

## ARPenalty

### Jogo Colaborativo com Realidade Aumentada

#### **Celso André Rodrigues de Sousa**

Instituto de Ciência e Tecnologia - Universidade Federal de São  
Paulo (UNIFESP)- São José dos Campos - SP - Brasil  
celso.andre.sousa@gmail.com

#### **Bruno Mamoru Shibata**

Instituto de Ciência e Tecnologia - Universidade Federal de São  
Paulo (UNIFESP)- São José dos Campos - SP - Brasil  
bmshibatha04@gmail.com

#### **Regis Lima Claus**

Instituto de Ciência e Tecnologia - Universidade Federal de São  
Paulo (UNIFESP)- São José dos Campos - SP - Brasil  
regis.claus@gmail.com

#### **Marcus Vinicius G. Vieira**

Instituto de Ciência e Tecnologia - Universidade Federal de São  
Paulo (UNIFESP)- São José dos Campos - SP - Brasil  
mvgv1989@gmail.com

#### **Douglas Eduardo Parra**

Instituto de Ciência e Tecnologia - Universidade Federal de São  
Paulo (UNIFESP)- São José dos Campos - SP - Brasil  
douglas.eduardop@gmail.com

#### **Ezequiel Roberto Zorzal**

Instituto de Ciência e Tecnologia - Universidade Federal de São  
Paulo (UNIFESP)- São José dos Campos - SP - Brasil  
ezorzal@unifesp.br

***Resumo:** A Realidade Aumentada é apresentada como uma opção para a implementação de jogos inovadores, envolvendo maior flexibilização e exploração das características espaciais para o desenvolvimento cognitivo das pessoas. Este trabalho descreve a implementação de um jogo colaborativo com Realidade Aumentada e discute sua utilização, mostrando suas restrições e potencialidades de evolução no espaço tridimensional.*

***Palavras-Chave:** Realidade Aumentada, Jogos Colaborativos, Interação.*

## ARPenalty

### Collaborative Augmented Reality Game

***Abstract:** The Augmented Reality is presented as an option for the implementation of innovative games, giving flexibility and exploration for the cognitive development. This paper describes the implementation of a collaborative Augmented Reality game, and discusses its use, showing its restrictions and potentialities of evolution in the three-dimensional space.*

***Keywords:** Augmented Reality. Collaborative Games. Interaction.*

#### 1. Introdução

Os jogos sempre fascinaram as pessoas ao longo dos anos, são usados para o lazer e o desenvolvimento cognitivo. No entanto, apesar da criatividade de seus inventores, foram limitados por restrições de material e por leis físicas, relativas a fatores como a gravidade, o atrito, a inércia, o choque de corpos etc. Essas restrições forçaram o desenvolvimento da maioria dos jogos sobre a mesa, dando-lhes características planares.

Com o uso do computador, a multimídia e a Realidade Virtual foram eliminadas. Algumas destas restrições, deram maior flexibilidade aos jogos. Surgiram novos obstáculos, como, por exemplo, a necessidade de treinamento em um ambiente estranho ao usuário e o uso de dispositivos especiais como *joystick*, luva e capacete. Desse modo, apesar dos benefícios de uma interação mais natural, as necessidades de equipamentos especiais e de treinamento para seu uso acabam limitando o alcance da Realidade Virtual.

Recentemente, a evolução científica e tecnológica propiciou a viabilização da Realidade Aumentada, que consiste na sobreposição de objetos virtuais gerados por computador em um ambiente real, utilizando para isso algum dispositivo tecnológico (Milgram 1994). Por meio desta tecnologia é possível trazer os jogos virtuais do computador para o espaço do usuário, o que permite sua manipulação direta ou por meio de elementos simples como placas ou pedaços de papel, familiares à maioria das pessoas. Nesse caso, os jogos passam a ser potencializados, por maior capacidade de visualização e interação com os elementos virtuais do jogo, dispostos no espaço tridimensional, com emissão de sons e mostras de animações, além de poderem ser replicados com baixo custo, por serem quase estritamente *software*.

Isso propicia ambientes diversos, o que inclui a exploração dos benefícios dos jogos educacionais, em função de suas características lúdicas, de envolvimento, de desenvolvimento de habilidades e de construção do conhecimento. Entretanto, para desenvolver tais ambientes é necessária a utilização de algum *software* e dispositivos tecnológicos.

Este trabalho apresenta a implementação de um jogo colaborativo com Realidade Aumentada e discute a sua utilização, com ênfase em suas características e vantagens para o entretenimento e aprendizado.

Sendo assim, a Seção 2 introduz jogos com Realidade Aumentada e apresenta aplicações correlatas. A Seção 3 descreve o jogo desenvolvido. Finalmente, na Seção 4, são apresentadas as considerações finais.

## **2. Jogos com Realidade Aumentada**

O jogo permite que seu usuário estabeleça oportunidades de encontrar soluções, criar estratégias e interagir com outros usuários, ocasionando o processo de atividades colaborativas, o que amplia as estratégias coletivas de uma maneira estimulante e lúdica. Assim, o jogo é reconhecido como meio de fornecer ao usuário um ambiente agradável, motivador, planejado e enriquecido, para a aprendizagem de várias habilidades. (Valentim 2010).

Os jogos podem ser apresentados de diversas maneiras: papel, verbal, manual ou eletrônico. No papel, verbal e manual, talvez não necessitam de dispositivos tecnológicos para sua execução, o que leva o usuário a vivenciar um processo de interação natural. No entanto, os jogos eletrônicos permitem que os usuários passem por situações diversas em um mundo virtual, ao que ultrapassem os limites da lógica e da imaginação, ao utilizarem as mãos diretamente ou através de dispositivos especiais para apoiar a interação. A principal deficiência dos jogos eletrônicos convencionais é a necessidade de adaptação aos dispositivos de interface não naturais.

Portanto, ao ser desenvolvido, o jogo deve fornecer um ambiente enriquecido, capaz de estimular e enriquecer a experimentação do usuário por meio da interação que propicie o desenvolvimento do raciocínio e da habilidade cognitiva.

Com o avanço tecnológico, mediante de técnicas de Realidade Aumentada, tornou-se possível associar ao mundo real ambientes virtuais e proporcionar ao usuário uma experiência natural, agradável e motivadora.

A Realidade Aumentada (Kirner e Siscoutto 2007) combina o ambiente real com objetos virtuais produzidos por computador e gera um único ambiente que, sobreposto a um outro ambiente físico, disposto na frente do usuário, visualizados diretamente no capacete ou indiretamente no monitor, por exemplo.

Além disso, o usuário por exemplo, consegue manipular os objetos reais e virtuais do ambiente misturado, sem a necessidade de equipamentos especiais. Esta tecnologia permite que o usuário tenha uma interação atrativa e motivadora com tais ambientes e por consequência, o desenvolvimento de habilidades e a construção do conhecimento.

Para o desenvolvimento das aplicações deste artigo utilizou-se a ARToolKit (*Augmented Reality Toolkit*) (Kato, Billinghurst e Poupyrev 2000), uma biblioteca, com código aberto e gratuita, apropriada para desenvolver

aplicações de Realidade Aumentada, que faz uso de técnicas de Visão Computacional para o reconhecimento de padrões e inserção dos objetos virtuais no ambiente real.

A estratégia de concepção de soluções com uso da ARToolkit fundamenta-se em um conjunto de procedimentos. Inicialmente, a imagem capturada pela câmera é transformada em valores binários (Preto & Branco). Essa imagem é analisada pelo *software*, que procura por regiões quadradas que possam indicar a existência de uma marca. Assim, quando uma marca (marcador) é reconhecida, ele examina seu interior e faz uma busca pelo símbolo desenhado. Em seguida, este símbolo é capturado e comparado com aqueles pré-cadastrados na biblioteca. Por fim, se for encontrada alguma similaridade entre símbolos capturados com pré-cadastrados, é considerado então que foi encontrado um dos padrões de referência. Dessa forma, a ARToolKit utiliza o tamanho conhecido do quadrado e a orientação do padrão encontrado para calcular a posição real da câmera em relação a posição real do marcador. Desse modo, uma matriz 3x4 é gerada e contém as coordenadas reais da câmera em relação ao marcador. Esta matriz é usada para calcular a posição das coordenadas da câmera virtual. Se as coordenadas virtuais e reais da câmera forem iguais, o objeto virtual é desenhado precisamente sobre o marcador real.

A Realidade Aumentada, pelo fato de permitir trabalhar com objetos virtuais no espaço tridimensional, traz um grande potencial de ampliação dos limites dos jogos tradicionais, rompe a barreira da gravidade e permite posicionar peças no espaço, sem a necessidade de elementos auxiliares.

A comunidade internacional e brasileira de Realidade Aumentada já vem desenvolvendo jogos tanto para entretenimento quanto para aplicações educacionais. Alguns desses trabalhos são descritos nesta seção.

## **2.1. Jogos de Palavras**

A proposta deste jogo (Zorzal *et al* 2008) é fazer a junção de letras para formar palavras, o que resgata a imagem referente com técnicas de Realidade Aumentada para enriquecer os resultados finais.

A ARToolKit utiliza marcadores de referência com formas retangulares ou quadradas. Essas marcas não precisam ser necessariamente uma peça inteira. Podem ser compostas por vários fragmentos, desde que ao final o marcador formado esteja satisfatoriamente alinhado e possibilite o reconhecimento do padrão quadrado ou retangular. Baseando-se nisso, foram desenvolvidos marcadores com letras em seus interiores e cadastradas combinações de palavras que forma marcadores compostos. Quando o usuário forma uma sequência de letras previamente cadastrada, o ARToolKit mostra um objeto virtual associado àquela combinação.

A Figura 1 (a) apresenta alguns modelos de placas cadastradas junto aos seus respectivos objetos virtuais, com palavras em inglês.

Essas características fazem desse jogo, além de um ótimo entretenimento, uma fonte de aplicações práticas como alfabetização, aprendizado de idiomas, entre outras.

O posicionamento no espaço dos objetos virtuais resultantes das montagens das palavras permite que sejam montados cenários virtuais ajustados pelo usuário, de forma que o jogo possa ser considerado um sistema de autoria baseado em palavras. Uma maneira de camuflar os marcadores, mostrando só os objetos, é colocar uma placa que gere uma base virtual um pouco acima da mesa, e que esconda todas as palavras no monitor, mas mantendo-as visíveis na mesa para o usuário. A Figura 1 (b) mostra algumas peças utilizadas e o cenário do jogo.

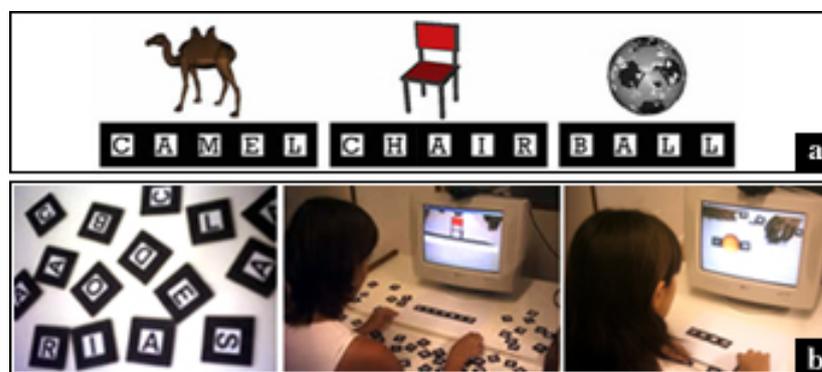


Figura 1. (a) Exemplo de placas e objetos virtuais correspondentes. (b) Peças e o ambiente do quebra-cabeça com palavras.

## 2.2. ARSoccer

O ARSoccer foi desenvolvido por pesquisadores da Universidade de Paderborn na Alemanha, com o intuito de mostrar a interação dos objetos virtuais e do usuário, com utilização da câmera disponível em alguns celulares. (Paelke, Reimann e Stichling 2004).

Atualmente é distribuído para o iPhone (Laan Consulting Corp 2010). O jogo permite ao usuário fazer “embaixadinhas” com a bola virtual, mostrada no visor do dispositivo com o objetivo de não deixá-la cair. Para isso o usuário deve movimentar o pé e chutar a bola, a qual subirá mais ou menos dependendo da velocidade do movimento do pé até a bola virtual. É importante ressaltar que, por causa da baixa taxa de resolução, os movimentos não podem ser bruscos, caso contrário não serão detectados pela câmera e o movimento poderá não ser reconhecido. A Figura 2 apresenta o ambiente do jogo ARSoccer.



Figura 2. ARSoccer no iPhone.

### 2.3. SymBall

O SymBall foi desenvolvido como uma variação do jogo CamBall (Woodward *et al* 2004). Diferentemente da versão tradicional do jogo para computadores, em que se usam raquetes virtuais para se jogar tênis de mesa pela internet, por exemplo, o SymBall (Figura 3) utiliza as câmeras dos dispositivos móveis como as raquetes. Pode-se jogar contra o computador ou outro usuário, por meio de Bluetooth. Movendo o dispositivo para os lados, o jogador pode controlar a raquete projetada na tela, e dessa forma tentar acertar a bolinha lançada pelo seu oponente.

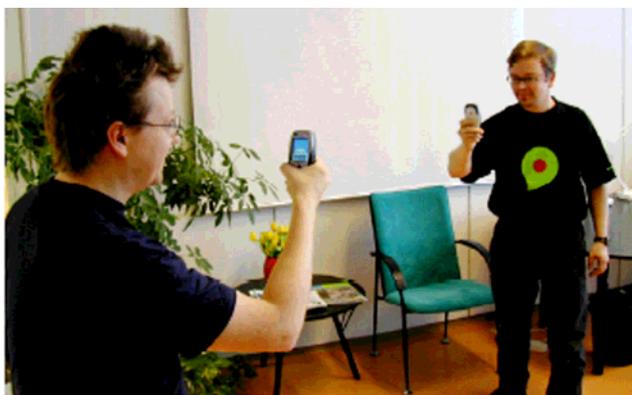


Figura 3. Ambiente SymBall [Hakkarainen e Woodward, 2005].

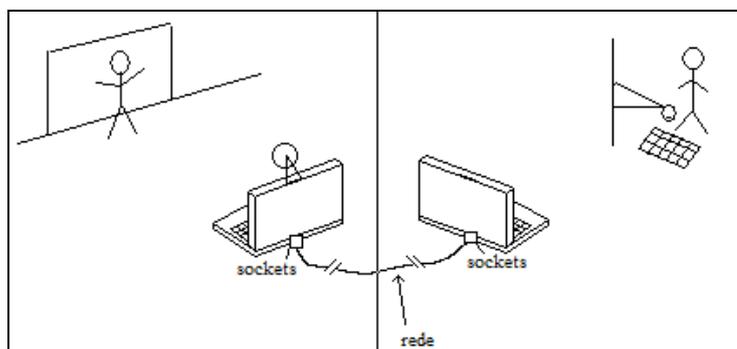
## 3. Ambiente Desenvolvido

Os ambientes colaborativos remotos com Realidade Aumentada baseiam-se em interfaces computacionais que compartilham informações e sobrepõem os espaços físicos dos vários usuários (mesa, por exemplo), utilizando uma rede de computadores. Assim, cada usuário pode colocar objetos virtuais sobre a mesa, de forma a visualizar todo o conjunto de objetos e manipulá-los. Usando ARToolkit, cada usuário poderá colocar suas placas no campo de visão da

*webcam*, e enxergar seus objetos e os dos outros que aparecem no cenário, em função de suas posições, o que promove a colaboração remota.

Desenvolveu-se um jogo colaborativo para cobranças de pênaltis com Realidade Aumentada utilizando dois computadores remotos, denominado ARPenalty. Na implementação, a comunicação em rede baseou-se em *sockets*. Paralelamente, a ARToolKit foi utilizada para gerar todo ambiente do jogo e permitir o compartilhamento do ambiente dos usuários, de forma que todos pudessem interagir no ambiente.

Seu funcionamento é similar ao jogo convencional. Basicamente, a aplicação suporta dois jogadores: um dos participantes será responsável por cobrar o pênalti e o outro, por defender o pênalti cobrado. O esquema da interação entre os dois jogadores pode ser visualizado na Figura 4.



**Figura 4. Comunicação entre os jogadores.**

Nas aplicações que utilizam a biblioteca ARToolKit como suporte é possível saber quantos marcadores estão cadastrados na aplicação, quais deles estão visíveis no ambiente (no campo de visão da câmera de vídeo) e quais não estão visíveis (ocultos). Neste contexto, por meio da obstrução de marcadores também é possível determinar diversas ações que podem ser usadas para acionar diferentes eventos na interface do usuário.

Inicialmente, o jogador responsável pela cobrança do pênalti deverá chutar a bola virtual e, a partir das características de seu chute, o sistema determina a velocidade e a direção em que a bola irá ao outro usuário (goleiro).

Para determinar a direção da bola, foi implementado um tapete com 15 marcas fiduciais, distribuídas em uma matriz de três linhas e cinco colunas. A bola virtual se encontra na posição [0][2] da matriz, como apresentado na Figura 5.

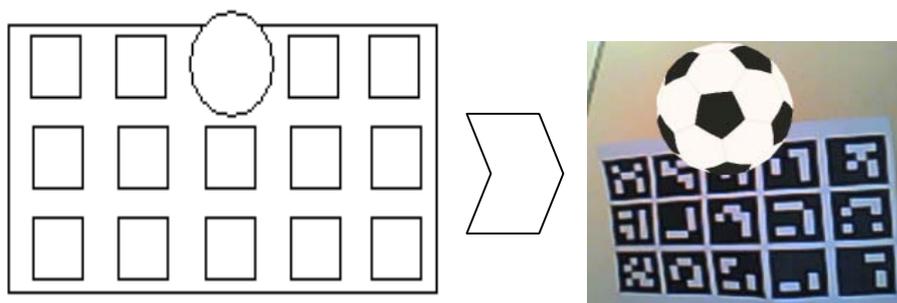


Figura 5. Tapete com a bola virtual

A partir da oclusão das marcas no tapete é possível determinar a velocidade e a direção que a bola virtual irá percorrer em direção ao usuário (goleiro), conforme apresentado na Figura 6.

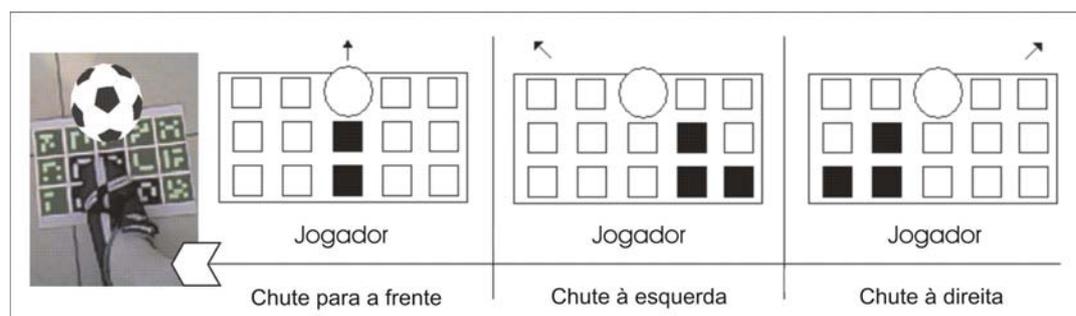


Figura 6. Direção dos chutes

As condições de chutes para fora do gol também foram tratadas (Figura 7). Para que esta condição seja verdadeira, marcas específicas no tapete devem ser oclusas, independentemente de as demais marcas serem oclusas ou não.

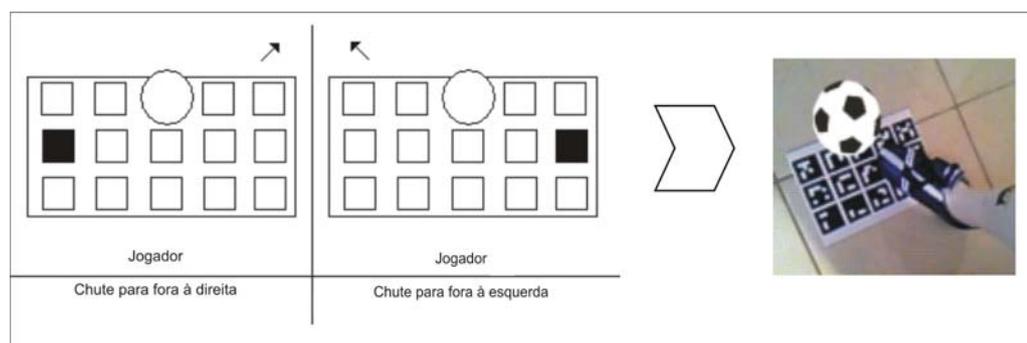


Figura 7. Chutes para fora

Para defender a bola virtual; o jogador (goleiro) deve usar uma marca anexada nas luvas, a fim de determinar a posição de suas mãos. Assim, após o responsável por cobrar o pênalti dar o chute, o goleiro poderá ver a bola vindo em sua direção, a partir da imagem gerada em um *display* em frente a um gol virtual. Dessa forma, para que ocorra uma defesa, o goleiro deverá posicionar as mãos na direção correta da bola.

A bola poderá alcançar cinco direções diferentes, mas apenas três destas vão em direção ao gol. Conforme contextualizado, o chute poderá ser para a frente, à direita ou à esquerda. Há ainda duas opções de chute para fora (Figura 8). A altura da bola pode ser aleatória ou dependente da velocidade do movimento do pé do usuário no momento do chute.

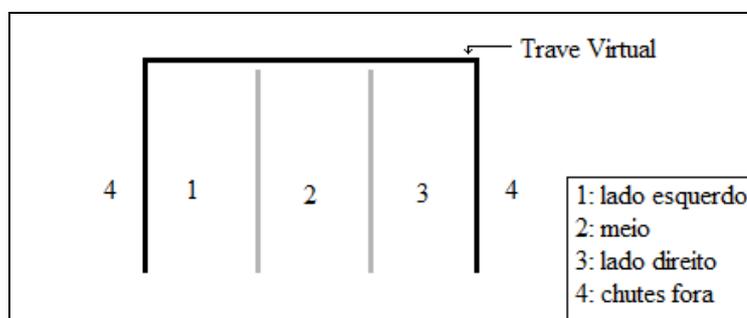


Figura 8. O gol e suas posições

Para simular a movimentação da bola ao longo do tempo, uma modelagem física foi feita como base em leis da mecânica clássica. Além de calcular a posição da bola em função do tempo, foi necessário definir algumas restrições para que exista possibilidade de gol. O ARPenalty modela um jogo de cobrança de pênaltis. Para tanto, é necessário considerar algumas variáveis para o modelo. Sejam  $L$  a largura do gol,  $D$  a distância da bola ao centro do gol,  $\theta$  o ângulo formado entre a projeção da bola no solo e a direção de  $D$  e  $\alpha$  o ângulo formado entre a bola e o solo na direção perpendicular ao mesmo.

Considerando  $\vec{v}_0$  a velocidade inicial da bola, pode-se obtê-la a partir de suas projeções nos eixos  $x$ ,  $y$  e  $z$ , respectivamente. Tomando como base as Figuras 9 e 10, a velocidade inicial da bola será obtida conforme a Equação (1).

$$\vec{v}_0 = (v_0 \cos(\alpha) \cos(\theta), v_0 \cos(\alpha) \sin(\theta), v_0 \sin(\alpha)) \quad (1)$$

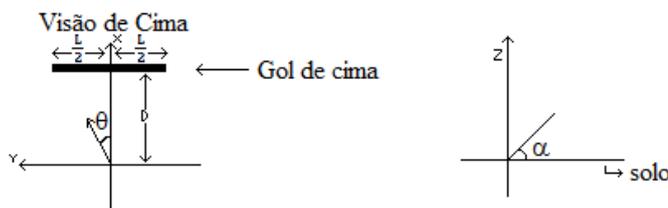


Figura 9. Trajetória

Seja  $\vec{g}$  o campo gravitacional que atua na bola durante seu movimento, assumindo que o módulo de  $\vec{g}$  seja constante. Como o campo gravitacional atua apenas na direção perpendicular ao solo, então:

$$\vec{g} = (0, 0, -g) \quad (2)$$

Desse modo, pode-se calcular a posição da bola em função do tempo (Equação (3)). Seja  $\vec{x}$  a posição da bola num dado instante, logo:

$$\begin{aligned} \vec{x} &= \int_0^t \left( \vec{v}_0 + \int_0^t \vec{a} dt \right) dt \\ \vec{x} &= \int_0^t (v_0 \cos(\alpha) \cos(\theta), v_0 \cos(\alpha) \sin(\theta), v_0 \sin(\alpha) - gt) dt \\ \vec{x} &= (v_0 \cos(\alpha) \cos(\theta) t, v_0 \cos(\alpha) \sin(\theta) t, v_0 \sin(\alpha) t - \frac{gt^2}{2}) \quad (3) \end{aligned}$$

A partir do cálculo da posição da bola em função do tempo, foi incrementado no modelo as restrições para que haja possibilidade de gol. Seja  $\theta_{max}$  o maior ângulo no plano  $xy$  em relação à direção de  $D$ , tal que haja possibilidade de gol. Se  $\theta \geq \theta_{max}$ , então não há possibilidade de gol, independentemente dos valores de  $\vec{v}_0$  e  $\alpha$ . Nesse caso, a bola iria para fora pelas laterais do gol.

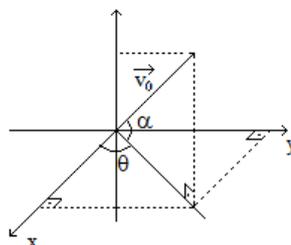


Figura 10. Lançamento da bola em um sistema tridimensional

A partir da Figura 11, percebe-se que  $\theta_{max} = \arctan\left(\frac{L}{2D}\right)$ . Para que haja possibilidade de gol, a restrição deve ser satisfeita de acordo com a Equação (4).

$$\theta = \arctan\left(\frac{L}{2D}\right) \quad (4)$$

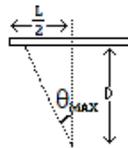


Figura 11. Metade do gol

Para poder modelar a restrição de gol em um movimento na vertical, é necessário descobrir o tempo máximo de movimento da bola. Seja  $s(t)$  a posição da bola no eixo  $x$  no instante  $t$ . Seja  $t_{\max H}$  o tempo máximo de movimento da bola na horizontal. Pode-se encontrar  $t_{\max H}$  fazendo  $s(t_{\max}) = D$  (Equação (5)). Logo:

$$\begin{aligned} s(t_{\max H}) &= D \\ v_0 \cos(\alpha) \cos(\theta) t_{\max H} &= D \\ t_{\max H} &= \frac{D}{v_0 \cos(\alpha) \cos(\theta)} \quad (5) \end{aligned}$$

Seja  $h(t)$  a posição da bola no eixo  $Z$  no instante  $t$ . Seja  $t_{\max V}$  o tempo máximo de movimento da bola na vertical. Pode-se encontrar  $t_{\max V}$  fazendo  $h(t_{\max V}) = 0$  (Equação (6)). Logo:

$$\begin{aligned} h(t_{\max V}) &= 0 \\ v_0 \sin(\alpha) t_{\max V} - \frac{g(t_{\max V})^2}{2} &= 0 \\ t_{\max V} &= \frac{2 v_0 \sin(\alpha)}{g} \quad (6) \end{aligned}$$

O modelo é restrito para um único movimento oblíquo, ou seja, não é simulada a rebatida da bola no chão. Então, deve-se encontrar o mínimo entre o tempo máximo de movimento na vertical e o tempo máximo de movimento na horizontal (Equação (7)). Assim:

$$t_{\max} = \min(t_{\max V}, t_{\max H}) \quad (7)$$

Calculado  $t_{\max}$ , pode-se encontrar a restrição de gol na direção vertical. Para que haja possibilidade de gol (Equação (8)), duas restrições devem ser satisfeitas: (1)  $t_{\max} = t_{\max H}$ , visto que a bola precisa percorrer a distância  $D$  no eixo  $X$  para alcançar o gol; (2)  $h(t_{\max}) < H$ . Logo:

$$\begin{aligned} h(t_{\max}) &= h(t_{\max H}) < H \\ v_p \sin(\alpha) t_{\max H} - \frac{g(t_{\max H})^2}{2} &< H \\ \frac{D \tan(\alpha)}{\cos(\theta)} - \frac{g D^2}{2 v_p^2 \cos^2(\alpha) \cos^2(\theta)} &< H \end{aligned} \quad (8)$$

#### 4. Considerações Finais

Os jogos com Realidade Aumentada permitem que os usuários tenham uma visão enriquecida e ampliada do ambiente. Ao lidar com os objetos virtuais tridimensionais sobrepostos ao cenário real, o jogador pode estimular sua capacidade de percepção e raciocínio espacial. Além de aumentar a visão do usuário com objetos virtuais postos em seu ambiente físico, também é possível ampliar sua audição com a execução de sons específicos para cada ação tomada mediante os objetos gerados. Esta característica pode ser incluída também na aplicação ARPenalty e em outros jogos.

Para o correto funcionamento em sistemas deste âmbito, é necessário que objetos reais e virtuais estejam devidamente alinhados para que o usuário tenha uma completa ilusão de coexistência dos dois ambientes. Este alinhamento é chamado de registro e tem como objetivo informar o sistema sobre a posição e as dimensões de objetos reais que irão compor o cenário visualizado. Problemas relacionados ao registro podem ser constantes e um conhecimento prévio do ambiente, seja na forma de um modelo tridimensional ou planta bidimensional, bem como o uso de GPS (*Global Positioning System*), podem ser usados na implementação destes sistemas, que podem ser auxiliados por técnicas de Visão Computacional ou sensores de movimento e orientação.

Outro problema encontrado foi a questão do reconhecimento de marcadores (marcas responsáveis por fazer o mapeamento do objeto virtual para o cenário real), principalmente, porque exige recursos de iluminação e posicionamento de câmera e/ou observador de forma adequada. Problemas relacionados ao reconhecimento dos marcadores podem estar ligados a ambientes com iluminação inadequada (pouca ou muita iluminação) ou com a oclusão dos marcadores, quando partes do marcador são obstruídas, fazendo com que o padrão do marcador não seja reconhecido.

## **ARPenalty - Jogo Colaborativo com Realidade Aumentada**

**Celso André Rodrigues de Sousa - Bruno Mamoru Shibata - Regis Lima Claus - Marcus Vinicius G. Vieira - Douglas Eduardo Parra - Ezequiel Roberto Zorzal**

---

Os jogos com Realidade Aumentada têm um potencial muito grande de desenvolvimento, que até agora foi pouco explorado. A área de trabalhos colaborativos, especificamente, apresenta um espaço interessante de desenvolvimento, em função da existência de múltiplos usuários que interagem em um mesmo espaço compartilhado. Esses ambientes exigirão novas formas de interação, e geram novas interfaces que deverão facilitar o trabalho das pessoas e o seu desenvolvimento cognitivo. O Grupo de Pesquisa em Tecnologias para Interação da Universidade Federal de São Paulo tem trabalhado no desenvolvimento de diversos ambientes e utilizado Realidade Aumentada. Atualmente trabalha em seus testes.

## Referências

- Hakkarainen M. and Woodward C., (2005) *SymBall: camera driven table tennis for mobile phones*, *Proceedings of the 2005 ACM SIGCHI International Conference on Advances in computer entertainment technology*, p.391-392, June 15-17, 2005, Valencia, Spain.
- Kato, H.; Billinghurst, M. and Poupyrev, I. (2000) ARToolKit version 2.33 Manual, Novembro. 2000.
- Kirner, C. and Sicoutto, R. (2007) *Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projetos e Aplicações*. Livro do Pré-Simpósio; IX Symposium on Virtual and Augmented Reality, Petrópolis – RJ, 2007.
- Laan Consulting Corp©. (2010) Augmented Reality Sports”, endereço: <http://bit.ly/ARSoccer>. Acesso em 25 de Setembro de 2010.
- Milgram P.; Takemura H.; Utsumi A. and Kishino F. (1994) *Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum. Telemanipulator and Telepresence Technologies*, SPIE, V.2351, 1994.
- Paelke V., Reimann C. and Stichling D., (2004) “*Foot-based mobile interaction in mobile games*”, Proc. ACE 2004, Singapore, 3- 5 July, 2004, pp. 321-324.
- Valentim, M. O. S. V. (2010) *Brincadeiras infantis: importância para o desenvolvimento neuropsicológico*. Disponível em: <<http://www.profala.com/arteducesp60.htm>>. Acesso em: 14 de Outubro de 2010.
- Woodward C., Honkamaa P., Jäppinen J., Pyökkimies E., (2004) “*CamBall - Augmented virtual table tennis with real rackets*”, Proc. ACE 2004, Singapore, 3-5 July, 2004, pp. 275-276.
- Zorzal, E. R.; Oliveira, M. R. F.; Silva, L. F.; Cardoso, A.; Kirner, C. and Lamounier Júnior, E. A. (2008) *Aplicação de Jogos Educacionais com Realidade Aumentada*. RENOTE - Revista Novas Tecnológicas na Educação, Porto Alegre, v.6, n.1, julho de 2008