ریاست جمهوری
معاونت علمی و فناوری

بنیاد ملی علم ایران

فراخوان

مهلت ارسال پروپوزال:

۱۴۰۳/۱۰/۱۷

دستیابی به دانش فنی توسعه و ساخت دستگاه تصویربرداری اکوکاردیوگرافی پزشکی با افزودن مودالیته‌های هوشمند

اکوکاردیو گرافی یا اکو قلب جزء اولین و ساده‌ترین آزمایشاتی است که به هنگام روبرو شدن با مشکلات قلبی، پزشک برای تشخیص به آن نیاز خواهد داشت. مودالیته‌های پیشرفته مانند تصویربرداری ویژگی کرنش قلبی، دنبال کردن دوبعدی (بُرداری) جریان خون در قلب و پیاده‌سازی روش‌های تصویربرداری فوق‌سریع به تازگی در محصولات اکوکاردیوگرافی پزشکی توسعه یافته‌اند و به متخصص قلب کمک خواهند کرد تا نظر کارشناسانه و دقیق‌تری در مورد بیمار ارائه دهد.

هدف از انجام این طرح پژوهشی، ارتقای محصول اکوکاردیوگرافی و پیاده‌سازی این مودالیته‌های پیشرفته می‌باشد به‌طوری‌که بتواند پارامترهای مختلف کرنشی و الاستیک قلب و نحوه گردش جریان در قلب را به‌صورت اتوماتیک اندازه‌گیری کند.

بنیاد ملی علم ایران
Iran National Science Foundation

پیشینه مسئله پژوهش

مودالیته[۱] در زبان پزشکی و علوم مرتبط به معنای نوع یا روش خاصی از تکنیک یا درمان است که برای تشخیص، درمان یا ارزیابی یک وضعیت خاص مورد استفاده قرار می‌گیرد. به طور کلی، این اصطلاح می‌تواند به دسته‌های مختلفی از روش‌ها یا مُدهای درمان یا تصویربرداری اشاره داشته باشد که از جمله می‌توان به مودالیته‌های پیشرفته مبتنی بر نرخ فریم بالا و استخراج ویژگی‌های دوبعدی و بُرداری تصویر در زمان (مانند تصویربرداری فوق‌سریع، اندازه‌گیری اتوماتیک ویژگی‌های کرنشی قلبی بر اساس دنبال کردن الگوی اسپکل[۲] قلب و استخراج بردار سرعت گردش خون در صفحه دو بعدی) اشاره نمود. البته این روش‌ها نیازمند بستر سخت‌افزاری مبتنی بر پردازنده موازی **GPU** هستند تا امکان دریافت داده با حجم بالا در زمان کم و پردازش سریع آن فراهم شود.

اکوکاردیوگرافی فوق‌سریع، کاربردهای متعددی در تصویربرداری موج برشی (ارزیابی سفتی بافت و انتشار موج برشی در قلب)، ردیابی اسپکل (حرکت و تغییر شکل میوکاردیال[۳] به‌طور دقیق)، تصویربرداری داپلر فوق‌سریع (ثبت الگوهای جریان خون سریع و ارزیابی بیماری‌های دریچه‌ای قلب، نقص‌های مادرزادی و آریتمی‌ها)، تصویربرداری پرفیوژن میوکاردیال (ارزیابی جریان خون در عضله قلب در طول مراحل مختلف چرخه قلب)، دارد. به طور خلاصه، تصویربرداری از کرنش قلب به دلیل کاربرد بالینی آن باید بخشی از معاینات معمول اکوکاردیوگرافی در نظر گرفته شود.

سیستم‌های تصویربرداری اولتراسوند پزشکی به‌ویژه با کاربری اکوکاردیوگرافی در شش سال گذشته به دلیل مبتنی بودن بر **FPGA**، قابلیت پیاده‌سازی چنین مودالیته‌های پیشرفته و در عین حال ارزشمندی را نداشتند. تعداد معدودی از برندهای شناخته‌شده در حوزه محصولات سونوگرافی و اکوکاردیوگرافی از جمله جنرال الکتریک، فیلیپس و سوپرسونیک، محصولات مبتنی بر **GPU** را به بازار عرضه کرده‌اند که امکان افزودن این مودالیته‌ها ایجاد شده است و در دو سال اخیر، این مودالیته‌ها تا حد خوبی در این سیستم‌ها پیاده‌سازی شده‌اند. هدف اصلی این طرح پژوهشی، افزودن این مودالیته‌های جدید و به‌روز دنیا به محصول فعلی شرکت دانش‌بنیان متقاضی این طرح پژوهشی است.

---

[۱] Modality
[۲] speckle
[۳] myocardial

مشروح مسئله پژوهش

هدف در این طرح پژوهشی، توسعه مودالیته‌های زیر است:

الف) **اکوکاردیوگرافی فوق‌سریع**؛ این مودالیته با نرخ تا ۵۰۰۰ فریم در ثانیه عمل می‌کند و وضوح زمانی آن ارتقاء (افزایش ۱۰۰ برابری نرخ فریم تصویربرداری فوق‌سریع در مقایسه با اکوکاردیوگرافی معمولی) یافته است. البته هنوز در مرحله اثبات مفهوم بالینی است اما نتایج امیدوارکننده‌ای را نشان می‌دهد. این روش مکمل تکنیک‌های اکوکاردیوگرافی فعلی است و بینش جدیدی در مورد عملکرد قلب و جریان خون ارائه می‌کند.

ب) **تصویربرداری کرنشی با ردیابی الگوی اسپکل**؛ این مودالیته، داده‌های منحصربه‌فردی را ارائه می‌دهد که می‌تواند توانایی و دقت تشخیص را در حالات بالینی مختلف افزایش دهد، به تشخیص زودهنگام ناهنجاری‌های ظریف قلبی قبل از بروز علائم کمک می‌کند (امکان شناسایی ناهنجاری‌های ظریف در نحوه حرکت ماهیچه قلب با تصویربرداری کرنشی) و همچنین به پیش‌بینی مشکلات قلبی (بر اساس کاهش کرنشی طولی کلی) کمک می‌کند. این روش به طور مثال در بیمارانی که شیمی درمانی دریافت می‌کنند، مسمومیت قلبی احتمالی در آینده را پیش‌بینی می‌کند.

ج) **تصویربرداری داپلر بُرداری**؛ یک مودالیته ارزشمند دیگر در اکوکاردیوگرافی که در مورد حرکت میوکاردیال (**myocardial**) بینش می‌دهد. داپلر بُرداری، سرعت حرکت بافت **myocardial** را مبتنی بر اصول داپلر اندازه‌گیری می‌کند. در نتیجه سیگنال‌های با دامنه بالاتر و سرعت پایین‌تر حرکت بافت **myocardial** را تعیین می‌کنند و امکان ارزیابی انقباض و آرامش را فراهم می‌کنند. با تجزیه و تحلیل سرعت بافت، انقباض واقعی را از حرکت غیرفعال متمایز می‌کند. همچنین قادر به اندازه‌گیری غیرتهاجمی (بدون روش‌های تهاجمی مانند کاتتریزاسیون قلبی) جریان خون در قلب است. به عنوان یک ابزار بالینی، با ارزیابی سرعت تجمع خون در بافت به ارزیابی عملکرد سیستولیک و دیاستولیک کمک می‌کند. به‌ویژه برای ارزیابی حرکت بطن در محور طولی کاربرد دارد که در آن حرکت حلقوی میترال منعکس‌کننده انقباض و آرامش طولی بطن چپ کلی است. به طور خلاصه، تصویربرداری داپلر بُرداری به درک حرکت **myocardial** و ارزیابی‌های اکوکاردیوگرافی جامع کمک می‌کند.

لازم به ذکر است که هدف اصلی این پژوهش، کمک به تولید یک تصویر جامع‌تر برای ارزیابی سلامت بیمار است.

چالش نیاز فناورانه

در این تحقیق می‌بایست الگوریتم‌های مرتبط با مودالیته‌های مدنظر شامل اندازه‌گیری اتوماتیک ویژگی کرنشی قلب، تصویربرداری فوق‌سریع و تصویربرداری داپلر بُرداری دوبعدی جهت استخراج الگوی دوبعدی گردش خون در قلب، پیاده‌سازی شوند. مهم‌ترین چالش‌های این پژوهش عبارتند از:

- **دستیابی به الگوریتم‌های تصویربرداری فوق‌سریع در تصویربرداری داپلر جریان بُرداری**: الگوریتم‌هایی که برای تصویربرداری فوق‌سریع استفاده می‌شوند، می‌توانند نرخ ارسال و دریافت فریم را تا ۱۰۰۰ فریم بر ثانیه بالا ببرند، هرچند نسبت به حالت عادی (۵۰ فریم بر ثانیه)، کیفیت تصویر پایین‌تری را ارائه خواهند داد. لذا یکی از چالش‌های مهم پروژه این می‌باشد که علاوه بر نرخ فریم بالا، **کیفیت** را نیز حفظ نماید. همچنین این الگوریتم‌های فوق‌سریع باید به گونه‌ای پیاده‌سازی شوند که **سرعت پردازشی** بسیار بالایی داشته باشند تا نرم‌افزار بتواند فریم‌ها را پردازش کند و خروجی برای قسمت بعدی یعنی ردیابی الگوی اسپکل یا داپلر بُرداری را آماده نماید.
- ب) **ردیابی الگوی اسپکل در تصویربرداری داپلر جریان بُرداری**: هدف این است که هم **سرعت** حرکت خون در بافت‌ها و عروق به‌صورت دو بعدی اندازه‌گیری شود و هم **دقت** روش بالا باشد. این روش، نیازمند تولید تصاویر با کیفیت بالا می‌باشد؛ **بطوری که از روش معمولی داپلر کیفیت بالاتری را ارائه کند**. یکی از راه‌های تولید تصاویر داپلر بُرداری، استفاده از روش‌های مبتنی بر تصویربرداری فوق‌سریع می‌باشد که در این قسمت هم چالش‌های این روش باید برطرف شوند.
- **وضوح زمانی پایین و هزینه محاسباتی در تصویربرداری داپلر جریان بُرداری**: روش‌های داپلر بُرداری سه‌بعدی کنونی به دلیل پیچیدگی محاسباتی در پردازش داده‌های حجمی، از وضوح زمانی پایین رنج می‌برند. الگوریتم‌های کارآمدی برای **تخمین دقیق سرعت جریان خون** و **حفظ نرخ فریم بالا**، مورد نیاز است.
- **تفسیر سرعت در تصویربرداری داپلر جریان بُرداری**: تصویربرداری داپلر رنگی، سرعت خون را فقط در امتداد خطوط اسکن اولتراسوند اندازه‌گیری می‌کند و در نتیجه نقشه‌های دو بعدی منتج از مقادیر سرعت جریان در طول چرخه قلبی، قابل ترسیم نیستند، اما تصویربرداری داپلر بُرداری این امکان را ایجاد می‌کند که بتوان به

نقشه‌های دو بعدی دست یافت، با این حال، **تفسیر الگوهای جریان**، همچنان چالش برانگیز است. زیرا ممکن است مصنوعات به اشتباه، مؤلفه‌های سرعت تشخیص داده شوند.

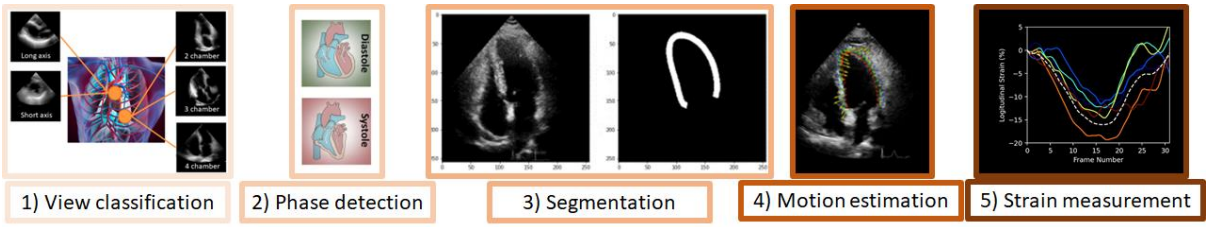
- **برآورد مشخصات جریان کامل سه‌بعدی**: **بازیابی جهت و دامنه جریان سه‌بعدی** از اندازه‌گیری‌های داپلر رنگی، یک مسئله حل نشده باقی مانده است و لازم است در این طرح به آن پرداخته شود.
- **قابلیت تفسیر داده‌ها در اکوکاردیوگرافی کرنشی قلبی**: **تفسیر دقیق داده‌های کرنشی** بسیار مهم است. سونوگرافیست‌ها باید کیفیت تصویربرداری را به دقت ارزیابی کنند و از تصویربرداری صحیح کرنشی اطمینان حاصل کنند. کیفیت پایین تصویر و نقاط اندازه‌گیری نامناسب می‌تواند به طور قابل توجهی بر قابلیت اطمینان نتایج مشخصات کرنشی تأثیر بگذارد.
- **سازگاری و تکرارپذیری در اکوکاردیوگرافی کرنشی قلبی**: برای اندازه‌گیری ویژگی‌های کرنشی قابل اعتماد و ثابت، الگوریتم‌های دقیقی می‌بایست تهیه و تدوین شوند. این الگوریتم‌ها باید فارغ از نوع دستگاه تصویربرداری، **تکرارپذیر** باشند.
- **اندازه‌گیری با هوش مصنوعی در اکوکاردیوگرافی کرنشی قلبی**: امروزه، هوش مصنوعی (**AI**) برای خودکارسازی پروسه تفسیر داده‌های سونوگرافی و اکوکاردیوگرافی استفاده می‌شود. برخی از تولیدکنندگان سونوگرافی قلب در دنیا مانند دستگاه‌های **premium** شرکت‌های جنرال الکتریک و فیلیپس، ویژگی‌های تصویربرداری کرنشی اتوماتیک را ارائه می‌دهند. در حال حاضر به‌واسطه تولید بیم‌فورمرهای[۴] مبتنی بر **GPU**، امکان پیاده‌سازی الگوریتم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی بر روی دستگاه ایجاد شده است. همچنین لازم به ذکر است که این الگوریتم‌ها باید در بستر مناسب پیاده‌سازی شوند و ملزومات سخت‌افزاری را رعایت کنند تا بتوانند در دستگاه استفاده شوند. مهم است که **کدها بسیار بهینه نوشته شوند و بر روی سخت‌افزار تست شوند** تا از صحت عملکرد و چالش‌های تاثیرگذار این کدها روی سخت‌افزار (مانند تلفات داده) اطمینان حاصل نمود.

[۴] Beam former

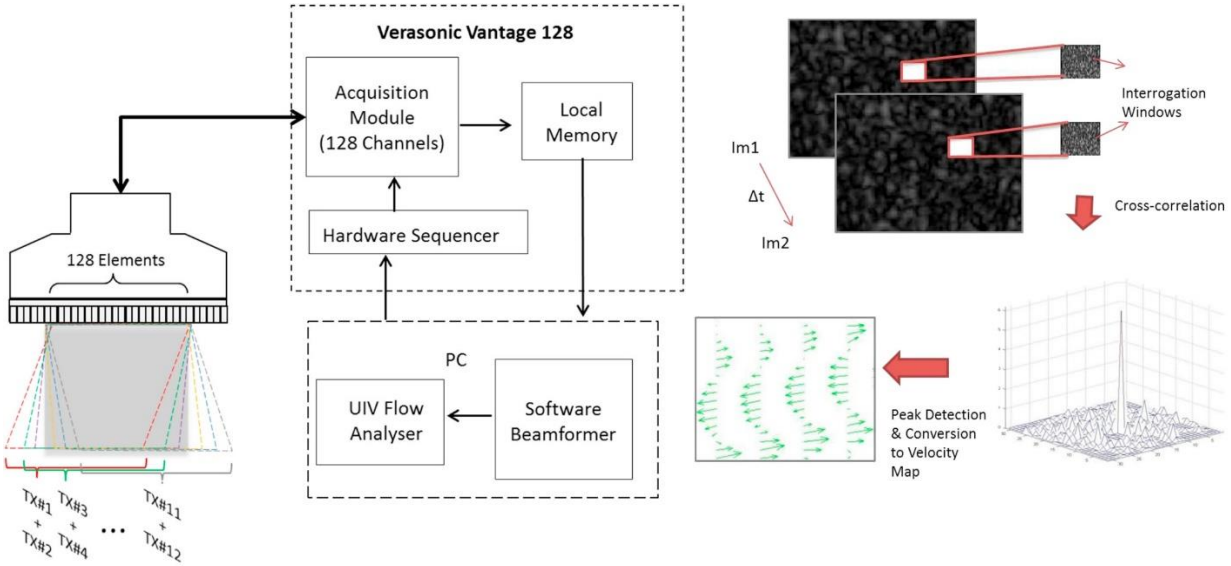
- **تطبیق IC در سخت‌افزار و در بخش Front-End در اکوکاردیوگرافی کرنشی قلبی**: **IC**های انتخابی **به‌روز** بوده و از ۲۰۲۰ به بعد را شامل می‌شود. پروب‌های فعلی کاملاً قابلیت پیاده‌سازی الگوریتم‌های جدید را دارند و در صورت نیاز امکان تامین پروب جهت دستیابی به کیفیت‌های بالاتر وجود دارد. البته ساختار بیم‌فورمر اولتراسوند موجود در شرکت دارای ۶۴ کانال ارسال و ۶۴ کانال دریافت است، به این معنا که می‌تواند به‌طور همزمان ۶۴ کانال ارسال داشته باشند. لذا اگر مجری این پژوهش بخواهد در هنگام ارسال موج صفحه‌ای، با بیش از ۶۴ کانال موج صفحه‌ای ایجاد و ارسال کند (جهت محدوده پوشش بیشتر یا هم‌پوشانی بهتر بین امواج صفحه‌ای زاویه‌دار ارسالی) یا اینکه بخواهد موج واگرا را با تعداد المان بیشتر ایجاد کند (جهت ایجاد منبع مجازی قوی‌تر یا واگرایی پرتو بیشتر)، مشخصاً مقدور نیست. لذا در طراحی روش بیم‌فورمینگ و روش تصویربرداری فوق‌سریع می‌بایست به این محدودیت توجه داشته باشد. باید دقت کرد که بیم‌فورمر موجود در شرکت بر اساس قیمت بهینه با ۶۴ کانال طراحی شده و البته کاملا قابل تغییر مقیاس به تعداد کانال بیشتر هست اما هدف، ساخت بیم‌فورمر با قیمت معقول بوده و انتظار می‌رود مجری محترم بر اساس همین تعداد کانال بیم‌فورمر، الگوریتم‌های خود را طراحی کند. لازم به ذکر است که تعداد کانال محدود بیم‌فورمر به معنای این نیست که پروب با این تعداد ترنسدیوسر را می‌توان به آن متصل کرد بلکه پروب می‌تواند شامل ۱۹۲ المان یا بیشتر باشد اما در هر شات ۶۴ المان همزمان با هم قابلیت ارسال و دریافت دارند.
- **نرخ ارسال پالس‌ها در اکوکاردیوگرافی کرنشی قلبی**: سیستم پیشنهادی هم مانند هر سیستم دیگر محدود به فیزیک بافت است و نمی‌توان تا پالس بازگشتی نیامده، پالس بعدی را فرستاد که از این لحاظ هم محدودیتی نسبت به سیستم‌های دیگر نیست. از نظر سطح ولتاژ و توان ارسالی سیستم، قابلیت ارسال توان بالا (در حد مجاز استانداردهای سلامت به لحاظ ضریب مکانیکی و ضریب حرارتی) را دارد به نحوی که مودالیته‌های غیرخطی مانند الاستوگرافی موج برشی هم بر روی آن قابل پیاده‌سازی است.

لازم به ذکر است به لحاظ توان پردازشی، سیستم بیم‌فورمر اکوکاردیوگرافی موجود در شرکت متقاضی، مجهز به GPU مدل NVIDIA RTX۲۰۶۰ است و در صورت نیاز مجری می‌تواند پردازش‌ها را بر روی GPU مدل **۳۰۹۰** موجود به‌صورت آفلاین انجام دهد. این دستگاه در شرکت متقاضی با قابلیت‌های زیر موجود است:

- بیم‌فورمر اولتراسوند با قابلیت تنظیم ارسال، دریافت و قابلیت دسترسی به داده خام جهت تست و پیاده‌سازی انواع روش‌های شکل دهی پرتو و الگوریتم‌های بازسازی داده؛
- امکان اتصال به انواع پروب آرایه فازی و خطی و کانوکس؛
- امکان تنظیم بیم‌فورمینگ ارسال با تعیین فرستنده‌ها در هر شات ارسال و تأخیر بین آن‌ها؛
- امکان دریافت داده یک یا تعدادی فرستنده توسط ۶۴ گیرنده و اعمال انواع روش‌های شکل‌دهی پرتو به‌صورت دیجیتال بر روی داده‌های دریافتی توسط گیرنده‌ها.



شکل ۱ - شماتیک مراحل اجرایی مودالیته اندازه‌گیری اتوماتیک کرنش قلبی



شکل ۲- شماتیک اجرایی مودالیته داپلر بُرداری به همراه تصویربرداری فوق‌سریع آن

گام‌های پژوهش

فاز ۱. مطالعات پژوهش:

- بررسی استانداردها، مقالات و موارد مرتبط
- آشنایی با دستگاه موجود در شرکت متقاضی

فاز ۲. ارائه مدل: لازم است برای سیستم بیم‌فورمر پیشرفته، مدلی ارائه شود که بلوک دیاگرام‌ها و اجزای آن مدل بتوانند مبنای ساخت نسل آینده دستگاه‌های اکوکاردیوگرافی باشند.

- تعیین الگوریتم‌ها
- تأیید الگوریتم‌های پیشنهادی بر اساس داده شبیه‌سازی

فاز ۳. ارزیابی عملکرد مودالیته توسط فانتوم‌های استاندارد موجود در شرکت و تست بر روی داده‌های قلبی و ارزیابی خروجی بر اساس معیارهای ارزیابی مشخص: خروجی روش‌ها با روش‌های موجود در مقالات و پتنت‌ها، بر اساس معیارهای کیفیت تصویر و معیارهای سنجش صحت عدد پارامتر استخراجی، مقایسه خواهد شد.

فاز ۴. بهینه‌سازی کدها بر بستر CUDA: الگوریتم‌های تدوین شده باید بر روی بستر مناسب تست شوند و کدها بهینه نوشته شوند. نتایج بهینه‌سازی‌ها بایستی قابل مقایسه با خروجی پژوهش‌های روز دنیا باشند.

- پیاده‌سازی الگوریتم‌های بر بستر CUDA
- مقایسه نتایج پیاده‌سازی با نتایج کدهای MATLAB
- بهینه‌سازی کدهای پیاده‌سازی شده به لحاظ زمان اجرا

فاز ۵. ساخت نمونه اولیه: با همکاری متخصصین شرکت این فرایند باید انجام بشود و الگوریتم‌های ارائه شده توسط مجری محترم که به‌صورت بهینه بر بستر GPU پیاده‌سازی شده اند بر روی دستگاه نصب می‌شوند.

فاز ۶. مستندسازی و تحویل گزارش: گزارش‌ها طی جلسات هفتگی تدوین خواهند شد و در دسترس مراجع مربوطه قرار می‌گیرند.

خروجی پژوهش

خروجی‌های مورد انتظار شامل موارد زیر خواهد بود:

۱- مودالیته‌های پیاده‌سازی شده به‌صورت کد CUDA به همراه رابط کاربری گرافیکی شامل مُدهای کاری مختلف:

أ. اندازه‌گیری اتوماتیک مشخصه کرنش قلبی

ب. تصویربرداری بُرداری از گردش خون با نام داپلر بُرداری

ت. تصویربرداری فوق‌سریع قلبی

ث. ردیابی الگوی اسپکل

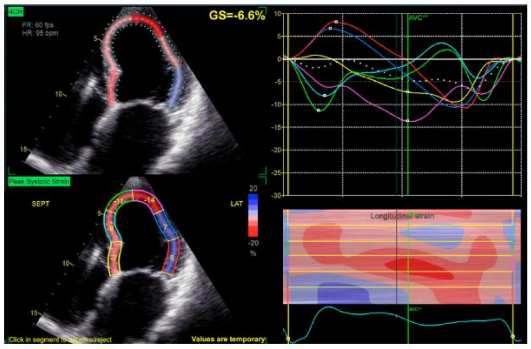
ج. تصویربرداری کرنشی قلبی

ح. بخش‌بندی داده قلبی

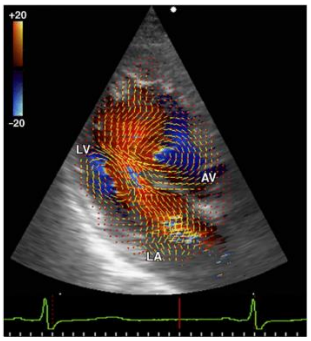
خ. استخراج نمای قلبی

۲- الگوریتم‌های پیاده‌سازی‌شده بر روی سخت‌افزار بیم‌فورمر شرکت: معیار ارزیابی نتایج علاوه بر معیار کمّی، معیارهای subjective و بر اساس نظر کاربران تخصصی و پزشکان همکار شرکت خواهد بود.

۳- رابط کاربری مودالیته‌های نرم‌افزاری مدنظر: مودالیته اندازه‌گیری اتوماتیک کرنش قلبی و داپلر بُرداری



شکل ۳- خروجی مودالیته اندازه‌گیری اتوماتیک استرین قلبی



شکل ۴- خروجی مودالیته تصویربرداری داپلر بُرداری

- خطا و اختلاف قابل قبول برای خروجی نرم‌افزار= **۵٪** (شاخص‌های زیر: تخمین ویژگی کرنشی قلبی، خطا در ردیابی بُرداری گردش خون در مود داپلر بُرداری و آرتیفکت و محوشدگی ناشی از حرکت بافت قلب در مود تصویربردار فوق‌سریع) نسبت به نرم‌افزار موجود کمپانی فیلیپس خریداری شده توسط شرکت متقاضی
- فرکانس کاری بین **۱ تا ۱۵ مگاهرتز**
- نرخ فریم مورد انتظار در مودالیته فوق‌سریع بین **۲۰۰ تا ۵۰۰۰ هرتز**

تسهیم مالکیت فکری

- **مالکیت معنوی**: مجری در مالکیت معنوی ناشی از اجرای پژوهش 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 به‌نام همه دست‌اندرکاران مجاز خواهد بود.
- **مالکیت منافع مادی**: با توجه به مدل کسب‌وکار شرکت متقاضی، منافع مالی ناشی از توسعه این فناوری قابل اشتراک بین متقاضی و مجری می‌باشد.

نحوه پذیرش

پذیرش طرح‌ها رقابتی است و از بین پروپوزال‌های دریافتی، موردی که شرایط زیر را داشته باشد، در اولویت خواهد بود:

۱. ترکیب متخصصین تیم پیشنهادی مرتبط باشد.
۲. افراد پیشنهادشده، دارای سابقه پژوهشی و فنی در آن موضوع باشند.
۳. زمان‌بندی، هزینه و شرح خدمات، متناسب و مرتبط با پژوهش موردتقاضا باشد. (در این بخش، مجری می‌تواند برآورد اولیه خود را اعلام کند اما بدیهی است جزئیات اجرایی در ابتدای امر مشخص نیست و مجری و کارفرما با علم به این موضوع وارد این توافق خواهند شد)
٤. تیم پیشنهاددهنده، امکان همکاری با تیم ما جهت استفاده از زیرساخت سخت‌افزاری و نرم‌افزاری موجود به منظور پیاده‌سازی و تست الگوریتم‌های ارائه شده را داشته باشند.
٥. پروپوزال، طبق فرمت پیشنهادی بنیاد، تهیه و از طریق سامانه کایپر ارسال شده باشد.
٦. فونت حروف و اعداد فارسی B Nazanin و اندازه قلم ۱۳ و فونت حروف و اعداد انگلیسی، Times New Roman و اندازه قلم ۱۱ باشد.

هزینه‌های قابل قبول:

- حق التحقیق نیروی انسانی
- تست آنالیز توسط متخصص
- خدمات

حوزه‌های اولویت دار

- مهندسی برق و مهندسی پزشکی

واجدین شرایط

- پژوهشگر اصلی تیم لازم است عضو هیئت‌علمی فعال یکی از دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی کشور باشد. پس از دریافت پروپوزال از طریق سامانه، ارزیابی انجام گرفته و در صورت کسب امتیاز بالا، تیم برگزیده جهت مذاکره با بنیاد و شرکت متقاضی دعوت خواهد شد.

فایل‌های پیوست

فرم پیشنهاده پژوهشی

تاریخ فراخوان

- کلیه افراد واجد شرایط به مدت یک ماه از تاریخ انتشار فراخوان یعنی تا ۱۷ دی فرصت دارند که پروپوزال خود را از طریق سامانه کایپر برای بنیاد ملی علم ایران ارسال نمایند.

مبلغ حمایت

- پژوهش پیشنهاد شده تا سقف ۸۰ درصد، حداکثر ۲/۵ میلیارد تومان، توسط بنیاد ملی علم ایران حمایت خواهد شد. بدیهی است که مابقی هزینه‌ها باید توسط شرکت متقاضی پژوهش تأمین شود.

شیوه ثبت نام و ارسال درخواست

- پژوهشگران گرامی جهت ثبت‌نام می‌توانند به سامانه کایپر مراجعه و از طریق بخش متقاضیان/ پژوهشگران اقدام نمایند. درصورتی‌که در این سامانه پروفایل مشخصات فردی ندارید، ابتدا ثبت‌نام نموده و سپس به‌وسیله نام کاربری (Email) و رمز عبور اعطا شده وارد سامانه شوید. پس از ورود در بخش ارسال طرح جدید می‌توانید از کارتابل پژوهش عمیق شرکت‌های دانش‌بنیان اقدام به ارسال طرح نمایید.

مسئول پاسخگویی

- پژوهشگران محترم پس از مطالعه توضیحات فراخوان در صورت داشتن هر گونه ابهام یا سؤال در خصوص فرایند ارسال طرح، شرایط و محتوای علمی فراخوان می‌توانند با کارگروه دانش‌بنیان با ایمیل hatamkhani.a@insf.org و شماره تلفن ۰۲۱۸۲۱۶۱۳۵۰ (آقای حتم خانی) تماس بگیرید.

جهت مشاهده منبع شکل های فراخوان به لینک زیر مراجعه فرمایید:

بنیاد ملی علم ایران
Iran National Science Foundation

آدرس:
تهران، خیابان کارگرشمالی، بالاتر از تقاطع جلال
آل احمد، کوچه پنجم، پلاک ۳۳
تلفن تماس : ۰۲۱۸۲۱۶۱۱۸۴
وب‌سایت:
www.insf.org

Grant@boomerangtt.com
www.boomerangtt.com
telegram:boomerangtt
insta:boomerangtt.co
۰۲۱-۶۶ ۵۳ ۹۷ ۳۴-۶۶ ۵۳ ۳۸ ۶۴
آدرس:ناحیه نوآوری شریف، میدان شهید تیموری، به
سمت بزرگراه شیخ فضل الله نوری، خیابان لطفعلی خانی
خیابان پارس، شماره ۱۵، واحد ۴

بومرنگ