



их дескрипторы будут отвечать предъявляемым требованиям. Естественно это будет сказываться на дальнейшем решении задачи сопоставления изображений. В некоторых случаях решение может быть не найдено, даже если оно существует. Например, при поиске аффинных преобразований (или фундаментальной матрицы) по двум изображениям кирпичной стены может быть не найдено решения из-за того, что стена состоит из повторяющихся объектов (кирпичей), которые делают похожими между собой дескрипторы разных ключевых точек.

Литература

1. Журавлев Ю.И. Об алгебраическом подходе к решению задач распознавания и классификации // Проблемы кибернетики. – М.: Наука, 1978, вып. 33. – С. 5-68.
2. David G. Lowe. Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints., 2004. pp. 1-4
3. Построение SIFT дескрипторов и задача сопоставления изображений – 2010.- (<http://habrahabr.ru/post/106302/>)

Е.В. Симонова, А.А. Жиляев

АЛГОРИТМ КОЛЛЕКТИВНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАДАЧ В ГРУППИРОВКЕ МАЛОРАЗМЕРНЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

(Самарский государственный аэрокосмический университет)

Введение

Достижения последних лет в области микроэлектроники позволили снизить массу космических аппаратов, используемых для дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), сохранив при этом их целевые характеристики. В результате появился новый класс космических аппаратов, называемых малоразмерными (МКА). В настоящее время подходы, применяемые к управлению группировками МКА, носят «централизованный» и «статический» характер, когда для каждого спутника предполагается определенный наперед заданный порядок выполнения задач, передаваемый из наземного центра управления. Альтернативным решением является реализация «распределенного динамического» управления, когда задачи ставятся не отдельным космическим аппаратам, а всей группировке в целом, причем исполнители могут адаптивно изменяться в зависимости от возникающих событий. Такой подход требует реализации принципиально новых методов и средств построения систем управления.

Постановка задачи

Пусть космическая система ДЗЗ состоит из N малоразмерных космических аппаратов, каждый из которых одновременно способен решать задачу зондирования не более q_i ($i \in [1, N]$) объектов наблюдения (ОН). Общее количество задач в заданный момент времени равно M . Ограничений на соотно-



шение числа космических аппаратов и задач не накладывается. Зондирование ОН в определенном спектре может одновременно производиться только одним МКА. При этом эффективность размещения j -ой задачи ($j \in [1, M]$) на i -ом космическом аппарате c_{ij} определяется временем видимости ОН данным МКА в течение указанного срока выполнения задачи, а также ее приоритетом. Требуется распределить имеющиеся и вновь поступающие задачи между МКА группировки так, чтобы повысить суммарную эффективность системы.

Данная постановка задачи, с некоторыми допущениями, может быть отнесена к классической задаче о назначениях, в которой необходимо распределить имеющиеся работы (задачи зондирования) по ресурсам (космическим аппаратам), максимизировав при этом целевую функцию:

где c_{ij} – эффект от выполнении j -й задачи i -м ресурсом,
 $x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-ый ресурс выполняет } j\text{-ю задачу,} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$

При этом, в отличие от классической постановки, в рассматриваемом случае множество ресурсов имеет размер не обязательно равный размеру множества работ, а ресурс может быть задействован для выполнения нескольких работ:

$$\sum_{j=1}^M x_{ij} \leq q_i, \quad i = \overline{1, N},$$
$$\sum_{i=1}^N x_{ij} \leq 1, \quad j = \overline{1, M}.$$

где q_i – максимальное количество выполняемых i -м ресурсом работ.

Задача о назначениях может решаться с использованием различных методов и алгоритмов. В частности, она может быть сведена к решению соответствующей задачи линейного программирования. Однако в рассматриваемом случае использование централизованных методов поиска решения осложняется динамически изменяющимися условиями среды, когда поступление новых задач происходит внепланово в любой момент времени, а количественный состав группировки МКА подвержен изменениям. Применение распределенных методов не только повысит оперативность учета возникающих событий, но и позволит корректировать реализуемый в реальном времени план как можно более «точечно», чтобы изменению подвергалась только та его часть, которая непосредственно связана с событием. В основу такого подхода могут быть положены итерационные алгоритмы коллективного улучшения плана [1], реализованные в контексте мультиагентных технологий.

Алгоритм коллективного распределения задач ДЗЗ

При реализации коллективного распределения задач ДЗЗ группировка МКА рассматривается в виде гетерогенной мультиагентной системы, в которой агентами являются одиночные МКА ДЗЗ, спутники-ретрансляторы, наземные станции и объекты наблюдения [2].



Рассмотрим алгоритм коллективного распределения задач между агентами системы (рисунок 1):

1. Пусть в произвольный момент времени агент наземной станции специфицирует и передает m -ю задачу на поиск целевого объекта. Информация о задаче представляется в виде отдельного сообщения, содержащего параметры ОН (географические координаты, время начала t_m^H и окончания t_m^K зондирования, приоритет P_m) и онтологическое описание искомого объекта. Сообщение передается специальным спутникам-ретрансляторам, положение которых в любой момент времени определено их геостационарной орбитой.
2. При получении сообщения-задания агент спутника-ретранслятора передает сообщение с предложением новой задачи агентам всех видимых МКА (2). Каждому МКА ставится в соответствие множество зондируемых им объектов наблюдения O_i .
3. Получив сообщение-предложение, агент n -го МКА, на основании параметров поступившей задачи, а также имеющихся у него данных о собственной орбите, рассчитывает значение эффективности размещения новой задачи:

$$c_{nm} = P_m \int_{t_m^H}^{t_m^K} visibility_{nm}(t) dt.$$

где $visibility_{nm}(t)$ – видимость m -го объекта наблюдения n -м космическим аппаратом, зависящая от элементов орбиты МКА и координат ОН. Если общее число принятых МКА заданий меньше максимально допустимого значения q_n , то агент-МКА отправляет ответное сообщение, в котором указывает значение выигрыша в эффективности $\Delta_{nm} = c_{nm}$. В противном случае космический аппарат инициирует переговоры по передаче одного из своих заданий другому МКА, для чего последовательно отправляет сообщения видимым ему космическим аппаратам с предложением поочередно взять каждую из задач, входящих в множество O_n .

4. В ответном сообщении агенты опрошенных МКА указывают соответствующие значения эффективности. Среди всех возможных вариантов перемещения задачи выбирается тот, для которого выигрыш в эффективности максимален:

$$\Delta_{nm} = \max_{h,k} (c_{nm} + c_{hk} - c_{nk}).$$

где h – номер МКА, входящего в подмножество доступных для коммуникации с n -м космическим аппаратом, k – номер задачи, входящей в множество O_n .

5. Пункты 3 и 4 могут рекурсивно повторяться до тех пор, пока очередной космический аппарат, получивший сообщение-предложение, не сможет беспрепятственно принять перемещаемую задачу, или не станет равным нулю счетчик, ограничивающий глубину рекурсии. На обратном ходе рекурсии агенты космических аппаратов, затронутых в данном варианте перемещения, отправляют ответные сообщения, содержащие информацию обо всех требующихся перемещениях и их суммарную эффективность. В построенной



цепочке перемещений допускается лишь однократное участие каждого космического аппарата.

6. Цепочка перемещений принимается инициировавшим ее МКА в случае, если реализация всех входящих в нее перемещений не уменьшит суммарную эффективность системы, для чего должно выполняться условие $\Delta_{итт} \geq 0$. В противном случае, задача остается закрепленной за инициатором переговоров, однако к ее выполнению он приступает только после завершения работы с более приоритетными с точки зрения эффективности задачами. Если за время принятия решения в распределении задач между МКА произошли изменения, перемещение задачи не производится, а процесс поиска повторяется.
7. В течение интервала времени, когда космический аппарат, двигаясь по орбите, проходит над объектом наблюдения, он выполняет задачу идентификации цели, исследуя объект наблюдения в своем спектре (3). Если МКА обнаруживает в своем диапазоне длин волн подходящий под описание объект, он становится инициатором. МКА-инициатор параллельно передает запрос на зондирование ОН космическим аппаратам, работающим в других диапазонах длин волн (4).
8. МКА этих диапазонов проверяют объект по переданным координатам (5). Полученные результаты отправляются МКА-инициатору напрямую или через сеть ретрансляторов (6).
9. Если результат зондирования положительный, то МКА-инициатор отправляет сообщение с результатом наземной станции, а затем продолжает поиск других объектов, подходящих под заданное описание (7).
10. Сканирование заканчивается либо по сигналу с Земли, либо когда все квадраты объекта наблюдения будут исследованы космическими аппаратами, работающими во всех диапазонах длин волн.



Рис. 1. Алгоритм коллективного распределения задач ДЗЗ

Заключение. Применение мультиагентного подхода позволяет адаптивно перераспределять задачи внутри группировки путем взаимодействия между ап-



паратами непосредственно в процессе выполнения этих задач, в результате чего становится возможной обработка заранее не запланированных событий.

Литература

1. Каляев И.А. Модели и алгоритмы коллективного управления в группах роботов / И.А. Каляев, А.Р. Гайдук, С.Г. Капустян. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 280 с.
2. Соллогуб А. В. Мультиагентные технологии распределенного управления группировкой малоразмерных космических аппаратов дистанционного зондирования Земли / П. О. Скобелев, Е. В. Симонова, А. В. Царев, М. Е. Степанов, А.А. Жилиев // Информационное общество. – 2013. №1-2

О.П. Солдатова, А.М. Кузенная

РАСПОЗНАВАНИЕ РУКОПИСНЫХ ЦИФР ПРИ ПОМОЩИ НЕЙРОННОЙ СЕТИ С ОДНИМ СКРЫТЫМ СЛОЕМ

(Самарский государственный аэрокосмический университет)

Целью данной научной работы является изучение возможностей нейронных сетей в распознавании рукописных цифр, проектирование и реализация системы распознавания рукописных цифр на основе многослойного персептрона с одним скрытым слоем для экспериментальной оценки работы данного вида сети, сравнение полученных результатов с результатами при другой структуре и настройке сети.

Реализованная сеть показала высокую эффективность при распознавании рукописных цифр. Все тесты велись с использованием базы рукописных цифр MNIST [1]. Система реализована на платформе C# в интегрированной среде разработки Microsoft Visual C# 2010.

Структура сети приведена на рисунке 1. Входные данные рассматриваемой задачи поделены на две части. Первая часть содержит эталонные представления букв, а вторая, тестовая, – те же буквы, но с искажениями. Эталонные буквы используются для обучения нейронной сети. Вторая часть используется для тестирования и оценки эффективности сформированной нейронной сети.

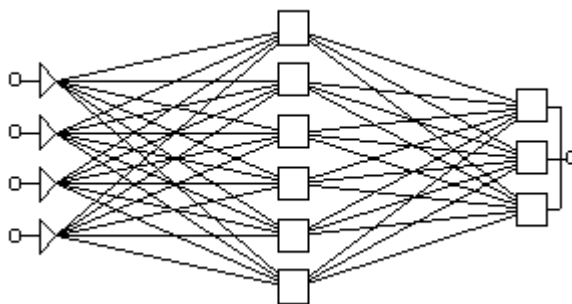


Рис. 1. Структура многослойного персептрона с одним скрытым слоем