Разделяемые онтологии в виртуальной среде астрометрических наблюдений пульсаров

© А.Е.Авраменко

Пущинская радиоастрономическая обсерватория ФИАН
avr@prao.psn.ru

Аннотация

Рассматривается задача извлечения свойств пульсаров как высокостабильных хранителей времени на основе интеграции наблюдаемых и моделируемых данных. Определяется общее параметрическое пространство наблюдательных и моделируемых данных как условие интеграции разделяемых онтологий. Рассматривается модель данных IVOA как средство отображения понятий, определения и выявления свойств предметной области. По результатам моделирования отношений величин получена новая оценка достижимой стабильности пульсарного времени, которая качественно превосходит общепринятую.

1 Введение

Пульсары, отождествляемые с вращающимися нейтронными звездами, играют важную роль в исследованиях в области космологии, гравитации, в изучении физической природы самих пульсаров. Особый интерес вызывают пульсары как внеземные хранители времени, потенциально превосходящие по стабильности атомные эталоны.

Последовательности (временные ряды) наблюдаемых пульсарных событий – импульсов радиоизлучения пульсара носят выборочный характер: например, для миллисекундного пульсара B1937+21 в лучшем случае регистрируется, только одно событие из приблизительно10^5. Утрачивается присущая объекту непрерывность физических событий, отдельные выборки не отражают континуум событий в пределах протяженности наблюдений.

Пространство данных, в котором создается и поддерживается приложение, включает наблюдательные данные - полностью или частично, и расширяется за счет переменных моделирования. Возникает необходимость сопоставления результатов наблюдений и моделирования с позиции общих понятий, представлений, несмотря на различие параметров, переменных.

На инструментах сбора и накопления наблюдательных данных преобладают преимущественно простые формы организации данных: именование, приведение к определенным форматам, редактирование, локальный поиск по запросам, предварительные оценки результатов.

Полученный моделированием непрерывный ряд пульсарных событий отличается от выборочного ряда наблюдательных данных, как по структуре, так и по численным характеристикам. Нужно показать, что моделируемая последовательность пульсарных событий, во-первых, адекватно отображает свойства пульсаров в рассматриваемой предметной области и, во-вторых, позволяет выявить такие ее свойства, которые непосредственно из первичных наблюдательных данных не следуют.

Эти и подобные задачи относятся к семантике предметной области, связаны с сопоставлением признаков, свойств, выявляемых разными методами по данным наблюдений, полученных на различных инструментах. Решение таких задач, предполагающих объединение различных наборов данных, которые исходно не могут быть интерпретированы по одинаковам правилам и сопоставлены по одним и тем же признакам, основывается на использовании онтологий – определении такого набора данных и их структур, который соответствует требованиям общего понимания смысла и свойств предметной области, рассматриваемых в приложении [1]. Онтологии выступают как формальные явные описания понятий и атрибутов в рамках рассматриваемой предметной области. Приложения объединяют разделяемые онтологии на основе общих понятий и поддерживают семантическое единство результатов, несмотря на несовпадение исходных наборов данных различных источников, в рассматриваемом случае наблюдательных и моделируемых. С помощью разделяемых онтологий снимается противоречие между фиксированным набором параметров наблюдательных данных и переменными приложений, которые определяются контекстом рассматриваемой предметной области.

С целью обеспечения условий совместного использования в приложениях наблюдательных и моделируемых данных, принимая во внимание их

Труды 8ой Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции» - RCDL'2006, Суздаль, Россия, 2006.

семантическую общность, должны быть рассмотрены следующие проблемы:

- Связывание параметрического пространства наблюдаемых и моделируемых данных и результатов;
- Расширение спецификации онтологий, отображающих разделяемые понятия предметной области;
- Сопоставление свойств предметной области, выявляемых моделированием и установленных по наблюдательным признакам;
- Оценивание качества первичных наблюдательных данных по критериям, определяемых результатами моделирования предметной области.

2 Разделяемые понятия и переменные

В этой части рассматриваются особенности организации данных в приложениях на основе разделяемых онтологий предметной области.

2.1 Пространство данных предметной области

Семантическая интеграция характеризуется степенью согласованности, соответствия схем различных источников данных по типам, именам, единицам выборки, значениям и т.д. В предельном случае данные всех источников соответствуют общей согласованной схеме, в других случаях только часть из них отвечает этим требованиям. Чем выше степень интеграции, тем более полно может быть реализована функциональность управления данными. Поскольку обычно не все данные могут быть представлены в виде единственной общей схемы, возникает необходимость в других, альтернативных средствах управления данными, в которых наличие общей схемы не является необходимостью, и в то же время данные поддерживаются в едином пространстве, в котором они доступны для управления из приложений [2]. Так, например, накапливаемые данные долговременного мониторинга пульсаров на радиотелескопе формируются и поддерживаются в виде унифицированных записей, содержащих метаданные, которые отражают условия наблюдения, характеристику инструмента, установочные параметры, другие необходимые сведения, и собственно результаты наблюдений, включая ряды численных величин и некоторые их оценки, статистические погрешности. Такой набор фиксируемых параметров принят всеми обсерваториями, и в согласованном формате осуществляется обмен наблюдательными данными между ними.

Приложения, в основе которых лежит численная модель рассматриваемой предметной области, оперируют определенным набором переменных, параметров, часть из которых соответствует принятому формату наблюдательных данных, другие являются результатом моделирования непосредственно в приложении, либо привлечены из других источников, например, каталогов. В результате возникает необходимость, во-первых, управлять разнородными данными различного происхождения и, во-вторых, контролировать результаты моделирования в приложении по критерию их адекватности результатам наблюдений. Такая система разнородных данных, не предполагающая их интеграции в исходном виде, а лишь в рамках приложения рассматриваемой предметной области, предусматривает соответствующий набор сервисов, связываемых с данными и обеспечивающих требуемую функциональность приложения.

Основным средством семантической интеграции является развитие онтологий, которые решают проблему связывания неоднородных данных в контексте рассматриваемой задачи. Применительно к приложениям в области астрономии развивается модель данных, оперирующая величинами (Quantity Model) [3]. Представление о рассматриваемом явлении (*phenomenon*) отображается в виде пары имя-величина (*name-value*). Величины могут ассоциироваться как с физическими понятиями, так и с физическими единицами. Модель включает такие понятия, как *coordinate systems, units, errors, accuracy, transformations*, которые согласуются с понятиями рассматриваемой здесь предметной области. Эти и другие относящиеся к контексту понятия вместе с соответствующими величинами, атрибутами представляют собой основу онтологий предметной области приложений.

2.2 Разделяемые переменные приложений

Долговременная стабильность параметров вращения пульсаров – периода и его производных – позволяет отобразить моменты пульсарных событий с помощью численной модели, в которой период и производные являются ее переменными. Модель дает возможность предсказывать моменты событий по априори известным значениям параметров вращения пульсаров на текущую эпоху, взятым, например, из каталога пульсаров. Поэтому предвычисленные моменты, достаточно близкие по величине к наблюдаемым, принимают в качестве системы отсчета для наблюдаемых моментов, в которой последние отображаются в виде разности между ними, называемой остаточными уклонениями.

Остаточные уклонения определяются сложной многопараметрической подгонкой наблюдаемых моментов, с помощью которой учитывается влияние многих физических факторов среды, условий распространения излучения пульсара и т.п. Поскольку численные характеристики этих факторов, условий известны лишь приблизительно, с некоторой конечной точностью, то и результат такой подгонки, оптимизированный по статистическим критериям, дает величину остаточных уклонений наблюдаемых событий с некоторой погрешностью, которая выражается в виде среднеквадратичного отклонения (СКО).

Таким образом, результаты хронометрирования пульсаров выражаются тремя переменными для каждого наблюдаемого события: его моментом, отсчитываемым от некоторого начального значения, величиной остаточного уклонения и оценкой его статистической неопределенности.

Можно выделить два класса приложений, основанных на астрометрических данных хронометрирования:

- Приложения, в которых свойства объекта выявляются по вариациям остаточных уклонений;
- Приложения, предметом которых является стабильность наблюдаемых признаков, свойств объекта на большой протяженности.

Характер приложения, особенности физического содержания рассматриваемой задачи определяют и те переменные, которые отвечают ее требованиям. Так, по изменениям остаточных уклонений изучаются долговременные тренды параметров среды, которые влияют на распространение радиоволн (мера дисперсии), выявляются тонкие эффекты гравитационного взаимодействия.

В приложениях по изучению свойств стабильности пульсарного времени основное значение имеет последовательность моментов наблюдаемых пульсарных событий на большой наблюдательной протяженности, а остаточные уклонения и статистические оценки СКО отражают лишь величину вариаций (остаточные уклонения) и меру неопределенности (СКО) этих событий. Исходные данные хронометрирования содержат моменты наблюдаемых пульсарных событий, остаточные уклонения и СКО и не включают в явном виде период и его производные, по которым в соответствии с моделью определяются ожидаемые моменты наблюдаемых событий. В связи с этим следует отметить, что параметрическое пространство приложений, связанных с долговременной стабильностью пульсаров, в составе переменных должно содержать как моменты наблюдаемых пульсарных событий, взятые из результатов хронометрирования, так и параметры вращения пульсара, входящие в модель хронометрирования.

Таким образом, особенности рассматриваемых приложений определяет требования к составу переменных, которые должны соответствовать контексту предметной области приложений. Эти переменные, их отношения, отражающие понятия предметной области, служат основой для создания разделяемых приложениями онтологий, представления знаний рассматриваемой предметной области.

2.3 Модель пульсарных данных в приложениях

На Рис.2.1 приведена модель пульсарных данных для приложений, относящихся к выявлению долговременной стабильности пульсарного времени.

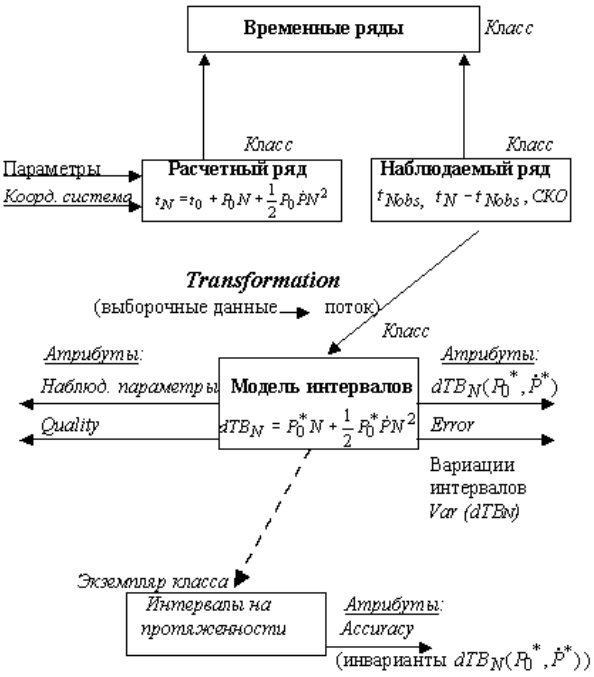


Рис.2.1. Модель данных пульсарного времени

Здесь использованы структуры данных, основанные на онтологиях предметной области [1] с учетом особенностей организации и типов данных, предлагаемых International Virtual Observatory Alliance (IVOA) – Data Model for Quantity [3].

Определены классы временных рядов, как рассчитываемых по предполагаемым параметрам, так и полученным по наблюдениям в принятой координатной системе. Класс **Наблюдаемый ряд** включает моменты наблюдаемых событий t_{Nobs}, их остаточные уклонения $t_N - t_{Nobs}$, взятые по отношению к классу **Расчетый ряд**, и среднеквадратичное отклонение величины – *СКО*.

Трансформацией выборочных данных наблюдаемого ряда получен класс **Модель интервалов** пульсарных событий, атрибутами которого являются величины этих интервалов $dTB_N(P_0^*, \dot{P}^*)$, детерминированные параметрами вращения пульсара, и вариации интервалов *Var (dTBN)*, относящиеся к типу данных *Error*. К атрибутам этого класса относятся также наблюдаемые параметры вращения пульсара $P_0^*, \dot{P}^*$ и качественная оценка *Quality* наблюдательных данных, сопоставляемая с относящимися к ней атрибутами этого класса.

Экземплярами класса **Модель интервалов** являются интервалы на протяженности наблюдений, получаемые по наблюдаемым величинам $P_0^*, \dot{P}^*$ для текущего состояния ряда наблюдательных данных. По ним получается оценка долговременной стабильности интервалов *Accuracy* в качестве атрибута. Роль инструмента оценки стабильности выполняют инварианты пульсарного

времени, связывающие наблюдаемые параметры с величиной и вариациями пульсарного времени в пределах протяженности наблюдений. Особенности инвариантов, их роль в выявлении свойств стабильности интервалов, полученных трансформацией наблюдаемых величин, рассмотрены ниже.

3 Трансформация наблюдаемого ряда

Выборочный характер наблюдательных данных не позволяет в явном виде сохранить временн***ы***е признаки последовательности пульсарных событий и соответствующие им численные величины. Утрачиваются детерминированные отношения моментов, присущие расчетным рядам пульсарных событий. Наблюдаемый ряд представляет собой набор величин, характеризующихся статистической неопределенностью, отношения этих величин на протяженности наблюдений подвержены случайным вариациям, поэтому могут быть определены лишь приблизительно, в пределах статистической ошибки.

Принятый обсерваториями набор переменных наблюдаемых величин – моменты наблюдаемых событий, остаточные уклонения и их статистические оценки СКО не содержат в явном виде переменных $P_0, \dot{P}$, исходных для расчетного ряда пульсарных событий.

Последовательность моделируемых пульсарных событий представляет собой числовой ряд интервалов времени, отсчитываемых от некоторого выбранного события с установленным моментом его прибытия в фиксированную точку, например, барицентр Солнечной системы.

Суммарный интервал dTB_i от начального до i-го наблюдаемого события:

$$dTB_i = dTB_1 + dTB_2 + ... + dTB_i, \qquad (4.1)$$

где $dTB_i = TB_i - TB_{i-1}$

С другой стороны, этот же суммарный интервал может быть выражен как сумма двух составляющих, одна из которых определяется наблюдаемыми параметрами вращения пульсара $P_0^*, \dot{P}^*$, а другая является величиной остаточных вариаций интервалов в точках наблюдения:

$$dTB_i = PT_N(P_0^*, \dot{P}^*) + R_{obs}(PT_N), \qquad (4.2)$$

где $PT_N = P_0^* N + 0{,}5 P_0^* \dot{P}^* N^2$ (4.3)

Переход к детерминированному ряду наблюдаемых пульсарных событий путем распространения расчетной модели на наблюдаемый ряд возвращает ему присущее модели свойство когерентности, позволяет отобразить непрерывный ряд моментов всех пульсарных событий как функцию периода вращения пульсара и его производной в пределах наблюдательной протяженности. Значения параметров вращения устанавливаются исключительно по выборочно хронометрируемым моментам пульсарных событий. Привлечения других переменных (остаточные уклонения) и оценок (СКО) не требуется.

Была решена задача преобразования выборочных пульсарных событий в непрерывную последовательность моделированием потока данных (simulation data sets as data streams). Результаты моделирования рассматриваются как дискретные приближения к данным наблюдений в протяженной среде принятого параметрического пространства. Переменные моделирования устанавливаются двух типов: узловые, относящиеся к выделенным точкам наблюдения, и зональные, относящиеся ко всей протяженности [4]. Методом моделирования были получены дискретные приближения непрерывного ряда интервалов пульсарных событий, отсчитываемых относительно некоторого начального момента [5].

В результате преобразования наблюдательного ряда пульсарных событий были решены следующие задачи:

- получен непрерывный временной ряд пульсарных событий, детерминированный наблюдаемыми параметрами вращения пульсара;
- образовано общее параметрическое пространство рядов наблюдаемых и моделируемых данных;
- случайные, не относящиеся к пульсарному времени вариации наблюдаемых интервалов (*Error*) отделены в явном виде от детерминированного ряда.

Моделируемый ряд, отображающий существенные признаки физического объекта в контексте предметной области, позволяет выявлять присущие ему свойства и сопоставлять их с данными наблюдений.

4 Инварианты и стабильность пульсарного времени

В этом разделе рассмотрены вопросы выявления свойств стабильности (атрибут *Accuracy* модели данных) рядов пульсарных интервалов после их трансформации и исключения случайных вариаций (атрибут *Error* модели данных).

4.1 Роль инвариантов

Инварианты – выражения и соответствующие численные отношения, которые обладают абсолютной устойчивостью в процессе координатно-временных преобразований. Они не зависят от многочисленных факторов нестабильности, как связанных с переменностью физических параметров объектов и среды, так и вносимых в процессе наблюдений, обработки и подгонки данных. Влияние этих факторов отображается в поведении остаточных уклонений, включающих как систематические составляющие, обусловленные характером вариаций физических

величин, так статистические, случайные, которые обусловлены погрешностями измерений и обработки. Выявление свойств стабильности пульсарного времени предполагает исключение влияния как статистических, так и систематических вариаций величин, по которым непосредственно определяется пульсарное время.

Роль инвариантов в реализации разделяемых онтологий рассматриваемого класса приложений:

- связывание универсальных отношений пространства-времени с параметрами, определяющими пульсарное время;
- установление достижимых величин атрибута *Accuracy* по моделируемым и наблюдательным данным;
- выявление численных величин атрибута *Accuracy* по наблюдательным данным.

Инварианты могут иметь два вида представления:

- Форминварианты – параметрическое представление устойчивых отношений переменных предметной области;
- Численные инварианты – полученные моделированием или наблюдениями численные реализации форминвариантов.

Численные инварианты отношений переменных, обладают свойством устойчивости существенных признаков наблюдаемого ряда, по которым могут быть установлены характеристики его стабильности в форме атрибутов *Accuracy.*

4.2 Параметрические инварианты пульсарного времени

Применительно к задаче выявления свойств пульсарного времени определены и рассмотрены основные инварианты пространства-времени. Все они следуют из основополагающего инварианта Пуанкаре-Лоренца [6]:

$$J = c^2T^2 - X^2 - Y^2 - Z^2 \quad , \qquad (4.1)$$

где c - скорость света.

Инвариант устанавливает принцип, согласно которому переменные *X, Y, Z, T* являются относительными величинами, в зависимости от выбора инерциальной системы отсчета, тогда как величина *J* имеет абсолютное значение, независимо от выбора инерциальной системы отсчета.

В качестве инвариантов пульсарного времени рассматриваются:

- Пространственный инвариант;
- Параметрический инвариант на временн*о*й протяженности;
- Параметрический наблюдательный инвариант.

Моменты наблюдаемых на радиотелескопе пульсарных событий зависят от его координат, и в качестве пространственного инварианта принимаются барицентрические моменты, трансформированные из системы отсчета с началом в фазовом центре радиотелескопа в барицентрическую систему отсчета с началом в центре масс Солнечной системы. Барицентрические моменты определяется только параметрами вращения пульсара, приведенными к барицентру [7]:

$$t_N = t_0 + P_0 N + \frac{1}{2} P_0 \dot{P} N^2 \qquad (4.2)$$

где t_N – момент *N*-го события в барицентре, отсчитываемый от некоторого начального момента t_0;

$P_0, \dot{P}$ – период вращения пульсара в начальный момент и его производная.

Барицентрический пространственный форминвариант моментов пульсарных событий, исключающий их зависимость от координат движущегося в пространстве радиотелескопа, позволяет сопоставлять результаты наблюдений пульсаров, полученные на разных инструментах.

Поскольку пульсарные события представлены в виде последовательности интервалов в пределах некоторой протяженности наблюдений, требуется определить такие постоянные величины начального периода и производной, при которых погрешность интервалов, моделируемых по этим величинам, не превышает допустимого значения. Эти величины, следовательно, определяют условия реализации барицентрического инварианта интервалов на протяженности наблюдений с оцениваемой погрешностью (атрибут *Accuracy).*

Барицентрический инвариант (4.2) представляет собой приближенное разложении в ряд в окрестности точки t_0 по значениям производных в этой точке. Для получения пульсарного времени в пределах протяженности наблюдаемых пульсарных событий число учитываемых компонентов разложения должно быть выбрано с таким расчетом, чтобы остаточная величина погрешности R_{appr} не превышала допустимое значение для выбранной протяженности:

$$t_N = t_0 + P_0 N + \frac{1}{2} P_0 \dot{P} N^2 + R_{appr} \qquad (4.3)$$

где R_{appr} - величина, определяемая производными периода более высоких порядков, начиная со второй.

Чем больше производных учтено в разложении ряда, тем выше точность аппроксимации в пределах протяженности.

Практический выбор числа производных не выше первого порядка согласуется с численными результатами аппроксимации: на протяженности в несколько лет ошибка аппроксимации с учетом численного значения первой производной порядка 10^{-19} для пульсара B1937+21 на протяженности наблюдений в несколько лет не превышает достижимой погрешности хронометрирования, составляющей несколько десятков наносекунд.

Инвариант пульсарного времени на протяженности (4.3) определяет с требуемой точностью зависимость моментов пульсарных событий от параметров вращения пульсара в пределах этой протяженности. Предполагается, что численные значения этих параметров априори

известны. Если барицентрические моменты каждого наблюдаемого события могут рассматриваться как некоторое приближение к расчетной величине, определяемой по предполагаемым параметрам на эпоху этого события, то для последовательности моментов событий должны быть определены значения параметров вращения, которые остаются неизменными и соответствуют наблюдаемым моментам в пределах всей протяженности.

Было показано [8], что по выборочным наблюдательным данным могут быть получены численные значения барицентрических параметров вращения пульсара, которые детерминируют моменты пульсарных событий, отсчитываемых от выбранного начального события. При этом временн***ы***е отношения событий непрерывного ряда приобретают вид (4.3), с той лишь разницей, что величина t_o принимает нулевое значение, а остаточная величина вариаций определяется не только конечным числом учитываемых производных периода, как в (4.3), но также и главным образом, вариациями наблюдаемых интервалов *Robs*:

$$t_N = P_0^* N + \frac{1}{2} P_0^* \dot{P}^* N^2 + R_{appr} + R_{obs} \qquad (4.4)$$

Из (4.4) следует, что остаточная величина *Robs* представляет собой поправку наблюдаемых интервалов, которая с точностью до погрешности аппроксимации R_{appr} обращает их в численный параметрический инвариант с фиксированными значениями барицентрических параметров вращения пульсара в пределах протяженности наблюдений.

Наблюдательный инвариант возвращает последовательность интервалов пульсарных событий в пространство переменных барицентрического инварианта. В результате декомпозиции наблюдаемых интервалов они с помощью наблюдательного инварианта приводятся к параметрическому виду, исключается их зависимость от тех переменных – остаточных уклонения и СКО, которые определяют вариации наблюдаемых интервалов.

С помощью наблюдательного инварианта достигается единый формат представления интервалов моделируемых и наблюдаемых событий в однородном параметрическом пространстве. По результатам наблюдений с помощью численного параметрического инварианта выявляются свойства пульсара как высокостабильного хранителя времени, не подверженного влиянию вариаций наблюдаемых интервалов.

5 Результаты по наблюдательным данным

На примере данных хронометрирования пульсара B1937+21 на радиотелескопе Аресибо (США) на 8-летней протяженности 19841992 гг. [9] были определены барицентрические интервалы наблюдаемых за это время пульсарных событий относительно выбранного в качестве начального событие на юлианскую дату MJDo = 46087,6785624680786, что соответствует начальному моменту TBo = 58627,79724199 с на эту дату. В результате трансформации наблюдаемого ряда получены две его составляющих в соответствии с (4.4): численный параметрический инвариант и вариации наблюдаемых интервалов. Для инварианта по наблюдательным данным определены величины параметров вращения пульсара:

$Po = 0{,}00155780645568272$ с; $\dot{P} = 1{,}05098 \cdot 10^{-19}$

для 8-летней протяженности наблюдений.

Вариации наблюдаемых интервалов на этой протяженности приведены на Рис.5.1. Эти вариации представляют собой суммарную погрешность пульсарного времени методического и инструментального происхождения (атрибут *Error*).

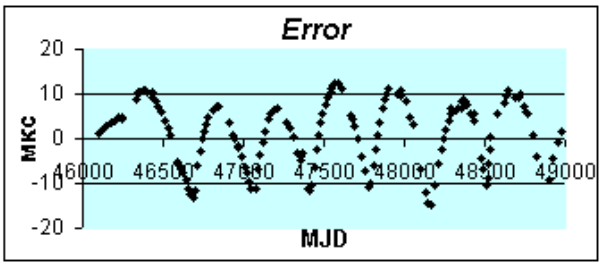
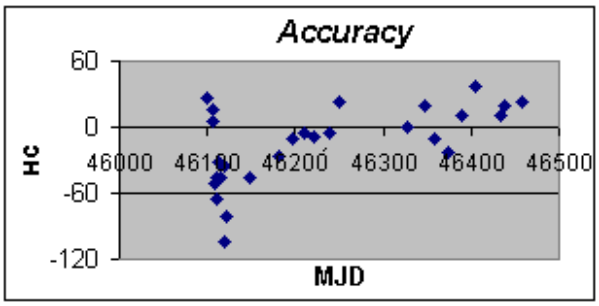


Рис.5.1. Вариации наблюдаемых интервалов

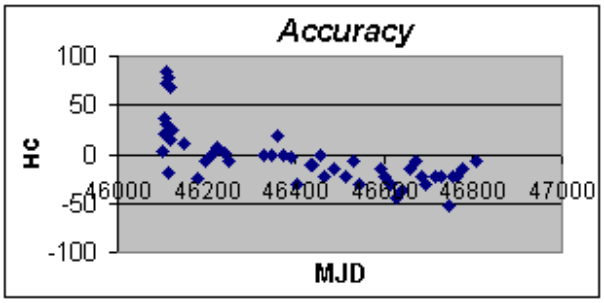
Выявленные трансформацией наблюдаемого ряда вариации интервалов определяют поправки, которые обращают наблюдаемые интервалы в численный инвариант пульсарного времени для всех пульсарных событий в пределах протяженности.

После исключения выявленной погрешности из наблюдаемых интервалов внесением поправок были получены оценки стабильности пульсарного времени по мере увеличения протяженности наблюдений в течение 1, 2 и 3 лет. Была определена разность интервалов пульсарного времени на выделенных попарно общих протяженностях в 1 и 2 года. Величины разности интервалов пульсарного времени приведены на Рис.5.2.

По полученным значениям разности интервалов были определены абсолютные и относительные величины нестабильности пульсарного времени в пределах 1 и 2 года (атрибут *Accuracy*). Абсолютная величина нестабильности составила 36 нс (СКО за 1 год) и 30 нс (СКО за 2 года). Соответствующие величины относительной нестабильности составили $1{,}15 \cdot 10^{-15}$ (1 год) и $0{,}48 \cdot 10^{-15}$ (2 года), что существенно превосходит общепринятые количественные оценки. Так, согласно [9], на протяженности в 8 лет шум, присущий собственно пульсару, не может дать стабильность выше чем $\Delta t / T \approx 10^{-14}$.



а) на протяженности наблюдений 1и 2 года



а) на протяженности наблюдений 2 и 3 года.

Рис. 5.2. Разность интервалов пульсарного времени

Таким образом, трансформация наблюдаемых интервалов с исключением их вариаций *по тем же наблюдательным данным* улучшает на порядок и более стабильность пульсарного времени. Существенно при этом, что для ее реализации требуется значительно, в несколько раз меньшая протяженность наблюдений, чем по общепринятой оценке.

Заключение

Преобразование временного ряда наблюдательных пульсарных данных к параметрическому виду расчетной модели удовлетворяет условию интеграции наблюдательных и моделируемых данных в едином пространстве переменных. Набор и структура данных согласуется с организацией и типами данных регламента Data Model of Quantity IVOA как семантической основы данных виртуальной обсерватории.

Благодаря распространению понятий и переменных модели на наблюдательные данные достигается интеграция онтологий предметной области, сопоставление признаков, свойств объекта по результатам наблюдений и моделирования.

Методом моделирования потока пульсарных событий устанавливаются численные величины параметров и их отношений, которые определяют свойства стабильности наблюдаемых рядов, и выявляются случайные вариации, обусловленные методическими и инструментальными ошибками наблюдений.

С помощью единого семантического представления наблюдательных и моделируемых данных на основе разделяемых переменных, понятий получены качественно новые величины достижимой стабильности пульсарного времени.

Литература

[1] N.F.Noy, D.L.McGuinness. Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology. Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880, March 2001.

[2] M.Franklin, A.Halevy, D.Maier. From Databases to Dataspaces: A New Abstraction for Informatiom Management. // SIGMOD Record, Vol. 34, Number 4, Dec. 2005, 27-33.

[3] Data Model for Quantity, Version 0.2. IVOA DM WG Internal Draft 2004-03-01. http://www.ivoa.net/internal/IVOA/IvoaDataModel/qty.v0.2.pdf

[4] G.Abdulla, T.Critchlow, W.Arrighi. Simulation Data as Data Streams. // SIGMOD Record, Vol. 33, Number 1, March 2004, 89-94. http://www.sigmod.org/sigmod/record/issues/0403/B7.LLNL.pdf

[5] A.E.Avramenko. Simulation of Pulsar Events as a Continual Stream. //Proc. of the 7th International Workshop on Computer Science and Information Technologies (CSIT'2005). Ufa, Russia, vol. 2, 47-51, 2005.

[6] А.А.Логунов. Лекции по теории относительности. //М., Наука, 2002, 23-52.

[7] О.В.Дорошенко, С.М.Копейкин Алгоритм высокоточного фазового анализа наблюдений одиночных пульсаров. //Астрономический журнал, 1990, **67**, 5, 986-998.

[8] А.Е.Авраменко. Когерентные свойства рядов хронометрирования пульсаров. //Труды RCDL 2005. Ярославль, 2005, 254-262.

[9] V.M.Kaspi, J.H.Taylor, and M.F.Ryba. High-precision Timing of Millisecond Pulsars. III. Long-term Monitoring of PSRs B1885+09 and B1937+21. //The Astrophysical Journal, 1994, **428**, 713-728.

Работа поддерживается грантом РФФИ № 06-07-89043

The Virtual Pulsar Astrometry Domain Based on Shared Ontologies

A.E.Avramenko

The problem of extraction of properties of pulsars as high stable keepers of time intervals on base of integration observed and model data, is considered. The common parametric space of both observant and model data as condition of integration of shared ontologies within problem applications, is defined. The Data Model of Quantity IVOA IVOA as facility of determination of terms, phenomenon and attributes of application domain, is considered. On results of modeling, new estimation of stability of pulsar time, which qualitative exceeds usually accepted one, is performed.