

версия алгоритма последовательного присоединения, которая имеет в среднем меньшую погрешность и большую вероятность получения точного решения. Его отличие – на каждом шаге новый объект сервиса выбирается из некоторого подмножества объектов сервиса, а не из всего множества, как в алгоритме последовательного присоединения [2].

Также были исследованы генетические алгоритмы (ГА) с различными параметрами операторов селекции, скрещивании и мутации.

3. Сравнение алгоритмов. Сравнение алгоритмов было проведено на 4-х классах задач T_0, T_1, T_2, T_3 , отличающихся количеством возможных мест размещения и клиентов, а также способом формирования матриц клиентов и матриц транспортной доступности. Результат представлен в таблице:

	Погрешность алгоритмов, %		Время работы алгоритмов, с	
	ЛГ	ГА	ЛГ	ГА
T0	0,00	0,00	3,40	0,33
T1	2,72	2,64	2,78	0,34
T2	0,28	0,04	45,19	5,67
T3	8,33	8,27	58,92	5,74

4. Заключение. Проведен сравнительный анализ точности и скорости работы жадных и генетических алгоритмов для различных классов тестовых задач в зависимости от параметров алгоритмов. Лучшие результаты показал генетический алгоритм с равномерными операторами скрещивания и селекции. Для каждого класса задач он показал результаты по погрешности не хуже жадного алгоритма, значительно выигрывая по времени.

Список литературы

1. Алексеева Е.В., Кочетов Ю.А. Генетический локальный поиск для задачи о р-медиане с предпочтениями клиентов. Дискретный анализ и исследование операций. Сер. 2. 2007. Том 14. №1. С. 3-31.
2. Гончаров Е.Н., Кочетов Ю.А. Поведение вероятностных жадных алгоритмов для многостадийной задачи размещения. Дискретный анализ и исследование операций. Сер. 2. 1999. Том 6. №1. С. 12-32.

УДК 004.932.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СЕЛЬХОЗУГОДИЙ В ГИС АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Воробьева Н.С., Белова О.А., Денисова А.Ю.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

В докладе рассматривается применение космической съемки для решения одной из задач мониторинга сельхозугодий в геоинформационной системе агропромышленного комплекса Самарской области (далее – ГИС АПК), а именно – задачи распознавания видов посеянных сельскохозяйственных культур. Целью работы является разработка метода распознавания типов культур с использованием временных рядов вегетационных индексов, построенных по данным дистанционного зондирования.

ГИС агропромышленного комплекса

В 2010 году на территории Самарской области завершилось внедрение ГИС АПК во всех муниципальных районах. В настоящее время создана распределенная система,

позволяющая решать следующие задачи для нужд Министерства сельского хозяйства и продовольствия Самарской области: ведение дежурной карты полей, содержащей актуальную информацию о границах посевных площадей; осуществление контроля использования посевных площадей; планирование и контроль севооборота; выявление земель, неиспользуемых в течение длительного периода.

Рассматриваемая система ГИС АПК состоит из двух основных подсистем:

1. Подсистема учета и контроля земель сельхозназначения, предоставляющая средства ведения реестра сельскохозяйственных земель. Реестр ведется в виде векторной карты. Подсистема разработана с использованием инструментальной ГИС «ИнГЕО».

2. Подсистема мониторинга состояния сельхозугодий на основе космических снимков, предоставляющая пользователю возможность создания карт реальных границ полей, оценки их характеристик по ДДЗ, проверки наличия сельскохозяйственных культур на заданном наборе полей, выявления расхождения между декларированными сведениями и реальными данными.

В настоящий момент для улучшения результатов мониторинга сельхозугодий по космическим снимкам возникает задача разработки методов, позволяющих быстро и эффективно определять тип посеянной на поле сельскохозяйственной культуры. Предлагаемый в данной работе подход для решения указанной проблемы – использовать временные ряды, построенные по набору космических снимков.

Распознавание типов культур с использованием временных рядов вегетационных индексов

Существует группа параметров, вычисляемых по космическим снимкам и хорошо описывающих состояние растительного покрова – так называемые вегетационные индексы. Временные ряды строятся с использованием набора космических снимков за некоторый период времени. Важно отметить необходимость использования спутников с высокой периодичностью – для составления объективной динамики индекса. Поэтому в качестве источника данных дистанционного зондирования были выбраны спутники Terra и Aqua с пространственным разрешением 250м – указанные спутники дают снимки низкого разрешения, но их использование оправдывается высокой периодичностью (ежедневная съемка исследуемых территорий). Чаще всего при составлении временных рядов используют нормализованный разностный вегетационный индекс NDVI. Временной ряд обычно строится для некоторой области на космическом снимке (поле или набор полей), поэтому значение NDVI усредняется для всей рассматриваемой территории.

Таким образом, задача распознавания типов культур формулируется следующим образом. Исходные данные: набор космических снимков Terra, Aqua за определенный период на заданную территорию; векторный слой, содержащий данные о границах посевных площадей. Цель: построить классификатор, позволяющий для каждого поля, внесенного в векторный слой границ посевных площадей, указать обнаруженный по ДДЗ тип культуры.

Временной ряд для некоторого поля строится следующим образом:

1. Задается набор космических снимков за заданный период времени;
2. Для каждого космического снимка с учетом облачности вычисляется среднее значение NDVI на поле; по полученным значениям строится временной ряд.

При классификации принимается решение об отнесении поля к одному из следующих классов типов культур: озимые культуры; яровые культуры; технические культуры; однолетние/многолетние травы; неиспользуемые земли; пары.

В качестве характеристик, описывающих поведение временных рядов, были выбраны следующие признаки:

1. Относительная дата начала цикла – дата, когда значение вегетационного индекса превысило порог (в данном результате экспериментальных исследований значение порога принято равным 0.3);

2. Длительность – количество дней между первым и последним превышением порога вегетационным индексом;

3. Максимум – максимальное значение вегетационного индекса;

4. Площадь – площадь фигуры, ограниченной графиком вегетационного ряда сверху и пороговой прямой снизу;
 5. Мощность – отношение Площади к Длительности;
 6. Относительная дата максимального значения индекса вегетации;
 7. Отклонение графика вегетационного индекса от симметрии относительно оси, проходящей через середину интервала наблюдений вегетационного индекса.
 8. Среднее значение вегетационного ряда;
 9. Дисперсия вегетационного ряда;
 10. Асимметрия плотности распределения вегетационного ряда.
 12. Максимальное значение первой производной вегетационного ряда на участке от начала цикла до точки максимума вегетационного ряда;
 13. Точка максимума первой производной вегетационного ряда на участке от начала цикла до точки максимума вегетационного ряда;
 14. Максимальное значение второй производной вегетационного ряда на участке от начала цикла до точки максимума вегетационного ряда.
- Основные результаты проведенной работы следующие:
- 1) Определен набор характеристик, описывающих поведение временных рядов вегетационных индексов для использования в задаче распознавания типов культур.
 - 2) Разработан автоматический метод обнаружения типов культур на основе временных рядов вегетационных индексов.
 - 3) Проводятся научно-исследовательские работы по оценке состояния сельхозкультур и прогнозирования урожайности на основе совместного использования снимков низкого, среднего разрешения и наземных наблюдений.

Список литературы

1. Vorobiova, N.S. State estimation of agricultural lands by using remote sensing / N.S. Vorobiova, A.V. Chernov // 9-th International Conference on Pattern Recognition and Image Analysis: Conference Proceedings in 2 volumes. Vol. 2 / N.I. Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod. – Nizhni Novgorod, the Russian Federation, 2008. – P. 295-298.
2. Tou, J. T. Pattern Recognition Principles / J. T. Tou, R. C. Gonzalez – Addison-Wesley, 1974.
3. Song, C. Classification and Change Detection Using Landsat TM Data: When and How to Correct Atmospheric Effects? / C. Song, C. E. Woodcock, K. C. Seto, M. P. Lenney, Scott A. Macomber // Remote Sensing Environment, 2001. – Vol. 75. – P.230–244.
4. Fukunaga, K. Introduction to Statistical Pattern Recognition (Second Edition) / K. Fukunaga – Academic Press, 1990. – P. 592.

УДК 519.6(075)

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ НЕЛИНЕЙНОГО УРАВНЕНИЯ ГЕЛЬМГОЛЬЦА НА СУПЕРКОМПЬЮТЕРЕ "СЕРГЕЙ КОРОЛЕВ"

Дегтярев А.А., Козлова Е.С.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

Для расчета процессов распространения электромагнитного излучения в оптических средах используются математические модели, основанные на дифференциальных уравнениях Максвелла, волновых уравнениях, уравнениях Гельмгольца. В общем случае рассчитываемое электромагнитное поле является четырехмерным, т.е. зависит от трех пространственных и одной временной координат. Но даже в трехмерном случае задача оказывается трудно решаемой на современных персональных компьютерах вследствие