

**ПРИБЛИЖЕННЫЙ СПОСОБ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ФОРМОЙ
ЗАДАННОЙ ЛОМАНОЙ**

Суванкулов Илхомжон Шахобиддинович
канд. тех. наук, Узбекско-Финский педагогический институт.
Республика Узбекистан, г. Самарканд
E-mail: suvonqulov_i@rambler.ru

Аннотация

Рассматривается статитко-геометрический способ преобразования исходной ломаной с равными углов смежных звеньев (УСЗ).

Ключевые слова: статика, ломаная, система, итерация, констркция, узел.

Introduction

Разнообразие дискретных моделей поверхностей и кривых линий, большое количество вариантов конструктивных требований обуславливают различные постановки задач дискретного моделирования. В качестве одной из возможных постановок задачи может выступать следующая: имеется исходная ломаная, моделирующая некоторую кривую. Необходимо преобразовать данную ломаную в новую так, чтобы величины углов между ее смежными звеньями были равны некоторым заданным величинам.

Преобразование исходной ломаной можно трактовать по-разному. Один из возможных вариантов - результирующая ломаная может быть предоставлена как итог перемещения узлов исходной ломаной. Как любое направленное движение, перемещение узла ломаной можно представить вектором, начало которого совпадает с исходным положением узла, а конец - с результирующим.

Анализ существующих конструктивных требований, учитывающий взаимосвязь параметров положения узлов исходной и результирующей ломаных, позволяет разделить возможные способы перемещения на две группы:

1. Направления векторов перемещений узлов не зависят от формы исходной ломаной и определяются на этапе постановки задачи.
2. Направления векторов перемещений являются величинами, зависящими от параметров формы и положения ломаной и заранее быть определены не могут.

В первом случае направления векторов перемещения заданы. Например, узлы могут перемещаться только по вертикали. Поэтому положение узлов зависит только от одного параметра.

Во втором случае задача усложняется: направление вектора перемещения узла не известно. Пара смежных с ним узлов определяет однопараметрическое множество положений узла с заданной величиной угла α_i при вершине. Для того, чтобы найти единственное положение, надо наложить дополнительное условие, связывающее этот параметр. В качестве таких условий могут выступать:

1. Обеспечение равенства длин связей.
2. Сохранение регулярности положения узлов ломаной.
3. Сохранение соотношения длин смежных связей и др.

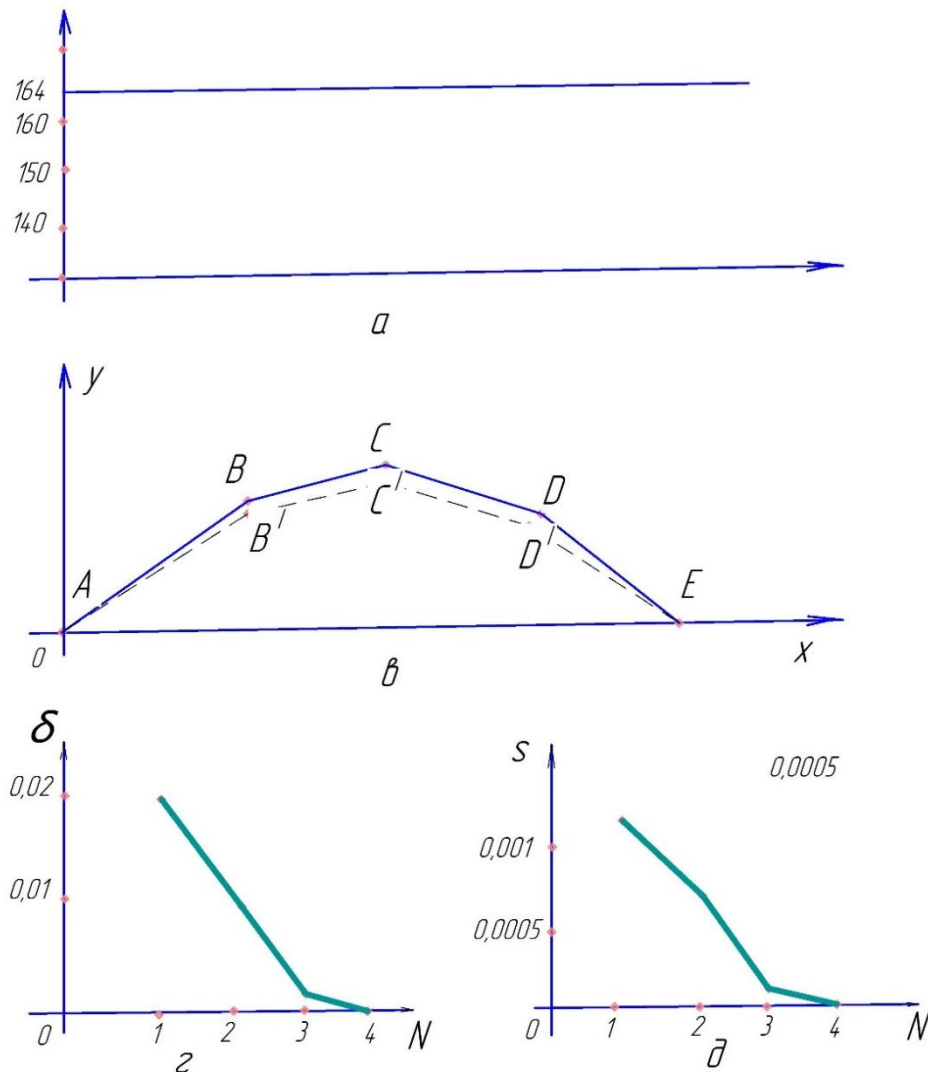


Рис.1. Управление величиной УСЗ

В соответствии с этим процесс изменения углов смежности звеньев ломаной (УСЗ) может проходить при соблюдении следующих геометрических условий:

1. Изменяются шаг узлов ломаной (например, по оси Ox) и длины ее звеньев.
2. Изменяются длины звеньев ломаной при неизменном шаге узлов.
3. Изменяется шаг узлов при неизменных длинах звеньев.
4. Шаг узлов и длины звеньев остаются неизменными.

Недостатками предложенного выше геометрического способа управления УСЗ исходной ломаной является, в первую очередь, существенная зависимость числа

итераций от количества узлов ломаной (а, следовательно многократный пошаговый перебор, замедляющий процесс решения), а во вторых, ряд ограничений, накладываемых для обеспечения сходимости процесса.

Применение статико-геометрического подхода для решения данной задачи позволяет избавиться от этих недостатков. В этом случае решение также имеет итерационный характер, однако управление углов происходит не последовательно от одного узла к другому, а одновременно для всех узлов ломаной (при решении системы линейных уравнений равновесия вида:

$$\sum_{i=1}^n (u_i^t - u_0^t) + \sum_{i=1}^n P_i + Q - kT = 0, \quad (1)$$

где T – статическая интерпретация требования, предъявляемого к системе.

Проекция вектора T на координатные оси определяются по формуле:

$$kT_{u,i}^{t+1} = 2u_i^t - u_{i,1}^t - u_{i+1}^t \quad (2)$$

На основе данных зависимостей строится итерационный алгоритм статико-геометрического способа формирования ломаной с равными углов смежных звеньев (УСЗ) и попарно равными звеньями:

1. Определяются параметры узлов ломаной первого приближения.
2. По координатам узлов ломаной первой итерации определяются проекции условных усилий kT для каждого из незакрепленных узлов.
3. Значения kT поставляются в уравнения вида (1), которые составляются для координат x и y .
4. Совместно решаются системы уравнений (1), в результате чего определяются координаты узлов нового приближения.
5. Подобно тому, как это делалось в геометрическом способе, осуществляется оценка качества решения путем сопоставления с заданными величинами δ_i и S_i . В случае, если проверка идет положительно, итерационный процесс прекращается. Если нет – продолжается. Данные последнего решения принимаются в качестве новых исходных данных и процесс повторяется, начиная с пункта 2.

Работа алгоритма иллюстрируется численным примером.

На основании данных зависимостей рассмотрим пример статико-геометрического алгоритма управления УСЗ ломаной.

Пусть имеется некоторая ломаная **АВСДЕ**. При этом узлы **А** и **Е** считаются закрепленными (т.е. их положение остается неизменным), а узлы **В**, **С**, **Д** - свободными (или незакрепленными).

Для ломаной, приведенной на рисунке 1 получить новую ломаную, УСЗ для которой изменяется по линейному графику (рис. 1) обеспечить равенство связей в узлах. Остановка итерационного процесса происходит при:

$$\delta_g = 0,0001;$$

$$S_g = 0,0001.$$

Результаты расчета приведены в таблице 1. На рисунке 1, показаны исходные и результирующие ломаные и закон изменения величины α , l_v и l_γ показаны графики изменения соответственно δ и S .

Для случая, когда нужно управлять величиной УСЗ с сохранением регулярности расположения элементов, перемещение незакрепленных узлов осуществляется по вертикали. Усилия, воздействующая на узел показаны на рисунке 2. По сравнению с рассмотренным случаем, изменяется лишь зависимость для определения проекций условных усилий. Это выражение имеет вид:

$$kT_{y,i}^{t+1} = 2x_i^t - x_{i-1}^t + x_{i+1}^t; \quad (3)$$

$$kT_{y,i}^{t+1} = \frac{\operatorname{tg}\alpha_0(y_{i+1}^t + y_{i-1}^t) + (x_{i+1}^t - x_{i-1}^t)}{\operatorname{tg}\alpha_0} \pm \{[\operatorname{tg}\alpha_0(y_{i+1}^t + y_{i-1}^t) + (x_{i+1}^t - x_{i-1}^t)]^2 + 4\operatorname{tg}\alpha_0[\operatorname{tg}\alpha_0(x_i^t - x_{i-1}^t)(x_{i+1}^t - x_i^t) - y_{i-1}^t(x_{i+1}^t - x_i^t) - y_{i+1}^t(x_i^t - x_{i-1}^t) - \operatorname{tg}\alpha_0 y_{i-1}^t y_{i+1}^t]\}^{\frac{1}{2}} \operatorname{tg}^{-1}\alpha_0 - y_{i-1}^t - y_{i+1}^t$$

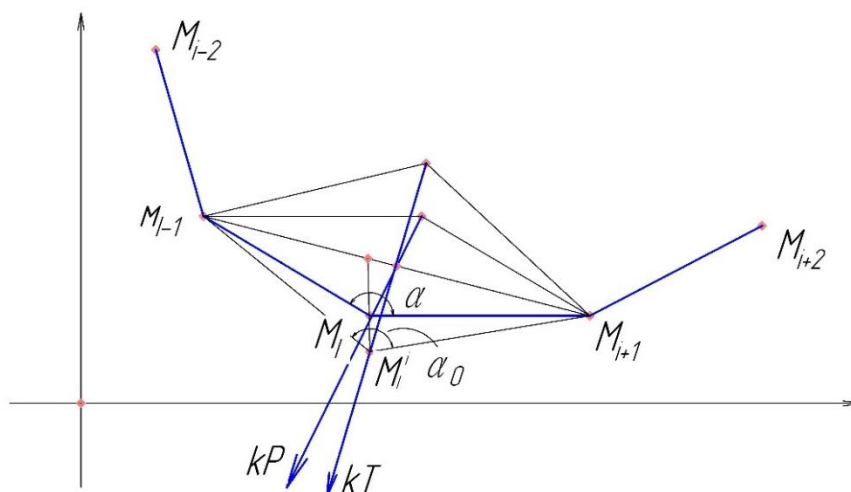


Рис.2. Усилия, воздействующие на узел

Таблица 1

Наименование координат			B		C		D		δ	s
			x	y	x	y	x	y		
Исх. приближение			4	1.8	8	2.4	12	1.8		
№ итерации	1	Коорд. узлов	3.8313	1.6864	8	2.4	12.1686	1.6864	0.0204	0.00145
	2		3.8441	1.6101	8	2.2486	12.1581	1.7101	0.0103	0.00079
	3		3.8386	1.7085	8	2.2960	12.1613	1.7085	0.0006	0.00003
	4		3.8389	1.7091	8	2.2927	12.1613	1.7085	0.0001	0.00002
	5		3.8389	1.7092	8	2.2939	12.1613	1.7085	0.0001	0.00001

Список литературы:

1. Суванкулов И.Ш. APPROXIMATE METHOD FOR FORMING DOUBLE BELT. European Scholar Journal (ESJ) Available Online at: <https://www.scholarzest.com> Vol. 2 No.12, December 2021 ISSN: 2660-5562
2. Суванкулов И.Ш. Geometrical Analysis of the Formation of Lattice Structures. MIDDLE EUROPEAN SCIENTIFIK BULLETIN. ISSN 2694-9970. Table of content –Volume 43(Dec 2023). <https://cej.sr.academicjournal.io>
3. Суванкулов И.Ш., Номозова Г.Р. “Приближенный способ управления геометрическими параметрами решетчатых структур” CENTRAL ASIAN JOURNAL OF THEORETICAL & APPLIED SCIENCES Vol. 4 No. 04 (2023); CAJOTAS. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/V68GT>. DIRECTORY OF OPEN ACCESS JOURNALS