

ЛАБОРАТОРИЯ № 7

Лаборатория обработки биоэлектрической информации

Заведующий лабораторией – д.б.н., профессор Титомир Леонид Иванович

Тел.: (095) 209-46-79; E-mail: titomir@iitp.ru

Ведущие ученые лаборатории:

д.т.н. Малиновский Л. Г.

к.т.н. Жожикашвили А. В.

д.т.н. Стефанюк В. Л.

с.н.с. Айду Э. А.-И.

к.т.н. Трунов В. Г.

НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:

- исследование характеристик практических систем отведений для электрокардиографического картирования в экспериментально-клинических условиях;
- разработка, модельное и экспериментально-клиническое исследование оптимальных методов локации патологических электрогенных зон в сердце для топической диагностики с использованием "экономичных" систем отведений;
- выбор наиболее информативных параметров векторкардиограммы для оценки состояния сердца летчиков и космонавтов при различных уровнях перегрузки;
- развитие эффективных методов содержательно-образного представления характеристик электрофизиологического состояния и функций сердца при неинвазивных электрокардиографических измерениях;
- сравнительное исследование модельно-структурных методов статистического анализа данных на примере электрокардиографических записей.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Предложена и исследована на математических моделях новая модификация системы векторкардиографических отведений Франка (Франк-М), содержащая такое же число электродов, как и стандартная электрокардиографическая система. Система отведений Франк-М обеспечивает более простую измерительную процедуру и в то же время значительно более высокую информативность по сравнению со стандартной электрокардиографией.

Разработан метод локации анатомического положения очагов острой ишемии в сердце при неинвазивных измерениях с использованием системы отведений Франк-М. При помощи математического моделирования определены оптимальные параметры метода.

Развит новый метод выделения информативных параметров векторкардиограммы на основе линейных преобразований векторкардиографической петли. Этот метод применен для анализа векторкардиограмм, зарегистрированных при разных уровнях перегрузки у летчиков и космонавтов в тренировочных полетах. Предложены параметры векторкардиограммы, обеспечивающие доста-

точно надежное предсказание опасных состояний сердца при воздействии на организм больших перегрузок и невесомости.

Разработаны новые методы статистического анализа электрокардиограмм, имеющие универсальную ценность и позволяющие существенно расширить возможности таких пакетов компьютерных программ, как BMDP и SAS.

На базе Российского кардиологического научно-производственного комплекса Минздрава Российской Федерации (РКНПК МЗ РФ) проведена предварительная экспериментально-лабораторная апробация предложенного метода диагностики и динамического наблюдения состояния сердца при ишемической болезни с использованием системы отведений Франк-М и оригинальной модификации метода дипольной электрокардиотопографии (ДЭКАРТО); апробация подтвердила эффективность метода и выявила перспективные направления его усовершенствования.

Ряд исследований был проведен совместно с учеными Словацкой Республики в соответствии с договорами о научном сотрудничестве, подписанными ИП-ПИ РАН с Институтом проблем измерения Словацкой академии наук, Институтом нормальной и патологической физиологии Словацкой академии наук и Международным лазерным центром в Братиславе.

Подготовлены алгоритмы и программы для реализации модифицированного метода ДЭКАРТО на разработанной словацкими учеными уникальной математической модели электрического генератора сердца в электропроводной среде грудной клетки.

Метод ДЭКАРТО был отмечен Золотой медалью на II Международном салоне инноваций и инвестиций (г. Москва, ВВЦ, 6-9 февраля 2002 г.) и дипломом на V Международном салоне изобретений "Архимед-2002" (г. Москва, 27-31 марта 2002 г.).

Сотрудники лаборатории В. Г. Трунов и Э. А.-И. Айду участвовали в международных семинарах по проекту "Астрокард" (грант INTAS № 99-01319) во Франции 21-28 февраля 2002 г.

Профессор Л. И. Титомир участвовал в международном сотрудничестве по научно-организационным вопросам как член Совета Международного общества электрокардиологии, редакционный консультант журнала "Journal of Electrocardiology" (США) и член редакционного совета журнала "Bratislava Medical Journal" (Словацкая Республика).

ГРАНТЫ:

- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 01-01-00104):** "Математическое моделирование биоэлектрических процессов в сердце и разработка методов диагностики, динамического наблюдения и прогнозирования ишемической болезни сердца на основе компьютерных и информационных технологий".

- **INTAS (№ 99/01319):** "Monitoring of the cardiovascular system of astronauts by means of noninvasive methods based on comprehensive computerized analysis of orthogonal electrocardiogram (ASTROCARD)".

ПУБЛИКАЦИИ В 2002 г.

1. Титомир Л.И., Трунов В.Г., Айду Э.А.И., Агаркова Т.В. Подвижный электрический центр сердца: новая концепция и математическое моделирование // Биофизика. 2002, т. 47, с. 352-360.
2. Агаркова Т.В., Трунов В.Г., Айду Э.А.И., Титомир Л.И. Исследование метода определения подвижного электрического центра сердца на поверхностно-распределенных моделях кардиоэлектрического генератора // Биофизика. 2002, т. 47, с. 902-907.
3. Михнев А.А., Баринаева Н.Е., Сахнова Т.А., Титомир Л.И. Влияние основных антропометрических соотношений грудной клетки на векторкардиографические измерения: исследование на математических моделях // Измерительная техника. 2002, № 4, с. 56-61.
4. Михнев А.А., Титомир Л.И., Сахнова Т.А., Трунов В.Г., Айду Э.А.И. Практическая система отведений для неинвазивного картирования кардиоэлектрического поля на стандартной поверхности // Измерительная техника. 2002, № 10, с. 62-65.
5. Голубцов К.В., Орлов О.Ю., Айду Э.А.И., Трунов В.Г., Софронов П.Д., Егорова Т.С. Компьютерная система для диагностики зрения // Информационные процессы. 2002, т. 2, с. 275-278.
6. Блинова Е.В., Сахнова Т.А., Полевая Т.Ю., Трунов В.Г., Айду Э.А.И., Титомир Л.И. Дипольная электрокардиотопография – новый способ графического представления ортогональной электрокардиограммы // Практикующий врач. 2002, № 4, с. 15-17.
7. Малиновский Л.Г. Анализ статистических связей. Модельно-конструктивный подход. – М.: Наука, 2002. 688 с.
8. Titomir L.I., Mikhnev A.A., Trunov V.G., Aidu E.A.I. NEKTAL-16 lead system for noninvasive display of the cardioelectric field on an imaging sphere // Int. J. Bioelectromagn. 2002, v. 4, p. 133-134.
9. Blinova E.V., Sakhnova T.A., Atkov O.Yu., Trunov V.G., Aidu E.A.I., Titomir L.I. Mapping of repolarization duration in normal subjects by DECARTO technique // Int. J. Bioelectromagn. 2002, v. 4, p. 323-324.
10. Blinova E.V., Sakhnova T.A., Kozhemyakina E. Sh., Vaida P., Capderou A., Atkov O.Yu., Trunov V.G., Aidu E.A.I., Titomir L.I. Changes of decartograms under gravitational acceleration and microgravity // Brat. Med. J. 2002, v. 103, p. 97-100.
11. Blinova E.V., Sakhnova T.A., Kozhemyakina E. Sh., Titomir L.I., Trunov V.G., Aidu E.A.I., Vaida P., Capderou A., Cermack M., Atkov O.Yu. Changes of decartograms under microgravity during parabolic flights. – In: XII Conference on Space Biology and Aerospace Medicine. Moscow, June 10-14, 2002 (Abstracts). 2002, p. 413-414.
12. Sobolev A.V., Kozhemyakina E. Sh., Blinova E.V., Sakhnova T.A., Titomir L.I., Trunov V.G., Aidu E.A.I., Vaida P., Capderou A., Cermack M., Atkov O.Yu. ECG-parameters sensitive to the gravitation alteration. – In: XII Conference on Space Biology and Aerospace Medicine. Moscow, June 10-14, 2002 (Abstracts). 2002, p. 596-597.
13. Titomir L.I., Blinova E.V., Trunov V.G., Aidu E.A.I., Mikhnev A.A., Sidorova E.V. Diagnostic observation of the myocardial ischemia using modified Frank leads and DECARTO method. – In: 2nd European Medical and Biological Engineering Conference EMBEC'02, Vienna, Austria (accepted).

Группа искусственного интеллекта

НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:

- исследование поведения локально-организованных систем искусственного интеллекта в теории и в приложениях;
- использование теории категорий для описания задач обучения и обработки знаний в области искусственного интеллекта;
- разработка семиотических методов искусственного интеллекта;
- разработка компьютерных обучающих систем на интеллектуальных принципах.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Показано, что задача обучения может быть представлена в виде совокупности двух подзадач. Первая – передача знаний от учителя к ученику, вторая – усвоение знаний, полученных учеником. Эти две близкие подзадачи находятся в совершенно разной степени развития в научном отношении, что определяет медленный прогресс в области обучающих систем с помощью компьютера.

В области обучающихся систем получены новые математические результаты, касающиеся критериев асимптотической оптимальности конечных устройств.

На основе оригинальной схемы когнитивных уровней, вовлекаемых в обучение, для области обучающих систем построена модель транзакций, возникающих в процессе обучения. Именно эта модель положена в основу разрабатываемой в данном проекте персональной обучающей системы, позволяющей вести детальный и динамический учет личностных свойств студента, проявляющихся в ходе обучения. Система хорошо согласуется с организацией интеллектуального интерфейса, разработанного авторами проекта ранее.

По проблемам обучения В. Л. Стефанюком был подготовлен и издан специальный выпуск журнала "Новости искусственного интеллекта" № 5, содержащий как авторские материалы, так и переводы важных статей зарубежных специалистов в этой области.

Были продолжены теоретические исследования продукционных интеллектуальных систем. Было начато изучение алгоритмов автоматического формирования продукционной базы знаний в процессе обучения на примерах. Наряду с системами, использующими индивидуальные продукты, были рассмотрены системы, основанные на деревьях и сетях продуктов. Результаты докладывались В. Л. Стефанюком на международной конференции "Объединенная конференция по программированию на основе знаний (JCKBSE)" в Мариборе (Словения) и А. В. Жожикашвили, В. Л. Стефанюком на восьмой национальной конференции по искусственному интеллекту (КИИ-2002).

Выполнена работа, посвященная анализу продуктов в том виде, в котором они нашли применение в системах искусственного интеллекта. Предложено определение продукции, охватывающее значительное число конкретных вариантов продуктов, использованных в таких системах. В этом определении в самом общем виде выделены элементы, особо важные как для теории, так и для практики, которые по различным причинам оставались вне поля зрения многих исследователей. Будучи независимым от содержания знаний и форматов данных,

используемых в продукционных системах, определение является достаточно четким, допуская математическое исследование. Полученный результат подводит серьезное основание под развиваемый в группе теоретико-категорный подход к описанию интеллектуальных систем.

Начато обсуждение проблем развития мобильной связи для общественного сектора как дополнение к существующим коммерческим подходам в этой области услуг. Предлагаются методы решения этих проблем, возвращающие к оригинальной модели коллектива радиостанций, призванной обеспечить свободную мобильную связь на "общественной" основе.

Подготовлена монография по локально-организованным системам искусственного интеллекта в теории и в приложениях – основному научному направлению группы искусственного интеллекта. Вышло из печати учебное пособие по интеллектуальным обучающим системам.

В 2002 г. В. Л. Стефанюк выступил организатором и членом программного комитета следующих международных конференций:

- Объединенная конференция по программированию на основе знаний (JCKBSE), г. Марибор, Словения, сентябрь (с двумя докладами).
- Международная конференция IEEE "Интеллектуальные системы" (AIS-2002), г. Геленджик, 5-10 сентября.
- "Интеллектуальная обработка данных", г. Киев, май (с пленарным докладом).
- Национальная конференция по искусственному интеллекту (КИИ-2002) с международным участием, г. Коломна, 7-12 октября (зам. председателя конференции, с пленарным и секционным докладами).

В 2002 г. В. Л. Стефанюк был переизбран на очередной срок на должность заместителя президента Российской ассоциации искусственного интеллекта (РАИИ).

В 2001 г. руководитель группы В. Л. Стефанюк был избран постоянным членом (Fellow) Европейского координационного совета по искусственному интеллекту. В 2002 г. В. Л. Стефанюк был назначен членом программного комитета самой крупной международной конференции по искусственному интеллекту – восемнадцатой по счету, IJCAI-2003, которая будет проходить в Мексике в августе 2003 г.

В 2002 г. В. Л. Стефанюк был назначен членом программного комитета 3-й международной центрально- и восточно-европейской конференции по мультиагентным системам (SEEMAS 2003), 16-18 июня 2003 г., Чешская республика, г. Прага.

ГРАНТЫ:

- **Программа Российской академии наук «Математическое моделирование и интеллектуальные системы» (№ 2.2.4):** " Проблемы построения персональных обучающих систем на основе интеллектуальных человеко-машинных интерфейсов ". Руководитель – В. Л. Стефанюк.

- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 02-01-00955):** "Проблемы построения интеллектуальных человеко-машинных интерфейсов методами локально-организованных систем". Руководитель – В. Л. Стефанюк.

ПУБЛИКАЦИИ В 2002 г.

1. Жожикашвили А.В., Стефанюк В.Л. О понятии продукции в искусственном интеллекте // Известия Академии наук, серия "Теория и системы управления". 2002. № 4. С. 76-81.
2. Stefanuk V.L., Zhozhikashvili A.V. Productions and rules in artificial intelligence // Kybernetes. The Intern. J. of Systems & Cybernetics. MCB University Press: 2002. V. 31. No. 5,6. P. 817-826.
3. Stefanuk V.L., Zhozhikashvili A.V. Algebraic Theory of Production Systems // Proc. of the Fifth Joint Conference on Knowledge-Based Software Engineering, ed. T. Welzer, S. Yamamoto, and I. Rozman. IOS Press, 2002. P. 116-124.
4. Стефанюк В.Л. Представление знаний и рассуждений (сжатый обзор по материалам IJCAI-2001, США), пленарный доклад // Восьмая национальная конференция по искусственному интеллекту. КИИ'2002, 7-12 октября, г. Коломна, Россия. Труды конференции. М.: Физматлит, 2002. Т. 1. С. 33-41.
5. Жожикашвили А.В., Стефанюк В.Л. Алгебраическая теория продукционных систем // Восьмая национальная конференция по искусственному интеллекту. КИИ'2002, 7-12 октября, г. Коломна, Россия. Труды конференции. М.: Физматлит, 2002. Т. 1. С. 428-436.
6. Стефанюк В.Л. Учить или учиться // Новости искусственного интеллекта. Российская ассоциация искусственного интеллекта. 2002. № 5. С. 113-124.
7. Стефанюк В.Л. Введение в интеллектуальные обучающие системы. – М.: Изд-во Российского университета дружбы народов, 2002. 58 с.
8. Стефанюк В.Л. Мобильная связь для всех // Научная сессия МИФИ-2003. Сборник научных трудов, ТЗ: «Интеллектуальные системы и технологии», Министерство образования Российской Федерации. М.: МИФИ, 2003, С. 23-25.
9. Стефанюк В.Л. Локальная организация интеллектуальных систем: Модели и приложения. М.: Физматлит, 2003. 349 с. (в печати)
10. Стефанюк В.Л. Издержки демократии // Новости искусственного интеллекта. Российская ассоциация искусственного интеллекта, 2002. № 6. С. 27.
11. Стефанюк В.Л. Международная объединенная конференция по искусственному интеллекту в Тбилиси (1975 г.) Политехнические чтения "КИБЕРНЕТИКА – ожидания и результаты", вып. 2, М: Знание, 2002. С. 84-89.
12. Stefanuk V.L. Semiotic Introspection in Problem Representation // ECAI2002. 5 p. (submitted).
13. Stefanuk V.L. In Search for Hidden Meaning: Pospelov's Work on Applied Semiotics // Int. Conference on Integration of Knowledge Intensive Multi-Agent Systems (KIMAS'03). 2 p. (submitted).
14. Stefanuk V.L. Problems of Performance Measurement in Locally-Organized Systems // Int. Conference on Integration of Knowledge Intensive Multi-Agent Systems (KIMAS'03). 2 p. (submitted).