

可視光通信における位置推定のための振幅変調階層的符号化の提案

The coded hierarchical modulation with amplitude for estimating the position in visible light communications

池田勇太 (Yuta Ikeda) 奥田邦義 (Kuniyoshi Okuda)
植村渉 (Wataru Uemura)

龍谷大学 理工学研究科 電子情報学専攻
(Ryukoku University Department of Electronics and Informatics)

〒520-2194・滋賀県大津市瀬田大江町横谷 1-5 (1-5,Seta,Otsu City, Shiga, Japan)
Tel:077-543-7416/Fax:077-543-7428

iked@vega.elec.ryukoku.ac.jp, wataru@rins.ryukoku.ac.jp

1. 博物館等での作品案内

博物館等では来訪者の興味を満足させるために様々な方法で展示作品を紹介している。文字などで説明が書かれた説明板やタッチパネル式のディスプレイの説明板で説明する方法や、来訪者一人一人に個別の案内をするために携帯用端末を用いて案内する方法がある。特に最近はスマートフォンが普及しているため、後者の案内方法が手軽に実現できる。来訪者は、各作品に付与された番号を入力することで、その作品の案内を得ることができる。さらに位置推定手法を取り入れ、来訪者の現在地から作品番号を割り出すことで、番号入力の手間を省略することができる。位置推定手法として、無線LANの基地局情報や電界強度を用いた方法などがあるが、作品一つ一つの区別をするのは難しい。精度の高い位置推定方法として、可視光通信を用いる方法が注目されている。可視光通信では、光の高速点滅により情報を送るため、博物館などのスポットライトを送信機として利用でき、照射範囲毎に異なる情報を送ることができる。しかし作品が密集している場合は作品を区別することができない。そこで本研究では、可視光通信を用いる際に1つの光源内において複数の作品を区別することを目的とする。

2. 可視光通信(VLC)を用いた情報配信方法について

一般に無線通信では、送受信機間距離が離れると、受信信号強度が減少するため、受信信号強度から送受信機間距離を推定できる。そのため、1つの光源内でも、送信機からの明るさを調整することで、同心円状の範囲を区別することができる。しかし、この方法では、照射内の範囲を調整するために照明

案内方法	説明板	位置入力	無線LAN	VLC
専用の機器	不要	必要		
対象ユーザ	大勢	個人		
ユーザ操作		手動		自動
位置精度		高い	低い	高い

図1 案内方法

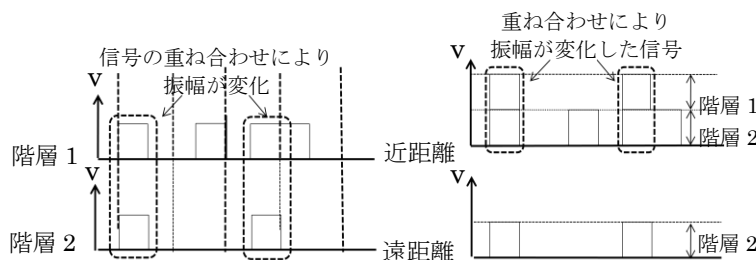


図2 提案する送信信号 図3 提案による受信信号

の明るさを変更する必要があり、展示物の照明には向かない。一方、アレイ上に配置した LED 送信機から、複数の符号を異なる周波数で重ね合わせ階層的な符号を送り、カメラによって2次元的に受光することで、距離によって異なる情報を受ける階層的符号化という方式がある。この方法では、送受信機共に素子を2次元に配置する必要があり、手軽に実現するのは難しい。そこで、本研究では、明るさの変化が少なく、かつ1次元素子にて距離推定する方法を検討する。

3. 提案

階層的符号化は周波数で階層を形成するのに対して本研究では振幅で階層を分ける方法を提案する。振幅を多値化すると、それぞれの強度に応じて、受信できる距離が変わる。ここでは弱い信号を階層1、強い信号を階層2と呼び、パルスで情報を送り、PPM(Pulse Phase Modulation)で受信する場合を考える。このとき、階層2でパルスを送信すると、そのパルスには必ず階層1のパルスも含まれる。一方、階層1は階層2に影響を与えずにパルスを送ることができる(図2)。そこで、階層2の1スロットを2分割し、階層1の1スロットに割り当てる。これにより、送信機からの距離が近いときは階層1のパルスを検知し、遠いときは階層2のパルスを検知する(図3)。これにより送受信機間の距離によって異なる情報を受け取ることができる。これを振幅変調階層的符号化と呼ぶことにする。

4. 実験とその結果

振幅変調階層的符号化における距離と受信情報の変化を確認するために、距離と誤り率の関係を調べる。ここでは送信信号の副搬送波として100kHzを用いる。階層1の通信速度が5kbps、階層2が2.5kbpsである。10万bitに対するBER(Bit Error Rate)が図4である。

BERが0.01以下のときを受信範囲とすると、階層1は約140cmまで、階層2は約170cmから190cmの間で受信でき、距離によって異なる情報を受信できていることが分かる。一方、140cmから170cmの間は、どちらの信号とも区別できない区間となっている。

また、階層1と階層2の範囲を変更する際に、変化する照明の明るさがどれくらいか確認する。送信機の明るさを調整することで同心円状の範囲を区別する方法を従来法とする。3つのLEDの点灯の重ね合わせで振幅を制御し、それぞれの測定した明るさの差を図5に示す。従来法では16Luxの差が生じたのに対して、提案する振幅変調階層的符号化では1Luxの差であった。本提案手法の方が明るさの変化が少なく適切であるといえる。

5. まとめ

博物館等で展示作品毎に案内をするために、1つの照明から複数の異なる位置情報を配信する方法を提案した。送信LEDの明るさを複数用意し、それを切り替えることで送信範囲の異なる符号を送ってきた。それぞれの符号が切り替わる範囲において、どちらの信号とも区別できない範囲が生じたため、今後は、この範囲を減らす必要がある。

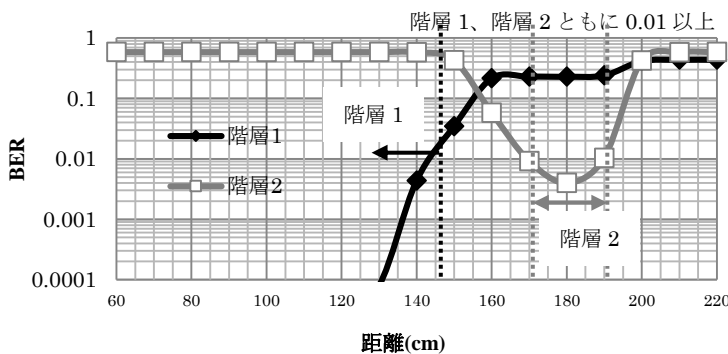


図4 距離に対するBER

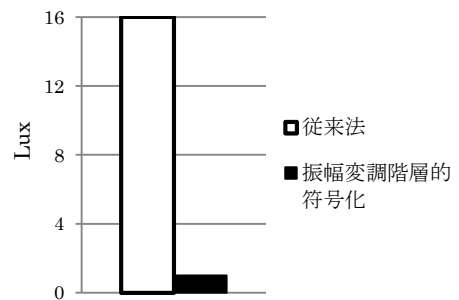


図5 明るさの変化量