Механизм вывода диагностического решения в дистанционной медицинской экспертной системе предварительной диагностики

**Человек:** В статье представлен подход к управлению выводом диагностического решения в медицинской экспертной системе диагностики. Рассмотрены особенности программной реализации предложенных моделей и алгоритмов. В качестве механизма вывода решения авторами предложена комбинация из обратного и прямого вывода. При обратном выводе для запроса новых фактов у пациента необходима генерация дополнительных вопросов по ведущим симптомам. В то же время прямой вывод позволяет вычислить на выходе интегральные оценки обнаружений возможных заболеваний при проявлении симптомов. Для вывода решения в условиях неопределенности применена нечеткая модель Мамдани. Предложена RETE-сеть для получения диагностического решения за приемлемое время. Предложенный механизм вывода диагностического решения обладает следующими достоинствами: обеспечивает возможность направления рассуждений по наиболее перспективным путям получения диагноза, т.е. механизм вывода определяет правильные очередные вопросы по ведущим симптомам; позволяет ставить диагноз в условиях неопределенности информации о симптоматике, т.е. механизм вывода не останавливается, хотя диагностическое решение может и не быть точным; позволяет ставить предварительный диагноз в режиме реального времени, т.е. механизм вывода выводит решение за приемлемое время после того, как вводятся имеющиеся симптомы.

**Key words:** медицина, диагностика, экспертная система, база знаний, фреймы, продукционные правила, механизм вывода решения, прямой вывод, обратный вывод, RETE-сеть

=================================

**FastText\_KMeans\_Clean:** Выявленный симптомокомплекс не всегда однозначно соответствует тому или иному заболеванию. Под диагностической гипотезой понимается диагноз со значением выходной переменной. Комбинированный механизм вывода решения реализуется следующим образом:. Выделение основного диагноза. Данная процедура разбивается на два следующих этапа: аккумуляция заключений для вычисления значений функции принадлежности итогового нечеткого множества `mu` (y); дефаззификация выходной лингвистической переменной для вычисления интегральных оценок обнаружений заболеваний y\*. В этом случае в память терминального узла записывается информация, которая запрещает повторно проходить этот фрагмент сети для рассмотренного набора фактов. Таким образом, в перспективе рассмотренный прототип может послужить базой для создания медицинских экспертных систем, предназначенных для предварительной постановки диагноза на основе симптоматики в условиях неопределенности в режиме реального времени.

**Key words part:** 0.6538461538461539

=================================

**FastText\_KMeans\_Raw/:** Выделение основного диагноза. Факты подаются на вход сети вывода решения, задачей которой является определение изменений в конфликтном множестве, которые вызваны поступившими фактами. Значение активизированной ФП и степень истинности ЛТ переменной заболевания из заключения для k-го нечеткого правила, обозначаемые `mu` Bk\*(y) и dk в соответствии, записываются в памяти терминальных узлов. Данная процедура разбивается на два следующих этапа: аккумуляция заключений для вычисления значений функции принадлежности итогового нечеткого множества `mu` (y); дефаззификация выходной лингвистической переменной для вычисления интегральных оценок обнаружений заболеваний y\*.

**Key words part:** 0.5384615384615384

=================================

**FastText\_PageRank\_Clean/:** Комбинированный механизм вывода решения реализуется следующим образом:. Выделение основного диагноза. `del` i=`sum` (SFik), где Sk `in`D i D j. где SFik – экспертная оценка проявления k-го симптома Sk при обнаружения заболевания Di. Основному диагнозу соответствует минимальная область достоверного решения. Определение ведущего симптома выделенного заболевания. Ведущему симптому соответствует симптом, имеющий наиболее максимальную экспертную оценку проявления. База медицинских знаний состоит из фреймовой базы знаний и нечетко-продукционной базы знаний. Для разработки прототипа были использованы следующие программные средства: язык программирования C#; среда разработки Microsoft Visual 2010; система управления базами данных Microsoft SQL Server 2008.

**Key words part:** 0.6923076923076923

=================================

**FastText\_PageRank\_Raw/:** Комбинированный механизм вывода решения реализуется следующим образом:. Выделение основного диагноза. Основному диагнозу соответствует минимальная область достоверного решения. Определение ведущего симптома выделенного заболевания. Ведущему симптому соответствует симптом, имеющий наиболее максимальную экспертную оценку проявления. В сети используются узлы пяти типов:. База медицинских знаний состоит из фреймовой базы знаний и нечетко-продукционной базы знаний. Для разработки прототипа были использованы следующие программные средства: язык программирования C#; среда разработки Microsoft Visual 2010; система управления базами данных Microsoft SQL Server 2008.

**Key words part:** 0.6923076923076923

=================================

**Mixed\_ML\_TR/:** Информация, используемая для постановки диагноза и назначения обследования, в большинстве своем является нечеткой. Слот значения каждого симптома из предпосылки нечетких правил рассматривается как исходный, а слот значения заболевания из заключения – целевой. В случае, если области достоверного решения для нескольких заболеваний равны, то выбирается заболевание с максимальной суммой экспертный оценок проявлений симптомов в его симптомокомплексе. Факты подаются на вход сети вывода решения, задачей которой является определение изменений в конфликтном множестве, которые вызваны поступившими фактами. Значение активизированной ФП и степень истинности ЛТ переменной заболевания из заключения для k-го нечеткого правила, обозначаемые `mu` Bk\*(y) и dk в соответствии, записываются в памяти терминальных узлов. Подсистема формирования диагностического заключения предназначена для вычисления интегральных оценок обнаружения возможных заболеваний на основании информации о симптоматике.

**Key words part:** 0.5769230769230769

=================================

**MultiLingual\_KMeans/:** Информация, используемая для постановки диагноза и назначения обследования, в большинстве своем является нечеткой. Слот значения каждого симптома из предпосылки нечетких правил рассматривается как исходный, а слот значения заболевания из заключения – целевой. Ведущему симптому соответствует симптом, имеющий наиболее максимальную экспертную оценку проявления. Осуществляется фаззификация входных ЛП симптомов при присваивании значения исходному слоту. Степень истинности предпосылки для k-го нечеткого правила, обозначаемая ck, записывается в бета-памяти. Это необходимо для сопоставления с фактами, которые позднее придут на другой вход узла. Перемещение факта через сеть прекращается, если факт попадет в терминальный узел. Подсистема формирования диагностического заключения предназначена для вычисления интегральных оценок обнаружения возможных заболеваний на основании информации о симптоматике.

**Key words part:** 0.4230769230769231

=================================

**Multilingual\_PageRank/:** В задачах медицинской диагностики часто встречается неопределенность информации. Выявленный симптомокомплекс не всегда однозначно соответствует тому или иному заболеванию. Информация, используемая для постановки диагноза и назначения обследования, в большинстве своем является нечеткой. В сети используются узлы пяти типов:. В бета-памяти также хранятся копии фактов, пришедших на данный вход. Перемещение факта через сеть прекращается, если факт попадет в терминальный узел. Пользовательский интерфейс обеспечивает преобразование сообщений с внутреннего на естественный язык и обратно. Для разработки прототипа были использованы следующие программные средства: язык программирования C#; среда разработки Microsoft Visual 2010; система управления базами данных Microsoft SQL Server 2008.

**Key words part:** 0.4615384615384616

=================================

**RuBERT\_KMeans\_Without\_ST/:** В дистанционной медицинской экспертной системе диагностики для представления знаний предложена гибридная структура, объединяющая фреймовую и нечетко-продукционную модели[3]. Факты, приходящие на вход RETE-сети делятся на два следующих класса:. Факты подаются на вход сети вывода решения, задачей которой является определение изменений в конфликтном множестве, которые вызваны поступившими фактами. Подсистема формирования диагностического заключения предназначена для вычисления интегральных оценок обнаружения возможных заболеваний на основании информации о симптоматике.

**Key words part:** 0.6538461538461539

=================================

**RuBERT\_KMeans\_With\_ST/:** В дистанционной медицинской экспертной системе диагностики для представления знаний предложена гибридная структура, объединяющая фреймовую и нечетко-продукционную модели[3]. Факты подаются на вход сети вывода решения, задачей которой является определение изменений в конфликтном множестве, которые вызваны поступившими фактами. Значение активизированной ФП и степень истинности ЛТ переменной заболевания из заключения для k-го нечеткого правила, обозначаемые `mu` Bk\*(y) и dk в соответствии, записываются в памяти терминальных узлов. Для разрешения конфликтов (выбора одного или нескольких активных заболеваний из списка потенциальных кандидатов) применяется комбинированный критерий, рассчитанный как сумма коэффициентов новизны и специфики.

**Key words part:** 0.6923076923076923

=================================

**RUBERT\_page\_rank\_Without\_ST/:** В задачах медицинской диагностики часто встречается неопределенность информации. Выделение основного диагноза. Основному диагнозу соответствует минимальная область достоверного решения. Факты, приходящие на вход RETE-сети делятся на два следующих класса:. В сети используются узлы пяти типов:.

**Key words part:** 0.4230769230769231

=================================

**RUBERT\_page\_rank\_With\_ST/:** Комбинированный механизм вывода решения реализуется следующим образом:. Выделение основного диагноза. Определение ведущего симптома выделенного заболевания. В сети используются узлы пяти типов:. Для разработки прототипа были использованы следующие программные средства: язык программирования C#; среда разработки Microsoft Visual 2010; система управления базами данных Microsoft SQL Server 2008.

**Key words part:** 0.6153846153846154

=================================

**RUSBERT\_KMeans\_Without\_ST/:** Слот значения каждого симптома из предпосылки нечетких правил рассматривается как исходный, а слот значения заболевания из заключения – целевой. Факты, приходящие на вход RETE-сети делятся на два следующих класса:. Степень истинности предпосылки для k-го нечеткого правила, обозначаемая ck, записывается в бета-памяти. Подсистема формирования диагностического заключения предназначена для вычисления интегральных оценок обнаружения возможных заболеваний на основании информации о симптоматике.

**Key words part:** 0.38461538461538464

=================================

**RUSBERT\_KMeans\_With\_ST/:** Под диагностической гипотезой понимается диагноз со значением выходной переменной. На рис. 4 представлена структура RETE-сети вывода решения. Степень уверенности для лингвистических термов (ЛТ) переменной i-го симптома в условной части k-го нечеткого правила, обозначаемая bik, записывается в альфа-памяти, и передается дальше в бета-узлы. Терминальный узел завершает последовательность узлов для некоторого заболевания.

**Key words part:** 0.5384615384615384

=================================

**RUSBERT\_page\_rank\_Without\_ST/:** Информация, используемая для постановки диагноза и назначения обследования, в большинстве своем является нечеткой. Комбинированный механизм вывода решения реализуется следующим образом:. На рис. 4 представлена структура RETE-сети вывода решения. В сети используются узлы пяти типов:. Для разработки прототипа были использованы следующие программные средства: язык программирования C#; среда разработки Microsoft Visual 2010; система управления базами данных Microsoft SQL Server 2008.

**Key words part:** 0.6153846153846154

=================================

**RUSBERT\_page\_rank\_With\_ST/:** Информация, используемая для постановки диагноза и назначения обследования, в большинстве своем является нечеткой. Основному диагнозу соответствует минимальная область достоверного решения. На рис. 4 представлена структура RETE-сети вывода решения. В сети используются узлы пяти типов:. Для разработки прототипа были использованы следующие программные средства: язык программирования C#; среда разработки Microsoft Visual 2010; система управления базами данных Microsoft SQL Server 2008.

**Key words part:** 0.5769230769230769

=================================

**Simple\_PageRank/:** Слот значения каждого симптома из предпосылки нечетких правил рассматривается как исходный, а слот значения заболевания из заключения – целевой. Для учета ответов на вопросы по имеющимся симптомам, необходимо умножить сравнительную оценку и интегральную оценку проявления заболевания. На рис. 3 представлена схема формирования диагностического заключения, состоящего из шести основных этапов. Использование RETE-сети для вывода решения на нечеткой модели типа Мамдани [6] в условиях неопределенности представлено следующим образом. Подсистема генерации дополнительных вопросов предназначена для определения очередных правильных вопросов по ведущим симптомам, и также запрашивания оценок проявлений выявленных симптомов у пациента. Таким образом, в перспективе рассмотренный прототип может послужить базой для создания медицинских экспертных систем, предназначенных для предварительной постановки диагноза на основе симптоматики в условиях неопределенности в режиме реального времени.

**Key words part:** 0.6538461538461539

=================================

**TextRank/:** Слот значения каждого симптома из предпосылки нечетких правил рассматривается как исходный, а слот значения заболевания из заключения – целевой. Механизм вывода диагностического решения предназначен для получения диагностического заключения на основании входных оценок выявленных симптомов. В случае, если области достоверного решения для нескольких заболеваний равны, то выбирается заболевание с максимальной суммой экспертный оценок проявлений симптомов в его симптомокомплексе. Значение активизированной ФП и степень истинности ЛТ переменной заболевания из заключения для k-го нечеткого правила, обозначаемые `mu` Bk\*(y) и dk в соответствии, записываются в памяти терминальных узлов. Данная процедура разбивается на два следующих этапа: аккумуляция заключений для вычисления значений функции принадлежности итогового нечеткого множества `mu` (y); дефаззификация выходной лингвистической переменной для вычисления интегральных оценок обнаружений заболеваний y\*. Подсистема формирования диагностического заключения предназначена для вычисления интегральных оценок обнаружения возможных заболеваний на основании информации о симптоматике.

**Key words part:** 0.6153846153846154

=================================

**TF-IDF\_KMeans/:** При присваивании исходных значений слотам выполняется нечеткий вывод для получения целевых значений слотов заболеваний. Механизм вывода диагностического решения предназначен для получения диагностического заключения на основании входных оценок выявленных симптомов. На рис. 4 представлена структура RETE-сети вывода решения. Это необходимо для сопоставления с фактами, которые позднее придут на другой вход узла. Значение активизированной ФП и степень истинности ЛТ переменной заболевания из заключения для k-го нечеткого правила, обозначаемые `mu` Bk\*(y) и dk в соответствии, записываются в памяти терминальных узлов. Попадание каких-либо объединенных фактов в терминальный узел сети означает, что это потенциальные кандидаты-заболевания, связанные с данным терминальным узлом. Подсистема генерации дополнительных вопросов предназначена для определения очередных правильных вопросов по ведущим симптомам, и также запрашивания оценок проявлений выявленных симптомов у пациента. Таким образом, в перспективе рассмотренный прототип может послужить базой для создания медицинских экспертных систем, предназначенных для предварительной постановки диагноза на основе симптоматики в условиях неопределенности в режиме реального времени.

**Key words part:** 0.6923076923076923

=================================

**Текст:** В задачах медицинской диагностики часто встречается неопределенность информации. Выявленный симптомокомплекс не всегда однозначно соответствует тому или иному заболеванию. Информация, используемая для постановки диагноза и назначения обследования, в большинстве своем является нечеткой.. Для обеспечения скорости вывода решения на больших базах знаний, применяется алгоритм RETE [2], предложенный C. Forgy.. В дистанционной медицинской экспертной системе диагностики для представления знаний предложена гибридная структура, объединяющая фреймовую и нечетко-продукционную модели[3]. Слот значения каждого симптома из предпосылки нечетких правил рассматривается как исходный, а слот значения заболевания из заключения – целевой. При присваивании исходных значений слотам выполняется нечеткий вывод для получения целевых значений слотов заболеваний.. Механизм вывода диагностического решения предназначен для получения диагностического заключения на основании входных оценок выявленных симптомов.. В зависимости от текущей интегральной оценки выводимый диагноз может находиться в одном из трех возможных состояний:. Под диагностической гипотезой понимается диагноз со значением выходной переменной. И список диагностических гипотез – это, по сути, список пар «диагноз– интегральная оценка обнаружения », упорядоченных в убывающем порядке значений оценок.. Комбинированный механизм вывода решения реализуется следующим образом:. Выделение основного диагноза. Каждый из симптомокомплексов заболеваний включает множество симптомов, причем некоторые симптомы могут одновременно входить в несколько симптомокомплексов [4]. На рис. 2 представлена иллюстрация расположения эллипсоидов рассеяния заболеваний в пространстве признаков.. Как показано, симптом Sm одновременно включается в симптомокомплексы для заболеваний D1 и D2, что приводит к пересечению эллипсоидов рассеяния. Таким образом, в эллипсоиде рассеяния можно условно выделить область достоверного решения для заболевания Di, обозначаемую `del` i , которая вычисляется по следующей формуле:. `del` i=`sum` (SFik), где Sk `in`D i D j. где SFik – экспертная оценка проявления k-го симптома Sk при обнаружения заболевания Di.. Основному диагнозу соответствует минимальная область достоверного решения. В случае, если области достоверного решения для нескольких заболеваний равны, то выбирается заболевание с максимальной суммой экспертный оценок проявлений симптомов в его симптомокомплексе.. Для учета ответов на вопросы по имеющимся симптомам, необходимо умножить сравнительную оценку и интегральную оценку проявления заболевания. Определение ведущего симптома выделенного заболевания. Ведущему симптому соответствует симптом, имеющий наиболее максимальную экспертную оценку проявления.. На этапе генерации дополнительного вопроса по ведущему симптому пациенту задается очередной вопрос для определения количественной оценки.. На рис. 3 представлена схема формирования диагностического заключения, состоящего из шести основных этапов.. При использовании RETE-сети база знаний (БЗ) при трансляции преобразуется в сеть вывода решения [5]. Формирование диагностического заключения происходит каждый раз при поступлении новых фактов в рабочую память. Факты, приходящие на вход RETE-сети делятся на два следующих класса:. Факты подаются на вход сети вывода решения, задачей которой является определение изменений в конфликтном множестве, которые вызваны поступившими фактами.. На рис. 4 представлена структура RETE-сети вывода решения.. В сети используются узлы пяти типов:. Использование RETE-сети для вывода решения на нечеткой модели типа Мамдани [6] в условиях неопределенности представлено следующим образом.. Каждый симптомокомплекс для заболевания соответствует одному фрагмент RETE-сети. При прохождении факта через сеть он сначала попадает в корневой узел, который по типу информации передает его альфа-узлам. Осуществляется фаззификация входных ЛП симптомов при присваивании значения исходному слоту. Степень уверенности для лингвистических термов (ЛТ) переменной i-го симптома в условной части k-го нечеткого правила, обозначаемая bik, записывается в альфа-памяти, и передается дальше в бета-узлы.. В корневых узлах происходит объединение поступивших фактов и агрегирование предпосылок. Степень истинности предпосылки для k-го нечеткого правила, обозначаемая ck, записывается в бета-памяти. В бета-памяти также хранятся копии фактов, пришедших на данный вход. Это необходимо для сопоставления с фактами, которые позднее придут на другой вход узла.. Перемещение факта через сеть прекращается, если факт попадет в терминальный узел. Терминальный узел завершает последовательность узлов для некоторого заболевания. Факт, попадающий на его вход, сигнализирует об успешной активации фрагмента сети и подает сигнал для активизации заключения. Значение активизированной ФП и степень истинности ЛТ переменной заболевания из заключения для k-го нечеткого правила, обозначаемые `mu` Bk\*(y) и dk в соответствии, записываются в памяти терминальных узлов.. Попадание каких-либо объединенных фактов в терминальный узел сети означает, что это потенциальные кандидаты-заболевания, связанные с данным терминальным узлом. Для разрешения конфликтов (выбора одного или нескольких активных заболеваний из списка потенциальных кандидатов) применяется комбинированный критерий, рассчитанный как сумма коэффициентов новизны и специфики.. Коэффициент новизны и коэффициент специфики для каждого заболевания запоминаются в памяти терминального узла и используются в процедурах разрешения конфликтов.. После разрешения конфликта выполняется нечетко-продукционное правило (НПП) для каждого активного заболевания. Данная процедура разбивается на два следующих этапа: аккумуляция заключений для вычисления значений функции принадлежности итогового нечеткого множества `mu` (y); дефаззификация выходной лингвистической переменной для вычисления интегральных оценок обнаружений заболеваний y\*.. Активное заболевание с интегральным значением образует диагностическую гипотезу.. В этом случае в память терминального узла записывается информация, которая запрещает повторно проходить этот фрагмент сети для рассмотренного набора фактов.. Далее происходит обновление состояния РП и формирование заключения о предварительном диагнозе.. На основании описанной модели был разработан прототип программного комплекса, который предназначен для постановки предварительного диагноза (см. рис. 5).. База медицинских знаний состоит из фреймовой базы знаний и нечетко-продукционной базы знаний.. Подсистема генерации дополнительных вопросов предназначена для определения очередных правильных вопросов по ведущим симптомам, и также запрашивания оценок проявлений выявленных симптомов у пациента.. Подсистема формирования диагностического заключения предназначена для вычисления интегральных оценок обнаружения возможных заболеваний на основании информации о симптоматике.. Пользовательский интерфейс обеспечивает преобразование сообщений с внутреннего на естественный язык и обратно.. Для разработки прототипа были использованы следующие программные средства: язык программирования C#; среда разработки Microsoft Visual 2010; система управления базами данных Microsoft SQL Server 2008.. Таким образом, в перспективе рассмотренный прототип может послужить базой для создания медицинских экспертных систем, предназначенных для предварительной постановки диагноза на основе симптоматики в условиях неопределенности в режиме реального времени.