



دانشگاه اصفهان
دانشکده فنی - مهندسی
گروه کامپیوتر

نام پروژه:

ایجاد یک عامل تصمیم گیرنده ی فوتبالیست فازی

زبان: Fuzzy CLIPS

کامپایلر: FuzzyCLIPS6.04

استاد گرامی:

جناب آقای دکتر ناصر قاسم آقایی

تهیه کننده: محسن مؤمنی

پروژه ی درس: سیستم های خبره و مهندسی دانش

فهرست مطالب

۳	طرح اولیه پروژه
۴	استخراج دانش
۵	تعریف مجموعه‌های فازی
۹	تعریف قوانین فازی
۲۱	بررسی سازگاری قوانین و مطابقت آنها با تصمیم عاقلانه
۲۲	پیاده‌سازی دانش در fuzzyCLIPS
۲۷	ضمیمه - شکلی کلی طرح اولیه یک سیستم خبره

طرح اولیه‌ی پروژه

۱) هدف

در این پروژه سعی بر آن است که یک عامل تصمیم‌گیرنده‌ی فازی ساخته شود، که با دریافت شرایط محیطی بازی فوتبال، تصمیم مناسب را اتخاذ کند.

۲) مرور کلی

مسئله‌ی عامل‌های فوتبالیست مسئله‌ای است که در سالیان اخیر به شدت مورد توجه قرار گرفته است. برگزاری مسابقات رباتیک سالیانه، و اضافه شدن مسابقات شبیه‌سازی رباتیک، بحث را به سر مسئله‌ی اصلی برده است. چگونگی تصمیم‌گیری عامل در شرایط مختلفی که در یک بازی می‌تواند پیش‌آید. حل این مسئله نه تنها به خودی خود از اهمیت برخوردار است، بلکه می‌تواند رهگشای بسیاری مسائل دیگر درباره‌ی تصمیم‌گیری‌های بلادرنگ و هوشمندانه باشد. استفاده از منطق فازی در این زمینه رویکرد مناسبی است، که در صورتی که مورد توجه قرارگیرد، می‌تواند افق‌های گسترده‌تری را پیش روی ما بگشاید. در این پروژه با اعمال محدودیت‌های بسیار و مفروضات فراوان به ساخت عامل کوچکی که توانایی تصمیم‌گیری در زدن ضربه‌ی ایستگاهی را دارد، پرداخته‌ایم.

۳) طرح مسئله و راه‌حل

در اینجا مسئله‌ی تصمیم‌گیری ربات به این صورت مطرح می‌شود که ابتدا عامل نرم‌افزاری سؤالاتی درباره‌ی محیط از کاربر خود - که می‌تواند یک سیستم سخت‌افزاری، یک کاربر معمولی، سنسورها، یا هر چیز دیگری باشد - می‌پرسد و سپس با توجه به پاسخ‌هایی که دریافت می‌کند و از خلال مجموعه‌ی قوانینی که دارد، پاسخ مناسب را به کاربر می‌دهد، که :

اولاً- آیا در این موقعیت، پاس باید داد، یا اینکه مستقیماً به سمت دروازه شلیک کنیم.
ثانیاً- در صورت گرفتن هر یک از تصمیم‌گیری‌ها، ضربه‌ی وارده به توپ به منظور پاس یا شوت، با چه قدرتی باید صورت گیرد.

سیستم دیگر به تعیین زاویه‌ی پاس یا شوت نمی‌پردازد، زیرا زاویه‌ی پاس طبیعتاً همان زاویه‌ی میان کاربر با مناسب‌ترین بازیکن است و زاویه او با دروازه نیز، یکی از متغیرهای ورودی مسئله است، که طبعاً کاربر مقدار آن را می‌داند.

۴) زمان‌بندی طرح

تهیه پروپوزال	۸۴/۱۱/۲۷
استخراج دانش	۸۴/۱۱/۲۸ تا ۸۴/۱۲/۳
تعریف مجموعه‌های فازی	۸۴/۱۱/۳۰
تعریف قوانین فازی	۸۴/۱۲/۱ تا ۸۴/۱۲/۵
بررسی هماهنگی و عدم ناسازگاری قوانین	۸۴/۱۲/۴ تا ۸۴/۱۲/۷
پیاده‌سازی دانش در FuzzyCLIPS	۸۴/۱۱/۳۰ تا ۸۴/۱۲/۷
تهیه‌ی مستندات	۸۴/۱۲/۵ تا ۸۴/۱۲/۸
صورت‌بندی نهایی و اصلاحات	۸۴/۱۲/۸

استخراج دانش

(۱) مفروضات مسئله

❖ فضای دوبعدی

ما در اینجا فرض را بر این گرفته‌ایم که جریان بازی فوتبال ما در یک فضای دوبعدی انجام می‌شود. افزودن سومین بعد، در نظام تصمیم‌گیری کار را بسیار دشوار می‌کند، زیرا با افزوده شدن آن، عناصر مختلف بدن که توانایی کار با توپ را دارند مطرح می‌شود، فضای بازی و ارتفاع به عنوان متغیری تعیین کننده، وارد حیطه می‌شود. متغیری که در این بازی همسان دو بعد دیگر نیست و در جاهای مختلف تأثیرات متفاوتی را دارد. بدین لحاظ از وارد کردن بعد سوم، برای پرهیز از مشکل کردن مسئله، چشم پوشیده‌ایم.

❖ ضربات ایستگاهی

در اینجا فرض را بر آن گرفته‌ایم که تنها از عامل در هنگام زدن ضربات ایستگاهی سؤال می‌شود. این بدان معنی است که ما فرض کرده‌ایم توپ به شکل ثابت در جلوی عامل ما قرار دارد و عامل می‌تواند تصمیم بگیرد که پاس بدهد و یا شوت بزند. هر یک از این‌ها را با چه قدرتی انجام دهد. با به‌پیش کشیده شدن ضربات ایستگاهی، مفهوم دیوار دفاعی رخنمون می‌کند، که در اینجا آن را به عنوان یکی از عوامل محیطی وارد مسئله نموده‌ایم.

❖ مناسب‌ترین یار

یک فرض دیگر ما در اینجا این است که مناسب‌ترین یار از بین یاران همراه بازیکن ما قبلاً انتخاب شده و تنها او به عنوان گزینه‌ی درخور پاس‌دادن، علاوه بر امکان شلیک مستقیم توپ به طرف دروازه مطرح است. انتخاب مناسب‌ترین یار می‌تواند، توسط عامل هوشمند دیگر، یا توسط خود کاربر این سیستم تعیین گردد.

❖ محدودیت تعداد قوانین

درست است که با تعریف تعداد مقادیر متعدد برای متغیرها و داشتن متغیرهای زیاد درباره‌ی محیط، می‌توانیم قوانین را با دقت بیش‌تری تعیین کنیم و بدین لحاظ برنامه از موقعیت مناسب‌تری برخوردار شود، اما سه عامل باعث می‌شود که از چنین رویکردی احتراز کنیم. نخست آنکه با ازدیاد هر متغیر یا هر مقدار به یک متغیر تعداد قوانین به صورت توانی زیاد می‌شود، و بررسی هر یک از این قوانین تلاشی طاقت‌فرسا می‌طلبد. دوم آنکه به دلیل همین تعدد زیاد، پردازش کند می‌گردد و امکان تصمیم‌بلادرنگ محدود می‌شود. و سوم این که مدیریت چنین تعدادی از قوانین و تست عدم ناسازگاری آن‌ها وقتی به مراتب افزون‌تر طلب می‌کند و امکان بروز چنین خطاهایی در تصمیم‌گیری افزایشی چشم‌گیر می‌یابد. به همین دلیل سعی کردیم تا آنجا که ممکن است متغیرهای کم‌تری و برای هر یک مقادیر اندک‌تری را در این مجال تعریف کنیم.

۲) تعریف مجموعه‌های فازی

در مسئله‌ی خود از ۵ مجموعه‌ی فازی و یک متغیر **crisp** بهره گرفته‌ایم. متغیرهای فازی نشان‌دهنده‌ی فاصله‌ی بازیکن از دروازه‌ی حریف، زاویه‌ی او نسبت به مرکز دروازه، قطر دیوار دفاعی؛ فاصله‌ی مناسب‌ترین یار از بازیکن، و قدرت شلیک توپ هستند. متغیر سخت نیز، متغیر **action** و تعیین‌کننده‌ی نوع عملی است که باید انجام گیرد.

الف) فاصله از دروازه‌ی حریف

مجموعه‌ی فازی فاصله را ابتدا به این صورت تعریف کرده‌بودیم:

(deftemplate distance_from_goal

0 110 meter

(

(at (0 1) (3 0))

(close (0 0) (4 1) (8 0))

(near (4 0) (12 1) (20 0)

(pretty_near (12 0) (20 1) (30 0)

(pretty_far (30 0) (40 1) (70 0)

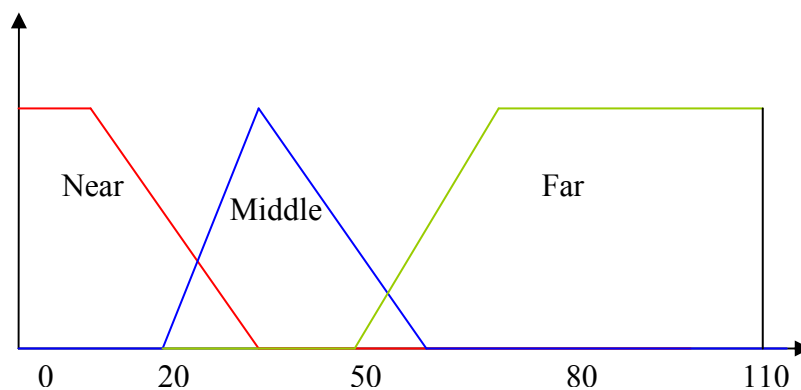
(far (40 0) (70 1)

)
 اما وجود تعداد عناصر زیاد در مجموعه به همان دلیلی که در بالا توضیح داده شد بسیار مشکل زاست. به همین دلیل مجبور شدیم، تعداد عناصر مجموعه را به ۳ عضو: نزدیک، متوسط و دور کاهش دهیم. با این وجود برای آن که عامل فازی کاملی در یک حالت واقعی ترسیم گردد، تمام شش حالت ذکر شده در مجموعه‌ی اولیه لازم است و نسخه‌ی نهایی باید این چنین خاصیتی را داشته باشد.

حال به بررسی این مجموعه‌ی فازی می پردازیم.

آن گونه که می دانیم، زمین فوتبال می تواند ابعاد متفاوتی داشته باشد و طول و عرض استاندارد ثابتی برای زمین فوتبال واقعی وجود ندارد. استاندارد پذیرفته شده‌ی فیفا، از زمین 90×45 تا زمین 90×120 را در حیطه‌ی استاندارد قرار داده است. اما طول و عرض معمول زمین های فوتبال، کم و بیش حدود 110×60 متر است. به نسبت تغییر طول و عرض زمین، فاصله‌های فازی در زمین فوتبال متغیر خواهند بود. مثلاً در زمین 95×50 فاصله‌ی ۴۵ متر فاصله‌ای دور محسوب می شود، در حالی که در زمین 150×80 متر چنین نیست. ما در این جا نسبت فاصله‌ها را با توجه به طول و عرض معمول زمین فوتبال تعیین کرده و آن را مبنا قرار می دهیم.

بر این مبنا و با توجه به آنچه پیش از این گفتیم که سه مقدار نزدیک، متوسط و دور را به حساب آورده ایم، نمودار این متغیر فازی چنین خواهد بود:



Set Number : 1
Set Name : Distance From Goal
Project Title : Fuzzy Footballist

Date : 30/11/84
Location : Home
Organization : University of Isfahan
Natural Language Definition : we divide distance to three different value, that can realize situation of player from the Goal. Near, Middle, Far. That we attempt to map real concepts of this distances in the football ground to the fuzzy values that you see them here.
Formal Definition : <pre>(deftemplate distance_from_goal 0 110 meter ((near (12 1) (30 0)) (middle (20 0) (35 1) (60 0)) (far (50 0) (70 1))))</pre>
Description :

ب) زاویه نسبت به دروازه‌ی حریف

Set Number : 2
Set Name : angle_from_goal
Project Title : Fuzzy Footballist
Date : 30/11/84
Location : Home
Organization : University of Isfahan
Natural Language Definition :
Formal Definition : <pre>(deftemplate distance_from_goal 1 180 degree ((left (30 1) (60 0)) (center (60 0) (90 1) (120 0)) (right (120 0) (150 1))))</pre>
Description :

ج) دیوار دفاعی

Set Number : 3
Set Name : defence_wall
Project Title : Fuzzy Footballist
Date : 30/11/84
Location : Home
Organization : University of Isfahan
Natural Language Definition :
Formal Definition : (deftemplate defence_wall 0 10 people ((no (0 1) (2 0)) (small (0 0) (2 1) (5 0)) (thick (4 0) (7 1))))
Description :

د) فاصله‌ی مناسب‌ترین یار

Set Number : 4
Set Name : Distance_from_coplayer
Project Title : Fuzzy Footballist
Date : 30/11/84
Location : Home
Organization : University of Isfahan
Natural Language Definition :
Formal Definition : (deftemplate distance_from_coplayer 0 70 meter ((near (5 1) (12 0)) (middle (10 0) (25 1) (45 0)) (far (40 0) (55 1))))
Description :

ه) قدرت شلیک توپ

Set Number : 5
Set Name : power_of_shoot
Project Title : Fuzzy Footballist
Date : 30/11/84
Location : Home
Organization : University of Isfahan
Natural Language Definition :
Formal Definition : (deftemplate power_of_shoot 1 10 pow ((carefull (2 1) (6 0)) (powerfull (4 0) (7 1))))
Description :

۳) تعریف قوانین فازی

دسته‌ی اول - قوانینی که به منظور کسب دانش از محیط طراحی شده‌اند:
در ابتدای شروع کار برنامه، عامل هیچ‌گونه اطلاعاتی نسبت به محیط ندارد. این اطلاعات توسط این قوانین از کاربر اخذ می‌شوند و اطلاعات محیطی لازم برای تصمیم‌گیری را فراهم می‌آورند.

این دسته قوانین را در مجموعه‌ی قوانین اولیه (initiating rules) طبقه‌بندی می‌کنیم.

Rule Number : 1
Rule Name : no_distance
Organization : University of Isfahan
Coder Location : home
Date Coded : 1/12/ 84
Rule Set : initiating_rules
Priority : 100
Certainty Factor : 1.0
Natural Language Description : مفهوم عادی این قانون این است که اگر هیچ واقعبینی (fact) در مورد فاصله از دروازه وجود ندارد، از کاربر این

فاصله را اخذ کرده و به صورت یک متغیر فازی، درآورده و به عنوان یک واقعیت فازی آن را به واقعیت‌ها اضافه می‌کنیم. در نهایت پیغامی مبنی بر درج این واقعیت در میان واقعیت‌ها داده می‌شود.

Formal Description :

```
(defrule no_distance
  (not (distance_from_goal ?))
  =>
  (printout t crlf)
  (printout t "Please tell me your distance from the goal? 0 to 110 meter :")
  (bind ?B(read))
  (assert (distance_from_goal ( (- ?B 1) 0) (?B 1) ((+ ?B 1) 0) ) )
  (printout t crlf)
  (printout t "I assert fact that : distance_from_goal is ")
  (printout t ?B crlf)
)
```

Comment :

Rule Number :2

Rule Name :no_angle

Organization : University of Isfahan

Coder Location : home

Date Coded : 1/12/ 84

Rule Set : initiating_rules

Priority : 99

Certainty Factor : 1.0

Natural Language Description :

این قانون نیز همچون قانون پیشین برای دریافتن زاویه‌ی بازیکن نسبت به دروازه، از کاربر زاویه‌ی فعلی او نسبت به دروازه را درخواست و آنرا به عنوان یک واقعیت ذخیره می‌کند.

Formal Description :

```
(defrule no_angle
  (not (angle_from_goal ?) )
  =>
  (printout t crlf)
  (printout t "Please tell me your angle from the goal? 0 to 180 degree :")
  (bind ?C(read))
  (assert (angle_from_goal ( (- ?C 1) 0) (?C 1) ((+ ?C 1) 0) ) )
  (printout t crlf)
  (printout t "I assert fact that : angle_from_goal is ")
  (printout t ?C crlf)
)
```

Comment :

Rule Number : 3

Rule Name : no_defence_wall

Organization : Uni Isfahan

Coder Location :home

Date Coded : 1/12/84
Rule Set : initiating rules
Priority : 98
Certainty Factor : 1.0
Natural Language Description : در این قانون از کاربر تعداد افرادی که به عنوان دیوار دفاعی در برابر ضربه‌ی ایستگاهی ایستاده‌اند پرسیده می‌شود.
Formal Description : (defrule no_defence_wall (not (defence_wall ?)) => (printout t crlf) (printout t "How many people stand on defence wall?") (bind ?D(read)) (assert (defence_wall ((- ?D 1) 0) (?D 1) ((+ ?D 1) 0))) (printout t crlf) (printout t "I assert fact that : defence wall is ") (printout t ?D crlf))
Comment :

Rule Number : 4
Rule Name : no_coplayer
Organization : uni Isf
Coder Location : home
Date Coded : 1/12/84
Rule Set : initiating_rules
Priority : 97
Certainty Factor : 1.0
Natural Language Description : در این قانون درباره‌ی فاصله‌ی مناسب‌ترین یار از جایی که بازیکن اصلی قرار دارد پرسش می‌شود.
Formal Description : (defrule no_coplayer (not (distance_from_coplayer ?)) => (printout t crlf) (printout t "Please tell me your distance from appropriate coplayer? 0 to 70 meter :") (bind ?E(read)) (assert (distance_from_coplayer ((- ?E 1) 0) (?E 1) ((+ ?E 1) 0))) (printout t crlf) (printout t "I assert fact that : distance from coplayer is ") (printout t ?E crlf))
Comment :

دسته‌ی دوم: قوانین میانی

این دسته از قوانین، قوانینی هستند، که در مرحله‌ی دوم پردازش مورد استفاده قرار می‌گیرند. یعنی با توجه به اطلاعات اولیه‌ی جمع‌آوری‌شده از محیط، یک تصمیم را اتخاذ می‌کنند. این دسته از قوانین را باید به صورت **Heuristic** و با توجه به قواعد کلی حاکم بر بازی فوتبال و تجربه‌ی بازیکنان حرفه‌ای به‌دست‌آورد. گرچه این قوانین اساس تصمیم‌گیری را بنیان می‌نهند، اما به دلیل فازی بودن متغیرها، لزوماً تنها یک قانون در یک شرایط به‌خصوص، از پایداری و قطعیت برخوردار نیست، بلکه ترکیبی از این قوانین در استنتاج نهایی مورد استفاده قرار می‌گیرند و پاسخ نهایی را تعیین می‌کنند. به همین دلیل باید پس از طراحی این مرحله و نوشتن قوانین مرحله‌ی بعد، که در واقع قوانین نتیجه‌گیرنده از این قوانین اصلی هستند، و با عمل **Defuzzification** و محاسبه‌ی **CF**ها به تعیین دستورالاجرا می‌پردازند، در مرحله‌ی تست مورد بررسی قرار گیرند. و با توجه به نتایج تست، هم این قوانین و هم قوانین میانی اصلاح گردند، تا سیستم معرفی‌کننده‌ی قوانینی قابل پذیرش و سازگار باشد.

Rule Number : 5
Rule Name : r7
Organization : uni Isf
Coder Location : home
Date Coded : 3/12/84
Rule Set : middle_level_rules
Priority :80
Certainty Factor :.97
Natural Language Description : این قانون وضعیتی را مورد بررسی قرار می‌دهد که در آن بازیکن در فاصله‌ی دوری نسبت به دروازه قرار دارد. در این مورد دیگر زاویه‌ی ما با دروازه اهمیت ندارد و همچنین مهم نیست که چه تعداد دیوار دفاعی در برابر ما قرار دارند (چون معمولاً در چنین مواقعی اصولاً دیوار دفاعی‌ای تشکیل نمی‌شود.) در این مورد حالتی را در نظر می‌گیریم که فاصله‌ی مناسب‌ترین یار از ما دور یا متوسط باشد. چاره‌ای جز این نداریم که به طرف دروازه و با قدرت شلیک کنیم. (البته امکان دادن پاس محکم نیز وجود دارد، اما در بیش‌تر موارد این گزینه لحاظ نمی‌شود.)
Formal Description : (defrule r7 (declare (salience 80) (CF .97)) (distance_from_goal far) (or (distance_from_coplayer far) (distance_from_coplayer middle)))

<pre> => (assert (action shoot)) (assert (power_of_shoot powerfull))) </pre>
Comment :

Rule Number : 6
Rule Name : r8
Organization : uni Isf
Coder Location : home
Date Coded : 3/12/84
Rule Set : middle_level_rules
Priority : 80
Certainty Factor : 0.97
Natural Language Description : این قانون وضعیتی را مورد بررسی قرار می دهد که در آن بازیکن در فاصله ی دوری نسبت به دروازه قرار دارد، اما فاصله ی مناسب ترین یار به ما نزدیک است. در این مورد غالباً ترجیح می دهیم که پاسی به مناسب ترین یار عطا کنیم تا ببینیم او چه می کند. از آنجا که مناسب ترین یار نزدیک است، این پاس با دقت کافی و معمولاً خالی از قدرت داده می شود.
Formal Description : (defrule r8 (declare (salience 80) (CF .97)) (distance_from_goal far) (distance_from_coplayer near) => (assert (action pass)) (assert (power_of_shoot careful)))
Comment :

Rule Number : 7
Rule Name : r1
Organization : uni Isf
Coder Location : home
Date Coded : 3/12/84
Rule Set : middle_level_rules
Priority : 80
Certainty Factor : 0.97
Natural Language Description : این قانون وضعیتی را مورد بررسی قرار می دهد که در آن بازیکن در فاصله ی نزدیکی نسبت به دروازه قرار دارد، اما فاصله ی مناسب ترین یار دور است. در زاویه ی مستقیم نسبت به دروازه قرار داریم و دیوار دفاعی بزرگ است. در این مورد غالباً ترجیح می دهیم که پاسی به مناسب ترین یار دور است، این پاس باید

محکم و پر قدرت داده می شود.

Formal Description :

```
(defrule r1
  (declare (salience 80) (CF .97) )
  (distance_from_goal near)
  (angle_from_goal middle)
  (defence_wall thick)
  (or
    (distance_from_coplayer far)
    (distance_from_coplayer middle)
  )
  =>
  (assert (action pass) )
  (assert (power_of_shoot powerfull) )
)
```

Comment :

Rule Number : 8

Rule Name : r2

Organization : uni Isf

Coder Location : home

Date Coded : 3/12/84

Rule Set : middle_level_rules

Priority : 80

Certainty Factor : 0.97

Natural Language Description :

این قانون وضعیتی را مورد بررسی قرار می دهد که در آن بازیکن در فاصله ی نزدیکی نسبت به دروازه قرار دارد، و فاصله ی مناسب ترین یار نیز نزدیک است. در زاویه ی مستقیم نسبت به دروازه قرار داریم و دیوار دفاعی بزرگ است. در این مورد غالباً ترجیح می دهیم که پاسی به مناسب ترین بدهیم. از آنجا که مناسب ترین یار نزدیک است، این پاس باید با دقت داده می شود.

Formal Description :

```
(defrule r2
  (declare (salience 80) (CF .97) )
  (distance_from_goal near)
  (angle_from_goal middle)
  (defence_wall thick)
  (distance_from_coplayer near)
  =>
  (assert (action pass) )
  (assert (power_of_shoot careful) )
)
```

Comment :

Rule Number : 9

Rule Name : r3

Organization : uni Isf

Coder Location : home
Date Coded : 3/12/84
Rule Set : middle_level_rules
Priority : 80
Certainty Factor : 0.97
Natural Language Description : این قانون وضعیتی را مورد بررسی قرار می دهد که در آن بازیکن در فاصله ی نزدیکی نسبت به دروازه قرار دارد، اما فاصله ی مناسب ترین یار دور است. در زاویه ی مستقیم نسبت به دروازه قرار نداریم. شلیک مستقیم به سمت دروازه ترجیح دارد. از آنجا که نزدیک به دروازه ایم، این این شوت به تر است با دقت انجام گیرد.
Formal Description : (defrule r3 (declare (salience 80) (CF .97)) (distance_from_goal near) (or (angle_from_goal right) (angle_from_goal left)) (or (distance_from_coplayer far) (distance_from_coplayer middle)) => (assert (action shoot)) (assert (power_of_shoot careful))))
Comment :

Rule Number : 10
Rule Name : r4
Organization : uni Isf
Coder Location : home
Date Coded : 3/12/84
Rule Set : middle_level_rules
Priority : 80
Certainty Factor : 0.97
Natural Language Description : این قانون وضعیتی را مورد بررسی قرار می دهد که در آن بازیکن در فاصله ی نزدیکی نسبت به دروازه قرار دارد، و فاصله ی مناسب ترین یار نزدیک است. در زاویه ی مستقیم نسبت به دروازه قرار نداریم. در این مورد غالباً ترجیح می دهیم که پاسی به مناسب ترین بدهیم. از آنجا که مناسب ترین یار نزدیک است، این پاس باید با دقت داده می شود.
Formal Description : (defrule r4 (declare (salience 80) (CF .97)) (distance_from_goal near) (or (angle_from_goal right) (angle_from_goal left))

<pre>) (distance_from_coplayer near) => (assert (action pass)) (assert (power_of_shoot careful))) </pre>
Comment :

Rule Number : 11
Rule Name : r5
Organization : uni Isf
Coder Location : home
Date Coded : 3/12/84
Rule Set : middle_level_rules
Priority : 80
Certainty Factor : 0.97
<p>Natural Language Description :</p> <p>این قانون وضعیتی را مورد بررسی قرار می دهد که در آن بازیکن در فاصله ی متوسطی نسبت به دروازه قرار دارد، اما در زاویه ی مستقیم نسبت به دروازه قرار نداریم. در این مورد غالباً ترجیح می دهیم که پاسی به مناسب ترین بدهیم. این پاس ترجیحاً باید بادقت داده شود.</p>
<p>Formal Description :</p> <pre> (defrule r5 (declare (salience 80) (CF .97)) (distance_from_goal middle) (or (angle_from_goal left) (angle_from_goal right)) => (assert (action pass)) (assert (power_of_shoot careful))) </pre>
Comment :

Rule Number : 12
Rule Name : r6
Organization : uni Isf
Coder Location : home
Date Coded : 3/12/84
Rule Set : middle_level_rules
Priority : 80
Certainty Factor : 0.97
<p>Natural Language Description :</p> <p>این قانون وضعیتی را مورد بررسی قرار می دهد که در آن بازیکن در فاصله ی متوسطی نسبت به دروازه قرار دارد، و در زاویه ی مستقیم نسبت به دروازه قرار داریم. در این مورد غالباً ترجیح می دهیم که شوت با دقتی به سمت دروازه</p>

انجام گیرد.

Formal Description :

```
(defrule r6
  (declare (salience 80) (CF .97) )
  (distance_from_goal middle)
  (angle_from_goal middle)
  =>
  (assert (action shoot) )
  (assert (power_of_shoot carefull) )
)
```

Comment :

Rule Number : 13

Rule Name : r9

Organization : uni Isf

Coder Location : home

Date Coded : 3/12/84

Rule Set : middle_level_rules

Priority :80

Certainty Factor :0.97

Natural Language Description :

این قانون وضعیتی را مورد بررسی قرار می دهد که در آن بازیکن در فاصله ی نزدیکی نسبت به دروازه قرار دارد، اما فاصله ی مناسب ترین یار نیز نزدیک است است. در زاویه ی مستقیم نسبت به دروازه قرار داریم و دیوار دفاعی کوچک است یا وجود ندارد. در این مورد غالباً ترجیح می دهیم که شلیک مستقیم و بادقتی به سمت دروازه ی حریف انجام دهیم.

Formal Description :

```
(defrule r9
  (declare (salience 80) (CF .97) )
  (distance_from_goal near)
  (angle_from_goal middle)
  (or
    (defence_wall small)
    (defence_wall no)
  )
  (distance_from_coplayer near)
  =>
  (assert (action shoot) )
  (assert (power_of_shoot carefull) )
)
```

Comment :

Rule Number : 14

Rule Name : r10

Organization : uni Isf

Coder Location : home

Date Coded : 3/12/84

Rule Set : middle_level_rules
Priority :80
Certainty Factor :0.97
<p>Natural Language Description : این قانون وضعیتی را مورد بررسی قرار می دهد که در آن بازیکن در فاصله ی نزدیکی نسبت به دروازه قرار دارد، اما فاصله ی مناسب ترین یار دور است. در زاویه ی مستقیم نسبت به دروازه قرار داریم و دیوار دفاعی کوچک است یا وجود ندارد. در این مورد غالباً ترجیح می دهیم شوت پرقدرتی به سمت دروازه ی حریف انجام دهیم.</p>
<p>Formal Description : (defrule r10 (declare (salience 80) (CF .97)) (distance_from_goal near) (angle_from_goal middle) (or (defence_wall small) (defence_wall no)) (or (distance_from_coplayer far) (distance_from_coplayer middle)) => (assert (action shoot)) (assert (power_of_shoot powerfull)))</p>
Comment :

دسته ی سوم: قوانین تصمیم گیری

Rule Number : 15
Rule Name : desicion1
Organization : uni Isf
Coder Location : home
Date Coded : 3/12/84
Rule Set : decesion_rules
Priority :70
Certainty Factor :0.97
<p>Natural Language Description : در این قانون می گوئیم، چنانچه اعمال پاس و شوت هر دو در جایی از قوانین گام دوم fire شده اند، و فاکتور قطعیت پاس دادن بیش تر است، جمله ی "شما بایستی توپ را پاس بدهید"، به عنوان دستور نهایی برای کاربر فرستاده شود.</p>
<p>Formal Description : (defrule desicion1 (declare (salience 70) (CF .97)) ?M <- (action pass) ?K <- (get-cf ?M) ?N <- (action shoot)</p>

<pre>?L <- (get-cf ?N) (> ?K ?L) => (printout t crlf) (printout t "you should pass the ball to your coplayer ")) </pre>
Comment :

Rule Number : 16
Rule Name : desicion2
Organization : uni Isf
Coder Location : home
Date Coded : 3/12/84
Rule Set : decesion_rules
Priority : 70
Certainty Factor : 0.97
Natural Language Description : در این قانون می‌گوییم، چنانچه اعمال پاس و شوت هر دو در جایی از قوانین گام دوم fire شده‌اند، و فاکتور قطعیت شوت کردن بیش تر است، جمله‌ی " شما بایستی توپ را مستقیم به سمت دروازه شلیک کنید "، به عنوان دستور نهایی برای کاربر فرستاده‌شود.
Formal Description : (defrule desicion2 (declare (salience 70) (CF .97)) ?M2 <- (action pass) ?K2 <- (get-cf ?M2) ?N2 <- (action shoot) ?L2 <- (get-cf ?N2) (not (< ?L2 ?K2)) => (printout t crlf) (printout t "you should shoot directly to the goal "))
Comment :

Rule Number : 17
Rule Name : desicion3
Organization : uni Isf
Coder Location : home
Date Coded : 3/12/84
Rule Set : decesion_rules
Priority : 70
Certainty Factor : 0.97
Natural Language Description :

در این قانون می‌گوییم، چنانچه عمل شلیک مستقیم به سمت دروازه در جایی از قوانین گام دوم fire شده است، جمله‌ی "شما بایستی توپ را مستقیم به سمت دروازه شلیک کنید"، به عنوان دستور نهایی برای کاربر فرستاده‌شود.

Formal Description :

(defrule desicion3

(declare (salience 70) (CF .97))

(action shoot)

(not (action pass))

=>

(printout t crlf)

(printout t "you should shoot directly to the goal ")

)

Comment :

Rule Number : 18

Rule Name : desicion4

Organization : uni Isf

Coder Location : home

Date Coded : 3/12/84

Rule Set : decesion_rules

Priority : 70

Certainty Factor : 0.97

Natural Language Description :

در این قانون می‌گوییم، چنانچه عمل پاس دادن در جایی از قوانین گام دوم fire شده است، اما هیچ جا قانون شوت fire نشده است، جمله‌ی "شما بایستی توپ را به یار خود پاس دهید"، به عنوان دستور نهایی برای کاربر فرستاده‌شود.

Formal Description :

(defrule desicion4

(declare (salience 70) (CF .97))

(action pass)

(not (action shoot))

=>

(printout t crlf)

(printout t "you should pass the ball to your coplayer ")

)

Comment :

Rule Number : 19

Rule Name : defuzzification_power1

Organization : uni Isf

Coder Location : home

Date Coded : 3/12/84

Rule Set : decesion_rules

Priority :60
Certainty Factor :0.97
Natural Language Description : در این قانون از عمل defuzzification بهره گرفته ایم. برای آن که مقدار قدرت ضربه را بدست آوریم. با توجه به مقدار بدست آمده، میان ضربه ی پرقدرت و بادقت یکی را انتخاب می کنیم.
Formal Description : <pre>(defrule defuzzification_power1 (declare (salience 60) (CF .97)) ?f<- (power_of_shoot ?) => (bind ?t (maximum-defuzzify ?f)) (if (> ?t 5) then (printout t "powerfull" crlf) else (printout t "Carefully" crlf)))</pre>
Comment :

۴) بررسی سازگاری قوانین و مطابقت آن‌ها با تصمیم عاقلانه

R5 نیاز به اصلاح دارد.

مثلاً فاصله ی ۴۵ متر، زاویه ی ۹۰ درجه، دیوار دفاعی ۱ نفره و فاصله ی یار ۶۰ متر را در نظر بگیرید، طبق طراحی ما در این جا باید شوت بادقتی صورت گیرد. در حالی که فاصله ۴۵ متر است. به همین خاطر باید قانون ۱۱ اصلاح شده و در آن شوت پرقدرت توصیه گردد.

یا این مفروضات را در نظر بگیرید:

فاصله ی ۲۰ متر، درجه ی ۶۰، دیوار دفاعی ۳ نفره و فاصله ی یار ۴۶ متر.
از آنجا که درجه ی ۶۰ در اختصاص زاویه در هیچ مجموعه ای قرار ندارد، قوانین فایر شده با فاکتور قطعیت بسیار اندکی فایر می شوند و قادر نیستند، توصیه ای را اخذ نمایند.
برای اصلاح، مجموعه ی زاویه باید کمی تغییر کند.

این قسمت، و عیوب شناسایی شده در آن، در تکرار بعدی تکمیل خواهد شد.

۵) پیاده‌سازی دانش در FuzzyCLIPS

```
(deftemplate distance_from_goal
  0 110 meter
  (
    (near (12 1) (30 0))
    (middle (20 0) (35 1) (60 0))
    (far (50 0) (70 1))
  )
)
```

```
(deftemplate angle_from_goal
  0 180 degree
  (
    (left (0 0) (30 1) (60 0))
    (middle (60 0) (90 1) (120 0))
    (right (120 0) (150 1) (180 0))
  )
)
```

```
(deftemplate defence_wall
  0 10 people
  (
    (no (0 1) (2 0))
    (small (0 0) (2 1) (5 0))
    (thick (4 0) (7 1))
  )
)
```

```
(deftemplate distance_from_coplayer
  0 70 meter
  (
    (near (5 1) (12 0))
    (middle (10 0) (25 1) (45 0))
    (far (40 0) (55 1))
  )
)
```

```
(deftemplate power_of_shoot
  1 10 pow
  (
    (carefull (2 1) (6 0))
    (powerfull (4 0) (7 1))
  )
)
```

::

```
(defrule no_distance
  (declare (salience 100))
  (not (distance_from_goal ?))
  =>
  (printout t crlf)
  (printout t "Please tell me your distance from the goal? 0 to 110 meter :")
  (bind ?B(read))
  (assert (distance_from_goal ( (- ?B 1) 0) (?B 1) ((+ ?B 1) 0) ))
  (printout t crlf)
  (printout t "I assert fact that : distance_from_goal is ")
  (printout t ?B crlf)
)
```

```
(defrule no_angle
  (declare (salience 99))
  (not (angle_from_goal ?) )
  =>
  (printout t crlf)
  (printout t "Please tell me your angle from the goal? 0 to 180 degree :")
  (bind ?C(read))
  (assert (angle_from_goal ( (- ?C 1) 0) (?C 1) ((+ ?C 1) 0) ))
  (printout t crlf)
  (printout t "I assert fact that : angle_from_goal is ")
  (printout t ?C crlf)
)
```

```
(defrule no_defence_wall
  (declare (salience 98))
  (not (defence_wall ?) )
  =>
  (printout t crlf)
  (printout t "How many people stand on defence wall?")
  (bind ?D(read))
  (assert (defence_wall ( (- ?D 1) 0) (?D 1) ((+ ?D 1) 0) ))
  (printout t crlf)
  (printout t "I assert fact that : defence wall is ")
  (printout t ?D crlf)
)
```

```
(defrule no_coplayer
  (declare (salience 97))
  (not (distance_from_coplayer ?) )
  =>
  (printout t crlf)
```

```

(printout t "Please tell me your distance from appropriate coplayer? 0 to 70 meter
:")
(bind ?E(read))
(assert (distance_from_coplayer ( (- ?E 1) 0) (?E 1) ((+ ?E 1) 0) ))
(printout t crlf)
(printout t "I assert fact that : distance from coplayer is ")
(printout t ?E crlf)
)

```

```

;; second_step_rules

```

```

(defrule r1
  (declare (salience 80) (CF .97) )
  (distance_from_goal near)
  (angle_from_goal middle)
  (defence_wall thick)
  (or
   (distance_from_coplayer far)
   (distance_from_coplayer middle)
  )
  =>
  (assert (action pass) )
  (assert (power_of_shoot powerfull) )
)

```

```

(defrule r2
  (declare (salience 80) (CF .97) )
  (distance_from_goal near)
  (angle_from_goal middle)
  (defence_wall thick)
  (distance_from_coplayer near)
  =>
  (assert (action pass) )
  (assert (power_of_shoot careful) )
)

```

```

(defrule r3
  (declare (salience 80) (CF .97) )
  (distance_from_goal near)
  (or
   (angle_from_goal right)
   (angle_from_goal left)
  )
  (or
   (distance_from_coplayer far)
   (distance_from_coplayer middle)
  )
)

```

```
=>
(assert (action shoot) )
(assert (power_of_shoot careful) )
)
```

```
(defrule r4
  (declare (salience 80) (CF .97) )
  (distance_from_goal near)
  (or
    (angle_from_goal right)
    (angle_from_goal left)
  )
  (distance_from_coplayer near)
  =>
  (assert (action pass) )
  (assert (power_of_shoot careful) )
)
```

```
(defrule r5
  (declare (salience 80) (CF .97) )
  (distance_from_goal middle)
  (or
    (angle_from_goal left)
    (angle_from_goal right)
  )
  =>
  (assert (action pass) )
  (assert (power_of_shoot careful) )
)
```

```
(defrule r6
  (declare (salience 80) (CF .97) )
  (distance_from_goal middle)
  (angle_from_goal middle)
  =>
  (assert (action shoot) )
  (assert (power_of_shoot careful) )
)
```

```
(defrule r7
  (declare (salience 80) (CF .97) )
  (distance_from_goal far)
  (or
    (distance_from_coplayer far)
    (distance_from_coplayer middle)
  )
)
```

```
)  
=>  
(assert (action shoot) )  
(assert (power_of_shoot powerfull) )  
)
```

```
(defrule r8  
  (declare (salience 80) (CF .97) )  
  (distance_from_goal far)  
  (distance_from_coplayer near)  
  =>  
  (assert (action pass) )  
  (assert (power_of_shoot careful) )  
)
```

```
(defrule r9  
  (declare (salience 80) (CF .97) )  
  (distance_from_goal near)  
  (angle_from_goal middle)  
  (or  
  (defence_wall small)  
  (defence_wall no)  
  )  
  (distance_from_coplayer near)  
  =>  
  (assert (action shoot) )  
  (assert (power_of_shoot careful) )  
)
```

```
(defrule r10  
  (declare (salience 80) (CF .97) )  
  (distance_from_goal near)  
  (angle_from_goal middle)  
  (or  
  (defence_wall small)  
  (defence_wall no)  
  )  
  (or  
  (distance_from_coplayer far)  
  (distance_from_coplayer middle)  
  )  
  =>  
  (assert (action shoot) )  
  (assert (power_of_shoot powerfull) )  
)
```

```
(defrule desicion1
  (declare (saliency 70) (CF .97) )
  (action pass)
  =>
  (printout t crlf)
  (printout t "you should pass the ball to your coplayer" crlf)
)
```

```
(defrule desicion2
  (declare (saliency 70) (CF .97) )
  (action shoot)
  =>
  (printout t crlf)
  (printout t "you should shoot directly to the goal" crlf)
)
```

```
(defrule defuzzification_power
  (declare (saliency 60) (CF .97) )
  ?f <- (power_of_shoot ?)
  =>
  (printout t crlf)
  (bind ?t (maximum-defuzzify ?f))
  (printout t "The power of shoot is " ?t crlf)
)
```

ضمیمه - ویژگی‌ها و صورت‌بندی طرح اولیه (Proposal) یک پروژه‌ی سیستم خبره

(۱) هدف

در بیان هدف باید دو نکته را مورد نظر داشته باشیم:
 نخست آن که تمامی آنچه در این قسمت می‌آید، جمله‌ای است که بیان کلی مسئله را دربردارد. یعنی بیان آنچه باید انجام گیرد.
 بیان و تعیین هدف باید واضح و بی‌ابهام صورت گیرد.
 دوم آن که هر جمله‌ی این قسمت بیانگر یک مسئله است. بنابراین باید دقت کرد که بیان دو جمله به معنی وجود دو مسئله‌ی مختلف در پروژه است.

(۲) مرور کلی (overview)

- (۱) در این قسمت دید سطح بالایی از پروژه ارائه می‌گردد.
- (۲) بحث کلی و عمومی درباره‌ی مسئله و راه حل آن ارائه می‌شود.

۳) ارجاعاتی به پیشینه‌ی طرح در این قسمت می‌آید.

۴) بحث درباره‌ی چرایی ارزشمندی سیستم نیز صورت می‌گیرد.

بیان پیش‌زمینه‌ی مسئله شامل:

- طبیعت عمومی مسئله
- چگونگی سازماندهی آن در این مقاله
- مرور تلاش‌های پیشین برای حل مسئله

است، که به همراه بحثی عمومی، که شامل:

- طبیعت مسئله
- کاری که سیستم انجام می‌دهد
- چرایی ارزشمندی سیستم

در این قسمت می‌آید.

۳) مسئله

در این قسمت:

- جزئیات مسئله
- عملیات کنونی‌ای که برای حل مسئله صورت می‌گیرد و مشکلات آن‌ها
- قضاوت‌ها

مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد.

۴) راه‌حل

- بحث درباره‌ی آنچه سیستم انجام خواهد داد.
- توصیف این که چگونه سیستم این اهداف را به انجام می‌رساند.
- لیست منابع لازم برای پروژه

۵) طرح

بحث و بررسی ولیست نمودن فازهای مهمی که در پروژه در پیش است.

۶) زمان‌بندی

بحث و بررسی در مورد زمان کارها و چگونگی توالی فازهای مقرر شده در قسمت قبلی