

基於小波轉換的影像可逆式資料隱藏 = Reversible data hiding in image based on wavelet transform

吳祖龍、張世旭

E-mail: 9706884@mail.dyu.edu.tw

摘要

在影像中隱藏資訊的方法可分為空間域及頻率域。本論文採用頻率域的方法，將掩護影像 (cover image) 使用小波轉換後再嵌入隱藏資訊。為了兼顧偽裝影像 (stego-image) 品質，將資訊嵌入高頻帶區域，高頻帶係數量化後產生許多的零係數；當隱藏資料取出後能還原掩護影像，本文提出將零係數重組成連續的條狀下，嵌入及取出資訊的方法。當有越多的零係數條時，可嵌入更多的資料。首先將掩護影像 (cover-image) 以三階小波轉換及量化。將此掩護影像組成各個單一的64像素區塊，將秘密資訊使用本論文所提出的方法嵌入區塊中連續的零係數，再對影像進行反量化及逆小波轉換得到偽裝影像。萃取秘密資訊時首先從偽裝影像中取得經量化的小波轉換係數，將此係數依所提出的方法組合及排列成各個單一的64像素區塊，再由區塊中各組列中依萃取的規則取出秘密資訊。在實驗方面分別採用Haar或9/7小波轉換進行影像轉換，使用常用的標準灰階影像作為掩護影像，以隨機產生的秘密位元藏入影像中，最後計算並比較其資訊隱藏量及偽裝影像的品質。實驗結果證明本論文所提出的方法在保持偽裝影像品質 (PSNR值) 下，資訊隱藏容量上分別比2007年Chang等人所提出的方法高約1.1倍。

關鍵詞：離散小波轉換;可逆的資料隱藏;偽裝影像;掩護影像;組列中;頻率域;影像;秘密;資料

目錄

目錄封面內頁 簽名頁 授權書 iii 中文摘要 iv 英文摘要 vi 誌謝 viii 目錄 ix 圖目錄 xi 表目錄 xiii 第一章 緒論 1 1.1 前言 1 1.2 研究背景 2 1.3 研究目的 4 1.4 論文架構 5 第二章 相關研究 6 2.1 相關文獻研究 6 2.2 小波轉換 7 2.2.1 Haar的函數的離散小波轉換 8 2.2.2 旋積分式小波轉換 11 2.3 小波量化 15 第三章 基於小波轉換的可逆資料隱藏方法 18 3.1 嵌入及萃取流程 18 3.2 區塊組成及排列 18 3.2.1 四元樹 (Quadtree) 的觀念 18 3.2.2 區塊 (block) 的組成及排列 19 3.3 秘密資訊的隱藏 21 3.3.1 嵌入程序 21 3.3.2 混淆情況的排除 23 3.3.3 嵌入的例子 23 3.3.4 萃取及回復程序 24 第四章 實驗結果 27 4.1 相關環境 27 4.2 實驗架構 28 4.3 實驗結果 29 第五章 結論與未來研究方向 42 參考文獻 43 圖目錄 圖1 Chang[11]的隱藏資訊流程圖 6 圖2 嵌入組序 (set for embedding) 7 圖3 Haar函數的離散小波轉換流程圖 9 圖4 第一步驟水平切割 10 圖5 第二步驟垂直切割 11 圖6 橫向小波轉換 13 圖7 鏡射法小波轉換的資料結構 14 圖8 縱向小波轉換 15 圖9 資料隱藏流程圖 18 圖10 資料萃取流程圖 18 圖11 (a) 三階小波轉換 19 圖11 (b) 各頻帶小波係數四元樹關係圖 19 圖12 原圖經三階小波轉換後產生的頻帶及組成區塊的係數關係圖 20 圖13 Block係數的排列示意圖 21 圖14 小波量化後係數示意圖 22 圖15 造成混淆的嵌入組示意圖 22 圖16 以8×8區塊為例的嵌入範例 (a) 原始係數區塊 24 圖16 (b) 混淆情況修改後的係數區塊 24 圖16 (c) 隱藏後的結果 24 圖17 回復範例 (a) 隱藏後的結果 26 圖17 (b) 回復隱藏係數為0 26 圖17 (c) 混淆情況組係數的回復 26 圖18 實驗中所使用的原始影像 28 圖19 實驗流程示意圖 29 圖20 六張利用Haar小波轉換及量化在L=12資料隱藏量的偽裝影像 34 圖21 六張利用9/7小波轉換及量化在L=12資料隱藏量的偽裝影像 36 圖22 六張利用Haar小波轉換及量化在L=12資料隱藏量的偽裝影像 38 圖23 六張利用9/7小波轉換及量化在L=12資料隱藏量的偽裝影像 40 表目錄 表1 Daubechies 的「9/7」濾波器係數 12 表2 六張以DCT標準量化表量化的cover-image的PSNR1做調整的 9/7 小波量化係數 16 表3 六張以DCT標準量化表量化的cover-image的PSNR1做調整的 Haar 小波量化係數 16 表4 六張以DCT修改的量化表量化的cover-image的PSNR1做調整的 9/7 小波量化係數 17 表5 六張以DCT修改的量化表量化的cover-image的PSNR1做調整的 Haar 小波量化係數 17 表6 比較在DCT的標準量化表之下相同PSNR1量化的cover-image的最大資料藏入量 31 表7 相對於表1,的最大藏入量時的stego-image的影像品質 31 表8 比較在DCT的修改量化表之下相同PSNR1量化的cover-image的最大資料藏入量 32 表9 相對於表3,的最大藏入量時的stego-image的影像品質 32 表10 在PSNR1同DCT standard quantization table 之下Haar wavelet 資料藏入量 33 表11 在PSNR1同DCT standard quantization table 之下Haar wavelet stego-image的影像品質 34 表12 在PSNR1同DCT standard quantization table 之下9/7 wavelet資料藏入量 35 表13 在PSNR1同DCT standard quantization table 之下9/7 wavelet stego-image的影像品質 36 表14 在PSNR1同DCT modified quantization table 之下Haar wavelet 資料藏入量 37 表15 在PSNR1同DCT modified quantization table 之下Haar wavelet stego-image的影像品質 38 表16 在PSNR1同DCT Modified quantization table 之下9/7 wavelet資料藏入量 39 表17 在PSNR1同DCT modified quantization table 之下9/7 wavelet stego-image的影像品質 39
--

參考文獻

- [1] R.L. Rivest, A. Shamir, and L. Adelman, "A method for obtaining digital signatures and public-key cryptosystem," *Communications of the ACM*, vol. 21, no. 2, pp. 120 – 126, 1978.
- [2] W. Diffie and M.E. Hellman, "Exhaustive cryptanalysis of the NBS data encryption standard," *IEEE Computer*, vol. 10, pp. 74 – 84, 1977.
- [3] Y.K. Lee and L.H. Chen, "High capacity image steganographic model," *Proceedings of the IEE International Conference on Vision, Image and Signal Processing*, vol. 147, no. 3, pp. 288 – 294, 2000.
- [4] C.C. Chang, J.Y. Hsiao, and C.S. Chan, "Finding optimal least-significant-bit substitution in image hiding by dynamic programming strategy," *Pattern Recognition*, vol. 36, no. 7, pp. 1595 – 1683, 2003.
- [5] Chin-Chen Chang, Chih-Yang Lin, and Yu-Zheng Wang, "New image steganographic methods using run-length approach," *Information Sciences*, vol. 176, pp. 3393 – 3408, 2006.
- [6] K.L. Chung, C.H. Shen, and L.C. Chang, "A novel SVD- and VQ-based image hiding scheme," *Pattern Recognition Letters*, vol. 22, no. 9, pp. 1051 – 1058, 2001.
- [7] P. Tsai, Y.C. Hu, and C.C. Chang, "An image hiding technique using block truncation coding," *Proceedings of the Pacific Rim Workshop on Digital Steganography*, Kitakyushu, Japan, pp. 54 – 64, July 2002.
- [8] C.C. Chang, T.S. Chen, and L.Z. Chung, "A steganographic method based upon JPEG and quantization table modification," *Information Sciences*, vol. 141, pp. 123 – 138, 2002.
- [9] M. Iwata, K. Miyake, and A. Shiozaki, "Digital steganography utilizing features of JPEG images," *IEICE Transactions on Fundamentals* E87-A, no. 4, pp. 929 – 936, 2004.
- [10] H. Kobayashi, Y. Noguchi, and H. Kiya, "A method of embedding binary data into JPEG bitstreams," *IEICE Transactions on Fundamentals* J83-D2, no. 6, pp. 1469 – 1476, 2000.
- [11] Chin-Chen Chang, Chia-Chen Lin, Chun-Sen Tseng, and Wei-Liang Tai, "Reversible hiding in DCT-based compressed images," *Information Sciences*, vol. 177, Issue 13, pp. 2768-2786, 1 July 2007.
- [12] J. Tian, "Reversible data embedding using a difference expansion," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 13, no.8, pp. 890 – 896, 2003.
- [13] M.U. Celik, G. Sharma, A.M. Tekalp, and E. Saber, "Lossless generalized-LSB data embedding," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 14, no. 2, pp. 253 – 266 , 2005.
- [14] J. Fridrich, M. Goljanb, and R. Du, "Invertible authentication watermark for JPEG images," *IEEE International Conference on Information Technology: Coding and Computing*, Las Vegas, Nevada, April 2 – 4, pp. 223 – 227 , 2001.
- [15] G. Xuan, J. Zhu, J. Chen, Y.-Q. Shi, Z. Ni, and W. Su, "Distortionless data hiding based on integer wavelet transform," *IEE Electronics Letters*, vol. 38, no. 25, pp. 1646 – 1648, 2002.