

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

Keysight AI Fabric RoCEv2 Test Solution

Валидация производительности фабрик центров обработки данных для нагрузок обучения ИИ

Введение

Обучение крупных моделей искусственного интеллекта требует тысяч вычислительных узлов с AI-ускорителями, работающих параллельно и использующих коллективные коммуникационные операции для обмена данными и результатами. Во многих случаях время и стоимость выполнения задачи обучения определяются производительностью сети, обеспечивающей эти коллективные коммуникации. Keysight AI Fabric Test Solution воспроизводит такие шаблоны коллективных коммуникаций, позволяя инженерам оптимизировать производительность сети под нагрузками обучения ИИ.

Чтобы обеспечить максимально эффективную по времени и стоимости платформу для коллективных коммуникаций, базовая сеть должна обеспечивать высокую пропускную способность, низкую задержку и передачу трафика без потерь. Особое внимание необходимо уделять ECMP-хешированию, взаимной блокировке PFC и сквозной задержке коммуникаций. Для валидации и бенчмаркинга производительности AI-сетевой фабрики необходимо задействовать RoCE Congestion Control и Priority Flow Control (PFC) для оптимизации управления буферами.

Keysight AI Fabric Test Solution включает высокоплотную экономичную аппаратную платформу ([AresONE-M 800GE](#) или [AresONE-S 400GE](#)) и тестовое приложение [IxNetwork](#). IxNetwork моделирует нагрузку обучения ИИ в целевой топологии тестера. Система создаёт трафик, возникающий в результате коллективных коммуникаций эмулируемых конечных точек. Это включает эмуляцию соединений и потоков Queue-Pair (QP), генерацию уведомлений о перегрузке, динамическое управление скоростью на основе DCQCN и гибкие возможности тестирования пропускной способности, управления буферами и ECMP-хеширования. Такая комбинация позволяет инженерам оптимизировать производительность фабрики под нагрузкой целевого AI-сценария и соответствующих шаблонов коллективных коммуникаций.

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

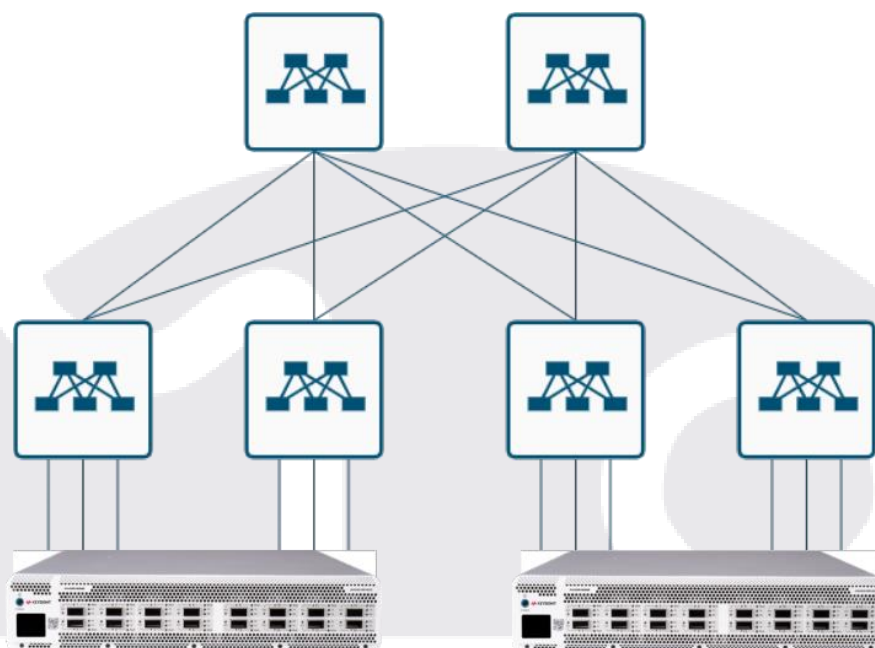


Рисунок 1. Keysight AI Fabric Test Solution

Основные преимущества

- Стресс-тестирование AI-фабрики реалистичным трафиком RoCEv2, эмулирующим нагрузку ИИ.
- Комплексная статистика для диагностики и ускорения вывода решений на рынок.
- Аппаратные уведомления о перегрузке ECN/CNP и управление скоростью DCQCN для каждого Q-Pair.
- Высокоплотная и экономичная перспективная тестовая платформа 400GE и 800GE.

Ключевые функции

- Поддержка RoCEv2 поверх линий 800/400/200/100GE (PAM4 106G и 53G) и 100GE NRZ.
- Эмуляция конечных точек RoCEv2 поверх транспорта IPv4 и IPv6.
- Выполнение RDMA WRITE с типом сервиса Reliable Connection (RC).
- Генерация шаблонов трафика in-cast (N:1), M:N и All-to-all с фиксированной или непрерывной передачей.
- Настраиваемое пользователем количество Q-Pair и код DSCP.
- Обнаружение сигнализации перегрузки ECN и генерация уведомления о перегрузке CNP.
- Выполнение алгоритма управления скоростью DCQCN для каждого Q-Pair с настраиваемыми параметрами.
- Реакция на кадр PFC Pause для приостановки или возобновления трафика.
- Автоматическая генерация PFC Pause с моделируемым размером буфера и порогом для тестирования обратного давления PFC.
- Статистика RoCEv2 по тесту, порту и каждому QP.
- Настраиваемые пользователем Ethernet MTU и IB MTU.
- Комплексная поддержка Tcl, Python/REST API для автоматизации.

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

Высокоплотная экономичная тестовая платформа

Keysight поддерживает AI Fabric RoCEv2 Test Solution на аппаратных платформах 800GE и 400GE. Решение устанавливает дополнительный выбираемый режим аппаратуры, активирующий механизм потоков RoCEv2. Этот механизм не только генерирует трафик от созданных Q-Pair, но и обнаруживает ECN-CE, формирует уведомления CNP о перегрузке и выполняет управление скоростью DCQCN. Обе платформы могут одновременно поддерживать обычное тестирование control plane и data plane L2/3 и тестирование RoCEv2 в разных группах ресурсов, повышая эффективность использования и снижая совокупную стоимость владения.

AresONE-M 800GE в 8-портовой конфигурации является высокоплотной платформой 800GE и поддерживает интерфейсы **QSFP-DD800** и **OSFP800**. Keysight AI Fabric RoCEv2 Test Solution поддерживается в режимах 800/400/200/100GE (электрические линии PAM4 106G и 53G), а также в режиме 100GE NRZ (электрические линии 25G).



Рисунок 2. Keysight AI Fabric Test Solution - AresONE-M QSFP-DD800 и OSFP800

AresONE-S 400GE QSFP-DD в 16-портовом фиксированном шасси поддерживает AI Fabric RoCEv2 Test Solution в режимах 400/200/100GE (электрические линии PAM4 106G и 53G), а также в режиме 100GE NRZ (электрические линии 25G).



Рисунок 3. Keysight AI Fabric Test Solution - AresONE-S 400GE QSFP-DD

Эмуляция RDMA Endpoint

Keysight AI Fabric RoCEv2 Test Solution воспроизводит трафик, возникающий в результате коллективных коммуникаций во время задач обучения ИИ. Решение эмулирует RDMA-конечные точки, устанавливающие соединения Q-Pair, выполняет операции RDMA WRITE в режиме Reliable Connection (RC) с фиксированной или непрерывной передачей и предоставляет статистику RoCEv2 по тесту, порту и каждому Q-Pair.

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

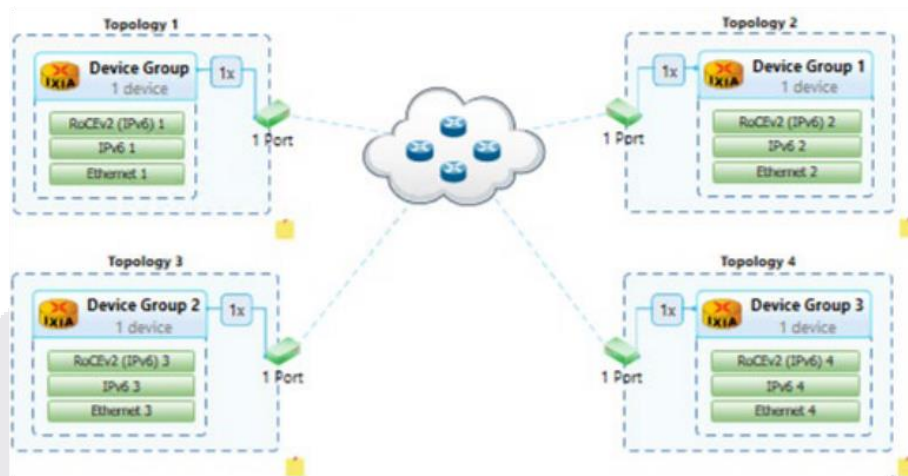


Рисунок 4. Эмуляция конечных точек Keysight AI Fabric RoCEv2 Test Solution - 4 порта all-to-all

Конфигурация Q-Pair автоматически генерирует номер Q-Pair либо позволяет задать его пользователю. Код DSCP может сопоставляться на уровне каждого QP; также настраивается размер сообщения.

Device#	Local Peer	Remote Peer	Local IP	Remote IP	Auto QP Number	Custom QP	Custom QP Number	DSCP	ECN	UDP Source Port	Execute Commands	Message Size	Message Size Unit
1 (x 3)	RoCEv2 (IPv6) 1					Inci2, 1	24	1	Inci49152, 1	RDMA WRITE	1	MB	
# 1.1	RoCEv2 (IPv6) 2	2011:1:2	2021:1:2	2	2	24	1	49152	RDMA WRITE	1	MB		
# 1.2	RoCEv2 (IPv6) 3	2011:1:2	2031:1:2	3	3	24	1	49153	RDMA WRITE	1	MB		
# 1.3	RoCEv2 (IPv6) 4	2011:1:2	2041:1:2	4	4	24	1	49154	RDMA WRITE	1	MB		
1 (x 3)	RoCEv2 (IPv6) 2					Inci2, 1	24	1	Inci49152, 1	RDMA WRITE	1	MB	
# 1.1	RoCEv2 (IPv6) 3	2021:1:2	2031:1:2	5	2	24	1	49152	RDMA WRITE	1	MB		
# 1.2	RoCEv2 (IPv6) 4	2021:1:2	2041:1:2	6	3	24	1	49153	RDMA WRITE	1	MB		
# 1.3	RoCEv2 (IPv6) 1	2021:1:2	2011:1:2	7	4	24	1	49154	RDMA WRITE	1	MB		
1 (x 3)	RoCEv2 (IPv6) 3					Inci2, 1	24	1	Inci49152, 1	RDMA WRITE	1	MB	
# 1.1	RoCEv2 (IPv6) 4	2031:1:2	2041:1:2	8	2	24	1	49152	RDMA WRITE	1	MB		
# 1.2	RoCEv2 (IPv6) 1	2031:1:2	2011:1:2	9	3	24	1	49153	RDMA WRITE	1	MB		
# 1.3	RoCEv2 (IPv6) 2	2031:1:2	2021:1:2	10	4	24	1	49154	RDMA WRITE	1	MB		
1 (x 3)	RoCEv2 (IPv6) 4					Inci2, 1	24	1	Inci49152, 1	RDMA WRITE	1	MB	
# 1.1	RoCEv2 (IPv6) 1	2041:1:2	2011:1:2	11	2	24	1	49152	RDMA WRITE	1	MB		
# 1.2	RoCEv2 (IPv6) 2	2041:1:2	2021:1:2	12	3	24	1	49153	RDMA WRITE	1	MB		
# 1.3	RoCEv2 (IPv6) 3	2041:1:2	2031:1:2	13	4	24	1	49154	RDMA WRITE	1	MB		

Рисунок 5. Конфигурация Q-Pair Keysight AI Fabric RoCEv2 Test Solution

Генерация потоков Q-Pair одним щелчком предоставляет подробную информацию о потоках QP. Пользователь может управлять скоростью трафика либо как процентом от линейной скорости, либо с помощью периода между пакетами.

Tx Port	Rx Port	Destination QP	Packets	Frame Size (Byte)	Source IP	Destination IP	Source MAC	Destination MAC	Udp Source Port	DSCP	Burst Mode	Burst Count
Ethernet -001	Ethernet -002	2	Write First, Write Middle: 1022, Write Last: 1022	Write First: 1122, Write Middle: 1106, Write Last: 1106	2011:1:2	2021:1:2	00:11:01:00:00:01	fc:b0:67:2c:fe:b0	49152	24	Continuous	1
Ethernet -001	Ethernet -003	3	Write First, Write Middle: 1022, Write Last: 1022	Write First: 1122, Write Middle: 1106, Write Last: 1106	2011:1:2	2031:1:2	00:11:01:00:00:01	fc:b0:67:2c:fe:b0	49153	24	Continuous	1
Ethernet -001	Ethernet -004	4	Write First, Write Middle: 1022, Write Last: 1022	Write First: 1122, Write Middle: 1106, Write Last: 1106	2011:1:2	2041:1:2	00:11:01:00:00:01	fc:b0:67:2c:fe:b0	49154	24	Continuous	1
Ethernet -002	Ethernet -001	5	Write First, Write Middle: 1022, Write Last: 1022	Write First: 1122, Write Middle: 1106, Write Last: 1106	2021:1:2	2011:1:2	00:12:01:00:00:01	fc:b0:67:2c:fe:b0	49152	24	Continuous	1
Ethernet -002	Ethernet -003	6	Write First, Write Middle: 1022, Write Last: 1022	Write First: 1122, Write Middle: 1106, Write Last: 1106	2021:1:2	2031:1:2	00:12:01:00:00:01	fc:b0:67:2c:fe:b0	49153	24	Continuous	1
Ethernet -002	Ethernet -004	7	Write First, Write Middle: 1022, Write Last: 1022	Write First: 1122, Write Middle: 1106, Write Last: 1106	2021:1:2	2041:1:2	00:12:01:00:00:01	fc:b0:67:2c:fe:b0	49154	24	Continuous	1
Ethernet -003	Ethernet -001	8	Write First, Write Middle: 1022, Write Last: 1022	Write First: 1122, Write Middle: 1106, Write Last: 1106	2031:1:2	2011:1:2	00:13:01:00:00:01	fc:b0:67:2c:fe:b0	49152	24	Continuous	1
Ethernet -003	Ethernet -003	9	Write First, Write Middle: 1022, Write Last: 1022	Write First: 1122, Write Middle: 1106, Write Last: 1106	2031:1:2	2031:1:2	00:13:01:00:00:01	fc:b0:67:2c:fe:b0	49153	24	Continuous	1
Ethernet -003	Ethernet -004	10	Write First, Write Middle: 1022, Write Last: 1022	Write First: 1122, Write Middle: 1106, Write Last: 1106	2031:1:2	2041:1:2	00:13:01:00:00:01	fc:b0:67:2c:fe:b0	49154	24	Continuous	1
Ethernet -004	Ethernet -001	11	Write First, Write Middle: 1022, Write Last: 1022	Write First: 1122, Write Middle: 1106, Write Last: 1106	2041:1:2	2011:1:2	00:14:01:00:00:01	fc:b0:67:2c:fe:b0	49152	24	Continuous	1
Ethernet -004	Ethernet -002	12	Write First, Write Middle: 1022, Write Last: 1022	Write First: 1122, Write Middle: 1106, Write Last: 1106	2041:1:2	2021:1:2	00:14:01:00:00:01	fc:b0:67:2c:fe:b0	49153	24	Continuous	1
Ethernet -004	Ethernet -003	13	Write First, Write Middle: 1022, Write Last: 1022	Write First: 1122, Write Middle: 1106, Write Last: 1106	2041:1:2	2031:1:2	00:14:01:00:00:01	fc:b0:67:2c:fe:b0	49154	24	Continuous	1

Подробная информация о потоках Q-Pair

Статистика RoCEv2 по каждому QP показывает количество успешных и неуспешных операций RDMA WRITE, количество пакетов и задержку, а также счётчики ECN/CNP/ACK/NAK для проверки работы управления перегрузкой и диагностики сбоев.

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

RoCEv2 Flow Statistics		RoCEv2 Data Plane Port Statistics		RoCEv2 Test Summary Statistics		L2-L3 Test Summary Statistics							
Traffic Item	Dest QP	Data Frames Tx	Data Frames Rx	Frames Delta	WRITE Tx	WRITE Complete Rx	WRITE Fail	Flow Completion Time (ms)	Avg Latency (ns)	Min Latency (ns)	Max Latency (ns)	ECN-CE Rx	
RoCEv2 Traffic	2	23,818,579,410	23,814,491,982	4,087,428	23,260,331	23,256,339	3,992	2,109,795,690	904	587	38,137	13,122,188	
RoCEv2 Traffic	3	22,961,478,727	22,966,951,367	5,472,640	22,423,319	22,428,663	5,344	2,110,606,112	885	590	30,552	4,557,405	
RoCEv2 Traffic	4	23,683,865,312	23,679,559,464	4,305,848	23,128,774	23,124,569	4,205	2,109,711,046	894	585	31,037	6,595,129	
RoCEv2 Traffic	5	26,756,953,551	26,769,222,897	12,269,346	26,129,837	26,141,818	11,981	2,110,517,141	880	587	78,412	6,587,971	
RoCEv2 Traffic	6	24,587,640,266	24,600,674,028	13,033,762	24,011,367	24,024,095	12,728	2,110,606,111	879	587	30,572	6,123,799	
RoCEv2 Traffic	7	27,063,189,171	27,067,253,406	4,064,235	26,428,895	26,432,864	3,969	2,109,711,046	888	580	31,060	8,984,172	
RoCEv2 Traffic	8	26,858,162,548	26,860,350,143	2,187,595	26,228,674	26,230,809	2,135	2,110,517,140	878	590	78,417	5,933,066	
RoCEv2 Traffic	9	25,537,757,431	25,531,396,575	6,360,856	24,939,216	24,933,004	6,212	2,109,795,690	863	587	38,122	6,621,607	
RoCEv2 Traffic	10	27,195,601,839	27,188,309,410	7,292,429	26,558,204	26,551,083	7,121	2,109,711,045	889	585	31,075	8,680,772	
RoCEv2 Traffic	11	23,413,746,973	23,423,321,359	9,574,386	22,864,987	22,874,337	9,350	2,110,517,140	867	582	36,152	3,731,755	
RoCEv2 Traffic	12	23,402,572,737	23,404,078,171	1,505,434	22,854,074	22,855,545	1,471	2,109,795,689	857	580	38,110	4,631,056	
RoCEv2 Traffic	13	26,308,885,965	26,323,073,995	14,188,030	25,692,271	25,706,126	13,855	2,110,606,111	925	582	30,532	13,270,769	

Рисунок 6. Статистика Keysight AI Fabric RoCEv2 Test Solution

Технические характеристики

Параметр	Описание
Аппаратная платформа	AresONE-M 800GE OSFP, фиксированное шасси, 8 портов AresONE-M 800GE OSFP, фиксированное шасси, 4 порта AresONE-M 800GE QSFP-DD800, фиксированное шасси, 8 портов AresONE-M 800GE QSFP-DD800, фиксированное шасси, 4 порта AresONE-S 400GE QSFP-DD, фиксированное шасси, 16 портов AresONE-S 400GE QSFP-DD, фиксированное шасси, 8 портов
Скорости Ethernet	800GE PAM4 (106G, 53G) 400GE PAM4 (106G, 53G) 200GE PAM4 (106G, 53G) 100GE PAM4 (53G) 100GE NRZ (25G)
Конфигурация Q-Pairs	- Локальный и удалённый IP-адрес - Автоматический номер QP или пользовательский номер QP - Код DSCP - Настройка ECN - Исходный UDP-порт - Выполняемая команда: RDMA WRITE - Размер сообщения и единица измерения
Установление Q-Pairs	- Connect Request - Connect Reply - ReadyToUse
Управление перегрузкой	- CNP Priority Type, CNP Priority Value, CNP ECN value - ACK Priority Type, ACK Priority Value, ACK ECN value - NAK Priority Type, NAK Priority Value, NAK ECN value - CNP Delay Timer

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

Конфигурация потоков трафика	• Q-Pair Mesh: In-cast (N:1), All-to-all, Partial mesh (M:N) • Burst mode: Fixed, Continuous • Rate: Target % Line Rate, Inter batch Period • Параметры управления скоростью DCQCN
Статистика	• Количество кадров данных Tx/Rx • Скорость Tx/Rx L1/L2 • Completion time, Flow completion time • RDMA WRITE Count: Complete или Fail • Min/Max/Avg Packet latency • ECN Rx, CNP Tx/Rx, ACK Tx/Rx, NAK Tx/Rx • Ошибка последовательности

Информация для заказа

Партномер	Описание
Партномера Keysight AI Fabric Test Solution	
905-1092	Заводская опция Keysight RoCEv2 Lossless Ethernet Enablement для моделей фиксированного шасси AresONE-S 400GE и AresONE-M 800GE .
905-1093	Опция полевого обновления Keysight RoCEv2 Lossless Ethernet Enablement для моделей фиксированного шасси AresONE-S и AresONE-M .
930-2208	Пакет тестирования Keysight IxNetwork RoCEv2 Lossless Ethernet для моделей фиксированного шасси AresONE-S 400GE и AresONE-M 800GE .
Комплекты Keysight AI Fabric Test Solution	
947-4071	Keysight RoCEv2 Lossless Ethernet Test Bundle для AresONE-S 400GE QSFP-DD , фиксированное шасси, 16 портов.
947-4072	Keysight RoCEv2 Lossless Ethernet Test Bundle для AresONE-S 400GE QSFP-DD , фиксированное шасси, 8 портов.
947-4073	Keysight RoCEv2 Lossless Ethernet Test Bundle для AresONE-M 800GE QSFP-DD800 , фиксированное шасси, 8 портов.
947-4074	Keysight RoCEv2 Lossless Ethernet Test Bundle для AresONE-M 800GE QSFP-DD800 , фиксированное шасси, 4 порта.

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

947-4075	Keysight RoCEv2 Lossless Ethernet Test Bundle для AresONE-M 800GE OSFP , фиксированное шасси, 8 портов.
947-4076	Keysight RoCEv2 Lossless Ethernet Test Bundle для AresONE-M 800GE OSFP , фиксированное шасси, 4 порта.



Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.