УДК 004.89

А.Ю. Погибельский

ДРЕВОВИДНЫЙ РОСТ ГРАФА. ВНЕШНИЙ РОСТ

В данной статье рассматривается процесс роста графа на примере внешнего роста дерева. Описано формирование «граф с аналогичной структурой», введено понятие «коэффициент памяти вершины». Получены основные формулы для роста графа с коэффициентом памяти вершин, которые являются одинаковыми для всех вершин в оригинальной графике.

Древовидный рост графа, внешний рост, коэффициент памяти вершин, граф подобной структуры.

A.Y. Pogibelskiy

TREELIKE GROWTH OF GRAPH. EXTERNAL GROWTH

This article is about the process of growth of the graph, on an example the external growth of the tree. The formation of «a graph of similar a structure » was described and the concept of «coefficient memory vertices» was introduced. The basic formulas for the growth graph with coefficient memory of the vertices, which are identical for all vertices in the original graph, were derived.

Treelike growth of graph, external growth, coefficient memory vertices, a graph of similar a structure.

В данной статье рассматривается сам процесс построения растущего графа, но при этом не уделяется внимания заполнению вершин значениями. Для того чтобы это сделать, необходимо ввести аппарат нечетких отношений, что само по себе проблематично на ранних этапах формализации процесса роста.

Под *ростом* графа $G=(X,\tilde{A})$ понимают процесс, при котором происходит увеличение количества ребер и вершин графа и их изменение.

Термином *внешний рост* условимся называть самоподобный поэтапный рост дерева, при котором добавление новых вершин идет по закону подобной структуры. В растущем дереве необходимо выделить связный граф, содержащий центр [1] и как минимум три висячих вершины [1], который и будет в дальнейшем являться графом подобной структуры.

Формирование графа подобной структуры (ГПС)

Граф подобной структуры – граф, получившийся из исходного графа путем объединения некоторых вершин и имеющий центр в той же вершине, что и исходный граф.

При формировании графа подобной структуры возникает проблема выбора оптимального закона подобия. То есть необходимо, чтобы граф подобной структуры был не громоздким и внешне похож на исходный граф. В случае, если исходный граф достаточно большой, то необходимо определить, какие группы вершин можно объединить в одну вершину графа подобной структуры, причем желательно, чтобы данные группы были одинаковы.

Построение ГПС происходит пошагово, на каждом шаге добавляется по одному уровню вершин, начиная с центра. Рассмотрим процесс построения более детально.

1. Необходимо определить центр в исходном графе $G_1 = (X_1, \tilde{A}_1)$. Данный центр будет являться центром в графе подобной структуры. Пусть центром графа G_1 является некоторая вершина x_1. Центр графа G_1 будет являться вершиной нулевого уровня ГПС.

2. Необходимо определить все смежные вершины с вершиной, являющейся центром графа $G_1 = (X_1, \tilde{A}_1)$, и разбить их на две группы: висячие вершины и вершины смежные не только центру. Все вершины, смежные центру, автоматически добавляются к графу подобной структуры.

Чтобы добавить вершины, смежные нескольким вершинам, необходимо определить и сравнить все вершинные области данных вершин.

Вершинной областью O_i будем называть множество вершин, состоящее из вершины x_i и всех смежных с ней вершин в графе $G = (X, \tilde{A})$, где $x_i \in X$.

Под *мощностью* вершинной области будем понимать количество вершин, принадлежащих данной области.

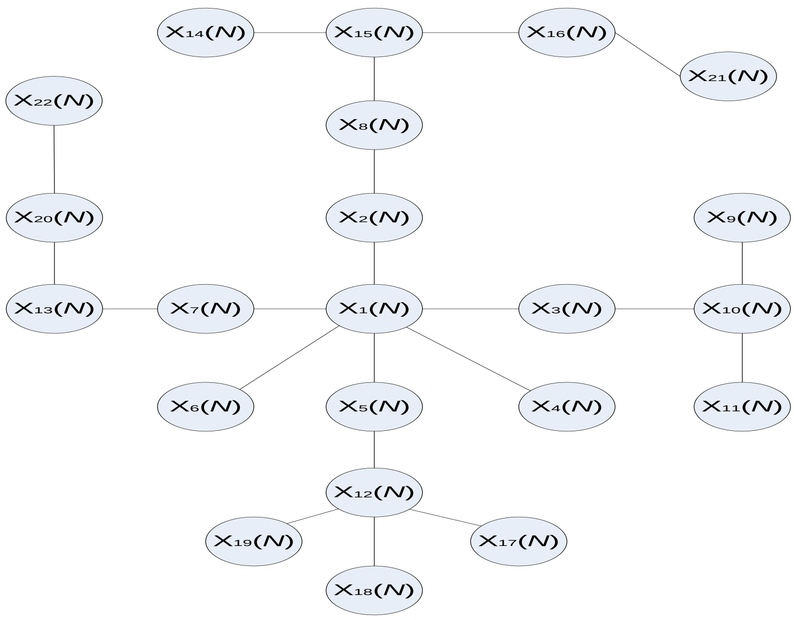

Рис. 1. Граф G_k.

Рассмотрим все вершинные области на данном уровне. Для этого необходимо определить мощность каждой вершиной области и отсортировать их по мере убывания мощности. Присоединение данных вершинных областей необходимо начинать с наиболее мощных вершинных областей, причем так, чтобы присоединенная область была не единична. Если же присоединенная вершинная область будет единична, то рост графа $G_1 = (X_1, \tilde{A}_1)$ будет конечным, так как произойдет смещение центра графа. Чтобы избежать этого, необходимо объединить некоторые вершины в данной области так, чтобы мощность данной области стала равна мощности максимальной из оставшихся вершинных областей данного уровня. Остальные вершинные области данного уровня добавляются автоматически, без каких-либо изменений. Таким образом, мы построили ГПС с тремя уровнями вершин (нулевой, первый, второй).

3. Дальнейшее присоединение вершин происходит аналогично п. 2.

В зависимости от желаемой скорости роста графа количество уровней в ГПС может варьироваться.

Под *скоростью роста графа* понимают количество вершин, присоединенных к исходному графу за один этап роста.

Рассмотрим построение ГПС на примере графа $G_k = (X_k, \tilde{A}_k)$. Пусть граф $G_k = (X_k, \tilde{A}_k)$ является деревом вида, изображенным на рис. 1.

Сформируем ГПС для графа G_k. В графе G_k имеется шесть уровней вершин, причем на шестом уровне имеется всего одна вершина x_{21}. Данную вершину необходимо отбросить. Тогда ГПС примет рис. 2.

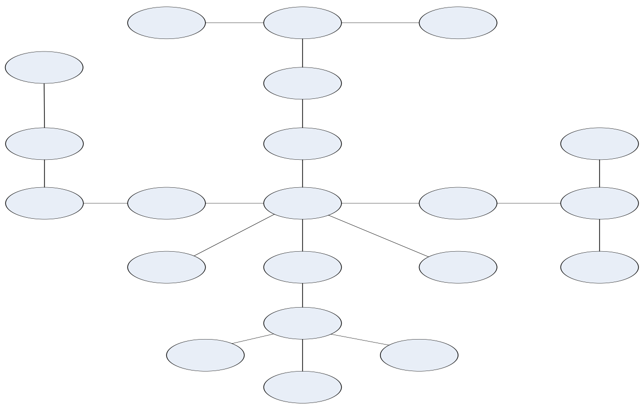

Рис. 2. ГПС для графа G_k.

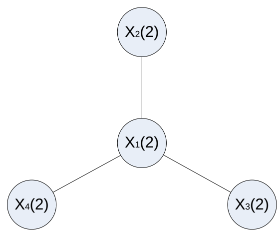

Рис. 3. Граф G_1

Как видно из рис. 1 и 2, ГПС для графа G_k имеет на одну вершину меньше, чем в графе G_k, остальные же вершины остались. Если бы граф подобной структуры содержал такое количество вершин и ребер, как и граф G_k, то на некотором шаге произошло бы смещение центра графа.

Наш граф подобной структуры построен, перейдем к описанию процесса роста графа.

Процесс роста графа

Коэффициентом памяти вершины (КПВ) будем называть число шагов, при которых будет происходить рост из данной вершины. Данное понятие вводится для ограничения роста графа. Рост из вершины, КПВ которой меньше 1, прекращается. Рост графа также прекращается при смещении центра, и происходит откат на предыдущий этап, который и будет считаться конечным.

Суть операции внешнего роста заключается в следующем. К вершинам x_i, у которых КПВ больше либо равный 1, присоединяются графы подобной структуры таким образом, что вершина x_i заменяет центр графа подобной структуры. На место висячих вершин в образованном графе становятся новые элементы, КПВ которых равен КПВ вершины x_i. После окончания шага КПВ всех вершин уменьшается на единицу. Если же значение КПВ бесконечно, то рост будет бесконечен.

Исследование основных параметров

Обозначения:

$n_{\tilde{a}}$ – количество вершин в ГПС,

n_0 – количество вершин в графе $G_1 = (X_1, \tilde{A}_1)$,

$\rho_{\tilde{a}}$ – радиус [1] ГПС, ρ_0 – радиус графа $G_1 = (X_1, \tilde{A}_1)$,

$\delta_{\tilde{a}}$ – диаметр [1] ГПС, δ_0 – диаметр графа $G_1 = (X_1, \tilde{A}_1)$.

Тогда для графа $G_{i+1} = (X_{i+1}, \tilde{A}_{i+1})$, где i – номер шага, в котором значение КПВ для всех вершин одинаково, имеем:

$$n_i = n_{\tilde{a}} * n_{i-1};$$

$$\rho_i = \rho_{\tilde{a}} + \rho_{i-1};$$

$$\delta_i = 2 * \rho_{\tilde{a}} + \delta_{i-1}.$$

Если же КПВ вершин различно, то рост дерева труднее спрогнозировать. Также может возникнуть проблема частичной несимметричности дерева, что приведет к более раннему прекращению роста.

Рассмотрим наиболее простой вариант древовидного роста на примере графа $G_1 = (X_1, \tilde{A}_1)$. Пусть он является деревом вида рис. 3.

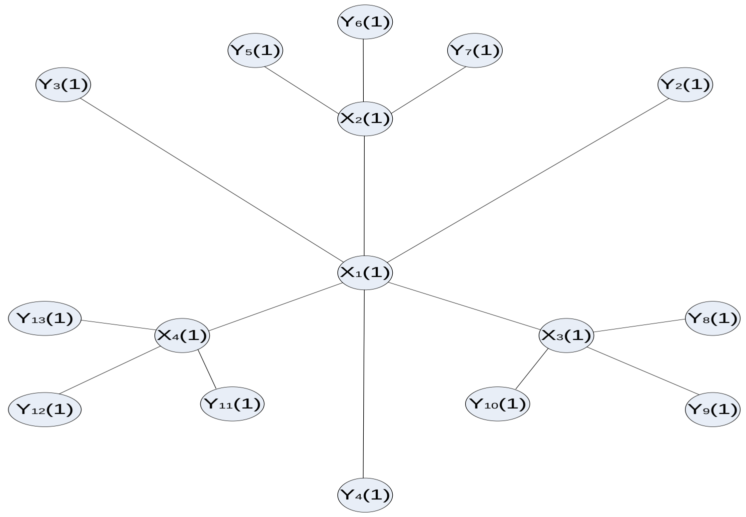

Рис. 4. Граф G_2

КПВ всех вершин равен 2, следовательно, рост графа G_1 будет длиться 2 шага.

Центром графа G_1 является вершина x_1, висячие вершины: x_2, x_3, x_4. В данном случае удобней всего за граф подобной структуры взять сам граф G_1.

Тогда на шаге n=1 граф G_2 будет выглядеть, как на рис. 4.

Рост продолжается, пока КПВ всех вершин не будет равно 0.

В следующей таблице представлены результаты роста графа G_2.

Номер шага	0	1	2	N–1 (при КПМ =N)
Граф	G_1	G_2	G_3	G_n
Количество вершин	4	16	64	4^n
Диаметр	2	4	6	2*n
Центр	x_1	x_1	x_1	x_1
Радиус	1	2	3	n

Как видно из примера, при данном виде роста графов получившиеся графы сохраняют такое свойство, как древовидность, центр для всех этих графов тот же, числовые характеристики, такие как диаметр, радиус и др., достаточно легко просчитываются.

Внешний рост удобен тем, что мы легко можем менять начальные характеристики и быстро прогнозировать изменения. При этом он наиболее похож на рост деревьев в природе. Однако имеются проблемы с построением графа подобной структуры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Берж К.* Теория графов и ее применение: Пер. с франц. – М.: Иностранной литературы, 1962. – С. 131–138, 165–173.
2. *Мелихов А.Н., Берштейн Л.С.* Конечные четкие и расплывчатые множества. Часть 1. – Таганрог, ТРТИ, 1980.

Погибельский Александр Юрьевич
Технологический институт федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге
E-mail: alexpogib@gmail.com
347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44, моб. 8-908-514-95-37
Аспирант.
Pogibelskiy Aleksandr Yur'evich
Taganrog Institute of Technology - Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education «Southern Federal University»
E-mail: alexpogib@gmail.com
44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia, cell: 8-908-514-95-37
Post-graduate student.

УДК 681.3

Н.Е. Сергеев, Ю.А. Целых

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ СЦЕН ПО ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЯМ

Рассматриваются алгоритмические основы и технологию работы системы видеоаналитики, решающей задачу автоматического описания сцен по видеоизображению. Для извлечения данных из видеопотоков предложен подход на основе виртуальных агентов слежения. Полученные неточные данные посредством нечеткой классификации приобретают вид лингвистического описания, которое синхронизируется с видеозаписью для последующей автоматизированной обработки.

Агенты, нечеткая классификация.

N.E. Sergeev, J.A. Tselykh

INFORMATION SYSTEM OF AUTOMATIC IDENTIFICATION OF SCENES USING VIDEO IMAGES

We consider algorithmic foundations and technologies of video analytics system that tackles a problem of automatic identification of scenes using video images. To mine data from video streams, we suggest an approach based on virtual surveillance agents.