MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO NACIONAL

INSTITUTO DE ALTA CULTURA

CENTRO DE ESTUDOS
DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
E DOS SISTEMAS — PORTO

E

CENTRO DE ESTUDOS
DE ELECTRÓNICA
(C.E.E.N.) — LISBOA

II SIMPÓSIO SOBRE AS TEORIAS DA INFORMAÇÃO E DOS SISTEMAS

2

AUTOMATIZAÇÃO DO ALGORITMO DE QUINE - MCCLUSKEY

*

Madalena Quirino
J. A. Legateaux Martins

FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO
SETEMBRO DE 1972

AUTOMATIZAÇÃO DO ALGORITMO DE QUINE-MCCLUSKEY

por

Madalena Quirino (*)

e

José Augusto Legateaux Martins (**)

SUMÁRIO

A finalida do trabalho apresentado é a de descrever um programa em linguagem Algol para o computador ICL-4100 que realiza a simplificação de uma função booleana, utilizando o algoritmo de Quine-McCluskey.

Nesta implementação utilizou-se o bit como unidade mínima de informação para a representação das variáveis, o que permitiu uma exploração mais eficiente do computador em questão, embora se tivesse que recorrer à simulação de operações de tipo não numéricas, tal como o shift e comparação de campos, (não incluídas no Algol) por sequências de operações numéricas.

(*) Especialista da Divisão de Matemática Aplicada do LNEC

(**) Aluno de Engenharia Electrotécnica do I.S.T. tirocinante da Divisão de Matemática Aplicada do LNEC

1 - INTRODUÇÃO

Como se sabe o método de Quine Mccluskey parte de um conjunto de vértices da função, correspondentes aos termos da função expressa na primeira forma canónica, e numa primeira etapa faz a determinação dos implicantes primos.

Para tal esses vértices agrupados por pesos vão sendo sucessivamente reduzidos por comparações entre os elementos das classes de pesos consecutivos.

Depois da determinação dos implicantes primos, numa segunda parte, é feita uma escolha desses implicantes com vista a obter uma cobertura da função que seja mínima.

Um dos principais problemas que se levanta na automatização deste algoritmo reside no facto de se desconhecer à priori o número de vértices obtidos por redução nos vários passos da mesma.

Por outro lado, quando se utiliza uma linguagem de alto nível, como era o caso presente em que se utilizou o Algol, embora a linguagem permita a representação de variáveis lógicas, a utilização da memória é normalmente feita utilizando um compartimento por variável, o que leva fàcilmente a grandes exigências de capacidade de memória mesmo para pequenos problemas.

Para suprir esses inconvenientes, embora se utilizasse uma linguagem orientada para problemas, foram utilizadas técnicas orientadas para a máquina, isto é, o facto da representação interna dos inteiros no computador de que se dispunha ser em binário puro e em palavras de comprimento de 24 bits permitiu-nos uma representação compacta dos vértices da função apenas com a limitação de não excederem 23 variáveis (para evitar conflitos de overflow).

O facto de ao longo do processo se ter que representar além do zero e do um, outro símbolo para a redução (normalmente o traço) levou-nos a ter que tomar em duplicado a representação de cada um dos vértices, o que foi feito usando 2 vectores cujo conteúdo é de comprimento variável, embora os seus limites sejam fixados pelo limite de capacidade de memória disponível.

Ainda com o mesmo objectivo de aproveitar ao máximo os recursos existentes, esses vectores, por tratamento adequado vão libertando ao longo do processo para posterior utilização, a memória já desnecessária.

2 - DESCRIÇÃO GERAL DO PROBLEMA

A estrutura do programa (QM) assenta numa redução a procedures das funções mais importantes, alguns deles interconectados, como se pode observar na árvore da figura 1.

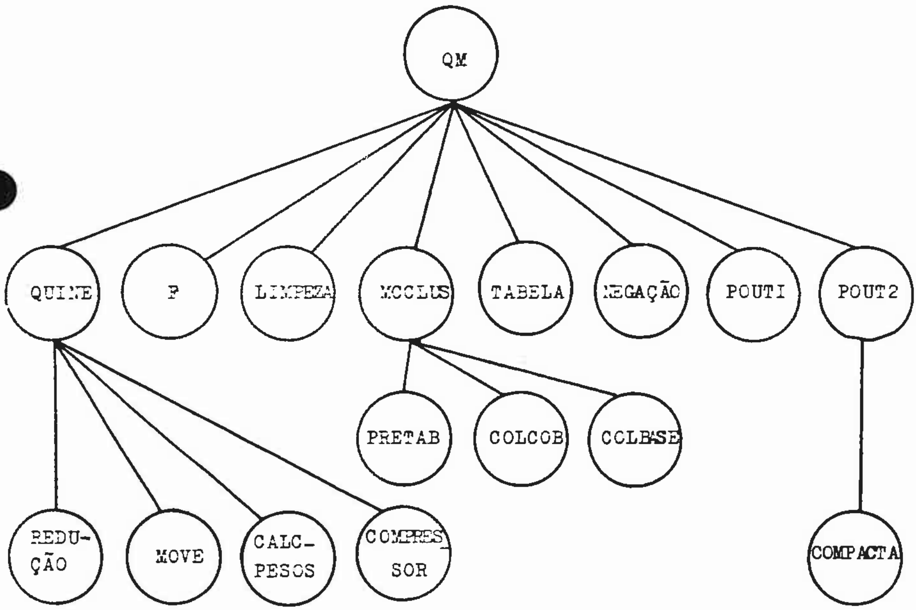

Fig. 1

Na tabela seguinte descreve-se sucintamente a acção de cada um dos procedures

N O M E	A C Ç Ã O
QUINE	Obtenção dos implicantes primos
REDUÇÃO	Avança um passo na redução
MOVE	Desloca a informação em bloco dentro dos vectores
CALCPESOS	Determina o peso dos vértices

N O M E	A C Ç Ã O
COMPRESSOR	Liberta memória desnecessária, comprimindo a informação contida no vector
F	Descrição da função booleana
LIMPEZA	Limpa zonas de um vector
MOCLUS	Determina a cobertura "minima" da função
PRETAB	Preenche a tabela da relação "implicante primo--vértice".
COLCOB	Procura coluna coberta
COLBASE	Procura coluna de base
NEGAÇÃO	Obtenção da função complementar
TABELA	Determina tabela de verdade da função
POUT1	Saída na forma de vértices reduzidos
POUT2	Saída na forma algébrica
COMPACTA	Manipulação dos strings de saída.

A estruturação em blocos do programa, que se descreve na figura 2, também tem em vista a manutenção simultânea em memória das estruturas de dados estritamente necessárias em cada instante.

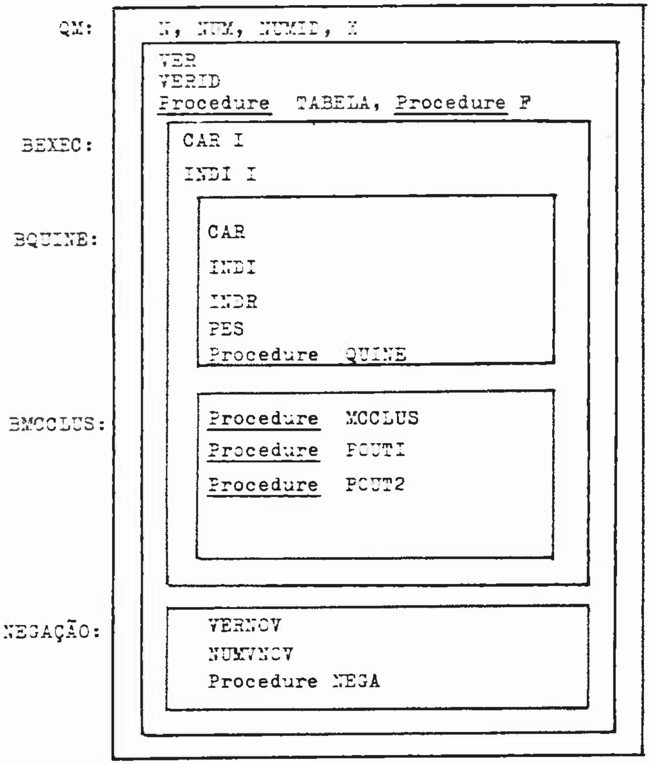

Fig. 2

3 - ASPECTOS PARTICULARES

A solução obtida como cobertura "mínima" foi fixada no programa como a primeira encontrada num processo sistemático de pesquisa da esquerda para a direita na tabela "implicantes primos - vértices".

Esta opção é discutível e numa forma de comunicação interactiva seria preferível deixar a possibilidade de intervenção do projectista nessa escolha.

A operação de shift foi obtida por multiplicações ou divisões por potências de 2 e a de comparação entre vértices bit a bit foi obtida por extracção dos bits à direita, calculando os restos de divisões por dois.

4 - ALGUNS RESULTADOS

No quadro seguinte apresentam-se alguns tempos de execução da primeira parte do algoritmo de Quine McCluskey, isto é, da determinação dos implicantes primos.

Número de variáveis	Número de vértices	Nº.final de implicantes primos	Tempo em segundos
8	30	24	3
23	50	41	5
15	100	76	9
16	200	164	31

Finalmente apresentaremos o seguinte exemplo:

Dada a função f = R (0,1,3,7,8,11,12,16,20,23,24,27,28,31), obteve-se ao fim de 35 segundos o resultado

$$f = \overline{x5}\ \overline{x4}\ x1 + \overline{x5}\ \overline{x4}\ x2 + x5\ x4\ x2\ x1 + x5\ x4\ x3\ \overline{x2} + x5\ x4\ \overline{x3}\ \overline{x1} + \overline{x4}\ \overline{x3}\ \overline{x2}\ \overline{x1}$$

BIBLIOGRAFIA

1 - Quirino, M., Martins, J.L., - "Simplificação de funções booleanas pelo Algoritmo de Quine-McCluskey", Relatório LNEC, Maio 1972.

2 - Hebenstreit, J. - "Circuits de Logique Combinatoire", Ecole Supérieure d'Electricité (redaction provisoire, Paris, 1966).

3 - Lagasse, - "Logique Combinatoire et Sequentièlle", Dunod Université, Paris, 1971.

4 - Perrin, Denonette, Daclin. - "Systèmes Logiques", Dunod, Paris 1967.

5 - Quirino, M., - Tratamento de Informação não-numérica" LNEC, curso 114, Lisboa, 1970.

6 - Kuntzmann, J. et Naslin, P., - "Algèbre de Boole et Machines Logiques", Dunod, Paris 1967.