

Alarm — система для контроля за состоянием коллайдера HERA

M. Bieler, P. Duval, S. Herb, F. Willeke
DESY, Hamburg, Germany

А. Куракин, В. Соловьев, В. Ярыгин
ГНЦ РФ Институт физики высоких энергий, Протвино, Россия

Введение

Hadron-Electron-Ring-Accelerator (HERA), являясь крупнейшим коллайдером DESY (Гамбург), предназначен для исследования электрон-протонных взаимодействий [1,2]. Он состоит из двух отдельных колец, каждое длиной 6335 метров. Протонная часть коллайдера ускоряет пучок до энергии 920 ГэВ и использует сверхпроводящие магниты. Второе кольцо ускоряет электроны и позитроны до максимальной энергии 30 ГэВ.

Управляющая система HERA является гетерогенной как в части электроники, так и в части компьютерных платформ, операционных систем, сетевых протоколов и программных средств. Однако можно выделить широкое использование персональных компьютеров на всех уровнях [3]:

- IBM PC 386-486 с MS-DOS на уровне Front-end computer (FEC);
- IBM PC Pentium с Windows NT на консольном уровне.

Появился новый, средний уровень контрольной системы, состоящий из FEC второго уровня, обеспечивающих прием, обработку и управление несколькими FEC нижнего уровня, а также взаимодействие с консольным уровнем. Используются стандартные аппаратные средства (16 bits network card) и сетевые протоколы (TCP/IP, UDP), на основе которых реализован home-made протокол с использованием библиотеки Remote Procedure Calls (RPC).

1. Структура и задачи Alarm системы

Многочисленные системы HERA, контролируемые FEC, имеют возможность диагностировать большое количество разнообразных ошибок и Alarm сообщений, которые отображаются различными прикладными программами на консольном уровне, однако до 1997 года в контрольной системе HERA не было главной Alarm системы (АС), способной собирать и отображать на одном экране все подобные сообщения.

В ходе разработки проекта АС использовался опыт создания подобных систем в CERN для контрольных систем PS и SPS/LEP [4-8] и были использованы некоторые общие идеи реализации. Основной задачей при создании АС было ее встраивание в контрольную систему HERA без существенных изменений в многочисленных и уже работающих прикладных программах на FEC. Была поставлена задача регистрации нового класса Alarm сообщений, которые вырабатываются непосредственно “железом”, с точной привязкой возникновения данных сообщений к реальному времени. Каждое сообщение необходимо сопроводить соответствующей описательной информацией, также с привязкой к реальному времени, однако без больших дополнительных нагрузок на сети контрольной системы.

Созданная АС состоит из **3 уровней**: Local Alarm server (LAS), Central Alarm server (CAS) и Alarm Console. АС реализована на базе client/server обмена, обеспечивается гибкость расширения системы в случае подключения новых серверов.

В настоящее время Alarm сообщения поступают от 40 FEC.

2. Local Alarm Server и распределенная база данных

Как и в большинстве контрольных систем, Alarm сообщения, регистрируемые в аппаратуре или при input/output операциях, обрабатываются на нижнем или среднем уровнях FEC. На этих уровнях данные сообщения наиболее удобно обрабатывать, фильтровать, проводить сжатие информации.

Контрольная система HERA построена на клиент/сервер основе, где клиенты анонимны и сервер не может посылать готовые сообщения по определенному адресу. Поэтому возникает необходимость создания локального для каждого FEC Alarm списка, содержащего всю необходимую информацию о событиях и обновляемого по мере их поступления. Основным клиентом для каждого LAS является CAS, хотя данную информацию может получить любой клиент. LAS постоянно готов дать следующие данные:

- общее количество сообщений в Alarm списке;
- время возникновения (time stamp) последнего сообщения;
- количество сообщений с последним time-stamp;
- максимальную величину важности сообщения (severity level), находящегося в данном списке;
- количество сообщений с данным уровнем важности.

CAS, регулярно получая эти данные, имеет возможность дать запрос на получение необходимой Alarm информации от любого LAS. Каждое Alarm сообщение имеет строго определенный формат размером 72 байта. В частности, оно содержит специальный descriptor, описывающий тип данного сообщения.

LAS реализован для всех платформ, существующих в контрольной системе HERA, написан на языке C и имеет простой API, что позволяет легко модифицировать уже существующие прикладные программы для выработки Alarm сообщений. API содержит вызовы SetAlarm() и ClearAlarm(), а LAS берет на себя основную тяжесть по управлению Alarm списком.

Вся информация о возможных Alarm сообщениях для конкретного FEC содержится в трех файлах, два из которых находятся непосредственно на FEC в текстовом формате (.csv), в них содержится основная информация об Alarm сообщении и об устройствах, которые контролируются данным FEC. Дополнительная информация содержится в файле в html формате, полный набор таких файлов находится в специальной общей директории.

3. Time Stamp FEC

Для регистрации наиболее важных Alarm сообщений реализован новый класс так называемых Time Stamp FEC (TSF). Сейчас в контрольной системе работают 7 TSF, расположенных в основных зданиях комплекса HERA. TSF реализованы на IBM PC 386-486, с использованием MS-DOS, прикладное программное обеспечение написано на языке C.

Для ввода и регистрации Alarm сигналов используются Time Stamp Module (TSM), интегрированные в TSF. Их основная задача — считать показание счетчика оборотов пучка в HERA, что позволяет определить время возникновения события с точностью около 21 мксек. Такая точность дает возможность определить последовательность возникновения Alarm событий от наиболее важных систем HERA, что очень важно для последующего анализа произошедшего, например, при аварийном выводе пучка. В задачу TSF входит также контроль за работой TSM и тест-контроль за величиной счетчика оборотов, проверка состояния линии связи с CAS, фильтрация входных сообщений и проверка правильности подсоединения входных кабелей.

4. Central Alarm server

С технической точки зрения CAS реализован на базе IBM PC Pentium с помощью стандартных аппаратных средств (16 bits network card). Для реализации программной части использовался компилятор Microsoft Visual C++ с библиотекой MFC, в качестве операционной платформы — операционная система Windows NT. На последней стадии реализации был использован метод создания приложений ACOP (Accelerator Component Oriented Programming) [9], основанный на новых Microsoft COM-технологиях. В качестве стандарта был принят подход с использованием компонентов ActiveX, включающий низкий уровень на основе первоначально принятых моделей PKTR-RPC и обеспечивающий программную совместимость с ранее написанными элементами иерархии контрольной системы. ACOP как компонент высокого уровня, использующий Microsoft Component Object Model, помогает моделировать глобально распределенные компьютерные системы для широкомасштабного анализа физических данных. Использование ACOP позволило работать независимо в разнородных средах, что является контекстом для будущих подходов по обработке данных, использующих MS COM технологию, которые будут реализованы в ближайшем будущем.

CAS имеет набор различных функций, которые помогают получать и обрабатывать потоки алармной информации или информации о неудачных событиях с FES управляющей системы HERA. Основная функция CAS состоит в построении локального двойного связанного списка всех сообщений, присутствующих в управляющей системе в данный или конкретный момент времени и готовность передачи всего или части этого списка всем заинтересованным клиентам, используя операционную платформу как среду с требованиями мягкого реального времени, что позволяет осуществлять передачи без потери данных.

Alarm сообщения, принимаемые сервером, представляют собой структуры размером 72 байта и имеют полную спецификацию, которая может быть использована для построения списка. Сервер обеспечивает класс функций, которые позволяют обрабатывать сообщения перед тем, как они будут помещены в список. Как только сообщения появляются в списке, они сразу доступны всем заинтересованным клиентам через RPC механизм с соответствующими функциональными вызовами. CAS определяет набор свойств, который обеспечивает получение различной информации.

Для получения информации клиент заключает контракт с CAS, определяя режим работы и тип запрашиваемых данных. Кроме того, сервер обеспечивает процесс обновления списка сообщений и списка FES, которые способны генерировать Alarm сообщения. Наряду с основными сервер имеет ряд функций, которые обеспечивают инициализацию и регистрацию сервера в сети во время start up периода и определение соответствующих свойств, доступных клиентам более высоких уровней.

Для получения информации о состоянии сети и зарегистрированных клиентах сервер заключает контракт с так называемым name-server, который предоставляет необходимые данные. CAS предоставляет следующие возможности программе-клиенту:

- получить Alarm сообщения;
- запросить информацию о количестве сообщений в Alarm списке;
- получить список имен FES, генерирующих Alarm сообщения;
- запросить количество таких FES;
- получить список имен активных (работающих в данный момент) FES, генерирующих Alarm сообщения;
- запросить количество активных FES.

5. Alarm Console

Интерфейс пользователя Alarm Console реализован с помощью Microsoft Visual Basic в среде операционной системы Windows NT. Alarm Console получает алармные сообщения от CAS, используя RPC механизм. Клиентская часть программы представляет собой ActiveX компонент, которому выделяется отдельный процесс, что позволяет исключить возможные потери информации за счет интервенции пользователя.

Программа позволяет обрабатывать и отображать основную информацию об алармных событиях по мере их возникновения. Информация выводится на экран в виде таблиц. Каждая строка таблицы содержит краткую информацию о событиях. Более подробную информацию пользователь может получить из соответствующих файлов баз данных. Информация в таблицах может быть отфильтрована по уровню важности. Каждое сообщение выделяется определенным цветом в соответствии с уровнем важности, что позволяет пользователю легко ориентироваться в таблице. События также делятся по признаку возможности завершения. События однократные выделяются в группу FAST, все остальные помещаются в группу SLOW и должны быть терминированы. Alarm Console также обеспечивает процесс обновления списка алармных сообщений.

Список литературы

- [1] HERA. A Proposal for a Large Electron Proton Colliding Beam Facility at DESY , DESY HERA81-10 1981.
- [2] Status of HERA. F. Willeke, HEACC' 92, 15 International Conference on High Energy Accelerators, Hamburg, 1992.
- [3] Controlling DESY Accelerators with PCs. P. Duval, PCaPAC '96.
- [4] The Data-Driven Alarm System for the CERN PS Accelerator Complex. J.-M. Bouche, J. Cuperus, M. Lelaizant, ICALEPCS'93, CERN/PS 93-54 (CO).
- [5] CERN Alarm System Front-End Software. C. Cameron, CERN/SL Note 94-83(CO).
- [6] CERN Alarm System User Interface. N. Gonthier, CERN/SL Note 95-117(CO).
- [7] CERN Alarm Sytem Mode/Maitenance ORACLE Form Interface. C. Cameron, CERN/SL Note 95-04(CO).
- [8] Technical Manual of the Central Alarm Server. P. Lefort, CERN/SL Note 93-24(CO).
- [9] The Use of ACOP Tools in Writing Control System Software. I. Deloose, P. Duval, H. Wu, CERN/PS 97-67 (CO), Int. Conference on Accelerator and Large Experimental Physics Control Systems (Icalepcs'97), November 3-7, 1997, IHEP, Beijing, China.