



МНОГОМЕРНЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ СЦЕН ОБНАРУЖИВАНИЕ НАЛИЧИЯ ДВИЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ АНАЛИЗА 3D ГИСТОГРАММ И 3D ЭНТРОПИЙНЫХ ФУНКЦИЙ

Панайот Илиев ¹⁾, Пламен Цветков ²⁾, Георги Петров ³⁾

- 1) Новый Болгарский Университет, Департамент Телекоммуникации,
21 Монтевидео, 1618 София, Болгария тел: (++359 2) 811 0609, e-mail: piliev@nbu.bg
2) Кафедра „Электрических измерений” в Техническом-ом университете София, 1000 Бул. Кл. Охридски 8,
1000 София, Болгария тел: (++359 2) 965 2159, e-mail: tzvetkov@tu-sofia.bg
3) Новый Болгарский Университет, программа Телекоммуникации,
21 Монтевидео, 1618 София, Болгария тел: (++359 2) 811 0609, e-mail: gpetrov@nbu.bg

Резюме: Целью этой работы является создание функциональной и статистической модели для обнаруживания движения, прослеживания движущихся объектов и свертки последовательностей изображений путем анализа статистических характеристик трехмерных (3D) последовательностей гистограмм изображений и их 3D функций энтропии. Техническая система построена на основе использования одной или нескольких конвенциональных камер. Анализированы различные последовательности изображений, включая и такие, в которых объект и фон движутся независимо друг от друга и по отношению к камере.

Ключевые слова: Анализ динамических сцен, 3D гистограммы и энтропия, статистическая модель.

1. ВВЕДЕНИЕ

Движение является основой жизни. Нет жизни, если нет движения. Имея в виду фундаментальную роль движения для жизни на Земле и в нашей Галактике, движение является объектом анализа в продолжение тысячелетий. При современном техническом развитии человеческой цивилизации анализ движения и, в частности, обнаруживание и прослеживание движущихся объектов находятся непрерывно в поле зрения научных исследований в многочисленных областях человеческого познания. Вполне понятно, что их перечень связан с совокупной деятельностью человека и всеми природными явлениями, которые сопутствуют нас. Средства, которые при этом используются, тоже многочисленные и варьируют от электротехнических, таких как радар, различные датчики на основе эффекта Доплера, инфракрасные датчики, оптические и кончая использованием паранормальных явлений и ряда др. Конечно, нельзя забывать визуальные системы, так как они наиболее близки к системе восприятия окружающего нас мира, используемого человеком и животными.

Итак, проблема поставлена и необходимо найти ее решение с помощью средств современных компьютеров и интеллектуальной среды

подходящего программного обеспечения. Обнаруживание наличия движения посредством визуальной системы наблюдения кажется, на первый взгляд, легко разрешимой проблемой путем использования междукладовой разницы, интегрирующего фильтра и порога сравнения. Такая система во многих случаях даст большое количество ложных включений. Существуют и другие решения, как например использование трансформации Фурье и др. [1, 2].

Целью этой работы является создание функциональной и статистической модели для обнаруживания движения, прослеживания движущихся объектов и свертки последовательностей изображений путем анализа статистических характеристик трехмерных (3D) последовательностей гистограмм изображений и их 3D функций энтропии. Эта работа основывается на некоторых наших публикациях [3, 4] и является обобщением и продолжением проведенных в них научных исследований.

Техническая система построена на основе использования одной или нескольких конвенциональных камер, одна из которых может работать в инфракрасном спектре, компьютера с большим объемом памяти и с большой скоростью обработки данных, и созданного нами специализиро-

ванного программного обеспечения. При этом при создании функциональной и статистической модели системы мы стремились приблизить процесс обнаруживания и прослеживания движущихся объектов к механизму, который использует человек и животные. Это достигается путем использования созданной нами статистической модели, которая в некоторой степени имитирует процесс обнаруживания и прослеживания движущихся объектов, так как это делают человек и животные. По этой причине разработанная функциональная модель учитывает выше сказанное и следует психо-визуальным процедурам, присущим людям и животным. Модель состоит из трех частей: процедуры предварительной обработки последовательностей изображений, определение и вычисление статистических параметров с целью обнаруживания движения, прослеживание движущихся объектов и определение правил свертки последовательностей изображений.

2. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ И СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОБНАРУЖИВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ

2.А. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ

Идея создания системы обнаруживания и прослеживания движущихся объектов путем использования визуальной системы наблюдения основывается на допущении, что все изменения в наблюдаемой динамической сцене могут быть определены с помощью анализа последовательностей изображений. Более того, эти изменения могут быть оценены путем использования 3D последовательностей гистограмм изображений на основе их статистических характеристик.

Начальные условия, при которых стартует модель, следующие: 2D полутоновая последовательность изображений, 3D гистограммы последовательностей изображений и определение ряда их статистических характеристик, правила принятия решения о наличии движения, 3D функции энтропии, вычисленные с помощью 3D гистограмм, определение оптимального порога квантования на основе 3D энтропийных функций и создание масок прослеживания движущихся объектов, определение вектора движущегося объекта и его параметров движения.

Предложенная функциональная модель состоит из целого ряда процедур для предварительной обработки последовательностей изображений. Все эти процедуры предназначены для

создания подходящих условий для решения поставленной трудной проблемы, какой является обнаруживание движения и прослеживание движущихся объектов. Для решения этой проблемы и обеспечения высокой надежности и точности необходимо ввести некоторые ограничения. В первую очередь необходимо выяснить выражение “в наблюдаемой сцене имеется движущийся объект”. Будем считать, что это имеет место, когда:

- наблюдаются много изменений в одной длинной последовательности изображений,
- эти изменения касаются большого количества элементов изображений,
- отсутствуют периодические изменения в изображениях.

Процесс обнаруживания движения и прослеживание движущихся объектов включает следующие процедуры для настройки системы и разработку подходящих алгоритмов предварительной обработки последовательностей изображений:

- создание пространства в памяти компьютера для записи длинных последовательностей изображений, их 2D и 3D гистограмм, а также и их 3D функций энтропии,
- выбор подходящего фильтра, предназначенного для фильтрации изображений,
- определение и нормирование 2D и 3D последовательностей гистограмм изображений, вычисление среднего значения, дисперсии и определение зоны рекурсивности.

2.Б. ФИЛЬТР “МОДЫ” И ЗОНЫ РЕКУРСИВНОСТИ

Хорошо известно, что фильтрация изображений играет важную роль в процессе обработки и анализа изображений. Выбор подходящей фильтрации является гарантией последующей успешной обработки и анализа изображений. Почему мы выбрали фильтр “моды”? Выбор этого фильтра объясняется определенными его преимуществами по сравнению с другими фильтрами. Во-первых, этот фильтр основывается на моде, которая представляет собой вероятностную характеристику (наиболее вероятное значение) и определяется для каждого локального оператора в процессе сканирования изображений. Фильтр моды способствует тому, что изображения получают более гомогенными, в результате чего гистограммы становятся более подходящими для вычисления и сравнения их статистических характеристик. Процесс обнаруживания наличия движения облегчается и расстояние между векторами статистических параметров между двумя соседними гистограммами

увеличивается. Введение зоны рекурсивности приводит к углублению процесса изображений. Фильтр может включаться как рекурсивный или нерекурсивный, что зависит от того попадает ли мода каждого локального оператора при сканировании изображений в зону рекурсивности или находится вне ее. Зона рекурсивности определяется из глобальной 2D гистограммы каждого изображения из последовательности изображений.

Выше описанные предпосылки являются гарантией повышения надежности процесса обнаруживания движения и прослеживания движущихся объектов.

Фильтр моды работает также как и другие фильтры, как например медианный, фильтр Лапласа, Соболя и др. Принцип сканирования изображения следующий: слева - направо и сверху - вниз посредством оператора, состоящего из 3×3 , 5×5 или более элементов, причем всегда принимается решение об изменении или сохранении центрального элемента оператора. В нашем случае фильтр функционирует следующим образом:

- определение и нормирование локальной гистограммы оператора в любой позиции его движения;
- определение моды локальной гистограммы и проверка того, попадает ли ее значение в зону рекурсивности;
- если это *нет*, то значение серого уровня, принадлежащего моде, записывается непосредственно в позицию, где в данный момент находится центральный элемент оператора, причем это осуществляется в файле, где сохраняется фильтрованное изображение, которое соответствует оригинальному изображению нерекурсивный фильтр моды;
- если это *да*, то значение серого уровня, принадлежащее моде, записывается одновременно в позиции центрального элемента в обоих изображениях (оригинальном и фильтрованном) – рекурсивный фильтр моды.

Процедура определения зоны рекурсивности следующая:

1. Пусть какая-нибудь последовательность изображений представлена как множество изображений

$$I = \{ I_1, I_2, \dots, I_1, \dots, I_L \}, \quad l = 1, 2, \dots, L, \quad (1)$$

где каждое изображение представлено как матрица с $(m \times n)$ элементами и k значениями серых уровней элементов.

2. Пусть каждое изображение последовательности представлено как множество их собственных 2D яркостных гистограмм

$$H(2D) = \{ H_1(2D), H_2(2D), \dots, H_l(2D), \dots, H_L(2D) \} \quad (2)$$

а также пусть любая гистограмма представлена как k – мерный вектор их собственных отсчетов

$$Pl(2D) = (p_{l0}, p_{l1}, \dots, p_{lr}, \dots, p_{lk}) \quad (3)$$

где $p_{lr} = N_{lr}/(m \times n)$ представляет собой r -тый отсчет, представленный с помощью его вероятности в нормированной гистограмме, а N_{lr} представляет собой число элементов с r серыми уровнями в ненормированной гистограмме; $r = 0, 1, \dots, k$ являются значениями серых уровней.

3. Определение статистических характеристик на каждой 2D гистограмме изображений и зоны рекурсивности:

- статистическая функция распределения вероятностей является следующей

$$f_1(x) = \begin{cases} 0 & \text{for } x < 0 \\ \sum_{r=0}^k p_{lr}, & \text{for } x \in [0, k] \\ 1 & \text{for } x > k \end{cases} \quad (4)$$

- статистическое среднее значение

$$m_l = \sum_{r=0}^k r p_{lr} \quad (5)$$

- статистическое отклонение,

$$D_l = \sum_{r=0}^k (r - m_l)^2 \cdot p_{lr} \quad (6)$$

- зона рекурсивности

$$z_l = m_l \pm \frac{D_l}{2} \quad (7)$$

2.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ 3D ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ГИСТОГРАМП ИЗОБРАЖЕНИЙ

3D последовательности гистограмм изображений могут быть определены посредством процедуры сканирования каждого из фильтрованных изображений последовательности изображений $F_1, F_2, \dots, F_1, \dots, F_L$ с помощью опера-

тора, два соседних элемента по x и y . Процедура состоит из следующих шагов:

1. Создание пространства в памяти компьютера для запоминания каждый раз +1 соответствующей текущей комбинации значений серых уровней в горизонтальном направлении x и в вертикальном y пар оператора, используя их как адрес, где запоминается текущее значение $h_{lrr}^{-\text{того}}$ отсчета = $h_{lrr} + 1$ из $H_{l(3D)}$ гистограммы изображения, представленной в 3D координатной системе $(H_{l(3D)}, x, y)$, где $h_{lrr} = h_{lrr} + 1$, $r = 0, 1, \dots, k$. Ролью направлений x и y является создание одного и того же способа трегирования значений пар серых уровней оператора в обоих направлениях.

2. После определения каждой текущей 3D гистограммы изображений, $H_{l(3D)}$ может быть представлено в виде матрицы

3. В результате шагов 1 и 2, 3D последовательности

$$H_{l(3D)} = \begin{bmatrix} h_{l(00)} & h_{l(01)} & \dots & h_{l(0r)} & \dots & h_{l(0k)} \\ h_{l(10)} & h_{l(11)} & \dots & h_{l(1r)} & \dots & h_{l(1k)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ h_{l(r0)} & h_{l(r1)} & \dots & h_{l(rr)} & \dots & h_{l(rk)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ h_{l(k0)} & h_{l(k1)} & \dots & h_{l(kr)} & \dots & h_{l(kk)} \end{bmatrix} \quad (8)$$

гистограммы изображений могут быть представлены как множество матриц

$$H(3D) = \{H_1(3D), H_2(3D), \dots, H_l(3D), \dots, H_L(3D)\}, \quad (9)$$

а также и как множество матриц нормированных 3D последовательностей гистограмм изображений

$$P_{l(3D)} = \{P_1(3D), P_2(3D), \dots, P_l(3D), \dots, P_L(3D)\}, \quad (10)$$

где $P_{l(3D)}$ представляет собой kk – мерный вектор своих собственных отсчетов (Рис.1)

$$P_l(3D) = (pl(00), pl(01), \dots, pl(0k), pl(10), \dots, pl(1r), \dots, pl(1k), \dots, pl(k0), pl(k1), \dots, pl(kk)), \quad (11)$$

где $pl(rr) = h_{l(rr)} / (m \times n)$ является rr -тым отсчетом и представлен своей вероятностью на нормированной гистограмме, а $h_{l(rr)}$ представляет собой число элементов с rr значениями серых уровней на ненормированной гистограмме, $r = 0, 1, \dots, k$, $r = 0, 1, \dots, k$.

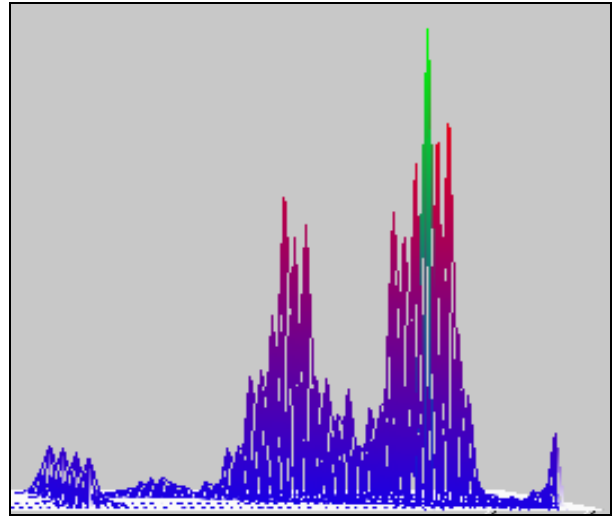


Рис.1 - 3D нормированная гистограмма $P_{l(3D)}$.

4. Визуализация трехмерных 3D нормированных последовательностей в гистограммах изображений $P_1(3D), P_2(3D), \dots, P_l(3D), \dots, P_L(3D)$.

2.Г. СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

Статистическая модель является самой важной частью предложенной модели анализа динамических сцен. Это объясняется тем, что правильный выбор статистических критериев предопределяет надежность процесса обнаружения и оценки движения и впоследствии и прослеживания подвижных объектов. Для определения статистических характеристик используется анализ 3D последовательностей гистограмм изображений и они в действительности представляют собой искусственный интеллект системы анализа динамических сцен, который в известной степени замещает функции и механизмы обнаружения наличия движения, присущие человеку и животным.

В первую очередь мы определяем 2D статистическую функцию распределения вероятности, 2D статистическое среднее значение и 2D статистическое отклонение с помощью следующих уравнений:

- 2D статистическая функция распределения вероятности

$$f_l(x, y) = \begin{cases} 0 & \text{for } x, y < 0 \\ \sum_{x=0}^k \sum_{y=0}^k P_l r_x r_y & \text{for } x, y \in [0, k] \\ 1 & \text{for } x, y > k \end{cases} \quad (12)$$

- 2D статистическое среднее значение

$$m_{l(2D)} = \sum_{r=0}^k \sum_{r_y=0}^k (\sqrt{r_x^2 + r_y^2} \cdot P_{l(r_x, r_y)}) \quad (13)$$

- 2D статистическое отклонение

$$D_{l(2D)} = \sum_{r=0}^k \sum_{r_y=0}^k [\sqrt{r_x^2 + r_y^2} - m_{l(2D)}]^2 \cdot p_{l(r_x, r_y)} \quad (14)$$

После чего определяем статистические характеристики каждой из всех 3D нормированных гистограмм последовательности изображений. Сущностью процедуры является нахождение связи между статистическими характеристиками последовательности 3D гистограмм изображений и процессом обнаруживания наличия движения. Чтобы установить и оценить эту связь можно сравнить функции распределения вероятностей, используя следующие критерии:

- Критерий Колмогорова

$$K = \max_{x,y} |fa(x, y) - fb(x, y)| \quad (15)$$

где $f_a(x, y)$ и $f_b(x, y)$ представляют собой функции распределения вероятностей $P_{l(3D)}^a$ и $P_{l+1(3D)}^b$ двух соседних фильтрованных изображений F_1^a и F_{l+1}^b , соответственно; $l = 1, 2, \dots, L$.

- Критерий Пирсона

$$\chi^2 = (m \times n) \cdot \sum_{r=0}^k \sum_{r_y=0}^k \frac{(p_b(r_x, r_y) - p_a(r_x, r_y))^2}{p_a(r_x, r_y)} \quad (16)$$

где $p_{b(тг)}$ и $p_{a(тг)}$ - значения вероятностей $пг$ -тых серых уровней двух соседних фильтрованных изображений F_{l+1}^b и F_l^a , соответственно.

- Комплексный критерий (тест на значимость)

$$Z = \frac{m_a - m_b}{\sqrt{(D_a + D_b) / (m \times n)}}, \quad (17)$$

где $m_{l(2D)}$ и $m_{l+1(2D)}$ - статистические средние значения двух соседних фильтрованных изображений F_1^a и F_{l+1}^b , а $D_{l(2D)}$ и $D_{l+1(2D)}$ - статистические отклонения, соответственно. Выбирая выше упомянутые критерии, мы гарантируем следующие преимущества модели обнаруживания движения с помощью анализа 3D последовательностей гистограмм изображений:

- эти критерии являются достаточными для обнаруживания изменений в последовательности изображений,
- все критерии легко рассчитываются и оцениваются в реальном времени,
- статистические критерии являются инвариантными и более надежными по сравнению с традиционными методами.

2.Д. ЗАВЕРШЕНИЕ ПРОЦЕССА ОБНАРУЖИВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ

Разработанный нами алгоритм обнаруживает зоны максимального движения следующим способом: ищутся те места, где статистические критерии K и χ возрастают, а Z уменьшается. Эти кадры маркируются как так называемые пиковые зоны. Таким образом получаются графики на Рис. 2, используя следующее правило:

$$R^* = \begin{cases} 1, & ((\Delta K \ \& \ \Delta \chi) > 0) \ \& \ (\Delta Z < 0) \\ 0, & \text{нет движения} \end{cases} \quad (18)$$

где ΔK , $\Delta \chi$, ΔZ представляют собой разности значений соответствующих критериев за два последовательных кадра. Этим способом можно маркировать все изображения, где обнаружено движение. Для завершения процесса и разбиения всего интервала на визуальные сцены вычисляется среднее значение μR для всех пиковых зон, в то время как маркируются только те позиции, для которых $K_i - |Z_i| > \mu R$. Это показано на Рис.2 и Рис.3. Проведенные эксперименты показывают, что предложенный метод обнаруживает наличие даже слабого движения с вероятностью 90-95%. Для этой цели анализированы различные последовательности изображений, включая и такие, в которых объект и фон движутся независимо друг от друга и по отношению к камере.

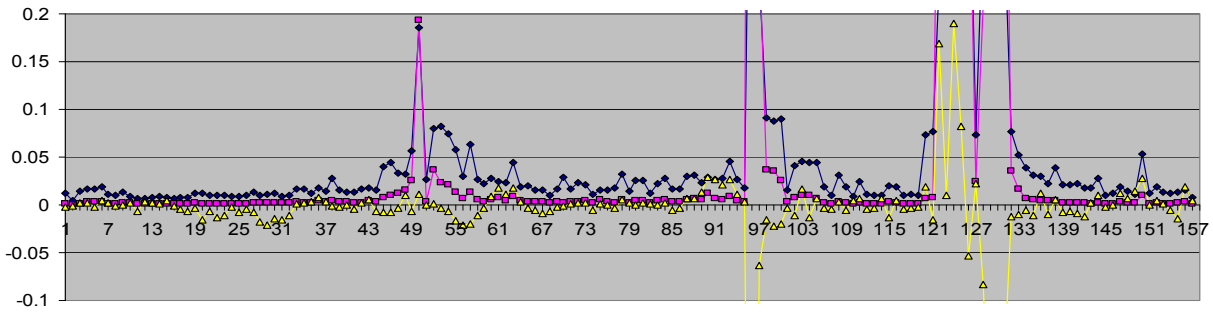


Рис. 2 - График статистических критериев движения

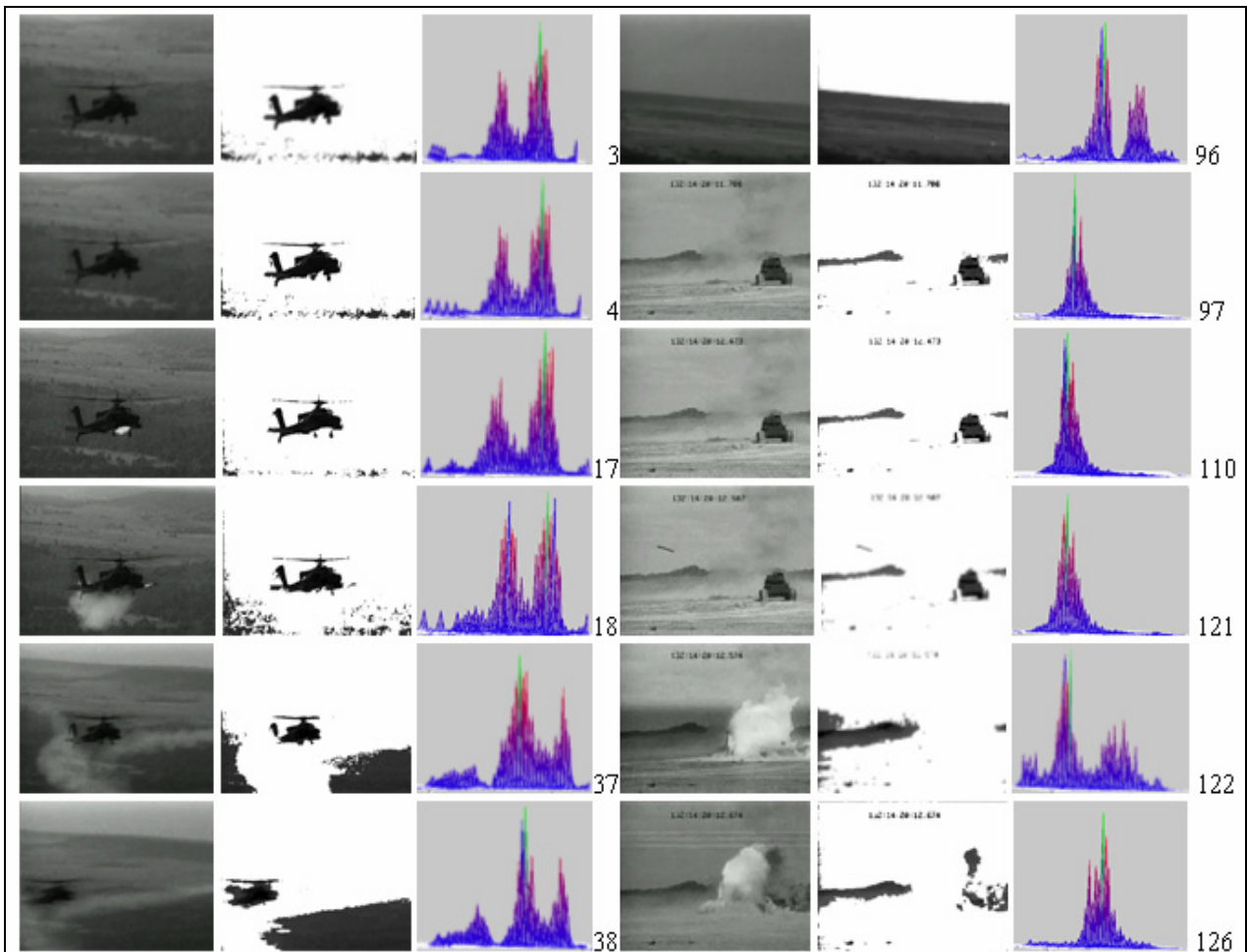


Рис. 3 - Последовательности изображений, в которых обнаружено движение, полутоновые изображения объекта и их 3D гистограммы.

3. ВЫВОДЫ

В заключении следует отметить, что настоящая статья обеспечивает фундамент для дальнейших исследований в области решения следующей проблемы, которая связана с прослеживанием движущихся объектов и созданием алгоритма для свертки последовательностей изображений. На основе полученных в проведенных научных исследованиях результатов можно сде-

лать вывод, что на данном этапе мы предлагаем новый подход к комплексному решению проблемы обнаруживания движения, используя совершенно различный способ по сравнению с известными, что создает предпосылки для создания завершенной системы обнаруживания движения и прослеживания движущихся объектов в динамических сценах.

4. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] T. Huang, *Image Sequence Analysis*, Springer, Berlin, 1981.
- [2] T. Huang, *Sequence Processing and Dynamic Scene Analysis*, NATO ASI Series, Springer, Berlin, 1983.
- [3] P. Iliev and L. Tsekov, "Motion Detection Using Image Histogram Sequence Analysis", *Signal Processing*, vol. 30, Elsevier Science Publisher B. V., 1993, pp 373-384.
- [4] P. Iliev, Tzvetkov P., Petrov G., Proceedings of the Third IEEE Workshop on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS'2005, Sofia, Bulgaria, September 5-7, 2005, pp.596-601.



Панайот Йорданов Илиев: образование – высшее - радиотехника (1972г.). Научная степень – доктор (1980г.) и научное звание – доцент (1989г.); Место работы - НБУ, Департамент "Телекоммуникаций". Область научных интересов: телекоммуникационные цифровые системы, обработка изображения и данных.

Пламен Маринов Цветков: образование – высшее - электроизмерительная техника (1985г.). Научная степень – доктор (1998г.) и научное звание – доцент (2000г.); Место работы - ТУ-София, Факультет: Автоматика, Кафедра "Электроизмерительная техника". Область научных интересов: интеллектуальные средства для измерения, моделирования и стимулирования, обработка сигналов и данных исходящих при данных измерениях.



Георги Костадинов Петров: образование – высшее - магистр по специальности менеджмент телекоммуникаций, бакалавр - системный инженер телекоммуникаций, профессиональный программист и разработчик медицинской измерительной техники американских фирм. Область научных интересов: медицинские измерения, DSP.

MULTI DIMENSIONAL DYNAMIC SCENE ANALYSIS USING 3D IMAGE HISTOGRAM AND ENTROPY SEQUENCES ANALYSIS

Panayot Iliev ¹⁾, Plamen Tzvetkov ²⁾, George Petrov ³⁾

¹⁾ New Bulgarian University, Department of Telecommunications, 21 Montevideo Str, 1618 Sofia, Bulgaria. Tel: (++359 2) 811 0609, e-mail: piliev@nbu.bg

²⁾ Technical University of Sofia, Department of Electrical Measurement, 1000 Sofia, Bulgaria. Tel: (++359 2) 965 2159, Fax: (++359 2) 965 2447, e-mail: tzvetcov@tu-sofia.bg

³⁾ New Bulgarian University, Department of Telecommunications, 21 Montevideo Str, 1618 Sofia, Bulgaria. Tel: (++359 2) 811 0609, e-mail: gpetrov@nbu.bg

Abstract: *This paper presents an unconventional approach for motion detection using 3D image histogram sequence analysis. The idea of this approach is to remove the process of motion estimation into the field of 3D image histogram sequences by analysis of their statistical characteristics. A functional and statistical model of a system for motion detection has been created. The experimental results prove that the relationship between statistical characteristics of the 3D image histograms sequences and process of motion estimation is a guarantee for creating a reliable and high precision motion detection system as well as for image compression using 3D entropy functions analysis. Such a system can be used for security control of banks, airports, military objects, embassies, shops etc.*

Keywords: *Motion estimation, detection, modeling.*

1. INTRODUCTION

Motion is the fundamental of life. No life if no motion. How can be the motion discovered? Motion detection is a very difficult problem for solving. The purpose of this paper is to create functional and statistical models for motion detection using 3D image histogram sequences by analysis of their statistical characteristics. The technical system is built using one or more conventional video cameras and one of them can be infrared, computer with a large memory and a high speed of data processing and specialized software. What we mean is to create functional and statistical model for motion detection, which is closer to mechanism of motion detection of human beings using an unconventional approach.

2. MODEL FOR MOTION DETECTION

The idea for creating a functional model of a system for motion detection is based on the assumption that all changes in an observed scene can be defined using image sequence analysis. Moreover, these changes can be estimated using 3D image histogram sequences analysis by defining their statistical characteristics. The relationship between image sequences and their statistical characteristics has to be established.

The means, which we will use for motion detection and estimation are: 2D black and white image sequences, 3D image histogram sequences and its statistical parameters and rules for decision whether there is or not motion in an observed scene.

The proposed functional model includes several procedures for preprocessing image sequences. All procedures are directed for creating appropriate conditions for solving this rather difficult problem namely discovering of motion using a visual technical system. We have to take account that if we want to say that our method for motion detection is reliable and precision we need to introduce some limitations. First of all we have to explain the meaning of the phrase “there is a moving object in an observed scene”. We should consider that “there is a moving object in an observed scene” when:

- there are a lot of changes in a large image sequences,
- the changes include a large number of image elements,
- there are not periodical changes in the images.

The process of motion detection includes the following procedures for image sequences preprocessing:

- creating a computer memory space for saving large image sequences,
- choice of an appropriate filter,
- defining and normalizing 2D image histogram sequences,
- calculating mean value, dispersion and zone of recursively,
- scanning each image with operator 3×3, 5×5 or else and controlling the type of the mode filter.

Image filtering plays an important role in the process of the next image processing and analysis.

The choice of the right image filtering is the key and guarantee for the next successful image processing and analysis. Why do we choose mode filtering? We chose mode filter because it gives some advantages. Mode filter is a probable filter. The mode filtering goes deep the process of homogeneity of each image in result of that image histograms become more presentable for calculating and comparing of their statistical characteristics. The process of motion detection becomes easier because the distance between vectors of the statistical parameters of two neighborhoods histograms is increased. Introducing a zone of recursively in the process of filtering the homogeneity of the image becomes more and more. The mode filter can be switched as recursive or non-recursive, depending on the zone of recursively, which has been calculated from the global image histogram. All these prerequisites are a guaranty for increasing the reliability of the process of motion detection.

Choosing the above criterion we guarantee the following advantages of our model for motion detection using 3D image histograms sequences analysis:

- these criterions are sufficient to discover the changes in image sequences,
- easy calculation and estimation of all criterions in real time,
- statistical criterions do the process of motion detection more invariant and reliable in comparison with traditional methods.

It is obvious that for motion detection we need to compare every one of the chosen criteria with certain thresholds. So we have to introduce three

different adaptive thresholds for each of the criterions.

3. CONCLUSION

In conclusion we would like to summarize our research efforts for creating an unconventional approach for motion detection using 3D image histogram sequences analysis. The experimental results prove our conception that there is a strong relationship between statistical characteristics of 3D image histograms sequences and the process of motion detection for creating a reliable and high precision motion detection software system. The advantages of our system are: fast process of motion detection, elementary logical and arithmetic operations and high precision of motion detection.

4. REFERENCES

- [1] J. Aggarwal, "Special issue on Motion and Time Varying Imagery", Computer Vision Graph. Image Process., Vol. 21, Jan./Feb., 1983.
- [2] T. Huang, *Image Sequence Analysis*, Springer, Berlin, 1981.
- [3] T. Huang, *Sequence Processing and Dynamic Scene Analysis*, NATO ASI Series, Springer, Berlin, 1983.
- [4] P. Iliev and L. Tsekov, "Motion detection using image histogram sequence analysis", Signal Processing, Vol. 30, Elsevier Science Publishers B.V., 1993, pp. 373-384.