



再帰透過光学素子による空中像の設計

電気通信大学
小泉直也

1. はじめに

空中像とは、光源から発せられた光が光学素子によって反射・屈折し、空中に結像するものことである。光源に液晶モニター等の映像装置を用いることで、映像を空中に浮かばせることができる。何度か、立体ディスプレイと空中像の違いを聞かれたことがあるが、これは「映像だけ」を見せるか、「映像と実物を同時」に見せるかの違いだと考えている。立体ディスプレイはあくまで奥行きのある映像の表示ができる技術であり、映像そのものを魅力的に見せることが多く、例えば映画館などで利用されるものである。一方で空中像は、映像を任意の空中位置に表示する技術であり、実物体のすぐ隣に表示させることが可能であり、例えば博物館の展示品のすぐ横にその文化財の説明を表示するりよような、映像と物体を融合させた情報提示が可能になる手法である。

マイクロミラーアレイ素子 (Micro-Mirror Array Plates, 以下 MMAP と省略) が市販されるようになり容易に空中像を表示することができるようになってきた²⁾。また COVID-19 の影響で、タッチパネル等に手を触れること避けたシステムの必要性が生じており、非接触インタフェースの需要が高まっており、それに伴い空中像とのインタラクションはかつてないほどに注目を集めている。

本稿では、著者が携わってきた空中像インタラクションデザインに関する研究をピックアップし紹介する。空中像に用いる光学素子の精度も年々向上し、品質も安定しつつあり、銀行やコンビニエンスストアでの実証も進んでいる。一方で実用化に向けて取り組まれているものの多くは、ATM やレジなどの利用が中心であり、まだまだ空中像の可能性や価値の一部しか認識されていないと思われる。今後さらなる空中像の発展を期待し、本稿では実証では扱われないような空中像の利用方法を中心に述べる。

2. 空中像の原理

空中像に関して、国際規格の制定が少しずつ進んでおり、IEC TR 62629-51-1:2020³⁾において「インコヒーレント光源からなるディスプレイから、広い範囲に発散した光を、受動光学素子で集光することで、空中に実像を形成するディスプレイ」と定義されている。具体的には、以下の要件を満たすものとされている。

1. 映像を素手で直接さわれること
2. どの観察位置からでも同じ位置に映像があること
3. 特殊な眼鏡なしに映像を観察できること
4. 映像が十分に短い遅延時間で変更できること

文献 3) では上記の条件を満たす空中像の方式を透過型、面対称型、反射型の 3 種類に分類している。本稿では、ここ数年の急速な発展の中心である面対称型について取り上げる。これは Aerial Imaging by Retro-Reflection (AIRR)⁴⁾ や MMAP のような再帰透過光学系と呼ばれる光学系が用いられている方式である。