

УДК 004.045

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ ПЕРЕЛОМОВ БЕДРЕННОЙ КОСТИ ПО РЕНТГЕНОГРАММАМ

Меркулова Е. В., Шевченко А. И.

Донецкий национальный технический университет, Украина

Изучены материалы по теме диагностики переломов, классификации переломов диафиза бедренной кости. Выбраны и описаны оптимальные математические методы решения, основанные на Марковских моделях. Выделены основные характеристики и параметры для определения типа перелома диафиза бедренной кости.

Постановка задачи

В настоящее время системы компьютерной диагностики получили широкое распространение и используются для диагностики практически всего организма человека.

Данная специализированная компьютерная система (СКС) может использоваться в новом на сегодняшний день направлении телемедицине.

Телемедицина - это использование достижений телекоммуникационных технологий в здравоохранении. С помощью телемедицинских технологий можно, удаленному больному, оказать высококвалифицированную медицинскую помощь.

Объектом исследования является изображение бедренной кости (рентгенограмма). На рис. 1 (а) представлена рентгенограмма кости с простым спиральным переломом, на рис. 1 (б) – спиральный переломом с образованием дополнительного клиновидного фрагмента, на рис. 1 (в) – простой косой перелом.



Рисунок 1. (а) спиральный перелом; (б) клиновидный перелом; (в) косой перелом.

Требуется разработать специализированную компьютерная систему (СКС), которая поможет сотрудникам отдела телемедицины быстро и качественно обработать большое количество снимков и поставить предварительный диагноз. Затем полученные результаты необходимо передать специалистам, которые в свою очередь принимают решение о дальнейшем лечении пациента.

Методы решения

Распознавание образов используется во многих областях человеческой деятельности: медицине, военном деле, геологии, и т.д. Одним из методов теории распознавания образов, основанном на параметрическом оценивании распределений и максимизации функции правдоподобия, является построение скрытых марковских моделей (СММ).

Распознавание – это отнесение конкретного объекта, представленного значениями его свойств (признаков), к одному из фиксированного перечня образов (классов) по определённому решающему правилу.

В распознавании образов скрытые Марковские модели применяются следующим образом. Каждому классу i соответствует своя модель λ . Каждая модель λ с параметрами (A, B, π) , представляет собой набор N состояний $S = \{S_1, S_2, \dots, S_N\}$, между которыми возможны переходы. При переходе в каждое состояние генерируется наблюдаемый символ V , который соответствует физическому сигналу с выхода моделируемой системы.

Параметр B представляет собой матрицу, элементы которой – вероятность выпадения k -го значения параметра в j -м состоянии. Символ в состоянии $q_t = S_j$ в момент времени t генерируется с вероятностью:

$$b_j(k) = P[v_{k,t} | q_t = S_j]. \quad (1)$$

Параметр модели A – это также матрица, элементы которой определяют вероятность перехода из одного состояния в другое состояние (формула 2):

$$a_{ij} = P[q_{t+1} = S_j | q_t = S_i], \quad 1 \leq i, j \leq N \quad (2)$$

Так же модель имеет вероятность начальных состояний $\pi = \pi_i$, где $\pi_i = P[q_1 = S_i]$ – вероятность того, что в начальный момент система окажется в i -м состоянии.

Распознаваемый образ представляется в виде последовательности наблюдений O . Последовательность наблюдений $O = o_1, o_2, \dots, o_T$, где o_t – сигналы, упорядоченные по пространственным отношениям, может извлекаться из изображения различными способами.

Для каждой модели λ вычисляется вероятность того, что эта последовательность могла быть сгенерирована именно этой моделью. Вероятность P генерирования моделью λ последовательности состояний: рассчитывается по формуле 3:

$$P(O|Q, \lambda) \prod_{t=1}^T b_{q_t}(O_t), \quad (3)$$

где $Q = q_1, q_2, \dots, q_T$ – последовательность состояний.

Модель λ_j , получившая наибольшую вероятность, считается наиболее подходящей, и образ относят к классу j .

Исследования

Переломы диафиза делятся на простые – это простое круговое нарушение целостности диафиза, клиновидные – переломы с одним или несколькими промежуточными фрагментами, при котором после репозиции сохраняется контакт между основными отломками, а также сложные – это переломы с одним или несколькими промежуточными фрагментами, при котором после репозиции отсутствует контакт

между основными отломками.

В свою очередь простые переломы бывают: спиральные, косые и поперечные. Клиновидные переломы делятся на спиральные, изгиб клина и фрагментированные. Комплексные переломы: спиральные, сегментные и нерегулярные.

Исходя из представленных описаний, можно выделить следующие характеристики для определения типа перелома (табл.1).

Таблица 1. Характеристики типа перелома

Параметр	Простой	Клиновидный	Сложный
Количество частей	2	Больше 2	Больше 2
Форма и размер частей	2 крупные части, которые можно совместить	2 крупные части, остальные разных форм и размеров. Возможно визуальное совмещение осколков.	2 крупные части, остальные разных форм и размеров. Визуальное совмещение осколков невозможно.

Симптоматика данных типов переломов приведена ниже:

1. Количество сломанных граней (0, 2, >2, >5).
 2. Визуальное совмещение осколков (возможно, невозможно).
 3. Угол скоса граней (<30, >30 градусов).
 4. Форма края осколков (поперечная, косая, винтообразная, разной формы).
- Данная информация представлена таблицей диагнозов и симптомов (табл.2).

Таблица 2. Диагнозы и симптомы

Параметр		Простой			Клиновидный			Сложный		
		Спиральный	Косой	Поперечный	Спиральный	Изгиб клина	Фрагментированный	Спиральный	Сегментный	Нерегулярный
1. Количество сломанных граней	0									
	2	+	+	+						
	>2				+	+	+		+	
	>5							+		+
2. Визуальное совмещение осколков	Да	+	+	+	+	+	+		+	
	Нет							+		+
3. Угол скоса граней	>30°	+	+		+	+	+			
	<30°			+						+

Таблица 2. Диагнозы и симптомы. Продолжение

4. Форма края осколков	Попе- речная			+					+	
	Косая		+			+				
	Винто- образная	.	+			+			+	
	Другая						+			+

Экранная форма разрабатываемой компьютерной системы представлена на рис. 2.

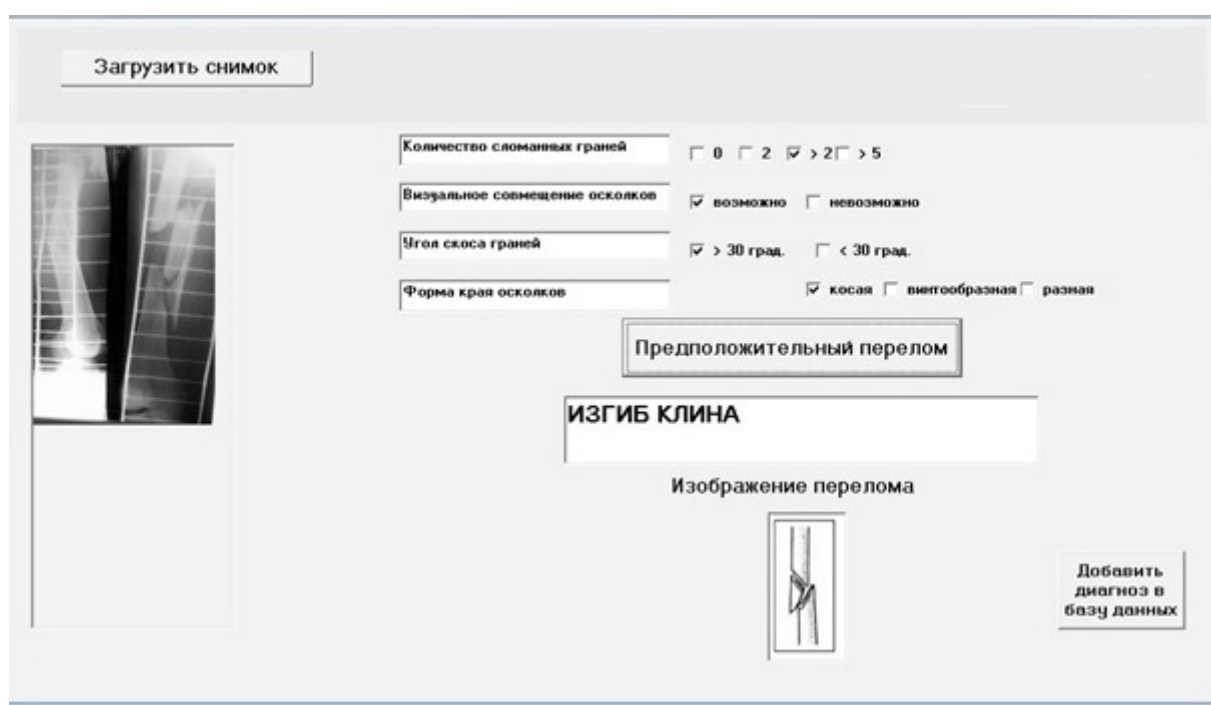


Рисунок 2. Главное окно приложения

Выводы

В сфере современных информационных технологий большое внимание уделяется повышению качества рентгеновских снимков для улучшенной работы с ними, также проводится автоматизация процессов обработки медицинских изображений с целью более точного определения параметров и характеристик.

Разрабатываемая компьютерная системы является актуальной на сегодняшний день. Это обусловлено рядом преимуществ: 1) Постоянство. Человеческая компетенция ослабевает со временем. 2) Лёгкость передачи. Передача искусственной информации – это простой процесс копирования программы или файла данных. 3) Устойчивость. СКС устойчивы к «помехам». Эксперт-человек может принимать в тождественных ситуациях разные решения из-за эмоциональных факторов. Результаты экспертной системы – стабильны. 4) Стоимость. Эксперты обходятся очень дорого. СКС сравнительно недороги.

Перечень источников

- [1] Мартемьянов Ю.Ф. Экспертные методы принятия решений. Учебное пособие. / Мартемьянов Ю.Ф., Лазарева Т.Я. – Тамбов, 2010.
- [2] Перелом костей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vrach-travmatolog.ru/perelomy-kostey.htm>.
- [3] Т. А. Гульяева, А. А. Попов. Скрытые марковские модели с одномерной топологией в задаче распознавания лиц. Сборник научных трудов НГТУ, 2006 г.