Program Studi Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung

Tugas Besar I IF4020 Kriptografi
Sem. II Tahun 2018/2019

Penyembunyian Pesan di dalam Berkas Audio dan Video

Selain dengan enkripsi, keamanan pesan juga dapat menggunakan teknik steganografi. Pesan rahasia disimpan di dalam data multimedia seperti teks, citra, audio, dan video sedemikian sehingga keberadaan pesan tidak dapat dideteksi. Pada tugas besar kali ini pesan disembunyikan di dalam berkas audio dan berkas video digital. Berkas audio dan berkas video yang dijadikan cover adalah audio dan video yang belum dikompresi. Berka saudio berformat WAV dan berkas vdieo berformat AVI.

I. Penyembunyian pesan di dalam berkas video

AVI adalah salah satu format video digital. AVI adalah singkatan dari *Audio Video Interleave* (Baca ini: http://en.wikipedia.org/wiki/Audio_Video_Interleave). Video mempunyai kapasitas penyembunyian data yang lebih besar dibandingkan dengan citra tunggal, sebab video disusun oleh banyak *frame* (1 *frame* = 1 *image*). Video dengan format AVI adalah jenis format yang tidak dikompresi sehingga metode LSB dapat langsung mengubah LSB setiap *pixel* pada setiap *frame*. Karena video digital disusun oleh *layer frame* dan *layer* audio, maka penyembunyian pesan biasanya dilakukan pada *layer frame* saja. Gambar 1 adalah sebuah *frame* video, gambar yang kiri adalah *frame* sebelum disisipi pesan, dan gambar yang kanan adalah frame yang sudah disisipi pesan.

Gambar 1. Kiri: *frame* yang belum disisipi pesan; kanan: *frame* yang sudah disisipi pesan

Untuk meningkatkan keamanan, maka penyisipan pesan di dalam setiap *frame* tidak dilakukan secara sekuensial *pada pixel-pixel*-nya, tetapi secara acak. Oleh karena itu, pembangkit bilangan acak dibutuhkan untuk membangkitkan posisi *pixel* di dalam setiap *frame*. Selain itu, karena ada banyak *frame* di dalam sebuah video, maka *frame* yang disisipi pesan pun tidak perlu disisipi secara sekuensial, tetapi juga dapat dipilih secara acak. Pembangkit bilangan acak tergantung pada umpan (*seed*) yang diberikan oleh pengguna, dan umpan tersebut dianggap sebagai *stego-key*. Pada proses ekstraksi pesan, *stego-key* dibutuhkan kembali untuk membangkitkan bilangan acak yang sama.

Steganografi dapat dikombinasikan dengan kriptografi untuk membuat keamanan pesan menjadi berlapis. Sebelum disisipkan ke dalam video, pesan dienkripsi terlebih dahulu dengan sebuah algoritma enkripsi. Karena anda baru belajar algoritma kriptografi klasik, maka algoritma enkripsi yang digunakan adalah *Vigenere Cipher* (*extended* untuk alfabet 256 karakter) seperti yang pernah dikerjakan pada Tucil 1. Pesan yang disisipkan adalah sembarang tipe *file* dengan ukuran yang tidak melebihi kapasitas penyisipan (*payload*). Kapasitas penyisipan dapat ditentukan sebelum proses penyisipan pesan.

Selain itu, untuk meningkatkan kapasitas (*payload*) pesan yang dapat disisipkan, maka bit LSB yang dimodifikasi ada dua pilihan: 1 bit LSB atau 2 bit LSB.

Spesifkasi program:

1. Program menerima masukan berupa video digital dengan format AVI, nama file pesan, dan kunci-stego.
2. Metode steganografi yang digunakan adalah metode LSB.
3. Pengguna dapat memilih ukuran bit LSB yang digunakan (1 bit atau 2 bit)
4. Pengguna dapat memilih apakah pesan dienkripsi atau tidak dienkripsi sebelum disisipkan.
5. Pengguna dapat memilih apakah pesan disisipkan secara sekuensial pada *frame-frame* video (frame 1, 2, 3, ds) atau frame dipilih secara acak (frame 17, 21, 10, 9, 11, dst). Selain itu, untuk setiap frame yang dipilih, pengguna juga dapat memilih apakah disisipkan secara sekuensial atau secara acak

   Struktur menu kira-kira sebagai berikut:

   A. Penyisipan pesan
      1. Frame sekuensial
         1.1 Pixel-pixel Sekuensial
         1.2 Pixel-pixel acak
      2. Frame acak
         2.1 Pixel-pixel Sekuensial
         2.2 Pixel-pixel acak
   B. Ekstraksi pesan

   Pada waktu ekstraksi pesan, pengguna tidak memilih lagi apakah sekuensial atau acak. Program harus dapat menentukan apakah pada waktu penyisipan pesan dilakuka secara acak atau secara sekuensial. Cara yang paling mudah adalah menyisipkan kode tertentu pada pixel-pixel awal pada frame pertama yang mengindikasikan pilihan sekuensial atau acak pada waktu penyisipan (misalnya kode 11, 12, 21, 22) atau denga cara yang lain.
6. Pengguna memasukkan sebuah kata kunci (maksimal 25 karakter) yang berfungsi dua: sebagai kunci enkripsi pada *Vigenere Cipher* dan sebagai kunci (*seed*) pembangkitan bilangan acak.
   Contoh: Kunci = ’STEGANO’, kunci ini langsung dijadikan sebagai kunci enkripsi.

Untuk *seed* berupa bilangan acak (yang umumnya berupa integer/real), maka nilai-nilai integer dari string 'STEGANO' dijumlahkan, yaitu Int('S') + Int('T') + Int('E') + Int('G') + Int('A') + Int('N') + Int('O') = ...
Atau, hanya mengambil sebagian huruf dari STEGANO, misalnya karakter pada posisi ganjil saja, yaitu Int('S') + Int('E') + Int('A') + Int('O') = ..., atau terserah cara yang anda gunakan.

7. JANGAN menyisipkan kunci di dalam file video.
8. Program menolak menyisipkan pesan jika ukuran file pesan melebihi *payload*.
9. Program dapat menyimpan *stego-video* (video yang sudah disisipi pesan) dengan nama berbeda (*Save as*)
10. Program dapat mengekstraksi pesan utuh seperti sediakala dan menyimpannya sebagai *file* dengan nama lain (*save as*).
11. Agar format file hasil ekstraksi diketahui, maka properti file seperti ekstensi (.exe, .doc, .pdf, dll), sebaiknya juga disimpan (atau nama file asli juga disimpan agar diketahui formatnya, sehingga ketika di-*save a*s yang muncul adalah nama file asli tersebut, lalu pengguna dapat menggantinya dengan nama lain). Penyimpanan nama file (dan properti lainnya) tentu akan mengurangi kapasitas pesan yang dapat disimpan.
12. Program dapat memainkan (*playback*) video asli dan stego-video melalui sebuah video *player* yang dipanggil dari dalam program (gunaka API).
13. Program dapat menampilkan ukuran kualitas video hasil steganografi dengan *PSNR* (*Peak Signal- to-Noise Ratio*). *PSNR* adalah *decibel* yang umum digunakan untuk mengukur kualitas sebuah citra. *PSNR* dihitung dengan rumus:

$$PSNR = 20 \times \log_{10}\left(\frac{256}{rms}\right) \qquad \text{(II.13)}$$

yang dalam hal ini 256 adalah nilai sinyal terbesar (pada citra dengan 256 derajat keabuan), dan *rms* (*root mean square*) adalah akar pangkat dua dari kuadrat selisih dua buah citra I dan $\hat{I}$ yang berukuran $M \times N$:

$$rms = \sqrt{\frac{1}{MN}\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{M}(I_{ij} - \hat{I}_{ij})^2}$$

Satuan *PSNR* adalah ecibel (dB). *PSNR* menyatakan visibilitas derau di dalam citra. *PSNR* yang besar mengindikasikan nilai *rms* yang kecil; *rms* kecil berarti dua buah citra mempunyai sedikit perbedaan. Dari praktek pengolahan citra, citra dengan PSNR > 30 masih dapat dianggap kualitasnya bagus, tetapi jika PSNR < 30 dikatakan kualitas citra sudah terdegradasi secara signifikan. Oleh karena video terdiri dari banyak *frame*, maka PSNR video adalah rata-rata PSNR dari seluruh *frame* yang disisipkan pesan saja.

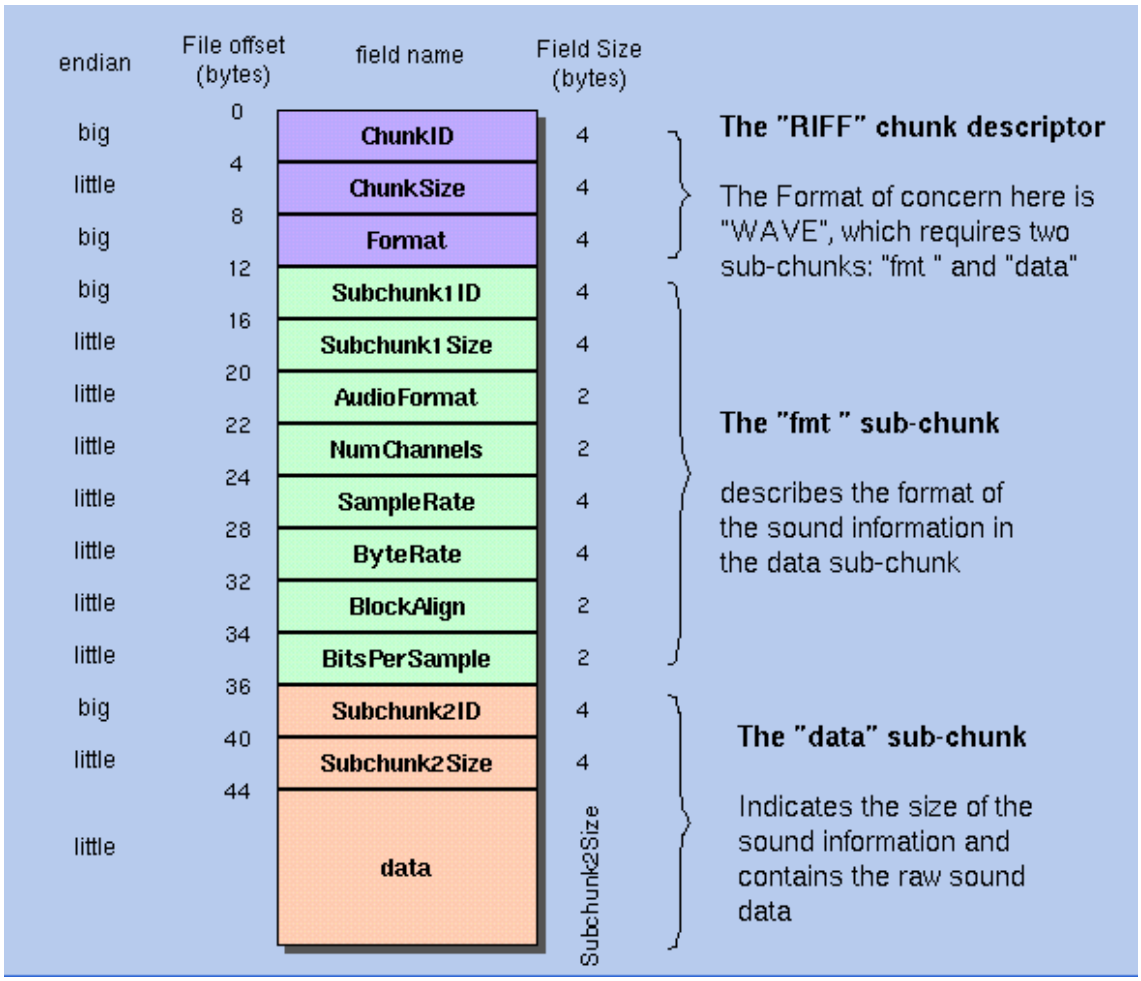
14. Fitur-fitur lainnya dipersilakan dibuat.

II. Penyembunyian pesan di dalam berkas audio

Seperti dikutip dari sini, https://ccrma.stanford.edu/courses/422/projects/WaveFormat/, format file WAVE atau WAV adalah bagian dari spesifikasi RIFF Microsoft untuk penyimpanan file multimedia. Sebuah file RIFF dimulai dengan sebuah *header* file diikuti dengan urutan dari potongan data. Sebuah file WAVE sering hanya file RIFF dengan sepotong tunggal "WAVE" yang terdiri dari dua sub-potongan - sebuah "fmt" potongan menentukan format data dan "data"

potongan yang berisi data audio yang sebenarnya. Umumnya data audio di dalam format WAV adalah dalam bentuk tidak terkompresi.

Format Data WAV:



Penyisipan pesan ke dalam berkas audio WAV dapat menggunakan salah satu metode berikut: metode LSB plus bonus salah satu metode berikut: parity coding, *echo hiding*, *phase coding*, *spread spectrum*. Metode LSB pada audio prinsipnya sama seperti metode LSB pada citra, yaitu bit pesan disisipkan pada bit LSB dari *byte* audio. Perbedaannya adalah perubahan bit pada audio mempunyai efek lebih peka dibandingkan pada gambar. Perubahan bit LSB terasa merusak kualitas suara pada musik lembut, misalnya. Metode *echo-hiding* dapat dibaca pada referensi berikut:

Spesifkasi program:

Spesifikasi program pada prinsipnya sama seperti pada video:

1. Program menerima masukan berupa file audio digital dengan format WAV, nama file pesan, dan kunci-stego.
2. Metode steganografi yang digunakan adalah metode LSB (1 bit) dan metode *echo-hiding*.
3. Pengguna dapat memilih apakah pesan dienkripsi atau tidak dienkripsi sebelum disisipkan.
4. Pengguna dapat memilih apakah pesan disisipkan secara sekuensial di dalam audio atau secara acak.

5. Pada waktu ekstraksi pesan, pengguna tidak memilih lagi apakah sekuensial atau acak. Program harus dapat menentukan apakah pada waktu penyisipan pesan dilakukan secara acak atau secara sekuensial. Cara yang paling mudah adalah menyisipkan kode tertentu pada awal audio .
6. Pengguna memasukkan sebuah kata kunci (maksimal 25 karakter) yang berfungsi dua: sebagai kunci enkripsi pada *Vigenere Cipher* dan sebagai kunci (*seed*) pembangkitan bilangan acak.
7. Contoh: Kunci = 'STEGANO', kunci ini langsung dijadikan sebagai kunci enkripsi.
8. Untuk *seed* berupa bilangan acak (yang umumnya berupa integer/real), maka nilai-nilai integer dari string 'STEGANO' dijumlahkan, yaitu Int('S') + Int('T') + Int('E') + Int('G') + Int('A') + Int('N') + Int('O') = ...
9. Atau, hanya mengambil sebagian huruf dari STEGANO, misalnya karakter pada posisi ganjil saja, yaitu Int('S') + Int('E') + Int('A') + Int('O') = ..., atau terserah cara yang anda gunakan.
10. JANGAN menyisipkan kunci di dalam file audio.
11. Program menolak menyisipkan pesan jika ukuran file pesan melebihi *payload*.
12. Program dapat menyimpan *stego-audio* (video yang sudah disisipi pesan) dengan nama berbeda (*Save as*)
13. Program dapat mengekstraksi pesan utuh seperti sediakala dan menyimpannya sebagai *file* dengan nama lain (*save as*).
14. Agar format file hasil ekstraksi diketahui, maka properti file seperti ekstensi (.exe, .doc, .pdf, dll), sebaiknya juga disimpan (atau nama file asli juga disimpan agar diketahui formatnya, sehingga ketika di-*save a*s yang muncul adalah nama file asli tersebut, lalu pengguna dapat menggantinya dengan nama lain). Penyimpanan nama file (dan properti lainnya) tentu akan mengurangi kapasitas pesan yang dapat disimpan.
15. Program dapat memainkan (*playback*) berkas audio asli dan stego-video melalui sebuah video *player* yang dipanggil dari dalam program (gunakan API).
16. Berkas WAV dapat diperoleh dengan *converter* dari MP3 ke WAV (cari *free software* nya di internet) atau dari sumber lain.
17. Berkas audio dapat berupa mono (1 band) atau stereo (2 band)
18. PSNR pada berkas audio dapat dihitung dengan rumus

$$PSNR = 10 \log_{10}\left(\frac{P_1^2}{P_1^2 + P_0^2 - 2P_1P_0}\right)$$

yang dalam hal ini P_0 dan P_1 adalah kekuatan sinyal berkas audio sebelum dan sesudah penyembunyian pesan. Nilai minimal PSNR adalah 30 DB (jika kurang dari 30 DB berarti sinyal audionya mengalami kerusakan yang berarti).

Prosedur Pengerjaan

1. Tugas dikerjakan secara berkelompok (1 kelompok @ 3 orang), dilarang *gabut*, dilarang menggunakan kode program orang lain. Cantumkan pembagian tugas dengan jelas antara anggota kelompok.
2. Waktu pengumpulan tugas: paling lambat 20 Februari 2019 sebelum pukul 12.00 di Lab IRK). Terlambat menyerahkan tugas, nilai = 0.
3. Bahasa pemrograman yang diguankan bebas (Java, C, C++, Python, dll)
4. Program steganografi harus dibuat sendiri (namun untuk pustaka pengolahan video AVI dan audio WAV dapat diambil dari kode yang sudah ada asalkan disebutkan sumbernya)
5. Yang diserahkan pada saat pengumpulan antara lain:

a. CD/DVD yang berisi program sumber (*source code*), arsip-arsip uji (audio/video, file pesan).
b. Laporan yang memiliki sistematika sebagai berikut :
    i. Teori singkat (steganografi, metode, echo hiding, audio, video, dll).
    ii. Perancangan dan Implementasi, termasuk.
    iii. Pengujian program dan analisis hasil. Uji program dengan bermacam-macam audio dan video dan jenis file pesan.
    iv. Kesimpulan dari hasil implementasi.
    v. Tampilkan foto anda bertiga di *cover* laporan sebagai pengganti logo gajah.

Laporan dikumpulkan dalam bentuk *hard copy* dan *soft copy* dengan format *.pdf .

6. Penilaian tugas dilakukan pada saat demo.
7. Beberapa sumber referensi yang perlu dibaca:
    a. Steganography IV - Reading and Writing AVI files (http://www.codeproject.com/Articles/5294/Steganography-IV-Reading-and-Writing-AVI-files)
    b. Steganography in video files (http://brasil.cel.agh.edu.pl/~11ugbogusz/index.php?option=com_content&view=article&id=11&Itemid=16&lang=en)
    c. Text Hiding in AVI Video (www.iasj.net/iasj?func=fulltext&aId=28751)
    d. Stego Machine – Video Steganography using Modified LSB Algorithm *(*www.waset.org/journals/waset/v50/v50-91.pdf*)*
    f. Information Hiding Using Audio Steganography – A Survey (http://aircconline.com/ijma/V3N3/3311ijma08.pdf).