

О.Е. Кушманцев

РАЗРАБОТКА СТРУКТУР ДАННЫХ ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

Кушманцев Олег Евгеньевич, окончил факультет информационных систем и технологий Ульяновского государственного технического университета. Инженер-программист ОАО «УКБП». Имеет статьи в области бортовых информационно-справочных систем. [e-mail: mafia_z12@mail.ru].

Аннотация

В статье предлагаются структуры данных и форматы хранения для бортовых информационно-справочных систем. Высказывается целесообразность применения систем автоматизированного проектирования для разработки файлов данных. Приводится структура систем автоматизированного проектирования, решающая эту задачу.

Ключевые слова: системы автоматизированного проектирования, бортовые информационно-справочные системы, подготовка данных.

Введение

При разработке бортовых информационно-справочных систем (БИС) возникает проблема подготовки данных для справочной системы, которую существующие на рынке инструменты выполнить не способны [1].

Можно выделить следующие классы справочных функций БИС [2]:

- динамические аэронавигационные и географические карты;
- статические карты и схемы (схемы аэропортов, взлетно-посадочных полос);
- электронные документы;
- системы критических сигналов;
- системы предупреждения столкновения с землей;
- калькуляторы характеристик летательного аппарата;
- контрольные списки операций (Checklist), выполняемых экипажем в процессе полета и при возникновении чрезвычайных ситуаций;
- обучающие системы;
- системы видеонаблюдения;
- системы технического обслуживания.

Остановимся на двух классах: электронные документы и контрольные списки операций. Их особенностью является вариативность данных при относительно простых алгоритмах обработки. Состав документов и списков может меняться, сами они могут модифицироваться. При этом для карт контрольных проверок, электронных документов нет рекомендованных структур данных, форматов хранения, которые позволили бы упростить создание и поддержку данных для БИС,

поэтому возникает задача структурирования данных и разработки инструмента их синтеза и сопровождения для использования в БИСС.

Выбор типа данных

Необходимо выбрать тип данных, разработать их модель и структуру. Традиционно выделяют два типа данных: двоичные (бинарные) и текстовые. Среди текстовых интерес представляют данные на языках разметки, так как они описывают структуру этих данных. Одним из распространенных языков разметки является XML. XML разрабатывался как язык с простым формальным синтаксисом, удобный для создания и обработки документов программами и одновременно удобный для чтения и создания документов человеком. Можно выделить следующие преимущества и недостатки применения XML.

К достоинствам можно отнести:

- язык разметки, позволяющий стандартизировать вид файлов-данных в виде текста, который будет понятен человеку;
- возможность описания записей, списков, деревьев, форматированного текста;
- самодокументируемый формат;
- строго определенные требования к анализу и синтаксису, позволяющие быть простым, непротиворечивым и эффективным языком;
- основан на стандартах международного уровня;
- иерархическая структура подходит для описания любых документов, кроме видео- и аудиофайлов, растровых изображений, двоичных данных и сетевых структур данных;
- простой текст, свободный от всяких ограничений и лицензирования;
- реализация парсеров для всех языков программирования.

Недостатки применения XML:

- избыточный синтаксис;
- размер документа больше бинарного представления данных;
- возрастание стоимости хранения, передачи и обработки данных.

Для встраиваемых систем размер представления данных, возрастание стоимости хранения, передачи и обработки данных являются критичными. Бинарный тип данных позволит избежать недостатков XML, а неудобство проектирования и поддержки бинарных файлов устраняется при помощи применения инструментов автоматизированного проектирования. Файлы в XML-формате возможно использовать в системе автоматизированного проектирования (САПР) для хранения проектов, что упростит поддержку базы данных, обеспечит открытость для других систем. Кроме того, они могут содержать дополнительную информацию, которая нужна для поддержки базы данных и отсутствует в бинарных файлах.

Контрольные списки операций

Контрольные списки операций содержат перечень действий, необходимых для выполнения экипажем. Пункты представляют собой текстовые строки, содержащие информацию об операции, статусе ее выполнения, об ответственном за ее

выполнение лице. Пункты могут являться закладками на подробное описание в летном руководстве. Карта имеет статусную строку о ее выполнении. Пилот может перемещаться между картами и пунктами, выбирать их, отменять. В зависимости от состояния выполнения списка операций меняется и состояние заполняемой карты. Пункты могут находиться в нескольких состояниях (выполнен / не выполнен / просмотр и т. д.). Структура данных должна быть разработана с таким расчетом, чтобы была возможность сохранения состояния выполнения карт в долговременной памяти. На первом этапе разработана структура контрольных списков операций, изображенная на рисунке 1.

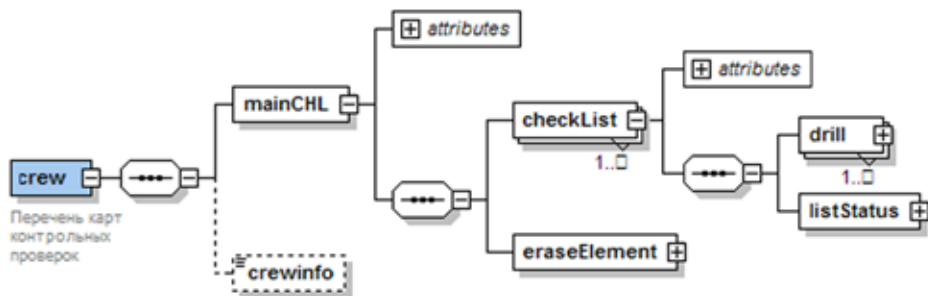


Рис. 1. Структура контрольных списков операций. Верхний уровень

Списки состоят из двух основных частей: непосредственно карт контрольных операций («mainCHL») и подробной описательной информации («crewinfo»), оформляемой в соответствии с правилами, применяемыми к электронным документам и описанными ниже. Элемент «mainCHL» содержит несколько списков операций («checkList») и меню работы со списками («eraseElement»). Каждый список состоит из набора действий оператора («drill») и статуса выполнения списка («listStatus»).

На основе этой структуры разработан бинарный формат представления данных. Примеры бинарных структур представлены в таблицах 1, 2.

Электронные документы

Электронные документы заменяют на борту бумажный аналог. Примером обязательной бортовой документации является руководство по летной эксплуатации – набор справочных материалов и инструкций, предназначенный для безопасной эксплуатации самолета [3]. Содержит набор инструкций и специфических для каждого летательного аппарата данных, как-то: минимальная и максимальная скорости полета, максимальный угол атаки, ограничения по алгоритмам взлета и посадки, устройство и назначение бортовой авионики и т. п. Используется пилотами, штурманами, бортмеханиками и другим авиационным персоналом. Информация преимущественно представлена в текстовом и табличном видах. Руководства содержат изображения. Аналогично выглядят и другие документы. Схемы данных и структурирование описательной информации электронных документов предла-

Структура контрольных списков операций

mainCHL	Тип	Размер	Описание
EFB_MAIN_CHL_BEGIN	uchar	8	Признак начала блока
UnusedPad	-	24	Неиспользуемые байты для выравнивания
id	long	32	Уникальный идентификатор объекта
title	string	8*length+pad	Заголовок главного меню контрольного списка операций. Строка заканчивается признаком конца «0», выравнивается по 32 байтам
{ checkList }+	-	{32}+	Контрольные списки операций
eraseElement	-	{32}+	Диалог очистки карт
EFB_MAIN_CHL_END	uchar	8	Признак конца блока
UnusedPad	-	24	Неиспользуемые байты для выравнивания

Таблица 2

Структура перечня операций

checkList	Тип	Размер	Описание
EFB_CHECKLIST_BEGIN	uchar	8	Признак начала блока
UnusedPad	-	24	Неиспользуемые байты для выравнивания
id	long	32	Уникальный идентификатор объекта
status	uchar	8	Состояние выполнения карты
active	uchar	8	Активность карты. Возможные значения: EFB_FALSE, EFB_TRUE
UnusedPad	-	16	Неиспользуемые байты для выравнивания
title	long	32	Указатель на заголовок карты контрольных проверок
{ drill }+	-	{32}+	Перечень контрольных операций
listStatus	-	{32}+	Структура, описывающая статус списка операций
EFB_CHECKLIST_END	uchar	8	Признак конца блока
UnusedPad	-	24	Неиспользуемые байты для выравнивания

гается в спецификации на технические публикации [4]. Спецификация ориентирована на использование XML-разметки, избыточна, не содержит рекомендаций по применению во встраиваемых системах, а также рекомендованных бинарных форматов хранения, поэтому необходима разработка специального бинарного формата.

Электронные документы состоят из идентификационно-статусной («idstatus») и содержательной частей («content»). Структура электронного документа представлена на рисунке 2.

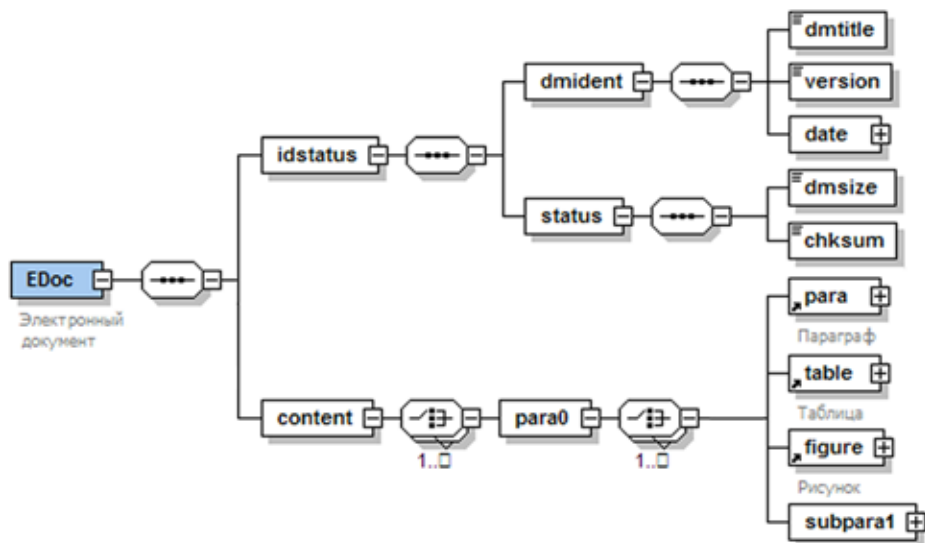


Рис. 2. Структура электронного документа

Идентификационно-статусная часть («idstatus») содержит данные о файле электронного документа, его контрольные характеристики, идентификационные данные. Информация из этой части применяется:

- для управления файлом в рамках общей базы данных;
- управления процессом контроля качества;
- управления функцией поиска;
- предоставления общей информации пользователям.

Содержательная часть (элемент «content») включает непосредственно текст электронного документа. Состоит из нескольких разделов верхнего уровня (элемент «para0»). Каждый раздел верхнего уровня может включать абзацы, графическое представление которых управляется escape-последовательностями (элемент «para»), таблицы (элемент «table»), рисунки (элемент «figure»), подразделы (элемент «subpara1»). Иерархическая структура документа обеспечивается использованием элементов подразделов «para0», «subpara1», «subpara2», «subpara3», что позволяет сформировать структуру из 4 уровней разделов.

На основе этой структуры разработан бинарный формат представления данных. Примеры бинарных структур представлены в таблицах 3, 4.

Таблица 3

Структура раздела 1-го уровня «para0»

para0	Тип	Размер	Описание
EFB_PARA0_BEGIN	ushort	16	Признак начала блока
UnusedPad	–	16	Неиспользуемые байты для выравнивания
{para, table, figure, subpara1}+	–	{32}+	Конечный неупорядоченный набор элементов, включающих таблицы, абзацы, рисунки, подразделы
EFB_PARA0_END	ushort	16	Признак конца блока
UnusedPad	–	16	Неиспользуемые байты для выравнивания

Таблица 4

Структура элемента «table» (таблица)

table	Тип	Размер	Описание
EFB_TABLE_BEGIN	ushort	16	Признак начала таблицы
UnusedPad	-	16	Неиспользуемые байты для выравнивания
id	ushort	16	Уникальный идентификатор таблицы
colnum	ushort	16	Количество колонок в таблице
title	string	8*length+pad	Строка, содержащая название таблицы, заканчивающаяся признаком конца «0», выравнивается по 32 битам
thead	-	{32}+	Шапка таблицы
tbody	-	{32}+	Содержимое таблицы
EFB_TABLE_END	ushort	16	Признак конца таблицы
UnusedPad	-	16	Неиспользуемые байты для выравнивания

Решение задач проектирования данных с использованием САПР

Процесс создания бинарных файлов в специализированном формате является трудоемким, для увеличения скорости подготовки данных и упрощения их дальнейшего сопровождения разрабатывается САПР.

Проектируемая САПР должна решать следующие задачи при разработке данных БИСС:

1. Разработка контрольных списков операций.
2. Разработка электронных документов.

3. Генерация бинарных файлов для загрузки в целевой вычислитель.
4. Моделирование работы БИСС на персональном компьютере.

Для решения этих задач разработана структура САПР, представленная на рисунке 3.

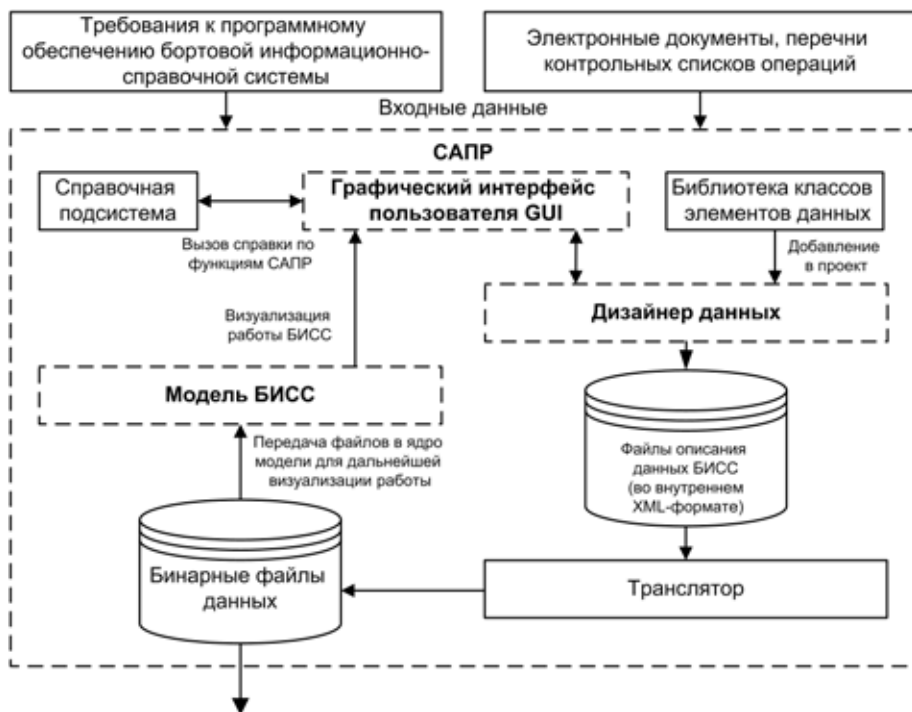


Рис. 3. Структура САПР

На входе САПР получает набор требований к ней, состав электронных документов и контрольных перечней операций, на основе которых ведется проектирование данных. В состав САПР входит дизайнер данных, который позволяет при помощи метода drag&drop формировать графическое представление данных БИСС и сохранять разработанную структуру в файлах в XML-формате. Кроме того, дизайнер данных позволяет преобразовывать документы из других форматов (например, docx или формат из спецификации [4]) в файлы внутреннего XML-формата, из которых при помощи специального транслятора формируются данные в бинарном формате, готовые для загрузки и применения во встраиваемых системах. Справочная подсистема, входящая в состав САПР, облегчает проектирование.

Модель БИСС предназначена для моделирования ее работы и устранения ошибок проектирования данных в составе САПР. Ядро модели собирается из исходных кодов БИСС, подготовленных в процессе создания приложения БИСС для встраиваемых систем.

Заключение

Разработка структур данных и форматов хранения позволяет обеспечить совместимость приложений разных версий, созданных разными разработчиками, обеспечить независимость разработки представления информации на дисплее и логики работы БИСС, способствует созданию единой базы данных, повторному использованию компонентов. САПР устраняет недостатки бинарных файлов, сокращает сроки разработки конечной системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кушманцев О.Е. Проблемы проектирования бортовых информационно-справочных систем // Сборник научных трудов V Всероссийской школы-семинара аспирантов, студентов и молодых ученых ИМАП-2013, УлГТУ.
2. Кушманцев О.Е. Информационно-справочные системы в авиационной технике // Сборник научных трудов IV Всероссийской школы-семинара аспирантов, студентов и молодых ученых ИМАП-2012, УлГТУ.
3. Авиационные правила. Часть 25.
4. АС 1.1.S1000DR-2007 Авиационный справочник. Международная спецификация для технических публикаций с использованием исходной базы данных.