

消防救災資料快速搜尋方法-

以建築物樓地板面積為例

陳靖國*

朝陽科技大學資訊管理系 助理教授

jkchen@cyut.edu.tw

許智偉

朝陽科技大學資訊管理系 研究生

s10154606@cyut.edu.tw

摘要

全臺灣人口總數約23,433,753人，執行救災的消防人員總數約13,512人，每一消防人員約需服務1,734人。有效合理的消防人力裝備規劃，能使有限的人力及裝備資源發揮其效率，保障國民生命財產安全。本論文研究以建築物樓地板面積的分佈，探討台中市政府消防局消防人員及車輛裝備配置的合理性。倘若面對突發的大規模災害時，是否有足夠的消防人員及車輛裝備可供因應。利用R-tree索引結構的節點，附加幾個預先計算好的建物樓地板面積的統計資料項目，當需要查詢總合性資料項目時，可以節省許多資料搜尋、計算、和加總的時間。

關鍵詞：消防救災、樓地板面積、資料彙總

Abstract

Total population in Taiwan is about 23,433,753, while the total number of firefighters to perform relief is about 13,512. To the total population of Taiwan is concerned, every firefighter needs to serve about 1,734 people. However, this alone population statistics come to judge the adequacy of firefighters configuration, indeed unfair. Effective and reasonable

firefighting manpower and equipment planning, not only make limited manpower and equipment resources to achieve its efficiency, and on the economic point of view, rational and effective use of personnel and equipment configuration resources, can fully protect the lives and property of citizens, reduce the waste of social resources. This thesis studies the distribution of building floor area to explore Taichung City Government Fire Department firefighter and vehicle equipment configuration is reasonable or not. If facing sudden large-scale disasters, whether there is enough equipment for firefighters and vehicles response. The method is appending several additional pre-calculated statistic items of constructional floor area into nodes of the R-tree index structure. When you need to query these aggregated data, you can save a lot of information search, calculation, and aggregation time.

Keywords: Fire disaster relief, floor area, data summary

1. 前言

以往只要遇到大型災害發生，例如921大地震、八八風災等事件，消防人員及救災裝備是否足夠等問題，總會一再被提出

來檢視、探討，但往往都是不了了之沒有任何實質的改善作為。我們提出配置合理消防人員的參考數據，做為往後修法及人員配置的參考。然而因消防人員所從事的工作，大致上可分成災害搶救、緊急救護及火災預防等三大類。如何把公開的資料轉換成實際上可供參考的數據，這就得依賴彙總資料的處理。各種不同範圍的彙總資料的取得，通常需要花費許多時間來計算大量數據。所以要從龐大的資料量中，快速取得有用的彙總資料，是一件相當麻煩且費時的工作。若能預先將可能被用到的彙總資料計算好並先儲存起來，當有需求時馬上供應，即可加快查詢速度。當然，付出的代價就是事先準備的工作要花一些時間。

樹狀索引可以分成兩種類型。第一種是針對點資料，例如K-D tree[2]、K-D-B tree[13]、Grid file[10]等，以一個點的資料代表一個物件，將不同點的資料所隸屬的空間做區分。第二種是針對空間資料，例如R-tree[7]、R⁺-tree[14]、R*-tree[1]、X-tree[3]等，以一個涵蓋空間物件的最小矩形代表一個空間物件。目前各種應用領域所用到的索引，多數為點資料索引，只有少數為空間資料索引[4,5,6,8,9,11,12,15]。R-tree是為被廣泛應用的空間資料索引，適合在樹狀索引結構上附加預先彙總資料的應用。

然而，近年來因為公安事件意外頻傳，導致許多的人命傷亡、財物的損失，其中從事救災的消防人員傷亡更是慘重，因此更需著手去探討消防人力、車輛及裝備的編制是否足夠，並尋求「如何合理的分配資源」及「如何規劃未來資源至最適狀態」[25]。依循過時的法令制度規章[22,23,24]所編制的消防人員、車輛及裝配，實已無法應付大型天然災害及公安事

件。隨著都市的發展，辦公大樓、集合住宅及大型百貨商場等，樓地板總面積著實龐大，一旦發生火警或是房屋倒塌，代表所需的搜救人力及裝備也越多。由此可見，樓地板總面積這項數據，是值得大眾所重視的。本研究是結合空間資料索引與預先彙總的概念，以快速取得空間物件的彙總資料。方法是在R-tree的節點進入項(entry)內，附加幾個預先計算好的有關空間物件面積資料的彙總項目。當需要了解某個大範圍樓地板面積資料時，可以在代表某個高階層範圍的樓地板面積節點進入項內取得相關資料，而不需要先搜索許多低階層範圍的樓地板面積資料，再加總成彙總資料，節省找尋、計算、和加總的時間成本。

2. 文獻探討

2.1 空間資料索引

R-tree[7]應用於多維度空間物件之存取，是一種動態索引資料結構。R-tree由葉節點(leaf node)以及非-葉節點(non-leaf node)所組成，每一個節點包含若干個進入項(entry)，一個進入項代表某個物件或某個子節點相關資訊，包含一個最小涵蓋矩形(Minimum Bounding Rectangle, 簡稱MBR)與一個指標(pointer)。葉節點的進入項為(*l*, tuple-identifier), *l*表示涵蓋空間物件的MBR，而tuple-identifier表示一個指向空間物件所在位址的指標；非-葉節點的進入項為(*l*, child-pointer), *l*表示涵蓋子節點的MBR，而child-pointer表示一個指向子節點所在位址的指標。在R-tree的索引資料結構中，根節點會涵蓋所有子節點所涵蓋的範圍，而葉節點則包含實際物件的資訊。

假設 M 為每一個節點所能擁有的最大

進入項(entry)數量，而 m 為每一個節點至少擁有的最小進入項數量，則R-tree必須滿足以下特性：(一)根節點至少有二個子節點，除非根節點同時也是葉節點；(二)每一個非-根節點的進入項數量必須介於 m 和 M 之間；(三)所有葉節點都出現在同一層。圖1所呈現的是11個物件散佈的情形，而圖2表示物件對應的R-tree索引結構。圖1中A~K以黑色粗體實線代表的是每個物件，而從圖2中可以看出， m 為2， M 為3的R-tree範例，其中d、e、f、g、h為葉結點，透過這些葉節點的進入項，可以存取A、B、C、...、K物件本身。a、b、c代表的是非-葉節點，根節點a包含b、c兩個非-葉節點，非-葉節點b包含d、e、f三個葉節點，而非-葉節點c包含g、h兩個葉節點。

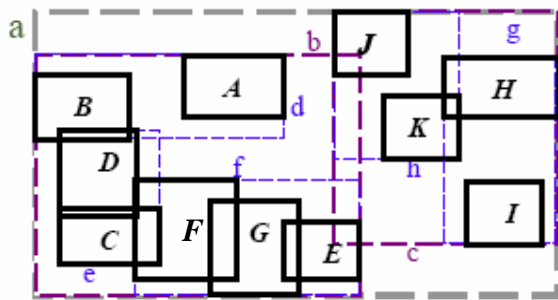


圖1、物件散佈情形

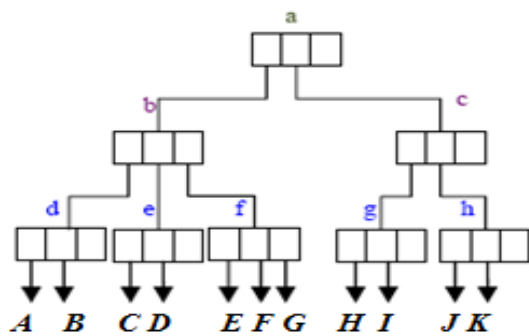


圖2、對應的R-tree索引

2.2 STING

STatistical INformation Grid (STING)為階層式彙總統計資料的方法[15]，應用於點資料上。STING 是以階層式架構方式由

上而下規律地將資料空間切割成許多單元(cell)，切割方式如下。首先將最高階層(1st level)的資料空間切割成 k 個單元，其中 $k \in 2^i * 2^i$ ， $1 \leq i \leq n$ ，因此下一階層(2nd level)的資料空間將被分成 k 個單元，接著將該階層的 k 個單元，分別再切割成 k 個單元，則下一階層(3rd level)的資料空間將被分成 k^2 個單元，依此類推，架構如圖3所示[15]。STING 在每一個單元內記錄彙總資料，包含物件個數(n)、平均值(m)、標準差(s)、最小值(min)、最大值(max)等。由於每一個單元所記錄的彙總統計資料，皆是由下一階層的若干個子單元所記錄的彙總統計資料，加以計算並儲存所得到的，因此高階層單元會彙總低階層單元的總和資料。

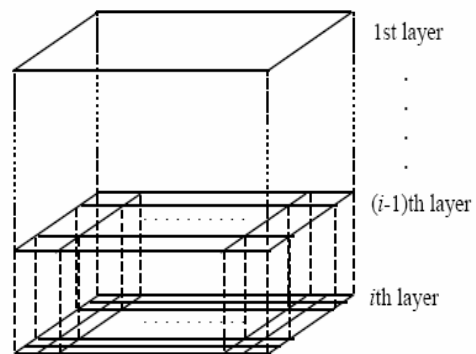


圖3、STING架構

2.3 消防人力、車輛裝備計算標準

現行消防人力計算標準[16]，均是依照下列相關法規：消防法第四條：「直轄市、縣(市)消防車輛、裝備、及其人力配置標準，由中央主管機關定之」；消防法第二十四條規定：「直轄市、縣(市)消防機關應依實際需要普遍設置救護隊...，前項救護車輛、裝備、人力配置標準及緊急救護辦法，由中央主管機關會同中央目的事業主管機關定之」。基於法律授權，內政部消防署訂定「直轄市、縣市消防車輛裝備及其人力配置標準」

[18]及「直轄市、縣市消防機關救護車輛裝備人力配置標準」[17]編制消防人員數額。惟消防工作屬於地方事務，一切經費概由地方政府來負擔，在縣市政府財政困窘下，根本無法大幅增加消防人力或依照配置標準來規劃消防人力，因此在政府有限的預算及有限的人力下，應如何有效規劃消防分隊人力，實為當前各消防單位所需審慎評估的重要課題。

消防法第一條明文規定消防工作之三大任務為災害搶救、緊急救護、及火災預防三大類，其所需人數依據項目包括：

(一)依各直轄市及縣市人口數編制消防車，再依消防車種類、數量編制消防人員。

(二)火災預防工作依其人口數乘以十萬分之十四來編制(並得視轄區建築物種類、用途、樓層高度、面積等因素酌予增加人數)。

(三)依各轄區人口數、消防分隊單位數設置救護區，每一救護區設至少一救護隊，再依救護隊數編制救護人員。

各類消防人力配置方式，分述如下。

(一)緊急救護工作人數：救護隊每隊至少應配置救護人員七名。1、以每一消防分隊為單位設一救護區，每一救護區至少應設置一救護隊。2、救護區人口在五萬人以上，十五萬人以下者，每滿五萬人應增設一救護隊。3、救護區人口超過十五萬人者，其超過部分每滿七萬人應增設一救護隊。山地、離島、人口或工廠密集及醫療資源缺乏區，得視實際需要增設救護隊。

(二)災害搶救工作人數：1、直轄市、省轄市、縣轄市及五萬人以上之鄉(鎮)每一萬人配置消防車一輛。2、三萬人以上不滿五萬人之鄉(鎮)每一萬五千人配置消防車一輛。3、不滿三萬人之鄉(鎮)配置消防車二輛。消防車之種類由直轄市、縣(市)視該地區實際需要狀況配置。上述

消防車種類，則依表 1 來計算救災人員編制員額。(三)火災預防工作人數：以轄區人口乘以十萬分之十四所得之數來配置人力。並得視轄區建築物種類、用途、樓層高度、面積等因素，再酌予增加人力。圖 4 為我國當前消防人力計算方法的準則。

表1. 各類消防車輛與人力配置表

| | | | | | | |
|----|-------|-------|---|--|-------|---------------------------|
| 車種 | 雲梯消防車 | 水塔消防車 | 化學消防車 水箱消防車 水庫消防車 泡沫消防車 警消消防車 | 救護器材車 排煙車 照明車 空氣壓縮車 災情勘查車 化學災害處理車 火災現場勘驗車 緊急修護車 | 救災指揮車 | 消防車輛、消防直昇機、消防裝備各按其性能與操作需要 |
| 人數 | 8至10人 | 6至8人 | 5或6人 | 2人 | 1或2人 | |

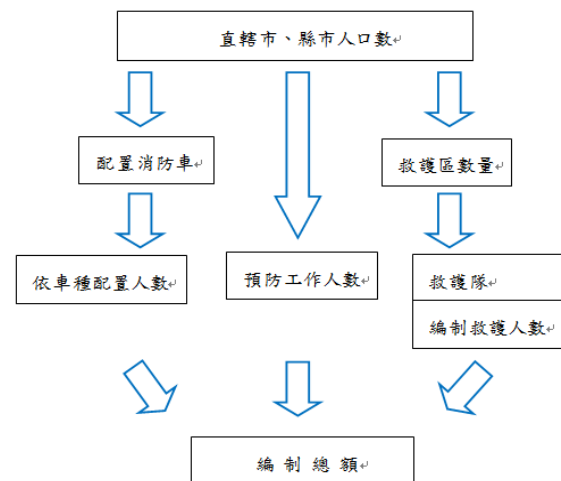


圖4. 當前我國消防人力計算方法

3. 空間物件彙總資料

空間物件和點物件最明顯的差別在於空間物件有面積或體積的存在，但是點物件卻沒有。R-tree 節點的每一個進入項，可以描述空間物件的某個特定範圍，如果事先加總統計好資料，將小範圍的基本資料，逐層加總統計成大範圍的資料，再將不同範圍的加總統計資料儲存在各個代表該範圍的進入項上，可加快資料取得速度。

本研究提出幾項與空間物件面積相關的彙總資料項目，包括物件面積總和(簡稱 a)、面積總和平均值(簡稱 m_a)、面積總和最少值(簡稱 lst_a)、面積總和最多值(簡稱 mst_a)。以下依序說明這些彙總項目的計算公式和變數說明。

(1) 空間物件的面積總和(a)，如公式 A。

$$\text{計算公式為 } a = \sum_i a_i \quad (\text{A})$$

其中 a_i 為含 a 的節點 p 的下一階層某個子節點 i 所包含的物件總面積。亦即 a 是由節點 p 的下一階層每一個子節點 i ，所包含的物件面積 a_i 相加而得。每一個 a_i 又是由節點 i 的下一階層每一個子節點 j ，所包含的物件面積 a_j 相加而得，依此遞迴而得到各個相關面積值數據。

(2) 空間物件的面積總和平均值(m_a)，如公式 B。

$$\text{計算公式為 } m_a = \frac{\sum_i m_{ai} n_i}{EEN} \quad (\text{B})$$

其中 m_{ai} 為含 m_a 的節點 p 的下一階層某個子節點 i ，所包含的物件面積平均值； n_i 為子節點 i 所包含的物件個數值； EEN (Effective Entry Number) 為節點 p 所包含的有效進入項個數值。亦即 m_a 是由節點 p 的下一階層每一個子節點 i ，所包含的物件個數值 n_i 與物件面積平均值 m_{ai} 相乘的總和，再除以節點 p 所包含的有效進入項個數值 EEN 而得。每一個 m_{ai} 又是由節點 i 的下一階層每一個子節點 j ，所包含的物件個數值 n_j 與物件面積平均值 m_{aj} 相乘的總和，再除以節點 i 所包含的有效進入項個數值 EEN_i 而得，依此遞迴而得到各個相關面積平均值數據。

(3) 空間物件的面積總和最少值(lst_a)，如公式 C。

$$\text{計算公式為 } lst_a = \min_i (lst_{ai}) \quad (\text{C})$$

其中 lst_{ai} 為含 lst_a 的節點 p 的下一階層某個子節點 i ，所包含物件面積的最少值。

亦即 lst_a 是比較節點 p 的下一階層每一個子節點 i 所包含的 lst_{ai} ，找出最小的 lst_{ai} 。每一個 lst_{ai} 又是從節點 i 下一階層每一個子節點 j 中找出最小的 lst_{aj} ，依此遞迴而得到各個相關物件總和面積最少值的數據。

(4) 空間物件的面積總和最多值(mst_a)，如公式 D。

$$\text{計算公式為 } mst_a = \max_i (mst_{ai}) \quad (\text{D})$$

其中 mst_{ai} 為含 mst_a 的節點 p 的下一階層某個子節點 i 所包含物件面積的最多值。亦即 mst_a 是比較節點 p 的下一階層每一個子節點 i 所包含的 mst_{ai} ，找出最大的 mst_{ai} 。每一個 mst_{ai} 又是從節點 i 的下一階層每一個子節點 j 中找出最大的 mst_{aj} ，依此遞迴而得到各個相關的物件總和面積最多值的數據。

4. 實例應用

本研究修改 R-tree 節點原來的進入項資料結構來包含上述所提到的彙總資料項目，修改後進入項的結構為 (MBR , $pointer$, a , m_a , lst_a , mst_a)。不同節點的每一個進入項內的彙總資料設定如下。首先設定最底層 level 葉節點各個進入項的彙總資料，再往上一層的非-葉節點內，計算每一個進入項的各項彙總資料，如此逐層往上處理，直到將根節點的各个進入項處理完為止。由於彙總資料是由 R-tree 最底層 level 開始往上加總計算而得到的，因此高層 level 節點的進入項的彙總資料，會彙集低層 level 節點的進入項的彙總資料。

以台中市建築物樓地板面積分佈為例，假設將台中市區劃成山、海、屯三個區域，而每個區域所包含的行政區，如表 2 所示。圖 5 呈現臺中市轄區建築物樓地板分佈的情形，每一個 $A_1 \sim A_{29}$ 代表每個行政區建築物樓地板分佈的範圍。圖 6 表示相對應的 R-tree 索引結構。臺中市代號 T 代表根節點，山海屯三個區域以代號 M、S、C 表示。透過預先彙總運算處理，可得

不同範圍建築物樓地板的相關彙總資料，如表 3~7 所示。屯區域的建築物樓地板總面積最大，相對地所應配置的消防人員、車輛裝備也就應更多。然而每一個進入項除了可以描述某個特定範圍建築物樓地板面積的地理位置之外，也記錄著代表該特定範圍許多相關的彙總資料。

以臺中市屯區域的建築物樓地板面積分佈為例，經由存取 R-tree 中節點 C 的進入項，可以取得屯區域建築物樓地板面積分佈相關彙總資料。例如建築物樓地板總面積為 169,406,151 平方公尺、每個行政區建築物樓地板面積平均為 14,117,179 平方公尺，建築物樓地板面積總和最多為 34,105,888 平方公尺、最少為 2,551,327 平方公尺。依此類推，可得知山區域和海區域建築物樓地板面積的彙總資料，如表 6 所示。在已知山海屯區域建築物樓地板面積相關的彙總資料後，可進一步彙總得到臺中市建築物樓地板面積相關的彙總資料，如表 7 所示。透過存取表示 T 市的根節點，可以取得 T 市建築物樓地板面積分佈相關彙總資料，例如建築物樓地板總面積為 268,955,802 平方公尺、面積平均為 8,600,011 平方公尺，面積總和最多為

34,105,888 平方公尺、最少為 700,265 平方公尺。

表 2、臺中市行政區劃分表

| | | |
|-----|-----|---|
| 臺中市 | 山區域 | 東勢區、新社區、豐原區 石岡區、和平區、神岡區 大雅區、潭子區、后里區 |
| | 海區域 | 大甲區、外埔區、大安區 清水區、沙鹿區、龍井區 大肚區、梧棲區 |
| | 屯區域 | 中區、東區、南區、西區 北區、南屯區、西屯區 大里區、北屯區、霧峰區 太平區、烏日區 |

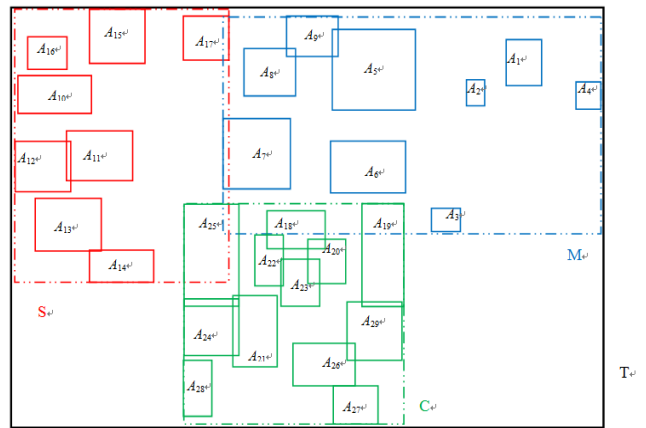


圖 5、臺中市轄區建築物樓地板分佈情形

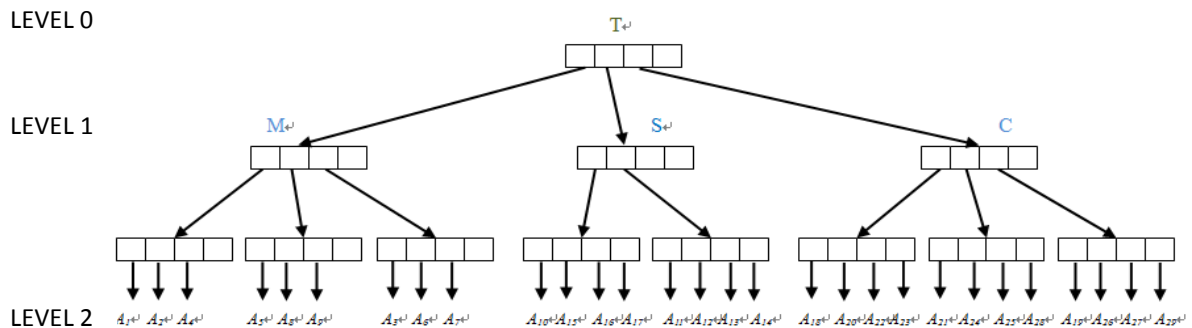


圖 6、相對應的 R-tree 索引結構

表 3、山區域建築物樓地板面積分佈的彙總資料

| Level 2 | A ₁ | A ₂ | A ₃ | A ₄ | A ₅ | A ₆ | A ₇ | A ₈ | A ₉ |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <i>a</i> | 3,685,419 | 1,097,616 | 1,970,879 | 700,265 | 13,927,595 | 9,389,965 | 10,089,937 | 7,545,590 | 6,374,163 |
| <i>m_a</i> | 3,685,419 | 1,097,616 | 1,970,879 | 700,265 | 13,927,595 | 9,389,965 | 10,089,937 | 7,545,590 | 6,374,163 |
| <i>lst_a</i> | 3,685,419 | 1,097,616 | 1,970,879 | 700,265 | 13,927,595 | 9,389,965 | 10,089,937 | 7,545,590 | 6,374,163 |
| <i>mst_a</i> | 3,685,419 | 1,097,616 | 1,970,879 | 700,265 | 13,927,595 | 9,389,965 | 10,089,937 | 7,545,590 | 6,374,163 |

表 4、海區域建築物樓地板面積分佈的彙總資料

| Level 2 | A ₁₀ | A ₁₁ | A ₁₂ | A ₁₃ | A ₁₄ | A ₁₅ | A ₁₆ | A ₁₇ |
|------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <i>a</i> | 6,926,956 | 8,113,052 | 6,726,619 | 7,405,241 | 4,542,286 | 6,995,359 | 1,527,018 | 2,531,691 |
| <i>m_a</i> | 6,926,956 | 8,113,052 | 6,726,619 | 7,405,241 | 4,542,286 | 6,995,359 | 1,527,018 | 2,531,691 |
| <i>lst_a</i> | 6,926,956 | 8,113,052 | 6,726,619 | 7,405,241 | 4,542,286 | 6,995,359 | 1,527,018 | 2,531,691 |
| <i>mst_a</i> | 6,926,956 | 8,113,052 | 6,726,619 | 7,405,241 | 4,542,286 | 6,995,359 | 1,527,018 | 2,531,691 |

表 5、屯區域建築物樓地板面積分佈的彙總資料

| Level 2 | A ₁₈ | A ₁₉ | A ₂₀ | A ₂₁ | A ₂₂ | A ₂₃ | A ₂₄ | A ₂₅ | A ₂₆ | A ₂₇ | A ₂₈ | A ₂₉ |
|------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <i>a</i> | 14,936,106 | 21,668,980 | 6,705,119 | 13,572,968 | 11,985,597 | 2,551,327 | 19,279,965 | 34,105,888 | 16,546,195 | 6,520,890 | 7,071,118 | 14,461,998 |
| <i>m_a</i> | 14,936,106 | 21,668,980 | 6,705,119 | 13,572,968 | 11,985,597 | 2,551,327 | 19,279,965 | 34,105,888 | 16,546,195 | 6,520,890 | 7,071,118 | 14,461,998 |
| <i>lst_a</i> | 14,936,106 | 21,668,980 | 6,705,119 | 13,572,968 | 11,985,597 | 2,551,327 | 19,279,965 | 34,105,888 | 16,546,195 | 6,520,890 | 7,071,118 | 14,461,998 |
| <i>mst_a</i> | 14,936,106 | 21,668,980 | 6,705,119 | 13,572,968 | 11,985,597 | 2,551,327 | 19,279,965 | 34,105,888 | 16,546,195 | 6,520,890 | 7,071,118 | 14,461,998 |

表 6、山海屯區域建築物樓地板面積分佈的彙總資料

| Level 1 | M | S | C |
|------------------------|------------|------------|-------------|
| <i>a</i> | 54,781,429 | 44,768,222 | 169,406,151 |
| <i>m_a</i> | 6,086,825 | 5,596,028 | 14,117,179 |
| <i>lst_a</i> | 700,265 | 1,527,018 | 2,551,327 |
| <i>mst_a</i> | 13,927,595 | 8,113,052 | 34,105,888 |

表 7、台中市建築物樓地板面積分佈的彙總資料

| Level 0 | T |
|------------------------|-------------|
| <i>a</i> | 268,955,802 |
| <i>m_a</i> | 8,600,011 |
| <i>lst_a</i> | 700,265 |
| <i>mst_a</i> | 34,105,888 |

各類場所消防安全設備設置標準，均是依消防法[20]第六條第一項規定訂定

之，所需設置之消防安全設備亦是以建築物樓地板總面積大小來做檢討，當中所採

用之計算單位為平方公尺，如表 8 滅火設備設置標準[19]。由此可見，建築物樓地板面積越大所需檢討設置之消防安全設備

就越多，同理，一旦發生重大天然災害及公安意外事件，所需的消防人員、車輛及裝備就越多。

表 8. 滅火設備設置標準

| 項目 | 應設場所 | 水霧 | 泡沫 | 二氧化碳 | 乾粉 |
|----|--|----|----|------|----|
| 一 | 屋頂直昇機停機場(坪)。 | | ○ | | ○ |
| 二 | 飛機修理廠、飛機庫樓地板面積在二百平方公尺以上者。 | | ○ | | ○ |
| 三 | 汽車修理廠、室內停車空間在第一層樓地板面積五百平方公尺以上者；在地下層或第二層以上樓地板面積在二百平方公尺以上者；在屋頂設有停車場樓地板面積在三百平方公尺以上者。 | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 四 | 昇降機械式停車場可容納十輛以上者。 | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 五 | 發電機室、變壓器室及其他類似之電器設備場所，樓地板面積在二百平方公尺以上者。 | ○ | | ○ | ○ |
| 六 | 鍋爐房、廚房等大量使用火源之場所，樓地板面積在二百平方公尺以上者。 | | | ○ | ○ |
| 七 | 電信機械室、電腦室或總機室及其他類似場所，樓地板面積在二百平方公尺以上者。 | | | ○ | ○ |
| 八 | 引擎試驗室、石油試驗室、印刷機房及其他類似危險工作場所，樓地板面積在二百平方公尺以上者。 | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 註 | 一、大量使用火源場所，指最大消費熱量合計在每小時三十萬千卡以上者。 二、廚房如設有自動撒水設備，且排油煙管及煙罩設簡易自動滅火設備時，得不受本表限制。 三、停車空間內車輛採一列停放，並能同時通往室外者，得不受本表限制。 四、本表第七項所列應設場所得使用預動式自動撒水設備。 五、平時有特定或不特定人員使用之中央管理室、防災中心等類似處所，不得設置二氧化碳滅火設備。 | | | | |

5. 結論

為了因應在大規模的災害發生時，能有足夠的消防人員及車輛裝備來處理受傷後送、人命救助等問題。本文提出在 R-tree 節點的進入項內，事先嵌入幾個可供做為參考的彙總資料，先行將這些資料統計並儲存好，當需要特定範圍的彙總資料時，可以直接讀取代表該範圍的 R-tree 上層節點進入項所包含的彙總資料，就能很快速的得到想要的答案，例如臺中市特定範圍的建築物樓地板面積總和、面積總和平均

值、面積總和最多值、最小值以及面積總和第一四分位數、第三四分位數等，而不需要到下層的小範圍區域，實際加總所有節點進入項內的個別資料，大幅度節省許多下層節點進入項的資訊搜尋、計算、和加總時間。

致謝

這篇論文是科技部計畫(MOST103-2632-E-324-001-MY3)研究成果的一部份，在此感謝科技部經費支持這

個計畫的研究。

參考文獻

- [1] N. Beckmann, H. P. Kriegel, R. Schneider, and B. Seeger, "The R*-tree: An Efficient and Robust Access Method for Points and Rectangles," In Proc. of ACM SIGMOD Int. Conf. Management of Data, pp. 322-331, 1990.
- [2] J. L. Bentley, "Multidimensional Binary Search Trees Used for Associative Searching," Communications of the ACM, Vol. 18, pp.509-517, 1975.
- [3] S. Berchtold, D. A. Keim, and H. P. Kriegel, "The X-tree: An Index Structure for High-Dimensional Data," In Proc. 22th Int. Conf. on VLDB, pp. 28-39, 1996.
- [4] Y. Chang, C. Liao, and H. Chen, "NA-Trees: A Dynamic Index for Spatial Data," Journal of Information Science and Engineering, Vol. 19, No. 1, pp. 103-139, 2003.
- [5] P. Ferragina and R. Grossi, "The String B-Tree: A New Data Structure for String Search in External Memory and Its Applications," Journal of the ACM, Vol. 46, pp. 236-280, 1998.
- [6] M. Greenspan and M. Yurick, "Approximate K-D Tree Search for Efficient ICP," In Proc. of the 4th IEEE Int. Conf., pp. 442-448, 2003.
- [7] A. Guttman, "R-Tree: A Dynamic Index Structure for Spatial Searching," In Proc. ACM SIGMODE, pp.47-57, 1984.
- [8] C. Jensen, D. Tiesyte, and N. Tradisaukas, "Robust B+-Tree Based Indexing of Moving Objects," In Proc. 7th Int. Conf., pp. 12-21, 2006.
- [9] A. Mondal, Yilifu, and M. Kitsuregawa, "P2PR-tree: An R-tree Based Spatial Index for Peer-to-Peer Environments," In Proc. of Int. Workshop on Peer-to-Peer Computing and Databases, 2004.
- [10] J. Nievergelt, H. Hinterberger, and K.C. Sevcik, "The Grid File: An Adaptable, Symmetric Multikey File Structure," ACM Trans. Database System Vol. 9, No. 1, pp. 38-71, 1984.
- [11] P. O'Neil and D. Quass, "Improved Query Performance with Variant Indexes," In Proc. of the ACM SIGMOD Conf. on the Management of Data, pp. 38-49, 1997.
- [12] C. Procopiuc, P. Agarwal, and S. Peled, "STAR-Tree: An Efficient Self-Adjusting Index for Moving Objects," In Proc. of the Workshop on Alg. Eng. and Experimentation, pp. 178-193, 2002.
- [13] J. Robinson, "The K-D-B-tree: A Search Structure for Large Multidimensional Dynamic Indexes," In Proc. of the ACM SIGMOD Int. Conf. on Management of Data, pp. 10-18, 1981.
- [14] T. Sellis, N. Roussopoulos, and C. Faloutsos, "The R⁺-Tree: A Dynamic Index for Multi-Dimensional Objects," In Proc. of the 13th VLDB Conf., pp. 507-518, 1987.
- [15] W. Wang, J. Yang, and R. Muntz, "STING: A Statistical Information Grid Approach to Spatial Data Mining," In Proc. 23th Int. Conf. on VLDB, pp.186-195, 1997.
- [16] 內政部消防署：直轄市縣市消防車輛裝備及其人力配置標準。中華民國92年10月9日內政部台內消字第0920089684號令修正。
- [17] 內政部消防署、行政院衛生署：直轄市縣市消防機關救護車輛裝備

- 人力配置標準。中華民國 85 年 5 月 29 日內政部台（八五）內消字第 8577218 號令、行政院衛生署衛署醫字第 85019316 號令會銜發布。
- [18] 內政部：直轄市縣市消防機關員額設置基準第二點附表修正規定。內政部 92 年 4 月 29 日台內消字第 0920092897 號函頒實施，內政部 94 年 6 月 20 日內授消字第 0940002472 號函核定修正。
- [19] 內政部：各類場所消防安全設備設置標準。內政部 78 年 7 月 31 日台內消字第 1020821188 號函頒實施，內政部 102 年 5 月 1 日修正。
- [20] 內政部：消防法。內政部 74 年 11 月 29 日華總一義字第 10000283821 號函頒實施，內政部 100 年 12 月 21 日修正。
- [21] 朱定民，2009，以勤務量規劃消防人力之探討-以南投縣消防局為例，逢甲大學。
- [22] 內政部，民國 88 年，消防勤務實施要點，台(88)內消字第八八七五六二六號函。
- [23] 陳弘毅，1980，消防法令彙編，台北，東亞出版社。
- [24] 陳弘毅，2004，消防法令彙編，鼎茂出版社，台北，東亞出版社。
- [25] 莊亮倫，2009，應用資料包絡分析法與系統動態模擬於消防機關績效評估及資源配置策略之研究，南華大學。