

Новые вероятностно-обоснованные нейросетевые модели эффективной обработки аэрокосмических изображений высокого разрешения

Авторы: д.ф.-м.н. А.К. Горшенин, А.М. Достовалова

Разработан новый подход (общая концепция представлена на рисунке) в области анализа изображений высокого разрешения на основе создания вероятностно-обоснованных архитектурных блоков глубоких нейронных сетей для эффективного учета неоднородности и изменчивости снимков [1–3]. Получены следующие новые фундаментальные результаты: 1) Аналитически обосновано повышение скорости убывания функции потерь информированных случайными полями Маркова нейросетей относительно сверточных и трансформерных архитектур [1,2], что открывает возможности ускорения обучения моделей. 2) Доказана теорема о повышении точности обработки неоднородных наборов данных при информировании признаками на основе смешанной вероятностной модели [3]. 3) Установлена аналитическая связь математических моделей типа квадродеревьев и графовых нейронных сетей [2,3].

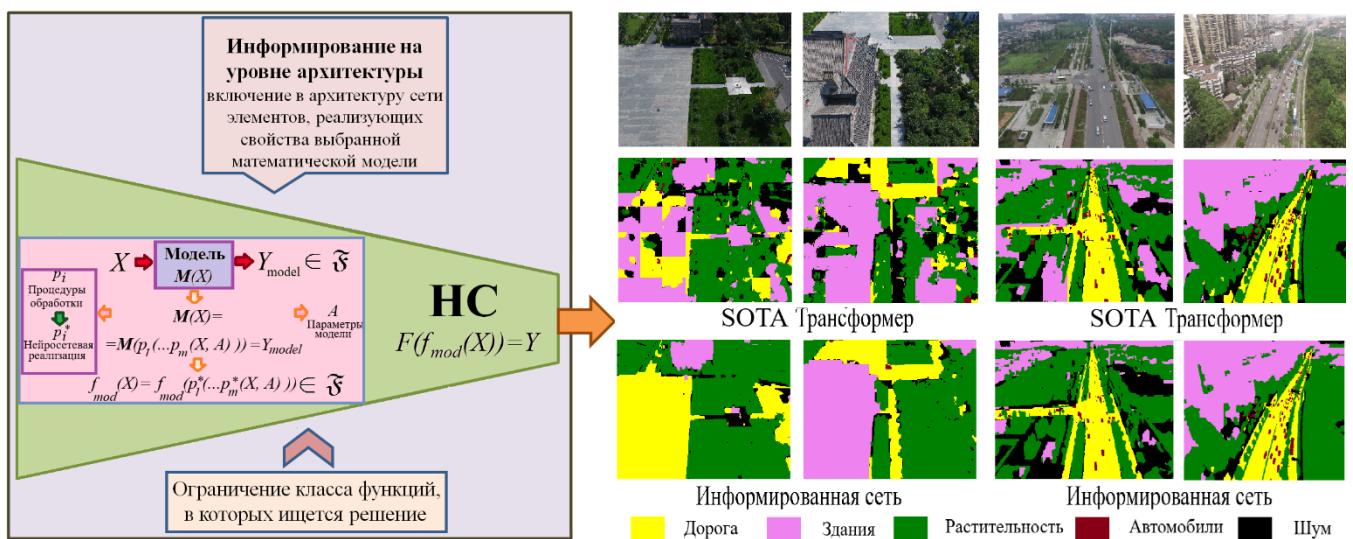


Рисунок - Схема вероятностно-обоснованного подхода к анализу изображений

Полученные теоретические результаты позволили разработать новые эффективные глубокие нейросетевые архитектуры. Например, предложенная в статье модель [1] на открытых снимках с беспилотных летательных аппаратов в задаче сегментации по метрикам превосходит более чем на 15% лучшую по точности специализированную трансформерную сеть 2025 года для обработки аэрокосмических изображений и при этом содержит почти в два раза меньше параметров. Созданные модели могут быть эффективно применены для анализа сложных сцен в рамках автономной навигации для беспилотных систем.

Публикации:

- Горшенин А.К., Достовалова А.М. MMRFiGN: ансамблевая графовая модель сегментации несбалансированных изображений высокого разрешения, информированная мультикомпонентными Марковскими случайными полями // Доклады Российской академии наук. Математика, информатика, процессы управления, 2025. Т. 527. С. 156–170. <https://doi.org/10.7868/S2686954325070136>. Авторы получили награду за лучшую научную статью в рамках конференции AI Journey 2025 (Москва, 19-21 ноября 2025г.).
- Gorshenin A.K., Dostovalova A.M. QiGSAN: A Novel Probability-Informed Approach for Small Object Segmentation in Case of Limited Image Datasets // Big Data and Cognitive Computing, 2025. Vol. 9 (9). Art. No. 239. <https://doi.org/10.3390/bdcc9090239>
- Dostovalova A.M., Gorshenin A.K. Small Sample Learning Based on Probability-Informed Neural Networks for SAR Image Segmentation // Neural Computing and Applications, 2025. Vol. 37 (14). P. 8285–8308. <https://doi.org/10.1007/s00521-025-10997-x>