

Análise Forense de Áudio

Robson Canato
Sergio Queiroz

Série de Seminários

***Disciplina de Análise Forense de
Documentos Digitais***

Prof. Dr. Anderson Rocha

anderson.rocha@ic.unicamp.br
<http://www.ic.unicamp.br/~rocha>

Organização

Organização

- Introdução
- Histórico
- Autenticidade de áudio analógico
- ENF – Electric Network Frequency
- Autenticidade de áudio digital
- Trabalhos correlatos
- Conclusão
- Referências

Introdução

Introdução

- Nos últimos 40 anos, o exame de áudio forense tornou-se progressivamente uma profissão reconhecida
- Antes da disponibilidade de ferramentas de Processamento Digital de Sinais (DSP), os analistas forenses de áudio trabalhavam exclusivamente com fita magnética, com filtros analógicos, e equipamentos de reprodução

Introdução

- O campo da ciência forense de áudio abrange vários temas, como por exemplo o Processamento Digital de Sinal, como melhoria da qualidade do sinal, reconhecimento de voz e identificação de quem fala

Introdução

- Forense de áudio refere-se à aquisição, análise e avaliação de gravações de áudio que pode vir a ser apresentados como elementos de prova em um tribunal de justiça
- As provas forenses de áudio são normalmente obtidas como parte de uma investigação civil ou criminal

Introdução

As principais preocupações da ciência forense de áudio são:

- Estabelecer a autenticidade de evidências de áudio
- Melhoria da inteligibilidade da fala
- Audibilidade dos sons de baixo nível
- Interpretação e documentação das evidências sonoras
- Identificação de locutores e transcrição de diálogo

Histórico



Histórico

Aspectos legais da análise forense (EUA) - histórico e princípios:

- (...) “especialistas precisam entender os padrões e práticas do sistema legal.” [Maher, 2009]

Histórico

A formação natural dos princípios

- Organizações do mundo todo têm se esforçado para desenvolver padrões e procedimentos para lidar com material de áudio, observando as regras e os costumes locais

Histórico

Os primeiros princípios

- Primeira evidência de conversa gravada em áudio: United States x McKeever, 1958
- O réu estava envolvido
- Os juízes estabeleceram um conjunto de requisitos necessários (princípios), que até o momento (10/2011) tem sido usado, com poucas variações

Histórico

Os 7 primeiros princípios, originados de United States x McKeever, 1958

- 1) que o dispositivo de gravação será capaz de gravar a conversa agora apresentada como prova
- 2) que o operador do dispositivo tinha competência para operar o dispositivo
- 3) que a gravação é autêntica e CORRETA
- 4) que mudanças, ADIÇÕES ou DELEÇÕES não foram feitas na gravação
- 5) que a gravação foi preservada (custódia) de uma forma que é mostrada ao Tribunal
- 6) que os falantes são identificados
- 7) que a conversa foi feita VOLUNTARIAMENTE e de boa fé sem qualquer tipo de incentivo

Histórico

Caso Watergate - O intervalo de 18 minutos e meio

- É um divisor de águas para a forense em áudio
- Investigação feita em 1974, da conversa entre o presidente Richard M. Nixon e o chefe de estado H.R. Haldeman, gravado em 1972
- Investigadores descobriram que o áudio da gravação continha uma inexplicável seção com duração de 18 ½ minutos durante os quais zumbidos podem ser ouvidos, mas não os sons da fala dos que estavam presentes
- filme: Todos os homens do presidente
- http://pt.wikipedia.org/wiki/Todos_os_Homens_do_Presidente

Histórico

Alta sofisticação de adulteração flagrante - como provar ?

- Juiz chefe, John J. Sirica, do distrito de Columbia, nomeou um grupo de especialistas sobre tapes da casa branca para dar consultoria ao tribunal
- Grupo constituído por seis especialistas técnicos, conjuntamente nomeados pelo conselho para o presidente e o procurador especial do estado (dando imparcialidade ao julgamento)
- Finalidade: estudar os aspectos relevantes da fita e os sons gravados nela
- Nomes famosos da engenharia e da comunidade de engenheiros acústicos

Histórico

Conclusão do grupo de especialistas renomados sobre a fita do caso Watergate

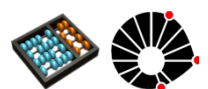
- O GAP de 18 ½ minutos foi devido a várias sobreposições realizadas com um modelo específico de gravador que diferia do dispositivo que produziu a gravação original
- A conclusão foi baseada principalmente na característica START /STOP das assinaturas magnética presente na fita em questão

Histórico

Outros casos

- Assassinato do presidente Kennedy: Tentativa de reconstrução do crime utilizando evidências acústicas das fitas do departamento de gravação da polícia de Dallas e sons de fundo do gravador de voz da caixa preta do cockpit do carro
- Técnicas de identificação de voz para autenticar gravações de Osama Bin Laden e outros terroristas

Autenticidade de Áudio Analógico



Autenticidade de Áudio Analógico

- A metodologia exige que o analista forense observe a integridade física do meio de gravação, a qualidade do áudio gravado, e a consistência das assinaturas magnéticas presentes na fita. Os detalhes do processo são descritas a seguir:
- Manuseio e Inspeção Física
- Audição crítica
- Assinatura magnética
- Preparação do relatório

Autenticidade de Áudio Analógico

Manuseio e Inspeção Física:

- Propriedades da gravação, incluindo a duração e as condições da fita
- Números de fabricação em série ou números de lote
- Configuração magnética na fita (número de faixas, mono ou estéreo, etc.)
- A fita em si é inspecionada a procura por qualquer alteração
- O gravador usado para produzir a fita também é inspecionado e testado

Autenticidade de Áudio Analógico

Audição crítica:

- Audição de toda a gravação
- Anotação de quaisquer alterações aparentes ou irregularidades
- Observação e registro de qualquer evidência audível como: edições, emendas ou descontinuidades audíveis em sons de fundo, zumbidos, tons e assim por diante

Autenticidade de Áudio Analógico

Assinatura magnética:

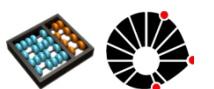
- A condição dos sinais magnéticos na fita é examinada através de técnicas de desenvolvimento magnético e em relação ao de referência das assinaturas de gravações obtidas a partir do dispositivo de gravação do mesmo

Autenticidade de Áudio Analógico

Preparação do Relatório:

- Finalmente, o examinador analisa as observações e escreve um relatório explicando se a fita é autêntica, uma cópia, ou sofreu qualquer alteração após a gravação original

ENF – Electric Network Frequency



ENF – Electric Network Frequency

- ENF, ou Frequência Elétrica da Rede, é um tema em destaque no momento
- A frequência da rede elétrica (ENF), nominalmente de 60 Hz nos Estados Unidos e 50 Hz em muitas outras partes do mundo, não é exatamente constante

ENF – Electric Network Frequency

- Por exemplo, a frequência da corrente alternada fornecida pela rede elétrica é, nominalmente, 50Hz e 60Hz na Europa e nos EUA, mas em ambos os casos, está sujeito a pequenas flutuações
- Estas variações são registradas em banco de dados, catalogadas por data e hora exatas

ENF – Electric Network Frequency

- Todos os equipamentos elétricos conectados a rede elétrica são suscetíveis a ENF

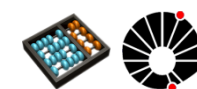
ENF – Electric Network Frequency

- A análise da ENF pode oferecer uma avaliação da verdadeira integridade de um pedaço de evidência de áudio digital, fornecendo informações a respeito de qual a data e hora da gravação
- Os resultados obtidos podem ser comparados com os do banco de dados para provar ou refutar a integridade de uma gravação digital, qualificando quando a gravação foi realizada, proporcionando desta forma autenticação científica do material em questão

ENF – Electric Network Frequency

- A variação ENF ao longo do tempo é muito pequena, desta forma, mudança brusca de fase é um sinal relevante de que um áudio digital foi editado
- É muito improvável que uma pessoa, no desejo de forjar uma evidência, mesmo com formação técnica, mas sem experiência prévia neste assunto, possa evitar algum traço de mudança de fase

Autenticidade de Áudio Digital



Autenticidade de Áudio Digital

- Vivemos em uma era digital, e todo esse aparato tecnológico facilita a edição de áudio digital
- Quando um bom trabalho é realizado, torna-se difícil, mesmo para os ouvidos bem treinados, detectar este tipo de fraude
- Autenticidade de áudio digital é mais complexa que a analógica que na maioria das vezes consiste em descobrir artefatos mecânicos

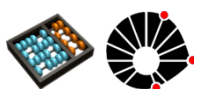
Autenticidade de Áudio Digital

- Podemos entender como um sinal digital editado, quando uma parte do sinal é excluída ou incluída, alterando desta forma o significado ou modificando o sentido da frase

Autenticidade de Áudio Digital

- Um esforço recente na autenticação de áudio digital é a análise de sinais residuais devido ao acoplamento da frequência da rede de energia elétrica para o sistema de gravação de áudio

Trabalhos Correlatos



Trabalhos correlatos

Avaliação de Autenticidade de Áudio Digital com Distâncias Espectrais e Mudança de Fase – ENF [Nicolalde & Apolinario 2009]

- Considerando que a mudança de fase é uniformemente distribuída, a técnica proposta possibilita ao analista forense indicar a ocorrência de traços que o áudio não é autêntico
- A probabilidade de detectar uma mudança de fase devido a uma falsificação de áudio digital seria de 90%
- Necessidade de manter uma base de dados de ENF para uso futuro
- O procedimento ENF nem sempre pode ser aplicável na prática, porque o campo magnético de acoplamento do sistema de energia pode ser mínima ou quando a bateria do equipamento é usado em uma área longe da energia da rede

Trabalhos correlatos

Electrical Network Frequency as a Tool for Audio Concealment Process [Chang & Huang 2010]

- O artigo descreve a utilização da ENF como uma ferramenta para a análise forense de áudio. Destaca as principais características como:
- Localizar onde foi realizada a gravação
- Definir a duração de tempo de registro auditivo
- Obter a data e hora da gravação
- Como restrição, existe a necessidade do dispositivo gravador estar conectado a rede elétrica, caso contrário, não haverá ENF nos dados registrados
- Necessidade de manter uma base de dados para consultas futuras

Conclusão



Conclusão

- Visão geral das práticas atuais da ciência forense de áudio
- Levar em consideração que as exigências peculiares do sistema judiciário criminal podem gerar algumas frustrações até que novas técnicas sejam avaliadas e aceitas
- Muitos padrões de conduta criados e em validade nos dias de hoje são baseados em acontecimentos históricos e ou de grande repercussão

Conclusão

- Necessidade da criação de um arquivo de dados oficial de ENF para possível uso futuro
- Como restrição, existe a necessidade do dispositivo gravador estar conectado a rede elétrica, caso contrário, não haverá ENF nos dados registrados
- O “efeito CSI” pode criar falsas expectativas com relação a realidade das praticas forenses atuais
- Facilidade de manipulação e falsificação de mídias digitais resultante da evolução tecnológica

Referências

Referências

- 1.[Bogert et al. 1963] **Bogert, B. P., Healy, M. J. R., Tukey, J. W.** (1963). *The Frequency Analysis of Time Series for Echoes: Cepstrum, Pseudo Autocovariance, Cross-Cepstrum and Saphe Cracking*. Proceedings of the Symposium on Time Series Analysis (M. Rosenblatt, Ed) Chapter 15, 209-243. New York: Wiley, 1963.
- 2.[Chang & Huang 2010] **Chang, F.C., HUang, H. C.** (2010). *Electrical Network Frequency as a Tool for Audio Concealment Process*. 2010 Sixth International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing. Taiwan, 2010.
- 3.[Kraetzer et al. 2007] **Kraetzer, C., Oermann, A., Dittmann, J., Lang, A.** (2007). *Digital audio forensics: a first practical evaluation on microphone and environment classification*. MM&Sec '07: Proceedings of the 9th workshop on Multimedia & security, Dallas, Texas, USA, 2007, pp. 63-74.
- 4.[Maher 2009] **Maher, R. C.**, (2009). *Audio forensic examination*. IEEE Signal Processing Magazine, vol. 26, no. 2, Mar. 2009, pp. 84-94.
- 5.[Nicolalde & Apolinario 2009] **Nicolalde, D.P., Apolinario, J.A.** (2009). *Evaluating digital audio authenticity with spectral distances and ENF phase change*. IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, 2009, Apr. 2009, pp. 1417-1420.
- 6.[Oermann et al. 2005] **Oermann, A., Lang, A., Dittmann, J.** (2005). *Verifier-tuple for audio-forensic to determine speaker environment*. In Proceedings of the ACM Multimedia and Security Workshop 2005, pages 57 – 62, New York, USA, 2005. ACM.

Obrigado!
