

УДК 658.5:004.622

С. Г. ДОБРОДЕЙ, А. В. БОРОДУЛЯ

## ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ДАННЫХ СИСТЕМ ВИДЕОАНАЛИТИКИ В ВИДЕ ТЕПЛОВЫХ КАРТ

Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

*Описание метода представления данных видеоаналитики за длительный промежуток времени в виде тепловых карт для анализа перемещения людских потоков в местах массового скопления. Сцена разбивается на зоны, в которых производится подсчет объектов. Результаты подсчета с заданной периодичностью сохраняются в хранилище данных. Тепловая карта строится на основании матрицы счетчиков объектов, находящихся в конкретных областях сцены. Над матрицей производится операция нормирования и в зависимости от значения элементов на основании линейного градиента цвета назначается цвет областей тепловой карты.*

**Ключевые слова:** видеоаналитика, тепловая карта, представление данных.

### Введение

Развитие технологий видеонаблюдения и видеоаналитики привело к созданию систем «безопасных городов», а также систем мониторинга общественной безопасности. В таких системах данные с огромного количества камер и связанных датчиков поступают в центр обработки информации. Результатом работы видеоаналитики являются метаданные, описывающие происходящую в видеоряде сцену. Как правило, эти метаданные представляются в системе в виде, так называемых, «событий» (пересечение объектом тревожной линии, детектирование драки, проезд автомобиля с превышением скорости). Полезность собранной информации во многом зависит от эффективности представления ее конечному пользователю – оператору системы видеонаблюдения.

### Представление данных за длительный промежуток времени

События систем видеоаналитики по своей длительности можно разделить на однократные и длительные. Визуализация однократных событий (пересечение объектом тревожной линии, обнаружение разыскиваемого человека) как правило сводится к отображению отметки (рис. 1) на временной шкале видео.

Визуализация длительных событий (перемещение людских потоков на платформе ме-

тро, в здании вокзала) является более сложной задачей. Например, попытка отобразить на кадре видео траекторию всех прошедших людей, даже за короткий промежуток времени, может привести к получению абсолютно «нечитаемых» данных (рис. 2).

Эффективным методом представления таких данных является тепловая карта. Тепловая карта (англ. heatmap) – это графическое представление данных, где дополнительные переменные отображаются при помощи цвета [1].

Для построения тепловой карты перемещения людских потоков в пределах анализируемой сцены необходимо представить сцену в виде матрицы  $M \times N$  счетчиков. При отслеживании перемещения объектов на сцене в ячейках соответствующих зоне нахождения объекта, значение счётчика увеличивается соразмерно количеству находящихся в ней объектов (рис. 3).

В зависимости от требований с точки зрения инструментов анализов, следует выбрать степень гранулярности данных. Гранулярность – это мера отношения объема вычислений, выполненных в параллельной задаче, к объему коммуникаций [2]. Выбранная степень гранулярности данных является ограничением уровня детализации информации. Для мест массового скопления и перемещения людских потоков детализация точнее 5 минутных показаний, как правило, является избы-

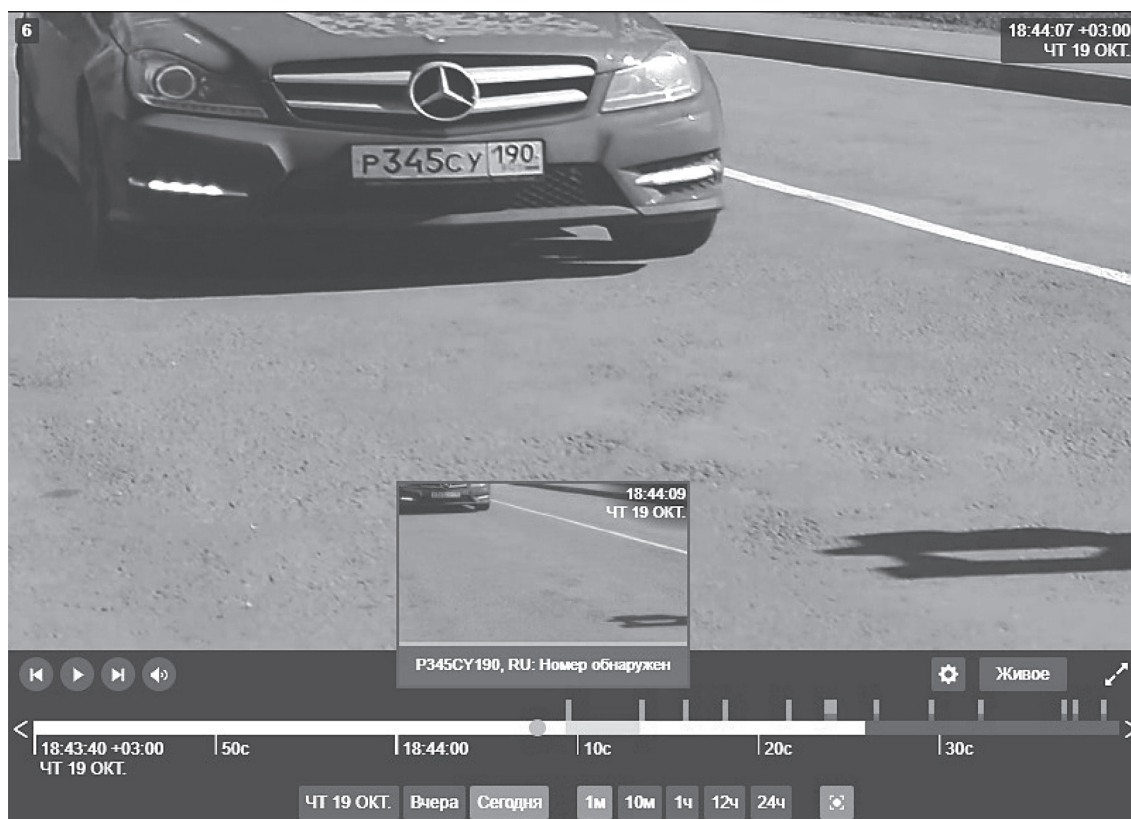


Рис. 1. Представление однократных событий на временной шкале в виде отметок



Рис. 2. Представление траекторий посетителей торгового центра



Рис. 3. Связь объектов на сцене со счетчиками зон

точной, поскольку для таких объектов более важной характеристикой является общее распределение потоков, нежели моментальная информация о их перемещении. Таким образом, значения ячеек описанной выше матрицы следует периодически загружать в хранилище данных, сохраняя «моментальные снимки» (англ. snapshot facts) в таблицу фактов для дальнейшего анализа.

Для построения тепловой карты перемещения людских потоков на сцене за некоторый промежуток времени  $[a; b]$ , необходимо из хранилища данных получить сохраненные

«моментальные снимки» ( $A^*$ ) и просуммировать матрицы.

$$A_{ij} = \sum_a^b A_{ij}^*, \quad (1)$$

где  $A$  – итоговая матрица,  $A^*$  – матрица, описывающая сохраненное в хранилище данных состояние,  $a$  и  $b$  – начало и конец интервала времени, за который необходимо построить тепловую карту,  $i$  и  $j$  – индексы строки и столбца матрицы.

Результирующая матрица за выбранный интервал времени примет вид:

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 98 & 5 & 4 & 15 & 16 & 16 & 36 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 32 & 18 & 31 & 10 & 9 & 22 & 11 & 20 & 19 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 14 & 18 & 34 & 29 & 16 & 9 & 15 & 23 & 11 & 14 & 9 \\ 0 & 0 & 0 & 3 & 7 & 21 & 30 & 31 & 11 & 16 & 15 & 24 & 13 & 10 & 6 & 5 \\ 0 & 1 & 4 & 10 & 18 & 31 & 23 & 14 & 14 & 17 & 31 & 12 & 4 & 8 & 3 & 2 \\ 2 & 3 & 11 & 19 & 26 & 25 & 13 & 14 & 22 & 19 & 18 & 12 & 3 & 2 & 3 & 0 \\ 5 & 18 & 18 & 19 & 23 & 13 & 14 & 27 & 19 & 16 & 13 & 4 & 2 & 1 & 0 & 0 \\ 23 & 19 & 17 & 18 & 16 & 13 & 23 & 23 & 25 & 11 & 2 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 44 & 19 & 9 & 18 & 12 & 26 & 29 & 23 & 8 & 4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 63 & 11 & 4 & 20 & 26 & 40 & 16 & 12 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 75 & 5 & 11 & 38 & 30 & 33 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 81 & 8 & 4 & 98 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad (2)$$



Рис. 4. Тепловая карта движения посетителей торгового зала

В полученной матрице находим минимальный и максимальные элементы  $A_{\min}$  и  $A_{\max}$ , они понадобятся для выполнения нормирования элементов матрицы. Итак, применяем линейное преобразование:

$$y(x) = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}. \quad (3)$$

Теперь можно перейти к генерации изображения тепловой карты. Для этого матрица представляется в виде двумерного массива. Индекс строки и столбца соответствуют координате пикселя итогового изображения; значение ячейки, на основании линейного градиента цвета, задает значение цвета. Окончательный результат получается после наложения генерируемо-

го изображение накладывается на предварительно сохраненный кадр сцены (рис. 4).

### Заключение

Визуализация движения людских потоков в виде тепловой карты является мощным инструментом, который позволяет ускорить и упростить обработку данных о перемещении большого количества объектов на некоторой сцене за длительный промежуток времени и представить результат в удобной для анализа форме. Итоги такого анализа позволяют провести оптимизации зонирования объектов массового скопления людей, в случае с торговыми центрами для оптимальной выкладки товаров, выбора лучших мест для размещения информационных указателей на вокзалах и аэропортах.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Leland Wilkinson and Michael Friendly The History of the Cluster Heat Map (англ.). The American Statistician. 2009. Режим доступа: <https://www.cs.uic.edu/~wilkinson/Publications/heatmap.pdf>. Дата доступа: 17.09.2017.
2. Цилькер Б. Я. Организация ЭВМ и систем: учебник для вузов / С. А. Орлов, Б. Я. Цилькер. – СПб.: Питер, 2011. – 688 с.

### REFERENCES

1. Leland Wilkinson and Michael Friendly The History of the Cluster Heat Map. Available at: <https://www.cs.uic.edu/~wilkinson/Publications/heatmap.pdf> (accessed 17 Septmeber 2017).
2. Cilker B. Y., Orlov S. A. Organization of the computers and systems: textbook for universities. Saint Petersburg, Piter, 2011. 688 p. (in Russian).

Поступила  
01.06.2019

После доработки  
11.07.2019

Принята к печати  
01.10.2019

DOBRODEY S. G., BORODULYA A. V.

## PRESENTATION VIDEO ANALYTICS SYSTEMS DATA IN THE FORM OF HEATMAPS

*Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus*

*Describes the method of presentation video analytics data collected for continues time in the form of heatmaps for analysis of the movement of human flows in accumulation sites. The scene is divided into zones where objects are counted. The counting results are stored in the data store with a specified periodicity. The heat map is based on matrix of counters of objects in specific areas of the scene. Over the matrix, the normalization operation is performed and, depending on the value of the elements, the color of the heat map areas is assigned based on the linear color gradient.*

**Keywords:** video analytics, heatmap, presentation.



**Алексей Валентинович Бородуля.** Пр-т Независимости, 65, 220013, г. Минск, Республика Беларусь, Белорусский национальный технический университет. Кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Системы автоматизированного проектирования».

**Borodulya Aleksey Valentinovich** – Ph. D. in Engineering, Associate Professor, Head of the Department of «Automated systems design».



**Добродей Сергей Гарриевич.** Пр-т Независимости, 65, 220013, г. Минск, Республика Беларусь, Белорусский национальный технический университет. Аспирант, магистр технических наук. Инженер-программист в ООО «Синезис».

**Dobrodey Sergey Garrievich** is the software engineer at Synesis. Master degree in engineering.