

Ivo Matheus de Goes Lopes

Um Motor de Jogos para Autoria de Aplicações de Hipermídia com NCLua

São Luís

2015

Ivo Matheus de Goes Lopes

Um Motor de Jogos para Autoria de Aplicações de Hipermedia com NCLua

Uma experiência com Motores de Jogos com
o fim de incentivar trabalhos com Ginga.

Universidade Federal do Maranhão – UFMA

Curso de Ciências da Computação

Graduação

São Luís

2015

Lista de ilustrações

Figura 1 – Arquitetura Ginga Wings	13
Figura 2 – Visão Geral do Middleware Ginga	14
Figura 3 – Diagrama de Pacotes. Ginga Wings – Gráficos	15
Figura 4 – Diagrama de Pacotes. Ginga Wings – Audio	16
Figura 5 – Diagrama de Pacotes. Ginga Wings – Parametrização	17
Figura 6 – Diagrama de Pacotes. Ginga Wings – Aplicação	17
Figura 7 – Exemplo de Colisão por Área de Quadrado. Não há colisão entre os dois primeiros, mas há colisão nos subsequentes	27
Figura 8 – Exemplo de Colisão por Área de Círculo. Não há colisão entre os dois primeiros, mas há colisão nos subsequentes	28
Figura 9 – Exemplo de Configuração de Colisão com Múltiplos Quadrados	28
Figura 10 – Diagrama Entidade Relacionamento para a Aplicação de Exemplo . . .	31
Figura 11 – Boneco em Queda Livre	38
Figura 12 – Boneco em Repouso na Base	38
Figura 13 – Boneco durante Salto	38

Lista de tabelas

Lista de quadros

Lista de códigos

Código 3.1 – Exemplo de Criação de Classe	18
Código 3.2 – Instanciando uma Classe	19
Código 3.3 – Exemplo de uso da função sync	21
Código 3.4 – Definindo a ordem de renderização para a classe Board	22
Código 3.5 – Exemplo de uso da função set_crop	23
Código 3.6 – Exemplo de uso da função setup_frames	23
Código 3.7 – Exemplo de uso da função begin	25
Código 3.8 – Exemplo de uso da função behavior	26
Código 3.9 – Exemplo de uso da função getObjects	26
Código 3.10–Exemplo de uso da função deleteObject	26
Código 3.11–Classe Background	31
Código 3.12–Classe Base	32
Código 3.13–Classe Gravity	32
Código 3.14–Classe Boneco	32
Código 3.15–Código da Cena	34
Código 3.16–Código dos Parâmetros	35
Código 3.17–Regiões e Descritores de Exemplo	36
Código 3.18–Portas, Medias e Links	36

Lista de abreviaturas e siglas

GW	Ginga Wings
OO	Programação Orientada a Objetos

Sumário

1	INTRODUÇÃO	10
2	TRABALHOS RELACIONADOS	11
3	ENGINE GINGA WINGS	12
3.1	Arquitetura de Implementação	12
3.1.1	Hardware	12
3.1.2	Sistema Operacional	13
3.1.3	Ginga	13
3.1.4	GingaWings	14
3.1.4.1	Gráficos	15
3.1.4.2	Audio	16
3.1.4.3	Parametrização	16
3.1.4.4	Aplicação	17
3.2	Detalhamento da API	18
3.2.1	Class	18
3.2.1.1	Class: __class() : table	19
3.2.1.2	Class: __classname() : String	19
3.2.1.3	Class: __superClass() : metatable	19
3.2.1.4	Class: __is_a(string: nome_da_classe) : boolean	19
3.2.1.5	Class: __is_a(table: classe) : boolean	19
3.2.1.6	Class: __respond-to(string: método) : boolean	19
3.2.2	Game_Object	19
3.2.2.1	Object:update() : boolean	20
3.2.2.2	Object:dispose() : boolean	20
3.2.2.3	Object:draw()	20
3.2.2.4	Object: __create_event(string: event)	20
3.2.2.5	Object: __consume_event(string: event)	20
3.2.2.6	Object: ____fire_event(string: event)	20
3.2.3	Timer	21
3.2.3.1	Game_Timer:sync(number: total_time) : number	21
3.2.4	Graphics	22
3.2.4.1	Game_Graphics:insertLayer(number: n, table: obj)	22
3.2.5	Sprite	22
3.2.5.1	Sprite.new(string: path) : table	22
3.2.5.2	Sprite:set_crop(number: w, number: h)	23

3.2.5.3	Sprite:setup_frames(number: index, number: steady, string: sound, table: offset)	23
3.2.6	Cache	23
3.2.6.1	Game_Resources.load_image(string: path)	23
3.2.6.2	Game_Resources.load_background(string: path)	24
3.2.6.3	Game_Resources.load_character(string: path)	24
3.2.6.4	Game_Resources.free_image(string: path)	24
3.2.6.5	Game_Resources.play_SE(string: label)	24
3.2.6.6	Game_Resources.stop_SE(string: label)	24
3.2.6.7	Game_Resources.pause_SE(string: label)	24
3.2.6.8	Game_Resources.play_BG(string: label)	24
3.2.6.9	Game_Resources.stop_BG(string: label)	25
3.2.6.10	Game_Resources.pause_BG(string: label)	25
3.2.7	Scene	25
3.2.7.1	GWScene:begin()	25
3.2.7.2	GWScene:behavior()	25
3.2.7.3	GWScene:End()	26
3.2.7.4	GWScene:getObjects(string: className) : table	26
3.2.7.5	GWScene:deleteObject(table: obj)	26
3.2.8	Parameters	27
3.2.8.1	GWInitializer:parse(id: string,par: string)	27
3.2.9	Collision	27
3.2.9.1	___collision_setup(offx: number, offy: number, wd: number, hg: number, frame: number, ct: number)	29
3.2.9.2	left() : number	29
3.2.9.3	right() : number	29
3.2.9.4	top() : number	29
3.2.9.5	bottom() : number	29
3.2.9.6	colide(obj: table) : boolean	29
3.2.10	Input	29
3.2.10.1	GW_Input.pressed(key: string) : boolean	29
3.2.10.2	GW_Input.trigger(key: string) : boolean	29
3.2.10.3	GW_Input.consecutive(key: string) : boolean	30
3.2.11	Utils	30
3.2.11.1	PROMPT(msg: string)	30
3.3	Aplicação de Exemplo	30
4	ESTUDO DE CASO: TETRIS	39
4.1	Limitações do Set-Top Box	39
4.2	Tetris	39
4.3	Documentação da Aplicação	43

4.4	Resultados	43
5	CONCLUSÕES	44

1 Introdução

2 Trabalhos Relacionados

3 Engine Ginga Wings

3.1 Arquitetura de Implementação

Uma Engine de Jogos é um Software com o propósito de facilitar o desenvolvimento de jogos. Elas foram, a princípio, criadas para facilitar o desenvolvimento com estrutura similares – como por exemplo, a série de jogos de RPG intitulada Baldur’s Gate, da BioWare, que se utilizou da Infinity Engine –, deixando para o desenvolvedor apenas a preocupação de criar o jogo em si, e não perder metade do prazo do jogo construindo seu alicerce. A popularidade desse tipo de aplicação aumentou nos anos 90, com o aparecimento de jogos “mods” (nome dado a modificações de partes de um jogo, mas mantendo boa parte da estrutura) do famoso jogo Doom, criado pela Id Software. Isso foi possível graças à separação que a equipe fez entre os componentes do jogo – deixando bem definidos os códigos que controlavam o renderizador gráfico, a colisão de objetos, o sistema de áudio, os recursos de mídia e imagem, as regras de jogo, etc. –, o que permitiu que outros grupos de desenvolvedores modificassem apenas as partes que lhes interessava (basicamente os recursos de áudio e imagens, arquivos de armas, inimigos, fases, etc), utilizando-se de Toolkits liberados pela empresa. Hoje temos Engines bem mais genéricas do que as dos anos 90, que permitiam criar jogos de Doom. Engines como Unreal ou Unity podem ser utilizadas e modificadas para criar uma vasta variedade de jogos para várias plataformas, 3D e 2D. A Engine de Jogos Ginga Wings vem com uma proposta de trazer semelhante funcionalidade para aplicações de TV Digital que rodam o Middleware Ginga.

A GW é um Engine especializada em jogos com gráficos 2D e interação pelo controle remoto. Ela se utiliza de boa parte da API de NCLua - descrita pelo padrão de Sistema Brasileiro de TV Digital (ABNT 2007) – para prover funcionalidades através do Set-Top Box. Ela roda, inteiramente, com código Lua e se comunica com o Documento NCL nativamente, sendo essa uma de suas principais características. Apesar do desenvolvimento ser voltado para Set-Top Boxes, como o Ginga também roda em dispositivos móveis, a Engine pode ser utilizada para jogos nestes dispositivos.

A visão geral da arquitetura da engine pode ser observada na Figura 1, com detalhamentos nas próximas seções.

3.1.1 Hardware

Hardware é onde a Aplicação está sendo executada. Geralmente será um Set-Top Box, mas pode ser um Dispositivo Móvel. Não é necessário detalhamento uma vez que a função do S.O. e do Middleware Ginga é deixar o tratamento do Hardware transparente.

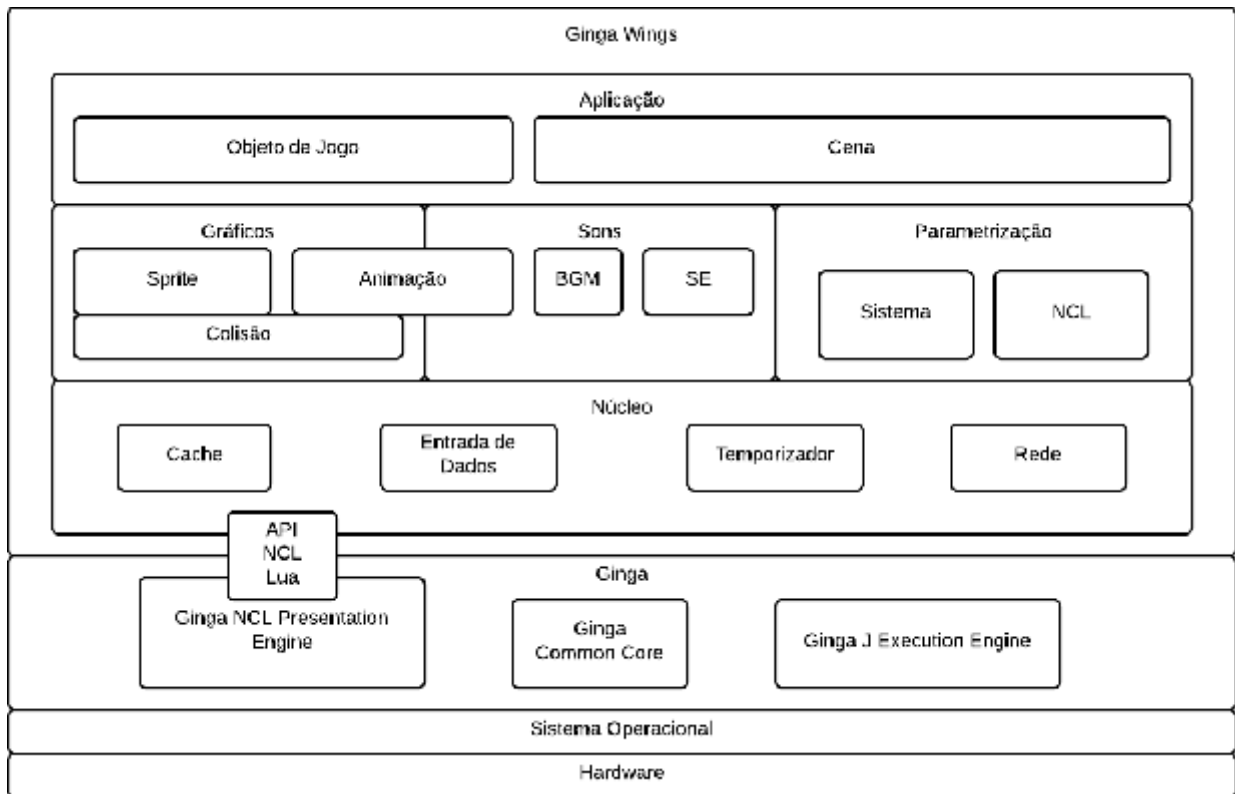


Figura 1 – Arquitetura Ginga Wings

3.1.2 Sistema Operacional

O Sistema Operacional é o principal sistema executado no Hardware, na maioria dos dispositivos. Normalmente em PCs, o SO se ocupa de gerenciar os recursos de Hardware, distribuindo-os para as aplicações. Por isso, em um PC, é de se esperar que nenhuma aplicação tenha total posse dos recursos de Hardware. Dispositivos Móveis e Set-Top Boxes, por outro lado, por terem uma função definida (contraposta ao SO de PC, que tem propósito geral), geralmente alocam praticamente todos os recursos à aplicação. A implementação de referência utiliza o Linux como Sistema Operacional padrão, pelo fato do mesmo ser um Software Livre.

3.1.3 Ginga

O middleware é a camada de software que executa entre o sistema operacional e as aplicações. No caso específico do Sistema Brasileiro de TV Digital (SBTVD), o middleware Ginga foi desenvolvido. A Figura 2 apresenta uma visão geral da organização do Ginga.

Como pode ser visto, ele é formado por diversos subsistemas, os quais foram implementados usando a linguagem C++. O núcleo comum do Ginga (CommonCore) implementa as funcionalidades principais do middleware, e acima dele temos uma camada de serviços específicos que consiste na implementação das APIs utilizadas pelas aplicações que executam sobre o middleware. Dois tipos de aplicações são suportadas pelo middleware



Figura 2 – Visão Geral do Middleware Ginga

brasileiro, as aplicações NCL (Ginga-NCL) e as aplicações Java (Ginga-J). Neste cenário, as aplicações acessam suas APIs específicas e estas APIs utilizam o núcleo comum para efetuarem suas operações.

Em especial, ignoramos a Máquina de Execução em Ginga-J, e consideramos somente a de Apresentação, Ginga-NCL. Esta, em especial, possui o que chamamos de Objetos Imperativos NCLua, o que nada mais é do que a comunicação nativa existente entre o NCL e a Linguagem de scripting Lua. A criação, a ativação, pausa e encerramento do objeto NCLua são todos gerenciados a partir do NCL.

O Middleware disponibiliza uma API que expõe métodos úteis para que o código Lua possa se utilizar dos recursos do sistema, tais como métodos para acesso aos pixels da tela reservada ao script, envio e recebimento de eventos e nós NCL, envio e recebimento de pacotes de rede pela internet, captura de entrada de dados da parte do usuário, entre outros. A Engine se baseia fortemente nestes métodos expostos para a implementação de suas funções.

3.1.4 GingaWings

Por fim, chegamos ao componente Ginga Wings. O primeiro nível da arquitetura é o grupo Núcleo, que possui os componentes Cache, Entrada de Dados, Temporizador e Rede. O componente Cache é responsável pelo gerenciamento básico de memória para sons, músicas e imagens, garantindo que um recurso não será várias vezes carregado na memória, e que recursos não utilizados pelo jogo sejam devidamente descartados da memória. O componente Entrada de Dados fornece várias formas de detecção de entrada do usuário, enriquecendo a API originada do Ginga. O componente Temporizador abusa da API de eventos do Ginga para garantir que o sistema será executado sempre em tempo constante.

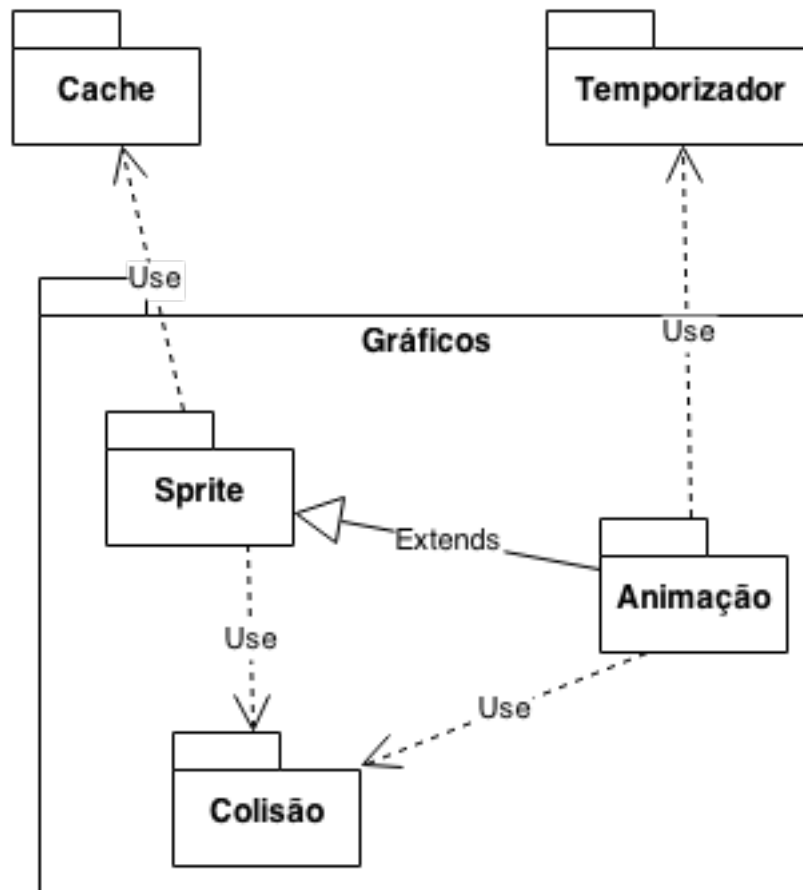


Figura 3 – Diagrama de Pacotes. Ginga Wings – Gráficos

E por fim o componente de Rede oferece uma forma amigável de se enviar e receber pacotes via web.

3.1.4.1 Gráficos

O componente Gráficos pode ser detalhado pela Figura 3, na forma de pacotes. A estrutura básica do pacote é o Sprite. O Sprite é uma representação da posição, alargamento (zoom), e rotação de uma imagem, mas não é uma imagem em si. A imagem fica armazenada no Cache, de quem o Sprite depende. Um Sprite pode ter um objeto de Colisão associado a ele. A GW automaticamente detecta esta colisão e dispara eventos de caso este Sprite colida com outros. O pacote Animação é uma sequência de Sprites, gerenciada pelo Temporizador. Ela pode ter seu próprio objeto de colisão à parte do Sprite. A animação geralmente apenas muda qual Sprite está sendo exibido no momento, sendo a mudança gerenciada por um tempo t , o qual o Temporizador pode oferecer. A Animação também possui sua própria localização, alargamento e rotação à parte dos seus sprites.

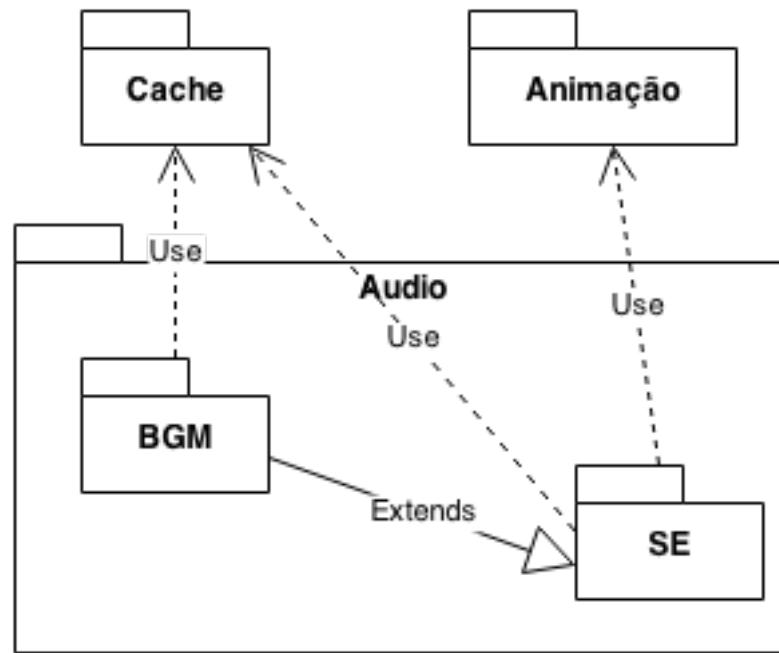


Figura 4 – Diagrama de Pacotes. Ginga Wings – Audio

3.1.4.2 Audio

O componente Audio, conforme ilustrado na Figura 4, também possui dependência com o Cache. Diferentemente do que ocorre com imagens, não há uma exposição de métodos para manipulação de sons diretamente. Por isso é preciso utilizar-se de eventos NCLua para que algum som seja tocado através do Documento NCL, não do código Lua. O objetivo do Cache neste caso é gerar estes eventos. Mais detalhes na seção de API. Existem dois tipos de Áudio, BGM e SE. BGM significa Background Music, ou música de fundo. Basicamente são músicas que tocam em loop infinito enquanto o jogador manipula o jogo. SE significa Sound Effects, ou Efeitos Sonoros, que são podem ser descritos como Onomatopeias na gramática. As SEs são utilizadas pelas Animações para tocar sons sincronizados.

3.1.4.3 Parametrização

O componente Parametrização é uma das principais características do sistema: permite que o usuário de um Documento NCL envie parâmetros para o código Lua, configurando e controlando o jogo a partir do próprio NCL. Utilizando-se de estruturas como Âncoras e Links, é possível criar uma Engine Básica de jogos e orientá-la totalmente pelo seu código NCL: por exemplo, é possível definir uma fase inteira de Super Mario World utilizando NCL e NCLua. O código Lua teria a Engine básica, com os eventos, cenários, comportamentos de inimigos e itens, etc, enquanto que o código NCL seria o responsável por dizer como a fase seria desenhada, quais inimigos aparecem nela, e onde aparecem. Ele pode utilizar âncoras para determinar o fim de jogo caso o tempo termine, e por aí

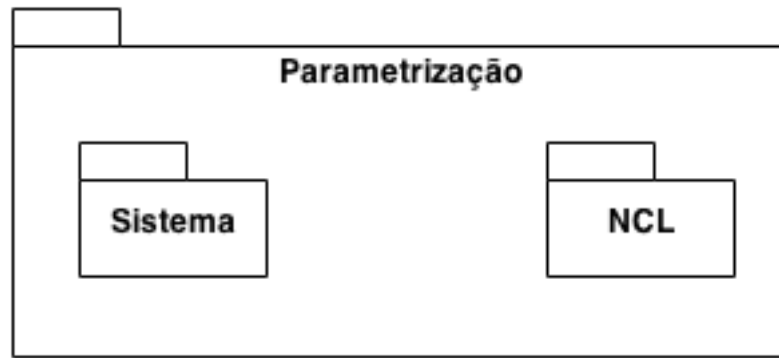


Figura 5 – Diagrama de Pacotes. Ginga Wings – Parametrização

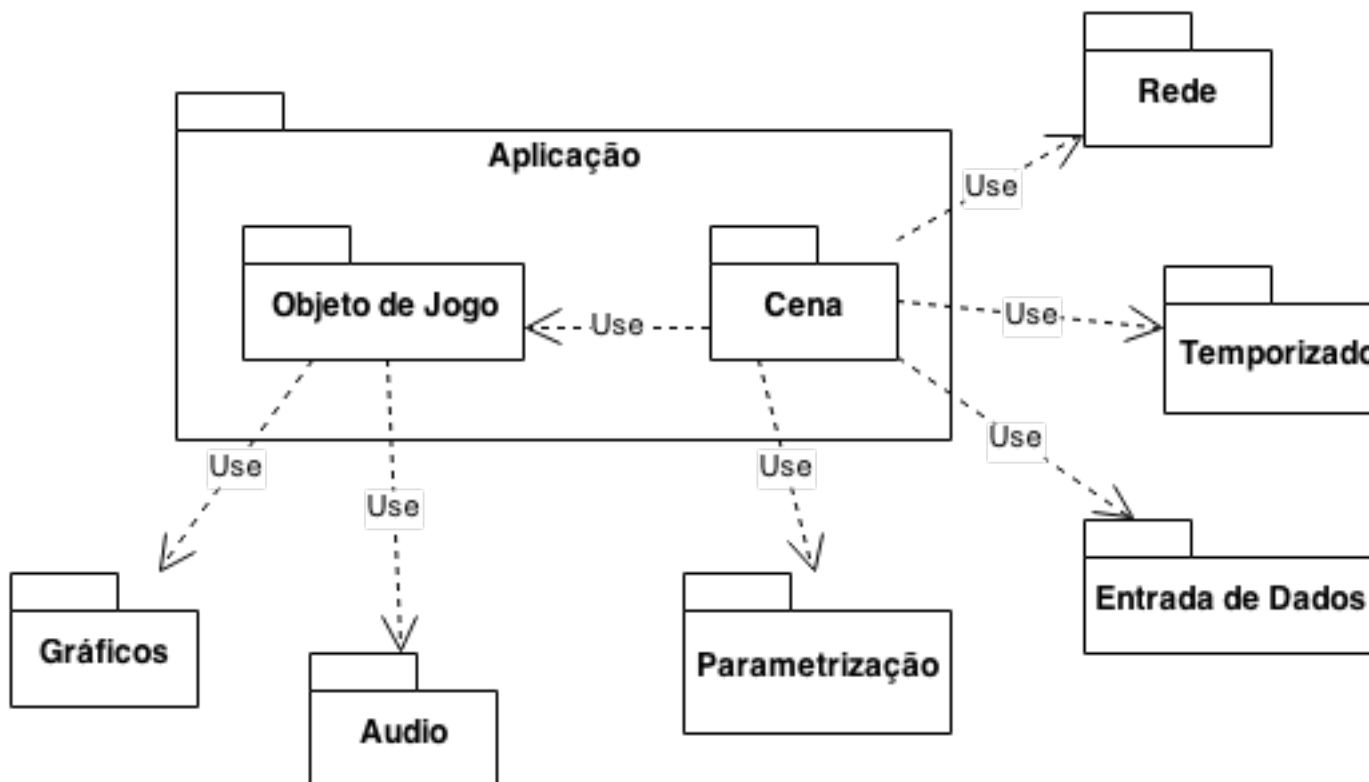


Figura 6 – Diagrama de Pacotes. Ginga Wings – Aplicação

vai. É preciso, no entanto, que o código Lua esteja pronto para receber e interpretar estes parâmetros. A parametrização NCL captura esses parâmetros e os envia para dentro do código Lua, onde classes especializadas devem estar prontas para recebe-los e processá-los. A parametrização de Sistema possui toda e qualquer configuração geral do jogo: qual a resolução base que ele executa, FPS aceitável, entre outras configurações.

3.1.4.4 Aplicação

Por fim temos o componente de Aplicação, que utiliza todos os outros componentes. Seu principal pacote é a Cena, que junta os componentes de Entrada de Dados, Temporizador, Rede e Parametrização em um só lugar. O Temporizador determina, neste pacote,

quantas vezes ele será atualizado por segundo. A Cena não interage diretamente com Músicas e Imagens, agindo através de Objetos de Jogo, estes sim, que encapsulam toda a estrutura de Mídia.

3.2 Detalhamento da API

3.2.1 Class

A criação de jogos geralmente envolve códigos grandes e complexos. Claro, alguns jogos mais simples podem ter apenas algumas dezenas de linhas de código os definindo completamente, desde a aplicação gráfica, a entrada de dados e as respostas do jogo. Porém, para a maioria dos casos um jogo é uma série de códigos grande e complexa. Com o crescimento de qualquer tipo de código, sua manutenção tende a ficar cada vez mais complicada. Uma solução para isto é OO, que permite uma maior organização do código ao agrupar o funcionamento do sistema em objetos, suas possíveis ações e seus relacionamentos com outros objetos. Com isto em vista, tornou-se uma necessidade a implementação de tal funcionalidade, já que Lua não dá suporte a OO, sendo na verdade uma linguagem de protótipos.

Código 3.1 – Exemplo de Criação de Classe

```
1.      GW_Codes.classes.Block = {}
2.      GW_Codes.classes.Block.superclass = "OBJECT"
3.      function GW_Codes.classes.Block:init()
4.          GWClasses.Block().__superclass().init(self)
5.      end
```

O propósito do módulo **Class** é emular a funcionalidade de classes de OO, permitindo definir uma classe, criar instâncias dela, e também ter herança não múltipla. É extremamente fácil criar uma classe utilizando este módulo, como mostra o exemplo no Código 3.1.

Lua funciona utilizando tabelas e metatabelas, que são os objetos nativos responsáveis por emular o funcionamento de classes para a GW. A linha 1 cria uma tabela que armazenará a estrutura da classe **Block**. A segunda linha define qual é a classe pai da classe **Block**. No caso, a classe **OBJECT**, que é a classe padrão, já implementada na GW, que disponibiliza todas as funcionalidades básicas da GW. Todas as classes devem herdar de **OBJECT**. É possível trabalhar sem ela, porém será mais difícil tirar proveito do que a GW tem a oferecer. A linha 3 define uma função que é inicializada toda vez que um objeto dela é instanciado. A linha 4 faz o equivalente a **super** em linguagens orientadas a objeto, permitindo que a classe pai inicialize seus atributos e métodos junto com a inicialização

da classe filha. A passagem do parâmetro `self` é obrigatória para que a classe pai possa alterar a metatabela da filha. A linha 5 termina a função.

Para criar uma instância da classe `Block`, basta chamar o método `new`.

Código 3.2 – Instanciando uma Classe

```
1.      GW_Classes[ ' Block ' ]. new ( )
```

O método criará uma instância da classe `Block` e passará a referência para a variável `block`. A tabela `GW_Classes` guarda uma referência para todas as classes instanciáveis – a exemplo, a classe `OBJECT`. O nome da classe será igual ao passado para a variável `GW_Codes` no Código 3.1.

3.2.1.1 Class: `__class()` : table

Retorna a estrutura de classe do objeto em questão.

3.2.1.2 Class: `__classname()` : String

Retorna o nome da classe do objeto.

3.2.1.3 Class: `__superClass()` : metatable

Retorna a estrutura de classe da classe pai do objeto.

3.2.1.4 Class: `__is_a(string: nomedaclasse)` : boolean

Verifica se o objeto é da mesma classe que a informada no parâmetro. Neste caso, verifica se os nomes são iguais.

3.2.1.5 Class: `__is_a(table: classe)` : boolean

Verifica se o objeto é da mesma classe que a informada no parâmetro. Neste caso, verifica se a metatable é igual à metatabela de classe do objeto.

3.2.1.6 Class: `__respond-to(string: método)` : boolean

Verifica se o método passado existe na classe em questão. Por ser uma tabela simulando uma classe, é possível que um objeto tenha mais funções visíveis do que a classe disponibiliza. Estas funções não são inspecionados por esta função.

3.2.2 Game_Object

Como mencionado, existe uma classe base, chamada simplesmente de `OBJECT`. Ela disponibiliza as funções básicas da GW, por isso é recomendado que qualquer objeto

de jogo herde desta classe. Um objeto que herde de OBJECT automaticamente terá acesso a disparadores de eventos (por exemplo, disparar um evento quando um objeto Block tocar em outro), terá acesso a um comportamento, invocado automaticamente, desenho na tela, automático, funções de acesso à rede e de destruição do objeto. A classe objeto dá a seus filhos acesso a um sprite, uma posição na tela, e uma tabela de variáveis locais.

3.2.2.1 Object:update() : boolean

É a função principal da classe, chamando sua função de comportamento, gerenciando seus eventos e também o desenhando na tela. Caso o objeto tenha sido desposado, não realiza nenhuma dessas ações. Retorna true caso consiga realizar todas as suas operações.

3.2.2.2 Object:dispose() : boolean

Desposa um objeto, ou seja, este objeto não será mais considerado como ativo pela GW. Retorna true caso consiga desposar o objeto.

3.2.2.3 Object:draw()

Desenha o objeto na tela.

3.2.2.4 Object:___create_event(string: event)

Cria um evento como o nome event. O evento criado é uma tabela, que possui a entrada command, uma função que é executada quando o evento é disparado, e outra entrada result, que guarda o resultado do evento gerado para que possa ser devidamente tratado.

3.2.2.5 Object:___consume_event(string: event)

Faz uma chamada à entrada command do event parâmetro caso ele tenha sido disparado. Retorna true caso tenha sucesso. Deve ser invocado por funções interessadas em obter uma funcionalidade do evento, por exemplo, um objeto Gato iria chamar o evento Rato:___consume_event('saiu_da_toca') e ler, em seguida, Rato.events['saiu_da_toca'] para verificar se o rato saiu da toca para que ele possa então caçá-lo. Um evento pode ser consumido até que reinicie o loop. O método command é invocado todas as vezes, portanto é preciso ser cauteloso ao codificá-lo.

3.2.2.6 Object:_____fire_event(string: event)

Dispara o evento event. Todos os objetos que invocarem a função ___consume_event() poderão obter os dados do evento gerado. Deve ser chamado pelo próprio objeto. Aproveitando o exemplo do gato e do rato, é o objeto rato que define Rato._____fire_event('saiu_da_toca'),

para que enfim o gato possa invocar o método `__consume_event()` e correr atrás do rato fujão.

3.2.3 Timer

Este módulo, `Game_Timer`, é o responsável por controlar os eventos temporais na aplicação. Ela armazena o tempo geral da aplicação, a taxa de frame rates (que determina quantas vezes por segundo a tela é renderizada, e portanto, o sistema é atualizado) esperada pela aplicação, e o tempo entre um loop e outro. Por padrão, a taxa de frame rates é 20, tendo em vista que o Set-Top Box não foi projetado para rodar aplicações pesadas, e o olho humano conseguir distinguir imagens fluídas em até 18 frames por segundo. Por causa disso não é possível criar animações muito fluídas sob a configuração padrão. Ela pode ser alterada de acordo com as necessidades do usuário, porém a performance do sistema como um todo deve ser levada em consideração.

3.2.3.1 `Game_Timer:sync(number: total_time) : number`

Existem duas maneiras de se programar eventos temporais com frame rate: utilizando o frame rate como unidade de tempo; e utilizando o frame rate como medida de tempo. O primeiro cria uma estrutura temporal Dependente do Frame Rate (DFR). Se a taxa de frames for normal (usemos nosso exemplo de 20 frames por segundo), a aplicação irá executar em velocidade normal. Se, por algum motivo, a aplicação contiver um processo pesado e o frame rate cair para 10, a aplicação irá rodar duas vezes mais lento. Por outro lado, caso a aplicação receba atenção total do processador e conseguir rodar a 30 frames, o jogo irá rodar mais rápido. A segunda maneira, mais conhecida como Jogo em Tempo Real ou Independente de Frame Rate (IFR), se utiliza do intervalo entre cada loop do temporizador para calcular quanto tempo realmente passou, atualizando todos os objetos de jogo de acordo com o tempo passado. Desta forma, o jogo mantém sua velocidade de execução mesmo com a variação de frames por segundo – que por outro lado gera “paralizações” no jogo, geralmente chamadas de lag. Por outro lado, algumas aplicações ficam mais complexas, por exemplo, a detecção de colisão – é necessário realizar previsões dos movimentos dos objetos da cena para verificar se eles colidiram durante o intervalo de tempo. Com o devido cuidado, ambas as formas de manipular o tempo são viáveis, e o GW dá suporte a ambas.

Código 3.3 – Exemplo de uso da função `sync`

```
1.      pixels = Game_Timer:sync(20) — pixels = 20
```

A DFR é como a GW funciona normalmente. Para se trabalhar com a IFR, existe esta função no módulo `Timer`. Ele recebe um tempo e infere o quanto passou dele no intervalo entre os frames. O parâmetro deve indicar o movimento, através do tempo, por 1

segundo, sob o qual o método vai trabalhar. Por exemplo, se o Herói do jogo se movimenta a 20 pixels por segundo, em um jogo rodando a 20 FPS (frames por segundo), com a aplicação desta função, ele andará 1 pixel por segundo, a cada frame. Se por algum motivo a velocidade do jogo cair para 14 FPS, a velocidade do Herói será de 1.42 pixels por segundo.

3.2.4 Graphics

Módulo responsável pela renderização dos gráficos na tela. É possível informar uma ordem para que a renderização seja realizada. A GW possui uma resolução, nativa, que deve ser informada para o módulo. O jogo é renderizado na resolução nativa e após a renderização, se ajusta ao tamanho da tela da TV.

3.2.4.1 Game_Graphics:insertLayer(number: n, table: obj)

Caso o objeto obj possua o método draw, que é chamado para realizar a renderização do mesmo, ele é incluído na lista de objetos a serem renderizados pelo módulo. Objetos com um n menor são desenhados primeiro, portanto os que tiverem os maiores valores ficarão por cima no resultado final. Não há garantia de ordenação para objetos com valores n iguais.

Código 3.4 – Definindo a ordem de renderização para a classe Board

1.	<code>GW_Codes.classes.Board.drawLayer = 1</code>
2.	<code>Game_Graphics:insertLayer(4, board)</code>

Para setar um valor n padrão para todos os objetos de uma classe, basta seguir o exemplo no Código 3.4, linha 1. Valores individuais podem ser aplicados, também, como mostrado na linha 2.

3.2.5 Sprite

Módulo básico, que armazena as gráficos da aplicação. Dá suporte tanto a gráficos estáticos quanto animados. Possui também suporte para física básica, na forma de colisões.

3.2.5.1 Sprite.new(string: path) : table

Cria uma instância da classe Sprite com a imagem referenciada pelo caminho path. Caso não encontre a imagem cria uma Sprite sem imagem. O Sprite criado não é subdividido, tem animação ativado (mas não executa nenhuma), e tem uma área de colisão de acordo com o tamanho da imagem.

3.2.5.2 Sprite:set_crop(number: w, number: h)

Determina em quantos pedaços a imagem será repartida. Esta partição não altera o arquivo de imagem utilizado pelo Sprite, apenas determina pedaços de tamanho igual para serem desenhados com a função draw(). Qual parte será renderizada deve ser determinada pelo atributo anim_index. O index é definido a partir do número de linhas e colunas. Por exemplo, se $w = 4$ e $h = 4$, o $index = 9$ representará a parte da imagem localizada na linha 3, coluna 1.

Código 3.5 – Exemplo de uso da função set_crop

```
1.      board = Sprite.new("board.png");
2.      board:set_crop(4,4)
3.      board.anim_index = 6
```

3.2.5.3 Sprite:setup_frames(number: index, number: steady, string: sound, table: offset)

Permite configurar um frame de animação para o Sprite. Index informa qual o índice da animação (os frames são organizados de acordo com esse índice); steady informa quantos milissegundos o frame permanecerá ativo (valores muito baixos podem tornar o frame quase indistinguível, valores muito altos pode “paralisar” a animação); sound informa que o frame deve tocar o som informado pelo campo no início do frame. Um valor vazio ou nulo terão o mesmo efeito, sem som. Offset é uma tabela, com valores x e y, indicando que o Sprite deve mover sua imagem mas sem mover a matriz. Ou seja, a imagem renderizada vai mudar sua posição de pintura na tela, mas o objeto Sprite manterá sua posição original.

Código 3.6 – Exemplo de uso da função setup_frames

```
1.      board = Sprite.new("board.png");
2.      board:setup_frames(0, 4, null, {x=0, y=0})
```

3.2.6 Cache

Módulo responsável por gerenciar os recursos de mídia da aplicação. Gerencia tanto recursos de áudio como de imagem. O gerenciamento de imagens é automático, porém o de áudio, por depender do NCL para ser feito, precisa de configurações mais cuidadosas.

3.2.6.1 Game_Resources.load_image(string: path)

Carrega a imagem referenciada no caminho path na memória e retorna uma referência para ela. Chamadas posteriores a este mesmo path apenas retornarão uma referência. Alterações no arquivo de imagem, portanto, afetarão todos os objetos que chamarem a referenciar.

3.2.6.2 `Game_Resources.load_background(string: path)`

Invoca um recurso de imagem do caminho padrão “media\backgrounds\”. É um método auxiliar com a única finalidade de facilitar a obtenção de recursos de imagem.

3.2.6.3 `Game_Resources.load_character(string: path)`

Invoca um recurso de imagem do caminho padrão “media\characters\”. É um método auxiliar com a única finalidade de facilitar a obtenção de recursos de imagem.

3.2.6.4 `Game_Resources.free_image(string: path)`

Informa ao Cache que a imagem em path deve ser liberada da memória. O Cache vai registrar o pedido, porém a imagem só será removida se todos os recursos que pediram a imagem o liberarem.

3.2.6.5 `Game_Resources.play_SE(string: label)`

Envia uma requisição ao NCL para tocar o áudio label. SE é a sigla para Sound Effects (Efeitos Especiais). SEs são geralmente utilizadas para representar sons ambientes e de HUDs / sistema (Head Up Display, como geralmente são chamadas as telas de interface do jogo, como status, vida, dinheiro, etc). Uma configuração especial para este tipo de som deve ser provida pelo arquivo .ncl que chamada o script do GW.

3.2.6.6 `Game_Resources.stop_SE(string: label)`

Envia uma requisição ao NCL para parar o áudio label. Uma configuração especial para este tipo de som deve ser provida pelo arquivo .ncl que chamada o script do GW.

3.2.6.7 `Game_Resources.pause_SE(string: label)`

Envia uma requisição ao NCL para pausar o áudio label. Uma configuração especial para este tipo de som deve ser provida pelo arquivo .ncl que chamada o script do GW.

3.2.6.8 `Game_Resources.play_BG(string: label)`

Envia uma requisição ao NCL para tocar o áudio label. BG é a sigla para Background Sound (Sons de fundo), ou seja, canções que ficam tocando, em loop, enquanto a aplicação executa. Quando a canção termina sua execução ela é iniciada novamente, criando um loop. Uma configuração especial para este tipo de som deve ser provida pelo arquivo .ncl que chamada o script do GW.

3.2.6.9 Game_Resources.stop_BG(string: label)

Envia uma requisição ao NCL para parar o áudio label. Uma configuração especial para este tipo de som deve ser provida pelo arquivo .ncl que chamada o script do GW.

3.2.6.10 Game_Resources.pause_BG(string: label)

Envia uma requisição ao NCL para pausar o áudio label. Uma configuração especial para este tipo de som deve ser provida pelo arquivo .ncl que chamada o script do GW.

3.2.7 Scene

Módulo que centraliza e controla todos os outros. Os Game_Objects devem ser manipulados junto com a lógica do jogo, utilizando este módulo. Uma instância do GW só tem 1 objeto Scene, que deve gerenciar os vários recursos.

3.2.7.1 GWScene:begin()

Esta função deve ser utilizada para inicializar todos os objetos da aplicação que rodarão junto com a scene.

Código 3.7 – Exemplo de uso da função begin

```
1.      function GWScene: begin ()
2.          self.vars.color = 'red'
3.          self.vars.board = GWClasses['Board'].new()
4.          self.vars.score = GWClasses['Score'].new()
5.          table.insert(self.objects, self.vars.board)
6.          Game_Graphics:insertLayer(self.vars.board.
              drawLayer, self.vars.board)
7.          table.insert(self.objects, self.vars.score)
8.          Game_Graphics:insertLayer(self.vars.score.
              drawLayer, self.vars.score)
9.          GW_Codes.classes.Block.createBlocks()
10.         self:createToy()
11.         Game_Resources.play_SE('playback')
12.     end
```

3.2.7.2 GWScene:behavior()

Esta função determina o comportamento da Scene, e as interações entre os objetos. A lógica de comportamento interna do objeto não deve ser implementada aqui. O consumo de eventos, do Game Object, deve ser aplicado aqui.

Código 3.8 – Exemplo de uso da função behavior

```

1.      function GWScene:behavior()
2.          if self.vars.toy:___consume_event('endGame') then
3.              self:End()
4.          end
5.          if self.vars.toy:___consume_event('gotFired') then
6.              self:deleteObject(self.vars.toy)
7.              self:createToy()
8.          end
9.          if self.vars.board:
10.             ___consume_event('fieldChanged') then
11.                 local ls = self.vars.board.
12.                 events['fieldChanged'].result
13.                 self.vars.score:
14.                 addScore(ls * 100 + (ls - 1) * 50)
15.             end
16.         end
17.     end

```

3.2.7.3 GWScene:End()

Finaliza a Scene e a aplicação. Caso algum dado deva ser escrito na finalização, este método deve ser sobrescrito. O Quadro 8 mostra um exemplo da aplicação desta função.

3.2.7.4 GWScene:getObjects(string: className) : table

Obtém todos os objetos registrados na Scene com o nome de classe className. Útil para gerenciar os objetos na Scene durante as chamadas ao behavior.

Código 3.9 – Exemplo de uso da função getObjects

```

1.      blocks = GWScene:getObject('Block')

```

3.2.7.5 GWScene:deleteObject(table: obj)

Deleta o objeto da Scene.

Código 3.10 – Exemplo de uso da função deleteObject

```

1.      blocks = GWScene:getObject('Block')
2.      for k,v in pairs(blocks) do
3.          GWScene:deleteObject(v)
4.      end

```



Figura 7 – Exemplo de Colisão por Área de Quadrado. Não há colisão entre os dois primeiros, mas há colisão nos subsequentes

3.2.8 Parameters

Tem como objetivo servir como a ponte configurável entre o NCL e o código Lua. Através destes objetos se passa argumentos para a aplicação Lua, que determinarão como a aplicação irá funcionar. Deve-se levar em conta que esta funcionalidade é opcional para a execução da aplicação Lua – um jogo pode rodar, tranquilamente, sem depender dos parâmetros vindos do NCL. Ela deve ser utilizada pelo desenvolvedor para permitir que o desenvolvedor NCL possa personalizar o jogo de acordo com suas necessidades.

3.2.8.1 GWInitializer:parse(id: string,par: string)

Método invocado no código principal, recebe todos os parâmetros enviados pelo NCL. Sua funcionalidade deve ser reescrita para atender às necessidades da aplicação. Deve-se levar em conta que, apesar de ser possível enviar parâmetros durante a vida útil da aplicação (Scene), os primeiros parâmetros são enviados antes da Scene iniciar, não existindo, portanto, objetos inerentes à Scene neste momento.

3.2.9 Collision

Tem a função de gerenciar as colisões entre objetos na cena. Um objeto colide com outro caso sua área toque na área do outro objeto. Existem várias abordagens para se obter este efeito. A primeira, mais simples, é a colisão de quadrados. Define-se um quadrado mínimo que cerca o objeto, e verifica-se se este colidiu com o outro.

Este tipo colisão é eficaz em jogos que não necessitam de muita precisão na colisão. Objetos com áreas muito pequenas, e similares à área do quadrado também podem utilizar este modo de colisão. Seu custo de processamento é baixo.

Para casos em que há uma necessidade de maior precisão, mas não o suficiente para gerar um custo de computação, é possível se utilizar de um segundo método de colisão, a colisão por círculos, que simplesmente detecta se o círculo que contém o objeto está na área de um outro. Em jogos 3D, esse tipo de colisão é usada para objetos que não requerem muito controle de colisão, utilizando esferas no lugar de círculos.



Figura 8 – Exemplo de Colisão por Área de Círculo. Não há colisão entre os dois primeiros, mas há colisão nos subsequentes

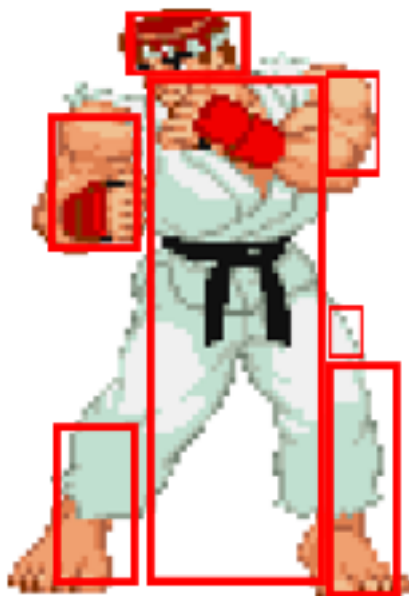


Figura 9 – Exemplo de Configuração de Colisão com Múltiplos Quadrados

Estes dois primeiros casos são suportados pela GW. São simples de implementar e possuem pouco custo. Existe uma terceira maneira, extremamente precisa, utilizada em jogos 2D (que geralmente tem seus gráficos desenhados com pixel-art), que é a Colisão de Pixels Perfeita. Este tipo de colisão lê a matriz de pixels do gráfico de ambos os objetos (não sendo necessário definir a área de colisão), e verifica, de acordo com a posição absoluta do objeto na tela, se algum dos pixels sobrepõe ao outro. Caso sim, existe uma colisão. Este tipo de colisão é custoso e não é oferecido por padrão pela GW. É possível, no entanto, estabelecer um algoritmo que simule a precisão da Colisão de Pixels Perfeita. A GW permite que se aplique várias áreas de colisão por objeto. Utilizando-se a Colisão por Quadrado, pode-se fragmentá-los para que cubram apenas a área desejada no gráfico, criando uma ilusão de Colisão de Pixels Perfeita. A desvantagem dessa abordagem é a configuração, geralmente custosa para o usuário que desenvolverá as animações, por ter que definir os quadros de colisão a cada quadro da animação.

3.2.9.1 `__collision_setup(offx: number, offy: number, wd: number, hg: number, frame: number, ct: number)`

Cria uma configuração de colisão para objeto no frame especificado, com duração `ct` (em milissegundos), com tamanho `wd` x `hg` na posição `offx` vs `offy`. É possível criar várias caixas num mesmo frame para dar suporte ao modelo explicado acima.

3.2.9.2 `left() : number`

Retorna o limite mais à esquerda de todas as caixas de colisão no frame atual.

3.2.9.3 `right() : number`

Retorna o limite mais à direita de todas as caixas de colisão no frame atual.

3.2.9.4 `top() : number`

Retorna o limite mais acima de todas as caixas de colisão no frame atual.

3.2.9.5 `bottom() : number`

Retorna o limite mais abaixo de todas as caixas de colisão no frame atual.

3.2.9.6 `colide(obj: table) : boolean`

Determina se o parâmetro `obj` possui caixas em colisão com as do objeto do qual a chamada foi realizada.

3.2.10 Input

Módulo responsável por controlar a entrada de eventos do controle, a fim de interagir com o jogo. Possui basicamente as entradas vermelho, verde, azul, amarelo, cima, baixo, esquerda, direita, menu, sair, sendo esses botões um padrão em controles de TVs Digitais. Todos os métodos retornam um boolean indicando se um botão foi pressionado ou não, diferenciando-se a quantidade de vezes quando o evento é disparado.

3.2.10.1 `GW_Input.pressed(key: string) : boolean`

Retorna true enquanto o botão `key` estiver pressionado. Útil para eventos repetitivos em jogos, como por exemplo aceleração em jogos de corrida.

3.2.10.2 `GW_Input.trigger(key: string) : boolean`

Retorna true apenas no frame em que o botão `key` é pressionado. Se o botão continuar pressionado, retorna false continuamente até que ele seja solto. Útil para eventos

não repetitivos em jogos, por exemplo, o salto de um personagem de um jogo de side-scrolling.

3.2.10.3 GW_Input.consecutive(key: string) : boolean

Retorna true repetidamente enquanto o botão key estiver pressionado, em pequenos intervalos.

3.2.11 Utils

Módulo agrupados de funções comuns e não associadas à classes e objetos em geral.

3.2.11.1 PROMPT(msg: string)

Exibe a mensagem msg na tela por alguns segundos, servindo como um tipo de prompt para testes no jogo. Não deve ser utilizado para apresentar as mensagens do jogo.

3.3 Aplicação de Exemplo

Como exemplo de uso da ferramenta, será mostrado o passo-a-passo da criação de um jogo básico, um Hello World. O jogo deverá apresentar o uso das principais funcionalidades da ferramenta. Como objetivos nesse exemplo, teremos:

- Apresentação de cenário de fundo e de fase;
- Um personagem controlado pelo controle remoto;
- Funcionamento de física (gravidade e colisões);
- Reprodução de BGM em loop.

Para programar o cenário de fundo e de fase, são necessárias duas classes diferentes. O cenário de fundo (Background) não possui interatividade com o jogador (apesar de em alguns tipos de jogos reagir a ele, como em cenários de fundo que utilizam a técnica de parallax scrolling), e, portanto é mais fácil de implementar. O cenário de fase (Base) interage com o jogador através de colisões, sendo o chão da fase. O jogador, se colidir com a face superior do cenário de fase, deve permanecer nela, não a atravessando.

O personagem de fundo deve responder ao botar vermelho do controle (ação de pular) e às setas esquerda e direita (movimento). Para programar o pulo é necessário implementar gravidade. Para a implementação de gravidade, o personagem deve ter peso, que será considerado 1. Enquanto o personagem não estiver em contato com a face superior de nenhum cenário de fase, deve receber uma aceleração negativa de -9.8m/s. Se ele pular,

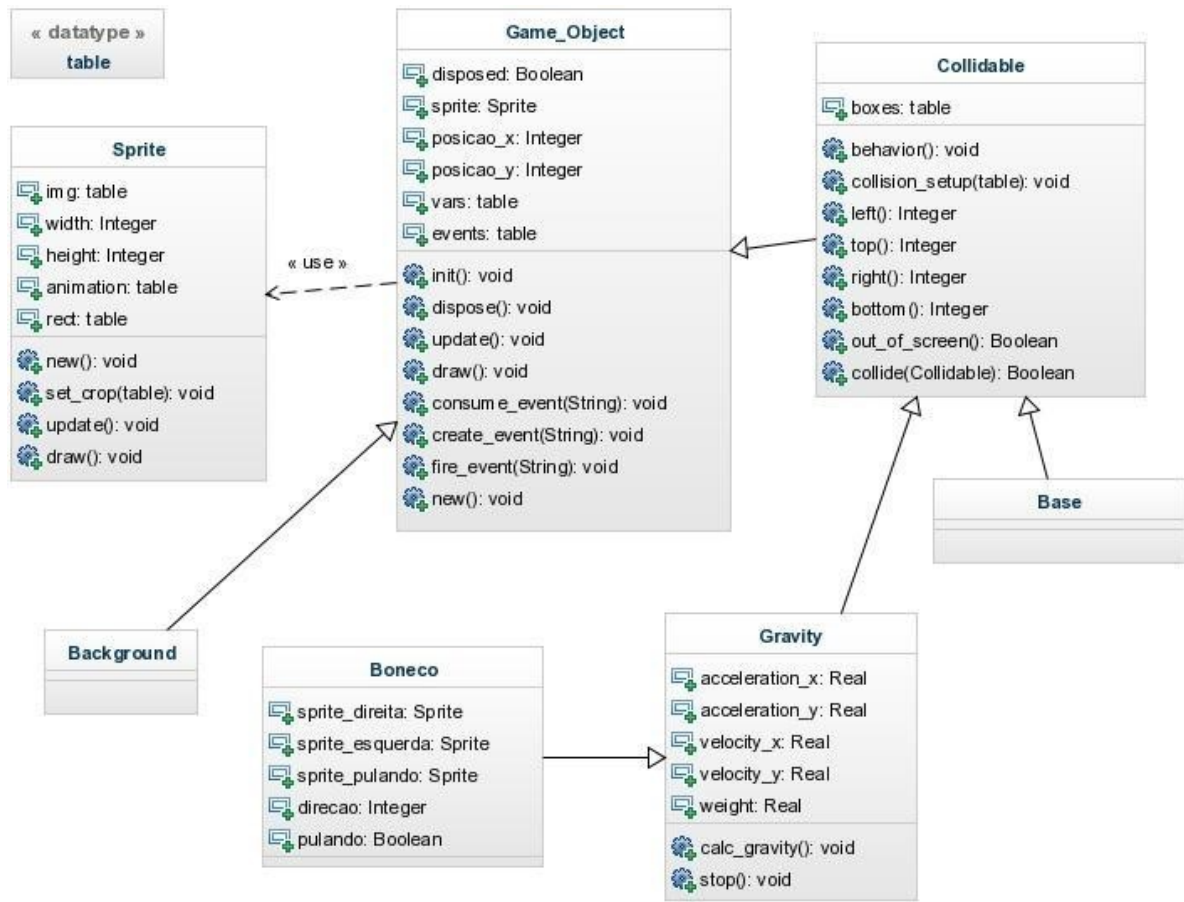


Figura 10 – Diagrama Entidade Relacionamento para a Aplicação de Exemplo

deve receber uma aceleração superior a 9,8 m/s a fim de alcançar uma altura desejada. A Figura 10 deve apresentar o diagrama de classes para o jogo de exemplo.

Todos os objetos da cena (Background, Boneco e Base) herdam de Game_Object, que possui os atributos básicos de um objeto de jogo. As classes Boneco e Base precisam reagir a colisões, portanto também herdam de Collidable (que por sua vez herda de Game_Object). A classe boneco precisa reagir à gravidade, portanto herda de Gravity, que gerencia informações quanto à gravidade.

A implementação da classe Background no Código 3.11, seguido da implementação da classe Base no Código 3.12, da classe Gravity no Código 3.13 e da classe Boneco no Código 3.14.

Código 3.11 – Classe Background

```

1.    GW_Codes.classes.Background = {}
2.    GW_Codes.classes.Background.superclass = "OBJECT"
3.    function GW_Codes.classes.Background: init ()
4.        GWClasses.Background.__superClass().init(self)
5.        self.sprite =
  
```



```
        Sprite.new( '/backgrounds/back1.png' )
6.      end
```

Código 3.12 – Classe Base

```
1.      GW_Codes.classes.Base = {}
2.      GW_Codes.classes.Base.superclass = "COLLIDABLE"
3.      function GW_Codes.classes.Base:init()
4.          GWClasses.Base.__superClass().init(self)
5.          self.sprite =
6.              Sprite.new( '/characters/base.png' )
7.          self.pos.x = 0
8.          self.pos.y = 600-33
9.          self.vars.__collision_data.loop = true
10.         self:__collision_setup(0,0,800,33,100)
10.      end
```

Código 3.13 – Classe Gravity

```
1.      GW_Codes.classes.Gravity = {}
2.      GW_Codes.classes.Gravity.superclass = "COLLIDABLE"
3.      function GW_Codes.classes.Gravity:init()
4.          GWClasses.Gravity.__superClass().init(self)
5.          self.vars.accy = 0.0
6.          self.vars.accx = 0.0
7.          self.vars.velx = 0.0
8.          self.vars.vely = 0.0
9.          self.vars.weight = 1.0
10.     end
11.
12.     function GW_Codes.classes.Gravity:calc_gravity()
13.         local add_accel = {
14.             x = Game_Timer:sync(self.vars.accx),
15.             y = Game_Timer:sync(self.vars.accy) }
16.         self.vars.velx = self.vars.velx + add_accel.x
17.         self.vars.vely = self.vars.vely + add_accel.y
18.         self.pos.x = self.pos.x + self.vars.velx
19.         self.pos.y = self.pos.y + self.vars.vely
20.     end
```

Código 3.14 – Classe Boneco

```

1.      GW_Codes.classes.Boneco = {}
2.      GW_Codes.classes.Boneco.superclass = "Gravity"
3.      function GW_Codes.classes.Boneco:init()
4.          GWClasses.Boneco.__superClass().init(self)
5.          self.vars.sprites = {}
6.          self.vars.sprites.d =
              Sprite.new('/characters/mario_parado.png')
7.          self.vars.sprites.e =
              Sprite.new('/characters/mario_parado_m.png')
8.          self.sprite = self.vars.sprites.d
9.          self.pos.x = 800/2-16
10.         self.pos.y = 16
11.         self.vars.weight = 2.5
12.         self.vars.lado = 'd'
13.         self.vars.__collision_data.loop = true
14.         self:__collision_setup(9,7,15,19,100)
15.     end
16.
17.     function GW_Codes.classes.Boneco:behavior()
18.         GWClasses.Boneco.__superClass().behavior(self)
19.         local vel = 5.0
20.         self.vars.velx = 0.0
21.         if GW_Input.pressed('CURSOR_RIGHT') then
22.             self.sprite = self.vars.sprites.d
23.             self.vars.velx = vel
24.         end
25.         if GW_Input.pressed('CURSOR_LEFT') then
26.             self.sprite = self.vars.sprites.e
27.             self.vars.velx = -vel
28.         end
29.         local temp_x = Game_Timer:sync(self.vars.velx)
30.         self.pos.x = self.pos.x + self.vars.velx
31.     end

```

As classes Background e Base são estáticas na tela, portanto é seguro aplicar-lhes um posicionamento estático por toda a vida da aplicação.

Tendo sido implementadas as classes de funcionamento básico do jogo, podemos passar para a criação da Scene que irá gerenciar a lógica e recursos. Será dever da Scene instanciar e destruir objetos, invocar BGMs, determinar o fluxo da lógica (muitas vezes

chamada de Máquina Finita de Estados), etc. A GW provê uma Scene já pronta para uso, ela não deve ser instanciada. Em casos da necessidade do uso de mais de uma Scene, o ideal é a implementação de uma nova classe que desempenhe a função, sendo controlada pela Scene provida pela GW.

No caso da aplicação de exemplo, a Scene vai instanciar o Background, a Base e o Boneco. Vai tocar uma BGM em modo infinito (loop) e vai gerenciar os eventos disparados pela interação dos objetos. O código segue no Código 3.15.

Código 3.15 – Código da Cena

```
1.      function GWScene:begin()
2.          print("cena inicializada")
3.          self.vars.background =
4.              GWClasses['Background'].new()
5.          self.vars.mario = GWClasses['Boneco'].new()
6.          self.vars.base = GWClasses['Base'].new()
7.          table.insert(self.objects, self.vars.background)
8.          Game_Graphics:
9.              insertLayer(1, self.vars.background)
10.             table.insert(self.objects, self.vars.base)
11.             Game_Graphics:insertLayer(1, self.vars.base)
12.             table.insert(self.objects, self.vars.mario)
13.             Game_Graphics:insertLayer(2, self.vars.mario)
14.             Game_Resources.play_BG('playback', true)
15.             self.vars.gravity = 9.8
16.         end
17.
18.     function GWScene:behavior()
19.         local mario = self.vars.mario
20.         if mario:right() >= Game_Graphics.width then
21.             mario.pos.x = Game_Graphics.width -
22.                 (mario:frame().offset.x + mario:frame().width)
23.         end
24.         if mario:left() <= 0 then
25.             mario.pos.x = -mario:frame().offset.x
26.         end
27.         mario:calc_gravity()
28.         if mario:collide(self.vars.base) then
29.             mario.vars.accy = 0.0
30.             mario:stop()
```

```

28.                mario.pos.y = self.vars.base:top() -
                    (32-7)
29.                else
30.                    if mario.vars.accy < 0 then
31.                        mario.vars.accy =
32.                            mario.vars.accy + self.vars.gravity
33.                    else
34.                        mario.vars.accy =
35.                            self.vars.gravity
36.                    end
37.                if GW_Input.pressed('CURSOR_UP') and
38.                    mario:collide(self.vars.base) then
39.                    mario.vars.accy = mario.vars.accy -
                        self.vars.gravity * 5
40.                end
41.            end
42.        end

```

As linhas 2-11 criam os objetos na cena e os registram junto à Scene e ao módulo de gráficos (Game_Graphics). O registro com o Game_Graphics permite que o módulo reconheça os objetos como desenháveis e vai invocar o método draw() de cada objeto registrado para que apareça na tela. A linha 12 faz com que a BGM playback seja tocada. Na linha 13, setamos a gravidade global para o valor 9,8 (m/s).

Na função behavior o objeto mario (Boneco) tem sua gravidade setada para a global. Da linha 18-23 é feito o tratamento para quando o objeto tentar sair da tela pelos lados. Nas linhas 25-35 é feito o tratamento para quando o objeto colide com a base. As linhas 36-38 tratam o pulo do boneco, adiciona aceleração negativa (assim ele irá para cima).

Com a Scene pronta, é necessário agora configurar os sons. A configuração do som exige que se utilize o módulo Parameters. A GW não tem como tocar sons nativamente, nem saber sua duração. Serão utilizados parâmetros para se informar esses dados através do NCL. Apenas uma sobrescrita da função parse é necessária, como mostrado no Código 3.16.

Código 3.16 – Código dos Parâmetros

```

1.    function GWInitializer:parse(id,par)
2.        if string.match(par, "BGM%d+") ~= nil then
3.            print("Registering BGM "..id)
4.            local duracao =

```

```

5.         string.match(par, "BGM(%d%d%d%d)")
6.         local minutos =
7.         tonumber(string.sub(duracao, 0, 2))
8.         local segundos =
9.         tonumber(string.sub(duracao, 3))
10.        Game_Resources.
11.        register_sound(id,
12.                        minutos * 60 + segundos)
13.    end
14.    if par == "End" then
15.        print("BGM "..id.." ended")
16.        Game_Resources.end_BG(id)
17.    end
18. end

```

Nesta implementação, a função recebe um parâmetro informando o id da mídia no NCL e sua duração no parâmetro par. A GW reconhece que é um som caso contenha a palavra BGM seguido de 4 inteiros, que representam a duração do som em minutos e segundos. Essa duração é utilizada para saber quando o som terá terminado e mandar tocar de novo. Para que funcione, é preciso que o NCL disponibilize links para inicializar e finalizar uma mídia de som. Todo o trabalho do lado do código Lua está pronto. Agora é necessário criar o código NCL que irá invocar e parametrizar a aplicação Lua. O código segue nos Códigos 3.17 e 3.18.

Código 3.17 – Regiões e Descritores de Exemplo

```

<!-- Regioes -->
<regionBase>
  <region id="screen" width="100%" height="100%" zIndex="5"/>
  <region id="music" width="100%" height="100%" zIndex="0"/>
</regionBase>
<!-- Descritores -->
<descriptorBase>
  <descriptor id="dsScreen" region="screen" focusIndex="240"/>
  <descriptor id="dsMusic" region="music">
    <descriptorParam name="soundLevel" value="1"/>
  </descriptor>
</descriptorBase>

```

Código 3.18 – Portas, Medias e Links

```

<!-- Porta -->

```

```

<port id="entryPoint" component="lua"/>
<media id="lua" src="codes/main.lua" descriptor="dsScreen">
  <property name="start1"/>
  <property name="playback"/>
</media>
<media id="playback" type="audio/mp3"
  src="media/backtracks/teste.mp3"/>
<media id="programSettings" type="application/x-ginga-settings">
  <property name="service.currentKeyMaster" value="240"/>
</media>
<!-- DEFINICAO DOS LINKS AQUI!!!!!!! -->
<link xconnector="onBeginSetN">
  <bind role="onBegin" component="lua" />
  <bind role="set" component="lua" interface="start1"/>
  <bind role="set" component="lua" interface="playback">
    <bindParam name="var" value="BGM0036"/>
  </bind>
</link>
<link xconnector="onEndAttributionStart">
  <bind role="onEndAttribution" component="lua"
    interface="playback" />
  <bind role="start" component="playback" />
</link>

```

É criada a mídia playback com o som a ser reproduzido. São inseridas propriedades na mídia Lua, que tem finalidades específicas: a propriedade start1 informa à GW que ela deve esperar por 1 parâmetro pelo menos (além do próprio start1). Isso ocorre porque a passagem de parâmetros entre o NCL e o Lua não segue a ordem estabelecida no código XML e em alguns casos, quando há muitos links, alguns deixam de ser enviados. O parâmetro playback será o id do som na GW. Este parâmetro deve ser setado com o valor BGM0036. Como dito acima, BGM diz à GW (neste exemplo) que o parâmetro é um som, enquanto que 0036 informa que o som tem a duração de 0 minutos e 36 segundos. Com esta configuração, está pronta o Hello World da GW, apresentado nas Figuras 11, 12 e 13.



Figura 11 – Boneco em Queda Livre



Figura 12 – Boneco em Repouso na Base



Figura 13 – Boneco durante Salto

4 Estudo de Caso: Tetris

A fim de testar a capacidade da engine, este capítulo apresenta um estudo de caso de um jogo, nominamente, uma versão de Tetris implementada para TVi. Um jogo, sendo uma aplicação de hipermídia, envolve diversas formas de se comunicar com o usuário. Jogos se utilizam de gráficos, efeitos sonoros, jogabilidade e narrativa para se comunicar com o jogador. Para oferecer todos estes tipos de mídia é necessário hardware capaz de processar esse tipo de dado. O STB em geral (modelos econômicos) não possuem muito poder de hardware, não tendo como função executar aplicações pesadas e/ou complexas. É preciso, portanto, analisar a capacidade de processamento da STB em relação ao jogo para averiguar se o hardware é capaz de entregar uma taxa de frames razoável. A jogabilidade deve ser avaliada através de uma análise da ergonomia e resposta do controle remoto (meio principal de entrada de dados no STB). Controles não foram designados para responder a múltiplos comandos simultâneos, portanto os jogos precisam ser viáveis recebendo uma única entrada de cada vez. Por fim, deve-se analisar qual é o público alvo para o jogo. A maioria da população disposta a jogar jogos casuais o farão utilizando o telefone celular. Para que algum jogo possa ter sucesso em uma TV Digital, é preciso realizar um estudo da população disposta a jogar na TV Digital e o que eles esperam em um jogo. Todos esses fatores influenciam na escolha de um jogo de sucesso na TV Digital utilizando a STB.

Realizar uma triagem do anseio da população disposta a jogar em uma TV Digital está fora do escopo deste trabalho, portanto apresentaremos um jogo pioneiro na história dos jogos, comumente utilizado como aplicação de teste em engines de games por sua (deveras) simplicidade e fama: Tetris.

4.1 Limitações do Set-Top Box

4.2 Tetris

Tetris é um jogo muito popular desenvolvido entre 1985 e 1986 por mim, Alexey Pajitnov (Pazhitnov) e Dmitry Pavlovsky. Pajitnov e Pavlovsky eram engenheiros de computação do Centro de Computação da Academia Russa de Ciências (Russian Academy of Sciences). Eu era um estudante colegial de 16 anos de idade. Meu professor de ciências da computação, Arkady Borkovsky, me levou ao Centro de Computação onde eu trabalhava e mexia com computadores IBM. Eu rapidamente aprendi sobre programação e me divertia trabalhando com diversos projetos.

Dmitry percebeu a minha existência quando eu estava escrevendo um programa

para encriptar diretórios do MS-DOS. Ele me disse que gostava de jogos de computador e tinha desenvolvido alguns jogos para o computador mainframe. Ele me perguntou se eu estava interessado em ajudá-lo a converter os jogos para a plataforma PC e trabalhar com ele no desenvolvimento de novas idéias. Eu, obviamente, estava muito interessado. Pavlovsky me mostrou os seus jogos e me deu o código fonte de um deles. No dia seguinte, eu converti o jogo para a plataforma PC. Assim, começamos a trabalhar juntos.

Em pouco tempo Dmitry me apresentou para o seu amigo Pajitnov que também estava interessado em desenvolver jogos de computador. Dmitry me contou que Alexey já havia negociado a venda de alguns de seus jogos com temas ligados a psicologia. Alexey nos mostrou alguns jogos que haviam sido desenvolvidos recentemente. Decidimos trabalhar como um time. Minhas funções eram: perito na plataforma PC, programador e designer gráfico.

Nossa idéia era elaborar uma dúzia de jogos viciantes para a plataforma PC e colocá-los juntos em um único sistema que chamamos de "funfair". Pajitnov e Pavlovsky também pensavam em vender os jogos. Entretanto, esta idéia não era muito comum e de fácil aplicação na época, uma vez que vivíamos na União Soviética. Criar e vender algo de forma privada era considerado altamente irregular. Nos focamos em criar ferramentas para a plataforma PC, convertendo jogos recentes e desenvolvendo novas idéias de jogos.

Em poucas semanas, havíamos convertidos todos os jogos mais antigos que valiam a pena e desenvolvido bibliotecas de suporte gráfico (4 cores, 320x200), de textos e sons para os nossos jogos. Em poucos meses tínhamos uma série de bons jogos. A maioria deles foi provavelmente perdida. Recentemente encontrei apenas um deles. O jogo era um remake de Xonix com um campo invertido e escondido de jogo. Dmitry o chamou de Antix (abreviação de Antixonix). Atenção: o jogo não possui velocidade (proper time delay) apropriada e roda de maneira muito rápida nos computadores modernos, exceto se você usar um software de emulação. Eu não sei quem desenvolveu o jogo Xonix original. Mas o jogo foi um grande sucesso no Centro de Computação e nas redondezas de Moscow antes de Tetris ser lançado.

Alguns meses depois de termos começado a trabalhar juntos, Pajitnov veio com a idéia de Tetris. Antes de nos conhecermos, ele tinha um jogo de computador chamado Genetic Engineering (Engenharia Genética). Nele o jogador tinha que mover uma peça com quatro lados (tetramino) em volta da tela usando o teclado. O jogador poderia montar várias formas. Eu não lembro exatamente o objetivo do jogo, mas me parecia bastante estúpido.

Durante uma de nossas reuniões, Pajitnov contou para mim e Pavlovsky sua nova idéia de um tetramino caindo em um vidro retangulo e se empilhando no fundo. Ele acreditava que um jogo como este faria sucesso. Rapidamente, após discutirmos a idéia, Pajitnov fez um protótipo para Electronica 60, então, eu o converti para a plataforma PC

usando as ferramentas que havíamos desenvolvido. Pajitnov e eu continuamos a adicionar detalhes ao programa por alguns anos.

O nome Tetris foi puramente idéia de Alexey. A palavra é uma combinação de tetramino com tennis. Na minha opinião, a palavra soava um pouco estranho em russo, mas Pajitnov insistia em dar ao jogo esse nome.

Alguns anos depois Pajitnov e eu desenvolvemos uma versão para dois jogadores de Tetris e trabalhamos em alguns projetos de testes psicológicos para o amigo de Alexey chamado Vladimir Pokhilko. Vladimir foi o primeiro psicólogo clínico que conduziu experimentos com Tetris. Na versão de Tetris para dois jogadores, o vidro não tinha fundo, As peças de um jogador vinham de cima enquanto a do outro vinha de baixo. Os jogadores competiam pelo espaço.

As tentativas de Pajitnov para vender os jogos de forma conjunta falharam. Assim, decidimos dar aos nosso amigos cópias gratuitas dos jogos, incluindo Tetris. Os jogos rapidamente se espalharam. Quando a versão para PC de Tetris chegou além da União Soviética, e uma empresa estrangeira teve o interesse de licenciar Tetris, Pajitnov decidiu abandonar todos os jogos, exceto Tetris. A decisão não foi muito bem aceita por Pavlovsky e isso acabou com o time deles.

Em 1991, Pajitnov mudou para os Estados Unidos com o seu amigo Vladimir Pokhilko. Pavlovsky imigrou para o Reino Unido em 1990.

Tetris gerou muitos lucros para para algumas organizações e pessoas não esperadas e causou uma série de batalhas legais. Você pode ler sobre o lado business da história no livro *Game Over* de David Sheff. Um interessante documentário da BBC, filmado entre 2003/2004, retrata alguns dos eventos e visões atuais sobre algumas pessoas chaves envolvidas nos negócios.

Alexey Pajitnov e um empreendedor norte americano (Henk Rogers) fundaram a Tetris Company. Eu não tenho nenhuma relação com a empresa e não apoio a sua política. Ao contrário do que alega Henk Rogers, não houve nenhum acordo direto entre Pajitnov e eu. Na União Soviética, onde negócios privados não eram autorizados e o conceito de propriedade intelectual não era definido, pessoas não podiam fazer acordos diretos deste tipo. O Centro de Computação da Academia Russa de Ciências era a proprietária de tudo aquilo que criamos. Alguns anos depois a situação na União Soviética mudou, mas isso é uma outra história. Quando eu trabalhei no desenvolvimento de Tetris, mesmo uma organização governamental não poderia me contratar por que eu ainda era menor. Eu trabalhei no desenvolvimento de Tetris apenas por diversão. Eu não me lembro de Pajitnov alguma vez ter me pago algo em razão do Tetris. Pajitnov começou a negociar os aspectos financeiros da situação alguns anos depois quando ele e Henk Rogers participaram da negociação com a Elrog (única organização governamental da União Soviética que

poderia vender softwares para o exterior). Pajitnov passou na minha casa e pediu para eu assinar uns papéis com urgência sob a justificativa de que "ganharíamos muito dinheiro das empresas de jogos". Ele não me deixou uma cópia dos papéis. Pelo o que eu me lembre, o papel dizia que eu concordava em dar para Pajitnov todos os direitos para lidar com negócios e que recusaria qualquer indenização relacionada ao Tetris. Eu não concordei plenamente com o conteúdo, mas confiei em Alexey e assinei os papéis mesmo assim. Em alguns meses meu nome desapareceu de todas as novas versões de Tetris e de toda documentação relacionada. Alexey registrou uma licença (copyright) do jogo nos Estados Unidos (R/N PA-412-170) relacionada a versão gratuita de Tetris para PC (versão original 3.12) que desenvolvemos juntos.

A primeira versão para MS DOS de Tetris foi implementada alguns dias depois de Alexey desenvolver o protótipo para Electronica 60. Todos nós = Dmitry, Alexey, e Eu - éramos fãs de Pascal e sua estrutura de programação apesar do artigo recentemente publicado Programadores de Verdade não usam Pascal ("Real Programmers Don't Use Pascal"). Nós usamos vários tipos de Pascal para implementar as nossas idéias do jogo. No MS DOS a nossa escolha era o Borland's Turbo Pascal. Eu comecei programando com a versão 1.0. Na verdade, eu ainda me divirto programando com Turbo Pascal - Borland Delphi. Na última versão de Tetris que trabalhamos juntos, usamos o Turbo Pascal 4. A última versão do jogo é a 3.12. Apesar de 3.12 ser um número meramente arbitrário uma vez que não tínhamos uma política de numeração de versões. A propósito, esta versão tem um Easter Egg. Embora não seja um Easter Egg sofisticado, eu imagino se alguém irá descobri-lo.

A versão para MS DOS é um pouco diferente da minuta para Electronica 60 que inicialmente tinha apenas o vidro e a contagem de pontos. Esta versão rodava em um monitor alfanumérico monocromático (verde/preto). Os quadrados do tetramino eram desenhados como um par de []. O jogo era divertido e viciante mesmo dessa forma. Isso nos deu um motivo para correr com a implementação da versão para MS DOS. Eu acredito que Alexey expandiu a sua versão para Electronica depois que a passamos para PC para igualar algumas das características que fizemos na versão PC. Eu nunca trabalhei com a plataforma Electronica.

Diligentemente impementamos a versão MS DOS de uma forma que pudesse rodar em qualquer PC disponível. O programa rodava em versão de texto usando símbolos coloridos para representar os tetraminos. O jogo poderia inclusive reconhecer automaticamente o cartão monocromático da IBM ajustando a forma como ficaria impresso na tela. A frequência do clock do PC já existia com a introdução do IBM PC AT e PC clones. Muitos jogos lançados para os modelos PC e PC XT (4.77 MHz) rodavam de forma muito acelerada nas máquinas mais novas. A última versão de nosso jogo foi uma das primeiras a usar a sua própria frequência de tempo/velocidade. Vinte anos depois, o mesmo programa

ainda funciona sem nenhuma mudança, aparenta e é o mesmo (especialmente na tela cheia do DOS Box).

4.3 Documentação da Aplicação

4.4 Resultados

5 Conclusões