

# 非同步傳輸模式網路可用位元率服務中輔助 VSVD 功能於 EFCI 及 ER 交換器

趙涵捷 吳庭育 陳瑩晉  
國立東華大學電機所  
花蓮縣壽豐鄉志學村大學路二段一號  
Tel : (03)8662500 Ext. 1501  
E-Mail:hcc@cc.ndhu.edu.tw

## 摘要

非同步傳輸模式網路(ATM)是以細胞一交換式的高速網路技術。它提供每一條網路可以有不同之「服務品質」(QoS)例如以「時間延遲變異度」(delay jitter)和「細胞流失機率」(cell loss probability)來具體的表示頻寬和流量要求。ATM Forum 制訂4.0版本的「餘速率」(ABR)來管理有關 ATM 交通流量的問題。ABR 服務適合於許多運用，因為它能夠有效的節省資料交通量。

ABR設計用來服務一些既存的區域網路通訊協定，只能使用線路上目前所剩餘的頻寬來傳輸資料。能夠轉移流量以達到最小 QoS 並且提供細胞低損失。它用緊密的回饋控制來表明來源端的網路擁塞資訊。為了改進網路頻寬的利用，ATM forum 使ABR服務標準化了，它要求一些參數以便能在連結時設定。MCR 能保證網路的最小細胞比率，和能夠用來提供可令人接受的 QoS。

在本文中，我們使用 EFCI 和 ERICA 建制在switch中。首先，我們把具有 ABR 服務的流量機制能和 EFCI 和 ER switches。第二，我們把 VSVD 的特性包括在 EFCI 和 ER switches 而得到更好的效能。

我們能夠注意到當我們把 VSVD 包括在 EFCI 和 ER switches時，可得到更小的 queue的長度。並且我們能夠注意到當我們用 ABR 服務傳送資料時，有更高的連結利用。

關鍵字：時間延遲變異度、細胞流失機率、餘速率、EFCI、VSVD

## 一、前言

非同步傳輸模式網路(ATM)是以細胞一交換式的高速網路技術。它提供每一條網路可以有不同之「服務品質」(QoS)例如以「時間延遲變異度」(delay jitter)和「細胞流失機率」(cell loss probability)來具體的表示頻寬和流量要求。為許多應用提供服務，ATM Forum 定義了五個服務：包括有「常速率」(Constant Bit Rate, CBR)服務，「即時變速率」(real-time Variable Bit Rate, rt-VBR)服務，「非即時變速率」(non real time Variable Bit Rate, nrt-VBR)服務，「餘速率」(Available Bit Rate, ABR)服務，「未知速率」(Unspecified Bit Rate, UBR)服務。CBR 和 rt - VBR 提供延遲和損失的保證並能夠應用在傳輸延遲和多媒體上的損失。Nrt - VBR 提供損失的保證。

ABR 和 UBR 為傳輸資料應用被使用，所以 ABR 服務適合於許多應用因為它能夠節省資料交通量。當應用於IP- over ATM和資料封包在ATM網路中傳導時，他們必須把這個封包分成幾個細胞，而細胞的損失，會使整個封包的重發。因此必須運用一些擁塞控制方法減少細胞損失，以增進傳輸能力。

ABR服務規定最小細胞率(MCR)能夠用來應用一般的傳輸以完成最小 QoS 的保證並且設計以提供低細胞損失，它用回饋控制來表示來源端網路擁塞資訊，來源端調整他們以ACR為基礎的網路回饋；在ATM細胞中使用資源管理細胞（RM）來告知網路中擁塞發生與否，這定期地在來源端和目的端間傳送。多媒體運用的關鍵是由高速網路所提供大的頻寬，如果由於某種原因使的網路可用頻寬減少，網路將斷開 CBR / VBR 的連結因為目前不可能重新連結。

ABR服務提供 MCR 保證，能夠用它的回饋控制為視訊應用提供可接受的QoS，通常在網路switches中的queue很小，並且細胞損失是低的。用流量控制來調節發送端和接收端之間的流量比率，因此 快速/慢速 的傳輸器將不接收接收器的 overflow/underflow。當多媒體在動態可變的頻寬通道上發送時，例如：在ATM網路上應用ABR 服務以防擁塞，使用這些機制以幫助這個網路從擁塞中恢復過來；在ATM網路上管理多媒體流量的任務是要調節流量以獲得高度網路利用，避免網路擁塞和對用戶提供可接受的 QoS。為了更瞭解對於多媒體傳輸服務的適宜性，在表1中顯示了各種流量等級的規格和特性。

封包一細胞的比例（Peak cell rate , PCR）為一個CBR連結、協商連結設定和網路為

連結的持續時間保證，然而PCR並不能隨時被利用，結果在低頻寬利用和高的服務費用；在連結設定期間VBR 服務的協商與 PCR 可承受的細胞比率，兩者能保證整個持續時間的流量。

為了改進網路頻寬的利用，ATM forum使 ABR 服務標準化，它會在連結設定持續時間要求一些參數，MCR 是保證網路的最小細胞比率，和能夠用來為多媒體應用提供可接受的 QoS。如果在網路中有可用的頻寬，資源管理資源（RM）在傳輸期間ABR 服務提供靈活的頻寬使用資源，CBR 和 VBR 不允許頻寬再次設定。在本文中，我們把 EFCI 和 ERICA 的演算法用於switch。首先我們改變具有ABR服務的 EFCI 和 EFICA 操作性能於 switch中，第二我們將 EFCI 和 EFICA 的演算法用於 VS / VD 特性的switch，以得到更好的效能。

Service	Parameter during connection setup	Bandwidth renegotiation	Bandwidth guarantee	QoS Guarantee	Bandwidth utilization	Cost
CBR	PCR rate	No	Yes	Yes	Very Low	Very high
VBR	PCR,SCR	No	Yes	Yes	Low	high
ABR	MCR,PCR, ICR,RIF, RDF	Yes	Only MCR	Acceptable	Very high	Very Low

表 1 ATM 網路服務的特性

## 二、ATM 網路服務的演算法

ATM 網路服務演算法有五種服務類型：

- 常速率 (Constant Bit Rate , CBR)
- 即時變速率服務 (Real-Time Variable Bit Rate , Rt-VBR)
- 非即時變速率服務 (Non-Real-Time Variable Bit Rate ,

Nrt-VBR)

- 未知速率 (Unspecified Bit Rate , UBR)
- 餘速率 (Available Bit Rate , ABR)

這些服務類型分爲即時或非即時，即時傳輸有兩種類型 CBR 和 rt-VBR，由僅有 Peak Cell Rate(PCR)或是PCR和SCR參數組成。非即時流量有三個類型，(nrt -VBR , ABR和 UBR)，使用資源管理細胞 (RM Cell) 來控制 ABR 連結服務細胞轉送。

### 餘速度服務的定義

ABR 是由網路提供的 ATM 層傳送特性可以在改變之後連結的建立。轉送控制機制支援若干種類的回饋，以回應 ATM 層傳送特性控制來源端，透過資源管理細胞對來源端，傳送依據回饋控制選擇適合它的流量終端系統，根據一個網路分發策略獲得可用的頻寬。 ABR 服務不需要把延遲或由給定的延遲變化存入對應的網路，ABR 服務建立時，終端系統對網路最大需要量的頻寬和最小需要頻寬，這些 PCR 比率和最小 MCR，各別，MCR 規定爲零，網路的可用的頻寬可以不同變化，但是將不得比 MCR 小。

### 三、餘速度轉送控制

ABR服務方面，來源端調適它的比率以改變網路條件，關於像頻寬效率的網路狀態，擁塞狀態，和未決定的擁塞資訊，透過資源管理細胞 (RM) 來控制對來源端傳送，我們介紹回路比率的轉送控制機制基本操作；當VC建立時，來源終端系統以允許細胞比率(SER)傳送的ACR，爲設定初始細胞率，爲了查明網路的擁塞狀況，來源端轉送資源管理細胞在每個  $N_{rm} - 1$ 。每個switch可以設定可靠的欄位使RM細

胞來表示擁塞的狀況或是VC來源的頻寬，目的端(DES)回送來源端系統(SES)，根據收到的RM細胞，這SES改變爲ACR在封包一細胞的比率和最小細胞率

(MCR)，這RM細胞獲得 1 bit 擁塞指示 (CI) 設定爲零和詳盡率來設定初始 PCR，當SES的接收端回送RM細胞，定義ACR如下：

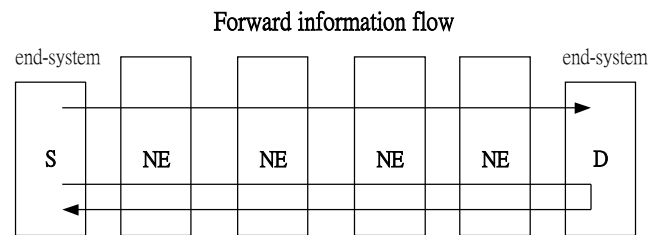
$$ACR = \max(\min(ACR + RIF * PCR, ER), MCR) \text{ when } CI=0$$

$$ACR = \max(\min(ACR * (1 - RDF), ER), MCR) \text{ when } CI=1$$

RIF is the rate increase factor

RDF is the rate increase factor

ABR轉送控制終端系統(來源)和一個收到終端系統之間發生，透過 bi-directional 連結，每一個連結終端點都是來源和終點。爲了簡易的緣故，僅考慮從來源到目的地的資訊流量，如圖3-1，轉送資訊從來源端到目的端，並且有控制回路在兩個RM 細胞流，一個是順向傳送，一個是逆向傳送。



Control loop associated with forward information flow

S : Source D : Destination NE : Network Element

圖 3 - 1

來源端產生RM細胞由目的端轉送，並由來源回送一個RM細胞，回送RM一細胞回饋一個資訊，提供網路元素 and/or 由目的端到來源端，表3-1 是 ABR 參數描述。

相對的擁塞狀況和回饋機制，有兩種形式  
一個是 EFCI switch 另一個是 ER switch。

Label	Description	Units and range
PCR	The Peak Cell Rate ,PCR, is the cell rate which the source may never exceed	Cells/sec
MCR	The Minimum Cell Rate ,MCR, is the rate at which the source is always allowed to send	Cells/sec
ICR	The Initial Cell Rate, ICR, is the rate at which a source should send initially and after an idle period	Cells/sec
RIF	Rate Increase Factor, RIF, controls the amount by which the cell transmission rate may increase upon receipt of an RM-cell	Range from 1/32768 to 1
Nrm	Nrm is the maximum number of cells a source may send for each forward RM-cell	Range from 2 to 256

表 3-1 ABR參數描述

### Explicit Forward Congestion Indication (EFCI) Scheme

當擁塞發生時，switch設定 EFCI bit 為壹 (EFCI=1)，在每一個通過資料細胞的標頭，如果細胞的 EFCI=1 可用 DES 接收，DES 設定CI bit為壹表示擁塞再每一個回饋的RM細胞，一般地情況，用queue長度來決定擁塞是否發生Qt，當queue長度超出界線，擁塞要求，如果queue的長度是

低於Qt，可減輕這個擁塞。

VC能提供switch計算公正的頻寬分享，和決定負載和實際明確比率，當每一個RM細胞通過時，這switch設定ER欄位來決定明確比率。

### Explicit Rate Indication for Congestion Avoidance (ERICA) Scheme

ERICA演算法在switch的每一個輸出埠操作，switch定期地監控每一個連結狀況和決定負載因素Z，有用的 ABR 服務能力，和目前的實際上連接或者 VCs，以監測或"平均" 間隔作為目的，用這些量來計算在RM細胞中指示的回饋。對在相反的方向傳播的RM細胞，在平均間隔的末端，ABR計算不同的性能和由更高的優先使用頻寬。

ERICA使用負載因素Z，來表示switch的過載狀況或者欠載，把負載因素定義為：

$$Z = \text{Input Rate} / \text{Output Rate}$$

在輸入率量測平均固定的間距，通常在連結時設定少量頻寬，因為演算法的目標是要保持一個的負載因素，來源端應當改變他們的傳送與計算的負載因素。VC作公正的分享定義如下：

$$VC \text{ share} = CCR / z$$

$$\text{Fair share} = \text{Target rate} / \text{Number of active connections}$$

CCR是目前細胞比率欄位在RM細胞獲得來源 ACR 公開宣告，這個規劃同時用透過用這個下面的公式來計算明確率 (ER) 有效地達到順利性：

$$ER = \text{Max} (\text{Fairshare}, VC \text{ share})$$

上面所述量並且回饋它，確保用最目前的資訊來提供最快速回饋，量測間隔不倚

賴於來源端送RM 細胞比率，為每一個間隔，沒有多於一個明確率宣告VC，它避免由於switch的陳腐資訊與來源與回饋發生衝突，這方式規劃能夠容易調整的極少參數。

### Virtual Source and Virtual Destination Behavior

switch能夠虛擬來源和虛擬上終點 (VS/VD) 特性，將 ABR 控制回路在小回路，在 VS / VD 網路中，switch能夠加入作為一個虛擬來源末端系統和一個虛擬終點末端系統，作為一個終點末端系統，它轉換RM細胞從一個片斷的來源，一個來源末端系統，它產生下一次片斷的RM細胞，這個特性能夠承認回饋形式附近轉換以達到來源端更快速。

在3-2 插圖方面顯示了這個 VSVD 行為。

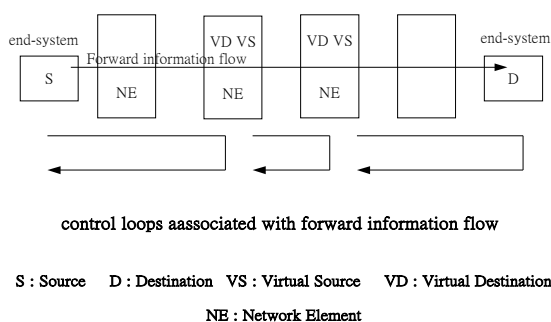


圖 3-2

## 四、模擬模組和結果

### 模擬模組

第一、第二代switch，EFCI 和 ER switch 之間的溝通變得不可避免，因此交互溝通性能EFCI 和 ER 的效能對應，由模擬得

知；ER 的混合在 EFCI - ER 的環境中是不同於在純 EFCI 和 ER 的環境中，因此效能一定 reevaluates。

在混合的 EFCI - ER 的環境中，ER switch 的位置是對於表現效能，我們用各種網路架構來模擬，首先我們使用 EFCI 和 EFCIA 在switch中規劃，所以我們能夠透過使用 EFCI 和 ER 得到各種模擬結果的規劃。

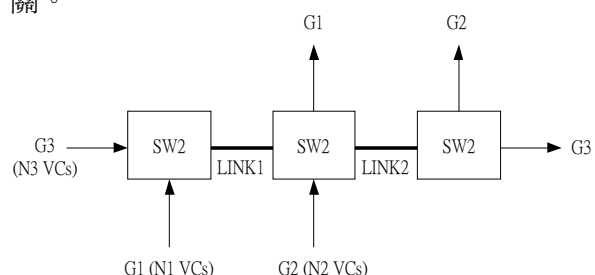
第二，我們把VS /VD特性包括在 EFCI 和 ER 的switch 以測量各種網路架構的效能。

理解交互溝通性在 EFCI 中用 ER 規劃，首先我們展示所有switch都利用這個相同的回饋的同類環境中模擬。我們在圖 4 -1 網路拓撲使用簡單 3個switches的架構，小組 1 (G1)是在環1中唯一VCs。G2是僅穿過環2 的VCs，G3 是VCs穿過環1和環2傳播。在G1， G2，和 G3 分別有 N1，N2，和 N3 的連結，在我們的模擬中，在每一個小組裡有二 VCs。那麼  $N1=N2=N3=2$ 。

我們的模擬模型中的所有連結在 OC3 (155Mbps) 容量。

下面的模擬結果顯示了量測的效能。

**Queue 的長度** 一當switch在緩衝器有限定時，queue長度直接與細胞損失的機率相關。



### 模擬結果

在各種的組合中對應最大的 Queue

Scheme	Maximum Queue Length (cells)
EFCI-EFCI	2100
EFCI-ERICA	9.5
EFCI-EFCIVSVD	20
EFCI-ERICAVSVD	2

圖 5-2

表 5-1

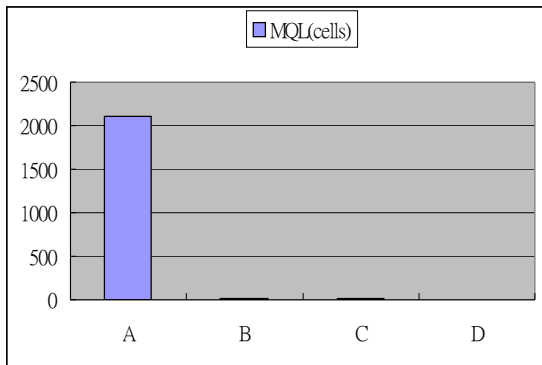


圖 5-1

- A → EFCI-EFCI
- B → EFCI-ERICA
- C → EFCI-EFCIVSVD
- D → EFCI-ERICAVSVD

Scheme	Maximum Queue Length (cells)
ERICA-EFCI	1050
ERICA-ERICA	60
ERICA-EFCIVSVD	2.5
ERICA-ERICAVSVD	4

表 5-2

- A → ERICA-EFCI
- B → ERICA-ERICA
- C → ERICA-EFCIVSVD
- D → ERICA-ERICAVSVD

Scheme	Maximum Queue Length (cells)
EFCIVSVD-EFCI	1000
EFCIVSVD-ERICA	5.5
EFCIVSVD-EFCIVSVD	3.25
EFCIVSVD-ERICAVSVD	2.8

表 5-3

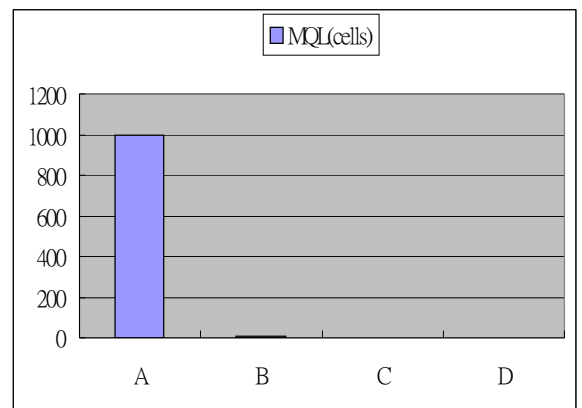
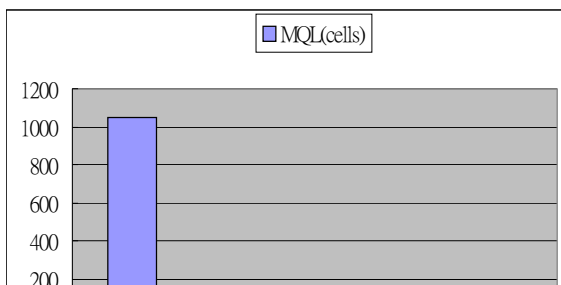


圖 5-3



- EFCIVSVD-EFCI
- EFCIVSVD-ERICA
- EFCIVSVD-EFCIVSVD

#### D→ EFCIVSVD-ERICA VSVD

Scheme	Maximum Queue Length (cells)
ERICA VSVD-EFCI	1060
ERICA VSVD-ERICA	950
ERICA VSVD-EFCIVSVD	2.9
ERICA VSVD-ERICA VSVD	2.2

表 5-4

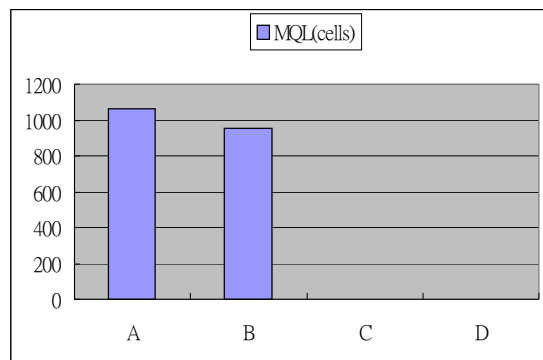


圖 5-4

A→ ERICA VSVD-EFCI

B→ ERICA VSVD-ERICA

C→ ERICA VSVD-EFCIVSVD

D→ ERICA VSVD-ERICA VSVD

## 五、結論

從模擬結果，我們能瞭解到第一代 EFCI switch 並沒好的效能，因此，需要發展第二代 ER switch，我們注意到當我們使用 ER 時，queue 長度小於在 switch 規劃中，從結果得知瓶頸在 switch2，所以我們必須把 ER 設計於 switch2 以得到更好的效能，在上面描述的架構下，我們能夠決定使用 EFCI 或 ER 在 switch 中如何規劃。

然後，我們把 VSVD 特性包括在 EFCI 和 ER 的 switch 內，我們能夠注意到當我們在 EFCI 和 ER 的 switch 中增加 VSVD 特性時，可得到更小的 queue 長度。

VS/VD 安裝在 ABR 流量管理框架中能夠改進效能和減少 switch 中的緩衝器需要，透過 VS/VD 機制打斷大 ABR 回路成為小的 ABR 回路來個別控制。

從表 5-1，5-2，5-3 和 5-4 表，我們能夠得到這個下面的結論：

- 由 Queue 長度得知，ER switch 能夠得到比 EFCI switch 更好的效能。
- 當 EFCI 或 ER 組合包括 VSVD 特性時，能夠得到更有用的結果。
- 當 switch 使用組合排除 EFCI 時，switch 能夠得到更好的效能。
- switch 使用 ERICA VSVD 時能夠得到更好的效能。
- VSVD 能夠改進效能。

## 六、未來展望

將來研究上在這些交互連結問題上有一些方式，要收集最新的 ER 組合，和操作在 VS / VD 模式中的各種模式得到更好的效能。ABR 能夠提供最小細胞保證率使的多媒體應用來完成最小 QoS，並提供細胞有低損失。多媒體應用是使用的關鍵在於由高速網路(如 ATM)提供大的頻寬。ABR 服務提供 MCR 保證，能夠使用回路回饋控制為視訊應用提供可接受的 QoS，但這些 switch 網路中的細胞損失是低的，多媒體應用能夠由來源端的 queue 回饋資訊來調整比率能有效地利用可用的頻寬。

## 七、參考資料

- [1] The ATM Forum Technical Committee, "Traffic Management Specification, Version 4.0," April 1996
- [2] B. Zheng and M. Atiquzzaman, "Traffic

- Management of Multimedia over ATM Networks,” IEEE Commun. Mag.,vol . 37,no.1,Jan.1999.
- [3] Y. C. Lai and Y. D. Lin, “ Interoperability of EFCI and ER Switches for ABR Services in ATM Networks”,IEEE Network Jan.1998, pp.34-42.
- [4] R. Jain, “Congestion control and traffic management in ATM networks: recent advances and a survey, Computer Networks and ISDN Networks,Nov.1996
- [5] S. Kalyanaraman, R. Jain, S. Fahmy, R.Goyal, and B. Vandalore, “The ERICA Switch Algorithm for ABR Traffic Management in ATM Networks,”
- [6] B. J Vickers, M. Lee, and T.Suda, “Feedback control mechanisms for real-time multipoint video service,” IEEE JSAC ,vol.15, no.2 Apr. 1997.
- [7] B.Vandalore, S. Fahmy, R Jain, R.Goyal and M. Goyal,”QoS and Multipoint Support for Multimedia Applications over the ATM ABR Service,”IEEE Commu. Mag,Jan. 1999.
- [8] B. Floyd and A. Romanow , “The Rate-Based Flow Control Framework for the Available Bit Rate ATM Service,” IEEE Network, vol. 9, no.2,Mar. 1995, pp.25-39.
- [9] L. Gerda and O.Casal, “A Simulation Study of Switching Mechanisms for ABR Service in ATM Networks,” interim rep . UPC –DAC-1996-21, Feb.1996.
- [10] Y. Chang, N. Golmie, and David Su, “Study of Interoperability between EFCI and ER Switch Mechanisms for ABR Traffic in an ATM Networks,” Proc. 4th Int’l Conf. Comp. Commun. and Networks, 1995, pp.310-15.
- [11] OPNET Modeler.MIL3 Co, Washington DC.
- [12] Kerry Fendick, “Evolution of Controls for the Available Bit Rate Service,” IEEE Communications Magazine, November 1996.
- [13] I.Mountzouris, G. Orphanos, A. Birbas, S. Koubias, and G. Papadopoulos, “Evolution of multiple ABR connections supporting mass storage application.
- [14] S. Kalyanaraman, et.al, “The ERICA switch algorithm for ABR traffic management in ATM networks,” submitted to IEEE/ACM Transactions on Networks.
- [15] K. Siu and T. Tzeng, “Intelligent congestion control for ABR service in ATM networks,”
- [16] Computer Communication Review, Volume 24, No. 5, pp.81-106, October 1995.