



سازمان نقشه برداری کشور

درخواست برای ارائه پیشنهاد پژوهشی (Request For Proposal)

عنوان:

استخراج اتوماتیک راه با استفاده از تکنیک یادگیری عمیق (Deep Learning)

کد شناسه درخواست: (این قسمت توسط مدیریت برنامه ریزی، بودجه و پژوهش تکمیل می شود.)			
واحد درخواست کننده	تاریخ ارائه درخواست	تاریخ بررسی درخواست	نتیجه بررسی درخواست
مدیریت نقشه برداری هوایی و فضایی - اداره پردازش تصاویر و سنجش از دور	۱۴۰۳/۰۵/۲۲	(این قسمت توسط مدیریت برنامه ریزی، بودجه و پژوهش تکمیل می شود.)	(این قسمت توسط مدیریت برنامه ریزی، بودجه و پژوهش تکمیل می شود.)

(۱) عنوان:

استخراج اتوماتیک راه با استفاده از تکنیک یادگیری عمیق (Deep Learning)

(۲) بیان مسأله و ضرورت طرح:

امروزه نقشه و اطلاعات مکانی به عنوان یکی از ابزارهای کلیدی در تامین اهداف کلان ملی از جمله "ارتقای نظام برنامه ریزی"، "تحقق اهداف آمایش سرزمین در بهره برداری بهینه از منابع و ظرفیت های کشور"، "مدیریت منابع طبیعی، حفاظت، احیا و بهره برداری پایدار از محیط زیست"، "مدیریت زمین و مقابله با پدیده زمین خواری در کشور"، "مدیریت جامع و توسعه پایدار منابع آب کشور"، "مدیریت بحران و کاهش خطرپذیری کشور در برابر بلایای طبیعی و حوادث غیرمترقبه" و "استفاده حداکثری از زمان، منابع و امکانات"، از اهمیت بسیاری برخوردار می باشد. از این رو به روزرسانی نقشه های مبنایی در کشور با هدف افزایش بهره وری نقشه ها و اطلاعات مکانی در حوزه های برنامه ریزی، تصمیم گیری و مدیریت صحیح ظرفیت های موجود در کشور بسیار حائز اهمیت می باشد.

استخراج خودکار عارضه راه، یک موضوع مهم اجرایی با چشم اندازهای کاربردی گسترده در به روزرسانی نقشه های مبنایی است. از کاربردهای استخراج خودکار راه ها می توان به پایش تغییرات کاربری اراضی شهری، برنامه ریزی و توسعه در راستای هوشمندسازی شهری، تخمین جمعیت، مدیریت بحران و غیره اشاره نمود. از این رو سازمان نقشه برداری با عنایت به مأموریت اساسی خود در تولید و به روزرسانی نقشه های پوششی کوچک و متوسط مقیاس و همچنین نقشه های بزرگ مقیاس

شهری، استخراج خودکار عارضه راه از تصاویر هوایی را در اولویت پژوهشی قرار داده است.

(۳) اهداف طرح:

ارائه الگوریتمی به منظور استخراج اتوماتیک عارضه راه از تصاویر هوایی با استفاده از تکنیک یادگیری عمیق با به حداقل رساندن خطای تشخیص عارضه و در عین حال کم ترین هزینه محاسباتی، هدف این طرح خواهد بود.

۴) پیشنهاد طرح (وضع موجود در سازمان و کشور):

مسئله استخراج اتوماتیک عوارض در کشور به صورت نظری و مفهومی در موسسات و مراکز آموزش عالی و تحصیلات تکمیلی توسط محققین و اساتید مطرح از دانشگاه خواجه نصیر الدین طوسی و همچنین دانشگاه تهران مورد بررسی و پایش قرار گرفته است، اما متأسفانه با وجود تلاش‌های متعدد، هیچ یک از این مطالعات پژوهشی به صورت جدی و عملی در سطح ملی اجرا نشده است. یکی از دلایل این امر را می‌توان نبود زیرساخت‌های محاسباتی قوی در دسترس و همچنین تصاویر با قدرت تفکیک مکانی بالا دانست. بنابراین با توجه به توضیحات مطرح شده در این حوزه، ارائه یک روش بهینه کاربردی می‌تواند چراغ راهی برای ترغیب محققین برای ورود به این مسئله باشند.

۵) محصول نهایی مورد انتظار:

ارائه بهبود روش و گزارش فنی

۶) سایر الزامات و انتظارات:

از الزامات و انتظارات اجرای این طرح می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

✓ در دسترس بودن یک سیستم پردازش گرافیکی قوی برای پیاده‌سازی معماری یادگیری عمیق با مشخصات:

✓ پردازنده گرافیکی: GeForce RTX-3090 حافظه گرافیکی ۲۴ گیگابایت

✓ واحد پردازشگر محاسباتی (CPU): 11th Gen Intel Core i9

✓ ظرفیت حافظه اصلی: ۴۸ گیگابایت

✓ ظرفیت هارد دیسک: ۵۰۰ گیگابایت

✓ منطقه مورد مطالعه و پایلوت استان خوزستان، شهرستان اهواز در نظر گرفته شود.

✓ تهیه داده‌های آموزشی، اعتبارسنجی و تست همراه با داده‌های برجسب متناظر

- ✓ یکی از مهم ترین مسائلی که در فرآیند قطعه بندی معنایی تصاویر هوایی باید رعایت گردد، پیش پردازش و آماده سازی داده ها برای فرآیند آموزش شبکه عصبی است. این پیش پردازش ها شامل تصحیحات هندسی و رادیومتریکی از قبیل بهبود کنتراست تصاویر، تشخیص سایه عوارض بلند مرتبه از روی راه ها و تصحیح آن ها، زمین مرجع کردن تصاویر نهایی و غیره می باشد. بنابراین در این طرح پژوهشی متناسب با مقیاس نقشه نهایی و تصاویر مورد نظر انجام هم مرجع سازی می بایست صورت پذیرد.
- ✓ خروجی می بایست شامل موارد ذیل باشد: ۱- نقشه های قطعه بندی به همراه گزارشی از معیارهای ارزیابی ۲- کد پایتون مربوط به بهینه ترین معماری یادگیری عمیق در استخراج اتوماتیک راه ها. ۳- ارائه گزارش تکمیلی از نحوه پیاده سازی به همراه دستورالعمل و راهنمای استفاده از کد برنامه نویسی. ۴- ارائه بهبود روش و گزارش فنی.
- ✓ نوع معماری یادگیری عمیق پیاده سازی شده می بایست از لحاظ دقت قطعه بندی و زمان اجرا، قابل تعمیم بوده و از خود کار سازی و سهولت در اجرا برخوردار باشد.
- ✓ دقت مورد انتظار تشخیص راه ها بر روی داده آزمایشی در مقایسه با داده واقعیت زمینی متناظر (بعد از محاسبه و ارائه نقشه خطا راه ها) نباید از ۹۰ درصد کمتر باشد.
- ✓ ارائه گزارش مبنی بر عدم قطعیت ها و هم چنین عوامل موثر بر دقت نتایج به صورت مستند الزامیست.

۷) مدت زمان اجرای طرح (ماه): ۶

در مدت زمان تعیین شده، سازمان نقشه برداری کشور و شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری (عتف) باید نتایج طرح را تایید نمایند. لازم به ذکر است حداکثر مدت زمان اجرای طرح ۶ ماه است.

۸) زمان بندی مراحل اجرای طرح:

ردیف	رئوس اصلی شرح خدمات	ماه ۱	ماه ۲	ماه ۳	ماه ۴	ماه ۵	ماه ۶
۱	فاز مطالعاتی (ارزیابی داده های منطقه پایلوت، اطلاعات، مقالات، سامانه ها مرتبط با طرح در سطح کشور و ارائه گزارشی از مطالعات انجام گرفته در این حوزه)						

۲	پیش پردازش های مربوطه بر روی تصاویر هوایی تعیین شده از منطقه پایلوت					
۳	پیاده سازی مدل های یادگیری عمیق پیشنهادی بر منطقه مورد مطالعه					
۴	ارائه ارزیابی و اعتبارسنجی نتایج روش پیشنهادی به همراه جزئیات					
۵	بهینه سازی مدل های پیاده سازی شده در صورت نیاز					
۶	تدوین گزارش نهایی و ارائه خروجی ها و مستندات					

❖ شرح خدمات اجرای طرح در پیوست ۱ ارائه شده است.

یادآوری: شرح خدمات پیشنهادی در قرارداد پژوهشی آتی گنجانده خواهد شد بنابراین لازم است رئوس اصلی شرح خدمات با دقت تعیین گردد.

۹) حداقل تخصص ها و تجربیات مورد انتظار:			
ردیف	نوع تخصص	مدرک تحصیلی	مسئولیت در طرح
۱	سنجش از دور	دکتری	مدیر پروژه
۲	فتوگرامتری / سنجش از دور	تحصیلات تکمیلی	کارشناس
۳	برنامه نویسی	تحصیلات تکمیلی	کارشناس

۱۰) هزینه پیشنهادی اجرای طرح (میلیون ریال):							
ردیف	فعالیت اصلی	ریز فعالیت	زمان اجرا (روز)	واحد محاسبات	تعداد واحد	مبلغ واحد (ریال)	هزینه کل (ریال)
۱	فاز مطالعاتی (ارزیابی داده ها منطقه پایلوت، اطلاعات، مقالات، سامانه ها مرتبط با طرح در سطح کشور)	بررسی مقالات و پروژه های مشابه در سطح منطقه، جهانی و ملی	۱۰	ساعت	۷۰	۱،۰۰۰،۰۰۰	۷۰،۰۰۰،۰۰۰
		بررسی داده های منطقه مورد مطالعه	۷		۴۹	۱،۰۰۰،۰۰۰	۴۹،۰۰۰،۰۰۰
		تدوین گزارش از مطالعات انجام گرفته در این حوزه	۱۴		۹۸	۱،۰۰۰،۰۰۰	۹۸،۰۰۰،۰۰۰
۲	برچسب گذاری مجموعه داده مطالعاتی		۴۰	ساعت	۲۸۰	۱،۰۰۰،۰۰۰	۲۸۰،۰۰۰،۰۰۰

پیش‌پردازش‌های مربوطه برروی تصاویر هوایی تعیین شده از منطقه پایلوت	پیش‌پردازش مجموعه داده مطالعاتی مندرج در بخش ۲ پیوست	۲۰		۱۴۰	۱,۰۰۰,۰۰۰	۱۴۰,۰۰۰,۰۰۰
۳ یادگیری عمیق پیشنهادی بر منطقه مورد مطالعه	برنامه‌نویسی	۶۰	ساعت	۴۲۰	۲,۰۰۰,۰۰۰	۸۴۰,۰۰۰,۰۰۰
	پیاده‌سازی و گزارش	۳۰		۲۱۰	۱,۵۰۰,۰۰۰	۳۱۵,۰۰۰,۰۰۰
	ارزیابی	۲۰		۱۴۰	۱,۵۰۰,۰۰۰	۲۱۰,۰۰۰,۰۰۰
۴ بهینه‌سازی مدل‌های پیاده‌سازی شده در صورت نیاز	بهینه‌سازی مدل پیشنهادی در صورتی که مدل نیاز به بهبود داشته باشد. (شرح وظایف برنامه نویس)	۲۰	ساعت	۱۴۰	۲,۵۰۰,۰۰۰	۳۵۰,۰۰۰,۰۰۰
۵ تدوین گزارش نهایی و ارائه خروجی‌ها و مستندات	گزارش جامع از کلیه مراحل اجرای طرح به همراه دستورالعمل - های استفاده از کدها	۱۵	ساعت	۱۰۵	۱,۰۰۰,۰۰۰	۱۰۵,۰۰۰,۰۰۰
۶ اجاره سرور گرافیکی		۶۰	روز		۵,۰۰۰,۰۰۰	۳۰۰,۰۰۰,۰۰۰
مجموع (ریال) ۲,۷۵۷,۰۰۰,۰۰۰						

❖ توضیحات: هر روز کاری معادل ۷ ساعت می‌باشد.

پیوست ۱

شرح خدمات طرح پژوهشی "استخراج اتوماتیک عارضه راه با استفاده از تکنیک یادگیری عمیق (Deep Learning)"، مورد انتظار سازمان نقشه برداری کشور در ۶ بخش به شرح ذیل تدوین شده است. شایان ذکر است که با تایید سازمان نقشه برداری کشور، ویرایش و تغییر برخی از بخش‌ها در صورتی که به ماهیت و اهداف طرح پژوهشی تعریف شده خللی وارد نشود، امکان پذیر است.

۱- فاز مطالعاتی (ارزیابی داده‌های منطقه پایلوت، سامانه‌ها مرتبط با طرح در سطح کشور و ارائه گزارشی از مطالعات انجام گرفته در این حوزه)

۱-۱- منطقه مطالعاتی پیشنهادی سازمان برای اجرای طرح پایلوت در استان خوزستان، شهرستان اهواز در نظر گرفته شده است. منطقه مطالعاتی با توجه به موجود بودن تصاویر هوایی ۱:۲۰۰۰ و همچنین جامع بودن اطلاعات این منطقه انتخاب شده است.

۱-۲- مجری می‌بایست کلیه داده‌ها، اطلاعات و اسناد مربوط به منطقه مورد مطالعه طرح پیشنهادی را مورد ارزیابی قرار دهد. شایان ذکر است در صورتی که استخراج اتوماتیک عوارض شهری و موضوع طرح فوق در حوزه کشور به عنوان یک پروژه عملی تعریف شده باشد، مجری باید طی گزارشی کارهای انجام شده را ارائه دهد.

۱-۳- به عنوان بخشی از یک پروژه تحقیقاتی، مجری می‌بایست مطالعات علمی و عملی مربوط به حوزه استخراج اتوماتیک عوارض در سطح ملی و جهانی را با تمرکز خاص بر منطقه مورد مطالعه حداقل در ۶۰ مقاله مورد بررسی قرار دهد. نتایج این بررسی باید در یک گزارش جامع به سازمان نقشه برداری کشور ارائه گردد. شایان ذکر است که جزئیات مورد انتظار برای تحقیقات انجام شده شامل سال تحقیق، منطقه مورد مطالعه، سطح منطقه، حجم نمونه‌های آموزشی، اعتبارسنجی و تست، نوع خروجی، دقت قطعه‌بندی، روش اجرا، الگوریتم‌های مورد استفاده، نوآوری و مشارکت پژوهشی و سایر اطلاعات مرتبط می‌بایست مشخص و به صورت گراف و نمودار در متن گزارش درج گردد.

۲- پیش‌پردازش‌های مربوطه بر روی تصاویر هوایی تعیین شده از منطقه پایلوت

۲-۱- مجری می‌بایست نقشه‌های واقعیت زمینی راه‌های منطقه آزمایشی در طرح پژوهشی را با فرمت فایل Tiff برچسب گذاری و به سازمان ارائه نماید.

۲-۲- مجری باید در صورت نیاز، الزامات و استانداردهای لازم را برای تصحیحات هندسی و رادیومتریکی تصاویر پروژه اعمال نماید. این تصحیحات شامل زمین مرجع سازی تصاویر، تشخیص و حذف سایه سازه‌های بلند مرتبه از عوارض راه، بهبود کنتراست تصاویر و غیره است.

۲-۳- مجری باید گزارشی از فرآیند انجام کلیه پیش‌پردازش‌ها، آماده‌سازی داده‌ها و همچنین دستورالعمل‌ها را در اختیار کارفرما قرار دهد.

۳- پیاده‌سازی مدل‌های یادگیری عمیق پیشنهادی بر منطقه مورد مطالعه

۳-۱- مجری موظف است مناسب‌ترین مدل یادگیری عمیق با هدف استخراج اتوماتیک عارضه راه از تصاویر با قدرت تفکیک مکانی ۲۰ سانتی متری هوایی را ارائه دهد.

۲-۳- با توجه به نیاز پروژه، مجری می‌تواند بهینه‌ترین معماری یادگیری عمیق را برای مدل‌سازی استخراج اتوماتیک راه‌ها پیشنهاد دهد. لذا مجری می‌تواند با ارائه مستندات لازم به کارفرما، بهترین معماری یادگیری عمیق در این زمینه را ارائه و راجع به انتخاب خود توضیحات مربوطه را ارائه دهد. ملاحظات مهم برای طراحی و پیشنهاد معماری یادگیری عمیق عبارتند از:

✓ هوشمندی: مدل باید از لحاظ کارایی، سرعت و دقت رفتار هوشمندانه‌ای از خود داشته باشد.

✓ تعمیم‌پذیری: از لحاظ دقت آموزش و اعتبارسنجی باید به خوبی تعمیم یابد.

✓ استحکام در برابر نویز: مدل باید در تشخیص و اصلاح نویزهای لبه عوارض موجود در تصویر مقاوم باشد.

✓ اتوماسیون: فرآیند پردازش باید خودکار باشد.

✓ کارایی: اجرا الگوریتم باید کارآمد و سریع باشد.

گزارش جامع: مجری باید گزارش مفصلی در مورد روش‌های متداول برای استخراج اتوماتیک عوارض شهری شامل نقاط قوت و ضعف تهیه و در اختیار کارفرما قرار دهد.

۳-۳- در صورت نهایی شدن معماری یادگیری عمیق، مجری باید جزییات کامل در مورد طراحی لایه‌ها شبکه، فرآیندها و تنظیمات مربوطه را در گزارشی مستند در اختیار کارفرما قرار دهد.

۴- ارائه ارزیابی و اعتبارسنجی نتایج روش پیشنهادی به همراه جزییات

۱-۴- ارزیابی قطعه‌بندی معنایی راه‌ها: خروجی نقشه قطعه‌بندی راه‌ها باید بر روی داده‌های آزمایشی براساس معیارهای قطعه‌بندی معنایی رایج نظیر معیار IOU^1 ، امتیاز $F1-Score$ ، معیار $MeanBFScore^2$ و غیره مورد ارزیابی و اعتبارسنجی قرار گیرد. لازم به ذکر است علاوه بر معیارهای ارزیابی فوق‌الذکر، ارائه نقشه خطا برای نتایج قطعه‌بندی راه‌ها الزامیست.

۲-۴- مجری باید با در نظر گرفتن خطاها و عدم قطعیت‌های موجود در پروژه، بهبودهای صورت گرفته در نتایج قطعه‌بندی معنایی عارضه راه را تحلیل و تفسیر کند. این تحلیل‌ها باید به طور جداگانه در گزارشی جامع بر اساس نتایج قطعه‌بندی به دست آمده ارائه شود.

۵- بهینه‌سازی مدل‌های پیاده‌سازی شده در صورت نیاز

مجری موظف است در صورتی که معماری یادگیری عمیق ارائه شده نیاز به اصلاحات و بهینه‌سازی‌هایی در زمینه کاهش سرعت آموزش و در عین حال بهبود دقت قطعه‌بندی نقشه راه‌ها داشته باشد، معماری پیشنهادی را بهینه کند.

۶- تدوین گزارش نهایی و ارائه خروجی‌ها و مستندات

۱-۶- مجری باید مطابق با الزامات و انتظارات مندرج در این طرح، خروجی‌های قطعه‌بندی معنایی نقشه راه‌ها ارائه نماید.

۲-۶- گزارش جامع از کلیه مراحل اجرای طرح به همراه دستورالعمل‌های استفاده از کدها توسط مجری تهیه و در اختیار کارفرما قرار گیرد.

¹ Intersection-Over-Union (IOU)

² Mean Boundary F1 Score (Mean BF Score)