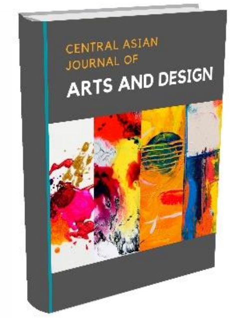
CENTRAL ASIAN JOURNAL OF ARTS AND DESIGN
ISSN: 2660-6844 VOLUME: 4 ISSUE: 4 | APR - 2023



CENTRAL ASIAN STUDIES

CENTRAL ASIAN JOURNAL OF ARTS AND DESIGN

Journal homepage: https://cajad.centralasianstudies.org

Приближенный Способ Управления Геометрическими Параметрами Решетчатых Структур

Суванкулов Илхомжон Шахобиддинович
Канд. Тех. Наук, Узбекско-финский педагогический институт Самаркандского государственного университета, Республика Узбекистан, г. Самарканд
suvonqulov_i@rambler.ru

Намозова Гулшан Равшановна
Магистр, Узбекско-финский педагогический институт Самаркандского государственного университета, Республика Узбекистан, г. Самарканд

Аннотация
Рассматривается вопрос управления геометрическими параметрами решетчатых структур. Приведены решения задач преобразования исходной ломаной путем перемещения узла при соблюдении различных геометрических условий.

ARTICLEINFO

Article history:
Received 10-Feb-2023
Received in revised form 15 Feb
Accepted 16-Mar-2023
Available online 5-Apr-2023

Ключевые слова:
статика, узел, конструкция, моделирование,дискрет.

В отличие от сплошных оболочек, применяющихся в качестве архитектурных покрытий, решетчатые структуры по своей конструктивной сути представляют дискретную конструкцию. Тело такой двухпоясной решетчатой конструкции представляет собой геометрически неизменяемую систему, состоящую из особым образом расположенных стержней, соединенных в узлах. Наличие двух поясов, удаленных друг от друга на требуемое расчетом расстояние, обеспечивает необходимую жесткость конструкции, и, как следствие, несущую способность.

Разнообразие дискретных моделей поверхностей и кривых линий, большое количество вариантов конструктивных требований обусловливают 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.

E-mail address: editor@centralasianstudies.org

Зависимость угла смежности звеньев, сходящихся в i-том узле ломаной, от шага узлов и длины звеньев в общем случае имеет вид:

$$tg\,\alpha_i = \left\{h_{i-1}^{i}\left[\left(l_i^{i+1}\right)^2-\left(h_i^{i+1}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}} + h_i^{i+1}\left[\left(l_{i-1}^{i}\right)^2-\left(h_{i-1}^{i}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}\right\}\times$$

$$\left\{\left[\left(l_{i-1}^{i}\right)^2-\left(h_{i-1}^{i}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}\times\left[\left(l_i^{i+1}\right)^2-\left(h_i^{i+1}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}} - h_{i-1}^{i}h_i^{i+1}\right\}^{-1} \qquad (1)$$

где $\boldsymbol{l}$ - длина звеньев;

$\boldsymbol{h}$ - шаг звеньев.

При $h_{i-1}^{i} = h_i^{i+1} = h$ уравнение (1) имеет вид:

$$tg\,\alpha_i = \left\{h\left[\left(l_i^{i+1}\right)^2-h^2\right]^{\frac{1}{2}} + \left[\left(l_{i-1}^{i}\right)^2-h^2\right]^{\frac{1}{2}}\right\}\times$$

$$\left\{\left[\left(l_{i-1}^{i}\right)^2-h^2\right]^{\frac{1}{2}}\times\left[\left(l_i^{i+1}\right)^2-h^2\right]^{\frac{1}{2}} - h^2\right\}^{-1} \qquad (2)$$

При $l_{i-1}^{i} = l_i^{i+1} = l$ уравнение (1) имеет вид:

$$tg\,\alpha_i = \left\{h_{i-1}^{i}\left[l^2-\left(h_i^{i+1}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}} + h_i^{i+1}\left[l^2-\left(h_{i-1}^{i}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}\right\}\times$$

$$\left\{\left[l^2-\left(h_{i-1}^{i}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}\times\left[l^2-\left(h_i^{i+1}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}} - h_{i-1}^{i}h_i^{i+1}\right\}^{-1} \qquad (3)$$

При $l_{i-1}^{i} = l_i^{i+1} = l$ и $h_{i-1}^{i} = h_i^{i+1} = h$ уравнение (1) имеет вид:

$$\mathrm{t}g\,\alpha_i = 2h(l^2-h^2)^{\frac{1}{2}}(l^2-2h^2)^{-1} \qquad (4)$$

На основании данных зависимостей предлагается геометрический алгоритм управления углов смежности звенев (*УСЗ*) ломаной.

Пусть имеется некоторая ломаная ***АВСДЕ*** (рис.1). При этом узлы ***А*** и ***Е*** считаются закрепленными (т.е. их положение остается неизменным) , а узлы ***В. С. Д*** - свободными (или незакрепленными).

Необходимо преобразовать ее в новую ломаную, имеющую величины углов смежности, отвечающие заданному графику изменения.

В качестве дополнительного геометрического условия, обеспечивающего единственность решения, можно выбрать условие равенства связей, сходящихся в узле, между собой. При этом смежные узлы считаются закрепленными. В частности, для узла ***В*** (рис. 1) новое его положение $\boldsymbol{B_0}$ определится на прямой $\boldsymbol{B_0M}\perp \boldsymbol{AC}$ причем ***АМ*** = ***МС***.

Координаты нового положения узла ***В*** находяться из формулы:

$$\mathrm{x}_{\mathrm{в}}^{0} = \frac{\mathrm{x_a}+\mathrm{x_c}}{2} - (\mathrm{x}_H - \mathrm{x}_B)(2\tan\alpha_B\, l_{BH})^{-1}\{l_{AC} \pm [(1+\tan^2\alpha_B)(l_{AC})^2]^2\}^{\frac{1}{2}}$$

$$y_{\text{в}}^{0} = \frac{y_{\text{a}} + y_{\text{c}}}{2} - (y_H - y_B)(2\tan\alpha_B\, l_{BH})^{-1}\{l_{AC} \pm [(1+\tan^2\alpha_B)(l_{AC})^2]^2\}^{\frac{1}{2}}, \quad (5)$$

где $\boldsymbol{\alpha_B}$ – значение угла ***α,*** взятое по графику изменения ***УЗС*** для узла ***B***,

$l_{BH} = |[(x_B - x_H)^2 + (y_B - y_H)^2]^{\frac{1}{2}}/,$

$l_{AC} = |[(x_A - x_C)^2 + (y_A - y_C)^2]^{\frac{1}{2}}.$

Координаты точки ***H*** определяются по формулам:

$$x_H = [(x_C - x_A)^2 x_B + (y_C - y_A)^2 x_A + (x_C - x_A)(y_C - y_A)(y_B - y_A)](l_{AC})^{-2}$$
$$y_H = [(x_C - x_A)^2 y_A + (y_C - y_A)^2 y_B + (x_C - x_A)(y_C - y_A)(x_B - x_A)](l_{AC}).^{-2} \quad (6)$$

Подставляя значения (6) в (5) и заменив буквенные индексы системы отсчета, получим формулу определения координат произвольного узла:

$$x_i = \frac{\mathrm{x}_{i-1} + \mathrm{x}_{i+1}}{2} - \{(y_{i+1} - y_{i-1})(\mathrm{x}_{i-1} y_{i+1} - \mathrm{x}_{i+1} y_{i-1}) + (x_{i+1} - x_{i-1})[x_i(x_{i+1} - x_{i-1}) + y_i(y_{i+1} - y_{i-1})] - x_i\}\left\{l_{i-1}^{i+1} \pm \left[(1 + tg^2\alpha_0)\left(l_{i-1}^{i+1}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}\right\}(2tg\alpha_0 l_i^H)^{-1} \; (7)$$

$$y_i = \frac{y_{i-1} + y_{i+1}}{2} - \{(x_{i+1} - x_{i-1})(\mathrm{x}_{i+1} y_{i-1} - y_{i+1} x_{i-1}) + (y_{i+1} - y_{i-1})[x_i(x_{i+1} - x_{i-1}) + y_i(y_{i+1} - y_{i-1})] - y_i\}\left\{l_{i-1}^{i+1} \pm \left[(1 + tg^2\alpha_0)\left(l_{i-1}^{i+1}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}\right\}(2tg\alpha_0 l_i^H)^{-1}$$

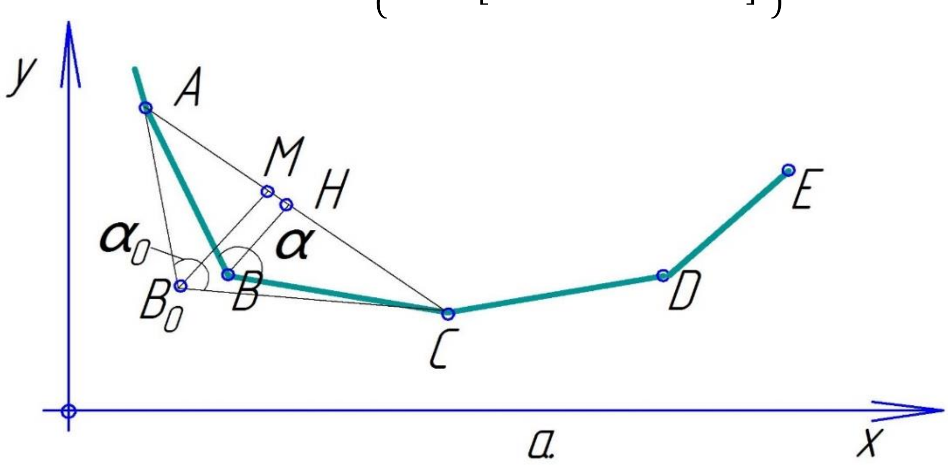


Рисунок 1. Изменения УСЗ отвечающие заданному графику.

где ***i*** - номер узла.

Если $\frac{(y_{i+1} + y_{i-1})}{2} \geq y_i$ в формулах (7) принимается знак " + ", в противном случае - знак " - " .

Используя полученные соотношения, организуется итерационный процесс решения задачи преобразования исходной ломаной в требуемую:

1. Задается порядок обхода узлов.

2. Для первого из незакрепленных узлов по заданной величине

   α_i из соотношений (7) определяется новое положение.

3. Для следующего за ним узла также по формулам (7) определяется новое положение. При этом в соотношение (7) подставляются значения координат предыдущего узла, найденные на шаге 2.

4. Аналогично определяются координаты всех незакрепленных узлов.

5. Производится оценка качества полученного результата.

В качестве критериев оценки и признаков остановки итерационного процесса выступают, как правило, параметры, отражающие степень достижения требуемого результата.

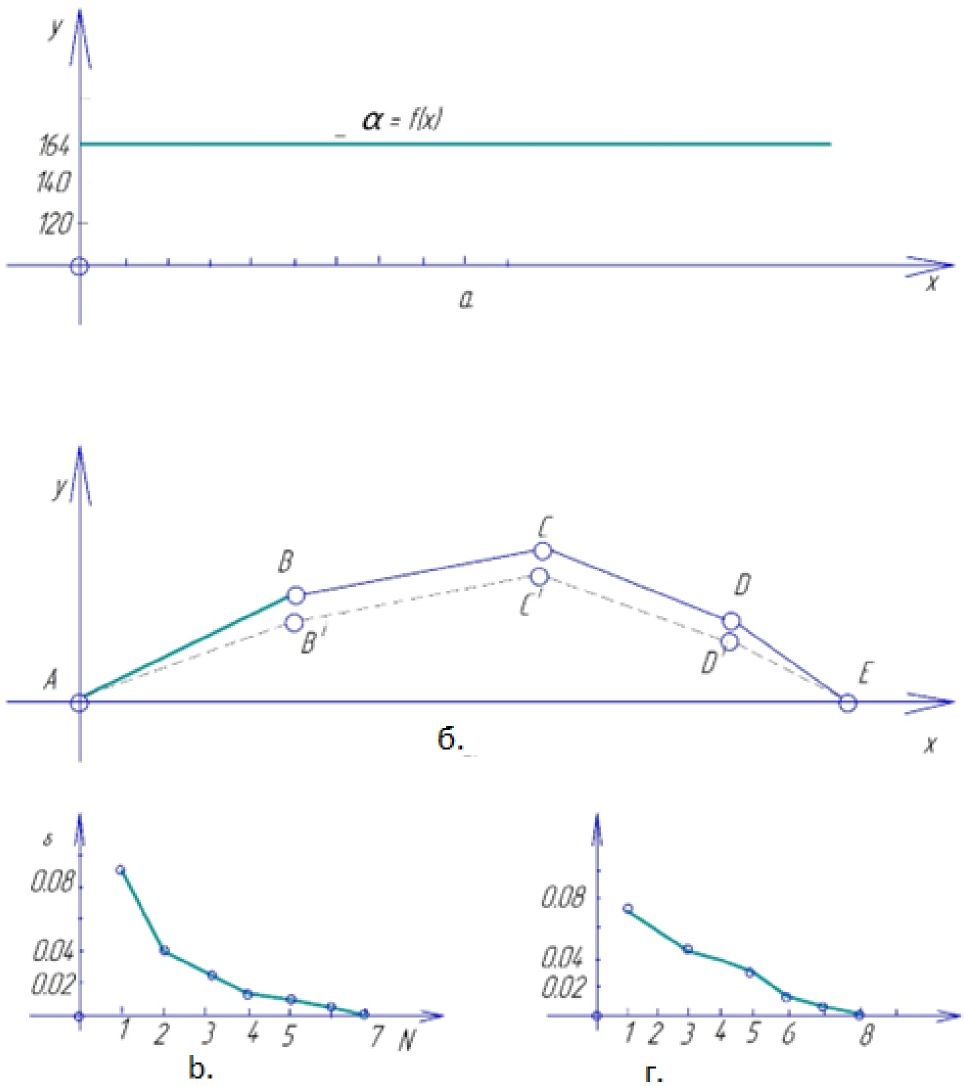


Рис. 2. Обеспечение равенство связей в узлах.

E-mail address: editor@centralasianstudies.org
(ISSN: 2660-6844). Hosting by Central Asian Studies. All rights reserved.

Таблица 1

Наименование координат	A x	A y	C x	C y	D x	D y	δ
Исходное приближение	4	1,8	8	2,4	12	1,8	0,00571
№ итарации / Координата узлов							
1	4	1,8116	8	2,3680	12	1,7944	0,00850
5	4	1,7836	8	2,3458	12	1,7823	0,00301
10	4	1,7810	8	2,3432	12	1,7810	0,00003
11	4	1,7810	8	2,3410	12	1,7810	0,00001

В данном случае следует для каждого из незакрепленных узлов вычислить величины

$\delta_i = |tg\alpha_i - tg\alpha_g|$

$S_i = \Delta l_i$ (8)

где $\boldsymbol{\alpha_i}$, $\boldsymbol{\alpha_g}$ - соответственно текущая и заданная величина угла для данного узла;

$\Delta \boldsymbol{l_i}$ - разность длин связей, сходящихся в $\boldsymbol{i}$ –том узле.

Эти величины сравниваются с наперед заданными величинами $\boldsymbol{\delta_g}$ и $\boldsymbol{S_g}$. Если для каждого из узлов выдерживается условие

$\delta_i \le \delta_g$;

$S_i \le S_g$; (9)

то решение считается полученным. Если нет - процесс продолжается, начиная с пункта 2.

Процесс численного решения может быть рассмотрен на конкретном примере.

Пример 1. Для ломаной, приведенной на рисунке 2,а получить новую ломаную, *УСЗ* для которой изменяется по линейному графику (рис. 2,б) обеспечить равенство связей в узлах. Остановка итарационного процесса происходить при:

δ_g =0,0001;

S_g = 0,0001.

Результаты решения, приведенные в таблице 1, показывают, что для получения значений с точностью до пятой значащей цифры понадобилось 11 итераций. На рисунках 2,в, 2,г приведены графики изменения величин погрешностей соответственно $\boldsymbol{\delta}$ и $\boldsymbol{S}$.

Литература

1. Суванкулов И.Ш., Элмонов С.М. Приближенный способ формирования двухпоясных решетчатых. – Москва. UNIVERSUM: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ. Научный журнал. Выпуск:№ 6(75). Июнь 2020 г. Часть 2, с. 10-14.
2. Суванкулов И.Ш., Узоков Ш., Элмонов С.М., Абдумоннонов М. Моделирование двухпоясных решетчатых структур. – Москва. UNIVERSUM: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ Научный журнал Выпуск: 9(78) Сентябрь Москва 2020, Часть 1, с.68-72
3. Суванкулов И.Ш., Элмонов С.М., Жумаев Ш.У. О решении задачи формирования регулярной сети с треугольними ячейками. 3-я Международная научно-практическая

конференция Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций сборник научных трудов 1 октября, Курск 2020 года 190-192

4. Суванкулов И.Ш. О решении задачи конструирования двухпоясных решетчатых структур с заданными усилиями в связях. – Москва. UNIVERSUM: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ. Научный журнал. Выпуск:№ 7(88). Июль 2021 г. Часть 2, с. 10-14.
5. Suvankulov I.Sh. APPROXIMATE METHOD FOR FORMING DOUBLE BELT LATTICE STRUCTURES. European Scholar Journal (ESJ). Available Online at: https://www.scholarzest.com. Vol. 2 No.12, December 2021ISSN: 2660-5562