ООО МегаПиксел

Научно-производственное предприятие ООО "МегаПиксел" было основано в 1989 году (Москва, Россия). Предприятие специализируется на производстве аппаратно-программных средств для систем Компьютерного Зрения на базе нейро-подобных алгоритмов.

Предприятие МегаПиксел реализавало более 20 совместных научных проектов с партнерами из США, Италии, Германии. Основные области приложений:

- Системы для считвывания автомобильных номеров,
- Системы наблюдения на база видеодетекторов движения,
- Системы для считывания номеров ж/д вагонов и контейнеров,
- Системы технического зрения для роботов,
- Интеллектуальные сканеры дистанционного действия для реализации функций, не досупных для стандартных OCR-систем (например, считывание номеров с автомобильных двигателей),
- Читающие автоматы (для чтения книг, газет, вывесок, указателей) для инвалидов по зрению.

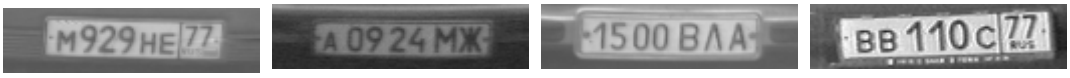
Предприятием Мегапиксел разработаны уникальные нейро-подобные алгоритмы обработки и распознавания изображений, имитирующие нейро-тракт: сетчатка - первичная зрительная кора человека.

Система Считывания Автомобильных Номеров

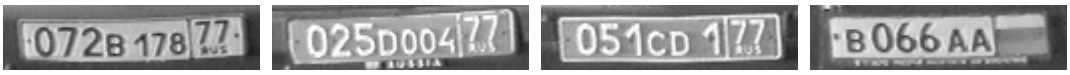
МегаПиксел ведет разработки по созданию систем для считывания автомобильных номеров с 1995 года. Проблема считывания Российских номеров гараздо сложнее аналогичных проблем в других странах.

Российские Автомобильные Номера

Существует 16 типов (а может быть и больше) Российских автомобильных номеров, которые содержат как большие, так и маленькие цифры и буквы, а также бывают как позитивными, так и негативными (в плане фона).



Наиболее часто встречающиеся Российские номера



Некоторые новые типы Российских автомобильных номеров

Некоторые старые типы Российских автомобильных номеров

Транзитные автомобильные номера

Кроме того, на территории России постоянно присутствует достаточное число автомобилей из стран ближнего и дальнего зарубежья.

Российские номера не всегда бывают чистыми. Причина тому - грязь, соль, пыль:

Другие трудные изображения (проблемы тени):

Некоторые автомобили после аварии (перекос номеров):

Другие перекошенные номера:

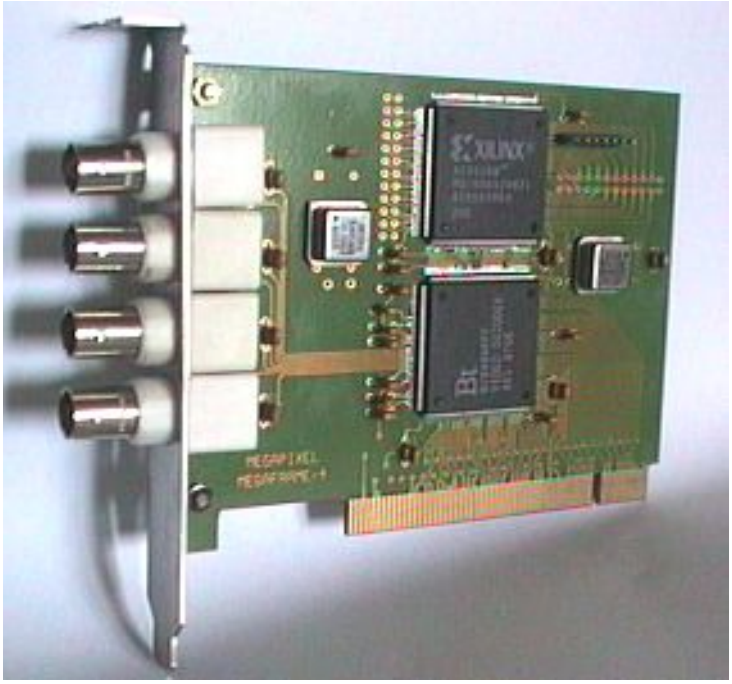
Проблемы несовершенства оборудования и коммуникаций:

И все эти проблемы необходимо решать, не дожидаясь соответствующих действий на организационном уровне.

Системы МегаПиксела

Первая система МегаПиксела - MegaCar бала разработана 1996 году. Основу системы является видеопроцессор MegaFrame-3 (разработка МегаПиксела) на базе ISA-шины. Размер обрабатываемого изображения равен 336*192*8 бит (серая шкала, квадратные пикселы). Рабочий диапазан вертикальных размеров для больших символов составляет 12-16 пиксел (в среднем 14 пиксел). Поскольку высота символов равна 80 мм (для всех Европейских номерных пластин такая же), то ширина поля зрения системы составляет 1.9 м:

Вторая система МегаПиксела - CarFlow (Поток) была разработана в 1998 году. Основой системы является видеопроцессор MegaFrame-4 (также разработанный МегаПикселом) на базе PCI-шины.



MegaFrame-4

Размер обрабатываемого изображения равен 768*288 серых или цветных пиксела (пикселы прямоугольные, а не квадратные). MegaFrame-4 работает на порядок быстрее, чем MegaFrame-3.

Во-первых: PCI-шина на два порядка быстрее ISA-шины.

Во-вторых: MegaFrame-4 имеет мощную аппаратную поддержку на уровне программируемой вентильной матрицы фирмы Xilinx. Интеграции такого кристалла вполне достаточно, поскольку в оригинальных нейро-подобных алгоритмах МегаПиксела разрядность обрабатываемых данных не превышает 8 бит, что полностью соответствует динамическому диапазону реального нейрона (1:10). Следовательно нет необходимости использования дорогих DSP (Digital Signal Processor) решений с плавающей точкой. Использование максимального разрешения вдоль телевизионной строки поволяет уменьшить вертикальный размер символов до 10 пиксел. Это соответствует увеличению ширины поля зрения системы до 3 м:

Ширина Поля Зрения, Размер Символов

Сегодня в мире около 30 компаний предлагают системы для считывания автомобильных номеров: Automatic Number Plate Recognition, Electro-Optical Technologies, Inc., PhotoCop.

К сожалению большинство компаний не сообщают технических характеристик своих систем. Поэтому для сравнительного анализа, который не является всеобъемлющим, были выбраны системы: Talon - Racal Messenger Ltd., IMPC - Optasia Systems Pte Ltd. и материалы из хорошей профессиональной статьи "Opening the Shutters on Traffic Surveillance" от PULNiX America, Inc..

Одним из требований к ситеме Talon является следующее: "Оптическое разрешение должно быть выбрано таким образом, чтобы номерная пластина занимала в кадре по горизонтали от 25% до 33%. Это соответствует ширине поля зрения от 1.5м до 2.0м (длина всех номерных пластин в Европе составляет 0.5м) или вертикальному размру от 15 до 20 пиксел на символ.

Одним из требований к системе IMPS является следующее: "Вертикальный размер символов должен составлять, как минимум, 18 пиксел. Это соответствует ширине поля зрения 1.7м.

Все расчеты сделаны для Европейских номерных пластин.

Автор статьи Article утверждает следующее: "Для типовой системы OCR (оптическое распознавание символов) ноходимо оптическое разрешение в 10 пиксел на дюйм, как минимум." Это соответствует ширине поля зрения 1.95м или вертикальному размеру 22.5 пиксела на символ. Расчет сделан для номерных пластин США при использовании камеры с прогрессивным сканированием (квадратные пикселы).

PULNiX America, Inc. является мировым лидером в производстве камер прогрессивного сканирования. Эта компания первой поняля необходимость создания специальных камер для ITS-приложений (Интеллектуальные Транспортные Системы). Камеры с прогрессивным сканированием нужны, прежде всего, для увеличения поля зрения.

PULNiX разработала два типа камер с прогрессивным сканированием для ITS-приложений. Одна из них TM-9701TC имеет разрешение 768 x 480 пиксел и соотношение горизонталь-вертикаль 4:3, другая - TM-1001TC имеет соответственно 1K x 1K пиксел разрешение и соотношение - 1:1. PULNiX также работает над созданием новой камеры: 2K x 1K пиксел разрешение и соотношение - 16:9.

Field of view and camera aspect ratio.

Этот рисунок взят из статьи, упомянутой выше. Замечание: в статье рассматриваются номерные пластины США, которые отличаются от Европейских.

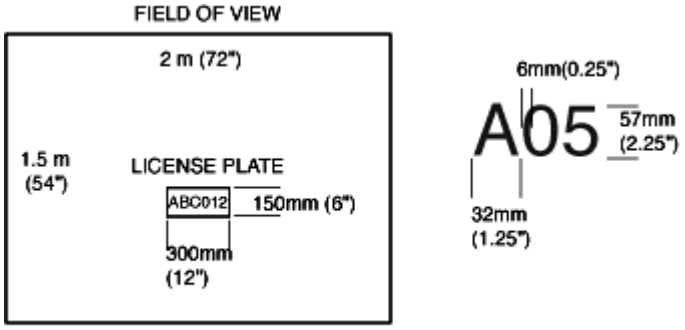


fig. 5 Typical field of view for OCR.

Этот рисунок также взят из упомянутой статьи.

В сводной Таблице 1 приведены результаты расчетов для различных систем и камер. Замечание: Российские номера содержат как большие, так и маленькие символы, вертикальный размер которых составляет 75% от больших. Поэтому таблица содержит отдельные результаты для Российских номеров.

Table 1. Ширина поля зрения (в метрах)

Система	Стандартная камера 768x288	Прогрессив-ная камера 768x576	Прогрессив-ная камера 1Kx1K	Прогрессив-ная камера 2Kx1K
Talon (Европа)	2.00м * 15 пиксел	4.00м ** 15 пиксел	5.21м ** 15 пиксел	10.42м ** 15 пиксел
Talon (США)	1.44м * 15 пиксел	2.88м ** 15 пиксел	3.75м ** 15 пиксел	7.50м ** 15 пиксел
IMPS (Европа)	1.69м * 18 пиксел	3.38м ** 18 пиксел	4.40м ** 18 пиксел	8.80м ** 18 пиксел
IMPS (США)	1.26m * 18 пиксел	2.52м ** 18 пиксел	3.28м ** 18 пиксел	6.56м ** 18 пиксел
Article (Европа)	_	2.70м 22.5 пиксел	3.51м 22.5 пиксел	7.02м 22.5 пиксел
Article (США)	_	1.95м 22.5 пиксел	2.53м 22.5 пиксел	5.06м 22.5 пиксел
CarFlow (Европа)	3.79m 8 пиксел	5.78м 10.5 пиксел	7.52м 10.5 пиксел	15.04м 10.5 пиксел
CarFlow (США)	2.77m 8 пиксел	4.17м 10.5 пиксел	5.43м 10.5 пиксел	10.83м 10.5 пиксел
CarFlow (Россия)	3.03m 10 пиксел	4.33м 14 пиксел	5.64м 14 пиксел	11.28м 14 пиксел

* - Нет данных об использовании двойного разрешения по горизонтали.

** - Эти результаты получены из предположения, что для стандартной камеры удвоенное разрешение по горизонтали (768x288 пиксел) не используется (используется режим 384x288 пиксел. В противном случае ширина поля зрения будет меньше.

МегаПиксел продолжает искать другие пути увеличения ширины поля зрения. В настоящее время проходит испытание система CarFlow II. В этой системе используются две синхронные стандартные камеры и один видеопроцессор MegaFrame-4. Поля зрения камер перекрываются на величину длины номерной пластины. В результате общее поле зрения системы составляет 5.5м (для Российских номеров). Рассматриваются варианты параллельного включения видеопроцессоров MegaFrame-4 (двух и более) для ускорения обработки и увеличения поля зрения (за счет подключения более двух камер).

Car Flow II

Быстродействие Системы

Одним из наиболее важных параметров системы считывания автомобильных номеров является ее быстродействие. В системах МегаПиксела используются оригинальные нейро-подобные алгоритмы. Алгоритм может работать как с пердними, так и с задними номерами. Внешний запуск, при этом, не требуется. Это очень важно для систем с широким полем зрения, так как очень часто сразу несколько автомобилей могут оновременно находиться в зоне контроля.

Алгоритм МегаПиксела мультизонный - до 16 номерных пластин могут детектироваться одновременно. При этом скорость обработки не зависит от числа зон детекции.

Время детекции для CarFlow - 40мс.
Время детекции для CarFlow II - 60мс.

После детекции часть изображения, содержащая номер (192x24 пиксела) подвергается прцедуре предобработки: удаление ложых срабатываний детектора, "чистка", определение типа номера (позитивный или негативный), увеличение и бинаризация.

Время удаления ложного срабатывания - 0.5мс.
Полное время предобработки одной зоны - 3.0мс.

Заключительной стадией процесса является OCR (оптическое распознавание символов). Время распознавания составляет приблизительно 20мс. Все времена приведены для системы на базе Pentium II/ 400 MHz..

Для сравнения, в системе IMPS: "Время считывания одного номера составляет, в зависимости от конфигурации, от 0.4 до 2 секунд".

Контрастность Номеров

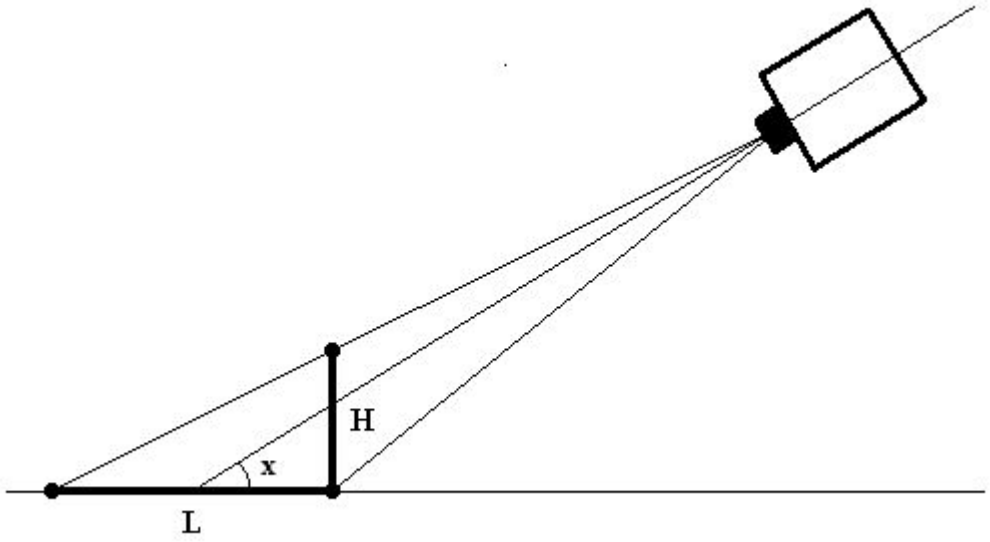
Другим важным параметром является минимально допустимая контрастность изображения номерной пластины. Talon констатирует следующее ограничение для своей системы: “Разность между средним уровнем яркости символов и средней яркостью фона номерной пластины должна составлять не менее 25% от полного размаха видеосигнала".
Используя данное определение контрастности, можно констатировать, что системы МегаПиксела могут работать с 5% контрастностью изображений.

5% контрастность номерной пластины

Максимальная Скорость Автомобиля

Какой может быть максимальная скорость автомобиля? Это значение зависит от многих условий.

На рисунке изображена типовая схема установки камеры для системы считывания автомобильных номеров.



X - угол падения оптической оси камеры к горизонту;
L - поле зрения (глубина) по горизонтали (в направлении движения);
H - поле зрения по вертикали.

Система должна, как минимум один, раз "поймать" изображение номера на проезжающем автомобиле. Следовательно максимальная скорость **S** должна быть ограничена так, чтобы за время цикла детекции **T** автомобиль проезжал дистанцию не более **L**:

$$S = \frac{L}{T}$$

Далее:

$$L = H \cdot ctgX \qquad H = \frac{C \cdot (V - P)}{P}$$

C - высота символо (в метрах);
P - оптическое разрешение (в пикселах на символ);
V - вертикальное разрешение камеры (для CCIR - 288 пиксел, полукадр).
(V - P) означает, что номер в кадр должен попадать целиком.

В итоге, формула для определения максимально допустимой скорости автомобиля выглядит следующим образом:

$$S = \frac{C \cdot (V - P)}{P} \cdot ctgX \cdot \frac{1}{T}$$

Замечание: эта формула является упрощенной, поскольку не учитывает некоторые геометрические детали. Но при условии, что:

- дистанция от камеры до центра зоны контроля более 25м;
- угол падения **X** находится в пределах от 20 до 45 градусов;

она работает достаточно точно.

В Таблице 2 приведены расчеты максимальной скорости автомобиля **S** для систем МегаПиксела (для Российских номеров - 10 пиксел на символ) при различных значениях цикла детекции **T** и угла падения **X**.

Таблица 2. Ситемы МегаПиксела, максимальная скорость автомобиля **S** (в Км/час)

X (градусы)	**L** (метры)	**T** = 40мс	**T** = 60мс	**T** = 80мс	**T**=100мс	**T**=120мс
20	6.03	543	362	272	217	181
25	4.71	424	283	212	170	141
30	3.80	342	228	171	137	114
35	3.14	282	188	141	113	94
40	2.62	236	157	118	94	79
45	2.20	198	132	99	79	66

В Таблице 32 приведены расчеты максимальной скорости автомобиля **S** для систем IMPS (Европейские номера - 18 пиксел на символ) при различных значениях цикла детекции **T** и угла падения **X**.

Замечание: наилучшее **T** для IMPS - 400мс. Значения 100мс и 200мс взяты из предположения, что время детекции меньше времени полного цикла системы.

Таблица 2. Ситемы IMPS, максимальная скорость автомобиля **S** (в Км/час)

X (градусы)	**L** (метры)	**T** = 100мс	**T** = 200мс	**T** = 400мс
20	3.35	120	60	30
40	1.45	52	26	13

Полученные результаты дают основание полагать, что в основном IMPS может работать только с использованием внешнего запуска (например, с индуктивным сенсором).

Установка Камеры

Автор статьи Article пишет: "Типовой угол падения должен равнться 40 градусам, чтобы впереди идущий автомобиль не загораживал следующий". Однако, на это утверждение имеется ряд возражений:

1. Большой угол падения не решает изложенную проблему полностью.
2. Вертикальный размер номерной пластины уменьшается пропорционально значению **cosX** (**cos40 = 0.77**). Следовательно необходимо увеличивать оптическое разрешение, что приводит к сокращению ширины поля зрения.
3. Не все номерные пластины установлены строго вертикально. Некоторые могут иметь наклон в сторону дорожного полотна. При большом угле падения **X** такие номера практически не читаются.

Обычно в системах МегаПисела используется угол падения от 20 до 30 градусов (значения до 45 градусов также возможны). Поэтому система может зафиксировать один и тот же номер несколько раз. Специальный алгоритм уточнения позволяет повысить точность распознавания, которая для Российских номеров составляет 93-98% (в зависимости от условий).

Система Talon работает при меньших значениях угла падения: "Угол падения не должен превышать 20 градусов". Это ограничивает возможности системы. Кроме того, есть еще два ограничения: "Угол отклонения оптической оси камеры от фронтальной позиции не должен превышать 20 градусов, поворот (перекос) номерной пластины на изображении должен быть в пределах ±2 градуса".

Аналогичные параметры для систем МегаПиксела: угол отклонения - до 45 градусов, угол поворота - до ±10 градусов.

Существует определенная зависимость угла поворота **R** от угла падения **X** и угла отклонения **Y**, что связано с геометрическими искажениями. Однако, это не вращение в чистом виде, а наклон в вертикальном напрвлении.

Исходное изображение

Изображение с наклоном (20 градусов)

В таблице 4 приведены расчеты значений угла вращения **R** в зависимости от от значений угла падения **X** и угла отклонения **Y.**

Таблица 4. Угол поворота **R** (градусы)

Y / **X**	20	25	30	35	40	45
20	7.1	8.7	10.3	11.8	13.2	14.4
25	9.1	11.2	13.1	15.0	16.7	18.3
30	11.2	13.7	16.1	18.3	20.4	22.2
35	13.5	16.5	19.3	21.9	24.2	26.3
40	16.0	19.5	22.8	25.7	28.3	30.7
45	18.9	22.9	26.6	29.8	32.7	35.3

Для стационарных систем зти искажения могут быть скомпенсированы при установке камеры. Однако, для мобильного варианта необходимы новые алгоритмы детекции и компенсации. Недавно, предприятие МегаПиксел приступило к созданию мобильной системы для патрульных машин, в которой камера может вращается на вертикальной оси с целью считывания номеров автомобилей, попадающих в ее поле зрения.

Системная Интеграция

МегаПиксел успешно работает с системными интеграторами. В России стратегическим партнером Мегапиксела является системный интегратор ЗАО Росси.

Для системного интегратора МегаПиксел предлагает стандартный набор: видеопроцессоры MegaFrame-4 и программное ядро на уровне DLL (Borland C++). МегаПиксел понимает, что системный интегратор может сделать системную оболочку (интерфейс, базы данных, коммуникационные и управляющие модули и т.д.) быстрее, лучше и под конкретную задачу.

Со своей стороны предприятие Мегапиксел готово рассмотреть все пожелания интегратора по модификации программного и аппаратного обеспечения, включая реализацию совместных проектов.

Сводные Характеристики

• Ширина поля зрения:		
	CarFlow	**3.0м**
	CarFlow II	**5.5м**
• Размер символов		**10 пиксел**
• Число зон детекции		**до 16**
• Быстродействие системы:		
	Цикл детекции (CarFlow)	**40мс**
	Цикл детекции (CarFlow II)	**60мс**
	Предобработка	**3мс на зону**
	Распознавание (OCR)	**20мс**
• Скорость автомобиля		**до 200 Км/час**
• Установка камеры:		
	Угол падения **X**	**15-45 градусов**
	Угол отклонения **Y**	**0-45 градусов**
	Угол поворота **R**	**до ±10 градусов**
• Точность распознавания		**93-98%**

Замечание: все данные приведены для Российских номеров.

Система Наблюдения на базе Видеодетекторов Движения MegaSense-8

MegaSense-8 - аппаратно-программная PC-совместимая система предприятия МегаПиксел, предназначенная для решения задач охраны, наблюдения, регистрации и контроля доступа. Система реализована с использованием новейших нейро-подобных алгоритмов цифровой обработки изображений и высокоскоростных аппаратных средств, разработанных в Мегапикселе.

MegaSense-8

Базовые функции

1. Высокоизбирательная детекция движений (изменений):

- инвариантность к условиям освещения, позволяющая работать на открытых пространствах;
- высокая устойчивость алгоритмов к естественным (дождь, снег, тени) и искусственным (свет фар, блики) источникам помех;
- алгоритмы наблюдения на ближних и дальних дистанциях;
- настройка на объекты заданных размеров;
- высокий темп контроля - до 50 кадр/с (один канал);
- зонное маскирование;
- объемный контроль.

2. Широкие возможности регистрации видеоданных:

- работа с черно-белыми и цветными источниками видеосигнала;
- работа с асинхронными источниками видеосигнала;
- запоминание кадров от любого события по любому каналу;
- запоминание кадров с меткой времени и даты;
- запоминание кадров с отметкой зон нарушений;
- JPEG-компрессия изображений.

3. Развитые средства визуализации и обработки видеоданных:

- просмотр записанных кадров в режимах воспроизведения, перемотки, в шаге, в реальном времени;
- поиск кадров по дереву времени;
- увеличение изображений с повышением резкости за счет использования специальных интерполяционных алгоритмов;
- селекция кадров по конкретному каналу;
- сохранение отдельных кадров в архив.

4. Возможности речевого оповещения ,
управление исполнительными устройствами:

- вывод речевых сообщений на события;
- синтез речевых сообщений пользователем;
- включение / выключение удаленных исполнительных устройств (сирен, замков, шлагбаумов и т.д.);
- работа в теневом режиме без выработки сигналов предупреждений;
- возможность расширения системы (модемная связь с центральным пультом и т.д.);
- возможность дистанционного доступа к информации.

Характеристики Системы

Система обеспечивает следующие технические характеристики:

- число каналов наблюдения - до 8;
- формат кадра - 384x288 пиксел (цветных или черно-белых);
- число индивидуальных зон контроля по каждому каналу - 16;
- число системных тревог - 10 (нарушение доступа, отключение каналов, отключение питания);
- число тревог задаваемых пользователем - до 64;
- число внешних устройств, подключаемых через цифровые входы/выходы - до 64;
- темп контороля для 8 асинхронных источников видеосигнала - 3 полных цикла в секунду;
- темп контроля для одного канала -20мс.

Главная особенность системы - использование нейро-подобных алгоритмов, которые позволяют отслеживать позиции контуров наблюдаемых объектов, а не вычислять локальные значения яркости или контрастности, как это принято в подавляющем большинстве известных видеодетекторов движения. Реализация таких алгоритмов в реальном времени возможна только с ипользованием аппаратной поддержки, что и обеспечивает видеопроцессор MegaFrame-4. Такой подход позволяет избегать ложных срабатываний как в условиях внутреннего, так и наружного наблюдения (out door), чем так страдают традиционные устройства. Например, система прекрасно справляется с двух-кратными бросками освещения, которые возникают от ламп дневного света (100 Гц модуляция), даже при установке электронного затвора камеры в позицию 1/500.

Система MegaSense создавалась для целей безопастности. Однако, заложенные в ней принципы могут быть использованы в ITS-приложениях (Интеллектуальные Транспортные Системы) для выявления и фиксации нарушений, связанных с: проездом на красный свет, пересечением сплошной разделительной полосы, попытками безплатного проезда на платных участках дорог, превышением скорости, выездом на встречную полосу и тратуары. Возможно также использование в качестве антитеррорного средва при попытках вывести из строя дорожное оборудование или нанести ущерб участникам дорожного движеня (кидание камней на скоростных магистралях) и средства предупреждения аварий (обнаружение остановившегося посреди дороги автомобиля - incident detection) и т.д.

ООО "МегаПиксел" готово рассмотреть любые предложения по адаптации существующих систем, а так же по реализации новых совместных проектов.

Руцков М.В., директор ООО "МегаПиксел"

Тел/fax: +7 (095) 412-94-22
e-mail megapixel@tochka.ru