

## THUNDERBOLT

Дёмин С.В.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Середкин В.Г.

*Сибирский федеральный университет*

Thunderbolt - это современная технология ввода/вывода, которая поддерживает дисплеи с высоким разрешением и устройства с высокоскоростной передачей данных через единый, компактный порт. Технология разработана на основе сотрудничества компании Intel с Apple и использует тот же разъем мини DisplayPort, который ранее использовался только для подключения внешнего монитора.

Технология Thunderbolt появилась в лабораториях Intel с простой концепции: создание невероятно быстрой технологии ввода/вывода, с помощью которой можно подключать любые устройства. После продуктивного технического сотрудничества между Intel и Apple, Thunderbolt увидела свет и впервые появилась в новой линейке MacBookPro. На сегодняшний день, о своих планах по поддержке Thunderbolt уже объявили целый ряд компаний, среди которых WesternDigital, Blackmagic, Aja, Apogee, Avid, LaCie, Promise и другие.

Компания Intel создала USB и PCI Express, которые стали самой широко применяемой технологией для передачи данных. Apple изобрела FireWire и сыграла важную роль в популяризации USB. Их совместный опыт сделал Thunderbolt самой мощной и гибкой технологией ввода/вывода из когда-либо применяющихся в персональных компьютерах. Thunderbolt стал использоваться в ноутбуках apple macbookpro нового поколения и это дает вам доступ к миру дисплеев с высоким разрешением и высокоскоростным периферийным устройствам с помощью одного маленького порта. Это стало возможным потому, что Thunderbolt основан на двух основных технологиях: PCI Express и DisplayPort.

PCI Express является технологией, которая связывает все высокопроизводительные компоненты Mac и она интегрирована в Thunderbolt. Это означает, что теперь вы можете подключить любые внешние устройства, например RAID-массивы и средства видеозахвата непосредственно к MacBookPro и при этом получить производительность PCI Express. За счёт своей мощности (10 Вт), Thunderbolt позволяет подключать периферийные устройства, которые раньше можно было подключить только к настольным рабочим станциям. С помощью Thunderbolt, вы можете подключать периферийные устройства и через существующие в них USB и FireWire, а также подключаться к сетям GigabitEthernet и FibreChannel, используя простые адаптеры.

В связи с тем, что Thunderbolt основана на технологии DisplayPort, стандартной для мониторов с высоким разрешением, через него вы можете подключить любой дисплей, а для подключения дисплеев с интерфейсами DisplayPort, DVI, HDMI и VGA, просто использовать специальные адаптеры.

Сравнивая производительность шин ввода/вывода интерфейсов USB 2.0, USB 3.0, Firewire 800 и ExpressCard с Thunderbolt, можно сделать вывод, что лидером в

данной номинации является последняя технология. Сводную диаграмму вы можете видеть на рисунке 1.

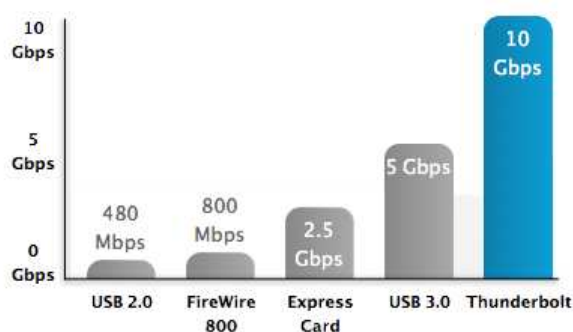


Рис.1 Сравнение протоколов

Производительность шин ввода/вывода:

- USB 2.0: 480 Мбит/с
- FireWire 800: 800 Мбит/с
- PCI Express: 2,5 Гбит/с
- USB 3.0: 5 Гбит/с
- Thunderbolt: 10 Гбит/с

При скорости 10 Гбит/с в обоих направлениях, Thunderbolt позволяет передавать данные до 20 раз быстрее, чем с помощью USB 2.0 и более чем в 12 раз быстрее, чем с помощью FireWire 800. Два канала по 10 Гбит/с позволяют подключать несколько высокоскоростных устройств и дисплеев, без использования хаба (сетевого концентратора, объединяющего машины в сеть) и без снижения производительности.

Интерфейс Thunderbolt подразумевает применение нового чипа, шнура и двух портов. Данный стандарт позволяет передавать данные по двум независимым каналам – в обоих направлениях одновременно, по одному кабелю. Для того чтобы работала эта система, нужен контроллер Thunderbolt – Intel утверждает, что он индифферентен к установленному в системе «железу», в том плане, что может работать как с процессорами и чипсетами Intel, так и с процессорами/чипсетами AMD (а также с центральными процессорами прочих производителей). Работает микросхема как своего рода «миниатюрный роутер», быстро переключающийся в процессе функционирования между двумя двунаправленными каналами данных.

Технология Thunderbolt базируется на полнодуплексной связи и в отличие от основанных на шинах ввода/вывода архитектур, он позволяет поддерживать максимальную скорость передачи данных в обоих направлениях без потерь. Разъем Thunderbolt способен обеспечивать два полнодуплексных канала и каждый канал обеспечивать двунаправленную 10 гигабитную пропускную способность. Совместимость с DisplayPort устройствами обеспечивается за счет режима совместимости между принимающим устройством и продукцией Displayport. Если система обнаруживает подключение устройства DisplayPort, то контроллер Thunderbolt

перейдет в режим совместимости с данными устройствами и отключит режим работы с накопителями.

Кабель Thunderbolt(рисунок 2) может быть как и электрическим, так и оптическим, но они оба используют одинаковый разъем. Электрический кабель предоставляет связь с устройствами на расстояние до 3 метров и питание до 10 Ватт. Оптический кабель увеличивает допустимое расстояние между устройствами до десятков метров.

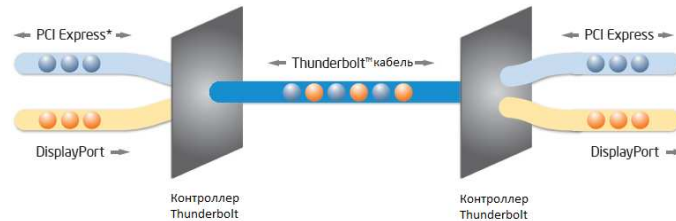


Рис.2 Кабель Thunderbolt

Физический уровень протокола отвечает за поддержку связи и «горячего» подключения, обнаружения и кодирование данных, чтобы обеспечить высокоэффективную передачу данных. Физический уровень был разработан с целью на то, чтобы свести потери к нулю и обеспечить большую пропускную способность. Самое «сердце» протокола Thunderbolt это транспортный уровень. Вот некоторые его достоинства:

- Большая производительность, малое энергопотребление;
- Высокая эффективность, позволяющая использовать как и DisplayPort, так и PCIe в одном сеансе связи;
- Симметричная архитектура, которая поддерживает такие топологии как звезда, дерево и другие, и позволяет использовать такой способ коммуникации как “peer-to-peer” между устройствами с помощью программного обеспечения;
- Протокол позволяет синхронизировать время между всеми подключёнными устройствами.
- Пакеты между источником и конечным устройством могут идти через путь, пролегающий через несколько устройств подключенных с помощью Thunderbolt.

В заключение можно сказать, что технология Thunderbolt является «эталоном баланса» между производительностью, простотой и гибкостью, доступной каждому пользователю. Как самая быстрая технология ввода/вывода, использующая PCI Express и DisplayPort, Thunderbolt открывает новые возможности для систем и разработчиков устройств.