

GhostBanner:空間内に情報を添付する光タグシステムの研究

光藤雄一^{†1}

従来のタグシステムは、印刷されたシンボルや小型回路を対象物に添付することで情報を張り付けていた。この方法では、物理的なタグを対象物に張り付けているため、対象物も固体である必要がある。しかしこの方法では、タグを添付できないものも存在する。本研究では、光通信の技術を利用し、タグから離れた位置に仮想的な「タグ」を発生させる手法を提案する。

この手法を用いると、例えば絵画の縁に送信器を添付すると、絵画の中にタグがあるかのように動作させることができる。また、そのほか空間内の任意の位置にタグを発生させ、案内システムとして使用することもできる。本研究ではこのシステムの構成について説明する。

GhostBanner: Information Attaching/Reading Out Method from 3D Space

YUICHI MITSUDO^{†1}

Usual tag system using printed symbol or small size circuits to attach the information to a object. This method requires the target object to be a solid material. In this research, we present the method to generate virtual tag, which includes the information, in the 3D space, by using optical communication system. By using this system, we generate a virtual tag in the picture, although its tags are placed in the edge of picture. In another example, virtual tag is generated in 3D space, for using user's guide. In this paper, we introduce the method to realize those feature.

^{†1} 北九州市立大学 基盤教育センター

The University of Kitakyusyu Center for Fundamental Research

1. はじめに

実世界にデジタル化された情報を添付する技術は、実世界で行動するユーザに対する情報提供のためにしばしば使用される技術であり、タグシステムと呼ばれる。現在普及している技術はシンボルを用いた二次元コードや、小型の電子機器を用いた RFID がある。タグシステムの運用には、情報を格納したタグを対象に添付する¹⁾。しかし、タグを添付することが適当とは言えないと考えられる対象物も存在する。

例えば、絵画の中に描かれている登場人物に注釈を付けたい場合などがそれである。図 1 に挙げる絵画の登場人物は 14 人で、それぞれの人物にさまざまな注釈が加えられている。

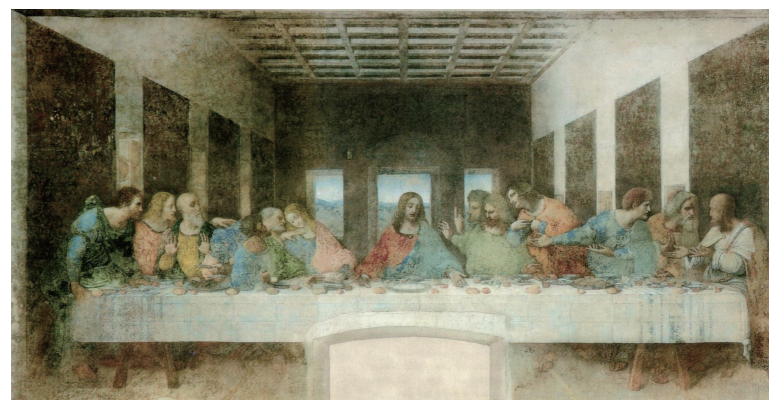


図 1 壁画への注釈づけ

注釈情報を絵画に添付しようとしても、対象が絵画であるという性質上、RFID や二次元タグを添付するわけにはいかない。この問題は、従来のタグシステムでは、タグと同じ位置から情報を発信することを前提としていることから生じていると考える。そこで本研究では、物理的なタグから離れた位置に仮想的な「タグ」を生成し、この「タグ」をポイントすると情報が読み出せるようなシステムの構築を目指す。

2. GhostBanner システム

GhostBanner システムは光空間通信装置を基にして構築された情報通信システムである。

光空間通信装置は送信器から受信器まで、空間を媒体として可視光に近い波長によって情報を転送する装置であり、受信器を送信器に向けて使用することが殆どである。GhostBannerシステムは、離れて設置した複数の送信器から光信号を発生し、受信器が送信器群に対して特定の姿勢を取った時だけ信号の変調成分が生じるように、光信号の変調が工夫されている。このとき受信器の向いている方向に「タグ」があると考える事にする。もし受信器のベクトルが指す方向に発光器がなく、やや角度をとった方向にしか発光器がない場合、発光器からはなれた場所に「タグ」が生じていると考える事が出来る。2.1節から述べる GhostBannerシステムは、水平および垂直方向にペアの発光器を設置すると、受信器がその交点の位置を向いたときだけ光信号を受信することができる特性を実現した。

2.1 システムの基本構成

GhostBannerシステムは、1つの送信器に複数の発光器を備えており、受信器も、受光面が複数の区画に仕切られた多象限フォトダイオードを使用していることが特徴である(図2)。いま、送信器に2つの発光器 AB を備え、発光器からは正面 180° にわたって均一のエネルギーで光が放射されているとする。これらの発光器からそれぞれ同期反転した2値化信号を放射する。また、受信側はピンホール、レンズなどの適当な結像素子を備えた多象限フォトダイオード(ここでは説明のため2象限とする)を備える。

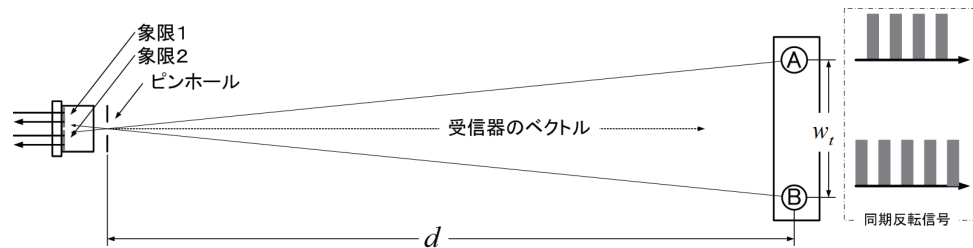


図2 GhostBannerシステムの構造

フォトダイオードの受光面の境界線の中心点と結像素子の焦点またはピンホールを結んだ線を受信器のベクトルと考えると、このベクトルが送信器の2つの発光器の間に位置している場合とそれ以外の場合で光信号の受信状態が異なることがわかる。

ベクトルが発光器の間にあるとき、発光器 A および B からの光信号はフォトダイオードの象限 2 および 1 に入射するので、それぞれの象限からは反転した信号が出力される(図3

上)。

それ以外の場合は、A、B からの光信号はフォトダイオードの象限 1 もしくは 2 のどちらか片方に入射する。これらの信号は同期反転しているため、変調成分は相殺されて極めて小さくなり情報は消失する(図3下)。

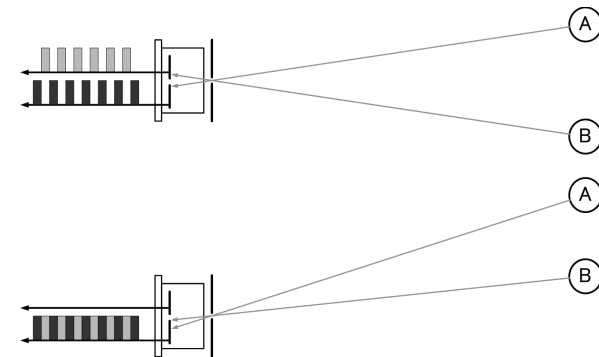


図3 ポイントされた場合とそうでない場合に生成される信号

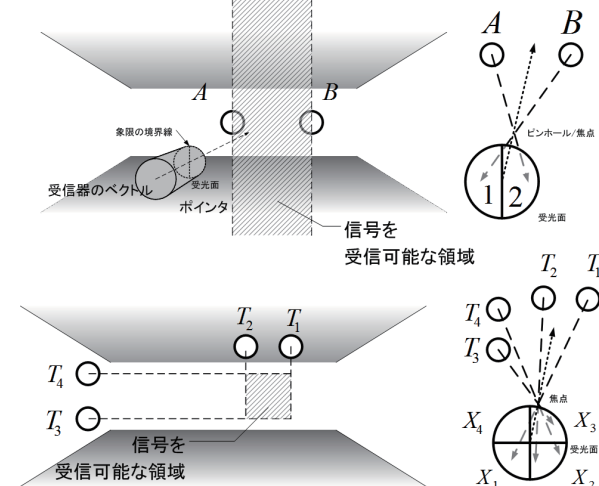


図4 帯状と矩形の「タグ」の生成

この特性から、GhostBannerシステムの「タグ」は AB 2つの発光器で仕切られた領域

に発生していると考えられる。領域の境界線は、受光面の仕切り線（境界線）と平行である。受光器の視野角が 180° である場合、この境界線の方に無限大の大きさを持つ帯状の領域となる（図 4 上）。

次に、発光器のペアをもう一つ準備し、この帯状の「タグ」を直行方向に 2 つ発生させる。また、フォトダイオードを 4 象限とする。2 つのペアの信号が同時に受信できるのは、受信器が帯が交差する領域を向いているときになる（図 4）。この領域は矩形をしており、どの辺や角も発光器に接していない。

つまり、実際に情報を格納しているタグから離れた位置に、情報を読み出すための「タグ」が生成されたと考えられる。

2.2 タグのパターンと変調/復調方法

「タグ」の発生させ方はいくつかのパターンがあり、2.1 の図 4 の例では発光器から完全に離れた位置に「タグ」が出現し、信号を受信する象限は合計 3 つであった。このとき、1 つのタグに 2 つの発光器からの信号が同時に入射するので、同じ「タグ」を構成する発光器のペア同士では信号識別のため、別々の周波数を用いて同期反転信号を生成するなどの工夫が必要にある。

もし「タグ」が複数あった場合でも、ポイントされていないタグから発せられた光信号の変調成分は自動的に相殺される構造であるため、「タグ」が重なっていない限り「タグ」ごとに周波数を変える必要はない。したがって、一度に運用する「タグ」の数に関わらず縦横の区別をつけるために 2 つの周波数帯を準備すればよい。

2.3 光信号の変調・復調方法

次に、光信号の変調方法と復調方法について述べる。図 2 より、GhostBanner システムは、ペアになった発光器から同期反転した 2 値化信号を送信している。同期反転した信号とは、ペアの両方が 1 つの象限に入射した場合は変調成分が相殺し合い、直流成分になるような信号のことをいう。この同期反転の部分は、1) 搬送波の部分を同期反転させる方法があり、2) 通信のデータを直接同期反転させる方法もある。

1) の方法は、搬送波にあたる部分を 2 値化信号とし、この搬送波を変調することで情報を送る方式である。復調側は BPF で搬送波を取り出す。BPF によって、変調周波数ごとに送信チャンネルを分ける事ができる。前項のように直行方向のタグを 2 つ組み合わせる場合、一つの象限に 2 つのタグからの変調信号が入射する。2 値化信号で搬送波を生成する場合、復調側の同一の象限に複数の光信号が入射した場合でも、搬送波の周波数ごとに BPF を設置するなどすれば、それぞれの信号を識別することができる。このため、前項の

矩形タグを生成する場合などに適している。

2) の方法は、データを同期反転させて直接信号を送る方法である。片方のデータバイトが 10111011 である場合、ペアの残りからは 01000100 が出力される。この方法は D-FF などの論理回路が一つあれば実現できるが、連続して 0 が続くようなデータを送信する場合に復調が困難になると、ペアの発光素子の発光のバランスが悪くなる欠点がある。例として、0 と 1 の割合が同じになるマンチェスター符号を採用することが望ましいと考えられる。

2 つの象限から出力された反転信号を 1 つの信号に戻すには、例えばアナログ乗算を行ったり、2 値化信号に戻してから EXOR を用いてビットチェックをするなどの方法がある²⁾。4 象限の場合は搬送波毎に上の手段を取って 2 つのデジタル信号とし、さらに AND 演算を行えば、矩形の「タグ」領域内を向いたときだけ信号を読み出すことができる。

3. 想定しうるアプリケーション

GhostBanner システムでは、「タグ」を何も無い空間に発生させることができ、また光信号で情報伝送を行っていることから連続データを送信することも可能であることが特徴である。

3.1 美術品に対する情報注釈づけ

美術館などで、展示品に近づくとき、音声で情報を流す解説システムが運用されていることがある。このシステムは、絵画であれば一つの絵画につき一つの説明を割り当てる事ができる。GhostBanner システムでは、絵画の縁にタグを設置することで、絵画そのものに干渉することなく、一つの絵画に描かれている内容ごとに注釈情報を添付することが可能である。例えば、図 1 には 14 人の人物が描かれているが、人物ごとに注釈を付ける事も可能である。

こうしたシステムは、表面にタグを張り付けるわけにはいかない美術品や工芸品に対して注釈づけをおこなうことを可能にする。

3.2 複数ディスプレイによる情報支援

昨今公共空間に大型ディスプレイを設置して情報配信をおこなったり、広告を配信したりする手法が普及しつつある。こうした大型ディスプレイの縁にタグを並べておき、ディスプレイの内容に応じた情報を配信する。ユーザが PDA などをディスプレイにかざすと、例えば大型ディスプレイに写されている映像の原版データをダウンロードできたり、写されている商品のさらに詳細な情報を手に入れるなどの情報支援を実施することが考えられる。



図 5 GhostBanner の実用例

この手法は、大型ディスプレイに二次元コードを表示するなどの方法と比べて高速に大量のデータを PDA などに送信することが可能となる。この手法を応用し、PDA などの手許の小型ディスプレイを大画面ディスプレイにかざすと、表示されている内容のより詳細なデータを得る事ができる、「虫眼鏡」的な運用をすることが可能である。

また、大型ディスプレイはしばしば音声を発していない事がある。こうした環境でも、光信号によって音声を配信しておき、音を聞きたいユーザはディスプレイをポイントしておくことによって視聴することが可能なシステム運用を行う事が可能である。

3.3 空間からの情報支援

絵画やディスプレイは実体を持つものであるが、出入り口や廊下などのように実体を持たない空間も、情報注釈を加えることを考える事ができる。例えば改札口をポイントすると列車の時刻表などがダウンロードされたり(図 5)、建造物内の廊下の行く先を指定したりするなどの需要があると考えられる。GhostBanner システムを 2 象限のモードで使用し、照明をタグとして考えた場合、照明から下に垂れさがった幕のような領域が「タグ」となる。この「タグ」から行く先等のデータを配信することにより、屋内の案内システムを構築することができる。また、スーパーの売り場のような広大であるけれども視界の限られている空間であっても、天井からの照明光が見えていれば「タグ」が形成されることから使用することが可能である。

4. ま と め

本稿では、多象限フォトダイオードと同期反転信号を発する送信器を組み合わせることで、実世界の空間内に矩形の領域を区切り、その領域に情報を張り付けることが可能な

GhostBanner システムを提案し、その構造を示した。

参 考 文 献

- 1) 暦本純一：2次元マトリックスコードを利用した拡張現実システムの構成手法，インタラクティブシステムとソフトウェア，pp.199-208 (1996).
- 2) 光藤雄一：照明光通信によるユーザ誘導デバイスの研究 (セッション 3:慶應義塾大学)，情報処理学会研究報告. UBI, [ユビキタスコンピューティングシステム]，Vol.2009, No.17, pp.91-97 (20090225).