

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 11 日現在

機関番号：62615

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2011

課題番号：22700114

研究課題名（和文） 人間とデバイスの感度の違いを利用した盗撮防止方式の研究

研究課題名（英文） Research on re-recording prevention based on difference between sensory perceptions of humans and devices

研究代表者

越前 功 (ECHIZEN ISAO)

国立情報学研究所・コンテンツ科学研究系・准教授

研究者番号：30462188

研究成果の概要（和文）：

本研究では、人間とデバイスの分光感度特性の違いに着目し、人の視覚には影響を与えずに撮影映像にノイズを重畳する光源を映画用スクリーンに組み込むことで、既存のデジタルビデオカメラに新たな機能を追加することなく映像の盗撮を無効化する方式を確立した。

研究成果の概要（英文）：

We developed a method for preventing re-recording of images and videos with digital camcorders. The proposed method is used to corrupt the content by adding invisible noise signals using CCD or CMOS devices during recording. In this way, recorded content will be unusable. Test results from our prototype system proves the validity of our method.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2011 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,300,000	690,000	2,990,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学・データベース

キーワード：著作権・コンテンツ保護、電子透かし、コンテンツ・アーカイブ

## 1. 研究開始当初の背景

映画館でスクリーンに表示された映画をデジタルカメラで違法に撮影する盗撮行為が問題になっている。盗撮された映像が海賊版として露店で販売される事案や映像配信サイトで公開される事案が発生しており、著作権者に甚大な被害を与えている。映像表示装置や撮影機器の機能向上により、盗撮映像の高品質化が進むことが懸念されており、効果的な対策を早急に講ずる必要がある。従来の映画盗撮対策として、法制度面では、国内では映画の盗撮の防止に関する法律が 2007 年

に制定され、技術面では、国内外で電子透かしを用いた盗撮抑止方式が提案されているが、いずれの対策も不正者による盗撮行為を心理的に抑止する効果はあるが、盗撮行為を直接的に防止することができなかった。

## 2. 研究の目的

既存の撮影機器に新たな機能を追加することなく、スクリーンに表示した映像の盗撮を防止するために、人間とデバイスの分光感度特性の違いを利用することで、人の視覚には影響を与えずに、撮影映像にノイズを重畳す

る方式を確立する。期間内の研究目的は以下の2つである。

#### [目的 1] 人間とデバイスの分光感度特性の違いを利用した映像盗撮防止方式の原理確立

人間の目と、デジタルビデオカメラの目である CCD/CMOS イメージセンサの分光感度特性の違いに着目し、人の視覚には影響を与えずにイメージセンサに反応する近赤外線をノイズ光源として映像表示側に組み込むことで、撮影映像の品質を劣化させる方式を検討する。表示する映像の内容に応じて、ノイズ光源の出力を適応的に制御する機構を適用することで、視覚的劣化を抑えながら撮影時の妨害効果を向上する機構を検討する。検討内容を試作し、多様な盗撮環境に対する撮影映像の妨害効果を評価する。

#### [目的 2] ノイズ信号の除去攻撃を検知する映像盗撮検知方式の原理確立

盗撮者が近赤外領域をカットする赤外線カットフィルタを撮影機器に装着することで、盗撮防止システムのノイズ光を除去しながら盗撮することが想定される。本研究では、赤外線カットフィルタによる近赤外線の反射特性に着目し、映像表示側でフィルタの反射赤外光を検知することで、当該攻撃をリアルタイムに検知する方式を検討する。検討内容を試作し、多様な盗撮環境におけるノイズ信号除去攻撃の検知性能を評価する。

研究代表者は、画像や映像などのデジタルコンテンツに微小な変更を加えることで著作権情報を重畳し、不正な複製を抑止する電子透かしの研究に取り組んできた。本研究は、撮影機器による不正な複製を防止するために、映像コンテンツに近赤外線を重畳して撮影映像の品質を劣化させるという応募者の知見を活かした独自のアプローチによって従来研究の問題解決を試みるものである。本研究の目的達成により、既存の撮影機器による画像・映像コンテンツの撮影を制御することが可能になり、従来研究では実現できなかったスクリーンやモニタに表示されたコンテンツのコピーコントロールを実現することが可能となる。

### 3. 研究の方法

本研究の[目的 1]では、撮影機器に新たな機能を追加することなく、スクリーンに表示した映像の盗撮を防止する方式を検討する。デジタルカメラのイメージセンサは、感度維持のため、可視域よりも広い波長（約 200nm～1100nm）に感度を有する。そこで、人間の目には見えないがイメージセンサに反応する近赤外線を映像表示側から照射することで、盗撮映像にノイズを重畳する方式を検討する。ノイズ光源として放射角や安全性の高さ

を考慮して近赤外線 LED を適用する。LED の分光感度特性はスペクトルに幅を持つため、ピーク波長が可視域に近い場合や、照射出力が高い場合には、カメラ撮影時のノイズ効果は強まるが、人間の目に近赤外線が知覚されやすくなる。逆にピーク波長が可視域から遠い場合や、照射出力が低い場合には、人間の目には知覚されないが、ノイズ効果は弱まる。上記を鑑み、応募者は本研究を実現するための課題である(1-1)人間とデバイスの感度特性の分析による最適なノイズ光源の選定、および(1-2)ノイズ光源の時間変化によるノイズ効果の向上に取り組む。

本研究の[目的 2]では、赤外線カットフィルタを撮影機器に装着することで、盗撮防止方式のノイズ信号を除去しながら盗撮する行為をリアルタイムに検知する方式を検討する。赤外線カットフィルタは赤外線を反射するため、映像表示側に赤外カメラを設置することで、フィルタの反射光を検知することが可能になる。フィルタ以外の反射物による誤検知を防ぐために、室内の近赤外線の反射特性を予め測定しておき、検知処理の際に当該測定データとの差分を取ることで、フィルタ以外の反射光の影響を少なくする。また、フィルタを傾けて装着することで反射光が映像表示側に反射しないようにする攻撃に対しては、複数の検知カメラの連携により当該攻撃を検知する方式を検討する。すなわち、応募者は本研究を実現するための課題である(2-1)フィルタ反射光のリアルタイム検知方式の検討および(2-2)検知カメラの連携による高度なノイズ除去攻撃に対するリアルタイム検知方式の検討に取り組む。

### 4. 研究成果

平成 22 年度は、研究目的の頁で述べた目的のうち、[目的 1] 人間とデバイスの分光感度特性の違いを利用した映像盗撮防止方式の検討を行った。盗撮方式の検討にあたっては、ノイズ光の視覚的劣化を抑えながら撮影時の妨害効果を向上することが重要であるため、本研究の課題として下記の課題に取り組んだ。

#### (1-1) 人間とデバイスの感度特性の分析による最適なノイズ光源の選定

ノイズ光源として用いる赤外線 LED の分光感度特性はスペクトルに幅を持つため、ピーク波長が可視域に近すぎると人間の目に赤色として知覚される。逆にピーク波長が可視域から離れすぎるとカメラ撮影時のノイズ効果が弱まる。そこで主観評価と撮影画像の分析により、最適なノイズ光源（ピーク波長 870nm の近赤外線 LED とカットオン波長 870nm の短波長カットフィルタ）を選定した（図 1）。

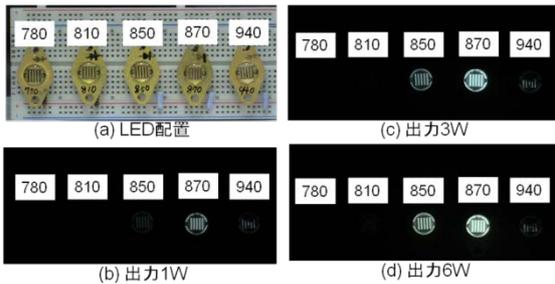


図 1: 短波長カットフィルタ(カットオン波長 870nm) 装着したときの 5 種類の赤外線 LED (ピーク波長 780, 810, 850, 870, 940nm) の波長とノイズ効果の関係

### (1-2) ノイズ光源の時間変化によるノイズ効果の向上

(1-1) で選定したノイズ光源 (近赤外線 LED) の時間変化によるノイズ効果の向上を検討した。可視光源が点滅する場合には、Bartley 効果により、点滅周波数が 10Hz 前後の場合に人間の視覚は最も強い感覚を生じるため、近赤外光源を撮影した映像においても当該効果が成立するか主観評価実験 (ITU-R 二重刺激法) により検証した。

平成 23 年度は、上記の [目的 2] ノイズ信号の除去攻撃を検知する映像盗撮検知方式の検討を行った。平成 22 年度に検討した人間とデバイスの分光感度特性の違いを利用した映像盗撮防止方式では、赤外線カットフィルタを撮影機器に装着することで盗撮防止システムのノイズ信号を除去する攻撃が想定されるため、本研究の課題として下記の課題に取り組んだ。

#### (2-1) フィルタ反射光のリアルタイム検知方式の検討

赤外線カットフィルタはその性質上、近赤外線を反射するため、映画用スクリーンの背面にフィルタの反射赤外光を検知する赤外カメラを設置し、ノイズ信号の除去攻撃をリアルタイムに検知する方式を検討した (図 2)。

#### (2-2) 検知カメラの連携による高度なノイズ除去攻撃に対するリアルタイム検知方式の検討

赤外カットフィルタの検知精度を高めるために、スクリーン背面に複数の赤外カメラを設置し、(2-1) で検討した盗撮検知方式をベースに、各カメラにより取得した個々の赤外映像をそれぞれの調整パラメータに応じてノイズ光の除去処理を行った上で、処理後の映像とカメラ位置情報から当該攻撃の有無をリアルタイムに判定するアルゴリズムを検討した。

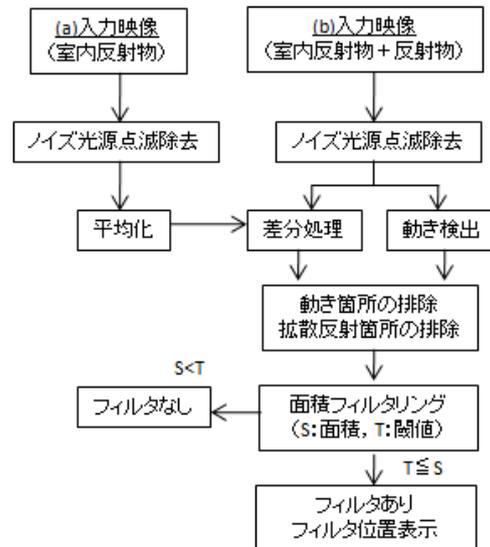


図 2: フィルタ検知アルゴリズム

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 6 件)

- ① 山田隆行, 合志清一, 越前 功, “人間とデバイスの感度差を利用した映像の盗撮防止方式”, 情報処理学会論文誌, 査読有, Vol.52, No.2, pp.877-889 (2011)
- ② I. Echizen, T. Yamada, and S. Gohshi, "IR Hiding: Method for Preventing Illegal Recording of Videos Based on Differences in Sensory Perception between Humans and Devices," Transactions on Data Hiding and Multimedia Security, 査読有, vol. 7, pp. 34-51, Springer (2012)
- ③ 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), 査読有, pp.993-996 (2010)
- ④ T. Yamada, S. Gohshi, and I. Echizen, "IR Hiding: A Method to Prevent Video Re-shooting by Exploiting Differences between Human Perceptions and Recording Device Characteristics," Proc. of the 9th International Workshop on Digital Watermarking (IWDW 2010), 査読有, LNCS 6526, pp.280-292, Springer (2010)
- ⑤ T. Yamada, S. Gohshi, and I. Echizen, "Countermeasure of re-recording prevention against attack with short wavelength pass filter," Proc. of the

2011 IEEE 18th International Conference on Image Processing (ICIP2011), 査読有, pp. 2753-2756 (2011)

- ⑥ T. Yamada, S. Gohshi, and I. Echizen, “IR Hiding: Method to Prevent Re-recording Screen Image Built in Short Wavelength Pass Filter Detection Method using Specular Reflection,” Proc. of the 10th International Workshop on Digital Watermarking (IWDW 2011), 査読有, LNCS 7128, 14 pages, Springer (2011)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

越前 功 (ECHIZEN ISAO)

国立情報学研究所・コンテンツ科学研究系・准教授

研究者番号：30462188

### (2) 研究分担者

該当なし

### (3) 連携研究者

該当なし