



AndroSot (турнир по футболу среди андроидов) Правила игры 2023, Кубок FIRA RoboWorld

(Обновлено 1 марта 2023 года)

Председатели

**Заслуженный профессор Тзуу-Хсенг
Стив Ли** Кафедра электротехники
Национального университета Ченг Кунг,
Тайвань, Китайская Республика
Электронная почта:
thsli@mail.ncku.edu.tw

Профессор Тхэ-Ку Канг
Факультет человеческого интеллекта и
робототехники
Университет Сангмюнг, Корея
Электронная почта: tkkang@smu.ac.kr

Сопредседатели

Профессор Донг-Вон Ким
Кафедра цифровой электроники,
Технический колледж Инха, Корея E-
mail: dwnkim@inhac.ac.kr

Профессор Минг-Юань Шие
Факультет электротехники Южно-
Тайваньского университета науки и
технологии, Тайвань
Электронная почта:

Редактор правил 2023

**Председатель российского отделения
Азер Бабаев**

Электронная почта: 7684067@mail.ru

myshieh@stust.edu.tw

Аннотация

Официальная версия правил игры для AndroSot изменена правилами игры для MiroSot, разработанными президентом-основателем FIRA, профессором Чон Хван Кимом, и правилами игры для AndroSot 2008, предложенными профессором Бинг-Ронг Хонгом. Некоторые замечания профессора Джеки Балтеса, председателя NuroCup, также были учтены в правилах для AndroSot. В игре AndroSot у каждой команды есть по три автономных андроида (человекоподобные роботы размером с ребенка). Один из роботов, играющий роль вратаря, полностью автономен с бортовой камерой, два робота, играющие роль полевых игроков, управляются с помощью бортового компьютера, подключенного к двум камерам, которые наблюдают за полем с разных углов.

Основные изменения 2023 года:

- 1) Одна глобальная камера, расположенная в центре верхней части поля, которая ранее была подключена к компьютеру одной из команд, заменена двумя камерами, расположенными на штативах, установленных за воротами каждой команды на высоте 2 м.
- 2) Внешний размер поля с соотношением сторон 16:9 заменен на 4:3, что лучше

соответствует новому расположению камер и правилам FIFA.

- 3) Отменены боковые стенки поля и введена процедура вбрасывания мяча (пункт 5.1).
- 4) Цвет поля изменен на зеленый.

Разметка поля изменена в соответствии с правилами ФИФА.

- 5) Введен новый способ обозначения игроков с помощью цветного кубика Аруко.
- 6) Подсчет голов изменен в соответствии с правилами ФИФА (пункт 3.3.1).
- 7) Общий вес робота не превышает 2,5 кг
- 8) Изменен порядок повторного входа игрока в игру (пункт 3.4.1.b)

1. Подготовка к игре

1.1 Поле (Приложение А)

1.1.1 Поверхность и размеры игровой площадки

- (a) Зеленая (неотражающая) плоская и твердая прямоугольная игровая площадка покрыта ковролином. Игровое поле размером 400 см x 300 см (на улице, на ковре). Ворота сделаны из белых досок толщиной 5 см и высотой 5 см. Ворота должны быть окрашены в белый цвет и закреплены на ковре.
- (b) Игровое поле должно быть с ровной поверхностью, чтобы при установке мяча в любом месте поля он не начал катиться.

1.1.2 Разметка на игровой площадке

- (a) Все линии и метки покрываются белой неотражающей краской или белой клейкой лентой.
- (b) Все линии имеют толщину 5 см.
- (c) Точки пенальти и штрафного удара обозначены крестом с помощью отрезка линии толщиной 5 см и длиной 15 см.
- (d) Радиус центральной окружности составляет 30 см.
- (e) Все измерения между линейной разметкой должны производиться от середины толщины линии.

1.1.3 Ворота

- (a) Ширина ворот составляет 120 см.
- (b) На воротах нет ни стоек, ни сеток.
- (c) Ворота ограничены линией длиной 120 см. Ворота представляют собой три белые стены толщиной 5 см и высотой 5 см с внутренней длиной 15 см, 120 см и 15 см соответственно.

1.1.4 Линия ворот и зона ворот

- (a) Линия ворот - это линия длиной 120 см перед воротами.
- (b) Зона ворот находится перед линией ворот и состоит из отрезка линии 140 см, который параллелен линии ворот, и двух ортогональных отрезков линии 20 см.

1.1.5 Линия пенальти, штрафная площадь, точка пенальти

- (a) Линия пенальти состоит из отрезка линии 200 см, который параллелен линии ворот, и двух отрезков линии 90 см, расположенных под прямым углом.
- (b) Штрафная площадь состоит из зоны, ограниченной линией пенальти и линией ворот.
- (c) Точка пенальти находится внутри штрафной площади на расстоянии 60 см от ворот.

1.1.6 Мяч

В качестве мяча будет использован стандартный желтый теннисный мяч диаметром 75~80 мм и весом 56~59,4 г.

1.1.7 Местонахождение поля

Поле должно находиться в помещении.

1.2 Видение и освещение

1.2.1 Условия освещения должны быть в пределах 600~800 люкс в любой точке игрового поля. Освещение должно быть рассеянным и равномерно распределенным. Рекомендуется использовать освещение без мерцания.

1.2.2 Все камеры объединены в веб-камеру HD Pro C930 (или C920) производства Logitech, цена которой является доступной. Она способна обеспечить встроенное сжатие H.264 и запись видео высокой четкости в формате 1080p. Фокусировка, баланс света и частота кадров превосходны, причем последняя достигает 30 кадров в секунду в 720p и 29 кадров в секунду в 1080p.

1.2.3 Четыре камеры расположены рядом друг с другом и установлены на двух штативах на высоте 2 м. Каждый штатив с двумя камерами должен располагаться на расстоянии 1 м за каждыми воротами. Поле зрения каждой камеры должно охватывать все игровое поле. Охват можно регулировать наклоном камер и расстоянием до цели. Одна камера на каждом штативе предназначена для подключения к компьютеру одной команды, а другие камеры предназначены для другой команды. Соединение между камерами и компьютерами осуществляется с помощью 10-метрового экранированного удлинительного кабеля USB2.0 с усилителем сигнала.

1.2.4 Помимо камер, установленных над игровым полем, вратарь каждой команды может иметь свою собственную камеру (поле зрения камеры должно быть ограничено менее чем 180 градусами), как показано в **Приложении В**. Изображение с камеры может быть отправлено по беспроводному каналу связи, как описано в Правиле 3.5.3, на внешний компьютер для обработки или может быть обработано на борту.

1.2.5 Все активные датчики расстояния не могут быть установлены на андроиде для измерения относительных расстояний между андроидами.

2. Общая система и роботы

2.1 Общая система (Приложение С)

2.1.1 В матче участвуют две команды, каждая из которых состоит не более чем из трех роботов, включая одного вратаря.

2.1.2 Каждая команда может подготовить еще одного андроида для замены.

2.1.3 Все роботы управляются с помощью бортовых компьютеров. (Вратарь с собственной камерой может быть полностью автономным).

2.1.4 Во время игры на игровое поле могут выходить не более двух членов команды (по указанию арбитра), за исключением тайм-аутов и перерыва.

2.1.5 Команда должна позаботиться о том, чтобы все необходимое для проведения матча оборудование находилось рядом с игровым полем.

2.1.6 Каждая команда должна принять участие в испытаниях AndroSot, только некоторые

квалифицированные команды могут принять участие в матче AndroSot.

2.2 Роботы

2.2.1 Робот должен быть двуногим андроидом.

2.2.2 Высота каждого робота не должна превышать $30 \leq H \leq 60$ см. Каждая нога должна помещаться в прямоугольник площадью $0,035 \times H^2$. Высота головы, включая шею, должна быть в пределах от $0,1H$ до $0,2H$. Длина ног каждого робота не должна превышать 70% от его высоты. Длина руки каждого робота также не может превышать 60% от его высоты, как показано в **Приложении D**.

2.2.3 Видимая часть робота должна быть неотражающего черного или серебристого цвета.

2.2.4 Общий вес робота должен быть менее 2,5 кг

2.3 Цветовые обозначения игроков (Приложение J)

2.3.1 Все андроиды должны быть оснащены маркером игрока.

2.3.2 Маркер игрока должен быть в форме куба размером 8 см ~ 9,5 см. Куб должен быть закреплен на андроиде поверх его плеч. 5 граней куба должны содержать двоичные коды ArUco для распознавания машинным зрением.

2.3.3 Вратарь, оснащенный встроенной камерой, может быть оснащен кубом, покрытым кодами ArUco с 4 сторон, чтобы одна сторона оставалась свободной для камеры.

2.3.4 Обычный маркер ArUco содержит 2 цвета: черный и белый. Маркеры ArUco, используемые для Androsot, должны иметь одно из двух сочетаний цветов: Сине-белый или Красно-белый, в зависимости от цвета команды - синий или красный. В случае, если цвет команды - синий, все коды маркера ArUco должны быть четными, т.е. по одному коду из последовательности: 0,2,4,6,8,10,12 ... Если цвет команды красный, то все коды маркера ArUco должны быть нечетными, т.е. по одному из последовательности 1,3,5,7,9,11,13.

2.3.5 Цвет команды, синий или красный, как назначено организаторами, будет идентифицировать роботов в команде. Цвет, присвоенный каждой команде, не может быть изменен во время матча.

3. Игра

3.1 Продолжительность игры

3.1.1 Игра *длится* два равных периода по 7 минут каждый с перерывом на 5 минут.

3.1.2 Если команда не готова возобновить игру после перерыва, ей дается дополнительно 2 минуты. Если после второго перерыва команда все еще не готова, она будет дисквалифицирована из игры.

3.2 Начало и ход игры

- 3.2.1 Не менее чем за 30 минут до начала игры частота передачи или цвет должны быть определены броском монеты.
- 3.2.2 За 5 минут до начала игры, начала и стороны должны быть определены броском монеты. Победившая команда должна выбрать первый удар или фланг, а проигравшая - остальное.
- 3.2.3 В начале игры каждая команда должна иметь на игровом поле исправных роботов, как определено в Правиле 2.1.
- 3.2.4 В начале каждого тайма и после забитого гола мяч помещается в центральную точку. Атакующая команда может свободно располагать своих роботов на своей половине, но только один робот может находиться в пределах центрального круга своей половины. Затем защищающаяся команда может свободно размещать своих роботов на своей половине, за исключением центрального круга. По сигналу арбитра игра начинается (заново), и все роботы могут свободно перемещаться. Сначала мяч нужно выбить из центрального круга или передать товарищам по команде. Если это не сделано, необходимо повторить вбрасывание. Защищающейся команде не разрешается входить в центральный круг до тех пор, пока мяч не будет перемещен командой, выполнившей вбрасывание, или пока игра не возобновится в течение 10 секунд. Если вбрасывание снова будет выполнено неправильно, в пользу другой команды будет назначен штрафной удар.
- 3.2.5 После перерыва команды должны поменяться сторонами, если только обе команды не договорятся не делать этого.

3.3 Победа

- 3.3.1 Победитель: Гол засчитывается, когда мяч касается длинного борта ворот. В случае, если мяч остановился внутри ворот, но не коснулся длинного борта, гол засчитывается, если вертикальная проекция мяча на поле не касается линии ворот. Победитель определяется по количеству забитых мячей.
- 3.3.2 Тайбрейк:
- (а) Если правила турнира предусматривают тай-брейк, он будет решаться следующим образом:
- 1) В случае ничьей после второго тайма победитель будет определен по схеме игры до первого забитого гола («Золотой гол»). Игра будет продолжена после 5-минутного перерыва в течение максимум 3 минут. Команда, сумевшая забить первый гол, будет объявлена победителем.
 - 2) Если ничья сохраняется и после дополнительных 3 минут игры, победитель будет определяться с помощью пенальти.
- (б) Каждая команда пробивает три пенальти, которые выполняются в соответствии с Правилом 4.5. Единственное отличие от этого правила заключается в том, что
- 1) На игровом поле могут находиться только бьющий и вратарь.
 - 2) Бьющий может пытаться забить в течение 30 секунд, пока мяч не коснется

вратаря или не войдет в зону ворот.

3.4 Прерывания

Игра прерывается, когда арбитр дает свисток. После этого человек-оператор должен остановить связь между роботами и главным компьютером.

3.4.1 Перемещение: Перемещение андроидов может осуществляться человеком-оператором только во время:

- a) тайм-аутов, перерыва и фолов, как описано в Правиле 4. Все андроиды должны быть перемещены в течение 10 секунд после свистка.
- b) Если робот упал и не может самостоятельно встать в течение более 10 секунд, или робот не двигается более 10 секунд и мешает роботам соперников, арбитр дает указание куратору команды снять робота и при необходимости отремонтировать его. Отремонтированный или замененный робот может вернуться в игру, расположившись на своей половине поля за боковой линией лицом к противоположной стороне. Из двух возможных точек возврата игрок должен выбрать ту, которая находится на большем расстоянии от мяча. Робот может начать движение после минимальной задержки в 30 секунд.

3.4.2 Тайм-ауты и замены: Во время игры каждой команде разрешается взять 4 тайм-аута общей продолжительностью не более 8 минут. Во время тайм-аутов и в перерыве можно делать неограниченное количество замен. Если во время игры требуется тайм-аут, соответствующая команда должна объявить «тайм-аут», чтобы уведомить судью, и арбитр остановит игру в подходящий момент. Игра возобновляется со свободного мяча на стороне команды, объявившей тайм-аут, если тайм-аут был объявлен во время игры.

3.5 Передаваемая информация

3.5.1 Пока игра не ведется, команды могут передавать роботу любую информацию по своему усмотрению. После начала игры, объявленного арбитром, команды могут подать сигнал старта своим роботам. Если арбитр прерывает или заканчивает игру, команды должны немедленно подать своим роботам сигнал «стоп».

3.5.2 Пока идет игра, люди ни при каких обстоятельствах не должны взаимодействовать со своей системой. В течение этого времени система должна автономно отправлять и получать любую информацию от роботов.

3.5.3 Роботы могут управляться с помощью следующих беспроводных коммуникаций: Bluetooth, 802.11, 1.8G, WiFi, ZigBee, 40 МГц и/или 750 МГц. Перед началом игры все команды должны сообщить арбитру рабочую частоту беспроводного модуля на всех роботах (контроллерах). Если команда использует FM-радиостанции, она должна подготовить зарезервированные каналы, чтобы избежать влияния частотных помех друг на друга.

4. Фолы

4.1 Преимущество

Арбитр может решить не назначать фол, если у сфолившей команды есть преимущество.

4.2 Свободный мяч

4.2.1 Арбитр назначает свободный мяч, когда

- а) робот сталкивается с другим игроком противоположной команды, намеренно или иным образом: арбитр указывает на те фолы, которые непосредственно влияют на ход игры.
- б) ни один робот не касается мяча или если два или более роботов соперника блокируют мяч в течение 15 секунд за пределами штрафной площади.

4.2.2 Если в пределах любой четверти игрового поля назначается свободный мяч, то мяч помещается в соответствующую позицию свободного мяча (FB). По одному андроиду на команду будут размещены в местах, находящихся на расстоянии 25 см от места расположения мяча в продольном направлении игрового поля. Другие андроиды могут быть свободно размещены за пределами квартала, где разыгрывается свободный мяч. Игра возобновляется по сигналу арбитра, после чего все роботы могут свободно перемещаться. **(Приложение E)**

4.3 Штрафной удар

4.3.1 Арбитр назначает штрафной удар, если

- а) робот-защитник намеренно толкает робота-соперника, владеющего мячом, или когда это влияет на ход игры, штрафной удар будет назначен противоположной команде. Это не относится к обычной борьбе за мяч.
- б) робот таранит робота соперника таким образом, что может нанести ему повреждения, независимо от того, владеет ли робот соперника мячом или нет.
- в) любой робот, кроме вратаря, ловит (в том числе руками) мяч, но его позиция не в своей зоне ворот. Это также применимо, если один или несколько роботов одной команды блокируют мяч более чем на 10 секунд без влияния другой команды.
- г) вратарь не смог выбить мяч из своей зоны ворот в течение 10 секунд (если мяч не заблокирован другой командой, в этом случае это удар от ворот, Правило 4.4).

4.3.2 Мяч будет помещен на соответствующую позицию штрафного удара на той половине поля, где произошел объявленный фол, но за пределами штрафной площади (как в случае 1 и 2 в **Приложении F**) Кроме того, мяч будет установлен в соответствующей точке линии штрафного удара, параллельной месту, где произошел фол в пределах штрафной площади (как в случае 3 в **Приложении F**)

4.3.3 Все андроиды, кроме андроида, выполняющего штрафной удар, должны находиться за пределами круга радиусом 25 см вокруг позиции мяча. При расстановке роботов все остальные правила игры остаются в силе. Защищаемая команда получает

преимущество в размещении своих андроидов. После возобновления игры арбитром ни один робот не может войти в 25-сантиметровый круг до того, как мяч будет перемещен или соревнование уже возобновилось в течение 10 секунд.

4.3.4 Если штрафной удар не может быть выполнен дважды из-за незаконных действий со стороны защищающихся роботов, арбитр может назначить пенальти (**Приложение Н**) вместо штрафного удара.

4.4 Удар от ворот

4.4.1 Арбитр назначает удар от ворот, если

- a) робот атакует вратаря, касаясь его, прямо или косвенно блокируя или толкая (с мячом между ними или без него), в то время как вратарь находится в своей зоне ворот;
- b) команда атакует, имея более одного андроида в зоне ворот (включая касание линии) противоположной команды в течение более 10 секунд.

4.4.2 Во время удара от ворот только вратарь может находиться в зоне ворот, а мяч может быть помещен в любое место в зоне ворот, как показано в **Приложении Г**. Другие андроиды команды должны находиться за пределами площади ворот во время удара от ворот. Защищающаяся команда получает преимущество при размещении своих андроидов на своей стороне игрового поля. Атакующая команда (т.е. команда, выполняющая удар от ворот) может разместить своих андроидов в любом месте игрового поля. Игра возобновляется по свистку арбитра.

4.4.3 Если удар от ворот не может быть выполнен дважды из-за подобной ситуации, описанной в Правиле 4.5.1(b), арбитр может назначить штрафной удар с соответствующей позиции штрафного удара половины для противоположной стороны вместо удара от ворот.

4.5 Пенальти

4.5.1 Арбитр назначает пенальти, если

- a) команда защищается, когда более одного андроида находятся на линии ворот (касаются линии) команды более 10 секунд. Существует исключение из этого правила: когда дополнительный Андроид-защитник на линии ворот не находится там для защиты или если он не оказывает прямого влияния на ход игры. Арбитр должен оценить ситуацию с пенальти.
- b) кто-то переставляет роботов без разрешения арбитра во время игры.
- c) робот обрабатывает мяч, когда он находится на своей линии ворот. Владение мячом, по мнению арбитра, происходит, когда любой робот, кроме вратаря, ловит мяч, и робот находится на своей линии ворот. Также владением мячом считается та ситуация, когда робот прочно прикрепляется к мячу таким образом, что ни один другой робот не может манипулировать мячом.
- e) считается, что вратарь блокирует более чем в 40 см от своей линии ворот в течение более 10 секунд.
- f) Во время игры, без разрешения арбитра, любому оператору команды запрещено

прикасаться к мыши или посылать любые команды управления системам управления; также запрещено посылать или подавать сигналы помех противной стороне. Если команда совершила такое нарушение впервые, то сопернику назначается пенальти; во второй раз или позже сопернику каждый раз назначается гол.

- 4.5.2 Когда арбитр назначает пенальти, мяч помещается в соответствующую позицию для пенальти (РК) на игровом поле (**Приложение Н**). Андроид, выполняющий удар, должен находиться за отметкой пенальти. Вратарь защищающейся команды занимает вертикальное положение на середине линии своих ворот, лицом к бьющему. Он должен оставаться вертикально на линии ворот до тех пор, пока мяч не будет коснут. Другие андройды должны свободно располагаться по другую сторону полулинии и могут переходить за центральную линию только после того, как мяч будет перемещен или пройдет 10 секунд. Андроид, выполняющий пенальти, может бить по мячу или вести его.
- 4.5.3 Если вратарь упал или покинул линию ворот до того, как бьющий коснулся мяча, то пенальти выполняется в течение 10 секунд. Если бьющий забивает гол, пенальти заканчивается, в противном случае арбитр начнет пенальти заново. Если вратарь упадет или покинет линию ворот до того, как бьющий снова коснется мяча (в течение 10 секунд), бьющему будет засчитан технический гол.
- 4.5.4 Если пенальти не может быть пробито дважды из-за раннего входа атакующей стороны в игру в соответствии с Правилom 4.5.2, арбитр может назначить удар от ворот для противоположной стороны вместо пенальти.

4.6 Однако, когда это не фол

- 4.6.1 Разрешается отбивать мяч и игрока соперника назад при условии, что толкающий игрок постоянно находится в контакте с мячом, если ситуация возникла по вине противоположной команды, и если эта ситуация никак не влияет на ход игры.
- 4.6.2 Оценивать такие ситуации должен арбитр.

5. Вбрасывание

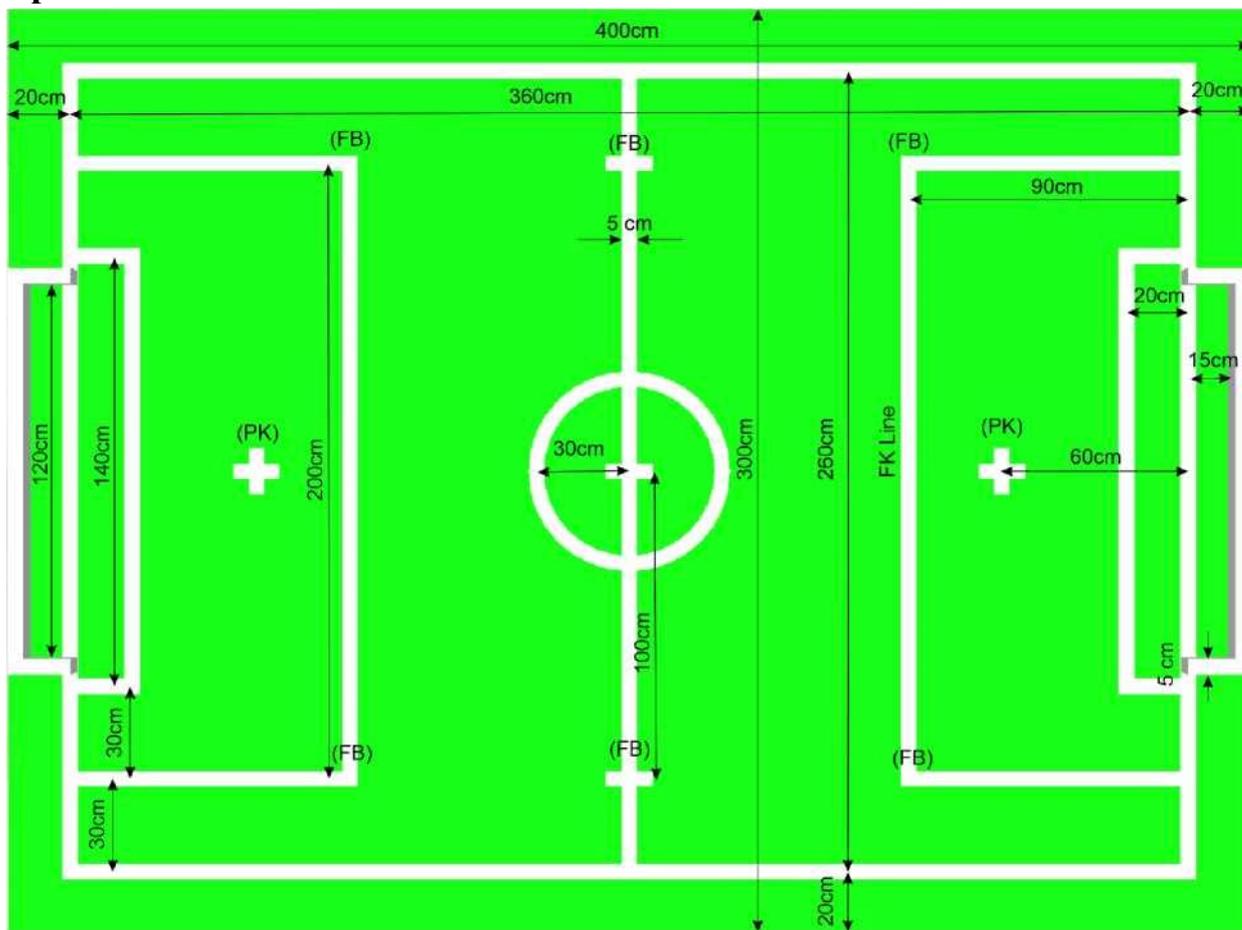
5.1 Вбрасывание

- 5.1.1 Вбрасывание необходимо, если мяч покидает игровое поле, полностью пересекая боковую линию или линию ворот (за пределами ворот) либо на земле, либо в воздухе.
- 5.1.2 Не останавливая игру, арбитр или один из помощников арбитра помещает мяч в одну из трех точек перезапуска, которые находятся на той же стороне, где мяч покинул поле.
- 5.1.3 Мяч помещается в точку перезапуска, ближайшую к воротам, если игрок команды, защищающей эти ворота, последним коснулся мяча перед его выходом на ту же половину поля.

5.1.4 Во всех остальных случаях мяч помещается в точку перезапуска на средней линии. Если робот загроживает точку перезапуска, мяч помещается на следующее найденное свободное место, перемещаясь из положения перезапуска к ближайшей линии касания

Точки перезапуска отмечены знаком (FB) в Приложении А

Приложение А

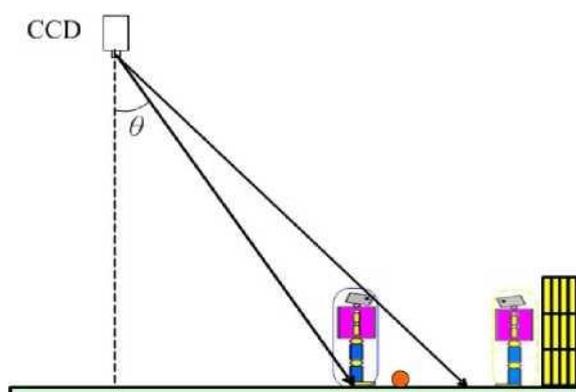


- (1) FB - позиции для свободного мяча
- (2) РК - позиции для пенальти
- (3) Линия штрафной - позиция для свободного мяча/штрафного удара будет установлена в соответствующей позиции на линии, в то время как нарушение происходит в пределах штрафной площади

Приложение В

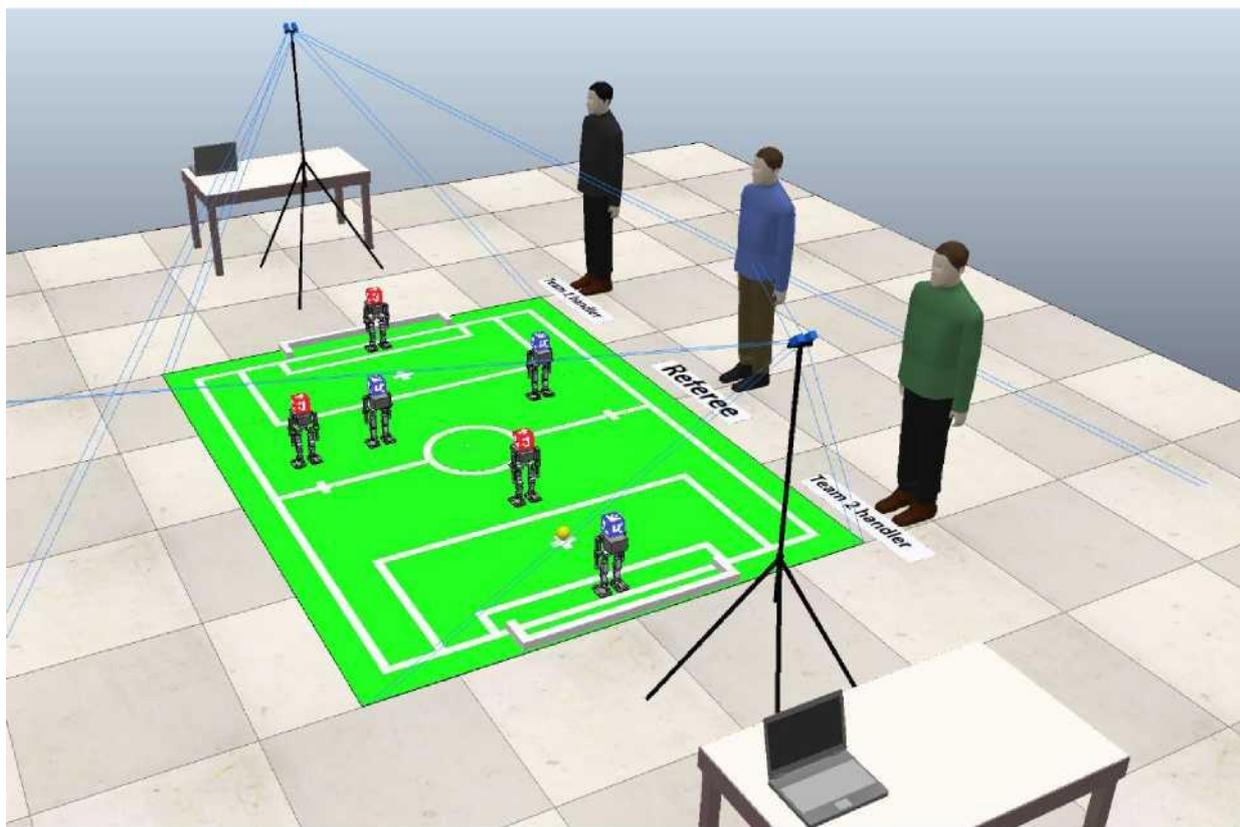


Внешний вид камеры Logitech HD Pro C930 (или Pro C920)



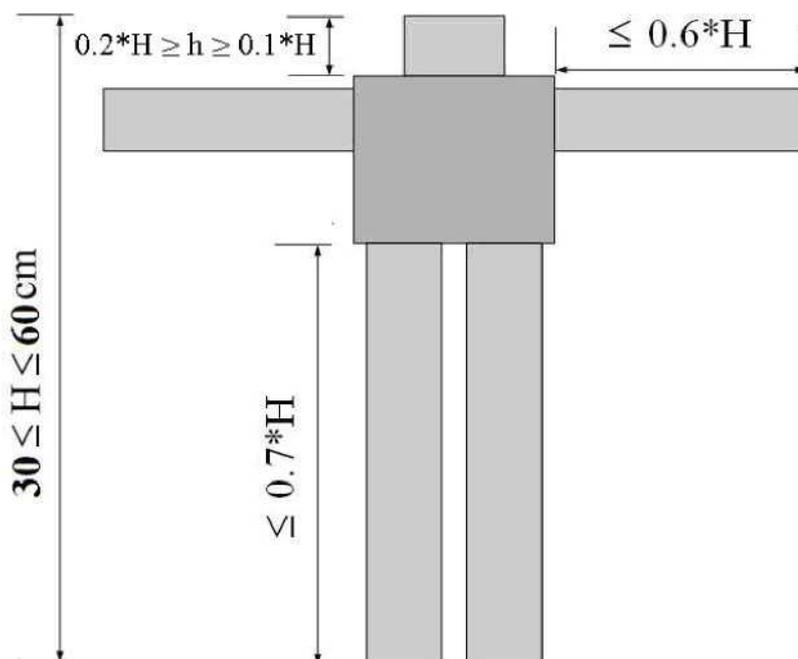
В некоторых случаях вышеупомянутая камера не может найти мяч. Вратарь каждой команды может иметь собственную камеру.

Приложение С



3D вид футбольного поля.

Приложение D



Приложение E

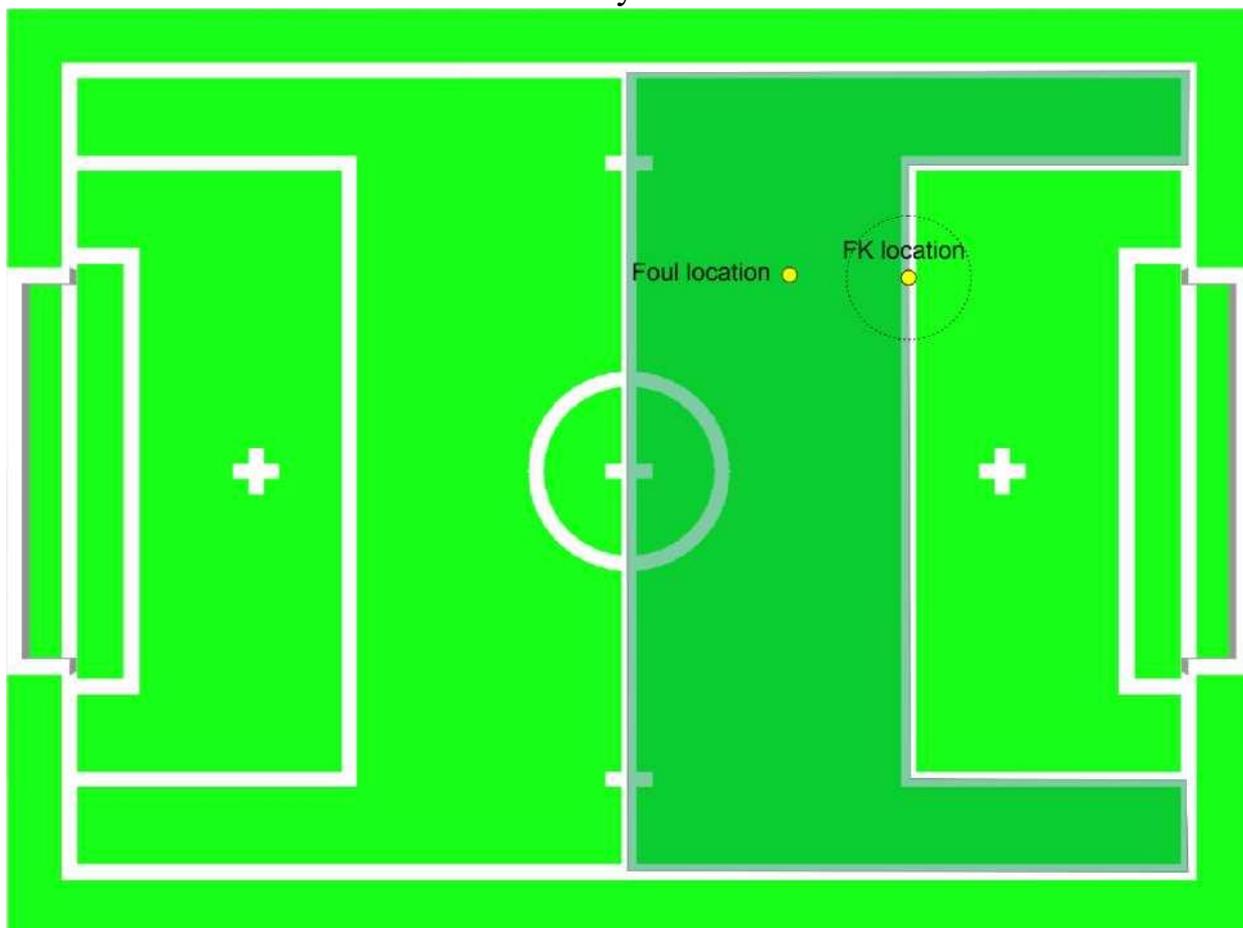
Свободный мяч



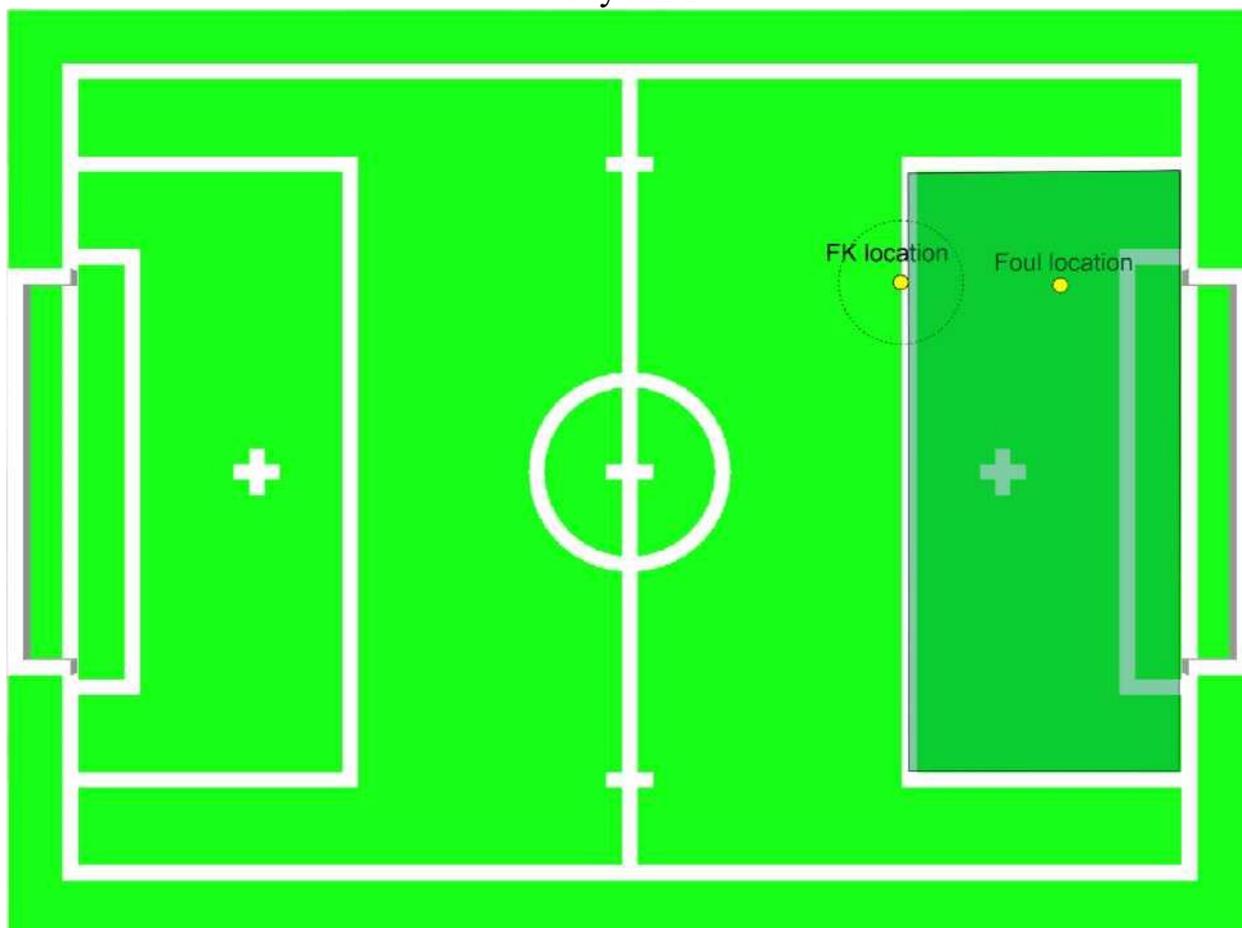
Когда назначается свободный мяч, он будет находиться в соответствующей ближайшей точке FB, а роботы обеих команд стартуют за пределами круга радиусом 25 см для удара.

Приложение F
Штрафной удар (1/2)

Случай 1



Случай 2



Если штрафной удар назначается с места фола **внутри штрафной площади**, то мяч назначается на соответствующую точку линии FK, параллельную первому месту, а работы команды защиты начинают движение за пределами круга радиусом 25 см для удара.

Приложение G

Удар от ворот



Приложение H

Пенальти



Приложение J

