

О.В.Костів

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ М-АВТОМАТІВ

У МАШИННОМУ СЕРЕДОВИЩІ АСЕМБЛЕРНОГО РІВНЯ

Для проведення аналізу алгоритмів запропонована модель обчислень [1], в якій адресність і набір операцій характерні для символічної обробки. Ця модель одержала назву М-машини. Побудована й апробована М-система, яка моделює М-машину на ЕОМ "Минск-22", призначена для експериментального одержання числових оцінок складності алгоритмів [2].

У процесі практичного застосування М-машини її структура зазнала ряду модифікацій. Для проведення експериментальних досліджень розроблена система, яка моделює М-машину програмними засобами асемблерного рівня ЕОМ серії ЕС.

М-машина - це m -стрічковий n -головочний автомат з двома спеціальними регістрами, призначеними для виконання операцій. Програма в М-машині не може самозмінюватись. Два основні компоненти цього автомата - робоча пам'ять і функціональний механізм. Формалізованим рівнем опису моделі обчислення є програма на мові М-машини /М-мові/.

Завдання побудови М-системи, яка включає в себе М-мону та її інтерпретатор, розглядається як частина загального завдання реалізації символічних перетворень на ЕОМ. Ця система може бути використана для відкладки й оцінки алгоритмів, призначених для структурної фіксації у комплексі математичного забезпечення.

В інтерпретаторі М-системи наявні засоби моделювання пам'яті М-автоматів; засоби зв'язку з зовнішніми пристроями; засоби налаштування на алгебру користувача; засоби моделювання роботи М-автоматів; засоби для одержання експериментальних оцінок алгоритмів; засоби налагодження програм, написаних на М-мові /М-програм/.

Інтерпретатор організує в оперативній пам'яті машини, які використовуються для моделювання функціонального механізму та робочої пам'яті М-машини. У робочій пам'яті розміщуються структури, що потрібні в процесі роботи алгоритму. За допомогою описів на М-мові ця пам'ять подається у вигляді стрічок, стеків, черг і фіксаторів. Для визначення позицій на стрічках використовують головки, які входять до класу фіксаторів.

М-програма складається з розділів налаштування, завантаження, присвоєння, операторів, довжин, даних. Розділи присвоєння й операторів становлять операторний блок програми, який розміщений у функціональній пам'яті.

Інтерпретатор побудований за модульним принципом і має overlaid-структуру з керуючою кореневою фазою. Програми з'єднані в єдиний комплекс на рівні об'єктних модулів за допомогою редактора. Постійно у пам'яті знаходиться лише керуюча програма, яка викликає необхідні модулі і розміщає їх безпосередньо за собою.

У керуючій програмі наявні поля, призначені для реалізації функціональної та робочої пам'яті, а також постійні таблиці структур, властивостей даних, оброблюваних М-машиною, та міток операторів.

Нормальне чи аварійне завершення кожного модуля фіксується в полі індикатора інтерпретації, яке також знаходиться у керуючій програмі. Аварійне завершення окремих модулів призводить до аварійного завершення роботи всього інтерпретатора.

Виходячи з структури М-програми, інтерпретатор включає в себе модулі, призначені для реалізації окремих розділів програми:

INTRPNA - модуль налаштування на алгебру користувача;
INTRSTR - модуль введення описів структур;
INTRVVM - модуль введення, роздірку і синтаксичного контролю операторного блоку М-програми;

INTRDLN – модуль введення довжин лінійних структур пам'яті М-автоматів;

INTRADR – модуль розміщення структур у робочій пам'яті;

INTRPRYT – модуль інтерпретації операторного блоку М-програми.

Завдання модуля **INTRPNA** – побудова таблиці властивостей даних, оброблюваних М-програмою. М-мова допускає дані двох типів /символьні та числові/ та п'яти видів /операції, операції, адреси, обмежувачі та спецсимволи/. Належність елемента даних до певного виду використовується в алгоритмах символьних перетворень. Важливою властивістю елемента даних є його пріоритет. Крім цього, кожен вид характеризується певними властивостями /наприклад, для операцій такими властивостями є комутативність, кількість операндів тощо/. Інформація про всі властивості кожного елемента даних знаходиться в таблиці властивостей. При налаштуванні на алгебру користувача відбувається заповнення цієї таблиці.

Якщо досліджують алгоритми символьних перетворень в алгебрі елементарних функцій, то можна скористатись стандартною таблицею властивостей даних.

У результаті роботи модуля **INTRSTR** за описами будується таблиця структур. М-система дає змогу працювати з наступними структурами пам'яті: стрічками, поділеними на комірки, на яких може бути встановлена одна або декілька головок, стеками, чергами та фіксаторами. Фіксатори – це структури величиною в одну комірку, доступ до яких здійснюється за їхньою назвою.

Всі структури, які використовують у процесі роботи алгоритму, повинні бути описані.

Модуль **INTRSTR** заносить в таблицю назву структури та її тип, а для фіксаторів і довжину. Кожен елемент таблиці структур складається з чотирьох полів, які використовують для розміщення назви структури, її типу, початкової адреси структури у пам'яті та

довжини. Величина таблиці визначається загальною кількістю структур, заданих в описі.

Завдання модуля *INTRVMP* - введення, розміщення у функціональній пам'яті та роздрукування операторного блоку М-програми, а також його синтаксичний і частковий семантичний аналіз. На етапі розміщення в пам'яті з програми видаляють коментарі.

Синтаксичний аналізатор розпізнає будову операторів М-мови. При правильній синтаксичній будові проводиться частковий семантичний контроль, на етапі якого перевіряється наявність виділених операндів у таблиці структур, їх тип тощо. Повідомлення про наявність і місце знаходження синтаксичних чи семантичних помилок видається на друк. Цей модуль буде також таблицею міток операторів М-програми.

Для задання довжини лінійних структур використовують модуль *INTRDLN*. Після введення довжини величина структури не може бути змінена. Довжини заносяться в таблицю структур.

Визначивши довжини, модуль *INTRADR* здійснює розподіл пам'яті робочого поля під всі структури і організує динамічні структури - стек і чергу. Цей модуль завершує формування таблиці структур і роздруковує її.

Після успішного завершення роботи всіх модулів починає працювати модуль *INTRPRYT*, який інтерпретує роботу М-автомата на різних даних, що утворюють вхідний потік. У цей модуль включені засоби оцінки алгоритмів. Для налагодження М-програм у модулі є трасування програм.

Оцінки обчислювальної складності алгоритмів у термінах операторів М-мови роздруковуються у випадку успішного завершення інтерпретації.

Всі модулі та керуюча програма інтерпретатора написані на мові асемблера. Загальний обсяг - близько 2500 операторів мови. За рахунок оверлейової структури об'єм пам'яті, необхідний для робо-

ти інтерпретатора, визначається наступним чином:

$$V = V_{\text{ЦР}} + V_{\text{ТАВ}} + V_{\text{МС}} + V_{\text{МАХМ}},$$
 де $V_{\text{ЦР}}$ - об'єм пам'яті, необхідний для розміщення керуючої програми /враховуючи необхідні константи і робочі поля/; $V_{\text{ТАВ}}$ - пам'ять, виділена під постійні таблиці; $V_{\text{МС}}$ - об'єм, виділений під функціональну і робочу пам'ять; $V_{\text{МАХМ}}$ - об'єм, який займає найбільший модуль; $V_{\text{ЦР}} = 0,5$ Кбайт; $V_{\text{ТАВ}} = 1$ Кбайт; $V_{\text{МС}} = 4$ Кбайт; $V_{\text{МАХМ}} = 7,5$ Кбайт. Отже, для роботи інтерпретатора необхідний об'єм пам'яті $V = 13$ Кбайт.

Інтерпретатор пройшов комплексне налагодження в системі ДОС ЕС. Оцінки алгоритмів добре узгоджуються з теоретичними.

Наявність такої системи моделювання роботи М-автоматів дає змогу прогнозувати ефективність алгоритмів символьних перетворень, оцінених на М-машині у реальному середовищі асемблерного рівня.

Список літератури: 1. К о ж е в н и к о в а Г.П. Об оценке эффективности алгоритмов символьных преобразований. - Управляющие системы и машины, 1975, № 1, с.98-102. 2. К о ж е в н и к о в а Г.П., С о к о л я н с к а я Ц.Д., З а в а д а А.П. Машинное моделирование абстрактных М-автоматов, ориентированных на символьные преобразования и оценку их эффективности. - К., 1975.-20 с. - Препринт, ИК АН УССР, 75-32.

Стаття надійшла в редколегію 18.02.84