

УДК 62-52:004

О.В. Тарасов

Харківський національний економічний університет, Харків

ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ БАЗИ ДАНИХ У СИСТЕМІ КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ ВІДДАЛЕНИМИ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ

Розглянута програмно-апаратна реалізація локального кущового контролера, який працює в автоматизованій системі управління віддаленими технологічними об'єктами. Описані основні вимоги, що пред'являються до реалізації подібних систем як на рівні апаратної так і програмної частини і запропоновані варіанти їх вирішення. З метою ефективного ведення бази даних, у рамках вибраної апаратної конфігурації реалізована СУБД у вигляді бібліотеки класів, що дозволяє вести історію параметрів і подій в системі для контрольованого технологічного обладнання.

Ключові слова: програмно-апаратна реалізація, кущовий контролер, реалізація бази даних.

Вступ

Одним із способів підвищення ефективності промислового виробництва є забезпечення справності його технологічних об'єктів (ТО) та підтримка оптимальних режимів їх роботи [1].

Однією з найважливіших задач, що виникають при розробці і впровадженні автоматизованих систем управління технологічними об'єктами, є забезпечення безперервного моніторингу, контролю та оперативного диспетчерського управління технологічним процесом. Особливо важливою ця задача стає, коли самі об'єкти рознесені територіально на великій площі і знаходяться у важкодоступних місцях. Прикладом таких систем можуть служити кущові площадки або поодинокі свердловини нафто або газовидобутку [2]. Такі системи відрізняються наступними ознаками [1]:

- розосередженістю на великій території;
- складністю організації регулярного контролю і обслуговування;
- безперервним режимом роботи в умовах агресивного довкілля;
- великими капітальними і експлуатаційними витратами на створення і використання.

Простої устаткування або аварії на таких об'єктах призводять до значних вартісних і енергетичних втрат. Якість функціонування систем моніторингу визначається ефективністю кожної з її підсистем, а також організацією зв'язків між ними. Вибір архітектури системи моніторингу визначається умовами конкретного завдання [1]. Впровадження подібних систем на підприємствах набуває особливого значення, оскільки дозволяє забезпечити їх ефективну роботу в заданих режимах, підвищити якість продуктів, що випускаються, забезпечити безаварійність і екологічну безпеку виробництва, підвищити продуктивність праці [3, 4, 10].

Основними функціями таких систем є [2]:

- автоматизований дистанційний контроль роботи та захист від аномальних режимів технологіч-

них агрегатів на основі безперервного вимірювання та розрахунку основних параметрів роботи контрольованого об'єкту;

- дистанційне оперативне диспетчерське і автоматичне (по заздальгідь заданим технологічним програмам) управління режимами роботи обладнання.

Рекомендована структура такої системи повинна мати два рівні:

- нижній (перший) рівень – локальні кущові АСУТП за кількістю кущових площадок, які здатні працювати як у складі цехової системи в якості локальних кущових підсистем, так і автономно (під контролем оператора-технолога куща або в автоматичному режимі);
- другий рівень – рівень цеху, що забезпечує централізований контроль і управління роботою технологічного устаткування.

АСУТП на рівні цеху повинна будуватися за клієнт-серверною технологією й мати у складі:

- канали і пристрої зв'язку для оперативного обміну інформацією і керуючими командами з локальними кущовими підсистемами через кущові сервери;
- цеховий сервер для керування обміном в мережі, управління режимами роботи АСУТП в цілому, ведення централізованої бази даних параметрів обладнання, історії подій і станів за будь-який період часу;

- клієнтські підсистеми (програми і / або комп'ютери): АРМ оператора-диспетчера, АРМ технолога-дослідника, АРМ системного адміністратора.

Виходячи з особливостей побудови подібних систем, основна складність виникає при реалізації нижнього рівня системи, а саме локальних кущових контролерів. Такі контролери повинні відповідати, як мінімум, наступним характеристикам [5]:

По апаратній частині:

- 1). Надійною роботою апаратури в екстремальних умовах, що забезпечується спеціальною технологією виготовлення процесорних плат і плат роз-

ширення, які повинні гарантувати стійку роботу в широкому діапазоні температур, від -40 до 85 °С, стійкість до вібрацій до 5g та ударам до 20g.

2). Компактністю, продуктивністю і функціональністю, яка може бути забезпечена малими розмірами, не більше 100 – 110 мм, і мати при цьому високу обчислювальну потужність і повний набір стандартних PC-інтерфейсів, включаючи канали введення/виведення дискретних сигналів. Крім того має бути гарантований швидкий рестарт системи, у випадку збоїв, зависань, короткочасних кидків напруги тощо. Конструкційні особливості плат повинні забезпечувати різноманіття варіантів монтажу виробів.

3). Ударо і вібростійким конструктивом, що гарантує міцну фіксацію плати.

По програмній частині:

1) Забезпечення програмної підтримки на рівні операційної системи реального часу RTOS або, як мінімум, DOS.

2) Забезпечення можливості роботи проектуемого програмного забезпечення кущового контролера для збору даних по різноманітним каналам зв'язку (дискретні входи/виходи, RS-232/485, Ethernet, GSM-CSD з'єднання тощо, і їх подальшого збереження в локальній базі даних контролера.

Мета і постановка задачі. Таким чином, внаслідок особливих вимог що пред'являються до реалізації кущового контролера, який забезпечує моніторинг функціонування технологічних об'єктів, виникають наступні задачі, що вимагають вирішення:

1) Вибір апаратної платформи для реалізації контролерів.

2) Вибір системного програмного забезпечення, що гарантує роботу в реальному часі і забезпечує можливість роботи прикладного програмного забезпечення з широким класом зовнішніх інтерфейсів.

3) Розробка програмної реалізації кущового контролера і зокрема функцій бази даних.

Основна частина

Вибір апаратної платформи. Грунтуючись на вимогах, що пред'являються до створення локального контролера, рішення задачі рекомендується здійснювати на основі спеціалізованих плат (одноплатних комп'ютерів) формату PC-104 [5, 6, 7]. Відмінною особливістю механічного конструктиву PC-104 є розташування роз'ємів не на краю плати, а перпендикулярно їй, що дозволяє встановлювати плати один на одного. Така конструкція дозволяє зібрати разом до 3-6 плат і розмістити їх в компактному герметичному корпусі, який матиме велику удароміцність. Подібні одноплатні комп'ютери мають наступні характеристики (залежно від вибраної моделі):

- процесори Intel Pentium M або AMD з частотами до 2 ГГц;

- пам'ять DDR2 SDRAM 1-2 Гбайт;
- відеоінтерфейс з роздільною здатністю до 2048×1536 пікселів при 75 Гц;
- порти Ethernet;
- інтерфейси SATA, IDE Ultra ATA, запаяні флеш-диски;
- інтерфейс Compact Flash Type I/II;
- систему кондуктивного тепловідводу на корпус;
- діапазон робочих температур від - 40 до +85°С;
- стійкість до ударів/вібрації - 50g/5g;
- вологозахисним покриттям;
- підтримку DOS, Linux, QNX, Windows XP Embedded;
- сторожевий таймер;
- напрацюванням на відмову більш ніж 130000 годин, тощо.

Вибір системного програмного забезпечення.

1). **Операційна система.** Оптимальним варіантом, як з точки зору установки системи так і з точки зору подальшої розробки прикладного програмного забезпечення контролера, бачиться використання DOS або його клонів.

2). В якості надбудови над DOS, **для забезпечення комунікації** по протоколах TCP/IP та UDP/IP рекомендуються пакети Datalight SOCKETS [8] чи DM&P DOS Sockets Library [9], що мають повний набір базових функцій, для обміну даними в мережі у рамках вибраної операційної системи.

3). **Забезпечення введення/виведення по послідовних портах** RS-232/485 може здійснюватися або стандартними засобами по роботі з портами, або з використанням бібліотек розширення.

4). **Функції роботи з дискретними входами і виходами** забезпечуються розширеннями BIOS на платах формату PC-104 і, з точки зору програмування, не представляють особливої складності.

Розробка програмної реалізації бази даних у рамках кущового контролера. Програмна реалізація системи керування базою даних (СКБД) для кущового контролера має бути спеціалізованою, оскільки застосування промислових СКБД, типу Oracle, MS SQL Server і інших, в силу особливостей як апаратної та програмної реалізація, так і умов експлуатації, не виявляється можливим.

Реалізацію самої бази даних можна розглядати в двох аспектах: формування переліку базових таблиць, що становлять інформаційну базу контролера і власне програмну реалізацію СУБД.

До складу інформаційної бази кущового контролера повинні входити [11]:

1) довідники складу об'єктів і абонентів, опис поточної конфігурації системи;

2) інтегровані довідники параметрів і подій для об'єктів контролю і управління кущовою мережі (кущового контролера);

3) довідники параметрів і подій абонентів кущовою мережі, які фактично визначають підсхеми

бази даних для різних моделей (типів) абонентів, сумісних з кущовим контролером;

4) довідники і бібліотеки технологічних "програм" і "макропрограм" для роботи контролюваного устаткування під управлінням кущового контролера в автоматичному змінному режимі;

5) журнали зареєстрованих подій і значень параметрів об'єктів контролю і управління;

6) журнали періодичних узагальнених показників;

7) журнали узагальнених показників за результатами виконання технологічних програм і макропрограм;

8) системні файли управління налаштуванням кущового контролера, послідовністю збору інформації в кущовій мережі і рівнями доступу до неї;

9) системні файли-шаблони HTTP-вмісту, що формується при виконанні функцій, за запитами Intranet-абонентів кущової мережі (SSI-файли).

Реалізація програмної підтримки функцій бази даних здійснюється спеціалізованою бібліотекою, що містить набір класів, методи яких дозволяють ефективно виконувати усі операції з базою даних. Базовий клас – TDB_TABLE містить основні методи роботи з базою і ряд породжених класів, що розширюють її функціональність. Відмітною особливістю бібліотеки, є наявність спеціалізованого класу TDB_RING_TABLE, що забезпечує супровід так званих кільцевих таблиць, використовуваних для ведення оперативних журналів зареєстрованих подій і значень параметрів об'єктів контролю і управління. Дослідження цих журналів, у разі виникнення аварійних ситуацій, дозволяє виявити причини їх виникнення і здійснити заходи по запобіганню таким ситуаціям при подальшій експлуатації системи.

Зовнішня підтримка роботи класів. Для забезпечення роботи методів класу в поточному каталозі програми повинен існувати файл DataBase.ini, що описує перелік таблиць і структуру кожної таблиці БД.

Файл DataBase.ini складається з декількох секцій, імена яких розташовані у квадратних дужках. Обов'язковою секцією є секція [CONTENT] – що містить перелік таблиць БД (ТБД). Кожен запис секції складається з імені ТБД, знаку рівно, імені файлу даних для цієї таблиці (у форматі DOS 8.3) і числа з діапазону 0-2, що характеризує рівень доступу до таблиці (0-повний доступ; 1-тільки читання; 2-заборона обробки ТБД). Після рівня доступу через кому може записуватися число, що характеризує максимальну кількість записів в ТБД, якщо таблиця відкривається як кільцева (клас TDB_RING_TABLE породжений від TDB_TABLE). За умовчанням це число дорівнює 100. Закінчується зміст БД двома косими.

Усередині секції допускаються коментарі, що починаються крапкою з комою в першій позиції:

[CONTENT]

;Ім'я таблиці=Ім'я файлу, Рівень доступу [, Макс. кількість записів]

Співробітники=Sotrud.db, 0

Посади=Dolgnost.db, 1

//

Для кожної ТБД створюється секція з назвою, що відповідає імені ТБД в секції CONTENT, і яка описує схему таблиці і створені індекси для неї. Наприклад:

[Співробітники]

;Ім'я поля= Тип, Довжина у байтах, Дес. точка, Рівень доступу

Прізвище=C, 15,0,0

Рік народження=I, 2,0,0

.....

INDEXES:

;Ім'я індексу=Ім'я файлу, Тип ключа, Номер функції, Довжина ключа у байтах

;Перелік полів в ключі

По прізвищу=Sot_fam.idx, S, 0,0, Прізвище

ПосадаЦех=Sot_dc.idx, S, 0,0, Посада, Цех

//

Після імені секції йде перелік імен полів з їх характеристиками. Для кожного Імені поля після знаку рівно вказується тип поля (С – символний; І – цілий; R – дійсний; В – формат BCD, 2 байти; Н – формат Hex, 2 байти; А – формат дати, 3 байти рік-місяць-день; Т – формат часу, 3 байти година-хвилина-секунда), довжина поля у байтах, кількість десяткових знаків (для дійсного) і рівень доступу до поля.

Після опису полів розташований рядок INDEXES після якого йде опис індексів (не більше 5 на одну ТБД). Кожен індекс має **ім'я** і далі після знаку рівно вказується **ім'я файлу індексу** для цієї таблиці (у форматі ДОС 8.3), **тип ключа** (Р – первинний, S – вторинний); число, що відповідає **номеру функції перетворення ключа** або нуль, якщо така функція не потрібна; **довжина ключа у байтах** (для спеціальної функції перетворення) або нуль; **перелік полів** ТБД, що входять в ключ (не більше 5 на ключ).

Закінчується секція опису ТБД двома косими.

Методи класу TDB_TABLE дозволяють виконувати наступні основні операції по роботі з базою: створення і видалення таблиць; додавання, видалення і модифікацію записів, отримання інформації про структуру таблиць; отримання доступу до записів таблиць як по номеру так і за умовою; підключення і перемикання індексних файлів, упаковка і реіндексація БД, тощо

Клас TDB_RING_TABLE є породженим від TDB_TABLE. Основна принципова відмінність таблиць цього класу полягає в тому, що для них встановлюється обмеження на кількість записів - MaxRecord. Якщо кількість записів у файлі досягає MaxRecord, то наступний новий запис поміщається в 1-й запис, далі в 2-у і так далі до MaxRecord, після чого новий запис знову записується в першій .

Для кільцевих ТБД дещо змінюється поняття першого і останнього запису. Останнім записом завжди вважається остання знову додана - LastRecord, а першою - "найстаріша" із занесених.

Якщо число записів у файлі не досягло MaxRecord, то першим записом завжди є запис в номером один (перша занесена), а останньою - остання занесена.

У разі ж досягнення верхньої межі по кількості записів - MaxRecord (наприклад MaxRecord=100) якщо останнім доданим записом була 10-а, то першим записом вважається 11. Якщо LastRecord=99, то перша=100. Якщо LastRecord=100, то перша=1. У класі TDB_RING_TABLE деякі методи базового класу переведені до складу закритих і додані нові.

Висновки

Аналіз вимог, що пред'являються до реалізації кущових контролерів, працюючих в системі віддаленого моніторингу технологічних об'єктів, дозволив сформулювати вимоги до апаратної і програмної частин системи і запропонувати підходи до їх рішення. Зокрема була розроблена спеціалізована бібліотека, що дозволяє на апаратній платформі одноплатних комп'ютерів формату PC-104, реалізувати функції СКБД і забезпечити ефективне ведення бази даних. В силу неможливості використання для ведення бази даних в таких системах потужних промислових СКБД, що вимагають значну кількість апаратних ресурсів, запропонована реалізація забезпечує роботу з базою даних в системах реального часу і працює навіть під керуванням операційної системи DOS. В перспективі планується розширення функціональних можливостей розробленої системи, зокрема, підтримка запитів на мові високого рівня.

Список літератури

1. Галимов Р.Р. *Некоторые аспекты построения распределенных систем мониторинга технологических объектов* / Р.Р. Галимов // *Инновационные недр Кузбасса*.

IT-технологии: сб. науч. тр. – Кемерово: ИИТ, 2008. – С. 51-55.

2. Тарасов О.В. *Структура системы контролю та управління віддаленими технологічними об'єктами* / О.В. Тарасов // *Проблеми й перспективи розвитку IT-індустрії. Матеріали 1-ї міжнародної науково-практичної конференції. – Х.: ХНЕУ, 2009. – С. 24-25.*

3. Костюков В.Н. *Мониторинг безопасности производства* / В.Н. Костюков. – М.: Машиностроение, 2002. – 224 с.

4. Охотников Е.С. *Системы мониторинга технологических процессов нефтегазодобывающих предприятий: классификация и математическое моделирование [Электронный ресурс]* / Е.С. Охотников. – Режим доступа к ресурсу: http://www.ogbus.ru/authors/Okhotnikov/Okhotnikov_1.pdf.

5. *Российская электроника для работы в жестких условиях [Электронный ресурс]*. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.fastwel.ru>.

6. *Электронные компоненты. Компактные компьютеры для работы в расширенном диапазоне температур [Электронный ресурс]*. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.eltech.spb.ru/techinfo.html?aid=300>

7. ProSoft. *Встраиваемые системы. Платы в формате PC-104 [Электронный ресурс]*. – Режим доступа к ресурсу: <http://embedded.prosoft.ru/products/types/3998/>

8. DataLight. *SoftWare for Risk-free Mobile Data [Электронный ресурс]*. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.datalight.com/products/rom-dos/sockets>

9. DM&P Group. *DM&P DOS Sockets Library [Электронный ресурс]*. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.dmp.com.tw/tech/dmp-lib/dsock/>

10. *Оперативный мониторинг технологических процессов промышленных предприятий [Электронный ресурс]*. – Режим доступа к ресурсу: http://www.complexsystems.ru/om_solution.html

11. Тарасов А.В. *Состав и структура локального кустового контроллера в автоматизированной системе управления нефтедобычи* / А.В. Тарасов, В.Ф. Ченцов // *Системы обработки информации. зб. науч. пр. – Х.: ХУПС, 2010. – Вып. 7 (88). – С. 57-59.*

Надійшла до редколегії 11.04.2011

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.П. Авраменко, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ БАЗЫ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ УДАЛЕННЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

А.В.Тарасов

Рассмотрена программно-аппаратная реализация локального кустового контроллера, работающего в автоматизированной системе управления удаленными технологическими объектами. Описаны основные требования, предъявляемые к реализации подобных систем, как на уровне аппаратной, так и программной части и предложены варианты их решения. С целью эффективного ведения базы данных, в рамках выбранной аппаратной конфигурации реализована СУБД в виде библиотеки классов, позволяющая вести историю параметров и событий в системе для контролируемого технологического оборудования.

Ключевые слова: программно-аппаратная реализация, кустовой контроллер, реализация базы данных.

DATABASE HARDWARE-SOFTWARE SOLUTION FOR AUTOMATED SYSTEM OF REMOTE TECHNOLOGICAL EQUIPMENT

A.V. Tarasov

Hardware- software solution for local cluster comptroller working in automated system of remote technological equipment is considered. The qualifying standards to realization of the similar systems at the hardware and software level are described. DBMS realization allowing to store history of parameters and events in the system for the controlled technological equipment are describe too.

Keywords: Hardware-software solution, cluster comptroller, database realization.