

# Trabalho de conclusão de curso Animação de Fenômenos Físicos

Rafael Issao Miyagawa      Alberto Hideki Ueda  
João Pedro Kerr Catunda  
Orientador: José Coelho de Pina Junior

26 de Novembro de 2012

# Conteúdo

<b>I</b>	<b>Parte objetiva</b>	<b>3</b>
<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>3</b>
1.1	Física no BCC . . . . .	3
1.2	Problemas ao simular interações físicas . . . . .	3
1.3	Simulador . . . . .	3
1.4	Estrutura da Monografia . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Plataforma computacional</b>	<b>5</b>
2.1	Esquema de dependências . . . . .	5
2.2	Ruby . . . . .	5
2.3	Simulação com Chipmunk . . . . .	5
2.4	Animação com Gosu . . . . .	5
2.5	Cenários com Glade . . . . .	5
2.6	Exemplo . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Discretização da simulação</b>	<b>6</b>
3.1	Tempo de simulação . . . . .	6
3.2	<i>Time step problem</i> . . . . .	6
3.3	Problema de granularidade . . . . .	6
<b>4</b>	<b>Colisões</b>	<b>7</b>
4.1	Algoritmos para detecção . . . . .	7
4.2	Colisões no Chipmunk . . . . .	7
4.3	Efeito de colisões . . . . .	7
<b>5</b>	<b>Animações produzidas</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>Introdução à computação com animações</b>	<b>9</b>
<b>7</b>	<b>Comentários Finais</b>	<b>10</b>
7.1	Trabalhos futuros . . . . .	10
7.2	Desafios . . . . .	10
7.3	Conclusão . . . . .	10
<b>8</b>	<b>Roteiro de instalação da plataforma</b>	<b>11</b>
<b>9</b>	<b>Apêndice</b>	<b>12</b>

<b>II</b>	<b>Parte subjetiva</b>	<b>13</b>
<b>10</b>	<b>Alberto Ueda</b>	<b>13</b>
10.1	Desafios e frustrações encontrados . . . . .	13
10.2	Disciplinas mais relevantes . . . . .	14
10.3	Estudos futuros . . . . .	15
<b>11</b>	<b>Rafael Miyagawa</b>	<b>15</b>

## Parte I

# Parte objetiva

## 1 Introdução

### 1.1 Física no BCC

Conteúdo: decrever o problema histórico dos alunos do BCC em relação a Física  
<http://bcc.ime.usp.br/principal/index.php?id=material-de-apoio>

A disciplina de Física (FAP-0126), oferecida no curso de BCC, é puramente teórica e não mostra nenhuma relação com a Ciência da Computação. Isso torna a disciplina menos interessante e frequentemente faz os alunos pensarem: "Para que serve esta disciplina?". Para motivar os alunos e ilustrar melhor a relação entre as disciplinas básicas (Física, Estatística, Álgebra e Cálculo) com a Ciência da Computação, pretendemos criar uma biblioteca gráfica de simulação. Esta biblioteca será capaz de realizar uma leitura de dados de uma simulação de um EP e mostrar graficamente o resultado da simulação, por exemplo. Esta biblioteca também proporcionará um ambiente de simulação específico e pronto para ser mostrado em salas de aula.

O foco deste projeto é atrair a atenção dos alunos do IME em relação a disciplina de física ministrada no curso de bacharelado em ciência da computação. Com o simulador podemos integrar melhor os alunos aos assuntos abordados na física com demonstrações de ambientes físicos, integrando exercícios programas (EP) e também para ser utilizado em sala de aula.

### 1.2 Problemas ao simular interações físicas

Problemas para simular interações físicas na computação

Existem muitos problemas ao tentar simular um ambiente físico com a computação. Temos o problema do tempo de simulação, que é o tempo que damos para os objetos físicos se interagirem e tomar o rumo necessário para refletir a realidade. Existem alguns conceitos como broad phase, que é a fase em que os objetos são filtrados para realizarmos depois a narrow phase que é onde verificamos se aconteceu alguma colisão entre os objetos.

### 1.3 Simulador

A idéia do simulador é poder mostrar os problemas que encontramos ao tentar simular um ambiente físico com montagem de demonstrações.

## **1.4 Estrutura da Monografia**

Na seção 1.2, apresentamos...

## **2 Plataforma computacional**

### **2.1 Esquema de dependências**

### **2.2 Ruby**

### **2.3 Simulação com Chipmunk**

interface/envoltório (*wrapper*)

### **2.4 Animação com Gosu**

### **2.5 Cenários com Glade**

### **2.6 Exemplo**

### **3 Discretização da simulação**

#### **3.1 Tempo de simulação**

#### **3.2 *Time step problem***

Descrevemos a dificuldade em criar interações físicas reais utilizando a computação.

#### **3.3 Problema de granularidade**

Qual deve ser o passo de simulação para ter uma boa velocidade de renderização e precisão física.

## **4 Colisões**

### **4.1 Algoritmos para detecção**

- Geometria computacional
  - Alguns algoritmos: BSPTree, QuadTree
  - Comparação

### **4.2 Colisões no Chipmunk**

### **4.3 Efeito de colisões**

- ? - Ajuste de colisão vs Correção dos objetos colididos.
  - \* A posteriori (discrete) versus a priori (continuous) colision detection



## **5 Animações produzidas**

Apresentação e explicação dos demos.

## **6 Introdução à computação com animações**

/\* Acrescentar algum exercício para o "aluno" fazer. Pode ser

- um dos exercícios programas de MAC2166 que passei para vocês, por exemplo o do "feito estilingue"- o exercício seria "integrar" uma solução com a ferramenta de vocês.

A ideia seria mostrar como um exercício programa de MAC0110 ou MAC2166 pode ser transformado em algo visual (algo parecido com o que o Carlinhos falou)

\*/

## **7 Comentários Finais**

### **7.1 Trabalhos futuros**

### **7.2 Desafios**

### **7.3 Conclusão**

## **8 Roteiro de instalação da plataforma**

Passos para instalação das bibliotecas: ruby, chipmunk, gosu, chingu, etc.  
(Talvez seja um apêndice)

## 9 Apêndice

A fim de motivar os alunos e ilustrar a relação entre ciência da computação e as disciplinas básicas de álgebra, cálculo, estatística, probabilidade e física presentes no currículo do BCC a CoC sugeriu que fossem produzidos documentos ilustrando aplicação de cada uma dessas disciplinas em ciência da computação e vice-versa. Esses documentos têm o objetivo de motivar os alunos do BCC:

1. ilustrando as relações entre as disciplinas básicas do curso e ciência da computação;
2. mostrando aos alunos quais das disciplinas mais avançadas do BCC que fazem uso dos conteúdos das disciplinas básicas.
3. fornecendo aos professores das disciplinas básicas do BCC exemplos de aplicações de suas especialidades em ciência da computação, que, eventualmente, podem ser mencionados em aulas ou ser temas de trabalhos.

Esses documentos poderão também ser usados pelas disciplinas de Introdução à Ciência da Computação que são oferecidas pelo DCC para várias unidades da USP. Nestas disciplinas, frequentemente, os chamados exercícios programas ilustram aplicações de métodos computacionais na solução de problemas em genômica, física, economia, etc. Por exemplo, na última edição da disciplina MAC2166 Introdução à Ciência da Computação para Engenharia podemos ver um exercício programa em que é simulada a “trajetória de livre de retorno” de uma nave sob a ação gravitacional da Terra e da Lua em <http://www.ime.usp.br/~mac2166/ep3/>. Já, um exercício programa com aplicação em genômica pode ser visto em <http://www.ime.usp.br/~mac2166/ep4/>.

Além de uma maior integração do curso este projeto pretende propor possíveis mudanças na grade curricular do BCC. Para isto pretendemos realizar uma pesquisa com o egresso do BCC e uma pesquisa das grades curriculares dos cursos de computação pelo mundo.

## Parte II

# Parte subjetiva

Nesta seção descreveremos a relação entre nosso projeto e a experiência adquirida no BCC.

(TODO pensei em fazer separado mas agora que escrevi tenho impressão que não vai mudar muita coisa)

## 10 Alberto Ueda

Entregar este projeto como trabalho de formatura e disponibilizar seu código para os alunos do BCC foram duas das experiências mais gratificantes que já tive. Isto pois acredito que tal conteúdo poderá ser utilizado pelas próximas turmas do BCC como incentivo ao aprendizado da matéria de física. Além disso, tanto alunos do próprio Instituto de Física quanto da Engenharia Politécnica também poderão se interessar pelo conteúdo: o primeiro grupo (FIS) pela animação de fenômenos físicos estudados e o segundo (Poli) tanto pela animação quanto pela simulação de tais fenômenos.

Mas, ao mesmo tempo, por ser um trabalho que levou meses, certas dificuldades foram encontradas pelo caminho. Tivemos que tomar decisões às vezes frustrantes, porém necessárias.

### 10.1 Desafios e frustrações encontrados

Inicialmente, nossa motivação era entregar um sistema que utilize recursos do Wii Remote (TODO ref TODO link da caneta) e que o professor pudesse utilizá-lo em sala de aula para realizar suas simulações e animações. Porém, chegamos a conclusão que esta tecnologia aumentaria consideravelmente o nível de complexidade de nosso trabalho e não tínhamos garantia de que utilizá-la acrescentaria da mesma forma ao resultado final. Assim descartamos esta possibilidade.

Como utilizamos algumas bibliotecas de terceiros em nosso projeto, tivemos que entender obrigatoriamente como eram feitas as principais chamadas de métodos destas bibliotecas, principalmente o Chipmunk e o Gosu. Um detalhe interessante que ocorreu no segundo mês de trabalho foi a necessidade de mudar o código da biblioteca (TODO citar) e recompilá-la para que uma função simples de mensagem para o usuário funcionasse (TODO conferir método). Uma semana depois, utilizando uma versão mais nova da biblioteca, descobrimos que nossa alteração não era mais necessária, pois já havia sido feita pelos próprios programadores na mudança de versão.

Além disso, utilizamos um bind (TODO envoltório?) da versão original do Chipmunk. Isto trazia duas dificuldades para nós: 1) o código original (em C++) sempre estava com uma versão mais recente e provia (TODO conferir) mais métodos; e 2) nem sempre o que víamos na documentação oficial possuía correspondente em nosso bind.

Por último, um desafio que tivemos foi encontrar um professor de física disponível para nos auxiliar na elaboração do protótipo do sistema. Ficamos muito felizes quando após algumas semanas o bacharel em física e aluno do BCC João Kerr veio a uma de nossas reuniões, a convite do professor Coelho.

## 10.2 Disciplinas mais relevantes

(TODO comentar)

- MAC0110 Introdução à Computação
- FAP0126 Física I
- MAC0122 Princípios de Desenvolvimento de Algoritmos
- MAC0211 Laboratório de Programação I
- MAC0323 Estruturas de Dados
- MAC0420 Introdução a Computação Gráfica
- MAT0211 Cálculo Diferencial e Integral III
- MAC0242 Laboratório de Programação II
- MAC0316 Conceitos Fundamentais de Linguagens de Programação
- MAC0332 Engenharia de Software
- MAC0338 Análise de Algoritmos
- MAC0446 Princípios de Interação Homem-computador
- FAP0137 Física II

### **10.3 Estudos futuros**

Sem dúvida os tópicos de estudo mais importantes para a continuação deste trabalho são as disciplinas de Física I e II para o BCC. Quanto maior o conhecimento das leis e forças físicas presentes no mundo real, melhor serão as simulações e consequentemente as animações geradas.

Em segundo lugar, seria interessante uma análise de qual das alternativas a seguir tem uma melhor relação custo-benefício, visando a atualização do projeto com a versão mais nova do Chipmunk: A) migrar nosso projeto de Ruby para C++ e usar diretamente a versão original do Chipunk, sem binds; ou B) atualizar o bind em Ruby adicionando os métodos e funcionalidades da versão mais recente em C++.

Por último, mas não menos importante, um estudo de paradigmas que proporcionem mais usabilidade ao usuário, substituindo o preenchimento obrigatório de formulários para criação de objetos físicos. Ex: drag-and-drop do mouse para "arrastar" as formas geométricas, fornecendo os valores de massa, coeficientes de elasticidade e atrito a posteriori (após o objeto já estar na tela).

## **11 Rafael Miyagawa**