



دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
(پلی تکنیک تهران)  
دانشکده مهندسی کامپیوتر

پایان نامه کارشناسی

## هدایت پهباد با علائم دست مبتنی بر بینایی ماشین

نگارش  
سارا تاجرنیا

استاد راهنما  
دکتر مهدی جوانمردی

اردیبهشت ۱۴۰۳

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
(پلی تکنیک تهران)  
دانشکده مهندسی کامپیوتر

پایان نامه کارشناسی

## هدایت پهباد با علائم دست مبتنی بر بینایی ماشین

نگارش  
سارا تاجرنیا

استاد راهنما  
دکتر مهدی جوانمردی

اردیبهشت ۱۴۰۳

# صفحه فرم ارزیابی و تصویب پایان نامه - فرم تأیید اعضاء کمیته دفاع

در این صفحه فرم دفاع یا تأیید و تصویب پایان نامه موسوم به فرم کمیته دفاع - موجود در پرونده آموزشی - را قرار دهید.

## نکات مهم:

- نگارش پایان نامه/رساله باید به **زبان فارسی** و بر اساس آخرین نسخه دستورالعمل و راهنمای تدوین پایان نامه های دانشگاه صنعتی امیرکبیر باشد.(دستورالعمل و راهنمای حاضر)
- رنگ جلد پایان نامه/رساله چاپی کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترا باید به ترتیب مشکی، طوسی و سفید رنگ باشد.
- چاپ و صحافی پایان نامه/رساله بصورت **پشت و رو(دورو)** بلامانع است و انجام آن توصیه می شود.



دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
(پلی تکنیک تهران)

به نام خدا

## تعهدنامه اصالت اثر

تاریخ: اردیبهشت ۱۴۰۳

اینجانب **سارا تاجرنیا** متعهد می‌شوم که مطالب مندرج در این پایان‌نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب تحت نظارت و راهنمایی اساتید دانشگاه صنعتی امیرکبیر بوده و به دستاوردهای دیگران که در این پژوهش از آنها استفاده شده است مطابق مقررات و روال متعارف ارجاع و در فهرست منابع و مآخذ ذکر گردیده است. این پایان‌نامه قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم‌سطح یا بالاتر ارائه نگردیده است.

در صورت اثبات تخلف در هر زمان، مدرک تحصیلی صادر شده توسط دانشگاه از درجه اعتبار ساقط بوده و دانشگاه حق پیگیری قانونی خواهد داشت.

کلیه نتایج و حقوق حاصل از این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه صنعتی امیرکبیر می‌باشد. هرگونه استفاده از نتایج علمی و عملی، واگذاری اطلاعات به دیگران یا چاپ و تکثیر، نسخه‌برداری، ترجمه و اقتباس از این پایان‌نامه بدون موافقت کتبی دانشگاه صنعتی امیرکبیر ممنوع است. نقل مطالب با ذکر مآخذ بلامانع است.

**سارا تاجرنیا**

امضا

این پایان نامه را تقدیم می‌کنم به مهرباترین همراهان زندگیم، پدر، مادر، برادران  
عزیزم که حضورشان همیشه گرمابخش روح من بوده است.

# سپاسگزاری

زندگی دفتري از خاطره هاست، يك نفر در دل شب، يك نفر در دل خاك، يك نفر همدم خوشبختي هاست، يك نفر همسفر سختي هاست، چشم تا باز كنيم، عمرمان مي گذرد ما همه رهگذريم، آنچه باقيست فقط خوبي هاست.

تشكر مي كنم از تمامي عزيزاني كه در تمامي مراحل زندگي همراه من بوده اند.  
و همچنين از استاد گرامي جناب آقاي دكتر مهدي جوانمردي كه در انتخاب و پيشبرد اين پروژه به عنوان استاد پروژه، كمك هاي فراواني به اين جانب داشتند، كمال تشكر را دارم.

سارا تاجرنا  
ارديشست ۱۴۰۳

## چکیده

پهپادهای تجاری که به عنوان هواپیماهای بدون سرنشین<sup>۱</sup> نیز شناخته می‌شوند، به سرعت در حال رایج شدن هستند و در بسیاری از کاربردهای مختلف مانند نظارت برای رویدادهای ورزشی، حمل و نقل تجهیزات و کالاهای اضطراری، فیلمبرداری، عکاسی هوایی و بسیاری از فعالیتهای دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند.

هدف این پروژه توسعه سیستمی است که از حرکات دست به عنوان روشی برای کنترل پرواز یک پهپاد استفاده می‌کند. بدین صورت که با استفاده از روش‌های بینایی ماشین<sup>۲</sup>، روشی بصری برای ارتباط بدون عامل بین پهپاد و اپراتور آن ایجاد می‌کند. روش‌های مبتنی بر بینایی ماشین بر توانایی دوربین هواپیماهای بدون سرنشین متکی هستند. بدین صورت که تصاویر اطراف را گرفته و با استفاده از ترجمه تصاویر و تشخیص الگوی دست اطلاعات معناداری را استخراج می‌کنند. ساختار این پروژه از دو ماژول اصلی تشکیل شده است: تشخیص حرکت دست<sup>۳</sup> و دستور به هواپیمای بدون سرنشین. برای ماژول اول از یک روش یادگیری عمیق<sup>۴</sup> استفاده شده است. الگوریتم‌ها و تکنیک‌های پردازش تصویر به عنوان روشی پویا برای شناسایی ژست‌ها و حرکات دست معرفی شده‌اند. ماژول دوم وظیفه ارتباط با پهپاد را بر عهده دارد. بدین صورت که پیام‌های بین سیستم پیشنهادی و پهپاد متصل به سیستم را ارسال و دریافت می‌کند و طبق آن پیام‌ها عملیات مورد نظر را اجرا می‌کند.

## واژه‌های کلیدی:

پهپاد، هواپیمای بدون سرنشین، ژست دست، بینایی ماشین، شبکه‌های عصبی پیچشی<sup>۵</sup>، حافظه طولانی

<sup>1</sup>Unmanned aerial vehicles

<sup>2</sup>Computer vision

<sup>3</sup>Hand detection

<sup>4</sup>Deep learning

<sup>5</sup>Convolutional neural network

<sup>6</sup>Long short-term memory

<sup>7</sup>Machine learning

<sup>8</sup>Human-drone interface



کوتاه مدت<sup>۶</sup>، یادگیری ماشین<sup>۷</sup>، رابط انسان و پهباد<sup>۸</sup>

# فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱	.....	۱ مقدمه
۳	.....	۱-۱ چالش‌های استفاده از پهپاد
۳	.....	۲-۱ اهمیت استفاده از بینایی ماشین در پهپاد
۵	.....	۲ موسیقی
۶	.....	کتاب‌نامه

## فهرست تصاویر

صفحه

شکل

صفحه

## فهرست جداول

جدول

# فصل اول

## مقدمه

پهپادها یا به عبارتی هواپیماهای بدون سرنشین امروزه در صنایع مختلف به عنوان یک فناوری بسیار گسترده و کارآمد مورد استفاده قرار می‌گیرند. هواپیماهای بدون سرنشین اساساً به عنوان ربات‌های پرنده‌ای دیده می‌شوند که عملکردهای متعددی مانند جمع‌آوری داده‌ها و سنجش از محیط اطراف را بر عهده دارند [۱]. از جمله این صنایع می‌توان به کشاورزی، ساخت و ساز، خدمات حمل و نقل و نقشه‌برداری اشاره کرد. یکی از دلایل اصلی افزایش کاربرد این هواپیماهای بدون سرنشین، کارایی بالای آنها است. این فناوری نه تنها به دلیل سرعت بالا در پوشش‌دهی مساحت‌های گسترده، بلکه به دلیل قابلیت برنامه‌ریزی و استفاده در صنایع مختلف مورد توجه قرار می‌گیرد. همچنین، صرفه‌جویی در هزینه‌های مالی و جانی و افزایش امنیت نیز از جمله عوامل مهمی است که اهمیت پهپادها را بیشتر می‌کند [۲].

این واقعیت که اکثر پهپادها می‌توانند محموله‌ها را حمل کنند، بسیاری از شرکت‌های تولید کننده پهپاد را تشویق کرده است تا انواع مختلفی از ویژگی‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری مانند حسگرها را به پهپادها اضافه کنند، که ابتدایی‌ترین آنها دوربین است. در ادامه زمینه مطالعاتی جدیدی به نام رابط هواپیماهای بدون سرنشین و انسان<sup>۱</sup> گشوده شد تا تعامل بین پهپاد و انسان را پیشرفت دهد. این تعامل مجموعه دستگاه‌های سنتی مانند کنترلر رادیویی<sup>۲</sup> تا کنترل پهپادها با استفاده از وضعیت بدن و دست انسان را شامل می‌شود [۳].

یکی از رویکردهای مورد استفاده برای افزایش کاربرد و دسترسی به پهپادها، استفاده از بینایی ماشین است. این ویژگی معمولاً از طریق پردازش تصویر و با استفاده از شبکه‌های عصبی به کار می‌رود. پهپادهایی که با مدل‌های بینایی ماشین آموزش می‌بینند، توانایی تحلیل تصاویر و ویدئوهای که از محیط اطراف دریافت می‌کنند را دارا هستند. این قابلیت به پهپاد این امکان را می‌دهد که بدون نیاز به تداخل انسانی، وظایفی همچون امنیت، ارسال کالا، پست و این چنین موارد را انجام دهد [۴]. می‌توان گفت هدف اصلی استفاده از بینایی ماشین در پهپادها برای به حداقل رساندن دخالت انسان به صورت مستقیم است. این امر پهپاد را قادر می‌سازد تا تشخیص اشیاء، تشخیص چهره، تحلیل تصاویر، شناسایی الگوهای مختلف و مواردی از این دست را به صورت خودکار انجام دهند [۵].

<sup>1</sup>Human drone interface

<sup>2</sup>Radio Controllor

## ۱-۱ چالش‌های استفاده از پهپاد

استفاده از پهپادها، با چالش‌های متعددی همراه است. یکی از این چالش‌ها، محدودیت زمان پرواز است که پس از مدتی نیاز به شارژ مجدد دارند. همچنین، محدودیت‌های محیطی نیز می‌تواند به چالش‌هایی بدل شوند؛ زیرا پهپادها به شرایط محیطی مانند آب و هوا، یا وزن و ارتفاع حساس هستند و این موارد می‌تواند در طراحی آنها تأثیر به‌سزایی داشته باشد. در ادامه باید به میزان اهمیت امنیت اطلاعات هم اشاره کرد، زیرا پهپادها به دلیل استفاده از سیستم‌های موقعیت‌یاب و ارتباطات بی‌سیم ممکن است در برابر حملات سایبری آسیب‌پذیر باشند و اطلاعات مهمی که توسط آنها مخابره می‌شود، در معرض خطر قرار گیرد.

همچنین می‌توان به برخی چالش‌هایی که ما هم در این پروژه به صورتی با آنها سر و کار داریم و در تلاشیم آنها را از بین ببریم یا کمتر کنیم اشاره کرد. مانند انتقال اطلاعات زیرا برای ارتباط با پهپادها از شبکه‌های بی‌سیم استفاده می‌شود و در شرایطی مانند اشباع شبکه یا فاصله بین پهپاد و کنترل‌کننده، ممکن است این ارتباط دچار مشکل شود. علاوه بر این، محدودیت محاسباتی پهپاد نیز با توجه به اهدافی که برای آن در نظر گرفته شده می‌تواند چالش برانگیز باشد؛ زیرا پهپادها به دلیل محدودیت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری، دارای پردازشگرها و حافظه‌های محدودی هستند [۶]. قابل ذکر است که با ادامه پیشرفت فناوری پهپاد، می‌توان انتظار داشت که ویژگی‌های جدید و نوآورانه‌ای برای از بین بردن این محدودیت‌ها و چالش‌ها به پهپادهای آینده اضافه شود.

## ۲-۱ اهمیت استفاده از بینایی ماشین در پهپاد

طبق اعلام پیش‌بینی اداره هوانوردی فدرال، بازار هواپیماهای بدون سرنشین تا سال ۲۰۲۴ به ۱۷ میلیارد خواهد رسید و ۷ میلیون هواپیمای بدون سرنشین به آسمان پرواز خواهند کرد. پهپادهای کنترل از راه دور به تدریج به دستگاه‌های نیمه خودکار یا کاملاً خودکار تبدیل می‌شوند که از پیاده‌سازی مبتنی بر هوش مصنوعی بهره می‌برند. در این پروژه هدف ما هدایت پهپاد با استفاده از علائم دست مبتنی بر بینایی ماشین است که یک حوزه پژوهشی مهم در ترکیب هوش مصنوعی و رباتیک است. استفاده از حرکات دست در کنترل هواپیماهای بدون سرنشین در حال تبدیل شدن به یک روش محبوب برای تعامل است، این پایان نامه یک سیستم کامل برای کنترل هواپیماهای بدون سرنشین با استفاده از حرکات دست

<sup>3</sup>real-time

<sup>4</sup>Accuracy

پیشنهاد می‌کند. سیستم پیشنهادی باید در زمان واقعی<sup>۳</sup> کار کند و دقت<sup>۴</sup> خوبی داشته باشد تا بتواند به بهترین نحو ممکن پهپاد را کنترل کند [۳].

در این روش، از سیستم بینایی ماشین به منظور تشخیص و تحلیل حرکات دست از روی تصاویر ویدئویی پهپاد استفاده می‌شود. با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری عمیق و شبکه‌های عصبی، سیستم قادر است علائم و حرکات دست را تشخیص داده و به تفسیر آنها بپردازد. سپس، براساس تحلیل این حرکات، دستورات مربوطه برای حرکت و کنترل پهپاد صادر می‌شود. بدین صورت این روش نه تنها از دقت بالا برای تشخیص و تفسیر حرکات دست برخوردار است، بلکه قابلیت ارائه یک رابط کاربری بین انسان و پهپاد را نیز فراهم می‌کند. به طوری که با استفاده از حرکات دست کاربر قادر است به راحتی و بدون نیاز به دستگاه‌های کنترل خارجی، پهپاد را هدایت کند [۷].

استفاده از حرکات دست برای کنترل پهپاد مزایای زیادی دارد. ابتدا باید گفت که حرکات دست یک شکل طبیعی ارتباطی هستند و استفاده از آنها برای کنترل پهپاد یک روش شهودی و طبیعی برای تعامل با فناوری است. این امر باعث می‌شود که کاربران بتوانند به راحتی و با کمترین تلاش پهپاد را کنترل کنند. استفاده از حرکات دست به کاربر اجازه می‌دهد پهپاد را با سرعت و دقت بیشتری کنترل کند و محدودیت‌های مرتبط با دستگاه‌های کنترل سنتی را کاهش دهد. همچنین، این روش، حرکت و دنبال کردن پهپاد را آسان‌تر می‌کند و امکان جابجایی پهپاد در فضا را بهبود می‌بخشد.

استفاده از علائم دست سبب کاهش نیاز به دستگاه‌های کنترل پیچیده می‌شود و به این ترتیب، پهپاد را برای طیف وسیع‌تری از کاربران قابل دسترس می‌کند. این امر به کاربرانی که با دستگاه‌های کنترل سنتی آشنایی ندارند، امکان استفاده آسان از پهپاد را می‌دهد. همچنین، با توجه به چالش‌هایی که از قبل بیان شده است، این روش خطرات مرتبط با اتصالات بی‌سیم بین کنترلر و پهپاد را کاهش می‌دهد و دقت در کنترل پهپاد در محیط‌های پرتلاطم و مختلف را افزایش می‌دهد. همچنین، می‌توان به توانایی تشخیص حرکات دست و گستردگی حرکات کنترلی اشاره کرد.



فصل دوم

موسیقی

## کتاب نامه

- [1] Walter, Ian and Khadr, Monette. Gesture controlled drone.
- [2] Puri, Vikram, Nayyar, Anand, and Raja, Linesh. Agriculture drones: A modern breakthrough in precision agriculture. *Journal of Statistics and Management Systems*, 20(4):507–518, 2017.
- [3] Hadri, Soubhi. Hand gestures for drone control using deep learning. 2018.
- [4] Zhu, Pengfei, Wen, Longyin, Bian, Xiao, Ling, Haibin, and Hu, Qinghua. Vision meets drones: A challenge. *arXiv preprint arXiv:1804.07437*, 2018.
- [5] Guvenc, Ismail, Koochifar, Farshad, Singh, Simran, Sichitiu, Mihail L, and Matolak, David. Detection, tracking, and interdiction for amateur drones. *IEEE Communications Magazine*, 56(4):75–81, 2018.
- [6] Hassanalian, Mostafa and Abdelkefi, Abdessattar. Classifications, applications, and design challenges of drones: A review. *Progress in Aerospace sciences*, 91:99–131, 2017.
- [7] Yoo, Minjeong, Na, Yuseung, Song, Hamin, Kim, Gamin, Yun, Junseong, Kim, Sangho, Moon, Changjoo, and Jo, Kichun. Motion estimation and hand gesture recognition-based human–uav interaction approach in real time. *Sensors*, 22(7):2513, 2022.