



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

имени Н.Э. БАУМАНА

Учебное пособие

Курс лекций по дисциплине

«Автоматизация проектирования электронных средств»

МГТУ имени Н.Э. Баумана

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени Н.Э. БАУМАНА

Курс лекций по дисциплине

«Автоматизация проектирования электронных средств»

Москва
МГТУ имени Н.Э. Баумана

2012

УДК 681.3.06(075.8)

ББК 32.973-018

И201

Курс лекций по дисциплине «Автоматизация проектирования электронных средств»

М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 19 с.: ил.

В курсе лекций рассмотрены основные этапы, их последовательность и содержание по выполнению домашних заданий по единому комплексному заданию по блоку дисциплины «Автоматизация проектирования электронных средств».

Ил. 39. Табл. 5. Библиогр. 7 назв.

УДК 681.3.06(075.8)

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012

АННОТАЦИЯ

В лекциях рассматривается преобразование электрической принципиальной схемы, с целью ее дальнейшей комбинации в блоки, для более эффективного размещения блоков на печатной плате. В ходе выполнения задания было проведено ряд преобразований исходной схемы. Преобразование состоит из трех этапов: базовое преобразование, итогом которого является расширенная таблица соединений, итогом второго этапа является составление схемы межузловых соединений. И итогом последнего этапа является разработка алгоритма для написания программы автоматизации процесса размещения блоков на плате.

ANNOTATION

The paper deals with the conversion of electric concept, with a view to further combinations in blocks for a more efficient allocation of blocks on the PCB. In the course of the assignment was carried out a series of transformations of the original scheme. The transformation consists of three phases: basic transformation, which is the result of the extended connection table, the result of the second step is mapping the cross-site connections. And the outcome of the last stage is to develop an algorithm to automate the process of writing a program placing blocks on the board.

до студента гр. ИУ4-72 МГТУ им. Н.Э. Баумана

Александрова Владимира
эти лекции по курсу
вспомогательного проектирования
электронной аппаратуры

ан. 11 окт.

конс. 30 дек, 11 ч. 00

Литература

Александров, А.И. Математика, Автоматизация проектирования ИИ
изд. "Высшая школа", 1990. (учебник)

Александров, А.И. Основы автоматизированного проектирования
изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. (учебник)

Александров, А.И. Автоматизация проектирования
оптимизационных задач при проектировании ИИ
2001.

Александров, А.И. Проектирование аппаратуры, М. изд. МГТУ

Александров, А.И., Петелицын, А.С. "Формальное проектирование ИИ"
"Сов. радио", 2002.

Александров, Владимир Николаевич

Основные задачи курса.

- общие принципы, методы и средства САПР
- изучение методов проектирования аппаратуры
- овладение методами решения типовых задач проектирования; изучение реальных алгоритмов, используемых в САПР, взаимодействие с аппаратными средствами

Понятие об автоматизации проектирования

под АП понимается систематическое применение ЭВМ и периферийного узла в процессе проектирования при обновлении распределения функций и/или проектирования и ЭВМ, а также при обновлении выбора методов решения задачи.

Человек решает задачи творческого характера.

Предоставление и задачам, решаемым ЭВМ.

1) Возможности автоматизации

2) Дадимая информация, чем без ЭВМ

29 окт.
2001

По методам: неадекватные принципы
использовались, отвечающий требованиям
— достижение высокой точности,
— степень универсализации
— малое машинное время

А — Сложность структуры и интеграционный состав узла
D — Наличие карт и форматов в разн. решениях
3 — При учете разбора параметров компонентов, а
D — также децентрализованных параметров
A — Появилась возможность синтеза топологии,
H — включая разнородные элементы на плате и разветвления
C — соединений.
T — Верификация изменений

Системный подход к проектированию

позволяет выделить наиб. важные характеристики
свойства функций системы, а также учесть
наиболее сложные для данной сист. параметры

разнообразные в том, что многозначные
элементы "встраиваются" в иерархическую

в основе которой лежит ЭВМ.

СП — система управления сложными системами.

Они решают СП.

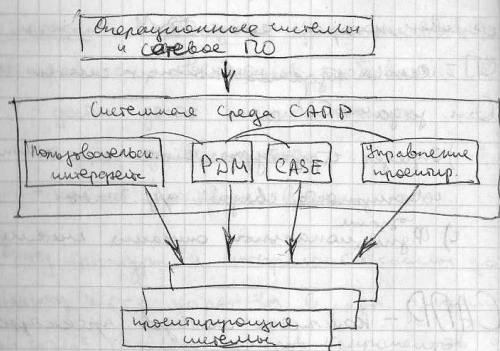
1) Определяет структуру системы, а также
совместимость связей и/или элементов.

2) Функциональное описание системы

САПР — комплекс методов проектирования для автоматизации этапов, формализованных в виде совокупности правил, а также включения в себя описывающую систему и средства, позволяющие ее реализовать.

Структура САПР

- корректирующая система
- проектирующая система



PDM - Product Data Management -

- система управления проектно-техническими

Des PM - и/с пользовательского интерфейса
Design Process Management

CASE - Computer Aided Software Engineering

- и/с разработки и сопровождения ПО

Виды обеспечения САПР

- 1) Техническое обеспечение - разраб. аппаратуры, база ЭЗМ, ПЧ, сервисное оборудование, линии связи и измерительные средства

2) Математическое обеспечение (МО) - б-е численные алгоритмы и/у разраб. и ЭВМ:

языки программирования, алгоритмы обработки данных и/у текст. САПР

3) Программное обеспечение (ПО)

4) Математическое обеспечение (МО)

объединяет мат. методы, модели и алгоритмы.

5) Информационное обеспечение (ИО), сост.

из БД, СЭБД (всего - база данных)

6) Методическое обеспечение

7) Организационное обеспечение

Разновидности САПР

Классификация по назначению, целевому назначению, масштабу, хар-гу базовых сист (эдр)

По назначению: для применения в области машиностроения и/с Mechanical CAD

3) для РЭ ЭСАД = Electronic CAD.

4) для в области архитектуры и проектирования

видов можно выделить направления в разных областях: САПР БИС, ПА.

2) По целевому назначению - обеспечиваются различные типы проектирования:

CAD/CAM/CAE.

а) САПР функционального проектирования. САПР-Ф (CAE)
Computer Aided Engineering

б) конструкторские САПР - САПР-К (CAD)
обычно машиностроения

в) технологические САПР - САПР-Т (CAM)

3) По масштабам

а) Программно-методическое обеспечение

б) Комплекс анализа электрических схем

"и.т.д."

4) По хар-гу базовых подсистем

а) САПР на базе и/с машинной графики (автом. процедура - конструирование)

б) САПР на базе СЭБД

в) на базе конкретного прикладного пакета

Основные уровни проектирования

ТЗ на разработку.

1 - механическое проектирование

2 - схемотехническое проектирование

3 - техническое проектирование:

- конструкторское

- технологическое

↓

ТЗ

① - анализировать: надежность, стоимость, воспроизводимость, массо-габариты, хар-ки

узкие места: нагрузки, анализ

уточнение: детали, расчеты, и/у расчетов

Исходная задача - разраб. оптимальной структуры

Рез-тат - схема технического устройства

2) Вых. в ед-е: колическая присущая
модерн.
анализ поиск соед.

Во время 1П процесс привязки по структуре и системе функций или баз. т-ов, при этом ун-л. пар-р. сп-т, временно задерживается т-ов и процесс. разделение ветвильных соед на допустимые по числу входов.

Рез-ат — функциональная матрица или ее полная принципиальная схема формальной связи соед.

- компоновка; — разделение схемы на узлы
- размещение;
- трассировка;
- выпуск КД

Разделение

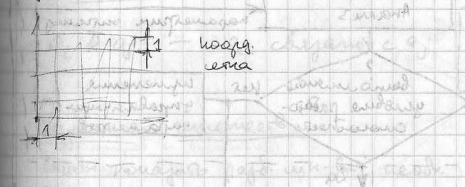
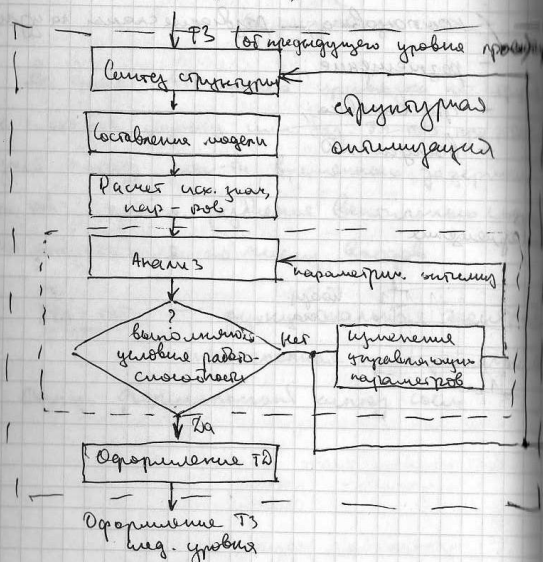


Схема процесса проектирования (на примере иерархического уровня)



Методы математического описания
технических объектов в САПР.

Под ММ понимаем систему методов, описывающую функциональный объект с требуемой точностью и его поведение в реальных условиях.

Основные понятия теории множеств

$a_i \in A_j$ — a_i связано с A_j

Разделение множеств

Множ-ва можно разд. на 2-е, неск.

1. Множ-во A имеет т-р-н $A_i \neq \emptyset, i = \overline{1, n}$;

2. Пересечение 2^x мн-в A_i пусто

$A_i \cap A_j = \emptyset; i \neq j, i, j = \overline{1, n}$;

3. Объединение мн-в A_i дает исходное

$\bigcup_{i=1}^n A_i = A$

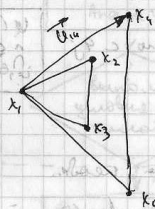
Основные понятия и опред. теор. графов

Граф - мн-во m -ров и связей n/g между

$$G = (X, U)$$

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$$

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}, u_{ij} \in U - \text{звч, связывающ. верш.}$$



$\vec{u}_{ij}$ - направл.

$\tilde{u}_{ij}$ - ненаправл.

Степень - вершина, связ. ребрами

Степень универсальности - мн-во дуг, связ. с вершиной

$P(x_i)$

$$P(x_1) = 4, P(x_2) = 2, P(x_3) = 2, P(x_4) = 2, P(x_5) = 2$$

$$A = \{A_{ij}\}$$

В направл. графе все вершины попарно связны.



$$G = (X, U)$$

$$K = \frac{n(n-1)}{2} = |U|$$

Красные ребра превращают граф в мультиграф. Мультиграф - мн-во кратности ребер.

Раскраска графа

Множ-во задан граф G без петель

$$G = \{X, U\}$$

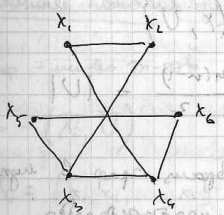
Раскраской графа наз. разбиение мн-ва на вершин на P непересекающихся подмножеств, кажд. из к-х удовлетв.

$$1) \bigcup_{i=1}^P X_i = X$$

$$2) X_i \cap X_j = \emptyset \quad \forall i \neq j$$

3) Каждое подмнож-во X_i не содержит смежных вершин.

$$\forall X_i \in X (x_i \notin X_j);$$



$$X_1 = \{x_1, x_3, x_6\}$$

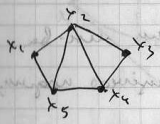
$$X_2 = \{x_2, x_4, x_5\}$$

$$\chi(G) = 2$$

хроматическ. число

мин. число окраск-б, ка к-е м. раскрасить граф

Видение внутренне ориентирован мн-во граф



1) Записать м-матр. графа

$$C = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 & x_5 \\ x_1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ x_2 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ x_3 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ x_4 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ x_5 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

2) Построить симметрич. матри. графа ставим на диагонали 1

$$C_s = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

3) Просматриваем первую строку до первого нуля. Пусть он в q -м столбце, берем q -ю строку.

$$1) \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \rightarrow S_{1,q}$$

$$\begin{aligned} 1+1 &= 1 \\ 1+0 &= 0, 1+1=1 \\ 0+0 &= 0 \end{aligned}$$

Если в $S_{1,q}$ нет 0, то первое подмнож-во $M_1 = \{1, 3\}$

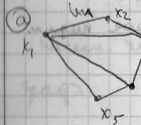
Если в строке нуля $S_{1,q}$ есть нуль, то выделяем первый нуль при просмотре слева направо, пусть он содержится в z -м и т.д.

Способы представления графов

1) Геометрический

2) Аналитический

3) отображения и соответствия



$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$$

$$\Gamma = \{\Gamma_i\} \text{ — отображение}$$

$$G = \{X, \Gamma\}$$

$$\Gamma_1 = \{x_2, x_3, x_4, x_5\}$$

$$\Gamma_2 = \{x_2, x_3, x_4\}$$

2) в виде множества вершин, мн-ва ребер и смежного графика, инцидентности

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$$

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$$

$$F = \{x_i, u_k, x_j\} \quad i \neq j, i, j = \overline{1, n}$$

$$F = \{x_k, u_i, x_2\} \quad i$$

3) два различных рода преобразования графов и матриц ред.

1. матрица смежности вершин A

2. матрица смежности ребер W

3. матрица инцидентности S



$$A = \|a_{ij}\|_{n \times n}$$

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } x_i \text{ и } x_j \\ 0, & \text{если } x_i \text{ и } x_j \end{cases}$$

$$A = \begin{matrix} & x_1 & x_2 & x_3 & x_4 & x_5 \\ x_1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ x_2 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ x_3 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ x_4 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ x_5 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{matrix}$$

2. Матр. смежности ребер (инцидентности верш.)

$$W_{m \times n} = \|w_{ij}\|, \quad m - \text{число ребер графа}$$

$$w_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } u_i \text{ и } x_j \\ 0, & \text{если } u_i \text{ и } x_j \end{cases}$$

$$W = \begin{matrix} & u_1 & u_2 & u_3 & u_4 & u_5 \\ u_1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ u_2 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ u_3 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ u_4 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ u_5 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ u_6 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{matrix}$$

3. Матр. инцидентности

$$S_{n \times m} = \|s_{ij}\|; \quad s_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } x_i \text{ и } u_j \\ 0, & \text{если } x_i \text{ и } u_j \end{cases}$$

S_{ij} — инцидентность

$$S = \begin{matrix} & u_1 & u_2 & u_3 & u_4 & u_5 & u_6 \\ u_1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ u_2 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ u_3 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ u_4 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ u_5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{matrix}$$

Если ребро выходит из вершины x_i , $s_{ij} = 1$
если входит $s_{ij} = -1$

Формальное описание топологического счета

КС



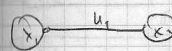
$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$$

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$$

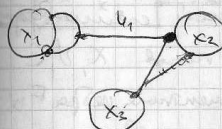
$$C = \{c_{i1}, c_{i2}, \dots, c_{in}\} \quad - \text{мн-во выходов}$$

Входные генераторы элементов $x_0 \rightarrow c_0$

два сп. п. систем нод. связанными, если они имеют общий источник.



$$d_{x_1} = 2$$



$$d_{x_1} = 4$$

$$V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$$

$$C = \bigcup_{j=1}^m V_j$$

Множество коммутаций узлов

предст. собой разбиение мн-ва выходов на непересекающиеся классы типов π_i

$$U_i \cap U_j = \emptyset$$

$$|C| = \sum_{i=1}^n |C_i| = \sum_{j=1}^h p_j$$

$|C|$ — общее кол-во выходов в системе

$|C_i|$ — общее число выходов i -го типа

p_j — количество разрядов j -го типа

Поэлементно пометить пути n -ов, входящих одной цепью

Построение графа помехи сигнала

При интерпрет. данных сигнала будем иметь вершины 3^x типа X, V, C

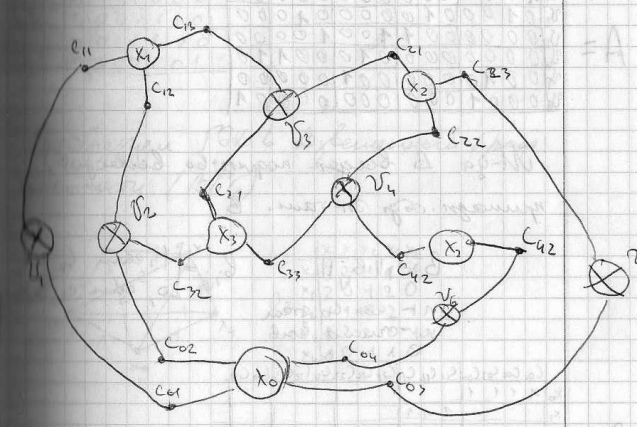
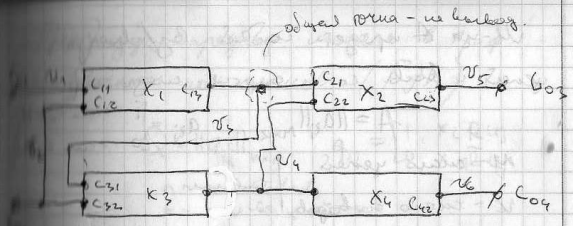
Будем различать элементарные ребра F и сигнальные W .

Элем. ребра стр. принадлежат выводу из м-ва C n -там из м-ва X и n парам вершин $x_i \rightarrow c_k$

Сигнальные ребра стр. возникли в м-ве из C в элементар. цепи (c_k, v_j)

Основ. этапы формализ. м.прим.сх

- 1) Кодирование
- 2) Превр. изв. инф-ии в виде списка стр.
- 3) Построение модели ЭК
- 4) Ввод инф-ии ох. цепи в ЭК в анализ. вид (в виде списков стр. строк или матриц)



М-ва A предст. собой булевой матрицы и введ. со. и стр. изв. стр.

$$A = \|a_{ij}\|_{m \times k}, \quad a_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{если } c_k \in U_i \\ 0 & \text{если } c_k \notin U_i \end{cases}$$

m - число цепей
 k - число выводов

$$A = \begin{matrix} & c_{01} & c_{02} & c_{03} & c_{04} & c_{05} & c_{06} & c_{07} & c_{08} & c_{09} & c_{10} & c_{11} & c_{12} & c_{13} & c_{14} & c_{15} & c_{16} & c_{17} & c_{18} & c_{19} & c_{20} & c_{21} & c_{22} & c_{23} & c_{24} & c_{25} & c_{26} & c_{27} & c_{28} & c_{29} & c_{30} & c_{31} & c_{32} & c_{33} & c_{34} & c_{35} & c_{36} & c_{37} & c_{38} & c_{39} & c_{40} & c_{41} & c_{42} & c_{43} & c_{44} & c_{45} & c_{46} & c_{47} & c_{48} & c_{49} & c_{50} & c_{51} & c_{52} & c_{53} & c_{54} & c_{55} & c_{56} & c_{57} & c_{58} & c_{59} & c_{60} & c_{61} & c_{62} & c_{63} & c_{64} & c_{65} & c_{66} & c_{67} & c_{68} & c_{69} & c_{70} & c_{71} & c_{72} & c_{73} & c_{74} & c_{75} & c_{76} & c_{77} & c_{78} & c_{79} & c_{80} & c_{81} & c_{82} & c_{83} & c_{84} & c_{85} & c_{86} & c_{87} & c_{88} & c_{89} & c_{90} & c_{91} & c_{92} & c_{93} & c_{94} & c_{95} & c_{96} & c_{97} & c_{98} & c_{99} & c_{100} \\ \begin{matrix} x_0 \\ x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \\ x_7 \\ x_8 \\ x_9 \\ x_{10} \\ x_{11} \\ x_{12} \\ x_{13} \\ x_{14} \\ x_{15} \\ x_{16} \\ x_{17} \\ x_{18} \\ x_{19} \\ x_{20} \\ x_{21} \\ x_{22} \\ x_{23} \\ x_{24} \\ x_{25} \\ x_{26} \\ x_{27} \\ x_{28} \\ x_{29} \\ x_{30} \\ x_{31} \\ x_{32} \\ x_{33} \\ x_{34} \\ x_{35} \\ x_{36} \\ x_{37} \\ x_{38} \\ x_{39} \\ x_{40} \\ x_{41} \\ x_{42} \\ x_{43} \\ x_{44} \\ x_{45} \\ x_{46} \\ x_{47} \\ x_{48} \\ x_{49} \\ x_{50} \\ x_{51} \\ x_{52} \\ x_{53} \\ x_{54} \\ x_{55} \\ x_{56} \\ x_{57} \\ x_{58} \\ x_{59} \\ x_{60} \\ x_{61} \\ x_{62} \\ x_{63} \\ x_{64} \\ x_{65} \\ x_{66} \\ x_{67} \\ x_{68} \\ x_{69} \\ x_{70} \\ x_{71} \\ x_{72} \\ x_{73} \\ x_{74} \\ x_{75} \\ x_{76} \\ x_{77} \\ x_{78} \\ x_{79} \\ x_{80} \\ x_{81} \\ x_{82} \\ x_{83} \\ x_{84} \\ x_{85} \\ x_{86} \\ x_{87} \\ x_{88} \\ x_{89} \\ x_{90} \\ x_{91} \\ x_{92} \\ x_{93} \\ x_{94} \\ x_{95} \\ x_{96} \\ x_{97} \\ x_{98} \\ x_{99} \end{matrix} \end{matrix}$$

М-ва B введет помет. во выводы, принад. стр. n -там. B

$$B = \|b_{ij}\|, \quad b_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{если } c_k \in U_i \\ 0 & \text{если } c_k \notin U_i \end{cases}$$

$$B = \begin{matrix} & c_{01} & c_{02} & c_{03} & c_{04} & c_{05} & c_{06} & c_{07} & c_{08} & c_{09} & c_{10} & c_{11} & c_{12} & c_{13} & c_{14} & c_{15} & c_{16} & c_{17} & c_{18} & c_{19} & c_{20} & c_{21} & c_{22} & c_{23} & c_{24} & c_{25} & c_{26} & c_{27} & c_{28} & c_{29} & c_{30} & c_{31} & c_{32} & c_{33} & c_{34} & c_{35} & c_{36} & c_{37} & c_{38} & c_{39} & c_{40} & c_{41} & c_{42} & c_{43} & c_{44} & c_{45} & c_{46} & c_{47} & c_{48} & c_{49} & c_{50} & c_{51} & c_{52} & c_{53} & c_{54} & c_{55} & c_{56} & c_{57} & c_{58} & c_{59} & c_{60} & c_{61} & c_{62} & c_{63} & c_{64} & c_{65} & c_{66} & c_{67} & c_{68} & c_{69} & c_{70} & c_{71} & c_{72} & c_{73} & c_{74} & c_{75} & c_{76} & c_{77} & c_{78} & c_{79} & c_{80} & c_{81} & c_{82} & c_{83} & c_{84} & c_{85} & c_{86} & c_{87} & c_{88} & c_{89} & c_{90} & c_{91} & c_{92} & c_{93} & c_{94} & c_{95} & c_{96} & c_{97} & c_{98} & c_{99} & c_{100} \\ \begin{matrix} x_0 \\ x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \\ x_7 \\ x_8 \\ x_9 \\ x_{10} \\ x_{11} \\ x_{12} \\ x_{13} \\ x_{14} \\ x_{15} \\ x_{16} \\ x_{17} \\ x_{18} \\ x_{19} \\ x_{20} \\ x_{21} \\ x_{22} \\ x_{23} \\ x_{24} \\ x_{25} \\ x_{26} \\ x_{27} \\ x_{28} \\ x_{29} \\ x_{30} \\ x_{31} \\ x_{32} \\ x_{33} \\ x_{34} \\ x_{35} \\ x_{36} \\ x_{37} \\ x_{38} \\ x_{39} \\ x_{40} \\ x_{41} \\ x_{42} \\ x_{43} \\ x_{44} \\ x_{45} \\ x_{46} \\ x_{47} \\ x_{48} \\ x_{49} \\ x_{50} \\ x_{51} \\ x_{52} \\ x_{53} \\ x_{54} \\ x_{55} \\ x_{56} \\ x_{57} \\ x_{58} \\ x_{59} \\ x_{60} \\ x_{61} \\ x_{62} \\ x_{63} \\ x_{64} \\ x_{65} \\ x_{66} \\ x_{67} \\ x_{68} \\ x_{69} \\ x_{70} \\ x_{71} \\ x_{72} \\ x_{73} \\ x_{74} \\ x_{75} \\ x_{76} \\ x_{77} \\ x_{78} \\ x_{79} \\ x_{80} \\ x_{81} \\ x_{82} \\ x_{83} \\ x_{84} \\ x_{85} \\ x_{86} \\ x_{87} \\ x_{88} \\ x_{89} \\ x_{90} \\ x_{91} \\ x_{92} \\ x_{93} \\ x_{94} \\ x_{95} \\ x_{96} \\ x_{97} \\ x_{98} \\ x_{99} \end{matrix} \end{matrix}$$

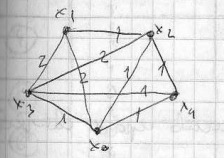
Преобразуем предг. модель в граф микроэлем. комбинац. (ГЭК)

$$Q = \|q_{ij}\|_{n \times m}, \quad q_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } x_i \in U_j \\ 0, & \text{если } x_i \notin U_j \end{cases}$$

n - кол-во вв.
 m - кол-во выв.

$$Q = \begin{matrix} & x_0 & x_1 & x_2 & x_3 & x_4 & x_5 & x_6 & x_7 & x_8 & x_9 & x_{10} & x_{11} & x_{12} & x_{13} & x_{14} & x_{15} & x_{16} & x_{17} & x_{18} & x_{19} & x_{20} & x_{21} & x_{22} & x_{23} & x_{24} & x_{25} & x_{26} & x_{27} & x_{28} & x_{29} & x_{30} & x_{31} & x_{32} & x_{33} & x_{34} & x_{35} & x_{36} & x_{37} & x_{38} & x_{39} & x_{40} & x_{41} & x_{42} & x_{43} & x_{44} & x_{45} & x_{46} & x_{47} & x_{48} & x_{49} & x_{50} & x_{51} & x_{52} & x_{53} & x_{54} & x_{55} & x_{56} & x_{57} & x_{58} & x_{59} & x_{60} & x_{61} & x_{62} & x_{63} & x_{64} & x_{65} & x_{66} & x_{67} & x_{68} & x_{69} & x_{70} & x_{71} & x_{72} & x_{73} & x_{74} & x_{75} & x_{76} & x_{77} & x_{78} & x_{79} & x_{80} & x_{81} & x_{82} & x_{83} & x_{84} & x_{85} & x_{86} & x_{87} & x_{88} & x_{89} & x_{90} & x_{91} & x_{92} & x_{93} & x_{94} & x_{95} & x_{96} & x_{97} & x_{98} & x_{99} \\ \begin{matrix} x_0 \\ x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \\ x_7 \\ x_8 \\ x_9 \\ x_{10} \\ x_{11} \\ x_{12} \\ x_{13} \\ x_{14} \\ x_{15} \\ x_{16} \\ x_{17} \\ x_{18} \\ x_{19} \\ x_{20} \\ x_{21} \\ x_{22} \\ x_{23} \\ x_{24} \\ x_{25} \\ x_{26} \\ x_{27} \\ x_{28} \\ x_{29} \\ x_{30} \\ x_{31} \\ x_{32} \\ x_{33} \\ x_{34} \\ x_{35} \\ x_{36} \\ x_{37} \\ x_{38} \\ x_{39} \\ x_{40} \\ x_{41} \\ x_{42} \\ x_{43} \\ x_{44} \\ x_{45} \\ x_{46} \\ x_{47} \\ x_{48} \\ x_{49} \\ x_{50} \\ x_{51} \\ x_{52} \\ x_{53} \\ x_{54} \\ x_{55} \\ x_{56} \\ x_{57} \\ x_{58} \\ x_{59} \\ x_{60} \\ x_{61} \\ x_{62} \\ x_{63} \\ x_{64} \\ x_{65} \\ x_{66} \\ x_{67} \\ x_{68} \\ x_{69} \\ x_{70} \\ x_{71} \\ x_{72} \\ x_{73} \\ x_{74} \\ x_{75} \\ x_{76} \\ x_{77} \\ x_{78} \\ x_{79} \\ x_{80} \\ x_{81} \\ x_{82} \\ x_{83} \\ x_{84} \\ x_{85} \\ x_{86} \\ x_{87} \\ x_{88} \\ x_{89} \\ x_{90} \\ x_{91} \\ x_{92} \\ x_{93} \\ x_{94} \\ x_{95} \\ x_{96} \\ x_{97} \\ x_{98} \\ x_{99} \end{matrix} \end{matrix}$$

Преобразуем ГЭК в булевы графы (БГГ)



$$R = \begin{matrix} & x_0 & x_1 & x_2 & x_3 & x_4 & x_5 & x_6 & x_7 & x_8 & x_9 & x_{10} & x_{11} & x_{12} & x_{13} & x_{14} & x_{15} & x_{16} & x_{17} & x_{18} & x_{19} & x_{20} & x_{21} & x_{22} & x_{23} & x_{24} & x_{25} & x_{26} & x_{27} & x_{28} & x_{29} & x_{30} & x_{31} & x_{32} & x_{33} & x_{34} & x_{35} & x_{36} & x_{37} & x_{38} & x_{39} & x_{40} & x_{41} & x_{42} & x_{43} & x_{44} & x_{45} & x_{46} & x_{47} & x_{48} & x_{49} & x_{50} & x_{51} & x_{52} & x_{53} & x_{54} & x_{55} & x_{56} & x_{57} & x_{58} & x_{59} & x_{60} & x_{61} & x_{62} & x_{63} & x_{64} & x_{65} & x_{66} & x_{67} & x_{68} & x_{69} & x_{70} & x_{71} & x_{72} & x_{73} & x_{74} & x_{75} & x_{76} & x_{77} & x_{78} & x_{79} & x_{80} & x_{81} & x_{82} & x_{83} & x_{84} & x_{85} & x_{86} & x_{87} & x_{88} & x_{89} & x_{90} & x_{91} & x_{92} & x_{93} & x_{94} & x_{95} & x_{96} & x_{97} & x_{98} & x_{99} \\ \begin{matrix} x_0 \\ x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \\ x_7 \\ x_8 \\ x_9 \\ x_{10} \\ x_{11} \\ x_{12} \\ x_{13} \\ x_{14} \\ x_{15} \\ x_{16} \\ x_{17} \\ x_{18} \\ x_{19} \\ x_{20} \\ x_{21} \\ x_{22} \\ x_{23} \\ x_{24} \\ x_{25} \\ x_{26} \\ x_{27} \\ x_{28} \\ x_{29} \\ x_{30} \\ x_{31} \\ x_{32} \\ x_{33} \\ x_{34} \\ x_{35} \\ x_{36} \\ x_{37} \\ x_{38} \\ x_{39} \\ x_{40} \\ x_{41} \\ x_{42} \\ x_{43} \\ x_{44} \\ x_{45} \\ x_{46} \\ x_{47} \\ x_{48} \\ x_{49} \\ x_{50} \\ x_{51} \\ x_{52} \\ x_{53} \\ x_{54} \\ x_{55} \\ x_{56} \\ x_{57} \\ x_{58} \\ x_{59} \\ x_{60} \\ x_{61} \\ x_{62} \\ x_{63} \\ x_{64} \\ x_{65} \\ x_{66} \\ x_{67} \\ x_{68} \\ x_{69} \\ x_{70} \\ x_{71} \\ x_{72} \\ x_{73} \\ x_{74} \\ x_{75} \\ x_{76} \\ x_{77} \\ x_{78} \\ x_{79} \\ x_{80} \\ x_{81} \\ x_{82} \\ x_{83} \\ x_{84} \\ x_{85} \\ x_{86} \\ x_{87} \\ x_{88} \\ x_{89} \\ x_{90} \\ x_{91} \\ x_{92} \\ x_{93} \\ x_{94} \\ x_{95} \\ x_{96} \\ x_{97} \\ x_{98} \\ x_{99} \end{matrix} \end{matrix}$$

Представление ВРС в виде расширенной матрицы сегментов (PSC)

$PSC(VC_{i1}, VC_{i2}, \dots, VC_{in})$

	$Z[1:8]$	$W[1:8]$
x_0	$\begin{pmatrix} x_0 \\ x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$
x_1	$\begin{pmatrix} x_0 \\ x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 4 \\ 5 \\ 6 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ 2 \end{pmatrix}$
x_2	$\begin{pmatrix} x_0 \\ x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 7 \\ 8 \\ 9 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 2 \end{pmatrix}$
x_3	$\begin{pmatrix} x_0 \\ x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 10 \\ 11 \\ 12 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 2 \end{pmatrix}$
x_4	$\begin{pmatrix} x_0 \\ x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 13 \\ 14 \\ 15 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$
x_5	$\begin{pmatrix} x_0 \\ x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 16 \\ 17 \\ 18 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$

$$\Gamma_{x_0} = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$$

$$\Gamma_{x_1} = \{x_0, x_2, x_3\}$$

массив указ. вершин

Массив указателей границ отображения

$V[1:5]$

4	1
2	2
14	3
15	4
18	5

Список узлов

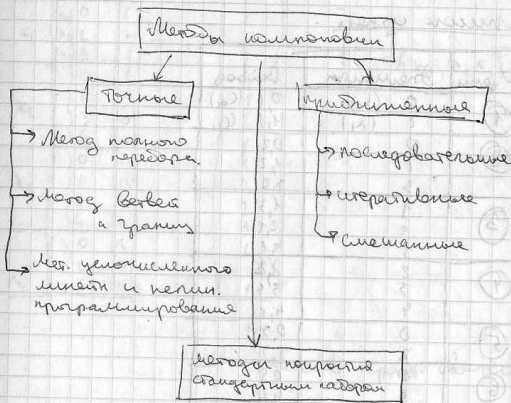
Узел	Элемент	Вывод
1	0 (x_0)	0,1 (x_0)
	1 (x_1)	1,1 (x_1)
2	0	0,2
	1	1,2
	3	3,2
3	1	1,3
	2	2,3
	3	3,3
4	2	2,4
	3	3,4
	4	4,4
5	0	0,5
	2	2,5
6	0	0,6
	4	4,6

10.10

Определение задачи компоновки

Компоновка — разделение системы на группы, соответствующие различным размерам

Одним из методов компоновки



Последовательн. и итерацион. для созд. базового или оптимальн. вер. сг. компоновки при зад. ограничениях, напр. число от-ов узла и число баз. узла. Что касается методов пос. в групп. первичного вер. решения за период, равный нескольким итерациям. Наличие итеративн. метода элементн. местами.

Многообразие конструкций и системных решений порождает ограничения:

- 1) Каждый узел g содержит не более опред. числа каналов и выводов
- 2) Число модульных сг. g д. $\min$
- 3) Каждый модуль g д. типичным или стандартным из библиотеки
- 4) Число блоков, определенное данными разделения g д. миним.
- 5) Когда обеспеч. неразрывной групп. взаим. узлов
- 6) Допустим. объем и состав-то компо.
- 7) Технологич. орг.

На каждом шаге выбирается один из неразрешенных эт-гов и пишется очередному узлу. Узел считается завершенным, если число эт-гов узла равно заданному K ($2 \text{ д} - k = 3$?) - числу эт-гов доминируемого узла.

Если число внешних входов n превышает пред. допустим. знач. V то узел считается недоформированным. После завершения формирования узла, т.е. выхода в него, удаляются из графа.

При компоновке заверш.ся всегда все n -го распределены по узлам

Процедура распредел. n -го в узлы

На очереди пока не заверш.ся выход n из распредел. n -го, вых.от. n -го в дан. узел не наруш. ограничений по числу n -го и вых. входов узла.

n -го, n -го и вых.от. на очер. пока, как n -го, n -го и имеет зад. число связей с n -го, где вых.от. в узел. (принцип максимальной коммутации) миним. дублирования

Основными инструментами в этой задаче функционалами будут: $L_1(x)$, $L_2(x)$, $L_3(x)$.

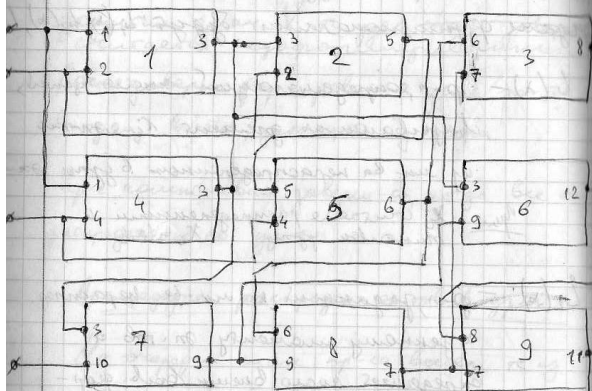
$L_1(x)$ - ф-я, определяющий число узлов, выбирающих элемент x_i с n -го из n -го в неразмещенном в узлы n -го

x_i - число размещенных в узлы n -го $x_i = \{x_{i1}\}$

$L_2(x)$ - ф-я, заданная на n -го в неразмещ. элементу элементу n -го и определяет число внешних входов, порождающего узла.

$L_3(x)$ - ф-я, с пом. которой n -го элемент, имеющий макс. число связей или узлов с элементами, уже размещенными в узлы.

Задача решается, когда схема представлена РЖК или и еще $\emptyset$



$x \setminus v$	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	v_9	v_{10}	v_{11}	v_{12}
x_0	1	1		1						1	1	1
x_1	1	1										
x_2		1	1		1		1	1				
x_3												
x_4	1		1	1								
x_5				1	1	1						
x_6			1						1	1		1
x_7							1	1				
x_8								1	1			
x_9										1		

Провести компоновку элементов из n -го при условии, что в каждом узле содержится не более 1^* n -го и не более 5 входов

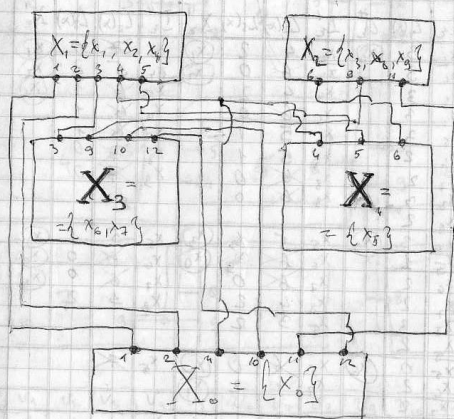
$$|X_i| \leq 3 \quad L_2(x) = 5$$

i	I_i	$L_1(x)$	I_i^*	I_i'	$L_2(x)$	$L_3(x)$	x_i	I_i''	$L_2(x)$	$L_3(x)$	x_i
1.	x_1	3	(x_1)	x_2	4	2	(x_1)	x_3	7	0	(x_1)
	x_2	3		x_3	6	0	(x_2)	x_4	5	2	(x_2)
	x_3	3		x_4	4	2		x_5	6	1	(x_3)
	x_4	3		x_5	6	0		x_6	6	1	
	x_5	3		x_6	5	1		x_7	6	1	
	x_6	2		x_7	5	1		x_8	7	0	
	x_7	2		x_8	6	0		x_9	7	0	
	x_8	2		x_9	6	0					
2.	x_3	3	(x_3)	x_5	5	1	(x_3)	x_5	5	1	(x_3)
	x_5	1		x_6	6	0	(x_5)	x_6	6	0	(x_5)
	x_6	2		x_7	6	0		x_7	6	0	(x_6)
	x_7	2		x_8	4	2		x_8	3	2	(x_6)
	x_8	3		x_9	3	2					
	x_9	2									
3.	x_5	0	(x_6)	x_5	6	0	(x_6)	x_5	7		
	x_6	2		x_7	4	2	(x_7)				
	x_7	2									
4.	x_5										

$$x_0 = \{x_0\} \quad x_1 = \{x_1, x_2, x_3\} \quad x_2 = \{x_3, x_5, x_6\} \quad x_4 = \{x_5\}$$

i - номер формируемого узла
 I_i - n -го в неразмещ. в узлы n -го
 I_i^* - номер первого n -го в узле узла
 I_i' - оставшиеся n -го n -го для размещ. в узлы
 I_i'' - оставшиеся узлы после второго шага

Групповая схема иерархической связи



Д/З

Для энергетической принципиальной схемы

Сх → КС (компонов. схема)

Список элементов

N _э	N _{эл}	Вещ
1	x ₉	
2	x ₁₀	
	x ₅	
	x ₈	

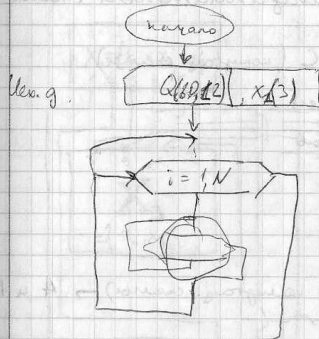
ГКС (граф компонов. схемы) → 4 и 5.

ГЭК (граф элементов и связей) → Q

ВГС (внешн. граф соединений) → R, PTC

- 2^я. Провести компоновку схемы и
 9 эт-гов с ограничениями на
 число эт-гов и выводов схемы.
 Итог: данные — и-ца Q
 • Схема иерархической связи

3^я Алгоритм



Итерационные алгоритмы
 упрощения компоновки

При решении задачи 4 методом
 поиска заранее сформиров. данных,
 исходя из другого метода
 Задача — упрощ. компоновки
 Основой метода явл-ся пр-е обмена
 местами эт-гов или групп эт-гов,
 принадлежащих разн. узлам.

Общая схема процесса

K₀ — первоначальн. вариант компоновки,
 ему будет соответств. F₀(x) — число внешних. связей

X = {x₁, x₂, ..., x_n} — схема, разбитая
 на непересекающиеся группы X₁, X₂, ..., X_s

x_i ∈ X_i, x_j ∈ X_j

X₁' = (X₁ \ x_i) ∪ x_j

X₂' = (X₂ \ x_j) ∪ x_i

03.11
 2010

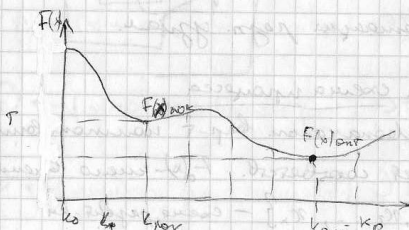
$$\Delta F(x) = F_0(x) - F_1(x)$$

Если $\Delta F(x) > 0$, то производится обмен
групп критерия и в т.случае обмен
считается успешным

В противном случае удаляется из расщелин

$$F_0(x) > F_1(x) > \dots > F_p(x)$$

$$k_0, k_1, \dots, k_p$$



след. удаляется группа-до нем разн. таинств

1) Обмен-ие нем-й групп X_i и обмен
в нем групп. м. с X_i

2) Оценочн. попытка обмена того м. с
кажд. со всеми м. м. и критерия

$$\Delta F(x_i, x_j) = D_i + D_j - 2x_{ij}$$

D_i и D_j - критерии, критерий обмена

разницы критерия обмена и внутри групп
м. с x_i и x_j соотв. (расчет по мере R)

x_{ij} - критерий обмена между м. с x_i и x_j

1) Проверка D_2 для всех м. с групп

2) как пара м. с, где $\Delta F(x_i, x_j) > \max$

3) Проверка обмена для м. с и их критерия
групп

4) Если обмен групп неогр. парам м. с

5) При проверке для всех пар, пока не расщелин
парам, т.е. если обмен групп обмена м. с

групп и расщелин групп. ΔF

Для обмена и проверки обмена первым м.
м. с, групп. ~~расщелин~~ обмен. ко в обмен
критериям обмен с обменом ΔF .

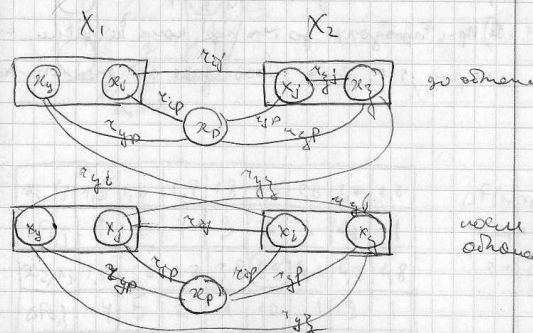
М. задаваемых критерия обмена м. с

опред. парам δ

$$\frac{F_m - F_{m+1}}{F_m} \leq \delta$$

Минимизация числа групп обмена

$$R = \|x_{ij}\| - \text{число групп обмена}$$

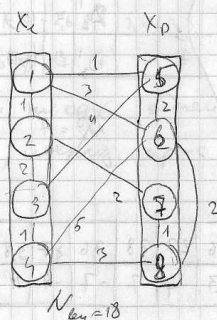


Пример расчета критерия

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
x_1	0	1	0	0	1	3	0	0
x_2	1	0	2	0	0	0	2	0
x_3	0	2	0	1	4	0	0	0
x_4	0	0	1	0	0	5	0	3
x_5	1	0	4	0	0	2	0	0
x_6	3	0	0	5	2	0	0	2
x_7	0	2	0	0	0	0	0	1
x_8	0	0	0	3	0	2	1	0

$$X_1 = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$$

$$X_2 = \{x_5, x_6, x_7, x_8\}$$



$$N_{\text{об}} = 18$$

Проверка D_2

$$D_1 = 3, D_5 = 3$$

$$D_2 = -7, D_6 = 4$$

$$D_7 = 1, D_7 = 1$$

$$D_8 = 7, D_8 = 0$$

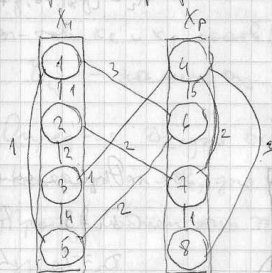
x_i, x_j	1,5	1,6	1,7	1,8	2,5	2,6	2,7	2,8
ΔF_{ij}	4	1	4	3	2	3	-4	-1
x_i, x_j	3,5	3,6	3,7	3,8	4,5	4,6	4,7	4,8
ΔF_{ij}	-4	5	2	1	10	1	3	1

$$\Delta F(x_i, x_j) = D_i + D_j - 2x_{ij} = 2 + 5 - 2 \cdot 1 = 3$$

$$\Delta F(x_4, x_8) \Rightarrow \max = 10$$

$$N_{\text{оп}} = 18 - \Delta F(x_4, x_8) = 18 - 10 = 8$$

Вторая итерация

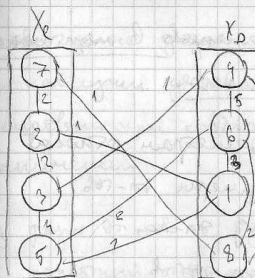


$$\begin{aligned} D_1^I &= 1 & D_5^I &= 3 \\ D_2^I &= -1 & D_6^I &= -2 \\ D_3^I &= -5 & D_7^I &= 1 \\ D_4^I &= 7 & D_8^I &= -6 \end{aligned}$$

x_i, x_j	1,6	1,8	2,6	2,7	2,8	3,6	3,7	3,8
$\Delta F(x_i, x_j)$	7	2	-5	-3	-4	-7	-7	-11

$$\Delta F(x_1, x_2) \Rightarrow \max = 2$$

$$N_{\text{оп}} = 8 - 2 = 6$$



x_i, x_j	2,6	2,8	3,6	3,8
$\Delta F(x_i, x_j)$	-5	-9	-1	-7

Полн. и один один из дает полн. рг-ра, итерат. итер. с пропускаем.

$$\begin{aligned} D_1^I &= 1 & D_5^I &= 3 \\ D_2^I &= -1 & D_6^I &= -2 \\ D_3^I &= -5 & D_7^I &= 1 \\ D_4^I &= 7 & D_8^I &= -6 \end{aligned}$$

Размещение элементов в монтажном пространстве

К геометрическим параметрам относятся

- геометрич. размеры эл-тов
- расстояния м/д эл-тов
- функционал эл-тов
- расст. м/с в/с эл-тов

Топологические пар-ры.

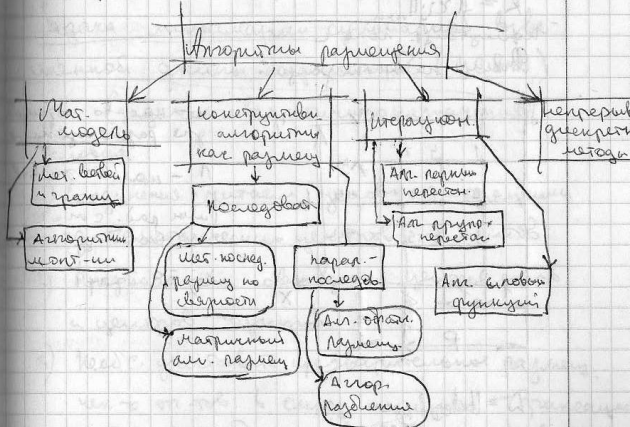
Условия устранения пересечений

- много межэлем. переходов
- много связей
- много программ. пересеч. след-ств
- учет расстояний др. к др. тепловым эл-там
- учет несовместимости в одном эл-те

Основ. целью задачи размещения — разн. канонич. условий для послед. трассировки или послед. требований и ограничений

Баз. разн. эл-тов — одна из основных разн. канонич. этапа проектирования.

В кач-ве примеров оптимальности в.д. приводятся

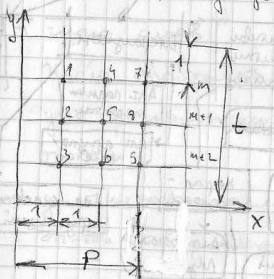


Классовая задача размещения.

При исп. n методов необход. считать, что набор позиций для размещ. м-тов фиксир., связанном с малым к-ом размещ. на осн. Схема соед-б предст. в табл. заданного м-та соединений $R = \|x_{ij}\|$

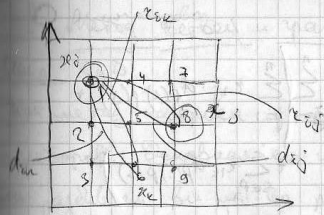
$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$$

$R = \|x_{ij}\|_{n \times n}$
матрица. поле с
фиксир. набор. позиций.



$$D = \|d_{ij}\|_{n \times n}$$

n - кол-во позиций для размещения
 1 - кол-во м-тов
(м-т разм. с $m=1$, но, вообще, $m > 1$)
 $x_{ij} = 0 \quad i = n+1$



$$P = p(1), p(2), \dots, p(n)$$

$T = t_i \cdot n!$ - время полного перебора

Задача минимизации суммарной функции длины соединений (МСВД)
(задача квадратичного назначения)

Условия

- 1) Соединения считаем условно соединением n взаиморасположенных элементов
- 2) Прогнозируем соответствие элементов м-тов и элементов позиций
- 3) Необд. учитывать предварительные размещ. тех-х м-тов в опред. позиции - границы и также соед. м-тов с внешн. выв.

Функционал

обозначим $\odot$

(4)

$$F(p) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ij} \cdot d(p(i), p(j)) + \sum_{s \in P_s} x_{is} \cdot d(p(i), p(s))$$

обозначим $\boxplus$

$x_{ij} \cdot d(p(i), p(j))$ - взв-т длины соед. м-тов x_i и x_j

$\sum x_{is} \cdot d(p(i), p(s))$ - оценивает сумм. взв. гн-соед. м-та x_i с м-тами x_s

P_s всех фиксир. м-тов

x_{is} - взв-св-но м-та x_i с м-том x_s

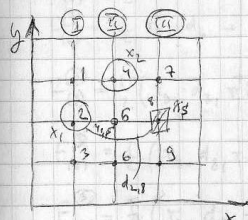
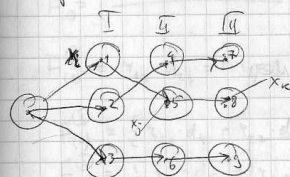
$p(i), p(s)$ - функ. расст. м-та x_i и x_s в ко-х размещ. м-та x_i с м-том x_s

Задача сводит в минимизацию функц-на

Метод ветвей и границ

Или $R \cup D$

Этот метод настроен на сокращение числа переборов. Действие его идет в том, что мы разбиваем в м-во реш. задачи на м-во, в пределах которых существует упорядоченный просмотр решений с целью выбора наилучшего. Для всех ветвей реш. вычисляются нижняя граница целевой ф-ции



$x_3 \rightarrow p(3)$ - фиксир. / - фиксир.

В I-й ред жуж-й начинаем первый
эт-т x_1 из мин-ва X и рассчи-ваем
 $F(p)$ в каждой позиции $x_1, x_2, \dots, x_n$

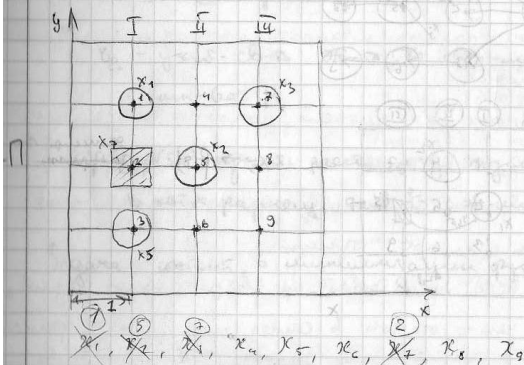
$$I_{\text{ред}} F(p) \xrightarrow{x_1} p(1), p(2), p(3)$$

устанавливаем жуж-й с мин $F(p)$, жуж-й в жуж-й 2
берем эт-т x_2 и условия установки в жуж-й

$$II \text{ ред} \quad x_2 \Rightarrow p(4), p(5), p(6) \text{ жуж-й мин } F(p)$$

$$\text{жуж-й} \quad (x_2 \rightarrow 4)$$

Практический пример



	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	1	5	10	2	4	1	1	3
2	1	0	4	7	1	5	1	1	1
3	5	4	0	3	0	1	0	0	1
4	1	0	7	0	1	3	0	0	1
5	2	1	0	1	0	2	0	1	1
6	4	5	1	3	2	0	2	0	0
7	1	1	0	0	2	0	1	1	1
8	1	1	0	0	1	0	1	0	0
9	3	1	1	1	0	1	0	0	0

$$F_{(1)}^{(0)} = x_{17} \cdot d_{12} = 1 \cdot 1 = 1 \quad \left\{ \begin{array}{l} x_1 \rightarrow \text{жуж-й 1} \end{array} \right.$$

$$F_{(2)}^{(0)} = x_{17} \cdot d_{12} = 1 \cdot 1 = 1$$

$$F_{(3)}^{(0)} = x_{17} \cdot d_{12} = 1 \cdot 1 = 1$$

$$F_{(4)}^{(1)} = \frac{1}{2} x_{21} \cdot d_{41} + x_{22} \cdot d_{42} = 2,5$$

$$F_{(5)}^{(1)} = \frac{1}{2} x_{21} \cdot d_{51} + x_{22} \cdot d_{52} = 2$$

$$F_{(6)}^{(1)} = \frac{1}{2} x_{21} \cdot d_{61} + x_{22} \cdot d_{62} = 3,5$$

$$F_{(7)}^{(2)} = \frac{1}{2} (x_{31} \cdot d_{71} + x_{32} \cdot d_{72}) + x_{37} \cdot d_{77} = 9$$

$$F_{(8)}^{(2)} = \frac{1}{2} (x_{31} \cdot d_{81} + x_{32} \cdot d_{82}) + x_{37} \cdot d_{87} = 9,5$$

$$F_{(9)}^{(2)} = \frac{1}{2} (x_{31} \cdot d_{91} + x_{32} \cdot d_{92}) + x_{37} \cdot d_{97} = 14$$

Если в I-й ряду остается всего 1 жуж-й,
мы переходим на нее и рассчи-ваем все оставшиеся
эт-ты по очереди.

$$\begin{aligned} F_{(1)}^{(3)} &= \frac{1}{2} (x_{41} \cdot d_{11} + x_{42} \cdot d_{12} + x_{43} \cdot d_{13}) + x_{47} \cdot d_{17} = 23 \\ F_{(2)}^{(3)} &= \frac{1}{2} (x_{51} \cdot d_{21} + x_{52} \cdot d_{22} + x_{53} \cdot d_{23}) + x_{57} \cdot d_{27} = 3 \\ F_{(3)}^{(3)} &= \frac{1}{2} (x_{61} \cdot d_{31} + x_{62} \cdot d_{32} + x_{63} \cdot d_{33}) + x_{67} \cdot d_{37} = 13 \\ F_{(4)}^{(3)} &= \frac{1}{2} (x_{81} \cdot d_{41} + x_{82} \cdot d_{42} + x_{83} \cdot d_{43}) + x_{87} \cdot d_{47} = 3 \\ F_{(5)}^{(3)} &= \frac{1}{2} (x_{91} \cdot d_{51} + x_{92} \cdot d_{52} + x_{93} \cdot d_{53}) + x_{97} \cdot d_{57} = 7 \end{aligned}$$

Конструктивные алгоритмы разм.

также можно применить и предпосылки для
оптимизации потоков эт-тов в др-ве,
жуж-й пар-ри констр. эт-тов, размеры $K \times P$

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$$

$$P = \{p(1), p(2), \dots, p(n)\}$$

K_k - эт-ты, размеры до K -го жуж-й

P_n - позиции, размеры до K -го жуж-й

Для ан-мат - пометочной. размещению,
выбора и выбора пометочной ан-мат. в-та.
Выбор эт-тов и позиций производится
раздельно.

$$C_i = \max_{j \in J_i} x_{ij} \cdot \gamma_{ij} \rightarrow R$$

II-й способ расчета x_{ij}

$$x_{ij} = \frac{\sum_{s \in J_i} p_s + \lambda}{p_s} \cdot \omega_s$$

p_s - размер жуж-й

λ - жуж-й пар-ри, жуж-й пар-ри в-та

ω_s - весовой жуж-й

J_i - жуж-й жуж-й, связывающ. эт-ты x_{ij}

Выбор эт-тов и жуж-й пометочной, жуж-й пометочной

Очередным размещением эт-та будет эт-т x_{ij}

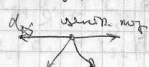
Выбор позиции: выбор жуж-й пометочной для

размещ. эт-та x_{ij} установлен в жуж-й жуж-й,
позиций $x_{ij} \rightarrow P_k$

При выборе первого из-за удобства дождя
от-с с макс. значением и ставит его
в запас. ноз.

$$d_j = \sum_{i=1}^n d_{ij} \Rightarrow \min$$

$$d = \|d_j\|_{\min}$$



Решением $F(p) = \sum_{s \in X_k} r_{ks} d_{ps}(s)$

$$P(p) \rightarrow \min$$

x_0 — от-с где размещ. в УП

Пример

м. предг. цен. g.

нов. сценар. камиг. от-с

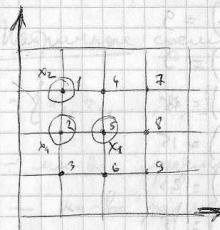
x_i / k_i

1	27
2	21
3	15
4	25
5	8
6	17
7	6
8	4
9	8

1) Все-го размещ. от-б на КП

$x_1, x_4, x_2, x_0, x_3, x_5, x_8, x_7, x_6$
(по убыв. нов. сцен)

2) $(x_1) \rightarrow$ в УП КП $\rightarrow$ ноз 5



$$F_{(1)}^{(1)} = r_{41} d_{51} = 20$$

$$F_{(2)}^{(1)} = r_{41} d_{52} = 10 \quad (x_4) \rightarrow \text{ноз (2)}$$

$$F_{(3)}^{(1)} = r_{41} d_{53} = 20$$

$$F_{(4)}^{(1)} = r_{41} d_{54} = 10$$

$$F_{(5)}^{(1)} = r_{41} d_{55} = 10$$

$$F_{(6)}^{(1)} = r_{41} d_{56} = 20$$

$$F_{(7)}^{(1)} = r_{41} d_{57} = 10$$

$$F_{(8)}^{(1)} = r_{41} d_{58} = 20$$

$$F_{(9)}^{(1)} = r_{41} d_{59} = 20$$

$$F_{(1)}^{(2)} = (r_{24} d_{21} + r_{21} d_{45}) = 9$$

$$F_{(5)}^{(2)} = (r_{24} d_{32} + r_{21} d_{35}) = 9$$

$$F_{(4)}^{(2)} = (r_{24} d_{42} + r_{21} d_{45}) = 15$$

$$F_{(6)}^{(2)} = (r_{24} d_{62}) = 15$$

$$F_{(7)}^{(2)} = (r_{24} d_{72}) = 25$$

$$F_{(3)}^{(2)} = (r_{24} d_{82}) = 15$$

$$F_{(9)}^{(2)} = (r_{24} d_{92}) = 25$$

$$(x_2) \rightarrow \text{ноз 1}$$

Матричные схемы выбора размещения

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$$

X — м-во размещений от-б

X — м-во размещений от-б

Основы выбора сс-с матрица

$$A^k = \|a_{ij}\|_{(n-k+1) \times (n-k+1)}$$

a_{ij} — значение элемента от-б в матрице P_j

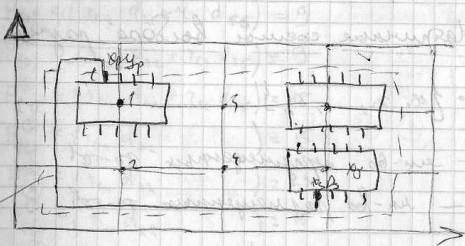
$$F(p) = \sum_{s=1}^n \omega_s R_s(p)$$

$R_s(p)$ — матрица выбора от-б

ω_s — весовой коэффициент $0 < \omega_s < 1$

$$R_s(p) = \max |x_p - x_s| + \max |y_p - y_s|$$

на каждом из-за сценар. расчет приран
ценево-г-м. в кас-г-г группы соединит
при уел. от-с в свод. нозм.

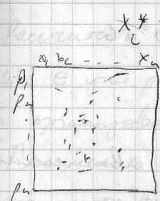


p - координаты размещенного объекта
 s - координаты размещенного объекта

$$F(p) = \sum_{i=1}^n w_i R_{ij}(p)$$

$$a_{ij}^k = \sum_{p \in P} w_i R_{ij}(p)$$

a_{ij}^k рассчитывается на каждой итерации по формуле
 a_{ij}^k определяет расстояние от объекта i до объекта j
 При определении a_{ij}^k и его погрешности используются минимальные значения



a_i^k и a_j^k соответствующие значения
 минимизируются отсюда j -й объект
 рассматриваемый объект A_i^k
 1) Определяется $\max(a_i^k, a_j^k)$ в каждой строке, откуда
 2) Определяется минимальное значение, которое
 определяет объект, на котором

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	
p_1	7	3	2	8	12	10	1 (7-2)
p_2	5	9	8	7	3	6	2 (5-3)
p_3	1	0	0	9	14	4	0 (0-0)
p_4	0	3	9	10	1	3	1 (1-0)
p_5	5	6	6	7	1	3	4 (5-1)
p_6	1	1	2	2	13	4	0 (1-1)
	1	1	2	5	0	1	

$$\max(a_i^k, a_j^k) = 5 \quad i^* = 4 \quad p^* = 6$$

$$x_4 \rightarrow p_6$$

Определяется данная точка является минимальной
 потерей от объекта. В данную точку объект
 приводится к основному. В дальнейшем
 вычисления выполняются для

При вычислении p_6 по формуле
 объект суммируется до конца. Тогда ответ
 на 5

Алгоритм минимизации потерь

- 1) Известны объект x_i в пространстве признаков
 минимизационного поля
- 2) Для каждого $x_i \in X$ вычисляются координаты
 объектов p_j , связанных с объектом x_i
 тем же x_i , размещенными до K объектов
 и отранжированы L

- 3) Рассчитать координаты x_i, y_i тех объектов,
 к которым относятся размещенные объекты
 и отранжировать список L
- 4) Вычислить $p_i = \sum_{j=1}^n w_j R_{ij}(p)$
 для каждого объекта x_i
- 5) Повторить п.п. 2-4 для всех объектов x_i
- 6) Проверить выходы для размещенных объектов
 x_i в позиции p_i
- 7) Повторить п.п. 2-4

Параллельно посчитать алгоритм размещенности
 (Метод обратного размещения)

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\} \rightarrow R = \|R_{ij}\|_{n \times n}$$

$$P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\} \rightarrow D = \|d_{ij}\|_{n \times n}$$

По объекту R найти минимальное значение a_{ij}
 $x_i \rightarrow p_j, \quad x_i = \sum_{j=1}^n w_j R_{ij}, \quad i, j = \overline{1, n}$

- 1) Для каждого объекта p_j по объекту R вычислить
 обратное размещение. Если все объекты размещены

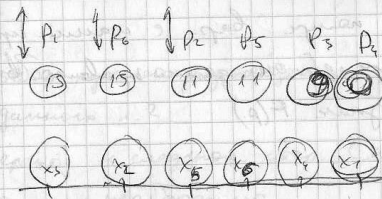
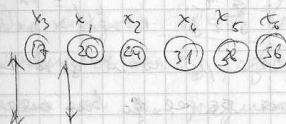
3) Упорядочим x_i по возрастанию:
 $x_0 (x_{i_1} \leq x_{i_2} \leq \dots \leq x_{i_n})$

4) Упоряд. по возрастанию d_j
 $d_j (d_{j_1} \geq d_{j_2} \geq \dots \geq d_{j_n})$

5) Опред. разности P_k

Пример

$$R = \begin{array}{c|ccccc|c} & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ \hline 1 & 0 & 2 & 2 & 3 & 9 & 4 \\ 2 & 2 & 0 & 1 & 10 & 5 & 6 \\ 3 & 2 & 1 & 0 & 3 & 4 & 7 \\ 4 & 3 & 10 & 3 & 0 & 7 & 8 \\ 5 & 3 & 5 & 4 & 7 & 0 & 11 \\ 6 & 4 & 6 & 7 & 8 & 11 & 0 \end{array} \begin{array}{l} 20 \\ 24 \\ 17 \\ 21 \\ 26 \\ 28 \end{array}$$

$$D = \begin{array}{c|ccccc|c} & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ \hline 1 & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ 2 & 1 & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 3 & 2 & 1 & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 \\ 4 & 3 & 2 & 1 & 0 & 1 & 2 & 3 \\ 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 & 1 & 2 \\ 6 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 & 1 \end{array} \begin{array}{l} 15 \\ 19 \\ 9 \\ 9 \\ 11 \\ 15 \end{array}$$


Итерационные алгоритмы упоряд. нах. разности

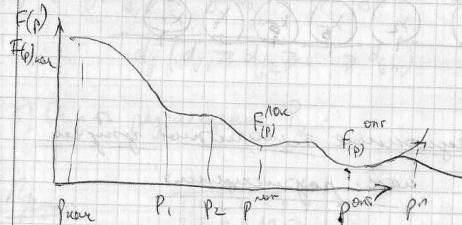
В итер. проц. переразности x_i по-нов. или по групп. Цена - минимум выбранного критерия $F(p)$ - мин. суммарной длины сегм. и мин. 2 числа пересечений.

В 4 итер. алг. на n ~~итер.~~ подан. в разности, и с двумя к нач, где x_0 разности (мин $F(p)$)

Полученное разн. применим. для x_0 и x_1 по-нов.

Пр. с записью, когда в очередном

не будет новых вар. с мин. $F(p)$.
 В 4 итер. алг. определено правило выбора разн. с миним. $F(p)$



Пример: $p_1, p_2, \dots, p_n$

$$F(p_{max}) > F(p) > F(p_2) > \dots > F(p_{min}) > F(p_0)$$

Получен. одним другим « итерацион.
 Как правило, $F(p)$ уб. по мере p , до тех пор пока не достигнет мин.

$$\frac{F(p_i) - F(p_{i+1})}{F(p_i)} < \delta \quad \text{— правило остановки}$$

1) Выбор лучшего разн. на основании $n-2$

2) Переход к следующ. итер. (правилом дел., если необходимо)

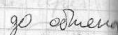
Алгоритм поиска перестановок

$$F(p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^n x_{ij} d_{(p_i)p_j}$$

Изменение p -но, покаж. сумм. длину сегментов.

Будем рассм. пред. случай: два x_i и $x_j \rightarrow x_s$

$$R = \|x_{ij}\|_{n \times n} \quad D = \|d_{ij}\|_{n \times n}$$



$$F_1(\rho)$$



$$F_1(p) > F_2(p)$$

$$\Delta F(p) = F_1(p) - F_2(p) > 0$$

яко божоване оштин

C - длина соединений из заготовки
данной keresztmetszetű

ошибка $F(p) = \sum_i r_{ci} d_{hp(c_i)} + r_{ci} d_{hk} + \sum_i r_{ci} d_{kp(s_i)} + C$

name $F_{z(p)} = \sum_s y_{js} d_{hp(s)} + y_{lj} d_{lm} + \sum_s x_{cs} d_{kps} + C$

$$F_1(p) - F_2(p) = \Delta F(p) =$$

$$\Delta F_{ij} = F_{ip} - F_{jp} = \sum_s (\underbrace{r_{cs}}_{r_{cs} = r_{cs}} - \underbrace{r_{js}}_{r_{js} = r_{js}}) (d_{cs} - d_{js})$$

Для каждого $n \in K_i$ по м-це R
рассматриваем число ^{группа} соед. с др. n или

$$x_i \rightarrow R$$

$$r_i = \sum_{j=1}^n r_{ij}, \quad r = \overline{r_i}^n$$

И-ра упродолж. в соотв. с убыванием

каждому $r \in \mathbb{R}$ ($r_1 \geq r_2 \geq \dots \geq r_n$)

$$X = \{x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}\}$$

$$I = \{ \varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n \} \text{ -- номера ин-}$$

3) На очередной итерации для каждого из C

расчет приращений $\Delta F_{k(i)}$ при изменении
аргументов от 0 до $\pi/2$ с теми, стоящими
над ними в поим. - фн I

2) Воспр. нах. полн. $\Delta F_{\text{из}}$, Если
а) найдено, то соотв. m -та нем-ся мест-на
Если же дан. m -та агутов. полнот. априор,
он об-ся на своем месте и агут. полн.
и атомн. наличием места где соотв. m -та $\hat{F}_{\text{из}}$.

Due $\frac{1}{2} m \cdot \omega \rightarrow (n-1)$

$$b_2 \rightarrow (n-2)$$

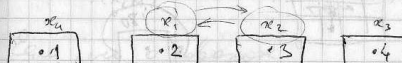
Или одна итерация $\frac{n \cdot (n-1)}{2}$

Примерный пример

$$\Delta F_{ij} = \sum_s (r_{is} - r_{js}) (d_{p(i)s} p(s) - d_{p(j)s} p(s))$$

$$P = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 4 & 4 \\ 1 & 0 & 5 & 2 \\ 4 & 5 & 0 & 3 \\ 4 & 2 & 3 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\Delta F_{ij} = \sum_s (r_{is} - r_{js})(d_{is} - d_{js}), \quad i \neq j, \quad \Omega = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 \\ 1 & 0 & 1 \\ 2 & 1 & 0 \\ 3 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$



Составим таблицу возможных состояний без учета изменений пролетаем $\Delta F_{\text{ог}}$

$x_i x_j$	1,2	1,3	1,4	2,3	2,4	3,4
ΔF_{ij}	-3	-2	0	4	-4	

$$\Delta F_{12} = (u_{13} - u_{23})(d_{24} - d_{34}) + (u_{14} - u_{24})(d_{21} - d_{31}) = \dots$$

$$\Delta F_{13} = (r_{12} - r_{32})(d_{23} - d_{43}) + (r_{14} - r_{34})(d_{24} - d_{41}) = -2$$

$$\Delta F_{14} = (r_{12} - r_{42})(d_{23} - d_{13}) + (r_{13} - r_{43})(d_{22} - d_{12}) = 0$$

$$\Delta F_{23} = (r_{21} - r_{31})(d_{32} - d_{42}) + (r_{24} - r_{34})(d_{31} - d_{41}) = 4$$

$$\Delta F_{24} = (r_{21} - r_{41})(d_{32} - d_{12}) + (r_{23} - r_{43})(d_{34} - d_{14}) = -4$$

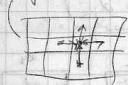
$$DF_{34} = (r_{32} - r_{42})(d_{43} - d_{13}) + (r_{31} - r_{41})(d_{42} - d_{12}) = -3$$

$$\Delta F_{23} \Rightarrow \max(4)$$

след, меняем 2^{i-1} и 2^{i-1} на n -ом месте

Матричный алгоритм перем.

- матрично - перестановка



$$F(p) = \sum_{j=1}^n L_j(p)$$

$L_j(p)$ - число орг. групп j -б. инициальной цепи, напр. непрерывных или дискретных, выполняющих j -б. цепи

J_i - число цепей, след. с n -м x_i

В n -м месте меняем только группы цепей.

$$J_{ij} = J_i + J_j$$

$$\Delta F_{ij} = \sum_{s \in J_{ij}} L_s(h,k) - \sum_{s \in J_{ij}} L_s(k,h)$$

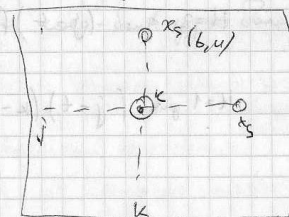
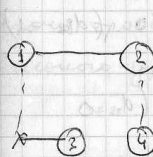
$L_s(h,k)$ - го перест.

$L_s(k,h)$ - пош. перест.

Если перест. о повороте

$$\Delta F = \sum_{s \in J_{ij}} L_s^0 - \sum_{s \in J_{ij}} L_s^k$$

Для конв. n -м. расщепл. ребро



$$d_{us} = 0$$

$$d_{us} = 1$$

d_{us} - величина, расщепл. = 0, если n -м x_s расположен в одном ряду



a, b

a - вход

b - выход

A_{ij} - число след. x_i с n -м x_j

B_{ik} - число след. x_i с n -м x_k

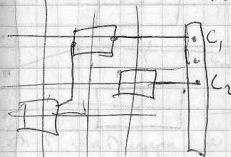
Получим число перем.

$$\Delta F_{ij} = A_{ij} + B_{ik} - (A_{it} + B_{kt} - x_{it} \cdot k)$$

$$H=2 \text{ где } (j-t)(k-u) \neq 0 \quad (d_{us}=1)$$

$$H=1 \text{ где } (j-t)(k-u)=0 \quad (d_{us}=0)$$

Распределение выходов в непрерывных узлах



C - число выходов разветвл.

выход из узла след.

Второе задание распред. выв. с учетом задачи трассировки след-в в узле более высокого уровня

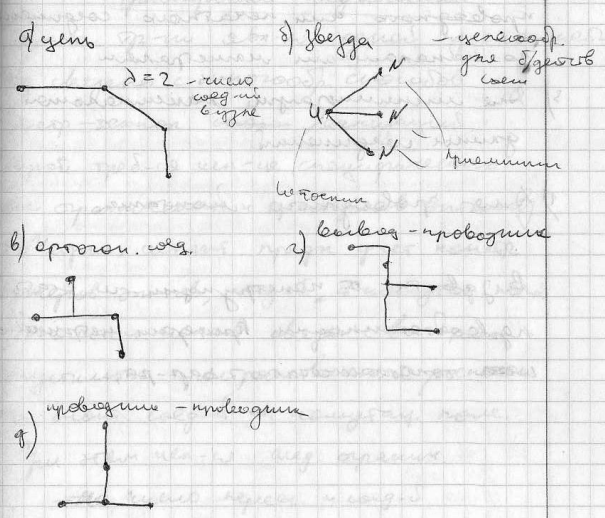
Табл 1

1	2	3	4	5	6	Порядок
V_1	V_1	V_2	V_2	V_4	V_5	Центр
C_3	C_2	C_1	C_4	C_5	C_6	Выводы

Табл 2

1	2	3	4	5	6	Порядок
V_1	V_1	V_2	V_1	V_2	V_5	Центр
C_3	C_2	C_1	C_4	C_5	C_6	Выводы

Виды монтажных соединений



Р-ые и/или в-ые и рассчитать по опред. формулам

1) $d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}$

2) $d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j|$

3) $d_{ij} = (x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2$ $s = 2, 3, \dots$

- 1) Р-ые прием-ся при трассировке проводного или печатного соединений по каналам или материалам
- 2) Для минимизации максимальной длины соединений
- 3) Для проводного монтажа

В зав-ти от конструкции и. став. одностопенными критерии метричного и топологического хар-ра,

Алгоритмические методы трассировки соединений

Задача Р-ти явл-ся одной из сложнейших. Это связано с многообр. способов констр-кцион. станд. реализации. Порог пред-ся ил-ия специфических для ограничений и критериев оптимиз. Метрик. аспект предп. учет констр. размеров от-тов, коэф-т и помутат. помех. Тополог. аспект связан с выбором функционального пространственной располн. отг. мон. соед-б на помутат. поле. При этом исп-ся след. огранич.

- на число пересек. и соед-б
- число помех помутации

и др.

Алгоритм построения минимального дерева

Как правило, мы имеем заданную графа

$$P = \{p_1, \dots, p_n\}$$

$G = \{X, U\}$ - исходный граф

$$x \in X$$

$u \in U$ - ребро, $\mu(u)$ - вес ребра, $\mu(u)$ - вес ребра, $\mu(u)$ - вес ребра, $\mu(u)$ - вес ребра

$\mu(u)$ в одних случаях равно весу ребра, в других - весу ребра

$$\mu(u) = \mu_1(u) d_1(u) + \mu_2(u) d_2(u)$$

μ_1, μ_2 - весовые функции

d_1, d_2 - некие функции, зависящие от ребра

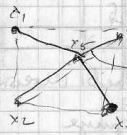
функция веса

Задана в этом смысле функция, что мы в графе выделяем дерево, выходящее из вершины и минимизирует длину ребра, каково значение минимума

1) Вектор вершина соединяется с минимальным



2) Вектор, который соединяется с минимальным вектором



вектор, который

3) у нас не получается вершина, которая не соединяется с минимальным

То есть, если дерево не минимально

Иногда при построении дерева в некоторых случаях

$\mu(u)$ принимает значения, выходящие за пределы заданного, что приводит к тому, что пересечение с другими деревьями

$$\mu(u) = k_1 d_1(u) + k_2 d_2(u)$$

k_1, k_2 - коэффициенты, d_1, d_2 - функции, k_1, k_2 - коэффициенты, k_1, k_2 - коэффициенты

Как правило, в графе заданы веса, соответствующие ребрам, что приводит к тому, что граф не является деревом, что приводит к тому, что граф не является деревом

Постановка задачи

построения минимального дерева

Алгоритм 1. Построение дерева Минимума

Задана в определенном смысле

$$P = \{p_1, \dots, p_n\}$$

$T = (X, U)$ - дерево с минимальным

вершиной X и минимальным

$$X, U \rightarrow P \subset X$$

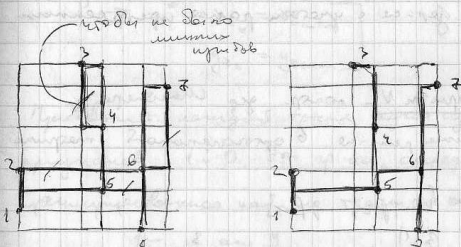
в графе заданы веса, что приводит к тому, что граф не является деревом

минимальное дерево, что приводит к тому, что граф не является деревом

(X, U) - минимальное дерево, что приводит к тому, что граф не является деревом, что приводит к тому, что граф не является деревом

Минимальное дерево такого типа существует

минимальное дерево, что приводит к тому, что граф не является деревом



На первом этапе с помощью минимума выделяем дерево, что приводит к тому, что граф не является деревом

$$C = (1, 2); (2, 5); (5, 6); (5, 4); (4, 3); (6, 7); (6, 8)$$

2) Если есть соединяющиеся ребра, что приводит к тому, что граф не является деревом

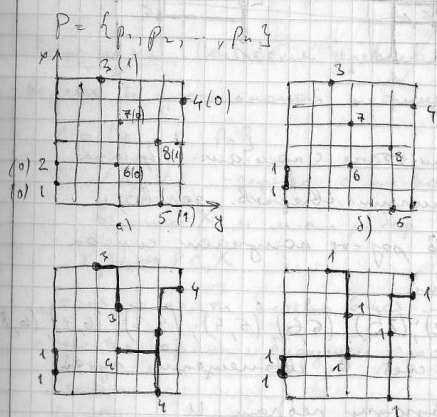
а) выделяем очередное минимальное дерево, что приводит к тому, что граф не является деревом

б) анализируем все ребра, что приводит к тому, что граф не является деревом

тоже вершины и выд-ся из решетки,
давая макс. совмещение узлов. То
дел-ся с учетом ранее использованных узлов

Алгоритм №2 распр. др. Шенера

Данная реш-ка 6 опрочисленных маршрутов



1) Придумывать по рас. др. по старому
узлам, начиная с p^*
 $P \rightarrow p_i \rightarrow x_i = x_{i+1}$
 $y_i = y_{i+1}$

2) Придумать каждый раз один из 2х
признаков 1-0. Для пр-ва, опреде-
ляющего направление по стрелкам
1- по оси Y
0- по оси X

Для пр-ва присв-ся направление
для тех точек одного участка, к-е не-е
на одной горизонтальной или вертикальной линии
одни признаки

3) Начин с точки $p_1 = p_i^*$ найти путь до
где кон-б расст. $d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j| =$
 $= d_{i,j}$

4) Опред-ть границы дерева расст-б,
приводя к признакам

а) Если верш. есть, то к-е признак
границы присв-ть наименьший
из номеров узловых точек грани.

б) Оп-ть и 3)-4) проводимые все
точки в порядке возрастания, пока не
будет построена граница для всех точек
или грани.

в) Начин с 3) и 5) повтор. пока все
точки не покроет №2.

Расстояние

Решение этой задачи и. вост-е др. распр.
в процессе трассировки

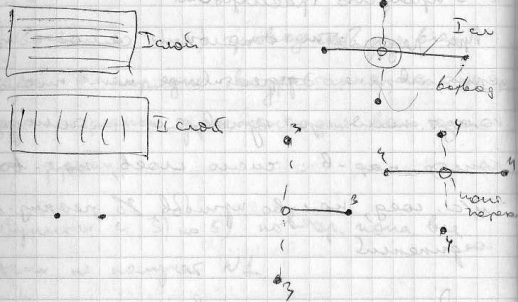
При разработке топологии самым удобным
способом явл-ся эвристическое итер. построение
путь, нач-е при выборе оптимального
констр. пар-б: число узлов, кол-во
и/с. узел, кол-во прив-б, др. распр-е
соединения

Расст. до трассировки

Предназ-т анализ схем (эвристическое),
к-е не и.д. размещено в одной и.и.
Прим.: невозм. избежать пересеч,
от-вечая на др. пр-ва

Один из способов: разделение схемы на
м-л число ч/з, расположенных
в пересеч. на др. стороне

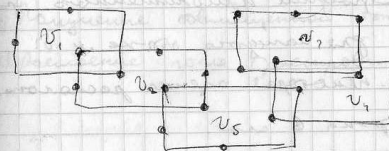
прямую, направленную



Метод переписки

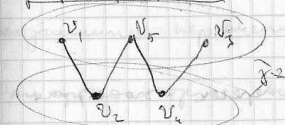
V_0 - yeno

При этом, промазав для каждого
написанное τ_E т.е. с.е. охватыв. промаза



$$\pi_1 \cap \pi_2 \rightarrow \nu_1 \cap \nu_2$$

Гривна 2 паг переправити



$$V_i \rightarrow \Gamma_i$$

$$G = (V, \mathcal{V})$$

$$v_i \in V - \text{normales (reel)}$$

и $\in \mathcal{U}$ -преды (перечислять)

Результаты переписи населения 1959

наз хроматин. число $\chi(z)$ = число подгрупп
в и-х клет подгруппиров.

Ознам. граф трансп. и задана расен
св-се и тачноб расирасне графа, кри
ноф-8 др редер. митин.

В один узел раскорм-и пересел. Выж-и

При построении приближенных кр-
рас-то для каждого отрезка x - δ
применяется некоторая оценка рас-
слоя отрезка в слое.

Оценка предст. воды совон

Жульина стр. 4. пересек., раст-ие в начале ссод.

$$ds = k \cdot S + \rho R + \gamma L$$

количество
оценки
всего.

ре $\frac{1}{2}$ - мено перек. тоо 0.75 - кг

R - число отрезков, n - в. д. размещены
в одной части (начало) с
заданным отрезком

L - группа оспы

$$\kappa, \beta, \gamma - \kappa - \text{Pon}$$

Если $d_{*} = d_{\min}$, то он является
оптимальным и число d .

Расширение компетенций район.
села

1) Получение обвинительного постановления

2) Расселение после трасировки

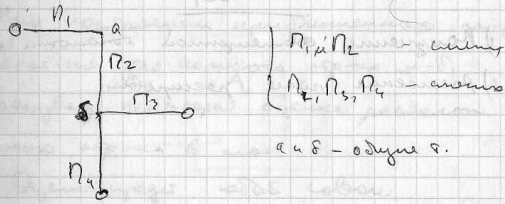
В пр-се танка гр-ни интензивується
камер-ри вед-ін-ди, т. перес., укр. "50

2) окончательная — индивидуальная
возникшие пересечения

При этом, при введ-ии и. раздв
на 2 см — горизонт и вертик. сдвиг.

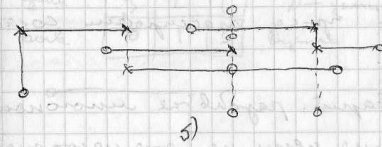
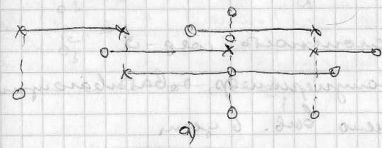
Распрег. сег. по а-и и м-е числ
переходов:

2 стр. инициалы элементов, если они
имеют 1 оду. с. или непрерывную ветвь



Будем считать, что перх. 4/8 а и м.с.
только в оду. точках.

Пример



Углубл. пример в сущности, когда
справа много переходов

Очередность промагн сегментов

$$l = \frac{L}{n}$$

l - сложное сег-м

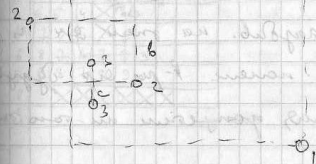
L - количество, охватываемый сег-м
 n - число вав. в сег-м

При на пр-се трасировки состав
в сег-м:

1. Предварит. разделение многоэлементов
сег-м на элементное
2. Если пр-ра одуе, упорядочиван
с послед. пр-м.

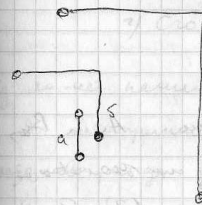
Научим на-гнать сег-м.

Прим



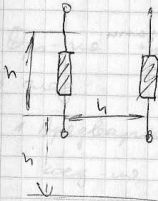
уел	3	2	1
воб.	0	1	3

$N = 10$ сег-м
Фигура



Вопросы авторитет Мн
и его подданных

Всё Компане раздоб. на этом. он и
наз. динер рад. пошел в-ры он. Дзур
спрад. разн. наиз. гонимым он. так он
4 т. г.



В трос. сильная ямная
увядшая со стороны.

Един разг. рад. явни A_n и B_n
 то гласи: PT дуга не може да се

$$N_x = \{A_x/h\} \quad \{ \} - \text{Dum. genes}$$

- ☐ - сегментные воб.
- ☒ - жапыра жаны
- ☐ - свободны ау

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	3	2	1	4	1				
2	4	3	2	1	2				
3	5	4	3						
4	6	5	4		1	6			
5	7	6	5						
6	8	7	6	7			9		
7	9	8	7		8	9			
8									
9									

А - изогелия
В - изотермия
нулевой проб. из А В В

В кат. запису. зан. воспит. соединяем.
взв., рехисно. участки и проведение. трассы.

2) және

- 1) Ресми нұсқа
- 2) Еңгө ирөгегенне.

Из м.-ис. начинаем рис. ванну.
Як. исл. применил знак 0, вкл. сс. и 1. Дон
остановил, когда до 90 В

- а) Изменил путь моря и не $\bar{I}$.
- б) Путь мед. проводится от эк.-гем по пути змеиной. Все млекоп.

При отбросе, в середине фронта, вынужден был совершить
"малый поворот" ф. д. - принятое правило.

Пр. g_{k+1} & P_k и P_{k-1} изг. ∞ направен. ∞

На практике, при вводе чис. данных возможно
несогласие.

- 1) Не нужно направл. до тех пор, пока не будет видно, что сделать. $\Rightarrow$ уменьш. числа точек
- 2) По мере увеличения числа проводимых трасс наступит м-м, когда в прог. д. нужнее не только бы 1 поворот. Прич., если взять 2 вар, то след. приводов совсем не требуется (Б-3-10)

М. имеет всегда пример

кон-во через, числа узлов и степень
притяжения на провод

$$P(l(A, B)) \rightarrow F = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$$

Кислоты органические

$$\phi = f_1 a_1 + f_2 a_2 + \dots + f_n a_n$$

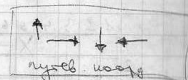
Если I_1 — группа
 I_2 — ненулевая
 a_1, a_2 — бесконечные

Камб. ц-ни подирни яви

1/11 - не нулевых коорд и/или кодирование
звез по модулю 3.

- 3) desog no energy.

Hand-drawn diagram of an 8x8 grid. The columns are numbered 1 to 8 at the top, and the rows are numbered 1 to 8 on the left. The grid contains arrows indicating movement directions and several 'X' marks. The top-right 4x4 area (columns 5-8, rows 1-4) is filled with 'X' marks. The bottom-right 4x4 area (columns 5-8, rows 5-8) is also filled with 'X' marks. Arrows are present in the top-left 4x4 area and some cells in the bottom half. Specifically, arrows are in cells (1,1), (1,2), (2,1), (2,2), (2,3), (3,1), (3,2), (3,3), (4,1), (4,2), (4,3), (5,4), (6,4), (6,5), (6,6), (7,6), (7,7), (7,8), (8,7), and (8,8). The arrows indicate various directions: right, up, down, left, and diagonally.



- 2) Когуров. по модулю 3

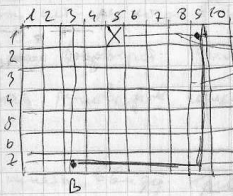
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									

11-22-11

$\begin{array}{cccccc} & & & A & & \\ 2 & 1 & 1 & & 1 & X \\ 2 & 2 & 1 & 1 & 1 & X \\ 1 & 2 & 2 & X & X & X \\ 1 & 2 & 2 & X & 1 & B \\ 2 & 1 & 1 & X & 1 & \\ 2 & 2 & 1 & 2 & 2 & \\ \hline X & X & X & X & X & X \end{array}$

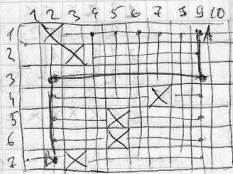
Распределение по маршрутам Минимизация затрат

Ищем опт. и применим к черт. на
проб. при. (форму. / верные)



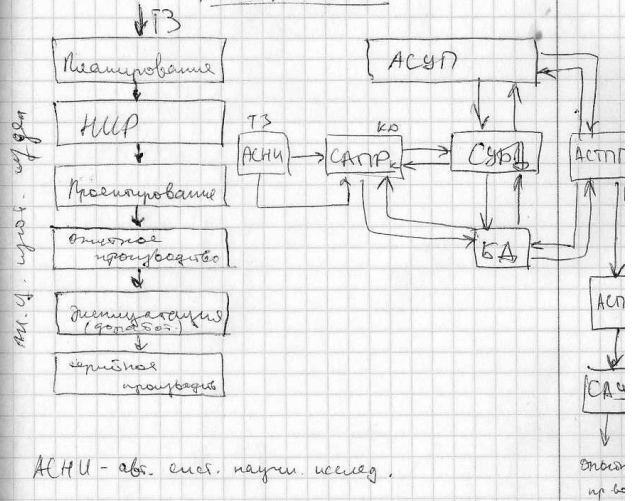
наименьшее
первое ур.

В проб. случае, если от пересек-ся,
получаем след-ие. Если не пересек-ся,
справедл. миним. 10-ю уровней



При проб. 10 ур. в пути добавл. 100% в 10 уровней

Интегрированный итерационный процесс



АСН - авт. сист. управ. и след.

АСП - автоматизированная система проектирования

АСП - автоматизированная система проектирования