

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO



FEUP

SPlanner

Uma Aplicação Gráfica de Definição Flexível de Jogadas Estudadas no RoboCup

João Guilherme Bettencourt Cravo

Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação

Orientador: Luís Paulo Reis (PhD)

Co-orientador: Fernando Almeida (MSc)

Junho de 2011

SPlanner

Uma Aplicação Gráfica de Definição Flexível de Jogadas Estudadas no RoboCup

João Guilherme Bettencourt Cravo

Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação

Aprovado em provas públicas pelo Júri:

Presidente: Pedro Abreu (PhD)

Vogal Externo: Artur Pereira (PhD)

Orientador: Luís Paulo Reis (PhD)

19 de Julho de 201

Resumo

A Robótica e a Inteligência Artificial são duas das áreas mais investigadas nos últimos anos e às quais grandes progressos ainda lhes são reservados. No campo académico, o RoboCup surge com o objectivo de promover essas áreas, oferecendo vários desafios aos investigadores através de temas bastante interessantes como jogos de futebol ou missões de salvamento.

O RoboCup Soccer, a competição que promove o futebol robótico, tem vindo ao longo dos anos a chegar mais perto do seu sonho: desenvolver uma equipa robótica capaz de vencer à actual equipa humana campeã do mundo. A equipa FCPortugal, detentora de vários títulos internacionais, é uma de muitas equipas que ajudam neste projecto. Tendo em vista a melhoria do seu desempenho, todos os anos fomenta o desenvolvimento de melhores estratégias. Um dos últimos sucessos estratégicos foi o desenvolvimento de uma *framework* que permite que os agentes executem jogadas estudadas.

No âmbito desta dissertação, foi desenvolvido um estudo sobre metodologias de representação e visualização de jogadas estudadas que permitam a definição das mesmas de forma coerente com a *framework* previamente desenvolvida e criada uma aplicação gráfica para desenho dessas mesmas representações. A aplicação oferece ainda interligação com outros *softwares* para a elaboração de testes e depuramento das jogadas estudadas desenhadas. Após testes de usabilidade à aplicação, obtiveram-se resultados muito positivos, principalmente na diminuição de tempo despendido e do número de erros cometidos na definição de jogadas estudadas quando comparado com a definição manual das mesmas.

No final do projecto concluiu-se que as metodologias utilizadas para representar e visualizar jogadas estudadas foram bem escolhidas, tendo sido desenvolvida uma aplicação bastante eficaz no desenho, teste, aperfeiçoamento e depuração das jogadas. Pode-se considerar que a aplicação desenvolvida é uma ferramenta capaz de se tornar a melhor solução para a definição de jogadas estudadas para a equipa FCPortugal.

Abstract

Robotics and Artificial Intelligence are two of the most investigated areas in recent years and great progress is expected from them. In the academic field, the RoboCup aims to promote artificial intelligence and robotics, offering multiple challenges to researchers through some very interesting topics such as soccer games or rescue missions.

The RoboCup Soccer competition, the one that promotes the robotic soccer, is coming closer to achieve its dream over these last few years: to develop a robotic team capable of winning the current human world champion team. The team FCPortugal, holding several international titles, is one of many teams assisting this project. Every year, in order to improve their performance, the team promotes the development of better strategies. One of their last strategic successes was the development of a framework that allows agents to perform set plays.

This thesis describes a study on methods of representation and visualization of set plays that allows their definition in a consistent way with the framework previously developed and also the development of a graphical application for designing these same representations. The application also provides interconnection with other software for testing and debugging set plays. The application's usability tests, gave very positive results, especially in the reduction of both wasted time and number of errors committed in the definition of set plays compared with the manual definition.

At the end of the project, it was concluded that the methodologies used to represent and display set plays were well chosen, resulting in a very effective application for design, testing, debugging and improving set plays. The developed application is a tool capable of becoming the best solution for the definition of set plays for the team FCPortugal.

Agradecimentos

Ao meu orientador Professor Luís Paulo Reis pelo conhecimento e orientação durante a realização desta dissertação.

Ao meu co-orientador, Fernando Almeida pela disponibilidade, grande ajuda e sugestões dadas.

À minha família, aos amigos e em especial à Bárbara, ao Jorge e à Andreia pela ajuda, paciência e apoio.

A todos um muito obrigado.

João Cravo

Índice

Introdução	1	
1.1	Enquadramento e Motivação..... 1	
1.2	Objectivos	2
1.3	Estrutura da Dissertação.....	3
Revisão Bibliográfica.....	5	
2.1	RoboCup	5
2.2	RoboCup Soccer.....	7
2.2.1	Liga de simulação 2D.....	7
2.2.2	Liga de simulação 3D.....	9
2.2.3	Liga dos robôs pequenos	10
2.2.4	Liga dos robôs médios.....	11
2.2.5	Liga dos robôs humanóides.....	12
2.2.6	Liga de robôs humanóides com plataforma normalizada.....	13
2.2.7	Comparação entre as ligas.....	13
2.3	Equipas da FEUP no RoboCup	15
2.3.1	FCPortugal	15
2.3.2	5DPO.....	16
2.3.3	Portuguese Team.....	16
2.4	Estratégia.....	16
2.4.1	Estratégia no desporto	17
2.4.2	Estratégia no futebol.....	18
2.4.3	Estratégia no RoboCup Soccer.....	24
2.5	Aplicações de Definição de Estratégia para Futebol (ADEF).....	28
2.5.1	ADEF em <i>software</i> profissional para treinadores de futebol	28
2.5.2	ADEF em simuladores e jogos de futebol.....	33
2.5.3	ADEF no RoboCup	42
2.5.4	Conclusão	45
2.6	<i>Softwares</i> de diversas utilidades no RoboCup Soccer.....	46
2.7	Conclusão.....	52

Especificação do Projecto	53
3.1 FCPortugal Setplay	54
3.2 Requisitos	56
3.3 Arquitectura.....	57
3.4 Tecnologias	60
3.5 Conclusão.....	60
SPlanner	61
4.1 A aplicação	61
4.2 Exemplo de definição de uma JE usando o SPlanner	71
4.3 Usabilidade.....	72
4.4 SPlanner como optimizador da definição de JEs	74
4.5 Conclusão.....	75
Usabilidade do SPlanner	77
5.1 Eficácia.....	77
5.2 Eficiência.....	80
5.3 Satisfação	84
5.4 Conclusão.....	86
Conclusões e Trabalho Futuro.....	88
6.1 Satisfação dos Objectivos.....	88
6.2 Trabalho Futuro.....	89
Referências.....	91
Papéis dos jogadores no Futebol	101
Formações no Futebol.....	104
Gramática FCPortugal Setplay.....	107
Exemplo de JE.....	113
Eficácia do SPlanner: Imagens de definição pelo SPlanner e de execução pelo FCPortugalDebugLogPlayer	117
Questionário de Usabilidade	129
Testes de Usabilidade.....	131

Lista de Figuras

Figura 2.1 - Partida de futebol da liga de simulação 2D.	8
Figura 2.2 - Arquitectura do RCSServer [Reis2003].	9
Figura 2.3 – Imagem de jogo de futebol da liga de simulação 3D.	9
Figura 2.4 - Partida de futebol da liga de robôs pequenos.	10
Figura 2.5 - Partida de futebol da liga de robôs média.	11
Figura 2.6 - Partida de futebol da liga de robôs humanóides - tamanho criança.	12
Figura 2.7 - Partida de futebol da liga de robôs humanóides normalizados.	13
Figura 2.8 – Modelo da estratégia da equipa FCPortugal [LR2007].	27
Figura 2.9 - Interface do Coach-Helper.	29
Figura 2.10 - Possíveis estratégias elaboradas com o Academy Soccer Coach. a) Formação com movimento de jogadores. b) Jogada estudada com passos indicados por números.	30
Figura 2.11 – ForCoach Tactics interface. a) Painel de preferências inicial; b) Pormenor de barra de ferramentas de controlo de passos de jogadas estudadas; c) Painel de definição de formações, movimentos e JEs.	31
Figura 2.12 – Algumas interfaces do ForCoach Soccer. a) Painel de ferramentas global; b) Notas para jogo; c) Registo de estratégias tendo em conta o adversário.	32
Figura 2.13 - Interface principal do Tactics Manager	33
Figura 2.14 - Painel de definição de formações do Hattrick	34
Figura 2.15 – Parte do painel de instruções à equipa do OFM	35
Figura 2.16 - Painel de definição de instruções aos jogadores e/ou à equipa do VM	36
Figura 2.17 – Interface de definição de mentalidade no FIFA11	36
Figura 2.18 – Interface de edição de mentalidade para diferentes partes e situações de uma partida de futebol no PES11	37
Figura 2.19 - Interface oferecida pelo CM2010 para criação de JEs	38

Figura 2.20 – Assistente de criação de estratégia com 21 passos oferecido pelo FM11	39
Figura 2.21 - Painel de substituições do FIFAM11.....	40
Figura 2.22 - Definição de formações através do Matchflow	43
Figura 2.23 - Interface de criação de jogadas estudadas por passos oferecida pelo PlayMaker .	44
Figura 2.24 - Interface principal do Strategist.....	44
Figura 2.25 - Interface do GameController	47
Figura 2.26 - Interface do SoccerScope2	48
Figura 2.27 - Interface do SimRobot.....	49
Figura 2.28 - Interface do SoccerWindow2	50
Figura 2.29 - Interface do Turtle Simulator	50
Figura 2.30 - Interface do Loglyzer	51
Figura 3.1 - Definição de uma JE pela FFS [MR2007].....	54
Figura 3.2 – Acções possíveis de ser executadas numa JE definida pela FFS.....	55
Figura 3.3 – Definição de região pela FFS.....	56
Figura 3.4 - Visão modular da aplicação.....	58
Figura 3.5 – Diagrama de classes do módulo de desenho de JEs.....	58
Figura 4.1 – Interface principal do SPlanner mostrando em primeiro plano a aba do desenho de JEs: a) menu de navegação; b) Menu de separadores; c) Relvado; d) Grafo; e) Quadro de informação do passo; f) Quadro de informação da JE; g) Tabela de informação dos jogadores	62
Figura 4.2 – Janela de criação de uma nova JE.....	63
Figura 4.3 – Relvado da interface gráfica do módulo de definição de JEs do SPlanner: a) Limites do Relvado; b) Campo de jogo; c) Banco de jogadores não participantes; d) Região limite do início da JE.....	63
Figura 4.4 – Jogador de uma JE do SPlanner: a) Estados possíveis dos jogadores; b) Menu de contexto	64
Figura 4.5 – Acções possíveis na definição de uma JE pelo SPlanner: a) Passe; b) Passe em profundidade; c) Driblar; d) Guardar a bola; e) Rematar; f) Esperar; g) Correr; h) Posicionar-se na linha de fora de jogo.....	65
Figura 4.6 – Grafo de uma definição de JE no SPlanner: a) grafo de exemplo; b) menu de contexto de um passo; c) menu de contexto de uma transição.....	66
Figura 4.7 – Quadro de informação da JE: a) Informações editáveis sobre a JE; b) Janela de escolha de condições de interrupção.	67

Figura 4.8 – Quadro de informação de um passo da JE	67
Figura 4.9 – Tabela de informação dos jogadores.....	68
Figura 4.10 – Janela de edição de jogador da JE.....	68
Figura 4.11 – Visualizar de um registo de jogo 2D no SPlanner: a) Jogador da equipa visitada; b) jogador da equipa visitante; c) bola; d) painel de controlo de estado de jogo; e) painel de controlo de tempo; f) painel de opções.	70
Figura 4.12 – Imagens de diferentes passos na construção de uma JE com o SPlanner. a) primeiro passo; b) segundo passo; c) terceiro passo; d) quarto passo.	71
Figura 5.1 – Aperfeiçoamento da JE Canto à direita	79
Figura 5.2 - Fórmula de cálculo da pontuação do questionário SUS	79
Figura 5.3 - Média das respostas por pergunta ao questionário elaborado	85
Figura A.1 – a) DC ou Libero ; b) DL ou Alas; c) Mdef ou MC	102
Figura A.2 – a) Médios laterais; b) Extremos; c) MO; d) AC ou PL.....	103
Figura B.3 – Formações: a) 4-4-2; b) 4-3-3) c) 3-4-4; d) 4-5-1; e) 3-5-2	105
Figura E.1 - Passo 1 da definição da Saída de bola a partir do GR.....	117
Figura E.2 – Passo 2 da definição da Saída de bola a partir do GR	118
Figura E.3 - Passo 3 da definição da Saída de bola a partir do GR.....	118
Figura E.4 - Passo 4 da definição da Saída de bola a partir do GR.....	118
Figura .E.5 - Passo 1 da visualização pelo FCPortugalDebugLogPlayer da Saída de bola a partir do GR	119
Figura E.6 - Passo 2 da visualização pelo FCPortugalDebugLogPlayer da Saída de bola a partir do GR	119
Figura E.7 - Passo 3 da visualização pelo FCPortugalDebugLogPlayer da Saída de bola a partir do GR	120
Figura E.8 - Passo 4 da visualização pelo FCPortugalDebugLogPlayer da Saída de bola a partir do GR	120
Figura E.9 - Passo 1 da definição do Canto à direita	121
Figura E.10 - Passo 2 da definição do Canto à direita	121
Figura E.11 - Passo 3 da definição do Canto à direita	122
Figura E.12 - Passo 4 da definição do Canto à direita	122
Figura E.13 - Passo 5 da definição do Canto à direita	123

Figura E.14 - Passo 1 da visualização pelo FCPortugalDebugLogPlayer do Canto à direita ...	124
Figura E.15 – Passo 2 da visualização pelo FCPortugalDebugLogPlayer do Canto à direita ..	125
Figura E.16 - Passo 3 da visualização pelo FCPortugalDebugLogPlayer do Canto à direita ...	126
Figura E.17 - Passo 4 da visualização pelo FCPortugalDebugLogPlayer do Canto à direita ...	127
Figura E.18 - Passo 5 da visualização pelo FCPortugalDebugLogPlayer do Canto à direita ...	128

Lista de Tabelas

Tabela 2.1 - Comparação de perceptores, actuadores e outras variáveis entre as ligas do RoboCup Soccer.....	14
Tabela 2.2 - Comparação das A.D.E.F. em simuladores e jogos de futebol.	41
Tabela 3.1- Comparação de abstrações da FFS e do SPlanner.....	59
Tabela 5.1 – Caracterização dos utilizadores que efectuaram o teste: a) Conhecimento em inglês; b) Conhecimento informático; c) Experiência com videojogos de futebol; d) Conhecimento futebolístico; e) Experiência com painéis tácticos.....	80
Tabela 5.2 – Média e desvio padrão dos tempos despendidos em segundos e erros praticados por tarefa com o SPlanner.	81
Tabela 5.3 – Média de tempos em segundos despendidos pelos elementos da equipa FCPortugal na realização de tarefas manualmente e com o SPlanner.....	81
Tabela 5.4 – Média de erros praticados pelos elementos da equipa FCPortugal na realização de tarefas manualmente e com o SPlanner.....	82
Tabela 5.5 – Média dos tempos em segundos despendidos por tarefa com o SPlanner por parte de utilizadores que frequentam cursos relacionados com Desporto.....	82

Abreviaturas e Símbolos

2D	Duas Dimensões
3D	Três Dimensões
AC	Avançado centro
ADEF	Aplicações de definição de estratégia para futebol
CM10	Championship Manager 2010
DC	Defesa central
DD	Defesa lateral direito
DE	Defesa lateral esquerdo
DL	Defesa lateral
ED	Extremo direito
EE	Extremo esquerdo
FADEUP	Faculdade de Desporto da Universidade do Porto
FEUP	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
FFS	<i>Framework</i> FCPortugal Setplay
FIFA	Fédération Internationale de Football Association
FIFA11	FIFA Soccer 11
FIFAM11	FIFA Manager 11
FM11	Football Manager 2011
GR	Guarda-redes
IA	Inteligência Artificial
JE	Jogada Estudada
MC	Médio centro
MD	Médio direito
MDef	Médio defensivo
ME	Médio esquerdo
MO	Médio ofensivo
MSL	Middle Size League
OFM	Online Football Manager
PES11	Pro Evolution Soccer 2011
PL	Ponta de lança

RCSServer	RoboCup Soccer Server
RCSSLogPlayer	RobCup Soccer Simulator LogPlayer
RCSSMonitor	RoboCup Soccer Simulator Monitor
SLL	Small Size League
SPL	Standard Platform League
VM	Virtual Manager

Capítulo 1

Introdução

1.1 Enquadramento e Motivação

A Robótica e a Inteligência Artificial (IA) são duas das áreas mais investigadas nos últimos anos e às quais grandes progressos ainda lhes são reservados. Desde a ficção presente em vários filmes de Hollywood até à realidade de carros autónomos na Lua, são muitos os que olham para a IA e robótica com olhos de salvação a muitos problemas da Humanidade. Esforços de vários investigadores têm vindo a ser desenvolvidos em vários campos (académicos, empresariais e governamentais), para que num futuro próximo sejam distribuídas tarefas que possam colocar vidas humanas em perigo a agentes robóticos, mas até lá muito trabalho ainda está por desenvolver.

O RoboCup, uma competição internacional já com 14 edições, surge com o objectivo de promover a IA e a robótica, oferecendo anualmente um encontro de investigadores para que com a partilha de informação entre os participantes, as áreas promovidas possam ter um desenvolvimento ainda mais rápido. Apesar de alguns temas das competições escolhidas no RoboCup parecerem menos preocupadas com problemas sociais ou ambientais, é de realçar que obtendo respostas e soluções a desafios criados num jogo de futebol ou num robô dançarino, é adquirida enorme experiência e informação útil para ser usada posteriormente em agentes robóticos de resgate ou de serviço social.

No meio de várias competições, o RoboCup Soccer, a que simula o futebol, é de longe a que tem mais adeptos e equipas a tentar levar a taça para casa. O futebol, apelidado de desporto Rei pela enorme quantidade de pessoas que o seguem entusiasticamente em todo o mundo e que é jogado por milhões de jogadores, é representado no RoboCup Soccer com várias ligas que colocam equipas de agentes robóticos a tentar jogar futebol como os humanos. Longe de estarem perfeitas, as equipas mostram progressos todos os anos, deixando ainda em aberto o sonho de uma equipa robótica ganhar a uma equipa humana em 2050.

Introdução

No meio destas equipas, surgem as equipas portuguesas FCPortugal e 5DPO, ambas representando a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP). As duas equipas, conceituadas no meio das competições nacionais e internacionais de futebol robótico, já ganharam mais de 30 troféus em competições internacionais. Ficar bem classificado entre as melhores equipas da competição não é fácil pois todos os anos novas equipas surgem, várias equipas melhoram significativamente os seus algoritmos e as próprias regras das várias ligas sofrem alterações para tentarem aproximar-se cada vez mais das regras da *Fédération Internationale de Football Association* (FIFA) - e do futebol real.

As várias ligas do RoboCup Soccer têm vários desafios diferentes, assim como similaridades comuns, pois todas têm o mesmo objectivo de fazer equipas jogarem futebol. Colocar um grupo de pessoas a jogar futebol como uma equipa requer tempo, trabalho e determinação, e isso não é diferente no RoboCup para com os agentes de IA. Muitas são as instruções a serem passadas para cada agente. Muitas são as diferentes situações que um jogo de futebol cria e que é preciso “ensinar” a cada agente como lidar com ela. Muitos são os algoritmos e abordagens existentes para cada situação.

Traçar a estratégia da equipa dando com precisão e clareza o papel a cada agente robótico para cada situação do jogo, estabelecendo qual a sua posição, a sua missão ou o seu comportamento, é um dos pontos que as equipas da FEUP tencionam melhorar na sua abordagem para o próximo RoboCup. O desenho da estratégia para os agentes é feita ainda em alguns casos de forma manual, levando algum tempo a elaborar novas estratégias e ao aumento da probabilidade de cometer erros de sintaxe ou mesmo táticos. Nas estratégias utilizadas, o uso de jogadas estudadas (JEs) é um conceito pouco estudado no RoboCup que a equipa FCPortugal tenciona explorar.

O estudo e desenvolvimento de metodologias de representação de JEs e a posterior criação de uma aplicação gráfica que permita o desenho dessas representações é o objecto de estudo desta dissertação. A aplicação desenvolvida irá minimizar o tempo despendido na definição de JEs assim como diminuir substancialmente os erros produzidos. A aplicação será usável não só para a equipa FCPortugal mas também para utilizadores não especialistas do futebol robótico.

1.2 Objectivos

O principal objectivo do trabalho consiste em desenvolver metodologias de representação e visualização de JEs que permitam a criação de uma aplicação gráfica que sirva os interesses da equipa FCPortugal.

Essa aplicação gráfica terá de permitir o desenho de JEs de forma fácil, rápida e simples e que permita a exportação das mesmas para o formato definido pela *framework* FCPortugal Setplay (FFS). A importação de JEs já previamente definidas e ainda a interacção com ferramentas de teste e de *debug* são outras das funcionalidades desejadas.

Introdução

Sendo prioritário que a interface funcione para a liga 2D, seria também desejável que a aplicação fosse genérica para qualquer liga do RoboCup Soccer. A sua arquitectura deverá ser pensada de maneira a que seja possível incorporar facilmente outros módulos de definição de abstracções de estratégia, como definição de tácticas, formações ou papéis de jogadores.

É de realçar que a usabilidade da aplicação é de máxima relevância, já que seria extremamente interessante ter a ajuda de especialistas de futebol na criação de novas JEs para a equipa FCPortugal. A apresentação de uma aplicação amigável de usar, intuitiva, limpa, clara e objectiva, será importante para que tais especialistas do futebol possam usá-la da maneira mais produtiva possível.

1.3 Estrutura da Dissertação

A estrutura desta dissertação está organizada em seis capítulos.

No primeiro capítulo, no qual nos encontramos, foi feita a introdução e apresentado de forma sucinta o contexto e objectivos da dissertação.

No próximo capítulo, denominado Revisão Bibliográfica, será descrito o estado da arte da área de pesquisa, abordando temas como o RoboCup, o RoboCup Soccer, a estratégia no futebol, *software* com aplicações de definição de estratégia para futebol (ADEF) e ainda outros *softwares* utilizados no RoboCup Soccer.

No capítulo 3 é feita a especificação do projecto, descrevendo a FFS e expondo os requisitos, a arquitectura da aplicação e as tecnologias utilizadas no seu desenvolvimento.

O capítulo 4 apresenta a interface da aplicação desenvolvida, um exemplo de uma JE criada pela mesma e ainda descreve detalhes de usabilidade e optimização que foram tidos em conta no seu desenvolvimento.

Os testes, resultados e conclusões dos mesmos sobre a usabilidade da aplicação são descritos no capítulo 5.

No capítulo 6 é apresentado a conclusão e o trabalho futuro.

Capítulo 2

2 - Revisão Bibliográfica

2.1 RoboCup

O RoboCup é um projecto a nível mundial que nasceu com o objectivo da promoção da IA e da robótica inteligente, fornecendo um problema padrão e bem conhecido - um jogo de futebol - onde várias tecnologias podem ser integradas e examinadas [KAKNE97]. As equipas concorrentes têm que trabalhar em diversas áreas de conhecimento dos quais se destacam [KAKNOM97]: arquitectura de agentes autónomos, robótica, reconhecimento, planeamento, raciocínio e acção em tempo real e em ambientes dinâmicos, prospecção de dados vindos de sensores, colaboração multi-agente, aprendizagem de comportamentos para resolver tarefas complexas, aquisição de estratégias e modelos cognitivos.

Como qualquer iniciativa, objectivos finais devem ser estipulados, e a partir [KAKNOM97] do objectivo mais modesto, o de desenvolver uma equipa de futebol robótico que jogue como uma equipa humana, o sonho do RoboCup é desenvolver uma equipa de futebol robótico que vença a equipa humana campeã mundial de futebol, tal como é referido na seguinte citação:

“By mid-21st century, a team of fully autonomous humanoid robot soccer players shall win the soccer game, comply with the official rule of the FIFA, against the winner of the most recent World Cup.”

Actualmente o RoboCup, que já vai para a sua décima quinta edição, é mais que uma competição de futebol robótico, acolhendo várias competições divididas em várias ligas, que abrangem diferentes objectivos mas problemas relacionados já referidos anteriormente.

2 - Revisão Bibliográfica

As competições e respectivas ligas para o RoboCup 2011 [RobIst11] serão:

- RoboCup Soccer:
 - Liga de simulação (2D, 3D) – Soccer Simulation League (SSL)
 - Liga de robôs pequenos - Small Size League (SSL)
 - Liga de robôs médios - Middle Size League (MSL)
 - Liga de robôs humanóides - Humanoid League
 - Liga de robôs com plataforma normalizada - Standard Platform League (SPL)

- RoboCup Rescue:
 - Liga de simulação de salvamento - Rescue Simulation League
 - Liga robótica de salvamento - Rescue Robot League

- RoboCup Junior:
 - Desafio de dança - Dance Challenge
 - Desafio futebolístico - Soccer Challenge
 - Desafio de salvamento - Rescue Challenge
 - Desafio de demonstração CoSpace - CoSpace Demo Challenge

- RoboCup @Home

O RoboCup Soccer é a competição mais antiga e a que deu nome ao actual RoboCup. Esta competição e as suas ligas serão descritas na secção 2.2.

Pensando em problemas mais sérios da vida quotidiana, como a gestão da resposta a desastres os quais envolvem grandes quantidades de agentes heterogéneos em ambientes hostis, foi criado a competição RoboCup Rescue [RobRescue2011]. Esta competição foi estimulada pelo grande terramoto Hanshi-Awaji e promove a pesquisa e o desenvolvimento de vários campos como a coordenação do trabalho em equipa de agentes, robôs de salvamento, um simulador padrão e sistemas de apoio à decisão, entre outros, que poderão vir no futuro a ajudar neste grande problema social. A competição na sua liga de simulação recria uma cidade onde ocorre um desastre, sendo o maior objectivo salvar vidas humanas, coordenando as equipas médicas, policiais, salvamento entre outras. A liga robótica põe à prova os robôs quanto à sua mobilidade, percepção e planeamento em diferentes situações de salvamento e procura.

O RoboCup Junior [RobJunior2011] é uma iniciativa de projecto educacional que patrocina eventos locais, regionais e internacionais para jovens estudantes. Com os seus quatro desafios, esta competição é uma oportunidade altamente motivadora para os mais novos aprenderem a trabalhar em equipa enquanto partilham experiências e habilidades desenvolvidas com a tecnologia electrónica.

A mais recente competição, a RoboCup @Home [ZW07] tem como objectivo desenvolver aplicações nos domínios de robôs de serviço e assistência, inteligência no ambiente onde o robô está inserido e interacção humano-robô, para poderem ser aplicadas no futuro na robótica doméstica. Há fortes ligações desta competição com o RoboCup Soccer, já que se os robôs de

futebol jogarem contra humanos deverão perceber o meio-ambiente (estádio) e as reacções e acções dos seres humanos.

2.2 RoboCup Soccer

O RoboCup Soccer foi criado em 1996 [RoboCup2011], ainda sem esse nome, a par da criação do RoboCup, no evento denominado Pre-RoboCup-96. Nessa ocasião, apenas 8 equipas participaram na liga de simulação e na demonstração de robôs para a liga dos robôs médios. No ano seguinte, o número de equipas participantes ascendeu para 40. Hoje em dia, reúne cinco ligas diferentes, algumas com sub-ligas ou desafios em paralelo e o número de equipas a participar não pára de crescer. A comunidade é bastante activa, desenvolvendo todos os anos algoritmos e robôs inovadores e propondo novas regras ou mesmo novas ligas. Havendo algumas equipas com bastante experiência e por conseguinte, algum favoritismo, nenhuma equipa pode dizer que será a nova campeã, pois todos os anos aparecem equipas sensação, que mesmo nos seus anos de iniciação, obtêm resultados muito positivos. Isto deve-se à disponibilização do código fonte, o que leva infelizmente a que algumas equipas tenham atitudes menos correctas e plagiem o trabalho de outras equipas, sendo naturalmente penalizadas.

Devido às suas características, as ligas podem ser divididas em ligas de simulação ou robóticas. Nas ligas de simulação, os robôs são somente virtuais e o seu foco é no desenvolvimento da IA e da estratégia da equipa, enquanto se espera pelo avanço do *Hardware*. Nestas ligas, os jogadores são representados por agentes de *software* que interagem com um servidor comum que simula o jogo. No entanto, nas ligas robóticas o desafio é outro. Controlo de movimentos e tratamento da informação captada pelos sensores são os maiores problemas de muitas equipas. Aliás, é nesses dois campos que se ganham jogos nas ligas robóticas. Algumas equipas mais experientes já vão apostando em alguns conceitos de estratégia, que normalmente são testadas previamente na liga de simulação.

2.2.1 Liga de simulação 2D

Na liga de simulação 2D [2DSSL-2011], duas equipas, cada uma representada por onze programas de software autónomos (chamados agentes), jogam futebol num estádio virtual em duas dimensões, representado por um servidor central chamado RoboCup Soccer Server (RCSServer). Na figura 2.1, pode ser visualizado uma imagem de uma partida desta liga.

2 - Revisão Bibliográfica

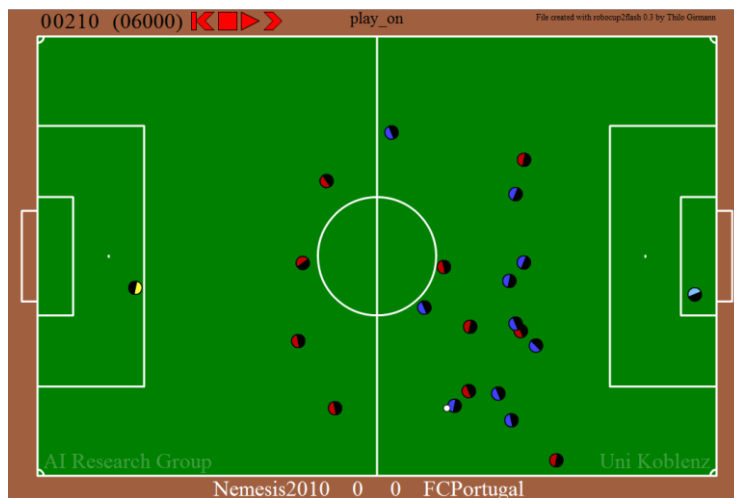


Figura 2.1 - Partida de futebol da liga de simulação 2D.

Nesta liga, o conhecimento e experiência das equipas participantes já é bastante avançado, o que faz com que seja possível ver jogos de futebol em 2D com fluidez e emoção. O jogo desenrola-se com o envio, por parte de cada agente, de comandos básicos como "chutar", "passar", "correr" para o RCSServer. O servidor que sabe tudo sobre o jogo, como a posição dos jogadores e da bola, executa os comandos actualizando o estado do jogo e envia para os agentes as percepções recolhidas através de sensores virtuais. A comunicação é feita via UDP/IP e a arquitectura pode ser visualizada na figura 2.2 [Reis2003]. Verifica-se na figura a presença do RoboCup Soccer Simulator Monitor (RCSSMonitor), um programa que a partir dos comandos executados pelo RCSServer os representa em 2D.

Para tornar o jogo mais próximo da realidade, os comandos recebidos pelo RCSServer são executados de forma imperfeita, assim como as percepções enviadas aos agentes são imperfeitas. Cada agente comporta-se o mais próximo possível de um jogador real, tendo um campo de visão e auditivo limitado, condição física e habilidades. A partir da posição e do ângulo do corpo e da cabeça de cada agente, as percepções são calculadas e enviadas pelo RCSServer.

O jogo decorre em 2 partes de 5 minutos, representados por 3000 ciclos, no qual, no mínimo em cada ciclo (de duração de 100ms), as percepções do servidor são enviadas para cada agente. Cada agente deve enviar as suas acções, se assim o entender, até ao limite de cada ciclo.

Os agentes de cada equipa podem e devem comunicar entre si, utilizando sempre o servidor como intermediário, tentando determinar em cada estado do jogo, qual a melhor acção que a equipa e que cada agente deve realizar.

Para que as regras do jogo sejam respeitadas, o RCSServer disponibiliza ainda um árbitro que consegue determinar os golos, as bolas fora do campo, fora de jogo e faltas cometidas pelos jogadores.

2 - Revisão Bibliográfica

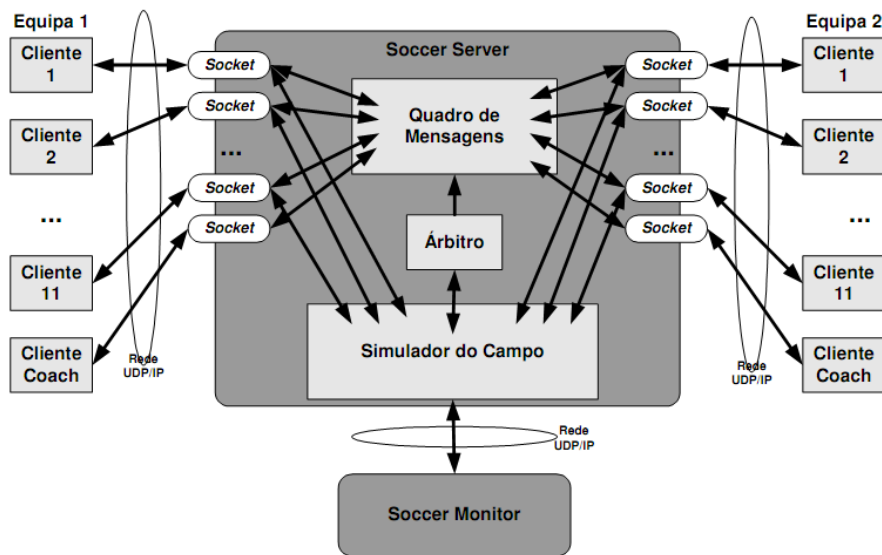


Figura 2.2 - Arquitectura do RCSServer [Reis2003].

2.2.2 Liga de simulação 3D

A outra liga de simulação, a liga de simulação 3D criada em 2004 (na figura 2.3 é visualizada uma imagem de uma partida desta liga), é uma competição que traz mais realismo que a liga de simulação 2D. Isto deve-se ao facto de ao ser adicionada a terceira dimensão, cria mais similaridades com o futebol real, podendo ser simuladas físicas mais complexas e estudadas diferentes estratégias e abordagens que em 2D eram impossíveis [3DSSL-2011]. Os jogadores são bastante diferentes, pois deixa-se de lidar com círculos para se lidar com jogadores humanóides tendo características locomotivas bastante mais próximas aos humanos.



Figura 2.3 - Imagem de jogo de futebol da liga de simulação 3D.

Inicialmente, esta liga preocupava-se mais com o controlo dos robôs humanóides, como correr, virar, chutar, passar e colocar-se em pé. Com a inclusão do Nao robô, essas dificuldades

2 - Revisão Bibliográfica

têm vindo a ser ultrapassadas nos últimos anos, trazendo novo interesse à liga, pois as equipas preocupam-se agora em torno da estratégia e de comportamentos de alto-nível inter-agentes tal como sucede na liga 2D.

Esta liga, simulando os Nao robot (previamente simulando os Soccerbot), é ainda uma grande oportunidade de teste para as equipas da SPL, discutida mais à frente. Para simular o jogo é utilizado o SimSpark [SimSpark11].

Os jogos em 3D desenrolam-se de maneira similar à liga de simulação 2D, havendo na mesma uma arquitectura cliente-servidor, mas ainda com poucos jogadores a confrontarem-se: em 2009 jogava-se em equipas de 3vs3 e em 2010 [3DSSLRules-2010] cada equipa tinha que apresentar entre 4 a 6 jogadores.

2.2.3 Liga dos robôs pequenos

Os jogos de futebol na SSL (na figura 2.4 é visualizada uma imagem de uma partida desta liga) são disputados por 2 equipas, cada uma constituída por 5 pequenos robôs, num campo de dimensões 6,1m por 4,7m [SSL2011]. Os jogos desta liga são os mais divertidos de serem vistos já que os robôs movem-se em grande velocidade e têm a capacidade de chutar a bola com velocidades superiores a 3m/s [SP2001].



Figura 2.4 - Partida de futebol da liga de robôs pequenos.

Jogando com uma bola de golfe, os robôs com 18 centímetros de diâmetro e 15 de altura, têm sido objecto de estudo de várias áreas como desenho electromecânico, electrónica digital, electrónica de potência, comunicação sem fios e teoria do controlo.

Acima do campo, a 4 metros, está colocada uma câmara conectada a um computador central para dar acesso às equipas a um sistema de visão global, dando a conhecer a posição de todos os jogadores no campo e da bola. O computador central serve também para dar comandos de arbitragem, apesar de haver na mesma um árbitro humano para colmatar as falhas do computador e recolocar a bola em campo.

Os robôs têm que respeitar algumas regras de arquitectura, não podendo, por exemplo, encapsular a bola, mas por outro lado os agentes robóticos podem ter o seu próprio sistema de

visão local. Os robôs podem utilizar também conexões sem fios para comunicar com computadores do exterior, para receber comandos ou indicações de estratégia.

Até agora, as equipas com mais sucesso têm sido aquelas que mostram mais qualidades em termos da velocidade e controlo de bola, mas nos últimos anos começa a ver-se algumas equipas preocupadas com a estratégia.

2.2.4 Liga dos robôs médios

A liga MSL (na figura 2.5 é visualizada uma imagem de uma partida desta liga) apresenta jogos de futebol, de 15 minutos cada parte, com equipas até 5 robôs, a jogar num campo de dezoito por doze metros, seguindo as regras da FIFA com algumas alterações necessárias ao futebol robótico. A bola tem as mesmas dimensões e peso de uma bola de futebol oficial de um jogo de futebol de humanos. Os robôs são completamente autónomos, podendo comunicar entre si e recebendo comandos de arbitragem do exterior. Qualquer outro tipo de informação vinda do exterior, como visão geral do campo ou comandos estratégicos, é proibido. Cada robô tem um peso máximo 40 kg, altura de 80cm e a sua projecção vertical no chão tem de perfazer um quadrado cujo lado tenha as dimensões entre 30cm e 52cm. Nesta estrutura, os robôs têm que transportar todo o seu sistema de controlo, visão e comunicação [MSL2010].



Figura 2.5 - Partida de futebol da liga de robôs média.

A decisão de cada robô é então completamente autónoma, recorrendo ao que vêem, ao que comunicam com os colegas de equipa e ao que calculam utilizando o computador que transportam.

Tal como na SSL, algumas equipas começam a apresentar algumas capacidades de seguir uma estratégia, respeitando uma formação e desenhando jogadas já previamente estabelecidas. No entanto ainda são muitas as equipas que continuam a aperfeiçoar o seu *hardware*, tendo ainda problemas para resolver na locomoção e na visão de jogo.

2.2.5 Liga dos robôs humanóides

A liga dos robôs humanóides (na figura 2.6 é visualizada uma imagem de uma partida desta liga) é a liga que apresenta jogos de futebol mais parecidos com o futebol humano devido aos seus jogadores robôs apresentarem um corpo similar ao corpo humano.



Figura 2. 6 - Partida de futebol da liga de robôs humanóides - tamanho criança.

As regras ditam inclusivamente que os sensores auditivos e visuais devem ser colocados na cabeça do robô, sendo que outros sensores, como o de pressão, podem ser colocados em qualquer parte do corpo [Humanóide2010]. Com estas restrições de percepções por parte do robô, aliadas à locomoção bípede, torna a liga longe de ser entusiasta pois os robôs movem-se muito lentamente. Estas dificuldades fazem com que ainda não seja interessante ter muitos robôs dentro do campo.

A liga humanóide é dividida em três sub-ligas tendo em conta o tamanho dos robôs: criança - (*kid-size*), tamanho adolescente - (*teen-size*) e tamanho adulto - (*adult-size*). Nas primeiras duas sub-ligas são jogados jogos de dois ou três jogadores, sendo um o guarda-redes. Na sub-liga do tamanho adulto é apenas criada uma situação de um jogador contra outro, onde um robô tem que pegar a bola no meio campo, movê-la e depois rematá-la tentando marcar golo na baliza defendida pelo robô adversário. No final, as posições dos robôs são trocadas.

Em qualquer uma das ligas, os robôs têm que ser completamente autónomos, mesmo quando caem ao chão têm que se levantar sozinhos sem intervenção humana.

Além dos outros objectos em estudo partilhados pelas outras ligas, a liga humanóide tem que lidar com problemas de elevado grau de dificuldade como as acções locomotivas e a percepção visual para reconhecimento da bola, de outros jogadores e da própria localização. Com estes problemas ainda pela frente e com poucos jogadores em cada campo, ainda não são estudadas nem executadas grandes estratégias nas equipas.

2.2.6 Liga de robôs humanóides com plataforma normalizada

Como o próprio nome sugere, nesta liga todas as equipas têm robôs idênticos, promovendo assim, somente o desenvolvimento de *software* (na figura 2.7 é visualizada uma imagem de uma partida desta liga).

Os jogos decorrem num campo com seis por quatro metros de dimensão e com uma bola laranja de hóquei de campo que pesa aproximadamente cinquenta e cinco gramas e tem sessenta e cinco milímetros de diâmetro. Neste momento, o número de robôs em cada partida é de quatro por equipa [SPL2011] .



Figura 2.7 - Partida de futebol da liga de robôs humanóides normalizados.

Paralelamente às actividades normais de um jogo de futebol, os robôs têm ainda que tentar ultrapassar alguns desafios. No último RoboCup, foram colocados três desafios:

- Livre: cada equipa apresenta algo que ache interessante, criativo e relevante com os seus robôs;
- Passe: dois robôs têm que fazer passes consecutivos, promovendo o passe e recepção dos robôs;
- Bola parada: um robô tem que ultrapassar outros três robôs parados e rematar à baliza.

Anteriormente a liga era jogada com os cães robôs Sony AIBO, sendo agora utilizados os robôs humanóides Nao da Aldebaran. Com ligação à liga de simulação 3D, esta liga promove o desenvolvimento da estratégia das equipas até porque os robôs têm que ser completamente autónomos, sem qualquer ligação ao exterior, a não ser para receber comandos de arbitragem por um computador apelidado de *GameController*.

2.2.7 Comparação entre as ligas

Com a tabela 2.1 pretende-se fazer uma comparação de todas as ligas. Como se pode visualizar, há alguns aspectos semelhantes e outros bastante diferentes entre as várias ligas.

2 - Revisão Bibliográfica

Tabela 2.1 - Comparação de perceptores, actuadores e outras variáveis entre as ligas do RoboCup Soccer.

		Simulação		Robôs			
		2d	3d	Pequena	Médios	Humanóides	Normalizados
Perceptores	Visão	Enviada para cada agente após pré-processamento por parte do servidor		Global partilhada pelas duas equipas e local nos robôs.	Autónoma e local	Autónoma e local e idêntica à humana	
	Audição			---	---	Local e idêntica à humana	Local e idêntica à humana
	Outros	Capacidade física	Sensores de pressão, acelerómetros entre outros	---	---	Possibilidade de sensores de pressão, acelerómetros, entre outros	Sensores de pressão, acelerómetros entre outros
Locomoção		2D Linear	Bípede	Usando rodas		Bípede	
Comunicação		Entre quaisquer jogadores, em qualquer altura, mas através do servidor respeitando os protocolos e a largura de banda do servidor		Sem fios inter-robôs e com computadores externos		<i>Sem fios</i> inter-robôs e com computadores externos somente para comandos de arbitragem	
Habilidades		Heterogéneas	Uniforme para todas as equipas	Dependente da arquitectura do robô			Uniforme para todas as equipas
Actuadores	Rematador	Simulado	Partes do corpo do robô excepto membros superiores Simulado	Através de qualquer parte do robô, mas normalmente através de uma pá feita para o efeito		Partes do corpo do robô excepto membros superiores	
	Outros	---	Utilização de partes do corpo do robô para o fazer levantar quando cai.	---	---	Utilização de partes do corpo do robô para o fazer levantar quando cai. ---	Utilização de microfone para emissão de mensagens

2 - Revisão Bibliográfica

Nas ligas dos robôs pequenos, médios e humanóides, os robôs são muitas vezes construídos de raiz por cada equipa, o que acentua as diferenças ao nível da actuação e percepção. Respeitando sempre as regras das ligas, é visível que algumas equipas são superiores na velocidade, na capacidade de arranque, viragem, remate, em tapar espaços, etc. Os robôs da liga humanóide, por terem locomoção bípede e mais dificuldade no equilíbrio, movem-se ainda muito devagar, sendo bastante diferente em termos de suspense e entusiasmo ver jogos desta liga comparativamente com as outras robóticas. Na liga de robôs normalizados são ignorados muitos dos problemas dos actuadores e perceptores porque todas as equipas têm o mesmo tipo de robô. Nesta liga, de forma análoga às ligas de simulação, existe um maior foco no desenvolvimento de estratégias a nível de *software*.

2.3 Equipas da FEUP no RoboCup

Nos últimos anos, a FEUP tem vindo a ser representada por duas equipas no RoboCup: a FCPortugal e a 5DPO. Este ano apresenta-se uma nova equipa: a Portuguese Team.

2.3.1 FCPortugal

A equipa FCPortugal [RL2001][RLO2001][LR2007][RLM2010] é uma equipa de futebol robótico, desenvolvida por investigadores de grupos de IA e robótica da FEUP e da Universidade de Aveiro (UA). Nascida em Fevereiro de 2000, consegue a proeza de no primeiro ano ser campeã europeia (Amesterdão) e mundial (Melbourne) de futebol simulado 2D [RL2001]. Apostando em várias ligas, simulação 2D, simulação 3D, competição de treinadores, simulação de salvamento e liga de futebol com pernas, conseguiu mais 6 primeiros lugares e muitas outras excelentes prestações nos últimos 10 anos.

No desenvolvimento das equipas para as diferentes ligas, a FCPortugal tem vindo a partilhar o mesmo código de alto-nível para todas elas através de uma *framework* comum, sendo que o código referente às habilidades dos agentes, devido às características diferentes de cada liga, tem que ser específico para cada uma. Esta partilha de código vai ao encontro da filosofia do RoboCup de desenvolver código genérico para poder ser aproveitado em outras situações.

Na liga de simulação 2D, a estratégia da equipa FCPortugal passa por transmitir a cada agente, depois de recolhidos os dados num determinado estado do mundo, um conhecimento de três níveis:

- Execuções de acções individuais: de baixo nível como correr, chutar, passar, etc.;
- Decisões individuais: algoritmos de decisão de acção a escolher (tendo em conta as acções disponíveis;
- Cooperação com outros agentes: estratégia de alto nível, como formações, papéis e JEs entre muitos outros.

2 - Revisão Bibliográfica

Tendo sempre em mente a recolha e desenvolvimento de melhores abordagens de códigos e algoritmos, a equipa FCPortugal tem vindo a incorporar na sua *framework* comum, trabalhos desenvolvidos (publicamente disponíveis) por outras equipas do RoboCup Soccer. Na penúltima edição do RoboCup, a equipa apresentou um conceito de JEs que já vinha a desenvolver há algum tempo.

2.3.2 5DPO

Formada por investigadores, professores e estudantes da FEUP e com parceria com o INESC Porto, a 5DPO [5DPO2011] é outra equipa portuguesa que marcou presença em algumas edições do RoboCup. Criada em 1998, tem vindo a participar nas ligas de robôs pequenos e de robôs médios tendo sido campeã europeia algumas vezes e tendo outros resultados muito positivos no RoboCup mundial.

A estratégia das equipas robóticas criadas pela 5DPO, baseia-se numa máquina de estados com hierarquias. Dependendo do estado do jogo e de algumas variáveis pré-definidas, são seleccionados novos papéis para cada um dos robôs. Cada papel tem um conjunto de tarefas a serem feitas e cada tarefa é constituída por diversas acções.

2.3.3 Portuguese Team

As experientes equipas FCPortugal, 5DPO e ainda a Cambada Team (equipa da Universidade de Aveiro que tem vindo a participar na MSL [CAMBADA2011]) decidiram juntar esforços para este ano criarem uma nova equipa - a Portuguese Team - a participar na liga SPL na edição 2011 do RoboCup.

Recorrendo aos seus largos conhecimentos no futebol simulado e nas ligas robóticas, tentarão entre outros, abordar e desenvolver da melhor maneira os seguintes tópicos: sistemas multiagentes (SMA), coordenação em SMA, análise de jogos, modelação de raciocínio estratégico, processamento de imagens em tempo real e desenvolvimento de pontes na ainda grande separação a nível estratégico entre o futebol real, robótico e simulado.

2.4 Estratégia

O conceito de estratégia foi mudando ao longo dos tempos, assim como o seu estudo e aplicação. Desde a Grécia antiga onde a palavra 'estratégia' (*destrategia* ou *strategiké*) tinha o significado da arte ou capacidades do general (o *strategós*) - o general é aquele que pratica a estratégia [Heuser2010] - passando pela idade média, a palavra estratégia sempre teve grande conotação à guerra.

Já na idade contemporânea, a palavra começou a ser adoptada para além do campo militar, primeiramente na política, sendo hoje usada noutras áreas como a dos negócios, a da economia, a dos jogos e a do desporto.

Não tendo um significado consensual e único, estratégia pode ser definida num sentido genérico como: [Strategy2011] "A arte e a ciência de planear e mobilizar recursos para a sua utilização mais eficiente e eficaz."

Mas como saber se a estratégia é a mais eficiente e eficaz? O sucesso da mesma é a sua métrica, validando ou não a estratégia. No entanto, revelar uma estratégia, pondo-a em prática, torna-a obsoleta, isto é, como Sir Brian Pitman afirmou "Existe sempre uma estratégia melhor que a que vocês têm; simplesmente ainda não pensaram nela" [Pitman2003].

A estratégia está presente, hoje em dia, em tudo o que de uma maneira ou outra tem valor e do qual se quer valorizar ainda mais. Nesta secção, serão abordadas resumidamente a estratégia no desporto e de uma maneira mais aprofundada a estratégia no futebol e no RoboCup.

2.4.1 Estratégia no desporto

O mundo dos desportos é enorme e todos os anos deparamo-nos com uma nova modalidade inventada ou recuperada da antiguidade. Nos desportos já existentes, é notória a melhoria de qualidade de jogo apresentada pelas equipas todos os anos. O que faz esta diferença ao longo da história? O treino intensivo, as condições de treino, entre muitos outros factores e, claro, a estratégia.

O conceito de treinador nem sempre foi presente. Ter alguém que pense no jogo de fora do campo, traz inúmeras vantagens, deixando a parte física e técnica para os praticantes. Claro que alguns praticantes têm que se preocupar com a estratégia, acontecendo muito nos casos dos desportos individuais. Já nos colectivos é geralmente deixada para uma pessoa ou equipa de pessoas, externa à equipa de jogadores. Depois, há que ver se o desporto promove confronto directo entre equipas e/ou pessoas, como o caso do futebol e do ténis, ou de resultados ou metas mas sem haver disputa de um objecto ou conquista de terreno adversário, como é o caso da canoagem e da natação. Devido a estes factores e a muitos outros, é difícil tecer estratégias semelhantes para os diferentes desportos.

A estratégia no desporto tem vindo nos últimos anos a tornar-se ainda mais vital para o sucesso dos vencedores. O profissionalismo das modalidades traz exigência de resultados positivos, enquanto os ainda amadores têm mais preocupação em jogar o jogo pelo jogo sem se preocuparem com ordens tácticas superiores.

A tecnologia tem vindo a desempenhar um papel importantíssimo no desenvolvimento das estratégias. A gravação das partidas das modalidades e a análise posterior das mesmas faz com que a preparação dos próximos jogos seja enriquecida de informação. Os *softwares* de simulação, painéis tácticos, analisadores, entre outros, proporcionam uma mais-valia para os treinadores, para o desporto e para o espectáculo em si.

2.4.2 Estratégia no futebol

O impacto da estratégia no futebol tem vindo a relevar-se o ponto-chave da diferença entre equipas como afirma o conhecido treinador português Manuel Cajuda [Cajuda2010] "Porém, quando penso na minha equipa de futebol, quando imagino como gostaria que ela funcionasse em jogo, não é na tática que penso primeiro. É na estratégia. É aqui que se começam a ganhar e a perder jogos."

Todos os anos, as equipas reforçam-se, contratando os jogadores que pensam colmatar as suas falhas. Para todos os jogos, são colocados os jogadores na melhor forma possível, fazendo-os treinar situações especiais, fazendo-os ficar na melhor forma física e dando-lhes indicações do que fazer dentro do campo. As melhores equipas, isto é, aquelas que supostamente têm os melhores jogadores, as melhores condições de treino, e o melhor treinador, por vezes perdem contra equipas com menos meios. Aqui, entra a estratégia. E nem sempre o melhor treinador consegue passar a melhor estratégia para os melhores jogadores.

A estratégia no futebol é então algo muito complexo e difícil de colocar em prática na perfeição. A estratégia é, como Manuel Cajuda refere [Cajuda2010] "...todo o conjunto de iniciativas mentais, técnicas e táticas que darão a unidade pretendida à minha equipa de futebol...", um conjunto de variáveis, que só como um todo poderá ajudar no sucesso das equipas.

De seguida serão descritos alguns dos pontos mais importantes para a elaboração de uma estratégia no domínio futebolístico. Previamente, será descrito sucintamente o que é o futebol e algumas das suas regras.

Regras

O futebol moderno, jogo bem conhecido de todos e o favorito para muitos, teve o seu início na Inglaterra em 1863 [FIFAhistoria11]. As suas regras foram inicialmente registadas em 1886, mas têm vindo a sofrer algumas modificações ao longo dos anos. As dezassete leis do Futebol, descritas extensamente em "*laws of the game*" [FIFAregras11], podem ser resumidas nos seguintes pontos:

- O objectivo principal de cada equipa é levar a bola controlada, objecto esférico com cerca de onze centímetros de raio e meio quilo de peso, fazendo-a entrar na baliza adversária, evitando ao mesmo tempo que a equipa contrária faça o mesmo com a sua baliza;
- O futebol é disputado por duas equipas compostas por onze jogadores cada uma, da qual um é o guarda-redes e os restantes jogadores de campo;
- O jogo é jogado num campo de futebol, cujas dimensões têm cerca de cem por setenta metros. Em cada extremo do campo existe uma baliza;
- As equipas têm noventa minutos, repartidos em duas partes, para tentarem atingir o seu objectivo;

2 - Revisão Bibliográfica

- A bola pode ser tocada pelos jogadores com qualquer parte do corpo, excepto os membros superiores. A única excepção é o guarda-redes que pode fazer uso dos braços e mãos para defender a baliza da sua equipa. No entanto, só o pode fazer dentro de uma área, apelidada de grande área;
- O futebol é para ser jogado com *fair-play*, e por isso mesmo, todas as acções que possam prejudicar a integridade física dos jogadores é punida, podendo os jogadores infractores virem a ser expulsos do jogo;
- Sempre que a bola é posta fora das linhas do campo ou é marcada uma falta, é necessário repor a bola em jogo, nos chamados "lances de bola parada".
- Para certificar que as regras do jogo estão a ser cumpridas, o jogo é ajuizado por três árbitros, um principal e dois fiscais de linha.

Outras regras foram adaptadas para jogos de juvenis, ou para outros tipos de campo, como o futebol de praia ou o futsal, no entanto o objectivo principal é sempre o mesmo: colocar a bola dentro da baliza adversária sem o recurso aos braços e mãos.

Papéis

No desenrolar de uma partida de futebol, os jogadores de cada equipa têm normalmente um papel (também chamado de posição) a cumprir, para que toda a equipa possa trabalhar em conjunto, evitando que sejam simplesmente onze jogadores a correr atrás de uma bola sem organização.

Apesar de, numa maneira simplista, se poder dizer que uma equipa de futebol é composta pelos guarda-redes, defesas, médios e atacantes, por vezes é difícil discernir o real papel que um jogador está a realizar. O jogo de futebol é tão imprevisível que por vezes os atacantes têm que fazer tarefas defensivas e noutras ocasiões, os defesas têm de ajudar os atacantes nas suas missivas ofensivas.

O papel que cada jogador desempenha não é portanto algo fixo durante o jogo e mesmo jogadores com o mesmo papel, poderão vir a ter pequenas missões adicionais, como a marcação de um jogador adversário específico, trocar de flanco com outro jogador, rematar somente dentro da área, entre outros.

Em situações específicas do jogo, como em livres ou cantos, normalmente são efectuadas JEs, onde os jogadores envolvidos nas mesmas têm um papel a cumprir. Esses papéis e as JEs serão ainda discutidos nesta secção.

É apresentado no anexo A, uma lista não exaustiva baseada em páginas da Web da especialidade [STGPos2011] [ExpFootPos2011], dos possíveis papéis que um jogador pode desenrolar durante uma partida de futebol.

Formações

As formações descrevem como os jogadores se devem organizar posicionalmente dentro do campo. Os nomes das formações mais comuns são o "4-4-2" e "4-3-3". Os nomes têm este

2 - Revisão Bibliográfica

formato porque estão de acordo com o número de jogadores usados pela equipa, distribuídos pelos 3 grandes sectores imaginários do fluxo do jogo: defesa, meio-campo e ataque. 4-3-3 representa portanto uma formação com 4 defesas, 3 jogadores de meio campo e 3 atacantes. O guarda-redes, pela sua posição sempre normalizada, "no meio dos postes" não entra para as contas das formações. Dividindo o campo em mais partes é usual ainda ver formações do tipo 3-2-3-2 ou 4-1-2-2-1.

Por vezes, durante o mesmo jogo, as equipas mudam as suas formações tendo em conta o tempo do jogo, o resultado do jogo e o que é necessário fazer para atingir o fim pretendido, mudando normalmente para formações mais defensivas quando querem preservar o marcador, ou para formações mais ofensivas quando querem alterar o mesmo. Em outras situações, como quando são efectuadas substituições, também pode ser mudada a formação de modo a colocar o jogador que entrou na posição em que ele e a equipa se sentem mais confortáveis. Da mesma forma, quando há alguma expulsão, a formação é forçosamente mudada.

Contudo, deve-se olhar para as formações como meros desenhos de ideais posicionamentos dos jogadores, sendo impossível a estes, durante todo o jogo, manter a rigidez de cada formação. Cruzando a formação que se pretende com os papéis que os jogadores irão desempenhar (descritos na subsecção anterior), é possível visualizar como cada jogador se vai comportar no campo, qual a área do terreno em que vai estar mais presente e que movimentações normalmente efectuará. Quando estas não são tão óbvias, é habitual integrar na representação gráfica de formações setas de movimentos dos jogadores.

De entre as inúmeras formações existentes, estão descritas no anexo B algumas das mais populares e usadas no futebol hoje em dia, tendo a informação sido retirada de páginas Web da especialidade [STGForm2011] e [FootLineups2011].

Mentalidade

Para cada jogo, o treinador de futebol tenta inculcar determinadas mentalidades à equipa e a cada um dos jogadores. Muitas vezes não são as habilidades dos jogadores mas sim a sua capacidade mental, a sua concentração no jogo e o seu empenho em cumprir da melhor forma o seu papel, que faz as equipas ganharem jogos. Fazer com que os jogadores arrisquem mais tentando a finta ao adversário, motivando-os a jogar por um dos lados do campo a fim de explorar o lado mais fraco do adversário, criar pressão sobre os jogadores entre muitos outros pensamentos, são ordens dadas pelos treinadores antes de cada parte do jogo e mesmo no decorrer do mesmo a partir do banco.

É portanto bastante usual ver treinadores, jogadores, comentadores ou outros aficionados do futebol dizerem frases como "Eriksson mudou a mentalidade da equipa" e "Sempre tivemos bons jogadores, mas nunca fomos capazes de construir um bloco unido, de defender e de atacar em equipa" [Toure2011].

Ora a mentalidade entra em vários pontos num jogo de futebol, e dos muitos ainda a serem explorados, podem-se identificar-se os seguintes:

2 - Revisão Bibliográfica

- Posicionamento estático ou livre dos jogadores: dando liberdade aos jogadores para trocarem de posição entre si, para confundir o adversário ou manter sempre a formação sólida e definida de forma a evitar que surjam espaços livres sem nenhum jogador responsável;
- Cruzamentos: entre inúmeras possibilidades de combinações, motivar os jogadores a cruzar para o 1.º poste, para o 2.º poste, para o jogador alvo, cruzar só perto da linha final ou a meio do meio-campo adversário, etc.;
- Passes: de igual modo aos cruzamentos, existem muitas possibilidades, entre as quais os passes curtos, longos, para o centro do campo, para as alas, etc.;
- Remates: só permite a alguns jogadores (os mais dotados), só dentro da área, só fora da área, etc.;
- Criatividade: permitir a equipa criar jogadas mais arriscadas, os seus jogadores tentarem situações 1vs1 com o adversário para criar espaços e oportunidades, ou ser uma equipa mais calma e paciente esperando pelo erro do adversário, etc.;
- Pressão: constante, durante alguns momentos do jogo tendo em conta o resultado, só em algumas zonas do campo, só em alguns jogadores, etc.;
- Linha defensiva: alta para tentar criar situações de fora-de-jogo às equipas adversárias, ou mais perto do guarda-redes para evitar passes para trás das costas da defesa, etc.;
- Agressividade na disputa das bolas: arriscar ser mais agressivo na tentativa de intimidar os jogadores adversários, ou ser mais brando para evitar a falta e as respectivas penalizações.

A mentalidade pode ser inculcada à equipa, a sectores da equipa ou a cada jogador individualmente. É normal, por exemplo, pedir alta pressão aos avançados e médios ofensivos, e deixar os jogadores defensivos com orientações mais expectantes.

Jogadas estudadas

Durante um jogo de futebol são muitas as situações em que a bola deixa de ser jogável, quer por ter saído dos limites do campo ou por outra violação das regras do jogo que tenha sido assinalada pelo árbitro. Nessas situações é necessário repor a bola em jogo criando os chamados "lances de bola parada". Quando isso acontece, a equipa que fará a reposição de bola, tem algum tempo para pensar no que fazer com ela e se previamente treinou situações idênticas, são facilmente criadas oportunidades de golo.

Sendo mais difícil, mas não impossível, também podem ser criadas jogadas em lances corridos, sendo visíveis estas situações frequentemente no futsal.

No desenho de JEs, alguns jogadores têm papéis importantes nas mesmas, enquanto outros mantêm posições defensivas e visualizam somente a jogada. Pode-se assim identificar os vários actores que numa sequência de passos tentam da melhor forma efectuar a jogada planeada anteriormente:

2 - Revisão Bibliográfica

- Repositor da bola - Primeiro jogador a tocar na bola para ela passar a ser jogável, com um simples toque para um colega de equipa, efectuando um cruzamento largo, ou mesmo rematando directamente à baliza.
- Intermediários - Jogadores que recebem a bola e efectuam passes entre si até a entregarem ao finalizador.
- Finalizador - Jogador que tenta acabar a JE com sucesso, rematando a bola na tentativa de fazer golo quando é esse o objectivo da JE.
- Actores passivos - Estes jogadores não tocam na bola no desenrolar da JE mas movimentando-se, levam jogadores adversários atrás de si, abrindo espaços que podem vir a ser utilizados pelos intermediários ou finalizador para executarem a jogada.
- Não participantes - Jogadores que mantêm a sua posição ideal, tendo em conta a formação da equipa e a posição dos jogadores adversários, não interferindo na jogada. O guarda-redes é na maioria das JEs ofensivas sempre um jogador não participante.

Dados os actores, descrevem-se a seguir os lances de bola parada onde normalmente surgem as JEs:

- Livre directo - O livre directo é a reposição de bola que dá a oportunidade à equipa que sofreu a falta de fazer um remate directo à baliza. Estando os adversários a uma distância mínima de cerca de nove metros, quando em situação frontal à baliza e perto da grande área, é habitual ser feito um remate à baliza. Noutros casos, a cobrança do livre directo é muito semelhante à do livre indirecto.
- Livre indirecto - Nesta reposição de bola, um remate directo à baliza sem tocar em mais nenhum jogador não é considerado golo. Portanto é normal que o repositor de bola passe a bola directamente para o finalizador ou previamente para um intermediário. Tal como os livres directos, os adversários têm que se encontrar a uma distância mínima de 9,15 metros.
- Canto - Quando a bola sai pela linha final da equipa adversária tocada por último por um elemento dessa mesma equipa, é marcado um canto. O canto é marcado perto da intersecção entre a linha final da equipa adversária e a linha lateral. Na maioria das vezes é efectuado um cruzamento para a grande área tentando encontrar algum finalizador, mas em certos casos são marcados cantos à "maneira curta" fazendo a bola passar por vários intermediários até ser passada ao finalizador.
- Lançamentos laterais - Quando a bola sai pela linha lateral é repostada através de um lançamento lateral executado pela equipa contrária aquela que colocou a bola fora do campo. O lançamento lateral, ao contrário dos cantos e dos livres, é repostado

2 - Revisão Bibliográfica

com as mãos. Cada vez mais se vêem situações de jogadores com grande força de braços fazerem cruzamentos para o centro da área tentando passar a bola a finalizadores.

Fora os lances em cima descritos, são também lances de bola parada os penáltis, os pontapés de baliza e os pontapés de partida, mas raramente são efectuadas JEs nestas situações.

Não só de lances ofensivos é feito o jogo de futebol e portanto, é necessário preparar também os lances de bola parada quando se está a defender. Em algumas ocasiões, quando a marcação da bola parada é feita numa posição perigosa, é formada pelos jogadores da equipa defensiva uma barreira (excepto nos penáltis). Os restantes jogadores tentam marcar os possíveis finalizadores e tapar as possíveis linhas de passe aos intermediários. É visto também alguns elementos da equipa que está a defender, colocarem-se perto da linha de meio campo para tentar persuadir jogadores da equipa adversária a não contribuir activamente no lance.

Restantes considerações sobre estratégia

Um jogo de futebol, pela sua complexidade e imprevisibilidade, tem muitas outras decisões a serem tomadas para que em cada jogo cada equipa adopte a melhor estratégia.

A selecção dos jogadores para a equipa inicial, por exemplo, é dos aspectos mais importantes, já que para alguns jogos o treinador pode ter que optar por utilizar jogadores mais altos ou mais fortes, tendo em consideração a estatura dos jogadores da equipa adversária. Noutras ocasiões, por efeitos do tempo ou do terreno do jogo, alguns jogadores adaptam-se melhor que outros e é preciso ter em conta essas situações.

Estas escolhas são estendidas também à selecção dos jogadores que marcarão as bolas paradas, que serão substituídos ou substituirão, ou para o cargo de capitão da equipa.

Numa perspectiva de disputa de campeonatos ou taças é ainda necessário efectuar a gestão física dos jogadores, assim como a gestão disciplinar. É muito comum jogadores-chave de uma equipa serem poupados em determinados jogos para poderem jogar noutros jogos mais importantes com melhor condição física.

Estas decisões, importantíssimas e indispensáveis nos jogos de futebol entre humanos, tomam menos notoriedade no futebol robótico. Normalmente nas ligas robóticas, as equipas apresentam robôs iguais, e só na liga de simulação 2D existe o conceito de habilidades e de condição física dos jogadores. Por esta razão estes pontos não foram tão detalhados como os restantes apresentados nesta secção.

2.4.3 Estratégia no RoboCup Soccer

Muitos dos conceitos aplicados ao futebol real estão a ser investigados e experimentados no futebol robótico. Tendo em conta, como falado anteriormente, que as ligas são diferentes e algumas pelas suas características tornam o desenvolvimento estratégico muito primário, outras como a liga de simulação 2D têm feito grandes progressos. Cada vez mais serão desenvolvidas diferentes coordenações multiagente no futebol robótico, porque afinal é esse o grande objectivo: o de desenvolver e investigar coordenações multiagente para que, no futuro, os conhecimentos adquiridos possam ser aplicados em situações com mais importância social.

Pegando nos tópicos falados na secção 2.4.2, é feita de seguida uma comparação da estratégia utilizada no futebol real com o futebol robótico baseado em gravações de jogos disponibilizados pelas equipas e seguida de um levantamento das estratégias utilizadas pelas mesmas nos últimos anos, baseado na documentação publicada pelas conferências promovidas no âmbito do RoboCup.

Formações e Papéis

Em quase todas as equipas é já visto nos seus robôs o conceito de papel e de formação.

Na liga de robôs pequenos as formações não podem ser as normais do futebol de onze porque os jogos são disputados com equipas de 5 jogadores mas, apesar do número reduzido de jogadores, bastantes equipas já destinam a um ou dois dos seus robôs somente tarefas defensivas, construindo um pequeno muro defensivo pouco à frente do guarda-redes. Os restantes robôs disputam a bola e quando a têm em sua posse, a equipa faz ataques somente com dois ou três robôs, salvaguardando sempre a defesa com os restantes.

Na liga dos robôs médios a estratégia ainda é um pouco confusa. Devido a grandes diferenças de qualidade entre as várias equipas, algumas limitam-se a movimentar a bola com um dos robôs e levá-la para dentro da baliza do adversário sem qualquer tipo de obstáculo. Os outros robôs da mesma equipa não interferem na jogada sendo raros aqueles que se desmarcam.

Na SPL, pelas dificuldades motoras e sensoriais dos robôs e por os jogos serem disputados somente por dois ou três jogadores, as equipas tendem a jogar na defensiva, colocando apenas um robô no ataque e deixando na defesa um ou dois. As equipas destas ligas, apesar de muitas terem estratégias, em termos práticos pouco se vê já que parece que os robôs tomam acções importando-se pouco se têm parceiros de equipa, isto é, raramente se vê um passe a um jogador desmarcado, ou ajuda em tarefas defensivas como marcação à zona ou homem a homem. Esta falta de cooperação, faz com que os robôs acabem por ir todos ao mesmo tempo à bola ou por ficar todos à espera uns dos outros durante um tempo demorado até que algum tome a iniciativa de recuperar a bola.

A liga de simulação 2D é a que explora melhor o conceito de formação e de papel. Apresentando diferentes formações descritas anteriormente na subsecção 2.4.2., algumas

equipas apresentam ainda papéis para cada agente. Em algumas equipas, as formações são associadas ao tempo ou ao resultado do jogo como no futebol humano [ALR2010][RLO2001].

Mentalidades

Quanto às mentalidades, bastante importantes no futebol real, não têm uma aplicação directa no RoboCup Soccer, até porque algumas tornam-se obsoletas neste meio como:

- Posicionamento dos jogadores estáticos ou livre: dado que os agentes ou robôs da mesma equipa são idênticos, a troca de posições faz unicamente com que esses jogadores percam tempo e energia (no caso da liga de simulação 2D). No entanto, em algumas ocasiões, pode ser benéfico: caso um jogador A tenha perdido a posição e outro, um jogador B, tenha feito a cobertura a A, poderá ser mais proveitoso que A ocupe a posição de B, em vez de os dois jogadores voltarem às posições iniciais [ALR2010];
- Cruzamentos: não existe nenhuma equipa que consiga jogar ainda com a cabeça, ou sequer por os seus robôs a saltar de forma eficaz. Os passes aéreos têm vindo a ser executados somente na SSL e na MSL como forma de ultrapassar adversários que estejam entre jogadores da mesma equipa;
- Remates: mais uma vez, dado a habilidade de robôs na mesma equipa, leva a que não haja restrições de espaço ou a jogadores, dando liberdade a cada agente de escolher se tem uma boa oportunidade de fazer golo ou não;
- Agressividade na disputa das bolas: tendo em conta que os jogadores robóticos não apresentam perfis psicológicos nem nervos para sentir dor de pancadas mais violentas, apostar no confronto físico com o adversário leva somente a que possam ser marcadas faltas.

Jogadas estudadas

Nos últimos anos têm-se visto as equipas marcarem muitos golos a partir de lances de bola parada, devendo-se à preparação em casa de jogadas estudadas. De igual modo, nessas mesmas ocasiões também é possível ver a preocupação das equipas em formar barreira ou a marcação aos jogadores adversários que poderão vir a desenrolar o papel de finalizador ou intermediário.

Na SSL há casos em que a jogada estudada é efectuada tão rapidamente que nem se consegue seguir a bola. Nesta liga consegue-se perceber facilmente quem é o repositor, o finalizador, os intermediários e mesmo os jogadores a desempenhar uma acção passiva, movendo-se de um lado para o outro de maneira a criar espaços.

Na MSL as JEs, quando postas em prática normalmente só têm dois actores: o repositor e o finalizador. O repositor passa a bola ao finalizador num passe curto e este último através do seu sistema de *dribble* leva a bola até uma zona livre de oposição e remata.

2 - Revisão Bibliográfica

Na liga de simulação 2D, as formações mudam notoriamente quando há uma bola parada. A defender, as equipas procuram tapar os espaços entre a baliza e a bola, mas sem efectuar barreira já que sendo em duas dimensões, não há bolas pelo ar. Da mesma forma, na marcação de cantos, as equipas atacantes não colocam muitos jogadores na grande área (como no futebol humano) pois é pouco provável que a bola lá chegue num passe “rasteiro”, optando por repor a bola em jogo com um passe curto.

Fluxos

Este conceito foca-se na definição das áreas do campo em que uma equipa pretende que a bola seja movimentada e em que áreas a equipa deve evitar que a equipa adversária mantenha a posse dela. No futebol humano este conceito não é muito falado, pois é intrínseco dos jogadores o dever de colocar a bola dentro da baliza adversária e evitar passar a bola perto da sua baliza. Ora, para os agentes robóticos todos os detalhes têm que ser registados, e algumas equipas utilizam o conceito de fluxos para decidir por onde querem que a equipa jogue, fazendo as suas equipas movimentarem a bola mais pelo centro, mais pelas alas, ou evitando o centro do campo com passes longos.

Estratégias usadas pelas equipas

Na liga de simulação 2D, a FCPortugal [RLM2010] assim como outras equipas [AS2010] [YMIKTK2010] utilizam uma estratégia de posicionamento baseado em situações (ver figura 2.8), isto é, dependendo de onde está a bola, se está na posse da equipa ou do adversário, ou ainda se é uma situação de bola parada, os agentes que não podem interagir com a bola posicionam-se o mais aproximadamente possível da posição ideal para cada situação. Para situações não pré-definidas são geradas posições intermédias através de triangulações de Delaunay e recorrendo a interpolações lineares.

Neste último ano, a equipa FCPortugal propôs uma *framework* para construção de JEs [RLM2010][MR2007][MLR2010] através da definição de passos, transições entre passos, jogadores com posições em cada passo e acções em cada transição.

A equipa NCL10 altera as suas formações tendo em conta o resultado, a posição da bola, e a equipa Nemesis implementou estratégias de marcação de jogadores adversários.

2 - Revisão Bibliográfica

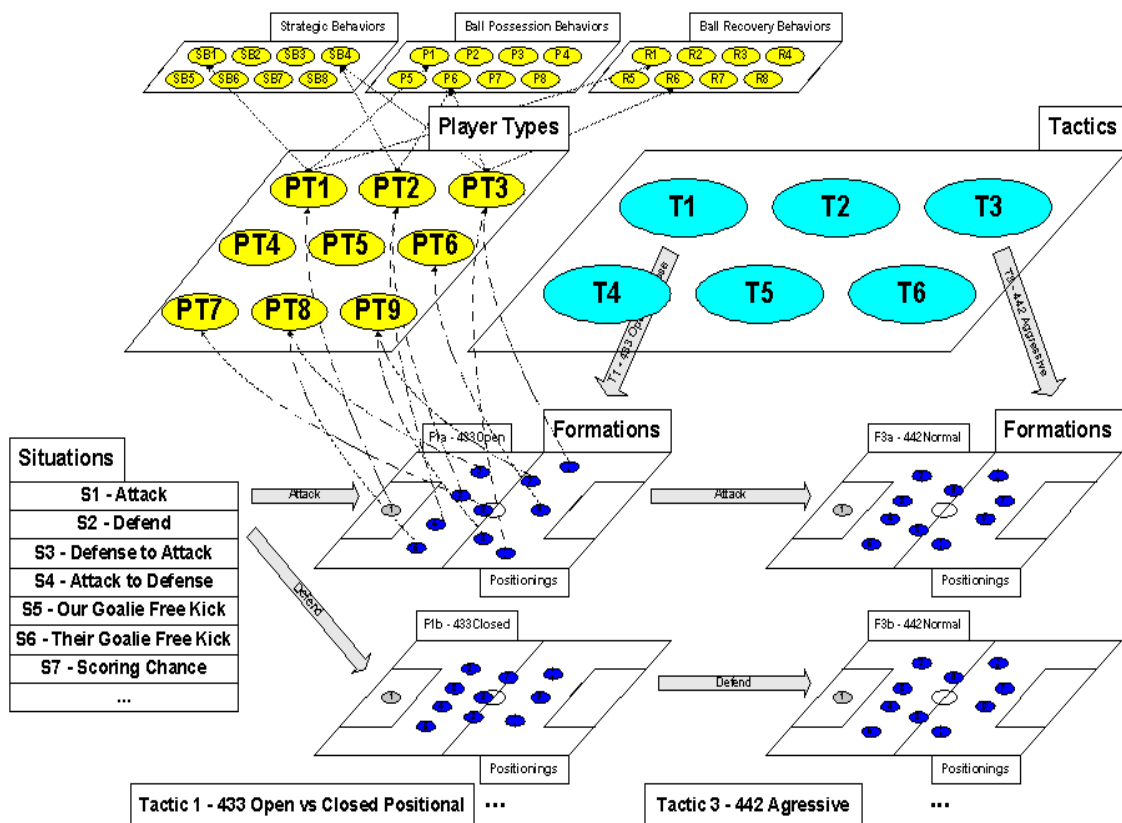


Figura 2.8 – Modelo da estratégia da equipa FCPortugal [LR2007].

Na SSL são várias as equipas [BBKKNLR2010] [PNYKYZ2010] [NHMAKAFADNA2010] [JKHHFSBL2010] que utilizam o seguinte sistema de estratégia: a partir dos dados adquiridos pela visão global, de alguns dados locais e de parâmetros prévios do estado do mundo, um módulo da sua arquitectura selecciona a melhor estratégia. Esta estratégia tem uma série de papéis que cada robô precisa de escolher. Tendo em conta se a equipa está a defender, ou a atacar (tendo a posse da bola), são gerados diferentes papéis. Cada papel determinará as várias acções, controlado por outro módulo, que o robô terá que efectuar. Por último, essas acções estão associadas a comandos básicos do tipo “mover para coordenada XY” ou “rematar bola”, controladas por outro módulo também.

Outras equipas [ZBLV2010] [GLLTHC2010] escolhem a sua estratégia tendo em conta uma biblioteca de estratégias pré-determinadas. Tendo em conta a situação actual do jogo, é seleccionada a estratégia que melhor se adequa.

A equipa RoboDragons apresentou no RoboCup 2010, uma abordagem aos lances de bola parada, diferente de bola corrida [ISNISNMN2010]. Aquando do reposicionamento da bola em jogo é determinado o robô com melhor hipótese de fazer o golo, sendo-lhe passada a bola.

2.5 Aplicações de Definição de Estratégia para Futebol (ADEF)

Por aplicação de definição de estratégia para futebol, entende-se todo o *software* que de alguma maneira ofereça ferramentas e funcionalidades para que seja possível estabelecer toda ou parte da estratégia, que envolve uma equipa de futebol na preparação de um jogo. No futebol actual, como explicado na secção anterior, são muitas as opções que podem vir a ser tomadas pelos jogadores em prol da equipa. Dos quadros pretos de ardósia, passando às placas brancas magnéticas, hoje são muitos os treinadores que se tentam modernizar e aproveitar as boas aplicações informáticas que aparecem no mercado com o mesmo objectivo.

Noutra vertente mais lúdica, muitos são os jogos de computador onde se pode simular um jogo de futebol. Quer gerindo uma equipa num papel de treinador ou controlando todos os jogadores jogando com os mesmos. Estes jogos oferecem na preparação de cada partida algumas ferramentas para que o utilizador desenhe a estratégia à sua imagem.

No RoboCup Soccer, depois dos primeiros obstáculos terem vindo a ser ultrapassados, como a movimentação e o tratamento de percepções por parte dos jogadores, as equipas estão a virar-se para o teor estratégico do jogo, aplicando formações e JEs aos seus agentes robóticos. Com a necessidade de enriquecimento da estratégia, tem vindo a aparecer algum *software* para desenhar tais estratégias.

Nesta secção irão descrever-se algumas das ADEF existentes para estes três mundos diferentes: futebol real, jogos de computador e RoboCup Soccer.

É de realçar que apesar de o objectivo ser o mesmo, o de desenhar estratégias, os meios utilizados, isto é, as ferramentas disponíveis e a forma como são utilizadas, diferem bastante nos três diferentes ambientes. A razão principal é devido aos alvos também serem diferentes. Enquanto para o futebol real, as estratégias desenhadas por um treinador podem ser complementadas por palestras para os jogadores humanos perceberem e muitos aspectos são muitas vezes subentendidos, nos outros casos não pode funcionar assim. Para os jogos de computador e para os agentes robóticos todos os detalhes têm que ser registados explicitamente para depois serem tratados informaticamente e, de alguma maneira, serem passados para os robôs ou para os objectos que representam os jogadores numa partida de futebol. Assim sendo, é natural as ADEF apresentarem ferramentas com muito mais detalhe e complexidade nos jogos de computador e no *software* para o RoboCup Soccer, do que em aplicações para futebol humano real.

2.5.1 ADEF em *software* profissional para treinadores de futebol

Muitas são as aplicações dedicadas ao futebol para apoio dos treinadores, gratuitas ou comerciais, que abordam várias fases da vida futebolística: recrutamento de jogadores, assistentes de treinos, gestores de condição física, analisadores pré e pós jogo, assim como painéis tácticos entre muitos outros. No entanto, não é grande a oferta de *software* quanto a

2 - Revisão Bibliográfica

assistentes de estratégia e painéis táticos, talvez porque os treinadores preferem os painéis manuais, as vulgares pranchetas brancas ou os quadros magnéticos. Mesmo os *softwares* encontrados com apoio estratégico apresentam funcionalidades muito básicas. Alguns apenas com painéis com ferramentas para arrastarem figuras de bonecos e setas de modo a criar formações e movimentos dos jogadores e criação de lances de bola parada. Outros adicionam funcionalidades como histórico e personalização das estratégias à imagem da equipa. Esta falta de ferramentas e funcionalidades, em comparação com os painéis estratégicos de jogos de futebol vistos na subsecção seguinte, justifica-se pelo que foi referido anteriormente, de que são humanos a receber a informação e não *softwares*.

Do levantamento de *software* profissional com aplicações de definição de estratégia destacam-se os abaixo descritos. Alguns destes *softwares* não têm ferramentas específicas para a definição completa de uma estratégia mas algumas das suas funcionalidades poderiam ser facilmente adaptadas para por exemplo, desenhar formações, fluxos e JEs.

Coach-Helper

O Coach-Helper é um portal *online* criado por um português para utilização de todos os treinadores de futebol, futsal, basquetebol, voleibol, andebol e hóquei em patins, bem como os demais interessados em promover e divulgar os seus conhecimentos nas suas áreas específicas [COACH2011]. Para atingir o seu objectivo, o portal recorre a um fórum, a uma biblioteca de exercícios e de vídeos, a ferramentas de gestão de equipa e estatísticas assim como de um editor de exercícios – figura 2.9.

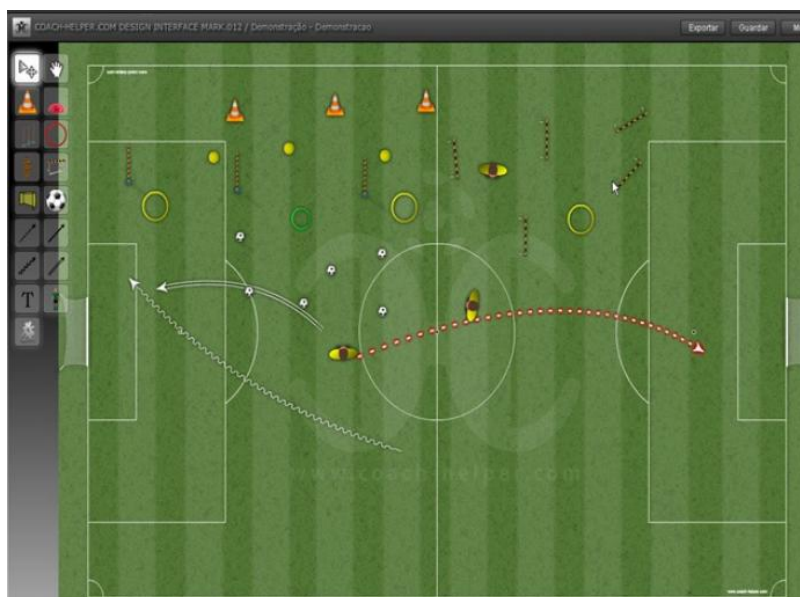


Figura 2.9 - Interface do Coach-Helper

Academy Soccer Coach

O Academy Soccer Coach [ASC2011] é um portal dedicado ao fornecimento de painéis de desenho de exercícios com os respectivos objectos (balizas, obstáculos, jogadores, árbitros, bola, setas entre outros). A interface é fácil e simples: basta arrastar os objectos para cima do painel e assim se consegue desenhar exercícios, formações ou situações de jogo. Criando vários painéis montando uma sequência de passos, ou assinalando num mesmo painel vários passos com números - figura 2.10 b) - é fácil apresentar uma jogada estudada. Para corrigir erros cometidos basta arrastar os objectos a mais no diagrama para fora do mesmo. Para reverter essa acção tem que se recolocar o objecto manualmente.

O portal tem uma versão demo gratuita para ser utilizada e na qual foram retiradas as imagens. Este editor permite criar croquis semelhantes aos apresentados pelo Coach-Helper.



Figura 2.10 - Possíveis estratégias elaboradas com o Academy Soccer Coach. a) Formação com movimento de jogadores. b) Jogada estudada com passos indicados por números.

ForCoach Tactics

ForCoach Tactics [FCTactics2011] é um *software* bastante funcional permitindo criar animações a partir do desenho de vários diagramas. Em cada diagrama o utilizador pode usar as várias ferramentas (setas, polígonos, texto de qualquer cor ou feitio) que tem à disposição permitindo mesmo desenhar em cima de cada imagem. A temporização de cada diagrama pode ser facilmente editada e a animação resultante pode ser exportada em filme para formato AVI. Este *software* apresenta-se como uma ferramenta bastante eficaz para concepção de formações, fluxos de jogo, movimentos de jogadores, JEs e de exercícios de treino. Outra boa funcionalidade oferecida é a possibilidade de fazer diagramas com diferente número de jogadores e tipos de campo, desde 1vs1 a 11vs11 num campo de futsal, futebol de 11 ou as dimensões que se desejar - figura 2.11 a).

A exportação e importação de tácticas pelo programa são outras funcionalidades disponíveis.

2 - Revisão Bibliográfica



Figura 2.11 – ForCoach Tactics interface. a) Painel de preferências inicial; b) Pormenor de barra de ferramentas de controlo de passos de jogadas estuadas; c) Painel de definição de formações, movimentos e JEs.

ForCoach of Soccer

Dos mesmos criadores do ForCoach Tactics, este *software* [FCSoccer2011] apresenta-se mais completo, não pensando somente em desenho de diagramas mas na gestão que tem de ser feita para todo um jogo. Neste *software*, entre outras funcionalidades destacam-se:

- Personalização de equipas (não só a própria, mas também a adversária): podendo adicionar e editar jogadores, podendo-se traçar um perfil e criar um histórico para cada um;
- Criação de formações: podendo mover-se jogadores para qualquer parte do campo (não se restringindo a formações fixas como 4-4-2 ou 4-3-3) e permitindo anotações para cada posição. Na criação das formações pode-se ter em conta a equipa adversária e a criação de notas para as posições da equipa adversária;
- Criação de tácticas à semelhança do ForCoach Tactics mas com menos ferramentas de desenho não sendo adequado para criação de exercícios de treino. No entanto, é possível a importação de tácticas criadas no ForCoach Tactics assim como a exportação das mesmas;
- Criação de notas pessoais para cada jogo – figura 2.12 b);
- Definição de estratégia, fazendo uma análise SWOT (*Strengths* - Pontos fortes, *Weaknesses* - Pontos fracos, *Opportunities* - Oportunidades, e *Threats* - Defeitos) para a equipa e para a equipa adversária. É possível também a importação de apresentações do formato MS PowerPoint para auxílio a possíveis palestras – figura 2.12 c);

2 - Revisão Bibliográfica

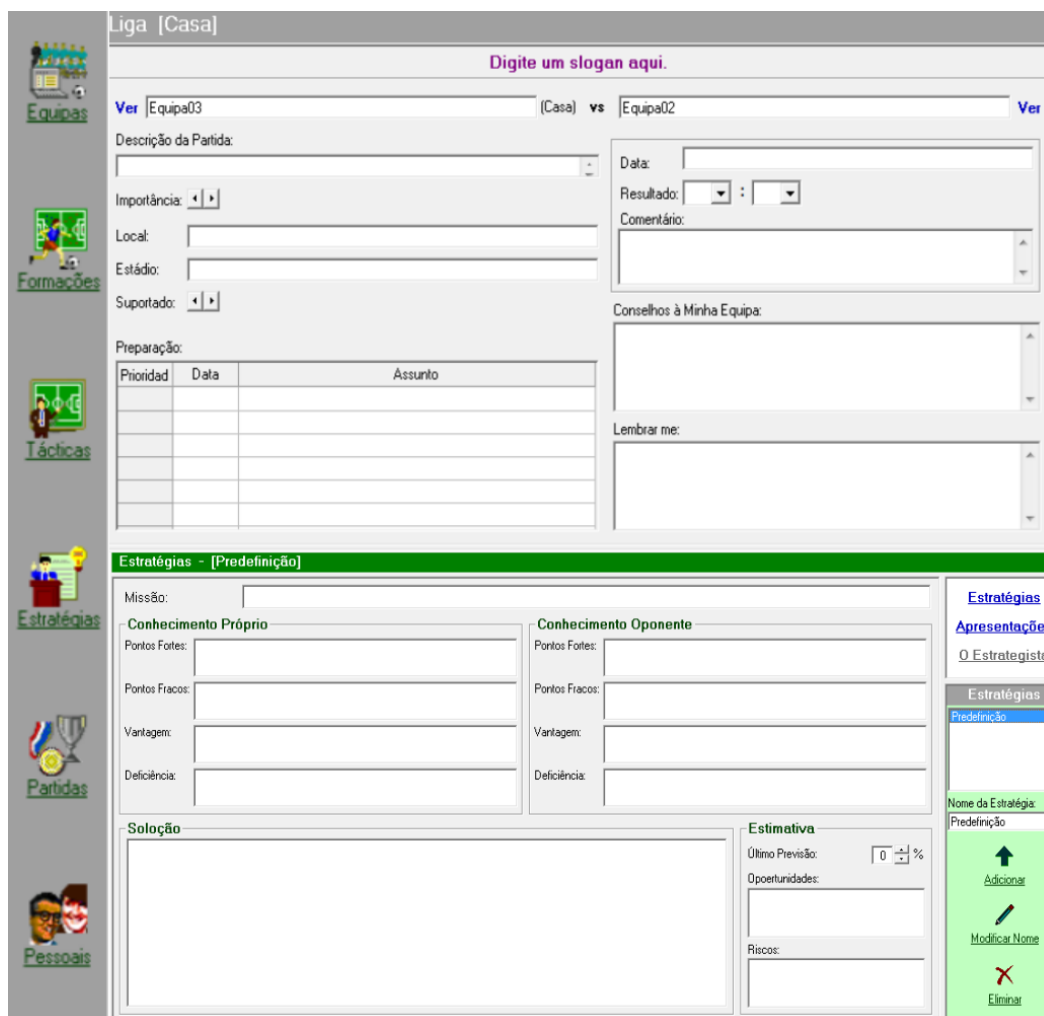


Figura 2.12 – Algumas interfaces do ForCoach Soccer. a) Painel de ferramentas global; b) Notas para jogo; c) Registo de estratégias tendo em conta o adversário.

Tactics Manager (Soccer Tutor)

A aplicação Tactics Manager é um *software* da empresa que gere o portal SoccerTutor [SoccerTutor2011]. Este portal oferece várias soluções para a indústria futebolística desde livros, DVDs, equipamento para treino e algum *software*. O Tactics Manager é uma aplicação que permite criar formações e JEs em 2D e 3D. Fácil de usar bastando pegar nos objectos (bola, jogadores, balizas, etc.) e arrastá-los, permitindo ainda a exportação e importação das tácticas criadas. Não trazendo mais nada de realce frente aos *softwares* já descritos, destaca-se a interface mais limpa e apresentável – figura 2.13.



Figura 2.13 - Interface principal do Tactics Manager

Comparação entre *softwares* profissionais para treinadores de futebol

O *software* analisado com as melhores ferramentas é sem dúvida o ForCoach Soccer, oferecendo muitas funcionalidades com uma interface fácil de aprender. Esta aplicação interligada com o ForCoach Tactics torna-se muito completa. Os outros 3 *softwares* são bastante semelhantes, oferecendo ferramentas básicas de desenho de formações que, com alguma criatividade por parte do utilizador, podem servir para o desenho de JEs também.

De destacar o preço elevado do SoccerTutor e do Coach-Helper para as funcionalidades que aparentam oferecer. Com a descrição feita pelos desenvolvedores e com os vídeos de demonstração das suas funcionalidades, estas duas aplicações oferecem pouco mais funcionalidades que um painel táctico manual. A inexistência de uma versão grátis de demonstração (ao contrário do *software* da ForCoach e da Academy Soccer Coach) faz pensar se vale a pena apostar nas aplicações.

2.5.2 ADEF em simuladores e jogos de futebol

A indústria de videojogos [Ribeiro2010] é das que tem tido maiores taxas de crescimento (na área de Media & Entretenimento) e apresenta maior potencial de crescimento para os próximos anos, sendo que mesmo em alguns países, como Portugal, foram vendidos no último ano mais jogos do que filmes no formato DVD. Este mercado, com clientes cada vez mais exigentes e com o rápido desenvolvimento de novas e melhores tecnologias, tem vindo a desenvolver alguns jogos que são tão perfeitos que é difícil de distinguir diferenças com a realidade.

2 - Revisão Bibliográfica

Para os amantes de futebol são muitas e variadas as escolhas de jogos que tentam simular ou gerir parte ou mesmo todo o mundo do futebol. Quer no *browser*, nas consolas ou no computador pessoal, os jogos de futebol têm vindo a melhorar em todos os aspectos. No que toca à definição de estratégias para as equipas, alguns chegam a ter uma complexidade real, isto é, se o jogador olhar para todos os pormenores e afinar todas as opções que tem à escolha, perde tanto ou mais tempo que um treinador real gasta em treinar e colocar a sua equipa a jogar.

Serão descritos alguns jogos relacionados com o futebol que incluem, de alguma maneira, ferramentas de definição de estratégia. Os critérios de selecção dos jogos a serem descritos foram a sua popularidade, mas também o tipo de funcionalidades e ferramentas que oferecem serem de alguma forma diferentes ou mais claras e limpas que os jogos que foram preteridos.

No fim, será feita uma breve comparação entre os jogos descritos e ainda outros que foram igualmente estudados relativamente a essas mesmas ferramentas.

Hattrick



Figura 2.14- Painel de definição de formações do Hattrick

Um dos primeiros jogos de gestão de futebol *online* para *browser* a aparecer e talvez um dos mais populares, é o Hattrick [Hattrick2011]. Este jogo gratuito aposta mais na comunidade e no desafio, promovendo assim a diversão, do que propriamente nos detalhes técnico-tácticos, o que para muitos utilizadores torna-se demasiado complexo. Assim sendo, para definir a estratégia para cada jogo são disponibilizados três simples painéis:

- Escolher os jogadores e os respectivos papéis no campo, assim como o marcador de bolas paradas e o capitão. Os jogadores poderão ainda tomar mentalidades ofensivas ou defensivas – ver figura 2.14;
- Escolher os marcadores de penáltis;

2 - Revisão Bibliográfica

- Escolher possíveis substituições, tendo em conta o tempo de jogo e alguns eventos que tenham ocorrido no jogo como o seu resultado ou se algum jogador foi expulso.

Online Football Manager - OFM

Outro jogo de gestão de futebol para *browser* também já com alguns anos, é o OFM [OFM2011], que aposta numa interface na forma de *Cartoon*. Quanto ao nível de ferramentas para delinear a estratégia da equipa, destaca-se a capacidade de poder definir comportamentos para cada um dos três maiores sectores do campo: O "treinador de bancada" tem hipótese de poder dizer se a sua defesa é mais atrevida ou se deve ficar só com missões defensivas, assim como para os jogadores do meio campo e do ataque. Além disso, é possível também dizer se quer que a equipa jogue em pressão ao adversário, a tentar arrancar foras-de-jogo à equipa adversária ou se a marcação é feita à zona ou Homem-a-Homem – figura 2.15.



Figura 2.15 – Parte do painel de instruções à equipa do OFM

Virtual Manager – VM

À semelhança do Hattrick, o VM apresenta painéis muito simples. É de notar que é raro ver um jogo de gestão de futebol no *browser* com grandes detalhes, porque além de ser complicado colocar inúmeros detalhes numa página web, o objectivo destes jogos é oferecer diversão rápida e não complexos jogos de cabeça como o Football Manager e Championship Manager descritos a seguir. No VM [VM2011] destaca-se a possibilidade de posicionamento dos jogadores com mais precisão, sem ter que respeitar uma formação estática. É ainda de realçar as ferramentas disponibilizadas para definir o comportamento dos jogadores e/ou da equipa em campo – figura 2.16.

2 - Revisão Bibliográfica

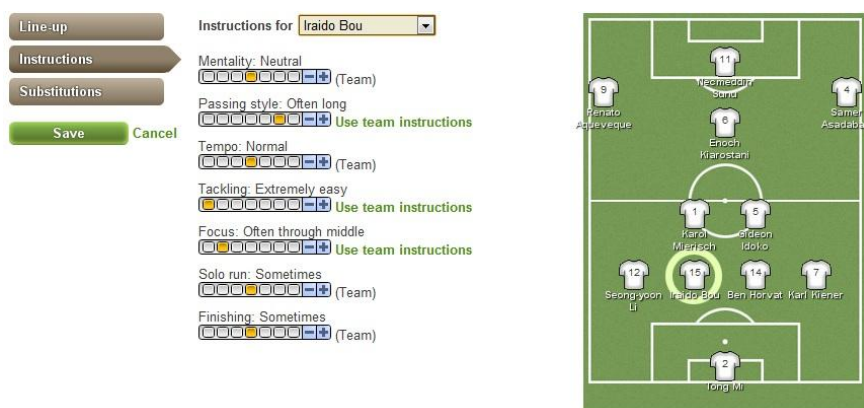


Figura 2.16 - Pannel de definição de instruções aos jogadores e/ou à equipa do VM

FIFA Soccer 11 - FIFA11

O jogo FIFA Soccer 11 [FIFASoccer11], jogo oficial da FIFA, é um dos simuladores de futebol mais populares do mundo que está numa série de 19 títulos dedicados ao futebol de 11. Não sendo o seu primeiro objectivo oferecer uma gestão detalhada da equipa e da sua tática, oferece alguns painéis tácticos básicos onde se pode definir a formação e comportamento dos jogadores e da equipa – figura 2.17. O que mais se destaca é a capacidade de poder decidir com bastante precisão a posição ideal de cada jogador assim como a mentalidade da equipa.



Figura 2.17 – Interface de definição de mentalidade no FIFA11

Pro Evolution Soccer 2011 - PES11

Mais conhecido por PES, o Pro Evolution Soccer [PES2011] tem sido o grande rival do FIFA Soccer. De igual modo ao FIFA11, sendo um simulador, não são oferecidas grandes ferramentas de gestão de estratégia da equipa. No entanto, é de referir um painel que permite decidir de acordo com o tempo de jogo e do resultado actual (a ganhar, a empatar e a perder),

2 - Revisão Bibliográfica

qual o tipo de jogo que se pretende utilizar, desde a preservação da posse de bola a tentativas de contra-ataques – ver figura 2.18.

Infelizmente, hoje a maior parte dos jogos é produzida para consolas e depois portados para o computador, não tendo em consideração que a maior parte dos jogadores joga com teclado e rato. No PES11 esta situação verificou-se e o painel táctico podia ser mais usável se tivesse uma interface adaptada ao rato.



Figura 2.18 - Interface de edição de mentalidade para diferentes partes e situações de uma partida de futebol no PES11

Championship Manager 2010 - CM10

Este título [CM2010], com mais de 15 edições, lançado a primeira vez em 1992, tem vindo a perder a sua popularidade para o Football Manager (jogo descrito a seguir), desde que as empresas criadoras da série se dividiram, tendo por isso vindo a apostar noutras plataformas como dispositivos móveis. O painel táctico do CM encontra muitas similaridades com os outros títulos, assim como as ferramentas para editar o comportamento e estilo de jogo de cada jogador e da equipa. No entanto, há duas funcionalidades que se destacam:

- Capacidade de definir formações para duas situações distintas do jogo: quando a equipa mantém a posse de bola e quando não a tem;
- Capacidade de definir JEs por passos: definindo em cada passo quem passa a bola a quem, e no último passo definir o detentor da bola como o rematador.

O CM revela-se o único jogo ou simulador estudado que oferece ferramentas para desenhar JEs e o único ainda que, para simuladores de computador não jogados em *browser*, permite definir estratégia para diferentes situações de jogo.

2 - Revisão Bibliográfica

Na figura 2.19 é mostrada uma imagem de um exemplo de criação de uma JE a partir de um livre directo perto da grande área. Um jogador executa o livre passando a bola (seta amarela) para uma localização onde espera vir ter um colega de equipa pronto a rematar. É visível a movimentação de outros jogadores (setas brancas a tracejado).



Figura 2.19 - Interface oferecida pelo CM2010 para criação de JEs

Football Manager 2011 - FM11

O jogo de gestão de futebol mais completo e mais jogado na actualidade é denominado Football Manager [FM2011] e é o jogo que ficou com a fama e popularidade do antigo Championship Manager. Com uma base de dados impressionante dos quais há rumores [FM09] que alguns olheiros de grandes equipas usam para caçar novos talentos, vem apetrechada de inúmeras funcionalidades e detalhes. Apostando no sucesso, a base do seu painel táctico pouco muda em cada novo lançamento e não difere muito dos outros jogos já analisados.

De diferente dos jogos concorrentes, denota-se a existência de um painel assistente para ajudar a fazer uma estratégia – figura 2.20. Com uma série de 21 passos, sempre com ajuda de contexto e de exemplos, consegue-se definir a formação, os jogadores que vão ocupar as posições, o comportamento da equipa e dos jogadores, os marcadores das bolas paradas, a maneira como se quer ver cobrado os lances de bola parada e a maneira como se quer defender dos mesmos quando marcados pela equipa adversária. Este assistente torna então muito mais claros e simples todos os pormenores que são importantes numa estratégia.

2 - Revisão Bibliográfica



Figura 2. 20 – Assistente de criação de estratégia com 21 passos oferecido pelo FM11

FIFA Manager 11 - FIFAM11

Dos mesmos autores da grande série FIFA Soccer descrita anteriormente, o FIFAM [FIFAManager11] nunca teve o mesmo sucesso. Apostando sempre em interfaces gráficas mais apelativas e em pormenores como gestão económica e pessoal, perdeu sempre em detrimento dos seus concorrentes FM e CM mais preocupados em dar boas ferramentas técnico-táticas. Nesta ultima edição, o FIFAM permite ao utilizador escolher as actividades que pretende desempenhar na equipa, se treinador ou um presidente preocupado com toda a gestão do clube. Quanto ao painel táctico, de diferente e atractivo destaca-se a interface mais aproximada de um painel táctico real e a possibilidade, tal como nos jogos de *browser*, de disponibilizar ferramentas para automatizar as substituições tendo em conta eventos e tempo de jogo (ver figura 2.21), algo que não aparece nos seus concorrentes para a plataforma de computador.

2 - Revisão Bibliográfica

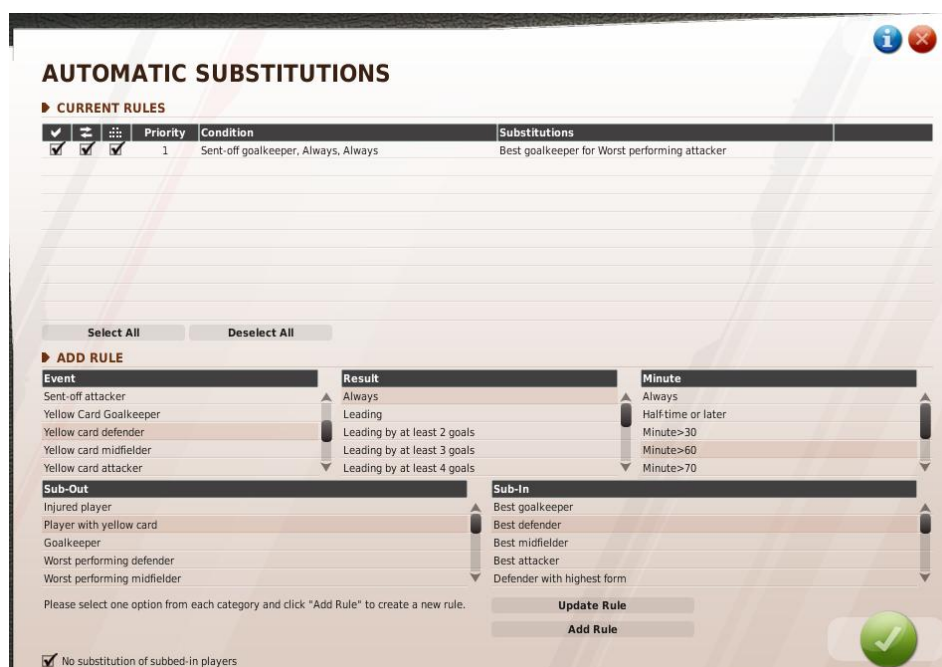


Figura 2.21 - Painel de substituições do FIFAM11

Comparação entre os jogos estudados

Analisando a tabela 2.2 verifica-se que há uma grande diferença entre os jogos para *browser* e os restantes.

Os jogos para *browser* apostam na simplicidade oferecendo poucas ferramentas. O seu principal objectivo é ter bastantes jogadores que dispensem pouco tempo a jogar (para não sobrecarregar os servidores) mas que, por outro lado, sejam fiéis a fim de conseguirem sustentar o próprio jogo com subscrições ou publicidade.

Os simuladores apostam na divergência de plataformas para tentarem angariar mais jogadores. No entanto, dado que muitos gostam de estratégia e todos têm estilos diferentes de jogar, começam a oferecer ferramentas muito boas para desenho da estratégia.

Os jogos do tipo gestão de equipa tornam-se complicados de serem lançados noutras plataformas que não o computador pessoal, devido ao número elevadíssimo de menus e opções que, com um *joystick*, se tornam muito aborrecidas de usar. Estes jogos, todos os anos apresentam novas funcionalidades e retiram outras, tendo em conta o feedback da sua comunidade. No entanto, é pena só o CM2010 apresentar uma ferramenta digna de planear JEs. De igual modo, é lamentável também ver que só o PES2010 aposta em estratégias diferentes para diferentes situações de jogo.

2 - Revisão Bibliográfica

Tabela 2.2 - Comparação das A.D.E.F. em simuladores e jogos de futebol.

	Hattrick	OFM	VM	FIFA11	PES11	FM11	CM10	FIFAM11
Plataforma	<i>Browser</i>	<i>Browser</i>	<i>Browser</i>	Pc, PlayStation portable, 2 e 3, Xbox 360, Nintendo Ds, Wii	Pc, PlayStation portable, 2 e 3, Xbox 360, Nintendo Ds, Wii	PC / PSP	PC	PC
Tipo	Gestão equipa	Gestão equipa	Gestão equipa	Simulação	Simulação	Gestão equipa	Gestão equipa	Gestão equipa
Formação	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Posicionamento	Simple	Simple	Não preciso	Preciso	Preciso	Simple	Preciso	Preciso
Movimentações	Limitadas	Não	Não	Suficientes	Suficientes	Suficientes	Completas	Completas
Papéis	Limitados	Suficientes	Não	Avançados	Avançados	Completos	Avançados	Avançados
Jogadas	Limitadas	Limitadas	Limitadas	Limitadas	Limitadas	Avançadas	Completas	Limitadas
Substituições	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim
Mentalidade	Poucas opções	Poucas opções	Algumas opções	Muitas opções	Muitas opções	Muitas opções	Muitas opções	Muitas opções
Principal vantagem ou diferença	Simplicidade tendo em conta objectivo	Aposta em cartoons	Interface limpa	Posicioname nto e mentalidade bastante exploradas	Estratégias diferentes para diferentes partes ou estados do jogo	Assistente de desenho de estratégia	JEs muito bem exploradas	<i>Design</i> apelativo diferente da concorrência directa

2.5.3 ADEF no RoboCup

Nas ligas de simulação, onde algoritmos de alto-nível de colaboração entre agentes têm vindo a ser explorados, observam-se já algumas equipas com uma cultura estratégica avançada. Tendo em vista uma mais fácil elaboração dessas estratégias (algumas bastante complexas), surgiu a necessidade de criar aplicações gráficas mais amigáveis. Estas aplicações permitem através de ferramentas conhecidas, como pegar e arrastar objectos ou por preenchimento de caixas de texto, uma forma muito mais eficiente e eficaz de ditar as regras para os agentes robóticos através da geração de ficheiros de configuração. Antes da criação destas aplicações, e mesmo em algumas equipas que não utilizam este tipo de aplicações, todo o código estratégico é escrito manualmente, levando a perda de tempo na correcção de erros de sintaxe e limitando o tipo de pessoas que podem desenvolver as estratégias.

Team Designer

O Team Designer permite a criação gráfica de estratégias para todo um jogo. Usada durante algum tempo pela equipa FCPortugal, proporciona a configuração dos seguintes aspectos:

- Formações (posicionamento base dos jogadores);
- Decisões individuais dos jogadores;
- Posicionamento estratégico;
- Definição de estratégia tendo em conta o tempo de jogo;
- Importação de estratégias completas ou partes para elaboração de novas estratégias;
- Ferramenta de análise estatística de jogos contemplando variáveis como perdas de bola e passes efectuados.

Matchflow

Esta aplicação, originalmente criada por Hidehisa Akiyama, é utilizada por várias equipas incluindo a equipa FCPortugal. Para poder responder às suas necessidades específicas, a FCPortugal desenvolveu novas funcionalidades e melhorou algumas ferramentas da aplicação, sendo agora um *software* muito mais completo, oferecendo as seguintes funcionalidades:

- Definição de formações através de um preciso posicionamento dos vários jogadores tendo em conta a posição da bola - figura 2.22;
- Simulação de posicionamento dos vários jogadores para os pontos não definidos efectuando uma interpolação linear;
- Definição de fluxos para qualquer ponto do campo;
- Criação de simetrias automáticas para as duas alas do campo;

2 - Revisão Bibliográfica

- Definição de diferentes papéis para os jogadores;
- Formações não exclusivas a 11 jogadores, podendo ser criadas assim formações para as várias ligas robóticas;
- Importação e exportação de fluxos e formações.

Infelizmente, tem alguns problemas de usabilidade, não permitindo por exemplo a correcção fácil de erros cometidos pelo utilizador com opções como "anular acção" ou "repetir acção".

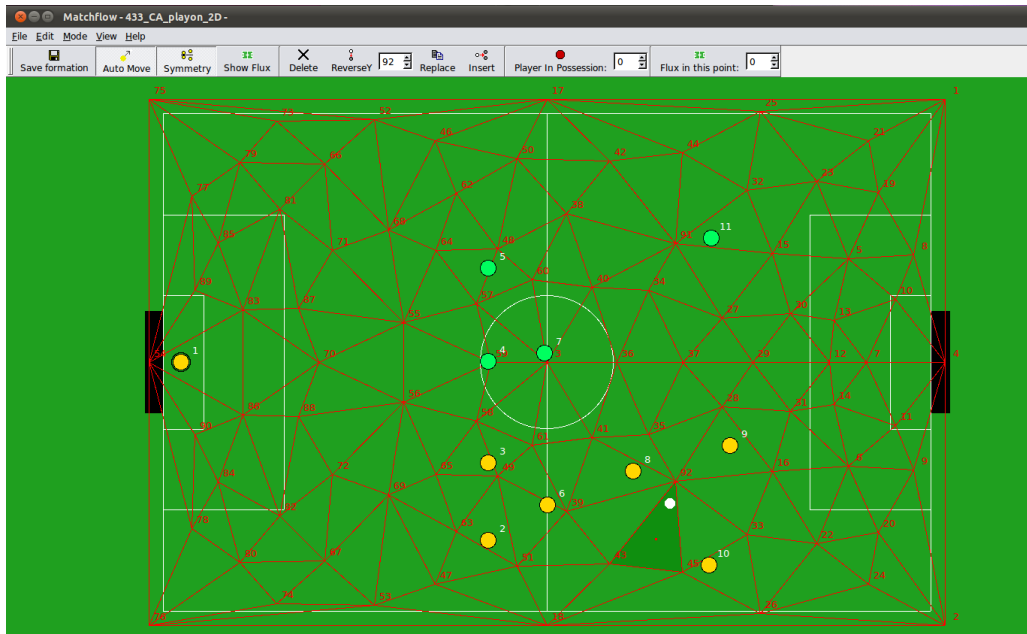


Figura 2.22 - Definição de formações através do Matchflow

PlayMaker

O PlayMaker [Lopes2009] [LMRL2010] é uma aplicação desenvolvida em 2009 com o objectivo de juntar numa só ferramenta gráfica a capacidade de definir JEs e formações. As funcionalidades disponibilizadas pelo PlayMaker (ver figura 2.23 uma parte da interface) são:

- Definição de JEs através do conceito de transições;
- Definição de formações tendo em conta a posição da bola para situações defensivas de forma idêntica ao que a ferramenta MatchFlow faz;
- Opção de definição de simetria de JE, isto é, aquando do desenho da mesma definir se é genérica para as duas alas do campo ou específica somente para uma.

A interface da aplicação não é a melhor: o uso excessivo de botões, caixas de texto, e as inúmeras acções que se tem de fazer para completar simples tarefas, torna a aplicação pouco intuitiva. A linguagem usada pelo Playmaker é demasiado específica da gíria das equipas robóticas tornando difícil a sua utilização por especialistas de futebol.

2 - Revisão Bibliográfica

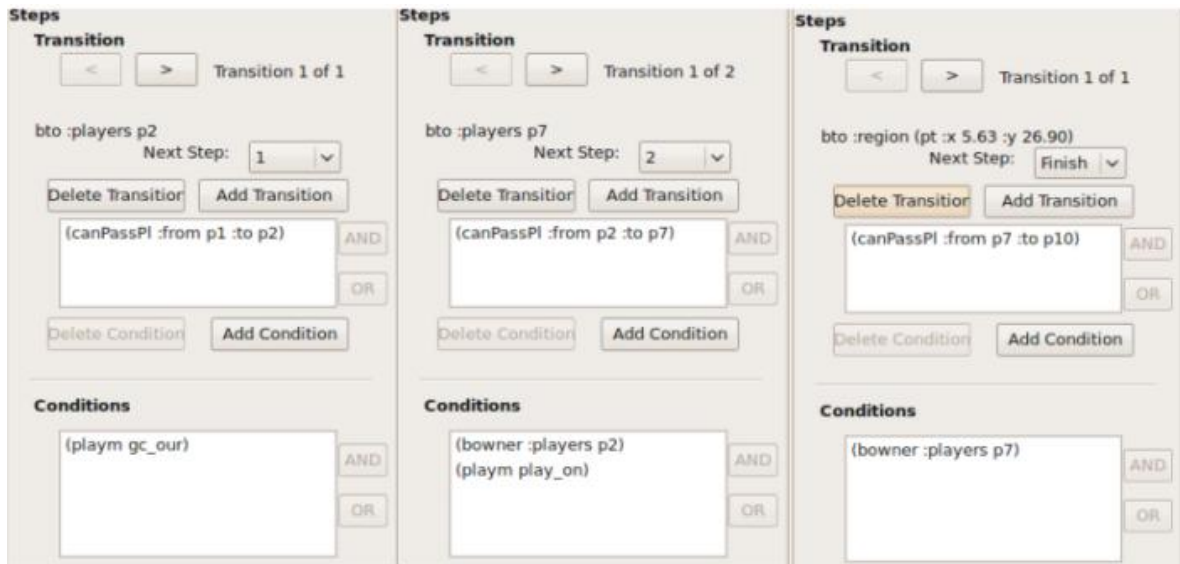


Figura 2.23 - Interface de criação de jogadas estudadas por passos oferecida pelo PlayMaker

Strategist

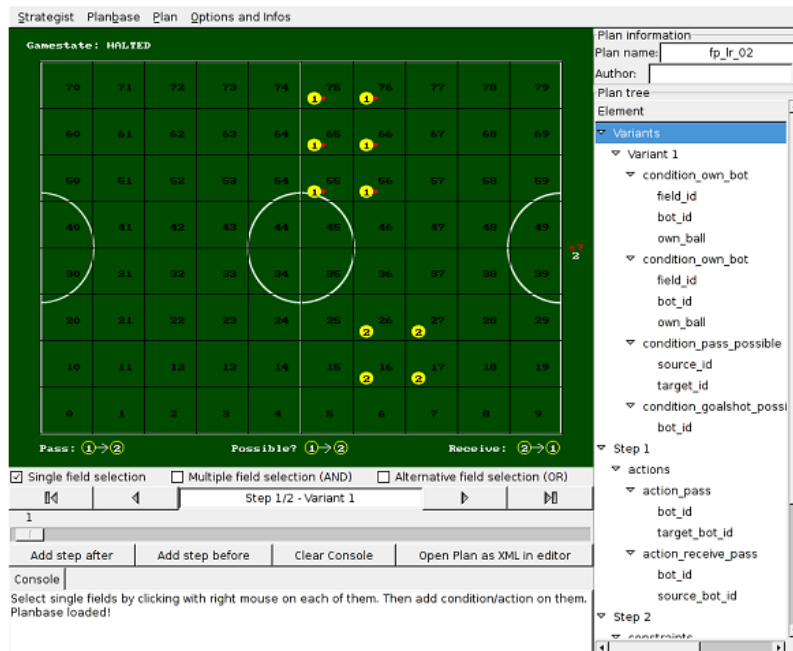


Figura 2.24 - Interface principal do Strategist

Aplicação criada em 2007, tem o objectivo de permitir a criação, edição, gestão e desenvolvimento de estratégias de maneira idêntica à elaborada no futebol humano. Inspirada em aplicações usadas no futebol humano, apresenta um campo de futebol dividido em 80 células (8 x 10) seguindo um modelo de mundo qualitativo – figura 2.24.

2 - Revisão Bibliográfica

Na sua arquitectura implementa um módulo que permite que as táticas se transformem em adaptativas e encontrem as lacunas dos adversários a fim de as explorar.

O Strategist tem ainda a particularidade de não ser limitado a uma só liga, apesar de ter sido mais testado para a liga dos robôs pequenos [SE07].

Comparação entre *software* do RoboCup

As aplicações estudadas são bastante diferentes, desde o seu objectivo às ferramentas oferecidas, levando a que não haja grandes parâmetros de comparação. De positivo retira-se o facto de poderem, após algumas adaptações, serem utilizadas para qualquer liga.

Em termos de usabilidade, todas elas têm grandes problemas. Para um utilizador avançado de computadores torna-se fácil utilizá-las, mas para pessoal não qualificado em computadores ou em futebol robótico é bastante difícil de conseguir retirar algum proveito das aplicações. O excessivo uso de caixas de texto e de botões para a configuração das estratégias, torna as ferramentas desconfortáveis de usar, assim como a linguagem das aplicações ter expressões próprias e de fácil interpretação para as equipas que as desenvolveram mas de interpretação difícil para os utilizadores não experientes.

2.5.4 Conclusão

Depois de três diferentes domínios analisados, verifica-se que as ferramentas mais bem conseguidas, complexas e completas estão no mundo dos jogos. Não é de estranhar, tendo em conta o número elevado de jogadores e da receita das empresas de jogos permitindo novos investimentos em sequelas de jogos com sucesso.

No entanto, retiram-se algumas boas ideias da análise de *software* do mundo real e do usado no RoboCup. Os treinadores reais, pelas funcionalidades do *software* para o mundo real, têm preferência por funcionalidades do tipo pegar e arrastar, enquanto nas ADEF existentes para o RoboCup Soccer funcionam mais recorrendo a de caixas de selecção e de botões. Esta diferença será tida em conta no desenvolvimento da nova aplicação gráfica para definição de JEs proposta por este documento.

É de realçar ainda o custo elevado de algum *software* profissional para futebol humano, não se justificando em alguns casos, por serem raras as ferramentas inovadoras que oferecem, levando à pouca adesão de treinadores, os quais preferem soluções mais baratas como os quadros de giz.

No RoboCup, como anteriormente referido, são poucas as equipas que já estão no patamar de cooperação multiagente usando estratégias de alto nível. Isto leva a que o *software* para o desenho dessas estratégias seja também ele escasso e o existente muito específico para cada uma das equipas.

2.6 Softwares de diversas utilidades no RoboCup Soccer

Além das ADEF são muitas as diferentes aplicações criadas no âmbito do RoboCup Soccer, como o *software* oficial utilizado nos jogos de cada liga, software de *debug*, simuladores ou aplicações de teste e análise criadas pelas equipas. O facto de a maior parte do *software* ser *opensource* faz com que qualquer equipa proponha ou faça ela mesma alterações que possam melhorar a ferramenta ou personalizá-la da melhor maneira à sua equipa. De forma muito sucinta, serão descritos alguns *softwares* ainda em desenvolvimento e utilização.

RoboCup Soccer Server - RCSServer

Tal como referido na secção 2.2.1 na liga de simulação 2D o jogo desenrola-se através do envio e recepção de comandos entre um servidor e os agentes. Esse servidor é uma aplicação que tem vindo a ser desenvolvida desde a primeira competição robótica, o pré RoboCup-96.

Comunicando através de *sockets* UDP/IP, o servidor simula o campo, o movimento dos jogadores e da bola e envia informação imperfeita para os agentes. Os comandos enviados por cada agente (que representa um único jogador) são também executados pelo servidor de forma imperfeita. A arquitectura do servidor pode ser vista na figura 2.1.

Ao longo das últimas edições, novas funcionalidades têm vindo a ser propostas e discutidas. As aceites alteram de alguma forma a mecânica de jogo e, por conseguinte, o RCSServer tem vindo a ser actualizado todos os anos. O facto de estar sob a licença LGPL faz com que a comunidade se interesse pelo seu desenvolvimento e equipas, como a FCPortugal, alteram um pouco o seu código de maneira a dispor ferramentas manuais de alteração do estado de jogo para efectuação de testes. A sua última versão lançada em Junho de 2011 é a 15.0.1 [RCSSERVER11].

RoboCup Soccer Simulator Monitor - RCSSMonitor

Sendo o RCSServer apenas uma aplicação de processamento de informação tendo output gráfico apenas texto, surgiu a necessidade de transformar os estados do mundo simulados em algo gráfico, para se conseguir visualizar o campo, as balizas, os jogadores, a bola e a sua interligação. O RCSSMonitor é o monitor oficial da liga de simulação 2D, mas não é o único a ser desenvolvido. O RCSSMonitor para além de poder mostrar o jogo que está a ser simulado pelo RCSServer, pode também mostrar simulações antigas quando conectado ao RoboCup Soccer Simulator LogPlayer.

Quanto aos comandos de arbitragem, o RCSSMonitor oferece alguns comandos para parar o jogo, definir faltas e colocar a bola em qualquer ponto do campo. O seu desenvolvimento acompanha o desenvolvimento do RCSServer, sendo a sua última versão a 15.0.0 [RCSSERVER11].

RobCup Soccer Simulator LogPlayer - RCSSLogPlayer

O RCSSLogPlayer é uma aplicação para repetir os jogos previamente simulados pelo RCSSSERVER. Pelos registos do jogo é possível visualizar no software informações importantes para testes das estratégias das equipas, como toda a informação de cada jogador em cada momento. A última versão lançada foi a 15.0.0 [RCSSSERVER11].

SimSpark e RCSServer3D

Iniciado em 2003, o SimSpark é uma aplicação que pretende oferecer um simulador genérico para diferentes tipos de simulações, onde agentes representados por processos externos podem interagir com o mesmo. Funcionando directamente com o RCSServer3D, estas duas aplicações são o servidor e simulador oficial da liga de simulação 3D no RoboCup. As últimas versões, SimSpark 0.2.2 e RCSServer3D 0.6.5 foram lançadas em Maio e em Abril de 2011 respectivamente [SimSpark11].

RoboCup Small Size League Shared Vision System - SSI-vision

Antes de 2009, cada equipa da SSL tinha que desenvolver o seu próprio sistema de visualização global, se pretendesse usar algum. Foi proposto e aceite que esse sistema fosse homologado e partilhado por todas as equipas nascendo assim o projecto SSI-vision. Tem como objectivos promover um sistema configurável, extensível e robusto [ZLBWV09][SSLVision11].

RoboCup GameController – RoboCupGC

O RoboCupGC – figura 2.25 - é uma aplicação usada na liga dos robôs humanóides e na SPL. O seu propósito é o envio de comandos de arbitragem aos robôs. O projecto começou a ser desenvolvido em Março de 2009 tendo sido a sua última actualização efectuada em Junho de 2011 [RoboCupGC10].

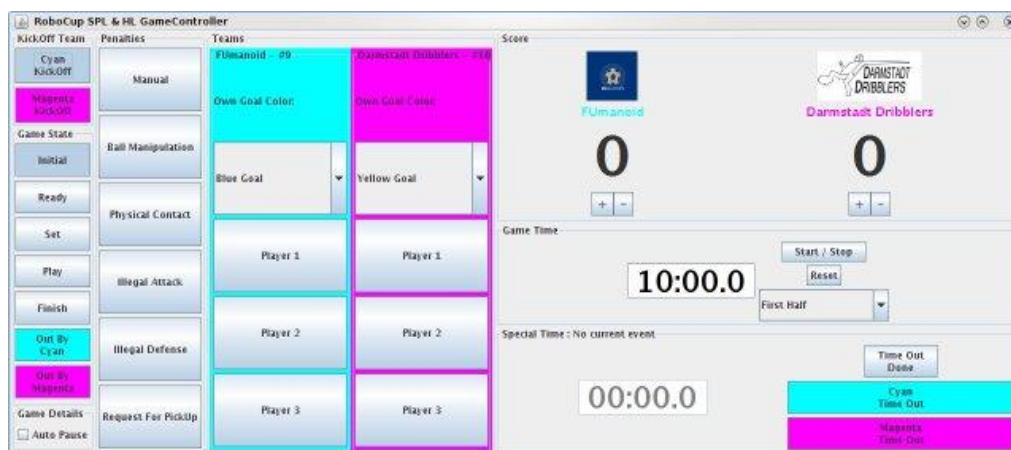


Figura 2.25 - Interface do GameController

2 - Revisão Bibliográfica

SoccerScope2

O SoccerScope2 – figura 2.26 - é um monitor com funcionalidades e ferramentas mais sofisticadas que o RCSSMonitor para *debugging*. Escrito em Java, permite visualizar trajetórias da bola e dos jogadores, zonas de acção de cada jogador, posse de bola da equipa, mensagens trocadas pelos jogadores entre muitas outras. [SoccerScope2].

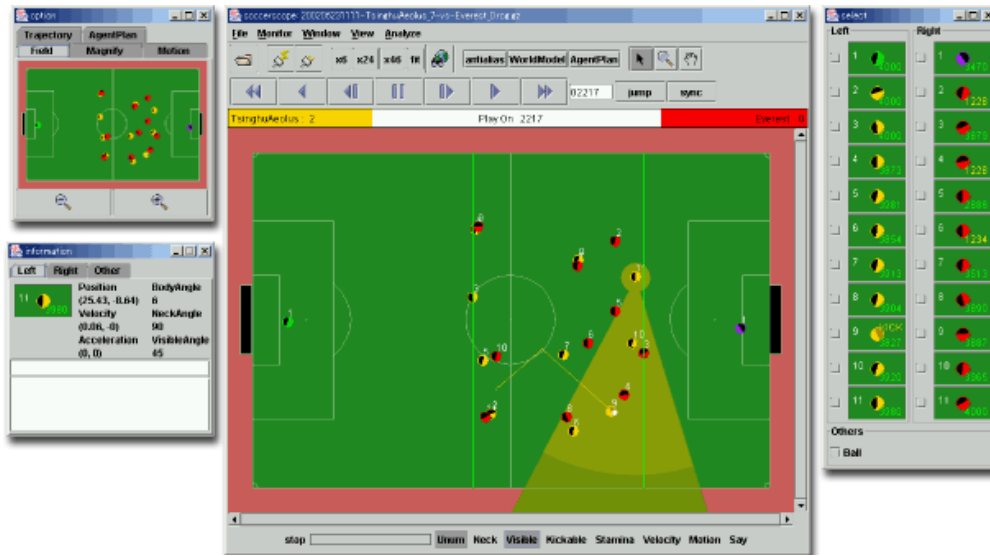


Figura 2.26 - Interface do SoccerScope2

SimRobot

A aplicação SimRobot – figura 2.27 – tem o propósito de simular em 3D robôs desenhados pelo utilizador. Inclui um modelo físico baseado em dinâmicas de corpos rígidos. É bastante genérico, permitindo a construção de modelos diferentes através da variedade disponível de actuadores e sensores. Tendo em conta a usabilidade, o simulador permite manipulação directa dos actuadores e de vários mecanismos de visualização para melhor interacção com o mundo simulado. O SimRobot é uma boa ferramenta para simulação das ligas robóticas, mas o seu escopo não se limita unicamente ao RoboCup Soccer [LR08][SIMROBOT11].

2 - Revisão Bibliográfica

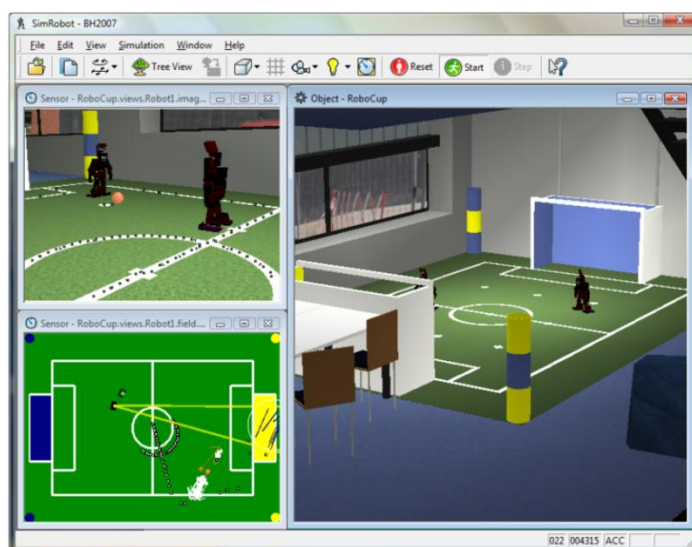


Figura 2.27 - Interface do SimRobot

Visual Debugger

Baseada numa outra implementação da CMUnited99 e no RCSSLogPlayer, o visual Debugger é a ferramenta principal de teste das equipas 2D e 3D da FCPortugal. Sofrendo alterações ao longo dos anos, dado que as regras das ligas vão também sendo modificadas, fornece algumas ferramentas como interligação com o RCSSMonitor possibilitando a visualização de jogos e visualização de raciocínio dos jogadores através dos registos de jogos. A ferramenta gráfica torna-se extremamente útil para verificar os erros das acções dos jogadores em vez de esta ser verificada manualmente lendo os longos ficheiros guardados [LR2007].

SoccerWindow2

Baseado numa versão antiga, o SoccerWindow [SoccerWindow2011], este *software* apresenta muitas das ferramentas antigas – figura 2.28. As funcionalidades são idênticas às de outros monitores/leitores de registo de jogos, mostrando várias informações e permitindo a visualização de informações sobre a bola e os jogadores. Estão disponíveis também funcionalidades amigáveis de visualização, como aproximação da imagem e customização das cores do jogo. A possibilidade de retroceder a reprodução do visionamento do jogo também é bastante interessante [SoccerWindow2-2011].

2 - Revisão Bibliográfica



Figura 2.28 - Interface do SoccerWindow2

Turtle Simulator

Este *software* - figura 2.29, criado pela equipa da Tech United Eindhoven, simula o comportamento dos seus robôs, denominados Turtle, seguindo as regras da liga de robôs médios.

O simulador corre a mesma estratégia para os robôs simulados que é lançada nos robôs reais [TurtleSim11].



Figura 2.29 - Interface do Turtle Simulator

Loglyzer

Esta aplicação – figura 2.30 – permite a análise e visualização eficiente de ficheiros de simulação guardados da liga de simulação 2D. Das várias funcionalidades destacam-se [Loglyzer2011]:

- Várias ferramentas para tratar a informação, quer em tabelas como em gráficos;
- Visualização bastante amigável da informação recolhida;
- Várias opções de exportação de informação, imagens e gráficos.



Figura 2.30 - Interface do Loglyzer

Conclusão

Existem muito mais ferramentas apoiando as várias ligas, algumas com ferramentas genéricas podendo servir para diferentes ligas.

Dado que muitas equipas do RoboCup Soccer são da China, Japão e Irão, o desenvolvimento de *software* por parte de equipas destes países sem o respectivo manual traduzido para inglês, e com a fraca documentação nas respectivas *homepages* leva a que seja bastante difícil, e algumas vezes impossível, testar e analisar alguns *softwares*.

Alguns dos *softwares* analisados têm o apoio de uma boa comunidade, principalmente os oficiais do RoboCup. Os outros, mais específicos para as equipas que os desenvolvem, ou são bastante robustos ou acabam por ser descontinuados.

2.7 Conclusão

O RoboCup Soccer, ao fim da sua décima quarta edição, apresenta indícios de que a meta estabelecida será alcançada, talvez até antes do tempo estipulado. A liga de simulação 2D apresenta jogos com estratégias já muito bem conseguidas, sendo que as outras ligas têm melhorias consideráveis todos os anos, mas ainda estão longe de produzirem os resultados aguardados.

Depois do esperado avanço tecnológico a nível do *hardware* para produzir robôs bípedes a correr, saltar, cabecear tal e qual humanos, será muito fácil colocá-los a jogar em equipa, executando perto da perfeição estratégias bem definidas. No entanto, muito trabalho precisa de ser feito também a nível de *software*.

Para potencializar as estratégias possíveis de serem definidas, os investigadores são auxiliados por aplicações gráficas. Estas aplicações, com algumas semelhanças às do mundo real, têm ainda muitos aspectos a aperfeiçoar para se tornarem agradáveis de usar. Investigando os *softwares* usados no futebol humano e nos videojogos, recolheu-se informação suficiente para saber os pontos fortes e fracos dos mesmos, a fim de nesta dissertação, se construir uma aplicação que seja acolhida da melhor forma pelos elementos da equipa FCPortugal e por especialistas de futebol tendo em conta as suas anteriores experiências com *software* do género.

Capítulo 3

Especificação do Projecto

A aplicação desenvolvida teve como objectivo principal disponibilizar uma interface gráfica para definição de JEs, oferecendo aos desenvolvedores de JEs um caminho mais rápido, limpo e intuitivo para o desenho das mesmas. Tendo como mentores do projecto a equipa FCPortugal, a aplicação foi direccionada para a servir e assim sendo, a aplicação permite o desenho de JEs que se aproximem com o que a FFS formaliza.

Como alternativas ao *software* desenvolvido, a construção de uma JE pode ser feita através da escrita manual das mesmas ou a utilização da aplicação PlayMaker. A escrita manual de textos, seguindo a gramática da FFS, é lenta e penosa para o utilizador levando-o muito facilmente a erros sintácticos e semânticos assim como possível erros lógicos em JEs complexas por difícil visão mental da mesma. O PlayMaker, já descrito no capítulo 2.5.3, apesar de retirar o trabalho manual de escrita ao utilizador, tem uma interface com alguns problemas de usabilidade tornando-se uma solução temporária em vias de ser descontinuada.

Para o desenvolvimento da aplicação foi necessário previamente o estudo do RoboCup Soccer, das suas ligas e das estratégias usadas pelas equipas. Foi também estudado o código base da equipa FCPortugal e a FFS. Fez-se uma análise do *software* utilizado no futebol, nos jogos de computador e no RoboCup que incluíssem ADEF e levantou-se os pontos positivos e negativos das que apresentavam aplicações para o desenho de JEs. Estabeleceu-se os requisitos, definiu-se a arquitectura da aplicação e passou-se à parte da concepção. No final, foram feitos os devidos testes de eficiência e usabilidade.

Neste capítulo será descrito a biblioteca FCPortugal Setplay, os requisitos da aplicação, a sua arquitectura e tecnologias utilizadas.

3.1 FCPortugal Setplay

A *framework* FCPortugal Setplay [RLM2010][MR2007][MLR2010] foi desenvolvida pela e para a equipa FC Portugal para introduzir nas suas equipas robóticas a capacidade de executar JEs. A *framework*, ainda em fase de aperfeiçoamento, é bastante flexível podendo vir a ser aplicada não só na liga de simulação 2D onde já foi testada, mas em todas as outras ligas do RoboCup.

A FFS disponibiliza uma biblioteca que deve ser interligada com o código base dos agentes que depois conseguirão interpretar qualquer jogada estudada que respeite a gramática definida para a *framework* (ver anexo C a gramática detalhada).

No contexto desta *framework* uma JE é composta por vários tipos de abstracções como se pode ver no diagrama de classes na figura 3.1.

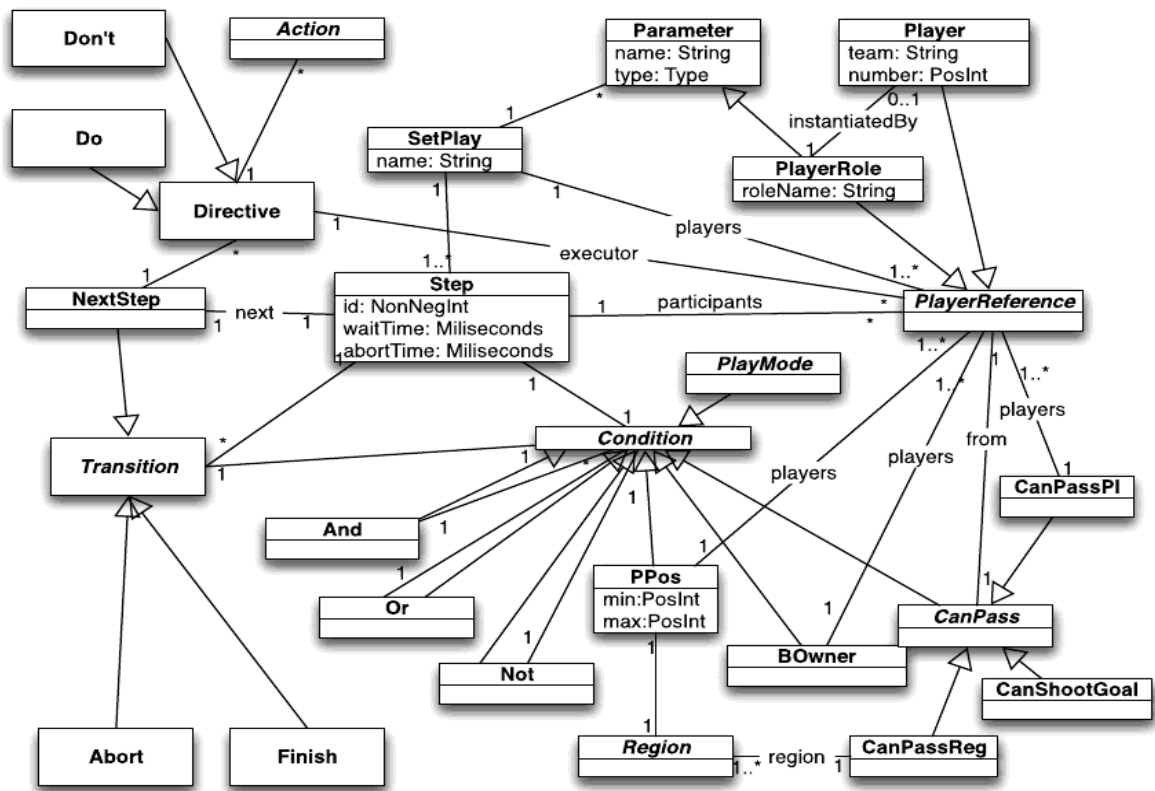


Figura 3.1 - Definição de uma JE pela FFS [MR2007].

Cada JE tem uma lista de passos (*Step*) que se relacionam entre si através de transições (*Transition*) de ponte (*NextStep*). Em cada passo participam um ou mais jogadores (*Player*) que são identificados (*PlayerReference*) pela sua equipa e número ou por um nome genérico (*PlayerRole*) mais perceptível (ex.: guarda-redes, ou finalizador). Em cada transição os participantes podem ter directivas (*Directive*) a executar. Essas directivas são compostas por

Especificação do Projecto

uma ou várias acções (*Action*) que o jogador tem (*Do*) ou não tem (*Don't*) de fazer. As JE têm ainda condições que lhe restringem a execução, isto é, condições de interrupção para que se possa parar a JE em qualquer momento e o processamento dos agentes continue independente da JE. Estas condições (*Condition*) podem ser: globais, afectando toda a JE; de passos, condicionando somente a execução do passo em questão; de transição, afectando somente a escolha das transições. De realçar ainda que a JE termina também quando é atingido uma transição de interrupção (*Abort*) ou de finalização (*Finish*) que não têm nenhum passo de destino.

As variadas acções passíveis de entrar em directrizes podem ser vistas na figura 3.2.

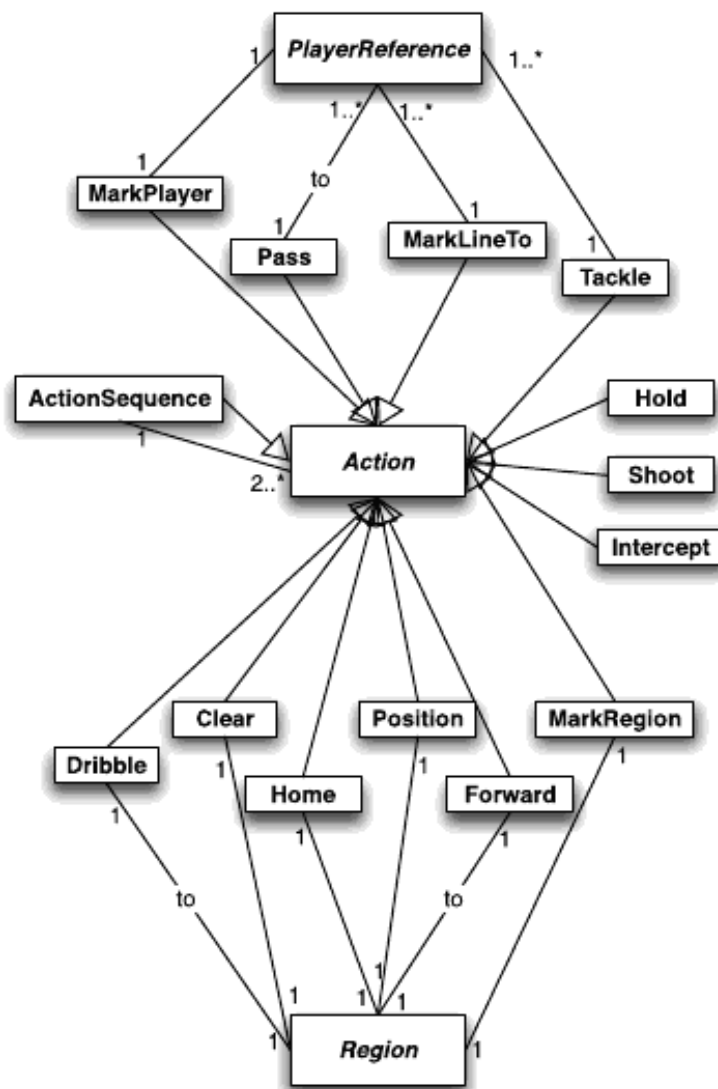


Figura 3.2 – Acções possíveis de ser executadas numa JE definida pela FFS

Outra abstracção na FFS é a região (*Region*) – figura 3.3 – cujo objectivo é definir espaços onde as acções são executadas ou onde os jogadores devem estar posicionados. As

regiões, como se pode ver na figura 3.3 podem tomar forma de um ponto (*Point*), ou de um polígono como um triângulo (*Tri*) ou um rectângulo (*Rect*). Os pontos podem ser absolutos ou dinâmicos, isto é, poderão ser referenciados através de coordenadas XY em relação ao campo que se mantêm estático, ou poderão ser referenciados através de distâncias em relação a objectos dinâmicos, que se movem no decorrer do jogo, como a bola ou um jogador.

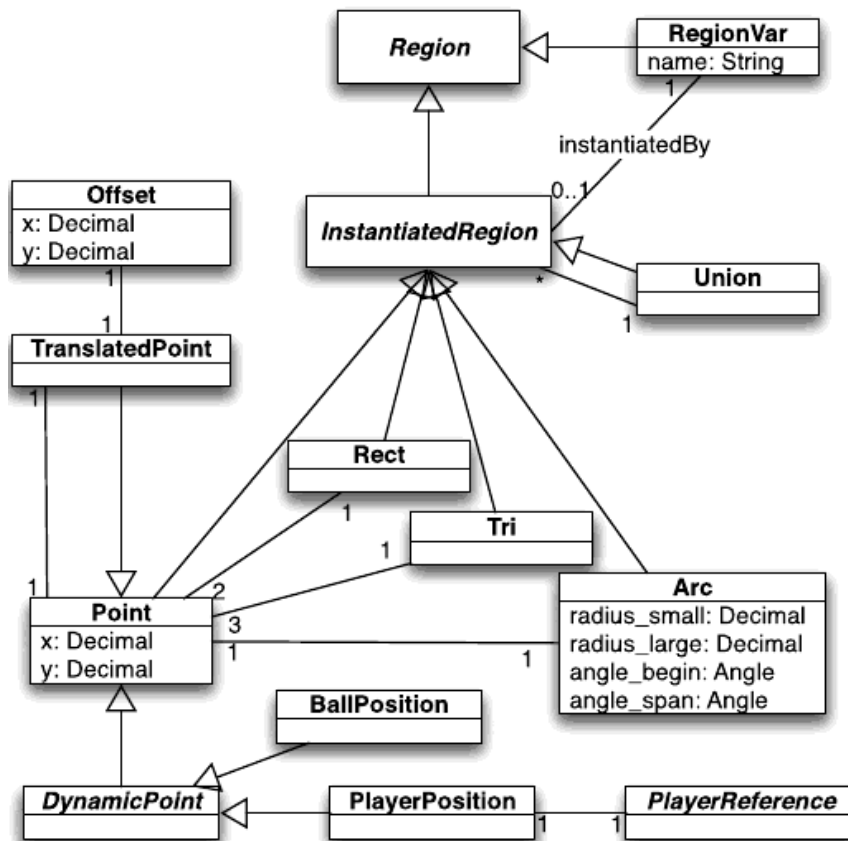


Figura 3.3 – Definição de região pela FFS

3.2 Requisitos

Para verificar se este projecto foi bem-sucedido teve-se que se criar requisitos no início da dissertação que pudessem ser validados no final da mesma. Inicialmente, foram reunidas algumas questões importantes que a aplicação deve responder da melhor maneira, pois só assim satisfará o seu objectivo:

- A aplicação permite o desenvolvimento de JEs de forma rápida, de modo a que se despenda mais tempo a testá-las do que a defini-las?
- Especialistas do domínio (futebol), que não tenham experiência no futebol robótico, conseguem usar a aplicação de modo fácil e cómodo para desenhar JEs?

Especificação do Projecto

- A aplicação permite a exportação, após o seu desenho, e execução de JEs coerentes com a FFS?
- A aplicação explora o trabalho feito anteriormente, permitindo importar e exportar qualquer JE coerente com a FFS que seja possível definir manualmente?

No entanto, por estas questões serem informais e difíceis de se confirmar, obrigaram à definição de requisitos mais atingíveis. O estudo dos diferentes *softwares* descritos anteriormente, assim como o diálogo com elementos da FCPortugal ajudou também ao levantamento dessas funcionalidades mais técnicas confiadas à aplicação:

- Desenho de JEs
 - Desenho de JEs que respeitem a gramática disponibilizada pela FFS;
 - Interface limpa, intuitiva, favorecendo interfaces de *drag-and-drop* em vez de botões e ou preenchimento de campos;
 - Importação e exportação de JEs respeitando a gramática da FFS;
 - Permitir facilmente efectuar testes de JEs para a liga 2D;
 - Permitir facilmente efectuar *debug* dos testes de JEs para a liga 2D;
 - Disponibilizar o visionamento de um log de jogo ao mesmo tempo que se desenha a JE;
 - Aplicação fácil de integrar outros *softwares* utilizados pela FCPortugal.
- Extensível de incorporar outros módulos de definição de estratégia.
- Extensível para outras ligas para além da liga de simulação 2D.
- Funcional em Linux

3.3 Arquitectura

A arquitectura do SPlanner foi desenhada já a pensar no incorporar de outros módulos, tal como foi requisitado. O SPlanner é uma aplicação instalável e para utilizador final não requerendo qualquer tipo de ligação a servidores ou mesmo conexão à Internet. O diagrama da figura 3.4 representa o SPlanner a nível modular.

Como é possível visualizar, o sub-módulo interface gráfica está separada dos outros sub-módulos. Foi tomada esta opção, para que seja facilmente possível a importação e exportação de JEs para outro tipo de gramáticas que não a descrita no tópico anterior, assim como a possibilidade de testar e fazer *debug* para outras ligas que não a 2D.

O sub-módulo interface gráfica foi desenvolvido através de uma programação orientada a objectos, sendo o diagrama de classes resultante representado na figura 3.5.

Especificação do Projecto

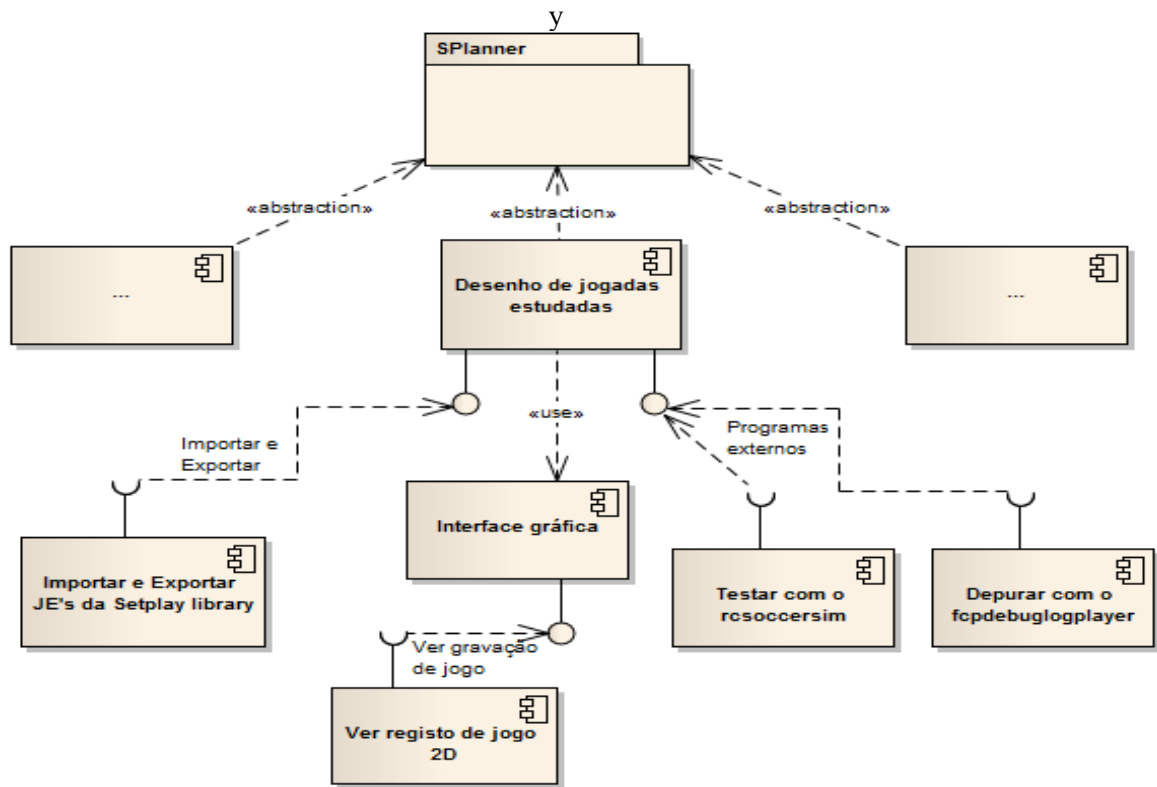


Figura 3.4 - Visão modular da aplicação

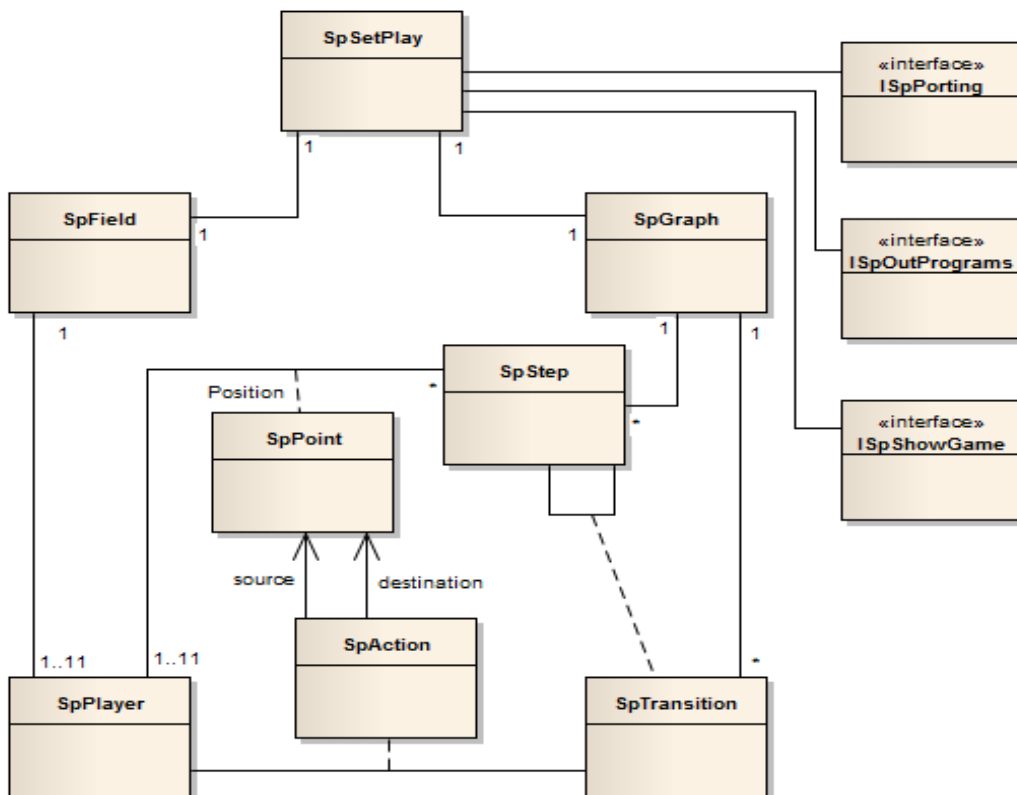


Figura 3.5 – Diagrama de classes do módulo de desenho de JEs

Especificação do Projecto

Numa aproximação à biblioteca FCPortugal Setplay, pode-se fazer as seguintes analogias conceptuais na tabela 3.1.

Tabela 3.1- Comparação de abstrações da FFS e do SPlanner

FCPortugal Setplay	SPlanner	Descrição
Setplay	SpSetplay	Representa e conserva todos os elementos pertencentes a uma JE.
PlayerReference	SpPlayer	Representação do jogador. No SPlanner têm ainda o encargo de desenhar o jogador no terreno de jogo.
Step	SpStep	Representação de um passo da JE. No SPlanner têm ainda o encargo de desenhar o passo no grafo.
Transition	SpTransition	Representação da transição entre passos (SpSteps) da JE. No SPlanner têm ainda o encargo de desenhar a transição no grafo.
Action	SpAction	Representação de uma acção do jogador. No SPlanner têm ainda o encargo de desenhar a acção no terreno de jogo.
Region	SpPoint	Representação da posição de jogadores ou acções.

As restantes classes e interfaces que aparecem na figura 3.4 são:

- SpField - Classe responsável por desenhar o terreno do jogo, o banco de suplentes e ainda disponibilizar a interface necessária para poder arrastar os jogadores e criar as suas acções;
- SpGraph - Classe responsável por desenhar um painel e integrar os passos e as transições;
- IspPorting - Interface para importação e exportação de JEs;
- IspOutProgram - Interface para conexão com programas exteriores ao SPlanner;
- ISpShowGame - Interface para se poder ver jogos no terreno de jogo onde se define as JEs.

Existem ainda outras classes pertencentes ao SPlanner, de menor importância a nível arquitectural, servindo apenas como caixas de diálogo ou janelas gráficas de interacção com o utilizador para definição ou configuração de variáveis.

3.4 Tecnologias

Sendo o RoboCup uma competição académica, e na sua origem as equipas e apoios não serem muitos, recorreu-se a *software* livre para o desenvolvimento das aplicações. Hoje em dia grande parte (se não todo) o *software* usado no RoboCup Soccer é feito para Linux. Tendo em conta este facto, e de todo o *software* utilizado pela FCPortugal ter sido feito para Linux, a aplicação a desenvolver será também ela feita para funcionar em Linux.

Com o objectivo futuro de incorporação de aplicações utilizadas pela FCPortugal, e pela actual necessária interligação com algum desses *softwares*, optou-se por se utilizar a linguagem de programação que foi utilizada no desenvolvimento dessas aplicações - C++. O facto de o código-base dos agentes da equipa FCPortugal terem sido escritos em grande parte em C++, apoiou também esta decisão. Como biblioteca gráfica, foi escolhido o QT (versão 4.7.3), pelas mesmas razões acima descritas.

Para importação e exportação de JEs de acordo com a gramática da FFS, foi utilizado as funções de interpretação e de escrita da FFS.

A aplicação, para efeitos de teste recorre ao RCSServer, RCSSMonitor e RCSoccerSim. Para *debug* utiliza o FCPDebugLogPlayer, uma aplicação adaptado do RCSSLogPlayer pela equipa FCPortugal. Para visualização de um registo de jogo, recorreu-se ao *software* RCSSLogPlayer retirando-se funcionalidades do software não necessárias para o seu objectivo na aplicação.

3.5 Conclusão

Neste capítulo foi descrito a análise que foi elaborada antes de se começar a desenvolver a aplicação. Depois do estudo da FFS pensou-se na melhor arquitectura para a aplicação tendo em conta os seus requisitos. Mesmo que a aplicação sofra alterações, a sua estrutura base ficará muito próxima do que se descreveu no subcapítulo 3.3.

O módulo de definição de JEs tem uma arquitectura bastante genérica, independente da FFS, permitindo outras equipas do RoboCup adaptarem a ferramenta às suas necessidades. As tecnologias escolhidas, por serem habitualmente usadas no RoboCup e por terem boa comunidade e suporte, promovem o desenvolvimento futuro da aplicação.

Capítulo 4

SPlanner

O nome escolhido para a aplicação desenvolvida foi SPlanner de *Strategy Planner* - Planeador de Estratégia. A eleição deste nome deve-se ao facto da aplicação conseguir facilmente incorporar outras aplicações já existentes de definição de estratégia utilizados pela FCPortugal e prever-se o desenvolvimento de outros módulos para definição de abstrações de estratégias (descritos nas secções 2.4.2 e 2.4.3).

Serão apresentados neste capítulo a interface gráfica pormenorizada da aplicação, um exemplo de uma JE desenhada pelo SPlanner, aspectos de usabilidade e descrição de algumas considerações importantes que se tomaram aquando do desenvolvimento da aplicação.

4.1 A aplicação

O SPlanner apresenta-se como uma aplicação para ambiente Linux, com aspecto simples e de fácil interacção com o rato e teclado.

Definição de JEs

A interface gráfica para definição de JEs apresenta, num separador independente, cinco áreas distintas: relvado, grafo, quadro de informação do passo, quadro de informação sobre a JE e tabela de informação sobre jogadores – figura 4.1.

Com a abertura do separador de definição de JEs aparece no menu de navegação - figura 4.1 a) - um menu específico para a definição de JEs denominado *Setplay*.

SPlanner

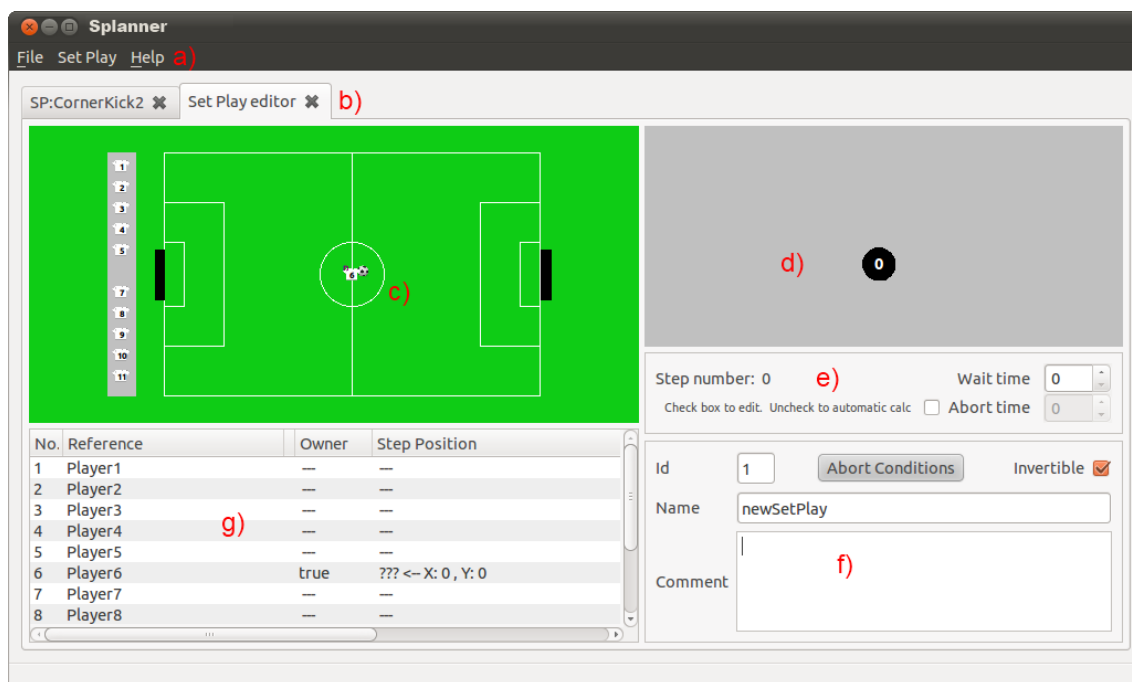


Figura 4.1 – Interface principal do SPlanner mostrando em primeiro plano a aba do desenho de JEs: a) menu de navegação; b) Menu de separadores; c) Relvado; d) Grafo; e) Quadro de informação do passo; f) Quadro de informação da JE; g) Tabela de informação dos jogadores

Menu de navegação

O menu de navegação – figura 4.1 a) - dispõe de 2 ou mais submenus:

- *File* - Menu “ficheiro” com função semelhante a outras aplicações, tendo as opções de criar ou importar uma nova JE, assim como fechar a aplicação;
- *Help* - Menu de ajuda, onde se pode recorrer quando se tem dúvidas de como usar a aplicação;
- Menu específico para o separador actual - Este menu, é dinâmico, e apresenta acções dependendo do que se está a definir no separador activo, isto é, se se estiver a definir formações, as acções apresentadas dizem respeito a formações. Na figura 4.1 é visível o menu do meio “Setplay” que está contextualizado com o separador aberto.

Janela de nova JE

Na criação de uma nova JE é necessário escolher a situação inicial, isto é, se é um canto, um lançamento, um pontapé de baliza, entre outros. Para algumas situações é necessário também definir a região limite em que pode começar. As regiões possíveis de serem seleccionadas podem ser visualizadas na figura 4.2.

SPlanner

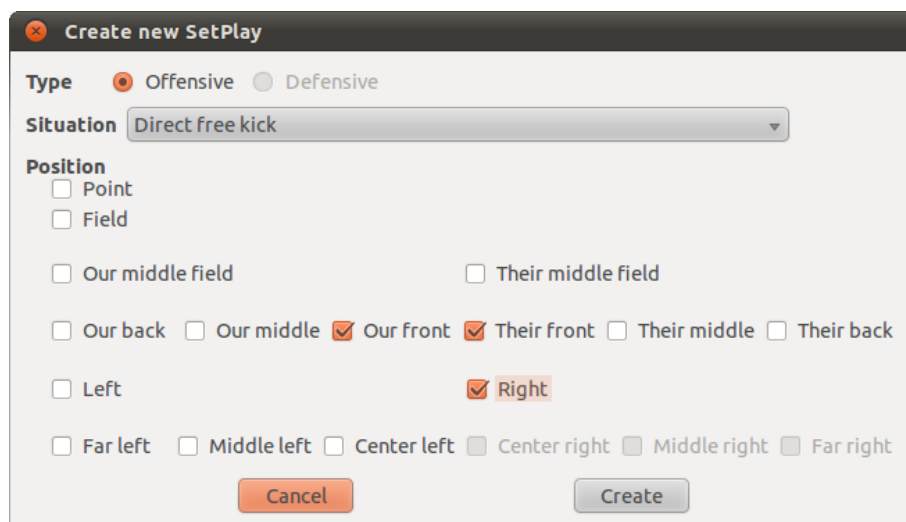


Figura 4.2 – Janela de criação de uma nova JE

Relvado

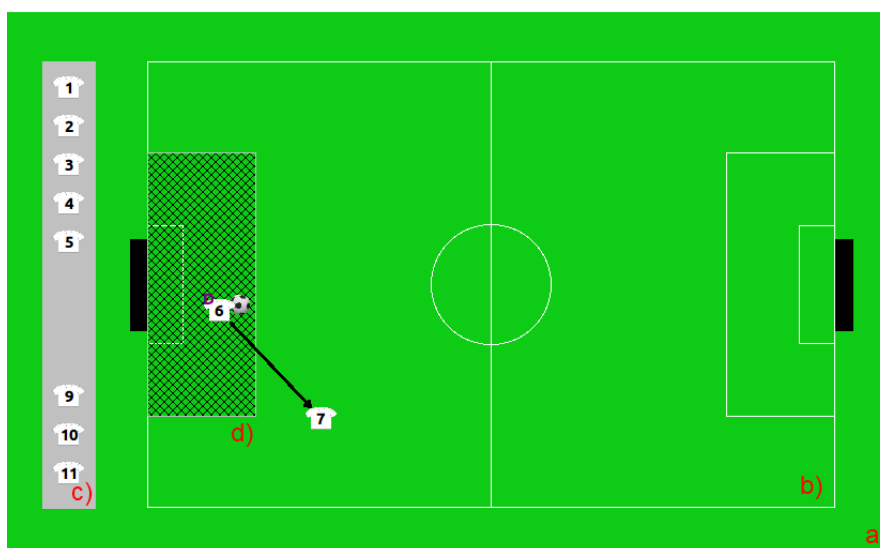


Figura 4.3 - Relvado da interface gráfica do módulo de definição de JEs do SPlanner: a) Limites do Relvado; b) Campo de jogo; c) Banco de jogadores não participantes; d) Região limite do início da JE.

O relvado – figura 4.3 – é o local onde se posiciona e define as acções dos jogadores para cada passo, dividindo-se em duas áreas distintas:

- O campo de jogo: Onde se define propriamente o posicionamento e acções dos jogadores;
- O banco de jogadores não participantes: Na zona a cinzento, manter-se-ão os jogadores que não participam na JE. Sempre que se move um jogador do banco para dentro do campo, ele passa a ser participante na JE. De igual modo, sempre que se retirar o jogador do campo

SPlanner

(mesmo não o colocando especificamente no banco) este deixará de ser participante e colocar-se-á no banco.

O campo pode apresentar zonas com marcação como se pode ver na figura 4.3 d). Estas zonas representam o espaço limite onde a bola, e por sua vez o executante da JE, se pode posicionar.

Jogadores

Os jogadores são representados por uma camisola branca tendo no centro desta o seu número. Os jogadores são arrastáveis e seleccionáveis. Quando activados pelo rato, a camisola muda para a cor amarela – ex.: jogador número 7 na figura 4.4 a).

De forma a distinguir os jogadores participantes na JE, mas que em alguns passos não têm posições ou acções definidas, a camisola destes jogadores é transparente - ex.: jogador número 10 na figura 4.4 a).

Ao se clicar num jogador que está dentro do terreno de jogo, aparecerá o menu de contexto visível na figura 4.4 b). Neste menu de contexto pode-se remover a acção actual do jogador, criar uma acção nova, alterar a posição destino da acção, alterar a posição do jogador, ou remover ou repor o jogador no passo actual.

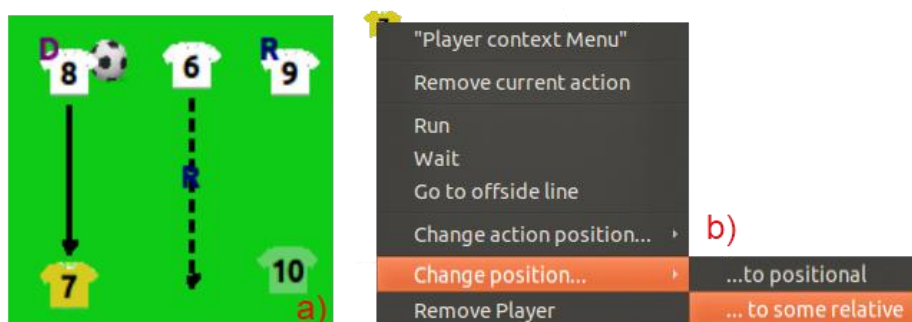


Figura 4.4 – Jogador de uma JE do SPlanner: a) Estados possíveis dos jogadores; b) Menu de contexto

Bola

A bola é representada por uma imagem de uma bola no canto superior direito do jogador que tem a sua posse em cada passo – ex.: jogador número 8 na figura 4.4 a).

Acções

São oito as acções – figura 4.5 – disponíveis de serem desenhadas no SPlanner, cinco tendo a posse de bola: passe, passe em profundidade, driblar, guardar a bola e rematar; e três sem a sua possessão: esperar, correr, e posicionar-se na linha de fora de jogo.

SPlanner

As acções não são seleccionáveis ou arrastáveis e a sua edição após serem criadas só é possível na janela de edição de jogador.

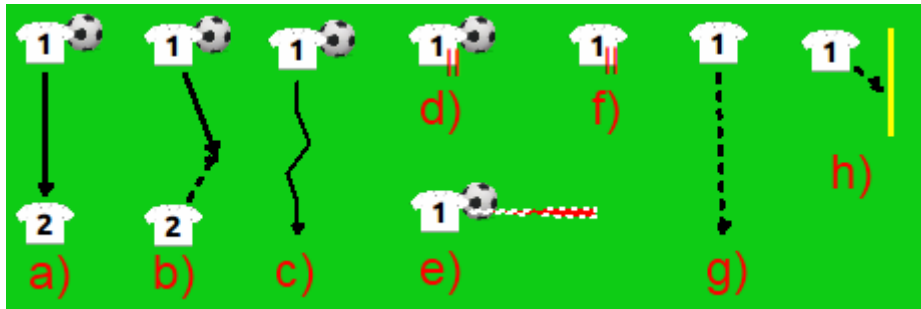


Figura 4.5 – Acções possíveis na definição de uma JE pelo SPlanner:
a) Passe; b) Passe em profundidade; c) Driblar; d) Guardar a bola; e) Rematar;
f) Esperar; g) Correr; h) Posicionar-se na linha de fora de jogo

Posições

Na definição de JEs, tanto os jogadores, como o destino das acções têm que ter um posicionamento que pode ser absoluto em relação ao campo, ou relativo à bola ou a outro jogador. Os jogadores podem ter também uma posição indeterminada cuja utilidade é definir o posicionamento do jogador que executa a primeira acção da JE. Este jogador deve estar obrigatoriamente ao pé da bola, cuja posição é indeterminada, e portanto a posição do jogador é também ela indeterminada.

As representações das diferentes tipologias de posicionamentos são distintas:

- Posição relativa:
 - Nos jogadores: Letra R a azul no canto superior esquerdo da camisola do jogador – ex.: jogador 9 na figura 4.4 a).
 - Nas acções: Letra R a azul a meio da sua linha de representação – ex.: acção do jogador 6 na figura 4.4 a).
- Posição indeterminada: Letra D (de *dummy*) a roxo no canto superior esquerdo da camisola do jogador – ex.: jogador 8 na figura 4.4 a).
- Posição absoluta: nenhum elemento identificativo – ex.: jogador 6 da figura 4.4 a).

Quando um jogador J é movimentado e tiver relativo a ele outros jogadores J1 J2 J3, esses jogadores actualizam o seu posicionamento, recalculando a distância a que estão de J. No entanto, quando premida a tecla *shift* ao mesmo tempo que se movimenta um jogador, os jogadores J1 J2 J3 movimentar-se-ão também, mantendo o posicionamento relativo inalterado. As acções relativas, no entanto, movem-se sempre em concordância com os movimentos da referência a que são relativos.

Grafo

No grafo são apresentados todos os passos (também chamados de estados, representados por círculos) e transições (representados por setas) de uma jogada estudada. Os círculos são móveis e impossíveis de se sobreporem para melhor visualização das transições e dos próprios círculos. Para identificação mais rápida dos passos iniciais e finais, estes estão representados por círculos com interior e exterior a preto respectivamente. Um possível grafo de uma JE pode ser visualizado na figura 4.6 a).

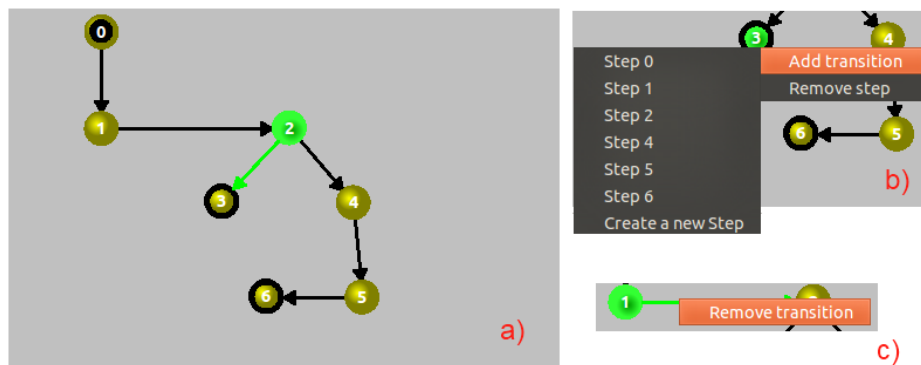


Figura 4.6 - Grafo de uma definição de JE no SPlanner: a) grafo de exemplo; b) menu de contexto de um passo; c) menu de contexto de uma transição.

A transição e o passo activos, isto é, a transição e passo que estão representados no campo e nas caixas de informação são identificados pela cor verde.

Para interagir com os passos e transições, clica-se com o botão direito em cima dos círculos e setas respectivamente, aparecendo um menu de contexto como mostra a figura 4.6 b) e c).

As acções disponíveis no menu de contexto dos passos:

- *Add transition* - Adicionar uma transição do passo seleccionado, para um disponível e que ainda não se tenha uma transição;
- *Remove step* - Remover o passo seleccionado. Só é possível caso o passo não seja origem de alguma transição ou não seja o passo inicial, para evitar que o grafo fique desconexo ou inexistente.

Para o menu de contexto das transições, só existe uma acção - *Remove transition* - para remover a transição seleccionada. Esta acção só é executada caso a transição não seja a única transição de destino de um nó, para evitar deixar o grafo desconexo.

Quadro de informação geral

O quadro apresentado na figura 4.7 a) apresenta a informação geral sobre o JE, como o nome, o número de identificação e os comentários sobre a JE. É possível nele também definir se

SPlanner

a JE é invertível e as suas condições de interrupção, aparecendo neste último caso uma janela - figura 4.7 b) - de escolha de possíveis condições de interrupção da JE.

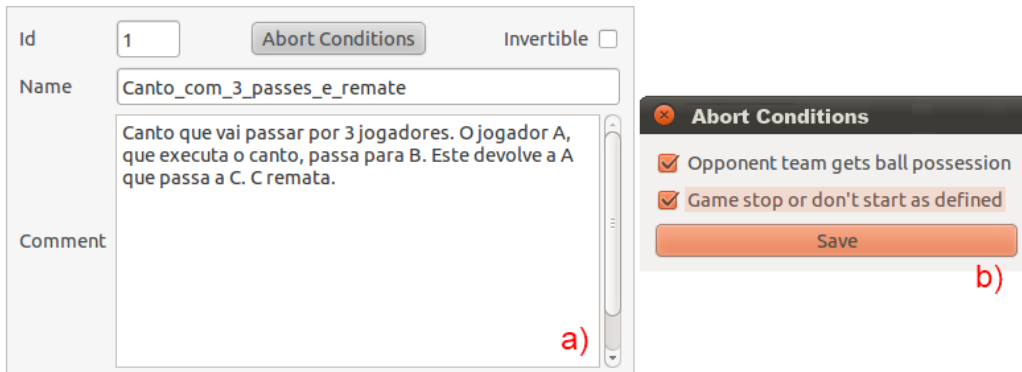


Figura 4.7 - Quadro de informação da JE: a) Informações editáveis sobre a JE; b) Janela de escolha de condições de interrupção.

Quadro de informação sobre o passo

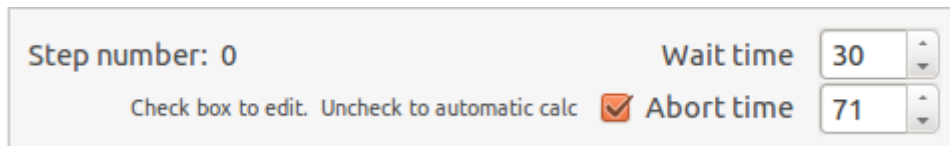


Figura 4.8 – Quadro de informação de um passo da JE

Neste pequeno quadro – figura 4.8 – é possível ver o número identificativo do passo e definir o tempo de espera e interrupção do mesmo. Se a caixa de selecção do tempo de interrupção não estiver seleccionada, este será calculado automaticamente pelo SPlanner.

O cálculo automático do tempo de interrupção é feito através da seguinte expressão:

$$\text{Tempo de interrupção} = \text{Tempo de espera} + \text{TAMV} + \text{TC}$$

TAMV = Tempo da Acção Mais Vagarosa de todas as transições cuja origem é o passo actual. Os tempos das acções são calculados tendo em conta as definições de velocidade máxima da bola e dos jogadores para cada liga (neste momento só implementada para liga 2D) e multiplicando esses valores pelo tamanho da acção. Ex.:

$$\begin{array}{l} \text{Tempo de acção passe} \\ \text{entre jogador 1 (J1) e} \\ \text{jogador 2 (j2)} \end{array} = \begin{array}{l} \text{distância} \\ \text{entre} \\ \text{J1 e J2} \end{array} * \begin{array}{l} \text{velocidade máxima} \\ \text{da bola} \end{array}$$

TC = Tempo de correcção. Este tempo tenta corrigir o facto de nem sempre as acções serem feitas à máxima velocidade, e portanto é necessário aumentar o tempo de interrupção caso as acções demorem um pouco mais do que estava à espera.

Tabela de informação sobre os jogadores

Na tabela mostrada pela figura 4.9, será possível ver alguma informação sobre os jogadores: número do jogador, nome do jogador, se tem a bola no passo actual, posição no passo actual e acção no passo actual. Fazendo duplo clique numa linha da tabela, abrir-se-á a janela de edição do jogador correspondente à linha seleccionada – figura 4.9.

No.	Reference b)	Owner c)	Step Position d)	Transition Action e)
1	Guarda_Redes	true	X: -36.5, Y: 19.5	pass -> 2
2	Defesa_Esquerdo	--	X: -19, Y: 30	--
3	Player3	--	--	--
4	<-- < by number >	--	X: -1, Y: 15.5	run -> X: 8, Y: 17
5	Player5	--	--	--
6	Player6	--	--	--
7	Player7	--	--	--
8	Player8	--	--	--
9	Player9	--	--	--

Figura 4.9 – Tabela de informação dos jogadores

Janela de edição de jogador

Player editor

Identification

Name: Defesa-esq By number: 5

Current step 0

Position on:

16.50 x -27.50 y

Make Positional Make Relative Make Dummy

Conditions:

On position

Near offside line

Is the ball owner

Current transition 0

Action -> dribble

Direction relative to player 7 by: 32.50 x

Make Positional Change Relative 6.00 y

Condition - ...

Cancel Save Reset

Figura 4.10 – Janela de edição de jogador da JE.

Para controlo e definição mais precisa das propriedades referentes a um jogador, utiliza-se a janela visível na figura 4.10. Esta janela é acessível de duas maneiras: ou duplo clique em cima de um jogador de campo, ou duplo clique em cima de uma linha da tabela de informação dos jogadores. A janela apresenta três partes distintas:

- Informação global: podendo alterar o nome, ou definir o jogador através do número.

SPlanner

- Informação sobre o passo actual: alterar a posição, a tipologia da posição e as condições do jogador no passo.
- Informação sobre a acção na transição actual: alterar a posição destino, a tipologia da posição e a condição para a acção ser executada.

Menu de definição na barra de ferramentas

Está disponível no menu de navegação três acções no submenu dinâmico, neste caso o submenu “*Setplay*”, as seguintes acções:

- *Export* - Exportar;
- *Run* - Correr uma aplicação independente do SPlanner;
- *Show game log 2D* - Visualizar registo de jogo

Exportar

Ao escolher esta acção aparecerá uma caixa de escolha de directoria para guardar o ficheiro resultante. O SPlanner tratará de exportar a JE definida na aba activa para o formato escolhido. Neste momento só está disponível a exportação no formato definido pela gramática da FCPortugal Setplay.

Correr uma aplicação independente ao SPlanner

Ao ser tomada uma acção do submenu “*run*” do menu “*Setplay*”, será executada uma aplicação de forma independente do SPlanner, sendo portanto possível continuar a trabalhar no SPlanner. No entanto, somente após terminar estas aplicações é que será possível voltar a executar uma delas novamente. Para já, os únicos *softwares* conectados ao SPlanner deste modo são o resoccermonitor para teste de JEs e o FCPortugalDebugLogPlayer para *debug* dos JEs. Antes da execução destas duas aplicações aparece uma janela de configuração dos argumentos das aplicações, para por exemplo configurar a equipa adversária da FCPortugal para teste das JEs.

Visualizar registo de jogo

Nos requisitos da aplicação encontra-se o visualizar de registos de jogos da liga de simulação 2D do RoboCup ao mesmo tempo que se pode desenhar uma JE. Sendo que o módulo de definição de JEs do SPlanner será utilizado em maior parte para a liga de simulação 2D, esta funcionalidade é de grande relevância. Com a visualização de registos de jogos ao mesmo tempo que se pode definir JEs, é possível fazer ajustamentos em tempo-real a acções e posicionamentos de jogadores para que a JE se torne mais eficiente, pois com a visualização do registo de jogo é possível saber a razão das JEs terem falhado. Por outro lado, com a observação gráfica dos registos de jogos é também possível visualizar a formação adversária em

SPlanner

determinados momentos, observando facilmente os seus buracos defensivos e criando a partir daí JEs com maior probabilidade de funcionarem contra a equipa adversária em questão.

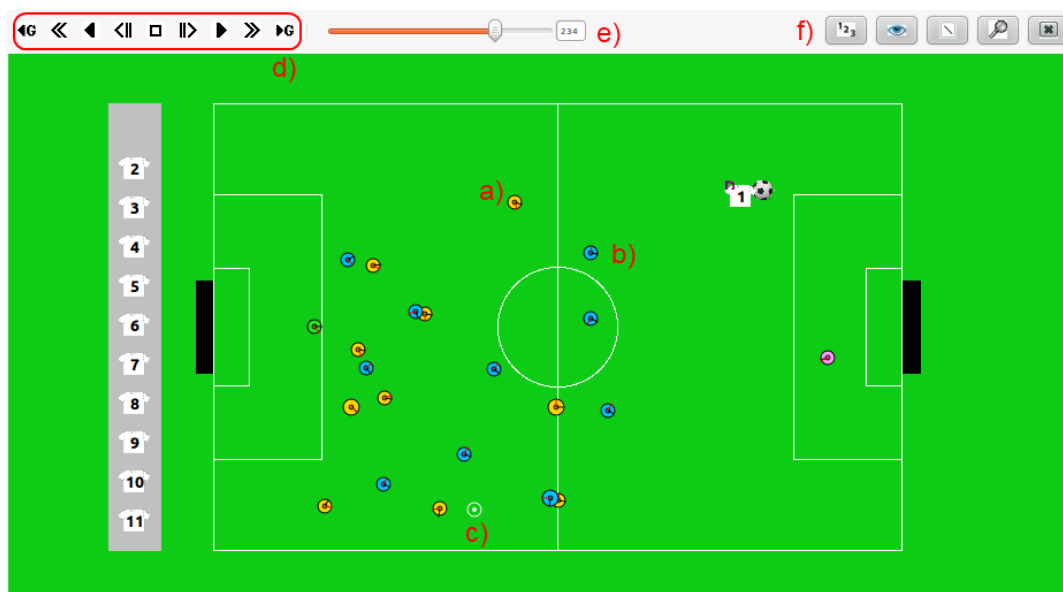


Figura 4.11 – Visualizar de um registo de jogo 2D no SPlanner: a) Jogador da equipa visitada; b) jogador da equipa visitante; c) bola; d) painel de controlo de estado de jogo; e) painel de controlo de tempo; f) painel de opções.

O visualizar de registo de jogo 2D é possível através do submenu “*Setplay*” no menu de navegação, aparecendo uma janela do ficheiro que contém o registo de jogo. Se for escolhido um registo válido, aparecerá no campo de jogo o registo do jogo. De cor amarela joga a equipa de casa - Figura 4.11 a) - e de azul a equipa visitante - Figura 4.11 b). A bola apresenta-se de cor branca Figura 4.11 c).

Será disponibilizado um menu semelhante ao do RCSSLogPlayer:

- Painel de controlo de estado do jogo - Figura 4.11 d): Da esquerda para a direita - retroceder para cinquenta passos da simulação antes do golo anterior, correr o jogo para trás de forma rápida, correr o jogo para trás, mostrar o passo da simulação anterior, parar ou correr o jogo, mostrar o passo da simulação seguinte, correr o jogo para a frente, correr o jogo para a frente de forma rápida, avançar para cinquenta passos da simulação antes do golo seguinte;
- Painel de controlo de tempo - Figura 4.11 e): Com uma prática barra de deslizamento que permite mover para qualquer altura do jogo e com uma caixa de texto para mover o jogo para o passo exacto da simulação que se preferir;
- Painel de opções - Figura 4.11 f): Com 5 botões - Mostrar/esconder os números dos jogadores; mostrar/esconder para onde têm a cabeça virada; mostrar/esconder as linhas de fora de jogo; mostrar/esconder o registo de jogo; finalizar a visualização do registo de jogo.

4.2 Exemplo de definição de uma JE usando o SPlanner

Como exemplo de definição de uma JE usando o SPlanner, propõe-se a criação de um canto do lado direito do campo na perspectiva ofensiva, onde 3 jogadores participarão: o executante, o distribuidor e o finalizador. A ideia da JE, é depois de um passe do executante para o distribuidor e de outro passe do distribuidor para o finalizador, este último remate para a baliza.

Criando uma nova JE através do menu “file” aparecerá a janela de escolha de situação e regiões da JE – figura 4.12. Escolhe-se na situação “corner kick” e a região “right” e aparecerá uma nova aba no SPlanner com o relvado semelhante ao da figura 4.3.

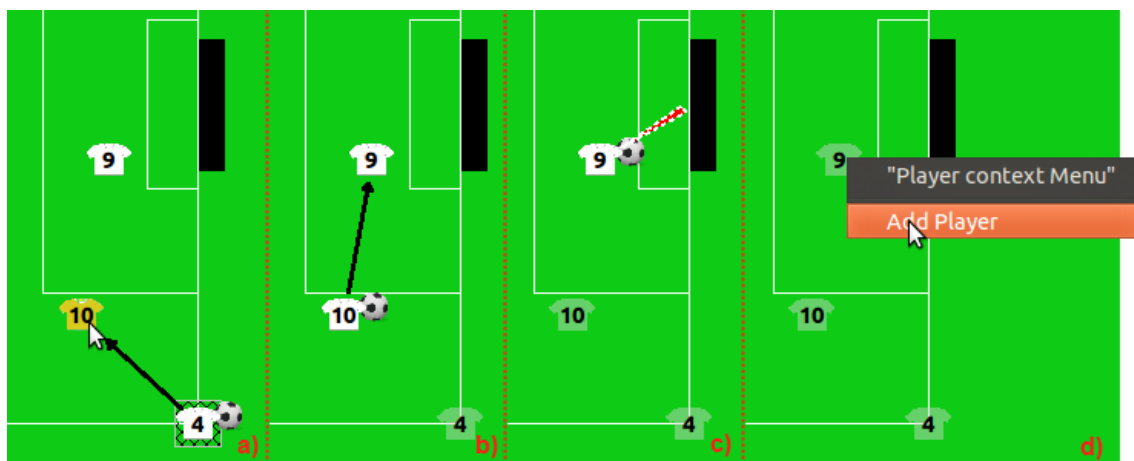


Figura 4.12 - Imagens de diferentes passos na construção de uma JE com o SPlanner. a) primeiro passo; b) segundo passo; c) terceiro passo; d) quarto passo.

Como se pode visualizar na figura 4.12, automaticamente o SPlanner define um jogador como executante, neste caso foi o jogador 4 o escolhido. Arrasta-se o distribuidor, o jogador 10, para perto do executante do canto, e o finalizador, o jogador 9, para dentro da grande área. Escolhe-se a acção *pass* através do menu de contexto do executante e arrastando o rato, escolhe-se o distribuidor como receptor do passe.

O SPlanner cria automaticamente uma nova transição (ao qual fica associado o passe criado) e um novo passo, destino dessa transição. Selecciona-se o novo passo, o passo 1, e novamente no relvado cria-se uma nova acção *pass* do distribuidor para o finalizador. De maneira idêntica, nova transição e novo passo foram criados. Seleccionando o passo 3, escolhe-se a acção *shoot* através do finalizador e conclui-se assim a definição de uma JE.

Antes de se exportar ou testar a JE poder-se-á configurar o nome dos jogadores, assim como definir um nome para a JE e comentar a mesma utilizando as interfaces próprias descritas na secção anterior.

A JE criada neste exemplo foi exportada para o formato da FFS e pode ser consultada no anexo D.

4.3 Usabilidade

O SPlanner foi desenvolvido sempre a pensar na forma mais rápida, eficiente e fácil de ser usado para definir JEs, isto é, a usabilidade foi um ponto muito importante na decisão de como estruturar e desenhar a sua interface gráfica. O *design* à volta do relvado e da interacção com os jogadores foi baseado no jogo CM [CM2010] mas também aproveitando ideias de outras ADEF em software profissional. Pretendeu-se que as acções fossem fáceis e intuitivas, sem demasiados botões ou caixas de preenchimento obrigatórias.

Durante todo o projecto, mas principalmente na sua fase final, tomou-se preocupação a implementação de algumas propriedades seguindo as dez heurísticas de Jakob Nielsen [Jakob2011], que sendo respeitadas visam melhorar consideravelmente a usabilidade de qualquer interface gráfica. Algumas dessas implementações são destacadas de seguida:

1 - Tornar estado do sistema visível

Neste momento o SPlanner só oferece a interface para definir JEs, mas mesmo assim, quando o utilizador tem mais que uma aba aberta, consegue saber que JE está a ser definido em cada aba pelo título desta.

Os passos, transições e jogadores, quando activos, são realçados dos outros mudando de cor. Os passos e transições de cor normalmente amarela ficam a verde. Os jogadores de cor habitualmente branca ficam a amarelo. Desta forma, quando se abre o menu de contexto, sabe-se de forma inequívoca qual o objecto para o qual o menu está relacionado. Todas as janelas *pop-up* de interacção com o utilizador são devidamente identificadas pelo título da janela.

2 - Falar a linguagem do utilizador

Em toda a aplicação SPlanner foi tomado cuidado para utilizar termos usados da gíria do futebol, evitando usar palavras da FFS ou outras que os possíveis utilizadores, aficionados ao futebol não conseguiriam entender. Por exemplo, a palavra usada para a acção passe foi *pass* e não *bto* (*ball to* – bola para) como está definido na FFS. Esta decisão permite que os utilizadores do SPlanner não sejam especialistas da gramática da FFS.

3 - Utilizador controla e exerce livre-arbítrio

As janelas *pop-up* incluem um botão de *reset* para os dados anteriormente guardados poderem ser reconfigurados.

4 - Consistência e Adesão a Normas

O SPlanner apresenta um *layout* semelhante às aplicações mais utilizadas no dia-a-dia por todo o mundo, tendo um menu de navegação horizontal, onde como em muitos outros *softwares* tem o submenu *file* com as acções mais típicas e o menu *help* para a ajuda.

SPlanner

Na visualização de registos de jogos, foi usada a mesma interface e implementado os mesmos atalhos que o RCSSLogPlayer dado que os utilizadores tipo da aplicação já estão familiarizados com essa ferramenta.

5 - Evitar Erros

As caixas de texto, onde só podem ser aceites números, impedem o utilizador de digitar símbolos que não algarismos.

Ao se tentar movimentar um jogador ou uma acção para fora do campo, nas situações em que não se pode fazer (ex.: o jogador é o detentor da bola), o cursor do rato muda a sua imagem para um sinal de proibido. Para esclarecer o utilizador do seu erro, surge na barra de estado uma mensagem a explicar o porquê da acção, que está a tentar fazer, ser errada.

No desenho de uma acção do tipo passe, o cursor do rato ao passar por cima de um jogador que for capaz de receber o passe, faz mudar a camisola desse jogador de cor branca para amarela, informando assim que é um jogador possível de receber a bola.

6 - Reconhecimento em vez de lembrança

Os botões apresentam ícones que se relacionam com as suas acções que executam e quando se passa o cursor do rato sob eles é apresentado uma dica para explicar para que servem.

7 - Flexibilidade e Eficiência

Para utilizadores mais avançados, foi implementado atalhos para as acções mais comuns assim como é permitido que todos os menus possam ser acedidos facilmente pelo teclado.

8 - Desenho de ecrã estético e minimalista

A decisão de ter pouca informação na janela principal da definição de JEs tinha sido já tomada no início do projecto. Todas as janelas, incluindo as *pop-up*, têm a informação relacionada agrupada.

9 - Ajudar utilizador a reconhecer, diagnosticar e recuperar dos erros

Foi feito um esforço para que os erros identificados pelo SPlanner sejam mostrados ao utilizador através de mensagens em linguagem natural e com opções bem esclarecedoras de como resolvê-los.

10 - Dar Ajuda e Documentação

A ajuda dada pelo SPlanner não é ainda exaustiva mas foi proporcionado o modo de interagir com a ferramenta e de como efectuar os casos mais típicos.

4.4 SPlanner como otimizador da definição de JEs

Para além da usabilidade, o SPlanner torna a definição de JEs bem simples, eficaz e eficiente devido a algumas decisões do seu desenvolvimento como as descritas neste subcapítulo.

Facilidade de criação das JEs

A criação de uma JE no SPlanner toma apenas 3 passos:

1. Escolher a situação inicial e regiões para a nova JE;
2. Arrastar os jogadores e criar acções entre eles;
3. Escolher exportar e/ou testar;

Esta rapidez de construção de JEs deve-se à interface simples e intuitiva mas, também, ao facto do SPlanner e do mecanismo de exportação para o ficheiro no formato da gramática da FFS, assumir automaticamente várias definições que somente em fases mais avançadas podem ter algum significado. A definição dos nomes e números dos jogadores, identificação dos passos, identificação do número e do nome da JE são algumas dessas configurações definidas automaticamente.

Outras definições que o SPlanner gera automaticamente são os passos e transições: para JEs mais simples o utilizador nem precisa de se preocupar em alterar detalhes como identificação dos passos e transições ou tempos de espera e interrupção dos mesmos.

Restrições lógicas

A gramática da FFS é imensamente vasta e com ela conseguem-se criar variadas situações. No entanto, algumas situações, apesar de sintacticamente correctas, tornam-se logicamente erradas. O SPlanner limita o utilizador em algumas decisões para que não tome involuntariamente opções ilógicas, das quais se destaca:

- Nos jogadores: Ter no máximo 11 jogadores
- Nas posições: Todas as posições dos jogadores têm que estar dentro do campo, sendo definindo assim para o X e Y intervalos limite.
- Nas acções: Na definição de JE no SPlanner as acções do utilizador estão limitadas para que as situações que se desenhem sejam sempre coerentes e lógicas. Por exemplo, na FFS, é sintacticamente possível um jogador sem bola rematar. No SPlanner tal não é possível.
- Da acção receber a bola: Todos os jogadores que recebem um passe, pela FFS, deveriam efectuar a acção “receber” ou “interceptar”. No SPlanner, esta acção não está disponível, sendo implícita e adicionada automaticamente no acto da exportação.

SPlanner

- Nas condições: De igual modo às acções, a escolha de condições é condicionada pelo seu contexto, isto é, um jogador que tenha a acção de remate é-lhe permitido interligar com a condição de conseguir rematar (*can shoot*). Esta mesma condição, por não fazer sentido, não aparece disponível para um jogador que está a efectuar um passe.

Passos simples

Pela gramática da FFS, em cada passo de uma JE um jogador pode efectuar inúmeras acções. Graficamente torna-se confuso e de difícil maneo ter várias acções representadas para o mesmo jogador para o mesmo passo. Assim sendo, optou-se por limitar para cada passo uma acção por jogador obrigando o utilizador a fazer mais passos, mas cada um bastante simples. Esta decisão torna-se também mais genérica para exportações, sendo mais fácil se necessário, agrupar os passos do que dividi-los.

Na exportação para ficheiros no formato da FFS é feito um pequeno ajustamento: a todos os jogadores que recebem a bola de um passe têm automaticamente adicionado a acção de receber a bola.

Cálculo de tempos de interrupção de passos

Para maior comodidade do utilizador, é possível o cálculo automático pelo SPlanner dos tempos de interrupção dos passos. Sem ser perfeito, o tempo calculado aproxima-se bastante do tempo ideal oferecendo uma grande ajuda ao utilizador ao lhe retirar o trabalho de estimativa mental em todos os passos de uma JE e minimizando os erros nos cálculos.

Estas decisões, tornaram o SPlanner não totalmente compatível com a FFS e sendo assim só se garante que sejam importados correctamente JEs pelo SPlanner que tenham sido exportadas pelo mesmo. Esta limitação terá de ser revista, tendo que ser aperfeiçoadas algumas funcionalidades e adicionadas outras ao SPlanner para que a concordância com a *framework* seja máxima.

4.5 Conclusão

A aplicação SPlanner, descrita neste capítulo, apresenta-se como uma interface gráfica bastante amigável para o utilizador respeitando as regras básicas de interacção humano-computador. A interface respeita ainda a arquitectura descrita no subcapítulo 3.3 estando já preparada para receber outros módulos facilmente.

SPlanner

O módulo de desenho de JEs do SPlanner foi desenvolvido de forma a permitir desenhar JEs de uma forma cómoda e fácil. As metodologias e representações das acções e dos símbolos que aparecem na aplicação são baseadas no estudo e análise dos jogos e *softwares* descritos no subcapítulo 2.5. O esforço de criar uma aplicação com semelhanças a outros *softwares* no mercado com objectivos idênticos traz grandes vantagens para novos utilizadores, já que o reconhecimento de partes da interface tornará a sua adaptação ao SPlanner muito mais rápida.

A sua independência com a FFS impede o desenho de algumas JEs possíveis de ser definidas pela mesma, mas torna a aplicação mais versátil para se adaptar a outras ligas do RoboCup, potenciar ligações a outras *frameworks* ou para ser usada noutras áreas que não no RoboCup.

Capítulo 5

Usabilidade do SPlanner

Para avaliação do sucesso da aplicação efectuaram-se alguns testes para examinar a sua eficácia, eficiência e a satisfação dos utilizadores na sua utilização, métricas utilizadas frequentemente na avaliação de usabilidade de sistemas, e sugeridas pelo *standard* ISO 9241-11 [ISO1998]. Este capítulo é dividido em três subcapítulos, cada um tratando uma das métricas referidas, apresentando os resultados dos testes elaborados e a discussão dos mesmos.

5.1 Eficácia

A melhor maneira de saber se a aplicação atingiu com sucesso o seu objectivo é testa-la para definição de JEs e utilizar essas JEs em jogos verificando se são executadas correctamente. O que se pretende medir é se, para cada JE definida, ela foi executada de acordo com a sua definição. Não é obrigatório que as JEs resultem todas em golo, isto é, algumas poderão simplesmente querer retirar de maneira provável a bola de fora de perigo (ex.: num pontapé de baliza em dois passos retirar a bola do meio campo defensivo). Não é obrigatório também que a JE execute todos os passos atingindo sempre um dos passos finais, isto porque elas têm condições de término que devem ser respeitadas.

Foram elaboradas várias JEs e exportadas para o formato da FFS. A integridade de cada uma das JEs foi devidamente certificada pelo programa avaliador “carregaSetplay” que a FFS disponibiliza. Cada uma das JEs foi testada várias vezes sobre as mesmas condições e em condições diferentes. Algumas execuções de JEs deram resultados inesperados criando algumas vezes erros graves como o término dos processos que correm os agentes. Na depuração da causa verificou-se que o problema não estava no SPlanner mas sim na FFS que ainda tem algumas funcionalidades a serem aperfeiçoadas e que no desenvolvimento do SPlanner foram assumidas

Usabilidade do SPLanner

como concluídas. Algumas correcções foram efectuadas na FFS, mas na maior parte das situações, optou-se por alterar o exportador de JEs do formato FCPortugal Setplay do SPLanner a fim de evitar que tal situações inesperadas se voltassem a repetir. Optou-se por esta solução pelo facto de a modificação da *framework* vir a ter que ser um trabalho mais rigoroso e mais demorado, sendo mais fácil a alteração do exportador para a sua utilização sem riscos a curto prazo.

Das JEs que executaram sem erros imprevistos, são descritos dois exemplos (Saída de bola a partir do GR, e Canto à direita) apresentando os seus objectivos e os resultados:

Saída de bola a partir do GR

Descrição: Após a recuperação da bola pelo GR, este coloca-se na quina direita da grande área e faz um passe ao DD, que se colocou previamente perto da linha lateral. O DD passa a bola ao MD que também se tinha posicionado perto da linha lateral. O MD passa a bola ao AC. Para visualização da mesma ver o anexo E.

Objectivo: Em poucos passos (três) retirar a bola da zona de perigo (grande área defensiva) colocando-a no meio campo adversário.

Resultados: Esta JE foi executada sem adversário e com adversários (usando os executáveis das equipas Nemesi e Bahia de 2010). A JE finalizou-se da forma esperada em todas as suas execuções. A visualização da execução bem-sucedida da JE pode ser visualizada através das imagens de um registo de jogo sem adversário exibido pelo FCPortugalDebugLogPlayer apresentado no anexo E.

Observações: Esta JE já tem vindo a ser utilizada pela equipa FCPortugal, e tem como meta colocar o AC em boa posição para criar uma jogada de perigo. Em todas as execuções com adversário, e mesmo após aperfeiçoamento da JE, não foi conseguido a obtenção de golos.

Canto à direita

Descrição: Na execução de um canto à direita, 5 jogadores entram na jogada: J1 – o executante; J2, J3 e J4 – jogadores intermediários; J5 – o finalizador. J1 efectua o canto passando a bola a J2 que se encontra na linha de grande-área perto da linha final. J2 passa a bola a J3 que se encontra aproximadamente no terceiro vértice de um triângulo equilátero composto por J1, J2 e J3. No passo seguinte J3 passa a bola a J4, que se encontra aproximadamente no terceiro vértice de um triângulo equilátero composto por J2, J3 e J4. J4 passa a bola a J5 que se encontra aproximadamente na marca de grande penalidade. J5 remata para a baliza. Para visualização da mesma ver o anexo E.

Objectivo: Na execução de um canto, conseguir marcar um golo.

Usabilidade do SPlanner

Resultados: Esta JE foi executada sem adversário e com adversários (usando os executáveis das equipas Nemesis e Bahia de 2010). A JE obteve golos em todas as execuções sem adversários. Contra a equipa Bahia foi conseguido golo em 2 de cada 3 cantos marcados. Contra a equipa Nemesis nenhum golo foi conseguido, pois a bola quase nunca conseguiu chegar ao finalizador, e quando chegou, este não conseguiu finalizar da melhor forma. A visualização da execução bem-sucedida da JE pode ser visualizada através das imagens de um registo de jogo sem adversário exibido pelo FCPortugalDebugLogPlayer apresentado no anexo E

Observações: Esta JE foi desenhada “à medida” para jogos contra a equipa Bahia de 2010. Na visualização dos jogos da equipa, reparou-se no deficiente posicionamento da colocação dos seus jogadores quando sofriam a execução de um canto. Foi então elaborado uma JE de uma situação de canto que após vários aperfeiçoamentos (utilizando a ferramenta disponibilizada pelo SPlanner para visualizar um jogo ao mesmo tempo que se define a JE como se pode ver na figura 5.1) resultou nesta JE.



Figura 5.1 – Aperfeiçoamento da JE Canto à direita

Para verificar se a importação das JEs por parte do SPlanner estava a funcionar, tentou-se importar todas as JEs definidas já exportadas, tendo sido todas elas correctamente importadas. Modificou-se algumas JEs de maneira a introduzir erros e o SPlanner, como esperado, não as conseguiu importar, mostrando ao utilizador uma mensagem sugestiva de onde este poderia corrigir o erro. Por o SPlanner não ser completamente compatível com a FFS, algumas JEs não desenvolvidas pelo SPlanner, mas correctas ao nível gramatical da *framework*, não foram bem-sucedidas no acto de importação.

5.2 Eficiência

Para testar a eficiência de uma aplicação deve efectuar-se uma avaliação da realização de tarefas típicas por utilizadores típicos. Tendo em conta que o número de utilizadores típicos do SPlanner é pequeno (cerca de três a cinco elementos constantes da equipa FCPortugal), foram incluídos utilizadores não típicos, sendo-lhes pedidos alguns dados biográficos para caracterização da população que realizou o teste. O número total de utilizadores que testaram o SPlanner voluntariamente foi de vinte, em que dois pertencem à equipa FCPortugal e sete são da faculdade de desporto. Quinze utilizadores são do sexo masculino e os restantes do sexo feminino. O resto da caracterização da amostra é visível na tabela 5.1 e o questionário biográfico no anexo F.

Tabela 5.1 – Caracterização dos utilizadores que efectuaram o teste:

a) Conhecimento em inglês; b) Conhecimento informático; c) Experiência com videojogos de futebol; d) Conhecimento futebolístico; e) Experiência com painéis tácticos

	a)	b)	c)	d)	e)
Muito Mau /Má	0	0	5	0	7
Mau /Má	0	2	3	3	5
Médio / Média	8	1	2	5	3
Bom / Boa	7	9	4	5	2
Muito Bom / Boa	5	8	6	7	3

O teste de eficiência ao SPlanner assentou em sete tarefas, três delas bastante simples (definição de partes de uma JE), duas delas complexas (definição completa de JE) e outras duas de interacção com o SPlanner. Para os utilizadores pertencentes à equipa FCPortugal foi ainda pedido que executassem as primeiras 5 tarefas manualmente, isto é, usando um editor de texto escrever os ficheiros de configuração de JEs tendo a ajuda da gramática da *framework*. Os testes manuais não foram pedidos aos outros utilizadores, porque olhando para os tempos que os elementos da FCPortugal, já familiarizados com a gramática, demoraram a fazer as tarefas, previu-se que todos os outros utilizadores demorassem mais que uma hora a fazer toda a avaliação, o que se tornaria inviável a realização voluntária dos testes.

As tarefas requisitadas podem ser vistas no anexo G. As informações recolhidas, ao vivo (tendo portanto uma taxa de falha de registo considerada), de cada experiência (por cada utilizador para cada tarefa), foram:

- Tempo de execução: tempo medido desde o término da leitura da tarefa até a conclusão correcta da tarefa.

Usabilidade do SPlanner

- Número de erros: erros que o utilizador cometeu. No SPlanner registou-se o número de acções tomadas a mais do que o necessário. No modo manual registou-se o número de vezes que se reeditou ou se eliminou palavras ou frases inteiras.

Os resultados dos testes foram agrupados por diferentes segmentos de utilizadores (conforme a informação recolhida pelos dados biográficos) sendo visíveis nas seguintes tabelas.

Tabela 3.2 – Média e desvio padrão dos tempos despendidos em segundos e erros praticados por tarefa com o SPlanner.

	1	2	3	4	5	6	7
Tempo despendido	6 +/- 6	10 +/- 4	10 +/- 8	100 +/- 40	197 +/- 51	54 +/- 18	88 +/- 44
Erros praticados	0 +/- 1	1 +/- 1	2 +/- 3	3 +/- 2	5 +/- 3	2 +/- 2	2 +/- 1

Tabela 5.3 – Média de tempos em segundos despendidos pelos elementos da equipa FCPortugal na realização de tarefas manualmente e com o SPlanner

	1	2	3	4	5	6	7
Manualmente	107	12	54	1306	438	---	---
Pelo SPlanner	4	8	03	42	137	26	56
TDS / TDM	3,26%	60,00%	5,56%	3,25%	31,13%	---	---

TDS – Tempo despendido com o SPlanner; TDM – Tempo despendido manualmente

Observando as tabela 5.2 e 5.3 é possível tirar boas ilações quanto á eficiência do SPlanner.

Verifica-se que os tempos médios despendidos por todos os utilizadores na realização do teste é um pouco mais alta que a média dos elementos da FCPortugal. Isto deve-se ao facto de os elementos da FCPortugal terem ajudado no desenvolvimento do SPlanner estando previamente bem ambientados com a aplicação. No entanto a média de tempos de todos os utilizadores usando o SPlanner fica bastante abaixo da média dos tempos dos elementos da FCPortugal quando definem JEs manualmente.

Confirma-se assim, como era esperado, que o SPlanner torna a definição de JEs bastante mais rápida quando comparado com a definição manual das mesmas. Em duas tarefas simples que demoram menos de dois minutos a serem realizadas manualmente, pelo uso do SPlanner os tempos foram reduzidos para menos de 6% do tempo despendido manualmente. Na definição de JEs completas (tarefas 5 e 6) é notório o tempo que se poupa com o SPlanner, reduzindo numa das tarefas de cerca de 21 minutos para 40 segundos. A tarefa 5 não tem tanta discrepância de

Usabilidade do SPLanner

tempos como a tarefa 4 porque os utilizadores já sabiam evitar os erros que fizeram manualmente na tarefa 4, como se pode confirmar na tabela 5.4. Nesta tabela é visível também que para tarefas simples, os elementos da equipa FCPortugal em média executaram perto de zero erros e que a média de erros efectuados pelos elementos da FCPortugal foram inferiores à média de erros de todos os utilizadores, devendo-se ao já conhecimento da ferramenta.

Tabela 5.4 – Média de erros praticados pelos elementos da equipa FCPortugal na realização de tarefas manualmente e com o SPLanner

	1	2	3	4	5	6	7
Manualmente	3	1	3	40	11	---	---
Pelo SPLanner	0	0	2	1	3	1	1

Tabela 5.5 – Média dos tempos em segundos despendidos por tarefa com o SPLanner por parte de utilizadores que frequentam cursos relacionados com Desporto

	1	2	3	4	5	6	7
Tempo médio	10	9	12	97	190	60	106
Média de erros	1	1	2	3	5	2	2

Na tabela 5.5, olhando para os tempos e erros de utilizadores da faculdade de desporto (teoricamente os mais experientes na definição de JEs) é notório que se adaptaram relativamente bem à ferramenta, pois tanto os seus tempos despendidos como os erros efectuados situam-se abaixo dos tempos e erros da média de todos os utilizadores do teste. Pode-se afirmar com estes resultados que o SPLanner é uma aplicação amigável que foi desenhada para ir ao encontro das experiências e concepções dos utilizadores que percebem de futebol e dos que estão habituados a ver e desenhar tácticas.

Com o fim de se tentar generalizar os resultados para a população, fez-se um estudo estatístico com base no teste de Mann-Whitney utilizando um intervalo de confiança de 95%. Não podendo assumir a normalidade da amostra, recorreu-se ao método não paramétrico em vez do habitual teste T de *Student*. Com os resultados mostrados nas tabelas anteriores e com o estudo estatístico (através da análise da significância, o valor $p = 0,05$) é possível inferir:

- A língua não foi grande oposição para o uso da aplicação, havendo pouca diferença de tempos despendidos e erros efectuados por pessoas mais fluentes em inglês em comparação com pessoas menos fluentes. Porém, denota-se uma relação directa entre o superior nível de inglês e o inferior número de erros efectuados. Para um nível de conhecimento muito bom de inglês a média do total de erros foi

Usabilidade do SPLanner

de 12, para um bom conhecimento foi de 14 e para um razoável conhecimento foi de 17.

- Como quase a totalidade (17) dos utilizadores tinham conhecimentos informáticos bons ou muito bons e os tempos e erros despendidos por esses utilizadores foram muito parecidos, não é possível concluir se o nível de conhecimento informático interfere no uso do SPLanner.
- Os utilizadores com boa e muito boa experiência de videojogos de futebol tiveram muito melhor desempenho do que pessoas que não têm tanta experiência. Pode-se afirmar com uma estatística de $\rho = 0.0029$ que, para a população, os tempos despendidos pelos mais experientes são menores que a dos menos experientes. A mesma análise é feita para os erros com $\rho = 0.0129$. Estes valores devem-se ao facto de o SPLanner ter uma interface bastante semelhante aos painéis tácticos existentes nos videojogos de futebol.
- Utilizadores com bons e muito bons conhecimentos de futebol realizaram em média os testes em menos 2 minutos e 30 segundos que os utilizadores com razoável ou mau conhecimento do desporto. Dado a grande diferença consegue-se dizer que este é o padrão da população, que os mais conhecedores de futebol demorem menos tempo a fazer as tarefas que os menos conhecedores, com um $\rho = 0,0009$. Para os erros tira-se conclusão semelhante com um $\rho = 0.0075$.
- Utilizadores experimentados com painéis tácticos tiveram mais facilidade do que pessoas com menos experiência. Utilizadores com pelo menos uma experiência razoável com painéis tácticos demoraram a executar todas as tarefas em cerca de 7 minutos em média. Os pouco experimentados demoraram cerca de mais 30 segundos. Esta diferença não é muito significativa, sendo difícil de generalizar o resultado. A nível de erros a diferença foi em termos percentuais superior, tendo os utilizadores pouco experienciados cometido mais 50% dos erros que os mais experienciados.
- Os utilizadores do sexo masculino tiveram uma melhor desempenho do que os do sexo feminino. Pode-se justificar este facto devido à maioria das mulheres que participaram no teste têm um gosto menor pelo futebol do que os homens, jogam menos computador, e os seus conhecimentos informáticos não são tão bons. Genericamente pode-se dizer que no total de todas as tarefas, em média o tempo despendido e os erros cometidos pelos homens são menores que o das mulheres, com $\rho = 0,0034$ e $\rho = 0,0146$ respectivamente.

Resumindo, a interacção do SPLanner não é igual para todos, mas os utilizadores com perfil mais perto do utilizador tipo (pertencente à equipa FCPortugal, com conhecimento informático

e de futebol elevado), tiveram os melhores resultados. Estendendo a definição de utilizador tipo para aqueles mais ligados à área desportiva, verifica-se que os resultados mantêm-se favoráveis.

Na realização dos testes, pelos erros que os utilizadores foram cometendo, e pelos seus comentários, foi ainda possível apontar muitos pormenores a aperfeiçoar. Por exemplo, na tabela 5.5 verifica-se que na tarefa 5 as pessoas relacionadas com desporto efectuaram em média mais erros que a média de todos os utilizadores. Este resultado deve-se ao facto de na tarefa 5 seja preciso fazer um passe em profundidade, e a maneira como tal acção é possível de ser feita pelo SPlanner é pouco intuitiva aos olhos desse segmento de utilizadores.

Também se verificou que há alguns problemas na interacção com menus e botões. A maioria dos utilizadores estava à espera da opção “exportar” ao lado da de “importar”, assim como as imagens escolhidas para alguns ícones não eram as mais adequadas. A necessidade das funcionalidades de anular e refazer acções, que ainda não foram implementadas, também foi sentida.

Estes e muitos mais pormenores, assim como sugestões dos utilizadores, foram registados e serão objecto de estudo para aperfeiçoamento da interface.

5.3 Satisfação

Como se falou no subcapítulo 4.3, o SPlanner teve em conta no seu desenvolvimento o aperfeiçoamento de vários pormenores na sua interface gráfica para melhorar a interacção com o utilizador. Para avaliar a satisfação dos utilizadores foi utilizado o questionário SUS [SUS1996] - “the System Usability Scale”. O SUS avalia de uma maneira simples e subjectiva a visão por parte do utilizador de um sistema utilizando a escala de Likert [Likert1932] com 5 patamares (1 – Discordo Fortemente ; 2 – Discordo; 3 – Não concordo nem Discordo; 4 – Concordo; 5 – Concordo Fortemente) como possíveis respostas.

O questionário, originalmente elaborado em língua inglesa, foi traduzido no âmbito desta dissertação para a língua portuguesa tendo sido preservado o significado e estrutura de cada uma das questões – ver anexo F. O teste de satisfação foi elaborado por vinte utilizadores, os mesmos que foram utilizados para a avaliação de eficiência do SPlanner. O primeiro contacto com o SPlanner para cada um dos utilizadores (excluindo os elementos da equipa FCPortugal) foi na realização do teste de eficiência e a formação inicial sobre como utilizar o SPlanner dada antes da utilização não ultrapassou os cinco minutos.

Após a recolha das respostas procedeu-se ao cálculo da pontuação. Neste teste a escala de pontuações é de 0 a 100. Cada resposta tem a pontuação do seu índice. Na soma das cotações por resposta, retira-se 1 ponto a todas as respostas a perguntas de índice par, e retira-se de 5 as cotações de respostas a perguntas de índice impar. Multiplicando por 2,5 obtém-se a pontuação final como é apresentado na fórmula da imagem 5.2.

$$\sum_{i=1}^{10} (((i\%2 + 1) * (resposta(i) - 1) + (i\%2) * (5 - resposta(i))) * 2.5$$

Figura 5.2 – Fórmula de cálculo da pontuação do questionário SUS

Para que seja atingida no questionário a pontuação máxima, é necessário escolher “Concordo fortemente” (índice 5) nas perguntas ímpares e “Discordo fortemente” (índice 1) nas perguntas pares.

O resultado médio da satisfação para com o SPlanner foi de 77.75 com um desvio padrão de 10 pontos, sendo a avaliação do utilizador mais satisfeita 93 e da pessoa menos satisfeita 58. Juntando estes valores às médias das respostas a cada pergunta visíveis na figura 5.3, é possível concluir que a aplicação foi recebida com agrado por parte dos utilizadores.

É com contentamento que se observa que os resultados para a maioria das perguntas estão perto das respostas óptimas, sendo que somente as respostas às perguntas 4 e 10 tinham tido uma avaliação pior, justificando-se esse resultado com o que se disse anteriormente: foi a primeira vez que a maioria dos utilizadores interagiu com o SPlanner.

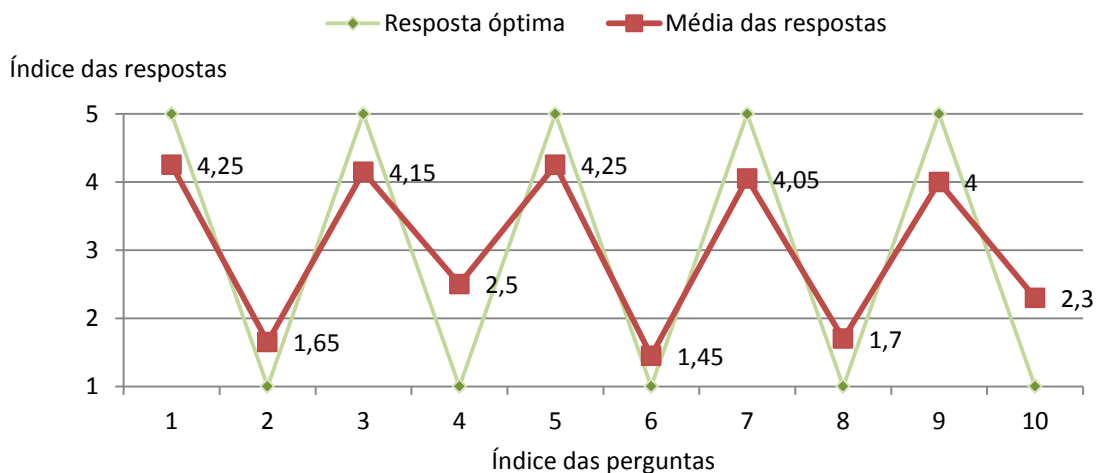


Figura 5.3 - Média das respostas por pergunta ao questionário elaborado

Pelos dados biográficos recolhidos, é ainda possível inferir:

- As pessoas com conhecimentos muito bons em informática ficaram mais satisfeitas (média de satisfação de 81) na utilização do SPlanner do que pessoas com menos conhecimentos (média de 75). Esta avaliação é normal, já que

Usabilidade do SPlanner

utilizadores avançados de computadores têm mais à-vontade em aprender a usar novas aplicações.

- Os utilizadores com muito boa experiência com videojogos de futebol ficaram bastante satisfeitos (média de 85) na utilização do SPlanner em comparação com os que têm boa experiência (média de 76) e os restantes (média de 74). Esta conclusão deve-se ao facto de o SPlanner ter uma interface bastante semelhante aos painéis tácticos nos videojogos de futebol.
- Utilizadores com bom e razoável nível de experiência com painéis tácticos avaliaram mais positivamente (média de 83) o SPlanner do que os utilizadores com muito bom nível de experiência em painéis tácticos (média de 80). De forma semelhante, utilizadores com bom conhecimento futebolístico avaliaram melhor (média de 82) a aplicação que utilizadores com muito bom conhecimento (média de 79). Esta diferença deve-se aos utilizadores mais experientes com painéis tácticos e/ou com o futebol terem reparado em alguns pormenores menos conseguidos nas funcionalidades do SPlanner.
- Com a amostra de utilizadores que se reuniu, não foi possível inferir qualquer correlação da satisfação do utilizador com o seu género sexual ou com a fluência em língua inglesa.

Com a utilização do teste de Mann-Whitney, com um nível de significância de 95%, foi possível ainda concluir que a superior satisfação dos utilizadores com muito boa experiência em videojogos de futebol face à satisfação dos utilizadores com menor experiência, se pode generalizar, tendo em conta o valor $p = 0.0375$ do teste. Devido à amostra ser pequena e os resultados dos testes não terem sido muito variados em cada segmento biográfico, é difícil de conseguir generalizar os resultados para toda a população.

5.4 Conclusão

Pode-se concluir que os resultados dos testes ao SPlanner mostram que a aplicação é bem usável dado que:

- Em termos de eficácia, o SPlanner faz o que foi concebido para fazer, definindo e exportando correctamente JEs no formato da FFS. Permite de igual forma a importação dessas mesmas JEs. Oferece de forma bem eficaz ferramentas para teste e *debug* das JEs definidas assim como para a visualização de registos de jogos.
- Em termos de eficiência, a sua utilização torna a definição de JEs bastante mais rápida e cómoda, evitando maior número de erros, em relação à escrita manual.

Usabilidade do SPlanner

Contudo, alguns pormenores têm que ser melhorados em vários aspectos para que a ferramenta se torne ainda mais intuitiva reduzindo assim os tempos despendidos e os erros efectuados na execução das tarefas.

- Quanto à satisfação por parte dos utilizadores, com os resultados se conclui que a aplicação foi recebida com bastante agrado, não só para quem têm experiência com semelhantes mas também para aqueles que usaram uma aplicação deste género pela primeira vez. É necessário incluir na aplicação ajuda de contexto mais útil e criar utilidades (tutoriais, vídeos com exemplos de utilização, etc.) para quem utiliza a aplicação pela primeira vez.

Capítulo 6

Conclusões e Trabalho Futuro

6.1 Satisfação dos Objectivos

Os objectivos propostos para a dissertação foram concluídos com sucesso.

Foi desenvolvida uma aplicação para Linux, extensível, que permite na sua primeira versão o desenho, importação, edição e exportação de JEs no formato da FFS. A aplicação oferece ferramentas de interacção com outros *softwares*, para teste e *debug* das JEs assim como permite a visualização de registos de jogos 2D no seu ambiente gráfico. A usabilidade apesar de não ser perfeita, é bastante favorável ao desenho das JEs, apresentando-se com uma solução à escrita manual das JEs.

No entanto, olhando para as perguntas elaboradas no subcapítulo 3.2, a aplicação ainda não dá a melhor resposta. Apesar de com o SPlanner o desenvolvimento de JEs se tornar mais rápido, tanto que se perde menos tempo a desenhá-las do que a testá-las, o SPlanner apresenta algumas limitações: não permite o desenho de todas as situações possíveis de serem executadas pela FFS; a sua usabilidade pode ainda ser melhorada para que especialistas do futebol possam vir a utilizá-lo de forma a ajudar estrategicamente a equipa FCPortugal.

Conclui-se, finalmente, que o SPlanner é uma boa aplicação para desenho, teste, aperfeiçoamento e depuração de JEs, mostrando-se uma ferramenta capaz de se tornar a melhor solução para a definição de JEs para a equipa FCPortugal.

6.2 Trabalho Futuro

Apesar do SPLanner permitir com êxito a definição de JEs e ter uma boa usabilidade, algumas funcionalidades devem ser adicionadas para tornar o módulo completo, entre as quais:

- Generalização de variáveis para outras ligas (tamanho do campo, velocidade máxima da bola e dos jogadores, número de jogadores, etc.) que neste momento estão definidas somente para a liga de simulação 2D, lendo essas variáveis de um ficheiro de configuração externo ao SPLanner;
- Criação de acções específicas para ligas 3D como o cruzamento (passe em altura);
- Permitir o sincronismo entre a JE definida e um registo de jogo que está a ser visualizado, isto é, ao correr um registo de jogo, à medida que os passos da simulação vão avançando os passos da JE também avançarão automaticamente;
- Permitir a criação de JE de carácter defensivo, adicionando conceitos como o de fazer barreira ou marcação homem-a-homem e à zona;
- Permitir que um jogador em um mesmo passo possa passar e correr. Neste momento estas duas acções têm que ser feitas em passos separados.

Entre estas alterações e mais algumas que possam vir a ser encontradas para melhoramento do módulo de definição de JEs será relevante expandir o SPLanner para integrar outros módulos de definição de abstracções estratégicas para futebol robótico. O SPLanner, pela sua arquitectura e implementação, facilita a incorporação e criação de outros módulos, propondo-se o seguinte:

- Incorporação do MatchFlow (descrito na secção 2.5.3) no SPLanner para definição de formações e fluxos. Dado que o MatchFlow foi desenvolvido em C++ usando a *framework* Qt torna-se bastante fácil e viável esta conexão.
- Criação dos módulo de definição de jogador tipo, de definição de tácticas e de definição de estratégias

Seria também bastante interessante criar uma base de dados para guardar todas as JEs definidas, formações, fluxos, tácticas, jogadores tipo e estratégias, e interligar com o SPLanner para melhor gerenciamento das mesmas, evitando assim a redefinição das abstracções. Numa perspectiva ainda mais ambiciosa, poder-se-ia utilizar a base de dados, para através de análise de jogos encontrar nela a melhor estratégia (contemplando todas as abstracções), utilizando claro, outros *softwares* de reconhecimento de padrões estratégicos das equipas adversárias.

Como se referiu no capítulo 5.1 a FFS tem ainda alguns pormenores a serem corrigidos. Após essa correcção, o SPLanner deverá também ele vir a sofrer alterações de forma a ficar congruente com a *framework*. Com as informações recolhidas pelos testes de eficiência e satisfação, detalhados no capítulo 5, o SPLanner tem ainda alguns melhoramentos a fazer a nível da usabilidade.

Referências

- [2DSSL-2011] “2D Simulation League”, RoboCup Federation Wiki, Disponível em http://wiki.RoboCup.org/wiki/Soccer_Simulation_League#2D_Simulation_League , acessido a última vez em 25 de Janeiro de 2011.
- [3DSSL-2011] “3D Simulation League”, RoboCup Federation Wiki, Disponível em - http://wiki.RoboCup.org/wiki/Soccer_Simulation_League#3D_Simulation_League , acessido a última vez em 25 de Janeiro de 2011.
- [3DSSLRules-2010] RoboCup Soccer Simulation League 3D Competition Rules and Setup for the 2010 competition in Singapore, 2010. Disponível em <http://homepages.feis.herts.ac.uk/~sv08aav/RCSoccerSim3DRules2010.pdf> , acessido a última vez em 25 de Janeiro de 2011.
- [5DPO2011] *5DPO homepage*.
Disponível em <http://paginas.fe.up.pt/~robosoc/en/doku.php> acessido a última vez em 10 de Janeiro de 2011
- [ALR2010] Fernando Almeida, Nuno Lau e Luís Paulo Reis, A Survey on Coordination Techniques for Simulated Robotic Soccer Teams
- [AS2010] Hidehisa Akiyama and Hiroki Shimora, HELIOS2010 Team Description
- [ASC2011] Academy Soccer Coach. Disponível em http://www.academyfootballcoach.co.uk/coaching_software_p-51.php acessido a última vez em 5 de Fevereiro de 2011.

- [BBKCLR2010] Peter Blank, Michael Bleier, Jan Kallwies, Patrick Kugler, Dominik Lahmann, Philipp Nordhus, Christian Riess. ER-Force. Team Description Paper for RoboCup 2010. Erlangen, Germany : University of Erlangen-Nuremberg, 2010.
- [Cajuda2010] Manuel Cajuda, A estratégia mudou o futebol, em *Diário de Notícias*, 27 Março 2010. Disponível em http://www.dn.pt/desporto/interior.aspx?content_id=1529655&page=-1 , acessado a última vez em 9 de Janeiro de 2011
- [CAMBADA2011] CAMBADA Team.
Disponível em <http://www.ieeta.pt/atricambada/> acessado a última vez em 18 de Junho de 2011.
- [CM2010] Championship Manager 2010.
Disponível em <http://www.championshipmanager.co.uk/> acessado a última vez em 2 de Fevereiro de 2011.
- [COACH2011] Coach-Helper. Disponível em - http://www.coach-helper.com/index.php?option=com_content&task=view&id=223&Itemid=129 acessado a última vez em 5 de Fevereiro de 2011.
- [ExpFootPos2011] "Football/Soccer positions", Expert Football.
Disponível em <http://expertfootball.com/coaching/positions.php> , acessado a última vez em 18 de Janeiro de 2011.
- [FCSoccer2011] ForCoach Soccer. Disponível em <http://www.forcoach.com/default.php?page=product&desc=soccer> acessado a última vez em 5 de Fevereiro de 2011.
- [FCTactics2011] ForCoach Tactics. Disponível em <http://www.forcoach.com/default.php?page=product&desc=tact> acessado a última vez em 5 de Fevereiro de 2011.
- [FIFAhistoria11] FIFA, The history of football. Disponível em <http://www.fifa.com/classicfootball/history/game/historygame1.html>, acessado a última vez em 2 de Fevereiro de 2011.
- [FIFAManager11] FIFA Manager 11. Disponível em <http://www.ea.com/uk/game/fifa-manager-11> acessado a última vez em 2 de Fevereiro de 2011.
- [FIFAregras11] FIFA, Laws of the game 2010/2011. Disponível em <http://www.fifa.com/mm/document/affederation/generic/81/42/36/laws>

ofthegame_2010_11_e.pdf, acessido a última vez em 2 de Fevereiro de 2011.

- [FIFASoccer11] FIFA Soccer 2011. Disponível em <http://www.ea.com/soccer/fifa> acessido a última vez em 2 de Fevereiro de 2011.
- [FM2011] Football Manager 2011.
Disponível em <http://www.footballmanager.co.uk/> acessido a última vez em 2 de Fevereiro de 2011.
- [FootLineups2011] "Football Tactics", Football-Lineups.com.
Disponível em <http://www.football-lineups.com/tactic/> , acessido a última vez em 18 de Janeiro de 2011.
- [GLLTHC2010] Helmut Grassberger, Marko Locher, Christoph Lueglinger, Martin Trapp, Alexander Hofmann, Walter Craffonara, Austrian Cubes, Team Description Paper for RoboCup 2010, Austria, Vienna, 2010.
- [GSF2010] Irina Gulakov, Marco A.C. Simoes and Ramin Fathzadeh. RoboCup Mixed Reality Competition, Technical Manual, Singapore, RoboCup, 2010.
- [Hattrick2011] Hattrick. Disponível em <http://www.hattrick.org/> acessido a última vez em 2 de Fevereiro de 2011.
- [Heuser2010] Beatrice Heuser, The Evolution of Strategy: Thinking War from Antiquity to the Present, Cambridge University Press, 2010, ISBN 978-0-521-19968-1, pág 4-6
- [Humanoide2010] RoboCup Soccer Humanoid League Rules and Setup for the 2010 competition in Singapore, 2010. Disponível em <http://www.tzi.de/humanoid/pub/Website/Downloads/HumanoidLeagueRules2010.pdf> , acessido a última vez em 28 de Janeiro de 2011.
- [ISNISNMN2010] Akeru Ishikawa, Takashi Sakai, Jousuke Nagai, Toro Inagaki, Hajime Sawaguchi, Yuji Nunome, Kazuhito Murakami and Tadashi Naruse, RoboDragons 2010 Team Description, Japan, Aichi Prefectural University, 2010
- [ISO1998] ISO 9241-11:1998 - Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) -- Part 11: Guidance on usability. Disponível em <http://www.it.uu.se/edu/course/homepage/acsd/vt09/ISO9241part11.pdf> ,

acedido a última vez em 17 de Junho de 2011.

- [Jakob2011] Ten Usability Heuristics by Jakob Nielsen - ISSN 1548-5552. Disponível em http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html, acedido a ultima vez em 10 de Julho de 2011.
- [JKHHFSBL2010] Alim Jiwa, Byron Knoll, Christopher Head, Howard Hu, Jonathan Fraser, Jonathan Serion , Kevin Baillie, Lok Tin Lam, 2010 Team Description Paper: UBC Thunderbots, The University of British Columbia, 2010
- [KAKNO97] Hiroaki Kitano, Minoru Asada, Yasuo Kuniyoshi, Itsuki Noda, and Eiichi Osawa. 1997. RoboCup: The Robot World Cup Initiative. Em *Proceedings of the first international conference on Autonomous agents (AGENTS '97)*. ACM, New York, NY, USA, 340-347
- [KAKNOM97] Hiroaki Kitano, Minoru Asada, Yasuo Kuniyoshi, Itsuki Noda, Eiichi Osawa, and Hitoshi Matsubara. RoboCup: A challenge problem for ai and robotics. Em Hiroaki Kitano, editor, *RoboCup*, volume 1395 de *Lecture Notes in Computer Science*, páginas 1–19. Springer, 1997
- [Likert1932] Rensis Likert, A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, Vol 22, N.º 140, 1932.
- [LMRL2010] R. Lopes, L. Mota, L. P. Reis, and N. Lau. "Playmaker: Graphical definition of formations and Setplays," *Information Systems and Technologies (CISTI), 2010 5th Iberian Conference on* , vol., no., pp.1-6, 16-19 de Junho de 2010
- [Logalyzer2011] Documentação e *download* do logalyze. Disponível em <http://dis.ijs.si/andraz/logalyzer/> acedido a última vez em 3 de Fevereiro de 2011.
- [LR08] T. Laue, T. Röfer (2008). SimRobot - Development and Applications. In H. B. Amor, J. Boedecker, O. Obst (Eds.), *The Universe of RoboCup Simulators - Implementations, Challenges and Strategies for Collaboration*. Workshop Proceedings of the International Conference on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots (SIMPAN 2008), Lecture Notes in Artificial Intelligence.
- [LR2007] Nuno Lau, Luís Paulo Reis - FC Portugal : High-level Coordination Methodologies in Soccer Robotics - In *Robotic Soccer* . Ed. Pedro Lima. . Vienna, AT : I-Tech Education and Publishing ,2007 . ISBN: 978-3-

- [Mendes2010] Hugo Mendes, RoboCup 2010 - Criação de uma Equipa para a Liga Mixed Reality do RoboCup, tese de mestrado, FEUP, 2010.
- [MLR2010] Luís Mota, Nuno Lau e Luís Paulo Reis, "Co-ordination in RoboCup's 2D simulation league: Setplays as flexible, multi-robot plans," *Robotics Automation and Mechatronics (RAM), 2010 IEEE Conference on* , vol., no., pp.362-367, 28-30 de Junho de 2010
- [MR2007] Luís Mota, Luís Paulo Reis - Setplays: Achieving Coordination by the appropriate Use of arbitrary Pre-defined Flexible Plans and inter-robot Communication. RoboComm2007 - First International Conference on Robot Communication and Coordination, Atenas, Outubro, 2007.
- [MSL2010] MSL Technical Committee 1997–2010, Middle Size Robot League Rules and Regulations for 2010, 2010. Disponível em <http://RoboCupmsl.googlegroups.com/web/msl-rules-2010-05-12.pdf>, acedido a última vez em 27 de Janeiro de 2011.
- [NCL10] Yasushi Nakabayashi, NCL10, Department of Information Sciences and Arts, Faculty of Information Sciences and Arts, Toyo University
- [NHMAKAFADNA2010] Mojtaba Najafi, Mahdi Hosseinzadeh, Sajjad Manoochehri, Asadollah Kiaei, Mostafa Abdulghafar, Abbasali Forouzideh, Saeed Alikhani, Ehsan Darestani, Seyed Mahdi Nasiri, Seyed Arman Alaei, OMID 2010 Team Description Paper for RoboCup 2010. Iran, ECE Department, Shahed University of Tehran, 2010.
- [NJNSM2010] Mehrab Norouzitallab, Amin Javari, Alireza Noroozi, S.M.A. Salehizadeh, Kouros Meshgi, Nemesis Team Description 2010, Amir Kabir University of Technology, Hafez Ave., Tehran, Iran
- [OFM2011] Online football manager.
Disponível em <http://www.onlinefootballmanager.co.uk/> acedido a última vez em 2 de Fevereiro de 2011.
- [PES2011] Pro Evolution Soccer 2011. Disponível em <http://www.konami-pes2011.com/> acedido a última vez em 2 de Fevereiro de 2011.
- [Pitman2003] Brian Pitman, *Leading for Value*, Harvard Business Review, Abril de 2003

- [PNYKYZ2010] Yusuf Pranggonoh, Buck Sin Ng, Tianwu Yang, Ai Ling Kwong, Pik Kong Yue, Changjiu Zhou, Field Rangers Team Description Paper for RoboCup 2010. Singapore, Singapore Polytechnic, 2010
- [RCSSERVER11] Documentação e download do RoboCup Soccer Server, do RoboCup Soccer Simulator Monitor e do RoboCup Soccer Simulator LogPlayer. Disponível em <http://sserver.sourceforge.net/> acedido a última vez em 3 de Fevereiro de 2011.
- [Reis2003] Luís Paulo Reis, Coordenação em Sistemas Multi-Agente: Aplicações na Gestão Universitária e Futebol Robótico, PhD Thesis, FEUP, Julho de 2003
- [Ribeiro2010] Nuno Ribeiro, A indústria dos videojogos, 2010. Disponível em <http://cibertransistor.com/2010/02/19/a-industria-dos-videojogos/> acedido a última vez em 2 de Fevereiro de 2011.
- [RL2001] Luís Paulo Reis e Nuno Lau, <http://paginas.fe.up.pt/%7Elpreis/Papers/FCPortugalChampion.ps.zip> , em Peter Stone, Tucker Balch and Gerhard Kraetzschmar, editors, RoboCup-2000: Robot Soccer World Cup IV, Springer Verlag Lecture Notes in Artificial Intelligence, Vol. 2019, pp.29-40, ISBN 3-540-42185-8, Berlin, 2001,
- [RLM2010] Luís Paulo Reis, Nuno Lau, Luís Mota, FC Portugal 2D Simulation: Team Description Paper, 2010
- [RLNM2010] Luís Paulo Reis, Nuno Lau, António J. Neves, António P. Moreira , FC Portugal SPL: A New Portuguese Mixed Team for the Standard Platform League with Scientific Contributions of FC Portugal, CAMBADA and 5DPO Teams, 2010
- [RLO2001] Luis Paulo Reis, Nuno Lau e Eugénio C. Oliveira, Situation Based Strategic Positioning for Coordinating a Team of Homogeneous Agents in Markus Hannebauer, Jan Wendler and Enrico Pagello Editors, Balancing Reactivity and Social Deliberation in Multi-Agent System – RoboCup to Real-World Applications, Springer LNAI, Vol. 2103, pp. 175-197, Berlin, 2001
- [Rob11] "RoboCup: Objective". RoboCup, 2011. Disponível em <http://www.RoboCup.org/about-RoboCup/objective> ,

acedido a última vez em 5 de Janeiro de 2011.

- [RobIst11] "RoboCup 2011 Competitions", RoboCup 2011 Istanbul, 2011. Disponível em <http://www.RoboCup2011.org/en/content.asp?PID={5B1EF7EC-2B9A-4D0D-8AE6-05AF13DBCBA9}> , acedido a última vez em 5 de Janeiro de 2011.
- [RobJunior2011] "RoboCupJunior". RoboCup, Disponível em <http://www.RoboCup.org/RoboCup-junior/> , acedido a última vez em 5 de Janeiro de 2011.
- [RoboCup2011] "A Brief History of RoboCup", The RoboCup Federation. Disponível em <http://www.RoboCup.org/about-RoboCup/a-brief-history-of-RoboCup/> , acedido a última vez em 5 de Janeiro de 2011
- [RoboCupGC10] Documentação e *download* do RoboCup GameController. Disponível em <http://sourceforge.net/projects/RoboCupgc/> acedido a última vez em 3 de Fevereiro de 2011.
- [RobRescue2011] "Building Rescue Systems of the Future", RoboCup Rescue, Disponível em <http://www.RoboCuprescue.org/> , acedido a última vez em 5 de Janeiro de 2011.
- [SE07] Kai Stoye and Carsten Elfers, Intuitive Plan Construction and Adaptive Plan Selection, In RoboCup 2007: Robot Soccer World Cup XI, pp. 278-285, Springer Berlin.2007.
- [SIMROBOT11] Documentação e download do SimRobot. Disponível em http://www.informatik.uni-bremen.de/simrobot/index_e.htm acedido a última vez em 3 de Fevereiro de 2011.
- [SimSpark11] Documentação e download do SimSpark e do RoboCup Soccer Server 3D. Disponível em <http://sourceforge.net/projects/simspark/> acedido a última vez em 3 de Fevereiro de 2011.
- [SoccerScope2] -Documentação e download do SoccerScope2. Disponível em <http://ne.cs.uec.ac.jp/~koji/SoccerScope2/> acedido a última vez em 3 de Fevereiro de 2011.
- [SoccerTutor2011] SoccerTutor. Disponível em www.soccertutor.com acedido a última vez em 5 de Fevereiro de 2011.

- [SoccerWindow2011] Documentação e download do SoccerWindow. Disponível em <http://rctools.sourceforge.jp/pukiwiki/index.php?SoccerWindow> acessido a última vez em 3 de Fevereiro de 2011.
- [SoccerWindow2-2011] Documentação e download SoccerWindow2. Disponível em <http://rctools.sourceforge.jp/pukiwiki/index.php?soccerwindow2> acessido a última vez em 3 de Fevereiro de 2011.
- [SP2001] P. Stone and D. Polani. RoboCup-2000: The fourth robotic soccer world championships, 2001
- [SPL2011] RoboCup Technical Committee, RoboCup Standard Platform League (Nao) Rule Book, 2011. Disponível em <http://www.tzi.de/spl/pub/Website/Downloads/Rules2011.pdf>, acessido a última vez em 28 de Janeiro de 2011.
- [SSL2011] "About the small size league". Disponível em <http://small-size.informatik.uni-bremen.de/>, acessido a última vez em 26 de Janeiro de 2011.
- [SSLVision11] Documentação e download do Shared Vision System. Disponível em <http://code.google.com/p/ssl-vision/> acessido a última vez em 3 de Fevereiro de 2011.
- [STGForm2011] "The Soccer Formations Guide", Soccer Training Guide, disponível em <http://www.soccer-training-guide.com/soccer-formations.html>, acessido a última vez em 18 de Janeiro de 2011.
- [STGPos2011] "The Ultimate Soccer Positions Guide", Soccer Training Guide, disponível em <http://www.soccer-training-guide.com/soccer-positions.html>, acessido a última vez em 18 de Janeiro de 2011.
- [Strategy2011] "strategy", Business Dictionary. Disponível em <http://www.businessdictionary.com/definition/strategy.html>, acessido a última vez em 8 de Janeiro de 2011.
- [SUS1996] John Brooke, *SUS: a "quick and dirty" usability scale*, em P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester & A. L. McClelland (eds.), Usability Evaluation in Industry. Londres 1966. Disponível em <http://www.usabilitynet.org/trump/documents/Suschapt.doc> acessido a última vez em 17 de Junho de 2011.

- [Toure2011] Citações disponíveis em <http://desporto.pt.msn.com/futebolinternacional/article.aspx?cp-documentid=153767870>, acessado a última vez em 1 de Fevereiro de 2011.
- [TurtleSim11] Koen Meessen, Turtle Simulator.
Disponível em <http://www.techunited.nl/wiki/index.php?title=Simulator>
acessado a última vez em 3 de Fevereiro de 2011.
- [VM2011] Virtual Manager. Disponível em <http://www.virtualmanager.com/> acessado a última vez em 2 de Fevereiro de 2011.
- [YMIKTK2010] Akira Yoshimura, Kosuke Miyawaki, Takayuki Ikegami, Yukio Kuwa, Yuki Takao, Katsuari Kamei, RoboCupSoccer 2010 - 2DSoccer Simulation League - Team Description Ri-one (Japan), Ritsumeikan University Japan, 2010
- [ZBLV2010] Stefan Zickler, Joydeep Biswas, Kevin Luo, and Manuela Veloso, CMDragons 2010 Team Description, Carnegie Mellon University, 2010
- [ZLBWV09] Stefan Zickler, Tim Laue, Oliver Birbach, Mahisorn Wongphati, Manuela Veloso, SSL-Vision: The Shared Vision System for the RoboCup Small Size league in RoboCup 2009: Robot Soccer World Cup XIII, ser. Lecture Notes in Artificial Intelligence
- [ZW07] Tijn van der Zant and Thomas Wisspeintner. RoboCup@Home: Creating and Benchmarking Tomorrows Service Robot Applications. Em *Robotic Soccer, I-Tech Education and Publishing*. páginas 521-528, Lima, P. editor, Viena, 2007

Anexo A

Papéis dos jogadores no Futebol

Guarda-Redes (GR)

O único jogador que pode tocar a bola com as mãos, no entanto somente dentro da sua grande área, tem como missão reter os remates que têm a baliza como destino. Aos GR pede-se bons reflexos e agilidade.

Defesa central (DC)

Os defesas centrais - figura A.1 a) - são os jogadores que ficam à frente do GR na zona central do campo. O seu trabalho baseia-se em tirar a bola, passando-a para os colegas de equipa mais criativos ou simplesmente chutando-a para longe de zonas perigosas para a sua baliza. Normalmente, não são jogadores de grande capacidade técnica, mas sim de grande capacidade de impulsão e de força.

Libero

O libero - figura A.1 a) - é um caso especial dos defesas centrais. Sem ter a obrigação de estar a marcar um jogador adversário, joga sempre atrás de todos os outros defesas, imediatamente depois do guarda-redes. Tem como papel fazer "a dobra" aos seus colegas defensores, isto é, quando estes últimos perdem a sua posição para o adversário, o libero toma essa posição como sua tentando colmatar a falha do colega. Normalmente os líberos são muito rápidos e possantes, tendo uma boa visão de jogo.

Defesa lateral esquerdo/direito (DE/DD)

Para completar a linha defensiva encontram-se os defesas laterais - figura A.1 b). A sua obrigação é a de evitar os cruzamentos dos atacantes adversários, ou ajudar os DC quando os ataques vêm pelo meio. Raramente ajudam a equipa em jogadas ofensivas para evitar buracos defensivos aquando de contra-ataques adversários. Fisicamente, estes jogadores não requerem

grandes dotes, e tecnicamente não costumam ser dotados, tendo no entanto que ser disciplinados e concentrados.

Ala (esquerdo/direito)

Os alas - figura A.1 b) - são uma adaptação dos defesas laterais para o futebol ofensivo, para o futebol bonito. Não se preocupando somente com questões defensivas, os alas ajudam os extremos nas missões ofensivas, correndo todo o seu flanco. As suas subidas têm obviamente que ser cuidadosas, para a equipa não vir a ficar desfalcada num contra-ataque. Os alas são jogadores com bastante resistência e normalmente muito rápidos.



Figura A. 1 – a) DC ou Libero ; b) DL ou Alas; c) Mdef ou MC

Médio defensivo (Mdef)

No meio campo, surge muitas vezes o médio defensivo - figura A.1 c). Jogadores com este papel têm como missão ajudar os defesas, "dobrando-os", principalmente os alas quando estes estão em tarefas ofensivas. O médio defensivo normalmente é jogador de pouco toque de bola, assim que a recupera, passa-a logo para jogadores mais criativos. Os MDef não têm uma fisionomia universal, sendo que por vezes vê-se MDef possantes, usando a força para fazer o seu trabalho, como MDef franzinos que usam a velocidade e agilidade para poderem estar "em todo o lado".

Médio centro (MC)

No centro do campo, os MC - figura A.1 c) - colocam os seus esforços distribuídos em tarefas ofensivas e defensivas. Aparecendo no ataque para tentar criar situações numéricas superiores ao adversário, e colocando-se algumas vezes na zona de penalty tal e qual os avançados. Têm também que recuperar as bolas a meio campo, ou ajudar os defesas nas ofensivas adversárias. São jogadores muito versáteis, com grande pulmão e grande visão de jogo.

Médio ofensivo (MO)

Os MO -- figura A.2 c) - são os jogadores que normalmente trazem a beleza ao futebol. A sua grande visão de jogo, a sua habilidade enorme com a bola e os seus remates sempre perigosos, fazem a delícia dos adeptos. Os MO são normalmente os jogadores mais criativos e

habilidosos da equipa, e têm como missão engenhar as jogadas da equipa para fazerem o golo. Recebem a bola dos defesas e médios menos virtuosos no que toca à visão de jogo, e distribuem a bola para os colegas com mais espaço para criar situações de perigo.

Médio lateral (esquerdo/direito)

Numa posição que se confunde por vezes com os alas, ou com os extremos, surge o médio lateral - figura A.2 a) - que tem missão muito idêntica ao dos médios centros, jogando mais numa posição lateral do campo.

Extremo (esquerdo/direito) (EE/ED)

Os extremos - figura A.2 b) - jogadores rápidos e com grande capacidade de fazer fintas, têm como grande objectivo perfurar a defesa pelas alas, tentando fazer o melhor cruzamento para os seus colegas avançados na grande área. Por vezes, têm que ajudar a equipa nas tarefas defensivas, principalmente quando o defesa lateral ou ala adversário avança no campo. Os extremos são jogadores de grande mobilidade, não só quando têm a bola, mas também quando não a têm tentando criar espaços para receber a bola ou fazendo pressão sobre a defesa adversária.

Avançado centro (AC)

No centro do ataque encontram-se os avançados centros - figura A.2 d) - com a principal missão de fazer golos. Procurando espaços, aproveitando bolas perdidas na grande área, pressionando os defesas, eles fazem de tudo para terem mais uma oportunidade de rematar à baliza. Altos para aproveitar bolas altas, ou baixos para se desmarcarem nas brechas das defesas adversárias, os avançados têm que ter sangue frio para não desperdiçar as oportunidades de golo que possam surgir.



Figura A.2 – a) Médios laterais; b) Extremos; c) MO; d) AC ou PL

Ponta de lança (PL)

Os PL - figura A.2 d) - são um caso particular dos avançados centros. Normalmente não têm tanta mobilidade como eles, têm uma capacidade de finalização enorme. Estar na grande área para receber os cruzamentos dos colegas, ou abrindo espaços levando um ou mais defesas consigo é o principal objectivo dos PL

Anexo B

Formações no Futebol

4-4-2

A formação mais popular no futebol hoje em dia, usa 4 defesas (dois laterais ou alas), 4 centro campistas (normalmente 2 com tarefas mais defensivas e outros atacantes) e 2 avançados. É uma formação balanceada e robusta, dando mais importância a rigidez defensiva.

4-3-3

O 4-3-3 é utilizado pela maioria das equipas que praticam futebol ofensivo. Com 3 jogadores puramente preocupados com acções atacantes apoiados ainda por 2 dos 3 médios centros, criam facilmente situações de desconforto para as equipas adversárias. No entanto, as equipas que usarem esta formação têm que ser muito disciplinadas pois facilmente se encontram espaços nas costas de cada sector.

3-4-3

Esta formação, extremamente ofensiva, é usada normalmente pelas equipas que nada mais têm a perder, isto é, perder por 1 ou por 10 é o mesmo, apostando fortemente no meio campo e frente de ataque para poder vir a alterar o resultado. A defesa fica portanto frágil, sendo criadas enormes oportunidades de contra-ataque pela equipa adversária.

4-5-1

Formação puramente defensiva usada por equipas que sabem que não têm a mesma qualidade que a equipa adversária com o objectivo de preservar o empate. O seu avançado solitário vai tentando aproveitar as bolas que lhe chegam, e o meio campo composto por 5 jogadores tenta lançar rápidos contra-ataques.

3-5-2

O 3-5-2 é uma formação moderna, que privilegia a capacidade dos jogadores do meio campo de resolverem o jogo. Apostando em 5 jogadores no centro do campo, esta formação tende a fazer a equipa preservar a posse de bola e ter um suporte próximo e rápido tanto da defesa como do ataque.



Figura B.1 – Formações: a) 4-4-2; b) 4-3-3) c) 3-4-4; d) 4-5-1; e) 3-5-2

Anexo C

Gramática FCPortugal Setplay

Syntax:

?: 0 or 1

*: any amount

+: 1 or more

```
<SETPLAY>: (Setplay <PARAMETER_DEFINITION_LIST>?
             <PLAYER_REFERENCE_DEFINITION_LIST>
             :abortCond <CONDITION>
             :name <CLANG_STR>
             :comment <STRING>
             :id <NON_NEG_INTEGER>
             :invertable <BOOLEAN>
             :steps <STEP_LIST>)
```

<BOOLEAN>: true | false

<PARAMETER_DEFINITION_LIST>: :parameters (list <PARAMETER_DEFINITION>+)

<PARAMETER_DEFINITION>: (parameter :name <VAR> :type <TYPE>)

<TYPE>: integer | decimal | region | point

<PLAYER_REFERENCE_DEFINITION_LIST>:

:players (list <PLAYER_REFERENCE_DEFINITION>+)

<PLAYER_REFERENCE_DEFINITION>: (playerRole :name <VAR>)

| (player :team <TEAM> :number <PLAYER_NUM>)

<TEAM>: our | opp

<PLAYER_NUM>: [0-9] | 10 | 11

<STEP>: (step :id <NON_NEG_INTEGER>
:waitTime <NON_NEG_INTEGER>
:abortTime <NON_NEG_INTEGER>
:participants <PARTICIPATION_LIST>
:condition <CONDITION>
:transitions <TRANSITION_LIST>
:leadPlayer <PLAYER_REFERENCE_DEFINITION>)

<PARTICIPATION_LIST>: (list <PARTICIPATION>+)

<PARTICIPATION>: <PLAYER_REFERENCE_DEFINITION>
| (at <PLAYER_REFERENCE> <REGION>)

<STEP_LIST>: (seq <STEP>+)

<TRANSITION_LIST>: (list <TRANSITION>+) | <TRANSITION>

<TRANSITION>: <NEXT_STEP> | <FINISH> | <ABORT>

<NEXT_STEP>: (nextStep :id <NON_NEG_INTEGER>
:condition <CONDITION>
:directives <DIRECTIVE_LIST>)

<FINISH >: (finish :condition <CONDITION>
:directives <DIRECTIVE_LIST>)

<ABORT >: (abort :condition <CONDITION>
:directives <DIRECTIVE_LIST>)

<PLAYER_REFERENCE_LIST> : (list <PLAYER_REFERENCE>+)

<PLAYER_REFERENCE>: <VAR> | (player :team <TEAM> :number <PLAYER_NUM>)

<CLANG_STR> : "[0-9A-Za-z\(\)\.\+\-*\?\<>_]+"

<VAR> : [A-Z]+[a-zA-Z0-9_]*

<ACTION> : (pos :region <REGION>)
 | (moveToOffSideLine :y <DECIMAL>)
 | (bto :region <REGION>)
 | (bto :players <PLAYER_REFERENCE_LIST>)
 | (mark :players <PLAYER_REFERENCE_LIST>)
 | (markl :players <PLAYER_REFERENCE_LIST>)
 | (markl :region <REGION>)
 | (markGoal)
 | (oline :region <REGION>)
 | (clear :region <REGION>)
 | (hold)
 | (dribble :region <REGION>)
 | (shoot)
 | (tackle :players <PLAYER_REFERENCE_LIST>)
 | (intercept)
 | (receiveBall)
 | (stop)
 | (attentionTo :region <REGION>)
 | (attentionTo :object <OBJECT_LIST>)
 | (htype <INTEGER>)
 | (seq <ACTION>+)

<ACTION_LIST> : (list <ACTION>+) | <ACTION>

<OBJECT_LIST>: (list <OBJECT>+) | <OBJECT>

<OBJECT>: <STATIC_OBJECT> | <MOBILE_OBJECT>

<STATIC_OBJECT>: <POST> | <FLAG> | ...<MOBILE_OBJECT>: <BALL> |
 <PLAYER_REFERENCE>

<CONDITION> : (true)
 | (false)
 | (ppos :players <PLAYER_REFERENCE_LIST> :min <INTEGER>
 :max <INTEGER> :region <REGION>)
 | (bpos :region <REGION>)
 | (bowner :players <PLAYER_REFERENCE_LIST>)
 | (playm <PLAY_MODE>)
 | (canShoot :players <PLAYER_REFERENCE_LIST>)
 | (canPassPl :from <PLAYER_REFERENCE_LIST>
 :to <PLAYER_REFERENCE_LIST>)
 | (canPassReg :from <PLAYER_REFERENCE_LIST> :to REGION)
 | (nearOffsideLine :players <PLAYER_REFERENCE_LIST>)
 | (and <CONDITION_LIST>)
 | (or <CONDITION_LIST>)
 | (not <CONDITION>)
 | (<COND_COMP>)

<COND_COMP> : <TIME_COMP> | <OPP_GOAL_COMP> | <OUR_GOAL_COMP>
 | <GOAL_DIFF_COMP>

<TIME_COMP> : (time <COMP> <INTEGER>)

<OPP_GOAL_COMP> : (opp_goals <COMP> <INTEGER>)

<OUR_GOAL_COMP> : (our_goals <COMP> <INTEGER>)
 | <COMP> <INTEGER> our_goals

<GOAL_DIFF_COMP> : (goal_diff <COMP> <INTEGER>)

<COMP> : < | <= | == | != | >= | >

<PLAY_MODE> : bko | time_over | play_on | ko_our | ko_opp
 | ki_our | ki_opp | fk_our | fk_opp
 | ck_our | ck_opp | gk_opp | gk_our
 | gc_our | gc_opp | ag_opp | ag_our

<CONDITION_LIST> : (list <CONDITION>+)

<DIRECTIVE_LIST> : (list <DIRECTIVE>+)

<DIRECTIVE> : (do|dont :players <PLAYER_REFERENCE_LIST>
:actions <ACTION_LIST>)

<REGION> : <VAR>
| (regVar :name <CLANG_STR>) <CLANG_STR> ver Setplay, region.cc:940
| (regVar :name <CLANG_STR> :value <REGION>)
| <POINT>
| (regNamed :name <REGION_NAME>)
| (arc :center <POINT> :radius_small <REAL> :radius_large <REAL>
:angle_begin <REAL> :angle_span <REAL>)
| (triang :points (list <POINT> <POINT> <POINT>))
| (rec :points (list <POINT> <POINT>))

<REGION_NAME>: field | outside | our_middle_field | their_middle_field
| left | right | far_left | mid_left | centre_left
| centre_right | mid_right | far_right |
| our_back | our_middle | our_front
| their_back | their_middle | their_front
| sl_1 | sl_2 | sl_3 | sl_4 | sl_5 | sl_6 | sl_7 | sl_8 | sl_9
| sr_1 | sr_2 | sr_3 | sr_4 | sr_5 | sr_6 | sr_7 | sr_8 | sr_9
| our_penalty_box | our_goalie_area
| their_penalty_box | their_goalie_area

<POINT> : <VAR>
| (ptVar :name <CLANG_STR>)
| (ptVar :name <CLANG_STR> :value <POINT>)
| (pt :x <REAL> :y <REAL>)
| (pt ball)
| (pt :player <PLAYER_REFERENCE>)
| (ptRel :x <REAL> :y <REAL> :pt <POINT>)
| (<POINT_ARITH>)

<POINT_ARITH> : (<OP> <POINT> <POINT>)

<OP> : + | - | * | /

<REGION_LIST> : (list <REGION>+)

Anexo D

Exemplo de JE

```
(Setplay
  :name newSetplay :id 1 :invertable false
  :version SPlanner_1.0
  :players (list
    (playerRole :roleName Player4)
    (playerRole :roleName Player9)
    (playerRole :roleName Player10)
  )
  :abortCond (or
    (bowner :players (list (player :team opp :number 1) (player :team opp :number 2)
      (player :team opp :number 3) (player :team opp :number 4)
      (player :team opp :number 5) (player :team opp :number 6)
      (player :team opp :number 7) (player :team opp :number 8)
      (player :team opp :number 9) (player :team opp :number 10)
      (player :team opp :number 11) ))
    (and (not (playm play_on)) (not (playm ck_our))))
  :steps
    (seq
      (step :id 0 :waitTime 0 :abortTime 27
        :participants
          (list
            (at (playerRole :roleName Player4) (pt :x 52.5 :y 34))
            (at (playerRole :roleName Player9) (pt :x 43 :y 6))
            (at (playerRole :roleName Player10) (pt :x 40 :y 22.5))
```

```

)
:condition (and (playm ck_our) (bpos :region (regNamed :name right)))
:leadPlayer (playerRole :roleName Player4)
:transitions
(list
  (nextStep :id 1
    :condition (canPassPl :from (list (playerRole :roleName Player4) )
      :to (list (playerRole :roleName Player10) ))
    :directives
      (list
        (do :players (list (playerRole :roleName Player4) )
          :actions (list (bto :players
            (list (playerRole :roleName Player10) ) :type normal) )
          )
        (do :players (list (playerRole :roleName Player10) )
          :actions (list (receiveBall) )
          )
        )
      )
    )
  )
)
(step :id 1 :waitTime 0 :abortTime 27
:participants
(list
  (at (playerRole :roleName Player9) (pt :x 43 :y 6))
  (at (playerRole :roleName Player10) (pt :x 40 :y 22.5))
)
:condition (and (playm play_on)
  (bowner :players (list (playerRole :roleName Player10) )))
:leadPlayer (playerRole :roleName Player10)
:transitions
(list
  (nextStep :id 2
    :condition (canPassPl :from (list (playerRole :roleName Player10) )
      :to (list (playerRole :roleName Player9) ))
    :directives
      (list
        (do :players (list (playerRole :roleName Player10) )
          :actions (list (bto :players
            (list (playerRole :roleName Player9) ) :type normal) )
          )
        (do :players (list (playerRole :roleName Player9) )
          :actions (list (receiveBall) )
          )
        )
      )
    )
  )
)

```

```

))))
(step :id 2 :waitTime 0 :abortTime 25
 :participants
  (list
    (at (playerRole :roleName Player9) (pt :x 43 :y 6))
  )
 :condition (and (playm play_on)
  (bowner :players (list (playerRole :roleName Player9) )))
 :leadPlayer (playerRole :roleName Player9)
 :transitions
  (list
    (nextStep :id 3
      :condition (canShoot :players (list (playerRole :roleName Player9) ))
      :directives
        (list
          (do :players (list (playerRole :roleName Player9) )
            :actions (list (shoot) )
          )
        )
      ))) )
(step :id 3 :waitTime 0 :abortTime 0
 :participants
  (list
    (at (playerRole :roleName Player4) (pt :x 52.5 :y 34))
    (at (playerRole :roleName Player9) (pt :x 43 :y 6))
    (at (playerRole :roleName Player10) (pt :x 40 :y 22.5))
  )
 :condition (playm play_on)
 :leadPlayer (playerRole :roleName Player4)
 :transitions
  (list
    (finish :directives (list))
  )
)
)
)
)

```


Anexo E

Eficácia do SPlanner: Imagens de definição pelo SPlanner e de execução pelo FCPortugalDebugLogPlayer

Definição pelo SPlanner da JE Saída de bola a partir do GR



Figura E.1 - Passo 1 da definição da Saída de bola a partir do GR



Figura E.2 – Passo 2 da definição da Saída de bola a partir do GR

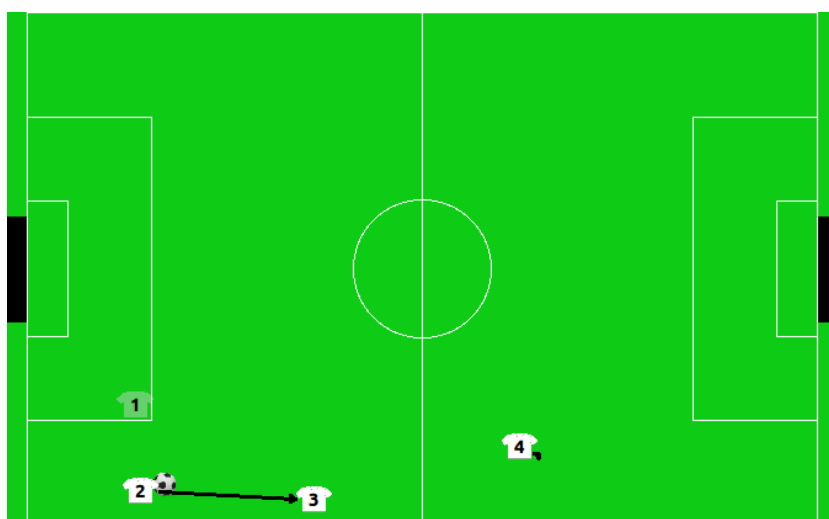


Figura E.3 - Passo 3 da definição da Saída de bola a partir do GR

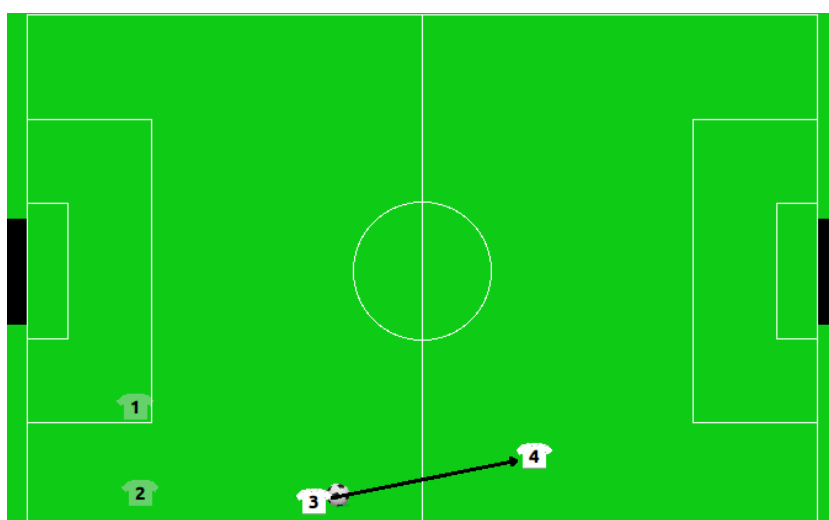


Figura E.4 - Passo 4 da definição da Saída de bola a partir do GR

Visualização pelo FCPortugalDebugLogPlayer da JE Saída de bola a partir do GR

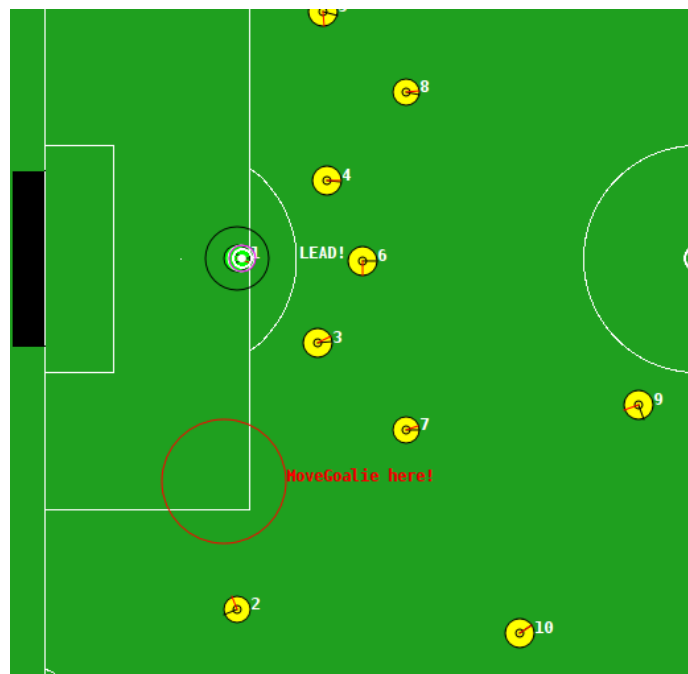


Figura E.5 - Passo 1 da visualização pelo FCPortugalDebugLogPlayer da Saída de bola a partir do GR

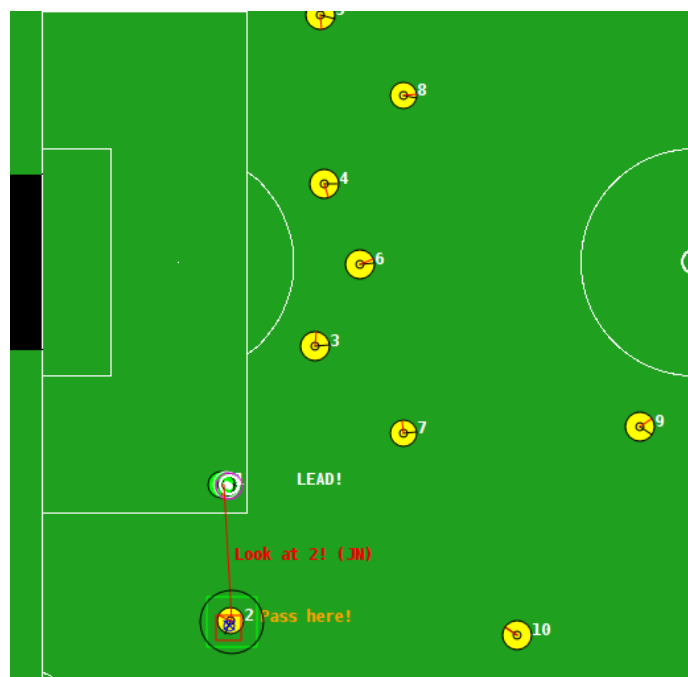


Figura E.6 - Passo 2 da visualização pelo FCPortugalDebugLogPlayer da Saída de bola a partir do GR

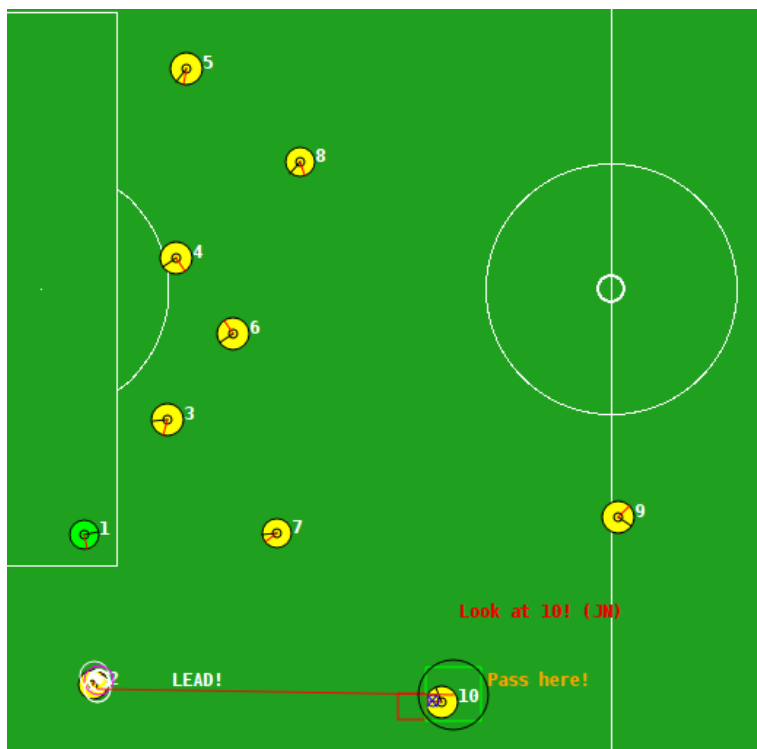


Figura E.7 – Passo 3 da visualização pelo FCPortugalDebugLogPlayer da Saída de bola a partir do GR



Figura E.8 - Passo 4 da visualização pelo FCPortugalDebugLogPlayer da Saída de bola a partir do GR

Definição pelo SPlanner da JE Canto à direita

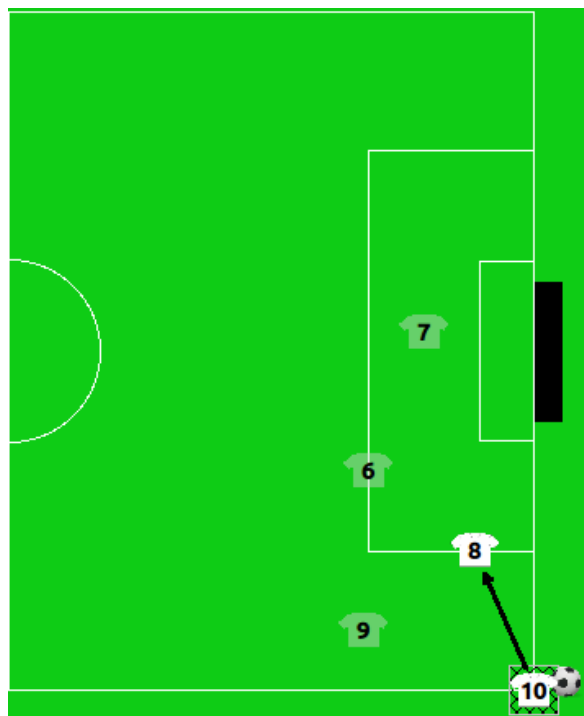


Figura E.9 - Passo 1 da definição do Canto à direita

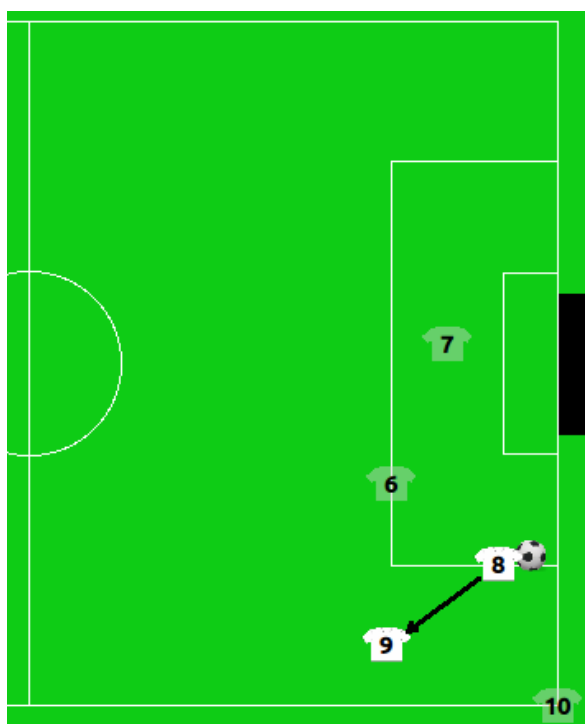


Figura E.10 - Passo 2 da definição do Canto à direita

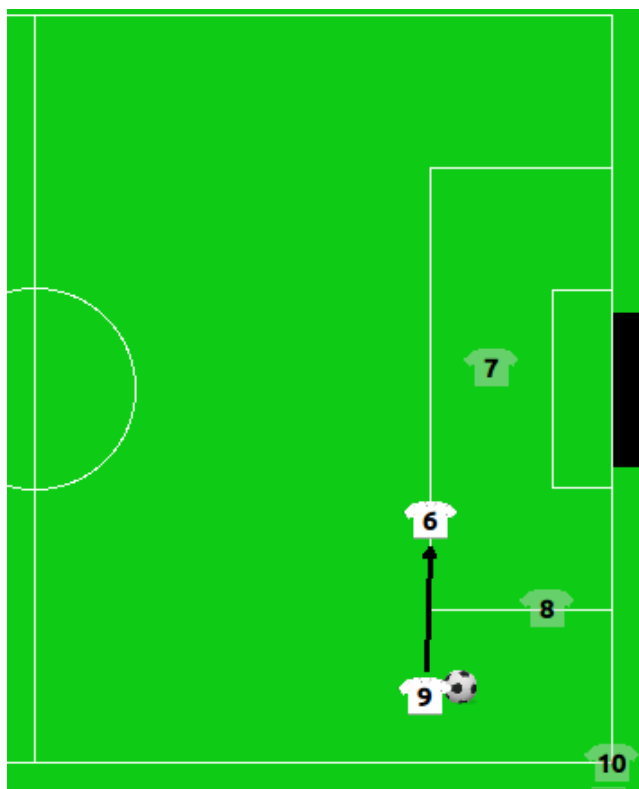


Figura E.11 - Passo 3 da definição do Canto à direita

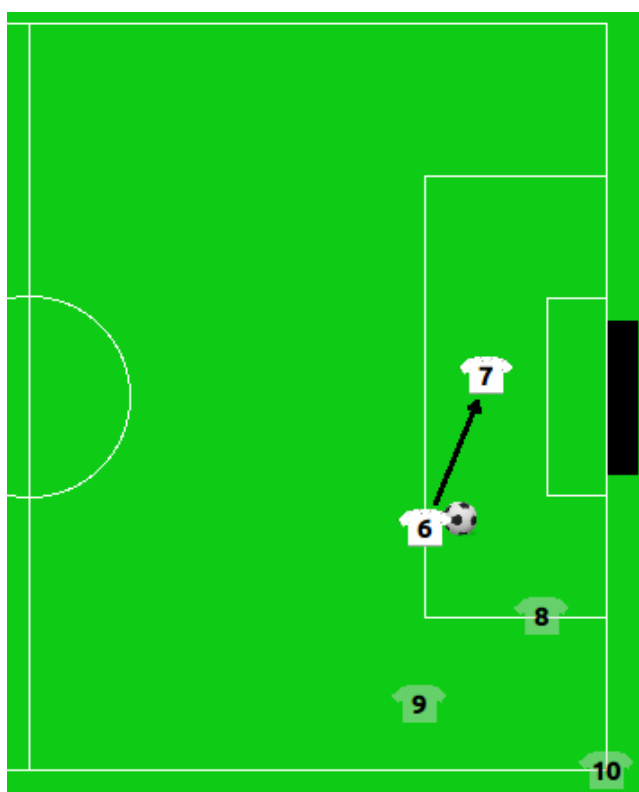


Figura E.12 - Passo 4 da definição do Canto à direita

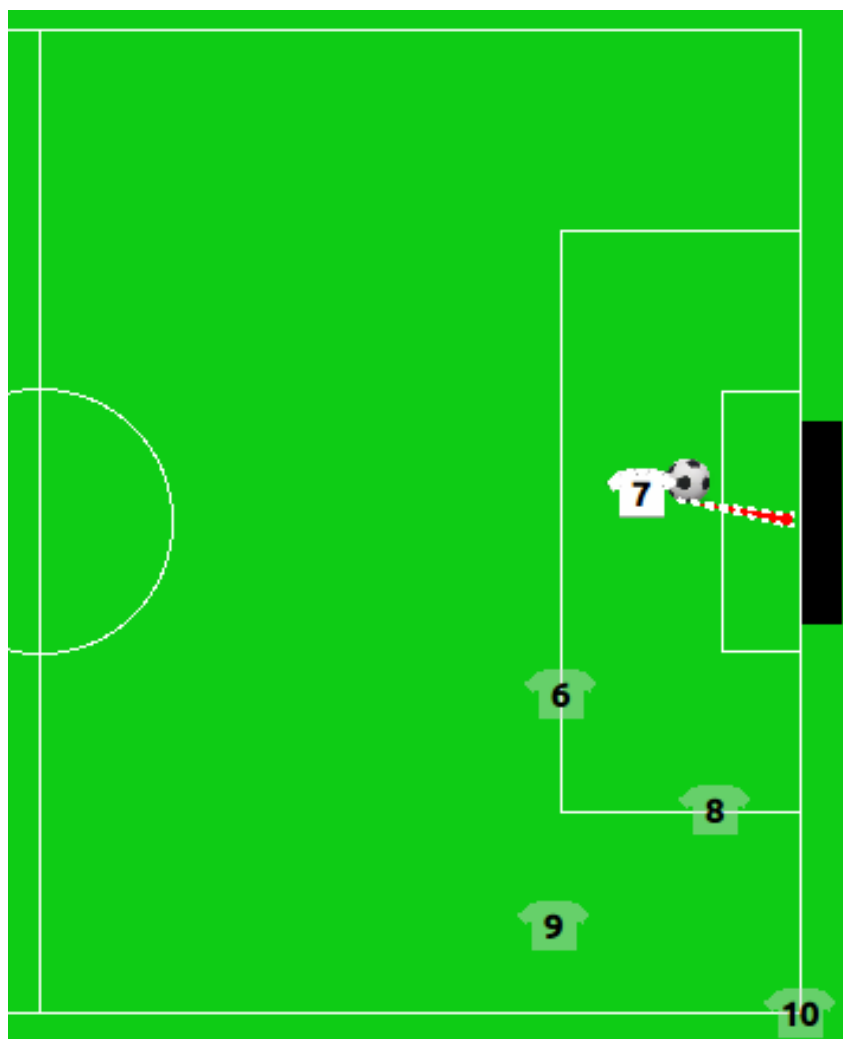


Figura E.13 - Passo 5 da definição do Canto à direita

Visualização pelo FCPortugalDebugLogPlayer da JE Canto à direita

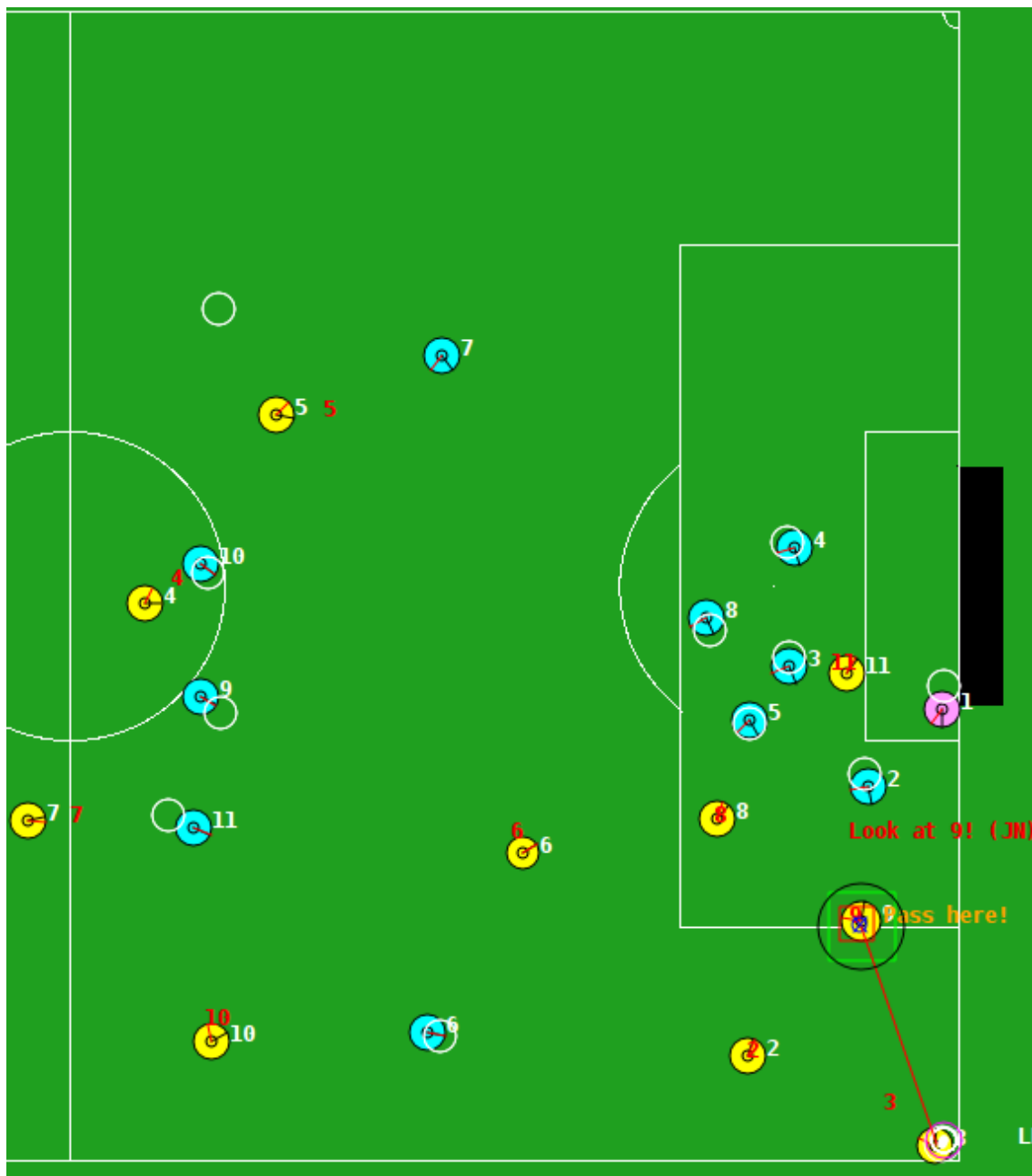


Figura E.14 - Passo 1 da visualização pelo FCPortugalDebugLogPlayer do Canto à direita

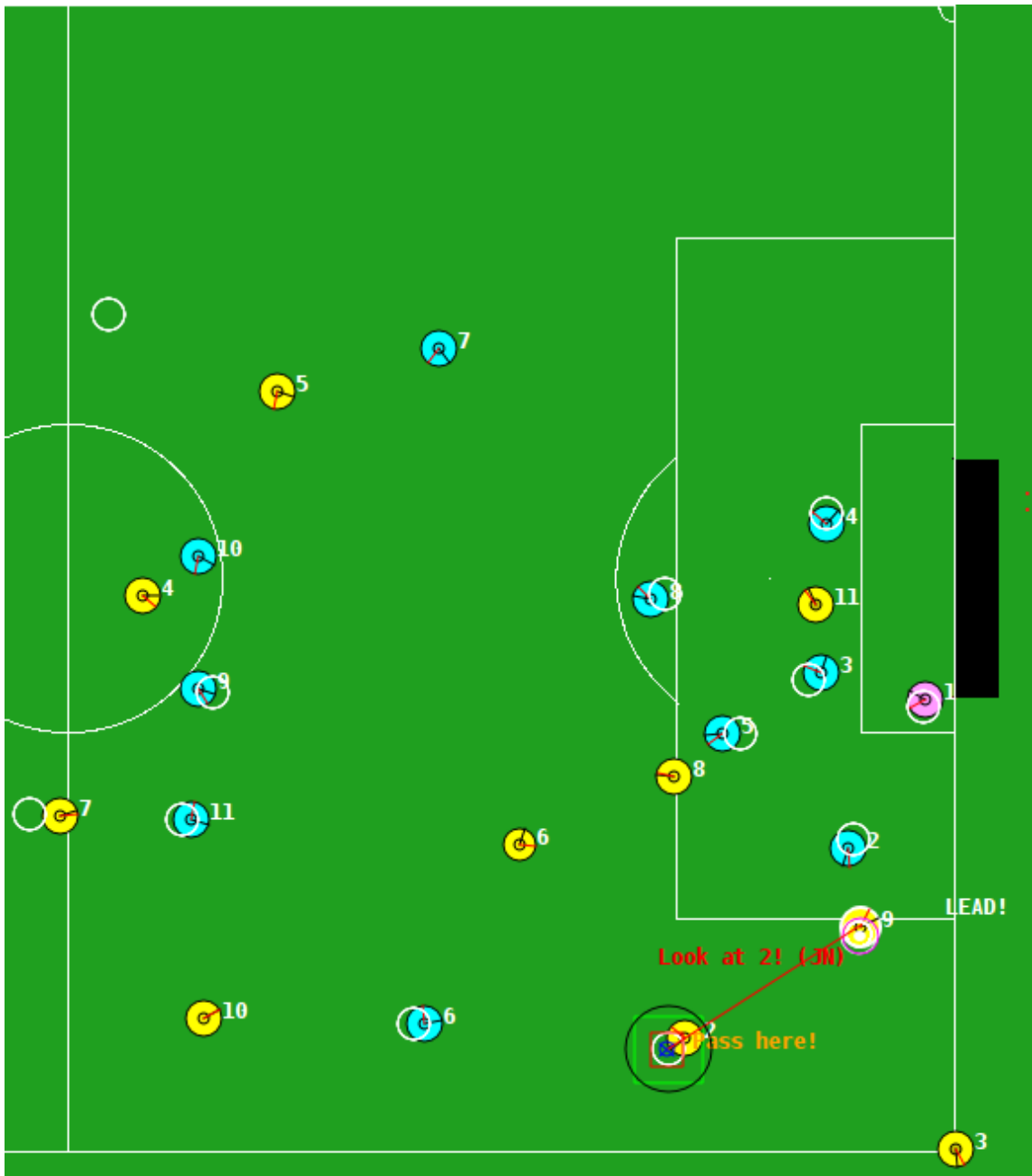


Figura E.15 – Passo 2 da visualização pelo FCPortugalDebugLogPlayer do Canto à direita

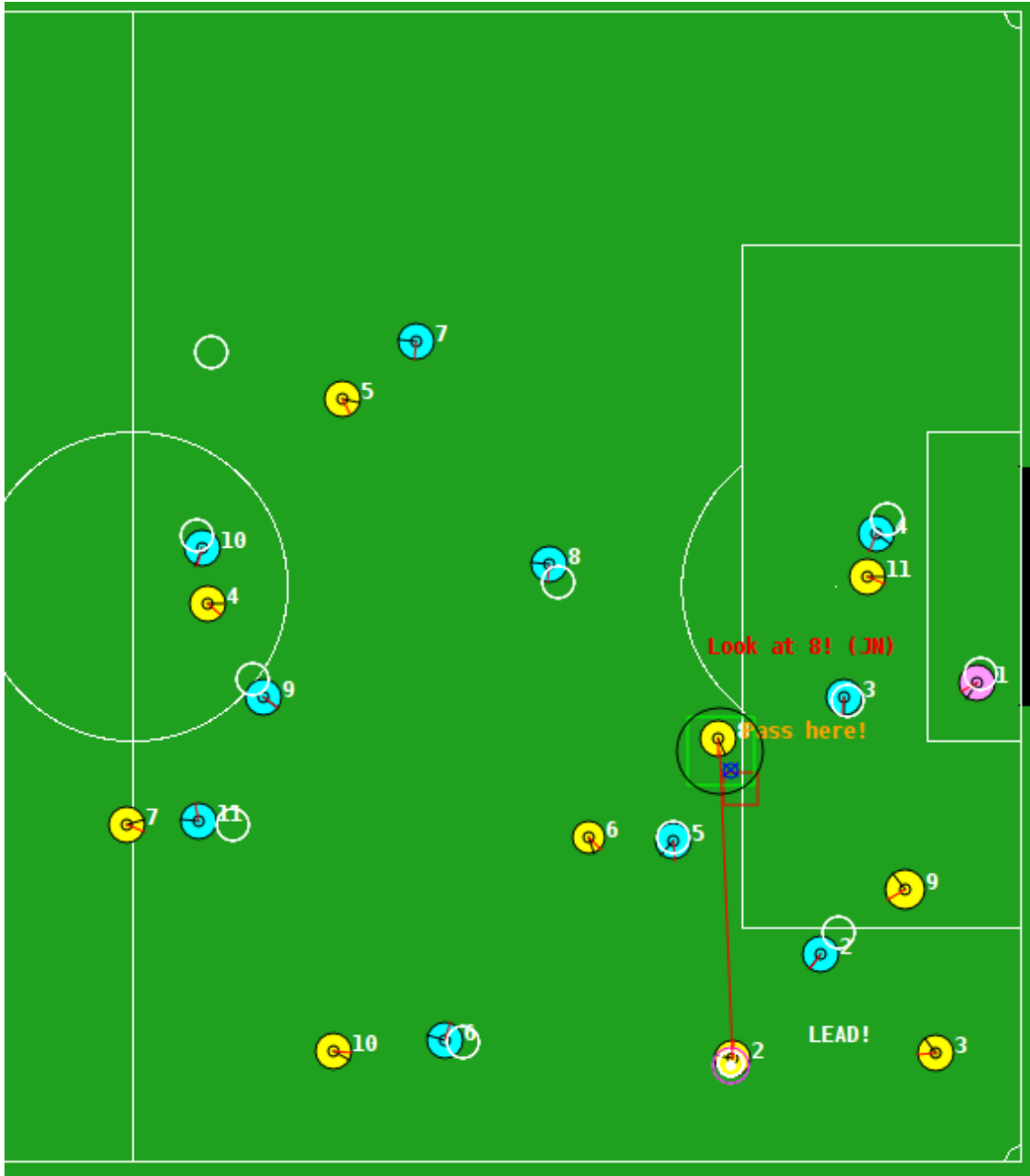


Figura E.16 - Passo 3 da visualização pelo FCPortugalDebugLogPlayer do Canto à direita

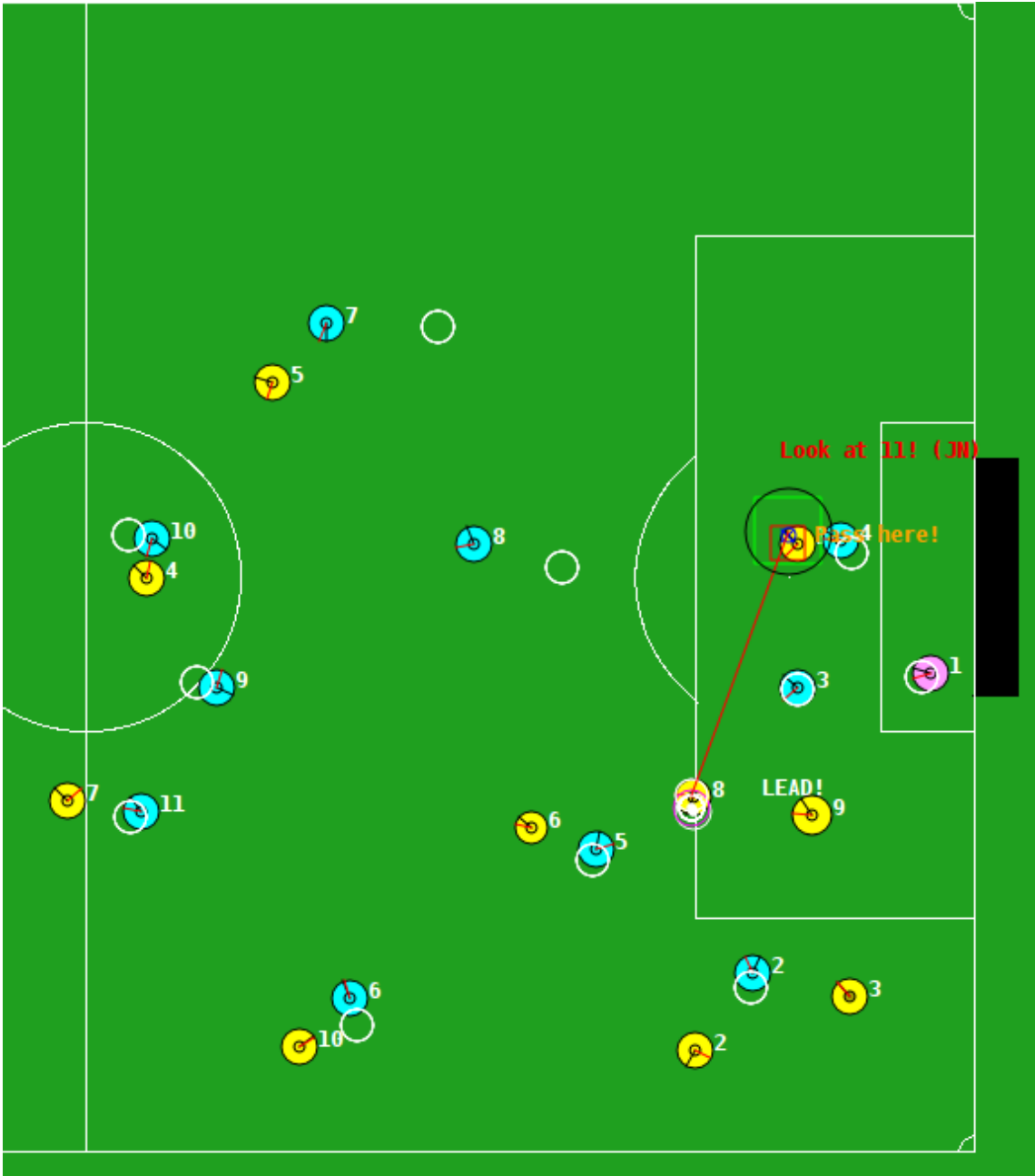


Figura E.17 - Passo 4 da visualização pelo FCPortugalDebugLogPlayer do Canto à direita

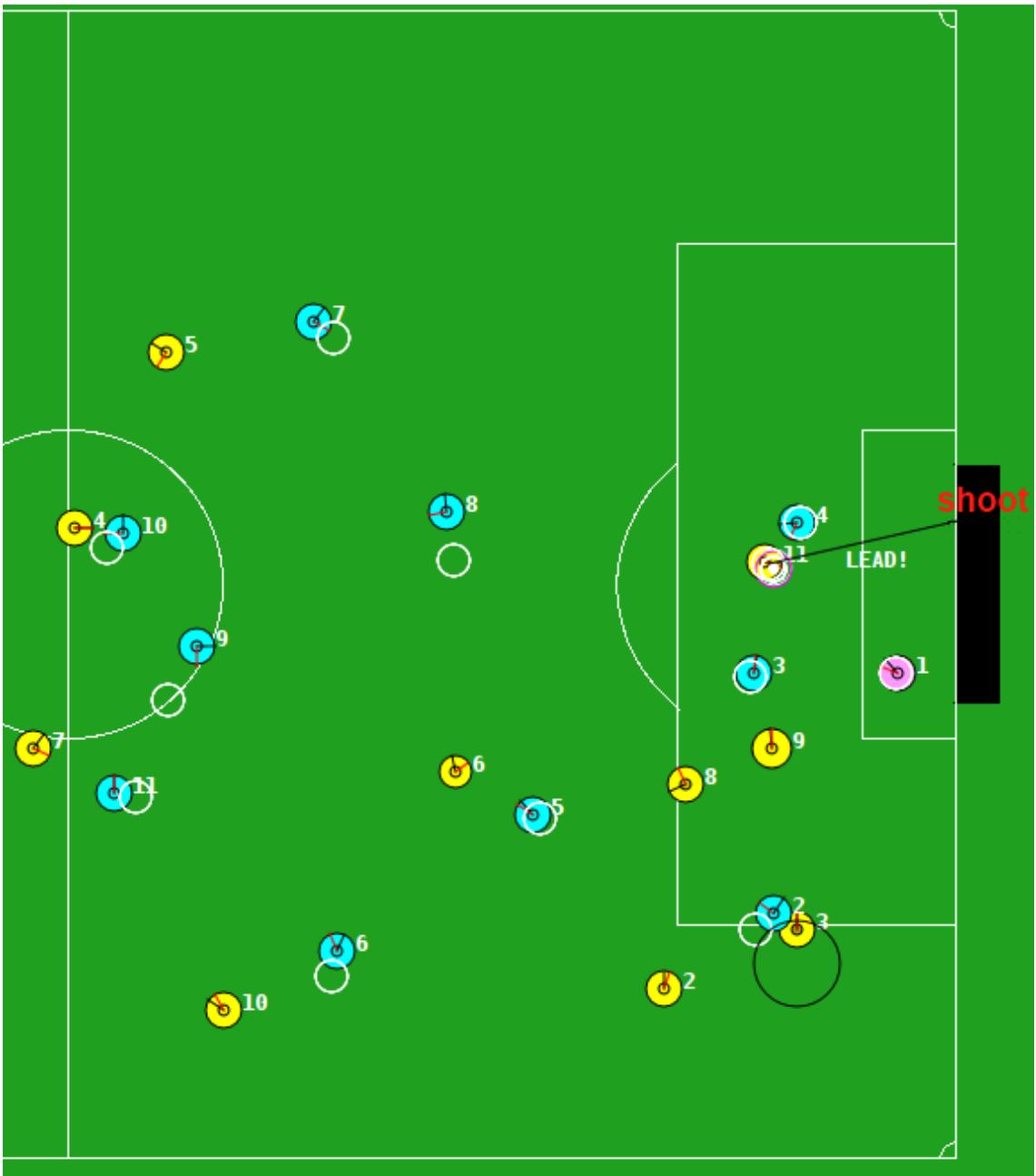


Figura E.18 - Passo 5 da visualização pelo FCPortugalDebugLogPlayer do Canto à direita

Anexo F

Questionário de Usabilidade

Teste de Usabilidade do SPlanner

Após a utilização do SPlanner, gostaria que respondesse às seguintes questões que visam qualificar a usabilidade da aplicação. Para cada uma das questões escolha a resposta que mais se adequa a si tendo em conta a escala...

	1 – Discordo Fortemente	2 - Discordo	3 – Não concordo nem Discordo	4 – Concordo	5 – Concordo Fortemente	
	1	2	3	4	5	
1	Eu acho que gostaria de utilizar esta aplicação frequentemente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2	Eu achei a aplicação desnecessariamente complexa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3	Eu achei a aplicação fácil de usar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4	Eu acho que precisaria do apoio de um técnico para poder usar esta aplicação.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5	Eu achei que as diversas funções nesta aplicação foram bem integradas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6	Eu achei que houve muita inconsistência nesta aplicação.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7	Eu imagino que a maioria das pessoas aprenderia a usar esta aplicação rapidamente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8	Eu achei a aplicação muito desconfortável de usar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9	Eu senti-me muito confiante a usar esta aplicação.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10	Eu precisei de aprender uma série de coisas antes que pudesse continuar a utilizar esta aplicação.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Agradece-se ainda que preencha os dados seguintes de maneira a caracterizar a amostra de pessoas que participam na nossa investigação.

Sexo	<input type="radio"/> Masculino	<input type="radio"/> Feminino	Área de maior interesse:	<input type="radio"/> Desporto	<input type="radio"/> IA e Robótica	<input type="radio"/> Outro
Nível de inglês:	<input type="radio"/> Muito mau	<input type="radio"/> Mau	<input type="radio"/> Médio	<input type="radio"/> Bom	<input type="radio"/> Muito Bom	
Conhecimento informático:	<input type="radio"/> Muito mau	<input type="radio"/> Mau	<input type="radio"/> Médio	<input type="radio"/> Bom	<input type="radio"/> Muito Bom	
Experiência com videojogos de futebol (PC, consolas, etc.):	<input type="radio"/> Muito má	<input type="radio"/> Má	<input type="radio"/> Média	<input type="radio"/> Boa	<input type="radio"/> Muito Boa	
Conhecimento futebolístico:	<input type="radio"/> Muito mau	<input type="radio"/> Mau	<input type="radio"/> Médio	<input type="radio"/> Bom	<input type="radio"/> Muito Bom	
Experiência com painéis tático-estratégicos desportivos:	<input type="radio"/> Muito má	<input type="radio"/> Má	<input type="radio"/> Média	<input type="radio"/> Boa	<input type="radio"/> Muito Boa	

Obrigado pela sua colaboração!

Anexo G

Testes de Usabilidade

Teste de Usabilidade do SPlanner

Pretende-se obter informação relevante na execução de tarefas típicas no uso do SPlanner por parte de utilizadores típicos a fim de se qualificar a usabilidade das mesmas. Para isso pede-se ao utilizador que execute as 7 tarefas a seguir descritas.

As primeiras 3 tarefas são sub-tarefas simples, típicas de serem usadas na construção de JEs. Nas tarefas 4 e 5 pretende-se a definição de uma Jogada Estudada (JE) completa. Nas tarefas 6 e 7 é pedido a interação com o SPlanner para lá da definição de JEs. As 5 primeiras tarefas deverão ser feitas tanto de forma manual como através do SPlanner. Para a forma manual o utilizador deverá utilizar um editor de texto tipo “gedit” e terá acesso à gramática FCPortugal Setplay e ao nome dado às regiões do campo de jogo.

1 – Criação de acção para um jogador

Ambiente na aplicação: SPlanner executada com janela de desenho de JEs aberta. Dois jogadores no campo a distância não maior que distância máxima de passe. Um dos jogadores tem a bola.

Ambiente escrito: Parte de uma JE facultada, faltando somente a parte de criação de directrizes para uma transição do tipo *nextstep*.

Tarefa: Fazer um passe do jogador possuidor da bola para o outro que está no campo.

2 – Definição do jogador

Ambiente na aplicação: SPlanner executado com janela de desenho de JE aberta. Um jogador no campo, 2 passos (estados/nós do grafo) e uma transição entre eles.

Ambiente escrito: JE concedida com 2 passos definidos e com uma transição entre eles.

Tarefa: Redefinir o nome de um jogador (que esteja dentro do campo).

3 – Interação com os passos

Ambiente na aplicação: SPlanner executada com janela de desenho de JE aberta. Jogadores no campo irrelevante. Dois passos no grafo, com apenas uma transição entre eles.

Ambiente escrito: JE concedida com 2 passos definidos e com uma transição entre eles.

Tarefa: adicionar uma transição ao passo 0 para um novo passo.

4 – Criação de uma jogada estudada

Ambiente na aplicação: SPlanner executado sem nenhuma janela aberta.

Ambiente escrito: Nenhuma JE facultada.

Tarefa: Criar uma JE com 3 passos. A situação inicial da JE deve ser um canto “corner kick” à direita “right”. Devem entrar na jogada mais dois jogadores para além do executante do canto - J1. O jogador 2 – J2 encontra-se fora da área perto de J1, e J3 dentro da pequena área. O passo 0 inicia-se com o J1 a passar a bola a J2. No passo 1, J2 leva a bola consigo em “dribble” para dentro da área. No passo 2, J2 passa a J3.

5 – Criação de uma jogada estudada com posições não absolutas

Ambiente na aplicação: SPlanner executado sem nenhuma janela aberta.

Ambiente escrito: Nenhuma JE facultada.

Tarefa: Criar uma JE com 2 passos. A situação inicial da JE deve ser um lançamento lateral “throw in” à esquerda “left” na região do meio campo defensivo “our middle”. Deve entrar na jogada mais um jogador J2 para além do executante do lançamento - J1. O J1 tem uma posição não determinada. O J2 deve-se posicionar em (x:3 ; y:5) em relação à bola. J1 efectua um passe em profundidade para j2 para a posição (x:10; y:5) em relação a j1.

6 – Importação e exportação

Ambiente na aplicação: SPlanner executado sem nenhuma janela aberta.

Tarefa: Importar uma JE existente do tipo FCPortugal Setplay. Eliminar o último passo. Alterar o nome da jogada estudada. Exportar a jogada estudada.

7 – Manusear registo de jogo

Ambiente na aplicação: SPlanner executado com uma janela de edição de JE aberta.

Tarefa: Ver um registo de jogo e correr. Mover para o *step* (do tempo do jogo) 200 com a barra de deslocamento. Ver linhas de fora de jogo e esconder número dos jogadores. Terminar visualização do registo de jogo.

