

УДК 534.78:621.391.19:007

## СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ ПО ФАЗОВОМУ ПОРТРЕТУ ЭКГ

З.А. Корчинская, Л.С. Файнзильберг

МНУЦ ИТИС

e-mail: korch\_za@ukr.net

В настоящее время все большую актуальность приобретают биометрические системах защиты от несанкционированного доступа к информации, помещениям и различным техническим средствам, в которых для идентификации личности используются уникальные биологические характеристики человека. Наиболее распространены дактилоскопические системы, основанные на автоматическом распознавании отпечатков пальцев, компьютерные технологии распознавания изображения лица, индивидуальных свойств речи и другие.

В работах [1,2] впервые была сформулирована гипотеза о возможности построения новых биометрических технологий, основанных на индивидуальных особенностях фазового портрета электрокардиограммы (ЭКГ). Впоследствии биометрические технологии, основанные на уникальных свойствах ЭКГ, рассматривались в работах [3-5]. Например, в [4, 5] изучался метод сравнения ЭКГ в 12 стандартных отведениях и сделан вывод о том, что при обнаружении 16 совпадений на двух ЭКГ можно с определенной степенью уверенности принимать решение о принадлежности их одному и тому же человеку.

Поскольку после тяжёлых заболеваний сердца, например, острого инфаркта миокарда, происходят существенные, чаще всего необратимые изменения формы ЭКГ, американские криминалисты рекомендовали включить ЭКГ в ряд неподдающихся подделке признаков идентификации личности наряду с отпечатками пальцев [6].

Как показали предварительные исследования, приведенные в монографии [7], индивидуальные особенности ЭКГ более наглядно проявляются при их отображении в фазовом пространстве, чем при их традиционном представлении во временной области.

Цель доклада – дальнейшее исследование особенностей фазового портрета ЭКГ для построения современных систем поддержки принятия решений при идентификации личности.

Для построения фазового портрета ЭКГ в каждой точке дискретно заданного временного сигнала  $y(t)$  численными методами оценивается первая производная  $\dot{y}(t)$ . В результате наблюдаемая ЭКГ отображается на фазовой плоскости в координатах  $y(t) - \dot{y}(t)$ . Для регистрации сигнала используется специальный сенсор с пальцевыми электродами (рис. 1).

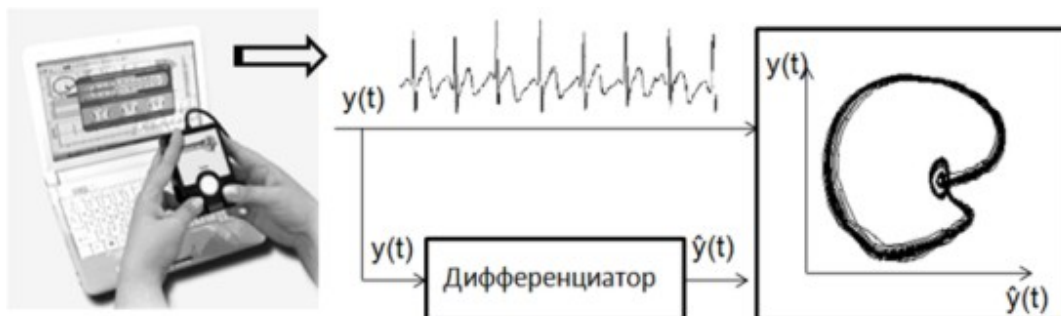


Рисунок 1. Технология ввода ЭКГ и построения фазового портрета

Будем различать две практически важные задачи:

**1. Задача идентификации** (сравнение одного со многими), которая на основе анализа предъявляемого фазового портрета ЭКГ помогает принять решение о том, принадлежит ли пользователь ограниченному списку известных индивидуумов, образцы фазовых портретов ЭКГ (шаблоны) которых хранятся в базе данных системы.

**2. Задача верификации** (сравнение одного с одним), которая сводится к тому, что пользователь указывает свое имя (логин), а задача системы помочь принять решение о достоверности полученной информации на основе сравнения предъявленного системе фазового портрета с записанными ранее шаблонами этого пользователя.

Для решения этих задач предлагается экспертная система (рис. 2), ориентированная на поддержку принятия решений о принадлежности фазового портрета ЭКГ.



Рисунок 2. Диаграмма вариантов использования предлагаемой системы

Задача сравнения фазовых портретов очень похожа на задачу сравнения отпечатков пальцев. Отметим одно существенное различие – папиллярный узор пальца является практически постоянным в отличие от ЭКГ, которая изменяется даже в течение дня, не говоря уже о появлении каких-либо патологий.

На данный момент проанализировано 398 фазовых портретов разных испытуемых, которые сохранены в базе данных. Для их сравнения выделены характерные точки (рис. 3), построены шаблоны и проведена их классификация.

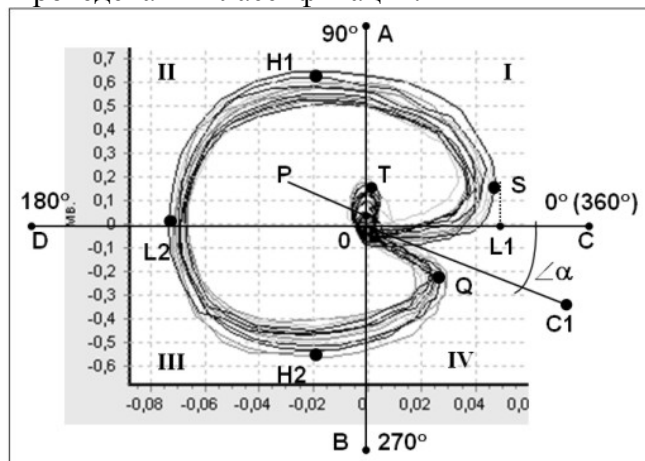


Рисунок 3. Характерные точки фазового портрета

Все признаки разделены на 4 группы: глобальные, первичные, вторичные и дополнительные. Их краткое описание представлено в таблице 1.

Таблица 1

ПРИЗНАК	СИМВОЛ	ОПИСАНИЕ	ВЫЧИСЛЕНИЕ	Пример (рис. 3)
ГЛОБАЛЬНЫЕ	<i>H</i>	Расстояние между точками <i>H1</i> и <i>H2</i>	По шкале слева $H1 + H2$	$H1 + H2$ (0,65 + 0,55)
	<i>L</i>	Расстояние между точками <i>L1</i> и <i>L2</i>	Число клеток по самым выступающим точкам	<i>L6</i> (3,5 + 2,5)
	<i>A</i>	Угол поворота кривой $\angle\alpha$	В градусах $\angle\alpha = 360^\circ - \angle\text{COC1}$	<i>A330</i> $\angle\alpha = 330$
	<i>DC</i>	Расположение кривой относительно оси <i>DC</i>	+0 - вся кривая над осью -0 - вся кривая под осью +N - число клеток над осью	<i>DC + 6,5</i>
ПЕРВИЧНЫЕ	<i>Q..S..</i>	Расстояние от оси <i>DC</i> до точек <i>Q</i> и <i>S</i>	По шкале слева. Записываются подряд с учетом знака	<i>Q-0,21S+0,2</i>
	<i>P</i>	Расстояние от оси <i>DC</i> до точки <i>P</i>	По шкале слева. Записывается с учетом знака	<i>P+0,05</i>
	<i>T</i>	Расстояние от оси <i>DC</i> до точки <i>T</i>	По шкале слева. Записывается с учетом знака	<i>T+0,2</i>
ВТОРИЧНЫЕ	<i>П</i>	Высота участка кривой в I квадранте	По шкале слева	<i>П0,6</i>
	<i>В</i>	Высота участка кривой в II квадранте	По шкале слева	<i>В0,65</i>
	<i>Тр</i>	Высота участка кривой в III квадранте	По шкале слева	<i>Тр0,55</i>
	<i>Ч</i>	Высота участка кривой в IV квадранте	По шкале слева	<i>Ч0,05</i>
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ	1. Характерные особенности формы фазового портрета			
	<i>симм</i> - кривая симметрична; <i>круг, эллипс, вытянут</i> – общая форма;			
	<i>вышеDC</i> – весь портрет выше оси <i>DC</i> ; <i>нижеDC</i> – все ниже <i>DC</i>			
	2. Характерные особенности формы участков по квадрантам			
	<i>COA</i>	I квадрант	<i>изгиб; выпуклость; прямая; ...</i> и т.п.	
	<i>AOD</i>	II квадрант		
	<i>DOB</i>	III квадрант		
	<i>BOC</i>	IV квадрант		
	<i>SOQ</i>	особенности кривой в угле $\angle\text{SOQ}$	<i>узел; петля; QнадS; SнадQ; ...</i> и т.п.	
	3. Характерные особенности формы петель в точках			
	<i>P</i>	<i>очень_мал; мал; закручен; не виден....</i>		
	<i>T</i>	<i>очень_мал; мал; большая; симм</i> (петля симметрична); <i>нетсимм; шире_слева; шапка_сверху; отрицат</i> (ниже оси <i>DC</i> ); ... и т.п.		
	<i>Q</i>	<i>почти_прямая; острый; вышеDC; нижеDC; ...</i> и т.п.		
<i>S</i>				

Дополнительные признаки описываются в конце шаблона в скобках через запятую. Их сокращения и описания доступны пользователю для редактирования и добавления.

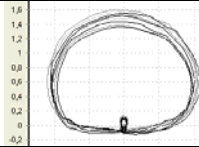

На основе шаблонов сформированных по предложенным правилам проводим классификацию фазовых портретов в базе данных, разделив их на группы по некоторым глобальным признакам. Наличие таких групп упрощает и ускоряет поиск нужного фазового портрета в базе данных. Полученные группы представлены в таблице 2.

Таблиця 2

ПРИЗНАК	ОПИСАНИЕ	СИМВОЛ	ЗНАЧЕНИЕ	ГРАНИЦЫ
<b><i>H</i></b>	Расстояние между точками <b><i>H1</i></b> и <b><i>H2</i></b>	<b>Б</b>	большой	$H1H2 \geq 1$
		<b>С</b>	средний	$0,6 \leq H1H2 < 1$
		<b>М</b>	малый	$H1H2 < 0,6$
<b><i>a</i></b>	Угол поворота кривой $\angle \alpha$	<b>I</b>	в I квадранте	$0^\circ \div 90^\circ$
		<b>II</b>	во II квадранте	$90^\circ \div 180^\circ$
		<b>III</b>	в III квадранте	$180^\circ \div 270^\circ$
		<b>IV</b>	в IV квадранте	$270^\circ \div 360^\circ$
		<b>270</b>	$\approx 270^\circ$	$270^\circ$
<b><i>DC</i></b>	Расположение кривой относительно оси <b><i>DC</i></b>	<b>DC+</b>	Вся кривая выше оси <b><i>DC</i></b>	
		<b>DC-</b>	Вся кривая ниже оси <b><i>DC</i></b>	
		<b>DCn/m</b>	Ось <b><i>DC</i></b> делит кривую на части	<b>n</b> - число клеток над осью; <b>m</b> - под осью

Примеры предложенного подхода формирования шаблонов приведены в таблице 3.

Таблиця 3

ГРУППА	ФАЗОВЫЙ ПОРТРЕТ	ШАБЛОН
Б 180 DC+		H1,7;L4,5;a270;DC+1,6;Q-0,1S-0,1;P+0,05;T+0,1;П1,6;B1,6;Tp0,1; Ч0,1(симм/круг; Рочень_мал;Тмал/симм.)
Б III DC7/2		H1,7;L4;a250;DC+1,4;Q-0,1S-0,3;P+0,05;T+0,3; П1,4;B1,2;Tp-0,1; Ч0,3 (круг; Рочень_мал;Тшире_слева)

Представленный принцип формирования шаблонов и предложенный подход к классификации фазовых портретов, хранимых в базе данных, помогает эксперту принимать решения при идентификации личности по ЭКГ.

#### Литература

1. Fainzilberg L.S., Potapova T.P. Computer Analysis and Recognition of Cognitive Phase Space Electro-Cardio Graphic Image // Proceeding of the 6th International Conference On Computer analysis of Images and Patterns (CAIP'95). – Prague (Czech Republic). – 1995. – P. 668-673.
2. Скурихин В.И., Файнзильберг Л.С., Потапова Т.П. Когнитивная компьютерная графика как средство интерпретации биоциклических процессов // Управляющие системы и машины. – 1995. – № 4/5. – С. 3-10.
3. В Калуге разработали новый метод идентификации личности. – Интернет-издание «Время регионов». – [http://www.regtime.ru/owa/rt/rt\\_lenta.html?a\\_id=8556&c\\_id=49](http://www.regtime.ru/owa/rt/rt_lenta.html?a_id=8556&c_id=49)
4. Сенатулов Р.Р. Идентификация личности по кардиограмме и пульсограмме // Материалы 43-й студенческой научно-технической конференции «Неделя науки - 2010». В 2-х т. / Под редакцией д.т.н., проф. Ю.С. Степанова. – Орел: ОрелГТУ. – 2010. – Т.2. – С. 233-235.
5. Немирко А.П., Луговая Т.С. Биометрическая идентификация личности по электрокардиограмме //Сборник докладов XII Всероссийской конференции «Математические методы распознавания образов». – М.: ООО «Макс Прес». – 2005. – С. 387-389.
6. Желание снять ЭКГ — не блажь. – Интернет ресурс газеты «Версия». – 2006. – <http://versiasovsek.ru/material.php?4222>
7. Файнзильберг Л.С. Информационные технологии обработки сигналов сложной формы. Теория и практика. – Киев: Наукова Думка, 2008. – С.287-295.