



Departamento
Engenharia
Informática

Agentes Autónomos e Sistemas Multiagente

2º Semestre, 2013/2014

Relatório do Projecto

Agentes em WireFlag

Grupo N°03 - Alameda

José Cavalheiro - 64804

Alberto Carvalho - 66933

David Duarte - 68505

Sumário

O objectivo deste projecto passa por implementar um ambiente onde existem equipas em competição por uma bandeira que se encontra num qualquer lugar do mundo. Cada equipa tem como objectivo fazer regressar à sua base um agente com a bandeira. Para o conseguir, os agentes têm de cooperar, comunicar e negociar. Vão ter de atravessar florestas e montanhas, enfrentar chuvas e tempestades. A última equipa viva em jogo ganha-o.

Palavras-chave:

Agentes, arquitecturas, combates, comunicação, estratégias, capture-the-flag

Índice

Introdução.....	4
O Ambiente	5
Agentes.....	5
Objectivos.....	5
Tipos de terreno.....	6
Arquitecturas	8
Arquitectura Reactiva.....	8
Arquitectura Deliberativa BDI	9
Arquitectura Híbrida.....	13
Comunicação e Cooperação	14
Negociação	15
Estratégias	15
Aprendizagem	15
Estudo Comparativo	17
Conclusões	20

Introdução

Este projecto foi elaborado no âmbito da disciplina de Agentes Autónomos e Sistemas Multi-Agente e tem como objectivo primário implementar um ambiente de competição de equipas de agentes.

Na nossa solução usámos a framework *Slick 2D* [1]. Esta framework permitiu-nos criar toda a parte gráfica do projecto. Cada agente corre numa *thread* própria, assim como o ambiente e o sistema de comunicação de cada equipa.

Neste relatório vamos começar por descrever o ambiente e a implementação das várias arquitecturas. De seguida descreveremos a comunicação e cooperação seguida da aprendizagem e finalmente iremos abordar o estudo comparativo que fizemos.

O Ambiente

No nosso ambiente existem equipas, sendo que o objectivo de cada uma é que pelo menos um dos seus elementos regresse à base da equipa com a bandeira.

Agentes

Os nossos agentes têm diversos atributos, entre os quais: vida (varia entre 0 e 100), cansaço, velocidade e campo de visão. Estes atributos representam necessidades básicas (cansaço) e factores que poderão influenciar o desempenho da equipa (**vida**, **velocidade** e **campo de visão**). Com o decorrer do tempo se o agente se movimentar o seu **cansaço** aumenta. Para recuperarem, basta ficarem parados. Ao ficarem parados os agentes que não tenham a **vida** completa, também a recuperam. Outra forma que permite recuperar vida é a caça de animais.

Cada agente de cada equipa tem uma especialização própria, que condiciona a sua velocidade, ataque e que lhe permite realizar determinadas acções mais rapidamente:

Tipo de Agente	Velocidade	Ataque	Habilidade
Médico	Normal	Baixo	Recupera vida aos agentes da sua equipa que estejam no seu campo de visão e tenham pouca vida
Soldado	Normal	Alto	Por cada acção, causa dano em todos os agentes adversários no seu alcance (pode depender da sua estratégia)
Patrulha	Elevada	Baixo	Tem um raio de visão maior e desloca-se a uma velocidade superior
Piromaniaco	Normal	Normal	Incendeia o terreno à volta de uma base inimiga

Objectivos

Cada agente tem um conjunto de objectivos, que a cada momento podem ser contraditórios:

- Ganhar (já tem a bandeira e está na sua base; o objectivo mais prioritário)
- Sobreviver
- A equipa sobreviver
- Apanhar bandeira/regressar ao ponto de início

- Eliminar adversários

Um exemplo de objectivos contraditórios ocorre quando, no mesmo instante, ambas as equipas:

- possuem a bandeira ao seu alcance (devem apanhar a bandeira?)
- têm a equipa adversária ao seu alcance (devem atacar a equipa adversária?)
- têm um conjunto significativo de agentes com vida reduzida (fugir e sobreviver ou negociar com os agentes da equipa adversária e salvarem-se)

Tipos de terreno

No nosso ambiente existem 5 tipos de terreno que condicionam a velocidade, o cansaço e a visibilidade dos agentes:

	Velocidade	Cansaço	Visibilidade
Deserto	Reduzida	Muito Elevado	Normal
Montanha	Muito Reduzida	Elevado	Elevada
Relva	Normal	Normal	Normal
Lago	Muito Reduzida	Muito Elevado	Reduzida
Floresta	Reduzida	Normal	Reduzida

Existem também vários tipos de eventos que podem afectar o estado normal do ambiente:

- **Dia e noite**, com visibilidade normal de dia e reduzida de noite.
- **Sol e chuva**, sendo que a chuva tem probabilidade de causar **doença** nos agentes.

Doença significa que a vida do agente é reduzida em cada unidade de tempo até que este pare durante x unidades de tempo.

Pode surgir **fogo ou tempestades areia ou neve** espontaneamente. Se o agente atravessar essas zonas perde vida enquanto estiver nessa zona.

Daqui em diante quando neste texto nos referirmos a clima adverso estamo-nos a referir a chuva, tempestades de areia ou neve.

Algumas notas:

- Os agentes podem atacar-se se estiverem no campo de visão uns dos outros.

- Dentro de cada equipa, os agentes apenas vêem os elementos da mesma equipa que estão no seu raio de alcance. Quando um agente obtém uma percepção nova, importante, comunica aos agentes no seu alcance, essa descoberta (bandeira, adversário, etc.)
- Os agentes de cada equipa podem seguir uma de 3 arquitecturas: híbrida, deliberativa ou reactiva.

Arquitecturas

Arquitectura Reactiva

Nesta secção iremos descrever alguns aspectos da arquitectura reactiva, nomeadamente quais as regras $\langle \text{percepção} \rangle * \rightarrow \langle \text{actuador} \rangle$ usadas e a forma como estas são seleccionadas.

De seguida apresentamos as regras $\langle \text{percepção} \rangle * \rightarrow \langle \text{actuador} \rangle$:

- 1.- O agente tem a bandeira e a base da equipa está numa posição adjacente à do agente → Declara vitória
- 2.- A bandeira está na posição actual do agente → Apanha a bandeira e envia uma mensagem a avisar os colegas no seu campo de visão
- 3.- O agente tem pouca vida e existe um inimigo numa posição adjacente → Foge (passa a mover-se numa direcção diferente)
- 4.- O agente tem pouca vida e tem um colega da mesma equipa no seu campo de visão → O agente envia uma mensagem para o colega parar e para (para recuperar)
- 5.- O agente tem pouca vida → Pára (para recuperar)
- 6.- O agente está cansado → Pára (para descansar)
- 7.- O agente tem pouca vida e existe um animal numa posição adjacente → Caça o animal
- 8.- O agente tem pouca vida e existe um animal no seu campo de visão → Aproxima-se do animal
- 9.- A posição actual do agente tem fogo e existe uma posição adjacente livre e sem fogo → Aproxima-se dessa posição adjacente
- 10.- A posição actual do agente tem fogo e existe uma posição livre e sem fogo no seu campo de visão → Aproxima-se dessa posição
- 11.- A posição actual do agente tem clima adverso e existe uma posição adjacente livre e sem clima adverso → Aproxima-se dessa posição adjacente
- 12.- A posição actual do agente tem clima adverso e existe uma posição livre e sem clima adverso no seu campo de visão → Aproxima-se dessa posição
- 13.- Se a posição à frente do agente tem fogo ou clima adverso e as posições adjacentes não têm fogo nem clima adverso → Muda de direcção
- 14.- O agente tem a bandeira e a base da sua equipa está no seu campo de visão → Aproxima-se da posição da base da sua equipa

- 15.- O agente tem a bandeira no seu campo de visão → Aproxima-se da bandeira e envia uma mensagem a visar que a avistou
- 16.- Existe razão para o agente usar a sua habilidade → Usa a habilidade
- 17.- Existe um inimigo numa posição adjacente à do agente e o agente não tem pouca vida → O agente inicia um confronto
- 18.- Se um agente da mesma equipa pede a outro agente da equipa para parar → Pára
- 19.- Posição à frente do agente está bloqueada → Anda numa direcção diferente
- 20.- Caso em que numa das situações anteriores se verifica → Anda na mesma direcção.

Em relação ao mecanismo de arbitragem das regras, i.e., a forma como estas são ordenadas. Seguimos a ordem/prioridade pela qual as regras foram apresentadas anteriormente, correspondendo a regra com menor número à que maior prioridade foi dada. Para a implementação desta sequência usámos mecanismos de reflexão em detrimento de usar encadeamentos de *if-else*.

Arquitectura Deliberativa BDI

Como base da arquitectura deliberativa os nossos agentes guardam um conjunto de crenças:

- Posição da bandeira no mundo
- O estado de cada posição explorada do ambiente: um identificador que indica se a posição foi explorada ou não, o estado do clima na posição, se tem fogo ou não, se tem um animal, se tem um agente inimigo ou aliado e se a habilidade do agente pode ser útil naquela posição.
- O registo das distância percorridas em função da fadiga obtida em cada
- A percentagem do mundo explorada
- A posição do animal mais próximo do agente
- A posição do inimigo mais próximo do agente
- A posição da base da equipa do agente
- Algumas características do agente como o raio do seu campo de visão, a direcção do seu movimento, a percentagem de vitórias e derrotas em confrontos

Em relação aos desejos, os nossos agentes têm o seguinte conjunto:

- (1) Desejo de usar a habilidade, com o valor do desejo em função da utilidade que tem usar a habilidade nas posições do campo de visão actual.

- (2) Desejo de se envolver num confronto, com o valor do desejo calculado em função da vida, fadiga, percentagem de confrontos ganhos pelo agente e número de inimigos perto do agente
- (3) Desejo de curar doença, com o valor calculado com o valor da vida do agente e se está doente ou não
- (4) Desejo de explorar o ambiente, com o valor calculado em função da percentagem de ambiente já explorada.
- (5) Desejo de fugir de um inimigo, com o valor calculado em função do número de inimigos perto, vida do agente, fadiga do agente e percentagem de confrontos perdidos até ao momento
- (6) Desejo de apanhar a bandeira, com o valor calculado em função da distância à bandeira e se conhece a posição onde se encontra a mesma.
- (7) Desejo de curar a vida, com o valor calculado em função da vida do agente
- (8) Desejo de caçar um animal, com valor calculado em função da vida do agente e da distância ao animal
- (9) Desejo de recuperar de fadiga, com valor calculado em função da fadiga do agente e dos valores médios de fadiga gasta para percorrer um conjunto de posições.
- (10) Desejo de sobreviver a um incêndio na posição do agente, com valor calculado em função de existir ou não fogo na posição do agente
- (11) Desejo de sobreviver a um evento climatérico na posição do agente, com valor calculado em função ou não clima extremo na posição do agente
- (12) Desejo de esperar, calculado com valor fixo de 1, sendo útil apenas no caso em que nenhum dos outros desejos tem valor acima de 0.
- (13) Desejo de ganhar o jogo, com valor calculado em função da distância do agente à sua base e de ter a bandeira consigo ou não.

No que diz respeito às intenções, os agentes apresentam as seguintes:

- (1) Intenção de usar a habilidade, que tem sucesso quando a utilidade deixa de ser útil e que nunca é impossível, já que o agente pode sempre usar a habilidade mesmo que sem efeito
- (2) Intenção de se envolver num confronto, que tem sucesso quando o inimigo morreu e é impossível quando o inimigo fugiu ou o caminho até ao inimigo está bloqueado

- (3) Intenção de curar doença, que tem sucesso quando o agente deixa de estar doente e é impossível quando o agente está a perder vida em vez de recuperar e assim curar a sua doença
- (4) Intenção de explorar, que tem sucesso quando o mapa foi explorado a 100% e falha quando o caminho escolhido está bloqueado.
- (5) Intenção de fugir de um inimigo, que tem sucesso quando o inimigo já não está no campo de visão e falha quando o caminho escolhido para fugir está bloqueado
- (6) Intenção de apanhar a bandeira, que tem sucesso quando o agente tem a bandeira, e falha quando o caminho até à bandeira está bloqueado ou a bandeira foi apanhada por outro agente.
- (7) Intenção de recuperar vida, que tem sucesso quando o nível de vida é máximo e falha quando a vida do agente está a descer mais rápido do que é recuperada
- (8) Intenção de caçar um animal, tem sucesso quando o animal é devorado e falha quando o caminho para o animal está bloqueado.
- (9) Intenção de recuperar fadiga, que tem sucesso quando a fadiga é zero e nunca é impossível, não existe nada que trave o recuperar de fadiga por parte de um agente.
- (10) Intenção de sobreviver a um incêndio na posição do agente, que tem sucesso quando o incêndio é extinto e falha quando o caminho para fugir do mesmo está bloqueado.
- (11) Intenção de sobreviver a fenómeno de clima extremo na posição do agente, que tem sucesso quando o clima extremo desaparece e falha quando o caminho para fugir está bloqueado
- (12) Intenção de esperar, que tem sucesso quando existe algo de novo a correr no campo de visão do agente e nunca é impossível.
- (13) Intenção de ganhar o jogo, que tem sucesso quando o jogo termina e falha quando o caminho de regresso até à base está bloqueado.

Os planos feitos pelos agentes são:

- (1) Plano de usar a habilidade, em que o agente aplica a sua habilidade nas posições do seu campo de visão
- (2) Plano de confrontar um agente, em que o agente se aproxima do inimigo e o ataca quando está numa posição adjacente do mesmo.

- (3) Plano de curar doença em que o agente para tantos segundos quantos os necessários para recuperar a diferença de vida que lhe falta para que deixe de estar doente
- (4) Plano de explorar o ambiente, em que o agente planeia avançar o número de posições suficiente para atingir uma posição até agora desconhecida ou recentemente descoberta
- (5) Plano de fugir de um inimigo, em que o agente planeia andar tantas posições quantas as necessárias para atingir uma distância equivalente a duas vezes a distância do agente ao inimigo, em x ou em y.
- (6) Plano de apanhar a bandeira, em que o agente planeia andar tantas posições quantas as necessárias para chegar à bandeira e depois apanhá-la
- (7) Plano de curar vida, em que o agente planeia parar tanto tempo quanto o necessário para recuperar a sua vida a 100%
- (8) Plano de caçar, em que o agente planeia andar tantas posições quantas as necessárias para atingir o animal e depois o devorar.
- (9) Plano de recuperar fadiga, em que o agente para tanto tempo quanto o necessário para recuperar a sua fadiga na totalidade.
- (10) Plano de sobreviver a um incêndio, em que o agente planeia andar tantas posições quantas as necessárias para atingir uma posição sem fogo.
- (11) Plano de sobreviver a um evento climático, em que o agente planeia andar tantas posições quantas as necessárias para atingir uma posição sem clima extremo
- (12) Plano de esperar, em que o agente se limita a parar uma vez.
- (13) Plano de ganhar o jogo, em que planeia andar tantas posições quantas as necessárias para regressar à base.

As acções usadas para construir os planos são:

- (1) Acção de usar a habilidade
- (2) Acção de Atacar um inimigo
- (6) Acção de apanhar a bandeira
- (13) Acção de largar a bandeira na base e ganhar o jogo
- (8) Acção de caçar um animal
- (2,4,5,6,8,10,11,13) Acção de andar uma posição
- (3, 7, 9, 12) Acção de parar uma vez

Em relação às alterações feitas ao ciclo BDI, para garantir que os agentes andam efectivamente dentre duas posições, voltamos a introduzir a acção de andar, entre a posição A e B, na lista de acções até que efectivamente o agente passar a estar em B vindo de A. Uma única acção de andar implica um número de passos.

As condições de reconsideração são:

- Apareceu um novo animal ou desapareceu um já existente
- O clima mudou
- Apareceu um novo incêndio ou desapareceu
- Apareceu um novo inimigo/aliado ou desapareceu
- A bandeira foi avistada ou desapareceu

Arquitectura Híbrida

A arquitectura híbrida usa duas camadas horizontais (*horizontal layering*), camada reactiva e deliberativa. A mediação entre as duas camadas é realizada de forma a que situações urgentes sejam tratadas pela arquitectura reactiva, sendo a arquitectura deliberativa informada da situação tratada de forma a actualizar as suas crenças. As restantes percepções, isto é as que não precisam de uma resposta rápida, são tratadas pela arquitectura deliberativa.

Decidimos que as situações urgentes são aquelas que precisam de uma resposta rápida. Estas situações são apresentadas de seguida:

- O agente tem a bandeira e a base da sua equipa está no seu campo de visão
- O agente tem muito pouca vida
- O agente está cansado
- Existe um inimigo no campo de visão do agente
- A posição actual do agente tem fogo
- A posição actual do agente tem clima adverso

Comunicação e Cooperação

Existem diversas mensagens que um agente pode criar para trocar com os seus colegas de equipa no decorrer do jogo:

- Tenho a bandeira;
- Avistei a bandeira;
- Parar;
- Partilhar visão do mundo;

Uma mensagem pode ser entregue de formas diferentes entre os agentes de cada equipa:

- **Localmente:** a mensagem é partilhada com os agentes no campo de visão do remetente;
- **Broadcast:** a mensagem vai sendo propagada pelos agentes no campo de visão dos agentes, começado pelo remetente;
- **Global:** este é um tipo especial de mensagem que é enviada para todos os colegas da equipa, independentemente da localização deles no mundo – apenas um Patrulha pode enviar esta mensagem para partilhar a localização da bandeira.

Para suportar a comunicação intra-equipa, cada equipa tem um mecanismo (DeliverySystem) responsável por armazenar as mensagens que cada agente quer enviar e distribuí-las de acordo com o método de distribuição explicado acima. É da responsabilidade do Agente definir como quer que a mensagem seja distribuída.

Usando estas mensagens, os agentes podem realizar tarefas cooperativamente, como por exemplo enquanto um agente pára para recuperar vida, este pode pedir a um agente na vizinhança para parar também, ficando a protegê-lo. É de salientar que um agente ao partilhar a sua visão do mundo permite que os agentes que recebem esta mensagem actualizem a sua própria visão do mundo, ajustando o seu comportamento.

Negociação

Em cada combate participam dois agentes. Um combate é constituído por três jogos baseados em *Game Theory*. Estes jogos consistem em obter e executar as jogadas dos agentes escolhidas conforme a sua estratégia, analisar as jogadas e apurar o vencedor. Um vencedor é apurado quando um e apenas um agente escolhe fazer *defect* (atacar).

Depois disto, caso exista um vencedor este inicia uma negociação com o perdedor. Este último pode escolher negociar caso tenha pouca vida ou tenha perdido a maioria dos combates que efectuou ao longo do seu tempo de vida. Para negociar, um agente usa como moeda de troca a bandeira, caso a tenha, ou troca de equipa no caso contrário.

Estratégias

Cada agente tem como atributo uma estratégia. As estratégias implementadas são baseadas em *Game Theory* e são apresentadas de seguida:

- **AlwaysAttack:** estratégia baseada na estratégia *Always defect*. Com esta estratégia o agente escolhe sempre atacar.
- **Tit-For-Tat:** na primeira jogada o agente coopera, isto é, caso o agente possua a bandeira entrega-a ao inimigo ou muda para a equipa do inimigo, no caso contrário.
- **Tester:** na primeira jogada ataca. Se o inimigo também atacou usa *Tit-For-Tat*. Caso contrário, alterna entre cooperar ou atacar.
- **Joss:** semelhante à *Tit-For-Tat*, mas periodicamente ataca.

Como referido anteriormente, as estratégias são usadas durante os confrontos.

Aprendizagem

Ao desenvolvermos este projecto achámos que seria interessante utilizar a aprendizagem durante a negociação e para decidir se um agente deve atacar ou fugir.

Na negociação, a resposta de um agente tem em conta a percentagem de derrotas e vitórias que este já teve anteriormente para escolher se deve ou não cooperar. Assim, se tiver uma percentagem de derrotas maior que o dobro da percentagem de vitórias ou se tiver pouca vida, ele escolhe cooperar. No caso destas condições não se verificarem, ele escolhe atacar.

Um agente para decidir se combate ou foge tem também em consideração as percentagens de derrotas e vitórias.

Estudo Comparativo

Optámos por realizar quatro repetições por cada teste, em que cada teste é composto por equipas com diferentes arquitecturas. Cada equipa é composta por um elemento de cada tipo (como apresentado na secção Agentes), tendo cada uma estratégia diferente.

Os testes têm a seguinte legenda:

Arquitectura	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Teste 4
Reactiva	Equipa 1	Equipa 1	Equipa 1	-
Deliberativa	Equipa 2	Equipa 2	-	Equipa 1
Híbrida	Equipa 3	-	Equipa 2	Equipa 2

- V: Equipa que venceu
- TV: Tipo de Vitória (apanhar a bandeira ou eliminação)
- NB: Número de baixas
- TJ: Tempo decorrido no ambiente do jogo (este tempo não é tempo real)

Foram obtidos os seguintes resultados:

1					2				3				4			
	V	TV	NB	TJ	V	TV	NB	TJ	V	TV	NB	TJ	V	TV	NB	TJ
E1	E3	Flag	2	1d	E3	Elim.	4	1d	E3	Flag	3	2d	E3	Flag	1	2d
E2			4	23h			4	9h			2	10h			4	8h
E3			0	32m			3	38m			2	0m			1	29m

Teste 1

1					2				3				4			
	V	TV	NB	TJ	V	TV	NB	TJ	V	TV	NB	TJ	V	TV	NB	TJ
E1	E1	Elim.	1	2d	E1	Elim.	0	2d	E2	Flag	2	2d	E2	Flag	0	0d
E2			4	0h			4	17h			2	20h			1	18h
				31m				42m				34m				26m

Teste 2

		1				2				3				4			
		V	TV	NB	TJ	V	TV	NB	TJ	V	TV	NB	TJ	V	TV	NB	TJ
E1	E2	Flag	0	0d	E2	Flag	0	0d	E2	Flag	0	0d	E1	Flag	0	1d	
E2				12h				19h				14h				14h	
			0	16m			0	2m			1	46m			0	18m	

Teste 3

		1				2				3				4			
		V	TV	NB	TJ	V	TV	NB	TJ	V	TV	NB	TJ	V	TV	NB	TJ
E1	E2	Elim.	4	4d	E2	Flag	2	0d	E2	Flag	0	0d	E1	Flag	3	3d	
E2			4h	23m			11h	5h									
			1	39m			1	55m			0	1m			2	22m	

Teste 4

Do Teste 1, tal como esperávamos, a equipa da arquitectura híbrida ganhou a maioria dos testes já que alia a capacidade que a camada reactiva proporciona e o poder de decisão que a deliberativa dá. O número elevado de baixas justifica-se por haver um maior número de agentes no mapa e portanto ser mais provável haver encontros.

Observando os resultados do 2º teste, concluímos que embora o número de vitórias tenha sido dividido pelas equipas, a equipa da arquitectura deliberativa conseguiu ganhar os seus jogos por ter apanhado a bandeira em contraste com a equipa da arquitectura reactiva que ganhou os seus jogos por ter eliminado a outra equipa. Este facto justifica-se pela equipa deliberativa ser mais lenta, tendo perdido nos ataques.

Os resultados do teste 3 demonstram que os jogos foram rápidos, já que a equipa da arquitectura híbrida conseguiu encontrar rapidamente a bandeira e evitar ao máximo confrontos com a outra equipa. Na última repetição deste teste isto já não se verificou: efectivamente a equipa da arquitectura híbrida apanhou a bandeira, mas o agente que a apanhou foi atacado por um agente da arquitectura reactiva e durante a negociação, a bandeira foi trocada, tendo a equipa da arquitectura reactiva conseguido de seguida levá-la à base.

Com os resultados do teste 4, concluímos mais uma vez que a arquitectura híbrida consegue vencer a maioria dos jogos. A razão para tal deve-se à arquitectura deliberativa ser mais demorada a tomar decisões em casos de “vida ou de morte”, o que a acaba por prejudicar no decorrer do jogo.

Conclusões

Após realizarmos os testes observámos que a posição onde cada equipa começa e onde a bandeira aparece são determinantes: isto é, se as equipas começarem demasiado próximas há uma grande probabilidade de o jogo ser ganho por eliminação e se a bandeira começar num sítio longe da equipa de agentes reactivos, a probabilidade de uma equipa deliberativa ou híbrida conseguir apanhá-la e não ter que combater até chegar à sua base é muito maior. Como já esperávamos no início do projecto, há uma tendência clara para as equipas de agentes híbridos vencerem os jogos. Esta equipa consegue juntar o melhor de dois mundos: a rapidez da arquitectura reactiva e a capacidade ao nível da tomada de decisão da arquitectura híbrida.

Num trabalho posterior deve-se apostar em utilizar um motor de jogo mais robusto que o Slick2D para não ser necessário investir-se demasiado tempo a afinar aspectos gráficos que fogem ao âmbito do projecto. Outra aposta acertada passaria por refazer toda a comunicação e distribuição do código pelas várias *threads* usando alguma biblioteca de actores (por exemplo, Akka[2]). Com estas duas alterações o código base ficaria mais limpo e organizado, o que iria permitir uma maior concentração de esforços em estender as funcionalidades do jogo, criando novas especialidades de agentes e implementar as funcionalidades que tivemos que deixar de fora.