

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ В СИСТЕМЕ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Берашевич П.А., Шнейдеров Е.Н., Горбаль М.М., Терешкова А.С.

С.М. Боровиков – канд. техн. наук, доцент

При проектировании системы видеонаблюдения требуется решить множество сложных задач и при этом учесть большое количество взаимосвязанных факторов. Разрабатываемая программа позволяет быстро найти оптимальное количество и расположение камер видеонаблюдения, выполнить расчёт системы видеонаблюдения, определить зоны обзора, расположить камеры на созданном с нуля плане помещений. Итогом проектирования является профессионально выглядящий проект системы видеонаблюдения, снабжённый результатами трёхмерного моделирования.

В процессе проектирования систем видеонаблюдения требуется определить, сколько видеокамер потребуется, где и как разместить камеры, определить зоны обзора и рассчитать фокусное расстояние объективов. При этом, при увеличении угла обзора камеры уменьшается разрешение наблюдаемых объектов. Поэтому проектировщику приходится искать баланс между возможностью распознавания/идентификации людей в кадре, размером зоны обзора, количеством и типом установленных камер.

В процессе моделирования потребуется выполнить первоначальное расположение камер, и для каждой камеры подобрать подходящие размеры зон обзора, определить расстояние, на котором может находиться целевой объект. При этом рассчитанная плотность пикселей на указанном расстоянии от камеры позволит понять, в каких частях зоны обзора камеры возможно идентифицировать человека, распознать известного человека, или гарантированно детектировать присутствие человека в кадре [1].

Для расчёта плотности пикселей камеры использован стандарт EN 50132-7, введённый в 2013 г. Европейским комитетом по стандартизации в электротехнике (таблица 1).

Таблица 1 – Количество миллиметров на пиксель по стандарту EN 50132-7

Вид активности	Задачи и возможности	Альтернативный параметр, мм/1 пкс	Количество пикселей на 1 м по горизонтали
Мониторинг	Мониторинг и контроль толпы	80	12
Идентификация	Гарантированное обнаружение людей в кадре	40	25
Распознавание деталей	Определение характерных особенностей человека	16	62
Аутентификация знакомого человека	Распознавание известных оператору людей	8	125
Аутентификация незнакомого человека	Возможность 100%-ной идентификации, исключающей сомнения	1	1000

Используя данные таблицы, проектировщик и заказчик должны определиться с назначением каждой камеры: распознавание людей, идентификация, детектирование, наблюдение.

Проектировщику надо найти золотую середину между большей плотностью пикселей, позволяющей увидеть больше деталей при меньшем угле обзора, и большей шириной зоны обзора камеры при большем угле обзора, позволяющей уменьшить число камер, используемых в проекте.

Во многих случаях, чтобы обеспечить выполнение задач распознавания или идентификации людей, проектировщику нужно будет выбирать объективы с большим фокусным расстоянием или камеры с большей разрешающей способностью или менять место и высоту установки камеры [2].

По итогам расчёта плотности пикселей каждой камеры программа выделит с помощью различных цветов области аутентификации, распознавания, идентификации и мониторинга. Пример такого выделения представлен на рисунке 1.

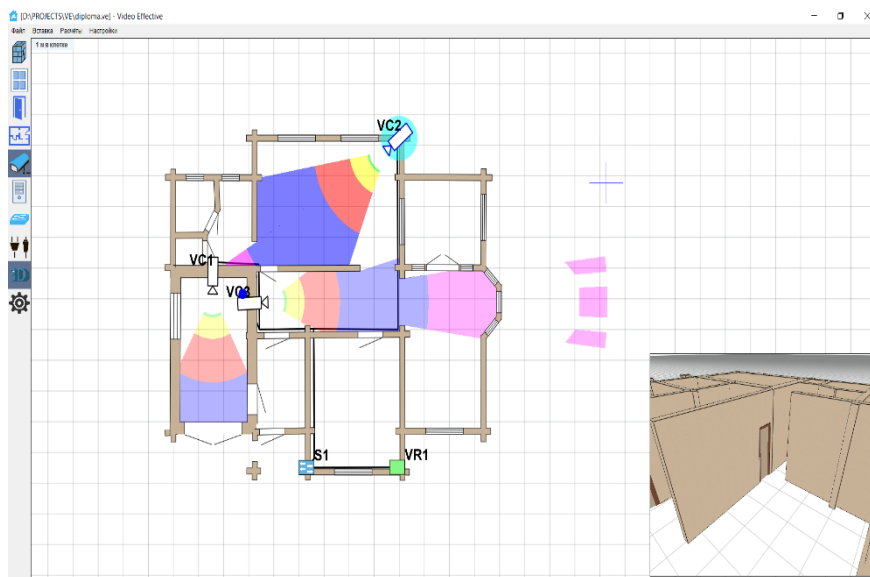


Рисунок 1 – Изображение рабочей области разрабатываемой программы

Важнейшим фактором, влияющим на оптимальность работы системы видеонаблюдения, является наличие слепых зон у камер, входящих в состав системы. Приоритетной задачей становится разработка алгоритма поиска таких зон, позволяющего решить задачу расчёта эффективности системы, её дальнейшей оптимизации.

Алгоритм поиска слепых зон основан на поиске точек пересечения области обзора камеры с препятствием. Наиболее простым примером препятствия является стена, представляющая собой прямоугольный параллелепипед, который в пространстве задаётся с помощью координат восьми точек – его вершинами. Область обзора камеры является правильной четырёхугольной пирамидой, для определения которой в трёхмерном пространстве нужно знать координаты расположения камеры и её характеристики – вертикальные и горизонтальные углы обзора, угол наклона, максимальную дальность обзора.

Вначале строятся вектора по двум известным точкам: точки расположения камеры и каждой из вершин препятствия. Затем выполняется проверка на нахождение этого вектора между двумя векторами апофем горизонтальных граней пирамиды (зоны обзора). Следующим шагом выполняется проверка на нахождение данной вершины препятствия в зоне обзора камеры по вертикали, что справедливо при выполнении следующего неравенства:

$$\alpha_1 < \alpha < \alpha_2 + \alpha_1,$$

где α_1 – угол наклона камеры по вертикали, α_2 – вертикальный угол обзора камеры, α – вертикальный угол наклона прямой, соединяющей точку расположения камеры и вершину препятствия.

Если вершин препятствия, лежащих внутри области обзора камеры, не обнаружено, то выполняется проверка на наличие пересечения плоскостей граней зоны обзора с отрезками граней препятствий.

Плоскость и прямая в пространстве пересекаются в любом случае, если они не параллельны, поэтому следующим шагом выполняется проверка принадлежности точки пересечения отрезку грани препятствия. В том случае, если и таких пересечений не обнаружено, то требуется выполнить проверку на нахождение точки пересечения высоты пирамиды (области обзора) с плоскостями граней препятствия внутри этих самых граней. Для этого необходимо построить прямую, содержащую высоту и найти её точку пересечения с той или иной плоскостью, а затем, используя векторное произведение проверить, лежит ли она по одну сторону относительно каждого из рёбер, образующих данную грань, и если это так, то препятствие пересекает зону обзора.

После того как точки пересечения зоны обзора камеры с препятствиями обнаружены, необходимо определить слепую зону. Для этого требуется построить прямые, пересекающие точку расположения камеры и вершины препятствия, найти точки пересечения этих прямых с плоскостью пола, получив некоторое множество точек. Затем, используя метод построения выпуклой оболочки, получить из этих точек выпуклый многоугольник, который и будет являться «тенью», отбрасываемой препятствием на плоскость пола, т. е. слепой зоной, недоступной для обзора видеокамеры.

Для анализа систему необходимо разделить на типовые зоны в зависимости от количества видеокамер, в поле зрения которых они попадают. Такими зонами являются:

- слепая зона;
- зона в поле зрения одной камеры;

– зона в поле зрения двух камер и т. д.

Общая эффективность системы выражается формулой [3]:

$$E_{\text{ОПС}} = \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S_{\Sigma}} E_{zi},$$

где S_{Σ} – общая площадь помещения, обеспечиваемого видеонаблюдением; S_i – площадь типовой зоны, наблюдаемых одной, двумя (и т. д.) камерами; E_{zi} – эффективность соответствующей зоны, эффективность слепой зоны принимается равной нулю.

Для расчёта эффективности системы видеонаблюдения в программном средстве пользователю необходимо выбрать вид распознаваемой активности и очертить зону наблюдения. В данном режиме возле каждого сетевого устройства отобразится вероятность его работоспособности.

Кроме этого, в программе реализовано 3D-моделирование, которое позволяет пользователю переключиться в режим «вид от камеры» и увидеть, какое изображение будет транслировать камера. На рисунке 2 приведён пример 3D-моделирования.



Рисунок 2 – 3D-моделирование зон видеонаблюдения

Применение программного средства и приведённых алгоритмов расчёта позволяет быстро найти оптимальное количество и расположение камер видеонаблюдения, выполнить расчёт эффективности системы видеонаблюдения. Кроме того, снижаются затраты на проектирование систем безопасности за счёт уменьшения времени оценки эффективности систем, а также времени, затрачиваемого на перепроектировку неэффективных систем.

Программное решение даёт возможность объяснить заказчику в визуальной форме все основные особенности выполненного проекта.

С помощью разработанной программы можно дополнительно выполнять следующее:

- обучать процедуру поиска оптимального построения систем видеонаблюдения;
- проводить анализ расчёта линз путём изменения рабочих параметров камеры (фокусного расстояния, углов обзора, разрешения);
- минимизировать слепые зоны на заданном объекте и увеличивать общую эффективность системы видеонаблюдения;
- осуществлять ознакомление с различными типами камер и сетевого оборудования.

Список использованных источников:

- [1] Шумейко, М. Особенности проектирования систем видеонаблюдения при использовании мегапиксельных камер / М. Шумейко // Технологии защиты. – №2. – 2013.
- [2] Шумейко, М. Идентификация, распознавание и детектирование людей по европейскому стандарту EN 50132-7 / М. Шумейко // Системы безопасности. – №3. – 2015.
- [3] Мосолов, А. Оценка эффективности системы безопасности на основе метода Монте-Карло / А. Мосолов // Системы безопасности. – №1. – 2014.