



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Trabalho 1 – Pac-Man

Fundamentos de Inteligência Artificial

FCTUC – Departamento de Eng. Informática 2023/24

Trabalho realizado por:

- Johnny Fernandes PL4 2021190668 uc2021190668@student.uc.pt
- Miguel Leopoldo PL5 2021225940 uc2021225940@student.uc.pt

Índice

Introdução	2
Modelação dos comportamentos e sistemas de produção	3
Blinky	3
Comportamento	3
Sistema de produções	3
Inky	4
Comportamento	4
Sistema de produções	5
Pinky	6
Comportamento	6
Sistema de produções	6
Clyde	7
Comportamento	7
Sistema de produções	7
Inky (segundo comportamento)	8
Comportamento	8
Sistema de produções	9
Conclusão	10

Introdução

No vasto campo da Inteligência Artificial, a simulação de comportamentos inteligentes em jogos é um desafio interessante e cada vez mais relevante. Este trabalho tem como foco a implementação deste tipo de comportamentos aplicados aos fantasmas (*ghosts*) do jogo *Pac-Man*. A tarefa consiste em dotar cada um dos quatro fantasmas do jogo com estratégias de perseguição (*chase*) conforme os comportamentos do jogo original, utilizando agentes de procura cega, lecionado durante as aulas deste semestre.

Inicialmente, abordaremos a modelação dos comportamentos em questão, identificando as perceções e ações pertinentes aplicadas ao longo do desenvolvimento. Cada comportamento do fantasma será brevemente explicado.

Uma vez estabelecida a modelação, passaremos à implementação dos sistemas de produção para cada um. Estes sistemas definem as regras e comportamentos que os fantasmas seguirão ao perseguir o *Pac-Man*.

Além disso, como uma extensão deste projeto, foi desenvolvido e implementado um quinto comportamento para o fantasma *Inky*.

Modelação dos comportamentos e sistemas de produção

Neste capítulo, abordamos a etapa de modelação dos comportamentos dos fantasmas no *Pac-Man*, bem como a implementação dos sistemas de produções correspondentes. A modelação é um processo fundamental, porque define a estrutura e as interações dos elementos do problema, enquanto os sistemas de produção são responsáveis por traduzir essas regras em ações concretas dentro do jogo.

A modelação dos comportamentos dos fantasmas envolve a identificação das circunstâncias que influenciam as suas decisões, os estados possíveis em que se encontram e as ações que podem executar. Serão considerados fatores como a posição atual do *Pac-Man*, a distância entre os fantasmas e o jogador, a presença de obstáculos no mapa e os modos de jogo (*chase* e *frightened*).

Os sistemas de produção são estruturas que definem as regras de comportamento dos fantasmas com base nas informações fornecidas pela modelação. Cada sistema consiste num conjunto de regras condicionais que, quando satisfeitas, acionam ações específicas. Estas regras são organizadas de forma hierárquica e priorizadas para garantir a tomada de decisões eficiente e coerente.

Blinky

Comportamento

Blinky, o fantasma vermelho, tem um comportamento agressivo e direcionado ao *Pac-Man*. A estratégia principal é perseguir diretamente o jogador, procurando sempre reduzir a distância entre si e o *Pac-Man*. Para alcançar esse objetivo o fantasma segue as seguintes diretrizes de comportamento:

- **Perseguição:** O *Blinky* procura sempre reduzir a distância euclidiana entre a sua posição atual e a posição do *Pac-Man*. Calcula no *trigger* a rota mais curta para alcançar o jogador e ignora obstáculos ou outras considerações estratégicas.
- **Adaptação:** É capaz de adaptar a trajetória conforme as mudanças no ambiente de jogo. Se o *Pac-Man* alterar sua direção ou posição, o fantasma recalculará a rota para o continuar a perseguir.
- **Percepções:** Tem como percepções a existência de paredes à sua volta, bem como a distância até ao jogador. Além disso toma em conta a sua direção atual, pois nunca continua pelo caminho de onde veio.
- **Ação:** A única ação do *Blinky* é a mudança de direção numa interseção, consoante as percepções descritas anteriormente.

Sistema de produções

- N – Norte
- S – Sul
- W – Oeste
- E – Este
- cDir – Direção atual
- canGoN – Pode ir para norte
- canGoS – Pode ir para sul

- canGoW – Pode ir para oeste
- canGoE – Pode ir para este
- Closest – Escolhe a direção que está mais próxima ao *Pac-Man*

NO WALLS
$cDir = N \wedge canGoN \wedge canGoW \wedge canGoE \rightarrow Closest(N, W, E)$
$cDir = S \wedge canGoS \wedge canGoW \wedge canGoE \rightarrow Closest(S, W, E)$
$cDir = W \wedge canGoN \wedge canGoS \wedge canGoW \rightarrow Closest(N, S, W)$
$cDir = E \wedge canGoN \wedge canGoS \wedge canGoE \rightarrow Closest(N, S, E)$
NORTH WALL
$cDir = N \wedge canGoW \wedge canGoE \rightarrow Closest(W, E)$
$cDir = W \wedge canGoS \wedge canGoW \rightarrow Closest(S, W)$
$cDir = E \wedge canGoS \wedge canGoE \rightarrow Closest(S, E)$
SOUTH WALL
$cDir = S \wedge canGoW \wedge canGoE \rightarrow Closest(W, E)$
$cDir = W \wedge canGoN \wedge canGoW \rightarrow Closest(N, W)$
$cDir = E \wedge canGoN \wedge canGoE \rightarrow Closest(N, E)$
WEST WALL
$cDir = N \wedge canGoN \wedge canGoE \rightarrow Closest(N, E)$
$cDir = S \wedge canGoS \wedge canGoE \rightarrow Closest(S, E)$
$cDir = W \wedge canGoN \wedge canGoS \rightarrow Closest(N, S)$
EAST WALL
$cDir = N \wedge canGoN \wedge canGoW \rightarrow Closest(N, W)$
$cDir = S \wedge canGoS \wedge canGoW \rightarrow Closest(S, W)$
$cDir = E \wedge canGoN \wedge canGoS \rightarrow Closest(N, S)$
NORTH AND WEST WALL
$cDir = N \wedge canGoE \rightarrow Closest(E)$
$cDir = W \wedge canGoS \rightarrow Closest(S)$
NORTH AND EAST WALL
$cDir = N \wedge canGoW \rightarrow Closest(W)$
$cDir = E \wedge canGoS \rightarrow Closest(S)$
SOUTH AND WEST WALL
$cDir = S \wedge canGoE \rightarrow Closest(E)$
$cDir = W \wedge canGoN \rightarrow Closest(N)$
SOUTH AND EAST WALL
$cDir = S \wedge canGoW \rightarrow Closest(W)$
$cDir = E \wedge canGoN \rightarrow Closest(N)$

Nota: Conforme em outros casos que se verão de seguida, não é necessário tomar decisões nos casos em que estamos rodeados por duas paredes pois, não podendo ir por onde veio, só sobra um caminho viável.

Inky

Comportamento

Inky, o fantasma cyan, apresenta um comportamento mais imprevisível. Este fantasma movimenta-se baseado escolhas aleatórias naquele instante. Aqui estão os principais aspetos do comportamento do *Inky*:

- **Aleatoriedade:** Toma decisões de mudança de direção de forma aleatória, escolhendo direções sem seguir um padrão predefinido. Esta imprevisibilidade torna mais difícil ao jogador antecipar os movimentos e planejar uma estratégia de fuga.
- **Desconhecimento:** Pelo seu comportamento aleatório o *Inky* não leva em conta fatores como a escolha do caminho, a posição do *Pac-Man* e por isso não lhe é conferida uma agressividade como no caso de, por exemplo, o *Blinky*.
- **Percepções:** Tem como percepções a existência de paredes à sua volta. Além disso toma em conta a sua direção atual, pois nunca retorna pelo caminho de onde veio.
- **Ação:** A única ação do *Inky* é a mudança de direção numa interseção, fazendo-o de forma aleatória.

Sistema de produções

- N – Norte
- S – Sul
- W – Oeste
- E – Este
- cDir – Direção atual
- canGoN – Pode ir para norte
- canGoS – Pode ir para sul
- canGoW – Pode ir para oeste
- canGoE – Pode ir para este
- Rand – Escolhe uma direção aleatória

NO WALLS
$cDir = N \wedge canGoN \wedge canGoW \wedge canGoE \rightarrow Rand(N, W, E)$
$cDir = S \wedge canGoS \wedge canGoW \wedge canGoE \rightarrow Rand(S, W, E)$
$cDir = W \wedge canGoN \wedge canGoS \wedge canGoW \rightarrow Rand(N, S, W)$
$cDir = E \wedge canGoN \wedge canGoS \wedge canGoE \rightarrow Rand(N, S, E)$
NORTH WALL
$cDir = N \wedge canGoW \wedge canGoE \rightarrow Rand(W, E)$
$cDir = W \wedge canGoS \wedge canGoW \rightarrow Rand(S, W)$
$cDir = E \wedge canGoS \wedge canGoE \rightarrow Rand(S, E)$
SOUTH WALL
$cDir = S \wedge canGoW \wedge canGoE \rightarrow Rand(W, E)$
$cDir = W \wedge canGoN \wedge canGoW \rightarrow Rand(N, W)$
$cDir = E \wedge canGoN \wedge canGoE \rightarrow Rand(N, E)$
WEST WALL
$cDir = N \wedge canGoN \wedge canGoE \rightarrow Rand(N, E)$
$cDir = S \wedge canGoS \wedge canGoE \rightarrow Rand(S, E)$
$cDir = W \wedge canGoN \wedge canGoS \rightarrow Rand(N, S)$
EAST WALL
$cDir = N \wedge canGoN \wedge canGoW \rightarrow Rand(N, W)$
$cDir = S \wedge canGoS \wedge canGoW \rightarrow Rand(S, W)$
$cDir = E \wedge canGoN \wedge canGoS \rightarrow Rand(N, S)$
NORTH AND WEST WALL
$cDir = N \wedge canGoE \rightarrow Rand(E)$
$cDir = W \wedge canGoS \rightarrow Rand(S)$
NORTH AND EAST WALL
$cDir = N \wedge canGoW \rightarrow Rand(W)$
$cDir = E \wedge canGoS \rightarrow Rand(S)$

SOUTH AND WEST WALL
$cDir = S \wedge canGoE \rightarrow Rand(E)$
$cDir = W \wedge canGoN \rightarrow Rand(N)$
SOUTH AND EAST WALL
$cDir = S \wedge canGoW \rightarrow Rand(W)$
$cDir = E \wedge canGoN \rightarrow Rand(N)$

Pinky

Comportamento

Pinky, o fantasma rosa, tem comportamento um pouco mais estratégico. Procura antecipar os movimentos do jogador ao procurar posicionar-se quatro blocos à frente do *Pac-Man*, criando uma emboscada. Aqui estão os principais aspetos do comportamento de *Pinky*:

- **Antecipação:** Tenta prever a posição futura do *Pac-Man*, calculando quatro blocos à frente da direção atual do jogador. Similar à estratégia do *Blinky*, com a diferença que em vez de ir à posição atual, dirige-se para uma possível posição futura.
- **Percepções:** Tem como percepções a existência de paredes em seu redor e a posição do *Pac-Man*, para que possa prever o seu ponto de destino. Além disso toma em conta a sua direção atual, pois nunca retorna pelo caminho de onde veio.
- **Ação:** A única ação do *Pinky* é a mudança de direção numa interseção, fazendo-o de forma inteligente, através da distância do *Pac-Man*, da sua direção e da previsão da posição futura.

Sistema de produções

- N – Norte
- S – Sul
- W – Oeste
- E – Este
- cDir – Direção atual
- canGoN – Pode ir para norte
- canGoS – Pode ir para sul
- canGoW – Pode ir para oeste
- canGoE – Pode ir para este
- Closest – Escolhe a direção que vai minimizar a distância á *tile* quatro *tiles* à frente do *Pac-Man*

NO WALLS
$cDir = N \wedge canGoN \wedge canGoW \wedge canGoE \rightarrow Closest(N, W, E)$
$cDir = S \wedge canGoS \wedge canGoW \wedge canGoE \rightarrow Closest(S, W, E)$
$cDir = W \wedge canGoN \wedge canGoS \wedge canGoW \rightarrow Closest(N, S, W)$
$cDir = E \wedge canGoN \wedge canGoS \wedge canGoE \rightarrow Closest(N, S, E)$
NORTH WALL
$cDir = N \wedge canGoW \wedge canGoE \rightarrow Closest(W, E)$
$cDir = W \wedge canGoS \wedge canGoW \rightarrow Closest(S, W)$
$cDir = E \wedge canGoS \wedge canGoE \rightarrow Closest(S, E)$
SOUTH WALL
$cDir = S \wedge canGoW \wedge canGoE \rightarrow Closest(W, E)$
$cDir = W \wedge canGoN \wedge canGoW \rightarrow Closest(N, W)$

$cDir = E \wedge canGoN \wedge canGoE \rightarrow Closest(N, E)$
WEST WALL
$cDir = N \wedge canGoN \wedge canGoE \rightarrow Closest(N, E)$
$cDir = S \wedge canGoS \wedge canGoE \rightarrow Closest(S, E)$
$cDir = W \wedge canGoN \wedge canGoS \rightarrow Closest(N, S)$
EAST WALL
$cDir = N \wedge canGoN \wedge canGoW \rightarrow Closest(N, W)$
$cDir = S \wedge canGoS \wedge canGoW \rightarrow Closest(S, W)$
$cDir = E \wedge canGoN \wedge canGoS \rightarrow Closest(N, S)$
NORTH AND WEST WALL
$cDir = N \wedge canGoE \rightarrow Closest(E)$
$cDir = W \wedge canGoS \rightarrow Closest(S)$
NORTH AND EAST WALL
$cDir = N \wedge canGoW \rightarrow Closest(W)$
$cDir = E \wedge canGoS \rightarrow Closest(S)$
SOUTH AND WEST WALL
$cDir = S \wedge canGoE \rightarrow Closest(E)$
$cDir = W \wedge canGoN \rightarrow Closest(N)$
SOUTH AND EAST WALL
$cDir = S \wedge canGoW \rightarrow Closest(W)$
$cDir = E \wedge canGoN \rightarrow Closest(N)$

Clyde

Comportamento

Clyde, o fantasma laranja, possui um comportamento praticamente oposto aos dos seus colegas fantasmas. Essencialmente procura fugir do fantasma mais próximo ignorando a existência do *Pac-Man*. Aqui estão os principais aspetos do comportamento de *Clyde*:

- **Evasão:** Procura evadir o fantasma mais próximo andando no sentido oposto. Para isso procura o caminho que mais dista entre ele e o fantasma mais próximo.
- **Percepções:** Tem como percepções a existência de paredes em seu redor e a posição do fantasma mais próximo, para que possa fugir distanciando-se o máximo possível. Além disso toma em conta a sua direção atual, pois nunca segue pelo caminho de onde veio.
- **Ação:** A única ação do *Clyde* é a mudança de direção numa interseção, fazendo-o de forma inteligente, através da distância do fantasma mais próximo.

Sistema de produções

- N – Norte
- S – Sul
- W – Oeste
- E – Este
- cDir – Direção atual
- canGoN – Pode ir para norte
- canGoS – Pode ir para sul
- canGoW – Pode ir para oeste
- canGoE – Pode ir para este
- Furthest – Escolhe a direção que vai maximizar a distância ao fantasma mais próximo

NO WALLS
$cDir = N \wedge canGoN \wedge canGoW \wedge canGoE \rightarrow Furthest(N, W, E)$
$cDir = S \wedge canGoS \wedge canGoW \wedge canGoE \rightarrow Furthest(S, W, E)$
$cDir = W \wedge canGoN \wedge canGoS \wedge canGoW \rightarrow Furthest(N, S, W)$
$cDir = E \wedge canGoN \wedge canGoS \wedge canGoE \rightarrow Furthest(N, S, E)$
NORTH WALL
$cDir = N \wedge canGoW \wedge canGoE \rightarrow Furthest(W, E)$
$cDir = W \wedge canGoS \wedge canGoW \rightarrow Furthest(S, W)$
$cDir = E \wedge canGoS \wedge canGoE \rightarrow Furthest(S, E)$
SOUTH WALL
$cDir = S \wedge canGoW \wedge canGoE \rightarrow Furthest(W, E)$
$cDir = W \wedge canGoN \wedge canGoW \rightarrow Furthest(N, W)$
$cDir = E \wedge canGoN \wedge canGoE \rightarrow Furthest(N, E)$
WEST WALL
$cDir = N \wedge canGoN \wedge canGoE \rightarrow Furthest(N, E)$
$cDir = S \wedge canGoS \wedge canGoE \rightarrow Furthest(S, E)$
$cDir = W \wedge canGoN \wedge canGoS \rightarrow Furthest(N, S)$
EAST WALL
$cDir = N \wedge canGoN \wedge canGoW \rightarrow Furthest(N, W)$
$cDir = S \wedge canGoS \wedge canGoW \rightarrow Furthest(S, W)$
$cDir = E \wedge canGoN \wedge canGoS \rightarrow Furthest(N, S)$
NORTH AND WEST WALL
$cDir = N \wedge canGoE \rightarrow Furthest(E)$
$cDir = W \wedge canGoS \rightarrow Furthest(S)$
$cDir = N \wedge canGoW \rightarrow Furthest(W)$
NORTH AND EAST WALL
$cDir = N \wedge canGoW \rightarrow Furthest(W)$
$cDir = E \wedge canGoS \rightarrow Furthest(S)$
SOUTH AND WEST WALL
$cDir = S \wedge canGoE \rightarrow Furthest(E)$
$cDir = W \wedge canGoN \rightarrow Furthest(N)$
SOUTH AND EAST WALL
$cDir = S \wedge canGoW \rightarrow Furthest(W)$
$cDir = E \wedge canGoN \rightarrow Furthest(N)$

Inky (segundo comportamento)

Comportamento

No comportamento opcional do *Inky* optamos por desenvolver um comportamento híbrido que tem em conta a proximidade do *Pac-Man* como das *pellets*/moedas mais próximas. Estas *pellets* são o que o *Pac-Man* precisa para ganhar o jogo, daí implementarmos uma guarda para evitar que isso aconteça. Como tal, o *Inky* manter-se-á no ponto intermédio às *pellets* existentes e, em caso de proximidade do jogador ao ponto intermédio, entrará em perseguição ativa deixando a cobertura das zonas das *pellets*. Ele volta à sua guarda normal quando o *Pac-Man* se volta a afastar. Aqui estão os principais aspetos do segundo comportamento do *Inky*:

- **Guarda:** O fantasma guarda os *pellets* tentando aproximar-se do ponto médio entre eles até à potencial presença do *Pac-Man*.
- **Perseguição:** Quando o jogador está na sua proximidade, o *Inky* abandona o modo de guarda seguindo atrás do *Pac-Man*. Volta à guarda quando o *Pac-Man* se afasta do ponto médio dos *pellets*.

- **Percepções:** Tem como percepções a existência de paredes em seu redor, a posição das *pellet* e a posição do *Pac-Man*. Além disso toma em conta a sua direção atual, pois nunca retorna pelo caminho de onde veio.
- **Ação:** A única ação do *Inky*, conforme já vimos, é a mudança de direção numa interseção, fazendo-o de forma inteligente, através da distância a um dos seus dois alvos.

Caso o *Pac-Man* ameace comer as *pellets* restantes, ou seja, está próximo do ponto médio calculado das posições das *pellets* restantes, o *Inky* mudará seu alvo para o *Pac-Man* até que ele se afaste. Quando isso ocorre, o *Inky* retorna ao seu comportamento padrão dirigindo-se para o ponto médio das *pellets* restantes.

Sistema de produções

- N – Norte
- S – Sul
- W – Oeste
- E – Este
- cDir – Direção atual
- canGoN – Pode ir para norte
- canGoS – Pode ir para sul
- canGoW – Pode ir para oeste
- canGoE – Pode ir para este
- ClosestPellets – Escolhe a direção que vai minimizar a distância ao ponto médio de *pellets* restantes
- ClosestPacman – Escolhe a direção que vai minimizar a distância ao *Pac-Man*
- PacmanClose – O *Pac-Man* está a menos de 20 unidades do ponto médio de *pellets* restantes

NO WALLS AND PACMAN CLOSE
cDir = N ^ PacmanClose ^ canGoN ^ canGoW ^ canGoE -> ClosestPacman(N, W, E)
cDir = S ^ PacmanClose ^ canGoS ^ canGoW ^ canGoE -> ClosestPacman(S, W, E)
cDir = W ^ PacmanClose ^ canGoN ^ canGoS ^ canGoW -> ClosestPacman(N, S, W)
cDir = E ^ PacmanClose ^ canGoN ^ canGoS ^ canGoE -> ClosestPacman(N, S, E)
NORTH WALL AND PACMAN CLOSE
cDir = N ^ PacmanClose ^ canGoW ^ canGoE -> ClosestPacman(W, E)
cDir = W ^ PacmanClose ^ canGoS ^ canGoW -> ClosestPacman(S, W)
cDir = E ^ PacmanClose ^ canGoS ^ canGoE -> ClosestPacman(S, E)
SOUTH WALL AND PACMAN CLOSE
cDir = S ^ PacmanClose ^ canGoW ^ canGoE -> ClosestPacman(W, E)
cDir = W ^ PacmanClose ^ canGoN ^ canGoW -> ClosestPacman(N, W)
cDir = E ^ PacmanClose ^ canGoN ^ canGoE -> ClosestPacman(N, E)
WEST WALL AND PACMAN CLOSE
cDir = N ^ PacmanClose ^ canGoN ^ canGoE -> ClosestPacman(N, E)
cDir = S ^ PacmanClose ^ canGoS ^ canGoE -> ClosestPacman(S, E)
cDir = W ^ PacmanClose ^ canGoN ^ canGoS -> ClosestPacman(N, S)
EAST WALL AND PACMAN CLOSE
cDir = N ^ PacmanClose ^ canGoN ^ canGoW -> ClosestPacman(N, W)
cDir = S ^ PacmanClose ^ canGoS ^ canGoW -> ClosestPacman(S, W)
cDir = E ^ PacmanClose ^ canGoN ^ canGoS -> ClosestPacman(N, S)
NORTH AND WEST WALL AND PACMAN CLOSE
cDir = N ^ PacmanClose ^ canGoE -> ClosestPacman(E)
cDir = W ^ PacmanClose ^ canGoS -> ClosestPacman(S)
NORTH AND EAST WALL AND PACMAN CLOSE
cDir = N ^ PacmanClose ^ canGoW -> ClosestPacman(W)

$cDir = E \wedge PacmanClose \wedge canGoS \rightarrow ClosestPacman(S)$
SOUTH AND WEST WALL AND PACMAN CLOSE
$cDir = S \wedge PacmanClose \wedge canGoE \rightarrow ClosestPacman(E)$
$cDir = W \wedge PacmanClose \wedge canGoN \rightarrow ClosestPacman(N)$
SOUTH AND EAST WALL AND PACMAN CLOSE
$cDir = S \wedge PacmanClose \wedge canGoW \rightarrow ClosestPacman(W)$
$cDir = E \wedge PacmanClose \wedge canGoN \rightarrow ClosestPacman(N)$

NO WALLS
$cDir = N \wedge canGoN \wedge canGoW \wedge canGoE \rightarrow ClosestPellets(N, W, E)$
$cDir = S \wedge canGoS \wedge canGoW \wedge canGoE \rightarrow ClosestPellets(S, W, E)$
$cDir = W \wedge canGoN \wedge canGoS \wedge canGoW \rightarrow ClosestPellets(N, S, W)$
$cDir = E \wedge canGoN \wedge canGoS \wedge canGoE \rightarrow ClosestPellets(N, S, E)$
NORTH WALL
$cDir = N \wedge canGoW \wedge canGoE \rightarrow ClosestPellets(W, E)$
$cDir = W \wedge canGoS \wedge canGoW \rightarrow ClosestPellets(S, W)$
$cDir = E \wedge canGoS \wedge canGoE \rightarrow ClosestPellets(S, E)$
SOUTH WALL
$cDir = S \wedge canGoW \wedge canGoE \rightarrow ClosestPellets(W, E)$
$cDir = W \wedge canGoN \wedge canGoW \rightarrow ClosestPellets(N, W)$
$cDir = E \wedge canGoN \wedge canGoE \rightarrow ClosestPellets(N, E)$
WEST WALL
$cDir = N \wedge canGoN \wedge canGoE \rightarrow ClosestPellets(N, E)$
$cDir = S \wedge canGoS \wedge canGoE \rightarrow ClosestPellets(S, E)$
$cDir = W \wedge canGoN \wedge canGoS \rightarrow ClosestPellets(N, S)$
EAST WALL
$cDir = N \wedge canGoN \wedge canGoW \rightarrow ClosestPellets(N, W)$
$cDir = S \wedge canGoS \wedge canGoW \rightarrow ClosestPellets(S, W)$
$cDir = E \wedge canGoN \wedge canGoS \rightarrow ClosestPellets(N, S)$
NORTH AND WEST WALL
$cDir = N \wedge canGoE \rightarrow ClosestPellets(E)$
$cDir = W \wedge canGoS \rightarrow ClosestPellets(S)$
NORTH AND EAST WALL
$cDir = N \wedge canGoW \rightarrow ClosestPellets(W)$
$cDir = E \wedge canGoS \rightarrow ClosestPellets(S)$
SOUTH AND WEST WALL
$cDir = S \wedge canGoE \rightarrow ClosestPellets(E)$
$cDir = W \wedge canGoN \rightarrow ClosestPellets(N)$
SOUTH AND EAST WALL
$cDir = S \wedge canGoW \rightarrow ClosestPellets(W)$
$cDir = E \wedge canGoN \rightarrow ClosestPellets(N)$

Conclusão

Concluindo, o projeto de implementação dos comportamentos dos fantasmas do jogo *Pac-Man* proporcionou uma experiência prática no desenvolvimento de agentes inteligentes. Ao explorar estratégias de procura cega e desenvolvendo os seus sistemas de produções, pudemos criar comportamentos distintos. Além disso, a introdução de comportamentos opcionais, como o do *Inky*, permitiu adicionar complexidade adicional neste jogo de ambiente dinâmico.