

تیم شبیه سازی فوتبال دو بعدی هیروستیکس (هدف) هوش فردی در قالب تفکر تیمی ، تفکر تیمی در خدمت شبیه سازی هوشمند

مسعود آموزگار، دانیال خشابی، حسین گاوگانی پور، هادی اصغری مقدم، سعید نجد محتشم
و مجتبی خلیجی
آموزش و پرورش استان آذربایجان شرقی

چکیده: در این مقاله توصیف عملکرد تیم روبوکاپ دانش آموزی هدف ارائه خواهد شد. در این تیم سعی شده است با استفاده از قوانین کلی ساده برای تصمیم گیری بازیکنان و ایجاد رفتار فردی صحیح، رفتار تیمی درست به دست آید. برای حصول به این نتیجه، مهارت های فردی بازیکنان نیز باید در سطحی باشد که بتواند در خدمت رفتار تیمی قرار گیرد. ایده های استراتژیک اصلی و مهارت های فردی لازم برای آنها شرح داده خواهند شد. نحوه پیاده سازی این ایده ها و مهارت ها مورد بحث قرار می گیرد.

واژه های کلیدی: شبیه سازی دوبعدی فوتبال، استراتژی تیمی، مهارت های فردی، دفاع، حمله.

۱- مقدمه

مسابقات دانش آموزی روبوکاپ می توانند بستر مناسبی برای عرضه ایده های نو در زمینه سیستم های هوشمند^۱ و سیستم های چندعاملی^۲ باشند. هدف در این مسابقات، بیش از آن که پیاده سازی ایده های پیچیده باشد، یافتن ایده های نو و در عین حال ساده است که می توانند راه های ساده تری برای مسائل شناخته شده بیابند. تیم شبیه سازی فوتبال دوبعدی هدف با ایده اصلی نگاه ساده به مسأله شبیه سازی فوتبال نزدیک می شود. روش های متعددی برای ایجاد رفتارهای پیچیده در بازیکنان فوتبال شبیه سازی شده پیشنهاد شده اند. بسیاری از این روش ها در سال های گذشته با کسب موفقیت در مسابقات جهانی روبوکاپ، کارآمدی خود را نشان داده اند. این روش ها عمدتاً بر پایه مفاهیم پیشرفته ی علوم مهندسی کنترل و مهندسی کامپیوتر بنا شده اند.

¹ Intelligent Systems

² Multi-Agent Systems (MAS)

در مقابل، تیم هدف سعی می‌کند با نگاه ساده به مسأله‌ی شبیه‌سازی فوتبال دوبعدی، قوانین کلی حاکم بر رفتار بازیکنان را به گونه‌ای تعیین کند که در نهایت، بازیکنان رفتار تیمی درستی از خود نشان دهند. سادگی این قوانین و کلی بودن آنها، مشخص‌ترین جنبه‌ی آنها می‌باشد.

برای آن که رفتارهای کلی تیمی، درست اجرا شوند، نیاز به بعضی مهارت‌های فردی نیز هست. تیم هدف با در نظر گرفتن مهارت‌های لازم برای اجرای استراتژی تیمی، به بسط این مهارت‌ها می‌پردازد.

این مقاله به صورت زیر تقسیم‌بندی شده است: در بخش دوم، ساختار کلی تیم از نظر دفاعی و هجومی مورد بررسی قرار می‌گیرد. در بخش سوم، مهارت‌های فردی مورد بحث قرار می‌گیرند. بخش چهارم به نتیجه‌گیری می‌پردازد.

۲- تفکر و ساختار کلی تیم

در این بخش به طور خلاصه به ساختار کلی تیم در حالت‌های دفاعی و هجومی و نحوه‌ی تفکر تیمی در این ساختارها می‌پردازیم.

در شبیه‌سازی فوتبال دوبعدی (همانند فوتبال واقعی) اهداف و ساختار اصلی تیم باید بر اساسی صحیح قرار گیرد، چرا که در صورت ضعف در ساختار تیم حتی تکنیک‌ها و توانایی‌های فردی بازیکنان نیز نمی‌توانند اشتباهات تیمی را جبران کنند. هوشمندی و سرعت تیمی می‌توانند حلال بسیاری از مشکلات تکنیکی نیز باشند.

این هوشمندی در هر لحظه تابع اندیشه‌ای کلی و انعطاف‌پذیر است که خود آن نیز تابع جریان بازی است. اگر هر بازیکن به صورت فردی در هر حالت کار درست را در چارچوب این اندیشه‌ی کلی انجام دهد، تیم نیز رفتار صحیحی خواهد داشت. اجرای این رفتار صحیح، نیازمند به فضا و زمان است. سرعت عمل و انتقال بازیکنان خودی می‌تواند این فضا و زمان را از بازیکنان حریف گرفته، در اختیار تیم خودی قرار دهد.

۲-۱- ساختار دفاعی

در تفکر کلی این تیم، دفاع موفق، مقدمه‌ای بر هجوم موفق است. اگر تیمی نگاهی صحیح به دفاع داشته باشد، می‌تواند اندیشه‌های هجومی خود را نیز با امنیت بیشتری دنبال کند، پس دفاع باید به گونه‌ای طراحی شود که برای اجرای اندیشه‌های هجومی تیم نیز مناسب باشد. در این تیم وظیفه‌ی سنگین‌تری بر عهده‌ی مدافعان گذاشته شده است تا مدافعان بتوانند گرداندگان اصلی بازی باشند. به همین منظور، بهترین تکنیک‌ها برای مدافعان تیم طراحی شده‌اند.

ساختار دفاعی این تیم بیشتر بر مبنای میزان امنیت توپ بنا شده است. در صورت کاهش یا افزایش امنیت توپ نحوه‌ی عملکرد مدافعان تیم نیز تغییر خواهد کرد. البته مدافعان در همه‌ی حالات هدف ثابتی را دنبال می‌کنند و رفتارشان تابعی از موقعیت آنها نیست. هدف و اندیشه‌ی کلی مدافعان در دو حالت قابل بررسی است:

۲-۱-۱- مهاجمان حریف صاحب توپ

برای دفاع در مقابل مهاجمان حریف، باید ابتدا تعریفی مناسب از آنان داشت. باید دقت داشت که تعریفی نامناسب از مهاجمان حریف، مشکلاتی برای مدافعان تیم ایجاد می‌کند. مدافعان بر مبنای تعریف مهاجمان حریف، با شناسایی موقعیت بازی، عکس‌العمل صحیح را نشان خواهند داد. در این حالت، ابتدا مدافعان سعی می‌کنند با تشخیص نوع حمله‌ی حریف (ضد حمله، حمله از کنار، حمله از مرکز و ...) خود را به بهترین مکان نسبت به توپ برسانند. در استراتژی تیم هدف به هریک از مدافعان وظیفه‌ای خاص داده شده است. به عنوان مثال، تحت فشار قرار دادن مهاجمان حریف در صورت هجوم حریف از کنار در دستور کار مدافعان کناری قرار دارد. بنابراین، موقعیت قرارگیری بازیکن برای دفاع، لزوماً نزدیک‌ترین نقطه به توپ نخواهد بود.

چینش دفاعی این تیم به صورت ۲-۴-۴ است زیرا چهار تا شش مدافع کارآمد برای پوشش مناسب همه‌ی مهاجمان حریف کافی است. ضمناً این چینش به چینش هجومی تیم (۳-۳-۴) نیز نزدیک بوده، رفتن از حالت دفاع به حالت هجوم را آسان‌تر می‌کند.

در ساختار دفاعی تیم هدف، برای جلوگیری از حملات حریف، سعی شده است که مدافعان تیم، حتی در زمانی که تیم در حال هجوم است، موقعیت مهاجمان حریف تحت نظر قرار گیرد.

روشی که برای هماهنگی دفاع تیم به کار گرفته شده است، روش دفاع پویا است. در این روش در حالی که مدافع، وظیفه‌ی خود را انجام می‌دهد، مطابقت با ساختار کلی دفاع و کل تیم را نیز رعایت می‌کند. بدین گونه که در هر لحظه سعی می‌کند تشخیص دهد که اگر کاری را انجام دهد آیا تداخل وظیفه‌ای پیش خواهد آمد و آیا این کار به نفع تیم است یا خیر؟ آنچه این روش را از روش‌های دیگر متمایز می‌کند انعطاف‌پذیری و هوشمندی آن نسبت به موقعیت‌های مختلف است. از جمله مزیت‌های دیگر این گونه دفاع، صرفه‌جویی در مصرف توان^۳ بازیکن است، زیرا مدافع، تنها در صورت لزوم از خود رفتار دفاعی نشان می‌دهد. در دفاع پویا هر بازیکنی کار بعدی خود را با استفاده از اطلاعات محیطی، از بین کارهایی که مجاز است انجام دهد، انتخاب می‌کند. نمونه‌هایی از این واکنش‌ها می‌تواند تحت فشار قرار دادن بازیکن صاحب توپ، تحت فشار قرار دادن بازیکن بدون توپی که خطرناک است، ایستادن در جلوی دروازه و یا تکل توپ باشد.

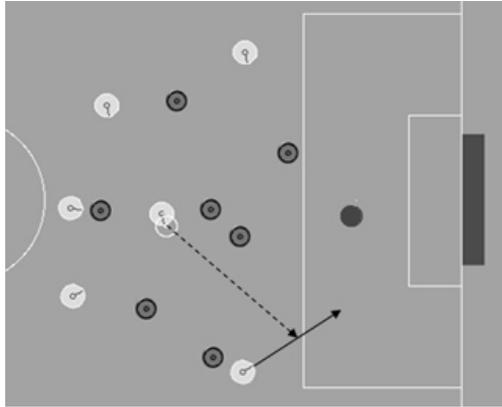
۲-۱-۲- مدافعان خودی صاحب توپ

همان‌گونه که قبلاً ذکر شد، ساختار دفاعی این تیم بیشتر بر مبنای میزان امنیت توپ بنا شده است. این امر در حالت با توپ نیز صادق است، یعنی اگر مدافع احساس خطر نکند، تا جایی که ممکن است می‌تواند صاحب توپ بماند (یعنی میتواند توپ را حرکت دهد یا هر چند لحظه نگاهی عمیق به اطراف خود داشته باشد) و سپس بهترین کاری را که طبق ساختار تصمیم‌گیری مجاز باشد، انجام دهد. این کار می‌تواند منطبق با استراتژی هجومی و نقطه‌ی آغاز یک حمله باشد. اگر مدافع احساس خطر کند، مطمئناً تعداد انتخاب‌هایش محدودتر خواهد شد اما این امر نباید به کاهش بازده عملکرد مدافعان بینجامد زیرا در اکثر مواردی که مدافعان صاحب توپ هستند در چنین موقعیتی قرار می‌گیرند. در چنین مواقعی سرعت و دقت بالای فیلتر تصمیم‌گیری چاره ساز خواهد بود. برای رسیدن به این هدف نوعی ساختار تصمیم‌گیری برای انتخاب بهترین هم‌تیمی برای پاس ارائه شده است. در این ساختار فیلترینگ پاس، هر مدافع پاس‌دهنده حداقل یک مرحله بعد از دادن پاس را نیز پیش‌بینی می‌کند. در این روش که Let-Pass نام دارد، هر بازیکن اجازه دارد هم‌تیمی خود را برای پاس از میان لیستی که به وی داده شده است انتخاب کند. ممکن است در بعضی لحظات بازی هیچ‌یک از بازیکنان موجود در لیست، شرایط دریافت پاس را نداشته باشد. در این صورت مدافع انتخاب‌های دیگری نیز دارد، از جمله اقدام به پشت سر گذاشتن مهاجمان حریف یا شوت کردن توپ به یک ناحیه‌ی هجومی.

۲-۲- ساختار هجومی

هدف اصلی استراتژی هجومی تیم، رساندن توپ از دفاع به مهاجمان کنار و یا نوک و نفوذ از میان شکاف‌های دفاع حریف و سپس رد و بدل کردن پاس‌هایی با ساختار تصمیم‌گیری مناسب و رساندن توپ به بهترین بازیکن و در نهایت رسیدن به گل می‌باشد که در این بخش در مورد هر یک به طور کامل شرح خواهیم داد.

³ Stamina

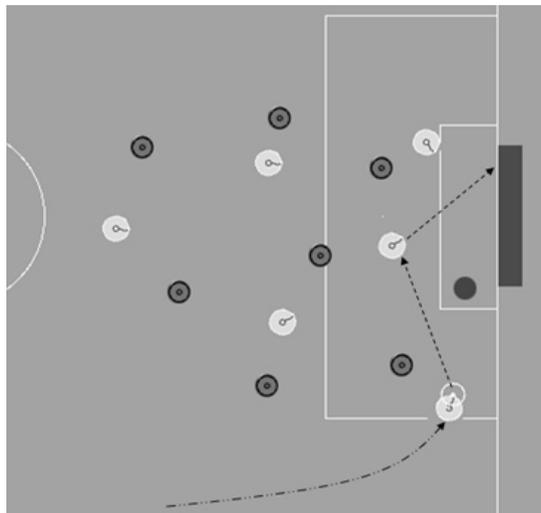


شکل ۱- نحوه‌ی پاس دادن مدافعان به مهاجمان برای شروع یک نفوذ از کنار

از جمله ابزارهای مورد نیاز در طراحی حملات، فرار از تله‌ی آفساید حریف است. برای نفوذهای عمقی لازم است مهاجمان تا حد امکان در پشت دفاع حریف صاحب توپ شوند تا فضای بیشتری برای عمل داشته باشند.

از تکنیک‌های دیگر مورد نیاز، تکنیک Smart Dribbling است به این معنی که بازیکن مهاجمی که برای مثال در نزدیکی‌های محوطه‌ی جریمه‌ی حریف، صاحب توپ شده، باید توپ را طوری حفظ کند که بقیه‌ی هم‌تیمی‌ها به وضعیت مطلوب برسند و یا اگر خود در موقعیت گل است، خود را به بهترین حالت نسبت به دروازه‌ی حریف برساند و اگر لازم باشد حتی بازیکنان حریف را نیز پشت سر بگذارد.

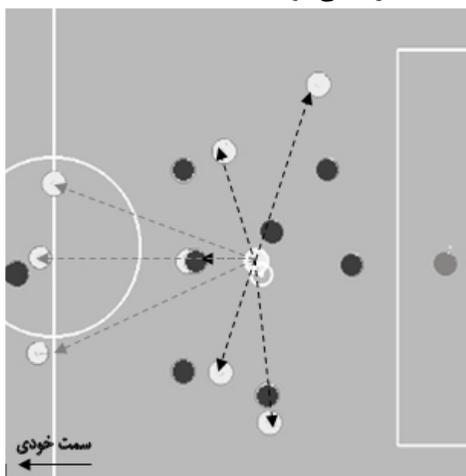
پاس‌هایی که در حمله بین مهاجمین رد و بدل می شود نیز باید دقت و بازدهی بالایی داشته باشند، زیرا اگر تعداد پاس‌های کوتاه یا بلند سالم داده شده تا رسیدن توپ به بازیکن مورد نظر در استراتژی حمله کم باشد، رسیدن به گل نیز با احتمال بالایی، موفقیت‌آمیز خواهد بود. در این حالت نیز از روش Let-Pass برای انتخاب هم‌تیمی‌ها برای پاس استفاده شده است. همانطور که گفتیم ممکن است در روش Let-Pass هیچ بازیکنی مناسب پاس تشخیص داده نشود، به همین دلیل اعمال دیگری نیز در اختیار مهاجمین قرار داده شده است، از جمله ادامه به Smart Dribbling یا شوت به دروازه‌ی حریف و در نهایت پاس به نقطه یا بازیکنی معین.



شکل ۲- نحوه‌ی رد و بدل کردن پاس‌هایی با ساختار تصمیم‌گیری مناسب و رساندن توپ به بازیکنی که در موقعیت گل قرار دارد

۳- هوشمندی فردی

در این بخش توضیحاتی در مورد تکنیک‌های فردی که به کار رفته‌اند و همین طور تکنیک‌هایی که به هر شکل در طراحی آنها مشکلاتی وجود داشته است، ارائه می‌شود.



شکل ۳- ساختار Let-Pass

```
case 4: l[0]=OBJECT_TEAMMATE_8;  
l[1]=OBJECT_TEAMMATE_9;  
l[2]=OBJECT_TEAMMATE_7;  
l[3]=OBJECT_TEAMMATE_6;  
l[4]=OBJECT_TEAMMATE_11;  
myHPTKT[0]=OBJECT_TEAMMATE_5;  
myHPTKT[1]=OBJECT_TEAMMATE_10;  
myHPTKT[2]=OBJECT_TEAMMATE_2;
```

شکل ۴- ساختار Let-Pass برای بازیکن شماره ۴

۳-۱- پاس

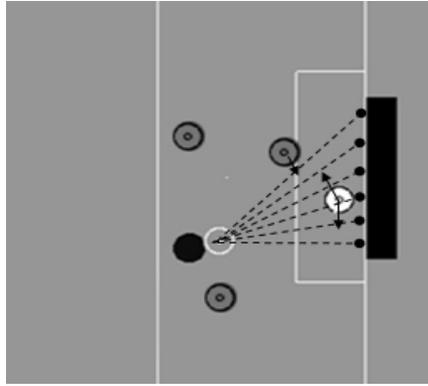
برای انتخاب بازیکنی برای پاس، چندین مرحله طی می‌شوند:

۳-۱-۱- اولویت‌بندی بازیکنان مناسب برای پاس (Let-Pass)

در این ساختار برای هر بازیکن از تیم خودی، لیستی از بازیکنان احتمالی مناسب که بر اساس شرایط استراتژیک و جایگاه هر یک از بازیکنان در زمین بازی، مرتب‌سازی و اولویت‌بندی شده‌اند، تشکیل می‌شود. این اولویت‌بندی هم از جهت کاهش زمان محاسبه مفید است و هم اینکه به پاس‌های تیم، ساختاری هدفمند می‌بخشد. شکل ۴ مثالی از این ساختار تصمیم‌گیری را برای بازیکن شماره ۴ نشان می‌دهد. بازیکن شماره ۴ در حالت معمولی می‌تواند به یکی از بازیکنان هم تیمی ۸، ۹، ۷، ۶ و یا ۱۱ پاس دهد. این بازیکنان بر حسب اولویت برای بازیکن شماره ۴ چیده شده‌اند. همچنین این بازیکن می‌تواند در شرایط سخت (شرایطی که هیچ یک از بازیکنان فوق شایسته‌ی پاس نباشند)، هم تیمی‌های دیگری را که مثلاً برای بازیکن شماره ۴، شماره‌های ۵، ۱۰ و ۲ هستند در نظر بگیرد.

۳-۱-۲- بررسی شرایط یک بازیکن بر حسب شرایط محیطی

بعد از مرتب‌سازی بازیکنان مناسب احتمالی، نوبت به بررسی شرایط آنها می‌رسد. بررسی شرایط یک بازیکن (filtering) رابطه‌ی نظیر به نظیری با شرایط حضور بازیکنان حریف در کنار بازیکن مورد نظر دارد. بدین گونه با محاسباتی که در این قسمت انجام می‌شود، شرایط مناسب یا نامناسب هر بازیکن جهت دریافت پاس تعیین می‌شود. پس از یافتن دریافت‌کننده‌ی مناسب، عمل پاس انجام می‌شود.



شکل ۵- تعیین بهترین نقطه برای شوت؛ با محاسباتی که بازیکن صاحب توپ بر روی محل مدافعین حریف و همچنین برد واکنشی دروازه‌بان حریف انجام می‌دهد، اول به این سؤال پاسخ می‌دهد که آیا این شوت گل خواهد شد یا نه و سپس در صورت جواب مثبت، بهترین مکان را برای شوت زدن انتخاب می‌کند.

۳-۲- بررسی شرایط برای باز کردن دروازه

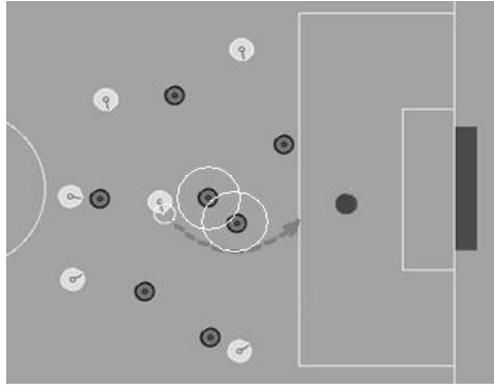
در این ساختار، تعداد محدودی از نقاط روی خط دروازه در نظر گرفته شده، شرایط ضربه زدن به سمت هر کدام از آنها بررسی می‌شود. بدیهی است که این بررسی به شرایط نزدیک‌ترین بازیکنان حریف و توانایی هر کدام از آنان در دسترسی به توپ بستگی دارد. برای مثال، باید قابلیت catch دروازه‌بان حریف و یا امکان دسترسی سایر بازیکنان حریف به توپ یا ایجاد تغییر در مسیر آن را در نظر گرفت که بر این اساس، وضعیت هر یک از نقاط در نظر گرفته شده محاسبه شده، در نهایت تصمیم نهایی مربوط به زدن ضربه به سمت دروازه (با بهترین شرایط) اتخاذ می‌شود.

۳-۳- Smart Dribbling

تکنیک حفظ توپ از نقاط قدرت هر تیمی به حساب می‌آید و می‌تواند انجام یک هجوم سریع را راحت‌تر امکان‌پذیر سازد. در ساختار تصمیم‌گیری هریک از بازیکنان تیم هدف، حرکت پا به توپ یکی از اولین راه‌ها و یا واکنش‌هایی است که بازیکن در موقعیت‌های مختلف از خود نشان می‌دهد. در واقع Smart Dribbling فقط شامل حرکت پا به توپ نیست، بلکه شامل گروهی از اعمال است که به گونه‌ای هوشمندانه اجازه می‌دهند که بازیکن از بقیه‌ی توانایی‌های خود نیز در حفظ توپ و یا سالم رساندن توپ به بقیه‌ی هم‌تیمی‌ها استفاده کند.

از جمله اعمالی که در سبک Smart Dribbling می‌توان یافت، نحوه‌ی پشت سر گذاشتن بازیکنان حریف است. در این عمل، بازیکن سعی می‌کند تا با حرکتی سینوسی، بازیکن روبروی خود را دور زده، وی را پشت سر بگذارد. بازیکن زاویه و ناحیه‌ی این کار را نیز از روی موقعیت حریف تعیین می‌کند. برای مثال اگر بازیکن حریف از راست به سمت وی هجوم بیاورد، او این کار را از سمت چپ انجام خواهد داد. گفتنی است که بازیکنان هنگامی این کار را انجام می‌دهند که احساس کنند میزان خطر بالا رفته ولی هنوز می‌توانند حفظ توپ نمایند.

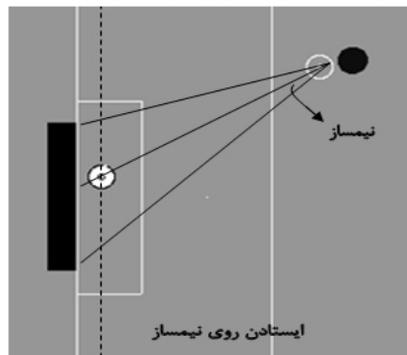
از دیگر اعمالی که Smart Dribbling در اختیار بازیکن قرار می‌دهد اجازه‌ی پاس دادن است. اجازه‌ی پاس، زمانی صادر می‌شود که بازیکن در موقعیتی سخت قرار بگیرد و در سبک اعمال خارج از Smart Dribbling نیز پاس دادن قرار نگرفته باشد. این کار آزادی عمل بیشتری به بازیکنان می‌دهد تا بتوانند راحت‌تر و سریع‌تر تصمیم‌گیری کنند. همچنین Smart Dribbling به بازیکنان متفاوت اجازه می‌دهد تا در موقعیت‌های مختلف و متناسب با وظیفه‌ای که دارند، توپ را با سرعت‌های متفاوت حمل کنند.



شکل ۶- نمونه‌ای از کارهایی که Smart Dribbling به بازیکنان اجازه می‌دهد تا انجام دهند، پشت سر گذاشتن بازیکنان حریف است که در اینجا نوع سینوسی آن را مشاهده می‌کنید.

۳-۴- عملکرد دروازه‌بان

به طور کلی و در حالتی که خطر خاصی دروازه را تهدید نمی‌کند، دروازه‌بان سعی می‌کند خود را روی خط نیمساز توپ و دروازه نگه دارد. بهترین شرایط دروازه‌بان برای تحت پوشش دادن فضاهای خالی دروازه قرار گرفتن روی این خط نیمساز است، زیرا فاصله‌ی هر نقطه روی خط نیمساز از دو ضلع زاویه برابر است. در شرایطی خاص، دروازه‌بان باید عملکردهای دیگری نیز از خود نشان دهد:



شکل ۷- نحوه‌ی جاگیری دروازه‌بان

۳-۴-۱- دروازه‌بان نسبت به سایر بازیکنان به توپ نزدیک‌تر باشد

در این حالت، دروازه‌بان با حداکثر سرعت به سمت نزدیک‌ترین نقطه‌ای که می‌تواند خود را به توپ برساند خواهد رفت و در نهایت توپ را در صورت امکان catch خواهد کرد.

۳-۴-۲- توپ در دست دروازه‌بان

اگر توپ در دست دروازه‌بان باشد، باید بهترین بازیکن هم تیمی را جهت دادن پاس و شروع بازی انتخاب کند: این قسمت بسیار شبیه عمل پاس بازیکنان (Let-Pass) است. تفاوتی که دروازه‌بان در این مورد با سایر بازیکنان دارد این است که دروازه‌بان می‌تواند به مکان‌های گوناگونی در محوطه‌ی جریمه عمل teleport دهد. بنابراین در انتخاب بهترین هم‌تیمی برای پاس، نقاطی از محوطه‌ی جریمه را در نظر گرفته شده، بهترین وضعیت پاس در هر یک از این نقاط بدست آمده، از بین آنها بهترین نقطه انتخاب می‌شود. در نهایت، دروازه‌بان اقدام به teleport به مکان مورد نظر کرده، پاس داده خواهد شد.

۳-۴-۳- شرایط تک به تک

در صورتی که دروازه‌بان تشخیص بدهد که با مهاجمی تک به تک شده است، اقدام به دویدن با تمام سرعت به سمت توپ و روی نیمساز توپ و دروازه می‌کند تا بتواند فضای آزاد مهاجم حریف را سلب کرده، احتمال گل خوردن را کاهش دهد.

۴- نتیجه‌گیری

استراتژی دفاعی و هجومی تیم هدف مورد بررسی قرار گرفت. این تیم در مسابقات رابوکاپ دانش‌آموزی سال ۱۳۸۵ در تهران شرکت خواهد کرد. بدیهی است که توانایی و کارآمدی روش‌های مطرح‌شده در رویارویی با حریفانی که تفکرات مختلفی دارند، به خوبی آزموده می‌شود. اعضای تیم، تاکنون در جریان آماده‌سازی تیم، مسابقاتی با تیم‌های شرکت‌کننده در مسابقات رابوکاپی که تا به حال برگزار شده است، موفقیت بسیاری از ایده‌های خود را شاهد بوده‌اند.

مراجع

[1] R. de Boer and J. Kok, "The Incremental Development of a Synthetic Multi-Agent System: The UvA Trilearn 2001 Robotic Soccer Simulation Team", University of Amsterdam, 2002.