

# АНАЛИЗ МЕЖКАДРОВЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ЛЕГОЧНОГО РИСУНКА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЙ В ЛЕГКИХ ЧЕЛОВЕКА НА СНИМКАХ КОМПЬЮТЕРНОГО ТОМОГРАФА

*Е.И. Максимова*

*(г. Томск, Томский политехнический университет)*

*e-mail: YelenaMaksimova@yandex.ru*

## ANALYSIS OF INTERFRAME PULMONARY PATTERN CHANGES FOR DETECTING NODULES ON COMPUTED TOMOGRAPHY SCANS

*E.I. Maksimova*

*(Tomsk, Tomsk Polytechnic University)*

The algorithm for detecting nodules on CT-scans using the analysis of interframe changes of pulmonary pattern has been proposed and implemented as a console application on C++ programming language using the tools of OpenCV. The recognition accuracy has been improved up to 97% when testing the algorithm on the image database provided by the medical establishment.

**Keywords:** computed tomography, pulmonary nodules, artificial neural network, interframe changes, magnitude gradient.

**Введение.** На сегодняшний день, актуальной задачей является частичная автоматизация процесса анализа снимков компьютерного томографа (КТ) с целью увеличения скорости обследований пациентов. Подобная потребность обуславливается наличием множества больных на территории Российской Федерации, которые нуждаются в КТ-диагностике. Ввиду дорогой стоимости аппаратов, лишь часть бюджетных медицинских учреждений оказывает подобные услуги. Таким образом, пациенты вынуждены обращаться в платные медицинские учреждения или ожидать направления на обследование, откладывая выявление заболевания, что зачастую негативно сказывается на процессе выздоровления [1].

Алгоритм для решения описанной задачи, предложенный в работе [2], достигает точности классификации образований в легких человека 94%. На оставшиеся 6% случаев приходятся ошибочные принятия частей бронх или больших сосудов за образования. Подобные случаи можно выявить, путем анализа не только совокупность кластеров, как в работах [1] и [2], но и межкадровых изменения легочного рисунка.

**Предложенный метод.** Для использования информации о межкадровых изменениях легочного рисунка необходимо из имеющихся в базе снимков КТ в аксиальной проекции получить продольную или поперечную проекцию. Использование двух проекций обуславливается тем, что третья может быть выражена из двух построенных, следовательно, она не содержит дополнительной информации. Пример получения такой проекции представлен на рисунке 1.

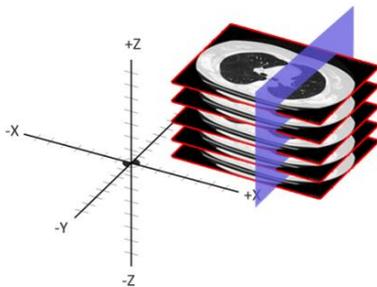


Рисунок 1 – Построение поперечной проекции

Спроецированное изображение будет содержать дополнительную информацию о расположении сосудов в других осях. Ввиду того, что процесс кластеризации, в редких случаях, является причиной неправильной классификации [2], было решено использовать метод случайного окна. Таким образом, алгоритм анализа снимка КТ заключается в выборе случайной

области на изображении, получении совокупности аксиальных и поперечных проекций, соответствующих выбранной области, и формировании некоторого вектора признаков построенных проекций для подачи на вход ИНС, после чего определяются принадлежность выбранного прямоугольника к легочному рисунку или образованию.

Построенные проекции включают множество изображений-срезов в плоскостях построения проекций. Подобное множество является трехмерным пространством признаков. Для получения вектора признаков был использован метод определения направления магнитуды градиента в пространстве [3]. Для каждого из двух множеств построенных проекций координатное пространство было разделено на 8 групп углов (рис. 2). При определении магнитуды градиента в пространстве рассчитывалась принадлежность угла между таким вектором и одной из осей координат в текущей проекции одной из групп углов. Таким образом, кодируя принадлежность рассчитываемого угла, можно получить 64 различных значения для двух рассматриваемых проекций.

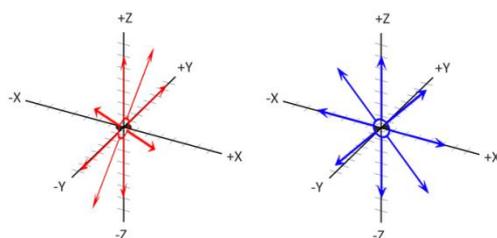


Рисунок 2 – Примеры разбиения координатного пространства на группы углов

Результатом работы алгоритма является изображение аналогичное исходному, на котором выделены прямоугольные области, распознанные как образования в легких. Примеры результатов работы алгоритма представлены на рисунке 3:

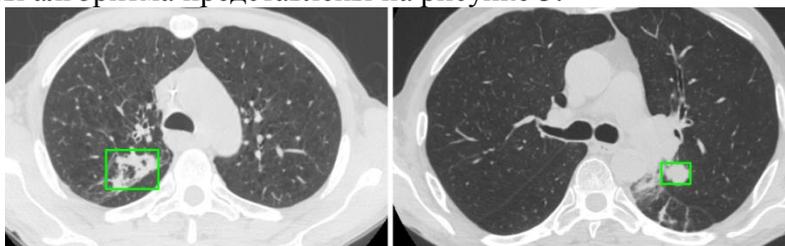


Рисунок 3 – Примеры результатов обнаружения образований в легких

**Полученные результаты.** Для апробации предложенного алгоритма была использована база изображений одного из медицинских учреждений томской области. Реализованный метод решил проблему некорректной классификации в случаях периферических образований в легких человека [2], а также позволил учесть межкадровые изменения легочного рисунка, что способствовало увеличению точности распознавания образований до 97%. В настоящее время алгоритм используется в медучреждении для выявления образований, а также для анализа частоты возникновения различных видов образований в легких и их местоположения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Максимова Е. И. Использование алгоритмов кластеризации для анализа снимков компьютерного томографа // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине: сборник научных трудов II Международной конференции (Томск, 19-22 Мая 2015 г). – Томск: ТПУ, 2015 – С. 874-875.
2. Максимова Е. И. Использование искусственной нейронной сети для классификации образований в легких человека на снимках компьютерного томографа // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 9-13 Ноября 2015. – Томск: ТПУ, 2016 - Т. 2. – С. 250-251.

3. J. B. Antoine Maintz, Petra A. van den Elsen, Max A. Viergever. Comparison of Feature-Based Matching of CT and MR Brain Images // Computer Vision, Virtual Reality and Robotics in Medicine First International Conference. – Nice, April 3-6. – 1995.

### РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СЕНСИБИЛИЗАЦИИ К ФОРМАЛЬДЕГИДУ У ПОДРОСТКОВ

*Л.Б. Маснавиева, И.В. Кудаева, О.А. Дьякович, В.С. Рукавишников, С.Ф. Шаяхметов, О.В. Попкова*  
г. Ангарск, ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований»  
e-mail: Masnavieva\_Luda@mail.ru

### DEVELOPING METHODOLOGIES FOR PREDICTING SENSITIZATION TO FORMALDEHYDE IN ADOLESCENTS

*L.B. Masnavieva., I.V. Kudaeva, O.A. Dyakovich, V.S. Rukavishnikov, S.F. Shajahmetov, O.V. Popkova*  
Angarsk, FSBSI "East-Siberian Institute of Medical and Ecological Researches"

**Abstract:** The study included 153 adolescents from the industrial city of air pollution formaldehyde environment. On the basis of immunological and hematological parameters adolescents developed mathematical formulas to predict organism sensibilization of adolescents to formaldehyde without applying test reaction inhibition of leukocyte migration.

**Key words:** adolescents, sensibilization, formaldehyde, predicting method, autoantibody.

**Введение.** В последние десятилетия для прогнозирования и диагностики различных заболеваний широко используют математические подходы. Наиболее распространенной патологией иммунной системы, которой в России страдает каждый четвертый, является аллергия. Причем в промышленных городах и экологически неблагоприятных регионах данный показатель более чем в два раза выше. Одним из поллютантов атмосферного воздуха, оказывающим общетоксическое, сенсibiliзирующее и аллергенное действия на организм, является формальдегид [1,2,3,4]. Высоко информативным методом диагностики сенсibiliзации организма к химическим соединениям является реакция торможения миграции лейкоцитов (РТМЛ), однако, трудоемкость, техническая сложность не позволяют применять его при скрининговых исследованиях. Поэтому поиск альтернативных методов ее диагностики является одной из актуальных задач превентивной медицины.

Целью данного исследования являлась разработка математической модели для прогнозирования сенсibiliзации к формальдегиду, с применением данных об уровнях специфических аутоантител и показателей лейкоцитарной формулы.

**Материалы и методы.** Обследовано 153 подростка 14-17 лет из промышленного города с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха. Методом иммуноферментного анализа в соответствии с инструкцией фирмы-производителя тест-системы в сыворотке крови было изучено относительное содержание специфических аутоантител (ауто-АТ) к антигенам, характеризующим состояние основных органов и систем, при помощи детской панели ЭЛИ-Висцero-Тест-16 («Иммункулус», Москва). РТМЛ проводили с добавлением тестируемого хемокинетического фактора (формальдегид). В качестве отрицательного контроля использовали культуральную среду без добавления хематтрактантов, в качестве положительного контроля - применяли митоген фитогемагглютинин. Индекс миграции вычисляли по соотношению тестируемых образцов к положительному контролю. Индексы миграции, лежащие за пределами 0,80—1,20, считали положительными. В цельной крови исследовали