

# 透地雷達信號圖形之合成孔徑聚焦處理技術研究

吳永泉、葉競榮

E-mail: 9303427@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

透地雷達檢測技術 (Ground Penetrating Radar), 簡稱 GPR, 其應用原理與航空雷達偵測飛機位置相類似。係利用傳送中的入射電磁脈波(雷達波)遭遇到不同介電物質之交界面時會部分或全部反射回來, 接收到的回波可用以作為2D或3D影像, 接著進行影像處理及判讀分析, 藉以瞭解受檢區域或物體內部之特性與層次。 本文旨在探討如何運用快速的合成孔徑聚焦技術 ( Synthetic Aperture Focusing Technique , 簡稱SAFT ) 將GPR檢測所獲二維圖形中之半雙曲線圖作聚焦處理, 以消除其對相鄰區域圖形的干擾及便利反射體的辨識與判讀。 實驗結果顯示, 在不影響結果之準確性下, 本研究建議的方法可大幅減少75%以上的SAFT計算量。

關鍵詞 : 非破壞性檢測 ; 合成孔徑聚焦技術 ; 透地雷達 ; NDT ; SAFT ; GPR

## 目錄

目錄 封面內頁 簽名頁 授權書 .....	iii	中文摘要 .....	iii
..... i v 英文摘要 .....	v	誌謝 .....	v
..... vi 目錄 .....	vii	圖目錄 .....	vii
..... x 表目錄 .....	xii	符號說明 .....	xii
..... xiii 第一章 緒論 .....	1	1-1研究動機 .....	1
..... 1 1-2研究目的 .....	2	第二章 相關文獻回顧整理 .....	2
..... 4 2-1非破壞性檢測之基本概說 .....	4	2-2透地雷達之發展歷史 .....	4
..... 6 2-3透地雷達應用範疇及其相關研究文獻 .....	8	2-4 透地雷達的特性與限制 .....	8
..... 17 2-5合成孔徑聚焦技術 .....	17	2-5-1合成孔徑聚焦技術(SAFT) 應用範疇 .....	18
第三章 透地雷達與合成孔徑聚焦技術相關理論 .....	21	3-1透地雷達基本原理 .....	21
..... 21 3-1-1電磁波基本概念 .....	21	3-1-2馬克斯威爾(MAXWELL)方程 .....	24
..... 29 3-1-3透地雷達電磁波之傳播 .....	29	3-1-4雷達能量傳遞方程式 .....	35
..... 37 3-1-5地層介質影響參數 .....	37	3-1-5-1導電度 .....	38
..... 40 3-1-5-2相對介電常數 .....	39	3-1-5-3衰減度 .....	40
..... 41 3-1-6雷達探測深度理論 .....	43	3-1-6-1雷達波波速求法 .....	43
..... 43 3-1-6-2深度推估 .....	46	3-2合成孔徑聚焦技術 .....	46
..... 47 3-2-1 雷達波在時域視窗產生半雙曲線之原因 .....	48	3-2-2合成孔徑聚焦技術基本概念 .....	49
..... 49 第四章 研究方法及實驗 .....	52	4-1研究方法 .....	52
..... 52 4-1-1水平均值濾波與低通濾波 .....	54	4-1-2 AGC深度增益自動補償 .....	54
..... 54 4-1-3快速合成孔徑聚焦技術做法 .....	55	4-1-4反射體位置標示與帶通濾波 .....	57
..... 57 4-2實驗儀器、勘測方法與檢測程序簡介 .....	58	4-2-1實驗之透地雷達儀器 .....	59
..... 59 4-2-2儀控參數值之設定 .....	63	4-2-3透地雷達勘測的方法 .....	70
..... 70 4-2-4檢測程序 .....	75	4-2-5本項研究之信號處理的步驟及方法 .....	77
..... 77 4-3透地雷達勘測實驗 .....	78	4-3-1透地雷達偵測地下鐵管位置 .....	79
..... 79 4-3-2偵測地下方鐵盒之位置 .....	80	4-3-3某公共工程勘測案例分析 .....	82
..... 82 第五章 結論與建議 .....	84	5-1結論 .....	84
..... 84 5-2建議 .....	86	參考文獻 .....	86
..... 87			

## 參考文獻

1. J.E. Mast and E.M. Johansson, "Three-dimensional ground penetrating radar imaging using multi-frequency diffraction topography", Proceedings on Advanced Microwave and Millimeter Wave Detectors, SPIE Proceedings, Vol. 2275, July 1994.
2. G. Deshchenko, " Microwave imaging of concrete walls ", Proceedings of the 20th ROMA conference on NDT ( 20th WCNDT) 2000
3. Heydar T. Shandiz and Dr. Patrick Gaydecki, " A New SAFT Method in Ultrasonic Imaging at Very Low Frequency by Using Pulse Echo Method ", NDT International , Vol. 4, No11, November 1999
4. A.W. Elbern and L. Guimar, " Synthetic Aperture Focusing Technique for Image Restoration ", NDT International

August 2000, Vol. 5 No. 08 5. Heydar T. Shandiz and Dr. Patrick Gaydecki, " Low Frequency Ultrasonic images Using Time Domain SAFT In Pitch catch method ", NDT International November 1999, Vol. 4 No. 11 6. E.M. Johansson and J.E. Mast, "Three-dimensional ground penetrating radar imaging using synthetic aperture time-domain focusing,"" Proceedings on Advanced Microwave and Millimeter Wave Detectors, SPIE Proceedings, Vol. 2275, July 1994. 7. 楊潔豪, "透地雷達法在土木檢測上的應用(I)", "第二屆公共工程非破壞檢測技術研討會", 2001年6月. 8. 裴廣智, "透地雷達檢測技術在公共工程上之應用及實例", 2001核能研究所90年年報 9. 裴廣智, "透地雷達檢測技術在土木工程上之應用及實例", 非破壞性檢測之新技術及應用研討會, 台灣營建研究院, 高雄, 民國90年7月11日 10. 鄧景龍, 2000, 透地雷達於土木構件檢測之應用, 國立中央大學應用地質研究所碩士論文, 共100頁。 11. 林明寬, 2001, "透地雷達在地下埋設物探測之應用", 國立成功大學土木工程研究所碩士論文。 12. 周志國, 1996, "透地雷達在土木工程應用上之初步研究", 國立成功大學土木工程研究所碩士論文。 13. 紀昭銘, 2000, "應用透地雷達法在土中異物探測之初步研究", 國立成功大學土木工程研究所碩士論文。 14. 葉競榮、徐鴻發, "超音波檢測法中級", 中華名國非破壞檢測協會, 1990。 15. 吳學文、黃啟貞、陳必貫、葉競榮, "超音波檢測法初級", 中華名國非破壞檢測協會, 1988。 16. 蕭子健、儲昭偉、王智翌, "LabVIEW概念篇", 高利圖書有限公司, 2002。 17. 蕭子健、儲昭偉、王智翌, "LabVIEW入門篇", 高利圖書有限公司, 2002。 18. 蕭子健、儲昭偉、王智翌, "LabVIEW基礎篇", 高利圖書有限公司, 2002。 19. 蕭子健、儲昭偉、王智翌, "LabVIEW進階篇", 高利圖書有限公司, 2002。 20. 蕭子健、儲昭偉、王智翌, "LabVIEW分析篇", 高利圖書有限公司, 2002。 21. 惠汝生, "自動量測系統-LabVIEW", 全華科技圖書股份有限公司, 2000。 22. 蔡明龍、林踐, "LabVIEW 6.X入門與應用", 台科大圖書股份有限公司, 2002。