

УДК 004.624

В.А. КРИСИЛОВ, С.Ю. МАРУЛИН

Одесский национальный политехнический университет, Украина

МЕТОДИКА СОКРАЩЕНИЯ ТРУДОЕМКОСТИ ПРОЦЕССА ПЕРЕНОСА СОДЕРЖИМОГО БУМАЖНЫХ КОПИЙ ДОКУМЕНТОВ В БАЗУ ДАННЫХ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Представленная методика позволяет определить наиболее оптимальный способ ведения БД с использованием либо электронного документа, либо экранных форм представления электронного документа. Рассматриваются различные способы ведения баз данных. Описаны подходы, позволяющие сократить время на перенос содержимого бумажных копий документов в базу данных информационной системы. В основе данных подходов лежит использование в качестве промежуточного звена электронного документа либо его отображения в виде экранной формы. На примерах показана эффективность использования подходов, и как следствие, сокращение времени на достижение поставленной цели.

Ключевые слова: электронный документ, экранная форма, база данных, информационная система.

Введение

Традиционные способы ведения документооборота, использующие как промежуточное звено электронный документ (ЭД), сталкиваются со значимой проблемой – переносом содержимого множества бумажных документов (БКД) в базу данных (БД) информационной системы (ИС).

Существует основополагающее правило внедрения и использования автоматизированной ИС (АИС) на предприятии – «Одна точка сбора», «Данные собираются там, где они появляются» [1]. Использование этих правил позволяет избежать затрат на необоснованное дублирование информации и, что важнее – потерь от ошибок учёта, неизбежно возникающих при дублировании точек ввода. Внедрение АИС на предприятии приводит к необходимости оснащения всех точек ввода информации автоматизированными рабочими местами (АРМ).

Но подобные решения могут иметь ограничения, связанные с недостаточно развитой компьютерной сетью и требованиями по безопасности в процессах ввода данных в БД. Поэтому одним из решений с учетом указанных ограничений является использование промежуточных структур данных, редактируемых на основе автономных офисных пакетов.

В работе [2] предложена технология автоматизированного ведения БД на основе ЭД, отдельные элементы которой внедрены в систему «Электронный деканат». Опытная эксплуатация показала, что для разных видов БКД с использованием различных способов внесения данных (рис. 1) в БД ИС трудозатраты различны.

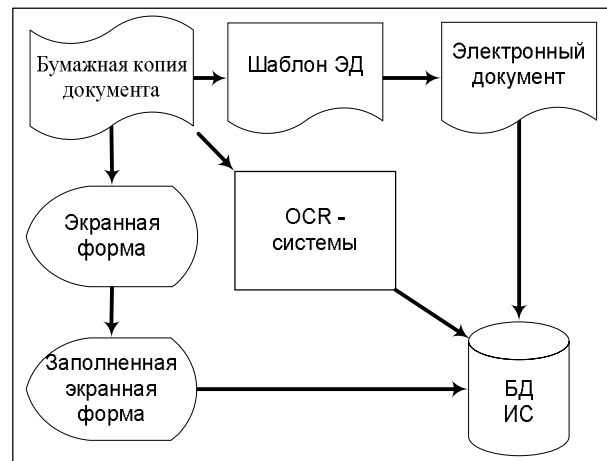


Рис. 1. Способы ведения БД

Поэтому целью работы стало сокращение времени на выполнение процесса переноса содержимого множества бумажных документов в базу данных информационной системы с использованием разных способов.

1. Математическая постановка задачи оптимизации процессов ведения БД на основе ЭД

Любое предприятие или организация сталкивается с проблемой оптимизации рабочих процессов. Выбор оптимального решения при достижении определенной цели позволяет сэкономить не только время, но и как известно – деньги. Зачастую на пути к определенному решению приходится сталкиваться с определенными трудностями и ограничениям, которые, несомненно, должны быть учтены. Поэтому выбор оптимального пути решения в условиях

определенных ограничений является одной из важных задач.

В общем виде задачу оптимизации можно представить в следующем виде [3]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{ЦФ : } F = f(x_j) \rightarrow \max \parallel \min \parallel \text{value} \\ \text{ОГР : } g_i(x_j) \leq b_i \\ \text{ГРУ : } d_j \leq x_j \leq D_j \\ i = 1 \dots m; j = 1 \dots n \end{array} \right\},$$

где ЦФ – целевая функция или критерий оптимизации, показывающий, в каком смысле решение должно быть оптимальным;

ОГР – ограничения: односторонние $g_i(x_i) \leq b_i$ или двухстороннее $a_i \leq g_i(x_i) \leq b_i$;

ГРУ – граничные условия, показывающие, в каких пределах могут быть значения искомым переменных в оптимальном решении.

В данной работе рассматривается частная задача подсчета времени на ручные операции ввода данных в условиях ограничений по типу документа, типу метода переноса и наличия сети доступа к БД ИС.

Опишем исходные данные (ИД) поставленной задачи в виде тройки:

$$\langle U, D, N \rangle,$$

где U – множество пользователей;

D – множество документов;

$N \subset U$ – множество пользователей, имеющих доступ к сети.

Целевая функция в данном случае стремится к минимальным затратам времени на перенос БКД в БД ИС:

$$F = f(D, U, N) \rightarrow \min.$$

В качестве ограничений выступает вектор

$$\vec{C} = \langle c_1, \dots, c_i, \dots, c_n \rangle, \text{ где } c_i = \begin{cases} 0, & c_i \in N; \\ 1, & c_i \notin N. \end{cases}$$

2. Описание последовательности действий по достижению цели с использованием ЭД

На рис. 2, а представлена последовательность действий по достижению поставленной цели с использованием автоматизированного подхода на основе шаблонов – метод А.

На рис. 2, б представлена последовательность действий по достижению поставленной цели с использованием экранных форм (ЭФ) – метод В.

Каждый метод определяют состояние А, а сопровождает А действие Р. Для каждого метода определены свои действия и процессы.

Для метода А: А1 – Запуск ПО, А2 – XLS – образец ЭД, А3 – ЭД, А4 – Загрузка в БД, Р1 – Загрузка, Р2 – Заполнение, Р3 – Отправка, Р4 – Обработка.

Для метода В: А1 – Запуск ПО, А2 – Формирование критериев ЭФ, А3 – Заполненная ЭФ, Р1 – Загрузка, Р2 – Заполнение, Р3 – Обработка.

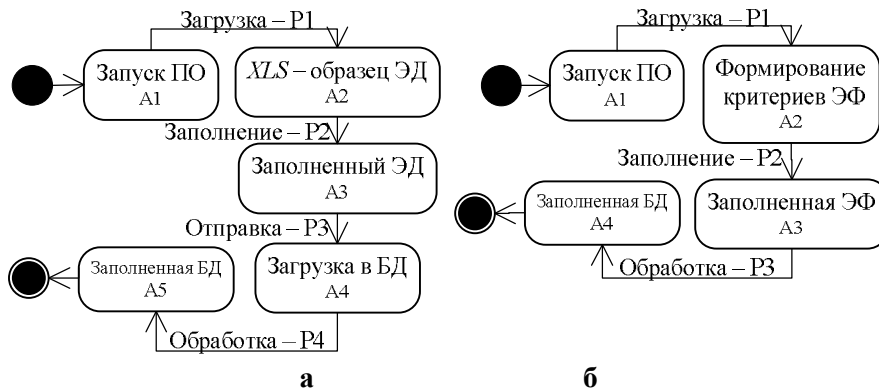


Рис. 2. Диаграмма состояний

3. Описание возможных сценариев

Для каждого из представленных методов существует четыре сценария использования (рис. 3).

На рис. 3, а один пользователь выполняет операции по внесению данных из множества ЭД в БД ИС с использованием метода А и В. На рис. 3, б множество пользователей выполняет операции по внесению данных из множества ЭД в БД ИС с использованием метода А и В. По каждому из четырех сценариев можно подсчитать общее время на перенос информации:

$$\text{для 1-го: } T_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^{N_d} T_{A_i},$$

$$\text{для 2-го: } T_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^{N_d} T_{B_i},$$

$$\text{для 3-го: } T_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^{N_d} T_{A_i} / N_U,$$

$$\text{для 4-го: } T_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^{N_d} T_{B_i} / N_U,$$

где N_d – множество электронных документов d ;

$T_{\text{общ}}$ – время на перенос N_d в БД ИС;

T_A – суммарное время на выполнение операции P_i с использованием метода А;

T_B – суммарное время на выполнение операции P_i с использованием метода В;

N_u – множество пользователей u ;

P_i – i -й процесс в цепочке процессов по переносу данных.

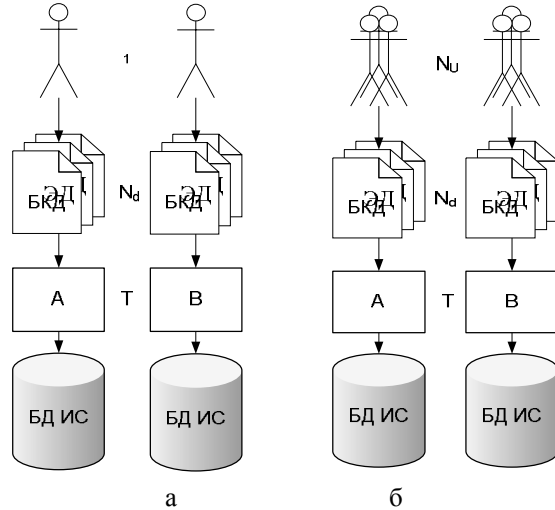


Рис. 3. Сценарии использования

Для метода А суммарное время T_A рассчитывается по формуле

$$T_A = T_{P_1} + T_{P_2} + T_{P_3} + T_{P_4}. \quad (1)$$

Для метода В суммарное время T_B рассчитывается по формуле:

$$T_B = T_{P_1} + T_{P_2} + T_{P_3}. \quad (2)$$

Наиболее трудоемкий процесс – процесс P_2 , который подразумевает выполнение ручных операций по вводу данных, а время, потраченное на его реализацию, зависит от типа вносимых данных и выбора метода. Таким образом, отдельно можно посчитать время по процессу P_2 .

Предположим, что $A(T_{P_2})_{\text{string}}$ – время на выполнение операции P_2 с использованием метода А при условии, что тип вносимых данных string , тогда

$$A(T_{P_2})_{\text{string}} = \sum_{i=1}^{N_s} S_i \cdot \text{length} \cdot t_{\text{cp.string}}, \quad (3)$$

где N_s – множество строк S , $S_i \cdot \text{length}$ – длина (в символах) i -й строки S , $t_{\text{cp.string}}$ – среднее время на ввод одного строкового символа.

Предположим, что $B(T_{P_2})_{\text{string}}$ – время на выполнение операции P_2 с использованием метода В при условии, что тип вносимых данных string , тогда

$$B(T_{P_2})_{\text{string}} = \sum_{i=1}^{N_s} S_i \cdot t_{f.e.}, \quad (4)$$

где S_i – искомая строка $S=1$, $t_{f.e.}$ – среднее время на поиск S_i строки.

Человеческая система визуального восприятия в силах сфотографировать полную страницу печатного текста за одну двадцать пятую долю секунды, а скорость визуального сканирования текста с целью поиска необходимого элемента зависит от знания структуры текста [4]. Если предположить, что поиск нужной фразы осуществляется в отсортированном списке, то скорость поиска возрастает. В нашем случае $t_{f.e.}$ можно принять равным 2 секунды.

Предположим, что $A(T_{P_2})_{\text{int}}$ – время на выполнение операции P_2 с использованием метода А при условии, что тип вносимых данных integer , тогда

$$A(T_{P_2})_{\text{int}} = \sum_{i=1}^{N_s} S_i \cdot \text{length} \cdot t_{\text{cp.int}}, \quad (5)$$

где N_s – множество строк S , $S_i \cdot \text{length}$ – длина (в символах) i -й строки S , $t_{\text{cp.int}}$ – среднее время на ввод одной цифры.

Предположим, что $B(T_{P_2})_{\text{int}}$ – время на выполнение операции P_2 с использованием метода В при условии, что тип вносимых данных integer , тогда

$$B(T_{P_2})_{\text{int}} = \sum_{i=1}^{N_s} S_i \cdot t_{\text{cp.int}}, \quad (6)$$

где S_i – искомая строка $S=1$, $t_{\text{cp.int}}$ – среднее время на ввод одной цифры.

Общая трудоемкость (labor input) процесса переноса данных из ЭД в БД ИС с использованием как метода А так и метода В представляется как:

$$\text{lab} = \sum_{i=1}^{N_s} (S_i \cdot \text{length} \cdot t_{\text{cp.string}} \cdot c_i + S_i \cdot t_{f.e.} \cdot (1 - c_i)) \cdot k^t + (S_i \cdot \text{length} \cdot t_{\text{cp.int}} \cdot c_i + S_i \cdot t_{\text{cp.int}} \cdot (1 - c_i)) \cdot (1 - k^t);$$

$$k^t = \begin{cases} 1, & \text{при } T = \text{string}; \\ 0, & \text{при } T = \text{integer}, \end{cases}$$

где k^t – коэффициент, определяющий тип входного документа.

В нормативном документе о “Единых нормах времени (выработки) на машинописные работы” [5] определены нормы времени на набор текста на персональном компьютере в зависимости от сложности оригинала, с которого набирается материал, размеров интервалов и количества граф (колонок), предусмотренных оригиналом.

По состоянию оригинала предусматриваются три группы сложности: I группа – печатный или разборчивый рукописный оригинал; II группа – печатный или рукописный оригинал с поправками и вставками, затрудняющими прочтение, до 50% текста; III группа – неразборчивый рукописный оригинал с большим количеством поправок, превышающих 50% текста, мелкий типографский или компьютерный шрифт. В зависимости от уровня сложности высчитываются нормы времени на набор текста на типовых бланках (формах, таблицах) (табл. 1).

Таблица 1
Нормы времени на 100 печатных знаков

Группа сложности оригинала	Норма времени, мин. (НВ)
I	1,80
II	2,20
III	2,70

Учитывая нормы времени из табл. 1, высчитываем $t_{cp.string}$ и $t_{cp.int}$ (среднее время на ввод одного буквенного или цифрового символа) в секундах:

$$t_{cp.string} = t_{cp.int} = \frac{НВ_N \cdot 60}{100} \text{ секунды,}$$

где $НВ_N$ принимает значения:

для I группы сложности $\approx 1,08$;

для II группы сложности $\approx 1,32$;

для III группы сложности $\approx 1,62$.

На основании описанных формул предложена методика сокращения трудоемкости процесса переноса содержимого бумажных копий документов в базу данных информационной системы, которая включает следующие этапы.

Этап 1. Подготовка ИД.

Этап 2. Определение типа вносимых данных.

Этап 3. Определение уровня сложности исходного документа.

Этап 4. Определение метода ввода данных.

Этап 5. Расчет времени процесса переноса данных по выбранным характеристикам.

4. Апробация

В качестве входных данных для предложенного подхода рассмотрим два документа учебного процесса с двумя разными типами вносимых данных: "Закрепление кураторов и старост", "Итоговая ведомость".

Документ: Закрепление кураторов и старост.

Тип данных: String.

Уровень сложности: I.

Метод ввода: А.

Расчет: по формуле (1) получим общее время T_A . Суммарное время T_{P1} , T_{P3} , $T_{P4} \approx 180$ сек.. По формуле (3) получим T_{P2} .

$$A(T_{P2})_{string} = \sum_{i=1}^{30} S_i \cdot length \cdot 1,8 = 1154 \text{ сек.}$$

$$T_A = 180 + 1154 = 1334 \text{ сек.} = 22,2 \text{ мин.}$$

Документ: Закрепление кураторов и старост.

Тип данных: String.

Уровень сложности: I.

Метод ввода: В.

Расчет: по формуле (2) получим общее время T_B . Суммарное время T_{P1} , $T_{P3} \approx 60$ сек. По формуле (4) получим T_{P2} .

$$B(T_{P2})_{string} = \sum_{i=1}^{30} S_i \cdot 2 = 60 \text{ сек.}$$

$$T_B = 60 + 60 = 120 \text{ сек.} = 2 \text{ мин.}$$

Документ: Итоговая ведомость.

Тип данных: int.

Уровень сложности: I.

Метод ввода: А.

Расчет: по формуле (1) получим общее время T_A . Суммарное время T_{P1} , T_{P3} , $T_{P4} \approx 180$ сек.. По формуле (5) получим T_{P2} .

$$A(T_{P2})_{int} = \sum_{i=1}^{25} S_i \cdot length \cdot t_{cp.int} = 90 \text{ сек.}$$

$$T_A = 180 + 90 = 270 \text{ сек.} = 4,5 \text{ мин.}$$

Документ: Итоговая ведомость.

Тип данных: int.

Уровень сложности: I.

Метод ввода: В.

Расчет: по формуле (2) получим общее время T_B . Суммарное время T_{P1} , $T_{P3} \approx 60$ сек.. По формуле (6) получим T_{P2} .

$$B(T_{P2})_{int} = \sum_{i=1}^{25} S_i \cdot t_{cp.int} = 50 \text{ сек.}$$

$$T_B = 60 + 50 = 110 \text{ сек.} = 1,8 \text{ мин.}$$

Результаты сведены в табл. 2.

Таблица 2
Результаты

Название документа	Метод ввода	Тип данных документа	
		String	int
Закрепление кураторов и старост	А	22,2	---
Закрепление кураторов и старост	В	2	---
Итоговая ведомость	А	---	4,5
Итоговая ведомость	В	---	1,8

Для демонстрации работы метода А и В была разработана программа "Электронный деканат". Программа позволяет управлять ЭД и процессами сопровождающими их с использованием метода А и В. Для метода А она позволяет сгенерировать шаблон ЭД. Пользователь в ручную заполняет шаблон и отправляет его на автоматическую обработку. Для каждого вида ЭД предусмотрена экранная форма (метод В), которую можно заполнять в режиме реального времени и записи сразу попадают в БД ИС.

Расчетные данные были подтверждены опытными экспериментами, проводимыми на кафедре системного программного обеспечения ОНПУ.

Выводы

Представленная методика позволяет определить наиболее оптимальный способ ведения БД с использованием либо электронного документа, либо экранных форм представления электронного документа. Выбор метода определяет тип данных и уровень сложность исходного документа. Предложена формула расчета времени операции ручного ввода символов, а также расчета времени операции выбора необходимого значения из списка. На примере, показана эффективность использования экранных форм для ведения БД. Данный подход позволяет в 7 раз снизить время на перенос данных из БКД в БД ИС.

Литература

1. Маглинец, Ю.А. Анализ требований к автоматизированным информационным системам:

Учебное пособие [Текст] / Ю.А. Маглинец. – М.: Интернет–Университет Информационных Технологий; БИ–НОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 200 с.

2. Blazhko, A.A. Data Exchange Technology Between Electronic Documents and Relation Databases [Text] / A.A. Blazhko, S. Marulin, V. Kalashnikova // *Proc of 6th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS). – September 15 – 17, 2011. – P. 624 – 628.*

3. Гурман, В.И. Абстрактные задачи оптимизации и улучшения [Текст] / В.И. Гурман // *Программные системы: теория и приложения. – 2011. – Вып. 5. – С. 21 – 29.*

4. Развитие продвинутых навыков скольжения и сканирования при быстром чтении [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.prosvetlenie.org/razum/16/index.html>. – 29.01.2012.

5. Об утверждении норм времени на работы по документационному обеспечению управленческих структур федеральных органов исполнительной власти [Текст]: постановление Минтруда России от 26 марта 2002 г. № 23.

Поступила в редакцию 19.03.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф., заведующий кафедры компьютерной инженерии В.А. Краснобаев, Полтавский национальный технический университет им. Юрия Кондратюка, Полтава, Украина.

МЕТОДИКА СКОРОЧЕННЯ ТРУДОМІСТКОСТІ ПРОЦЕСУ ПЕРЕНОСУ ВМІСТУ ПАПЕРОВИХ КОПІЙ ДОКУМЕНТІВ У БАЗУ ДАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

В.А. Крисілов, С.Ю. Марулін

Представлена методика дозволяє визначити найбільш оптимальний спосіб ведення БД або електронного документа, або екранних форм представлення електронного документа. Розглядаються різні способи ведення баз даних. Описано підходи, що дозволяють скоротити час на перенесення вмісту паперових копій документів в базу даних інформаційної системи. В основі даних підходів лежить використання в якості проміжної ланки електронного документа або його відображення у вигляді екранної форми. На прикладі показана ефективність використання даних підходів, як наслідок скорочення часу на досягнення поставленої мети.

Ключові слова: електронний документ, екранна форма, база даних, інформаційна система.

METHODOLOGY REDUCING LABORIOUSNESS TRANSFERRING PROCESS OF DOCUMENTS PAPER COPIES CONTENT INTO INFORMATION SYSTEM DATA BASE

V.A. Krisilov, S.U. Marulin

The presented method allows to define the most optimum method of conduct of DB of or electronic document, or CRT forms of presentation of electronic document. The article deals with different data base maintenance methods. The approaches that reduce time to transfer documents paper copies content into information system data base using electronic document or screen mapping as intermediate link. In examples shown approaches effectiveness.

Key words: e-document, screen form, database, information system.

Крисілов Віктор Анатольевич – д-р техн. наук, проф., заведуючий кафедри системного програмного забезпечення Одеського національного політехнічного університету, Одеса, Україна.

Марулін Станіслав Юрьевич – аспірант кафедри системного програмного забезпечення Одеського національного політехнічного університету, Одеса, Україна.