

國立交通大學

資訊管理研究所

碩士論文



一個以政策為基礎且具有服務品質的超三代網路架構
A Policy-based QoS Architecture for B3G Networks

研究生：許家偉

指導教授：羅濟群 博士

中華民國 九十九 年 六 月

一個以政策為基礎的且具有服務品質的超三代網路架構

A Policy-based QoS Architecture for B3G Networks

研 究 生：許家偉

Student: Chia- Wei Hsu

指導教授：羅濟群

Advisor: Chi-Chun Lo



Submitted to Institute of Information Management
College of Management
National Chiao Tung University
in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of
Master of Science in Information Management
June 2010
Hsinchu, Taiwan, the Republic of China

中華民國 九十九 年 六 月

一個以政策為基礎且具有服務品質的超三代網路架構

研究生：許家偉

指導教授：羅濟群 博士

國立交通大學

資訊管理研究所

摘要

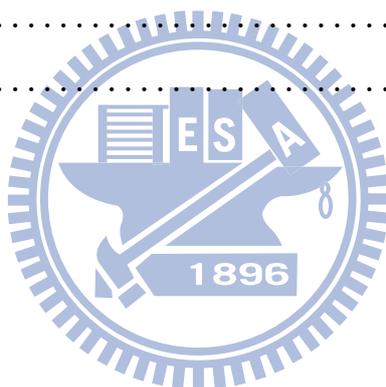
無線網路逐漸邁入新世代的階段，越來越多的無線網路技術因應不同的範圍及用途而產生。然而在目前現有無線網路，包括如 3G 網路及 WLAN 等的概念之下，一個新的無線網路概念出現了，稱之為 Beyond 3rd Generation(B3G)。B3G 最大的不同是提出整合通信介面以及垂直交遞的概念，其目的不是取代既有的各項通信技術，反而是整合現在及未來的各項通信技術。B3G 的概念具有 IP-based、高移動性、高資料傳輸速率、以及整合異質網路的特性，因此，在面臨未來更多大量的需求，如更快速的檔案傳輸或多媒體服務等等，B3G 需要更佳更好的 Quality of Service(QoS)來保證。在一個適當的網路架構之中，透過以政策為基礎的網路服務品質保證則更加強了在網路管理面上的不同等級之需求。因此，本論文嘗試提出幾個不同的架構，並透過實驗的方式，企圖找到針對在不同情境下較佳的運作機制；經過模擬後的結果分析，可在時間效率上提昇約 5%的增幅，說明本論文之研究設計的確可增進其效率，提供未來行動網路之發展一個良好的架構環境。

關鍵字：超三代、服務品質架構、政策性網路管理

目錄

目錄.....	II
圖目錄.....	IV
表目錄.....	V
1.1 研究動機.....	1
1.2 研究目標.....	2
1.3 研究方法.....	3
1.4 章節規劃與介紹.....	4
第二章 文獻探討.....	5
2.1 超三代行動通訊網路.....	5
2.1.1 UMTS服務品質架構.....	6
2.2 網路服務品質保證.....	8
2.2.1 差別性服務.....	8
2.2.2 整合性服務.....	9
2.3 政策性網路管理 (POLICY BASED NETWORK MANAGEMENT).....	10
2.3.1 政策管理工具 (Policy Management Tool).....	10
2.3.2 政策儲存設備 (Policy Repository).....	11
2.3.3 政策決定點 (Policy Decision Point, PDP).....	11
2.3.4 政策執行點 (Policy Enforcement Point, PEP).....	11
2.4 公共開放策略服務 (COMMON OPEN POLICY SERVICE).....	12
第三章 以政策為基礎且具有服務品質的超三代網路架構.....	15
3.1 問題定義及情境描述.....	15
3.1.1 接入網路A內部.....	16
3.1.2 核心網路內部.....	16
3.1.3 接入網路B內部.....	17
3.1.4 問題情境詳述.....	17
3.2 網路服務品質架構.....	19
3.2.1 QoS Broker之運作.....	19
3.3 以政策為基礎的網路管理架構.....	21
3.3.1 政策的目的.....	21
3.3.2 政策的運作及處理.....	22
3.3.3 政策的產生.....	23
3.3.4 政策的範例.....	25
3.3.5 政策的傳遞.....	25

第四章 系統實作與模擬結果分析.....	27
4.1 前言.....	27
4.2 接入網路內部的點對點溝通.....	28
4.3 接入網路與核心網路的溝通.....	31
4.4 接入網路A透過核心網路與接入網路B的溝通.....	35
4.4.1 接入網路不具備PBNM QoS機制.....	35
4.4.2 接入網路具備PBNM QoS機制.....	37
4.5 實驗數據與分析.....	40
4.5.1 模擬環境規劃及佈署.....	40
4.5.2 實驗假設.....	41
4.5.3 實驗結果.....	42
4.6 小結.....	45
第五章 結論與未來研究方向.....	46
5.1 結論.....	46
5.2 未來研究方向.....	47
參考文獻.....	48

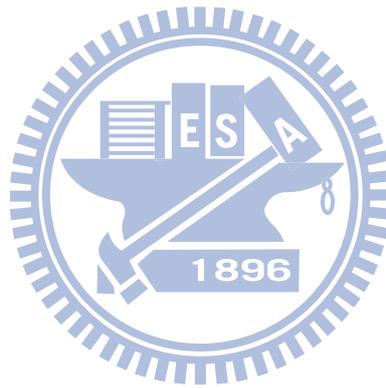


圖目錄

圖 一 UMTS之服務品質架構[23]	6
圖 二 UMTS 服務品質架構[1]	7
圖 三 PBNM系統架構圖	10
圖 四 COPS封包內容[27]	13
圖 五 以政策為基礎的網路架構	15
圖 六 QoS BROKER架構[20]	20
圖 七 政策運作之層級	22
圖 八 政策運作之邏輯架構	23
圖 九 COPS封包傳遞指令	25
圖 十 FRWLFCAPSETROLECOMBO TABLE範例	26
圖 十一 實驗一網路架構圖	29
圖 十二 接入網路BROKER及ROUTER初始設定	30
圖 十三 實驗一流程	31
圖 十四 實驗二網路架構圖	32
圖 十五 實驗二流程圖	33
圖 十六 AN不具備PBNMS之網路架構圖	35
圖 十七 實驗 3-1 流程	36
圖 十八 AN具備PBNMS之網路架構圖	38
圖 十九 實驗 3-2 流程	39
圖 二十 實驗 1 與實驗 2(BENCHMARK)之比較	43
圖 二十一 實驗 3-1 與實驗 3-2 之比較	44
圖 二十二 實驗結果	44

表目錄

表格 一 決定政策的範例.....	24
表格 二 使用者分級.....	24
表格 三 系統元件對應表.....	41



第一章 緒論

1.1 研究動機

在通訊設備的網路功能越來越成熟的情況之下，行動通訊網路上的一些加值服務，如多媒體服務等，越來越茁壯且更具價值。由於近年來在通訊網路的發展上，不但技術上越來越成熟且越來越多樣化，加上如筆記型電腦、手機、PDA等行動通訊設備越來越發達且普及的趨勢之下，新一代的網路將會對於移動性、資料傳輸性、及異質網路整合性的要求更加的深入。

在一些如 WiFi、WiMax 等無線網路，及 3rd Generation(3G)通訊網路基礎建設日漸完備的發展之下，開始有人去思考 Next Generation[8]的網路型態及模式該會是什麼模樣，如何從現有且成熟的網路技術中提出一個新的概念，成為下一代的新型態網路。於是，有人提出了所謂 Beyond 3rd Generation(B3G, 超三代網路)的概念出來。Beyond 3rd Generation 最大的不同是提出整合通信介面以及垂直交遞的概念，其目的不是取代既有的各項通信技術，反而是整合現在及未來的各項通信技術。換句話說，下一代的網路不是一個要取代現有網路的全新技术，而是將所有現存網路整合起來的一個全新整合式概念。

然而在這樣的一個新概念之下，加上越來越多用戶對於更多加值服務的需求，B3G 網路勢必要在 Quality of Service (QoS, 服務品質)上提出一個完善的架構，來保證在不同層級的用戶需求，能夠提供不同層級的網路服務品質保證。由此我們將針對這樣的動機之下，研究相關的議題並提出一個適當的架構及概念，並在實驗之下，驗證所提出之架構可滿足要求。

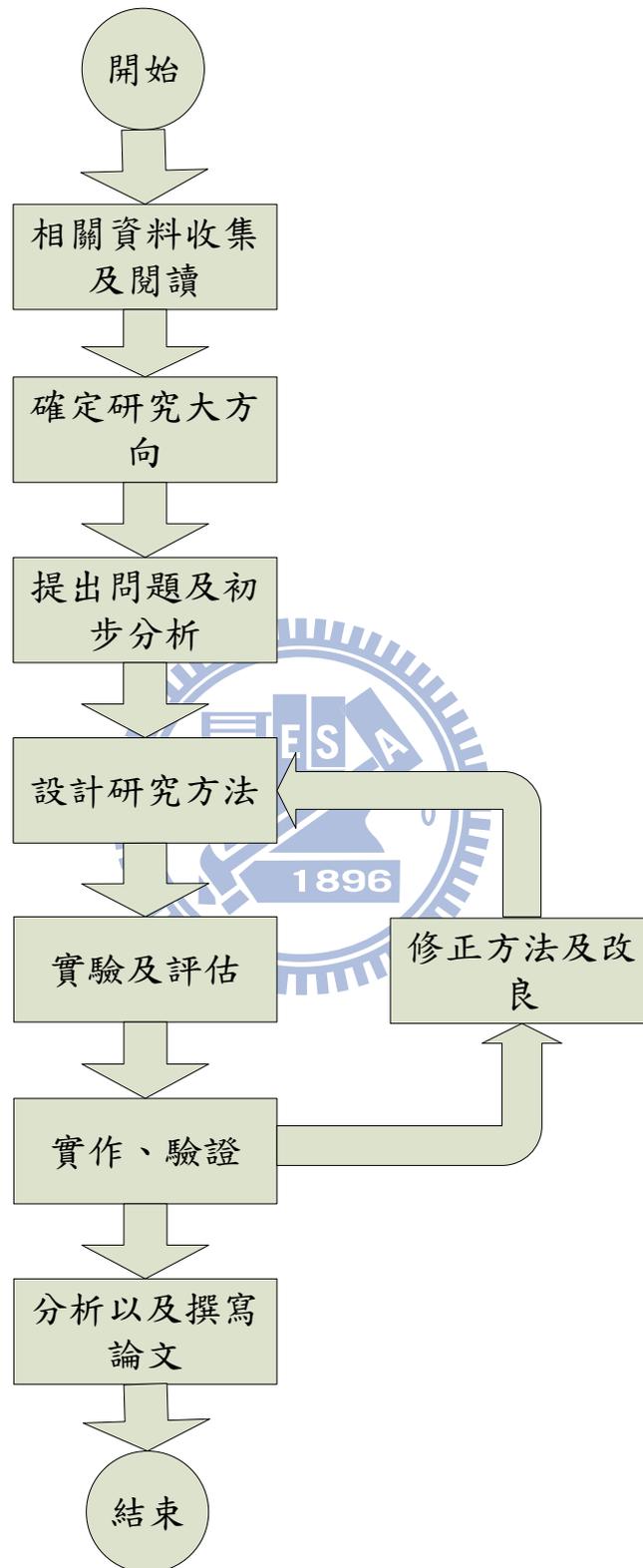
1.2 研究目標

本論文的目標在 Beyond 3rd Generation 網路的概念之下，找出一個合適的方法，並針對不同的情境，建構一個適當的網路服務品質架構系統。

本論文將針對過去在一般網路的網路服務品質架構上，找出其適用於 Beyond 3rd Generation 網路的優勢，並對於其劣勢去更改並提出一個合適的解決方案，在相同的基礎架構中，針對不同的情境去提出不同的運作方式，透過合適的標準協定及管理方式，在技術面及管理面上提出一個在 Beyond 3rd Generation 網路中也適用的網路服務品質架構。



1.3 研究方法



1.4 章節規劃與介紹

第二章將針對相關的主題做文獻探討，其內容包括 Beyond 3rd Generation 網路、政策性網路管理及網路服務品質架構；第三章則對本論文所提出的研究方法分項做介紹；第四章則介紹本論文所使用的實驗流程與效能實驗結果分析；第五章為結論與未來研究方向。



第二章 文獻探討

為了完成本論文目標，在本章節當中，將分以下幾部份來針對與本論文相關的一些文獻探討，包括 Beyond 3rd Generation 網路的發展研究，以及網路的服務品質架構，以及政策性網路管理之相關研究。根據[12][22][23]，瞭解到了目前在 2G 及 3G 的現有基礎建設之下[13]，行動通信未來的發展走向將會是一個整合性的介面，並且支援多媒體或如 VoIP 等更重視服務品質的網路[17][24]，因此，在研讀了這些相關文獻之後，得知在未來的行動通信發展中，服務品質架構會是相當重要的議題，因此本論文試著去深入瞭解該領域，並從該領域中發現了一些問題。因此，首先透過文獻的探討，並在後續章節中，去試著發現問題，再進一步透過實驗的方式，去試著瞭解是否有更加的改善方法，而提供一個新的思維模式，期望在未來該領域的發展中，能得到一些適當地迴響。

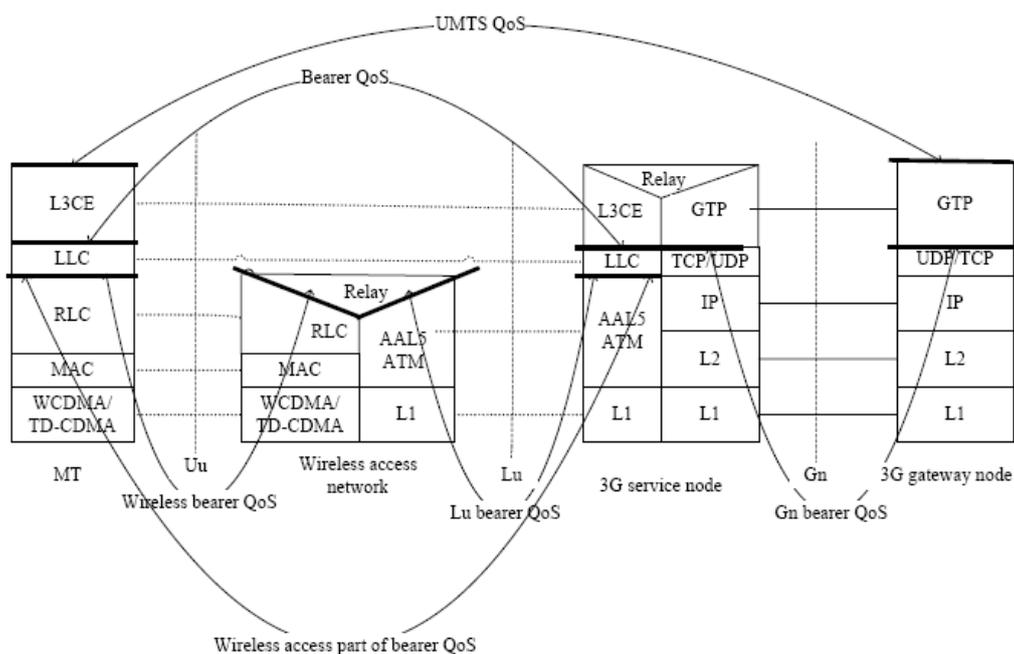
2.1 超三代行動通訊網路

近年來行動通訊網路已經從第三代通訊網路的成熟逐步邁向下一代新型態的通訊網路架構[5][12]。在新的通訊網路概念中，結合多種現有網路的建設，提出一個全面性的整合性架構，而這就是所謂超三代(Beyond 3rd Generation, B3G)行動通訊網路的核心概念[4][5][12]。

超三代行動通訊網路是以高速的、All-IP 為主的新一代行動通訊系統[9][22]。它具有覆蓋範圍廣、支援高速行動、承載更多的行動資料和高解析度的多媒體服務等特點。在結構方面，B3G 系統融合了基於 IPv6 的 Internet 和行動通訊網路，支援區域性無線接入和自組織網路的無縫連接；在實現技術上，B3G 系統採用多輸入多輸出(multiple input multiple output, MIMO)的多天線技術和正交分頻多工(orthogonal frequency division multiplexing, OFDM)技術等來提高網路性能[22][23]；在 QoS 結構方面，B3G 系統提供一種可管理的、點到點的服務品質保

證，其 QoS 結構具有集成性、可管理性、可擴展性、自我調整型和動態資源管理等特點。

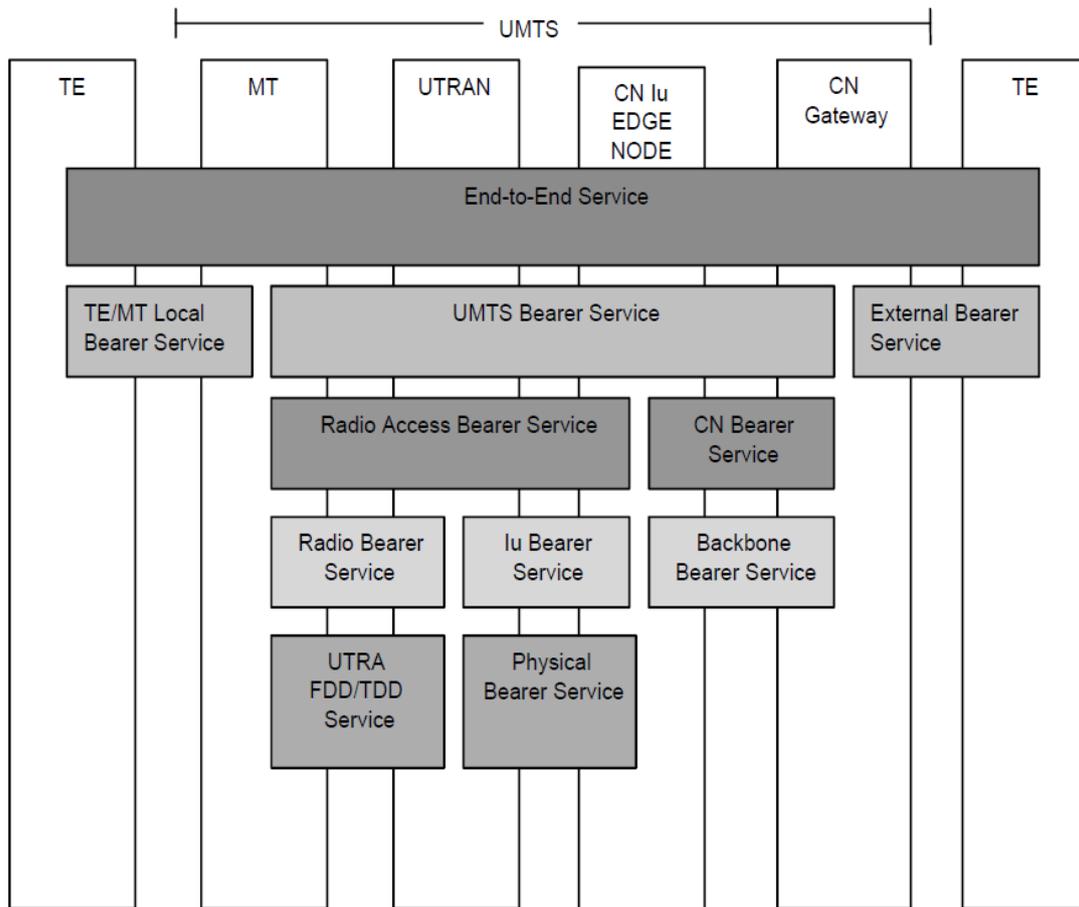
未來的超三代行動通訊系統將融合各種異質的無線通訊系統和傳統的 Internet 網路[3]。因此，為了提供點到點的 QoS 保證，B3G 系統之 QoS 架構包括 Internet QoS 架構和移動通訊系統 QoS 體系結構，移動通訊部分又分為接入網路(Access Network, AN)和核心網路(Core Network, CN)，其中，Internet 和核心網路 QoS 體系結構主要參考 DiffServ(Differentiated Services) 架構，3G 系統的 UMTS QoS 體系結構是行動通訊系統 QoS 架構的主要代表[1]，也是 B3G QoS 體系結構的基礎，它試圖解決接入網路和核心網路的 QoS 保證問題。



圖一 UMTS 之服務品質架構[23]

2.1.1 UMTS服務品質架構

根據[24]，Universal Mobile Telecommunications System(UMTS)架構提供了一個階層性的架構來實現點對點的 QoS，每一層級的 bearer service 各自定義了其特性與功能。



圖二 UMTS 服務品質架構[1]

階層性架構的目的在於：讓每一層的 bearer service 負責專屬的 QoS 服務，當所需的點對點 QoS 服務開始時，一個適當的 bearer 將被建立起來，用來提供真正的 bearer service 支援。

TE/MT Local Bearer Service 的功能在於讓每一個 TE(終端設備，例如筆記型電腦、PDA 等)，可以使用一個 local bearer service 來與 MT(例如手機)溝通，而這個 local bearer service 可以用 QoS 的 API 來完成。

External Bearer Service 則是在 UMTS 網路之外的環境提供 QoS 服務，可採用如

DiffServ 架構或其他的 QoS 方法。

UMTS Bearer Service 由系統服務提供者來提供，提供整個 UMTS 的內部網路中 QoS 品質服務的功能，並與外部網路作相互的連結。UMTS Bearer Service 中包含了 Radio Access Bearer Service 及 CN Bearer Service。其中 Radio Access Bearer Service 又包含了 Radio Bear Service 及 Iu Bearer Service，Radio Bear Service 負責從 MT 端至 CN Iu Edge 端的無線電介面的傳輸細節。Iu Bearer Service 則負責 UTRAN 與 CN 間的傳輸，並且針對不同類型的封包，提供不同等級的 QoS 服務。CN Bear Service 使用一般的骨幹網路服務(backbone network service)技術，主要負責 CN Edge 與 Gateway 間的傳輸服務。

2.2 網路服務品質保證

為了滿足針對不同層級用戶的網路服務品質保證，本論文學習了有關網路服務品質保證的議題，並提出問題及其改良的方法。

2.2.1 差別性服務

差別性服務(Differentiated Services, DiffServ)，由 IETF(Internet Engineering Task Force)組織所提出[16][24][25]。當封包進入一個 Differentiated Services 的網域時，首先 Edge Router 會依照資料的需求進行分類並標記適當的 DSCP(Differentiated Services Code Point)值，這相當於對封包標記上不同服務品質的標記。當封包進入 Core Network 時，Core Network Router 將會依據這個值給予封包不同的處理，已提供不同等級的 QoS 要求。差別性服務網路的一個重點就是：把大多數的工作交給 Edge Router 來處理，內部的節點只負責簡單的轉送封包的功能，因此內部網路不會因為增加了額外的差別性服務的功能而影響了轉送效能。

Differentiated Services Code Point 為 IP 封包中的欄位，可以為網路傳輸指定不同的等級。可以透過 DSCP 值來標示網路上的每一個封包，並為它指定對應的服務等級。DSCP 值為一個 6 bits 的欄位。

差別性服務的優點在於，可以對同樣類型的需求作處理，因此在網路的負擔上較輕，避免在擴充性及實作上的麻煩[30]。缺點是無法如整合性服務一樣提供良好的點對點品質服務保證，因此必須有其他的網路管理架構來輔助其提供保證。

2.2.2 整合性服務

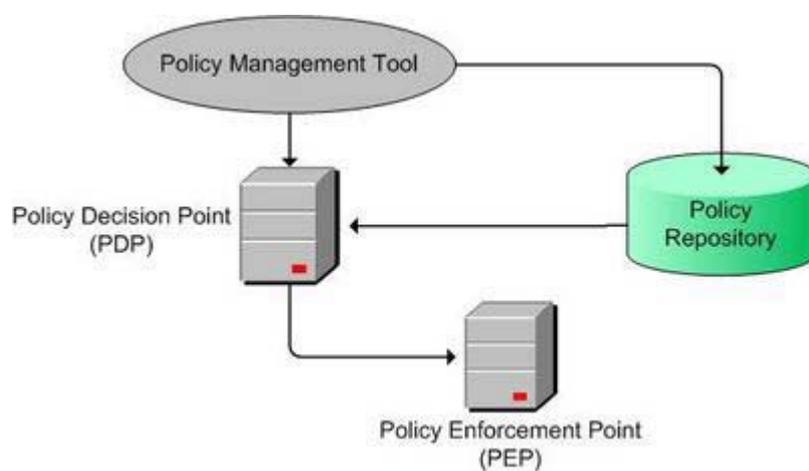


整合性服務(Integrated services, IntServ)，同樣由 IETF 所提出，與差別服務的差別在於，整合性服務提供了服務品質保證給個別的應用程式。其透過 RSVP(Resource Reservation Protocol)來運作，在應用程式對話的期間，保留網路資源並建立一個專屬的虛擬通道來滿足 QoS 需求[30]。在建立通道時即會保留資源，傳送端每隔一段時間會傳送 PATH 訊息至接收端，包還了訊務的種類跟需求的資源等。接收端收到此訊息之後，會傳送 RESV 訊息，隨著 PATH 訊息回到傳送端，沿途每個節點都會處理 RESV 訊息並將資源保留住。當 RESV 訊息回到接收端之後，一個虛擬的通道就建立完成。

相較於差別性服務，整合性服務的實作上較簡單，但缺點在於，由於建立虛擬通道時，網路上每個節點都要參與，因此對網路造成相當大的負荷，對於其 Scalability 受到相當大的限制。

2.3 政策性網路管理 (Policy Based Network Management)

政策性網路管理(Policy Based Network Management, PBNM)是一種新型態的網路管理概念[26]，其目的在於可以讓網路管理人員更快速且方便的管理越來越複雜的網路系統。這樣的一個概念源自於Routing的想法，由IETF的公共開放策略服務(Common Open Policy Service, COPS)所誕生。政策性網路管理是一個依照不同情況做出反應的機制，在網路上會依情況的不同，自動根據預先定義的政策提供一個回應。



圖三 PBNM 系統架構圖

根據[6][26]，IETF所定義的PBNM架構中的四個元件，如圖所示，以下分段論述之：

2.3.1 政策管理工具 (Policy Management Tool)

政策管理工具是一個介面，讓管理人員可以定義、更新、監視相關政策規則的一個工具。管理人員將規則輸入政策管理工具中，政策管理工具則會自動將政策化為系統可執行之設定檔。

2.3.2 政策儲存設備 (Policy Repository)

用來儲存經由政策管理工具所輸入之政策的地方。當管理人員下了一個政策之後，政策管理工具會將該政策轉換為政策儲存設備可接受的格式並存放於其中，提供政策決定點查閱與比對。

2.3.3 政策決定點 (Policy Decision Point, PDP)

政策決定點為一些功能的集合，負責把政策規則轉化為政策執行點可正確執行的形式，是整個系統的決策中心，負責連結政策管理工具與政策執行點，並將政策傳達給網路設備，達到管理需求。具備以下功能：

- 決策：政策決定點必須能夠判斷這條政策是否要執行，在哪邊執行，何時執行，如何執行等等。
- 接收：政策決定點必須可以接收來自底層網路設備監控的回報，並針對管理人員的政策來執行。
- 定位：當接收了來自政策管理工具的政策規則後，政策決定點必須要能夠找到相對應的政策執行點，並傳達相關執行設定。
- 衝突偵測：當政策執行點收到了新的政策，必須要知道是否與現行政策相衝突。若有衝突，則必須回報給管理者知道。

2.3.4 政策執行點 (Policy Enforcement Point, PEP)

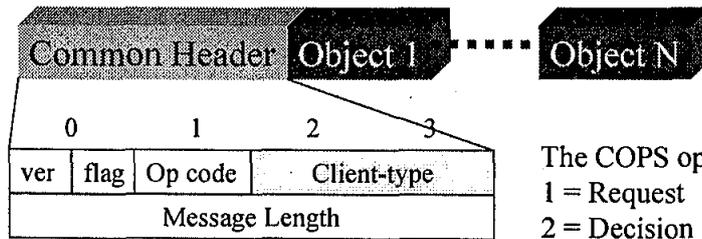
政策執行點為一個元件，可以接收並執行政策管理的部分。其行為被政策規則所規範，並執行政策規則的指示。通常為如路由器、交換機、防火牆的網路設備。可透過公共開放策略服務與政策決定點溝通。

2.4 公共開放策略服務 (Common Open Policy Service)

公共開放策略服務(Common Open Policy Service, COPS)協定是一種簡單的查詢和回應協議[10][27]，其主要用於在政策伺服器（政策決策點, PDP）與其客戶端（策略執行點, PEP）之間交換政策資訊。政策客戶端的一個典型例子是 RSVP（Resource Reservation Protocol）路由器，它主要行使基於策略的允許控制功能。在每個受控管理域中至少有一個政策伺服器。

COPS 協議具有設計簡單且易於擴展的特點，其主要特徵如下：

- COPS 採用 Client - Server，即 PEP 向遠端 PDP 發送請求、更新和刪除資訊，然後 PDP 返回決定給 PEP。
- COPS 使用傳輸層協定 TCP 以便為客戶端和伺服器端提供可靠資訊交換。
- COPS 是可擴展的，它能夠自我識別，並在不需要修改 COPS 協定本身的情況下支援不同特定客戶端資訊。COPS 是為策略的通用管理、配置和執行而創建的。



Version: 4 bits

COPS version number. Current value=1.

Flags: 4 bits

Defined flag values

0x1 Solicited Message Flag Bit

(This flag is set when the message is solicited by another COPS message).

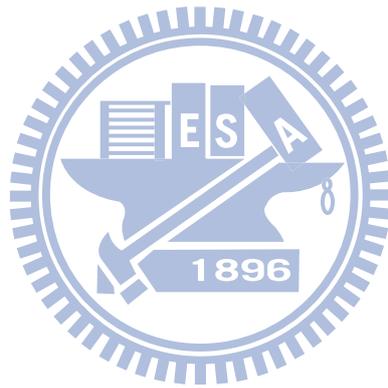
The COPS op codes:

- 1 = Request (REQ)
- 2 = Decision (DEC)
- 3 = Report State (RPT)
- 4 = Delete Request State (DRQ)
- 5 = Synchronize State Req (SSQ)
- 6 = Client-Open (OPN)
- 7 = Client-Accept (CAT)
- 8 = Client-Close (CC)
- 9 = Keep-Alive (KA)
- 10 = Synchronize Complete (SSC)

圖 四 COPS 封包內容[27]

- Version 欄位指定 COPS 版本號。當前版本號 1。
- Flags 指定標記值為 1，是一個請求資訊標記位元。當有其它 COPS 資訊發送資訊請求時需要設置該 Flag(所有其它的 Flag 必須設置為 0)。
- Op Code：識別 COPS 操作
 - 1：Request (REQ)；
 - 2：Decision (DEC)；
 - 3：Report State (RPT)；
 - 4：Delete Request State (DRQ)；
 - 5：Synchronize State Req (SSQ)；
 - 6：Client-Open (OPN)；
 - 7：Client-Accept (CAT)；
 - 8：Client-Close (CC)；

- 9 : Keep-Alive (KA) ;
- 10 : Synchronize Complete (SSC)
- Client-Type 用來識別政策客戶機。所有封裝物件的解釋都與 Client-Type 有關。
- Message Length : 資訊大小 (Octets) , 包括標準 COPS 頭和所有封裝物件。



第三章 以政策為基礎且具有服務品質的超三代網路架構

3.1 問題定義及情境描述

本論文針對通訊網路之服務品質架構的基礎，探討未來超三代行動通訊網路在不同情境之下所遇到的不同處理方式。一般而言，在一個簡單的網路架構當中，將具有核心網路及接入網路，在本論文當中，接入網路可能是根據不同的需求及服務型態所組成的網路，然而其針對的使用者特性亦不同。因此，一個核心網路將成為整個網路架構當中，最上層的網路，而其他接入網路則是遵守核心網路要求的下層網路。

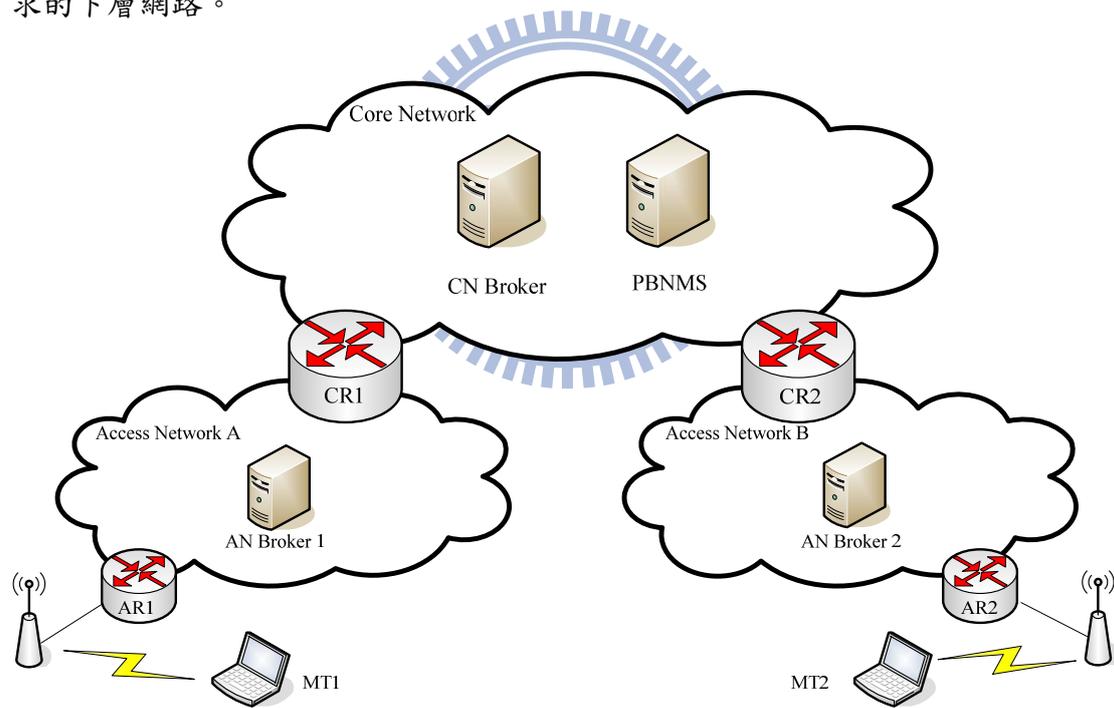


圖 五 以政策為基礎的網路架構

在一般的政策性網路管理架構(如圖五)當中，處理所有 QoS 需求的行為，將由位於核心網路的 QoS broker 來進行處理。圖五說明了一個跨領域且具有政策基礎的網路服務品質保證架構，以下將就其細部元件分別詳述之：

3.1.1 接入網路A內部

如圖五所示，接入網路 A 內部分別由以下元件所組成：

- AN Broker 1：負責接入網路 A(以下簡稱 AN_A)之 QoS 保證之運作相關事宜。
- AR1：Access Router 1，為一負責 AN_A 之網路路由器。
- MT1：使用者終端機器，可能為筆記型電腦或手機、PDA 等，透過無線網路 AP 可以連線到 AR1 路由器之網域。

以上為接入網路 A 內部所組成之網路元件，而在接入網路 A 與 Core Network(以下簡稱 CN)之連線，則是由 CR1(Core Router 1)所負責，經由 AN_A 欲傳送到 CN 或經由 CN 傳送到其他網域之封包，必須透過 CR1 之轉傳。



3.1.2 核心網路內部

核心網路(Core Network, CN)為一個連接許多接入網路的骨幹網路，負責整個骨幹網路架構中，網域與網域之間所有封包數據的傳遞。在本論文環境中，核心網路則是連接了兩個接入網路，負責處理有關雙方封包互相傳輸的一切行為。內部元件包括了：

- CN Broker：與 AN Broker 功能一樣，只是處於的位置不同。在本論文中負責處理兩個接入網路間的 QoS 保證。
- PBNMS：Policy-based Network Management System，一個網路管理的機制，如 2-3 所提到的，其更可細分為四個元件。在此為一個邏輯上的代

稱。

- Core Router: 兩個 CR(Core Router)負責處理兩個不同接入網路之路由。

3.1.3 接入網路B內部

在本實驗中，為力求簡單扼要，因此假設了兩個接入網路之內部組成元件為相同的情況。如 3.1.1 所是，接入網路 B 同樣具備這些元件。但在實際商業環境中，不同的接入網路則可能隨著用途或範圍大小等因素，而造成其內部之組成所不同。

3.1.4 問題情境詳述

然而在一般溝通時，在這樣的網路架構之中，針對點對點的溝通動作，則可能分為以下三種情境來進行，並探討其可能產生的問題：

1. 接入網路內部的點對點溝通

接入網路內部的點對點溝通為架構中最可能發生，也最單純的情境。在此情境之中，內部兩個節點欲進行連線(如 FTP)時，處理 QoS 需求的 QoS Broker 很單純的在政策決定與設定上進行運作，如何去與 PBNM 溝通，並設定好網路，讓兩個端點順利的進行連線，是此情境中的重點。

2. 接入網路與核心網路的溝通

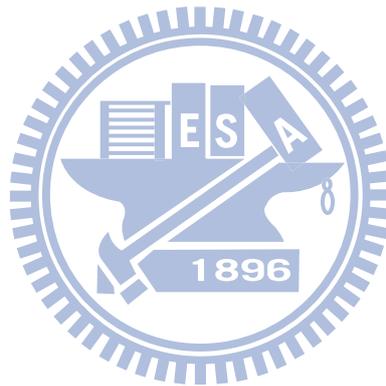
接入網路與核心網路的溝通之重點在於，當接入網路內部無法處理 PBNM 此類的需求時，透過上層的核心網路，如何正確的將需求完成，並將網路設定好以便兩個端點去連線。

3. 接入網路 A 透過核心網路與接入網路 B 的溝通

在此情境中，又可分為兩種不同的狀況。分別為接入網路內部是否具備 PBNM 的機制。如果不具備，問題則類似情境 2，也就是怎麼透過上層核心網路的 PBNM 來決定；相反地，如果具備了，那麼在網域與網域之間，不同層級的政策該如何決定出一個最合適的結果，以便讓兩端點進行連線。

基於以上的問題，本論文希望能基於[12]的基礎架構下，去達成以下目標：

1. 依照以上情境之問題去設計出流程架構，並透過實驗方式找出較佳的解決方法。
2. 提供未來網路發展中，針對不同性質的網路，選擇合適且恰當的服務品質架構。



3.2 網路服務品質架構

根據[23]，過去 3G UMTS 的服務品質架構是 B3G 網路的服務品質(Quality of Service)架構之基礎，然而由於高複雜度及 Scalability 的問題上，迫使其加速了在行動網路上 DiffServ 的發展。因此在 3G 以及 B3G 的基礎建設上，本論文為了提供服務品質的保證，選擇 DiffServ 的架構，搭配 Policy-based 的管理機制，試圖去解決在 B3G 網路中的 QoS 問題。

為了提供在超三代網路當中服務品質的保證，系統需具備一個專門處理此需求的元件，一般稱之為 QoS broker。在一般網路當中，QoS broker 可能是位於核心網路當中與 PBNMS 並存，然而在下層的接入網路可能則參照上層網路的規定，透過核心網路中的 broker 來處理對應的需求。

然而如同在 3.1 章節問題定義中所提及的，這樣的設計對於在接入網路內部的需求產生時，仍需與上層的核心網路做溝通，是否造成時間及速度上的影響，因此 QoS broker 的角色則是相當重要。

3.2.1 QoS Broker之運作

如 3.1 章節及本章節所提到的，在系統中需具備一個專門處理 QoS 需求的元件，稱 QoS Broker。QoS Broker 的旨在於處理有關來自網路內部的服務品質需求[4]，其主要功能包括了：

- 協調來源端及目的端雙方的網路設定
- 與 PBNMS(Policy-based Network Management System)作溝通
- 網路頻寬、流量分配
- 網路狀態監控及紀錄

然而在接入網路及核心網路的網域中，一個完整的架構中都具備了 QoS Broker 此元件，基本上他們的功能大致上相同，但是由於其位置不同而會有不同的名稱。如在接入網路中稱為 AN QoS Broker 或 AN Broker，核心網路中則稱為 CN QoS Broker 或 CN Broker。一個 QoS Broker 收到了來自 Edge Router 的 COPS Request 後，會向 PBNM 要求其對應的政策，然而收到了政策的設定之後，QoS Broker 則將符合該政策的網路資源分配給該 Request 使用。

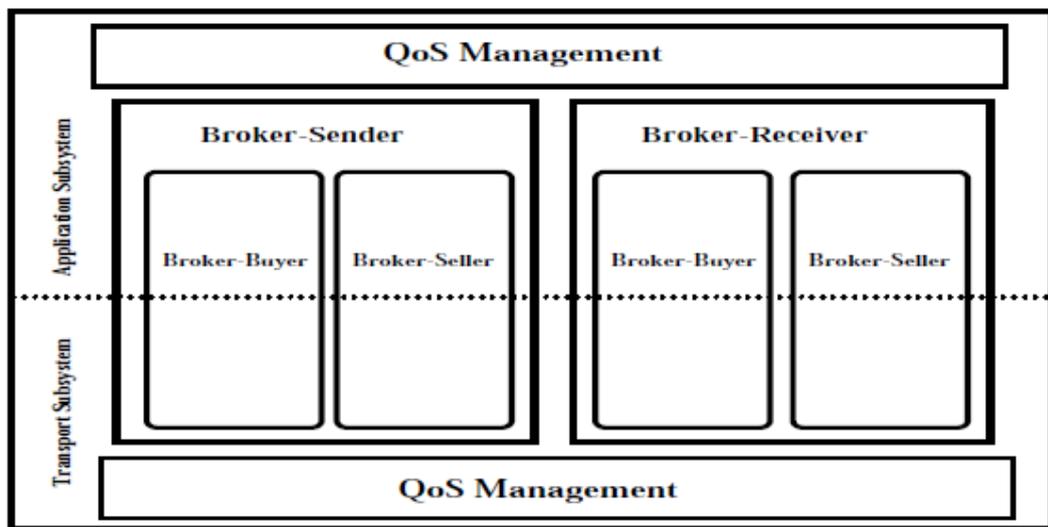


圖 六 QoS Broker 架構[20]

一個簡單的 QoS Broker 架構如上圖所示，為了達成 QoS 保證，其具備了兩個內部元件：Broker-Sender 跟 Broker-Receiver[20]。Broker-Sender 的主要目的在於管理網路上 Input 及 Outgoing 的資源，而 Broker-Receiver 則是管理 Output 及 Incoming 的資源。而在本論文當中，透過利用這樣的機制，來達成前述的功能。

3.3 以政策為基礎的網路管理架構

基於 DiffServ 的概念，未來在超三代通訊網路的服務當中，將依據不同的級別來提供不同的服務，因此，一個以政策為基礎的網路架構將能夠針對這樣的目標來做最基本的要求。本論文將從如何制定一個合適的政策開始，切入到不同情境中的問題，並從實驗中得到驗證及回饋。

3.3.1 政策的目標

政策的目標在於當一個連線需求產生時，如何能夠自動地為管理人員處理有關接下來連線行為的規範及保證，政策的重要性在此可見一斑，如果訂定的良好，政策將可以自動分擔管理人員的負荷，反之，如果在一個以政策為基礎的網路架構當中，政策定義模糊不清或前後矛盾，則可能造成系統異常或誤判，將會造成在管理面及技術面上的困擾。制定政策的目標有以下幾點：

- 需能夠保證最小頻寬
- 需能夠保證最大頻寬
- 必須能夠處理服務的優先順序
- 自動代替人工處理需求

3.3.2 政策的運作及處理

從網路層級的觀點來看政策，則如下圖一樣，不同的層級說明了政策在各階段所運作的不同：

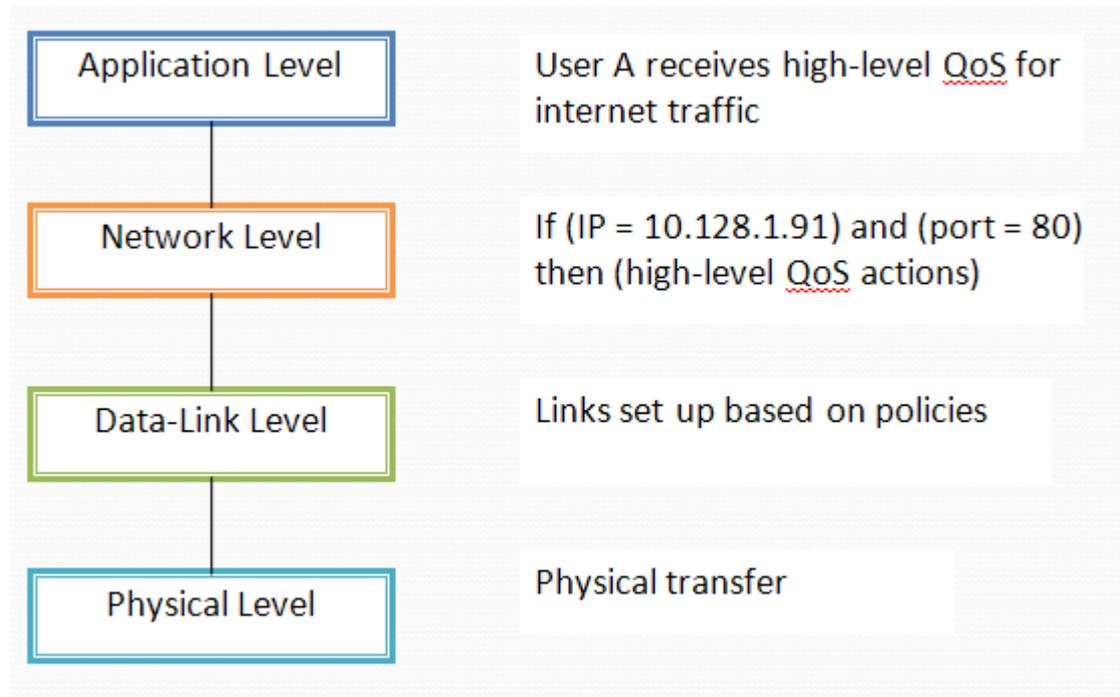
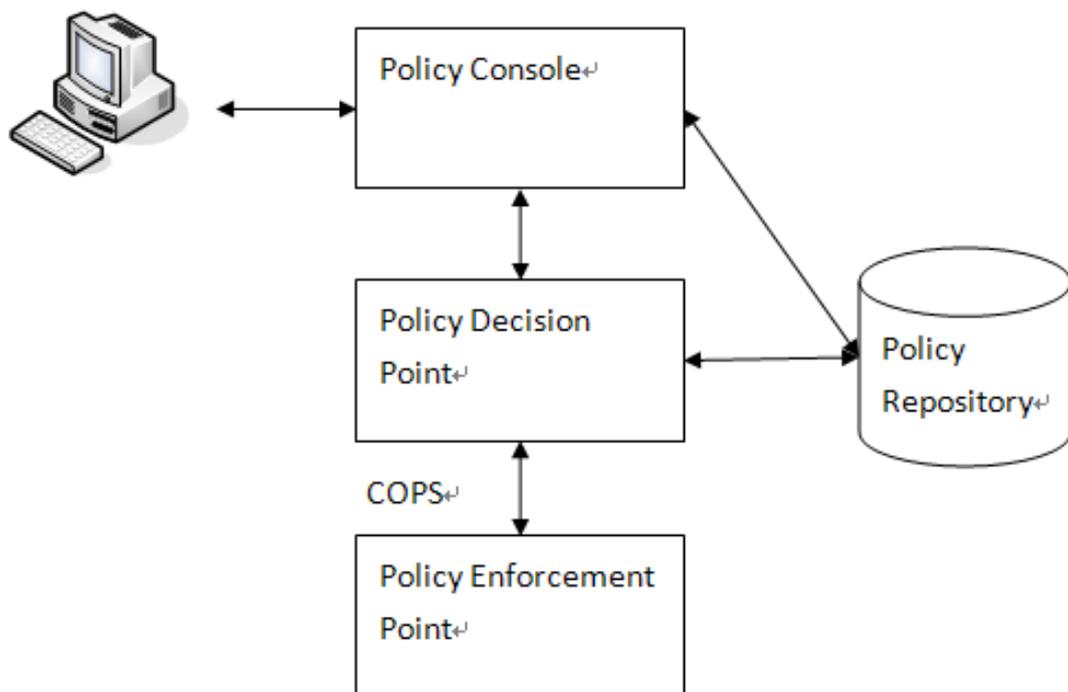


圖 七 政策運作之層級



圖八 政策運作之邏輯架構

3.3.3 政策的產生

政策由兩部份所產生，首先一部分由許多規則所組成，而規則就是一堆 IF...ELSE...THEN，規則產生來源包括了如使用者的資料、系統的資料等等。另外一部分則是受網路狀況(Network Traffic)影響所產生的決定，包括如協定、連接埠等。政策可以依據不同的條件、狀況、使用者、網路的類型等來制定。

表格一 決定政策的範例

	政策範例
政策 1	當網路發生壅塞時，給予不同使用者不同的服務等級
政策 2	定義何種能力是被高階服務所控制
政策 3	當網路使用尖峰時刻，給予使用者特定限制
政策 4	定義網路壅塞情形，並決定網路使用狀況
政策 5	定義當使用者無法進入系統時，系統該如何作對應

在本論文當中，第一部份的規則來源屬於使用者及系統資料，根據「使用者分級」、「網域規則」等來產生。



表格二 使用者分級

使用者分級	可使用頻寬	可使用流量
等級 A	高	高
等級 B	高	低
等級 C	低	高
等級 D	低	低

3.3.4 政策的範例

一個最基本的政策範例如下，說明了當使用者等級為 A 或 B 時，則將其擁有的頻寬設定為高等級；如果使用者等級非 A 也非 B 時，則將使用者擁有的頻寬設定為低等級：

```
IF (User_Level = A OR B)
    SET Bandwidth_n = high
ELSE
    SET Bandwidth_n = low
```

3.3.5 政策的傳遞

一個 Policy Based Network Management System 的精神在於 Policy(政策)的規定及執行，因此在整個網路系統當中，如何讓政策能夠正確的傳遞並執行，對於 PBNMS 來說，是十分重要的。IETF 所提出的 COPS 則是一個解決方案。如同前面所提到的，透過 COPS 封包的設計，即可進行政策的傳遞。圖七說明了 PEP 與 PDP 之間政策傳遞的指令。

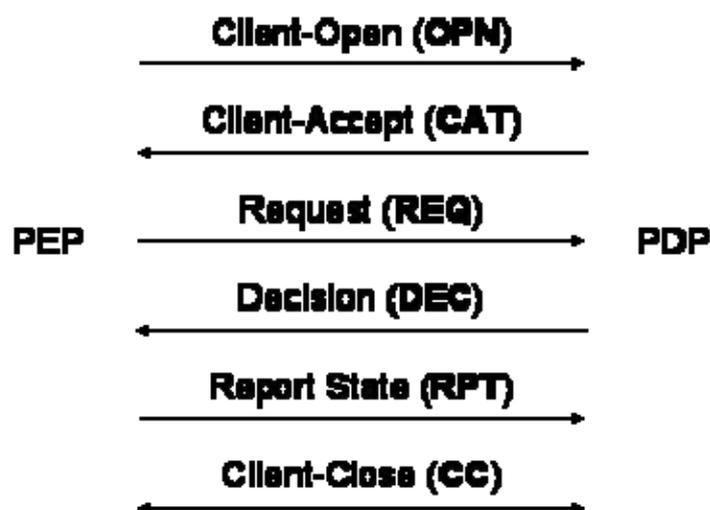


圖 九 COPS 封包傳遞指令

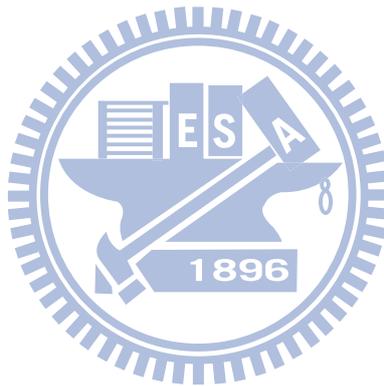
PEP 會將本身相關的資訊放在 Request 中的 Named ClientSI Object 傳給 PDP，

其中最重要的是 frwklfCapSetRoleCombo Table，如圖八所示，此 table 會指出所要 configuration 的是 PEP 的哪一個 interface 及其所扮演的 role。

```
frwklfCapSetRoleCombo
Prid = 1
Name = "If1"
Roles = "RD"
```

圖十 frwklfCapSetRoleCombo Table 範例

當 PDP 知道所要 configuration interface 的 role 之後，會到 Policy Repository 中搜尋適合這個 role 的 policy data，然後放在 DEC message 中的 Decision object，傳回給 PEP。當 PEP 收到 policy data 後會先將 datapath 的參數解譯出來，再透過 Parser 將參數設到各模組中。



第四章 系統實作與模擬結果分析

4.1 前言

本章節中，將針對不同情境來做實驗，實驗設計的架構及實驗原因以下將分別敘述之：

1. 接入網路內部的點對點溝通

實驗說明：此情境中的實驗為接入網路內部的點對點溝通，是在整個網路架構中最單純的例子。

實驗目的：設計此實驗的目的在於，當兩個位於接入網路內部的端點要進行連線溝通時，具有 PBNMS 的接入網路，是否能夠合適的處理來自於內部的需求。

2. 接入網路與核心網路的溝通

實驗說明：此情境的架構與實驗 1 的不同在於，接入網路內部並沒有具備 PBNMS 的架構。

實驗目的：設計此實驗的目的在於，針對一個沒有具備 PBNM 的接入網路，當內部的兩個端點要進行連線溝通時，如何透過上層的核心網路來協助達成 QoS 的保證。

3. 接入網路 A 透過核心網路與接入網路 B 的溝通

此情境當中，針對接入網路是否具備 PBNM 的機制，又細分為兩個不同的實驗：

A. 接入網路不具備 PBNM QoS 機制

實驗說明：此實驗為兩個位於不同接入網路的端點欲進行連線溝通，

但接入網路內部並無具備 PBNM。

實驗目的：無具備 PBNM 機制的兩個不同接入網路，透過核心網路的協助，如何完成 QoS 保證。

B. 接入網路具備 PBNM QoS 機制

實驗說明：此實驗為兩個位於不同接入網路的端點欲進行連線溝通，且接入網路內部具備 PBNM。

實驗目的：具備 PBNM 機制的兩個不同接入網路，可能有政策上的衝突，因此，此實驗目的為，如何透過核心網路來協調三方的政策溝通。

4.2 接入網路內部的點對點溝通

本情境中，架構圖及情境描述如下：



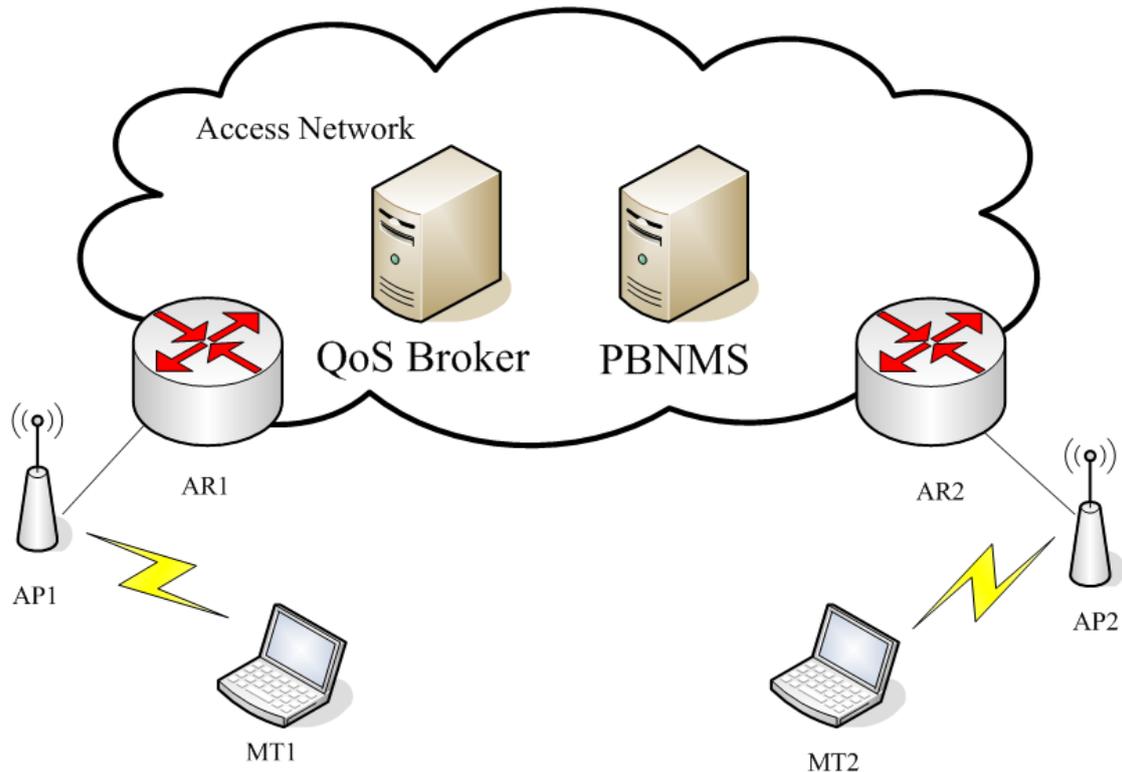


圖 十一 實驗一網路架構圖

1. 當整個 Access Network 要進行運作時，AR1 與 AR2 會透過 COPS 的指令來做 Policy-based End-to-End QoS 的初始化。
 - AR 端對 Broker 端各自發出一個 Client-open 的指令，打開連線。
 - 當 Broker 確定此 AR 為 Access Network 中合法的 AR 後，回傳一個 Client-accept 的指令。
 - 此時 AR 端會在發出一個連線設定初始化(Configuration-request)的請求。
 - 然後 Broker 回傳 Configuration-decision 的指令。
 - AR 回報連線設定成功(Configuration-report)。

圖 十二 接入網路 Broker 及 Router 初始設定

2. 假設 MT1 欲與 MT2 進行一個 FTP 連線。
3. 當 MT1 對 AR1 發出一個帶有 FTP Session Initiation 的封包，目的在於欲透過 AR1 進行 FTP 連線的初始化。
4. 當 AR1 收到這個封包時，會將所有來自 MT1 的封包先保留起來，並且同時對 Broker 發出一個 Request 指令，目的在於請求 Broker 保留資源給 MT1 進行連線。
5. 此時 QoS Broker 根據以下三個要素，去判斷允不允許這些封包往前繼續送到目的端：
 - 使用者的 profile
 - 整個網路事先定義的規則

- 網路資源使用狀況
6. 假設這三個要素都通過驗證，則 QoS Broker 會同時對 AR1 與 AR2 發出一個允許的通知與設定，讓 AR1 HOLD 住的封包，可以往目的端，也就是 MT2 進行封包的傳遞。



圖 十三 實驗一流程

4.3 接入網路與核心網路的溝通

本情境中，架構圖及情境描述如下，設計此實驗的想法來自於[12]，為一個基礎的環境架構。此實驗的目的在於，瞭解在一個跨網域的環境中，具有階層性關係的 QoS Broker，如何作到 End-to-End 的 QoS 保證。同時，QoS Broker 之間的溝通、Core Network 中 PBNMS 與 Access Network 中的 QoS Broker 該如何傳遞且正確應用 Policy。這個實驗也將當作一個標竿(benchmark)，用來比較與實驗 4.2 的差別，而進一步分析一個具有 PBNM 與否的 B3G 網路架構，在傳輸效率

上的差距。

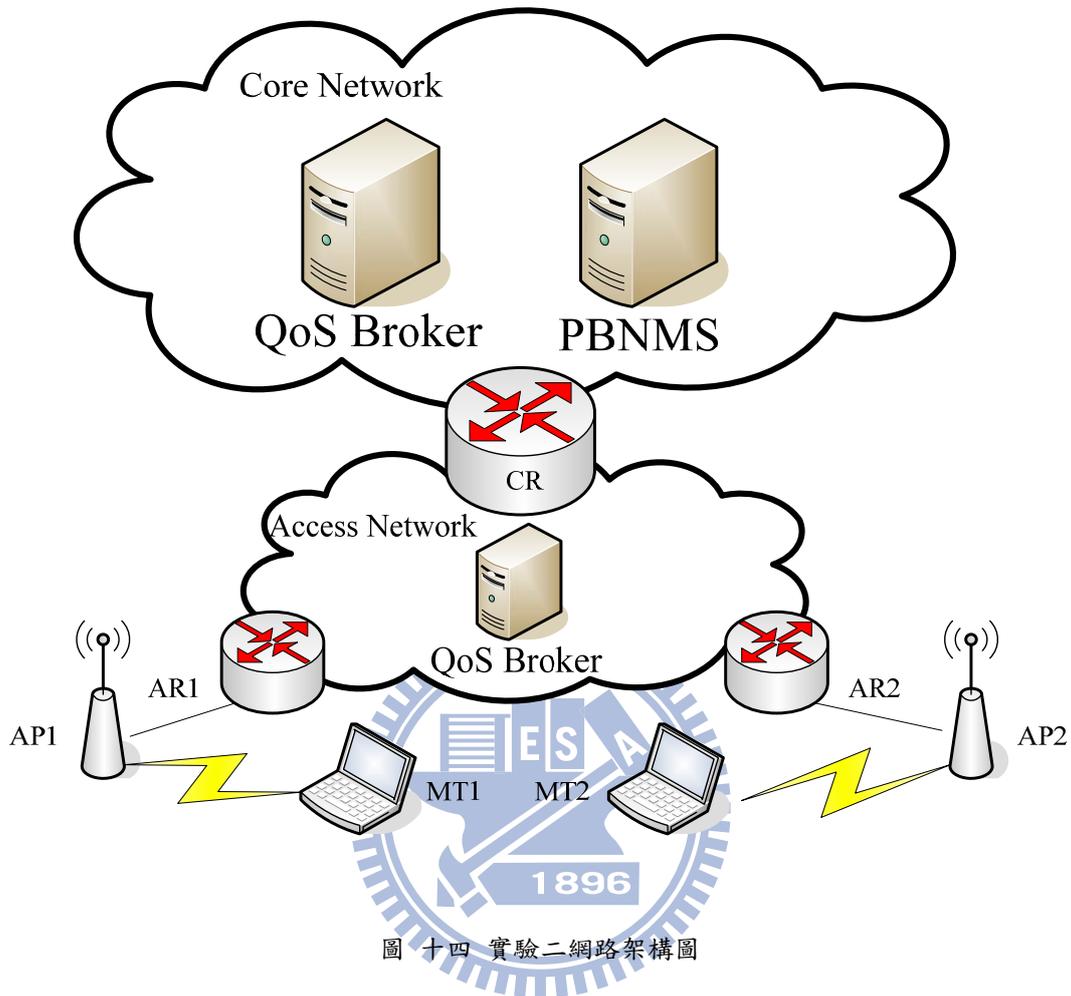


圖 十四 實驗二網路架構圖

位於 Access Network 中的 QoS Broker(以下簡稱:ANBroker),與 Core Network 中的 QoS Broker(以下簡稱:CNBroker),兩者的工作內容並無明顯差別,差別在於兩者的階層性關係。CNBroker 屬於上層,其餘每個 domain 之 ANBroker 皆屬於其下層的 Broker。因此,每個 ANBroker 不僅要遵守上層之 CNBroker 的 Policy 規則,ANBroker 還要向上層的 CNBroker 回報,以便供 Core Network 管理人員可以對下層的每一個 Access Network 的使用狀況進行掌控。



在此情境中，Access Network 中並沒有 Policy-Based Network Management 的系統，ANBroker 扮演的角色僅僅只有負責協調網路及與 CNBroker 溝通的角色，真正在決定一個適當策略的，是來自上層的 CNBroker 及其 PBNMS。因此，在這情境當中，真正需要解決的是，ANBroker 與 CNBroker 之間的溝通。

為了解決這個問題，在本論文中，我的作法流程是如圖十二及以下步驟所示：

1. 當網路中 AR1 收到了一個來自 MT1，欲進行 FTP 連線到 MT2 的封包時，AR1 首先將封包都給保留住。
2. AR1 發出一個 Request 封包給 ANBroker，請求 QoS 設定。

3. ANBroker 複製一個內容一樣的封包，但目的端為上層的 CNBroker。對 CNBroker 來說，就像是收到了一個直接由 AR1 傳給 CNBroker 的封包一樣。
4. 因此，CNBroker 很單純的直接根據封包內容，去向 CN PBNMS 作 Policy 的查詢與決定，並把決定之後的設定傳回給 ANBroker。
5. 則 ANBroker 會同時對 AR1 與 AR2 發出一個允許的通知與設定，讓 AR1 HOLD 住的封包，可以往目的端，也就是 MT2 進行封包的傳遞。
6. 完成連線之後，AR1 傳送一個 Report 封包給 ANBroker，告知工作已完成。而 ANBroker 收到封包後，也會如同步驟 3 一樣，傳送封包給 CNBroker 知道。



這個情境與 4.1 中的情境最大不同的點在於，AN 中是否存在一個 Policy-Based QoS 的機制。如果 AN 中存在這樣的機制時，在 AN 中傳輸的連線不必向上層的 CN 作請求及回報，只需在 AN 內部階段即可完成 Policy-Based QoS 的基礎保證。然而相反地，當 AN 中不存在一個 Policy-Based QoS 的機制時，即使 AN 內部傳輸的連線請求，亦得向上層的 CNBroker 溝通。這樣的情況之下，所需的時間及成本也將會增加。此外，當一個 CN 具備相當龐大的 AN 時，對於 CNBroker 及整個 Core Network 的負擔，將是不可言喻的。

4.4 接入網路 A 透過核心網路與接入網路 B 的溝通

前面兩個情境都是屬於同一個 Access Network 內部的連線交換，在本節中，考慮到的是一個跨 AN 的連線。其中又將細分為兩個情境：

1. AN 中不具備 Policy Based 的 QoS 機制。
2. AN 中具備 Policy Based 的 QoS 機制。

4.4.1 接入網路不具備 PBNM QoS 機制

在此情境中，MT1 欲與另一個 Access Network 的 MT2 進行 FTP 連線。但在其個別的 AN 中，並無具備 Policy Based 的 QoS 機制，因此，為了達到 Policy Based 的 QoS 保證，我們必須透過上層 Core Network 的 QoS Broker 來幫我們達到這樣的機制。

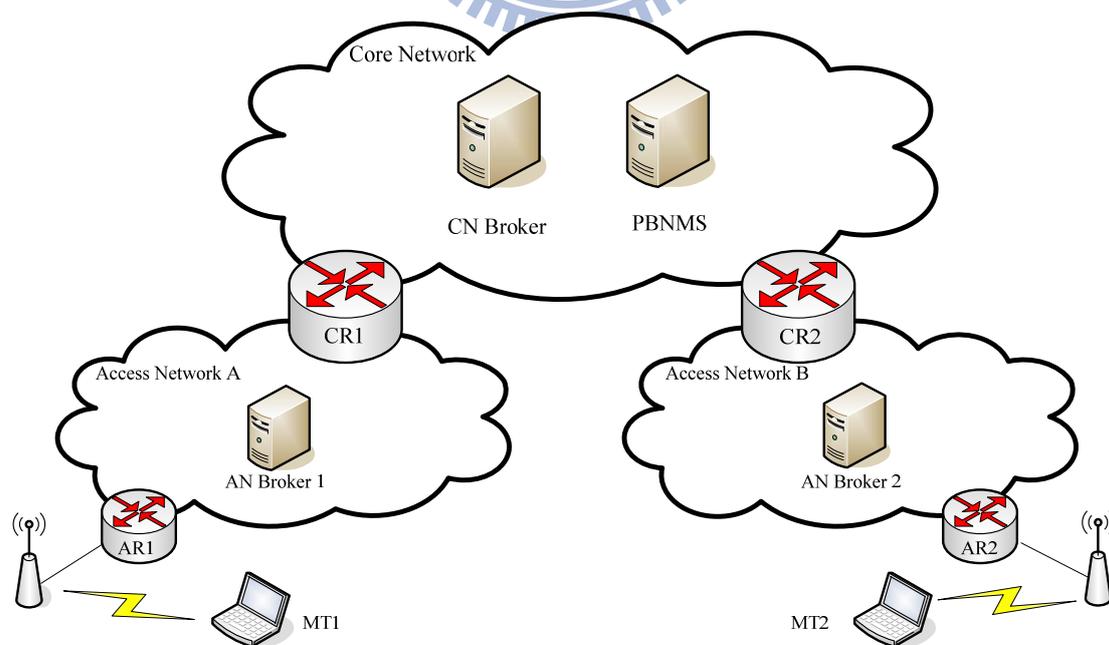


圖 十六 AN 不具備 PBNMS 之網路架構圖

這個情境與 4.2 的情境作法類似，主要是利用 ANBroker 複製封包傳遞到 CNBroker 的作法。流程如下所示：



圖 十七 實驗 3-1 流程

1. 當 MT1 欲與 MT2 進行 FTP 連線，AR1 收到來自 MT1 的 Request 時，所先留住所有來自 MT1 的封包，並將這 Request 封包複製一份，然後傳送目的端改為上層 CN 的 CNBroker。
2. CNBroker 收到封包後，根據封包內容去查詢 PBNMS 裡面的 Policy 規則。
3. 確定規則之後，CNBroker 會同時對兩個 ANBroker(ANBroker1 及 ANBroker2)作政策的決定及設定。

4. 當兩個 ANBroker 收到各自封包後，再針對其目的 AR 來作網路決定與設定。
5. AR1 及 AR2 會各自回報其狀況給該 AN 中的 Broker。
6. 各 ANBroker 再回報給 CNBroker。
7. 留在 AR1 的 FTP 封包正式經由 AN1 傳到 CN，然後再傳輸到 AR2，最後傳到 MT2 手中。

此情境大致上的作法與 4.2 相同，不同的是跨 AN 的傳輸，因此 CNBroker 必須同時掌握兩個 AN 的使用狀況，並且同時對兩個 ANBroker 來作網路設定，以便提供相對的 QoS 保證。



4.4.2 接入網路具備PBNM QoS機制

在此情境中，在各 AN 中的 Broker 具備有 Policy Based QoS 的機制，因此，與 4.3.1 情境所不同的，就是各 AN 內部可以獨自根據其內部網路的設定、內部網路的政策等因素來設定，但也因此在政策上的傳遞、政策上的設定，以及 CN 與 AN 間，或不同 AN 間的政策衝突問題等，會比 4.3.1 情境來的複雜許多。

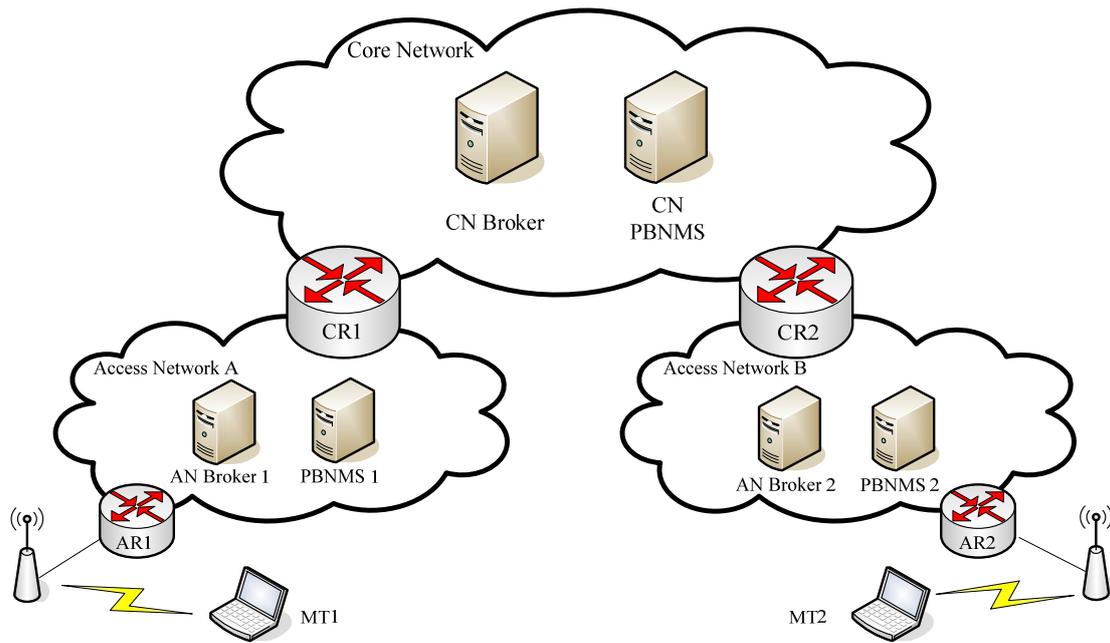


圖 十八 AN 具備 PBNMS 之網路架構圖

由於各 AN 的用途不同，因此其要求的 QoS 保證也不同。因此在整個網路架構中，CN 中的政策將擁有一個基本要求、較寬鬆的保證，而個別的 AN 則根據自己內部網路的設定及用途，來設定屬於自己的政策。然而下層 AN 的政策設定，除了本身以外，也需考慮上層 CN 的設定，當政策衝突發生時，以兩者中較上層的網域之政策標準為主。舉例來說，當今天 AN1 與 CN 的政策發生了衝突時，則 AN1 必須以 CN 的政策為主。

當跨 AN 的情況發生時，除了前述所提到的，須遵守較上層的政策之外，兩個不同的 AN 也可能有不同的政策設定，也因此可能會有衝突產生。發生這種情況時，本論文的作法是，利用 CNBroker 來當作一個中介者，來協調三方的政策衝突。



圖 十九 實驗 3-2 流程

在本論文當中，面對這樣的情況時，CNBroker 的著手點在於收到來自 AR1 的 Request 封包時。當收到來自 AR1 的 Request 封包後，CNBroker 會先查詢自己 PBNMS 的政策，但此時並未作 Decision 的動作，而是化身成 Client 的角色，同時對來源端的 ANBroker 及目的端的 ANBroker 發出一個 Request。這個步驟的目的在於，可以對來源端及目的端做政策的協調，如果沒有這個步驟的話，CNBroker 僅僅與來源端 ANBroker 作協調，這樣則可能不符合另一個 AN 的政策設定。

當兩個 ANBroker 收到了 Request 封包時，則會查詢自己網域中的政策設定，並依據連線內容來作 QoS 保證，並把決定之後的設定傳回 CNBroker。此時 CNBroker 在收到兩個 ANBroker 的設定後，再根據先前所查詢的政策決定結果，將政策內容的設定作交集，最後取得的決定結果再向兩個 ANBroker 來作設定。

而收到網路設定檔的兩個 ANBroker 則又各自將其 AN 作設定，以提供 QoS 保證，然後繼續進行真正的 FTP Session。

4.5 實驗數據與分析

本章節將利用實作的方式，將前面幾個情境利用模擬的環境來進行分析及比較，相關的架構圖如前述各情境的架構圖所示。

4.5.1 模擬環境規劃及佈署

為力求簡單扼要，本論文的环境架構以一台筆記型電腦及三台桌上型電腦組合而成，分別代表各實驗中不同的角色與功能。在本論文之中，一個 PBNMS 所對應到實際系統的元件，則如表三所示。其硬體設備如下所列：

1. 代表 MT 之筆記型電腦

硬體：

CPU: Intel Core 2 Duo 1.6GHz

RAM: 1.5GB

作業系統：

Windows XP Home Edition SP2

2. 代表 QoS Broker 及 PBNMS 之桌上型電腦

硬體：

CPU: AMD Phenom II X2 3.1GHz

RAM: 4G

作業系統：

Linux w/ kernel v2.6

3. 代表模擬 Router 之桌上型電腦

硬體：

CPU: Intel Pentium 4 2.6G

作業系統：

Linux w/ kernel v2.6

表格 三 系統元件對應表

	系統元件	實際系統
使用者端	Policy Console	Web UI
決策中心	Policy Decision Point	QoS Broker
政策儲存端	Policy Repository	MySQL DataBase
設備端	Policy Enforcement Point	模擬 Router 端

4.5.2 實驗假設

為了針對各情境進行實驗，首先必須對以下幾個變數進行假設，分別為：使用者等級、政策限制、傳輸檔案大小等，以下分述之。

- 使用者等級：

依照政策性網路管理的精神，一個最基本的分類可以為使用者等級。不同的使用者將擁有不同的 QoS 保證，然而為了實驗簡單扼要，並且固定此變數，不論任何網路領域中，實驗的使用者等級為等級 A，給予的頻寬及流

量設定為不限制。

- 政策設定：

在真實情況下，各個網域可能擁有不同的政策，在基本下層接入網路不違反上層核心網路的情況下，各個接入網路可能擁有較核心網路嚴謹的設定，本論文針對了各網域給予最基本的政策設定：

- 核心網路：

政策 1：等級 A 使用者的使用時間為不限制。

政策 2：等級 A 使用者的流量限制為每日 10GB。

政策 3：等級 A 使用者的頻寬上限為 10MBps。

- 接入網路 A：

政策 1：等級 A 使用者的使用時間為每日 08:00~20:00。

政策 2：等級 A 使用者的流量限制為每日 5GB。

政策 3：等級 A 使用者的頻寬上限為 5MBps。

- 接入網路 B：

政策 1：等級 A 使用者的使用時間為每日 15:00~:0300。

政策 2：等級 A 使用者的流量限制為每日 1GB。

政策 3：等級 A 使用者的頻寬上限為 3MBps。

- 傳輸檔案大小：

由於各情境都會進行 FTP 連線並傳輸檔案，為力求簡單，將傳輸的檔案大小定為 40MB 的 ZIP 壓縮檔。

4.5.3 實驗結果

根據各情境不同的架構，分別進行了不同的實驗。各情境中傳輸檔案大小為 40MB 的檔案，分別進行 FTP 傳輸十次，並將其進行的總時間記錄下來，最後將

十次的實驗結果作平均，作為最後的結果。各實驗的平均時間分別為以下所示：

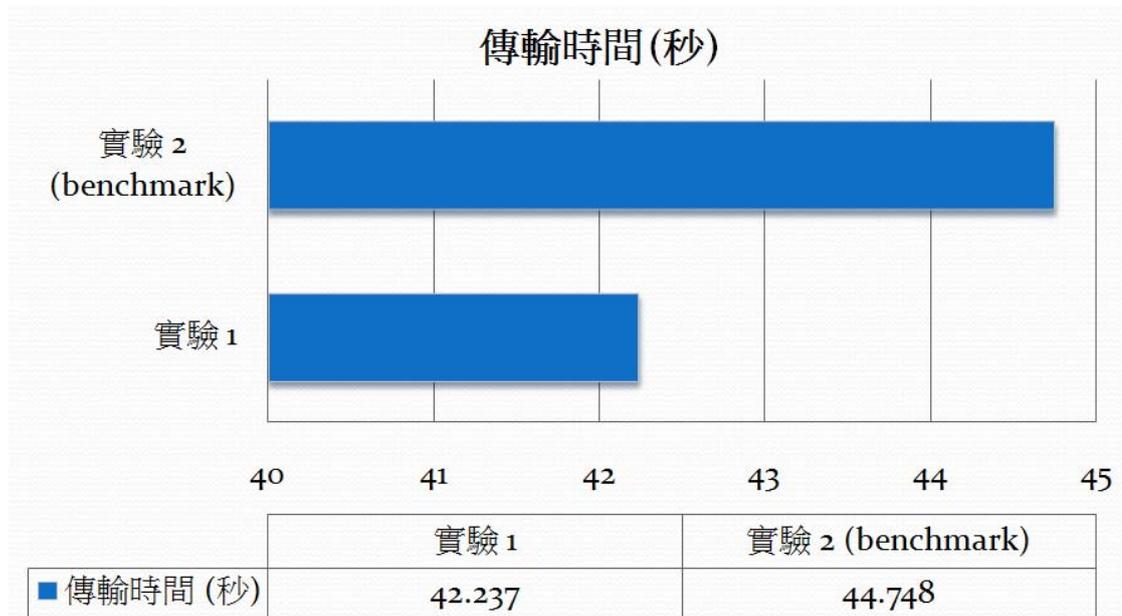


圖 二十 實驗 1 與實驗 2(benchmark)之比較

根據圖十九所示，實驗 1 的平均結果約為 42.237 秒，實驗 2 的平均結果約為 44.748 秒。根據實驗 1 與實驗 2 的結果可以看到，當接入網路內部的兩個端點欲進行連線溝通時，在接入網路內部具有 PBNM 的機制時，其處理 QoS 需求的時間，加上實際傳輸檔案的時間，約略短於需要與上層核心網路溝通的實驗 2。因此，由圖十九可以很明顯的得知，由本論文所設計的實驗 1 之架構，在傳輸的時間效率上，相較於原本所提出之 B3G 網路服務品質架構[12]，也就是實驗 2，提昇了約 5.61% 的時間。

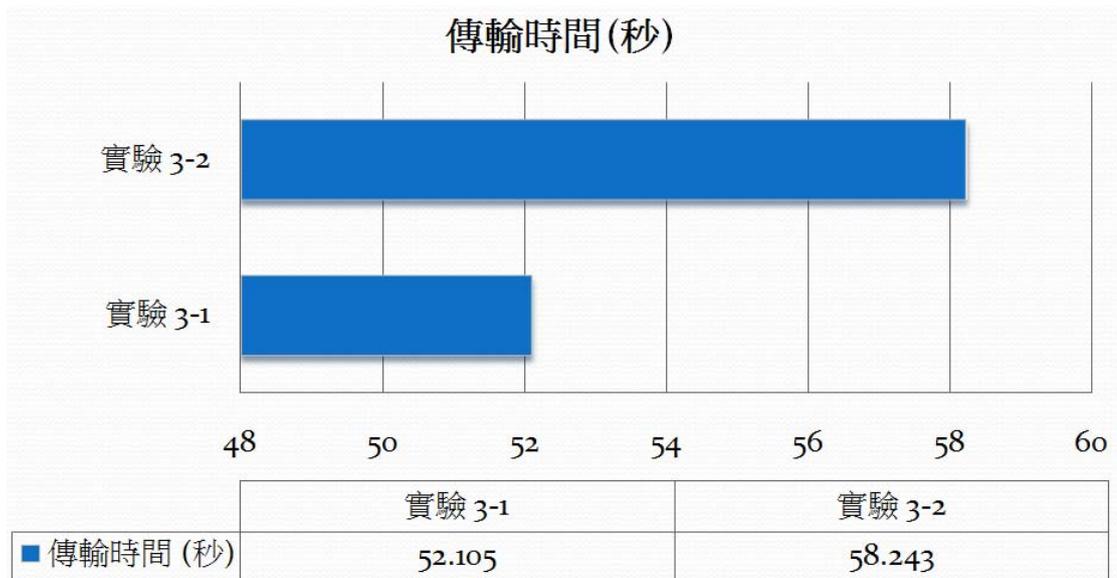


圖 二十一 實驗 3-1 與實驗 3-2 之比較

此外，實驗 3-1 的平均結果約為 52.105 秒，實驗 3-2 的平均結果為 58.243 秒，差距約達 10.5%。造成各實驗傳輸時間不同上的差異點在於，各實驗網路架構複雜度不同，以及其 QoS 運作機制不同。而從實驗 3-1 與實驗 3-2 的結果顯示，由於在各個接入網路具備不同的 PBNM 機制，因此在政策上的協調會造成決定政策時的影響，而這樣的影響造成了在整個傳輸檔案的時間上，實驗 3-2 會高於沒有具備 PBNM 機制的實驗 3-1。

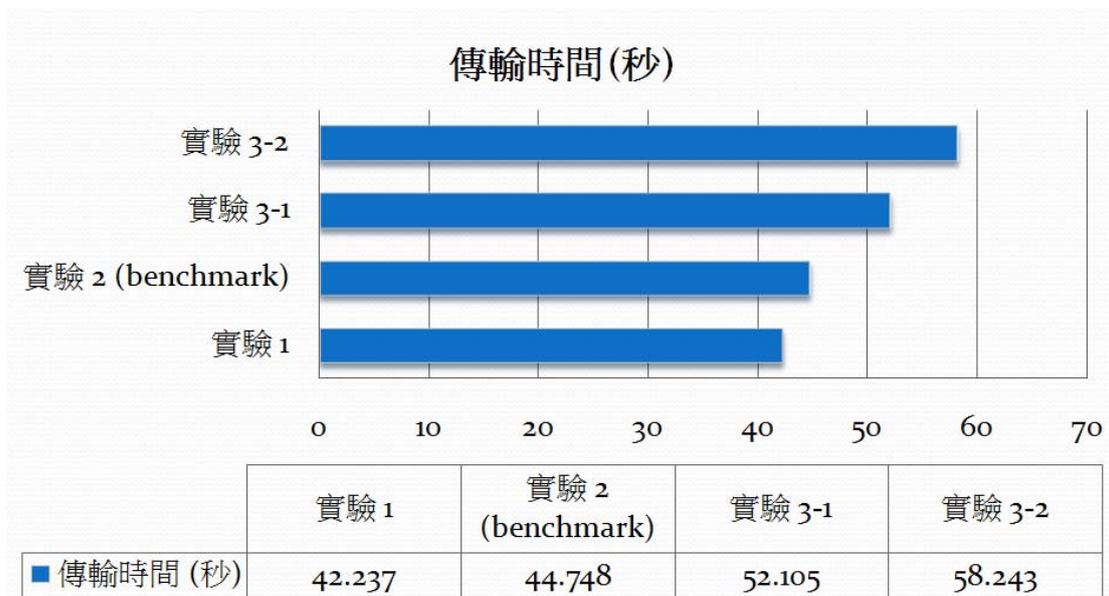


圖 二十二 實驗結果

4.6 小結

根據前面的實驗流程架構設計，以及實驗的結果(圖二十一)所示，在接入網路內部之端點間的傳輸，具備 PBNM 機制的 QoS 需求之處理時間短於不具備者；而當傳輸的範圍跨越網域時，反倒是不具備 PBNM 機制的 QoS 需求之處理時間短於具備者。這樣的結果差異顯示了接入網路內部具備 PBNM 與否的重要性，若配合整個 B3G 網路的概念來看，如同前面章節所提到的，未來網路的功能性會更較現在明顯，也就是說，各個接入網路間可能其政策管理上及功能性上，其差異性會相當大，也因此其 QoS 需求主要會產生在於內部點對點的傳輸上，如公司內部的影像電話需求可能都具備在同一個網域中，因此在處理這方面的需求時主要來自內部。而這樣的情況之下，就會如同實驗 1 的情境，接入網路內部的需求即可透過內部的 Policy Based QoS 機制來處理，如此一來也可以提供較佳的品質保證。

而實驗 3-1 與實驗 3-2 的結果，則是可以用在一般大眾的環境之下，由於大眾環境的各個接入網路其屬性類似，且不同的接入網路間連線傳輸的機會很大，因此其內部的 PBNM 機制可能極為相近，甚至不具備這樣的機制，所以在政策決定上只需花費很短的時間或者單純由核心網路來決定，而這樣的機制就會有較佳的品質保證。

第五章 結論與未來研究方向

5.1 結論

本論文透過一個新型態的網路概念，並利用過去針對網路管理的網路品質保證，考量在管理面及技術面上的政策觀念，透過不同的情境說明了未來如何能夠將以往需透過與核心網路的交換連結才能完成的 QoS 需求保證，透過階層式網路的概念，在接入網路端即可完成作業。另外，本論文亦根據不同的情境探討，將不同的情形透過實驗的方式實現，設計出適合面對未來在更多的增值服務需求的環境之下，如何更快速且更針對需求性的提供一個服務品質保證。未來在行動網路中，面臨到的是更多且功能性更明顯更細分的異質網路型態，本論文的實踐結果說明了在不同的使用環境中選擇不同架構的 Policy Based QoS 機制將會有不同的結果。若能夠依據網路使用型態的不同，選擇合適恰當的 QoS 機制，將可以讓效率提昇，進而節省成本，創造價值。



5.2 未來研究方向

未來研究方面，礙於實驗模擬環境上的不足，以下提出幾點針對在超三代通訊網路的 QoS 架構中，在未來可能改進的地方，並可在以下部份增強，以便補足此方面更全面性的研究。

1. 結合更多樣性的網路協定，如 WiMAX、LTE 等協定。

B3G 網路的概念乃源自於一個整合現存技術的想法，因此在未來研究方向，若可以加入更多的不同協定，達到一個真正滿足這樣一個概念的實際作法，將可以更深入探討其利弊。

2. 針對未來實際商業環境的更深入探討

未來實際商業環境可能與現今不相同，因此若未來要繼續朝這方向去研究的話，建議可以結合實際商業環境的模擬與分析，達到更符合現實狀況的研究結果。



參考文獻

- [1] Jussi Laukkanen, “UMTS Quality of Service Concept and Architecture”,
University of Helsinki, 4-5-2000
- [2] Bo Li, Yang Qin, Chor Ping Low, Choo Lim Gwee, “A Survey on Mobile
WiMAX”, IEEE Communications Magazine, December 2007
- [3] F.Casadevall, P.Emmanuelsson, R.Ferrus, A.Gelonch, P.C.Karlsson, N.Nafisi,
J.Perez-Romero, O.Sallent, L.Wang, “A Policy Based QoS Architecture For
Heterogeneous Wireless Systems”
- [4] V.Marques, et al., “A simple QoS service provision framework for beyond 3rd
generation scenarios”, ICT2003, 10th International Conference on
Telecommunications, pp. 1475-1481, Tahiti, French Polynesia, Feb 2003
- [5] V.Marques, et al., “An Architecture Supporting End-to-End QoS with User
Mobility for Systems Beyond 3rd Generation”, IST Mobile&Wireless
Telecommunications Summit 2002, pp.858-862, June 2002
- [6] Marcelo Borges Ribeiro, et al., “An Integrated System for QoS Monitoring of
Policy-Based Networks”, XXI Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores,
pp.233-245, 2003
- [7] V.Marques, et al., “An IP-Based QoS Architecture For 4G Operator Scenarios”,
IEEE Wireless Communications, June 2003
- [8] Vinod Mirchandani, et al., “An Open-System 4G/B3G Network Architecture”,
Communications, 2005. ICC 2005. 2005 IEEE International Conference on
Volume 2, May 2005
- [9] Cui Hongyan, et al., “Design and Implementation of All IP Architecture for
Beyond 3G System”, Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, 2004.
PIMRC 2004. 15th IEEE International Symposium on Volume 4, Sep 2004

- [10] Simon Poignant, “Differentiated Service Quality in IP Networks using COPS – Network Device Independency Issues”, KTH Numerical Analysis and Computer Science, 2004
- [11] Ramon Ferrus, et al., “E2E QoS Test bed For B3G Networks”, Sep 2005
- [12] Ricardo Azevedo, et al., “End-to-end QoS implementation in a B3G network”, IEEE Telecommunications, July 2005
- [13] Werner Mohr, “Mobile Communications Beyond 3G in the Global Context”, Siemens Mobile, 2002
- [14] Hans Einsiedler, et al., “The Moby Dick Project: A Mobile Heterogeneous All-IP Architecture”, Advanced Technologies, Applications and Market Strategies for 3G - ATAMS 2001, ISBN 3-88309-20-X, pp. 164-171, 2001
- [15] Francisco Bernardo, et al., “A Beyond 3G Real-Time Testbed for an all-IP Heterogeneous Network”, Proceedings of the 5th ACM international workshop on Mobility management and wireless access, 2007
- [16] Carlos Rabadão, Edmundo Monteiro, “Policy Based Architecture for Class Based QoS Support”, International conference on Networking and Services, 2006
- [17] V. Mariappan, et al., “Policy Based QoS Architecture for Media Streaming in UMTS”, Information Technology Journal, 2006
- [18] Extreme Networks, “Policy Based Quality of Service for enterprise LANs”, 2000
- [19] Wei Zhuang, et al., “Policy-Based QoS Management Architecture in an Integrated UMTS and WLAN Environment”, IEEE Communication Magazine, November 2003
- [20] Klarz Nahrstedt, Jonathan M. Smith, “The QoS Broker”, IEEE Multimedia Magazine, Spring 1995
- [21] Jussi Laukkanen, “UMTS Quality of Service Concept and Architecture”, University of Helsinki, 4-5-2000

- [22] Wikipedia, “4G”, Available: <http://en.wikipedia.org/wiki/4G>
- [23] 林闖, et al., “超三代移動通信系統的 QoS 體系結構”, Journal of Software, January 2008
- [24] 徐伯鈞, “第三代行動通訊多媒體子系統品質服務之架構設計”, 中原大學電機工程學系研究所碩士論文, 2005
- [25] 許瑜森, 王讚彬, “第三代行動網路品質服務的挑戰”, 靜宜大學, 2001
- [26] 杜孟峰, “UMTS 核心網路使用差別性服務之服務品質研究”, 大同大學通訊工程研究所碩士論文, January 2005
- [27] 蕭泰華. “Policy-based 網路管理協定之探討”, “電腦與通訊”, 2001

