

Чижов В.С.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент С. В. Еремеев
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23*

Алгоритм построения моделей пространственных отношений на основе темпоральных графов

В современном мире геоинформационные системы (ГИС) составляют одну из фундаментальных основ становления информационного общества. На данный момент в ГИС все большую популярность находит применение теории графов.

Часто теория графов используется для представления отношений между элементами сложных структур различной природы. При этом данные отношения являются постоянными и не меняются во времени. Такие графы в работе [1] были названы «статическими». Но возникают ситуации, в которых отношения между элементами изменяются во времени. В этом случае «статические» графы неприменимы для их описания и моделирования.

В настоящее время рассматривается подход к реализации темпорального графа, в котором связи между элементами (вершинами графа) изменяются во времени.

Данная работа посвящена реализации алгоритма, предназначенного для установления топологических отношений между объектами на карте и формирования модели темпорального графа на основе матрицы смежности. Одной из поставленных задач является разработка алгоритма сложения матриц смежности темпорального и статического графов.

Для установления топологических отношений между объектами на карте используется поиск пространственных объектов, имеющих указанное пространственное отношение к заданному контуру.

Суть данного метода заключается в том, что при анализе каждого объекта производится вычисление пространственного отношения заданного контура с контурами форм других объектов, определяющими геометрию. Затем к вычисленному отношению применяется набор условий, на которые необходимо производить проверку. Если значения совпали, то объект считается удовлетворяющим поиску:

$$C = \{c_i : R(c_i, c_p) = 1\}, c_p \neq c_i,$$

где C_i - множество всех контуров карты,

$R(c_i, c_p)$ - отношение между контуром c_i и исследуемым контуром c_p ($i, p = 1, 2, \dots, m$), где m - количество объектов на карте.

Результатом C является множество всех таких контуров, которые находятся в отношении с исходным контуром c_p .

В матрице смежности графов топологические отношения обозначаются так: соприкосновение – «1», пересечение – «2», содержит – «3», вложение – «4», близость – «5».

Для добавления текущей матрицы смежности в матрицу смежности темпорального графа используется следующая формула:

$$g_{i,j}^t = \begin{cases} g_{i,j}^{t-1} + g_{i,j}^t, & \text{если } \exists i, j \in t \text{ и } \exists i, j \in t-1 \\ g_{i,j}^t, & \text{если } \exists i, j \in t \text{ и } \bar{\exists} i, j \in t-1 \\ 6, & \text{если } \bar{\exists} i, j \in t \text{ и } \exists i, j \in t-1 \end{cases}, \quad (1)$$

где $g_{i,j}^{t-1}$ - тип связи в предыдущий момент времени,

$g_{i,j}^t$ - тип связи в текущий момент времени,

$i, j \in \{1..n\}$, где n - количество объектов на карте.

В случае отсутствия объекта на карте в формуле (1) топологической связи присваивается значение «б».

Исходя из формулы (1) следует, что при сложении матрицы смежности темпорального графа и матрицы смежности статического графа производится проверка на существование объекта в текущий и предыдущий момент времени. Если топологические связи объекта не изменились, либо изменились только виды связей, то происходит сложение текущего момента времени с предыдущим. Если объект не существовал, то в текущем моменте времени создается тип связи. Если объект исчез, то происходит удаление типа связи.

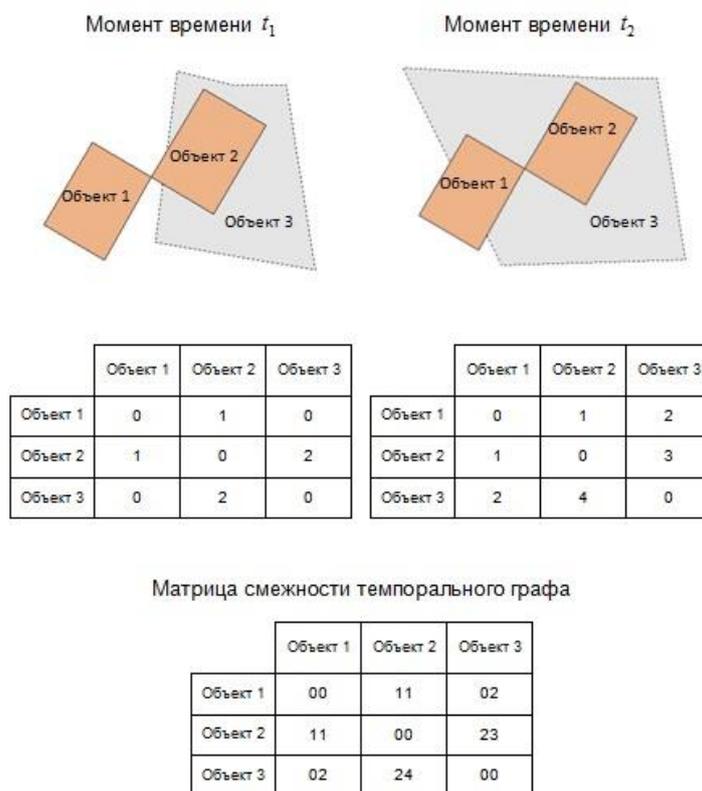


Рис. 1. Пример сложения матриц смежности темпорального и статического графов (изменение типа связи)

На рис. 2 показано, как изменились отношения между объектами на карте в момент времени t_2 . Произведена реконструкция здания и проложены две новые дороги. Следовательно, меняется и вид матрицы смежности темпорального графа, т.е. в матрицу смежности темпорального графа добавляется матрица смежности графа текущего момента времени.

В статье разработан алгоритм построения моделей пространственных отношений на основе темпоральных графов. Сформирована модель темпорального графа на основе матрицы смежности. Подробно описан алгоритм добавления текущей матрицы смежности в матрицу смежности темпорального графа. Рассмотрены различные условия сложения матриц смежности (при изменении типов топологической связи, при добавлении или удалении объектов на карте).

Данный алгоритм полезен при реализации темпоральных графов для муниципальных карт.

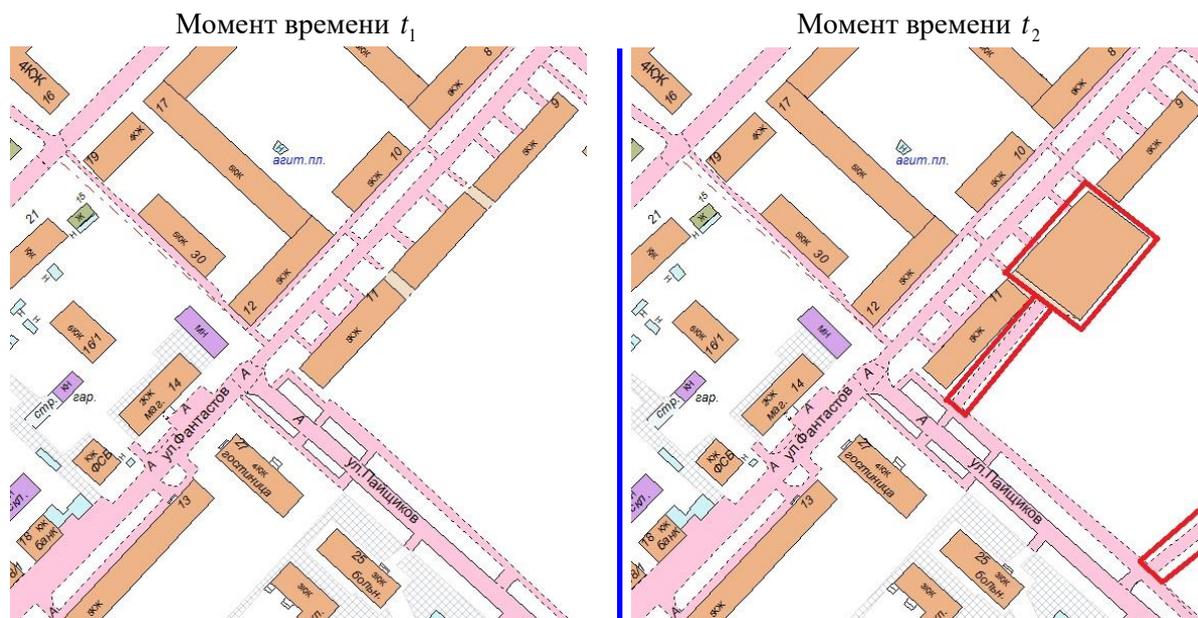


Рис. 2. Тестовая карта. Момент времени t_1

Литература

1. Vassilis Kostakos. Temporal Graphs. «Physica A: Statistical Mechanics and its Applications» Issue №6, 2009. - p. 1007-1023.
2. Л.С. Берштейн, А.В. Боженюк. Использование темпоральных графов, как моделей сложных систем. «Известия Южного федерального университета. Технические науки» Выпуск №4, том 105, 2010.