

COMPUTER SCIENCE

ESSAY ONE

USB 3.0

電機一 陳怡伶 B98901169
電機一 郭唯誠 B98901168
電機一 薛宇哲 B98901060

INDEX

一、序言	--- p.1
二、歷史	--- p.1
三、技術層面	--- p.2
四、特色	--- p.4
五、常見問答	--- p.5
六、綜合評論	--- p.6
七、附件	--- p.8

一、序言

前陣子到西門町逛街時，看到電腦店前有著 USB 3.0 的大幅廣告，但到了店裡面詢問店員後，店員卻對 USB 3.0 的產品了解不多，讓我十分失望。另外，我又偶然看到報紙上有對 USB 3.0 周邊產品的報導，看完之後，我覺得內容含糊不清，甚至有些似乎有明顯的錯誤，想必這位記者對 USB 3.0 也不太了解。於是在課堂學習 USB 2.0 之後，我們決定要針對最近十分熱門的 USB 3.0 作深入了解。

二、歷史

USB (Universal Serial Bus; 通用序列匯流排)是在 1994 年由七家公司(Compaq, DEC, IBM, Intel, Microsoft, NEC and Nortel)組成的聯盟共同發展的，這個聯盟叫做 USB 實裝論壇 (USB Implementers Forum, USB-IF, 以下以 USB-IF 稱呼)。USB-IF 決定共同發展 USB 的目的是為了整合各種接頭，希望能有更輕易連接周邊裝置和電腦的方式，並取代主機後面那一大堆不同的接頭。同時，USB 也為外接裝置提供了更大的頻寬。

外接的裝置通常需要特定的驅動程式，而 USB-IF 制定了一套系統，將每種裝置分類，給予特定 ID，插上電腦之後，作業系統自動偵測 ID，再執行驅動程式，外接裝置就可以使用了。

在 1996 年 USB-IF 第一次發表 USB 1.0，此時 USB 1.0 傳輸速率僅有 12 Mbit/s，然而，第一次被廣泛採用的卻是 USB 1.1，USB 1.1 是針對 USB 1.0 的修正版本，於 1998 年推出。USB 1.1 針對不同的使用需求分有兩種不同的傳輸速率，第一種較快的約有 12 Mbps 的傳輸速率，是為了像是硬碟等較大的需求，第二種僅有約 1.5 Mbps 的傳輸速率。

2001 年，USB 2.0 開始出現在市場上，傳輸速率一口氣提升數倍，約能達到 480 Mbit/s 的傳輸速率，同時，USB 2.0 可完全相容之前的版本，包括 USB 1.0、USB 1.1，這種設計，讓市場上的民眾更容易接受 USB 2.0，普及也就更快了。

2007 年新推出的 USB 3.0 更支援全雙工，新增了 5 個觸點(技術部分會在後面加以詳述)。USB 3.0 將支援光纖傳輸，一旦採用光纖其速度更有可能達到 25Gbps。USB 3.0 的設計相容 USB 2.0 與 USB 1.1 版本，並採用了三級多層電源管理技術，可以為不同設備提供不同的電源管理方案。USB 3.0 採用新的封包路由傳輸技術，線纜設計了 8 條內部線路，除 VBus 和 GND 作為電源提供線外，剩餘 3 對均為數據傳輸線路其中保留了 D+與 D-兩條相容 USB 2.0 的線路，新增了 SSRX 與 SSTX 專為新版所設的線路。USB 3.0 的 A 介面繼續採用了與早先版本一樣的尺寸方案，只是內部觸點有變化，然而 B 介面的構造有很大的變化，可能沒辦法達到向下相容的可能。

目前 USB-IF 正在開發中的一種無線通用序列匯流排，它是一種無線資料傳輸標準。未來

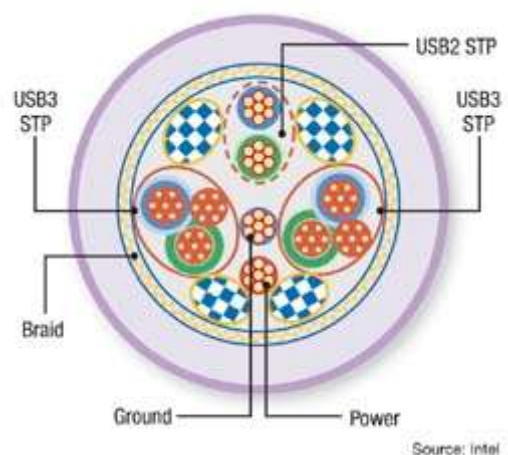
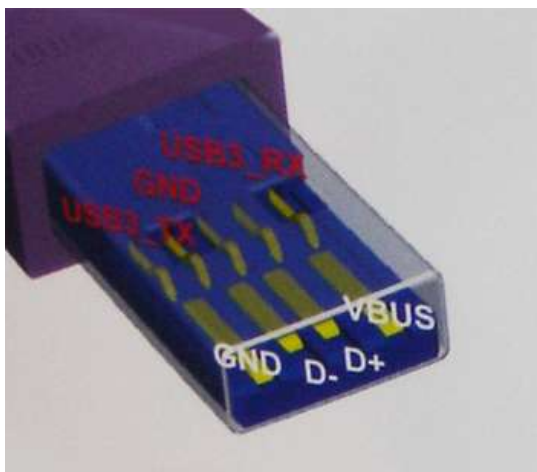
希望能在 3 米內達到 480Mbps 的傳輸速率，在 10 米內達到 110Mbps 的傳輸速率。

三、技術層面

為了能在各種儀器之間運作，USB 2.0 提供三種速度：低速(low speed)、全速(full speed)、及高速(high speed)。當兩儀器間進行資料傳輸時，由主導端發起一個表決機制以確認兩方皆支援此速度，之後便以此速度進行資料傳輸。USB 3.0 提供了第四種速度：極速(super speed)，所以當兩儀器都支援時，其資料傳輸速度能達到原來的十倍。為了實現極速，USB 3.0 在構造以及纜線上都有了變革，茲陳述如下：

纜線方面：

USB 3.0 纜線的組成有：兩條電源線(GND、VBUS)、兩條非極速資料傳輸線(D+、D-)(各支援一個方向)、四條極速資料傳輸線，和 USB 2.0 不同的地方僅在於極速資料傳輸線。此外 USB 3.0 纜線可以負荷 150mA 的電流，此負荷量約為 USB 2.0 的 1.5 倍，而且對最低電壓的要求也較原先 USB 2.0 的 4.4V 略低，為 4.0V。為了應付極速傳輸的需求，纜線的材料須改用光纖，此一技術在目前仍有許多改進的空間。左下圖中紅字的接埠是 USB 3.0 專用的接頭，皆為極速資料傳輸線。而白字的部分為 USB 3.0 和 USB 2.0 共用的接頭，GND 是地線、VBUS 是火線，此二者合稱電源線，另外 D+、D- 分別為輸往兩方向的資料傳輸線。這樣分層的設計使得 USB 3.0 能和 USB 2.0 相容。右下圖為 USB 3.0 纜線縱剖面圖。



晶片方面：

由於 USB 3.0 的設計難度相當高，一開始時將會以整合好幾顆晶片的方式，至於什麼時候會做到一顆晶片搞定一切，就要看各廠商的技術能力跟決心了。現在低價位的顯示卡，板子上除了記憶體之外，往往只有一顆晶片，也就是說，這顆晶片除了負責與 CPU 溝通、繪圖外，還要送出影像信號給顯示器。但幾年前的顯示卡，在這顆晶片外還需要一顆 ADC 晶片，送出類比信號給顯示器，所以電路板面積會比較大，這就是整合與否的差別。

顯示卡晶片是否整合與一般使用者的關係不大，很少有人整天拆顯示卡的，但 USB 晶片是否整合，這問題就很大了。最常見的 USB 儲存裝置，非 USB 隨身碟莫屬，要越小越好，而 USB 隨身碟內，也是縮小到剩兩個晶片：快閃記憶體與 USB 控制晶片。如果 USB 3.0 遲遲不能單晶片化，需要兩三顆晶片才能完成功能，那 USB 3.0 隨身碟的體積可能會是現在的三倍到五倍，耗電量的問題也會讓隨身碟有溫暖手心的特殊功能。

在 USB 3.0 目前所公布的工程數據中，我們認為最糟糕的一點是電纜線長度的問題，很有可能從 5 公尺降到只剩 2 公尺。老實說一開始時，USB-IF 並沒有制訂纜線長度，而是要求纜線的特性必須在某個數字之下，而這個特性會隨電纜線的長度增加而增加，當時的技術在合理成本內就是 5 公尺。其實 USB-IF 這樣制訂是很合理的，除了很特殊的儀器外，一般的晶片根本不知道電纜線有多長，只要信號不錯誤就可以了，不會說 4.99 公尺傳輸正確，5.01 公尺就斷線這種事情。

全雙工加強傳輸速度

由物理特性我們知道，越長的電纜，對傳輸晶片的負擔越大，所以傳輸速度會降低，如果不想降低，只好跟 USB 3.0 一樣，縮短電纜長度。對一般人來說，不要說 5 公尺，2 公尺的 USB 就很足夠了，最長的 USB 電纜需求，是從滑鼠到電腦的距離，而滑鼠是個相當低速的裝置，不必考慮這麼多事情。

根據規格數字看來，USB 2.0 比 1394a 還快，但有很多玩家認為實際上後者卻比較快，這箇中緣故是受到控制方法的影響。我們認為 USB 最大的缺點，是它的半雙工作業方式(Half Duplex)，給予系統相當大的限制，平常偶爾會聽到 USB 2.0 只有 200Mbps，而不是 480Mbps，就是這緣故。

所謂的單工作業，是指一個傳輸通道上一次只能一個人說話，就像每次颱風過後，山區道路常變成單線通車，往南的車輛必須停下來，等往北的通過後才能放行。USB 的單工通訊方式，CPU 與周邊一次只能一邊送出訊號，而且 USB 的通訊方式相當倚賴 CPU 進行仲裁，就算 CPU 再快個 10 倍，所有的控制信號還是塞在 USB，影響 USB 自身的資料搬移。故 USB 2.0 的最大資料傳遞速度真的具備 480Mbps，但那只能維持一小段時間，之後又需要等待 CPU 的允許方能再爆發一次，平均起來就變成拉低效能。

現有的 USB 是以銅線傳遞信號，無法負荷 USB 3.0 的規格期待，所以 USB 3.0 的電纜將與現有不同，內部埋了兩條光纖，用以傳遞 GHz 等級的信號。這件事相當耐人尋味，如果是兩條而非一條光纖，代表可以同時傳遞兩組信號，一個是電腦通往周邊，另一個則是周邊通往電腦，是否 USB 3.0 有機會做到同時雙向通行，也就是全雙工(Full Duplex)呢？那這樣 USB 3.0 的實測性能，很可能會是 USB 2.0 的十倍以上。

除了以上幾點，USB 3.0 技術其實仍有許多討論空間，由於其餘技術涉及太多專業知識，茲提供附件以便參考。

四、特色

1. High Speed

USB 2.0 的最高速度約是 480Mb/s，但是現今的檔案及記憶體需求量都日益增大：32GB 的 SD card 是以往 SM card 的 1000 倍，一張 1200 萬畫素的相片大約是 130 萬畫素的 10 倍，而藍光 DVD 又是一般 DVD 的 3 到 4 倍，外接硬碟的大小也從原先的幾十 GB 變成現在動輒上百 GB，以上的種種需求也促進了 USB3.0 往更高的傳輸速度邁進。



USB 3.0 依照說法可以達到 USB 2.0 的 10 倍快！但是究竟到底有多快？就拿以下例子來說：一張 27GB 的 HD DVD 可在 70 秒內傳輸完畢，而一般的 DVD 光碟，則只要 11 秒便完成了，這樣的速度可說是比親手從光碟機中將光碟拿出再放入另一片還快！

英特爾的工程師表示，他們透過軟體方式，模擬 5GHz 與 25GHz 的速度，雖然速度很誘人，不過請注意是用軟體模擬的。但這仍然透露了一點訊息，USB 的速度將不會停在 4Gbps，USB 3.0 可能會更快，或者下一代的 USB 又會繼續提升速度。

2. Power Support

USB2.0 一直以來就因其不能供應足夠的電壓給用電需求較高的裝置而為人詬病，這也就是某些裝置在 USB 接頭之外會有一個供電插座，而 USB3.0 則可提供多出以往 50 百分比的電量給一般的裝置(約 150mA)，在某些進階的設備上甚至可以多出 80 個百分點（高達 900mA），這樣的改變意味著許多事，例如：更快速的充電、減少因為耗電需求而多出的連結等。在 USB3.0



的接頭中更有一種 B 型接頭，能供應高達 1000mA 給高耗電的裝置，其原因在於接頭上多出了兩個能源接點。

3. Power Efficiency

因為 USB3.0 有了 bi-directional 的設計，也使得在訊號溝通上，控制元件不需要持續的讀取連接的裝置已等候檔案的傳輸，取而代之的是，裝置在要開始傳輸資料前會發送一個信號給主機，已開始檔案的傳送。

如此的運作模式意味著那些沒有啟動或是閒置的裝置不需要持續的從主機獲取電力，結果可以讓維持裝置運作的電壓從 4.4V 降到 4V。

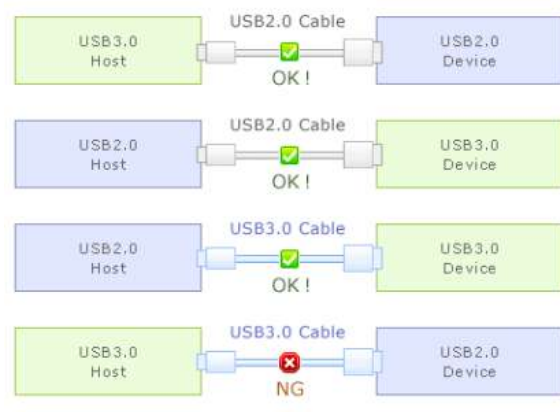
4. Backwards Compatibility

電腦每年都有新規格推出，看這些規格時有個很重要的地方，有沒有向下相容，比如說 200GB 與 100GB 的硬碟機，都可以插在同一個主機板上，USB 1.0 印表機與 USB 2.0 的溝通也沒有問題，不會因為規格升級就要全部翻盤重來。如果不是相同的規格，就是要做到規格通用，以無線上網為例，不論你用 Wi-Fi 或是現在手機公司狂推的 3G、3.5G，甚至是比較少人在用的 PHS 手機上網，不同的技術卻有相同的連線結果，不會說以後用 WiMAX 上網，網頁就會多幾張圖。

向下相容帶給使用者無痛升級，買了新產品一樣繼續使用，這才可以帶給使用者最大的便利性，同時給廠商最大的商機，所以 USB 3.0 在制訂時，便宣稱他們一定會做到向下相容與隨插即用。

因此現今的使用 USB2.0 的週邊設備在未來仍可以持續在 3.0 的插槽上運作，反之亦然，但要注意的一點是，若是將 2.0 的裝置使用再 3.0 的插座上，傳輸時的最高速率及供電將會受限於 2.0 原有的極限，換句話說，前面提到的兩點皆會受到相較之下較低接裝置的限制。

USB3.0 的接頭比起 2.0 來說要大上一些，也就是因為這點讓支援 3.0 的裝置可以接觸到裝設在 3.0 插槽較深處的接點，也就是讓 3.0 功能更為強大的部分，這樣的設計並不影響 backwards compatibility，因為插入 2.0 的接頭只會接觸到必要的部分，而不用擔心碰觸到 3.0 的接點。



五、常見問答

1. What operating systems support USB 3.0?

At the SuperSpeed Developers Conference(as enclosed in attachment) in November 2008, Microsoft announced that Windows 7 would have USB 3.0 support, perhaps not on its immediate release, but in a subsequent Service Pack or update. Conceivably, following a successful release of USB 3.0 support in Windows 7, SuperSpeed support would trickle down to Vista. SuperSpeed support for Windows XP is unknown at this point. Given that XP is a seven year old operating system, the likelihood of this happening is remote.

With the open-source community behind it, [Linux will most definitely support USB 3.0 once the xHCI\(Extensible Host Controller Interface\) specification is made public](#). As is customary, [Apple remains silent](#) on the issue of SuperSpeed USB support in MacOS X. Our opinion is that [if USB 3.0 realizes the promise of plug and play](#) simplicity like USB 2.0 with dramatically increased speeds, the market for SuperSpeed devices will take off, [and Apple will follow the trend](#).

Given the repetitive nature of any software release, USB 3.0 O/S support will come in stages and phases, where initial support may be buggy, slow, or lacking in some features. Over time, these bugs will be ironed out, but expect some growing pains as systems improve and the development teams struggle to catch up to the high expectations of the computing community at large. We will get there, but it will take time.

2. What new applications does USB 3.0 enable?

Basically, any high-bandwidth device that works with USB 2.0 will become better if updated with USB 3.0 support. At the moment, devices that tax the throughput of USB 2.0 include:

- External hard drives - capable of more than twice the throughput available from USB 2.0, not to mention bus-powered portable drives that require non-compliant Y-cables to get the current they require for reliable operation
- High resolution webcams, video surveillance cameras
- Video display solutions, such as DisplayLink USB video technology
- Digital video cameras and digital still cameras with USB interface
- Multi-channel audio interfaces

An example is single-link DVI, which requires almost 2Gbps throughput. Where 480Mbps was limiting, 5Gbps is more than promising.

六、綜合評論

While the market of USB3.0 is promising in many aspects, our group is thinking about [some potential problems](#) of this new-born technology.

[First, for most consumers, current USB2.0 has satisfied most of the needs](#), such as document transfer, picture download, etc. Even though the speed might be somewhat low, and it costs a little more time when the files transferred are large, people generally figure out ways to get by. For example, my friend Allen, who is a big fan of Japanese animated films, had to regularly transfer hundreds of GB from his computer to his external hard disk. Since

currently the speed of USB2.0 is not fast enough, this data transfer often takes him quite some time. During this time, he sometimes would listen to the music, have fun playing computer games, or simply do some homework. About an hour, his data transferred will be finished. To write this essay, I asked him if he would buy USB 3.0 simply to speed up the data transfer, "It depends on the [price](#), of course, but chances are that I will not spend the money." Sarcastically, USB3.0 is not appealing even to an animation fan, much less other people without particular demands.

[Second, the possible applications of USB3.0 are multiple, but the problem is whether we really need it.](#) It's said that with the advent of USB3.0, we can play the films in computer on external devices connected by it without any problems of picture quality. This might be really convenient, but, for now, [it's not a necessity](#). Today most households can have great fun with a DVD player and a high-quality stereo. The heyday of USB3.0 seems at best to be several years away.

[Third, if the price of USB3.0 won't fall to as low as USB2.0 or even lower, most consumers won't consider changing.](#) The reason is simple: consumers don't like to risk money on newly invented products, which, generally, have some potential bugs, or incompatibility. To win consumers' nods, lowering the price is the first step, a major step indeed.

Despite the concern with USB3.0's market, our group, nonetheless, are skeptically [supportive for this new product](#). Here is our reasoning.

[First, even though the application of USB3.0 is limited and unclear today, we somehow believe this product will play an important role in the future. With today's ever increasing demands](#) placed on data transfers with high-definition video content, terra-byte storage devices, high megapixel count digital cameras, and multi-gigabyte mobile phones and portable media players, [480Mbps is not really fast anymore](#). Furthermore, no USB 2.0 connection could ever come close to the 480Mbps theoretical maximum throughput. As we have mentioned earlier, 480Mbps is for an instant. [Taking the inefficiency of half duplex into account, the average maximum throughput in the world is somewhere near 200Mbps](#). All these come down to the need for faster data transfer, hence the role of USB 3.0.

[Second, when it comes to massive data transfer, the cloud computing technology pops into our mind.](#) If one day the dream of [cloud computing](#) comes true in every household, USB3.0 is likely to play a vital role in the servers responsible for cloud computing. Since servers are closely packed supercomputers (millions of computers will take up lots of space if not closely-packed) that need to communicate efficiently with one another, we expect USB3.0 to be an eligible candidate for building the network because of its super speed data transfer. In addition, whenever the supercomputers need regular checking and debugging, as is common for any server today, the plug-and-play function of USB3.0 will be a convenient feature. No engineer wants to fix problems in an array of heat-generating supercomputers.

Moreover, as the age of cloud computing arrives, what stated in the first point will very likely happen as well. The reason is straightforward. Since there is practically no limit in memory space or the processing rate, “the higher the better” will surely be the attitudes of users in terms of photos or films. Also, as a result of the Microsoft slogan, “three screens, one cloud” (three screens for computer, TV set, and mobile phone), there will be increasing need for high-quality films, music or even Internet service in mobile phones or other portable devices, and thus growing demand for USB3.0. In summary, if the cloud computing is to prevail, then USB3.0 will win the market hands down.

七、附件

請參閱另一個檔案。