

بسم الله الرحمن الرحيم



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پیاده‌سازی سامانه‌ی اجتناب از مانع بروی ربات شش‌پره

پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر – هوش مصنوعی و رباتیک

داریوش حسن‌پور‌آده

استاد راهنما

دکتر مازیار پال‌هنگ



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی کامپیوتر – هوش مصنوعی و رباتیک آقای
داریوش حسن پور آده
تحت عنوان

پایه سازی سامانه ی اجتناب از مانع بروی ربات شش پره

در تاریخ ... توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت:

دکتر مازیار پالهننگ

۱- استاد راهنمای پایان نامه

دکتر ...

۳- استاد داور (اختیاری)

دکتر ...

۴- استاد داور (اختیاری)

دکتر محمد رضا تابان

سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده

تشکر و قدردانی

پروردگار منّان را سپاسگزارم

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،
ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق
موضوع این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه
صنعتی اصفهان است.

تقدیم به
پدر و مادر عزیزم

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
هشت	فهرست مطالب
نه	فهرست تصاویر
۱	چکیده
۲	فصل اول : مقدمه
۲	۱-۱ عنوان قسمت
۳	فصل دوم : تاریخچه و مرور کارهای پیشین
۳	۱-۲ مقدمه
۴	۲-۲ تاریخچه پرواز و پهپاد
۸	فصل سوم : مفاهیم علمی پیش نیاز پایان نامه
۸	۱-۳ عنوان قسمت
۹	فصل چهارم : روش پیشنهادی
۹	۱-۴ عنوان قسمت
۱۰	فصل پنجم : نتایج عملی
۱۰	۱-۵ عنوان قسمت
۱۱	فصل ششم : نتیجه گیری و جمع بندی
۱۱	۱-۶ عنوان قسمت
۱۱	مراجع
۱۳	چکیده انگلیسی

فهرست تصاویر

- ۵ ۱-۲ موشک کروزر اولیه به نام RAE Larynx
- ۲-۲ هواپیمای Curtiss N2C-2 کنترل شونده از راه دور که در توسط ایالات متحده آمریکا در سال ۱۳۱۷ (۱۹۳۸)
- ۶ م. (ساخته شد.
- ۳-۲ پهپاد پستونی OQ-2 یکی از موفق‌ترین پهپادهای اولیه که در دوران جنگ جهانی دوم ساخته شد و با تولید بیش از ۹،۴۰۰ عدد به تولید انبوه رسید [۵].
- ۷

چکیده

واژه‌های کلیدی: ۱- پهباد، ۲- امنیت پرواز، ۳- اجتناب از موانع.

فصل اول

مقدمه

۱-۱ عنوان قسمت

فصل دوم

تاریخچه و مرور کارهای پیشین

۱-۲ مقدمه

«پرنده هدایت‌پذیر از دور یا به اختصار پهپاد که به آن وسیله هوایی بدون سرنشین نیز گفته می‌شود، نوعی وسیله هوایی هدایت‌پذیر از راه دور است.» تعریفی که از پهپاد در ویکی‌پدیا شده است [۷]. پهپاد به دو دسته کنترل شونده از راه دور توسط عامل انسانی و به صورت کاملاً خودکار و برنامه‌ریزی شده می‌شوند. تاریخچه به وجود آمدن پهپادهای مدرن ریشه نظامی داشته و در صنعت نظامی در مأموریت‌هایی که برای انسان خطیر یا خسته کننده بودند استفاده می‌شد. به جهت پیشرفت روزافزون تکنولوژی‌های ساخت پهپاد، اکنون شاهد کاربردهای غیرنظامی آن‌ها هستیم. راهبری پهپادها همانند سایر ربات‌ها دارای خطراتی هستند که مهمترین آن‌ها خطر برخورد با موانع موجود در مسیر هست که در مورد پهپادها غالباً منجر به از دست رفتن کنترل، سقوط و از بین رفتن ربات می‌شود. از اینجا هست که نیاز به ارائه روش‌های اجتناب از مانع برخط^۱ در پهپادها ضروری به نظر می‌رسد. از میان روش‌های اجتناب از مانع روش حسگر-مبنا^۲ در زمینه‌ی ربات‌های هوایی استفاده می‌شود زیرا علاوه بر دینامیک پویا و غیرخطی پهپادها که هم‌بستگی شدیدی با متغیرهای محیطی (همانند سرعت جریان، تراکم هوا و غیره...) دارد تغییرات محیط خارجی نیز از پویایی بالایی برخوردار است. روش‌های دیگری همانند

¹Online

²Sensor-based

طرح‌ریزی سراسری [۲] نیز به جهت اجتناب از مانع وجود دارد ولی به دلیل آنکه این روش در صنعت هوایی به دلیل ذکر شده توانایی مورد استفاده قرار گرفته شدن را ندارد از پیگیری این روش در این پایان‌نامه اجتناب می‌کنیم.

در ادامه‌ی این فصل به مروری کوتاه از تاریخچه‌ی پرواز و پهپادها می‌پردازیم و سپس به بررسی کارهای قبلی انجام شده در رابطه با اجتناب از موانع ربات‌های چندپره به صورت خاص می‌پردازیم. دلیل آنکه به صورت خاص بروی روش‌های پیاده‌سازی شده بروی ربات‌های چندپره تمرکز می‌کنیم این است که پهپادها در حالت عموم دارای دینامیک‌های و مشخصات منحصر به فرد و پی این مساله دارای کنترل‌های متفاوتی هستند که نهایتاً این امر منجر خواهد شد که هر حسگری را نتوان در هر پهپادی مورد استفاده قرار داد؛ که دلایل باعث می‌شود روش‌های متفاوتی بجهت اجتناب از مانع برای انواع پهپادها مطرح شود. برخی از روش‌ها مانند روش‌های VFH [۱] و VFH+ [۴] دارای عمومیت هستند که می‌توان آن‌ها را در ربات‌های زمینی و اکثر ربات‌های هوایی مورد استفاده قرار داد. لذا در مرور این بخش علاوه بر کارهای انجام شده در زمینه‌ی اجتناب از مانع ربات‌های چندپره به بررسی مختصر این روش‌های عمومی نیز خواهیم پرداخت.

۲-۲ تاریخچه پرواز و پهپاد

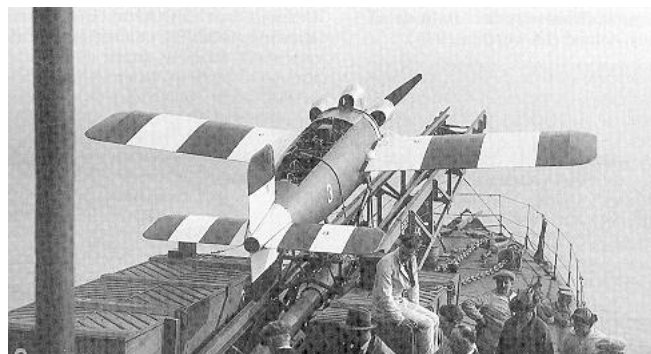
از دیرباز رویای پرواز در ذهن انسان‌ها جا باز کرده بود، آسمان محلی مقدسی بود که استوره‌های باستان با هیبتی خداوندی از آن به زمین می‌آمدند... که این طرز نگرش نیازمند این بود که پرواز کردن و صعود به گنبد کبود به کهن‌ترین آرزوی آدمی بدل شود. این آرزو در اولین فرصت خود یعنی در حدود ۴۰۰ سال ق.م. با اختراع کایت^۱ که می‌توانست پرواز کند توسط مردمان چین به آتشی شعله‌کش در میان نسل بشر بدل گردید. جایگاه پرواز بقدری باارزش بود که در آن موقع کایت را به عنوان یک وسیله مقدس برای مراسم‌های مذهبی استفاده می‌کردند. بعد از گذشت سالیان دراز لئوناردو داوینچی در سال ۱۴۸۰ (م. ۱۴۸۰) فرصتی دوباره به این رویای کهن داد تا بلکه بتواند این رویا را به واقعیت بدل کند؛ وی اولین مطالعه رسمی تاریخ را بروی ماهیت پرواز انجام داد که این مطالعه شامل بیش از ۱۰۰ نقشه و تئوری پرواز بود. در سال ۱۱۶۲ (م. ۱۷۸۳) اولین بالن هوای گرم توسط برادران منتگولفیر^۲ ارائه شد. همچنین اولین گلایدر به همت آقای کی‌لی^۳ در یک دوره ۵۰ ساله در بین سال‌های ۱۱۷۸ (م. ۱۷۹۹) و ۱۲۲۹ (م. ۱۸۵۰) اختراع شد و بهبود پیدا کرد. در سال ۱۲۷۰ (م. ۱۸۹۱) یک مهندس آلمانی^۴ روی ایرودینامیک و طراحی گلایدرها مطالعه کرد و اولین فردی بود

¹ Kite

² Joseph and Jacques Montgolfier

³ George Cayley

⁴ Otto Lilienthal



شکل 1-2: موشک کروزر اولیه به نام RAE Larynx

که توانست گلایدری را طراحی کند که می‌توانست یک انسان را در مسافت‌های طولانی حمل کند. در همان سال آقای لنگلی^۱ متوجه شد که به نیرو جهت پرواز انسان نیاز هست و مدلی را ارائه داد که دارای موتور بخار بود توانست ۳/۴ مایل را قبل اینکه سوختش تمام شود حرکت کند [۳].

جنگ‌ها در کنار ویرانگری‌هایی که از خود پشت سر می‌گذارند همیشه باعث تکامل و جهش عمل بشری بوده‌اند؛ در جنگ‌های جهانی (به‌خصوص جنگ جهانی دوم) نوآوری‌های زیادی در زمینه‌ی علوم هوا و فضا و رباتیک شد. اولین بار در اواخر جنگ جهانی اول بود که یک هواپیمای بدون سرنشین اختراع شد که توسط یک سامانه‌ی رادیویی کنترل می‌شد. در میانه‌ی جنگ‌های جهانی (سال‌های ۱۳۰۶ (۱۹۲۷ م.) تا ۱۳۰۸ (۱۹۲۹ م.)) اولین موشک کوروز (شکل ۲-۱) که بصورت یک هواپیمای تک-باله ساخته شد که از روی یک کشتی جنگی پرتاب و توسط خلبان خودکار هدایت می‌شد. موفقیت‌آمیز بود ساخت این موشک باعث شد که چند سال بعد هواپیمای بدون سرنشین و کنترل‌کننده‌ی رادیویی در سال ۱۳۰۹ (۱۹۳۰ م.) ساخته شوند. در طی جنگ جهانی دوم نیروی دریایی ایالات متحده آمریکا شروع به انجام آزمایشاتی در زمینه‌ی هواپیمای رادیوکنترلی در دهه‌ی ۱۳۰۹ (۱۹۳۰ م.) کرد که نهایتاً منجر به ساخت هواپیمای بدون سرنشین Curtiss N2C-2 شد که به صورت کنترل از راه دور از یک هواپیمای دیگر کنترل می‌شد که به عنوان یک سامانه‌ی ضد هوایی به خدمت گرفته شد. در همین دوران ایالات متحده آمریکا تلاش کرد دستاوردهای خود را در زمینه‌ی هواپیمای بدون سرنشین کنترل شونده از راه دور را بروی بمب افکن‌های B-17 Flying Fortress و B-24 Liberator خود به اجرا در بیاورد که نهایتاً منجر به شکست و از دست رفتن شمار زیادی از بمب افکن‌ها شد. هواپیمای TDN-1 یک هواپیمایی بدون سرنشین بود که در سال ۱۳۱۹ (۱۹۴۰ م.) ساخته شد که می‌توانست یک بمب ۱۰۰۰ پوندی (حدوداً ۴۵۰ کیلوگرم) را به پرواز درآورده و به هدف بزند [۶].

در تاریخچه‌ی هواپیمای بدون سرنشین تا قبل از جنگ سرد به دلیل نبود تکنولوژی‌های مدرن امروزی جنس

¹ Samuel P. Langley



شکل 2-2: هواپیمای Curtiss N2C-2 کنترل شونده از راه دور که در توسط ایالات متحده آمریکا در سال ۱۳۱۷ (۱۹۳۸ م.) ساخته شد.

هواپیماها از جنس موتور، پیستون و گازوییل بودند و ارتباط کنترلی آن‌های بصورت رادیویی بود و معمولاً دارای خلبان خودکار نبوده و در صورت وجود چنین سامانه‌ای، سیستمی بسیار ساده داشته و اودمتری آن‌های صرفاً بر مبنای قطب‌نما، میزان سرعت و مدت زمان حرکت بود. در دوران جنگ سرد و بعد از آن بود که جهش‌های بزرگ در تکنولوژی‌های ساخت هواپیماهای بدون سرنشین ایجاد شد.

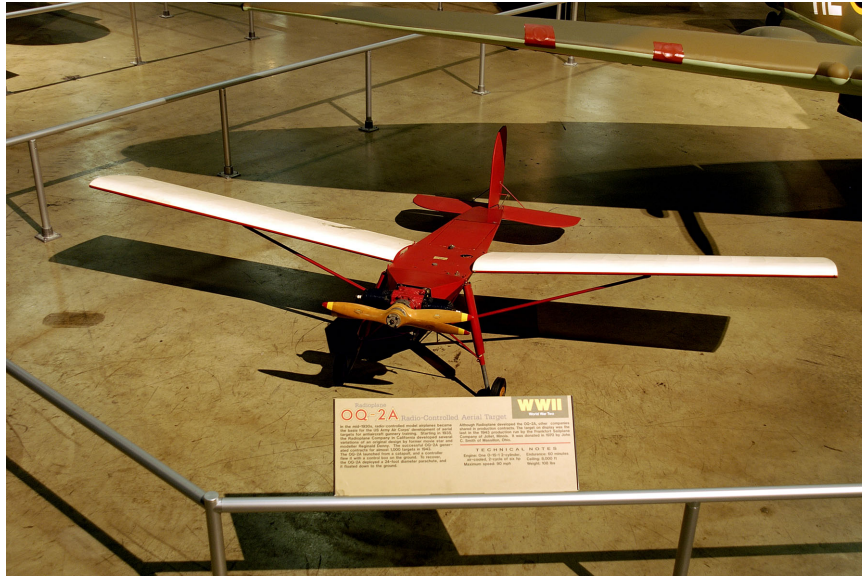
در دوران جنگ سرد در پی موفقیت‌آمیز پهپاد پیستونی OQ-2 هواپیماهای رادیویی^۱ به دوره‌ی جدیدی از نوآوری‌ها وارد شدند و موج جدیدی از استفاده و بکارگیری پهپادها در ارتش ایالات متحده‌ی آمریکا به راه افتاد. شرکت Globe بعد از ساخت پهپاد پیستونی KDG Snipe در سال ۱۳۲۵ (۱۹۴۶ م.) به ساخت پهپادهای KD2G و KD5G پرداخت که از نمونه‌های اولیه پهپادهای موتور-جت می‌باشند، کرد. در نهایت در اواخر دهه‌ی ۱۳۲۹ (۱۹۵۰ م.) پهپادهای جنگی پر قدرت پا به عرصه‌ی کاربردهای نظامی در سطح گسترده گذاشتند.

در همین دوره که مسابقه‌ی اتمی بین ایالات متحده‌ی آمریکا و شوروی سابق شدت یافته بود، ایالات متحده‌ی آمریکا ۸ فقره از بمب افکن‌های B-17 Flying Fortresses خود را به پهپادها تبدیل کرد. این که تلاش قبلاً در دوران جنگ جهانی دوم با شکست مواجه شده بود این دفعه موفقیت‌آمیز از آب درآمد و این هواپیماها به‌جهت جمع‌آوری اطلاعات در ابر-رادیواکتیو^۲ به خدمت گرفته شد. این هواپیماها در هنگام برخاست و فرود توسط یک کنترل کننده بروی یک جیب کنترل می‌شد و در هنگام پرواز وسیله‌ی یک هواپیمای B-17 دیگر از راه دور کنترل می‌شد. گرچه پیکربندی این پهپاد دارای موفقیت‌هایی در اجرا بود ولی به دلیل سیستم پیچیده‌ی پیاده‌سازی شده روی آن میزان اتفاقات آن نیز بالا بود.

پهپادها همیشه به عنوان وسیله‌ی غیرقابل اعتماد و پرهزینه‌ی دیده می‌شد تا اینکه نیروی هوایی اسرائیل جهش

^۱Radioplane

^۲Radioactive Cloud



شکل 2-3: پهپاد پستونی OQ-2 یکی از موفق‌ترین پهپادهای اولیه که در دوران جنگ جهانی دوم ساخته شد و با تولید بیش از ۹,۴۰۰ عدد به تولید انبوه رسید [۵].

بزرگی در پیشرفت روزبه‌روز پهپادها در پیروزی بر نیروی هوایی سوریه در سال ۱۳۶۱ (۱۹۸۲ م.) ایجاد کرد. اسرائیل با پیاده‌سازی سیستمی که با همکاری پهپاد و جنگنده‌های دارای خلبان توانستند به سرعت تعداد زیادی از هواپیماهای جنگنده سوری را از بین ببرند. در این جنگ پهپادها به عنوان طعمه^۱، متخل کننده^۲ الکترونیکی و شناساگر ویدئویی^۳ مورد استفاده واقع می‌شدند [۶].

¹Decoy

²Jammer

³Video Reconnaissance

فصل سوم

مفاهیم علمی پیش نیاز پایان نامه

فصل چهارم

روش پیشنهادی

۴-۱ عنوان قسمت

فصل پنجم

نتایج عملی

۵-۱ عنوان قسمت

فصل ششم

نتیجه گیری و جمع بندی

مراجع

- [1] Johann Borenstein and Yoram Koren. The vector field histogram-fast obstacle avoidance for mobile robots. *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, 7(3):278–288, 1991.
- [2] Sayed NavidHoseini Izadi. Autonomous navigation in unknown off-road environment based on family of bug algorithms. Master's thesis, Department of Electrical and Computer Engineering, Isfahan University of Technology, Isfahan University of Technology, Isfahan 84156-83111, Iran, 1 2014.
- [3] NASA. Histroy of flights. <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/UEET/StudentSite/historyofflight.html>. [Online; accessed 4-September-2016].
- [4] Iwan Ulrich and Johann Borenstein. Vfh+: Reliable obstacle avoidance for fast mobile robots. In *Robotics and Automation, 1998. Proceedings. 1998 IEEE International Conference on*, volume2, pages 1572–1577. IEEE, 1998.
- [5] Wikipedia. Radioplane oq-2 — wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Radioplane_OQ-2, 2015. [Online; accessed 6-September-2016].
- [6] Wikipedia. History of unmanned aerial vehicles — wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_unmanned_aerial_vehicles, 2016. [Online; accessed 4-September-2016].
- [7] Wikipedia. Unmanned aerial vehicle — wikipedia, the free encyclopedia, 2016. [Online; accessed 6-September-2016].

Implementation of obstacle avoidance system on quadcopter

Dariush Hasanpour Adeg

d.hasanpoor@ec.iut.ac.ir

[DATE]

Department of Electrical and Computer Engineering
Isfahan University of Technology, Isfahan 84156-83111, Iran
Degree: M.Sc. Language: Farsi

Supervisor: Assoc. Prof. Maziar Palhang (palhang@cc.iut.ac.ir)

Abstract

Key Words: Drone, Flight security, Obstacle avoidance



Isfahan University of Technology

Department of Electrical and Computer Engineering

Implementation of obstacle avoidance system on quadcopter

A Thesis

Submitted in partial fulfillment of the requirements
for the degree of Master of Science

by

Dariush Hasanpour Adeg

Evaluated and Approved by the Thesis Committee, on ...

1. Maziar Palhang, Assoc. Prof. (Supervisor)
2. ..., Prof. (Examiner)
3. ..., Prof. (Examiner)

Mohamad Reza Taban, Department Graduate Coordinator

