

В первом случае наблюдаются колебания значения коэффициент отражения от слоя с постоянной амплитудой относительно кривой коэффициента отражения от первой границы слоя, во втором случае – амплитуда колебаний затухает. В области высоких частот диапазон рабочих частот поглощающего слоя не ограничен. Нижняя граница диапазона рабочих частот ограничена скоростью снижения коэффициента отражения до требуемого уровня, которая зависит от величины потерь в слое и его толщины. Существуют оптимальные значения этих параметров.

Проблема цвета в моде так же важна, как и проблема формообразования. По существу, именно от цвета, его насыщенности и количества, зависит масса и объем той или иной силуэтной формы. Если литературные критики, философы и художники рассматривают цвет с глубоких научной, психологической и философской позиций, то дизайнеры исследуют его на предмет актуальности и прогнозирования в одежде и других объектах дизайна.

В работе был использован контраст красного и черного. Для того, чтобы выявить закономерность актуальности этого контраста, была исследована информация о модных цветовых тенденциях в различные периоды XX-го века (с 1980 по 2007 гг.), и на основе этих данных был составлен прогноз на 2010 год, состоящий из этапов: систематизирование информации о популярности контраста черного и красного в табличной форме; составление сегментных схем по годам в %-м соотношении относительно остальных цветов; построение гистограммы и итогового графика кривых цвета.

На основе проделанной работы по анализируемому частоте сменяемости черного и красного цветов был сделан вывод о том, что черный и красный либо развиваются параллельно друг другу, либо

следуют друг за другом; пик популярности контраста этих цветов приходится с интервалом в 15 лет, т. е. тогда, когда появляется новая форма (в начале следующего пластического периода).

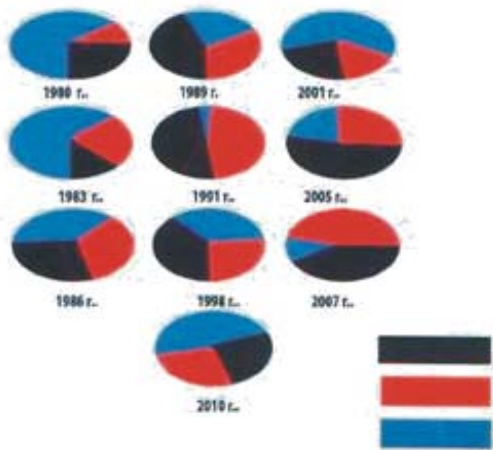


Рисунок 1 – Сегментное распределение цвета

Из графика кривых сменяемости цвета можно предположить, что к 2010 году популярность контраста черного

и красного пойдет на спад, тогда как в 2007 году эти цвета достигают достаточно высокого процента использования в одежде.

В итоге научно-исследовательской части можно заключить, что выбор цветового контраста красного и черного для изготовления моделей в материале не случаен. Он обоснован с точки зрения научного прогнозирования моды, с позиции образно-ассоциативного психологического восприятия и теоретических основ цветоведения.

Представление 5 комплектов (10 изделий женской одежды) отмечены стажировкой в Швеции в 2008 г.

©ПГУ

## ОБНАРУЖЕНИЕ МОБИЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ В СИСТЕМАХ ЦВЕТНОГО ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

*М. Ф. МИХАЛЬЧЕНКО, Р. П. БОГУШ*

The algorithm of detecting of the mobile objects, based on comparison of the basic frame and next in stream of video frames is offered. Advantage of the given algorithm is method of forming the basic frame which is based on application of minimax function of similarity, color segmentation of the basic frame is applied to decrease in level of noise

Ключевые слова: детектирование мобильных объектов, опорный кадр, минимаксная функция, цветовая сегментация

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Компьютерная обработка видеопоследовательностей открывает широкий спектр возможностей для исследователей. Мировая тенденция роста вычислительных мощностей современных компьютеров позволяет осуществлять даже самые сложные алгоритмы. Реализация компьютерных систем, работающих в режиме реального времени, позволяет находить и захватывать множество новых рынков применения компьютерной обработки видеопоследовательностей.

Множество разработчиков трудятся над созданием систем наблюдения за движущимися объектами. Трудности разработки данных систем обусловлены наличием мешающих детектированию факторов: непредсказуемое поведение движущихся объектов; погодные условия; наличие теней в солнечную погоду, которые могут менять свое положение относительно объекта на протяжении некоторого интервала времени; шумов, обусловленных движением объектов не представляющих интереса (мелкий мусор, деревья, облака, и т.д.).

Основная задача, которую должен решать алгоритм детектирования, – это эффективное обнаружение движущихся объектов за минимально возможное время. Под эффективным обнаружением в данном случае следует понимать детектирование всех движущихся объектов, которые представляют интерес для разработчика.

## 2. АЛГОРИТМ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ

Предлагаемый алгоритм детектирования движущихся объектов можно разделить на два этапа:

1. Построение опорного кадра;
2. Циклическая обработка каждого кадра видеопоследовательности.

На первом этапе происходит создание опорного кадра. Обязательным условием является предварительная обработка кадров, необходимых для создания опорного (фоновый, базовый) кадра [1, 2]. В противном случае детектирование может проходить некорректно из-за зашумленности получаемых сигналов от видеокамеры.

Для удаления гауссовского белого шума и сохранения контрастности объектов необходима адаптивная фильтрация изображений. Таковую фильтрацию обеспечивает адаптивный фильтр Винера. Алгоритм винеровской фильтрации [3] основан на статистических оценках фрагментов изображения  $I_s$  в пределах скользящего окна размера  $n \times m$  пикселей.

Для всех положений скользящего окна с центральным пикселем и координатами  $(i, j)$

Эффективность детектирования движения на видеопоследовательностях во многом определяется применяемым опорным изображением, поэтому к базовому кадру предъявляются следующие основные требования: отсутствие движущихся объектов, высокое качество изображения, минимальные вычислительные затраты на формирование кадра. Проведенный анализ показал, что известные методы формирования опорных изображений [4] не удовлетворяют в полной мере представленным требованиям, поэтому был предложен следующий алгоритм формирования базового кадра:

1. Выбор трех кадров из видеопоследовательности, представленной в формате RGB, размером  $M \times N$ :

$$D^k = \{d_{ij}^k\}, D^{k+v} = \{d_{ij}^{k+v}\}, D^{k+2v} = \{d_{ij}^{k+2v}\},$$

где  $i \in 0, \dots, M-1$ ,  $j \in 0, \dots, N-1$ ,  $v > 50$ .

Дальнейшие шаги алгоритма выполняются для каждой цветовой составляющей R,G,B в отдельности.

2. Формирование двух вспомогательных матриц  $M^{12} = \{m_{ij}^{12}\}$ ,  $M^{23} = \{m_{ij}^{23}\}$  на основе цифровых изображений с использованием минимаксной функции схожести [5], полученных на первом шаге, по правилам:

$$m_{ij}^{12} = \begin{cases} 1, & \text{если } \frac{\min(d_{ij}^k, d_{ij}^{k+v})}{\max(d_{ij}^k, d_{ij}^{k+v})} \leq t, \\ 0, & \text{если } \frac{\min(d_{ij}^k, d_{ij}^{k+v})}{\max(d_{ij}^k, d_{ij}^{k+v})} > t \end{cases} \quad m_{ij}^{23} = \begin{cases} 1, & \text{если } \frac{\min(d_{ij}^{k+v}, d_{ij}^{k+2v})}{\max(d_{ij}^{k+v}, d_{ij}^{k+2v})} \leq t, \\ 0, & \text{если } \frac{\min(d_{ij}^{k+v}, d_{ij}^{k+2v})}{\max(d_{ij}^{k+v}, d_{ij}^{k+2v})} > t \end{cases}$$

где  $t$  – пороговое значение.

3. Формирование вспомогательной матрицы  $M^3 = \{m_{ij}^3\}$  по правилу:

$$m_{ij}^3 = m_{ij}^{12} \cdot m_{ij}^{23}$$

4. Формирование опорного кадра  $D^{based} = \{d_{ij}^{based}\}$  по правилу:

$$d_{ij}^{based} = \begin{cases} d_{ij}^k \text{ или } d_{ij}^{k+2v}, & \text{если } m_{ij}^3 = 1, \\ d_{ij}^{k+v}, & \text{если } m_{ij}^3 = 0 \end{cases}$$

Результаты работы по предложенному алгоритму представлены на *рисунке 1*, на котором так же приведены три исходных кадра.

Предложенный алгоритм формирования опорного кадра требует меньшего числа операций по сравнению с типовым алгоритмом и среднее время на создание равно 2.35 секунд. Кроме этого, разработанный алгоритм формирует изображение кадра улучшенного качества по сравнению с типовым алгоритмом. К недостатку данного алгоритма следует отнести повышенную чувствительность к корректности выбора исходных кадров.

Для снижения влияния помех, находящихся вне области интереса, используется цветная сегментация опорного кадра. Для дальнейшей работы используется только та часть кадра, которая была сегментирована. Сегментация проводится по следующему правилу:

$$V_{i,j} = I_{i,j} \cdot \begin{cases} 1, & \text{если } \sqrt{(a_{i,j} - a)^2 + (b_{i,j} - b)^2} \leq P \\ 0, & \text{если } \sqrt{(a_{i,j} - a)^2 + (b_{i,j} - b)^2} > P \end{cases}$$

Данная формула представляет собой вычисление евклидова расстояния [6] между каждым пикселем  $(i, j)$  изображения  $I$ , представленного в цветовом пространстве CIE Lab, где  $a_{i,j}$ ,  $b_{i,j}$  – являются цветовыми составляющими,  $a$ ,  $b$  – эталонные составляющие,  $P$  – порог сравнения,  $V_{i,j}$  – сегментированное изображение.

Результат применения алгоритма сегментации к опорному кадру представлен на *рисунке 2*.

На втором этапе проходит циклическая обработка каждого кадра видеопоследовательности, которая заключается в последовательном применении следующих операций:

- Фильтрация анализируемого кадра фильтром Винера;
- Обнаружение движущихся объектов.

Метод обнаружения основан на применении минимаксной функции  $S(D^x, D^y)$  для каждого фрагмента  $D^x$  анализируемого кадра видеопоследовательности и фрагмента  $D^y$  опорного кадра.

Матрица  $M_k = \{M_R, M_G, M_B\}$  отображающая наличие движения в цветовых составляющих каждого фрагмента и формируется с использованием формулы по следующему правилу:



Рисунок 1 – Опорный кадр



Рисунок 2 – Сегментация опорного кадра

$$M_k = E \cdot \begin{cases} 1, & \text{если } S(D^x, D^y) < p; \\ 0, & \text{если } S(D^x, D^y) \geq p, \end{cases}$$

где  $E$  – единичная матрица, размера  $M \times N$ ;  $p$  – пороговое значение, задающее точность определения движущихся объектов.

Таким образом, матрица  $M_k$  представляет собой совокупность бинарных матриц  $M_R, M_G, M_B$ , в которых единицам соответствуют движущиеся объекты на анализируемом кадре. Работа с тремя бинарными матрицами, соответствующими движению в каждой цветовой составляющей кадра, увеличивает качество детектирования по сравнению с матрицей, получаемой при работе с полутонными изображениями.

*Постобработка.* Бинарные матрицы содержат много «ложных объектов» включая контур от тени (который образован в результате не точной сегментации тени – это линия перехода «тень-дорога»), поэтому применение операций математической морфологии является целесообразным.

В предлагаемом алгоритме использованы следующие операции с бинарными матрицами [6, 8]:

*Закрытие.* Закрытие  $A$  по примитиву  $B$  обозначается  $A \bullet B$  и определяется равенством:

$$A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B$$

Представляет собой последовательное применение наращивания и эрозии. Приводит к удалению небольших по площади фрагментов фона внутри объектов, например типа «дыр».

*Открытие.*  $A$  по примитиву  $B$  обозначается  $A \circ B$  и определяется равенством

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B$$

Представляет собой последовательное применение эрозии и наращивания. Приводит к соединению областей фона, ранее разъединенных узкими участками пикселей объектов.

*Удаление объектов.* Так как площадь любого объекта математическими отношениями связана с его периметром, который может рассчитываться из теории 8-ми связности пикселей бинарного изображения, то удаление объектов площадью меньшей  $P$  сводится к определению периметра объектов и удалению тех, периметр которых соответствует площади меньшей  $P$ .

*Наращивание объекта (дилатация).* Пусть  $A$  и  $B$  – множества из пространства  $Z^2$ . Дилатация множества  $A$  по множеству  $B$  (обозначается как  $A \oplus B$ ) определяется как:

$$B \oplus S = \bigcup_{b \in B} S_b$$

Наращивание приводит к замене значений пикселей фона, граничащих с объектом, на 1. Однократное применение наращивания приводит к добавлению к объекту слоя толщиной в 1 пиксель.

Для разъяснения работы алгоритма предположим, что имеется сегментированный опорный кадр  $D^{based}$  и анализируемый кадр видеопоследовательности  $D^x$ , которые представлены цветовыми компонентами  $D^{based}_R, D^{based}_G, D^{based}_B$  и  $D^x_R, D^x_G, D^x_B$ .

Применяя к  $D^x_R, D^x_G, D^x_B$  адаптивную фильтрацию Винера, получаем на выходе матрицы  $F^x_R, F^x_G, F^x_B$ , которые преобразуются в матрицы  $D^x_R, D^x_G, D^x_B$  таким образом, чтобы области интереса в точности соответствовали областям интереса на опорном кадре. Был проведен анализ, по результатам которого можно сказать, что наибольший эффект достигается при использовании скользящего окна размера  $6 \times 6$ . Далее применяется минимаксная функция, в результате которой получаются бинарные матрицы  $M_R = S(C^x_R, D^{based}_R)$ ,  $M_G = S(C^x_G, D^{based}_G)$ ,  $M_B = S(C^x_B, D^{based}_B)$ . Изображение  $M_I = \{M_R, M_G, M_B\}$  переводится в пространство HSV для удаления теней. После удаления теней получаем матрицу  $B$ , которая содержит движущиеся объекты без теней и шумы. Стоит отметить, что матрица  $B$  не является бинарной, так как элементы могут принимать значения  $[0, \pm 1]$ . Поэтому необходимо все отрицательные пиксели матрицы  $B$  приравнять к нулю. Постобработка необходима для удаления шумов, то есть к  $B$  применяются операции математической морфологии в следующей последовательности: закрытие, открытие, удаление объектов, дилатация.

В конечном итоге получается бинарная матрица  $Q$ , содержащая только движущиеся объекты. Найдя координаты движущихся объектов, переносим результаты детектирования на выходную видеопоследовательность.

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ

При составлении тестового набора видеопоследовательностей учитывалось, что они должны быть:


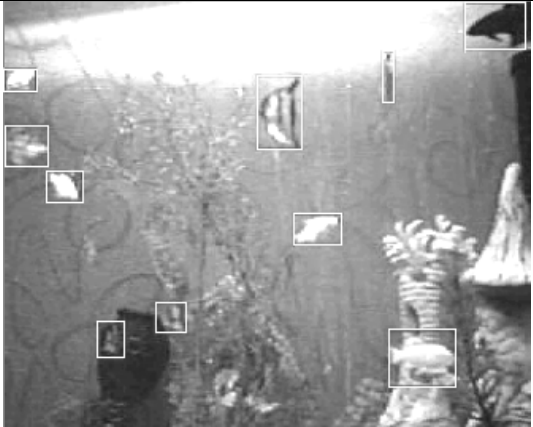


1. Сняты в различных окружающих условиях;
2. Получены с различных цветных камер.

В итоге был составлен набор из 4 видеопоследовательностей, соответствующих приведенным выше требованиям. В табл.1 приведено их краткое описание и характеристики.

Передоложен алгоритм детектирования мобильных объектов систем цветного видеонаблюдения с использованием минимаксной функции. Применение цветных изображений повышают качество детектирования мобильных объектов. Разработан алгоритм создания опорного кадра, обладающего улучшенными характеристиками, как по качеству, так и по времени создания по сравнению с типовыми. В создание опорного кадра была включена сегментация по цвету, что позволило уменьшить срабатывание на «ложные» объекты. Был реализован метод удаления теней с корректировкой некоторых параметров.

Предложенный алгоритм показал уверенную работу на всех роликах тестового набора. Было продемонстрировано хорошее качество обнаружения объектов, независимо от условий съёмки, типа регистрирующего устройства, особенностей погодных условий.

**Таблица 1 – Результаты тестирования**

	
Характеристика видео:	
272×336, fps15, p=0.85, тенеподавление	240×320, fps25, p=0.92
Условия съёмки:	
Весна, день, солнечно, ветер, нестабильность камеры, использование цветовой сегментации зоны интереса	подвижность фоновых объектов, искусственное освещение
	
Характеристика видео:	
240×320, fps15, p=0.85	240×320, fps30, p=0.8
Условия съёмки:	
Зима, день, пасмурно, ветер	Весна, день, солнечно, использование цветовой сегментации зоны интереса

#### Литература

1. Soon-Yong Park, Chang-Joon Park and Inho Lee. Moving Object Removal and Background Completion in a Video Sequence  
URL: <http://pixel.otago.ac.nz/ipapers/21.pdf>

2. James W. Davis, Vinay Sharma. Background-subtraction using contour-based fusion of thermal and visible imagery. ScienceDirect: Computer Vision and Image Understanding 106 (2007) 162–182. URL: <http://www.cse.ohio-state.edu/~jwdavis/Publications/cviu07.pdf>
3. <http://matlab.exponenta.ru/imageprocess/book3/11/wiener2.php>
4. <http://www.dip.spb.ru/downloads/2006%20Conference%20Proceedings.pdf>
5. Bogush R., Maltsev S. Minimax Criterion of Similarity for Video Information Processing // IEEE Proc. of Int. Conf. on Control and Communications, SIBCON-2007, - Tomsk, April 20-21, 2007. - P. 120-126
6. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений – М.: Техносфера, 2005. – 1072с.
7. Prati A., Mikic' I., Grana C. and Moham M.Trivedi. Shadow Detection Algorithms for Traffic Flow Analysis: a Comparative Study
8. URL: <http://imabelab.ing.unimo.it/pubblicazioni/pubblicazioni/itsc2001triv.pdf>
9. [http://graphics.cs.msu.su/courses/cg2000b/notes/lect\\_1.doc](http://graphics.cs.msu.su/courses/cg2000b/notes/lect_1.doc)

©БГТУ

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНА РОТАЦИОННЫМ ФОРМОВАНИЕМ

Е. З. ХРОЛ, М. М. РЕВЯКО

The influence of introduction in a polymeric composition on the basis of high density polythene for rotational molding method a various types of modifiers is investigated in the work. The basic physicommechanical, technological and operational characteristics of the initial and modified compositions are certain. The conclusions on the optimum contents in a composition of each modifier are also drawn

Ключевые слова: полиэтилен, ротационное формование, спекание, порошок

Ротационное формование – метод изготовления полых изделий из гранул, порошков или паст (пластизолой) термопластичных полимерных материалов. Данный метод получения изделий из термопластов зачастую используется для получения крупногабаритных емкостей, баков, резервуаров. При ротационном формовании дозированную порцию материала загружают в полую металлическую форму, которую герметически закрывают и приводят во вращение в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. При вращении происходит нагрев формы в камере спекания. Загруженный в форму материал при этом переходит в вязкотекучее состояние, а за счет вращения формы в двух взаимно перпендикулярных плоскостях происходит формование изделия. Охлаждение отформованного изделия происходит вне камеры спекания при продолжении вращения формы. По окончании охлаждения форма раскрывается, готовое изделие извлекается и происходит загрузка новой порции материала в форму [1, с. 349].

Изделия, получаемые методом ротационного формования зачастую используются в условиях интенсивного нагружения и в условиях негативного воздействия факторов окружающей среды. В связи с этим к подобному типу изделий предъявляется ряд требований, среди которых наиболее важными являются требования к физико-механическим характеристикам и стойкости материала (а вместе с тем и изделия) к воздействию солнечного излучения. Вследствие этого актуальной является проблема подбора композиции для получения методом ротационного формования изделий, соответствующих выдвигаемым требованиям.

В работе были исследованы композиции на основе полиэтилена низкого давления марки Liten RS 58, модифицированного различными добавками. Для исследования влияния процесса переработки на характеристики материала были подготовлены композиции на основе первичного и вторичного полимера [2, с. 10].

В качестве модифицирующих добавок были использованы:

- стеклянный порошок в количестве от 0,1 до 0,5 %;
- стекловолокно в количестве от 5 до 25 %.
- антипирен марки Антифлейм ПЭК в количестве от 8 до 15 %.

В результате исследований были получены следующие результаты. Добавление к полимерной композиции на основе ПЭНД антипирена в количестве от 8 до 15 % не оказывает существенного воздействия на горючесть полимерной композиции, поэтому использование такого количества антипирена нецелесообразно. Добавление в полимерную композицию 0,1 % стеклянного порошка либо 25 % стекловолокна значительно увеличивает прочность полученного материала. При использовании композиций на основе выбранных модификаторов для производства изделий последние приобретают уникальные свойства, которые позволят достичь высоких эксплуатационных характеристик продукта. При этом изделия, получаемые ротационным формованием, такие как резервуары, контейнеры, баки, приобретают повышенную прочность, ударную вязкость, и могут использоваться в более жестких условиях эксплуатации в течение более длительного времени.