

با حمایت صندوق نوآوری و شکوفایی
و به سفارش یک شرکت دانش بنیان منتشر می شود:

فراخوان

توسعه دستگاه اندازه گیری فاصله مبتنی بر روش تداخل سنجی



مهلت ارسال پروپوزال ها:

۱۴۰۱/۰۹/۳۰

دستگاه اندازه گیری جابجایی مبتنی بر تداخل سنجی (Displacement Measuring Interferometer)، یک سیستم اندازه گیری متداول با محدوده دقت نانومتری است. دستگاه بر اساس یک الگوی تداخلی عمل می کند؛ در واقع در این دستگاه، باریکه نوری تابیده شده و به دو باریکه تقسیم می شود، سپس این دو باریکه منعکس شده، مجدد ترکیب می شوند و به این ترتیب یک الگوی تداخلی ایجاد می شود. روش تحلیل الگوهای تداخلی و دستیابی به دقت نانومتر از چالش های این پژوهش است.

شرکت متقاضی تحقیق در نظر دارد دستگاه اندازه گیری جابجایی را با دقتی در محدوده ۳۵۰-۵۰ نانومتر و در فاصله کاری حداقل ۱ متر توسعه دهد. در این راستا، مجری تحقیق می بایست ابتدا به بررسی چیدمان قطعات اپتیکی و روش های تحلیل الگوهای تداخلی پرداخته و بهترین الگوی چیدمان و روش تحلیل را تعیین نماید. سپس، به طراحی چیدمان اپتیکی قطعات و آزمون اولیه آن پردازد و درگام بعدی روشی برای صحت سنجی دقت چیدمان ارائه کند.

شرکت در این فراخوان تحقیقاتی و ارائه پروپوزال در قالب انفرادی، گروهی، شرکتی و سازمانی مجاز است.



پروپوزالی که بیشترین تناسب را با الزامات این نیاز تحقیقاتی داشته باشد انتخاب و به عنوان مجری به شرکت دانش بنیان متقاضی معرفی خواهد شد.



بسمه تعالی

صندوق نوآوری و شکوفایی به‌منظور تقویت توان توسعه فناوری شرکت‌های دانش‌بنیان با رویکرد نوآوری باز و همکاری فناورانه، خدمت جدیدی را طراحی و عرضه کرده است که در قالب آن، نیازهای تحقیقاتی و فناورانه شرکت‌های دانش‌بنیان و متعاقباً، گروه‌های پژوهشی و فناور توانمند برای اجرای طرح‌های تحقیقاتی و توسعه فناوری‌های موردنیاز این شرکت‌ها را شناسایی می‌نماید.

آنچه پیش رو دارید، نیاز تحقیقاتی/فناورانه یکی از شرکت‌های دانش‌بنیان متقاضی است که توسط صندوق نوآوری و شکوفایی شناسایی و در قالب فراخوان منتشر شده است. لطفاً به موارد زیر توجه فرمائید:

(۱) شرکت در این فراخوان تحقیقاتی و ارائه پروپوزال در قالب انفرادی، گروهی، شرکتی یا سازمانی مجاز است. همه پژوهشگران، دانشجویان، دانش‌آموختگان و اعضای هیئت‌علمی دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی، شرکت‌های دانش‌بنیان و فناور و سایر علاقمندان می‌توانند با تدوین و ارسال پروپوزال در این فراخوان شرکت کنند.

(۲) پروپوزال‌ها صرفاً باید در چارچوب تدوین‌شده صندوق نوآوری و شکوفایی و حداکثر تا تاریخ ۱۴۰۱/۰۹/۳۰ در قالب Word در سامانه غزال به آدرس <https://ghazal.inif.ir> ارسال شوند. پروپوزال‌هایی که در چارچوبی غیراز آن، یا به روش‌های دیگر به دست صندوق برسند، وارد فرایند ارزیابی نخواهند شد.

(۳) پس از اتمام مهلت ارسال پروپوزال‌ها، فرایند ارزیابی آن‌ها توسط صندوق نوآوری و شکوفایی آغاز خواهد شد. پروپوزالی که بیشترین تناسب را با الزامات این نیاز تحقیقاتی داشته باشد، انتخاب و به‌عنوان «مجری» برای مذاکرات تکمیلی به شرکت دانش‌بنیان متقاضی معرفی خواهد شد.

(۴) در صورت توافق پروپوزال‌دهنده منتخب (مجری تحقیق) و شرکت دانش‌بنیان (متقاضی تحقیق)، قرارداد ۳جانبه‌ای مابین «صندوق»، «متقاضی» و «مجری» منعقد خواهد شد. در قالب این قرارداد، صندوق نوآوری تا ۷۰ درصد هزینه اجرای طرح تحقیقاتی را به شکل بلاعوض به متقاضی خواهد پرداخت تا به‌طور مرحله‌ای و متناسب با پیشرفت اجرای طرح، در اختیار مجری قرار گیرد.

(۵) گرچه در این فراخوان، گام‌های کلی برای اجرای تحقیق موردنظر پیش‌بینی و معرفی شده است، اما پیشنهاددهندگان می‌توانند از هر روش یا فناوری دلخواه و در قالب یک برنامه تحقیقاتی متفاوت برای حل این مسئله تحقیقاتی و دستیابی به اهداف آن استفاده کنند.

(۶) تدوین و ارسال پروپوزال در قالب این فراخوان، به‌منزله بهره‌مندی از حمایت‌های صندوق نوآوری و شکوفایی نخواهد بود و برای فرستنده حقی ایجاد نمی‌کند. صندوق نوآوری و شکوفایی خود را ملزم به رعایت محرمانگی دانسته و مفاد کلیه طرح‌های ارسالی محرمانه نزد صندوق باقی خواهد ماند.

(۷) هرگونه سؤال یا ابهام در خصوص این فرایند را با شرکت بومرنگ به‌عنوان کارگزار صندوق در میان بگذارید (شماره تماس: ۸۸۳۹۸۵۴۳ و ۸۸۳۹۸۵۶۳-۰۲۱)

درباره شرکت دانش‌بنیان متقاضی

این فراخوان به سفارش یک شرکت دانش‌بنیان تولیدی نوع ۲ تدوین شده است. این شرکت فعالیت خود را در حوزه ساخت دستگاه‌های اندازه‌گیری با ابزارهای اپتیکی و ارائه خدمات آزمایشگاهی از سال ۱۳۹۰ آغاز و در سال ۱۳۹۹ گواهی دانش‌بنیان خود را اخذ کرد.

این شرکت با همکاری خبرگان دانشگاه‌های معتبر کشور توانست محصولاتی را تولید کند که از لحاظ هزینه تمام شده، خدمات پس از فروش، کیفیت و دقت اندازه‌گیری دارای مزایای رقابتی در مقایسه با نمونه‌های خارجی هستند. از جمله محصولات شرکت می‌توان به تجهیزات رویه‌نگاری سطح، ارتعاش‌سنج‌های از راه دور و ضخامت‌سنج لایه‌نازک اشاره کرد.

ضرورت مسئله

دستگاه‌های اندازه‌گیری جابجایی مبتنی بر روش تداخل‌سنجی (DMI¹) به طور گسترده در صنعت استفاده می‌شوند. از جمله کاربردهای این دستگاه می‌توان به اندازه‌گیری جابجایی در کالیبراسیون، کنترل حرکت خطی جابجاگرهای مکانیکی² در میکرولیتوگرافی³، ماشین‌کاری دقیق، مبدل‌های پیزوالکتریک⁴ و انکودرها⁵ اشاره کرد. کارکرد اصلی این دستگاه، بازخورد موقعیت ماشین‌آلات صنعتی و ابزارهایی بادقت بالا است. لازم به ذکر است تمامی شرکت‌های سازنده سیستم‌های جابجاکننده مانند تولیدکنندگان لیزر برش و CNC⁶ نیاز به این تجهیز دارند. همچنین در بسیاری از کارگاه‌ها استفاده از این تجهیز برای کالیبراسیون دوره‌ای تجهیزاتی مانند CMM⁷ و LASER CNC الزامی است.

در حال حاضر دستگاه‌های کالیبراسیون صنعتی، وارداتی هستند و در صورت بروز مشکل از سرویس‌دهی خارج می‌شوند؛ بنابراین در صورت توسعه این دستگاه در داخل کشور، می‌توان با کیفیت بالاتری نسبت به کالیبراسیون دستگاه‌های صنعتی اقدام نمود و با توجه به کسب دانش فنی تجهیز، از استاندارد همیشگی دستگاه اطمینان حاصل کرد.

مسئله اصلی تحقیق

(نیاز تحقیقاتی):

مسئله این تحقیق عبارت است از
«توسعه دستگاه اندازه‌گیری فاصله مبتنی
بر روش تداخل‌سنجی»

- 1 Displacement Measuring Interferometer
- 2 Mechanical stage
- 3 Microlithography
- 4 Piezoelectric
- 5 Encoder
- 6 Computer numerical control
- 7 Coordinate measuring machine

مشروح مسئله تحقیقاتی

دستگاه‌های مبتنی بر تداخل‌سنجی، که امروزه بطور وسیعی در صنایع و آزمایشگاه‌های تحقیقاتی استفاده می‌شوند، می‌توان به نوعی تعمیمی از اختراع تداخل‌سنج مایکلسون در نظر گرفت. بازتعریف متر استاندارد برحسب طول موج نور توسط مایکلسون منجر به افزایش دقت دستگاه‌های مبتنی بر تداخل‌سنجی شد. همچنین ابداع لیزر برای اولین بار دسترسی به چشمه‌های نوری شدید با درجه همدوسی فضایی و زمانی بالایی را فراهم ساخت که تحولی بزرگ در تداخل‌سنجی را آغاز کرد.

مکانیزم عملکرد دستگاه اندازه‌گیری جابجایی، اصل تداخل است. بر اساس اصل تداخل، چنانچه دو باریکه نوری همدوس^۸ (فوتون‌های گسیل شده از چشمه همدوس دارای فرکانس، قطبش و فاز یکسانی دارند و در یک مسیر منتشر می‌شوند) در بخشی از فضا برهم‌نهی شوند، نواحی تاریک و روشنی ایجاد خواهند شد. به این نواحی تاریک و روشن که به صورت متناوب تکرار می‌شوند، فریز^۹ یا الگوی تداخلی گفته می‌شود. براساس تئوری تداخل، فاصله بین دو ناحیه روشن متناسب با طول موج نور لیزر استفاده شده است، بنابراین در تداخل‌سنجی می‌توان از طول موج لیزر بعنوان استاندارد دقیق طول استفاده کرد و هر فاصله‌ای که قرار است اندازه‌گیری شود با این استاندارد مقایسه و با دقت بالایی تعیین شود.

یک چیدمان ساده برای دستگاه اندازه‌گیری جابجایی، می‌تواند استفاده از دو ریتروفلکتور^{۱۰} (منشورهایی که نور را در جهت موازی مسیر آمدن آن باز می‌تابانند) به جای آینه‌های تخت تداخل‌سنج مایکلسون باشد. مطابق شکل ۱، موقعیت یکی از این ریتروفلکتورها نسبت به باریکه‌شکن^{۱۱} ثابت است (بازوی مرجع) و دیگری متحرک می‌باشد^{۱۲}، تا تغییر فاصله آن نسبت به بازوی مرجع اندازه‌گیری شود.

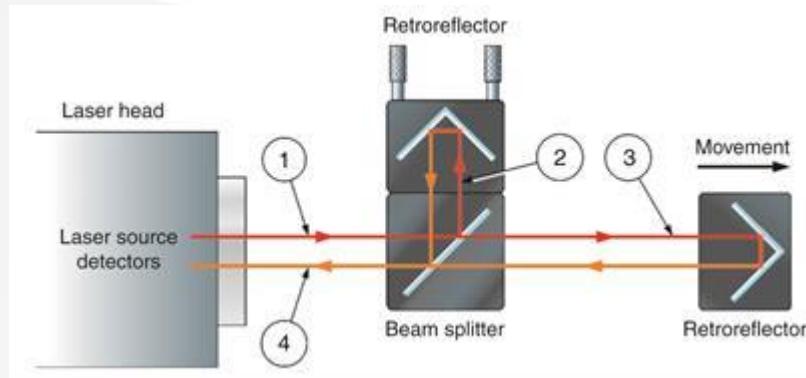
8 Coherence
9 Fringe
10 Retroreflector
11 Beam splitter
12 Movement

« توسعه دستگاه اندازه‌گیری فاصله مبتنی بر روش تداخل‌سنجی »

باریکه لیزر (۱) در باریکه‌شکن به دو باریکه بازتابی (۲) و عبوری (۳) تقسیم می‌شود. این باریکه‌ها از دو ریتروفلکتور بازتاب شده و در باریکه‌شکن بازترکیب می‌شوند. فاصله بین هر دو فریز روشن متوالی (گام تداخل) متناظر با نصف طول موج منبع نور است. بنابراین مقدار جابه‌جایی بازوی متحرک با شمردن تعداد تغییرات دوره‌ای فریزهای تداخل با رابطه زیر قابل تعیین است:

$$d = \frac{l N}{2}$$

در رابطه فوق d جابجایی، λ طول موج لیزر و N تعداد فریزها هستند. اندازه‌گیری جابجایی بازوی متحرک کمتر از گام تداخل (نصف طول موج نور) از طریق درون‌یابی فاز انجام می‌شود.



شکل ۱: نمونه چیدمان دستگاه اندازه‌گیری جابجایی مبتنی بر تداخل‌سنجی.

در این پژوهش، از مجری تحقیق انتظار می‌رود تا ابتدا به بررسی چیدمان‌های اپتیکی قطعات بپردازد و با توجه به منابع خطا و دقت اندازه‌گیری آن‌ها بهترین چیدمان را طراحی کند، در ادامه، روش‌های تحلیل فریزهای تداخلی را ارزیابی کرده و بهترین روش را تعیین نماید. پس از تأمین قطعات توسط شرکت متقاضی، به پیاده‌سازی چیدمان و ارزیابی چیدمان برای دستیابی به دقت ۳۵۰-۵۰ نانومتر و در فاصله کاری حداقل ۱ متر بپردازد. پس از توسعه چیدمان اپتیکی، الگوریتم تحلیل نتایج و رفع عیوب بخش‌های اپتیکی و مکانیکی دستگاه، روشی جهت کالیبراسیون بخش‌های مختلف چیدمان ارائه دهد. در نهایت، لازم است به روشی جهت صحت‌سنجی دقت چیدمان دستگاه دست یابد که از جمله چالش‌های پژوهش است.

گام‌های تحقیق:

- بررسی چیدمان‌های اپتیکی مختلف، منابع خطا، دقت اندازه‌گیری آن‌ها و تعیین بهترین چیدمان
- ارزیابی روش‌های تحلیل فریزهای تداخلی، دقت هر روش و تعیین بهترین روش تحلیل
- تعیین مشخصات قطعات اپتیکی و مکانیکی چیدمان پیشنهادی
- توسعه چیدمان اپتیکی قطعات دستگاه و آزمون اولیه آن و دستیابی به دقت در محدوده ۳۵۰-۵۰ نانومتر و در فاصله کاری حداقل ۱ متر
- توسعه الگوریتم تحلیل نتایج حاصل از دستگاه اندازه‌گیری جابجایی
- رفع عیوب بخش‌های اپتیکی و مکانیکی دستگاه جهت رسیدن به دقت در محدوده ۳۵۰-۵۰ نانومتر و در فاصله کاری حداقل ۱ متر
- توسعه روش جهت کالیبراسیون بخش‌های مختلف چیدمان
- توسعه روش صحت‌سنجی دقت چیدمان دستگاه اندازه‌گیری جابجایی

خروجی‌های مورد انتظار تحقیق

- چیدمان اپتیکی با دقت اندازه‌گیری جابجایی در محدوده ۳۵۰-۵۰ نانومتر و در فاصله کاری حداقل ۱ متر
- الگوریتم تحلیل داده‌های دستگاه، جهت دستیابی به جابجایی با دقت محدوده ۳۵۰-۵۰ نانومتر و فاصله کاری حداقل ۱ متر
- روش صحت‌سنجی جهت بررسی دقت با دقت محدوده ۳۵۰-۵۰ نانومتر و فاصله کاری حداقل ۱ متر

الزامات تحقیق



- ستاپ آزمایش قبل از اجرا در برنامه‌هایی مانند زی‌مکس شبیه‌سازی گردد.
- استفاده از چشمه نور لیزر با همدوسی بالا در چیدمان که توانایی تشکیل فریزهای تداخلی در فاصله کاری ۱ متر را دارد.
- تعیین منابع خطا شامل خطای محیطی (تأثیر دما، فشار، رطوبت) بر طول موج لیزر، انحراف زاویه‌ای آینه متحرک، خطای ناشی از کیفیت سطح آینه، انبساط حرارتی قطعات، نویز الکترونیک و ارتعاشات مکانیکی و تأثیر کمی هر پارامتر در اندازه‌گیری فاصله، مشخص و تصحیح شود.
- تست‌های کالیبراسیون طراحی و انجام شود.
- تست‌های صحت‌سنجی نتایج دستگاه اندازه‌گیری جابجایی طراحی و انجام شود.
- اسکن و داده‌گیری فاصله کاری یک متر در حدود ۱ الی ۲ دقیقه انجام شود.
- برنامه تحلیل، با استفاده از نرم‌افزارهایی همچون R، MATLAB یا PYTHON نوشته شود. به طوری که بتواند تمامی تحلیل مربوط به اسکن فاصله کاری یک متر را در حدود ۲ تا ۵ دقیقه انجام دهد.
- برنامه تحلیل قابل توسعه باشد (کدهای نوشته شده همراه با توضیحات هر بخش را کارفرما دریافت می‌نماید).

تجهیزات و زیرساخت‌هایی که متقاضی تحقیق می‌تواند در اختیار مجری قرار دهد

- شرکت متقاضی، پس از مشخص شدن چیدمان نهایی، قطعات اپتیکی را تأمین می‌نماید.
- پس از صحت‌سنجی و کالیبراسیون توسط مجری، مرحله ساخت و طراحی صنعتی چیدمان نهایی توسط شرکت متقاضی انجام خواهد شد.

راهکارهای غیر جذاب:

- کارکرد صرفاً آزمایشگاهی، قابل قبول نیست.
- روش‌هایی که به اپراتور متخصص نیاز دارند، مطلوب نیستند.
- ارائه روش‌هایی که منجر به قطعات اپتیکی (بجز لیزر) و مکانیک با هزینه مجموعاً بیش از ۵ هزار دلار شود، مطلوب نیست.

معیارهای ارزیابی و انتخاب مجری

- تحصیلات و سوابق تیم تحقیقاتی و تناسب آن با مسئله (اپتیک و نرم‌افزار)
- رویکرد فنی تیم تحقیقاتی به مسئله
- دسترسی به تجهیزات آزمایشگاهی و مواد اولیه و سایر الزامات اجرای تحقیق
- زمان و هزینه اجرای تحقیق

تسهیم مالکیت فکری

- **مالکیت معنوی:** مجری در مالکیت معنوی ناشی از اجرای تحقیق سهیم خواهد بود و انتشار مقاله مشترک توسط مجری و متقاضی در ژورنال‌های داخلی و خارجی، ارائه مقاله در کنفرانس‌ها و سمینارها با موافقت و اشاره به نام همه دست‌اندرکاران مجاز خواهد بود.
- **مالکیت منافع مادی:** با توجه به مدل کسب‌وکار شرکت متقاضی، منافع مالی ناشی از توسعه این فناوری تماماً متعلق به شرکت متقاضی بوده و مجری صرفاً حق الزحمه اجرای پروژه تحقیقاتی را دریافت خواهد کرد.

ارسال پروپوزال

پروپوزال‌ها صرفاً باید در چارچوب موردنظر صندوق نوآوری و شکوفایی، تدوین و حداکثر تا تاریخ ۱۴۰۱/۰۹/۳۰ در سامانه غزال به آدرس <https://ghazal.inif.ir> ارسال شوند. پروپوزال‌هایی که در چارچوبی غیرازآن، یا به روش‌های دیگر به دست صندوق برسند، وارد فرایند ارزیابی نخواهند شد.



تهران، میدان ونک، خیابان ملاصدرا، خیابان پردیس، زاینده رود
شرقی، شماره ۲۴، مجتمع شکوفایی شرکت های دانش بنیان
کد پستی: ۱۹۹۱۹۱۳۱۱۱
تلفن: ۰۲۱-۴۲۱۷۰۰۰۰
پست الکترونیک: info@inif.ir



www.boomerangtt.com

[telegram:boomerangtt](https://t.me/boomerangtt)

[insta:boomerangtt.co](https://www.instagram.com/boomerangtt)

۰۲۱-۶۶۵۳۹۷۳۴-۶۶۵۳۳۸۶۴

آدرس: تهران، ناحیه نوآوری شریف، میدان شهید
تیموری، به سمت بزرگراه شیخ فضل الله نوری، خیابان
لطفعلی خانی، خیابان پارس، شماره 15، واحد 4