

Обнаружение границ аврорального овала Южного полюса на основе ГНСС с использованием Mask R-CNN

А. А. Лебедева, Гаращенко А.А

Данная работа является логическим продолжением работы [1].

Ионосфера - часть атмосферы Земли с высокой концентрацией свободных электронов и ионов. К характерным чертам ионосферы относятся изменчивость и неоднородность. Неоднородность ионосферы, которая исследуется в данной работе называется авроральным овалом. Авроральный овал — кольца вокруг магнитных полюсов Земли, который определяет диапазон полярного сияния. Полярные сияния создают помехи для радиолокационных станций. Для определения радиуса его действия используется множество способов, но в данной работе будет рассматриваться способ получения данных с помощью ГНСС, а в частности через систему SIMuRG .

Система SIMuRG была разработана в ИСЗФ СО РАН для работы с данными сети приемников ГНСС. SIMuRG осуществляет автоматическую загрузку, обработку и визуализацию данных ГНСС. Также ее база данных может использоваться для задач машинного обучения. В частности, были сделаны оценки поступления авроральной энергии на основе карт ПЭС. Итоговые изображения представляют собой слияние данных для восполнения пропусков в разряженной матрице изображений ПЭС с помощью оптических данных. В данной работе полученный овал можно определить как овал неоднородностей, так как авроральным овалом обычно называют область полярных свечений, однако, его положение согласуется с положением аврорального овала, поэтому в данной работе мы будем использовать термин авроральный овал.

Проблема определения аврорального овала на южном полюсе связана с малым количеством спутников и, соответственно, малым объемом данных об неоднородности ионосферы. В результате задача определения аврорального овала на изображениях усложняется, по сравнению с аналогичной на северном полюсе. Часто для того, чтобы определить границы овала стоит учитывать динамику изменения ПЭС. Целью работы является создание инструмента для автоматического

детектирования границ овала на южном полушарии, для ее решения не подходят задачи классификации изображений и поиска объектов, нам необходимо иметь границу, по которой возможно определить радиус воздействия внешней границы овала. В этой работы было решено использовать семантическую сегментацию изображения, а в частности Mask R-CNN [2]. Mask R-CNN (regional convolutional neural network) представляет собой двухэтапную структуру: первый этап сканирует изображение и генерирует предложения (области, которые, вероятно, содержат объект). А на втором этапе предложения классифицируются и генерируются ограничивающие рамки и маски.

Для обучения модели использовались 360 изображений данных южного полушария, где на геомагнитные координатах показаны области ионосферы: красные точки - высоковозмущенные, синие – слабовозмущенные. Поскольку такого небольшого количество данных недостаточно для обучения модели с нуля, в качестве основы были использованы веса из датасета COCO [3]. Точность модель в различных метриках: SSIM 0.97; Euclidean distance - 97.05; RMSE - 0.08. Результатом работы является модель, которая обнаруживает и определяет внешние границы аврорального овала на небольшом объеме данных, полученных посредством данных ГНСС.

Литература

[1] Лебедева А.А., Сидоров Д.Н. Поиск неоднородностей ионосферы с помощью слияния данных. // Вестник Иркутского университета. Серия Математика. 2021, т. 24, с. 72-73.

[2] He, Kaiming and Gkioxari, Georgia and Dollár, Piotr and Girshick, Ross. Mask R-CNN, arXiv, 2017

[3] Lin, Tsung-Yi and Maire, Michael and Belongie, Serge and Bourdev, Lubomir and Girshick, Ross and Hays, James and Perona, Pietro and Ramanan, Deva and Zitnick, C. Lawrence and Dollár, Piotr. Microsoft COCO: Common Objects in Context. arXiv, 2014

Научный руководитель Сидоров Д.Н.