

ЕДИНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ МОДЕЛИ СЕТЕВОГО ОБЪЕКТА ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМОВ ДИАЛОГОВОЙ ПОДДЕРЖКИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ШВС

Масюк А.Л.

ДонНТУ, кафедра ЭВМ

ars@cs.dgtu.donetsk.ua

Abstract

Masiuk A. Unified representation of network object model for efficient implementation of dialog support algorithms for Mine Ventilation Systems (MVS) modeling. In this article described the idea and one of the possible forms of the universal representation of network object which is MVS. This representation is the flexible hierarchical form for using with dialog subsystem of the modeling environment which keeps all data needed by several task types together and could improve overall performance of all subsystems.

Введение

Задачи проектирования шахтных вентиляционных сетей (ШВС), разработки систем автоматизированного управления и оперативного принятия решений по безопасности нуждаются в модельной поддержке [1,2,3]. В связи с этим в последние годы разработке математических моделей ШВС отводится постоянное внимание как в Украине, так и в других угледобывающих странах [1]. В связи с большой сложностью таких моделей, для их поддержки требуется использование параллельных и распределенных вычислительных ресурсов, построение проблемно-ориентированных моделирующих сред и обеспечение диалоговой поддержки разработки, отладки и использования параллельных моделей ШВС [1-3]. Переход от отдельных моделей к комплексному модельному обеспечению названных выше задач в рамках моделирующего сервисного центра (МСЦ) актуализирует комплексное построение средств активного взаимодействия разработчиков и пользователей параллельных моделей с разноплановыми ресурсами центра. Одна из проблем, связанных с имплементацией подсистемы диалога - наличие большого количества задач, которые должны быть решены с ее помощью. Данные задачи могут быть распределены по типам, каждый из которых нуждается в собственном наборе входных данных для работы соответствующих алгоритмов.

Это является причиной актуальности построения единого формата описания моделей, который может быть свободно преобразован в любой набор данных, требуемый тем или другим алгоритмом или стандартным

представлением. Анализ отечественных и зарубежных литературных [1-4] и прочих (Интернет, электронные издания) источников показывает, что данная идея является новой применительно к ПД моделирующей среды ШВС на всех этапах моделирования.

Основное содержание статьи

Как известно [3], процесс моделирования можно условно разбить на 5 взаимосвязанных этапов (построение и редактирование модели, подготовка к моделированию, моделирование, получение и обработка результатов, анализ результатов и возможная коррекция моделей). Наиболее интенсивно средства ПД применяются на первом и последнем этапах. Построение и визуализация модели сетевого объекта средствами ПД является ключевыми функциями, так как именно на основе имеющейся модели решаются задачи моделирования и других классов. Для различных классов задач могут потребоваться различные варианты описания моделей, что следует учитывать при построении универсальной ПД, которая обеспечивала бы полный сервис для пользователя. Так, для решения задачи нормального воздухораспределения достаточно иметь граф либо таблицу, полученную по результатам депрессионной съемки. Данное представление служит только для схематического отображения ШВС и включает перечень узлов и ветвей с соответствующими физическими параметрами (площадь, длина, депрессия и т.д.), но дает лишь косвенное представление о топологии реального объекта. Поэтому, если возникнет необходимость решения для того же объекта, например, задачи трехмерной визуализации, подобный граф окажется неэффективным, и потребуется заново строить схему объекта с учетом его реальной топологии, что может обернуться значительными временными и финансовыми затратами.

Из этого вытекает, что разработка единого формата для представления модели сетевого объекта в диалоговых моделирующих системах является наиболее приемлемым решением. Данный формат должен обеспечивать:

- наглядное и компактное представление исходных данных;
- возможность конвертации в любой из специальных форматов для решения соответствующего типа задач;
- легкость программной обработки хранимых данных с целью оптимизации времени доступа к ним (максимально быстрого извлечения и записи).

Для разработки такого единого формата применительно к подсистемам диалога и моделирования ШВС, рассмотрим задачи, решаемые ими, и соответствующие им представления исходных данных.

В первую очередь, в отдельный класс целесообразно выделить задачи, связанные с нормальным воздухораспределением. Как указано выше, задачи данного класса требуют для решения в качестве входных данных

таблицу с указанием связей между элементами и некоторые их физические параметры. Для анализа рассмотрим гипотетическую шахтную сеть, состоящую из двух горизонтов, одной вентиляционной установки и 8 ветвей (рис.1).

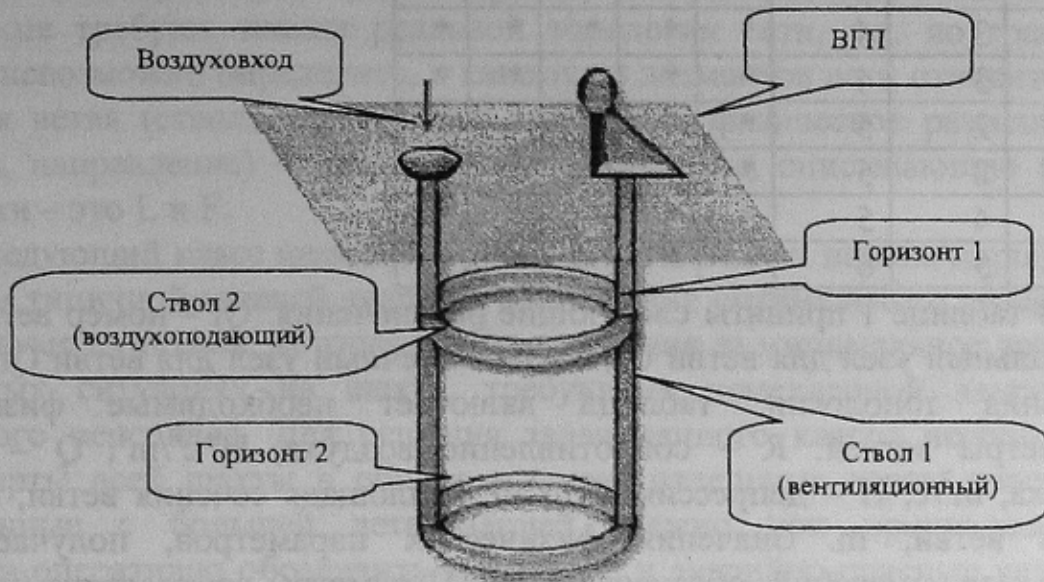


Рисунок 1 – Схема гипотетического сетевого объекта

Построим согласно рисунку 1 граф соответствующей вентиляционной сети (рис.2) и составим таблицу коммутаций (табл.1).

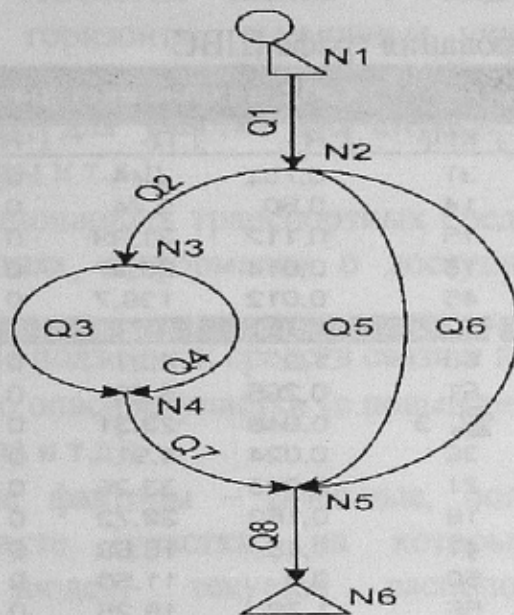


Рисунок 2 – Ориентированный граф вентиляционной сети

Буквами N с индексами на графе обозначены узловые точки (в дальнейшем - узлы), буквами Q с индексами – ветви графа.

Таблица 1 - Таблица коммутаций вентиляционной сети

Qi	NUi	KUj	R	Q	H	F	L
1	1	2	*	*	*	*	*
2	2	3	*	*	*	*	*
3	3	4	*	*	*	*	*
4	3	4	*	*	*	*	*
5	2	5	*	*	*	*	*
6	2	5	*	*	*	*	*
7	4	5	*	*	*	*	*
8	5	6	*	*	*	*	*

В таблице 1 приняты следующие обозначения: Q_i – номер ветви; NU_i – начальный узел для ветви Q_i ; KU_j – конечный узел для ветви Q_i . Кроме описания топологии, таблица включает необходимые физические параметры ветвей: R – сопротивление воздуха, $H \cdot c^2/m^8$; Q – расход воздуха, m^3/c ; H – депрессия, H/m^2 ; F – площадь сечения ветви, m^2 ; L – длина ветви, m . Значения физических параметров, получаемые в результате измерений, обозначены “*”. Параметры вентилятора (узел N1) задаются отдельной таблицей, состоящей из R , H и Q (аналогично ветвям).

Реальные шахтные объекты более сложны. Так, в табл. 2 представлен фрагмент ШВС шахты «Южно-Донбасская», имеющей 117 ветвей и 61 узел, а также 3 вентиляционных установки ВГП (изображение получено в программе, разработанной автором [3]).

Таблица 2 - Таблица кодирования графа ШВС

Таблица описания графа							
Qi	NUj	KUj	R	Q	H	F	
62	23	31	0,752	2,74	0	4	
63	13	14	0,56	9,74	0	0	
64	14	15	0,112	21,39	0	10	
65	15	16	0,014	26,37	0	12	
66	44	45	0,012	136,7	0	19,6	
67	45	46	0,036	154,4	0	6,6	
68	59	60	1,2	6,21	0	8	
69	60	61	0,265	9,26	0	4,2	
70	61	3	0,048	23,31	0	6,6	
71	37	36	0,024	4,91	0	12	
72	20	21	0,093	33,26	0	10	
73	11	18	0,152	28,72	0	10	
74	48	41	1,49	18,68	0	4,2	
75	40	50	0,0	11,50	0	2,5	
76	49	56	1,78	18,75	0	3,8	
77	6	7	1,28	21,26	0	4	
78	6	11	1,27	16,96	0	4	

После построения графа ШВС и задания таблицы параметров, далее при решении задач воздухораспределения выполняется топологический анализ, выявляющий «дерево» и «антидерево» в графе, и осуществляется

генерирование уравнений для решателя, при котором используются результаты топологического анализа.

Очевидно, что данное представление ШВС в виде графа и таблицы коммутаций и параметров будет эффективно только для решения задач, которые не требуют знания реальной топологии сети, т.к. по графу и таблице невозможно определить, к какому из элементов сети относится та или иная ветвь (ствол, штрек, лава), каково ее физическое размещение (глубина, направление) – единственные параметры, описывающие ветвь физически – это L и F.

В следующий класс целесообразно выделить задачи поиска маршрута. При этом типичной задачей является нахождение оптимального маршрута между двумя пунктами, которая требует решения за минимальное время в экстренных ситуациях на шахте, требующих немедленной эвакуации подземного персонала. Для решения задач данного класса необходимо иметь карты всей шахты в общем, а также отдельные карты участков, выполненные с большей детализацией. Важно при прокладывании маршрута оперативно обозначить аварийные и аварийно-опасные участки (например, участки с большой загазованностью, либо стволы с нерабочим подъемным оборудованием) с тем, чтобы не допустить попадание туда людей во время эвакуации либо максимально сократить время их пребывания там. Следовательно, при построении маршрута должны учитываться следующие факторы:

- физическая топология шахты с выделением основных ее элементов: стволы, горизонты, выемочные участки (каждый элемент должен быть представлен в свою очередь как совокупность составляющих его элементов – так, для участка это штреки и лавы, для стволов – околоствольные двory и т.д.);

- наличие стационарных транспортных средств (лифтов, поездов) в тех или иных секциях, информация о доступных маршрутах для их перемещения;

- расположение подземных средств связи и пожаротушения;

- потенциально опасные участки (с повышенным газосодержанием, с возможностью обвала и т.д.);

- динамические факторы – реальные, полученные по текущему состоянию на шахте (участки, на которых произошла авария, местонахождение людей, текущее расположение и состояние транспортных средств) и прогнозируемые, полученные в результате моделирования на основе физической информации (например, направление распространения пожара).

Таким образом, для составления маршрутных карт необходимо иметь точное представление о реальной топологии шахты. Данный класс задач тесно связан с задачами трехмерной визуализации в реальном времени, так как оперативное предоставление информации о состоянии в шахте на

диспетчерский пункт и ее эффективное отображение позволяет прогнозировать дальнейшее развитие событий и эффективно рассчитать наиболее безопасный и оптимальный маршрут для эвакуации персонала.

Наиболее требовательным к объему и представлению входной информации является класс задач, связанных с визуализацией. Это обусловлено тем, что в зависимости от конкретной задачи, представление объекта может существенно различаться и требовать для корректного отображения тех или иных данных. Также объем информации напрямую зависит от требуемой точности и качества отображения (реалистичности), что особенно существенно для задач визуализации в реальном времени.

Исходя из этих практических нужд, выделим следующие типы задач визуализации, которые могут входить в сервисное обеспечение МСЦ:

- визуализация модели объекта при ее создании, редактировании и отладке;
- визуализация результатов моделирования;
- визуализация топологии объекта;
- визуализация маршрутных карт объекта;
- схематическая визуализация фрагментов объекта.

Для структурированного и последовательного описания сложных объектов традиционно применяются иерархические структуры данных, создаваемые на основе логической декомпозиции базового объекта на более мелкие подобъекты с одновременной конкретизацией их параметров. Такой подход позволяет эффективно представить модель как совокупность входящих в нее фрагментов с требуемой степенью абстракции и детализации, для решения задач различных классов. Существует достаточное количество алгоритмов для обработки (построения, модификации и просмотра) данных, ориентированных на иерархические структуры, оптимизированных по различным критериям (скорость работы, компактность представления).

Для создания обобщенной иерархической структуры прежде всего выделим ее «корень», т.е. базовый объект. В данном случае таким базовым объектом будет являться объект «шахта», являющийся логически законченной макроединицей для обработки (представления и моделирования).

Для дальнейшей декомпозиции выделим в структуре базового объекта составляющие его макрообъекты, исходя из физической структуры шахты и представлений, традиционных для данной предметной области. Такими объектами являются горизонты, соединенные между собой стволами. Все горизонты, кроме нулевого, имеют схожую внутреннюю структуру.

Нулевой горизонт (поверхность) логично представить как отдельный макрообъект, так как его физическая структура имеет мало общего с горизонтами, расположенными под землей. Основными единицами

моделирования нулевого горизонта будем считать вентиляторы главного проветривания (ВГП) и выходы стволов.

Для подземных горизонтов составными единицами принято считать участки добычи угля. Каждый участок, в свою очередь, может быть представлен в виде совокупности лав, штреков и выработанного пространства. Конкретное взаиморасположение данных подобъектов зависит, прежде всего, от типа участка (участки классифицированы по типам в [5]). Как известно [6], каждый штрек имеет конкретное назначение (вентиляционный, откаточный, транспортный) и может содержать в себе такие объекты, как дополнительные вентиляторы местного проветривания (ВМП), что актуально для трудно проветриваемых участков, а также регулирующие элементы (регуляторы), управляющие потоком воздуха.

При декомпозиции стволовых объектов, можно выделить такие структурные элементы, как околоствольные. Околоствольный двор физически является объектом, расположенным на горизонте, однако более логично связать его со стволом, так как при отсутствии ствола теряется смысл существования околоствольного двора как подобъекта горизонта.

Общую иерархию шахтного объекта, таким образом, можно представить в виде однокоренного дерева (рис. 3).

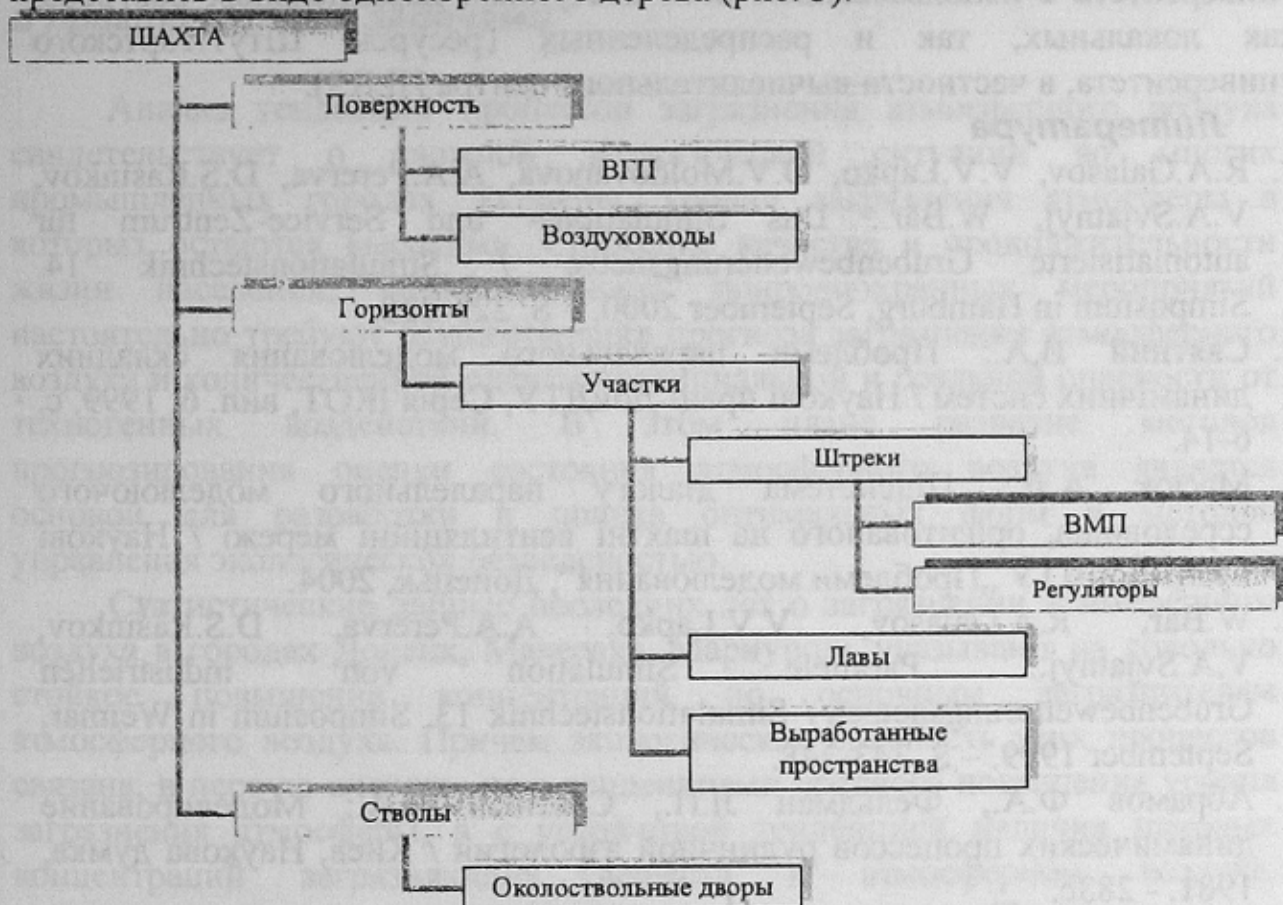


Рисунок 3 – Общая иерархия единого формата шахтного объекта

В данной иерархии не приводятся самые нижние ее уровни (описание конкретных физических параметров, таких, как длина ветви, депрессия и

т.д.), так как они являются тривиальным набором данных, необходимых для представления модели и выполнения моделирования. Дальнейшая декомпозиция каждого из представленных макрообъектов до необходимого уровня выполняется на этапе имплементации.

Таким образом, для эффективного использования диалоговых алгоритмов при решении разных классов задач целесообразно применение единого формата описания модели, который бы позволил иметь четкое и структурированное представление данных, обеспечивать эффективный доступ к ним и формировать наборы исходных данных для использования специальных алгоритмов моделирующей среды.

Выводы

В статье приведены основные классы задач, требующие решения с применением диалоговых алгоритмов, указаны различия между используемыми в них представлениями исходных и результирующих данных. Приведена возможная иерархическая структура единого формата описания шахтного объекта. Планируется применение описанного формата при создании подсистемы диалога как составной части МСЦ, разрабатываемого на базе Донецкого национального технического университета с использованием всех доступных параллельных ресурсов, как локальных, так и распределенных (ресурсы Штуттгартского университета, в частности вычислительного центра HLRS).

Литература

1. R.A.Galasov, V.V.Lapko, O.V.Moldovanova, A.A.Pererva, D.S.Rasinkov, V.A.Svjatnyj, W.Bär.: Das Simulations- und Service-Zentrum für automatisierte Grubenbewetterungsnetze / Simulationstechnik 14. Simposium in Hamburg, September 2000. – S. 223-228.
2. Святний В.А.: Проблеми паралельного моделювання складних динамічних систем / Наукові праці ДонДТУ, Серія ІКОТ, вип. 6, 1999, с. 6-14.
3. Масюк А.Л.: Підсистема діалогу паралельного моделюючого середовища, орієнтованого на шахтні вентиляційні мережі / Наукові праці ДонНТУ „Проблеми моделювання”, Донецьк, 2004.
4. W.Bär, R.A.Galasov, V.V.Lapko, A.A.Pererva, D.S.Rasinkov, V.A.Svjatnyj.: Parallele Simulation von industriellen Grubenbewetterungsnetzen / Simulationstechnik 13. Simposium in Weimar, September 1999. – S. 343-348.
5. Абрамов Ф.А., Фельдман Л.П., Святний В.А.: Моделирование динамических процессов рудничной аэрологии / Киев, Наукова думка, 1981. - 283с.
6. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт / МакНИИ, ДонУГИ, НИИОМШС, ИГТМ АН Украины, институт «Донгипрошахт». – Киев, 1994. – 312 с.