

قوانین مسابقات ویرایش دوم (۲۵ آبان ۹۵)

رباتهای پرنده

ششمین جشنواره بین المللی رباتیک و هوش مصنوعی امیرکبیر

AUTCUP2016

مقدمه

هدف از برگزاری مسابقات رباتهای پرنده جام دانشگاه امیرکبیر، تشویق محققان و پژوهشگران این حوزه برای حل چالش های فنی موجود در زمینه رباتهای پرنده است. این چالشهای فنی غالباً در زمینه هوشمند سازی رباتهای پرنده و برای افزایش کارایی و ساده سازی استفاده از آنها است. به منظور تسریع فرایند پژوهش و کاهش هزینه ها، این مسابقات با تمرکز روی رباتهای پرنده با ابعاد کوچک (MAV) و در محیط داخل ساختمان طراحی شده است.

قوانین این مسابقه رباتیک به گونه ای طراحی شده است که تیمهای شرکت کننده به توسعه سخت افزار و نرم افزار برای هوشمند سازی ربات تشویق شوند و نتایج حاصل از این فعالیتها در دنیای واقعی برای بهبود کارایی سیستمها مورد استفاده قرار بگیرد. مسلماً هرچه سطح هوشمندی ربات بالاتر باشد، تکرار پذیری و کارایی آن در شرایط واقعی نیز بیشتر خواهد بود.

الزامات در طراحی و ساخت ربات

تیمهای شرکت کننده در طراحی و ساخت ربات خود باید موارد ذکر شده در زیر را رعایت نمایند، در غیر این صورت امکان شرکت در رقابتها وجود نخواهد داشت:

۱. ربات باید قابلیت پرواز عمودی به صورت پایدار را داشته باشد. از نظر مکانیزم پرواز و ساختار ربات محدودیتی وجود ندارد و پرنده می تواند از نوع مولتی روتور، هلی کوپتر، بالزن، بالن و... باشد.
۲. عملگرهای ربات باید از نوع الکتریکی باشد. استفاده از موتورهای سوختی به دلیل آلودگی های صوتی و محیطی مجاز نخواهد بود.
۳. وزن کلی ربات در زمان پرواز باید کمتر از ۳ کیلوگرم و ابعاد آن در هر محور کمتر از ۱ متر (با احتساب تمامی اجزای پرنده) باشد.
۴. ملخهای ربات باید کاملا محافظت شده باشد تا در صورت برخورد با محیط، آسیبی به محیط یا ربات نرسد.
۵. در صورت طراحی سیستم پرواز خودکار برای ربات، امکان بازگشت به حالت دستی در هر زمان از پرواز وجود داشته باشد.
۶. استفاده از رباتهای پرنده تجاری (نظیر AR.Drone و ...) برای شرکت در مسابقه، تنها در حالت کنترل تماما خودکار ($A=8$) مجاز است.

ضرایب مرتبط با سخت افزار و نرم افزار ربات

ضرایب زیر با توجه به نحوه طراحی، ساخت و عملکرد ربات به آن تخصیص خواهد یافت و در امتیاز بدست آمده در مسابقه ضرب خواهد شد :

- ضریب ابعاد (S): این ضریب سبب افزایش امتیاز برای رباتهایی خواهد شد که ابعاد کوچکتری دارند و بر اساس فرمول زیر محاسبه می شود. در این رابطه، X حداکثر ابعاد ربات (با احتساب حفاظها) خواهد بود.

$$S = \frac{(3 - x)^2}{4} , \quad 1 \leq S < 2.25$$

- ضریب طراحی و توسعه (D): این ضریب با توجه به میزان فعالیت تیمها برای توسعه و ساخت ربات و بعد از بازرسی فنی، به ربات تعلق خواهد گرفت. برای کسب امتیازات این بخش، تیمهای شرکت کننده باید مستندات مربوط به فعالیتهای خود را در زمان مسابقه به همراه داشته باشند. این ضریب مطابق فرمول زیر از جمع سه جزء سازه، الکترونیک و نرم افزار بدست خواهد آمد:

$$D = 1 + D_m + D_e + D_s , \quad 1 \leq D \leq 2$$

که در این رابطه:

- D_m : امتیاز ساخت سازه و بخشهای مکانیکی ربات. برای شاسی و سازهی تجاری این عدد برابر صفر و برای شاسی ساخت تیم این عدد برابر ۰,۲ است.
- D_e : امتیاز ساخت مدارات الکترونیکی و برد کنترل پرواز ربات. برای بردهای کنترل پروازی که به صورت تجاری خریداری شده است یا عینا از روی پروژه های متن باز کپی برداری شده است این عدد برابر صفر و برای بردی که توسط تیم طراحی و ساخته شده است این عدد برابر ۰,۳ است.
- D_s : امتیاز توسعه نرم افزاری. این امتیاز برای توسعه نرم افزار کنترل پرواز و ایجاد امکانات و قابلیتهای جدید به آن تعلق خواهد گرفت. در حالتی که فعالیتی برای توسعه نرم افزار انجام نشده باشد این عدد برابر صفر و در غیر این صورت بسته به نظر کمیته فنی تا حداکثر ۰,۵ خواهد بود.

- ضریب سطح هوشمندی (A): این ضریب بسته به میزان خودمختاری و هوشمند بودن ناوبری ربات یکی از چهار حالت زیر خواهد بود. در این حالات کنترل خودکار باید حتما به صورت حلقه بسته و با فیدبک از محیط انجام شود:
 - کنترل دستی و دید مستقیم ($A=0.3$): در این حالت، حرکت ربات توسط اپراتور به صورت دستی انجام می شود و اپراتور نیز دید مستقیم به پرنده خواهد داشت.
 - کنترل دستی و دید غیر مستقیم ($A=1$): در این حالت اپراتور دید مستقیم به پرنده ندارد و از روی تصاویر دریافتی از دوربین پرنده را کنترل می کند.
 - کنترل نیمه خودکار ($A=4$): در این حالت اپراتور تنها فرمان انجام ماموریت (یکی از بخشهای مسابقه) را به ربات ارسال می کند و پس از آن ربات باید مستقل از اپراتور به اجرای آن بپردازد.
 - کنترل تماما خودکار ($A=8$): در این حالت اپراتور تنها فرمان شروع (برخاست) را به ربات ارسال می کند و ربات باید بتواند علاوه بر برخاست و نشست صحیح به صورت خودکار، حداقل یکی از بخشهای دیگر مسابقه را نیز به صورت خودکار انجام دهد. در این حالت از لحظه شروع تا نشست صحیح ربات (در محل تعیین شده)، اپراتور هیچ دخالتی در پرواز پرنده نخواهد داشت. در صورت دخالت اپراتور در حین پرواز، حالت پرواز تا لحظه ی قبل از آن به صورت نیمه خودکار محاسبه خواهد شد. رباتهای تماما تجاری تنها به صورت تماما خودکار می توانند در مسابقه شرکت کنند.

ارزیابی قبل از مسابقات

به منظور انتخاب تیمهای شرکت کننده در مسابقات، لازم است تیمها یک فایل معرفی تیم (TDP) حاوی اطلاعات زیر را آماده نمایند و در زمان مقرر برای کمیته فنی ارسال نمایند:

- معرفی تیم و اعضای آن
- خلاصه ای از سوابق مرتبط
- خلاصه ای از فعالیتهای انجام شده مرتبط با بخشهای مسابقه و پیش بینی نحوه انجام آنها
- خلاصه ای از مشخصات فنی ربات شامل عملگرها، بردهای کنترلی و نرم افزار مورد استفاده

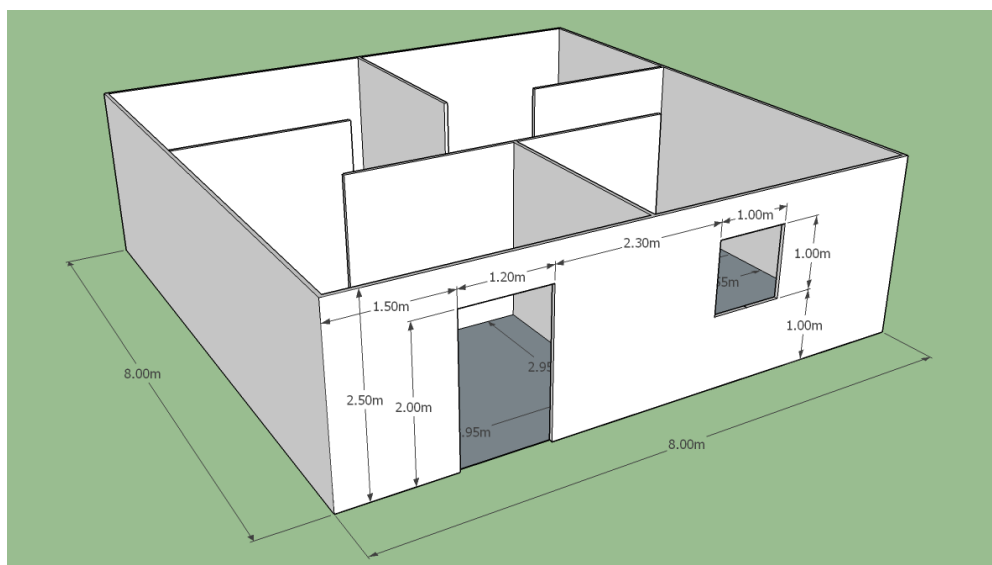
همچنین در روز اول مسابقات، رباتهای تیمهای شرکت کننده مورد بازدید قرار خواهد گرفت و ضرایب مربوط به طراحی و توسعه ربات، در این جلسه مشخص خواهد شد.

نحوه انجام رکورد گیری و اجرای مسابقه

این مسابقه در چند مرحله (مقدماتی، نیمه نهایی و نهایی) اجرا خواهد شد و هر مرحله شامل چند بخش (آیتم) خواهد بود. هر تیم در هر مرحله مجاز به استفاده از یک ربات مشخص است ولی در صورت هماهنگی با کادر فنی و طی مراحل بازدید، امکان استفاده از رباتهای مختلف در مرحله های مختلف وجود خواهد داشت.

در هر مرحله از مسابقه به هر تیم یک زمان ثابت اختصاص داده خواهد شد که تمامی رکورد گیری ها در این زمان انجام میشود. این زمان بسته به مرحله مسابقه و تعداد تیمهای شرکت کننده تعیین می شود. تیمها موظف هستند در این زمان به زمین مسابقه وارد شوند، ربات را راه اندازی کنند و شروع به ثبت رکورد کنند. هر تیم می تواند ۲ مرتبه در زمان تخصیص یافته به خود رکورد گیری کند از این میان، رکوردی که بیشتر امتیاز را دارد در ارزیابی مورد استفاده قرار می گیرد.

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 معنی پایان رکورد گیری نخواهد بود ولی یک امتیاز منفی (P) در محاسبه امتیازات آن رکورد اعمال خواهد شد. در صورتی که پس از برخورد با زمین و قبل از پرواز مجدد، تیم تصمیم به پایان رکوردگیری داشته باشد، امتیاز بدست آمده تا قبل از برخورد به زمین (بدون احتساب آخرین برخورد) محاسبه می شود. شکل زیر تصویری از محیط ساختمان مسابقه را نشان می دهد.



بخشهای مختلف مسابقه و امتیازات

در مجموع ۸ بخش مأموریتی در این رقابتها وجود دارد که در جدول زیر نمایش داده شده‌اند:

بخش	مأموریت
۱	برخاست ^۱ در منطقه عملیاتی (۲ راه ممکن): - از سکوی متحرک - از سطح ثابت
۲	تعقیب مسیر با استفاده از پردازش تصویر و اجتناب از مانع
۳	وارد شدن به ساختمان (۳ طریق ورودی ممکن): - دودکش - پنجره - راهرو ^۲
۴	جستجو و برداشتن قطعه
۵	جستجو و انداختن قطعه
۶	خارج شدن از ساختمان (محل ورود به و خروج از ساختمان نباید یکسان باشد): - پنجره‌ها - راهرو
۷	فرود آمدن ^۳ در منطقه عملیاتی (۲ راه ممکن): - بر روی سکوی متحرک - بر روی سطح ثابت
۸	فراهم آوردن نقشه داخلی ساختمان (۲ پیکربندی ممکن): - نقشه سه بعدی - نقشه دو بعدی

^۱ Take off

^۲ Doorway

^۳ Landing

بخشهای مأموریتی طبق ترتیب زیر اجرا می‌شوند:

- MAV در بیرون از ساختمان شروع به پرواز نموده ، در این حالت پرنده باید چند ثانیه به صورت پایدار موقعیت خود را در ارتفاع مشخصی حفظ نماید (بخش ۱).
- در ادامه در صورتی که سطح هوشمندی پرنده نیمه خودکار یا تماما خودکار باشد، پرنده می تواند یک مسیر منحنی شکل را که توسط خط چین بر روی زمین مشخص شده است، طی نماید و به انتهای آن برسد. در طول این مسیر امکان دارد مانع وجود داشته باشد و پرنده باید بتواند آن را تشخیص دهد و از کنار آن عبور کند (بخش ۲).
- ربات از طریق یکی از مسیر های پیش بینی شده، وارد ساختمان می شود(بخش ۳).
- MAV سپس به جستجوی وزنه پرداخته، آن‌ها را برداشته و در نقاط مشخص شده در اتاق‌های ساختمان می‌اندازد (بخشهای ۴ و ۵).
- در انتهای مأموریت، MAV از ساختمان خارج می شود تا بر روی سکوی مورد نظر فرود آید (بخشهای ۶ و ۷).
- در صورتی که نقشه داخل ساختمان توسط پردازش سنسورهای ربات استخراج شده است ، اطلاعات آن در اختیار داوران قرار بگیرد (بخش ۹). ضریب سطح هوشمندی (A) برای این ماموریت متناسب با اینکه حرکت ربات در حین انجام نقشه برداری چگونه بوده است، محاسبه خواهد شد.

بخشهای مأموریتی و امتیازهای مأموریتی (M_i):

(۱) بخش مأموریتی ۱: برخاست

امتیاز مأموریتی برای این بخش تنها زمانی در نظر گرفته خواهد شد که MAV حداقل یک بخش مأموریتی از میان بخشهای مأموریتی ۲ تا ۶ را بعد از برخاست کامل انجام داده باشد. امتیاز مأموریتی برای این بخش به صورت جدول زیر محاسبه می‌شود:

امتیاز (M_I)	مأموریتی	روش برخاست
۱,۵	برخاست از روی سکوی متحرک (سکوی متحرک در سرعت ثابتی کمتر از ۲ m/s حرکت می‌کند)	
۱	برخاست از سطح ثابت	
۰	برخاست بدون پایداری پرنده	

مسیر حرکت سکوی متحرک در مراحل مختلف می‌تواند یک مسیر خطی رفت و برگشتی یا یک مسیر بیضی شکل باشد.

(۲) بخش مأموریتی ۲: تعقیب مسیر

در این بخش یک مسیر دارای پیچ و خم که از جلوی سکوی برخاست شروع و به نزدیکی ورودی ساختمان ختم می‌شود، وجود دارد. این مسیر توسط یک سری خط چین به طول ۳۰ و عرض ۵ سانتی متر که دارای رنگی متفاوت با رنگ زمین است، مشخص می‌شود. حداکثر طول مسیر ۲۰ متر خواهد بود.

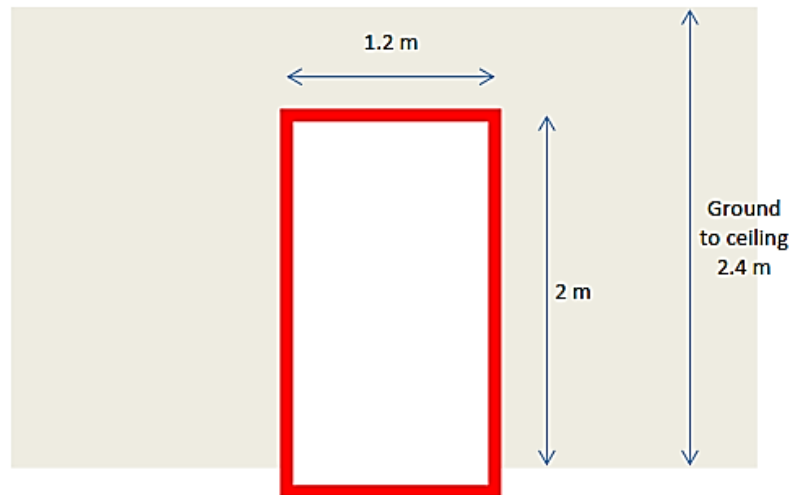
تنها در صورتی که ربات به صورت خودکار این مسیر را کامل طی کند، امتیاز این بخش را دریافت خواهد کرد. در طول مسیر ممکن است تعدادی مانع با عرض تقریبی نیم متر و ارتفاع ۲ متر وجود داشته باشد. ربات باید بتواند این موانع را تشخیص بدهد و دور بزند.

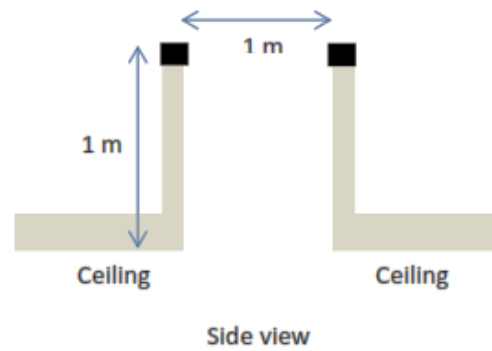
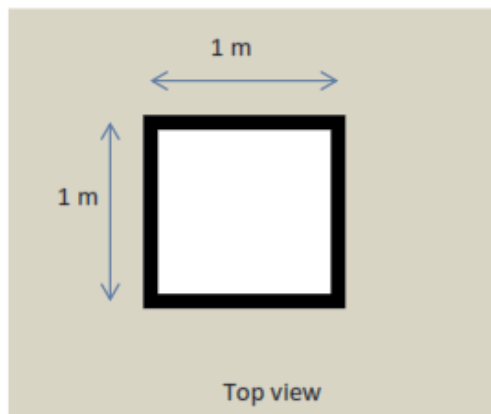
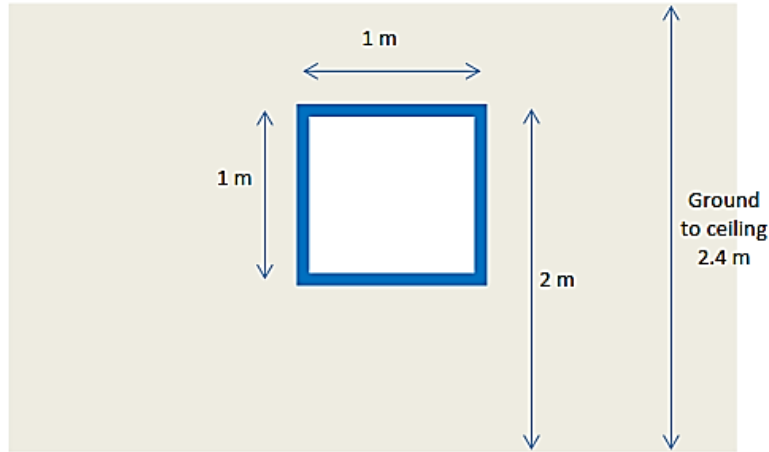
امتیاز این بخش به صورت زیر محاسبه می شود:

امتیاز (M_2)	مأموریتی	نحوه تعقیب مسیر
۴	طی کردن خودکار و کامل مسیری که دارای مانع است	
۲	طی کردن خود کار و کامل مسیر بدون مانع	
۰	طی کردن ناقص مسیر یا حرکت به صورت غیر خودکار	

۳) بخش مأموریتی ۳: ورود به ساختمان

MAV از سه راه دودکش، پنجره و راهرو به ساختمان وارد می شود. جزئیات ابعاد این سه درگاه ورودی در شکل های زیر مشاهده می شود (ارتفاع دودکش حداکثر ۱ متر است):



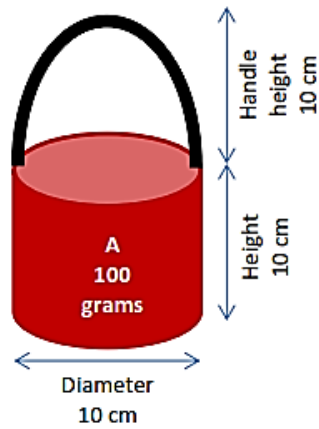


امتیاز مأموریتی برای این المان به صورت زیر محاسبه خواهد شد:

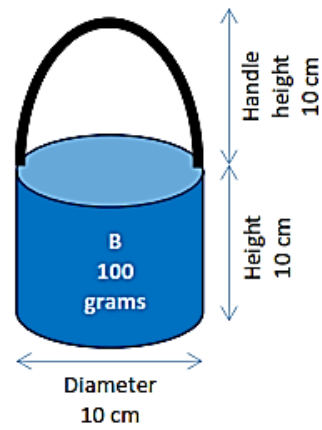
امتیاز (M_3)	مأموریتی	روش ورود
۴		ورود از طریق دودکش. (چهارچوب ورودی با حاشیه مشکی رنگ برای کمک به دید مشخص شده است.)
۲		ورود از طریق پنجره‌ها. (چهارچوب ورودی با حاشیه آبی رنگ برای کمک به دید مشخص شده است.)
۱		ورود از طریق راهرو. (چهارچوب ورودی با حاشیه قرمز رنگ برای کمک به دید مشخص شده است.)

۴) بخشهای مأموریتی ۴ و ۵: برداشتن و رها کردن قطعات

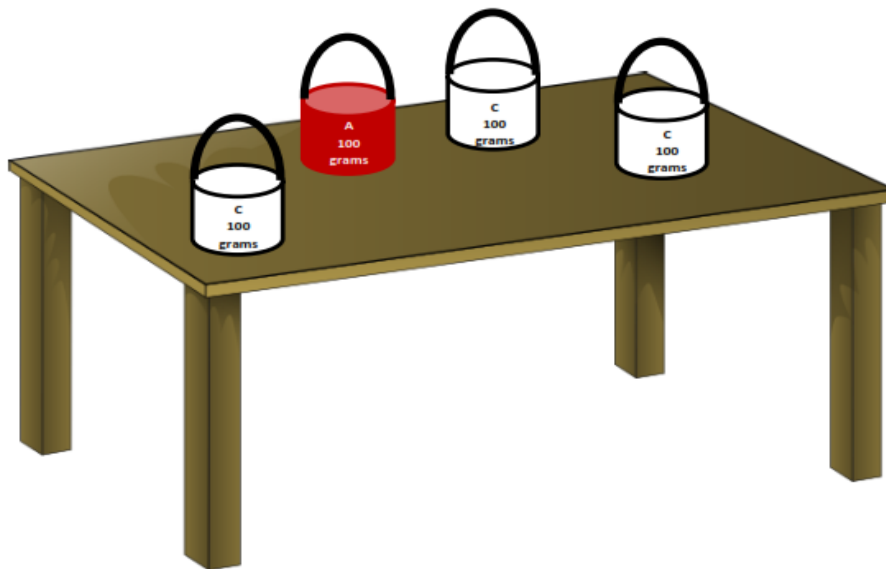
در این بخش MAV باید شیء استوانه‌ای شکل را از روی میز یکی از اتاق‌های ساختمان بردارد (شیء‌ای که به عنوان قطعه A نامگذاری شده است). قطعه A در حدود ۱۰۰ گرم وزن داشته و با رنگ قرمز مشخص شده است. قطعه A بر روی میزی با سه قطعه مشابه دیگر که با رنگ سفید هستند، قرار گرفته است. پرنده می‌بایست قطعه A را به درستی شناسایی کرده و بتواند آن را از میان قطعات دیگر بردارد.



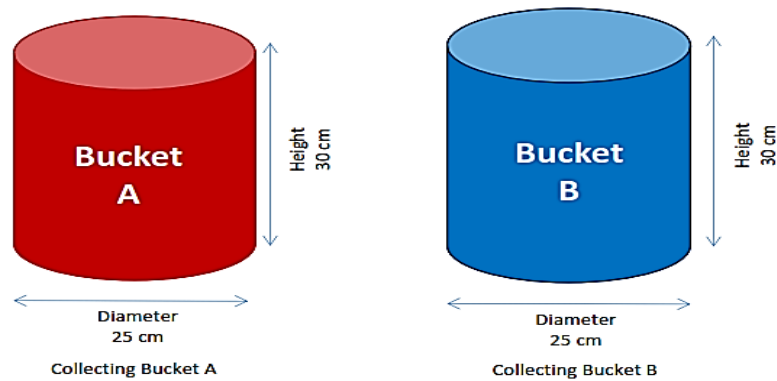
Item A for Mission 4



Item B for Mission 6



پس از برداشتن وزنه، پرنده باید قادر باشد تعادل و موقعیت خود را برای چند ثانیه حفظ نماید تا امتیاز مربوط به برداشتن وزنه به آن تعلق بگیرد. پس از برداشتن موفق وزنه، پرنده می تواند وزنه را در سطل هم رنگ آن رها کند تا امتیاز رها کردن وزنه را نیز دریافت کند.



امتیاز مأموریتی برای این بخشها طبق جدول زیر محاسبه خواهد شد:

بخش چهارم	مأموریتی	امتیاز (M_4)
شناسایی و برداشتن صحیح قطعه A (قطعه قرمز رنگ)		۵
برداشتن قطعه اشتباه (قطعه سفید رنگ)		۳
برنداشتن هیچ قطعه‌ای		۰
بخش پنجم	مأموریتی	امتیاز (M_5)
رها کردن قطعه A (قطعه قرمز رنگ) به داخل سطل A (سطل قرمز رنگ)		۲
رها کردن قطعه A (قطعه قرمز رنگ) به داخل سطل B (سطل آبی رنگ)		۱
رها کردن قطعه A در خارج از سطل های آبی و قرمز رنگ		۰

۵) بخش مأموریتی ۶: خروج از ساختمان

در این المان، MAV می‌بایست به خارج از ساختمان بوسیله‌ی پنجره یا درب هدایت شود.

خروج از ساختمان همانند مرحله‌ی ورود در بخش مأموریتی دوم است، با این تفاوت که دود کش به عنوان راه خروج استفاده نمی‌شود و مسیر رفت و بازگشت (ورود و خروج) نباید یکسان باشد (در صورت یکسان بودن مسیر، امتیاز خروج در نظر گرفته نمی‌شود).

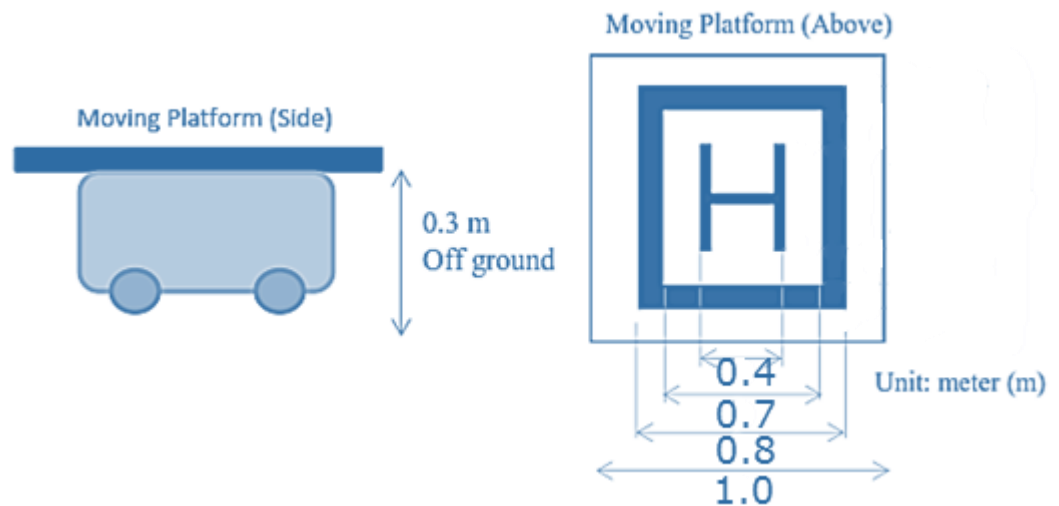
امتیاز مأموریتی برای این آیتم به صورت زیر در نظر گرفته خواهد شد:

امتیاز (M_6)	مأموریتی	روش خروج
۲		خروج از طریق پنجره (چهارچوب ورودی با حاشیه آبی رنگ برای کمک به دید مشخص شده است).
۱		خروج از طریق درب. (چهارچوب ورودی با حاشیه قرمز رنگ برای کمک به دید مشخص شده است).

۶) بخش مأموریتی ۷: فرود آمدن

در صورتی که پرنده به محل شروع باز گردد و در سکوی مشخص شده فرود بیاید امتیاز این بخش را دریافت می کند. امتیاز مأموریتی برای این بخش تنها در صورتی در نظر گرفته خواهد شد که MAV حداقل یک المان مأموریتی را در میان المان‌های مأموریتی ۲ تا ۶ قبل از فرود آمدن به اتمام رسانده باشد. امتیاز مأموریتی برای این المان در جدول زیر مشاهده می‌شود:

امتیاز (M_7)	مأموریتی	روش فرود آمدن
۴	فرود آمدن بر روی سکوی متحرک (سکوی متحرک در سرعت ثابتی کمتر مساوی 2 m/s حرکت می‌کند).	
۱	فرود آمدن روی سطح ثابت	
۰	فرود آمدن در خارج از سکوی تعیین شده	



۷) بخش مأموریتی ۸: ساخت نقشه

هر تیم می‌بایست نقشه نرم افزاری توصیفی از داخل ساختمان و محل موانع آن را در طی ۱۵ دقیقه بعد از پایان یافتن نوبت مسابقه تیم ارائه دهند. کیفیت نقشه تهیه شده از نظر کمیته فنی تعیین کننده امتیاز این بخش است. ضریب مربوط به سطح هوشمندی (A) برای این بخش متناسب با نحوه حرکت ربات در حین عملیات نقشه برداری مشخص می‌شود.

امتیاز مأموریتی برای این بخش طبق جدول زیر محاسبه خواهد شد:

امتیاز مأموریتی (M_8)	نمایش نقشه
۴ (حداکثر)	نمایش نقشه در سه بعد تصویری (قابلیت نشان دادن زوایای مختلف نقشه)
۲ (حداکثر)	نمایش نقشه در دو بعد تصویری
+۰/۵ برای هر کدام (ماکزیمم +۲)	نمایش محل موانع (برای نمونه: میزها، صندلی‌ها، مبل) بر روی نقشه (تا ماکزیمم ۴ محل صحیح موانع در نظر گرفته می‌شود)

امتیاز جریمه P و فرمول محاسبه امتیازها

امتیاز نهایی تیم بر اساس فرمول زیر محاسبه می شود:

$$Total\ Score = \left(\sum_{i=1}^8 S * D * A_i * M_i \right) - n * P$$

در فرمول بالا، n تعداد دفعات برخورد ربات با زمین (یا نشستن) ربات و پرواز مجدد از همان نقطه است. P نیز جریمه هر برخورد یا نشستن ربات و برابر ۴ امتیاز خواهد بود.