 1 つのフレームを表します。`restart` オプションは、アニメーション終了時にそれを最初から再開することを指定します。`reverse` オプションは、アニメーション終了時にそれを最後のフレームから最初のフレームまで逆方向に動作させることを指定します。`stopped` キーワードに続く `primitives` は、アニメーション停止時にのみ表示されます。フレームは、複数のプリミティブを含むことが可能なデータセットから構成されます。継続文字 '`\`' は、複数行にわたるデータセットにおけるプリミティブ間の橋渡しに使用されます。n 個のフレームをもつアニメーションには、n 個のデータセットが必要とされます。

```
# comment
title "title string"
fixture
primitives
animate [ restart | reverse ]
primitives^1 [ stopped primitives^1 ]
primitives^2 [ stopped primitives^2 ]

                .
                .
                .

primitives^n [ stopped primitives^n ]
```

図 1.2: QuickAnimation データ形式

1.3.1 一般描画プリミティブ

図 1.3 は、QuickAnimation 用に使用可能な一般描画プリミティブを示しています。これらのプリミティブを使用すると、QuickAnimation プログラムへのテキスト（Text）の挿入はもちろん、弧（Arc）、直線（Line）、セグメント（Segment）、円（Circle）、多角形（Polygon）、および矩形（Rectangle）も描画することができます。これらのプリミティブを描画する構文は、図 1.4 で示されています。ひとつの例として、直線の描画を考えます。`line` の次に始点と終点の x、y 座標を指定した直線を定義します（すなわち、`line 0 0 2 3` は、直交座標系で原点から点 (2,3) への直線を描画します）。複数の直線は、`line` ステートメントの後にさらに座標点を追加することにより、互いに連結されます。同様に、円は図 1.4 に示されている構文にしたがいその中心点と半径を指定することにより、描画されます。各一般描画プリミティブで使用可能な様々なオプションは、図 1.5 内で表示され、色とフォントのオプションの例は図 1.6 で示されています。

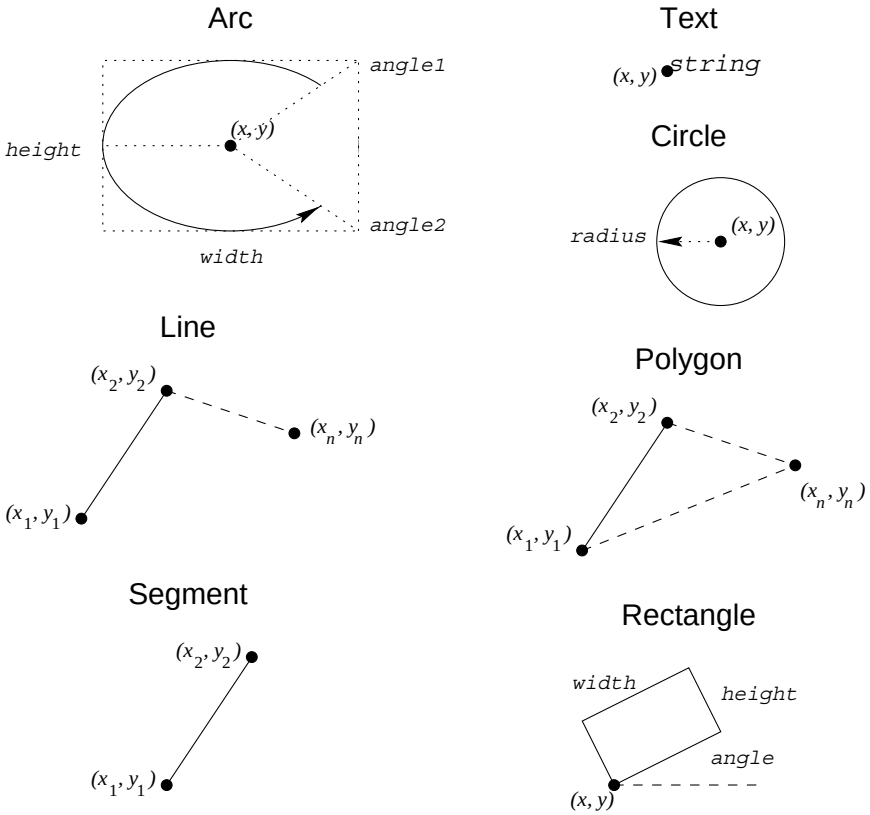


図 1.3: 一般描画プリミティブのグラフィック表現

```
line x1 y1  x2 y2  [...  xn yn]
arc x y width height angle1 angle2
segment x1 y1 x2 y2
rectangle x y width height [ angle angle ]
polygon x1 y1  x2 y2  x3 y3  ...  xn yn
text x y string
circle x y radius
dot x y
```

図 1.4: 一般描画プリミティブの構文

```
line
segment   ...
          [ pen color ]
          [ linewidth pixelwidth ]
          [ linestyle solid |
                      dashed [ length pixellength ] |
                      dotted [ gap pixelgap ] ]
          [ capstyle butt | round | projecting ]
          [ joinstyle miter | round | bevel ]
          [ depth depth ]
arc
circle
polygon
rectangle ...
          [ pen color ]
          [ fill color [ intensity percent ]
                       [ pattern number ] ]
          [ linewidth pixelwidth ]
          [ linestyle solid |
                      dashed [ length pixellength ] |
                      dotted [ gap pixelgap ] ]
          [ capstyle butt | round | projecting ]
          [ joinstyle miter | round | bevel ]
          [ depth depth ]
text      ...
          [ pen color ]
          [ depth depth ]
          [ font fontname ]
dot       ...
          [ pen color ]
          [ depth depth ]
```

図 1.5: 一般描画プリミティブのオプション

```
...  color { red | blue | yellow | white | black | grey90 ...  }
...  font { fixed | 6x13 | 6x13bold | lucidasanstypewriter-12 ...
}
```

図 1.6: 色とフォントのオプションの例

色とフォントは、Unix の X Window System および Windows で指定されます。
有効な色の名前とその対応する GRB 値は以下のとおりです。

色の名前	16 進数の値	R	G	B
white	#ffffff =	255	255	255
black	#000000 =	0	0	0
gray0	#000000 =	0	0	0
grey0	#000000 =	0	0	0
gray10	#1a1a1a =	26	26	26
grey10	#1a1a1a =	26	26	26
gray20	#333333 =	51	51	51
grey20	#333333 =	51	51	51
gray30	#4d4d4d =	77	77	77
grey30	#4d4d4d =	77	77	77
gray40	#666666 =	102	102	102
grey40	#666666 =	102	102	102
gray50	#7f7f7f =	127	127	127
grey50	#7f7f7f =	127	127	127
gray60	#999999 =	153	153	153
grey60	#999999 =	153	153	153
gray70	#b3b3b3 =	179	179	179
grey70	#b3b3b3 =	179	179	179
gray80	#cccccc =	204	204	204
grey80	#cccccc =	204	204	204
gray90	#e5e5e5 =	229	229	229
grey90	#e5e5e5 =	229	229	229
gray100	#ffffff =	255	255	255
grey100	#ffffff =	255	255	255
gray	#bebebe =	190	190	190
grey	#bebebe =	190	190	190
light-gray	#d3d3d3 =	211	211	211
light-grey	#d3d3d3 =	211	211	211
dark-gray	#a9a9a9 =	169	169	169
dark-grey	#a9a9a9 =	169	169	169
red	#ff0000 =	255	0	0
light-red	#f03232 =	240	50	50
dark-red	#8b0000 =	139	0	0
yellow	#ffff00 =	255	255	0
light-yellow	#ffffe0 =	255	255	224
dark-yellow	#c8c800 =	200	200	0
green	#00ff00 =	0	255	0
light-green	#90ee90 =	144	238	144
dark-green	#006400 =	0	100	0

```
spring-green        #00ff7f =   0 255 127
forest-green        #228b22 =  34 139  34
sea-green           #2e8b57 =  46 139  87
blue                #0000ff =   0   0 255
light-blue          #add8e6 = 173 216 230
dark-blue           #00008b =   0   0 139
midnight-blue       #191970 =  25  25 112
navy                #000080 =   0   0 128
medium-blue         #0000cd =   0   0 205
royalblue           #4169e1 =  65 105 225
skyblue             #87ceeb = 135 206 235
cyan                #00ffff =   0 255 255
light-cyan          #e0ffff = 224 255 255
dark-cyan           #008b8b =   0 139 139
magenta             #ff00ff = 255   0 255
light-magenta       #f055f0 = 240  85 240
dark-magenta        #8b008b = 139   0 139
turquoise           #40e0d0 =  64 224 208
light-turquoise     #afeeee = 175 238 238
dark-turquoise      #00ced1 =   0 206 209
pink                #ffc0cb = 255 192 203
light-pink          #ffb6c1 = 255 182 193
dark-pink           #ff1493 = 255  20 147
coral               #ff7f50 = 255 127  80
light-coral         #f08080 = 240 128 128
orange-red          #ff4500 = 255  69   0
salmon              #fa8072 = 250 128 114
light-salmon        #ffa07a = 255 160 122
dark-salmon         #e9967a = 233 150 122
aquamarine          #7fffd4 = 127 255 212
khaki               #f0e68c = 240 230 140
dark-khaki          #bdb76b = 189 183 107
goldenrod           #daa520 = 218 165  32
light-goldenrod     #eedd82 = 238 221 130
dark-goldenrod      #b8860b = 184 134  11
gold                #ffd700 = 255 215   0
beige               #f5f5dc = 245 245 220
brown               #a52a2a = 165  42  42
orange              #ffa500 = 255 165   0
dark-orange         #ff8c00 = 255 140   0
violet              #ee82ee = 238 130 238
dark-violet         #9400d3 = 148   0 211
```

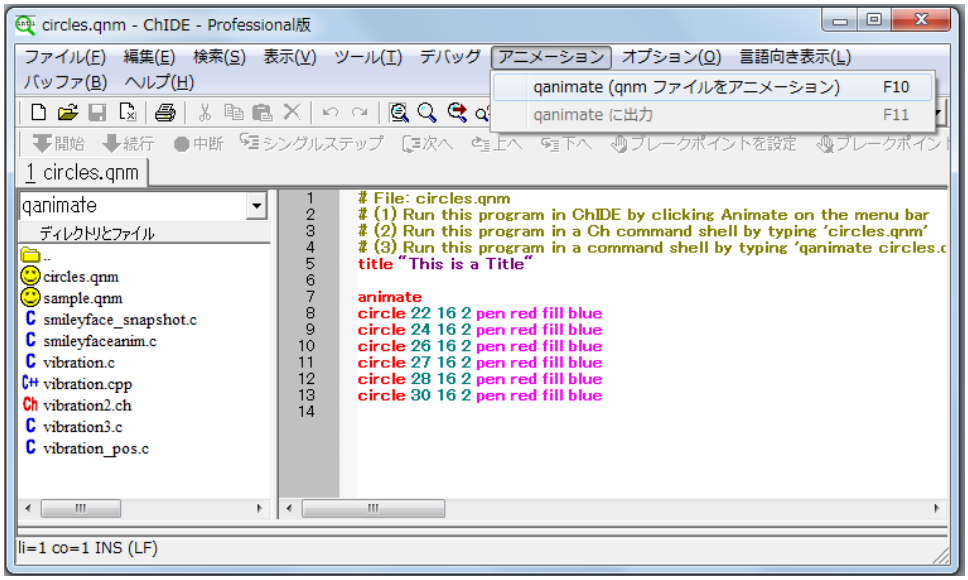


図 1.7: QuickAnimation ファイル *circles.qnm* の実行

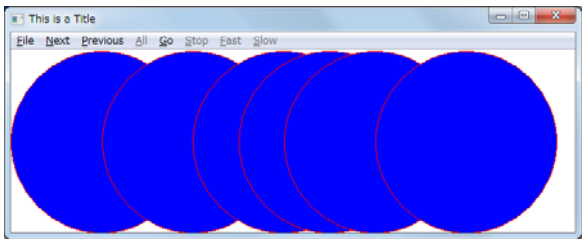


図 1.8: 図 1.7における QuickAnimation ファイル *circles.qnm* の実行による出力

```
plum                #dda0dd = 221 160 221
purple              #a020f0 = 160  32 240
```

1.3.2 qnm ファイルの処理

ファイル拡張子 `.qnm` をもつ QuickAnimation ファイルは、図 1.7において QuickAnimation ファイル `circles.qnm` で示されるように、ChIDE 内で書式ハイライト機能を用いて編集することができます。`circles.qnm` に対するアニメーションは、図 1.7に示されるように、コマンド［アニメーション］→［qanimate (Animate a qnm ファイルをアニメーション)］を選択するか、またはファンクションキー F10 を押すことにより、作成されます。図 1.8は、このアニメーションの全フレームを示しています。

QuickAnimation ファイル `circles.qnm` はまた、コマンド

```
qanimate circles.qnm
```

により処理されます。ここで、コマンド `qanimate` は Ch で使用可能です。

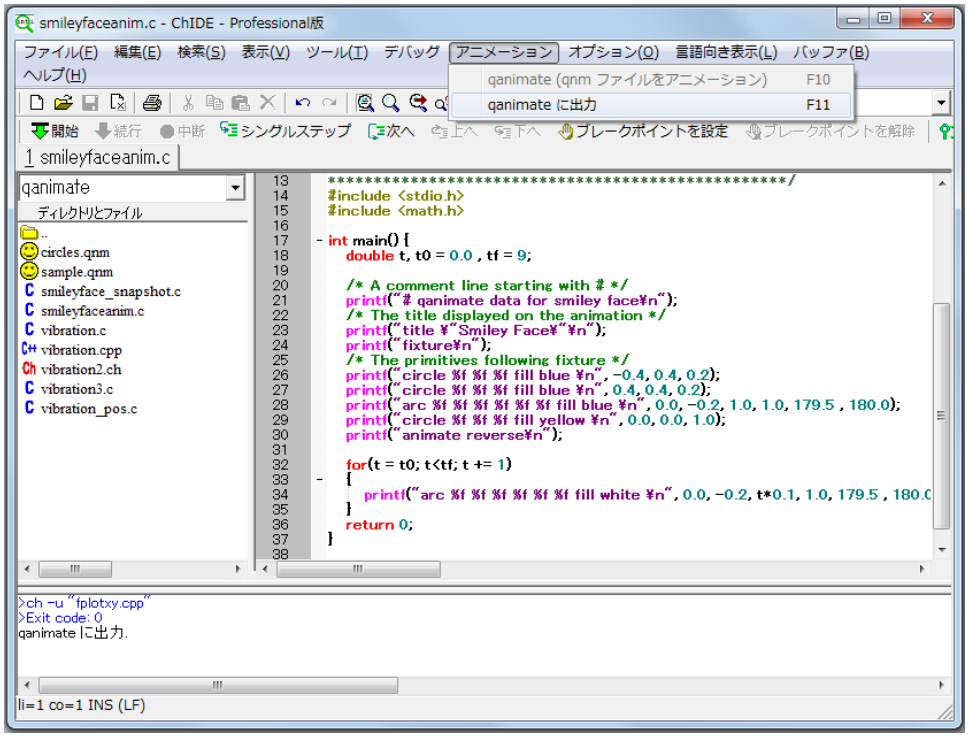


図 1.9: 標準出力 (stdout) を用いて QuickAnimation に送信されるプログラムの実行

1.3.3 クイックアニメーション用プログラムの書き出し

QuickAnimation 形式での標準出力を生成するために、**printf()** のような標準 C 関数を用いてプログラムを書き出すことができます。プログラム `CHHOME/demos/qanimate/smileyfaceanim.c` を実行している図 1.9で示されるように、コマンド［アニメーション］→［qanimate に出力］を選択するか、またはファンクションキー F11 を押すと、ChIDE において標準出力は QuickAnimation プログラム **qanimate** に直接送信されます。図 1.10は生成されたアニメーションの画面コピーを示しています。

アニメーションはまた、Ch コマンドシェルで以下のコマンドを入力することにより生成されます。

```
smileyfaceanim.c | qanimate
```

または

```
smileyfaceanim.c > tmp1.qnm
qanimate tmp1.qnm
```

図 1.10: 図 1.9におけるプログラム *smileyfaceanim.c* の実行からの出力

1.3.4 力学的描画プリミティブ

力学的描画プリミティブは、力学系のばねや連結点のような典型的な力学的コンポーネントを簡単に作成できるように QuickAnimation に同梱されています。QuickAnimation で使用可能な力学的描画プリミティブは、一般描画プリミティブから派生しています。たとえば、リンクは直線で接続された 2 つの円の組み合わせです。使用可能なすべての力学的描画プリミティブは、図 1.11 に示されています。これらのプリミティブは、力学系のアニメーション作成に使用される基本的ツールです。

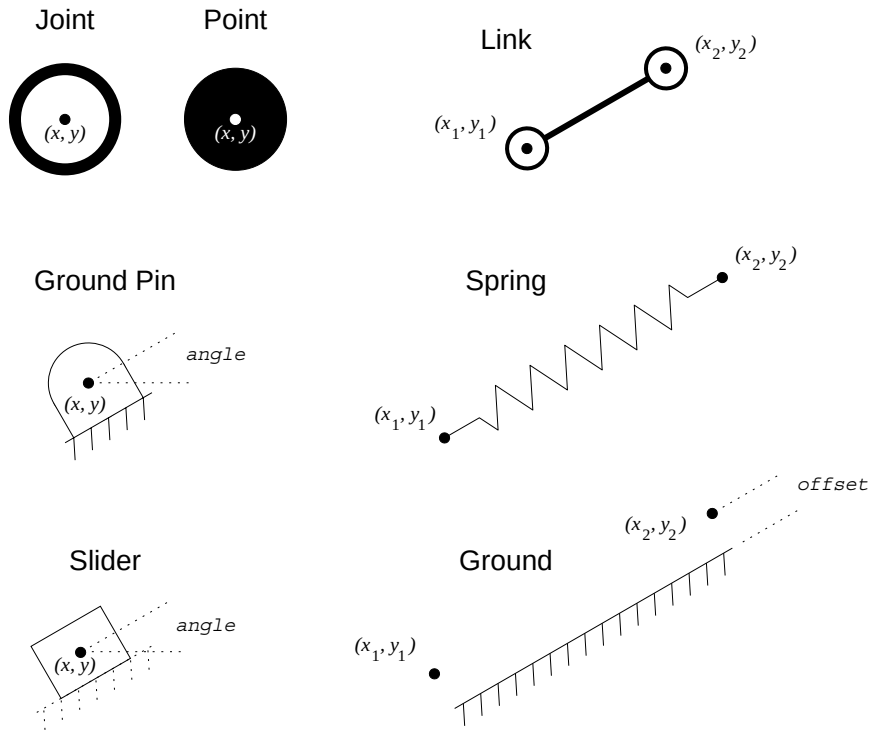


図 1.11: 力学的描画プリミティブのグラフィック表現

点（Point）と連結点（Joint）

point プリミティブは、基本的には中塗りされた円です。これは通常、力学系上の点を強調するために使用されます。point の一般的構文は、

point $x_1\ y_1$ [$x_2\ y_2$ ... $x_n\ y_n$] [trace]

であり、ここで $x_1y_1...x_ny_n$ は連結点の座標を指定し、trace はオプションのパラメータで、この点がアニメーションの最中にトレースされるかどうかの指定に使われます。たとえば、トレースされる、座標 (1,3) の点を作成するには以下のコマンドを指定します。

```
point 1 3 trace
```

プリミティブ joint は point と非常によく似通っています。これは point プリミティブと構文上は同じですが、中塗りされていない円で構成されています。連結点は、2 つのリンクまたは他の力学的コンポーネント間の接続を表します。

リンク（Link）

すでに述べたように、link プリミティブは 2 つの円プリミティブと 1 つの直線プリミティブで形成される力学的コンポーネントです。このプリミティブは通常、平面 4 節機構のような力学的リンクのアニメーション作成に使用されます。link の一般的構文は以下のとおりです。

link x_1 x_2 x_2 y_2 [... x_n y_n].

最初のリンクの端点座標は、(x_1,y_1) と (x_2,y_2) で指定されます。追加リンクは、そのリンクの他方の端点座標を指定することにより、最後のリンクに加えることができます。共通の端点で隣接する 2 つのリンクを作成する典型的な例として、以下のものがあります。

```
link 1 1  1 4  4 4
```

この例では、最初のリンクの端点は座標 (1,1) と (1,4) です。そして次のリンクは (1,4) で最初のリンクに追加され、その他方の端点は (4,4) です。QuickAnimation の実行中には、端点座標間の余分なスペースは無視されることに注意してください。この例でのこれらのスペースは、各端点を区別しやすくするために入れられています。

平面（Ground）

ground プリミティブはアニメーションの参照領域を表します。このプリミティブは静止していて、その位置は固定されています。ground の構文は以下のとおりです。

ground x_1 y_1 x_2 y_2 [offset *pixeloffset*]
[ticks *forward* | *backward*]

オプション offset、*pixeloffset* は、この平面の x と y 座標に対して、この平面が離れて配置されている距離を指定します。さらに、ticks オプションが使用され、その値が forward である場合、この平面上の順方向は (x_1,y_1) から (x_2,y_2) であることを示しています。同様に、ticks の値が backward である場合は、その逆になります。オプション ticks の既定値は forward です。たとえば、

```
ground 0 0  10 0 offset 2
```

は、x=0 から x=10 の方向の、y=0 の線から 2 単位下の ground セクションを作成します。

平面ピン（Ground Pin）

力学系を直接 ground に接続するために、groundpin プリミティブが使用され、要求する接続を指定します。このプリミティブの構文は以下のとおりです。

groundpin *x y* [angle *angle*]

座標 (x,y) はこの平面ピンの中心であり、オプション引数の angle *angle* は水平位置からの角度を度単位で指定します。原点上に、45° の回転角度をもつ平面ピンを作成するには、以下のステートメントを宣言します。

```
groundpin 0 0  angle 45
```

スライダー（Slider）

slider プリミティブは、矩形描画プリミティブから生成されます。このプリミティブは、並進運動のみが可能な力学系のブロックメンバを表します。平面ピンと同様に、スライダーは、傾斜した表面を平行移動できるように、角度を指定することができます。この構文は以下のとおりです。

```
slider x y [angle angle]
```

例として、(3,4) の位置にある、平面と 30° の傾斜面をすべるスライダーを考えます。このメカニズムのスライダー部分は、以下のステートメントで作成します。

```
slider 3 4 angle 30
```

ばね（Spring）

ばねは多くの力学系の代表的なコンポーネントです。QuickAnimation における spring プリミティブにより、モデル化し、アニメーション化可能な力学系の数を飛躍的に増やすことができます。この構文は以下のとおりです。

```
spring x1 y1  x2 y2
```

ここで、座標 (x_1,y_1) と (x_2,y_2) は、このばねの端点を指定します。(1,1) から (3,5) のばねを作成するには、QuickAnimation データファイル内に以下のステートメントを入れます。

```
spring 1 1  3 5
```

1.4 QuickAnimation^{TM} の使用例

これらのサンプルのソースコードは Ch で提供され、CHHOME/demos/qanimate ディレクトリ（Windows では C:/Ch/demos/qanimate、Unix では /usr/local/ch/demos/qanimate）に置かれています。

1.4.1 例 1: データ形式

図 1.12 におけるデータファイルは、QuickAnimation ファイル内の一般および力学的プリミティブをどのように指定するかを示しています。図 1.13 はこのデータファイルが **qanimate** プログラムで実行されたときの表示を示しています。

1.4.2 例 2: 減衰自由振動の位置の表示

図 1.14 の QuickAnimation^{TM} データファイルは図 1.1 に示される振動系の表示に使用可能です。# で始まる最初の行は、コメント行です。次に、このアニメーションのタイトルがセットされています。そして固定オブジェクトが指定されています。まず、平面ピンと連結点が以下のように、(0,6) に配置されます。

```
# File: sample.qnm (this is a comment)
title "This is a Title"

fixture
#no fixture

animate

# low level primitives:
line 0 0 1 1.5 2 2 pen red \
    line 3 3 4 4
line 5 5 12 5 linestyle dashed length 2 pen green linewidth 1
line 5 6 12 6 linestyle dashed length 5 pen green linewidth 1
line 5 7 12 7 linestyle dotted gap 1 pen red linewidth 2
line 5 8 12 8 linestyle dotted gap 5 pen red linewidth 2
arc 11 11 4 4 0 270 fill grey90 linewidth 5
arc 12 12 10 11 0 90  13 13 5 5 0 360 linewidth 2 pen blue
segment 14 14 15 15  16 16 17 17 pen red
#color of text cannot be changed in Windows for now
text 18 5 string1 pen rgb:ffff/ffff/0
text 18 7 "This is a string2" pen red
text 18 9 "This is a string3" \
    font -*-lucidatypewriter-medium-*-*-*-12-*-*-*-*-*-*-*
circle 22 16 2 \
    stopped line 14 17 17 20 text 17.2 20 "center of circle"
rectangle 15 18 1 1 pen red fill grey
rectangle 17 20 2 1 angle 30

# higher linkage primitives
joint 18 18
point 19 19
link 20 20 21 21
groundpin 22 22 25 25 angle 30
link 22 22 25 25
polygon 4 10  5 10 6 13 3.5 14 fill green
spring 10 1  15 1
ground 17 1.0  19 2.0
# The traced trajectory shown on the upper left
point 0 20 trace
point 3 23 trace
point 6 25 trace
point 10 20 trace
```

図 1.12: サンプルデータファイル `sample.qnm`

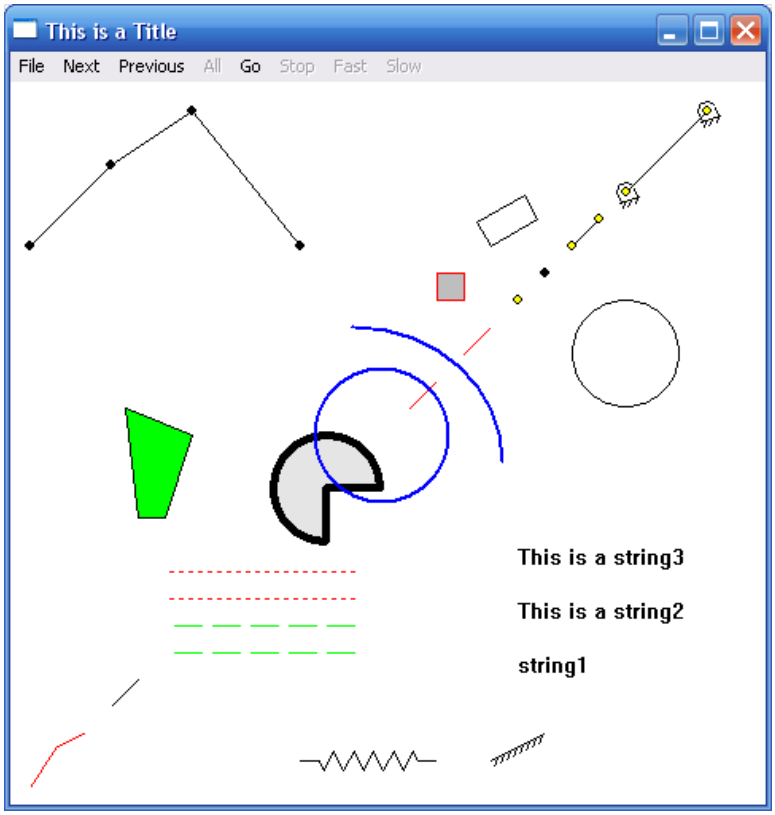


図 1.13: サンプルデータファイル `sample.qnm` に基づく QuickAnimation の表示

```
# qanimate data for animation of vibration systems
title "Positions of damped free vibration"
fixture
groundpin 0 6 angle 180 joint 0 6
text 0.5 6 "overdamped"
groundpin 4 6 angle 180 joint 4 6
text 4.5 6 "critical damped"
groundpin 8 6 angle 180 joint 8 6
text 8.5 6 "underdamped"
dot 11 6 pen white
rectangle -0.5 -0.818212 1 1 fill red \
spring 0 6 0 0.181788 \
rectangle 3.5 -1.049575 1 1 fill green \
spring 4 6 4 -0.049575 \
rectangle 7.5 0.412908 1 1 fill blue \
spring 8 6 8 1.412908
```

図 1.14: 図 1.1 で示される振動系に対する QuickAnimation^{TM} ファイル

```
groundpin 0 6 angle 180 joint 0 6
```

そして、2 番目のものが (4, 6)、3 番目のものが (8, 6) に配置されます。3 つのテキスト文字列 `overdamped`、`critical damped`、および `underdamped` は平面ピンのとなりに配置されます。表示領域は、テキスト文字列の幅を考慮することなくプリミティブのデータに基づいて自動的に計算されますので、

```
dot 11 6 pen white
```

の指定を用いると、テキスト文字列 `underdamped` が完全に表示されます。以下の指定

```
rectangle -0.5 -0.818212 1 1 fill red \
spring 0 6 0 0.181788 \
```

は、過減衰（overdamped）振動系に対する矩形とばねを描画します。次の 2 つの継続行は、臨界減衰（critical damped）振動系に対する矩形とばねを描画します。最後の 2 つの行は、減衰（underdamped）振動系用のものです。固定オブジェクトとして表示するには、これらのプリミティブを継続シンボルなしに複数行で指定することもできます。

減衰自由振動の 3 つのカテゴリ、すなわち、過減衰、臨界減衰、および減衰振動は、書籍 *C for Engineers and Scientists: An Interpretive Approach* (by Harry H. Cheng, published by McGraw-Hill, 2009) 内の「Chapter 6 Functions」の「Exercises」に記述されています。以下の例が提供されています。

1. **Overdamped（過減衰）**

$$y_1(t) = 4.2e^{-1.57t} - 0.2e^{-54.2t} \tag{1.1}$$

このケースでは、振動は起こりません。運動は衰退し、図 1.15 に示されるように、x は長い時間をかけてゼロに近づきます。

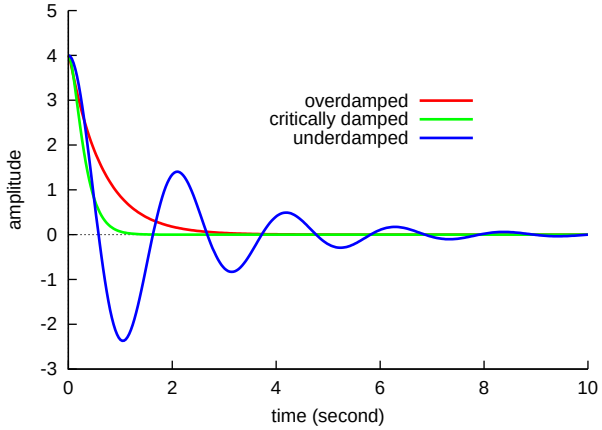


図 1.15: 3 つの減衰自由振動

2. **Critically damped（臨界減衰）**

$$y_2(t) = 4(1 - 3t)e^{-3t} \tag{1.2}$$

臨界減衰系に対しても、運動は非周期的です。質点は、やはり急激に平衡位置に達します。

3. **Underdamped（減衰振動）**

$$y_3(t) = 4e^{-0.5t}\sin(3t + \pi/2) \tag{1.3}$$

このケースでは、プログラム 1.1 で生成され、図 1.15 で示されるような振動が発生します。この解は、指数関数的に減少する調和関数になります。しかしながら、これは減衰運動ですので、結局、本体は、時間 t の大きな値に対して、平衡位置に近づきます。

図 1.1 は、時間 t が 2 秒のときの、方程式 (1.1)、(1.2)、および (1.3) を用いた上記 3 つの減衰自由振動の位置を示しています。プログラム 1.2 は、図 1.14 で示される QuickAnimation^{TM} データの作成に使用されます。

図 1.1 で表示される振動系は、Ch コマンドシェルで以下のコマンドを入力することにより作成されます。

```
position.c | qanimate
```

または

```
position.c > tmp1.qnm
qanimate tmp1.qnm
```

```
/*********************************************************************
* File: vibration.cpp
* Display the positions of damped free vibrations of
* overdamped, critical damped, underdamped systems.
* Note: The details about this damped free vibration can be found in
* an exercise in Chapter 6 Functions in the book
* "C for Engineers and Scientists: An Interpretive Approach"
* by Harry H. Cheng, published by McGraw-Hill, 2009,
* ISBN: 0073376051, ISBN-13: 978-0073376059.
*********************************************************************/
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#include <chplot.h>

/* The initial position of the vibration is 4.
   The initial velocity of the vibration is 0 */
double overdamped(double t) {
    return 4.12*exp(-1.57*t) - 0.12*exp(-54.2*t);
}

double criticaldamped(double t) {
    return 4*(1+6*t)*exp(-6*t);
}

double underdamped(double t) {
    return 4.06*exp(-0.5*t)*sin(3*t+1.4);
}

int main() {
    double t0, tf;
    int num = 100;       // number of points for plotting
    CPlot plot;

    t0 = 0;
    tf = 10;
    plot.title("Damped Free Vibration");
    plot.label(PLOT_AXIS_X, "time (second)");
    plot.label(PLOT_AXIS_Y, "x");
    plot.func2D(t0, tf, num, overdamped);
    plot.legend("overdamped", 0);
    plot.func2D(t0, tf, num, criticaldamped);
    plot.legend("critically damped", 1);
    plot.func2D(t0, tf, num, underdamped);
    plot.legend("underdamped", 2);
    plot.plotting();
    return 0;
}
```

プログラム 1.1: 図 1.15 で示される減衰振動のための変動を生成するプログラム

```
/*********************************************************************
* File: position.c
* Display the position when t is 2 seconds for damped free vibration of
* overdamped, critical damped, underdamped systems.
* Run this program in Ch as follows:
*      position.c | qanimate
*                or
*      positions.c > tmp1.qnm
*      qanimate tmp1.qnm
* See CHHOME/docs/qanimate.pdf for detailed description of this program.
*********************************************************************/
#include <stdio.h>
#include <math.h>

/* The amplitude of the vibration is 4 */
double overdamped(double t) {
   return 4.2*exp(-1.57*t) - 0.2*exp(-54.2*t);
}

double criticaldamped(double t) {
   return 4*(1-3*t)*exp(-3*t);
}

double underdamped(double t) {
   return 4*exp(-0.5*t)*sin(3*t+M_PI/2);
}

int main() {
    double t, t0, tf;          // time
    double y1, y2, y3;         // displacement
    double pin1x = 0, pin1y=7, // pin 1
           pin2x = 4, pin2y=7, // pin 2
           pin3x = 8, pin3y=7; // pin 3

    /* A comment line starting with # */
    printf("# qanimate data for positions of vibration systems\n");
    /* The title displayed on the animation */
    printf("title \"Positions of damped free vibration\"\n");
    printf("fixture\n");
    /* The primitives following fixture */
    printf("groundpin %f %f angle 180 joint %f %f\n", pin1x, pin1y, pin1x, pin1y);
    printf("line %f %f %f %f\n", pin1x, pin1y, pin1x, pin1y-1 );
    printf("text %f %f \"overdamped\"\n", pin1x+0.5, pin1y);
    printf("groundpin %f %f angle 180 joint %f %f\n", pin2x, pin2y, pin2x, pin2y);
    printf("line %f %f %f %f\n", pin2x, pin2y, pin2x, pin2y-1 );
    printf("text %f %f \"critical damped\"\n", pin2x+0.5, pin2y);
    printf("groundpin %f %f angle 180 joint %f %f\n", pin3x, pin3y, pin3x, pin3y);
    printf("line %f %f %f %f\n", pin3x, pin3y, pin3x, pin3y-1 );
    printf("text %f %f \"underdamped\"\n", pin3x+0.5, pin3y);
    printf("dot 11 7 pen white\n"); // to display all text corretly

    t = 2; // 2 seconds
    y1 = overdamped(t);
    y2 = criticaldamped(t);
    y3 = underdamped(t);
    printf("rectangle %f %f %f %f fill red \\\n",-0.5, y1-1.0, 1.0, 1.0);
    printf("spring %f %f %f %f %f \\\n", pin1x, pin1y-1, pin1x, y1);
    printf("rectangle %f %f %f %f fill green \\\n", pin2x-0.5, y2-1.0, 1.0, 1.0);
    printf("spring %f %f %f %f %f \\\n", pin2x, pin2y-1, pin2x, y2);
    printf("rectangle %f %f %f %f fill blue \\\n", pin3x-0.5, y3-1.0, 1.0, 1.0);
    printf("spring %f %f %f %f %f \n", pin3x, pin3y-1, pin3x, y3);
    return 0;
}
```

プログラム 1.2: 図 1.14のQuickAnimation™ データファイル作成用プログラム

1.4.3 例 3: 減衰自由振動のアニメーション

上記の減衰自由振動の動きは、停止しようとするエレベータのようでもあります。仮にこの動きが減衰振動であれば、乗っていて非常に不快に感じ、そしてこの動きが過減衰であるならば、乗っていて遅く感じることでしょう。臨界振動ならば、迅速かつスムーズな乗り心地が提供されます。QuickAnimation^{TM} における動作のアニメーションは、プログラム 1.3 で作成可能です。

プログラム 1.3 の結果は、図 1.16に示されています。このアニメーションを作成するデータセットは **for** ループで生成されます。図 1.17 は、このアニメーションデータファイルで生成された QuickAnimation アニメーションを表示しています。

```
/*************************************************************************
* File: vibration.c
* Animate the damped free vibration of
* overdamped, critical damped, underdamped systems.
* The output is for animation coordinate data.
* (1a) Run this program in ChIDE by clicking Animate on the menu bar
* (1b) Run this program in Ch as follows:

*      vibration.c | qanimate
*                or
*      vibration.c > tmp1.qnm
*      qanimate tmp1.qnm
* (2) Click "Go" to view the animation
* See CHHOME/docs/qanimate.pdf for detailed description of this program.
* Note: The details about this damped free vibration can be found in
* an exercise in Chapter 6 Functions in the book
* "C for Engineers and Scientists: An Interpretive Approach"
* by Harry H. Cheng, published by McGraw-Hill, 2009,
* ISBN: 0073376051, ISBN-13: 978-0073376059.
*************************************************************************/
#include <stdio.h>
#include <math.h>

/* The initial position of the vibration is 4.
   The initial velocity of the vibration is 0 */
double overdamped(double t) {
    return 4.12*exp(-1.57*t) - 0.12*exp(-54.2*t);
}

double criticaldamped(double t) {
    return 4*(1+6*t)*exp(-6*t);
}

double underdamped(double t) {
    return 4.06*exp(-0.5*t)*sin(3*t+1.4);
}

int main() {
    double t, t0, tf;          // time
    double y1, y2, y3;         //displacement
    double pin1x = 0, pin1y=7, // pin 1
           pin2x = 4, pin2y=7, // pin 2
           pin3x = 8, pin3y=7; // pin 3

    /* A comment line starting with # */
    printf("# qanimate data for animation of vibration systems\n");
    /* The title displayed on the animation */
    printf("title \"Damped Free Vibration\"\n");
    printf("fixture\n");
    /* The primitives following fixture */
    printf("groundpin %f %f angle 180 joint %f %f\n", pin1x, pin1y, pin1x, pin1y);
    printf("line %f %f %f %f\n", pin1x, pin1y, pin1x, pin1y-1 );
    printf("text %f %f \"overdamped\"\n", pin1x+0.5, pin1y);
    printf("groundpin %f %f angle 180 joint %f %f\n", pin2x, pin2y, pin2x, pin2y);
    printf("line %f %f %f %f\n", pin2x, pin2y, pin2x, pin2y-1 );
    printf("text %f %f \"critical damped\"\n", pin2x+0.5, pin2y);
    printf("groundpin %f %f angle 180 joint %f %f\n", pin3x, pin3y, pin3x, pin3y);
    printf("line %f %f %f %f\n", pin3x, pin3y, pin3x, pin3y-1 );
    printf("text %f %f \"underdamped\"\n", pin3x+0.5, pin3y);
    printf("dot 11 7 pen white\n"); // to display all text corretly
    printf("animate restart\n");

    t0 = 0;
    tf = 10;
    for(t = t0; t<tf; t += 0.01) {
        y1 = overdamped(t);
        y2 = criticaldamped(t);
        y3 = underdamped(t);
        printf("rectangle %f %f %f %f fill red \\\n",-0.5, y1-1.0, 1.0, 1.0);
        printf("spring %f %f %f %f \\\n", pin1x, pin1y-1, pin1x, y1);
        printf("rectangle %f %f %f %f fill green \\\n", pin2x-0.5, y2-1.0, 1.0, 1.0);
        printf("spring %f %f %f %f \\\n", pin2x, pin2y-1, pin2x, y2);
        printf("rectangle %f %f %f %f fill blue \\\n", pin3x-0.5, y3-1.0, 1.0, 1.0);
        printf("spring %f %f %f %f \n", pin3x, pin3y-1, pin3x, y3);
    }
    return 0;
}
```

プログラム 1.3: 減衰自由振動のアニメーションを作成するプログラム

```
# qanimate data for animation of vibration systems
title "Positions of damped free vibration"
fixture
groundpin 0 6 angle 180 joint 0 6
text 0.5 6 "overdamped"
groundpin 4 6 angle 180 joint 4 6
text 4.5 6 "critical damped"
groundpin 8 6 angle 180 joint 8 6
text 8.5 6 "underdamped"
dot 11 6 pen white
rectangle -0.500000 -0.818212 1.000000 1.000000 fill red \
spring 0 6 0 0.181788 \
rectangle 3.500000 -1.049575 1.000000 1.000000 fill green \
spring 4 6 4 -0.049575 \
rectangle 7.500000 0.412908 1.000000 1.000000 fill blue \
spring 8 6 8 1.412908

    .
    .
    .

rectangle -0.500000 -0.999999 1.000000 1.000000 fill red \
spring 0.000000 6.000000 0.000000 0.000001 \
rectangle 3.500000 -1.000000 1.000000 1.000000 fill green \
spring 4.000000 6.000000 4.000000 -0.000000 \
rectangle 7.500000 -0.995843 1.000000 1.000000 fill blue \
spring 8.000000 6.000000 8.000000 0.004157
```

図 1.16: プログラム 1.3 で生成された QuickAnimation^{TM} データ

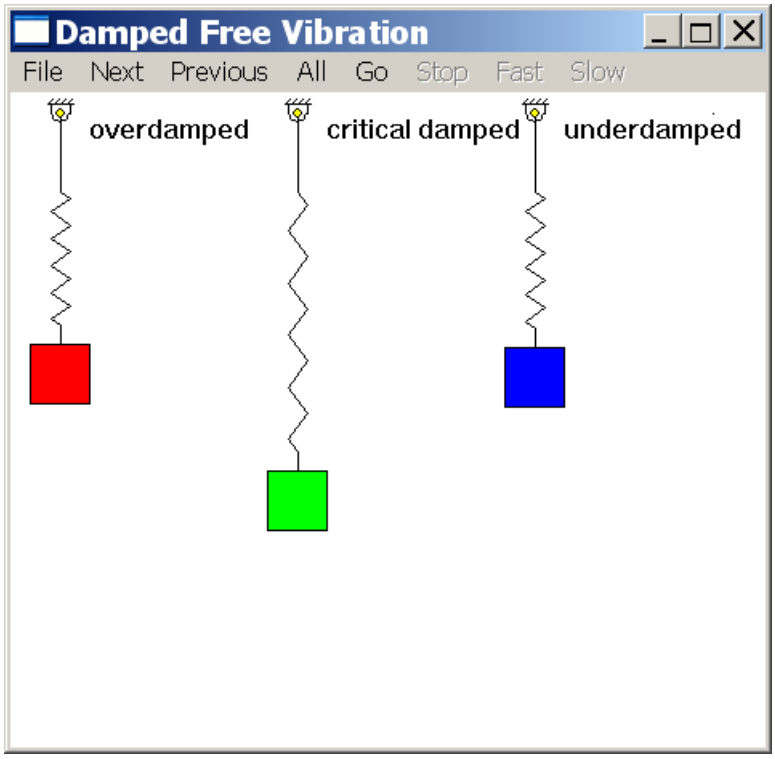


図 1.17: 減衰自由振動のスナップショットを示す QuickAnimation ウィンドウ

QuickAnimation アニメーションを用いた減衰自由振動のアニメーションに対しては、2 つの追加的なプログラムがあります。これらのプログラムは、プログラム 1.3 で示されるプログラム `vibration.c` と同じアニメーションを生成しますが、アニメーションデータの扱い方が特殊です。プログラム `vibration2.ch` は、アニメーション座標データを最初に一時ファイルに出力します。このアニメーションデータファイルは次に、コマンド **qanimate** により処理されます。QuickAnimation™ 終了後、この一時アニメーションデータファイルは削除されます。このケースでは、プログラム `vibration2.ch` が ChIDE で直ちに実行可能になり、アニメーションが生成されます。プログラム `vibration3.c` もアニメーションを生成します。このアニメーションデータは、関数 **popen()** を用いて QuickAnimation プログラム **qanimate** に直接パイプ出力され、自動的にアニメーションを生成します。コマンド **qanimate** は Ch プログラム内部のコマンドとして起動されます。プログラムを実行すると、単純に希望するアニメーションが生成されます。

プログラム `vibration2.ch` のリスト

```
/*****************************************************************
* File: vibration2.ch
* Animate the damped free vibration of
* overdamped, critical damped, underdamped systems.
* The output is for animation coordinate data.
* (1) Run this program in Ch.
* (2) Click "Go" to view the animation
* See CHHOME/docs/qanimate.pdf for detailed description of this program.
* Note: The details about this damped free vibration can be found in
* an exercise in Chapter 6 Functions in the book
* "C for Engineers and Scientists: An Interpretive Approach"
* by Harry H. Cheng, published by McGraw-Hill, 2009,
* ISBN: 0073376051, ISBN-13: 978-0073376059.
*****************************************************************/
#include <stdio.h>
#include <math.h>

/* The initial position of the vibration is 4.
   The initial velocity of the vibration is 0 */
double overdamped(double t) {
    return 4.12*exp(-1.57*t) - 0.12*exp(-54.2*t);
}

double criticaldamped(double t) {
    return 4*(1+6*t)*exp(-6*t);
}

double underdamped(double t) {
    return 4.06*exp(-0.5*t)*sin(3*t+1.4);
}

int main() {
    double t, t0, tf;          // time
    double y1, y2, y3;         // displacement
    double pin1x = 0, pin1y=7, // pin 1
           pin2x = 4, pin2y=7, // pin 2
           pin3x = 8, pin3y=7; // pin 3
    FILE *stream;
    char qnmFileName[1024];    // data file name for qanimate

    tmpnam(qnmFileName);
    stream = fopen(qnmFileName,"w");
    if (stream==NULL) {
        fprintf(stderr, "Error: cannot open '%s'\n", qnmFileName);
        exit(1);
    }

    /* The first line of the animation file must start with #qanimate */
```

```
    fprintf(stream, "# qanimate data for animation of vibration systems\n");
    /* The title displayed on the animation */
    fprintf(stream, "title \"Damped Free Vibration\"\n");
    fprintf(stream, "fixture\n");
    /* The primitives following fixture */
    fprintf(stream, "groundpin %f %f angle 180 joint %f %f\n", pin1x, pin1y, pin1x, pin1y);
    fprintf(stream, "line %f %f %f %f\n", pin1x, pin1y, pin1x, pin1y-1 );
    fprintf(stream, "text %f %f \"overdamped\"\n", pin1x+0.5, pin1y);
    fprintf(stream, "groundpin %f %f angle 180 joint %f %f\n", pin2x, pin2y, pin2x, pin2y);
    fprintf(stream, "line %f %f %f %f\n", pin2x, pin2y, pin2x, pin2y-1 );
    fprintf(stream, "text %f %f \"critical damped\"\n", pin2x+0.5, pin2y);
    fprintf(stream, "groundpin %f %f angle 180 joint %f %f\n", pin3x, pin3y, pin3x, pin3y);
    fprintf(stream, "line %f %f %f %f\n", pin3x, pin3y, pin3x, pin3y-1 );
    fprintf(stream, "text %f %f \"underdamped\"\n", pin3x+0.5, pin3y);
    fprintf(stream, "dot 11 7 pen white\n"); // to display all text corretly
    fprintf(stream, "animate restart\n");

    t0 = 0;
    tf = 10;
    for(t = t0; t<tf; t += 0.01) {
        y1 = overdamped(t);
        y2 = criticaldamped(t);
        y3 = underdamped(t);
        fprintf(stream, "rectangle %f %f %f %f fill red \\\n",-0.5, y1-1.0, 1.0, 1.0);
        fprintf(stream, "spring %f %f %f %f \\\n", pin1x, pin1y-1, pin1x, y1);
        fprintf(stream, "rectangle %f %f %f %f fill green \\\n", pin2x-0.5, y2-1.0, 1.0, 1.0);
        fprintf(stream, "spring %f %f %f %f \\\n", pin2x, pin2y-1, pin2x, y2);
        fprintf(stream, "rectangle %f %f %f %f fill blue \\\n", pin3x-0.5, y3-1.0, 1.0, 1.0);
        fprintf(stream, "spring %f %f %f %f \n", pin3x, pin3y-1, pin3x, y3);
    }
    fclose(stream);
    qanimate $qnmFileName
    remove(qnmFileName);
    return 0;
}
```

プログラム vibration3.c のリスト

```
/*********************************************************************
* File: vibration3.c
* Animate the damped free vibration of
* overdamped, critical damped, underdamped systems.
* The output is for animation coordinate data.
* (1) Run this program in Ch.
* (2) Click "Go" to view the animation
* See CHHOME/docs/qanimate.pdf for detailed description of this program.
* Note: The details about this damped free vibration can be found in
* an exercise in Chapter 6 Functions in the book
* "C for Engineers and Scientists: An Interpretive Approach"
* by Harry H. Cheng, published by McGraw-Hill, 2009,
* ISBN: 0073376051, ISBN-13: 978-0073376059.
*********************************************************************/
#include <stdio.h>
#include <math.h>

/* The initial position of the vibration is 4.
   The initial velocity of the vibration is 0 */
double overdamped(double t) {
    return 4.12*exp(-1.57*t) - 0.12*exp(-54.2*t);
}

double criticaldamped(double t) {
    return 4*(1+6*t)*exp(-6*t);
}

double underdamped(double t) {
    return 4.06*exp(-0.5*t)*sin(3*t+1.4);
}
```

1.4. QUICKANIMATION™ の使用例

```
int main() {
    double t, t0, tf;          // time
    double y1, y2, y3;         // displacement
    double pin1x = 0, pin1y=7, // pin 1
           pin2x = 4, pin2y=7, // pin 2
           pin3x = 8, pin3y=7; // pin 3
    FILE *stream;

    stream = popen("qanimate","w");     // open qanimate pipe
    if (stream==NULL) {
        fprintf(stderr, "Error: popen() failed\n");
        exit(1);
    }

    /* A comment line starting with # */
    fprintf(stream, "# qanimate data for animation of vibration systems\n");
    /* The title displayed on the animation */
    fprintf(stream, "title \"Damped Free Vibration\"\n");
    fprintf(stream, "fixture\n");
    /* The primitives following fixture */
    fprintf(stream, "groundpin %f %f angle 180 joint %f %f\n", pin1x, pin1y, pin1x, pin1y);
    fprintf(stream, "line %f %f %f %f\n", pin1x, pin1y, pin1x, pin1y-1 );
    fprintf(stream, "text %f %f \"overdamped\"\n", pin1x+0.5, pin1y);
    fprintf(stream, "groundpin %f %f angle 180 joint %f %f\n", pin2x, pin2y, pin2x, pin2y);
    fprintf(stream, "line %f %f %f %f\n", pin2x, pin2y, pin2x, pin2y-1 );
    fprintf(stream, "text %f %f \"critical damped\"\n", pin2x+0.5, pin2y);
    fprintf(stream, "groundpin %f %f angle 180 joint %f %f\n", pin3x, pin3y, pin3x, pin3y);
    fprintf(stream, "line %f %f %f %f\n", pin3x, pin3y, pin3x, pin3y-1 );
    fprintf(stream, "text %f %f \"underdamped\"\n", pin3x+0.5, pin3y);
    fprintf(stream, "dot 11 7 pen white\n"); // to display all text corretly
    fprintf(stream, "animate restart\n");

    t0 = 0;
    tf = 10;
    for(t = t0; t<tf; t += 0.01) {
        y1 = overdamped(t);
        y2 = criticaldamped(t);
        y3 = underdamped(t);
        fprintf(stream, "rectangle %f %f %f %f fill red \\\n",-0.5, y1-1.0, 1.0, 1.0);
        fprintf(stream, "spring %f %f %f %f \\\n", pin1x, pin1y-1, pin1x, y1);
        fprintf(stream, "rectangle %f %f %f %f fill green \\\n", pin2x-0.5, y2-1.0, 1.0, 1.0);
        fprintf(stream, "spring %f %f %f %f \\\n", pin2x, pin2y-1, pin2x, y2);
        fprintf(stream, "rectangle %f %f %f %f fill blue \\\n", pin3x-0.5, y3-1.0, 1.0, 1.0);
        fprintf(stream, "spring %f %f %f %f \n", pin3x, pin3y-1, pin3x, y3);
    }
    pclose(stream);
    return 0;
}
```

第2章
オブジェクトの Web ベースの表示とアニメーション

QuickAnimation^{TM} プログラムは、オブジェクトとアニメーションの Web ベースの表示プログラムを開発する際に便利です。

2.0.4 CGI スクリプトファイルの記述

<FORM> タグをもつ HTML ドキュメントから送信されるデータ処理には、サーバー側にあるスクリプトファイルが必要とされます。いったんデータが、Common Gateway Interface (CGI) またはその他の仕組みを通してサーバーに渡されると、必要な手順が実行され、その結果がクライアントに返されます。Ch における CGI の詳細については、*Ch CGI Toolkit User's Guide* を参照してください。QuickAnimation^{TM} を出力フォームのコンテンツタイプとして使用するには、CGI スクリプトがステートメント

```
Response.setContentType("application/x-qnm");
```

で指定されている必要があります。これは出力が QuickAnimation^{TM} アプリケーションであることを示しています。

2.0.5 Web サーバーの構築とセットアップ

Unix オペレーティングシステムで Netscape Web サーバーからQuickAnimation^{TM} アプリケーションを実行するには、以下の行を server_home_dir/https-80_or_http/config ディレクトリにある Netscape WWW 構築ファイル **mime.types** に追加します。

```
type=application/x-qnm     exts=qnm
```

Apache Web サーバーに対しては、以下の行

```
application/x-qnm     qnm
```

をファイル server_home_dir/conf/mime.types に追加します。変更を有効にするには、Web サーバーを再起動する必要があります。

索引