

УДК 33

DOI: 10.34670/AR.2023.26.44.108

Система освещенного видеонаблюдения на основе интеллектуальной фреймовой модели: экономические аспекты

Новиков Олег Пантелеевич

Доктор технических наук, профессор, профессор,
кафедра «Прикладная математика и программирование»,
Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина,
115035, Российская Федерация, Москва, ул. Садовническая, 33с1;
e-mail: novikovop55@rambler.ru

Новиков Максим Олегович

Кандидат технических наук, доцент,
кафедра «Автоматизированных систем обработки информации и управления»,
Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина,
115035, Российская Федерация, Москва, ул. Садовническая, 33с1;
e-mail: 89168830747@yandex.ru

Аннотация

В статье рассматривается построение системы освещенного видеонаблюдения на основе моделирования интеллектуальных систем, построенных с учетом фреймовых представлений. Авторы отмечают, что система видеонаблюдения и освещения представляет собой множество факторов, или причин, как основу представления какого-либо процесса, определяющую его характер или отдельные его черты, которые способны, с одной стороны, наблюдать четкое изображение объекта, а с другой стороны, однозначно идентифицировать наличие объекта в зоне наблюдения.

Для цитирования в научных исследованиях

Новиков О.П., Новиков М.О. Система освещенного видеонаблюдения на основе интеллектуальной фреймовой модели: экономические аспекты // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2023. Том 13. № 5А. С. 757-763. DOI: 10.34670/AR.2023.26.44.108

Ключевые слова

Система освещенного видеонаблюдения, интеллектуальная фреймовая модель, моделирование, фреймовые представления, функция, объект.

Введение

Система освещенного видеонаблюдения включает множество функций, обеспечивающих возможность уверенного и четкого рассмотрения объекта или группы объектов в зоне наблюдения. Из множества функций рассматривается совместное использование средств наблюдения и освещения, которые, как правило, используются совместно в светлое и темное время суток для обеспечения четкого рассмотрения объекта. В обычной практике освещение включается в темное время суток для того, чтобы обеспечить в нужном радиусе освещение для систем видеонаблюдения, а также для более детального рассмотрения приближающегося объекта или объекта, попавшего в зону видимости средств наблюдения.

Основное содержание

Система видеонаблюдения и освещения представляет собой множество факторов, или причин, как основу представления какого-либо процесса, определяющую его характер или отдельные его черты, которые способны, с одной стороны, наблюдать четкое изображение объекта, а с другой стороны, однозначно идентифицировать наличие объекта в зоне наблюдения. Прежде всего, хорошее освещение повышает возможность обнаружить конкретный объект. Дополнительно освещение может демонстрировать сильные стороны четкой идентификации объекта, демонстрируя возможности его наблюдения и распознавания

Одной из мер по обеспечению четкого определения объекта является возможность совместного использования системы освещения и системы видеонаблюдения.

Существует достаточное количество систем наблюдения объектов, которые имеют свои достоинства и, к сожалению, имеют свои недостатки. Приведем в качестве наглядного примера взятый из открытых источников виртуальный объект [Материалы (рисунки) из публикаций сайта «Безопасный город», www], который несет все черты объекта (рис. 1), который требует наблюдения и четкого распознавания.

На таком объекте присутствует оборудование из видеокамер, стоят мощные системы освещения, способные осветить необходимый участок наблюдения, и имеется центр координации работы системы наблюдения. Практически созданы все условия для необходимого наблюдения и распознавания объекта. Система может различать приближение и удаление объектов: автотранспорта, перемещение людей и других объектов.

Существуют требования к системе освещения, которые позволяют наблюдать объект, сведенные в совокупность стандартных норм (рис. 2):

- светильники, расположенные на территории, в обязательном порядке должны быть смонтированы таким образом, чтобы создавать вокруг территории сплошную освещенную полосу, без темных участков;
- установленная освещенность участков периметра в соответствии с нормой должна быть не меньше 0,5 лк;
- освещение территории должно работать в различных режимах: постоянно; включаться в случае срабатывания устройства сигнализации;
- на всех режимах система обязательно должна сохранять возможность включения светильников в ручном режиме.

Система осветительных приборов и видеонаблюдения призвана решить минимум две задачи: обеспечить необходимую освещенность или достаточную видимость для нормальной работы технических средств обнаружения (ТСО); обеспечить достаточную видимость для группы реагирования.

Однако даже при наличии совершенной техники освещения и видеонаблюдения (рис. 3) решение полностью распознавать объекты не позволит обеспечить необходимое и достаточное распознавание всех объектов на необходимом уровне. В то же время можно привести достаточно аргументов относительно несовершенности существующих систем видеонаблюдения.

Для решения новой задачи представим систему видеонаблюдения объекта в виде системы освещенного видеонаблюдения, назовем ее условно (COBa). Так как система видеонаблюдения и освещения представляет собой некую систему или новую систему, то для рассмотрения этой системы попробуем применить модели, построенные на основе фреймового подхода.

Такой подход дает возможность представить систему освещенного видеонаблюдения как совокупность сегментов, имеющих свою модель освещенного видеонаблюдения. При этом в качестве освещения и видеонаблюдения используем соответствующие устройства и приборы.

Для применения математических моделей на основе фреймового подхода используем свойство ограниченной системы, обладающей нетривиальной структурой на всех сегментах зоны наблюдения. В этом будет отличие фреймового подхода по построению системы освещенного видеонаблюдения от построения систем, имеющих в своей основе модели регулярных структур.

В данной модели любой сектор наблюдения, где совместно используются освещенность и видеонаблюдение, может рассматриваться как регулярная структура в малом масштабе, модель целевой функции качества наблюдения с минимальными линейными характеристиками. В то же время для фреймовой системы увеличение масштаба на всю зону наблюдения, любая сегментная целевая функция приведут к усложнению структуры системы, и, как результат, на всех направлениях наблюдения можно будет увидеть сложные картины, отличающиеся от целевых функций в разных сегментах наблюдения. В этом случае фреймовый подход позволит разбить всю систему наблюдения на сектора наблюдения и представить как систему фреймов со своими характеристиками и целевыми функциями, удобными для построения интеллектуальной части моделей.

Рассматривая систему освещенного видеонаблюдения как сложную техническую систему, представим ее в виде системы обработки информации – группы сегментов наблюдения, для каждого из которых имеется своя система управления с искусственным интеллектом. Роль искусственного интеллекта будет играть адаптивная система определения параметров и прогнозирования состояния картинок видеонаблюдения фрагментов в зависимости от изменяющейся обстановки. Изменяющаяся обстановка будет постоянно менять свои параметры, т.е. будут изменяться характеристики фрейма на конкретном сегменте наблюдения.

При построении математической модели на основе фреймового подхода для описания сегмента системы рассмотрим математическую модель прогнозирования состояния параметров интеллектуальной системы. Каждый сегмент наблюдения представляет собой отдельную минисистему или отдельный фрейм со своими характеристиками, который можно описать как математическую модель искусственного интеллекта с изменяющимися параметрами. Каждый

сегмент можно представить как часть системы, в которой есть точки подключения – видеокамеры и точки подключения осветительных приборов, объединенных центром координации наблюдения по всем сегментам.

Центр координации состоит из системы определения параметров наблюдения с интеллектуальной составляющей, обеспечивающей функционирование всей системы СОВы. В данной статье мы рассматриваем только часть функций системы СОВы, включающей систему освещения и видеонаблюдения.

Сбор и обработка информации такой системы может быть представлена как сбор и передача информации в интеллектуальной системе освещенного видеонаблюдения (СОВы), что, несомненно, представляет собой динамический процесс с постоянно изменяющимися параметрами. Процесс характеризуется состоянием параметров, описывается непрерывной функцией, имеющей некоторый тренд. Прогнозирование состояния параметров сегментов наблюдения представляет оценку динамики изменения параметров функции. Динамику процесса наиболее полно можно отобразить в математической модели.

В данной статье рассматривается построение математической модели, осуществляющей прогнозирование состояния параметров тренда сегмента наблюдения, с использованием методов экспоненциального сглаживания.

Тренд процесса представляется в виде общей формы степенного полинома

$$f(\bar{a}, t) = a_0 + a_1 t + \frac{1}{2} a_2 t^2 + \dots + \frac{1}{n!} a_n t^n. \quad (1)$$

Используя математический подход теоремы Брауна для определения значения коэффициентов этого полинома, представим их в виде выражения через функции сглаживания различного порядка исходного числового ряда [Горлач, 2023; Орловский, 1981; Грешилов, Стакун, Стакун, 1997]. В этом случае задача сводится к вычислению значений функции сглаживания $S^{(i)}, i = \overline{1, n+1}$ и в последующем через их линейные комбинации – к определению коэффициентов полинома.

Согласно этой же теореме, вычисление коэффициентов разложения сводится к следующему. Функция сглаживания n -го порядка в момент времени t может быть представлена выражением

$$S^{(p)}(t) = \sum_{k=0}^n (-1)^k \frac{y^{(k)}(t)}{k!} \cdot \frac{\beta^p}{(p-1)!} \times \sum_{j=0}^{\infty} j^k \gamma^j \frac{(p-1+j)!}{j!}; \quad (2)$$

где $y^{(k)}(t) = \frac{d^{(k)}y}{dt^k}$ – производная процесса, вычисленная в момент времени t ; а β – постоянная сглаживания.

В матричной форме эта система уравнений запишется

$$\bar{S}(t) = A\bar{a}; \quad (3)$$

где $S(t) = (S^{(1)}(t), S^{(2)}(t), \dots, S^{(p)}(t))$ – вектор сглаженных значений процесса, содержащий

порядки от 1 до p ;

$a=(a_0(t), a_1(t), \dots, a_n(t))$ – вектор неизвестных коэффициентов, равных производным процесса соответствующих порядков;

A – матрица размером $p \times (n+1)$, формула вычисления элемента с номером i , ρ имеет вид:

$$A_{i\rho} = (-1)^{\rho-1} \frac{\beta^i}{(i-1)!(\rho-1)!} \sum_{j=0}^{\infty} \gamma^j j^{\rho-1} \frac{(i-1+j)!}{j!}; \quad (4)$$

Кроме того, введем обозначения:

τ – шаг замеров процесса во времени;

$n+1$ – порядок функции сглаживания ($r = 0, 1, 2, \dots$);

$s[r, k]$ – функция сглаживания r -го порядка в k -той точке;

a_0, a_1, a_2 – текущие значения коэффициентов разложения полинома 2-й степени в n -ной точке.

Отметим, что $\Delta t_{\text{ynp}}, T_p, \tau, n$ в данном случае могут определяться на этапе ретроспективного анализа.

Измерение прогнозируемых параметров [Лебедева, Федорова, 2016; Горлач, 2023; Гуткин, 1975; Грешилов., Стакун, Стакун, 1997] решается в соответствии с индивидуальной динамикой их изменения. Интервал между наблюдениями выбирается исходя из необходимости обеспечить компромисс между необходимой точностью представления прогнозируемого процесса и величиной затрат, связанных с быстродействием, объемом памяти вычислителя, производящего расчет характеристик, и передачей статистической информации по каналам связи к центральному органу координации освещенного видеонаблюдения работой сегмента.

В данном случае в СОВе производится прогнозирование состояния каждого информационного тракта сбора и передачи информации. В работах [Гуткин, 1975; Орловский, 1981] отмечено, что с увеличением интервала упреждения ошибки прогноза возрастают. Однако время упреждения при прогнозировании (Δt_{ynp}) не может быть меньше периода реакции системы освещенного видеонаблюдения, для которого выполняется прогнозирование.

Заключение

Из известных на сегодняшний день точек зрения о соотношении интервала упреждения прогнозирования (Δt_{ynp}) и ретроспективного интервала (T_p) большинство авторов [Горлач, 2023; Гуткин, 1975; Бусленко, 1978; Орловский, 1981] утверждают, что при практическом использовании математической модели целесообразно соотношение

$$T_p = (1 \div 3) \Delta t_{\text{ynp}}; \quad (5)$$

которое представляет величину интервала между наблюдениями за прогнозируемым процессом. Она может быть найдена при использовании положений теории исследования операций следующим образом: в координатных осях, где по оси абсцисс откладываются величины интервала между наблюдениями, а по оси ординат – некоторая «стоимость», в то же время как сложность данного интервала строятся кривые возрастающей и убывающей с увеличением интервала наблюдения «стоимостей». Их сумма будет представлять собой

суммарную стоимость, минимум которой соответствует оптимальному (с точки зрения оптимальной стоимости) интервалу между наблюдениями. Возрастание «стоимости» с увеличением интервала между наблюдениями вызывается возможностью потери части информации или упрощения, снижения сложности представлений о процессе. Убывающая с увеличением интервала наблюдения «стоимость» может характеризовать, например, уменьшение требований к быстродействию и объему памяти вычислителя, производящего расчет характеристик процесса по мере поступления новой информации.

Библиография

1. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. М.: Наука, 1978.
2. Горлач Б.А. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация. 5-е изд., стер. СПб.: Лань, 2023. 292 с.
3. Грешилов А.А., Стакун В.А., Стакун А.А. Математические методы построения прогнозов. М.: Радио и связь, 1997. 112 с.
4. Гуткин Л.С. Оптимизация радиоэлектронных устройств по совокупности показателей качества. М.: Советское радио, 1975.
5. Лебедева И.М., Федорова А.Ю. Макроэкономическое планирование и прогнозирование, СПб., 2016. 56 с.
6. Материалы (рисунки) из публикаций сайта «Безопасный город». URL: arsenal.sb.ru.
7. Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечёткой исходной информации. М.: Наука, 1981.
8. Pesotskaya E., Selyutina L., Egorova L. Actual aspects of modeling method application in organization of construction management //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2019. – Т. 687. – №. 4. – С. 044005.
9. Hajirahimi Z., Khashei M. Hybrid structures in time series modeling and forecasting: A review //Engineering Applications of Artificial Intelligence. – 2019. – Т. 86. – С. 83-106.
10. Heydari A. et al. A novel composite neural network based method for wind and solar power forecasting in microgrids //Applied Energy. – 2019. – Т. 251. – С. 113353.

illuminated video surveillance system based on an intelligent frame model

Oleg P. Novikov

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kosygin Russian State University,
115035, 1, 33, Sadovnicheskaya str., Moscow, Russian Federation;
e-mail: novikovop55@rambler.ru

Maksim O. Novikov

PhD in Technical Sciences,
Kosygin Russian State University,
115035, 1, 33, Sadovnicheskaya str., Moscow, Russian Federation;
e-mail: 89168830747@yandex.ru

Abstract

The article deals with the construction of an illuminated video surveillance system based on the simulation of intelligent systems built taking into account frame representations. The authors note that the video surveillance and illuminated system is a set of factors, or reasons, as the basis for the

representation of any process, which determines its nature or its individual features, which are capable, on the one hand, of observing a clear image of an object, and on the other hand, unambiguously identify the presence of an object in the surveillance zone.

For citation

Novikov O.P., Novikov M.O. (2023) Sistema osveshchennogo videonablyudeniya na osnove intellektual'noi freimovoi modeli: ekonomicheskie aspekty [Illuminated video surveillance system based on an intelligent frame model: economics aspects]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 13 (5A), pp. 757-763. DOI: 10.34670/AR.2023.26.44.108

Keywords

Illuminated video surveillance system, intelligent frame model, modeling, frame representations, function, object.

References

1. Buslenko N.P. (1978) *Modelirovanie slozhnykh sistem* [Modeling of complex systems]. Moscow: Nauka Publ.
2. Gorchak B.A. (2023) *Matematicheskoe modelirovanie. Postroyeniye modelei i chislennaya realizatsiya* [Math modeling. Construction of models and numerical implementation], 5th ed. Saint Petersburg: Lan' Publ.
3. Greshilov A.A., Stakun V.A., Stakun A.A. (1997) *Matematicheskie metody postroyeniya prognozov* [Mathematical methods for constructing forecasts]. Moscow: Radio i svyaz' Publ.
4. Gutkin L.S. (1975) *Optimizatsiya radioelektronnykh ustroystv po sovokupnosti pokazatelei kachestva* [Optimization of radio electronic devices in terms of a set of quality indicators]. Moscow: Sovetskoe radio Publ.
5. Lebedeva I.M., Fedorova A.Yu. (2016) *Makroekonomicheskoe planirovaniye i prognozirovaniye* [Macroeconomic planning and forecasting]. Saint Petersburg.
6. *Materialy (risunki) iz publikatsii saita «Bezopasnyi gorod»* [Materials (drawings) from the publications of the Safe City website]. Available at: arsenal.sb.ru [Accessed 13/03/2023].
7. Orlovskii S.A. (1981) *Problemy prinyatiya reshenii pri nechetkoi iskhodnoi informatsii* [Decision-making problems with fuzzy initial information]. Moscow: Nauka Publ.
8. Pesotskaya, E., Selyutina, L., & Egorova, L. (2019, December). Actual aspects of modeling method application in organization of construction management. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 687, No. 4, p. 044005). IOP Publishing.
9. Hajirahimi, Z., & Khashei, M. (2019). Hybrid structures in time series modeling and forecasting: A review. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 86, 83-106.
10. Heydari, A., Garcia, D. A., Keynia, F., Bisegna, F., & De Santoli, L. (2019). A novel composite neural network based method for wind and solar power forecasting in microgrids. *Applied Energy*, 251, 113353.