

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	テレビ映像を画面外へ拡張するシステム -Augmented TV-
Title(English)	
著者(和文)	川喜田裕之
Author(English)	Hiroyuki Kawakita
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10234号, 授与年月日:2016年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:佐藤 誠,長橋 宏,小池 康晴,山口 雅浩,長谷川 晶一
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10234号, Conferred date:2016/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

# 論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	物理情報システム	専攻	申請学位（専攻分野）： 博士 Academic Degree Requested	（ 工学 ） Doctor of
学生氏名： Student's Name	川喜田 裕之		指導教員（主）： Academic Advisor(main)	佐藤 誠
			指導教員（副）： Academic Advisor(sub)	

## 要旨（和文 2000 字程度）

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters )

テレビ放送が始まって約 60 年の間、放送技術はカラー化、高精細化、ワイド（アスペクト比 16:9）化、2 眼式の立体テレビ化と進歩してきた。これらの進歩の主な目的は、あたかも視聴者の目の前にカメラでとらえた空間が広がっているかのような感覚としての臨場感の向上である。本研究では、一歩進めて、テレビ画面内の世界があたかも画面手前の現実世界と繋がっているかのように見せることをゴールとする表現技術“Augmented TV”の開発を目指す。画面からキャラクターなどが飛び出してくるといった演出の実現を目標とし、キャラクターの実在感を提供するが目的である。

テレビ画面の手前における物体表現を可能にするために、テレビの映像に対して AR (Augmented Reality) 技術を適用するシステムを考える。視聴者は、スマートフォンやタブレットといった携帯端末に内蔵されたカメラで撮影しながらテレビを見ると、カメラ映像に対して 3DCG アニメーションをタイミングよく重ね合わされることで、あたかもキャラクターなどが画面から飛び出してくるような演出を実現する。システムの適用先として放送サービスを想定し、従来のテレビ番組に相当する映像をメインコンテンツと呼び、重ね合わせる 3DCG アニメーションをサブコンテンツと呼ぶことにする。サブコンテンツは、事前に携帯端末に提供されているものとする。

キャラクターがスムーズにテレビ画面を出入りするためには、携帯端末においてカメラ画像と 3DCG のそれぞれの表示の同期がとれていること（同期方式）と、携帯端末が常にテレビ画面の位置と姿勢を推定すること（位置姿勢推定方式）が重要である。本研究では、この二つの方式をコア技術として、市販のテレビとタブレットを用いた技術開発を行った。

技術の汎用性などを考慮し、次のようなシステム要件を設定した。システムは市販品のテレビと携帯端末のみから構成されること、計算資源の乏しいデバイスでもリアルタイムに処理ができるように処理負荷が小さいこと、およびテレビと携帯端末の間で通信しないことである。

同期方式では、まず想定する演出においてどの程度の同期誤差が許容されるのかを主観評価実験により求めた。その結果、60fps の試験動画で 2 フレーム（約 0.03 秒）程度が許容限であることが分かった。この許容限を同期方式の要求条件として設定する。

同期方式として一般的にはデバイス間の時計を合わせる方法が考えられるが、テレビと携帯端末の間で時計を合わせても携帯端末のカメラで撮影してから表示するまでに 0.1 秒間程度の遅延が発生することなどから、一般的な方法は用いることができない。

そこで、携帯端末の画面上において、カメラでとらえたメインコンテンツとサブコンテンツが高精度に同期する方式を提案する。提案方式では、テレビ画面にメインコンテンツの時刻情報を図形化して表示し、これを携帯端末で撮影する。一方、サブコンテンツの時刻情報も図形化して画面上に表示し、これらの図形を携帯端末画面上で比較してこのズレをもとにサブコンテンツの時刻を補正する方式である。市販のテレビとタブレットを用いた実装評価により、おおよそ 0.03 秒以下の同期誤差となることを確認し、提案方式の有効性を示した。

位置姿勢推定方式では、一般に AR で用いられるような正方形のマーカーをテレビ画面の四隅に配置し、これを携帯端末のカメラでとらえることで推定する方式が考えられる。この方式を実装したデモを行ったところ、コンテンツ制作者から「マーカーのデザインがメインコンテンツとなじみにくい」という意見を多数いただいた。

そこで、メインコンテンツの周囲にシンプルな白黒の枠を表示し、これを画像処理によりとらえる方式とした。デザインのシンプル化に伴う誤検出を防ぐために、携帯端末内蔵のジャイロセンサーを用いて常にテレビの位置をおおまかに推定し、画像処理の範囲を限定する。一方で、ジャイロセンサーによる推定方式により、カメラがテレビ画面をとらえていない時でもテレビの位置を推定することができ、正方形マーカーのみを用いた場合に比べてテレビ画面に対するサブコンテンツの演出位置の自由度が大きく向上した。市販のテレビとタブレットを用いた実装評価により、枠を認識するための画像処理の時間は約 0.002 秒以下と分かり、1 フレームの表示時間 0.03 秒（30fps）に比べて十分小さい値であるため、提案方式の有効性を示した。また、試作コンテンツによりダイオウイカが飛び出すデモを行い、多くの体験者からキャラクターの実在感への驚きの声が得られた。

以上より、開発した同期方式と位置姿勢推定方式を用いることで、Augmented TV の実用的なシステムを構築することができる。さらに本論文では、演出の多様性の向上を目的としたサブコンテンツの 3DCG の配置方法に関する考察、表現力等の向上を目的とした携帯端末などのデバイスの課題整理、実サービスを想定したシステム設計、および Augmented TV のアプリケーション案などの展望について述べる。

(博士課程)  
Doctoral Program

## 論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	物理情報システム	専攻	申請学位(専攻分野)： 博士 Academic Degree Requested Doctor of	(工学)
学生氏名： Student's Name	川喜田 裕之		指導教員(主)： Academic Advisor(main)	佐藤 誠
			指導教員(副)： Academic Advisor(sub)	

### 要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

This paper describes a development of a system giving the appearance as if the world in a TV screen which is connected to the real world in front of the screen. The goal is the realization of representation, such as TV character pops out smoothly from the screen.

I propose a system where the AR (Augmented Reality) technology is applied to TV video. In the system, the viewer watching the TV with capturing the screen with a built-in camera in a mobile device, such as smart phone or tablet, a 3DCG animation is overlaid timely on the camera image in the device to represent the outside of the screen.

I have developed two methods for the system, which are a synchronization method in which the camera images and 3DCG are synchronized on the mobile device screen and an estimation method in which the position and orientation of the television screen are estimated in the mobile device.

In the synchronization method, the time information of the TV image is displayed as the moving figure on the TV screen, and it is captured with a built-in camera. On the other hand, time information of the 3DCG animation is also displayed as the moving figure on the mobile device screen. By capturing and comparing these figures on the mobile device screen, the time of the 3DCG animation is corrected on the basis of the deviation. In the estimation method, a simple black-and-white frame around the TV image is displayed and captured by image processing with a built-in camera. To prevent erroneous detection due to the simplicity of design, the position of the TV screen roughly estimated using a built-in gyro sensor, the range of the image processing is limited.

I performed the implementation evaluation using a commercial TV and tablet, and confirmed that the synchronization is frame-accurate (synchronization error is less than 0.03 seconds). The result showed the effectiveness of the proposed method.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note: Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).