

「2020 中華民國營建工程學會第十八屆營建產業永續發展研討會」

應用資料探勘於文化資產預防性保護初探

洪聖惠(Sheng-Hui Hong)*

中國科技大學建築系

摘要

預防性保護的概念於九十年代末，開始提倡於建築遺產保護領域，以通過徹底完整的記錄、檢測、監測，以及最小干預的預防性維護措施；本文藉由文化部文化資產局成立「古蹟歷史建築分區專業服務中心」的工作項目與預防性保護目標進行分析，列舉出文化資產風險監控的流程，提出資料探勘之目標，並列出資料探勘應用於文化資產預防性保護工作中的建議。

關鍵字:資料探勘、預防性保護、文化資產

Data mining to Preventive Conservation of Cultural Heritage

Abstract

The concept of preventive conservation began to be advocated in the field of cultural heritage protection in the late 1990s, through the comprehensive records, inspections, monitoring, and preventive maintenance measures along with the minimal intervention. This study analyzes the properties and agenda targeted by "Partition Professional Service Center for Monuments and Historic Buildings" which is established by the Bureau of Cultural Heritage, Ministry of Culture. It identifies the process of cultural asset risk monitoring, puts forward the objectives of data mining, and summaries the recommendations for the use of data mining in the preventive conservation of cultural heritage.

Key Word: Data Mining、Preventive Conservation、Cultural Heritage

一、前言

文化資產面臨各種自然和人為危害的風險，為了保護文化資產，主要有反應性(Reactive)、補救性(Remedial)與預防性(Preventive)的保護措施(Rohit Jigyasu, 2019);預防性保護的靈感來源主要是來自於公共醫療領域中“預防勝於治療”的概念，藉由在早期維護採取一些干預措施，可以避免或最小化損害的增加，有助於保存文化資產的真實性(Van Balen, 2015)。

2016 年文化部文化資產局為持續建立以管理維護為核心的防災體系，以現行文資法之防災規定，提出「文資防災守護方案」，並以防災科技整合全面推動文資防災各項守護工作，以科技應用持續推動文化資產預防性保存；並成立「古蹟歷史建築分區專業服務中心」以十一個工作項目，輔導古蹟歷史建築之所有人、使用人與管理人，進行日常管理維護工作。



圖 1 五大分區古蹟歷史建築分區專業服務中心 (2016-今)¹

在管理維護的過程中，以各式表單累積了不同屬性的基礎資料，使用資料探勘技術分析基礎資料，其探勘的目標為何?、在資料上其面臨何種問題?

本文將以預防性保護的三個定義，結合「古蹟歷史建築分區專業服務中心」的工作項目，分析出資料探勘可能回饋於管理維護工作的機制，再藉由基礎資料的分析，找出資料探勘可能分析的相關議題與注意事項。

¹鄭欽方，古蹟、歷史建築管理維護計畫製作簡報檔，中國科技大學，第 4 頁，2020。

二、主要內容

2.1 預防性保護得緣起與定義

1930 年於羅馬召開的第一屆藝術品檢查和保護科學方法研究會議，針對文物保護首次提出預防性保護的概念，直到 20 世紀 90 年代，預防性保護開始由文物保護轉向了建築類型的文化資產的保護。

預防性保護在考古、文物保護，古蹟保存都有不同的定義，以文物類的預防性保護而言，2009 年國際博物館協會 ICOM-CC 所發布的定義：在不干擾物件的材料、結構和外觀下，最大程度的減少與避免物件將來的惡化或損失所採取的措施和行動；然而以古蹟歷史建築等文化資產不太可能以環境優化來改善或避免氣候或地震等危害，因此，2010 年 Stefano della Torre 教授將預防性保護定義三個等級(Della Torre S, 2010)：

- (1). 一級預防：指避免造成不良影響（損壞）的原因
- (2). 二級預防：一種監測手段，可以及早發現有害影響的症狀（損害）
- (3). 三級預防：避免損害進一步擴散或避免產生新的危害效應。

預防性保護包括所有減免從原材料到整體性破損的措施，可以通過徹底完整的記錄、檢測、監測，以及最小干預的預防性維護得以實現。預防性保護必須是持續的、謹慎重複的，還應該包括防止進一步損害的應急措施(Neza Cebon Lipotc, 2008)。

2.2 預防性保護應用於國內文化資產管理維護工作

為推動各縣市古蹟、歷史建築之日常管理維護工作，2016 年文化部文化資產局，成立「古蹟歷史建築分區專業服務中心」，並提出 11 項工作項目。

表格 1 108 年古蹟歷史建築分區專業服務中心工作項目表(本研究整理)

1. 建立每處國定古蹟基本資料及提出國定古蹟致災因子分析。	2. 國定古蹟管理維護定期訪視。
3. 已核發使用許可之國定古蹟個案，協助文資局辦理查核	4. 配合文資局辦理國定古蹟管理維護訪視。
5. 辦理 2 場古蹟防災演練。	6. 協助縣市辦理緊急搶救
7. 辦理古蹟管理維護人員教育訓練。	8. 配合辦理文化資產防災聯繫會報相關事項。
9. 協助辦理國定古蹟撰寫年度計畫申	10. 協助管理維護資料檔案彙整上傳文

請補助。	化資產管理系統平台。
11. 其它協助事項。	

經由歸納分析後，其中有六項工作項目與預防性保護有直接的關聯。

表格 2 預防性保護概念下的工作項目(本研究整理)

預防性保護	UNESCO 風險管理週期		古蹟歷史建築分區專業服務中心工作項目
一級預防	災前	1. 風險評估 2. 應急準備	1. 建立每處國定古蹟基本資料及提出國定古蹟致災因子分析。 2. 辦理 2 場古蹟防災演練。
二級預防		3. 風險預防/緩解	3. 國定古蹟管理維護定期訪視。 4. 配合文資局辦理國定古蹟管理維護訪視。 5. 協助管理維護資料檔案彙整上傳文化資產管理系統平台。
三級預防	災中	4. 緊急應變程序	6. 協助縣市辦理緊急搶救。

在第一級預防中，風險評估是作為文化資產保存者預防性保護的手段之一，風險評估提供文化資產保存者採取有效的預防性保護措施的重要依據(Rohit Jigyasu, 2019);利用致災因子與脆弱性的分析，理解文化資產災害風險的存在；文化資產保存者根據風險進行思考，並系統性的應對風險，運用災害風險評估，提早發現文化資產所面臨的危害，藉由事前手段和措施，以降低災害風險達到保護文化資產效果。

表格 3 108 年古蹟歷史建築專業服務中心(一區)每年訪視致災因子(本研究整理)

基本因子									
使用分區	周圍環境地形	周圍空地	災害歷史	土壤液化	活斷層	建築物耐震評	構造修復記錄	淹水潛勢	地下空間

						估			
--	--	--	--	--	--	---	--	--	--

古蹟歷史建築專業服務中心針對國定古蹟之致災風險評估主要是區分為三大項目，背景因子、每年致災因子分析、每月訪視致災因子，背景因子主要紀錄的是古蹟歷史建築環境上的特徵，而每年致災因子則是建築物本體的脆弱性因素，兩者大多為不可更動或變化較低之致災因子。

表格 4 108 年古蹟歷史建築專業服務中心(一區)每年訪視致災因子(本研究整理)

火災潛勢				水災、風災潛勢				地震災害潛勢					蟲蟻危害潛勢			
使用 風險	環境 風險	文化 資產 損毀 風險	其他	周 邊 地 形 地 物	建 築 構 造 類 型	建 築 構 造 保 存 現 況	其他	鄰 棟 建 築 關 係	建 築 構 造 類 型	主 要 結 構 變 形	建 築 構 造 、 量 體 變 更 或 增 建	其他	周 邊 地 形 地 物	構 造 損 毀	構 造 腐 朽 、 蟲 害	其他

在第二級預防，古蹟歷史建築專業服務中心主要是利用一個月一次的定期訪視，監控並追蹤國定古蹟的災害風險，每月針對管理維護為主的致災因子定期的訪視，在監測與紀錄的過程中，累積大量的管理數據。

表格 5 108 年古蹟歷史建築專業服務中心(一區)每月訪視致災因子(本研究整理)

火災												其他災害						
使用 明火	物 品 放 置 不 當	未 定 期 整 理 環 境	用 電 設 施 過 多 、 線 路 老	管 理 組 織 與 人 員 不 足	未 定 期 參 加 相 關 課 程 或	未 建 立 社 區 關 係 「 含 消	消 防 設 備 不 足 (含 放 置	監 控 警 報 設 備 不 足	災 害 歷 史	周 圍 環 境 較 複 雜	緊 急 出 口 「 含 經 常 不 開	待 修 復 / 修 復 中 / 修 復	排 水 系 統 和 排 水 溝 不 暢	門 窗 受 損 無 法 正 常 關	明 顯 的 蟲 害 或 蟻 道 痕	上 升 潮 氣 、 外 牆 滲 水 嚴	無 明 顯 致 災 因 子	其 他

			舊 「 含 延 長 線 」		證 照	防 隊 」 「 警 察 局 等 」	位 置 不 明 顯				放 」	後 未 使 用	通 有 阻 礙 物	閉	跡	重		
--	--	--	---------------------------------	--	--------	---	-----------------------	--	--	--	--------	------------------	-----------------------	---	---	---	--	--

第三級預防，則是避免災害發生時，損害進一步擴散或產生新的危害效應，其應對的工作項目，除了協助辦理緊急搶救，包含填寫紀錄緊急事件紀錄表，紀錄損害發生之始末。

風險評估是預防性保護和規劃的極其有用的概念，因為它不依賴損害的存在來確定其預防重點 (Joel Taylor, 2005)，然而在災害風險評估中，何種因子容易造成災害，如何預測其項目，其問題之發展，可藉由資料探勘作為後續研究範疇。

2.3 資料探勘的目標與應用

資料探勘是經由資料的清理、整理、與分析，提供專業者新奇、過去未知，以及可被解釋的樣型，用以預測尚未發生的事件，將資料轉化成資訊，提供專業者進行決策。

資料探勘的任務一般區分成兩類：

1. 敘述性(Descriptive):

陳述資料庫中所有資料的一般特性。

2. ...預測性(Predictive):

對現有的資料執行推論工作，以便進行預測。

資料探勘其探索導向不須先有假設再去驗證(簡禎富、許嘉裕，2017)，但分析者仍須釐清主要的工作屬性，資料探勘工作目標的問題類型大致分成：

1. 分類(classification)

透過觀察大量資料以建立類別模式

2. 預測(prediction)

利用歷史資料預測未來可能發生的行為或結果

3. 分群(Cluster)

-將資料區分為不同群集，使一群集內的個體距離較近或變異較小，不同群集間的距離拉大。

4. 關聯規則(Associate)

透過資料尋找分析在同一時間發生的事件或記錄，並呈現搜尋的規則。

處理不同的形態資料，資料探勘所應用的理論基礎亦不相同；如人工智能與機器學習等技術，目前資料探勘應用於災害風險評估模型預測的相關的研究大致上區分為類神經網路(孫其怡，2008)、多元線性回歸和模糊邏輯(Andrés Jose Prietoa, 2017)、基因演算法(Silvio Romero Fonseca Motta, 2019)等，其研究主軸大致上分成風險評估標準(權重值參數)、產功能性使用壽命(風險預測)、土地變化之適宜性指數(最佳化)。

表格 6 相關研究

作者	年份	演算法	研究課題
孫其怡 ²	2008	類神經網路	風險評估標準
Andrés Jose Prietoa 等人 ³	2017	多元線性回歸和模糊邏輯	評估建築遺產功能性使用壽命的建議
Silvio Romero Fonseca Motta 等人 ⁴	2018	基因演算法	土地變化之適宜性指數

2.4 資料探勘的應用於預防性保護

²孫其怡，應用類神經網路探討火災保險風險評估之研究-以 T 公司工商火災保險為例，碩士論文，國立交通大學產業安全與防災碩士學程，2007。

³ Andrés Jose Prietoa, Ana Silva, Jorge de Britoc, Juan Manuel Macias-Bernal, Francisco Javier Alejandro d, "Multiple linear regression and fuzzy logic models applied to the functional service life prediction of cultural heritage", Journal of Cultural Heritage , 2017.

⁴ Motta, S. R. F., Moura, A. C. M., & Ribeiro, S. R. , " Modelagem dinâmica de combinação de variáveis por multicritérios: emprego de modelo paramétrico e algoritmo genético no estudo da área de patrimônio mundial reconhecido pela UNESCO na Pampulha, "Brasil. Gestão & Tecnologia De Projetos, 14(1), 142-159." (2019).

資料探勘的過程中應考慮資料的時間性、整合性、完整性，以古蹟歷史建築分區專業服務中心，所累積的基礎資料的資料特徵進行分析，如果以管理維護上的探勘議題，以每月致災因子最直接相關。

表格 7 古蹟歷史建築資料分類與特性

基礎資料的分類	基礎資料	資料的特性
時間性	固定背景因子	環境特徵
	每年致災因子	建築特徵
	每月致災因子	管理使用
整合性	文化資產類型	建築形式
	建築構造	
	建築材料	
	空間使用	再利用
完整性	五大分區	填表單位

因此本研究利用資料探勘軟體WEKA針對107年第古蹟歷史建築分區專業服務中心，第一區(基隆市、台北市、新北市、桃園縣、宜蘭縣、花蓮縣、連江縣)之國定古蹟每月定期訪視之致災因子，以古蹟之類型進行決策樹的分析。

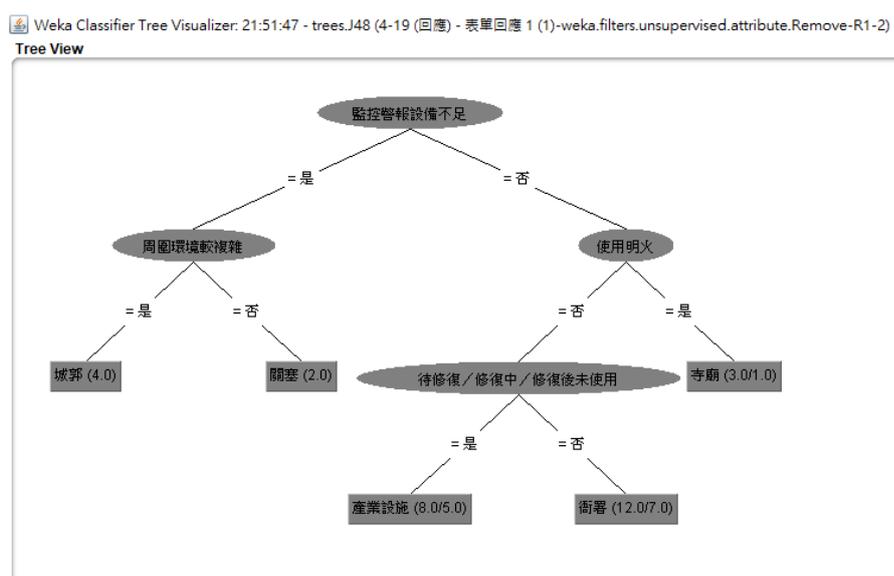


圖 2107 年一區國定古蹟致災因子分析-類型決策樹

由區分點得出之上述結論為，對於複雜的周遭環境，監控警報設備時常是不足的，而在監控警報設備不足的情況下，城郭類型比關塞類更加危險，因為它同時伴隨了周圍環境較複雜的致災因子。

對於大分區第一分區的國定古蹟而言，使用明火仍是十分高權重的致災因子，但是近幾年管理維護的觀念逐漸建立，對於使用明火的古蹟，大部分都有了完善的監控系統，且多以寺廟為主。

然而以決策樹進行基本的探勘分析，僅能得較有出關聯之資料模型，無法運用整體資料至保存工作，如回顧基本資料型式與過往文獻，應可利用其最佳化或其他演算功能，針對古蹟歷史建築進行研究，以達到建立「災害預測模型」之效果。

2.5 結論

根據上述分析，本文針對資料探勘應用於古蹟歷史建築預防性保護提出兩項建議：

1. 藉由古蹟歷史建築分區專業服務中心的資料，以預防性保護之定義理解，重點應於災害風險評估，因此當資料探勘應用於文化資產預防性保護，其探勘目標如能結合風險評估之機制，應更具有實際應用於管理維護工作之可能性。
2. 古蹟歷史建築應用於資料探勘時，其演算法的選擇上，如能透過演算過程建立致災因子權重值等，更利於古蹟歷史建築管理維護「災害預測模型」之建立。

三、參考文獻

1. 劉弘濤、朱珊珊、馮一博，世界遺產地九寨溝藏族村寨預防性保護研究，第三屆預防性保護—第三屆建築遺產保護技術國際研討會，2019。
2. 湯眾、戴仕炳，建築遺產監測數據分析與人工智能技術應用—以南京金陵大報恩寺遺址監測為例，上海同濟大學，2019。
3. 孫其怡，應用類神經網路探討火災保險風險評估之研究—以 T 公司工商火災保險為例，碩士論文，國立交通大學產業安全與防災碩士學程，2007。
4. 文化部文化資產局，古蹟歷史分區專業服務中心(一區)成果報告書及附件，研究單位，中國科技大學，2018。
5. 文化部文化資產局，古蹟歷史分區專業服務中心(一區)成果報告書及附件，研究單位，中國科技大學，2019。
6. 簡禎富、許嘉裕，資料挖礦與大數據分析，前程文化事業股份有限公司，2017。

7. Joel Taylor, "An Integrated Approach to Risk Assessments and Condition Surveys," *Journal of the American Institute for Conservation* 44(2) , P-128(2005) .
8. ICOM-CC, "Commentary on the ICOM-CC Resolution on Terminology for Conservation, ", P-2,2009 .
9. Della Torre S, " Critical reflection document on the draft European Standard CEN/TC 346 WI 346013 Conservation of cultural property- Condition survey of immovable heritage", unpublished discussion document, Seminar on condition reporting systems for the built cultural heritage ,P 22-24, 2010.
10. UNESCO, " Managing Disaster Risks for World Heritage",United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization ,P-13, 2010.
11. Neza Cebron Lispove, Preventive Conservation in the International Documents:from the Athens Charter to the ICOMOS Charter on Structural Restoratio, 2008.
12. Andrés Jose Prieto, Ana Silva, Jorge de Brito, Juan Manuel Macías-Bernal, Francisco Javier Alejandro d , "Multiple linear regression and fuzzy logic models applied to the functional service life prediction of cultural heritage", *Journal of Cultural Heritage* ,2017.
13. A.J. Prieto¹, R. Ortiz, J.M. Macías-Bernal, M.-J. Chávez, P. Ortiz , "Artificial intelligence applied to the preventive conservation of heritage buildings ," *Science and Digital Technology for Cultural Heritage* ,2019
14. Motta, S. R. F., Moura, A. C. M., & Ribeiro, S. R. , " Modelagem dinâmica de combinação de variáveis por multicritérios: emprego de modelo paramétrico e algoritmo genético no estudo da área de patrimônio mundial reconhecido pela UNESCO na Pampulha,"*Brasil. Gestão & Tecnologia De Projetos*, 14(1), 142-159." 2019.
15. Rohit Jigyasu , "Risk Assessment of Cultural Heritage : Tools & Methodology", Cultural Heritage Protection Cooperation Office, ACCU ,E-learning , P 1,2019.
16. Andres J. Prieto, Isabel Turbay, Rocio Ortiz, M. J. Chávez, J. M. Macías-Bernal, Pilar Ortiz, " A Fuzzy Logic Approach to Preventive Conservation of Cultural Heritage Churches in Popayán, Colombia," *International Journal of Architectural Heritage*,2020