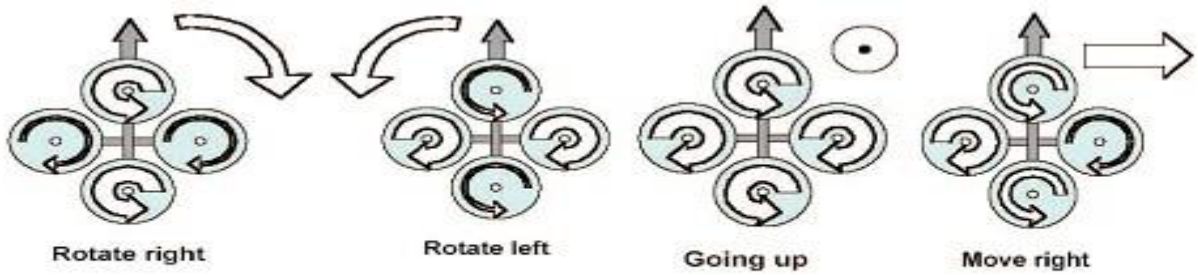
مبانی طراحی ربات های عمود پرواز

در طراحی سازه های عمود پرواز، انواع مختلفی از طراحی و تعداد موتورهای استفاده شده وجود دارد، که اصول پرواز آنها تقریبا از الگوی مشترکی پیروی می کند. و بسته به نوع کاربرد آن،طراحی متفاوتی خواهد داشت.

کوادروتور یا کوادکوپتر (Quad Rotor_ Quad copter)، نوعی عمود پرواز است، که به علت وجود چهار عدد موتور به اسم کوادروتور(چهار موتوره) شناخته می شود. و به علت پایداری بیشتر به نسبت طرح هایی با تعداد موتور کمتر، و کنترل ساده به نسبت طرح هایی با موتورهای بیشتر؛ رواج بیشتری دارد. اکثر سازندگان عمود پرواز نیز، تمایل بیشتری به ساخت کوادروتور دارند.

اصول پرواز و نحوه ی حرکت کوادروتورها مطابق شکل زیر است،که با تغییر دور موتورها ربات در جهت های مختلف حرکت می کند.



شکل 1-4 شکل 1-3 شکل 1-2 شکل 1-1

با توجه به شکل 1-1 ، اگرمقدار دور موتور (RPM) سمت چپ افزایش یافته و نیز دور موتور مقابل آن کاهش بیابد، ربات به سمت راست حرکت خواهد کرد. و به همین ترتیب در بقیه جهات به طور مشابه، با کم شدن دور موتور یک سمت و افزایش دور، موتور مقابل آن،ربات به همان سمتی که دور موتور کاهش یافته حرکت می کند.

شکل 1-2 نشان دهنده آن است که اگر هر چهار موتور با دور معین سرعت بگیرند،ربات از زمین بلند شده و تا ارتفاع مشخص(بسته به میزان دور موتورها) بالا می آید.

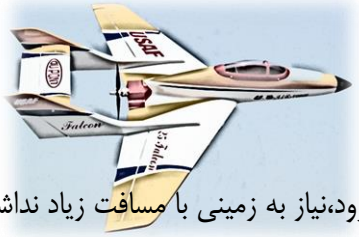
در شکل 1-3 ، اگر دو موتور، دور آنها بالا رفته و دو موتور دیگر، دور آن کاهش بیابد،ربات، مطابق نشان داده شده، در جهت خلاف عقربه های ساعت(Yaw left) می چرخد. و به طور مشابه در شکل 1-4 نیز همین روند برقرار است.

با توجه به شکل های نشان داده شده، می توان دریافت که کوادروتور می تواند به تمامی جهات پرواز کرده و محدودیتی از نظر مانور ندارد.

مقایسه هواپیما و بالگرد با کوادروتور

اگر بخواهیم کواد روتورها را با هواپیما و باگرد مقایسه کنیم،اولین وجه تمایزی که کاربرد کوادروتور ها را متمایز می سازد،پایداری بسیار زیاد و همچنین قدرت مانور آن می باشد. البته هرکدام از آنها کاربردهای خاص خود را دارند و نمی توان مدلی را برتر از مدل دیگر دانست. به همین دلیل،وجه تمایزات ذکر شده صرفاً از لحاظ فنی و ویژگی های پرواز می باشد.

هواپیماها با سرعت بیشتری حرکت می کنند و نیاز به زمینی صاف به مسافت طولانی جهت بلند شدن(Take off) و فرود دارند. دیگر آنکه نمی توانند در یک محل، به طور ثابت بایستند(Hold Position) و دائم باید در در حال پرواز باشند. قدرت مانور کمی دارند،به نحوی که جهت تغییر وضعیت،نیاز به طی مسیری برای آن دارند و نمی توانند به صورت درجا تغییر وضعیت بدهند.کنترل هواپیما کمی دشوار است و نیاز به تمرین زیادی دارد.همچنین در شرایط بد جوی خصوصاً بادهای شدید به علت آیرودینامیک بال ها،جهت سقوط مستعد تر است.



بالگردها سرعت کمتری نسبت به هواپیما دارند ولی برای بلند شدن و فرود،نیاز به زمینی با مسافت زیاد نداشته و می توانند در محل صافی،فرود بیایند. بالگرد به نسبت هواپیما قدرت مانور بیشتر داشته و می تواند به صورت درجا تغییر مسیر بدهد و همچنین می تواند برای مدتی در محل ثابتی در هوا وضعیت خود را حفظ کند.

از لحاظ پایداری،به علت اینکه حرکت باگرد با استفاده از تغییر زاویه حمله ملخ ها(Propeller Pitch) است،پایداری کمتری داشته، و همچنین کنترل بالگردها بسیار سخت تر از هواپیما بوده و نیاز به تمرین بسیار زیادی دارد. و دیگر آنکه به نسبت هواپیما (در مدل های مشابه از لحاظ ساختاری و ابعاد) قابلیت حمل بار(Pay load) بیشتری دارند.

کواد روتورها به نسبت هواپیما و بالگرد، سرعت پایین تری داشته (از هواپیما کمتر و تقریباً هم سطح با بالگرد). همچنین مصرف سوخت یا باتری آن بیشتر است(به علت وجود 4 موتور،مصرف آن بالاتر می رود). برای پرواز نیازی به زمین صاف نداشته و می تواند از هر جایی به صورت عمودی بلند شده و پرواز کند .همچنین می تواند در یک محل در فضا به مدت طولاتی موقعیت خود را به صورتی کاملاً پایدار حفظ کند. و نیز قدرت مانور خیلی بیشتری دارد که می تواند در تمامی جهات حرکت نموده و به صورت درجا تغییر وضعیت بدهد. پایداری آن از هواپیما و بالگرد بیشتر بوده و نیز کنترل پایداری آن راحت تر می باشد. در شرایط بد جوی، به نسبت، پایداری بیشتری داشته و همچنین توانایی حمل بار بیشتری را دارد (به علت وجود 4 موتور و ایجاد توان بیشتر).

همچنین می توان بدنه آن را به گونه ای طراحی کرد که هیچ گونه خطری از نظر برخورد با اشیاء نداشته، و می تواند کاملاً امن پرواز کند.

ویژگی های مهم کوادروتور

*قدرت مانور بالا و پرواز در تمامی جهات

*پایداری بالا و نیز قابلیت حفظ وضعیت، به صورت معلق در هوا

*کنترل ساده، همگام با حفظ تعادل لحظه ای به صورت خودکار

*آماده سازی سریع برای پرواز، و نیز پرواز از روی تمامی سطوح

*قابلیت حمل دوربین و کنترل کواد از طریق تصویر، با حداقل لرزش تصاویر

*قابلیت اتصال لوازم ناوبری از جمله GPSها و تعیین مختصات دقیق کوادروتور

*اعمال فرامین، از طریق نرم افزارهای پردازش تصاویر و خلبان خودکار(به علت سرعت متعادل و پایداری بالا)

قبل از آن که به مقوله ی ساخت کوادروتور بپردازیم،لازم است توضیح مختصری راجع به تعریف ربات، ارائه شود.

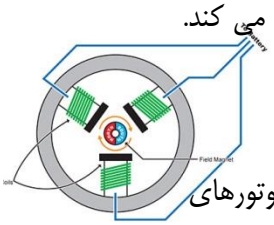
ربات، وسیله ای الکترومکانیکی است که وظایف محوله خود را با تجزیه و تحلیل داده های ورودی، و اعمال فرامین منطقی بر ورودی ها، خروجی متناسب با اهداف مورد نظر ایجاد می کند. این روند به صورت کاملاً خودکار و بدون دخالت خارجی صورت می گیرد.

با این تعریف از ربات، متوجه می شویم سازه ی پرنده ای مانند کواد روتور،اگر قرار باشد به صورت کاملاً دستی هدایت شود، نمی توان به طور دقیق نام آن را ربات قرار داد. اگر چه پایداری کوادروتورها،خود قسمتی خودمختار است، اما در مجموع کنترل نهایی به وسیله ی اپراتور انجام می پذیرد.

حال اگر، نرم افزارهای بینایی ماشین و ناوبری بر روی سازه ی کوادروتور تعبیه شود، آنگاه می توان، رباتی پرنده در اختیار داشت که با اعمال فرامین، ربات به صورت مستقل و خودمختار، درصدد اجرای دستور بر می آید.

با این مقدمه،توضیح مختصری از ساخت کوادروتور را آغاز می کنیم.

در ساخت کوادروتورها، از 4 عدد موتور بِراشلِس (Brush Less) ، که موتورهای الکتریکی با دور(RPM) زیاد، و توان بالا هستند، استفاده می کنند. که با وجود وزن کم و ابعاد کوچک این موتورها، گشتاور(Torque) زیادی ایجاد می کند.



همچنین موتورهای براشلس، مناسب ترین موتورها برای سازه های پروازی در ابعاد مدل هستند.

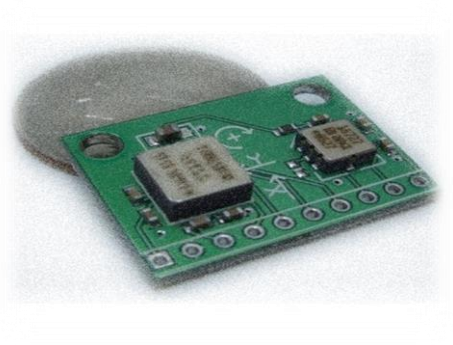
البته موتورهای سوختی نیز در نوع خود بسیار مثمر ثمر اند، اما به علت راحتی کار با موتورهای الکتریکی، موتورهای براشلس رایج ترند. گرچه در نهایت، ماموریت مورد نیاز برای کوادروتورها، مشخص کننده نوع و جنس موتورهای استفاده شده در آن می باشد.

موتورهای براشلس برای راه اندازی، نیاز به مداری راه انداز که کنترل کننده سرعت(ESC: Electronic Speed Control) موتورهاست، دارند که برق مصرفی موتورها را تامین می کنند.

جریان مورد نیاز این کنترل کننده های سرعت از طریق باتری های لیتیُم- پُلیمِری(Li-Po Battery) تامین می گردد، که علت استفاده از این نوع باتری ها،دریافت جریان بالا در لحظه ای کوتاه می باشد.

کنترل کننده های سرعت موتور، به برد الکترونیکی متصل می شوند، که وظیفه ی اصلی این برد الکترونیکی، پایدار کننده حرکات کوادروتور است، که در هر لحظه آن را در حالت صاف و پایدار نگه می دارد.

تمامی فرامین حرکتی از اپراتور به کوادروتور، به وسیله کنترل رادیویی ارسال می شود. و در نهایت اپراتور می تواند به وسیله ی دسته ی کنترل کننده(Joy-Stick) ، کوادروتور را هدایت نماید.



در اصل می توان گفت تمامی کوادرتورهای موجود، از قطعات مصرفی ذکر شده، استفاده می کنند، مگر آنکه از موتورهای سوختی استفاده شود که مختصر تغییری در طراحی به وجود می آید.

آنچه که کوادروتورهای موجود در دنیا را از هم متمایز می سازد، علاوه بر زیبایی طرح و حمل و نقل ساده، میزان پایداری آن در شرایط بد جوی و نیز قابلیت های ویژه ای بر روی آن است که می توان از کوادروتورها به عنوان رباتی هوشمند استفاده کرد.

ساخت کوادروتورها و یا به صورت کلی مولتی روتورها(Multi Rotors) ، قدمت زیادی ندارد، و در واقع در مقیاس جهانی (سطح دانشگاهی و نه نظامی)، در ساخت آنها، خیلی از تکنولوژی های خاص استفاده نشده، و می توان با داشتن تیمی مجرب و با پایه ی علمی مناسب، و سرمایه گذاری هدفمند، کوادروتورهایی با امکانات خاص طراحی کرد که از لحاظ جایگاه علمی، دست کمی از ربات های پرنده خارجی نداشته باشد.

پس می توان این نوید را به پژوهشگران عزیز کشورمان داد،که با پا گذاشتن در این عرصه، فاصله ی نه چندان زیاد ساخت این ربات های پرنده نسبت به مشابه خارجی آن را می توان به حداقل رساند.

در واقع این مطالب مقدمه ای بر آشنایی با کوادروتورها بود و انشاا.. در قسمت های بعدی به صورت تخصصی تر بحث خواهیم کرد.

Www.Robotical.ir

Zahedi@robotical.ir