

УДК 004.9

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СУБД POSTGRESQL И СЕТЕЙ ПЕТРИ

Г. В. Светлов, канд. техн. наук, канд. экон. наук

А. И. Баранчиков

Акционерное общество «Рязанское
производственно-техническое предприятие «Гранит»
Россия, 390039, г. Рязань, ул. Интернациональная, 1 Г

Аннотация. Рассмотрены особенности проектирования систем поддержки принятия решений на базе сетей Петри для обработки и анализа данных, поступающих от территориально удаленных бригад, полученных с использованием технологий OLAP. Представлены технологии, которые обеспечивают конфиденциальность передачи данных от исполнителей.

Ключевые слова: системы поддержки принятия решений, сеть Петри, Mondrian, OLAP-технологии, анализ данных, TLS, PostgreSQL.

DESIGN OF A DATA PROCESSING AND STORAGE SYSTEM TO SUPPORT DECISION MAKING USING POSTGRESQL DBMS AND PETRI NETS

G. V. Svetlov, Cand. Sc. (Eng.), Cand. Sc. (Econ.)

A. I. Baranchikov

Ryazan production and technical enterprise "Granit"
Russia, 390039, Ryazan, International st., 1 G

Abstract. The features of designing decision support systems based on Petri nets for processing and analyzing data from geographically remote teams obtained using OLAP technologies are considered. Technologies that ensure the confidentiality of data transmission from performers are presented.

Keywords: decision support systems, Petri net, Mondrian, OLAP technologies, data analysis, TLS, PostgreSQL.

Технологический прогресс и рост значимости информационных систем в деятельности предприятий приводит к усложнению оборудования, а значит, для ремонта и обслуживания может понадобиться привлечение специалистов узкой направленности. Вполне вероятно, что таких специалистов может не оказаться на предприятии, в городе или даже в регионе. Поэтому на предприятиях распространена практика подачи заявок и вызова бригад специалистов, которые проводят восстановление систем. Подобные работы невозможны без организаций, сотрудники которых являются теми самими специалистами и могут выезжать в командировки по всей стране [6]. В силу того, что часть производственного процесса, связанная с работой специалистов вне предприятия, слабее поддается контролю со стороны руководства, получение актуальной и своевременной информации о ходе работ по заявкам в режиме реального времени затруднено. Сохранение информации в базе данных производится после фактического окончания работ по заявке, а также после возвращения сотрудников, выезжавших

в командировку, в штат организации. Следует учитывать, что командировки могут занимать продолжительное время [7].

Для работ, выполняемых специалистами, можно выделить следующие отличительные признаки:

- разделение работ на несколько этапов; точное их количество может зависеть от конкретного случая;
- строгое ограничение по времени каждого этапа работы, следовательно, суммарная продолжительность работ разнится в зависимости от количества этапов;
- разделение типов командировок на плановое обслуживание и выезды в случае непредвиденных ситуаций;
- разделение задач по приоритетам (преимущество за решениями внеплановых ситуаций);
- нарушения в соблюдении регламента выполнения работ может отрицательно сказаться на предприятии.

Для описания модели производственного процесса удобно использовать сети Петри. Сеть Петри – математический аппарат для моделирования динамических дискретных систем. Выбор вышеуказанного аппарата обусловлен «событийным» подходом к моделированию, а производственный процесс представляет собой последовательность некоторых событий. Также одним из важных достоинств сетей Петри является графическое представление модели в виде двудольного графа [8].

Маркированная сеть Петри есть совокупность структуры сети Петри ($C = (P, T, I, O)$) и маркировки μ и записывается в виде $M = (P, T, I, O, \mu)$.

Эквивалентным понятием позиции является состояние, а для перехода – условие.

P – множество позиций, T – множество переходов, $I \rightarrow P^\infty$ – входная функция – отображение переходов в позиции, $O \rightarrow P^\infty$ – выходная функция – отображение из переходов в позиции, $\mu: P \rightarrow N$ – маркировка сети – функция, отображающая множество позиций P в множество целых неотрицательных чисел N . Маркировку μ удобно представлять в виде вектора. Модель показана на рисунке 1.

t_0 – поступило задание на плановое обслуживание; t_1, t_2 – задание присваивается исполнителю; t_3 – поступила заявка на ремонт; t_4 – добавлен специалист; t_5 – удален специалист; t_6 – исполнитель направился на МПР; t_7 – исполнитель прибыл на МПР; t_8 – исполнитель проводит дефектовку; t_9 – выполнить ремонт невозможно; $t_{10}, t_{12}, t_{20}, t_{23}$ – исполнитель возвращается домой; t_{11} – ремонт возможно провести только на заводе-изготовителе; t_{13} – начались ремонтно-восстановительные работы; t_{14} – ремонтно-восстановительные работы завершились; t_{15} – необходимо привлечение соисполнителей; t_{16} – соисполнители прибыли; t_{17} – требуется заказ блоков (деталей); t_{18} – прибыли необходимые блоки (детали); t_{19}, t_{21} – исполнитель начал сервисное обслуживание; t_{22} – исполнитель закончил сервисное обслуживание; t_{24} – исполнитель вернулся.

Для сохранения информации о состоянии такой сети удобно использовать реляционные базы данных. Срабатывание переходов и, соответственно, изменение состояний в системе будут представлять поток информации, сохраняемой в базе данных. Это позволит вносить и сохранять данные о состоянии сети на продолжительном интервале времени [8].

В качестве решения проблем информационного обеспечения можно рассмотреть вариант создания системы удалённого доступа для непрерывного предоставления отчётности и обеспечения постоянного контакта с предприятием.

Следует уделить отдельное внимание разработке подсистемы удалённого доступа, так как методы передачи информации посредством электронной почты или мобильной связи не являются безопасными с точки зрения сохранения конфиденциальности информации. Также из недостатков подобных методов можно выделить отсутствие доступа к системам поддержки принятия решений.

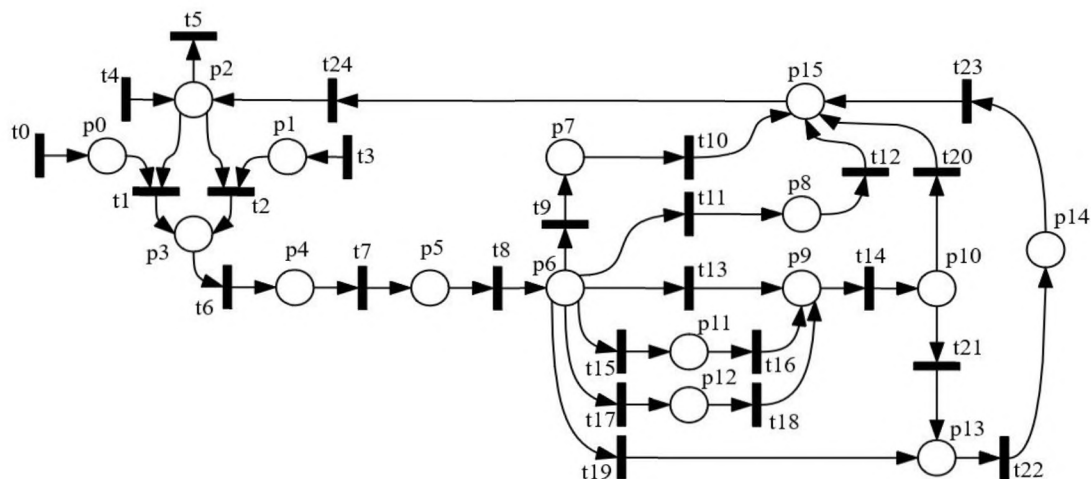


Рис. 1. Модель производственного процесса:

p_0 – плановое задание без исполнителя; p_1 – заявка на ремонт без исполнителя;
 p_2 – свободный специалист; p_3 – задание назначено исполнителю; p_4 – исполнитель направляется на место проведения работ (МПР); p_5 – исполнитель находится в МПР; p_6 – исполнитель проводит дефектовку; p_7 – ремонт невозможен;
 p_8 – ремонт возможно провести только на заводе-изготовителе;
 p_9 – исполнитель проводит ремонтно-восстановительные работы;
 p_{10} – исполнитель закончил ремонтно-восстановительные работы;
 p_{11} – ожидается соисполнитель; p_{12} – ожидается прибытие требуемых блоков (деталей); p_{13} – исполнитель проводит сервисное обслуживание;
 p_{14} – исполнитель завершил выполнение требуемых работ;
 p_{15} – исполнитель возвращается

Для сохранения конфиденциального доступа к данным целесообразно использовать криптографические методы, т. е. передавать зашифрованные сообщения. Подобный подход существенно понизит шансы получения информации нежелательными лицами.

Протоколы криптографической защиты данных имеют широкую классификацию. В качестве общих особенностей можно выделить применение набора правил, алгоритмов и преобразований, задействованных на разных этапах процесса передачи данных. При этом на стороне получателя зашифрованные данные должны стать открытыми. Вопрос выбора конкретных методов криптографической защиты может являться критически важным при проектировании и реализации систем подобного рода.

Протоколы TLS и MTProto, которые при должном быстродействии обеспечивают защиту информации на высоком уровне, могут быть рекомендованы для решения поставленной задачи. Но следует отметить, что использование протокола MTProto накладывает дополнительные ограничения, тогда как на TLS основан широко распространённый протокол HTTPS, что является существенным плюсом при организации доступа посредством веб-технологий.

Широкая распространённость протокола стала причиной наличия разнообразных его реализаций в виде программных библиотек, предназначенных для различных платформ, что является преимуществом при разработке систем, использующих данный протокол.

Следовательно, использование протокола TLS более целесообразно в задачах обеспечения конфиденциальности информации при передаче по слабозащищённым каналам связи [9].

Поступающая в процессе работы специалистов информация хранится в базе данных. Со временем информация будет накапливаться, а это значит, что статистические и агрегированные данные могут учитываться руководством в процессе решения следующих вопросов:

1. Контроль выполнения каждого этапа командировки специалиста.
2. Принятие решения в нестандартных ситуациях, связанных с организацией работы в командировке.
3. Отслеживание загрузки специалистов.
4. Определение критических ситуаций, связанных с загрузкой специалистов.
5. Отслеживание тенденции приближения текущих показателей загрузки к критическим ситуациям (по двум предыдущим пунктам).
6. Принятие решений, связанных с планированием сокращения или выделения рабочих мест, на основе отчётов по динамике изменения загрузки специалистов.
7. Выявление периодов максимальной и минимальной загрузки сотрудников.
8. Слежение за динамикой прибыли в различных временных разрезах.
9. Грамотное планирование отпусков сотрудников на основании предыдущих показателей, что, в свою очередь, приведёт к минимизации потерь прибыли предприятия.
10. Автоматизация составления отчётности по конкретным заявкам, включая сведения о ходе выполнения работы, задействованных средствах, а также итоговый результат.
11. Выявление типов заявок, по которым производятся наиболее частые обращения.
12. Определение набора средств и инструментов решения проблем, востребованного у специалистов.
13. Обнаружение ситуаций, в которых могут возникать ошибки со стороны заказчика, а также прогнозирование предотвращения таких ситуаций.
14. Выявление регионов, в которых целесообразно открытие филиалов.
15. Уточнение наиболее затратных маршрутов командировок.
16. Определение наибольшего времени доставки средств и инструментов, которые пришлось приобрести во время исполнения работ.

Контроль за решением подобных вопросов возможно осуществлять благодаря представлению данных в многомерном виде, а также их агрегированию по различным признакам в зависимости от решаемой задачи. OLAP-сервер Mondrian предназначен для аналитической обработки данных в реальном времени и способен эффективно взаимодействовать с многомерными моделями данных. Несомненным преимуществом Mondrian является открытый исходный код, написанный на Java. Существует альтернативная технология Palo, реализованная на языке C++.

Основными используемыми системами управления базами данных на сегодняшний день являются Postgres, MySQL, MSSQL. Исходя из приведенной ниже таблицы 1, можно сделать вывод, что Postgres – наилучший выбор.

Наиболее подходящая программная составляющая для реализации подобных систем включает Mondrian, язык Java и СУБД Postgres.

Таблица 1

Сравнительная характеристика СУБД

	Postgres	MySQL	MSSQL
Быстродействие обработки данных	высокое	высокое	высокое
Совместимость с другими системами / модулями	да	да	да
Свободно распространяемое ПО	да	да	нет
Кроссплатформенность	да	да	нет
Рекомендация Минкомсвязи России	да	нет	нет

У предприятий при использовании OLAP-технологий существуют следующие возможности построения моделей данных для анализа:

1. Возможность исследования затрат времени на обслуживание заявок специалистами: определение среднего, минимального, максимального времени обслуживания; уточнение времени на конкретных этапах. Информация подобного рода может быть полезна при определении оптимального количества сотрудников. Также появится возможность прогнозирования целесообразности затрат ресурсов и заключения договоров на обслуживание.

2. Возможность провести оценку эффективности работ каждого сотрудника. Эти данные могут быть полезны, например, для премирования наиболее продуктивных специалистов.

3. Определение максимальной и минимальной загрузки специалистов поможет при планировании производственной деятельности организации, а также может повлиять на оптимизацию составления графика отпусков.

4. Возможность выявления условий, при которых наиболее вероятны внештатные ситуации. Обладая данными, можно реализовать алгоритм поиска условий, при которых потребность возникновения вызова специалистов происходит чаще (например, температура, климат, иные особенности деятельности предприятий-заказчиков).

5. Реализация карты взаимодействия с заказчиками в различных масштабах (страна, регион, город, предприятие) позволит осуществить стратегическое планирование приоритетных направлений работы. На разных уровнях можно получать различные показатели, отражающие деятельность: прибыль, затраты, частота нестандартных ситуаций, ближайшие запланированные работы и т. д.

Библиографический список

1. Галямина, И. Г. Управление процессами / И. Г. Галямина. – СПб. : Питер, 2013. – 304 с. – Текст : непосредственный.
2. Питерсон, Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем ; пер. с англ. – М. : Мир, 1984. – 264 с. – Текст : непосредственный.
3. Интеллектуальные системы и технологии / Б. Я. Советов, В. В. Цехановский, В. Д. Чертовской. – М. : Академия, 2013. – 320 с. – Текст : непосредственный.
4. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика / Т. Коннолли, К. Бегг. – 3-е изд. ; пер. с англ. – М. : Вильямс, 2017. – 1 440 с. – Текст : непосредственный.

5. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов / В. В. Репин, В. Г. Елиферов. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 544 с. – Текст : непосредственный.

6. Баранчиков, А. И. Система поддержки принятия решений как инструмент увеличения прибыли для организаций, занимающихся обслуживанием и ремонтом сложных технических систем / А. И. Баранчиков, М. В. Халявина, Д. А. Пономарев. – Текст : непосредственный // Интеллектуальные и информационные системы (Интеллект-2017) : материалы Всероссийской научно-технической конференции. – Тула : ТулГУ, 2017. – С. 125–128.

7. Баранчиков, А. И. Методы и средства для обеспечения мониторинга удаленного производственного процесса / А. И. Баранчиков, Д. А. Борисов. – Текст : непосредственный // Интеллектуальные и информационные системы (Интеллект-2017) : материалы Всероссийской научно-технической конференции. – Тула : ТулГУ, 2016. – С. 128–130.

8. Баранчиков, А. И. Анализ и планирование ресурсов специалистов по ремонту и обслуживанию сложных технических изделий на базе сетей Петри / А. И. Баранчиков, Д. А. Борисов. – Текст : непосредственный // Интеллектуальные и информационные системы (Интеллект-2017) : материалы Всероссийской научно-технической конференции. – Тула : ТулГУ, 2017. – С. 100–103.

9. Баранчиков, А. И. Применение криптографических методов в задаче передачи конфиденциальных данных / А. И. Баранчиков, Д. А. Пономарев, М. В. Халявина. – Текст : непосредственный // Интеллектуальные и информационные системы (Интеллект-2017) : материалы Всероссийской научно-технической конференции. – Тула : ТулГУ, 2017. – С. 156–159.