

به نام خدا

قوانین لیگ سرعت ربات های پرنده

بخش دانش آموزی

فرزاد احمدی نژاد، امیرعلی ستایشی

۲۲ آذر ۱۳۹۷

تاریخ آخرین بروزرسانی: ۲۸ دی ۱۳۹۷
سرپرست لیگ ربات های پرنده: فرزاد احمدی نژاد - دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
اعضای کمیته فنی: امیرعلی ستایشی - دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
نیما صالحی آهنگر - دانشگاه علم و صنعت ایران
میر علیرضا اطهاری - دانشگاه صنعتی خواجه نصیر

تغییرات در نسخه های مختلف قوانین با بهره گیری از این رنگ برای نشان دادن مواردی که اضافه گردیده اند و با استفاده از این حالت مواردی که حذف گردیده اند نشان داده خواهد شد.

۱ مقدمه

هدف مسابقات سرعت (Race) دانش آموزی، تشویق دانش آموزان به یادگیری برنامه نویسی ربات های پرنده برای انجام خودکار ناوبری و مسیر یابی در محیط بسته، بدون بهره گیری از داده های GPS/GNSS و با استفاده از الگوریتم های پردازش تصویر است. ربات های شرکت کننده در این لیگ باید در کوتاه ترین زمان، با عبور از تعدادی دروازه (Gate) مسیر مسابقه را به طور صحیح طی نمایند. تیم های شرکت کننده می توانند از ربات های پرنده دست ساز و یا ربات های پرنده تجاری برنامه پذیر استفاده کنند. استفاده از ربات های آماده برنامه پذیر مانند DJI Ryze به تیم ها کمک خواهد کرد که بر روی برنامه نویسی ربات برای ناوبری خودکار تمرکز داشته باشند. تشخیص محل دروازه ها توسط دوربین پرنده و با بهره گیری از نشانگر (Marker) که توسط تیم ها بر روی هر دروازه و در محل مشخصی نصب می گردد انجام خواهد شد. نمونه کد راه اندازی اولیه ربات DJI Ryze از طرف کمیته ی فنی این لیگ در اختیار تیم های شرکت کننده در این لینک قرار داده شده است و تیم ها با توسعه الگوریتم هدایتی پرنده می توانند به انجام مراحل مسابقه بپردازند. همچنین تنها در این دوره از مسابقات، بنابر درخواست شرکت کنندگان گرامی، قسمتی تحت عنوان مانور پروازی به صورت رقابتی جداگانه از لیگ اصلی و به صورت کنترل دستی با دید غیر مستقیم یا FPV برگزار خواهد شد که جزییات آن منطبق بر لیگ اصلی بوده و تفاوت های آن در صورت وجود در هر بخش مشخص گردیده است. امکان به روز رسانی قوانین به صورت جزیی تا قبل از مسابقات وجود دارد و معیار در برگزار مسابقات، آخرین نسخه

از قوانین است. به همین جهت به تیمهای شرکت کننده توصیه میشود برای دسترسی به آخرین نسخه از قوانین به وبسایت مسابقات مراجعه کنند.



شکل ۱: تصویر ربات پرنده تجاری Tello

۲ مشخصات ربات

تیم های شرکت کننده می بایست در طراحی و برنامه نویسی ربات های خود موارد ذیل را رعایت نمایند. لازم به توضیح است که در صورت عدم تطابق ربات با این موارد از شرکت این تیم در مسابقات جلوگیری به عمل خواهد آمد، پس توجه ویژه ای به آن ها داشته باشید:

- ربات باید قابلیت پرواز به صورت عمودی و پایدار را داشته باشد و از نظر مکانیزم پرواز و ساختار ربات محدودیتی وجود ندارد اما به این علت که لیگ در سطح دانش آموزی برگزار می گردد کمیته ی فنی مسابقات استفاده از پلتفرم های تجاری برنامه پذیر Tello را پیشنهاد می کند. اما استفاده از سایر پلتفرم ها و ربات های دست ساز در عدم صورت مغایرت با نکات این بخش، مانعی ندارد.
- ربات به همراه تمامی تجهیزات آن، باید در یک مکعب به ابعاد $40 \times 40 \times 40$ جای گیرد و وزن آن کمتر از ۱ کیلوگرم باشد.
- ربات باید قادر به پرواز به صورت خودکار باشد، کنترل دستی ربات در حین مسابقه دارای هیچ امتیازی نخواهد بود. **در قسمت مانور هوایی که به صورت جداگانه برگزار می گردد، تیم ها می توانند به صورت کنترل دستی و با دید غیر مستقیم، ربات های خود را هدایت کنند.**
- نرم افزار ربات باید به گونهای طراحی شود که به دلایل ایمنی در هر لحظه از پرواز خودکار، امکان بازگشت به حالت دستی و از همه مهم تر امکان فرود اضطراری وجود داشته باشد. این مساله در ابتدای مسابقات برای هر تیم توسط کمیته ی فنی مورد بررسی قرار خواهد گرفت.
- فریم مورد استفاده می بایست دارای محافظ ملخ باشند.

۳ ارزیابی قبل از مسابقات

به منظور انتخاب تیم های شرکت کننده در مسابقات لازم است تیم ها یک فایل معرفی تیم (TDP) حاوی اطلاعات زیر را با عنایت به قالب رسمی ارائه شده در سایت رسمی مسابقات آماده کرده و در زمان مقرر برای کمیته ی فنی ارسال نمایند:

- معرفی تیم و اعضای آن
- خلاصه ای از سابق مرتبط
- معرفی پلتفرم مورد استفاده و ذکر مشخصات آن. (لازم به توضیح است که در صورتی که از ربات های دست ساز استفاده می نمایید خلاصه از مشخصات فنی ربات شامل عملگر ها، برد های کنترلی و ... را ذکر کنید.)
- معرفی Marker مورد استفاده برای تشخیص دروازه ها به همراه توضیح مختصر الگوریتم مورد استفاده برای تشخیص آن ها
- خلاصه ای از فعالیت های انجام شده مرتبط با بخش های مسابقه و پیش بینی نحوه ی انجام آن ها

۴ نحوه ی اجرای مسابقات

این لیگ شامل چند مرحله ی مقدماتی، نیمه نهایی و نهایی است و در کنار رقابت های اصلی، چالش فنی نیز برگزار خواهد شد. بر اساس تعداد تیم ها و کیفیت عملکردشان همه یا تعدادی از آن ها با نظر کمیته فنی لیگ از یک مرحله به مرحله ی بعدی صعود خواهند کرد. امتیاز کسب شده در هر مرحله با ضریب ۰,۳ در مرحله بعدی تاثیر داده خواهد شد (جمع خواهد شد). به طور نمونه در صورتی که یک تیم در مرحله ی نهایی امتیاز f ، در مرحله ی نیمه نهایی امتیاز sf و در مرحله ی مقدماتی امتیاز p را کسب نمایند؛ امتیاز نهایی (T) از طریق رابطه ی زیر محاسبه خواهد شد:

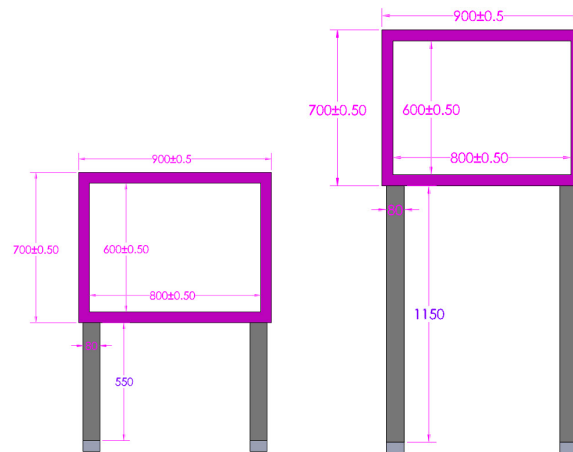
$$T = f + 0.3sf + 0.09p$$

تیم در هر مرحله مجاز به استفاده از یک ربات مشخص است اما در صورت هماهنگی با کمیته ی فنی و طی کردن مراحل بازدید دوباره ربات، امکان استفاده از ربات های مختلف در مرحله های مختلف مسابقه وجود خواهد داشت. در هر مرحله، هر تیم به مدت ۲۰ دقیقه حداکثر ۵ مرتبه فرصت رکورد گیری دارند (ربات از محل شروع مسابقه بلند شده و مسیر مسابقه را به درستی طی نماید). از میان رکوردهای ثبت شده برای تیم، در هر مرحله، بهترین رکورد در نظر گرفته می شود. در صورتی که زمان ۲۰ دقیقه ای در میانه ی ثبت رکورد تیم شرکت کننده به پایان رسد، تا پایان آن رکورد به تیم زمان داده خواهد شد. همچنین لازم به توضیح است که قراردادن نشانگر های هر تیم بر روی محل از پیش تعیین شده در همین زمان صورت می پذیرد.

در حین ثبت رکورد در صورتی که ربات به زمین برخورد نماید یا بر روی زمین بنشیند، تا زمانی که اعضای تیم به صورت فیزیکی ربات را جا به جا نکنند، به معنای پایان رکورد گیری نخواهد بود و زمان برای تیم نامبرده در حال سپری شدن می باشد. در صورت انصراف تیم از رکورد، امتیازات و زمان تا لحظه فرود، محاسبه خواهد شد.

۵ مشخصات زمین مسابقه

زمین مسابقه در بخش اصلی از تعدادی دروازه ی مربعی شکل به ابعاد ۸۰ سانتی متر در ۸۰ سانتی متر تشکیل شده است. حداقل و حداکثر فاصله ی هر دو گیت از یکدیگر به ترتیب برابر با ۲ و ۴ متر بوده و گیت ها می توانند نسبت به یکدیگر حداکثر زاویه ی ۶۰ درجه را داشته باشند. موقعیت قرارگیری گیت ها به گونه ای است که، ربات با عبور از یک گیت قادر به مشاهده گیت بعدی (به صورت کامل یا بخشی از گیت) خواهد بود. همچنین لازم به توضیح است که در این دوره از مسابقات تیم های شرکت کننده با دو نوع دروازه رو به رو خواهند بود که تفاوت آن ها، تنها در ارتفاع آن از سطح زمین می باشد. ابعاد گیتها در شکل ۲ مشاهده می شود.

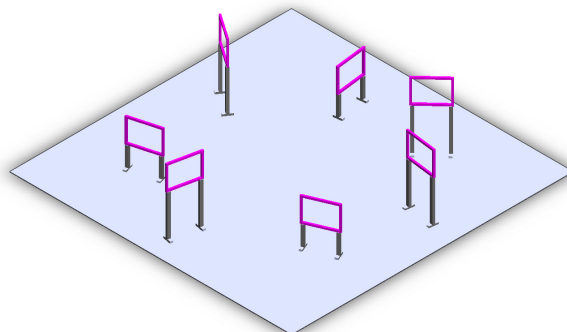


شکل ۲: شمایی از دروازه های زمین مسابقه

رنگ چهارچوب دروازه ها سرخ آبی یا اصطلاحاً Magenta خوانده می شود که کد RGB مربوط به آن (۲۵۵،۰،۲۵۵) می باشد. همچنین برای پایه های نگه دارنده ی دروازه از رنگ مشکی استفاده خواهد شد. رنگ و جنس کف زمین نامشخص بوده اما تلاش خواهد شد که علایمی بر روی زمین قرار گرفته که ربات هایی که از الگوریتم Optical Flow استفاده می نمایند دچار مشکل نشوند.

همانگونه که پیش تر گفته شد، در این دوره از مسابقات تیم ها می توانند برای تشخیص راحت تر دروازه ها، نشان گر هایی بر روی هر کدام از آن ها، به اختیار خودشان قرار دهند. این نشانگر ها در وسط دروازه ها قرار داشته و می بایست در ابعاد یک کاغذ A۵ جای گیرد. به طور پیش فرض، کمیته ی فنی مسابقات بر روی هر دروازه یک نشان گر April Tag یکتا از خانواده ی Tag۳۶h۱۱ با ابعاد ۱۰ سانتی متر در ۱۰ سانتی متر، قرار می دهد که می توانید مجموعه ای از این نشان گر ها را در این لینک مشاهده نمایید. در صورتی که تیمی مایل به استفاده از این نوع نشانگرها نیست، میتواند نشان گر های مختص خود (رنگی یا غیره) را بر روی محل قرارگیری نشانگرها (ضلع پایینی گیت) نصب نماید. برای اینکار، کاغذ نشان گرها توسط اعضای تیم و با استفاده از تعدادی گیره ی کاغذ به صفحه متصل می شوند. توجه به این نکته ضروری است که، به علت لزوم جایگزینی نشان گر ها در هر مرحله به حالت عادی، امکان اتصال نشانگر به وسیله چسب مقدور نخواهد بود و تنها باید از گیره هایی که کمیته برگزاری در اختیار تیم قرار می دهد استفاده شود.

شروع و پایان هر رکوردگیری با برخاست (Takeoff) از محل شروع و نشستن (Landing) بر روی زمین تعیین می شود. به این صورت که در شروع رکوردگیری ربات می بایست از محل مشخص شده پرواز را آغاز



شکل ۳: نمونه ای از چپش گیت ها در زمین مسابقه

کرده در نهایت بر روی محل فرود یا خارج از آن، بر زمین بنشینند. در بخش خودکار در صورتی هنگامی که ربات به درستی بر روی منطقه مشخص شده ی فرود بنشیند امتیاز جداگانه ای در محاسبه زمان رکورد تاثیر داده خواهد شد. محل مربوط به فرود و پرواز یک صفحه ی مربعی شکل به ابعاد ۵۰ سانتی متر در ۵۰ سانتی متر می باشد که یک نماد H به رنگ آبی در مرکز آن قرار گرفته است.

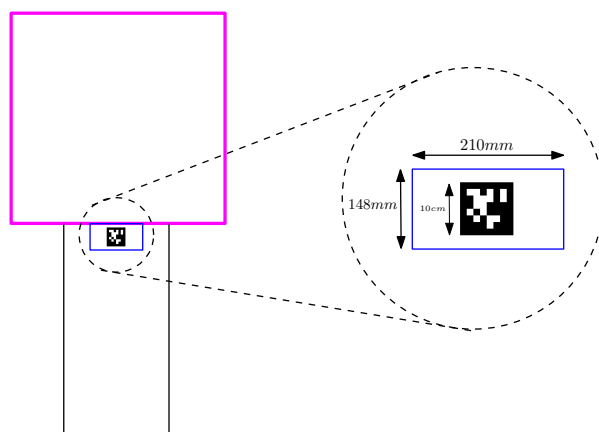
۶ نحوه ی امتیاز دهی

با استفاده از رابطه ی زیر امتیاز نهایی هر تیم در هر مرحله از بخش خودکار به صورت زیر محاسبه خواهد شد:

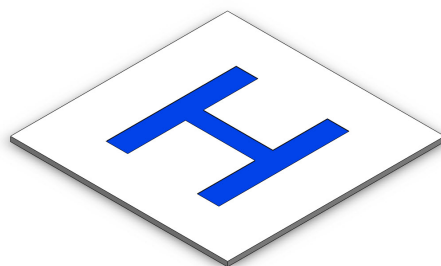
$$FinalRecord = \begin{cases} 0.8(t + 20n) & \text{if DroneLandedCorrectly} \\ t + 20n & \text{otherwise.} \end{cases}$$

در این رابطه n برابر با تعداد گیت هایی که ربات آن را طی نکرده است (در صورتی که تمامی مسیر توسط ربات طی نشود) و همچنین t برابر با زمان ثبت شده از لحظه برخاست تا زمان فرود و پایان تلاش است. همچنین لازم به توضیح است که در فاصله ی حدودا ۲ متری دروازه ی آخر، یک محل برای فرود ربات در نظر گرفته شده است که در صورتی که تیمی بتواند پس از عبور از آخرین گیت، طی زمان ۱۵ ثانیه بر روی نقطه ی مشخص شده فرود آید، رکورد نهایی آن در عدد ۰٫۸ ضرب خواهد شد. به یاد داشته باشید که هنگامی زمان فرود محاسبه خواهد شد که ربات کاملا بر روی صفحه ی یاد شده قرار گرفته و موتور ها خاموش گردند. به عنوان نکته ی آخر نیز به موارد ذیل توجه نمایید:

- برای محاسبه ی فرمول بالا، ربات لازم است که حداقل از گیت اول عبور نماید.
- عبور موفق از هر گیت به حالتی گفته می شود که ربات بدون هیچ برخورد اساسی با دروازه از درون آن عبور کند. لازم به توضیح است که برخورد جزئی در صورتی که ربات همچنان به پرواز خود ادامه دهد، قابل قبول خواهد بود
- ترتیب عبور از گیت ها دارای اهمیت است. گیت ها شماره گذاری شده اند و ربات باید به ترتیب از این گیت ها عبور نماید. تا زمانی که ربات نتواند از داخل یک گیت به درستی عبور نماید، امتیاز گیت های بعدی محاسبه نخواهد شد.



شکل ۴: شمایی از قرار گرفتن نشان گر بر روی یک دروازه



شکل ۵: شمایی از محل شروع پرواز و فرود

• تیم‌ها بر اساس فرمول بالا رتبه بندی خواهند شد. امتیاز کمتر در رتبه ی بالاتری قرار خواهد گرفت.

همچنین، بدیهی است که با عنایت به توضیحات بالا؛ امتیاز در بخش مانور پروازی از رابطه ی زیر محاسبه خواهد گردید:

$$FinalRecord = \hat{t} + 20n$$

در این رابطه n برابر با تعداد گیت هایی که ربات آن را طی نکرده است (در صورتی که تمامی مسیر توسط ربات طی نشود) و همچنین \hat{t} برابر با زمان ثبت شده از لحظه برخاست تا زمان آخرین دروازه و پایان تلاش است.

۷ شرایط محیطی (نوری و مغناطیسی)

تیم‌ها باید برای تطبیق ربات خود با شرایط نوری محل برگزاری مسابقات آمادگی داشته باشند و شرایط نوری و مغناطیسی ممکن است در طول مسابقات تغییر کند. با توجه به برگزاری مسابقات در داخل سالن، زمین

مسابقات ممکن است تحت تاثیر میدان مغناطیسی باشد (برای مثال توسط سیم کشی یا اشیا فلزی در زیر یا اطراف زمین ایجاد شده باشد). امکان تغییر جزئی شرایط نوری محیط بر اثر تابش نور خورشید یا نور فلاش دوربینهای عکاسی وجود دارد، البته کمیته فنی تلاش می کند تا این گونه شرایط را در طول مسابقه به حداقل برساند، اما تیم ها باید ربات خود را به گونه ای آماده کنند که در مقابل چنین اتفاقاتی دچار مشکل اساسی نشود.

همچنین توجه داشته باشید که در محیط برگزاری ممکن است با تضعیف قابل توجه سیگنال Wifi رو به رو باشیم. به همین دلیل به تیم ها اجازه داده خواهد شد که یک نماینده از هر تیم با سیستمی که کد بر روی آن به صورت Off Board اجرا خواهد شد، به دنبال ربات حرکت کند. برای حفظ ایمنی این شخص، هر تیم می بایست که یک عینک محافظ نیز به همراه داشته باشد.

۸ شفاف سازی مشکلات

در طول مسابقه، تحت هر شرایطی، تصمیم نهایی، تصمیم داور است. در شرایط خاص مثل موارد پیش بینی نشده و یا توانایی های ربات یک تیم، ممکن است تغییرات اندکی در قوانین مسابقه صورت پذیرد. این تغییرات در صورت موافقت اکثریت اعضای کمیته فنی اجرا خواهد شد. همچنین لازم به یادآوری است که در صورتی که هر یک از اعضای تیم در جلساتی که کمیته فنی با تیم ها برگزار می کند حضور نداشته باشند، هیچ مسئولیتی متوجه کمیته فنی نمی باشد.

تشخیص موارد مربوط به امتیازدهی و تصمیم نهایی راجع به قسمتهای مختلف مسابقه، منحصر به عهده داوران است. همچنین در صورت بروز موارد پیش بینی نشده، نظر کمیته داوران تعیین کننده است و هیچ اعتراضی پذیرفته نیست.

۹ اجزای مسابقات

۱.۹ مسابقه ی اصلی

در این دوره از رقابت های لیگ ربات های پرنده ی دانش آموزی؛ تیم ها با چالش های گوناگونی مواجه خواهند شد که اصلی ترین آن ها رقابت به صورت خودمختار برای عبور از دروازه های موجود در زمین مسابقه است که به جزئیات آن پیش تر و به تفصیل اشاره گردید. درنهایت از میان تیم های راه یافته به مرحله ی نهایی، رتبه های اول تا سوم مشخص گردیده و با عنایت به قانون رسمی مسابقات مبنی بر رابطه ی تعداد تیم ها با تعداد مقام های احراز شده، این تیم ها در مراسم اختتامیه مورد تقدیر قرار خواهند گرفت.

۲.۹ چالش فنی

در کنار بخش اصلی رقابت ها، یک بخش با نام چالش فنی با هدف توسعه لیگ و همچنین بررسی دانش شرکت کنندگان برگزار خواهد شد. نتیجه چالش فنی در امتیازات نهایی تیم ها در بخش اصلی و همچنین احراز مقام جداگانه در نظر گرفته می شود. جزئیات چالش فنی در جلسه ی توجیهی در روز مسابقات مشخص خواهد شد. تنها نکته ی قابل اشاره این است که تیم ها می بایست آمادگی عبور از یک دروازه در حال حرکت را داشته باشند. مشخصات دروازه مشابه دروازه های بخش رقابت اصلی است با این تفاوت که زاویه این دروازه و یا سطح مقطع آن متغییر خواهد بود. در انتها، تیم ها با توجه به معیارهایی که در جلسه ی توجیهی روز مسابقات اعلام می گردد، رتبه بندی گردیده و عنوان برتر به تیم برگزیده ی چالش فنی در مراسم اختتامیه اعطا خواهد گردید.

۳.۹ سوال فنی

برای بررسی دانش فنی دانش آموزان شرکت کننده در مسابقات، کمیته ی فنی یک سوال با استفاده از المان های به کار رفته در مسابقات طراحی کرده و تیم ها در یک زمان مشخص و در فضای قرنطینه می بایست مبادرت به برنامه نویسی ربات برای حل سوال بنمایند. در پایان با استفاده از معیار امتیاز دهی مشخص شده توسط کمیته فنی، تیم ها رتبه بندی خواهند شد. لازم به توضیح است که این بخش دارای تشویق جداگانه در اختتامیه نخواهد بود و امتیاز آن در بخش های بعدی مورد استفاده قرار خواهد گرفت که در ادامه به توضیح آن خواهیم پرداخت.

۴.۹ مانور پروازی

همانگونه که در ابتدای قوانین گفته شد، تنها در این دوره از مسابقات، بنابر درخواست شرکت کنندگان گرامی، قسمتی تحت عنوان مانور پروازی به صورت رقابتی جداگانه از لیگ اصلی و به صورت کنترل دستی با دید غیر مستقیم یا FPV برگزار خواهد شد که جزییات آن در متن قوانین مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت از میان تیم های راه یافته به مرحله ی نهایی، رتبه ی اول مشخص گردیده و به عنوان بهترین تیم در زمینه ی مانور پروازی در مراسم اختتامیه مورد تقدیر قرار خواهند گرفت.

۵.۹ قهرمان قهرمانان

در هر یک از اجزای مسابقات (به غیر از قسمت مانور پروازی که امتیاز آن تاثیری در این آیتم ندارد) تیم های شرکت کننده در هر یک از این بخش ها، متناسب با امتیاز های کسب شده رتبه بندی خواهند شد و برای هر بخش با توجه به جایگاه حاصل شده در جدول رتبه بندی، امتیاز هایی به شکل زیر به آن ها تعلق خواهد گرفت:

Points Scored	Place
۱۰	۱st
۸	۲nd
۶	۳th
۴	۴th
۳	۵th
۲	۶th
۱	۷th
۰	... ۱۰th, ۹th, ۸th,

توجه به نکات زیر خالی از لطف نخواهد بود:

- مقدار امتیاز در هر بخش برای بهترین عملکرد به میزان ۱۰ امتیاز و برای عملکرد با پایین ترین کیفیت به میزان صفر خواهد بود. همانگونه که در جدول مشاهده می نمایید این امر با توجه به رتبه بندی تیم ها در انتهای رقابت های هر یک از اجزای نامبرده مسابقات معین می گردد.
- تیم هایی که حداقل عملکرد مورد انتظار کمیته ی فنی را در هر مرحله طی نمایند به صورت خودکار امتیاز آن ها در جدول نهایی امتیازات صفر منظور خواهد شد.
- قهرمان قهرمانان تیمی است که در مجموع بیشترین امتیاز از میان اجزای موثر تعریف شده در این قسمت را کسب نماید. پس همانگونه که انتظار می رود، تیم هادی بایست برای کسب این عنوان در همه ی چالش های موجود در مسابقات حضور موثر داشته باشند.

- با استفاده از قاعده ی گفته شده در این قسمت، رتبه های اول تا سوم مشخص گردیده و با عنایت به قانون رسمی مسابقات مبنی بر رابطه ی تعداد تیم ها با تعداد مقام های احراز شده، این تیم ها در مراسم اختتامیه مورد تقدیر قرار خواهند گرفت.
- در مواقعی که امتیازنهایی دو تیم یکسان گردید، تیمی در جایگاه بالاتر قرار خواهد گرفت که امتیاز بیشتری در مسابقات اصلی کسب کرده باشد. در هنگام تساوی در امتیازات مسابقه ی اصلی به ترتیب اولویت با امتیازات سوال فنی و رقابت فنی خواهد بود.
- در صورتی که قرار باشد تیم هایی به نمایندگی از کشور عزیزمان در مسابقات جهانی سرعت ربات های پرنده دانش آموزی حضور داشته باشند، این تیم های از میان تیم های برگزیده در این بخش با توجه به تعداد معین شده توسط فدراسیون بین المللی رباتیک فیرا، انتخاب خواهند گردید.