

植基於 SCTP 之服務遷徙

顧皓翔 顏志穎 謝欽旭 洪盟峰
高雄應用科技大學 高雄應用科技大學 高雄應用科技大學 高雄應用科技大學
電子工程系 電子工程系 電子工程系 電子工程系
shanaq1993@gmail.com jyyan1992@gmail.com csshie@gmail.com mfhorng@cc.kuas.edu.tw

摘要

本篇論文的主要貢獻在於引入串流控制傳輸協定(Stream Control Transmission Protocol, SCTP)的技術來實現、改善服務遷徙效能，進一步提升行動/車載網路之服務品質。在行動/車載網路中，當行動客戶端漸漸遠離其初始伺服器時，連線品質與服務品質將隨之遞減，並將與路徑上其他節點競爭有限頻寬。本研究揭櫫服務遷徙之概念，考量系統容量、網路延遲、網路頻寬等要素，機動地將服務程序遷徙至與用戶端最為近接的伺服器上，藉以縮短其間的網路加權距離，進而提升無線行動網路的服務效能。本研究將考慮車載用戶多重無線介面的特質，利用 SCTP 以及多路徑並行傳輸的機制，以追求平順無縫的服務遷徙。

Keywords : SCTP 、 Service Migration 、 Multi-homing 、 Multi-streaming

1. 前言

車載系統的網路應用趨勢影響著汽車產業其設計產品的發展動向，為更接近使用者的需求，大量的行車安全感應監控設計與娛樂裝置不斷地整合進車內設計中，汽車的電子配備越來越多。車載資通訊網路促使所有的車輛具備連結上網際網路的特性，支援多樣化的服務將不斷浮現。而車輛的高移動性(Mobility)的特性，造成交通狀態隨時變動，如何及時的反應高變動性的資訊狀態，是一種被重視的研究議題，故而本文提出藉由 SCTP 串流控制傳輸協定，利用其 Multi-homing 與 Multi-streaming 等特性來實現、改良服務遷徙(Service Migration)，藉以提升車載行動雲端網路之服務品質及效能。

2. 文獻探討

2.1 串流控制傳輸協定 (Stream Control Transmission Protocol, SCTP)

SCTP 是一種近期的網際網路傳輸層協定，SCTP 可視為 TCP (Transmission Control Protocol) 與 UDP (User Datagram Protocol) 兩個極端傳輸層協定間的一個平衡。SCTP 協定改善了 TCP 協定中的缺點，並且更有效地增進傳輸效率，傳統網際網路架構中最常使用的 TCP 具備了封包確認、擁塞以及重送等可靠性傳輸的優點，但它只在發送與接收兩端點之間，建立單一傳輸路徑

並進行有序性的封包傳輸。當發生封包遺失或網路中斷等錯誤時，封包必須等待重送機制完成重送，或是網路重新建立連線後才會再繼續進行傳送封包的動作。SCTP 協定繼承了 TCP 協定中的封包確認、擁塞以及重送等最重要的可靠性機制，而 SCTP 協定中還採用非有序傳輸的多路徑資料傳輸方式，因此使用 SCTP 協定可以改善 TCP/IP 協定中當發生封包遺失或網路斷線時所造成不可預期的等待時間。此外 SCTP 亦具備了諸多強化功能，諸如多資料流傳輸、多種傳輸協定、區塊綁定傳輸模式、多宿、防止服務阻斷攻擊、路徑管理、選擇性確認等。考量車載行動網路的多重無線介面特性，以及 SCTP 的多路徑傳輸、多宿功能，本論文在交遞/遷徙之際先行啟動新接取網路的傳輸路徑，容許交遞/遷徙期間的多路徑並行傳輸，交遞/遷徙完成之後再行結束舊接取網路的傳輸路徑，此行此一作法可望大幅提升交遞/遷徙的效率與平順性。

SCTP 通訊協定之多路徑傳輸可以有效解決 TCP 單一傳輸路徑會出現 HoL Blocking 延遲的問題，過去部分學者包括 Grinnem [1] 與 Meixner [2] 等人的研究中都有這方面的探討。而 Meixner 等的專家學者則實際比較了串流數目與封包遺失發生時，兩者之間所產生的時間延遲關係，經過觀察後，從實驗結果相比得知，透過多路徑傳輸確實能減少封包遺失的情況，故使用多路徑傳輸實能改善因 HoL Blocking 所產生的時間延遲。

由 Huang [3] 學者所提出的 SCTPGATE 之 SCTP Proxy 方法，作者的目的是為了達到代理 TCP 與 SCTP 通訊協定資料交換，那他所使用的做法是將 SCTP 通訊協定先加入 SOCKS v4 [4]，如此一來 SOCKS 應用程式就可同時支援 TCP 與 SCTP 通訊協定，也就是說可以代理並負責 TCP 與 SCTP 通訊協定間的資料傳輸工作。作者所提出之 SCTPGATE 運作模式，SOCKS 會接收經過 SCTPGATE 由 SCTP client 之網路應用程式所傳輸的資料，並以 TCP 協定代理進行資料轉送予 remote TCP server，以達成 TCP 與 SCTP 通訊協定間之相互通訊。

2.2 無線行動網路的行動支援 (Mobility Support in Mobile Wireless Networks)

交遞可能會發生在不同的存取技術間，也可能運作在不同的網路層級。基於其透過於上層的特性，網路層(Network-layer)的交遞機制獲得特別多的青睞。行動支援協定 Mobile IP v4 (MIPv4) [5]

的問世，反映了使用者對於行動性支援的渴求。網際網路最初的設計是針對固定的網路環境，為了支援行動性，MIPv4 明確劃分本地位址和轉交位址。前者是固定指派的主機位址，用於識別用途，而後者則是動態由外地網域取得，用於封包遞送時的路由選擇。當一個行動節點進入一個外地網域，歷經認證、位址產生、重複位置檢測等程序，將獲得一個臨時性的轉交位址。行動節點將轉交位址回報予本地代理器。爾後，本地代理器將數據封包封裝後轉發給外地代理器。外地代理器將解開封包並轉發到行動節點。透過行動 IP 的轉交通道(Tunneling)技術，對等節點(Peer Node)便能夠在不知行動節點此刻實際位置的情況下，透過本地代理器與行動節點取得聯繫。下一世代的行動 IP 協定 - Mobile IPv6 (MIPv6) [6] 內建了更豐富的行動性支援。它提供了路由路線優化(Route Optimization)，並把外地代理器的功能融入存取路由器(Access Router)中。此外，MIPv6 享有 IPv6 的種種優勢，諸如更大的位置空間以及無需狀態資訊的位址自動配置等。先前諸多改善方案均致力於追求快速、無縫的交遞，例如 FMIPv6 [7] 和階層式行動 IPv6 [8]，其探討的主要情境在於單一無線介面。然而車載無線行動雲端網路中，車載節點均配有一個以上的無線介面，我們認為這是一個值得善加利用的特質，本論文將採行的機制擬同時啟用多重無線介面，搭配 SCTP 的多重路徑傳輸特性，可望再次降低交遞過程的服務暫停時間，甚至達到真正平順無縫的交遞。

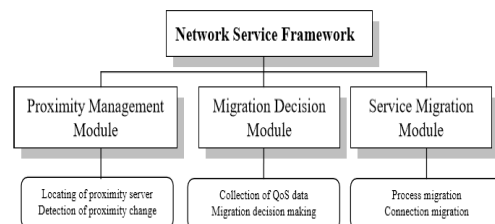
2.3 車載隨意網路(Vehicular Ad Hoc Network, VANET)

隨著行動通訊網路技術的快速發展，我們可以藉由各種設備，隨時隨地的連結到網路上，車輛搭載無線網路存取設備為其重要發展方向之一。車載行動網路為一種以移動車輛為平台，利用無線網路互相連結所形成的動態連結網路。車載隨意網路(Vehicular Ad Hoc Network, VANET)可視為行動隨意網路(Mobile Ad Hoc Network, MANET)的延伸，以車輛為其網路節點。VANET 比 MANET 網路具有節點移動更快且移動方向較規則等特性。車載行動網路研究發展的方向主要以行車緊急事件通報、路況感知導航、行車自動收費系統、門禁系統、智慧停車等等。車載網路目前採用專用的短程無線網路的通訊協定是 DSRC (Dedicated Short Range Communications)，用路人可以透過車載單元(On-Board Unit, OBU)及路側台(Road-Side Unit, RSU)，取得及時的行車安全資訊。在 DSRC 協定中，可分為非 IP 協定的應用，主要負責傳輸行車安全的相關資訊，如車輛與路側單元之間的通訊(Vehicle-to-Road Side Unit, V2R)、車輛與車輛之間的通訊(Vehicle-to-Vehicle, V2V)等。另一類是提供 IP 的協定，負責傳輸與行車安全非相關的資訊，如車上影音娛樂商家資訊等。DSRC 協定

具備高移動性、較低的傳輸延遲、相當程度的安全性、通訊連線快速建立等特性，因此符合本論文之行車安全資訊遞送的要求。因為車載節點具有高度的移動性，在車輛行進的過程中，將會不斷面臨不同網路接取技術間的交遞，因而網路拓撲變動非常迅速，無線網路鏈結相對不穩定。為了提高獲取行動網路資料的即時性與穩定性，我們將藉由改良式交遞及服務遷徙來提升車載行動雲端網路之服務效能。我們可以根據網路的訊務量與訊務內涵來選擇最佳的接取網路，且以傳輸層 SCTP 協定搭配多重無線介面達成平順無縫的交遞。

2.4 服務遷徙

在大範圍的內容分送系統中，為了服務分散各地的客戶群，必須在不同的區域廣泛佈建同質性的伺服器。在此“同質性”乃指所有的伺服器擁有相同的平臺，無論是真實的機器或虛擬機器，其所提供的服務項目與內容均相同。當一個新客戶端提出服務要求時，其初始連線將自動指向最近的伺服器。然而車載網路中，車載客戶端先天具有高度移動性，當車載節點漸漸遠離最初伺服器時，網路加權距離隨之增加，網路延遲網路變長、可用頻寬變少，致使網路服務品質隨之惡化，如圖一(a)、(b)所示。除此之外，路徑變長之後的服務連線，對路徑上的路由器而言亦是一種額外的訊務負載。倘若我們能讓伺服器伴隨車載客戶端移動而移動，前述難題將迎刃而解，雖遷移實體伺服器在現實中並不可行，但這樣的想法激發了我們服務遷徙的概念。在先前的研究中，我們成功地結合輕量級程序遷徙(Light-weighted Process Migration)與連線遷徙(Connection Migration)，為單一無線介面的行動網路環境設計、實作出服務遷徙機制[9]。如圖一(c)所示，一旦網路拓撲隨著客戶端移動而改變，系統將啟動服務遷徙機制，將進行中的服務程式從舊的伺服器遷徙至一個新的近接伺服器，使客戶端與伺服器間儘可能保有最短的網路加權距離，讓進行中的服務能夠持續保有較佳的網路服務品質。此舉不僅個別的連線可以享有更優質的網路服務品質，此舉亦有利整體網路環境。本研究將延續先前研究成果，考量本計畫網路環境中多重接取網路之特性，跨層級結合傳輸層 SCTP 多重路徑傳輸之功能，藉以實現改良式交遞機制，可望再次提升交遞機制的平順性與效能。

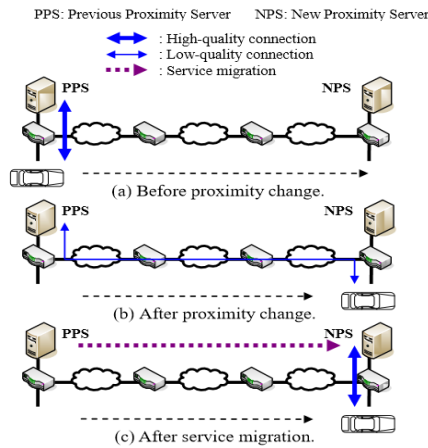


圖一

3.研究方法

因應車載節點移動所衍生的網路拓撲改變，服務遷徙的任務在於將進行中的服務從原先的伺服器遷徙至新的近接伺服器，使車載節點在遊走之際，仍能享有高品質的內容遞送服務，或接收因地制宜的路況服務。

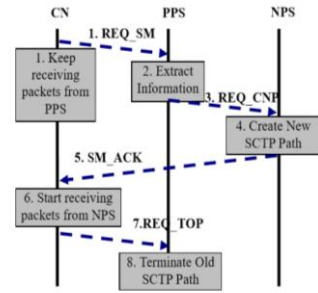
為達此一目標，我們設計了圖二所示的服務遷徙架構。在圖二的網路服務架構藍圖中，有三個主要的功能模組，分別為近接管理模組(Proximity Management Module, PMM)、遷徙決策模組(Migration Decision Module, MDM)以及服務遷徙模組(Service Migration Module, SMM)。此三者彼此密切合作，共同配合實現所揭櫫的目標。每個功能模組各司其職，如圖一所描述。近接模組負責偵測可能的拓撲變化，以及近接伺服器的找尋。遷徙決策模組負責監測、收集關於服務品質的重要參數，並利用他們來做出服務遷徙的決策。第三個模組，服務遷徙模組的目的在於執行實際的程序及連線遷徙。



圖二

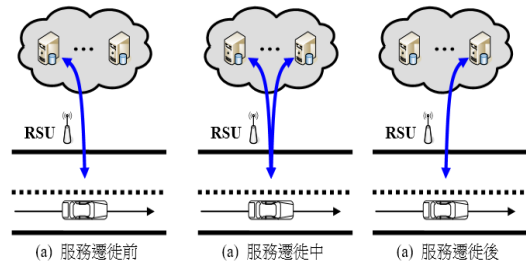
3.1.SCTP 服務遷徙機制：

當一個車載節點遊走於不同網域之際，其近接管理模組(PMM)將持續監控近接性的變化(這裡所謂的“近接伺服器”是指到用戶間有著最短網路加權距離的伺服器。), PMM 可以根據行動 IP 層的回報或主動觀察封包往返時間、路由跳接數(Hop Count)的變化據以判斷。行動節點的移動或網路拓撲的變化均可能導致近接性改變，一旦偵測出近接性的變化，PMM 即著手尋找新的近接伺服器。隨後行動節點的遷徙決策模組(MDM)將和新、舊伺服器的 MDM 溝通，蒐集遷徙決策所需的資訊。MDM 根據這些蒐集到的資訊，加上本身對訊務類型及連線品質的理解，做出遷徙與否的判斷。一旦判定服務遷徙有助於服務品質的增進，則由服務遷徙模組(SMM)執行真正的服務遷徙動作，而其服務遷徙控制流程如圖三：



圖三

相較於 UDP 與 TCP，SCTP 是較為近期新發展的傳輸層協定，本論文將善用其多宿(Multi-homing)、多重路徑傳輸等特性，尋求服務遷徙實作的另一新選項。其運作概念如圖四所示，服務遷徙前由舊伺服器透過舊路徑遞送資料；服務遷徙之初新伺服器建立新路徑遞送資料、服務遷徙期間新、舊伺服器同時透過其路徑遞送資料；矣服務遷徙完成後，舊伺服器結束其舊路徑的資料遞送。藉由遷徙期間新、舊路徑並行遞送資料，將可輕易達成平順無縫的服務遷徙

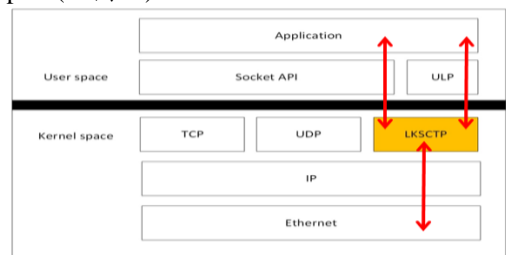


圖四

3.2 目前 Linux 平台 SCTP API 可分為兩種：

3.2.1LKSCPT：

將 SCTP 協定實作於作業系統之 kernel space，應用層之網路程式使用 socket API 或 ULP(upper layer protocol)以使用 SCTP 協定進行傳輸，lksctp 運作於 linux 作業系統之 kernel space(如圖五)

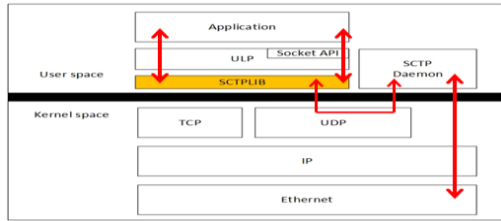


圖五

3.2.2SCTPLIB：

SCTPLIB 在作業系統中是屬於 user space 的設計(如圖六)，利用 raw socket 運作 SCTP 協定，以服務應用層網路程式。SCTPLIB 為了能夠達到於系統內部服務多個應用層網路程式，透過 UDP 協定與 SCTP daemon 協同運作，SCTP daemon 是負責同步排程工作以及與底層溝通

的任務。



圖六

3.2.3 小結

以作業系統層面比較 LKSCTP 與 SCTPLIB 在 SCTPAPI 實作上，因 SCTPLIB 位於 user space，因此在 kernel space 與 user space 間需要額外支付出資料複製的成本，因此預期 LKSCTP 效能會較 SCTPLIB 佳。

3.3 SCTP socket style interface 的選擇

3.3.1 一對一串接口 (one-to-one style Interface)

SCTP 的一對一方式類似於連接導向性協定 TCP，只是打開的 socket 是 SCTP socket。這樣的介面型態僅能控制 SCTP socket 中的一個關聯 (associate)。為何要定義一對一介面，其目的是允許建立於其他連接導向性協定的所有應用程序能不費吹灰之力的間接去使用 SCTP 協定，好處是開發者能在相似的語義下使用 SCTP。另一點要注意的是 SCTP 不提供 TCP 那樣的半關閉，在呼叫 shutdown() 後就會關閉 SCTP 關聯，這是與 TCP 不太一樣的地方。

3.3.2 一對多串接口 (one-to-many style Interface)

這一套語義類似於非連接導向性協定，如 UDP。而 one-to-many style 可以控制多個 SCTP 關聯與 UDP socket 相似，它可以與許多端點溝通。每個關聯都會分配到一個 ID，用來區分他們的不同。這邊要注意的是 SCTP 屬於連接導向特性和它並不支援廣播或多點傳輸。

3.3.3 小結

interface \ user type	Server-	Client-
One to one style-	socket() bind() listen() accept() close()	socket() connect() close()
One to many style-	socket() bind() listen() recvmsg() sendmsg()	socket() sendmsg() recvmsg() close()

表一

本篇論文須週期性探測多個伺服器，從中擇優的去服務客端給予穩定的傳輸，故選擇一對多 socket style 會是較佳的選擇。透過整理好的表一可得知兩不同介面所使用函式的差異。

3.4 串流技術介紹

傳統播放影片的方式是從伺服器端將影片複製到客戶端，再使用支援該編碼撥放軟體進行播放，因此在影音檔案較為龐大的情況下，需花費大量時間等待下載完成才得以觀賞影片內容。串流技術則是將影片重新壓縮與編碼，並將多媒體檔案切割成數個片段內容，再由串流媒體透過網路作為傳

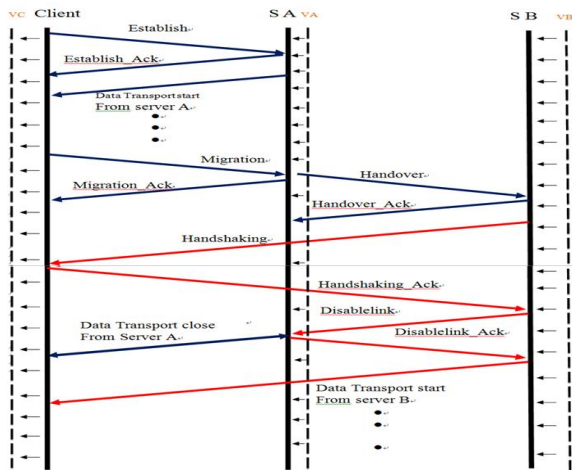
輸媒介，以快速穩定的方式將檔案傳送至用戶端，用戶端不必等待所有資料下載完畢即可觀賞影片內容，檔案的片段資料是直接由緩衝記憶讀取撥放後丟棄，如此可以大量節省客戶端磁碟儲存空間以及下載所需的等待時間，因此串流服務是現行被大量運用在線上教學、視訊會議、隨選視訊、即時線上轉播等各種多媒體應用上的一種技術

多媒體串流的廣播方式大致可以分為單點 (Unicast) 廣播與多點 (Multicast) 廣播兩種，前者可以提供隨選視訊 (Video On Demand, VOD)，各個用戶可以選擇自己喜愛的影片內容進行撥放，並依照各個用戶需求，對正在觀賞的影片進行撥放、暫停快轉、倒帶等功能，但可連線至 VOD Server 的數量將受限於網路頻寬。後者可以提供多人同時廣播的方式，以降低對網路頻寬的需求，但無法提供 VOD 的方式給用戶，因此多點廣播常被運用與線上即時影音串流的應用上。

目前市面上有許多串流多媒體伺服器可以選擇，如 Apple 公司所開發的 Darwin Streaming ServerNJ 雖然為開放源碼，但要進行串流的影音檔案必須經過 Hint 處理，而 Microsoft 公司所開發的 Windows Media Server 雖然操作比較容易，但只能使用在微軟的作業系統上以及非開發源碼等。本論文使用非營利組織 VideoLAN 所開發的 VLC 做為 Streaming Server，VLC 在操作上非常容易，支援 HTTP、RTP、RTSP、UDP 等串流方式，欲撥放的影音檔案也不需經過 Hint 處理，此外還支援單播和多播功能

3.5 信令圖

我們在 VLC server A、B 端 (簡稱 VA 與 VB) 及 VLC 的 client 端 (簡稱 VC) 之間建立一條 SCTP tunnel 在影片的傳輸過程利用這條通道來完成服務。從使用者的觀點來看並不需要去做額外的操作就已經默默地完成遷徙，使使用者擁有最佳的平順無縫的流暢影音服務，想當然爾，使用者不會知道我們背地裡到底做了哪些事情，藉由圖七就能清晰得知，首先，客戶端會先跟服務端要求要看甚麼影片，那就是一開始的建立連線 (Establish)，這時 Server A (簡稱 SA) 就會著手進行影片服務的提供，而客戶端高速移動情況而遠離了 SA 而無法持續提供最佳的服務，此時 client 端就會下令 (migration) 要求更換比 SA 更佳的服务提供者來接續服務，那就是圖中的 Server B (簡稱 SB)，SA 就將手中的目前的服務資訊換手 (handover) 給 SB，接下來就由 SB 繼續提供服務給 Client 端完成服務遷徙機制。



圖七

4.研究結果

深入了解 SCTP 規範、特質後，本研究著手評估 SCTP 實作平台，擇優藉以實現圖一所設計之 SCTP 服務遷徙機制。首先建立 SCTP 的實作環境，我們採用 Linux 作業平台，之後安裝 sctp library，在終端機輸入 `sudo apt-get update` 與 `sudo apt-get upgrade` 兩個指令，做更新版本與升級的動作，以便在後續的安裝程序中版本可以支援及相符，安裝完後下 `modprobe SCTP` 指令，就可發現 sctp module 已被載入 kernel 中了

服務遷徙的核心機制以 C++ 語言撰寫，以 SCTP Socket API 實作出 SCTPProxy 中所提之 SCTP Proxy 架構。將其概念引用進來，利用 SCTP Socket API 為通訊端點間之 UDP/TCP 建立 SCTP 通訊通道 (Tunnel)。為承載客戶端、新舊伺服器間溝通的信令，我們也設計了以下的資料結構：

```

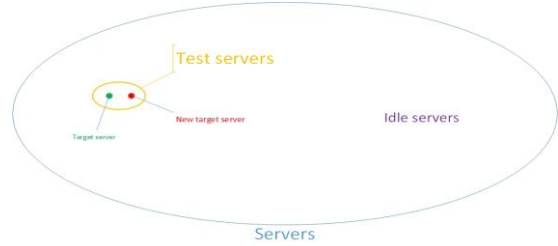
struct command{
uint8_t cmd;
char info32[32];
char data[DATASIZE];
};
struct migration{
uint8_t cmd;
struct sockaddr_in addr;
char info[12];
};

```

4.1Client 端實作環境如下所列：

Client	Software	System: 14.04.1-ubuntu Kernel version: 3.16.0-30-generic Sctp license: GPL Sctp vermagic: 3.16.0-30generic SMP mod_unload modversion 686 Sctp srversion: 5928BEC0056539C11CC9741
	Hardware	CPU: Intel(R) Core(TM) i3-5010U Memory: 4G HardDisk: ATA 128G Ethernet interface: Realtek 1Gbps

對於客端角度來講，會面對四種類型的 server：目標伺服器、新目標伺服器、被測試伺服器(包括目標 server 本身)、空間伺服器如圖八



圖八

4.1.1 目標伺服器：

被客戶端要求建立連線的初始對象，亦是在服務遷徙機制啟動前的服務提供者。

4.1.2 新目標伺服器：

在服務遷徙機制中被判定服務品質比目標伺服器還佳時，就會成為了服務遷徙機制中 handover 的新目標。

4.1.3 被測試伺服器：

在目標伺服器提供服務時，為使服務品質保持優良的狀態，故會不斷測試目標伺服器及其附近的伺服器，如有比目標伺服器更優的，將會進行服務遷徙反之則不會進行而繼續探測。

4.1.4 空間伺服器：

未來可能會被納入服務範圍的眾伺服器群。

Server 端時環境如下所列：

Server A	Software	System: GUN/Linux 14.04.1-ubuntu Kernel version: 3.16.0-30-generic Sctp license: GPL Sctp vermagic: 3.16.0-30generic SMP mod_unload modversion 686 Sctp srversion: 5928BEC0056539C11CC9741
	Hardware	CPU: Intel(R) Core(TM) i3-4010U Memory: 8G HardDisk: ATA 128G + kingston 240G Ethernet interface: Realtek 1Gbps
Server B	Software	System: GUN/Linux 14.04.1-ubuntu Kernel version: 3.16.0-30-generic Sctp license: GPL Sctp vermagic: 3.16.0-30generic SMP mod_unload modversion 686 Sctp srversion: 5928BEC0056539C11CC9741
	Hardware	CPU: Intel(R) Core(TM) i3-5010U Memory: 4G HardDisk: ATA 128G Ethernet interface: Realtek 1Gbps

在本文實驗環境中使用了兩台伺服器，利用 SCTP 的特性能讓影片傳輸過程保持順暢流通，在服務遷徙過程中，重要的是必須能讓新舊目標伺服器能夠將資料互相溝通傳遞，讓行動用戶端能在高速移動的情況下不再擁有觀看畫面定格、延遲而產生的煩厭感。初步雛形成果如圖八所示，進行中的資料遞送服務可以在兩個伺服器 A、B 間順利地切換。

```

Cmd:255 info:ServerH Data:42
^ZEnter Ctrl+Z
SWList0_192.168.0.205 stream:4 Packagesize:1349
IP:192.168.0.203 Data:43
Cmd:255 info:ServerA stream:5 Packagesize:1349
IP:192.168.0.203 Data:44
IP:192.168.0.203 stream:5 Packagesize:1349
Cmd:23 info: Data:
IP:192.168.0.205 stream:6 Packagesize:1349
Cmd:255 info:ServerB Data:45
IP:192.168.0.205 stream:7 Packagesize:1349
Cmd:255 info:ServerB Data:46
IP:192.168.0.205 stream:8 Packagesize:1349
Cmd:255 info:ServerB Data:47
IP:192.168.0.205 stream:9 Packagesize:1349
Cmd:255 info:ServerB Data:48
IP:192.168.0.205 stream:10 Packagesize:1349
Cmd:255 info:ServerB Data:49

```

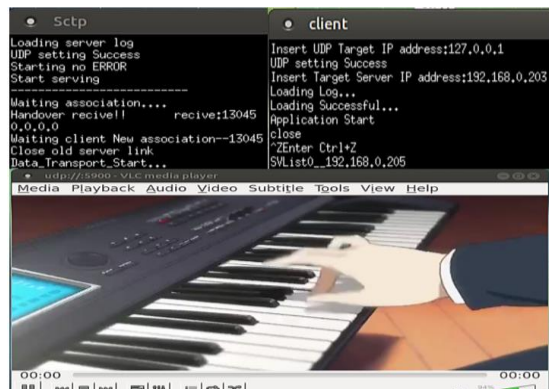
圖九

接下來導入影片並透過 SCTP 協定與服務遷徙的機制使得影片可在最佳的服務品質下播放，首先，透過圖十可以看得出 client 端，發出建立連線

請求，一開始先由目標伺服器(左上角白底圖 IP 為 192.168.0.203)提供影片資訊，這些資訊在傳輸的過程中是利用 SCTP 多串流的機制去實現，目的就是為了使影片更加流暢的播送，當 Client 需啟動服務遷徙機制時將會發出請求(圖十一)，當初始目標伺服器收到 migration 指令時，就開始著手與新目標伺服器(左上角黑底圖 IP 為 192.168.0.205)建立連線並告知目前為止所提供的服務到哪裡及其他相關資訊，那新目標伺服器同時也會與 client 端建立新的連線並包含著被測試伺服器的資訊，然後切斷與舊目標伺服器的連線，同時舊目標伺服器也會與 client 端斷開連線，則後續影片播放的服務就由新目標伺服器來繼續提供，換句話說，也就成為了當前的目標伺服器，再輸送影片的過程中，一樣地會保證目前傳輸服務品質是最優良，若否則等待 migration 機制的啟動，並探測尋找新的目標伺服器。



圖十 服務遷徙前



圖十一 服務遷徙機制完成

5. 結論與討論

為了讓使用者在搭乘高移動性車載時，使用可連網裝置收看影音能有良好的收看品質，本篇論文提出的方法是先利用 SCTP 串流控制傳輸協定特性，多傳輸路徑可以加快影片的傳輸效能避免 HoL blocking 及網路服務阻斷攻擊，再者未來期待可以利用其多宿主特性允許端點間可以透過多個網路裝置達到路徑備源的能力，當 heartbeat 偵測到主要路徑中斷時，會選擇一條備援路徑進而達

到快速恢復其原有的效能。另外透過服務遷徙機制可以探測出對於行動用戶端來講目前最好的服務提供者，並換手給予新的提供者使其無間斷地提供服務，讓用戶可以保持在最佳的服務品質，而實際對於行動用戶端來看影片只是會稍微間斷 1~2 秒但當服務遷徙完成後將可避免因為頻寬不足，所造成影片畫面停格的現象。享有這樣好的服務只需要先安裝 VLC 影音媒體串流播放器及加裝本篇論文所提出的基於 SCTP 的服務遷徙機制，就不需要再做任何額外的操作，就能在高速行動車載上享有好的服務品質以便觀看穩定且順暢的影音。

致謝

感謝國科會專題研究計畫編號 NSC 99-2221-E-151-043-的經費協助，使本論文能順利完成，謹此致謝。

參考文獻

- [1] R. Steward, Q. Xie, L. Yarroll, K. Poon, M. Tuexen, "Socket API Extensions for Stream Control Transmission Protocol (SCTP)", draft-ietf-tsvwg-sctpsocket-15, IETF, July 9, 2007.
- [2] K.J. Grinnem, T. Andersson and A. Brunstrom "Performance Benefits of Avoiding Head-of-Line Blocking in SCTP", Proceedings of the IEEE ICAS/ICNS, pp.44-51, October 2005.
- [3] A. Meixner, P. Yin, D. Onyango, and A. Vahdat, "Design and Evaluation of a Kernel-Level SCTP Implementation", <http://www.cs.duke.edu/~py/paper/miscPaper/sy-s-sctp.tech.2001.pdf>.
- [4] T.C. Huang, Design and Implementation of TCP-Compatible SCTP Vertical Handoff Platform for ALL-IP Heterogeneous Networks, Master Thesis, Department of Computer Science, National Tsing-Hua University, HsingChu, Taiwan, 2005
- [5] R. Stewart, Ed., Stream Control Transmission Protocol, RFC-4960, 2007.
- [6] C. Perkins, IP Mobility Support for IPv4, IETF, RFC-3344, 2002.
- [7] D. Johnson, C. Perkins, and J. Arkko, Mobility Support in IPv6, IETF, RFC-3775, 2004.
- [8] R. Koodli, Fast Handovers for Mobile IPv6, IETF, RFC-4068, 2005.
- [9] 謝欽旭、林聿中，應用於次世代網路之多媒體傳輸與發佈—計畫二：以整合式服務遷徙提升無線行動網路服務品質(I)，國科會專題研究計畫 (NSC 99-2221-E-151-043-), 2010。