

ции будут одни, а для магистральных тягачей – иные; аналогично по региону эксплуатации – для горных районов рекомендации будут заметно отличаться от аналогичных для равнинных регионов [3]).

Например, для семейства грузовых автомобилей КамАЗ был проведен эксперимент и теоретический расчет при изменении продольного угла наклона шкворня с  $3^\circ$  до  $10^\circ$ . При этом наблюдалось увеличение предельной скорости прохождения поворота, ограниченной сносом, в среднем на 3,5%. Необходимо отметить, что дополнительным преимуществом является заметное снижение внешнего габаритного радиуса поворота, примерно, на 7% [5].

2. Учет уже существующей кинематики управляемых колес и ограничение скорости движения АТС. При таком подходе в бортовой компьютер АТС устанавливается программный комплекс, который отслеживает скорость движения и радиус поворота. При приближении к предельным значениям по показателям устойчивости или управляемости, подается сигнал на тормозные механизмы о принудительном снижении скорости движения. Такая интеллектуальная система позволит снизить, а в идеале и исключить, вероятность ошибки водителя при выборе скорости выполнения маневра, что, несомненно, должно привести к уменьшению числа ДТП.

### Вывод

Создание современного автоматического устройства ограничения скорости при движении по криволинейной траектории является перспективным направлением создания интеллектуальных систем, направленных на повышение безопасности движения АТС. При проектировании и создании математических моделей необходимо учитывать угловые параметры установки осей поворота управляемых колес и выбирать их рациональные значения, в том числе и по критериям устойчивости и управляемости. Выбор должен осуществляться с учетом условий дальнейшей эксплуатации АТС. Для уже существующих моделей грузовых автомобилей возможен выбор рациональных параметров углов наклона осей поворота управляемых колес путем подбора вкладышей, устанавливаемых между рессорой и балкой управляемой оси.

### Литература

1. Красавин П.А., Лукьянов М.Н., Надеждин В.С. Ограничение скорости при криволинейном движении с учетом наклона плоскости качения управляемых колес // Сборник материалов 79-й международной научно-технической конференции «Безопасность транспортных средств в эксплуатации», НГТУ, 2012, - С. 15-17.  
Статистика ДТП на статистическом портале statistica.RU.  
Пути повышения безопасности автотранспортных средств с учетом параметров угловой ориентации управляемых колес/ П.А. Красавин, М.Н. Лукьянов, В.С. Надеждин, М.Р. Рыбакова // Известия МГТУ «МАМИ», №1(15), 2013, т. 1. – С. 88-91.  
Балабин И.В., Чабунин И.С., Морозов С.А., Надеждин В.С. Состояние проблемы по выбору установки осей поворота управляемых колес грузового автомобиля и рационализация этих параметров // Журнал ААИ, 2012, № 4. – С. 24-26.  
Балабин И.В., Чабунин И.С., Надеждин В.С. Снижение нагруженности элементов передней оси автомобилей путем выбора рациональных параметров угловой ориентации управляемых колес // Материалы 78-ой международной научно-технической конференции «Конструктивная безопасность автотранспортных средств», Дмитров, 2012.

### **Разработка программных средств распознавания дорожной разметки**

к.т.н. доц. Красавин П.А., к.т.н. проф. Харитонов В.И., к.т.н. доц. Чернокозов В.В.  
Университет машиностроения  
(495) 223-05-23 (доб. 1587), [avt@mami.ru](mailto:avt@mami.ru)

*Аннотация.* В настоящей статье рассматривается возможность снижения числа дорожно-транспортных происшествий (ДТП), происходящих по вине водителей,

путем использования интеллектуальных автомобилей, самостоятельно оценивающих дорожную разметку и выполняющих коррекцию углов поворота управляемых колес.

*Ключевые слова:* гистограмма, координата, разметка, фильтр.

Все объекты на изображениях, получаемых с помощью видеокамеры, искажены перспективой. По этой причине, во-первых, параллельные линии дорожной разметки на изображении от видеокамеры не параллельны, во-вторых, их ширина уменьшается по мере удаления от камеры и, в-третьих, отрезки дороги равной длины на изображении имеют разную длину. Поэтому для устранения этих искажений необходимо сначала выполнить преобразование обратной перспективы, что позволяет связать координаты точек на изображении с их реальными координатами.

В преобразовании участвуют две плоскости: плоскость изображения  $I$  и плоскость дороги  $W$ .

$$\begin{aligned} x(u, v) &= h \times \cot \left[ (\theta - \alpha_v) + u \frac{2\alpha_v}{n-1} \right] \times \cos \left[ (\gamma - \alpha_g) + v \frac{2\alpha_g}{m-1} \right] + l, \\ y(u, v) &= h \times \cot \left[ (\theta - \alpha_v) + u \frac{2\alpha_v}{n-1} \right] \times \sin \left[ (\gamma - \alpha_g) + v \frac{2\alpha_g}{m-1} \right] + d, \\ z(x, y) &= 0. \end{aligned}$$

В результате преобразования обратной перспективы исходное изображение трансформируется в «вид сверху».

Фильтр усиления краев позволяет создавать выделение требуемых объектов с помощью контрастных линий. За основу разрабатываемого фильтра был взят фильтр Гаусса, который обычно используется с целью снижения уровня шума, но зачастую дает сильное размытие изображения. В данном случае, фильтр разработан специально для поиска вертикальных ярких линий. Очевидно, что значение градиента очень велико на границах не яркого дорожного покрытия и ярких линий разметки. Беря во внимание эту особенность был разработан следующий фильтр:

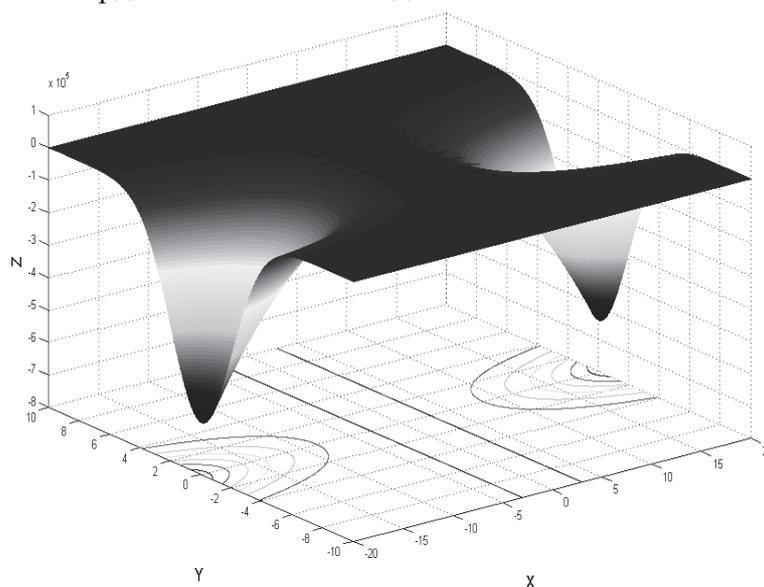
$$f_v(y) = \exp \left( -\frac{1}{2\sigma_y^2} y^2 \right), \quad f_u(x) = \frac{1}{\sigma_x^2} \exp \left( -\frac{x^2}{2\sigma_x^2} \right) \left( 1 - \frac{x^2}{\sigma_x^2} \right).$$

Плоскость  $XY$  (рисунок 1) соответствует плоскости матричного фильтра, а вертикальная ось  $Z$  наглядно демонстрирует резкие изменения яркости. После фильтрации получаем бинаризованное изображение. Пиксели отвечающие фильтру приравниваются к 1, остальные – к 0. Таким образом после фильтрации мы получили ярко выраженные вертикальные полосы (рисунок 1). Далее производится поиск линий разметки на бинаризованном изображении. В начале осуществляется подсчет ненулевых значений матрицы изображения по столбцам. Яркие вертикальные линии разметки на изображении дадут наибольшие суммы. Данный метод может быть проиллюстрирован вертикальной проекционной гистограммой (рисунок 2), где по оси  $Y$  откладывается количество пикселей, а ось  $X$  соответствует реальной оси ординат изображения.

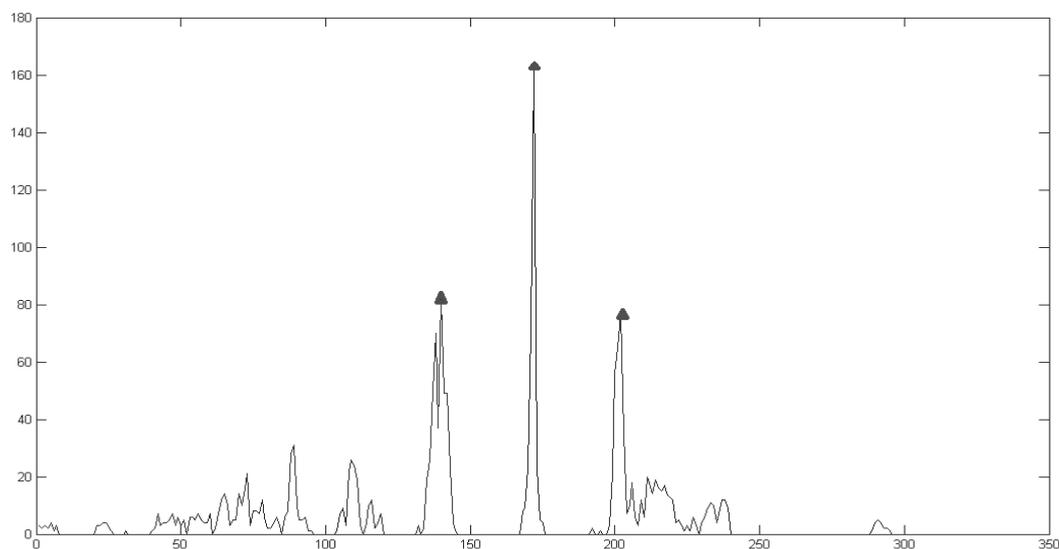
На гистограмме четко выражены три локальных максимума, которые соответствуют линиям разметки. В ходе реализации программы, возникла задача отображения кривых линий, которые не редко встречаются в дорожной разметке. Для решения данной задачи используются широко применяемые в компьютерной графике кривые Безье.

При выборе ЭВМ принимались во внимание следующие факторы. Особенности условий работы ЭВМ в автомобиле ставят задачу подбора устройства хранения информации устойчивого к механическим повреждениям и вибрации. Было решено использовать твердотельный жесткий диск (SSD), который помимо надежности и низкого энергопотребления обладает высокими характеристиками производительности. Также, немаловажен форм-фактор и размеры ЭВМ. В процессе подбора аппаратных средств был произведен анализ нетбуков, в

которых используется твердотельный жесткий диск.



**Рисунок 1. Визуальная модель ядра разработанного фильтра Гаусса**



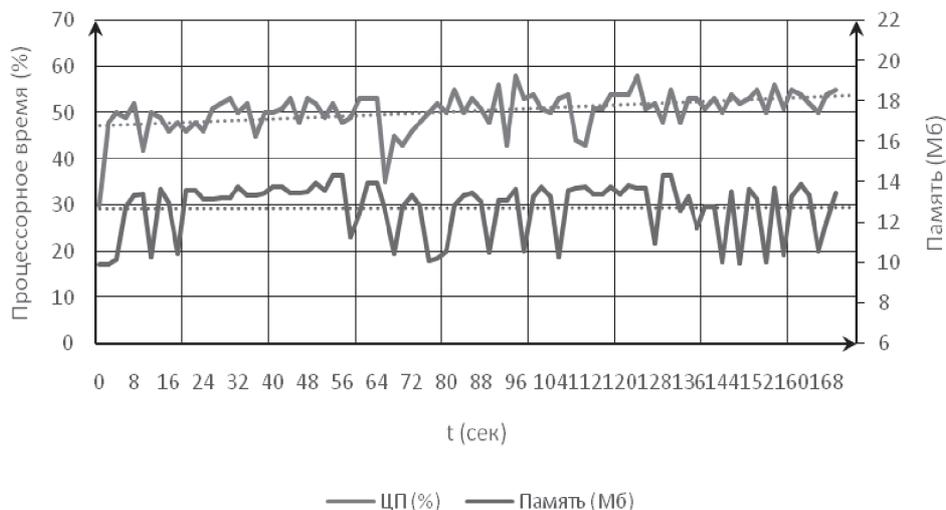
**Рисунок 2. Гистограмма суммы пикселей в каждом столбце матрицы отфильтрованного изображения с отмеченными локальными максимумами**

Для выбора объема ОЗУ и частоты ЦП был проведен нагрузочный тест с использованием разработанной программы, тестовой базы изображений Caltech Lanes и созданной базы изображений «Москва». Нагрузочный тест был проведен на ЭВМ с ОС Linux, ОЗУ 2 Гб, ЦП 1,83 ГГц. Анализ графика нагрузочного теста (рисунок 3) показал, что разработанная программа использует около 13 Мб ОЗУ и 50% процессорного времени. Учитывая, что ОС ЭВМ использует около 20% процессорного времени и 1,1 Гб ОЗУ, был выбран нетбук 3Q Sprint EU1306N.

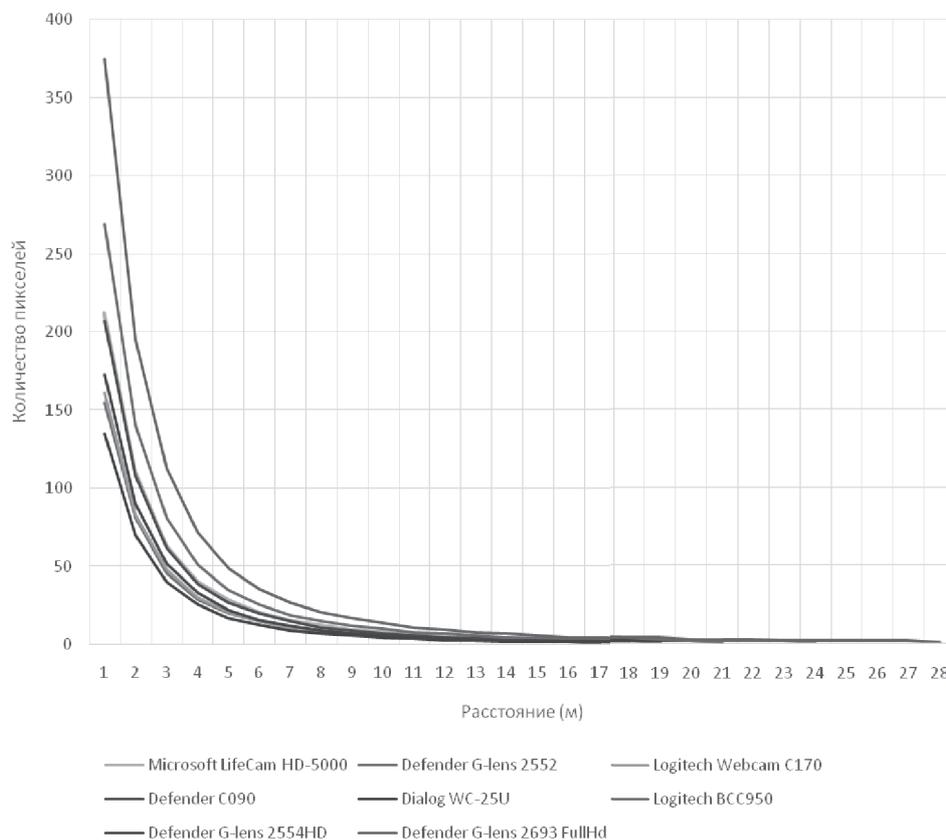
При выборе камеры учитывалось следующее. В широком диапазоне освещения камера должна поддерживать функцию автоматического выбора экспозиции, кроме того камера должна поддерживать интерфейс USB 2.0 для высокоскоростной передачи видеопотока на ЭВМ.

Влияние эффекта перспективы приводит к тому, что отрезки дороги равной длины имеют разную длину на изображении, уменьшаясь при удалении от камеры. Очевидно, что линии разметки сойдутся в «точке схода», где одному метру дороги будет соответствовать один пиксель на изображении. На таком расстоянии распознавание разметки будет невоз-

можно. Расстояние от камеры до «точки схода» было найдено для каждой камеры. По результатам расчета был построен график (рисунок 4), показывающий зависимость количества пикселей от расстояния. Анализ показал, что самые высокие показатели имеет камера Defender G-lens 2693 Full Hd.



**Рисунок 3. Результаты нагрузочного теста**



**Рисунок 4. Зависимость количества пикселей от расстояния от камеры**

Разработанная программа была протестирована на свободной базе изображений Caltech Lanes, а также была создана собственная база изображений, отснятая в Москве в разное время суток, при разных условиях освещенности и загруженности дорог.

Результаты испытаний показали, что программное обеспечение правильно распознает в среднем от 85% до 93% линий разметки (таблица 1). Причинами неправильных распознаваний являются окружающие транспортные средства, плохое качество разметки, тени, солнечные блики, надписи и другие маркировки на дороге. Результаты испытаний показали, что обработка изображений занимает около 60% процессорного времени на выбранном нетбуке, а среднее время распознавания одного кадра составляет 50 мс, что является вполне удовле-

творительным результатом для поставленной задачи.

Таблица 1

Набор изображений	Количество кадров	Всего линий	Распознано линий	Правильно распознано
Cordova1	250	919	863	91,62%
Cordova2	406	1048	1194	85,5%
Washington1	336	1274	1325	92,78%
Washington2	232	931	964	93,66%
Москва	1400	3376	3068	90,89%

Таким образом, разработана и испытана подсистема технического зрения с программным модулем распознавания дорожной разметки. С учетом поставленной задачи были подобраны аппаратные компоненты комплекса. Результаты работы могут быть использованы при реализации компьютерных систем технического зрения в отечественных автомобилях.

### Литература

1. Электронный ресурс <http://www.gibdd.ru/stat/>
2. Электронный ресурс <http://systemsauto.ru>
3. Воротников С.А. Информационные устройства робототехнических систем – Изд-во: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005.
4. Конушин А., Киншаков В., Крылов А. Алгоритмы детектирования разметки и дефектов дорожного покрытия. – М.: Изд-во МГУ, 2009.

### **Особенности конструкций энергопоглощающих кресел, используемых в автобронетанковой и авиационной технике**

к.ф-м.н. доц. Кулаков Н.А., Гаврилов Е.В.  
 Университет машиностроения

(495) 223-05-23, доб. 1507, [kulakov@mami.ru](mailto:kulakov@mami.ru), [andhover@mail.ru](mailto:andhover@mail.ru)

*Аннотация.* В статье дан обзор энергопоглощающих кресел, применяемых в автобронетанковой и авиационной технике начиная с 60-ых годов XX века до наших дней. Представлены различные виды энергопоглощающих элементов, которые используются в креслах. Рассмотрена возможность применения вертолётных кресел для защиты экипажа автобронетанковой техники при подрыве на mine. Представлены конструкции противоминных кресел, разработанных НТЦ «Спецтехника» Университета машиностроения.

*Ключевые слова:* автобронетанковая техника, вертикальные перегрузки, травмобезопасность экипажа, энергопоглощающее кресло, энергопоглощающий элемент.

Одной из проблем, стоящих перед конструкторами вертолетов, легкой авиации и автобронетанковой техники является задача увеличения травмобезопасности экипажа при аварийной посадке (для авиации) и при подрыве на минах (для автобронетанковой техники). При аварийном приземлении вертолетов и самолетов на экипаж действуют большие вертикальные перегрузки (18-30g) при относительно малом времени действия (до 71 мс) [13], которые приводят к травмам экипажа. Одной из самых уязвимых частей тела при вертикальных перегрузках является позвоночный столб. Позвоночник не выдерживает перегрузок и происходят переломы позвонков и межпозвоночных дисков. Для предотвращения подобных травм были разработаны энергопоглощающие кресла, которые за счёт деформации энергопоглощающих элементов и, соответственно, просадки кресла, рассеивают энергию удара, тем самым снижая перегрузки. Подобные перегрузки действуют и при подрыве автобронетанковой техники на mine, однако, с большей амплитудой и меньшим временем действия (порядка 1-5 мс). Корпус автобронетанковой техники при подрыве практически мгновенно приобретает вертикальную скорость и без соответствующей защиты экипаж получает серьёзные травмы