

PACMAN

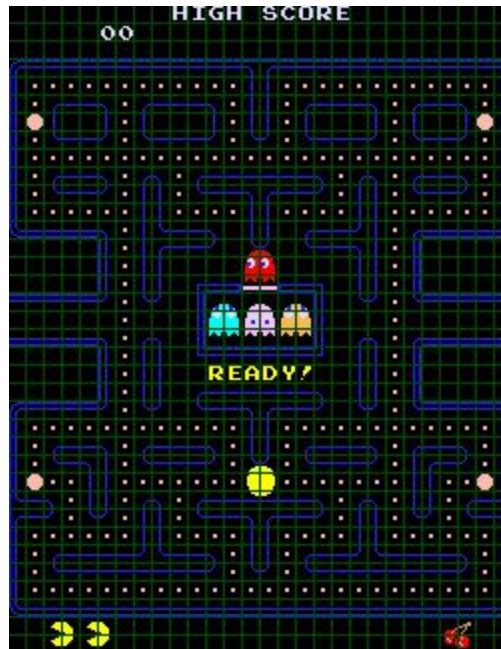
Pacman (1980) foi um jogo revolucionário; não só por sua jogabilidade viciante e pelo carisma de seu personagem principal, mas também pela complexidade de seu desenvolvimento. Toru Iwatani, criador da famosa criatura amarela, produziu algo muito a frente de seu tempo: uma AI complexa, variada e, claro, divertida e desafiadora ao mesmo tempo.



O jogo é simples: você é uma pequena criatura amarela, vagando sempre pelo mesmo cenário comendo todos os *pac-dots*; um pra cada *tile*. Porém, para conseguir coletar todos os “pontinhos”, você precisa evitar os seus carrascos; quatro fantasminhas: Clyde (laranja), Pinky (rosa), Blinky (vermelho) e Inky (azul), todos com personalidades diferentes.

O CENÁRIO

O mapa de Pacman é todo fragmentados em *tiles*, com dimensão de 8x8 pixels. A resolução total da tela de jogo é de 224x288 pixels; dando um total de 28x36 *tiles*. Vale-se ressaltar que os personagens do jogo não ocupam apenas um *tile*, sendo assim, a posição dos mesmo é o *tile* em que se encontra seu ponto central.



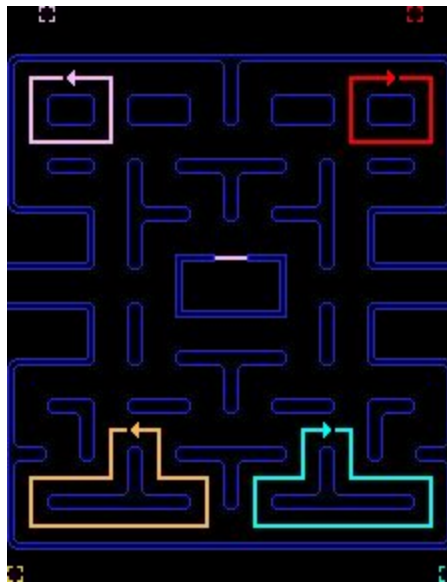
Como uma forma de exemplificar a importância desse método é o sistema de contato do Pacman com os fantasmas; esse sistema é feito através da comparação dos *tiles* de cada um deles. Além disso, a chave para se compreender o comportamento das AIs é o sistema de *target tile*.

A MOVIMENTAÇÃO DOS FANTASMAS

Na maior parte das ações, cada fantasma tem um *tile* como alvo, o qual almeja alcançar; baseando-se no do player. Todos os personagens usam o mesmo método para viajar até seu *target*, mas suas diferentes personalidades, influem diretamente em suas ações e na escolha de seu *target tile*.

Os fantasmas têm três tipos de modos (ou comportamentos): *Chase*, *Scatter* e *Frightened*; sendo *Chase* o modo mais frequente dos carrascos de Pacman.

- *Chase*: Os fantasmas usam a posição do jogador como um fator para a escolha de *target tile*. Vale-se ressaltar que esse fator pode ser mais significativo para alguns personagens do que pra outros.
- *Scatter*: Nesse modo, cada fantasma tem um *target tile* fixo, os quais estão localizados em um dos cantos fora do labirinto. Esse modo faz com que os fantasmas dispersem para seus cantos, e circulem por lá.



- *Frightened*: Esse é o único modo em que os fantasmas não circulam com o sistema de *targeted tile*. Em vez disso, eles usam uma espécie de randomização para decidir o que fazer a cada *tile*. Porém, esse comportamento é reduzido conforme o player avança pelos níveis.



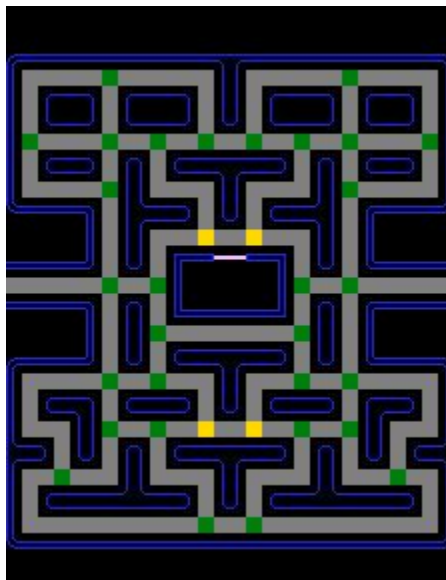
"Para dar ao jogo um pouco de tensão, eu queria que os monstros cercassem Pacman em algum momento do jogo. Mas eu senti que seria muito estressante para um ser humano, na pele de Pacman ser continuamente cercado e perseguido. Então, eu criei invasões dos monstros que vêm em ondas. Eles atacam e então eles recuam. Com o tempo, eles iriam reagrupar, atacar e dispersar novamente. Parecia mais natural do que ter o ataque constante." — Toru Iwatani, criador Pacman.

A variação dos comportamentos dos personagens são marcados através de um temporizador, provocando o efeito de “onda” citado por Iwatani. O temporizador é reiniciado a cada nível e quando o jogador morre. Além desses dois, outro fator também é relevante para o comportamento do temporizador: ele é pausado quando os fantasmas entram no modo *Frightened*. Quando o mesmo termina, os fantasmas voltam ao seu modo anterior e o temporizador recomeça de onde havia sido pausado.

Modo	Level (s)	Levels 2–4 (s)	Levels 5+ (s)
Scatter	7	7	5
Chase	20	20	20
Scatter	7	7	5
Chase	20	20	20
Scatter	5	5	5
Chase	20	1033	1037
Scatter	5	1/60	1/60
Chase	indefinido	indefinido	indefinido

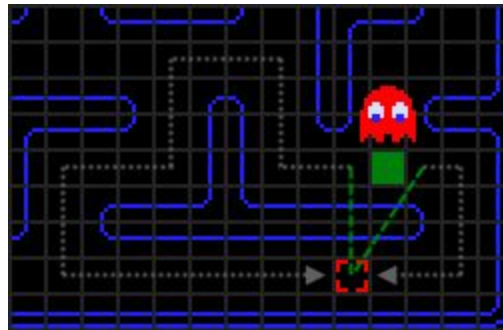
A movimentação dos fantasmas não é simples de compreender, apesar de ser uma AI bem determinística e padronizada. Eles sempre pensam num “ponto futuro” do Pacman dentro do cenário para escolher seu *target*. Sempre que entra em um novo *tile*, os fantasminhas olham pra seu próximo *tile* e tomam uma decisão sobre qual caminho vão tomar quando chegarem lá. É importante frisar que há uma restrição nessas decisões: um fantasma não pode ir para um *tile* e logo depois decidir voltar. Ou seja, se a decisão de um dos carrascos de Pacman é ir pra esquerda ele não pode voltar atrás imediatamente.

Entretanto, há um caso em que essa restrição é ignorada. Sempre que os fantasmas saem do modo *Chase* ou *Scatter*, para qualquer outro modo, eles são forçados a mudar sua direção no próximo *tile* de seu trajeto. Essa decisão forçada se sobrepõe a qualquer outra decisão tomada anteriormente. Esse tipo de comportamento auxilia o jogador, funcionando como uma espécie de notificação de que seus algozes mudaram de estado, uma vez que é a única forma dessa restrição ser ignorada.

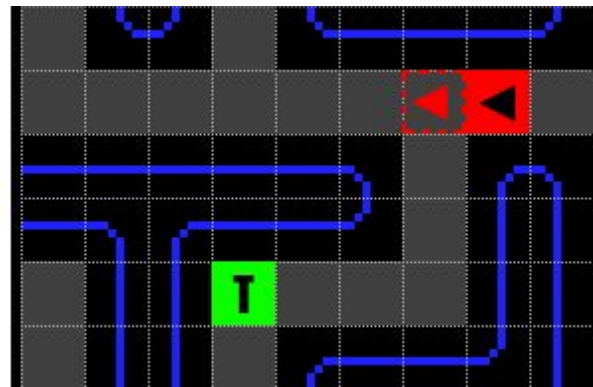
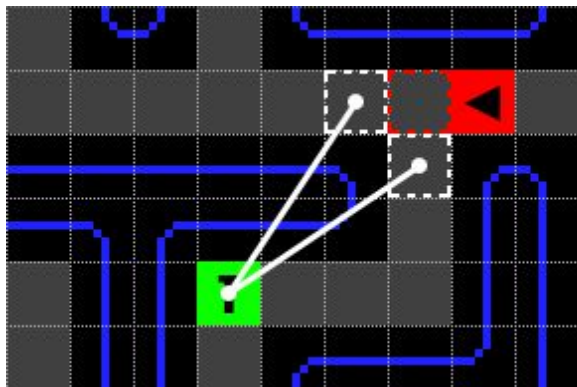


Como mostra a imagem acima, o mapa tem uma série de “pontos de interseção”, que são os pontos onde os fantasmas têm a necessidade de tomar uma decisão. Quando essa decisão é necessária, o caminho escolhido é aquele que o deixa mais próximo de seu *target tile*, baseando-se num vetor de linha reta de *tile* até o almejado. Se o *target* tiver mais de um caminho, há uma hierarquia a qual o

fantasma segue: esquerda > baixo. A decisão pra direita nunca é considerada, uma vez que qualquer outra opção tem uma prioridade maior.



(Ilustrações da forma como se escolhe o caminho até o *target*)



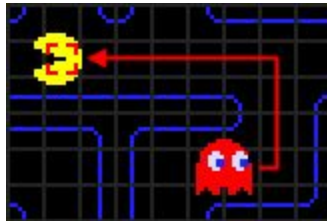
(Ilustração da preferência pro lado esquerdo)

Note-se que esse tipo de algoritmo permite “erros bons”, já que o vetor escolhido é o que fica mais perto de seu *target*, dando assim, um equilíbrio maior na dificuldade imposta pelos fantasmas.

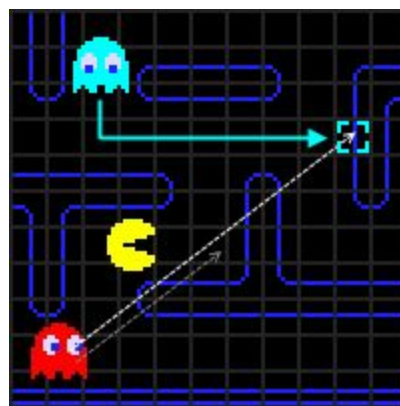
PERSONALIDADES INDIVIDUAIS

Blinky: Blinky é conhecido como “sombra”. Seu *target tile* é sempre definido como o *tile* que se encontra o Pacman, fazendo com que siga, quase que incessantemente, o jogador; exceto pelo algoritmo “míope” que permite, em algumas ocasiões, que ele siga um caminho mais longo, como explicado anteriormente. Uma outra característica do fantasma vermelho, é o fato do mesmo ganhar um *plus* de 5% em sua velocidade duas vezes por level, baseado no número de *pac-dots* restantes no cenário e seu modo *Scatter* ser alterado.

Quando essa mudança é realizada, além do acréscimo de velocidade, o *target* no modo *Scatter* é definido como o Pacman, ao invés de ser um dos cantos da tela. Esse estado de comportamento é chamado de “*Cruise Eloy*”.

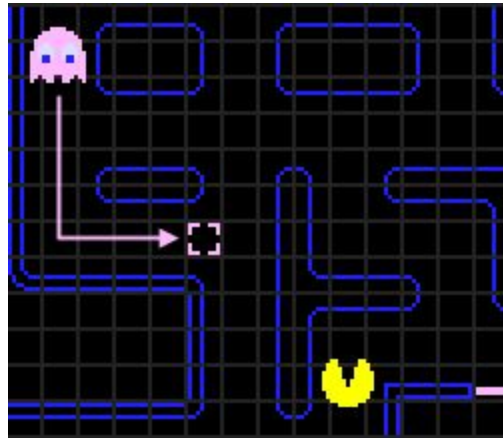


Inky: O fantasma azul é difícil de prever pois ele não utiliza a posição do Pacman como único fator para determinar seu *target tile*. Inky utiliza, além da posição do jogador, a posição de Blinky. O *target* de Inky é calculado da seguinte forma: primeiro ele olha para dois *tiles* da posição do Pacman. Feito isso, ele cria um vetor da posição de Blinky até o azulejo que ele visualizou, em seguida, dobra o tamanho desse vetor. O *tile* que o vetor dobrado indicar, é o novo *target* de Inky.

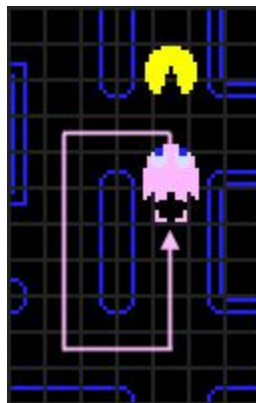


Pinky: A personalidade do fantasma rosa é definida como “Emboscada”; para realizar a emboscada, ele tenta prever aonde o Pacman está indo, ao invés de mirá-lo. O *target tile* de Pinky no modo *Chase* é simples: ele olha para posição do jogador e acrescenta mais 4 *tiles* para frente do mesmo.

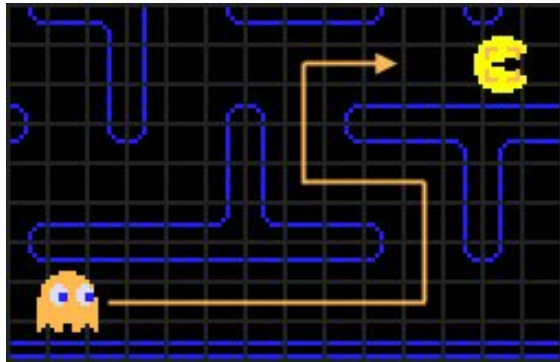
Entretanto, de acordo com Don Hodges, há um erro de *overflow* no código; o que explicaria o *bug* desse algoritmo não funcionar quando Pacman está virado pra cima.



Um fato que ocorre por conta desse método de definição de *target* é que o jogador muitas vezes “inverte” de papel com Pinky, sendo ele que “persegue” o fantasma. A partir do momento que o *target tile* do fantasma rosa é definido como 4 *tiles* a frente de Pacman, há ocasiões em que os personagens vão “bater de frente”. Logo, quando um está próximo ao outro, o *target* de Pinky passa a ser atrás dele. Isso fará com que o fantasma tenha que escolher outro caminho para chegar ao seu *target*, fazendo-o “fugir” de Pacman, como ilustra a imagem a seguir.



Clyde: Na maior parte do tempo, o fantasma laranja dá a impressão de que “não está nem aí”. Sua personalidade é descrita como Ignorante Fingido. O método de Clyde é simples: sempre que ele precisa determinar seu *target tile*, ele calcula a sua distância do Pacman; se for maior que 8 *tiles*, seu comportamento é idêntico ao de Blinky. Caso contrário, o alvo de Clyde é definido para o mesmo *tile* do modo *Scatter*, no canto inferior esquerdo externo do labirinto.



A mistura destes dois comportamentos, tem o efeito de Clyde alternar seu comportamento de “perseguidor” constantemente, mudando de idéia e indo pro seu canto quando chega perto de Pacman.

CONCLUSÃO

Ao final dessa pesquisa, pode-se constatar a complexidade dos algoritmos e das personalidades de seus personagens. Vale a pena lembrar que o jogo foi desenvolvido na década de 80, época na qual os recursos e as tecnologias eram extremamente limitados.

Hoje em dia, a reprodução do game é considerada relativamente fácil, devido à grande variedade de ferramentas disponíveis hoje em dia. Além disso, alguns algoritmos já “famosos” podem facilitar, como o *PathFinding A**.

Fontes:

<<http://gameinternals.com/post/2072558330/understanding-pac-man-ghost-behavior>> acessado em: 24 de agosto de 2015.

<<http://home.comcast.net/~jpittman2/pacman/pacmandossier.html>> acessado em: 24 de agosto de 2015.

<http://donhodes.com/pacman_pinky_explanation.htm> acessado em: 26 de agosto de 2015.

<<http://www.unidev.com.br/index.php/?/topic/44373-pacman-inteligencia/>> acessado em: 19 de agosto de 2015.

NAVE - Colégio Estadual José Leite Lopes

Gabriel Nogueira

Turma: 3003