

Slovenská technická univerzita v Bratislave  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra informatiky a výpočtovej techniky  
Študijný odbor: Softvérové inžinierstvo

---

Bc. Jozef Drgoňa, Bc. Radovan Kostelník  
Bc. Roman Kubaščík, Bc. Radoslav Otipka  
Bc. Martin Spál, Bc. Anton Weissensteiner

Simulácia robotického futbalu  
Tímový projekt  
Tím 3

## Obsah

<b>1</b>	<b>ÚVOD.....</b>	<b>1-1</b>
1.1	O SÚŤAŽI ROBOCUP .....	1-2
1.2	O PROJEKTE .....	1-3
1.2.1	<i>RoboCup na fakulte</i> .....	1-4
1.2.2	<i>Koncepcia vytváraného hráča</i> .....	1-4
1.3	O TOM AKO VZNIKOL NÁZOV TÍMU .....	1-5
1.4	POUŽITÉ NOTÁCIE .....	1-6
1.4.1	<i>Použité vývojové diagramy</i> .....	1-6
<b>2</b>	<b>PROJEKTOVÁ DOKUMENTÁCIA .....</b>	<b>2-1</b>
2.1	ZADANIE PROJEKTU .....	2-1
2.2	ANALÝZA.....	2-2
2.2.1	<i>Tím TsinghuAeolus</i> .....	2-2
2.2.2	<i>Hráči tímu číslo 4</i> .....	2-5
2.2.3	<i>Tím FC Portugal 2000</i> .....	2-6
2.2.4	<i>Sledovanie situácie na ihrisku</i> .....	2-9
2.2.5	<i>Základné schopnosti hráčov</i> .....	2-11
2.2.6	<i>Vyššie schopnosti agentov</i> .....	2-14
2.2.7	<i>Kolektívne schopnosti agentov</i> .....	2-16
2.2.8	<i>Tímová taktika a herné formácie</i> .....	2-21
2.2.9	<i>Dynamické pridelovanie úloh</i> .....	2-22
2.2.10	<i>Učenie a neurónové siete</i> .....	2-26
2.3	ŠPECIFIKÁCIA POŽIADAVIEK .....	2-28
2.4	HRUBÝ NÁVRH SYSTÉMU .....	2-30
2.4.1	<i>Kontext systému</i> .....	2-30
2.4.2	<i>Konceptuálna úroveň</i> .....	2-31
2.4.3	<i>Diagram správanía hráča</i> .....	2-32
<b>3</b>	<b>RIADENIE PROJEKTU.....</b>	<b>3-1</b>
3.1	RIEŠITELSKÝ TÍM .....	3-1
3.2	PLÁN PROJEKTU .....	3-2
3.3	ROZDELENIE ÚLOH.....	3-4
3.4	KOMUNIKÁCIA V TÍME .....	3-5
3.5	AUTORSTVO JEDNOTLIVÝCH ČASTÍ .....	3-6

### POUŽITÉ REFERENCIE

### PRÍLOHA A- PONUKA

### PRÍLOHA B- ZÁPISY ZO STRETNUTÍ

## Zoznam obrázkov

Obr. 1-1. Príklad diagramu tried .....	1-6
Obr. 1-2. Príklad diagramu objektov .....	1-7
Obr. 1-3. Diagram prípadov použitia.....	1-7
Obr. 1-4. Stavový diagram.....	1-8
Obr. 1-5. Sekvenčný diagram .....	1-9
Obr. 1-6. Diagram činností .....	1-9
Obr. 1-7. Diagram spolupráce.....	1-10
Obr. 1-8. Komponenta .....	1-10
Obr. 1-9. Diagram nasadenia .....	1-10
Obr. 2-1. Nájdenie optimálnej alternatívy vedenia lopty.....	2-3
Obr. 2-2. Architektúra stratégie hráča tímu Tsinghuaeolus.....	2-3
Obr. 2-3. Príklad kontroly (Výsek je kontrolovaný agentom B) .....	2-4
Obr. 2-4. Porovnanie dvoch prístupov pri určovaní neurčitosti .....	2-11
Obr. 2-5. Systém rozhodovania hráča uvažujúceho dynamickú výmenu úloh.....	2-25
Obr. 2-6. Konfigurácia hráčov počas zápasu .....	2-30
Obr. 2-7. Diagram modulu správania sa hráča .....	2-31
Obr. 2-8. Diagram správania sa hráča.....	2-33

# 1 Úvod

Témou nášho projektu na predmete Tímový projekt je simulácia robotického futbalu – RoboCup, ktorá má na našej fakulte už niekoľkoročnú tradíciu. Táto téma bola a je témou projektov na viacerých predmetoch, z ktorých sa významnou mierou na tom podieľa práve predmet Tímový projekt.

Naša práca na tomto projekte bude nadväzovať na výsledky tímu č.4 zo školského roku 2000/2001 a jej cieľom je využitie všetkých poznatkov a riešení, ktoré sa dosiahli v doterajšom vývoji. V našej práci sa chceme pokúsiť vyťažiť čo najviac z práce tímov RoboCup-u z celého sveta, aby výsledkom našej práce bol konkurencieschopný produkt.

Vytvorenie takéhoto systému si vyžaduje spoluprácu viacerých ľudí počas dlhého obdobia. Spoločne musia prejsť fázami špecifikácie požiadaviek, analýzy, návrhu, implementácie aj testovania. Počas tejto doby vznikne nemálo dokumentov, od úplne neformálnych až po finálne verzie, ktoré odrážajú výsledky práce na projekte. Súčasťou práce na projekte je aj jeho riadenie, ktoré začína vytvorením dlhodobého plánu, rozdeľovaním krátko- a dlhodobých úloh medzi členov, kontrola stavu ich riešenia a takisto vyhodnocovanie výsledkov.

Cieľom tohto dokumentu je podať presný obraz o práci tímu počas tohto obdobia. Budú v ňom preto obsiahnuté dokumenty zo všetkých etáp projektu: od analýzy po záverečné testovanie. Okrem samotnej dokumentácie k technickej stránke problému v ňom budú obsiahnuté aj informácie o riadení projektu, použitých štandardoch, prehľad a vyhodnotenie komunikácie v tíme, názory a postrehy jednotlivých členov na projekt a jeho genézu.

## Členenie dokumentu

Celá dokumentácia je rozčlenená na štyri veľké celky.

Prvým z nich je Úvod, ktorý obsahuje informácie o cieľoch a histórii projektu, členoch tímu a opisuje použité štandardy.

V nasledujúcej časti je obsiahnutá dokumentácia k technickej časti projektu: analýza a návrh systému, špecifikácia požiadaviek, technická dokumentácia k implementácii a zhodnotenie práce. Táto časť obsahuje praktickú časť práce na projekte – výsledky práce.

Tretia časť sa zaoberá riadením projektu. Obsahuje prehľad o plánovaní úloh v systéme, rozdelenie úloh v tíme, štandardy, ktoré sa použili pri riešení projektu, zhodnotenie komunikácie počas práce na projekte a takisto zhodnotenie práce jednotlivých členov tímu.

V poslednej časti sú obsiahnuté dokumenty, ktoré súvisia s projektom, ale boli vytvorené samostatne, pre špeciálne účely. Sú tu umiestnené zápisy zo stretnutí tímu, preberacie protokoly, posudky a reakcie na ne.

Na každej časti dokumentácie sa podieľajú všetci členovia tímu. Preto sa počas čítania tohto dokumentu môžete stretnúť s rôznymi štýlmi písania, ktoré sú vlastné jednotlivým členom tímu. Toto členenie vyplýva z rozdelenia úloh na rôznych

problémových oblastiach projektu. Každý člen v tíme má pridelenú istú časť práce, ku ktorej píše dokumentáciu. Tá sa následne integruje do jedného dokumentu. Úlohou dokumentátora je zjednotiť štýly všetkých dokumentov, ktoré majú tvoriť výsledný produkt. Výsledkom práce by mal byť dokument, ktorý podá jasnú predstavu o práci členov tímu na projekte, a to tak, aby bol viditeľný podiel každého z nich na výslednom produkte.

Dokument vzniká počas dlhého obdobia. Počas písania dokumentácie môže dôjsť k zmenám, ktoré sa na začiatku nepredpokladali, alebo sa na ne prišlo až počas práce. Preto je možné, že sa forma dokumentu alebo štýl písania bude meniť s postupom jeho vytvárania.

## Štruktúra úvodu

V úvodnej časti dokumentácie sú obsiahnuté informácie, ktoré poskytujú prehľad o téme projektu a cieľoch, ktoré si dáva projekt RoboCup. Čitateľ by sa tu mal dozvedieť prehľad o technickom pozadí súťaže, výsledkoch a poznatkoch, ktoré sú na tomto poli v súčasnosti aktuálne.

V časti *O projekte* sa čitateľ oboznámi s históriou RoboCup-u na fakulte, výsledkami projektov, ktoré sa RoboCup-om doteraz zaoberali. Takisto tam nájde informácie o tom, čo by malo byť cieľom ďalšieho vývoja na tomto projekte.

Časť *O riešiteľskom tíme* podáva prehľad o jednotlivých členoch tímu, ich doterajšom pôsobení, skúsenostiach s projektmi podobného typu a znalostiach. Zaoberá sa aj vznikom názvu tímu.

V časti *Použité notácie* sú opísané štandardy, ktoré sa používajú na písanie tejto dokumentácie. Vysvetľuje rôzne typy písma použité na rôznych miestach v dokumente, ako aj použité značky v diagramoch, ktoré sa v dokumentácii vyskytujú.

## 1.1 O súťaži RoboCup

Robot World Cup Initiative (skrátene RoboCup) by sa dalo charakterizovať ako celosvetové výskumné a študijné snaženie v oblasti robotiky a umelej inteligencie [RoboCup2001]. Jeho cieľom je podporovať výskum v umelej inteligencii a inteligentnej robotike definovaním štandardného problému, v ktorom je možné integrovať a vyskúšať veľké množstvo technológií. Okrem majstrovstiev sveta (RoboCup World Championship), ktoré sú jeho hlavným podujatím sa zameriava aj na

- organizovanie technických konferencií
- podporu výskumných programov
- vzdelávacie programy
- vývoj a výstavbu infraštruktúry

Ako základnú problémovú oblasť bola zvolená hra futbal. Je to všeobecne známy (a populárny) problém charakteristický dynamickým prostredím, zmenou stavu v reálnom čase, neúplnou informovanosťou a distribuovaným riadením. Na vyriešenie tejto zložitej výskumnej úlohy treba zvládnuť rôzne technológie, ako sú fúzia senzorov v reálnom čase, reaktívne správanie, tvorba stratégie, učenie, plánovanie v reálnom

čase, multiagentové systémy, rozpoznávanie kontextu, vízia a strategické rozhodovanie, ovládanie motora, inteligentné riadenie robota a mnoho ďalších.

Hranicou pri tomto snažení je výhra tímu umelých agentov nad svetovými šampiónmi z predchádzajúceho obdobia podľa platných pravidiel medzinárodnej futbalovej federácie FIFA. Na realizáciu tohto „odvážneho“ cieľa sa definovalo obdobie 50 rokov, teda toľko, koľko uplynulo od vzniku prvého počítača po vytvorenie superpočítača Deep Blue spoločnosti IBM, ktorý „nabil“ v šachu úradujúceho majstra sveta Garyho Kasparova, alebo od prvého lietadla bratov Wrightovcov po úspešné pristátie človeka na Mesiaci a jeho bezpečný návrat domov. A hoci víťazstvo nad ľudským futbalovým tímom (podobne ako v predchádzajúcich prípadoch) nebude mať žiadny ekonomický ani hospodársky efekt, technológie, ktoré v priebehu riešenia problému vzniknú, celkom iste ovplyvnia priemysel budúcej generácie.

RoboCup má tri hlavné oblasti:

- RoboCup Soccer – zameriava sa najmä na výskum,
- RoboCup Rescue – so zameraním na aplikácie pre prax,
- RoboCup Junior – s orientáciou na vzdelávanie detí.

Každá z týchto oblastí sa ďalej delí na ligy, v rámci ktorých si môžu zúčastnení porovnať efektívnosť navrhnutých riešení a zhodnotiť tak výsledky svojho snaženia. Simulačná robotická liga, ktorou sa zaoberáme aj v rámci tímového projektu na našej fakulte, je jednou z takýchto líg. Je to liga syntetických softvérových hráčov. Základné prostredie, v ktorom prebieha diskretná, zatiaľ dvojrozmerná simulácia zápasu, tvorí program s názvom soccerserver. Ten komunikuje s klientmi – s hráčmi pomocou štandardného sieťového protokolu UDP/IP. Server sprostredkováva hráčom zvukové a vizuálne vnemy o momentálnej situácii na ihrisku a hráči oznamujú serveru akciu, ktorou na vzniknutú situáciu reagujú. Rovnako kontroluje dodržiavanie základných pravidiel zápasu (modul rozhodca).

Na vizualizáciu priebehu zápasu slúži program soccermonitor a používajú sa tiež automatické komentátorské programy. Každý tím si tiež môže vytvoriť špecializovaný pomocný program – coach, jednak na učenie (trénovanie) hráčov pred zápasom a jednak na koordináciu ich spolupráce počas zápasu, ak to pravidlá konkrétnej súťaže dovoľujú. Tendenciou RoboCup-u je upravovať pravidlá jednotlivých líg tak, aby sa RoboCup čoraz viac približoval reálnemu futbalu – a na to treba myslieť aj pri systematickom vývoji hráčov.

Ďalšie podrobnosti o simulačnej futbalovej lige je možné nájsť aj na pavučinovej prezentácii [Fornax1999].

## 1.2 O projekte

V tejto časti sa opisuje história súťaže RoboCup na našej fakulte. V nasledujúcich podkapitolách je opísaná základná koncepcia hráča nielen z hľadiska jeho schopností a znalostí, ale aj z hľadiska jeho vývoja. V závere sú stanovené ciele, ktoré by sme chceli dosiahnuť prácou na tomto projekte.

### 1.2.1 RoboCup na fakulte

Študenti sa začali venovať vývoju hráča na súťaže RoboCup – simulačná liga v školskom roku 1999/2000, najprv na odbornom praktiku a neskôr aj v rámci predmetu umelá inteligencia. Vytvorení hráči sa potom zúčastnili súťaže, ktorá sa konala na našej fakulte v júni 2001. V školskom roku 2000/2001 sa úloha vytvorenia hráča RoboCup, stala z jedného tímového projektu. Vytváraním hráča sa venovali študenti aj naďalej počas predmetu umelá inteligencia, tí však vo väčšine prípadov nevytvárali hráča úplne od najnižších úrovní ale prevzali už hotového hráča, dopracovali základné schopnosti hráča a nejakú jednoduchú stratégiu. Tímovému projektu RoboCup sa venoval tím4. V júni 2001 sa konala druhá súťaž v simulačnom futbale na našej fakulte [Tim42000], zúčastnili sa na nej štyri tímy, z toho tri tímy, ktoré vyvíjali hráča v rámci predmetu umelá inteligencia a družstvo, ktoré vyvíjalo hráča na tímovom projekte.

Výsledky turnaja - umiestnenie:

1. Žraloky
2. Dragons
3. Tím4
4. Naive

V roku 2002 sa bude konať ďalšia súťaž v simulačnej lige na ktorej by sme chceli prezentovať výsledky našej práce na zdokonaľovaní hracích schopností hráča.

### 1.2.2 Konceptia vytváraného hráča

Zovšeobecnené požiadavky na hráča zúčastňujúceho sa súťaže v RoboCup simulačná liga sú nasledovné:

#### Z hľadiska jeho schopností a znalostí:

- v prvom rade by mal vyhrať, t. j. dosiahnuť víťazstvo vo futbale zápase
- mal by byť prispôsobený prostrediu, v ktorom koná a preto by mal disponovať schopnosťami, ktoré sú pre hranie futbal nevyhnutné
- inteligentný, mal by si v každej situácii počínať tak aby jeho rozhodnutie o vykonaní tej ktorej akcie bolo vždy najlepšie a to z hľadiska tímovej stratégie aj z hľadiska primárneho cieľa - vyhrať zápas
- mal by byť schopný spolupracovať s ostatnými hráčmi na „trávniku“

#### Z hľadiska jeho vývoja:

- mal by byť rozširovateľný o nové vlastnosti (stratégie, úlohy hráčov, kolektívne správanie)
- vývoj prostriedkov na ladenie implementácie hráča
- postupne dopracovať hráčovi nové funkčnosti, ktoré požadujú zmeny simulačného prostredia

Našou úlohou je pokračovať vo vývoji hráča z tímu 4 2000/2001 a pri tom by sme mali pridržovať zovšeobecnených požiadaviek na hráča. Tím 4 navrhol a implementoval hráča s nasledujúcimi vlastnosťami:

- vytvorili komunikáciu hráča so serverom riadenú synchronizačným algoritmom

- ❑ implementovali vnútorný model sveta, ktorý udržiava informáciu o okolitom svete a výrazne pomáha hráčovi pri rozhodovaní
- ❑ na zobrazenie vnútorného sveta agenta vytvorili vizualizáciu
- ❑ navrhli a implementovali role hráčov (brankár, zametač, obranca, stredopoliar, útočník)
- ❑ schopnosti hráča (vedenie lopty, prihrávky atď.)
- ❑ jednoducho modifikovateľná a rozšíriteľná architektúra

Tím 4/2000 veľmi dobre navrhol a implementoval najnižšie úrovne hráča (komunikácia so serverom, vnútorný model sveta). Vyššie úrovne (jednotlivé role hráčov, základné schopnosti, stratégie) neboli dopracované do takej dokonalosti aby mohli konkurovať medzinárodným tímom, preto je potrebný ďalší vývoj hráča napr. aj v rámci tímového projektu. Tím 4 vyvíjal dve verzie hráčov, jednu prototypovú na ktorej sa overovali nové návrhy, o ktorých nebolo zrejme či prinesú požadované výsledky a druhú verziu – ostrú (release) – do ktorej preberali už overené časti z vývojovej verzie. Posledná verzia prototypu bola 52 a posledná ostrá verzia bola 2a11. My sme sa rozhodli, že budeme naďalej pokračovať vo vývoji oboch verzií. Na testovanie prototypu použijeme hráčov zo školského kola súťaže a ak výrazne predbehneme ich schopnosti, použijeme hráčov z niektorej medzinárodnej súťaže. Keďže projekt vývoja hráča ešte ani zďaleka nie je ukončený a je to zrejme aj z výsledkov posledného turnaja, ciele nášho projektu sú:

- ❑ zdokonaľiť už existujúce časti hráča, odstrániť niektoré chyby, vytvoriť základ pre tímy, ktoré prídu po nás
- ❑ skvalitniť základné schopnosti hráčov napr. vedenie lopty
- ❑ navrhnuť kolektívne schopnosti
- ❑ pokúsiť sa o zavedie stratégie do správania hráčov
- ❑ zaviesť učenie pri rozhodovaní hráčov

### 1.3 O tom ako vznikol názov tímu

Boli sme tím, no chýbal nám názov. To predstavovalo problém, ktorý bolo nevyhnutné v čo možno najkratšej dobe vyriešiť. Bez názvu sme boli ako funkcia bez pomenovania. A keďže aj funkcia pre svoje použitie potrebuje byť pomenovaná, potrebovali sme aj my nutne názov tímu.

Počiatočná diskusia o názve sa odohrala na chodbe prvého poschodia D-bloku, chvíľu pred prvým stretnutím tímu s prideleným pedagógom. Spočiatku sme sa snažili, rovnako ako to robievame pri funkciách, vymyslieť nejaký seriózny názov, ktorý by odrážal riešenú problematiku. No ako to zvyčajne dopadá aj s funkciami, nič výstižné a zaujímavé nás nenapadlo. Po tomto neúspechu sa začali objavovať názvy, ktoré k riešenej problematike mali asi tak ďaleko ako my zatiaľ k titulu Inžinier. Inými slovami s problematikou nemali nič spoločné. Podarilo sa nám vymyslieť skutočne zaujímavé názvy, no dohodli sme sa, že bude lepšie, ak každý vymyslí nejaké názvy pre tím za domácu úlohu a na budúcom stretnutí sa z nich vyberie ten najvhodnejší. Týmto sme uzavreli aj prvú diskusiu o názve.

Druhá a zároveň definitívna diskusia sa odohrala na nasledujúcom neoficiálnom stretnutí tímu. Zúčastnili sa jej všetci členovia tímu, okrem Martina Spála, ktorý mal iné neodkladné povinnosti voči škole. Každý z prítomných členov si priniesol so sebou



zoznam názvov, ktoré predložil svojim tímovým kolegom na posúdenie. Po predložení posledného názvu sa začala búrlivá diskusia. Kvôli spravodlivosti každý z tímu priradil jednotlivým názvom rôzny počet bodov podľa toho, ako sa mu konkrétny názov pozdával. Po niekoľkých namáhavých kolách sa do čela dostal názov „Kolenný pás doktora Levina“ tesne prenasledovaný svojimi konkurenčnými názvami „6.statočných“ a „Pred odchodom“. Ostatné názvy (vrátane tých, ktoré ako tak súviseli s riešenou problematikou) príliš nezaujali a tak boli z výberového konania vylúčené. Nakoniec sa „Kolennému pásu doktora Levina“ podarilo udržať si svoju pozíciu a tak sa stať oficiálnym názvom tímu. Názov je prebraný z veľmi populárneho a všeobecne obľúbeného výrobku za bezkonkurenčnú cenu, reklamovaného každodenne v teleshoppingu jednej nemenovanej televíznej stanice. Každému členovi nášho tímu sa tak zapáčil, že sme ho na nasledujúcom stretnutí odhlasovali za oficiálny názov tímu. A asi takto prišiel Tím 3 k svojmu názvu.

## 1.4 Použité notácie

Pre lepšiu orientáciu v texte budeme používať viaceré typografické prvky:

<b>Tučné písmo</b>	Dôležité pojmy a pasáže textu, ktoré je treba zvýrazniť sú napísané tučným fontom.
<i>Kurzíva</i>	Názov firiem, softvérových produktov, aplikácií a jednotlivých objektov programu budeme označovať kurzívou.
<b>Neproporcionálne</b>	Názvy súborov, adresárov a internetové adresy budú napísané bezpätkovým neproporcionálnym písmom.
Program	Pre výpis zdrojového kódu v ukázkach a výpisoch je použité neproporcionálne písmo.

### 1.4.1 Použité vývojové diagramy

Na opis zamýšľanej architektúry tzv. modrotlačé programu a jeho interfejsu použijeme notáciu UML. Táto notácia sa skladá z mnohých grafických prvkov, ktoré sa dajú vzájomne kombinovať do diagramov. Jazyk UML umožňuje kombinovať tieto prvky len podľa pevne daných pravidiel. Okrem jednoduchých diagramov je možné vytvárať aj tzv. hybridy. Prvá časť dokumentácie nevyužíva túto notáciu, pretože nami opisovaná štruktúra je na vyššej úrovni, pre ktorú sa nám zdá nevhodné použiť jazyk UML.



Obr. 1-1. Príklad diagramu tried

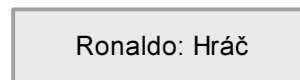
#### Diagram tried

Trieda je kategória alebo skupina vecí, ktoré majú podobné vlastnosti a podobné alebo rovnaké chovanie. Na obrázku (Obr. 1-1) je vidieť príklad notácie jazyka UML, ktorá zachytáva vlastnosti a chovanie hráča. Obdĺžnik je ikona, ktorá predstavuje triedu. Je rozdelená do troch častí. Horná časť obsahuje meno, stredná časť vlastnosti a dolná časť

operácie. Diagram tried sa skladá z mnohých takýchto tried pospájaných čiarami, ktoré predstavujú vzájomný vzťah tried.

### Diagram objektov

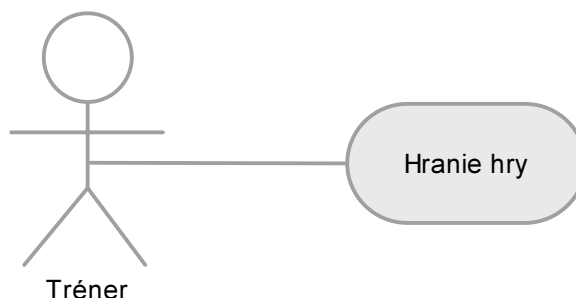
Objekt je inštancia triedy, teda určitá vec, ktorá ma špecifické hodnoty vlastností a chovania. Hráč môže patriť napr. k tímu FC Portugal, môže byť typu stredopoliar a mať nejakú pozíciu. Nasledujúci obrázok (Obr. 1-2) znázorňuje objekt v jazyku UML. Ikonou je rovnako ako pri triede obdĺžnik, ale zobrazené je len meno. Meno inštancie je vľavo od dvojbodky, meno triedy je vpravo.



**Obr. 1-2. Príklad diagramu objektov**

### Diagram prípadov použitia

Prípad použitia je popis chovania systému z pohľadu používateľa. Pre vývojára systému je to cenný nástroj: je to osvedčený spôsob zhromažďovania údajov o požiadavkách na systém z pohľadu používateľa. Obrázok (Obr. 1-3) znázorňuje jednoduchý diagram prípadov použitia.

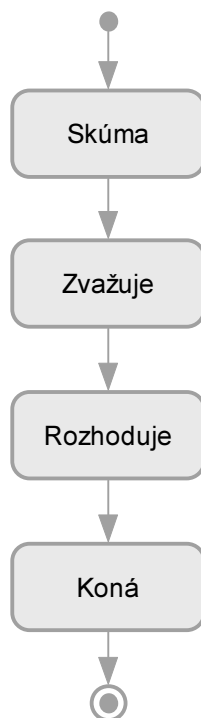


**Obr. 1-3. Diagram prípadov použitia**

Panáčik, ktorý predstavuje používateľa hráča a nazýva sa participant (účastník). Elipsa znázorňuje prípad použitia. Účastníkom – entitou, ktorá zahajuje prípad použitia – môže byť osoba ale aj iný systém.

### Diagram stavov (stavový diagram)

V každom danom časovom okamihu je objekt v určitom stave. Hráč môže napr. stáť, bežať, útočiť, atakovať, pozorovať alebo oddychovať. Obrázok (Obr. 1-4) zachytáva túto skutočnosť. Opisuje ako hráč prechádza z jedného stavu do ďalšieho. Symbol v hornej časti znázorňuje začiatkový stav, symbol v dolnej časti koncový.

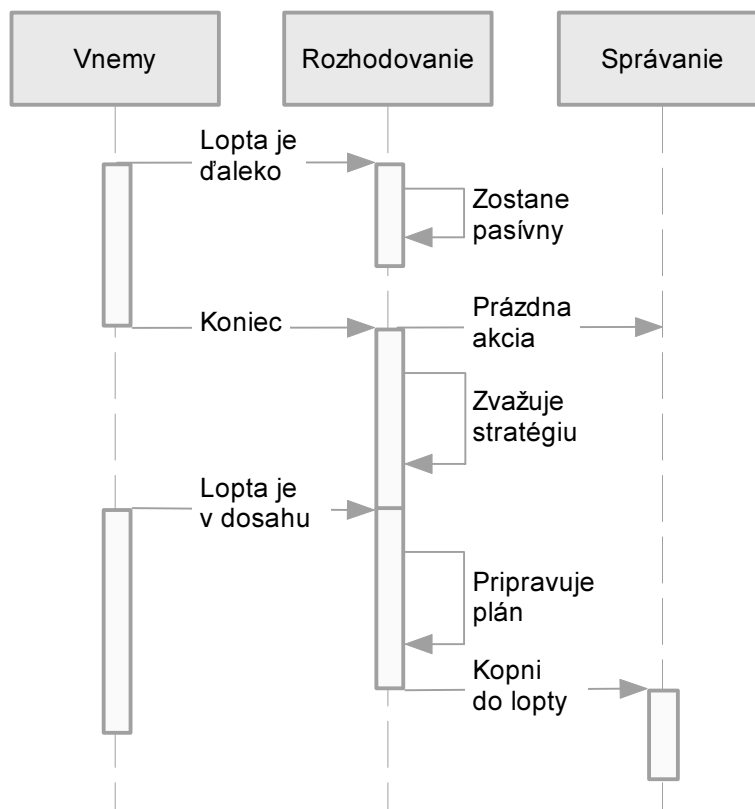


Obr. 1-4. Stavový diagram

### Diagram sekvencií

Diagramy tried a diagramy objektov predstavujú statickú informáciu. Vo funkčnom systéme však objekty vzájomne interagujú a pôsobia na seba. Tieto interakcie sa objavujú priebežne. Diagram sekvencií jazyka UML zachytáva časovú dynamiku interakcií. Čo sa stane ak zahájite prípad použitia.

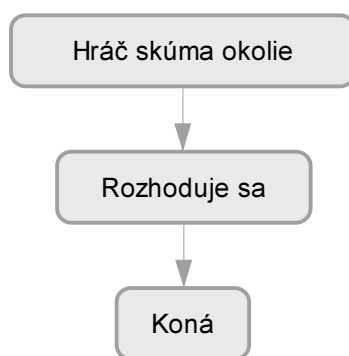
Na obrázku (Obr. 1-5) je vidieť interakciu medzi vnímaním rozhodovaním a výsledným správaním sa hráča. Čas v diagrame postupuje z hora na dol.



Obr. 1-5. Sekvenčný diagram

### Diagram činností

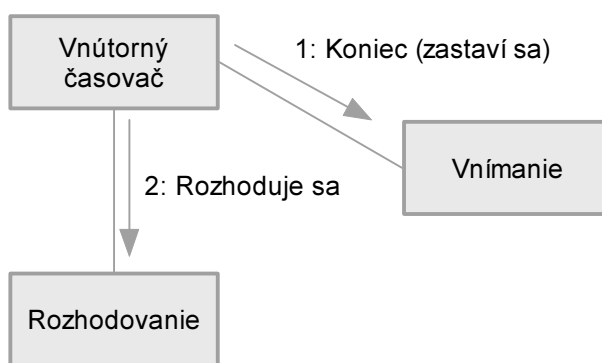
Činnosti, ku ktorým dochádza počas prípadov použitia alebo pri typickom chovaní objektu sa bežne vyskytujú v podobe sekvencie. Na obrázku (Obr. 1-6) je vidieť niektoré z nich.



Obr. 1-6. Diagram činností

## Diagram spolupráce

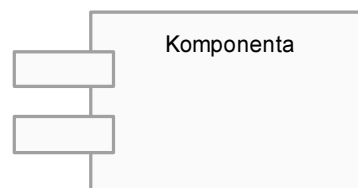
Prvky systému vzájomne spolupracujú, aby splnili úlohy systému. Na obrázku (Obr. 1-7) je znázornený diagram spolupráce v jazyku UML, ktorý bol vytvorený pre tento účel. Na tomto obrázku vidieť, že do sady tried, ktoré tvoria hráča, sa vkladá vnútorný časovač. Po určitej dobe časovač zastaví vnímanie a začne rozhodovanie a zobrazovanie.



Obr. 1-7. Diagram spolupráce

## Diagram komponent

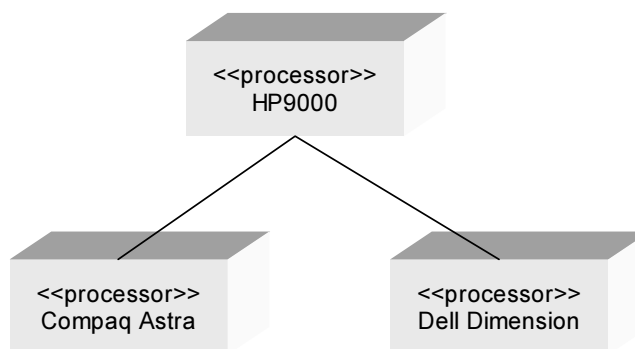
K vývoju moderného softvéru dochádza po komponentoch, čo je obzvlášť dôležité, pri veľkých projektoch vo veľkých tímoch. Obrázok (Obr. 1-8) znázorňuje jednu komponentu.



Obr. 1-8. Komponent

## Diagram nasadenia

Diagram nasadenia v jazyku UML opisuje fyzickú architektúru počítačového systému. Pomocou neho je možné zobrazit počítače a zariadenia, znázorniť ich vzájomné prepojenie a tiež softvér, ktorý je na určitom zariadení nainštalovaný. Každý počítač je nakreslený ako kváder a vzájomné prepojenia k iným počítačom sú čiary, ktoré kvádre spájajú. Príklad je na obrázku (Obr. 1-9).



Obr. 1-9. Diagram nasadenia

## 2 Projektová dokumentácia

Táto časť obsahuje viacero kapitol. V prvej kapitole sa nachádza oficiálne zadanie témy projektu. Druhá kapitola je rozsiahlejšia a venuje sa analýze problému súťaže RoboCup. Za ňou nasleduje samotný návrh systému hráča.

### 2.1 Zadanie projektu

Téme RoboCup, presnejšie simulácii robotického futbalu sa na našej katedre venujeme už dva roky. Tímy študentov, či už v rámci predmetu Umelá inteligencia alebo predmetu Tímový projekt, sa snažia vytvoriť programy, ktoré simulujú správanie sa futbalového hráča. Každý tím sa v rámci obmedzení, určených pravidlami hry futbal a špecifikami simulačného prostredia, snaží vytvoriť čo najlepšieho hráča. Mužstvo, vytvorené z takýchto hráčov, by malo vyhrať nad mužstvom súpera.

V rámci katedry sme realizovali už dve súťaže RoboCup a našou snahou je dostať sa na medzinárodnú súťaž. Vytvoriť však hráča, ktorý by uspel v medzinárodnej súťaži, nie je jednoduché. Preto sa vždy vychádza z niečoho, čo už je vytvorené a je snaha to ďalej vylepšiť.

V tomto tímovom projekte budeme rozširovať možnosti a vylepšovať správanie sa hráča, vytvoreného na vlnajšom tímovom projekte. Využije sa existujúci zdrojový kód a dokumentácia. Musí sa tiež zachovať rozširovateľnosť hráča, jeho modularita a celková architektúra.

Zimný semester je vyhradený na oboznámenie sa s celým prostredím a najmä vytvoreným hráčom a návrhu a prototypovej realizácii jeho vylepšení. Vylepšenia sa budú týkať:

- vnútorného modelu sveta hráča,
- základných schopností a zručností hráča,
- vyšších (taktických) schopností hráča,
- kolektívnej stratégie,
- učenia sa hráča.

V letnom semestri nás čaká realizácia navrhnutých vylepšení a opäť súťaž, ktorej výsledky idú do celkového hodnotenia tohto projektu.

## 2.2 Analýza

Táto časť dokumentácie podáva ucelený obraz o nami vykonanej analýze problematiky súťaže RoboCup. Prvá časť sa venuje analýze niektorých tímov, ktoré sa zúčastnili súťaže. Nasledujúce časti svojím obsahom pokrývajú problematiku od najnižších úrovní cez vyššie schopnosti hráča po formácie a dynamické pridelovanie úloh.

### 2.2.1 Tím TsinghuAeolus

RoboCup tím TsinghuAeolus [Jinyi2001] sa zúčastnil medzinárodnej súťaže RoboCup 2001 v Seattle, na ktorej zvíťazil. Tsinghuaeolus dal k dispozícii zdrojové kódy a dokumentáciu k svojmu hráčovi. V dokumentácii sa čínsky tím venuje hlavne popisu základných schopností hráčov a opisu stratégie. Nižšie úrovne hráča (komunikácia so serverom, vnútorný svet) boli prevzaté od RoboCup tímu - CMUnited.

#### Základné schopnosti

Medzi základné schopnosti hráčov patrí prihrávanie lopty spoluhráčom, vedenie lopty a rôzne výkopy lopty. Dobré zvládnutie týchto schopností sú jedným z najdôležitejších podmienok k dosiahnutiu víťazstva v zápase. Tsinghuaeolus tím zaviedol riadenie do vykonávania jednotlivých základných schopností. Tieto schopnosti môžeme vysvetliť na nasledujúcich príkladoch.

#### Vedenie lopty

Vedie lopty hráčom je riadené dvoma pravidlami:

- lopta zostáva, každý cyklus v takej oblasti aby ju mal agent na dosah kopnutia
- lopta sa musí nachádzať mimo oblastí kopnutia súperov

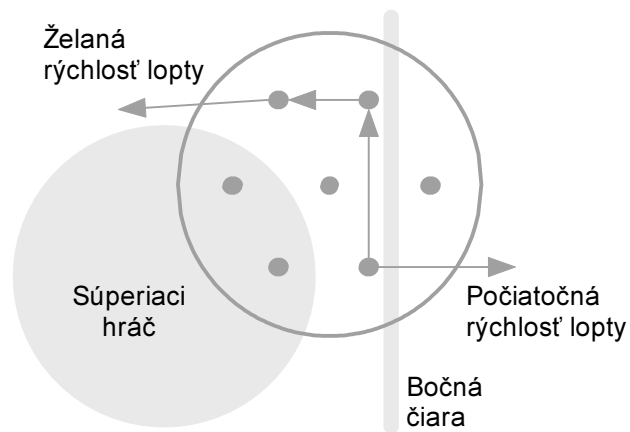
Až po splnení týchto dvoch pravidiel bude agent ďalej pokračovať vo vedení lopty alebo bude vykonávať iné činnosti s loptou.

#### Výkopy lopty

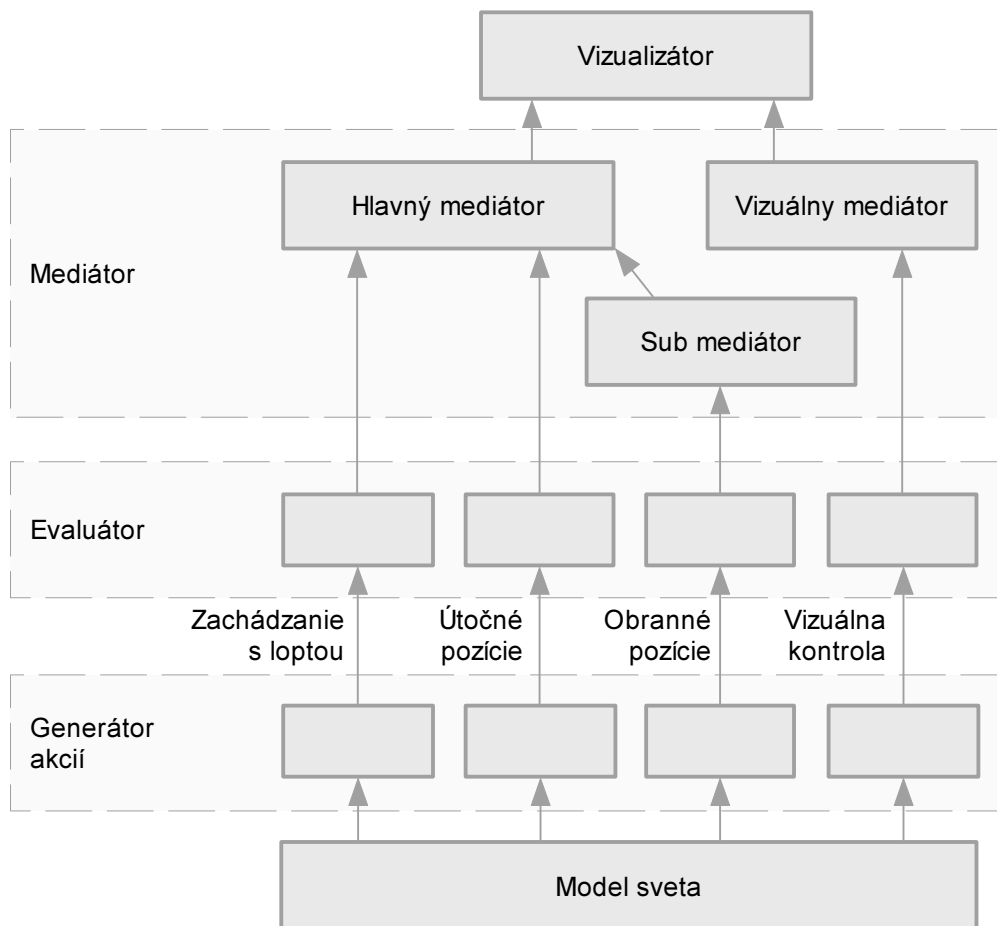
Ak agent získa loptu, má na výber množstvo alternatív, ktorým smerom a akou rýchlosťou ju odkopne. Niektoré alternatívy riešenia môžu viesť k neúspechu napr. kopnutie lopty súperovi alebo kopnutie lopty za postrannú čiaru. Na nájdenie najlepšej alternatívy potrebuje niekoľko cyklov. Čínsky tím rozdelil riešenie výberu správnej alternatívy do dvoch krokov.

- Celý proces odkopávanie lopty je rozdelený do niekoľkých diskretných pozícií, v ktorých sa môže nachádzať lopta. Lopta sa posúva medzi jednotlivými diskretnými pozíciami pôsobením sily výkopu. Na vyhodnotenie generovaných pozícií medzi dvoma výkopmi použili algoritmus reinforcement learning.
- Mapa ohodnotených pozícií je použitá ako heruistická informácia pri nachádzaní optimálnej cesty odkopávania lopty. Na hľadanie optimálnej cesty použili modifikovaný algoritmus A\*.

Použitie spomínanej metódy odkopávania je vysvetlený na obrázku (Obr. 2-1). Nájdenie optimálnej cesty lopty medzi agentom oponenta a postrannou čiarou.



Obr. 2-1. Nájdenie optimálnej alternatívy vedenia lopty



Obr. 2-2. Architektúra stratégie hráča tímu Tsinghuaeolus

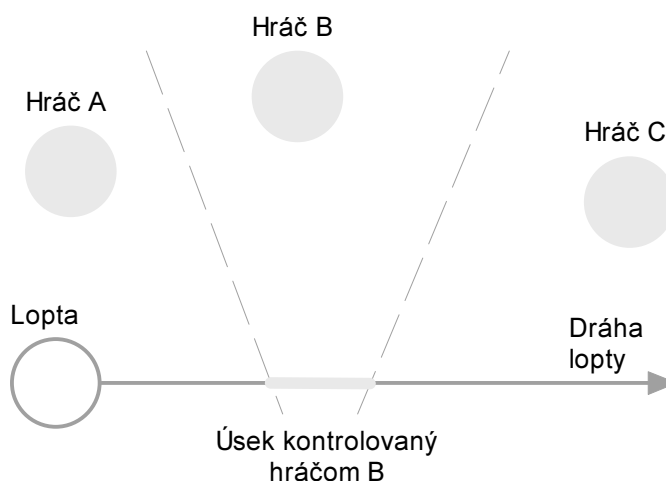


## Architektúra stratégie hráča

Tím rozdelil úlohy, ktoré má vykonávať hráč do niekoľkých modulov zahrňujúcich komunikáciu, vizualizáciu, držanie lopty, ofenzívne a defenzívne správanie sa hráča, atď. Najväčšiu pozornosť venovali posledným štyrom modulom. Architektúra stratégie je zobrazená na obrázku (Obr. 2-2). Nasleduje vysvetlenie najdôležitejších častí v architektúre.

### Generátor akcií (Action Generator)

Úlohou generátora akcií je vytvárať realizovateľné akcie. Čím menej akcií vygeneruje, tým bude jednoduchšie ďalšie rozhodovanie o tom ktorá z nich sa má vykonať. Medzi vygenerovanými akciami by nemala chýbať tá, ktorá vedie k najlepšiemu riešeniu. Práca generátora akcií bola vysvetlená na nasledujúcom príklade prihrávanie lopty spoluhráčom. Povedzme, že agent chce prihrať loptu spoluhráčom. Vykonanie tejto akcie je náročné pretože agent má na výber veľa možností ako prihrať loptu. Každá z nich je reprezentovaná uhlom prihrávky a silou výkopu. Čínsky tím vyvinul analytickú metódu na zistenie použiteľných ciest prihrávky. Uhol prihrávky je rovnomerne rozdelený na úseky. Čiary vedené od lopty jednotlivými hranicami úsekov rozdelia priestor ihriska na niekoľko segmentov. Každý zo segmentov je kontrolovaný nejakým agentom t.j. agent sa nachádza blízko ľubovoľného bodu segmentu (Obr. 2-3). Takže ak prihrávame loptu pod špecifickým uhlom existuje segment rýchlosti, ktorý je ekvivalentný s jeho kontrolovaným segmentom. Inak povedané, keď je lopta kopnutá rýchlosťou, ktorej veľkosť je v takom intervale, ktorý je ekvivalentný s kontrolovaným intervalom agenta, je tento agent schopný chytiť loptu. Predpokladali, že všetci hráči majú rovnaké vlastnosti (sú homogénny).



Obr. 2-3. Príklad kontroly (Výsek je kontrolovaný agentom B)

### Vyhodnotenie akcií (Evaluator)

Každá vstupná akcia je ohodnotená a je jej priradená určitá priorita. Čím má akcia väčšiu prioritu tým je jej vykonanie dôležitejšie. Na ohodnotenie akcií prioritami použil tento tím neurónovú sieť.

## Sprostredkovateľ (Mediator)

Sprostredkovateľ dostáva množstvo akcií z nižšej vrstvy a každej z nich je priradená určitá priorita. Vstupné akcie sa môžu navzájom vylučovať, sú konfliktné, alebo akcie sú navzájom kompatibilné, na seba nadväzujú. Úlohou mediátora je nájsť optimálnu kombináciu akcií.

Ak akcie sú v konflikte, mediátor vyberie tú s vyššou prioritou. Oveľa zložitejšia situácia môže nastať pri stanovení defenzívnej stratégie. Napr. traja obrancovia proti trom útočníkom. Každý z obrancov má štyri možnosti, brániť jedného z troch útočníkov alebo zostať vo svojej pozícii, vo formácii. Takže spolu je to  $3 * 4 = 12$  akcií, z ktorých máme na výber. Tieto akcie majú rovnakú prioritu. O výbere niektorej z nich treba rozhodnúť. Určite je zbytočné, aby dvaja obrancovia bránili jedného útočníka alebo aby jeden obranca bránil dvoch útočníkov. Takže je zrejmé, že ktorá z akcií sa vyberie (každý obranca bude brániť jedného útočníka). Čínsky tím vyvinul rýchly algoritmus, ktorý nájde optimálnu kombináciu akcií. V module mediátora tím vytvoril rozumný obranný systém, ktorý odráža útoky oponentovho tímu.

## Záver

Použitá architektúra hráča čínskym tímom je navrhnutá tak, že na nižších úrovniach (napr. zákl. schopnosti hráčov), sú použité metódy učenia, na najvyšších úrovniach sa im osvedčilo použitie analytických metód.

### 2.2.2 Hráči tímu číslo 4

Tím 4 bol počas zimného semestra rozdelený na 2 skupiny a každá skupina vypracovala vlastný hrubý návrh systému [Tim42000]. Po vytvorení hrubého návrhu systému sa jednotlivé skupiny tímu rozhodli spojiť svoje sily na implementáciu prototypu, ktorý mal spájať výhody oboch návrhov systému do jedného celku.

Návrhy oboch skupín boli veľmi podobné a uvažovalo sa v nich aj s problematikou vyšších stratégií. Táto problematika však bola u oboch skupín rozobraná a vysvetlená len povrchne a nejednoznačne. V prototypu, ktorý vznikol z týchto návrhov sa z vyšších stratégií neriešilo nič, skúšali sa na ňom len základné schopnosti systému.

Návrh systému skupiny 4A z pohľadu vyšších stratégií:

- Uvažovali o pripojení trénera hráčov k soccer serveru. Tréner nie je využívaný počas zápasu (nedovoľujú to pravidlá hry), ale iba pri výuke schopností hráča.
- V základnej architektúre agenta (hráča) má vyššiu úroveň rozhodovania na starosti modul **Správanie agenta** (SA). Modul uvažuje aj o tímovej spolupráci hráčov. Modul komunikuje s modulom **Pamäť** (P) a s modulom **Inteligentný vykonávateľ**, ktorého príkazy využíva.
- SA rozhoduje o vykonávaní akcií.
- SA dokáže prepočítať pozíciu hráčov na ihrisku aj bez vizuálnej informácie.
- Všetky informácie potrebné pre SA sú pamätané v P.

Návrh systému skupiny 4B z pohľadu vyšších stratégií

- Podobné zámery. Vyššie stratégie majú na starosti moduly **Uvažovanie** a **Aktivácia cieľov**.

V letnom semestri už nebol tím rozdelený na skupiny a celý tím pracoval na jednom podrobnom návrhu systému a následne na jednom finálnom produkte, ktorý z tohto návrhu vychádzal.

Čo sa vyšších stratégií týka, návrh uvažuje iba o herných formáciách hráčov. Jednotlivým hráčom sú, podľa stavu v ktorom sa nachádza hra, pridelené úlohy a hráči sú zoskupovaní do formácií. Podľa pridenej úlohy sa hráči vhodne (strategicky) rozmiestňujú. Taktiež sa hráči nesnažia vykonávať tie isté akcie, napriek tomu, že vnímajú tú istú situáciu a majú rovnaké schopnosti.

Vo finálnom produkte boli formácie aj čiastočne implementované, no neposkytovali takú funkčnosť, ako sa uvažovalo v návrhu, pretože implementácia nebola (čo sa formácií týka) dotiahnutá do konca.

### 2.2.3 Tím FC Portugal 2000

Návrhári tímu FC Portugal [FCPortugal2000] poprvýkrát použili koordinačné stratégie založené na znalosti situácie v ktorej sa hráči nachádzajú, teda stratégiu SBSP (Situation Based Strategic Positioning) rozšírenú o dynamické rozhodovanie o umiestnení hráčov a dynamickú zmenu ich rolí. FC Portugal taktiež používa iné všeobecné viac agentové koordinačné techniky a niektoré špecifické techniky ako rozhodovací strom, modelovanie súpera.

Tím FC Portugal 2000 mal implementovaných viacero novinek:

- Zozbierali informácie od expertov z oblasti futbalu (hráčov, fanúšikov a trénerov) a použili ich v danej problémovej oblasti.
- Dynamická tímová stratégia, zložená z taktík, formácií (použitých v taktikách) a viaceré typy hráčov, použiteľné vo viacerých situáciách počas hry.
- Rozsiahle využívanie nápadu použitia viacerých typov hráčov s tromi rôznymi druhmi správania (strategické, držanie lopty a získanie lopty).
- SBSP - rozlišovanie medzi strategickými a útočnými situáciami.
- Mechanizmus na určenie budúcej pozície hráča závislý od situácie na ihrisku.
- DPRE - dynamické umiestňovanie hráčov a pridelovanie rolí (typu hráča) založené na oceňovacích funkciách.
- Inteligentná komunikácia založená na modelovaní spoluhráčov a na súvislostiach so stavom reprezentácie sveta
- Inteligentné vnímanie cez strategický vyhľadávací mechanizmus založený na ohodnocovacích funkciách.
- Integrácia znalostí o futbale do algoritmu rozmiestňovania hráčov na ihrisku, algoritmu získavania a udržania si lopty.
- Vizualizácia počas debugovania na zviditeľnenie toho čo agent vidí, počuje, cíti a plánuje urobiť.
- Informačný model je viacúrovňová štruktúra s dátami na štyroch úrovniach
  - globálne informácie o situácii (stav hry, štatistiky, správanie súpera) => tímové taktiky
  - informácie o situácii - informácie potrebné na výber vhodnej formácie
  - informácie o vybranej akcii - informácie na identifikovanie aktívnej situácie a výberu vhodnej akcie na získanie alebo držanie lopty
  - stav sveta - pozície a rýchlosti hráčov a lopty

## Tímová stratégia

Už tím CMUnited priniesol koncept formácií a rozmiestňovania hráčov a taktiež používa dynamické prepínanie formácií v závislosti od aktuálneho stavu a času hry. FC Portugal rozširuje túto koncepciu o taktiky, situácie a delenie hráčov do typov. Definícia tímovej stratégie je založená na zoskupení určitého typu hráčov (typy definujú stratégiu hráčov, správanie hráča pri získavaní a udržaní si lopty) a množine taktík, ktoré zahŕňajú viaceré formácie. Formácie sú použité na rôzne herné situácie ako obrana, útok, zmena z obrany na útok, výkop na bránu atď. Každému hráčovi je určená jeho strategická herná pozícia.

## Architektúra agenta a riadenie toku v module rozhodovania

Agenti využívajú riadiaci modul na vyhodnocovanie vnemov a na predpovedanie akcií, aby bolo možné aktualizovať stav ich vnútorného sveta, ktorý používa modul rozhodovania vyššej úrovne na plánovanie ďalších akcií. Niekoľko rozhodovacích stromov, znalostí o formáciách, subformáciách a herných situáciách je potrebných na vysoko úrovňové rozhodovanie agenta. Tieto štruktúry sú napĺňané človekom – trénerom podľa súperovho správania. Nízkoúrovňové zručnosti sú takmer kompletne založené na zdrojových kódach tímu CMUnited99. Len minimálne modifikácie boli prevedené na vedení a vystreľovaní lopty. Taktiež funkcie na aktualizáciu reprezentácie vnútorného sveta a predpovedanie budúcich akcií boli prebrané z CMUnited99. Návrhári sa nezamerali na nízkoúrovňové zručnosti ani na presnosť vnútornej reprezentácie sveta, ktoré sú prístupné pre každého agenta, ale na vysokoúrovňové inteligentné rozhodovacie schopnosti a sociálne zručnosti (koordinácia a komunikácia). Preto hlavné zameranie bolo vo vysokoúrovňovom module rozhodovania.

Po inicializácii niektorých vnútorných štruktúr, čo zahŕňa čítanie niekoľkých konfiguračných súborov, vstúpi agent do hlavnej riadiacej slučky. Táto slučka sa spustí akonáhle rozhodovací modul rozhodne o použití danej formácie. Tento modul je priamo napojený na druhý modul hlavnej riadiacej slučky, ktorý ma za úlohu analyzovať stav hry. Riadiaca slučka spolupracuje pri zmene dynamického umiestňovania hráčov. Ak je hra prerušená, hráči zaujmú nehernú (playoff) pozíciu. Ak nebola identifikovaná kritická situácia a nepredpokladá sa, že agenti budú musieť okamžite zaujať aktívnu pozíciu, zaujmú základnú strategickú pozíciu. Ak nastala kritická situácia, potom ak agent ma loptu je vybratá akcia postupovanie s loptou dopredu. V opačnom prípade je prijatá niektorá z obranných akcií.

## Formácie, podformácie a analýza situácie

V module rozhodujúcom o formáciách agent používa množinu predbežných pravidiel, herných, vysokoúrovňových informácií (ako stav, čas zápasu) a (ak je dostupný) informácie od trénera na rozhodnutie o akú formáciu sa jedná. Informácia o formácii zahŕňa množinu premenlivých pozícií, pravidiel a úloh na jednoduchú zmenu týchto pozícií podľa herných nízkoúrovňových informácií (ako pozícia hráča alebo lopty).

Tento modul je priamo prepojený s druhým modulom hlavnej riadiacej slučky určeným na analyzovanie súčasného stavu hry. Táto analýza zahŕňa identifikáciu útočiaceho a špecifickú situáciu hry (napr. výkop).

## Rozmiestnenie podľa situácie

Požitie SBSP (Situation Based Strategic Positioning) je jednou z hlavných vylepšení tímu FC Portugal. V situáciách, ktoré nie sú kritické sa hráči pokúšajú dostať sa do strategických pozícií, ktoré sú dynamicky určované podľa situácie na ihrisku a podľa pravidiel dostupných pre všetkých agentov. Týmto spôsobom, dokonca bez vizuálnej alebo zvukovej informácie, daný hráč, za pomoci detailnej analýzy situácie, môže s dostatočnou presnosťou viesť pozície svojich spoluhráčov. Toto je veľmi podobné tomu čo sa deje v skutočnom futbalovom tíme v ktorom všetci hráči, analýzou hernej situácie, sú schopní identifikovať známe situácie a predpovedať pozície hráčov na základe identifikovaných situácií. Táto technika zaručuje že všetci hráči sú počas celej hry dobre rozmiestnení na ihrisku t.j. obranné pozície sú obsadené a je dostupných mnoho útočných možností.

## Dynamické rozmiestňovanie a výmena rolí

DPRE (Dynamic Positioning and Role Exchange) umožňuje rozmiestňovanie a výmenu rolí medzi agentmi. CMUnited použili podobné tímové správanie. Ak v danej situácii hry môže výmena pozícií a rolí hráčov priniesť globálny úžitok pre tím, potom je prevedená a oznámená všetkým agentom. Napriek tomu je koordinácia hráčov rýchlejšia použitím zvukovej komunikácie. Miestny lokálny výmenný mechanizmus nepotrebuje komunikovať aby dosiahol globálnu koordináciu.

## Výber akcie pri vedení lopty

Tento modul je aktívny len v prípade, že agent má loptu. To umožňuje agentovi vybrať najlepšiu akciu na vykonanie. Tento výber je založený na koncepte Pass Matrix, Shoot Matrix a Dribble Matrix.

Pass Matrix je dynamická štruktúra, vypočítaná pred výberom aktívnej akcie, ktorá opisuje viaceré druhy „kopov“ do lopty pre každého hráča. Tieto typy „kopov“ zahŕňajú prímé kopy niektorému z hráčov, výkopy po čiare, dlhé výkopy do oblastí kde sa nenachádza priveľa hráčov, výkopy na pozície hráčov, ktoré by mali zaujať podľa dohodnutej stratégie v ďalšom simulačnom kroku. Vyberie a vykonaná sa najlepší možný výkop s prihliadnutím na všetkých osem charakteristík, medzi ktoré patrí aj sústredenie sa na čiarach, finálne rozmiestnenie atď.

Shoot a Dribble matice popisujú výkopové a driblovacie charakteristiky rôznych typov výkopov (do stredu brány, do rohu, atď.) a vedenia (driblovania). Finálne rozhodnutie je vykonané pomocou rozhodovacieho stromu.

## Výber akcie na získanie lopty

Tento typ výberu akcie by mal smerovať k získaniu stratenej lopty. Výber akcie prebehne v prípade, že hráč nevlastní loptu ale situácia si vyžaduje jeho pozornosť (nablízku je lopta). Hráč môže byť motivovaný svojou malou vzdialenosťou od lopty, nebezpečnou situáciou pri vlastnej alebo súperovej bráne alebo jednoducho kolektívnym plánom. Pasívny výber akcie taktiež musí uvažovať že agent má obmedzenú energiu a úsilie teda nie je rozumné si ju míňať v situáciách, ktoré nie sú kritické. Metóda riadenia spotreby energie hráča vykonáva analýzu situácie a kontroluje

prekročenie energetických obmedzení v kritických situáciách, ktoré sú hierarchicky usporiadané.

## Modelovanie súpera

Modul na modelovanie súpera je rozdelený na dve časti. Modelovanie pre trénera (vysokoúrovňové) a modelovanie pre hráčov (nízkoúrovňové). Tento modul analyzuje hru a pomocou strojového učenia a heuristiky sa učí niektoré parametre súpera. Medzi ne patrí napr. pozícia a rýchlosť z akej súper robí dlhé výkopy, kopy na bránu, súperovu globálnu formáciu a súperove predpovedanie budúcej pozície hráčov.

## Zhrnutie a práca do budúcnosti

Napriek tomu, že tím FC Portugal neporazil všetky súťažiacie mužstvá v Štokholme na súťaži RoboCup, dosiahnuté výsledky sú veľmi sľubné. Počas deväťdesiatich hier len jeden tím dokázal vyhrať nad FC a bol to CMUnited99 a len dva z tímov dokázali remizovať.

Plán práce do budúcnosti je kódovanie komunikácie, rozšírenie nízko úrovňových funkcií (kopy a vedenie lopty), vývoj nových techník na modelovanie súpera, uvažovanie lokálnych plánov pre špecifické situácie.

## Záver

Je vidieť, že výberom nízkoúrovňových funkcií CMUnited sa dá ušetriť veľa času pri „rozbiehaní“ projektu. Nevýhodou agenta FC Portugal je že jeho zdrojové texty nie sú voľne dostupné a preto aj keď vymysleli niektoré revolučné myšlienky ako typovanie hráčov alebo dynamická zmena rolí je nutné ich znova implementovať. Užitočné by mohlo byť aj využitie podobného modelovania správania sa súpera t.j. učenie neurónovej siete podľa súperovho správania sa.

### 2.2.4 Sledovanie situácie na ihrisku

Na dosiahnutie stanoveného cieľa je nevyhnutné, aby mal hráč prehľad o aktuálnej situácii na ihrisku. Informácie o polohe a rýchlosti jednotlivých objektov si uchováva vo vnútornom modeli sveta. Keďže vnemy, ktoré hráčovi posiela soccerserver sú značne obmedzené, musí si hráč tieto informácie priebežne obnovovať a dopĺňať. Navyše, vnemy hráča nie sú zosynchronizované s časovaním akcií, takže predikcia stavu hry na niekoľko krokov dopredu patrí tiež medzi významné základné schopnosti hráča. V tejto časti sa budeme zaoberať možnosťami zefektívnenia tohto procesu v systéme hráča tímu 4 z roku 2000/2001 [Balát2001].

## Existujúce riešenie

Ako už bolo naznačené, vnútorný model sveta slúži dvom základným potrebám hráča. Jednak zachytáva momentálnu situáciu na ihrisku, podľa toho, ako ju hráč vníma a jednak umožňuje hráčovi vytvárať predpoklady o vývoji hry v budúcnosti. Jedná sa o základné schopnosti hráča, ktoré sú nevyhnutným predpokladom dobrého rozhodovania hráča.

Vnútný svet hráča tímu 4 obsahuje informácie o videných objektoch vyjadrené pomocou absolútnych súradníc s počiatkom v strede hracieho ihriska. Keďže vnemy prichádzajúce zo soccerservera obsahujú informáciu o pozícii videných objektov vyjadrenú relatívne voči aktuálnej pozícii hráča a navyše zašumenú, transformácia relatívnych súradníc na absolútne je realizovaná pomerne sofistikovaným algoritmom.

V prvom kroku sa transformuje pozícia samotného hráča. Zdrojom pre túto transformáciu sú informácie o statických objektoch vymedzujúcich hraciu plochu, ktorých absolútna poloha je dobre známa. Prednostne sa na výpočet polohy hráča používajú informácie o čiarach hracej plochy, pretože nie sú zaťažené šumom.

Informácie o vlajkách tvoria doplnkovú informáciu, v prípade, že hráč nevidí žiadnu čiaru. Na elimináciu šumu používajú upravenú metódu najmenších štvorcov, kde je vstupom poloha všetkých vlajok – vhodne váhovaná podľa relatívnej vzdialenosti od hráča (čím ďalej je vlajka od hráča, tým menej presná je jej poloha).

Keď je známa absolútna poloha hráča, pomocou relatívnej vzdialenosti a uhla, pod ktorým hráč vidí konkrétny objekt, dopočítajú sa absolútne súradnice zvyšných pohyblivých objektov na ihrisku. Algoritmus sa ďalej na základe takto získanej polohy a predpokladov o vývoji situácie z predchádzajúceho kroku pokúsi identifikovať tých vzdialených hráčov, ktorých identita (číslo alebo farba dresu) nie je viditeľná.

Ak sa nejaký objekt dostane mimo zorného uhla informácia o jeho polohe a rýchlosti sa prestane obnovovať. Naopak, začne sa zvyšovať neurčitosť polohy daného objektu rovnomerne okolo naposledy pozorovanej pozície hráča. Po určitom počte krokov hráč daný objekt zabudne.

### Zhodnotenie uvedeného prístupu

Spôsob vyhodnocovania polohy objektov, ktoré sa dostanú mimo zorné pole hráča, hoci je logicky správne, má na správanie hráča niekoľko nepriaznivých dôsledkov. Najmä ak sa jedná o spoluhráča, vzhľadom na narastajúcu neurčitosť jeho polohy prestane o ňom hráč pomerne skoro uvažovať na vyššej, kolektívnej, úrovni schopností. To je jedným z dôvodov, prečo sú akcie hráčov tímu 4 väčšinou individuálne, aj keď majú hráči implementované strategické správanie. Pritom spoluhráč sa môže nachádzať veľmi blízko a vo výhodnej pozícii.

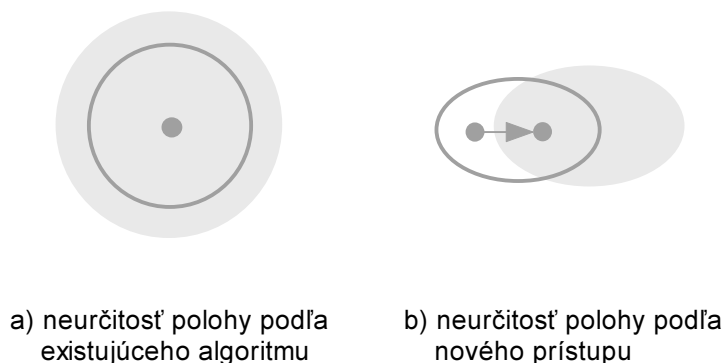
Ďalším z nepriaznivých dôsledkov je pomerne časté obnovovanie informácie o svete počas hry. Prejavuje sa to ako otáčanie hráčov okolo vlastnej osi. Často sa tak pripravuje o možnosť získať loptu, ktorá sa práve pohybuje okolo.

Dôvodom je príliš striktná interpretácia neurčitosti polohy objektu. Lepším prístupom je pohľad a kalkulácia s neurčitosťou skôr z logickej stránky, spoluhráč sa predsa dokáže do určitej miery prispôsobiť menej presnej prihrávke zmenou smeru a rýchlosti svojho pohybu. Takáto schopnosť mimochodom je nevyhnutná aj kvôli tomu, že lopta môže počas pohybu vďaka „náhodným vplyvom okolia“ mierne zmeniť svoj smer.

Ak navyše očakávame od hráčov „rozumné“ správanie, môžeme predpokladať, že iný hráč, ktorý sa dostal mimo zorné pole hráča, nebude radikálnym spôsobom meniť smer svojho pohybu, hlavne ak sa nachádza ďaleko od lopty. Stálo by ho to veľa

energie (staminy) a navyše, ak by to robil príliš často, nebolo by to ani veľmi efektívne (nikam by sa nedostal).

Schematické porovnanie existujúceho prístupu pri určovaní neurčitosti polohy hráča s diskutovaným, zohľadňujúcim dlhodobý zámer hráča sa nachádza na obrázku (Obr. 2-4).



**Obr. 2-4. Porovnanie dvoch prístupov pri určovaní neurčitosti**

## Riešenia

Na odstránenie nedostatkov budeme teda musieť upraviť algoritmus výpočtu neurčitosti polohy objektu, ak sa dostane mimo zorného uhla hráča. Môžeme sa pokúsiť navrhnúť algoritmy predikcie pohybu spoluhráča (nakoľko postup pri uvažovaní nám bude známy). Ďalším vylepšením je možné dočasné zníženie kvality vnemov, s tým že vnemy začnú chodiť rýchlejšie. Otázne je, či by sa nedalo aj z tejto redukovanej informácie analytickým spôsobom vyčísliť chýbajúce zložky informácie.

V každom prípade je počas prerušení správna chvíľa na to, aby si hráč obnovil informáciu o polohe protihráčov (spoluhráči by mali v takom prípade zaujať dohodnutú, dopredu definovanú formáciu). Rovnako by mal na túto synchronizáciu využiť sekvencie oddychu, kedy sa veľmi nezapája do hry. V každom prípade je potrebné zahrnúť príkaz nastavenie kvality videnia do rozhodovania na vyššej úrovni (taktika, plánovanie). Rovnako je potrebné uvažovať akciu TurnNeck na otočenie hlavy bez zmeny smeru pohybu (minulý rok sa neuvažovala, pretože použitá verzia soccerservera ju nepodporovala).

Pri definovaní zámerov hráča treba pamätať na to, že hra sa vyvíja tam, kde sa nachádza lopta. Ak teda hráč nemá loptu v dosahu, jeho hlavným zámerom by malo byť sledovanie polohy lopty na ihrisku. Táto informácia tvorí základ pre všetky jeho budúce rozhodnutia.

### 2.2.5 Základné schopnosti hráčov

Veľmi dobré zvládnutie základných schopností hráčov je nevyhnutné k dosiahnutiu úspechu v zápase. Tento fakt sme si overili pri analýze tímov, ktoré sa zúčastnili medzinárodnej svetovej súťaži v Seattle. Napr. jeden hráč víťazného čínskeho tímu



dokázal poraziť jedenásť hráčov tímu 4 2000/2001 a to hlavne preto, že viedol loptu cez celé ihrisko tak, že ho nedokázalo o ňu obráť ani niekoľko hráčov z tímu 4.

Schopnosti hráčov môžeme rozdeliť do nasledujúcich dvoch kategórií: elementárne schopnosti, základné schopnosti hráčov.

### Elementárne schopnosti

Elementárne schopnosti sú dané hráčovi priamo príkazmi servera. Medzi tieto schopnosti patria príkazy servera (podrobnejší opis príkazov sa nachádza v [Balát2001]):

- **Dash** – príkaz dash posunie hráča v smere, ktorým je otočený. Parametrom je sila s akou sa vykoná pohyb.
- **Turn** – otočí hráča v danom smere.
- **Kick** – zadaná sila zväčší rýchlosť lopty (v zadanom smere), ak sa agent nachádza v oblasti, v ktorej má prístup k lopte.
- **TurnNeck** – otočenie hlavy, telo hráča zostáva otočené v pôvodnom smere.
- **ChangeViewAngle** – zmena uhlu zorného poľa agenta.
- **Catch** – chytenie lopty do rúk, tento príkaz môže vykonávať iba brankár.
- **Say** – posielanie zvukových správ.

### Základné schopnosti

Základné schopnosti sú realizované postupným vykonávaním niekoľkých elementárnych činností za sebou. Väčšinou vykonávajú jednu ucelenú činnosť (akciu) napr. beh za loptou, vedenie lopty, prihrávka spoluhráčovi, atď. Základné schopnosti môžeme ďalej rozdeliť na 2 skupiny – činnosti vykonávané s loptou a činnosti vykonávané bez lopty

Činnosti s loptou:

- vedenie lopty (dribbling) - zahŕňa výkopy lopty, posuny hráča a otáčanie agenta tak, aby presunul loptu cez ihrisko na požadované miesto a aby lopta zostala pod jeho kontrolou
- zastavenie lopty – zastavenie lopty, uskutočnené pomocou kopnutia do nej
- prihrávka - nahranie lopty spoluhráčovi, ktorý sa nachádza v najvýhodnejšej pozícii podľa typu zvolenej stratégie. Niektoré špeciálne druhy prihrávok, ktoré môžeme pokladať za jednu schopnosť:
  - Prihrávka po čiare
  - Prihrávka domov
- kopnutie gólu – postupnosť výkopov a posunov hráča v šestnástke, tak aby sa lopta dostala za bránovú čiaru, hráč musí zohľadniť hráčov oponenta, ktorý sa snažia mu v dokončení akcie zabrániť
- výkop lopty určitým smerom, so zistením či sa v smere odkopávania nenachádza nejaká prekážka, ak áno zmení sa smer výkopu
- výkop lopty bez overenia, či sa v smere výkopu nachádza nejaká prekážka
- výkop lopty od bránovej čiary – môže byť realizovaný napr. ako prihrávka
- nastavenie lopty do správneho smeru, pomocou kopnutia do nej
- bránenie lopty - držanie lopty v takej pozícii aby k nej nemali prístup agenti oponenta, využíva sa napr. pri chránení lopty pred súperom počas driblingu

Činnosti bez lopty:

- ❑ presun hráča na určenú pozíciu, pričom by sa mal dávať pozor na ofsajd. Ofsajd si jednotliví hráči testujú podľa typu situácie. Pri presune sa musí hráč vyhýbať objektom (ďalším hráčom) nachádzajúcich sa medzi ním a určenou pozíciou.
- ❑ premiestnenie hráča z ofsajdu – ak naňho súperovi hráči aplikujú ofsajdovú pascu, alebo sa do ofsajdu dostane z nejakej inej príčiny
- ❑ otáčanie hlavy slúžiace na obnovenie informácie vo vnútornom modeli sveta
- ❑ presun hráča za loptou
- ❑ určenie pozície na blokovanie protivníka
- ❑ presun hráča k lopte - pre prípad zahrávania výkopu od bránky alebo voľného výkopu
- ❑ zmena uhlu pohľadu v závislosti od toho v akej situácii sa hráč nachádza alebo akú akciu vykonáva (napr. pri pozorovaní ihriska bude uhol pohľadu najširší a pri akcii vedenia lopty bude najužší a tým bude hráč dostávať častejšie vizuálnu informáciu od servera)

Ak má byť hráč úspešný pri vykonávaní niektorej z vyššie spomínaných činností s loptou či bez lopty, potrebuje presnú informáciu o okolitom svete, dôležitú na vykonanie konkrétnej činnosti. Získanie a vyhodnotenie takejto informácie pokladá za jednu zo schopností hráča a akcie vykonané touto schopnosťou budeme nazývať elementárne ohodnotenia situácie:

- ❑ zistenie či hráč môže kopnúť do lopty
- ❑ odhadnutie pozície lopty v budúcnosti
- ❑ zistenie pozície kde by mohol agent chytiť loptu
- ❑ identifikovanie najbližšieho spoluhráča k lopte
- ❑ identifikovanie „najlepšieho“ voľného spoluhráča
- ❑ zistenie prekážky v behu
- ❑ určenie najvýhodnejšej pozície na blokovanie protivníka
- ❑ hľadanie lopty – ak hráč nevie, kde sa lopta nachádza
- ❑ hľadanie voľného sektoru, t.j. takého, v ktorom sa nenachádza žiadny hráč
- ❑ zistenie prekážky v smere pohybu
- ❑ zistenie prekážky v smere strely

Spomínané zručnosti a činnosti boli prevzaté z analýzy tímov CMUnited98, F.C. Portugal, Essex Wizards 2000, AT Humboldt vykonané tímom 4 2000/2001 a analýzou tímu 4. Každý hráč disponuje rovnakou množinou schopností a ktoré z nich majú byť najviac používané určuje rola hráča.

### **Analýza implementácie základných činností**

Všetky medzinárodné tímy majú základné schopnosti zvládnuté na veľmi dobrej úrovni. Vykonávanie základných schopností implementuje väčšina tímov ako samostatný modul, ktorý obsahuje množinu všetkých činností, ktorými hráč disponuje. Základná schopnosť je navrhovaná a implementovaná ako empirický alebo analytický algoritmus.

**empirický** – základná činnosť je napr. realizovaná ako neurónová sieť. Agentovi sa poskytne množstvo príkladov situácií, z ktorých sa neurónová sieť učí vykonávať činnosť. Tento spôsob použil tím CMUnited 99 na učenie hráča behať za loptou. [Balát2001] Po asi 750 tréningových cykloch sa naučil túto činnosť na 91%.

**analytický** – na nájdenie presných pozícií a rýchlostí potrebných na vykonanie činnosti, sa použijú analytické geometrické metódy, ktorými sa vypočíta napr. rýchlosť, akou sa má hráč pohybovať aby dobehol loptu na dopredu vypočítanej pozícii (túto metódu použil tím 4 2000/2001).

Analytickou metódou sa vypočíta presná pozícia, rýchlosť a uhol. Ale vzhľadom na to, že hráč dostáva od servera „zašumené“ informácie, vypočítané údaje nie sú najpresnejšie. Využitím neurónových sietí môžeme dostať porovnateľné výsledky. Riešenia niektorých problémov, napr. nájdenie optimálnej cesty vedenia lopty medzi protihráčmi, čisto analytickou metódou môže byť veľmi časovo náročné, vzhľadom na veľký počet možností. Preto sa používajú empirické metódy na redukciu počtu alternatív a na vybratie najlepšej alternatívy z redukovaných možností. Môžeme použiť analytickú metódu. Podobným spôsobom rieši problém vedenia lopty čínsky tím (2.2.1). Použitie analytickej alebo empirickej metódy na implementácie algoritmu základnej činnosti závisí hlavne od činnosti, ktorú chceme navrhnuť a implementovať. Ak chceme navrhnuť niektoré jednoduché činnosti (napr. len výkop lopty od brány), použijeme analytickú metódu a na komplikovanejšie činnosti, ktoré majú veľa alternatív (napr. vedenie lopty medzi oponentovými agentmi) použijeme empirickú metódu alebo kombináciu empirickej a analytickej metódy.

### **Analýza výsledkov z minulého roka (základné schopnosti):**

Tím4 vytvoril triedu CBasicSkill implementujúcu základné schopnosti hráčov Dash, Cath, DribbleTo, Kick, GoTo, TurnTo, TurnNeck, ale implementované funkcie možno ešte celkom nevykonávajú požadovanú funkčnosť, preto ich bude potrebné skontrolovať a doplniť. Tím 4 použil pri navrhovaní všetkých schopností analytické metódy a do základných schopností hráčov zahrnul schopnosti agenta na ohodnotenie situácie t.j. akcie ktoré sa musia vykonať bezprostredne pred začatím alebo počas vykonávania akcie s loptou alebo bez lopty.

## **2.2.6 Vyššie schopnosti agentov**

V tejto časti analýzy sa zaoberáme vyššími schopnosťami agentov. Patria k nim kolektívne schopnosti, ktoré riešia situácie na ihrisku, do ktorých je zapojených viac hráčov nášho aj súperiaceho tímu a lopta. Na vyššej úrovni kolektívnych schopností sa vytvára a berie do úvahy aj plán, ktorý si agent vytýčil v predchádzajúcom cykle alebo cykloch. Najvyššia úroveň kolektívnych schopností je vytváranie tímovej stratégie. Do úvahy sa berú formácie hráčov na ihrisku, role hráčov vo formácii a pozície, ktoré im z role vyplývajú. Rola takisto určuje správanie a preferencie hráča v herných situáciách.

### **Analýza existujúcich systémov**

Pri analýze existujúcich systémov sme vychádzali hlavne z výslednej dokumentácie Tímu č.4 zo školského roku 2000/2001 [Balát2001]. V dokumentácii k ich projektu sa nachádza prehľad návrhov a implementácií najúspešnejších tímov robotického futbalu posledných rokov.

## Tím CMUnited98

Tento tím má veľmi dobre spracovanú tímovú logiku a logiku hráča. Každý hráč sa orientuje a určuje svoje správanie jednak podľa vopred zvolenej tímovej taktiky, ktorá ovplyvňuje jeho správanie na každej úrovni počas zápasu, jednak podľa momentálnych stavových premenných zápasu, medzi ktoré patria napr. rozdiel skóre, počet minút, ktoré zostávajú do konca zápasu a rozhodovacieho stromu, ktorý na základe hodnôt premenných určuje taktiku, ktorú každý hráč uplatňuje, aby dosiahol jednotnú tímovú taktiku.

Medzi iné schopnosti hráčov patrí aj schopnosť detekovať špecifické situácie pri hre, vykonanie sekvencie úloh, ktoré sa majú v takom prípade vykonať a ukončovaciu podmienku, ktorá určuje návrat k normálnej hernej situácii.

Každý hráč tímu sleduje takisto v každom cykle svoj mód správania. Módy sú vysokoúrovňové režimy, ktoré určujú, ako sa agent správa, napr. aktívny útok, hľadanie lopty, apod. Výber vhodného módu správania je realizovaný ako systém pravidiel, ktorých platnosť sa testuje v každom cykle.

Na vykonávanie rozhodnutí a plánov vo vyššej vrstve je nutné, aby agent mal dobre zvládnuté funkcie nižšej vrstvy, pomocou ktorých sa vybraný plán bude realizovať.

## AT Humboldt

Tím AT Humboldt pri návrhu logiky hráča vychádzal z formálneho modelu BDI (Beliefs – domnienky, Desires – túžby, Intentions – zámery). Na základe domnienok, ktoré vychádzajú z vnemov prijatých z okolia, túžby sú vyberané z možností, ktoré v danej situácii môže hráč podniknúť. Možnosti sú rôzne ohodnotené a takisto sa pri ich výbere uplatňujú obmedzenia. Zámer predstavuje konkrétny plán, ktorý sa hráč rozhodne vykonať. Pri tvorbe zámeru sa sleduje, či nie je v rozpore s predošlým zámerom alebo s aktuálnou situáciou, ktorá nastala už počas vykonávania plánu.

## FC Portugal 2000

Tím FC Portugal, ktorý sa stal svetovým šampiónom v roku 2000, vychádzal z koncepcie tímu CMUnited [FCPortugal2000]. Rozšírili definíciu tímovej stratégie o typy hráčov – role a množinu taktík, ktoré obsahujú formácie pre rozdielne herné situácie. Formácie pridelujú každému hráčovi pozíciu a každej pozícii rolu. Oddelenie pozície a role dovoľuje hráčovi správať sa korektne, keď ho hra zanesie ďaleko od normálnej pozície vo formácii.

Tento tím ďalej uviedol techniku SPSP – Situation Based Strategic Positioning. Uplatňuje sa v situáciách, keď sa hráč nachádza na mieste, kde vie, že sa pravdepodobne nezapojí aktívne do hry. Do úvahy sa pri vypočítavaní optimálnej strategicko-vej pozície a správania berie aktuálna situácia, typ hráča, formácia a taktika.

Takisto použili techniku DPRE – Dynamic Positioning and Role Exchange. Z tejto techniky je najdôležitejšia časť výmeny rolí, ktorá umožňuje, aby si hráči počas hry dynamicky menili navzájom úlohy. Pri dobrej implementácii to umožňuje napríklad zachovávať úrovne energie hráčov na vyšších úrovniach ako pri statických rolách. Medzi ďalšie vyššie schopnosti hráčov patrí pokrývanie všetkých možností nahrávky

súperových hráčov. Každý hráč sleduje voľné línie, ktorými by si protihráči mohli nahráť a nielen počas normálnej hry, ale aj pri štandardných situáciách ako sú odkop od brány.

Pri rozhodovaní o postupe hráča na vyššej úrovni sa rozhoduje podľa nasledujúcich krokov: stratégia, dynamická pozícia a zmena role, strategický rozhľad. Ďalej sa rozhoduje podľa toho či ide o kritickú situáciu alebo nie. V prípade, že nie, hráč sa stavia strategickej pozície, ak áno, v závislosti od toho, či má alebo nemá hráč loptu, sa správa podľa rozhodnutia jedného z modulov pre každú situáciu.

#### **Tím č. 4 zo školského roku 2000/2001**

Tento tím [Tim42000] pri návrhu svojho systému takisto vychádzal z modelu BDI. Funkčný model ich systému mal tri základné bloky: vytváranie predstáv, aktivácia cieľov a uvažovanie. Predstavy sa vytvárajú na základe vnemov, ktoré prichádzajú k agentovi. V bloku aktivácie cieľov sa aktuálne predstavy konfrontujú so stavom hráča a lokálnou a tímovou stratégiou. Na základe výsledkov konfrontácie sa vytvára v časti uvažovania zámer, pri ktorom sa ohodnocujú viaceré možnosti nasledujúcich akcií a následne sa vytvorí plán. Akcie sa potom vložia do radu na vykonanie.

V návrhu prototypu tohto tímu sú schopnosti hráčov rozčlenené do viacerých kategórií. Medzi schopnosti na základnej úrovni patria napr. kopnutie do lopty, otočenie hráča či hlavy a predstavujú skoro výlučne priamo implementované príkazy soccerserver-u. Sú využívané na vyššej úrovni schopnosťami ako beh hráča na určené miesto, nahrávka spoluhráčovi, kopnutie na bránu, vyhľadanie lopty a iné. Ďalšiu skupinu schopností tvoria schopnosti na jednoduché ohodnotenie situácie, napr. zistenie prekážky v ceste, zistenie možnosti kopnutia do lopty, schopnosť odhadnúť polohu lopty alebo hráča v budúcnosti, príp. identifikovať voľného spoluhráča.

Celkovo sa však Tím č.4 veľmi implementáciou vyšších (kolektívnych) schopností hráča nezaoberal, väčší dôraz dávali na vytvorenie kostry, ktorá má tvoriť základ pre ďalší vývoj hráča. Vo svojej implementácii mali zahrnuté formácie hráčov na ihrisku (napr. 3-4-4, 4-4-2), ktoré určovali pozíciu a správanie hráčov na ihrisku.

### **2.2.7 Kolektívne schopnosti agentov**

Kolektívne schopnosti hráčov musia vychádzať z nižších úrovní. Taktiež musia zahrňovať aj dynamické zmeny úloh, aby sa dosiahla čo najlepšia reakcia v dynamicky sa meniacom okolí agentov. Správnou kombináciou najnižších úrovní s taktikou a stratégiou na najvyššej úrovni je možné dosiahnuť hlavný cieľ každej súťaže – vyhrať.

#### **Nižšie schopnosti agentov**

Na úspešné vykonanie akcií, ktoré si agent zvolí na vyššej úrovni rozhodovania, je nutné, aby mal k dispozícii dobre zvládnuté všetky nižšie schopnosti, pomocou ktorých skladá plán, ktorý sa má vykonať.

Nižšie schopnosti hráčov, ktoré sú využívané vyššími (kolektívnymi), sú vypísané v nasledujúcom zozname. Sú rozdelené do troch kategórií:

Vykonávacie:

- beh na určenú pozíciu
- vedenie lopty (na určitú pozíciu alebo určitým smerom)
- obehnutie prekážky (hráča)
- nahrávka určitým smerom
- kop určitým smerom

Rozpoznávacie:

- zistenie prekážky v behu
- test, či môže hráč kopnúť do lopty
- identifikovanie najbližšieho spoluhráča (protihráča)
- identifikovanie najbližšieho voľného spoluhráča
- rozpoznanie, či môže hráč (brankár) chytiť loptu
- rozpoznanie voľného miesta
- určenie pozície na blokovanie protihráča

Prediktívne:

- odhad pozície hráča v budúcnosti
- odhad pozície lopty v budúcnosti
- zistenie bodu zachytenia lopty

## Rozdelenie schopností

Kolektívne schopnosti hráčov sa dajú zaradiť do viacerých úrovní [Kapustik2001].

Na najnižšej úrovni je to mikroúroveň, kde sa analyzujú herné situácie, do ktorých je zapojených zopár hráčov (aj jeden), často tých, ktorí sú na ihrisku fyzicky blízko vedľa seba. Správanie generované na tejto úrovni sa dá charakterizovať ako reaktívne a jednoduché. Rozhodovanie o ďalšom postupe na tejto úrovni sa realizuje pomocou rozhodovacích stromov, prípadne pomocou systému pravidiel alebo neurónových sietí. Cieľom je rýchle ohodnotenie situácie, aby sa dosiahla maximálna rýchlosť a účinnosť rozhodovania. Na tejto úrovni je nutné zapojiť v hráčovi proces učenia, ktorý opakujúce sa herné situácie môže zvládať s väčšou efektívnosťou.

Kolektívne schopnosti na vyššej úrovni vychádzajú z vyššie popísaných, avšak pribúda tu schopnosť plánovania akcií. Správanie hráča sa dostáva od reaktívneho k uvažovaniu situácie a takisto možných nasledujúcich stavov a vytvoreného plánu. Hráči sa môžu staticky alebo dynamicky podľa podmienok na ihrisku zoskupovať do skupín (jednotiek) a pri rozhodovaní o nasledujúcej akcii (alebo akciách) uvažovať svoju úlohu (pozíciu) v skupine.

Na najvyššej úrovni sa dostáva k slovu tímová taktika a herné formácie. Podľa dohodnutého rozostavenia, ktoré sa môže počas zápasu meniť, hráči obsadzujú preferované pozície, s ohľadom na to, aby bolo pokryté celé hracie pole, resp. všetci protihráči. Do tímovej taktiky patrí takisto dohoda o vedení útoku (postupný, rýchly) alebo spôsob prenikania na súperovu polovicu ihriska (stredom, krajmi). Hráči sa takisto musia dohodnúť, ako budú počas zápasu obsadzovať protihráčov, aby sa vyhli nepríjemným únikom jednotlivcov alebo celých skupín.

## Mikroúroveň

Základnou úlohou je definovať schopnosti, ktoré sú požadované od každého hráča na mikroúrovni. Predpokladajú, že základné operácie ako beh na určené miesto, beh s loptou na určené miesto, kopnutie na bránu sú dobre zvládnuté na nižšej úrovni. Ďalšie schopnosti, ktoré musia byť dobre zvládnuté sú rozpoznávacie: rozpoznanie najbližšieho spoluhráča alebo protivráča, rozpoznanie vlastníka lopty, rozpoznanie výhodnej pozície. Takisto je nutné, aby bolo na vysokej úrovni zvládnuté ohodnocovanie situácie a schopnosti výberu najlepšej pozície a možnosti nahrávky alebo strely na bránu.

Na rozhodovanie o ďalšej akcii na mikroúrovni je možné použiť viacero mechanizmov: od rozhodovacích stromov po neuronové siete. My sme sa rozhodli pre zobrazenie rozhodovania pomocou rozhodovacích stromov, ktoré sú pre tento účel najnázornejšie.

Rozhodovacie stromy sa skladajú z otázok, odpovedí na ne a akcií, ktoré agent vykonáva. Dôležité je pritom, aby boli otázky jasne formulované a poskytovali možnosť efektívneho rozhodovania. Nie na všetky otázky je možné napriek tomu odpovedať áno alebo nie. Odpovedí môže byť v niektorých prípadoch viac, pričom odpoveď na tú istú otázku sa môže pri rovnakom agentovi líšiť v závislosti od hernej situácie alebo od stratégie. V prípade viacerých odpovedí je možné vyberať najpravdepodobnejšiu pomocou ohodnotenia každej z nich a výberu možnosti s najvyšším ohodnotením.

Jednotlivé rozhodovacie stromy prichádzajú na rad, až keď je známa situácia hráča na ihrisku. Na začiatku je potrebné určiť, či sa hráč nachádza v situácii, kedy môže zasiahnuť do hry. V prípade, že nie, snaží sa udržať strategickú pozíciu. Ak sa v takejto situácii nachádza, sú možné dva scenáre: hráč má loptu a automaticky je v kritickej situácii, pretože je centrom pozornosti alebo loptu nemá, ale existuje možnosť, že loptu získa, a to buď nahrávkou alebo od protivráča. Pre obidve možnosti sú zostavené samostatné rozhodovacie stromy, pretože možnosti akcií hráča sa v oboch prípadoch výrazne líšia. Rozhodovacie stromy je takisto nutné zostaviť pre rôzne typy a role hráčov, pretože iné priority má útočník, iné stredopoliar a iné obranca. Nižšie sú zobrazené rozhodovacie stromy pre kritické situácie s loptou a bez lopty pre útočný štýl hry.

## Rozhodovacie stromy

**Situácie s loptou (predpoklad: mám loptu pod kontrolou)**

(R) **Útočník**

Ako som ďaleko od súperovej brány ?

(1) Som v súperovej šestnástke

Mám možnosť vystreliť na bránu ?

(1) Áno

Vystrel na bránu

(2) Mám v ceste brankára (protivráča)

Mám blízkosti spoluhráča, ktoré mu môžem nahráť ?

(1) Áno

Nahraj spoluhráčovi

(2) Áno, ale nemôžem mu odtiaľto nahráť

Bež s loptou na miesto, odkiaľ môžeš nahráť

(3) Nie

Pokús sa obísť brankára

(3) Nie, som zablokovaný

Mám v blízkosti spoluhráča v lepšej pozícii ?

- (1) Áno  
Môžem mu nahráť ?
- (1) Áno  
Nahraj spoluhráčovi
- (2) Nie  
Nájdí miesto s väčším stupňom voľnosti a bež naňho
- (2) Nie  
Nájdí miesto s väčším stupňom voľnosti a bež naňho
- (2) Som za šestnástkou  
Mám smerom dopredu spoluhráča v lepšej pozícii ?
- (1) Áno  
Môžem mu nahráť ?
- (1) Áno, cesta je voľná  
Nahrávka spoluhráčovi
- (2) Áno, s malým rizikom (určenie rizika závisí od momentálnej situácie a typu hráča)
- Nahrávka spoluhráčovi
- (3) Áno, veľké riziko alebo nie je to možné  
Nájdí lepšiu pozíciu na prihrávku a bež na ňu
- (2) Nie  
Nájdí miesto s najlepším ohodnotením a bež naňho
- (3) Som za stredovou čiarou  
Zaujmi strategickú pozíciu

Situácie bez lopty (útočný štýl hry, sme v útoku)

Vidím loptu ?

- (1) Áno  
Vlastní niekto loptu ?
- (1) Áno  
Je to môj spoluhráč ?
- (1) s vysokou pravdepodobnosťou áno (vidím ho jasne)
- (A) Vyber najvhodnejšiu pozíciu a bež na ňu:
- (R) *Rola útočník*
- Som voľný ?
- (1) Pravdepodobne áno (v okruhu okolo mňa nie je protihráč)
- Som vo výhodnej pozícii na prihrávku ?
- (1) Medzi nami je voľná čiara  
Zotrvaj v pohybe na plánovanú pozíciu vo formácii alebo ak si na nej zostať stáť
- (2) Medzi nami je voľná čiara, ale nie je to bezpečné (môže do nej vbehnúť protihráč)
- Je výhodnejšie bežať na plánovanú pozíciu vo formácii alebo pre nahrávku ?
- (1) Spoluhráč s loptou má lepšie postavených spoluhráčov  
Bež na určenú pozíciu vo formácii
- (2) Je výhodné bežať pre nahrávku  
Bež na miesto s výhodnejšou pozíciou na nahrávku (viac voľnosti, lepšie miesto vzhľadom na kop na bránu)
- (3) Cesta je zablokovaná  
Nájdí si voľnú pozíciu najbližšie k plánovanej a bež na ňu
- (2) V mojom okolí je zopár (aspoň jeden) protihráčov  
Nájdí miesto, kde budeš voľný a nie je ešte pokryté spoluhráčom
- (3) Som obsadený (okolo mňa je viac ako traja protihráči)  
Bež na najbližšie miesto s vyšším stupňom voľnosti
- (R) *Rola stredopoliar*  
(detto ako útočník)
- (R) *Rola obranca*
- Mám pokrytého aspoň jedného protihráča ?
- (1) Mám vybratého protihráča, ktorého kryjem  
Pokračuj v kopírovaní akcií protihráča
- (2) Mám vybratého protihráča, ktorý sa ale vzdaluje od mojej pozície vo formácii



- Je to protihráč s loptou ?
- (1) Áno  
Pokračujem v pokrývaní, vysoké úsilie
  - (2) Nie  
Zanechávam pokrývanie a hľadám nového protihráča na pokrytie
  - (3) Nemám pokrytého protihráča  
Je v blízkosti pozície nepokrytý protihráč ?
    - (1) Áno, dokonca má aj loptu  
Bež k protihráčovi, maximálne úsilie
    - (2) Áno, nemá loptu, ale je dobre postavený (voľný pre nahrávku)  
Bež k protihráčovi, vysoké úsilie
    - (3) Áno, nemá loptu  
Bež k protihráčovi
    - (4) Nie  
Vyhľadaj najbližšieho nepokrytého protihráča
- (2) s vysokou pravdepodobnosťou nie (vidím ho jasne)  
Mám loptu v dosahu ?
- (1) Môžem do nej kopnúť  
Vyber vhodný smer a pokús sa ju odkopnúť (úsilie pri odkope je priamo úmerné vzdialenosti od súperovej brány)
  - (2) Nemôžem do nej kopnúť, ale je blízko  
Bež k lopte
  - (3) Nemôžem do nej kopnúť a vzdaluje sa  
Je v tom smere bližšie nejaký spoluhráč ?
    - (1) Áno  
Bežím na pozíciu vo formácii
    - (2) Nie  
Bežím za loptou
- (3) neviem to presne určiť (som ďaleko)  
Bež na pozíciu vo formácii
- (2) Pravdepodobne nie  
Správaj sa podľa stromu „Mám loptu v dosahu ?“
- (2) Nevidím loptu  
Nájdi loptu a bež na pozíciu vo formácii

Akcie, ktoré obsahujú klauzuly typu „Nájdi najvhodnejšie miesto“ alebo „Bež na pozíciu vo formácii“, obsahujú takisto rozhodovacie stromy prípadne iné mechanizmy na určenie optimálnej pozície. V prvom rade sa berie do úvahy pozícia vo formácii. Ďalšími optimalizačnými kritériami sú vhodnosť pozície vzhľadom na prihrávku od spoluhráča a možnosť pokrytia voľnej cesty na prihrávku medzi protihráčmi. Jedným z kritérií pre obrancov je takisto pokrytie protihráča.

Odpovede typu áno/nie môžu takisto závisieť od momentálnej situácie. Ich vyhodnotenie môže znamenať ohodnotenie každej z možností podľa nejakého kritéria a výberu pravdepodobnejšej z nich. Odpovede sa takisto môžu líšiť podľa aktuálnej role hráča a zvolenej taktiky.

### **Vyššia úroveň kolektívnych schopností**

Na základe rozhodnutia na mikroúrovni sa hráč rozhoduje aké budú jeho kroky v nasledujúcich momentoch. Aby toto rozhodovanie bolo efektívne, je nutné, aby hráč nejakým spôsobom kontroloval, či akcie, ktoré sa rozhodne vykonať v nasledujúcich časových intervaloch nie sú navzájom protichodné. Pomocou reaktívneho správania agent nemá možnosť naplánovať si akciu, ktorej výsledkom bude viackroková spolupráca so spoluhráčom alebo spoluhráčmi.

Plán pozostáva z jednej alebo viacerých elementárnych akcií, ktoré sa majú vykonať v nasledujúcom čase hry. Sú výsledkom rozhodnutia na vyššej úrovni, ktoré

určí správanie hráča na základe momentálnej situácie a stratégie. Výsledkom rozhodnutia je vysokoúrovňová akcia, ktorá sa rozdelí na postupnosť elementárnych akcií.

### Vytvorenie plánu

Jednou z možností, ako vytvárať plán, je predpovedať, ako sa bude situácia vyvíjať v nasledujúcom čase. Na to môže poslúžiť model sveta, pomocou ktorého si agent môže extrapolovať polohy hráčov do budúcnosti a analyzovať situácie, ktoré môžu nastať. V konečnom dôsledku ide o prehľadávanie stromu možností, ktoré nastanú, ak sa hráč rozhodne pre vykonanie istej akcie v súčasnosti. Budúce situácie sa dajú prehodnotiť rozhodovaciemu stromu na mikroúrovni, ktorý rozhodne o ďalšej akcii, ako keby išlo o aktuálnu situáciu. Na základe tohto rozhodnutia a ohodnotenia situácie, ktorá nastala, je možné vybrať takú postupnosť akcií, ktorej výsledok má najvyššiu pravdepodobnosť úspechu a vytvoriť plán, ktorý hráč bude vykonávať.

### Prehodnotenie plánu

Keď sa agent rozhodne vykonávať plán, ktorý si vytýčil, nemusí to znamenať, že sa situácia bude vyvíjať tak, ako predpokladal. Je preto dôležité, aby agent mal schopnosť prehodnotiť plán na základe aktuálnej situácie. V prípade, že postupnosť akcií plánu má veľa položiek, je možné, že sa počas vykonávania zmenia podmienky, ktoré viedli k výberu práve tohto plánu. Tu je nutné rozhodnúť, či agent zotrúva vo vykonávaní stanoveného plánu, zavrúne ho a vytvorí ďalší, alebo ho preruší a vloží postupnosť akcií, ktoré riešia situáciu, ktorá práve nastala a po jej skončení sa vráti k vykonávaniu predošlého plánu.

Pri výbere plánu je možné zadať aj množinu dobre definovaných podmienok, ktoré určujú, kedy sa plán má prestať vykonávať. Podmienky by mali byť viazané na hernú situáciu a mal by ich byť obmedzený počet. V jednoduchšej forme si podmienky môžeme predstaviť ako premenné, ktoré môžu dosahovať rôzne hodnoty. V prípade, že sa hodnota podmienky dostane zo zadaného limitu alebo do neho naopak vkročí, je predpoklad, že pôvodný plán už nie je aktuálny a je nutné ho prehodnotiť.

Inou možnosťou je riešiť tento problém porovnaním kompatibility akcií, ktoré sa nachádzajú v oboch plánoch (starom, ktorý sa práve vykonáva a v novom, ktorý si vytvoril v aktuálnej situácii). V prípade, že akcie sú diametrálne odlišné (napr. prudká zmena pohybu), je predpoklad, že nová akcia nesúhlasí s plánom, ktorý sa mal vykonávať a je nutné ho prehodnotiť.

## 2.2.8 Tímová taktika a herné formácie

Tímová taktika a herné formácie patria do najvyššej úrovne kolektívnych schopností agentov. Hráči môžu mať dobre prepracované základné schopnosti a dokonca aj nižšie úrovne kolektívnych schopností, pokiaľ nie je medzi nimi ako členmi jedného tímu prepracovaná vhodná tímová taktika a nepoužívajú vhodné herné formácie, nemajú ako tím šancu uspieť v zápase s tímom, ktorý má prepracovanú aj túto úroveň kolektívnych schopností.

Tímová taktika súvisí so spôsobom hry celého tímu. Týka sa najmä typu vedenia útoku (postupný, rýchly), spôsobu prenikania na súperovu polovicu (krajmi, stredom) a obsadzovania súperových hráčov.

Pri tímovej taktike tím využíva herné formácie, ktoré pridelujú jednotlivým hráčom úlohy (role).

## Formácie

Jednotlivým hráčom sú, podľa stavu v ktorom sa nachádza hra, pridelené úlohy a hráči sú zoskupovaní do formácií. Podľa pridelenej úlohy sa hráči vhodne (strategicky) rozmiestňujú. Taktiež sa hráči nesnažia vykonávať tie isté akcie, napriek tomu, že vnímajú tú istú situáciu a majú rovnaké schopnosti.

Formácia, v akej hráči budú hrať, sa zvyčajne určuje ešte pred zápasom. Počas hry sa však formácie podľa situácie a stavu na hracom poli vhodne menia.

Formácie hráčov sa zapisujú ako trojice čísel. Prvá číslica udáva počet obrancov, druhá počet stredopoliarov a tretia počet útočníkov. Medzi najčastejšie používané formácie patria 4-3-3, 4-4-2, 3-5-2, 8-2, 3-3-4, 2-4-4. Podľa počtu úloh priradených jednotlivým hráčom môžeme hovoriť o ofenzívnej, alebo defenzívnej formácii.

Jednotliví hráči majú vo formácii pevne zadefinované úlohy (role), ktoré si môžu medzi sebou vymieňať, ak je výmena výhodná.

## 2.2.9 Dynamické pridelovanie úloh

Multiagentový systém môže niekedy prosperovať z pridelovania odlišných úloh jednotlivým agentom. Takýto spôsob riešenia problému môže byť použitý na vybudovanie úspešného multiagentového systému, ktorý pracuje v dynamickom prostredí a reaguje na rôzne situácie.

Situáciou sa rozumie množina podmienok, ktoré musia byť splnené, aby mohol konkrétny agent adekvátne reagovať. Reakcia agenta pritom musí byť tvorená konsenzom medzi centralizovaným a decentralizovaným rozhodovaním, pričom cieľom je dosiahnutie čo najlepšie ohodnoteného výsledku.

### Užitočnosť dynamického pridelovania úloh

Najsilnejším dôvodom, prečo je nutné pristúpiť k dynamickému pridelovaniu úloh, je možnosť redukcie komplexnosti sveta, ktorý musí každý z agentov vnímať. V prípade, že agent má pridelenú určitú úlohu, jeho model sveta sa môže obmedziť iba na údaje potrebné pre vykonávanie tejto úlohy. Takto možno dosiahnuť rýchlejšie vyhodnotenie danej situácie, pretože agent nemusí spracovávať komplexnú informáciu o okolitom svete, ako by to bolo v prípade, keby agentom neboli pridelené rôzne úlohy. Taktiež agent nemusí reagovať na všetky zmeny, čo tiež šetrí čas. Ideálnym riešením by bolo nájdenie jednej alebo dvoch možností reakcie pre každú situáciu. Tým sa dosiahne redukcia miery rozhodovania a výsledkom je efektívny, rýchly a robustný systém.

Druhým dôvodom je šetrenie energie (staminy) každého hráča. Keďže každému hráčovi sa pri jeho pohybe mína životná energia, je nutné navrhnúť jednotlivé úlohy tak, aby zabezpečovali oddych hráča na strategickej pozícii v tom prípade, ak je lopta

dostatočne ďaleko od neho a s využitím daného hráča sa momentálne neuvažuje v tímovej stratégii.

Prínosom dynamického pridelovania úloh je aj to, že hráči obsadzujú na ihrisku výhodné pozície. Takto sa redukujú nepokryté miesta, ktoré môžu byť užitočné v neskorších etapách hry.

### **Miera znalostí o správaní sa svojich spoluhráčov**

Spolupráca medzi jednotlivými hráčmi je možná len vtedy, ak agenti majú určité znalosti o konaní spoluhráčov a vedia predpovedať ich správanie sa.

Veľká miera znalostí umožňuje predpovedanie správania sa svojich spoluhráčov. Toto riešenie minimalizuje komunikáciu s ostatnými agentmi. Problém pri tomto spôsobe tímovej hry nastáva vtedy, ak agenti nevidia to isté. V takomto prípade aspoň jeden z agentov nemôže správne predpovedať správanie sa druhého hráča. Tento nedostatok sa rieši tak, že hráč, ktorý má loptu je sledovaný ostatnými hráčmi, ktorí môžu zasiahnuť do lokálnej taktiky.

Malá miera znalosti znižuje možnosť predpovedania správania sa spoluhráčov, preto musia hráči medzi sebou komunikovať pomocou hlasových signálov. Táto komunikácia je nespoľahlivá, pretože samotné hlasové signály sú v serveri implementované ako nespoľahlivé. Taktiež správa nemôže byť vyslaná vždy. Okrem toho túto správu počujú všetci, čo umožňuje druhému tímu naučiť sa reagovať na jednotlivé hlásenia, ktoré prichádzajú od súpera.

Keďže je komunikácia limitovaná, treba zvoliť kompromis medzi koordináciou pomocou explicitnej komunikácie a koordináciou spoločnou taktikou a stratégiou. Niektoré tímy majú v každom hráčovi vbudovaný modul tímovej práce. Agent potom len zašle správy ostatným o svojom zámere a jeho spoluhráči adekvátne zareagujú na danú situáciu. Iné tímy sa sústredili na implicitnú komunikáciu. Tým sa dá úplne vylúčiť komunikácia medzi jednotlivými spoluhráčmi v prípade, ak agenti vedú presne predpovedať akcie ostatných hráčov v mužstve.

### **Prepínanie úloh v reálnom čase**

Každý agent si musí udržiavať celú množinu možných úloh, aby si mohol jednu z nich vybrať. Prepnutie medzi úlohami je závislé na konkrétnej situácii a úlohách okolitých agentov.

Hlavným problémom je určiť kedy a na akú úlohu sa má konkrétny hráč prepnúť. Tu sa treba vyvarovať niektorým nepriaznivým javom. Napr.: Treba zamedziť vzniku takého stavu, keď všetci hráči sa stanú útočníkmi a mužstvo zostáva bez obrany. Najefektívnejší spôsob rozhodovania je založený na rozhodovacích stromoch, pričom čiastočné rozhodovanie sa deje na základe neurónových sietí. Pri každej cvičnej hre sa hráči učia využívaním neurónových sietí. Váhy, ktoré sa učením získajú slúžia na ohodnotenie vetiev rozhodovacieho stromu. Takýmto spôsobom sa dá získať vhodné ohodnotený rozhodovací strom, ktorý je možný použiť na rozhodovanie o zmene úlohy s cieľom čo najefektívnejšieho vyriešenia vzniknutej situácie.

Pre každú úlohu je efektívne zvoliť taktiež východiskovú (default) pozíciu. Na túto pozíciu sa hráč presúva vtedy, ak je lopta dostatočne ďaleko od neho. Pozícia nesmie

byť statická, ale sa musí meniť v závislosti od vyššej stratégie, aby sa dosiahlo posúvanie hráčov po ihrisku, ktoré je transparentné prenášaním hry na jednotlivé plochy ihriska.

Tím FC Portugal oddelil typ hráča a jeho pozíciu [FCPortugal2000]. To umožňuje hráčom hrať správne aj vtedy, keď ich aktívne správanie odnesie ďaleko od domovskej, východiskovej pozície. Takto je zaručená flexibilita každého hráča na ihrisku. Hráči si môžu vymieňať pozície aj úlohy v závislosti od situácie, pričom sa vždy berie do úvahy vzdialenosť medzi aktuálnou a strategickou pozíciou ako aj dôležitosť umiestnenia vo formácii v danej situácii.

Tím CM United vytvoril hráčov, ktorí v každom akčnom cykle vykonajú prehodnotenie módu správania. Podmienky a reakcie na ne sú v každom móde determinované hierarchicky s určitými parametrami, ktoré charakterizujú aktuálny stav. Taktiež tento tím využíva viackrokové plány, ktoré sú založené na predvídaní 2-3 krokov dopredu. To umožňuje dostatočne efektívne reagovať na zmeny v prostredí.

## Úlohy v tíme

V súťaži RoboCup je možno agentov rozdeliť na základe cieľov a ich správania do štyroch skupín, ktoré sú identické s typmi hráčov v skutočnom futbale. Sú to tieto posty:

- Brankár
- Obranca
- Stredopoliar
- Útočník

Každá z týchto úloh znamená pre agenta iný cieľ. Tomu zodpovedá jeho správanie a východisková pozícia, do ktorej sa agent vracia v prípade, že lopta je ďaleko.

Prepnutie úlohy agenta môže byť závislé aj od spôsobu hry. Na najvyššej úrovni je možné hru rozdeliť na dva módy:

- Útočný mód
- Obranný mód

V závislosti od pozície lopty a jednotlivých hráčov sa dá vyhodnotiť, o ktorý z týchto módov sa jedná. Na základe toho možno prepnúť jednotlivých agentov do úloh špecifických pre daný mód. Pre obranný mód to môžu byť tieto úlohy:

- Prvý obranca
- Hráč pri lopte
- Druhý obranca podporujúci prvého
- Tretí obranca
- Iní hráči

Taktiež je možné rozdeliť jednotlivé úlohy do ktorých sa môžu hráči prepnúť aj pre útočný mód:

- Prvý útočník
- Hráč s loptou
- Druhý útočník, ktorý podporuje prvého
- Tretí útočník
- Ostatní hráči

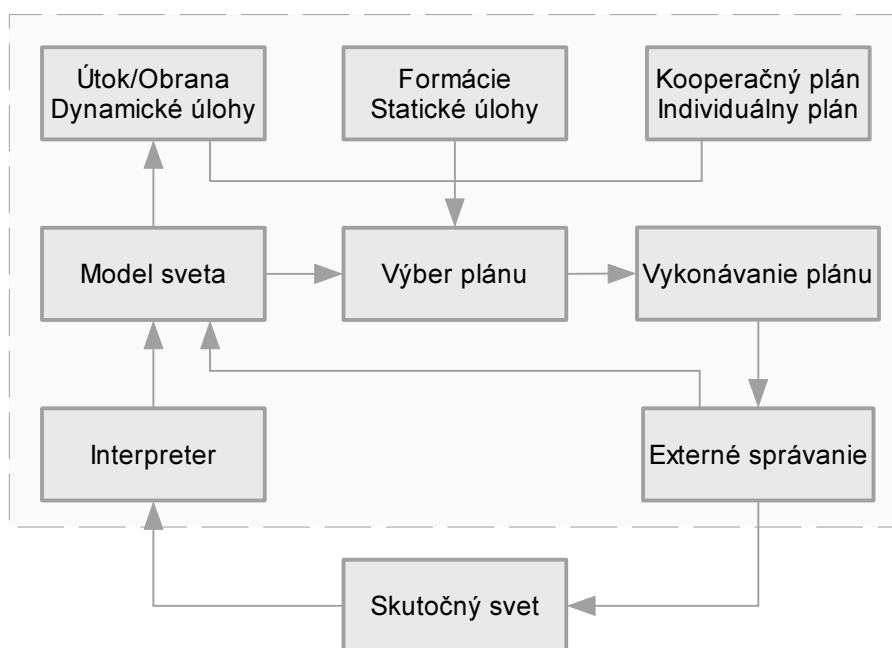
Ako vidno, jednotlivé úlohy sa týkajú malej skupinky spoluhráčov, ktorí sa nachádzajú v určitej lokalite blízko lopty. Títo hráči tvoria vlastne lokálnu taktiku. Ostatní hráči sa rozmiestňujú na východiskových pozíciách určených globálnou stratégiou.

Prepínanie medzi jednotlivými úlohami sa deje vo viacerých krokoch. Najskôr sa rozhodne, či sa bude hrať útočný alebo obranný mód. Hráč, ktorý má najlepšiu východiskovú pozíciu pre získanie lopty sa označí ako hráč pri lopte. Ak loptu získa, tak v útočnom móde sa označí ako prvý útočník. V obrannom móde sa označí ako prvý obranca. Ostatní hráči budú označení v závislosti od ich pozície tak, aby mohli podporovať činnosť hráča s loptou.

## Systém hráča

Na to aby každý hráč správne reagoval na vzniknuté situácie je potrebné vytvoriť model zohľadňujúci nielen informácie z okolia ale aj taktiku a stratégiu tímu ako celku. Obrázok [Obr. 2-5] popisuje jednotlivé funkčné bloky ovplyvňujúce správanie sa agenta.

Keď sa vytvorí agent, je mu pridelená statická formácia a taktiež sa mu prideli statická úloha v module pre formácie a statické úlohy. Interpreter je modul, ktorý prijíma informácia od Soccer servera a následne aktualizuje model sveta. Následne v module dynamických úloh sa rozhodne o tom, či bude sa hrať obranný alebo útočný mód. Potom sa danému agentovi prideli úloha v závislosti od konkrétneho rozhodnutia. Následne sa vyberie plán z modulu plánovania, ktorý je neskôr transformovaný na elementárne akcie v module vykonávania plánu. Modul pre externé správanie už len zasiela signály pre server.



Obr. 2-5. Systém rozhodovania hráča uvažujúceho dynamickú výmenu úloh

## 2.2.10 Učenie a neurónové siete

Správanie hráča sa dá opísať pomocou formálnych prostriedkov, ktoré ponúkajú napríklad teória hier, konečné automaty, či systémy pravidiel. Počet rôznych situácií na ihrisku, ktoré vznikajú počas hry a na ktoré musí hráč reagovať, je však taký veľký, že realizácia formálnej reprezentácie systému úplného správania hráča by zabrala obrovské množstvo systémových prostriedkov, ak by ju vôbec bolo možné vytvoriť. Proces učenia má teda v oblasti správania hráča svoje opodstatnenie. Neurónové siete [Kvasnička1997] sú jedným z významných prostriedkov známokovaného učenia, ktoré sa často na tento účel používajú.

### Karlsruhe Brainstormers

Dlhodobým cieľom pri vývoji hráčov Karlsruhe Brainstormers [Riedmiller2000] bolo vytvoriť tím futbalových robotov, ktorých rozhodovacia časť bude založená kompletne na metódach známokovaného učenia (reinforcement learning). Predpokladom je definovanie úspešného resp. neúspešného výsledku a spôsobu jeho ohodnotenia. Vykonávanie operácie je potom postupne upravované tak, aby proces dosahoval čoraz lepšie a lepšie výsledky. V tomto procese úspešne využili dopredné neurónové siete ako aproximátory optimálnej ohodnocovacej funkcie.

Na úrovni základných schopností hráča (napríklad kopanie do lopty) bola použitá neurónová sieť so 4 vstupnými, 20 skrytými a 1 výstupným neurónom. Hráč sa v každom kroku rozhodoval medzi použitím 500 parametrizovaných akcií kopnutia do lopty (100 rôznych smerov 5 silami) a 36 parametrizovanými príkazmi otočenia. Ak lopta opustila hráča požadovaným smerom a rýchlosťou, bola „ocenená“ hodnotou 0 (pozitívny výsledok). Ak hráč počas vykonávania sekvencie stratil loptu, dostal ohodnotenie 1 (negatívny výsledok). Každá akcia hráča, ktorá nebola ukončená pozitívnym výsledkom, bola ocenená hodnotou 0,002. To znamená, že sekvencia kopania do lopty s dĺžkou 500 akcií bola ekvivalentná neúspechu.

Uvádzajú [Riedmiller2000], že po približne dvoch hodinách tréningu dávala sieť pomerne slušné výsledky. Hráč bol schopný zastaviť si loptu, natočiť sa požadovaným smerom a niekoľko krát akcelerovať loptu, aby dosiahla vysoké rýchlosti. Vytrénovali spolu tri neurónové siete pre cieľové rýchlosti do 1 m/s, do 2m/s a do 2.5 m/s.

Pri rozhodovaní na taktickej úrovni mal hráč k dispozícii nasledovné pohyby: sledovanie lopty, pohyb v ôsmich smeroch, čakanie, nahrávka spoluhráčovi, strela na bránu v troch variantoch, vedenie lopty v ôsmich smeroch. Na tréningu kooperatívneho správania použili modelovú situáciu dvoch útočníkov na jedného alebo dvoch obrancov.

Útočníci boli odmenení známku 0 za každú úspešnú akciu (ak skórovali) a známku 1, ak stratili loptu. Každá ďalšia akcia bola ocenená známku 0,002. Každý z 23 pohybov bol ohodnocovaný vlastnou neurónovou sieťou. Správanie hráčov s neurónovými sieťami porovnávali s hráčmi s priamym zámerom skórovať. Neurónové siete v tomto prípade zvýšili úspešnosť hráča o približne 45 %.

Hráč má všetky základné schopnosti riadené pomocou neurónových sietí: kopanie do lopty požadovaným smerom a rýchlosťou, sledovanie pohybujúcej sa lopty, pri ktorom hráč berie do úvahy aj jej stochastické správanie, vedenie lopty, zmena polohy

hráča s vyhýbaním sa kolíziám a bránenie lopty pred útočníkom. Pri rozhodovaní na úrovni taktiky vyhodnocovali jednak použiteľnosť akcie (kvalitu, prioritu) a jednak pravdepodobnosť úspechu. Treba ešte dodať, že sa Karlsruhe Brainstormers umiestnili na druhom mieste na majstrovstvách sveta RoboCup World Championship 2001.

### **Ďalšie nápady**

Neurónové siete hráčov v predchádzajúcom prípade, ako aj v prípade tímu TsinghuAeolus (opisovaného v kapitole 2.2.1) boli trénované v dobe vývoja systému, teda mimo zápasu. Dali by sa však využiť (v súvislosti aj so sledovaním situácie na ihrisku, diskutované v predchádzajúcej časti) aj na predikciu pohybu hráčov na ihrisku.

Samozrejme, nie je možné, aby sme natrénovali neurónovú sieť na predikciu pohybu všetkých možných súperov. Neurónová sieť by sa musela učiť rozpoznávať pohyby súpera počas zápasu. Nakoľko však je proces tréningu v porovnaní s dobou rozhodovania a vykonania akcie nepomerne dlhý, museli by sme použitú neurónovú sieť minimálne nejako predtrénovať. Neurónová sieť by tak sa tak mohla naučiť správanie súpera a zefektívniť rozhodovanie hráčov. Bolo by však treba zabezpečiť, aby tréningové vstupy získavala len od súperových hráčov – čo v prípade hráčov, ktorých farbu dresu nie je vidno, nie je úplne jednoduché.

Riešením tohto problému by mohlo byť použitie inej neurónovej siete na klasifikáciu hráčov na ihrisku. Nakoľko správanie spoluhráčov je známe, nie je problém natrénovať túto klasifikačnú neurónovú sieť dopredu. Mýliť by sa mohla, len keby hrali proti sebe hráči toho istého tímu.

Vzhľadom na charakter problému – treba sa učiť časové vzory správania, je vhodné použiť v oboch prípadoch rekurentné neurónové siete, ktoré sú schopné identifikovať a rozpoznávať stavy. Bolo by však zaujímavé porovnať výsledky dosahované pomocou rekurentnej neurónovej siete s výsledkami doprednej neurónovej siete s časovým oknom.



## 2.3 Špecifikácia požiadaviek

Táto časť vychádza z informácií získaných počas analýzy. V prvej časti sú stanovené požiadavky na systém. Druhá časť určuje požiadavky na vnútorné vlastnosti. V ďalšej časti sú zhrnuté základné body, ktoré sa týkajú modelu sveta a učenia

### Požiadavky na systém

Systém hráča, ktorý má byť cieľom našej práce, má zabezpečovať tieto základné činnosti: komunikáciu so soccerserverom, vykonávať reakcie na situácie, ktoré sa počas hry vyskytnú, zobrazenie stavu hráča.

Architektúra systému musí byť navrhnutá tak, aby systém bol modifikovateľný. Cieľom návrhu by mala byť sada softvérových súčiastok, ktoré majú vysokú súdržnosť a voľnú viazanosť, teda takých, ktoré sa dajú znovu použiť v prípade, že sa stavba systému ukáže ako neefektívna alebo nie najvhodnejšie zvolená.

### Požiadavky na vnútorné vlastnosti

Systém, ktorý navrhujeme, má zabezpečovať riadenie činnosti hráča na ihrisku. Rozhodovanie o činnostiach je rozdelené do viacerých úrovní, pričom na každej úrovni sa berú do úvahy rôzne veci z okolia agenta a takisto sa na jednotlivých úrovniach líšia nástroje, ktorými môže agent správanie ovplyvňovať.

Na to, aby sa agent mohol presne rozhodnúť, aká bude jeho ďalšia činnosť, potrebuje poznať stav sveta okolo seba. Z toho vyplýva požiadavka na vytvorenie dobrého modelu sveta hráča, ktorý zachytáva všetky podstatné veci, ktoré agent potrebuje pre svoje rozhodovanie. Model by mal obsahovať nielen aktuálne pozície objektov, ale takisto aj iné atribúty s nimi spojené – rýchlosť a smer pohybu, vek každej informácie, väzby medzi externými objektmi.

Samotný model sveta však nepostačuje na kvalitné rozhodovanie: agent musí mať schopnosť dobre ohodnotiť situáciu okolo seba. Do toho spadá schopnosť rozpoznať herné situácie na globálnej a lokálnej úrovni, určovať najvhodnejší smer pohybu, príp. najlepšie strategické postavenie.

Aby mohol agent vykonávať rozhodnutia, potrebuje mechanizmy, ktoré tieto činnosti realizujú. Na to musí mať agent dobre zvládnuté schopnosti na základnej úrovni, od ktorých potom závisí celková úspešnosť rozhodovania.

Keďže tím 4 2000/2001 vytvoril hráča so zvládnutým modelom sveta, komunikáciou na nižšej úrovni, jednoduchými základnými schopnosťami a primitívnou stratégiou, našou úlohou je navrhnuť a implementovať inteligenciu hráča (vyššie vrstvy), bez dobrého zvládnutia základných schopnosti hráča (technických schopností s loptou, behanie, prihrávky...), nebudú sa môcť vykonávať zámery z vyšších vrstiev.

Na vykonávanie plánov z vyšších vrstiev je tiež potrebné navrhnuť také základné schopnosti aby hráč mal loptu pod kontrolou a vedel kde sa lopta nachádza, v každej situácii, v ktorej je to z hľadiska stratégie pre neho nevyhnutné.

Situácie do ktorých sa môže hráč dostať:

- do útočnej – také základné schopnosti aby sa hráč mohol pohybovať medzi súperovými hráčmi a by nemal prísť o loptu, zakončenie útočnej akcie strelením gólu
- pri rozohrávkach – prihrávať loptu do takého sektoru, aby ju spoluhráč mohol chytiť, chytenie prihrávanej lopty
- v obrane – vedieť sa dostať do najvýhodnejšej obrannej pozície a tým obmedziť súperove zámery (chytiť prihrávku, zamedzenie strelenia gólu)
  - brankár – špeciálna kombinácia schopností na zabránenie strelenia gólu (skombinovanie chytania do rúk s výkopmi, rozohranie lopty najbližším voľným spoluhráčom )

Hráč sa bude nachádzať v rôznych z uvedených situácii (napr. keď stratí loptu, prejde z útočnej do obrannej pozície), a schopnosti, ktoré v jednotlivých situáciách vykonáva, musia byť prevádzané čo najefektívnejšie, t.j. aby hráč míňal čo najmenej energie(staminy).

### Model sveta a učenie

Kvalita modelu vnútorného sveta je základným predpokladom pre správne ohodnotenie situácie a efektívne rozhodovanie hráča. Keďže hráč dostáva od soccerservera obmedzené, čiastočne skreslené informácie, s nepresnosťami modelu treba na úrovni rozhodovania apriori rátať. Tím číslo 4 vynaložil veľa úsilia na presné ohodnotenie neurčitosti polohy hráča, čo v konečnom obmedzovalo tímovú spoluprácu. Algoritmus predikcií polohy hráčov teda budeme musieť zdokonaľiť – analytickými metódami alebo využitím neurónových sietí.

Analýza hráčov finalistov súťaže RoboCup World Championship ukázala, že úspešné tímy používajú na realizáciu nižších schopností neurónové siete. Pri tréningu dokážu neurónové siete abstrahovať dôležité údaje a naučiť sa komplexne vykonávať základné schopnosti. Správanie, ktoré takto získali, sa veľmi podobá správaniu reálnych hráčov. Dosiahnuť ho pomocou rozhodovacích stromov by bolo náročné. Preto by sme aj my mali uvažovať o použití neurónových sietí pri realizácii základných a mikroúrovne vyšších, kolektívnych schopností.

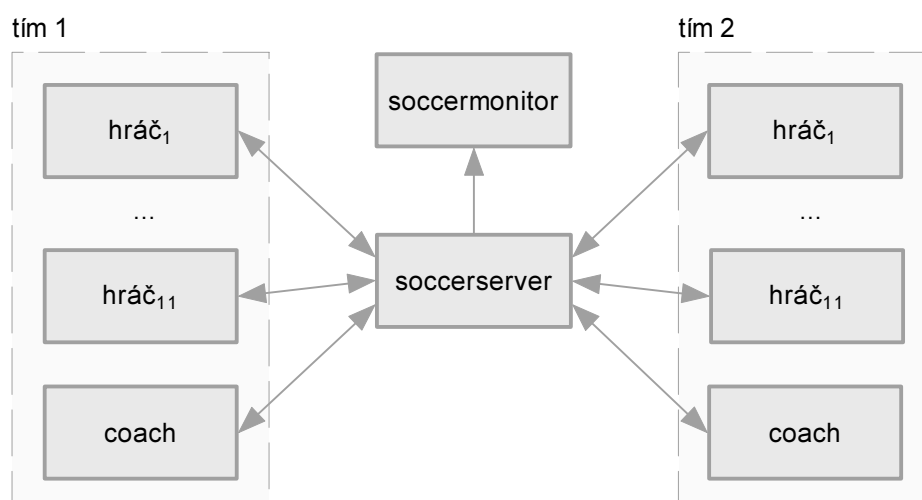
## 2.4 Hrubý návrh systému

V nasledujúcej časti uvádzame hrubý návrh systému, ku ktorému sme dospeli na základe predchádzajúcej analýzy (kapitola 2.2). Základné prostredie, ktoré definuje kontext nášho systému, štandardizuje medzinárodná iniciatíva RoboCup. Tvorí ho program soccermonitor.

V ďalšej časti sa nachádza opis konceptuálnej úrovne hráča, ktorú sme s miernymi úpravami prevzali z práce tímu študentov číslo 4 zo školského roku 2000/2001 [Balát2001], na ktorú nadväzujeme. Ťažisko našej práce tvorí realizácia systému správania hráča, ktorej návrh rozoberáme v poslednej časti tejto kapitoly.

### 2.4.1 Kontext systému

Systém hráča je vytváraný za účelom vývoja a overenia nových technológií a postupov – v prípade simulačnej ligy najmä z oblasti umelej inteligencie a multiagentových systémov. Na ohodnotenie a porovnanie efektívnosti použitých prístupov slúži simulácia futbalového zápasu podľa platných pravidiel iniciatívy RoboCup [RoboCup2001]. Schéma základnej konfigurácie systému počas zápasu je znázornená na obrázku (Obr. 2-6).



Obr. 2-6. Konfigurácia hráčov počas zápasu

Základné hracie prostredie vytvára modul *soccerserver*. V ňom prebieha diskrétna simulácia na virtuálnom ihrisku, kontrola dodržiavania základných pravidiel a komunikácia medzi jednotlivými hráčmi. Na vizualizáciu priebehu turnaja slúži modul (program) *soccermonitor*.

Každý zo zúčastnených tímov môže pozostávať z jedného až jedenástich *hráčov*. Oficiálne zápasy RoboCup-u sa konajú s jedenástimi hráčmi v tíme, čo môže klást vysoké nároky na výpočtovú techniku, ktorá zápas realizuje. Lokálne zápasy a vývoj systému preto môžu prebiehať aj s menším počtom hráčov.

Soccerserver prepočítava v každom kroku simulácie zápasu situáciu na ihrisku a posiela túto informáciu jednotlivým hráčom v podobe zvukových a zrakových vnemov.

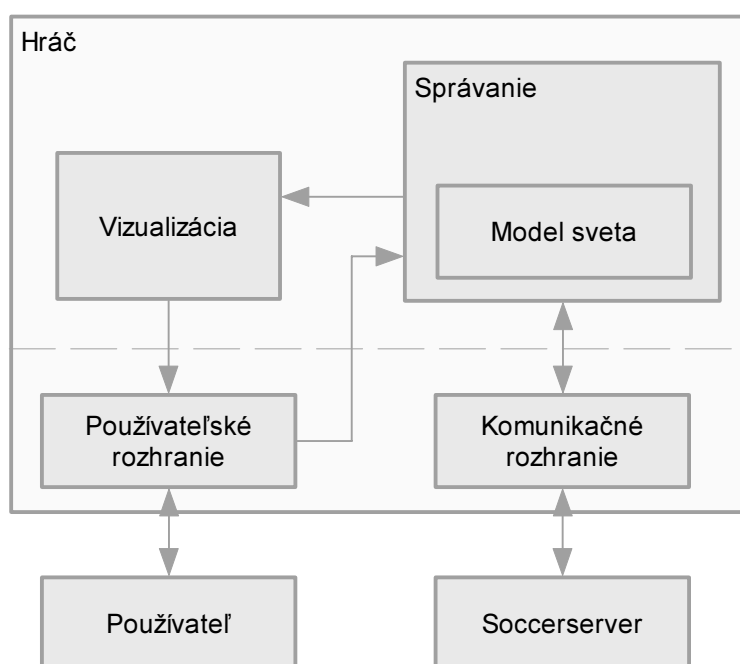
Tí sa na základe prijatých vnemov rozhodujú a vyberajú vhodnú akciu, ktorú v určitom okamihu oznámia soccerserver-u. Podľa zvolenej akcie upraví soccerserver parametre hráča v ďalšom simulačnom kroku. Modul *hráč* teda reprezentuje "mozog" virtuálneho futbalistu.

Tím hráčov je možné doplniť modulom *coach* – tréner, ktorý sa využíva hlavne v dobe vývoja systému. Môže zostavovať hráčov podľa potreby a vytvárať tak modelové situácie, na ktorých je možné trénovať, či otestovať správanie hráčov. Počas oficiálnych zápasov analyzuje situáciu na ihrisku a ak to pravidlá súťaže dovoľujú, koordinovať spoluprácu jednotlivých hráčov v tíme.

Program *soccermonitor* komunikuje s ostatnými modulmi prostredníctvom štandardného sieťového protokolu *UDP/IP*. To umožňuje podľa potreby spúšťať všetky programy na jednom počítači alebo každý na osobitnom počítači siete s protokolovým zásobníkom *TCP-IP*. Všetky moduly v rámci jedného tímu (hráči a coach) komunikujú medzi sebou výhradne prostredníctvom prostriedkov poskytovaných programom *soccerserver*.

## 2.4.2 Konceptuálna úroveň

Modul hráč na najvyššej úrovni tvorí niekoľko základných modulov (Obr. 2-7). *Komunikačné rozhranie* transformuje jednak prichádzajúce vnemy do štandardného tvaru, ktorý uľahčuje ich ďalšie spracovanie v systéme hráča, a jednak vybrané akcie hráča do podoby definovanej špecifikáciou soccerservera. Ďalšou dôležitou úlohou komunikačného rozhrania je synchronizácia procesu rozhodovania s udalosťou prijatia nového vnemu a s udalosťou oznámenia akcie soccerserver-u, tak, aby vybranú akciu soccerserver prijal a spracoval. V opačnom prípade by hráč stratil jeden simulačný krok.



Obr. 2-7. Diagram modulu správania sa hráča

Za spracovanie prijatých vnemov, analýzu vzniknutej situácie, rozhodovanie a výber najvhodnejšej akcie zodpovedá modul *správanie*. Tvorí „dušu“ celého hráča. Kvôli výkonnosti sa vykonáva voči komunikačnému rozhraniu v nezávislom vlákne. Komunikačné rozhranie aktivuje proces rozhodovania modulu *správanie* v okamihu začiatku nového simulačného cyklu.

Dôležitou súčasťou modulu *správanie* je *model sveta*. V ňom sú uložené informácie o všetkých objektoch na ihrisku podľa prijatých vnemov. Keďže vnemy prichádzajúce zo soccerservera sú v značnej miere obmedzené (vidí objekty iba v obmedzenom uhle pohľadu, pričom nedokáže identifikovať čísla a neskôr ani farbu dresu veľmi vzdialených hráčov na ihrisku; navyše informácie o polohe a rýchlosti hráčov sú zámerne zašumené) zvyšné informácie si musí hráč dopočítať, resp. odhadnúť sám. V modeli sveta sa tiež nachádzajú predstavy hráča o budúcom vývoji hry na ihrisku.

Modul *vizualizácia* transformuje pohľad hráča na vonkajší svet, z ktorého hráč vychádza pri rozhodovaní, na vizuálnu informáciu, ktorú potom zobrazuje *používateľské rozhranie*. Proces vizualizácie má opodstatnenie najmä v dobe vývoja hráča, kedy prijateľným spôsobom umožňuje *používateľovi* porovnať vnútorný svet hráča so skutočným stavom na ihrisku a spätne analyzovať *správanie* hráča. Množstvo informácie, ktoré je momentálne vizualizované, sa dá jednoduchým spôsobom škálovať. Aby vizualizácia nespomaľovala proces rozhodovania hráča, vykonáva sa v oddelenom vlákne s veľmi nízkou prioritou.

Používateľ jednak ovplyvňuje proces rozhodovania hráča v dobe jeho vývoja a jednak konfiguruje hráča pred zápasom. Nebol na predchádzajúcej, kontextovej schéme zobrazený, pretože v dobe zápasu vystupuje iba ako pasívny pozorovateľ.

### 2.4.3 Diagram správania hráča

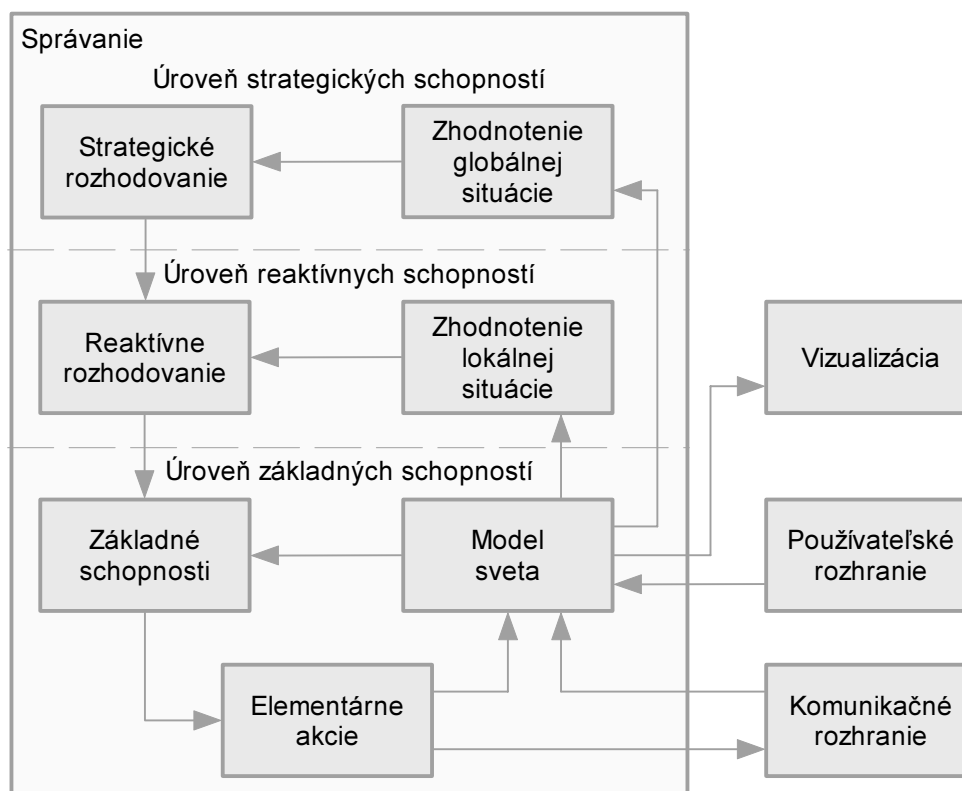
Podsystem správania hráča (Obr. 2-8) je rozdelený na niekoľko častí, ktoré sú od seba nezávislé: úroveň základných schopností, reaktívne *správanie* a strategické *správanie*. Spoločný majú len *model sveta* hráča, podľa ktorého sa orientujú rozhodovaní o *správaní* hráča na jednotlivých úrovniach. Pri rozhodovaní používajú tie informácie, ktoré sú tejto úrovni dôležité. Filtrovanie, výber a ohodnocovanie robí modul *zhodnotenie situácie* na lokálnej resp. globálnej úrovni.

Jednotlivé časti (základné schopnosti, reaktívne *správanie* a strategické *správanie*) sú na spomínanej schéme oddelené prerušovanou čiarou.

#### Úroveň základných schopností

Modul *elementárne akcie* predstavuje množinu akcií, ktoré môže hráč v každom simulačnom kroku vykonať. Táto množina je určená konkrétnou verziou programu soccerserver, a postupne sa, ako vzniká potreba, rozširuje.

Vykonané elementárne činnosti menia situáciu (polohu hráča, prípadne lopty) na ihrisku. Vzhľadom na to, že vizuálne informácie nie sú zosynchronizované so simulačnými cyklami, je potrebné zmeny vykonané na základe výberu konkrétnej akcie zaznačiť aj v modeli sveta.



Obr. 2-8. Diagram správania sa hráča

Vykonávanie základných činností obstaráva modul *základné schopnosti*. Modul obsahuje množinu všetkých činností vykonávaných s loptou, bez lopty a elementárneho ohodnotenia situácií spomínané v analýze základných schopností (kap. 2.2.5).

Vstup z modulu reaktívne správanie určuje, ktorá z činností sa má vykonať a tiež určí jej parametre. Tieto parametre obsahujú riadiacu informáciu potrebnú k úspešnému vykonaniu požadovanej činnosti a pre každú z činností môžu byť iné.

Niektoré z parametre základných činností:

- ❑ pozíciu (postupnosť pozícií) kam by sa mal hráč presunúť pri presune hráča
- ❑ uhol otočenia hlavy alebo trupu pri obnovovaní modelu sveta a pri hľadaní lopty
- ❑ pozícia, kam sa má lopta dostať pri vedení lopty, prihrávke alebo výkope
- ❑ prerušenie vykonávania činnosti za určitých podmienok, napr. pri zmene stratégie

Na správne vykonanie základnej činnosti potrebuje agent vizuálnu informáciu, ktorú získa z modelu sveta. Pre každú z vykonávaných činností môže byť potrebná iná informácia:

- ❑ vzdialenosť od spoluhráčov - potrebná pri prihrávke
- ❑ pozícia v rámci formácie
- ❑ pozícia na ihrisku

Vo všeobecnosti môžeme vykonanie základnej činnosť rozdeliť na dvoch častí.

V prvej sa vykoná elementárne ohodnotenia situácie, potrebné na vykonanie činnosti (napr. na kopnutie potrebujeme vedieť či sa lopta, nachádza v dosahu agenta). Všetky elementárne ohodnotenia situácie sú uvedené v analýze (kap. 2.2.5). Vstupom ohodnotenia je vizuálna informácia z modelu sveta. Počas vykonávania základnej činnosti môže viackrát dôjsť k potrebe elementárneho ohodnotenia napr. pri vedení lopty treba zistiť, či po predchádzajúcom kope mám dobre nastavenú loptu alebo či ma neohrozujú hráči oponenta, pri niektorých činnostiach nemusí byť elementárne ohodnoteniu vôbec potrebné.

V druhej časti sa na základe informácií, získaných z elementárneho ohodnotenia (presná poloha lopty, agentova pozícia) a z parametrov činnosti upresní postupnosť elementárnych činnosti (kap. 2.2.5), z ktorých je poskladaná základná činnosť. Elementárne činnosti sa pošlú na výstup do modulu elementárne akcie. Informáciu o vykonávaní základnej činnosti posielala modul základné schopnosti do modulu *zhodnotenie lokálnej situácie*, v ktorom slúžia na presnejšie zhodnotenie lokálnej situácie.

### Reaktívne správanie

Rozhodovanie na úrovni vyšších (kolektívnych) schopností agenta má za úlohu modul *reaktívne rozhodovanie*. Náplňou práce tohto modulu je vyberať vhodné akcie na základne pozorovania aktuálnej situácie na ihrisku v okolí hráča. To zahŕňa situácie s hráčmi, ktorí sa nachádzajú v jeho blízkosti a loptou. Vo všeobecnosti sa tento modul uplatňuje hlavne v prípadoch, kedy sa hráč môže aktívne zapojiť alebo zapája do hry (je blízko lopty, má loptu, stojí vo výhodnej pozícii, apod.).

Modul reaktívneho rozhodovania úzko spolupracuje s modulom *modelu sveta*, z ktorého však nevyžaduje všetky informácie. Filtrovanie informácií z modelu sveta, rozpoznávanie situácií a ich ohodnocovanie zabezpečuje modul *zhodnotenie lokálnej situácie*. Hráč na tejto úrovni potrebuje poznať situáciu hlavne vo svojom okolí.

Modul zhodnotenie lokálnej informácie zabezpečí, že sa k hráčovi dostanú relevantné informácie, ktoré sú potrebné pre jeho rozhodovanie. Takisto má za úlohu rozpoznávanie situácií. V prípade, že rozhodovanie hráča vyžaduje, aby sa zistilo, či hráč stojí v dobrej pozícii alebo či nie je obsadený nejakým spoluhráčom, modul zhodnotenia lokálnej situácie mu vie odpovedať (s istou mierou neurčitosti a nepresnosti) na tieto otázky. Otázky pre tento modul tvoria uzavretú množinu, ktorú môže agent pri svojom rozhodovaní využívať.

Ďalším vstupom modulu reaktívneho rozhodovania sú realizačné nároky jednotlivých základných schopností v danej situácii (napr. ako rýchlo vie hráč dobehnúť k lopte pri momentálnom množstve energie). Nie všetky schopnosti vie pri momentálnom stave hry využiť.

### Strategické správanie

V module *strategického správania* je umiestnené rozhodovanie hráča o aktuálnom spôsobe hry (útočný, obranný), o hráčovej pozícii vo formácii, v ktorej mužstvo hrá, o strategickú pozíciu hráča na ihrisku a takisto vytváranie plánov a ich prehodnocovanie.

Na podporu rozhodovania spolupracuje s modulom *zhodnotenia globálnej situácie*. Globálna situácia zahŕňa stav všetkých hráčov na ihrisku, ich aktuálne pozície a pohyby. Takisto sa sem započítava aj stav zápasu a aktuálny čas. Modul obsahuje, podobne ako v predchádzajúcom prípade, možnosti ohodnotenia situácie. Do úvahy sa však berú iné faktory a atribúty. Poskytuje hráčovi prehľad o tom, či jeho tím práve útočí alebo sa bráni, tak, aby tomu mohol prispôsobiť svoju stratégiu pri výbere najlepších pozícií alebo preferencií pri získavaní lopty.

Rozhoduje aj o strategickom postavení hráča na ihrisku, v prípade, že sa nenachádza blízko kritického miesta, kde by sa dalo zapojiť do hry. Pri určovaní najvhodnejšej pozície sa do úvahy berie formácia, v ktorej tím hrá, rola hráča vo formácii a pokrytie hráčov súperovho mužstva a plochy ihriska pre prihrávky protihráčov.

Takisto sa podieľa na vytváraní plánu hráča a jeho prehodnocovaní. Testuje možnosti, ktorými sa môže hráč vybrať pri a po nasledujúcej akcii a vyberá takú sekvenciu, ktorá má najväčšiu šancu na úspech. V prípade, že sa zmení situácia na ihrisku, prehodnocuje aktuálne zvolený plán a v prípade, že ho nejaká okolnosť znemožňuje vykonať alebo má lepší plán, nahrádza aktuálny plán novým.



## 3 Riadenie projektu

Táto kapitola obsahuje dokumenty vytvorené počas organizačných a riadiacich procesov nášho projektu. Kapitola je rozdelená do viacerých samostatných častí. V prvej časti predstavujeme členov nášho tímu. Nasledujúca časť obsahuje plán projektu, ktorý zaznamenáva jednotlivé úlohy a činnosti tímu v rámci časového harmonogramu. Časť *Úlohy* v tíme popisuje rozdelenie úloh medzi jednotlivých členov tímu a ich postavenie v tíme. Súčasťou sú tiež zápisy zo stretnutí, ktoré obsahujú najdôležitejšie úlohy a najdôležitejšie myšlienky z daného stretnutia.

### 3.1 Riešiteľský tím

Tím 3, tím s názvom „Kolenný pás doktora Levina“, tvorí šesť študentov prvého ročníka inžinierskeho štúdia na Fakulte Elektrotechniky a Informatiky Slovenskej Technickej Univerzity v Bratislave. Každý z nich už na tejto fakulte úspešne absolvoval bakalárske štúdium v odbore informatika a v špecializácii softvérové inžinierstvo. Treba podotknúť, že čo sa tohto tímu týka, sa pedagógom podaril husársky kúsok. Podarilo sa im totiž do jedného tímu zaradiť študentov, ktorí už v škole ako tím spolupracovali na viacerých projektoch a táto spolupráca bola zakaždým úspešná. Okrem toho polovicu tímu tvoria kolegovia z tej istej softvérovej firmy a tímovú spoluprácu medzi sebou majú tak vyskúšanú aj v praxi na reálnych problémoch.

Nasledujúca časť obsahuje konkrétnejšie predstavenie členov nášho tímu. Každý z nich ovláda viacero rôznych programovacích jazykov a technológií. Tieto informácie nie sú na tomto mieste uvádzané a prípadný záujemca ich môže nájsť v ponuke tímu.

#### **Bc. Jozef Drgoňa**

Pri vypracovaní záverečného projektu získal skúsenosti s diskretnou simuláciou. Výsledkom bol objektovo orientovaný simulátor modelujúci činnosť zamestnancov banky.

Jeho dlhodobou úlohou v tíme je kompletizácia dokumentácie vytvorenej jednotlivými členmi tímu.

#### **Bc. Radovan Kostelník**

Svojou účasťou na súťaži CSIDC 2001 (Computer Society International Design Competition) získal cenné skúsenosti s prácou v tíme. Predmetom projektu bol vývoj integrovaného riešenia pre prístup k údajom ich zberu pomocou bezdrôtových technológií v nemocnici. V tomto projekte sa podieľal na návrhu, vývoji a tvorbe záverečnej dokumentácie riešenia.

V našom tíme sme si ho zvolili za vedúceho tímu. Jeho úlohou je koordinovať celý tím, kontrolovať termíny, stav projektu a vystupovať ako vedúci tímu navonok.

**Bc. Roman Kubaščík**

Pri vypracovaní záverečného projektu získal skúsenosti s tvorbou Geografických Informačných Systémov (GIS). Cieľom projektu bolo vytvoriť databázovú podporu dopravnej firmy. Po analýze požiadaviek na takýto systém, bol výsledkom okrem návrhu aj funkčný systém implementovaný v jazyku Java2<sup>TM</sup>.

Určité skúsenosti, ktoré je možné využiť pri práci na tímovom projekte, nadobudol prácou v softvérovej firme, ktorá sa venuje grafickým informačným systémom.

**Bc. Radoslav Otipka**

Pri vypracovaní záverečného projektu získal skúsenosti s implementáciou a optimalizáciou evolučných algoritmov v prostredí C++ Builder.

Ako programátor sa zúčastnil vývoja grafického informačného systému používaného v Slovnafte a v Slovenských Elektrárňach. V tomto projekte nadobudol skúsenosti s prácou v tíme.

**Bc. Martin Spál**

Pri vypracovaní záverečného projektu získal skúsenosti s tvorbou Geografických Informačných Systémov (GIS). Výsledkom projektu bolo systém poskytujúci grafickú podporu pre fungovanie dopravnej firmy.

Skúsenosti s prácou v tíme nadobudol pri vývoji grafického informačného systému používaného v Slovnafte a v Slovenských Elektrárňach.

Jeho úlohou v našom tíme je správa www stránky na internete.

**Bc. Anton Weissensteiner**

Svojou účasťou na súťaži CSIDC 2001 (Computer Society International Design Competition) získal cenné skúsenosti s prácou v tíme. Predmetom projektu bol systém rozšíriteľného ovládania zariadení. V tomto projekte sa podieľal na návrhu, vývoji a tvorbe záverečnej dokumentácie riešenia.

**3.2 Plán projektu**

Plán projektu pre zimný semester je vytvorený pre 12 týždňov a vychádza z harmonogramu pre predmet Tímový projekt.

Týž.	Dátum	Činnosť
1	24.9. – 28.9.	ponuka (pridelenie študentov do tímov, zverejnenie tém a požiadaviek na vypracovanie ponuky)
2	1.10 – 5.10	vypracovanie ponuky – všetci členovia tímu
3	8.10 – 12.10	<b>Odovzdanie ponúk</b> vyhodnotenie ponúk, určenie rozvrhu a učiteľa pre tím

4	15.10 – 19.10	prvé stretnutie členov tímu a vedúceho, rozdelenie úloh, vytvorenie plánu projektu, analýza problému (štúdium problematiky), vytvorenie základu www stránky tímu
5	22.10 – 26.10	analýza problému, špecifikácia požiadaviek a hrubý návrh riešenia <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ vymyslenie názvu pre tím</li> <li>▪ definovanie úloh pre etapu analýzy existujúcich projektov</li> <li>▪ rozdelenie oblastí štúdia medzi členov</li> <li>▪ vytvorenie jednotnej šablóny pre projektovú dokumentáciu</li> </ul>
6	29.10 – 2.11	analýza problému, špecifikácia požiadaviek a hrubý návrh riešenia <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ diskusia o získaných poznatkoch</li> <li>▪ vytvorenie dokumentu analýzy a špecifikácie požiadaviek</li> <li>▪ rozdelenie prác na jednotlivých častiach dokumentácie</li> </ul>
7	5.11 – 9.11	analýza problému, špecifikácia požiadaviek a hrubý návrh riešenia <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ vytvorenie konečnej podoby dokumentu analýzy a špecifikácie požiadaviek riešenia</li> </ul>
8	12.11 – 16.11	<b>odovzdanie dokumentácie analýzy problému, špecifikácie požiadaviek riešenia spolu s hrubým návrhom</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ kompletizácia dokumentácie</li> <li>▪ príprava preberacích protokolov a odovzdanie dokumentácie</li> <li>▪ vypracovanie posudkov</li> </ul>
9	19.11 – 23.11	<b>odovzdanie posudku analýzy, špecifikácie a hrubého návrhu iného tímu</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ odovzdanie posudkov vedúcemu tímu a ich analýza</li> <li>▪ rozdelenie úloh pre etapu návrhu</li> <li>▪ návrh jednotlivých častí prototypu</li> </ul>
10	26.11 – 30.11	dopracovanie zistených nedostatkov a návrh prototypu vybraných častí <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ odovzdanie reakcií na posudky vedúcemu projektu</li> <li>▪ detailnejšia špecifikácia častí systému, ktoré sa budú prototypovať</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ implementácia prototypu vybraných častí</li> <li>▪ definovanie štruktúry výslednej dokumentácie</li> </ul>
11	3.12 – 7.12	implementácia prototypu vybraných častí <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ implementácia prototypu vybraných častí</li> <li>▪ integrácia a testovanie prototypu</li> </ul>
12	10.12 – 14.12	<b>odovzdanie prototypu vybraných častí systému spolu s dokumentáciou a používateľská prezentácia prototypu</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ vytlačenie finálnej dokumentácie k prototypu a odovzdanie vedúcemu projektu</li> <li>▪ prezentácia</li> </ul>

### 3.3 Rozdelenie úloh

Na každom stretnutí tímu boli členom pridelené úlohy, ktoré mali vypracovať do nasledujúceho stretnutia. V nasledovnej tabuľke je ich zoznam:

Dátum	Riešiteľ	Úlohy
16. 10. 2001	Radovan Kostelník	Vypracovať plán projektu na zimný semester.
	Martin Spál	Vytvoriť štruktúru internetovej reprezentácie projektu
	Jozef Drgoňa	Vytvoriť predbežnú šablónu dokumentácie.
	Všetci	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Dohodnúť sa na rozdelení bodov za ponuku.</li> <li>❑ Preštudovať dokumentáciu tímu 4 z minulého roka.</li> <li>❑ Oboznámiť sa so systémom tvorby dokumentácie DOxygen.</li> </ul>
18. 10. 2001	Anton Weissensteiner	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Vytvoriť poster tímu.</li> <li>❑ Priniesť vytlačené zápisy zo stretnutí v dvoch kópiách.</li> </ul>
	Radoslav Otipka	Analyzovať minuloročného víťaza súťaže RoboCup.
	Roman Kubaščík	Analyzovať portugalský tím z minulého roka.
	Všetci	Priebežne spisovať poznámky, ako by sa dal súčasný systém rozšíriť.

23. 10. 2001	Radovan Kostelník	Upraviť projektový plán podľa pripomienok.
	Jozef Drgoňa	Modifikovať šablónu podľa pripomienok.
	Všetci	Vypracovať dokument v rozsahu 3-4 strán. Každý podľa svojho zamerania.
31. 10. 2001	Radovan Kostelník	<input type="checkbox"/> Doplniť autora zápisu do zápisov zo stretnutí. <input type="checkbox"/> Napísať úvod do výslednej projektovej dokumentácie.
	Anton Weissensteiner	Napísať krátku časť o RoboCup-e do projektovej dokumentácie.
	Martin Spál	Napísať dokumentáciu o riešiteľskom tíme.
	Roman Kubaščík	Napísať dokumentáciu o použitej notácii.
	Všetci	Napísať dokument k svojej časti analýzy a z toho plynúcu špecifikáciu.
6. 11. 2001	Všetci	<input type="checkbox"/> Podoplňovať dokumentáciu v závislosti od pripomienok. <input type="checkbox"/> Zo svojich dokumentov vypísať body, ktoré budú slúžiť na vytvorenie špecifikácie.
	Jozef Drgoňa	<input type="checkbox"/> Integrovať dokumentáciu do celku a rozposlať ostatným. <input type="checkbox"/> Vytvoriť preberací protokol.

### 3.4 Komunikácia v tíme

#### Stretnutia

Stretnutia tímu s pedagogickým vedúcim sú v rozvrhu hodín na pláne vždy v utorok od 11:00 do 14:00, kedy je pre ne vyhradený čas. Na stretnutiach sa pravidelne stretáva celý tím, aby prehodnotil svoju činnosť za posledný týždeň. Vyhodnocujú sa úlohy, ktoré členovia dostali na minulom stretnutí alebo stretnutiach, ktoré mali byť dokončené v daný týždeň. Na každom stretnutí sa preberá aktuálny stav projektu a analyzujú sa úlohy, ktoré sa majú v najbližšom čase riešiť.

Doteraz sa uskutočnili všetky plánované stretnutia s pedagogickým vedúcim projektu aj napriek tomu, že v jednom týždni malo kvôli presunom v rozvrhu odpadnúť. Toto stretnutie sa však zorganizovalo v inom termíne, takže tím nestratil v nabitom programe žiadny čas.

Z každého stretnutia sa vypracúva zápis, pri ktorom sa striedajú jednotliví členovia tímu. Každý zápis obsahuje niekoľko hlavných bodov: tému stretnutia, úlohy z minulého stretnutia a ich vyhodnotenie, samotný obsah stretnutia a zoznam úloh do nasledujúceho stretnutia.

Okrem oficiálnych stretnutí sa tím stretol zopár krát aj neoficiálne, pričom z významných stretnutí sa vypracúva aj riadny zápis, ktorý je takisto prílohou tejto dokumentácie. Úlohou neoficiálnych stretnutí je prediskutovať niektoré otázky, ktoré sa nestihli alebo nemohli prediskutovať s pedagogickým vedúcim, prípadne dodatočné rozdelenie úloh. Tieto stretnutia zväčša po dohode s tímom zvoláva vedúci Rado Kostelník.

### **E-mailová komunikácia**

Tím má zriadenú spoločnú e-mailovú konferenciu, v ktorej sú zahrnutí všetci členovia tímu a takisto pedagogický vedúci. Podstatnú časť komunikácie v konferencii tvorí dokumentácia k projektu, resp. jej čiastkové dokumenty. V tejto oblasti vedie Jožo Drgoňa, ktorý má v tíme na starosti dokumentáciu. Ďalšou oblasťou sú oznamy, jednak o stretnutiach a termínoch, ale aj o pridelení úloh na najbližšie obdobie. Zvyšné e-maily sa týkajú vecí z problémovej oblasti, prípadne sú to odpovede na nejaké otázky.

Z doterajších prispievateľov sa dá ako najproduktívnejší hodnotiť Tono Weissensteiner, ktorý vedie s viac ako 15 príspevkami z približne 50. Naopak, najhorší prispievateľ je Martin Spál, ktorý poslal zatiaľ iba jeden e-mail.

### **Tímová stránka**

Tím má zriadenú www stránku, na ktorej má okrem základných informácií o tíme, aktuálne informácie o dianí v projekte.

Na hlavnej stránke sú umiestnené odkazy, ktoré členom tímu pripomínajú významné udalosti, ktoré sa odohrajú v najbližších dňoch.

Na stránke Úlohy si každý môže prečítať aktuálne úlohy pridelené členom v tíme, a to za celý tím alebo jednotlivo pre každého člena. Každá z úloh má svoj dátum zadania, predpokladaný dátum ukončenia, člena tímu zodpovedného za jej vypracovanie, stav a prípadné prílohy v podobe súborov.

V oddelení zápisov sú umiestnené zápisy zo všetkých stretnutí tímu, voľne prístupné cez www prehliadač. Každý zápis obsahuje hlavičku, zoznam príloh, ktoré sa k nemu viažu a samotný text.

Tímová www prezentácia takisto obsahuje aj stránku so zoznamom súborov, ktoré si môže záujemca stiahnuť a odkazy na iné stránky, ktoré sa viažu k problematike RoboCup-u.

## **3.5 Autorstvo jednotlivých častí**

- **Úvod** – Radovan Kostelník
- **O súťaži RoboCup** – Anton Weissensteiner
- **O projekte** – Radoslav Otipka
- **O tom ako vznikol názov tímu** – Martin Spál
- **Použité notácie** – Roman Kubaščík
- **Zadanie** – Jozef Drgoňa
- **Analýza tímu Tsinghuelous** – Radoslav Otipka
- **Analýza vyšších stratégií hráčov v systéme tímu 4** – Martin Spál

- ❑ **Analýza tímu FC Portugal 2000** – Roman Kubaščík
- ❑ **Sledovanie situácie na ihrisku** – Anton Weissensteiner
- ❑ **Analýza základných schopností hráčov** – Radoslav Otipka
- ❑ **Vyššie schopnosti agentov** – Radovan Kostelník
- ❑ **Kolektívne schopnosti agentov** – Radovan Kostelník
- ❑ **Tímová taktika a herné formácie** – Martin Spál
- ❑ **Dynamické pridelovanie úloh** – Jozef Drgoňa
- ❑ **Učenie a neurónové siete** – Anton Weissensteiner
- ❑ **Špecifikácia požiadaviek** – Radovan Kostelník, Anton Weissensteiner, Radoslav Otipka, Roman Kubaščík
- ❑ **Hrubý návrh systému** – Radovan Kostelník, Anton Weissensteiner, Radoslav Otipka
- ❑ **Riešiteľský tím** – Martin Spál
- ❑ **Plán projektu** – Radovan Kostelník
- ❑ **Rozdelenie úloh** – Jozef Drgoňa
- ❑ **Komunikácia v tíme** - Radovan Kostelník
- ❑ **Autorstvo jednotlivých častí** – Jozef Drgoňa, Radoslav Otipka

## Použité referencie

- [Balát2001] BALÁT, L. et al.: *Simulácia robotického futbalu*. Bratislava: FEI STU, 2001. 218 s. Tímový projekt. Dostupné aj v pavučine: <http://www2.dcs.elf.stuba.sk/TeamProject/2000/team04/files/doc-LS-45.zip>. 1 201 996 B. (7.11.2001).
- [Jinyi2001] JINYI, Y. et al.: *Architecture of TsinghuAeolus*. Beijing: Tsinghua University, 2001. 5 s.
- [Kvasnička1997] KVASNIČKA, V. et al.: *Úvod do teórie neurónových sietí*. IRIS, 1997. 285 s. ISBN 80-88778-30-1. Dostupné tiež v pavučine: [ftp://math.chtf.stuba.sk/pub/VLADO/NN\\_books\\_texts/UvodDoTeorieNS.pdf.zip](ftp://math.chtf.stuba.sk/pub/VLADO/NN_books_texts/UvodDoTeorieNS.pdf.zip). 6 585 058 B. (7.11.2001).
- [Riedmiller2000] RIEDMILLER, M. et al.: *Karlsruhe Brainstormers: A Reinforcement Learning approach to robotic soccer*. Karlsruhe: University of Karlsruhe, 2000. 6 s. Dostupné aj v pavučine: <http://www.die-leins.de/bs/download/ourteam.ps.gz>. 137 938 B. (7.11.2001).

## Prezentácie v pavučine

- [Kapustik2001] KAPUSTÍK, I.: *Osobné stránky* <http://www.dcs.elf.stuba.sk/~kapustik>, (4.11.2001).
- [FCPortugal2000] REIS, L. P., LAU, N.: *Homepage of FC Portugal*. <http://www.ieeta.pt/robocup>, (4.11.2001)
- [RoboCup2001] ROBOT WORLD CUP INICIATIVE: *RoboCup*. <http://www.robocup.org/>, (7.11.2001).
- [Fornax1999] ŠTUDENSKÝ SERVER FORNAX: *RoboCup*. <http://www.fornax.sk/soccer/>, (7.11.2001).
- [Tim42000] TÍM Č.4 Z ROKU 2000/2001: *Simulácia robotického futbalu*. <http://www2.dcs.elf.stuba.sk/TeamProject/2000/team04>, (4.11.2001).



## **Príloha A - Ponuka**

# 1 Tím

Náš tím tvorí šesť študentov prvého ročníka inžinierskeho štúdia na Fakulte Elektrotechniky a Informatiky Slovenskej Technickej Univerzity v Bratislave. V ďalších odstavcoch predstavujeme jednotlivých členov tímu.

## **Bc. Jozef Drgoňa**

- Vzdelanie:

Na FEI STU absolvoval bakalárske štúdium v odbore informatika, špecializácia softvérové inžinierstvo.

- Znalosť programovacích jazykov a technológií:

Pascal, C, C++ , MS Visual C++ 6.0, LISP, PROLOG, SQL(Microsoft Access), HTML, UML,

- Doterajšie skúsenosti:

Pri vypracovaní záverečného projektu získal skúsenosti s diskretnou simuláciou. Výsledkom bol objektovo orientovaný simulátor modelujúci činnosť zamestnancov banky.

## **Bc. Radovan Kostelník**

- Vzdelanie:

Na FEI STU absolvoval bakalárske štúdium v odbore informatika, špecializácia softvérové inžinierstvo.

- Znalosť programovacích jazykov a technológií:

C/C++, MS Visual C++, Microsoft Visual Basic, XML a príbahlé jazyky (XSLT, XSL FO, XSD, SVG), HTML, ASP a VBScript, SQL ( Microsoft Access, Microsoft SQL Server, Oracle, SAP R/3), Microsoft COM, ADO (ActiveX Data Objects) a OLE DB

- Doterajšie skúsenosti:

Svojou účasťou na súťaži CSIDC 2001 (Computer Society International Design Competition) získal cenné skúsenosti s prácou v tíme. Predmetom projektu bol vývoj integrovaného riešenia pre prístup k údajom ich zberu pomocou bezdrôtových technológií v nemocnici. V tomto projekte sa podieľal na návrhu, vývoji a tvorbe záverečnej dokumentácie riešenia.

## **Bc. Roman Kubaščík**

- Vzdelanie:

Na FEI STU absolvoval bakalárske štúdium v odbore informatika, špecializácia softvérové inžinierstvo.

- Znalosť programovacích jazykov a technológií:

C, C++, MS Visual C++ 6.0, Java2, HTML, SQL, SR, PHP, Builder 5, Jbuilder 4, Lisp, Prolog,

□ Doterajšie skúsenosti:

Pri vypracovaní záverečného projektu získal skúsenosti s tvorbou GIS informačných systémov. Cieľom projektu bolo vytvoriť databázovú podporu dopravného podniku. Po analýze požiadaviek na takýto systém, bol výsledkom okrem návrhu aj funkčný systém implementovaný v jazyku Java2™.

Určité skúsenosti, ktoré je možné využiť pri práci na tímovom projekte, nadobudol prácou v spoločnosti, ktorá sa venuje geografickým informačným systémom.

### **Bc. Radoslav Otipka**

□ Vzdelanie:

Na FEI STU absolvoval bakalárske štúdium v odbore informatika, špecializácia softvérové inžinierstvo.

□ Znalosť programovacích jazykov a technológií:

Pascal, C/C++ , MS Visual C++ 6.0, LISP, PROLOG, Delphi, C++ Builder, JBuilder, SQL, Microsoft Visual Basic, Access, MicroStation

□ Doterajšie skúsenosti:

Pri vypracovaní záverečného projektu získal skúsenosti s implementáciou a optimalizáciou evolučných algoritmov v prostredí C++ Builder. Ako programátor sa zúčastnil vývoja grafického informačného systémov pre Slovnaft a Slovenské Elektrárne. V týchto projektoch nadobudol skúsenosti s prácou v tíme.

### **Bc. Martin Spál**

□ Vzdelanie:

Na FEI STU absolvoval bakalárske štúdium v odbore informatika, špecializácia softvérové inžinierstvo.

□ Znalosť programovacích jazykov a technológií:

C/C++, MS Visual C++, Visual Basic 6, Turbo Pascal, LISP, PROLOG, SQL, HTML, MS Access, MicroStation,

□ Doterajšie skúsenosti:

Pri vypracovaní záverečného projektu získal skúsenosti s implementáciou grafických informačných systémov. Ako programátor sa zúčastnil vývoja aplikácie určenej na správu majetku používanú v Slovnafte a Slovenských Elektrárnach. V zamestnaní sa osvedčil ako analytik, návrhár a programátor.

### **Bc. Anton Weissensteiner**

□ Vzdelanie:

Na FEI STU absolvoval bakalárske štúdium v odbore informatika, špecializácia softvérové inžinierstvo.

- Znalosť programovacích jazykov a technológií:

Pascal, C/C++, MS Visual C++, Java, Microsoft Visual Basic, Gupta / Centura, SQL (Microsoft Access, Microsoft SQL Server, Informix), Microsoft COM, ADO (ActiveX Data Objects), LISP, PROLOG, Bluetooth,

- Doterajšie skúsenosti:

Svojou účasťou na súťaži CSIDC 2001 (Computer Society International Design Competition) získal cenné skúsenosti s prácou v tíme. Predmetom projektu bol systém rozšíriteľného ovládania zariadení. V tomto projekte sa podieľal na návrhu, vývoji a tvorbe záverečnej dokumentácie riešenia.

## **2 Motivácia**

Súťaž ACM umožňuje jej účastníkom zmerať si svoje schopnosti z oblasti programovania. Keďže sa jej zúčastňuje veľké množstvo programátorov, je vhodné, aby príprava a samotná realizácia súťaže, ako aj jej vyhodnotenie, bola do určitej miery automatizovaná. Vhodné vyriešenie tohto problému uľahčí prácu organizátorom a umožní im sústrediť sa viac na správne posúdenie a ohodnotenie prác účastníkov. Výsledný produkt má však aj za úlohu zjednotiť podmienky pre jednotlivých účastníkov tak, že každý z nich bude komunikovať so systémom jednotným spôsobom nezávislým na prostredí v ktorom pracuje.

Daná problematika je pre nás zaujímavá z viacerých dôvodov. Prostredníctvom práce na tomto projekte získame skúsenosti, ktoré môžeme použiť v praxi. Keďže už existujú niektoré produkty, ktoré danú problematiku riešia, môžeme z nich vychádzať a následne navrhnuť a implementovať nové riešenie, ktoré prekoná už existujúce prostriedky. Na tomto projekte je zrejmé, že má budúcnosť. Jeho realizácia uľahčí prácu pedagógom, ale aj študentom. V prípade vytvorenia produktu, ktorý sa neobmedzuje len na súťaž ACM, ale zovšeobecňuje problematiku riešenia úloh a ich následného hodnotenia, je možné systém použiť aj vo výučbovom procese na našej fakulte.

## 3 Koncepcia systému

Na realizáciu systému programovej podpory programátorskej súťaže uvažujeme použitie klient-server architektúry. Pri navrhovaní riešenia sa budeme opierať o skúsenosti členov tímu s tvorbou webových serverov. Snahou je rozšíriť produkt, na univerzálne použitie aj pre iné predmety.

Ciele, ktoré sme si stanovili pri návrhu nášho systému, sa dajú zhrnúť do nasledovných bodov:

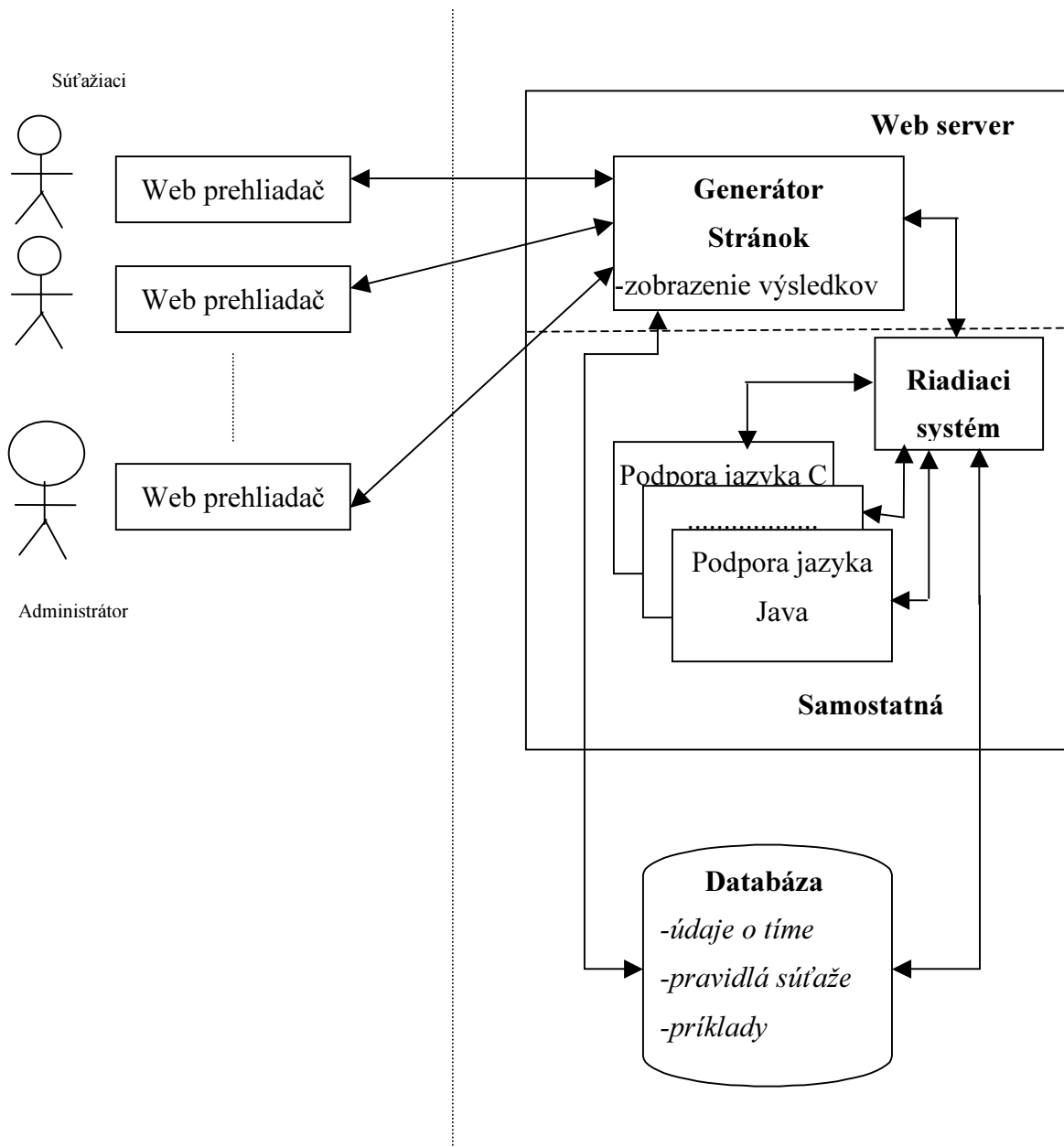
- konfigurovateľnosť - možnosť prispôsobenia systému podmienkam rôznych súťaží,
- modularita - schopnosť jednoducho rozširovať systém o ďalšie prostredia,
- prenositeľnosť - možnosť použitia systému na viacerých platformách,
- nenáročnosť z hľadiska klienta - použitie technológie tenkého klienta a štandardných web technológií,
- jednoduché a intuitívne ovládanie - zabezpečené grafickým rozhraním.

### 3.1 Návrh architektúry systému

Pri predbežnom návrhu riešenia sme vychádzali z požiadavky na multiplatformové použitie výsledného softvéru. Ako najefektívnejšie riešenie sa nám vidí použitie architektúry tenký klient – tučný server (obr. 1). Tenký klient bude realizovaný pomocou prehliadača, kompatibilného na všetkých platformách. Ako tučný server uvažujeme Apache s podporou PHP, ktorý bude spúšťať podporné multiplatformové obslužné programy v jazyku Java.

Na strane servera uvažujeme centrálnu databázu, ktorá bude uchovávať údaje potrebné pre realizáciu súťaže. Okrem zadaných príkladov tu budú uložené údaje o súťaži a jednotlivých účastníkoch. Na serveri bude bežať aplikácia, ktorá umožní komunikáciu medzi klientom a serverom. Prostredníctvom nej sa bude realizovať prihlasovanie účastníkov súťaže, zasielanie príkladov a vyhodnotenie výsledkov s ich následným uložením do databázy.

Systém bude umožňovať zobrazenie riešení jednotlivých účastníkov nielen po skončení súťaže ale aj počas jej priebehu. Keďže účastníci súťaže môžu používať rôzne programovacie jazyky, je potrebné zabezpečiť podporu pre rôzne prekladače. V našom systéme tento problém vyriešime pomocou vkladania modulov, ktoré budú obsahovať vykonateľné prostriedky špecifické pre každý prekladač.



Obr.1 : Architektúra systému

## 3.2 Použitie systému

### *Účastník súťaže / študent*

Komunikuje so serverom prostredníctvom webovského prehliadača, ktorý zobrazuje stránku vygenerovanú na strane servera.

### *Organizátori súťaže*

Keďže systém má byť použiteľný nielen pre programovú podporu súťaže ACM, ale aj pre skúšanie študentov na vybraných cvičeniach, je potrebné, aby bol systém konfigurovateľný. Konfigurácia bude možná dvoma spôsobmi. Prvou možnosťou je výber položky z panela nástrojov. Tu bude zobrazená ponuka vopred naprogramovaných PHP skriptov, ktoré umožňujú nastavenie rôznych pravidiel hodnotenia súťaže. Druhou možnosťou je naprogramovanie vlastných skriptov.

Súťaž pozostáva z troch častí. Sú to registrácia tímov, samotná súťaž a vyhlásenie výsledkov.

### **Registrácia tímov**

Každý tím si určí vedúceho tímu, ktorý vyplní registračný formulár za celý tím. Na jeho e-mailovú adresu mu bude zaslané heslo, prostredníctvom ktorého bude mať tím prístup do systému. Tým je vyriešená autorizácia a ochrana údajov.

### **Priebeh súťaže**

Po prihlásení tímu sa účastníkom zobrazia ich zadania. Od tejto chvíle môžu jednotlivé tímy pracovať na riešení zadaných problémov. Súťažiaci majú možnosť predbežnej kontroly implementácie. Účastník odošle kód na server. Následne mu bude oznámený výsledok predbežnej kontroly. Počas samotnej súťaže sa každému účastníkovi zobrazuje čas do ukončenia súťaže. V priebehu súťaže je nutné zamedziť prístup súťažiacich na stránky, ktoré by mohli použiť nedovoleným spôsobom. Riešením je konfigurácia systému.

### **Vyhlásenie výsledkov**

Po uplynutí stanoveného času systém automaticky ukončí súťaž, odhlási užívateľov a odošle hodnotenia jednotlivých tímov nielen organizátorom, ale aj súťažiacim.



## **4 Predpokladané zdroje**

Zdroje sú obmedzené prostriedkami dostupnými v softvérovom štúdiu. Na funkčnosť systému je potrebný jeden počítač slúžiaci ako WEB server. Pre činnosť klienta je potrebný prehliadač, pomocou ktorého bude komunikovať so serverom. Kvôli uchovávaniu údajov je potrebné využiť voľnú databázu.

Prostredia:

OS WINDOWS, OS LINUX a ostatné operačné systémy na ktorých bežia kompatibilné WEB prehliadače.

Softvérové nároky:

- PHP,
- MySQL, Postgres,
- Kawa, Multiedit,
- JDK, JBuilder

Aj keď väčšina členov tímu nemá praktické skúsenosti s programovacím jazykom Java, navrhujeme jeho použitie pre jeho platforomovú nezávislosť. Taktiež znalosť tohto jazyka je výzvou pre každého člena nášho tímu. Nami vybrané vývojové prostredia sú voľne dostupné, alebo bezplatne použiteľné pre akademickú komunitu.

## **5 Prílohy**

### **5.1 Zaradenie tém podľa priority**

- Počítačová podpora programátorskej súťaže
- ROBOCUP
- Softvérová podpora organizovania vedeckej konferencie

## 5.2 Rozvrh výučby tímu

Hodina														
Deň	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7	8	
Pondelok			TK - DJ, OR, WT				NS - DJ, OR, WT		ns - DJ, OR, WT					
Utorok	APS2 - všetci		Najviac preferovaný termín			RPVI - všetci			Menej preferovaný termín					
Streda	op - SM			DP - DJ				ZK-KuRo, KoRa, SM,	DP-KoRa	op - WT				
	ASS - KoRa, Kuro, Or, WT, DJ							WT						
Štvrtok			PP-KuRo, KoRa, SM		zk-KoRa, KuRo, SM				pp - KuRo, KoRa, SM		pp - KuRo, KoRa, SM			
					WT				op - DJ					
Piatok	tk - Or, DJ		mrth - KuRo		MRTH - KuRo, SM		mrth - SM							
			MARK - OR		mark - OR									

Vysvetlivky:

Skratky pre študentov:

Kostelník Rado – KoRa

Kubaščík Roman – KuRo

Otipka Radoslav – OR

Spál Martin – SM

Weissensteiner Anton – WT

Drgoňa Jozef – DJ

Skratky pre predmety:

TK – Teória kódovania

NS – Neurónové siete

APS2 – Architektúra počítačových systémov 2

RPVI – Riadenie projektov v informatike

op – Odborné praktikum

ASS – Architektúra softvérových systémov

DP – Diplomový projekt

ZK – Základy kryptológie

PP – Paralelné programovanie

MRTH - Metódy rozhodovania a teória hier

MARK – Marketing

## **Príloha B - Zápisy zo stretnutí**

## Zápis zo stretnutia č. 1

**Dátum:** 16.10.2001

**Miestnosť:** D211, KIVT, FEI STU

**Prítomní:**

**Autor:** Bc. Anton Weissensteiner

**Pedagóg:** Ing. Ivan Kapustík

**Členovia tímu:** Bc. Jozef Drgoňa, Bc. Radovan Kostelník, Bc. Roman Kubaščík,  
Bc. Radoslav Otipka, Bc. Martin Spál, Bc. Anton Weissensteiner

### Téma stretnutia

Vyhodnotenie ponuky, pridelenie témy

### Opis stretnutia

- rozdelenie úloh v tíme
  - vedúcim tímu sa stal Rado Kostelník
  - integráciu dokumentácie má na starosti Jožo Drgoňa
  - zodpovedným za tvorbu internetovej prezentácie je Martin Spál
- systém hráča vytvorený tímom číslo 4 pri riešení projektu simulácie robotického zápasu minulý rok pozostáva z troch vlákien
  - vlákno vizualizácie
  - komunikačné vlákno
  - vlákno inteligencie hráča
- ďalšie možné úlohy v tíme
  - ladenie a zabezpečovanie chodu hráča
  - návrh vnútorného modelu sveta, zdokonaľovanie rozhodovania hráča
  - implementácia
- p.Kapustík dohodol možnosť využiť pri riešení projektu pomôcky a prostriedky, ktoré vytvorí tím číslo 2

### Úlohy do ďalšieho stretnutia

- vypracovať plán projektu na zimný semester (zodpovedný Rado Kostelník)
- vytvoriť štruktúru internetovej prezentácie projektu (zodpovedný Martin Spál)
- vytvoriť jednotnú šablónu štýlov projektovej dokumentácie (zodpovedný Jozef Drgoňa, stačí pracovnú verziu)
- dohodnúť sa na rozdelení bodov z hodnotenia ponuky
- preštudovať dokumentáciu tímu číslo 4 zo šolského roku 2000/2001
- oboznámiť sa so systémom tvorby dokumentácie Oxygen

### Poznámky

- Práca v tíme bude pozostávať z riešenia zadaných úloh. Ku každej úlohe treba vypracovať dokument – správu o riešení úlohy, ktorá musí obsahovať nasledujúce položky:
  - názov úlohy
  - špedifikáciu / zadanie úlohy

- mená osôb zodpovedných za úlohu
  - dátum zadania úlohy
  - dátum jej predpokladaného ukončenia
  - dátum ukončenia
  - spôsob riešenia úlohy
- V dokumentácii je potrebné uviesť aj tie postupy, ktoré nevedli k požadovaným výsledkom.

## Zápis zo stretnutia č. 2

**Dátum:** 18.10.2001

**Miestnosť:** D208, KIVT, FEI STU

**Prítomní:**

**Autor:** Bc. Anton Weissensteiner

**Pedagóg:** Ing. Ivan Kapustík

**Členovia tímu:** Bc. Jozef Drgoňa, Bc. Radovan Kostelník, Bc. Roman Kubaščík,  
Bc. Radoslav Otipka, Bc. Anton Weissensteiner (Bc. Martin Spál mal  
v čase stretnutia cvičenia z predmetu Paralelné Programovanie)

### Téma stretnutia

Názov tímu, termín neformálnych stretnutí tímu

### Opis stretnutia

- po živej diskusii sme sa dohodli na názve tímu "Kolenný pás doktora Levina"
- Tono predložil návrh postera, ktorým sa bude tím prezentovať v predmete Riadenie projektov v informatike
- neformálne stretnutia tímu sa budú konať vo štvrtok, v prípade odovzdávania výstupov projektu (podľa harmonogramu tímového projektu) je možné dohodnúť stretnutie aj v pondelok
- hodnotenie za ponuku sme si rozdelili nasledovne
  - Rado Kostelník a Jožo Drgoňa po 20% (prezentovali našu ponuku)
  - Rado Otipka, Roman Kubaščík, Martin Spál a Tono Weissensteiner po 15%

### Úlohy

- do budúceho utorka vytvoriť poster tímu formátu A3 (zodpovedný Tono Weissensteiner)
- priniesť vytlačené zápisy zo stretnutí v dvoch kópiách (zodpovedný Tono Weissensteiner)
- priebežne si spisovať poznámky, ako by sa dal existujúci systém (tímu 4/2000) rozšíriť a doplniť (úloha pre všetkých)
- preštudovať a analyzovať systém hráčov čínskeho družstva, ktorý zvíťazil v súťaži RoboCup soccer 2001 (zodpovedný Rado Otipka, stačí do dvoch týždňov)
- preštudovať a analyzovať systém hráčov portugalského družstva, ktorý sa v súťaži RoboCup soccer 2001 umiestnil na druhom mieste (zodpovedný Roman Kubaščík, stačí do dvoch týždňov)

## Zápis zo stretnutia č. 3

**Dátum:** 23.10.2001

**Miestnosť:** softvérové štúdio, KIVT, FEI STU

**Prítomní:**

**Autor:** Bc. Anton Weissensteiner

**Pedagóg:** Ing. Ivan Kapustík

**Členovia tímu:** Bc. Jozef Drgoňa, Bc. Radovan Kostelník, Bc. Roman Kubaščík,  
Bc. Radoslav Otipka, Bc. Martin Spál, Bc. Anton Weissensteiner

### Téma stretnutia

Analýza problému, rozdelenie úloh

### Úlohy z predchádzajúceho stretnutia

- P.Kapustík má zaktualizovanú stránku
  - odkaz na víťazov minuloročného kola súťaže RoboCup Soccer (majú aj najnovšie verzie softvéru)
  - posledné verzie hráčov („ostrý“ aj ladiaci)
  - prezentácia výsledkov dosiahnutých na našej fakulte na poli RoboCupu
- Tono predložil konečnú verziu postera a zápisy z predchádzajúcich stretnutí v dvoch kópiách (úloha splnená 23.10.2001)
- máme vytvorenú základnú štruktúru internetovej prezentácie (úloha splnená 23.10.2001)
- Rado Kostelník prezentoval plán projektu, ktorý zverejnil v pavučinovej prezentácii projektu (úloha splnená 23.10.2001)
- šablóna dokumentácie je hotová, treba ju ešte spripomienkovať

### Opis stretnutia

- pripomienky k projektovému plánu na zimný semester
  - treba uvažovať dostatočnú časovú rezervu na kompletizáciu dokumentácie
  - etape návrh architektúry prototypu lepšie zodpovedá názov špecifikácia častí systému, ktoré sa budú prototypovať
  - štruktúry výslednej dokumentácie za zimný semester by sme mali definovať už v 10. týždni
  - etapu implementácie prototypu presunúť na 11. týždeň (podetapy integrácia a testovanie prototypu)
  - 12. týždeň rezervovať už len na integráciu dokumentácie
- p. Kapustík prezentoval výsledky dosiahnuté v RoboCupe na našej fakulte
  - hráč má definovaný cieľ – vyhrať, ktorý je možné dosiahnuť pomocou cieľov na nižších úrovniach – zaútočiť, brániť, presunúť sa
  - vnútornú predstavu o svete má uloženú v pamäti
  - na splnenie cieľov musí mať hráč definované určité schopnosti
  - schopnosti na nižšej úrovni – sú väčšinou matematické záležitosti; hráč ich zabezpečuje samostatne
  - kolektívne schopnosti hráča



- na mikroúrovni – rýchle a efektívne ohodnotenie situácie (reaktívne správanie), zabezpečené najmä rozhodovacími stromami
- na vyšších úrovniach váhovanie vstupov (pomocou neurónových sietí, dynamického rozhodovacieho stromu)
- herné formácie – definujú rolu hráča, rola pozíciu a spôsob hry; ovplyvňujú teda priority pri rozhodovaní
- na najvyššej úrovni taktika, ktorá určuje preferované pozície
- ukazuje sa, že tímy, ktoré mali dobre prepracované nižšie úrovne schopností, dosahovali lepšie výsledky v súťaži RoboCup Soccer
- modularita na úrovni schopností umožňuje efektívne rozširovanie a modifikáciu hráča
- predchádzajúci tím sa sústredil hlavne na návrh architektúry systému (nižších úrovní hráča a modelu vnútorného sveta)
- Rado Otipka analyzoval správanie hráčov víťaznov súťaže RoboCup 2001 a hráčov tímu číslo 4
  - na rozdiel od hráčov tímu 4 číňania dokázali podstatne lepšie viesť loptu (hráč si pri pohybe drží loptu pri tele, má nad ňou dobrú kontrolu), je to patrične rozpracované aj v ich dokumentácii
  - na rozhodovanie na vyšších úrovniach bola použitá neurónová sieť
  - mali by sme pokračovať v dvoch vývojových verziách hráča
  - vývojové prostredie Microsoft Visual C++, nakoľko je dostatočne blízke všetkým členom tímu a použil ho aj tím 4 na
  - na neurčitost' by sme sa mali pozerat' skôr z logickej stránky (prihrávka niekde do blízkosti spoluhráča) ako ju striktno matematicky počítať

### Zameranie členov v tíme

- Rado Otipka – oblasť základných schopností hráča
  - identifikovať čo najviac základných schopností
  - definovať ich vstupy a výstupy z vnútorného sveta hráča, ich vzťahy k vyšším schopnostiam
- Jožo Drgoňa – oblasť dynamických rolí hráčov v tíme
  - zistiť, ako k problematike pristupujú tímy v zahraničí
- Rado Kostelník – oblasť vyšších schopností hráčov
  - navrhnuť pokiaľ možno čo najväčšie množstvo schopností
  - špecifikovať stromy prepojenia na nižšie schopnosti
  - zobrazit' stromy, identifikovať vstupy informácií, spôsob ohodnocovania situácií
- Tono Weissensteiner
  - analýza a zdokonalenie schopností existujúcich hráčov tímu číslo 4;
  - možnosť využitia neurónových sietí pri ohodnocovaní situácie (evolučné algoritmy na zdokonaľovanie hráča)
- Martin Spál – oblasť vyšších stratégií a štýlu hry
  - analyzovať aj stratégie a štýly mužstiev v reálnom futbale
- Roman Kubaščík
  - zdokonaľovanie modelu sveta a jeho zobrazovanie,
  - analýza a zhodnotenie programátorského štýlu predchádzajúceho tímu

**Úlohy do ďalšieho stretnutia**

- ❑ upraviť projektový plán podľa pripomienok (zodpovedný Rado Kostelník)
- ❑ uviesť pripomienky na šablónu dokumentácie (vyjadriť by sa mal každý, za rozoslanie šablóny a zapracovanie pripomienok zodpovedný Jožo)
- ❑ vypracovať dokument analýzy v rozsahu 3 až 4 strán (každý, podľa svojho zamerania)

**Poznámky**

- ❑ zápisy zo stretnutí by sa mali objaviť na pavučinovej prezentácii už na druhý deň
- ❑ strany v dokumentácii môžeme číslovať podľa čísla príslušnej časti dokumentácie resp. označenia prílohy, vždy od 1 pre každú novú sekciu
- ❑ pokračovať aj v zápisoch neformálnych stretnutí
- ❑ v dokumentácii k riadeniu projektu môžeme zhodnotiť tímovú komunikáciu, hlavne z pohľadu efektivity použitých komunikačných prostriedkov pri riešení úloh
- ❑ správu o práci na projekte počas týždňa je vhodné doniesť na stretnutie vytlačenú
- ❑ v tohoročnej fakultnej RoboCup-ovej lige sa budú brať do úvahy aj obmedzené množstvo energie a off-side

## Zápis zo stretnutia č. 4

**Dátum:** 31.10.2001

**Miestnosť:** Softvérové štúdio, FEI STU

**Prítomní:**

**Autor:** Rado Kostelník

**Pedagóg:** Ing. Ivan Kapustík

**Členovia tímu:** Bc. Jozef Drgoňa, Bc. Radovan Kostelník, Bc. Roman Kubaščík, Bc. Radoslav Otipka, Bc. Anton Weissensteiner, Bc. Martin Spál

### Téma stretnutia

Analýza problémových oblastí

### Úlohy z minulého stretnutia

- zapracovanie zmien do plánu projektu - zodpovedný Rado Kostelník - splnené
- vytvorenie šablóny výslednej dokumentácie - zodpovedný Jožo Drgoňa - splnené (pozri pripomienky k šablóne v časti Pripomienky)

### Pripomienky

- doplniť prílohy k zápisom na webe
- šablóna výslednej dokumentácie - Tónove pripomienky
- formát bibliografických odkazov
- formát popiskov k obrázkom

### Opis stretnutia

- Tono prezentoval svoju verziu štruktúry výslednej dokumentácie
  - Dohodlo sa, že obsah bude číslovaný rímskymi číslicami, ostatné časti budú mať formát čísla Heading 1 - číslo strany v kapitole
  - Použité pramene - formát odkazu bude [AutorRok], a budú zoradené podľa abecedy
  - Tonove pripomienky k štruktúre:
    - Prehodiť zadanie do časti Projektová dokumentácia
  - Pripomienky p. Kapustíka
    - do časti 2.3 vložiť úplne na začiatok Architektonický návrh
    - používateľská príručka - zmena názvu na Referenčnú príručku, ktorá bude obsahovať vlastnosti produktu, ktoré časti fungujú, čo je otestované
- Tímová stránka
  - pripomienky k stránke
    - doplniť linky na Tím 4 2000/2001, na stránku p. Kapustíka, Doxygen
    - do časti Na stiahnutie doplniť všetky free veci (soccerserver, soccermonitor), takisto produkty Tímu z minulého roku (Player ver 52, 2.11)
    - časť na stiahnutie prípadne rozčleniť na časti Dokumentácia, Nástroje, Produkty
    - Do časti Úlohy doplniť linky na dokumenty, plán projektu

- V úlohách doplniť dátum ukončenia úlohy, aktuálny stav, dokumenty a medziprodukty, ktoré sa k danej úlohe viažu
- Ďalej nasledovala analýza jednotlivých pridelených častí, ktorej podrobný opis je v nasledujúcej časti

## Analýza

- Mat'o Spál
  - oblasť analýzy: analýza vyšších stratégií hráča
    - vychádzal z dokumentácie Tímu č.4
    - Návrh systémov tímov 4A a 4B
    - Zimný semester - žiadne vyššie stratégie v návrhu, je treba zistiť, čo z nich Tím 4 implementoval
    - Letný semester
      - Formácie hráčov (Formation Data a Formation Skills)
      - Dynamická zmena formácie
    - navrhuje zamerať sa na zlepšenie schopností brankára (chytanie lopty, nahrávky spoluhráčom)
    - vylepšenie funkcií obrancov - obsadzovanie protihráčov
    - analyzoval aj info o reálnom futbale - dá sa využiť napr. pri návrhu vedenia lopty
- Rado Otipka
  - analyzoval čínsky tím z roku 2001
    - stanovili si podmienky: lopta musí byť v každom cykle v kickable area hráča a súčasne nesmie byť v kickable area protihráča
    - prihrávky: pomocou A\* algoritmu prehľadávali strom možností odkopávania lopty
    - predpovede pohybu hráčov
  - analýza základných schopností hráčov
    - hrubý návrh postupnosti voľby akcií
    - delenie akcií do tried - 1. jednoduché (Kick, Dash), 2. vyžadujúce postupnosť akcií
    - ohodnotenie situácie
  - Pripomienky p. Kapustíka
    - treba si dávať pozor na ohodnotenie situácie
    - minimálne 2 vstupy do rozhodovania o ďalšej akcii - 1. priame vnemy - vizuálna informácia, 2. vyšší zámer
    - určenie kritickej podmienky na prerušenie alebo ukončenie vyššieho plánu
- Roman Kubaščík
  - analyzoval tím FC Portugal - novinky, ktoré zaviedol tento tím
    - rozhodovacie stromy (vyššie stratégie)
    - rozlišovanie medzi strategickými a útočnými pozíciami
    - typy správania hráčov
      - má loptu,
      - snaží sa ju získať
      - ...
    - dynamické pridelovanie roly
    - zmena niektorých nízkoúrovňových funkcií oproti CMUnited

- modelovanie súpera - NS, strojové učenie
  - programátorský štýl tímu č.4
    - Poznámka: dôležitá je najmä čitateľnosť programov
    - nemali autorstvo modulov
  - model sveta
    - statické a dynamické objekty
    - časová značka pre objekty
      - Pozn.: vek informácie pre každý objekt, uvažovať neurčitost'
- Jožo Drgoňa
  - dynamické zmeny stratégií
    - mínajúca sa stamina -> zmena role
    - centralizované vs. decentralizované informácie
    - prepínanie rolí v závislosti od skóre a času, novšie tímy používajú rozhodovacie stromy s viacerými faktormi
  - formácie
    - útočný - obranný mód
      - role hráča v závislosti od blízkosti k lopte
    - locker-room agreement
      - riešenie situácií dead-ball
- Tono Weissensteiner
  - analýza - sledovanie lopty
    - nevidené objekty - zvyšovanie miesty neistoty - dá sa predpokladať, že hráč nezmení prudko svoj pohyb - viem jeho približnú pozíciu
    - aplikovanie NS - ohodnotenie protihráčov
    - Pozn.:
      - dynamický koeficient učenia (zmena počas hry)
      - dynamické prispôbovanie view-angle
      - zahrnúť zmenu view-angle do plánovň
  - vytvorenie tímového manažéra
    - spúšťanie hráčov
    - vizualizácia z jedného miesta
    - možnosť spätne analyzovať vnútorný model sveta hráčov
- Rado Kostelník
  - kolektívne schopnosti hráčov
    - predpokladajú dobre zvládnuté základné a nižšie schopnosti - beh na určené miesto, beh s loptou, nahrávky
    - na mikroúrovni
      - situácie s pár hráčmi - rozhodovanie o nasledujúcej akcii pomocou rozhodovacieho stromu
      - reaktívne správanie - ide hlavne o rýchlosť rozhodnutia
    - na vyššej úrovni
      - podobne ako mikroúroveň, beriem však do úvahy plán
    - najvyššia úroveň
      - berie sa do úvahy tímová stratégia
        - napr. vedenie útoku po strede alebo po kraji
      - tímové formácie
  - pripomienky
    - viac rozvíť rozhodovacie stromy

- brať do úvahy viac možností ako ÁNO-NIE
- parametrizované predikáty (napr. tímová stratégia)
- uvažovať rolu hráča počas celého rozhodovania, polohu lopty pred a za hráčom
- uvažovať aj alternatívy, ktoré nemusia hrať úlohu

### Úlohy

- napísať dokument k svojej časti Analýzy a špecifikácie (všetci) a priniesť ho na budúce stretnutie 6.11.2001
- web (Rado Kostelník)
  - doplniť autora zápisu do zápisov zo stretnutí
- napísať pridelenú časť úvodnej dokumentácie podľa rozdelenia
  - Rado Kostelník - Úvod
  - Tono Weissensteiner - O Robocupe
  - Maťo Spál - O riešiteľskom tíme
  - Roman Kubaščík - Projektová dokumentácia
- Programátorský štýl - dlhodobá úloha
  - vytvoriť systém popisu modulov (autor, zmeny, obsah, ...)
  - zaviesť DOxygen od začiatku
  - odsadzovanie, zátvorky - jednotná forma

### Poznámky

- každý dokument (aj medziprodukt) by mal mať v hlavičke minimálne autora, prípadne iné údaje (dátum vzniku, poslednej modifikácie)
- Preštudovať si úlohy online a offline coach-ov:
  - off-line coach môže prerušiť hru, dodať energiu
  - on-line coach môže kričať na hráčov (len raz za 300 cyklov, s oneskorením 50 cyklov)
- jedným z cieľov nášho projektu by malo byť vylepšenie hry vo formáciách - meniť pozíciu zadnej línie, stavať sa do dobrej pozície (aj mimo strategických)
- čitateľnosť programov je veľmi dôležitá

## Zápis zo stretnutia č. 5

**Dátum:** 6. 11. 2001

**Miestnosť:** Softvérové štúdio

**Prítomní:**

**Autor:** Bc. Jozef Drgoňa

**Pedagóg:** Ing. Ivan Kapustík

**Členovia tímu:** Bc. Jozef Drgoňa, Bc. Radovan Kostelník, Bc. Roman Kubaščík,  
Bc. Radoslav Otipka, Bc. Anton Weissensteiner, Bc. Martin Spál

### Téma stretnutia

Analýza problému, špecifikácia požiadaviek a hrubý návrh riešenia.

### Úlohy z minulého stretnutia

- napísať dokument k svojej časti Analýzy a špecifikácie (všetci) a priniesť ho na budúce stretnutie 6.11.2001 - splnené
- web (Rado Kostelník)
  - doplniť autora zápisu do zápisov zo stretnutí - splnené
- napísať pridelenú časť úvodnej dokumentácie podľa rozdelenia
  - Rado Kostelník - Úvod - splnené
  - Tono Weissensteiner - O Robocupe - splnené
  - Maťo Spál - O riešiteľskom tíme - splnené
  - Roman Kubaščík - Projektová dokumentácia – splnené
  - Radoslav Otipka – História Robocup-u na Fakulte – splnené
  - Jozef Drgoňa – Zadanie projektu, Úprava šablóny, Úprava štruktúry dokumentácie – splnené

### Opis stretnutia

- Pán Ing. Kapustík nám odporučil prečítať dokumentáciu, ktorej autor je Millind Tanbe. Tento dokument získal ocenenie za prínos do problematiky RoboCup. Linka na stránku s daným dokumentom sa nachádza v zozname liniek.
- Taktiež pán Kapustík priniesol časopis AI magazine, ktorého niektoré čísla sa venovali problematike RoboCup.
  - Opis základných zručností
    - Bránenie
      - Aktívne
      - Pasívne
      - Pomocne
    - Útok
      - Aktívny
      - Pasívny
      - Pomocný
  - Automated coach
  - Celkove štatistické výsledky tímov

V ďalšej časti každý z členov tímu prezentoval svoju prácu, na dokumentácii počas minulého týždňa:

- Radoslav Otipka
  - Vypracoval úvod o histórii RoboCupu na našej fakulte
  - Do dokumentácie pridal časti z prezentácie nachádzajúcej sa na stránke p. Kapustíka
    - Správanie sa hráča
    - Ciele, schopnosti, znalosti,
    - Tímová stratégia
  - Prezentoval návrh nových základných činností agenta
    - Zmena uhlu pohľadu od konkrétnej situácie
    - Otáčanie hlavy slúžiace na obnovenie informácie vo vnútornom modeli sveta
    - Premiestnenie hráča z ofsajdu
    - Prihrávka
      - Prihrávka po čiare
      - Prihrávka domov
  - V dokumentácii zhodnotil prácu tímu 4 z minulého roka(čo vytvoril, čo sa nepodarilo implementovať)
  - Analyzoval základné schopnosti hráča
- Jozef Drgoňa
  - Opisoval dynamické pridelovanie úloh agentom
  - Zdôvodnil potrebu dynamického pridelovania úloh
    - Šetrenie staminy
    - Lepšie pokrytie ihriska
    - Redukcia komplexnosti vnímaných informácií
  - Načrtol problém s mierou znalosti hráča o konaní ostatných hráčov
    - Čím väčšia znalosť, tým menšia nutnosť hlasovej komunikácie
  - Opísal spôsob prepínania úloh v reálnom čase
    - Závislé od skóre, pozície lopty a pod.
  - Vymenoval možné úlohy hráčov v závislosti od módu v ktorom tím hrá
    - Brankár, obranca, strednopoliar, útočník
  - Prezentoval blokovú štruktúru systému hráča
- Rado Kostelnik
  - Analyzoval futbalový tím Portugalcov
    - Spomenul stratégiu umiestňovania hráčov použitú v tomto tíme (Situation based position strategy)
    - Tento tím ma 9 typov hráča pre každú formáciu
  - Vymenoval základné schopnosti, ktoré bude potrebovať pri uplatňovaní stratégie
  - Doplnil rozhodovacie stromy, ktoré prezentoval minulý týždeň
    - Stromy už nie sú binárne
  - Vo vyššej úrovni je potrebné vytvorenie plánovania, ktoré bude zohľadňovať extrapoláciu do budúcnosti
- Tono Weissensteiner
  - Popísal motiváciu súťaže RoboCup



- Analyzoval sledovanie lopty v závislosti od situácii na ihrisku
  - Neurónové siete sa môžu použiť na vylepšenie existujúceho systému
  - Vo vnútornom modeli treba zabezpečiť spôsob predikcie. Treba nájsť analytické vzťahy na zlepšenie predikcie.
  - Schopnosti hráčov redukujú priestor optimálnych stratégií, z ktorých sa dá vyberať.
  - Známkové učenie je vhodné na tréning agentov.
  - Analyzoval použitie neurónových sietí na predikciu polohy hráča. Agent sa musí snažiť udržať si informáciu o čísle hráča vtedy, ak je od neho tak ďaleko, keď nevidí na jeho dres
- Roman Kubaščík
    - Popísal notácie použité v dokumentoch.
    - Bude sa používať notifikácia UML.
  - Martin Spál
    - Z dôvodu choroby nebol prítomný, ale poslal dokumentáciu o pôvode názvu nášho tímu.

## Úlohy

- Všetci
  - podoplňovať dokumentáciu v závislosti od pripomienok a požiadaviek na stránke p. Bielikovej.
  - zo svojich dokumentov vypísať body, ktoré budú slúžiť na vytvorenie špecifikácie
- Jozef Drgoňa
  - integrácia dokumentov do celku a rozposlať ostatným
  - vytvoriť preberací protokol