

Конференция "Електронна техника 93"
Созопол, септември, 1993г.

**Тема: Пропускателна способност на цифров канал за
обработка на информация**

Автори: ктн. инж. Тодор Стоянов Джамийков
инж. Ангел Василев Марков

Категра Електронна техника
Технически университет София

Успехите в развитието на цифровата изчислителна техника и приложните математически методи доведе до все по-широкото им използване в съвременната апаратура. Използването на цифровите методи за обработка на информация позволяват да се избегнат недостатъците на аналоговата техника. В същото време цифровите методи позволяват да се решат задачи, които е принципно невъзможно да се решат с аналогови средства.

Прогреса в полупроводниковата технология и интегрална схемотехника в последните десетина години доведе до появяването на специализирани цифрови интегрални схеми, предназначени за изпълнение на различни изчислителни и управляващи операции по предварително съставена програма. При използването на подходящо програмно осигуряване или разработването на такава, може да се постигне определена универсалност при решаването на различни задачи.

Обобщена функционална схема на система за цифрова обработка може да бъде представена във вида на фиг.1.

Тя съдържа: входни устройства, които квантуват отделните входни сигнали $X_i(t)$ по ниво и ги дискретизират по време $X_i^k[n]$. Изчислително устройство 2, което обработва постъпващата информация от съответния канал по предварително записана програма и в зависимост от възможностите на паметта на системата. Изходното уст-

ройство 3 преобразува изходящата от изчислителното устройство дискретна и квантувана информация $Y^k[n]$ в аналогова $Y(t)$. Аналоговата информация е резултат от работата на цялата система.

Теоретичните въпроси свързани с функционалното преобразуване на входните сигнали $X_i(t)$ с цел получаване на изходния сигнал $Y(t)$ при удовлетворяване на определени критерии, са широко разисквани в литературата [1,2]. Изискванията към характеристиките на отделните блокове от функционалната на фиг.1 и различните схемотехнически решения също са описани в литературата. Връзката между параметрите на входния и изходния сигнал, алгоритъма на работа, цифровото устройство и неговите възможности за повишаване на ефективността му са още недостатъчно разработени.

Частта от функционалната схема на фиг.1 съдържаща цифровото изчислително устройство може да бъде представена като информационен модел на фиг.2. От предавателя на информация 1 към цифровия изчислител постъпва двочна информация със скорост V_{in} . Цифровия изчислител представлява съвкупност от алгоритъм, софтуер, съответно хардуерно решение и налична памет, обработва постъпващата информация и подава резултата от обработката към приемника на информация 3 със скорост V_{out} .

Цел на настоящата работа се явява намирането на взаимната връзка между характеристиките на предавателя на информация, свойствата на алгоритъма, възможностите на софтуера и конкретните характеристики на хардуера. Намирането на такава връзка би дало възможност за оптимизация и повишаване ефективността на цялата цифрова система. Работата на хипотетичния изчислител фиг.2 ще се разглежда, изхождайки от основните принципи заложи в микропроцесорите.

За нормалното функциониране на системата от фиг.2 е необходимо, постъпващата информация да бъде обработена с минимални загуби. Това условие налага изискването за съгласуване по пропускателна способност на информацията C_{ty} на цифровото изчислително устройство.

Количеството информация на един дискрет, при използване на микропроцесори най-удобно се характеризира с мярката на Хартли, $I_d = \log_2 N$ [bitt], където I_d е количеството информация а N е броя нива на квантуване. Микропроцесорите извършват аритметични и логически операции над последователност от битови комбинации - байтова,

съставени от фиксирано число битове K_b . В този случай количеството информация от един дискрет ще бъде:

$$I_d = i \log_2 N = \log_2 2^{K_b} = K_b \quad [\text{bitt}]$$

Пропускателната способност на канала за връзка се определя с израза $C_k = V_p \cdot I_d$, където V_p е скорост на постъпване на информацията. Аналогично на тази формула може да се изрази пропускателната способност на канала за обработка на информация:

$$C = V_w \cdot I_d = K_b / T_s \quad (1)$$

където V_w е скоростта, а T_s времето за обработка на информацията от един дискрет. По такъв начин, задачата за определяне на пропускателната възможност на канала се свежда до определянето на времето за обработка на информацията от един дискрет. Това време е функция на избрания алгоритъм на работа, конкретните характеристики на хардуера, ефективността на софтуера и др.

Задачата R , която решава цифровата изчислителна система може да охарактеризираме с множество параметри I . Задачата $R(I)$ може да бъде решена с помощта на алгоритъма $A(X)$. Компонентите на вектора на параметрите X се явяват общите характеристики на алгоритъма, число итерации, степен на апроксимация, общо число и последователност на извършваните операции определящи системата на Гибсон [2].

Съставляващите на системата на Гибсон са условните вероятности $P(i/A)$ за изпълнението на отделното i -то действие от вектора на параметрите X на алгоритъма $A(X)$. По такъв начин се отразява статистиката (честотата на използване) на отделните аритметични и логически действия в алгоритъма. При това е необходимо да бъде изпълнено условието за нормиране.

$$\sum P(i/A) = 1$$

Цифровото изчислително устройство може да бъде реализирано с помощта на конкретно хардуерно решение - микропроцесор $M(Y)$. Като параметри Y могат да бъдат, числото разряди K_b , числото и вида различни команди които има избрания микропроцесор, времето за един машинен такт и др. Тъй като всички команди които изпълнява микропроцесора, еднозначно са свързани с машинния такт, всяка команда ще я характеризираме с общо число машинни тактове.

Следователно времето за обработка на един дискрет от решаваната задача $R(L)$ зависи от използвания алгоритъм $A(X)$ и микропроце-

сора $M(Y)$. Използвайки въведените вектор параметри за пропускателната способност можем да запишем:

$$C = \frac{K_b}{T(X, Y/L)} = \frac{K_b}{\sum T(K_b, X, Y/L)} \quad (2)$$

където, $T(X, Y/L)$ е времето за обработка на един дискрет при условие че са избрани алгоритъм с вектор параметри X , микропроцесор с вектор параметри Y за решаването на задачата $R(L)$ се състои от i_s условни вероятности на различните алгоритмични действия, общото число на извършваните действия n_{sum} и тяхната последователност. Условието за нормиране на условните вероятности е изпълнено $P(i/A)=1$. За избрания микропроцесор като параметри приемаме, числото машинни тактове необходими за изпълнението на всяка една операция n_i , за подготовката на операндите n_{po} , за записа на резултата n_{zr} , както и за времето за изпълнение на един машинен такт t_{mt} и разрядността на микропроцесора K_b . При така избраните вектор параметри за $T(X, Y/L)$ можем да запишем:

$$T(X, Y/L) = t_{mt} \cdot n_{sum} \sum_i [P(i/A) \cdot (n_i + n_{po} + n_{zr})] = t_{mt} \cdot n_{sum} [\sum P(i/A) \cdot n_i + n_{po} + n_{zr}] \text{ [сек]}$$

Замествайки получения израз в (2) за пропускателната способност на канала за обработка на информация при решаване на задачата $R(L)$ имаме:

$$C = \frac{K_b}{t_{mt} \cdot n_{sum} [\sum P(i/A) \cdot n_i + n_{po} + n_{zr}]} \text{ [bitt / sek]} \quad (3)$$

В (3) влизат вектор параметрите на използвания алгоритъм $A(X)$, чрез условните вероятности $P(i/A)$ и общото число различни операции i_s . Компонентите на вектор параметрите на микропроцесора, числото машинни тактове необходими за изпълнението на i -тата операция n_i , за подготовката на операндите n_{po} и записа на резултата n_{zr} .

Ако за микропроцесора в качеството на параметри въведем величина характеризираща относителната пропускателна способност за всяка една извършена операция:

$$C_i^* = \frac{K_b(m)}{t_{mi} \cdot n_i} \quad (k \geq m) \quad [\text{bitt/sek}]$$

Заместването и в (3) позволява да получим зависимостта за C в следния вид:

$$C = \frac{1}{n_{\text{sum}} \left(\sum \frac{P(i/A)}{C_i^*} + \frac{1}{C_{\text{po}}} + \frac{1}{C_{\text{zr}}} \right)} \quad [\text{bitt/sek}] \quad (4)$$

Получените зависимости (3) и (4) позволяват да бъде определена пропускателната способност на канала за цифрова обработка на информация. В тази зависимост се съдържат определящите временни параметри на избрания алгоритъм $A(X)$ и микропроцесор $M(Y)$. Формули (3) и (4) позволяват да бъде решавана вариационна задача по намирането на различни алгоритми и типове микропроцесори с цел да бъде осигурена необходимата пропускателна способност на канала при зададена скорост на постъпване на информацията V_{in} .

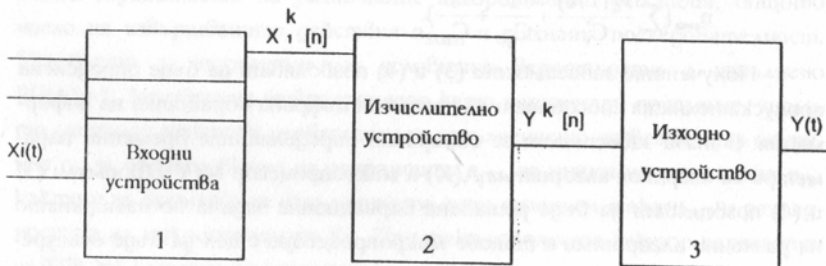
В съответствие с информационния модел на цифровата изчислителна система фиг.2, зависимостите (3) и (4) отразяват свойствата на избраните алгоритъм и софтуер по които работи микропроцесора. Относно използваната памет можем да кажем следното: Да предположим, че във вектора на параметрите на алгоритмите $A(X)$ влиза компонента определяща количеството необходима обем памет m_{mem} за времето на изпълнение на алгоритъма. Във вектора на параметрите за микропроцесора $M(Y)$, ще въведем компоненти определящи адресното пространство $r_{\text{m}}[\text{bitt}]$ и $r_{\text{soft}}[\text{bitt}]$ необходимия обем памет за програмиране на избрания алгоритъм. В такъв случай възможностите на алгоритъма, програмата и разпределението на паметта можем да изразим чрез неравенството:

$$n_{\text{mem}} \cdot m < r_{\text{mem}} - r_{\text{soft}}$$

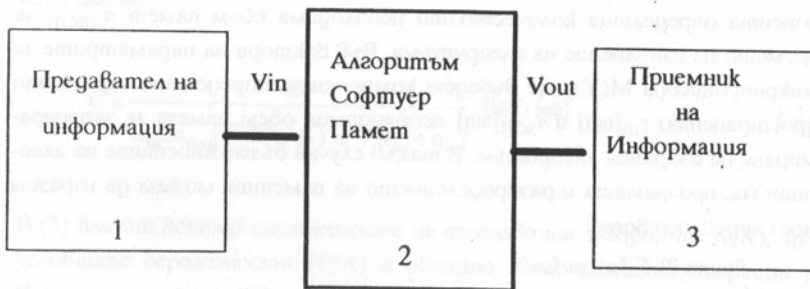
Последната зависимост, съвместно с (3) и (4) позволяват пълноценно да бъде охарактеризиран всеки един цифров канал за обработка на информация при решаването на различни задачи. С тяхна помощ могат да бъдат оптимизирани отделни елементи от съставните компоненти - алгоритъм, софтуер и хардуер на цифровия канал.

Литература.

1. Гвардейцев М. И. и др. "Специальное математическое обеспечение управления", М. "Советское радио", 1988г.
2. Королев Л. Н. "Структуры ЭВМ и их математическое обеспечения", М. Наука, 1988г.



Фиг. 1 Обобщена функционална схема на цифрово изчислително устройство



Фиг. 2 Информационен модел на цифрово изчислително устройство.