

カラービットを AR マーカーとした「スマートフォンを HMD に利用した機器情報リアルタイム提示基盤」の研究

江夏吉彦[†] 横須賀京介[†] 貝瀬峻[†] 宇佐美真[†] 関家一雄[†] 一色正男[†]

概要: HEMS センターにある家電の機器情報を見学者に AR 風に分かり易くリアルタイム提示するため、スマートフォンを用いる箱形スコープをもとに片目用 HMD を制作し、カラービットを AR マーカーにしてサーバー情報にアクセスするシステムを制作した。この「機器情報リアルタイム提示基盤」の有用性と可能性を評価したので報告する。

キーワード: 拡張現実, スマートフォン, HMD, カラービット

Study on Real-Time Presentation System of Appliance Information to Smartphone-Based HMDs by Utilizing 'colorbit' as AR-Markers

YOSHIHIKO ENATSU[†] KYOUSUKE YOKOSUKA[†] RYO KAISE[†]
MAKOTO USAMI[†] KAZUO SEKIYA[†] MASAO ISSHIKI[†]

Abstract: In order to show the detailed information on home appliances to the visitors to the HEMS Center in a quick and easy way, we have built an Augmented Reality system using a smartphone. Utilizing 'colorbit' as AR-markers, the smartphone automatically recognizes the pasted markers and shows the related information on the screen. Our original AR-scope overlays the screen information to the visitor's real field of view. Then the visitors can easily get the detailed descriptions of what he/she is seeing and also can experience the future information life. This paper reports this 'Real-Time Presentation System of Appliance Information' and the evaluation of its effectivity.

Keywords: Augmented Reality, Smartphone, HMD, colorbit

1. はじめに

神奈川工科大学の HEMS 認証支援センター[1]に展示している家電や電気機器の情報を、スマートフォンを使用した Augmented Reality(AR)で、センター設備の利用ユーザーが簡単に閲覧できるようにする。また神奈川工科大学のホームエレクトロニクス開発学科の展示室である IoT スペースや HEMS 認証支援センターの見学者の方にも、同様に AR を活かして、家電の通信の仕組みを可視化して見ていただき、未来体験をしていただく。

普段に近い状態で違和感の少ない形にて情報を提示するために、対象物を見るだけで家電や機器の情報が機器付近に見えるようにする。そのような AR を実現する廉価なオリジナルスコープを、スマートフォンを用いて実現した。また展示してある多数の展示機器に AR マーカーとして「カラービット」を貼っておき、利用者が作業しながら、あるいは見学者が気の向くまま見た機器について、吹き出し、または全画面を用いて関連情報を読むことができるようなシステムを作成した。

本システムは「リアルタイム提示基盤」として今後運用する予定である。廉価に実現できる汎用の解説表示技術と

してそのシステムと初期評価を報告する。

2. 背景と目的

HEMS 認証支援センターには HEMS(Home Energy Management System)通信を搭載した市販の家電製品が多数実動展示されており、企業ユーザーの方々に自社開発機器との相互接続性テストの場として使用していただいている。またこれから HEMS 市場に参入しようという企業の方々も、HEMS の勉強のためと、どのような機器が使えるかの下調べのために、見学に訪れる。

相互接続性テストでセンターを利用に訪れるユーザーにとっては、機器の通信に関わる詳細な情報が必要なのだが、それは製品型番やカタログ・データを見ただけでは分からない。センターでは全ての展示機器について、工場出荷状態から HEMS 通信を可能とするための手続き、通信規格のバージョン情報、オプションとなっている制御機能の何を搭載しているか、他社製品と異なる動作等について詳細なデータベースを作成しており、ユーザーのテストの際に提供している。しかし、同じようなエアコンが 6 社 6 機種並んでいる状況では、どれが何なのか探しくく、またどれが何の IP アドレスなのか分からず操作に戸惑うことがしばしば発生する。

[†] 神奈川工科大学
[†] Kanagawa Institute of Technology

また見学においても、下調べに来ている企業にとっては、ガイドの説明以外に、自分が興味を持っている家電機器の型番や通信アダプタの型番、通信手段の種別、可能な機能等を知って帰りたいという希望が強い。

ホームエレクトロニクス開発学科の展示室である IoT スペースには、一般の見学者やこれから神奈川工科大学を目指そうとする高校生などが訪れるのだが、Internet of Things(IoT) としてどんな仕組みが働いているのか、視覚表現による説明のある方が分かりやすい。また、AR そのものも IoT の実現した未来における体験として楽しいだろう。



図 1 オリジナルなスコープを装着してエアコンを見た際 (右側)、ユーザーの見えるイメージ (左上)

このような背景を元に、ユーザーや見学者が展示機器を見たときにそこに解説情報がオーバーラップして見える AR システムを導入することを考えた。

テスト利用のユーザーに対しては、試験対象機器の方向を見るだけで試験に必要な情報が吹き出しのように現れ、企業見学者に対しては、型番や通信手段の情報がやはり吹き出しのように現れ、IoT スペースの見学者に対しては通信を可視化して字面だけにたよらない分かりやすい説明が表示される。

その際必要な条件は、実物を違和感なく実視できること、特にテスト利用のユーザーについては自分の PC 等に目を移した際邪魔にならないこと、また物があれこれ置いてある HEMS 認証支援センターや IoT スペース内を自由に歩き回れること、である。

以上のような使用方法を実現する AR システムの構築を目指した。

3. 既存のシステムの課題

メガネ型の AR 用 Head-Mounted Display (HMD) [2]の場合、片目視野の一部を専用の表示領域が占有する構成に

なっており、表示画面が現実視野に比べて小さすぎるため提示できる情報が少ない。また提示位置が固定されているため、対象物周辺に吹き出しのように表示することもできない。

Virtual Reality (VR) 用に開発された HMD では、システムが大がかりであり、HMD 自体も安価ではないため見学者用に多数揃えることが難しい。完全に視界を塞ぐ HMD では両目が覆われる作りになっており、仮想画面を前方視野に大きく取れるようになってはいるが、周辺視野は遮断され距離感が掴めず実空間を把握することが出来ないため、動き回ることに恐怖を覚え身動きが取れないうえに、危険も伴う。このタイプの HMD には、表示装置としてスマートフォンを用いた廉価なシステム (製品名「ハコスコ」[3]) も販売されているが、その場合スマートフォンの一眼カメラで撮影した映像を両眼で見るため、立体視のためには、映像をリアルタイムで加工して視差を作り出さねばならない。

これらの課題から、既存のものでは私たちの目的に合うシステムを作れないと判断し、スコープから自作することにした。

4. 試作

4.1 片目型 AR スコープの構成

図 2 に示しているものは私達が自作した片目型 AR スコープである。白い筒抜けの箱部分をバンドで頭に装着する。箱部分の大きさは高さ 6cm、横幅 15cm である。右目は対象物を実視するため遮蔽物がない。左目の前には AR プログラムの入ったディスプレイとなるスマートフォンを設置する。その画面が目付近にあるため、ピントを合わせることができるようレンズを設置して、そのレンズを通して画面を左目で見ることが出来るようにした。スマートフォンはねじで位置及び角度を調整できるようにしてある。レンズとしては市販の 2.5 倍程度の虫眼鏡を用いた。スマートフォンには Android 端末の Nexus5 を使用した。



図 2 オリジナルな片目型 AR スコープ

4.2 AR 画面の虚像位置とサイズを実視対象物に合わせる

以下の公式をもとにオリジナルな片目型スコープを自作した。スマートフォンの置く位置 (a) をレンズ焦点距離 (f) に近づけると虚像までの距離 (d) が大きくなり、倍率も上がる。

レンズから虚像までの距離 (d) は次の式で与えられる。

$$d = \frac{af}{f-a}$$

虚像のサイズ (h') は次の式で与えられる。

$$h' = \frac{hf}{f-a}$$

レンズから虚像までの距離が定められている場合、スマートフォンを設置すべきレンズからの距離 (a) は次の式となる。

$$a = \frac{df}{f+d}$$

d を直視で見やすい距離の 1m として考える。

市販の箱型スコープはレンズの焦点距離(f)が 4cm だった。公式に当てはめると a=3.85cm で a から f までが 1.5mm となり、ほとんど余裕がない。図 3 の斜めの線で示したように目が中心線から少し離れた角度で画面を見ると、画面までの距離 a が大きくなるため、余裕がないと虚像までの距離 (d) とサイズ (h') が急激に変化して非常に見にくい。

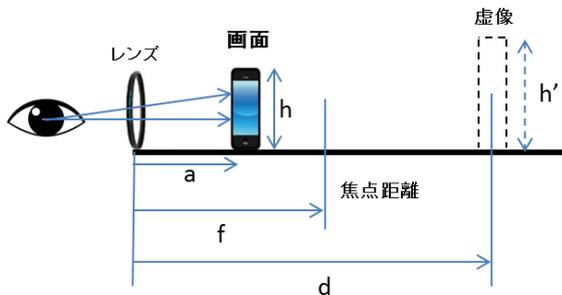


図 3 虚像位置とサイズ

我々のスコープは AR の視野も大きくとり、右目の実視野とスムーズに重なるようにするため、レンズの焦点距離を 10cm とやや長めのものにした。実視で見る距離 (d) を 1m とすると、スマートフォンの位置 (a) は 9.1cm となり焦点距離 (f) までの余裕は 0.9cm ある。横置きしたスマートフォンの画面高さは約 6cm なので中心線から上下 3cm を斜め視しても a は 9.6cm に延びて虚像位置は 2.4m に延びるだけであり、中心位置とさほど違いなく見ることができる。また水平方向に関しては、スマートフォンを後述の図に見られるように斜め設置すれば a の変化を小さくできる。

図 4, 図 5 にあるようにスマートフォンの画面位置 (a)

と角度を変更できるようにしてあり、自分が見たい対象物との距離に応じて虚像位置を同じにするようユーザーが調整できる。

虚像位置が定まると虚像サイズも一意に定まるが、スマートフォンの画面の拡大縮小機能を用いれば、実視の対象物と虚像のサイズをほぼ同じにすることが出来るので、ユーザーは違和感なく左右眼で立体視できるようになる。

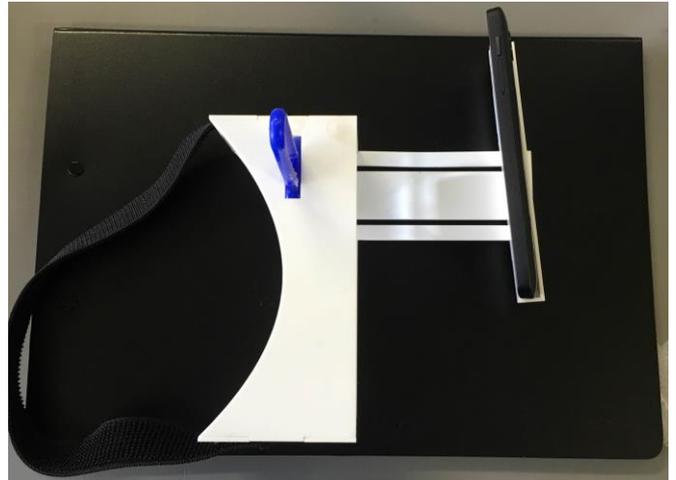


図 4 スマートフォンの画面位置 (a) を遠ざけたとき

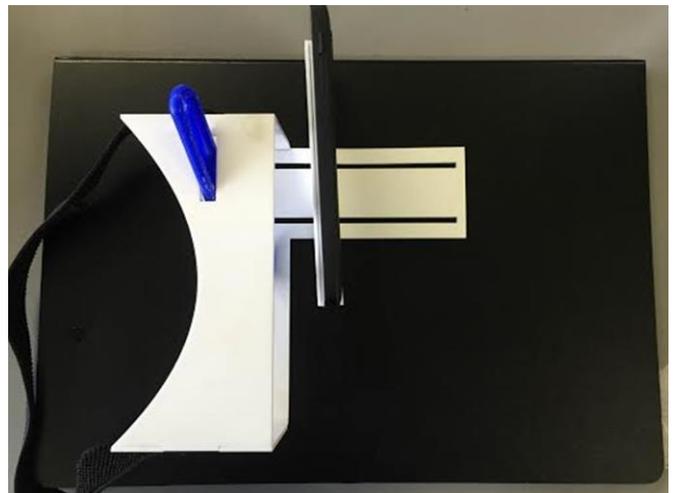


図 5 スマートフォンの画面位置 (a) を近づけたとき

4.3 AR マーカーとして使用したカラービット

今回は AR マーカーとして「カラービット」を使用した [4]。その特長を以下に記す。

- 1) マーカーとして 3 次元物体に貼りやすい。形状に制限がないので、図 6 に示すように曲げたり、イラスト中に入れても認識出来る。
- 2) AR マーカー認識に専用機器が不要である。スマートフォンのカメラでカラービットの読み取りができる。
- 3) カラービット認識プログラムがスマートフォン上で動き、リアルタイムでカメラ映像に AR 情報を合成してマー

トフォンの画面に表示できる。また複数のカラービットマー
ーカーを同時認識できるので、複数の対象機器に対して吹
き出しを AR 合成することもできる。

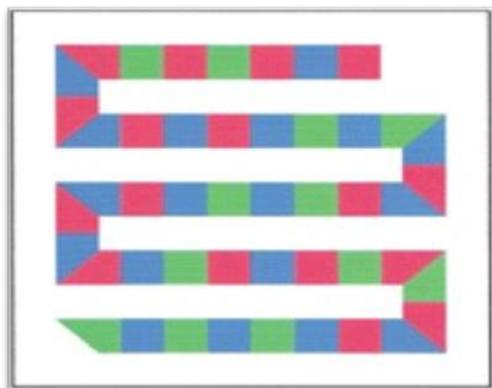


図 6 カラービットマーカ一例

4.4 AR マーカーに応じて表示する仕組み

家電機器の情報を提示するシステムを図 7 に示す。

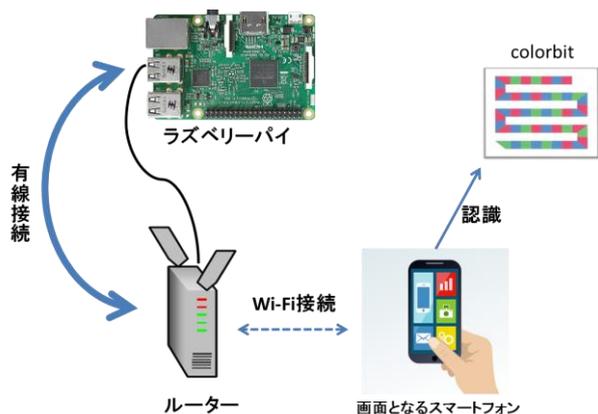


図 7 全体システム

ラズベリーパイ [5] を家電の情報を蓄積したデータベ
ースとし、web サーバーとしてアクセスできるようにした。
前節で説明しているオリジナルスコープに取り付けたスマ
ートフォンは、Wi-Fi および LAN でデータベースにアクセ
スした。

スマートフォンのカメラの視野に AR マーカーであるカラ
ービットが入ると、認識プログラムがリアルタイムでその
カラービットの索引番号と位置を検出する。その索引番号
をもとにデータベースから対象物の情報を取り出し、画面
上で検出された位置の近くに情報を吹き出しとして合成表
示する。

両眼で見た場合には対象物や風景は立体視されていて、
その中に AR 情報が重なって見える。意識を左目に移せば
吹き出しの情報を仔細に読むことができ、意識を右目に移
せば実物をはっきり見ることができる。

5. 評価

試作したオリジナルスコープを装着し、HEMS 認証支援
センター内で使用感の評価をした。装着時の様子を図 8～
図 10 に示す。

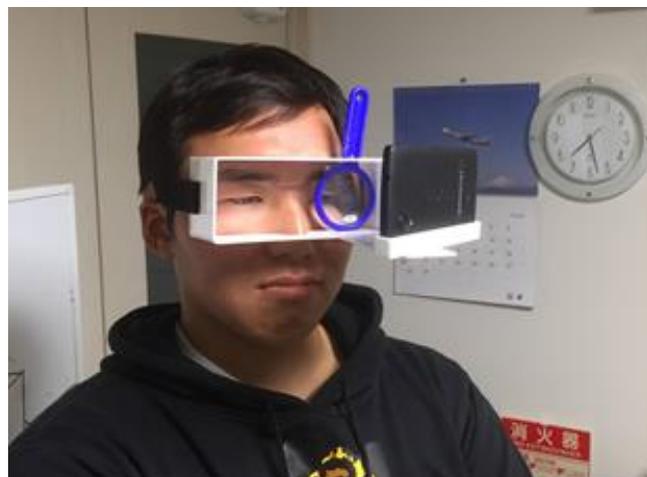


図 8 自作したオリジナルスコープの装着時

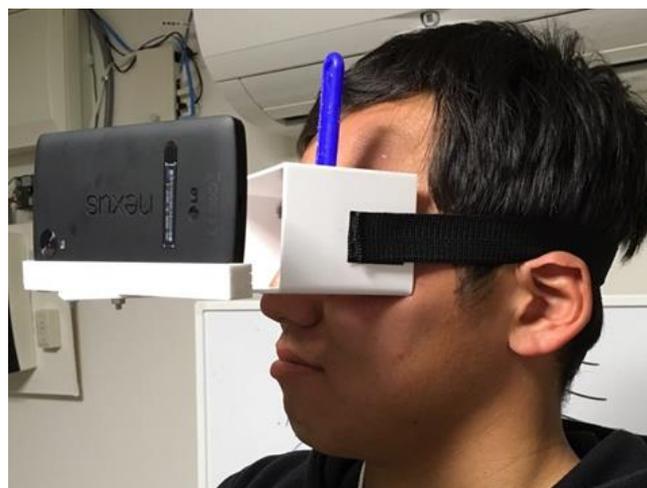


図 9 左側から見た装着時

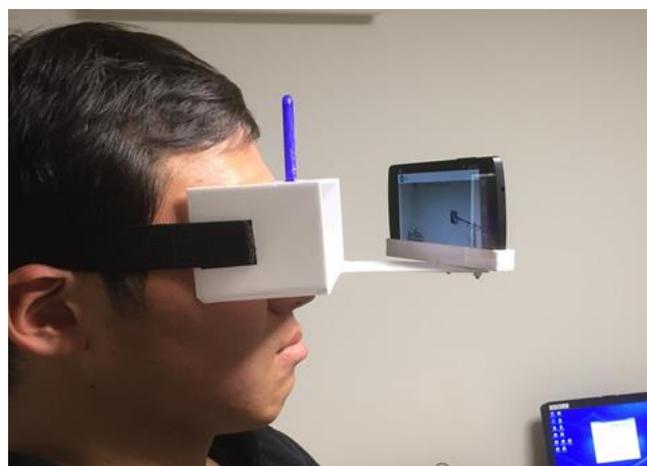


図 10 右側から見た装着時

VR スコープに比べて視野が広いので、危険を感じることなく歩き回ることができた。スマートフォンに表示される映像が、実視と上下左右あるいはサイズで多少ずれていても、問題なく統合して立体視できることが分かった。VR では視線方向や姿勢情報をもとにして画像生成をするために若干のタイムラグが発生するが、私たちのスコープではカメラ情報をそのまま表示しているためタイムラグが少なく、違和感が少なかった。



図 11 画面の表示状態

スマートフォンの画面が左目視野のほとんどを占めるため、メガネ型 AR スコープに比べてたくさんの情報を提示したり、あるいは任意の複数の位置に複数の対象機器の情報を表示できることを確認した。

今回の試作スコープには圧力を分散するクッション等を入れていなかったため、スマートフォンの重みが顔面との接触部の一点に集中し、長時間着用すると痛みを感じることも判明した。

スコープ自体はプラスチックの切り貼りで作成したものであり、レンズは市販の虫眼鏡を使用し、スマートフォンはユーザーのものを使用すればよいので非常に廉価なシステムを作ることができた。

6. 考察

試作にはカラービットを用いたが、QR コードのようなマーカーでも、リアルタイム認識プログラムがあれば同等のことが出来るはずである。

試作で用いたスマートフォンでは違和感なく対象物を立体視することができたが、カメラのピント合わせが遅いスマートフォンを用いた場合には、ピントが合うまでの間立体視ができなかったり、AR マーカーの認識が遅れることが判明している。またスマートフォンの性能によっては、大きな動きをするとタイムラグが発生して違和感を感じる場合がある。これらはスマートフォンの性能に依存してい

るので、性能の高いスマートフォンが普及すれば解決するものと考えられる。

試作ではスコープの装着部分の右目の周辺視野を制限してしまっていたが、スマートフォンの重さを支えられる構造であれば箱形にする必要はない。構造を工夫すれば片目だけに装着することもできると考えられる。

試作では左目、右目の役割を固定したものを作成したので利き目の問題は評価しなかった。左右入れ替えて使えるスコープにした方がよいかどうかは今後の課題である。

7. まとめ

スマートフォンを HMD の表示画面に用いた AR で、ユーザーが見ているものに関する情報をリアルタイムに提示するシステムを構築した。

私たち独自の方式である片目型スコープを開発したことにより、実物を直視しながら AR 情報を重ね合わせて表示できるようになった。

今回の目的であった神奈川工科大学の HEMS 認証支援センターや IoT スペースの展示において多数の見学者に供用できるだけでなく、博物館等、一般的な展示施設や膨大なマニュアルを必要とする作業現場においても使用可能な、廉価な提示基盤ができたのではないかと考える。

参考文献

- [1] HEMS 認証支援センター
<http://sh-senter.org/>
- [2] recon jet
<http://www.mikimoto-japan.com/recon/product/jet/>
- [3] ハコスコ
<http://hacosco.com/product/>
- [4] カラービット
<http://www.colorbit.jp>
- [5] ラズベリーパイ
<https://www.raspberrypi.org/>