

# 撮っちゃダメ！-ディスプレイの違法な盗撮を未然に防ぐには- アナログホールを克服するセキュリティ技術の研究

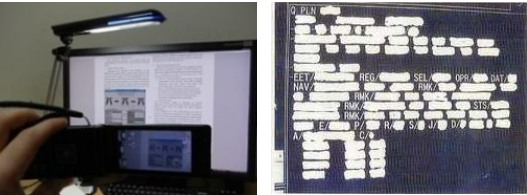
山田 隆行<sup>1</sup>, 合志 清一<sup>2</sup>, 越前 功<sup>1,3</sup>  
<sup>1</sup>総合研究大学院大学, <sup>2</sup>工学院大学, <sup>3</sup>国立情報学研究所

## 研究背景

### 盗撮による著作権の侵害や情報の漏えい

デジタルカメラの高画質化によるカジュアルコピーの問題が深刻化

- 医療機関職員によるCT検査者リスト画面の撮影, 撮影画像掲載(2008/3).
- 羽田管制官”極秘情報”米大統領機の飛行計画漏洩 守秘義務違反か(2011/9)



画像・映像の盗撮 → 著作権侵害  
個人情報の盗撮 → 個人情報漏えい  
機密情報の盗撮 → 機密情報漏えい

## 技術要件

| 項目           | スクリーン盗撮防止方式                  | ディスプレイ盗撮防止方式 (本研究)       |
|--------------|------------------------------|--------------------------|
| 主な保護対象       | 映画コンテンツ                      | 機密情報, 個人情報               |
| 主な用途         | 著作権保護                        | 情報漏えい防止                  |
| 防止手段         | 近赤外線ノイズによる録画映像の品質劣化          | 近赤外線ノイズによる撮影情報の可読性低下     |
| 適用形態         | 既存の映画用スクリーンに適用可能             | 既存のディスプレイに適用可能           |
| ノイズ付加 (空間特性) | 中央部にノイズ付加                    | 表示領域の全面にノイズ付加            |
| ノイズ付加 (時間特性) | Bartley効果に基づき近赤外線ノイズを10Hzで点滅 | 静止画撮影も防止するため近赤外線ノイズを連続点灯 |

## 研究目的

### ディスプレイの盗撮による情報漏えいや著作権侵害を直接的に防止する技術の確立

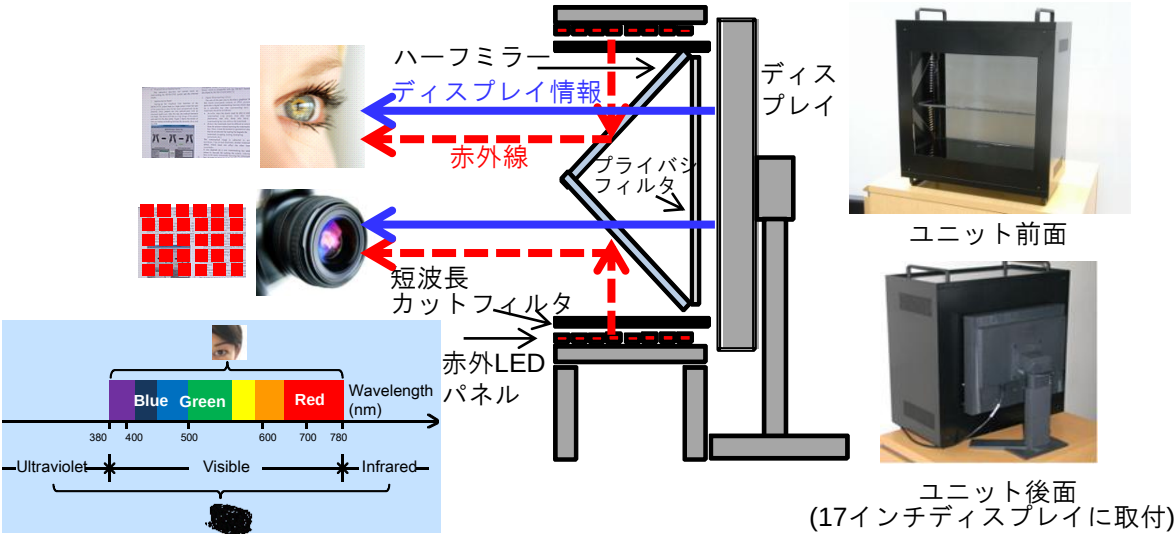
- 既存の撮影機器に新たな機能を付加しない
- ディスプレイの視聴は妨げずに撮影画像のみを不可読にする
- 既存のディスプレイに適用可能



[1] T. Yamada, S. Gohshi, and I. Echizen, "Preventing re-recording based on difference between sensory perceptions of humans and devices," Proc. of the 17th International Conference on Image Processing (ICIP 2010), pp. 993–996, 2010.

### スクリーン盗撮防止方式<sup>[1]</sup>を応用

## ディスプレイ盗撮防止ユニット



## 盗撮防止ユニットの評価

### 文字情報の可読性評価 (主観評価)

- 以下のケースについて文字情報の可読性を評価 (5種類の文書)
- 5名の評価者による評価尺度の評定の平均を評価値とする

#### ケースA: 評価者がディスプレイの文字情報を直接見た場合

ユーザーがディスプレイを視聴する場合を想定  
文字情報の可読性に影響を与えないことが望ましい

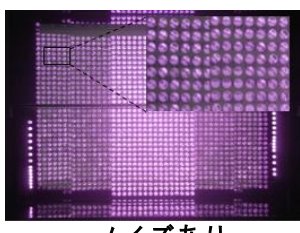
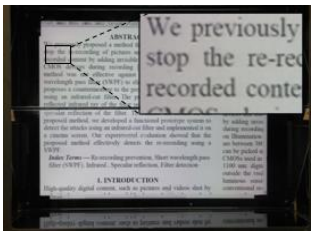
#### ケースB: 評価者がカメラで撮影された文字情報を見た場合

盗撮者がディスプレイを撮影する場合を想定  
文字情報が不可読であることが望ましい

| 評価尺度 | 評価内容          |
|------|---------------|
| 6    | 非常に読みやすい      |
| 5    | 読みやすい         |
| 4    | 苦勞せず読める       |
| 3    | 多少読みにくい読める    |
| 2    | やっと読める (判読限界) |
| 1    | 読めない          |

### ケースB: カメラで撮影された文字情報を見た場合

- ・ノイズなし: 全ての論文サンプルで評価値5(“読みやすい”)以上
- ➡ 撮影画像の文字情報は判読可能
- ・ノイズあり: 全ての論文サンプルで評価値1(“読めない”)
- ➡ 撮影した文字情報は読めない



評価値 (サンセリフ: 22pt)

|       | 文書1  | 文書2  | 文書3  | 文書4  | 文書5  | 文書6  |
|-------|------|------|------|------|------|------|
| ノイズなし | 5.40 | 5.18 | 5.06 | 5.40 | 5.20 | 5.16 |
| ノイズあり | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

### ケースA: ディスプレイの文字情報を直接見た場合

5人の評点はすべて6(“非常に読みやすい”)

➡ 盗撮防止ユニットは通常の視聴に影響を与えない

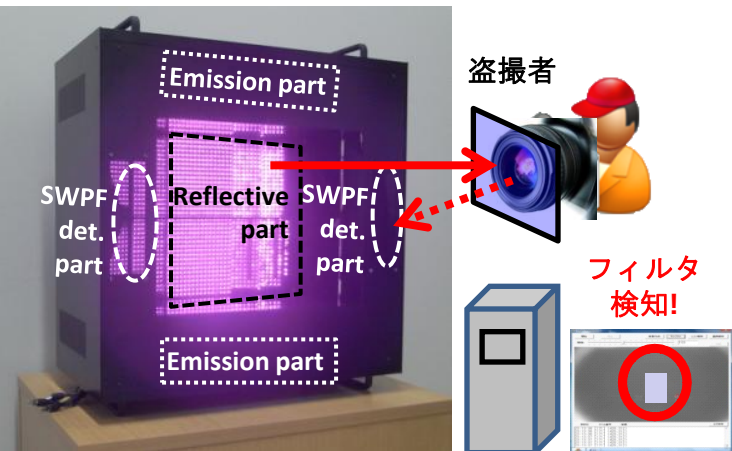
## 赤外線フィルタへの対策

### 課題: 赤外フィルタによるノイズ信号の除去

盗撮者が赤外線フィルタ(赤外線カットフィルタ, 赤外線吸収フィルタ)をカメラに付けることで, ノイズ信号を除去しながら盗撮を行う恐れがある

### 対策: フィルタの赤外鏡面反射特性を用いた赤外線フィルタ検知

盗撮防止ユニットに赤外カメラを組み込み, フィルタの赤外鏡面反射をリアルタイムで検知

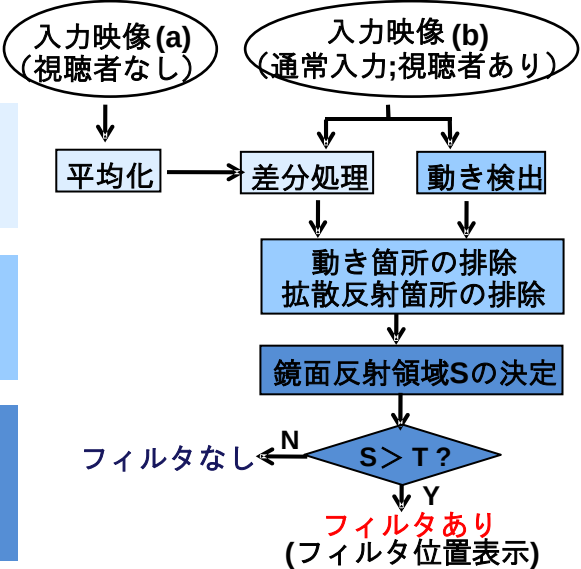


#### フィルタ検知アルゴリズム

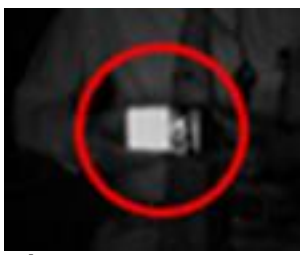
差分処理  
室内の反射物を検知対象から排除

動き検出処理  
動きを伴う反射物および拡散反射物を検知対象から排除

フィルタ判定処理  
鏡面反射領域が閾値T以上であれば当該領域をフィルタと判定



#### 評価結果





# "Don't film it!" -technology to prevent unauthorized copying of displays-

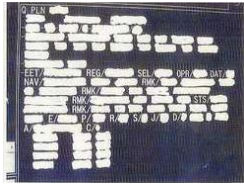
## Research on security technologies for overcoming analog-hole problem

Takayuki Yamada<sup>1</sup>, Seiichi Gohshi<sup>2</sup>, and Isao Echizen<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Graduate University for Advanced Studies, <sup>2</sup>Kogakuin University, <sup>3</sup>National Institute of Informatics

### Background (analog-hole problem)

The problem of copying displayed information is on the rise  
Casual copying with digital cameras is problematic



"Japan Investigates Online Posting of Obama Flight Plans," (NYT, Sep. 10, 2011)

Airport traffic controller photographed displays showing flight plans for Air Force One

<http://www.fnn-news.com/news/headlines/articles/CONN00207278.html>

**Unauthorized copying of displays**

➡ **Confidential/personal information is disclosed**

### Technical requirements

#### Preventing illegal recording of displayed content

|                                 |                                                             |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Target                          | Confidential and personal information                       |
| Primary use                     | Preventing information leaks and copyright violations       |
| Prevention measure              | Reduce readability of recorded images by using near-IR rays |
| Application target              | Existing displays                                           |
| Spatial property of added noise | Entire display area                                         |
| Time property of added noise    | Continuous in order to prevent capture of single images     |

➡ **Our prototype stand-alone implementation (iCabinet) satisfies the technical requirements**

### Purpose and means

#### Purpose:

Establish technology that prevents unauthorized copying of information shown on a display

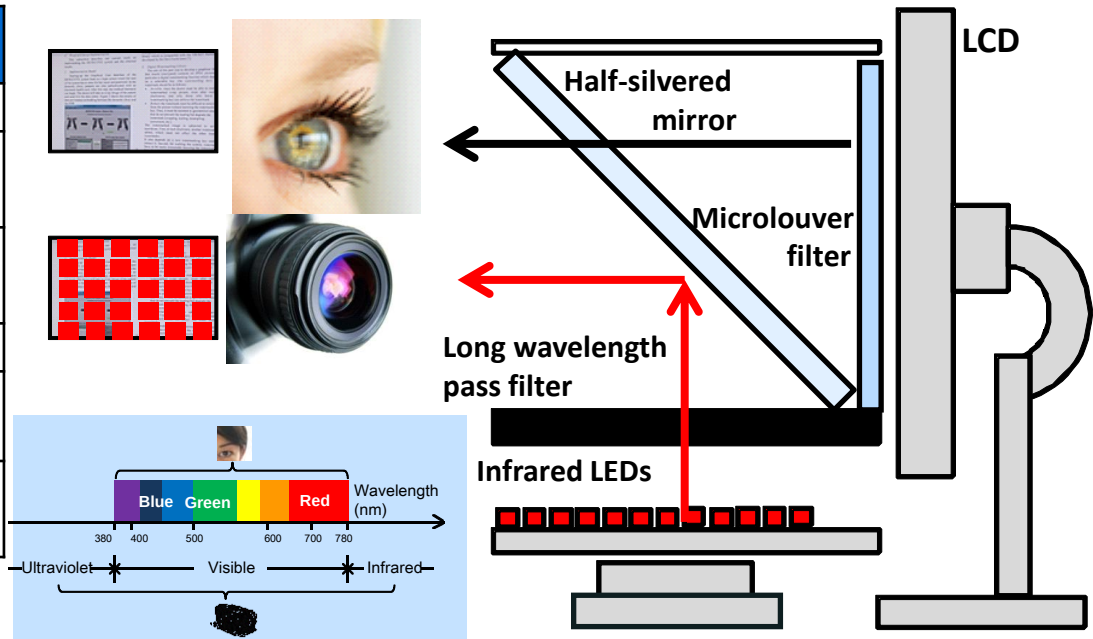


#### Means:

Apply a "Screen re-recording prevention system (ICIP2010) [1]"

[1] T. Yamada, S. Gohshi, and I. Echizen, "Preventing re-recording based on difference between sensory perceptions of humans and devices," Proc. of the 17th International Conference on Image Processing (ICIP 2010), pp. 993-996, 2010.

### Stand-alone implementation



### Readability evaluation experiment

#### Evaluation of text readability

- Subjective evaluation by five students in their 20s
- Five kinds of English documents (newspaper, glossy magazine, etc.)
- Displayed on 4.2-in. LCD at 0.2 m
- **Six-grade evaluation scale (right)** used
- Average of the grades was regarded as the evaluation value

| Grade | Evaluation Contents                 |
|-------|-------------------------------------|
| 6     | Very readable                       |
| 5     | Readable                            |
| 4     | Readable without difficulty         |
| 3     | A little difficult to read          |
| 2     | Barely readable (distinction limit) |
| 1     | Unreadable                          |

#### Case A: Evaluator looked at text information directly

Represents typical way that information is viewed  
➡ Readability of text should not be impaired

All samples graded as 6 ("Very readable")

➡ **Infrared noise did not affect readability**

#### Case B: Evaluator looked at recorded text information

Represents use of illegally recorded text image  
➡ Illegally recorded text image should be un-readable

#### Text readability evaluation results (Times New Roman, 12 pt)

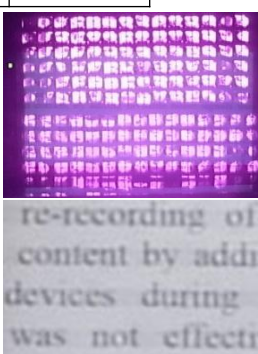
|               | Doc 1 | Doc 2 | Doc 3 | Doc 4 | Doc 5 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| With noise    | 1.25  | 1.45  | 1.52  | 1.05  | 1.25  |
| Without noise | 6.00  | 6.00  | 5.80  | 5.80  | 5.16  |

With noise: less than 2 ("Barely readable")

➡ **Recorded text cannot be distinguished (eval. value < distinction limit)**

Without noise: greater than 5 ("Readable")

➡ **Recorded text can be distinguished**

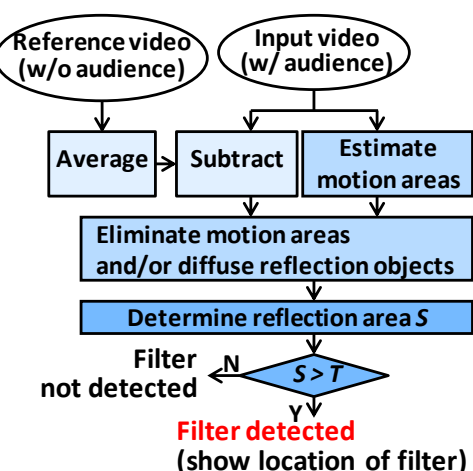


### Countermeasure against criminals that use infrared filters

Attaching infrared filters to some camcorders eliminates infrared noise

**Countermeasure:** detect infrared rays reflected from infrared filters  
Use of properties of **specular reflection** of filters

#### Filter detection algorithm



#### Subtraction process

Eliminate reflections off objects already in room

#### Motion detection process

Eliminate movement and/or diffuse reflection objects

#### Filtering process

Calculate total area of each reflection area and compare with threshold

#### Evaluation result

