

# 校園區域網路的偵錯與監控

楊素秋 陳子壽 曾黎明

E-mail: center7@sparc20.ncu.edu.tw

國立中央大學電子計算機中心 資訊工程研究所

## 摘要

中央大學在經過 1-4 期校園網路建設工程後，將原先以 FDDI 光纖骨幹界接各樓館樓內的乙太網路，成功地擴展到教職員宿舍、學生宿舍。如此繁雜、龐大校園網路的維護工作，需要有適合的網管設備、網管系統。本論文旨在報告我們藉由網管應用程式搜集、分析 Repeater 網管模組 MIB 資訊，企圖辨別並確認已發現的造成區域網路交通壅塞之干擾原因：Late Collision 與漏電 PC 癱瘓網路傳輸效率。文中並提出比較改善前後網路錯誤傳輸比 (Error Rate) 的變化；企圖找出可判斷以太網路品質之參數與方法，並發展自動判別、動態式隔離漏電 PC 干擾的機置。我們規劃、分析、管理校園網路的經驗，可供實際負責網路規劃與管理的人員參考。

## 1. 前言

區域網路以相當低廉的價格提供相當高速的網路連接，將位於一個學校或研究單位內的眾多迷你電腦、個人電腦、工作站界接起來，共享珍貴的網路資源與應用；維護涵蓋廣大區域、使用者數目眾多的校園網路所面臨的困擾，有來自原網路架構設計的錯誤、或來自為數眾多的、品質不佳的個人電腦等等；例如：很可能因串接了過長的網路段、或使用者採用品質不佳的 PC 漏電癱瘓網路交通；導致網路傳輸效率驟減，PVM、NFS、Novell File Server 等分散式應用系統無法正常運作、共用資料。由於個人電腦、網路卡的價格已相當低廉、同學使用自己的電腦設備連上網路已相當普及，如何以有限的人力面對：延展地理區域範圍更寬廣、連接網路的電腦數目更眾多、網路應用頻寬需求快速成長等等問題，仍能提供相當高速的網路服務品質，是網路維護工作最大的挑戰。

### 1.1 Repeater 與 Bridge

Repeater 或 Hub Repeater 是負責將一網路段的 bit 信號，經整形放大後，再送到另一網路段的電子設備 [1]；網管人員經常藉 Repeater 界接網路，以延展區域網路到更寬廣範圍及界接更多的電腦。為滿足眾多的連線需

求，採用過多級的 Repeater 或過長的網路長度，會導致超過標準的訊號延遲:512 bit-time[2,3]，超出 ethernet 最大的 Collision 偵測時間，出現 Late Collision 嚴重降低網路品質 [2,3,5]。Bridge 允許所連接的不同網路段，能不相干擾地並行傳送資料 [1,2]；若網路負載過重或網路硬體設備、架構錯誤，導致發生 Late Collision [2]，需加 Bridge 適當地區隔網路，以提供高產輸量的網路交通、有效率地共用網路頻寬。

### 1.2 校園、宿舍區域網路

中央大學校園網路是以 FDDI 骨幹連接主要建築的樓內網路，擴展的光纖挖管連接到各個宿舍的 Fibre Repeater，由 Fibre Repeater port 轉接到 Hub Repeater 及樓內網路 (見圖一)；為便於管理分布範圍廣泛、使用節點眾多的校園網路，在 Fibre Repeater、Hub Repeater 均規劃有網管模組，負責搜集網路段傳輸資訊。

## 2. 校園、宿舍網路交通特性

在擴張宿舍區域網路時，我們考慮到 10Base2 匯流排 (Bus) 結構的 185 公尺、30 部電腦連線之限制 [4]，並不適合分布寬廣、連線眾多的學生宿舍網路；我們以配線盒跳接方法 (見圖二) 做到 10Base2 的 bus/star 網路，方便地選擇 bus 或 star 接線方式，允許在標準規定長度內，彈性地連接更多的電腦到區域網路。在維護廣大的宿舍網路時，我們所碰到可能導致網路效率嚴重下降的原因有兩種：網路架構的錯誤產生 Late Collision 及 PC 漏電癱瘓整個網路段交通。

### 2.1 10Base2 bus/star 宿舍網路

圖二上半的 10Base2 匯流排結構：由 Hub Repeater 埠接出的 10Base2 細線串接到原先配置在房間的連接盒 (JB)，連接到配線盒後，經由配線盒短接連到下一房間，循序連接若干房間分段成匯流排網路。

圖二下半的 10Base2 星狀結構：由 Hub Repeater 埠接出 10Base2 細線連接到房間的連接盒 (JB)，連接到配線盒後，在配線盒

terminate，形成一星狀分支。其他的星狀連接也是由 Hub Repeater 埠接出 10Base2 細線，由配線盒短接，經房間分段、連接盒(JB)，在終點配線盒 terminate。組合 10Base2 的匯流排與星狀結構，能夠更彈性地連接更多的電腦到更廣的區域網路上。

## 2.2 網路架構的錯誤

我們以光纖埋管及 Fibre MiniHub 的樹狀連接來達成長距離、低雜訊的各樓館網路連接，樹狀連接結構很容易使用過多級的 Hub Repeater(5 段 4 個 Repeater [2,3,5])，產生 Late Collision，嚴重降低網路品質；在驗收網路工程的低負荷網路量時，不容易察覺這種基本架構的錯誤，待正式開放網路使用後，Late Collision 的“10 倍效應”會因網路傳輸量的增加，急速惡化網路傳輸速度[2,3]；改善網路傳輸效率的方法是：加入 Bridge 區隔網路段，消除導致 Late Collision 的因素。我們搜集、分析比較網路傳輸效率改善前後的網管資訊，可以確認網路設計的錯誤、明切地顯示改善的網路品質。

## 2.3 PC 漏電造成癱瘓網路交通的困擾

PC 漏電造成網路交通嚴重癱瘓，是網管人員最常處理的問題；只要 PC 將 AC 電流訊號感應至乙太網路線上，便會嚴重干擾整個網路段傳輸。乙太網路的網路節點在傳送訊息時，Transceiver 持續監視網路上訊息傳送情況，若有同時傳送的訊息，Transceiver 立即停止傳送動作、通知 host 網路卡發生 Collision、並廣播 Collision 訊息給同網路段的所有節點[4]。由於 PC 漏電感應大電流在傳輸網路段，嚴重干擾網路段傳輸品質；除非電源配電施工時，確切佈接電源地線，同時將乙太網路同軸電纜的隔離線接地，否則只有適時隔離開漏電 PC，才能回復應有的網路傳輸效率、維持分散系統的正常運作與服務品質。我們搜集、分析漏電 PC 網路段的網管資料，相當明確地比較出漏電 PC 網路埠的高錯誤比率，及同段網路所受到的嚴重干擾。

## 3. 實測分析

RFC1368 snmpDot3RptMgt[6] 訂定了管理 IEEE 802.3 Repeater 的基本 MIB 資料 (見圖三)。中央大學網路環境中負責轉送樓內主幹網路信號的 Fibronic MiniHub 及負責轉送宿舍房間網路信號的 D-Link DE-1608 Hub Repeater 網管模組，均遵照 RFC1368 snmpDot3RptMgt 標準。我們分析固定時間區間(fixed time interval: i) 網路段之 Late Colli-

sion 發生次數，及固定時間區間網路交通的 Collision Rate、Error Rate：

$$LateEvents(i) = SUM(PortLateEvent(i,1) + PortLateEvent(i,2) + \dots + PortLateEvent(i,n))$$

$$CollisionRate(i) = TransmitCollisions(i) / (GroupTotalFrame(i) + GroupTotalErrors(i))$$

$$ErrorRate(i) = GroupTotalErrors(i) / (GroupTotalFrame(i) + GroupTotalErrors(i))$$

CMU snmp 網路管理應用軟體提供 snmpget、snmpgetnext、snmptrap 等應用程式，允許工作站直接向網管設備搜集所需的統計資訊；實例如下：

```
snmpget 140.115.12.41 public
        1.3.6.1.2.1.22.2.2.1.1.2.1.0
```

MIT snmp 網路管理應用軟體提供 snmpget、snmpnext、snmpset 等應用程式，實例如下：

```
snmpset -h 140.115.12.41 -c public 1.3.6.1.2.1.1.4.0
        OctetString "center7@sparc20.ncu.edu.tw"
```

## 3.1 樓內主幹網路交通

我們利用 Fibronic Fibre MiniHub 網管模組 LateEvents MIB 計數項(counter)，比較在固定時間區間，問題樓內網路段與經 Bridge 區隔改善後網路段發生 LateEvents 次數的差異(見表 1)。得以確認問題網路架構下，確實有嚴重的 Late Collision 產生；經適當的 Bridge 區隔改善後，Late Collision 情形獲得顯著改善(見圖四)。

表 1. 改善前後樓內主幹網路 Late Collision 發生次數

	Late Collision (peak)	Late Collision (mean)
Without Bridge-Segmentation	375	9.344
With Bridge Segmentation	1	0.008

我們搜集 Fibronic Fibre MiniHub 網管模組 TransmitCollisions 與 GroupTotalFrame、GroupTotalErrors 三個網管 MIB 參數，統計固定時間區間 MiniHub 發生的碰撞次數：Collision(i) 與固定時間區間 MiniHub 傳送的 Frame 總數：(GroupTotalErrors(i) + GroupTotalFrame(i))；觀察 Collision Rate =

Collision(i) / (GroupTotalErrors(i) + GroupTotalFrame(i)) 是否超出常值[3,6,7]。可以比較出問題網路架構的 Collision Rate 與 Bridge 區隔改善後網路的 Collision Rate 所獲顯著的改善 (見圖五及表 2)；此問題網路架構的 Collision Rate 平均值可作為建議區隔網路的參考指標。

表2.改善前後樓內主幹網路 Collision Rate

	Collision Rate (peak)	Collision Rate (mean)
Without Bridge Segmentation	0.675	0.266
With Bridge Segmentation	0.021	0.008

### 3.2 宿舍房間分段網路交通

負責宿舍房間分段網管資料搜集的 D-Link DE-1608 Hub Repeater 並沒有完成 *PortLateEvents* 及 *TransmitCollisions* 兩個 repeater 網管 MIB 參數；我們統計固定時間區間網管模組的 GroupTotalErrors(i)、GroupTotalFrame(i)；並比較傳送錯誤率 Error Rate (i) = GroupTotalErrors(i) / (GroupTotalErrors(i) + GroupTotalFrame(i)) 的變化情形[3,7]。比較問題網路架構與經 Bridge 區隔後網路 Error Rate 所獲得的顯著改善 (見圖六及表 3)；此問題網路架構的 Error Rate 平均值可作為建議區隔網路的參考指標。

表3.改善前後宿舍網路段 Error Rate 值

	Error / Traffic Rate (peak)	Error / Traffic Rate (mean)
Without Bridge Segmentation	0.23314	0.01265
With Bridge Segmentation	0.02654	0.00094

### 3.3 P C 漏電網路段網路交通實測狀況

PC 漏電在傳輸網路上產生的感應電流，會持續干擾網路傳輸，癱瘓網路交通。我們統計固定時間區間 Hub Repeater 網管模組的傳送錯誤率 Error Rate (i) = GroupTotalErrors(i) / (GroupTotalErrors(i) + GroupTotalFrame(i)) 變化情

形。明確比較得漏電 PC 網路與排除掉漏電 PC 後的 Error Rate 所獲得的顯著改善 (見圖七及表 4)；此 PC 漏電網路段的 Error Rate 平均值及干擾特徵 (Error rate 持續高於 0.01200) 可作為判斷是否為漏電 PC 網路段的參考值。

表4.PC 漏電、正常網路段 Error Rate

	Error / Traffic Rate (peak)	Error / Traffic Rate (mean)
Leaky Segment	0.07275	0.01801
Normal Segment	0.01296	0.00020

我們進而分析漏電 PC 網路埠、受干擾網路埠、排除掉漏電 PC 後網路埠的 Error Rate，如圖八及表 5 所示；有漏電 PC 網路埠的 Error Rate 平均高於 0.5000，最高達 0.9、1.0；三者間的顯著差異、特徵可作為判斷有漏電 PC 的網路埠與作為自動排除漏電 PC 埠之 Error Rate 參考指標。

表5.PC 漏電、受干擾、正常網路埠 Error Rate 比較

	Error Rate (peak)	Error Rate (mean)
Leaky Port	1.00000	0.52991
Affected Port	0.06078	0.01381
Normal Port	0.01508	0.00025

## 4.PC 漏電網路段之監視與隔離

我們觀察受漏電 PC 干擾網路段的特性為：網路傳輸惡化情況有累積現象，最後完全靜止不動；惟有動手拔離漏電 PC 來排除干擾，才能回復網路傳輸品質。

### 4.1 P C 漏電網路段交通特性

我們觀察受漏電 PC 干擾的網路段，整個網路段的 Error Rate 會持續高於 0.01200 (見圖七)，Error Rate 平均高於 0.01800 (見表 5)；再進一步分析 Hub Repeater 各埠的 Error Rate：漏電 PC 所屬網路埠的網路交通幾近完全中斷，Error Rate 高達 1.0 (見圖八)。藉此明顯特徵做自動判別、分隔漏電 PC 的網路埠，回復應有的網路傳輸效率、維持分散應用系統的正常運作與服務。

#### 4.2 PC 漏電網路段資訊之監測與自動隔離

我們以 tk、tcl 撰寫較 user friendly 的圖形化界面，提供網管人員選擇、監測漏電 PC 問題網路段的 Error Rate 變化：持續顯示漏電 PC 網路 Hub Repeater 各埠的 Error Rate 值；當 Error Rate 平均高於 0.500，且 Error Rate 高達 0.8 情況，自動發出警示訊息給網管人員、自動分隔此漏電 PC 的網路埠、持續監測漏電 PC 問題網路埠 Error Rate 變化。

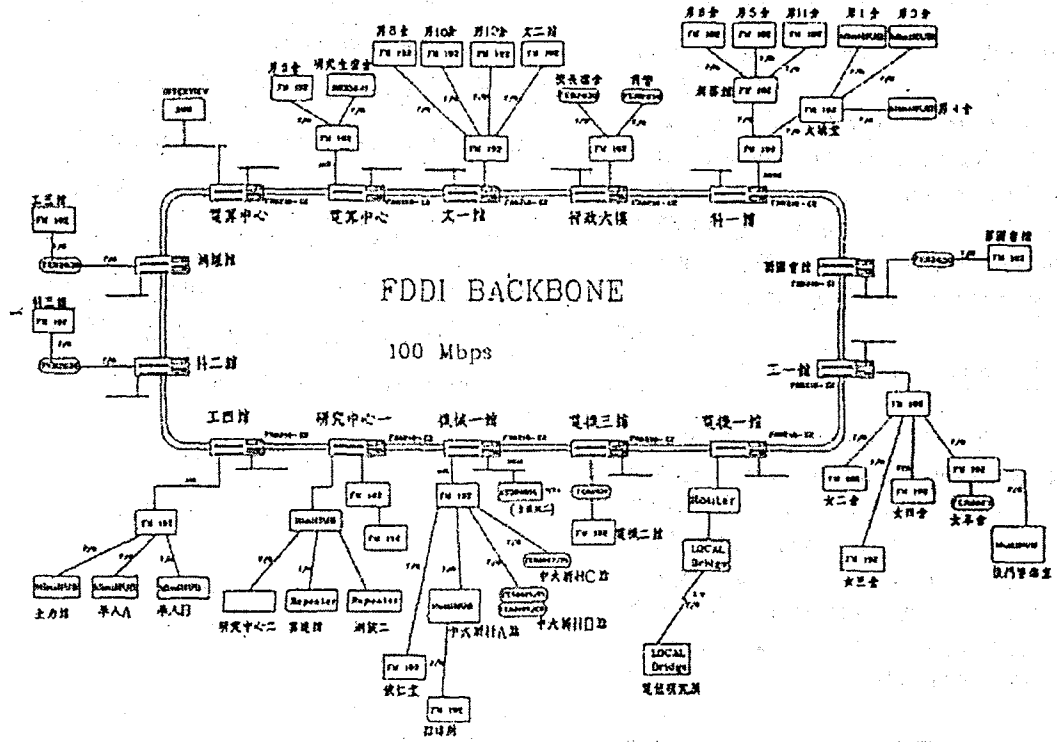
#### 5. 結論與未來研究方向

本研究監測網路段的網管指標參數、確認與改善宿舍區網路 Late Collision 問題、比較問題網路段與正常網路段 Error Rate 的差異，找出可判斷乙太網路傳輸品質之 Error Rate 參考值，協助確認與改善問題網路段；發展漏電 PC 網路段 Error Rate 之監測與自動判別、動態式隔離漏電 PC 干擾的機置，協助維持良好的網路品質。

本研究未來將進行網路干擾源判別值之理論分析、網路傳輸品質之定義；建立完整網路干擾之處理資訊，自動搜集網管資訊、警示與隔離問題網路段、完成具容錯功能的網路管理系統。

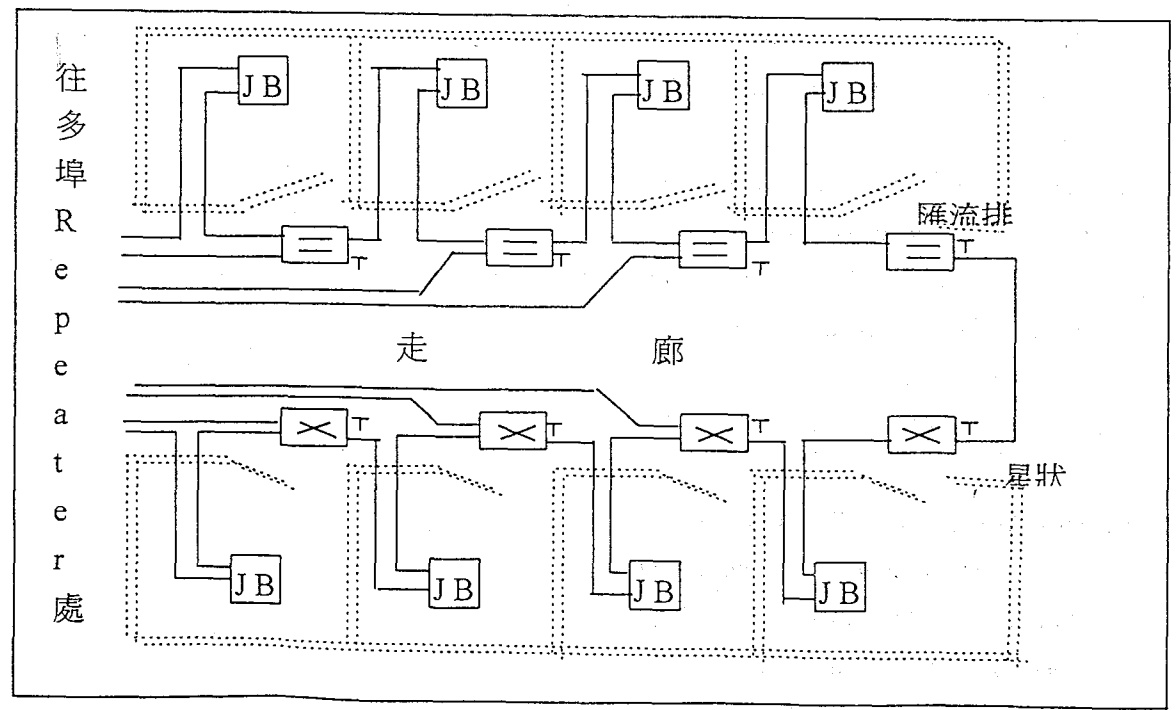
#### 6. 參考資料

- [1].William Stallings, *Networking Standards, A Guide to OSI, ISDN, LAN, and MAN Standards*, Addison-Wesley, 1993, 331-338。
- [2].Doug Barr, John Breeden, "Ethernet FAQ", from comp.dcom.lans.ethernet.
- [3].Martin A. Nemzow, *LAN Performance Optimization*, Wirest/McGrawill, 1992.
- [4].Jean Walrand, *Communication Network: A First Course*, Aksen Associates, 1991, 197-219。
- [5].*International Standard ISO/IEC 8802-3: 1992, ANSI/IEEE Std 802.3, 1992 Edition*, Information technology-- Local and Metropolitan area networks。
- [6].RFC1368, "Definitions of Managed Objects for IEEE 802.3 Repeater devices Status of this Memo", Oct 1992。
- [7].劉安之, *網路管理*, 資訊與電腦, 1994。
- [8].Allan Leinwand, Karen Fang, *Network Management A Practical Perspective*, Addison Wesley, 1993。
- [9].Michael Santifaller, *TCP/IP and NFS Internetworking in a UNIX Environment*, Addison-Wesley, 1991, 112-166。



ELCO LTD., 國立中央大學校園高速光纖網路示意圖

圖一. 中央大學校園、宿舍區域網路架構圖



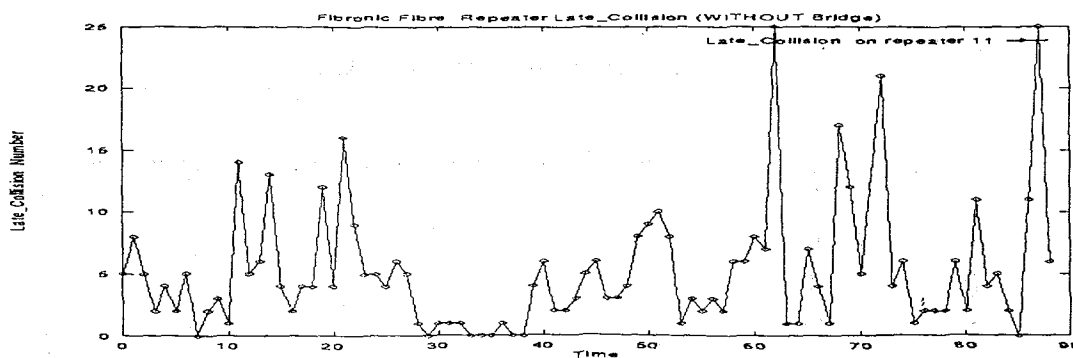
圖二. 中央大學宿舍網路乙太網路架構圖:

```

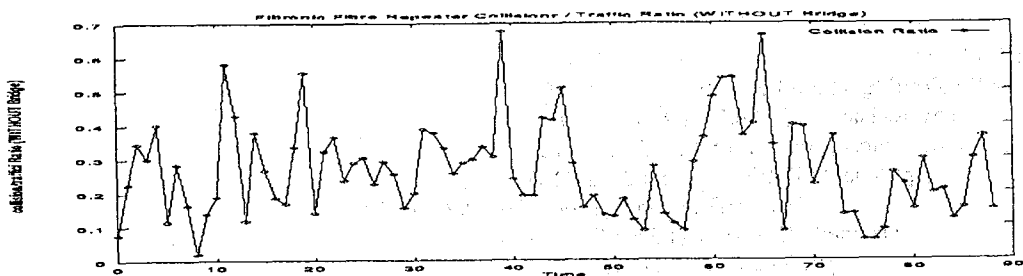
:
mib-2 (1.3.6.1.2.1)
  snmpDot3RptrMgt (1.3.6.1.2.1.22)
    rptrBasicPackage (1.3.6.1.2.1.22.1)
    rptrMonitorPackage (1.3.6.1.2.1.22.2)
      rptrMonitorRptrInfo (1.3.6.1.2.1.22.2.1)
        rptrMonitorTransmitCollisions (1.3.6.1.2.1.22.2.1.1)
      rptrMonitorGroupInfo (1.3.6.1.2.1.22.2.2)
        rptrMonitorGropTable (1)
          rptrMonitorGropEntry (1)
            rptrMonitorGroupIndex (1)
              rptrMonitorGropTotalFrame (1.3.6.1.2.1.22.2.2.1.1.2)
              rptrMonitorGroupTotalOctets (3)
              rptrMonitorGroupTotalErrors (1.3.6.1.2.1.22.2.2.1.1.4)
            rptrMonitorPortInfo (1.3.6.1.2.1.22.2.3)
              rptrMonitorPortTable (1)
                rptrMonitorPortEntry (1)
                  rptrMonitorGropIndex (1)
                  rptrMonitorPortIndex (2)
                  rptrMonitorPortReadableFrame (3)
                  rptrMonitorPortReadableOctets (4)
                  rptrMonitorPortFCSErrors (5)
                  rptrMonitorPortAlignmentErrors (6)
                  rptrMonitorPortFrameTooLongs (7)
                  rptrMonitorPortShortEvents (8)
                  rptrMonitorPortRuns (9)
                  rptrMonitorPortCollisions (10)
                  rptrMonitorPortLateEvents (11)
                  rptrMonitorPortVeryLongEvents (12)
                  rptrMonitorPortDataRateMismatches (13)
                  rptrMonitorPortAutoPartitions (14)
                  rptrMonitorPortTotalErrors (15)
              rptrAddrTrackPackage (1.3.6.1.2.1.22.3)

```

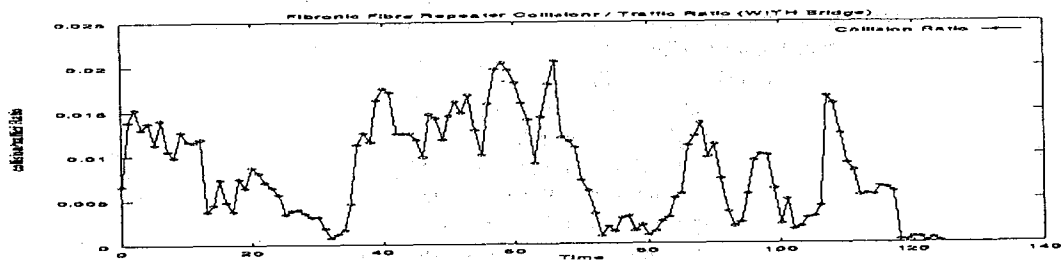
圖三. RFC1368 snmpDot3RptMgt MIB 資料



圖四. 樓內主幹網路段 Late Collision 發生次數變化

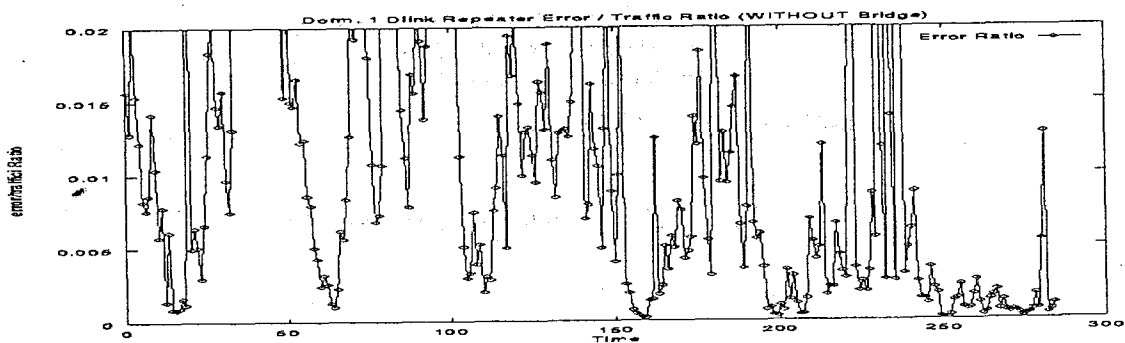


(a) 未以 Bridge 區隔之主幹 Collision Rate 變化

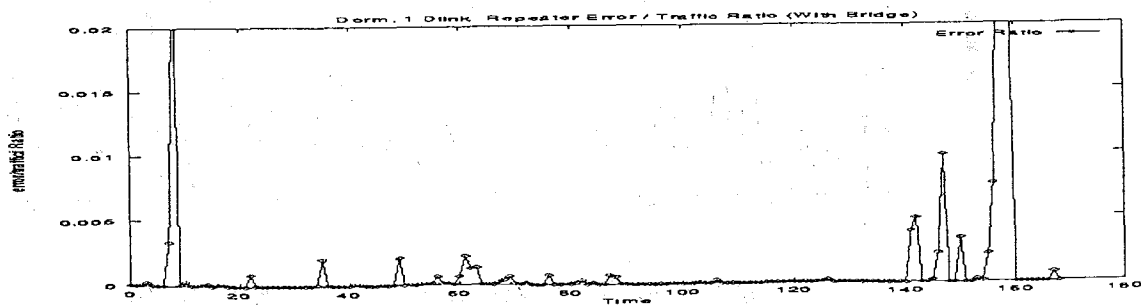


(b) 經 Bridge 區隔之主幹 Collision Rate 變化

圖五. 樓內主幹網路段 Collision Rate 變化

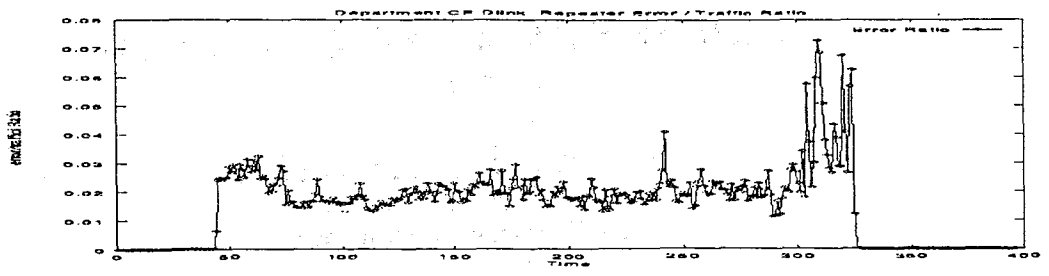


(a) 經 Bridge 區隔之 Error Ratio 變化

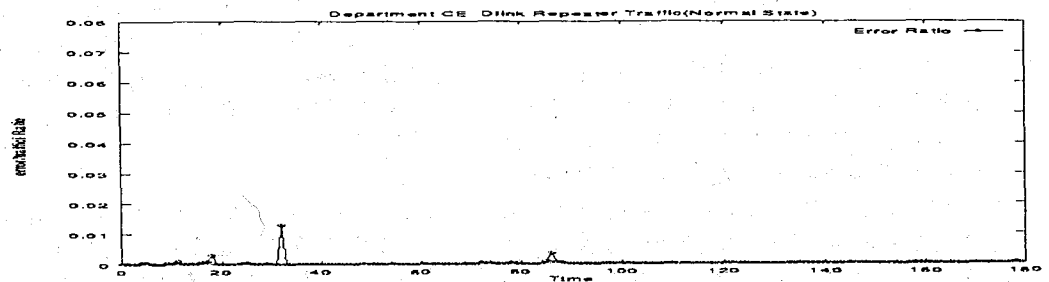


(b) 經 Bridge 區隔之主幹 Error Ratio 變化

圖六. 改善前後宿舍網路段的 Error Ratio 變化

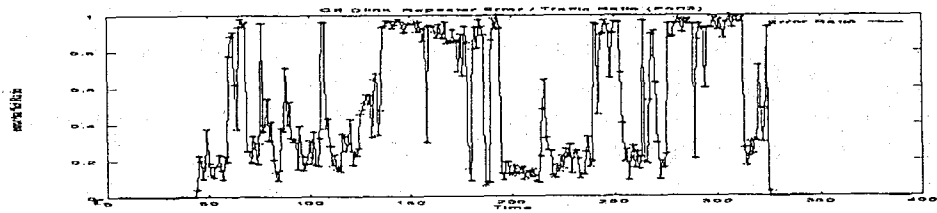


(a) PC 漏電宿舍網路段之 Error Ratio 變化

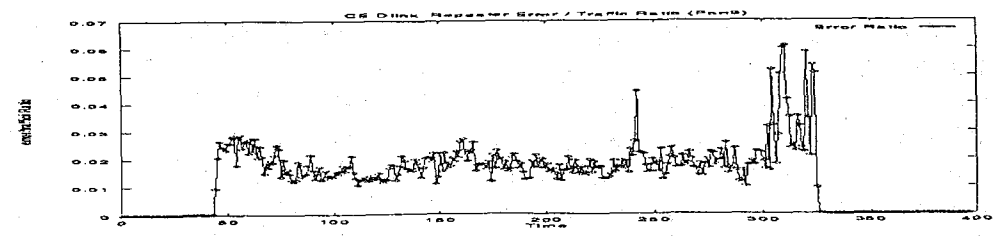


(b) 排除 PC 漏電後宿舍網路段之 Error Ratio 變化

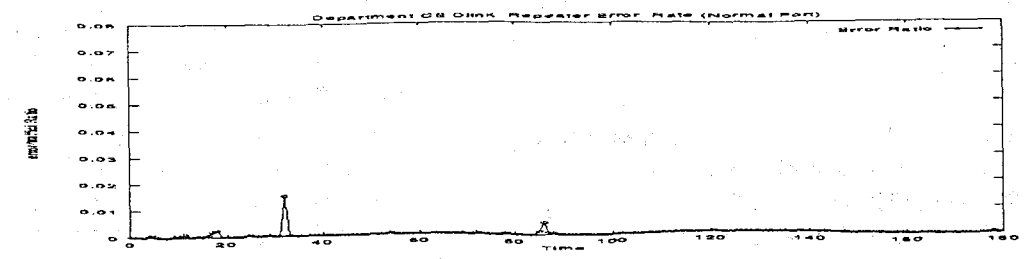
圖七. PC 漏電、正常網路段的 Error Rate



(a) 含 PC 漏電網路埠之 Error Ratio 變化



(b) 受 PC 漏電干擾網路埠之 Error Ratio 變化



(c) 排除 PC 漏電網路埠之 Error Ratio 變化

圖八. PC 漏電、受干擾網路段的 Error Rate