

ПІДСИСТЕМА ДІАЛОГУ ПАРАЛЕЛЬНОГО МОДЕЛЮЮЧОГО СЕРЕДОВИЩА, ОРІЄНТОВАНОГО НА ШАХТНІ ВЕНТИЛЯЦІЙНІ МЕРЕЖІ

Масюк А.Л.
ДонНТУ, кафедра ЕОМ
ars@cs.dgtu.donetsk.ua

Abstract

Masiuk A.L. Dialog subsystem for parallel modeling environment oriented for mine airing networks. In this article practical approach to develop dialog subsystem for building models and modeling of mine airing network is described. General components of a complex system such as visual graph editor, graph compiler, topological analyzer, matrix generator are implemented in result.

1. Вступ

Моделювання динамічних систем є актуальною проблемою для всіх областей техніки і технологій. Різноманітні методи і засоби моделювання інтенсивно використовуються в реальних технічних проектах для перевірки вірності новітніх інженерно-технічних рішень, тим самим являючи собою важливі фактори, що гарантують якість проектування і надійність створюваних об'єктів. Розвиток комп'ютерної техніки позитивно позначається на предметних областях - зростає рівень складності систем, які моделюються, удосконалюються методи їхнього моделювання. Застосування паралельних і розподілених обчислювальних систем дає можливість швидкого і якісного проведення модельних експериментів для складних динамічних систем [1,3].

2. Проблеми існуючих систем. Основні вимоги до діалогу

Значним недоліком при роботі з більшістю паралельних систем є практично повна відсутність програмного забезпечення, здатного надати можливість користувачу працювати ефективно і зручно. Особливо це стосується Unix-подібних ОС, використовуваних на багатьох суперЕОМ. З відсутності візуальних засобів редагування і моделювання впливають наступні проблеми, які є потенційною перешкодою для роботи:

1. Експерт предметної області, що є користувачем подібних систем, не є фахівцем в області обчислювальної техніки. Тому для ефективної роботи з моделюючим програмним забезпеченням (ПЗ), що не має спеціального інтерфейсу, йому доведеться спочатку затратити значний час

на навчання, що не завжди може бути прийнятним. Система повинна мати сучасний (графічний) інтерфейс, що дозволяє розроблювачу максимально зосередитися на роботі у своїй предметній області.

2. При використанні систем без візуального користувальницького інтерфейсу неможливо досягти ефективно побудови і відлагодження складних моделей. Програмне забезпечення повинне бути покликане максимально мінімізувати витрати ручної праці та тривалості розробки.

3. Неефективні діалогові засоби сприяють значному росту небезпеки допущення помилок при створенні моделей, причому висока ймовірність того, що подібні помилки можуть бути не виявлені на етапі налагодження і моделювання, що цілком може привести до непередбачених (і навіть критичних) результатів згодом.

4. Подібні системи повинні мати у своєму розпорядженні також розвинуті засоби візуалізації результатів, причому вони повинні бути згенеровані у вигляді, загальноприйнятому для фахівців у даній предметній області.

Таким чином, виникає актуальна задача створення єдиного інтегрованого середовища, що має засоби для створення і редагування складних моделей, їхнього відлагодження, моделювання і візуалізації результатів, та має візуальний користувальницький інтерфейс, інтуїтивно зрозумілий фахівцям у даній предметній області. Надання подібного інтерфейсу і повинна забезпечувати підсистема діалогу (ПД).

3. Етапи моделювання. Функції підсистеми діалогу

Процес моделювання мережного об'єкта в розподіленому паралельному моделюючому середовищі (РПМС) можна розбити на наступні взаємозалежні етапи з урахуванням наявних засобів обчислювальної техніки і паралельних ресурсів, а також необхідного програмного забезпечення:

1. Побудова моделі мережного об'єкта.
2. Підготовка до моделювання (формування потрібних даних і передача їх на паралельну машину).
3. Власне процес моделювання на паралельних машинах.
4. Одержання й обробка результатів моделювання.
5. Аналіз результатів і можлива корекція паралельних моделей.

На кожному з цих етапів важливу частину роботи складає процес діалогу користувача з РПМС, що здійснюється через підсистему діалогу (ПД). Звичайно, конкретна реалізація ПД може залежати від апаратної платформи і відповідної операційної системи, однак на кожному етапі ПД виконує визначені задачі, необхідні для його успішного завершення.

На етапі побудови моделі мережного об'єкта в загальному випадку не потрібна наявність паралельної машини. Користувач може підготувати

модель, використовуючи однопроцесорну ЕОМ (наприклад, IBM PC). Тут підсистема діалогу повинна цілком забезпечити підтримку процесу побудови моделі. Функції ПД залежать від конкретної специфіки розв'язуваної задачі, однак основними є введення і редагування даних у виді, зручному для користувача (графічний інтерфейс, що забезпечує візуальну побудову і відображення моделі). Причому може бути використано кілька альтернативних шляхів побудови моделі, що залежать від наявних вихідних даних і їхньої форми (наприклад, для часткового випадку - моделі шахтної вентиляційної мережі - модель може бути побудована або у вигляді графа, або задана в табличній формі).

Другий етап - підготовка до моделювання - уже вимагає наявності паралельних ресурсів для передачі їм даних про модель, створену на першому етапі. На цьому етапі повинне бути зроблене перетворення даних, специфічних моделі, у дані, що є вхідними для паралельної системи моделювання. Також задаються додаткові параметри, необхідні для початку процесу моделювання (наприклад, це може бути спосіб рішення задачі, що вказується з метою оцінки швидкості і точності рішення). Після цього необхідно передати підготовлені дані на паралельну машину (або емулятор). У процесі передачі даних ПД також відіграє важливу роль при настроюванні передачі, обробці помилкових ситуацій і наданні користувачу варіантів їхнього рішення, видачі необхідних повідомлень. Звичайно, робота ПД на цьому етапі істотно залежить від конкретної паралельної системи (локальної або віддаленої), тому реалізація ПД може бути різною для кожного варіанта.

На третьому етапі працює паралельна система. Тут ПД також залежить від типу паралельних ресурсів і може виконувати функції по інформуванню користувача про процес рішення задачі, а також по обміну керуючою інформацією (наприклад, дострокове припинення моделювання за бажанням користувача або віддаленої сторони (через помилки системи й ін.)).

Четвертий етап починається після закінчення рішення задачі на паралельній машині. ПД повинна забезпечити підтримку прийому результуючих даних і перетворення їх у формат, необхідний для візуального відображення (це можуть бути табличні або графічні дані й ін.). Також у функції ПД повинне входити створення твердих копій результатів (наприклад, роздруківка), і по можливості експорт в інші загальноприйняті формати даних.

П'ятий етап може являти собою зіставлення вихідних, передбачуваних (розрахункових) і реально отриманих даних, а також можливу подальшу корекцію вихідних даних. Наявність паралельної машини тут також необов'язкова, і даний етап може бути частково (або цілком) сполучений з першим (це стосується саме корекції вихідних даних,

тому що для побудови і редагування моделі, як правило, використовується той самий інструментарій) [1].

4. Структура підсистеми діалогу

Грунтуючись на вищевикладеному, нами запропоновано базовий варіант реалізації подібної системи для персональних ЕОМ, на базі якої може бути побудований реальний програмний комплекс, що сполучить у собі всі необхідні засоби.

Дана система орієнтована на моделювання шахтної вентиляційної мережі (ШВМ). Модель будується на основі формального опису ШВМ, який містить наявне та здатне до формалізації представлення топології мережі та рівняння аерогазодинамічних процесів [1]. Традиційно ШВМ представляють у виді квазитривимірних (аксонометричних) схем, на яких відображаються всі основні елементи топології вугільної шахти: стволи, горизонти, лави, штреки, а також зовнішні елементи (вентиляторні пристрої) [2,4]. Дане представлення є досить зручним для людини. Однак можливий і інший спосіб візуального представлення схеми ШВМ - у виді графів, що відображають ключові елементи системи вентиляції.

Графи моделі системи вентиляції являють собою складні мережні об'єкти, що складаються із сукупності наступних основних елементів:

- **Гілка.** Це один з об'єктів, що підлягають моделюванню, і є схематичним представленням для повітряпровідних елементів (ствол, лава, штрек). На графі кожна гілка може бути з'єднана обома кінцями з яким-небудь вузловим об'єктом (з вузлом або з вентилятором).
- **Вузол.** Вузли призначені для з'єднання гілок. Для вузла в принципі фізичним аналогом є точка підключення однієї гілки до іншої (наприклад, штрек, що відходить від ствола). На графі кожен вузол може бути зв'язаний мінімум з однією гілкою.
- **Вентилятор.** Вентилятор головного провітрювання (ВГП) є об'єктом моделювання, він також приєднується до вузла за допомогою гілки і не може існувати окремо.

Крім задання топології, необхідно вказати індивідуальні фізичні параметри для кожного об'єкта, що входить у граф. Для гілок основними з них є: L - довжина, м; F - площа перетину, м^2 ; Q - потік повітря, $\text{м}^3/\text{с}$; R - аеродинамічний опір, $\text{нс}^2/\text{м}^8$. Дані параметри є числовими. Крім цього, гілка може представляти або фізичний об'єкт, або витік. Ще один параметр - напрямок гілки - задається неявно, однак має фізичний сенс напрямку потоку повітря. Вентилятор має 2 основних параметри, використовуваних при моделюванні: Q - потік повітря, $\text{м}^3/\text{с}$; H - депресія, $\text{н}/\text{м}^2$.

Модель подібної мережі може бути побудована візуально у виді графа, або бути заданою в табличному виді, або комбінацією цих двох

способів. Таблична форма містить всі елементи, що цілком описують закодований граф. Так, перші три стовпці таблиці є основними для відновлення топології і включають: номер гілки, номери початкового і кінцевого її вузлів. Наявність вентилятора позначається відповідним знаком. Інші стовпці містять відповідні чисельні параметри, а також коментарі для кожної гілки.

Більш детальний аналіз вимог до підсистеми діалогу і розгляд поставленої задачі з боку можливих варіантів її практичної реалізації дозволили визначити остаточну структуру ПД, на основі якої здійснена її програмна імплементація. Дана структура приведена на рис. 1.

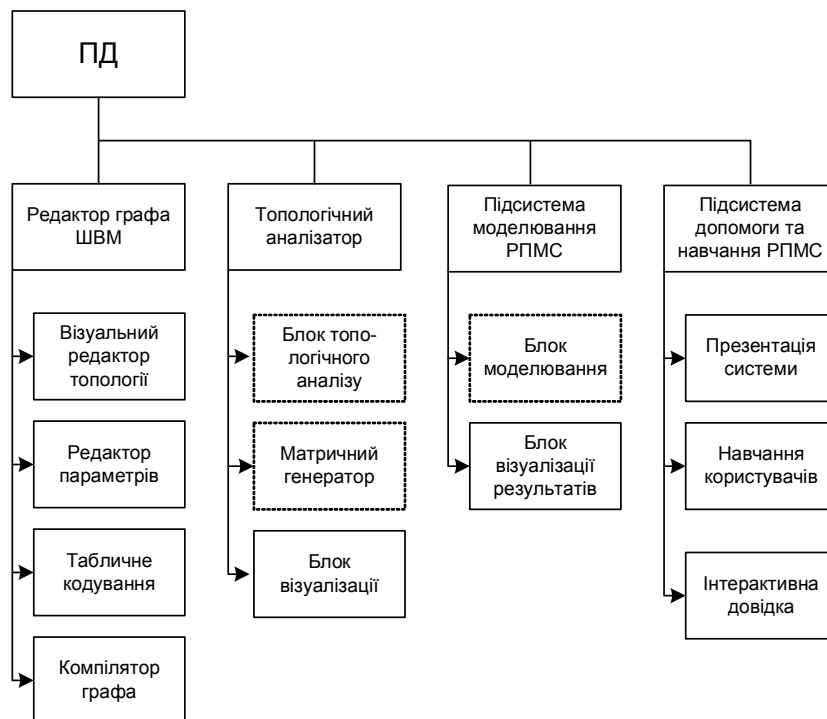


Рис. 1. Загальна структура підсистеми діалогу

Блоки топологічного аналізу, матричного генератора і моделювання фактично відносяться не до інтерфейсного, а до системного програмного забезпечення і виконані окремими модулями. ПД є надбудовою над даними блоками і виконує функції обміну даними користувач-система (задання параметрів, візуалізація результатів, індикація поточного режиму роботи).

5. Імплементація підсистеми діалогу

Як видно з приведеної структури, ПД включає велику кількість функціональних блоків, кожний з яких покликаний виконувати визначену функцію, однак майже всі вони є взаємозалежними (виключення може скласти лише блок презентації в підсистемі допомоги). Тому програмна

реалізація ПД не є тривіальною задачею. Виходячи з цього, при реалізації ПД був застосований об'єктно-орієнтований підхід [5,6], що ґрунтується на систематичному використанні моделей для мовно-незалежної розробки програмної системи, на основі її прагматики. Прагматика визначається метою розробки програмної системи. У формулюванні мети беруть участь предмети і поняття реального світу, що мають відношення до розроблювальної програмної системи. При об'єктно-орієнтованому підході ці предмети і поняття замінюються їхніми моделями, тобто визначеними формальними конструкціями, що представляють їх у програмній системі.

Для реалізації ПД використовувалася система розробки прикладних програм Borland C++ 3.1 і система візуального проектування Borland Delphi 5. Дані засоби дозволяють створювати програми на об'єктних мовах високого рівня (C++, Object Pascal). При розробці підсистеми допомоги використовувався пакет Microsoft HTML Help. Також застосовувалося ПЗ фірм Adobe (Photoshop 7), Macromedia (Dreamweaver MX, Fireworks), Ulead Systems (Photoimpact 5,8).

Головний компонент системи – редактор графа ШВМ – дозволяє автоматизувати процес кодування графа з паралельним заповненням таблиці параметрів. Основна мета, що переслідувалася при розробці - максимальне спрощення процесу кодування графа і завдання параметрів з повним відображенням результатів усіх дій користувача.

Редактор графа ШВМ містить у собі:

- візуальний редактор топології, що забезпечує побудову графа ШВМ з пропонованих примітивів (гілка, вузол, вентилятор);
- панель інструментів, що містить інструменти для редагування графа;
- редактор параметрів, що дозволяє користувачу задавати і змінювати параметри окремих об'єктів, що складають граф, паралельно з процесом його побудови;
- блок табличного представлення графа, що автоматично відображає топологію графа і параметрів у табличній формі, прийнятій для звітів про депресійну зйомку.

Процес створення графа нагадує користувачу роботу з розповсюдженим редактором діаграм Visio. Візуальне задання топології графа забезпечується за допомогою інструментів, розташованих на інструментальній панелі. Панель інструментів містить піктограми, кожна з яких переводить редактор у визначений режим, після вибору якого можна редагувати граф за допомогою "миші", перетаскуючи відповідні елементи на робочому полі. Задання параметрів для гілок і вентиляторів вимагає візуального вибору потрібного об'єкта, після чого користувачу надається вікно зі списком параметрів, які можна негайно змінити, що буде відразу відбито в таблиці.

На рис. 2 представлений закодований граф і фрагмент таблиці параметрів, згенерованої по ньому.

Для подальшої роботи із системою, після того, як граф був створений, і були зазначені всі параметри, необхідно запустити процес компіляції. Компілятор перевіряє правильність заданих параметрів і створює додаткові файли, необхідні для роботи топологічного аналізатора і генератора матриць.

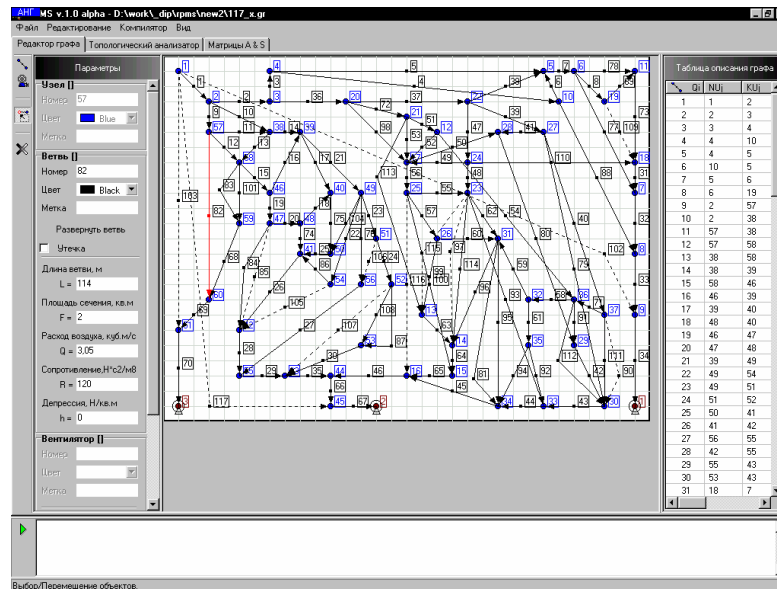


Рис. 2. Фрагмент закодованного графа

Топологічний аналізатор містить у собі наступні компоненти:

- блок топологічного аналізу, що не є частиною ПД і представляє собою окремий програмний модуль, що викликається із системи ПД як зовнішній процес. Даний блок забезпечує перевірку коректності топології графа і формує файли опису дерева й антидерева на основі результатів, отриманих після компіляції графа;

- матричний генератор, що також реалізований у виді окремого програмного модуля і призначений для генерування матриць інциденцій A та контурів S на основі результатів, отриманих після топологічного аналізу;

- блок візуалізації результатів топологічного аналізу, що дозволяє переглянути як зображення дерева й антидерева, так і відповідні таблиці їхнього опису, а також результати роботи матричного генератора.

Успішний аналіз топології завершується побудовою графів дерева й антидерева, після чого формуються дані топології, що передаються модулю генерування матриць. Ідейний зміст візуалізації дерева/антидерева, а також матриць, полягає в тім, що спрощується процес відлагодження моделі людиною, що створювала її, а також несе певну

навчальну мету - так, зокрема, система може бути корисна для вивчення студентами основ моделювання мережних об'єктів, коли можна побачити і проаналізувати всі етапи підготовки моделі.

Візуалізовані дерево й антидерево представлені на рис. 3.

Підсистема моделювання здебільшого також виконана окремим модулем. Підсистема діалогу тут виконує функції установки параметрів моделювання, а також забезпечує передачу даних на блок моделювання (паралельний симулятор), прийом результатів і їхню візуалізацію.

Підсистема допомоги і навчання користувачів являє собою окремі модулі, що викликаються з ПД. Дана підсистема складається з трьох окремих блоків: блоку презентації, системи навчання й інтерактивної довідки.

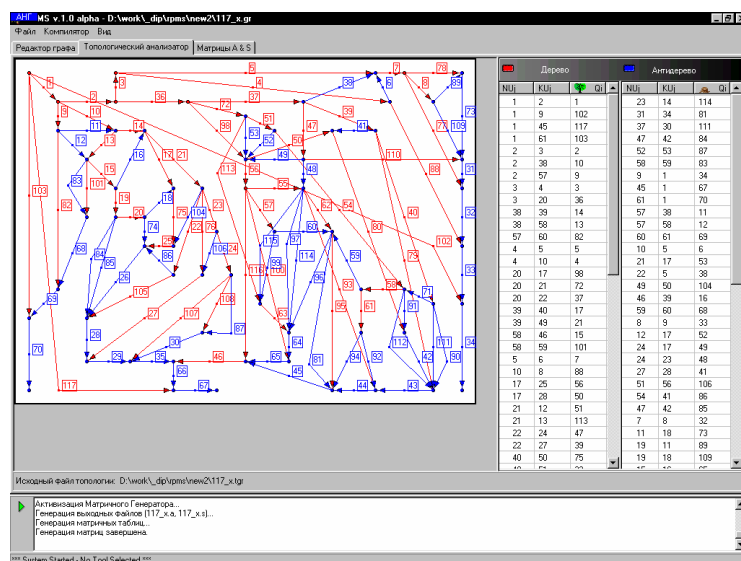


Рис. 3. Результат аналізу топології

Система навчання й інтерактивний довідник реалізовані у вигляді гіпертекстових документів, створених за допомогою мови HTML (Hypertext Markup Language - гіпертекстова мова розмітки). Довідник включає всю необхідну інформацію, що стосується моделювання ШВМ, і довідку про роботу з даною системою. Система навчання користувачів містить багато прикладів і повний посібник з побудови моделей у редакторі.

6. Висновки

Діалог мусить бути невід'ємною частиною процесу моделювання на РПМС. Сучасні паралельні моделюючі середовища потребують спеціальної організації спілкування користувачів з ресурсами моделювання. Сформульовано основні вимоги до діалогових систем, їхні функції. Приведено загальну структуру підсистеми діалогу РПМС,

орієнтованої на ШВМ. Як практичний результат реалізовано базовий варіант системи діалогової підтримки побудови моделей мережних об'єктів і їхнього моделювання. Система експериментально перевірена на графі реальної ШВМ, що має 117 гілок та 61 вузол.

Література

1. Проблеми паралельного моделювання складних динамічних систем / Святний В.А. - Наукові праці ДонДТУ, Серія ІКОТ, вип. 6, 1999, с. 6-14.
2. Отчет по депрессионной съемке шахты № 43 шахтоуправления «Торезское» производственного объединения «Торезантрацит». – Торез, 1985. – 32 с.: ил.
3. Web-сайт www.parallel.ru / Лаборатория Параллельных Информационных Технологий НИВЦ МГУ им. М.В.Ломоносова, 2002.
4. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт / МакНИИ, ДонУГИ, НИИОМШС, ИГТМ АН Украины, институт «Донгипрошахт». – Киев, 1994. – 312 с.
5. С/С++. Программирование на языке высокого уровня / Т.А.Павловская. – СПб.: Питер, 2001. – 464 с.: ил.
6. Delphi 5. Создание мультимедийных приложений. Учебный курс / Тюкачев Н., Свиридов Ю. – СПб.: Питер, 2001. – 400 с.: ил.

Дата надходження до редколегії: 18.11.2003 р.