

کنترل آونگ معکوس با استفاده از کوآدکوپتر

سحر رجبی - میلاد حکیمی - صادق حایری

* هدف پروژه:

در فاز اولیه‌ی این پروژه قرار است با استفاده از یک کوادکوپتر، تعادل یک آونگ معکوس که به صورت عمودی بر روی آن قرار گرفته است را کنترل کنیم. همچنین در فازهای بعدی امکان کنترل آن به وسیله‌ی کاربر ایجاد خواهد شد.

* طرح اجرایی:

برای حفظ تعادل میله باید در هر لحظه میزان و جهت انحراف آن از محور تعادل را داشته باشیم تا در صورت انحراف میله با استفاده از یک PID feedback controler و تغییر مکان کوآدکوپتر میله را به حالت اولیه برگردانیم.

برای این کار، از دو روش برای به دست آوردن مکان میله استفاده می‌کنیم. **روش اول:** با استفاده از دو سنسور قطب‌نما و زاویه‌سنج ترکیب دو فاکتور گفته شده را با استفاده از یک پردازنده که بر روی کوآدکوپتر قرار دارد دریافت می‌کنیم و با استفاده از یک فرستنده آن را برای پردازنده اصلی ارسال می‌کنیم تا به کمک الگوریتم‌های پیاده‌سازی شده، جهت حرکت پهباد را مشخص، و به کنترلر ارسال کند.

به احتمال زیاد برای سنسور قطب‌نما و زاویه‌سنج می‌توانیم از ماژول BMX055 شرکت BOSCH استفاده کنیم که هم سنسور gyroscope آن نسبت به سنسورهای دیگر در همین بازه قیمتی دقت ۲ برابری دارد و هم روی این ماژول یک سنسور قطب‌نما هم با دقت ۲ درجه وجود دارد.

برای گرفتن داده از سنسورها و ارسال آن به پردازنده‌ی اصلی، از یک برد Arduino و زبان برنامه‌نویسی C استفاده خواهیم کرد. همانطور که اشاره شد استفاده‌ی این برد فقط برای دریافت و انتقال داده‌ها است و الگوریتم‌های لازم برای تعیین جهت مسیر حرکت پهباد در پردازنده‌ی دیگری انجام خواهد شد. برای ارسال و دریافت اطلاعات گرفته شده از سنسورها با توجه به اینکه برد خیلی زیادی لازم نداریم احتمالاً بتوانیم از ماژول بلوتوث استفاده کنیم ولی اگر در سرعت فرستادن دیتا یا برد آن مشکل به وجود بیاید مجبوریم از ماژول‌هایی مثل فرستنده و گیرنده‌ی RF استفاده کنیم.

روش دوم: در این روش به کمک یک دوربین در هر لحظه تصویر میله را گرفته و با روش‌های پردازش تصویر انحراف آن را به دست آورده و پردازش‌های لازم را انجام می‌دهیم.

برای این کار، با استفاده از یک الگوی Aruco marker که به میله متصل می‌کنیم و به کمک کتابخانه‌های موجود، که با تشخیص شناسه marker استفاده شده می‌تواند جهت و زاویه‌ی جسمی که با استفاده از آن دنبال می‌شود را به دست آورد، جهت حرکت پهباد را تعیین خواهیم کرد.

پردازش اطلاعات به دست آمده از دو روش گفته شده، با استفاده از زبان برنامه‌نویسی Python انجام خواهد شد.

* محدودیت‌ها و اندازه پروژه:

مدلسازی این پروژه ممکن است در شرایط محیطی خاصی، به خوبی عمل نکند. برای مثال، برای عکس‌العمل در مقابل ضربه‌های شدید، لازم است که کوآدکوپتر بتواند با سرعت بسیار زیاد جابجا شود. خطا در اندازه‌گیری توسط سنسورها، و یا نویزهای محیطی نیز می‌تواند باعث بی‌ثباتی پهباد شود. از طرفی سرعت کم دستگاه‌های انتقالی، می‌تواند باعث تاخیر در تصمیم‌گیری و در نتیجه عکس‌العمل نامناسب شود. همچنین با توجه به اینکه سیستم، یک سیستم کنترلی است، برای جلوگیری از ناپایداری سیستم باید قبل از پیاده‌سازی سخت‌افزاری حتماً از مدل‌سازی استفاده کرد.

* زمان‌بندی:

۱۸ اسفند: تحویل پروپوزال اولیه

۲۰ فروردین: نوشتن الگوریتم‌های کنترلی

۳۰ فروردین: شبیه‌سازی و تست پایداری سیستم - کار بر روی کنترلر کوآدکوپتر و ایجاد Api پایتون برای کار با کوآدکوپتر

۱۰ اردیبهشت: خرید وسایل برای ساخت - کار بر روی کتابخانه arUco و به دست آوردن زاویه با استفاده از الگوها

۲۰ اردیبهشت: به هم وصل کردن اجزا و آماده کردن اولیه سیستم

۳۰ اردیبهشت: تست‌های اولیه سیستم

۱۰ خرداد: کار بر روی فاز دوم و تغییر الگوریتم‌ها

۱۵ خرداد: تحویل نهایی پروژه

* منابع:

[BMX055 datasheet](#)

[Arduino Uno datasheet](#)

[ArUco Markers](#)

[PID controller](#)

[LQR controller](#)

[LQG controller](#)

* ویدیوها:

[The astounding athletic power of quadcopters - TED Talks](#)

<https://www.youtube.com/watch?v=ML4woERjv1k>

<https://www.youtube.com/watch?v=JpNAhKT7yY4>

<https://www.youtube.com/watch?v=EvVI66R1Abk>