

網路分析之 3D 視覺化介面設計與實作

范斯越[†]、紀柏雄[†]、毛普臻[†]、蔡正寬[†]、黃一軒[‡]、楊正仁[‡]
元智大學資訊工程系
{s941412, s941418, s941423, s941460}@mail.yzu.edu.tw[†]
{ihuang, czyang}@syslab.cse.yzu.edu.tw[‡]

摘要

隨著網路的快速普及，網際網路流量控管的規模也越來越大且多元化，因此設計一個可以讓網路管理者有效率進行網路流量分析的介面已經變成了重要的議題。在本論文中，我們提出一個網路流量分析之 3D 視覺化 (3D VAST, 3D Visualization and Analysis of Web Server Traffic) 的介面，運用資訊視覺化的技術，網路管理者在視覺化的環境介面中，可以取得網路伺服器使用者的相關資訊與關聯性，並且減少統計與分析網路流量的時間。

關鍵詞：網路分析、資訊視覺化、HTTP Request。

Abstract

In recent years, the scale and the complexity of the network management are largely increased with the advance of the Web technologies. Hence, designing an interface to help manager efficiently analyzing network statistics has become an important issue. In this study, we propose a network server analysis interface based on 3D information visualization techniques, called the 3D VAST (3D Visualization and Analysis of Web Server Traffic). Through the interface, the manager can extract the user-related information and the relationships easily. The interface can also reduce the cost on summarizing and analyzing network statistics.

Keywords: Network analysis, Information Visualization, HTTP Request.

1. 前言

近年來，隨著網路逐漸普及到日常生活的各種設備上，網路節點的個數也快速的上升。此外，由於有各種版本的作業系統、瀏覽器和網路通訊協定並存於網路環境之中，網路節點的型態也變得多樣化。在網路規模和多樣性雙雙增加的情形下，網路管理者的工作越趨於複

雜且費時，不易管理。

為了減輕網路管理者的負擔，過往已經有許多工具可以協助網路管理者將不同網路節點的情形彙整到單一介面。這些工具的網路管理方式大部分都是以文字紀錄檔、表格或者是曲線圖呈現出其網路流量的資訊[7][9][10]。例如，目前測量網路流量方式大多都是利用 MRTG [10] (Multi Router Traffic Grapher) 軟體，它利用 SNMP 送出帶有物件識別碼 (OIDs) 的請求給要查詢的網路設備[14]。MRTG 再以所收集到的 SNMP 資料產生 HTML 檔案並以 GIF 或 PNG 格式繪製出 2D 曲線圖形，並可以用日、週、月等單位分別繪出，以供管理者分析。網路管理員可以利用 MRTG 產生的圖表進一步瞭解每一個網路節點包括流量、CPU 負載等等的資訊。

雖然像 MRTG 等工具已經可以提供資料彙整的功能，當網路故障發生時，從分析文字、圖表到曲線圖，仍然必須花費不少的時間，才有辦法找出真正的關鍵資訊。而且分析的資料往往都是累計了一小段時間後所彙整的資料，無法即時分析現狀。因此，設計能夠更快速且便利地分析伺服器的操作介面是有需要的。

在本論文中，我們提出了 3D VAST (3D Visualization on Web Server Traffic Analysis) 操作介面用來改善目前的網路分析工具，讓網路管理者可以更快速且便利地去分析伺服器流量的存取回覆情況以及了解更多使用者的資訊。我們運用資訊視覺化的方法 [2][3][4][8][11]，將目前的 HTTP Request 以即時的動畫線條呈現在使用者面前，相較於以往以文字紀錄檔的模式，可以較即時的呈現並且附帶著更多的資訊。不必經過統整大量的資料之後才獲得所需的資訊，因此可以大量地節省網路伺服器管理者的管理時間，並且更直覺的獲得所需要的資訊。

透過所提出的網路伺服器流量分析之

3D VAST 介面的設計，不僅可以改善現有的網路伺服器管理方式，且可以將視覺化的技術運用其中，使得其管理方式更加的簡易且美觀。最後更可以將此網路伺服器流量視覺化的概念推展到未來更多相關的研究上。

本論文的章節安排如下：第二節介紹過往用於網路管理的工具和資訊視覺化的相關研究。第三節描述提出的 3D VAST 介面，第四節說明 3D VAST 介面的實作細節，第五節總結全文。

2. 文獻回顧

在過往網路管理的工具中，有很多網路管理的工具能夠幫助管理者進行網路分析。對於管理者來說，如何能夠更快速的得到重要的資訊，以及如何將大量資料合適的呈現給使用者是很重要的。此外，由於視覺化的介面有助於使用者了解網路流量的分析，因此透過客戶端所提出的連線需求，如何適當地將客戶端多樣的資訊，以視覺化方式呈現也是研究的重點。在這一節，我們首先回顧過往網路管理的工具，再介紹過往的資訊視覺化技術。

目前用於監控網路流量的軟體推陳出新，常用的軟體，例如：MRTG、RRD [10]，大多根據 logfiles，使用 2D 的曲線圖呈現，如圖 1 (MRTG2 Web Page) [10]，縱軸表示 bit per second，橫軸表示單位時間。這樣的方式，僅能提供流量的資訊，無法加以分析客戶端使用者資訊，如所使用的瀏覽器、作業系統。另外，如果管理者需要分析 Web Page 上所呈現的資訊，如使用者網路傳輸速度，管理者本身僅能經由提供的數據，以人為的方式，或是其他工具軟體，並無法短時間內，得到使用者網路傳輸速度。

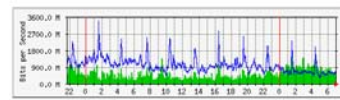
此外，近年來資訊視覺化技術獲得許多人的重視。若是能夠將網路監控軟體所得的數據，結合資訊視覺化的技術，將以更直觀、更快速地讓管理者得到需要的資訊。傳統上，網路資訊的視覺化方式，都以 2D 的圖形表現，但是所呈現的資訊，均專注於某個特定方面的資訊，如：圖 2 (Classic Hierarchy Treemap) [5]、圖 3 (Radial Traffic Analyzer) [7]、圖 4 (IP Wall View of NAV) [1]。圖 2 (Classic Hierarchy Treemap) [5]，以 Treemap 技術[5][6][13] 呈現網站上各頁面的階層關係，並以顏色深淺關

係，表達瀏覽次

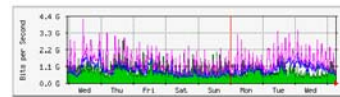
Usage of the Connection to GEANT2

The statistics were last updated Thursday, 25 December 2008 at 7:00

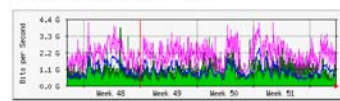
'Daily' Graph (5 Minute Average)



'Weekly' Graph (30 Minute Average)



'Monthly' Graph (2 Hour Average)



'Yearly' Graph (1 Day Average)



GREEN Incoming Traffic in Bits per Second
 BLUE Outgoing Traffic in Bits per Second
 DARK GREEN Incoming Traffic in 5 Minute Increments
 MARGENTHA Incoming 5 Minute Outgoing Traffic

MRTG MULTI ROUTER TRAFFIC GRAPHER
 2.14.5
 Tobias.Oetiker oetiker@netmeister.ch
 and Dave Rand rand@bang.com

圖 1:MRTG Web Page。

數、連線平均時間等資訊；圖 3 (Radial Traffic Analyzer) [7]，以派圖呈現，在特定區域內的網路連線，以不同層次代表 IP source、IP destination、Port source，以及 Port destination，以顏色表示應用程式的分類資訊；圖 4 (IP Wall View of NAV) [1]，以特別的 IP Wall View，左邊代表 local IP 位址，右邊代表遠端 remote IP 位址，連線以帶有顏色的線條表示。

這些方式，固然強化提供了網路連線上資訊的深度，但是 2D 呈現方式，較為缺乏呈現資訊的廣度。因此，本論文提供了一個以 3D 空間，以及 2D 視覺化技術的結合，能夠提供更多樣性的資訊，如：客戶端使用者連線機器資訊、使用者傳輸速度，以及使用者網路。

3. 3D VAST 系統設計

我們提出了一個 3D 視覺化的網路流量分析介面 (3D VAST, 3D Visualization on Web

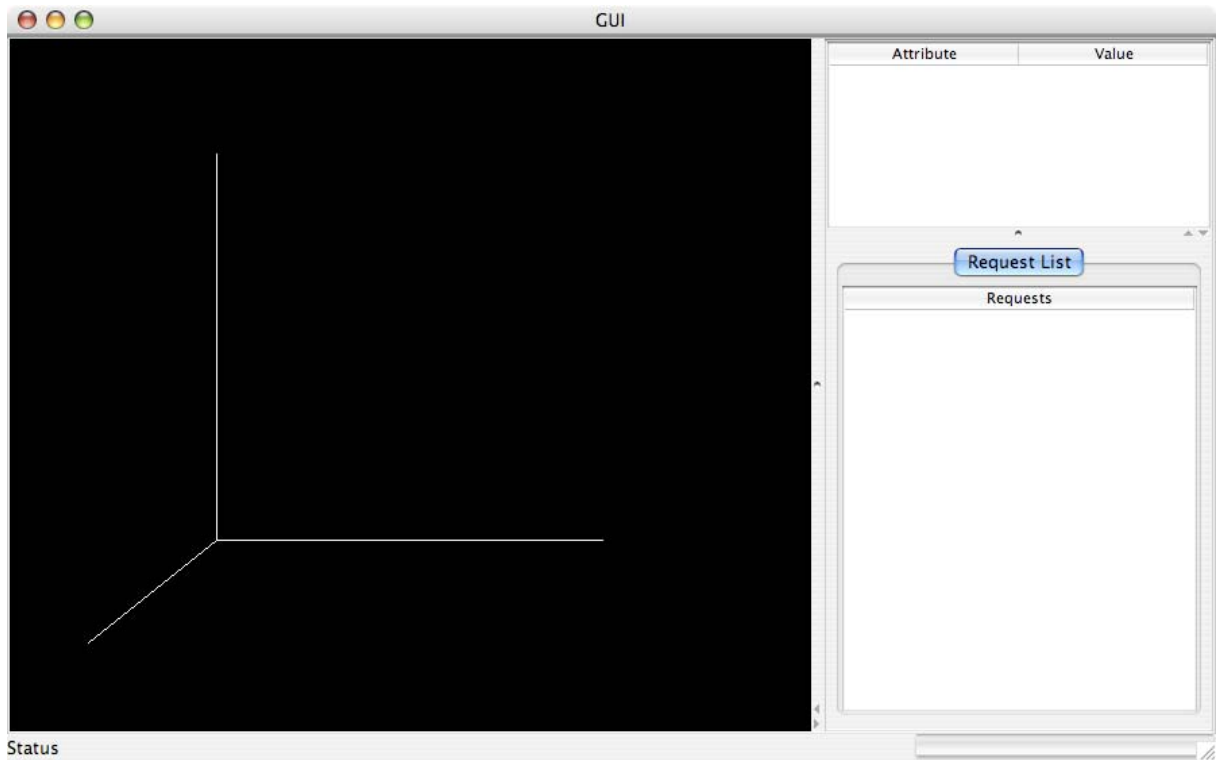


圖 5 : 3D VAST 初始介面。

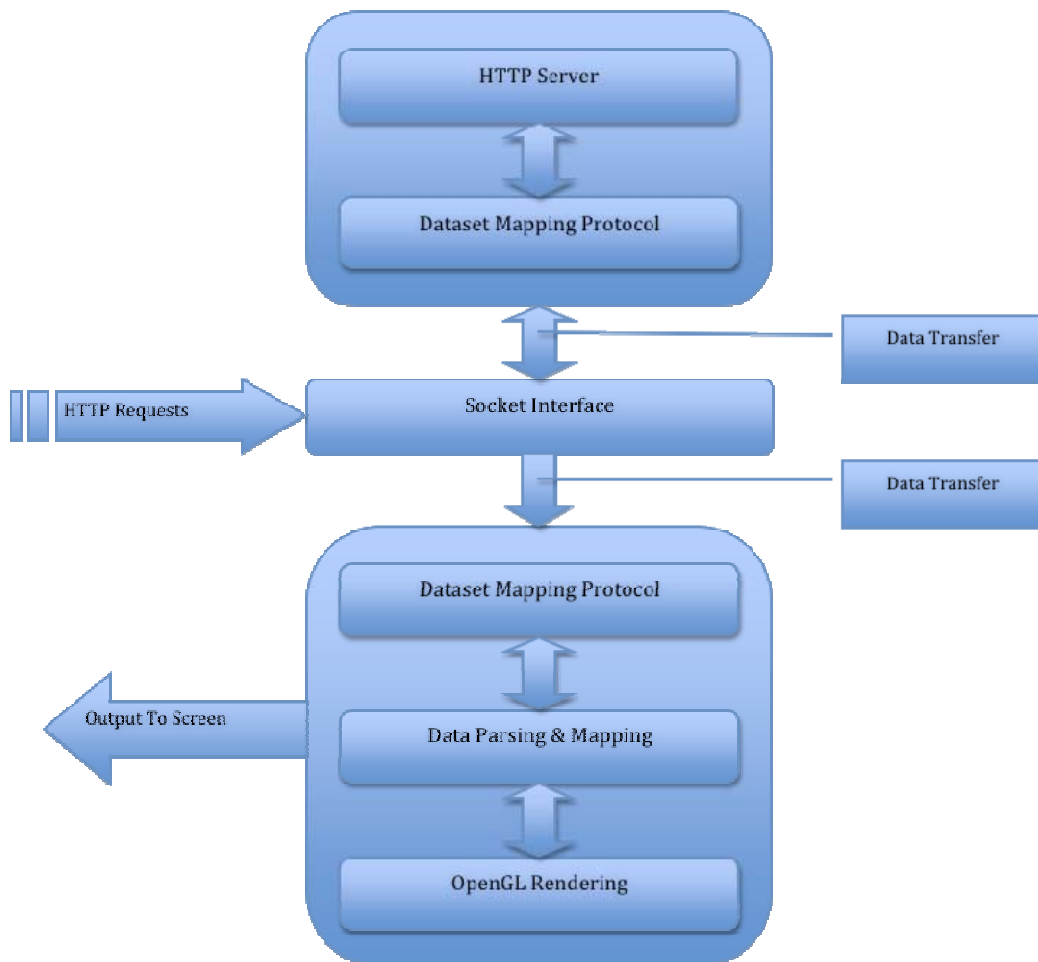


圖 6 : 3D VAST 系統架構圖。

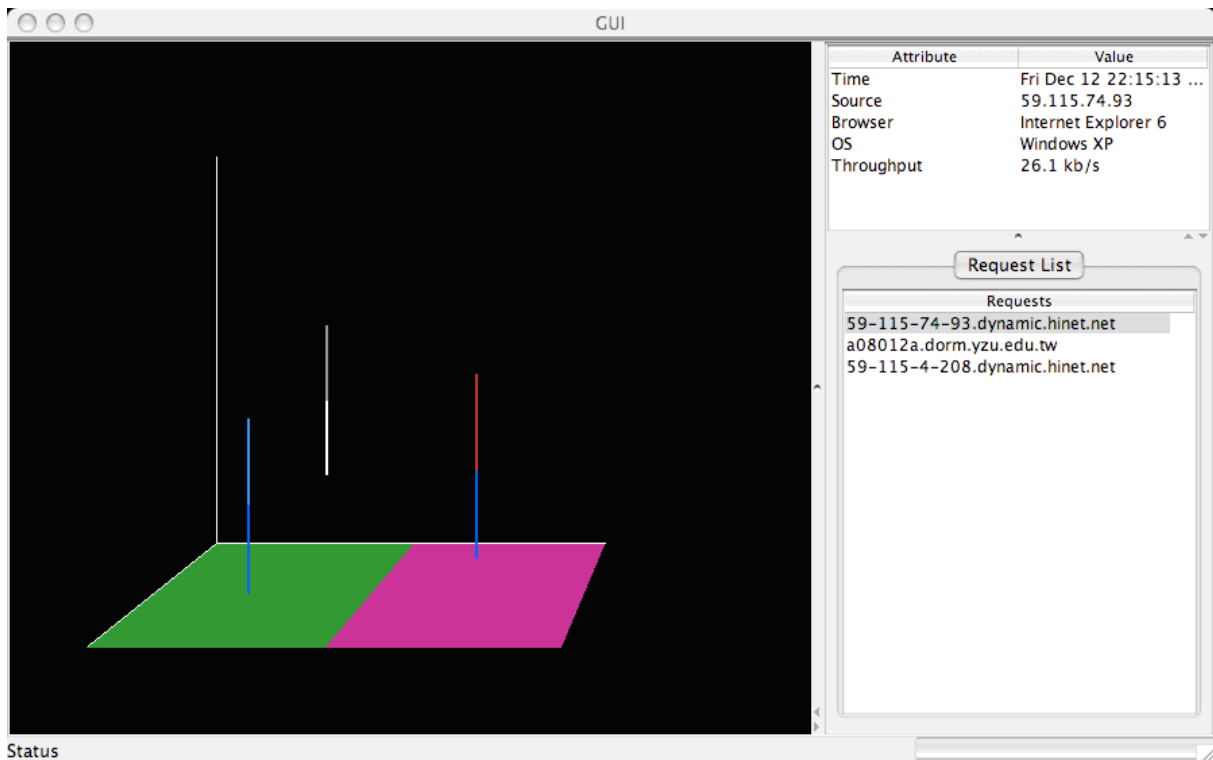


圖 7：HTTP Request 呈現於 3D VAST 系統之視覺化。

者的 HTTP Request 會以一個線條動畫模型從此立體空間中由上而下墜落。在此線條模型中，將會以兩小段的方式呈現，分別代表著使用者所使用的瀏覽器種類和使用者所使用的作業系統種類。分別以不同的顏色來區分出種類的不同。而在整體系統的右邊環境介面中，會有小型的辨識工具讓網路伺服器管理者可以辨識出此 HTTP Request 線條模型是代表著哪種瀏覽器以及哪種作業系統。另外，此線條模型由上而下的墜落移動速度代表著網路使用者對於伺服器存取的速度，也就是客戶端連線傳輸的速率。此速度的計算方式為此 HTTP Request 存取的資料大小和所花費時間的比值，數值越大代表速度越快，也就是在我們所設計的 3D 立體空間中墜落移動的速度越快，反之亦然。

3.3 流量平面設計

在我們的 3D 空間的下面平面，以就是 X 軸和 Y 軸所圍成的面積為我們的統計流量的設計。在我們所設計的 HTTP Request 線條模型所落下的終點，也就是我們統計流量平面。在這個平面中，我們將以不同的顏色代表者不同的網路提供業者。將以動態呈現的切割面積大小表示該網路提供業者在特定的時間的使

用率，也就是在該時間點中，有多少網路使用者是使用該網路提供業者所供應的網路服務。而此顏色和動態面積的呈現，將可以幫助網路伺服器管理者了解哪一種網路提供業者被使用者接受的程度表現，而不用經過繁複的查表統計才能獲得此項資訊。

3.4 3D VAST 系統架構設計

3D Visualization on Web Server Traffic Analysis 網路流量分析之視覺化設計是根據圖 6 所示的系統設計架構所發展。3D VAST 系統主要是以 3D 空間設計、Request 動畫設計和流量平面設計等三個主要的模組開發連結背後的網路伺服器所開發完成。最後所形成的 3D 視覺化呈現的資料集合的多種屬性，可以讓網路伺服器管理者更直覺、更好理解的獲得所需的分析資料。

4. 3D VAST 視覺介面實作

4.1 VAST 系統雛形

根據我們所提出的系統設計概念，我們實作出 3D VAST 視覺介面呈現和互動環境雛形。經由幾次測試我們發現此 3D VAST 系統

能夠正確的顯示出使用者在存取網路伺服的資訊，包含存取時間(Time)、使用者位址來源(Source)、使用者使用地瀏覽器種類(Browser)、作業系統(Operating System)以及連線存取速率(Throughput)等等資訊。除了以淺顯易懂的視覺化介面呈現外，還是保留著文字表格模式，讓使用者可以兩者兼具的取得想要的資訊。以下我們將更進一步地說明 3D VAST 雛型中存取伺服器並加以視覺化結果。

我們以實際的例子，來說明如何達成 3D VAST 的功能。首先，我們同時在三個不同來源的位址(59-115-74-93.dynamic.hinet.net、a08012a.dorm.yzu.edu.tw、59-115-4-208.dynamic.hinet.net)存取預設的網路伺服器，而此時在 3D VAST 系統上畫面呈現如圖 7 所示。在線條的呈現上，我們可以發現每條線條動畫被劃分成兩個部份，在上半部份代表著使用者所使用瀏覽器的種類。藍色代表 Internet Explorer、灰色代表 Apple Safari 以及紅色代表 Fire Fox。另外在下半部份代表著使用者所使用作業系統的種類。藍色代表 Microsoft Windows XP、白色代表 Mac OS X 等等視覺設計。另外在流量平面設計上，我們根據 HTTP Request 的網路提供者來分類並且切割此流量統計平面，在 3D VAST 系統中，有兩種網路提供者並且各有一個 HTTP Request 已落在我們統計的流量平面上面，所以我們會將此平面動態分割成兩個區域，以此類推。透過我們所設計的 3D 介面可以在即時地在同一個介面中發現許多的資訊，而不用透過許多的 2D 圖表介面再統整得知。

網路管理者經由 3D VAST 系統在進行網路監控時，可感受到以下好處：改善目前的文字表格和曲線圖表管理網路監控模式，將使用者網路資訊分析後，依照我們所設計的視覺化概念來設計出視覺化 3D 介面，可以讓管理者更直接獲取相關資訊，並且利用互動地形式在介面來操作內容。而之所以將此設計介面設計成 3D 的模式，最主要的觀點就是將原本必須經多的圖表才可以分析出來的資訊，透過同一介面的 3D 介面的簡易操作即可獲取到。

4.2 相關討論

以上為目前我們 3D VAST 系統的雛形環境。在未來我們針對 3D VAST 系統仍有許多

探討與改進之處。以下我們針對 3D VAST 的未來發展提出三點的討論：

(1) 繪圖技術的改進：由於資訊視覺化的核心著重於電腦繪圖技術，在視覺化介面呈現上、以及畫面的資訊呈現量過多的時候，如何善用繪圖技術去利用平滑流暢的動畫效果呈現所需的機能，對於目前的系統仍是一個重大的挑戰。而如何去運用更好的繪圖技術以及更快速的繪圖演算法，是未來極需去摸索改進的地方。

(2) 人機互動介面的需求：由於每位使用者的需求多多少少都有點不同，因此系統的設計上必須考慮人機互動的便利性。目前設計的畫面是以 3D 視覺空間配合立體空間座標轉換呈現而且，在人機互動操作的便利性上還有許多可以改善的空間。因此在一些人機互動技術上，例如：拉近/拉遠、魚眼效果和畫面捲動等增便利性的效果的设计仍是本系統可以在更上一層樓的關鍵挑戰。

(3) 維度資訊的呈現：在人類的感官上只有三維空間的感知，因此如何將超過三維的資訊呈現在螢幕當中，利用顏色、形狀或者是大小都是基本的方式但如何選用最好的呈現多維方式且不致於讓畫面混亂得到最適當的感知效果，值得未來進一步的探討研究。

5. 結論

隨著網路規模和多樣性快速的成長，網路分析變成了一個負擔繁重的工作。雖然過往已經有許多網路分析工具可以降低網路管理者的負擔，不過這些工具大多採用 2D 或文字表列的方式來呈現收集到的網路統計資訊，因此能夠在一個畫面中呈現的資訊量不足。在本研究中，我們利用 3D 資訊視覺化的技術設計 3D VAST 介面，可以將網路上的 HTTP Requests 即時的呈現出來，並讓網路管理者更直覺的了解相關伺服器的狀況，也更利於分析伺服器流量的存取回覆情況。在未來，我們希望整合更多資訊視覺化的技術，幫助網路管理者更快速地發現各種網路異常情形。

6. 參考文獻

- [1] M. Allen and P. McLachlan, NAV - Network Analysis Visualization, course project in

- information visualization, University of British Columbia.
- [2] R. Amar, J. Eagan, and J. Stasko, "Low-Level Components of Analytic Activity in Information Visualization," *Proc. 2005 IEEE Symposium on Information Visualization (InfoVis)*, Oct. 2005, pp. 111–117.
- [3] S. K. Card and J. Mackinlay, "The Structure of the Information Visualization Design Space," *Proc. 1997 IEEE Symposium on Information Visualization (InfoVis)*, Oct. 1997, pp. 92-99.
- [4] M. S. T. Carpendale, D. J. Cowperthwaite, and F. D. Fracchia, "Extending Distortion Viewing from 2D to 3D," *IEEE Computer Graphics and Applications*, Vol.17, No.4, July/Aug. 1997, pp.42-51.
- [5] J. H. Goldberg and J. I. Helfman, **Enterprise Network Monitoring Using Treemaps**, Advanced User Interfaces, Oracle Corporation Redwood Shores, CA.
- [6] B. Johnson and B. Shneiderman, "Tree-Maps: a Space-filling Approach to the Visualization of Hierarchical Information Structures," *Proc. 2nd conference on Visualization '91*, Oct. 1991, pp. 284-291.
- [7] D. A. Keim, F. Mansmann, J. Schneidewind, and T. Schreck, "Monitoring network traffic with radial traffic analyzer," *Proc. IEEE Symposium on Visual Analytics Science and Technology (VAST)*, Oct. 2006, pp. 123–128.
- [8] E. Le Malécot, M. Kohara, Y. Hori, and K. Sakurai, "Interactively Combining 2D and 3D Visualization for Network Traffic Monitoring," *Proc. 3rd ACM International Workshop on Visualization For Computer Security*, Nov. 2006, pp. 123-127.
- [9] R. Oechsle, O. Gronz, and M. Schüler, "Visusniff: a Tool for the Visualization of Network Traffic," *Proc. of 2nd Program Visualization Workshop*, June 2002, pp. 118-124.
- [10] T. Oetiker, Multi Router Traffic Grapher (MRTG), <http://www.mrtg.org/>
- [11] J. C. Roberts, "State of the Art: Coordinated & Multiple Views in Exploratory Visualization," *Proc. 5th International Conference on Coordinated and Multiple Views in Exploratory Visualization*, July 2007, pp. 61-71.
- [12] B. Shneiderman, **Treemaps for space-constrained visualization of hierarchies**, <http://www.cs.umd.edu/hcil/treemaps>
- [13] D. Turo and B. Johnson, "Improving the Visualization of Hierarchies with Treemaps: Design Issues and Experimentation," *Proc. 3rd conference on Visualization '92*, Oct. 1992, pp. 124-131.
- [14] Wikipedia, Multi Router Traffic Grapher, <http://en.wikipedia.org/wiki/Mrtg>