

## 第八章 結論與建議

目前尚無可準確預測地震的機制，因此，透過路網規劃的方法，來減低災害所帶來的不確定性便相形重要。本研究首先採取了道路的觀點，以關鍵性、空間評估的方式，找出空間良好、並具有重要性的個別路段，以作為納入為防災道路的候選路段之法，再以整體路網的觀點，採用容錯的存活路網設計結構，以達到地震減災的目的；在整體路網中，並引進了許多想法，例如路網連結度、共同繞路橋段、多供給互援單位等；本研究並分析路網結構，建立了路網模型，並提出其演算法，最後，並採用棋盤式路網進行分析，以顯現其實用性。

本研究之獨特性之一，在於提出系統繞路的觀點，來設計存活路網。地震減災的路網設計問題，對於提供可靠、快捷的運輸服務將扮演很重要的角色；在本研究中，共同橋段可用以確認最小的系統繞路成本，此亦為一新的方法來構建二邊連接圖。該路網結構顯示了許多優點，並可建立更為安全的路網系統，保護民眾免於地震災害所帶來的許多不確定性。

### 8.1 結論

(1) 本研究提出一套規劃防災路網之流程，提供相關政府規劃部門，以應用於長期建構安全防災都市之規劃與評估。對於現存都市路網，透過路段關鍵性與道路空間評量等方法，篩選綜合出重要適宜之初始防災路網，再經由路網設計模型與專家決策系統等過程，提出達成多目標向度防災路網結構之建議；該路網設計模型並可運用於新興都市之防災路網結構。

(2) 本研究提出評估路段關鍵性之方法。城市路網之中，每個路段可被使用的方式與頻次不同，針對救災單位與避難點考量所可能採用的救災路線，透過適當指標評估出可能使用頻次較高之路段，以作為篩選防災路網之考量因素。

(3) 本研究提出三維道路空間評估概念。將路段空間劃分為道路空間和近鄰空間，近鄰空間再分為上部空間與側部空間，透過空間屬性區分以利進行現有道路之調查評量；提出二次災害風險衡量因子，包括道路寬度、電線密度、建築物高度、人行道寬度等，以作為篩選防災路網之考量因素。

(4) 本研究構建防災路網之設計模型。防災城市之中，防災路網為聯繫各避難系統間運作之重要媒介；近年來因災害議題逐受重視，並訂定相關防災道路準則，然而防災路網供需點間的設計模型，宜以整體性之考量，因此，本研究以可靠性、快捷性、全面性三目標，提出路網設計模型以供規劃參考。

(5) 最短路徑森林演算法劃分多供給點責任分區。本研究依救援路徑成本方式來考量合理之路網分區，將比依行政區劃分救援分區更具時間效率。在演算法上，運用 **Dijkstra** 最短路徑演算法，採取平行多工演算法，縮減重複演算時間，以快速算出多供給點至多需求點的最短路徑森林。

(6) 容錯設計。以原則性之路網規劃設計準則來決定防災路網，將較無法保障替代道路之存在；然而本研究將問題以限制式性質加以控制，則可確保路段毀損情形下，存在替代路徑。此外，除因此存在路網容錯特性外，本研究並納入繞路成本考量，以避免雖有替代路徑，卻繞路費時之情形發生；且，改進往昔僅考量單點對單點之繞路成本研究，路網演算過程納入系統繞路成本指標，此乃先前研究之所未見，以建構涵蓋全面多需求點之繞路成本最小化之路網結構。

(7) 互援路網設計。防災路網設計，結合供給點與需求點之考量，使防災路網非獨立設計，而使其結構與救援單位、避難據點之關連緊密結合；此外，本研究提出二供給點連結之觀念，落實，以確保防災路網分區間之供給點連結性，使防災路網設計中，除了考量路段容錯問題外，也提升了供給點容錯的可靠性。

(8) 本研究建立防災路網決策工具。不同城市之路網具有不同特性，所設立的標準也應有所差異，本研究針對可靠、快捷、全面效率等目標，擬定相關準則指標，將路網特性量化觀察，以數據的方式，讓決策者更容易了解路網結構，將有助於規劃決策之過程。

(9) 本研究之防災路網工具拓展理論路網與實務路網之應用性。基本輸入資料為以邊集合架構之點、邊的兩個純文字檔；點資料文字檔為以Tab為間隔，包含點標籤、X座標、Y座標三個欄位，邊資料文字檔為以Tab為間隔，包含邊標籤、該邊兩端點的點標籤三個欄位；互動輸入資料為供給點、需求點之個數與位置，以及專家針對不同指標所設定之上下界限值；輸出資料為圖形化之防災路網結構，平均旅行成本、最大旅行成本、區內最長繞路成本、區間平均互援成本、路網成本等五個指標值，以及針對專家所設定上下界限值後所獲得的防災路網總體評估值。

(10) 在雙供給均勻需求的棋盤式路網情境中，本研究模擬136種不同的防災存活路網之設計，並發現需求點均勻分布且供給點之設置相互逐漸遠離時，平均旅行成本趨勢下降。隨著供給點相距愈遠，各供給點之責任分區界限漸為明確，平均旅行成本逐漸降低，表示供給單位處於需求點中心區位。

(11) 相同情境中，隨供給點彼此逐漸遠離，繞路成本有陡降漸緩之趨勢。此乃顯示供給點之間配置距離，短距離內對繞路成本的敏感度高，亦即表示此範圍內擴大供給點間的距離，對減少繞路成本有明顯的效果；互援成本則隨著雙供給點之間的距離增加而遞增，因此當救援單位供給量能較小時，應特別考量互援單位之設置位置，以避免供給上之高風險。

(12) 雙供給點組合情境之路網結果顯示，需求點均勻分布且供給點相近時，供給點配置組合影響路網成本明顯。透過本研究之情境模擬分析結果，顯示出當供給點之間的距離較近時，配置位置之組合對路網結構影響較顯著，因此如要獲得成本較為低廉的路網結構，應要考量多種配置組合。

(13) 模擬結果顯示，欲規劃整體區域最小的平均旅行成本，供給單位之間的距離，約為該正方區域邊長的0.83~1.5倍之間；供給單位之間的距離，在該正方區域邊長約為0.5倍以上時，最大旅行成本即會出現該成本最小之情形；繞路成本最小的情形，發生在供給單位之間的距離達該正方區域邊長的0.67~1.33倍之間、0.67倍之距離效益最佳；互援成本隨供給單位之間的距離成正關係；路網成本最小發生在供給單位之間距離為該正方區域邊長0.33倍時，而隨著供給單位彼此之間愈靠近，該成本平均而言也會跟著降低。

## 8.2 建議

囿於本研究之主題性及篇幅，下列為本研究認為未來值得探究之防災路網設計與規劃相關之議題：

(1) 供給單位、需求單位之規模評估。目前本研究採取各供給點、需求點之供給與需求量能相同之模型，然而未來可研究評估各供給單位救援規模之方法，進一步考量其救援能力之差異性，並根據周圍土地使用強度、人口密度、日夜活動之不同，探討需求點之屬性差異，並整合於路網規劃之中，將可使救援分區具權數衡量之特性，對於路網隱含之救援意義，多有助益。

(2) 防災道路的基礎設施設備之規劃與落實。關於避難地點或收容場所，指揮中心、臨時安置空間、醫療運作空間、儲備水源、物資輸送內部路線等準備，都是相當重要的，然而，防災道路與一般道路的設施設備應有何差異，卻鮮少被討論，例如，應將防災路網之功能與供給單位、救災中心之運作緊密結合，且如能透過針對災害蒐集防災路網動態情報的相關設備，將可進一步掌握防災路網的交通資訊狀況，並於災害期間，則可對救災路線規劃、旅次的控管，快速提出更有效用之決策。

(3) 評量防災路網使用面的方法。本研究提出道路三維空間、路段關鍵性、以及諸多路網指標，於實際使用面及理論幾何面，來量化防災路網空間及路線之品質表現；而未來對於更細緻的運行操作與管制面，如與平日交通量對路網在救援上的影響，值得後續研究深入探討。此外，防災道路設計標準之訂定亦相當重要，防災路網為防災都市之骨幹，其結構、高程、寬度、車道佈設等，都應更加提高其救災時之可靠專用性，乃至於平日交通管理策略，如停車管理、三維空間障礙物管制等，應提出一套明確可依循的準則，以加強都市之防災機能。



## 參考文獻

1. 丁育群、蔡綽芳，「九二一震災對都市空間防災規劃問題探討」，工程月刊，第七十三卷第九期，25~36頁，民國89年。
2. 土井幸平，「阪神大震災復興計劃之概要與都市、建築之課題」，第十六屆中日工程技術研討會，4-1~4-7頁，台北，民國84年。
3. 毛利正光、塚口博斯、中村俊策，「住宅區內步行路網之評估」，土木學會關西支部年次學術演講會演講概要，日本，1981。
4. 王元元、王慶瑞、黃紀麟，組合數學，中央圖書，台北，民國89年。
5. 內政部建築研究所，「921集集震災都市防災調查研究報告」，民國88年。
6. 台北市建築師公會，兵庫縣南部（阪神）地震「驗證」報導彙編，民國84年。
7. 台灣科技大學建築系，「台北市實質環境防災機能之研究」，國科會，民國88年。
8. 交通部公路局，九二一地震後中橫公路谷關至德基路段功能定位，民國89年。
9. 交通部公路局，中橫公路開放通車前之各替代道路方案改善勘查報告彙編，民國89年。
10. 任善強、周寅亮，數學模型，中央圖書，台北，民國86年。
11. 吳永隆、葉光毅，「地區性道路網便利性、舒適性、防災性基準之研究」，建築學報，第二十六卷，19~34頁，民國87年。
12. 吳永隆、葉光毅，「地區性道路網便利性、舒適性、防災性基準之研究」，建築學報，第二十六期，19~34頁，民國87年。
13. 何明錦、李威儀，從都市防災系統檢討實質空間之防災功能—（一）防救災交通動線系統及防救據點，內政部建築研究所，民國87年。
14. 何明錦、黃定國，都市計劃防災規劃作業之研究，內政部建築研究所，民國86年。
15. 李威儀、錢學陶，從都市防災系統中實質空間防災功能檢討—（二）學校、公園及大型公共設施等防救據點，內政部建築研究所，民國88年。
16. 李威儀、何明錦，台北市實質環境防災機能之研究，行政院國家科學委員會，民國88年。
17. 李威儀、錢學陶、李咸亨，台北市都市計劃防災系統之規劃，台北市政府都發局，民國86年。
18. 李威儀，都市計劃防災空間系統規劃之研究，都市防災論文集，內政部建築研究所，民國88年。
19. 李得全、謝佩砮、朱南玉，都市計劃防災規劃實務案例-以台北市南港區通盤檢討為例，都市防災論文集，內政部建築研究所，民國88年。
20. 宋增民、殷翔，作業研究，中央圖書，台北，民國90年。
21. 林峰田，「公共設施檢討空間分析方法」，都市與計劃，第二十四卷第二期，171~192頁，民國86年。
22. 林峰田，「國土城鄉防災綱要計畫」，內政部營建署，民國92年。
23. 林峰田、李佳昀，「地震防救災文獻案例式查詢系統」，都市與計劃，第二十七卷第一期，65~80頁，民國89年。
24. 林峰田、陳亮全，都市災害危險度評估網格資訊系統之建立—避難空地配置評估方法，內政部建築研究所，民國87年。
25. 林建元、張璠，「台北市消防站系統之區位分析」，規劃學報，第十八期，29~51頁，民國80年。
26. 周寅亮，離散數學，中央圖書，台北，民國87年。
27. 室崎益輝，「阪神大震災後的復興計劃」，第十六屆中日工程技術研討會，3-1~3-11頁，台北，民國84年。
28. 施鴻志、周士雄，都市計劃，建都文化，民國85年。

29. 施鴻志、陳長庚，我國都市防災因應對策之研究，都市防災論文集，內政部建築研究所，民國88年。
30. 徐淵靜、侯鵬曦，「震災時都市道路系統運輸功能評估與防災路網之研擬」，國立交通大學，碩士論文，民國90年。
31. 徐淵靜、侯鵬曦，「防災路網模式構建」，第十八屆中華民國運輸研討會，新竹，民國92年。
32. 徐淵靜、侯鵬曦，「高雄市防災路網研擬之研究—地理資訊系統之應用」，中華道路，第四十二卷第二三四期，10-20頁，民國92年。
33. 孫志鴻、詹仕堅、鄒明城、謝奇峰，「地理資訊系統在防救災上的應用」，土木技術，第一卷第二期，111~127頁，民國87年。
34. 陳坤章，高雄市推動建築物防火管理制度及實施成效之研究，高雄市政府消防局，民國88年。
35. 陳亮全、林文苑、賴美如，我國災害境況模擬評估系統之現況與課題，都市防災論文集，內政部建築研究所，民國88年。
36. 陳建忠、詹士樑，都市地區避難救災路徑有效性評估之研究，內政部建築研究所，民國88年。
37. 陳建忠、黃定國、黃志弘，都市計劃通盤檢討有關防災規劃作業程序及設計準則之研究，內政部建築研究所，民國88年。
38. 張益三，都市防災規劃之研究，台灣省政府住宅與都市發展處市鄉規劃局，民國88年。
39. 都市計劃作業規劃手冊第捌冊都市防災計劃，台灣省政府住宅與都市發展處市鄉規劃局，民國87年。
40. 馮正民、林楨家，都市及區域分析方法，建都文化，民國89年。
41. 馮正民、解鴻年，「緊急設施區位模式之評述」，交通運輸，第十一期，27~38頁，民國78年。
42. 葉光毅、吳永隆，地區性交通計劃，滄海書局，民國87年。
43. 黃定國，安全都市之建立與防災都市整備計劃之研究，都市防災論文集，內政部建築研究所，民國88年。
44. 曾國雄、林楨家，「淡海新市鎮消防隊佈設區位之研究」，都市與計劃，第二十四卷第一期，81~98頁，民國86年。
45. 韓復華、卓裕仁，「緊急疏散公用車輛調派之研究」，運輸計劃季刊，第二十三卷第三期，247~272頁，民國83年。
46. 韓復華、胡大瀛，「路網疏散模式研究與微電腦決策輔助系統之建立」，運輸計劃季刊，第十六卷第三期，民國76年。
47. Adam, D., *Data Structures and Algorithms in Java*, 2001.
48. Amin, A.T., Siegrist, K.T. and Slater, P.J. "Pair-connected reliability of communication networks with vertex failures", Congressus Numerantium, 67, pp. 233-42, 1988.
49. Asakura, Y. "Reliability measures of an origin and destination pair in a deteriorated road network with variable flow", Transportation Networks: Recent Methodological Advances (ed. Bell, M.G.H.), Pergamon Press, Oxford, 1996.
50. Bagga, K.S., Beineke, L.W., Lipman, M.J. and Pippert, R.E. A survey of integrity. Technical Report. Department of Mathematical Sciences, Indiana University-Purdue University at Fort Wayne, 1989.
51. Baiou, M. "On the dominant of the Steiner 2-edge connected subgraph polytope", Discrete Applied Mathematics, 112 (1-3), pp.3-10, 2001.
52. Ball, M.O., Golden, B.L. and Vohra, R.V. "Finding the most vital arcs in a network", Operation Research Letters, 8, pp. 73-6, 1989.
53. Barefoot, C.A., Entringer, R. and Swart, H. "Vulnerability in graphs – a comparative survey",

- Journal of Combinatorial Mathematics and Combinatorial Computing, 1, pp. 12-22, 1987.
54. Barlow, R.E. "Mathematical theory of reliability: a historical perspective", IEEE Transactions on Reliability, R-33, pp. 16-20, 1984.
  55. Barlow, R.E. and Singpurwalla, N.D. "Assessing the reliability of computer software and computer networks: an opportunity for partnership with computer scientists", The American Statistician, 39, pp. 88-94, 1985.
  56. Beineke, L.W. Explorations into graph vulnerability. Technical Report. Department of Mathematical Sciences, Indiana University-Purdue University at Fort Wayne, 1989.
  57. Beineke, L.W. and Harary, F. "The connectivity function of a graph", Mathematika, 14, pp. 197-202, 1967.
  58. Bell, M.G.H. "A game theory approach to measuring the performance reliability of transport networks", Transportation Research Part B, 34, pp. 533-545, 2000.
  59. Bell, M.G.H., Cassir, C., Iida, Y. and Lam, W.H.K. "A sensitivity based approach to network reliability assessment", Proceedings of the 14th International Symposium on Transportation and Traffic Theory (ed. Ceder, A.), pp. 283-300, Pergamon, Oxford, 1999.
  60. Bellman, R. "On a Routing Problem", Quarterly of Applied Mathematics, 16 (1), pp. 87-90, 1958.
  61. Berdica, K. "An introduction to road vulnerability: what has been done, is done and should be done", Transport Policy, 9, pp. 117-127, 2002.
  62. Boesch, F.T. "Synthesis of reliable networks - a survey", IEEE Transactions on Reliability, R-35, pp. 240-6, 1986.
  63. Boesch, F.T., Harary, F. and Kabell, J.A. "Graphs as models of communication network vulnerability: connectivity and persistence", Networks, 11, pp. 57-63, 1981.
  64. Bruno, R.P. Data structures and algorithms with object-oriented design patterns in Java, 2000.
  65. Chen, A., Yang, H., Lo, H.K. and Tang, W. "A capacity related reliability for transportation networks", Journal of Advanced Transportation, 33 (2), pp. 183-200, 1999.
  66. Chvatal, V. "Tough graphs and Hamiltonian circuits", Discrete Mathematics, 5, pp. 215-28, 1973.
  67. Colbourn, C.J. "Network resilience", SIAM Journal on Algebraic and Discrete Methods, 8, pp. 404-9, 1987.
  68. Corley, H.W. and Sha, D.Y. "Most vital links and nodes in weighted networks", Operation Research Letters, 1 (4), pp. 157-160, 1982.
  69. Cormen, T.H., Leiserson, C.E., Rivest, R.L. and Stein, C. Introduction to Algorithms, McGraw Hill, USA, 2001.
  70. David, M.G. Graphic Java 2: Mastering the JFC. Swing, 1999.
  71. D'Este, G.M. and Taylor, M.A.P. "Network vulnerability: an approach to reliability analysis at the level of national strategic transport networks", The Network Reliability of Transport (eds. Bell, M.G.H. and Iida, Y.), pp. 23-44, Pergamon Press, Oxford, 2003.
  72. D'Este, G.M. and Taylor, M.A.P. "Modelling network vulnerability at the level of the national strategic transport network", Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 4 (2), pp. 1-14, 2001.
  73. Dijkstra, E. W. (1959) "A note on two problems in connexion with graphs", Numerische Mathematik, 1, pp. 269-271, 1959.
  74. Douglas, B.W. Introduction to graph theory, Prentice-Hall, USA, 2001.

75. Feng, C.M. and Wang, T.C. "Highway emergency rehabilitation scheduling in post-earthquake 72 hours", Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 5, pp. 3276-85, 2003.
76. Feng, C.M. and Wen, C.C. "Traffic control management for earthquake-raided area", Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 5, pp. 3261-75, 2003.
77. Floyd R.W. "Algorithm 97 (SHORTEST PATH)", Communications of the ACM, 5 (6), p. 345, June 1962.
78. Garey, M.R. and Johnson, D.S. Computers and intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness, Freeman, San Francisco, California, 1979.
79. Gibbons, A. Algorithmic Graph Theory, Cambridge University Press, New York, 1985.
80. Glenn, R. An introduction to data structures and algorithms with Java, 1997.
81. Goemans, M.X. and Bertsimas, D.J. "Survivable networks: linear programming relaxations and the parsimonious property", Math. Program., 60 (2), pp. 145-166, 1993.
82. Grotschel, M., Monma, C.L. and Stoer, M. "Design of survivable networks", Handbooks in Operation Research and Management Science Volume 7 (eds. Ball, M.O., Magnanti, T.L., Monma, C.L. and Nemhauser, G.L.), Elsevier Science, Amsterdam, 1995.
83. Gunay, B. "Modeling lane discipline on multilane uninterrupted traffic flow", Traffic and Engineering Control, 40 (9), pp. 440-447, 1999.
84. Hart, P.E., Nilsson, N. J. and Raphael, B. "A Formal Basis for the Heuristic Determination of Minimum Cost Paths", IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics, SSC 4 (2), pp. 100-107, 1968.
85. Hart, P.E., Nilsson, N.J., Raphael B. "Correction to A Formal Basis for the Heuristic Determination of Minimum Cost Paths", SIGART Newsletter, 37, pp. 28-29, 1972.
86. Hou, P.H. and Hsu, Y.C. "Finding dominant links of emergency network with respect to earthquake disaster", Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 6, pp. 77-90, 2005.
87. Hou, P.H. and Hsu, Y.C. "Rescue network design with respect to earthquake", Proceedings of International Symposium City Planning, 2004, September, Sapporo, Japan, pp. 445-52, 2004.
88. Iida, Y., Kurauchi, F. and Shimada, H. "Traffic management system against major earthquakes", IATSS Review, 24 (2), 2000.
89. Iida, Y. and Wakabayashi, H. "An approximation method of terminal reliability of a road network using partial minimal path and cut set", Proceedings of the 5th WCTR, Yokohama, Japan, pp. 367-80, 1989.
90. John, Z. Definitive guide to Swing for Java 2, 2000.
91. Johnson, D.B. "Efficient algorithms for shortest paths in sparse networks", Journal of the ACM, 24 (1), pp. 1-13, 1977.
92. Kim, T. Core Swing: advanced programming, 2000.
93. Konak A., Kulturel-Konak, S. and Smith, A.E. "Minimum cost 2-edge-connected Steiner graphs in rectilinear space: an evolutionary approach", Evolutionary Computation, 2000. Proceedings of the 2000 Congress on, 1, pp. 97-103, 2000.
94. Kulturel-Konak, S., Konak, A. and Smith, A.E. "Minimum cost 2-edge-connected Steiner graphs in rectilinear space: an evolutionary approach", Proceedings of the 2000 Congress on Evolutionary Computation, July, La Jolla, USA, pp. 97-103, 2000.
95. Lee, Y.L., Yeh, K.Y. and Shiao, J.P. "Urban road network risk analysis after earthquake –



- Nan-Tou city case study”, Conference Proceedings of the 2nd International Symposium on Transport Network Reliability, 2004, August, Christchurch & Queenstown, New Zealand, pp. 116-9, 2004.
96. Lipman, M.J. and Pippert, R.E. “Towards a measure of vulnerability II. The ratio of disruption”, Graph theory with applications to algorithms and computer science (eds. Alavi, Y. Chartrand, G., Lesniak, L., Lick, D.R. and Wall C.E.), pp. 507-17. Wiley, New York, 1985.
  97. Lo, C.Y. “Developing simultaneous engineering dimension content for construction industry”, Journal of National Taipei University of Technology, 31 (1), pp. 183-208, 1998.
  98. Lo, C.Y., Lee, L. and Huang, K.C. “Creating VE/VM simultaneous learning and teaching model”, Development of Value Engineering and Management, pp. 130-135, Beijing, China, 2004.
  99. Lovasz, L. and Plummer, M.D. Matching theory”, Annals of Discrete Mathematics, 29, North-Holland, Amsterdam, 1986.
  100. Mahjoub A. “2-edge connected spanning subgraphs and polyhedra”, Mathematical Programming, 64 (2), pp. 199-208, 1994.
  101. Malik, K., Mittal, A.K. and Gupta, S.K. “The k most vital arcs in the shortest path problem”, Operation Research Letters, 8 (4), pp. 223-7, 1989.
  102. Michael, T.G. & Roberto, T. Data structures and algorithms in Java, 2001.
  103. Mitch, G. Hardcore JFC: conquering the swing architecture, 2001.
  104. Mori, M., and Tsukaguchi, H. “A new method for evaluation of level of service in pedestrian facilities”, Transportation Research-A, 21A (3), pp. 223-234, 1987.
  105. Nardelli, E., Proietti, G. and Widmayer, P. “Finding the detour-critical edge of a shortest path between two nodes”, Information Processing Letters, 67, pp. 51-4, 1998.
  106. Nardelli, E., Proietti, G. and Widmayer, P. “A faster computation of the most vital edge of a shortest path”, Information Processing Letters, 79, pp. 81-5, 2001.
  107. Nicholson, A. and Dalziell, E. “Risk evaluation and management: A road network reliability study”, The Network Reliability of Transport (eds. Bell, M.G.H. and Iida, Y.), pp. 45-59, Elsevier Science, UK, 2003.
  108. Peyrat, C. “Diameter invulnerability of graphs”, Discrete Applied Mathematics, 9, pp. 245-50, 1984.
  109. Ringeisen, R.D. and Lipman, M.J. “Cohesion and stability in graphs”, Discrete Mathematics, 46, pp. 191-8, 1983.
  110. Pippert, R.E. and Lipman, M.J. “Towards a measure of vulnerability I. The edge-connectivity vector”, Graph theory with applications to algorithms and computer science (eds. Alavi, Y. Chartrand, G., Lesniak, L., Lick, D.R. and Wall C.E.), pp. 651-7, Wiley, New York, 1985.
  111. Sakakibara, H., Kajitani, Y. and Okada, N. “Road network robustness for avoiding functional isolation in disasters”, Journal of Transportation Engineering, 130 (5), pp. 560-7, 2004.
  112. Samit, S. and Hasan, P. “Design of survivable networks with connectivity requirements”, Telecommunication Systems, 20 (1-2), pp. 133-149, 2002.
  113. Satyanarayana, A. “A unified formula for analysis of some network reliability problems”, IEEE Transactions on Reliability, R-31, pp. 23-32, 1982.
  114. Spragins, J.D., Sinclair, J.C., Kang, Y.J. and Jafari, H. “Current telecommunication network reliability models: a critical assessment”, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, SAC-4, pp. 1168-73, 1986.
  115. Tarjan, R.E. “A note on finding the bridges of a graph”, Information Processing Letters, 2, pp.

- 160-1, 1974.
116. Taylor, M.A.P and D'Este, G.M. "Critical infrastructure and transport network vulnerability: developing a method for diagnosis and assessment", The 2nd International Symposium on Transport Network Reliability, pp. 96-102, Christchurch & Queenstown, New Zealand, August 2004.
  117. Tsukaguchi, H. and Jung, H.Y. "Occupancy-a new concept in residential street planning", TEC, 43 (6), pp. 233-7, 2002.
  118. Tsukaguchi, H., Vandebona, U. and Li, Y. "Planning of residential street network for disaster prone urban areas", WCTR, 1999.
  119. Warshall, S. "A theorem on Boolean matrices", Journal of the ACM, 9 (1), pp. 11-2, January 1962.
  120. West, D.B. Introduction to Graph Theory, Prentice Hall, NJ, USA, 2001.
  121. Whitney, H. "Congruent graphs and the connectivity of graphs", Amer. J. Math., 54, pp. 150-68, 1932.
  122. Yee, A., Leung, S.K. and Wesemann, L. "The 1994 Northridge Earthquake: A transportation impact overview", Transportation Research Board, Research Circular, 462, pp. 7-19, 1996.
  123. Zemel, E. "Polynomial algorithms for estimating network reliability", Networks, 12, pp. 439-52, 1982.
  124. Zhang, L. and Levinson, D. "Investing for robustness and reliability in transportation networks", The 2nd International Symposium on Transport Network Reliability, pp. 160-6, Christchurch & Queenstown, New Zealand, August 2004.

