Дата-центры покоряют космос

Уже почти год, с февраля 2021-го, на борту Международной космической станции (МКС) находится вычислительный комплекс Spaceborne Computer-2 (SBC-2). Это первый центр обработки данных, построенный на базе серийно выпускаемых HPE систем для ЦОД и развернутый в космосе для выполнения реальных вычислительных нагрузок.

> [Изображение недоступно]
> *Фото: NASA*

Собственно, одна из задач совместной программы HPE и NASA — убедиться в том, что серверы в стандартном, незащищенном исполнении могут полноценно работать на МКС. Это позволит избежать временных и финансовых затрат, необходимых для разработки защищенных компьютеров, и регулярнее проводить апгрейд, чтобы использовать новейшие технологии, рассказал порталу Data Center Knowledge главный исследователь проекта Spaceborne Computer-2 Марк Фернандес (Mark Fernandez).

Пора обновляться

Большинству компьютеров в космосе, работающих на марсианских спускаемых аппаратах, спутниках и в системах управления космическими станциями — уже десятки лет. По словам Фернандеса, доступные сегодня защищенные процессоры были созданы в 1995–1996 годах. Мало того, что чипы очень медленные, так еще очень непросто найти разработчиков, умеющих писать программный код для такого ″железа″, посетовал Фернандес.

Сама МКС работает на процессорах Intel 80286SX, которые датируются концом 80-х годов прошлого века. Кроме того, на Международной космической станции находится более сотни ноутбуков, планшетов и других устройств. Они используются в качестве удаленных терминалов для управления компьютерами мультиплексора и демультиплексора, а также для электронной почты, доступа в интернет и развлечений.

Ключевые системы на орбите работают на оборудовании, защищенном от радиации. Это значит, что вместо обычных полупроводниковых пластин в нем используются либо дублирующие микросхемы либо чипы на изолирующей подложке. На разработку и тестирование таких систем уходят годы. К тому же, подготовка к космическим программам начинается заблаговременно. В итоге, когда компьютеры попадают в космос, они уже сильно устаревают.

Программа Spaceborne Computer-2 должна помочь в решении этой проблемы. Что касается космической радиации, то в HPE хотят попытаться обеспечить защиту от нее компьютеров с помощью софта.

Spaceborne Computer-1

Пробным шаром в плане размещения серверов в космосе стал проект Spaceborne Computer-1 (SBC-1), который стартовал на МКС в 2017 году.

В рамках этой программы NASA поручило HPE найти ответы на три основных вопроса. Во-первых, можно ли взять компьютер с конвейера и доставить его на ракете на орбиту? Во-вторых, если компьютер выдержит полет, сумеют ли потом специалисты МКС, которые не являются профессионалами в ИТ-сфере, установить и запустить это оборудование? В третьих, сможет ли оно функционировать в космосе и если да, то как долго?

> [Изображение недоступно]

Отправленный на МКС комплекс SBC-1 был выполнен в виде шкафа с двумя серверами, установленными в стандартную 19-дюймовую стойку. В ходе программы, которая длилась почти два года, хотя изначально была рассчитана на год, система круглосуточно выполняла так называемые бенчмарки — серию международно признанных эталонных тестов.

> "Нам нужно было доказать, что комплекс работает. Мы хотели дать нагрузку на процессор, память, накопители. В стандартных тестах вы знаете, какими должны быть результаты, так что по их завершению вы можете проверить, все ли правильно. За всю серию из 50 тысяч тестов мы ни разу не получили ошибку″, - заявил Фернандес.

Аналогичные тесты проводилось на идентичной системе на Земле. Когда Spaceborne Computer-1 вернулся из космоса, специалисты NASA сравнили состояние обоих вычислительных комплексов.

Космосу не нравятся SSD

По результатам проверки выяснилось, что из 20 твердотельных накопителей, которыми была оснащена система SBC-1 на орбите, за время пребывания в космосе из строя вышли девять SSD-дисков. При этом у наземного ″двойника″ отказал лишь один накопитель.

> ″Также в ходе тестов в космосе было допущено в пять раз больше корректируемых ошибок, чем на Земле. Но все они были корректируемыми и исправились сами собой... Главной же проблемой оказались твердотельные накопители. Именно им мы уделили больше всего внимания в Spaceborne 2", - пояснил исследователь HPE.

Spaceborne Computer-2

В рамках новой программы в NASA попросили создать более надежную систему, которая прослужит не менее трех лет — именно столько времени нужно для полета на Марс и обратно. В итоге получился вдвое мощный комплекс SBC-2 из четырех серверов, размещенных в двух шкафах. В составе каждого – серийная защищенная edge-система HPE Edgeline EL4000 Converged Edge System. Разработанная для эксплуатации в сложных условиях окружающей среды, она устойчива к кратковременным сильным ударам и продолжительной тряске, а также способна работать в широком диапазоне температур. В паре с ней идет стандартный сервер HPE ProLiant DL360.

> [Изображение недоступно]
>
> ″В комплектацию Edgeline 4000 входит графический процессор [Nvidia T4 GPU], что позволяет выполнять операции с использованием искусственного интеллекта, машинного обучения и анализа изображений″, - добавил Фернандес.

По состоянию на середину декабря прошлого года ни один из дисков системы SBC-2 не вышел из строя. Впрочем, в этот раз серверы не подвергаются такой интенсивной нагрузке, как SBC-1 во время тестирования. Spaceborne 2 используется для выполнения реальных задач. Хоть и небольшой, но первый центр обработки данных для граничных вычислений теперь работает на орбите.

Практическое применение

Одна из задач, для которых используется SBC-2 – анализ ДНК. Раньше астронавты сдавали анализ ДНК раз в месяц, а полученные результаты отправлялись на Землю для обработки. Теперь обработка происходит на МКС, а на Землю отправляются готовые результаты. Это в 20 тысяч раз сокращает объем данных, которые нужно передать на Землю, отметил Фернандес. По его словам, исследователи также могут анализировать ДНК грызунов и растений на МКС.

> [Изображение недоступно]
>
> "Другая большая область – коммуникационные исследования. Это тесты и симуляции в сфере 5G и последующих стандартов, межспутниковая связь, работа с различными коммуникационными протоколами, алгоритмами безопасности и шифрования, а также создание новых протоколов для передачи данных со спутников на Землю″, - рассказал ученый.

Анализ изображений – еще один важный вариант использования космических ЦОД. Камеры с орбиты делают огромное количество снимков Земли, но на самом деле людям интересны не сами изображения, а что на них меняется. Самый очевидный сценарий связан с простым подсчетом объектов. Например, сколько машин на парковке магазина или техники на стройплощадке? Сколько контейнеровозов в порту? И т. д.

По словам Фернандеса, такой вариант использования все еще на стадии апробации – параллельно с SBC-2 для анализа данных применяются существующие на Земле системы. ″Мы хотим узнать, верные ли получаем ответы, и насколько быстрее они поступают, чем при использовании обычных способов″, - пояснил специалист.

Дата-центры на спутниках

В HPE ставят перед собой и более амбициозную задачу по размещению дата-центров на спутниках, в гораздо более жестких условиях, чем на МКС, где регулируется температурный режим, есть воздух и руки специалистов, чтобы исправить все, что необходимо.

На этом направлении HPE работает совместно с партнером – компанией OrbitsEdge.

> ″Мы планируем создать бокс с защитой от радиации и терморегулированием, чтобы все, что мы туда поместим, могло летать и работать", - рассказал основатель и технический директор OrbitsEdge Рик Уорд (Rick Ward).

Спутниковая система OrbitsEdge формой напоминает зонт, с солнечными панелями, собирающими

энергию, на поверхности и тенью под ним для размещения там компьютера. В самом низу располагаются радиаторы, с помощью которых избыточное тепло отправляется прямо в космос. Таким образом, питание и охлаждение получаются бесплатными.

[Изображение недоступно]

В разговоре с Data Center Knowledge Уорд не стал вдаваться в подробности о том, как именно работает система охлаждения. Сославшись на то, что не может раскрывать детали, он лишь сказал, что в системе используется не вода, а ″кое-что еще, что одновременно обеспечивает охлаждение и радиационную защиту″.

Запуск первого демонстрационного спутника OrbitsEdge ожидается до конца 2022 года.

По словам Уорда, он рассчитывает, что в конечном итоге серверы появятся не только на спутниках, МКС и новых коммерческих космических станциях, но и на окололунной станции Lunar Gateway, на самой Луне, а также на Марсе и на орбите вокруг Марса.

Добавление вычислительных мощностей к спутникам, уже запланированным к запуску, - самый простой сценарий использования, который, к тому же, сделает эти спутники еще более полезными.

По мере снижения стоимости запусков можно будет отправлять в космос специализированные группировки спутников, предназначенных для обработки данных непосредственно на орбите. По мнению Уорда, подобное может стать реальностью уже через пять лет.

Марк Фернандес из HPE тоже считает, что размещение дата-центров в космосе имеет коммерческий смысл. Он отметил, что в этой области проводится множество апробаций концепций и экспериментов, и судя по их объему, в будущем данное направление станет рынком.