

В данной работе было проведено теоретическое исследование низкотемпературной динамики, в частности, релаксации спин-кроссоверных систем из высокоспинового состояния в низкоспиновое.

В работе впервые получен микроскопический модельный гамильтониан, обобщающий результаты предыдущих моделей. Гамильтониан учитывает колебания решетки, посредством которой осуществляется взаимодействие между спин-активными центрами, а также туннельные эффекты. Нахождение системы в высокоспиновом или низкоспиновом состоянии описывалось матрицами Паули  $\sigma^z$ .

С использованием техники теории матрицы плотности было получено основное кинетическое уравнение для вероятности  $P(\{\sigma\}, t)$  нахождения системы в конфигурации  $\{\sigma\}$  со значениями фиктивных спинов  $\sigma_1 \dots \sigma_N$  Глауберовского типа:

$$\dot{P}(\{\sigma\}, t) = -P(\{\sigma\}, t) \sum_l W_l(\sigma_l) + \sum_l W_l(-\sigma_l) P(\sigma_1 \dots -\sigma_l \dots \sigma_N, t),$$

где  $W_l(\sigma_l)$  представляет собой частоту перехода для  $l$ -того вседоспинового флипа со значения  $\sigma_l$  в  $-\sigma_l$  в то время как остальные имеют фиксированное значение.

В итоге было выражение для скорости перехода в довольно простой форме

$$W_l(\sigma_l) = A(T) \exp \left[ -\frac{E_l \sigma_l}{T} \right],$$

где  $A(T)$  – параметр, который зависит от фононного и спин-фононного взаимодействия, константы туннелирования, а также температуры;  $E_l$  представляет собой локальное поле, которое зависит от окружения  $l$ -го фиктивного спина.

Таким образом, установлено, что скорость перехода из одной спиновой конфигурации (высокоспиновой или низкоспиновой) в другую представляет собой скорость перехода Аррениусовского типа, что было феноменологически постановлено в большинстве спин-кроссоверных моделях, адресованных проблеме динамики данных систем. В отличие от Глауберовских и Метрополисовских скоростей переходов, зависящих только от энергии начального и конечного состояния, предложенная скорость перехода отображает эффект влияния фононов на эффективный энергетический барьер, который сам зависит от температуры.

## ПРИМЕНЕНИЕ ИНВАРИАНТНЫХ МОМЕНТОВ ПРИ РАСПОЗНАВАНИИ ОБЪЕКТОВ В БИНАРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ

*Е.А. Краснобаев*

Во многих задачах компьютерного зрения широко используются моментные характеристики изображений, а также рассчитываемые на основе них моментные инварианты [1]. Моментные характеристики представляют собой некоторые взвешенные суммы пикселей изображения, характеризующие такие свойства изображения как: площадь, центр тяжести, ориентацию и др. Основным достоинством моментных инвариантов является устойчивость к поворотам изображений, сдвигу, масштабу и другим преобразованиям.

Для цифровых изображений, представленных дискретной функцией  $I(x, y)$ , выражение для вычисления простых моментов имеет вид:

$$M_{ij} = \sum_x \sum_y x^i y^j I(x, y)$$

На практике, вычисляются только некоторые моменты нижнего порядка. Простые моменты изображения определяют площадь (для бинарного изображения)  $M_{00}$ , координаты центра:  $(x_c, y_c) = (M_{10} / M_{00}, M_{01} / M_{00})$ .

Чаще, при распознавании изображений, применяют центральные моменты, обладающие инвариантностью к сдвигу изображения:

$$\mu_{pq} = \sum_x \sum_y (x - x_c)^p (y - y_c)^q I(x, y)$$

Центральные моменты второго порядка позволяют получить информацию об ориентации изображения. Центральные моменты могут быть нормированы, в результате чего они будут инвариантны к изменению масштаба и параллельному переносу.

$$\eta_{ij} = \frac{\mu_{ij}}{\mu_{00} \binom{i+j}{2}}$$

С помощью центральных моментов определяются характеристики изображения, инвариантные к многим преобразованиям. М. Ху [2] ввел семь функций основанных на центральных моментах, инвариантные к параллельному переносу, изменению масштаба и вращению:

$$\phi_1 = \eta_{20} + \eta_{02} ,$$

$$\phi_2 = (\eta_{20} - \eta_{02})^2 + 4\eta_{11}^2 ,$$

$$\phi_3 = (\eta_{30} - 3\eta_{12})^2 + (3\eta_{21} - \eta_{03})^2 ,$$

$$\phi_4 = (\eta_{30} + \eta_{12})^2 + (\eta_{21} + \eta_{03})^2 .$$

$$\phi_5 = (\eta_{30} - 3\eta_{12})(\eta_{30} + \eta_{12})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2] + (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{21} + \eta_{03})[3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2]$$

$$\phi_6 = (\eta_{20} - \eta_{02})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2] + 4\eta_{11}(\eta_{30} + \eta_{12})(\eta_{21} + \eta_{03})$$

$$\phi_7 = (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{30} + \eta_{12})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2] + (\eta_{30} - 3\eta_{12})(\eta_{21} + \eta_{03})[3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2]$$

Данные моментные инварианты предлагается использовать как признаки распознаваемых объектов. Определим диапазон значений моментных инвариантов для некоторого заданного класса эталонных объектов. В качестве распознаваемого образа выбран силуэт идущего человека, полученный в результате сегментации движения в видеопоследовательности на Рис 1. Значения четырех первых моментов Ху для данной последовательности приведены на графиках на Рис 2. Анализируя графики, определено, что диапазон значений лежит в строго заданном числовом интервале. В итоге, распознавание объекта бинарного изображения может осуществляться путем проверки на принадлежность значений его первых моментов Ху диапазону значений эталонного класса образов.

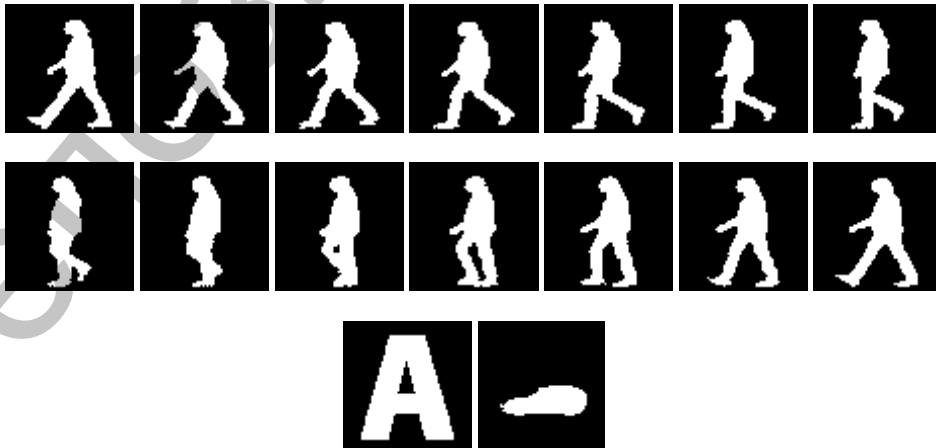


Рис. 1. Последовательность бинарных изображений силуэта идущего человека, тестовые изображения.

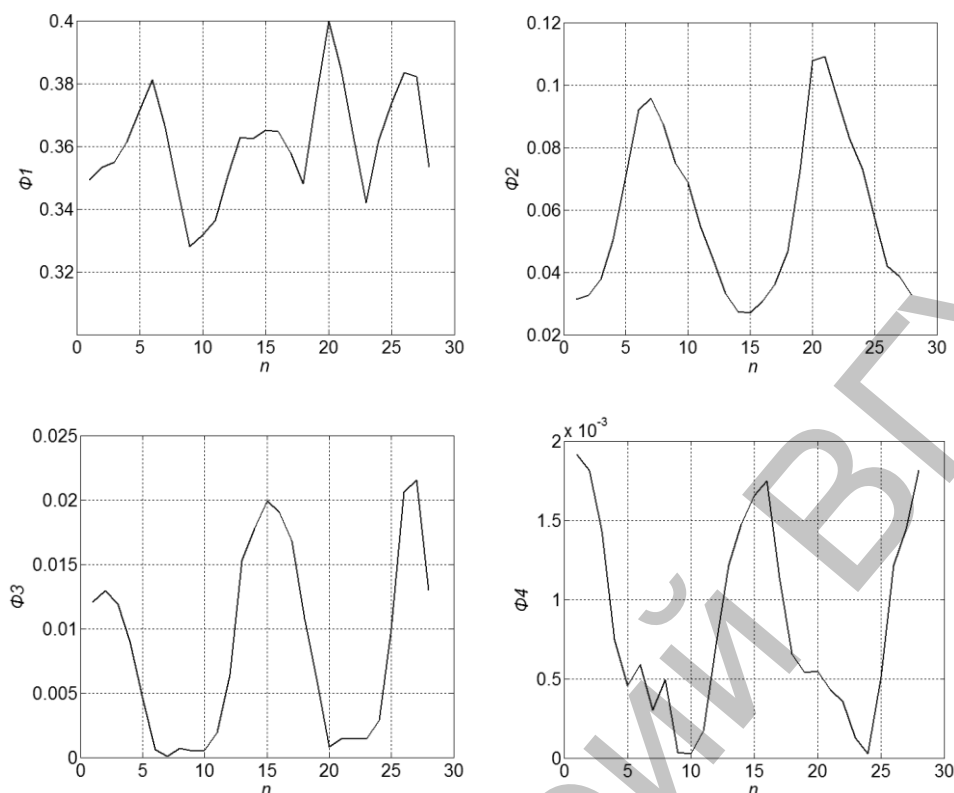


Рис 2. Графики зависимости значения моментов  $X_i$  от номера изображения.

В результате исследования установлено, что точность распознавания силуэта человека в данном случае составила порядка 70%. Необходимо отметить, что для повышения точности распознавания таким способом, следует либо повышать количество инвариантов изображений, либо максимально полно задавать ряды эталонных изображений.

#### Литература

1. Flusser J., Suk T. Rotation Moment Invariants for Recognition of Symmetric Objects, IEEE Trans. Image Proc., 2006, Vol. 15, P. 3784–3790.
2. Hu M. K. Visual Pattern Recognition by Moment Invariants, IRE Trans. Info. Theory, 1962, Vol. IT-8, P.179–187.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕЛИОКОЛЛЕКТОРОВ В КАЧЕСТВЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В БЕЛАРУСИ

*И.Н. Потанов*

Наиболее эффективным способом использования энергии Солнца сегодня является гелионагрев воды с использованием солнечных коллекторов различных типов.

Эта технология стала стандартным источником тепла для систем ГВС (горячего водоснабжения) в солнцезабыточных регионах, таких как Турция, Израиль, ОАЭ, средний и южный Китай, Австралия и др. В этих регионах малая солнечная энергетика полностью заменяет потребности в классических источниках энергии для производства тепла для горячего водоснабжения.

Важно помнить, что возможность сбора солнечной энергии не связана непосредственно с температурой окружающего воздуха, как это часто полагают, проводя параллель с теплыми странами из числа упомянутых выше. Так, даже в том случае, если на широте, например, Витебска в зимний период температура окружающего воздуха опустится до  $-20^{\circ}\text{C}$ , но будет безоблачно, то современные гелиоколлекторы с высоким КПД будут продолжать собирать и передавать теплоносителю тепловую энергию солнечных лучей. Иначе говоря, метеоусловия, чистота воздуха и продолжительность светового дня гораздо больше влияют на эффективность солнечного нагрева воды, чем температура окружающего воздуха.