Информационные процессы, Том 5, № 1, 2005, стр. 29–32.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

КОММУТАЦИОННЫЕ СТРУКТУРЫ ДЛЯ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

В.А.Гармаш

Институт проблем передачи информации, Российская академия наук, Москва, Россия
Поступила в редколлегию 6.12.2004

Аннотация—Описана структура коммутационной схемы для систем дистанционного обучения. Приведены необходимые и достаточные условия, которым должны удовлетворять параметры односвязной многокаскадной схемы, построенной методом итерации для того,чтобы она допускала неодинарную или неодинарную с ограничением разовую коммутацию.

1. ВВЕДЕНИЕ

В ситемах контроля и управления, информационных сетях, в том числе и системах дистанционного обучения, важное место занимают коммутационные системы, предназначенные по заданной программе управления осуществлять распределение данных от источников к потребителям. В отличия от многих коммутационных структур, используемых в технике связи, в системах дистанционного обучения возникает потребность передачи обучающей и другой информации от одного источника одновременно нескольким потребителям. Поэтому необходимо построение эффективных (по объему оборудования) коммутационных систем. Ниже рассматривается задача построения таких коммутационных систем, а в приложении приводятся необходимые и достаточные условия, которым должны удовлетворять параметры предлагаемых архитектур.

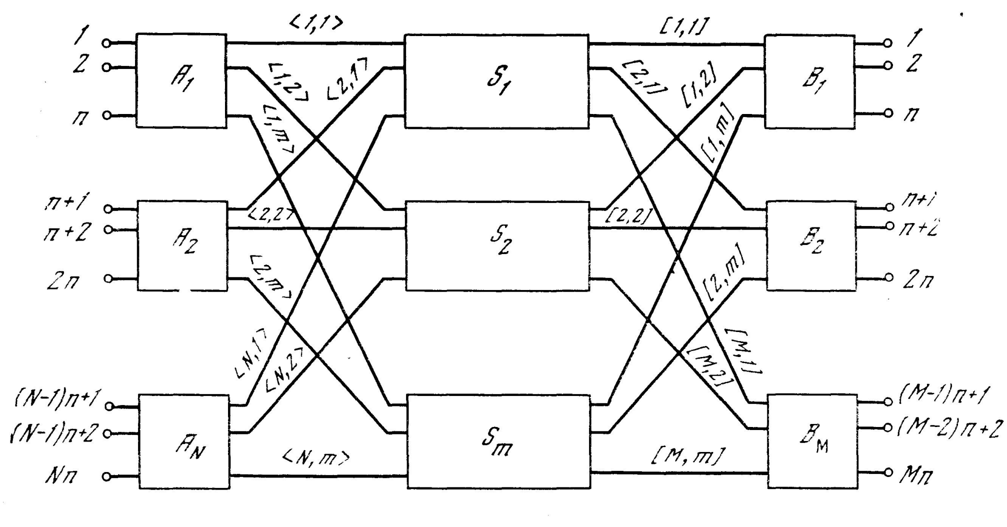
2. ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ КОММУТАЦИОННЫЕ УСТРОЙСТВА

Для различных режимов работы целесобразно использовать и соотвествующие структуры коммутационных устройств, так как при этом может быть обеспечена оптимальность структуры, а часто упрощается и сам алгортм установления соединений.Так, для рассматриваемого случая может использоваться и простой коммутатор на N входов и N выходов, но при этом и сложность (число точек коммутации) имеет порядок N^2, в то время как многокаскадная коммутационная схема для одиночной коммутации имеет сложность $N \log N$.

Рассматриваемый способ работы устройства, когда один вход схемы может быть соединен одновременно с несколькими выходами, называется неодинарным [1], в отличие от способа работы схемы, который называется одинарным, когда могут быть установлены лишь попарные соединения.Здесь же используется и режим разовой коммутации, когда перед каждым актом установления соединений имеется и используется вся информация о требуемых наборах соединений входов с соотвестующими выходами, изестная к данному момену (в отличие от режима случайного поступления требований на соединения). Этот режим работы как раз и характерен для систем дистанционного обучения. Отметим, что для систем телефонной связи характерен режим одиночной коммутации, когда входы и выхлды соединяются попарно,причем, требования на соединения постуают случайно.

3. СТРУКТУРЫ КОММУТАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ

Коммутационная система S допускает неодинарную разовую коммутацию, если каково бы ни было множество ее входов $a_1, a_2, \ldots, a_n$ и каково бы ни было множество ее входов $G_i = \{b_{i1}, b_{i2}, \ldots, b_{il(i)}\}$,



каждый вход a_i можно соединить с каждым выходом из G_i так, чтобы соединения, исходящие из разных входов, попарно не пересекались.

Впервые многокаскадную схему неодинарной коммутации предложил Ю.П.Офман [2].Он построил многокаскадную схему, соединив последовательно "две с половиной" схемы разовой одинарной коммутации. Во-первых, схема Офмана была построена на двоичных коммутаторах и число входов в ней Nn равнялось числу выходов Nn, во-вторых, число каскадов в ней равнялось $3Nn \log Nn + 1$.

Здесь рассматривается другой способ построения таких схем. Предлагаемые схемы построены на основе трехкаскадных схем и, при этом, число входов не обязательно равно числу выходов. Рассматриваемая схема представлена на рисунке. Здесь $A_1, A_2, \dots, A_N$ - входные коммутаторы, имеющие каждый n входов и m выходов, $B_1, B_2, \dots, B_M$ - выходные коммутаторы, имеющие n входов и m выходов, а $S_1, S_2, \dots, S_m$ - подсхемы, имеющие N входов и M выходов.

Основными результатами для этой схемы являются следующие утверждения.

Утверждение 1.Если $m > n$ и подсхемы $S_1, S_2, \dots, S_m$ допускают неодинарную разовую коммутацию,то вся схема допускает неодинарную разовую коммутацию.

Утверждение 2.Если $n \geq m^2$ и

$$N \geq N_0 = (n-1)C_{n^2-1}^{n-1} + 1$$

$$M \geq M_0 = N_0 n^{n-1} C_{(n-1)C_{n^2-1}^{n-1}}^{n-1},$$

то каковы бы ни были подсхемы $S_1, S_2, \dots, S_m$, схема не допускает неодинарную разовую коммутацию.

На практике максимальное число выходов, с которыми может быть соединен любой вход схемы, определяется струтурой той системы, в состав которой входит рассматриваемое устройство коммутации, и ограничивается некоторым чмслом r, значитительно меньшим, чем число выходов коммутационной системы. В связи с этим представляет интерес построение и исследование схем, допускающих неодинарную разовую коммутацию с ограничением.

Коммутационная система S допукает неодинарную с ограничением $r, r \geq 2$, разовую коммутацию, если каково бы ни было множество ее входов и каковы бы ни были попарно непересекающиеся подмножества ее выходов $G_i = \{b_{i1}, b_{i2}, \dots, b_{il(i)}\}$, удовлетворящие условию $l(i) =\mid G \mid < r$, каждый вход a_i можно соединить с каждым выходом из G_i так,чтобы соединения, исходящие из разных входов, попарно не пересекались.

Основными результатами для этой схемы являются следующие утверждения.

Утверждение 3. Если $m \geq rn$, r — целое число и подсхемы $S_1, S_2, \ldots, S_m$ допускают одинарную разовую коммутацию,то схема допускает неодинарную с ограничением r разовую коммутацию.

Утверждение 4. Если $m \leq rn - 1$ и

$$N \geq N_0 = C_{m-1}^{r-1}(r-1) + 1,$$
$$M \geq M_0 = N_0 n^{r-1} C^{r-1}_{(r-1)C^{r-1}_{rn-1}},$$

то каковы бы ни были подсхемы $S_1, S_2, \ldots, S_m$ схема не допускает неодинарной с ограничением r разовой коммутации.

Доказательства приведены в приложении.

В качестве примера можно указать на известную схему Клоза [3],обычно используемую для одинарной коммутации. При использовании схемы, построенной на коммутаторах 2×2 и 2×3, она допускает неодинарную с ограничением 2 коммутацию [4]. Другой пример. Неблокирующая схема Клоза, использующая в крайних каскадах коммутаторы 2×3 при общем числе входов ≥ 8 и выходов ≥ 48, не допускает неодинарной с ограничением 6 разовую коммутацию

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описана структура коммутационной схемы, которая может быть использована в системе дистанционного обучения, где необходима передача информации от одного источника одновременно ко всем или нескольким потребителям.Коммутационная схема является оптимальной по составу оборудования.Приведены необходимые и достаточные условия, которым должны удовлетворять параметры коммутационного устройства.

5. ПРИЛОЖЕНИЕ

Доказательство Утверждения 1.

Занумеруем входы и выходы схемы так, чтобы коммутатору A_i прнадлежали входы с номерами $(i-1)n + \alpha, \alpha = 1, 2, \ldots, n$ и коммутатору B_k выходы с номерами $(k-1)n + \beta, \beta = 1, 2, \ldots, n$. Выходы коммутатора A_j, являющегося выходом подсхемы S_j, обозначим $< i, j >$. Вход коммутатора B_k, являющегося входом подсистемы S_j, обозначим $[k, j]$. Пусть задан некоторый список требований на соединения, в котором множества выходов $G_p = \{b_{p1}, b_{p2}, \ldots, b_{l(p)}\}$, с которыми должны быть соединены входы $\alpha_p, p = 1, 2, \ldots, N_1, N_1 \leq N_n$,попарно не пересекаются. Требуемые соединения будем устанавливать, придерживаясь следующего алгоритма

Шаг 1. Записать номера входов a_p и номера выходов b_{pt},

$$t = 1, 2, \ldots, l(p), p = 1, 2, \ldots, N_1, N-1 \leq Nn \text{в виде}$$

$$a_p = (i_p - 1)n + \alpha_p, 1 \leq i_p \leq N, 1 \leq \alpha_p \leq n$$
$$b_{pt} = (k_{pt} - 1) + \beta_{pt}, 1 \leq k_{pt} \leq M, 1 \leq \beta_{pt} \leq n.$$

Шаг 2. В коммутаторе A_{jp} установить соединения между входом $(i_p)n + \alpha_p$ и выходами

$$< i_p, (\alpha_p - 1)n + \beta_{pt} >, 1 \leq t \leq l(p), p = 1, 2, \ldots, N-1$$

Шаг 3. В коммутаторе B_{kpt} установить соединение между входом $[k_{pt}(\alpha_p - 1)n + \beta_{pt}]$ и выходом $(k_{pt})n + \beta_{pt}, 1 \leq t \leq l(p), p = 1, 2, \ldots, N-1$

Шаг 4. В подсхеме $S(\alpha_p - 1)n + \beta_{pt}$ в соотвествии с тем,что она допускает неодинарную разовую коммутацию, установить соединения между ее входами $< i_p, (\alpha_p - 1)n + \beta_{pt} >$ и выходами $[k_p, (\alpha_p - 1)n + \beta_{pt}]$.

Можно проверить, что в результате выполнения описанного алгоритма каждый из заданных входов a_p окажется соединенным с каждым соотвествующим ему выходом b_{pt}, и соединения, исходящие из разных входов, будут попарно не пересекаться.

Для доказательства Утверждения 2 достаточно рассмотреть случай $m = n^2 - 1$.

Доказательства Утверждений 3 и 4 могут быть проведены таким же методом, что и Утверждение 1.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Харкевич А.Д. Некоторые соображения о классификации требований, предявляемым к коммутационным системам. В кн.: *Массовое обслуживание в системах передачи информации.* М.,Наука, 1969. С 105-110.

2. Офман Ю.П. Универсальный автомат. *Труды Моск. матем. об-ва*. М.: Изд-во МГУ, 1965. С 185-199.

3. Close C. A study of non-blocing switching networks. *BSTJ*, 1953. С 406-424

4. Гармаш В.А.,Шор Л.А. О неодинарной с ограничением разовой коммутации. В кн.: *Информационные сети и автоматическая коммутация, ВСИС-3*. М.: Наука, 1975. С 99-101