

ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ЛЕТНОГО СОСТАВА

В статье решается проблема формирования современными средствами с возможностями интеллектуализации диагностической базы данных для летного состава. При этом разработка подобных баз данных обеспечена необходимыми алгоритмами и методами моделирования. Предложено формирование массива физиологических данных в цифровом формате с реализацией автоматического контроля. Выработаны практические рекомендации использования разработанного метода.

В качестве моделей данных в теории баз данных (БД) используются различные алгебраические структуры, обобщающие классические модели данных: реляционную, иерархическую и сетевую. Подобные структуры имеют сложную, иерархическую организацию как, например, файлы порядка более чем первого в «башне» файлов. «Башня» файлов определяет модель сложно структурированных данных, которая представляет по существу иерархические и реляционные подходы. Преимущество реляционной модели – в её выразительности, а иерархической – в эффективности. «Башня» файлов, однако, более выразительная, чем реляционная модель. При этом она содержит все достоинства реляционного подхода, так как обладает ясной теоретико-множественной семантикой. Операции подобной модели являются расширениями, обобщениями и уточнениями операторов реляционной алгебры.

Этапы разработки.

1. Методологические основы технологии клиент-сервер идейно продолжают идеологии мэйнфреймов многотерминальных систем больших машин. Для работы с базой данных в режиме клиент-сервер используем язык структурированных запросов SQL.

Архитектура приложений клиент-сервер включает в себя три компонента:

1. Структура базы данных (сервер)
2. Ввод-вывод информации (клиент)
3. Правила бизнеса, определяющие операции над базой данных.

При организации любой базы данных требуется соблюдение следующих требований:

1. Связность базы, т.е. реализация и контроль отношений в базе (один к одному, один ко многим, многие ко многим) проходят на уровне структуры базы.

2. Минимизация хранимых данных: хранится только то, что может вычисляться.

Указанным требованиям соответствуют программы-сервера MS SQL Server.

2. При проектировании системы полезна типизация объектов задач базы данных с использованием методов объектно-ориентированного анализа и объектного проектирования. Разделение объектов на ряд уровней по сложности, с предварительным определением правил идентификации и связей между ними, а также механизма поддержки операций над объектами входят в общие правила проектирования БД как единого целого.

Под объектом подразумевается совокупность таблиц, описывающих некоторую часть предметной области, и хранимые процедуры, обеспечивающие связность этих таблиц, а также основные операции доступа к данным и изменения этого объекта. Одна из таблиц базы данных – основная. Её главный ключ идентифицирует объект. Отдельным вопросом является проблема определения структуры данных архива и правила переноса оперативных, данных в архив. При этом архив составляется из двух частей:

1. Реляционная база;
2. Данные для анализа.

Первая – содержит те данные, которые считаются неизменными, а также объекты,

которые ещё существуют в оперативной базе, но необходимы для обеспечения связности данных; вторая – данные, подготовленные в форме гиперкуба (OLAP - базы).

3. Встроенная модель биообъекта в БД используется в режимах формирования параметров диагностических наборов и представляется в следующем виде:

$$\forall_z \in [1 \dots n]: S^z \subset S, \quad (1)$$

где $\forall_z$ – набор диагностики,

S – множество параметров, состоящее из отдельных разделов S^z ,

z – общее число разделов (показатели температуры, показатели кровеносной системы и т.д.).

Раздел представляет совокупность подразделов (систолическое давление, диастолическое давление и т.п.), для каждого из которых задаётся мера значимости:

$$S^z = [S_1^z]^{C_1^z}, [S_2^z]^{C_2^z}, \dots, [S_v^z]^{C_v^z}; C_v^z \in [0,1], v \in [1 \dots n],$$

где v – число подразделов в разделе S^z ;

C_v^z – величина, характеризующая степень важности при диагностике специалистом по исследованию из подраздела S_v^z .

Если $S_1^z, S_2^z, \dots, S_v^z$ подмножества (не обязательно не пересекающиеся) диагностических задач одного раздела, то запишем:

$$\forall_v \in [1 \dots n]: S_v^z \subset S^z; S_v^z = [S_{v1}^z, S_{v2}^z, \dots, S_{vm}^z], \quad (2)$$

где $S_{v1}^z, S_{v2}^z, \dots, S_{vm}^z$ – диагностические задания в подразделе S_v^z ;

m – число диагностических заданий в подразделе S_v^z .

Учитывая выражения (1) и (2) записываем полный набор параметров необходимых при диагностике по заданному разделу:

$$S^z = \{[S_{11}^z, S_{12}^z, \dots, S_{1m_1}^z]^{C_1^z}, [S_{21}^z, S_{22}^z, \dots, S_{2m_2}^z]^{C_2^z}, \dots, [S_{v1}^z, S_{v2}^z, \dots, S_{vm}^z]^{C_v^z}\}$$

Полные наборы диагностических заданий для каждого из разделов формируются группой экспертов и заносятся в базу данных.

4. Для обеспечения эффективности процесса систематического наблюдения состояния летного состава и получения адекватной оценки диагностики в систему вводится модель пользователя, формально представляемая в виде объекта:

$$MS = \{ID, (a_1, \langle p.a_1 \rangle), (a_2, \langle p.a_2 \rangle), \dots, (S_{v1}^z, S_{v2}^z, \dots, S_{vm}^z)^{C_v^z}\},$$

где ID – идентификатор,

a_1, a_2, a_i – имена полей,

$p.a_1, p.a_2, p.a_i$ – значения полей.

В качестве имен полей выступают статические характеристики пользователя, а значения полей – шкалированные оценки этих характеристик. В БД системы содержится набор функций преобразования, обеспечивающий формирование множества требований предъявляемых при диагностике:

$$S \xrightarrow{f_z(\{p.a_i\})} S^z = \{[S_{11}^z, S_{12}^z, \dots, S_{1m_1}^z]^{C_1^z}, [S_{21}^z, S_{22}^z, \dots, S_{2m_2}^z]^{C_2^z}, \dots, [S_{v1}^z, S_{v2}^z, \dots, S_{vm}^z]^{C_v^z}\}$$

Оценка уровня изменения параметров каждого из членов летного состава в пределах одного раздела выполняется в соответствии с критерием:

$$\theta^z = \frac{1}{V} \sum_{v=1}^V \frac{C_v}{m_v} \sum_{m=1}^{m_v} T_{mv} * S_{mv},$$

где V – число подразделов;

C_v – показатель значимости для подраздела;

m_v - число заданий в подразделе;

T_{mv} - мера трудности задания;

S_{mv} - булева переменная, равная 1 в случае достижения положительного эффекта при электромагнитном взаимодействии и 0 – в противном случае.

Условием допустимого изменения физиологического состояния указанного состава сотрудников является выполнение следующего неравенства:

$$\theta_{\min}^z \leq \theta^z,$$

где $\theta_{\min}^z$ - заданное в режиме формирования требований минимально допустимое значение критерия оценки физиологических параметров для данного раздела.

5. Данные, используемые системой, делятся на статические и динамические. Статистические данные хранятся в базе данных и не зависят от интерактивного режима. Они включают в себя правила сравнения, вывода и сведения об иерархии объектов. Динамические знания включают в себя дерево целей, активные факты и правила, используемые в интерактивном режиме. В системе хранится фиксированная иерархия объектов:

1. Биоструктура;
2. Пациент;
3. Выполняемые обязанности;
4. Физические факторы воздействия.

Интерактивный режим ведётся в соответствии с указанной иерархией и динамически строит дерево объектов (дерево контекстов). Разработанная встроенная модель пользователя может использоваться в качестве экспертной системы или инструментальной системы биомедицинского назначения. Такой способ построения выгодно отличается от существующих экспертных систем. В них для решения сложных задач требуется значительное количество правил и большая база знаний. В табл.1 приведен список некоторых инструментальных систем, иллюстрирующий насколько сложнее подобные системы по сравнению с разработанной системой.

Таблица 1

Перечень инструментальных систем

Наименование системы	Назначение системы	Стадия системы	Количество правил
MYCIN	Лечение инфекционных заболеваний крови	Коммерческая	1200
PUFF	Анализ нарушения дыхания	Действующий прототип	100
CADUCEUS	Лечение внутренних болезней человека	Действующий прототип	(База знаний о 50 болезнях)

Успешное функционирование интеллектуальной сети в режиме принятия решений будет обеспечено разработкой табличного метода динамического мониторинга физических параметров, при котором многомерное признаковое пространство преобразуется в наглядное двумерное (табл.2).

Таблица 2

Мониторинг физиологических параметров

Параметры	3-	2-	1-	Норма	1+	2+	3+
Температура, °C	35	35,5	36	36,6	37	38	39
Давление, мм/рт.ст.	90/50	100/60	110/60	120/70	140/90	150/100	170/110
ЧСС	45	55	60	70	80	100	120
Дыхание, взд/с	6	8	10	12	15	17	19

Гемоглобин	90	100	110	130	135	140	145
Лимфоциты	5,5	6	6,5	7,8	9	10	11

Значения физиологических параметров распределяются по семи категориям: норма, три категории выше нормы (+) и три категории ниже нормы (-). В ячейках полученного матричного изображения перечисляются номера сеансов, в которые были произведены обследования. Табличный метод динамического мониторинга позволяет минимизировать признаковое пространство и даёт динамику состояния пациента от сеанса к сеансу сочетанного электромагнитного воздействия. Для построения модели классификации показателей при монофункционале (объект) или полифункционале (объекты) была разработана графическая модель полифункционала в виде графа, где вершины графа:

$\{a_j\}$ - множество органов; $\{c_n\}$ - множество характеризующее поражение органов; c_n - характер поражения органа; $\{p_i\}$ - множество физиологических показателей (3-, 2-, 1-, N, 1+, 2+, 3+ - степень отклонения показателей от нормы N), а дуги - весовые коэффициенты

Данный граф ориентированный, поскольку содержит вершины и дуги, соответствующие направленным связям между парами вершин, инцидентных одной и той же дуге. Вершина и дуга инцидентна, если последняя входит в вершину или выходит из неё. На основании теории графов можно математически описать модель функционала при поражении одного органа выражением (3), а при поражении нескольких органов выражением (4):

$$y(a_j) = f\left(c_n \sum_{i=1}^N \omega_{ni} p_i\right), \quad (3)$$

$$y(\{a_j\}) = f\left(\sum_{j=1}^M c_n \left(\sum_{i=1}^N \omega_{ni} p_i\right)\right), \quad (4)$$

где $y(a_j)$ - функционал воздействия на один орган; $y(\{a_j\})$ - функционал воздействия на несколько органов; ω_{ni} - весовые коэффициенты (дуги графа); $\{p_i\}$ - множество параметров; N - количество параметров; M - количество повреждённых органов.

Можно сделать вывод, что множество значений физиологических показателей, которые зависят от аномального состояния органов и состояния функциональных систем организма определяют функционал общего воздействия физических факторов, образованный в биоструктуре. Подобный функционал определяет локальное образование (объект), сформированный среди множества физиологических показателей. Подобный объект или группа объектов может рассматриваться как самостоятельный классификатор, обладающий определёнными свойствами для решения дальнейших диагностических задач в процессе систематической диагностики физиологического состояния летного состава.

Список литературы

1. Корсунов А.Р. Оценка эффективности воздействия при электрической стимуляции тканевых биоструктур / Materiály VI mezinárodní vědecko-praktická konference «Nastolení moderní vědy – 2007». – Praha: Publishing House “Education and Science”. – Díl 5. – S. 40-42.

2. Корсунов А.Р. Разработка методов электромагнитного программируемого воздействия на биообъекты с одновременным контролем состояния их тканей / Materiały czwartej międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji „Nauka: teoria i praktyka - 2007”. – Przemyśl: Nauka i studia. – Tým 10. – S. 57-59.