



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده برق و کامپیوتر

## گزارش پیشنهاد موضوع تحقیق پایان نامه کارشناسی ارشد

### مشخصات دانشجو:

نام و نام خانوادگی: داریوش حسن پور آده	شماره دانشجویی: ۹۳۰۸۱۶۴	رشته: مهندسی کامپیوتر	گرایش: هوش مصنوعی و رباتیک
گرایش/رشته دوره کارشناسی: مهندسی نرم افزار		شماره تلفن همراه: ۰۹۳۰۶۶۳۴۰۰۷	
دروس تحصیلات تکمیلی مرتبط با موضوع تحقیق پیشنهادی که دانشجو گذرانده است.	۱- رباتیک	۲- یادگیری ماشین	۳- سیستم های فازی

### اساتید راهنما و مشاور:

سمت	نام و نام خانوادگی	درصد مشارکت	دانشگاه/موسسه	مرتبه علمی	تخصص مرتبط با پایان نامه
استاد راهنما	دکتر مازیار پالهنک	۱۰۰٪	صنعتی اصفهان	دانشیار	رباتیک و یادگیری ماشین
*استاد مشاور					
*استاد راهنمای دوم					
*استاد مشاور دوم					

### مشخصات تحقیق پیشنهادی:

عنوان فارسی	پیاده سازی سامانه ی اجتناب از موانع بروی ربات چهارپره
عنوان انگلیسی	Implementation of obstacle avoidance system on quadcopter

موضوع کلی تحقیق	Robotics and automation	Code: 4772
زمینه اصلی تحقیق	Robots	Code: 4789
زمینه مرتبط ۱	Robot sensing systems	Code: 4818
زمینه مرتبط ۲		Code:
زمینه مرتبط ۳		Code:

کلمات کلیدی گزارش:	۱- پهپاد	۲- امنیت پرواز	۳- اجتناب از موانع
Keywords:	3- Obstacle avoidance	2- Flight security	1- Drone

سه مرجع اصلی و معتبر در زمینه موضوع پایان نامه:

	Authors	Title	Published in	Vol.	No.	Pages	Year
1	J. Borenstein and Y. Koren	The vector field histogram-fast obstacle avoidance for mobile robots	Robotics and Automation, IEEE Transactions on,	7	3	278 - 288	1991
2	S. Bouabdallah et al.	Toward obstacle avoidance on quadrotors	Proceedings of the XII International Symposium on Dynamic Problems of Mechanics				2007
3	Michel Grabisch	Fuzzy integral in multicriteria decision making	Fuzzy sets and Systems	69	3	279 - 298	1995

پایان نامه ها و رساله های مرتبط با تحقیق که در دانشکده برق و کامپیوتر دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شده اند:

	عنوان رساله/پایان نامه	نام و نام خانوادگی دانشجو	مقطع	تاریخ دفاع	نام استاد راهنما
۱	ناوبری خودمختار در محیط ناشناخته و خارج از جاده مبتنی بر خانواده الگوریتم های باگ	سید نوید حسینی ایزدی	کارشناسی ارشد	۱۳۹۲/۱۰/۲۳	دکتر پالهننگ
۲					
۳					

اعضای هیئت علمی دانشگاه صنعتی اصفهان متخصص در زمینه (یا زمینه های مربوط به) تحقیق (به جز اساتید راهنما و مشاور):

	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	تخصص مرتبط با تحقیق
۱	دکتر مهران صفایانی	استادیار	سیستم های فازی
۲			
۳			
۴			
۵			

**تعهد دانشجو:**

اینجانب ..... ضمن اطلاع از اینکه کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج تحقیق اینپایان نامه متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان بوده و انتشار نتایج تابع مقررات دانشگاهی است که صرفاً پس از موافقت و تایید استاد/ اساتید راهنما قابل انجام است، تعهد می نمایم که اصول اخلاق علمی در انتخاب موضوع و نگارش این گزارش رعایت شده و در طول تحقیق و تدوین/انتشار نتایج/گزارش ها/مقالات بعدی نیز رعایت شود.

نام و نام خانوادگی:

امضا:

تاریخ:

**تأیید اساتید راهنما و مشاور پایان نامه:**

در صورت تصویب موضوع تحقیق پیشنهادی، بدین وسیله آمادگی خود را برای راهنمایی و مشاوره دانشجو در کلیه مراحل انجام و ارائه تحقیق و مشارکت در ارزیابی پایان نامه بر اساس ضوابط دانشگاه و دانشکده اعلام می نمایم.

تاریخ:

امضا:

نام و نام خانوادگی:

۱- استاد راهنما

۲- استاد مشاور

۳- استاد راهنمای دوم\*

۴- استاد مشاور دوم\*

باسمه تعالی



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده برق و کامپیوتر

## گزارش پیشنهاد موضوع تحقیق پایان نامه کارشناسی ارشد

نسخه اول

کامپیوتر- هوش مصنوعی

## پیاده سازی سامانه ی اجتناب از موانع بروی ربات چهارپره

داریوش حسن پور آده

استاد راهنما

دکتر مازیار پالهنک

آبان ۱۳۹۴

# متن گزارش

## خلاصه

یکی از خطرات پرواز که همیشه از زمان امکان پرواز برای بشر تا به کنون وجود داشته، خطر تصادف با اشیا در حین پرواز می‌باشد. برای حداکثر کردن امنیت پهپادها در حین پرواز، پهپادها نیاز به یک سامانه‌ای جهت حداکثر ساختن احتمال عدم تصادف در حین پرواز دارند. برای همین وجود یک سامانه اجتناب از برخورد در پهپادها کاملاً ضروری به نظر می‌آید. از آنجایی که ربات‌های چهارپره در دسته‌ی پهپادها قرار می‌گیرند بنا به کاربردهای روزافزون چهارپره‌ها در زمینه‌های امداد و نجات، تفریحی و تجاری [۱] پیاده‌سازی یک سامانه‌ی اجتناب از مانع متناسب با ساختار چهارپره، موضوع تحقیق جالبی به نظر می‌رسد.

کلمات کلیدی: ۱- پهپاد ۲- پرواز خودکار ۳- امنیت پرواز ۴- اجتناب از موانع

## ۱ موضوع کلی و زمینه‌ی اصلی تحقیق

در این تحقیق سعی داریم که سامانه‌ای مناسب<sup>۱</sup> جهت تشخیص و اجتناب از موانع پیاده‌سازی کنیم. به‌گونه‌ای چهارپره در طی مسیر حرکت خود در صورت مشاهده‌ی موانع سعی خواهد کرد که موانع را رد کند. از آنجایی که هدف اصلی این تحقیق صرفاً بر تشخیص و اجتناب از موانع است، نیازی به پیاده‌سازی سامانه‌ی راهبری<sup>۲</sup> کامل و دقیق نخواهد بود.

## ۲ مرور کارها و نتایج قبلی

چهارپره با استفاده از سخت‌افزارهای مناسب، باید بتواند خطرات تصادف احتمالی را با اشیا ناشناس متحرک یا ایستا تشخیص بدهد و با اجرای مانورهای مناسب از برخورد با مانع تشخیص داده شده، اجتناب کند. برای اجتناب از مانع ساده‌ترین روش‌ها روش هندسی می

<sup>۱</sup>منوط به نوع و کیفیت سخت‌افزاری که در اختیار خواهیم داشت.

<sup>۲</sup>Navigation

باشد. در [۲] یک روش هندسی برای تشخیص برخورد<sup>۳</sup> معرفی شده است. که با محاسبه‌ی «نزدیک‌ترین نقطه‌ی برخورد<sup>۴</sup>» (PCA) بدترین رخداد ممکن بین دو پرنده (دو پهپاد) ارزیابی می‌شود. اگر خطر برخورد تشخیص داده شود، از PCA جهت محاسبه‌ی بردار سرعت مرجع دو پرنده استفاده می‌شود تا فاصله‌ی مناسب از یکدیگر حفظ گردد. بنابراین ارتباط بین دو پرنده از مفروضات روش می‌باشد - که در اکثر مواقع امکان این امر وجود ندارد.

در [۳] موانع توسط میدان نیروهای دافعه<sup>۵</sup> و هدف توسط میدان نیروهای جاذبه علامت گذاری می‌شود بدین‌گونه ربات می‌تواند یک مسیر بدون-تصادم را با محاسبه‌ی بردار حرکتی از میدان‌های علامت گذاری شده بدست آورد. که این روش در [۴] بدین صورت بهبود یافته است که فقط موانع علامت‌گذاری می‌شود و از علامت‌گذاری اهداف بنابه این دلیل که فقط می‌خواهیم از موانع اجتناب کنیم، چشم‌پوشی می‌شود.

در روش دیگری [۵] نیاز به داشتن مدل شبکه‌ای<sup>۶</sup> از محیط پهباد دارد که از الگوریتم‌های جستجوی مانند  $A^*$  گراف جهت اجتناب از مانع استفاده می‌کند - که این روش بنابه این نیاز که حتما باید مدل شبکه‌ای محیط در اختیار باشد در بسیاری از کاربردهای دنیای واقعی نمی‌تواند پیاده‌سازی شود. همچنین در راستای اجتناب از مانع از الگوریتم‌های تکاملی استفاده شده است [۶]. هرگاه مانعی تشخیص داده شد، مسیر اولیه به چندین قسمت تقسیم می‌شود که بعد از چندین جهش تصادفی آن قسمت‌ها بهترین جهش‌ها برای مشخص کردن مسیر بدون-تصادم اختیار می‌شود.

### ۳ ضرورت انجام، دیدگاه/روش و اهداف تحقیق پیشنهادی

از آنجایی که به کاربردهای چهارپره‌ها روزه‌روز افزوده می‌شود، امنیت پرواز این نوع از پهپادها به مساله‌ی جالب و مهمی تبدیل شده است، از جمله‌ی موارد امنیت پرواز می‌توان به کاهش احتمال برخورد با اشیا و سقوط اشاره کرد. همچنین علاوه بر استفاده‌ی روزمره‌ی چهارپره بین افراد شهروند، چهارپره توجه زیادی را نیز از سمت جامعه دانشگاهی دریافت میکند. بدیهی است که طراحی و ساخت چهارپره نیازمند زمان و هزینه می‌باشد، حال اگر سامانه‌ی اجتناب از برخورد با موانع بروی چهارپره نصب باشد در حین کار با چهارپره (چه

---

<sup>۳</sup> Conflict Detection

<sup>۴</sup> Point of Closest Approach

<sup>۵</sup> Repulsive Force Field

<sup>۶</sup> Grid Model

توسط فرد غیرخبره‌ی شهروند و چه در تحقیقات دانشگاهی) احتمال برخورد با اشیا و سقوط و خرابی چهارپره کاهش می‌یابد<sup>۷</sup> و در نهایت کلام سامانه‌ای که قرار است در این تحقیق به پیاده‌سازی آن بپردازیم گامی در جهت افزایش امنیت پرواز چهارپره‌ها خواهد بود.

علاوه بر ضرورت ایجاد امنیت پرواز در چهارپره‌ها، کارهایی قبلی موفق [۷-۱۳] در زمینه اجتناب از مانع که با بکارگیری چندین حسگر همپوشان تلاش به ایجاد نقشه‌ی موانع محیط می‌کردند، نتایج خوبی گرفته‌اند. از سوی دیگر انتگرال‌های فازی [۱۴] که عملکرد خوبشان در ترکیب اطلاعات چند عامل اطلاعاتی و به دست دادن اطلاعات با کیفیت جهت تصمیم‌گیری بهتر (با در نظر گرفتن همه‌ی جوانب داده‌ها) در گذشته ثابت شده است [۱۴-۲۱]؛ با توجه به ماهیت ذاتی انتگرال‌های فازی در ترکیب اطلاعات، به نظر می‌رسد که با ترکیب اطلاعات حسگرهای همپوشان نصب شده بروی چهارپره توسط انتگرال‌های فازی می‌توان نتایج بهتری در اجتناب از موانع گرفت ولی تاکنون تلاشی جهت ترکیب اطلاعات حسگرها با استفاده از انتگرال‌های فازی صورت نگرفته است، که همین دلیل به جذابیت مساله می‌افزاید. در این تحقیق در صورتی که به تعداد کافی حسگر داشته باشیم<sup>۸</sup> که حداقل بین اطلاعات برخی از حسگرها نسبت به موقعیت موانع همپوشانی داشته باشیم، علاوه بر پیاده‌سازی روشی برای اجتناب از مانع، به بررسی این مساله که «آیا ترکیب اطلاعات حسگرها برای اجتناب از موانع با استفاده از انتگرال‌های فازی می‌تواند موثر باشد یا خیر؟» نیز خواهیم پرداخت.

## ۴ نحوه‌ی ارزیابی دستاوردهای تحقیق

رفتاری که در انتهای این پروژه انتظار داریم از چهارپره مشاهده کنیم این است که چهارپره از حالت سکون بروی زمین روشن خواهد شد و بعد از قرار دادن خود در یک ارتفاع امن و از پیش تعریف شده، به سمت جلو تا رسیدن به مقصد یا تا پایان مدت زمان پرواز از پیش تعریف شده در یک مسیر مستقیم<sup>۹</sup> حرکت خواهد کرد و در صورت مشاهده‌ی موانع ایستای پیش‌روی خود، سعی خواهد کرد که از برخورد با موانع اجتناب کند و سپس به مسیر مستقیم خود ادامه خواهد داد و بعد از رسیدن به مقصد یا پایان مدت زمان پرواز با فرود آمدن به پایان کار خود خواهد رسید.

<sup>۷</sup> به عبارت دیگر افرادی که بعد از بنده قرار است بروی چهارپره‌ای که بنده بروی آن کار کرده‌ام تحقیق کنند، خیالشان از بابت تصادف چهارپره با اشیا محیط اطرافشان (که می‌تواند موجب خسارات جانی یا مالی گردد) راحت خواهد بود.

<sup>۸</sup> که به میزان بودجه، سخت‌افزارهای در اختیار و کیفیت آن‌ها بستگی دارد.

<sup>۹</sup> توجه شود که مساله‌ی ناوبری چهارپره خارج از حوزه‌ی تحقیق اینجانب می‌باشد.

## ۵ زمان‌بندی تحقیق

فعالیت	زمان شروع	زمان خاتمه
<ul style="list-style-type: none"> <li>• مهیا و نصب کردن حداقل نیازهای سخت‌افزاری بروی چهارپره</li> <li>• ایجاد و تثبیت یک کرنل نرم‌افزاری بروی چهارپره</li> </ul>	اواسط بهمن ۱۳۹۴	اواخر اسفند ۱۳۹۴
<ul style="list-style-type: none"> <li>• بررسی روش‌های مناسب برای اجتناب از موانع در چهارپره</li> <li>• انتخاب یک یا چند عدد از روش‌ها براساس نتایج حاصل از بررسی‌ها</li> <li>• پیاده‌سازی روش یا روش‌های منتخب بروی چهارپره</li> <li>• (در صورت نیاز) آموزش چهارپره در صورت پیاده‌سازی روش‌های یادگیر</li> <li>• بررسی و ارزیابی روش یا روش‌های منتخب</li> <li>• (در صورت نیاز) بازاندیشی و تجدیدنظر در مورد روش یا روش‌های پیاده‌سازی شده</li> </ul>	اواسط فروردین ۱۳۹۵	اواخر آبان ۱۳۹۵
<ul style="list-style-type: none"> <li>• مستندسازی نتایج حاصل از پیاده‌سازی‌ها</li> <li>• نگارش نهایی پایان‌نامه و آمادگی جهت دفاع</li> </ul>	اوایل آذر ۱۳۹۵	اواخر آذر ۱۳۹۵
• دفاع	دی ۱۳۹۵	



## ۶ امکانات و تجهیزات مورد نیاز، نحوه‌ی تامین و جدول برآورد هزینه

تخمینی که بر اساس نرخ کنونی ارز برای خرید یک عدد چهارپره و حداقل سخت افزارهای ضروری مورد نیاز نظیر: *IMU*، باتری، چندین سنسور مسافت‌سنج<sup>۱۰</sup> و همچنین هزینه‌های جانبی احتمالی، مقداری در حدود ۲۰ الی ۳۰ میلیون ریال تخمین زده می‌شود که وظیفه‌ی تامین این هزینه‌ها به عهده‌ی دانشجو نمی‌باشد.

---

**نکته‌ی نهایی:** توجه شود که همه‌ی مطالب مطرح شده در این پروپوزال منوط به در اختیار داشتن ربات چهارپره با امکانات سخت‌افزاری که قابلیت اجرای اعمال مطرح شده را برای رسیدن به هدف تحقیق را داشته باشد؛ است، اگر به هردلیل ربات چهارپره برایمان مهیا نشد، کلیه مسایلی که در این پروپوزال برای ربات چهارپره مطرح شد در شبیه‌سازی صورت نرم‌افزاری پیاده‌سازی خواهد شد.

---

<sup>۱۰</sup> به احتمال خیلی قوی از سنسورهای Sonar جهت‌های مسافت‌سنجی و تخمین ارتفاع استفاده خواهیم کرد.

## ۷ فهرست مراجع اصلی

- [1] Wikipedia, "Unmanned aerial vehicle," 2015. [Online; accessed 8-Nov-2015].
- [2] J.-W. Park, H.-D. Oh, and M.-J. Tahk, "UAV collision avoidance based on geometric approach," in SICE Annual Conference, 2008, pp.2122–2126, IEEE, 2008.
- [3] O.Khatib, "Real-time obstacle avoidance for manipulators and mobile robots," The international journal of robotics research, vol.5, no.1, pp.90–98, 1986.
- [4] A.Kandil, A.Wagner, A.Gotta, E.Badreddin, et al., "Collision avoidance in a recursive nested behaviour control structure for unmanned aerial vehicles," in Systems Man and Cybernetics (SMC), 2010 IEEE International Conference on, pp.4276–4281, IEEE, 2010.
- [5] B.Gardiner, W.Ahmad, T.Cooper, M.Haveard, J.Holt, and S.Biaz, "Collision avoidance techniques for unmanned aerial vehicles," Auburn University, Auburn, 2011.
- [6] D.Rathbun, S.Kragelund, A.Pongpunwattana, and B.Capozzi, "An evolution based path planning algorithm for autonomous motion of a UAV through uncertain environments," in Digital Avionics Systems Conference, 2002. Proceedings. The 21st, vol.2, pp.8D2–1, IEEE, 2002.
- [7] J.Borenstein and Y.Koren, "The vector field histogram-fast obstacle avoidance for mobile robots," Robotics and Automation, IEEE Transactions on, vol.7, no.3, pp.278–288, 1991.
- [8] I.Ulrich and J.Borenstein, "VFH+: Reliable obstacle avoidance for fast mobile robots," in Robotics and Automation, 1998. Proceedings. 1998 IEEE International Conference on, vol.2, pp.1572–1577, IEEE, 1998.
- [9] J.-O. Kim and P.K. Khosla, "Real-time obstacle avoidance using harmonic potential functions," Robotics and Automation, IEEE Transactions on, vol.8, no.3, pp.338–349, 1992.
- [10] A.Chakravarthy and D.Ghose, "Obstacle avoidance in a dynamic environment: A collision cone approach," Systems, Man and Cybernetics, Part A: Systems and Humans, IEEE Transactions on, vol.28, no.5, pp.562–574, 1998.

- [11] I.Ulrich and J.Borenstein, “VFH\*: Local obstacle avoidance with look-ahead verification,” in ICRA, pp.2505–2511, 2000.
- [12] J.F. Roberts, T.Stirling, J.-C. Zufferey, and D.Floreano, “Quadrotor using minimal sensing for autonomous indoor flight,” in European Micro Air Vehicle Conference and Flight Competition (EMAV2007), no.LIS-CONF-2007-006, 2007.
- [13] S.Bouabdallah, M.Becker, V.dePerrot, R.Y. Siegwart, R.Y. Siegwart, and R.Y. Siegwart, Toward obstacle avoidance on quadrotors. *Citeseer*, 2007.
- [14] M.Grabisch, “Fuzzy integral in multicriteria decision making,” Fuzzy sets and Systems, vol.69, no.3, pp.279–298, 1995.
- [15] J.M. Sousa and U.Kaymak, Fuzzy decision making in modeling and control, vol.27. World Scientific, 2002.
- [16] A.F. Tehrani, W.Cheng, and E.Hüllermeier, “Preference learning using the choquet integral: The case of multipartite ranking,” Fuzzy Systems, IEEE Transactions on, vol.20, no.6, pp.1102–1113, 2012.
- [17] J.J. Liou, Y.-C. Chuang, and G.-H. Tzeng, “A fuzzy integral-based model for supplier evaluation and improvement,” Information Sciences, vol.266, pp.199–217, 2014.
- [18] C.Labreuche and M.Grabisch, “The choquet integral for the aggregation of interval scales in multicriteria decision making,” Fuzzy Sets and Systems, vol.137, no.1, pp.11–26, 2003.
- [19] C.-M. Feng, P.-J. Wu, and K.-C. Chia, “A hybrid fuzzy integral decision-making model for locating manufacturing centers in china: A case study,” European Journal of Operational Research, vol.200, no.1, pp.63–73, 2010.
- [20] J.Geldermann, T.Spengler, and O.Rentz, “Fuzzy outranking for environmental assessment. case study: iron and steel making industry,” Fuzzy sets and systems, vol.115, no.1, pp.45–65, 2000.
- [21] M.Grabisch and M.Roubens, “Application of the choquet integral in multicriteria decision making,” Fuzzy Measures and Integrals-Theory and Applications, pp.348–374, 2000.

## تایید نهایی موضوع تحقیق پس از انجام اصلاحات

نظر اساتید راهنما/مشاور:

نسخه نهایی گزارش پیشنهاد موضوع تحقیق پایان نامه کارشناسی ارشد آقای/ خانممورد تایید است .

نام و نام خانوادگی:

امضا:

تاریخ:

۱- استاد راهنما

۲- استاد مشاور

۳- استاد راهنمای دوم\*

۴- استاد مشاور دوم\*

نظر نهایی گروه:

نسخه نهایی گزارش مورد تایید است ☐ قابل قبول نیست ☐.

توضیحات (در صورت لزوم):

نام و نام خانوادگی مدیر گروه:

امضا:

تاریخ:

نظر نهایی شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده:

موضوع پیشنهادی تحقیق پایان نامه کارشناسی ارشد آقای/خانم .....مورد تایید ☐ است ☐ نیست.

سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده:

امضا:

تاریخ: