



Система прогнозирования аппаратных сбоев

Введение

Основная тенденция в развитии высокопроизводительных параллельных компьютеров состоит в том, что среднее число вычислительных узлов, образующих кластер, растет очень быстро. С ростом размера кластера возрастает и вероятность выхода из строя компонентов кластера. Для высокопроизводительного компьютера, включающего в себя тысячи процессоров и других компонентов вероятность отказа возрастает в десятки тысячи раз. Последствия таких отказов могут привести к ошибкам вычислений, потере данных и сбоям операционной системы. В связи с этим особое значение приобретает задача обеспечения надежности вычислительных узлов кластера.

Существует несколько стратегий, с помощью которых можно достигнуть необходимого уровня отказоустойчивости. Один из способов состоит в создании избыточных аппаратных средств с поддержкой "горячего" подключения. Но такие решения дороги и, кроме того, могут снизить общую производительность системы из-за дополнительных требований к программному и аппаратному обеспечению.

Другой способ увеличить уровень отказоустойчивости — прогнозирование аппаратных сбоев. Ключевая идея систем прогнозирования состоит в том, чтобы предсказать отказ оборудования прежде, чем он может произойти. Современные системы мониторинга, взаимодействуя с аппаратными датчиками (сенсорами), предоставляют широкие возможности для сбора различной информации о состоянии «здоровья» компонент кластера. Анализ таких статистических данных может показать, через какое время тот или иной компонент кластера выйдет из строя.

Наше исследование сосредоточено на разработке интеллектуальной Системы Прогнозирования Аппаратных Сбоев (СПАС), взаимодействующей со множеством компонентов вычислительных кластеров. Анализируя динамику развития «здоровья» кластера, наше программное обеспечение будет способно прогнозировать аппаратные сбои, предоставлять информацию о состоянии кластера в будущем.

Требования к реализации СПАС

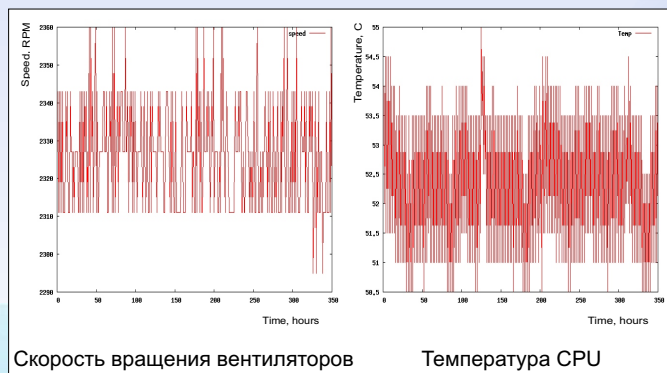
Наш опыт в разработке системы прогнозирования аппаратных сбоев позволяет сформулировать набор необходимых требований к подобным решениям:

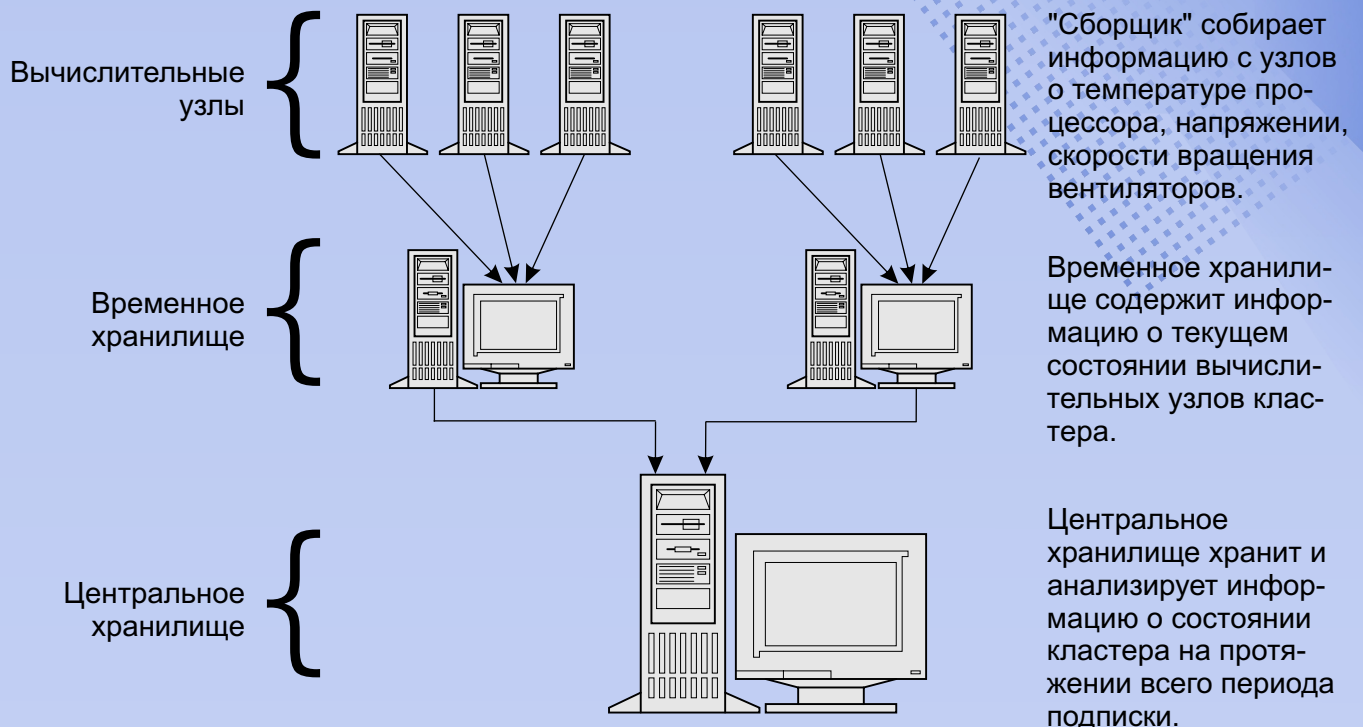
- Простота в настройке и установке. Программное обеспечение не должно быть дополнительной "головной болью" для системного администратора. Важно, чтобы работа всех компонент системы была прозрачной.

- Своевременный прогноз. Ключевая особенность системы прогнозирования — своевременный прогноз аппаратных сбоев. Например, существующая технология S.M.A.R.T. для жестких дисков сообщает о вероятной поломке за 48 часов до того, как отказ фактически происходит. Однако даже такой период может оказаться недостаточным.

- Рациональное использование ресурсов системы. Модули СПАС не должны потреблять слишком много времени центрального процессора и других ресурсов, чтобы не помешать работе пользователей кластера, подписанного на услугу СПАС. Именно поэтому СПАС проектируется таким образом, чтобы решать ресурсоемкие задачи анализа на центральном сервере, а не на стороне клиента.

- Использование безопасных каналов связи и надежных баз данных. Передача информации по каналам связи, использующих алгоритмы шифрования, и использование надежных хранилищ необходимо для того, чтобы скрыть конфиденциальную информацию о системе организации-подписчика.





Архитектура СПАС

Разрабатываемая система прогнозирования сбоев построена на принципе клиент–сервер. Концептуально, работа СПАС изображена на диаграмме:

- Первый шаг — это извлечение основной информации. На кластере, подписанном на услугу прогнозирования сбоев, запускается специальная программа «Сборщик», которая отвечает за получение информации от сенсоров. Сбор данных производится периодически через равные интервалы времени. Кроме того «Сборщик» имеет возможность делать серию замеров, для того чтобы обнаружить случайные отклонения измеряемых величин от их средних значений.

- На следующем шаге накопленная статистическая информация от сенсоров пересылается во временное хранилище на головной вычислительный узел кластера, имеющий выход в сеть. Затем информация с головного узла в сжатом виде передается в центральное хранилище. Система очередности передачи информации позволяет избежать потери данных при сетевых сбоях.

- Третий шаг — хранение и анализ. На этом шаге аккумулированная информация анализируется с целью построения прогноза будущего

состояния оборудования кластера. Своевременно полученные прогнозы позволят сократить риск выхода из строя компонентов кластера.

Мы исследуем различные подходы к статистическому анализу накопленной информации о «здоровье» кластера для прогнозирования аппаратных сбоев. Мы полагаем, что даже упрощенный анализ (например, экстраполяция характера изменения температуры процессора) даст возможность составления адекватных прогнозов и, тем самым, позволит увеличить надежность кластеров.

Выводы

В ходе исследовательской работы разработан прототип системы прогнозирования аппаратных сбоев. Система удовлетворяет двум целям: увеличить время наработки на отказ вычислительных узлов и в то же самое время уменьшить общую стоимость владения кластером.

Наша разработка, ориентирована прежде всего на работу в высокопроизводительных кластерах, однако, мы полагаем, что сервис прогнозирования отказов будет востребован на других платформах, таких как банки данных, фермы серверов и даже персональные компьютеры.