

А.С. Суворов (асп.), В.А. Иванов, д.т.н., проф. каф. ИТКТ СПГИТМО(ТУ)

ВЕРОЯТНОСТНАЯ ИЕРАРХИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

При разработке современных медицинских информационных систем, часто приходится решать задачи, связанные с обработкой медицинских изображений, такие как фильтрация, восстановление, анализ, сжатие и т.д. Для эффективного решения этих задач необходимо ввести некоторую модель адекватно отражающую свойства медицинских изображений.

Формирование изображения представляет собой некоторый случайный процесс, зависящий от большого количества параметров. Конкретный вид последних определяют принципы формирования изображений, модель диагностического аппарата, параметры его настройки, диагностические методики, диапазон исследований различных областей тела человека, процессы протекающие в организме человека, помехи и шумы. Однако существует набор априорных данных о структуре, содержание изображения и представление на нем отдельных структур и патологических образований. Таким образом, изображение можно рассматривать, как случайное поле, а для его описания ввести вероятностную модель.

Исходя из статистических данных, полученных в ходе анализа реальных изображений, можно утверждать, что все медицинские изображения обладают сложной макро- и микроструктурой. При этом наблюдаются протяженные области с почти одинаковыми значениями яркости и с резкими границами, отделяющими одну от другой. Изображение можно представить в виде трехуровневой иерархической модели:

- На верхнем уровне – однородное, одномарковское, случайное поле, реализация которого, разбивает исходное изображение линиями границ на области (ансамбли) с одинаковыми микроструктурами, соответствующими отдельным тканям, или группам тканей.

- На втором уровне гаусс-марковские поля, реализации которых дают совокупности почти одинаковых меток с континуальными значениями.

- На нижнем (третьем) уровне – гауссово поле, среднее, дисперсия и ковариации, которого управляются метками второго уровня.

Указанные поля являются частными видами гиббсовского дискретизованного случайного действительного поля. Описанием его является условная плотность вероятности K -го порядка, определяемая формулой:

$$p_K(U) = \exp(-V(U))/Z,$$

где $V(U)$ - потенциальная функция (потенциал) K -аргументов, Z - нормирующий множитель:

$$Z = \int \dots \int \exp(-V(U)) dU.$$

Как показывают результаты проведенных исследований, значения отклонений между соседними пикселями являются не значительными, тогда как общее изменение значений в области может быть достаточно большим.

В заключение необходимо отметить, что предложенная модель была использована для разработки и оптимизации методов сжатия без потерь изображений, полученных

методами лучевой диагностики. Она показала наличие высокой избыточности, что в дальнейшем позволило сжать изображения с коэффициентом сжатия близким к 5.