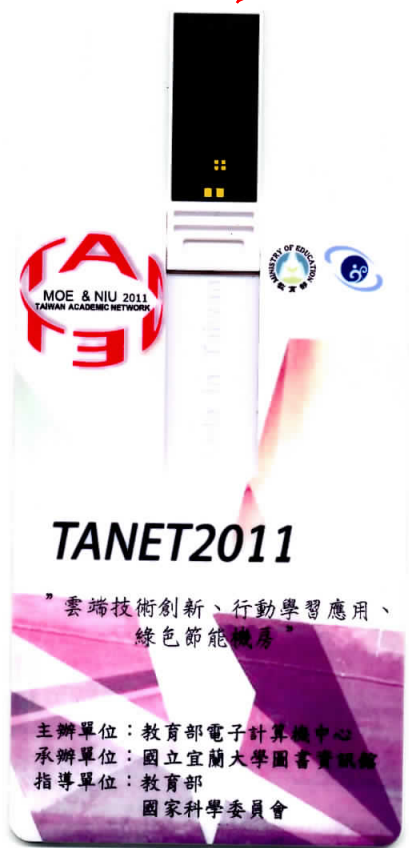


以USB 記憶卡論文集
電子檔公開發行



支援即時遷移 SIP 雲端網路電話系統設計與實作

劉嘉惟 張惟翔 江易書 吳建宏 蘇暉凱*

國立虎尾科技大學

hksu@nfu.edu.tw*

摘要

近幾年來，網路電話 (VoIP; Voice over IP) 服務在全球各地廣受歡迎，對傳統電話服務帶來了巨大的衝擊，許多企業和個人用戶開始選擇 VoIP，甚至放棄傳統電話服務。然而現今網路電話架構為集中式架構，當使用者增多時將可能造成伺服器的超載，導致使用者電話品質降低，因此本論文提出支援即時遷移 SIP 雲端網路電話系統，本系統可分為兩大部分，第一部份為 SIP 網路電話雲端伺服器系統，第二部份是 VoIP 使用者終端機系統，在 SIP (Session Initiation Protocol) 網路電話雲端伺服器系統部分，本論文以 OpenNebula 為基礎，開發網路電話雲端伺服器，當伺服器負載過重或需要維修時，可以啟動且支援 Live Migration 功能，將服務動態遷移至另一台實體伺服器繼續服務，讓使用者在動態沒有感覺服務被中斷的狀態下，繼續通話。使用者端部分，為了突破封閉式限制，將採用 Android 開放系統，開發支援即時遷移 SIP 雲端網路電話終端機系統，來達到方便、符合人性界面的 SIP 之網路電話系統，並提升網路電話系統之穩定性。¹

關鍵詞：雲端運算、網路電話、會談起時協定、服務可靠度、服務品質

1. 前言

從網際網路剛開始發展到現今，已經讓全世界緊緊依賴且運用於生活中種種的事物，從一開始軍事用途，到現今購物、娛樂、教學...等等，而因人們追求便利的生活方式，網路的頻寬也大幅的提升，這也表示現今的網路環境已達到一定的水準，頻寬問題已不是影響網路電話發展之唯一因素。

目前傳統網路電話系統的伺服器皆採集中式架構，伺服器必須進行大量電話資料儲存及話務訊息交換，但是集中式架構容易因為系統負載集中，而導致網路電話服務品質降低。此外，當話務量爆增或是伺服器當機時，使用者將無法進行通話、註冊等服務。

本論文設計與實作支援即時遷移 SIP 雲端網路電話系統，針對傳統網路電話伺服器集中式架構導致用戶通話品質降低的問題，提出兩點改善方

法，第一點為運用 Google 所公布的開放式 Android 來撰寫應用程式，解決開發者在開發附加元件與系統整合的過程中，系統相容性的問題，第二點則是將網路電話伺服器虛擬化，並運用具有開放原始碼特性的 OpenNebula 來管理，當實體伺服器負載過重或故障維修時，可以經由 Live Migration 將實體伺服器上的網路電話虛擬伺服器轉移至另一台實體伺服器上，達到保障使用者通話服務品質、降低單一伺服器負荷並有效分配系統資源，最後在網路電話服務 (VoIP) 本論文採用 SIP 標準規格[7]，以與其他 SIP VoIP 系統相容。

2. 背景

本論文相關背景技術可分為三大部分；第一與第二部分是介紹網路電話與雲端技術來架設的 SIP Server，第三部分為 Android 系統架構與相關網路電話軟體介紹。

2.1 網路電話協定-SIP

SIP 是一種點對點「Peer to Peer」的通訊協定，採用分散式架構，透過 URI 來命名位址與使用純文字格式來傳送訊息，使 SIP 能夠藉由網際網路模型的優點，來架構 VoIP 網路與應用程式。

標準規範中 SIP server 由兩部份組成，一部分為用戶端，又稱為用戶代理 (User Agent)，另一部份為伺服器 (Server)，分為代理伺服器 (Proxy Server)、重定向伺服器 (Redirect Server)、註冊伺服器 (Registrar Server) 及位置伺服器 (Location Server)[1]。

如圖 1 用戶間要互相通話都必須透過 SIP Server，而 SIP 協定必須依賴集中式 SIP 伺服器，來進行註冊、代理以及重導等工作，所以當中央伺服器當機或損壞，網路電話服務即被中斷；此外當系統中的通話量增加時，集中式架構亦容易造成系統伺服器的負載，並且影響使用者通話品質。

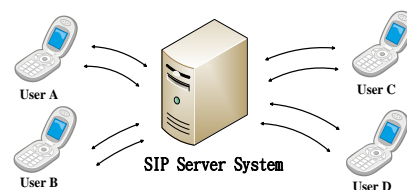


圖 1 集中式伺服器架構

¹ 本研究由國科會贊助，計畫編號 NSC100-2221-E-150-077

2.2 雲端運算技術

雲端運算 (Cloud Computing)，從本質上來看，它是一種分散式運算 (Distributed Computing) 的新運用，其最基本的概念，是透過網際網路將龐大的運算處理程序 (Process)，自動拆分成無數個較小的子程序 (Sub process)，再交由多部伺服器 (Multi- Server) 所組成的龐大系統，透過搜尋與運算分析之後，再將處理結果回傳給使用者端。透過這項技術，網路服務提供者 (Service Provider) 可以在數秒之內，處理數以千萬計甚至億計的資訊，達到和「超級電腦」同樣強大效能的網路服務。

雲端運算的產業三級分層：雲端軟體、雲端平台、雲端設備，雲端軟體 (Software as a Service ; SaaS) 打破以往大廠壟斷的局面，所有人都可以在上面自由揮灑創意，提供各式各樣的軟體服務。雲端平台 (Platform as a Service ; PaaS) 打造程式開發平台與作業系統平台，讓開發人員可以透過網路撰寫程式與服務，一般消費者也可以在上面執行程式。雲端設備 (Infrastructure as a Service ; IaaS) 將基礎設備 (如 IT 系統、資料庫等) 整合起來，像旅館一樣，分隔成不同的房間供企業租用。

本研究將實體網路電話伺服器運用虛擬化技術，轉換至雲端網路系統當中，動態調節伺服器數量，以達到節省系統資源並提供使用者註冊與通話等服務為主要方向，所以著重於 IaaS 設計[1]。

陳德安等作者以 Eucalyptus Open Source 來建置雲端系統[2]，但是 Eucalyptus 並不支援 Live Migration (即時遷移) 功能，當實體伺服器需要進行維修或負載過重時，必須等待伺服器上的服務停止或強制關閉服務才能解決，因此本論文採用了支援 Live Migration (即時遷移) 功能的開放原始碼軟體 OpenNebula 作為雲端系統的基礎架構，藉由使用 OpenNebula 提供的管理系統，可以改善傳統集中式架構的網路電話伺服器並持續提供使用者網路電話服務。

2.3 Android 簡介

Android 早期由 Andy Rubin 創辦，Google 於 2005 年併購了成立僅 22 個月的高科技企業 Android，展開了簡訊、手機檢索、定位等業務，基於 Linux 的通用平台進入了開發。Google 公司在 2007 年 11 月 5 日正式公佈這個作業系統，2008 年，Patrick Brady 於 Google I/O 演講「Anatomy & Physiology of an Android」，並提出可以把 Android framework 與 Linux kernel 隔開。而 Android 的正式版本是從 2008 年 9 月 23 日的 1.0 版本慢慢演進 1.1、1.5、1.6、2.0...到 2011 年 03 月最新發佈的 3.0 版本[2][6]。

而 Android 能用到的免費網路電話應用程式現在已經非常多了，像是 Tango、Nimbuzz 等等...，但這些程式多半都受到服務業者限制，對此

使用者無法追求更多的延伸加值服務。

本論文運用 Android 開放式架構開發出支援雲端服務之網路電話系統，改善傳統網路電話之枷鎖，使電話系統更具多元發展性[3]。

3. 系統架構

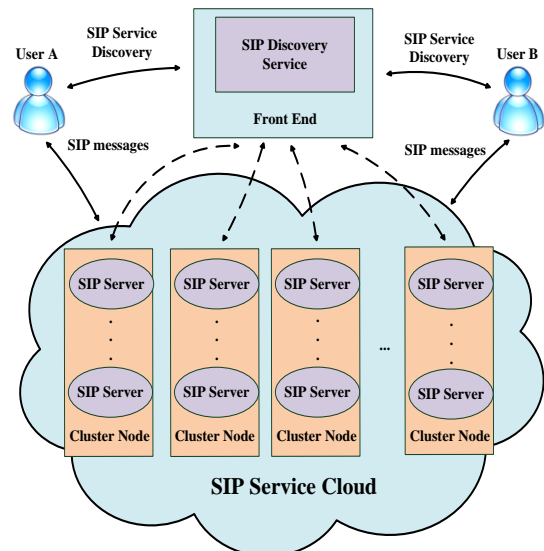


圖 2 支援即時遷移 SIP 雲端電話系統架構圖

圖 2 為支援即時遷移 SIP 雲端網路電話系統架構圖，由終端機子系統及雲端子系統所組成。在終端機部分藉由開放原始碼的擴充特性，SIP Call 與地圖定位兩個功能外，更提供使用者語音地圖通話服務，達到減少通話雙方距離感及提升互動性的目的。

在 SIP 雲端網路電話子系統的部分，本論文用 OpenNebula 所提供的兩個元件，分別是 Front-End 及 Cluster Node。Front-End 是雲端系統的中心，負責管理所有的 ClusterNode 及佈署在 Cluster Node 上的虛擬機，並提供虛擬機映像檔供 Cluster Node 使用；而 Cluster Node 是負責提供虛擬機運行的環境，如記憶體、CPU 等。當 Cluster Node 上的虛擬機過多導致 Cluster Node 負載過重時，由 Front-End 下達 Live Migration 的指令，便可將虛擬機遷移至另一台 Cluster Node 上。藉由建置提供 SIP Service 的虛擬機，解決傳統 SIP Server 集中式架構及維護困難的問題，並提供動態調整系統資源的目的[8]。

4. 系統元件設計

雲端網路電話系統分為兩個子系統，分別為 SIP 網路電話雲端子系統與 VoIP 終端機子系統的設計。

SIP 網路電話雲端子系統是運用 Opennebula 中的 Front End 及 Cluster Node 兩個元件所組成，最上層的 Front End 負責部屬雲端子系統中的

虛擬機及管理 Cluster Node 上可供虛擬機運用的資源，而 Cluster Node 則負責提供虛擬機所需的系統資源，如記憶體、CPU 等，因此本論文利用此架構，將 SIP Server 虛擬化後部屬在 Cluster Node 上，經由 Cluster Node 監控依附的 SIP Server，並即時回報訊息給 Front End，以達到動態控制的目的，當 SIP 發生故障，使得通話服務無法進行時，即立刻透過 Cluster Node 回報至 Front End，並將系統服務轉移至其他伺服器，以維持網路電話服務的進行。

User 使用於 Android 的作業系統環境下，將網路電話與 Google 的應用服務（例如：Google Map、Gmail、Google Contacts 等...）做嵌入式的整合[2]。當終端機首次與網路電話雲端子系統連接時，必須先向 Front End 發出請求訊息，以查詢何處有可用的 Cluster Node 之 SIP Server 來進行註冊；當 Front End 回覆後，終端機即立刻連結至可使用的 SIP Server 進行註冊動作，以完成註冊。若非初次通話，則可免除註冊動作，並且終端機直接向 Cluster Node 傳送請求訊息，查詢何處有可用 SIP Server 代理訊息傳送，當 Cluster Node 回覆訊息時，終端機即可直接連接至指定 SIP Server 進行通話動作。

4.1 VoIP 終端機子系統

終端機系統採用 Android 開放平台作為開發環境，將網路電話與 Google 雲端地圖服務做嵌入式系統整合，設計與實作一創新網路電話服務，在結合自行開發的 GUI，將這兩個獨立的服務元件整合成網路電話終端機系統，使用戶能在 Android 的嵌入式系統中，擁有較方便的操作介面[4][5]。

然而本論文保留 Sipsdroid 開放原始碼的特性，提供未來擴充修改之方便性，另外 Sipsdroid 版本的提升，增進整系統之實用性。

圖 3 為本系統元件功能方塊圖，為將 SIP 網路電話結合 Google 雲端服務，本系統軟體架構於 Android 作業環境上，透過 Android 的開放式開發環境進行研究。黃色部分為本次研究預計開發的功能方塊，而藍色部分則是軟體應用的功能方塊，其餘部分則是 Android 的內部功能方塊。本系統自行開發元件與引用現有應用軟體元件說明如下：

4.1.1. GUI (圖形用戶介面)

由於 GUI API 的實作和 OS 的關係相當密切，而這種設計是為了優化產品的功能，使操作更加的人性化，減輕使用者的認知負擔，因此介面的開發重要性，亦是不可或缺的。

4.1.2. APPFUNCTION

具備一般網路電話的 Audio Call 語音通話之

外，也透過 Google 應用服務 API 的方式，將 Google Apps 嵌入至系統，與網路電話做連結的互動，以 Google Map 功能為主，不僅可以得知來電者的目前所在位置，還可以在地圖上顯示個人連絡簿裡的好友所在位置，以達到 Caller Position 及 Friend Discovery 的功能。

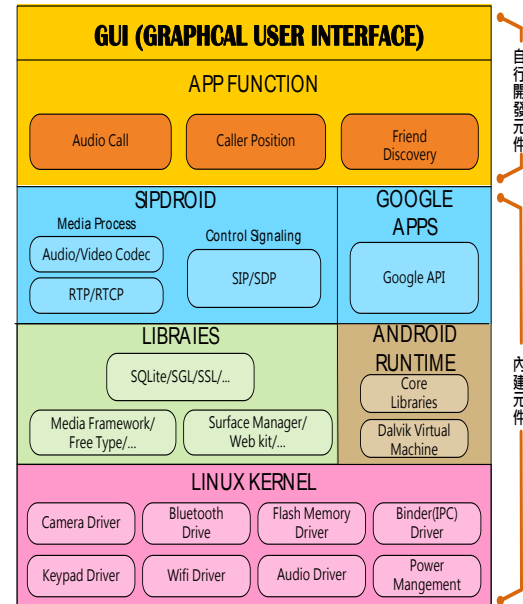


圖 3 終端機系統架構圖

4.1.3. Sipsdroid

網路電話採用開放原始碼的 Sipsdroid 為基礎，主要包含語音處理和通訊協定兩部分，聲音藉由語音處理，進行高密度的壓縮，以保留原本的清晰度和降低傳送資料的容量，在進行通信連接時，透過 SIP/SDP 協定開通系統之間的連結，並且經由 RTP 協定建立連結通道，即可進行網路電話的通話動作。

4.2 SIP 雲端網路電話子系統

如圖 4 此系統最上層的元件為 Front End，是子系統中的主要控制元件，負責功能為管理 Cluster Node 與 Cluster Node 上虛擬機的運作，Cluster Node 負責管理實體主機的系統資源以提供虛擬機 VM (Virtual Machine) 給使用者使用，虛擬機 VM (Virtual Machine) 有開啟、關閉與 Live Migration 至其他實體伺服器的功能，若其中虛擬機 VM (Virtual Machine) 當機或損壞，可由 Live Migration 之功能，讓使用者依然能夠繼續使用網路電話服務。使架設在 Cluster Node 上的網路電話伺服器 VM (SIP Server) 能夠有效的完成系統資源動態控制，並可隨時改變伺服器資源，以達到最高效能。因此，Front End 可以提供雲端網路電話服務系統中，所有 SIP 服務資源。

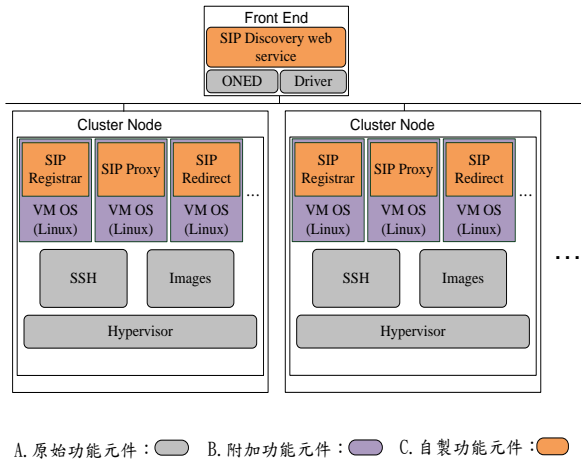


圖 4 SIP 網路電話雲端子系統功能方塊圖

本論文以開放原始碼的 OpenNebula 為基礎，以設計 Front End 和 Cluster Node 為目標，透過 OpenNebula System 建立的雲端結構，使 SIP Server 能有效的做系統資源控制，並改善傳統網路電話伺服器負載集中與單點錯誤所造成的系統服務終止，因此本論文的設計具有網路電話效率提高和單點錯誤服務不中斷的優點。

4.2.1 Front End

如圖 5 在 Front End 現有功能中，ONED 負責管理所有 Cluster Node 及虛擬機運作，透過 Driver 功能方塊來與各個 Cluster Node 互相傳遞系統資訊及虛擬機的狀態資訊，Image 功能方塊則負責儲存虛擬機所使用的檔案系統。

因此，我們必須在 Front End 中自行開發 SIP Discovery Service 之 Web Service，提供網路電話終端機查詢雲端網路電話服務資源的功能。為了在 Front End 開發 SIP Discovery Service，我們必須安裝 Apache HTTPD + PHP、NuSOAP Lib 以建構完整 Web Service 開發環境。最後，自行開發 SIP Discovery Service 之 Web Service，當接受到網路電話終端機查詢雲端網路電話服務資源，該 Web Service 將以自訂之 XML 格式，回覆最新 SIP 服務資源清單給網路電話終端機。

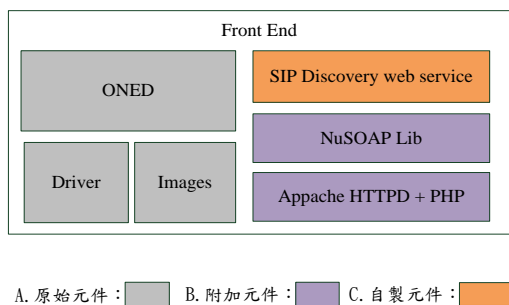


圖 5 Front End 功能方塊圖

4.2.2 Cluster Node

如圖 6，在 Cluster Node 中，SSH 功能方塊負責與 Front End 的 Driver 功能方塊交換自身實體系統資訊和虛擬機的狀態資訊並經由 SSH 協定來進行。當 Cluster Node 收到 Front End 開啟虛擬機的指令時，Hypervisor 功能方塊便會在 Images 功能方塊中尋找 Image 並開啟虛擬機。

為實現雲端網路電話服務，本研究必須製作專屬 Image，並且將 Proxy Server、Redirect Server、Registrar Server 及 Location Server 整合至專屬 Image 中，一旦虛擬伺服器開機完成，虛擬伺服器會自動載入設定檔，並且啟動相關 SIP 伺服器服務。在現階段，本計畫預計採用 Ubuntu 10.10 Server OS 作為虛擬伺服器作業系統，並且使用 PartySIP Open Source 作為 SIP Server，最後將相關套件製作成 Image 供 Cluster Node 使用[1][8]。

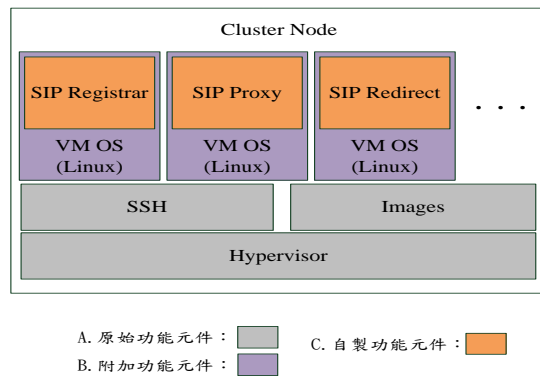


圖 6 Cluster Node 功能方塊圖

5. 使用案例說明

本系統情境主要分為註冊、通話、伺服器遷移三部分，說明情境如下：

5.1 電話註冊

如圖 7 為系統註冊情境圖，描述進行電話註冊情形，User 會先發出服務請求到 Front End，此時 Front End 回傳給 User 響應的訊息後，User 會到 Cluster Node 隨機取的一個 VM，當伺服器處理完成註冊程序時，會回傳 OK 的訊息給 User。

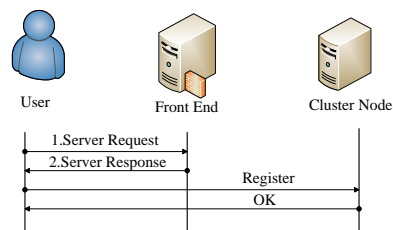


圖 7 系統註冊情境圖

5.2 建立通話

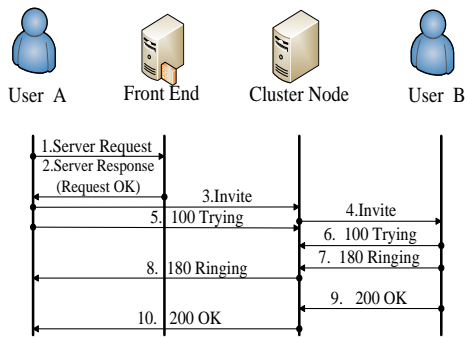


圖 8 系統通話情境圖

圖 8 為系統通話情境圖，此情境為 User A 與 User B 進行通話，一開始由 User A 端發出服務需求到 Front End 後，回傳註冊需求成功訊息給 User A，User A 就可由 Cluster Node 隨機一個 VM 發送通話邀請給 User B，當 User B 接起電話時，會傳一個確認建立通話的 200 OK 訊息至 User A，此為雙方建立通話之過程。

5.3 伺服器遷移

如圖 9 此為通話量爆增或故障維修時啟動 Live Migration 功能的示意圖，一開始伺服器狀態處於運作中，當需要維修升級的時候會將伺服器上的虛擬機做遷移的動作，在遷移的過程中會造成服務中斷些許秒數的時間，但中斷過程時使用者將暫時無法註冊，若是已經進行通話之使用者，則不會受到影響，達到提供使用者不受伺服器維修而停止服務的目的。

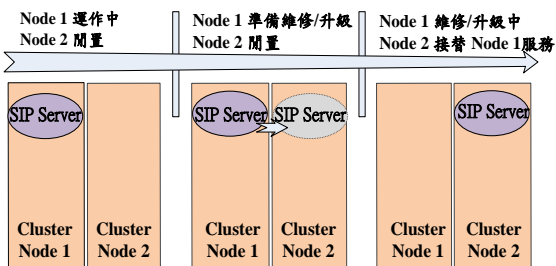


圖 9 伺服器遷移圖

6. 系統測試與結果

6.1 測試流程

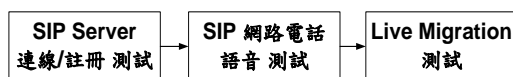


圖 10 測試流程圖

如圖 10 為系統測試流程，透過此測試流程可檢測目前系統是否完善，首先以 SIP Server 部份進行系統檢測，再對終端機部份進行後續的測試，當兩邊系統完成後，再開始做伺服器遷移之過程，測試其 Live Migration 延遲的時間。

6.2 測試結果

(1) SIP Server 連線/註冊測試

如圖 11 為終端機已跟本論文製作之雲端網路電話伺服器完成連線，在模擬器左上角的燈號會變成綠色，就是表示連線成功。



圖 11 註冊連線

(2) SIP 網路電話語音測試

如圖 12 為用本論文使用之平台連線 SIP Server 後開始進行語音通話的畫面，右下角會顯示通話時間，而連線綠燈號的右邊有個電話之圖示，表示使用者正在接收話務。



圖 12 語音通話畫面

表 2 系統記憶體使用大小

記憶體使用大小	服務中斷時間
200MB	2.0sec
250MB	2.4sec
450MB	4.0sec
550MB	3.7sec

由表 2 可以看出服務中斷的時間會受到記憶體使用的大小而有變長之趨勢，也就是如果伺服器負載量過重時，遷移中斷的時間也會隨之變長。

(3) Live Migration 測試

如圖 13 當伺服器維修時藉由 Live Migration 的功能將 192.168.1.102 實體伺服器上的 SIP Server 虛擬機遷移到 192.168.1.103 實體伺服器上，並在遷移的過程中紀錄服務中斷時間。

系統的測試環境為 Front End (192.168.1.103) 及 Cluster Node (192.168.1.102) 兩台實體主機，作業系統均為 Ubuntu 11.04 (32bit)、記憶體大小均為 2 GB。

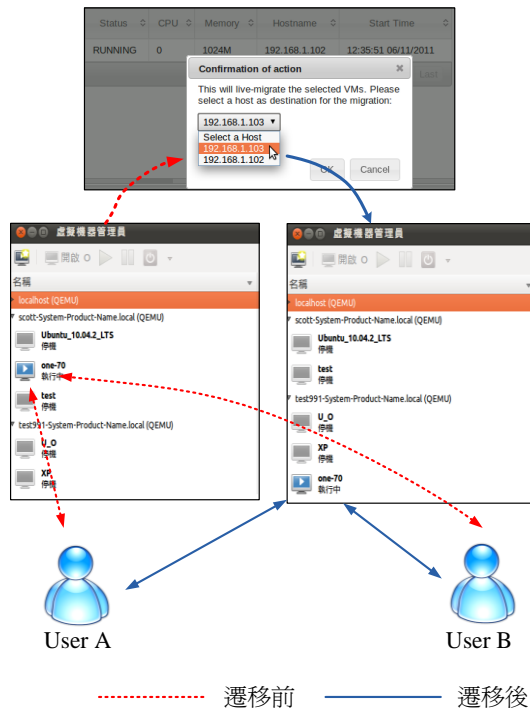


圖 13 Live Migration 過程

首先本論文以記憶體使用大小均為 150MB，並配置不同記憶體大小的 SIP Server 虛擬機，作為變因一來測試，並將測試所得到的數據記錄在表 1 中。

表 1 虛擬機記憶體

虛擬機記憶體大小	服務中斷時間
256MB	1.8sec
512MB	1.8sec
1024MB	2.0sec
2048MB	2.0sec

由表 1 記憶體大小從 256MB 到 2048MB 的變化中，服務中斷的時間並未有明顯的變化，可以得知記憶體大小並非影響服務中斷的主要變因。因此本論文以固定記憶體大小為 2048MB，並改變記憶體使用的大小作為變因二來測試，並記錄於表 2 中。

7. 結論

本論文提出支援即時遷移 SIP 雲端網路電話系統，來解決伺服器集中式架構的問題。在雲端伺服器部份，本論文採用現有 OpenNebula Open Source 結構，將 SIP Server 與雲端運算整合在一起，實現 SIP 雲端網路電話服務；在終端機部份，本論文採用 Android 開放性結構，完成支援本系統之 SIP 網路電話雲端服務與公開式雲端服務之電話終端機，網路電話終端機能夠使用本系統之服務。因此，本系統利用即時遷移來改善 SIP 集中伺服器負荷超載與單點故障或維修導致服務中斷的問題，並且提供 SIP 網路電話服務與雲端服務功能性整合之成功案例由於雲端服務即時遷移受到虛擬主機本身記憶體使用大小有關，因此對於虛擬主機執行大型軟體系統，即將造成時遷移速度更大的影響，因此未來在如何提升系統即時遷移效能，仍有許多改善空間。

參考文獻

- [1] 秦浩倫, 林錦惠, 馮輝文, “SIP 伺服器之研究與建置,” 國立台灣科技大學資訊工程系, 2005 年.
- [2] 陳德安, 陳泰安, 李尚軒, 蘇雍太, 蘇暉凱, “SIP 網路電話雲端服務系統之設計與實作,” 2010 年台灣網際網路研討會(TANET2010), 國立台南大學, 2010 年 10 月 27~29 號.
- [3] 鄭坤益, “針對雲端計算環境建置以分散式雜湊表為基礎之同儕式檔案系統,” 國立高雄大學資訊工程學系, 碩士論文, 2009 年 8 月.
- [4] 劉浚宇, “在 IXP425 開發板上實作網路電話系統,” 中興大學電機工程所, 碩士論文, 2006 年
- [5] 戴成忻, “在 Android 平台開發電話簿,” 淡江大學資訊工程學系碩士班, 碩士論文, 2009 年
- [6] Android Developers, <http://developer.android.com/index.html>, 2010-2011, 線上日期:2011-7-5
- [7] J. Rosenberg, H. Schulzrinne, G. Camarillo, “SIP: Session Initiation Protocol,” Request for Comments: 3261, Internet Engineering Task Force, June 2002.
- [8] OpenNebula, <http://opennebula.org>, 2002-2011, 線上日期:2011-7-1