以 Zone-based 為基礎之無接縫網路服務架構

黃悅民[1] 黃亦銘[1] 白詔宇[2] 王伯晉[2] 車佳紋[2] 黃培軒[1] 曾龍[2]
國立成功大學工程科學系[1] 崑山科技大學資訊工程系[2]
E-mail: cougar@easylearn.org

摘要

近年來由於網路蓬勃的發展以及行動裝置的迅速成長，無線網路已成為人們生活的一部份，其中透過無線網路進行資料傳遞與通訊已成為不可或缺的應用。並由於 3G 的竄起，大大提升了網路的行動力，大幅提昇網路存取的便利性。但是 3G 與無線網路在連線上還是有其缺點存在，例如 QoS 問題、網路連線、網路融合、傳輸速度等等的問題，常常還是造成許多使用者使用上的不方便，因此本篇論文設計出以 Zone-based 為基礎之無接縫網路服務的架構-ZMA(Zone-based Mobile Architecture)達到多網並存的網路服務，同時結合 Agent 的特性來達到網路分工之目的，藉此提高使用者傳輸資料的速度以及解決網路上的死角。

關鍵詞：3G、ZMA、無接縫網路、Agent。

Abstract

Over the years, due to the rapid developing in science and technology, many advances have been made in the area of mobile application development. In this paper, we employ a zone-based to develop an ZMA(Zone-based Mobile Architecture) of seamless network flawlessly connect WANs and 3G network, -. Moreover, we have described how software agents can be used to provide mobile network services. And then the distribution of functionality between agents, networks elements, users and application servers offers effectively transmission to users without bandwidth squandering.

Keywords: 3G, ZMA, seamless, agent.

1. 前言

隨著手機、PDA 等行動裝置的普及，人們對於行動與嵌入式裝置上的應用軟體需求也逐漸擴增並且趨近多元化，為應不斷增加的需求與變化，無線網路技術的快速發展和嵌入式行動裝置運算功能的日益精進，讓任何具有無線上網能力的行動裝置可動態的建立起隨意網路來互相連接。在寬頻和互動性的基礎下，進入 3G 時代更意味著廣泛的通訊技術將在一台手機中產生資料傳輸。舉例來說目前正在流行的藍芽（Bluetooth）、WLAN 和 GPS/A-GPS 及行動電視（Mobile TV），這些不同通訊技術的整合，將推動多功能手機的發展，而每整合一種新的通訊技術，也代表著 3G 手機具備了更豐富的應用性及娛樂性，並可望創造一種全新的服務與收益模式。

寬頻網路技術的快速發展，帶動了通訊應用的多元，例如網路全面 IP 化、WiMAX 技術以逐漸成熟、3G 網路應用趨於多元化與用戶數的快速成長，可為全球大眾提供無縫隙的網路漫遊，而且是更高服務速率、更高服務品質、更高的彈性及效率，以及更低使用成本的無線多媒體行動通信服務，達成新一代網路(NGN，Next Generation Network)架構[2]，其環境最大的特色就是，使用者不需選擇網路連線方式，只要能連結網路即可，而終端設備則會自動提供多種連結網路的方法，提供使用者使用，此外使用者也可以可依據不同環境，自行選擇適合的連線方式，猶如軟體代理人一般，提供使用者服務。雖然 NGN 能夠解決 QoS 問題、網路融合、傳輸速度等問題，但是目前對於 NGN 並未有較為明確的規範，例如概念、定義、結構、處理網路連線的問題、以及 NGN 發展是否應以 IP 為基礎，甚至採用所謂 All IP 等最基本的問題尚未獲得全球滿意的統一見解。因此本文預期透過一個分散的網路架構以 Zone 為基礎[7]進行使用者網路連線的軟體代理人服務設計，讓使用者不用經由繁雜鎖碎的網路設定後才可進行無線網路上網。

本文於第一部份勾勒出目前網路連線上的一些技術，並於第二部份敘述無線網路之技術、3G 網路及軟體代理人的特性及架構進行探討，第三部份主要是分析 Agent 的架構並經由深入研究其特色後，設計一個以 Zone-based 為基礎的分散式網路架構，並進行軟體代理人的設計。第四部份將描述 ZMA 對 Server Agent 和 Client Agent 所核發認證的運作流程詳細敘述，最後是結論與未來研究的方向。

2. 研究方法

根據我們的研究 NGN 是以 IP 網路為基礎，向外可延伸至各種網路環境，包括 802.11n、802.16a、WiMAX、Wi-Fi 及 3G 等，因此本文主要透過以下方法進行研究與架構之設計。

2.1 無線網路

無線網路可以有效協助將有線網路在無法佈

線時的網路延伸，也可以在臨時舉辦會議或活動之時，不需要再特別拉網路線，就可以讓會場擁有可以使用的網路環境。IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers)在 1997 年提出 802.11 標準，定義使用 2.4GHz 頻帶，提供到 2Mbps 的速度。但很快地在 1999 年又新增了兩個標準，分別是目前已經相當普遍的 802.11b 以及另一個 802.11a[5]。802.11b 使用 2.4GHz 的頻帶，最高傳輸速率達 11Mbps；802.11a 使用 5.8GHz，最高傳輸速率可以到達 54Mbps。802.16a 規範於 2003 年 1 月 29 日被 IEEE 通過。這是一種全新的寬頻 FWA 技術，是為解決"網路供應商和消費者電腦之間的連結"通訊服務提供商的機房到使用者電腦等終端設備之間的連接"的問題而設計的。為了保證 FWA 的相容性和互用性，WiMAX（Worldwide Interoperability for Microwave Access 全球微波聯盟）於 2003 年 4 月成立，主要從事推廣和認證 802.16a 設備[6]。在使用這些頻帶時，並不需要特別申請，是任何人都可以使用的。

當無線網路的地點已從企業延伸至家庭時，企業可減少網路線路佈設時的複雜度及降低線路維護成本，家庭亦可利用無線網路避免不易佈線及破壞家居美觀等問題，因此無線網路之優點日益彰顯，而無線網路與傳統有線網路混合應用亦是未來必然之趨勢，相信未來無線網路設備在傳輸速度、安全、距離及技術必有所發展，將可深入與普及至更多之應用層面，讓使用者享受到更好的網路服務品質。儘管無線網路使用方便，建置容易，但使用上仍有些困難，容易造成網路上的死角，而針對此問題，我們可透過近年興起的 3G 網路技術來解決死角的問題[4]。

2.2 3G 網路

第三代行動通信系統(3rd-generation，3G)，是指以 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System) 和 CDMA2000(Code Division Multiple Access 2000)為代表的，支援高速數據傳輸的蜂窩流動通訊技術，具有高速數位資料傳輸的規格，傳輸速度最高更可達 384K/bps~2M/bps，比電腦的 Modem 傳輸速度還快[1]。但目前 3G 存在三種標準，UMTS、CDMA2000、TD-SCDMA，第一代數位手機在 1995 年問世，它的功能只能進行語音通話；1996 到 1997 年出現了第二代數字手機，更增加了接收資料的功能，如接受電子郵件或網頁；第三代與前兩代的主要區別是在傳輸聲音和資料的速度上的提升，它能夠處理圖像、音樂、影音串流等多種媒體形式，提供包括網頁流覽、電話會議、電子商務等多種資訊服務。

2.3 代理人服務

軟體代理人(Software agent)，通常安裝在獨立的主機上，不僅可以單獨執行使用者所賦予的任務，也可與其他代理人做互動，以達到分工合作(Collaboration)之目的。

就我們對 agent 所進行的研究及分析來看，要對 agent 做更深的討論分析可從三個層次進行:agent theory，agent architecture 和 agent language。Agent theory 探討關於 Agent 的基本特性。Agent architecture 則探討其架構，該如何建構一個 Agent。Agent language 則研究如何撰寫編譯及執行 agent 程式開發的語言與環境。

現今所能看到的 agent 開發技術中以 Mobile agent 最為熱門，Mobile agent 著重代理人的可移動性，也就是說在網路環境下程式執行可以從一個節點移至令另一節點，可進一步延伸至"process mobility"。在移動性的研究上牽涉到 code 與 agent 的狀態訊息(state information)都必須遷移。一個 agent 的狀態訊息(state information)可區分成 data state 與 execution state：data state 包含 agent 的全域變數與 instance 變數，而 execution state 則包含 agent 的區域變數與 active threads。接著我們以 data state 與 execution state 的區分來討論 Strong Migration 及 weak Migration：Strong Migration 傳遞 code 及所有的 agent 狀態訊息(state information)，但是傳遞完整的 agent 狀態訊息(state information)在某些系統(如 Multi-threaded agent)會很大，因此 Strong Migration 一般而言較為複雜，對系統負擔也較大。而 weak Migration 則傳遞 code 及 agent 的 data state 狀態訊息，不傳遞 execution state，這部份就必須由程式設計師自行處理，這些細部區分是我們在採用前所必須面對的選擇[3]。根據分析，Mobile agent 具有為數重多的優點，其主要特色有下列幾點：

網路流量/溝通的減少(Reduction of Network Traffic/communication):在正式環境下的通訊協定中，為了考量安全上的需求，大多會包含一些互動(Interaction)，此必然會對網路造成一些額外的流量。因此使用 Mobile agent 在 local 端先行處理，再整合各個結果，可避免將大量資料傳到處理中心再處理所造成大幅增加的網路流量，此將大幅降低網路流量。

分散式異質環境的執行能力(Distributed and Heterogeneous Computing):行動代理人既然強調可移動性，在設計上必須考量到分散式異質環境，所以在設計時便已採用一些與平臺無關(Platform independent)的軟體技術，也因此行動代理人本身的運作與傳送(Operating and Transportation)對網路便能達到通透性(Transparent)的需求。

高度延展性的功能(Scalability)：Mobile agent 在設計時，因為考慮到 codes 移動的需求，因此高度延展性的功能(Scalability)就已經隱藏在當初設計中。

自主性（Autonomy）:移動式代理人能夠依照

目前自身所處的環境自我調整，且能自我控制於何時遷移以及在何地進行什麼樣的工作內容。

社群能力（Social Ability）：移動式代理人可以一己之力完成工作，亦可與其他移動式代理人溝通並合作完成指定的工作。

反應性（Reactivity）：移動式代理人在遇到特定的事件觸發時，能夠依照實際情況做出適當的反應。

準確性（Veracity）：移動式代理人可移動至遠端，或靠近目標物的位置進行工作，具有高度的準確性。

經上述之分析，本論文預計以軟體代理人的特色進行 ZMA (zone-based mobile Architecture)架構設計上的考量。

3. 架構設計

在 ZMA (zone-based mobile Architecture)的設計上，我們認為伺服器、使用者與代理人之間可能存在著一些需求與關係，以代理人的角度進行分析，代理人可能具有兩種類型特徵，分別為由伺服器角色組成及由客戶端角色組成：

1. 伺服器代理人（Server Agent）

這類型的角色對伺服器是非常重要的，因為伺服器代理人（Server Agent）就像是負責控制及分配資源給成員的人，這角色需要收集使用者需求和調動指揮預期的伺服器，並與伺服器之間存在著一對多的關係。

2. 客戶端代理人（Client Agent）

這類型角色能夠幫助使用者存取伺服器裡的資源，而且對使用者來說 CA 是非常重要的角色，就像是公司中雇員接受訂單，而我們的功能就是利用代理人的功能，能夠自動的傳遞使用者需求。

此外，這些角色同時也必需存在以下關係，CA 和客戶端之間存在一對多的關係，SA 對 CA 來說有著多對一的關係，對於組織結構而言，區域(Zones)就像一個部門，並且可以看作成網路實體的一個抽象化描述。最後以整體角色特徵進行規劃，對行動裝置來說各自的區域可能是分段的運算能力，而準確的局部化技術，賦予了最理想的啟動，因此分散式架構是最好的構想。

3.1 架構概觀

此模組主要為說明 ZMA(Zone-based Mobile Architecture) 的架構設計方式，如圖 1。透過 Zone-based 的方式將使用者進行抽象化的分割為不同的區塊，為清楚陳述此模組之架構與定義，因此本文採 UML 模式進行說明。

ZMA 可透過公式定義了以下七個變數，如公式(1)：

$$ZMLA = (User, CA, Zone, SA, Server, \alpha, \beta) \quad (1)$$

其中

$User = \{u_1, u_2, ..., u_n\}$ 是一個有限的使用者(客戶端)集合，

$CA = \{ca_1, ca_2, ..., ca_m\}$ 是一個有限的使用者代理人集合，

$SA = \{sa_1, sa_2, ..., sa_k\}$ 是一個有限的伺服器代理人集合，

$Zone = \{z_1, z_2, ..., z_m\}$ 是一個有限的群組集合，

$Server = \{ls_1, ls_2, ..., ls_n\}$ 是一個有限的學習平台集合，

$\alpha : Zone \rightarrow User \cup CA$ 是一個映射函數，決定特定的客戶端在特定的區域內有哪些使用者

$\beta : Server \rightarrow Zone \cup SA$ 是一個映射函數，決定在多大的區域內有哪些學習平台。

圖 1為 ZMA 的概念圖，圖片中顯示一個 ZMA 中各個元素所扮演的角色。範例中包含兩個 Zone 的空間，在 Zone 1 中包含三個使用者與一個客戶端代理人(ca_1)，在 Zone 2 則包含兩個使用者與一個客戶端代理人，這些使用者所有服務需透過所屬 Zone 的客戶端代理人進行溝通，同時客戶端代理人之間也會互相傳送所擁有的客戶端的資訊，提供使用者切換 Zone 時能保持原有設定。

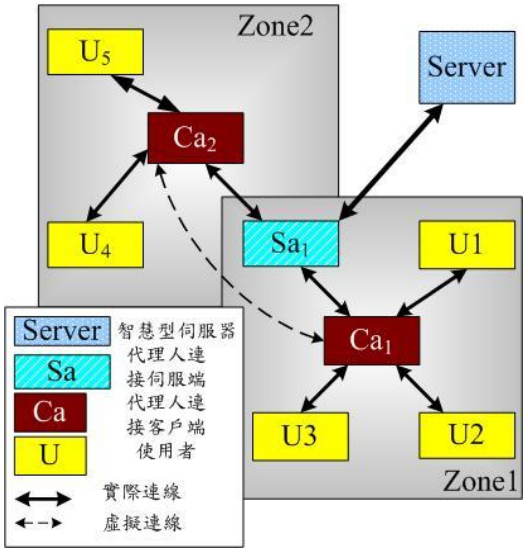

圖 1 ZMA 的概念

透過公式(1)的定義，可以將這個概念圖以下面符號進行表示：

$User = \{u_1, u_2, u_3, u_4, u_5\}$　　$Server = \{ls_1\}$

$CA = \{ca_1, ca_2\}$　　$\alpha(z_1) = \{u_1, u_2, u_3, ca_1\}$

$SA = \{sa_1\}$　　$\alpha(z_2) = \{u_4, u_5, ca_2\}$

$Zone = \{z_1, z_2\}$　　$\beta(ls_1) = \{z_1, z_2, sa_1\}$

3.2 細部設計

基於以上的定義，將 ZMA 內的各個角色進行定義後，在整體架構的設計上將透過 UML 類別圖來進行底層的設計，圖 2。在 Server 類別中，擁有一個主鍵 Server_ID、伺服器名稱 Server name、位址 locative address、擁有資源 metadata、所擁有的伺服器端代理人(SA)的個數，此外並需包含伺服器端代理人(SA)資訊。而於伺服器端代理人(SA)類別除必須包含主鍵 SA_ID、伺服器端代理人名稱、所在位址等資訊，同時也需包含所屬伺服器 Server_ID 的資訊，此外 Server 類別與 SA 類別之前存在著一對多的關係，一台伺服器能擁有多個伺服器端代理人。於 Zone 類別中，包含 Zone_ID、Zone name、所包含的使用者個數 node count、使用者設定 user profile 與所屬伺服器代理人編號 SA_ID，同時伺服器端代理人(SA)與 Zone 之間也存在著一對多的關係。最後由於 CA 其實為 Zone 中運算能力最高的 User，因此 CA 類別與 User 類別皆為繼承 Zone 類別的關係，而客戶端代理人 CA 所包含的客戶資訊皆經由 User 類別中 Quality()方法的繼承由 Zone 類別取得，此外 CA 類別與 User 類別也必須包含名稱、位址、運算能力等基本資訊。

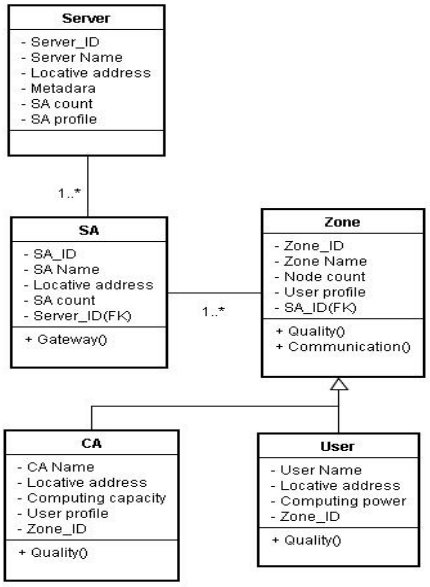

圖 2 ZMA 類別圖

於類別圖中，共包含三個方法 Communication、Quality 和 Gateway 提供 ZMA 整體的功能處理。首先，Communication 設計為提供自動切換網路的能力，如 WiMAX、3G、GPRS 和 WLAN，而 Quality 主要為輔助 Communication 於行動裝置的連線設定中找出連線品質最高的連線，最後 Zone 將會集合所擁有的使用者資訊，並由這個使用者集合中找出最適合擔任客戶端代理人(CA)的使用者。

然而，Quality 所蒐集的資訊並非只有使用者的連線品質，Quality 同時也必須根據使用者的 CPU 能力、記憶體大小、連線速度加入 Quality 連線品質的計算。在此將 Quality 中 CPU、記憶體進行定義：

Let C = {c1, c2,…, cn}當 $\forall c_i \in C$ 而且 $i > 0$ 時，是一運算能力集合。

Let S = {s1, s2,…, sn}當 $\forall s_i \in S$ 而且 $i > 0$ 時，是一連線速度集合。

然而在一個使用者可能具有 n 個連線方式，因此 Quality 也將會存有多個使用者的連線品質，將 Quality 進行定義：

$Q = \{q_1, q_2, ..., q_n\}$.由運算能力 c_i 和連線速度 s_i 可以計算 q_i，透過方程式(2)進行說明：

$$q_i = \mu\overline{c_i} + (1-\mu)\overline{s_i} \quad (1)$$

where $\overline{c_i} = \frac{c_i}{\max(C)}$, $\overline{s_i} = \frac{s_i}{\max(S)}$ and $c_i = \sqrt{p_i^2 + r_i^2}$

q_i 表示運算能力 c_i 使用連線速度 s_i。並以 $\overline{c_i}$ 定義 c_i 中最大運算能力，$\overline{s_i}$ 定義 s_i 中最大連線速度，權重 μ 為根據不同的連線能力進行品質的控制，如果 μ 過小，表示連線速度將決定整體的連線品質，反之，若 μ 過大，表示運算能力將決定整體的連線品質。透過這個算式將能很容易的計算出每個節點中各種連線品質的結果，進而將 Zone 中的所有使用者運算能力進行整合。在條件的設定中，max(C)表示於 Zone 中最高的運算能力，max(S)為 Zone 中最高的連線速度，c_i 為在 i 個連線方式中，根據中央處理器 p_i 和記憶體 r_i 計算的結果。

透過這個公式計算每個使用者的運算能力，將所有運算能力進行排序，其中排序最高的使用者，將被設定為 CA 的角色。而 Gateway 這個操作也將透過此方式從所有 CA 中找出連線品質最高的 SA。

4. 運作流程

ZMA 分為由 server agent 和 client agent 三種角色組成的 agent-based。由 ZMA 核發的認證，是否有正確的配置，詳細的過程詳見圖 3。

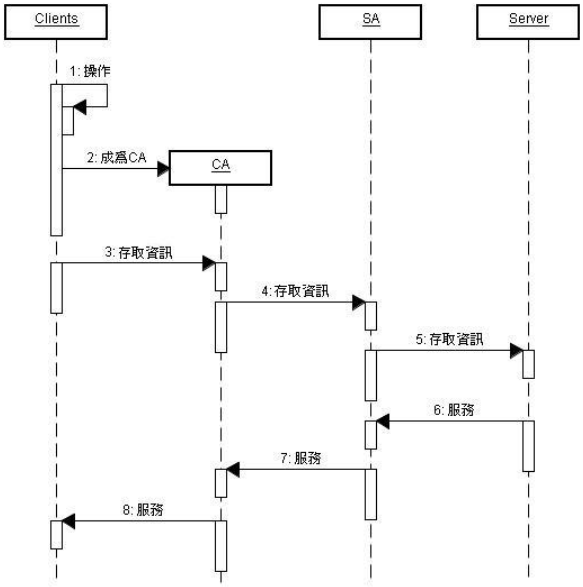

圖 3 ZMA 循序圖

圖 3 中執行順序如下：

第一步驟，使用者經由 ZMA 連線架構開始執行連線操作
第二步驟，使用者成為 CA(和 ZMA 達成協議)
第三步驟，使用者連上 CA 存取資訊
第四步驟，CA 連上 SA 存取資訊
第五步驟，SA 連上伺服器存取資訊
第六步驟，伺服器提供資訊給 SA
第七步驟，SA 提供資訊給 CA
第八步驟，CA 提供資訊給使用者

透過循序圖得知，CA 可以協助管理區域內的行動裝置，以及提供使用者介面和分散的應用，而 SA 可以在一段期間內提供使用者連線與伺服器資訊。

5. 結論與未來研究

我國現階段的電信自由化策略，讓現在的人們只要手中擁有一台 3G 無線網路功能的手機，就能夠享受到多元且便利的通訊服務，第三代行動通訊(3G)產業是目前最熱門的通訊技術，而且我國在這方面的技術也相當卓越。但 3G 無線網路目前遭遇到的難題就是行動通訊上的死角和傳輸時速度過慢等問題，為了能夠有效的解決 3G 發展上的問題，我們提出了以 Zone-based 為基礎來建構一個無接縫的網路，透過此架構實現了 NGN(Next Generation Network)分組傳送和綜合開放的網路結構，利用各種基本服務組成的模組、提供廣泛的服務和應用、端點到端點 QoS。

在未來的研究中，我們希望能夠繼續朝這領域上進行研究，並著重於 IMS(IP Multimedia Subsystem)的架構，進行以 IMS 作為 NGN 的核心為基礎架構研究，如此一來可使得整體的網路建設成本大大降低，並且能夠大大提升網路的效能及便利性，由於 IMS 只支援 2G 和 3G 的移動連線方式，還無法支援固定式的連線方式，因此其解決之道是值得我們深思及探討的。

6. 參考文獻

[1] 3GPP, http://www.3gpp.org.
[2] ITU, http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com04/ngn-mfg/index.html
[3] K. Rothermel and M. Schwehm, "Mobile Agents" In: A. Kent and J. G. Williams (Eds.): Encyclopedia for Computer Science and Technology Volume 40 - Supplement 25 New York: M. Dekker Inc. 1999 pp. 155-176
[4] M. Buddhikot et al., Integration of 802.11 and third-generation wireless data networks, In Proceedings of IEEE INFOCOM 2003, (Mar.-Apr. 2003).
[5] Rob Flickenger, “Building Wireless Community Networks”, O'Reilly, 2003.
[6] WiMAX, http://www.wimaxforum.org/home/
[7] Yueh-Min Huang, Tien-Chi Huang, Yu-Lin Jeng, Yi-Ming Huang, “A Zone-based Mobile Learning Architecture in Pervasive Computing Environments”, The 6th International Conference on Web-based Learning(in press), 2007.