

ПРИМЕНЕНИЕ DOWN-UP КОДОВ ГРАФОВ В ЗАДАЧАХ ОЦЕНИВАНИЯ ИЕРАРХИЧЕСКИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

Пономарев Ю.Ю.

ООО «Автоматизированные системы, консалтинг, информационные технологии»,
Москва, Россия
yura_graph@mail.ru

Аннотация. Создание и развитие государственных информационных ресурсов приводит к задачам оценивания иерархических систем управления, для поддержки которых они строятся. Задачи возникают как от разобщенности информации, так и от попыток применения российских технических решений для создания импортозамещённых инфосред.

Ключевые слова: DOWN-UP кодирование, иерархические системы управления, идентификация пользователей.

Введение

В классической работе М.И. Рубинштейна «Задачи синтеза иерархических систем управления» [1] была поставлена задача синтеза иерархических систем управления в общем виде, относящаяся к классу задач дискретного программирования. В работе автора [2] были даны точные оценки количества решений этой задачи, а также приведен алгоритм комбинаторного построения решений. В данной работе сделана попытка выводы предыдущей работы распространить на иерархические системы управления развитием государственных информационных ресурсов с учетом их специфики и задач по формированию инфосреды [3-5].

1. Определения

Приведем постановку задачи из [1]. Пусть управляемая структура состоит из N объектов. Для каждой пары объектов заданы величины связи $a(i, j), i, j = 1, \dots, N, a(i, j) > 0$ – если объекты связаны, $a(i, j) = 0$ – если связи между объектами нет. В государственном управлении характер целочисленной связи может характеризовать как высоту дерева иерархической системы, так и любой другой однородный с ней параметр (время принятия реагирования, количество ресурса, метод конструирования ответа). В литературе проводится сравнение различных атрибутивных наборов для различных государственных услуг [4] различных ведомств в виде электронных писем для межведомственного электронного документа в рамках сайта «Госуслуги».

Государственный информационный ресурс – совокупность способов хранения, передачи и защиты информации, имеющей общегосударственное значение.

Инфосреда – информационная система (ИС) или набор связанных ИС, позволяющая решать одну или несколько задач по предоставлению доступа к государственному информационному ресурсу или ресурсам.

Геопривязка, геокоординаты – совокупность из одной или более вещественных пар чисел, необходимая для хранения географических либо пространственных координат в общеупотребительном государственном виде из государственного справочника.

2. Цели исследования

На основании Утверждений 1-8 работы [2] и теорем из работ [6, 7] выявить общие закономерности, позволяющие оценивать иерархические системы управления развитием государственных информационных ресурсов.

Приведем краткие результаты предыдущей работы [2].

Определение. DOWN-UP код L – это последовательность специального вида из натуральных чисел, всегда нечетной длины, на четных местах могут стоять нулевые элементы, соседние с ними нечетные элементы всегда больше стоящих с ними рядом четных элементов. Обозначения внутри теорем по статьям [1, 2].

Утверждение 1. При условии, что все N объектов на 1-м уровне управляются всеми объектами на последующих уровнях $i = 2, \dots, M$, $Z_{M,N}$ не превосходит

$$\frac{C_{2Z-2}^{Z-1} - Z}{Z}. \quad (1)$$

Утверждение 2. Суммарное число связей, характеризующих все возможные решения задачи есть 4^{Z-2} .

Утверждение 3. Сложность задачи синтеза иерархической структуры максимальна при

$$\lceil (2N - 3) / 2 \rceil \quad (2)$$

Утверждение 4. Существует единая оценка сложности средней высоты $h(S)$ решения задачи синтеза иерархической структуры при любой заданной S .

Утверждение 5. Сложность синтеза иерархической структуры является NP -полной, однако верхние оценки ее сложности растут как полиномы степени, равной числу объектов N иерархической структуры на уровне m_1 .

Утверждение 6. Вид линейного оператора из статьи Рубинштейна [1] имеет конечную форму и выражается как линейная комбинация решений задачи синтеза иерархической структуры через выражения всех наборов S .

Утверждение 7. Сложность синтеза иерархической структуры можно свести к задаче полиномиальной сложности, если фиксировать число объектов N , число уровней иерархии M .

Утверждение 8. Существует эффективная для каждого уровня иерархии конечная процедура, если элементы DOWN-UP кода принимать за элементы множеств R_k^{l-1} .

3. Моделирование задач оценивания иерархических систем управления развитием государственных информационных ресурсов.

Пусть государственный информационный ресурс R представляет собой совокупность из управляемых структур из статьи [1], выстроенный виде набора иерархических структур в виде деревьев T .

Каждое из деревьев T может быть синтезировано по каким-либо формальным правилам (либо законам функционирования структуры) в предположениях, что лес из деревьев T имеет конечную форму как в информационной, так и сущностной составляющей. Информационная составляющая на каждом уровне иерархии порождается конечным набором атрибутов t_1, t_2, \dots, t_k , обслуживаемых данным уровнем управления. На верхнем уровне управления (корне дерева), принимается или отвергается гипотеза иерархического управления G^* , в которую входят все нижестоящие атрибуты, плюс логический признак принятия или непринятия решения.

Сущностная составляющая информационного ресурса служит для кодирования и оценивания объекта, имеющего материально-измеримые характеристики (например, для Министерств и Ведомств РФ, работающими с материальными ресурсами, это может быть блок параметров распределенного через данное ведомство госзаказа в рублях или единицах материальных сущностей (тоннах, штуках, кубических метрах).

В силу сложности оценивания сущностных составляющих как результат взаимодействия с информационной природой управления и ресурсом R , Министерством экономического развития России была предложена концепция единого сайта оценки регулирующего воздействия (ОРВ), который для местных органов самоуправления организует процедуру анализа проблем и целей государственного регулирования, поиска альтернативных вариантов достижения этих целей, связанных в них выгод и издержек социальных групп, подвергающихся воздействию регулирования (Федеральный закон от 31 июля 2020 г. № 247-ФЗ «Об обязательных требованиях в Российской Федерации»).

Если же рассматривать указанные требования закона по статье [5], в геопривязке и стратегических целях достижимости суверенитета РФ в указанных отраслях, то сущностная составляющая может входить в противоречие не только с какой-то одной социальной группой, но и с объектами более высокого уровня (субъекта РФ, федерального округа).

Выходом из такого положения является своевременное и планомерное внедрение слежения и кодирования всех управляющих иерархических систем DOWN-UP кодами.

После построения матрицы A по постановке задачи из [1] и применением анализа – сначала качественного по статье [7], затем более точного – по Утверждениям 1-8 можно получить

непротиворечивые оценки структур управления развитием государственного информационного ресурса R .

Формально, для любой матрицы A , для любых наборов ее коэффициентов мы выстраиваем биекции F между каждым деревом T и его кодом L . Оценка потребляемых ресурсов для задачи размерностью N до 150 млн. приведена в [8]. Там же приведены свойства кода L , которые позволяют оценить число точек ветвления, скорость прохождения сигнала, глубину и ширину дерева иерархической системы управления.

Можно поставить и обратную задачу, решение которой более подходит для статьи [5].

При данной гипотезе иерархического управления $G(*)$, выстроить декомпозицию на набор готовых управляемых структур T .

Ясно, что при каноническом воздействии на управляемые структуры T каждая из них своими иерархическими связями будет минимизировать атрибутный состав t_1, t_2, \dots, t_k каждого своего уровня k , минимизируя воздействие гипотезы иерархического управления, даже если атрибутный состав гипотезы будет полностью удовлетворен (то есть не будет возможности делегировать гипотезу, либо отказать в ее реализации). Обычно начинают менять матрицу A для цели усложнения и удорожания возможности задействования организационного ресурса.

То есть парадокс информационного управления сводится к тому, что выделение механизмов развития информационного ресурса сводится при сложной гипотезе иерархического управления $G(*)$ к многократному прохождению всех деревьев из управляемых структур T , причем «удорожание» матрицы A сверху не ограничено практически ничем, фактически информационный ресурс R развивается и управляется без обратной связи и естественных ограничений на матрицу A .

Нормировкой матрицы A , при учете и решении более простых задач целочисленной оптимизации, обычно выступают естественные ограничения (расстояния при решении задач коммивояжера, пищевая ценность в задаче о рационе). При структурном синтезе требуется экспертная оценка матрицы A как минимум с привлечением специалистов во многих предметных областях, на основании законов и положений о регулировании которых построены управляемые структуры T .

4. Методика исследования

Была исследована статья [4] в разделе взаимодействия государственных информационных систем и инфосред. Сложности, с которыми сталкиваются распределенные инфосреды описаны в работах [3] и [5]. Автор имеет опыт внедрения и поддержки систем принятия решения указанных в этих источниках систем.

Так как методика исследования многих авторов не подразумевает количественных и качественного оценивания иерархических систем управления развитием государственных информационных ресурсов, то на основании статьи [8] были проведены численные эксперименты по моделированию DOWN-UP кода масштаба всех граждан Российской Федерации. Исследование идейно вызвано монографией [9] и методами из монографии В. Н. Буркова с соавторами [10].

Результаты моделирования и ряд предельных теорем приведены в [8].

Так как отслеживание развития государственных информационных по каким-то одним литературным источникам проследить невозможно, а современные журнальные статьи [3, 4, 5] чаще всего констатируют либо недостаточность правовой базы, либо ее полное отсутствие для многих важных задач, например для технологического суверенитета, интеграции систем, регулирование цифрового следа гражданина, то требуется несколько обобщить правовой и технологический опыт как государственных органов, так и отдельных компаний для получения стабильного уровня не только развития классических баз данных, но и правового регулирования будущих правоотношений при развитии информационных ресурсов уровня государства.

Моделирование цифрового следа гражданина России исторически началось с момента получения им специальных прав. Уже в 21 веке, в связи с повсеместным внедрением распределенных информационных систем, проблема локализации прав и обязанностей гражданина вышла на новый уровень. Права и обязанности государства, установленные в одном субъекте Российской Федерации, могут регулироваться другими информационными системами и механизмами в другом субъекте РФ.

Появление портала Госуслуг привело к необходимости анализа межведомственного оборота информации в реляционном и нереляционном виде [4]. Новации в законодательстве об критериях использования земельных участков под различные цели, налоговые оценки кадастровой стоимости земли приведут к уточнению многих современных реляционных кадастровых и налоговых баз о правах граждан на объекты недвижимости.

Приведем несколько Предложений без доказательств.

Предложение 1. Моделирование цифрового следа гражданина РФ практически невозможно без правовой основы в виде Информационного Кодекса Российской Федерации.

Объяснение предложения 1. Новации в развитии возможностей гражданина в государстве легче всего обозреть и выстраивать технологические цепочки обработки информации, если есть единый закон уровня Кодекса, где бы воедино сводились все доступные методы и средства регулирования цифрового производства, цифрового сохранения личности и цифровой охраны государственных ценностей.

Предложение 2. Моделирование адресного объекта в текущих состояниях системы картографии, налоговой и географической систем не в полной мере отражает возможности местоположения и проживания граждан и их геопривязки для выполнения государственных функций государства.

Объяснение предложения 2. Большую часть времени обмена информацией между гражданами и государством занимает система авторизации граждан в информационных ресурсах государства. Плюс к этому есть набор дополнительных авторизующих личность документов, применяемых для той или иной реляционной среды. Инфосреды выстраивались ранее для локальной автоматизации и не учитывали сочетание сложной адресной привязки (допустим, для учета ЧС), и возможностей картографии на местности высокого разрешения с анализом геообстановки (пример – сервисы Яндекса).

Затраты на создание качественной привязки сервисов, обслуживающих государственные и частные интересы, без больших нереляционных моделей могут возрасти из-за увеличения уровня детализации космической и беспилотной съемки местности в десятки раз.

Предложение 3. Возможностей персонального компьютера достаточно для моделирования состояния любого субъекта РФ в виде государственного информационного ресурса R по постановке задачи из [1].

Объяснение предложения 3. Предельные теоремы из [8] для заданного набора кодов L для деревьев T позволяют оценить и решить задачу синтеза инфосреды на популярных языках программирования. Ресурсов персонального компьютера для моделирования достаточно в широком диапазоне размерностей N задачи оценивания.

Предложение 4. Статистические параметры в Утверждениях 1-8 можно продлить на заданное число граждан, ограничиваясь каким-либо существенным признаком (географическим положением).

Объяснение предложения 4. Так как целочисленный синтез оптимальной оценки строится на базе множества иерархий различной природы, то оценивание матрицы A приведет ко множеству кодов L , более того, компоненты системы R в некоторых случаях будут показывать невозможность сопоставления гипотезы иерархического управления $G(*)$ на разных матрицах A . Поэтому возникает задача экспертного оценивания информационной составляющей системы R .

Предложение 5. Возможны прямые подсчеты затрат поддержание на инфосреды на заданной территории с заданными расстояниями в постановке задачи из [1] с учетом скорости передачи сигнала по моделируемой иерархической системе.

Объяснение предложения 5. Сопоставление множеств кодов L позволяет решать данную задачу за фиксированное время и без особых временных затрат. Возможна прямая оценка «тонких мест» и «наращивание потенциала» для наиболее кричных путей по заданной матрице A .

Автор не претендует на создание нового и сложного метода сопоставления затрат на создание новых реляционных систем баз данных государственного уровня. Но при развитии таких систем, когда основные компоненты уже созданы, задача оценивания той иерархической системы, которая будет смоделирована, может быть значительно упрощена.

5. Заключение

Автор благодарит коллектив лаборатории 57 ИПУ РАН им. В.А. Трапезникова.

Результаты моделирования систем R в виде DOWN-UP кодов деревьев могут глубже понять и точнее оценивать иерархические системы управления развитием государственных информационных систем, учитывать и накапливать пользовательский опыт с клиентами ИС различной природы, упрощать взаимодействие с инфосредами для различных категорий граждан России.

Литература

1. Рубинштейн М.И. Задачи синтеза иерархических систем управления // Согласованное управление. Сборник статей. М.: ИПУ РАН, 1975. – С. 78–84.
2. Пономарев Ю.Ю. Точные оценки числа решений задачи синтеза иерархических систем управления в постановке М.И. Рубинштейна // Теория активных систем – 55 лет (ТАС-55): Труды научно-практической

конференции под общей редакцией академика РАН Новикова Д.А., д.т.н. Буркова В.Н. – М.: ИПУ РАН, 2024. – С. 61–66.

3. Толстобров А.П., Докучаев А.Е., Радюшкин В.В., Драгунов А.В. Проблема идентификации объектов учета в распределенных слабосвязанных информационных системах сбора персональных данных // Вестник ВГУ, Серия: Системный анализ и информационные технологии. – 2006. – № 2. – С. 92–100.
4. Черных А.М. Основные направления интеграции федеральных государственных информационных систем и пространственных данных // Правовая информатика. – 2018. – № 2. – С. 47–55.
5. Полякова Т.А., Троян Н.А. Стратегические задачи обеспечения технологического и цифрового суверенитета: правовые аспекты формирования новой информационной среды // Правовая информатика. – 2025. – № 1. – С. 70–77.
6. Пономарев Ю.Ю. Вопросы точных оценок характеристик деревьев при моделировании термов предметных областей, нейросетей, XML данных // Процессы управления и устойчивость. – 2023. – Т. 10, № 1. – С. 309–317.
7. Пономарев Ю.Ю. Вопросы точных оценок характеристик деревьев при моделировании метаданных в информационных системах общего назначения // Процессы управления и устойчивость. – 2024. – Т. 11, № 1. – С. 253–261.
8. Пономарев Ю.Ю. Предельные теоремы на деревьях большой размерности при моделировании социальных и технических систем с учетом скорости прохождения сигналов // Процессы управления и устойчивость. – 2025. – Т. 12, № 1. – С. 372–378.
9. Воронин А.А., Мишин С.П. Оптимальные иерархические структуры. – М.: ИПУ РАН, 2003. – 214 с.
10. Бурков В.Н., Заложнев А., Новиков Д.А. Теория графов в управлении организационными системами. – М.: Синтез, 2001. – 124 с.